

Министерство промышленности, науки и технологий
Российской Федерации

Научно-исследовательский центр CALS-технологий
“Прикладная логистика”

Концепция развития CALS-технологий

в промышленности России



Москва
2002

Министерство промышленности, науки и технологий РФ

**Научно-исследовательский центр CALS-технологий
«Прикладная логистика»**

**КОНЦЕПЦИЯ
РАЗВИТИЯ CALS-ТЕХНОЛОГИЙ
В ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИИ**

Москва, 2002

**Концепция развития CALS-технологий
в промышленности России / НИЦ CALS-
технологий «Прикладная логистика»;
Е.В. Судов, А.И. Левин. – М., 2002.**

Концепция разработана во исполнение Поручения заместителя председателя Правительства Российской Федерации ИК-П8-03694 от 2 марта 2001 г., в соответствии с Государственным контрактом (Договором) №23-068/01 от 21 мая 2001 г. и одобрена решением коллегии Министерства промышленности, науки и технологий Российской Федерации (протокол заседания коллегии № ПК-18 от 10 августа 2001 г.)

Государственный заказчик: Министерство промышленности, науки и технологий РФ

Разработчик: Научно-исследовательский центр CALS-технологий «Прикладная логистика»

Исполнители: Е. В. Судов, А.И. Левин

Условные сокращения

ИАСУ – интегрированная автоматизированная система управления
ИТ – информационные технологии
ИИС – интегрированная информационная среда
ЕИП – единое информационное пространство
ЖЦ – жизненный цикл изделия (продукции)
ИЭТР – интерактивное электронное техническое руководство
АР ИЭТР – программное обеспечение для автоматизированной разработки ИЭТР
АСУП – автоматизированная система управления предприятием (производством)
ИЛП – интегрированная логистическая поддержка
ЛА – логистический анализ
МТО – материально-техническое обеспечение
ТОиР – техническое обслуживание и ремонт
СИЛП – специальное программное обеспечение для ИЛП
СЛА – специальное программное обеспечение для ЛА
САПР-К – конструкторская система автоматизированного проектирования
САПР-Т – технологическая система автоматизированного проектирования
ЭЦП – электронная цифровая подпись
УПр – управление проектом
УПР – управление потоком работ
УКч – управление качеством
УКф – управление конфигурацией
УДИ – управление данными об изделии
ВП – виртуальное предприятие
МО – математическое обеспечение
БД – база данных
ОБД – общая (интегрированная) база данных
ИО – информационные объекты
ОБДИ – общая база данных об изделии (изделиях)
ОБДП – общая база данных о предприятии
КТЭ – конструктивно-технологические элементы
ЛПР – лицо, принимающее решение
СУБД – системы управления базами данных
ЭЭД – электронная эксплуатационная документация
ЭРД – электронная ремонтная документация
ЭТД – электронный технический документ
ПЗ – планирование закупок
ЭСО – электронная система отображения
ПИ – параллельный инжиниринг
ОМРГ – общественная многопрофильная рабочая группа
МПГ – многопрофильные рабочие группы
ФМ – функциональная модель
КТПП – конструкторская и технологическая подготовка производства
ПЭОИ – полное электронное описание изделия
ООЦ – отраслевой образовательный центр
ОКЦП – отраслевая комплексная целевая программа

УСЛОВНЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

РКМЦ – региональный координационно-методический и научно-образовательный центр

НИОКР – научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы

РЦЭК – региональный центр электронной коммерции

СРФ – субъект Российской Федерации

СК – система управления качеством

Раздел I. CALS (ИПИ) на машиностроительных предприятиях России – принципы, предпосылки, методология

1. Общие положения

1.1. Содержание проблемы и основные понятия

Последнее десятилетие XX века характеризуется широкой компьютеризацией всех видов деятельности человечества: от решения традиционных интеллектуальных задач научного характера до автоматизации производственной, торговой, коммерческой, банковской и других видов деятельности.

Этой всеобщей тенденции способствовало появление и массовое применение персональных компьютеров, а также средств телекоммуникаций и вычислительных сетей, в том числе «всемирной паутины» – сети Интернет. Эти факторы сделали актуальной проблему развития и эффективного использования информационных ресурсов – как локальных, так и общенациональных и даже глобальных. Уже в 80-е годы было осознано, что информационные ресурсы любой страны по стоимости соизмеримы и, быть может, превосходят стоимость природных, в том числе энергетических ресурсов [1]. Стало ясно, что устоять в конкурентной борьбе смогут только те предприятия, которые будут применять в своей деятельности современные информационные технологии (ИТ). Именно ИТ наряду с прогрессивными технологиями материального производства позволяют существенно повысить производительность труда и качество выпускаемой продукции при значительном сокращении сроков постановки на производство изделий, отвечающих запросам и ожиданиям потребителей.

Однако в тот же период было осознано, что частичная, фрагментарная компьютеризация отдельных видов производственной деятельности, будучи делом дорогостоящим, не оправдывает возлагаемых на нее надежд. Это связано с тем, что первые реализации ИТ представляли собой попытки внедрения качественно новых средств в традиционную технологическую среду. Эти попытки либо полностью отторгались, либо адаптировались к этой среде таким образом, что эффект от их использования был невелик. Примерами таких попыток могут служить:

- многочисленные АСУ, роль которых сводилась к автоматизации простейших учетных и отчетных функций;
- конструкторские САПР (CAD – Computer Aided Design), заменявшие чертежную доску и кульман экраном дисплея;
- технологические САПР (CAM - Computer Aided Manufacturing), облегчавшие подготовку технологической документации и управляющих программ для станков с ЧПУ;
- автоматизированные системы инженерных расчетов (CAE - Computer Aided Engineering) и т.д.

Все эти средства создавались на различных вычислительных платформах, в различных языковых средах и, как правило, были несовместимы между собой, что предопределяло их автономное использование с необходимостью многократной перекодировки подчас одной и той же информации для ввода ее в ту или иную систему. Помимо резкого возрастания объемов рутинного труда, это приводило к многочисленным ошибкам и, как следствие, к снижению эффективности систем.

Вместе с тем, опыт, накапливавшийся в процессе создания и разработки автономных систем, оказался полезным: он позволил осознать необходимость интеграции систем, реализующих различные ИТ, в единый комплекс, который в отечественной технической литературе получил название ИАСУ – (интегрированная автоматизированная система управления), а в англоязычной литературе – CIM (Computer Integrated Manufacturing).

Первоначально появление и внедрение ИАСУ (CIM) однозначно связывалось с высокоавтоматизированными производственными комплексами типа гибких автоматизированных производств и даже полностью автоматизированных предприятий. Однако дальнейшее развитие показало целесообразность внедрения ИАСУ на предприятиях с умеренным уровнем автоматизации технологических процессов. Существенным оказалось создание в рамках предприятия единого информационного пространства (ЕИП) или интегрированной информационной среды (ИИС), охватывающей все этапы жизненного цикла (ЖЦ) выпускаемой этим предприятием продукции.

Именно идея ИИС и информационной интеграции стадий ЖЦ стала базовой при выработке подхода, получившего в США название CALS (Continuous Acquisition and Life cycle Support – непрерывная информационная поддержка поставок и жизненного цикла). Инициатором этого подхода и доведения его до уровня международных стандартов стало Министерство обороны США в связи с необходимостью повышения эффективности управления и сокращения затрат на информационное взаимодействие между государственными учреждениями и коммерческими предприятиями при поставках и в ходе последующей эксплуатации вооружений и военной техники [2]. В настоящее время идея CALS сформировалась в целое направление в области ИТ и оформилась в виде серии международных стандартов ISO, государственных стандартов США и нормативных документов Министерства обороны США. Перечень этих стандартов и нормативных документов приведен в [2].

Следом за США идеологию CALS приняли все наиболее развитые страны Запада: Великобритания, Германия, Швеция, Норвегия, Канада, Япония, Австралия и др. Специальная организация по CALS создана в НАТО.

Доказав свою эффективность, концепция и идеология CALS перестала быть прерогативой военных ведомств и начала активно применяться в промышленности, строительстве, на транспорте и в других отраслях экономики.

В последние годы CALS активно развивается в промышленности России [2, 13-19], что и послужило причиной создания настоящей концепции.

Обобщая сведения, почерпнутые из различных источников, можно предложить следующее определение CALS:

CALS – концепция, объединяющая принципы и технологии информационной поддержки жизненного цикла продукции на всех его стадиях, основанная на использовании интегрированной информационной среды (единого информационного пространства), обеспечивающая единообразные способы управления процессами и взаимодействия всех участников этого цикла: заказчиков продукции (включая государственные учреждения и ведомства), поставщиков (производителей) продукции, эксплуатационного и ремонтного персонала, реализованная в соответствии с требованиями системы международных стандартов, регламентирующих правила указанного взаимодействия преимущественно посредством электронного обмена данными.

В соответствии с этим определением ИИС должна содержать доступные (в рамках с установленных регламентов) всем участникам ЖЦ данные, во всех деталях описывающие продукцию (изделия), выпускающее эту продукцию предприятие и протекающие в нем организационно-деловые и технологические процессы (бизнес-процессы). В последние годы методы и идеи CALS и основанные на них ИТ (CALS-технологии) находят применение и в России, в первую очередь на предприятиях оборонного комплекса, поставляющих на внешний рынок наукоемкую продукцию.

За время своего существования и применения расшифровка аббревиатуры CALS претерпела ряд изменений. В момент возникновения идеи и в первоначальный период становления она расшифровывалась как Computer aided Logistic Support – компьютерная поддержка поставок и логистики. Акцент здесь делался на применении компьютеров для управления процессами поставок, транспортировки и эксплуатации (в аспекте обеспечения запчастями, расходными материалами и т.д.) продукции.

С течением времени, когда применение компьютеров перестало быть экзотикой, понятие трансформировалось и приобрело следующий вид: Continuous Acquisition and Life cycle Support – непрерывная информационная поддержка поставок и жизненного цикла. Здесь акцент смещен, во-первых, в сторону непрерывности взаимодействия заказчика и поставщика в ходе процессов поставки продукции, а во-вторых, в сторону охвата всего ее ЖЦ. По умолчанию предполагается, что речь идет о сложной наукоемкой продукции, которая требует создания, преобразования и передачи между различными участниками ЖЦ больших объемов технической информации.

В последнее время появилась еще одна трактовка понятия CALS: Commerce At Light Speed – высокоскоростная коммерция (быстрая коммерция). Эта трактовка связана с постоянно расширяющейся сферой применения электронного бизнеса (e-business) или электронной коммерции (e-commerce), суть которых состоит в том, что коммерческие сделки заключаются посредством глобальной сети Интернет. В ходе этих сделок стороны обмениваются

данными (подчас весьма значительного объема) в электронном безбумажном виде, при необходимости скрепляя эти данные электронными цифровыми подписями (ЭЦП), имеющими такой же юридический статус, как и собственноручная подпись. Электронный обмен данными происходит, естественно, в высоком темпе, невозможном при традиционных способах общения между партнерами.

Одним из видов электронного бизнеса стали виртуальные предприятия (ВП) – новая организационная форма выполнения масштабных наукоемких проектов, связанных с разработкой, производством и эксплуатацией сложной продукции. ВП создается посредством объединения на контрактной основе предприятий и организаций, участвующих в ЖЦ продукции и связанных общими бизнес-процессами. Информационное взаимодействие участников ВП осуществляется на основе общих хранилищ данных через общую корпоративную или глобальную компьютерную сеть. Срок жизни ВП определяется длительностью проекта или ЖЦ продукции.

Для ВП проблема информационного взаимодействия и применения CALS-технологий особенно актуальна, поскольку они включают в себя НИИ, КБ, основных подрядчиков, субподрядчиков, поставщиков и т.д., географически удаленных друг от друга, использующих разнородные компьютерные платформы и программные решения.

Стандартизация форматов и технологий представления данных позволяет оперативно передавать функции одного участника ВП другому, который может воспользоваться результатами уже проделанной работы. Такая возможность особенно важна при создании изделий, имеющих длительный ЖЦ, когда необходима преемственность информационной поддержки продукции, независимо от рыночной или политической ситуации.

1.2. Концептуальная модель CALS (ИПИ)

Как уже отмечалось, концепция и идеология CALS зародилась в недрах военно-промышленного комплекса США и затем была воспринята большинством ведущих стран Запада. В частности, эта концепция была полностью принята НАТО, что нашло свое отражение в выпущенном этой организацией документе [3], где основные положения CALS изложены достаточно полно и последовательно. На *рис. 1* приведена схема, отражающая существо CALS. Эта схема заимствована из [3], доработана в соответствии с представлениями, сформированными в ходе исследовательской деятельности НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика» и представляет собой концептуальную модель рассматриваемой в настоящем документе проблемы. Прежде чем перейти к описанию этой схемы, имеет смысл предложить русскоязычную формулировку понятия CALS, более понятную российским специалистам.

Такая формулировка может выглядеть следующим образом: **Информационная Поддержка процессов жизненного цикла Изделий (ИПИ)***. Представляется, что ИПИ – адекватный русскоязычный аналог понятия CALS, в связи с чем в дальнейшем эта аббревиатура будет использоваться вместо CALS, кроме тех случаев, когда будут описываться зарубежные стандарты и зарубежный опыт.

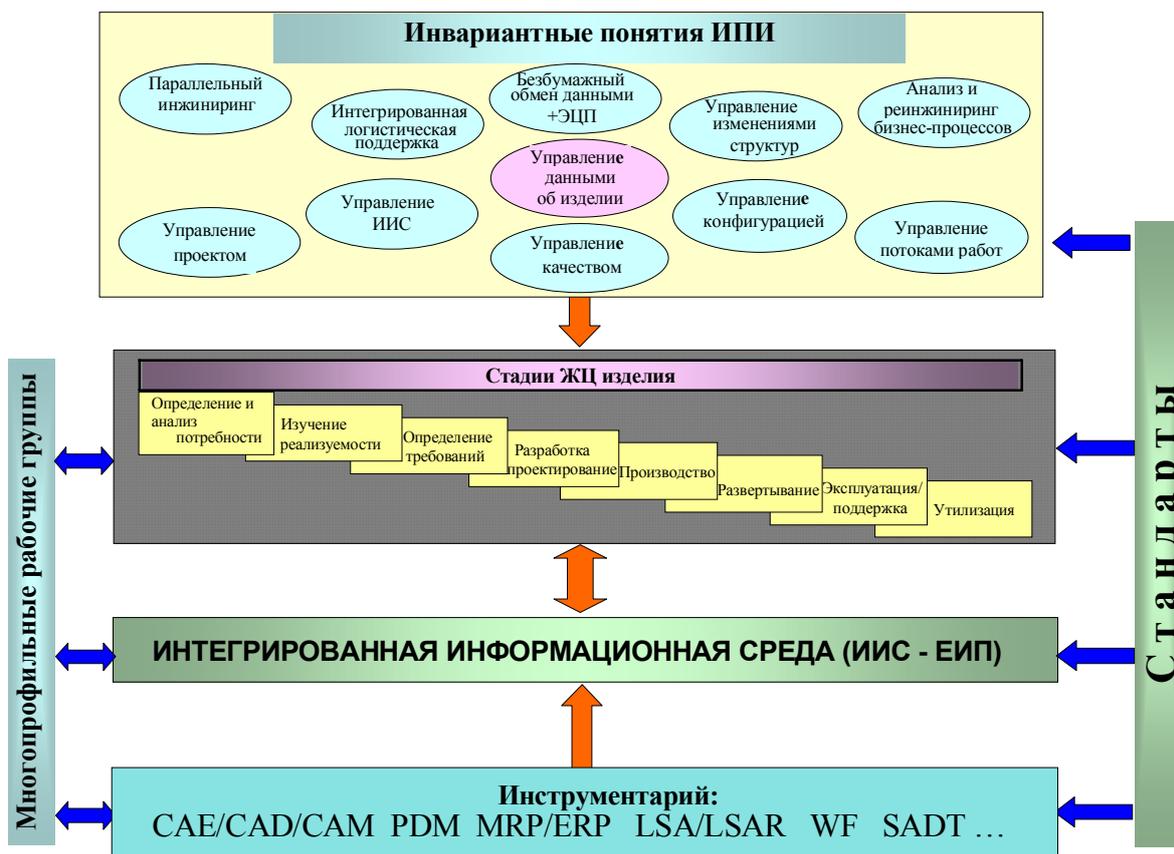


Рис.1

Согласно этой схеме основу, ядро ИПИ составляет ИИС, или ЕИП. В принципе оба термина равнозначны, однако в терминологическом словаре^{**}, утвержденном Госстандартом России, принят первый термин, который в дальнейшем используется в настоящем документе. На практике термин ИИС используют в основном применительно к конкретному предприятию, а ЕИП – применительно к виртуальному предприятию (консорциуму).

* В этой формулировке, так же как и в исходной англоязычной, по мнению авторов данного документа, информационная поддержка относится, в первую очередь, к процессам управления.

** Р 50.1.031-2001. Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Терминологический словарь. Ч.1. Стадии жизненного цикла продукции: Рекомендации по стандартизации. – М.: Госстандарт России, 2001.

Упомянутый словарь (п. 3.2.1) определяет ИИС как совокупность распределенных баз данных, содержащих сведения об изделиях, производственной среде, ресурсах и процессах предприятия, обеспечивающая корректность, актуальность, сохранность и доступность данных тем субъектам производственно-хозяйственной деятельности, участвующим в осуществлении ЖЦ изделия, кому это необходимо и разрешено. Все сведения (данные) в ИИС хранятся в виде информационных объектов. В ИИС действует **единая система правил** представления, хранения и обмена информацией.

В ИИС протекают информационные процессы, сопровождающие и поддерживающие ЖЦ изделия на всех его этапах. Здесь реализуется главный принцип ИПИ: **информация, однажды возникшая на каком-либо этапе ЖЦ, сохраняется в ИИС и становится доступной всем участникам этого и других этапов (в соответствии с имеющимися у них правами пользования этой информацией)**. Это позволяет избежать дублирования, перекодировки и несанкционированных изменений данных, избежать связанных с этими процедурами ошибок и сократить затраты труда, времени и финансовых ресурсов.

Основное содержание ИПИ, принципиально отличающее эту концепцию от других, составляют **инвариантные понятия**, которые реализуются (полностью или частично) в течение ЖЦ изделия. Эти инвариантные понятия условно делятся на две группы [19]:

- основные ИПИ-принципы;
- базовые ИПИ-технологии.

К числу первых относятся:

- анализ и реинжиниринг бизнес-процессов (Business-processes analysis and re-engineering);
- безбумажный обмен данными (Paperless data interchange) с использованием ЭЦП;
- параллельный инжиниринг (Concurrent Engineering);
- системная организация постпроизводственных процессов ЖЦ изделия (интегрированная логистическая поддержка).

К числу вторых относятся:

- управление проектом (Project Management);
- управление данными об изделии (Product Data Management);
- управление конфигурацией изделия (Configuration Management);
- управление ИИС, в том числе информационными потоками (Information Management);
- управление качеством (Quality Management);
- управление потоками работ (Workflow Management);
- управление изменениями производственных и организационных структур (Change Management).

ИПИ-технологии реализуются силами многопрофильных рабочих групп, объединяющих в своем составе экспертов различных специальностей.

Нормативную базу разработок составляют международные и национальные стандарты, регламентирующие различные аспекты ИПИ-технологий.

В ИИС информация создается, преобразуется, хранится и передается от одного участника ЖЦ к другому при помощи программных средств, объединенных на схеме (см. *рис. 1*) в блок «Инструментарий». К числу таких средств относятся:

- автоматизированные системы конструкторского и технологического проектирования (CAE/CAD/CAM);
- программные средства управления данными об изделии (изделиях) (PDM);
- автоматизированные системы планирования и управления производством и предприятием (MRP/ERP);
- программно-методические средства анализа логистической поддержки и ведения баз данных по результатам такого анализа (LSA/LSAR);
- программные средства управления потоками работ (WF);
- методология и программные средства моделирования и анализа бизнес-процессов (SADT) и др.

В дальнейшем некоторые инвариантные понятия, инструментальные средства и другие компоненты концептуальной модели описаны более подробно.

На *рис. 2* представлена функциональная модель ЖЦ изделия, отображающая информационные взаимосвязи процессов ЖЦ, ИПИ-технологий и соответствующего инструментария.

Из схемы *рис. 2* становится понятным, какие критерии определяют принадлежность конкретной информационной системы к классу ИПИ-систем:

- обязательное наличие на предприятии ИИС;
- системная реализация инвариантных принципов и технологий ИПИ;
- применение прикладных программных средств, изначально ориентированных на взаимодействие через ИИС;
- использование методов, правил и способов управления, изначально ориентированных на безбумажный обмен данными через ИИС;
- реализация принципов, технологий и процессов информационного взаимодействия в соответствии с требованиями международных и национальных стандартов (например, ISO 10303 и ГОСТ Р ИСО 10303).

Системы, не удовлетворяющие перечисленным критериям, не следует относить к классу ИПИ-систем. Такие системы обеспечивают лишь фрагментарную («лоскутную») автоматизацию со всеми присущими этой стратегии недостатками.

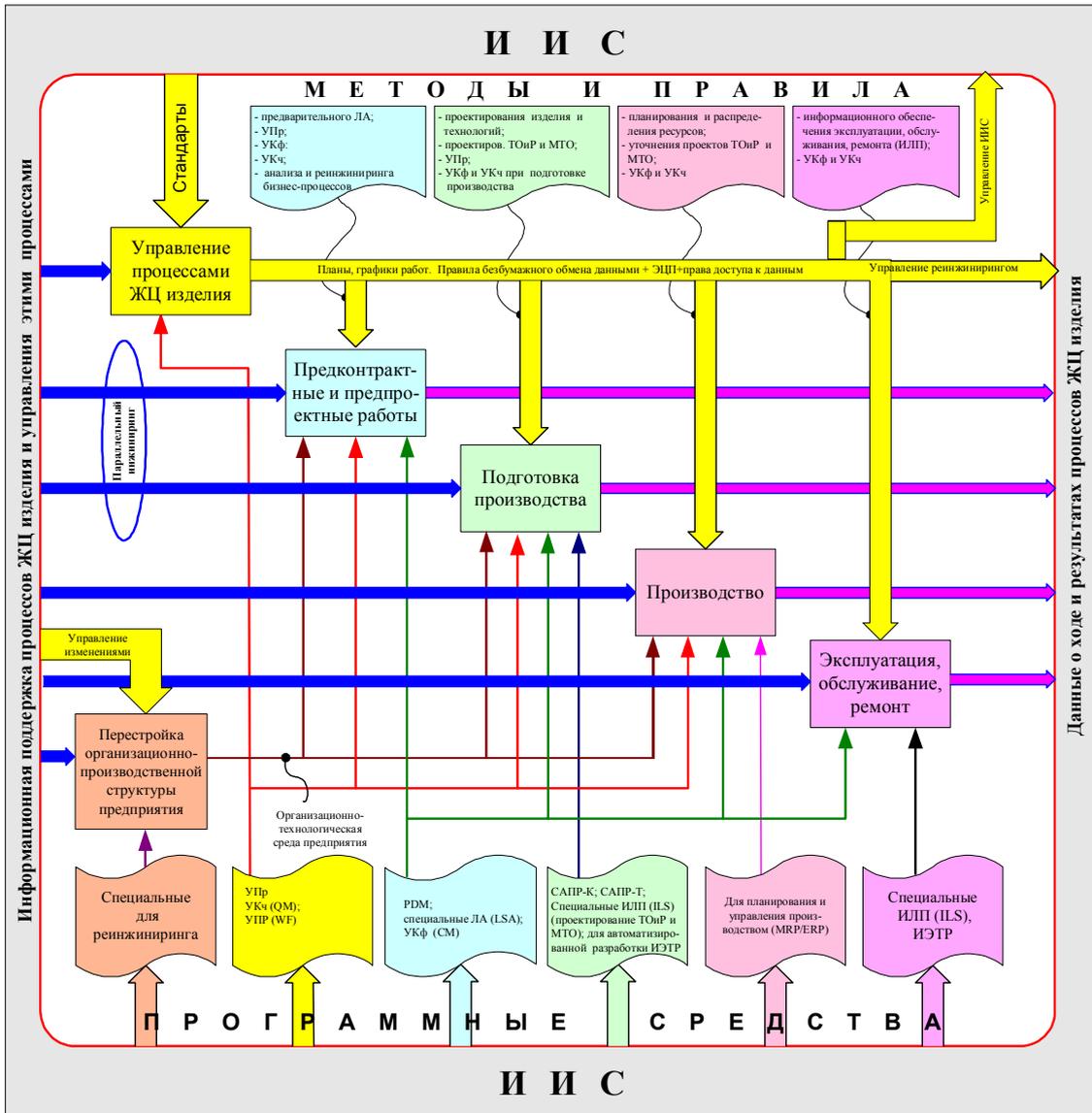


Рис. 2

1.3. Интегрированная информационная среда предприятия (ИИС)

1.3.1. Общее представление об ИИС

Как следует из концептуальной модели и уже отмечено выше, основой, ядром ИПИ-технологий и создаваемых на этой основе автоматизированных систем, является ИИС.

Представление об ИИС было введено в научный обиход задолго до появления CALS (ИПИ)-технологий. Еще в 1983 г. японский ученый Н.Окино опубликовал работу [4], в которой утверждал, что производство материаль-

ных объектов и сопутствующие ему процессы проектирования, технологической подготовки и управления так сильно отличаются от других видов деятельности человека, что им должна отвечать особая архитектура программно-методического, математического и информационного обеспечения. По мнению Окино, принципиальная разница между обработкой информации в производственной системе и в других случаях применения вычислительной техники в основном сводится к двум положениям.

1. Производство и все процессы в нем принадлежат физическому миру, а процессы, протекающие в компьютере – миру информации. Следовательно, необходимо преобразование производственных проблем в информационные, а также обратный переход из информационного мира в физический. По сути, это проблема адекватного моделирования, т.е. установления соответствия (по возможности взаимно однозначного) между физическим и информационным пространством. Согласно [4], при создании традиционного математического обеспечения (МО) для решения вычислительных задач в центр разработки ставится единственная математическая модель проблемы, которая через прикладной интерфейс адаптируется к различным областям применения (рис. 3). Такой подход к решению производственных проблем практически не реализуем, поскольку ввиду их сложности и многообразия единую модель создать невозможно.

Если в дополнение к изучавшимся Н. Окино производственным проблемам включить в рассмотрение еще и проблемы поставок, эксплуатации, обслуживания и ремонта изделий, т.е. все постпроизводственные стадии ЖЦ, то ситуация становится еще более сложной.

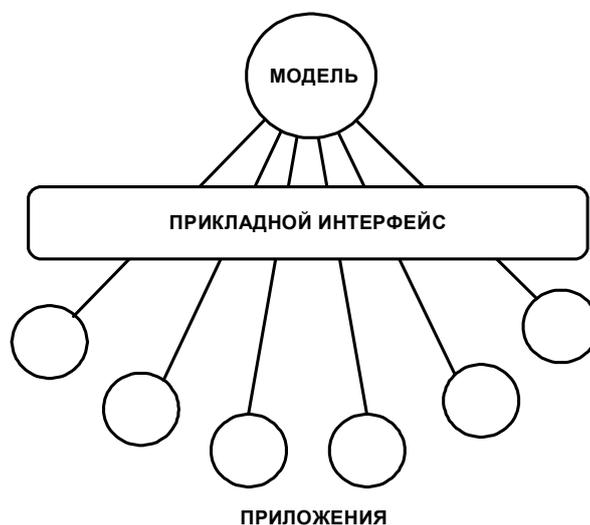


Рис. 3

2. В связи с отмеченными выше недостатками традиционного подхода, основанного на схеме *рис.3*, предлагается отбросить стратегию единственной модели и перейти к стратегии, сущность которой показана на *рис. 4*.

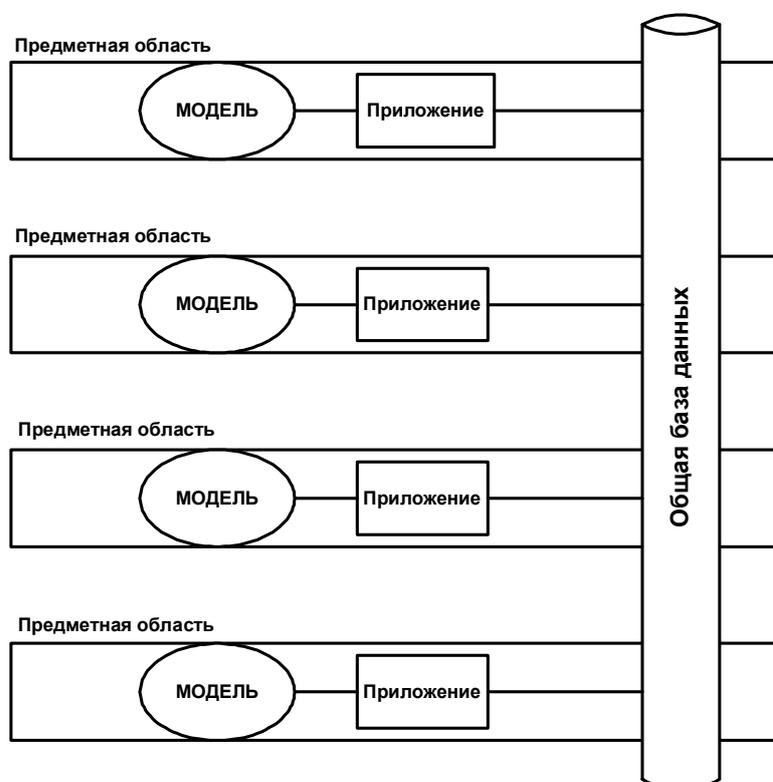


Рис. 4

Здесь роль ядра системы играет не модель, а **общая (интегрированная) база данных (ОБД)**, к которой могут обращаться различные проблемно-ориентированные модели, реализованные в форме программных приложений. Предполагается, что в ОБД хранятся информационные объекты (ИО), адекватно отображающие в информационном мире сущности физического мира: предметы, материалы, изделия, процессы и технологии, разнообразные документы, финансовые ресурсы, персонал подразделения и оборудование предприятия-изготовителя, эксплуатанта, сервисной и ремонтной служб и т.д.

Упомянутые выше приложения обращаются в ОБД, находят в ней необходимые ИО, обрабатывают их и помещают в ОБД результаты этой обработки. В какой-то мере Н. Окино предвосхитил появление объектно-ориентированного подхода, предложив рассматривать все, что происходит в информационном мире, на основе дуализма объект–операция.

Суть развиваемых в [4] идей состоит в следующем.

Любой **сущности** физического мира соответствует ИО, представляющий собою некоторый набор данных. Любой вид использования физической

сущности, ее преобразование в другую сущность (или в ту же сущность, но с иными значениями параметров) – обработка, изготовление, измерение, проектирование и т.д. – в информационном мире отображается *операцией* (командой, программой и т.д.). Между объектом и операцией существует отношение вида

$$Ob' = Op(Ob).$$

Это отношение означает, что объект *Ob'* получен посредством выполнения операции *Op* над объектом *Ob*. Под символами *Ob, Ob', Op* могут скрываться не только единичные объекты и операции, но и наборы (множества) объектов и операций.

Дальнейшее развитие ИТ привело к появлению объектно-ориентированного подхода, который позволил адекватно перевести многие процессы, протекающие на предприятии, в виртуальное информационное пространство, что и сделало актуальной всю проблематику, связанную с использованием ИПИ-технологий. Сказанное относится, в частности, к процессам конструкторской и технологической подготовки производства, в ходе которых создается техническая документация различных видов и назначения, к процессам управления на всех уровнях, в которых по необходимости приходится иметь дело с большими объемами разнообразной информации. Сегодня эти процессы в значительной мере состоят из операций создания, преобразования, транспортировки и хранения информационных объектов в рамках ИИС.

1.3.2. Структура и состав ИИС

Как уже отмечалось, ИИС представляет собой хранилище данных, содержащее все сведения, создаваемые и используемые всеми подразделениями и службами предприятия – участниками ЖЦ изделия в процессе их производственной деятельности. Это хранилище имеет сложную структуру и многообразные внешние и внутренние связи. ИИС должна включать в свой состав две базы данных: общую базу данных об изделии (изделиях) (ОБДИ) и общую базу данных о предприятии (ОБДП).

На *рис. 5* представлена структура 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 двойными стрелками. С ОБДИ связаны процессы на всех стадиях ЖЦ изделия. ОБДП информационно связана с технологической и организационно-экономической подготовкой производства и собственно производством (включая процессы отгрузки и транспортировки готовой продукции).

