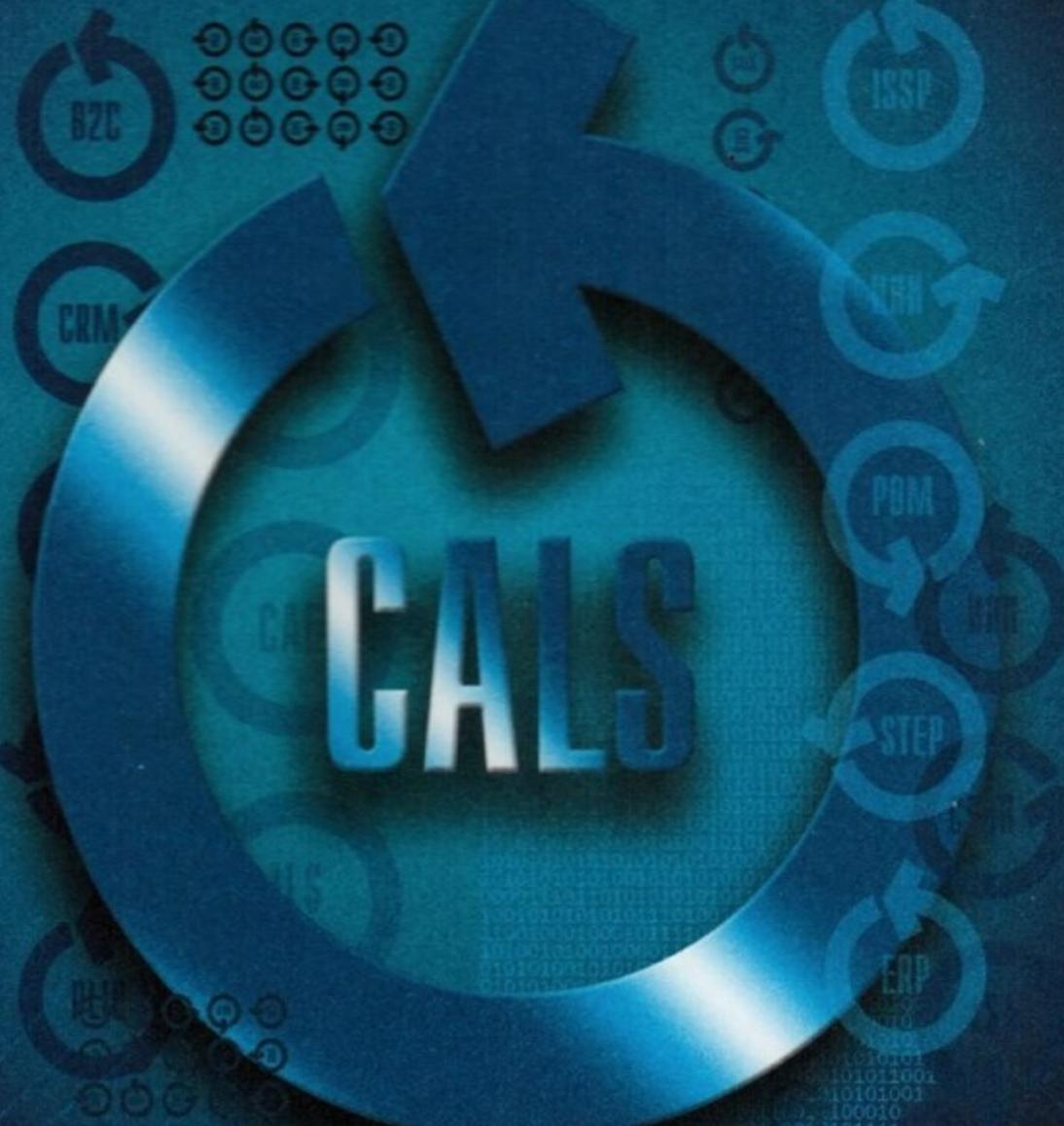


А.Ф. Колчин
М.В. Овсянников

А.Ф. Стрекалов
С.В. Сумароков

Управление жизненным циклом продукции



**УДК 658.012:004.42
ББК 32.973.26-018.26
К61**

В книге раскрывается методическая основа совершенствования деятельности предприятия — анализ жизненного цикла продукции, выявление процессов, входящих в его состав, и реализация парадигмы компьютерно-интегрированных производств на основе CALS-технологий. Описаны концепция и стандарты CALS (Continuous Acquisition and Life-Cycle Support).

