

# Виртуальные и анимационные модели в интерактивных электронных технических руководствах

Стратегией информационной поддержки жизненного цикла (ЖЦ) изделий (ИПИ-технологии) является создание единого информационного пространства (ЕИП) для всех участников ЖЦ, включая потребителя [1]. Для управления всеми данными об изделии и информационных процессах ЖЦ изделия предназначена технология PDM (Product Data Management). Однако PDM-система в силу своей специфики (в основном из-за громоздкости) — не самое удобное средство доступа к ЕИП. Потребителю необходимы преимущественно эксплуатационные данные, поэтому в качестве такого средства целесообразно разработать и передать вместе с изделием интерактивное электронное техническое руководство (ИЭТР).

ИЭТР представляет собой структурированный комплекс взаимосвязанных технических данных, предназначенный для предоставления в интерактивном режиме технического описания, справочной, описательной и инструктивной информации об эксплуатации и ремонте конкретного высокотехнологичного технического изделия. В число задач, решаемых с помощью ИЭТР, входит обеспечение персонала справочными материалами для эксплуатации, выполнения регламентных работ и ремонта изделия, его транспортирования, хранения и технического обслуживания. Некоторые аспекты этой проблемы уже затрагивались ранее [2]. Кроме того, отдельная публикация была посвящена инструментальным средствам, позволяющим создавать ИЭТР и системы автоматизированной подготовки сопроводительной документации на сложные изделия в электронном виде [3].

Особую актуальность вопросу создания ИЭТР придает то обстоятельство, что

отечественные производители высокотехнологичных изделий, поставляющие свои изделия на внешний рынок, вынуждены сопровождать ее электронной версией документации, выполненной по международным стандартам. Кроме того, очевидно, что бумажная документация, даже выполненная средствами систем автоматизированного проектирования (САПР), не позволяет реализовать все возможности информационных технологий. Так, например, информационные модели на бумаге (2D-чертежи или аксонометрические проекции) не могут заменить виртуальную и анимационную 3D-модели работы изделия, его сборки-разборки, ремонтных операций и т.п. ИЭТР должен содержать информацию в виде текста, графических схем, чертежей, 3D-моделей (геометрических, виртуальных, анимационных), аудио- и видеороликов. Такое представление информации позволяет наглядно и доступно ознакомиться с устройством и работой изделия, схемой его эксплуатации и обслуживания и т.п. Причем все эти операции могут быть реализованы на виртуальной модели, еще до реального изготовления изделия. Решение проблемы заключается в переводе в электронный вид сопроводительной документации на поставляемое потребителю изделие. При этом электронная документация должна быть выполнена в соответствии с международными стандартами, регламентирующими формат и представление электронных руководств (MIL-87268, АЕСМА 1000D). ИЭТР выполняются в соответствии с Рекомендациями по стандартизации Госстандарта РФ Р 50. 1. 029. 2001 и Р 50. 1. 030. 2001.

Поскольку ИЭТР является своеобразной базой знаний об изделии, оно представляет собой средство поддержки изделия на стадиях его ЖЦ, следующих

за производством. Текстовая и графическая информация в ИЭТР формируется в соответствии с международным стандартом ISO 8879 Standard Generalized Markup Language (SGML). На стадии, когда изделие еще не выведено на режим промышленной эксплуатации, в ИЭТР целесообразно включать анимационные фрагменты виртуальных моделей эксплуатируемых изделий.

Для создания трехмерных моделей процедур обслуживания и ремонта используются:

- 2D- и 3D-модели, созданные в процессе проектирования в различных САПР;
- чертежи и фотографии;
- инструкции по эксплуатации (ремонту);
- спецификации сборочных единиц.