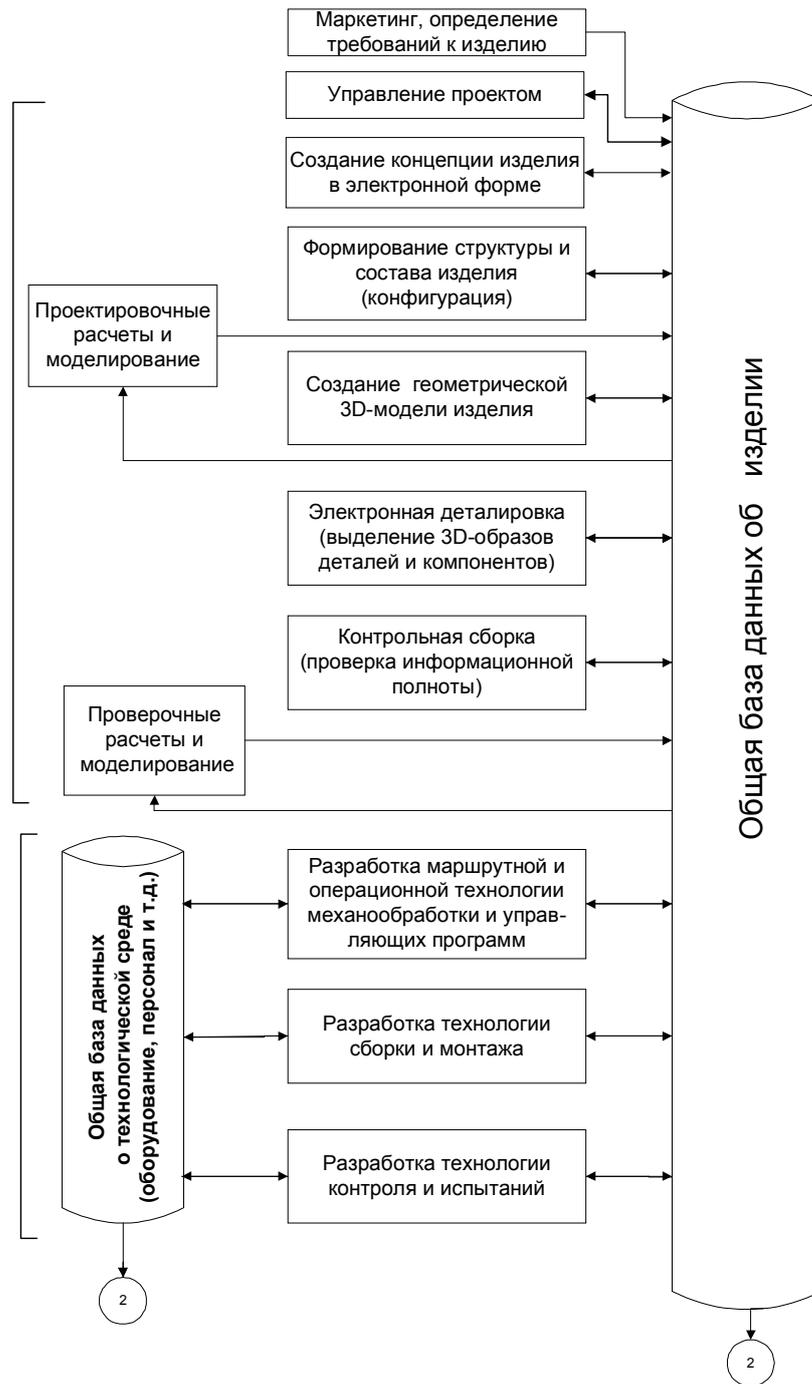


Рис.5

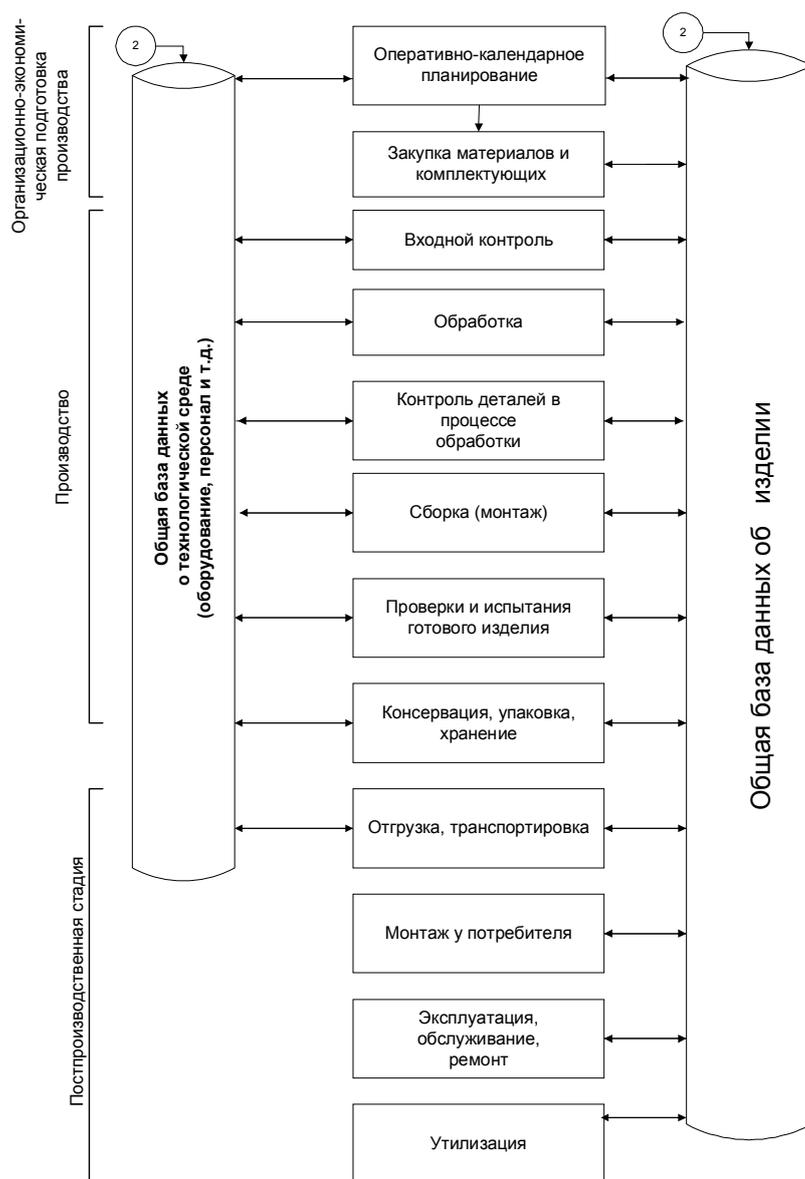


Рис. 5 (продолжение)

При создании нового изделия и технологической подготовке его производства средствами конструкторских и технологических САПР (CAE/CAD/CAM) в ИИС создаются ИО, описывающие структуру изделия, его состав и все входящие компоненты: детали, подузлы, 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 и другие свойства изделия и его компонентов.

ИО 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. ОБДИ обеспечивает информационное обслуживание и поддержку деятельности:

- заказчиков (владельцев) изделия;
- разработчиков (конструкторов), технологов, управленческого и производственного персонала предприятия-изготовителя;
- эксплуатационного и ремонтного персонала заказчика и специализированных служб.

Более подробно состав ИО, входящих в ОБДИ, раскрыт на схеме *рис.6*, согласно которой в составе ОБДИ можно условно выделить три раздела:

- нормативно-справочный;
- долговременный;
- актуальный.

В **нормативно-справочном разделе** должны храниться ИО, содержащие данные:

- о конструкционных материалах;
- о нормализованных деталях (нормалях);
- о стандартных (покупных) комплектующих изделиях;
- о стандартных деталях собственного изготовления;
- о стандартных расчетных методах;
- о государственных, международных и внутренних стандартах;
- о прочих нормативных документах.

Содержание нормативно-справочного раздела ОБДИ обновляется по мере поступления новых и отмены действующих нормативных документов.

В **долговременном разделе** должны храниться ИО, содержащие данные, аккумулирующие собственный опыт предприятия, в том числе данные:

- о ранее выполненных готовых проектах (архив);
- о типовых узлах и агрегатах собственного производства;
- о типовых деталях собственного производства;
- о типовых конструктивно-технологических элементах (КТЭ) деталей;
- о типовых и групповых технологических процессах;
- о типовой технологической оснастке и инструменте;
- о готовых и типовых расчетных методиках и математических моделях изделий собственной разработки;
- о прочих готовых и типовых решениях.

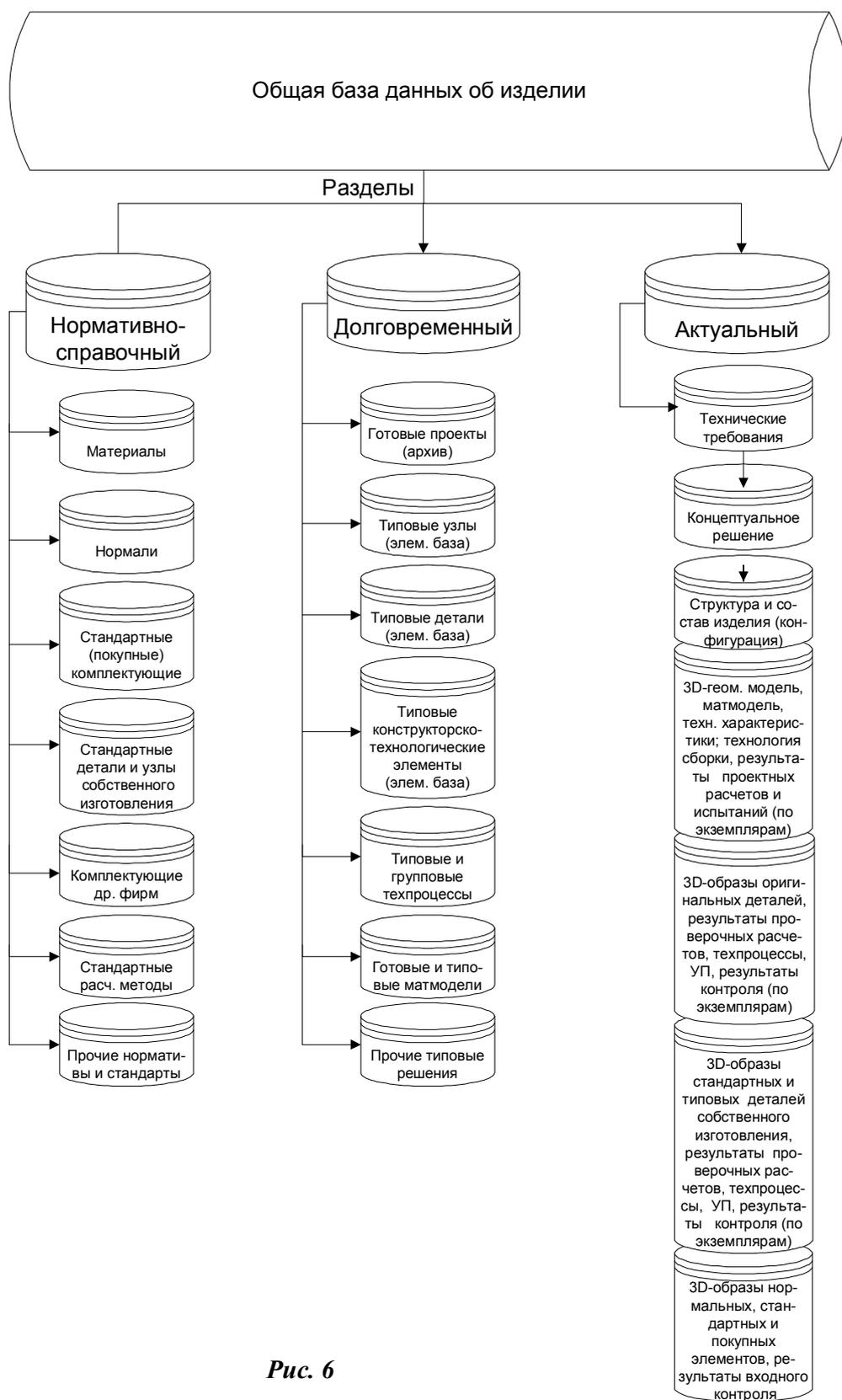


Рис. 6

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

В актуальном разделе (по-видимому, самом большом по объему и самом сложном по структуре) должны храниться ИО, содержащие данные об изделиях, находящихся на различных стадиях ЖЦ:

- о конструкции и версиях текущих изделий;
- о технологии изготовления изделий;
- о конкретных экземплярах и партиях изделий в производстве;
- о конкретных экземплярах и партиях изделий, находящихся на постпроизводственных стадиях ЖЦ.

Структура этого раздела на *рис. 6* весьма приблизительно и требует развития и уточнения, в том числе разбивки на дополнительные подразделы (классификационные уровни).

Как уже отмечалось, кроме ИО, относящихся (прямо или косвенно) к изделиям, в ИИС содержится информация о предприятии: о производственной и управленческой структуре, о технологическом и вспомогательном оборудовании, о персонале, финансах и т.д. Вся совокупность этих данных образует ОБДП, которая также состоит из нескольких разделов: экономика и финансы, внешние связи предприятия, производственно-технологическая среда предприятия, система качества.

В разделе, посвященном *экономике и финансам*, должны храниться 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;
- прочие сведения финансово-экономического и бухгалтерского характера.

В разделе, посвященном *внешним связям предприятия*, должны храниться 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*, должны храниться ИО, содержащие сведения:

- о производственной структуре предприятия;
- о технологическом, вспомогательном и контрольно-измерительном оборудовании;
- о транспортно-складской системе предприятия;
- об энерговооруженности предприятия;
- о кадрах;

- прочие данные о предприятии.

В разделе, посвященном *системе качества*, должны храниться ИО, содержащие сведения:

- о структуре действующей на предприятии системы качества;
- о действующих на предприятии стандартах по качеству;
- о международных и российских стандартах по качеству;
- о должностных инструкциях в области качества;
- прочая информация по системе качества.

Из ИИС могут быть извлечены разнообразные документы, необходимые для функционирования предприятия. Документы могут быть представлены как в электронном, так и в традиционном бумажном виде (рис.7).

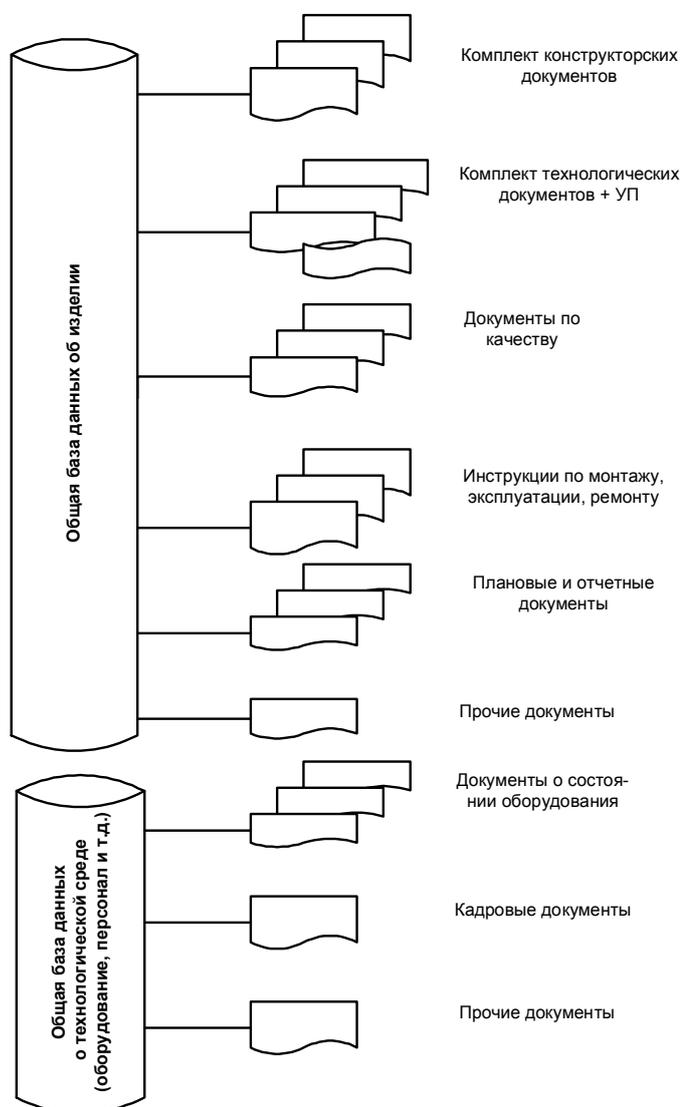


Рис. 7

Приведенные выше состав и содержание разделов ИИС подлежат уточнению в ходе выполнения проектов по внедрению ИПИ-технологий на конкретных предприятиях.

1.4. Инвариантные понятия ИПИ

В п. 1.2 введен перечень понятий, присутствующих (полностью или частично) в разнообразных нормативно-методических документах, технических описаниях и научных публикациях, относящихся к проблематике ИПИ. Набор этих понятий не остается замкнутым и не претендует на полноту (т.е. открыт для дополнений и изменений), вместе с тем он может рассматриваться как некоторое базовое множество классификационных признаков, позволяющее выносить суждение о том, относится или не относится автоматизированная система к классу систем, реализующих концепцию ИПИ.

Полнота набора инвариантных понятий, присутствующих в некотором комплексе автоматизированных систем, характеризует степень системности подхода к реализации концепции ИПИ.

Некоторые из инвариантных понятий достаточно широко известны, а другие сравнительно новы для отечественного машиностроения. Ниже приводится краткое описание этих понятий.

1.4.1. Управление проектом

Под проектом в данном контексте понимается любой замысел, направленный на достижение некоторой цели.

Определение этой цели представляет собой ключевой акт во всей совокупности действий, именуемых управлением (*рис. 8*). После того как цель проекта сформулирована и документально оформлена, руководитель проекта (по терминологии исследования операций, «Лицо, принимающее решения» – ЛПР) должен собрать всю относящуюся к проекту информацию: о доступных ресурсах всех видов (материальных, финансовых, людских, временных и т.д.), о факторах, способствующих или/и препятствующих реализации проекта; о среде, в которой предстоит реализовывать проект и т.д. На основе этой информации ЛПР должен определить ресурсы, необходимые для реализации проекта, и убедиться в том, что объем доступных ресурсов не меньше потребного их объема. В противном случае ЛПР должен изыскать (запросить) дополнительные ресурсы или скорректировать цели проекта.

По завершении этапа согласования ресурсов и целей ЛПР принимает решения, направленные на реализацию проекта, которые оформляются документально в виде соответствующих планов и директив. На основании этих решений исполнители проекта приступают к его реализации.

По мере продвижения проекта по этапам ЖЦ генерируется разнообразная информация, в том числе та, которая характеризует ход реализации проекта (соблюдение или нарушение сроков, расходование и текущие потребности в ресурсах и т.д.), а также расстояние (в некоторой выбранной метрике) до поставленной цели (обратная связь). На основе этой информации ЛПР вырабатывает корректирующие решения, инициирующие действия исполнителей, направленные на ускорение достижения цели. Понятия «расстояния» и «ускорения» в этом контексте условны, однако их логический смысл ясен: ЛПР всеми имеющимися в его распоряжении средствами обеспечивает достижение цели проекта, однако при необходимости он может в силу своих полномочий корректировать саму цель.

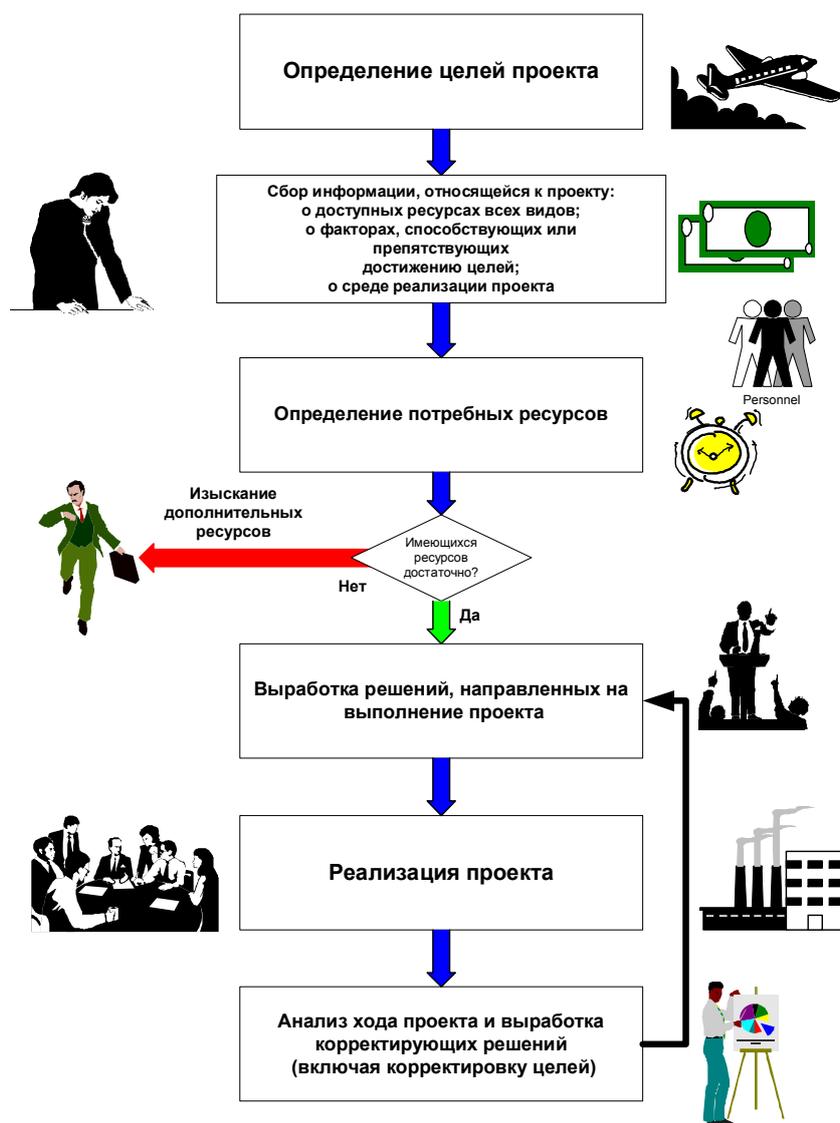


Рис. 8

В рамках концепции ИПИ вся деятельность по управлению проектом протекает в ИИС и сопровождается оформлением предписанных стандартами раз-

личного уровня документов и данных, а также электронным обменом этими документами и данными по определенным правилам. В качестве инструментальных средств управления проектом используются специализированные программные системы (см. ниже).

1.4.2. Управление данными об изделии

Управление данными об изделии (УДИ) схематически представлено на рис. 9. Этот вид управления является *системообразующим*, поскольку снабжает информацией все этапы ЖЦ, следующие за этапом проектирования. Цель УДИ – обеспечение полноты, целостности и актуальности информации об изделии в любой момент времени и доступность ее всем участникам ЖЦ в соответствии с имеющимися у них правами.

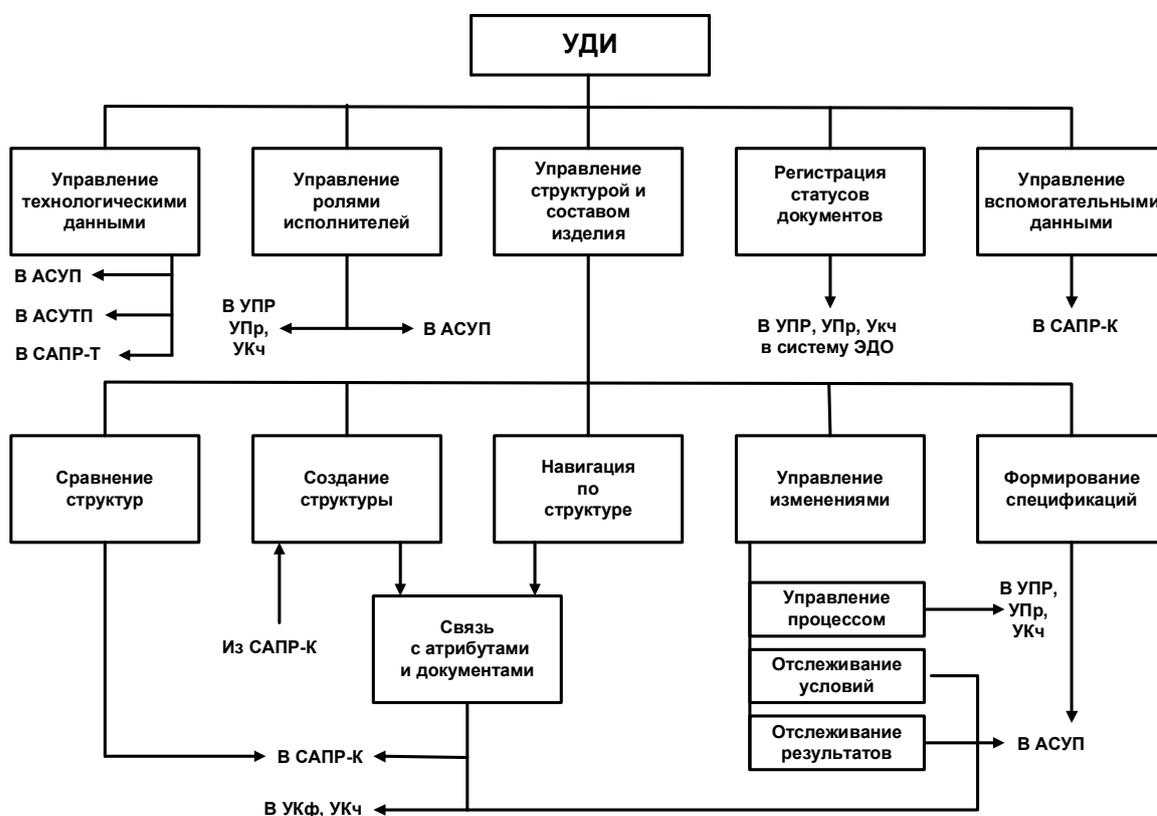


Рис. 9

Основные функции УДИ:

- управление структурой и составом изделия (на схеме эта функция раскрыта более подробно);
- управление технологическими данными об изделии;
- управление ролями исполнителей;
- управление вспомогательными данными;
- регистрация статусов документов и их изменений.

Как показано на схеме, система УДИ имеет информационные связи с САПР, АСУП, УПР, УПр, УКф, УКч (см. условные сокращения на стр. 3-4) и другими автоматизированными системами, что и свидетельствует о системообразующем характере и роли этой системы.

База данных УДИ служит ядром ИИС. В ней хранятся:

- данные о проектах;
- идентификационные и классификационные данные об изделии и его компонентах;
- структура и состав изделия (в форме древовидного графа);
- версии и варианты состава и структуры;
- геометрические модели, чертежи и другие документы в различных форматах;
- характеристики изделия и его компонентов;
- данные о материалах, стандартных деталях, комплектующих изделиях и т.д.;
- данные о технологии изготовления изделия и его компонентов, об оснастке, инструменте и т.д.

В базе данных УДИ могут также содержаться сведения об оргструктуре предприятия, создающего изделие, о конкретных участниках ЖЦ изделия и о роли каждого из них в ЖЦ и др.

УДИ позволяет регламентировать хранение этих данных, вносить в них необходимые изменения, предоставлять через соответствующий стандартизованный интерфейс (по ИСО 10303-22) данные другим приложениям, а также конкретным участникам ЖЦ изделия.

1.4.3. Управление конфигурацией изделия

Это относительно новое для отечественного технического обихода понятие допускает две трактовки. В узком смысле под конфигурацией понимают структуру и состав изделия, а под управлением конфигурацией – правила и процедуры внесения изменений в конструкцию и их документирования. В широком смысле конфигурация – структура и состав изделия, компоненты которого обладают определенными атрибутами, что обеспечивает соответствие технических характеристик заданным требованиям; процесс управления конфигурацией (Configuration Management/CM), согласно [5], предусматривает (рис. 10):

- идентификацию конфигурации, т.е. присвоение ее текущей версии определенного имени (кодového обозначения);
- проверку конфигурации, т.е. получение подтверждения того, что текущая версия изделия соответствует техническим требованиям;
- при отрицательном результате проверки – анализ причин несоответствия требованиям и документально оформленное инициирование работ по внесению изменений в конструкцию (как правило, посредством замены или переделки отдельных узлов или агрегатов);

- контроль результатов изменения и при положительном результате – присвоение новой версии конфигурации нового имени.

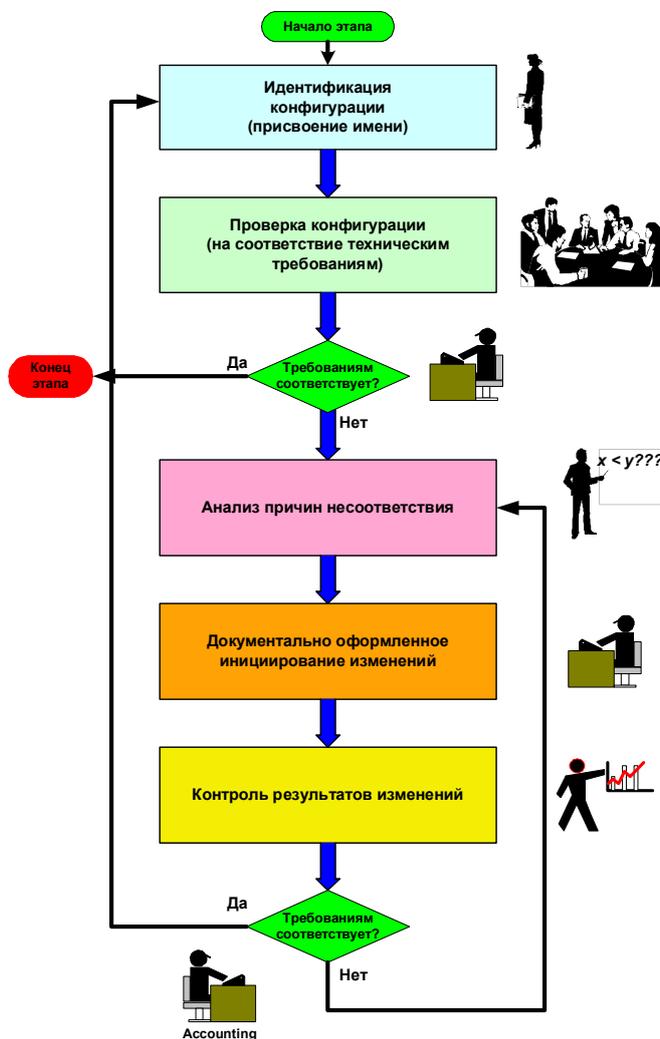


Рис. 10

Согласно требованиям зарубежных нормативно-методических документов, например [5], при создании сложных технических объектов (систем, комплексов) по заданию государства (госзаказу) ведомство-заказчик назначает специальное лицо – управляющего конфигурацией, в обязанности которого входит выполнение перечисленных выше функций. Порядок их выполнения, а также формы документирования всех совершаемых при этом действий регламентированы соответствующими стандартами.

При электронном проектировании средствами систем CAE/CAD/CAM должны использоваться и электронные средства управления конфигурацией, отвечающие, в частности, требованиям стандарта ИСО 10303-203.

1.4.4. Управление ИИС

Это понятие предполагает, что все процессы, протекающие в ИИС, управляемы, 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 входит:

- помещение информации в базу данных (БД);
- хранение информации (в т.ч. 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 изделия. Такая инфраструктура должна представлять собой комплекс программных и аппаратных средств, позволяющий решать перечисленные выше 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 с географически распределенной производственной структурой, 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 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 предприятия, виртуального предприятия или корпорации.

Вторая проблема связана с тем, что этот узел и, соответственно, участники информационного обмена должны быть ограждены от вмешательства в этот

* Вопросы создания таких структур широко освещены в специальной литературе и здесь не рассматриваются.

обмен посторонних лиц и организаций даже при отсутствии у них какого-либо злого умысла или враждебных интересов.

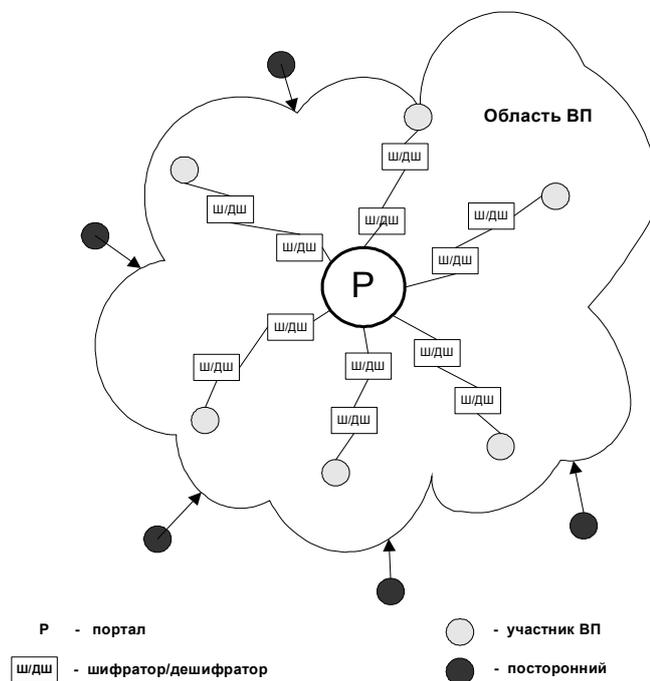


Рис. 11

Наконец, третья проблема состоит в защите информации от несанкционированного доступа лиц и организаций, имеющих своей целью использование этой информации во враждебных целях: в целях похищения сведений, составляющих государственную и/или коммерческую тайну, в целях нарушения 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.

