

СТАНДАРТЫ ОБМЕНА ДААННЫМИ МЕЖДУ СИСТЕМАМИ

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ЯДРА САПР

- С точки зрения программиста **геометрическое ядро** — это библиотека **функций/классов** для создания **геометрических объектов** (точка, отрезок/дуга/кривая, кусок поверхности, твердое тело), изменения их **форм и размеров**, создания на их основе **новых объектов**, **визуализации** модели на экране компьютера и обмена **трехмерными данными** с другими программами



КОММЕРЧЕСКИЕ ЯДРА

Ядро	Доступно с	Разработчик	САПР, основанные на ядре
ROMULUS	1982	Shape Data	HP ME30, CAM-I A
Designbase	1986	Ricoh	CADRA, Helix, ICAD, GMSWorks
ACIS	1989	Spatial (Dassault Systemes)	ADEM, Alibre Design, Bricscad, Creo Elements/Direct (частично), IRONCAD, KeyCreator, TurboCAD, SpaceClaim
Parasolid	1989	Siemens PLM Software	IRONCAD, KeyCreator, MicroStation, NX, Solid Edge, SolidWorks, T-FLEX
SMLib	1998	Solid Modeling Solutions	?
Open CASCADE	1999	OPEN CASCADE (Areva)	CAD-Schroer, FreeCAD
GRANITE	2001	PTC	Creo Elements/Pro (Pro/Engineer)
SOLIDS++	2004	IntegrityWare	Rhino (частично)
CGM	2010	Dassault Systemes	CATIA V5, V6, SolidWorks V6

ДААННЫЕ В САПР

Данные чертежа:

- Векторное описание линий;
- Пояснительные данные (размеры, символы, комментарии)

- Данные 3D модели

Описание этих данных в САПР хранится в **собственных файловых форматах**, соответствующих собственной структуре данных.



Проблема одновременного использования данных

НЕОБХОДИМОСТЬ РАЗНЫХ

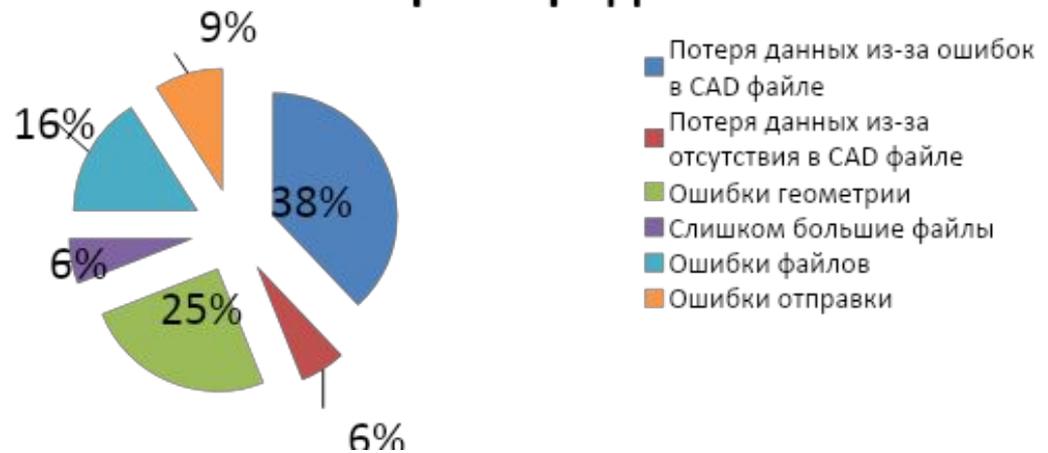
САПР

Причины использования разных САПР

По данным 2010 года **42%** компаний использовали в повседневной работе более **пяти** форматов САПР одновременно

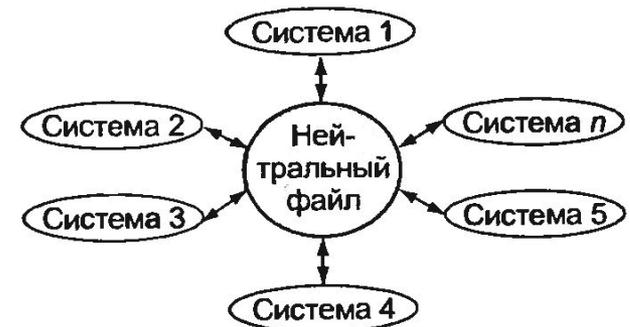
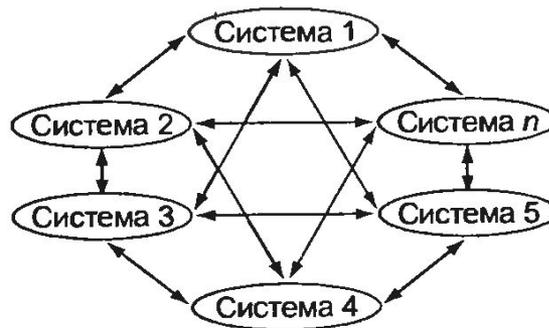


