**Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ»**

**им. Д.Ф.Устинова**



**РЕФЕРАТ**

**на тему**: Интерактивные электронные технические руководства

**Исполнитель:** студент группы: Е1М31 Васильев Б.М.

Санкт-Петербург

2018

**Содержание:**

**Введение\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2**

**1. Основные положения и принципы CALS \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_3**

**2. Примеры PDM \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_8**

**3. Этапы жизненного цикла изделий и промышленные автоматизированные системы\_\_\_\_\_\_\_10**

**4. Интегрированные электронно-технические руководства. Примеры\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_15**

**5. Стандарт ISO/IEC15288\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_19**

**6. Структура стандартов STEP\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 21**

**Литература\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_25**

**Введение**

CALS-технологии призваны служить средством, интегрирующим промышленные автоматизированные системы в единую многофункциональную систему. Целью интеграции автоматизированных систем проектирования и управления является повышение эффективности создания и использования сложной техники.

В чем выражается повышение эффективности?

Во-первых, повышается качество изделий за счет более полного учета имеющейся информации при проектировании и принятии управленческих решений. Так, обоснованность решений, принимаемых в автоматизированной системе управления предприятием (АСУП), будет выше, если ЛПР (лицо, принимающее решение) и соответствующие программы АСУП имеют оперативный доступ не только к базе данных АСУП, но и к базам данных других автоматизированных систем (САПР, АСТПП и АСУТП) и, следовательно, могут оптимизировать планы работ, содержание заявок, распределение исполнителей, выделение финансов и т.п. При этом под оперативным доступом следует понимать не просто возможность считывания данных из БД, но и легкость их правильной интерпретации, т.е. согласованность по синтаксису и семантике с протоколами, принятыми в АСУП. То же относится и к другим системам, например, технологические подсистемы должны с необходимостью воспринимать и правильно интерпретировать данные, поступающие от подсистем автоматизированного конструирования. Этого не так легко добиться, если основное предприятие и организации-смежники работают с разными автоматизированными системами.

Во-вторых, сокращаются материальные и временные затраты на проектирование и изготовление продукции. Применение CALS-технологий позволяет существенно сократить объемы проектных работ, так как описания ранее выполненных удачных разработок компонентов и устройств, многих составных частей оборудования, машин и систем, проектировавшихся ранее, хранятся в базах данных сетевых серверов, доступных любому пользователю CALS-технологии. Доступность опять же обеспечивается согласованностью форматов, способов, руководств в разных частях общей интегрированной системы. Кроме того, появляются более широкие возможности для специализации предприятий, вплоть до создания виртуальных предприятий, что также способствует снижению затрат.

В-третьих, существенно снижаются затраты на эксплуатацию, благодаря реализации функций интегрированной логистической поддержки. Существенно облегчается решение проблем ремонтопригодности, интеграции продукции в различного рода системы и среды, адаптации к меняющимся условиям эксплуатации и т.п.

Эти преимущества интеграции данных достигаются применением современных CALS-технологий.

Промышленные автоматизированные системы могут работать автономно, и в настоящее время так обычно и происходит. Однако эффективность автоматизации будет заметно выше, если данные, генерируемые в одной из систем, будут доступны в других системах, поскольку принимаемые в них решения станут более обоснованными.

Чтобы достичь должного уровня взаимодействия промышленных автоматизированных систем требуется создание единого информационного пространства в рамках как отдельных предприятий, так и, что более важно, в рамках объединения предприятий. Единое информационное пространство обеспечивается благодаря унификации как формы, так и содержания информации о конкретных изделиях на различных этапах их жизненного цикла.

Унификация формы достигается использованием стандартных форматов и языков представления информации в межпрограммных обменах и при документировании.

Унификация содержания, понимаемая как однозначная правильная интерпретация данных о конкретном изделии на всех этапах его жизненного цикла, обеспечивается разработкой онтологий (метаописаний) приложений, закрепляемых в прикладных протоколах CALS.

Унификация перечней и наименований сущностей, атрибутов и отношений в определенных предметных областях является основой для единого электронного описания изделия в CALS-пространстве.

**1. Основные положения и принципы CALS**

Исторически по ряду объективных и субъективных причин многие подсистемы САПР и АСУ создавались как автономные системы, не ориентированные на взаимодействие с другими АС. При этом каждая из АС успешно решает определенный круг задач отдельного этапа проектирования изделий или помогает принимать решения по отдельным бизнес-процедурам этапов ЖЦИ. Но задача взаимодействия АС разных производителей и их подсистем зачастую не ставилась и не рассматривалась. Языки и форматы представления данных в разных программах не были согласованными, например, данные конструкторского проектирования не отвечали требованиям к входным данным для программ проектирования технологических процессов.

Негативные последствия несогласованности лингвистического и информационного обеспечений разных АС наиболее выпукло проявляются при росте сложности систем, в проектировании которых задействовано несколько предприятий. Показательным примером является попытка в 80-е годы создания в США системы стратегической оборонной инициативы. Стало очевидным, что без информационного взаимодействия разных АС и их подсистем эффективность автоматизации оказывается низкой, а создание многих современных сложных технических изделий – неразрешимой проблемой.

Таким образом, дальнейший прогресс в области техники и промышленных технологий оказался в зависимости от решения проблем интеграции АС путем создания единого информационного пространства управления, проектирования, производства и эксплуатации изделий. Ответом на возникшие проблемы стало создание методологии компьютерного сопровождения и информационной поддержки промышленных изделий на всех этапах их жизненного цикла. Эта методология получила название CALS.

К основным целям CALS относится прежде всего создание принципиальной возможности дальнейшего технического прогресса по пути разработки и производства усложняющихся промышленных изделий. Но CALS позволяет повысить эффективность разработки и изготовления также большинства традиционных изделий, что выражается в повышении качества, в сокращении материальных и временных затрат как на проектирование и производство, так и на эксплуатацию изделий.

Первоначально CALS создавалась как совокупность методов и средств решения логистических задач и аббревиатура CALS расшифровывалась как Computer Aided Logistics Systems. В дальнейшем сфера применения CALS расширилась и охватила все стороны информационной поддержки промышленных изделий, включая проектирование, управление предприятиями и технологическими процессами. Соответственно CALS получила новую интерпретацию и стала рассматриваться как Continuous Acquisition and Lifecycle Support. В качестве русскоязычного эквивалента CALS принято сокращение ИПИ – информационная поддержка изделий.

Что же такое CALS в современном понимании?

Существует и используется несколько толкований.

В широком смысле слова CALS = это методология создания единого информационного пространства промышленной продукции, обеспечивающего взаимодействие всех промышленных автоматизированных систем. В этом смысле предметом CALS являются методы и средства как взаимодействия разных АС и их подсистем, так и сами АС с учетом всех видов их обеспечения. Практически синонимом CALS в этом смысле становится термин PLM (Product Lifecycle Management), широко используемый в последнее время ведущими производителями АС.

В узком смысле слова CALS – это технология интеграции различных АС со своими лингвистическим, информационным, программным, математическим, методическим, техническим и организационным видами обеспечения.