Созданию анимационных виртуальных моделей предшествует разработка геометрических моделей, для чего используются базовые средства конструкторского проектирования. В качестве базовых выступают промышленные программно-инструментальные средства компаний Autodesk (AutoCAD, Autodesk Inventor, Autodesk 3ds Max), Consistent Software (MechaniCS, SchematiCS) и др. Несмотря на то что в перечисленных высокоуровневых САПР, как правило, имеются специализированные модули, позволяющие подготовить высококачественные изображения, создание фотореалистичных анимационных сцен предполагает необходимость использования специализированных программных продуктов. При создании анимационных роликов сборки-разборки, работы деталей в механизме и т.п. встает вопрос оптимального выбора программного средства из числа представленных на рынке. Среди наиболее распространенных в мире конкурирующих пакетов могут рассматриваться программы для трехмерного

моделирования, анимации и визуализации Autodesk 3ds Max (discreet), средства захвата анимации в САПР IPA Professional (Immersive Design, Inc.) и др. Более подробно этот вопрос рассматривался в специальной публикации [4].

Созданные детали и узлы изделия помещаются в ИЭТР (рис. 1).

Образец многооконного интерфейса ИЭТР представлен на рис. 2. ИЭТР построено в виде древовидного графа. В левой части содержится структура документа, а в правой — иллюстрация в виде 3D-модели, выполненной в Autodesk Inventor, а также текстовая информация — описание изделия и его работы.

С помощью инструментов формирования прозрачности, реализованных в Autodesk Inventor, можно проиллюстрировать внутреннее строение изделия, а посредством Autodesk Inventor Studio — создать фотореалистичную виртуальную модель и анимировать работу изделия. Последовательность отдельных фаз работы изделия представлена на рис. 3–7. Удобным способом демонстрации обслуживающему персоналу последовательности операций сборки-разборки является анимация виртуальных моделей. На рис. 8 приведена выполненная в Autodesk Inventor 3D-модель шатуна в собранном виде, а на рис. 9 — та же модель в разобранном состоянии. Просмотр промежуточных фаз операций сборки-разборки позволяет персоналу наглядно освоить эти операции, безошибочно провести сборочные работы, ремонт и обслуживание. Трехмерные модели могут быть созданы на основе существующих двумерных электронных чертежей. Для этого из последних в формате DWG импортируются в Autodesk 3ds Max необходимые формы, из которых с применением различных модификаторов преобразования (выдавливания, кручения, лофтинга и т.д.) получаются необходимые трехмерные модели.

При создании 3D-моделей на основе бумажных чертежей и фотографий сначала создаются либо двумерные начальные объекты (формы) в AutoCAD, либо трехмерные модели в Autodesk Inventor, которые затем импортируются в Autodesk 3ds Max для формирования виртуальной анимационной модели.

Разработка 3D-моделей для ИЭТР в форматах IPT (для файлов деталей), IAM (для файлов сборок) и IDW (для файлов чертежей) по натурным образцам, эскизам и фото осуществляется с помощью Autodesk Inventor Series. Виртуальные анимационные модели с расширением \*.max создаются в Autodesk 3ds Max — базовой системе для проектирования анимированных сцен. Autodesk Inventor Series обеспечивает наилучшую

