

ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБМЕНА ИНФОРМАЦИЕЙ МЕЖДУ САПР

Райкин Леонид Исаакович

канд. техн. наук, доцент НГТУ им. Р.Е. Алексеева,
РФ, г. Нижний Новгород
E-mail: raykinl@yandex.ru

Райкин Игорь Леонидович

канд. техн. наук, доцент НГТУ им. Р.Е. Алексеева,
РФ, г. Нижний Новгород
E-mail: raikin.igor@gmail.com

Мерзляков Игорь Николаевич

канд. техн. наук, доцент, зав.кафедрой НГТУ им. Р.Е. Алексеева,
РФ, г. Нижний Новгород
E-mail: inmerzliakov@gmail.com

Филинских Александр Дмитриевич

ст. преподаватель НГТУ им. Р.Е. Алексеева,
РФ, г. Нижний Новгород
E-mail: alexfil@yandex.ru

Бойтяков Алексей Андреевич

аспирант НГТУ им. Р.Е. Алексеева,
РФ, г. Нижний Новгород
E-mail: boytyakov@nntu.nnov.ru

Бубнов Алексей Владимирович

магистрант НГТУ им. Р.Е. Алексеева,
РФ, г. Нижний Новгород
E-mail: prav_22@mail.ru

ABOUT EFFICIENCY OF INFORMATION EXCHANGE BETWEEN CAD

Raikin Leonid

Candidate of Science, associate professor of Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev, Russia, Nizhny Novgorod

Raikin Igor

Candidate of Science, associate professor of Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev, Russia, Nizhny Novgorod

Merziyakov Igor

Candidate of Science, associate professor, head of chair of Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev, Russia, Nizhny Novgorod

Filinskih Alexandr

Head teacher of Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev, Russia, Nizhny Novgorod

Boytyakov Alexey

Postgraduate student of Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev, Russia, Nizhny Novgorod

Bubnov Alexey

Master's degree student of Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev, Russia, Nizhny Novgorod

АННОТАЦИЯ

Проанализированы и исследованы информационные средства обмена проектными данными в системах автоматизированного проектирования (САПР). Проведен обзор решений задач обмена между САД-системами. Конкуренция между разработчиками САПР растет, что усугубляет проблему обмена информацией между созданными в разных технологиях цифровыми моделями, т. е. передачу геометрии и топологии моделей. Эта же проблема возникает и при переходе к очередной новой версии САД-пакета одного и того же производителя.

ABSTRACT

Exchange information tools of design data in computer-aided design (CAD) have been analyzed and examined. A review of the solutions of exchange between

CAD-systems has been carried out. The competition among the developers of CAD is increasing that exacerbates the problem of information exchange between digital models developed in different technologies, i. e. the transmission of geometry and topology of models. The similar problem occurs during the transition to the next new version of CAD- package of the same manufacturer.

Ключевые слова: САПР, информационный обмен данными, средства трансляции данных, формат данных, стандарт обмена информацией, геометрическая модель, профессиональная графическая среда.

Keywords: CAD, information exchange of data, data translation tools, data format, standard of information exchange, geometrical model, professional graphics environment.

Системы автоматизированного проектирования (САПР), появившись в 70-е годы прошлого столетия [15], были и остаются предметом конкуренции разных производителей, которые с той или иной долей успеха предлагают свои технологии на обширном мировом рынке разработок изделий, объектов архитектуры и строительства, инфраструктуры и др.

С другой стороны, также исторически проблемной для многочисленных пользователей профессиональных САПР или CAD-пакетов, является обмен информацией между созданными в разных технологиях цифровыми моделями и передача геометрической и топологической информации. Эта же проблема возникает и при переходе к очередной новой версии САД-пакета одного и того же производителя.

В российских проектно-конструкторских организациях применяются САПР [5] от многих иностранных разработчиков: Intergraph, Dassault Systemes, Siemens PLM Software, Autodesk, Bentley Systems Bentley Systems, а также PTC, Solid Works Russia и др. Значительную долю российского рынка САПР занимают программные продукты от разработчиков России и стран СНГ (АСКОН, Топ Системы, CSoft, НаноСофт, Intermech и др.).

Естественно, что необходимы эффективные информационные средства для обмена проектными данными между существенно отличающимися друг от друга программными системами.

Причины, по которым возникает такая необходимость, различны:

- применение данных, которые были использованы в ранее выполненных проектах, при создании новых проектов;
- осложнение обмена данными внутри компании, поскольку часто (~ 30 %) они передаются не в том формате, который требуется;
- затруднения при обмене данными между компаниями-смежниками, поскольку корректные данные в нужном формате передаются лишь в менее 9 % случаев;
- долгосрочное хранение и доступ к проектным данным, разработанным много лет назад.

При переносе геометрической модели, созданной с помощью одной САПР, в систему, основанную на другом геометрическом ядре, возникают проблемы [21], связанные:

- с ограниченными возможностями или отсутствием трансляторов, которые должны обеспечивать обмен данными;
 - потерей информации при преобразовании ее из одного математического представления в другое;
 - разной трактовкой правил записи и чтения нейтральных форматов файлов;
 - разными версиями нейтральных форматов файлов и трансляторов,
- а также тем, что при импорте трёхмерной геометрии в форматах IGES, ACIS, Parasolid и других теряются параметризация и иерархическая структура модели. Переданная таким образом модель не подлежит редактированию.