К лингвистическому обеспечению CALS относятся языки и форматы данных о промышленных изделиях и процессах, используемые для представления и обмена информацией между АС и их подсистемами на различных этапах ЖЦИ.

Информационное обеспечение составляют базы данных, включающие сведения о промышленных изделиях, используемые разными системами в процессе проектирования, производства, эксплуатации и утилизации продукции. В состав информационного обеспечения входят также серии международных и национальных CALS стандартов и спецификаций.

Программное обеспечение CALS представлено программными комплексами, предназначенными для поддержки единого информационного пространства этапов ЖЦИ. Это прежде всего системы управления документами и документооборотом, системы PDM, средства разработки интерактивных электронных технических руководств и некоторые другие.

Математическое обеспечение CALS включает методы и алгоритмы создания и использования моделей взаимодействия различных систем в CALS-технологиях. Среди этих методов, в первую очередь, следует назвать методы имитационного моделирования сложных систем, методы планирования процессов и распределения ресурсов.

Методическое обеспечение CALS представлено методиками выполнения таких процессов, как параллельное (совмещенное) проектирование и производство, структурирование сложных объектов, их функциональное и информационное моделирование, объектно-ориентированное проектирование, создание онтологий приложений.

К техническому обеспечению CALS относят аппаратные средства получения, хранения, обработки, визуализации данных при информационном сопровождении изделий. Взаимодействие разных частей виртуальных предприятий и систем, поддерживающих разные этапы ЖЦИ, происходит через линии передачи данных и сетевое коммутирующее оборудование. При этом широко используются возможности Internet и Web-технологий. Однако используемые технические средства не являются специфическими для CALS.

Организационное обеспечение CALS представлено различного рода документами, совокупностью соглашений и инструкций, регламентирующих роли и обязанности участников жизненного цикла промышленных изделий.

При реализации целей и задач CALS необходимо соблюдать следующие основные принципы:

* информационная поддержка всех этапов ЖЦИ;
* единство представления и интерпретации данных в процессах информационного обмена между АС и их подсистемами, что обусловливает разработку онтологий приложений и соответствующих языков представления данных;
* доступность информации для всех участников ЖЦИ в любое время и в любом месте, что обусловливает применение современных телекоммуникационных технологий;
* унификация и стандартизация средств взаимодействия АС и их подсистем;
* поддержка процедур совмещенного (параллельного) проектирования изделий.

Программное обеспечение CALS-технологий

Программное обеспечение CALS-технологий должно выполнять те функции, которые обеспечивают создание и поддержку интегрирующей информационной среды для промышленных автоматизированных систем.

Во-первых, это функции управления данными, разделяемыми разными автоматизированными системами и подсистемами на этапах жизненного цикла изделий. Эти функции в настоящее время выполняют системы управления жизненным циклом PLM или на этапе проектирования — системы управления проектными данными PDM.

Во-вторых, это функции управления данными и программами в распределенной сетевой среде, включая функции защиты информации. Эти функции реализуются в технологиях распределенных вычислений таких, как удаленный вызов процедур RPC, архитектура на основе посредников объектных запросов CORBA, объектная модель COM/DCOM, технология SOAP и др. На базе COM/DCOM фирма Microsoft развивает совокупность средств под названием DNA-архитектура (Distributed interNet Application). Эти средства включают целую гамму инструментов, таких как ActiveX, HTML, SQL Server, OLE и др. Применительно к промышленным приложениям эта архитектура получила название DNA for Manufacturing (DNA-M). Использование DNA-M позволяет разработчикам CALS-средств сконцентрировать усилия на решении специфичных задач и не тратить время на реализацию взаимодействия в сетевой среде. Особенно важную роль DNA-M сыграет в интеграции нижних уровней управления производством с системами ERP.

В-третьих, это программные средства логистической поддержки изделий, обслуживания сложной техники и обучения обслуживающего персонала правилам эксплуатации и ремонта изделий, представленные, в частности, интерактивными электронными техническими руководствами (ИЭТР), создаваемыми в CALS-системах с помощью специальных инструментальных средств. Развитые ИЭТР служат не только целям обучения пользователей, но выполняют также функции автоматизированного заказа материалов и запасных частей, планирования и учета проведения регламентных работ, обмена данными между потребителем и поставщиком, диагностики оборудования и поиска неисправностей. Примерами инструментальных систем создания ИЭТР могут служить TG Builder (компания "Прикладная логистика") или Adobe frameMaker+SGML (Adobe).

В-четвертых, к программному обеспечению CALS-технологий следует отнести многочисленные средства поддержки моделирования и обмена данными с использованием языка Express, которые можно объединить под названием STEP-средств (STEP Tools). К STEP-средствам относятся редакторы, компиляторы, визуализаторы, анализаторы, конверторы и т.п., связанные с языком Express. Редакторы помогают синтезировать и корректировать Express-модели. Анализаторы служат для синтаксического анализа и выявления ошибок, допущенных при написании модели. Анализатор входит в состав компилятора, который после анализа осуществляет трансляцию Express-моделей в ту или иную требуемую языковую форму. Визуализаторы генерируют графические представления моделей на языке Express-G. Конверторы используются для преобразования Express-моделей на основе языка Express-X.

В-пятых, к программному обеспечению CALS-технологий можно отнести средства поддержки языков SGML, XML, EDIFACT.

Примерами STEP-средств могут служить продукты компаний STEP Tools, EPM Technology AS, TNO и др.

Например с помощью программ ST-Developer компании STEP Tools реализуют SDAI-интерфейс на языках C, C++, Java, IDL/Corba, интерфейс Express-моделей к SQL базам данных и графическому ядру ACIS машиностроительных CAD-систем, осуществляют тестирование Express-моделей, генерируют модели на языке Express-G.

Ряд STEP-средств предлагает Национальный институт стандартов и технологий США (NIST). Это средства оперирования обменными файлами и Express-моделями, трансляции моделей в C++ и IDL представления.

Компания Rational Rose предлагает транслятор Express-моделей в UML-представление.

Программные средства компании EPM Technology AS, составляющие систему EDM (Express Data Manager), характеризуются разнообразием выполняемых функций. Так, программа EDMdeveloperSeat поддерживает базу данных с Express-моделями, EDMvisualExpress осуществляет визуализацию моделей с помощью расширения языка Express-G, EDMmodelChecker служит для диагностики допущенных нарушений правил языка Express.

Технологии распределенных вычислений и их программное обеспечение используются, но не являются специфичными в CALS-приложениях. Поэтому основными компонентами ПО CALS являются системы PDM (или их развитие в виде систем CPC и PLM) и интерактивные электронные технические руководства (IETM).

Системы PDM предназначены преимущественно для информационного обеспечения проектирования — упорядочения информации о проекте, управления соответствующими документами, включая спецификации и другие виды представления данных, обеспечения доступа к данным по различным атрибутам, навигации по иерархической структуре проекта. В ряде систем PDM поддерживаются информационные связи не только внутри САПР, но также с производственной и маркетинговой документацией. Аналогичные системы, в большей мере ориентированные на управление информацией в системах типа ERP, SCM, CRM и т.п., часто называют системами EDM (Enterprise Data Management).

