

ИННОВАЦИОННАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА



Проект 1: инновационная среда университета в регионе и эффективное управление

Цель: развитие инноваций и инновационных образовательных программ на основе интеграции образования, науки и бизнеса для организации подготовки и переподготовки кадров по широкому спектру специальностей и направлений.

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Владимирский государственный университет

В.В. Морозов, А.Б. Костерин,
П.В. Стрелков, А.В. Фомин

ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Учебное пособие

Под редакцией профессора В. В. Морозова

«Допущено Учебно-методическим объединением вузов по образованию в области автоматизированного машиностроения (УМО АМ) в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Автоматизированное управление жизненным циклом продукции» (направление «Автоматизированные технологии и производства)»

Владимир 2009

УДК 621(075.8)
ББК 34.5я73
О-75

Рецензенты:

Управляющий директор ОАО «НИПТИЭМ»
доктор электротехники
О.В. Кругликов

Кандидат технических наук, доцент,
зав. кафедрой технико-технологических дисциплин
Владимирского государственного гуманитарного университета
Л.Н. Шарыгин

Печатается по решению редакционного совета
Владимирского государственного университета

Основы технологий информационной поддержки изделий
О-75 машиностроения : учеб. пособие / В. В. Морозов [и др.] ; Вла-
дим. гос. ун-т. – Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2009. –
252 с. – ISBN 978-5-89368-905-1.

Излагаются теоретические и практические аспекты технологий информационной поддержки изделий машиностроительного профиля. Приведены основные положения и методы ИПИ, показаны особенности реализации ИПИ-технологий на базе PDM-системы Windchill.

Представляет собой результат выполнения пилотного проекта в рамках инновационной образовательной программы ВлГУ, аналитической ведомственной целевой программы Рособразования «Развитие научного потенциала высшей школы (2006 – 2008 гг.)» при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований.

Предназначено для студентов старших курсов направлений 220300 – автоматизированные технологии и производства и 151000 – конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств.

Табл. 6. Ил. 42. Библиогр.: 49 назв.

УДК 621(075.8)
ББК 34.5я73

ISBN 978-5-89368-905-1

© Владимирский государственный
университет, 2009

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	6
Цели и задачи курса (6). Схема построения курса (7). Рекомендации по техническому и программному обеспечению (8)	
1. Введение в ИПИ-технологии	9
<i>1.1. Основные понятия и определения</i>	9
Основные понятия и определения (9). Жизненный цикл изделий, основные этапы (11). Типовые бизнес-процессы машиностроительного предприятия (15). Задачи и функции CALS/ИПИ-технологий (16)	
<i>1.2. Применение информационных технологий к задачам управления жизненным циклом изделия</i>	23
Анализ состояния и тенденции развития ИПИ-технологий (23). Концепция единого информационного пространства (26). Способы описания бизнес-процессов с применением ИПИ-технологий, реинжиниринг бизнес-процессов (30). Методы функционального моделирования (33)	
<i>1.3. Интеграция данных об изделии</i>	45
Понятие интеграции данных (45). Задачи интеграции, виды и способы интеграции (46). Концепция полного электронного определения изделия (51)	
<i>1.4. Технический документооборот</i>	57
Концепция электронного документооборота (57). Жизненный цикл документа (58). Понятие о потоке работ (61)	
<i>1.5. Внедрение ИПИ-технологий на промышленных предприятиях</i>	68
Особенности современных машиностроительных предприятий, предпосылки автоматизации (68). Обзор современных программных систем в области ИПИ-технологий (74). Основные этапы внедрения (78). Рекомендации по внедрению (83)	
<i>Контрольные вопросы</i>	84

2. Технологии информационной поддержки	
жизненного цикла изделия	85
2.1. <i>Управление разработкой изделий</i>	85
Понятие о проектном управлении (85). Жизненный цикл проекта (88). Участники проекта (92). Базовые концепции, процессы и процедуры проектного управления (94)	
2.2. <i>Управление данными об изделии</i>	101
Виды информации об изделии (101). Задачи и функции PDM-системы (102). Базовые концепции управления данными об изделии (108). Управление документами, управление изменениями (114). Интеграция с САПР (118)	
2.3. <i>Управление конфигурацией</i>	121
Понятия конфигурации и управления конфигурациями (121). Контексты управления конфигурацией (124). Сценарии управления конфигурацией (127)	
2.4. <i>Управление качеством</i>	131
Стандарты и системы качества (131). Информационное обеспечение менеджмента качества (133). Проблемы внедрения систем управления качеством (135). Концепция всеобщего управления качеством (138)	
<i>Контрольные вопросы</i>	141
3. Автоматизация процессов разработки и сопровождения изделий на базе Windchill	142
3.1. <i>Управление разработкой изделия на базе Windchill</i>	142
Общая концепция использования системы (142). Обзор модулей и компонентов Windchill (145). Общее представление об архитектуре Windchill (146)	
3.2. <i>Введение в бизнес-администрирование Windchill</i>	149
Обзор функциональности Windchill (149). Управление участниками (153). Автоматизация процессов с использованием жизненных циклов и потоков работ (158). Управление командами (173). Управление объектами, типами объектов и атрибутами объектов Windchill (178). Особенности работы с САД-документами (183). Управление контейнерами (187)	

3.3. <i>Windchill ProjectLink – автоматизация управления разработкой изделия</i>	194
Обзор функциональных возможностей ProjectLink (194). Базовые концепции управления (196). Управление проектами (204)	
3.4. <i>Windchill PDMLink – автоматизация управления данными об изделии</i>	220
Понятие о Windchill PDMLink (220). Интерфейс Windchill PDMLink (223). Управление изделиями и структурами изделий (227). Особенности работы с САД-данными (229)	
<i>Контрольные вопросы</i>	233
Заключение	234
Список используемых сокращений	236
Глоссарий	239
Библиографический список.....	246

ПРЕДИСЛОВИЕ

Цели и задачи курса. Схема построения курса. Рекомендации по техническому и программному обеспечению

Цели и задачи курса. Мы живем в мире информационных технологий, поэтому любая технология рано или поздно становится информационной (ИТ): если не все, то, по крайней мере, отдельные ее компоненты имеют отношение к ИТ, а если еще не имеют, то будут в самом скором времени. Вся наша жизнь – бизнес, управление, образование, культура – проходит в тесной связи с ИТ. В ближайшем будущем темпы изменений будут только расти.

Современные специалисты, особенно бизнесмены, менеджеры, инженеры, технологи, если хотят не отстать от жизни и работать на современном высокотехнологичном предприятии, должны иметь знания и опыт владения информационными технологиями управления предприятием (ИТУП) или отдельными производственными этапами. Цель курса – предложить быстрый и компетентный путь к овладению достаточно сложным и многообразным материалом в области ИТУП машиностроительного профиля.

Предлагаемое издание – это только введение. Оно должно подтолкнуть студентов к долгому самостоятельному путешествию в мир нового электронного производства, электронного бизнеса, новой экономики и управления – в мир, движимый ИТ.

Информационные технологии – это прежде всего инструмент. Как и любая другая технология, этот инструмент служит для достижения поставленных целей путем координации и оптимизации производственных процессов, но в отличие от других технологий координация и оптимизация достигаются с помощью средств вычислительной техники (ВТ), программного обеспечения (ПО) и алгоритмизации прикладного опыта пользователей.

Однако простое обладание этим инструментом еще не гарантирует успеха, в то время как его отсутствие равнозначно полному краху. Главное отличие зрелых ИТ – не количество средств, затра-

ченных на их приобретение. Чтобы инвестиции приносили пользу, необходимо уметь пользоваться ИТ, а не просто обладать ими. Обладание инструментом ИТ – это прежде всего знания, т.е. умение целенаправленно управлять какими-либо процессами (или чьими-либо действиями).

Схема построения курса. Предлагаемое учебное пособие посвящено не «железу» и даже не программному обеспечению (которое лишь коротко описано в заключительном разделе), а методологическим и фундаментальным вопросам построения и функционирования ИТУП. Информационные технологии рассматриваются вместе с бизнес-окружением. Издание знакомит с использованием наиболее распространенных ноу-хау, касается вопросов стратегической поддержки и внедрения.

Книга состоит из трех основных разделов:

- 1) введение в ИПИ-технологии;
- 2) технологии информационной поддержки жизненного цикла изделия;
- 3) автоматизация процессов разработки и сопровождения изделий на базе Windchill.

Первый раздел является своего рода «введением во введение» и предназначен для первоначального ознакомления с предметом и терминологией в области технологий информационной поддержки изделий (ИПИ). Второй раздел посвящен описанию основных методов и технологий ИПИ. Третий раздел раскрывает особенности реализации ИПИ-технологий на базе системы Windchill.

Учебное пособие написано в форме конспекта лекций, и поэтому для освоения предмета студентам необходимо ознакомиться с существующей литературой по данной теме. Списки рекомендуемой и дополнительной литературы, а также адреса полезных Интернет-ресурсов даны в конце пособия. Также для удобства предложен список используемых сокращений и глоссарий (список терминов).

Студенты специальностей 220305 «Автоматизированное управление жизненным циклом продукции» и 220306 «Компьютерные системы управления качеством для автоматизированных производств» как будущие специалисты в области автоматизации производственной деятельности на базе современных информационных технологий должны иметь навыки использования программных

средств для управления проектами. Учебное пособие может быть полезно студентам других специальностей, в учебном плане которых имеются соответствующие дисциплины, а также магистрантам, аспирантам и преподавателям.

Рекомендации по техническому и программному обеспечению. Как и всякая информационная технология, ИПИ-технология может быть разделена на три четко очерченных компонента.

1. *Аппаратное обеспечение.* Сюда относят физическую структуру, конфигурацию машин, систем и прочего оборудования. Это средства согласования задач производства (товаров и/или услуг) с достижением заданного результата или цели.

2. *Программное обеспечение.* Оно представляет собой набор правил, руководящих принципов и алгоритмов, необходимых для работы технического оборудования. Сюда также относят программы, соглашения, стандарты и правила пользования, направленные на координацию отдельных задач и процесса в целом. Это ноу-хау ИПИ, оно отвечает на вопрос «как?».

3. *Алгоритмическое (интеллектуальное) обеспечение.* Оно в зависимости от намерений, ожидаемых результатов и целей, должно обосновывать целесообразность использования и развертывания технического и программного обеспечения, а также его конфигурацию в каждом конкретном случае. Эта часть отвечает на вопросы «что?» и «почему?».

Эти три компонента взаимозависимы и образуют ядро ИПИ. Однако существует четвертый и самый важный компонент ИПИ.

4. *Сеть поддержки, инфраструктура.* Это необходимые физические, организационные, административные и коммуникативные схемы, включая рабочие задания, требуемые навыки, объем работ, стандарты и критерии, стиль и организационные модели развертывания ИПИ, образующие единую систему.

Коротко говоря, ИПИ – это интегрированная информационная среда, в которой функционируют аппаратные, программные, алгоритмические подсистемы на базе единой инфраструктуры.

Поскольку два автора – сотрудники фирмы ООО «ПРО-Технолоджиз» (российский представитель американской компании «РТС»), при активном содействии которой на кафедре «Технология машиностроения» ВлГУ внедрена PDM-система Windchill, то авторский выбор ИПИ-системы в пользу Windchill очевиден.

1. ВВЕДЕНИЕ В ИПИ-ТЕХНОЛОГИИ

1.1. Основные понятия и определения

*Основные понятия и определения. Жизненный цикл изделий, основные этапы.
Типовые бизнес-процессы машиностроительного предприятия. Задачи и функции
CALS/ИПИ-технологий*

Основные понятия и определения. В условиях постоянного и значительного усложнения инженерно-технических проектов, программ разработки новой продукции и роста наукоемкости изделий конкурентоспособными окажутся предприятия, достигшие совершенства в управлении бизнесом, обладающие отлаженными процессами проектирования, производства, поставки и поддержки продукта, ориентированные на функционирование в условиях быстроменяющейся экономической ситуации и способные мгновенно реагировать на возникающие новые запросы рынка.

Такая цель не может быть достигнута частными, постепенными изменениями традиционных методов работы и точечным внедрением средств автоматизации. Предприятия должны провести кардинальное реформирование в сфере управления, опираясь на высокотехнологичные, положительно зарекомендовавшие себя стратегии организации современного бизнеса. Такой стратегией, принятой в настоящее время в качестве международного стандарта, является CALS.

CALS (Continuous Acquisition and Lifecycle Support) – концепция непрерывного сопровождения и информационной поддержки жизненного цикла (ЖЦ) изделия на всех его стадиях, основанная на использовании единого информационного пространства (ЕИП) или интегрированной информационной среды (ИИС). Эта концепция обеспечивает единообразные способы информационного взаимодействия всех участников ЖЦ. Отечественным аналогом термина CALS является термин «информационная поддержка изделий».

В последнее время в отечественной и западной литературе сложилось многообразие терминов, аббревиатур и трактовок понятий и терминов в области информационных технологий управления. Это

неизбежное явление, когда в бурно развивающемся научном направлении или технологию вовлекаются специалисты из различных областей, которые привносят свое понимание и свою терминологию. Так, нет четкого разделения таких терминов, как CALS и PLM (Product Lifecycle Management – управление жизненным циклом изделия) или ЕИП и ИИС. Мы по возможности будем придерживаться терминологии, опубликованной в методическом документе НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика» [20] («Концептуальные основы управления конкурентоспособностью наукоемкой продукции»).

Информационная поддержка изделий – совокупность инвариантных (базовых) принципов (по отношению к продукции, предприятию, отрасли промышленности), управленческих технологий и технологий управления данными (информационных технологий), реализуемая в интегрированной информационной среде, объединяющей информационные процессы всех участников жизненного цикла изделия на основе международных стандартов, регламентирующих унифицированные модели данных и соглашения о способах обмена этими данными.

Жизненный цикл изделия – совокупность взаимосвязанных процессов и этапов, через которые проходит изделие от момента выявления потребностей общества в определенной продукции до момента удовлетворения этих потребностей и утилизации продукта.

Изделие (продукт) – единица промышленной продукции, обладающая определенными потребительскими свойствами, достижение которых – цель производства.

Процесс – формализованное представление множества параллельных (и/или последовательных) операций, которые связаны друг с другом для достижения общей цели или получения определенного результата.

Ресурсы – совокупность материальных, финансовых, интеллектуальных или иных ценностей, используемых и расходуемых в ходе деятельности, связанной с разработкой, проектированием, производством или эксплуатацией изделия. Ресурсы могут иметь различную природу, свойства и характеристики. К ним относят персонал, средства обслуживания, оборудование, технологии, сырье, финансы.

Единое информационное пространство – совокупность информационных средств и ресурсов, интегрируемых в единую систему.

Интегрированная информационная среда – хранилище данных, содержащее сведения об изделии на всех этапах его ЖЦ.

Хранилище данных – предметно-ориентированный, интегрированный, неизменяемый, поддерживающий хронологию набор данных, организованный для целей информационной поддержки ЖЦ изделий.

Данные об изделии – информация в электронном виде об изделии во время его ЖЦ.

Система – множество материальных, информационных или иных объектов (элементов) произвольной природы, взаимодействующих между собой, обладающее некоторым (системообразующим) свойством, которого не имеет ни один из его элементов и ни одно из собственных подмножеств.

Технология управления (управленческая технология) – совокупность методов, инструментальных средств и ресурсов, с помощью которых осуществляется соответствующий процесс управления.

ИПТИ-технологии – базовые управленческие технологии и технологии управления данными, к числу которых относят:

А) управленческие технологии:

- технологии управления проектами и потоками работ;
- технологии планирования и управления ресурсами предприятия (производства);
- технологии менеджмента качества (управления качеством);
- технологии управления конфигурацией;
- технологии интегрированной логистической поддержки (ИЛП);

Б) технологии управления данными:

- технологии управления данными об изделии;
- технологии управления данными о процессах;
- технологии управления данными о ресурсах и т.д.

Жизненный цикл изделий, основные этапы. Понятие ЖЦ изделий для CALS/ИПТИ-концепции является фундаментальным. В общем виде ЖЦ изделия можно разбить на следующие этапы.

1. Маркетинг, изучение спроса, поиск перспективных направлений.
2. Разработка технических требований и/или проектирование создаваемой продукции.
3. Материально-техническое снабжение.
4. Разработка и подготовка технологических процессов.
5. Производство.
6. Контроль, проведение обследований и испытаний.

7. Упаковка и хранение.
8. Реализация и/или распределение продукции.
9. Монтаж, эксплуатация.
10. Техническая помощь в обслуживании.
11. Утилизация после завершения использования продукции.

Каждый из этих процессов, в свою очередь, состоит из технологических и организационно-деловых процессов. Под *технологическим процессом* понимают часть производственного (или другого) процесса, содержащую целенаправленные действия по изменению и/или последующему определению состояния предмета труда. Под *организационно-деловыми процессами* понимают процессы, связанные с взаимодействием людей (подразделений, организаций).

Цепочка продвижения изделия на рынке в упрощенном виде включает в себя кроме его производителя множество поставщиков комплектующих деталей, а также конечного потребителя (рис. 1.1). Связи между ними носят двунаправленный характер: с одной стороны – изделие, с другой – предъявляемые к нему требования. Связи от потребителя к производителю отражают условия сервисного обслуживания, от производителя к поставщику – так называемые входные параметры: согласование технических характеристик изделия, комплектацию и пр. Поэтому все многообразие указанных процессов ЖЦ изделий можно представить в виде прямых и обратных связей поставщика с субпоставщиком и потребителем.

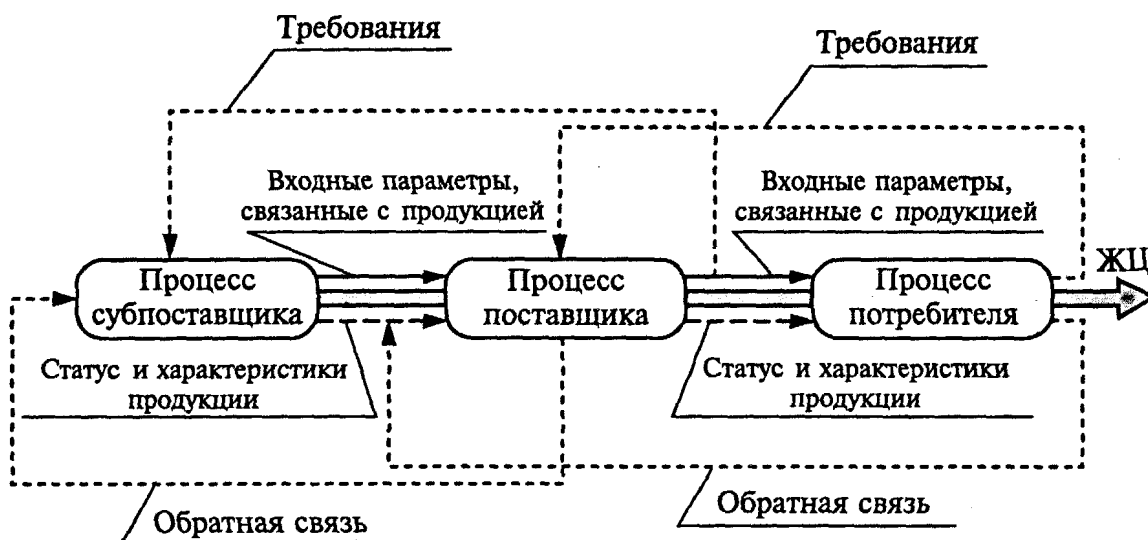


Рис. 1.1. Жизненный цикл изделия как взаимодействие участников рынка

Под основным (конечным) изделием понимают комбинацию материалов, предметов, программных и иных компонентов, готовых к использованию по назначению. Компоненты основного изделия – это комплектующие изделия, поэтому в общем случае ЖЦ основного изделия необходимо рассматривать как взаимосвязь ЖЦ входящих в него компонентов в результате деятельности субпоставщиков. С этой точки зрения ЖЦ представляет собой древовидную структуру (рис. 1.2).

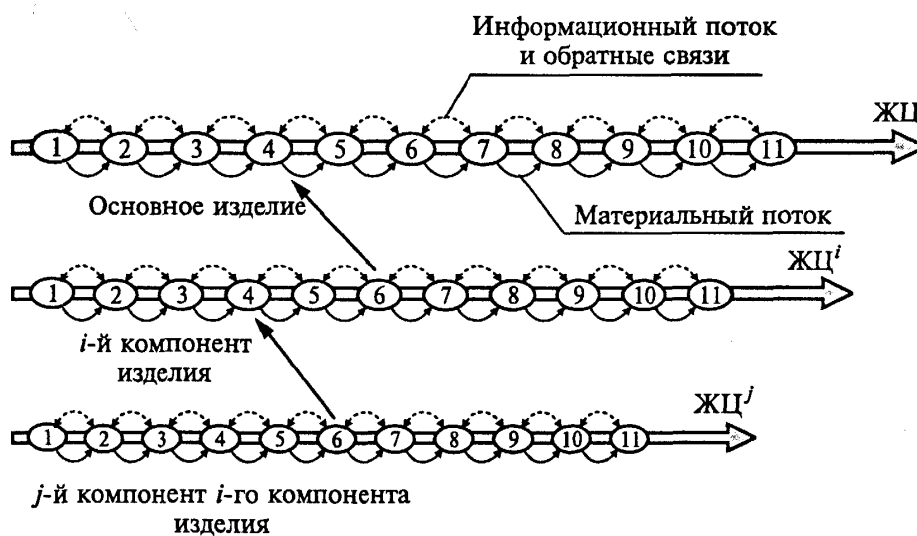


Рис. 1.2. Жизненный цикл продукта и его компонентов

Жизненному циклу изделия присуще большое разнообразие процессов (рис. 1.3).

Жизненный цикл сложного наукоемкого изделия (авиационной и ракетной техники) обычно составляет десятки лет, причем довольно большую часть этого времени занимают периоды разработки и изготовления.

Традиционный подход, сложившийся в первоначальный период внедрения компьютерной техники в производственные процессы, состоял в том, что с ее помощью решались отдельные, частные задачи, относившиеся к различным стадиям ЖЦ изделий. Исторически первыми были задачи, позволяющие автоматизировать отдельные учетно-управленческие функции в рамках автоматизированной системы управления производством. Почти одновременно с ними появились автоматизированные системы управления технологическими процессами. Затем стали разрабатывать и внедрять системы автоматизированного проектирования (САПР), которые позволяли использовать

средства компьютерной техники в процессах конструкторской и технологической подготовки производства (в зарубежной технической литературе используют аббревиатуры CAE, CAD, CAM).

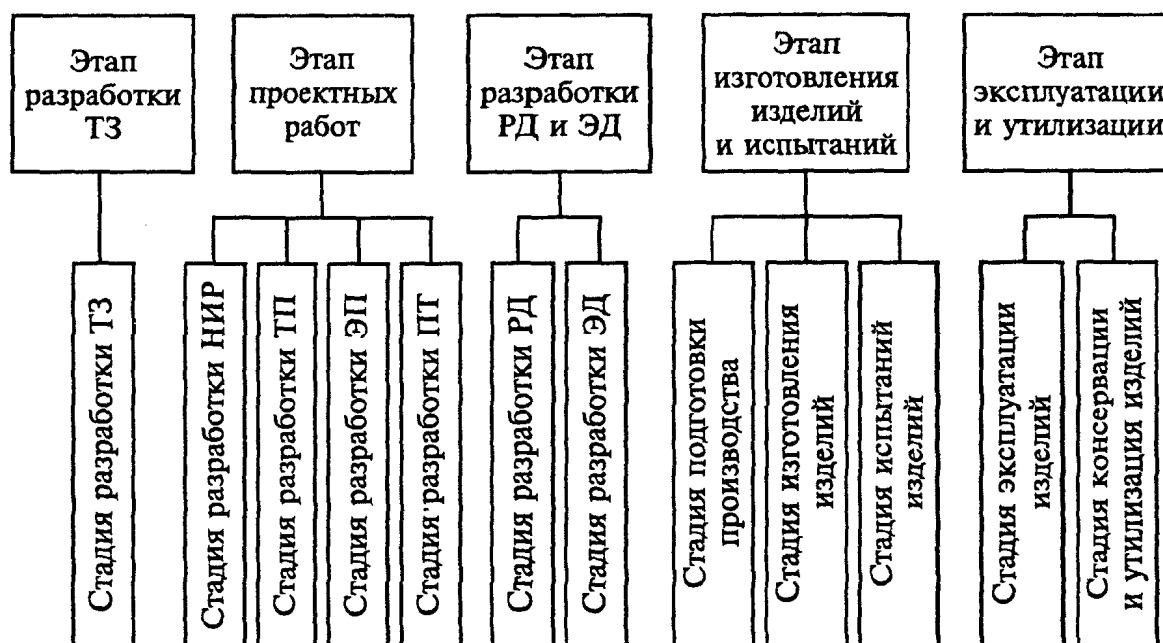


Рис. 1.3. Жизненный цикл продукта как взаимосвязь процессов:
 ТЗ – техническое задание; РД – рабочая документация; ЭД – электронная документация; НИР – научно-исследовательские работы; ТП – техническое предложение; ЭП – эскизный проект; ПТ – проект технический

Основные этапы ЖЦ промышленных изделий и типы автоматизированных систем, используемых в их ЖЦ, представлены на рис. 1.4, где приняты следующие обозначения.

- CAE (Computer Aided Engineering) – автоматизированные расчеты и анализ.
- CAD (Computer Aided Design) – автоматизированное проектирование.
- CAM (Computer Aided Manufacturing) – автоматизированная технологическая подготовка производства.
- PDM (Product Data Management) – управление проектными данными.
- ERP (Enterprise Resource Planning) – планирование и управление предприятием.
- MRP-II (Manufacturing Requirement Planning) – планирование производства.

- MES (Manufacturing Execution System) – производственная исполнительная система.
- SCM (Supply Chain Management) – управление цепочками поставок.
- CRM (Customer Relationship Management) – управление взаимоотношениями с заказчиками.
- SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) – диспетчерское управление производственными процессами.
- CNC (Computer Numerical Control) – компьютерное числовое управление.
- S&SM (Sales and Service Management) – управление продажами и обслуживанием.
- CPC (Collaborative Product Commerce) – совместный электронный бизнес.

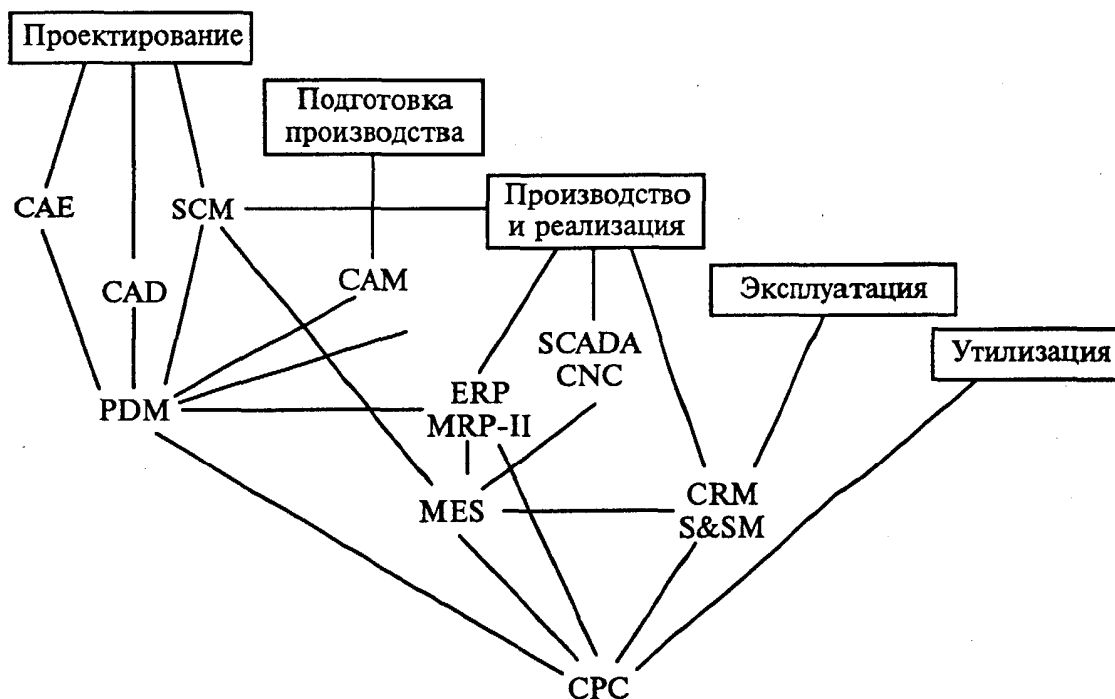


Рис. 1.4. Этапы жизненного цикла промышленных изделий и системы их автоматизации

Типовые бизнес-процессы машиностроительного предприятия. Для общей характеристики любых процессов ЖЦ используется понятие «бизнес-процесс».

Бизнес-процесс – совокупность технологических и организационно-деловых процессов, выполняемая целенаправленно в рамках заранее заданной организационной структуры.

Бизнес-процессы могут быть разного масштаба: масштаба предприятия (в него вовлечены работники нескольких подразделений, например, снабжающих предприятие материалами и комплектующими), внутрицеховые, внутрिलाбораторные (например, изготовить деталь). Внутри одного бизнес-процесса часть составляющих его технологических и организационно-деловых процессов может быть организована в отдельный вложенный бизнес-процесс меньшего масштаба. Отдельные технологические и организационно-деловые процессы могут раскладываться на *операции* (законченные части процесса, выполняемые на одном рабочем месте, – выписать накладную, составить договор), которые, в свою очередь, делятся на *переходы*, или *действия* (законченные элементы операции, выполняемые одними и теми же средствами, – позвонить, записать, фрезеровать).

Бизнес-процессы также различают по типу деятельности:

- *основные* бизнес-процессы (определяют основное направление деятельности предприятия: производство продукции, сервисное обслуживание, оказание услуг и т.п.);
- *вспомогательные* бизнес-процессы (связаны с решением внутренних задач предприятия по обслуживанию основных бизнес-процессов);
- бизнес-процессы *управления* (планирование деятельности предприятия, организация производства, контроль);
- бизнес-процессы *сети* (взаимодействие с поставщиками и потребителями).

Анализ бизнес-процессов позволяет по-новому взглянуть на работу предприятия, уточнить обязанности работников, оценить эффективность использования ресурсов, увидеть недостатки, скрытые в организационной структуре. С момента введения термина «бизнес-процесс» появилась технология «реинжиниринг бизнес-процессов» (Business Process Reengineering, BPR), которая подразумевает фундаментальное переосмысление и перепроектирование бизнес-процессов предприятия с целью повышения эффективности его работы.

Задачи и функции CALS/ИПИ-технологий. В дословном переводе аббревиатура CALS означает непрерывность поставок продук-

ции и поддержки ее жизненного цикла. Первая часть определения (*Continuous Acquisition* – непрерывность поставок) 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 (*Life-cycle Support* – 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 затратам на его приобретение или превышают их, принципиальное сокращение «стоимости владения» обеспечивается инвестициями в создание системы поддержки ЖЦ.

Цель применения CALS/ИПИИ-технологий как инструмента организации и информационной поддержки всех участников создания, производства продукта и пользования им – повышение эффективности их деятельности за счет ускорения процессов исследования и разработки продукции, придания изделию новых свойств, сокращения издержек при производстве и эксплуатации продукции, повышения уровня сервиса при ее эксплуатации и техническом обслуживании.

Предмет CALS/ИПИИ – технологии информационной интеграции, т.е. совместного использования и обмена информацией об изделии (продукте), среде и процессах, выполняемых в ходе жизненного цикла продукта.

Основа CALS/ИПИИ – использование комплекса единых информационных моделей, стандартизация способов доступа к информации и ее корректной интерпретации, обеспечение безопасности информации, юридические вопросы совместного использования информации (в том числе интеллектуальной собственности), использование на различных этапах ЖЦ автоматизированных программных систем (CAD/CAM/CAE, MRP/ERP, PDM и др.), позволяющих производить информацию и обмениваться ею в формате CALS.

Решение задачи создания единой информационной среды – это реализация концепции CALS/ИПИИ, которая не является конкретным программным продуктом или программным комплексом. Суть этой

концепции – создание такой модели производимого изделия, которая сопровождала бы изделие на всем протяжении производственного цикла изделия, а также на последующих постпроизводственных этапах. Если принять, что модель изделия – это некий объект, способный заменить само изделие для выполнения задачи, не связанной с основным назначением изделия, то возможны различные виды моделей: *простая*, решающая одну задачу; *комплексная*, предназначенная для решения нескольких задач; *интегрированная*, решающая все задачи. Таким образом, появилась реальная возможность создания интегрированной информационной среды, обеспечивающей обмен данными между заказчиком, производителями и потребителями продукции, а также повышение управляемости, сокращение и в последующем полное исключение бумажного документооборота и связанных с ним затрат.

Стратегия CALS/ИПИ включает в себя решение следующих основных проблем:

- применение современных информационных технологий;
- реинжиниринг бизнес-процессов;
- применение методов параллельной разработки (параллельный инжиниринг);
- стандартизация в области совместного использования данных и электронного обмена данными.

В отличие от бумажного и простейших форм электронного документооборота, основанного на электронных образах бумажных документов, в рамках CALS используют интегрированные информационные модели (базы данных) продукции и процессов – сущностей, которые не имеют прямых аналогов в традиционном бумажном документообороте. В то же время они описывают реальный объект настолько полно, что выступают в роли единого источника информации для любых выполняемых в ходе ЖЦ процессов. Это позволяет любому участнику ЖЦ продукции (пользователю информационных систем) получать для дальнейшей обработки необходимую информацию в нужное время, в нужном виде и в конкретном месте компьютерной сети предприятия.

Основные задачи CALS/ИПИ-технологий:

- структурирование и моделирование данных об изделиях и процессах;

- обеспечение эффективного управления и обмена данными между всеми участниками ЖЦ изделий;
- создание и сопровождение документации, необходимой для поддержки всех этапов ЖЦ изделий.

Стандарты CALS определяют набор правил и регламентов, в соответствии с которыми организуется информационное взаимодействие субъектов на этапах проектирования, производства, испытаний, эксплуатации, сервиса и т.д.

Осуществление задач CALS/ИПИ обеспечивается путем моделирования материальных, информационных и финансовых потоков, характеризующих процессы производства продукции и эксплуатации, а также путем создания следующих систем:

- интегрированной информационной системы сопровождения продукции на всех этапах ее ЖЦ;
- системы информационного взаимодействия с субподрядчиками;
- интегрированной информационной системы управления качеством продукции на всех этапах ее ЖЦ;
- интегрированной информационной системы взаимодействия с потребителями продукции.

Концептуальная модель CALS/ИПИ включает в себя инвариантные понятия, которые применяют (полностью или частично) в течение ЖЦ изделия (рис. 1.5).

Эти инвариантные понятия условно можно разделить на три группы:

- базовые принципы CALS/ИПИ;
- базовые управленческие технологии;
- базовые технологии управления данными.

К числу базовых принципов относят:

- системную информационную поддержку ЖЦ изделия на основе использования интегрированной информационной среды, обеспечивающую минимизацию затрат в ходе ЖЦ;
- информационную интеграцию, выполняемую с помощью стандартизации информационного описания объектов управления;
- разделение программ и данных на основе стандартизации структур данных и интерфейсов доступа к ним, ориентацию на готовые коммерческие программно-технические решения, соответствующие требованиям стандартов;

- безбумажное представление информации, использование электронно-цифровой подписи;
- применение многопользовательской базы данных;
- параллельный инжиниринг бизнес-процессов;
- непрерывное совершенствование предпринимательской деятельности (реинжиниринг бизнес-процессов).



Рис. 1.5. Концептуальная модель CALS/III

Во вторую группу входят технологии управления процессами, инвариантные по отношению к объекту (продукции):

- управление проектами и заданиями;
- управление ресурсами;
- управление качеством;
- интегрированная логистическая поддержка.

К третьей группе относят технологии управления данными об изделии, процессах и среде.

CALS/ИПИ-технологии – это общее название организационных, информационных и прикладных формализованных технологий, обеспечивающих создание CALS/ИПИ-систем и управление ими. Можно выделить пять групп CALS/ИПИ-технологий.

1. Технология описания бизнес-процессов на различных этапах ЖЦ изделия. Наибольший интерес представляют этапы проектирования, создания, модернизации наукоемких изделий в силу их высочайшей сложности и огромного потенциала для оптимизации.

2. Технология сквозной обработки прикладных данных в информационной системе: создание и выбор стандартов представления электронного описания изделия (ЭОИ), способов и программно-технических средств описания, подготовки, обработки, передачи и управления данными, разработка прикладных протоколов взаимодействия программных компонентов CALS/ИПИ.

3. Технология создания ЭОИ: описание процессов создания виртуальных изделий, процессов, среды (первый этап создания ЕИП).

4. Технология информационного взаимодействия функциональных групп пользователей. Реализация такой технологии происходит в заданной программно-технической среде с учетом технологий сквозной обработки прикладных данных и создания ЭОИ (второй этап создания ЕИП).

5. Технология управления целевыми и CALS/ИПИ-проектами. Вследствие возросшей за последние десятилетия сложности целевых проектов и изделий, а следовательно, и их электронных описаний необходимо использовать автоматизированную систему формализованного управления целевыми и CALS/ИПИ-проектами.

Главная задача создания и внедрения CALS/ИПИ-технологий – это обеспечение единообразных форм описания и интерпретации данных независимо от места и времени их получения в общей системе, имеющей различные масштабы (вплоть до глобальных). Для успешной работы над общим проектом разных коллективов, разделенных во времени и в пространстве и применяющих разные CAD/CAM/CAE-системы, структура проектной, технологической и эксплуатационной документации, языки ее представления должны быть стандартизованными. Одна и та же конструкторская документа-

ция может быть использована многократно в разных проектах, а одна и та же технологическая документация – адаптирована к разным производственным условиям, что позволяет существенно сократить и удешевить общий цикл проектирования и производства, а также упростить эксплуатацию систем.

Иногда термин CALS/ИПИ отождествляется с различными ИАСУ (интегрированная автоматизированная система управления предприятием) и компьютерными технологиями вообще. Однако CALS/ИПИ в отличие от ИАСУ и АСУП (автоматизированная система управления производством) охватывает все стадии ЖЦ (рис. 1.6).

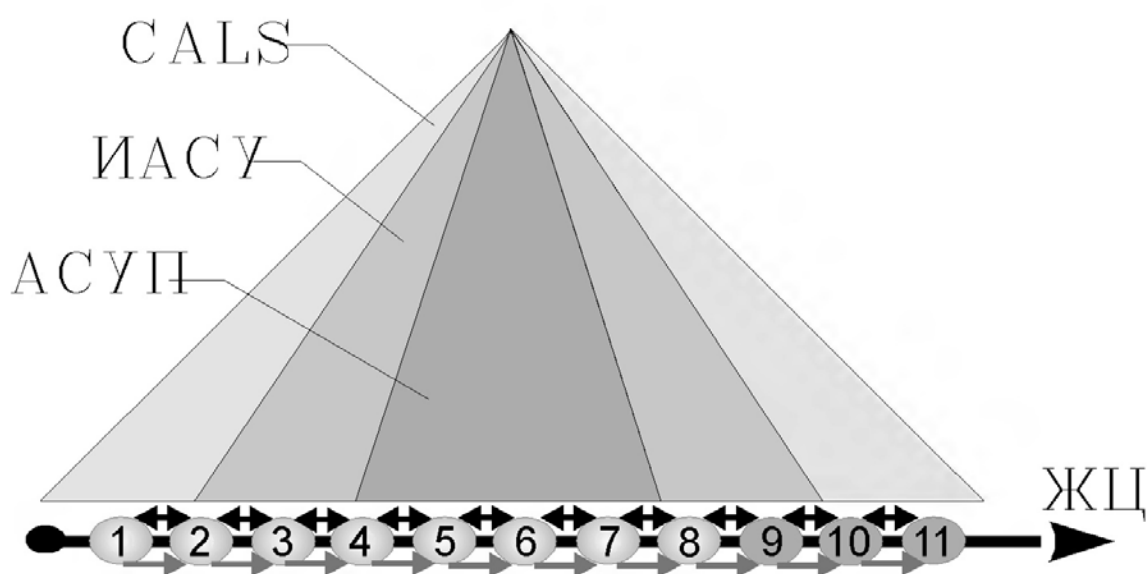


Рис. 1.6. Positionирование АСУП, ИАСУ и CALS-систем внутри ЖЦ изделия

Новизна концепции CALS/ИПИ заключается в следующем:

- широта охвата и системность подхода (речь идет не только о производстве или проектировании, но и о поддержке всех процессов в ЖЦ – от замысла до утилизации продукта);
- существенное расширение использования компьютерных технологий, когда первоочередными становятся проблемы информационной интеграции автоматизированных систем;
- интеграция достигается путем стандартизации представления информации в процессах проектирования, материально-технического снабжения, производства, ремонта, послепродажного сервиса и т.д. Это обеспечивает оперативную передачу функций одного подрядчика другому, который, в свою очередь, может воспользоваться результатами уже проделанной работы. Такая возможность особенно важна

для изделий, имеющих длительный ЖЦ, когда необходимо поддерживать преемственность информационной поддержки продукции независимо от складывающейся рыночной или политической ситуации;

- усиление тенденции к географической распределенности в использовании информационных данных. В случае изменения состава участников (смены поставщиков или исполнителей) обеспечиваются преемственность и сохранность уже полученных результатов: моделей, расчетов, документации, баз данных и др.

1.2. Применение информационных технологий к задачам управления жизненным циклом изделия

Анализ состояния и тенденции развития ИПИ-технологий. Концепция единого информационного пространства. Способы описания бизнес-процессов с применением ИПИ-технологий, реинжиниринг бизнес-процессов. Методы функционального моделирования

Анализ состояния и тенденции развития ИПИ-технологий. Рассмотрим зарубежные CALS-проекты. В США работы по CALS-технологиям ведутся с 1985 г. в рамках Министерства обороны. Началом создания идеологии CALS можно считать разработку комплекса стандартов для описания процессов в ходе ЖЦ продукции. Основной прогресс был достигнут в вопросах информационной поддержки заказчика военной техники на этапах эксплуатации и сервисного обслуживания. Однако, учитывая высокий уровень автоматизации предприятий разработчиков и производителей наукоемкой продукции, вопросы информационной интеграции процессов в ходе ЖЦ изделия с использованием CALS-технологий стали решаться также в других отраслях промышленности.

Применение CALS-технологий позволяет в масштабах промышленности США сэкономить десятки миллиардов долларов в год, сократить сроки проведения всех работ на 15...20 %. В связи с этим 1 100 представителей промышленности США в 1987 г. выступили с инициативой создания Американского промышленного управляющего комитета в области CALS (US ISG) для координации работ различных организаций США в области CALS. В США различными аспектами CALS-технологий занимаются такие организации, как ASME (American Society of Mechanical Engineers), NIST (National Institute of

Standards and Technology), ANSI (American National Standard Institute), IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers), EIA (Electronic Institute of America), EPRI (Electric Power Research Institute). Проблемам CALS-технологий большое внимание уделяют также государственные организации: DoD (Department of Defense – Министерство обороны), DoE (Department of Energy – Министерство энергетики), DoN (Department of Navy – Министерство военно-морского флота), NASA и др.

Аналогичные комитеты в области CALS и соответственно CALS-проекты были созданы и развернуты в других странах. В настоящий момент в мире действуют более 25 национальных организаций (комитетов или советов) по развитию CALS, в том числе в Японии, Канаде, Великобритании, Германии, Швеции, Норвегии, Австралии и других странах.

Самые первые отрасли, начавшие применение CALS, – аэрокосмический комплекс, военно-промышленный комплекс, крупные компании, в том числе нефтедобывающие и нефтеперерабатывающие. Организована Европейская промышленная группа в области CALS, созданы национальные программы по CALS, а также отдельные проекты по CALS, такие как EPDEN, PROSTEP, PISTEP и др.

Деятельность многочисленных правительственных и неправительственных организаций, а также отдельных корпораций и фирм координируется и направляется ведущими и наиболее авторитетными международными организациями, в первую очередь ISO, выполняющей функции международного координатора в области стандартизации.

Концепция CALS внедряется заказчиками и поставщиками продукции во многих отраслях промышленности: в автомобилестроении, на предприятиях ВПК, в здравоохранении и производственной сфере. Каждое из предприятий адаптирует принципы CALS для выполнения как общих, так и частных задач.

Рассмотрим внедрение ИИИ-технологий в России. Можно выделить следующие отличия в информационной инфраструктуре Российской Федерации от основных технологически развитых стран:

- недостаточная компьютеризация (автоматизация) хозяйственной, производственной и коммерческой деятельности;
- отсутствие полномасштабной отечественной нормативной базы, позволяющей перейти от традиционных процессов проектирова-

ния, производства, испытаний, эксплуатации и так далее, основанных на бумажном документообороте, к методам электронного взаимодействия и обмена данными;

- слабое понимание преимуществ и потенциального эффекта, достигаемых за счет использования ИПИ-технологий, недостаточная численность квалифицированных специалистов;

- рынок предложений и услуг в области ИПИ находится в начальном, зачаточном состоянии;

- отсутствие достаточной государственной финансовой поддержки CALS/ИПИ-технологий.

Помимо общепризнанных проблем ИПИ, с которыми сталкиваются развитые страны мира, существуют также специфические общероссийские проблемы, без решения которых внедрение ИПИ-технологий в российскую производственную сферу становится крайне затруднительным. Основные из этих проблем:

- высокая стоимость, следовательно, практическая недоступность современных систем проектирования и подготовки производства (CAD/CAM-систем), а также новых информационных технологий для подавляющего большинства отечественных предприятий;

- отсутствие способов стимулирования персонала к совершенствованию структур предприятий и используемых ими процессов (бизнес-структур и бизнес-процессов);

- существенные отличия общероссийских и отраслевых стандартов от мировых, особенно в части документирования.

Учитывая исключительную актуальность работ по разработке и внедрению ИПИ-технологий в отечественную экономику, была создана концепция целевой инновационной программы «Развитие CALS-технологий в промышленности России».

Для решения задач внедрения ИПИ-технологий в 2000 г. Правительством России был создан НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика», а затем Государственный межведомственный научно-исследовательский и образовательный центр CALS-технологий, цель которого – подготовка квалифицированных специалистов в области ИПИ-технологий. При Госстандарте России действует Технический комитет № 431, основной задачей которого является разработка стандартов в области CALS/ИПИ.

С 2003 г. ведутся работы по реализации пилотных проектов по ИПИ-технологиям в судостроении и ракетно-космической промышленности. Для перевода работ по ИПИ-технологиям в практическую плоскость предполагается выполнение пилотных проектов для образцов продукции военного назначения, поставляемых или планируемых к поставке на экспорт с проведением работ под требования конкретного иностранного заказчика. Реализация проектов позволит создать нормативно-правовую, научно-методическую и программно-техническую базы для внедрения CALS/ИПИ-технологий на предприятиях-изготовителях наукоемкой продукции, в первую очередь на предприятиях-экспортерах вооружений и военной техники.

Сейчас ведутся работы по внедрению ИПИ-технологий в ОАО «Авиадвигатель», ОАО «Балтийский завод», ГКНПЦ им. М. В. Хруничева, ОАО «Казанский вертолетный завод», ФГУП «КБ “Химавтоматика”», ОАО «Комсомольское-на-Амуре авиационное производственное объединение», ФГУП «Конструкторское бюро приборостроения», ФГУП «Московское машиностроительное производственное предприятие “Салют”», ФГУП «НПО “Аврора”», ОАО «НПП “Аэросила”», ЗАО «ОКБ “Спектр”», ООО «Станко-агрегат», ОАО «Раменский приборостроительный завод», ГУП «Рязанский приборостроительный завод», АХК «Сухой», ОАО «Туполев», ОАО «Уфимское моторостроительное производственное объединение», РКК «Энергия» и ряде других предприятий.

Во Владимирской области ИПИ-технологии внедряются в ОАО «Завод им. В.А. Дегтярева», ОАО «Владимирский электромоторный завод», ОАО ВНИПТИЭМ, ООО «Завод Автоприбор» и др.

Концепция единого информационного пространства. В основу концепции ИПИ положена идея создания единого информационного пространства для всех, кто имел, имеет или будет иметь отношение к изделию в течение всего его ЖЦ. Каждый из участников ЖЦ изделия получает свободный доступ к разделам необходимых ему данных из единого пространства. Единство информационного пространства не подразумевает физическое расположение всей электронной информации в одном месте. Наоборот, предполагается так называемое «распределенное» информационное пространство, когда данные хранятся, как правило, там, где они создаются. Таким образом, при использовании CALS-технологии информация, поступающая на разных стадиях

ЖЦ изделия от различных участников работ, расположенных по всему миру, становится доступной любому участнику в необходимом для него объеме в удобное время и в удобном виде. Это и составляет единое информационное пространство изделия.

Главные проблемы, мешающие эффективному управлению информацией об изделии, – огромное количество такой информации (возникает своеобразный информационный хаос), а также коммуникационные барьеры между участниками ЖЦ изделия. Пути их решения заложены в осуществлении стратегии CALS/ИПИ, которая основана на создании единого информационного пространства для всех участников ЖЦ изделия, включая потребителя (рис. 1.7).

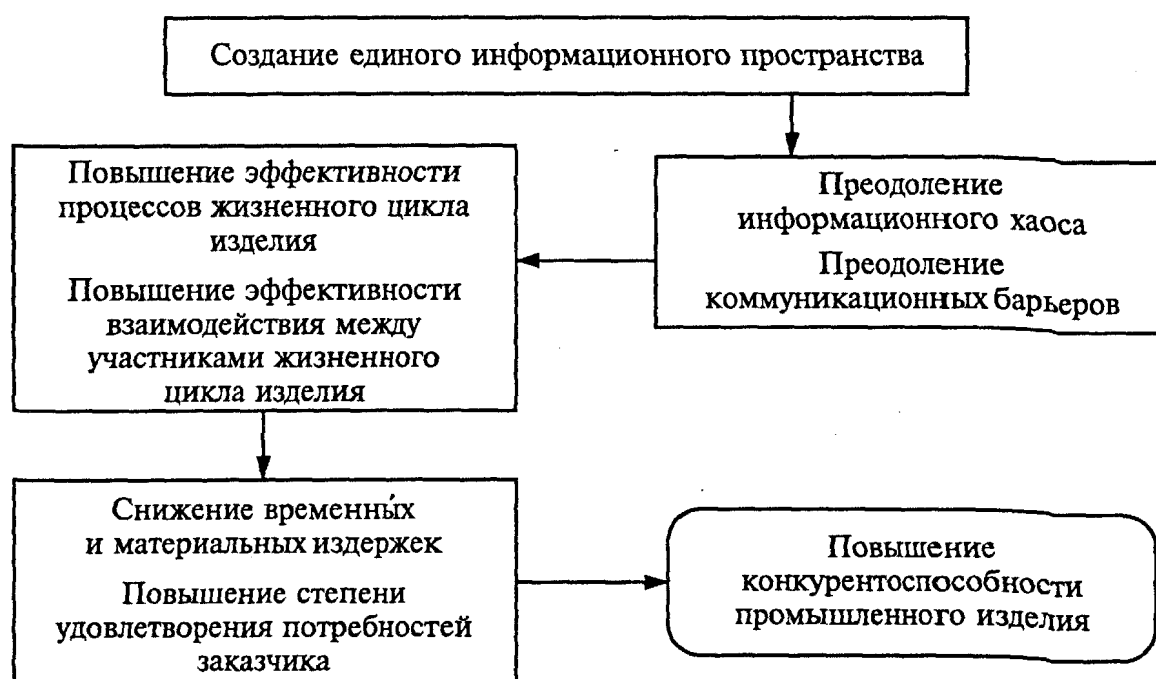


Рис. 1.7. Реализация концепции CALS/ИПИ на базе ЕИП

Единое информационное пространство должно обладать следующими свойствами:

- содержать информацию в электронном виде;
- охватывать всю созданную информацию об изделии;
- являться единственным источником данных об изделии (прямой обмен данными между участниками ЖЦ исключен);
- строиться только на основе международных, государственных и отраслевых информационных стандартов;
- создаваться с использованием только имеющихся у участников ЖЦ программно-аппаратных средств;

- иметь возможность постоянного развития и расширения.

При использовании ЕИП возникает ряд важных положительных факторов:

- обеспечение целостности данных;
- возможность организации доступа к данным географически удаленных участников ЖЦ изделия;
- отсутствие потерь данных при переходе между этапами ЖЦ изделия;
- изменения данных доступны одновременно всем участникам ЖЦ изделия;
- повышение скорости поиска данных и доступа к ним по сравнению с бумажной документацией;
- возможность использования различных компьютерных систем для работы с данными;
- обеспечение совместной работы проектных организаций, производственных предприятий, поставщиков, организаций сервиса и конечного потребителя на всех стадиях ЖЦ.

В основе ЕИП лежит использование открытых архитектур, международных стандартов, совместных хранилищ данных и апробированных программно-технических средств. Единое информационное пространство может быть создано для организационных структур разного уровня: от отдельного подразделения до виртуального предприятия или корпорации. При этом различается и эффект, получаемый от создания ЕИП (табл. 1.1).

Стратегия CALS/ИПИ предусматривает двухэтапный переход к ЕИП.

1. Автоматизация отдельных процессов (или этапов) ЖЦ изделия и представление относящихся к ним данных в электронном виде в соответствии с требованиями ЕИП. Предполагается, что на этом этапе обмен данными между исходными системами осуществляется отдельными файлами (электронными документами) на магнитных носителях либо по сетям.

2. Интеграция в рамках ЕИП автоматизированных процессов и относящихся к ним данных, представленных в электронном виде. В этом случае взаимодействие осуществляется с помощью программных средств в режиме реального времени, а параллельная работа исполнителей организуется через единую компьютерную среду.

Таблица 1.1

Эффект, получаемый от создания ЕИП

Организационная структура	Повышение эффективности управления процессами	Повышение эффективности управления данными	Повышение эффективности обмена данными внутри структуры
Подразделение предприятия	Среднее	Высокое	Низкое
Отдельное предприятие	Высокое	Высокое	Среднее
Виртуальное предприятие (корпорация)	Высокое	Высокое	Высокое
Эксплуатирующая организация	Среднее	Высокое	Среднее

Развитие концепции ЕИП обусловило появление новой организационной формы выполнения крупных проектов – *виртуального предприятия*, объединяющего на контрактной основе фирмы, участвующие в процессах поддержки ЖЦ изделия и действующие на основе общей системы стандартов информационного взаимодействия. В рамках виртуальных предприятий в настоящее время реализуются совместные проекты по разработке, производству, сбыту и обеспечению сервисного обслуживания различных видов сложной наукоемкой продукции.

При автоматизации отдельных процессов ЖЦ изделия обычно используют существующие прикладные программные средства (САПР, АСУП и т.п.) при условии наличия стандартного интерфейса к представляемым данным. При интеграции всех данных об изделии в рамках ЕИП применяют специализированные программные средства – системы управления данными об изделии PDM (Product Data Management). Задачей PDM-системы является аккумуляция всей информации об изделии, создаваемой прикладными системами, в единую логическую модель. Процесс взаимодействия PDM-системы и прикладных систем строится на основе стандартных интерфейсов.

Поскольку потребитель – полноправный участник ЖЦ изделия, необходимо обеспечить для него доступ в ЕИП. Однако использование для

этих целей PDM-системы нецелесообразно из-за ее большой стоимости и значительного срока внедрения и освоения. Потребителю при эксплуатации изделий от разных поставщиков требуется доступ к разным ЕИП и соответственно разным PDM-системам. Потребитель в качестве средства доступа к ЕИП для получения эксплуатационных данных об изделии может использовать не PDM-систему, а интерактивные электронные технические руководства (ИЭТР). Электронные руководства, разработанные поставщиком, обеспечивают доступ потребителя к эксплуатационным данным об изделии в ЕИП и имеют стандартный интерфейс пользователя, что позволяет сотрудникам эксплуатирующей организации одновременно обслуживать изделия от разных поставщиков.

Преодоление информационного хаоса и коммуникационных барьеров между участниками ЖЦ изделия путем создания ЕИП приводит к улучшению взаимодействия между ними и повышению эффективности процессов ЖЦ. Результатом становится снижение временных и материальных издержек и рост степени удовлетворения потребностей заказчика, а это, в свою очередь, неизбежно повышает конкурентоспособность изделия.

Способы описания бизнес-процессов с применением ИПИ-технологий, реинжиниринг бизнес-процессов. Мировой опыт свидетельствует, что внедрению на предприятии информационных систем должно предшествовать серьезное функционально-информационное обследование предприятия в целях определения оптимальности процессов, распределения ресурсов между функциями и т.д. В результате проведения этого исследования должны быть разработаны функциональная модель предприятия «как должно быть», описывающая более совершенную технологию выполнения процессов, а также доступная для анализа база данных о процессах, материальных и информационных потоках, ресурсах и др.

Концепция CALS/ИПИ предполагает последовательное, непрерывное изменение и совершенствование бизнес-процессов разработки, проектирования, производства и эксплуатации изделия. Для этого используют набор разнообразных методов: анализ и реинжиниринг бизнес-процессов, параллельный инжиниринг, непрерывное улучшение процессов и т.д.

Общая схема методики анализа и реинжиниринга бизнес-процессов предприятия выглядит следующим образом (рис. 1.8):

- сбор информации о предприятии;

- идентификация бизнес-процессов предприятия и создание функциональной модели бизнес-процессов предприятия;
- анализ и возможный реинжиниринг бизнес-процессов предприятия.

В зависимости от потребности предприятия в оптимизации бизнес-процессов работы по внедрению CALS/ИПИ-технологий могут быть следующими:

- автоматизация существующих процессов;
- замена существующих процессов;
- адаптация существующих процессов к особенностям новых систем, новым возможностям или новой инфраструктуре бизнеса;
- отдельные производственные и организационные улучшения.