Однако имеются несколько способов, которыми можно воспользоваться для решения задачи обмена между САД-системами:

- использование встроенных в САД-систему трансляторов, причем данные из формата одной системы конвертируются в формат другой, то есть реализуются функции импорта/экспорта. К примеру [12], файл Pro/ENGINEER

преобразуется в формат системы CATIA V5. В отдельных случаях (модуль Feature Works от Solid Works) удается автоматически распознавать и разбивать импортированную модель на отдельные редактируемые примитивы. Однако следует иметь в виду, что разработчики CAD-систем не сильно стараются упростить трансляторы данных между конкурирующими приложениями;

- импорт файлов из сторонних CAD-систем с помощью промежуточных (стандартных) форматов, таких как IGES, STEP, JT и др.;
- специализированные системы трансляции данных.

Трансляторы

Разработчики большинства современных CAD-систем включают в базовую функциональность программы многочисленные трансляторы, обеспечивающие чтение и запись данных как в нейтральных форматах, так и в «родных» форматах большинства имеющихся сейчас на рынке САПР. Например, разработчики Solid Works включили в базовую функциональность программы более 20 трансляторов [1], а в Autodesk Inventor — 33 транслятора. При работе с CAD-системами необходимо представлять, какие форматы могут быть ими использованы для обмена данными. Для примера, в табл. 1 приведены некоторые форматы файлов, которые могут быть записаны и прочитаны Autodesk Inventor [10].

Таблица 1.

Форматы внешних данных Inventor для импорта и экспорта

<i>Формат</i>	<i>Цель</i>
.idw	Формат 2D-чертежа Inventor
.dwg	Формат 2D-чертежа Inventor, Inventor Fusion и AutoCAD
.ipt	Формат детали Inventor
.iam	Формат сборки Inventor
.ipn	Формат презентационного файла Inventor
.ide	Формат библиотечного элемента Inventor
.dwf, .dwfx	Формат Autodesk для просмотра, печати и рецензирования
.dxf	Формат Autodesk для обмена
.sat	Формат обмена на ядре ACIS
.igs, .ige, .iges	Формат файла 3D-поверхностей, общих для всех продуктов

.stp, .ste, .step	Формат файла 3D-поверхностей, общих для всех продуктов
.x_b, .x_t	Формат обмена Parasolid
.prt, .asm	Creo/ Pro/ENGINEER детали и сборки
.g, .neu	Creo/ Pro/ENGINEER формат обмена
.prt, .sldprt, .asm, .sldasm	Siemens/PLMNX детали и сборки
.jt	Сжатые файлы Siemens/PLM-данных
.png	Portablenetworkgraphics
.bmp	Растровый файл Windows
.gif	Graphic Information file
.jpg	Общий графический файл
.tif, .tiff	Tagged Image file
.3dm	Формат данных Rhino
.model, .session, .exp, .div3	Данные Dassault Catia V4
.cgr, .CATPart, .CATProduct	Данные Dassault Catia V5
.adsk	Формат обмена Autodesk BIM
.wire	Файл Autodesk Alias
.pdf	Файл Adobe Acrobat
.stl	Стелиографический 3D-формат
.xgl, .zgl	Формат просмотра 3D-данных

Приведем некоторые данные по трансляторам, разработанным как самими вендорами, так и сторонними компаниями [3].

- **Autodesk Direct Connect** — продукт для передачи данных из приложений для промышленного дизайна в САПР. Autodesk Direct Connect позволяет эффективно передавать данные промышленного дизайна инженерам, работающим в САПР. Результатом передачи является непрерывный процесс проектирования, который устраняет необходимость доработки, экономит время и сохраняет первоначальный замысел дизайнера.

- **3D Evolution Conversion Engine** — система обмена данными и их конвертации, поставляемая компанией Core Technologie. Поддерживаются следующие форматы данных:

- CATIA;
- Siemens PLM Software;
- Pro/Engineer;
- I-DEAS;

- SolidWorks;
- Robcad;
- Siemens PLM JTOpen;
- STEP.

• **3D InterOp** — набор средств для обмена данными САПР, разрабатываемый компанией Spatial. Поддерживает следующие форматы файлов:

- CATIA V5;
- CATIA V4;
- IGES;
- STEP;
- VDA-FS;
- Pro/ENGINEER;
- Parasolid;
- Unigraphics;
- SolidWorks;
- Inventor;
- ACIS.

3D InterOp позволяет импортировать не только геометрическую модель, но и информацию о производстве изделия (аннотации, геометрические размеры и допуски и т.п.) из файлов CATIA V5, Pro/E и Unigraphics. Набор 3D InterOp может быть встроен в любое приложение посредством своего программного интерфейса.

• **Acc-u-Trans** — система обмена данными и их конвертации, поставляемая компанией Translation Technologies Inc. (TTI). Поддерживаются следующие форматы данных:

- CATIA V4 и V5;
- NX;
- I-DEAS;
- Pro/Engineer;

- SolidWorks.