В последнее время усилия многих компаний, производящих программно-аппаратные средства автоматизированных систем, направлены на создание систем электронного бизнеса (E-commerce). В основе развитых систем E-commerce лежит управление данными на протяжении всего жизненного цикла изделий, т.е. CALS-технологии, средства PDM и CPC.

Среди систем E-commerce различают системы B2C и B2B.

Система B2C (Business-to-Customer) предназначена для автоматизации процедур взаимоотношений предприятия с конечными потребителями его продукции, чаще всего это взаимоотношения юридического лица с физическими лицами (покупателями товаров).

Но значимость систем E-commerce отнюдь не определяется организацией электронной торговли путем размещения на сайтах Internet витрин товаров и услуг. Цель электронного бизнеса заключается в объединении в едином информационном пространстве информации, во-первых, о возможностях множества организаций, специализирующихся на предоставлении различных услуг и на выполнении тех или иных процедур и операций по проектированию и изготовлению заказанных изделий, во-вторых, о запросах на использование этих услуг и заказах на поставки изделий и полуфабрикатов. В отличие от B2C такие E-commerce системы называют системами B2B (Business-to-Business). Эти системы автоматизируют процедуры взаимодействия юридических лиц друг с другом, более конкретно, системы B2B автоматизируют процессы обмена информацией между компаниями-партнерами.

Возникает задача создания единого информационного пространства, в котором функционируют автоматизированные системы управления взаимодействующих предприятий. Системы управления данными в интегрированном информационном пространстве называют системами CPC.

Технология интегрированного информационного пространства и управления данными CPC — технология взаимодействия производителей, поставщиков и покупателей на различных этапах жизненного цикла изделий, направленная на оптимальное удовлетворение потребностей заказчиков в продукции и услугах. Благодаря более высокой степени специализации предприятий, проектированию под заказ, комплексному учету затрат на проектирование, изготовление, доставку продуктов можно минимизировать временные и финансовые затраты при высоком качестве изделий. Чтобы использовать эти возможности, требуются специальные системы CPC, главное назначение которых — обеспечивать информационную согласованность действий всех участников процесса создания продукции. В CPC учитывается, что число участников в цепи поставок может быть весьма значительным, причем состав участников непостоянен, а определяется исходя из конкретных задач и условий. Для эффективного управления процессами на протяжении всего жизненного цикла продукции все участники должны пользоваться доступными для правильного восприятия, интерпретации и исчерпывающе полными данными.

Системы CPC интегрируют функции таких систем, как SCM, CRM, а также часть функций систем PDM, CAD/CAM и ERP.

В большинстве автоматизированных систем для обменов данными внутри системы используют те или иные форматы, или не являющиеся унифицированными, или признанные в ряде систем лишь как стандарты де-факто. Языки типа Express используют для межсистемных обменов и представления многократно используемых данных в общих базах данных, для выполнения роли внутренних форматов они неудобны. Поэтому в прикладные автоматизированные системы для связей с общей информационной CALS-средой должны быть включены конверторы для взаимных преобразований внутренних форматов данных в STEP-форматы. Такие конверторы также относят к программному обеспечению CALS-технологий.

В PDM разнообразие типов проектных данных поддерживается их классификацией и соответствующим выделением групп с характерными множествами атрибутов. Такими группами данных являются аспекты описания, т.е. описания изделий с различных точек зрения. Для большинства САПР машиностроения характерными аспектами являются свойства компонентов и сборок (эти сведения называют Bill of materials — BOM), модели и их документальное выражение (основными примерами могут служить чертежи, 3D модели визуализации, сеточные представления для конечно-элементного анализа, текстовые описания), структура изделий, отражающая взаимосвязи между компонентами и сборками и их описаниями в разных группах.

Вследствие большого объема проектных данных и наличия ряда версий проектов PDM должна обладать развитой системой поиска нужных данных по различным критериям.

**2.** **Примеры PDM**

В настоящее время (2010 г.) наиболее известными PDM-системами являются ENOVIAи SmarTeam(DessaultSystemes), Teamcenter(UnigraphicsSolutions), Windchill(PTC), mySAPPLM(SAP), BaanPDM(BAAN) и российские системы Лоцман:PLM(Аскон), PDMStepSuite(НПО "Прикладная логистика"), PartyPlus(Лоция Софт).

Основные разработчики САПР в машиностроении считают целесообразным предлагать комплексные системы PLM, в состав которых входят как модули CAD/CAM/CAE, так и PDM.

Так, компания Dessault Systemes создает систему ENOVIA на базе приобретенной PDM ProductManager. ENOVIA предназначена для моделирования и управления данными об изделиях, процессах и ресурсах на различных этапах жизненного цикла промышленной продукции от концептуального проектирования до эксплуатационного обслуживания. Это распределенная на базе Web-технологий система управления данными, способствующая интеграции систем проектирования, производства и управления внутри предприятия и позволяющая отдельным фирмам объединяться в виртуальные предприятия. Управление проектами и изменениями данных, их распределение, интерфейс с системами ERP — далеко не полный перечень функций этой системы.

Кроме ENOVIA, Dessault Systemes развивают систему SmartTeam. В базовый комплект системы SmarTeam входят модуль создания и редактирования моделей, СУБД (Interbase или Oracle), визуализатор, модуль сопряжения с различными САПР (в список входят SolidWorks, MDT, Inventor, Microstation, Solid Edge, AutoCAD 14). Базовый комплект может расширяться путем добавления модулей документооборота, интеграции с ERP, SCM и CRM-системами, взаимодействия с партнерами через Internet и др. Состав системы SmarTeam и ее связи с CAD и ERP-системами иллюстрирует рис. 1.

Создаваемая в среде SmarTeam информационная модель объекта состоит из двух частей. Одна часть служит для описания состава изделия (в виде дерева), его структуры (в виде файлов с данными о сборках), геометрии и материала деталей. Другая часть содержит данные о технологических процессах изготовления объекта в виде дерева операций и переходов и автоматически формируемой технологической документации.



Рис. 1. Состав системы SmarTeam

Unigraphics Solutions осуществила преобразование систем iMAN и Metaphase в новую PDM Teamcenter. В этой PDM имеются подсистемы управления данными на стадиях проектирования и производства.

Компания PTC располагает двумя системами PDM — это Pro/Intralink и более современная Windchill. Система Windchill основана на использовании Internet и Web-технологий для информационного взаимодействия многих предприятий и потому может позиционироваться как система CPC. Windchill охватывает все этапы проектирования, выполняет функции, которые присущи системам документооборота, управления проектами, конфигурацией и изменениями проектных данных. Системы CPC функционируют в гетерогенной среде, охватывающей пространство, не ограниченное рамками отдельных предприятий и корпораций. Система CPC, отвечая на запросы пользователей, может собирать необходимые данные из web-сайтов, баз данных ERP или PDM систем и, преобразуя в единый формат, предоставляет их пользователю. Имеются возможности планирования и моделирования производственных и логистических процессов.

В SolidWorks используется PDM/Works, в SolidEdge — заимствованная система управления документами SharePoint Portal Server.

