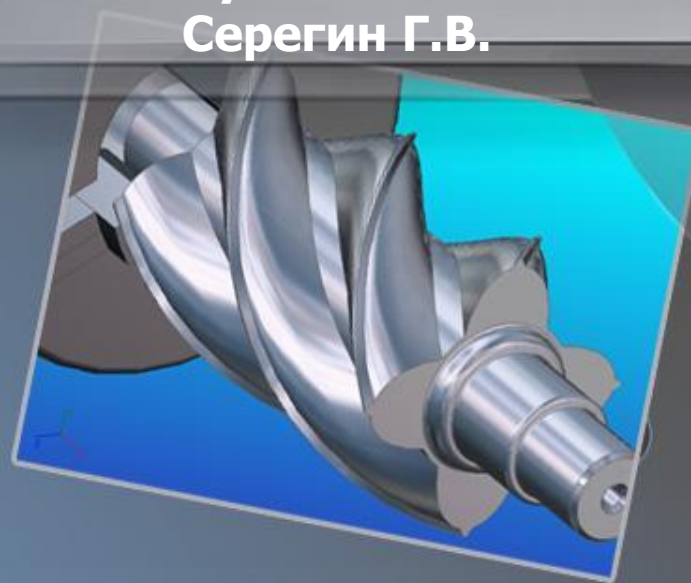


современные методы программирования для станков с ЧПУ

д.т.н., проф. Евгеньев Г.
Б.
Кузьмин Б.В.
Серегин Г.В.



P11PX(0).900
P14PY(-54.48).L12
P15PY(50).L12
K11PP12.L11.P13
K12PP14.L12.P15
P16PX(-83).Y(-0)
P17PX(-73.04).Y(23.94)



Геометрические ядра CAD-систем

Обменные форматы между CAD и CAM системами



Геометрические ядра

Основные понятия о ядре

Ядро - это библиотека основных математических функций CAD-системы, которая определяет и хранит 3D-формы ожидая команды пользователя.

Лицензируемые ядра

Лицензируемые ядра геометрического моделирования разработаны и поддерживаются одной компанией, которая лицензирует их другим компаниям для их CAD-систем

Частные ядра

Частные ядра геометрического моделирования разрабатываются и поддерживаются разработчиками CAD-систем для использования исключительно в своих приложениях.

Ядра, доступные в исходном коде

Ядра, доступные в исходном коде подобны лицензированным ядрам. Они также разрабатываются и поддерживаются одной компанией и затем лицензируются другим компаниям для использования в CAD-приложениях.

Отличие стоит в том, что эти разработчики обеспечивают исходный код ядра. Для пользователей которые имеют группы разработки и хотят сами настраивать ядро системы очень удобно иметь возможности настройки, поскольку исходный код доступен.

Геометрические ядра ACIS 3D Geometric Modeler (Spatial/Dassault Systemes)

ACIS - это объектно-ориентированная C++ геометрическая библиотека, которая состоит из более чем 35 DLL-файлов и включает каркасные структуры, поверхности и твердотельное моделирование. Оно дает разработчикам программ богатый выбор геометрических операций для конструирования и манипулирования сложными моделями а так же полный набор булевых операций. Его математический интерфейс Laws Symbolic и основанная на NURBS деформация позволяют интегрировать поверхностное и твердотельное моделирование. Ядро ACIS осуществляет вывод в формат файлов **SAT**, который любая поддерживающая ACIS программа может читать напрямую.

Геометрические ядра Parasolid (UGS)

Parasolid - обеспечивает технологию для твердотельного моделирования, обобщенного ячеистого моделирования, интегрированные поверхности свободной формы и листовое моделирование. Parasolid позволяет разработчикам быстро создавать конкурентоспособные продукты используя эти технологии.

Parasolid поддерживает SMP (многопроцессорное аппаратное обеспечение), что позволяет увеличить производительность. Parasolid включает более чем 600 объектно-ориентированных функций для приложений под управлением Windows NT, UNIX, и LINUX.

