

## **Международные и отечественные нормативные документы в области информационной поддержки наукоемкой машиностроительной продукции**

### **1. Введение**

Применение информационных технологий сопровождения и поддержки наукоемкой продукции на всех этапах жизненного цикла является одним из главных инструментов повышения эффективности промышленного производства. Период конца XX - начала XXI века характеризуется широкой компьютеризацией производственной, торговой, коммерческой, банковской и других видов деятельности. В условиях рыночной экономики конкурентную борьбу успешно выдерживают только предприятия, применяющие в своей деятельности современные информационные технологии (ИТ). Именно ИТ, наряду с прогрессивными технологиями материального производства, позволяют существенно повысить производительность труда и качество продукции одновременно со значительным сокращением сроков постановки на производство новых изделий, отвечающих запросам и ожиданиям потребителей, особенно сложной наукоемкой продукции.

Опыт, приобретенный в процессе внедрения в машиностроении и других отраслях разнообразных автономных информационных систем, привел к осознанию необходимости интеграции различных ИТ в единый комплекс, базирующийся на создании в рамках предприятия (или группы предприятий) интегрированной информационной среды (ИИС), поддерживающей все этапы жизненного цикла (ЖЦ) выпускаемой продукции.

Идея ИИС и информационной интеграции этапов ЖЦ стала основой для подхода, получившего в США название CALS (Continuous Acquisition and Life cycle Support – непрерывная информационная поддержка поставок и жизненного цикла). В настоящее время идеологию CALS приняли все наиболее развитые страны. Она явилась основой для формирования целого направления в области ИТ и оформилась в виде международных стандартов ISO, государственных стандартов и нормативных документов министерств обороны США, Великобритании, Германии, Франции, Швеции, Норвегии, Канады, Японии и др. Для организации и осуществления работ по стандартизации в области CALS-технологий в России в рамках Госстандарта создан технический комитет (ТК) №431 "CALS-технологии". Все российские нормативные документы, о которых пойдет речь в этой статье, (кроме регламентирующих вопросы информационной безопасности) разработаны этим ТК.

Стандарты являются основными “строительными” блоками CALS, описывающими правила электронного представления данных об изделиях, среде и процессах, а также правила обмена этими данными. Нормативные документы в области CALS можно разделить на три основные группы:

Группа 1: стандарты, описывающие общие принципы электронного обмена данными и определяющие организационно-технические аспекты электронного взаимодействия;

Группа 2: стандарты, определяющие форматы и модели данных, технологии их представления, способы доступа и использования данных, описывающих изделия, процессы и среду, в которой протекает ЖЦ изделия

Группа 3: стандарты, регламентирующие технологии обеспечения безопасности данных, в частности, их шифрование в процессе обмена, применение электронной цифровой подписи, подтверждающей их достоверность и т.д.

## 2. Базовые стандарты, определяющие представление информации о продукте

Основным стандартом, регламентирующим представление конструкторской и технологической информации о продукте (изделии) является ISO 10303 – Стандарт на обмен данными о продукте (Standard for the Exchange of Product Model Data - STEP). Этот стандарт - один из первых в семействе специализированных CALS стандартов - является характерным примером информационного стандарта нового поколения, по образу и подобию которого строятся последующие CALS-стандарты.

В соответствии с названием стандарта STEP определяет “нейтральный” формат представления данных об изделии в виде информационной модели. Данные об изделии включают в себя:

- состав и конфигурацию изделия;
- геометрические модели разных типов;
- административные данные;
- специальные данные.

Для обеспечения единообразия описания изделий в различных прикладных областях предполагается, что информационные модели (в терминах стандарта это “протоколы применения”) создаются на базе типовых блоков (“интегрированных ресурсов”), причем для описания схем данных используется специально разработанный язык Express.

Реально стандарт ISO 10303 представляет собой серию документов, которая состоит из восьми взаимосвязанных разделов. Каждый раздел состоит из отдельных томов. К настоящему времени в России со статусом государственного стандарта РФ приняты 6 томов этого стандарта, и подготовлены к утверждению еще шесть. Приняты и введены в действие:

- 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 и обмен данными об изделии. Часть 12. 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 -41-99. Системы автоматизации производства и их интеграции. 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.

Также приняты и введены в действие рекомендации по стандартизации P50.1.031-2001 "Информационные технологии поддержки жизненного цикла изделия. Терминологический словарь. Часть 1. Терминология, относящаяся к стадиям жизненного цикла продукции" и P50.1.032-2001. "Информационные технологии поддержки жизненного цикла изделия. Терминологический словарь. Часть 2. Основные термины и определения методологии и функциональных объектов в стандартах серии ISO 10303". Эти РС устанавливают термины и определения понятий в области CALS-технологий.