Компания Consistent Software разрабатывает оригинальную PDM-систему OutdoCS PDM и предлагает комплексную систему PartY Plus, разработанную фирмой Лоция Софт. Система PartY Plus предназначена для управления информацией об изделиях, проектах, сооружениях на протяжении всех этапов их жизненного цикла. PartY Plus включает в себя три основных продукта, которые могут использоваться как автономно, так и совместно — это PDM PartY, система управления документами DOCS Open, управления документооборотом и бизнес-процессами LS Flow. В качестве СУБД нужно использовать одну из систем Sybase Adaptive Server, MS SQL Server или Oracle.

На роль PDM претендует система ведения архива технической документации и управления проектными данными Search белорусской фирмы Интермех. Search выполняет функции: хранение документов (чертежи, спецификации, руководства и др.), поиск и доступ к ним, управление версиями документов и изменениями в них, визуализация структуры изделий в виде дерева связей, поддержка групповой работы над проектом (редактирование, маршрутизация документов), формирования различного рода справок и отчетов, регулирование прав доступа к архиву, импорта данных из внешних баз. Архив создается на базе СУБД Oracle или InterBASE (компания Borland). Обеспечивается удаленный доступ к архиву с помощью Web-браузеров. В системе имеются редактор спецификаций, редактор извещений об изменениях в проекте, модуль доступа к документам, расположенным на других узлах сети, база данных (электронный архив), текстовый редактор, объединенные с чертежной системой. Search "понимает" внутренний язык AutoCAD. Для ее использования необходима СУБД Interbase (компания Borlabd).

Белорусская компания Омегасофтвер разработала систему Omega Production, в которой предусмотрены структурирование данных об изделиях, технологических процессах, оснастке и оборудовании, управление документами и документооборотом, управление конфигурацией изделий, контроль изменений, вносимых в проект, интерфейс с другими САПР. Кроме того, в Omega Production имеются модули оперативного управления производством, контроля качества продукции, управления запасами и поставками материалов и комплектующих, что характерно для логистических систем. Следовательно, Omega Production может служить основой для интеграции систем проектирования и управления предприятием.

**3. Этапы жизненного цикла изделий и промышленные автоматизированные системы**

Жизненный цикл изделий (ЖЦИ) включает ряд этапов, начиная от зарождения идеи нового продукта до его утилизации по окончании срока использования. К ним относятся этапы маркетинговых исследований, проектирования, технологической подготовки производства (ТПП), собственно производства, послепродажного обслуживания и эксплуатации продукции, утилизации.

На всех этапах жизненного цикла имеются свои целевые установки. При этом участники жизненного цикла стремятся достичь поставленных целей с максимальной эффективностью. На этапах проектирования, ТПП и производства нужно обеспечить выполнение требований, предъявляемых к производимому продукту, при заданной степени надежности изделия и минимизации материальных и временных затрат, что необходимо для достижения успеха в конкурентной борьбе в условиях рыночной экономики. Понятие эффективности охватывает не только снижение себестоимости продукции и сокращение сроков проектирования и производства, но и обеспечение удобства освоения и снижения затрат на будущую эксплуатацию изделий. Особую важность требования удобства эксплуатации имеют для сложной техники, например, в таких отраслях, как авиа- или автомобилестроение.

Достижение поставленных целей на современных предприятиях, выпускающих сложные технические изделия, оказывается невозможным без широкого использования автоматизированных систем (АС), основанных на применении компьютеров и предназначенных для создания, переработки и использования всей необходимой информации о свойствах изделий и сопровождающих процессов. Специфика задач, решаемых на различных этапах жизненного цикла изделий, обусловливает разнообразие применяемых АС.

На рис. 2 указаны основные типы АС с их привязкой к тем или иным этапам жизненного цикла изделий.

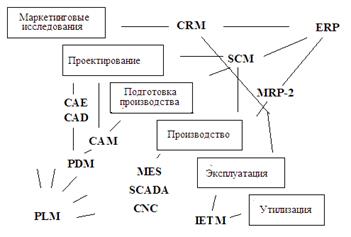


Рис. 2. Этапы жизненного цикла промышленной продукции и используемые автоматизированные системы

Рассмотрим содержание основных этапов ЖЦИ для изделий машиностроения.

Цель маркетинговых исследований — анализ состояния рынка, прогноз спроса на планируемые изделия и развития их технических характеристик.

На этапе проектирования выполняются проектные процедуры — формирование принципиального решения, разработка геометрических моделей и чертежей, расчеты, моделирование процессов, оптимизация и т.п. Этап проектирования включает все необходимые стадии, начиная с внешнего проектирования, выработки концепции (облика) изделия и кончая испытаниями пробного образца или партии изделий. Внешнее проектирование обычно включает разработку технического и коммерческого предложений и формирование технического задания (ТЗ) на основе результатов маркетинговых исследований и/или требований, предъявленных заказчиком.

На этапе подготовки производства разрабатываются маршрутная и операционная технологии изготовления деталей, реализуемые в программах для станков ЧПУ; технология сборки и монтажа изделий; технология контроля и испытаний.

На этапе производства осуществляются: календарное и оперативное планирование; приобретение материалов и комплектующих с их входным контролем; механообработки и другие требуемые виды обработки; контроль результатов обработки; сборка; испытания и итоговый контроль.

На постпроизводственных этапах выполняются консервация, упаковка, транспортировка; монтаж у потребителя; эксплуатация, обслуживание, ремонт; утилизация.

Автоматизация проектирования осуществляется САПР. В САПР машиностроительных отраслей промышленности принято выделять системы функционального, конструкторского и технологического проектирования. Первые из них называют системами расчетов и инженерного анализа или системами CAE (Computer Aided Engineering). Системы конструкторского проектирования называют системами CAD (Computer Aided Design). Проектирование технологических процессов выполняется в автоматизированных системах технологической подготовки производства (АСТПП), входящих как составная часть в системы CAM (Computer Aided Manufacturing).

Для решения проблем совместного функционирования компонентов САПР различного назначения, координации работы систем CAE/CAD/CAM, управления проектными данными и проектированием разрабатываются системы, получившие название систем управления проектными данными PDM (Product Data Management). Системы PDM либо входят в состав модулей конкретной САПР, либо имеют самостоятельное значение и могут работать совместно с разными САПР.

На большинстве этапов жизненного цикла, начиная с определения предприятий-поставщиков исходных материалов и компонентов и кончая реализацией продукции, требуются услуги системы управления цепочками поставок — Supply Chain Management (SCM). Цепь поставок обычно определяют как совокупность стадий увеличения добавленной стоимости продукции при ее движении от компаний-поставщиков к компаниям-потребителям. Управление цепью поставок подразумавает продвижение материального потока с минимальными издержками. При планировании производства система SCM управляет стратегией позиционирования продукции. Если время производственного цикла меньше времени ожидания заказчика на получение готовой продукции, то можно применять стратегию "изготовление на заказ". Иначе приходится использовать стратегию "изготовление на склад". При этом во время производственного цикла должно входить время на размещение и исполнение заказов на необходимые материалы и комплектующие на предприятиях-поставщиках.