Ядро используется более чем в 230 программных продуктах. В дополнении к формату обмена **XT**, Parasolid позволяет трансляцию и восстановление данных из других систем моделирования с помощью уникальной технологии Tolerant Modeling.

Геометрические ядра

Ядра, доступные в исходном коде

Open CASCADE (Matra Datavision)

Open CASCADE представляет Visual C++ проекты, которые позволяют пользователям компилировать код Open CASCADE на их платформах. Представлен Open CASCADE Application Framework для быстрой разработки приложений 3D моделирования. Компания Open CASCADE обеспечивает специфицированную разработку приложений для индустриальных клиентов и разработчиков программного обеспечения.

SMLib (Solid Modeling Solutions)

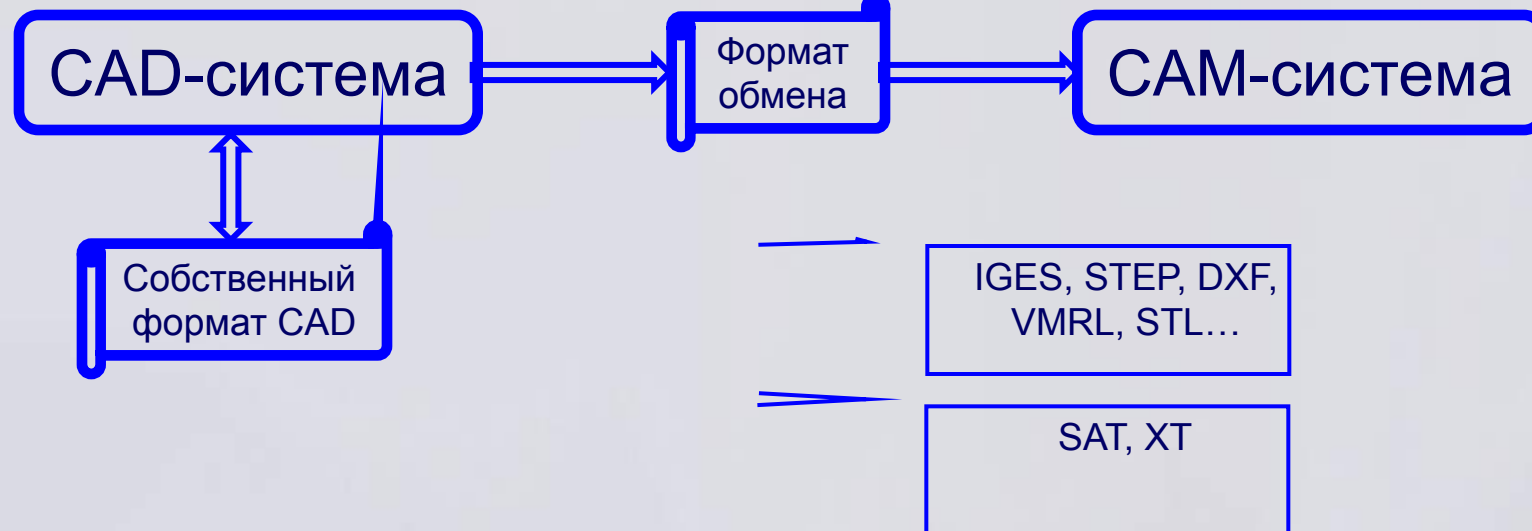
SMLib от Solid Modeling Solutions - это набор основанных на NURBS геометрических и топологических библиотек, который существует на рынке семь лет и который используют более чем 200 компаний. SMLib включает обширный набор NURBS-функций криволинейного и поверхностного моделирования а также оптимизированный код для быстрого измерения расстояния между объектами.

Ядро SMLib недавно предоставило новые возможности, включая основанную на топологии сеточную генерацию для двумерных сот, расширенное заполнение и затенение, смещение оболочки и возможности множественного объединения.