Отличительной особенностью Acc-u-Trans является то, что система воссоздает как структуру сборки со всеми сопряжениями, так и дерево построений каждой детали, генерируя полностью параметризованную модель.

- **BackToCAD Technologies, LLC** (Атланта, США) специализируется в области обмена данными САПР, предоставляя соответствующие продукты и услуги. Особенностью продуктов BackToCAD Technologies является возможность конвертирования документов в формате PDF, TIFF, JPG, EPS, HPGL в чертежные форматы DWG и DXF.

- **CAD porter** — система обмена 3D данными и их конвертации, поставляемая компанией Elysium Inc. Обеспечивает не только трансляцию данных, но и одновременное обнаружение и исправление ошибок в геометрии. Приложение поставляется как plug-in для ведущих MCAD:

- Autodesk Inventor;
- CATIA V4 & V5;
- I-DEAS;
- Pro/ENGINEER;
- SolidWorks;
- NX.

Поддерживаются следующие форматы данных:

- ACIS;
- AutoCAD;
- CADD5;
- CATIA v4/v5;
- DXF;
- IGES;
- Inventor;
- ME10;
- MEDUSA;
- MicroStation;

- Parasolid;
- PersonalDesigner;
- Pro/ENGINEER;
- SolidEdge;
- SolidWorks;
- STL;
- STEP AP203/AP214;
- NX.

• **CCE (CAD-CAM Engineering)** — компания, специализирующаяся на системах трансляции данных и организации работы в среде мульти-CAD. Основные продукты компании:

- **EnSuite** — пакет для получения информации из файлов, созданных в разнородных CAD-системах. Обеспечивает комплекс функций: измерение геометрии, сравнение деталей и сборок, составление инженерных спецификаций, создание сборок из деталей в различных CAD-форматах, визуализацию, коллективную работу.

- **ConfigLink** — пакет для управления конфигурациями проектов, создания модификаций проектируемых изделий. На текущий момент ConfigLink поддерживает одновременную работу с файлами SolidWorks, Pro/ENGINEER, Autodesk Inventor и SolidEdge.

- **CAT5Works** — двунаправленный транслятор файлов CATIA V4/V5 и SolidWorks. Не требует наличия лицензии для CATIA. Все продукты поставляются как в виде самостоятельных систем, так и в виде приложений, интегрированных в SolidWorks.

Имеются и другие трансляторы для обмена данными САПР. В частности, российской компанией «НЕОЛАНТ» разработана технология трансляции графических и семантических 2D/3D данных между САПР различных платформ InterBridge, позволяющая формировать итоговую единую проектную цифровую модель объекта средствами той платформы САПР, которая задана по условиям контракта [18]. Причем программная реализация технологии

InterBridge не предусматривает разработки своего собственного формата обмена данными и использует уже применяемые форматы данных, что существенно упрощает ее реализацию. Поддерживаемые форматы и вендоры: .dwg, .rvt, .iam, .ipt (Autodesk); .rvm, .att, .rvs, .rvz (AVEVA); .dgn, .dwg (Bentley Microstation); .CATProduct, .CATPart (Dassault Systemes); .dgn, .drv, isff, .dri, .zip, .vue, .xml, .svf, .zvf, .pid, .sym, .igr, .spe (Intergraph). В ближайшее время планируется реализовать поддержку обмена данными для таких САПР и стандартов, как: Intergraph (SmartPlant Enterprise), Bentley (DigitalPlant — OpenPlant), Dassault Systemes (CATIA, SolidWorks), Siemens (Siemens NX, SolidEdge), Autodesk (AutoCAD Plant 3D), открытых стандартов (SAT, STEP, в перспективе — ISO 15926).

Использование стандартов обмена информацией

В мире САПР активно используется более 50 различных форматов [7; 8].

Наибольшая доля используемых форматов приходится на лидеров рынка САПР — CATIA V5, SolidWorks, AutoCAD и NX.

В середине 2010 года лидерство (32 %) в обмене данными принадлежало нейтральному формату STEP. С учетом 21 % использования формата CATIA V5, на долю обеих приходилось более чем 50 % обмена данными. Доли других CAD-платформ в качестве основного формата обмена данными распределялись так: 15 % SolidWorks; 6 % (NX , 6 % Autodesk Inventor, 3DPDF); 3 % (JT, Rhino, DWG); 0 % (Pro/ENGINEER и IGES).

Для передачи 3D-моделей имеется «нейтральные 3D-форматы» (STEP, 3D XML, JT и 3D PDF). Каждый из них обладает различными характеристиками: уровень точности геометрии, качество визуализации, размер файлов, универсальность и др.

Однако их использование ограничивает возможность редактирования импортированных данных, так как теряется информация об истории и контексте построения геометрии, ассоциативная связь между моделью и чертежом.

По результатам исследований нейтральных 3D- форматов компанией ProSTEP [4] установлено, что при выборе из четырех перечисленных наиболее популярных 3D-форматов существенным является открытость спецификации формата, широко распространенное использование формата и возможность его применения в будущих инженерных проектах. Другие форматы (IGES, CGM, DXF, VRML, COLLADA и X3D) на практике имеют менее широкое применение.