В последнее время усилия многих компаний, производящих программно-аппаратные средства автоматизированных систем, направлены на создание систем электронного бизнеса (E-commerce). Задачи, решаемые системами E-commerce, сводятся не только к организации на сайтах Internet витрин товаров и услуг. Они объединяют в едином информационном пространстве запросы заказчиков и данные о возможностях множества организаций, специализирующихся на предоставлении различных услуг и выполнении тех или иных процедур и операций по проектированию, изготовлению, поставкам заказанных изделий. Проектирование непосредственно под заказ позволяет добиться наилучших параметров создаваемой продукции, а оптимальный выбор исполнителей и цепочек поставок ведет к минимизации времени и стоимости выполнения заказа. Координация работы многих предприятий-партнеров с использованием технологий Internet возлагается на системы E-commerce, называемые системами управления данными в интегрированном информационном пространстве CPC (Collaborative Product Commerce)

Управление в промышленности, как и в любых сложных системах, имеет иерархическую структуру. В общей структуре управления выделяют несколько иерархических уровней, показанных на рис. 3. Автоматизация управления на различных уровнях реализуется с помощью автоматизированных систем управления (АСУ).



Рис. 3. Общая структура управления

Информационная поддержка этапа производства продукции осуществляется автоматизированными системами управления предприятием (АСУП) и автоматизированными системами управления технологическими процессами (АСУТП).

К АСУП относятся системы планирования и управления предприятием ERP (Enterprise Resource Planning), планирования производства и требований к материалам MRP-2 (Manufacturing Requirement Planning) и упомянутые выше системы SCM. Наиболее развитые системы ERP выполняют различные бизнес-функции, связанные с планированием производства, закупками, сбытом продукции, анализом перспектив маркетинга, управлением финансами, персоналом, складским хозяйством, учетом основных фондов и т.п. Системы MRP-2 ориентированы, главным образом, на бизнес-функции, непосредственно связанные с производством. В некоторых случаях системы SCM и MRP-2 входят как подсистемы в ERP, в последнее время их чаще рассматривают как самостоятельные системы.

Промежуточное положение между АСУП и АСУТП занимает производственная исполнительная система MES (Manufacturing Execution Systems), предназначенная для решения оперативных задач управления проектированием, производством и маркетингом.

В состав АСУТП входит система SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), выполняющая диспетчерские функции (сбор и обработка данных о состоянии оборудования и технологических процессов) и помогающая разрабатывать ПО для встроенного оборудования. Для непосредственного программного управления технологическим оборудованием используют системы CNC (Computer Numerical Control) на базе контроллеров (специализированных компьютеров, называемых промышленными), которые встроены в технологическое оборудование с числовым программным управлением (ЧПУ). Системы CNC называют также встроенными компьютерными системами.

Система CRM используется на этапах маркетинговых исследований и реализации продукции, с ее помощью выполняются функции управления отношениями с заказчиками и покупателями, проводится анализ рыночной ситуации, определяются перспективы спроса на планируемые изделия.

Функции обучения обслуживающего персонала выполняют интерактивные электронные технические руководства IETM (Interactive Electronic Technical Manuals). С их помощью выполняются диагностические операции, поиск отказавших компонентов, заказ дополнительных запасных деталей и некоторые другие операции на этапе эксплуатации систем.

Управление данными в едином информационном пространстве на протяжении всех этапов жизненного цикла изделий возлагается на систему PLM (Product Lifecycle Management). Под PLM понимают процесс управления информацией об изделии на протяжении всего его жизненного цикла. Отметим, что понятие PLM-система трактуется двояко: либо как интегрированная совокупность автоматизированных систем CAE/CAD/CAM/PDM и ERP/CRM/SCM, либо как совокупность только средств информационной поддержки изделия и интегрирования автоматизированных систем предприятия, что практически совпадает с определением понятия CALS. Характерная особенность PLM — возможность поддержки взаимодействия различных автоматизированных систем многих предприятий, т.е. технологии PLM являются основой, интегрирующей информационное пространство, в котором функционируют САПР, ERP, PDM, SCM, CRM и другие автоматизированные системы многих предприятий.

PLM

Под PLM (Product Lifecycle Management) понимают, во-первых, методологию управления информацией об изделии на различных этапах жизненного цикла изделия (ЖЦИ), во-вторых, интегрированную совокупность программных средств, обеспечивающих решение основных задач поддержки изделий на всех или большинстве этапов их жизненного цикла.

В рамках первой трактовки термина PLM специалисты компании CIM data определяют PLM, как стратегический подход к ведению бизнеса на основе взаимосвязанного и непротиворечивого набора бизнес-решений для обеспечения совместной деятельности сотрудников расширенного предприятия в процессе создания, управления, распространения и использования информации об изделии на протяжении всего ЖЦИ. При этом под расширенным (или виртуальным) предприятием понимают совокупность всех тех предприятий, которые создают, экслуатируют или утилизируют изделие.

В понятие PLM включают технологии:

* проектирования изделий;
* интеграции приложений;
* управления документом и документооборотом;
* управления конфигурацией;

· логистической поддержки и т.п.

При второй трактовке в состав PLM для отраслей машиностроения включают программы систем CAD, CAM, CAE, PDM, ERP и средства системной интеграции. При распространении на более широкие области применения состав так называемого "полного" PLM дополняется соответствующими продуктами, например, программами ECAD или архитектурно-строительного проектирования.

**4. Интерактивные электронные технические руководства**

Информационный программный автоматизированный стандарт

Одним из важнейших компонентов ИЛП и CALS является обеспечение персонала эксплуатационной и ремонтной документацией, выполненной в электронном виде. 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. Для реализации такой возможности, а также для презентаций проектов и для обучения персонала, занимающегося обслуживанием и эксплуатацией изделий, создаются технические руководства IETM — Interactive Electronic Technical Manual (или IETP — Interactive Electronic Technical Publication) и учебные пособия (ICW — Interactive Courseware). В них содержатся описания изделий, технологии эксплуатации, поясняются приемы обслуживания, методы диагностики и ремонта. В частности, в технических руководствах должны быть сведения о планировании регламентных работ, типовых отказах, способах обнаружения неисправностей и замены неисправных компонентов, испытательном оборудовании, способах заказа материалов и запасных частей и т.п.

Эксплуатационные документы должны создаваться в соответствии с концепциями, развиваемыми в CALS, обеспечивая повышенные удобства и эффективность освоения и эксплуатации сложной техники. Концепция создания и сопровождения электронной эксплуатационной документации получила название технологии IETM или ИЭТР (интерактивных электронных технических руководств).

В технологиях CALS к эксплуатационной документации IETM предъявляются повышенные требования. Это прежде всего представление документов в электронном виде, открытость пособий и руководств, т.е. их приспособленность к внесению изменений и конвертированию форматов, должная степень интерактивности и управления данными, адаптация учебного материала к конкретным запросам пользователей, малые затраты на создание документов для новых версий изделий.

Конкретизация задач ИЭТР представлена следующим списком:

* обеспечение пользователя справочным материалом 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, потребности в необходимых инструментах и материалах, о количестве и квалификации персонала;
* диагностика состояния оборудования и поиска неисправностей;
* подготовка и реализация автоматизированного заказа материалов и запасных частей;
* планирование и учет проведения регламентных работ;
* обмен данными между потребителем и поставщиком.