Ошибки при передаче



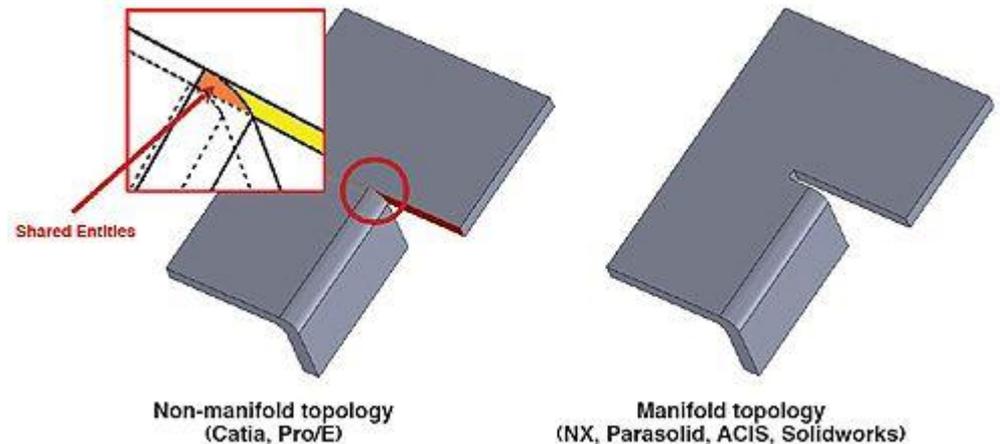
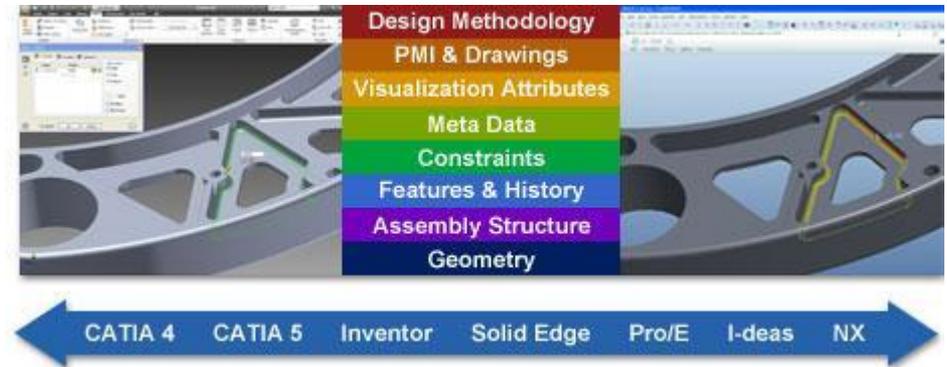
МЕТОДЫ ОБМЕНА ДАННЫМИ МЕЖДУ СИСТЕМАМИ

	Прямая конвертация	Через нейтральный файл
Необходимо конвертеров	$N*N-1$	$2N$
Внедрение новой системы	$2N$	2
Скорость передачи данных	выше	ниже
Объем файла	Ниже	выше
Потери данных		+



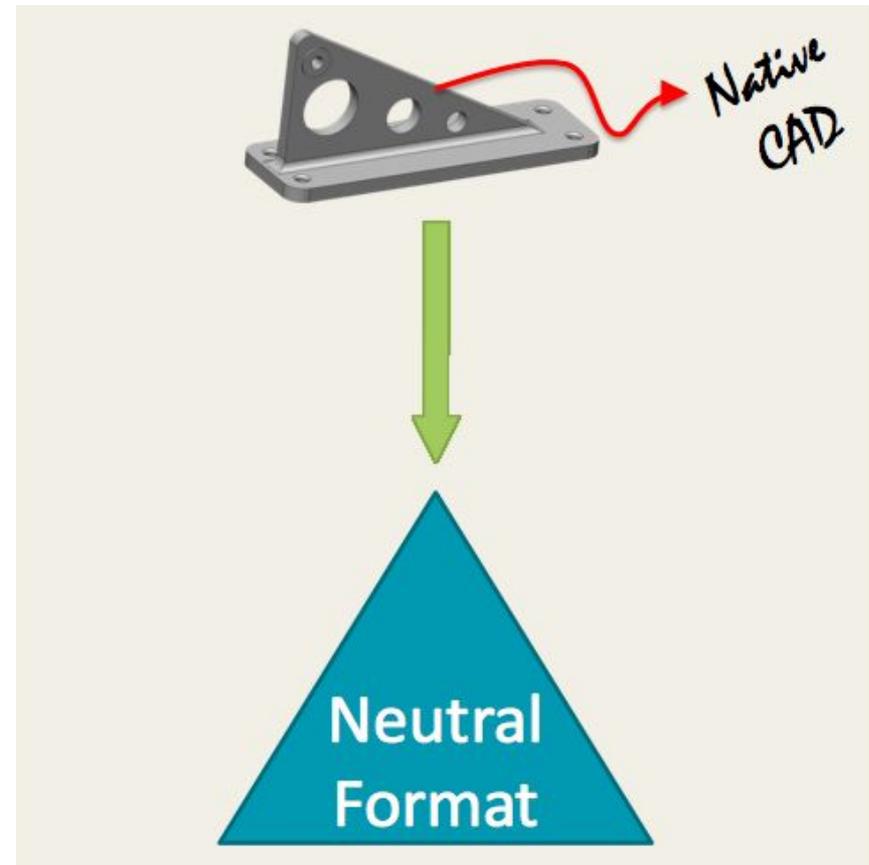
КОНВЕРТЕРЫ

- Позволяют **быстро и максимально корректно** преобразовать данные **различных типов** из одного формата САПР в другой



НЕЙТРАЛЬНЫЕ ФАЙЛЫ

- Характеризуются **универсальным** способом кодирования информации
- Не позволяют сохранить данные о **топологии** модели и **параметризации**



ФОРМАТ DXF

Формат **DXF** (Drawing eXchange Format) – формат обмена чертежами.

