

УДК 004.94:519.71

УПРАВЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ РАЗЛИЧНЫХ CAD/CAM/CAE СИСТЕМ

Н.Р. Кнырик

Старший преподаватель*

Контактный тел.: (0512)-39-73-25, 097-270-86-89

E-mail: nknyrik@gmail.com

И.Л. Михелев

Кандидат технических наук, доцент*

Контактный тел.: (0512)-39-73-25, 067-995-53-80

E-mail: micheleva@mksat.net

Е.Ю. Беркунский

Старший преподаватель*

Контактный тел.: (0512)-39-73-25, 066-718-50-17

E-mail: eberkunsky@gmail.com

*Кафедра информационных управляющих систем и технологий

Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова

пр. Героев Сталинграда, 9, г. Николаев, Украина, 54009

Досліджено нейтральні форми файлів, що використовуються для обміну даними між автоматизованими системами. Виконано порівняльний аналіз на основі різних критеріїв

Ключові слова: нейтральні формати файлів, різні CAD/CAM/CAE системи, обмін даними, стандартизація форматів

Исследованы нейтральные форматы файлов, используемые для обмена данными между автоматизированными системами. Выполнен сравнительный анализ на основе различных критериев

Ключевые слова: нейтральные форматы файлов, различные CAD/CAM/CAE системы, обмен данными, стандартизация форматов

The neutral file format used to data exchange between automated systems is investigated. The comparative analysis based on various criteria is executed

Keywords: neutral file formats, various CAD/CAM/CAE systems, data exchange, standardization of formats

Постановка проблемы в общем виде

С ростом числа прикладных программных продуктов, решающих различные задачи на протяжении ЖЦИ, возрастает актуальность обмена данными между различными автоматизированными системами.

Передача данных из одной системы в другую должна базироваться на применении гибкого формата, который может вмещать данные различных систем проектирования и обеспечивать приложения всей информацией, необходимой для каждого из них. Сегодня растет понимание того, что одной только трансляции файлов недостаточно. Ощущается потребность в применении “облегченных” форматов. С их помощью можно передавать только необходимые данные во все приложения цепочки проектирования изделия – для сборки цифрового макета, визуализации проектных данных, организации снабжения, подбора технических иллюстраций, анализа стоимости, моделирования поведения конструкции под нагрузкой и т.п.

Анализ последних исследований

Программное обеспечение CALS-технологий должно выполнять 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 (рис. 1). Эти функции в настоящее время выполняют системы управления жизненным циклом PLM или на этапе проектирования – системы управления проектными данными PDM[2].

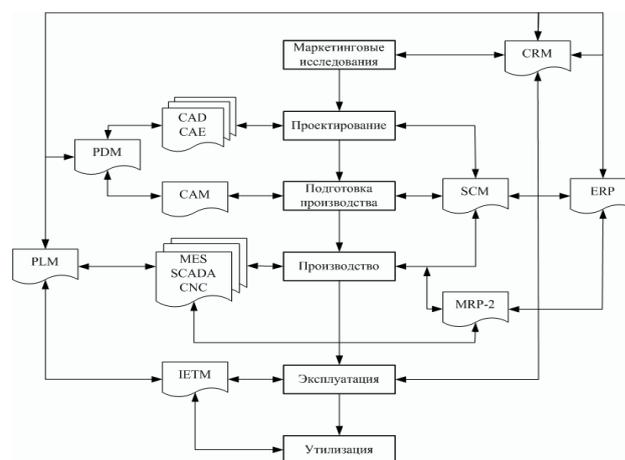


Рис. 1. Этапы жизненного цикла промышленной продукции и используемые автоматизированные системы

Во-вторых, это функции управления данными и программами в распределенной сетевой среде, включая функции защиты информации. Эти функции реа-

лизуются 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 играет 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 frame-Maker+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[1].

В-пятых, 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, EDMvisual-Express 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.

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. 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.

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

Целью данной статьи является анализ некоторых форматов обменных файлов и выводы о целесообразности их использования.