Типичный состав ИЭТР :

* описание устройства и функционирования изделия и его частей;
* правила эксплуатации изделия, включая ограничения, подготовку, собственно использование;
* диагностика оборудования и поиск неисправностей, ТОиР;
* регламент технического обслуживания, планирование и учет регламентных работ;
* каталоги запасных частей, ведомости ЗИПа;
* обмен информацией с заводом-поставщиком, автоматизированный заказ материалов и запасных частей;
* упаковка, транспортирование, консервация, хранение;
* утилизация.

Очевидна необходимость поддержки обмена данными между заказчиком и поставщиком.

Для создания и применения ИЭТР используются специализированные программные продукты, примером которых может служить комплекс Technical Guide Builder (TGB), разработанный НИЦ CALS-технологий "Прикладная логистика". Другой пример — пакет Seamatica компании "Си Проект", в котором для просмотра ИЭТР и интерактивных схем используется Web-браузер и не требуется установки специального ПО.

ИЭТР включает в себя базу данных (БД) и электронную систему отображения (ЭСО).

Задачи ИЭТР 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 жизненного цикла изделия. База данных ИЭТР имеет структуру, позволяющую пользователю быстро получить доступ к нужной информации. Она может содержать текстовую и графическую информацию, а также данные в мультимедийной форме (аудио- и видеоданные).

ЭСО предназначена для визуализации данных и обеспечения интерактивного взаимодействия с пользователем. Способ взаимодействия с пользователем и техника представления информации унифицированы для всех ИЭТР.

В технологиях ИЭТР используется ряд стандартов. Кроме стандарта ISO 8879 (SGML), здесь находят применение стандарт ISO 10744 (HyTime — Hypermedia / Time-based Document Structuring Language), спецификации MIL-87268...87270 и др. Так, документ MIL-M-87268 (Interactive Electronic Technical Manual Content) определяет общие требования к содержанию, стилю, формату и средствам диалогового общения пользователя с интерактивными электронными техническими руководствами. В спецификации MIL-D-87269 содержатся требования к базам данных для интерактивных электронных технических руководств и справочников, описаны методы представления структуры и состава промышленного изделия и его компонент на языке SGML, даны шаблоны документов на составные части технической документации, перечислены типовые элементы документов. Подробно описана схема внутреннего построения баз данных на основе конструкций и элементов языка SGML. В авиационной промышленности для создания ИЭТР руководствуются спецификацией AECMA S1000D.

В России интерактивные электронные технические руководства выполняются в соответствии с нормативно-техническими документами, принятыми Госстандартом в 2001 г. и определяющими общие требования к логической структуре, содержанию, стилю и оформлению иерархически структурированных ИЭТР:

· 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. Госстандарт России. Москва, 2001г.

· Р50.1.030-2001. Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Интерактивные электронные технические руководства. Требования к логической структуре базы данных. Рекомендации по стандартизации. Госстандарт России. Москва, 2001г.

Согласно этим документам ИЭТР представляет собой структурированный программно-аппаратный комплекс, содержащий взаимосвязанные технические данные, требующиеся 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 проведения этих процедур.

В ИЭТР используют классификацию документов. По одной из существующих систем классификации выделяют следующие классы ИЭТР:

· Класс 1 — Бумажно-ориентированные электронные документы. Отсканированные страницы бумажных руководств. Электронный документ — копия бумажного руководства. Преимущества: большие объемы бумажной документации заменяет компактный электронный носитель. Недостатки: не добавляет никаких новых функций по сравнению с бумажными руководствами.

· Класс 2 — Неструктурированные документы. Текстовые электронные документы. Преимущества: возможность использования аудио- и видеофрагментов, графических изображений и возможность осуществлять поиск по тексту документа. Недостатки: ограниченные возможности обработки информации.

· Класс 3 — Структурированные документы. Начиная с класса 3, руководства представляют собой документы, имеющие три компонента: структура, оформление и содержание. Кроме того, начиная с класса 3, ИЭТР имеют стандартизированный интерфейс пользователя. Преимущества: существует возможность стандартизировать структуру, оформление и пользовательский интерфейс руководств (например, в соответствии с отраслевыми стандартами на эксплуатационную документацию), стандартизированный интерфейс пользователя позволяет облегчить работу с ИЭТР. Недостатки: при создании руководств к сложным промышленным изделиям появляются проблемы управления большим объемом информации.

· Класс 4 — Интерактивные базы данных. Преимущества: можно создавать технические руководства большого объема. Недостатки: отсутствие системы диагностики изделия.

· Класс 5 — Интегрированные базы данных. Дают возможность прямого взаимодействия с электронными модулями диагностики изделий, что существенно облегчает обслуживание и ремонт изделия. Преимущества: возможность проведения диагностики изделия. Недостатки: очень высокая стоимость создания. Вариант использования конкретного класса ИЭТР, в общем случае, зависит от сложности изделия, от финансовых и технических возможностей пользователя.

По другой системе классификации выделяют следующие классы ИЭТР:

* Индексированные цифровые изображения документов.
* Линейно-структурированные электронные технические публикации (IETP-L).
* Иерархически-структурированные электронные технические публикации (IETP-D).
* Интегрированные электронные технические публикации (IETP-I).

Примеры ИЭТР

TG Builder — это система автоматизированной подготовки сопроводительной документации на сложные изделия в электронном виде. Функциональность TG Builder обеспечивает возможности работы коллектива авторов, планирования работ и обмена данными между разработчиками, а использование СУБД Oracle для хранения исходной информации и подготовленной документации обеспечивает возможность подготовки руководств большого размера. Это тесная интеграция с PDM, CAD системами и различными офисными приложениями, используемыми на предприятии. Комплекс Technical Guide Builder основан на трехуровневой архитектуре.

Основные функции системы:

* Подготовка документации в соответствии с международными стандартами S1000D и DEF STAN 00-60.
* Автоматизированное формирование логических связей между частями и разделами документации.
* Автоматизированное кодирование разделов документации и изделий в электронных каталогах в соответствии с выбранным стандартом.
* Автоматизированный ввод исходных данных из PDM, CAD и офисных приложений.
* Централизованное управление базой данных проектов документации на изделия.
* Поддержка коллективной разработки документации, планирование работ, разделение прав пользователей, контроль доступа к данным.
* Поддержка работы с текстовой, графической, мультимедийной информацией.
* Возможность публикации документации в виде ИЭТР на CD и бумажных носителях.
* Управление внесением изменений и сопровождение документации после ее поставки.

Для создания ИЭТР компания "Си Проект" разработала и предлагает линейку продуктов Seamatica, которые основаны на открытых стандартах. Для просмотра ИЭТР и интерактивных схем, созданных продуктами Seamatica, используется Web-браузер, и не требуется установки специального ПО.

Seamatica — инструментальная среда компании "Си Проект" для разработки ИЭТР. Реализованы следующие программные продукты:

· Seamatica-ED (редактор ИЭТР); базовый инструмент для создания и редактирования ИЭТР;

· Seamatica-SE (редактор интерактивных схем); инструмент для разработки наглядных интерактивных графических схем в электронном виде.