Транслятор в **DXF** имеется в любой современной CAD системе.

Опубликован в 1982 г как инструмент **импорта AutoCAD 1.0** в качестве альтернативы закрытому «родному» **dwg**.

DXF ФАЙЛ

Текстовый ASCII файл,
состоящий из 5
разделов:

- **заголовок** (описание среды),
- **таблица** (данные о слоях, типах и стилях),
- **блок** (группы элементов),
- **элемент** (данные о каждом элементе)
- **конец.**

```
1 0
2 SECTION
3 2
4 HEADER
5 9
6 $ACADVER
7 1
8 AC1021
9 9
10 $ACADMAINTVER
11 70
12 25
13 9
14 $DWGCODEPAGE
15 3
16 ANSI_1251
17 9
18 $INSBASE
19 10
```

```
1184 ENDSEC
1185 0
1186 SECTION
1187 2
1188 TABLES
1189 0
1190 TABLE
1191 2
1192 VPORT
1193 5
1194 8
1195 330
1196 0
1197 100
1198 AcDbSymbolTable
1199 70
```

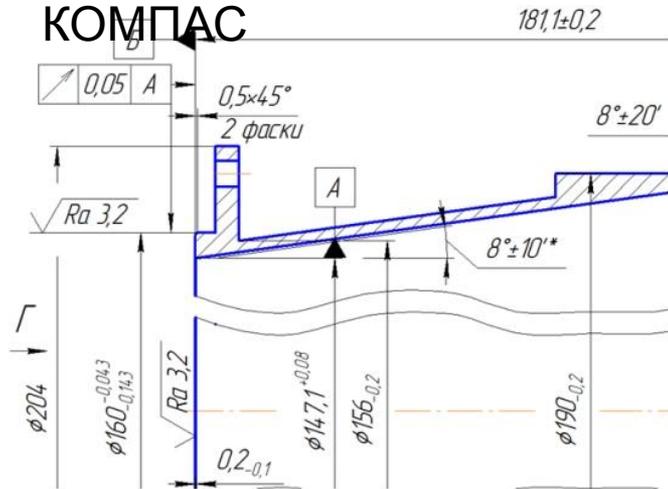
```
1934 TABLE
1935 2
1936 BLOCK_RECORD
1937 5
1938 1
1939 330
1940 0
1941 100
1942 AcDbSymbolTable
1943 70
1944 46
1945 0
1946 BLOCK_RECORD
1947 5
```

```
2996 BLOCKS
2997 0
2998 BLOCK
2999 5
3000 20
3001 330
3002 1F
3003 100
3004 AcDbEntity
3005 8
3006 0
3007 100
3008 AcDbBlockBegin
3009 2
3010 *Model_Space
3011 70
3012 0
3013 10
3014 0.0
3015 20
3016 0.0
3017 30
3018 0.0
3019 3
3020 *Model_Space
```

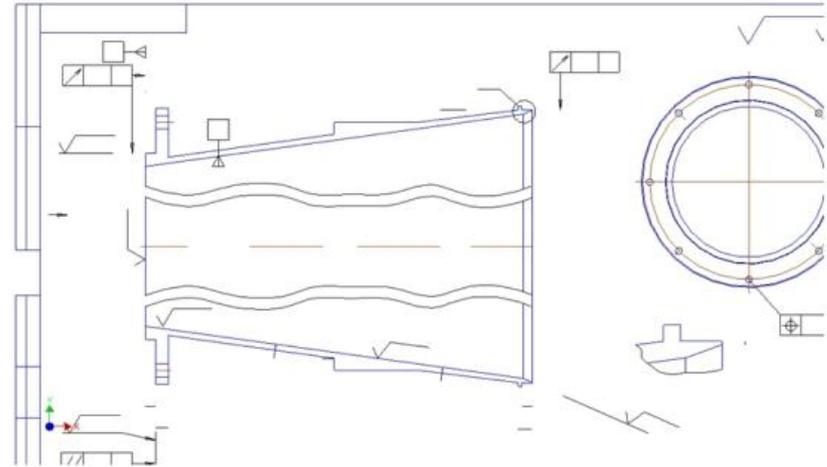
```
76143 0
76144 ENDSEC
76145 0
76146 EOF
```