Книга написана на основе практического опыта авторов в области разработки и внедрения информационных систем, а также преподавательской деятельности в МГТУ им. Н.Э. Баумана, МГТУ «СТАНКИН», МИФИ и ГМЦ CALS-технологий.

Настоящая книга будет полезна системным аналитикам, инженерам, аспирантам и студентам, занимающимся проблемами информационной интеграции современных предприятий.

ISBN 5-901352-16-5

А.Ф. Колчин, М.В. Овсянников, А.Ф. Стрекалов, С.В. Сумароков
Управление жизненным циклом продукции. — М.: Анахарсис, 2002. — 304 с.

© Выпускающий редактор А. Пальчикова, 2002
© Корректор О. Платова, 2002
© Корректор М. Бушуева, 2002
© Верстальщик Т. Данилова, 2002
© Верстальщик Т. Михеева, 2002
© Оформление обложки А. Копалин, 2002

© ООО «Анахарсис», 2002
Лицензия ИД № 02299 от 11.07.2000 г.
Издатель О.В. Пелипас. Тел.: 241-6127
www.anakharsis.ru
e-mail: anakharsis@anakharsis.ru

Подписано в печать 09.12.02. Формат 60×90/16.
Гарнитура Таймс. Печать офсетная. Бумага офсетная.
Усл. п. л. 9,5. Тираж 3000 экз. Заказ № 0215630.

Отпечатано в полном соответствии с
качеством предоставленных диапозитивов
в ОАО «Ярославский полиграфкомбинат»
150049, Ярославль, ул. Свободы, 97.



© Информационные технологии в производстве
в Издательстве «Информационные технологии в производстве»
Лицензия СМИ ЛИ № 02299 от 11.07.2000 г. С И № 0215630
издательство «Информационные технологии в производстве»

ОТ АВТОРОВ

Современные условия ставят перед предприятиями, производящими сложную наукоемкую продукцию задачи упрочнения рыночного положения и повышения конкурентоспособности. Информационные технологии являются одним из инструментов решения этих задач, процессов проектирования и производства. За счет автоматизации и информационной интеграции они обеспечивают сокращение сроков разработки и вывода продукции на рынок, что является необходимым условием успешной работы предприятия в рыночной среде.

Одним из первых в России к проблеме создания комплексных систем поддержки жизненного цикла изделий обратился Ю.М. Соломенцев. В своих работах он ввел само понятие жизненного цикла (ЖЦ) и исследовал роль его этапов в обеспечении качества изделия.

Методическую основу совершенствования деятельности предприятия составляет анализ ЖЦ продукции, выявление процессов, входящих в его состав и реализация парадигмы компьютерно-интегрированных производств (КИП) на основе CALS-технологий.

CALS (Continuous Acquisition and Life-Cycle Support) — принятая в большинстве промышленно развитых стран концепция информационной поддержки ЖЦ продукции. В основе этой концепции лежит использование единого информационного пространства (интегрированной информационной среды), обеспечивающего единообразные способы информационного взаимодействия всех участников ЖЦ продукции: заказчиков (включая государственные учреждения и ведомства), поставщиком (производителей) продукции, эксплуатационного и ремонтного персонала. Эта концепция воплотилась в новом классе информационных технологий (CALS-технологий), поддерживаемых международными стандартами.

Концепция и 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. Применение CALS как концепции организации и информационной поддержки бизнес-деятельности повышает эффективность данных процессов за счет:

- а) ускорения разработки продукции и подготовки производства;
- б) сокращения производственных и эксплуатационных издержек;
- в) придачи изделию новых свойств и повышения уровня сервиса на этапах его эксплуатации и технического обслуживания;
- г) исключения дублирования информации и резкого сокращения количества ошибок в данных об изделии и производственных процессах.

В настоящее время в литературе появляется довольно много упоминаний о CALS-технологиях. Однако большинству авторов свойственна расширенная трактовка этого понятия, включающая вопросы проектирования, автоматизации этапов жизненного цикла. В отличие от них авторы настоящей книги старались не выходить за рамки проблем интеграции и управления данными на всех этапах жизненного цикла.

Книга написана на основе практического опыта авторов в области разработки и внедрения информационных систем, а также преподавательской деятельности в МГТУ им. Н.Э. Баумана, МГТУ «СТАНКИН», МИФИ и ГМЦ CALS-технологий.