Что касается второй и третьей проблем, то их решение связано с использованием внешне сходных, но по сути глубоко различных средств. Сходство заключается в том, что все эти средства относятся к системам криптографической защиты информации. Различие состоит в степени (уровне) этой защиты, и, как следствие, в порядке их применения, лицензирования и сертификации. Общая схема, поясняющая ситуацию с инфраструктурой, приведена на рис. 11. Более подробные сведения приведены в [6,7]. Здесь мы лишь заметим, что защита информации во всех ее аспектах является важнейшей государственной проблемой и требует значительных усилий как со стороны разработчиков программно-методических и технических средств передачи данных, так и со стороны администраторов и законодателей.

1.4.5. Управление качеством

Система управления качеством продукции (УКч) является элементом управленческой деятельности предприятия. В соответствии с международным стандартом ИСО 9000:2000, УКч должно базироваться на информационной системе, поддерживающей автоматизированную обработку данных и документирование процессов обеспечения качества на всех стадиях ЖЦ изделия, автоматизированное управление этими процессами, данными и документацией. В этом смысле УКч становится неотъемлемой частью ИАСУ предприятием и может быть отнесена к ИПИ-технологиям. Это означает, что информация, циркулирующая в системе УКч, должна быть представлена в форматах, регламентированных ИПИ-стандартами, и состоять из набора ИО, входящих в ИИС предприятия.

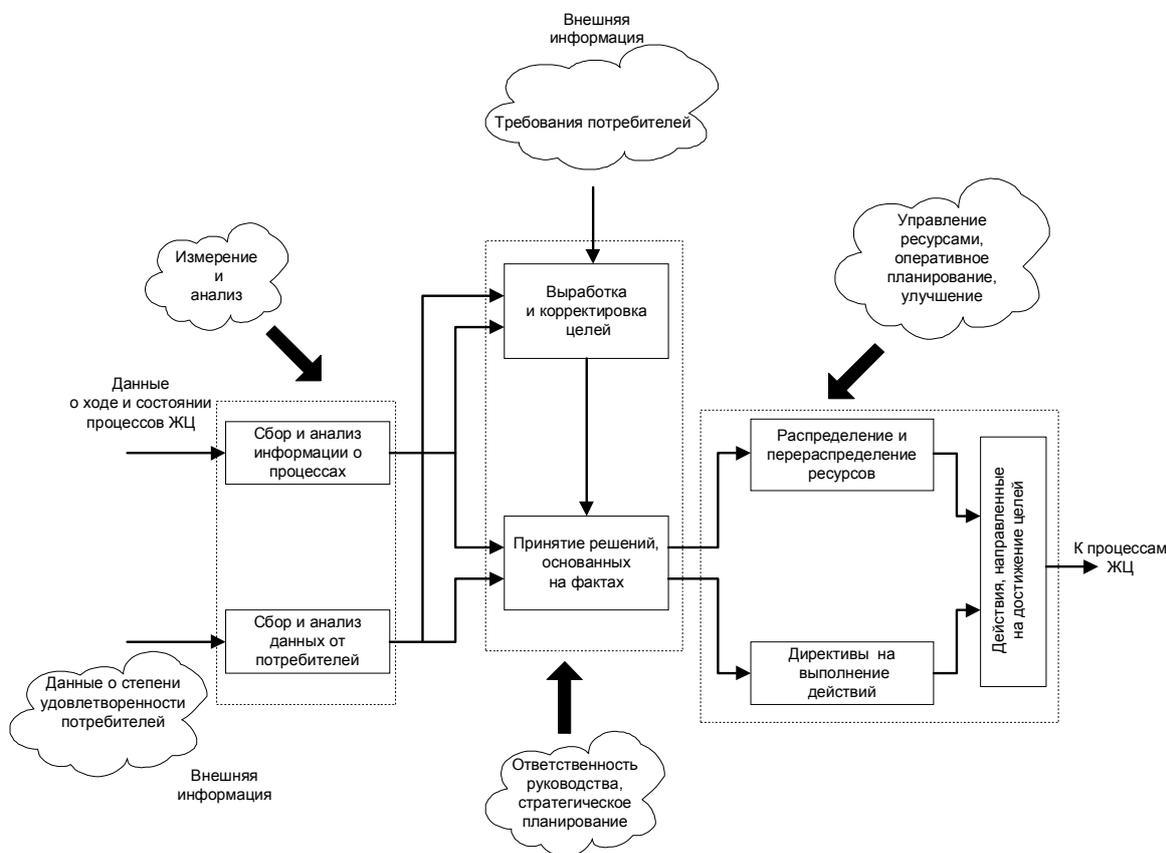


Рис.12

Укрупненная структура УКч приведена на рис. 12, где показаны связи с объектом управления (процессами ЖЦ продукции или услуги), а также с внешней по отношению к рассматриваемой системе средой, каковую в данном случае представляет некий обобщенный потребитель, чьи требования и степень удовлетворенности являются внешними данными [20].

Присутствующие в структуре блоки выработки и корректировки целей и принятия решений, основанных на фактах, вместе эквивалентны тому, что в стандарте ИСО 9000:2000 называется ответственностью руководства и планированием (в данном контексте – стратегическим). Блоки сбора и анализа данных от потребителей и информации о процессах отражают процессы, именуемые в стандарте как измерение и анализ. Наконец, группа блоков, связанных с реализацией решений (распределение и перераспределение ресурсов, директивы на выполнение действий и сами действия, направленные на достижение целей), отражает все то, что в стандарте называют управлением ресурсами, планированием (в этом контексте – оперативным) и, наконец, улучшением.

Как уже отмечалось в п. 1.3.2, при создании и технологической подготовке производства нового изделия средствами конструкторских и технологических САПР (CAD/CAM) в ИИС создаются 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 он является. С точки зрения УКч такими характеристиками являются 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 УКч.

1.4.6. Управление потоками работ

Понятие «поток работ» (буквальный перевод английского Workflow) – одно из базовых в современной практике управления вообще и в области ИПИ в частности. Это понятие объединяет подходы к формализации и управлению бизнес-процессами предприятия, а также программные средства, реализующие эти подходы. Популярность и многообразие реализаций технологий workflow привели к созданию в середине 90-х гг. международной ассоциации Workflow Management Coalition (WfMC), занимающейся стандартами, регламентирующими требования к системам workflow и средствам их реализации.

Согласно глоссарию WfMC, бизнес-процесс – это одна или более связанных между собой процедур или операций (функций), которые совместно реализуют некую бизнес-задачу или политическую цель предприятия, как правило, в рамках организационной структуры, описывающей функциональные роли и отношения. Бизнес-процесс может целиком осуществляться в пределах одного организационного подразделения, охватывать несколько подразделений в рамках организации или даже несколько различных организаций, как, например, в системе отношений клиент– поставщик. Бизнес-процесс может включать формальные и неформальные взаимодействия между участниками; его продолжительность может изменяться в широких пределах.

Поток работ – упорядоченное во времени множество рабочих заданий, получаемых сотрудниками, которые обрабатывают эти задания вручную или с

помощью средств механизации/автоматизации, в последовательности и в рамках правил, определенных для данного бизнес-процесса. Для уяснения смысла понятия можно провести следующую аналогию: бизнес-процесс – это своего рода конвейер, работающий по своим правилам и технологиям, а поток работ (заданий) аналогичен потоку изделий (узлов, деталей), которые этот конвейер передвигает.

Бизнес-процесс, по сути дела, объединяет поток заданий и функции, которые должны выполняться над элементами (заданиями) этого потока, людей и оборудование, которые реализуют эти функции, а также правила, управляющие последовательностью выполнения этих функций. Технология Workflow призвана все это автоматизировать.

Сегодня, несмотря на грамматически корректный перевод термина Workflow словосочетанием «поток работ», семантически точного эквивалента этому понятию не найдено. Мы тем не менее будем использовать термин «поток работ», имея в виду его расширительное толкование.

Приведем два определения из Глоссария WfMC.

1. Поток работ – полная или частичная автоматизация бизнес-процесса, при которой документы, информация или задания передаются для выполнения необходимых действий от одного участника к другому в соответствии с набором процедурных правил.

2. Система управления потоком работ – система, которая 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 при необходимости вызывать соответствующие программные приложения и инструментальные средства.

Такая система автоматизирует *процесс*, а не функцию. Появление систем управления потоком работ и соответствующих программных средств – это реакция рынка информационных технологий на внедрение новых принципов управления предприятиями. Сегодня эти принципы эволюционируют от функциональной ориентации (придуманной Адамом Смитом еще в 1776 г. и успешно работающей на протяжении более двух столетий) в направлении процессной ориентации.

Практически все предыдущие решения (чаще всего реализованные в технологиях локальных СУБД) позволяли достаточно эффективно автоматизировать отдельные операции и функции, а не процесс. В рамках этих решений сотрудники, сидя за своими компьютерами (или терминалами), обмениваются информацией с базами данных и между собой, получают данные, справки, документы, формируют отчеты. При этом последовательность действий сотрудников и правила их взаимодействия определены в лучшем случае инструкциями, а за правильностью и сроками их выполнения следит вышестоящее начальство. Информационная система все это никак не поддерживает.

Процессный подход заставил руководство предприятий сконцентрировать внимание на правилах взаимодействия участников процесса, так как именно взаимодействия в силу своей размытости и недостаточной определенности являются основными источниками неоправданных издержек и потерь. Потребность в средствах автоматического отслеживания порядка и времени выполнения отдельных функций (операций), маршрутов документов, занятости сотрудников на различных стадиях процесса и т.д. привели к созданию разнообразных систем управления потоками работ и к утверждению этого понятия в качестве одного из базовых инвариантов концепции ИПИ.

1.4.7. Системная организация постпроизводственных процессов жизненного цикла изделия (интегрированная логистическая поддержка)

Проблема интегрированной логистической поддержки (ИЛП) сложных наукоемких изделий на постпроизводственных стадиях их ЖЦ приобрела особую актуальность в последние годы в связи с все возрастающим стремлением отечественных предприятий (в особенности предприятий оборонного комплекса) выйти на международные рынки. Ранее этой проблеме не уделялось должного внимания, что привело к существенному отставанию отечественной промышленности в этом направлении. В связи с тем, что ИЛП является одним из ключевых понятий концепции ИПИ и, более того, одним из базовых компонентов современных систем управления промышленными объектами, это понятие рассмотрено в настоящей концепции более подробно.

Одно из важных потребительских параметров сложного наукоемкого изделия – величина затрат на поддержку его ЖЦ (Life Cycle Cost). Эти затраты складываются из затрат на разработку и производство изделия, а также затрат на ввод изделия в действие, эксплуатацию и поддержание его в работоспособном состоянии. Для сложного изделия с длительным сроком использования (10-20 лет) затраты, возникающие на постпроизводственных стадиях ЖЦ и связанные с поддержанием изделия в работоспособном состоянии, могут быть равны или превышать (до 2-3 раз) затраты на приобретение. Сокращение затрат на поддержку ЖЦ изделия – одна из целей ИПИ. Комплекс управленческих мероприятий, направленных на сокращение этих затрат, объединяется понятием ИЛП – Integrated Logistic Support. Общая структура ИЛП приведена на *рис. 13*.

Согласно [8], ИЛП включает в себя следующие основные процессы:

- логистический анализ;
- планирование процессов технического обслуживания и ремонта изделия (ТоиР);
- интегрированные процедуры поддержки материально-технического обеспечения (МТО);
- обеспечение персонала электронной эксплуатационной и ремонтной документацией.

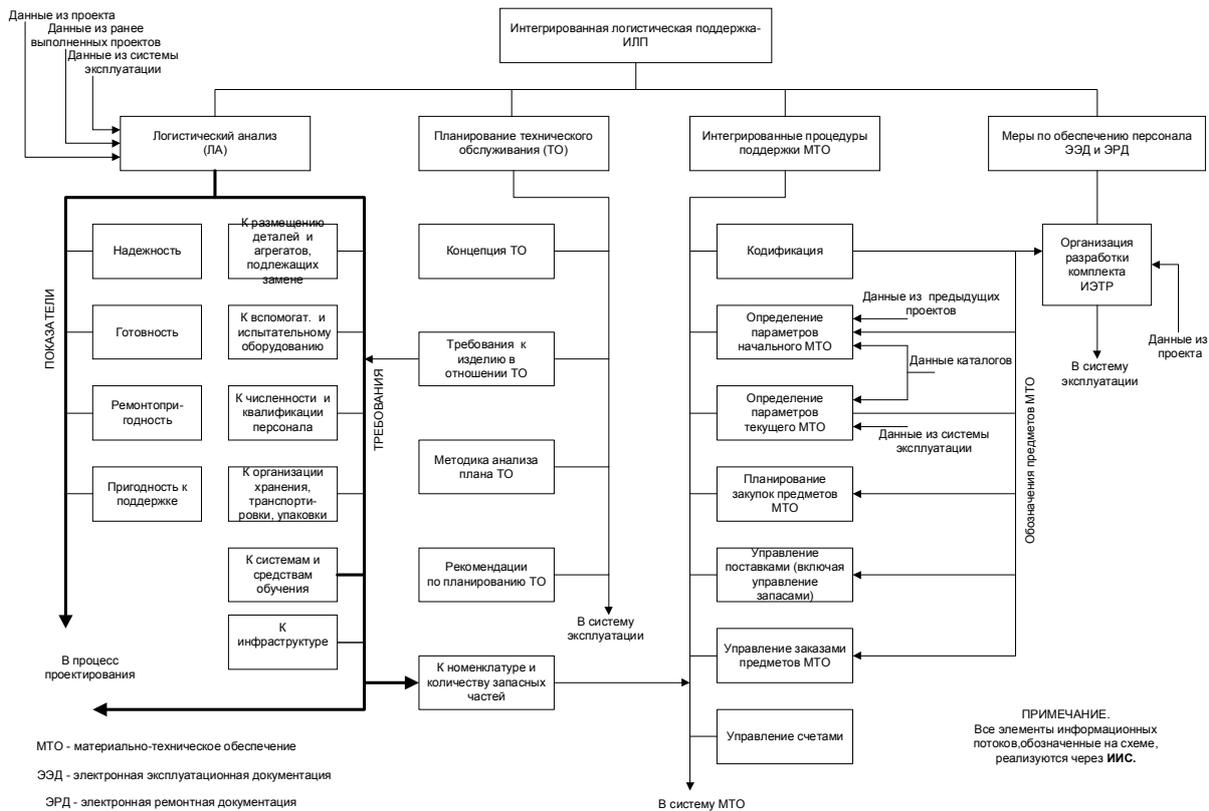


Рис. 13

Ниже кратко описаны основные процессы ИЛП. Более подробное описание можно найти в [21].

1.4.7.1. Логистический анализ

Логистический анализ (ЛА) – Logistic Support Analysis – одна из важнейших составляющих ИЛП. Он представляет собой формализованную технологию всестороннего исследования изделия и вариантов системы его эксплуатации и поддержки.

Логистический анализ изделия выполняется с целью обеспечения необходимого уровня надежности, ремонтпригодности и пригодности к поддержке, а также установления требований:

- к конструкции изделия, размещению его агрегатов и узлов, подлежащих регулярному обслуживанию, замене и ремонту;
- к вспомогательному и испытательному оборудованию (Support and Test Equipment);
- к численности и квалификации эксплуатационного и обслуживающего персонала (Manpower and Human Factors);
- к системе и средствам обучения (Training and Training Equipment);

- к номенклатуре и количеству запасных частей, расходных материалов и т.д.;
- к организации хранения, транспортировки, упаковки (Packaging, Handling, Storage and Transportation).

ЛА направлен на сокращение затрат на ЖЦ изделия при заданных показателях надежности и эффективности. ЛА следует начинать еще до начала проектирования, т.е. на стадии определения требований к изделию, и продолжать до завершения процесса его использования. Последнее необходимо для оценки правильности результатов предыдущих этапов ЛА и накопления статистического материала, служащего основой анализа новых проектов. Результаты ЛА, как правило, представляются в форме реляционной базы данных – (БД ЛА) –Logistic Support Analysis Records (LSAR).

В ходе ЛА решаются следующие основные задачи:

- формирование требований к проекту и к системе поддержки на основе сравнения с существующими аналогами; корректировка проектных решений, направленная на обеспечение эффективной эксплуатации;
- разработка системы поддержки эксплуатации, обеспечивающей наилучшее соотношение затрат, сроков и характеристик пригодности к поддержке (Supportability);
- определение требований к ресурсам логистической поддержки; разработка планов постпроизводственной поддержки;
- оценка и проверка достигнутых показателей эффективности эксплуатации.

При проведении ЛА формируется интегральный показатель (функционал), характеризующий эффективность системы ИЛП (пригодность к поддержке):

$S = F (MTBF, MTTR, RST, MTBMA, MTBR, ROA, RML)$, где

- MTBF (Mean Time Between Failures) – наработка на отказ – среднее время между отказами;
- MTTR (Mean Time to Repair) – средний срок работы до ремонта;
- RST (Required Standby Time) – среднее время восстановления (приведения в рабочее состояние) после отказа;
- MTBMA (Mean Time Between Maintenance Actions) – среднее время между обслуживанием;
- MTBR (Mean Time Between Removals) – среднее время между заменами;
- ROA (Required Operational Availability) – требуемый уровень готовности;
- RML (Required Maintenance Level) – требуемый уровень обслуживания.

Конкретный вид этого функционала и методика оценки пригодности к поддержке по его количественному значению определяются организацией, проводящей ЛА.

Помимо данных, прямо связанных с изделием, и характеристик пригодности к поддержке результатом ЛА являются:

- требования к вспомогательному оборудованию, к которому относится стационарное и мобильное оборудование, необходимое для эксплуатации и технического обслуживания изделия, в т.ч. универсальное оборудование, транспортное оборудование, инструмент, метрологическое и контрольно-измерительное оборудование, диагностическое оборудование, программное обеспечение;
- требования к инфраструктуре системы эксплуатации и ремонта: зданию, сооружениям, системе энергоснабжения и т.д.;
- требования к количественному и качественному составу персонала и уровню его квалификации;
- требования к подготовке персонала и средствам обучения;
- требования, ресурсы и процедуры, связанные с упаковкой, хранением и транспортировкой изделия и вспомогательного оборудования, в т.ч. требования к условиям внешней среды (температуре, влажности, атмосферному давлению, ударам и вибрации и т.д.);
- особенности работы с опасными материалами, условия их краткосрочного и долгосрочного хранения.

В целом система задач ЛА и последовательность их выполнения построены так, чтобы снизить вероятность неудачных проектных решений, влияющих на эффективность эксплуатации изделия. По аналогии со стандартами серии ИСО 9000, направленными на построение системы, обеспечивающей заданный уровень качества и возможность адекватно продемонстрировать потребителю способность управлять качеством, технологии и стандарты ЛА направлены на то, чтобы адекватно доказать потребителю, что все меры, обеспечивающие сокращение стоимости владения изделием, приняты.

До недавнего времени процесс ЛА регламентировался стандартом Министерства обороны США MIL-STD-1388. Более современным и универсальным является стандарт Министерства обороны Великобритании DEF STAN 00-60 [8], de-facto признанный в Европе в качестве международного.

Согласно этим нормативным документам, результаты ЛА представляются в форме базы данных БД ЛА, имеющей регламентированную структуру.

В состав БД ЛА входит комплекс из 104 таблиц, содержащих результаты ЛА. Эти результаты в виде стандартизованных отчетов используются многими потребителями на разных стадиях ЖЦ [8, 21].

На стадии подготовки контракта на разработку и поставку изделия поставщик обязан:

1. Показать, как и какие задачи ЛА будут решаться в ходе проектирования, поставки и эксплуатации изделия, какие цели должны быть достигнуты в процессе ЛА, согласовать с заказчиком стратегию и предварительный план проведения ЛА.
2. Сформировать требования к системе ИЛП и дать предварительные оценки характеристик поддерживаемости изделия, в т.ч.:
 - показать результаты анализа опыта эксплуатации, обслуживания и поддержки изделий-аналогов;
 - показать, как в проекте будут учтены ограничения на логистические ресурсы, какие стандартные элементы конструкции и системы поддержки будут использованы;
 - представить данные по изделиям-аналогам и характеристикам их поддерживаемости;
 - представить предложения по конструктивным решениям, направленным на улучшение поддерживаемости по сравнению с существующим изделием-аналогом;
 - показать, как и какие параметрические характеристики изделия в процессе проектирования будут изменены для улучшения характеристик поддерживаемости изделия.
3. Представить предварительные результаты анализа и оптимизации вариантов системы логистической поддержки по критерию затраты–эффективность.
4. Дать предварительные оценки ресурсов, необходимых для логистической поддержки изделия, и сопоставить их с имеющимися ресурсами для выявления дефицитов.

На стадии поставки данные ЛА используются следующим образом:

1. Результаты решения задач ЛА используются при проектировании изделия и средств его поддержки (вспомогательного оборудования). В отличие от предыдущей стадии все задачи ЛА решаются в итеративном режиме с поэтапным уточнением исходных и выходных данных. На основе этих данных определяется потребность в запасных частях, расходных материалах, вспомогательном оборудовании и т.д. Устанавливаются основные требования к организации процессов ТОиР и МТО. Все результаты фиксируются в БД ЛА и при необходимости извлекаются оттуда в форме соответствующих отчетов.
2. В процессе производства в БД ЛА фиксируются конкретные конфигурации выпускаемых изделий, уточняются и конкретизируются (привязываются к конкретным экземплярам изделия) требования и процедуры ТОиР и МТО.
3. БД ЛА используется для разработки других элементов ИЛП, таких как ЭЭД, учебные материалы, и т.д.

На стадии эксплуатации в БД ЛА поддерживаются данные о фактической конфигурации изделия с учетом возможных изменений, вносимых в ходе его практического применения. Информация о ходе эксплуатации и фактических характеристиках поддерживаемости должна передаваться проектанту, обеспечивая обратную связь и возможность дополнения и корректировки результатов первоначального анализа. На основе этой информации выявляются расхождения между запланированными (проектными) и фактическими характеристиками поддерживаемости и разрабатываются планы мероприятий по устранению этих расхождений. Для реализации этих процедур необходимо на стадии разработки проекта предусматривать возможности и средства обмена цифровыми данными между проектантом и эксплуатантом.

1.4.7.2. Планирование процессов технического обслуживания и ремонта изделия

Планирование процессов ТОиР (Maintenance Planning) предполагает:

- разработку концепции ТОиР;
- анализ и конкретизацию требований к изделию в части его обслуживания и ремонта;
- разработку и оперативную корректировку плана ТОиР.

Концепция ТОиР предопределяет стратегию этих работ и их системную организацию.

Система ТОиР – совокупность взаимосвязанных технических средств, специальной технической документации и исполнителей, необходимых для поддержания и восстановления качества изделий, относящихся к компетенции этой системы.

Согласно ГОСТ 18322-78, техническое обслуживание (ТО) – операция или комплекс операций по поддержанию работоспособности или исправности изделия при использовании по назначению, ожидании, хранении и транспортировке.

Тот же ГОСТ 18322-78 определяет ремонт (Р) как комплекс операций по восстановлению исправности или работоспособности изделий и восстановлению ресурсов изделий или их составных частей.

Принято различать следующие виды ТО изделий:

- ТО при использовании;
- ТО при хранении;
- ТО при перемещении;
- ТО при ожидании использования по назначению.

Виды ТО можно классифицировать в зависимости от:

- периодичности выполнения;
- условий эксплуатации;
- регламентации выполнения;
- организации выполнения.

В ходе ТО выполняются регламентированные в конструкторской документации операции, необходимые для поддержания работоспособности или исправности изделия в течение его срока службы.

Выбирая соответствующий метод технического обслуживания изделий, можно назначать величины параметров, относящихся к характеристикам поддерживаемости, минимизируя эксплуатационные затраты.

Помимо перечисленных выше понятий, в стандарте DEF STAN 00-60 введено понятие уровня ТОиР, которое применительно к отечественным оборонным условиям может быть интерпретировано следующим образом:

- нулевой уровень: ТОиР, выполняемые силами персонала, непосредственно эксплуатирующего изделие (экипажа);
- первый уровень: ТОиР, выполняемые силами персонала подразделения (части), в составе которого эксплуатируется изделие (в армейских условиях – батальонные, полковые ремонтные службы);
- второй уровень: ТОиР, выполняемые силами персонала соединения, в составе которого эксплуатируется изделие (корпусные, дивизионные, армейские ремонтные службы);
- третий уровень: ТОиР, выполняемые силами персонала специализированных предприятий фронтового (окружного) подчинения;
- четвертый уровень: ТОиР, выполняемые силами персонала предприятия-изготовителя.

Каждому уровню соответствует свой набор задач, требования к численности и квалификации обслуживающего и ремонтного персонала, к количеству и номенклатуре запасных частей и заменяемых агрегатов, к составу специального оборудования и т.д.

Конкретизация изложенных выше положений и представлений служит основой содержания концепции ТОиР, разрабатываемой, как правило, поставщиком изделия и согласуемой с заказчиком.

Требования к изделию в отношении ТОиР определяются на основе данных ЛА, содержащихся в БД ЛА, и уточняются по результатам реальной эксплуатации в различных условиях.

На основе концепции и результатов анализа требований разрабатывают и реализуют следующие мероприятия:

- создание единой системы управления ТОиР, предусматривающей методы и механизмы улучшения показателей надежности, безотказности, долговечности, ремонтпригодности, сохраняемости, что в итоге должно минимизировать эксплуатационные затраты;
- организацию распределенной системы сбора и обработки службами заказчиков (эксплуатантов) статистической информации о значениях вышеуказанных показателей, а также данных о номенклатуре и количестве используемых запасных частей для

изделия и его компонентов; эти данные извлекаются из специальных документов – формуляров изделия, его агрегатов и систем, в которых фиксируются результаты проведения операций ТОиР, факты замены компонентов, календарные сроки выполнения операций (начало, конец), сведения о работниках, выполнявших операцию и т.д.

- выполнение службами заказчиков и поставщика централизованного анализа накопленных эксплуатационных и логистических данных;
- проведение согласованной динамической корректировки планов ТОиР;
- подготовку и переподготовку персонала с целью обеспечения перечисленных выше мероприятий.

План ТОиР разрабатывается в нескольких альтернативных вариантах с учетом распределения работ по упомянутым выше уровням, назначения обслуживающего и ремонтного персонала, обладающего необходимой квалификацией, наличия необходимых запчастей и расходных материалов и т.д. Планируются календарные даты, трудоемкость работ и их стоимость. Заказчик выбирает наиболее подходящий ему вариант. При расчетах, связанных с планированием ТОиР, используются следующие основные показатели:

- средняя продолжительность ТОиР;
- средняя трудоемкость ТОиР;
- средняя стоимость ТОиР;
- средняя суммарная продолжительность ТОиР;
- средняя суммарная трудоемкость ТОиР;
- средняя суммарная стоимость ТОиР;
- коэффициент готовности;
- коэффициент технического использования.

Определения этих показателей содержатся в нормативных документах: ГОСТ 27.001-96, ГОСТ 27.002-89, ГОСТ 27.003-90, ГОСТ 27.101-96, ГОСТ 15.206-84, ГОСТ 27.301-96 и др. Их значения определяются в процессе ЛА и содержатся в соответствующих таблицах БД ЛА.

1.4.7.3. Интегрированные процедуры поддержки материально-технического обеспечения

Как отмечалось выше, интегрированные процедуры поддержки МТО (Integrated Supply Support Procedures) включают в себя:

- кодификацию предметов поставки (Codification);
- определение параметров начального МТО (Initial Provisioning);
- определение параметров текущего МТО (Provisioning);
- планирование закупок (Procurement Planning);
- управление поставками (Supply Management);
- управление заказами на поставку предметов снабжения (Order Administration);
- управление счетами на оплату заказанных предметов снабжения (Invoicing).

Кодификация предметов поставки МТО представляет собой четко регламентированную стандартами процедуру присвоения этим предметам кодовых обозначений, однозначно понимаемых всеми причастными к соответствующим процессам службами поставщиков и потребителей. Характерной особенностью этих обозначений является их ориентированность на компьютерную обработку. Цель кодификации состоит в сокращении номенклатуры закупаемых изделий и комплектующих, в исключении неоправданного дублирования и предоставлении необходимой информации потребителям и поставщикам.

Определение параметров начального МТО состоит в формировании перечня (набора) запасных частей и расходных материалов, необходимых для поддержки функционирования изделия в начальный период его эксплуатации, когда текущее МТО может по тем или иным причинам оказаться еще не налаженным. Состав этого набора в отношении номенклатуры необходимых предметов и их количества определяется расчетами, выполняемыми в процессе ЛА. В состав средств и предметов начального МТО, как правило, включают запасные части и материалы, необходимые для эксплуатации не только самого изделия, но и вспомогательного оборудования. В процессе организации начального МТО могут быть подготовлены контракты с фирмами-поставщиками соответствующей продукции. Обычно период действия начального МТО ограничивается сроком до двух лет.

Параметры текущего МТО (номенклатура и объемы поставок) также определяются расчетами, выполняемыми в процессе ЛА, и затем корректируются в зависимости от фактических условий эксплуатации изделия. При этом широко используются иллюстрированные каталоги деталей и элементов изделия, подготовка которых также происходит в процессе ЛА.

Планирование закупок (ПЗ), согласно упомянутым выше стандартам, представляет собой метод запроса и получения от промышленных предприятий сведений о ценах на предметы МТО включая прайс-листы поставщиков. В соответствии со стандартами процедуры ПЗ охватывают два вида деловой практики:

- процедуры направления запроса о ценах на конкретные предметы МТО от покупателя потенциальному поставщику и последующего ответа поставщика;
- процедуры запроса покупателем актуального прайс-листа на некоторую номенклатуру предметов МТО и предоставления такого прайс-листа поставщиком в ответ на запрос покупателя. Возможна также процедура предоставления этих данных покупателю по инициативе поставщика.

Стандарты жестко регламентируют форму и содержание запросов и ответов (сообщений) для обоих случаев, предусматривают формы и процедуры согласования цен и способы кодирования документов, соответствующих разным ситуациям.

На основании результатов ПЗ определяется, у каких поставщиков будут приобретаться те или иные предметы МТО. Именно эти сведения и состав-

ляют содержание плана закупок. Эти данные используются на последующих стадиях ИЛП, т.е. при управлении заказами (заявками) и ведении счетов.

В отечественной практике понятие ПЗ существенно шире, чем в стандартах, в связи с чем при практическом внедрении ЛА и ИЛП это понятие подлежит уточнению и развитию.

Управление поставками предусматривает выполнение таких процедур, как оценка уровня текущих запасов по всем предметам МТО, принятие своевременных решений о необходимости пополнения этих запасов, подготовка соответствующих заявок, контроль качества поступающих предметов МТО, организация их хранения и выдачи. На выполнение всех этих процедур существуют предусмотренные стандартами правила и инструкции, определяющие состав и последовательность необходимых действий, а также форму и содержание сопроводительных документов.

Управление заказами – термин, объединяющий все виды действий с заказом (заявкой) от момента его выдачи заказчиком поставщику (с учетом возможных поправок/добавлений, запросов/справок о ходе выполнения и т.д.) вплоть до подтверждения доставки заказанных предметов МТО.

При выполнении этих действий между заказчиком и поставщиком осуществляется информационный обмен, в ходе которого используются следующие транзакции:

1. Размещение заказа (заказчик–поставщик).
2. Получение справок о размещенном заказе (заказчик–поставщик–заказчик).
3. Подтверждение приема заказа (поставщик–заказчик);
4. Отказ от приема заказа (поставщик–заказчик).
5. Извещение об изменении несущественных параметров заказа (поставщик–заказчик).
6. Извещение о выполнении заказа или отгрузке (поставщик–заказчик).

Формат и содержание транзакций регламентированы стандартами.

Управление счетами на оплату заказанных предметов снабжения – информационный обмен между поставщиком и заказчиком при передаче счетов и данных о счетах на оплату в электронном виде. При этом используются следующие транзакции:

1. Отправка счета (поставщик–заказчик).
2. Подтверждение приема счета к оплате (заказчик–поставщик).
3. Отказ от оплаты счета (заказчик–поставщик).
4. Отправка платежного требования (поставщик–заказчик).
5. Прием платежного требования (заказчик–поставщик).
6. Отказ от платежного требования (заказчик–поставщик).
7. Запрос данных о состоянии платежа (поставщик–заказчик).
8. Ответ на запрос о состоянии платежа (заказчик–поставщик).
9. Извещение о состоянии платежа (заказчик–поставщик).

Формат и содержание транзакций также регламентированы стандартами.