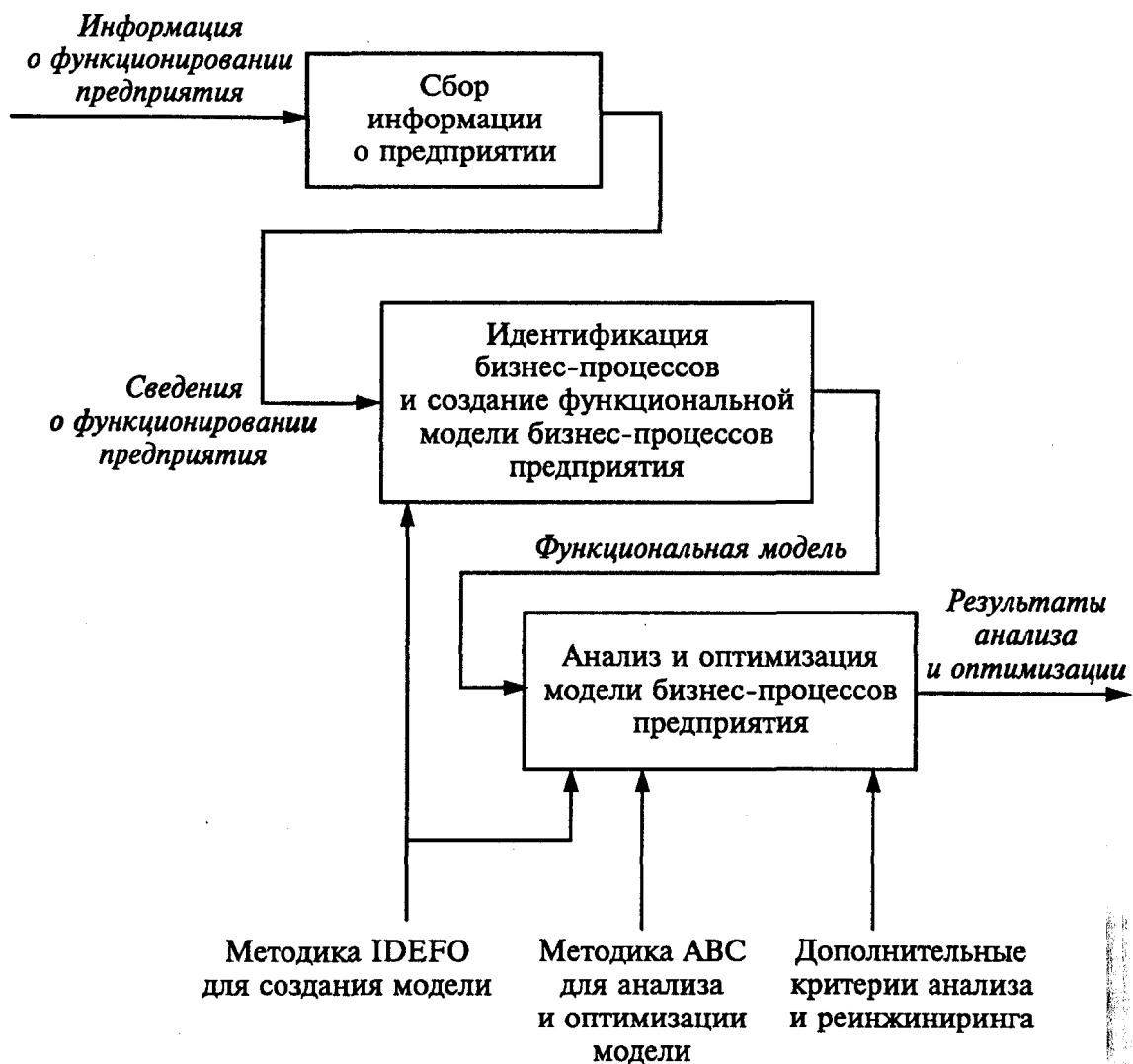


Рис. 1.8. Общая схема методики анализа и реинжиниринга бизнес-процессов предприятия

Анализ и моделирование бизнес-процессов – серьезный инструмент повышения эффективности работы предприятия, так как представление о работе предприятия как о выполнении совокупности бизнес-процессов позволяет руководителю по-новому взглянуть на процесс функционирования подчиненной ему структуры, а рядовым сотрудникам – осознать свое место и обязанности в ней. В то же время модель бизнес-процессов предприятия – источник объективной информации о выполняемых функциях и связях между ними, а использование количественных характеристик (производительности функции и затрат на ее выполнение, коэффициентов загрузки) позволяет оценить оптимальность организации бизнес-процессов и их составляющих, определить источники потерь, контролировать целенаправленно вносимые в систему изменения, обеспечивать оптимальную работу предприятия и взаимодействие его работников при решении различных задач.

Технологии анализа и реинжиниринга бизнес-процессов являются средством, которое дает возможность реформировать и совершенствовать процессы деятельности предприятия. К таким процессам относят конструкторско-проектные разработки, процессы снабжения и материально-технического обеспечения, технологические и производственные процессы, процесс сопровождения продукции после ее продажи. Любое мероприятие, связанное с реализацией реформирования, должно быть обусловлено действительными потребностями предприятия. Это могут быть внутренние потребности, возникшие в ходе реализации общей стратегической задачи по повышению конкурентоспособности бизнеса, либо внешние, возникшие в ответ на требования важного заказчика.

На основе сложившегося понимания действующих процессов приступают к оценке возможных направлений реформ и определяют, какие из существующих процессов нужно упростить, отладить и модифицировать. Обычно на этом этапе выявляют возможные действия и решают, какое из них больше всего подходит в конкретном случае. Логическая последовательность действий по реформированию процессов начинается с анализа возможности упрощения процесса и сокращения количества операций в нем за счет исключения тех, которые не приносят прибавочной стоимости. Уменьшение количества

операций повышает эффективность и производительность, снижает производственные издержки. При рассмотрении возможных усовершенствований процессов особое внимание уделяют поддержке и обеспечению тесного информационного взаимодействия всех субъектов, задействованных в проектно-конструкторских работах, производстве и других этапах ЖЦ продукции.

Результаты анализа и реинжиниринга бизнес-процессов:

- совершенствование организационной структуры;
- совершенствование бизнес-процессов;
- построение оптимальной модели информационных потоков, необходимой для настройки интегрированной системы управления.

Реинжиниринг приводит к фундаментальному переосмыслению и радикальному перепроектированию бизнес-процессов предприятий для достижения коренных улучшений в основных актуальных показателях их деятельности (стоимость, качество, услуги, темпы изготовления продукции). При этом ставится вопрос не о минимальном усовершенствовании бизнес-процессов, а о кардинальном повышении их эффективности в десятки или даже сотни раз. При этом реинжиниринг рассматривают как способ выживания современных предприятий в условиях конкурентной борьбы на мировом рынке, а необходимость реинжиниринга связывают с высокой динамичностью современного делового мира, где происходят непрерывные изменения в технологиях, рынках сбыта и потребностях клиентов.

Методы функционального моделирования. Одним из наиболее эффективных методов реинжиниринга бизнес-процессов является функциональное моделирование деятельности предприятия.

На основе применения комплексов функциональных информационно-стоимостных моделей осуществляют:

- анализ технологий реализации бизнес-процессов по показателям эффективности;
- вычисление стоимости затрат производства продукции;
- определение себестоимости производимой продукции;
- расчет эффективности применения средств автоматизации в структурных подразделениях предприятия;
- анализ и оценку интенсивности информационных потоков и документооборота;

- выделение функций, которые обеспечивают достижение стратегических целей реализации наиболее прибыльных бизнес-процессов;

- обнаружение дорогостоящих функций (затратных центров) технологий реализации бизнес-процессов, которые не оправдывают затрачиваемых на них средств.

Эффективность бизнес-процессов оценивают по следующим основным показателям:

- количеству производимой продукции заданного качества, оплаченному за определенный интервал времени;
- числу потребителей продукции;
- количеству типовых операций, которые необходимо выполнить при производстве продукции за определенный интервал времени;
- стоимости издержек производства продукции;
- длительности выполнения процессов и отдельных операций;
- капиталовложениям в производство.

Всестороннее исследование разнообразных бизнес-процессов предприятия вызвало необходимость разработки специальных средств их описания и анализа. Так, в США была создана программа интегрированной компьютеризации производства ICAM (Integrated Computer Aided Manufacturing).

Реализация программы ICAM потребовала создания адекватных методов анализа и проектирования производственных систем и способов обмена информацией. Для удовлетворения этой потребности была разработана методология моделирования IDEF (ICAM DEFinition), позволяющая исследовать структуру, параметры и характеристики процессов, протекающих в производственно-технических и организационно-экономических системах. Общая методология IDEF состоит из ряда частных методов функционального моделирования, основанных на графическом представлении систем. Наиболее широкое распространение получил метод IDEF0 – метод функционального моделирования, который был разработан для описания функций различных систем путем создания наглядной графической модели. Функциональные модели строятся методом декомпозиции от главной (контекстной) функции к более мелким, простым с учетом их взаимной связи. Цель моделирования и степень детализации модели определяются разработчиком. Элементы модели каждого уровня представляют

собой действия по переработке информационных или материальных ресурсов при заданных условиях (ограничениях и управляющих воздействиях) с использованием определенных механизмов. Как правило, моделирование средствами IDEF0 – начальный этап изучения любой системы. Метод IDEF0 используется для создания функциональной модели, отображающей процессы и функции системы, а также потоки информации и материальных объектов, преобразуемые этими функциями (осуществляет функциональное моделирование). Эти модели позволяют провести детальный функциональный анализ в целях улучшения структуры функций объекта (реинжиниринг). На методе IDEF0 базируется функционально-стоимостный анализ (ФСА) или его аналог ABC (Activity Based Costing).

Основной концептуальный принцип методологии IDEF – это представление любой изучаемой системы в виде набора взаимодействующих и взаимосвязанных блоков (функций), отображающих процессы, операции и действия, происходящие в изучаемой системе. Метод IDEF0 включает в себя четыре основных понятия.

Первое из них – понятие *функционального блока*. Функциональный блок изображается в виде прямоугольника (рис. 1.9) и олицетворяет некоторую конкретную функцию в рамках рассматриваемой системы. Блок содержит имя и уникальный идентификационный номер. Имя блока – это глагол или глагольный оборот, помещенный внутри блока и описывающий моделируемую функцию: например, «Обработать заготовку», а не «Обработка заготовки».

Каждая из сторон блока имеет определенное значение (роль): верхняя сторона – «Управление», левая сторона – «Вход», правая сторона – «Выход», нижняя сторона – «Механизм».

Второе понятие метода – *интерфейсная дуга*. Графическое отображение интерфейсной дуги – однонаправленная стрелка (поэтому дуги часто называют стрелками, потоками). Каждая интерфейсная дуга должна иметь свое уникальное наименование (или метку стрелки), которое должно быть выражено существительным. С помощью интерфейсных дуг отображают различные объекты, в той или иной степени определяющие процессы, происходящие в системе. Это могут быть элементы реального мира (люди, изделия, детали и др.), потоки данных и информации (документы, инструкции и др.). «Источником» (началом) и «приемником» (концом) каждой интерфейсной дуги мо-

гут быть только блоки, причем «источником» может быть только выходная сторона блока, а «приемником» – любые из трех оставшихся. Функциональный блок должен обязательно иметь управляющую и исходящую интерфейсные дуги, поскольку каждый процесс должен происходить по определенным правилам и давать некоторый результат (иначе его рассмотрение не имеет смысла). Входящие стрелки показывают, какие условия должны быть одновременно выполнены, чтобы осуществилась функция, описываемая блоком. В этом смысле стрелки в методе IDEF0 иногда называют ограничениями.

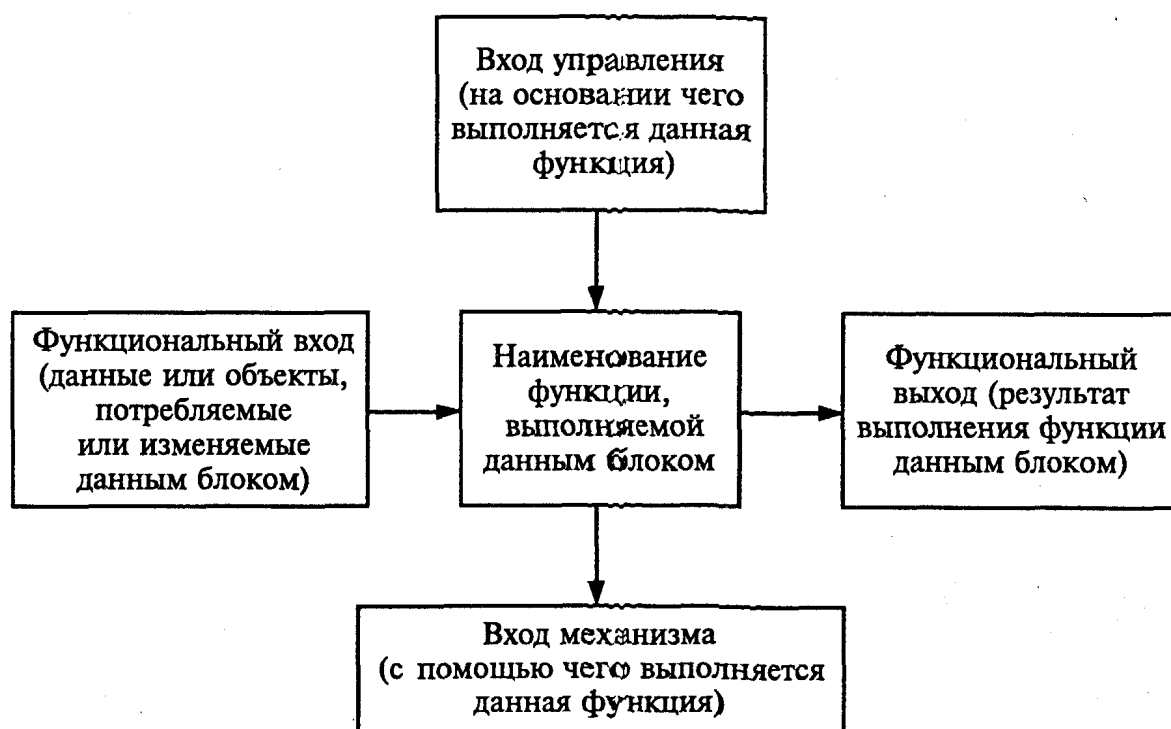


Рис. 1.9. Функциональный блок

При построении IDEF-диаграмм важно отделять входящие дуги от управляющих. Например, в производственном процессе рабочий получает заготовку и технологические указания по ее обработке. Ошибочно суждение, что и заготовка, и указания – входящие объекты. Технологические указания (нормативы, правила техники безопасности) следует изображать управляющей дугой, поскольку они регламентируют процесс. Когда технологические указания редактирует технолог, их изображают входящей дугой; управляющей дугой могут быть изображены новые стандарты.

При рассмотрении деятельности предприятий различают пять основных видов объектов: материальные потоки (детали, товары), фи-

нансовые потоки (наличные, безналичные), потоки документов (коммерческие, организационные), потоки информации (данные о намерениях, распоряжения) и ресурсы (сотрудники, станки, машины). При этом входящими и исходящими дугами могут отображаться все виды объектов, управляющими – только потоки документов и информации, а дугами-механизмами – только ресурсы.

Третье основное понятие метода IDEF0 – *декомпозиция*, т.е. разбиение сложной функции на ее составляющие. Декомпозиция позволяет представить модель в виде иерархической системы диаграмм, что делает ее менее перегруженной и легко усваиваемой. В процессе декомпозиции функциональный блок в контекстной диаграмме подвергается детализации на другой диаграмме – дочерней. На ней фиксируются все интерфейсные дуги родительской диаграммы, за счет этого достигается структурная целостность модели.

Четвертое основное понятие метода IDEF0 – *гlossарий*. Для каждого из элементов IDEF0 (диаграмм, функциональных блоков, интерфейсных дуг) создаются и поддерживаются определения, ключевые слова, текстовые изложения, которые характеризуют объект. Таким образом, гlossарий снабжает диаграммы дополнительной информацией.

Средства IDEF0 облегчают передачу информации от одного участника разработки модели (отдельного разработчика или рабочей группы) к другому. К числу таких средств относят:

- диаграммы, основанные на простой графике блоков и стрелок, легко читаемые и понимаемые;
- метки на естественном языке для описания блоков и стрелок, а также гlossарий и сопроводительный текст, используемые для уточнения смысла элементов диаграммы;
- последовательную декомпозицию диаграмм, строящуюся по иерархическому принципу, по которому на верхнем уровне отображают основные функции, а затем происходит их детализация и уточнение;
- древовидные схемы иерархии диаграмм и блоков, обеспечивающие обзорность модели в целом и входящих в нее деталей, что особенно важно при моделировании больших систем.

Моделирование в IDEF0 представляет собой пошаговую, итерационную процедуру. На каждом шаге итерации разработчик предлагает вариант модели, который подвергают обсуждению, рецензирова-

нию и последующему редактированию, после чего цикл повторяется. Такая организация работы способствует оптимальному использованию знаний системного аналитика, владеющего методологией и техникой IDEF0, и знаний специалистов-экспертов в предметной области, к которой относится объект моделирования.

При функциональном моделировании осуществляют постепенное (поуровневое) уточнение функций. Каждый уровень детально описывает вышестоящий. Простая система обозначений нотации IDEF0 и строгий набор правил построения обеспечивают точность и ясность моделирования. Модель состоит из одной контекстной диаграммы и диаграмм декомпозиции (рис. 1.10).

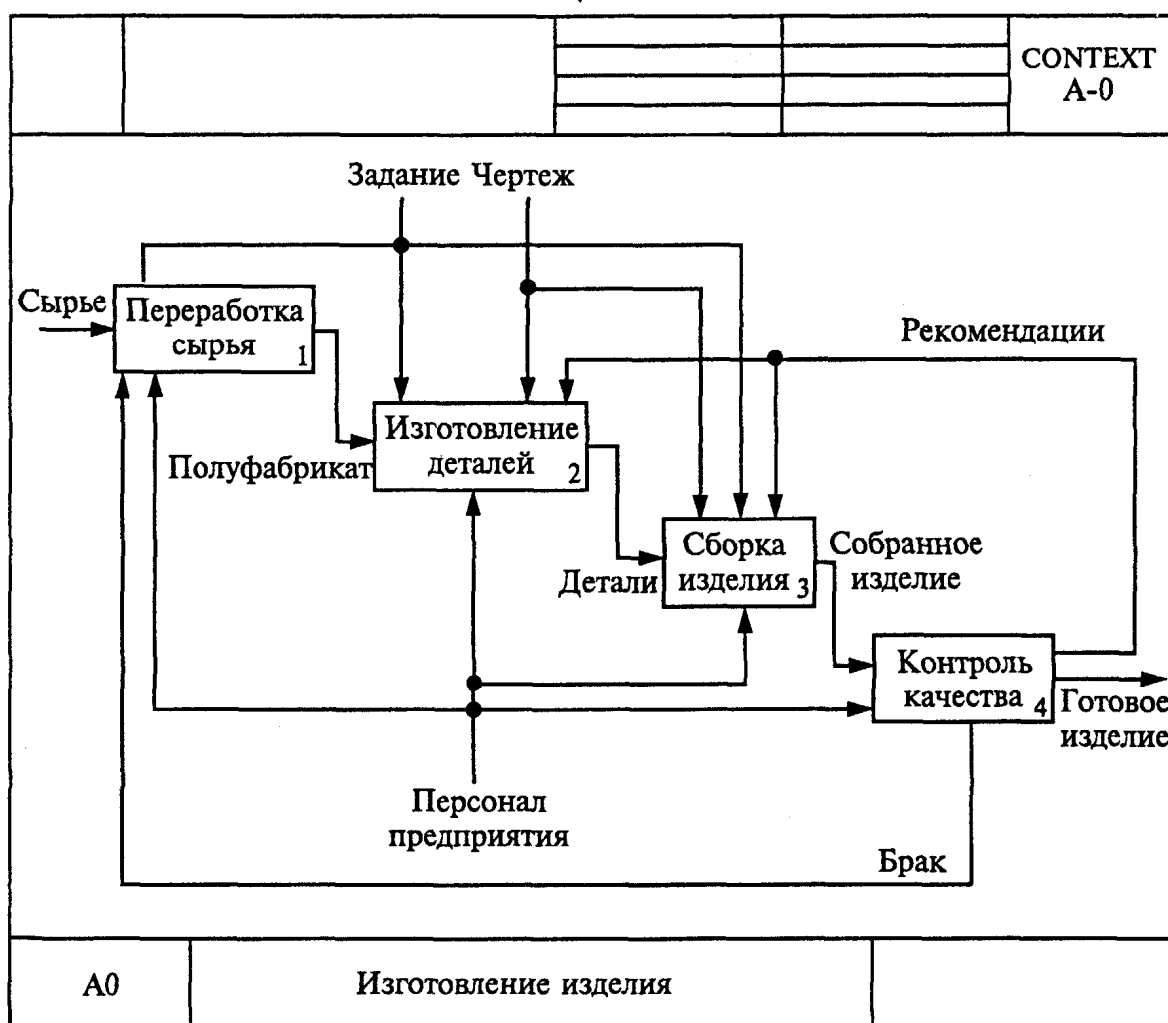


Рис. 1.10. Диаграмма декомпозиции

Каждая диаграмма декомпозиции представляет собой набор чередующихся функций, связанных стрелками потоков, которые подразделяют на входные и выходные, управляющие (воздействия) и ис-

полняющие (механизмы). Так как выполнение большинства функций направлено на получение конкретного результата, то разумно начинать построение диаграммы с определения выходов, потом следует обозначить входы, а затем уже механизмы и управление.

На этапе детального обследования построенная модель должна быть декомпозирована до необходимого уровня, и на ее основе выявляют процессы, обеспечивающие выполнение перечисленных функций. Построенные на этом этапе функциональные модели IDEF0 могут стать основой спецификаций процессов и моделей документооборота. На последующих этапах функционального моделирования описывают связи выбранной подсистемы с внешней средой (другими подразделениями, филиалами, предприятиями и т.д.) с указанием каналов связи и их характеристик. В ходе их выявления функциональная модель пополняется граничными связями.

Одно из достоинств метода IDEF0 заключается в том, что он абстрагируется от организационной структуры объекта и анализирует его функции. Это позволяет после построения модели взглянуть на организационную структуру, реализующую эти функции, с точки зрения ее совершенства, выявить похожие функции или их дублирование и дать предложения по реорганизации системы.

При разработке моделей следует избегать изначальной «привязки» функций исследуемой системы к существующей организационной структуре моделируемого объекта (предприятия). Это исключает субъективный подход, навязанный существующей организацией производства, так как именно организационная структура должна быть результатом применения модели. Сравнение результата с существующей структурой позволяет, во-первых, оценить адекватность модели, а во-вторых, предложить решения, направленные на совершенствование этой структуры.

Благодаря методу IDEF0 можно идентифицировать бизнес-процессы, рассмотреть функционирование предприятия «как есть» (AS IS) и на основе анализа процессов дать предложения «как должно быть» (AS TO BE), т.е. по-новому взглянуть на работу предприятия, уточнить обязанности работников, оценить эффективность использования ресурсов, увидеть недостатки, искусно скрытые в обычной организационной структуре. Следовательно, все это может быть использовано для повышения эффективности работы предприятия.

Разработка моделей IDEF0 требует соблюдения ряда строгих формальных правил, обеспечивающих преимущества методологии в отношении однозначности, точности и целостности сложных многоуровневых моделей. На всех стадиях и этапах разработки и корректировки модели должны строго формально соблюдаться синтаксические и семантические правила графического языка, а результаты должны тщательно документироваться для того, чтобы при эксплуатации не возникало вопросов, связанных с неполнотой или некорректностью документации.

Для каждого подразделения, описанного в организационной структуре предприятия, определяют список выполняемых функций, который оформляется в виде дерева и является основой для составления функциональной модели верхнего уровня. Подобная модель деятельности должна включать в себя некоторый набор функций, распределенных по нескольким уровням, с указанием исполняющих их структурных подразделений предприятия, а также нормативную и другую документацию, регламентирующую выполнение каждой из них. Глубину и полноту построенной на этом этапе функциональной модели определяют количеством данных, необходимых для последующего разбиения проекта на отдельные этапы внедрения.

Для создания типовых моделей IDEF0 предлагается четырехуровневая классификация функций, которая ориентирована на достаточно широкий круг организационно-экономических и производственно-технических систем. Каждая рубрика в классификации представляет собой класс преобразующих блоков, экземпляры которых создают и используют при моделировании конкретной системы. Классификация делит все функции таких систем на четыре основных и два дополнительных вида. К основным видам функций относят следующие.

1. *Деятельность (бизнес)* – совокупность процессов, выполняемых (протекающих) последовательно и/или параллельно, которые преобразуют множество материальных и/или информационных потоков во множество материальных и/или информационных потоков с другими свойствами. Деятельность осуществляется в соответствии с заранее определенной и постоянно корректируемой целью, с потреблением финансовых, энергетических, трудовых и материальных ресурсов при всоблюдении ограничений со стороны внешней среды.

При моделировании крупных, многопрофильных структур (фирм, организаций, предприятий), которые по своему статусу занимаются различными видами деятельности, последние представляют собой различные экземпляры класса «деятельность» и могут найти отражение в дополнительной контекстной диаграмме. В этом случае общая модель такой сложной структуры будет состоять из ряда частных моделей, каждая из которых относится к конкретному виду деятельности.

2. *Процесс (бизнес-процесс)* – совокупность последовательно и/или параллельно выполняемых операций, которые преобразуют материальный и/или информационный потоки в соответствующие потоки с другими свойствами. Процесс протекает в соответствии с управляющими директивами, вырабатываемыми на основе целей деятельности. В ходе процесса потребляются финансовые, энергетические, трудовые и материальные ресурсы и соблюдаются ограничения со стороны других процессов и внешней среды.

3. *Операция* – совокупность последовательно или/и параллельно выполняемых действий, которые преобразуют объекты, входящие в состав материального или/и информационного потока, в соответствующие объекты с другими свойствами. Операция может выполняться в соответствии с директивами, определяющими протекание процесса, в состав которого входит операция, а также с учетом ограничений со стороны других операций и внешней среды.

4. *Действие* – преобразование какого-либо свойства материального или информационного объекта в другое свойство. Действие выполняется в соответствии с командой, являющейся частью директивы на выполнение операции, с потреблением необходимых ресурсов и с соблюдением ограничений на осуществление данной операции.

Дополнительные виды функций: *субдеятельность* – совокупность нескольких процессов в составе деятельности, объединенных некоторой частной целью (являющейся «подцелью» деятельности); и *подпроцесс* – группа операций в составе процесса, объединенных технологически или организационно.

Все функции, входящие в приведенную выше классификацию, находятся между собой в отношениях иерархической подчиненности по принципу «сверху вниз»: деятельность – субдеятельность – процесс – подпроцесс – операция – действие.

Согласно методу IDEF0 каждая функция выполняется посредством своего механизма. В большинстве систем, анализируемых при помощи функциональных моделей, такими механизмами служат организационно-технические структуры. Один из концептуальных принципов функционального моделирования – отделение функций от механизма их реализации. Вместе с тем анализ показывает, что между иерархией функций (преобразований) и иерархией механизмов существует соответствие.

Используя иерархию функциональных блоков, можно определить элементы иерархии механизмов следующим образом:

- организационно-техническая система – организационная структура, персонал и комплекс технических средств (оборудование), необходимые для осуществления деятельности;
- организационно-техническая подсистема – часть организационно-технической системы, обеспечивающая протекание процесса (субдеятельности);
- организационно-технический комплекс (модуль) – часть организационно-технической подсистемы, предназначенная для выполнения операции;
- организационно-технический блок – часть организационно-технического комплекса, обеспечивающая выполнение действия.

Таким образом, при корректном построении функциональной модели появляется возможность связать ее блоки на разных уровнях декомпозиции с элементами организационно-технической структуры, выступающими в качестве механизмов. В этом случае организационно-техническая структура также становится результатом функционального моделирования.

Во многих моделях находит отражение явление, связанное с формированием или специфической настройкой (перестройкой) механизмов в ходе деятельности. Это явление называют реинжинирингом производства (бизнес-процессов) на предприятии и отражают в модели как субдеятельность, поскольку почти всегда она состоит из нескольких процессов.

Механизм любого уровня обеспечивает выполнение деятельности (процесса, операции, действия) путем потребления ресурсов (финансовых, энергетических, трудовых) непосредственно или в результате промежуточных преобразований, т.е. специфических процессов, кото-

рые можно назвать поддерживающими, обеспечивающими или вспомогательными (по аналогии с вспомогательными производствами, цехами, участками на машиностроительном предприятии) по отношению к основным процессам, где происходят преобразования, однозначно обусловленные целью деятельности. Существенный признак вспомогательного процесса – то, что он не создает конечного продукта деятельности и, следовательно, прибыли, а является затратным.

Управление – особый вид процесса, операции, действия. Из общих принципов метода IDEF0 вытекает, что каждый блок на диаграмме должен иметь хотя бы одну управляющую стрелку, отображающую условия правильного функционирования блока. Это требование является следствием положения системотехники, согласно которому управление – это такое воздействие (преимущественно информационное) на систему, которое стимулирует ее функционирование в направлении достижения заданной цели. В связи с этим можно сформулировать ряд определений и методических положений, которыми следует руководствоваться при отражении процессов управления в функциональных моделях.

Управление деятельностью – это процесс, состоящий как минимум из следующих операций:

- формулирование целей деятельности;
- анализ и оценка ресурсов, необходимых для осуществления деятельности, их сопоставление с имеющимися ресурсами;
- сбор информации об условиях протекания и фактическом состоянии деятельности («глобальная обратная связь»);
- выработка и принятие решений, направленных на достижение целей, в частности решений о распределении ресурсов по процессам, входящим в состав деятельности; оформление решений в виде директив на управление процессами;
- реализация решений (исполнение директив) и оценка результатов («локальная обратная связь»);
- корректировка в случае необходимости (например при нехватке ресурсов) ранее сформулированных целей (самонастройка, адаптация).

Управление процессом – это операция, состоящая как минимум из следующих действий:

- анализ директивы на управление процессом, ее декомпозиция на директивы управления операциями;

- сбор (прием по каналам связи) информации о ходе выполнения операций, ее обобщение и формирование сведений о состоянии процесса, передача данных в подсистему управления деятельностью;
- сопоставление информации о ходе операций с данными директив и выработка локальных решений, направленных на устранение отклонений;
- корректировка (в случае необходимости) директив на выполнение операций.

Управление операцией – это действие, включающее в себя следующие мероприятия:

- выработку на основании директивы на управление операцией команд на управление действиями;
- реализацию этих команд;
- оценку результатов выполнения;
- передачу необходимой информации в комплекс управления процессом;
- корректировку команд в случае необходимости.

Управление действием – это команда.

Блоки управления должны быть на каждой IDEF0-диаграмме (кроме тех, которые являются декомпозициями таких блоков). Через них осуществляют управляющие воздействия на остальные блоки диаграммы. Именно эти блоки воспринимают ограничивающую и предписывающую информацию и преобразуют ее в соответствующие директивы и команды.

Стрелки, исходящие из блока «Управлять...», описывают централизованную схему управления (управленческую вертикаль). Возможны варианты структур, в которых выходная информация одного из блоков является управляющей для другого, что отражает децентрализацию управления (горизонтальные связи).

В последнее время методологию IDEF вытесняют более современные методологии функционального моделирования: SADT (Structured Analysis and Design Technique – технология структурного анализа и проектирования), ARIS (ARchitecture of integrated Information Systems – архитектура интегрированных информационных систем) и другие, однако в целом они также являются средствами графического блочно-модульного моделирования.

1.3. Интеграция данных об изделии

Понятие интеграции данных. Задачи интеграции, виды и способы интеграции.

Концепция полного электронного определения изделия

Понятие интеграции данных. Основа ИПИ-технологий и создаваемых на их базе автоматизированных систем – интегрированная информационная среда. Ключевая методология концепции ИИС – объектно-ориентированное моделирование.

Обычно в процессе традиционного моделирования для решения прикладных вычислительных задач основой разработки становится единственная математическая модель проблемы, которая адаптируется к различным областям практических приложений. Однако такой подход к решению производственных проблем практически нереализуем, так как ввиду сложности и многообразия этих проблем единую модель создать невозможно. Если наряду с производственными задачами включить в рассмотрение также проблемы поставок, эксплуатации, обслуживания и ремонта изделий, т.е. все стадии ЖЦ, то ситуация становится практически неразрешимой.

При объектно-ориентированном подходе основой системы становится не одна модель в какой-то предметной области, а *общая (интегрированная) база данных (ОБД)*, к которой могут обращаться различные проблемно-ориентированные модели (рис. 1.11).

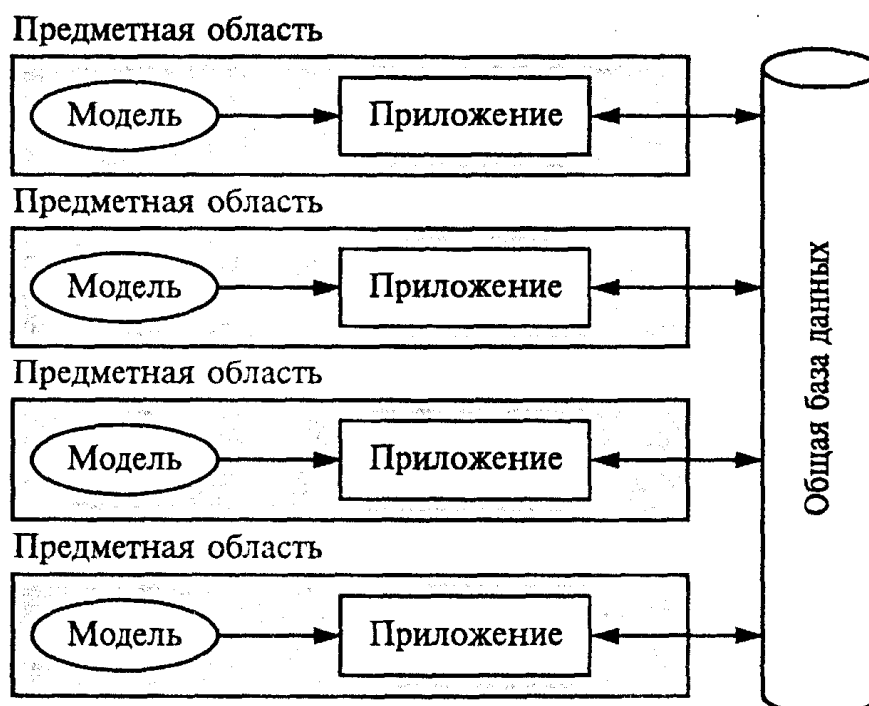


Рис. 1.11. Схема объектно-ориентированного моделирования

Предполагается, что в ОБД хранятся *информационные объекты (ИО)*, адекватно отображающие в информационное пространство любые сущности физического мира: предметы, материалы, изделия, процессы и технологии, разнообразные документы, финансовые ресурсы, персонал и оборудование предприятия-изготовителя, информационные, эксплуатационные, сервисные, ремонтные службы и т.д.

В моделях, относящихся к конкретным предметным областям, через специализированные приложения осуществляется обращение в ОБД, поиск в ней необходимых ИО, их обработка и размещение в ОБД результатов этой обработки для дальнейшего использования.

Объектно-ориентированное моделирование позволяет адекватно перевести многие процессы, протекающие на производственном предприятии, в виртуальное информационное пространство, что и сделало актуальной всю проблематику, связанную с использованием CALS/ИПИ-технологий. Сказанное относится, в частности, к процессам конструкторской и технологической подготовки производства, в ходе которых создается техническая документация различных видов и назначения, а также к процессам управления на всех уровнях, в которых приходится иметь дело с большими объемами разнообразной информации. В настоящее время эти процессы в значительной мере состоят из операций создания, преобразования, транспортирования и хранения информационных объектов в рамках интегрированной информационной среды.

Задачи интеграции, виды и способы интеграции. Интегрированная информационная среда представляет собой хранилище данных, содержащее все сведения, создаваемые и используемые всеми подразделениями и службами предприятий, являющимися участниками ЖЦ изделия в процессе их производственной деятельности. Это хранилище имеет сложную структуру и многообразные внешние и внутренние связи. Интегрированная информационная среда должна включать в свой состав две базы данных: общую базу данных об изделиях (ОБДИ) и общую базу данных о технологической среде предприятия (ОБДП).

На рис. 1.12 представлено схематическое изображение структуры ИИС во взаимодействии с процессами ЖЦ продукции предприятия. Из схемы видно, что в этих процессах используется информация, содержащаяся в ИИС, а ИО, порождаемые в ходе процессов, возвращаются в ИИС для хранения и последующего использования в других процессах (это отображено на схеме двусторонними стрелками).

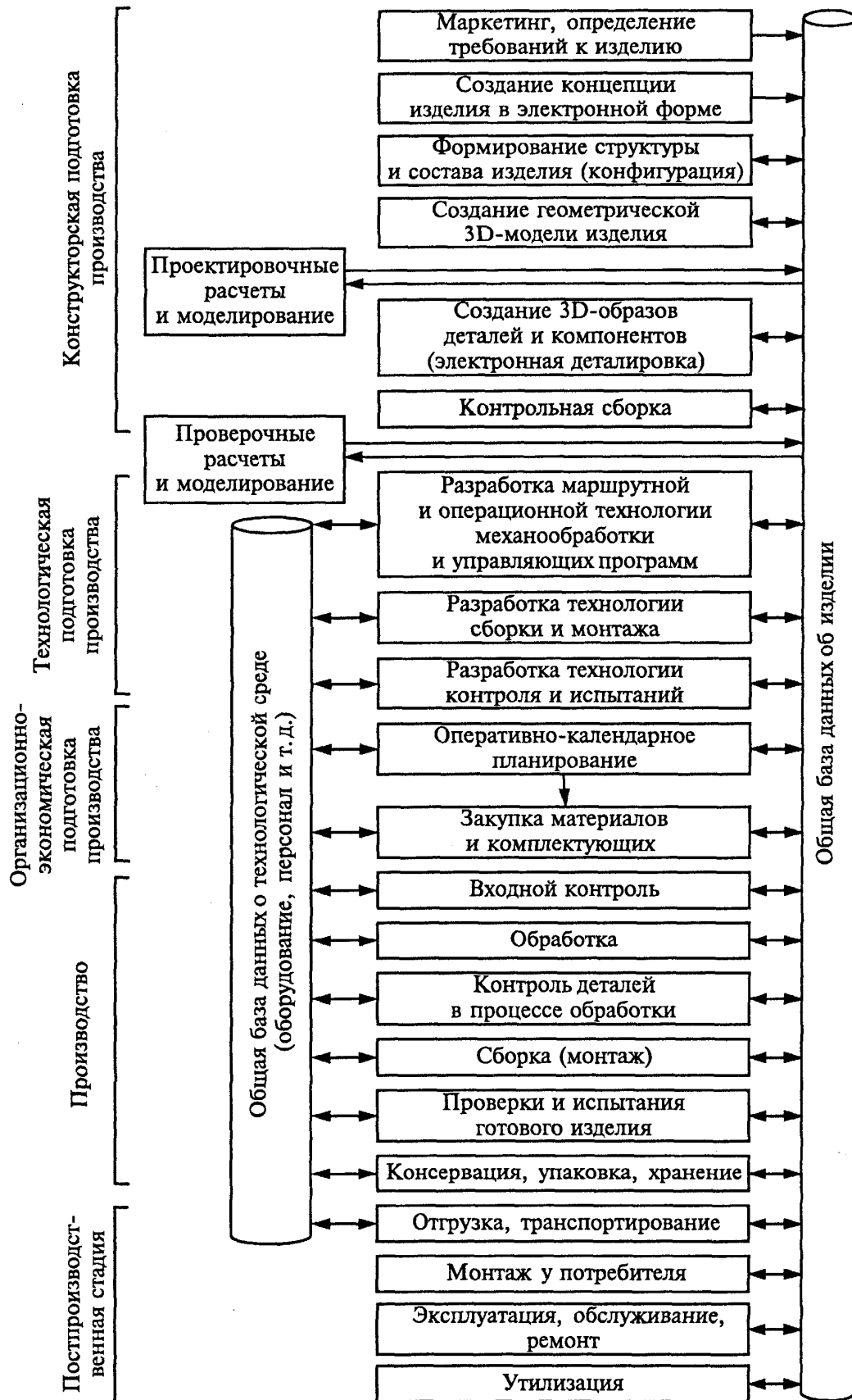


Рис. 1.12. Структура интегрированной информационной среды ЖЦ изделия

С ОБДИ связаны процессы на всех стадиях ЖЦ, в то время как ОБДП информационно связана с технологической и организационно-экономической подготовкой производства и собственно с производством (включая процессы отгрузки и транспортирования готовой продукции).

При создании любого нового изделия и технологической подготовке его производства средствами конструкторских и технологических САПР (САЕ/CAD/CAM) в ИИС создаются соответствующие ИО, описывающие структуру изделия, его состав и все входящие компоненты: детали, узлы, агрегаты, комплектующие, материалы и т.д. Каждый ИО обладает атрибутами, описывающими свойства физического объекта: технические требования и условия, геометрические (размерные) параметры, массогабаритные показатели, характеристики прочности, надежности, ресурса, а также другие свойства изделия и его компонентов.

Информационные объекты в составе ОБДИ содержат в произвольном формате информацию, требуемую для выпуска и поддержки технической документации, необходимой на всех стадиях ЖЦ для всех изделий, выпускаемых предприятием. Каждый ИО идентифицируется уникальным кодом и может быть извлечен из ОБДИ для выполнения действий с ним. Общая база данных об изделии обеспечивает информационное обслуживание и поддержку деятельности заказчиков (владельцев) изделия, разработчиков (конструкторов) и технологов, управленческого и производственного персонала предприятия, изготовителя изделия, эксплуатационного и ремонтного персонала заказчика и специализированных служб и др.

В составе ОБДИ (рис. 1.13) можно выделить три раздела: нормативно-справочный, долговременный и актуальный.

В *нормативно-справочном разделе* хранятся ИО, содержащие следующие данные: конструкционные материалы; нормализованные детали (нормали); стандартные (покупные) комплектующие изделия; стандартные детали собственного изготовления; стандартные расчетные методы; государственные, международные и внутренние стандарты; прочие нормативные документы. Содержание нормативно-справочного раздела ОБДИ обновляется по мере поступления новых и отмены действующих нормативных документов.

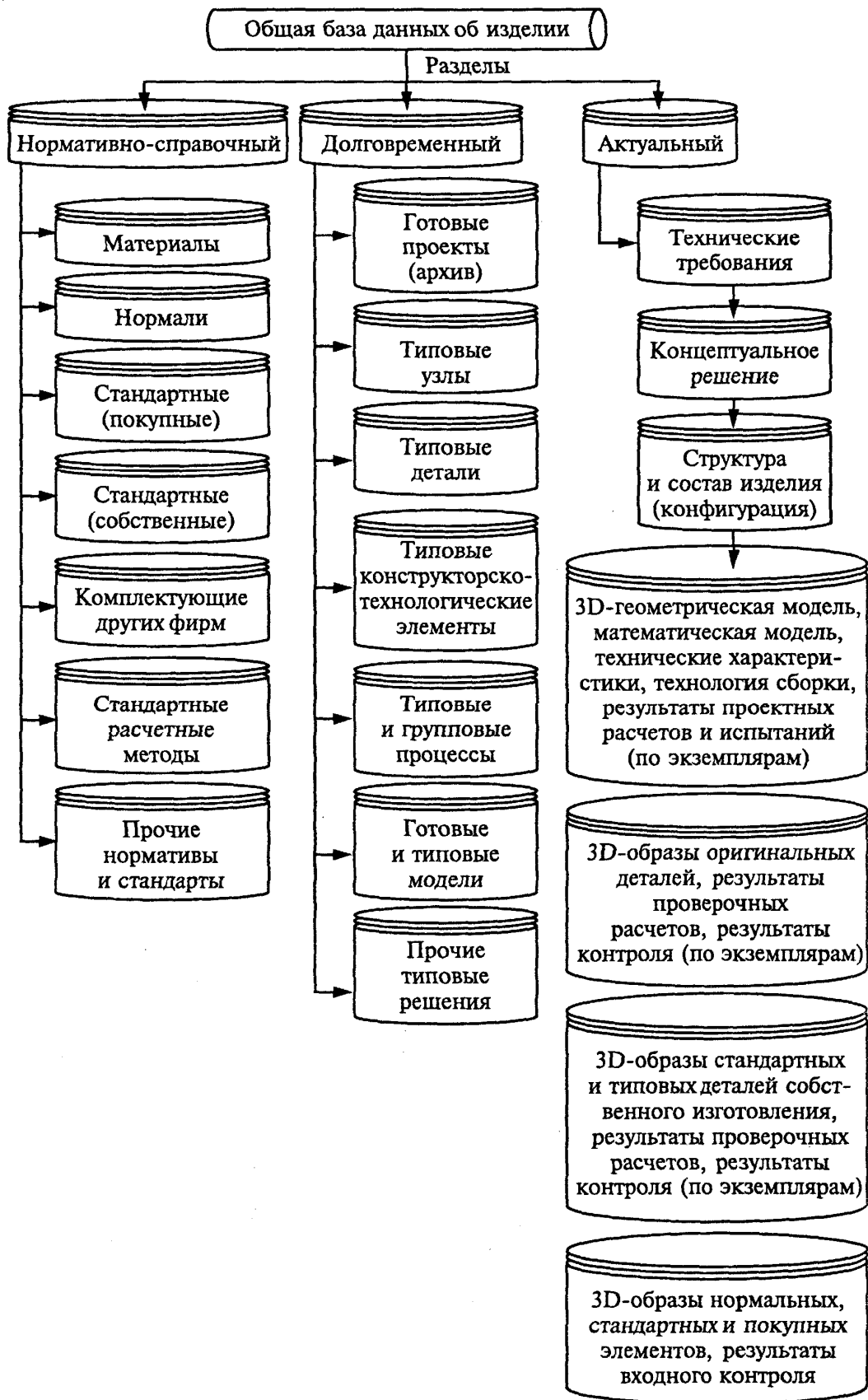


Рис. 1.13. Структура и состав ОБДИ

В *долговременном разделе* хранятся ИО, содержащие данные, аккумулирующие собственный опыт предприятия, в том числе данные о ранее выполненных готовых проектах (архив), типовых узлах и агрегатах собственного производства, типовых деталях собственного производства, типовых конструктивно-технологических элементах деталей, типовых и групповых технологических процессах, типовой технологической оснастке и инструменте, готовых и типовых расчетных методиках и математических моделях изделий собственной разработки, прочих готовых и типовых решениях.

Долговременный раздел ОБДИ дополняется и обновляется по мере создания новых технических решений, признанных типовыми и пригодными для дальнейшего использования.

В *актуальном разделе* (самом большом по объему и самом сложном по структуре) хранятся ИО, содержащие данные об изделиях, находящихся на различных этапах ЖЦ: о конструкции и версиях «текущих» изделий, технологии изготовления изделий, конкретных экземплярах и партиях изделий в производстве, конкретных экземплярах и партиях изделий, находящихся на постпроизводственных стадиях ЖЦ.

В ИИС кроме ИО, относящихся (прямо или косвенно) к изделиям, содержится информация о предприятии: о производственной и управленческой структуре, технологическом и вспомогательном оборудовании, персонале, финансах и т.д. Вся совокупность этих данных образует ОБДП, которая, в свою очередь, состоит из нескольких разделов (рис. 1.14).



Рис. 1.14. Структура и состав ОБДП

В разделе, посвященном экономике и финансам, хранятся ИО, содержащие сведения о конъюнктуре рынка изделий предприятия, включая цены и их динамику, о состоянии финансовых ресурсов предприятия, о ситуации на фондовом и финансовом рынках (курсы акций предприятия, биржевые индексы, процентные ставки, валютные курсы и т.д.), о реальном и прогнозируемом портфеле заказов, а также прочие сведения финансово-экономического и бухгалтерского характера.

В разделе, посвященном внешним связям предприятия, хранятся ИО, содержащие сведения о фактических и возможных поставщиках и потребителях (заказчиках). Раздел формируется и используется в процессе маркетинговых исследований.

В разделе, посвященном производственно-технологической среде предприятия, хранятся ИО, содержащие сведения о производственной структуре предприятия, технологическом, вспомогательном и контрольно-измерительном оборудовании, транспортно-складской системе предприятия, об энерговооруженности предприятия, о кадрах, а также прочие данные о предприятии.

В разделе, посвященном системе качества, хранятся ИО, содержащие сведения о структуре действующей на предприятии системы качества, о действующих на предприятии стандартах по качеству, международных и российских стандартах по качеству, должностных инструкциях в области качества, а также другая информация по системе качества.

Концепция полного электронного определения изделия. На каждой стадии ЖЦ изделий требуется конкретный объем данных, определяемый содержанием решаемых задач. Совокупность этих данных можно трактовать как частные информационные модели изделия, процессов и ресурсов, соответствующие различным этапам ЖЦ изделия (рис. 1.15). Каждый класс данных может иметь свой набор «методов» работы, который образует «технологический» слой программного обеспечения – систему (или комплекс систем) управления данными, учитывающую их семантику, особенности организации и обеспечивающую высокоуровневый интерфейс обмена с прикладными системами.

Информационная модель изделия представляет собой множество понятий (сущностей) в совокупности со значениями свойств (атрибутов) и заданных на этом множестве отношений.



Рис. 1.15. Информационные модели изделия, процессов и ресурсов

При автоматизации каждого этапа ЖЦ изделия (или его части) создают частную информационную модель предметной области, для чего:

- формируют множество понятий, отображающих объекты предметной области, необходимые для решения поставленной задачи;
- формируют множество атрибутов понятий, отображающих свойства объектов предметной области;
- устанавливают отношения между понятиями, соответствующие отношениям между объектами предметной области.

Множество понятий и присущих им атрибутов образуют модель частной задачи, а множество отношений между понятиями – логическую основу процедур и алгоритмов обработки данных.

Как правило, модель на каждом этапе служит только для обмена информацией об изделии, т. е. является источником первоначальной информации для всех прикладных систем, использующихся на дан-

ном этапе, и собирает все результаты их работы. При этом преобразование исходной информации в результирующую на каждом этапе происходит только в прикладных системах.

Процесс изготовления изделия представляет собой совокупность последовательно (или/и параллельно) выполняемых операций, в ходе которых происходит преобразование материальных или/и информационных потоков в соответствующие потоки с другими свойствами. В ходе этого процесса потребляются финансовые, энергетические, трудовые и материальные ресурсы, а также используются соответствующие данные.

Например, на стадии проектирования и разработки используют данные об изделии, о процессе проектирования, требуемых организационных и иных ресурсах. Информационная модель технологической подготовки производства трактуется как описание процесса, использующее данные об изделии и технологических ресурсах. Модель производства также может быть представлена как описание процесса, связанное с данными об изделии и потребных материальных, финансовых и иных ресурсах. Кроме того, частные информационные модели могут быть сформированы для специфических точек зрения, например «управление качеством», «обеспечение эффективной эксплуатации» и др.

Совокупность стандартизованных частных информационных моделей изделия, процессов и ресурсов образует *полное электронное определение изделия (ПЭОИ)*, обеспечивающее информационную поддержку процессов, выполняемых в ходе его ЖЦ.

Под понятием ПЭОИ подразумевают единую интегрированную модель, содержащую всю информацию об изделии, требуемую на любом из этапов его ЖЦ, а при построении каждого фрагмента модели используют единые средства и методы построения. При этом подразумевается также обеспечение целостности всей модели, описывающей изделие.

С позиций системной архитектуры базовые интегрированные информационные модели – это фундамент, на котором могут быть построены автоматизированные системы управления различного уровня. На основе одной и той же модели ЖЦ и бизнес-процессов решаются задачи анализа эффективности бизнес-процессов и обеспечения качества продукции. Интегрированная модель изделия обеспечивает обмен конструкторскими данными между проектировщиком и производителем, является источником информации для расчета потребности в материалах и создания электронных справочников по эксплуатации продукта и т.д.

Вопрос о том, как должна выглядеть единая интегрированная модель изделия (или ПЭОИ), до настоящего времени окончательно не решен. К сожалению, формального описания такой модели пока нет. Однако концепция CALS/ИПИ как конфигурация информационной поддержки ЖЦ изделия базируется на том, что такая интегрированная модель изделия создается для всех или хотя бы для основных этапов ЖЦ.

На рис. 1.16 условно показана схема построения модели ПЭОИ, включающей в себя множество фрагментов и информационных моделей, отражающих различные аспекты изделия. При попытке реализации концепции CALS/ИПИ выясняется, что объем и сложность интегрированной модели даже простого изделия чрезвычайно велики. В то же время интегрированные модели различных изделий перекрываются. Например, модель детали включает в себя данные о свойствах материала, из которого она изготовлена. Модель другой детали, изготовленной из того же материала, должна включать те же данные и т.д.

Полное электронное определение изделия обладает следующими особенностями.

1. Фрагменты интегрированной модели изделия могут использоваться в разделенном режиме, т.е. один фрагмент может входить одновременно в несколько интегрированных моделей изделий.

2. Любое изделие или его компоненты могут быть рассмотрены с точки зрения различных предметных областей, поэтому различные фрагменты интегрированной модели создаются с использованием разных программных продуктов, автоматизирующих различные предметные области. Ввиду того что некоторые предметные области пока не автоматизированы, процесс создания ПЭОИ дискретен с точки зрения многообразия охватываемых предметных областей. В то же время потребители ПЭОИ должны иметь возможность выделения из интегрированной модели изделия той информации, которая относится именно к их предметной области.

ПЭОИ имеет большой объем и включает в себя фрагменты, относящиеся к различным предметным областям. Вследствие этого процесс создания интегрированной модели дискретен с точки зрения ЖЦ изделия: отдельные фрагменты интегрированной модели создаются и включаются в нее на разных этапах ЖЦ изделия. При этом необходимо хранить все фрагменты интегрированной модели изделия независимо от того, на каком этапе ЖЦ изделия данный фрагмент был соз-

дан. Например, эскизный проект изделия не отменяется с появлением технического проекта, а изменения в конструкции производящегося изделия не означают, что описание конструкции ранее произведенных изделий не должно сохраняться.

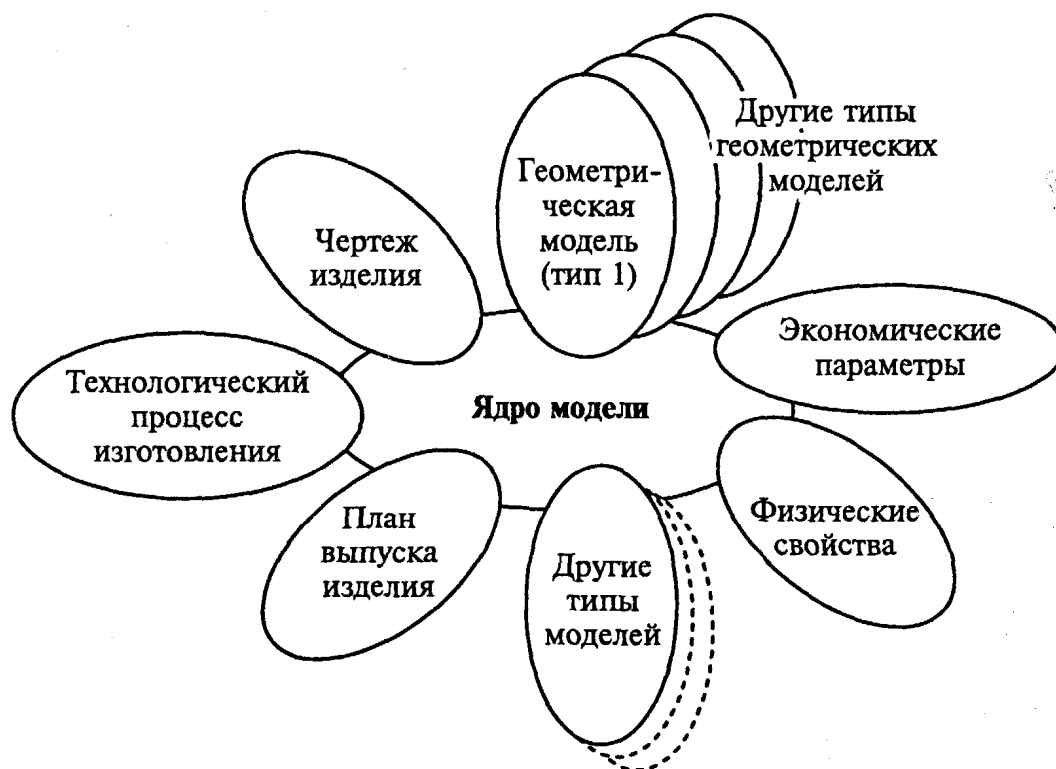


Рис. 1.16. Модель полного электронного определения изделия

Вследствие указанных особенностей интегрированная модель изделия имеет модульный принцип построения. Модульность интегрированной модели требует наличия средств, описывающих состав модулей, их основные параметры (дату возникновения, ответственных, предметную область, права доступа и т.д.), взаимоотношение модулей. Если содержимое каждого из модулей – это данные об изделии, то описание самих модулей – это метаданные, т.е. данные, описывающие данные. Данные, описывающие модули, формируют структуру интегрированной модели изделия, поэтому они являются структурными метаданными.

Многообразие предметных областей, охватываемых интегрированной моделью изделия, требует наличия данных, описывающих эти предметные области. Такие данные по отношению к данным об изделии являются словарными метаданными.

На основании изложенного можно сделать вывод, что интегрированная модель изделия должна обладать следующими свойствами: модульность, неуничтожаемость данных, наличие структурных и словарных метаданных, множественность предметных областей и предметная ориентация. Следовательно, такая модель изделия может строиться по технологии Data Vault (хранилище данных). Классическое определение хранилища данных характеризует его как предметно-ориентированный, интегрированный, неизменяемый, поддерживающий хронологию набор данных, организованный для целей поддержки управления.

Основные свойства хранилища данных – предметная ориентация, интегрированность данных, инвариантность во времени, неразрушаемость (стабильность информации), минимизация избыточности информации (табл. 1.2).

Отсюда можно сделать вывод о достаточности технологии хранилища данных для построения интегрированной модели изделия.

Таблица 1.2

Основные свойства хранилища данных

Свойство	Объяснение
Предметная ориентация	Хорошо спроектированные структуры данных отражают развитие всех направлений деятельности
Интегрированность данных	Поступающие из различных источников данные после занесения в хранилище очищаются от индивидуальных признаков и представляются пользователю в виде единого информационного пространства
Инвариантность во времени	Данные сохраняют свою истинность в любой момент процесса отображения, каждый элемент данных ассоциирован с датой своего возникновения
Неразрушаемость (стабильность информации)	Из принципа инвариантности во времени следует, что однажды загруженные данные никогда не изменяются и не уничтожаются
Минимизация избыточности информации	При загрузке данные фильтруются и преобразуются, при этом исключаются избыточные и повторяющиеся данные

1.4. Технический документооборот

Концепция электронного документооборота. Жизненный цикл документа.

Понятие о потоке работ

Концепция электронного документооборота. Документ – основная единица информации. Система документооборота обеспечивает хранение документа, его свойств и истории его жизни, а также его жизнедеятельность. Выпуск любого изделия влечет создание огромного объема бумажной документации: задание, проектно-техническая документация, заявки, записки на согласование, утверждение и т.п.

Один из ключевых факторов эффективности применения ИПИ-технологии заключается в переходе к безбумажной организации процессов и использовании новых моделей их организации. Сегодня в большинстве случаев основная форма представления результатов интеллектуальной деятельности – бумажный документ, который в таком виде разрабатывается, контролируется, согласовывается и утверждается. Очень часто даже при использовании компьютерных систем конечный результат интеллектуальной деятельности формируется в виде бумажного документа, а на последующих стадиях снова преобразовывается в электронный вид. При этом количество циклов преобразования и трудоемкость достаточно велики, поэтому переход от бумажного документооборота к электронному позволяет многократно ускорить доставку документов нужным лицам, обеспечить параллелизм обсуждения, контроля и утверждения результатов работы, значительно сократить длительность процессов.

Основные преимущества использования системы электронного документооборота (СЭД) на предприятии – сокращение времени разработки изделия, т. е. выхода изделия на рынок, и повышение его качества. Сокращение времени разработки достигается в первую очередь за счет повышения эффективности процесса проектирования изделия, которое характеризуется следующими факторами.

1. Избавление конструктора от непроизводительных затрат времени, связанных с поиском, копированием и архивированием данных, что при работе с бумажными носителями составляет 25...30 % времени.

2. Улучшение взаимодействия между конструкторами, технологами и другими участниками разработки изделия путем параллельного проектирования, что приводит к сокращению количества изменений изделия и, что немаловажно, переносит большую часть изменений на этап проектирования (из-за более раннего выявления ошибок).

3. Значительное сокращение срока проведения изменений конструкции изделия или технологии его производства благодаря улучшению контроля за потоком работ в проекте.

4. Резкое увеличение доли заимствованных или немного измененных компонентов в изделии (до 80 %) за счет предоставления возможности поиска детали с необходимыми характеристиками. СЭД позволяет практически избавить конструкторов от синдрома «изобретения велосипеда», так как делает возможным широкое заимствование и повторное использование уже спроектированных деталей. Ранее конструктору было проще заново спроектировать узел изделия, чем искать уже существующий.