Редактор ИЭТР Seamatica-ED соответствуют требованиям международных стандартов S1000D (AECMA).

WEB-ориентированные электронные технические публикации (IETP-X).

**5. Стандарт ISO/IEC 15288**

Жизненный цикл систем описывается в стандарте ISO/IEC 15288, жизненный цикл ПО — в ISO/IEC 12207, обследование процессов — в ISO/IEC 15504.

Название стандарта ISO/IEC 15288 — "Системная инженерия — Процессы жизненного цикла систем" (Standard for Systems Engineering — System Life Cycle Processes). Стандарт описывает общую структуру процессов, составляющих жизненной цикл любого рода систем, созданных человеком. Основное внимание уделено вопросам непрерывной оценки качества систем, контроля качества циркулирующей информации, управления рисками, анализа рисков и оптимизации процессов на всех стадиях разработки и эксплуатации систем.

Каждый процесс описывается набором его результатов (outcomes), которые достигаются при помощи различных видов деятельности. Всего выделено 26 процессов, объединяемых в 5 групп.

1.Процессы выработки соглашений

· Приобретение системы;

· Поставка системы

2.Процессы организационного уровня

· Управление окружением;

· Управление инвестициями;

· Управление процессами;

· Управление ресурсами;

· Управление качеством.

3.Бизнес процессы

· Планирование;

· Оценивание;

· Мониторинг;

· Управление рисками;

· Управление конфигурацией;

· Управление информацией;

· Выработка решений.

4. Процессы уровня проектов

· Определение требований;

· Анализ требований;

· Проектирование архитектуры;

· Реализация;

· Интеграция;

· Верификация;

· Валидация;

· Передача в использование;

· Эксплуатация;

· Поддержка;

· Изъятие из эксплуатации.

5.Специальные процессы

· Адаптация описываемых стандартом процессов под нужды конкретного проекта.

В стандарте определено 123 различных результата и 208 видов деятельности, нацеленных на достижение результатов. Например, к процессу "Определение требований" относятся следующие результаты:

· Должны быть поставлены технические задачи, которые предстоит решить.

· Должны быть сформулированы системные требования. Деятельности в рамках этого процесса следующие.

· Определение границ функциональности системы.

· Определение функций, которые необходимо поддерживать,

· Определение критериев оценки качества при использовании системы.

· Анализ и выделение требований по безопасности.

· Анализ требований защищенности.

· Выделение критических для данной системы аспектов качества и требований к ним.

· Анализ целостности системных требований.

· Демонстрация прослеживаемости требований,

· Фиксация и поддержка набора системных требований.

Процесс "Управление рисками" подразумевает определение событий, которые отрицательно влияют на систему, проект или организацию, оценку рисков и их обработку, выявление факторов, которые могут воспрепятствовать успешной реализации проекта в целом или отдельной его части. В результате анализа рисков заказчик начинает иначе смотреть на проект, переоценивать свои возможности, и, соответственно, по-другому планировать работы. Наконец, может в корне измениться и сама бизнес-модель, которая закладывается в основу создаваемой системы. Оценка рисков производится в терминах и показателях качества, затрат, сроков или технических характеристик. Решение проблем управления рисками базируется на моделировании.

**6. Структура стандартов STEP**

При разработке стандартов STEP были поставлены цели обеспечения единообразного описания и интерпретации данных в автоматизированных системах на различных этапах жизненного цикла изделий. К их разработке стандартов STEP под эгидой ISO был привлечен ряд ведущих компаний и специалистов фирм в разных отраслях промышленности.

Основу STEP составляет язык Express. Это язык унифицированного представления данных и обмена данными в компьютерных средах. Язык инвариантен к приложениям. Хотя он разрабатывался с ориентацией прежде всего на описание жизненных циклов промышленной продукции, области его применения значительно шире.

В STEP используются следующие важные понятия:

· AAM — Application Activity Model; это функциональная модель IDEF0 для определенного приложения;

· ARM — Application Requirements Model; это модель, представляющая данные с точки зрения пользователя. В частности, в этой модели данные могут быть выражены как средствами, типичными для приложения, так и с использованием синтаксиса языка Express.

· AIM — Application Interpreted Model; это ARM модель, переведенная в STEP представление с использованием ряда унифицированных в STEP понятий, закрепленных в интегрированных ресурсах.

· AP — Application Protocol; это STEP стандарт, отражающий специфику конкретного приложения;

· SDAI — Standard Data Access Interface; программный интерфейс к базе данных, разделяемой рядом прикладных систем (в том числе CAD/CAM системами) и представленной на языке Express. SDAI представляет собой унифицированный набор процедур доступа к базе данных, используется в STEP средах для организации обменов между приложениями через общую базу данных.

STEP — это совокупность стандартов и состоит из ряда томов. Тома имеют свои номера N и обозначаются как "часть N" или ISO 10303-N. К настоящему времени разработано более сотни томов, часть из них имеет статус проектов, часть уже утверждена в качестве стандартов ISO.

Том 1 (ISO 10303-1) — вводный стандарт, выполняющий роль аннотации всей совокупности томов. В этом стандарте вводится ряд терминов, используемых в других стандартах, например, таких как продукт (product), приложение (application), проектные данные (product data), модель (model), модели AAM, AIM, ARM, прикладной протокол (AP), интегрированный ресурс (integrated resource), элемент функциональности (unit of functionality — UoF).

· Тома11- 14 — методыописания(Description methods),

· Тома21- 29 — методыреализации(Implementation methods),

· Тома31-35 — основытестированиямоделей(Conformance testing methodology and framework),

· Тома 41- 50 — интегрированные основные ресурсы (Integrated generic resources),

· Тома 101 -108 — интегрированные прикладные ресурсы (Integrated application resources),

· Тома 201- 236 — прикладные протоколы (Application protocols),

· Тома 301- 332 — абстрактные тестовые наборы" (Abstract test suites),

· Тома501 — 520 — прикладныекомпоненты(Application interpreted constructs).

Ряд томов переведен на русский язык и представлен в виде национальных стандартов России. Это, например, ГОСТ Р ИСО 10303-1-99, посвященный обзору и основополагающим принципам STEP, ГОСТ Р ИСО 10303-11-99 — справочное руководство по языку Express, ГОСТ Р ИСО 10303-21-99 — то же по обменному файлу, ГОСТ Р ИСО 10303-41-99 — описание интегрированных родовых ресурсов. Перечисленные документы соответствуют стандартам ISO 10303-1, ISO 10303-11, ISO 10303-21, ISO 10303-41. Подготовлены к утверждению стандарты ГОСТ, соответствующие томам 43, 44, 203 стандарта ISO 10303. STEP-XML — это короткий срок для ИСО 10303-28, систем промышленной автоматизации и интеграции — представление данных продукта и обмена — часть 28: методы осуществления: представлений XML Экспресс схемы и данных

STEP-XML указывает на использование от языка XML (Extensible Markup) представлять Экспресс схемы (ИСО 10303-11) и данные, которые регулируются эти схемы Экспресс. Это альтернативный метод шаг-файл для обмена данными по ISO 10303.

