

УДК 681.5

Р.А. Шабаров, О.В. Кретинин

**ИССЛЕДОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ОБМЕНОВ
МЕЖДУ РАЗЛИЧНЫМИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫМИ СИСТЕМАМИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Цель статьи – показать целесообразность и актуальность информационных обменов между различными автоматизированными системами с помощью формата STEP. Дана подробная характеристика стандарта данных STEP (ISO 10303), используемого для визуализации сложных моделей машиностроительных объектов, а также для обмена информацией. *Приведен* пример обменного файла формата STEP.

Ключевые слова: САПР, CAD/CAM/PDM – системы, формат STEP, Express/STEP технологии, передача и кодирование информации, преобразование графической информации.

В настоящее время на различных производственных предприятиях становится актуальным внедрение так называемой системы автоматизированного проектирования (САПР). САПР представляет собой автоматизированную систему, реализующую информационную технологию выполнения функций проектирования. Она представляет собой организационно-техническую систему, предназначенную для автоматизации процесса проектирования, состоящую из персонала и комплекса технических, программных и других средств автоматизации его деятельности.

С помощью CAD-средств создается геометрическая модель изделия, которая используется в качестве входных данных в системах САМ и на основе которой в системах САЕ формируется требуемая для инженерного анализа модель исследуемого процесса.

В ходе внедрения данных систем существует ряд проблем, таких как:

- ограниченность применения разработанного программного обеспечения (поскольку решение специфично для каждой задачи);
- сложность замены одной из систем в случае необходимости;
- невозможность использования нескольких систем одновременно;
- зависимость работоспособности системы в целом от изменения в интерфейсе какой-либо из систем.

Рассматривая проблему передачи и кодирования информации, разработчики САПР изначально пытались представить эту задачу как совокупность условий для формирования однородных, связанных в графе, структур данных. В ином случае описатели таких структур необходимо было выводить последовательно, присваивая каждому перечисляемому элементу уникальный номер (идентификатор).

Первый способ хранения данных характерен для широкого круга CAD/CAM/PDM - систем, обеспечивающих не только быстрый ввод и вывод информации, но и передачу информации внутри системы, а также накопление и маскирование данных из внутренней базы данных (БД) по запросу. Такие перемещения информации характеризуются нулевой потерей данных. В других случаях, осуществляемых при межсистемном информационном взаимодействии, применяют последовательную запись примитивов передаваемых данных, при которой идентификатором является либо порядковый номер примитива, либо специальный уникальный индекс, которым дополнительно маркируется каждый примитив. Этот индекс указывает на местоположение данного примитива в общей структуре объекта. В свою очередь качественная логическая сущность примитива определяется его именем.

Таким образом, сочетание имени и уникального номера обеспечит полноту описания простейшего именованного узла объекта. Целый объект может иметь описания зависимостей и взаимодействия отдельных узлов – примитивов (IGES, STEP).

Для решения подобных проблем разработан международный стандарт ISO 10303 STEP (англ.: Standard for the Exchange of Product Model Data – стандарт обмена данными о модели изделия; русскоязычная версия – ГОСТ Р ИСО 10303), призванный определить единый способ обмена информацией между всеми системами, содержащими данные об изделии. Это позволит автоматизировать, в том числе, и взаимодействие любых PDM- и CAD-систем без дополнительных интегрирующих программ. Стандарт определяет форму представления данных в виде текстового обменного файла, имеющего строго регламентированную структуру и используемого для передачи данных между различными автоматизированными системами проектирования.

Настоящий стандарт – один из первых в семействе специализированных CALS- стандартов является характерным примером информационного стандарта нового поколения, по подобию которого строятся последующие CALS-стандарты (разработка института ISO). В соответствии с названием стандарта STEP определяется "нейтральный" формат представления данных об изделии в виде информационной модели. К данным об изделии относятся: состав и конфигурация изделия, геометрические модели разных типов, административные данные, специальные данные.

Стандарт STEP состоит из множества томов, разрабатываемых и публикуемых по отдельности. Утвержденные тома в печатном виде занимают тысячи страниц. Естественно, такой объемный стандарт нуждается в общем описании, которое наряду с общими определениями дано в томе ISO 10303-1. По сравнению со стандартом IGES стандарт STEP охватывает гораздо больший набор предметных областей. Он поддерживает немалое количество типов данных, что означает присутствие дополнительных требований к программным ресурсам, в первую очередь, по объему памяти. Существуют специальные автономные программные инструменты, позволяющие выполнить формальное описание и автоматизированную обработку формального описания типов данных.