Настоящая книга будет полезна системным аналитикам, инженерам, аспирантам и студентам, занимающимся проблемами информационной интеграции современных предприятий.

Авторы выражают благодарность всем сотрудникам ГМЦ CALS-технологий, в особенности А.О. Жиркову, Ю.Г. Когану, О.В. Расюку, А.С. Солдатову, в соавторстве с которыми написаны отдельные разделы книги; Е.Р. Мелиховой, оказавшей неоценимую помощь при редактировании рукописи; разработчикам систем iMAN, PartY PLUS, PDM STEP Suite, Windchill, предоставившим ценные материалы, а также Е.В. Гаврову и сотрудникам Раменского приборостроительного завода, мужественно перенесившим внедрение ИПИ-технологий на своем предприятии.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Проблема CALS привлекает к себе повышенное внимание специалистов, работающих в области применения информационных технологий в сфере промышленного производства.

Первыми необходимость внедрения CALS-технологий почувствовали руководители и менеджеры предприятий, поставляющих сложные промышленные изделия на международный рынок. Отсутствие технической документации и логистической поддержки, соответствующих принципам и стандартам CALS-технологий, приводило к явно заниженному уровню цен и потере выгодных заказов. В настоящее время CALS-технологии востребованы и на внутреннем рынке, поскольку от степени их внедрения зависит эффективность промышленного производства, качество и конкурентоспособность выпускаемых изделий.

Широкому распространению CALS-технологий препятствует недостаточное знакомство специалистов в области промышленного производства с методами и средствами информационной поддержки изделий на всех этапах их жизненного цикла. К сожалению, нередки случаи, когда руководители предприятий отождествляют CALS-технологий с отдельными аспектами автоматизации, например с технологиями САПР. Слабая информированность научно-технической общественности о сути, задачах и причинах возникновения CALS-технологий напрямую связана с недостаточным освещением этих вопросов в имеющейся литературе.

Предлагаемая книга устраняет этот пробел. Это одно из первых изданий, в котором квалифицированно и достаточно полно освещены основные аспекты проблемы CALS. Центральное место в книге заслуженно отведено стандартам STEP и языку Express. Должное отражение получили и проблемы интегрированной логистической поддержки изделий, оформления технической документации на базе языка разметки SGML, создания интерактивных электронных технических руководств.

Решение сложных организационно-технических проблем, к которым относится внедрение CALS-технологий, требует соответствующего кадрового обеспечения. Данная книга поможет формированию курсов по изучению CALS-технологий в технических высших учебных заведениях страны и займет достойное место на книжной полке преподавателей, студентов, инженеров, специализирующихся в области информационных технологий.

И.П. Норенков

ВВЕДЕНИЕ

Современные предприятия функционируют в условиях неопределенности и динамики окружающей социально-экономической среды, а также высокой сложности продукции. Внедрение новых информационных и коммуникационных технологий приводит к необходимости поиска или формирования методов и структур, позволяющих перестроить процесс работы. Становление «электронно-прозрачного» мирового рынка (в котором можно получить практически мгновенный доступ к информации о любых товарах) вызывает резкий рост конкуренции между производителями. Как правило, товары, интересующие клиента, уже перестали быть локальными продуктами и производятся по всему миру. Производитель не имеет права уступать своим конкурентам.

При этом кардинально меняются роль и образ клиента. Безликий «массового потребителя» сменяет индивидуальный заказчик, который берет в свои руки контроль над рынком. По сравнению с 70–80 гг. ХХ в. он намного лучше осведомлен о состоянии дел на рынке и о возможностях выбора продукции. Поэтому требования к качеству товаров постоянно растут, их жизненный цикл становится короче, номенклатура — шире, объем выпуска по отдельным позициям номенклатуры — меньше. Субъективное понятие качества продукции формируется в процессах взаимодействия производителя и потребителя и определяется степенью соответствия характеристик товара набору требований потребителя.

Все это наглядно свидетельствует о том, что произошли глобальные, необратимые изменения в организации предприятий. Именно способность фирмы быстрее и легче адаптироваться к изменению конъюнктуры рынка становится главным козырем в конкурентной борьбе. Отныне предприятия ради выживания в непрерывно изменяющихся условиях существования вынуждены постоянно пересматривать свою структуру и организацию работ.

Обычные представления об успешном предприятии (фирме) как о монолитной, устойчивой и централизованно управляемой организации уступают место идеям о самореорганизации как форме адаптации к быстро меняющимся требованиям рынка, разворачивающейся на основе реинжиниринга деловых процессов (business process reengineering) и тотального управления качеством (total quality management).