Сценариями использования форматов STEP, 3D XML, JT и 3D PDF являются: просмотр инженерных данных; обмен данными; цифровой макет (Digital Mock Up или DMU); документирование и архивирование; использование переносимых документов в PLM, то есть использование 3D и дополнительной информации в областях, связанных с инженерной работой (табл. 2).

Таблица 2.

Обзор результатов экспертизы в отношении пригодности форматов для использования нейтральных 3D в выделенных сценариях

Сценарий	STEP	3D XML	JT	3D PDF
Просмотр инженерных данных	☆☆☆☆	☆☆☆☆	☆☆☆☆	☆☆☆☆
Обмен данными	☆☆☆☆	☆☆☆☆	☆☆☆☆	☆☆☆☆
Цифровой макет (DMU)	☆☆☆☆	☆☆☆☆	☆☆☆☆	☆☆☆☆
Документирование и архивирование	☆☆☆☆	☆☆☆☆	☆☆☆☆	☆☆☆☆
Использование переносимых документов в PLM	☆☆☆☆	☆☆☆☆	☆☆☆☆	☆☆☆☆

Примечание: 1. Оценка от 1 до 4 звезд.
 2. Оценка от 1 до 4 звезд.
 3. Оценка от 1 до 4 звезд.

Из таблицы видно, что каждый формат демонстрирует разные преимущества для разных сценариев. Если приоритет имеет обмен данными, то лучшим выбором является STEP. Если же приоритетно использование переносимых документов в PLM, то есть использование 3D и дополнительной информации в областях, связанных с инженерной работой, просмотр инженерных данных, документирование и архивирование, то преимущество имеет 3D PDF.

Несмотря на развитие инструментальной базы трансляции данных, значительного продвижения в этой области не наблюдается, а недостаточная совместимость форматов осложняет повторное использование ранее созданных данных при создании новых проектов.

Специализированные системы трансляции данных

Существует группа компаний, которые предлагают низкоуровневые программные компоненты для прямого чтения и записи основных форматов файлов САПР [13]. Большинство разработчиков САПР лицензируют эти компоненты для того, чтобы реализовать в своих продуктах функции импорта и экспорта. Есть также компании, которые используют эти компоненты для создания отдельных приложений для трансляции и проверки данных САПР.

В табл. 3 приведены некоторые такие специализированные системы трансляции.

Многие предприятия используют для проектирования программные продукты нескольких производителей. В перспективе ожидается появление «САПР-конструктора» [6]. Создание программной оболочки САПР с возможностью добавления в нее функциональных компонентов нескольких вендоров для работы в единой среде станет некой альтернативой Multi-CAD системам. Суть Multi-CAD заключается в способности управления данными различных САД-систем: модели изделия могут быть созданы в разных САПР, а затем совмещены в Multi-CAD. С появлением «САПР-конструктора» первый этап создания части изделия или системы будет проходить уже в единой среде,

владеющей функционалом нескольких вендоров. Пользователь сможет добавлять функционал, исходя из своих потребностей и своей специализации.

Таблица 3.

Специализированные системы трансляции

Компания-разработчик	Продукты	Функционал
Spatial	3D InterOp	Позволяет реализовывать обмен пространственных данных, поддерживая 3D-файлы: CATIA V4/V5/V6, SolidWorks, Siemens NX, Pro/E, а также форматов: STEP, IGES, VDA, ACIS, Parasolid, Inventor.
Theorem Solutions	Cadverter.com	Позволяет конвертировать все виды механической геометрии конструкции, а также сборок и атрибутивную информацию между ведущими CAD / CAM / CAE системами: 3DXML, ACIS, CADDs, CATIA V4/V5, ICEM Surf, I-DEAS, Inventor, JT (VisMockUP), Parasolid, ProductView, Pro / ENGINEER, SolidEdge, SolidWorks и NX.
TransMagic	TransMagic	Реализует обмен в 3D Multi-CAD, позволяет корректировать геометрию. Поддерживаемые типы файлов: CATIA V4/v5, Pro / ENGINEER, NX / Unigraphics, Inventor, SolidWorks, а также геометрические ядра и форматы файлов описания геометрии: Parasolid, ACIS, IGES, Step, STL, NGRain, JT, OBJ, HTML, CGR, TIFF, EMF, PostScript, PDF.
ITI TranscenData	CADfix	Устраняет препятствия в использовании CAD-моделей в системах инженерного анализа, предлагая огромный набор инструментов геометрического преобразования для импорта данных CAD/CAM/CAE, исправления и экспорта в наиболее подходящий формат для последующего использования в CAD/CAM/CAE системах.
	Proficiency	Параметрический инструмент для трансляции, позволяющий осуществлять обмен данными между наиболее распространенными CAD системами.

Удаленное взаимодействие через WEB-интерфейс (публикация данных в AVEVA NET Portal) при возникновении проблем оперативного информационного взаимодействия между участниками проекта предлагается компанией AVEVA [11]. Передаются следующие данные: схемы, 3D-модели, монтажные и изометрические чертежи, сформированные в системе SmartPlant от Intergraph.