Основная часть исследования

Для реализации возможностей PLM необходимы удобные форматы представления проектных данных, обеспечивающие их визуализацию и обмен.

STEP (Standard for the Exchange of Product Model Data) - стандарт ISO 10303, разработка которого началась еще в 1983 году на основе нескольких национальных предложений о стандартизации (IGES, VDAFS, SET, CAD*I и PDDI); в своем нынешнем состоянии STEP поддерживается ассоциацией ProSTEP iViP Association и в продуктах ведущих поставщиков рынка CAD/CAM/CAE[3].

3D XML - предложенный компанией Dassault Systemés в 2005 году формат на основе спецификаций P-XVL, разработанных компанией LatticeTechnology и базирующийся на XML.

3D PDF (Portable Document Format) - формат, предложенный компанией Adobe по описанию 3D-моделей (является стандартом ISO 24517-1).

DWF (Design Web Format) - формат компании Autodesk, допускающий, в отличие от PDF, использование большего числа типов данных.

eDrawings - формат компании SolidWorks (Dassault Systemes), используемый для пересылки 2D- и 3D-моделей по электронной почте.

JT - формат компании Siemens PLM Software.

В 2011 году ассоциация ProSTEP iViP опубликовала отчет 3D Formats in the Field of Engineering – a Comparison, в котором приведены результаты сравнения форматов STEP, 3D XML, 3D PDF, JT по следующим критериям[5]:

- наличие бесплатного программного обеспечения для просмотра данного формата и особенности программ, которые предлагаются для просмотра файлов;
- трансляторы и доступное программное обеспечение;
- программное обеспечение для разработки форматов;
- уровень сжатия и полученный размер файла;
- аспекты стандартизации.

Наличие бесплатного программного обеспечения для просмотра данного формата и особенности программ, которые предлагаются для просмотра файлов.

STEP. Все широко доступные 3D-визуализаторы поддерживают отображение STEP-геометрии. Например, IDA-STEP Viewer Basic от LKSoftWare GmbH для операционных систем Microsoft Windows и Linux.

3D XML. Наиболее широко используемый для просмотра 3D XML является 3D XML Player от Dassault Systemés для операционной системы Windows. Он позволяет представить и отфильтровать информацию для просмотра в соответствии со структурой детали. Использование технологии ActiveX позволяет 3D XML-данные интегрировать в документы Microsoft Office.

Данные также могут быть интегрированы в онлайн-контент с помощью интернет-браузера.

3D PDF. Программой для просмотра 3D PDF является Adobe Reader. Он доступен для Microsoft Windows, Apple Mac OS X, Linux и Solaris, Oracle. Adobe Reader предлагает широкий выбор различных вариантов для отображения 3D-контента.

JT. Наиболее широко используемый для просмотра JT является JT2Go от Siemens PLM Software для операционной системы Microsoft Windows. Он позволяет просматривать информацию и фильтровать в соответствии с, например, структурой детали. JT2Go визуализирует сеточное представление JT.

Программное обеспечение, на основе ActiveX и Java, также может визуализировать JT данные. Это позволяет интегрировать данные JT, например, в Microsoft Office документы.

Трансляторы и доступное программное обеспечение.

Наиболее важным аспектом здесь является наличие и качество программных продуктов и трансляторов данных из различных автоматизированных систем.

STEP. Многие поставщики предоставляют STEP-трансляторы почти для каждой 3D САХ системы. Программное обеспечение STEP используется уже в течение длительного времени и предлагает высокий уровень качества.

Все широко доступные программы для просмотра 3D графики могут обрабатывать и отображать STEP файлы.

3D XML. Dassault Systemés предлагает трансляторы для 3D XML; Есть в настоящее время лишь несколько сторонних производителей, которые предлагают 3D XML трансляторы.

3D XML является форматом, используемым Dassault Systemés в 3DVIA Soft. 3D XML был интегрирован практически во все программное обеспечение Dassault и часто используется в качестве формата для внутреннего обмена данными.