Автоматизированное проектирование (и перепроектирование) предприятий может быть организовано вокруг жизненных циклов продукции на основе производственных информационных технологий (развитие парадигмы компьютерно-интегрированных производств), а также деловых процессов в русле концепций реинжиниринга.

Современные фирмы, производящие сложную наукоемкую продукцию, ищут новые методы и подходы к упрочению своего рыночного положения и повышению конкурентоспособности. Информационные технологии обеспечивают ускорение процессов проектирования и производства продукции за счет автоматиза-

ции и информационной интеграции. Это ведет к сокращению длительности сроков разработки и вывода продукции на рынок.

В настоящее время для промышленности России актуальна разработка на основе информационных технологий методов повышения эффективности деятельности промышленных предприятий, производящих сложную наукоемкую продукцию. Именно на основе информационных технологий решается проблема представления конструкторской и эксплуатационной документации на изделия в электронном виде, что является непременным условием выхода товаров на внешние рынки.

Цель данной книги познакомить читателя с проблемами повышения конкурентоспособности предприятий за счет внедрения современных информационных технологий интеграции и управления данными о сложной наукоемкой продукции на всех этапах ее жизненного цикла.

В первой главе дается общее представление о возникновении информационных технологий поддержки жизненного цикла изделий.

В следующих главах подробно рассматриваются методы представления технической информации, которая используется на этапах проектирования, производства и использования изделий.

Вторая глава посвящена описанию основного стандарта представления интегрированной модели изделия ISO 10303 (STEP), который в настоящее время является общепринятым.

Третья, четвертая и пятая главы посвящены различным способам применения информационных технологий для повышения эффективности производства: автоматизации технического документооборота и процесса технической подготовки производства, логистической поддержки эксплуатации изделий и управления качеством на основе ISO 9000/2000.

Последняя глава предлагает методику внедрения информационных технологий на промышленном предприятии, в которой использован анализ ряда известных российских проектов и практический опыт авторов.

СОДЕРЖАНИЕ

ОТ АВТОРОВ	3
ПРЕДИСЛОВИЕ	5
ВВЕДЕНИЕ	6
ГЛАВА 1. ОСНОВЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ ИНТЕГРАЦИИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЙ И МОДЕЛИ ПРОДУКЦИИ	8
1.1. Основные понятия	8
1.1.1. Продукция и ее модели	8
1.1.2. Классификация продукции	8
1.1.3. Жизненный цикл и техническая документация на изделия	9
1.2. Автоматизация процессов жизненного цикла изделий	10
1.3. Информационная поддержка жизненного цикла изделий (CALS)	12
1.3.1. Концепция и стратегия CALS	12
1.3.2. ИПИ-технологии	16
1.4. Электронный документ и электронный документооборот	19
1.4.1. Электронный технический документ	19
1.4.2. Формы представления электронного технического документа	19
1.4.3. Структура электронного технического документа	20
1.4.4. Электронный технический документ в процессе обращения	20
1.4.5. Применение средств электронной цифровой подписи	21
1.4.6. Данные об ЭЦП в реквизитной части ЭТД	21
1.4.7. Структура передаваемого пакета технических данных	22
1.4.8. Структура передаваемой единицы	22
1.4.9. Типы передаваемых единиц данных	23
1.5. Управление данными об изделии	23
1.5.1. PDM-технология	23
1.5.2. PDM-система	24
1.5.3. Рабочая среда пользователя	24
1.5.4. Средство интеграции данных на протяжении производственного цикла продукции	25
1.5.5. Преимущества от использования PDM-системы	26
1.6. ИПИ-технологии в информационной поддержке систем управления (менеджмента) качеством	26
1.6.1. Основные принципы информационного обеспечения систем менеджмента качества	27