ПРОБЛЕМЫ КОНВЕРТАЦИИ

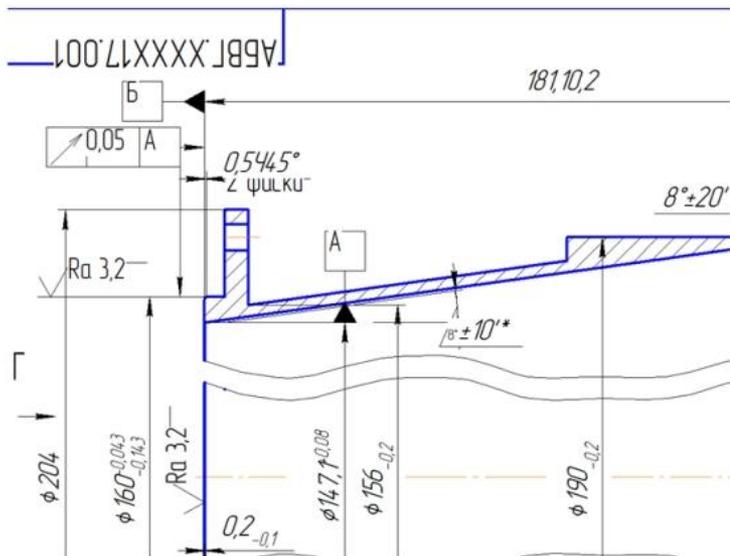
Оригинал
КОМПАС



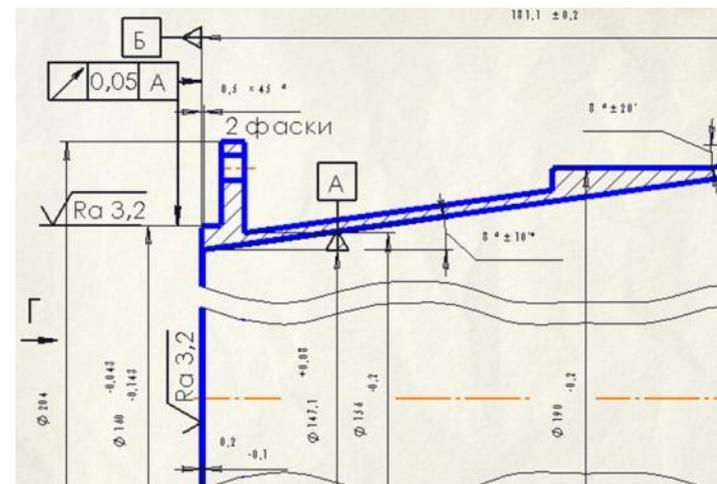
IGES to Inventor



DXF to КОМПАС

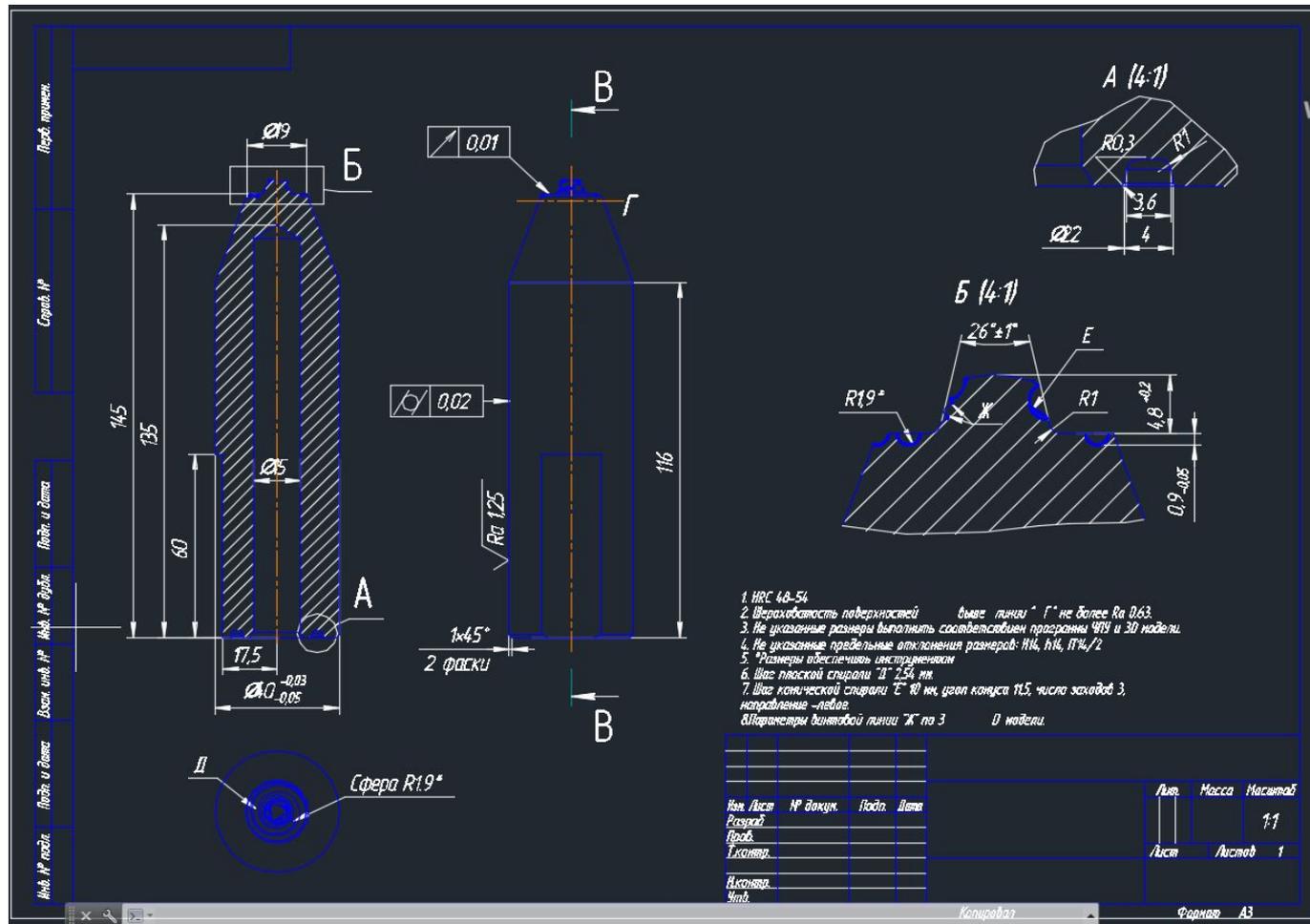


DXF to SolidWorks

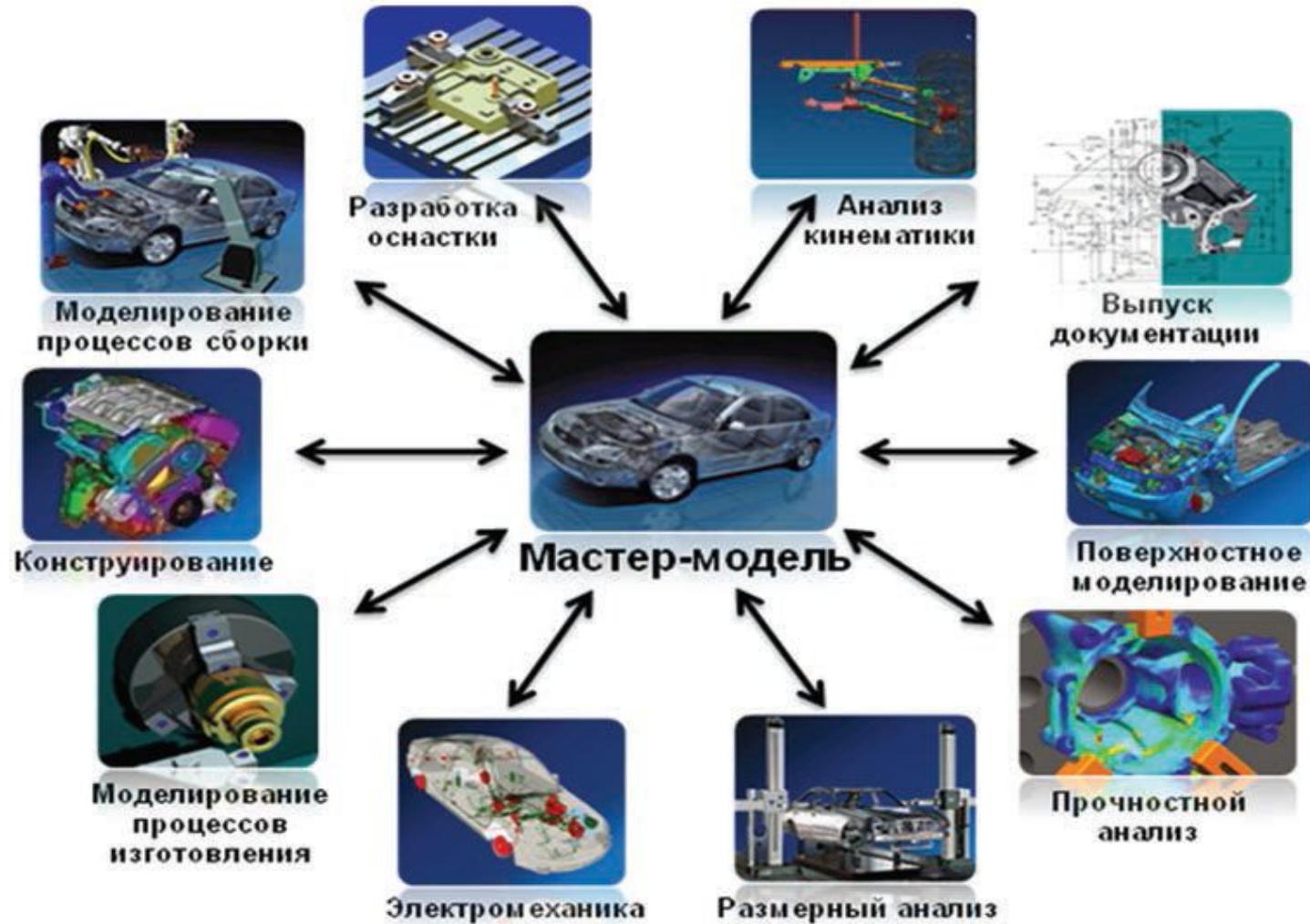


ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

Открыть файл **draft.dxf** разными САПР и оценить искажение геометрии



ПЕРЕДАЧА 3D ГЕОМЕТРИИ



ФОРМАТ IGES

- **IGES** (Initial Graphics Exchange Specification) – первый стандартный формат обмена данными между САПР.
- Опубликован в 1980г и принят в качестве стандарта в 1981г.
- Поддерживается три **представления файлов**: фиксированный ASCII (80 символов в строке), сжатый ASCII, бинарный.

Версии:

- 1.0** обмен чертежами;
- 2.0** + данные МКЭ и печатные платы;
- 3.0** + макрокоманды стандартных библиотек
- 4.0** + тела CSG (полученные булевыми операциями над примитивами)
- 5.0** + поддержка BRep (твердое тело как набор ограничивающих поверхностей)

Текущая – 5.3

СТРУКТУРА ФАЙЛА IGES

Состоит из **шести разделов**:

- **Flag** – идентификатор в сжатом ASCII (**c**) и бинарном (**b**) форматах
- **Start** – описание исходной системы, препроцессора и продукта
- **Global** – информация для интерпретации файла (символы разделителя, единицы измерения, количество значащих цифр и др)
- **Directory Entry** – пронумерованный список геометрических и пояснительных элементов
- **Parameter Data** – фактические данные, описывающие каждый элемент
- **Terminate** – контроль количества записей предшествующих 4х разделов