3D PDF. Версия 9 Adobe Acrobat Pro Extended может быть использована как мультимедийный транслятор. Это означает, что PDF-файлы с 3D-данными могут быть созданы из всех форматов САПР, представленных на рынке. В новой версии Adobe Acrobat X Pro, эти трансляторы доступны в виде плагинов. Есть также трансляторы, предлагаемые сторонними производителями.

PROStep PDF Generator 3D (ранее Adobe LiveCycle ES), например, это 3D транслятор бизнес-процессов, который может конвертировать различные форматы САД в PRC и U3D и встраивать их в PDF-файлы.

Кроме того, некоторые поставщики САПР предлагают автоматизированные решения с поддержкой преобразования в U3D.

JT. PLM-производители предлагают JT трансляторы для большого количества 3D CAD систем. Существует также большое число сторонних производителей JT трансляторов.

JT – формат данных, который используется во многих приложениях от компании Siemens PLM Software и в Teamcenter Lifecycle Visualization, в частности.

Программное обеспечение для разработки форматов (Software Development Kits).

Для самостоятельной разработки или адаптации приложения понадобится программное обеспечение. Важными критериями для сравнительной оценки форматов являются наличие SDK, набор предлагаемых функций, открытости и доступности SDK, а также поддержка языков программирования.

STEP. Есть ряд производителей SDK для STEP. Одним из примеров является ST-Developer от STEP Tools Inc. \

Это пакет программного обеспечения для чтения и записи STEP и других форматов. STEP Tools поддерживает C ++, C и Java практически на всех платформах.

Все пакеты SDK для STEP, которые доступны на рынке надежны и предлагают полный спектр функций.

3D XML. Для разработки 3D XML-приложений необходима XML-схема и соответствующая документация. Для их получения необходимо зарегистрироваться в Dassault Systèmes. Для чтения и записи 3D XML вполне достаточно инструментов XML.

3D PDF. Инструментом развития для создания и обработки PDF-файлов является PDFlib. Он поддерживает практически все операционные системы и соответствующие языки программирования.

HOOPS 3D Exchange от Tech Soft 3D представляет собой набор инструментов (коммерческий продукт) для чтения и записи 3D PDF файлы.

Есть также большое количество PDF-инструментов от сторонних производителей, которые могут быть использованы для реализации широкого спектра функциональных возможностей PDF документов.

JT. Платное членство в JT Open Community обеспечивает доступ к JT Open Toolkit для JT. Этот инструментарий может быть использован для разработки чрезвычайно сложных приложений на языке Си ++.

В настоящее время только JT Open Toolkit является доступным SDK для JT. Тем не менее, можно предположить, что количество доступных инструментальных средств будет увеличиваться в результате процесса стандартизации, который идет в настоящее время.

Уровень сжатия и полученный размер файла 3D формата.

Одно из преимуществ нейтральных 3D форматов – сокращение размеров файлов. Для сравнения размера файлов 3D-форматов были использованы пять моделей, сделанных в каждой из трех систем автоматизированного проектирования CATIA V5, Siemens PLM Software NX, Elements/Pro.

Генерация данных в нейтральные 3D форматы приводит к значительному сокращению объема файла. При генерации в STEP формат за счет использования внешних алгоритмов сжатия достигается заметное уменьшение размера.

Аспекты стандартизации.

Стандартизированные форматы предлагают пользователям и производителям программного обеспечения широкий, открытый и стандартизированный подход.

Так как растет спрос пользователей на открытые стандарты, владельцы собственных форматов (такие как Adobe Systems Incorporated, компания Dassault Systèmes, Siemens PLM Software и др.) стремятся, чтобы их форматы были стандартизированы на международном уровне.

Стандартизация в ISO для 3D форматов:

STEP: стандартизированный как ISO IS 10303 в 2004 году. В настоящее время происходит слияние двух протоколов приложений AP 203 и AP 214 в ISO 10303 для создания нового прикладного протокола AP 242, и, как ожидается, получит статус в ISO в 2012 году.