По мнению Эвана Яреса [13], существует несколько проблем, ограничивающих использование трансляторов:

- форматы файлов САПР постоянно меняются и запись файла в стандартизованные форматы IGES и STEP, создают собственные проблемы;
- разные САПР представляют геометрию и топологию различными способами;
- существенные различия в образе параметризации поверхности;
- проблемы с поверхностями, описанными процедурно, такими как сопряжение или вытягивание.

Кроме компаний, занимающихся трансляцией данных, приведенных в табл. 3, программные компоненты для прямого чтения и записи основных форматов файлов САПР предлагают Datakit [17], TechSoft3D [23], Capvidia [16] и Core Technology [14].

И хотя профессиональные системы САПР имеют свои функции импорта и экспорта, но:

- не все программы САПР могут импортировать и экспортировать все форматы файлов;
- отдельные трансляторы работают более качественно и надежно, чем встроенные средства импорта и экспорта;
- компании, производящие отдельные трансляторы, предлагают больше возможностей и автоматизации.

Авторский сравнительный анализ

Проведем авторский сравнительный анализ эффективности передачи информации между моделями, выполненными в САД-системах некоторых вендоров.

Объектом экспорта была выбрана сложная поверхность кухонной мойки из ассортимента магазина «ИКЕА» [9].

Исследование проведено в два этапа. На первом этапе спроектированная в программном продукте Autodesk Inventor Professional 3D-модель (рис. 1) передавалась в SolidWorks от Dassault Systemes [22], в КОМПАС-3D от АСКОН [2], в NX от Siemens PLM Software [19] и в Pro/ENGINEER от PTC [20]. При моделировании в Autodesk Inventor Professional использовались различные параметрические зависимости, а также был назначен материал и физические свойства. Параметрами, оцениваемыми при передаче, были выбраны: материал, плотность, масса, площадь, центр тяжести, точность геометрической модели, соблюдение зависимостей и дерево построения модели.

Из анализа полученных на первом этапе результатов следует, что модель, созданная в Autodesk Inventor Professional и передаваемая в рассмотренные четыре программные продукта, наилучшим образом передается в КОМПАС-3D и SolidWorks, получив соответственно 30 и 25 положительных оценок из 104 возможных. Передача этой же модели в Pro/ENGINEER ограничена (6 положительных оценок), а в NX — полностью отсутствует.

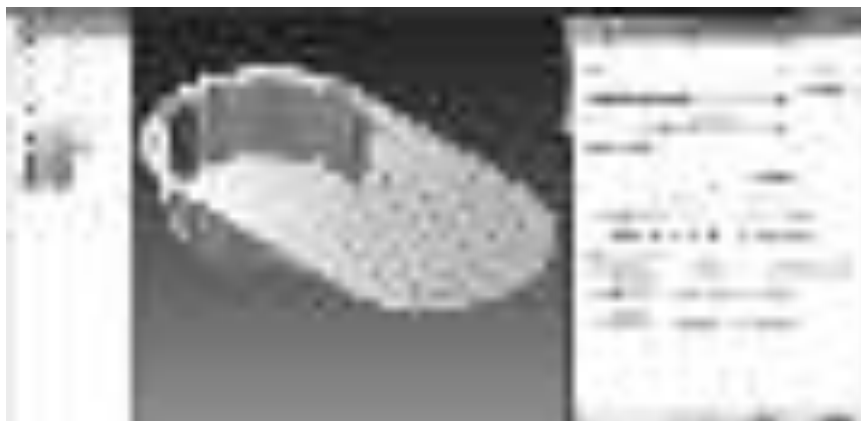


Рисунок 1. 3D-модель, разработанная в Autodesk Inventor Professional

Цель второго этапа исследований состояла в оценке возможности сохранения модели в разных форматах, а также объема занимаемого дискового пространства при экспорте. Объектом для исследования экспорта/импорта была выбрана та же модель кухонной мойки, что и на первом этапе.

Построение модели (рис. 2) было разбито на 6 шагов:

- a. «Эскиз» — только 2D-построения.
- b. «Выдавливание» — первая 3D-операция.
- c. «Углубление» — появление операции вычитания.
- d. «Ребристость» — усложнение модели.
- e. «Готовая геометрия» — появление операций «сопряжения» и «оболочка».
- f. «Готовая деталь» — назначение материала и плотности.