ПРИМЕР IGES ФАЙЛА

```
1H,,1H;,4H$LOT,37H$1$DUA2:[IGESLIB.BDRAFT.B2I]SLOT.IGS;,          S    1
17HBravo3 BravoDRAFT,31HBravo3->IGES V3.002 (02-Oct-87),32,38,6,38,15, G    2
4H$LOT,1.,1,4HINCH,8,0.08,13H871006.192927,1.E-06,6.,          G    3
31HD. A. Harrod, Tel. 313/995-6333,24HAPPLICON - Ann Arbor, MI,4,0; G    4
  116      1      0      1      0      0      0      0      0      1D   1
  116      1      5      1      0      0      0      0      0      0D   2
  116      2      0      1      0      0      0      0      0      1D   3
  116      1      5      1      0      0      0      0      0      0D   4
  100      3      0      1      0      0      0      0      0      1D   5
  100      1      2      1      0      0      0      0      0      0D   6
  100      4      0      1      0      0      0      0      0      1D   7
  100      1      2      1      0      0      0      0      0      0D   8
  110      5      0      1      0      0      0      0      0      1D   9
  110      1      3      1      0      0      0      0      0      0D  10
  110      6      0      1      0      0      0      0      0      1D  11
  110      1      3      1      0      0      0      0      0      0D  12
116,0.,0.,0.,0.,0,0,0;          1P   1
116,5.,0.,0.,0.,0,0,0;          3P   2
100,0.,0.,0.,0.,0.,1.,0.,-1.,0,0; 5P   3
100,0.,5.,0.,5.,-1.,5.,1.,0,0;    7P   4
110,0.,-1.,0.,5.,-1.,0.,0,0;     9P   5
110,0.,1.,0.,5.,1.,0.,0,0;     11P  6
S      1G      4D      12P      6          T    1
```

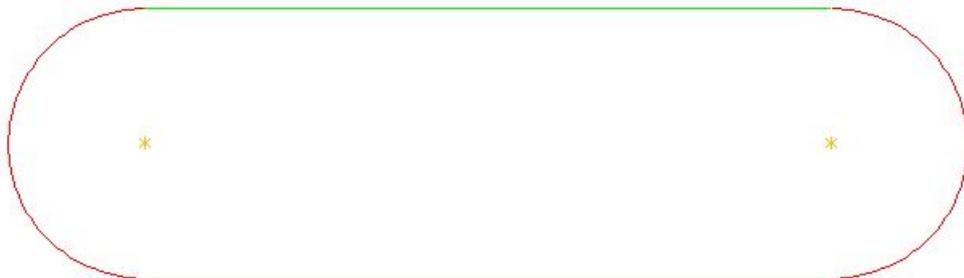
← Начало

← Глобальные данные

← Запись в каталоге

← Параметрические
данные

← Конец

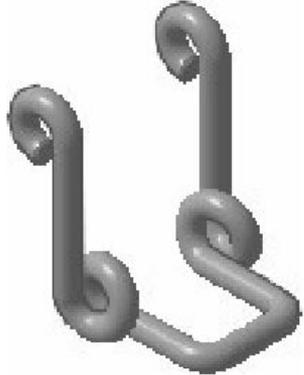


ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФОРМАТА IGES

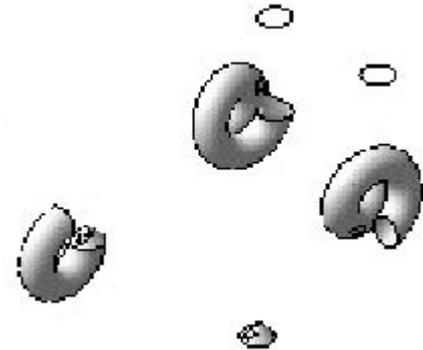
- Различные способы представления одного элемента в системе и в IGES: **дважды** выполняется **преобразование** с использованием параметрического уравнения. При каждом преобразовании происходит **искажение данных**.
- Необходимость преобразовать элемент, **не имеющий явного описания**, в ближайший доступный вид. Может привести к сбою в системе или утрате элемента при конвертации, особенно при использовании разных версий формата.