1.4.7.4. Обеспечение персонала электронной эксплуатационной и ремонтной документацией

Одним из важнейших компонентов ИЛП является обеспечение персонала эксплуатационной и ремонтной документацией, выполненной в электронном виде (Electronic Documentation). Характерным свойством такой документации является ее интерактивность, т.е. возможность для обслуживающего и ремонтного персонала получать необходимые сведения о процессах и процедурах в форме прямого диалога с компьютером. Интерактивные электронные технические руководства (ИЭТР) выполняются в соответствии со следующими нормативно-техническими документами:

- Р 50. 1. 029-2001. Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Интерактивные электронные технические руководства. Общие требования к содержанию, стилю и оформлению: Рекомендации по стандартизации. – М.: Госстандарт России, 2001;
- Р 50. 1. 030-2001. Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Интерактивные электронные технические руководства. Требования к логической структуре базы данных: Рекомендации по стандартизации. – М.: Госстандарт России, 2001.

Согласно этим документам, ИЭТР представляет собой структурированный программно-аппаратный комплекс, содержащий взаимосвязанные технические данные, необходимые при эксплуатации, обслуживании и ремонте изделия. ИЭТР предоставляет в интерактивном режиме справочную и описательную информацию об эксплуатационных и ремонтных процедурах, относящихся к конкретному изделию, непосредственно во время их проведения.

ИЭТР включает в себя БД и электронную систему отображения (ЭСО), предназначенную для визуализации данных и обеспечения интерактивного взаимодействия с пользователем.

БД ИЭТР имеет структуру, позволяющую пользователю быстро получить доступ к нужной информации, и может содержать текстовую и графическую информацию, а также данные в мультимедийной форме (аудио- и видеоданные).

ЭСО обеспечивает унифицированный для всех ИЭТР способ взаимодействия с пользователем и технику представления информации.

ИЭТР предназначены для решения следующих задач:

- обеспечение пользователя справочными материалами об устройстве и принципах работы изделия;
- обучение пользователя правилам эксплуатации, обслуживания и ремонта изделия;

- обеспечение пользователя справочными материалами, необходимыми для эксплуатации изделия, выполнения регламентных работ и ремонта изделия;
- обеспечение пользователя информацией о технологии выполнения операций с изделием, о потребности в необходимых инструментах и материалах, о количестве и квалификации персонала;
- диагностике состояния оборудования и поиск неисправностей;
- подготовка и реализация автоматизированного заказа материалов и запасных частей;
- планирование и учет проведения регламентных работ;
- обмен данными между потребителем и поставщиком.

Эти задачи решаются благодаря специфическим формам и методам организации БД и способам доступа к ней. По существу ИЭТР является своеобразной базой знаний об изделии и в этом качестве представляет собой интеллектуальное средство поддержки эксплуатации изделия на постпроизводственных стадиях его ЖЦ. Для создания и применения ИЭТР используются специализированные программные продукты.

В этом контексте в состав функций ИЛП входит определение потребности в ИЭТР различных видов и назначения, доведение этой потребности до разработчиков, контроль ее реализации при поставке изделия потребителю и при организации эксплуатации, обслуживания и ремонта изделия, принятие организационных и иных мер при обнаружении некомплектности состава ИЭТР или его отсутствия. Для разработки ИЭТР используются специализированные программные средства, например, программный продукт Technical Guide Builder (TGB), разработанный НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика», а также средства управления данными об изделии (PDM), управления конфигурацией (CM) и управления потоками работ (WFM).

1.4.8. Параллельный инжиниринг

Важным понятием концепции ИПИ является принцип параллельного инжиниринга (ПИ) – Concurrent Engineering [9], означающий выполнение процессов разработки и проектирования одновременно с моделированием процессов изготовления и эксплуатации. Сюда же относится одновременное проектирование различных компонентов сложного изделия. При ПИ многие проблемы, которые могут возникнуть на более поздних стадиях ЖЦ, выявляются и решаются на стадии проектирования. Такой подход позволяет улучшить качество изделия, сократить затраты и время его вывода на рынок.

Отличиями параллельного инжиниринга (ПИ) от традиционного подхода являются:

- ликвидация традиционных барьеров между функциями отдельных специалистов и организаций путем создания (а при необходимости – последующего преобразования) многопрофильных

рабочих групп (см. *рис. 1*), в том числе территориально распределенных;

- итеративность процесса приближения к необходимому результату.

Многопрофильные рабочие группы (МПГ), как следует из их названия, включают специалистов разного профиля и создаются для решения конкретных задач. Например, представители эксплуатанта, генерального разработчика и поставщика комплектующих изделий, т.е. специалисты из разных организаций могут быть собраны в одну МПГ для решения проблемы, возникшей в ходе эксплуатации.

ПИ предполагает замену традиционного последовательного подхода комплексом перекрывающихся во времени операций, направленных на систематическое улучшение разрабатываемого решения вплоть до достижения необходимого результата.

Исходное понимание задачи ведет к первой версии документированных требований, на основе которых разрабатывается первоначальное проектное решение. Оно порождает новые вопросы и позволяет уточнить постановку задачи. Поскольку жесткое требование завершить текущую фазу работы перед началом следующей отсутствует, последовательное проектирование заменяется «работой по спирали».

Эффективная реализация такого подхода невозможна вне ИИС (см. *рис. 2*). Возможность применения принципов ПИ возникает благодаря тому, что в ИИС все результаты работы представлены в электронном виде, актуальны, доступны всем участникам и легко могут быть скорректированы.

1.4.9. Анализ и реинжиниринг бизнес-процессов. Управление изменениями организационных и производственных структур

Концепция ИПИ предполагает системное изменение и совершенствование бизнес-процессов разработки, проектирования, производства и эксплуатации изделия. Для этого используется набор разнообразных методов, в т.ч. реинжиниринг бизнес-процессов (Business Process Reengineering) [10], бенчмаркинг (Benchmarking), непрерывное улучшение процессов (Continuous Process Improvement) и т.д.

Внедрению ИПИ на предприятии должны предшествовать:

- анализ существующей на предприятии ситуации;
- разработка комплекса функциональных моделей (ФМ) бизнес-процессов, описывающих текущее состояние среды, в которой реализуется ЖЦ изделия;
- выработка и сопоставление возможных альтернатив усовершенствования как отдельных бизнес-процессов, так и системы в целом.

Результатами анализа являются:

Концепция развития CALS-технологий в промышленности России

- ФМ бизнес-процессов ЖЦ изделия КАК ЕСТЬ;
- ФМ альтернативных вариантов усовершенствованных бизнес-процессов ЖЦ изделия КАК ДОЛЖНО БЫТЬ;
- оценка затрат и рисков для каждого варианта;
- выбор предпочтительного варианта на основе взвешенного критерия минимума затрат и рисков;
- описание технической архитектуры ИИС для выбранного варианта;
- оценка технических характеристик ИИС для выбранного варианта;
- план действий по реализации выбранного варианта усовершенствования бизнес-процессов ЖЦ и ИИС.

В настоящее время технология моделирования и анализа бизнес-процессов достаточно формализована. Основные этапы этой работы приведены на *рис. 14*. Для разработки ФМ рекомендуется использовать методологию и нотацию SADT [10], регламентированную под названием IDEF0 федеральным стандартом США FIPS 183 и официально принятую в России^{*}.

Общая методика изменения бизнес-процессов в связи с внедрением ИПИ-технологий на предприятии включает в себя следующие этапы:

- мотивация необходимости изменений;
- разработка плана изменений и его утверждение руководством. Создание организационной структуры (рабочей группы ИПИ), которая будет реализовывать разработанный план. На первых этапах эту структуру должен возглавлять руководитель организации;
- обучение членов группы ИПИ и другого персонала, причастного к проведению изменений;
- определение промежуточных (тактических) целей и способов оценки результатов (определение метрик);
- разработка рабочих планов для всех участников группы ИПИ;
- создание временных МПГ для решения тактических задач;
- реализация планов;
- оценка достигнутых результатов.

^{*} Р50.1.028-2001. Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Методология функционального моделирования: Рекомендации по стандартизации. – М.: Госстандарт России, 2001.

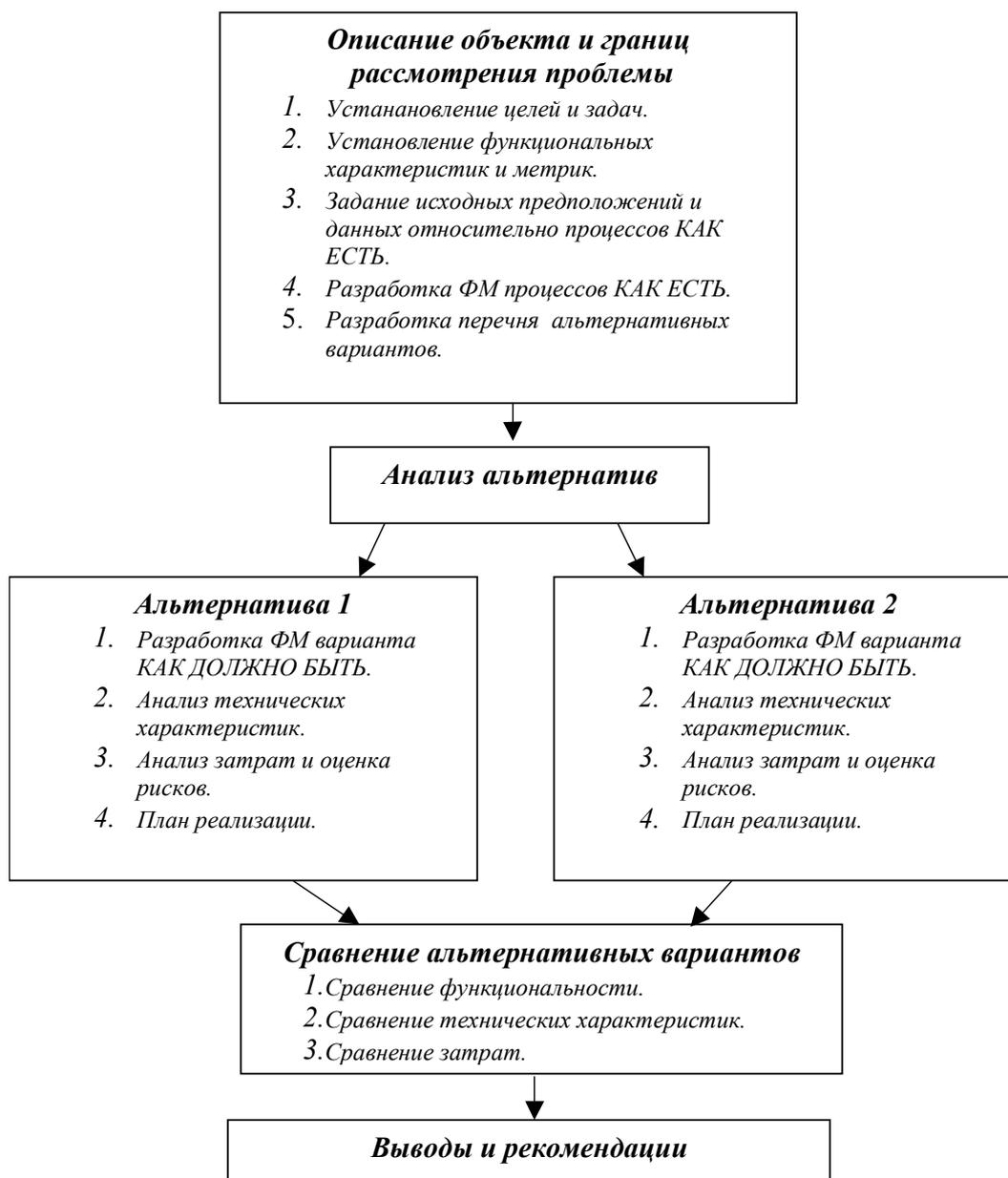


Рис.14

Совокупность всех этих этапов объединяется понятием **управления изменениями** (Change Management) организационной и производственной структуры.

1.4.10. Безбумажный обмен данными и электронная цифровая подпись

Все процессы информационного обмена посредством ИИС имеют своей конечной целью максимально возможное исключение из деловой практики традиционных бумажных документов и переход к прямому безбумажному обмену данными. Преимущества и технико-экономическая эффективность такого перехода рассмотрены ниже. Технические аспекты безбумажного об-

мена данными регламентированы рядом международных стандартов и отечественными нормативными документами (см. п. 2.4). Практическая реализация безбумажной технологии обмена данными возможна только при обеспечении легитимности электронного документа, подписанного ЭЦП.

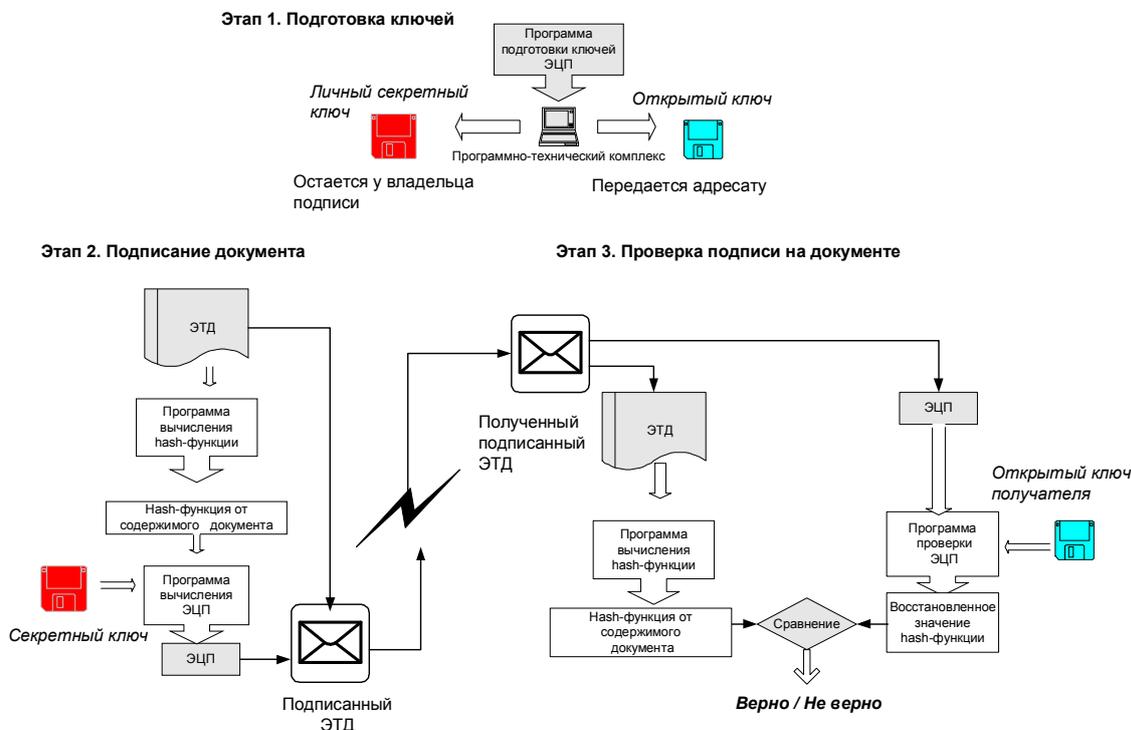


Рис.15

В рекомендациях по стандартизации Р 50. 1. 027-2001 электронный технический документ (ЭТД) трактуется как оформленная надлежащим образом в установленном порядке и зафиксированная на машинном носителе техническая информация, которая может быть представлена в форме, пригодной для ее восприятия человеком. ЭТД логически состоит из двух частей: содержательной и реквизитной. Содержательная часть представляет собой собственно информацию, реквизитная часть содержит аутентификационные и идентификационные данные ЭТД, в т.ч. набор обязательных информационных атрибутов, одну или несколько ЭЦП.

ЭЦП представляет собой набор знаков, генерируемых по определенному алгоритму [6, 7]. ЭЦП является функцией от содержимого подписываемого ЭТД и секретного ключа автора. Секретный ключ (код) есть у каждого субъекта, имеющего право подписи, и может храниться на дискете или смарт-карте. Второй ключ (открытый) используется читателями (получателями) документа для проверки подлинности ЭЦП, сопровождающей документ. При помощи ЭЦП можно подписывать отдельные файлы или фрагменты БД (поля, записи и т.д.). В последнем случае ПО, реализующее ЭЦП, должно встраиваться в прикладные автоматизированные системы. Общий алгоритм применения ЭЦП приведен на *рис. 15*.

13 декабря 2001 г. Государственная Дума приняла закон РФ «Об электронной цифровой подписи». Таким образом, этот способ авторизации электронных документов приобретает юридическую силу.

1.5. Эффективность внедрения ИПИ-технологий

Анализ информационных материалов, опубликованных как в традиционной печати, так и в сети Интернет, позволил выявить ряд основных аспектов, определяющих эффективность применения ИПИ-технологий:

1. Компьютерная автоматизация, позволяющая повысить производительность основных процессов и операций создания информации.
2. Информационная интеграция процессов, обеспечивающая совместное и многократное использование одних и тех же данных. Интеграция достигается минимизацией числа и сложности вспомогательных процессов и операций, связанных с поиском, преобразованием и передачей информации. Поскольку доля вспомогательных процессов и операций в общем цикле достаточно велика, сокращение связанных с ними затрат времени и средств является существенным фактором экономии. Одним из инструментов интеграции является стандартизация способов и технологий представления данных с тем, чтобы результаты предшествующего процесса могли быть использованы для последующих процессов с минимальными преобразованиями.
3. Переход к безбумажной организации процессов и применение новых моделей их организации. Сегодня основной формой представления результатов интеллектуальной деятельности является 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. Количество циклов преобразования и трудоемкость достаточно велики. Поэтому переход от бумажного документооборота к электронному позволяет многократно ускорить доставку документов нужным лицам, обеспечить параллельность обсуждения, контроля и утверждения результатов работы, существенно сократить длительность процессов. Из этих аспектов можно выделить конкретные факторы, непосредственно влияющие на экономические показатели производства, применяющего ИПИ-технологии:

- сокращение затрат и трудоемкости процессов технической подготовки и освоения производства новых изделий;

- сокращение календарных сроков вывода новых конкурентоспособных изделий на рынок;
- сокращение доли брака и затрат, связанных с внесением изменений в конструкцию;
- увеличение объемов продаж изделий, снабженных ЭТД (в частности, эксплуатационной), в соответствии с требованиями международных стандартов;
- сокращение затрат на эксплуатацию, обслуживание и ремонт изделий (затрат на владение), которые для сложной наукоемкой продукции подчас равны или даже превышают затраты на ее закупку.

Некоторые количественные оценки эффективности внедрения ИПИ (CALS) в промышленности США приведены в [11, 12]. Так, в [11] приводятся следующие данные:

- прямое сокращение затрат на проектирование на 10% ... 30%;
- сокращение времени вывода новых изделий на рынок на 25% ... 75%;
- сокращение доли брака и объема конструктивных изменений на 23% ... 73%.

Данные, приведенные в [12] :

- сокращение затрат на подготовку технической документации до 40%;
- сокращение затрат на разработку эксплуатационной документации до 30%;
- сокращение времени разработки изделий на 40 ... 60% .

2. Анализ состояния и развития CALS (ИПИ)-технологий и технологий электронного бизнеса в мире и в России

2.1. Опыт выполнения крупных проектов с использованием CALS-технологий

Поскольку США были инициатором создания и развития идеологии и методологии CALS, то естественно, что именно в этой стране к настоящему времени накоплен наибольший опыт практического использования CALS-технологий. Краткие сведения о некоторых проектах приведены в *табл. 1*

Таблица 1

Организации, применяющие CALS	Область применения	Потребности	Процессы	Результаты	Год
Авиационная промышленность					
Airbus	Виртуальная система снабжения. Разработка A380	Параллельная обработка данных	Проектирование и технологическая подготовка производства	Конкурентоспособная продукция	1990-наст. время
AlliedSignal	Всеобщее управление качеством (TQM)	Безбумажные процессы управления качеством	ISO 9001. Электронная документация на процессы управления качеством и интеграция этих процессов с разработкой изделий	Стадия промышленного использования. Требования ко всем поставщикам по применению CALS при обмене CAD-файлами	1993-наст. время
American Airlines	Эксплуатация самолетов	Управление конфигурацией. Организация эксплуатации в мировом масштабе	Применение стратегии CALS к процессам и операциям эксплуатации самолетов	Повышение уровня автоматизации и сокращение количества бумажных документов. Снижение затрат на эксплуатацию	1990-наст. время
Bell Helicopter Textron	Создание информационной среды для поддержки обслуживания новой продукции у потребителей (CITIS – Contractor Integrated Technical Services)	Применение CALS на всем жизненном цикле продукции	Параллельный инжиниринг	Сведения не публикуются	1992-наст. время
Boeing	Виртуальное предприятие «777»	Внедрение CALS на всем жизненном цикле продукции	Интеграция процессов разработки и изготовления изделия	Совершенствование характеристик изделия	1990-наст. время

Продолжение таблицы 1

Организации, применяющие CALS	Область применения	Потребности	Процессы	Результаты	Год
General Motors	Расширенное (виртуальное) предприятие С4, автоматизация офиса и завода. Стоимость программы \$3 млрд.	Стратегия интеграции	Интеграция процессов разработки и изготовления изделий	Стандартные средства обмена данными между участниками предприятия GM. Набор стандартов для поставщиков GM.	1990-1995
Hughes Aircraft	Управление данными об изделии в рамках виртуального предприятия	CALS-стратегия, стандарты и технологии	Интеграция процессов разработки и изготовления изделий	2500 пользователей и поставщиков	1992-наст. время
Lockheed Aeronautical	Рационализация и ускорение закупок	Процесс и система поставок. Требования к подразделению снабжения	Методы и системы управления поставками. Управление конфигурацией и данными об изделии	Резкое улучшение характеристик. Упорядочение денежных потоков. Снижение затрат	1993-1995
Lockheed Martin	Системы разработки технических руководств	Эталонные ИЭТР	ИЭТР	Доход от выполнения контракта	1993-наст. время
McDonnell Douglas	Программа С-17	Интеграция предприятия	CITIS (Интегрированное технико-информационное обслуживание заказчика)	Корректировка основных положений программы. Сокрытие затрат	1990-1995
Northrop Grumman	Бомбардировщик В2	CITIS. Документация и обучение	Новый порядок заказа запчастей. ИЭТР	Доход от выполнения контракта	1992-наст. время
Pratt & Whitney	644 поставщика, 130,000 заявок на закупки, 450,000 счетов в год. Обмен техническими данными по турбинам с фирмой Motoren-und Turbine-Union	Внедрение электронного обмена данными на основе CALS. Интеграция предприятия. Установление конкурентоспособных цен	Процесс закупок. Пилотный проект параллельных разработок с использованием STEP	83% поставщиков, обеспечивающих 92% поставок, используют электронный обмен данными. Снижение затрат	1992-наст. время

Продолжение таблицы 1

Организации, применяющие CALS	Область применения	Потребности	Процессы	Результаты	Год
Raytheon	Программа «Patriot»	Внедрение CALS	Применение CALS для создания всей технической документации	Стандартные рабочие процедуры	1990-наст. время
Rockwell International	Бомбардировщик B1	Стратегия информационной интеграции	Методика проектирования систем на основе стратегии CALS	Программные решения CALS, обеспечивающие обслуживание B1 в ВВС США	1988-наст. время
Rolls Royce	Двигатели	Параллельные разработки	Интеграция процессов разработки и изготовления изделия	Снижение затрат и повышение качества	1990-наст. время
United Airlines	Обслуживание самолетов	Применение CALS для стандартизации и рационализации процессов обслуживания	ИЭТР. Совершенствование управления центральным хранилищем данных	Существенные усовершенствования и сокращение затрат на 30%	1993-наст. время
Автомобильная промышленность					
John Deere	Интеграция предприятия	Применение CALS к созданию автоматизированной среды предприятия	Объединение «островков автоматизации»	Расширение рынков сбыта. Параллельная работа с фирмой Caterpillar	1988-наст. время
Land Rover	Параллельные разработки	Применение CALS для повышения качества продукции	Интеграция процессов разработки и изготовления изделия	Глобальное расширение рынков сбыта	1991-наст. время
Телекоммуникации					
AT&T	Проект обеспечения информационной безопасности	Решение проблем защиты данных для всех промышленных пользователей	Архитектура систем и оборудование для безопасной передачи данных	Приложения протестированы и используются в секретных программах. Возможно коммерческое использование	1993-наст. время

Продолжение таблицы 1

Организации, применяющие CALS	Область применения	Потребности	Процессы	Результаты	Год
GTE Government Systems	Изучение возможностей обмена и управления техническими данными применительно к системам беспроводной связи	Подготовка CALS-стандартов	Передача технических данных	Проект завершен	1988-1997
Энергетика					
Electric Power Research Institute	Изучение национальной информационной инфраструктуры с точки зрения электронной коммерции	Внутренние документы, определяющие требования к оформлению и управлению файлами данных	Интеграция проектной деятельности. Обмен данными между участниками проектов	Стадия НИР	1994-наст. время
Tokyo Electric Power	Среда применения CITIS	Интеграция предприятий. Увеличение количества квалифицированных поставщиков. Ускорение реакций на нештатные ситуации	Закупки. Преодоление аварийных ситуаций. Обслуживание	Демонстрация возможностей CALS	1993-2000
Проектирование и строительство					
Bechtel	Инженерные войска армии США	Требования к обмену технической документацией	Технические чертежи и документы	Проекты одобрены	1994-1997
Sverdrup	Развитие системы San Francisco Bay Area Rapid Transit (BART)	Электронное хранилище проектной документации и чертежей	Проектирование и строительство с участием генподрядчика и BART	Успешный проект	1992-1994

Продолжение таблицы 1

Организации, применяющие CALS	Область применения	Потребности	Процессы	Результаты	Год
CALS в государственных организациях					
General Dynamics	Командирский танк M1	Применение CALS- стандартов к чертежам большого формата и технической документации	Успешное использование стандартных программных решений	Проект завершен и находится в эксплуатации	1992-1996
НАСА	Космический телескоп Hubble	95,000 чертежей и 5 млн. технических документов	Ремонт и аварийное восстановление	Наиболее успешный пример использования CALS- стандартов и стратегии	1993-1997
НАСА	Центр управления космическими полетами Marshall	Закупки	Закупки в режиме On-line. Планы интеграции процессов электронного обмена данными на основе CALS	В стадии разработки	1994-наст. время
ВМФ США	Центр слежения за военными кораблями	Совершенствование документации по обучению и обнаружению неисправностей	ИЭТР	В процессе внедрения	1994-1996
ВМФ США	Эсминец AEGIS. Программа обмена 3D-моделями (CAD)	Надежный обмен CAD-файлами	Совершенствование процессов проектирования и производства	Успешное тестирование. Идет внедрение	1994-наст. время

Эта таблица помещена на сайте [11]. Ее данные не претендуют на полноту, однако довольно точно отображают тенденции и направления внедрения CALS-технологий в различных отраслях промышленности и в военном деле. Из таблицы видно, что наибольшее число проектов реализовано в аэрокосмической промышленности США. Хотя в настоящее время имеются сведения о росте числа проектов и в других отраслях, однако лидирующее положение аэрокосмической промышленности сохраняется. Таблица позволяет также выявить основные направления разработок, к числу которых относятся:

Концепция развития CALS-технологий в промышленности России

- информационная интеграция процессов проектирования и изготовления изделий в рамках как традиционных, так и виртуальных предприятий;
- электронный обмен данными и параллельное проектирование;
- создание технической документации в безбумажной форме;
- управление данными об изделии;
- управление закупками и поставками с использованием электронного обмена данными между поставщиком и потребителем;
- информационная поддержка процессов эксплуатации и обслуживания техники (включая обучение персонала, новые формы заказа запчастей) на основе использования ИЭТР;
- создание безбумажных систем и процессов управления качеством;
- интегрированное информационно-техническое обслуживание заказчика (преимущественно госзаказчика);
- обеспечение информационной безопасности в процессах обмена данными.

Эти направления вполне корреспондируются с общими принципами и инвариантными понятиями, сформулированными выше.

Характерным примером международного отраслевого проекта является проект POSC/Caesar, начатый еще в 1993г. Цель проекта – внедрение CALS-технологий в нефтегазовой промышленности, в том числе разработка модели данных о нефтегазовом оборудовании для информационной поддержки этапов ввода его в эксплуатацию, собственно эксплуатации и ремонта. В 1997г. была создана одноименная международная ассоциация участников этого проекта. Один из основных методических принципов проекта – создание международной нормативной базы. Реализация этого принципа привела к созданию в процессе работы над проектом ряда международных стандартов, например, стандарта ISO 15926 OIL & GAS, особенностью которого является ориентация не на обмен данными, а на их использование в режиме разделенного доступа. Стандарт ISO 15926 использует в качестве информационных объектов обобщенные и интегрированные ресурсы, а для описания модели данных – язык EXPRESS. Эти компоненты являются составными частями стандарта ISO 10303 (STEP).

Примеры конкретных разработок в рамках проекта:

- информационная модель системы переработки нефти, описанная на языке EXPRESS (описаны конструктивные элементы, материалы, и т.д.);
- информационная модель системы очистки воды от газонефтяной смеси (описание трубопроводов и агрегатов).

Участниками проекта – членами ассоциации являются компании: BNFL, BP Amoco, Conoco, Foster Wheeler Energy, Shell, Det Norske Veritas, FMC Kongsberg Subsea, Intergraph, Norsk Hydro, Oracle, Statoil, ABB, Akzo Nobel и другие.

Следует также отметить проект PLCS (Product Life-cycle Support) в рамках которого разрабатывается модель данных (на основе стандарта STEP), при-

званная обеспечить информационную поддержку процессов в ходе всего ЖЦ продукта.

Участниками проекта являются компании и организации: Airbus Industrie, The Boeing Company, The Baan Company, BAE SYSTEMS, The Finnish Defence Forces (FDF), Lockheed Martin Government Electronic Systems, LSC Group Ltd., Norwegian Defence & DNV, PTC, Rolls-Royce (PLC), Saab Aerospace, U.K. Ministry of Defence (MoD), United States Department of Defense (DoD).

2.2. ИПИ-проекты в России

⇒ **Пилотный проект: "Разработка и апробация нормативной базы и программно-технических средств, обеспечивающих применение на конвертируемых предприятиях ИПИ-технологий при разработке и производстве оборудования для ТЭК на Воронежском механическом заводе"**

Внедрение ИПИ на машиностроительном предприятии вообще и на предприятии такого масштаба и народнохозяйственной значимости, как Воронежский механический завод (ВМЗ), требует больших усилий со стороны разработчиков и персонала предприятия, а также весьма существенных материальных, трудовых, временных затрат и, как следствие, финансовых ресурсов. В этой связи конкретизированы цели проекта, а также задачи, решение которых позволит их достичь.

Генеральная цель внедрения ИПИ-технологий: добиться повышения эффективности и конкурентоспособности предприятия за счет существенного сокращения сроков освоения производства новых изделий, улучшения качества этих изделий и технической (в т.ч. эксплуатационной и ремонтной) документации, представляемой в электронном виде, обеспечения высокого уровня сервиса и логистической поддержки на постпроизводственных стадиях ЖЦ.

По достижении этой цели предприятие сможет занять достойное место на рынке наукоемкой высокотехнологичной продукции в полном соответствии с современными требованиями, предъявляемыми потенциальными потребителями, в особенности зарубежными.

Учитывая ограниченность ресурсов и отсутствие опыта реализации полномасштабных проектов такой сложности, можно утверждать, что сформулированная генеральная цель может быть достигнута посредством поэтапной реализации локальных, частных целей, логически и методически подчиненных генеральной. В этой связи конкретные цели проекта как разработки первой очереди сформулированы следующим образом:

- Оработка технологии создания и внедрения интегрированной информационной среды предприятия, реализующей электронное безбумажное взаимодействие в ходе выполнения процессов конструкторской разработки, технологической подготовки производства, материально-технического обеспечения и управле-

ния качеством продукции на основе использования электронного обмена данными и ЭЦП (на примере изделий, предназначенных для ТЭК).

- Отработка нормативной и методической базы, регламентирующей электронный обмен данными и применение ЭЦП.

Выбор этих целей в качестве первоочередных продиктован следующими соображениями:

- в результате выполнения проекта должны быть созданы программно-технические средства, решающие на новых методических принципах конкретные производственные задачи и приносящие предприятию реальную пользу;
- должно быть создано ядро ИИС;
- первоначальное наполнение ИИС должно относиться к ограниченному числу бизнес-процессов предприятия и к ограниченному числу не слишком сложных изделий, информация об устройстве и технологии изготовления которых не составляет государственной тайны;
- должны быть отработаны технологии и методики создания и внедрения ИИС и основанных на ее использовании безбумажных процессов документального и информационного оборота, обеспечивающие дальнейшее развитие ИПИ на ВМЗ, а также создание и применение аналогичных информационных систем и технологий на других предприятиях;
- недостаточность нормативно-технических документов, регламентирующих применение ЭЦП, является серьезным препятствием на пути внедрения современных информационных технологий на производстве; это препятствие должно быть хотя бы частично устранено в результате выполнения проекта.*

Реализация проекта и достижение поставленных в нем конкретных целей позволит сформулировать цели и задачи следующих этапов внедрения ИПИ-технологий на ВМЗ.