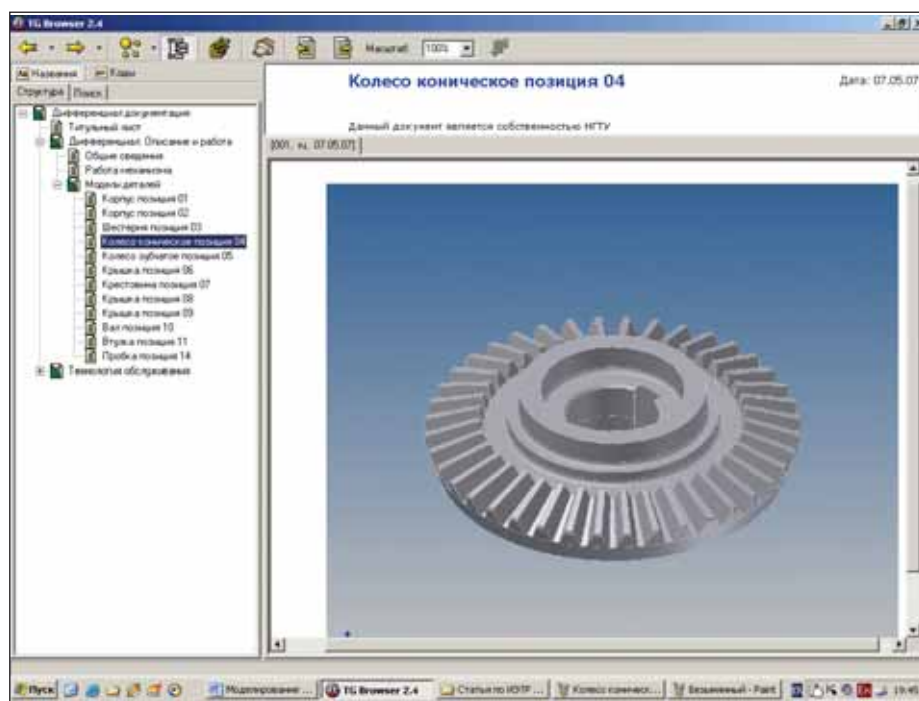


Рис. 1. 3D-модель детали, разработанная в Autodesk Inventor и помещенная в ИЭТР

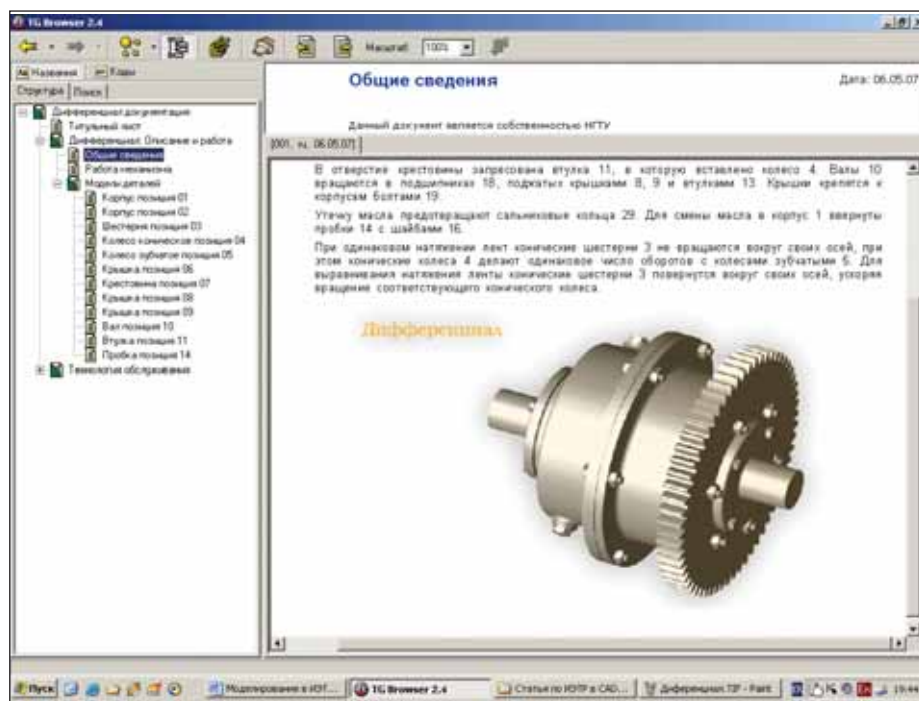


Рис. 2. Многооконный интерфейс ИЭТР

совместимость с DWG-форматом при переходе от 2D- к 3D-моделям. Ядро моделирования этого программного продукта предоставляет конструкторам технологию гибридного проектирования, позволяющую создавать, редактировать и комбинировать в одном проекте твердые тела и поверхности. Autodesk Inventor Series поддерживает основные промышленные стандарты обмена информацией для импорта и экспорта данных, обеспечивая возможность:

- импорта файлов в форматах DWG, DXF, ProE, SAT, IGES и STEP;

- экспорта файлов узлов и деталей в форматах SAT, IGES, STEP, STL и Autodesk Streamline;

- экспорта чертежей в форматах DWG, DWF и DXF.