ПРОБЛЕМЫ КОНВЕРТАЦИИ 3D ГЕОМЕТРИИ

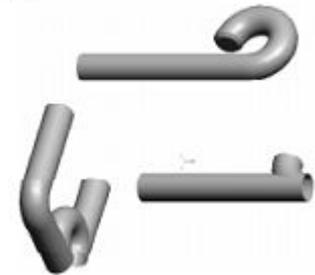
Исходная модель
Inventor



IGES to



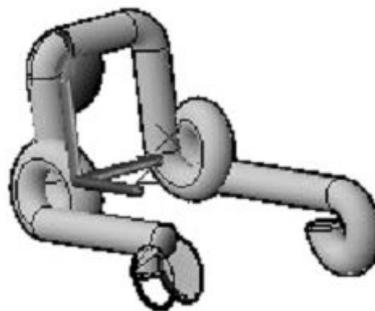
IGES to ProE



IGES to SolidWorks

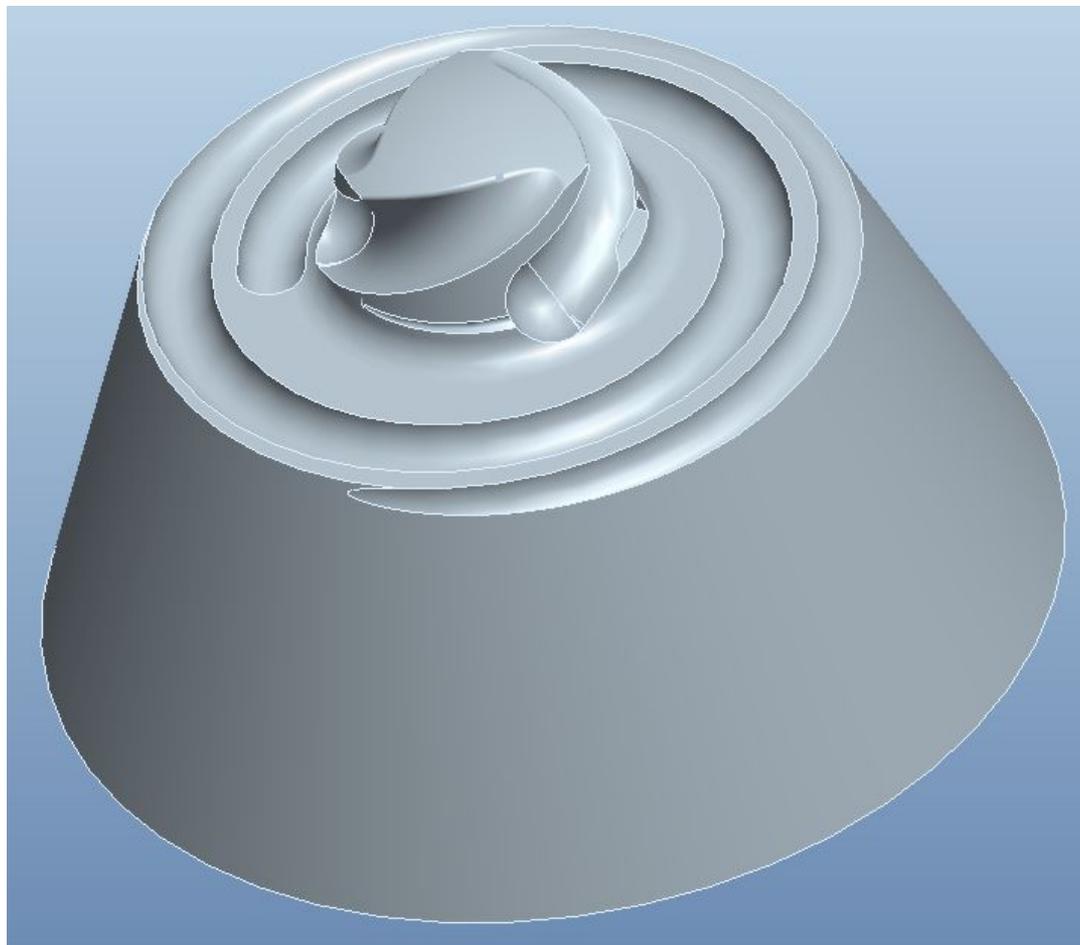


IGES to AutoCAD

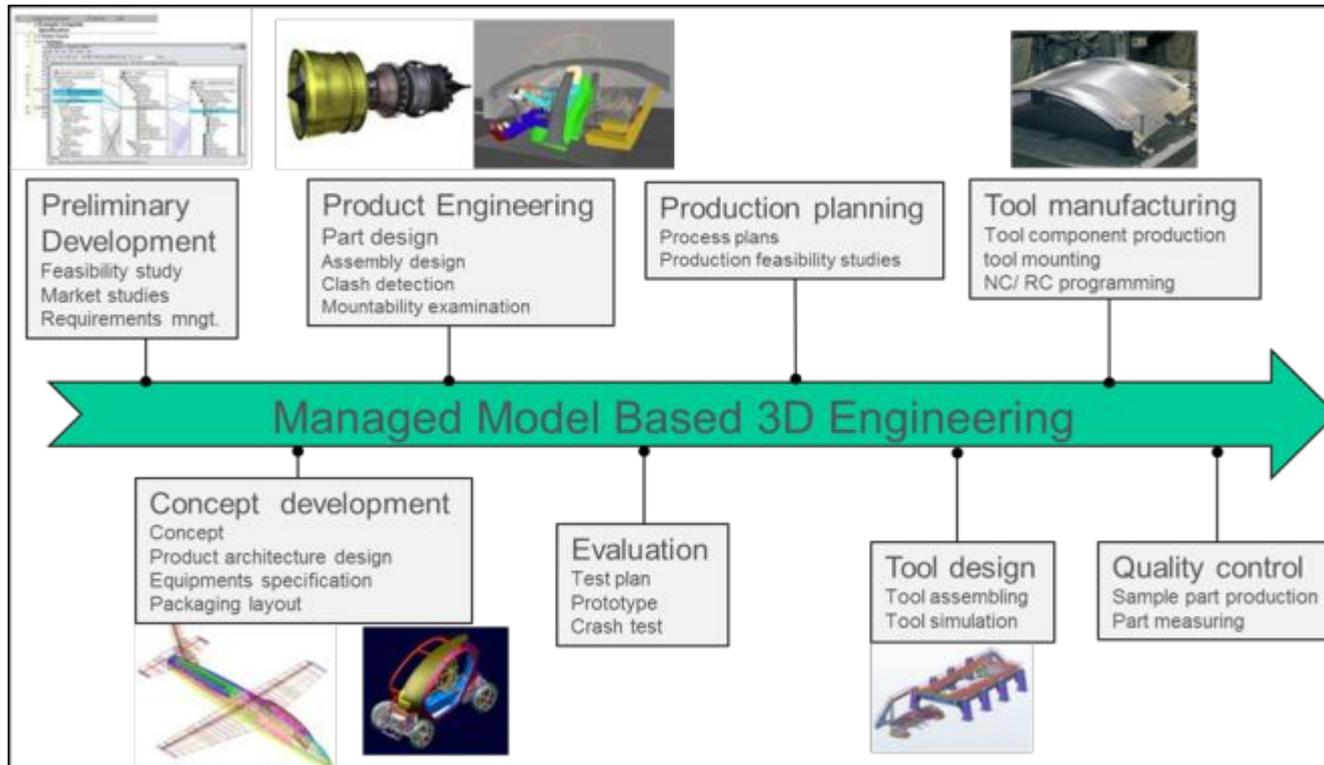


ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

Открыть модель `tmp.igs` и изучить ее структуру



ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ ОБ ИЗДЕЛИИ



- Необходима для организации сквозного управления жизненным циклом

ТРЕБОВАНИЯ К ФОРМАТУ

- Передача точной геометрии и полной структуры изделия
- Передача метаданных и PMI-аннотаций;
- Обеспечение корреляции между исходной и конечной моделями.
- Охват всей информации о продукте.
- Комбинирование различных систем-источников.
- Обеспечение возможности доступа к данным через длительный период времени

ФОРМАТ STEP

- Стандарт **STEP** (Standard to Exchange of Product model data) ориентирован на данные о всем жизненном цикле продукта (проектирование, производство, контроль качества и поддержка).
- Целью создания **PDES** (Product Data Exchange Specification) – устранить потребность в чертежах и других бумажных документах при обмене информацией на разных стадиях ЖЦ.
- Является стандартом обмена данными в системе стандартов технологий **CALS**

ПРИНЦИПЫ STEP

- Ориентация на **данные о продукте**, включая величины допусков, технологические особенности, КЭ модели и тех. требования формы.
- Информация о **приложении** должна храниться **отдельно** от информации о **форме**.
- Для определения структуры данных используется формальный язык **EXPRESS**, позволяющий однозначно интерпретировать файл.

СТЕР ФАЙЛ

- Файл содержит разделы:
- Стандарт - ISO-10303-21
- Header – выходные данные файла;
- Data – содержит нумерованный список сущностей модели с указанием ссылок на типы объектов и величины атрибутов.

```
ISO-10303-21;
HEADER;
FILE_DESCRIPTION (( 'STEP AP214' ),
  '1' );
FILE_NAME ('bills_hanger.STEP',
  '2012-12-20T15:33:07',
  ( '1' ),
  ( '' ),
  'SWSTEP 2.0',
  'Solidworks 2009',