В настоящий момент в связи с использованием современных систем автоматизированного проектирования и подготовки производства низкое качество изделия уже в меньшей степени является следствием плохого проектирования, а в большей степени связано с низким качеством данных (неполнота, некорректность или неактуальность). ИПИ-система, предполагающая наличие единой целостной модели изделия и четких способов доступа к хранящейся в ней информации, позволяет значительно улучшить качество данных об изделии и соответственно повысить качество самого изделия.

Жизненный цикл документа. Документ в СЭД, как и любой информационный объект, имеет жизненный цикл. Для ЖЦ электронного документа характерны следующие этапы: создание, изменение, публикация, архивирование. Документ в СЭД состоит из двух частей: 1) карточка документа; 2) контекст документа.

Карточка документа – основное средство управления документом и хранения в БД (подобно книжному формуляру в библиотеке). Карточка хранит сведения о заголовке, дате создания, авторах, версиях, правах доступа и т.п. Формат и количество сведений в учетной карточке зависят от реализации системы управления базой данных (она в разных СЭД может также называться индексом или указателем). Контекст документа – собственно документ в привычном смысле этого слова. В зависимости от содержания он может представлять собой чертеж, твердотельную модель, текстовый документ, сканированное изображение и т.п.

Создание документа – это прежде всего создание карточки. Документ на этом этапе может быть пустым (не иметь контекста), но все последующие действия над ним определяются правами, которые даны пользователям при создании.

Обычно в СЭД имеется понятие типа документов (например договор, спецификация, письмо и т.д.) и для каждого типа заводится своя собственная карточка. Карточки разных типов имеют обязательные поля, общие для всех документов, и специальные поля, относящиеся к документам данного типа. Например, общими полями может быть уникальный номер документа, его название, автор, дата создания. При этом документы типа «договор» могут содержать такие поля, как дата подписания, срок действия, сумма договора. Типы документов, в свою очередь, могут подразделяться на подтипы, имеющие общий набор полей, который они наследуют от основного типа, и при этом дополнительные поля, уникальные для подтипа. Наиболее развитая система управления документами может поддерживать большую вложенность таких подтипов. Типизация документов, выстраивание их иерархии и проектирование карточек для них – один из наиболее важных этапов в процессе внедрения СЭД.

Кроме типа документам присваивают категории, причем один документ может принадлежать одновременно к нескольким категориям. Категории могут быть выстроены в дерево категорий. Например, может быть категория «Юридические документы» с подкатегориями «Законы», «Договоры», «Приказы» и т.д. При этом может быть параллельная структура по отделам, например категория «Документы отдела продаж» имеет подкатегории «Договоры на продажу», «Счета» и т.д. Договор на продажу может быть одновременно отнесен к подкатегориям «Договоры» и «Договоры на продажу», относящимся к разным ветвям в иерархии категорий. Таким образом, появляется возможность поиска документа в таком дереве на основе его классификации, причем один и тот же физический документ может встречаться любое число раз в разных узлах этой иерархии.

Изменение документа – этап формирования контекста от черновика до утверждения окончательной редакции. В СЭД для организации коллективной работы над документом применяется техника блокировки редактируемых документов («взять на изменение» – check-out, «сдать на хранение» – check-in) с тем, чтобы в каждый момент документ мог редактировать только один пользователь. Благодаря этому механизму исключается возможность того, что два сотрудника создадут у себя две локальные копии документа и одновременно внесут в него изменения. Когда в СЭД один из сотрудников забирает до-

кумент для редактирования, остальные видят это и не могут изменить документ до тех пор, пока первый не вернул его обратно. При этом возвращенному документу автоматически присваивается новый номер подвсерии, а прежняя подвсерия документа сохраняется, и ее можно открыть, посмотреть и редактировать. Все действия всех участников процесса документируются, поэтому никакой путаницы не возникнет.

Публикация документа – утверждение окончательного варианта документа. После публикации любое изменение документа запрещено. В случае изменения опубликованного документа появляется или новый документ, или новая версия документа (в зависимости от конфигурации СЭД). Благодаря наличию механизма публикации любой пользователь может быть уверен, что всегда будет иметь в электронном виде в точности то же самое, что было, например, подписано, отправлено в печать или выслано партнеру.

Архивирование документа – размещение документа в электронном архиве организации. Данное действие происходит сразу после публикации документа. Срок хранения регламентируется распоряжением организации: одни документы нужно хранить несколько дней, другие – вечно. При этом для любого документа сохраняется возможность доступа в соответствии с назначенными правами. В отличие от самого документа права на него могут меняться (например при смене персонала в организации).

Все СЭД содержат обязательные типовые компоненты: хранилище карточек (атрибутов) документов, хранилище документов, компоненты, осуществляющие бизнес-логику системы.

Под бизнес-логикой понимается следующая функциональность СЭД.

- *Управление документами в хранилище.* Включает процедуры добавления и изъятия документов, сохранения версий, передачи на хранение в архив, поддержания архива и т.д.

- *Поиск документов.* Состоит из поиска по атрибутам, визуального поиска по различным деревьям, в которые уложены документы, поиска по полному тексту, смыслового поиска и т.д.

- *Маршрутизация и контроль исполнения.* Обеспечивает доставку документов в рамках бизнес-процедур в организации. Контроль исполнения – неотъемлемая часть маршрутизации. Фактически мар-

шрут определяется в терминах пути прохождения и временных интервалов на исполнение документа каждым из участников процесса прохождения. Под исполнением документа подразумевается выполнение действия, связанного с документом, каждым из участников в рамках его должностных полномочий.

- *Отчеты.* Служат аналогом конторских журналов учета документов. Используя различные отчеты, можно посмотреть, например, общее время, потраченное сотрудниками на работу над конкретным документом, скорость прохождения документов по подразделениям и т.д. Отчеты – отличный материал для принятия управленческих решений.

- *Администрирование.* Поддержка работы самой системы, настройка ее параметров и т. д.

Для организации хранилища существуют три варианта реализации СЭД: использование собственного хранилища, стандартной СУБД или средств среды, на основе которой построена СУБД. Полноценная функциональность СЭД как подсистемы ИПИ-системы возможна только в третьем случае. Функционирование СЭД в среде ИПИ основано на концепции «потока работ». Точнее говоря, в этом случае функции СЭД выполняет PDM-система.

Понятие о потоке работ. Поток работ – одно из базовых понятий в современной практике управления в целом и, в частности, в области CALS/ИПИ. Это понятие объединяет подходы к формализации и управлению бизнес-процессами предприятия, а также программные средства, реализующие эти подходы.

Поток работ – это упорядоченное во времени множество рабочих заданий, получаемых сотрудниками, которые обрабатывают эти задания в последовательности и в рамках правил, определенных для данного бизнес-процесса. Поток работ предполагает полную или частичную автоматизацию бизнес-процесса, при которой документы, информация или задания передаются для выполнения необходимых действий от одного участника к другому в соответствии с набором процедурных правил.

Для пояснения смысла понятия «поток работ» можно провести следующую аналогию: бизнес-процесс – это своего рода конвейер, работающий по своим правилам и технологиям, а поток работ аналогичен потоку изделий (узлов, деталей), которые перемещает этот кон-

вейер. Система управления потоком работ описывает этот поток (по сути, бизнес-процесс), создает его и управляет им при помощи программного обеспечения, которое способно интерпретировать описание процесса, взаимодействовать с его участниками и вызывать соответствующие программы. Такая система управления автоматизирует процесс, а не функцию.

При разработке сложного изделия требуется спроектировать многие тысячи деталей. Для каждой детали данные должны быть созданы, изменены, просмотрены, проверены и утверждены многими людьми и, возможно, не один раз. Типичный процесс создания детали включает в себя следующие этапы: проектирование, проверка начальником, проверка по службам, нормоконтроль, утверждение. Более того, для разных типов деталей могут потребоваться различные методы разработки и типы сопровождающих их данных: для одних – это твердотельные модели, для других – схемы печатных плат и т.д. Модификация любых данных будет оказывать влияние на все другие связанные с ними данные. Таким образом, возникает потребность в постоянной взаимной проверке, модификации, перепроверке и т.п. Для проекта в целом бывает очень сложно определить, кто чем должен заниматься в дальнейшем и, самое главное, какие данные для этого нужно использовать.

В подобной ситуации задача PDM-системы – регламентация всего потока работ в проекте. С помощью заложенных в PDM-систему правил она проводит анализ и на его основе определяет, какому сотруднику какую работу поручить, а также предоставляет ему все нужные данные. В функции PDM-системы входит оповещение людей о поручении им тех или иных заданий.

При передаче работы и необходимых данных между сотрудниками PDM-система предполагает использование соответствующих папок. Для всех информационных процессов предприятия строится модель потока работ (рис. 1.17), т.е. модель движения папки с данными, называемая маршрутом движения папки. Точки этого маршрута определяют состояния папки. Кроме того, должны быть заданы условия изменения состояния папки (условия перехода папки из одной точки в другую).

В общем случае одна папка обеспечивает одну задачу или работу в проекте по разработке изделия, который может содержать тысячи таких задач. Каждая папка имеет свой маршрут движения в системе,

однако при этом необходимо отслеживать и взаимосвязи между папками (задачами), поэтому при управлении потоком работ возникает также необходимость задавать условия взаимозависимости задач в соответствии со структурой проекта. Например, PDM-система задает ограничение, при котором проверяющий не может согласовывать сборку до утверждения всех входящих в нее компонентов.

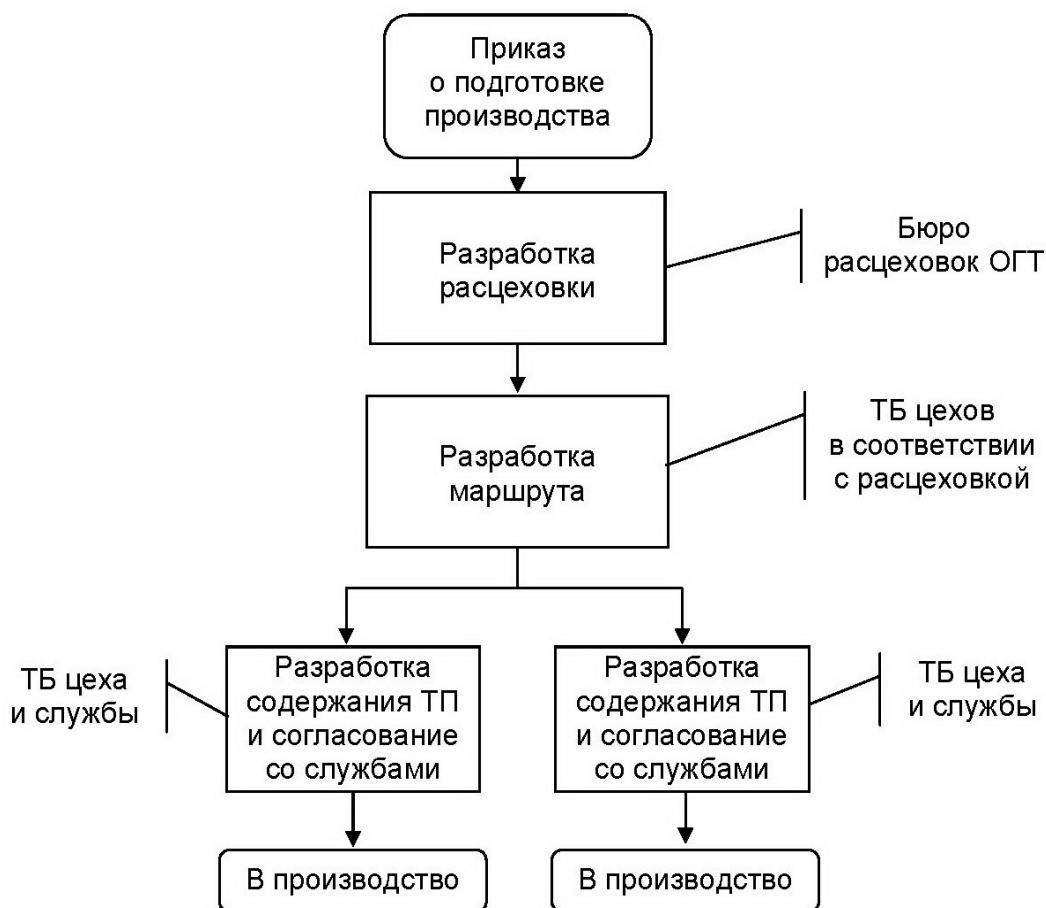


Рис. 1.17. Модель потока работ

Следует отметить, что от того, как реализован способ задания состояний папки (задачи) в PDM-системе, зависит гибкость действий, предоставляемых участникам проекта. Наиболее строгие системы привязывают к каждому сотруднику или группе сотрудников некоторое состояние данных, например «представлены на рассмотрение», «проверены», «утверждены», «выпущены» и т.п. Таким образом, такие документы не могут быть переданы от одного сотрудника или группы сотрудников без изменения их состояния.

Другие, более гибкие, PDM-системы позволяют присваивать состояния самой задаче, отделяя ее от людей или групп, над ней работающих. Предположим, что конструктор, работающий над некоторой

деталью, хочет посоветоваться с коллегами по поводу способа ее проектирования. Поскольку эталонная модель и вся необходимая справочная информация содержатся в единой папке, существует возможность простой передачи задачи другим сотрудникам без изменения состояния. Формальная процедура потока работ при этом не нарушается, так как право изменения детали и состояния папки не передается вместе с папкой, а остается у конструктора. Такой подход позволяет улучшить взаимодействие между участниками проектной команды. Передача папок с данными и документами сопровождается инструкциями, заметками и комментариями.

Таким образом, PDM-система не ограничивает рабочую среду конструктора, а в большей степени расширяет ее. Однако возникает другой вопрос: до какой степени можно позволить неформальную групповую работу над проектом, чтобы сохранить контроль над его стоимостью и сроками выполнения.

Результат регламентации потока работ в проекте – повышение его прозрачности и управляемости. PDM-система дает возможность отследить выполнение задач, оценить весь поток работ на наличие узких мест в проекте, определить причину задержки при выполнении проекта и т.д.

PDM-системы должны не только поддерживать всеобъемлющую модель изделия, отражающую текущее состояние проекта, но также отслеживать и фиксировать историю развития проекта путем контроля и протоколирования состояний проекта. Это означает, что PDM-системы могут быть ценным источником информации при проведении проверки и аудита предприятия, что является основным требованием для сертификации и соответствия международным стандартам качества продукции серии ISO 9000. Кроме того, протоколирование работы – важное действие при необходимости отката к определенной точке развития проекта (например к той, когда была сделана ошибка) и начала новой линии разработки уже от этой точки.

PDM-системы могут протоколировать работу разными способами. Одни системы просто записывают изменения состояния данных. Таким путем может быть выявлена история перемещения данных, но не изменение самих данных. Другие системы имеют возможность хранить изменения данных, но делают это с помощью серии моментальных снимков данных, сделанных при изменении данными своего

состояния. Однако это оставляет серьезные пробелы в протоколировании работы, так как пользователь может проводить изменения данных в течение длительного времени без изменения их состояния, что в некоторых случаях недопустимо. Наконец, наиболее продвинутое PDM-системы хранят архивные записи, похожие на двигающуюся картинку, так как они могут записывать изменения при любых заданных условиях, например каждый раз, когда пользователь сохраняет файл в прикладной системе. Такой уровень протоколирования изменений позволяет также отслеживать производительность отдельных сотрудников, что особенно ценно при жестких временных ограничениях срока выполнения проекта.

При управлении версиями проекта и внесении в него изменений необходимо обеспечивать целостность проектных данных. Если в проект нужно внести изменения, то создают новую версию, основанную на первоначальном проекте, и изменения вносят уже в эту новую версию. Исходный вариант проекта при этом сохраняется в прежнем виде. Только одна версия каждого объекта является текущей, или активной. Если имеется несколько версий объекта, то текущая та, которая последней подвергалась изменениям.

Целостность данных поддерживается также тем, что нельзя одновременно вносить изменения в один и тот же проект разным разработчикам, каждый из них должен работать со своей рабочей версией. Это обеспечивается соответствующим распределением прав доступа к данным между разными участниками процесса проектирования.

Проектная документация характеризуется разноплановостью и большими объемами. В процессе проектирования используют чертежи, конструкторские спецификации, пояснительные записки, ведомости применяемости изделий, различного рода отчеты и др. Кроме того, в интегрированных САПР и АСУП в документооборот входит большое число документов, связанных с процедурами маркетинга, снабжения, планирования, администрирования и т.п.

Для подготовки, хранения и сопровождения необходимых документов, в том числе чертежей и схем, в PDM-системы включают специализированные системы управления документами и документооборотом или адаптируют полнофункциональные системы делопроизводства, разработанные независимо от конкретных PDM-систем. Типичные функции таких систем – ввод документов, в частности с по-

мощью средств их автоматического распознавания, их атрибутирование, поиск нужных данных, поддержка групповой работы над документами, разграничение прав доступа к документам, подготовка отчетов, маршрутизация документов, учет их движения, контроль исполнения предписываемых документами действий, автоматическое уведомление соответствующих лиц о состоянии документов и содержащихся в них директив и рекомендаций, планирование работ, связанных с прохождением документов.

Следует отметить, что параллельное (совмещенное) проектирование, интеграция автоматизированных систем проектирования и управления на современных предприятиях возможны только в распределенной среде. Распределенное хранение и обработка информации в большинстве случаев осуществляются на базе технологий CORBA или DCOM, языков Java и XML. Данные проекта при этом находятся в хранилищах данных, т. е. в нескольких базах распределенного банка данных. Находят применение также трехзвенные распределенные системы с уровнями сервер баз данных – сервер приложений – клиенты. Принимаются меры по защите информации, типичные для корпоративных информационных систем. Разработаны рекомендации по внедрению операций с электронными подписями.

В рамках концепции CALS/ИПИ вся деятельность по управлению проектом протекает в ИИС и сопровождается оформлением предписанных стандартами различного уровня документов и данных и электронным обменом этими документами и данными по определенным правилам.

Управление интегрированной информационной средой предполагает, что все процессы, протекающие в ИИС, управляемые, т.е. поддаются воздействиям со стороны уполномоченных лиц (администраторов) и соответствующих программных средств. Совокупность таких средств принято называть системой управления базами данных (СУБД). Традиционно в функции СУБД входят помещение информации в БД, хранение информации (в том числе создание резервных копий), обновление данных (ввод новых данных взамен утративших актуальность), обеспечение достоверности и целостности данных, поиск данных по различным признакам, создание отчетов, установление (изменение) и оперативная проверка прав доступа пользователей к данным и т.д.

Распределенный характер ИИС в отличие от традиционных БД требует создания специальной инфраструктуры, обеспечивающей накопление, хранение и передачу данных между всеми заинтересованными участниками ЖЦ. Такая инфраструктура должна представлять собой комплекс программных и аппаратных средств, позволяющих решать перечисленные задачи. В рамках традиционного предприятия, расположенного на единой (и единственной) производственной площадке, такая инфраструктура создается на основе локальной вычислительной сети и соответствующего системного и прикладного программного обеспечения.

Для предприятий, имеющих географически распределенную производственную структуру, в особенности для виртуальных предприятий, эта проблема играет важнейшую роль.

Анализ сегодняшнего состояния телекоммуникационных средств и систем позволяет высказать утверждение, что основой инфраструктуры виртуального предприятия, а также предприятия с географически распределенной структурой может служить глобальная сеть Интернет, в которой данные передаются с помощью протокола TCP/IP. Несмотря на внешнюю простоту и доступность сети Интернет, использование ее в качестве структурообразующего средства связано с рядом специфических проблем.

Первая из этих проблем состоит в том, что для эффективного накопления, хранения и использования данных всеми участниками информационного обмена в соответствии с технологиями CALS/ИПИ хранилище данных должно быть логически локализовано в форме, которую в Интернет-технологиях принято называть порталом. Иными словами, должен быть создан специальный узел сети Интернет, предназначенный для информационного обслуживания отдельного предприятия, виртуального предприятия или корпорации.

Вторая проблема связана с тем, что этот портал в Интернете и соответственно участники информационного обмена должны быть ограждены от вмешательства в этот обмен посторонних лиц и организаций.

Наконец, третья проблема состоит в защите информации от несанкционированного доступа лиц и организаций, имеющих своей целью похищение сведений, составляющих государственную и/или коммерческую тайну, нарушение целостности и/или достоверности данных, передаваемых участниками информационного обмена и т.д.

Решение первой проблемы не представляет принципиальных трудностей и требует лишь соответствующих финансовых, кадровых и административных ресурсов.

Решение второй и третьей проблем связано с использованием внешне сходных, но по сути глубоко различных средств. Сходство заключается в том, что и те, и другие средства относятся к системам криптографической защиты информации. Различие состоит в степени (уровне) этой защиты и, как следствие, в порядке применения, лицензирования и сертификации соответствующих средств. Следует отметить, что защита информации во всех ее аспектах – важнейшая государственная проблема, которая требует значительных усилий как со стороны разработчиков программно-методических и технических средств передачи данных, так и со стороны администраторов и законодателей.

1.5. Внедрение ИПИ-технологий на промышленных предприятиях

Особенности современных машиностроительных предприятий, предпосылки автоматизации. Обзор современных программных систем в области ИПИ-технологий. Основные этапы внедрения. Рекомендации по внедрению

Особенности современных машиностроительных предприятий, предпосылки автоматизации. Рано или поздно у любого предприятия возникает потребность в совершенствовании организационных и технологических процессов производства и выборе методологии и инструментов для решения этой задачи. Цель такой перестройки состоит в том, чтобы повысить эффективность функционирования предприятия: увеличить прибыль, повысить производительность, снизить издержки, улучшить качество продукции, поднять производственный потенциал.

Применение CALS/ИПИ-технологий – сложный, многогранный процесс, связанный с различными аспектами деятельности предприятия, поэтому для его осуществления необходимо наличие определенных предпосылок, а именно:

- нормативно-методической документации разного уровня (международного, федерального, отраслевого, корпоративного и др.);

- рынка апробированных и сертифицированных решений и услуг в области CALS/ИПИИ-технологий;
- системы подготовки и переподготовки кадров;
- опыта и результатов научно-исследовательских работ и пилотных проектов, направленных на изучение и разработку решений в области CALS/ИПИИ-технологий;
- информационных источников (Интернет-форумов, конференций и т.д.), обеспечивающих информирование научно-технической общественности о существующих решениях в области CALS/ИПИИ.

Указанные предпосылки можно отнести к числу «внешних» для предприятия. Наряду с этим для успешного внедрения CALS/ИПИИ-технологий должны существовать и «внутренние» предпосылки. Это прежде всего готовность руководства и персонала предприятия к внедрению CALS/ИПИИ-технологий, а также наличие необходимых средств вычислительной техники, сетевого оборудования и программного обеспечения.

При внедрении CALS/ИПИИ на предприятии необходимо учитывать следующие положения:

- CALS/ИПИИ – это идеология, пропагандирующая коллективный стиль работы, современные методы управления информацией и создание информационной инфраструктуры поддержки ЖЦ продукта;
- независимо от того, рассматривается ли внедрение CALS/ИПИИ как стратегический шаг к повышению конкурентоспособности предприятия или как требование важного для предприятия заказчика, необходимо разработать стратегию внедрения CALS/ИПИИ, которая позволила бы получить максимальный экономический эффект.

Разработка стратегии внедрения CALS/ИПИИ начинается с анализа целей и задач предприятия, возможности применения CALS/ИПИИ-технологий, выбора и адаптации средств и методов для решения задач, стоящих перед предприятием. Успех внедрения CALS/ИПИИ в большей мере зависит от того, насколько детально проработан подход к процессу реформирования и насколько тщательно контролируется его осуществление.

CALS/ИПИИ-технологии охватывают и сводят воедино средства, инструменты и методы, используемые для совершенствования, поддержки и обеспечения хозяйственной деятельности предприятия, поэтому внедрение CALS/ИПИИ в организационную структуру предпри-

ятия должно рассматриваться как часть общей стратегии экономической деятельности. Применение CALS/ИПИ нельзя считать чисто техническим вопросом, затрагивающим только специалистов по информационным технологиям, а следует исходить из экономических потребностей и характера деятельности предприятия, учитывать основные направления деятельности, нужды заказчиков и поставщиков.

Многие современные корпорации представляют собой виртуальные предприятия, куда входят различные отделы и департаменты, заказчики, стратегические партнеры, поставщики и субподрядчики, каналы сбыта и распределения, мобильные офисы, работники телекоммуникаций, автономные хозяйства и т.д. Все они участвуют в производстве продукции или предоставлении услуг. Для обеспечения работоспособности такой сложной структуры необходимо понять, что требуется для эффективной работы в такой среде, и распространить концепцию эффективной коллективной работы за пределы отдельного предприятия (в том числе за пределы национальных границ и часовых поясов, когда электронные средства связи могут дать наибольшую экономию). Когда географическая разобщенность или другие причины не позволяют разместить всех членов коллектива в одном месте, такие «виртуальные» коллективы могут быть объединены единым информационным пространством путем предоставления для общего использования хранилищ данных, систем автоматизированного проектирования, средств электронной почты и т.д.

Тесные связи предприятия с внешними участниками производственного процесса и развитие партнерских отношений увеличивают риски нарушения информационной безопасности и требуют активного контроля и гарантии целостности и надежности используемой информации, поэтому важно проводить работы по управлению рисками в области информационной безопасности.

Поскольку для обеспечения информационной безопасности необходимы определенные затраты, меры защиты должны быть соразмерны уровню существующих рисков. Для определения потенциальных рисков, их возможного воздействия на бизнес и выбора мер противодействия в целях последующего включения их в план обеспечения информационной безопасности необходимо выполнить следующие мероприятия:

- провести инвентаризацию аппаратных средств, операционных систем, сетей и прикладных программных средств, которые будут использоваться для доступа к информации;
- определить по всем ключевым бизнес-процессам информацию, подлежащую совместному использованию, а также то, с какими информационными потоками она связана;
- провести классификацию информации по степени ее закрытости, так как для информации каждого типа потребуется своя форма защиты целостности, конфиденциальности и доступа;
- установить при электронном обмене данными, какие наборы данных подлежат обмену, а также действия, которыми должен сопровождаться каждый случай обмена.

На предприятии, где выполнение проекта распределено по структурным подразделениям, различные элементы продукта разрабатываются в некоторой степени изолированно. При передаче информации из одних подразделений в другие возникает необходимость значительных переделок, и для увязки всех элементов конструкции требуется порой затрачивать весьма большие усилия. Такая структура организации, называемая дивизионной, обеспечивает управление работой функциональных подразделений и персоналом, однако она не дает эффективного средства для управления ходом работ, бюджетом и сроками.

По этим причинам многие предприятия прибегают к использованию многопрофильных коллективов, что позволяет объединять усилия, лучше контролировать выполнение стоящих задач и тем самым обеспечивает большую прозрачность хода работ по проекту. В многопрофильные коллективы входят специалисты маркетинга, сбыта, конструкторы, производственники, сборщики и монтажники, испытатели, представители службы поддержки и обеспечения, представители основных поставщиков и заказчиков, которые работают в тесном контакте и имеют поддержку и обеспечение со стороны CALS/ИПИ-систем.

Элементы CALS/ИПИ следует применять прежде всего там, где требуются эффективное управление и обмен информацией для решения ключевых проблем бизнеса (например сокращение периода освоения, затрат на разработку или необходимость придерживаться методов работы, используемых основным заказчиком).

После определения того, каким образом применение принципов CALS/ИПИ можно использовать для совершенствования бизнеса, следует разработать и опубликовать концепцию внедрения CALS/ИПИ в организации. Эта концепция должна разъяснять побудительные мотивы и перспективы такого внедрения по отношению к общему стратегическому курсу развития предприятия. Любые капитальные вложения в CALS/ИПИ необходимо обосновать и сравнить с прибылью, получаемой от реализации других мероприятий по совершенствованию бизнеса.

Сопоставление потенциальных выгод от внедрения CALS/ИПИ-технологий с затратами при различных масштабах такого внедрения представляет собой итерационный процесс, в начале которого определяются лишь очертания намечаемых затрат и возможных выгод, которые последовательно уточняются по мере внедрения.

В ряде случаев обоснование проекта внедрения CALS/ИПИ будет совершенно очевидно, например при работе предприятия на рынках, где применение CALS/ИПИ-технологий – необходимое предварительное условие участия в тендере на некоторые виды работ. В промышленно развитых странах в некоторых отраслях промышленности, например в аэрокосмической, автомобилестроительной и других, в недалеком будущем применение стандартизированного электронного описания продукта и электронный обмен данными станут настолько распространенными, что будут обязательны для всех участников изготовления изделий. Отсутствие таких возможностей у предприятия может привести к его автоматическому исключению из списка участников.

В других случаях следует удостовериться в том, что выгоды от применения CALS/ИПИ оправдывают понесенные затраты. При оценке потенциальных выгод такого применения нужно проанализировать следующие критерии.

1. *Сокращение продолжительности производственного цикла.* Выпуск изделия на рынок раньше конкурентов позволит предприятию закрепить за собой большую часть рынка и обеспечить более высокую прибыль в течение некоторого периода времени, пока конкуренты не создадут такое изделие. Сокращение длительности цикла разработки изделия может дать возможность выпустить большее количество версий изделия при тех же затратах ресурсов на разработку. То же самое

можно отметить и в случае проектных организаций. Сокращение длительности цикла проектирования может оказаться жизненно важным для снижения затрат за счет сокращения непредвиденных расходов.

2. *Сокращение затрат.* Процессы проектирования и производства изделия обычно осуществляются с многочисленными итерациями, которые поглощают ресурсы, вызывают необходимость переделок, появление брака и приводят к росту затрат. Предоставление правильной информации в нужное время и в нужной форме с помощью методов CALS/ИПИ может резко сократить затраты и объемы ненужных переделок.

3. *Повышение качества.* Выпуск продукции в более короткие сроки или с меньшими производственными затратами становится выгодным в том случае, если такая продукция имеет соответствующее качество. «Правильно с первого раза» – идеальное условие для любого производства и уверенность в том, что получаемая информация полная и непротиворечивая и способствует выпуску продукции «с первого раза».

Помимо указанных выше материальных факторов, стоит принимать во внимание и ряд косвенных преимуществ, таких как удовлетворенность клиентов более высоким уровнем услуг и обслуживания, наличие выгод, связанных с корпоративным хранением данных об изделиях, уверенность в том, что информация об изделии или о его разработке не просто находится в головах нескольких работников, а зафиксирована в базах данных компании и доступна для всех. В длительной перспективе такое положение дел дает предприятию определенный конкурентный перевес.

Основной экономический эффект от применения CALS/ИПИ на предприятии заключается в интеграции и совместном использовании электронной информации, необходимой для проектирования, производства, поддержки и сопровождения изделий. Строительными блоками при реализации стратегии CALS/ИПИ являются стандарты. Совместное использование данных о продукции в ходе ЖЦ возможно на основе стандартизации способа представления данных и технологии их использования, поэтому выбор стандартов – часть корпоративной стратегии внедрения CALS/ИПИ. Оценив затраты, экономический эффект и риски, связанные с каждым из вариантов, и определив приоритеты, следует провести уточнение плана внедрения CALS/ИПИ и приступить к его реализации.

Обзор современных программных систем в области ИПИ-технологий. Один из жизненно важных компонентов архитектуры – прикладное программное обеспечение. Основные рекомендации по выбору и совершенствованию прикладного программного обеспечения сводятся к следующему:

- использование открытых систем, которые облегчают обмен и совместное использование информации;
- максимально возможный уровень интеграции между системами как внутри организации, так и с внешними участниками. Степень интеграции и скорость ее осуществления должны определяться стратегией CALS/ИПИ;
- применение коммерческих программных продуктов, позволяющих использовать и предоставлять результаты работ в стандартном виде.

При разработке архитектуры информационной системы следует рассмотреть все прикладное программное обеспечение, применяемое при создании, совместном использовании информации и управлении ею.

Основные прикладные средства поддержки CALS/ИПИ-технологий включают в себя следующие программные решения:

- для проведения проектно-конструкторских работ – средства автоматизированного проектирования (CAD), визуализации, технологической подготовки производства (CAM), инженерного анализа, моделирования (CAE), электронного описания (определения) изделия, составления смет финансирования, расходов и т.д.;
- для производства – средства для обеспечения функций снабжения, календарного планирования, диспетчеризации, функций планирования производственных ресурсов (MRP/ERP), ЧПУ (CNC), учета хода производства, электронного обмена данными (заказами, расчетами) и т.д.;
- для обслуживания (сопровождения) – средства для систем обслуживания и снабжения запасными частями, интерактивные электронные технические руководства (ИЭТР) и справочники, автоматизированное испытательное оборудование, которое может быть связано с ИЭТР, системы интегрированного материально-технического обеспечения и логистики;
- для управления данными – средства описания структуры продукта, управления данными о продукте, управления проектом (PDM), технологическими потоками, конфигурацией продукта и т.д.

При выборе прикладного программного обеспечения следует учитывать требования потенциальных пользователей и сопоставлять предлагаемые программные продукты с потребностями предприятия. Следует отдавать предпочтение открытым системам с функциями поддержки и обеспечения обмена данными в стандартизованном виде.

Обычно на момент внедрения на предприятиях уже имеются автономно функционирующие системы САПР, АСУП, АСУТП. При их интеграции на основе CALS/ИПИ-технологий собственно задачи замены уже используемых систем какими-либо другими не возникает, поскольку такая замена – дорогостоящая и длительная процедура, требующая переучивания специалистов. Замена может быть вызвана не особенностями CALS/ИПИ, а лишь выявленной недостаточной функциональностью используемых систем.

Все программное обеспечение (ПО), применяемое в CALS/ИПИ-технологиях, можно разделить на две группы:

- ПО для создания и преобразования информации об изделиях, производственной среде и производственных процессах, применение которого не зависит от CALS/ИПИ-технологий;
- ПО, применение которого непосредственно связано с CALS/ИПИ-технологиями и требованиями соответствующих стандартов.

К первой группе относят программные продукты, традиционно применяемые на предприятиях различных отраслей промышленности и предназначенные для автоматизации различных информационных и производственных процессов и процедур. К этой группе принадлежат следующие программные системы:

- подготовки текстовой и табличной документации различного назначения (офисные системы);
- автоматизации инженерных расчетов и моделирования (САЕ-системы);
- автоматизации конструирования и изготовления рабочей конструкторской документации (САД-системы);
- автоматизации технологической подготовки производства (САМ-системы);
- автоматизации планирования производства и управления процессами изготовления изделий, запасами, производственными ресурсами, транспортом и т.д. (системы MRP/ERP);
- идентификации и аутентификации информации (средства ЭЦП).

На рынке программного обеспечения перечисленная выше группа программных продуктов представлена достаточно широко. Краткий перечень некоторых из них приведен в табл. 1.3.

Таблица 1.3

Перечень ПО первой группы

Назначение системы	Наименование программного продукта	Фирма-изготовитель (страна)
Офисные системы	MS Office	Microsoft Corp. (США)
Системы автоматизированного проектирования (CAD/CAM/CAE)	AutoCAD	Autodesk (США)
	Unigraphics	Unigraphics Solutions (UGS, США)
	CATIA	Dassault Systems (США)
	Pro/ENGINEER	Parametric Technology Corp. (США)
	SolidWorks	SolidWorks Co (США)
	SolidEdge	UGS (США)
	CADDS	Parametric Technology Corp. (США)
	CadKey	CadKey Corp. (США)
	ANSYS	ANSYS Inc. (США)
	Euclid	MatraDatavision (Франция)
	T-Flex	АО «Топ системы» (Россия)
	КОМПАС-3D	АСКОН (Россия)
	КРЕДО	НИЦ АСК (Россия)
Средства ЭЦП	«Крипто Офис»	ЛАН Крипто (Россия)
	«Верба»	МО ПНИЭИ (Россия)
	PGP	Network Associates Inc. (США)
	PrivaSeal	Aliroo Ltd. (Израиль)
Системы планирования и управления производством	SAP R/3	SAP AG (ФРГ)
	BAAN	Baan Engineering (США)
	J. D. Edwards	J. D. Edwards (США)
	Oracle Application	Oracle Corp.(США)

Ко второй группе принадлежат специализированные программные средства и системы:

- управления данными об изделии и его конфигурации (системы PDM);
- управления проектами (Project Management);
- управления потоками заданий при создании и изменении технической документации (Work Flow);
- обеспечения ИЛП изделий на постпроизводственных стадиях ЖЦ (заказ и поставка запчастей и расходных материалов, управление процессами технического обслуживания и ремонта, включая интерактивные электронные технические руководства к этим процессам и т.п.);
- функционального моделирования, анализа и реинжиниринга бизнес-процессов.

Краткий перечень имеющихся на рынке программных средств второй группы приведен в табл. 1.4.

Таблица 1.4

Перечень ПО второй группы

Назначение системы	Наименование программного продукта	Фирма-изготовитель (страна)
Системы управления данными об изделии (PDM)	PDM STEP Suite (PSS)	НИЦ «Прикладная логистика» (Россия)
	TeamCenter Engineering (iMAN)	EDS (США)
	Windchill	PTC (США)
	Matrix	MatrixOne Co (США)
	TeamCenter Enterprise (Metaphase)	EDS (США)
	Enovia	IBM Corp. (США)
	Agile	Agile Software Co (США)
	PartY	«Люция Софт» (Россия)
	Лоцман: PLM	АСКОН (Россия)
Средства управления проектами	MS Project	Microsoft Corp. (США)
	Open Plan	WTS (США)
	PrimaveraProject Planner (P3)	PrimaveraSystems Inc. (США)

Назначение системы	Наименование программного продукта	Фирма-изготовитель (страна)
Средства управления потоками заданий и документо-оборотом	CoCreate Work Manager	CoCreate Software GmbH (ФРГ)
	Staffware	Staffware Pic (Великобритания)
	Casewise	CASEwise Systems (США)
	Product Center	Workgroup Technology Corp. (США)
Средства поддержки ИЛП	Комплекс программных продуктов	LBS (Великобритания)
Средства подготовки ИЭТР	Technical Guide Builder	НИЦ «Прикладная логистика» (Россия)
Средства функционального моделирования	WorkFlow Modeller	MetaSoft Corp. (США)
	BPWin	Computer Associates (США)
	ARIS	IDS Scheer AG (ФРГ)

Основные этапы внедрения. Концепция CALS/ИПИ предполагает системное изменение и совершенствование бизнес-процессов разработки, проектирования, производства и эксплуатации изделия. Для этого используется набор разнообразных методов, в том числе анализ и реинжиниринг бизнес-процессов, бенчмаркинг, непрерывное улучшение процессов и т.д. (рис. 1.18).

Внедрению концепции CALS/ИПИ на предприятии должны предшествовать следующие мероприятия:

- анализ существующей на предприятии ситуации;
- разработка комплекса функциональных моделей бизнес-процессов, описывающих текущее состояние среды, в которой реализуется ЖЦ изделия;
- выработка и сопоставление возможных альтернативных способов совершенствования как отдельных бизнес-процессов, так и всей системы в целом.



Рис. 1.18. Этапы внедрения CALS/ИПИИ на предприятии

Внедрение CALS/ИПИИ на предприятии обычно предполагает:

- полное или частичное реформирование процессов на предприятии, включая проектирование и конструирование изделий, подготовку производства, закупки, управление производством, материально-техническое снабжение, сервисное обслуживание;
- использование современных информационных технологий;
- совместное использование данных, полученных на различных стадиях ЖЦ изделий;
- использование международных и российских стандартов в области информационных технологий в целях успешной интеграции, совместного использования информации и управления ею.

Процесс внедрения CALS/ИПИИ должен носить последовательный характер. CALS/ИПИИ-технологии следует рассматривать как набор методик и инструментов, масштаб внедрения которых определяется с учетом обстоятельств и по мере накопления опыта.

Первый этап совершенствования информационной инфраструктуры – инвентаризация всех автоматизированных систем, применяе-

мых для поддержки существующих и обеспечения разрабатываемых процессов. Анализ этих систем должен определить, на каком этапе своего ЖЦ они находятся в данный момент, какие из этих систем сохранить, а какие заменить или заново разработать.

Во многих организациях имеются информационные системы для автоматизации отдельных операций и процессов, в результате чего возникли своего рода островки автоматизации. Внедрение CALS/ИПИИ дает возможность сократить количественный рост и расползание систем островной автоматизации и усилить интеграцию между ними путем создания эффективных интерфейсов.

Обладая надежной информацией об используемых на предприятии автоматизированных системах и располагая данными о ключевых системах партнеров, заказчиков и поставщиков, можно приступить к проектированию будущей архитектуры расширенного предприятия, которое включает в себя выбор аппаратных средств, сетевой инфраструктуры и программного обеспечения, необходимого для поддержки усовершенствованных процессов и нового стиля работы.

Требования, предъявляемые к системам автоматизации, хранения и управления данными, должны вырабатываться в тесном взаимодействии с заказчиками, партнерами и основными пользователями внутри организации с акцентом на следующие моменты:

- коллективное использование данных при однократном вводе и их многократном использовании;
- эффективное управление информацией;
- стандартизация форматов данных и способов доступа к ним.

Разрабатываемая архитектура должна учитывать быстрое развитие информационных и телекоммуникационных технологий, которые характеризуются высокой степенью изменчивости, поэтому следует обеспечить максимальную гибкость архитектуры, например, путем применения открытых систем и стандартных промышленных решений (за счет отказа от сильно индивидуализированных специальных решений). Следует помнить и о необходимости регулярного анализа и пересмотра архитектуры, чтобы учесть новые разработки с максимальной эффективностью.

Проблема внедрения CALS/ИПИ-технологий в практику работы промышленных предприятий имеет организационный, технологический и кадровый аспекты.

В организационном плане необходима убежденность руководителей предприятий в целесообразности (а в ряде случаев и в неизбежности) перехода к CALS/ИПИ-технологиям, что позволит сконцентрировать усилия на разработке и реализации планов реинжиниринга предприятия с постепенным внедрением элементов CALS/ИПИ-технологий. Планы реинжиниринга должны быть направлены на создание корпоративной автоматизированной системы, интегрирующей системы автоматизации проектирования, управления и технологической подготовки производства. Особую важность вопросы создания корпоративной автоматизированной системы на базе CALS/ИПИ-технологий имеют для производственных объединений, включающих несколько предприятий.

Для планирования, управления и реализации проекта внедрения CALS/ИПИ необходимо создать специальную группу. Численность группы и требования к ее членам определяются размером компании и масштабом предполагаемого внедрения. Ключ к успешному внедрению – тщательное планирование, которое одинаково важно и в сравнительно скромной фирме, предполагающей произвести частичные изменения, и в крупной корпорации, реализующей полномасштабное внедрение CALS/ИПИ. План – важное связующее звено между стратегической концепцией реформирования и тактическими действиями по ее осуществлению.

Кадровые и организационные вопросы представляют наибольшую трудность в любой программе реформ. Совершенствование процессов и технологий должно сочетаться с разумной организацией и эффективным использованием людских ресурсов.

Анализ существующей организационной структуры должен выявить, какие из нынешних навыков и умений являются сейчас ключевыми, кто ими владеет, как они связаны с ключевыми аспектами бизнеса, к каким новым видам деятельности нужно готовить персонал при работе с партнером, субподрядчиком или заказчиком, какие новые профессиональные навыки и умения понадобятся для реализации таких новых деловых отношений.

Одновременно с расширением масштаба деятельности необходимо создавать условия для большей интеграции внутри предприятия. Для этого следует проанализировать все аспекты деятельности предприятия на протяжении ЖЦ продукции, начиная с момента зарождения концепции и кончая послепродажным ведением и поддержкой продукции, вплоть до ее утилизации.

Если на предприятии автоматизация была развита слабо, создание корпоративной автоматизированной системы нужно начинать с обследования деятельности предприятия. Перед таким обследованием формируют и в процессе его проведения уточняют цели – определение возможностей и ресурсов для повышения эффективности функционирования предприятия на основе автоматизации процессов управления, проектирования, документооборота и т.п. Содержание обследования – выявление структуры предприятия, выполняемых функций, информационных потоков, средств автоматизации и т.п. Обследование проводят системные аналитики совместно с представителями организации-заказчика.

На основе анализа результатов обследования строят функциональную модель бизнес-процессов «как есть», отражающую деятельность предприятия на данный момент. Далее разрабатывают концепцию развития, которая включает в себя предложения по изменению структуры предприятия, взаимодействию его подразделений, информационным потокам, что выражается в функциональной модели «как должно быть».

Результаты анализа конкретизируют в техническом задании на создание системы автоматизации. В нем указывают потоки входной информации, типы выходных документов и предоставляемых услуг, уровень защиты информации, требования к производительности (пропускной способности) и т. п. Техническое задание направляют заказчику для обсуждения и окончательного согласования.

Перевод документов в электронную форму – одна из первых задач внедрения CALS/ИПИ-технологий. Для создаваемого электронного архива документов нужно выбрать единые форматы представления чертежной и текстовой информации. Далее необходимы разработка проекта корпоративной вычислительной сети и способа его реализации, выбор, приобретение и установка системы PDM, обучение персонала.

Процесс внедрения CALS/ИПИ-технологий на конкретном предприятии (в отрасли или группе предприятий) должен привести к созданию единого информационного пространства (рис. 1.19).



Рис. 1.19. Методика внедрения CALS/ИПИ-технологий

Рекомендации по внедрению. Опыт применения CALS/ИПИ-технологий позволяет дать некоторые рекомендации по внедрению их на предприятии.

1. Проводить внедрение нужно постепенно, шаг за шагом, не пытаясь за один раз решить слишком много функциональных возможностей. Необходимо помнить о том, что значительного экономического эффекта можно добиться при первоочередном внедрении простых, но «привлекательных» функций, поэтому нужно сначала внедрять их, а потом переходить к более продвинутым функциям.

2. Если в информационной системе намечаются значительные изменения, следует предусмотреть в плане внедрения определенный период параллельной работы со старой системой, прежде чем полностью переключиться на новую систему. Запасную поддерживающую систему следует сохранять до тех пор, пока не появится полная уверенность в надежном функционировании новой системы.

3. Следует весьма тщательно спланировать перенос имеющейся информации в новые системы. Нужно определить, какие данные наиболее существенны и требуют первоочередного переноса, а какие данные можно переносить по мере необходимости.

4. Нужно проследить за тем, чтобы пользователи новых систем своевременно прошли соответствующую подготовку и в тот момент, когда они начнут работать с новой системой, у них имелась бы необходимая помощь и поддержка.

5. Следует применять в некоторых случаях пилотные проекты, чтобы в деталях проработать использование новых систем и набраться практического опыта, необходимого для разработки рабочих инструкций, руководств и т.д.

Контрольные вопросы

1. Что такое жизненный цикл изделия? Перечислите основные этапы жизненного цикла.

2. Что такое ИПИ-технологии? Чем ИПИ-технологии отличаются от информационных технологий в традиционном понимании?

3. Укажите наиболее типичные бизнес-процессы машиностроительного предприятия.

4. Какова цель реинжиниринга бизнес-процессов машиностроительного предприятия? Опишите основные инструменты реинжиниринга.

5. В чем заключается интеграция данных об изделии? Укажите виды и способы интеграции.

6. Что такое полное электронное определение изделия и какова его роль в информационной поддержке изделий? В чем отличие ПЭОИ от традиционных моделей изделия?

7. Что такое электронный документооборот? Опишите его связь с рабочими потоками.

8. Укажите основные этапы внедрения ИПИ-технологий на машиностроительном предприятии.

2. ТЕХНОЛОГИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЯ

2.1. Управление разработкой изделий

Понятие о проектном управлении. Жизненный цикл проекта. Участники проекта. Базовые концепции, процессы и процедуры проектного управления

Понятие о проектном управлении. Под проектом в широком смысле понимают любой замысел, направленный на достижение некоторой цели. В современной практике проектом принято называть совокупность действий, направленных на достижение поставленной производственной или коммерческой цели и связанных с использованием и расходом ресурсов различного типа. Пример проекта – выполнение контракта на поставку изделия, предполагающего решение целого ряда задач. Другим примером проекта может служить решение отдельной сложной задачи, такой как разработка комплекта документации или ввод изделия в эксплуатацию. Технология управления проектами не зависит от содержания проектов, что позволяет рассматривать ее как базовую технологию.

Термин Project Management – управление проектом – включает в себя класс управленческих задач, связанных с планированием, организацией и управлением действиями, которые направлены на достижение поставленных целей при заданных ограничениях на использование ресурсов.

Типовые задачи Project Management:

- разработка планов выполнения проекта, в том числе разработка структурной декомпозиции работ проекта и сетевых графиков;
- расчет и оптимизация календарных планов с учетом ограничений на ресурсы;
- разработка графиков потребности проекта в ресурсах;
- отслеживание хода выполнения работ и сравнение текущего состояния с исходным планом;
- формирование управленческих решений, связанных с воздействием на процесс или корректировкой планов;

- формирование различных отчетных документов.

Действия, приводящие к выполнению проекта, потребность в которых выявляется в ходе его планирования, могут представлять собой типовые бизнес-процессы (закупка комплектующих, разработка документации, производство и т.д.). Такие бизнес-процессы часто выполняют по заранее определенным формальным схемам (моделям).

Перечислим ряд характеристик, которые отличают проект от иных видов деятельности.

1. *Временность проекта.* У любого проекта есть четкое начало и четкое завершение. Завершение наступает, когда достигнуты цели проекта, или осознано, что цели проекта не будут или не могут быть достигнуты, или исчезла необходимость в проекте. Проекты не являются постоянно продолжающейся деятельностью. Однако эпитет «временный» не относится к создаваемому в ходе проекта продукту, услуге или результату. Большинство проектов предпринимается для достижения устойчивого, длительного результата.

2. *Уникальные продукты, услуги или результаты.* Итог проекта – уникальные результаты поставки, представляющие собой продукты, услуги или результаты. Результатами проекта могут быть:

- продукт и производимое изделие, которое можно измерить и которое может быть как конечным звеном производственной цепи, так и элементом;
- способность предоставить услуги, такие как практические функции, способствующие производству или дистрибуции;
- последствия или документы. Например, исследовательский проект получает данные, которые можно использовать для определения тенденции или пользы нового процесса для общества.

Уникальность – важная характеристика результатов поставки проекта. Наличие повторяющихся элементов не нарушает принципиальной уникальности каждого проекта.

3. *Последовательная разработка.* Означает развитие по этапам и протекание по шагам. Например, содержание проекта формулируется в общих чертах на ранних стадиях проекта и впоследствии детализируется и конкретизируется по мере того, как команда проекта разрабатывает более ясное и полное представление о целях проекта и результатах поставки.

Последовательную разработку спецификаций проекта необходимо тщательно согласовывать с правильным определением содержания проекта, особенно в случае выполнения проекта по контракту. Если содержание проекта (т.е. состав работ, которые необходимо выполнить) определено правильно, то оно должно контролироваться по мере постепенного уточнения спецификаций продукта и проекта.

Управление проектами – это приложение знаний, навыков, инструментов и методов к операциям проекта для удовлетворения требований, предъявляемых к проекту. Управление проектами осуществляется с помощью применения и интеграции процессов управления проектами: инициации, планирования, исполнения, мониторинга и управления, завершения. Менеджер проекта – это лицо, ответственное за достижение целей проекта. В управление проектом входит:

- определение требований;
- установка четких и достижимых целей;
- уравнивание противоречащих требований по качеству, содержанию, времени и стоимости;
- коррекция характеристик, планов и подхода в соответствии с мнением и ожиданиями различных участников проекта.

Важно отметить, что многие процессы в управлении проектами итеративные из-за необходимости последовательной разработки на разных стадиях жизненного цикла проекта. Иными словами, по мере того как команда управления проектом накапливает знания о проекте, она может переходить к более детальному уровню управления.

Термин «управление проектами» иногда используется для описания организационного или управленческого подхода к управлению проектами и текущими операциями, которые можно приравнять к проектам. Этот подход именуется «управление через проекты». Если в организации принят такой подход, то выполняемые в ней операции определяются как проекты. В последние годы управление проектами используется все шире и охватывает все большее число операций и новые области приложения. Все больше организаций переходят на способ «управление через проекты». Однако это не значит, что вся операционная деятельность может или должна подразделяться на проекты. Принятие подхода «управление через проекты» предполагает также введение организационной культуры управления проектами.

Жизненный цикл проекта. Менеджеры проекта могут разделить его на фазы, чтобы обеспечить более качественное управление с соответствующими отсылками на текущие операции исполняющей организации. Совокупность этих фаз составляет *жизненный цикл проекта*. Многие организации во всех своих проектах используют определенный набор жизненных циклов.

Жизненный цикл проекта определяет фазы, которые связывают начало проекта с его завершением. Например, когда организация обнаруживает благоприятную возможность, которую она хотела бы использовать, она часто авторизует анализ осуществимости, чтобы решить, следует ли браться за выполнение проекта. Определение жизненного цикла проекта может помочь менеджеру проекта решить, следует ли считать анализ осуществимости первой фазой проекта или выделить его в отдельный проект. Когда результат этого предварительного анализа не очевиден, лучше выделять его в отдельный проект.

Переход из одной фазы в другую в пределах жизненного цикла проекта обычно подразумевает некую форму технической передачи или сдачи результатов. Результаты поставки одной фазы обычно проверяются на предмет завершенности и точности и проходят процедуру одобрения, прежде чем начнутся работы следующей фазы. Однако иногда фаза может начаться до одобрения результатов поставки предшествующей фазы, когда сопутствующий этому риск рассматривается как приемлемый. Такая практика наложения фаз, обычно выполняемых последовательно, – пример применения метода сжатия расписания, который называется «быстрый проход».

Не существует одного наилучшего способа определения идеального жизненного цикла проекта. У некоторых организаций есть принятые принципы, согласно которым для всех проектов предполагается одинаковый жизненный цикл, в то время как другие организации позволяют команде управления проектом выбирать жизненный цикл, наиболее подходящий для своего проекта. Общеотраслевые принципы часто обуславливают использование предпочтительного жизненного цикла в этой отрасли.

Жизненный цикл проекта обычно определяет следующее.

- Какие технические работы должны быть проведены в каждой фазе (например, в какой фазе должно быть проведено проектирование)?

- В какой момент каждой фазы должны быть получены результаты поставки и как проходят проверка и подтверждение каждого результата поставки?

- Кто участвует в каждой фазе (например, одновременно проводимые инженерные работы требуют, чтобы те, кто их выполняют, участвовали в определении требований и проектировании)?

- Как контролировать и подтверждать каждую фазу?

Описания жизненных циклов проектов могут быть как весьма обобщенными, так и в высшей степени подробными. Очень подробные описания жизненных циклов проектов могут включать формы, диаграммы и контрольные списки в целях структурирования и управления.

Многие жизненные циклы проектов имеют ряд общих характеристик.

- Фазы обычно идут последовательно и ограничиваются передачей технической информации или сдачей технического элемента.

- Уровень затрат и численность задействованного персонала невелики в начале, увеличиваются по ходу выполнения проекта и быстро падают на завершающем этапе проекта.

- Уровень неуверенности и, следовательно, риск недостижения целей наиболее велики в начале проекта. Уверенность в завершении проекта, как правило, увеличивается по ходу выполнения проекта.

- Возможности участников проекта повлиять на конечные характеристики продукта проекта и окончательную стоимость проекта максимальны в начале проекта и уменьшаются по ходу выполнения проекта. Главная причина этого состоит в том, что стоимость внесения изменений в проект и исправления ошибок в общем случае возрастает по ходу выполнения проекта.

Фаза проекта характеризуется завершением и одобрением одного или нескольких результатов поставки. Результат поставки – это измеримый, проверяемый продукт работы, например спецификация, отчет по анализу осуществимости, детальный план или опытный образец. Создание одних результатов поставки определяется процессом управления проектом, а другие могут быть конечными продуктами или элементами конечных продуктов, ради которых создавался проект. Результаты поставки, а значит, и фазы – часть общего последовательного процесса, предназначенного для обеспечения необходимого кон-

троля над проектом и получения нужного продукта или услуги, которые являются целью проекта.

В каждом конкретном проекте фазы могут разбиваться на подфазы из соображений размера, сложности, уровня риска и ограничений на порядок финансирования. Для удобства мониторинга и контроля сроки каждой подфазы согласуются с получением одного или нескольких результатов поставки. Большинство результатов поставки соотносится с основным результатом поставки данной фазы, и фазы обычно называют по соответствующим результатам поставки: требования, проектирование, строительство, тестирование, ввод в эксплуатацию, эксплуатация и др.

Фаза проекта обычно завершается изучением проделанной работы и результатов поставки, чтобы определить, насколько они приемлемы, и решить, необходимы ли еще дополнительные работы или фазу можно считать закрытой. Часто еще до завершения текущей фазы руководство проводит анализ для принятия решения о начале операций следующей фазы, например менеджер проекта выбирает метод быстрого прохода. Другой пример: компания, занимающаяся информационными технологиями, выбирает итеративный жизненный цикл, при котором одновременно проводятся несколько фаз проекта. Требования для одного модуля можно составить и проанализировать еще до того, как модуль спроектирован и собран. Пока проводится анализ этого модуля, можно начинать параллельно составлять требования для другого модуля.

Точно так же фаза может быть закрыта без принятия решения о начале другой фазы, например, если проект был завершен или риск был оценен как слишком большой, чтобы продолжать проект.

Формальное завершение фазы не включает в себя авторизацию последующей фазы. Для обеспечения эффективного контроля в каждой фазе имеется своя группа процессов инициации, на выходе которой получается специфичный для данной фазы выход. Он определяет, что для данной фазы полагается и что от нее ожидается, как это показано на рис. 2.1. Анализ в конце фазы может проводиться с явным намерением получения авторизации на закрытие текущей фазы и инициации последующей. Иногда обе авторизации можно получить в результате одного анализа.



Рис. 2.1. Обычная последовательность фаз в жизненном цикле проекта

Многие проекты связаны с текущей деятельностью исполняющей организации. Некоторые организации формально одобряют проекты только после проведения анализа осуществимости, создания предварительного плана или выполнения какой-либо другой формы анализа. В этих случаях предварительное планирование или анализ проводятся в виде отдельного проекта. Например, дополнительные фазы могут появиться в результате разработки и испытаний прототипа до того, как проект по разработке окончательного продукта будет инициирован. Некоторые типы проектов, в особенности внутренние услуги или разработка нового продукта, могут инициироваться неформально на ограниченный период времени, чтобы обеспечить формальное одобрение дополнительных фаз или операций.

В определении жизненного цикла проекта также указывается, какие переходные операции при завершении проекта включаются в него, чтобы связать проект с текущими операциями исполняющей организации. Примерами могут служить новый продукт, подготовленный для производства, или новые программные продукты, передаваемые специалистам по маркетингу. Следует различать жизненный цикл проекта и жизненный цикл продукта. Например, проект, предпринимаемый с целью выпуска на рынок нового персонального компьютера, является лишь одним из аспектов жизненного цикла продукта.

На рис. 2.2 показан жизненный цикл продукта. Жизненный цикл проекта состоит из серии фаз создания продукта. Дополнительные

проекты могут заключаться в повышении производительности продукта. В некоторых областях приложения, например в разработке новых продуктов или программного обеспечения, организации считают жизненный цикл проекта частью жизненного цикла продукта.