Для достижения сформулированных выше целей в ходе выполнения проекта необходимо решить ряд научно-технических задач, т.е. провести работы, объединенные в следующие группы:

- подготовительные работы;
- научно-исследовательские работы;
- проектные работы;
- разработка нормативно-технических документов;
- апробация и ввод в действие технических и программных решений, принятых в результате научно-исследовательских и проектных работ.

Подготовительные работы включают в себя комплекс организационно-технических мероприятий, необходимых для осуществления проекта, в том числе:

* Эти сведения относятся к периоду времени, когда Закон РФ «Об электронной цифровой подписи» еще не был принят Государственной Думой.

- формирование рабочей группы, осуществляющей проект;
- наделение руководителей проекта и участников рабочей группы необходимыми для осуществления проекта полномочиями;
- обучение участников рабочей группы специальным методам, необходимым для выполнения проекта;
- обучение персонала предприятия приемам работы с программно-техническими средствами, которые будут установлены на предприятии в результате выполнения проекта;
- приобретение технических и программных средств общего применения, необходимых для реализации проекта;
- разработка уточненных планов выполнения проекта в целом и его отдельных этапов.

Научно-исследовательские работы (НИР):

- анализ существующих процессов конструкторской и технологической подготовки производства, материально-технического обеспечения и управления качеством продукции предприятия с целью конкретизации состава прикладных задач и структуры данных, подлежащих отображению в ИИС;
- анализ процессов конструкторской подготовки производства для оценки источников, объемов и форм представления конструкторских данных в системе PDM;
- анализ процессов технологической подготовки производства, определение источников, объемов и форм представления технологической информации, подлежащей хранению в ИИС;
- анализ процессов материально-технического обеспечения, определение источников, объемов и форм представления информации для хранения в ИИС;
- анализ процессов логистической поддержки на постпроизводственных стадиях ЖЦ продукции, определение потребности в интерактивных электронных руководствах по эксплуатации и ремонту продукции, формулирование требований к ним;
- анализ процессов обеспечения качества продукции и определение требований к информационной поддержке системы управления качеством в соответствии с международными стандартами ISO 9000:2000;
- исследование возможностей и способов взаимодействия системы PDM со средствами ЭЦП;
- разработка ФМ перечисленных выше процессов, отражающих их совершенствование на основе применения ИИС и CALS-технологий.

В проекте в качестве основного средства анализа бизнес-процессов (инвариантное понятие) предприятия используется методология IDEF0, основанная на подходе SADT (Structured Analysis & Design Technique) – методе структурного анализа и проектирования [10]. Основу этого подхода и методологии IDEF0 составляет графический язык описания (моделирования) процессов. Этот выбор продиктован еще и тем, что в стандартах серии ISO 10303 (STEP), в тех ее частях, которые именуются протоколами применения и регламентируют правила информационного обмена в процессах технической

подготовки производства, модели на графическом языке IDEF0 используются для описания предметных областей.

В качестве базового программного средства для создания ИИС на ВМЗ предполагается использовать разработанную в НИЦ CALS-технологий "Прикладная Логистика" систему PDM STEP Suite (PSS). Предстоит отработка информационного взаимодействия системы PSS с действующей на ВМЗ автоматизированной системой управления производством (АСУП). В частности, крайне важна проблема переноса данных об изделиях, находящихся в производстве, из базы данных АСУП в PSS.

Комплекс НИР завершается разработкой технических заданий (ТЗ) на создание ИИС.

В соответствии с ТЗ выполняются **проектные работы**:

- разработка подробной структуры и состава ИИС;
- разработка технорабочего проекта комплекса технических средств, поддерживающих функционирование ИИС;
- разработка специализированных и доработка имеющихся программных средств, обеспечивающих функционирование ИИС совместно со средствами конструкторских и технологических САПР, отдельных подсистем АСУП и ЭЦП;
- подготовка комплекта эксплуатационной документации на все программные и технические средства, обеспечивающие функционирование ИИС;
- разработка методики и программы испытаний;
- прочие проектные работы, необходимость которых будет выявлена в процессе выполнения НИР.

Разработка нормативно-технических документов (НТД) проводится параллельно с проектными и (частично) научно-исследовательскими работами. Перечень НТД, подлежащих разработке, формируется на стадии подготовительных работ и уточняется в ходе НИР.

Апробация и ввод в действие технических и программных решений, принятых в результате НИР и проектных работ предполагают:

- монтаж и наладку технических средств, поддерживающих функционирование ИИС (компьютеров, локальных вычислительных сетей – ЛВС и т.д.);
- инсталляцию приобретенных и разработанных программных средств;
- обучение персонала;
- формирование (настройку) и заполнение баз данных;
- отработку тестовых примеров, выявление и устранение недостатков и замечаний;
- опытную эксплуатацию системы в рабочем режиме;
- подготовку итогового отчета о результатах опытной эксплуатации;
- доработку системы по результатам опытной эксплуатации.

Состояние работ по проекту в 2001 г. В рамках пилотного проекта выполнен анализ существующих процессов конструкторской и технологической подготовки производства (КТПП) изделий ТЭК. По результатам анализа разработана и утверждена комплексная программа развития информационной системы завода для построения сквозного цикла: *конструирование–технологическая подготовка производства–материально-техническое снабжение производства*, основанного на безбумажной технологии и использовании ЭЦП. При выполнении программы проведены следующие мероприятия:

- организована рабочая группа из специалистов завода, в том числе специалистов службы качества; группа обучена методам анализа и реинжиниринга процессов предприятия и в состоянии самостоятельно решать задачи анализа процессов функциональных подразделений и завода в целом;
- проведено обучение специалистов завода (конструкторов, технологов и специалистов по ИТ) принципам разработки конструкторской и технологической документации в электронном виде;
- проведено обучение этих специалистов методам организации хранения и управления конструкторскими данными в электронном виде на основе применения программных продуктов класса PDM отечественной разработки;
- проводится опытная эксплуатация программных продуктов класса PDM отечественной разработки;
- проводится перевод имеющихся бумажных конструкторских и технологических документов в электронный вид.

В рамках пилотного проекта ведется также поэтапное создание системы качества (СК) нового типа:

- создана и обучена постоянно действующая группа анализа процессов предприятия;
- к условиям ВМЗ адаптирована типовая модель деятельности предприятия;
- адаптирована типовая модель функционирования системы качества;
- разработаны модели процессов конструирование–технологическая подготовка производства–материально-техническое снабжение производства КАК ЕСТЬ;
- разработаны варианты реинжиниринга процессов КТПП;
- на основе ФМ процессов КТПП КАК ДОЛЖНО БЫТЬ разрабатываются проекты стандартов предприятия по новым процессам в безбумажных технологиях;
- на основе адаптированной типовой модели деятельности предприятия и модели процессов жизненного цикла СК разработано электронное Руководство по качеству ВМЗ;
- создана подсистема информационной поддержки входного контроля металлов.

⇒ **Создание ИИС предприятия на НПП "Аэросила" (г. Ступино)**

Цель проекта – создание интегрированной информационной среды предприятия.

Для достижения цели разрабатываются и адаптируются методические и программные средства, обеспечивающие взаимодействие подразделений предприятия в рамках единого информационного пространства.

В процессе реализации проекта разрабатывается модель информационного взаимодействия участников процесса КТПП с системой хранения и управления информацией об изделии – PDM STEP Suite, которая адаптируется для обеспечения взаимодействия автоматизированных систем, используемых на предприятии на этапе КТПП, в соответствии с разработанной схемой интегрированного информационного пространства. В настоящее время проект от стадии экспериментальных работ перешел в стадию внедрения и масштабирования результатов.

⇒ **Создание системы информационной поддержки ЖЦ изделия в АНТК "Туполев"**

Цель проекта – системное и комплексное применение информационных технологий на основе анализа бизнес-процессов и с учетом международных стандартов по информационной поддержке ЖЦ авиационной техники, что позволит конструкторским бюро и заводам авиационной промышленности интегрироваться в мировой процесс создания авиационной техники.

Основные направления работ в рамках проекта:

- развитие работ в направлении формирования виртуального предприятия;
- переход от "лоскутной" информатизации к комплексной;
- развитие работ по созданию сложных информационных систем, охватывающих все бизнес-процессы предприятия;
- создание корпоративной нормативной базы;
- формирование структур и информационных технологий управления проектами;
- внедрение полного электронного описания изделия (ПЭОИ) и параллельного инжиниринга;
- информационная интеграция процессов проектирования и производства;
- развитие работ по информационной поддержке послепродажного обслуживания.

К концу 2001 г. АНТК «Туполев» совместно с Казанским авиационным производственным объединением (КАПО) им. С. П. Горбунова получены следующие результаты, относящиеся к проекту самолета ТУ-324:

- спроектирована и развернута информационная инфраструктура объединения (сети и т.д.);
- произведен анализ решаемых задач, по его результатам закуплена техника и лицензионное программное обеспечение;
- создан и впервые в Российской Федерации защищен на макетной комиссии электронный макет силовой установки;

- ведутся активные работы по созданию единой БД проекта под управлением PDM-системы. Создано и вводится на сервер «дерево» изделия с соответствующими электронными определениями компонентов;
- разработана и передана на КАПО мастер-геометрия самолета ТУ-324 с основными силовыми элементами, что позволило вплотную подойти к бесплазовой увязке конструкции самолета;
- создан рабочий орган из специалистов двух предприятий и принято решение о том, что мастер-геометрия является первоисточником геометрической информации;
- ведутся активные работы по созданию единой БД по результатам фактической эксплуатации самолетов;
- готовятся к утверждению проекты стандартов объединения по поддержанию летной годности, изначально ориентированные на применение информационных технологий:
 - “Принципы управления конструкторской документацией семейств самолетов”
 - “Порядок получения и обработки информации об отказах, неисправностях и летных происшествиях при эксплуатации воздушных судов ТУ”
 - “Порядок внесения изменений в типовую конструкцию гражданских воздушных судов ТУ”;
- на основе электронных моделей составных частей самолета технологические службы КАПО разрабатывают оснастку, технологические модели, создают программы для станков с ЧПУ, решают другие вопросы подготовки производства и управления предприятием; ведутся активные работы по пуску в производство клепальных автоматов;
- службы маркетинга и технической информации подключены к глобальной сети Интернет.

⇒ **Разработка и внедрение программного комплекса Technical Guide Builder (TGB) для автоматизированной подготовки ИЭТР**

Одно из направлений работ по внедрению ИПИ-технологий состоит в создании средств логистической поддержки постпроизводственных стадий ЖЦ изделия. Одна из важнейших задач этого направления – автоматизированная разработка ИЭТР по эксплуатации и ремонту изделий. Для создания ИЭТР в НИЦ CALS-технологий "Прикладная Логистика" создана программная система TGB (Technical Guide Builder – строитель [интерактивных] технических руководств).

Первая версия программно-методического комплекса TGB выпущена в конце 1999г. С тех пор комплекс прошел стадию опытной эксплуатации на ряде крупнейших предприятий России, усовершенствован и активно применяется для подготовки электронной документации на сложную технику.

⇒ **Внедрение TGB в Комсомольском-на-Амуре Авиационном Производственном Объединении (КнААПО)**

Концепция развития CALS-технологий в промышленности России

Специалисты КнААПО одними из первых начали применять TGB для подготовки ИЭТР. При помощи пакета TGB созданы:

- ИЭТР на изделие Су-30МКК;
- иллюстрированные электронные каталоги на изделие Су-30МКК на русском языке;
- иллюстрированные электронные каталоги на изделие Су-35 на русском и английском языках;
- ИЭТР на другие изделия предприятия (катера СТРЕЛА и АМУР).

На основе разработанных руководств и каталогов специалистами предприятия создана система логистической поддержки эксплуатации изделий предприятия.

ИЭТР планируются к поставке вместе с изделиями предприятия в Китайскую Народную Республику. Электронная документация, выполненная в системе TGB, успешно представлена предприятием при проведении тендера на поставку авиационной техники в республику Южная Корея.

В 2001г. руководство КнААПО приняло решение об организации подготовки на предприятиях-поставщиках интерактивной электронной документации на комплектующие изделия для объектов Су-30МКК в единой программной среде TGB.

⇒ **Внедрение TGB в Конструкторском бюро приборостроения (г. Тула)**

Специалисты Конструкторского бюро приборостроения (КБП) начали активно использовать систему TGB для подготовки ИЭТР и каталогов в конце 2000г. В результате проведенной работы созданы:

- ИЭТР на изделие КОРНЕТ-Е на русском и английском языках;
- иллюстрированные электронные каталоги на изделие КОРНЕТ-Е.

На основе ИЭТР и каталогов создана система автоматизации поставок запасных частей и комплектующих.

ИЭТР получило высокую оценку на международной выставке вооружений в Абу-Даби.

Специалистам КБП удалось отладить механизмы взаимодействия различных автоматизированных систем (CAD-PDM-TGB) и создать прототип ИИС.

⇒ **Внедрение TGB на других предприятиях**

Электронная документация, выполненная в системе TGB, представлена ФГУП «Рособоронэкспорт» при проведении тендера на поставку авиационной техники в республику Южная Корея (Ка-52К, ОАО «КАМОВ»).

Система TGB также используется на следующих предприятиях:

- Иркутское авиационное производственное объединение;

- Таганрогский АНТК им. Г.М. Бериева;
- Опытное конструкторское бюро машиностроения им. И.И. Африкантова (г.Нижний Новгород).

2.3. Международное сотрудничество в сфере CALS-технологий

В последние годы в большинстве развитых стран Запада, а также в Японии созданы и успешно функционируют национальные организации, ставящие своей задачей распространение и внедрение CALS (ИПИ)-технологий. 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 информационных технологий вообще и CALS-технологий в частности большое внимание уделяют такие государственные организации, как DoD (Department of Defense – Министерство обороны), DoE (Department of Energy – Министерство энергетики), DoN (Department of Navy – Министерство военно-морского флота) и его подразделение NCCO (Navy CALS Coordination Office), NASA и др.

В Великобритании проблемами CALS занимается организация UKCEB (UK Council for Electronic Business), в Финляндии – Tekes, в Канаде – CSCE и CNAS (Canadian Nuclear Association Society), в Японии – JSTEP, функционирующая под эгидой Министерства внешней торговли и промышленности (MITI – Ministry of International Trade and Industry). В этих и других странах особый интерес и внимание к проблемам CALS-технологий проявляют министерства обороны. Столь же внимательно изучают эту проблематику в НАТО.

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, о чем будет сказано ниже.

В связи с широким применением глобальной сети Интернет для обмена данными и поддержки электронного бизнеса создан международный консорциум WWW Consortium (W3C), призванный вырабатывать нормативы, упорядочивающие информационно-обменные процессы в сети Интернет.

2.4. Международные и национальные стандарты в области CALS (ИПИ)

Как указывалось выше, целью ИПИ (CALS) является информационная интеграция всех процессов ЖЦ изделий, в том числе в рамках международного сотрудничества. Поэтому важную роль в решении этой проблемы играет применение международных стандартов. Международные и национальные

CALS-стандарты определяют формат и содержание информационных моделей продукции, ее ЖЦ и производственной среды [2, 6].

В развитии CALS-стандартизации можно выделить два направления:

- применение для решения задач CALS уже существующих стандартов;
- разработка принципиально новых стандартов.

В первых проектах в области CALS использовались уже существующие стандарты, как правило, военные (например, в США – стандарты и нормативные документы серий MIL-STD, MIL-PRF, MIL-HBK), представляющие собой ведомственную трактовку некоторых стандартов ISO и других организаций. Стандарты первого поколения в основном регламентировали форматы данных.

В число стандартов первого поколения входит значительное количество стандартов и руководящих документов военного ведомства США (стандарты и документы MIL). Некоторые из этих стандартов оказались весьма полезными и (с модификациями) применяются по сей день. К их числу в первую очередь относится стандарт ISO 8879, введенный в действие еще в 1986г.

Этот стандарт активно используется в целях создания, управления и распространения научной и технической информации в электронном виде. В связи с тем, что электронная коммерция становится основным средством закупок, большинство правительственных учреждений США поддерживает и распространяет этот стандарт (и его национальный вариант FIPS 152) как средство информационного обмена и электронного документооборота. Поскольку в настоящее время многие заказы на поставки для нужд предприятий, курируемых правительством США, осуществляются через Интернет, большинство документов, проходящих через него, кодируются в HTML (Hypertext Markup Language – язык разметки, являющийся версией SGML). Консорциум WWW (W3C) при поддержке основных поставщиков программных продуктов, таких как Microsoft, Adobe, Netscape, продвигает XML (eXtensible Markup Language) – развитие SGML, предназначенное для сети Интернет и электронных коммуникаций.

В рамках ISO/IEC JTC1/SC34/WG4 разработан ряд новых международных стандартов, дополняющих и развивающих упомянутые выше. Так, в дополнение к SGML как основе HTML и XML был разработан язык DSSSL (Document Style Semantics and Specification Language – ISO 10179-96), который стал ядром для языка XSL (eXtensible Style Language), а также языка Hypermedia/Time-based Document Structuring Language (стандарт ISO 10744 HyTime), оказавшего главное влияние на принятый W3C язык XLink (XML Linking Language). Все эти средства используются W3C и применяются вместе с XML. Рабочая группа WG4 также участвует в работах Технического комитета ISO TC184 по организации связей между STEP и SGML.

Проблемы, возникшие при использовании стандартов первого поколения, способствовали разработке новой серии CALS-стандартов, построенных на более совершенной идеологической базе. Первым из них стал стандарт

ISO 10303 STEP, предназначенный для описания в «нейтральном» формате модели продукции, затем стандарт ISO 13584 PLIB и др. Стандарты второго поколения регламентируют уже не форматы, а структуры информационных моделей с использованием специально разработанных языков.

В настоящее время происходит замена стандартов первого поколения вновь разрабатываемыми стандартами. Поэтому существующий комплекс стандартов представляет собой комбинацию стандартов обоих типов, позволяющих, хотя и с ограничениями, строить интегрированные информационные модели и обмениваться данными на всех стадиях ЖЦ.

Стандарт ISO 10303 STEP (Standard for the Exchange of Product model data) – один из первых в семействе специализированных CALS-стандартов – характерный пример информационного стандарта нового поколения [2, 6]. В соответствии с названием стандарта STEP определяет «нейтральный» формат представления данных об изделии в виде информационной модели. Для единообразного описания изделий в различных прикладных областях предполагается, что информационные модели (в терминах стандарта – «прикладные протоколы» или «протоколы применения») создаются на базе типовых блоков («интегрированных ресурсов»), причем для описания схем данных используется специально введенный язык EXPRESS.

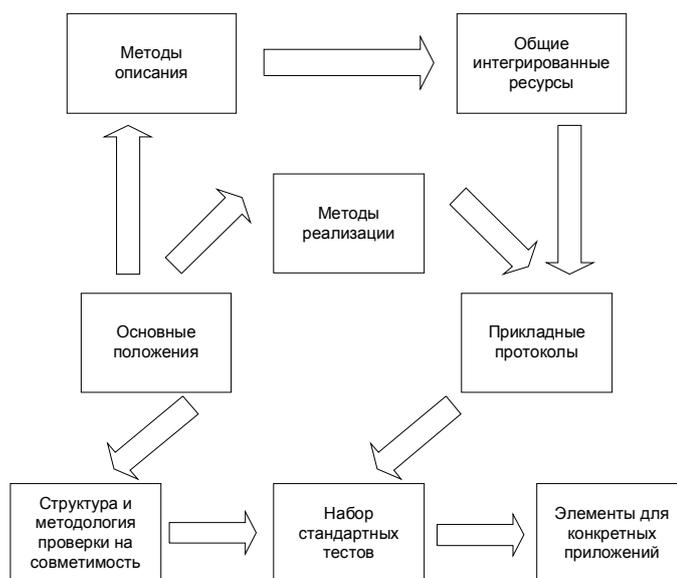


Рис. 16

Стандарт ISO 10303 STEP состоит из восьми взаимосвязанных разделов, показанных на (рис. 16) [2, 6].

Помимо перечисленных выше стандартов, большое влияние на становление и развитие CALS оказали функциональные стандарты, описывающие процессы в предметных областях (MIL-HDBK-59, MIL-HDBK-61), и технические стандарты, регламентирующие общие правила обмена информацией (ISO 9660, MIL-STD-1840B), и др.

Стандарт ISO 13584 Parts Library (PLIB). Любая продукция включает в себя компоненты и комплектующие изделия, получаемые от поставщиков. Одновременно одни и те же компоненты и комплектующие могут входить в разную продукцию, поэтому существует потребность в средствах их самостоятельного информационного описания.

ISO 13584 PLIB – это серия международных стандартов для представления и обмена доступными для компьютерной интерпретации данными о поставляемых компонентах и комплектующих изделиях (узлах, деталях).

Стандарт ISO 13584 PLIB включает семь разделов:

- общий обзор и основополагающие принципы;
- концептуальная модель библиотеки деталей;
- интегрированные ресурсы;
- логическая модель библиотеки поставщика;
- данные о поставщике;
- программный интерфейс к данным;
- методология структуризации классов (семейств) деталей.

Стандарт ISO 13584 PLIB регламентирует:

- средства описания и технологию представления информации о компонентах и комплектующих;
- технологию обработки данных, в том числе хранения, передачи, доступа, изменения и архивирования.

В отличие от стандарта ISO 10303 STEP, предназначенного для описания конкретного экземпляра продукции, стандарт ISO 13584 PLIB позволяет описывать классы продукции (компонентов и комплектующих):

- детали, определенные международными или национальными стандартами (например, крепежные детали, уплотнения, подшипники);
- библиотеки (базы) данных о деталях конкретного поставщика.

В процессах проектирования обмен данными о деталях и комплектующих, например, между системами проектирования А и В, может иметь два контекста: обмен метаданными (данными об информационных моделях деталей) и обмен собственно данными о деталях. В последнем случае должен использоваться стандарт ISO 10303 STEP.

Стандарт ISO 15531 MANDATE (Manufacturing Data for Exchange) регламентирует некоторые вопросы представления производственных данных. Областью стандартизации являются форма представления и методы использования информации о производстве и используемых производственных ресурсах, их характеристиках и ограничениях. Стандарт MANDATE, так же как и STEP, имеет сложную структуру и состоит из трех разделов:

- представление производственных данных для внешнего обмена;
- данные для управления использованием производственных ресурсов;
- данные для управления производственными потоками.

Каждый раздел в свою очередь состоит из нескольких томов.

Первый раздел определяет требования к обмену производственной информацией между компаниями на основе использования протоколов электронного обмена данными – EDI (Electronic Data Interchange). Особое внимание уделено:

- данным, которыми обменивается между собой коммерческая и производственная сферы;
- информации, необходимой для планирования производства;
- информации, содержащейся в получаемых заказах;
- информации, получаемой из сферы закупок;
- информации, необходимой для управления поставщиками и дочерними компаниями;
- информации, необходимой для приема и распределения изделий.

Второй раздел посвящен представлению данных по управлению использованием производственных ресурсов (оборудования, энергоснабжения, транспорта и пр.). Сюда относятся описание и характеристики ресурсов, управление работой промышленного оборудования, вопросы качества, обслуживания и безопасности. Описание производственных ресурсов может быть представлено в виде баз данных, содержащих параметры ресурсов, входы и выходы ресурсов, объем и мощность ресурсов, прикладное программное обеспечение, степень внутреннего управления и уровень интеллектуальности используемых ресурсов, ссылки на стандартные ресурсы, планы работы и управление обслуживанием, данные о стоимости использования ресурсов т.д.

Третий раздел касается данных по управлению производственными потоками и содержит данные о материальных потоках в дискретном производстве, а также информацию, необходимую для планирования, управления и мониторинга потоков материалов. В разделе рассматриваются вопросы определения объемов производства, управления производством, планирования производства, планирования потребности в ресурсах, работы по схеме «точно вовремя» (Just in Time), оптимизации технологии производства, оценки планов, мониторинга производства, учета стоимости, планирования процессов, спецификации изделий.

Стандарты ИЛП. Как указывалось выше, процессы и процедуры ИЛП организуются и выполняются в соответствии с рядом нормативно-технических документов, к числу которых относятся уже упомянутые стандарты Министерства обороны США MIL-STD-1388 и Министерства обороны Великобритании DEF STAN 00-60.

Другими известными стандартами, регламентирующими представление данных по логистической поддержке, являются международные спецификации АЕСМА SPEC 1000D и АЕСМА SPEC 2000M, разработанные Европейской Ассоциацией Аэрокосмической промышленности (European Association of

Aerospace Industries – АЕСМА) в рамках программы стандартизации документации стран-участниц Ассоциации.

Спецификация АЕСМА SPEC 1000D используется в европейской авиационной промышленности и регламентирует технологию подготовки технической документации различного типа в управляемой среде на основе типизированных модулей данных. Основой спецификации является опыт совместных международных проектов в области авиастроения. Одна из ключевых идей стандарта – типизация модулей данных, в частности документации, на основе применения языка SGML как языка описания данных и стандартизация описанных на нем структур данных. Этот стандарт может применяться для документации, создаваемой в процессе проектирования любого воздушного судна или оборудования.

Кроме стандартизации перечня информационных модулей предметной области стандарт регламентирует определение общей БД, основная цель которой заключается в предоставлении исходной информации для создания технических публикаций.

БД также предназначена для использования в электронной системе ИЛП для передачи информационных модулей напрямую их потребителям (пользователям). Такие модули могут быть интерактивными. Данный аспект использования подразумевает, что регламентируемая стандартом информация должна использоваться производителями, покупателями и эксплуатантами как военных, так и гражданских воздушных судов.

Спецификация **АЕСМА SPEC 2000M**, регламентирующая все вопросы материально-технического обеспечения эксплуатации авиационной техники, в т.ч. обеспечения запасными частями и материалами, в настоящее время применяется в пяти европейских странах: Франции, Германии, Италии, Испании и Великобритании.

Спецификация определяет процессы и процедуры управления материально-техническим снабжением, используемые при сопровождении авиационной и аэрокосмической техники, а также наземного оборудования, поставляемого военным заказчикам. Она является европейским эквивалентом документов Американской Ассоциации воздушного транспорта (Air Transport Association of America – АТА) – спецификации АТА 2000 (требования к интегрированным процессам сопровождения) и частично АТА 100 (требования к описанию технических данных производителем), используемым при сопровождении гражданских воздушных судов.

Хотя спецификации АЕСМА SPEC 1000D и 2000M ориентированы на авиационную технику, многие их нормы при незначительной трансформации, а иногда и непосредственно могут быть использованы применительно к другим классам технических объектов, примеры чего можно найти в DEF STAN 00-60 для бронетанковой техники и кораблей.

В настоящее время усилиями нескольких стран разрабатывается новая «нейтральная» модель данных, объединяющая все рассмотренные выше логистические стандарты.

Стандарт США FIPS 183 регламентирует порядок и правила функционального моделирования бизнес-процессов на основе методологии IDEF0. Эта методология используется для создания ФМ, отображающей процессы и функции системы, а также потоки информации и материальных объектов, преобразуемые этими функциями. Стандарт фиксирует требования к графическому языку компьютерного отображения функциональных моделей, его синтаксис и семантику. Простота и наглядность этого языка привели к тому, что стандарт de-facto стал международным (выше уже упоминалось, что нотация языка IDEF0 использована в протоколах применения стандарта ISO 10303 для описания предметных областей, охватываемых этими протоколами).

В рамках данной концепции трудно дать сколько-нибудь полный перечень международных и национальных стандартов, относящихся к рассматриваемой проблематике. Поэтому в заключение приведенного выше краткого обзора мы лишь еще раз упомянем инициативу 14 ведущих промышленных компаний, поддержанную рядом правительственных организаций и названную PLCS (Product Life Cycle Support). Эта инициатива реализуется силами специализированной команды в составе рабочей группы Технического комитета ISO/TC184 (полное обозначение ISO/TC184/SC4/WG3/T8). Основная задача инициативы – ускорение разработки стандартов, связанных с информационным обеспечением всех стадий ЖЦ. Участники инициативы PLCS не удовлетворяют темпы стандартизации, качество и стоимость информации. Предполагается, что в рамках инициативы PLCS будет обеспечено более раннее привлечение разработчиков специализированных программных продуктов, реализующих требования стандартов.

В последние годы работа по созданию национальных CALS-стандартов проводится и в России под эгидой Госстандарта РФ. С этой целью в 1999г. приказом Госстандарта РФ №515 от 01.12.99 создан Технический комитет ТК431 «CALS-технологии», силами которого разработан ряд стандартов серии ГОСТ Р ИСО 10303, являющихся адекватными переводами соответствующих международных стандартов. К настоящему времени Госстандартом РФ утверждены следующие стандарты:

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

ГОСТ Р ИСО 10303-11-2000. Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Часть 11. Методы описания. Справочное руководство по языку EXPRESS;

ГОСТ Р ИСО 10303-12-2000. Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Методы описания. Справочное руководство по языку EXPRESS-I;

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

ГОСТ Р ИСО 10303-22-2001. Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Часть 22. Методы реализации. Стандартный интерфейс доступа к данным;

ГОСТ Р ИСО 10303-41-99. Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Часть 41. Интегрированные обобщенные ресурсы. Основы описания и поддержки изделий;

ГОСТ Р ИСО 10303-45-2000. Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Часть 45. Интегрированные обобщенные ресурсы. Материалы.

Подготовлены проекты следующих стандартов:

ГОСТ Р ИСО 10303-203. Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Протокол применения 203 – Проектирование изделия управляемой конфигурации;

ГОСТ Р 5 *.01-02.** Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Техническая документация в электронном виде. Основные положения и общие требования.

Стандарт распространяется на конструкторские, технологические, программные и другие проектные документы, изготавливаемые, хранимые и применяемые в электронном виде. Стандарт устанавливает понятие электронного технического документа и предназначен для нормативного обеспечения автоматизированного ведения проектно-конструкторских работ с помощью средств электронно-вычислительной техники.

В 2001г. утверждены Госстандартом РФ и выпущены следующие документы в статусе **Рекомендаций по стандартизации (РС)**:

РС Р 50. 1. 027-2001. Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Автоматизированный обмен технической информацией. Основные положения и общие требования.

РС распространяются на обмен между организациями или системами конструкторскими, технологическими, программными и другими проектными данными, представленными в электронном виде. РС определяют основные правила формирования пакета технических данных для электронного обмена, форматы представления технических данных об изделии, а также устанавливают требования и соглашения к логическому распознаванию файлов независимо от среды передачи технической информации;

РС Р 50. 1. 028-2001. Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Методология функционального моделирования.

РС описывают язык моделирования IDEF0, правила и методику структурированного графического представления процессов (бизнес-процессов) предприятия или организации;

РС Р 50. 1. 029-2001. Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Интерактивные электронные технические руководства. Общие требования к содержанию, стилю и оформлению.

Целью документа является стандартизация требований к стилю содержанию и средствам диалогового общения с пользователем в интерактивных электронных технических руководствах;

РС Р 50. 1. 030-2001. Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Интерактивные электронные технические руководства. Логическая структура базы данных.

Целью документа является стандартизация представления технических данных, а также ознакомление производителей промышленных изделий с рекомендациями по подготовке интерактивных электронных технических руководств и осуществлению разнообразных функций материально-технического снабжения;

РС Р 50. 1. 031-2001. Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Терминологический словарь. Часть 1. Стадии жизненного цикла продукции;

РС Р 50. 1. 032-2001. Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Терминологический словарь. Часть 2. Применение стандартов серии ГОСТ Р ИСО 10303.

РС устанавливают термины и определения понятий в области CALS-технологий. Термины, установленные в РС, обязательны для применения во всех видах документации и литературы по технологиям непрерывной информационной поддержки жизненного цикла продукции.

2.5. Программно-технические решения поддержки ИПИ на рынке

Поскольку принципы и технологии ИПИ по определению призваны охватывать все стадии ЖЦ промышленной продукции, постольку многообразие программно-технических средств, реализующих различные аспекты этих технологий и относящихся к блоку «Инструментарий» концептуальной модели (см. *рис. 1*), на первый взгляд представляется неограниченным. В самом деле, к таким средствам можно отнести все без исключения технические средства (компьютеры различных классов, локальные, корпоративные, региональные, отраслевые и даже глобальные вычислительные сети, любые технические средства передачи данных и т.д.). Несмотря на внешнюю пара-

доксальность такого подхода, применительно к техническим средствам он имеет право на существование, поскольку ИПИ-технологии по отношению к этим средствам обладают значительной степенью инвариантности. Проблема выбора технических средств решается применительно к конкретному проекту исходя из общесистемных требований и требований, диктуемых составом прикладных задач. Методы проектирования подобных вычислительных систем широко известны и здесь не рассматриваются.