3D XML: Dassault Systèmes представила версию 4.0 3D XML в ISO в 2009 году. Из-за нерешенных вопросов в отношении авторского права рассмотрение было отложено. Версию 5.0 3D XML Dassault до сих пор не представил в ISO. Пока еще не известно, будет ли фор-

мат "3D XML with Authoring", анонсированный Dassault Systèmes, стандартизован.

3D PDF: PDF формат был стандартизован как PDF / E (ISO 24517-1:2008 IS) в рамках ISO IS 32000. U3D является частью настоящего стандарта. PRC ISO 14739 (TC 71/SC) по состоянию на март 2011 года находится в процессе утверждения и будет частью семейства стандартов PDF.

JT: опубликован как ISO PAS 14306. Развитие международного стандарта (IS) было добавлено в рабочую программу ISO в качестве нового пункта (NWI) в ноябре 2010 года, публикация как IS, запланирована на середину 2012 года.

Проанализировав рассмотренные критерии, получим следующие оценки в отношении использования 3D-форматов.

Визуализация проектных данных. Этот показатель особенно важен, когда данные используются в пространстве PLM за пределами систем CAD, имеющих собственные графические средства, например с целью презентации продуктов в различных ситуациях. Для визуализации требуется независимость формата от исходной модели в CAD, возможность фильтрации изображения и его представления на разных уровнях детальности, а также способность согласования с данными по управлению проектами.

JT и 3D PDF предлагают большие возможности для обработки граничных представлений и доступны пользователям. Формат 3D XML удовлетворяет основным требованиям, но в отношении доступных приложений он не столь гибкий, как JT и 3D PDF. Из-за своей структуры данных и отсутствия реализации граничных представлений, формат STEP является менее подходящим для визуализации проектных данных.

Обмен данными. В реальной практике приходится сталкиваться с ситуациями, когда части сложного изделия проектируются с использованием различных систем CAD, имеющих свои собственные внутренние форматы, либо системы поставщика и заказчика базируются на разных форматах. Важно, чтобы при обмене сохранялись геометрия и структура описания изделия, метаданные для PMI, а также корреляция между исходной и целевой моделями.

Благодаря многочисленным приложениям STEP по данному критерию опережает другие форматы. Использование STEP является стандартной практикой для обмена данными и используется во всем мире в области автомобилестроения, в аэрокосмической промышленности и в секторе машиностроения. JT также хорошо подходит для обмена точной геометрической информации, но по сравнению с STEP, доступные трансляторы и программное обеспечение не проверены временем. 3D XML не подходит для использования из-за отсутствия точного представления данных. То же относится и к 3D PDF, хотя он может быть использован для передачи точных данных, он изначально не предназначен в качестве формата обмена данными для 3D геометрии.

Поддержка цифровой модели. Цифровая модель изделия (Digital Mock Up, DMU) включает в себя исчерпывающее описание конструкции изделия, которая может быть использована на разных этапах его жизненного цикла. DMU содержит трехмерные моде-

ли изделия и его компонентов, чертежи или модели оснастки, различную атрибутивную информацию по компонентам (номенклатура, вес, длины и т. д.), технические требования, директивные документы, техническую, эксплуатационную и иную документацию. Для DMU важнейшим качеством является обеспечение ее способности работать в среде multi-CAD с сохранением свойств оригинальной модели.

В формате JT в зависимости от необходимости может быть использовано или представление точных данных, или упрощенное граничное представление. Для анализа DMU доступны мощные приложения, использующие JT. 3D XML хорошо подходит для использования в случае, если это относится к приложениям в рамках семейства продуктов Dassault Systèmes. STEP менее пригоден из-за отсутствия «облегченных» вариантов представления данных. 3D PDF не обеспечивает интерфейсы для DMU приложений, что означает, что использование этого формата допустимо с некоторыми ограничениями[4].