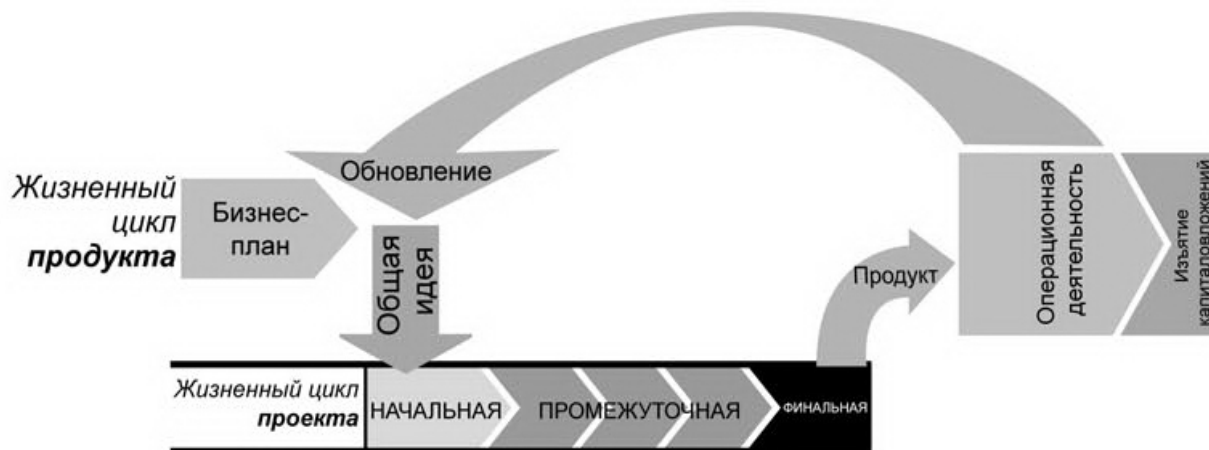


Рис. 2.2. Отношения между жизненными циклами проекта и продукта

Участники проекта. Участники проекта – это лица или организации, либо активно участвующие в проекте, либо на интересы которых могут повлиять результаты исполнения или завершения проекта. Участники также могут влиять на цели и результаты проекта. Команда управления проектом должна выявить участников проекта, определить их требования и ожидания и, насколько это возможно, управлять их влиянием в отношении требований, чтобы обеспечить успешное завершение проекта. На рис. 2.3 показаны отношения между участниками проекта и командой проекта.



Рис. 2.3. Отношения между участниками проекта

Участники проекта имеют различные уровни ответственности и полномочий при участии в проекте, причем ответственность и полномочия могут меняться на разных этапах жизненного цикла проекта. Их ответственность и полномочия варьируются от случайного участия в обзорах и фокус-группах до полного обеспечения нужд проекта, в том числе финансовой и политической поддержки. Участники проекта, игнорирующие свои обязательства, могут вызвать непоправимые последствия для целей проекта. Аналогично менеджерам проекта, игнорирующим участников проекта, следует ожидать тяжелых последствий для результатов проекта.

Участники могут оказывать положительное или отрицательное влияние на проект. Положительно влияющие участники – это обычно те, кому выгодно успешное завершение проекта, тогда как отрицательно влияющим участникам оно представляется нежелательным. В интересах положительно влияющих участников помочь осуществлению проекта, например, в получении необходимых разрешений. Действия отрицательно влияющих участников могут заключаться в препятствовании осуществлению проекта путем требования более тщательных экспертиз. Команда проекта часто не обращает внимания на отрицательно влияющих участников, тем самым рискуя провалить проект.

К ключевым участникам любого проекта относят:

- *менеджера проекта* – лицо, ответственное за управление проектом;
- *заказчика/пользователя* – лицо или организация, которые будут использовать продукт проекта. Может существовать множество уровней заказчиков. В некоторых областях приложения заказчик и пользователь совпадают, в то время как в других под потребителем подразумевается юридическое лицо, получающее продукты проекта, а под пользователями – те, кто будет непосредственно использовать продукт проекта;
- *исполняющую организацию* – предприятие, чьи сотрудники непосредственно участвуют в исполнении проекта;
- *членов команды проекта* – группа, которая выполняет работы по проекту;

- *команду управления проектом* – члены команды проекта, непосредственно занятые в управлении его операциями;
- *спонсора* – лицо (группа лиц), предоставляющее финансовые ресурсы – деньгами или в натуральном выражении – для проекта;
- *источники влияния* – лица или группы, которые напрямую не связаны с получением или использованием продукта проекта, но которые в связи с их положением в организации-заказчике или исполняющей организации могут положительно или отрицательно повлиять на ход выполнения проекта;
- *офис управления проектом (РМО)* – когда в исполняющей организации имеется этот офис, он может быть участником проекта, если несет прямую или непрямую ответственность за результаты проекта.

Помимо вышеперечисленных ключевых участников проекта существует множество различных наименований и категорий участников проекта, в том числе внутренние и внешние, владельцы и инвесторы, продавцы и подрядчики, члены команд и их семьи, правительственные учреждения и средства массовой информации, отдельные граждане, временные или постоянные лоббистские организации и общество в целом. Перечисление или классификация участников – это главным образом способ выявить тех лиц и те организации, которые рассматривают себя в качестве участников проекта. Роли и ответственности участников могут перекрываться, например, в том случае, когда проектная организация обеспечивает финансирование завода, который сама же и проектирует.

Базовые концепции, процессы и процедуры проектного управления. Управление проектами – это приложение знаний, навыков, инструментов и методов к операциям проекта для удовлетворения требований, предъявляемых к проекту. Управление проектом осуществляется с помощью процессов с использованием специальных знаний, навыков, инструментов и методов по управлению проектами, которые получают входы и создают выходы процессов.

Для успешного завершения проекта команда проекта должна:

- выбрать из групп процессов управления проектом (также называемых «группы процессов») подходящие процессы, необходимые для достижения целей проекта;

- использовать определенный подход для согласования планов и спецификаций продукта с требованиями к продукту и проекту;
- исполнять требования, чтобы соответствовать нуждам, желаниям и ожиданиям участников проекта;
- уравнивать противоречивые требования по объему, времени, стоимости, качеству, ресурсам и рискам, чтобы произвести качественный продукт.

Управление проектом представляет собой открытую динамическую систему, которая состоит из связанных между собой работ, взаимодействует с окружающей средой, получая от нее необходимые ресурсы и предоставляя ей полученные результаты, а также находится под воздействием различных факторов риска. Таким образом, можно выделить четыре базовых элемента управления любым проектом: работы, ресурсы, результаты, риски.

Эти базовые элементы можно назвать основными объектами управления проектом.

Работы – это трудовые процессы, направленные на достижение результатов и требующие необходимых затрат времени и ресурсов. К работам следует относить деятельность по созданию материальных объектов (производственные работы), интеллектуально-информационной продукции (научно-исследовательские работы), деятельность по выработке и передаче управляющих воздействий и обратной связи (решения и отчеты), деятельность по перемещению материальных объектов, например ресурсов (поставки).

Под *ресурсами* следует понимать совокупность объектов, необходимых для выполнения работ. Существуют три основные группы ресурсов, используемых в управлении проектом:

- *человеческие ресурсы* – субъекты деятельности, объединенные в системы взаимодействия друг с другом и другими ресурсами. По отношению друг к другу человеческие ресурсы могут являться и объектами деятельности. С экономической точки зрения человеческие ресурсы переносят свою стоимость на результаты труда постепенно, создавая при этом добавленную стоимость. К человеческим ресурсам относят руководителей и работников;

- *материальные ресурсы* – средства и предметы деятельности, используемые для выполнения работ. Средства деятельности переносят свою стоимость на результаты постепенно в ходе выполнения ра-

бот. Предметы деятельности полностью переносят свою стоимость на результаты работ, как правило, изменяя свою натуральную форму и материально присутствуя в результатах работ. К средствам деятельности относят машины и механизмы (активные средства), здания и сооружения (пассивные средства). К предметам деятельности относят материалы и комплектующие;

- *информационные ресурсы* – управляющие воздействия, направляемые субъектами деятельности на объекты деятельности, определяющие цели и результаты работ. Информационные ресурсы выступают одновременно и как средства, и как предметы управленческой деятельности. К информационным ресурсам следует отнести проектные решения, модели, управляющие команды (приказы, распоряжения, задания), отчетную документацию и пр.

Результаты – это продукты деятельности (работ), воплощающие в себе ранее поставленные цели. Результаты могут быть материальными (продукция, изделия) и нематериальными (информационные – документы, социальный эффект); прямыми и косвенными; промежуточными и окончательными.

Кроме того, окружающая среда, так же как и внутренняя, – источник различного рода возмущений, прямым или косвенным образом воздействующих на проект в целом и на его отдельные составляющие. Потенциальные последствия этих возмущений можно обобщенно определить как *риски*. Этот базовый элемент управления проектом по большому счету не является объектом управления. Но термин «управление рисками» используется, хотя его не следует понимать буквально. Управление рисками нужно рассматривать как деятельность по управлению взаимодействием проекта и факторов риска, имеющую своей целью минимизировать отклонения от ранее принятых решений. В силу этого риски, определяемые как совокупность вероятностных взаимодействий проекта с независимыми факторами окружающей и внутренней среды, можно обозначить как базовый элемент управления проектом.

Все четыре базовых элемента управления проектом находятся во взаимодействии друг с другом. Ресурсы используются при выполнении работ, в ходе выполнения работ создаются результаты, в результатах содержатся материальные и экономические субстраты ресурсов.

Риски воздействуют на ресурсы, на работы, на результаты. Проект воздействует на окружающую среду и на риски.

В целом менеджерам проекта и их командам рекомендуется тщательно изучать каждый процесс и соответствующие входы и выходы. Процесс – это ряд взаимосвязанных действий и операций, выполняемых для достижения заранее определенных продуктов, результатов или услуг. Процессы управления проектом выполняются командой проекта и обычно бывают двух типов.

- Процессы управления проектом, общие для большинства проектов, связаны между собой тем, что они нацелены на выполнение общей задачи. Такой задачей может быть инициация, планирование, исполнение, мониторинг и управление, а затем и закрытие проекта. Эти процессы взаимодействуют между собой сложным образом, который нельзя полностью объяснить в документе или с помощью рисунков.

- Процессы, ориентированные на продукт, определяют и создают продукт проекта. Они обычно характеризуются через жизненный цикл проекта и меняются в зависимости от области приложения.

Управление проектом – это интегративное действие. Интеграция управления проектом требует, чтобы все процессы проектов и продуктов были должным образом выстроены и связаны с другими процессами для облегчения их координации. При взаимодействии между процессами часто необходимо согласование требований и целей проекта. В рамках большого и сложного проекта могут быть процессы, которые надо повторять несколько раз, чтобы определить и выполнить требования участников проекта и достичь согласия относительно результата процессов. Непринятие мер в течение одного процесса обычно влияет на этот процесс и другие связанные с ним процессы. Например, изменение содержания почти всегда влияет на стоимость проекта, но может как повлиять, так и не повлиять на дух команды или качество продукта. Какие именно компромиссы будут приняты, зависит от конкретного проекта и особенностей организации. Успешное управление проектом предполагает активное управление этими взаимодействиями с целью успешного выполнения требований спонсоров, заказчиков или других участников проекта.

Исходная идея для взаимодействия между процессами управления проектом – цикл «планирование – исполнение – проверка – воздейст-

вие». Из рис. 2.4 видно, что этот цикл связан результатами: результат одной части цикла становится входом другой части.



Рис. 2.4. Цикл «планирование – исполнение – проверка – воздействие»

Интеграционная природа групп процессов является более сложной, чем базовый цикл (рис. 2.5). Однако доработанный цикл может применяться для описания взаимоотношений в группах процессов и между ними. Кроме того, поскольку управление проектом – это конечное действие, группа процессов инициации начинает эти циклы, а группа завершающих процессов закрывает их. Интеграционная природа управления проектами требует, чтобы группа процессов мониторинга и управления взаимодействовала с каждым аспектом других групп процессов.



Рис. 2.5. Интеграционная природа управления проектами

Диаграмма взаимодействия процессов (рис. 2.6) дает общее представление об основных зависимостях и взаимодействиях между группами процессов. Отдельные процессы могут определять и ограничивать использование входов для получения выходов данной группы процессов. Группа процессов включает в себя составные процессы управления проектами, которые связаны соответствующими входами и выходами, т.е. результат одного процесса становится входом другого. Например, группа процессов мониторинга и управления не только наблюдает за работами, производимыми во время группы процессов, и управляет ими, но также наблюдает и управляет всеми действиями по проекту. Группа процессов мониторинга и управления должна также обеспечивать обратную связь для применения корректирующих или предупреждающих действий, чтобы проект не выходил за рамки плана управления проектом или план управления проектом должным образом изменялся. Также вероятны многие другие взаимодействия между группами процессов.

Пять групп процессов таковы.

- *Группа процессов инициации.* Определяет и авторизует проект или фазу проекта.
- *Группа процессов планирования.* Определяет и уточняет цели и планирует действия, необходимые для достижения целей и содержания, ради которых был предпринят проект.
- *Группа процессов исполнения.* Объединяет человеческие и другие ресурсы для выполнения плана управления проектом.
- *Группа процессов мониторинга и управления.* Регулярно оценивает прогресс проекта и осуществляет мониторинг, чтобы обнаружить отклонения от плана управления проектом и в случае необходимости провести корректирующие действия для достижения целей проекта.
- *Группа завершающих процессов.* Формализует приемку продукта, услуги или результата и подводит проект или фазу проекта к правильному завершению.



Рис. 2.6. Общий обзор взаимодействий между группами процессов

2.2. Управление данными об изделии

Виды информации об изделии. Задачи и функции PDM-системы. Базовые концепции управления данными об изделии. Управление документами, управление изменениями. Интеграция с САПР

Виды информации об изделии. Информацию, циркулирующую в системе информационной поддержки ЖЦ изделия, можно условно разделить на три класса:

- данные о продукции (изделии);
- данные о выполняемых процессах;
- данные о ресурсах, требуемых для выполнения процессов.

Данные об изделии составляют основной объем информации в ИИС. На разных стадиях ЖЦ требуются различные подмножества из всей совокупности данных об изделии, отличающиеся составом и объемом информации. В целом информация об изделии включает в себя:

- данные о составе и структуре изделия, используемых материалах и комплектующих изделиях с указанием возможных альтернатив и их взаимозаменяемости;
- данные, определяющие состав возможных конфигураций изделия в зависимости от внешних требований и условий, а также данные об отличиях конкретных экземпляров (партий) изделий;
- данные о технических, физических и других характеристиках изделия;
- классификационные и идентификационные данные об изделии и его компонентах, в том числе его наименование, обозначение, классификационные коды, данные о поставщиках, сведения, касающиеся степени конфиденциальности информации об изделии и его компонентах;
- геометрические данные, представленные в форме объемных геометрических моделей изделия, сборочных единиц и отдельных деталей, электронных (векторных) и сканированных бумажных (растровых) чертежей;
- сведения об имеющихся версиях структуры изделия, документов, моделей и чертежей и их статусе;
- данные о разработчиках;

- указания и требования, касающиеся финишной обработки и качества поверхностей готового изделия;
- данные о качестве изделий;
- данные об эксплуатации изделия.

Приведенный перечень информационных сведений об изделии в некоторых случаях может быть расширен.

Под технологией управления данными понимают комплекс методов, понятий (объектов), информационных моделей, правил использования, интерфейсов доступа к данным, необходимых и достаточных для работы с заданным классом данных при решении различных задач на всех этапах ЖЦ изделия. Модели данных (или их части) могут быть представлены с использованием различных технологий (ISO 10303-11 Express, ISO 8879 SGML и т.д.). При этом они должны быть логически взаимоувязанными. При преобразовании данных из одной формы в другую объекты информационных моделей должны интерпретироваться однозначно. Один из вариантов такой технологии изложен в стандарте ISO 18876.

В настоящее время наиболее эффективный способ информационной интеграции – применение PDM-технологий, обеспечивающих управление всеми данными об изделии и информационными процессами ЖЦ изделия.

Задачи и функции PDM-системы. Основная задача PDM-технологии состоит в том, чтобы сделать информационные процессы максимально прозрачными и управляемыми. Основным методом, применяемым для этого, – повышение доступности данных для всех участников ЖЦ изделия, что требует интеграции всех данных об изделии в логически единую информационную модель.

Использование PDM-технологии обеспечивает повышение эффективности управления информацией за счет ускорения обмена и доступности данных об изделии, требующихся для информационных процессов ЖЦ изделий. Управление информационными процессами ЖЦ изделий представляет собой поддержку различных процедур, создающих и использующих данные об изделии (например процедуры изменения изделия), т.е. фактически поддержку электронного документооборота, например конструкторского документооборота. Данные об изделии состоят из идентификационных

данных (например данных о конфигурации изделия) и данных или документов, которые используются для описания изделия или процессов его проектирования, производства или эксплуатации (при этом все данные обязательно должны быть представлены в электронном виде).

При организации совместной работы различных служб предприятия, использующих разные системы автоматизации, встает вопрос об их информационной совместимости. Для его решения PDM-технологии должны поддерживать нейтральную модель данных, пригодную для представления разнообразных данных об изделии. В качестве такой модели в настоящее время выступает международный CALS-стандарт ISO 10303 STEP (ГОСТ Р ИСО 10303). Стандарт регламентирует логическую структуру БД, номенклатуру информационных объектов, хранимых в БД, их атрибуты и связи. Стандарт предусматривает способы взаимодействия с базой данных: с помощью текстового обменного файла STEP (ISO 10303-21) и через интерфейс SDAI (ISO 10303-22). Работу с текстовым обменным файлом STEP поддерживает большинство современных CAD/CAM-систем.

PDM-технологии могут использоваться в следующих случаях. Во-первых, они являются основой при построении единого информационного пространства для всех участников ЖЦ изделия. Во-вторых, с их помощью можно автоматизировать управление конфигурацией промышленных изделий. В-третьих, возможности PDM-технологий отслеживать и моделировать выполняемые процессы делают их средством поддержки проведения анализа при реструктуризации бизнеса, а способность PDM-технологий задавать рабочие процедуры и контролировать их выполнение в автоматизированном режиме особенно ценна при построении и сертификации системы качества. Наконец, в-четвертых, появляется возможность создания с помощью PDM-технологий электронного хранилища чертежей и иной технической документации.

PDM-система должна обеспечивать идентификацию продукции на всех стадиях ее ЖЦ, что может быть реализовано через имеющиеся в ее распоряжении средства управления конфигурацией.

PDM-система контролирует все связанные с изделием информационные процессы (в первую очередь проектирование изделия) и всю информацию об изделии, включая состав и структуру изделия, геометрические данные, чертежи, планы проектирования и производства, нормативные документы, программы для станков с ЧПУ, результаты анализа, корреспонденцию, данные о партиях изделия и отдельных экземплярах изделия и многие другие данные.

Для PDM-систем можно выделить две основные области применения:

- PDM-система как рабочая среда пользователя;
- PDM-система как средство интеграции данных на протяжении всего ЖЦ изделия.

PDM-система должна выступать в качестве рабочей среды любого сотрудника предприятия, который в процессе своей работы постоянно в ней находится. Она обеспечивает абсолютно все его потребности, начиная от просмотра спецификации узла и кончая изменением твердотельной модели детали или утверждением измененной детали руководством.

Пользователями PDM-системы выступают все сотрудники предприятий – участники ЖЦ изделия (конструкторы, технологи, работники технического архива), а также персонал других предметных областей (сбыт, маркетинг, снабжение, финансы, сервис, эксплуатация и т.п.). Главная задача PDM-системы как рабочей среды пользователя – предоставление соответствующему сотруднику нужной ему информации в нужное время и в удобной форме (в соответствии с правами доступа).

При необходимости PDM-система может подключаться к другим системам для обработки данных (например САПР), самостоятельно определяя, какое именно внешнее приложение необходимо запустить для обработки той или иной информации.

Наряду с созданием рабочей среды сотрудников предприятия другая важная область применения PDM-системы – интеграция данных об изделии на протяжении всего производственного цикла.

При создании ЕИП для всех участников ЖЦ изделия PDM-система выступает в качестве средства интеграции всего множества используемых прикладных компьютерных систем (САПР, АСУП и т. п.) путем аккумуляирования поступающих от них дан-

ных в логически единую модель на основе стандартных интерфейсов взаимодействия (рис. 2.7).

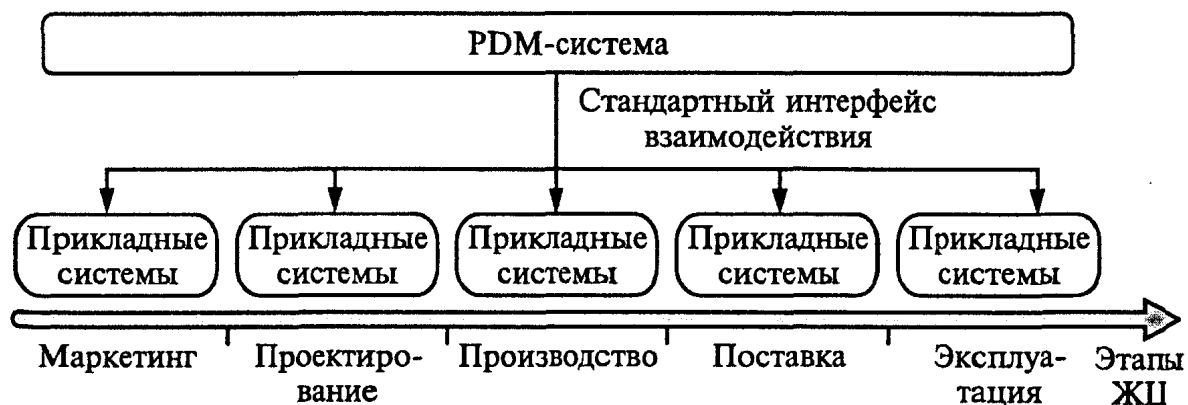


Рис. 2.7. Создание ЕИП на основе PDM-системы

Фактически на предприятии существуют два центра интеграции данных: АСУП и PDM-система. АСУП (или ERP-система) интегрирует данные о ресурсах предприятия, необходимых для его функционирования, в то время как PDM-система интегрирует данные о его деятельности. Кроме того, существуют прикладные компьютерные системы, основная задача которых – создание и обработка данных об изделии. Таким образом, можно выделить два направления интеграции данных на предприятии: вертикальное (т.е. интеграция PDM-системы и прикладных систем) и горизонтальное (т.е. интеграция PDM-системы и АСУП).

Вертикальная интеграция предполагает, что данные об изделии, созданные прикладными системами, передаются на хранение в PDM-систему, а при необходимости их обработки или изменения отправляются обратно в прикладные системы, после чего вновь возвращаются в PDM-систему. При этом PDM-система обеспечивает контроль целостности, полноты и актуальности данных об изделии.

Горизонтальная интеграция предполагает интеграцию PDM-системы и АСУП. Задача такой интеграции – создание и поддержка полной информационной модели предприятия, включающей в себя как данные о продукции предприятия, так и данные о его ресурсах. Одно из основных преимуществ такой модели – исключение повторного ввода данных при переходе изделия с этапа разработки (который контролируется в основном PDM-системой) на этап производства (который контролируется в основном АСУП). Примером данных, передаваемых из PDM-системы в АСУП, может служить состав изделия. Важный компонент такой «бесшовной» интеграции на предпри-

ятии – поддержка PDM-системой произвольного набора характеристик объектов, что позволяет интегрировать PDM-систему практически с любой другой компьютерной системой, используемой на предприятии. При этом другая система получает именно те данные, которые необходимы ей для выполнения своих функций. Например, данные о необходимом для производства изделия количестве материала или типе станков создаются на этапе проектирования изделия и представляются в виде некоторого набора характеристик, который, будучи переданным в АСУП, может быть автоматически использован при закупках сырья или планировании производства.

Все функции полноценной PDM-системы можно разделить на шесть групп.

1. *Управление хранением данных и документов.* Все данные и документы в PDM-системе хранятся в специальной подсистеме (хранилище данных), которая обеспечивает их целостность, организует доступ к ним в соответствии с правами доступа и позволяет осуществлять поиск данных разными способами. При этом документы, хранящиеся в системе, являются электронными документами.

В PDM-системе применяют два основных способа хранения данных: либо в виде объектов, обладающих определенным набором значений свойств (например объектом может быть деталь, а его свойствами – длина, ширина, высота и т.п.), либо как целостные документы, содержащие необходимые данные (например файл САПР). В то же время документ в системе является объектом, имеющим определенные свойства. Хранение всех объектов и документов может быть организовано посредством каталогов или папок аналогично файловой системе компьютера. При этом документы могут храниться как самостоятельно, так и быть привязанными к другому объекту системы (например к детали). В идеальном варианте в PDM-системе они являются электронными, т.е. снабжены электронной подписью и имеют юридическую силу.

Основной принцип PDM – однократность хранения данных (без логической избыточности) в защищенной системе, называемой хранилищем данных. Копии эталонных данных из хранилища могут свободно распространяться среди пользователей в различных отделах для разработки, анализа или утверждения. По окончании этих процессов новые сведения заносятся в хранилище. При изменении данных их очередная редакция, сопровождаемая подписью и датой, помещается в хранилище и существует наряду со старой, которая в любом случае остается там в

своей первоначальной форме. Хранилище данных должно обеспечивать авторизацию доступа, поиск информации, целостность данных, также архивирование, резервное копирование и восстановление данных.

Целостность данных в хранилище обеспечивается за счет отображения в электронной модели изделия фактической взаимосвязи между какими-либо данными. Так, при наличии твердотельной модели детали или сборки значительная часть остальной информации (результаты анализа, технология производства, модель оснастки и т.п.) создается на ее основе и связана с исходной моделью. В этом случае существует возможность связать между собой хранящуюся в системе «мастер-геометрию» (т.е. эталонную твердотельную модель) с ее свойствами. Причем при изменении эталонной модели происходит автоматическое обновление ее свойств: результатов анализа, технологии производства, модели оснастки и так далее, а если это по каким-либо причинам невозможно, то происходит оповещение соответствующих сотрудников о необходимости приведения свойств модели в соответствие с изменениями.

Для того чтобы управлять доступом к данным в хранилище, PDM-система должна осуществлять авторизацию. Помимо процедур идентификации и аутентификации пользователя, входящего в систему, существуют два других способа авторизации: по правам пользователей и по статусу данных. В первом случае каждому пользователю в зависимости от его статуса в организации (главный конструктор, технолог, нормоконтролер) присваиваются определенные права, позволяющие выполнение определенных операций над данными (просмотр, изменение, утверждение и т.п.). Кроме того, могут быть созданы группы пользователей, и права присваиваются целой группе. Во втором случае любым данным в хранилище придается некий статус, определяющий набор операций, которые можно над этими данными выполнить (например только просмотр), а также пользователей, производящих такие операции. Обычно в PDM-системах применяют комбинацию двух указанных способов авторизации.

2. Управление процессами. PDM-система выступает в качестве рабочей среды пользователей и отслеживает все их действия, в том числе следит за версиями создаваемых ими данных. Кроме того, PDM-система управляет потоком работ (например в процессе проектирования изделия) и занимается протоколированием действий пользователей и изменений данных.

3. *Управление составом изделия.* PDM-система содержит информацию о составе изделия, его исполнениях и конфигурациях. Важная особенность – наличие нескольких представлений состава изделия для различных предметных областей (конструкторский состав, технологический состав, маркетинговый состав и т.д.), а также управление применяемостью компонентов изделия.

4. *Классификация.* PDM-система позволяет производить распределение изделий и документов в соответствии с различными классификаторами. Это может быть использовано при автоматизации поиска изделий с нужными характеристиками с целью их повторного использования или для автоматизации присваивания обозначений компонентов изделия.

5. *Календарное планирование.* Функции календарного планирования в PDM-системе аналогичны основным функциям специализированной системы календарного планирования. Эти функции включают в себя управление структурой работ проекта по созданию изделия, предполагающей разбиение всего проекта на совокупность задач. Структура работ проекта может быть разработана на основе конструкторской структуры изделия. Кроме того, PDM-система предоставляет возможности нахождения взаимосвязей между различными задачами, распределения имеющихся ресурсов по задачам, отслеживания хода выполнения отдельных задач и проекта в целом, а также выявления аномалий. В настоящее время в большинстве PDM-систем функции календарного планирования реализуются через интеграцию PDM-системы и какой-либо коммерческой системы календарного планирования.

6. *Вспомогательные функции.* Они обеспечивают работу PDM-системы, ее взаимодействие с другими прикладными системами и пользователями, а также взаимодействие пользователей между собой.

Базовые концепции управления данными об изделии. Система PDM строится на основе стандартизированной объектной модели данных и оперирует следующими основными понятиями:

- изделие/версия изделия/конфигурация изделия/экземпляр изделия;
- структура изделия;
- контекст представления данных (конструкторский, технологический, эксплуатационный и т. д.);
- электронный технический (конструкторский, технологический, эксплуатационный) документ;

- состояние (статус) документа, структуры, свойства, процесса, ресурса;
- электронно-цифровая подпись;
- поток работ;
- процесс/экземпляр процесса;
- ресурс;
- свойство (характеристика);
- единица измерения;
- категория.

Основа любой PDM-системы – представление инженерных данных об изделии в виде графа, вершинами которого являются компоненты изделия, связанные с ними бизнес-процессы и используемые ресурсы. С вершинами графа могут быть связаны документы и свойства объектов (изделий, процессов, ресурсов, документов). Пример представления данных об изделии, процессах, ресурсах, документах в PDM-системе приведен на рис. 2.8.

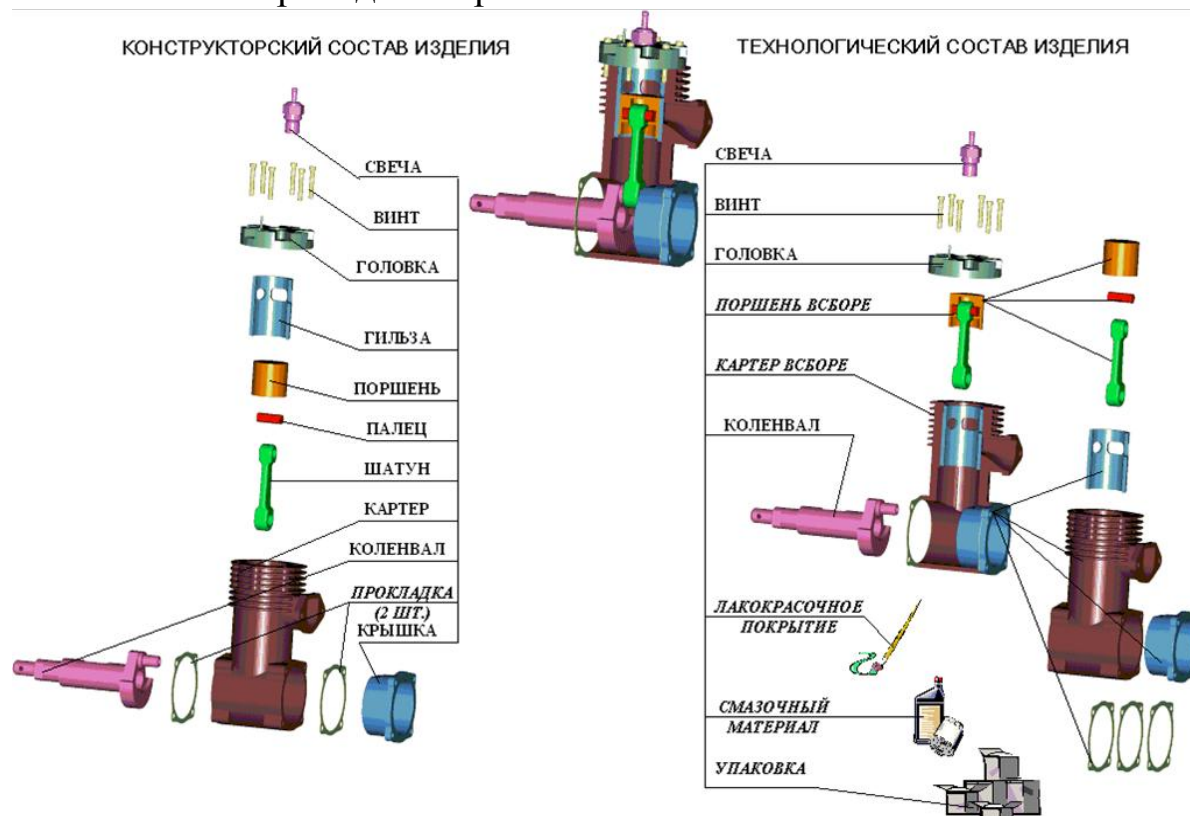


Рис. 2.8. Пример представления структуры изделия

Источниками информации для PDM могут служить автоматизированные системы проектирования, из которых PDM может получить данные о структуре изделия и документы (в том числе 3D-модели), а

также системы технологического проектирования, из которых поступает информация о составе технологических процессов, используемых ресурсах и т.д.

PDM аккумулирует результаты конструкторско-технологического проектирования и одновременно выступает источником нормативной информации: в базах данных PDM содержатся справочники материалов, стандартных и покупных изделий, сведения об используемой оснастке, инструменте, технические характеристики оборудования, данные об организационной структуре и кадровом составе предприятия и т.д.

Информационная модель PDM выступает основой интегрированной информационной среды, с помощью которой решаются различные производственные задачи. Например, на основе такой модели можно построить общую базу данных технологического оборудования, одновременно удовлетворяющую информационные потребности различных служб предприятия: главного механика, главного технолога, бухгалтерию и т.д. (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Представление данных о технологическом оборудовании
в разных контекстах

Объект базы данных	Контекст		
	Служба главного механика	Служба главного технолога	Бухгалтерия
Изделие (металло-режущий станок)	Модель технологического оборудования	Модель технологического оборудования	Модель технологического оборудования
Свойства изделия	Паспортные технические характеристики, изготовитель. Цена	Паспортные технические характеристики	Балансовая стоимость
Экземпляр изделия	Инвентарный номер экземпляра. Дата ввода в эксплуатацию. Срок очередного ремонта	Инвентарный номер экземпляра. Срок очередного ремонта	Инвентарный номер экземпляра
Состав экземпляра	Перечень основных обслуживаемых компонентов	—	—
Состояние экземпляра изделия	Данные о состоянии	—	—
Свойства экземпляра изделия	Фактическая точность обработки	Фактическая точность обработки	—

Для технологических задач (описания технологических возможностей оборудования) достаточно использовать объекты «изделие» и «свойства изделия», которыми описываются марка (модель) технологического оборудования и его основные технические характеристики. Для задач службы главного механика, отвечающего за поддержание оборудования в рабочем состоянии, используют объекты «изделие», «экземпляр изделия», «состояние экземпляра изделия», «состав экземпляра изделия», «свойства экземпляра изделия». Этими объектами описываются конкретные единицы (экземпляры) оборудования, установленные в цехах предприятия, их состояние и свойства, состав компонентов и т.д.

Структура изделия представляется древовидным или сетевым графом, вершины которого – компоненты изделия. Каждая вершина характеризуется набором атрибутов (рис. 2.9). Между вершинами графа может быть несколько вариантов связей (ребер, описывающих отношения между вершинами), соответствующих разным контекстам (конструкторскому, технологическому и т.д.).

The image shows a software window titled "Изделие" (Product). The window has a blue title bar and a main area with a light beige background. At the top, there is a tabbed interface with tabs for "Свойства" (Properties), "Характеристики" (Characteristics), "Документы" (Documents), "Статусы" (Statuses), and "Доступ" (Access). The "Свойства" tab is selected. Below the tabs, there are several input fields and dropdown menus. The "Обозначение" (Designation) field contains "МК17.03". The "Наименование" (Name) field contains "Головка". The "Описание" (Description) field is empty. The "Версия" (Version) section includes "Обозначение", "Ед. изм." (Unit of change), "Код", "Код 1", and "Код 2" fields. The "Перв. применен." (First used) field is empty. The "Тип" (Type) dropdown is set to "Деталь" (Part), and the "Источник" (Source) dropdown is set to "Изготавливаемое" (Manufactured). There is a checkbox for "Стандартное" (Standard). The "Сборка" (Assembly) section includes "Позиция" (Position) set to "3", "Наименование", "Позиционное обозначение", "Описание", "Контексты" (Contexts) set to "Конструкторский, Технологический", and "Количество" (Quantity) set to "1" with a unit dropdown set to "Штука" (Piece). At the bottom of the window, there are "OK" and "Отмена" (Cancel) buttons.

Рис. 2.9. Описание изделия (вершины графа структуры изделия)

Конечное изделие и его компоненты рассматриваются как самостоятельные изделия и различаются типом, который может принимать значения: «комплект», «комплекс», «сборочная единица», «деталь», «материал».

В соответствии со стандартом ISO 10303 STEP каждое изделие (компоненты изделия) может иметь несколько версий. Совокупность версий компонентов образует состав и структуру конкретной конфигурации конечного изделия (табл. 2.2).

Таблица 2.2

Формирование конфигураций изделий из различных версий компонентов изделия

Версия	Конфигурация 1	Конфигурация 2	Конфигурация 3
<i>Сборочная единица 1</i>			
Версия 1	+	–	+
Версия 2	–	+	–
<i>Сборочная единица 2</i>			
Версия 1	+	–	–
Версия 2	–	+	+
<i>Деталь 3</i>			
Версия 1	+	–	–
Версия 2	–	+	
Версия 3	–	–	+

Структура изделия формируется путем указания в диалоговом режиме входимости изделий друг в друга (рис. 2.10) либо путем импорта структуры из 3D-модели сборки, полученной в САД-системе.

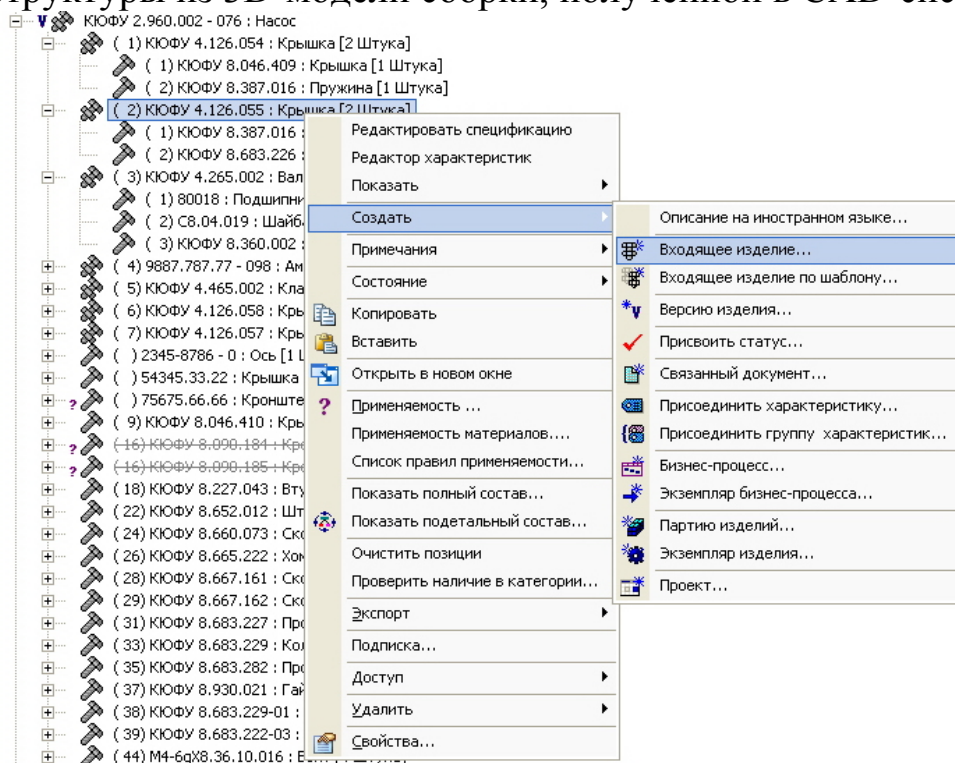


Рис. 2.10. Формирование структуры изделия

Одно и то же изделие может входить в несколько других изделий, что задается соответствующими отношениями входимости. При необходимости между изделиями могут быть установлены отношения эквивалентности (изделия – аналоги). Деталь и материал, из которого она изготавливается, связываются отношениями преобразования.

На основании структуры изделия PDM-система автоматически формирует отчеты о полном и поддетальном составе изделия в различной форме, в том числе в форме спецификаций в соответствии с ЕСКД.

Любой объект (изделие, процесс, ресурс и т.д.) имеет набор свойств, или характеристик. Каждая характеристика может иметь тип и значение. Для удобства задания и использования характеристики могут объединяться в группы. Тип позволяет задавать значения характеристик, относящиеся к разным стадиям ЖЦ или решаемым задачам. Например, характеристика «масса» может иметь типы «расчетная» и «фактическая». Значения характеристик могут быть заданы различными способами:

- с использованием единиц измерения (например «кг»);
- текстовой строкой;
- фиксированным списком значений;
- с использованием денежных единиц;
- с использованием единиц, определяющих дату и время;
- в виде многомерной таблицы;
- с использованием ссылок на другие объекты БД и т.д.

С объектом «характеристика» можно выполнять ряд операций:

- связывать характеристики с разными объектами;
- утверждать характеристики (присваивать им определенный статус);
- управлять правами доступа пользователей к характеристикам;
- копировать характеристики и объединять их в группы;
- изменять значения характеристик и т.д.

Пример списка характеристик и их объединения в группы дан на рис. 2.11.

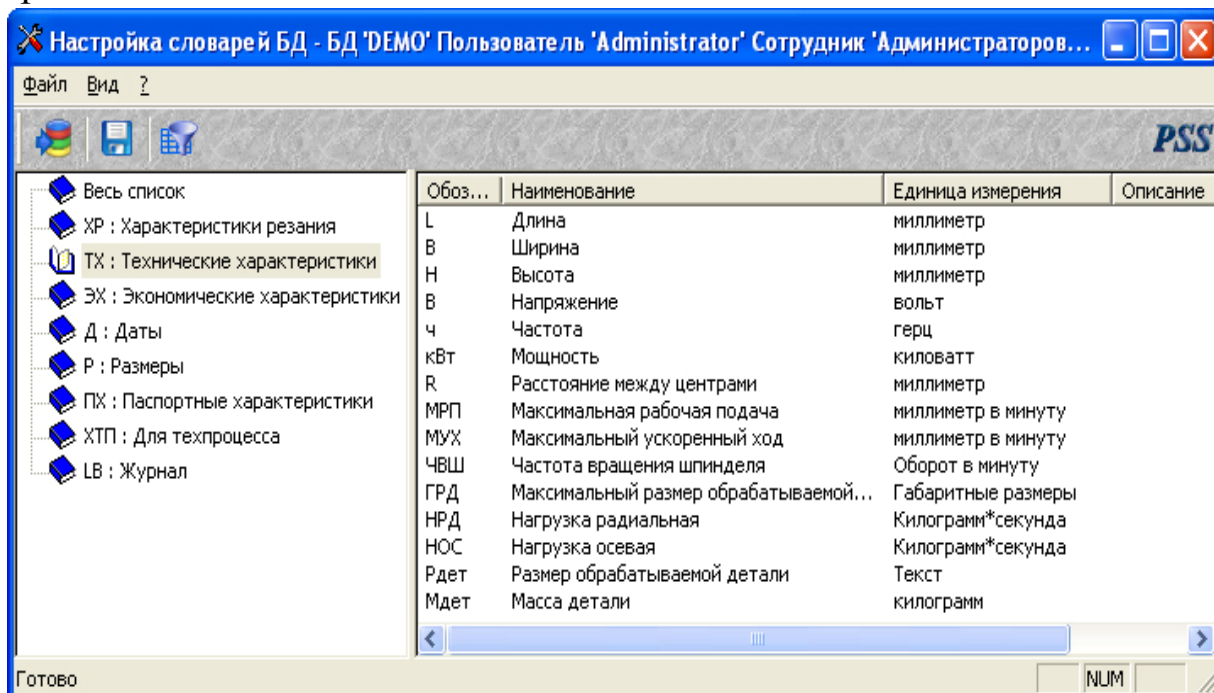


Рис. 2.11. Пример списка характеристик и их объединения в группы

Управление документами, управление изменениями. Один из базовых объектов в PDM – электронный документ (ЭД). Документ может быть связан с любым объектом БД (изделием, характеристикой, группой характеристик, процессом, другими документами и т. д.). Такая связь – пример ассоциативного отношения.

Логически ЭД состоит из двух частей: реквизитной и содержательной. Реквизитная часть содержит аутентификационные и идентификационные данные о документе, в том числе одну или несколько ЭЦП. Состав идентификационных данных документа приведен на рис. 2.12. В качестве содержательной части может выступать любой файл: 3D-модель, сканированный чертеж, текстовый документ и т.д.

Документ может иметь множество версий, образующих дерево. В каждый момент времени только одна версия документа может быть активной. Когда пользователь обращается к документу, ему автоматически предоставляется доступ к активной версии. Встроенный механизм управления изменениями позволяет проследить всю историю изменений каждого документа для последующего анализа и возврата при необходимости к предыдущим версиям. Вся

информация, порождаемая при проведении изменений (служебные записки, документы, описывающие требуемые изменения, извещения об изменениях и т. д.), сохраняется и доступна для последующего использования.

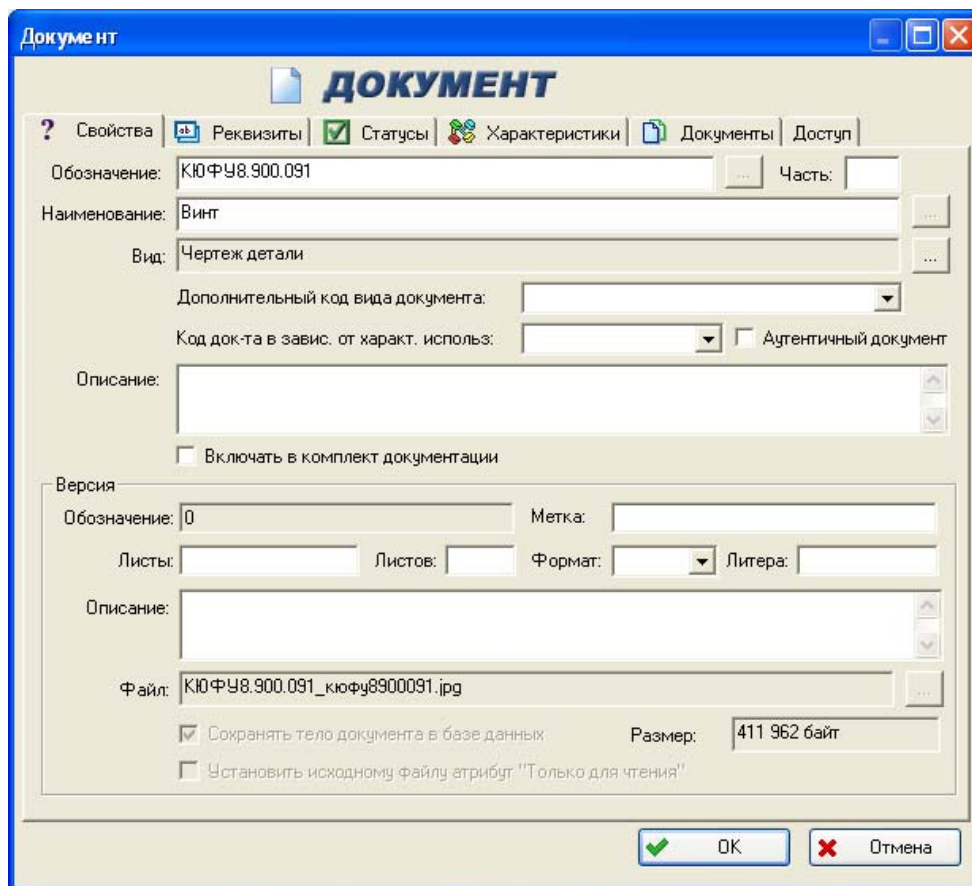


Рис. 2.12. Идентификационные данные электронного документа

Управление деревом версий документов можно проиллюстрировать на следующем примере (рис. 2.13). Пусть для некоего документа создано несколько версий (0, 1 и 2). Версия 2 документа утверждена, назначена активной и используется в работе (рис. 2.13, а). Затем на основе версии 2 было создано еще несколько версий документа: 3, 4 и 5, но активной остается версия 2 (рис. 2.13, б). Позже на основе версии 3 были разработаны версии 6 и 7. Версия 7 утверждается и становится активной (рис. 2.13, в). При этом все остальные версии сохраняются и при необходимости могут быть использованы в дальнейшей работе.

Утверждение документа осуществляется путем присвоения ему соответствующего статуса. Связь между объектами «документ» и «статус» – пример отношения принадлежности. Соответствующие

статусы могут присваиваться и другим объектам БД, например процессам и характеристикам. Набор возможных статусов задается при настройке системы.

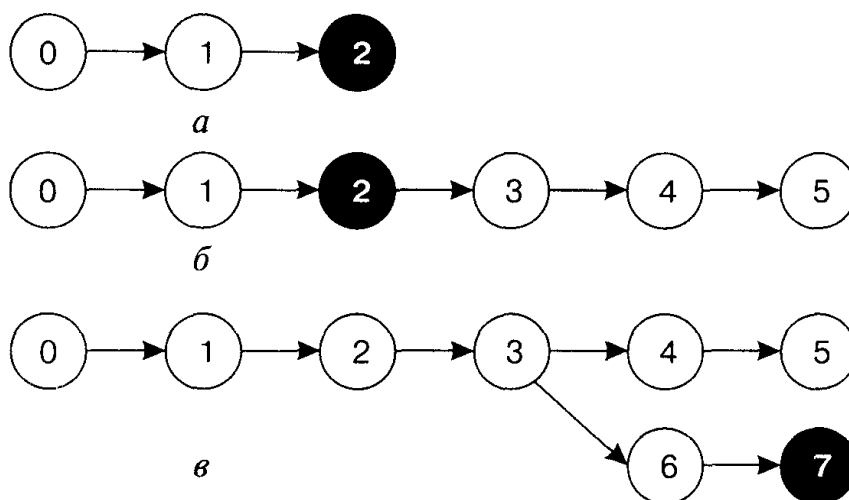


Рис. 2.13. Пример дерева версий документов

В ходе разработки конструкции изделия документация и данные проходят несколько стадий. В соответствии с базовыми понятиями ЕСКД разработанный конструктором документ, представляемый для согласования и утверждения, является оригиналом. После согласования и утверждения документ приобретает статус подлинника.

В системе PDM этот процесс также реализуется присвоением документу статуса подлинника. В специализированном редакторе создается модель потока работ, в соответствии с которой участники процесса разработки выполняют предписанные операции и передают друг другу результаты для анализа и согласования.

В результате выполнения процесса документ удостоверяется электронно-цифровыми подписями уполномоченных лиц и становится подлинником. Документ-подлинник попадает под управление отдела технической документации (архива). Права доступа к документу при этом изменяются таким образом, что изменить документ может только уполномоченный сотрудник архива в соответствии с установленной процедурой внесения изменений. Документы-подлинники могут храниться в отдельной логически выделенной части БД, что обеспечивает их целостность и защиту от несанкционированного изменения.

Задача управления изменениями – одна из наиболее сложных в технологии PDM. Объектами изменения могут быть документы, структура изделия, свойства изделия, процессы и т.д. Сложность за-

дачи заключается в том, что измененный вариант соответствующего объекта должен вступать в силу после выполнения по определенным правилам процедуры согласования и утверждения.

Для решения этой задачи в PDM вводится специальный объект – изменение, аналогичный бумажному извещению об изменении. С ним ассоциативными отношениями связаны изменяемые (добавляемые, удаляемые или заменяемые) объекты БД (рис. 2.14).

Сформированная таким образом структура проходит цикл согласования в рамках соответствующей процедуры рабочего потока. Нижняя часть диалогового окна на рис. 2.14 имеет вкладки «Изделия» и «Документы». Вкладки содержат списки изменяемых объектов.

Документация изменяется путем замены одной версии документа другой. Для изменения структуры изделия используется более сложный механизм, поскольку изменения могут касаться нескольких изделий одновременно, если в этих изделиях используются общие компоненты.

Ре...	Изменяемое изделие	Заменяемое и...	Заменяющее и...	Количество	Правило применяемости
1	463AB : Насос	463AB.002 : Кр...	463AB.004 : Кр...	1 [Штука]	По дате проведения изменения

Рис. 2.14. Карточка изменения изделия или документа

Пример экранной формы для описания заменяемых компонентов структуры изделия приведен на рис. 2.15.

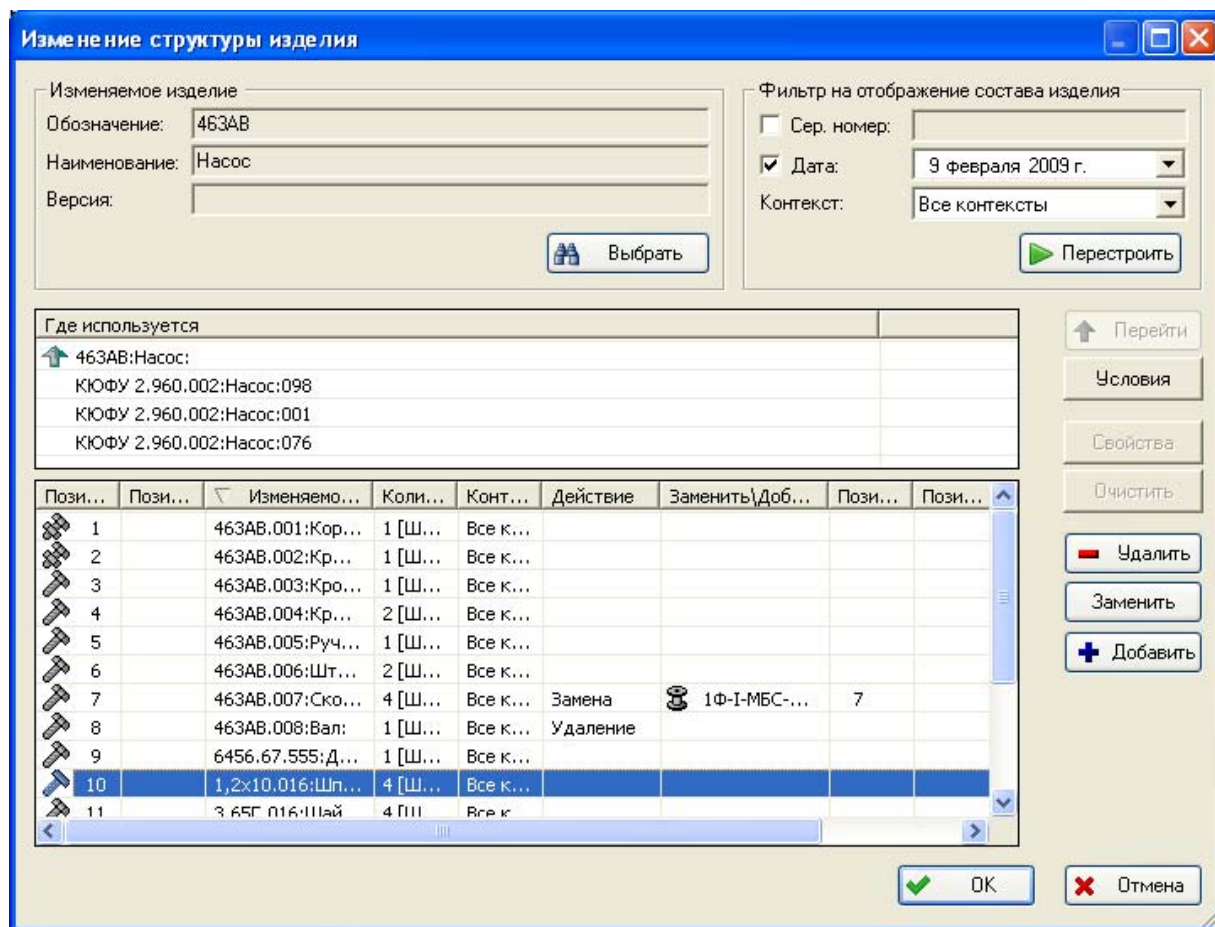


Рис. 2.15. Карточка описания изменений в структуре изделия

Другая типовая задача – управление применяемостью компонентов изделия на основе заданных правил. В соответствии с ISO 10303 такие правила основываются на датах, числе изготовленных изделий или серийных номерах изделий. Использование правил применяемости позволяет указать, например, что в изделия с указанными серийными номерами или в определенные периоды времени входят конкретные компоненты. В системе PDM такие правила применяемости могут отображаться в виде графических диаграмм. Например, при смене поставщика подшипников на предприятии имеется запас подшипников от предыдущего поставщика, который необходимо использовать. Для этого указывают, что после выпуска определенного числа конечных изделий во все последующие будут устанавливаться подшипники от нового поставщика.

Интеграция с САПР. Основные источники информации об изделии для PDM – системы CAD/CAM. Информационная интеграция

CAD/CAM и PDM обеспечивает получение структуры спроектированного изделия, геометрических моделей сборки, отдельных деталей, а также документов и атрибутивной информации. В ходе информационного взаимодействия система CAD/CAM выступает в роли клиентского приложения системы PDM.

После завершения проектирования изделия или сборочной единицы пользователь присоединяется к БД PDM-системы и вызывает процедуру сохранения результатов. Для редактирования ранее созданных моделей пользователь присоединяется к БД, выбирает объект для редактирования и загружает его в среду CAD/CAM-системы. При этом можно взять на редактирование сборку целиком или ее часть. В ходе работы редактируемый объект в PDM автоматически блокируется и становится доступным другим пользователям только для просмотра (чтения). Все полученные конструкторские и технологические данные должны быть согласованы и утверждены в рамках установленных процедур.

В результате в PDM формируется полный набор конструкторско-технологической информации, готовый для передачи в систему управления предприятием. Эта информация включает в себя состав изделия, технологические маршруты, формализованное описание технологических операций и используемых ресурсов (оборудование, оснастка, инструмент и т.д.). Данные могут быть представлены в виде структурированных файлов, например в соответствии с ISO 10303-21. Другим методом взаимодействия может быть организация прямого доступа к базам данных PDM через прикладной интерфейс (API) в соответствии с ISO 10303-22.

Одна из важных практических задач – организация обмена техническими данными в электронном виде между организациями и предприятиями машиностроения. Речь идет об обмене конструкторской, технологической, эксплуатационной и иной электронной документацией. Так, в ходе освоения изделия возникает необходимость передачи исходного комплекта конструкторской документации от проектной организации заводу-изготовителю, а затем передачи дополнений и изменений. При этом передача изменений происходит в обе стороны. Проектант совершенствует конструкцию изделия и корректирует документацию, а изготовитель предлагает разработчику внести изменения, связанные с улучшением технологичности или невозможностью осуществления тех или иных проектных решений.

Состав передаваемых данных включает в себя сведения о составе изделия, чертежи, расчеты, пояснительные записки и т. д. Геометри-

ческая информация может быть представлена в форме электронных моделей, подготовленных в различных САД-системах.

Для решения задачи организации обмена техническими данными необходимо согласовать технологию и форматы представления информации в БД всех участников обмена, способ организации данных для осуществления обмена, а также технику актуализации содержимого БД при проведении изменений. Иными словами, у всех участников обмена данные должны быть организованы на основе единой стандартной информационной модели.

Способы представления данных для обмена регламентированы рядом нормативных документов. В частности, стандарт ГОСТ Р ИСО 10303-21 определяет представление структуры изделия, его свойств, геометрических моделей и документов в форме нейтрального обменного файла, воспринимаемого большинством имеющихся на рынке САД/САМ/РДМ-систем.

Обменный файл ГОСТ Р ИСО 10303-21 (STEP) предназначен для передачи данных между различными прикладными системами. Обменный файл – текстовый файл, не зависящий от конкретного программного обеспечения и используемых компьютерных платформ. Он состоит из двух частей: реквизитной (HEADER) и содержательной (DATA), следующих одна за другой и отделяемых ключевым словом ENDSEC.

Реквизитная часть содержит дату создания файла, наименование организации, создавшей обменный файл, название системы, сгенерировавшей передаваемые данные.