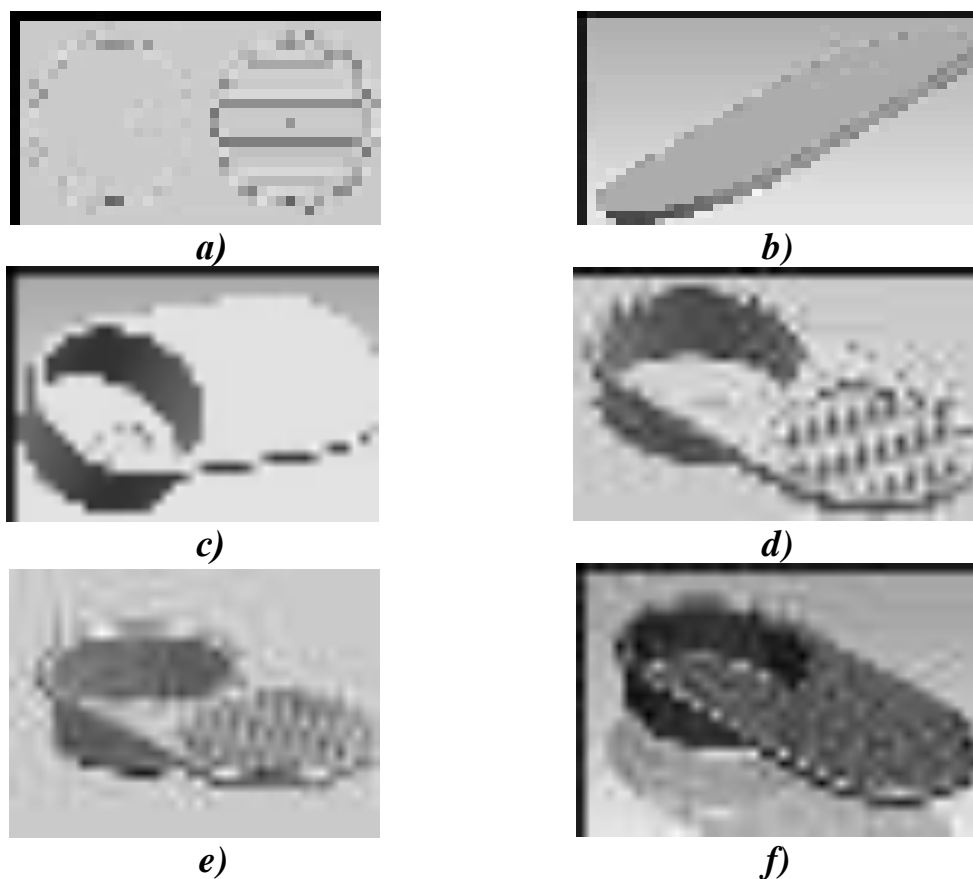


Рисунок 2. Шаги построения модели:

a — «Эскиз», b — «Выдавливание», c — «Углубление», d — «Ребристость», e — «Готовая геометрия», f — «Готовая деталь»

На каждом шаге производилось сохранение во все перечисленные форматы. При этом использовались и встроенные в САПР конверторы.

После чего форматы открывались в участвующих в рассмотрении САПР. Фиксировались все удачные попытки открытия модели.

На этом этапе исследований рассмотрены следующие САПР: SolidWorks, КОМПАС-3DV13, Autodesk Inventor Professional 2012, PTC CreoElements/Pro (ранее под брендом Pro/ENGINEER) и Siemens NX7.

Результаты исследования представлены в табл.4.

Таблица 4.

**Результаты исследования технологии обмена данными
в профессиональных графических средах**

Для импорта САПР используют форматы:

SolidWorks- .dwg, .dxf, .sat, .igs, .stp, .wrl, .x_t, .stl, .prt, .prt.1, prt.2, .x_b

Компас 3D - .dwg, .dxf, .sat, .igs, .stp, .x_t, .x_b

Inventor Professional 2012 -.dwg, .dxf, .sat, .igs, .stp, .wrl, .x_t, .x_b, .prt.1, prt.2






Creo Elements Pro -.sat, .igs, .stp, .wrl, .x_t, .x_b, .stl, .prt, .neu, .vda

SIEMENS UGS NX7 — .dwg, .dxf, .igs, .stp, .x_t, .x_b, .stl, .prt.1, prt.2

Для экспорта САПР имеют возможности сохранять документы в следующих форматах (табл. 5).

Таблица 5.

Форматы, в которых могут быть сохранены документы САПР для экспорта

<p>SolidWorks 2012</p> 	<p>Компас 3D</p> 
<p>InventorProfessional 2012</p> 	<p>CreoElementsPro</p> 
<p>SIEMENS UGS NX7</p> 	

При оценке информационного обмена на втором этапе исследования критериями выбраны:

- точность геометрической модели;
- сохранения дерева построения;
- твердотельность модели, а не каркасность;

- возможность модификации;
- возможность сохранения модификаций;
- характеристики детали (материал, плотность, масса, площадь, объем и центр масс).

На этом этапе исследований не рассматривались те форматы, которые не открылись в рассматриваемых САПР, а также форматы, которые не смогли сохранить геометрию. Таким образом, на втором этапе были исследованы форматы: .igs, .stp, .x_b и .x_t.

Поскольку свойства материала и дерево построения не удалось передать ни в одном из исследованных форматов, то баллом «1» отметим факт передачи всех остальных параметров, в противном случае присваивается балл «0». В табл. 6-10 приведены результаты исследования показателей экспорта/импорта форматов.

Таблица 6.

Показатели экспорта/импорта в САПР с использованием формата .igs

.igs	Импортер						
	САПР	SolidWorks	КОМПАС	Inventor	Creo	NX7	Итог:
Экспортер	SolidWorks	-	1	0	1	1	3
	КОМПАС	1	-	1	1	1	4
	Inventor	1	1	-	1	1	4
	Creo	1	1	0	-	1	3
	NX7	0	1	-	1	-	2
	Итог:	3	4	1	4	4	-

Таблица 7.