SMLib имеет уникальную бизнес-модель, по которой продукт распространяется в форме исходного кода без авторских отчислений.

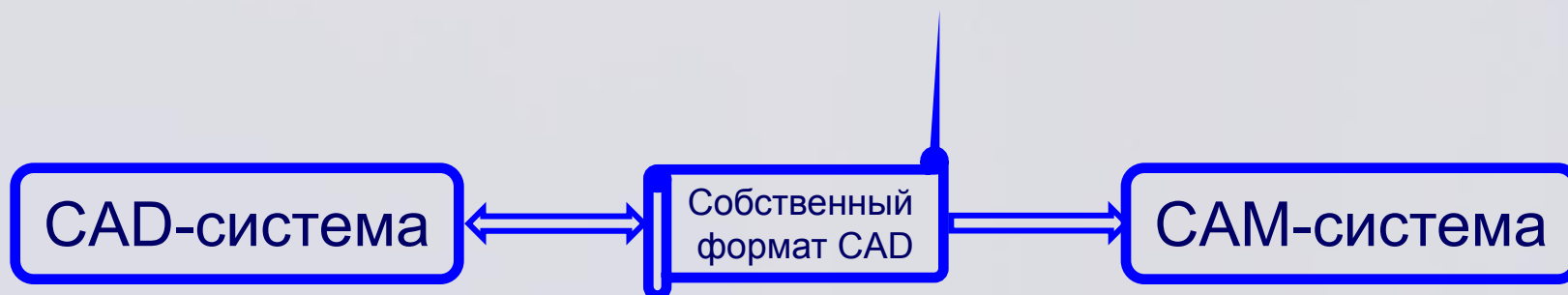
Интеграция через форматы обмена

Нейтральные форматы обмена данными, такие как IGES, часто вынуждают систему конвертировать разные геометрические представления. Если это возможно, лучше всего полагаться на отправляющую систему, поскольку она имеет доступ к изначальным данным. Это может быть достигнуто путем корректировки IGES в отправляющей системе. Корректировка устанавливает, какие из всех возможных типов данных должны быть использованы в IGES-файле. Некоторые системы имеют готовые наборы IGES-настроек для работы с популярными системами.



Прямая интеграция

Путь минимизировать потери при конвертации — использование прямых интерфейсов. Прямой интерфейс позволяет одной системе напрямую читать файлы другой.