Следующие спецификации подпадают под действие стандарта ИСО 10303-28:

Конце привязан разметки Декларации набор XML, независимо от всех Экспресс схем, для описания XML-представление данных, регулируются каждой схемы

Начале связанным XML-разметки Декларация устанавливает, для каждой из схем, для описания XML-представление данных регулируется этой конкретной схеме

Сопоставление между зависящие от схемы и схемы независимые XML-разметку объявления

Форму XML-документов, содержащих Экспресс схемы и/или данных, регулируются Экспресс схем

XML-разметку объявления, позволяющий XML-представление схемы Экспресс

Представительство Экспресс примитив введите значения как содержимое элемента и как значения XML-атрибута

Следующие спецификации выходят за рамки стандарта ИСО 10303-28:

XML-разметку объявления, которые зависят от семантических намерением соответствующую схему Экспресс

Сопоставление между объявление разметки XML схему Экспресс. Примечание: Учитывая набор Декларации разметки XML и его соответствующий пучках, возможна попытка создать схему Экспресс, перехватывающее назначение семантических данных. Однако это будет требует понимания смысла и использования этих данных, которые не могут быть захвачены XML-разметку объявления.

Сопоставление из представления XML схемы Экспресс вернуться к первоначальной схемы Экспресс

Сопоставления XML-разметку объявления которые были получены в результате схему Экспресс вернуться к первоначальной схемы Экспресс

Сопоставление конечное использование XML-схемы.

Методы описания

Первая группа документов — тома с номерами в диапазоне с 11 до 19, тома предназначены для описания диалектов языка Express.

N=11: Express (Express language reference manual) — основноеруководствопоязыкуExpress. Содержит также описания расширения Express-C базового языка и графического варианта языка Express-G. Базовый язык приспособлен для описания и передачи статических свойств объектов приложений, т.е. параметров структур и ограничений. Расширение языка Express-C включает средства описания динамических свойств объектов (добавлено описание событий и транзакций). Для наглядности представления языковых конструкций в Express предусмотрены графические средства изображения моделей, в качестве которых может использоваться специальное дополнение Express-G (графический Express). Express-G — язык диаграмм, отдаленно напоминающий язык описания информационных моделей в методике IDEF1X.

N=12: Express-I (Language Reference Manual). Express-I — расширение языка, предназначенное для описания отдельных экземпляров данных.

N=14: Express-X (Mapping and view language) — промежуточный язык, аналогичный Express-M и используемый для описания соответствий между типами данных в заданной исходной Express-схеме и создаваемыми новыми ее вариантами (views); в качестве views могут использоваться форматы с описанием того же множества сущностей, что и в Express-схеме, например, формат IGES.

Разрабатываются также дополнения, относящиеся к следующим диалектам языка:

Express-M: Mapping definition language; язык и Express-X служит для описания соответствий между сущностями и атрибутами некоторых моделей, представленных в виде схем на языке Express. Например, этими схемами могут быть два разных прикладных протокола, имеющих частично общие данные, или две схемы одного приложения, но созданные разными лицами (при отсутствии соответствующего AP).

В Express-X и Express-M одна схема есть схема-источник, другая — целевая схема. Целевых схем может быть несколько при одной схеме-источнике. Предложения Express-X (Express-M) транслируются на язык C, результирующая программа представляет собой совокупность обращений к функциям базы данных SDAI в STEP-среде. Другими словами, транслятор относится к системе SDAI (см. протокол ISO10303-22), а Express-X можно рассматривать, как язык 4GL для обращений к функциям базы данных SDAI.

Express-P (Process definition language) — язык диаграмм для представления процессов, методов и коммуникационных структур.

Express-V — язык, предназначенный для получения ARM представлений из AIM моделей, другими словами, для описания процедур поиска экземпляров Express-объектов, отвечающих заданным условиям, и доступа к ним, например, при создании новых ARM. Эти создаваемые ARM-представления обычно не требуют столь всестороннего описания приложения, как в AIM, и потому могут быть существенно проще. В Express-V имеются:

1. схема-источник (AIM), обычно это прикладной протокол, например, AP203;

2. схема-цель, задающая сущности, которые должны быть в создаваемой частной модели;

3. схема отображения нужных сущностей из источника в цель. На языке Express-V описываются условия (в виде клозов WHEN) такого отображения. берется подходящая уже существующая AIM, как источник, все совпадающие объекты переводятся в ARM, далее описываются оригинальные объекты. Дополнительной возможностью реализаций Express-V является обратное отображение специфики создаваемой ARM в исходную AIM с целью развития прикладных протоколов.

Для возможности применения языка Express должны быть разработаны методы реализации (Implementation Methods), которые могут быть представлены средствами файлового взаимодействия, построением БД, интерфейсом с языками программирования.

Методы реализации

Вторую группу (тома с номерами 21...28) называют "Методы реализации", она служит для реализации межпрограммного информационного обмена между прикладными системами в STEP-среде. Предусмотрены межпрограммные связи с помощью обменного файла и доступа к БД.

N=21: Clear Text Encoding of the Exchange Structure (physical transfer file format); стандартустанавливаетправилаоформленияобменногофайла. Обменный файл играет в STEP важную роль; если собственно на языке Express определены сущности, то именно в обменном файле задаются экземпляры этих сущностей. Прикладные программы для связи со STEP средой должны читать и генерировать обменные файлы.

N=22: Standard Data Access Interface Specification; содержит описание SDAI — системы представления данных и доступа к данным конкретных прикладных систем (чаще всего это CAD/CAM системы). Данные, участвующие в межпрограммных связях, образуют SDAI-модели. В системе SDAI предусматривается компилятор кода, конвертирующего эти модели в SDAI базу данных, а также функции обращения к этой базе данных. Возможно непосредственное построение прикладных систем, работающих с SDAI базой данных.

Тома с номерами N = 23...27 устанавливают правила обращения к данным в SDAI базе данных на языках программирования C++, C, Java, на языке моделирования UML, на языке передачи данных в системах распределенных вычислений IDL. Стандартc N=25 (Industrial automation systems and integration — Product data representation and exchange — Part 25: Implementation methods: EXPRESS to XMI binding) обеспечиваетсвязьязыковExpress иXMI". Стандартc N=28 (XML representations of EXPRESS schema and data), обозначаемыйтакже, какSTEP-XML, служитдляпредставленияEXPRESS схемнаязыкеразметкиXML.

Остальные тома стандарта ISO 10303 посвящены описанию тестирования моделей, представленных на языке Express, интегрированным ресурсам, прикладным протоколам и прикладным компонентам.

Литература

1. Норенков И.П., Кузьмик П.К. Информационная поддержка наукоемких изделий (CALS-технологии). — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002.

2. Колчин А.Ф., Овсянников М.В., Стрекалов А.Ф., Сумароков С.В. Управление жизненным циклом продукции. - М.: Анахарсис, 2002.

3. Судов Е.В., Левин А.И., Петров А.В., Чубарова Е.В. Технологии интегрированной логистической поддержки изделий машиностроения. - М.: "Информбюро", 2006.

4. Российская энциклопедия CALS. Авиационно-космическое машиностроение / Под ред. А.Г. Братухина. - М.: ОАО НИЦ АСК, 2008.