Очевидно, что обе взаимодействующие системы должны поддерживать один и тот же формат представления данных в обменном файле. В MCAD обменные файлы в основном содержат информацию о чертежах и геометрических моделях изделий.

Наибольшее распространение в MCAD получили форматы IGES (стандарт ANSI), DXF (стандарт де факто, разработанный в компании Autodesk), формат STEP (стандарт ISO 10303.21). В файле стандарта IGES имеется заголовочная и основная части. В основной части имеется возможность описывать точки, линии, поверхности и (начиная с версии 4.0) твердые тела. В файле формата DXF имеются раздел для описания всех элементов кодируемого чертежа, блок команд, аналогичный дисплейному файлу, а также заголовок и описание типов элементов, стилей текста и т.п. В среде STEP возможны обмены через обменный файл и через базу данных SDAI. Особое место среди форматов занимает формат STEP. Express/STEP технологии мало распространены в практике российских фирм. В то же время, принципы, заложенные в них, весьма интересны именно для отечественного рынка. Практика автоматизации информационных процессов больших предприятий, как правило, редко может быть названа вполне успешной, несмотря иногда на большие капиталовложения. Express/STEP технология открывает путь к действительно успешной интегральной информационной поддержке производства.

На рисунке более подробно показаны основные определения, связанные с информационным описанием изделия (информационной моделью изделия) в STEP. В STEP предполагается, что изделие может описываться на следующих трех уровнях (рис. 1): - определение *definition* (41-й и 44-й тома STEP); - представление *representation* (43-й том STEP и другие

тома, содержащие описания отдельных видов представления, например, 42-й том – представление геометрии и топологии); - визуальное представление *presentation* (46-й том STEP). Этот уровень описания не является для STEP существенным, поскольку основное назначение STEP – построение доступных для компьютерной обработки моделей изделия. Тем не менее, в некоторых из протоколов STEP предусмотрены сущности, позволяющие описать особенности того, как должно строиться изображение изделия: чертеж и красочная полутоновая презентация.

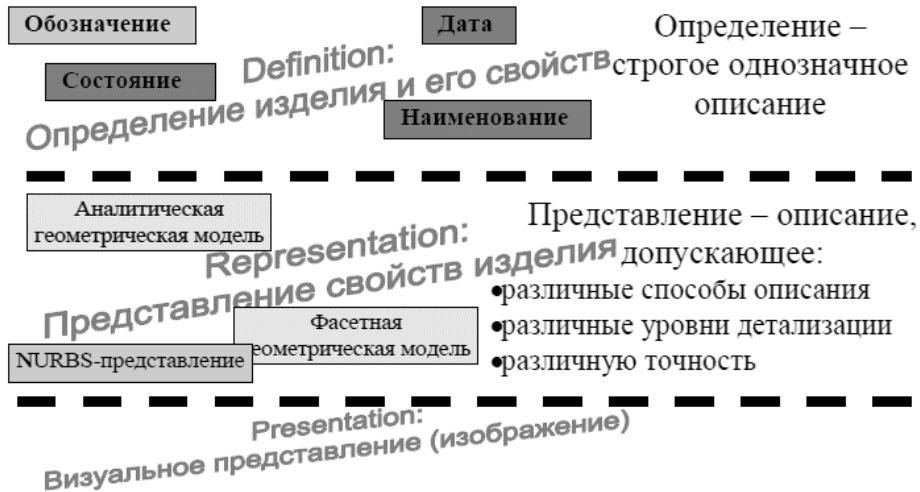


Рис. 1. Основные определения, связанные с описанием изделия в STEP

В STEP данные об изделии организованы следующим образом (рис. 2).



Рис. 2. Организация данных об изделии в STEP

В информационных ресурсах ISO 10303-41 содержатся сущности, необходимые для задания общего определения изделия.

Для обмена конкретными значениями атрибутов в STEP введен обменный файл (протокол ISO 10303-21). Файл состоит из головной и информационной секций. В головной секции (между служебными словами HEADER и ENDSEC) указываются:

Entityfile_name - имя и некоторые другие атрибуты данного конкретного обменного файла;

Entityfile_description - неформальное описание содержимого файла и требования к ПО для обработки данного файла;

Entityfile_schema - схемы, для которых далее даны экземпляры сущностей;

keyword (список типов).

В информационной секции (между словами DATA и ENDSEC) указываются имена экземпляров сущностей и значения их атрибутов в виде следующих строк:

#1 = POINT(0.0,0.2,0.5);(* экземпляр сущности типа POINT с именем 1, значения параметров 0, 0.2 и 0.5 типа REAL *)

#2 = WIDGET(.RED.);(* экземпляр сущности типа WIDGET с именем 2, значение перечислимого типа RED *)

...