1.7. Интегрированная логистическая поддержка	29
1.7.1. Реализация ИЛП	33
1.7.2. Нормативная база ИПИ-технологии	34
ГЛАВА 2. СТАНДАРТ STEP	36
2.1. История создания стандарта STEP	37
2.1.1. Поверхностный обмен данными, созданный АЕСМА	37
2.1.2. Initial Graphics Exchange Specification – базовая спецификация графического обмена	38
2.1.3. Стандарт обмена данными SET	38
2.1.4. Стандарт электронного обмена данными EDIF	39
2.1.5. Цели создания STEP	39
2.2. Основные принципы стандарта STEP	40
2.2.1. Структура стандарта STEP	41
2.2.2. Методы описания	42
2.2.3. Методы реализации	43
2.2.4. Интегрированные ресурсы	44
2.2.5. Протокол применения	46
2.2.6. Методология тестирования	50
2.2.7. Применение STEP	53
2.3. Язык описания данных EXPRESS (ISO 10303-11)	55
2.3.1. Общие сведения о языке	55
2.3.2. Тип данных	64
2.3.3. Понятия	73
2.3.4. Наследование	80
2.3.5. Интерфейс между схемами	81
2.3.6. Пример информационной модели	82
2.3.7. Основные принципы EXPRESS-G	85
2.4. Информационная модель изделия в AP 203	90
2.4.1. Протокол применения ISO 10303-203	90
2.4.2. Идентификация изделий (Part_Identification)	90
2.4.3. Определение изделия	90
2.4.4. Версии изделия	92
2.4.5. Классификация изделий	94
2.4.6. Представление и описание свойства изделия	98
2.4.7. Представление формы изделия	98
2.4.8. Структура изделия	101
2.4.9. Связь формы компонентов с формой сборки	104
2.4.10. Применимость изделий	105
2.4.11. Использование информационных объектов сущности «применимость»	106
2.4.12. Дата и время	107
2.4.13. Авторизация	109

2.4.14. Контекст применения	111
2.4.15. Документирование	114
2.4.16. Единицы измерения	116
2.4.17. Сущности схемы measure_schema	117
2.4.18. Фиксирование деятельности по разработке и внесению изменений в проект	119
2.5. Методы реализации STEP	125
2.5.1. Обменный файл	125
2.5.2. Интерфейс SDAI	134
2.5.3. Уровни реализации STEP	137
2.6. Применение STEP	138
2.6.1. Программная поддержка STEP	140
ГЛАВА 3. ТЕХНОЛОГИЯ УПРАВЛЕНИЯ ДАННЫМИ ОБ ИЗДЕЛИИ	141
3.1. PDM-система	141
3.1.1. Основные производители PDM-систем	142
3.2. Функциональность PDM-систем	143
3.2.1. Управление хранением данных и документов	144
3.2.2. Управление процессами	146
3.2.3. Управление структурой изделия	150
3.2.4. Классификация объектов и документов	151
3.2.5. Календарное планирование	152
3.2.6. Вспомогательные функции PDM-систем	152
3.3. PDM-система как средство интеграции данных об изделии на предприятии	153
3.4. Экономическая выгода PDM-систем	155
3.4.1. Внедрение PDM-систем на западных предприятиях	157
3.5. Пример документооборота на предприятии с использованием PDM-системы	157
3.6. Краткая характеристика системы PartY PLUS	162
3.6.1. Управление хранением данных и документов	163
3.6.2. Управление процессами	166
3.6.3. Управление структурой изделия	170
3.6.4. Классификация объектов и документов	172
3.6.5. Интеграция	173
3.7. Краткая характеристика системы Windchill	174
3.7.1. Краткая характеристика системы	174
3.7.2. Описание системы	175
3.7.3. Управление процессами	177
3.7.4. Управление структурой	180
3.7.5. Интеграция	180
3.7.6. Дополнительные функции	181

ГЛАВА 4. ИНТЕГРИРОВАННАЯ ЛОГИСТИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА	183
4.1. Интегрированная логистическая поддержка как метод	183
4.2. Нормативная база ИЛП	189
4.3. Жизненный цикл ИЛП	189
4.4. Структура интегрированной логистической поддержки	191
4.4.1. Логистический анализ	191
4.5. Комплексная система материально-технического обеспечения изделия	195
4.5.1. Организация комплексной системы МТО	195
4.6. Обмен электронными документами	197
4.6.1. Правила обмена электронными сообщениями UN/EDIFACT	197
4.6.2. Электронная документация на изделие	204
4.6.3. Структура ИЛП и ее ЖЦ	206
4.7. Осуществление интегрированной логистической поддержки	206
4.7.1. Заключение контракта и контрактная документация на осуществление интегрированной логистической поддержки	206
4.7.2. Информационное обеспечение ИЛП	207
4.8. Перспективы развития и распространения ИЛП	211
ГЛАВА 5. ИНТЕРАКТИВНЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РУКОВОДСТВА	213
5.1. Определение ИЭТР	213
5.1.1. Информация, содержащаяся в ИЭТР	214
5.1.2. Механизм представления информации пользователю ИЭТР	214
5.1.3. Система стандартов на ИЭТР	215
5.2. Язык представления документов SGML	215
5.2.1. Введение в SGML	216
5.2.2. Особенности SGML	216
5.2.3. Описательная разметка	216
5.2.4. Типы документов	217
5.2.5. Независимость данных	217
5.2.6. Структура текста	218
5.2.7. SGML-структуры	218
5.2.8. Определение структуры документов SGML – DTD	221
5.2.9. Пример DTD	221
5.2.10. Правила минимизации	222
5.2.11. Модель содержимого	222
5.2.12. Обозначения включения	222
5.2.13. Связки	223
5.2.14. Атрибуты	223
5.2.15. Объекты SGML	227