В ИЭТР наряду с виртуальными, анимационными и 3D-моделями можно вставлять видеоролики с оцифрованными видеофрагментами (рис. 10). Но, в отличие от указанных моделей, такой способ представления информации требует наличия действующего изделия.

Если же обслуживающему персоналу или пользователям требуется начать



Рис. 3. Первая фаза работы изделия



Рис. 4. Вторая фаза работы изделия



Рис. 5. Третья фаза работы изделия



Рис. 6. Четвертая фаза работы изделия



Рис. 7. Пятая фаза работы изделия

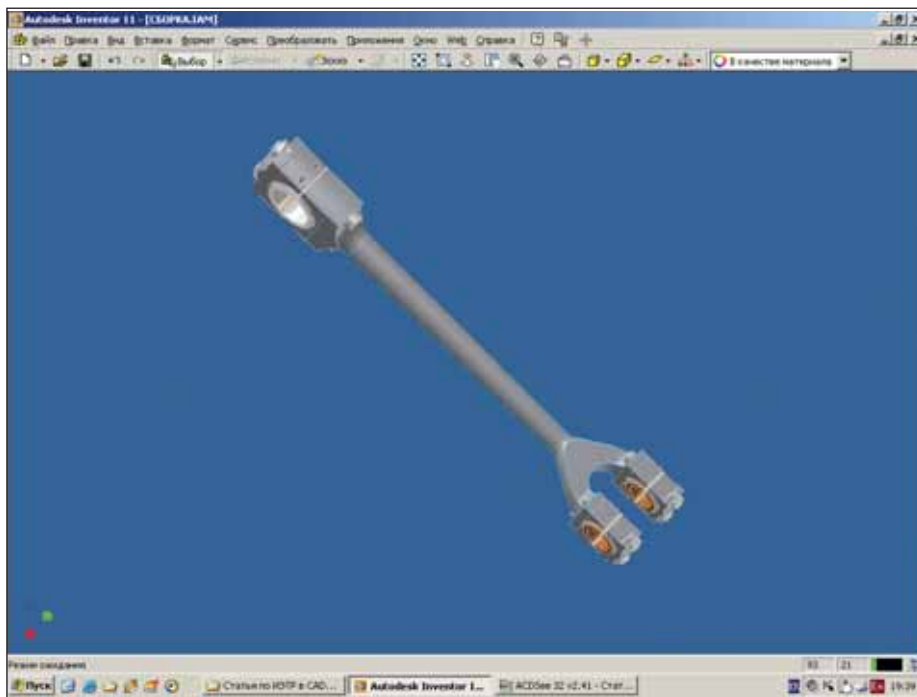


Рис. 8. 3D-модель шатуна, выполненная в Autodesk Inventor

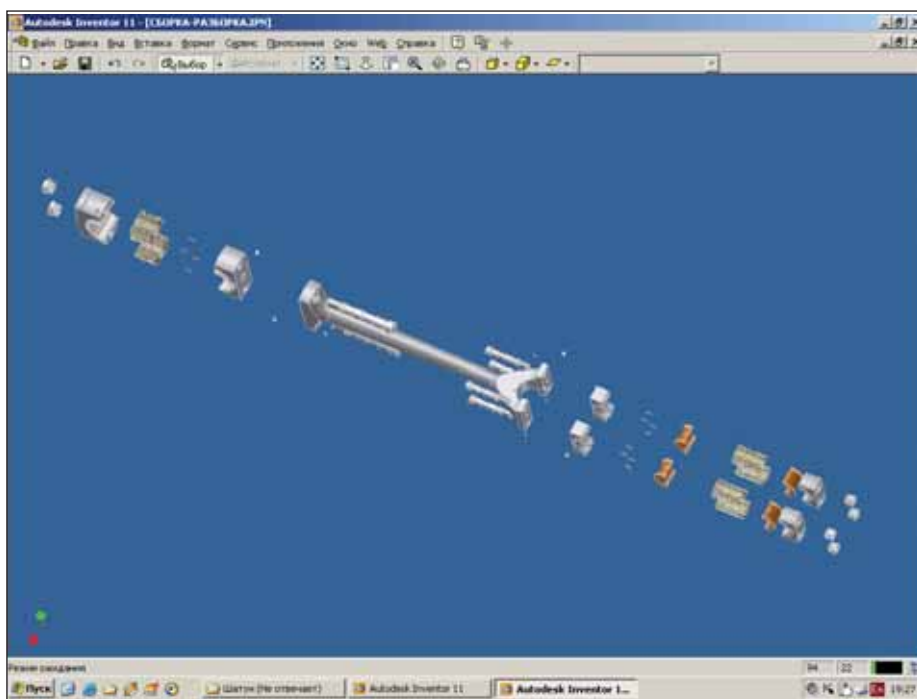


Рис. 9. 3D-модель сборки-разборки шатуна, выполненная в Autodesk Inventor

освоение реально еще не изготовленного изделия, целесообразно вставить в ИЭТР его анимационную виртуальную модель (рис. 11).

В трехмерных эскизах в среде Autodesk Inventor возможно использование 3D-сплайнов, позволяющих создавать более сложные поверхности и конструкции. 3D-сплайны поддерживают контрольные точки, различные способы задания, а также задания касательных к концам сплайна. Использование реальных физических характеристик изделий позволяет получить виртуальный образ