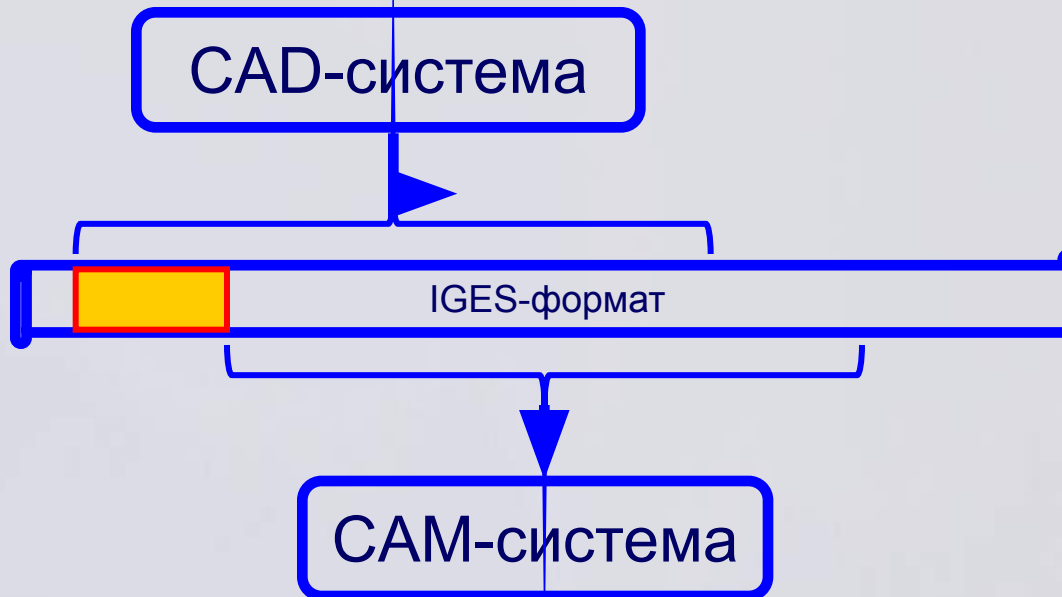


Проблемы при интеграции CAD- и CAM-систем

Точность:

1. Допуски, используемые при создании модели детали конструктором, грубее, чем допуски при чистовой обработке
2. Потенциальный источник проблем с точностью — это обмен данными. При импорте в CAM-систему происходит преобразование исходного формата в формат представления CAM-системы (триангуляция и т.п.). Желательно, чтобы точность исходной модели была бы в 10 раз выше. Чем, допуск чистовой обработки.

Потеря информации при конвертации:



Стандарт представления геометрической и графической информации IGES

Стандарт IGES (Initial Graphics Exchange Specification) был разработан в США в 1980 году для унификации структуры файлов обмена данными между системами CAD и CAM. Стартовая секция (S) имеет свободный формат и содержит информацию для человека.

Глобальная секция (G) также имеет свободный формат и содержит информацию о препроцессоре, создавшем файл, и другие данные, необходимые для построения модели. Метафайл IGES содержит описание изделия в виде набора сущностей, представленных в форме, независимой от аппаратных средств компьютера, создавшего файл, и другие данные, необходимые для построения модели. Метафайл IGES состоит из 80 секций информации в коде ASCII (7-bit).

Секция директорий (D) содержит по одному входу для каждой сущности модели. Каждая директория имеет фиксированный формат и занимает две записи для каждой сущности. Стартовая секция (S); директория имеет фиксированный формат и занимает две записи для каждой сущности.

Секция параметров (P) IGES-файла содержит значения параметров, связанных с каждой сущностью. Данные параметров заносятся в «свободном формате», в котором первое поле всегда содержит номер типа сущности. Секция директорий (D); секция параметров (P); конечная секция (T).

Позиции 65 по 72 каждой записи содержат указатель на порядковый номер первой записи директорий, относящейся к данной сущности. Параметры записи за которой следует порядковый номер записи в секции, начиная с 1 сущности могут занимать несколько записей. Набор параметров сущности завершается символом «точка с запятой».

Конечная секция (T) состоит из одной записи, в которой фиксируется число записей в каждой из предшествующих секций.

Структура IGES-файла

Раздел Flag
(необязательный
)

Раздел Start

Раздел Global

Раздел
Directory Entry

Раздел
Parameter Data

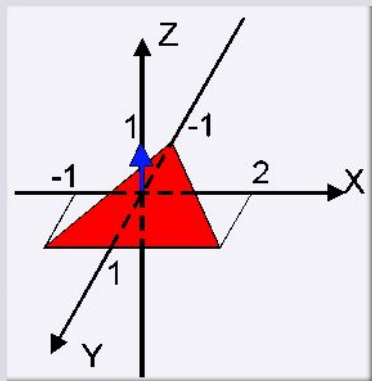
Раздел
Terminate

Формат STL файла

STL расшифровывается как STereoLithography (то есть, объемная литография). Формат STL и его спецификации были созданы компанией Albert Consulting group, которая занималась разработкой первого алгоритма послойной обработки по заказу компании 3D Systems.

В основе лежит метод 3-х мерной триангуляции поверхности модели 3-х мерная триангуляция поверхности модели осуществляется треугольниками и может быть сглажена геометрическими фигурами более высокого порядка.