Иная ситуация складывается в отношении программных продуктов, поддерживающих различные аспекты применения ИПИ-технологий. Здесь исходя из общих представлений об этих технологиях, из структуры ИИС (см. п. 1.4) и из характера задач, решаемых на различных стадиях ЖЦ продукции, можно предложить классификацию программных продуктов, приведенную ниже.

Все программные продукты, используемые в ИПИ-технологиях, можно разделить на две большие группы:

- программные продукты, используемые для создания и преобразования информации об изделиях, производственной среде и производственных процессах, применение которых не зависит от реализации ИПИ-технологий;
- программные продукты, применение которых непосредственно связано с ИПИ-технологиями и требованиями соответствующих стандартов.

К первой группе относятся 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 средства и системы:

- подготовки текстовой и табличной документации различного назначения (текстовые редакторы, электронные таблицы и т.д. – офисные системы);
- автоматизации инженерных расчетов и эскизного проектирования (CAE-системы);
- автоматизации конструирования и изготовления рабочей конструкторской документации (CAD-системы);
- автоматизации технологической подготовки производства (CAM-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 программных средств перечисленные выше группы программных продуктов представлены достаточно широко. Краткий перечень некоторых из них приведен в *табл. 2*.

Таблица 2

Назначение системы	Наименование	Фирма-изготовитель
--------------------	--------------	--------------------

Концепция развития CALS-технологий в промышленности России

	программного продукта	(страна)
Офисные системы: Текстовый редактор Электронные таблицы	MS Office 2000: Word 2000 Excel 2000	MicroSoft Corp (США)
Системы автоматизированного проектирования (CAE/CAD/CAM)	AutoCAD, 2000	Autodesk (США)
	Unigraphics	Unigraphics Solutions (UGS, США)
	CATIA v.5	Dassault Systems(США)
	ProEngineer	Parametric Technology Corp. (США)
	SolidWorks 2001	SolidWorks Co (США)
	SolidEdge	UGS (США)
	CADDS	Parametric Technology Corp (США)
	CadKey	CadKey Corp (США)
	ANSYS	ANSYS Inc. (США)
	Euclid	Matra Datavision (Франция)
	T-Flex	АО «Топ системы» (РФ)
	Компас	АСКОН (РФ)
Кредо	НИЦ АСК (РФ)	
Средства ЭЦП	Крипто Офис	ЛАН Крипто (РФ)
	Верба	МО ПНИЭИ (РФ)
	PGP	Network Associates inc. (США)
	Priva Seal	Aliroo Inc. (США)
Системы планирования и управления производством (MRP/ERP)	SAP R/3	SAP AG (ФРГ)
	BAAN IV	Baan Engineering (США)
	J.D. Edwards	J.D. Edwards (США)
	Oracle Application	Oracle Corp. (США)

Ко второй группе принадлежат программные средства и системы:

- управления данными об изделии и его конфигурации (системы PDM – Product Data Management);
- управления проектами (Project Management);
- управления потоками заданий при создании и изменении технической документации (системы WF – Work Flow);
- обеспечения ИЛП изделий на постпроизводственных стадиях ЖЦ (заказ и поставка запчастей и расходных материалов, управление процессами ТОиР, 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.3*.

Таблица 3

Назначение системы	Наименование	Фирма – изготовитель
---------------------------	---------------------	-----------------------------

Концепция развития CALS-технологий в промышленности России

Анализ состояния и развития CALS (ИПИ)-технологий и технологий электронного бизнеса в мире и в России

	программного продукта	(страна)
Системы управления данными об изделии (PDM)	iMAN	UGS (США)
	Optegra	Parametric Technology Corp. (США)
	Windchill	PTC (США)
	Matrix	MatrixOne Co (США)
	Metaphase	Metaphase Co (США)
	Enovia	IBM Corp (США)
	Agile	Agile Software Co (США)
	Part Y	Лоция Софт (РФ)
	PDM STEP Suite (PSS)	НИЦ «Прикладная Логистика» (РФ)
Средства управления проектами (Project Management)	MS Project	Microsoft Corp. (США)
	Open Plan	WTS (США)
	Primavera Project Planner (P3)	Primavera Systems Inc. (Великобритания)
Средства управления потоками заданий и документооборотом (WF - Work Flow)	CoCreate Work Manager	CoCreate Software, GmbH (ФРГ)
	Staffware	Staffware Plc (Великобритания)
	Casewise	CASEwise Systems (США)
	Product Center	Workgroup Technology Corp (США)
Средства поддержки ИЛП	Комплекс программных продуктов	LBS (Великобритания)
Средства подготовки интерактивных электронных технических руководств	Technical Guide Builder (TGB), v. 3	НИЦ «Прикладная Логистика» (РФ)
Средства функционального моделирования, анализа и реинжиниринга бизнес-процессов	WorkFlow Modeller, v.4.2	MetaSoft Corp (США)
	BP-Win, v. 4	Computer Associates International (США)
	ARIS	IDS Scheer AG (ФРГ)

Раздел II. Пути внедрения ИПИ-технологий на предприятиях и в организациях России

3. Порядок действий государственных органов при внедрении ИПИ-технологий на промышленных предприятиях

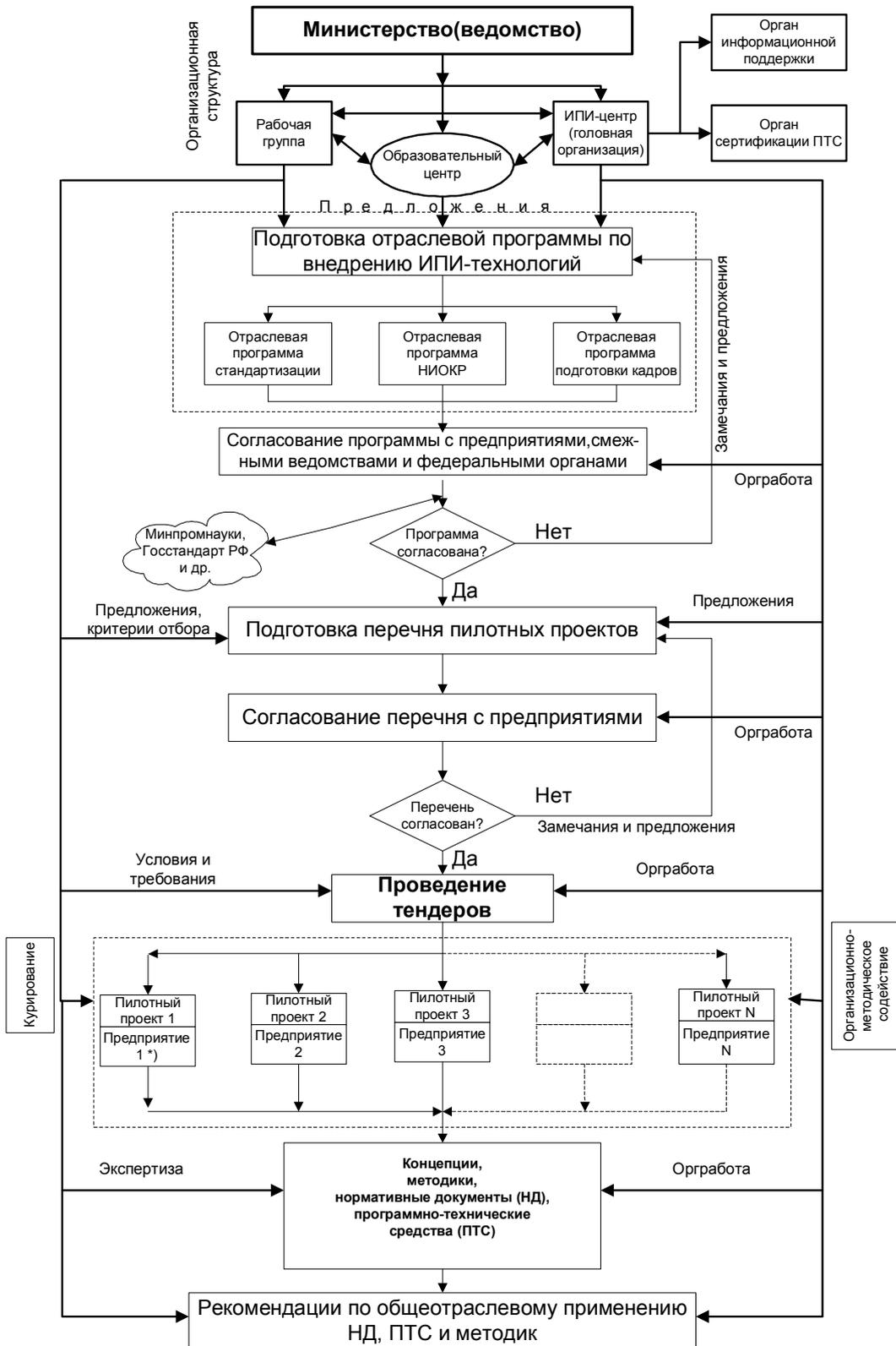
3.1. Общая структура процесса внедрения ИПИ-технологий на предприятиях и в организациях министерства (ведомства)

Как явствует из содержания раздела I, широкое внедрение ИПИ-технологий – комплексная проблема, затрагивающая многие аспекты деятельности как отдельных предприятий и организаций, так и целых отраслей народного хозяйства. В этой связи становится очевидным, что эффективное решение этой проблемы на уровне отрасли промышленности в целом требует непосредственного участия курирующего эту отрасль министерства, ведомства или федерального агентства (в дальнейшем – министерства).

На *рис.17* порядок действий министерства и подведомственных ему организаций изображен в виде укрупненной блок-схемы, отражающей базовый набор событий и мероприятий, связанных с внедрением ИПИ-технологий. Схема является отражением опыта, накопленного в России и за рубежом. Поскольку, как показано в разделе I, основные принципы и технологии ИПИ инвариантны по отношению к специфике конкретной отрасли, такая же инвариантность в значительной мере присуща и действиям министерства при внедрении ИПИ. Эта специфика проявляется лишь в предметной ориентации отраслевой программы и пилотных проектов, реализующих эту программу.

Следует отметить, что пилотные проекты зачастую носят комплексный межотраслевой характер, и в их выполнении могут участвовать предприятия различной подчиненности и различных форм собственности. Однако, как правило, в любом проекте одно из предприятий выступает в качестве головного. Если такое предприятие государственное и подчинено соответствующему органу государственного управления, то этот орган не может оставаться в стороне от организации работ по проекту. Если подобных проектов несколько, то ведомство, возглавляющее отрасль, может считаться головным по такой группе проектов. В этом случае его действия могут строиться в соответствии с приведенной схемой.

Порядок действий государственных органов при внедрении ИПИ-технологий на промышленных предприятиях



*) Исполнителем пилотного проекта может быть группа предприятий (виртуальное предприятие).

Рис. 17

Как видно из *рис. 17*, работы по внедрению ИПИ-технологий в отрасли должны начинаться с создания под руководством министерства организационной структуры, призванной обеспечить выполнение всего комплекса работ. В состав такой структуры должны входить:

- общепромышленная многопрофильная рабочая группа (ОМРГ) в статусе экспертного комитета (совета), состоящая из ведущих специалистов отрасли, знакомых как с ее предметно-технологической спецификой, так и с проблематикой современных информационных технологий;
- ИПИ-центр – организация (например, научно-исследовательский институт), определенная министерством в качестве головной по проблеме и призванная непосредственно участвовать в решении проблемы и организационно-методически обеспечивать выполнение комплекса работ другими организациями и предприятиями отрасли; назначение головной организации возможно на конкурсной основе;
- отраслевой образовательный центр (ООЦ) в области ИПИ-технологий (создание такого центра может быть предметом отдельного пилотного проекта – см. ниже).

Число структурных компонентов может быть увеличено, однако перечисленные выше необходимы для нормальной организации работ.

Первоочередной задачей ОМРГ, ИПИ-центра и ООЦ является разработка, согласование и утверждение у руководства министерства (ведомства) отраслевой комплексной целевой программы (ОКЦП) по внедрению ИПИ-технологий.

ОКЦП представляет собой стратегический план деятельности отрасли и должна состоять, как минимум, из трех разделов:

- отраслевой программы стандартизации;
- отраслевой программы научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР);
- отраслевой программы подготовки кадров.

Подробное содержание этих разделов раскрыто ниже.

ОМРГ руководит работами по подготовке ОКЦП. Специалисты ОМРГ выработывают и вносят на обсуждение основные стратегические направления программы. ИПИ-центр организует ознакомление с проектом программы заинтересованных организаций и предприятий, собирает, обобщает и передает в ОМРГ их замечания и предложения.

Для обеспечения единства государственной технической политики, предотвращения параллелизма и дублирования разработок проект программы следует обсудить и согласовать с Минпромнауки РФ (в части согласования с межведомственной программой мероприятий по развитию ИПИ-технологий в промышленности России) и Госстандартом РФ (в части согласования с государственной программой стандартизации).

Согласованный с заинтересованными организациями и ведомствами проект ОКЦП передается на утверждение руководству министерства.

На основании утвержденной ОКЦП, определяющей, как уже сказано, стратегию отрасли, силами ОМРГ и ИПИ-центра разрабатывается перечень пилотных проектов – основной тактической формы реализации заданий ОКЦП. Специалисты ОМРГ разрабатывают правила и критерии отбора пилотных проектов и базовые предложения по их тематике с тем, чтобы эти проекты позволили реализовать задания программ стандартизации, НИОКР и подготовки кадров. Перечень пилотных проектов направляется на обсуждение и согласование предприятиям и организациям отрасли. Как и в части ОКЦП, эту работу организует и проводит ИПИ-центр.

На основании согласованного и утвержденного перечня пилотных проектов министерство силами ОМРГ и ИПИ-центра проводит среди предприятий и организаций серию конкурсов (тендеров) на выполнение этих проектов. При этом министерство рассматривает и утверждает подготовленные ОМРГ условия и требования к проведению этих конкурсов, а также определяет источники и объемы финансирования проектов. Организацию конкурсов осуществляет ИПИ-центр.

Для подведения итогов конкурсов министерство создает конкурсную комиссию (комиссии). Решение конкурсной комиссии, утвержденное руководством министерства, является основанием для открытия пилотного проекта в организации, выигравшей конкурс. При этом в качестве такой организации может выступать конкретное предприятие или группа предприятий, объединяющихся для выполнения проекта (виртуальное предприятие).

При выполнении пилотных проектов специалисты ОМРГ могут выступать в качестве их кураторов, а ИПИ-центр оказывает исполнителям организационно-методическое содействие.

В ходе выполнения пилотных проектов разрабатываются разнообразные материалы и программно-технические решения: концепции, методики, нормативные документы различных уровней, программные средства и т.д. Любое из таких решений должно «закрывать» какую-либо позицию ОКЦП. Все результаты пилотных проектов, имеющие общепромышленную значимость, проходят экспертизу в ОМРГ. В случае положительного результата такой экспертизы силами ОМРГ и ИПИ-центра разрабатываются и представляются на утверждение руководству министерства рекомендации по общепромышленному применению (тиражированию) нормативных документов, программно-технических средств, методик и других решений.

Решения, имеющие межотраслевой характер, представляются на согласование и утверждение в соответствующие федеральные ведомства (Минпромнауки РФ, Госстандарт РФ и др.).

3.2. Общая структура процесса внедрения ИПИ-технологий на предприятиях и в организациях региона

На *рис. 18* приведена схема процесса внедрения ИПИ на региональном уровне. Согласно схеме эта работа инициируется и направляется соответствующими подразделениями администрации субъекта Российской Федерации (СРФ), которая учреждает:

- региональный координационно-методический и научно-образовательный центр (РКМЦ);
- специализированный научно-исследовательский центр по проблемам ИПИ-технологий, представляющим интерес для предприятий СРФ;
- региональный центр электронной коммерции (РЦЭК).



Рис.18

Роль ведущей (головной) организации в регионе возлагается на РКМЦ. Создание РЦЭК обусловлено тенденцией компьютеризации экономических

процессов и связано с необходимостью повышения общей информационно-технологической культуры предприятий и организаций СРФ. Специализированный научно-исследовательский центр (НИЦ) ИПИ-технологий призван вести работы в тех направлениях, которые представляют специфический интерес для предприятий и организаций региона. Эти направления могут быть связаны как с методологическими аспектами (например, проблемы моделирования, структуры и модели данных и т.д.), относящимися к инвариантным понятиям ИПИ-технологий (см. раздел I), так и с созданием, адаптацией и применением инструментальных программно-технических средств и методических материалов (CAE/CAD/CAM, ERP/MRP и т.д.) на предприятиях СРФ.

Силами перечисленных центров (с привлечением ведущих организаций федерального уровня) под общим организационно-методическим руководством РКМЦ разрабатывается региональная политика и концепция повышения качества продукции, конкурентоспособности и инвестиционной привлекательности предприятий региона.

На этой основе разрабатывается региональная программа, состоящая, как минимум, из трех разделов (направлений):

- системная реализация ИПИ-технологий на ведущих предприятиях СРФ, производящих наукоемкую, экспортноориентированную продукцию;
- создание, ввод в действие и сертификация по требованиям международных стандартов ISO 9000:2000 систем управления качеством (СК), оснащенных средствами компьютерной поддержки;
- компьютеризация и автоматизация малых и средних предприятий.

Целевые установки программы состоят в следующем:

- достижение качественных показателей сложной наукоемкой продукции ведущих предприятий СРФ, обеспечивающих их конкурентоспособность на международном рынке и увеличение объемов экспорта такой продукции (1-й раздел программы);
- повышение качественного уровня изделий малых и средних предприятий, в т.ч. товаров народного потребления, обеспечивающее расширение их сбыта на внутреннем рынке, импортозамещение и рыночную устойчивость таких предприятий (2-й раздел программы);
- повышение информационно-технологической культуры и оснащенности предприятий СРФ различных масштабов и форм собственности, обеспечивающее инвестиционную привлекательность таких предприятий для отечественных и зарубежных инвесторов (3-й раздел программы).

В ходе реализации программы в СРФ должны быть решены следующие задачи:

1. Совершенствование научно-технической инфраструктуры, разработка нормативно-правовых актов регионального уровня, участие в разработке нормативно-правовых актов федерального уровня, направленных на повышение качества и конкурентоспособности различных видов отечественной продукции и услуг на основе внедрения новых информационных технологий, применения международных стандартов качества и сертификации.
2. Интеграция базовых компонентов научно-технической инфраструктуры СРФ в федеральную инфраструктуру и в международное разделение труда в части оборота интеллектуальной собственности и результатов научно-технической деятельности.
3. Участие предприятий СРФ в создании и практической апробации нормативно-методической базы и программно-технических средств, обеспечивающих системную информационную интеграцию (полную или частичную) и управление процессами ЖЦ изделий (разработка, проектирование, подготовка производства, производство, эксплуатация, материально-техническое обеспечение и управление качеством) на основе безбумажного электронного обмена данными с использованием ЭЦП.
4. Оснащение малых и средних предприятий СРФ программно-методическими и техническими средствами автоматизации различных видов инженерного труда для повышения их информационно-технологической культуры и включения в сферу информационного взаимодействия с наиболее развитыми структурами регионального, федерального и международного уровня.
5. Создание в СРФ региональной системы электронной коммерции (в частности, системы «Бизнес–государство») и ее интеграция с аналогичными системами других СРФ.
6. Создание в СРФ кадрового потенциала, необходимого для успешного внедрения и эффективного функционирования интегрированных информационных систем и технологий, создания и сертификации СК и т.д.

По каждому из направлений региональной программы специалисты центров разрабатывают и утверждают в соответствующих подразделениях администрации СРФ критерии отбора участников этой программы. Эти критерии доводятся до сведения потенциальных участников программы, от которых необходимо собрать предложения на такое участие. По этим предложениям и на основании утвержденных критериев производится конкурсный отбор и утверждение перечня участников программы по всем трем направлениям.

Как и в случае внедрения ИПИ-технологий на уровне отраслей промышленности, основной тактической формой реализации отраслевой программы являются пилотные проекты, выполняемые на предприятиях и в организациях, вошедших в утвержденный перечень.

По 1-му направлению должны быть выполнены пилотные проекты, предусматривающие внедрение, как правило, не менее чем на трех ведущих предприятиях СРФ интегрированной информационной среды, обеспечивающей

системную реализацию ИПИ-технологий на основе комплекта нормативно-методических документов и специализированных программно-технических средств (с возможностью тиражирования полученных решений).

По 2-му направлению должны быть выполнены пилотные проекты, предусматривающие создание, внедрение и сертификацию в соответствии с требованиями международных стандартов ISO 9000 версии 2000г. систем управления качеством на 3-5 предприятиях и в 2-3 организациях СРФ.

По 3-му направлению должны быть выполнены пилотные проекты, предусматривающие оснащение нескольких малых и средних предприятий СРФ программно-методическими и техническими средствами автоматизации инженерного и управленческого труда. Количество предприятий определяется на стадии формирования перечня участников программы.

Каждый пилотный проект выполняется по собственному плану при организационно-методическом содействии со стороны региональных центров. Контроль за выполнением этих планов целесообразно возложить на РКМЦ.

Основные результаты выполнения программы:

1. Апробированный на практике и согласованный с Минпромнауки РФ пригодный для распространения в других СРФ комплект руководящих документов по осуществлению совместной федеральной и региональной государственной поддержки конкурентоспособной отечественной продукции и товаропроизводителей, по созданию предпосылок для внешних и внутренних инвестиций, пригодный для распространения в других СРФ.
2. Подготовка руководящих работников и ведущих специалистов предприятий и государственных учреждений СРФ по дисциплинам:
 - Всеобщее управление качеством;
 - Требования стандартов ISO 9000 версии 2000г. к системам управления качеством;
 - Электронный бизнес;
 - ИПИ-технологии: назначение, принципы, методы, преимущества.
3. Ввод в действие Интернет-ресурса для поддержки электронной коммерции в СРФ и для организации коммерческих связей с другими СРФ.
4. Достижение экономической эффективности федеральных и региональных капиталовложений на реализацию проекта – не менее 3 рублей на 1 рубль затрат.

3.3. Средства распространения информации по проблематике ИПИ-технологий

Информационные технологии вообще и ИПИ-технологии в частности в последние годы достаточно известны и популярны в отечественной науке. Од-

нако опыт показывает, что конкретные представления инженеров и в особенности руководящего состава предприятий и организаций об этих технологиях явно недостаточны для оценки их преимуществ и принятия решений, связанных с их внедрением и практическим использованием. Поэтому наряду с подготовкой и повышением квалификации кадров в рамках отраслевых и региональных программ представляется целесообразной организация информационно-пропагандистской работы, направленной на распространение и популяризацию знаний по рассматриваемой проблематике. С этой целью в составе отраслевого ИПИ-центра* должно быть создано специализированное подразделение – орган информационной поддержки (см. рис.17). Можно предложить несколько направлений работы этого органа, базирующихся как на традиционных, так и на современных подходах. К числу таких направлений относятся:

- систематическое проведение конференций, школ, семинаров по проблеме для разных категорий участников с привлечением в качестве докладчиков ведущих специалистов различных отраслей промышленности;
- издание периодического сборника или журнала «Информационные технологии поддержки жизненного цикла изделий в промышленности» (название ориентировочное);
- издание серии информационно-методических материалов «Отечественный и зарубежный опыт внедрения интегрированных информационных систем и ИПИ-технологий» (название ориентировочное);
- создание и ведение специализированного портала и организация телеконференций в сети Интернет.

Сборники и информационно-методические материалы следует издавать как в традиционной бумажной, так и (преимущественно) в электронной форме (в виде дискет и/или компакт-дисков). В последнем случае издательские расходы могут быть сравнительно невелики.

3.4. Формирование и регулирование рынка программных продуктов и услуг

В процессе внедрения ИПИ-технологий предприятиям и организациям потребуется большое количество разнообразных технических и программных средств, состав которых выявляется в процессе выполнения пилотных проектов. В этой связи министерства и уполномоченные органы в составе администрации СРФ должны играть активную роль в формировании и регулировании соответствующего сектора рынка программных продуктов и услуг с тем, чтобы обеспечить минимизацию затрат (в том числе из государственного и региональных бюджетов) на приобретение и освоение указанных средств. Эта роль может быть конкретизирована следующим образом.

* Аналогичные подразделения могут создаваться в РКМЦ.

1. Поскольку значительная часть программных продуктов, используемых в системах ИПИ, разработана зарубежными фирмами, их применение на отечественных предприятиях связано с приобретением лицензий и с адаптацией к отечественным условиям эксплуатации. Это, как правило, требует весьма значительных затрат, подчас оказывается недоступным отдельным предприятиям и организациям и толкает их на использование нелицензированных, «пиратских» копий. Помимо моральных и юридических аспектов использования чужой интеллектуальной собственности существует еще чисто техническая проблема низкого качества таких копий, невозможности получения технической поддержки и сопровождения. Это ставит предприятия и организации, использующие «пиратские» продукты, в крайне невыгодное положение, которое усугубляется при попытках выхода на внешние рынки. Здесь факт использования нелицензированных продуктов может стать предметом судебного преследования и причиной больших убытков.

В этой связи представляется целесообразной централизованная оптовая закупка необходимых программных продуктов у фирм-разработчиков с получением соответствующих скидок, с организацией сервиса и другими преимуществами. Решающую роль здесь могут сыграть федеральные и региональные органы государственного управления, выступающие в качестве оптовых покупателей и гарантов законности распространения продукта.

2. По мере внедрения ИПИ-технологий в организациях и на предприятиях оборонного комплекса становится актуальной проблема создания оригинальных отечественных программных продуктов и услуг, функционально замещающих соответствующие импортные. Разработка и внедрение импортозамещающих средств требует государственной поддержки как в форме непосредственного финансирования, так и в форме предоставления налоговых и иных льгот организациям и фирмам, ведущим такие разработки.

3. В связи с применением приобретаемых по импорту и разрабатываемых программных продуктов и услуг на предприятиях и в организациях оборонного комплекса весьма значима проблема качества этих продуктов и услуг, а также проблема информационной защиты объектов и систем, где эти средства будут применяться. Все это приводит к мысли о необходимости государственной аттестации и сертификации указанных продуктов и услуг. Поэтому представляется целесообразным создать в составе ИПИ-центров отраслевые органы сертификации программно-технических средств (*рис. 17*).

4. Реализация на отраслевом уровне мероприятий по п. 1.3 позволит существенно снизить затраты предприятий на внедрение ИПИ-технологий и создаст действенные рычаги редуцирующего влияния на ценообразование в соответствующем сегменте рынка.

4. Основные направления отраслевых и региональных программ внедрения ИПИ-технологий

4.1. Отраслевые программы стандартизации в области ИПИ-технологий

Одной из ключевых идей ИПИ-технологий является переход к безбумажной организации разнообразных бизнес-процессов как в пределах единичного предприятия, так и в рамках виртуальных предприятий (временных объединений), создаваемых для реализации конкретных проектов. В связи с этим возникает необходимость адекватного нормативного обеспечения такой организации.

В п. 2.3 уже упоминалось о «Программе стандартизации в области CALS-технологий», реализуемой силами организаций-участников Технического Комитета № 431 при Госстандарте РФ. Реализация этой программы продолжается. Однако, несмотря на значительные усилия, предпринимаемые Госстандартом РФ и участниками ТК431, их явно недостаточно для нормативного обеспечения всех аспектов ИПИ-технологий, в особенности с учетом отраслевой специфики. В этой связи представляется необходимым организовать в рамках министерств работу по созданию нормативных документов отраслевого уровня (ОСТов), регламентирующих процессы безбумажного создания и обмена научно-технической информацией, обеспечивающих этим процессам официальный статус и узаконивающих электронный документооборот наряду с традиционным. Некоторые из этих документов после соответствующей апробации могут быть переведены в статус ГОСТов. Для этого в соответствии со схемой *рис. 17* в каждой отрасли промышленности должна быть разработана и утверждена отраслевая программа стандартизации, т.е. создания нормативно-технической документации (НТД). Основные направления этой программы:

- 1) выработка критериев анализа существующей в отрасли нормативно-технической документации на соответствие условиям применения информационных технологий и электронного документооборота;
- 2) анализ существующей в отрасли нормативно-технической документации в соответствии с критериями (п.1);
- 3) разработка перечней нормативно-технических документов, в зависимости от результата анализа (п.2) подлежащих:
 - доработке и изменению,
 - отмене,
 - разработке и утверждению;
- 4) разработка детальных планов и заданий на проведение работ в рамках пилотных проектов и в соответствии с перечнями (п.3).

В Приложении 1 приведен примерный перечень первоочередных нормативных документов, предназначенных для регламентации электронного обмена техническими данными в ИИС. Там же приведен предварительный перечень нормативно-технических документов серий ЕСКД, ЕСТД и СРПП, подлежащих корректировке в связи с применением электронного описания изде-

лий при внедрении ИПИ-технологий. Эти перечни могут быть использованы в качестве ориентиров при подготовке отраслевых программ работ по стандартизации и при планировании содержания пилотных проектов. Объем перечней свидетельствует о масштабе, трудоемкости и значимости этого направления работ, безусловно требующих самого пристального внимания со стороны министерств.

4.2. Основные направления НИОКР для разработки типовых программно-технических и методических решений в области ИПИ-технологий

Для внедрения ИПИ-технологий в промышленности необходимо выполнить комплекс подготовительных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР). Главная цель НИОКР – выработка типовых программно-технических и методических решений, на базе которых предприятия и организации в отраслях и регионах могли бы приступить к внедрению ИПИ-технологий посредством адаптации типовых решений к своим конкретным условиям. Такой подход позволяет, с одной стороны, сконцентрировать ресурсы на решении ключевых задач, а с другой – обеспечить предприятиям определенную экономию собственных трудовых и финансовых ресурсов, необходимых для использования этих технологий.

Можно выделить несколько направлений НИОКР, которые составят основу соответствующего раздела отраслевых и региональных программ по внедрению новых информационных технологий и в дальнейшем будут конкретизированы в пилотных проектах.

4.2.1. Методы и программные средства моделирования, анализа и реинжиниринга бизнес-процессов

В рамках этого направления должны быть выполнены работы по созданию отечественных аналогов программных продуктов, предназначенных для функционального моделирования бизнес-процессов. Кроме того, должны быть проведены НИР, имеющие своей целью разработку методов и программных средств имитационного моделирования, позволяющих получать количественные оценки свойств бизнес-процессов в динамике (время простоев рабочих элементов бизнес-процесса, время ожидания и длина очередей заданий на обработку и т.д.).

Необходимо также разработать формальные методы и программные средства управления изменениями организационной структуры и производственно-технологической среды предприятия.

4.2.2. Электронный документооборот и его поддержка. Электронная цифровая подпись

Это направление НИОКР посвящено конкретизации понятия об электронном техническом документе и электронном документообороте с учетом отраслевой специфики.

По данным многих проектно-конструкторских организаций и предприятий России, одной из наиболее острых проблем организации деловых процессов в их производственной, административно-управленческой и хозяйственной деятельности является неудовлетворительное состояние делопроизводства и документооборота. Здесь накопились методологические, программно-технические, технологические, организационные и правовые проблемы, обусловленные ужесточающимися требованиями к качеству выпускаемой проектно-конструкторской документации, значительным ростом документопотока, трудностями в отношении повторного использования ранее разработанных документов.

К основным недостаткам делопроизводства на предприятиях следует отнести следующие:

- отсутствие системности в подходах к реализации типовых процедур, не позволяющее быстро создавать (исполнять) документы (особенно требующие коллективной работы), необоснованно увеличивающее объемы хранимой информации и затрудняющее поиск необходимых данных;
- неравномерная оснащенность участвующих в коллективных разработках предприятий современной компьютерной техникой;
- отсутствие или плохая организация единой транспортно-коммуникационной среды, объединяющей хранилища документов различных предприятий (в общем случае – территориально разобщенных);
- отсутствие адекватных электронных технологий, приводящее к использованию устаревших, часто рутинных, решений на основных технологических операциях создания, обработки, хранения, поиска и контроля исполнения документов;
- отсутствие эффективной системы слежения за нормативной базой документационного обеспечения и быстрого реагирования на ее изменения;
- недостаточная активность в работах по стандартизации форм документов, процессов обработки информации и документооборота.

В настоящее время в промышленности России, в особенности на предприятиях оборонного комплекса, имеются предпосылки для перехода к широкому использованию электронных документов, поскольку очевидны их преимущества:

- повышение качества выпускаемой проектно-конструкторской документации при минимизации ошибок, связанных с передачей информации;

- сокращение сроков проектирования за счет повторного использования разработок, в том числе и разработок предприятий-смежников;
- значительное понижение стоимости распространения электронных документов по сравнению с использованием традиционных бумажных носителей;
- уменьшение времени распространения и воспроизведения документа в другом месте с недель до часов, минут и даже секунд;
- способность производить содержательный (контекстный) поиск документа – принципиально новое качество этой технологии;
- повышение возможности оперативного взаимодействия как между предприятиями, так и с федеральными и региональными органами государственного управления.