Для правильной интерпретации данных обменный файл должен содержать имя схемы (протокола применения), которой соответствуют содержащиеся в нем объекты. Это имя отражается в записи под названием FILE_SCHEMA. Содержательная часть имеет набор объектов. Каждый объект имеет внутренний (существующий только в пределах данного обменного файла) идентификатор, имя и значения атрибутов.

Идентификатор экземпляра объекта – натуральное число, максимальное значение которого не ограничено. Значения идентификаторов никак не упорядочены. В обменном файле не приводятся имена и типы атрибутов объекта, поля со значениями атрибутов располагаются последовательно и отделяются запятыми, поэтому для правильной интерпретации значений атрибутов необходима схема данных, изложенная в соответствующем протоколе применения ИСО 10303 (в данном случае ГОСТ Р ИСО 10303-203).

2.3. Управление конфигурацией

Понятия конфигурации и управления конфигурациями. Контексты управления конфигурацией. Сценарии управления конфигурацией

Понятия конфигурации и управления конфигурациями. Важная функция PDM-системы – управление конфигурацией изделия. В узком смысле под *конфигурацией* понимают структуру и состав изделия, а под *управлением конфигурацией* (УК) – правила и процедуры внесения изменений в конструкцию и их документирование. В широком смысле *конфигурация* – структура и состав изделия, компоненты которого обладают определенными атрибутами, что обеспечивает выполнение заданных технических характеристик (требований). В процессе управления конфигурацией предусмотрены:

- идентификация конфигурации, т.е. присвоение ее текущей версии определенного имени (кодированного обозначения);
- проверка конфигурации, т.е. получение подтверждения того, что текущая версия изделия соответствует техническим требованиям;
- контроль результатов изменения;
- анализ причин невыполнения технических требований и документально оформленное инициирование работ по внесению изменений в конструкцию при отрицательном результате проверки;
- присвоение новой версии конфигурации нового имени при положительном результате изменений.

При электронном проектировании изделий средствами систем CAE/CAD/CAM должны использоваться и электронные средства управления конфигурацией, отвечающие, в частности, требованиям стандарта ISO 10303-203. Для лучшего управления конфигурацией изделия этот процесс должен быть тесно интегрирован с управлением изменениями изделия (т.е. с управлением процессами).

PDM-система должна уметь формировать различные варианты комплектации изделия путем задания правил применяемости входящих в изделие компонентов (причем разные варианты комплектации одного изделия могут иметь разный состав входящих в них компонентов).

Правила применяемости позволяют задавать состав изделия для соответствующей конфигурации. Например, для получения экспериментального образца изделия можно задать правило применяемости, в соответствии с которым для всех входящих в изделие компонентов должно использоваться только последнее по времени модификации исполнение

независимо от того, было ли оно утверждено или нет. И, наоборот, для получения промышленной конфигурации изделия правило применимости должно требовать включения в состав конфигурации только тех исполнений входящих в данное изделие компонентов, которые уже утверждены. Правила применимости могут использовать значения свойств изделий, хранящихся в PDM-системе. Например, для спортивной конфигурации автомобиля необходимо применение наиболее мощной версии двигателя и т. п. Кроме того, с помощью правил применимости можно задавать другие условия, оговаривающие использование при комплектации изделия конкретного компонента: промежуток времени, перечень серийных номеров изделия или партию изделия.

Состав изделия – основная информация для любой PDM-системы, «скелет», к которому присоединяются практически все остальные данные об изделии. Для управления составом изделия PDM-система должна хранить информацию о входящих в него компонентах, а также об исполнениях и конфигурациях. Система поддерживает данные об отношениях между изделием и составляющими его сборками, а также между сборками всех уровней и деталями. Это позволяет пользователю организовать просмотр полной спецификации изделия, включая детали и документы как для целого изделия, так и для любой из выбранныхборок, а также дает возможность редактирования его состава (обычно с применением графического интерфейса).

В качестве отношений между компонентами может выступать не только их связь в составе изделия, но также технологические, финансовые, эксплуатационные, маркетинговые и иные отношения между компонентами изделия. Кроме того, с их помощью можно получить информацию об альтернативных и заменяющих изделиях, а также указать связь между заготовкой и изделием, которое создается после выполнения производственных процессов. PDM-система позволяет оценить влияние изменений компонента изделия на другие части проекта либо путем выявления всехборок, где он используется (функция «где используется»), либо поиском всех папок, содержащих ссылку на него (функция «кто ссылается»).

Любой конструктор, которому поручено спроектировать новое изделие, предпочитает собрать его из уже готовых компонентов (может быть, лишь немного изменив их). При бумажном представлении информации эту идею трудно осуществить практически, так как для

поиска подходящего компонента конструктору пришлось бы просматривать горы документации, и поэтому конструктору проще спроектировать все заново. PDM-система легко решает указанную проблему, позволяя найти нужный компонент путем задания правильных критериев поиска (например найти болт из стали 45 длиной 100 мм и т.п.).

Метод блочно-модульного проектирования основан на классификации хранящихся в PDM-системе компонентов изделия (в том числе стандартных деталей). Смысл классификации состоит в том, что однотипная информация (или информация об однотипных объектах) должна быть сгруппирована в классы, имена которых отражают суть объектов. При этом классификация, реализованная в PDM-системе, может быть гораздо более гибкой по сравнению с ее бумажным аналогом. При классификации возможно использование атрибутов, выражающих важные свойства объектов, входящих в класс. Компоненты при занесении в систему должны быть отнесены к одному или нескольким классам, структура которых отражает потребности конкретного предприятия. Сами классы могут быть сгруппированы в сложные иерархические деревья или сети. Это, в свою очередь, позволяет объединить перечень компонентов в иерархическую сетевую структуру. Каждая деталь должна быть снабжена своим набором атрибутов, общим для всех деталей данного класса либо специфичным только для данной детали. Наличие атрибутов позволяет более четко упорядочить перечень используемых на предприятии компонентов. Простейший пример классификации компонентов приведен на рис. 2.16.



Рис. 2.16. Пример классификации компонентов изделия

Чем больше деталей в выпускаемом изделии, тем выше потребность предприятия в классификации, которая значительно упрощает поиск изделий (или стандартных деталей), соответствующих определенным характеристикам, что приводит к увеличению почти вдвое числа повторно используемых деталей и соответственно к уменьшению сроков разработки и стоимости изделия. Кроме того, при использовании функции классификации PDM-системы возможна организация автоматизированного присвоения обозначений вновь создаваемым компонентам.

Помимо компонентов изделия PDM-система позволяет классифицировать и другие хранящиеся в ней объекты, например документы, содержащие данные об изделиях. Примерами их классов могут быть чертежи, трехмерные модели, технические публикации и т.п. Каждый тип документа имеет свой набор атрибутов (номер, автор, дата, версия и др.).

Контексты управления конфигурацией. Содержание понятий конфигурации и УК зависит от того, в каком контексте они применяются. Рассмотрим некоторые из них.

Потребительский контекст. Главная задача заказчиков сложных технических систем – формулирование и отслеживание требований, которые обязан выполнить поставщик. В качестве такого заказчика применительно к военной технике обычно выступают государственные (правительственные) учреждения. В этом контексте УК выглядит как многоступенчатый процесс формирования и анализа многообразных требований к свойствам и структуре изделия, а также многократное подтверждение того, что эти требования выполняются на разных стадиях ЖЦ изделия. На начальных стадиях этого процесса формируется и анализируется укрупненная информационная модель (ИМ), отображающая структуру изделия и входящие в нее основные объекты конфигурации (ОК) – функциональные узлы (системы) изделия. Задачи УК с точки зрения (в контексте требований) заказчика следующие:

- декомпозиция общих требований к изделию таким образом, чтобы выделить из них группы, которые можно однозначно связать с конкретными ОК; эти группы включаются в состав ИМ в форме желаемых свойств;

- формирование ИМ функциональной структуры изделия, состоящей из выделенных ОК, оформление и утверждение соответствующей базовой конфигурации (БК);

- сопоставление требований к ОК, входящим в функциональную БК, со свойствами конкретных технических решений, реализующих ОК, в том числе посредством расчетных методов и моделирования;

- выявление отклонений и принятие решений об изменении в конструкции изделия и ОК с целью сближения заданных требований и получаемых характеристик; проверка эффективности принятых решений с точки зрения достижения этой цели;

- проверка корректности ИМ, отображающей принятые изменения.

Для выполнения перечисленных действий заказчик и поставщик (разработчик) назначают уполномоченных лиц – менеджеров по конфигурации. После реализации и соответствующего документирования изменений процесс оценки свойств и характеристик повторяется, как может повторяться и весь описанный цикл. В результате при необходимости исходная функциональная БК может быть скорректирована и заменена новой.

Этот цикл может повторяться и на последующих стадиях ЖЦ изделия: после завершения процесса проектирования, изготовления и испытаний опытного образца, установочной серии, головного образца, а также в процессе использования изделия по назначению, когда могут быть скорректированы ранее выставленные требования или произведена замена компонентов.

В ходе этих циклов, естественно, должны выполняться все операции, предусмотренные технологией УК.

Конструкторский контекст. Возникает с началом процесса проектирования изделия и сохраняет силу на последующих стадиях ЖЦ. В этом контексте на базе ИМ, отображающей функциональную БК, формируется проектная БК, которая используется в последующих контекстах: технологическом, производственном, эксплуатационно-ремонтном и т. д.

В процессе проектирования первоначально созданная ИМ преобразуется в новую – проектную, в которой исходные ОК декомпозируются на ОК низших рангов, что необходимо для рациональной ор-

ганизации разработки и проектирования основных функциональных компонентов изделия (систем, агрегатов, узлов и т.д.).

При этом технические требования к ОК наследуются из предыдущего контекста и используются как основа для принятия технических (проектных) решений как по изделию в целом, так и по его компонентам (узлам, агрегатам, сборочным единицам и т.д.), т.е. ОК низших рангов.

В конструкторском контексте общие технические требования к изделию преобразуются (декомпозируются) в конкретные технические требования и технические условия, которым должны удовлетворять компоненты (ОК) по всем принятым в рассмотрение уровням. Все это находит отражение в проектной ИМ. Свойства конкретных реализаций проверяются на соответствие этим требованиям расчетными, модельными и экспериментальными методами.

Подход, основанный на декомпозиции требований, на первый взгляд представляется единственно возможным для логического решения задачи УК в конструкторском контексте, ибо позволяет выполнять поэлементный анализ соответствия ОК заданным требованиям. При этом, однако, могут выпасть из рассмотрения синергетические эффекты, т.е. эффекты, возникающие при взаимодействии элементов. Эта проблема требует специфических решений в конкретных ситуациях.

Конструкторский контекст УК требует введения в рассмотрение еще нескольких важных понятий:

- *базовое изделие* – изделие, для которого на некоторую дату разработан и утвержден в установленном порядке полный комплект технической документации. Базовое изделие – основа, относительно которой разрабатываются модификации и исполнения;

- *модификация* – разновидность изделия из семейства изделий, создаваемая на основе базового изделия с целью расширения или специализации сферы его использования. Создание модификаций – один из видов разработки, который в зависимости от задач может сводиться: к изменению компоновки составных частей, конструкции рабочих органов или органов управления, изменению внешнего вида и т.д. Обычно создание модификации связано с изменением функциональности изделия, обусловленным расширением или сужением сферы его применения;

- *исполнение* – разновидность изделия из семейства изделий, создаваемая на основе базового изделия для его использования в специфических условиях окружающей среды или для удовлетворения специфических требований заказчика. Создание исполнений – один из видов разработки, заключающийся в применении к изделию и/или его компонентам особых видов покрытий, способов окраски, отделки и т.д.;

- *семейство изделий* – базовое изделие и все разновидности (модификации, исполнения), создаваемые на его основе.

Функциональные и проектные конфигурации модификаций и исполнений отличаются от соответствующих конфигураций базового изделия, поскольку обладают несколько иными характеристиками и удовлетворяют измененному набору требований. Это отражается в идентификаторах модификаций и исполнений. Такие идентификаторы, как правило, наследуют общую группу идентификационных символов, соответствующих базовому изделию и указывающих на принадлежность к семейству, а также имеют уникальные символы, отличающие модификации и исполнения друг от друга внутри семейства.

Различие понятий *базовое изделие* и *базовая конфигурация* состоит в том, что любая БК представляет собой зафиксированную на некоторый момент времени структуру, присущие ей свойства и значения этих свойств. Относительно этой структуры в процессе уточнения требований к изделию и проектирования проводятся изменения, после утверждения которых создаются новые БК. Одному БИ может соответствовать целый набор БК, созданных на различных стадиях проектирования.

Отметим, что технология УК применима только к изделиям, имеющим достаточно сложную функциональную структуру. Из нее могут быть выделены ОК, выполняющие в составе конечного изделия четко определенные функции и обладающие значимым набором характеристик, сопоставимых с подмножеством требований, предъявляемых к конечному изделию.

Сценарии управления конфигурацией. Практическое применение технологии УК зависит от конкретной организационно-производственной ситуации. Рассмотрим некоторые из таких ситуаций.

1. Базовое изделие и его разновидности (модификации и исполнения), т.е. семейство, уже созданы и выпускаются в серийном, крупносерийном или даже массовом производстве (характерный пример – автомобили). Кроме основного семейства в производстве (основном или смежном) освоены дополнительные компоненты, которые могут устанавливаться на все или некоторые разновидности семейства по заказу потребителя (покупателя). Для этих дополнительных компонентов разработчик заранее предусмотрел посадочные (установочные) места, электрические присоединения и тому подобное, т. е., по существу, правила и возможности совместимости этих дополнительных компонентов с изделиями семейства. Информация о семействе хранится в PDM-системе разработчика и производителя (оптимальный способ такого хранения – предмет отдельного рассмотрения). Там же хранится информация о дополнительных компонентах.

Потребителю в этом случае информация об изделиях семейства и дополнительных компонентах предоставляется в форме каталогов, бланков заказа и других подобных документов, на основе которых он сопоставляет свои требования с возможностями поставщика (производителя) и делает тот или иной выбор.

Управление конфигурацией в описанной ситуации является внутренним делом производителя и разработчика (в частности службы качества) и предполагает решение следующих задач:

- периодически проверять соответствие выпускаемых изделий общим и конкретным требованиям, относящимся к модификациям и исполнениям (аудит конфигурации, который выполняется подразделением УК в составе службы качества);
- изучать предложения маркетинговой службы и службы качества (по рекламациям и иным претензиям потребителей) в части совершенствования базы, моделей семейства и дополнительных компонентов и при необходимости и целесообразности инициировать внесение изменений в конструкции с последующим их отслеживанием в проектировании и производстве;
- обеспечивать своевременную подготовку сопроводительной документации на изменяемые компоненты;
- при запуске в производство партий изделий семейства (или отдельных экземпляров) обеспечивать комплектность и актуальность рабочей конструкторской документации и т.д.

2. Существуют базовое изделие (база) и набор дополнительных компонентов. Разработаны технологии, основные виды технологической оснастки и т. д. И база, и все компоненты хотя бы один раз были изготовлены. Изделия выпускаются малыми партиями или даже индивидуально по заказам потребителей. Для большинства дополнительных компонентов проработаны установочные места, присоединительные размеры, электрические и гидравлические соединения и т. д. Информация о базе, дополнительных компонентах, ранее выпущенных экземплярах изделий и связанной с ними документации хранится в PDM-системе предприятия.

Потребителю доступна информация о характеристиках базы и дополнительных компонентов. При заказе изделия (партии) потребитель на основе этой информации формулирует свои требования, которые могут быть четырех видов.

- Не требовать изменений базы и дополнительных компонентов, а касаться только комплектации изделия имеющимися компонентами.
- Требовать внесения изменений в базу без изменения дополнительных компонентов, которые выбираются из имеющегося набора.
- Требовать разработки отсутствующих дополнительных компонентов без изменения базы.
- Требовать изменения базы и разработки отсутствующих дополнительных компонентов.

3. Создание нового изделия по инициативе заказчика. Базового изделия нет. У заказчика имеется представление о том, как должно выглядеть и каким основным требованиям должно удовлетворять будущее изделие. Во всяком случае, известно, к какому классу изделий относится это будущее изделие (самолет, вертолет, автомобиль, танк, подводная лодка и т.п.). Как правило, известен также некоторый подкласс (истребитель, транспортный самолет, грузовой или штурмовой вертолет и т.д.).

В этой ситуации работа по созданию нового изделия начинается в службе УК заказчика, в задачи которой на начальной стадии проекта входит:

- формирование (на основе облика) первоначальной функциональной структуры будущего изделия (аналог КИ) и уточнение требований;

- декомпозиция структуры на основные функциональные компоненты и соответствующая декомпозиция требований (выделение ОК верхнего уровня);

- выработка условий и подбор возможных участников тендера на разработку и поставку изделия;

- согласование и уточнение с победителем тендера требований к изделию в целом и к основным его функциональным компонентам (КИ, ОК).

После заключения контракта и начала работы над проектом служба УК заказчика взаимодействует со службой УК поставщика (разработчика) в решении следующих задач:

- в процессе проектирования запрашивает, получает и анализирует данные и документы, подтверждающие (объективно доказывающие) выполнение требований к изделию и его основным компонентам (ОК);

- на основе анализа выявляет те ОК, по которым требования не выполнены или выполнены не в полном объеме;

- инициирует внесение разработчиком изменений в конструкцию соответствующих компонентов и проверяет результаты этих изменений;

- при необходимости и (или) возможности согласует разрешения на отклонения и сроки (условия) их действия;

- выполняет аналогичные операции на стадиях выпуска опытных образцов, установочных серий (если таковые предусмотрены), а также в ходе серийного производства и на последующих стадиях ЖЦ (т.е. в ходе использования изделий по назначению);

- сообщает поставщику (разработчику) все сведения о несоответствии требованиям (в том числе по конкретным экземплярам).

В рассматриваемой ситуации служба УК поставщика (разработчика) должна в опережающем режиме (по отношению к службе УК заказчика) проводить перечисленные выше действия, а также более глубоко декомпозировать требования, формируя ОК более низкого уровня, и выполнять описанные выше процедуры по отношению к ним. Кроме того, служба УК поставщика должна выполнять операции, описанные в предыдущих ситуациях.

По завершении проекта ситуация сведется к одной из рассмотренных выше.

4. Создание нового изделия по инициативе поставщика. Базового изделия нет. Исходные требования к новому изделию и его облик формируются на основе маркетинговых исследований, анализа состояния, тенденций и прогноза развития данного вида техники и т.д. Справедливы все исходные предпосылки ситуации 3 (относительно класса, подкласса и т. д.). Различие состоит лишь в том, что все предпроектные и другие описанные выше функции выполняет служба УК предприятия (разработчика), включая подготовку и проведение тендера на поставку некоторых (основных) функциональных компонентов.

Кроме того, даже при создании принципиально нового изделия предприятие стремится использовать имеющийся конструкторский и технологический задел, что находит отражение при формировании новой (базовой) конфигурации.

2.4. Управление качеством

Стандарты и системы качества. Информационное обеспечение менеджмента качества. Проблемы внедрения систем управления качеством. Концепция всеобщего управления качеством

Стандарты и системы качества. Обеспечение требуемого качества продукции – одна из целей реализации концепции CALS/ИПИ, поэтому управление качеством (в терминах стандартов серии ISO 9000 система менеджмента качества (СМК)) следует отнести к базовым технологиям управления.

Реально действующие на большинстве отечественных предприятий системы качества, даже имеющие признаваемый на внешнем рынке сертификат, в должной мере не решают проблемы управления качеством. Это объясняется тем, что подсистема сбора и анализа информации о дефектах и причинах отказов производимой продукции на всех этапах ее ЖЦ практически не работает. Информация в отчетах и даже на отдельных ЭВМ, не связанных в единую информационную сеть, не позволяет выполнить комплексный анализ дефектов и причин их возникновения. В то же время для разработки и реализации обоснованных конструкторско-технологических решений по обеспечению качества продукции на всех этапах ее ЖЦ необходимо иметь ежедневную исчерпывающую информацию по всем технологическим па-

раметрам. При этом обязательно должна быть обеспечена возможность оперативного анализа всей собранной информации. Такая задача может быть решена только при наличии на предприятии интегрированной компьютерной системы сбора и анализа информации о качестве продукции на всех этапах ее ЖЦ.

В этой связи исключительную актуальность приобрела проблема создания типовой компьютерной системы управления качеством продукции, которую можно было бы в кратчайший срок и с минимальной стоимостью адаптировать для решения конкретных проблем предприятия.

С этой точки зрения систему качества можно рассматривать как подсистему предприятия, тесно интегрированную с информационной средой, и поэтому для ее проектирования, создания, использования, анализа и реинжиниринга необходимо применять CALS/ИПИ-технологии. Информация и документы, циркулирующие в системе качества, могут быть представлены в формате и виде, которые регламентированы стандартами CALS.

Применение новых информационных технологий (в том числе CALS/ИПИ-технологий) в системах качества на всех этапах ЖЦ продукции (проектирование, внедрение и эксплуатация) способствует непрерывному улучшению качества и позволяет гарантировать, что все технические, административные и человеческие факторы, влияющие на качество производимой продукции, находятся под контролем, а управление системой качества учитывает запросы и ожидания потребителя и обеспечивает предприятию конкурентоспособность.

Стандартом выделены следующие основные процессы (группы процессов), входящие в модель СМК:

- реализующие ответственность руководства организации, т.е. группа процессов управления организацией в целом и СМК в частности;
- управление ресурсами организации;
- создание инфраструктуры организации;
- производство продукции (и/или оказание услуги), включающее в себя все контрольные операции, а также сбор и обработку данных о продукции и процессах;
- взаимодействие с заказчиком (потребителем);
- совершенствование системы управления предприятием и СМК как ее составляющей.

Информационное обеспечение менеджмента качества. Можно выделить различные подходы к информатизации управления качеством. Первый подход определяется общей стратегией информатизации управления предприятием и в первую очередь созданием корпоративной информационной системы предприятия (КИС). В тех случаях, когда на предприятии не стремятся к созданию полномасштабной КИС, а используют набор специализированных функционально-ориентированных систем, задачи управления качеством могут решаться и с применением этих систем. Систему, затрагивающую деятельность большинства подразделений предприятия, называют системой корпоративного уровня (например система управления электронным документооборотом предприятия). Систему, решающую задачи отдельных подразделений, называют локальной системой. В качестве примеров можно привести системы класса CRM (Customer Relations Management) – управление отношениями с клиентами, класса PRM (Partner Relations Management) – управление отношениями с партнерами и т. п. Компьютерные системы, реализующие на предприятии CALS/ИПИИ-технологии, могут быть как корпоративного уровня, так и локального в зависимости от того, какие стороны деятельности предприятия они затрагивают.

Второй подход базируется на отдельных достижениях информационных технологий (например аналитические и интеллектуальные информационные технологии) и должен быть направлен на решение отдельных задач, стоящих перед предприятием в области менеджмента качества.

И, наконец, третий подход заключается в информатизации деятельности отдельных категорий персонала, влияющей на качество продукции, посредством использования универсальных или узкоспециализированных систем. Последний подход обычно ассоциируется с автоматизацией системы менеджмента качества, определяемой требованиями стандартов серии ISO 9000.

Внедрение компьютерных технологий для управления качеством целесообразно выделить в отдельное направление, даже если проблема решается на базе классических продуктов корпоративного уровня. Существует довольно много различных подходов к определению КИС, каждый из которых не противоречит остальным, но дополняет их. Как правило, под КИС понимают комплекс программно-технических, ме-

тодических и организационных компонентов, обеспечивающих создание, обработку и использование информации, необходимой для функционирования предприятия и в первую очередь для управления им. Иногда к описанным выше компонентам относят также совокупность всей информации, используемой в работе предприятия.

В зависимости от стратегии автоматизации управления конкретным предприятием на фиксированном этапе СМК может рассматриваться либо как целостный комплекс, предназначенный для решения всей совокупности задач управления качеством, либо как сумма приложений с определенным набором функций. В последнем случае это будет локальная компьютерная система качества.

Основные факторы, определяющие целостность СМК:

- концептуальная согласованность процессов, для автоматизации которых создается СМК, сохраняющаяся на протяжении всего ЖЦ;
- технологическая целостность, обусловленная применением согласованного набора промышленных информационных технологий для управления информационными ресурсами предприятия применительно к качеству;
- соответствие функциональности рабочих мест сотрудников, деятельность которых влияет на качество, их должностным обязанностям;
- единый регламент эксплуатации и обслуживания всех компонентов СМК, разрабатываемый при ее создании.

Компьютерные системы качества можно разделить, по крайней мере, на две группы.

К первой группе относят специфические системы управления документооборотом, «заточенные» под наиболее типовые задачи управления качеством. Характерно, что назначение отдельных модулей таких систем часто совпадает с названием соответствующего элемента системы качества.

Во вторую группу входят специализированные системы, оказывающие помощь при внедрении или совершенствовании системы качества. Таким системам свойственны черты экспертных систем и систем функционального моделирования с изначальной ориентацией на задачи управления качеством.

Переход к применению стандартов семейства ISO 9000 вносит определенные коррективы в назначение и функции систем обеих

групп. Например, функциональное моделирование бизнес-процессов в рамках реализации процессного подхода переходит из разряда вспомогательных средств управления качеством в одно из основных средств управления процессами менеджмента качества.

Проблемы внедрения систем управления качеством. При внедрении автоматизированных систем управления качеством возникают определенные трудности, требующие решения.

Масштабы проекта. Если не разработать меры по управлению рамками проекта и не обеспечить их претворение в жизнь, можно спровоцировать синдром «бесконечного проекта». Главное внимание при оценке масштабов проекта следует уделять тому, что должно быть включено в него, а что нет, после чего необходимо наладить строгий контроль за выполнением принятых решений.

Кадровое обеспечение (с учетом текучести кадров). Очень важно с самого начала привлекать к реализации проекта тех, кто обладает нужными для этого знаниями и качествами, а также все подразделения, которым придется иметь дело с новой системой. Необходимо также предусмотреть методы интеграции внешних консультантов в корпоративные рабочие группы и налаживание обмена опытом с ними.

Управление риском. Риск – это нежелательные последствия неопределенности или факторы, способные привести к провалу проекта. Их число может исчисляться сотнями: отсутствие необходимой поддержки в руководстве, нечеткое определение целей и задач, непроверенные технологии, неквалифицированные специалисты, сопротивление изменениям и т.д. Необходимо вести мониторинг рисков и предпринимать превентивные меры для снижения вероятности проявления рисков или для смягчения возможных последствий.

Нереальные сроки. Одна из трудностей при планировании крупномасштабного проекта заключается в согласовании и соблюдении обоснованных сроков выполнения проекта всеми его участниками.

Финансирование. Перед тем как приступить к реализации плановых операций, необходимо добиться выделения необходимых ресурсов. Очень важно, чтобы требуемые ресурсы были доступны в необходимый момент времени, иначе неизбежно произойдет «торможение» проекта.

Неожиданные функциональные бреши. Никакое программное обеспечение, каким большим и многофункциональным бы оно ни бы-

ло, не сможет полностью удовлетворить потребности конкретного предприятия. Всегда существуют незаполненные бреши. Они могут быть незначительными, но иногда приобретают огромные размеры и создают серьезные проблемы.

Вопросы взаимодействия. На тех предприятиях, где внедряется автоматизированная система менеджмента качества, как правило, уже существует множество других автоматизированных систем, и потому возникает необходимость в создании общих интерфейсов с этими системами. К числу подобных систем могут относиться унаследованные системы, системы ERP/MRP-II, клиент-серверные системы, хранилища данных, системы связи с клиентами и партнерами и т. п.

Сопротивление нововведениям. Можно не сомневаться, что возникнет сопротивление изменениям. Причина кроется в том, что изменению подлежат ставшие для людей привычными базисные ценности и сама жизнь предприятия. Процесс создания готовности к изменениям можно ускорить, если четко осветить преимущества будущего состояния предприятия, наглядно представить недостатки отказа от изменений, продемонстрировать несоответствие нынешних показателей деятельности будущим требованиям, обеспечивать необходимые для реализации изменений ресурсы и вознаграждать поведение, способствующее изменениям в желательном направлении.

В настоящий момент в связи с использованием современных систем автоматизированного проектирования и подготовки производства низкое качество изделия в большей степени – это следствие низкого качества данных, а не низкого качества проектирования. Низкое качество данных может выражаться в их неполноте, некорректности или неактуальности. Использование PDM-системы, предполагающей наличие единой целостной модели изделия и четких способов доступа к хранящейся в ней информации, позволяет значительно улучшить качество данных об изделии и соответственно повысить качество самого изделия.

Система управления качеством продукции – элемент управленческой деятельности предприятия. В соответствии с международным стандартом ISO 9000:2000 она должна базироваться на информационной системе, поддерживающей автоматизированную обработку данных и документирование процессов обеспечения качества на всех этапах ЖЦ изделия и автоматизированное управление этими процессами, данными и документацией. В этом смысле СМК становится неотъемлемой

частью интегрированной автоматизированной системы управления (ИАСУ) и может быть включена в CALS/ИПИ-систему предприятия. Это означает, что информация, циркулирующая в СМК, должна быть представлена в форматах, регламентированных CALS/ИПИ-стандартами, и состоять из набора ИО, входящих в ИИС предприятия.

При создании и технологической подготовке производства нового изделия средствами конструкторских и технологических САПР (CAD/CAM) в ИИС формируются ИО, описывающие структуру изделия, его состав и все входящие компоненты: детали, подузлы, узлы, агрегаты, комплектующие, материалы и т.д. Каждый ИО обладает набором характеристик (атрибутов), описывающих свойства реального объекта, отображением которого является ИО. С точки зрения системы качества такие характеристики – технические требования и технические условия, которым должен удовлетворять реальный объект. Кроме информации об изделии в ИИС содержится информация о производственной среде предприятия, в составе которой находятся данные, относящиеся к СМК.

Основные функции СМК в процессе производства состоят в проведении и документальном оформлении контрольных операций, все многообразие которых можно разделить на три группы:

- входной контроль материалов и комплектующих изделий;
- операционный контроль полуфабрикатов (заготовок), деталей и сборочных единиц;
- выходной контроль готового (конечного) изделия.

Именно при выполнении контрольных операций и процедур, относящихся к этим трем группам, реализуются заложенные в конструкцию изделия требования. В качестве инструментального средства, поддерживающего в ИИС процедуры контроля, можно использовать программные PDM-системы. Эти системы позволяют формировать структуру и состав изделия с произвольным числом компонентов и уровней входимости, приписывать каждому компоненту и изделию в целом разнообразные свойства (характеристики), ассоциировать с компонентом или изделием геометрические (графические) образы в виде 2D- или 3D-моделей или отсканированных изображений, различные текстовые документы, а также результаты контроля. С помощью PDM-системы можно обеспечить информационное взаимодейст-

вие СМК и ИИС в соответствии с принципами CALS/ИПИ и требованиями стандартов ISO 9000:2000.

Концепция всеобщего управления качеством. Управление качеством в широком смысле необходимо понимать как управление процессами, направленное на обеспечение качества их результатов. Такой подход соответствует идеологии всеобщего управления качеством TQM (Total Quality Management), суть которой заключается в управлении предприятием через управление качеством. В контексте концепции CALS/ИПИ методы и технологии TQM приобретают новое развитие. Применение ИИС обеспечивает информационную поддержку и интеграцию процессов, а соответственно и возможность использования электронных данных, созданных в ходе различных процессов предприятия, для задач управления качеством.

Укрупненная структура СМК представлена на рис. 2.17. В этой структуре показаны связи с объектом управления (процессами предприятия или ЖЦ продукции), а также с внешней по отношению к рассматриваемой системе средой, которую в данном случае представляет «обобщенный» потребитель, чьи требования и степень удовлетворенности являются внешними данными.

Одно из основных требований к системе менеджмента качества – обеспечение ресурсов и информации, необходимых для поддержки составляющих ее процессов, и их мониторинг.

Присутствующие в структуре блоки выработки и корректировки целей и принятия решений эквивалентны тому, что в терминах стандарта ISO 9000:2000 называют ответственностью руководства и планированием (в данном контексте – стратегическим). Блоки сбора и анализа данных отражают процессы, именуемые в стандарте как «изменение и анализ». Группа блоков, связанных с реализацией решений (распределение и перераспределение ресурсов, директивы на выполнение действий и сами действия, направленные на достижение целей), отражает то, что в стандарте называют «управление ресурсами», «оперативное планирование». Поскольку СМК тесно увязана со всей управленческой инфраструктурой предприятия, для информационного обеспечения следует использовать все имеющиеся компьютерные системы. Для решения задач информационного обеспечения СМК для одних предприятий оптимальны PDM-системы, для других – АСУТП, для третьих – системы класса ERP и т.д.

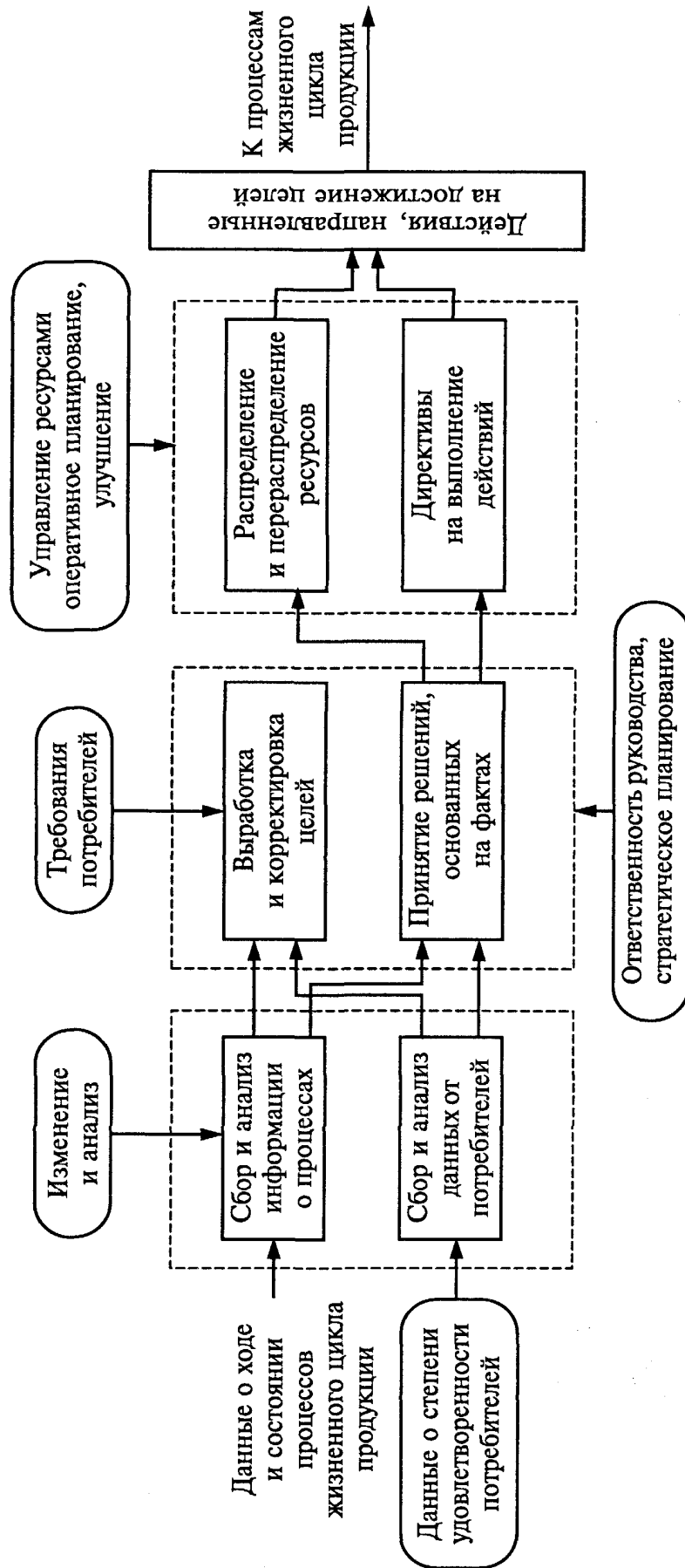


Рис. 2.17. Структура системы управления качеством

PDM-система должна применяться для информационного обеспечения различных групп процессов предприятия, так или иначе имеющих отношение к СМК. В эти группы входят следующие процессы: ЖЦ продукции, управления, обеспечения ресурсами, измерения, а также внутренние СМК. В соответствии с этим можно выделить пять основных функций PDM-системы как инструмента информационного обеспечения СМК предприятия.

1. Поддержка планирования процессов (этап планирования) осуществляется при помощи управления нормативной документацией, где указаны требования к процессам и продукции. Под планированием в данном случае понимают поддержку документированных процедур СМК, включая возможность их задания и хранения в PDM-системе. Под управлением нормативной документацией подразумевают ее хранение в виде документов в PDM-системе (как привязанных к другим объектам, так и самостоятельных), хранение и отслеживание календарных планов, задание рабочих инструкций в виде шаблонов потоков работ и требований к продукции в виде характеристик соответствующих изделий.

2. Поддержка выполнения процессов (этап осуществления) реализуется при помощи автоматизированного управления потоками работ.

3. Поддержка проверки процессов и продукции (этап проверки) осуществляется при помощи хранения информации о характеристиках процессов и продукции и в некоторых случаях их автоматизированного контроля. В частности, проверка процессов включает в себя отслеживание их выполнения (мониторинг), что обеспечивается подсистемой управления потоками работ PDM-системы. Поддержка измерения продукции осуществляется путем хранения информации о значениях характеристик конкретных экземпляров изделий и управления ею.

4. Поддержка анализа результатов измерения (этап проверки) – составляющая использования PDM-системы, которая способна дать наибольшую отдачу. Это связано с огромными информационными массивами, накапливаемыми предприятием в ходе функционирования СМК, что приводит к значительным трудностям при неавтоматизированной обработке. Реализация анализа в PDM-системе особенно эффективна еще и потому, что такая система сочетает в себе как средст-

ва накопления данных, так и собственно инструменты их анализа, в том числе и методы статистического анализа. Особенно важен для СМК анализ со стороны руководства, который в полной мере может быть обеспечен при помощи PDM-системы.

5. Поддержка улучшений процессов (этап действия) осуществляется путем использования PDM-системы для управления изменениями продукции, не соответствующей исходным требованиям. Улучшение деятельности организации в целом и ее СМК, в частности, ведется корректирующими и предупреждающими действиями. Документированные процедуры для их проведения должны быть реализованы в виде шаблонов потоков работ в PDM-системе и содержать условия активизации этих шаблонов.

Контрольные вопросы

1. Что такое проектное управление? Зачем оно необходимо на предприятии?
2. Укажите базовые концепции, процессы и процедуры проектного управления.
3. Что такое PDM-система? Перечислите ее задачи и функции.
4. Укажите основные концепции управления данными об изделии.
5. На каких принципах реализуется интеграция PDM-системы с САПР?
6. Что такое конфигурация изделия? Как осуществляется управление конфигурацией?
7. Опишите контексты и сценарии управления конфигурацией.
8. В чем заключается управление качеством? Перечислите основные стандарты и системы качества?
9. В чем заключается концепция всеобщего управления качеством?

3. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ РАЗРАБОТКИ И СОПРОВОЖДЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ НА БАЗЕ WINDCHILL

3.1. Управление разработкой изделия на базе Windchill

Общая концепция использования системы. Обзор модулей и компонентов Windchill. Общее представление об архитектуре Windchill

Общая концепция использования системы. Подход американской компании Parametric Technology Corp. (PTC) в области внедрения ИПИ-технологий получил название PDS (Product Development System – система управления разработкой изделия). PDS – это интегрированный набор функциональных модулей, в полной мере реализующих совместную работу конструкторских и технологических подразделений, а также управление процессами. PDS обеспечивает быстрое включение в систему новых функциональных компонентов в ходе формирования и развития самой системы. Ядро PDS – Интернет-ориентированная система Windchill, интегрирующая набор различных приложений в единое информационное пространство и обеспечивающая управление данными и документацией в процессе их разработки и дальнейшего использования. Фокусируясь на информационной поддержке всех фаз жизненного цикла продукции: от концепции и проектно-конструкторских этапов до изготовления, обслуживания и утилизации, Windchill обеспечивает надежное управление информационными процессами, повышение качества продукции и уменьшение времени выхода продукции на рынок за счет полной информационной интеграции разработчиков, субподрядчиков, поставщиков и потребителей.

Главный акцент при разработке PDS компания PTC сделала на эффективность. Под эффективной PDS понимается такая система, которая постоянно обеспечивает требуемую функциональность и оптимальное исполнение процессов, в совокупности составляющих все этапы жизненного цикла изделия, используя для этого самые современные информационные технологии на базе гибкой аппаратной архитектуры.

Система PDS предоставляет пять ключевых функций в процессе разработки изделия (рис. 3.1):

- *create* (создание) – создание полного электронного описания изделия;

- *collaborate* (совместная работа) – информационное взаимодействие всех групп, подразделений, предприятий и партнеров, занятых в процессе разработки изделия;

- *control* (управление) – управление инженерными данными и изменениями в течение всего жизненного цикла изделия;

- *configure* (настройка) – управление конфигурациями в соответствии с требованиями к продукту и сервисами;

- *communicate* (коммуникация) – взаимодействие между всеми участниками разработки посредством динамической публикации актуальной информации об изделии и процессе разработки.

PDS-функциональность реализована на базе четырех программных продуктов систем PTC: Pro/ENGINEER Wildfire, Windchill ProjectLink, Windchill PDMLink и Arbortext.

Pro/ENGINEER Wildfire – полнофункциональная САПР для разработки изделий любой сложности. Ключевой компонент для выполнения функций создания трехмерных функциональных моделей сборок изделия (*create*) – CAD/CAM/CAE-система Pro/ENGINEER Wildfire. Система Wildfire включает в себя приложения для эскизного и рабочего проектирования, геометрического моделирования и инженерного анализа, а также ряд специализированных приложений, например, для проектирования кабельных и трубопроводных систем, изделий из листового металла, для разработки управляющих программ для оборудования с ЧПУ и др.

Отличительная особенность Wildfire – полная интегрированность с системой Windchill. Это означает, что реализован простой доступ к информационным ресурсам напрямую из CAD/CAM-сеанса: конст-

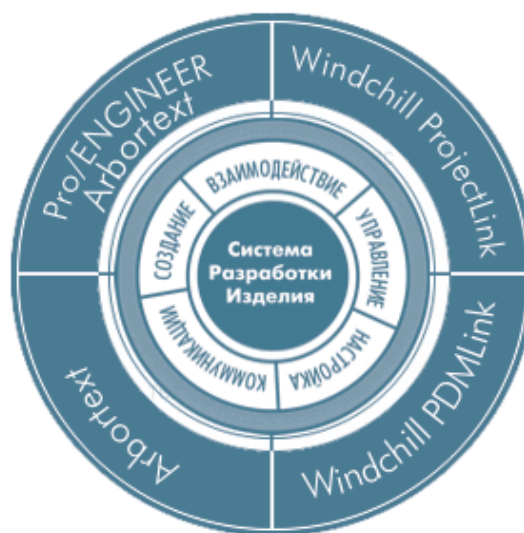


Рис. 3.1. Функциональность PDS-системы

руктор или технолог работает одновременно в Wildfire и системах управления инженерными данными и проектами – Windchill PDMLink и Windchill ProjectLink. Таким образом, пользователи Pro/ENGINEER получили возможность быстро и эффективно организовать совместную работу по проекту при обеспечении планирования и контроля процессов разработки.

Windchill ProjectLink – организация совместного выполнения проекта по разработке изделия. Основа для организации информационного обеспечения в ходе совместной работы над изделием (collaborate) – решение Windchill ProjectLink. ProjectLink предоставляет возможность надежного и защищенного доступа к актуальной информации по изделию всем участникам производственного процесса и всем партнерам и поставщикам комплектующих. При этом обеспечивается постоянное обновление информации, связанное с проведением изменений в соответствии с регламентированными процедурами. Установленная политика доступа к данным осуществляется в точном соответствии с текущим статусом конкретного пользователя этой информации на определенном этапе жизненного цикла. Задача обеспечения реального взаимодействия участников проекта с самых ранних его этапов – это основная и к тому же наиболее труднореализуемая составная часть систем управления проектами.

Базовая функциональность PDS, которая реализуется средствами ProjectLink, предоставляет следующие возможности, необходимые для организации совместной работы в корпоративных проектах: планирование проектных работ и создание рабочего плана-графика (используется Microsoft Project); технологии Intranet и Internet; защищенные хранилища данных по проектам; автоматизация и управление процессами и потоками работ; индивидуальное пространство данных пользователя; прямая интеграция с системами CAD/CAM/CAE; механизмы связи, совместного оповещения и обсуждения; автоматизация составления отчетов.

Применение современных средств организации информационного взаимодействия и управления проектами на основе использования системы Windchill ProjectLink существенно сокращает время прохождения проектных этапов и дает возможность находить наилучшие (или приемлемые) инженерные решения за самое короткое время.

Windchill PDMLink – система управления информацией об изделии и процессом разработки. Ключевой компонент системы PDS для вы-

полнения функций управления данными и конфигурациями (control, configure) – решение Windchill PDMLink. Эта система дает возможность организовать электронные архивы данных по изделиям, поддерживает множество взаимосвязанных спецификаций изделия, обеспечивает обмен данными о составе изделия и вносимых в него изменениях, управляет составом изделия и его конфигурациями. Система основана на технологии Web для легкого доступа к информации в масштабах предприятия и поддерживает работу территориально разнесенных подразделений разработчиков, одновременно управляя ответственными процессами, подготовкой и запуском изделия в производство.

Arbortext Enterprise Publishing Software – система автоматизированного создания и сопровождения динамически изменяемой технической документации (communicate). Система предназначена для создания, редактирования, публикации и выпуска интерактивных электронных технических руководств и сопутствующей документации (каталоги продукции, отчеты, инструкции, учебные и презентационные материалы, рекламные проспекты и т.п.). С выпуском Windchill 8.0 версии M020/M030 выполнена интеграция функциональности Arbortext и Windchill в рамках стратегии PDS.

Обзор модулей и компонентов Windchill. Система Windchill имеет модульную структуру. Все модули можно условно разбить на четыре блока.

1. *Содержание и управление данными об изделии* (Content and Product Data Management):

- Windchill PDMLink – организация централизованного управления и хранения данных о разработке изделия;
- Windchill MPMLink – организация и интеграция управления производственными процессами изделия;
- Windchill Supplier Management – оптимизация выбора поставщиков комплектующих изделий и производителей;
- Windchill PartsLink Classification and Reuse – организация внутренних конструкторских библиотек комплектующих и решений; возможность использования этих библиотек командой разработчиков;
- Windchill Archive – архивирование и размещение неактуальной информации в долгосрочных хранилищах данных;
- Windchill Business Report Author – создание, редактирование и публикация отчетов;

- Pro/INTRALINK – управление средой совместного проектирования на базе Pro/ENGINEER (в настоящее время вся функциональность Pro/INTRALINK включена в Windchill PDMLink).

2. *Совместная работа и управление проектами* (Collaboration and Project Management):

- Windchill ProjectLink – организация единого информационного пространства в рамках проекта, управление проектами вне зависимости от территориальной удаленности участников проектов;

- Windchill ProductView – модуль загрузки и визуализации трехмерных моделей для создания графического представления изделия.

3. *Интеграция с САПР* (CAD and Software Integration):

- Windchill Workgroup Manager for MCAD&ECAD – обмен инженерными данными между Windchill и внешними CAD/CAM/CAE-системами (AutoCAD, CATIA, Inventor, SolidWorks, Unigraphics и др.) и САПР в области радиоэлектроники (Cadence, Mentor Graphics, LabVIEW, Electronic Workbench и др.).

4. *Интеграция с ERP* (Enterprise Integration):

- Windchill Enterprise Systems Integration – совместное использование данных о разработке изделия, управляемых системами Windchill и ERP, размещенными на предприятии;

- Windchill Info*Engine – платформа, основанная на стандартах, для «бесшовного» распространения данных между информационными системами предприятия и группами пользователей.

Ключевые модули Windchill – ProjectLink и PDMLink, которые будут ниже описаны более подробно.

Общее представление об архитектуре Windchill. Система Windchill – система с трехуровневой архитектурой (рис. 3.2), спроектированная и оптимизированная для развертывания бизнес-приложений. Клиентский уровень – это уровень представления в такой архитектуре. Этот слой использует коммерческие Интернет-обозреватели, выполняющие комбинации HTML-, JavaScript-кода и Java-апплетов для реализации отдельных задач пользователя. Клиентские компоненты: Java Runtime Environment, Internet Explorer, Workgroup Manager, CounterPart.

Следующий уровень – уровень сервера приложений – предоставляет бизнес-логику, которая поддерживает обработку бизнес-транзакций. Эти функции обеспечивают коммерческие HTTP-серверы

(например Apache, SunONE), а также серверы методов Windchill. Компоненты сервера приложений (на базе сервера MS Server 2003): J2SE SDK, Apache, Tomcat, Aphelion LDAP Directory, Info*Engine, службы, серверы и компоненты Windchill.

Третий уровень обеспечивает функцию хранения данных. Он использует объектно-реляционную СУБД для хранения структурированных и неструктурированных данных. Компоненты сервера СУБД: Oracle Database.

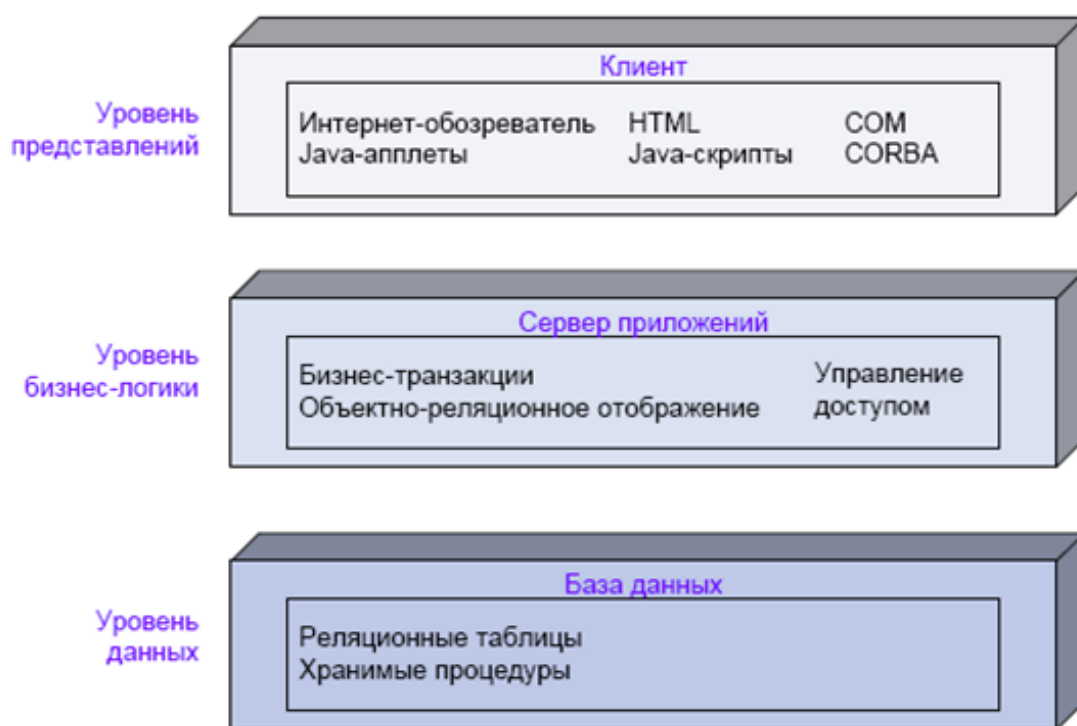


Рис. 3.2. Трехуровневая архитектура Windchill

Чтобы использовать возможности Интернет-обозревателя по просмотру, сохранению и прочим действиям с разнообразным набором типов содержимого, реализована потоковая передача содержимого файла от системы Windchill через HTTP-шлюз. Запросы на передачу файлов кодируются в соответствующие HTTP-запросы HTTP-шлюза сервера (рис. 3.3). В сервере методов Windchill HTTP-ответы генерируются с использованием потокового интерфейса, позволяющего получать произвольно большие ответы посредством вызова метода для генерации ответа. Потоковый интерфейс дает возможность осуществлять потоковую передачу целых файлов из БД без промежуточного размещения их на диске или в памяти.

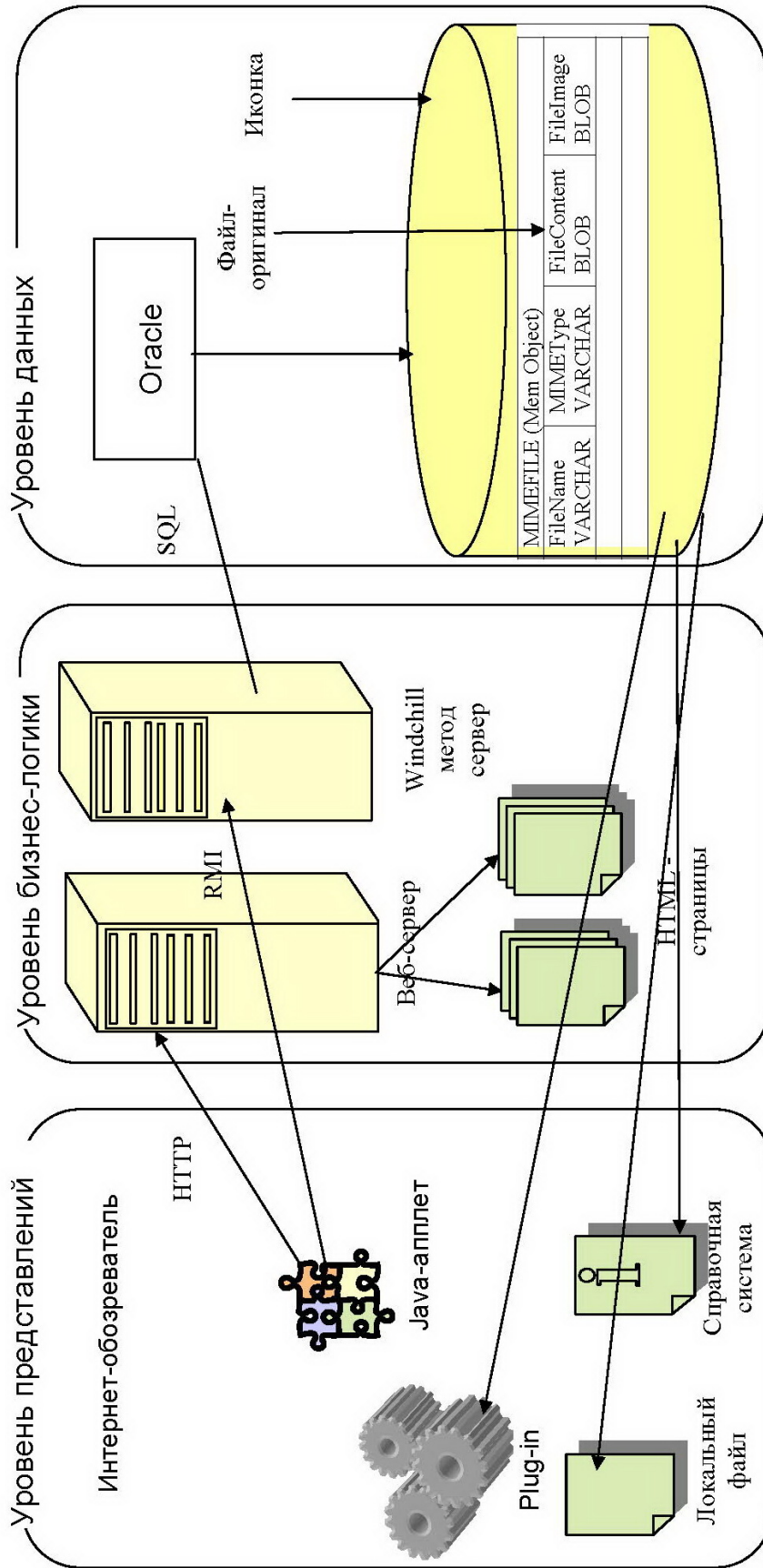


Рис. 3.3. Принципы взаимодействия компонентов системы

3.2. Введение в бизнес-администрирование Windchill

Обзор функциональности Windchill. Управление участниками. Автоматизация процессов с использованием жизненных циклов и потоков работ. Управление командами. Управление объектами, типами объектов и атрибутами объектов Windchill. Особенности работы с CAD-документами. Управление контейнерами

Обзор функциональности Windchill. После установки основной системы Windchill архитектура среды выполнения состоит из следующих компонентов:

- клиентских приложений, которые предоставляют пользователям доступ к Windchill. К ним относят: Интернет-обозреватель, средства визуализации, Pro/ENGINEER Wildfire;
- веб-сервера, который включает в себя Servlet Engine, веб-службы Windchill Info*Engine и модуль безопасности;
- сервера Windchill, состоящего из модулей Windchill PDMLink и Windchill ProjectLink, общих бизнес-служб и Server Manager;
- хранилища данных, которое включает в себя службу LDAP-directory Aphelion и базу данных Oracle.

Также возможна интеграция Windchill с другими системами предприятия, например со службой каталогов предприятия, ERP, CRM, SCM, почтовым сервером и др.

Иерархия контейнеров и доменов. Окружение Windchill состоит из набора контейнеров. Контейнеры содержат все административные области (домены), правила и данные, которые образуют контекст для работы пользователей Windchill. Контейнеры организованы в виде иерархии таким образом, что правила и данные, созданные в одном контейнере, могут быть доступны дочерним контейнерам, а домены одного контейнера могут иметь дочерние домены в дочернем контейнере. Дочерние домены наследуют информацию от родительских доменов.

Windchill содержит один контейнер верхнего уровня – Site (сайт). Данный контейнер создается в процессе установки Windchill, остальные – после установки Windchill. Они являются дочерними по отношению к контейнеру сайта. В процессе установки создается набор доменов контейнера Site: «/», User, Default, System, Unaffiliated, Session IterationDomain.

После установки Windchill системный администратор создает контейнер управляющей организации (наименование контейнера совпадает с наименованием организации). При этом в данном контейнере

будет создан свой набор доменов: Org1, Private, Default, System, PDM, Project. Домен Org1 наследует все правила и данные от домена User, а домены Private, Default, System – от корневого домена «/» (рис. 3.4). Пунктирная линия показывает границы контейнеров, а наследование доменов изображается соединяющими их линиями (см. рис. 3.4). Домен верхнего уровня имеет символ «/» (корень) и находится в контейнере сайта. Затененные домены связаны с ответственными участниками Windchill (пользователями, группами и организациями).