#8 = LINE(#1,#4);(* значениями атрибутов являются экземпляры сущностей с именами 1 и 4 *)

В списке параметров значения перечисляются в том же порядке, в каком они фигурировали в описании сущности.

Пример обменного файла формата STEP

В качестве наглядного примера рассмотрим экспортированную в формат Step 3D модель детали «Цилиндр». Деталь имеет 2 плоские и одну цилиндрическую поверхность. На рис. 3 показан фрагмент файла программы в котором описано задание цилиндрической поверхности детали «Цилиндр».

```
#72=CYLINDRICAL_SURFACE('',#71,10.0);
#73=CARTESIAN_POINT('',(-10.0,20.0,1.224647E-015));
#74=VERTEX_POINT('',#73);
#75=CARTESIAN_POINT('',(0.0,20.0,0.0));
#76=DIRECTION('',(0.0,1.0,0.0));
#77=DIRECTION('',(1.0,0.0,0.0));
#78=AXIS2_PLACEMENT_3D('',#75,#76,#77);
#79=CIRCLE('',#78,10.0);
#80=EDGE_CURVE('',#74,#74,#79,.T.);
#81=ORIENTED_EDGE('',*,*,#80,-F.);
#82=EDGE_LOOP('',(#81));
#83=FACE_OUTER_BOUND('',#82,.T.);
#84=CARTESIAN_POINT('',(-10.0,0.0,1.224647E-015));
#85=VERTEX_POINT('',#84);
#86=CARTESIAN_POINT('',(0.0,0.0,0.0));
#87=DIRECTION('',(0.0,-1.0,0.0));
#88=DIRECTION('',(1.0,0.0,0.0));
#89=AXIS2_PLACEMENT_3D('',#86,#87,#88);
#90=CIRCLE('',#89,10.0);
#91=EDGE_CURVE('',#85,#85,#90,.T.);
#92=ORIENTED_EDGE('',*,*,#91,-F.);
#93=EDGE_LOOP('',(#92));
#94=FACE_BOUND('',#93,.T.);
#95=ADVANCED_FACE('',(#83,#94),#72,.T.);
#96=CARTESIAN_POINT('',(4.721282E-016,20.0,1.850372E-016));
#97=DIRECTION('',(0.0,1.0,0.0));
#98=DIRECTION('',(0.0,0.0,1.0));
#98=DIRECTION('',(0.0,0.0,1.0));
#99=AXIS2_PLACEMENT_3D('',#96,#97,#98);
#100=PLANE('',#99);
#101=ORIENTED_EDGE('',*,*,#80,.T.);
#102=EDGE_LOOP('',(#101));
#103=FACE_OUTER_BOUND('',#102,.T.);
#104=ADVANCED_FACE('',(#103),#100,.T.);
#105=CARTESIAN_POINT('',(4.721282E-016,0.0,1.850372E-016));
#106=DIRECTION('',(0.0,1.0,0.0));
#107=DIRECTION('',(0.0,0.0,1.0));
#108=AXIS2_PLACEMENT_3D('',#105,#106,#107);
#109=PLANE('',#108);
#110=ORIENTED_EDGE('',*,*,#91,.T.);
#111=EDGE_LOOP('',(#110));
#112=FACE_OUTER_BOUND('',#111,.T.);
#113=ADVANCED_FACE('',(#112),#109,-F.);
#114=CLOSED_SHELL('',(#95,#104,#113));
#115=MANIFOLD_SOLID_BREP('\X2\04220432043504400434043E0435\X0\X2\04420435043B043E\X0\1',#114);
#116=COLOUR_RGB('\X2\FFF0FFF0\X0\X2\FFF0FFF0FFF0FFF0FFF0F
```

Рис. 3. Фрагмент файла STEP в системе Autodesk Inventor

Первой строкой, значимой для нас, является строка с записью MANIFOLD_SOLID_BREP. Она содержит ссылки на твёрдые тела в сборке. Запись #115=MANIFOLD_SOLID_BREP('\X2\04220432043504400434043E0435\X0\X2\04420435043B043E\X0\1',#114); содержит указатель (#115 – номер строки с текущей записью), символ присваивания «=» указателю некоторого значения, ключевые слова MANIFOLD_SOLID_BREP, указывающие на тип сущности и атрибуты сущности в скобках ("#2).