В настоящее время является графическим стандартом представления данных о модели для систем быстрого прототипирования



Пример записи формата solid

```

...
facet normal 0.00 0.00 1.00
outer loop
vertex 2.00 1.00 0.00
vertex -1.00 1.00 0.00
vertex 0.00 -1.00 0.00
endloop
endfacet
...
endsolid

```



Правильное описание триангулированной поверхности требует чтобы все соседние треугольники имели по две общие вершины.

Виды CAD систем

CAD системы могут быть разделены на две группы:
Системы автоматизированной разработки чертежей на плоскости (2D);
Системы геометрического моделирования в пространстве (3D).

Системы геометрического моделирования были созданы для того, чтобы преодолеть проблемы, связанные с использованием физических моделей в процессе проектирования. Эти системы создают среду, подобную той, в которой создаются и изменяются физические модели. Визуальная модель может выглядеть так, как физическая, но она нематериальна.

Системы геометрического моделирования делятся на каркасные, поверхностные и твердотельные.

CAD/CAM системы

Разработчик - DELCAM Plc., Великобритания

- **PowerShape** - Система трёхмерного моделирования.
- **PowerMILL** - Мощная и простая в использовании автономная система автоматической подготовки управляющих программ для 3/4 координатной фрезерной обработки на любом станке с ЧПУ изделий, спроектированных в любой CAD-системе.
- **CopyCAD** - система преобразования данных, полученных с координатно-измерительной машины, в компьютерную поверхно-стную модель.
- **PowerINSERT** - пакет для контроля точности с помощью 3-координатных измерительных машин.
- **ArtCAM Pro** - пакет для создания объёмного рельефа на базе плоского рисунка и создания управляющих программ для его мехобработки.
- **DUCT 5** - CAD/CAM - система, позволяет проводить моделирование, черчение и подготовку управляющих программ для станков с ЧПУ.

Разработчик - Parametric Technology Corporation, США Pro/ENGINEER

Система высокого уровня, САПР для единого цикла проектирование-производство. Программный комплекс Pro/ENGINEER охватывает весь цикл "конструирование - производство" в машиностроении.

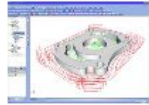
CAD/CAM системы

Разработчик - Unigraphics Solutions, Inc., США. (с 2007 Siemens)
Система Unigraphics является CAD/CAM/CAE - системой высокого уровня. Unigraphics позволяет осуществлять полностью виртуальное проектирование изделий, механообработка деталей сложных форм. Серия продуктов: Unigraphics Solutions (NX), Parasolid, Solid Edge, Unigraphics, IMAN, TeamCenter, ProductVision.

Разработчик DASSAULT SYSTEMES (Франция)

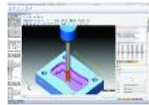
CATIA/CADAM Solutions - это полностью интегрированная универсальная CAD/CAM/CAE система высокого уровня, позволяющая обеспечить параллельное проведение конструкторско-производственного цикла CATIA, являясь универсальной системой автоматизированного проектирования, испытания и изготовления, широко применяется на крупных машиностроительных предприятиях во всем мире для автоматизированного проектирования, подготовки производства, реинжиниринга

CAM системы



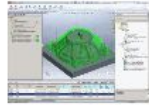
BobCAD-CAM, Inc.

Product Name: BobCAD-CAM Version 23 Softw...
 Category: Manufacturing
 Subcategory: CAM
 Product Status: **Solution Partner**



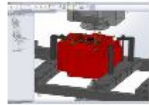
BobCAD-CAM, Inc.

Product Name: BobCAD-CAM for SolidWorks
 Category: Manufacturing
 Subcategory: CAM
 Product Status: **GOLD**



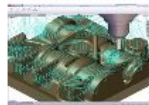
C&G SYSTEMS INC.