изделия. Детали и сборки, создаваемые в Autodesk Inventor Series и вставленные в ИЭТР, содержат все физические характеристики (центр масс, тип материала, плотность, цвет, текстура и др.), что помогает принимать оптимальные решения при эксплуатации изделия. Разработке анимационных сцен, процедур монтажа изделия, обслуживания и ремонта предшествует проектирование 3D-моделей с заданной степенью детализации моделей.

Создание виртуальных анимационных моделей с помощью Autodesk 3ds Max – заключительная фаза процесса по-



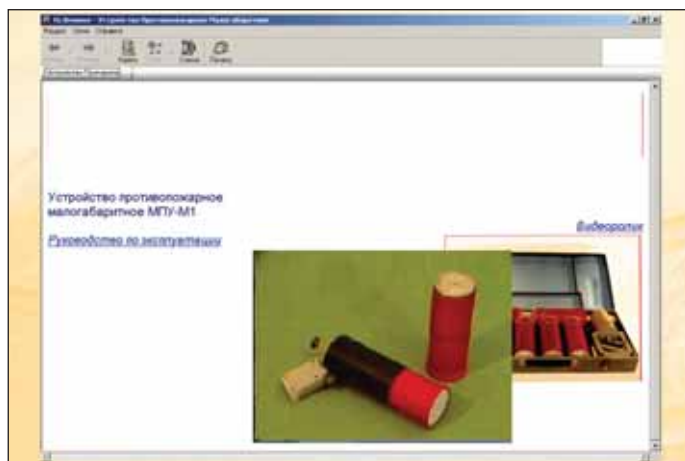


Рис. 10. Фрагмент ИЭТР с вмонтированным видеороликом

строения информационной модели обслуживания и ремонта технического изделия. Трехмерные модели, созданные на этапе конструкторского проектирования, импортируются в Autodesk 3ds Max в форматах передачи данных IGES и VRML. Однако более предпочтительным является формат VRML, поскольку в Autodesk 3ds Max удобнее работать с моделями на основе полигональных сеток.