  '' );
FILE_SCHEMA (( 'AUTOMOTIVE_DESIGN' ));
ENDSEC;

DATA;
#1 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #146, .F. );
#2 = EDGE_CURVE ( 'NONE', #212, #211, #253, .T. );
#3 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #2, .F. );
#4 = EDGE_LOOP ( 'NONE', ( #1, #1351 ) );
#5 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #210, .F. );
#6 = EDGE_LOOP ( 'NONE', ( #5, #3 ) );
#7 = VERTEX_POINT ( 'NONE', #248 );
#8 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #9, .F. );
#9 = EDGE_CURVE ( 'NONE', #10, #7, #247, .T. );
#10 = VERTEX_POINT ( 'NONE', #243 );
```

ВОЗМОЖНОСТИ НЕЙТРАЛЬНЫХ ФОРМАТОВ

Область применения	STEP	3D XML	JT	3D PDF
Просмотр	●	● ●	● ● ●	● ● ●
Обмен данными	● ● ●	●	● ●	●
Цифровой макет	●	● ●	● ● ●	●
Документирование и архивирование	● ●	●	● ●	● ● ●
Переносимый PLM-документ	●	●	●	● ● ●

Обозначения: ● ● ● – очень хорошо,
● ● – весьма прилично, ● – подходит с оговорками

ПРИКЛАДНЫЕ ПРОТОКОЛЫ

- **AP201** – «Явное черчение»
- **AP203** – «Проектирование с управлением конфигурацией», содержит структуру изделия, конфигурацию изделия, геометрические модели компонентов изделия.
- **AP 214** – «Основные данные для процессов проектирования автомобильных механизмов».
- **AP 242** – «Managed model based 3D engineering» интегрирует аэрокосмическую и автомобильную промышленности.

AP 242 (ISO 10303-242)

- Новый стандарт обеспечивает возможность представить новую **функциональность**, оптимизировать ресурсы на обработку и обслуживание, а также **усилить поддержку** STEP основными отраслями обрабатывающей промышленности.
- Основное влияние **STEP AP242** окажет на **следующие области**:
- Разработка на основе компьютерных моделей (MBD),
- PDM интеграция и сервисы,
- Долгосрочное архивирование (LTA),
- Интеграция цепочек поставок,
- Обмен проектными данными, включая композиты,
- Расширенная производственная информация о продукте (PMI),
- Мехатроника ...

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

Открыть модель сборки **fiksator**, сохраненную в форматах IGES и STEP.

Сравнить результаты импорта.