По этому критерию самым удачным выбором является формат JT.

Документация и архивирование. С точки зрения документирования и архивирования наиболее критичным является способность формата выбирать требуемые данные и метаданные PMI для обеспечения готовности хранения информации об изделии вне зависимости от существующей и будущей инфраструктуры. Например, для авиалайнеров или судов это может быть необходимость в хранении данных на протяжении десятков лет, за которые технологии могут значительно измениться.

Благодаря документ-ориентированной структуре 3D PDF является отличным решением для этого использования. Вся необходимая информация, в том числе пояснительные примечания, таблицы и т.д., могут быть сохранены в формате PDF документов. Спецификация формата утверждена в качестве ISO IS. STEP также утвержден как международный стандарт ISO IS. После того, как JT приобретет ISO IS статус, этот формат также можно будет успешно использовать. На данный момент 3D XML может быть рекомендован с оговорками из-за его модели данных и того факта,

что есть лишь несколько инструментов поддержки этого формата.

Переносимость документов. В современных условиях данные 3D могут применяться за пределами проектных и инженерных подразделений, поэтому должна быть предусмотрена возможность использования формата средствами, доступными сотрудникам соответствующих подразделений и служб.

Так как 3D PDF позволяет представлять 3D информацию вместе с другой информацией, он предпочтительнее для использования. 3D- и PLM-данные содержатся в едином документе и могут быть представлены во всей их полноте. Включены также механизмы защиты доступа. Формат JT дает хорошее представление 3D-графики, но нет никаких средств для представления и обработки комплексных данных. Безопасность данных обеспечивается только с помощью внешних приложений. STEP и 3D XML сосредоточены на других целях и поэтому могут быть рекомендованы для использования в целях обеспечения переносимости документов только с оговорками. Опять же, механизмы безопасности данных реализованы только с помощью внешних приложений.

Выводы и перспективы дальнейших исследований

Установлено на основании приведенных данных по исследуемым форматам STEP, 3D XML, 3D PDF, JT, что каждый из нейтральных 3D форматов имеет свои специфические преимущества. Это позволяет сделать вывод, что выбор формата для обмена данными должен быть обусловлен целями и областью применения, где он наиболее эффективен.

Показано, что стандартизация форматов на международном уровне является важным аспектом интеграции различных систем автоматизации производства в единое информационное пространство. STEP и PDF уже доступны в качестве стандартов, другие форматы находятся на пути к стандартизации.

Целью дальнейших исследований могут быть пути унификации представления данных для повышения эффективности обмена информацией между различными автоматизированными системами.

Литература

1. Кошкин К.В. Компьютеризированные интегрированные производства: основы организации и примеры использования [Текст]/ К.В.Кошкин, А.С.Суслов, С.М.Хальнов, В.В.Шишканов, под ред. проф. К.В. Кошкина. – Николаев: издательство НУК. – 2006. – 180с.
2. Международные стандарты обмена данными [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Л.И. Гришанова – Санкт-Петербург: СПбГУАП. – 2011. – Режим доступа: http://www.salogistics.ru/students/suai_2011/index.html – Название с экрана.
3. Норенков И.П. Информационная поддержка наукоемких изделий. CALS-технологии [Текст]/ И.П.Норенков, П.К.Кузьмик – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2002. – 320с.
4. Чететка А. Формат JT как основа единой интероперабельной платформы разработки [Электронный ресурс]/ А.Чететка, К.Кекурс // Журн. CAD/CAM/CAE Observer – 2007. – №1 (31) – с.25 – 29. . – Режим доступа: http://www.cadcamcae.lv/hot/JT_P1_n31_p25.pdf – Название с экрана.
5. White Paper: 3D Formats in the Field of Engineering - a Comparison [Электронный ресурс]/ Dr. Arnulf Fröhlich // Журн. PRO-STEP AG – 2011. – Режим доступа: http://isicad.ru/uploads/http_www.prostep.pdf – Название с экрана.