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

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

- средства описания и технологию представления информации о компонентах и комплектующих;
- технологию обработки данных, в том числе хранения, передачи, доступа, изменения и архивирования;
- стандартные детали, определенные международными или национальными стандартами, например крепежные детали, уплотнения, подшипники;
- библиотеки (базы) данных о деталях конкретного поставщика.
- Управление конфигурацией изделия регламентируется нормативными документами министерства обороны США MIL-HDBK-61 и MIL-STD-2549.
- MIL-HDBK-61 Configuration Management Guidance – Представляет собой общее руководство по управлению конфигурацией сложной наукоемкой машиностроительной (и не только) продукции.
- MIL-STD-2549 Configuration Management Data Interface - Стандарт описывает требования к базе данных, содержащей информацию о конфигурации изделия и позволяющей получить различные “срезы” (“как спроектировано”, “как изготовлено” и т.д.) конфигурации любого компонента.

### **3. Базовые стандарты на представление текстовой и графической информации**

Основным стандартом, регламентирующим представление в документах текстовой и графической информации, является международный стандарт ISO 8879 Information Processing - Text and Office System - Standard Generalised Markup Language (SGML). Этот стандарт определяет обобщенный стандартный язык разметки текста, способ описания структуры документа, а также формат вставляемых в документ описательных меток. С точки зрения стандарта SGML документ рассматривается как совокупность:

- содержания (информации, содержащейся в документе в текстовой, графической и мультимедийной форме);
- данных о структуре документа (взаимосвязи глав, разделов, параграфов, ссылки, права доступа к элементам документа);
- данных о стиле оформления документа (используемых шрифтах, интервалах, размерах полей, способе нумерации и т.д.).

Структура документа задается при помощи "Определения типа документа" (ОТД), описывающего его структуру подобно тому, как схема базы данных описывает типы поддерживаемых данных и отношения между полями. ОТД задает взаимосвязь фрагментов текста, образующих документ.

Применение стандарта SGML для создания структурированных документов дает значительные преимущества. Фактически документ преобразуется в базу данных, допускающую манипуляции с элементами документа в соответствии с заданным ОТД. В свою очередь, ОТД разрабатывается в соответствии с назначением документа. Например, в соответствии с ГОСТ 2.601-95 “ЕСКД. Эксплуатационные документы”.

Стандарту ISO 8879 сопутствуют дополнительные технические стандарты, как международные, так и национальные, регламентирующие различные аспекты его использования. К их числу относятся:

- ISO/IEC 10179 Document Style Semantics and Specification Language (DSSSL). Данный стандарт определяет язык для описания правил и формата отображения SGML-документов при выводе на экран, печать или иное устройство отображения.

- ISO/IEC IS 10744 Information Technology - Hypermedia/Time Based Document Structuring Language (HyTime). Определяет расширение SGML в части использования мультимедийной информации
- ISO/IEC 8632 Information Processing Systems - Computer Graphics – Metafile. Стандарт описывает формат хранения планарных векторных и векторно-растровых изображений. Сформулированы требования к представлению изображений в формате CGM.
- ISO/IEC 10918 Coding of Digital Continuous Tone Still Picture Images (JPEG). Стандарт определяет требования к представлению растровой графики в цифровом формате.
- ISO 11172 MPEG2 Motion Picture Experts Group (MPEG) Coding of Motion Pictures and associated Audio for Digital Storage Media - Стандарт определяет требования к представлению видеoinформации в цифровом формате.
- ISO/IECS 13522 Information Technology - Coding of Multimedia and Hypermedia Information (MHEG) – Определяет требования к представлению мультимедийной информации.
- MIL-HDBK-28001 US Department of Defence Application of - SGML. Federal Information Processing Standard (FIPS 152). В этом национальном стандарте США, одновременно являющимся и стандартом министерства обороны, описаны принципы использования языка SGML для составления технической документации. Приводятся руководства по хранению, извлечению, обмену и обработке данных, подготовленных в соответствии с требованиями данного документа. Содержится описание роли языка SGML в общей стратегии CALS. Также документ содержит описания процедур анализа документов, разработки описаний типа документа(DTD), создания экземпляров документации, SGML-маркировки сложных данных (таких как математические формулы). В приложениях к стандарту приведены схемы построения систем хранения технической информации, механизмы обновления и корректировки данных.