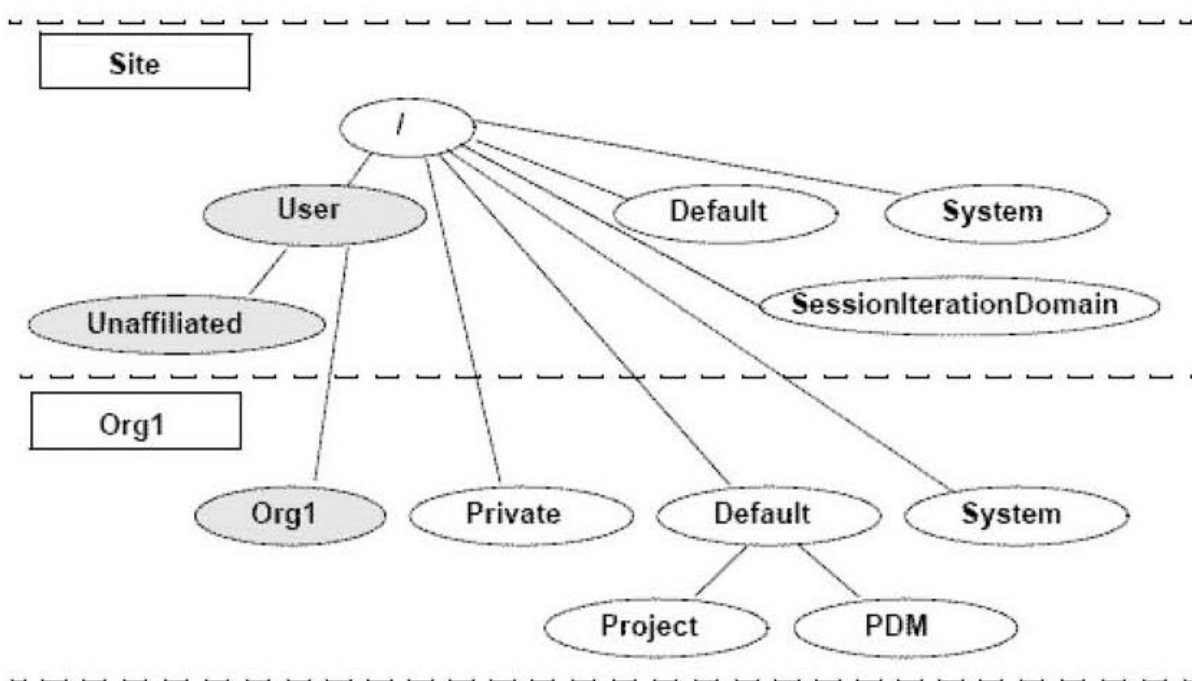


Рис. 3.4. Иерархическая структура контейнеров Windchill

При создании проектов, изделий и библиотек формируются соответствующие контейнеры, дочерние по отношению к контейнеру организации. Каждый создаваемый контейнер изделия или библиотеки обычно включает в себя домен Default, который наследует информацию домена PDM из контейнера организации, а также домен System, который наследует информацию корневого домена «/».

Управление доступом пользователей к данным. Для каждого контейнера устанавливается набор правил доступа. Эти правила могут быть определены как программно, так и в шаблоне, используемом при создании контейнера. Кроме того, администратор может управлять правилами доступа к данным этого контейнера и его дочерних контейнеров.

В общем случае в каждом правиле политики доступа указывается следующее:

- тип объекта, хранящегося в домене, к которому применяется правило доступа;
- определенное состояние (или все состояния) объекта, к которому применяется правило доступа;
- участники (пользователи, группы или организации);
- элементы разрешений (права на чтение, создание, изменение и т.п.).

Правила политики доступа имеют иерархию, основанную на иерархии доменов. Дочерние домены наследуют правила от родительских доменов и не могут их переопределять.

Управление участниками. Для управления участниками используются домены, связанные с участниками: домен User в контейнере Сайт (Site) или один из его дочерних доменов.

Например, созданы контейнер организации Org1 и пользователи из организаций Org1 и Org2, а также пользователи, не относящиеся ни к одной из организаций. В этом случае автоматически будут созданы следующие домены: Org1, Org2 и Unaffiliated (самостоятельный).

Пользователи из организации Org1 будут по умолчанию связаны с доменом Org1, который находится в контейнере Org1. Пользователи из организации Org2 будут по умолчанию связаны с доменом Org2, который находится в контейнере Site. Пользователи, которые не относятся ни к одной организации, по умолчанию будут связаны с доменом Unaffiliated, который находится в контейнере Site.

При создании пользователя автоматически формируется его личный кабинет. По умолчанию он помещается в тот же домен, что и сам пользователь. Использование такого подхода позволяет правилам доступа для личных кабинетов находиться в том же домене, что и правила доступа для пользователей.

Управление данными. Все данные системы Windchill хранятся в виде объектов определенных типов. Тип указывается при создании или импортировании объекта. Посредством типизации данных устанавливаются шаблоны их обработки в Windchill. Например, можно решить, как нумеровать части заданного типа – автоматически или вручную. Для каждого типа данных могут быть приняты отдельные решения посредством установки правила инициализации

объектов. Данные правила формируются при создании каждого контейнера.

CAD-документы, хранящиеся в базе данных Windchill, имеют тип объекта *wt.epm.EPMDocument*. Обычно CAD-модель составляет первичное содержание CAD-документа. Другие файлы CAD-данных, например чертежи или разметки, также могут быть связаны с CAD-документом в качестве вторичного содержимого.

Документы, хранящиеся в базе данных Windchill, имеют тип объекта *WTDocument*. Использование программных типов помогает распределить типы документов по категориям.

Отдельный узел изделия Windchill в соответствии с терминологией Pro/ENGINEER называется *частью (Part)*. Части, хранящиеся в базе данных Windchill, имеют тип объекта *WTPart*. Части, созданные в Windchill PDMLink, всегда связаны с представлением, которое определяет то, для чего используется часть. При установке Windchill возможны два стандартных представления: *конструкторское (Design)* и *технологическое (Technological)*.

Управление процессами Windchill. Система Windchill предоставляет несколько типов процессов управления данными (бизнес-объектами):

- процесс жизненного цикла определяет набор состояний и переходов, которые управляют жизненным циклом объекта от разработки до утилизации;
- процесс потока работ определяет правила, которые позволяют участникам потока работ просматривать и передавать информацию;
- процесс изменения определяет то, как проводятся изменения частей и многих других типов данных, включая документы, программные типы документов и экземпляры изделий.

Потоки работ часто используют для управления жизненным циклом, т. е. процесс потока работ необходим для осуществления перехода из одного состояния жизненного цикла в другое. В большинстве случаев процесс потока работ запускается самим жизненным циклом. Управляемые жизненным циклом объекты при создании получают свой жизненный цикл. При этом также может быть создан экземпляр процесса потока работ. Объекты изменений тоже являются управляемыми жизненными циклами. Каждый объект изменений начинает процесс изменений при получении своего жизненного цикла.

Административные группы. Для выполнения конкретных административных действий в Windchill автоматически создаются следующие административные группы:

- администраторы атрибутов (Attribute Administrators);
- администраторы жизненных циклов (Lifecycle Administrators);
- администраторы потоков работ (Workflow Administrators);
- администраторы типов (Type Administrators).

Например, пользователи в группе Администраторы атрибутов (Attribute Administrators) могут управлять метаданными атрибутов. Пользователи в группе Администраторы жизненных циклов (Lifecycle Administrators) становятся участниками шаблона жизненного цикла Default, когда тот используется.

Кроме того, система Windchill предоставляет дополнительные типы администраторов:

- администратор организации (Organization Administrator);
- руководитель изделия (Product Manager);
- руководитель библиотеки (Library Manager).

Перед тем как пользователи получают доступ к системе Windchill, необходимо выполнить следующие действия:

- создать контейнер управляющей организации;
- назначить администраторов;
- при необходимости создать дополнительные контейнеры организаций;
- при необходимости создать дополнительные домены организаций и определить их возможность владеть своими частями и документами, по умолчанию все части и документы принадлежат организации, в которой они были созданы;
- определить необходимость включения отчетов аудита.

Управление участниками. В системе Windchill понятие *участник (Principal)* используется для обозначения пользователей, групп или организаций. Термин «участник» может обозначать любое сочетание пользователей, групп и организаций. Администратор системы Windchill может создавать и изменять пользователей, группы или организации.

Пользователь (Member) определяет конкретного сотрудника организации. Пользователь может входить в одну или несколько групп, а

также состоять в организации. *Группа (Group)* служит для объединения нескольких пользователей, обладающих схожими правами доступа и выполняющих одинаковые функции. Группа содержит в себе одного или более пользователей, а также другие группы. *Организация (Organization)* представляет собой раздел системы, который содержит информацию, относящуюся к деятельности бизнес-подразделения компании или предприятия в целом, например структуру подразделения, бизнес-объекты, права доступа, модели жизненного цикла и т.д.

При создании участников в системе Windchill используется как база данных Windchill, так и служба каталогов. Для каждого пользователя создается элемент в службе каталогов и объект системы Windchill, хранящийся в базе данных.

Управление участниками (создание, изменение и удаление) выполняется с помощью утилиты **Администратор участников (Principal Administrator)**. Для запуска утилиты необходимо перейти на страницу **Утилиты (Utilities)**, расположенную на вкладках **Сайт (Site)** или **Организация (Organization)**.

При администрировании участников со страницы **Утилиты (Utilities)** вкладки **Сайт (Site)** администратору предоставляются неограниченные права доступа ко всем пользователям, группам и организациям, созданным в контейнере **Сайт (Site)**.

При администрировании участников со страницы **Утилиты (Utilities)** вкладки **Организация (Organization)** предоставляется доступ только к участникам, созданным в контейнере соответствующей организации.

В утилите **Администратор участников (Principal Administrator)** администратор может управлять пользователями, группами и организациями, а также осуществлять техническую поддержку.

Управление пользователями. Управление пользователями выполняется на странице **Пользователи (User)** утилиты **Администратор участников (Principal Administrator)**. Создание нового пользователя системы Windchill осуществляется с помощью кнопки **Создать нового пользователя (Create New User)**. Для добавления в таблицу существующих пользователей следует нажать кнопку **Добавить существующих пользователей в таблицу (Add Existing User to Table)**.

При создании или редактировании пользователя открывается новое окно, в котором заполняют следующие поля:

- имя пользователя (User Name);
- полное имя (Full Name);
- адрес электронной почты (E-mail Address);
- почтовый адрес (Postal Address);
- телефон (Telephone Number);
- дополнительный телефон (Alternate Telephone Number);
- факс (Fax Number);
- личный сайт (Personal Web Site);
- организация (Organization);
- предпочтительный язык (Preferred Language);
- служба каталогов (Directory Service);
- домен пользователя (Domain of User);
- домен личного кабинета (Domain of Personal Cabinet);
- пароль (Password);
- подтверждение пароля (Password Confirm);
- дополнительные имена пользователя (Alternate User Names).

Для удаления пользователя его необходимо выбрать в таблице пользователей. Затем, если требуется удалить пользователя и из Windchill, и из службы каталогов, нужно нажать кнопку **Удалить из Windchill и из службы каталогов (Delete from Windchill and Directory Service)**. Если требуется удалить пользователя только из Windchill, следует нажать кнопку **Удалить из Windchill (Delete from Windchill)**. В результате удаления пользователя из базы данных Windchill происходят следующие события:

- пользователь удаляется из всех групп;
- пользователь удаляется из всех списков уведомлений, включенных в правила политики уведомлений; если список в результате удаления оказался пустым, то также удаляется правило.

Управление группами. Управление группами выполняется на странице **Группы (Groups)** утилиты **Администратор участников (Principal Administrator)**. Создание новой группы в системе Windchill осуществляется с помощью кнопки **Создать новую группу (Create New Group)**. Для добавления в таблицу существующих групп

следует нажать кнопку **Добавить существующие группы в таблицу (Add Existing Groups to Table)**.

При создании или редактировании группы открывается новое окно с активной вкладкой **Общее (Details)**, на которой заполняют следующие поля:

- наименование группы (Group Name);
- описание (Description);
- служба каталогов (Directory Service);
- домен группы (Domain of Group).

Для назначения пользователей группы необходимо перейти на вкладку **Пользователи (Users)**. Добавление пользователей в группу выполняется посредством нажатия кнопки **Добавить существующих пользователей в таблицу (Add Existing Principals to Table)**.

Удаление группы осуществляется так же, как и удаление пользователя, т. е. группу можно удалить только из базы данных Windchill либо из базы данных Windchill и из службы каталогов. При удалении группы происходят следующие события:

- пользователи, являвшиеся членами группы, перестают входить в состав группы;
- группа удаляется из всех списков уведомлений, включенных в правила политики уведомлений; если список в результате удаления оказался пустым, то также удаляется правило.

Управление организациями. Управление организациями выполняется на странице **Организации (Organizations)** утилиты **Администратор участников (Principal Administrator)**.

Создание новой организации в системе Windchill осуществляется с помощью кнопки **Создать новую организацию (Create New Organization)**. Для добавления в таблицу существующих организаций следует нажать кнопку **Добавить существующие организации в таблицу (Add Existing Organizations to Table)**.

При создании или редактировании организации открывается новое окно, в котором заполняют следующие поля:

- наименование организации (Organization Name);
- тип идентификатора организации (Organization ID Type);
- идентификатор организации (Organization ID);
- описание (Description);
- почтовый адрес (Postal Address);

- сайт организации (Organization Web Site);
- адрес и идентификатор конференции (Conferencing URL and ID);
- домены организации (Windchill and Internet Domains);
- сфера деятельности (Business Classification);
- служба каталогов (Directory Service).

Удаление организации осуществляется так же, как и удаление пользователя, т. е. организацию можно удалить только из базы данных Windchill либо из базы данных Windchill и из службы каталогов. При удалении организации последняя удаляется из всех списков уведомлений.

Управление кэшем участников. Для обеспечения лучшего времени доступа для пользователей, групп и организаций в системе Windchill используется внутренний кэш участников, в котором находится информация о пользователях, группах и организациях, полученная из базы данных Windchill и службы каталогов. Существует два возможных способа управления кэшем участников:

- установка максимального срока нахождения информации об участниках в кэше. При этом элементы автоматически очищаются, когда пользователи пытаются осуществить доступ к старым элементам;
- выбор действий, осуществляющих очистку информации в кэше внутри утилиты **Администратор участников (Principal Administrator)**.

Техническая поддержка. Для изменения характеристик участников в службе каталогов иногда используют инструменты администрирования каталогов, отличные от таковых в утилите **Администратор участников (Principal Administrator)**. Например, для перемещения пользователей, групп или организаций между каталогами применяют средства на базе службы каталогов Aphelion. При этом происходит изменение уникальных имен перемещаемых участников. В системе Windchill появляются так называемые отсоединенные участники.

Список отсоединенных участников, существующих в системе Windchill, отображается на странице **Техническая поддержка (Maintenance)** утилиты **Администратор участников (Principal Administrator)**. Страница **Техническая поддержка (Maintenance)** предоставляет следующие возможности:

- поиск участников с несуществующими уникальными именами;
- удаление отсоединенных участников;
- удаление из кэша всех участников.

Автоматизация процессов с использованием жизненных циклов и потоков работ. Основное назначение жизненных циклов в Windchill – определение путей развития каждого объекта, автоматизация связанных с ним бизнес-процессов, контроль и подтверждение достигнутых показателей качества на каждом этапе. Говоря другими словами, жизненный цикл – это своеобразный план совершенствования, действующий для каждого объекта с момента его создания до вывода его из обращения.

Модель жизненного цикла в Windchill. Жизненный цикл в Windchill – это описание различных этапов, через которые проходит каждый объект системы за время своего существования. Модель жизненного цикла базируется на концепции «состояние – переход» и используется для управления бизнес-объектами в процессе их развития от концепции до утилизации. При нахождении объекта на определенном этапе жизненного цикла к нему применяют соответствующие бизнес-правила, такие как правила ограничения доступа, установленные для данного этапа. При создании любого объекта, поддерживающего интерфейс управления через жизненный цикл, ему прямо или косвенно назначается некоторый жизненный цикл. При этом состояние данного объекта автоматически ассоциируется с первым этапом жизненного цикла.

Для состояний и переходов каждого этапа жизненного цикла Windchill через соответствующие интерфейсы имеется возможность подключения потоков работ, при этом назначенные потоки работ иницируются системой автоматически. Это означает, что как только объект достигает некоторого этапа, соответствующие роли-участники, ассоциированные с состоянием рабочих потоков, получают соответствующие задания в их списки заданий.

Например, предустановленный в системе поток работ **По умолчанию (Default)** выдает задание участнику, исполняющему роль **Разработал (Creator)**. Суть задания заключается в том, что как только объект, по его мнению, готов к продвижению, он должен направить его на согласование и утверждение. По умолчанию данный поток подключается на каждом этапе жизненного цикла любого бизнес-объекта, хотя при необходимости бизнес-администратор может назначить и другой поток работ, более соответствующий специфике организации. Другой предустановленный поток работ в системе обеспе-

чивает выполнение процедуры согласования, утверждения, а также перемещение объекта по этапам жизненного цикла. Данный поток работ стартует после того, как объект попадает на переход. На переходе объект находится в состоянии ожидания продвижения его на следующий этап жизненного цикла. Диаграмма на рис. 3.5 иллюстрирует процесс продвижения объекта Windchill PDMLink в соответствии с установленными для него бизнес-процессами.

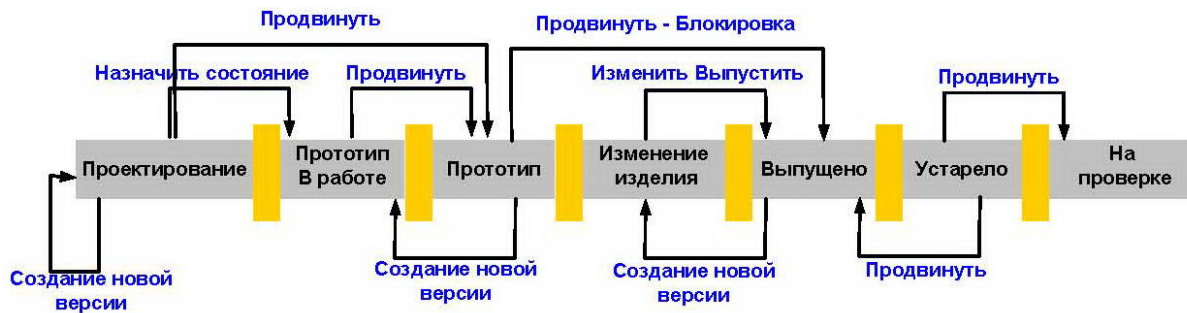


Рис. 3.5. Поток работ, ассоциированный с объектом Windchill

Когда объект, по мнению участника **Разработал**, готов к продвижению на следующий этап жизненного цикла, он помещается на переход данного этапа. Если участник, исполняющий роль **Утвердил (Promoter)**, решает, что объект готов к переводу на следующий этап жизненного цикла, то он продвигает объект на следующий этап путем выполнения действия **Утвердить (Promote)** на странице свойств назначенного ему задания. Перевод объекта на другой этап жизненного цикла также может быть выполнен и без участия пользователя, с помощью специального робота, помещенного в поток работ. Действие **Утвердить** устанавливает новое состояние объекта и перемещает его на следующий этап, на котором к объекту, возможно, будут применяться совершенно другие бизнес-правила и связанные с новым этапом бизнес-процессы.

Состояние (State) объекта отражает этап его отработки в каждый конкретный момент времени. Состояние определяется глобально в системе, и поведение каждого бизнес-объекта в каждом состоянии не зависит от шаблона жизненного цикла, в котором состояние используется. Например, если правило ограничения доступа применяется к объекту типа **Часть**, находящемуся в состоянии **На рассмотрении (Reviewing)**, то данное правило будет использоваться для всех объектов типа **Часть (Part)**, находящихся в данном состоянии, независимо от того, какой конкретно жизненный цикл был назначен для данного

объекта при его создании. Каждый этап жизненного цикла должен быть связан с состоянием, выбранным из перечня глобально определенных состояний в системе.

Создание шаблона жизненного цикла. Утилита **Администратор жизненных циклов (Lifecycle Administrator)** отображает список всех шаблонов жизненных циклов и их расположение. С помощью кнопок данной страницы бизнес-администратор может создавать, изменять, просматривать и удалять жизненные циклы. Дополнительно имеется возможность экспорта и импорта жизненных циклов.

Для создания шаблона жизненного цикла необходимо нажать на кнопку **Создать (Create)**. Для изменения шаблона жизненного цикла необходимо нажать на кнопку **Изменить (Update)**. По сути, процедура изменения отличается от процедуры создания только тем, что в первом случае вместо ввода новых данных редактируются существующие.

При создании шаблона жизненного цикла определяют следующие свойства жизненного цикла.

- **Тип (Type)** – различают два типа жизненного цикла: **Основной (Basic)** и **Расширенный (Advanced)**. Жизненный цикл основного типа содержит информацию только о шаблоне жизненного цикла, состоянии и истории. Расширенный жизненный цикл включает дополнительную информацию о каждом этапе, такую как команда, правила доступа, связанные процессы, условия перехода.

- **Наименование (Name)** жизненного цикла должно быть уникальным. При вводе уже существующего наименования выдается сообщение об ошибке. При редактировании жизненного цикла его наименование изменить невозможно.

- **Расположение (Location)** указывает, в каком кабинете или папке будет храниться шаблон жизненного цикла. Данное свойство использовалось в Windchill Foundation & PDM. В Windchill PDMLink шаблон жизненного цикла сдается на хранение в домен «System» того контейнера, из которого была запущена утилита **Администратор жизненных циклов (Lifecycle Administrator)**.

- **Описание (Description)** содержит описание данного шаблона жизненного цикла.

- **Класс (Class)** указывает на тип объекта, к которому будет применяться данный шаблон жизненного цикла.

- Свойство **Включен (Enabled)** показывает, будет ли применяться данный шаблон. Обычно это свойство администратор применяет, если планирует в будущем удалить данный шаблон, когда он уже не будет использоваться.

После того как будут определены свойства жизненного цикла, администратор добавляет этапы. Для этого необходимо нажать кнопку **Новый этап (New Phase)**. В графическом поле появится иконка нового этапа. При ее выборе ниже будут представлены свойства данного этапа. При дальнейшем добавлении этапов иконки этапов разделяет иконка **Шлюза (Gate)**.

Каждый этап должен быть связан с определенным **Состоянием (State)**, которое выбирается из раскрывающегося списка. При выборе **Состояния (State)** его название отображается на иконке этапа.

При выборе основного типа жизненного цикла доступна для просмотра и изменения будет только одна вкладка **Переходы (Transitions)**.

Данная вкладка содержит таблицу, в строках которой перечислены события для возможных переходов с выбранного этапа на другие этапы, указанные в столбцах. Переходы могут выполняться при следующих событиях:

- изменить (Change);
- заблокировать (Lock);
- утвердить (Promote);
- создать новую версию (Revise);
- установить состояние (Set State).

В случае, когда выбран расширенный тип жизненного цикла, доступными становятся все вкладки при редактировании этапа, т. е. администратор получает доступ к следующей информации об этапах жизненного цикла.

- **Роли (Roles)** – на этой вкладке администратор выбирает из списка роли, которые будут принимать участие в прохождении жизненного цикла бизнес-объекта. Для добавления необходимо выбрать роль из списка **Доступных ролей (Available Roles)** и затем нажать кнопку **Добавить (Add)** или **Добавить всех (Add All)**, если требуется добавить все роли. Указанные роли появятся в списке **Выбранные роли (Selected Roles)**. Для удаления ошибочно добавленной роли необходимо выбрать ее в списке **Выбранные роли (Selected Roles)** и

нажать кнопку **Удалить (Delete)** или **Удалить все (Delete All)**, если требуется удалить все роли.

- **Управление доступом (Access Control)** – на этой вкладке администратор устанавливает правила доступа к бизнес-объекту при нахождении последнего на выбранном этапе. Для этого администратору необходимо в списке **Выбранные роли (Selected Roles)** выбрать роль и установить элементы разрешений в списке **Разрешения (Permissions)**. Администратор может выбрать либо **Полный контроль (Full Control)**, либо комбинацию других элементов: **Чтение (Read)**, **Изменение (Modify)**, **Создание (Create)**, **Создание новой версии (Revise)**, **Создание нового представления (New View Version)**, **Удаление (Delete)**, **Изменение разрешения (Change permissions)**, **Административные (Administrative)**.

- **Процесс (Workflow)** – на этой вкладке администратор может назначить **Процесс этапа (Phase Process)** и **Процесс шлюза (Gate Process)**. Для выбора требуемого процесса необходимо нажать кнопку **Найти (Browse)** и в открывшемся окне выбрать поток работ. Свойство **Использовать последнюю итерацию (Use Latest Iteration)** указывает на то, какая итерация потока работ будет инициирована при переходе бизнес-объекта на данный этап. Если флажок установлен, то всегда будет инициироваться последняя итерация потока работ. В противном случае – последняя итерация на момент создания (редактирования) шаблона жизненного цикла. Если в выбранном этапе не требуется использовать поток работ, то администратору необходимо нажать кнопку **Очистить (Clear)**. В этом случае свойство **Процесс этапа (Phase Process)** или **Процесс шлюза (Gate Process)** остается пустым в зависимости от того, напротив какого свойства была нажата кнопка.

- **Условия перехода (Promotion Criteria)** – на этой вкладке администратор может указать **Условия (Criteria)**. Эти условия играют только информативную роль. Тем не менее они важны для создания более полного представления о бизнес-объекте. Для добавления условия необходимо нажать кнопку **Создать (Create)** и в открывшемся окне ввести содержание условия. Для изменения или удаления условия его необходимо выбрать из списка **Условия (Criteria)** и нажать соответственно кнопку **Изменить (Update)** или **Удалить (Delete)**.

После того как будут определены все свойства жизненного цикла и его этапов, администратор может нажать кнопку **ОК** и завершить работу над шаблоном с сохранением сделанных изменений, либо нажать кнопку **Сохранить (Save)** и продолжить работу над шаблоном, либо нажать кнопку **Отмена (Cancel)** и завершить работу без сохранения последних изменений. При нажатии на кнопку **Помощь (Help)** администратору будет предоставлена контекстная помощь.

История итераций жизненного цикла. Шаблон жизненного цикла – итерационный объект в Windchill. Но в отличие от таких объектов, как часть или документ, шаблон жизненного цикла поддерживает только одноуровневые итерации, т. е. он не обладает версионностью.

При создании нового шаблона жизненного цикла его необходимо сдать на хранение, в противном случае другие пользователи не получат к нему доступ. Если шаблон жизненного цикла в данный момент времени никем не редактируется, то администратор может взять его на изменение, нажав кнопку **Взять на изменение (Check Out)**. После того как будут внесены необходимые изменения, администратор должен сдать шаблон на хранение, нажав кнопку **Сдать на хранение (Check In)**, либо отказаться от изменений и нажать кнопку **Вернуть без изменения (Undo Check Out)**. При сдаче на хранение снова откроется окно для указания комментариев по новой итерации.

Для просмотра истории итераций шаблона жизненного цикла необходимо выбрать требуемый шаблон и нажать кнопку **История итераций (Iteration History)**. Откроется окно, содержащее список всех итераций.

Общее представление о потоках работ. Система потоков работ (workflow) предоставляет возможность автоматизировать бизнес-процедуры организации, в которых информация, задачи и документы передаются от одного участника процесса к другому. Бизнес-процедура должна базироваться на хорошо известных правилах, предназначенных для достижения бизнес-целей организации.

Система потоков работ в Windchill состоит из трех компонентов:

- **редактора процессов потоков работ (Workflow Process Editor)**, который предназначен для разработки процессов потоков работ и сохранения их в виде шаблонов процессов;
- **системы выполнения потока работ (The workflow runtime system)**, которая ответственна за выполнение разработанных процес-

сов потоков работ в контексте бизнес-объектов (например части или документа). Выполнение процесса заключается в передаче элемента работы пользователю, участвующему в процессе, в открытии приложений, инициализации подпроцессов и т.д.;

- **менеджера процесса потока работ (Workflow Process Manager)** – графического средства для мониторинга и составления отчетов по процессам потоков работ.

Администратор потоков работ. Управление шаблонами потоков работ выполняется на странице **Администратор потоков работ (Workflow Administrator)**. Для запуска данной утилиты необходимо перейти на страницу **Утилиты (Utilities)** вкладки **Сайт (Site)** либо на вкладки **Организация (Organization)**, **Изделие (Product)** или **Библиотека (Library)**.

При администрировании потоков работ со страницы **Утилиты (Utilities)** вкладки **Сайт (Site)** администратору предоставляются неограниченные права доступа ко всем шаблонам потока работ, существующих в системе. При администрировании потоков работ со страницы **Утилиты (Utilities)** вкладки **Организация (Organization)** предоставляется доступ только к потокам работ, действующим в контексте соответствующей организации. Аналогично доступ к шаблонам потоков работ с вкладок **Изделие (Product)** или **Библиотека (Library)** ограничивает полномочия администратора соответствующим контекстом. Однако вследствие существующей в Windchill иерархической структуры контейнеров, которыми являются Сайт, Организация, Изделие или Библиотека, определенные в родительском контексте потоки работ также доступны для использования и в дочерних контекстах. Например, утилита **Администратор потоков работ (Workflow Administrator)**, запущенная из контекста изделия (библиотеки), отображает шаблоны потоков работ, созданные не только в контексте данного изделия (библиотеки), но и в контекстах организации и сайта. Соответственно утилита **Администратор процессов (Process Administrator)**, запущенная с вкладки **Организация (Organization)**, также наследует шаблоны потоков работ, определенные в контексте сайта.

Утилита **Администратор потоков работ (Workflow Administrator)** предоставляет список всех существующих в системе шаблонов процессов потока работ с отображением статуса и контекста принадлежности. С помощью данной утилиты бизнес-администратор может

создавать, изменять, просматривать, удалять, а также выполнять импорт и экспорт потоков работ.

Редактор процессов потока работ. Редактор процесса потока работ – это графический интерфейс для определения процессов потока работ любой сложности, от элементарных до сверхсложных. Процесс создается путем определения действий (узлов) и соединения их связями. Поддерживаются вложенные процессы, ветвление, слияние, петли для итеративных действий и определение действий по назначению участников.

Для получения доступа к редактору процессов необходимо в утилите **Администратор потоков работ (Workflow Administrator)** нажать на кнопку **Создать (Create)** или **Изменить (Update)**.

При использовании функции **Создать (Create)** в редакторе процессов потока работ создается новый шаблон потока работ, содержащий стартовый узел процесса **Старт (Start)**.

При формировании нового шаблона потока работ в первую очередь рекомендуется определить его свойства. Для этого необходимо нажать ссылку **Свойства (Properties)**. В открывшемся окне будет представлен набор вкладок, содержащих свойства и объединенных в группы:

- общие (General);
- срок выполнения (Deadline);
- переменные (Variables);
- ветвление (Routing);
- переходы (Transitions);
- дополнительно (Properties).

На вкладке **Общие (General)** заполняются поля: **Наименование (Name)**, **Категория (Category)**, **Ответственный (Responsible Role)** и **Описание (Description)**.

На вкладке **Срок выполнения (Deadline)** администратор может указать крайний срок выполнения процесса. Если процесс не был завершен к сроку выполнения, то он может быть пропущен, отмечен как выполненный, переназначен другому ответственному лицу или оставлен без изменений. Кроме этого администратор может определить роли, которые будут получать уведомления о просроченном процессе.

На вкладке **Переменные (Variables)** администратор определяет глобальные переменные для всего процесса. Изначально в каждом шаблоне потока работ определены две переменные *Self* (возвращает ссылку на процесс) и *primaryBusinessObject* (возвращает бизнес-объект, прикрепленный к процессу). Администратор может создавать, изменять и удалять переменные.

На вкладке **Ветвление (Routing)** администратор определяет, какие ветвления будут присутствовать при запуске процесса потока работ. Свойство **Тип ветвления (Routing Type)** может принимать следующие значения: **Ничего (None)** или **Условное (Conditional)**.

На следующей вкладке **Переходы (Transitions)** администратор назначает исполнение кода на языке Java при выполнении того или иного перехода. При написании кода администратор может использовать существующие в шаблоне переменные. Кроме того, в редакторе шаблонов потоков работ встроен Java-компилятор, поэтому всегда можно проверить правильность написания кода, для чего необходимо нажать кнопку **Проверить синтаксис (Check Syntax)**.

На вкладке **Дополнительно (Properties)** указываются дополнительные свойства:

- оповестить ответственного при ошибке (Notify the responsible role if there is an error);
- прекратить при ошибке (Abort if there is an error);
- записывать изменения переменных (Record variable changes);
- оповестить ответственного при прекращении (Notify the responsible role on abort);
- прекратить родительский процесс при прекращении (Abort the parent process on abort).

После того как будут определены все необходимые свойства, администратор нажимает кнопку **ОК**. Окно свойств шаблона потока работ будет закрыто.

Рассмотрим панель инструментов, расположенную в левой части редактора процессов потоков работ. Данная панель содержит иконки узлов, из которых может состоять поток работ:

- **Действие (Action)** – показывает направление перехода от одного узла к другому;
- **Назначаемое действие (Assigned Activity)** – действие, назначаемое пользователю, или группе пользователей, или ответственному;

- **Специальное действие (Ad Hoc Activity)** – назначается пользователю для определения выполняемой группы действий. Группа действий подобна простому блоку;
- **Блок (Block)** – представляет собой группу действий, соединительных звеньев. Создание блоков ведет к снижению сложности процессов. Блоки по необходимости могут расширяться;
- **Прокси-процесс (Proxy-Process)** – представляет собой подпроцесс внутри главного родительского процесса, используемый для снижения его сложности и для обеспечения повторного использования;
- **Соединитель И (AND Connector)** – инициируется, когда отработаны все соединители-предшественники;
- **Соединитель ИЛИ (OR Connector)** – инициируется в случае срабатывания одного из соединителей-предшественников. Для завершения предыдущих действий выберите **Завершить все предшествующие действия (Terminate Open Predecessor Activities when Fired)**;
- **Условный маршрутизатор (Conditional Router)** – инициирует определенные пользователем события, основываясь на условном выражении;
- **Пороговый соединитель (Threshold Connector)** – инициируется, когда обрабатывается заданное пользователем число предшествующих связей. Для завершения предыдущих действий выберите **Завершить все предшествующие действия (Terminate Open Predecessor Activities when Fired)**;
- **Конец (End)** – останавливает процесс. Все действия процесса должны в итоге соединиться в данном соединителе;
- **Земля (Ground)** – останавливает параллельные ветви внутри процесса, но не сам процесс;
- **Робот уведомления (Notification Robot)** – уведомляет соответствующего пользователя по электронной почте;
- **Метод робот (Method Robot)** – представляет собой одно из нескольких действий, выполняющихся при добавлении робота к процессу;
- **Робот времени (Timer Robot)** – задерживает старт на определенное время;

- **Робот запуска приложений (Launch Application Robot)** – выполняет команды системы на сервере, используя команду *Java runtime.exe*. Выполнение может быть или синхронным, или асинхронным;

- **Робот выполнения выражения (Execute Expression Robot)** – входит в синхронное Java-выражение для выполнения в потоке работ;

- **Робот синхронизации (Synchronization Robot)** – синхронизирует начало действия или процесса с событиями, которые не связаны во времени. Робота можно установить для запуска действия при возникновении некоторых внешних событий или событий, определенных в Windchill;

- **URL-робот (URL-robot)** – указывает URL-адрес для соединения с другим сервером при инициации различных задач Info*Engine или предоставления информации, необходимой для завершения задач потока работ.

Построение процесса происходит путем добавления и соединения узлов. Для того чтобы добавить элемент, необходимо щелкнуть на его иконке, а затем в поле диаграммы. Для того чтобы отобразить свойства узла, щелкните на ссылке, расположенную рядом с ним. В открывшемся окне будет представлен набор вкладок, содержащих свойства и объединенных в группы:

- общие (General);
- задача (Activity);
- участники (Participants);
- срок выполнения (Deadline);
- переменные (Variables);
- ветвление (Routing);
- переходы (Transitions);
- дополнительно (Properties).

На вкладке **Общие (General)** заполняются поля: **Наименование (Name)**, **Категория (Category)**, **Ответственный (Responsible Role)** и **Описание (Description)**.

На вкладке **Задача (Activity)** указывается задача для пользователя или группы. Из выпадающего списка **Задача (Activity)** администратор выбирает требуемую задачу и в поле **Инструкции (Instructions)** указывает необходимые инструкции по ее выполнению.

На вкладке **Участники (Participants)** осуществляется назначение пользователей, групп, ролей, команд проектов или переменных, ответственных за выполнение задачи.

Для конкретизации поиска пользователя вводится его идентификатор или имя. Для нахождения пользователя нажмите кнопку **Поиск (Find)**. После выбора участника (пользователя, группы, роли или специальной роли) следует нажать кнопку **Добавить (>>)**. Имя выбранного пользователя, группы, роли или специальной роли будет отображено в списке выбранных участников. Для удаления участника из этого списка следует нажать кнопку **Удалить (<<)**.

Если задача назначена на группу, то она появится в списке работ (или таблице заданий) для всех участников группы. Один из участников группы может взять на себя выполнение задачи от имени всей группы. **Автор (Creator)** задачи – пользователь, который назначил задачу.

Если необходимо ассоциировать роль с командой проекта, отличающейся от той, что ассоциирована с процессом потока работ, требуется выбрать команду из выпадающего списка, расположенного внизу панели.

Ответственным участником для задачи может быть выбрана специальная роль. В настоящее время в системе определена только одна специальная роль – **Автор (Creator)**.

На вкладке **Срок выполнения (Deadline)** администратор может указать крайний срок выполнения задачи. Если задача не была завершена к сроку выполнения, то задача может быть пропущена, отмечена как выполненная, переназначена другому ответственному лицу или оставлена без изменений. Кроме этого администратор может определить роли, которые будут получать уведомления о просроченной задаче.

На вкладке **Переменные (Variables)** администратор определяет переменные для текущей задачи. Изначально в каждом шаблоне потока работ определены две переменные *Self* (возвращает ссылку на процесс) и *primaryBusinessObject* (возвращает бизнес-объект, прикрепленный к процессу). Администратор может создавать, изменять и удалять переменные. Для создания переменной следует нажать кнопку **Создать (Create)**. Откроется окно **Создать переменную (Create**

Variable), в котором необходимо указать наименование переменной и ее тип. Администратор может назначить начальное значение из существующей глобальной переменной, а также сохранить значение текущей переменной в глобальной после выполнения задачи. Кроме того, администратор определяет такие свойства переменной, как **Видимая (Visible)**, **Требуемая (Required)**, **Только для чтения (Read Only)** и **Изменяемая (Resetable)**.

На вкладке **Ветвление (Routing)** администратор определяет, какие ветвления будут присутствовать при запуске процесса потока работ. Свойство **Тип ветвления (Routing Type)** может принимать следующие значения: **Ничего (None)**, **Условное (Conditional)**, **Ручное (Manual)** и **Исключительно ручное (Manual exclusive)**.

На следующей вкладке **Переходы (Transitions)** администратор назначает исполнение кода на языке Java при выполнении того или иного перехода. При написании кода администратор может использовать существующие в шаблоне переменные. Кроме того, в редакторе шаблонов потоков работ встроен Java-компилятор, поэтому всегда можно проверить правильность написания кода, для чего необходимо нажать кнопку **Проверить синтаксис (Check Syntax)**.

На вкладке **Дополнительно (Execution Options)** указываются дополнительные свойства:

- оповестить ответственного при ошибке (Notify the responsible role if there is an error);
- прекратить при ошибке (Abort if there is an error);
- записывать изменения переменных (Record variable changes);
- записывать решение (Record voting);
- оповестить ответственного при прекращении (Notify the responsible role on abort);
- прекратить родительский процесс при прекращении (Abort the parent process on abort);
- записывать переназначение задания (Record task reassignment);
- игнорировать неразрешенные роли (Ignore unresolved roles).

Любой шаблон потоков работ должен содержать узел **Конец (End)**. В шаблоне может быть несколько таких узлов, но при первом же переходе на такой узел все выполняющиеся задачи будут прекращены.

Для того чтобы связать два узла, выберите иконку **Действие (Action)**, затем нажмите левую клавишу мыши и, удерживая ее, растяните стрелку до второго узла.

После того как шаблон потока работ был создан, его необходимо сохранить. Для этого следует в меню **Файл (File)** выбрать **Сохранить (Save)**. После этого окно редактора процессов потоков работ можно закрыть.

История итераций потоков работ. Шаблоны потока работ относятся к классу итерируемых объектов, т.е. объектов, изменением которых управляют посредством процедур взятия на изменение и сдачи на хранение. Шаблоны потока работ не являются версионными объектами, как части и документы, т.е. для них поддерживается только одноуровневая версионность. Любые изменения в итерационном объекте при сдаче его на хранение порождают новые отдельные итерации. Более ранние итерации, которые на момент создания новой итерации могут использоваться в системе, не изменяются. Однако после появления новой итерации предыдущие при создании бизнес-объектов не используются.

Для сдачи на хранение необходимо выбрать шаблон потока работ (следует отметить, что не сданный на хранение шаблон хранится в персональном кабинете пользователя, взявшего шаблон на изменение) и нажать кнопку **Сдать на хранение (Check In)**. В открывшемся окне при необходимости нужно заполнить поле **Комментарии (Comments)** и нажать кнопку **ОК**. После этого шаблон будет сдан на хранение в домен «System».

Для просмотра истории итераций следует выбрать требуемый шаблон и нажать кнопку **История итераций (Iteration History)**. Откроется окно, содержащее список всех итераций указанного шаблона потоков работ.

Состояния потоков работ. Поток работ в утилите **Администратор потоков работ (Workflow Administrator)** имеет вид блочной диаграммы, в которой блоки представляют собой состояния выбранного объекта (задачи или процесса), а стрелки – переходы от состояния к состоянию.

Процесс или задача могут находиться в одном из двух суперсостояний: **Открытое (Open)** и **Закрытое (Closed)**.

При иницировании объекта последний переходит в исходное состояние, которым для всех объектов является состояние **Не стартован (notStarted)**. Как правило, следующими состояниями для объекта будут: **Выполняется (Running)** и **Выполнен (Executed)**. В этом случае конечное состояние достигается двумя переходами: **Старт (Start)** и **Завершить (Complete)**.

В любой момент времени выполнение объекта может быть приостановлено переходом **Приостановить (Suspend)**. Объект переходит в состояние **Приостановленное (Intermitted)**. Выполнение объекта может быть возобновлено переходом **Продолжить (Resume)**.

Кроме того, из любого открытого состояния объект может быть переведен в закрытое переходами **Прервать (Terminate)** и **Прекратить (Abort)**.

Из исходного состояния объект может быть переведен в закрытое переходом **Пропустить (Skip)**.

Состояния **Запрещенное (Disabled)** и **Приостановленное (Intermitted)** в графическом интерфейсе будут представлены как **Приостановлено (Suspended)**. Перевод объекта из исходного состояния в запрещенное и назад осуществляется переходами **Запретить (Disable)** и **Разрешить (Enable)**.

Стандартные шаблоны потоков работ. Стандартные шаблоны потоков работ в системе Windchill используются для автоматизации процедур передачи задач и документов между участниками системы. Стандартные шаблоны загружаются при установке системы. Они подразделяются на две категории:

- потоки работ согласования и утверждения;
- потоки работ проведения изменения.

К первой категории относят следующие шаблоны:

- представить на согласование (Submit);
- согласовать и утвердить (Review).

К категории проведения изменений относят следующие шаблоны:

- описание проблемы (Problem Report);
- запрос на изменение (Change Request);
- внедрение изменения (Change Notice);
- проведение изменения (Change Activity).

Если необходимо, бизнес-администратор может сам внести изменения в стандартные потоки работ для реализации бизнес-целей и бизнес-процедур организации.

Управление командами. В системе Windchill с одним объектом могут работать несколько участников. Как было сказано раньше, задача бизнес-администратора заключается в определении прав доступа к объекту для каждого участника. В шаблоне жизненного цикла администратор назначает участников на определенные роли, которым предоставляются те или иные права доступа.

Роль представляет собой абстрактного участника, который при создании объекта заменяется конечным пользователем или пользователями. По своему содержанию роль похожа на группу, но отличается главным образом тем, что состав группы не зависит от объектов, к которым предоставлен ей доступ. Состав группы заранее известен и формируется до создания объектов. Следует отметить, что состав роли также можно сформировать из конечных пользователей. Но это нецелесообразно, так как теряется гибкость системы.

Как правило, в пределах одного контекста к объектам, связанным с одним шаблоном жизненного цикла, должны получить доступ разные участники. Например, у одного объекта роль **Разработал** должен исполнять пользователь инженер-конструктор, а у другого объекта – аналитик.

Смысл использования роли заключается в том, чтобы из абстрактного списка участников получить конечных пользователей для каждого объекта. Для решения данной задачи в Windchill предусмотрен механизм использования команд и шаблонов команд.

Команда – это объект, формируемый автоматически при создании бизнес-объекта и содержащий все роли, указанные в шаблоне команды, жизненных циклах и потоках работ. Роли замещаются конечными пользователями. Права доступа определяются для каждого участника жизненного цикла и потока работ.

Шаблон команды – это объект, управляемый системой Windchill и используемый для сопоставления участников и ролей. Шаблон команды может быть связан с жизненным циклом или потоком работ бизнес-объекта, при этом участники для ролей, указанных в жизненном цикле или потоке работ, выбираются из команды.

Команды и шаблоны команд используются для уменьшения количества жизненных циклов, так как роли жизненного цикла можно сопоставлять с ролями команды, а пользователей и группы – нельзя.

В следующем списке отмечены особенности использования команд и шаблонов команд:

- шаблон команды используется только при создании команды. Если бизнес-объект требует создания команды, то она создается автоматически;

- изменения в шаблоне команды не влекут изменений в существующих командах, созданных на основе данного шаблона. Эти изменения найдут отражение только во вновь созданных командах;

- для каждого бизнес-объекта создается одна-единственная команда, даже если типы объектов совпадают;

- команды нельзя создать вручную на основе шаблона команд. Команда создается автоматически и зависит от бизнес-объекта и требований потока работ.

Стандартные шаблоны команд. При инсталляции Windchill в системе создаются стандартные шаблоны команд, которые предназначены для управления изменениями:

- команда заявки на изменение (Problem Report Team);
- команда извещения об изменении (Change Request Team);
- команда внесения изменений (Change Notice Team);
- команда задания на изменение (Change Activity Team).

Каждый стандартный шаблон содержит определенный набор ролей. На некоторые роли администратор должен назначить конкретных участников. Другие роли связываются с участниками автоматически. Например, роль **Разработал** связывается с участником, создавшим объект.

Каждый тип объекта системы имеет связанный шаблон команды. После установки Windchill шаблоны команд связываются со следующими типами объектов.

Шаблон **Команды по умолчанию (Default)** не содержит ни одной роли. Для связывания шаблонов команд с определенными типами объектов следует использовать утилиту **Администратор правил инициализации объектов (Object Initialization Rules Administrator)**.

При инициализации потока работ необходимая команда создается автоматически в соответствии со следующими правилами.

1. Если установлен шаблон команды по умолчанию для изделия или библиотеки, то он используется как основной для новых команд.

2. Если в изделии или библиотеке не существует ни одного шаблона команд, то в качестве шаблона команды по умолчанию выбирается шаблон, определенный в организации.

3. Если в организации не существует ни одного шаблона команды, то выбирается шаблон из контекста Сайт.

4. Команда получает то же наименование, что и объект, для которого она создана.

После создания команды система позволяет выполнять ее изменение пользователям, обладающим соответствующими правами.

Правила назначения участников на роли. При определении команд первая задача – выбор ролей и назначение их участникам. Для понимания концепции и цели команд необходимо усвоить взаимосвязь между командами и жизненными циклами.

Бизнес-объекты связаны с жизненными циклами и командами, а роли выбраны внутри них. Основное назначение команды – определение участников, связанных с ролями, выбранными в жизненном цикле, т. е. определение того, каким образом роли жизненного цикла переназначаются пользователям во время выполнения программы. Жизненные циклы требуют больших ресурсов при их создании и поддержке в системе, поэтому более эффективно создавать относительно меньшее количество жизненных циклов с абстрактными ролями и большее количество команд, где роли указывают на конечных пользователей, которых со временем можно изменить.

Бизнес-администратор должен определить политику использования команд и жизненных циклов в организации. Он должен обладать достаточными знаниями и навыками администрирования как команд, так и жизненных циклов, с которыми могут быть связаны команды.

Процедура назначения участников по умолчанию на каждую роль жизненного цикла представляет следующее.

1. Если роль жизненного цикла существует в команде, то она переназначается пользователю (или специальной роли) согласно тому, как определено в команде. Все роли жизненного цикла переопределяются командой.

2. Если роль жизненного цикла не существует в команде (первое правило не работает), но она связана с ролью в команде, то такая роль будет добавлена в команду и на нее будет назначен участник, который был определен ролью команды.

3. Если роль жизненного цикла не существует в команде и не связана ни с одной ролью в команде (первое и второе правило не работают), то такая роль будет добавлена в команду и на нее будет назначен участник, который был определен ролью жизненного цикла.

4. Если команда контекста, в котором находится объект, содержит роль, то любые участники, которые играют роль в команде данного контекста, но не состоят в ней, будут добавлены в команду.

5. Все роли, которые не определены в команде, но используются в связанных процессах потоков работ, будут добавлены в команду при инициализации потока работ.

Если роли жизненного цикла существуют в команде, то такие роли будут выполнять участники, которые определены в команде, а не в жизненном цикле. Это дает возможность создавать жизненные циклы с абстрактными ролями, на которые будут назначены участники, определенные в команде.

Создание шаблона команды. Для работы с шаблонами команд в Windchill используется утилита **Администратор команд (Team Administrator)**.

Для запуска данной утилиты необходимо перейти на вкладки **Сайт (Site)**, **Организация (Organization)**, **Изделие (Product)** или **Библиотека (Library)** и выбрать страницу **Утилиты (Utilities)**, затем щелкнуть на ссылке **Администратор команд (Team Administrator)**. Откроется окно, в котором будет представлен список существующих в системе шаблонов команд.

Для создания нового шаблона необходимо нажать кнопку **Создать (Create)**. В открывшемся окне администратору следует заполнить свойства шаблона и определить роли. **Наименование команды (Team Name)** уникально для контекста, в котором она создается.

Основное задание при определении команды заключается в выборе ролей. Список **Доступные роли (Available Roles)** содержит наименование всех ролей, имеющихся в системе.

Для добавления роли в команду необходимо выбрать роль и нажать на кнопку **Добавить (Add)**. Для добавления всех имеющихся

ролей используют кнопку **Добавить все (Add All)**. Для удаления выбранных ролей из списка **Выбранные роли (Selected Roles)** кликните **Удалить (Delete)** или **Удалить все (Delete All)**.

Флажок **Вкл. (Enabled)** служит для разрешения доступа к команде. Перед удалением команды рекомендуется снять флажок **Вкл. (Enabled)**. В этом случае команда остается задействованной во всех объектах, где она применяется, но этот шаблон будет недоступен при создании бизнес-объектов.

Для назначения участников (пользователей, группы, организации) на роли команды необходимо выбрать роль из списка **Выбранные роли (Selected Roles)** и нажать кнопку **Участники (Participants)**. В диалоговом окне **Участники (Participants)** на выбранную роль добавляются группы, пользователи, организации и специальные роли. Для назначения, например, пользователя необходимо выбрать вкладку **Пользователи (Users)**, затем заполнить поле **Имя пользователя (User Name)** и нажать кнопку **Найти (Find)**. После этого выбрать из списка найденных пользователей требуемого и нажать кнопку **Добавить (Add)**. В списке **Участники (Participants)** появится назначенный пользователь. После того как на роль будут назначены участники, необходимо нажать кнопку **ОК**.

Кроме непосредственного определения ролей, задействованных в команде, администратор может использовать существующие шаблоны. Для этого необходимо нажать кнопку **Копировать из... (Copy from...)** и из каталога выбрать существующий шаблон команды. В этом случае в списке **Выбранные роли (Selected Roles)** появятся роли, определенные в выбранном шаблоне.

Предопределенные роли. В системе Windchill уже заложены предопределенные роли и состояния жизненного цикла.

Для определения дополнительных ролей и состояний бизнес-администратор должен добавить их в файлы ресурсов *RoleRB.rdInfo* и *StateRB.rdInfo* соответственно. Определенные таким образом роли и состояния добавляются в список доступных ролей только после компиляции файлов ресурсов.

Удаление из нумерованного списка добавленного значения может привести к серьезной системной ошибке, поэтому не рекомендуется удалять значения ролей или состояний до тех пор, пока не будет уверенности, что в системе данные ресурсы не используются.

Обновление групп. При изменении состава группы обновление осуществляется не для всех групп. Обновление групп на уровне изделия означает, что эти группы должны быть обновлены для каждого изделия, в котором они назначены на определенные роли. Поскольку изменение состава группы доступно только для администраторов сайта и организаций, то последние обязаны зайти в каждый продукт для обновления состава группы.

Если команды изделия или библиотеки содержат ссылки на группы, необходимо периодически обновлять команды с тем, чтобы отражать действительный состав группы. Обновление группы может быть выполнено одним из следующих способов.

- На странице **Команда (Team)** вкладки **Изделие (Product)** или **Библиотека (Library)** нажмите кнопку **Обновить группы (Update Groups)**. Неудобство данного способа состоит в том, что обновление группы доступно только для администраторов организации или сайта, поэтому эти администраторы должны быть в каждой команде изделия или библиотеки.

- Более распространенный способ заключается в обновлении групп на уровне организации. В этом случае, где бы ни располагалась команда, достаточно перейти на страницу **Группы (Group)** вкладки **Организация (Organization)** и нажать на кнопку **Обновить группы (Update Group)**.

Управление объектами, типами объектов и атрибутами объектов Windchill. Пользователи системы Windchill в своей работе оперируют бизнес-объектами. Некоторые бизнес-объекты содержат информацию, относящуюся к извещению об изменении. Другие бизнес-объекты характеризуют геометрию детали. Совокупность похожих бизнес-объектов представляет собой *тип объекта*.

Тип объекта определяет категорию объектов, которые обладают одинаковыми атрибутами и функциями (например тип объекта *WTDocument*). Следует отметить, что бизнес-объекты в пределах одного типа могут отличаться друг от друга. Например, к документам относятся и служебная записка, и экономическое обоснование, и расчет на прочность. Эти объекты обладают различными атрибутами и функциями. Тогда одного типа *WTDocument* недостаточно. Для решения данной проблемы в системе Windchill предусмотрен механизм использования динамических типов.

Основное назначение динамического создания новых типов объектов Windchill – обеспечение быстрого и эффективного решения задач адаптации существующих бизнес-объектов. При этом нет необходимости порождения новых Java-классов и написания Java-кода. Динамическая типизация обеспечивает возможность подстройки системы под требования организации «на лету», т.е. не требуются перекомпиляция, перезагрузка и даже останов сервера Windchill.

Не все типы объектов динамические. Как правило, расширение функциональности Windchill осуществляется посредством создания специализированных типов частей и документов.

Менеджер типов. Управление динамическими типами в Windchill выполняется с помощью утилиты **Менеджер типов (Type Manager)**.

Для запуска утилиты необходимо перейти на страницу **Утилиты (Utilities)** вкладки **Сайт (Site)** и щелкнуть ссылку **Менеджер типов (Type Manager)**. В открывшемся окне в левой части представлена иерархическая структура типов объектов. В правой части утилиты расположены свойства и атрибуты.

Каждый из существующих в Windchill типов объектов, допускающих возможность создания новых типов на его основе, представлен в виде корневого элемента дерева типов. Механизм наследования при создании типа обеспечивает объединение наборов атрибутов родительского класса и класса наследника.

Пользовательский интерфейс утилиты **Менеджер типов (Type Manager)** обеспечивает возможность выполнения следующих действий:

- создание новых типов объектов Windchill на основе существующих в системе типов бизнес-объектов (части, документы, объекты системы управления изменениями и др.);
- изменение набора атрибутов для любого существующего в системе типа объекта;
- задание ограничений на допустимые для каждого конкретного атрибута значения;
- удаление типов и атрибутов;
- копирование типов (с использованием функций Копировать – Вставить) или их перенос (с использованием функций Вырезать – Вставить).

Для создания нового типа объекта необходимо выбрать родительский тип, после чего нажать кнопку **Создать (Create)**. В открывшемся диалоговом окне будут представлены свойства создаваемого типа:

- наименование (Name);
- иконка (Icon);
- отображаемое наименование (Display Name);
- наименование в иерархии типов (Hierarchical Name);
- немедленно (Immediately).

Необходимо заполнить свойства создаваемого типа и нажать кнопку **ОК**. Новый тип отобразится в иерархии типов внутри родительского типа. Сразу после создания новый тип блокируется от возможности использования через механизм взятия на изменение. Созданный тип будет доступен после сдачи его на хранение.

До тех пор пока тип находится на хранении, кнопка **Изменить (Update)** будет недоступной. Для изменения необходимо выбрать требуемый тип, нажать кнопку **Взять на изменение (Check Out)** и только после этого – кнопку **Изменить (Update)**. В этом случае бизнес-администратор может изменить свойства выбранного типа и набор атрибутов. Изменение набора атрибутов выполняется на вкладке **Шаблон (Template)**.

Атрибуты родительского типа не отображаются в списке дочернего типа объекта. Тем не менее эти атрибуты наследуются потомком в полном объеме. Для добавления атрибута необходимо нажать кнопку **Добавить атрибут (Add Attribute)**. Откроется список атрибутов, представленный в виде дерева. После выбора требуемых атрибутов следует нажать кнопку **ОК**. В списке появится новый атрибут. Для всех атрибутов необходимо заполнять значение по умолчанию. Оно будет устанавливаться у атрибута создаваемого объекта. Система Windchill разрешает сохранять несколько значений одного атрибута. Для этого необходимо выбрать атрибут и нажать кнопку **Новое значение (New Value)**.

Для удаления атрибута или одного из его значений необходимо выбрать атрибут (значение) и нажать кнопку **Удалить (Delete)**.

Для исключения ввода ошибочных данных бизнес-администратор может накладывать ограничения на значения атрибутов. В Windchill существуют следующие ограничения:

- дискретный набор значений (Discrete Set Constraint);
- постоянное значение (Immutable Constraint);
- допустимый диапазон значений (Range Constraint);
- единственность значения (Single Valued Constraint);
- ограничение на формат строки (String Format Constraint);
- ограничение длины строки (String Length Constraint);
- ограничения предлагаемых величин (Suggested Values Constraint);
- верхний регистр (Uppercase Constraint);
- обязательное значение (Value Required Constraint);
- ограничение подстановочных символов (Wildcard Constraint).

Для каждого типа атрибута характерен свой набор ограничений. Для их установки необходимо выбрать требуемый атрибут и нажать кнопку **Показать ограничения (Show Constraints)**. В открывшемся окне представлен список ограничений значений для выбранного атрибута. Для добавления ограничения необходимо нажать кнопку **Добавить (Add)**, выбрать вид ограничения и нажать кнопку **ОК**. В списке появится новое ограничение с пустыми полями, которые следует заполнить. По завершении работы с ограничениями необходимо нажать кнопку **ОК**.

Администратор атрибутов. Бизнес-объекты системы Windchill могут содержать как основные атрибуты, так и дополнительные. Например, основными атрибутами типа объекта *WTPart* являются: обозначение, наименование, источник изготовления, тип части, представление, жизненный цикл, версия. Кроме того, часть может характеризоваться массой, материалом изготовления и т.п.

Windchill предоставляет администратору утилиту **Администратор атрибутов (Attribute Administrator)** для создания дополнительных атрибутов. Для запуска данной утилиты необходимо перейти на страницу **Утилиты (Utilities)** вкладки **Сайт (Site)** и щелкнуть на ссылке **Администратор атрибутов (Attribute Administrator)**. В открывшемся окне в левой части представлена иерархическая структура атрибутов. В правой части утилиты расположены свойства атрибутов. Структура атрибутов содержит два вида узлов: собственно атрибуты и папки, которые могут содержать атрибуты и другие папки.

Для создания папки необходимо выбрать родительскую папку и нажать кнопку **Создать папку (Create Attribute Organizer)**. В от-

крывшемся окне следует заполнить поле **Наименование (Name)** папки и нажать кнопку **ОК**. В структуре атрибутов внутри родительской папки появится новая папка.

Для создания атрибута необходимо выбрать папку и нажать кнопку **Создать атрибут (Create Attribute)**. В открывшемся окне представлены следующие свойства создаваемого атрибута:

- наименование (Name);
- тип данных (Data Type);
- ед. измерения (Qty of Measure);
- имя класса (Class Name).