Показатели экспорта/импорта в САПР с использованием формата .stp

.stp	Импортер						
	САПР	SolidWorks	КОМПАС	Inventor	Creo	NX7	Итог:
Экспортер	SolidWorks	-	1	0	1	1	3
	КОМПАС	1	-	1	1	0	3
	Inventor	1	1	-	0	0	2
	Creo	1	1	1	-	1	4
	NX7	1	1	1	1	-	4
	Итог:	4	4	3	3	2	-

Таблица 8.**Показатели экспорта/импорта в САПР с использованием формата .x_b**

.x_b	Импортер						
	САПР	SolidWorks	КОМПАС	Inventor	Creo	NX7	Итог:
Экспортер	SolidWorks	-	1	1	1	1	4
	КОМПАС	0	-	1	1	1	3
	Inventor	1	1	-	1	1	4
	Creo	0	0	0	-	0	0
	NX7	0	0	0	0	-	0
	Итог:	1	2	2	3	3	-

Таблица 9.**Показатели экспорта/импорта в САПР с использованием формата .x_t**

.x_t	Импортер						
	САПР	SolidWorks	КОМПАС	Inventor	Creo	NX7	Итог:
Экспортер	SolidWorks	-	1	1	1	1	4
	КОМПАС	0	-	1	1	1	3
	Inventor	0	1	-	0	0	1
	Creo	0	1	1	-	0	2
	NX7	0	0	0	0	-	0
	Итог:	0	3	3	2	2	-

Таблица 10.**Обобщенные показатели экспорта/импорта в САПР с использованием форматов .igs, .stp, .x_b и .x_t .**

Формат	Количество баллов при экспорте/ импорте
.igs	16
.stp	16
x_b	11
.x_t	10

Проанализирован также объем занимаемого дискового пространства при экспорте из Autodesk Inventor Professional в другие форматы на разных этапах (создание эскиза, выдавливание, углубление, ребристость, готовая геометрия и готовая деталь).

В качестве иллюстрации на рис. 3 представлен результат для этапа «Готовая деталь».

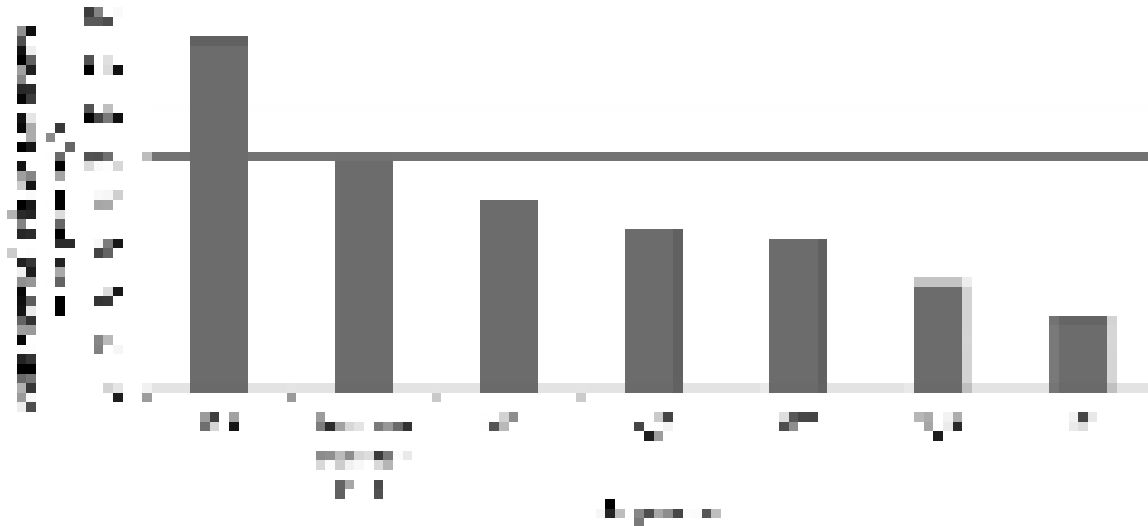


Рисунок 5. Диаграмма, демонстрирующая объем занимаемого дискового пространства при экспорте модели детали из Autodesk Inventor Professional в форматы

В результате исследований по 2-му этапу установлено следующее.

- Свойства материала и дерево построения не удалось передать ни в одном из форматов.
- Разные форматы по-разному реализуют экспорт/импорт в САПР. Наилучшие результаты показали .igs и .stp , в 1,5 раза превысив возможности x_b и .x_t.
- САПР по-разному осуществляют экспортные и импортные операции. По степени повышения суммарного показателя информационного обмена в форматах .igs и .stp рассмотренные САПР расположились в следующей последовательности: Inventor (10), NX7 (12), SolidWorks (13), Creo (14), КОМПАС (15).
- Занимаемые объемы дискового пространства при экспорте модели из Autodesk Inventor Professional в другие форматы значительно отличаются. Наибольший объем занимает формат IGS (в 1,5 раза превышая исходный), наименьший — JT (31 % от исходного).