#### **4. Базовые стандарты на общие принципы электронного обмена и управления данными**

Стандарт министерства обороны США MIL-STD-1840 – Автоматизированный обмен технической информацией (Automated Interchange of Technical Information) часто называют “зонтичным” стандартом в области CALS-технологий, т.к. он определяет используемые международные, национальные, военные стандарты и спецификации для электронного обмена информацией между организациями или системами.

MIL-STD-1840C определяет формат, структуру и методы обмена техническими данными в разнородной компьютерной среде, то есть данных, используемых для преобразования и хранения технической информации в электронном виде. Под термином “технические данные” понимается информация, используемая системами автоматизированного проектирования, управления, планирования и т.д.

В настоящее время в России приняты и введены в действие рекомендации по стандартизации Р50.1.027-2001 "Информационные технологии поддержки жизненного цикла изделия. Автоматизированный обмен технической информацией. Основные положения и общие требования". Выполненные с учетом как MIL-STD-1840C, так и действующих российских стандартов, эти 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, относящиеся к логическому распознаванию файлов независимо от среды передачи технической информации.

#### **5. Интегрированная логистическая поддержка**

Системный подход к проектированию ЖЦ изделия и вытекающий из него комплекс управленческих мероприятий, направленных на сокращение этих затрат, объединяются понятием интегрированной логистической поддержки (ИЛП). ИЛП реализуется посредством применения специализированных информационных технологий (ИТ) и соответствующих программно-методических средств.

Базовым стандартом в области ИЛП, получившим в Европе de-facto статус международного, является стандарт министерства обороны Великобритании Def Stan 00-60: Интегрированная логистическая поддержка (Integrated Logistic Support). Это новейший стандарт, в

настоящее время состоит из двенадцати томов, охватывающих основные аспекты ИЛП. Определяет требования:

- к логистическому анализу изделия, выполняемому 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 планированию технического обслуживания (ТО) изделия: разработка концепции ТО, требований к изделию в части его обслуживания и реализации плана ТО;
- к интегрированным процедурам поддержки материально-технического обеспечения (МТО), включающим кодификацию предметов материально-технического обеспечения; определение параметров начального МТО; определение параметров текущего МТО; планирование закупок; управление поставками; управление заказами; управление счетами.
- меры по обеспечению персонала электронной эксплуатационной и ремонтной документацией.
- Этот стандарт является “зонтичным” по отношению к различным аспектам ИЛП. Регламентируя основные требования, он в свою очередь, определяет возможности использования международных, национальных, военных стандартов и спецификаций:
  - АЕСМА 1000D - International specification for technical publications utilizing a Common Source Data Base - Международная спецификация требований к техническим руководствам, выполняемым с использованием общей базы данных. Спецификация разработана европейской ассоциацией аэрокосмической промышленности (the European Association of Aerospace Industries - АЕСМА). В спецификации изложена технология работ по подготовке и сопровождению эксплуатационной технической документации
  - АЕСМА Specification 2000M. International Specification for Materiel Management Integrated Data Processing for Military Equipment - Международная спецификация по информационной поддержке процессов управления ресурсами для военной техники. Разработана в АЕСМА.
  - MIL-HDBK-502 Acquisition Logistics - Управление ресурсами в ходе жизненного цикла продукта. Под ресурсами понимается все типы материальных и информационных ресурсов, используемых на различных стадиях ЖЦ.
  - MIL-PRF-49506 Logistics Management Information - Данная спецификация описывает требования к форматам представления данных о продукте, необходимых для использования системами управления ресурсами.
  - MIL-STD-1388. Requirements for a Logistic Support Analysis Record - Требования к БД, содержащей результаты логистического анализа (отменен с этого года)
  - MIL-STD-974 Contractor Integrated Technical Information Service (CITIS) - Определяет требования к интегрированной системе информационно-технического обслуживания исполнителей заказов (состав информации, права доступа), функциями которой являются совместное ведение контрактов и предоставление доступа к информации о контрактах.

## **6. Электронные технические руководства**

В настоящее время существуют две тенденции, которые условно можно назвать “американская” и “европейская”. При общности решаемой задачи они характеризуются подходом к реализации электронных руководств. Различие состоит в методологии построения и использования баз данных, лежащих в основе электронного руководства.

Американский подход регламентируется следующим основным набором документов:

- Спецификация MIL-D-87269 Interactive Electronic Technical Manual (IETM) Database - предписывает требования к создаваемым подрядчиками-поставщиками систем вооружений БД для интерактивных электронных технических руководств (ИЭТР) и справочников. В спецификации содержатся требования к построению БД, обеспечению обмена данными, наименованию элементов, сопровождению и обслуживанию данных. В приложениях к документу перечислены обязательные и необязательные элементы любой документации, а также их взаимосвязь. Подробно описана схема внутреннего построения БД на основе конструкций и элементов языка SGML. Описаны методы представления структуры и состава промышленного изделия и его компонент в языке SGML, а также даны шаблоны документов на обязательные составные части технической документации (такие как информация о неисправностях, техническое описание и т.п.)