Необходимо заполнить свойства атрибута и нажать **ОК**. Наименование атрибута должно содержать только латинские символы, цифры и знак подчеркивание. Тип данных выбирается из следующего списка:

- вещественное число (Floating Point Number);
- вещественное число с единицей измерения (Floating Point Number with Units);
- дата и время (Date & Time);
- логическое значение (да или нет) (Boolean);
- ссылочное значение (Reference);
- строковое значение (String);
- целое число (Integer).

При выборе вещественного числа с единицей измерения необходимо заполнить поле **Ед. измерения (Qty of Measure)**. При выборе ссылочного значения указывается **Имя класса (Class Name)**, на который будет ссылаться атрибут.

Обновление атрибутного состава. При изменении определения типа (добавлении или модификации атрибутов) существующие экземпляры типа обновляются в соответствии с так называемой стратегией «ленивого обновления». Это означает, что изменение атрибутного состава экземпляра данного типа произойдет при его изменении пользователем, т.е. при снятии объекта с хранения.

Например, при добавлении к определению типа дополнительного атрибута все новые экземпляры данного типа будут по умолчанию иметь значение добавленного атрибута. Существующие экземпляры не будут содержать дополнительного атрибута до тех пор, пока пользователь не возьмет данный экземпляр на изменение. При необходи-

мости принудительного обновления всех экземпляров типа после его модификации данные изменения можно выполнить программным способом.

Особенности работы с САД-документами. Система Windchill обладает функциональностью, позволяющей управлять САД-данными поддерживаемых САД/САМ/ЕСАД-систем. При этом пользователи, не имеющие рабочих мест САД-систем, могут просматривать, аннотировать САД-модели, создавать для них заметки.

Службы визуализации системы Windchill (Windchill Visualization Service (WVS)) интегрированы с приложением ProductView фирмы PTC. Средства визуализации данных позволяют просматривать, аннотировать, анализировать, оценивать и создавать анимации моделей, документов, чертежей и изображений.

Для использования функциональности по управлению САД-данными в системе должны быть установлены службы визуализации, проведена их конфигурация.

Приложение ProductView поддерживает следующие форматы файлов:

- *OL-файлы* – бинарные файлы, которые создаются при публикации САД-части. Данные файлы содержат 2D- и 3D-информацию. При публикации одной САД-части может быть создано несколько OL-файлов;

- *PLT-файлы* – файлы печати, которые содержат векторную 2D-информацию. Создаются в процессе публикации САД-части. На основе САД-части может быть создано несколько PLT-файлов;

- *ED-файлы* – текстовые ASCII-файлы, содержащие структуру изделия и информацию о взаимосвязях компонентов. Через ED-файл одна САД-часть может ассоциативно использоваться многими OL- и PLT-файлами. ED-файл создается в процессе конвертирования сборки или структуры изделия. Он содержит привязки к компонентам, их взаимосвязи (в виде иерархии) и атрибуты. Ориентация и единицы измерения переносятся в ED-файл вместе с компонентами в виде атрибутов. OL- и PLT-файлы также связаны с компонентами. Файлы могут быть ассоциированы в виде адреса (URL) или ссылки к файлу. В результате преобразования САД-части может быть получен ED-файл, содержащий информацию о подструктуре в дополнение к OL-файлам и файловым ссылкам PLT. Следовательно, когда структу-

ра изделия в течение публикации уточняется, любой компонентный узел, который связан с ED-файлом, должен иметь свою подструктуру для объединения в результирующий файл и создания полной структуры изделия, вплоть до уровня детали;

- *EDZ-файлы* – архивные ZIP-файлы, содержащие ED-файлы и все связанные с ним OL- и PLT-файлы. EDZ-файл предоставляет полную информацию о структуре изделия. Для загрузки и просмотра структуры изделия используется только один EDZ-файл. Для обмена структурой изделия с другими пользователями существует возможность отправить один EDZ-файл, например, через электронную почту.

Архитектура служб визуализации. Службы визуализации Windchill (WVS) позволяют пользователям системы создавать файлы представления структуры изделия, сохранять эти файлы в базе данных системы Windchill, а также просматривать данные в приложении ProductView. Для просмотра САД-данных в приложении ProductView необходимо выполнить их публикацию.

Публикация САД-данных осуществляется **Средством публикации (Publisher)**, которое содержит специальных САД-работников (CAD-worker). САД-работник – это программа, написанная с использованием API для конкретной САД-системы. САД-работник создает файлы, которые ProductView может прочитать как оригинальные САД-файлы или сборки.

Для составления графика конвертирования САД-данных средство публикации использует САД-агента. Последний управляет ресурсами САД-работников и имеет следующие характеристики:

- содержит информацию о конфигурации САД-работника;
- при необходимости запускает и останавливает САД-работника;
- управляет прохождением данных к САД-работнику и от него.

После того как САД-агент получит опубликованные данные, он отправит их средству публикации. Средство публикации программно осуществит запуск загрузчика. **Загрузчик (Loader)** отвечает за подготовку САД-данных для хранения в Windchill. Он может дополнительно выполнить запуск **Генератора эскизов (Thumbnail generation)** для создания картинка JPG-формата и 3D-модели.

Данные, переданные загрузчиком в Windchill, хранятся в **Представлениях (Representable)**, которые связаны с представляемыми объектами (обычно это *WTPart*, *WTDocument* или *EPMDocument*).

CAD-агент и CAD-работник. Конфигурирование CAD-агента выполняется при помощи утилиты **Администрирование CAD-трансляторов (CADAgent Administration)**. Для запуска утилиты необходимо перейти на страницу **Утилиты (Utilities)** вкладки **Сайт (Site)** и щелкнуть на соответствующей ссылке. Откроется окно **Администрирование CAD-трансляторов (CADAgent Administration)**.

В этом окне представлен список всех CAD-работников с их статусом. Данная утилита позволяет администратору запускать и останавливать CAD-работников. Для добавления, изменения или удаления CAD-работника необходимо щелкнуть на ссылке **Конфигурировать (Configure)**. Откроется окно **Мастер конфигурации CAD-трансляторов (CADAgent Configuration Wizard)**. Для создания нового CAD-работника необходимо нажать кнопку **Добавить CAD-работника (Add CAD-worker)** и определить следующие свойства:

- **компьютер (Host)** – имя или IP-адрес сервера, на котором установлен CAD-работник;
- **тип данных (Data Type)** – выбор CAD-системы;
- **сервер Windchill (The Windchill Server)** – сервер Windchill и CAD-работник установлены на одном компьютере;
- **другой системой Windows (A different Windows NT machine)** – CAD-работник и система Windchill установлены на разных системах Windows;
- **другой системой UNIX (A different UNIX machine)** – CAD-работник установлен на удаленной UNIX-системе;
- **путь к программе (Executed command)** – полный путь к BAT-файлу, запускающему CAD-работника на сервере;
- **время запуска (с) (Start Time (sec))** – время (в секундах), необходимое для запуска и инициализации CAD-работника и CAD-системы;
- **макс. кол. экземпляров (Max Instance)** – максимальное количество одновременно работающих экземпляров CAD-работников. Это значение может быть больше единицы только в случае, если компьютер, на котором запускается CAD-работник, может поддерживать несколько одновременно работающих экземпляров CAD-системы;

- **автозапуск (AutoStart)** – CAD-работник будет стартовать автоматически по запросу;
- **завершение при простое (с) (AutoIdleStop (sec))** – время простоя CAD-работника, по истечении которого он выключится автоматически;
- **завершение при ошибке (AutoErrorStop)** – CAD-работник остановится автоматически в случае возникновения ошибки при запросе на визуализацию;
- **завершение при занятости (с) (AutoBusyStop (sec))** – время задержки CAD-работника от момента окончания обработки запроса до момента автоматического выключения.

После того как свойства CAD-работника будут определены, необходимо сохранить изменения в конфигурации CAD-агента. Для этого следует нажать кнопку **Сохранить файл (Save File)**. Новая конфигурация вступит в действие только после перезагрузки CAD-агента, для чего необходимо нажать кнопку **Перезагрузить CADAgent (Reload CADAgent)**.

Для возврата к администрированию CAD-трансляторов следует нажать кнопку **Вернуться к Администратору CADAgent (Return to CADAgent Administrator)**. Окно мастера закроется, а в списке утилиты **Администрирование CAD-трансляторов (CADAgent Administration)** появится новый CAD-работник. Как правило, конфигурирование CAD-агента выполняется один раз сразу после инсталляции системы.

Публикация CAD-документов. Публикация данных может быть выполнена в следующих случаях: запрос пользователя; выполнение запланированного задания.

После того как CAD-работник успешно подсоединился к CAD-агенту, рекомендуется выполнить тестирование публикации. Для этого необходимо перейти на страницу **Подробно (Detail)** любого CAD-документа и щелкнуть на иконку **Ш**. Откроется диалоговое окно, сообщающее, что объект отправлен на публикацию. Для получения данных о статусе задания публикации щелкните на ссылке **Монитор публикации (Publish Monitor)**. Откроется окно **Сводная информация о графической трансляции (Publish Job Summary for Site)**. В этом окне представлен список всех заданий на публикацию.

Поле **Состояние (State)** может принимать следующие значения:

- **Готово (Ready)** – задание помещено в очередь, но еще не выполнялось;
- **Выполняется (Executing)** – задание помещено в очередь и в настоящий момент выполняется;
- **Успешно (Job Successful)** – задание выполнено успешно;
- **Ошибка (Job Failed)** – при выполнении задания произошла ошибка.

Для планирования заданий публикации используется утилита **Администрирование расписания публикаций (Publish Scheduler)**. Обычно установка расписания автоматической публикации специально используется для того, чтобы публикация отдельных типов САД-данных выполнялась на регулярной основе. Кроме того, администратор может указать запуск графической трансляции на такое время, когда сервер менее всего нагружен, например вечерние или ночные часы.

Для запуска утилиты необходимо перейти на страницу **Утилиты (Utilities)** вкладки **Сайт (Site)** или **Организация (Organization)** и щелкнуть на ссылке **Администрирование расписания публикаций (Publish Scheduler)**.

В открывшемся окне представлено расписание запуска графической трансляции. Для создания запуска необходимо нажать кнопку **Создать (Create)**, затем указать тип САД-данных и время формирования заданий. После этого нажать кнопку **ОК**.

Управление контейнерами. Окружение Windchill состоит из набора контейнеров. Контейнеры содержат все административные области (известные как домены), правила и данные, которые образуют контекст для работы пользователей Windchill.

Контейнеры организованы в виде иерархии. Корневым контейнером, который создается при инсталляции системы, является **Сайт (Site)**. Он может содержать один или несколько контейнеров организации. Для администрирования информации об организациях используют два типа объектов: **Организации-участники (Organization Principal)** и **Контейнеры организации (Organization Containers)**. Организации-участники представляют собой совокупность объекта типа *WTOrganization* и записи службы каталогов.

Контейнер организации представляет собой раздел системы, который содержит информацию, относящуюся к деятельности бизнес-подразделения компании или предприятия в целом, например информацию о структуре подразделения, бизнес-объекты, права доступа, модели жизненного цикла и т.д. Контейнер организации может содержать один или несколько дочерних контейнеров изделий и библиотек. При создании контейнера организации с ним связывается отдельная группа администраторов для управления шаблонами, группами и политиками в данном контейнере. Если в Windchill создан один контейнер организации, то администратором организации, как правило, становится пользователь, создавший организацию. Если Windchill содержит несколько контейнеров организаций, то администраторы организаций назначаются администратором **Сайта (Site)**.

Обязанности администратора организации. Администратор организации определяет информацию, общую для всех изделий и библиотек, создаваемых в контексте его организации.

К обязанностям бизнес-администратора организации относится следующее:

- управление организациями-участниками, группами и ролями;
- управление папками и документами организации;
- управление типами и атрибутами типов на уровне организации;
- управление шаблонами;
- управление правилами инициализации;
- управление политикой доступа;
- управление трансляцией графических представлений;
- аудит действий участников организации.

Управление организациями-участниками, группами и ролями. Администратор организации управляет участниками и предоставляет им определенные права доступа к изделиям и библиотекам внутри организации.

Контейнер организации содержит группы авторов изделий и библиотек. Для предоставления определенным участникам разрешения на создание изделия или библиотеки необходимо поместить этих участников в группы авторов изделий и библиотек. Для этого следует перейти на страницу **Авторы (Authors)** вкладки **Организация (Organization)**, выбрать из раскрывающегося списка **Создатели изделий (Product Creators)** или **Создатели библиотек (Library Creators)** и

добавить требуемых участников в выбранную группу. Следует отметить, что в группы авторов разрешено добавлять только участников, которые состоят в данной организации. Если участник состоит в другой организации или не принадлежит ни одной из организаций, то при добавлении он будет отсутствовать в списке доступных участников.

Также администратор может создавать на уровне организации группы, которые будут доступны при определении политики доступа и назначении команды для изделия или библиотеки. Предположим, например, что в организации определены группы для каждой из функциональных команд с участием в организации, а именно группы продаж и маркетинга, проектировщиков, издателей и группа управления качеством продукции. Этим группам впоследствии можно предоставить доступ к изделиям или библиотекам, не добавляя каждого участника группы отдельно. Кроме того, при изменении группы существует возможность автоматического обновления всех команд, ссылающихся на группу.

Управление группами выполняется на странице **Группы (Groups)** вкладки **Организация (Organization)**. Для создания группы необходимо нажать кнопку **Создать (Create)** и в открывшемся окне ввести наименование группы.

Организация по умолчанию наследует все роли, определенные в контейнере **Сайт (Site)**. Список ролей отображается на странице **Роли (Roles)** вкладки **Организация (Organization)**. Для добавления роли необходимо нажать кнопку **Добавить роль (Add Role)**. В открывшемся окне будет представлен список ролей, предопределенных в системе. Следует выбрать из этого списка требуемые роли и нажать кнопку **ОК**. Новая роль появится в списке ролей. Для удаления роли необходимо выбрать требуемую роль и нажать кнопку **Удалить роль (Delete Role)**.

При добавлении ролей в шаблоны команды, жизненного цикла или потока работ в списке выбора будут доступны только те роли, которые определены в организации.

Управление папками и документами организации. Администратор организации обладает правом создания папок, документов и ссылок в контексте организации. Папки организации предназначены для хранения любых документов, необходимых для выполнения административных задач. Имеет смысл хранить на уровне организации следующие типы документов:

- документацию по конфигурации организации;
- журнал регистрации изменений среды организации, который фиксирует изменения, произведенные в организации;
- правила и процедуры администрирования организации;
- информацию для внутреннего обучения администраторов организации;
- список полезных контактов для администраторов организации;
- описания определенных в организации шаблонов документов, жизненных циклов и потоков работ.

Управление типами, атрибутами типов и шаблонами. Администратор организации способен определять типы объектов, но не может создавать атрибуты. Для назначения атрибутов определенным в организации типам объектов допускается использовать только существующие атрибуты, созданные администратором сайта.

На странице **Типы (Types)** вкладки **Организация (Organization)** представлен список только типов документов. Для управления типами необходимо нажать кнопку **Управление типами (Manage Types)**.

В организации может быть определен ряд шаблонов документов, жизненных циклов и потоков работ. Так, для увеличения эффективности работы в организации могут быть определены шаблоны для спецификаций, презентаций, отчетов, предложений, повесток заседаний и т. д. Для каждого шаблона документа администратор организации указывает связанный шаблон жизненного цикла. Шаблоны, определенные в контейнере **Сайт (Site)**, наследуются всеми организациями и могут быть переопределены с тем же именем в конкретной организации. Организация также наследует шаблоны изделий и библиотек, определенные в контейнере **Сайт (Site)**, которые при необходимости могут быть переопределены.

Управление шаблонами выполняется на странице **Шаблоны (Templates)** вкладки **Организация (Organization)**. На этой странице представлен список шаблонов определенного типа (шаблоны документов, шаблоны изделий и т.п.). Для просмотра шаблонов другого типа необходимо выбрать его из раскрывающегося списка.

Для создания шаблона документа необходимо из раскрывающегося списка выбрать **Шаблоны документов (Document Templates)** и нажать кнопку **Создать шаблон (Create Template)**. Откроется диалоговое окно создания шаблона документа. Следующие действия идентичны действиям при создании документа.

При выборе из раскрывающегося списка **Шаблонов жизненных циклов (Lifecycle Templates)**, **Шаблонов процессов потоков работ (Workflow Templates)** или **Шаблонов команд (Team Templates)** будет выведен список шаблонов указанного типа. При этом в заголовке таблицы появится ссылка на соответствующую утилиту администрирования.

Администратор организации также может создавать шаблоны изделий и библиотек. Для этого ему необходимо выбрать из раскрывающегося списка **Шаблоны Изделий (Product Templates)** или **Шаблоны Библиотек (Library Templates)** и нажать кнопку **Создать шаблон (Create Template)**. В открывшемся диалоговом окне необходимо указать наименование шаблона, описание и путь на клиентской машине к XML-файлу, содержащему информацию о шаблоне (структура папок, состав команды, права доступа). Следует отметить, что XML-файл должен находиться на клиентской машине до создания шаблона.

Шаблон изделия или библиотеки может быть создан на основе уже существующего изделия или библиотеки. Для этого необходимо, чтобы в системе были созданы изделие или библиотека, содержащие строго определенную информацию (структура папок, состав команд, права доступа). В этом случае необходимо перейти на страницу **Подробнее (Details)** требуемого изделия или библиотеки и в раскрывающемся списке доступных действий выбрать **Сохранить как шаблон (Save as Template)**. Вновь созданный шаблон сохраняется в контексте организации, к которой относится контейнер изделия или библиотеки, и появляется в таблице **Шаблоны (Templates)** этого контекста.

Управление правилами инициализации. Администратор организации способен управлять созданием объектов различных типов и инициализацией их атрибутов, т. е. определять как начальные значения атрибутов, устанавливаемые при создании объекта, так и основные связи объекта, например связь с жизненным циклом. Для решения данной задачи служит утилита **Администрирование правил инициализации объектов (Object Initialization Rules Administrator)**. Она предоставляет способ указания значений по умолчанию для атрибутов определенного типа объектов. Эти значения по умолчанию впоследствии используются системой Windchill при создании объектов данного типа. Набор значений по умолчанию для определенного атрибута называется правилом. Каждое правило может содержать значения по умолчанию для одного типа объектов. Правила приме-

няются только тогда, когда при создании объекта система не устанавливает соответствующее значение явным образом.

Правила, определенные в контейнере **Сайт (Site)**, по умолчанию наследуются всеми организациями и могут быть переопределены в конкретной организации. Набор правил инициализации загружается в процессе инсталляции системы и устанавливает правила для атрибутов *WTDocument* и *WTPart*, а также правила нумерации и версииности. Каждое правило называется в соответствии с типом объектов, к которому оно относится.

Для запуска утилиты необходимо перейти на страницу **Утилиты (Utilities)** вкладки **Организация (Organization)** и щелкнуть на ссылке **Администрирование правил инициализации объектов (Object Initialization Rules Administrator)**. В открывшемся окне представлен набор правил инициализации.

Для просмотра правила необходимо в раскрывающемся списке выбрать **Выгрузить (Download)** и указать путь сохранения XML-файла на клиентской машине.

Для создания нового правила необходимо нажать кнопку **Создать правило (Create Rule)**. В диалоговом окне следует указать наименование правила, тип объекта и путь к XML-файлу на клиентской машине.

Создание контейнера организации. Существует два типа объектов организации: **Организации-участники (Organization Principals)** и **Контейнер организации (Organization Containers)**. Организации-участники представляют собой группы пользователей. Организация-участник может быть связана с контейнером организации. Создание организации-участника и управление ею было рассмотрено раньше.

Для создания контейнера организации необходимо перейти на страницу **Организации (Organization)** вкладки **Сайт (Site)** и нажать кнопку **Создать организацию (Create Organization)**.

Диалоговое окно **Создать организацию (Create Organization)** содержит следующие поля:

- **Наименование организации (Organization Name)**. Оно должно быть уникальным в пределах управляющей организации. Администратор сайта может ввести новое наименование организации. При этом участник организации будет создан совместно с контейнером организации. Для связи с создаваемым контейнером организации существующего участника организации необходимо воспользоваться кнопкой **Поиск (Search)**;

- **Описание (Description);**
- **Почтовый адрес (Post Address);**
- **Веб-сайт (Web Site).** При создании новых динамических типов важен Интернет-домен, который используется для определения организации, владеющей данным типом;
- **Шаблон (Template);**
- **Участник проекта – организация – может создавать библиотеки, изделия в системе (Subscriber-organization can host libraries, products).** Данный флажок установлен по умолчанию и позволяет управлять изделиями и библиотеками;
- **Разрешить выбор пользователей и групп для участия в сторонних проектах (Allow entire user and group directory selection).** По умолчанию поиск пользователей выполняется только в рамках текущей организации. Для возможности поиска всех пользователей системы следует установить данный флажок.

Административные элементы контейнеров. Каждый контейнер системы может быть заполнен следующими типами административных элементов:

- конфигурация контейнера;
- структура контейнера;
- участники контейнера;
- политики контейнера;
- типы данных контейнера;
- шаблоны контейнеров, процессов и данных;
- правила инициализации объектов контейнера.

Конфигурация контейнера применяется для изделий и библиотек. Контейнер может быть открытым или закрытым. Закрытые контейнеры наследуют правила доступа домена «Private» организации, открытые – правила доступа открытого домена «Default/PDM» в пределах контейнера организации.

Элементы структуры включают в себя домены, кабинеты, папки, папки блокнота, темы форума и ссылочные папки для блокнотов, которые находятся в контейнере, а также имеющуюся схему наследования доменов. Контейнеры определяют структуру организации информации, относящейся к контексту. Эта структура может быть представлена иерархией папок, иерархией структуры изделия, коллекцией тем для обсуждения или предопределенными вехами в расписании.

Структура, определенная контейнером, обеспечивает согласованность данных и повышает эффективность управления данными.

Распределенное администрирование предполагает управление системой разными пользователями, наделенными правами администраторов. При этом администраторы контейнеров (сайта, организаций, изделий и библиотек) ответственны каждый за свои административные задачи.

Выполнение административных обязанностей в контексте контейнера следует рассматривать следующим образом:

- администраторы сайта могут создавать, изменять, удалять и просматривать административные элементы в контейнере сайта;
- администраторы организации могут создавать, изменять, удалять и просматривать административные элементы в данном контейнере организации. Они могут просматривать и переопределять административные элементы, унаследованные из контейнера сайта;
- администраторы контейнеров изделий и библиотек могут создавать, изменять, удалять и просматривать административные элементы в данном контейнере. Они могут просматривать и переопределять административные элементы, унаследованные из родительских контейнеров организации и контейнера сайта;
- администраторы сайта и организации могут администрировать дочерние контейнеры. При этом им необходимо перейти в соответствующий контекст дочернего контейнера.

3.3. Windchill ProjectLink – автоматизация управления разработкой изделия

Обзор функциональных возможностей ProjectLink. Базовые концепции управления. Управление проектами

Обзор функциональных возможностей ProjectLink. Система Windchill ProjectLink реализует концепцию проектного менеджмента и управление информацией об изделии. Система построена по технологии Windchill Foundation, реализующей концепцию B2B (Business-to-Business) и позволяющей создавать единое информационное пространство предприятия. Веб-ориентированная архитектура Windchill ProjectLink дает возможность производственным компаниям наладить с помощью среды Интернет глобальное сотрудничество

со своими заказчиками, партнерами и поставщиками в работе над изделием и существенно сократить сроки выпуска и себестоимость конечной продукции.

Система Windchill ProjectLink предоставляет следующие функциональные возможности:

- создание единого веб-ориентированного портала проекта с предоставлением доступа к проектной информации всем участникам команды;
- совместная разработка документов, частей и управление их изменениями;
- мощные средства поиска необходимой информации по проекту;
- формирование проектной команды, создание групп, ролей и назначение на них пользователей с предоставлением определенных прав доступа;
- маршрутизация бизнес-объектов с целью их согласования и утверждения участниками проектной команды;
- управление планом-графиком проекта и отслеживание задач и вех проекта;
- планирование, управление и контроль результатов работ проекта;
- планирование, проведение онлайн-овых совещаний с участниками проектной команды;
- визуализация и аннотирование САД-данных с помощью встроенных вьюеров и средств аннотирования;
- обсуждение проблемных или идеологических вопросов проекта на веб-форуме, создание тем, сообщений и ответов на них;
- управление ссылочными данными: ссылками и вложениями для частей, документов, задач и т.д.;
- управление рисками и проблемами проекта посредством создания распоряжений и контролирования их исполнения;
- управление статусом бизнес-объектов системы с помощью создания подписки на определенные события и получения уведомлений при их свершении;
- публикация САД-данных в проекте и дальнейшее управление этими данными внутри проекта;
- управление ресурсами проекта и отслеживание их стоимости и затрат.

Управление проектами – это процесс планирования, организации и управления задачами и ресурсами с целью достижения определенной цели, обычно при наличии ограничений по времени, ресурсам или затратам.

Эффективность использования Windchill ProjectLink в качестве системы управления проектами основана на следующих так называемых *базовых и дополнительных концепциях управления*, реализованных в системе.

Базовые концепции управления. Базовые концепции системы Windchill ProjectLink: проекты; управление проектной командой; управление доступом к информации по проекту; управление совместной работой над проектом; использование блокнота.

Проекты. Проект в системе Windchill ProjectLink – это веб-ориентированное пространство, в котором пользователь получает задания для выполнения проекта и может встречаться с участниками проектной команды. Участник может получить доступ к информации, относящейся к проекту, например к документам, частям, САД-файлам, гиперссылкам на наиболее важные страницы и т.д. Для обсуждения возникающих проблем или вопросов по проекту можно организовывать совещания, дискуссионные форумы и принимать участие в них. Если вы обладаете соответствующими привилегиями, вы можете создавать бизнес-объекты внутри проекта системы Windchill ProjectLink, новые итерации существующих документов или частей, просматривать и создавать заметки для САД-файлов. Вы также можете назначать бизнес-объекту маршрут прохождения через других участников проектной команды для просмотра, рецензирования и утверждения данного бизнес-объекта.

Проекты в системе Windchill ProjectLink обладают состоянием (state). Состояние проекта определяет степень завершенности элементов, составляющих проект, или план-график, например, заданий (activities) или операций. В системе Windchill ProjectLink существует возможность определять различный уровень доступа к бизнес-объектам проекта и выполнять действия над ними в зависимости от состояния, в котором находится проект.

Устанавливать состояние проекта разрешено только руководителю проекта. Назначение проекту определенного состояния осуществляется с помощью выбора соответствующего значения из выпадающего списка, расположенного справа от наименования проекта.

Система Windchill ProjectLink поддерживает следующие состояния проекта:

- **Определен (Defined)** – начальное состояние проекта. Используется для организации информации внутри проекта: определения опорных дат, создания перечня работ с оценкой их продолжительности, назначения участников проектной команды и определения необходимых ресурсов. При установке в данное состояние доступом к информации внутри проекта обладает только руководитель проекта;

- **Выполняется (Running)** – состояние выполняющегося проекта. Используется для выполнения работ по проекту. При установке проекта в данное состояние все участники проектной команды получают уведомления по электронной почте с приглашением принять участие в данном проекте и имеют доступ к информации внутри проекта в соответствии с установленными правами доступа, могут выполнять все назначенные им задания, участвовать в обсуждениях на форумах и т.д.;

- **Завершен (Completed)** – состояние выполненного проекта. Используется для просмотра информации по проекту. При установке проекта в данное состояние невозможно создание или добавление новых данных. Участники проектной команды могут просматривать и получать необходимую им информацию;

- **Отменен (Canceled)** – состояние отмененного проекта. Используется для прекращения работ по проекту, при этом участники проектной команды больше не имеют доступа к информации, связанной с данным проектом. Установить проект в состояние **Отменен (Canceled)** может только руководитель проекта.

Создатель проекта в системе Windchill ProjectLink автоматически назначается руководителем проекта (project manager). Руководителю проекта разрешено создание, изменение или удаление любой информации внутри проекта. Руководитель проекта также отвечает за формирование проектной команды и назначение ролей всем ее участникам. Процедура создания проекта состоит из следующих шагов.

1. **Основные реквизиты (Create Project)**. На данном шаге определяются основные реквизиты проекта – наименование, обозначение. Назначается шаблон проекта, на основе которого формируются и создаются данные в системе именно для этого проекта.

2. **Формирование команды (Select Team)**. На данном шаге формируется проектная команда путем добавления пользователей или групп пользователей на определенные роли.

3. **Составление приглашения (Compose Invitation)**. На данном шаге составляется приглашение для участников проектной команды. Каждый участник получает приглашение присоединиться к проекту по электронной почте, после чего он может просматривать информацию внутри проекта и выполнять назначенные ему задания.

4. **Дополнительные реквизиты (Define Details)**. На данном шаге определяются дополнительные реквизиты проекта – обозначение, размещение, приоритет, стоимость. Указывается режим исполнения проекта.

В зависимости от привилегий пользователя формируется список доступных действий, которые можно выполнить над проектом. Руководителю проекта доступны следующие действия:

- стартовать (Start);
- приостановить (Suspend);
- отменить (Cancel);
- завершить (Complete);
- изменить (Update);
- удалить (Delete);
- сохранить как новый проект (Save as New Project);
- сохранить как шаблон проекта (Save as Project Template);
- экспортировать как шаблон (Export as Template);
- импортировать план из Microsoft Project (Import Microsoft Project Plan);
- экспортировать план в Microsoft Project (Export Plan to Microsoft Project);
- редактировать план в Microsoft Project (Edit Plan in Microsoft Project);
- просмотреть свойства (Details);
- импортировать из файла (Import From File);
- экспортировать в файл (Export To File).

Остальные участники проектной команды могут выполнить только три последних действия.

Управление проектной командой. Для выполнения работ по проекту и достижения его цели необходимы человеческие ресурсы, способные осуществлять определенную деятельность. Система Windchill ProjectLink оперирует такими видами ресурсов, как *команда* и *роли участников*. Руководитель проекта может сформировать команду участников и каждому участнику назначить роль, которую он будет играть в проекте. Участников проектной команды приглашают в проект через рассылку уведомлений по электронной почте после создания и старта проекта.

Первоначальное формирование проектной команды выполняется на втором шаге создания проекта. Руководитель проекта на протяжении всего жизненного цикла проекта может управлять командой со страницы **Команда (Team)** вкладки **Проект (Project)**: может добавить участника на роль, создать новую роль и назначить на нее участников, удалить или заменить участников для роли.

Роль назначается участнику проектной команды и определяет его работу и участие в проекте. Участник может иметь несколько ролей в проекте, если необходимо, а также в разных проектах он может иметь различные роли. Например, в одном проекте он может быть руководителем проекта, а в другом – просто участником.

В системе Windchill ProjectLink по умолчанию используются следующие роли:

- **Руководитель проекта (Project Manager)** – автоматически назначается создателю проекта, но он может переназначить или назначить на данную роль другого участника проектной команды. Руководитель проекта ответствен за формирование проектной команды, создание плана-графика проекта и управление им, а также за управление проектом в целом. Руководителю проекта разрешено просматривать любую информацию по проекту, а также создавать, изменять или добавлять требуемые бизнес-объекты проекта;

- **Сотрудник (Member)** – назначается большинству участников проектной команды. Участник проектной команды имеет права доступа к проекту и информации, которые определяются политикой безопасности для данного проекта. Сотрудник обычно ответствен только за элементы проекта, которые он создал (creator) или которыми он владеет (owner). Роль **Сотрудник** может быть назначена как дополнение к основной роли участника в проекте;

• **Гость (Guest)** – назначается участнику проектной команды для просмотра или только для чтения необходимых бизнес-объектов проекта. Участник проектной команды, обладающий ролью гость, не может выполнять действия внутри проекта, он имеет права только на чтение или просмотр информации проекта. При этом гость не получает приглашения принять участие в проекте, и информация о проекте не отображается на странице списка проектов пользователя.

В системе Windchill ProjectLink существуют predetermined роли в зависимости от выбранного типа шаблона проекта. Для просмотра доступных ролей необходимо перейти на страницу **Команда (Team)** и нажать на кнопку **Добавить роль (Add Role)**. Отобразится окно, содержащее список предоставляемых ролей (рис. 3.6).

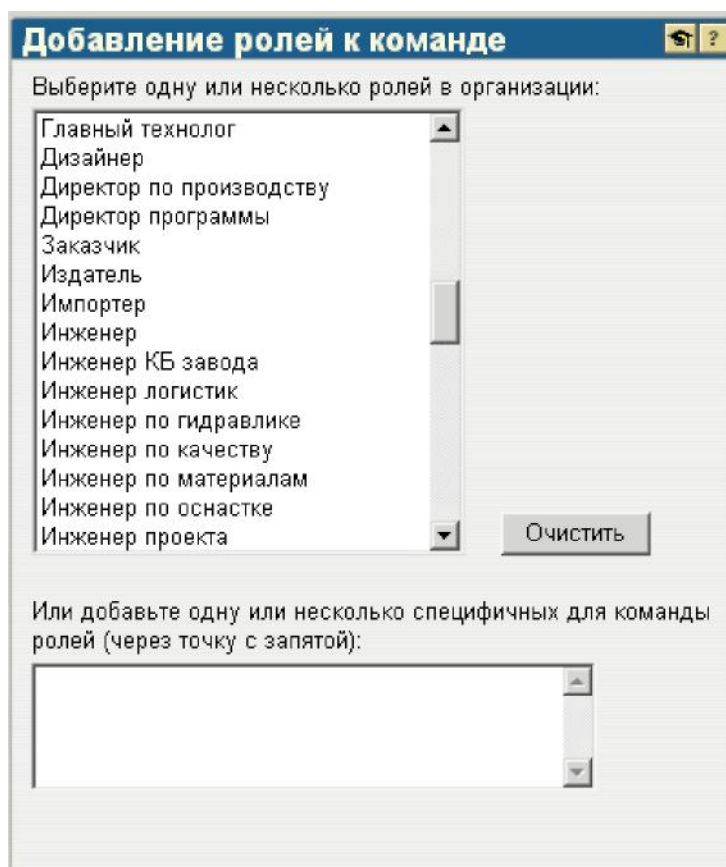


Рис. 3.6. Пример списка predetermined ролей в системе Windchill ProjectLink

Управление доступом позволяет определять политику безопасности для проекта в системе Windchill ProjectLink. Оно осуществляется двумя способами:

- определение прав доступа или разрешений для ролей, существующих в проекте;
- назначение прав доступа отдельному бизнес-объекту проекта в системе.

Управление доступом для роли участника осуществляется руководителем проекта путем выбора некоторого права доступа к информации проекта из множества прав доступа, которые определены в шаблоне проекта. При необходимости это множество может быть модифицировано бизнес-администратором системы.

Назначение прав доступа для индивидуального бизнес-объекта осуществляется либо при создании бизнес-объекта, либо с помощью выбора значения **Права доступа (Access Control)** из выпадающего списка **Выбрать действие (Pick An Action)**, расположенного справа от требуемого бизнес-объекта на странице **Папки (Folders)**.

Страница **Права доступа (Access Control)** содержит список всех ролей и групп участников проекта, которым могут быть назначены соответствующие права доступа. На данной странице можно установить следующие типы разрешений для ролей или групп проектной команды:

- **Никаких (None)** – участники не будут иметь прав доступа к данному бизнес-объекту. Они не смогут просмотреть объект в списке объектов проекта на странице **Файлы**, а также он не будет доступен как элемент страницы результата поиска или журнала изменений;

- **Чтение (Read)** – участники могут просматривать папки, части или документы проекта, параметры данных объектов на странице свойств, выполнять поиск и открывать папки, части или документы. Но бизнес-объекты будут доступны участникам только в режиме «для чтения»;

- **Изменение (Update)** – участники имеют права на просмотр и изменение информации проекта, возможность создавать новые итерации бизнес-объектов;

- **Полный (Full)** – участники имеют полный доступ к информации проекта, т. е. могут создавать, просматривать и удалять любые бизнес-объекты проекта.

При назначении права доступа для определенной папки проекта на странице **Права доступа (Access Control)** можно установить флажок **Распространить права доступа на все содержимое папки**

(Propagate access control changes to all folder contents) для распространения установленных разрешений на все бизнес-объекты, содержащиеся в папке. Если данный флажок установлен и выбранная папка содержит подпапки, то также можно выбрать флажок **Распространить права доступа на все вложенные папки (Recursively apply access control changes to all sub folders)**.

Изменения прав доступа не распространяются на объекты, взятые в текущий момент с хранения. Установив права доступа для папки и содержащихся в ней бизнес-объектов, можно при необходимости назначить индивидуальные права доступа для отдельного бизнес-объекта.

Управление совместной работой над проектом. В настоящее время большое значение придается совместной разработке изделия в рамках единого проекта, при этом работы могут быть географически удалены, поэтому важна возможность организации совместной работы и своевременного оповещения всех участников проектной команды.

Система Windchill ProjectLink предоставляет следующие функциональные возможности, которые позволяют организовать совместную работу всех участников проектной команды:

- маршрутизация бизнес-объекта (Routing);
- дискуссионный форум (Discussion forums);
- подписка (Subscriptions);
- распоряжения (Action items);
- совещание (Meetings).

В процессе работы над единым проектом возникает необходимость в согласовании и/или утверждении бизнес-объектов среди участников проектной команды. Система Windchill ProjectLink позволяет направлять бизнес-объект другим участникам проектной команды, т. е. определять маршрут его прохождения.

Система Windchill ProjectLink предоставляет следующие типы маршрутов прохождения для бизнес-объекта:

- маршрут согласования (Approval);
- маршрут уведомления (Notify);
- маршрут утверждения (Release);
- маршрут проверки (Review).

Назначить маршрут прохождения можно таким бизнес-объектам, как части, документы или САД-документы. Назначая маршрут бизнес-объекту, вы указываете сам маршрут, назначаете участников команды, которые будут выполнять определенные роли для данного бизнес-объекта, и разрабатываете инструкции назначенным участникам.

Назначение маршрута прохождения для бизнес-объекта выполняется путем выбора значения **Назначить маршрут (Routing)** из выпадающего списка **Выбрать действие (Pick An Action)**, расположенного справа от наименования бизнес-объекта, например на странице **Папки (Folders)** вкладки **Проект (Project)**.

Система Windchill ProjectLink предоставляет возможность создавать дискуссионные форумы, которые позволяют всей проектной команде принимать участие в обсуждениях определенного аспекта проекта. Дискуссионный форум состоит из следующих элементов: темы (topic), сообщения (posting) и ответа на сообщение (reply). Функциональность, предоставляемая дискуссионным форумом, аналогична традиционным Интернет-форумам. Форумы в системе Windchill ProjectLink могут быть ассоциированы с бизнес-объектом проекта. Форумы, ориентируемые на объекты, связаны с определенной частью или документом и предназначены для обсуждения информации непосредственно по данным объектам. Создание дискуссионных форумов выполняется со страницы **Форум (Forum)** вкладки **Проект (Project)**.

Создание подписки позволяет отслеживать состояния бизнес-объектов проекта без постоянного и непосредственного проведения контроля над проектом. Можно подписаться на дискуссионный форум, раздел или тему форума. Система Windchill ProjectLink позволяет создавать подписку на события, связанные с определенным бизнес-объектом. В этом случае вы будете получать уведомления по электронной почте при совершении данных событий над выбранным бизнес-объектом. Просмотреть список уведомлений, которые получает пользователь, подписавшийся на определенные события, можно со страницы **Уведомления (Subscriptions)** вкладки **Домашняя страница (Home)**.

Распоряжения в системе Windchill ProjectLink предназначены для отслеживания действий, назначенных различным участникам проектной команды. Например, все распоряжения по совещанию создаются

и ассоциируются с данным совещанием. Распоряжения аналогичны задачам проекта в плане выполнения заданной работы, но отличаются тем, что задачи проекта создаются автоматически системой Windchill ProjectLink, а создание распоряжений разрешено любому пользователю. Распоряжения, назначенные пользователю, отображаются на странице **Список заданий (Assignments)** вкладок **Домашняя страница (Home)** и **Проект (Project)**.

Совещания позволяют повысить успешность выполнения проекта благодаря совместной работе всех участников. Они создаются и проводятся для обсуждения задач проекта. Система Windchill ProjectLink позволяет просматривать совещания, созданные для данного проекта, а также все совещания, на которые приглашен пользователь. Совещания, созданные пользователем или на которые пользователь приглашен, отображаются на странице **Совещания (Meetings)** вкладок **Домашняя страница (Home)** и **Проект (Project)**.

Использование блокнота. Блокнот (Notebook) позволяет сохранять и организовывать ссылки на информацию внутри проекта или необходимую для проекта. Ссылка – это URL-адрес какой-либо информации внутри или вне системы Windchill ProjectLink. Для доступа к блокноту необходимо выбрать вкладку **Домашняя страница (Home)** и перейти на страницу **Блокнот (Notebook)**. В блокноте можно создавать ссылки на бизнес-объекты, например на части или документы, организовывать ссылки в папки для упорядочивания информации. При первом открытии блокнот содержит папки и ссылки, созданные по умолчанию системой Windchill ProjectLink для каждого пользователя. С помощью значений выпадающего списка **Выбрать действие (Pick An Action)** можно организовать информацию в блокноте в соответствии с задачами проекта.

Кроме базовых концепций управления информацией в системе Windchill ProjectLink реализованы дополнительные концепции, такие как управление документооборотом; управление визуализацией; управление структурой изделия; управление рабочим пространством; управление планированием и исполнением проекта; интеграция с Microsoft Project; управление отчетностью.

Управление проектами. Управлением проектом – это планирование, координация и контроль работ по проекту для достижения его целей в рамках заданного бюджета и сроков с надлежащим качеством.

вом. Система Windchill ProjectLink нацелена на управление и поддержку проектов по разработке изделия географически распределенной командой участников. В дополнение к функции планирования система Windchill ProjectLink оптимизирована для управления исполнением плана-графика проекта и организации совместной работы команды проекта.

Система Windchill ProjectLink предоставляет следующие схемы управления планом-графиком проекта в порядке возрастания их сложности:

- управление планом с отслеживанием вех;
- управление планом через результаты работ;
- управление проектом с использованием структуры разбиения работ.

Для управления проектом следует выбирать тот подход, который обеспечивает ровно столько объема информации, сколько необходимо для нормальной работы руководителя проекта и участников команды, и которая (информация) требует контроля и обновления.

Управление планом с отслеживанием вех. Данный базовый подход используется для определения и отслеживания некоторых ключевых событий, которые называются вехами проекта. Вехи обычно представляют собой момент времени начала или окончания какой-то ключевой работы по проекту. Управление планом-графиком проекта с отслеживанием вех рекомендуется использовать при необходимости управлять временем свершения ключевых событий проекта и при отсутствии зависимостей в работах между участниками проекта.

Управление планом через результаты работ. Если основная цель проекта – получение комплекта документации и при этом порядок очередности работ не играет особой роли, в этом случае система Windchill ProjectLink предоставляет возможность управления проектами с использованием формальных результатов работ. Каждый результат работ (отчетный документ) назначается ответственному участнику проекта с установленным крайним сроком. Результат работ может быть ассоциирован с шаблоном части или документа, который должен быть в итоге разработан и оформлен надлежащим образом. Так, например, результат работ в виде документа может представлять собой отчет или шаблон спецификации, которая должна быть заполнена. Результат работ в виде части – узел сборки, который должен

быть спроектирован или для которого получен прототип. Часть или документ, ассоциированные с результатом работ, могут предоставляться в виде скелетона или в конечном виде.

Результаты работ также могут быть ассоциированы с вехой или задачей плана-графика проекта. При этом система Windchill ProjectLink предоставляет возможность сделать так, что событие, связанное с вехой, не наступает до тех пор, пока не сданы ассоциированные с ней работы. В случае ассоциирования результатов работ с задачей плана-графика проекта система Windchill ProjectLink позволяет отслеживать исполнение проекта на основе процентов выполнения работ.

Управление проектом с использованием структуры разбиения работ. В случае необходимости управлять сложным проектом можно использовать *структуру разбиения работ (СРР)*, которая определяет иерархию взаимосвязанных между собой задач. Каждая задача в иерархии может иметь родительскую, или суммарную задачу и порядок следования внутри иерархии. СРР обеспечивает отношения вложенности, т. е. дочерняя задача не может стартовать раньше, чем стартует суммарная задача, а суммарная задача не может быть завершена раньше, чем дочерняя задача. Данная возможность обеспечивается системой Windchill ProjectLink при выборе режима автоматического исполнения заданий.

Отношения между задачами также могут быть определены как внутри суммарной задачи, так и между суммарными задачами. С задачами могут быть ассоциированы результаты работ (отчетные материалы). Система Windchill ProjectLink поддерживает только отношение типа «Окончание – Начало» (ОН).

Структура разбиения (декомпозиции) работ – иерархическая структура последовательной декомпозиции проекта на подпроекты, пакеты работ различного уровня, пакеты детальных работ. СРР позволяет решать проблемы организации работ, распределения ответственности, оценки стоимости, создания системы отчетности, эффективно поддерживать процедуры сбора информации о выполнении работ и отображать результаты в информационной управленческой системе для обобщения графиков работ, стоимости, ресурсов и дат завершения. В целом порядок выполнения участниками проекта своих функций, настроенный на эффективную реализацию работ по проекту в соответствии с СРР, определяет так называемый механизм управления проектом.

Как основа для организации связей СРР – эффективная и наглядная графическая технология. Для информационной управленческой системы СРР позволяет обобщать информацию по графикам и датам завершения работ, ресурсам и стоимости для рассмотрения руководством соответствующего уровня. Иерархическая структура проекта, создаваемая на основе СРР, дает возможность применять процедуры сбора и обработки информации о ходе выполнения работ по проекту в соответствии с уровнями управления, пакетами работ, вехами, обобщать информацию по графикам работ, затратам, ресурсам и срокам.

В состав работ СРР входят все работы проекта (детальные работы и шаги учитываются в рамках пакетов работ). Анализ на полноту СРР – один из самых важных этапов построения этой системообразующей структуры проекта, поэтому если в проекте имеются работы, контролируемые не только руководителем проекта, но и заказчиком, их следует включить в состав работ СРР, тем самым обеспечив полноту этой структуры. При этом внешние пакеты работ учитываются в СРР на соответствующем уровне с разделением на внешние и внутренние работы либо на внешние и внутренние организационные подразделения. В любом случае СРР должна быть понятна и позволять собирать проект в целом из отдельных работ, обеспечивать управляемость при его реализации и распределение ответственности по каждой работе и т. д. Обеспечение управляемости предполагает установление регламента (внутрифирменного стандарта), предписывающего участникам проекта порядок их действий, и его выполнение.

В системе Windchill ProjectLink СРР может быть определена в шаблоне проекта. Использовать шаблон СРР полезно, когда в организации регулярно проводятся проекты, содержащие стандартную последовательность шагов. После того как план-график проекта определен, руководитель проекта может стартовать проект и отслеживать его исполнение.

Планирование проекта. Система Windchill ProjectLink нацелена на эффективное управление проектом на этапах планирования, исполнения и контроля и предоставляет все необходимые возможности по созданию и редактированию плана-графика проекта. Однако более эффективно и удобно создавать первоначальный план-график проекта в Microsoft Project и после передавать в систему Windchill ProjectLink на исполнение. Для управления повторяющимися проектами, имеющими аналогичные структуры разбиения работ, следует определить

шаблон проекта, включив в него СРР. В этом случае внесение изменений в план-график проекта удобнее выполнять непосредственно в системе Windchill ProjectLink.

Определение проекта. Начинается либо с выбора проекта из перечня шаблонов при создании проекта, либо с сохранения существующего проекта в качестве нового. Шаблоны проекта могут содержать предопределенную информацию по проекту, такую как участники и их роли, структура и содержимое папок, ссылки, шаблоны документов, документы проекта, вехи, результаты работ, ресурсы и даже полная иерархия плана-графика работ проекта.

При определении проекта необходимо назначить следующие параметры.

- **Запланированное начало (Planned start)** – это дата, на которую планируется начало проекта. Она может отличаться от фактического начала проекта, но необходима при определении проекта.

- **Длительность (Duration)** – это планируемая длительность проекта. Если управление проектом планируется организовывать на основе СРР, то рекомендуется не устанавливать значение для длительности проекта. В этом случае система Windchill ProjectLink автоматически будет рассчитывать длительность проекта на основе информации о задачах проекта.

- **Крайний срок (Deadline)** – это дата, на которую проект должен быть завершен. Рекомендуется определить дату завершения проекта для оповещения всех участников команды о временных ограничениях проекта.

- **Цели и задачи (Scope)** – определение целей и задач проекта.

- **Приоритет (Priority)** – числовое значение, которое может быть использовано для отчетной информации и фокусирования деятельности по проекту.

- **Бюджет (Budget)** – это планируемые или требуемые затраты по проекту. Сумма запланированного бюджета может быть использована для анализа и сравнения с фактическими затратами проекта.

При определении проекта можно также назначить дополнительные реквизиты.

- **Категория (Category)** – список областей, куда может быть направлен проект. Категория может использоваться для сортировки и упорядочивания проекта.

- **Отслеживать стоимость проекта (Track project cost)** – при этом объем работ определяется для каждой задачи и суммируется для вычисления общей стоимости проекта. При отслеживании стоимости проекта для задач и вех проекта можно указать трудозатраты для каждого ресурса. В этом случае процент выполнения задач проекта автоматически определяется системой на основе запланированной и фактической информации о трудозатратах ресурса.

- **Вычислять общий статус, используя (Roll Up Status by)** – выбор бизнес-объекта проекта – задачи или результата работ, на основе статуса которых будет вычисляться общий статус проекта. При вычислении общего статуса проекта с использованием задач он будет складываться из статуса суммарных задач, определенного на основе вложенных задач. При использовании результатов работ общий статус будет складываться из статуса вех, с которыми ассоциированы результаты работ. По умолчанию используется вычисление процента выполнения и общего статуса проекта на основе статуса задач. Если планируется управление планом проекта с отслеживанием вех или через результаты работ, то можно вычислять процент выполнения и статус проекта на основе результатов работ.

- **Связывать результаты работ с задачами проекта (Link deliverables with project activities)** – вычисление статуса проекта на основе связанных результатов работ и задач проекта. Лучшей практикой считается, когда одна задача связана с одним результатом работ. Если вы связываете результаты работ с задачами проекта, то любые изменения в задаче (изменение процента выполнения или статуса) будут проецироваться на связанный с ней результат работ. Аналогично любые изменения результата работ отражаются на задаче проекта. Такие параметры, как крайний срок, статус, процент выполнения, риск, коррелированы между двумя бизнес-объектами и при изменении одного объекта отражаются в другом.

- **Управление исполнением (Execution control)** – выбор модели управления исполнением проекта.

Вновь созданный проект отображается на странице **Список проектов (Project List)** вкладки **Проект (Project)**. Используя предоставляемую функциональность, на данной странице вы можете перейти на страницу свойств проекта, отсортировать отображение списка проектов по разным параметрам. Система Windchill ProjectLink запоминает

настройки отображения информации на странице, и при следующем открытии список проектов будет представлен в соответствии с вашими настройками.

При переходе на страницу свойств проекта система отобразит подробную информацию о текущем проекте, включая статус, процент выполнения, риски, стоимость с запланированными и фактическими значениями. На странице свойств проекта можно увидеть также информацию о подпроектах, связанных с данным проектом.

Модели исполнения проекта. В системе Windchill ProjectLink проекты могут быть выполнены с использованием различных моделей управления исполнением. Указать модель исполнения проекта руководитель проекта может только при определении (создании) проекта в системе.

Система Windchill ProjectLink предоставляет следующий список моделей исполнения проекта:

- ручное управление исполнением проекта (Manual control of project execution);
- автоматическое исполнение задач (Automatic execution of activities);
- автоматическое исполнение задач и рассылка заданий (Automatic execution of activities and delivery of tasks).

Использование модели ручного управления исполнением проекта требует от создателя или ответственного участника для задачи проекта непосредственного указания старта задачи, изменения и завершения. Участник проекта, которому назначено задание, должен сам просматривать план-график проекта для отслеживания процента исполнения предшествующей задачи или подписаться на изменения, связанные с данной задачей, чтобы иметь информацию о приблизительном начале работы над своей задачей, которая зависит от предшествующей. Модель ручного исполнения проекта рекомендуется в случае постоянного изменения плана-графика проекта, а также когда задачи проекта независимы друг от друга, т. е. приступать к исполнению задачи можно не дожидаясь завершения предшествующей.

Модель автоматического исполнения проекта требует от руководителя проекта тщательного определения проекта, т. е. составления СРР, формирования команды и ресурсов проекта, так как само исполнение проекта осуществляется автоматически системой Windchill

ProjectLink. Задачи проекта автоматически стартуют при наступлении даты начала проекта или при завершении предшествующих задач. Участники проекта получают задания, которые создаются системой на основе задач проекта, и должны предоставлять отчеты о процессе исполнения заданий: устанавливать статус выполнения, проставлять риски, стоимость и процент выполнения. При завершении всех заданий, связанных с задачей проекта, ProjectLink автоматически завершает задачу проекта, стартуют все последующие задачи, зависящие от данной задачи. ProjectLink создает задания и направляет их ответственным участникам проектной команды для исполнения. Модель автоматического исполнения проекта позволяет руководителю проекта сосредоточить внимание на других областях проекта, например на расчете и снижении риска проекта. Данную модель рекомендуется использовать для управления проектами, создаваемыми на основе шаблонов стандартных проектов, не раз проводимых в организации. При выборе автоматического исполнения проекта не рекомендуется выполнять изменения в плане-графике проекта.

Определение результатов работ проекта. Результаты работ – осязаемые и измеряемые результаты, которые необходимо предоставить для завершения задачи или вехи проекта. В системе Windchill ProjectLink результатами работ являются части или документы, которые созданы к определенному сроку как следствие выполнения задачи или вехи проекта. Они могут представлять собой модели компонентов, спецификации, различные отчеты, исследования. В большинстве случаев результаты работ необходимы для отслеживания деятельности или результативности проекта.

Обычно задачи «старт» и «исполнение задачи проекта» подразумевают получение определенного результата работ на выходе. Система Windchill ProjectLink позволяет запланировать результаты работ, которые необходимо получить при исполнении, например, задачи проекта, создав бизнес-объект результата работ.

Результаты работ могут быть также связаны с задачами и вехами проекта. ProjectLink не позволяет устанавливать связи между результатами работ и выстраивать их иерархии. Результаты работ должны описывать выход задач или вех проекта, которые необходимы для того, чтобы считать проект завершенным.

В системе Windchill ProjectLink создание результатов работ разрешено только руководителю проекта. Данное ограничение позволяет только руководителю проекта определять результаты задач проекта и, следовательно, результаты самого проекта. Руководитель проекта может назначить результат работ на выполнение участнику проектной команды, сделав его ответственным участником для данного бизнес-объекта. Для получения информации о текущем состоянии результатов или возникновении определенных ключевых событий результата работ руководитель проекта должен подписаться на требуемые события. Выбрать события для получения уведомлений руководитель проекта может только при создании результата работ.

Список результатов работ по проекту отображается на странице **Список заданий (Assignments)** вкладки **Проект (Project)** при установлении текущего состояния **Результаты работ (Deliverables)**. Состояние результата работ отображает состояние жизненного цикла отчетного документа или части, связанной с данным объектом.

Определение вех проекта. Основные термины этого этапа следующие.

- **Веха (Milestone)** – это задача, используемая для обозначения важного события в проекте, например завершения крупного этапа. В системе Windchill ProjectLink вехой называется опорная точка, обозначающая ключевое событие проекта и используемая для анализа и управления ходом выполнения проекта. Любая задача проекта может быть создана как веха. Вехой проекта может быть создание прототипа изделия и демонстрация его заказчикам, а также комплект документации, полученный в результате выполнения этапа проекта. Руководитель проекта может управлять им, отслеживая вехи проекта. Вехи позволяют управлять проектом на верхнем уровне, тем самым предотвращая появление ненужной информации. Они могут быть predefined в шаблоне проекта, если для данных типов проектов используются постоянно одни и те же вехи. Руководитель проекта может запланировать вехи, создав в ProjectLink бизнес-объект вехи.

- **Запланированное начало (Planned start)** – это дата, на которую планируется начало вехи. ProjectLink предоставляет возможность создания последовательности вех проекта с определением зависимостей между ними. Если руководитель проекта выстраивает последовательность вех, то не рекомендуется устанавливать значение для за-

планированного начала вехи до тех пор, пока работа, связанная с вехой, не будет начата в запланированную для этой работы дату.

- **Длительность (Duration)** – это планируемая длительность проекта. При установке значения длительности система Windchill ProjectLink автоматически просчитает дату завершения вехи на основе информации о дате завершения предшествующих вех или задач проекта.

- **Крайний срок (Deadline)** – это дата, на которую веха должна быть завершена. Устанавливать значение крайнего срока рекомендуется, если веха связана с фиксированной датой события проекта.

Если необходимо связать веху с определенным событием проекта во времени, установите требуемую дату окончания вехи. Сделать это можно, установив значение для запланированного начала и нулевую длительность и не связывая веху с другими задачами или вехами проекта. В этом случае дата начала будет выделена серым цветом, означающим, что она является фиксированной, и совпадать с датой окончания.

Веха проекта может быть ассоциирована с результатом работ, который должен быть получен для выполнения ключевого события проекта. Наиболее эффективный способ управления большинством проектов – это определение ключевых событий проекта, т. е. вех, и связывание с ними получения результатов работ проекта. ProjectLink позволяет ассоциировать веху с результатом работ двумя способами: через изменение вехи и результата работ.

Для установки связи вехи и результата работ проекта через изменение вехи необходимо выбрать значение **Добавить результат работ (Add Deliverable)** из выпадающего списка **Выбрать действие (Pick An Action)** напротив требуемой вехи на странице плана-графика проекта. В диалоговом окне изменения вехи необходимо выбрать требуемый результат работ из списка и нажать кнопку **Добавить (Add)**. Для установки связи вехи и результата работ проекта через изменение результата работ необходимо на странице изменения результата работ указать идентификатор требуемой вехи. На странице свойств вехи будет отображен список связанных с ней результатов работ, которые должны быть выполнены, и информация о текущем состоянии результатов. После того как вехи ассоциированы с результатами работ, на странице плана-графика проекта справа от наименования вехи бу-

дет отображена иконка «0», означающая, что с вехой ассоциирован результат работ, или иконка «9», показывающая, что с вехой ассоциировано несколько результатов работ.

Если веха ассоциирована с результатами работ, то дата ее окончания будет смещена на дату окончания самого позднего результата работ. Процент выполнения вехи зависит от процента выполнения ассоциированных с ней результатов работ и определяется как его среднеарифметическое.

Создание плана-графика проекта. План-график (Plan) проекта предназначен для предварительного и детального планирования проекта и представляет собой календарный план, содержащий даты начала и окончания задач и работ, сведения о ресурсах и затратах, а также результаты, свидетельствующие о выполнении работ. Как правило, план-график имеет иерархическую структуру. ProjectLink предоставляет несколько способов создания плана-графика проекта:

- вручную;
- на основе шаблона;
- на основе существующего проекта;
- импортирование плана-графика.

Создание плана-графика проекта в ProjectLink выполняется на странице **План-график (Plan)** вкладки **Проект (Project)**.

При планировании проекта наиболее быстрый способ стартовать проект – это определить список результатов работ, затем создать СРР, установив иерархию задач, необходимых для контроля исполнения результатов работ, связать задачи с результатами работ и стартовать план-график проекта. Более эффективный способ формирования плана-графика работ – одновременное создание суммарных задач и задач проекта на верхнем уровне и последующее установление иерархии и отношений между ними. Для создания иерархии задач нужно воспользоваться кнопкой **На уровень ниже (Indent)**. ProjectLink позволяет выбрать несколько задач проекта, переместить их на уровень ниже, создав таким образом вложенные задачи для суммарной. Если на нижний уровень перемещают несколько задач, расположенных ниже текущей задачи, то последняя будет изменена на суммарную задачу.