Внедрению новых технологий в делопроизводство и инженерную практику препятствуют технические и организационные трудности:

- отсутствие стандартизованных процедур прохождения документов и порядка их согласования и утверждения для всех цепочек технологического процесса, как внутри предприятий, так и между смежниками;
- сомнения в долговечности электронной информации;
- проблемы безопасности и обеспечения защиты от несанкционированного доступа к электронным документам;
- проблема определения авторства документа и сохранения целостности однажды подписанного документа (проблема ЭЦП).

Это направление НИОКР призвано устранить перечисленные препятствия.

Должны быть выявлены и зафиксированы в соответствующих НТД типовые информационные объекты («интегрированные ресурсы» – по терминологии стандарта ISO 10303), предназначенные для формирования электронных документов. Должны быть разработаны и оптимизированы типовые модели организации процессов документооборота на разных стадиях ЖЦ изделий.

Необходимо также выполнить специальные исследования и разработать НТД, посвященные методам применения ЭЦП на основе закона «Об электронной цифровой подписи», принятого Государственной Думой РФ 13 декабря 2001г.

4.2.3. Методическое обеспечение параллельного инжиниринга

Необходимо разработать методики и нормативные документы, регламентирующие порядок и обеспечивающие обмен информацией между организациями и отдельными специалистами, одновременно ведущими разработку сложных изделий и их компонентов в рамках единого проекта. Здесь важно предусмотреть контроль выполнения общих технических требований и правил представления результатов работы, их обсуждения, принятия окончательных решений и утверждения их генеральным разработчиком (поставщиком).

4.2.4. Средства и системы для электронного представления данных об изделиях и управления этими данными (PDM)

Как отмечалось в разделе I, эти средства являются системообразующими в процессе создания и функционирования ИИС, что и определяет значимость соответствующих работ. В рамках этого направления необходимо проанализировать мировой опыт представления данных о промышленных изделиях как в процессе проектирования, так и на последующих стадиях их ЖЦ. Должны быть выбраны и апробированы организационно-методические и программно-технические решения, обеспечивающие управление данными (включая геометрические данные). На этой основе разрабатываются рекомендации в отношении применения таких средств.

Необходимо создать (выбрать) и апробировать организационно-методические и программно-технические решения для электронного представления данных о технологии изготовления изделий, для электронного описания изделий и объектов в ходе производства и эксплуатации, представления данных о производственной и эксплуатационной среде. Как и выше, результатами исследований должны быть рекомендации по применению соответствующих организационно-методических и программно-технических средств.

4.2.5. Методы и средства управления проектами и потоками работ

Это направление НИОКР должно быть направлено на критический анализ существующих на рынке программных средств класса Project Management и WorkFlow, на изучение их функциональных возможностей и особенностей, на выработку рекомендаций по выбору и применению. Необходимо разработать технические задания на разработку отечественных импортозамещающих продуктов и организовать работы по их созданию, тестированию и внедрению.

4.2.6. Модели, методы и средства управления конфигурацией

Это направление, как уже отмечалось, является сравнительно новым для отечественной промышленности, поэтому необходимо выполнить комплекс работ по анализу имеющейся зарубежной нормативной документации (например, MIL-HDBK-61, MIL-STD-2549 и др.) и по созданию отечественных аналогов международных стандартов (например, ISO 10303-203). На этой основе разрабатывают соответствующие методики и технические задания на поддерживающие их программные средства, после чего приступают к созданию таких средств.

4.2.7. Модели и системы ИЛП

Как указывалось в п. 1.4, ИЛП изделий на постпроизводственных стадиях ЖЦ для отечественных предприятий также является сравнительно новым видом деятельности. Поэтому НИОКР этого направления следует уделить

особое внимание. Должны быть выполнены исследования и разработки программно-технических и методических средств, обеспечивающих:

- логистический анализ в процессе разработки и эксплуатации изделий, создание БД ЛА и отчетов по результатам ЛА ;
- кодификацию и каталогизацию предметов снабжения, необходимых для эксплуатации изделий;
- разработку электронной эксплуатационной и ремонтной документации;
- информационную поддержку процессов и процедур планирования потребностей и поставки изделий и средств МТО эксплуатации изделий;
- управление поставками средств МТО, формирование заявок и управление контрактами на поставку средств МТО.

Применение систем ИЛП позволяет:

- оказывать влияние на разработку (проект) с целью обеспечения в будущем оптимальных условий эксплуатации;
- определять и уточнять ресурсы обеспечения;
- заказывать и получать необходимые ресурсы;
- предоставлять ресурсы обеспечения по минимальной цене в течение срока службы техники (ее ЖЦ) и др.

В соответствии с кругом понятий, регламентированных стандартом Министерства обороны Великобритании "Интегрированная логистическая поддержка" (DEF-STAN-0060), признаваемым de-facto в качестве международного, можно утверждать, что ИЛП должна включать в себя:

- определение требований к готовности изделия, определение допустимых затрат и ресурсов, необходимых для поддержания эксплуатации, создание баз данных, необходимых для отслеживания соответствующих параметров в ходе ЖЦ изделия;
- создание электронной технической документации, необходимой для процессов закупки, поставки, ввода в действие, эксплуатации, сервисного обслуживания, ремонта и вывода из эксплуатации;
- создание и применение компьютерных систем планирования потребностей в средствах МТО.

В настоящее время готовых отечественных программно-технических решений в области ИЛП, в частности ЛА и БД ЛА, практически не существует. Все работы по их созданию находятся на стадии разработки концепций и технических заданий.

4.2.8. Интегрированные системы управления качеством продукции в соответствии с ISO 9000:2000

Это направление предполагает выполнение комплекса НИОКР, позволяющих создать методы и средства выполнения процессов и процедур, связанных с УКч продукции и помогающих предприятиям сертифицировать свои

СК в соответствии с требованиями стандартов ISO 9000:2000. Основными результатами этих работ должны быть:

- типовые ФМ процессов проектирования, производства и эксплуатации, отображающие связи этих процессов со специфическими процедурами обеспечения качества изделий на всех стадиях ЖЦ;
- программные средства и системы для сбора, обработки и анализа данных о качестве продукции, интегрированные в ИИС предприятия.

4.2.9. Модели производственных процессов и интегрированные системы управления предприятием (MRP/ERP)

В рамках этого направления необходимо провести сравнительный анализ существующих и используемых на предприятиях средств и систем АСУ на предмет определения их соответствия современным требованиям и стандартам. Следует предусмотреть работы по созданию и анализу типовых ФМ процессов управления производством и выработке рекомендаций по применению средств MRP/ERP с учетом возможности их интеграции с САПР и АСТПП в рамках ИИС.

Необходимо проанализировать средства и системы, имеющиеся на рынке и на основе результатов анализа выработать рекомендации по использованию таких систем в аспекте внедрения ИПИ-технологий.

Необходимо также организовать разработку отечественных программных продуктов, функционально эквивалентных зарубежным системам, учитывающих особенности отечественного законодательства и более приемлемых для отечественных предприятий по ценовым показателям.

4.2.10. Модели, средства и системы проектирования и технологической подготовки производства (CAE/CAD/CAM)

В рамках этого направления должны быть выполнены работы по созданию и анализу типовых ФМ процессов проектирования и технологической подготовки производства (как источников информации об изделиях), а также проведен критический анализ существующих и используемых на предприятиях средств и систем автоматизации проектирования и технологической подготовки производства изделий машиностроительного и приборостроительного профиля (CAE/CAD/CAM).

На этой основе необходимо выработать организационно-методические и программно-технические решения в отношении средств автоматизации проектных и технологических работ.

По результатам НИОКР разрабатывают рекомендации по приобретению и применению систем CAE/CAD/CAM в аспекте внедрения ИПИ-технологий.

4.3. Программа подготовки кадров

Успех реализации планов и программ внедрения ИПИ-технологий на предприятиях и в организациях зависит от наличия достаточного количества подготовленных специалистов. Учитывая относительную новизну и специфику обсуждаемых в настоящей Концепции проблем, целесообразно разработать отраслевые и региональные программы и организовать работу по подготовке специалистов по следующим основным направлениям:

- подготовка молодых специалистов посредством организации обучения в ведущих вузах по специальности (специализации) «Компьютерные системы поддержки жизненного цикла промышленных изделий»;
- переподготовка дипломированных специалистов в системе повышения квалификации по нескольким направлениям:
 - 1) функциональное и информационное моделирование, анализ и реинжиниринг бизнес-процессов;
 - 2) управление данными об изделиях, управление конфигурацией сложных изделий;
 - 3) основы безбумажного документооборота в промышленности;
 - 4) интегрированные информационные системы поддержки жизненного цикла в промышленности;
 - 5) интегрированная логистическая поддержка производственных стадий жизненного цикла; создание и применение интерактивных электронных технических руководств;
 - 6) информационное обеспечение и поддержка систем управления качеством.
- повышение квалификации руководящих работников по двум направлениям:
 - 1) интегрированные информационные системы поддержки жизненного цикла в промышленности и роль руководителя предприятия в их разработке и внедрении;
 - 2) современные компьютеризированные системы управления качеством и роль руководителя предприятия в их разработке и внедрении.

Приведенный выше перечень направлений подготовки и переподготовки специалистов предварителен и подлежит уточнению. Однако на его основе можно сформулировать базовый перечень учебных дисциплин, подлежащих изучению, а также ориентировочный список литературы, которую необходимо подготовить для методической поддержки этих дисциплин (табл. 4).

Таблица 4

№ № п/п	Наименование дисциплины	Объем, ч		Учебно-методическое пособие		
		лекций	практических занятий	Объем, а.л.	Сроки (год)	
					написания	издания
1	Функциональное моделирование, анализ и реинжиниринг бизнес-процессов на предприятиях	8	32	4 - 5	2001	2002
2	Информационное моделирование бизнес-процессов. Языки EXPRESS, EXPRESS-G	8	16	3 - 4	2001	2002
3	Серия стандартов ISO 10303 (STEP) и их отечественные аналоги	6		1.5 - 2	2002	2002
4	Стандарты серии ISO 15531 (MANDATE)	6		1.5 - 2	2002	2002
5	Безбумажный документооборот и электронная цифровая подпись (принципы, методы, нормативное обеспечение)	4	6	1	2002	2002
6	Средства и системы управления данными об изделии и конфигурацией (системы PDM)	6	12	2 - 3	2002	2002
7	Средства и системы управления заданиями (системы Work Flow)	6	12	2 - 3	2002	2002
8	Языки описания документов SGML, XML и др.	6	12	2 - 3	2002	2002

Продолжение таблицы 4

№ № п/п	Наименование дисциплины	Объем, ч		Учебно-методическое пособие		
		лекций	практических занятий	Объем, а.л.	Сроки (год)	
					написания	издания
9	Интерактивные электронные технические руководства и средства их создания и применения	8	16	2 - 3	2002	2002
10	Методы и средства создания современных систем управления качеством на основе стандартов ISO 9000:2000	8	12	2 - 3	2002	2002

5. Пилотные проекты – основная форма реализации программ внедрения ИПИ-технологий

Как показывает международный и отечественный опыт, наиболее эффективной формой внедрения ИПИ-технологий являются так называемые пилотные проекты, в ходе выполнения которых отрабатываются методические, организационные, программно-технические и нормативные аспекты проблемы. Именно через пилотные проекты реализуются задания отраслевых и региональных программ по внедрению ИПИ-технологий (см. рис. 17, 18). Ниже излагаются некоторые методические соображения, касающиеся пилотных проектов.

5.1. Определение пилотного проекта

Пилотный проект – первый в планируемой последовательности проектов одного направления, имеющий, как правило, общепромышленную или региональную значимость. Цели пилотного проекта:

- разработка научно-методических и программно-технических решений, а также нормативно-справочных документов, обеспечивающих внедрение ИПИ-технологий на предприятиях и в организациях отрасли, региона;
- решение конкретных практических задач предприятия (организации), на котором реализуется проект.

В зависимости от целевой направленности различают три типа пилотных проектов:

- 1) **проекты межотраслевого (межрегионального) уровня**, выполняемые, как правило, в рамках государственных программ и посвященные преимущественно разработке общегосударственной нормативной базы (в статусе ГОСТов или Рекомендаций по стандартизации (РС) Госстандарта РФ) и инвариантных по отношению к конкретным приложениям программно-технических решений (первая цель);
- 2) **проекты отраслевого (регионального) уровня**, посвященные разработке отраслевой нормативной базы (в статусе ОСТов и отраслевых руководящих документов), а также научно-методических и программно-технических решений, учитывающих специфику продукции и технологий отрасли или предприятий и организаций региона (первая и вторая цель);
- 3) **проекты, посвященные решению конкретных проблем предприятия (организации)**, предусматривающие разработку нормативных документов на уровне СТП и (как правило) адаптацию к конкретным условиям имеющихся на рынке программно-технических средств (вторая цель).

В зависимости от того, к какой из перечисленных групп относится пилотный проект, определяются условия и источники его финансирования:

- проекты группы 1 подлежат финансированию из средств государственного бюджета и собственных источников министерства и/или бюджета региона;
- проекты группы 2 подлежат финансированию на принципах долевого участия из средств государственного бюджета, источников министерства (региона) и собственных средств предприятия, на котором реализуется проект;
- проекты группы 3 подлежат финансированию из собственных средств предприятия, реализующего проект, при финансовой поддержке со стороны министерства (региона).

5.2. Задачи планирования и осуществления пилотных проектов

Предварительный перечень пилотных проектов составляется специалистами ОМРГ и ИПИ-центра (для отрасли) или РКМЦ (для региона) на основании утвержденной отраслевой (региональной) программы внедрения ИПИ-технологий (см. *рис. 17, 18* и п. 3.1). Задания этой программы позволяют определить стратегические и тактические направления пилотных проектов. Предварительный перечень, включающий преимущественно проекты групп 1 и 2, рассылается предприятиям и организациям с целью сбора предложений и замечаний.

На отраслевом уровне отбор проектов из предложений предприятий проводится по критериям, приведенным ниже. Критерии отбора проектов регио-

нального уровня должны быть разработаны специалистами РКМЦ. В дальнейшем рассматриваются только проекты отраслевого уровня.

После согласования и утверждения отраслевого перечня ИПИ-центр по поручению министерства информирует предприятия и организации отрасли об окончательном варианте перечня и объявляет тендеры (конкурсы) на проекты групп 1 и 2. Подведение итогов тендеров (конкурсов) и определение победителей осуществляется соответствующими комиссиями с участием специалистов ОМРГ. Итоги тендеров утверждаются министерством.

В отдельных случаях по проектам группы 1 министерство может назначить исполнителей из числа головных организаций отрасли (с выделением соответствующего финансирования). Финансовые ресурсы на выполнение пилотных проектов выделяются соответствующими подразделениями министерства.

Контроль хода выполнения проектов и оценка их результатов возлагаются на ОМРГ.

5.3. Критерии выбора пилотного проекта и оценки предприятий-претендентов на его выполнение

1. Предприятие, на котором будет реализовываться проект, выпускает достаточно сложную наукоемкую продукцию (желательно несекретную).
2. Уровень компьютеризации производства и доля результатов труда, получаемых с использованием компьютеров, достаточно велики, т.е. на предприятии функционируют системы типа САЕ/CAD/CAM (САПР-К, САПР-Т), MRP/ERP (АСУП), АСУТП и т.д.
3. Персонал владеет информационными технологиями.
4. Внутри предприятия, а также в рамках кооперации с другими предприятиями имеет место или намечается в обозримой перспективе интенсивный обмен разнообразными инженерными данными, что требует внедрения безбумажного электронного документооборота.
5. Руководство предприятия стремится повышать качество и конкурентоспособность продукции, ее привлекательность для потребителя.
6. Предполагается вывод продукции предприятия на внешние рынки, в связи с чем требуется техническая и эксплуатационно-ремонтная документация в электронном виде и компьютерная поддержка процессов эксплуатации, ремонта, заказа запчастей и расходных материалов и т.д.
7. Проект компактен и обозрим в отношении сроков и объемов финансирования и дает реальные результаты на каждом этапе.

8. Результаты, полученные в ходе выполнения проекта, «закрывают» задания отраслевой программы и могут тиражироваться (адаптироваться) на других предприятиях.
9. В ходе выполнения проекта формируется (пополняется) и апробируется отраслевая нормативно-техническая и справочно-методическая база отрасли. Готовятся предложения по созданию нормативных документов общегосударственного значения.

Общая структура пилотного проекта показана на *рис. 19*.

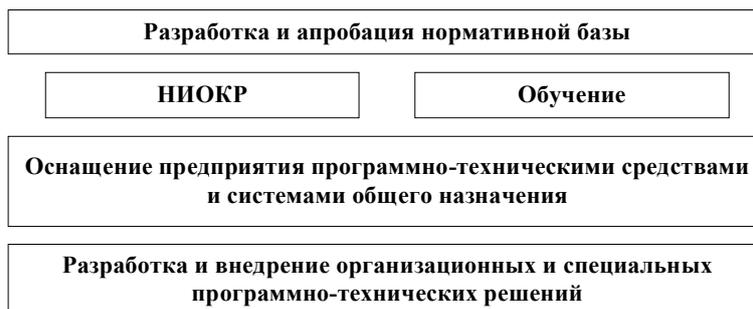


Рис. 19

ЛИТЕРАТУРА

1. Громов Г.Р. Национальные информационные ресурсы: проблемы промышленной эксплуатации. – М.: Наука, 1985. – 420с.
2. Компьютерно-интегрированные производства и CALS-технологии в машиностроении / Под ред. д-ра техн. наук, проф. Б.И. Черпакова. – М.: ГУП ВИМИ, 1999. – 512с.
3. NATO CALS Handbook. Ver. 2, June 2000.
4. Okino N. Object and Operation dualism for CAD/CAM architecture // Annals of the CIRP. – 1983. – Vol. 34, №1. – P.179-182.
5. Configuration Management Guidance. Military Handbook MIL-HDBK-61, USA Department of Defence. Sept. 1997.
6. <http://www.cals.ru/>
7. Судов Е.В., Ратновский А.А. Информационная безопасность – ab ovo // PC WEEK. – 1998. – №6.
8. Integrated Logistic Support. DEF STAN 00-60. U.K. Ministry of Defence. Jan. 1999.
9. Knox, Rita E., Russell J. Dady. New Technologies for Concurrent Engineering. CALS Journal. – 1994. – Vol. 3, No. 1. – P.63-67.
10. Марка Д., МакГоуэн К. Методология структурного анализа и проектирования / Пер. с англ. – М.: МетаТехнология, 1993. – 240с.
11. <http://www.ilt.com/CALS/ISCALS.pdf>
12. <http://www.ac-incorp.com/>
13. Судов Е.В. Информационная поддержка жизненного цикла продукта // PC WEEK. – 1998. – №45. – С.15.

14. Давыдов А.Н., Барабанов В.В., Судов Е.В., Подколзин В.Г. CALS-технологии или информационная поддержка жизненного цикла продукта // Проблемы продвижения продукции и технологий на внешний рынок. – 1998. – Спец. вып. – С.27-31.
15. Давыдов А.Н., Барабанов В.В., Судов Е.В., Шульга С.С. CALS (Поддержка жизненного цикла продукции): Рук-во по применению. – М.:ГУП ВИМИ, 1999. – 44с.
16. Кабанов А.Г., Давыдов А.Н., Барабанов В.В., Судов Е.В. CALS-технологии для военной продукции // Стандарты и качество. – 2000. – №3. С. 33-38.
17. Левин А.И., Судов Е.В. CALS – сопровождение жизненного цикла // Открытые системы. – 2001. – Март. – С.58-62.
18. Левин А.И., Судов Е.В. Концепция и технологии компьютерного сопровождения процессов жизненного цикла продукции // Информационные технологии в наукоемком машиностроении. Компьютерное обеспечение индустриального бизнеса / Под ред. А.Г. Братухина. – Киев: Техника. – 2001. – С.612-625.
19. Давыдов А.Н., Барабанов В.В., Судов Е.В. Основные направления развития информационных технологий сопровождения и поддержки наукоемкой продукции на всех этапах жизненного цикла // Компьютерные технологии сопровождения и поддержки наукоемкой продукции на всех этапах жизненного цикла: Материалы конф. – М.: АНО НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика». – 2001. – С. 8-15.
20. Левин А.И. Менеджмент или управление? // Век качества. – 2001. – №4. – С.26-29.
21. Интегрированная логистическая поддержка наукоемких изделий. Концепция. – М.: Минпромнауки России, 2002.

СОДЕРЖАНИЕ**Раздел I. CALS (ИПИ) на машиностроительных предприятиях России – принципы, предпосылки, методология**

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	5
1.1. Содержание проблемы и основные понятия	5
1.2. Концептуальная модель CALS (ИПИ)	8
1.3. Интегрированная информационная среда предприятия (ИИС)	12
1.3.1. Общее представление об ИИС	12
1.3.2. Структура и состав ИИС	15
1.4. Инвариантные понятия ИПИ	22
1.4.1. Управление проектом	22
1.4.2. Управление данными об изделии	24
1.4.3. Управление конфигурацией изделия	25
1.4.4. Управление ИИС	27
1.4.5. Управление качеством	29
1.4.6. Управление потоками работ	30
1.4.7. Системная организация постпроизводственных процессов жизненного цикла изделия (интегрированная логистическая поддержка)	32
1.4.8. Параллельный инжиниринг	43
1.4.9. Анализ и реинжиниринг бизнес-процессов. Управление изменениями организационных и производственных структур	44
1.4.10. Безбумажный обмен данными и электронная цифровая подпись	46
1.5. Эффективность внедрения ИПИ-технологий	48
2. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И РАЗВИТИЯ CALS (ИПИ)-ТЕХНОЛОГИЙ И ТЕХНОЛОГИЙ ЭЛЕКТРОННОГО БИЗНЕСА В МИРЕ И В РОССИИ	49
2.1. Опыт выполнения крупных проектов с использованием CALS-технологий	49
2.2. ИПИ-проекты в России	56
2.3. Международное сотрудничество в сфере CALS-технологий	64
2.4. Международные и национальные стандарты в области CALS (ИПИ)	64
2.5. Программно-технические решения поддержки ИПИ на рынке	72

Раздел II. Пути внедрения ИПИ-технологий на предприятиях и в организациях России

3. ПОРЯДОК ДЕЙСТВИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ОРГАНОВ ПРИ ВНЕДРЕНИИ ИПИ-ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ	76
--	-----------

3.1. Общая структура процесса внедрения ИПИ-технологий на предприятиях и в организациях министерства (ведомства)	76
3.2. Общая структура процесса внедрения ИПИ-технологий на предприятиях и в организациях региона	80
3.3. Средства распространения информации по проблематике ИПИ-технологий	83
3.4. Формирование и регулирование рынка программных продуктов и услуг	84
4. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ОТРАСЛЕВЫХ И РЕГИОНАЛЬНЫХ ПРОГРАММ ВНЕДРЕНИЯ ИПИ-ТЕХНОЛОГИЙ	86
4.1. Отраслевые программы стандартизации в области ИПИ-технологий	86
4.2. Основные направления НИОКР для разработки типовых программно-технических и методических решений в области ИПИ-технологий	87
4.2.1. Методы и программные средства моделирования, анализа и реинжиниринга бизнес-процессов	87
4.2.2. Электронный документооборот и его поддержка. Электронная цифровая подпись	88
4.2.3. Методическое обеспечение параллельного инжиниринга	89
4.2.4. Средства и системы для электронного представления данных об изделиях и управления этими данными (PDM)	90
4.2.5. Методы и средства управления проектами и потоками работ	90
4.2.6. Модели, методы и средства управления конфигурацией	90
4.2.7. Модели и системы ИЛП	90
4.2.8. Интегрированные системы управления качеством продукции в соответствии с ISO 9000:2000	91
4.2.9. Модели производственных процессов и интегрированные системы управления предприятием (MRP/ERP)	92
4.2.10. Модели, средства и системы проектирования и технологической подготовки производства (CAE/CAD/CAM)	92
4.3. Программа подготовки кадров	93
5. ПИЛОТНЫЕ ПРОЕКТЫ – ОСНОВНАЯ ФОРМА РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММ ВНЕДРЕНИЯ ИПИ-ТЕХНОЛОГИЙ	95
5.1. Определение пилотного проекта	95
5.2. Задачи планирования и осуществления пилотных проектов	96
5.3. Критерии выбора пилотного проекта и оценки предприятий-претендентов на его выполнение	97
ЛИТЕРАТУРА	98
СОДЕРЖАНИЕ	100
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

**Предварительный перечень первоочередных
нормативных документов
системы корпоративных стандартов
для электронного обмена
техническими данными в интегрированной
информационной среде**

1. Введение

Концепция и идеология информационной поддержки жизненного цикла продукции на всех его стадиях, реализуемая на основе использования интегрированной информационной среды, обеспечивающая единообразные способы информационного взаимодействия всех участников этого цикла, включая заказчиков продукции (в т. ч. государственные учреждения и ведомства), поставщиков (производителей) продукции, эксплуатационный и ремонтный персонал, базируется на применении системы стандартов, регламентирующих правила указанного взаимодействия преимущественно посредством электронного обмена данными. Настоящий документ определяет перечень первоочередных нормативных документов, необходимых для реализации концепции единого информационного пространства в проекте по созданию перспективного изделия.

2. Соглашения

2.1. Сокращения

В настоящем документе в соответствии с соглашениями приняты следующие сокращения:

ИПИ	- непрерывная информационная поддержка жизненного цикла изделия
ИТ	- информационные технологии
НД	- нормативные документы
НТД	- нормативно-техническая документация
ЖЦ	- жизненный цикл изделия
ПХД	- производственно-хозяйственная деятельность
ИИС	- интегрированная информационная среда
ИО	- информационный объект
ЭЦП	- электронная цифровая подпись
ИЭТР	- интерактивное электронное техническое руководство
НСД	- несанкционированный доступ (к информации)
ЭОИ	- электронное описание изделия
ПОИ	- полное описание изделия
СКС	
ИИС	- система корпоративных стандартов ИИС

- ПП - прикладные пользователи
 СЗИ - служба защиты информации
 КД - конструкторская документация

2.2. Термины и определения

В соответствии с соглашениями в настоящем документе приняты следующие термины и определения:

Непрерывная информационная поддержка жизненного цикла продукции	Концепция и идеология информационной поддержки ЖЦ продукции на всех его стадиях, основанная на использовании ИИС, обеспечивающая единообразные способы информационного взаимодействия всех участников этого цикла, реализуемого в форме международных стандартов, регламентирующих правила указанного взаимодействия (преимущественно посредством электронного обмена данными).
Технологии информационной поддержки жизненного цикла продукции	Информационные технологии описания изделий, производственной среды и процессов, протекающих в этой среде. Данные представляются в виде, оговоренном стандартами информационной поддержки ЖЦ продукции, и служат для обмена или совместного использования различными участниками этого цикла.
Логистика	Наука о методах и способах управления материальными и информационными потоками в производстве и бизнесе.
Жизненный цикл изделия	Совокупность этапов, через которые проходит изделие за время своего существования: маркетинговые исследования, составление технического задания, проектирование, технологическая подготовка производства, изготовление, поставка, эксплуатация, утилизация.
Интегрированная информационная среда	Совокупность распределенных баз данных, содержащих сведения об изделиях, производственной среде, ресурсах и процессах предприятия, обеспечивающая корректность, актуальность, сохранность и доступность данных. Все данные в ИИС хранятся в виде информационных объектов.
Система корпоративных стандартов ИИС	Группа НД, входящая в систему корпоративных стандартов, непосредственно регламентирующих аспекты представления и обработки информации в ИИС.

Информационный объект	Совокупность данных и программного кода, обладающая свойствами (атрибутами) и методами, позволяющими определенным образом обрабатывать данные. Самостоятельная единица применения и хранения в ИИС.
Информационное взаимодействие	Совместное использование данных, находящихся в ИИС, и обмен данными, осуществляемые субъектами ПХД в соответствии с установленными правилами.
Субъекты ПХД	Субъекты производственно-хозяйственной деятельности, участвующие в процессе ЖЦ изделия.
Электронная цифровая подпись	Специальное криптографическое средство обеспечения подлинности, целостности и авторства информации, представленной в электронной форме. Формирование ЭЦП, а также проверка наличия и неискаженности подписи обеспечиваются специальными программными средствами.
Данные технические	Информация в электронной форме о свойствах и характеристиках технической продукции.
Материал	Предмет или вещество, используемое или подвергающееся обработке (переработке) с целью получения изделия или его компонентов.
Компонент изделия	Деталь, сборочная единица или узел, входящие в состав изделия и рассматриваемые в его структуре как единое целое.
Структура изделия	Описание отношений между компонентами изделия, обычно представляемое в виде древовидного или сетевого графа, вершинами которого являются компоненты, а ребрами – отношения.
Состав изделия	Перечень компонентов изделия с указанием необходимых для определения каждого из них атрибутов (характеристик). Как правило, этот перечень представляет собой иерархически организованный список, отображающий вхождение деталей в подузлы, подузлов – в узлы и/или агрегаты и т.д.
Конфигурация	Термин, объединяющий понятия структуры и состава изделия и предполагающий, что атрибуты, описывающие его конкретные компоненты, обладают определенными значениями.

Конструкторская подготовка производства	Совокупность процессов и процедур, имеющая целью создание комплекта конструкторских документов (проекта изделия). В ходе этих процессов порождается и помещается в ИИС множество ИО, содержащих данные о структуре, составе и всех компонентах изделия.
Технологическая подготовка производства	Совокупность процессов и процедур, имеющая целью создание комплекта технологических документов.
Пакет технических данных	Техническое описание, обеспечивающее инженерную, производственную и логистическую поддержку ЖЦ продукции, определяющее конфигурацию изделия и процедуры проверки его работоспособности. Пакет технических данных включает чертежи, списки запчастей, спецификации материалов и процессов, стандарты, технические требования к изделию, сертификаты качества, описание упаковки и т.п.

3. Базовые принципы разработки СКС ИИС

В основу разработки СКС ИИС положены следующие принципы:

- максимально явная адресность стандартов использующим их пользователям, для чего вводится понятие “группа пользователей” и “группа стандартов”;
- последовательный подход к вводу стандартов в действие – разработка, апробация и утверждение;
- принцип декомпозиции – разрабатываемые стандарты общего назначения, в т.ч. описывающие логические модели данных, отделяются от стандартов, регламентирующих их реализацию. Этим достигается неизменность стандартов общего назначения;
- последовательное уточнение материалов стандартов в процессе их применения, для чего предлагается ввести понятие “утвержденный проект стандарта”^{*}.

3.1. Группы пользователей СКС ИИС

Для упрощения описания назначения (адресности) нормативного обеспечения ИИС потенциальным пользователям вводится понятие “группа пользователей”. Группа пользователей формируется по функциональному признаку.

Прикладные пользователи. Лица, непосредственно осуществляющие работу с информацией, циркулирующей в ИИС, для решения конкретных прикладных задач.

^{*} Аналогично статусу draft standard, принятому в ISO.

Специалисты по ИТ. Лица, обеспечивающие функционирование прикладных задач, в т.ч. выполняющие постановку, разработку и сопровождение прикладных программных продуктов.

Специалисты СЗИ. Лица, обеспечивающие защиту и определяющие правила разграничения доступа к информации.

Все. Обобщенная группа, включающая специалистов вышеприведенных групп.

3.2. Группы первоочередных стандартов СКС ИИС

В перечне первоочередных НД выделены пять функциональных групп стандартов, регламентирующих различные аспекты функционирования участников в рамках ИИС.

1. Стандарты, регламентирующие обращение нормативной документации проекта ИИС. Данная группа стандартов определяет основные принципы, положенные в основу СКС, структуру и соотношение СКС с государственными и отраслевыми стандартами, организацию разработки и обращения стандартов СКС в ИИС.

2. Основополагающие стандарты по применению электронной технической информации. Данная группа стандартов включает основополагающие стандарты по понятиям электронной технической информации и определяет основные принципы, положенные в основу управления электронной технической информацией на изделия.

3. Стандарты на представление электронной технической информации при описании изделия в проекте ИИС. Данная группа стандартов включает три основных функциональных раздела, определяющих представление технической информации при описании изделия в ИИС:

- общие стандарты на электронное представление технической информации;
- стандарты на электронное представление конкретных видов технической документации при описании изделия;
- стандарты на логические структуры интегрированных БД.

4. Стандарты на обмен данными между участниками ИИС. Данная группа стандартов устанавливает правила электронного обмена проектными данными и регламентирует форматы представления технических данных.

5. Стандарты на электронное сопровождение изделий на постпроизводственных стадиях ЖЦ. Данная группа стандартов определяет основные принципы электронного сопровождения изделий на постпроизводственных стадиях ЖЦ.

4. Спецификации первоочередных стандартов СКС ИИС

4.1. Стандарты, регламентирующие обращение нормативной документации в ИИС

4.1.1. Назначение

Данная группа стандартов определяет основные принципы СКС, структуру системы, соотношение системы с государственными и отраслевыми стандартами и организацию разработки и обращения стандартов системы в ИИС.