- Спецификация MIL-M-87268 Interactive Electronic Technical Manual (IETM) Content - содержит общие требования к содержанию, стилю, формату и средствам диалогового общения пользователя с ИЭТР. В спецификации содержатся руководящие требования к созданию ИЭТР и к разработке программного обеспечения для их отображения.

- Этим базовым стандартам сопутствует ряд технических стандартов. Как правило это нормативные документы министерства обороны США, например:

- MIL-M-28001 Markup Requirements and Generic Style Specifications for Electronic Printed Output and Exchange of Text – SGML - требования к построению и структуре SGML-документов. Рассматриваются требования к документам, их DTD (ОТД) и FOSI (стиль и формат отображения документа).

- MIL-D-28000 Digital Representation for Communication of Product Data - к представлению геометрических данных об изделии в формате IGES<sup>1</sup>.

MIL-D-28002 Requirements for Raster Graphics Representation in Binary Format - требования к представлению растровой графики в цифровом формате, операциям над изображениями и сканированию графических документов.

- MIL-D-28003 Digital Representation for Communication of Illustration Data: CGM Application Profile - описывает формат хранения планарных векторных и векторно-растровых изображений. Рассматриваются требования к представлению изображений в формате CGM (ISO 8632-1).

К настоящему времени в России приняты и введены в действие рекомендации по стандартизации P50.1.029-2001. "Информационные технологии поддержки жизненного цикла изделия. Интерактивные электронные технические руководства. Общие требования к содержанию, стилю и оформлению", определяющие требования к стилю, содержанию и средствам диалогового общения с пользователем в ИЭТР, и P50.1.030-2001. "Информационные технологии поддержки жизненного цикла изделия. Интерактивные электронные технические руководства. Логическая структура базы данных", определяющие представления технических данных, а также представляют производителям промышленных изделий рекомендации по подготовке ИЭТР и осуществлению различных функций материально - технического снабжения. Данные документы больше соответствуют американскому подходу, регламентируя собственную БД для каждого эксплуатационного документа.

Европейский подход представлен документом АЕСМА 1000D - Международная спецификация требований к техническим руководствам, выполняемым с использованием общей базы данных (International specification for technical publications utilizing a Common Source Data Base). Спецификация разработана европейской ассоциацией аэрокосмической промышленности (the European Association of Aerospace Industries - АЕСМА). В ней изложена технология работ по подготовке и сопровождению эксплуатационной технической документации, концептуально основанной на понятии модуля данных. Суть её состоит в следующем: у разработчика существует общая база данных (ОИБД), в которую складываются фрагменты документации - модули данных (МД). Всего определены 6 типов МД, состав и логическая структура данных в которых описывается с помощью механизма ОТД. Все МД, хранящиеся в БД, идентифицируются по специальному коду, однозначно определяющему объект описания и тип хранимой в них информации. Спецификация АЕСМА 1000D содержит требования, определяющие создание ИЭТР и определяет а) структуру и содержание ОИБД, используемой для создания руководств, б) структуру и содержание самих руководств, в) механизмы производства руководств.

ОИБД представляет собой информационный банк модулей данных, требующихся для создания технических руководств по объекту эксплуатации и соответствующему вспомогательному оборудованию. Организация ОИБД основана на коде модуля данных (КМД). Структура и содержание самих руководств описывается шаблоном модуля данных: описанием его параметров, атрибутов и элементов.

Для управления производством руководств применяется механизм модулей публикаций. Модуль публикации определяет содержание публикации и её конечную структуру. Публикация содержит модули данных и связанные иллюстрации, извлеченные из ОИБД. Модули публикаций задаются в формате SGML или формате NuTime.

Сопровождение конечной поставленной пользователю БД осуществляется на уровне модулей данных. При изменении информации в любом МД он перепубликуется, заменяя в

---

<sup>1</sup> Стандарт США

общей и поставляемой пользователю базах данных имеющийся там МД с таким же идентификатором.

## **7. Описание процессов**

Описание процессов производится на базе методологии SADT, предназначенной для функционального моделирования, то есть моделирования выполнения функций объекта, путем создания описательной графической модели, показывающей что, как и кем делается в рамках функционирования предприятия (процесса).