5.2.16. Отмеченные секции	229
5.2.17. Использование SGML	230
5.2.18. Преимущества SGML	231
5.3. Общие требования к ИЭТР	233
5.3.1. MIL-M-87268 «Manuals, Interactive Electronic Technical: General Content, Style, Format and User-interaction Requirements» (требования к содержанию, стилю, оформлению и организации диалога с пользователем а ИЭТР)	233
5.3.2. MIL-D-87269 «Database, Revisable: Interactive Electronic Technical Manuals, for the Support of» (требования к организации базы данных ИЭТР)	234
5.3.3. Общие требования к содержанию ИЭТР	234
5.3.4. Требования, относящиеся к техническим функциям	234
5.3.5. Общие требования к стилю ИЭТР	235
5.3.6. Общие требования к интерактивному взаимодействию с пользователем	235
5.4. Требования к БД	235
5.4.1. Требования к электронной системе отображения	235
5.4.2. Требования к ИЭТР для конкретных предметных областей	236
5.4.3. Требования к электронной системе отображения	237
5.4.4. Требования к ИЭТР для конкретных предметных областей	239
5.5. Основные функции ИЭТР	239
5.5.1. Справочный материал по эксплуатации изделия	239
5.5.2. Справочный материал по регламентным работам	239
5.5.3. Обучение персонала	240
5.5.4. Диагностика оборудования и поиск неисправностей	240
5.5.5. Обеспечение взаимодействия пользователя с производителем и сервисным центром	241
5.6. Классификация ИЭТР	241
5.6.1. Бумажно-ориентированные электронные документы (класс 1)	242
5.6.2. Неструктурированные документы (класс 2)	243
5.6.3. Структурированные документы (класс 3)	243
5.6.4. Интерактивные базы данных (класс 4)	244
5.6.5. Интегрированные базы данных (класс 5)	244
5.7. Средства разработки ИЭТР	245
5.8. Технология разработки и использования ИЭТР	246
5.8.1. Технология разработки ИЭТР в соответствии со стандартом AECMA S1000D	246
5.8.2. Комплекс разработки ИЭТР	249
5.8.3. Распространение ИЭТР	252

ГЛАВА 6. ВНЕДРЕНИЕ ИПИ-ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ	253
6.1. Методика создания ЕИП (внедрение ИПИ-технологий на предприятии)	253
6.2. Первая фаза внедрения ипии-технологий	255
6.2.1. Формирование группы внедрения	255
6.2.2. Предварительное обследование	256
6.2.3. Разработка концепции внедрения ИПИ-технологий	263
6.2.4. Выбор PDM-системы	264
6.2.5. Формирование стратегии и плана внедрения ИПИ-технологий на предприятии	265
6.3. Вторая фаза внедрения ИПИ-технологий	266
6.3.1. Детальное обследование	266
6.3.2. Формирование модели реализации	275
6.3.3. Адаптация PDM-системы	279
6.3.4. Настройка PDM-системы	280
6.3.5. Разработка рабочих инструкций	282
6.3.6. Обучение персонала	283
6.4. Внедрение ИПИ-технологий в России	284
6.4.1. Создание нормативно-справочного обеспечения	284
6.4.2. Развитие кадрового обеспечения	284
6.4.3. Реализация pilotных проектов внедрения ИПИ-технологий в промышленности	285
ПРИЛОЖЕНИЕ. ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	286
Категория «информационные технологии» в российском праве	286
Правовой статус информационных технологий	287
Стандартизация, сертификация и лицензирование в сфере информационных технологий	289
Осуществление защиты прав субъектов отношений в сфере информационных технологий	292
Заключение	293
ЛИТЕРАТУРА	294