Как видно из этой строки, в сборке содержится одно твёрдое тело, а дальнейшее описание его передается через указатель строке #114.

Строка #114 содержит следующую сущность: CLOSED_SHELL. Она указывает поверхности (буквально «замкнутые оболочки»), ссылаясь на определяющие их строки. Переходя по ссылкам, мы найдём описание поверхностей. Пример: #114=CLOSED_SHELL(",(#95,#104,#113)); где даны ссылки на описание трёх поверхностей детали.

Следуя по одной из ссылок, например #95, попадаем на следующую запись #95=ADVANCED_FACE(",(#83,#94),#72,.T.). Сущность ADVANCED_FACE определяет поверхность твёрдого тела. Она имеет четыре атрибута, один из которых логический.

#72=CYLINDRICAL_SURFACE(",#71,10.0); сущность CYLINDRICAL_SURFACE указывает на то, что поверхность цилиндрическая. Плоские поверхности имеют сущность PLANE. Далее следуем по ссылке #83=FACE_OUTER_BOUND(",#82,.T.). Переходим по ссылке #82=EDGE_LOOP(",(#81)) и видим определение граней поверхности:

#81=ORIENTED_EDGE(",* ,* ,#80,.F.);

#80=EDGE_CURVE(",#74,#74,#79,.T.);

Координаты граней поверхности определяются в ссылке #74=VERTEX_POINT(",#73);

#73=CARTESIAN_POINT(",(-10.0,20.0,1.224647E-015)); - координаты декартовой точки (-10,20,0)

Грани поверхности ссылаются на окружность #79=CIRCLE(",#78,10.0); Окружность радиусом 10мм, координаты которой заданы в ссылке #78=AXIS2_PLACEMENT_3D(",#75,#76,#77); - трехмерная система координат, задающая положение окружности.

Центр окружности определяется Декартовой точкой:

#75=CARTESIAN_POINT(",(0.0,20.0,0.0)); - координаты декартовой точки (0,20,0)

#76=DIRECTION(",(0.0,1.0,0.0));

#77=DIRECTION(",(1.0,0.0,0.0));

Таким образом получаем грань верхнего торца, которая является границей цилиндрической поверхности детали.

Переводчик STEP поддерживает импорт и экспорт цветов тела, грани и кривой файлов STEP AP214. Стандарт STEP AP203 не поддерживает цвета. Программа-переводчик STEP экспортирует:

- документы деталей или сборок Inventor в файлы STEP;
- можно выбрать для экспорта только отдельные детали или узлы в дереве сборки. При выборе сборки автоматически выбираются все ее компоненты. При выборе компонента, частично выбираются его управляющие элементы, сохраняя структуру сборки;
- Inventor поддерживает экспорт единиц измерения длины документа детали или сборки в файл STEP AP203 или AP214;
- параметры экспорта можно установить в диалоговом окне Параметры экспорта STEP.

Программа-переводчик STEP импортирует:

- файлы STEP как документы деталей или сборок;
- из файла AP214 STEP информацию о геометрии тела, цветах тела, граней и кривой, а также информацию о топологии;
- геометрию каркасного представления из файлов STEP AP203 и AP214;
- данные конфигурации STEP. Эти данные можно импортировать, выбрав параметр Отображение данных конфигурации в разделе STEP диалогового окна Параметры импорта.

Библиографический список

1. **Норенков, И.П.** Информационная поддержка наукоемких изделий. CALS-технологии / И.П.Норенков, П.К. Кузьмик. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 320 с.
2. **Шильников, П.С.** Средства поддержки CALS-технологий (технологий непрерывной компьютерной поддержки полного Жизненного Цикла Изделия) // Юбилейная научно-практическая конференция АНТОК СНГ: тезисы докладов. – М., 2001. – С. 15–18.
3. www.cad.ru
4. <http://bigor.bmstu.ru/>

*Дата поступления
в редакцию 11.12.2014*

R. A. Shabarov, O. V. Kretinin

STUDY OF THE DATA EXCHANGE PROCESS BETWEEN DIFFERENT AUTOMATED SYSTEMS

Nizhny Novgorod state technical university n. a. R. E. Alexeev

The purpose of the article is to demonstrate a usable and applicable character of the data exchange between different automated systems by means of STEP format. Detailed characteristics of STEP data standard (ISO 10303) used for visualization of elaborate models of engineering objects, as well as for the data exchange, are provided. An example of an exchange file of STEP format is given.

Key words: CAE, CAD/CAM/PDM – systems, STEP format, Express/STEP technologies, data transfer and coding, drawing digitizing.