Руководитель проекта может определить ключевые моменты проекта и в случае нахождения аналогичных элементов в одном из шаблонов проекта создать проект на основе данного шаблона. В этом

случае ProjectLink сформирует новый проект, содержащий уже predetermined structure задач, вех и результатов работ. Создание проекта на основе шаблонов – самый простой и эффективный способ при планировании проекта. ProjectLink позволяет выбрать существующие шаблоны проекта, а также создать свои собственные.

Планируя проведение в будущем аналогичного проекта, руководитель проекта может создать новый проект на основе текущего, которым он управляет или который только что завершился. Данный способ упрощает работу руководителя проекта, которому необходимо только управлять исполнением проекта. Создать новый проект на основе существующего можно с помощью функции **Сохранить как новый проект (Save As New Project)** из выпадающего списка действий на странице свойств проекта.

При планировании проекта разработчики системы рекомендуют первоначально составить план-график проекта в системе управления проектами Microsoft Project и затем выполнить его импорт в систему Windchill ProjectLink для управления исполнением. Импорт плана-графика проекта из системы Microsoft Project в систему Windchill ProjectLink выполняется с помощью функции **Импортировать план из Microsoft Project (Import from Microsoft Project)** из выпадающего списка действий на странице свойств проекта.

Даты проекта. Если задачам проекта не присвоены даты запланированного начала, они будут зависеть от старта проекта. Таким задачам система установит дату начала по дате старта проекта. Если задачи имеют предшественников, то выполнение их начнется только при завершении предшествующих задач. Такой тип отношений между задачами называется отношением «Начало – Окончание» (ОН). ProjectLink поддерживает только данный тип отношений между элементами плана-графика проекта.

Если руководителю проекта необходимы вехи, для которых даты имеют критическое значение, то ProjectLink предоставляет возможность создавать вехи независимо от CPM и без установления отношений с задачами проекта. Использование такого подхода позволяет рассматривать вехи как некоторые маркеры проекта для отслеживания исполнения плана проекта.

Руководитель проекта может установить крайний срок исполнения задачи. Значение даты крайнего срока задачи не может быть ав-

томатически изменено системой, как даты начала или окончания, на основе отношений между задачами проекта внутри CPP. Система Windchill ProjectLink не позволяет явно установить дату окончания задачи проекта. Значение даты окончания задачи вычисляется системой автоматически на основе значений запланированного начала и длительности задачи. Если необходимо указать фиксированную дату окончания задачи проекта, то сначала нужно указать фиксированную дату начала и затем значение длительности. В этом случае дата окончания задачи будет вычисляться на основе фиксированного начала и длительности, т. е. будет установлена как фиксированная.

Как для вех и результатов работ, крайний срок задачи означает, что она должна быть выполнена до истечения срока. Дата крайнего срока ассоциируется с уведомлением, которое руководитель проекта или ответственный участник будет получать по электронной почте, подписавшись на данное событие.

Шкалой времени (Time Line) проекта называют индикатор периода времени, отображающий длительность суммарного задания, задания или вехи проекта. С помощью шкалы времени в ProjectLink предоставляется возможность просмотреть длительность всего проекта целиком или отдельного его этапа. Для графического отображения времени задания в системе Windchill ProjectLink необходимо к элементу плана-графика добавить шкалу времени.

Если в проекте не отслеживаются стоимость и трудозатраты проекта, то процент выполнения и длительность задачи – средневзвешенное значение процента выполнения и длительности вложенных задач.

Определение ресурсов проекта. Одно из основных требований успешного выполнения проекта – наличие ресурсов проекта. При планировании проекта руководитель должен определить все необходимые ему ресурсы. ProjectLink позволяет создавать и управлять такими ресурсами, как человеческие ресурсы, инструменты, материалы и оборудование. Ресурсам проекта может быть назначена стоимость, стоимость однократного использования и процент использования ресурса в проекте. Значение процента максимального использования ресурса определяет процент доступности ресурса для текущего проекта. Создание ресурсов проекта осуществляется на странице **Ресурсы (Resources)** с помощью функции **Создать ресурс (Create Resource)**.

Руководитель проекта может указать для ресурса стандартную ставку в час, стоимость однократного использования независимо от процента использования данного ресурса в проекте. Процент использования ресурса в проекте может быть важен для оценки вклада ресурса в проект. По умолчанию при формировании проектной команды каждый участник проекта ассоциируется с ресурсом проекта типа «Исполнитель». При создании ресурса типа «Материал» стандартная ставка интерпретируется как ставка единицы материала.

Ресурс, назначенный задаче, принимает в системе статус активного, означающий, что ресурс используется в проекте. Просмотреть список активных ресурсов можно на странице **Ресурсы (Resources)**, выбрав значение **Активные ресурсы (Active Resources)** для текущего представления. Для отображения информации по стоимости активных ресурсов необходимо выбрать значение **Стоимость ресурсов (Resource cost information)**.

Исполнение проекта. Следующий этап после создания и планирования проекта – этап управления исполнением проекта. Исполнение проекта необходимо для координации людских и других ресурсов, а контроль над проектом – для проверки достижения поставленных целей и выполнения корректирующих действий в случае необходимости. ProjectLink предоставляет функциональные возможности, которые обеспечивают управление исполнением плана-графика проекта и, следовательно, проекта.

Управление исполнением проекта зависит от выбора модели и необходимости отслеживания трудоемкости и затрат проекта. Указать модель управления исполнением и отслеживать стоимость проекта руководитель проекта может только при создании проекта в системе. Выбор одной из моделей автоматического исполнения проекта позволяет системе Windchill ProjectLink автоматически доставлять участникам проектной команды задачи или вехи проекта, которые им назначены. Выбор необходимости отслеживания стоимости проекта позволяет отслеживать трудозатраты и стоимость ресурсов проекта. Выбор автоматического управления проектом дает возможность руководителю проекта сосредоточиться на управлении рисками проекта, ресурсами и результатами работ, так как ProjectLink в этом режиме автоматически рассылает задания и результаты работ назначенным участникам проектной команды.

Управление исполнением проекта основано на встроенной системе процессов потока работ. Механизмы системы процессов потока работ, используя информацию о временных ограничениях, например дате начала, или предшественниках, предоставляют задания или работы соответствующим участникам проектной команды. При этом участники автоматически получают уведомления о необходимости начать работу над заданием.

Участник проектной команды может поставить действительное значение завершения задания и в зависимости от данной информации имеет право изменить планируемую дату завершения. В конечном итоге будут изменены даты для всех заданий проекта. Указанные значения будут использоваться системой для установки значений выполнения задач, далее суммарных задач и, наконец, проекта в целом. При возникновении запланированных рисков или непредвиденных обстоятельств в системе Windchill ProjectLink есть возможность приостановить определенное задание, суммарное задание или весь проект целиком для решения существующих проблем. После разрешения конфликтных ситуаций существует возможность продолжить работу над проектом.

Управление статусом проекта и его мониторинг. Статусом задач называется индикатор, характеризующий процесс выполнения работ по задаче, результату работ, вехе. ProjectLink позволяет устанавливать следующие значения статуса элементам плана-графика проекта (которые отображаются в виде семафора рядом с соответствующим элементом):

- **зеленый (Green)** – успешное выполнение;
- **желтый (Yellow)** – наличие возможных проблемных ситуаций;
- **красный (Red)** – наличие критических ситуаций и возможное прекращение.

В ProjectLink статус суммарной задачи находят на основе статусов вложенных задач с учетом пессимистического прогноза (например если статус хотя бы одной задачи «красный», то и статус суммарной задачи будет «красным»). Значение статуса может определяться в системе автоматически, но рекомендуется устанавливать значение вручную. В этом случае значение статуса будет переопределено пользователем.

Управление стоимостью и трудозатратами проекта. Руководитель проекта не сможет отслеживать трудоемкость и стоимость всех ресурсов проекта, если не выберет модель автоматического управления исполнением проекта. Если управление исполнением проекта ведется вручную, то проставлять объем работ для всех ресурсов, назначенных на задачи проекта, необходимо будет ответственному участнику. Стоимость вычисляется на основе информации о стоимости и проценте использования ресурсов в проекте. При отслеживании стоимости и трудоемкости ресурсов при ручном управлении исполнением проекта рекомендуется назначать задаче проекта только один ресурс.

Для задач проекта, в котором отслеживается стоимость и трудоемкость, значения фактической стоимости накапливаются до тех пор, пока она не станет равной значению запланированной стоимости задачи. Если фактическая стоимость задачи сравнялась с запланированной стоимостью, но задача еще не завершена, необходимо изменить запланированную стоимость таким образом, чтобы увеличить количество часов, необходимых для завершения задачи. ProjectLink не позволит указать фактическую стоимость задаче, если она превышает запланированную стоимость. Когда фактический объем работ соответствует запланированному и задача проекта завершена, система изменяет статус задачи на «завершено», устанавливая знак «✓» (галочка).

Система Windchill ProjectLink не отслеживает итерационные изменения задачи. Для информирования пользователя об изменении необходимо в описании статуса указать примененные изменения.

Управлять стоимостью и трудозатратами ресурсов проекта руководитель проекта может со страницы ресурсов проекта системы Windchill ProjectLink. Фактическое значение трудозатрат определяется на основе информации о задаче, которой назначен соответствующий ресурс.

Управление рисками проекта. В системе ProjectLink задаче проекта можно указать уровень риска ее исполнения и дать описание данного риска. Руководитель проекта может получить информацию о задачах проекта, имеющих риск невыполнения, и принять соответствующие меры по его предотвращению. Он может составить план работ для снижения или устранения риска и указать его в качестве ссылки на задачу проекта.

Отчетность по проекту. Система отчетности – основа управления проектами, позволяющая осуществлять сбор, распространение и анализ информации о ходе исполнения проекта. Отчет в системе Windchill ProjectLink представляет собой предназначенную для печати или анализа таблицу, содержащую требуемую информацию. Отчеты могут отображать текущее состояние проекта, объем выполняемых работ, прогнозы или другие сведения.

Для эффективного управления проектом необходимо иметь оперативную информацию о любых сведениях по проекту. ProjectLink позволяет формировать отчеты, предоставляющие требуемые сведения. Для создания и просмотра отчетов необходимо выбрать вкладку **Проект (Project)** и перейти на страницу **Отчеты (Reports)**. На данной странице вы можете сформировать отчеты, выбрав необходимый тип из выпадающего списка, расположенного справа от поля **Текущее представление (Current View)**, и получить требуемую информацию по проекту. На странице **Отчеты (Reports)** будут отображены данные, принадлежащие текущему проекту, независимо от того, кто является владельцем бизнес-объектов.

3.4. Windchill PDMLink – автоматизация управления данными об изделии

Понятие о Windchill PDMLink. Интерфейс Windchill PDMLink. Управление изделиями и структурами изделий. Особенности работы с CAD-данными

Понятие о Windchill PDMLink. Windchill PDMLink – система управления инженерными данными, которая предоставляет единый источник информации об изделии и облегчает следующие процессы во время всего жизненного цикла изделия:

- управление стадиями жизненного цикла;
- управление изменениями;
- управление конфигурациями.

Система PDMLink позволяет осуществлять глобальный и контролируемый доступ к важным данным изделия в пределах организации при помощи веб-браузера; имеет расширенные возможности в областях управления данными, процессами изменения и утверждения; имеет прямой интерфейс с важными инженерными приложениями и ведущими CAD/CAM/CAE/ERP-системами.

В Windchill PDMLink создаются, используются и сохраняются следующие типы объектов:

- *документ (Document)* – объект, содержащий файлы Microsoft Word, Excel, PowerPoint и других типов. Документ может быть автономным или связан с частью, комплектом или другими документами;

- *CAD-документ (CAD-document)* – объект, содержащий созданные в системе CAD-файлы, которые могут связываться с частями, описывая ассоциированную часть. Он может связываться с другими CAD-документами, представляя зависимые объекты, созданные и поддерживаемые системой CAD. CAD-документы выгружаются в Windchill PDMLink посредством шлюза (например Pro/INTRALINK и Optegra) или Workgroup Manager для системы CAD (например Catia V4, Catia V5, SolidWorks, Unigraphics и Mentor Graphics);

- *часть (Part)* – физический компонент, сборочная единица или материал, использованные в структуре изделия;

- *экземпляр части (Part Instance)* – специальная форма части, которая не имеет никаких дочерних записей и при сборке в экземпляр комплекта идентифицируется уникальным серийным номером (сборочная единица также идентифицируется серийным номером);

- *комплект (End Item)* – специальный вид объекта в структуре изделия. Он представляет собой функциональную единицу изделия, продаваемую, собираемую и поставляемую заказчику;

- *экземпляр комплекта (End Item Instance)* – идентифицированный серийным номером уникальный промышленный экземпляр комплекта, сформированный согласно определенной конфигурации комплекта;

- *конфигурация комплекта (End Item Configuration)* – идентифицирует версии частей, использованных для формирования комплекта по требованию заказчика, что позволяет проследить версии частей, которые использовались для производства определенной продуктовой линейки, для их регистрации и постоянной поддержки комплекта в сфере его использования;

- *опорная структура (Baseline)* – набор данных об изделии в определенный момент времени. Как только опорная структура создана, к ней могут быть добавлены части и документы. Опорная структура может содержать любое число частей и документов; в свою очередь, и часть, и документ могут быть в любом числе опорных структур;

- *описание проблемы (Problem Report)* – создается, чтобы документировать проблему или внести запрос на изменение. Описание может быть создано как зарегистрированным пользователем PDMLink, так и кем-либо вне системы, например заказчиком или поставщиком;

- *запрос на изменение (Change Request)* – может быть создан, чтобы исследовать решения одного или нескольких описаний проблемы, или вообще без привязки к какому-либо описанию. Он детализирует и определяет набор предложенных изменений, необходимых для решения проблемы, или дает необходимые пояснения так, чтобы соответствующие лица могли принять решение продолжить работу или отвергнуть предложенное изменение. Результат одобренного предварительного извещения – создание одного или нескольких извещений об изменении;

- *извещение об изменении (Change Notices)* – может быть создано в отношении одного или нескольких запросов на изменение. Оно детализирует задачи, которые должны быть выполнены для осуществления изменения, и дает возможность назначить эти задачи конкретным исполнителям.

Эти объекты могут постоянно находиться в изделиях и библиотеках, которые доступны на вкладках **Изделие (Product)** и **Библиотека (Library)**, расположенных на странице **Домашняя страница (Home)** Windchill PDMLink.

Изделие – это полное электронное определение изделия, вся собранная информация, которая определяет контекст продукции или услуг организации. Библиотека управляет стандартными частями и документами, используемыми всеми изделиями и проектами в организации. Изделия и библиотеки могут быть созданы администраторами или пользователями с соответствующими правами. Дополнительно при создании изделия или библиотеки должно быть установлено следующее:

- группа пользователей, которые имеют доступ к изделию или библиотеке;

- жизненные циклы, через которые должны проходить объекты;
- потоки работ, которые должны выполнять объекты;
- политики, определяющие пользователей, которые могут обращаться к соответствующим объектам и изменять их;
- шаблоны, которые будут применяться при создании документа.

Интерфейс Windchill PDMLink. Непосредственно к подсистеме PDMLink относят следующие страницы:

- Домашняя страница (Home);
- Изделие (Product);
- Изменения (Change);
- Библиотека (Library).

Домашняя страница. Содержит информацию, необходимую для работы с системой Windchill PDMLink. С этой страницы пользователь может просматривать свои задания, выписанные из архива объекты, совещания. **Домашняя страница** содержит следующие вкладки:

- Обзор (Overview);
- Список заданий (Assignments);
- Недавние изменения (Updates);
- Текущая работа (Checked Out Work);
- Рабочие области (Workspaces);
- Совещания (Meetings);
- Блокнот (Notebook);
- Уведомления (Subscriptions);
- Отчеты (Reports);
- Утилиты (Utilities).

Страница **Обзор (Overview)** отображает семь самых последних объектов в каждой из таблиц **Список заданий**, **Недавние изменения**, **Текущая работа**. Если таблица содержит более семи пунктов, то появляется ссылка **Показать все (Show All)**, позволяющая увидеть все пункты. Ссылки для каждой таблицы находятся в строке под ссылкой **Домашняя страница**.

Таблица **Список заданий (Assignments)** содержит задачи, которые назначены пользователю как участнику потока работ. После завершения задачи последняя удаляется из таблицы, и рабочий процесс продолжается дальше. Если объект (например часть или документ) связан с заданием, в столбце **Связанный объект (Associated Subject)** таблицы появляется ссылка на информацию об объекте. Столбец **Доступные действия (See actions)** позволяет переназначить задачу или изменить сроки.

В таблице **Недавние изменения (Updates)** перечислены объекты, которые были изменены пользователем последними. Это позволяет быстро открыть объект, а не искать его в каталогах изделия или библиотеке.

В таблице **Текущая работа (Checked Out Work)** перечислены все объекты, в настоящее время взятые на изменение. Чтобы изменить часть или документ, их необходимо выписать из архива с помощью функции **Взять на изменение (Check Out)** из списка меню **Доступные действия (See actions)**. При этом рабочая копия дублирует первоначальный объектный файл. Её можно изменять. Эта копия объекта появляется в таблице **Текущая работа**. Взятие на изменение блокирует первоначальный объект в архиве от изменения другими пользователями. Закончив изменения объекта, вы можете сдать его на хранение из этой таблицы, выбрав действие **Сдать на хранение (Check In)**. В этом случае рабочая копия с новыми атрибутами и зависимостями заменит существующую итерацию объекта, а объект удалится из таблицы **Текущая работа**.

Страница **Рабочие области (Workspaces)** отображает список рабочих областей, если таковые вообще имеются, которые были созданы из всех изделий и библиотек, к которым вы имеете доступ. Рабочая область представляет собой структуру, которая позволяет одновременно работать со многими документами и объектами САД. Выбор страницы **Рабочие области** на закладках **Изделие** или **Библиотека** отображает список рабочих областей, связанных только с контекстом этих таблиц. Находясь на странице **Рабочие области**, можно создать новую рабочую область, удалить существующую или перейти в существующую рабочую область.

Страница **Совещания (Meetings)** предоставляет доступ к совещаниям, в которых вы участвуете и которые были запланированы в Windchill PDMLink. Здесь также можно создавать и отменять совещания. Создатель совещания может выбрать место совещания, обновить совещание или добавить подробности. Вы можете создать стандартное совещание, совещание на основе Web или равноправный совместный сеанс ProductView.

Стандартное совещание включает в себя список основных операторов, участников совещания и атрибуты совещания, такие как дата, время и информация о телефонах. Совещание на основе Web содержит все характеристики стандартного совещания, но проводится через приложение WebEx для совместного использования презентаций или других материалов в реальном времени. Совещание ProductView включает в себя все атрибуты стандартного совещания, но с возмож-

ностью совместно использовать два или несколько сеансов Product-View с участниками совещания.

Блокнот (Notebook) – это набор ссылок к объектам и адресов URL, с которыми вы часто работаете. Блокнот отображает связи, которые вы создали, и позволяет организовать их в каталоги и подкаталоги. Блокнот подобен функции Favorites (Избранное) в Internet Explorer. Поскольку связи сохраняются в базе данных Windchill PDMLink, доступ к ним через **Блокнот** может быть получен отовсюду и с любой машины.

Уведомления (Subscriptions) – это заявки на получение извещений о некоторых событиях, документах или объектах, в которых вы заинтересованы. Например, если вам необходимо знать, когда будет обновлен некоторый документ, вы подписываетесь на документ и выбираете событие **Сдача на хранение (Check In)**. Тогда в любое время, когда документ будет обновлен, вам будет послано извещение по электронной почте. Со страницы **Уведомления** можно просматривать все ваши подписки и аннулировать подписку из объектов. Чтобы подписаться на часть, документ или объект изменения, следует перейти на страницу **Папки (Folders)** на закладке **Изделие (Product)** и выбрать ссылку **Подписаться (Subscribe)** в списке **Доступные действия (See actions)**.

Страница **Отчеты (Reports)** отображает таблицу, которая позволяет выполнить отчеты по всем изделиям и библиотекам, в которых вы являетесь участником команды. На странице указываются только объекты или информационные записи, которые вы создали. Выберите из раскрывающегося списка **Текущее представление (Current View)** тип отчета, который хотели бы выполнить.

Страница **Утилиты (Utilities)** предоставляет доступ к элементам, используемым для изменения или расширения вашего взаимодействия с Windchill PDMLink. Например, на этой странице появляются ссылки к личным настройкам пользователя, установкам безопасности и программного обеспечения.

Изделие. Его можно представить как совокупность всей информации, которая определяет, что создано и продано вашей организацией. Вкладка **Изделие (Product)** представляет собой контекст, в котором вы работаете при создании этой информации и в котором доступ к информации имеют только пользователи с определенными ролями.

Чтобы просмотреть информацию об определенном изделии, следует нажать ссылку **Список изделий (Product List)** в строке меню страницы **Изделие** и выбрать изделие из списка. Можно также выбрать изделие из раскрывающегося списка **Недавние изделия (Recent Products)**. Когда изделие выбрано, можно сделать следующее:

- искать объекты в изделии, используя поле **Искать (Search)** в этом изделии;

- со страницы **Подробно (Details)** просматривать атрибуты изделия и комплектов, которые существуют в изделии. Можно также выполнять действия из списка **Доступные действия (See actions)**;

- со страницы **Папки (Folders)** просматривать объекты, которые постоянно находятся в изделии, и выполнять действия с этими объектами. Используя раскрывающийся список **Текущее представление (Current View)**, можно фильтровать объекты, перечисленные в таблице. Например, можно просматривать только документы или только части;

- со страницы **Структура изделия (Product Structure)** исследовать иерархическое древовидное представление сборочных единиц и частей изделия и фильтровать структуры изделия по конфигурации;

- со страницы **Команда (Team)** идентифицировать участников команды изделия, которые имеют доступ к информации об этом изделии;

- со страницы **Статистика изменений (Change Monitor)** оценить ход процессов изменений этого изделия и проконтролировать состояние объектов изменений (замечаний, предварительных извещений и извещений об изменении) в изделии;

- со страницы **Форум (Forum)** просматривать и обсуждать темы, которые касаются изделия. Участники команды могут отвечать на существующие сообщения или начинать новые обсуждения;

- со страницы **Рабочие области (Workspaces)** рассмотреть или создать рабочие области, связанные с изделием.

Изменения. Закладка **Изменения (Changes)** позволяет просмотреть всю информацию изменений для изделий и библиотек, в которых вы являетесь участником команды. Со страниц **Описание проблемы (Problem Reports)**, **Запрос на изменение (Change Requests)** и **Извещение об изменении (Change Notices)**, которые появляются на этой закладке, можно выбирать объекты изменения для просмотра на ин-

формационных страницах. Вы можете также использовать ссылку **Статистика изменений (Change Monitor)**, чтобы отследить изменения, происходящие в системе, или на уровне изделия, или на уровне библиотеки.

Библиотека. Представляет собой область для хранения бизнес-информации и обеспечения доступа к ней, к документам и другим объектам, которые не связаны с отдельным изделием. Чтобы просмотреть информацию для некоторой библиотеки, нажмите ссылку **Список библиотек (Library List)** и выберите нужную библиотеку. Можно также выбрать библиотеку из раскрывающегося списка **Недавние библиотеки (Recent Libraries)**. Как только библиотека выбрана, можно сделать следующее:

- искать объекты в библиотеке, используя поле **Искать в этой библиотеке (Search in this Library)**;
- со страницы **Подробно (Details)** просматривать атрибуты, которые существуют для библиотеки. Можно также выполнять действия из списка **Доступные действия (See actions)**;
- со страницы **Папки (Folders)** просматривать объекты, которые постоянно находятся в библиотеке, и выполнять действия с этими объектами;
- со страницы **Команда (Team)** идентифицировать сотрудников библиотеки, которые имеют доступ к информации, отображенной в этой библиотеке;
- со страницы **Статистика изменений (Change Monitor)** оценить и отследить состояние объектов изменения (замечаний, предварительных извещений и извещений об изменении) в пределах библиотеки;
- со страницы **Форум (Forum)** просматривать и обсуждать темы, которые относятся к библиотеке. Участники команды могут отвечать на существующие сообщения или начинать новые обсуждения;
- со страницы **Рабочие области (Workspaces)** просмотреть или создать рабочие области, связанные с библиотекой.

Управление изделиями и структурами изделий. База данных Windchill PDMLink структурирована так, что вся информация, однозначно определяющая изделие, собрана в одном логическом размещении. Пользователь с административными привилегиями создает это общее размещение, называемое изделием. Одно из назначений созда-

ния изделий – возможность определять, какие пользователи будут обращаться к информации об изделии и изменять её. Например, если вы создаете часть или документ в рамках изделия (которые также называют контекстом изделия), то просматривать или изменять часть или документ могут только пользователи, которые имеют необходимые права доступа к этому изделию.

Windchill PDMLink предполагает, что каждое изделие будет иметь, по крайней мере, одну сборку верхнего уровня, представляющую собой модуль функций изделия, которое продается, собирается и поставляется заказчику. Windchill PDMLink рассматривает такую сборку верхнего уровня как комплект (End Item). В рамках изделия могут быть созданы дополнительные комплекты, чтобы поддерживать концепцию продуктовых линеек и модульных продуктов.

Структура изделия (Product Structure) – иерархическое представление всех сборок и компонентов, необходимых для сборки комплекта. Вы можете развернуть структуру изделия, т.е. каждую подсборку, чтобы увидеть ее составные части. Когда вы разворачиваете структуру изделия, то можете задать критерии, в соответствии с которыми система выберет и отобразит версии дочерних частей. Критерии разворачивания называются *конфигурацией* (Configuration). Например, можно установить конфигурацию так, чтобы выбрать только части со статусом «Выпущено (Released)» или части, уникальные для специфического представления структуры изделия, такого как «Производство (Manufacturing)», которое показывало бы подсборки, созданные для облегчения сборки изделия. Из развернутой структуры изделия может быть сгенерирован **Отчет спецификации изделия (BOM Product Report)**.

Все версии части, показанные в развернутой структуре комплекта, могут быть также сохранены в системе как конфигурация комплекта (End Item Configuration). Конфигурация комплекта может затем использоваться для создания экземпляра комплекта, который представляет собой уникальную копию конфигурации комплекта, идентифицированную серийным номером и поставленную конкретному заказчику. Эта постоянная запись конфигурации отгруженного изделия может изменяться для отражения поддержки обновлений изделия.

Для многих компаний начальная структура изделия создается из взаимосвязанных данных, зафиксированных в САД-приложении, например Pro/ENGINEER. Связи между компонентами и сборками считываются из файлов данных САД и используются, чтобы генерировать эквивалентную структуру изделия в PDMLink. САД-документы, зафиксированные в базе данных в результате этого интегрирования, автоматически связываются с частями в структуре изделия. Этот сценарий понимается как *восходящий* (down-top) *проект*. Альтернатива ему – *нисходящий* (top-down) *проект*. При этом подходе пользователь сначала формирует структуру изделия в PDMLink и затем привязывает к скелетной структуре соответствующие САД-документы.

В пределах структуры изделия к частям могут быть привязаны другие формы данных определения изделия. Такие данные могут включать в себя схемы процесса, сведения о результатах контроля, спецификации материалов, проекты инструментов, сервисные документы и т. д. Структура изделия, полностью заполненная данными определения изделия, дает пользователям интуитивно понятное средство для выяснения последствий предложенного изменения проекта или производства. Чтобы определить последствия изменения, пользователь указывает положение нужного комплекта, разворачивает структуру изделия до сборки или компонента, представляющего интерес, и перемещается ко всей связанной информации об этой версии части.

Особенности работы с САД-данными. Документ – это объект базы данных, содержащий файлы в формате приложения. САД-документы – это объекты Windchill, которые используются для сохранения файлов с САД-информацией и управления ими. САД-документ обычно имеет содержание и атрибуты, которые относятся только к внешнему приложению (трехмерные модели, чертежи, просматриваемые изображения, анализы и т. д.). Он может иметь как первичное (например файл трехмерной модели САД), так и вторичное содержание (например чертеж).

САД-документы имеют следующие дополнительные характеристики:

- возможность связывания с другими САД-документами, что позволяет представить сложные зависимости, созданные и поддерживаемые системой САД;

- необходимые связи, которые являются другими CAD-документами, информация которых, в свою очередь, нужна для полного представления всей структуры первоначального CAD-документа (эти документы с информацией важны для регенерации модели в Pro/ENGINEER Wildfire);

- возможность быть связанными с частями разработки так, чтобы CAD-документ мог их описывать. Считается, что часть будет описана в соответствии с CAD-документом, т. е. в соответствии с первичным (часто это трехмерная модель CAD) и дополнительным вторичным содержанием (чертежи, схемы, сгенерированные отчеты CAD, анализы), которые он содержит.

Структура CAD-документа может использоваться в соответствии с правилом компоновки Windchill для формирования структуры изделия с учетом связанных частей разработки.

Рабочие области (Workspaces) – области, из которых можно управлять множеством объектов и осуществлять основные операции управления инженерными данными изделия. Технически рабочая область – это каталог в персональном ящике пользователя в PDMLink, но также область, которая позволяет удобно просматривать и выполнять действия с частями разработки и CAD-документами.

При создании рабочая область связывается с контекстом Windchill. Команды, доступные в ней, соответствуют ее контексту, а операции создания, хранения и поиска выполняются по умолчанию в рамках контекста.

Рассмотрим некоторые из специальных характеристик рабочей области:

- функции рабочей области изменяются в зависимости от того, является ли рабочая область активной, т. е. назначенной для операций PDM при работе с Pro/ENGINEER Wildfire, или она используется в автономном режиме;

- рабочая область сохраняет данные для используемых в ней объектов при помощи опорных структур;

- рабочая область сохраняет ссылки на конфигурации, каталоги и жизненные циклы, применяемые к частям и документам, а также представления для частей;

- объекты в рабочей области могут сортироваться по главным атрибутам, которые формируют заголовки столбцов в таблице **Список объектов (Subject List)**;

- можно фильтровать отображения объектов по их типу (например, можно выбирать только САД-документы или только части, или задать заказной фильтр согласно выбранному объектному атрибуту);

- рабочая область имеет информационную консоль, доступную из меню **Показать (Show)**, для просмотра системных сообщений об успехе или неудаче действий пользователя;

- статус объектов в рабочей области относительно базы данных отображается в столбце таблицы **Список объектов**.

Рабочую область можно сконфигурировать так, чтобы объекты могли по умолчанию наследовать некоторые свойства. Например, можно установить значения для общих наборов атрибутов, команды или жизненного цикла, назначить каталоги хранения, конфигурацию для САД-документов и частей разработки.

По умолчанию ссылка **Рабочие области (Workspaces)** в PDMLink недоступна, пока не создана хотя бы одна рабочая область в браузере Pro/ENGINEER Wildfire. В противном случае ссылка переносит пользователя на страницу **Мои рабочие области (My Workspaces)**, откуда можно просматривать список существующих рабочих областей, а также создавать или удалять рабочие области.

Введя новую или используя существующую рабочую область, вы получаете возможность выполнять следующие действия PDM:

- загружать объекты базы данных в рабочую область (чтобы получить копию только для чтения);

- брать объекты на изменение (чтобы получить рабочую копию для изменения);

- создавать новые объекты;

- выгружать и сдавать объекты на хранение;

- возвращать объекты без изменений;

- связывать объекты явно или использовать функцию автоматического связывания (которая автоматически создает и связывает часть разработки для САД-документа);

- осуществлять поиск объектов или просматривать базу данных. Функции поиска и просмотра интегрированы с большинством действий рабочей области;

- изменять объекты, чтобы начать новое ответвление разработки;
- обновлять объекты согласно самой последней версии базы данных;

- перемещать объекты в новые положения хранения;
- удалять объекты из рабочей области;
- устанавливать статус жизненного цикла объекта;
- выбирать организацию для объекта;
- обращаться к странице подробностей объекта;
- удалять объекты из базы данных.

Для сохранения данных CAD в Windchill PDMLink надо сделать следующее.

1. Создать или открыть рабочую область в контексте изделия или библиотеки.

2. Зарегистрировать сервер Windchill PDMLink и рабочую область в Pro/ENGINEER Wildfire.

3. Установить ваш главный сервер и активную рабочую область.

4. Создать или загрузить данные CAD в Pro/ENGINEER Wildfire.

5. Загрузить данные CAD в вашу рабочую область и зарегистрировать в Windchill PDMLink.

Как правило, проектирование изделия начинается с его идеи. Даже до того как сделан начальный набросок, целесообразно установить хранилище или размещение для всей информации, которая касается проектирования и производства этого изделия. В контексте Windchill PDMLink, например, таким общим размещением является изделие или библиотека. Когда вы создаете рабочую область, то связываете ее с контекстом, что по умолчанию дает возможность создавать, хранить и осуществлять поиск объекта в пределах контекста.

Как только создана структура CAD-документа, в Windchill PDMLink может быть сформирована структура изделия путем создания и привязывания объекта или части разработки к каждому CAD-документу в структуре CAD-документа, а затем сдачи всех объектов в Windchill PDMLink. При сдаче на хранение правило компоновки Windchill использует связи CAD-документов, чтобы сформировать структуру изделия, связывающую все части разработки.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается концепция PDS? Укажите ее принципы.
2. Для чего предназначена система Windchill? Перечислите основные модули системы.
3. Как позиционируются модули Windchill относительно этапов жизненного цикла изделия?
4. Как построена архитектура Windchill с точки зрения пользователя?
5. В чем особенность работы Windchill с CAD-документами?
6. Для чего служит подсистема Windchill ProjectLink? Назовите ее основные функциональные возможности.
7. Перечислите базовые концепции управления проектами, реализованные в среде Windchill ProjectLink.
8. Для чего служит подсистема Windchill PDMLink? Назовите ее основные функциональные возможности.
9. Как реализовано управление изделиями в среде Windchill PDMLink?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Машиностроительная индустрия переживает серьезные изменения, которые прямо связаны с появлением технологий информационной поддержки изделий, позволяющих кардинальным образом сократить время создания и вывода на рынок новых изделий, улучшить их качество, обеспечить их послепродажное сопровождение.

Россия существенно отстает от промышленно развитых стран в части внедрения современных ИТ, прежде всего ИПИ-технологий. Это отставание чревато, прежде всего, сокращением экспортного потенциала наукоемкой продукции. Мировой рынок полностью отторгнет продукцию, не отвечающую стандартам CALS, согласно которым необходимо: представление конструкторско-технологической документации в электронной форме; представление эксплуатационной и ремонтной документации в форме интерактивных электронных технических руководств; организация интегрированной логистической поддержки изделий на постпроизводственных стадиях их жизненного цикла; наличие и функционирование электронной системы каталогизации продукции; наличие на предприятиях соответствующих требованиям стандартов ISO 9000:2000 систем менеджмента качества и т.д. Выполнение этих требований предопределяет необходимость внедрения на отечественных предприятиях ИПИ/CALS-технологий в полном объеме.

Особенность внедрения ИПИ-технологий состоит в том, что просто купить и установить ИПИ-систему невозможно, так как такая система – не коробочный продукт, а сложная совокупность технологий и методов интеграции уже функционирующих систем с системами коллективной работы над созданием законченной среды, позволяющей полностью управлять данными об изделиях. Это означает, что внедрение подобных технологий невозможно без системной подготовки квалифицированных специалистов в этой области.

Данное учебное пособие ориентировано главным образом на студентов специальностей 220305 «Автоматизированное управление

жизненным циклом продукции» и 220306 «Компьютерные системы управления качеством для автоматизированных производств». Однако ими аудитория читателей учебного пособия не ограничивается: на наш взгляд, все студенты машиностроительных специальностей как будущие инженеры современных предприятий должны иметь навыки использования программных средств и технологий информационной поддержки изделий.

В учебном пособии рассмотрены начальные теоретические и практические аспекты информационной поддержки изделий машиностроительного профиля, включая описание особенностей реализации ИПИ-технологий в системе Windchill. Данное издание – первая часть в цикле учебных пособий, посвященных проблемам автоматизации управления жизненным циклом продукции. Оно представляет собой введение в область знаний, касающихся ИПИ-технологий, поэтому каждый параграф второй и третьей глав настоящего издания планируется развернуть в самостоятельные учебные пособия.

Все замечания и пожелания по содержанию предлагаемого и следующих изданий авторы с благодарностью и вниманием примут по адресу tms@vlsu.ru.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СОКРАЩЕНИЙ

АСУП	– автоматизированная система управления производством
БК	– базовая конфигурация
ВТ	– вычислительная техника
ЕИП	– единое информационное пространство
ЖЦ	– жизненный цикл
ИАСУ	– интегрированная автоматизированная система управления
ИИС	– интегрированная информационная среда
ИЛП	– интегрированная логистическая поддержка
ИМ	– информационная модель
ИО	– информационный объект
ИПИ	– информационная поддержка изделий
ИТ	– информационные технологии
ИТУП	– информационные технологии управления предприятием
ИЭТР	– интерактивное электронное техническое руководство
КИ	– конфигурация изделия
КИС	– корпоративная информационная система
НИОКР	– научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы
ОБД	– общая база данных
ОБДИ	– общая база данных об изделиях
ОБДП	– общая база данных о технологической среде предприятия
ОК	– объекты конфигурации
ОН	– «Окончание – Начало»
ПО	– программное обеспечение
ПТ	– проект технический
ПЭОИ	– полное электронное определение изделия
РД	– рабочая документация
САПР	– система автоматизированного проектирования
СМК	– система менеджмента качества
СРР	– структура разбиения работ
СУБД	– система управления базами данных
СЭД	– система электронного документооборота

ТЗ	– техническое задание
ТП	– техническое предложение
УК	– управление конфигурацией
ФСА	– функционально-стоимостный анализ
ЭД	– электронная документация (электронный документ)
ЭОИ	– электронное описание изделия
ЭП	– эскизный проект
ЭЦП	– электронно-цифровая подпись
ABC	– Activity Based Costing (деятельность, основанная на стоимости)
API	– Application Program Interface (прикладной программный интерфейс)
ARIS	– ARchitecture of integrated Information Systems (архитектура интегрированных информационных систем)
BOM	– Bill Of Materials (спецификация)
BPR	– Business Process Reengineering (реинжиниринг бизнес-процессов)
CAD	– Computer Aided Design (автоматизированное проектирование)
CAE	– Computer Aided Engineering (автоматизированные расчеты и анализ)
CALS	– Continuous Acquisition and Lifecycle Support (непрерывное сопровождение и поддержка жизненного цикла)
CAM	– Computer Aided Manufacturing (автоматизированная технологическая подготовка производства)
CNC	– Computer Numerical Control (компьютерное числовое управление)
CPC	– Collaborative Product Commerce (совместный электронный бизнес)
CRM	– Customer Relationship Management (управление взаимоотношениями с заказчиками)
ERP	– Enterprise Resource Planning (планирование и управление предприятием)
ICAM	– Integrated Computer Aided Manufacturing (интегрированная компьютеризация производства)
IDEF	– ICAM DEFinition (определение ICAM)

- ISO – International Standard Organization (Международная организация по стандартизации)
- MES – Manufacturing Execution System (производственная исполнительная система)
- MRP – Manufacturing Requirement Planning (планирование производства)
- PDM – Product Data Management (управление данными об изделии)
- PDS – Product Development System (система разработки изделия)
- PLM – Product Lifecycle Management (управление жизненным циклом изделия)
- PMO – Project Management Office (офис управления проектом)
- PRM – Partner Relationship Management (управление взаимоотношениями с партнерами)
- PTC – Parametric Technology Corporation
- S&SM – Sales and Service Management (управление продажами и обслуживанием)
- SADT – Structured Analysis and Design Technique (технология структурного анализа и проектирования)
- SCADA – Supervisory Control And Data Acquisition (диспетчерское управление производственными процессами)
- SCM – Supply Chain Management (управление цепочками поставок)
- STEP – STandard for Exchange of Product data (стандарт обмена данными об изделии)
- TQM – Total Quality Management (всеобщее управление качеством)
- URL – Unique Reference Link (уникальный адрес ссылки)
- WVS – Windchill Visualization Service (служба визуализации Windchill)

ГЛОССАРИЙ

Автоматизированная система – система, состоящая из комплекса средств автоматизации производственной деятельности, реализующая информационную технологию выполнения установленных функций.

Атрибут – свойство (характеристика) объекта.

Бизнес-процесс – одна или несколько связанных операций или процедур, реализующих цель производственной деятельности, осуществляемой в рамках определенной организационной структуры, описывающей функциональные роли участников этой структуры и отношения между ними.

Версионность – функциональность PDM-системы, заключающаяся в сохранении истории изменений документа, объекта или структуры изделия.

Версия – зафиксированный по времени вариант представления документа, объекта или структуры изделия, возникающий по мере изменения на протяжении жизненного цикла.

Виртуальное производство – производство продукции, осуществляемое совокупностью юридически самостоятельных предприятий, взаимодействующих посредством процедур электронного бизнеса.

Данные об изделии – формализованная (в общем случае неструктурированная) информация в электронном виде об изделии во время его ЖЦ.

Действие – преобразование какого-либо свойства материального или информационного объекта в другое свойство. Действие выполняется в соответствии с командой, являющейся частью директивы на выполнение операции, при потреблении необходимых ресурсов и соблюдении ограничений на осуществление данной операции.

Декомпозиция работ – механизм разбиения рабочего процесса на меньшие элементы, которые могут быть использованы для назначения ресурсов, бюджета, расписаний и т.д.

Деятельность (бизнес) – совокупность последовательно и/или параллельно выполняемых (протекающих) процессов, которые преобразуют множество материальных и/или информационных потоков во множество материальных и/или информационных потоков с другими свойствами. Деятельность осуществляется в соответствии с заранее определенной и постоянно корректируемой целью при потреблении ресурсов и соблюдении ограничений со стороны внешней среды.

Документооборот – процесс прохождения документов между лицами и подразделениями организации, имеющими отношение к выполнению предписываемых в документах действий.

Единое информационное пространство – совокупность информационных средств, ресурсов и данных, интегрированных в единую систему.

Жизненный цикл изделия – совокупность взаимосвязанных процессов и этапов, через которые проходит изделие от момента выявления потребностей общества в определенной продукции до момента удовлетворения этих потребностей и утилизации продукта.

Изделие (продукт) – единица промышленной продукции, обладающая определенными потребительскими свойствами, достижение которых – цель производства.

Интегрированная информационная среда – хранилище данных, содержащее сведения об изделии на всех этапах его ЖЦ.

Интегрированная логистическая поддержка – методология обеспечения эксплуатации изделий на основе создания необходимых средств их обслуживания, в том числе документации и баз данных, предназначенных для обучения персонала, диагностики и ремонта техники.

Интегрированная модель – иерархически организованная модель, содержащая всю информацию об изделии, требуемую на любом из этапов ЖЦ изделия. При построении каждого фрагмента модели используют единые средства и методы.

Информационная поддержка изделий – совокупность инвариантных (базовых) принципов (по отношению к продукции, предприятию, отрасли промышленности), управленческих технологий и технологий управления данными, реализуемая в интегрированной информационной среде, объединяющей информационные процессы всех участни-

ков жизненного цикла изделия, на основе международных стандартов, регламентирующих унифицированные модели данных и соглашения о способах обмена этими данными.

Информационная система – организационно упорядоченная совокупность документов (массивов документов) и информационных технологий, в том числе с использованием средств вычислительной техники и связи, реализующих информационные процессы.

Информационная среда – совокупность программно-аппаратных средств, информационных сетей связи, организационно-методических элементов и прикладной информации о предметной области, понимаемой и применяемой различными пользователями.

Информационная технология – совокупность методов, производственных процессов и программно-технических средств, объединенных в технологическую цепочку, обеспечивающую сбор, обработку, хранение, распространение и отображение информации.

Информационный объект – совокупность состояний и методов, которая воплощает абстракцию, характеризующуюся определенным поведением, и моделирует некоторую сущность реального мира.

ИППИ-технологии – базовые управленческие технологии и технологии управления данными, к числу которых относят:

- управленческие технологии: технологии управления проектами и потоками работ; технологии планирования и управления ресурсами предприятия (производства); технологии менеджмента качества (управления качеством); технологии управления конфигурацией; технологии интегрированной логистической поддержки;
- технологии управления данными: технологии управления данными об изделии; технологии управления данными о процессах; технологии управления данными о ресурсах и т.д.

Качество – совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность для удовлетворения требований потребителей.

Классификация – назначение объектам атрибутов и других определяющих данных в рамках PDM-системы.

Компоновка – проектная процедура, цель которой – распределение компонентов по блокам.

Конфигурация изделия – представление совокупности входящих в состав изделия деталей в виде иерархического дерева (дерева построения).

Логистика – 1) наука о методах и способах управления материальными и информационными потоками в производстве и бизнесе; 2) планирование, контроль и управление транспортированием, складированием, переработкой и другими операциями в процессе доставки готовой продукции потребителю.

Маркетинг – деятельность по изучению рынков сбыта и требований потребителей к продукции предприятия, условий эксплуатации продукции предприятия, поставщиков материальных ресурсов, их возможностей в отношении качества и дисциплины поставок.

Метаданные – информация для описания модуля данных (данные описания данных). К метаданным относят атрибуты объекта, права доступа и т.п.

Модуль данных – независимая единица информации об изделии.

Модульная структура – структура программного обеспечения для работы специализированных модулей, решающих определенную задачу проектирования в единой программной оболочке. Как правило, между модулями реализуется прямой обмен данными, существует единый интерфейс пользователя, и для всех модулей выдерживаются общие правила работы.

Обменный файл – описание модели изделия или его части, предназначенное для использования более чем в одной автоматизированной системе.

Объектно-ориентированное проектирование – проектирование сложной системы как совокупности взаимодействующих друг с другом объектов, каждый из которых – экземпляр определенного класса, с использованием принципов абстрагирования, модульности, иерархичности, наследования свойств, ограничения доступа.

Операция – совокупность последовательно или/и параллельно выполняемых действий, которые преобразуют объекты, входящие в состав материального или/и информационного потока, в соответствующие объекты с другими свойствами.

Параллельный инжиниринг – метод управления или функционирования, применяемый для оптимизации проекта, процесса производства, сопровождения изделия с помощью сред разработки, в которых специалисты в различных прикладных областях (проектирование, маркетинг, технология производства, планирование процессов и поддержка) совместно работают, используя данные всех этапов ЖЦ изделия.

Передача данных – действие по передаче PDM-данных, отвечающее потребностям распределенных сред. В отличие от трансляции данных процесс передачи данных поддерживает согласованный формат данных.

Полное электронное определение изделия – единая интегрированная модель, содержащая всю информацию об изделии, требуемую на любом из этапов его ЖЦ. ПЭОИ представляет собой совокупность стандартизованных частных информационных моделей изделия, процессов и ресурсов, обеспечивающих информационную поддержку бизнес-процессов, выполняемых в ходе его ЖЦ.

Поток работ – упорядоченное во времени множество рабочих заданий, передаваемых от одного участника производственного процесса другому для выполнения определенных действий в соответствии с процедурными правилами.

Прикладной интерфейс – интерфейс из внешнего приложения, который обеспечивает доступ к функциональным возможностям и базе данных PDM-системы.

Проект – ограниченная во времени коллективная деятельность, направленная на создание уникальных продуктов, услуг или результатов.

Процесс – формализованное представление множества параллельных (и/или последовательных) операций, которые связаны друг с другом для достижения общей цели или получения определенного результата.

Распределенное хранилище данных – ядро интегрированной PDM-системы, охватывающей базы данных нескольких предприятий с самостоятельными локальными PDM-системами.

Реинжиниринг – переосмысление и перепроектирование бизнес-процессов для достижения радикального улучшения производственной деятельности.

Ресурсы – совокупность материальных, финансовых, интеллектуальных или иных ценностей, используемых и расходуемых в ходе деятельности, связанной с разработкой, проектированием, производством или эксплуатацией изделия.

Система – множество материальных, информационных или иных объектов (элементов) произвольной природы, взаимодействующих

между собой, обладающее некоторым (системообразующим) свойством, которого не имеет ни один из его элементов и ни одно из собственных подмножеств.

Система качества – совокупность организационной структуры, ответственности, процедур, процессов и ресурсов, обеспечивающая осуществление общего управления качеством.

Структура изделия – связь между сборками компонентов изделия и деталями, которые образуют эти сборки. Типичная структура изделия содержит атрибуты, экземпляры и информацию о размещении.

Технология управления (управленческая технология) – совокупность методов, инструментальных средств и ресурсов, с помощью которых осуществляется соответствующий процесс управления.

Управление документами – процедуры ввода документов в информационную систему, их атрибутирования, поиска нужных данных, поддержки групповой работы над документами, разграничения прав доступа к документам.

Управление изменениями – функция PDM-систем, заключающаяся в объявлении новой версии проекта после внесения в проект изменений и сохранении предыдущих версий.

Управление проектом – методология, методы и средства координации и руководства людскими, финансовыми и материальными ресурсами, а также функциональными и организационными действиями на протяжении всего цикла осуществления проекта.

Функционально-стоимостный анализ – определение суммарных издержек бизнес-проектов. ФСА проводится путем последовательного суммирования издержек, связанных с отдельными функциями или процессами, по всем диаграммам функциональной модели.

Функциональное моделирование – совокупность средств описания и анализа бизнес-процессов предприятия с использованием методов блочно-графического моделирования.

Хранилище данных – предметно-ориентированный, интегрированный, неизменяемый, поддерживающий хронологию набор данных, организованный для целей информационной поддержки ЖЦ изделий.

Электронно-цифровая подпись – специальное криптографическое средство гарантии подлинности электронного технического до-

кумента, которое связывает содержание документа и идентификатор подписывающего лица и делает невозможным изменение документа без нарушения подлинности подписи.

CALS – концепция непрерывного сопровождения и информационной поддержки жизненного цикла изделия на всех его стадиях, основанная на использовании единого информационного пространства или интегрированной информационной среды. Отечественный аналог термина *CALS* – термин «информационная поддержка изделий».

STEP – международный стандарт для описания единой методологии, концептуальных и логических принципов и форматов данных, используемых для построения интегрированной модели изделия и обмена данными об изделии.

TQM – совокупность программных средств и данных, обеспечивающая выполнение функций по управлению качеством, предписываемых международным стандартом ISO 9000.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Рекомендуемая литература

1. Автоматизация управления предприятием / В. В. Баронов [и др.]. – М. : ИНФРА-М, 2000. – 239 с. – ISBN 5-16-000133-6.

2. Информационная поддержка жизненного цикла изделий машиностроения : Принципы, системы и технологии CALS/ИПИ : учеб. пособие / А. Н. Ковшов [и др.]. – М. : Академия, 2007. – 304 с. – ISBN 978-5-7695-3003-6.

3. Информационно-вычислительные системы в машиностроении. CALS-технологии / Ю. М. Соломенцев [и др.]. – М. : Наука, 2003. – 290 с. – ISBN 5-02-006261-8.

4. *Зильбербург, Л. И.* Реинжиниринг и автоматизация технологической подготовки производства в машиностроении / Л. И. Зильбербург, В. И. Молочник, Е. И. Яблочников. – СПб. : Компьютербург, 2003. – 152 с. – ISBN 5-93463-004-0.

5. Управление жизненным циклом продукции / А. Ф. Колчин [и др.]. – М. : Анахарсис, 2002. – 304 с. – ISBN 5-901352-16-5.

6. Компьютерно-интегрированные производства и CALS-технологии в машиностроении : учеб. пособие / Т. А. Альперович [и др.] ; ВНИИ межотраслевой информации. – М., 1999. – 512 с. – ISBN 5-93419-002-4.

7. *Норенков, И. П.* Информационная поддержка наукоемких изделий. CALS-технологии / И. П. Норенков, П. К. Кузьмик. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. – 320 с. – ISBN 5-7038-1962-8.

8. Особенности внедрения ИПИ-технологий на предприятиях России / под общ. ред. А. Н. Тихонова, Ю. В. Полянского. – Ульяновск : Изд-во Ульян. гос. ун-та, 2006. – 221 с. – ISBN 5-88866-257-7.

9. *Павлов, В. В.* Структурное моделирование в CALS-технологиях / В. В. Павлов. – М. : Наука, 2006. – 307 с. – ISBN 5-02-033454-5.

10. *Судов, Е. В.* Интегрированная информационная поддержка жизненного цикла машиностроительной продукции : Принципы. Тех-

нологии. Методы. Модели / Е. В. Судов. – М. : МВМ, 2003. – 264 с. – ISBN 5-98136-019-4.

11. *Шалумов, А. С.* Введение в CALS-технологии / А. С. Шалумов, С. И. Никишкин, В. Н. Носков. – Ковров : КГТА, 2002. – 137 с. – ISBN 5-86151-024-5.

12. CALS в авиастроении : учеб. пособие / А. Г. Братухин [и др.]. – М. : Изд-во Моск. авиац. ин-та, 2002. – 670 с. – ISBN 5-7035-2341-9.

Дополнительная литература

13. *Андерсен, Б.* Бизнес-процессы. Инструменты совершенствования / Б. Андерсен. – М. : Стандарты и качество, 2005. – 272 с. – ISBN 5-94938-027-4.

14. *Аалст, ван дер В.* Управление потоками работ : Модели, методы и системы / В. ван дер Аалст, К. ван Хей. – М. : Физматлит, 2007. – 316 с. – ISBN 978-5-9221-0762-4.

15. *Ильин, В. В.* Моделирование бизнес-процессов. Практический опыт разработчика / В. В. Ильин. – Киев : Вильямс, 2006. – 176 с. – ISBN 5-8459-1063-3.

16. Интеграция данных об изделии на основе ИПИ/CALS-технологий : учеб. пособие : в 2 ч. / А. Ф. Колчин [и др.] ; Межотраслевой регион. центр повышения квалификации в области CALS-технологий. – М., 2002. – Ч. 1. – 173 с.; Ч. 2. – 223 с. – ISBN 5-94768-010-6.

17. Информационное обеспечение, поддержка и сопровождение жизненного цикла изделия : справ.-учеб. пособие / В. В. Бакаев [и др.]. – М. : Машиностроение – 1, 2005. – 624 с. – ISBN 5-94275-212-5.

18. Информационные технологии в бизнесе / под ред. М. Желены. – СПб. : Питер, 2002. – 1120 с. – ISBN 5-318-00125-4.

19. *Калянов, Г. Н.* Моделирование, анализ, реорганизация и автоматизация бизнес-процессов : учеб. пособие / Г. Н. Калянов. – М. : Финансы и статистика, 2006. – 240 с. – ISBN 5-279-03038-4.

20. Концепция развития CALS-технологий в промышленности России / Е. В. Судов [и др.] ; НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика». – М., 2002. – 129 с.

21. Менеджмент процессов / Й. Беккер [и др.]. – М. : Эксмо, 2007. – 384 с. – ISBN 5-699-19492-4.

22. *Репин, В. В.* Процессный подход к управлению : Моделирование бизнес-процессов / В. В. Репин, В. Г. Елиферов. – М. : Стандарты и качество, 2006. – 405 с. – ISBN 5-94938-035-5.

23. Руководство к Своду знаний по управлению проектами / Project Management Institute, Inc. – 3-е изд. – Newtown Square, 2004. – 390 с. – ISBN 1-930699-77-8 (рус. изд.).

24. *Тельнов, В. Н.* Реинжиниринг бизнес-процессов. Компонентная методология / В. Н. Тельнов. – М. : Финансы и статистика, 2004. – 320 с. – ISBN 5-279-02912-2.

25. Управление проектом. Основы проектного управления : учебник / под ред. М. Л. Разу. – М. : КНОРУС, 2007. – 768 с. – ISBN 978-5-85971-841-2.

26. *Шеер, А.-В.* Моделирование бизнес-процессов : пер. с англ. / А.-В. Шеер. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М. : Весть-МетаТехнология, 2000. – 227 с. – ISBN 5-89163-049-4.

Ресурсы Интернет

27. CAD/CAM/CAE/PDM/PDS-технологии компании РТС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pts-russia.com/>. – Доступ свободный.

28. p.m.Office : Управление проектами и портфелем проектов. Консалтинг и обучение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pmo.ru/>. – Доступ свободный.

29. PMInfo : Информация об управлении проектами [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pminfo.ru/>. – Доступ свободный.

30. Pro/TECHNOLOGIES – системный интегратор в области поставки и внедрения CAD/CAM/CAE/PDM/PLM-решений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pro-technologies.ru/>. – Доступ свободный.

31. Project Management Institute [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.pmi.org/>. – Доступ свободный.

32. Project Management Institute: Московское отделение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pmi.ru/>. – Доступ свободный.

33. Product Lifecycle Management Software Solutions [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ptc.com/>. – Доступ свободный.

34. SOLVER : Комплексные технологии и оборудование для построения УМНОГО ПРОИЗВОДСТВА на машиностроительных предприятиях [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.solver-net.com/>. – Доступ свободный.
35. Инженерная компания ТЕХНОПОЛИС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tpolis.com/>. – Доступ свободный.
36. ИПИ-технологии (ЦНИИ РТК) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rtc.ru/ipi/index.shtml>. – Доступ свободный.
37. ИПИ-технологии на производстве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ipitech.ru/>. – Доступ свободный.
38. Ирисофт : Компьютерные технологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.irisoft.ru/>. – Доступ свободный.
39. НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cals.ru/>. – Доступ свободный.

Руководства пользователя и тренинги

40. Базовый курс бизнес-администратора Windchill PDMLink = Windchill PDMLINK Business Administration & Workflow Administration : офиц. учеб. курс Pro/TECHNOLOGIES / ООО «ПРО Текнолоджиз». – М., 2006. – 80 с.
41. Базовый курс для пользователей Windchill ProjectLink = Introduction to Windchill ProjectLink : офиц. учеб. курс Pro/TECHNOLOGIES / ООО «ПРО Текнолоджиз». – М., 2007. – 295 с.
42. Введение в Windchill = Introduction to Windchill : офиц. учеб. курс Pro/TECHNOLOGIES / ООО «ПРО Текнолоджиз». – М., 2006. – 138 с.
43. Введение в Windchill PDMLink = Introduction to Windchill PDMLink : офиц. учеб. курс Pro/TECHNOLOGIES / ООО «ПРО Текнолоджиз». – М., 2006. – 149 с.
44. Руководство бизнес-администратора Windchill = Windchill Business Administrator's Guide / ООО «ПРО Текнолоджиз». – М., 2005. – 532 с.
45. Руководство по установке и конфигурированию Windchill = Windchill Installation and Configuration Guide / ООО «ПРО Текнолоджиз». – М., 2005. – 280 с.

46. Руководство пользователя Windchill PDMLink = Windchill PDMLink User's Guide / ООО «ПРО Текнолоджиз». – М., 2004. – 201 с.

47. Руководство пользователя Windchill ProjectLink = Windchill ProjectLink User's Guide / ООО «ПРО Текнолоджиз». – М., 2004. – 241 с.

48. Руководство системного администратора Windchill = Windchill System Administrator's Guide / ООО «ПРО Текнолоджиз». – М., 2005. – 356 с.

49. Системное администрирование Windchill = Administer the Windchill System Environment : офиц. учеб. курс Pro/TECHNOLOGIES / ООО «ПРО Текнолоджиз». – М., 2005. – 348 с.

Учебное издание

МОРОЗОВ Валентин Васильевич
КОСТЕРИН Андрей Борисович
СТРЕЛКОВ Павел Васильевич и др.

ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ
ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Учебное пособие

Подписано в печать 28.12.09.
Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 14,65. Тираж 150 экз.

Заказ

Издательство

Владимирского государственного университета.
600000, Владимир, ул. Горького, 87.