Список литературы:

1. Аведьян А., Колонтаев М. Электронный EXCHANGE: основа современного производства. САПР и графика №2, 2003 / [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL:<http://sapr.ru/article.aspx?id=6890&iid=281>(дата обращения: 02.12.2013).
2. АСКОН — комплексные решения для автоматизации инженерной деятельности и управления производством. CAD/AEC/PLM / [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL:<http://ascon.ru> (дата обращения: 02.12.2013).
3. Категория:Трансляторы_данных / [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL:http://plmpedia.ru/wiki/Категория:Трансляторы_данных (дата обращения: 2.12.2013).
4. Компания ProSTEP опубликовала отчет о сравнении нейтральных 3D-форматов. Isicad.№81 (4),2011 / [Электронный ресурс]. — Режим доступа:URL:http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=14351&compage=1 (дата обращения: 02.12.2013).
5. Кононов В.В. Предложения ЗАО «НЕОЛАНТ» по организации обмена проектными данными между различными проектными системами //Материалы Международной научно-практического форума «Интеллектуальное проектирование. Управление жизненным циклом сложных инженерных объектов». — Нижний Новгород, 2011 / [Электронный ресурс]. — Режим доступа:URL:http://www.niaep.ru/wps/wcm/connect/niaep/site/client/Forum_project_multi_d/82f7fa004ac32b0f8ba3cfd7b35d7bd7 (дата обращения: 02.12.2013).
6. Лосев А. Фантазия на тему «Каким будет САПР через 5 лет». Журнал сообщества пользователей Autodesk «AUTODESK COMMUNITY MAGAZINE», № 1(3)/2012, стр.64-67 / [Электронный ресурс]. — Режим доступа:URL:<http://community.autodesk.ru/resource/zhurnal-soobshchestva-polzovatelei-autodesk-3> (дата обращения: 02.12.2013).

7. Малюх В. Proficiency — параметрические инструменты для трансляции данных. Isicad, № 73 (8), 2010 / [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL:http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=13930 (дата обращения: 02.12.2013).
8. Малюх В. Форматы данных: кто виноват и как с этим бороться? Isicad, № 79 (2), 2011 / [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL:http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=14227 (дата обращения: 02.12.2013).
9. Мойки для кухни — каталог моек — кухонные раковины и мойки — смесители для кухни — фильтры для воды / [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL:<http://moiki.idealkitchen.ru/> (дата обращения: 02.12.2013).
10. Тремблей Т. Autodesk Inventor 2012 и Inventor LT 2012. Официальный учебный курс/ Пер. с англ. Л. Талхина. — М.: ДМК Пресс, 2012. — 352 с.
11. Федотов Е.А. Интеграция инженерных данных для проектирования и интеграция для взаимодействия. Пути решения существующих задач. Материалы 2-го Международного научно-практического форума «Интеллектуальное проектирование. Управление жизненным циклом сложных инженерных объектов». — Нижний Новгород, 2011 / [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL:http://www.niaep.ru/wps/wcm/connect/niaep/site/client/Forum_project_multi_d/82f7fa004ac32b0f8ba3cfd7b35d7bd7 (дата обращения: 02.12.2013).
12. Чечетка А., Кекурс К. Формат JT как основа единой интероперабельной платформы разработки. Ч. 1. CAD/CAM/CAEObserver, № 6 (30), 2006, с. 34—37 / [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: http://www.cadcamcae.lv/hot/JT_n30_p34.pdf (дата обращения: 02.12.2013).
13. Эван Ярес. Трансляция данных САПР сегодня//Isicad, №101 (12). — 2012/ [Электронный ресурс]. — Режим доступа:URL:http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=15776 (дата обращения: 02.12.2013).

14. About Core Technologie — Core Technologie / [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL:http://www.coretechnologie.de/About_CT_COMPANY (дата обращения: 02.12.2013).
15. CAD software — history of CAD CAM / [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL:<http://www.cadazz.com/cad-software-history.htm> (дата обращения: 02.12.2013).
16. Carvidia — software/engineering/applications / [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL:<http://www.carvidia.com/>(дата обращения: 02.12.2013).
17. DATAKIT — Conversion, reading and writing software for all CAD formats files 2D and 3D / [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL:<http://www.datakit.com/en/> (дата обращения: 02.12.2013).
18. InterBridge — межплатформенная трансляция данных САПР / [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL:http://www.neolant.ru/solutions/intersystemfusion/news_detail.php?ID=768 (дата обращения: 02.12.2013).
19. NX: Siemens PLM Software — РОССИЯ / [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL:http://www.plm.automation.siemens.com/ru_ru/products/nx/ (дата обращения: 02.12.2013).
20. PTS — Продуктивные технологические системы. Программные продукты РТС. Обзор пакетов Pro/ENGINEER / [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: <http://www.pts-russia.com/products/proengineer.htm> (дата обращения: 02.12.2013).
21. SolidWorks: импорт/экспорт геометрии. Ieportal.net, № 8, 2005 / [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL:<http://ieportal.net/modules/sections/index.php?op=printpage&artid=30> (дата обращения: 02.12.2013).
22. SolidWorksRussia / [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: <http://www.solidworks.ru/> (дата обращения: 2.12.2013).
23. TechSoft 3D — Developer tools you can rely on from people you can trust / [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL:<http://www.techsoft3d.com/> (дата обращения: 02.12.2013).