В раздел ИЭТР "Описание и работа" могут входить назначение, технические характеристики, требования по метрологическому обеспечению, состав, устройство и работа, маркировка и пломбирование, упаковка. Возможны также разделы по ремонту и техническому обслуживанию, которые имеют схожую структуру: в корневом каталоге содержится общая информация (о производящем обслуживании персонале, периодичности обслуживания, климатических условиях и т.д.) и сведения о мерах безопасности при проведении работ. Во вложенных папках может храниться подробная информация о ремонте или обслуживании отдельных узлов изделия. Система навигации ИЭТР имеет механизм гиперссылок, что позволяет пользователю последовательно перемещаться по разделам (страница за страницей) либо, используя оглавление или окно структуры, сразу перейти к интересующему разделу или иллюстрации. Возможно также перемещение по ссылкам, поясняющим ту или иную текстовую информацию.

В создаваемые ИЭТР, в соответствии с перечнем возможных неисправностей и способов их устранения на базе разработанных виртуальных моделей, встраиваются анимационные ролики. Они иллюстрируют процесс технического обслуживания и ремонта изделия, включая меры безопасности, порядок технического обслуживания, внешний осмотр, проверку функционирования и др.

Созданное с использованием геометрических, виртуальных и анимационных

моделей, ИЭТР становится значительно более наглядным и доступным для обслуживающего персонала.

Наряду с текстовой и анимационной информацией, в ИЭТР возможно размещение визуальной информации в виде чертежей и виртуальной 3D-модели (рис. 12).

Поскольку ИЭТР представляет собой достаточно разветвленную и насыщенную информационную систему, для ее создания необходимы определенные знания и навыки. Поэтому специалистами Нижегородского областного центра новых информационных технологий (НОЦ НИТ) Нижегородского государственного технического университета была разработана информационно-обучающая система (ИОС) в виде автоматизированного учебного курса, интерфейс первой страницы которой представлен на рис. 13.

### Литература

1. Колчин А.Ф., Овсянников М.В., Стрекалов А.Ф., Сумароков С.В. Управление жизненным циклом продукции. — М.: Анахарсис, 2002. — 304 с.
2. Сидорук Р.М., Райкин Л.И., Власов С.Е. Исследование ИПИ-технологий и внедрение их для автоматизированных систем управления технологическими процессами атомных электростанций / Материалы VI Международной научно-практической конференции "Применение ИПИ-технологий для повышения качества и конкурентоспособности наукоемкой продукции". — М.: Янус-К, 2004. — С. 59-66.
3. Судов Е.В. Интегрированная информационная поддержка жизненного цикла машиностроительной продукции. Принципы. Технологии. Методы. Модели. — М.: ООО Издательский дом "МВМ", 2003. — 264 с.

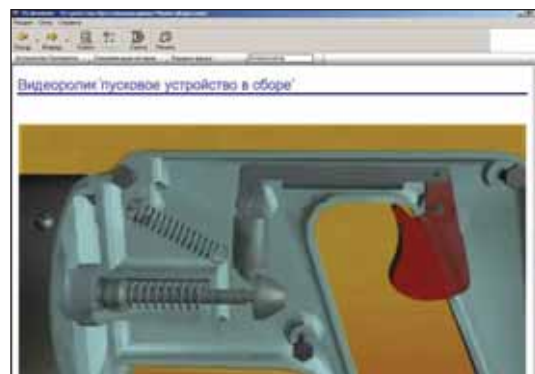


Рис. 11. Выполненный в Autodesk 3ds Max и вставленный в ИЭТР фрагмент видеоролика, демонстрирующий работу изделия



Рис. 12. Размещение в ИЭТР файлов чертежа и виртуальной 3D-модели



Рис. 13. Интерфейс первой страницы ИОС "Создание ИЭТР"

4. Сидорук Р.М., Райкин Л.И., Власов С.Е. Исследование промышленных графических информационных технологий для создания ИЭТР. — Информационные технологии. № 4, 2005.

**Ростислав Сидорук,**  
директор НОЦ НИТ  
зав. кафедрой ГИС НГТУ

**Леонид Райкин,**  
зам. директора НОЦ НИТ

**Анатолий Титов,**  
старший преподаватель  
кафедры ГИС НГТУ

**E-mail: sidoruk@nocnit.ru**  
**Тел.: (8312) 36-2303**