Для разработки функциональных моделей рекомендуется использовать нотацию IDEF0, регламентированную федеральным стандартом США FIPS 183 (Integrated Definition for Process Modeling (IDEF/0)) и с прошлого года официально принятую в России. С июля текущего года введены в действие рекомендации по стандартизации P50.1.028-2001. "Информационные технологии поддержки жизненного цикла изделия. Методология функционального моделирования". РС описывают язык моделирования IDEF0, правила и методику структурированного графического представления описания процессов (бизнес-процессов) предприятия или организации.

Для создания информационной модели используется метод IDEF/1X, которая представляет структуру информации, необходимой для поддержки функций производственной системы или среды. Этот метод регламентирован федеральным стандартом США FIPS 184 и предназначен для проектирования логических структур баз данных после определения с помощью функциональной модели информационных потоков предприятия. IDEF/1X - методология моделирования данных, основанная на семантике, то есть на трактовке данных в контексте их взаимосвязи с другими данными.

Основными конструкциями модели IDEF/1X являются сущности, отношения и атрибуты. Графически модель данных изображается совокупностью блоков (сущности), соединяющих блоки линий (отношения между сущностями) и имена атрибутов внутри блоков.

## **8. Информационная безопасность**

Расширяющееся применение информационных технологий при создании, обработке, передаче и хранении документов в определенных случаях требует сохранения конфиденциальности их содержания, обеспечения полноты и достоверности. Одним из эффективных направлений защиты информации является криптография (криптографическая информация), широко применяемая в различных сферах деятельности государственных и коммерческих структур.

Криптографические методы защиты информации являются объектом серьезных научных исследований и стандартизации на национальных, региональных и международных уровнях. Нормативные документы в области информационной безопасности представлены в основном федеральными стандартами США. В других странах существуют аналогичные стандарты или спецификации. Наиболее показательными из стандартов США являются:

- FIPSPUB 181 Automated Password Generator (APG) – Автоматическая генерация паролей доступа
- FIPSPUB 186-1 Digital Signature Standard (DSS) – стандарт на электронно-цифровую подпись
- FIPSPUB 191 Guideline For The Analysis Of Local Area Network Security – стандарт на методологию анализа безопасности локальных вычислительных сетей;
- FIPSPUB 188 Standard Security Label For Information Transfer – стандарт на безопасность передачи данных.

В России в настоящее время действует время достаточное большое документов, регламентирующих вопросы информационной безопасности. Четыре из них имеют статус национальных стандартов, остальные представлены на уровне руководящих документов Гостехкомиссии. :

- ГОСТ 28147-89 Системы обработки информации. Защита криптографическая. Алгоритм криптографического преобразования. Стандарт устанавливает единый алгоритм криптографического преобразования для систем обработки информации в вычислительных сетях, отдельных вычислительных комплексах и ЭВМ, который определяет правила шифрования данных

и выработки имитовставки. Этот стандарт был сделан с таким “запасом прочности”, что, несмотря на свой более чем десятилетний возраст, он сохранил актуальность.

- ГОСТ Р 34.10-2000 Информационная технология. Криптографическая защита информации. Процедуры выработки и проверки электронной цифровой подписи - Определяет процедуры выработки и проверки электронной цифровой подписи. Электронная цифровая подпись обеспечивает целостность сообщений (документов), передаваемых по незащищенным телекоммуникационным каналам общего пользования в системах обработки информации различного назначения, с гарантированной идентификацией ее автора (лица, подписавшего документ).

- ГОСТ Р 34.11-94. Информационная технология. Криптографическая защита информации. Функция хэширования - Определяет процедуру вычисления хэш-функции для любой последовательности двоичных символов. Функция хэширования заключается в сопоставлении произвольного набора данных в виде последовательности двоичных символов и его образа небольшой фиксированной длины, что позволяет использовать эту функцию в процедурах электронной цифровой подписи для сокращения времени подписывания и проверки подписи. Сокращения времени достигается за счет вычислений, производимых только над образом подписываемого набора данных, а не над всеми данными.

- ГОСТ Р 50739-95 “Средства вычислительной техники. Защита от несанкционированного доступа (НСД) к информации. Общие технические требования”. Под средствами вычислительной техники (СВТ) в нем понимается совокупность программных и технических элементов систем обработки данных, функционирующих самостоятельно или в составе других систем. Этот стандарт устанавливает единые функциональные требования к защите СВТ от НСД к информации; к составу документации на эти средства, а также номенклатуру показателей защищенности СВТ, определяющих классификацию СВТ по уровню защищенности от НСД к информации.