4.1.2. Система нормативно-технической документации ИИС. Общие положения

С учетом: ГОСТ 2.101, ГОСТ 3.1101, ГОСТ Р 15.000, ГОСТ В 15.001.

Аналог или НТД, взятый за основу: Без аналогов.

Регламентируемая область: Соотношение НТД ИИС с государственными и отраслевыми НТД. Структура НТД и таксономия профилей. Электронное и бумажное представление. Форматы. Обеспечение параллельного обращения двух представлений НТД. Набор DTD для НТД проекта ИИС.

Категория пользователей: ИТ, СЗИ.

4.1.3. Система нормативно-технической документации ИИС. Термины и определения

С учетом: Нет.

Аналог или НТД, взятый за основу: Без аналогов.

Регламентируемая область: Терминология, применяемая в НД ИИС.

Категория пользователей: ИТ, СЗИ.

4.1.4. Система нормативно-технической документации ИИС. Правила учета, хранения и внесения изменений

С учетом: ГОСТ 2.501, ГОСТ 2.503, ГОСТ 28388.

Аналог или НТД, взятый за основу: Без аналогов.

Регламентируемая область: Правила учета, хранения и внесения изменений в НТД ИИС. Электронная форма НТД в ИИС.

Категория пользователей: ИТ, СЗИ.

4.2. Основополагающие стандарты по применению электронной технической информации

4.2.1. Назначение

Данная группа стандартов включает основополагающие стандарты по понятиям электронной технической информации и определяет основные принципы управления электронной технической информацией об изделии.

4.2.2. Управление электронной технической информацией об изделии. Общие положения

С учетом: Нет.

Аналог или НТД, взятый за основу: Без аналогов.

Регламентируемая область: Определение неавторизованной и авторизованной электронной технической информации. Виды и жизненный цикл авторизованной технической информации. Применение ЭЦП для авторизации.

Категория пользователей: Все.

4.2.3. Управление электронной технической информацией об изделии. Электронные технические документы. Общие положения

С учетом: ISO 9000, ГОСТ 15.004, ГОСТ 2.102, ГОСТ 3.1102.

Аналог или НТД, взятый за основу: Без аналогов.

Регламентируемая область: Определение электронного технического документа, жизненный цикл электронного технического документа, соотношение электронного и бумажного представления. Обеспечение параллельного обращения двух представлений. Этапы ЖЦ электронной технической документации изделий. Виды и комплектность ЭТД на разных этапах ЖЦ. Расширение перечня видов документов из ГОСТ 2.102 и ГОСТ 3.1102. Первичные и вторичные документы, получаемые из общих данных.

Категория пользователей: Все.

4.2.4. Управление электронной технической информацией об изделии. Общие требования к системам управления электронными документами и данными

С учетом: ISO 9000.

Аналог или НТД, взятый за основу: Без аналогов.

Регламентируемая область: Определение системы управления технической информацией и электронными техническими документами. Общие требования к функциональности.

Категория пользователей: Все.

4.2.5. Управление электронной технической информацией об изделии. Использование ЭЦП. Общие положения и порядок применения

С учетом: ГОСТ 34.10, ГОСТ 34.11.

Аналог или НТД, взятый за основу: Без аналогов.

Регламентируемая область: Регламентация унифицированной процедуры простановок и проверок ЭЦП под электронными данными любого типа: текстовыми, графическими, записями баз данных и т.д. Описание процедуры ЭЦП, основанной на математических принципах. Описание процедуры хэширования как составной части ЭЦП. Самостоятельное использование процедуры хэширования для автоматизированного контроля целостности информации в системах аутентификации и разграничения прав пользователей информационных ресурсов, а также в системах защиты информации от НСД.

Категория пользователей: Все.

4.2.6. Управление электронной технической информацией об изделии. Использование ЭЦП. Сертификат ключа

С учетом: Нет.

Аналог или НТД, взятый за основу: Без аналогов.

Регламентируемая область: Понятие сертификата ключа ЭЦП. Установление единых правил оформления электронных документов, используемых для управления ключами проверки и сертификатами ЭЦП. Регламентация единой формы документов: сертификата ключа проверки подписи, запроса на сертификацию ключа проверки подписи, цепи сертификатов, запроса на отмену сертификата, списка аннулированных сертификатов, списка доверенных сертификатов.

Категория пользователей: Все.

4.2.7. Управление электронной технической информацией об изделии. Использование ЭЦП. Порядок аутентификации

С учетом: Нет.

Аналог или НТД, взятый за основу: Без аналогов.

Регламентируемая область: Установление единой процедуры аутентификации ЭЦП, единых правил использования программных средств проверки ЭЦП.

Категория пользователей: Все.

4.2.8. Управление электронной технической информацией об изделии. Документация электронная техническая. Требования к твердым копиям проектной документации

С учетом: ГОСТ 2.104, ГОСТ 2.106, ГОСТ 2.108, ГОСТ 2.109, ГОСТ 2.111.

Аналог или НТД, взятый за основу: Без аналогов.

Регламентируемая область: Установление единых требований к твердым копиям проектной документации, полученным из электронных технических документов, и процедуры нормоконтроля таких документов с использованием программных средств проверки ЭЦП.

Категория пользователей: Все.

4.2.9. Управление электронной технической информацией об изделии. Документация электронная техническая. Правила внесения изменений

С учетом: ГОСТ 2.501, ГОСТ 2.503, ГОСТ 2.506, ГОСТ 28388.

Аналог или НТД, взятый за основу: Без аналогов.

Регламентируемая область: Установление правил внесения изменений в авторизованную электронную техническую информацию и электронные технические документы.

Категория пользователей: Все.

4.3. Стандарты на представление электронной технической информации при описании изделия в проекте ИИС

4.3.1. Назначение

Данная группа стандартов включает три основных функциональных раздела, определяющих представление технической информации при описании изделия в ИИС:

- общие стандарты на представление электронной технической информации;
- стандарты на представление электронной технической документации конкретных видов при описании изделия;
- стандарты на логические структуры интегрированных баз данных.

4.3.2. Общие стандарты на представление электронной технической информации

4.3.2.1. Управление электронной технической информацией об изделии. Электронное описание изделия. Электронные модели. Общие положения

С учетом: Нет.

Аналог или НТД, взятый за основу: ISO 10303-203, ISO 10303-214 в части геометрии.

Регламентируемая область: Установление требований к представлению геометрии и топологии; установление атрибутов элементов и информативности. Регламентация минимальной номенклатуры ИО и логической структуры базы данных.

Категория пользователей: ИТ, ПП.

4.3.2.2. Управление электронной технической информацией об изделии. Электронное описание изделия. Описание структуры и состава изделия. Общие положения

С учетом: Нет.

Аналог или НТД, взятый за основу: ISO 10303-41, ISO 10303-44.

Регламентируемая область: Установление принципов описания состава изделия. Множественность точек зрения. Регламентация минимального набора ИО и поддержания целостности описания.

Категория пользователей: ИТ, ПП.

4.3.2.3. Управление электронной технической информацией об изделии. Электронное описание изделия. Управление конфигурацией. Общие положения

С учетом: ГОСТ 2.501, ГОСТ Р ИСО 10007.

Аналог или НТД, взятый за основу: ISO 10303-44, ISO 10303-203, частично ISO 10303-214, MIL-STD-973, MIL-HDBK-61.

Регламентируемая область: Установление принципов управления конфигурацией изделия. Определение управления конфигурацией и процедуры отслеживания. Регламентация общего подхода к построению схемы данных для управления конфигурацией и минимального набора ИО.

Категория пользователей: ИТ, ПП.

4.3.2.4. Управление электронной технической информацией об изделии. Документация электронная техническая. Текстовые документы. Общие требования

С учетом: ГОСТ 2.106.

Аналог или НТД, взятый за основу: ISO 10303-44.

Регламентируемая область: Установление общих требований к оформлению и представлению текстовых технических документов.

Категория пользователей: ИТ, ПП.

4.3.2.5. Управление электронной технической информацией об изделии. Документация электронная техническая. Графическая конструкторская документация

С учетом: ГОСТ 2.109.

Аналог или НТД, взятый за основу: ISO 10303-101, ISO 10303-201, ISO 10303-214.

Регламентируемая область: Ввод стандартных наименований видов графических конструкторских документов и установление общих требований к выполнению и контролю электронной чертежной КД.

Категория пользователей: ИТ, ПП.

4.3.3. Стандарты на представление электронной технической документации конкретных видов при описании изделия в ИИС

4.3.3.1. Управление электронной технической информацией об изделии. Документация электронная техническая. Организация и присвоение наименований слоям в электронных чертежах. Общие принципы, форматы и кодирование

С учетом: Нет.

Аналог или НТД, взятый за основу: Частично ISO 13567.

Регламентируемая область: Установление требований к присвоению наименований слоям при выполнении конструкторской документации и ввод стандартных наименований слоев.

Категория пользователей: ИТ, ПП.

4.3.3.2. Управление электронной технической информацией об изделии. Документация электронная техническая. Технические требования

С учетом: Нет.

Аналог или НТД, взятый за основу: Без аналогов.

Регламентируемая область: Установление требований к построению и представлению технических требований в виде размеченного документа с возможностью доступа к указываемым в нем параметрам.

Категория пользователей: ИТ, ПП.

4.3.3.3. Управление электронной технической информацией об изделии. Документация электронная техническая. Технологическая документация. Общие требования

С учетом: ГОСТ 3.1001.

Аналог или НТД, взятый за основу: Без аналогов.

Регламентируемая область: Установление общих требований к представлению технологической документации в электронной форме.

Категория пользователей: ИТ, ПП.

- 4.3.3.4. Управление электронной технической информацией об изделии. Документация электронная техническая. Технологическая документация. Документирование технологических процессов. Стадии разработки и виды документов

С учетом: ГОСТ 3.1002.

Аналог или НТД, взятый за основу: Без аналогов.

Регламентируемая область: Установление видов и комплектности технологических электронных документов, служащих для описания технологических процессов. Расширение перечня видов документов из ГОСТ 3.1102. Ввод понятий первичных и вторичных документов.

Категория пользователей: ИТ, ПП.

- 4.3.3.5. Управление электронной технической информацией об изделии. Документация электронная техническая. Технологическая документация. Требования к твердым копиям технологической документации

С учетом: ГОСТ 3.1103, ГОСТ 3.1104, ГОСТ 3.1116.

Аналог или НТД, взятый за основу: Без аналогов.

Регламентируемая область: Установление общих требований к представлению исходной электронной технологической документации в виде твердых копий. Регламентация нормоконтроля электронной технологической документации.

Категория пользователей: ИТ, ПП.

- 4.3.3.6. Управление электронной технической информацией об изделии. Документация электронная техническая. Технологическая документация. Правила внесения изменений

С учетом: ГОСТ 3.1111, ГОСТ 28388.

Аналог или НТД, взятый за основу: Без аналогов.

Регламентируемая область: Установление правил внесения изменений в авторизованную электронную технологическую информацию и документы.

Категория пользователей: Все.

- 4.3.3.7. Управление электронной технической информацией об изделии. Документация эксплуатационная. Интерактивные электронные технические руководства. Общие требования к построению, содержанию, изложению, оформлению и способам внесения изменений

С учетом: Нет.

Аналог или НТД, взятый за основу: Р 50-1-029-2001.

Регламентируемая область: Установление общих требований к построению, содержанию, изложению, оформлению и способам внесения изменений в интерактивные электронные технические руководства.

Категория пользователей: Все.

- 4.3.3.8. Управление электронной технической информацией об изделии. Документация эксплуатационная. Формуляры. Требования к построению, оформлению и содержанию

С учетом: ГОСТ 27692.

Аналог или НТД, взятый за основу: Без прямых аналогов, частично по оформлению Р 50-1-029-2001, по содержанию ГОСТ 27692 и ГОСТ Р ИСО 10303-203.

Регламентируемая область: Установление общих требований к построению, содержанию, изложению и оформлению формуляров в электронной форме.

Категория пользователей: Все.

- 4.3.3.9. Управление электронной технической информацией об изделии. Документация эксплуатационная. Паспорта и этикетки. Требования к построению, оформлению и содержанию

С учетом: ГОСТ 27693.

Аналог или НТД, взятый за основу: Без прямых аналогов, частично по оформлению Р 50-1-029-2001, по содержанию ГОСТ 27693 и ГОСТ Р ИСО 10303-203.

Регламентируемая область: Установление общих требований к построению, содержанию, изложению и оформлению паспортов и этикеток в электронной форме.

Категория пользователей: Все.

- 4.3.3.10. Управление электронной технической информацией об изделии. Документация эксплуатационная. Программа технического обслуживания и ремонта. Требования к построению, изложению, оформлению и содержанию.

С учетом: ГОСТ 28056.

Аналог или НТД, взятый за основу: Без прямых аналогов, частично по оформлению АЕСМА 1000D и Р 50-1-029-2001, по содержанию ГОСТ 28056 и ГОСТ Р ИСО 10303-203.

Регламентируемая область: Установление общих требований к построению, содержанию, изложению и оформлению программы технического обслуживания и ремонта в электронной форме.

Категория пользователей: Все.

- 4.3.3.11. Управление электронной технической информацией об изделии. Документация эксплуатационная. Иллюстрированные каталоги. Требования к построению, изложению, оформлению и содержанию

С учетом: Частично ГОСТ 18675-85.

Аналог или НТД, взятый за основу: Без прямых аналогов, частично по оформлению АЕСМА 1000D и Р 50-1-029-2001, по содержанию АЕСМА 1000D и ГОСТ Р ИСО 10303-203.

Регламентируемая область: Установление общих требований к построению, содержанию, изложению и оформлению иллюстрированных каталогов в электронной форме.

Категория пользователей: Все.

4.3.4. Стандарты на логические структуры интегрированных баз данных

- 4.3.4.1. Управление электронной технической информацией об изделии. Логическая структура базы данных на представление структуры и состава изделия

С учетом: Нет.

Аналог или НТД, взятый за основу: ISO 10303-201, ISO 10303-203, ISO 10303-214.

Регламентируемая область: Установление требований к минимальной номенклатуре и составу ИО; установление логической структуры базы данных для ИИС на представление структуры и состава изделия с возможностью получения конфигурации.

Категория пользователей: Все.

- 4.3.4.2. Управление электронной технической информацией об изделии. Требования к базам данных справочников стандартных изделий

С учетом: ISO 13584 (части 10, 20, 24, 42).

Аналог или НТД, взятый за основу: Без аналога.

Регламентируемая область: Установление требований к справочникам стандартных изделий с множественным представлением для использования

одного и того же справочника разными САПР; регламентация минимальной номенклатуры, состава идентификационных объектов и логической структуры базы данных для ИИС на представление справочников стандартных изделий.

Категория пользователей: Все.

4.3.4.3. Управление электронной технической информацией об изделии. Требования к базам данных справочников материалов

С учетом: Нет.

Аналог или НТД, взятый за основу: Без аналога.

Регламентируемая область: Установление требований к справочникам материалов со множественным представлением для использования одного и того же справочника разными САПР; регламентация минимальной номенклатуры, состава идентификационных объектов и логической структуры БД.

Категория пользователей: Все.

4.3.4.4. Управление электронной технической информацией об изделии. Требования к базам данных средств технологического оснащения

С учетом: Нет.

Аналог или НТД, взятый за основу: Без аналога.

Регламентируемая область: Установление требований к БД технологического оснащения – от оборудования до приспособлений и оснастки с множественным представлением для использования разными САПР и АСУ, функционирующими в пределах ИИС; регламентация минимальной номенклатуры, состава идентификационных объектов и логической структуры базы данных.

Категория пользователей: ИТ, ПП.

4.3.4.5. Управление электронной технической информацией об изделии. Документация эксплуатационная. Интерактивные электронные технические руководства. Требования к логической структуре общей исходной базы данных

С учетом: Нет.

Аналог или НТД, взятый за основу: Р 50-1-030-2001.

Регламентируемая область: Установление требований к логической структуре базы данных, используемой для разработки и сопровождения ИЭТР на промышленные изделия, а также баз данных, входящих в состав ИЭТР.

Категория пользователей: ИТ, ПП.

4.4. Стандарты на обмен данными между участниками ИИС

4.4.1. Назначение

Данная группа стандартов устанавливает правила электронного обмена проектными данными и регламентирует форматы представления технических данных.

4.4.2. Управление электронной технической информацией об изделии. Общие правила автоматизированного обмена

С учетом: ГОСТ 28388.

Аналог или НТД, взятый за основу: Р 50-1-027-2001.

Регламентируемая область: Установление основных правил электронного обмена, форматов представления технических данных об изделии; распространение на обмен между организациями или системами автоматизированного проектирования конструкторскими, технологическими, программными и другими проектными данными, представленными в электронном виде.

Категория пользователей: Все.

4.4.3. Управление электронной технической информацией об изделии. Передача комплекта проектной документации на серийный завод. Общие положения

С учетом: ГОСТ 28388, ГОСТ 2.903, Р 50-1-027-2001.

Аналог или НТД, взятый за основу: Без аналогов.

Регламентируемая область: Установление основных правил и процедуры передачи и приемки комплекта проектной документации на серийный завод в виде электронной и твердой копий; установление общих правил синхронизации комплектов документации у разработчика и изготовителя изделия.

Категория пользователей: Все.

4.5. Стандарты на электронное сопровождение изделий на постпроизводственных стадиях жизненного цикла

4.5.1. Назначение

Данная группа стандартов определяет основные принципы, положенные в основу электронное сопровождение изделий на постпроизводственных стадиях ЖЦ.

4.5.2. Поддержка жизненного цикла изделий. Общие требования к организации сопровождения изделий в среде интегрированной логистической поддержки

С учетом: Нет.

Аналог или НТД, взятый за основу: DEF STAN 00-60 Part 1, MIL-STD-973, MIL-HDBK-502.

Регламентируемая область: Установление общих требований к организации сопровождения изделий в среде интегрированной логистической поддержки.

Категория пользователей: Все.

4.5.3. Поддержка жизненного цикла изделий. Процедуры планирования материально-технического снабжения

С учетом: Нет.

Аналог или НТД, взятый за основу: DEF STAN 00-60 Part 23.

Регламентируемая область: Установление требований к процедуре планирования заявок на запчасти, расходные материалы и т.д.

Категория пользователей: Все.

4.5.4. Поддержка жизненного цикла изделий. Процедуры заказов

С учетом: Нет.

Аналог или НТД, взятый за основу: АЕСМА 2000М, DEF STAN 00-60 Part 25.

Регламентируемая область: Установление требований к выполнению заказов в электронной форме.

Категория пользователей: Все.

5. Перечень первоочередных стандартов действующих систем стандартизации, нуждающихся в корректировке

В связи с тем, что в проекте ИИС электронная техническая информация является первичной, часть существующей и действующей ныне нормативной базы вступает в противоречие (либо просто не предусматривает) с требуемыми в проекте видами и способами представления технических данных. В связи с этим во избежание противоречивых требований, разночтений и в целях однозначного восприятия и широкого использования электронной технической информации необходимо гармонизировать устаревшую нормативную базу с современными способами представления информации. В первую очередь это касается части стандартов Единой системы конструктор-

ской документации (ЕСКД), Единой системы технологической документации (ЕСТД), Системы разработки и постановки продукции на производство (СППП) и ряда других, в т.ч. отраслевых стандартов Минатома РФ. Провести корректировку упомянутых стандартов необходимо до ввода в действие СКС ИИС, чтобы избежать одновременного действия взаимно противоречащих НТД.

Основные положения, требующие изменения существующих формулировок в ЕСКД, – дополнения, придающие легитимность использованию электронной проектной технической информации и её представлению в виде электронных и бумажных документов. Необходимо установить, что в случае параллельного использования электронного и бумажного представления проектных данных электронные являются первичными.

Основные положения, требующие изменения существующих формулировок в ЕСТД, – дополнения, придающие легитимность использованию электронной технологической и производственной информации в форме, ориентированной на её прямое использование в задачах производственно-хозяйственной деятельности, а также её представлению в виде электронных и бумажных документов.

Основные положения, требующие изменения существующих формулировок в СППП, – дополнения, придающие легитимность использованию проектной информации и документации в электронной форме и использованию электронного обмена этой информацией и данными на всех этапах проектирования, а также между всеми этапами ЖЦ изделия.

Ниже приведен предварительный перечень нормативных документов, требующих корректировки в первую очередь.

1.	ГОСТ 2.001-93	ЕСКД. Общие положения
2.	ГОСТ 2.004-88	ЕСКД. Общие требования к выполнению конструкторских и технологических документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ
3.	ГОСТ 2.101-68	ЕСКД. Виды изделий
4.	ГОСТ 2.102-68	ЕСКД. Виды и комплектность конструкторских документов
5.	ГОСТ 2.103-68	ЕСКД. Стадии разработки
6.	ГОСТ 2.104-68	ЕСКД. Основные надписи
7.	ГОСТ 2.105-95	ЕСКД. Общие требования к текстовым документам

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

8.	ГОСТ 2.106-96	ЕСКД. Текстовые документы
9.	ГОСТ 2.108-68	ЕСКД. Спецификация
10.	ГОСТ 2.109-73	ЕСКД. Основные требования к чертежам
11.	ГОСТ 2.111-68	ЕСКД. Нормоконтроль
12.	ГОСТ 2.113-75	ЕСКД. Групповые и базовые конструкторские документы
13.	ГОСТ 2.114-95	ЕСКД. Технические условия
14.	ГОСТ 2.118-73	ЕСКД. Техническое предложение
15.	ГОСТ 2.119-73	ЕСКД. Эскизный проект
16.	ГОСТ 2.120-73	ЕСКД. Технический проект
17.	ГОСТ 2.124-85	ЕСКД. Порядок применения покупных изделий
18.	ГОСТ 2.125-88	ЕСКД. Правила выполнения эскизных конструкторских документов
19.	ГОСТ 2.201-80	ЕСКД. Обозначение изделий и конструкторских документов
20.	ГОСТ 2.419-68	ЕСКД. Правила выполнения документации при плазовом методе производства
21.	ГОСТ 2.501-88	ЕСКД. Правила учета и хранения
22.	ГОСТ 2.502-68	ЕСКД. Правила дублирования
23.	ГОСТ 2.503-90	ЕСКД. Правила внесения изменений
24.	ГОСТ 2.601-95	ЕСКД. Эксплуатационные документы
25.	ГОСТ 2.602-95	ЕСКД. Ремонтные документы
26.	ГОСТ 2.603-68	ЕСКД. Внесение изменений в эксплуатационную и ремонтную документацию
27.	ГОСТ 2.604-68	ЕСКД. Чертежи ремонтные
28.	ГОСТ 2.608-78	ЕСКД. Порядок записи сведений о драгоценных материалах в эксплуатационных документах

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

29.	ГОСТ 2.701-84	ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению
30.	ГОСТ 2.711-82	ЕСКД. Схема деления изделия на составные части
31.	ГОСТ Р 2.901-99	ЕСКД. Документация, отправляемая за границу. Общие требования
32.	ГОСТ 2.902-68	ЕСКД. Порядок проверки, согласования и утверждения документации
33.	ГОСТ Р 2.903-96	ЕСКД. Правила поставки документации
34.	ГОСТ 3.1001-81	ЕСТД. Общие положения
35.	ГОСТ 3.1102-81	ЕСТД. Стадии разработки и виды документов
36.	ГОСТ 3.1103-82	ЕСТД. Основные надписи
37.	ГОСТ 3.1105-84	ЕСТД. Формы и правила оформления документов общего назначения
38.	ГОСТ 3.1116-79	ЕСТД. Нормоконтроль
39.	ГОСТ 3.1118-82	ЕСТД. Формы и правила оформления маршрутных карт
40.	ГОСТ 3.1119-83	ЕСТД. Общие требования к комплектности и оформлению комплектов документов на единичные технологические процессы
41.	ГОСТ 3.1120-83	ЕСТД. Общие правила отражения и оформления требований безопасности труда в технологической документации
42.	ГОСТ 3.1121-84	ЕСТД. Общие требования к комплектности и оформлению комплектов документов на типовые и групповые технологические процессы
43.	ГОСТ 3.1122-84	ЕСТД. Формы и правила оформления документов специального назначения. Ведомости технологические
44.	ГОСТ 3.1123-84	ЕСТД. Формы и правила оформления технологических документов, применяемых при нормировании расхода материалов

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

45.	ГОСТ 3.1126-88	ЕСТД. Правила выполнения графических документов на поковки
46.	ГОСТ 3.1127-93	ЕСТД. Общие правила выполнения текстовых технологических документов
47.	ГОСТ 3.1128-93	ЕСТД. Общие правила выполнения графических технологических документов
48.	ГОСТ 3.1129-93	ЕСТД. Общие правила записи технологической информации в технологических документах на технологические процессы и операции
49.	ГОСТ 3.1130-93	ЕСТД. Общие требования к формам и бланкам документов
50.	ГОСТ 3.1901-74	ЕСТД. Нормативно-техническая информация общего назначения, включаемая в формы технологических документов
51.	ГОСТ 15.005-86	СРПП. Создание изделий единичного и мелкосерийного производства, собираемых на месте эксплуатации
52.	ОСТ1.00430-87	Документы конструкторские. Правила внесения изменений
53.	ОСТ1-00001-87	Порядок разработки, проверки, пересмотра, внесения изменений и отмены
54.	ГОСТ Р 51167-98	Качество служебной информации. Графические модели технологических процессов переработки данных
55.	ГОСТ Р 51168-98	Качество служебной информации. Условные обозначения элементов технологических процессов переработки данных

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

**Межведомственная программа
первоочередных мероприятий, обеспечивающих
реализацию основных направлений
развития ИПИ-технологий
в промышленности России в 2002-2006 гг.**

Мероприятия	Срок исполнения	Исполнители
<i>1. Создание нормативно-правовой базы</i>		
Разработка комплексов ГОСТов и ОСТов, определяющих основные положения по разработке и применению электронной документации, средств обмена, защиты электронных документов и данных в процессах проектирования, производства, эксплуатации наукоемкой продукции	2002 г.	Минпромнауки России, Минобороны России, Минатом России, Госстандарт России, Российские агентства оборонных отраслей промышленности, ФАПСИ, другие заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
Разработка комплекса ГОСТов и Рекомендаций по стандартизации по вопросам интегрированной логистической поддержки (ИЛП) и управления конфигурацией изделий и документации (с учетом требований Федеральной системы каталогизации продукции)	2003 – 2004 гг.	Минпромнауки России, Минобороны России, Минатом России, Госстандарт России, Российские агентства оборонных отраслей промышленности, другие заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
Разработка комплекса ГОСТов, регламентирующих информационные технологии представления конструкторско-технологических и производственных данных (продолжение серии ГОСТ Р ИСО 10303)	2003 – 2004 гг.	Минпромнауки России, Минобороны России, Минатом России, Госстандарт России, Российские агентства оборонных отраслей промышленности, другие заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
Разработка комплекса ГОСТов, регламентирующих информационные технологии разработки и использования эксплуатационной и ремонтной документации на изделия различного типа	2003 – 2004 гг.	Минпромнауки России, Минобороны России, Минатом России, Госстандарт России, Российские агентства оборонных отраслей промышленности, другие заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
Разработка комплекса стандартов и рекомендаций по стандартизации и формирование на их основе функциональных стандартов (профилей), регламентирующих требования к компьютерным (автоматизированным) системам управления качеством	2003 – 2004 гг.	Минпромнауки России, Госстандарт России

Мероприятия	Срок исполнения	Исполнители
2. Создание организационной и информационной инфраструктуры		
Создание федерального центра развития ИПИ (CALS)-технологий	2002 г.	Минпромнауки России, Минобороны России, Минатом России, Госстандарт России, Российские агентства оборонных отраслей промышленности, другие заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
Создание отраслевых центров развития ИПИ (CALS)-технологий	2003 – 2004 гг.	Минпромнауки России, Минобороны России, Минатом России, Госстандарт России, Российские агентства оборонных отраслей промышленности, другие заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
Создание межведомственного координационного научно-технического совета по ИПИ-технологиям и разработка организационно-распорядительных документов по выбору, определению статуса, состава, порядка финансирования пилотных проектов, по управлению программой и проектами	2002 – 2006 гг.	Минпромнауки России, Минобороны России, Минатом России, Госстандарт России, Российские агентства оборонных отраслей промышленности, другие заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
Создание и обеспечение функционирования Интернет-портала по распространению информации в области ИПИ и электронного бизнеса	2003 – 2004 гг.	Минпромнауки России, Минобороны России, Минатом России, Госстандарт России, Российские агентства оборонных отраслей промышленности, другие заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
3. Фундаментальные исследования		
Разработка методов анализа и технологий реинжиниринга бизнес-процессов производственной и коммерческой деятельности при переходе к работе в интегрированной информационной среде	2002 г.	Минпромнауки России, Минобороны России, Минатом России, Госстандарт России, Российские агентства оборонных отраслей промышленности, другие заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
Разработка базовых технологий и моделей организации конструкторско-технологической, производственной и коммерческой деятельности в интегрированной информационной среде	2003 – 2004 гг.	Минпромнауки России, Минобороны России, Минатом России, Госстандарт России, Российские агентства оборонных отраслей промышленности, другие заинтересованные федеральные органы исполнительной власти

Мероприятия	Срок исполнения	Исполнители
Разработка методов и средств моделирования и оптимизации бизнес-процессов промышленных предприятий при работе в интегрированной информационной среде	2005 – 2006 гг.	Минпромнауки России, Минобороны России, Минатом России, Госстандарт России, Российские агентства оборонных отраслей промышленности, другие заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
Разработка научно-методических основ логистического анализа изделий на стадии проектирования и технологической подготовки их производства с целью обеспечения эффективной эксплуатации, обслуживания и ремонта	2003 – 2004 гг.	Минпромнауки России, Минобороны России, Минатом России, Госстандарт России, Российские агентства оборонных отраслей промышленности, другие заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
4. Прикладные разработки и пилотные проекты		
Разработка и внедрение комплекса типовых моделей, методик и программно-технических решений по организации производственной деятельности на основе компьютерных систем организации и управления производством (ERP), принципов e-business и ИПИ-стандартов	2003 – 2004 гг.	Минпромнауки России, Минобороны России, Минатом России, Госстандарт России, Российские агентства оборонных отраслей промышленности, другие заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
Разработка решений в области CAD/CAM/PDM-систем, в т.ч. на основе сравнительного анализа программных средств, имеющих на рынке, разработка рекомендаций по их применению и внедрение в различных отраслях промышленности (аэрокосмическая техника, автомобилестроение, судостроение, энергетическое машиностроение и др.) для электронного представления конструкторских и технологических данных об изделиях, производственной и эксплуатационной среде в процессах проектирования, производства и эксплуатации	2002 г.	Минпромнауки России, Минобороны России, Минатом России, Госстандарт России, Российские агентства оборонных отраслей промышленности, другие заинтересованные федеральные органы исполнительной власти

Мероприятия	Срок исполнения	Исполнители
Разработка и внедрение комплекса программно-технических решений по подготовке электронной конструкторско-технологической документации, передаваемой заказчику при продаже лицензии на производство изделия	2003 – 2004 гг.	Минпромнауки России, Минобороны России, Минатом России, Госстандарт России, Российские агентства оборонных отраслей промышленности, другие заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
Разработка и внедрение базовых программно-технических решений по организации обмена технической информацией в ходе жизненного цикла изделия	2003 – 2004 гг.	Минпромнауки России, Минобороны России, Минатом России, Госстандарт России, Российские агентства оборонных отраслей промышленности, другие заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
Разработка и внедрение комплекса типовых программно-технических решений для создания компьютерных (автоматизированных) систем управления качеством продукции, соответствующих требованиями стандартов ISO серии 9000 версии 2000 г.	2005 – 2006 гг.	Минпромнауки России, Минобороны России, Минатом России, Госстандарт России, Российские агентства оборонных отраслей промышленности, другие заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
Разработка и внедрение комплекса программно-технических решений, необходимых для реализации системы интегрированной логистической поддержки изделия в процессах проектирования и на послепроизводственных стадиях жизненного цикла продукции (логистический анализ при проектировании, закупка, поставка, ввод в действие, эксплуатация, обслуживание, поставка запасных частей, ремонт, утилизация)	2005 – 2006 гг.	Минпромнауки России, Минобороны России, Минатом России, Госстандарт России, Российские агентства оборонных отраслей промышленности, другие заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
5. Подготовка и переподготовка специалистов		
Организация в высших технических учебных заведениях специальности (специализации) по проблематике ИПИ	2003г.	Минобразования России

Мероприятия	Срок исполнения	Исполнители
Организация в образовательных учреждениях повышения квалификации руководящих работников и специалистов тематических курсов по проблематике ИПИ	2003г.	Минпромнауки России, Минобороны России, Минатом России, Госстандарт России, Российские агентства оборонных отраслей промышленности, другие заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
Разработка и издание в традиционной (бумажной) и электронной форме учебно-методических материалов по ИПИ-технологиям	2002 – 2004 гг.	Минобразования России, Минпромнауки России, Федеральный, региональные и отраслевые центры развития ИПИ-технологий