Product Name: CG CAM-TOOL
 Category: Manufacturing
 Subcategory: CAM
 Product Status: **Solution Partner**



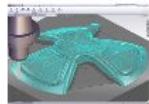
Camtek GmbH

Product Name: OPTICAM
 Category: Manufacturing
 Subcategory: CAM
 Product Status: **Solution Partner**



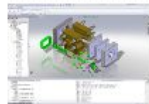
CNC Software, Inc.

Product Name: Mastercam
 Category: Manufacturing
 Subcategory: CAM
 Product Status: **Certified CAM Partner**



CNC Software, Inc.

Product Name: Mastercam for SolidWorks®
 Category: Manufacturing
 Subcategory: CAM
 Product Status: **GOLD**



DCAM GmBH

Product Name: DCAMCUT for SolidWorks®
 Category: Manufacturing
 Subcategory: CAM
 Product Status: **Solution Partner**



Delcam plc

Product Name: Delcam for SolidWorks®
 Category: Manufacturing
 Subcategory: CAM
 Product Status: **GOLD**



Delcam plc

Product Name: FeatureCAM
 Category: Manufacturing
 Subcategory: CAM
 Product Status: **Certified CAM Partner**



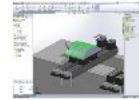
DP Technology Corp.

Product Name: ESPRIT
 Category: Manufacturing
 Subcategory: CAM
 Product Status: **Certified CAM Partner**



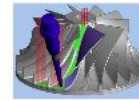
EFICAD

Product Name: EFICN SW
 Category: Manufacturing
 Subcategory: CAM
 Product Status: **Solution Partner**



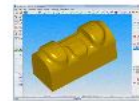
EFICAD

Product Name: SWORD CAM
 Category: Manufacturing
 Subcategory: CAM
 Product Status: **Solution Partner**



EXAPT Systemtechnik GmbH

Product Name: EXAPTsolid
 Category: Manufacturing
 Subcategory: CAM
 Product Status: **Solution Partner**



EZ-CAM Solutions Inc.

Product Name: EZ-CAM
 Category: Manufacturing
 Subcategory: CAM
 Product Status: **Solution Partner**



FASys Industrie-EDV-Systeme GmbH

Product Name: FATool Interface for SolidW...
 Category: Manufacturing
 Subcategory: CAM
 Product Status: **Solution Partner**



Geometric Technologies, Inc.

Product Name: CAMWorks
 Category: Manufacturing
 Subcategory: CAM
 Product Status: **GOLD**



Gibbs and Associates

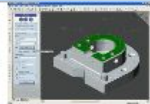
Product Name: GibbsCAM
 Category: Manufacturing
 Subcategory: CAM
 Product Status: **Certified CAM Partner**



Griffo Brothers Inc.

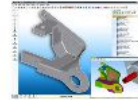
Product Name: GB/GeoSolidPro
 Category: Manufacturing
 Subcategory: CAM
 Product Status: **Solution Partner**

CAM системы



Majestic Solutions Inc.

Product Name: CMMWorks
 Category: Manufacturing
 Subcategory: CAM
 Product Status: **Solution Partner**



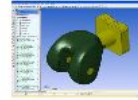
QARM, Pty, Ltd.

Product Name: OneCNC CAD/CAM
 Category: Manufacturing
 Subcategory: CAM
 Product Status: **Solution Partner**



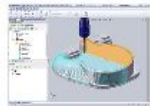
McKenzie River Software LLC

Product Name: SmartCAM v18.0
 Category: Manufacturing
 Subcategory: CAM
 Product Status: **Solution Partner**



Sescoi International

Product Name: WorkNC
 Category: Manufacturing
 Subcategory: CAM
 Product Status: **Solution Partner**



MecSoft Corporation

Product Name: VisualMILL for SolidWorks®
 Category: Manufacturing
 Subcategory: CAM
 Product Status: **GOLD**



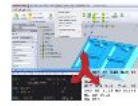
SolidCAM Ltd.

Product Name: SolidCAM
 Category: Manufacturing
 Subcategory: CAM
 Product Status: **GOLD**



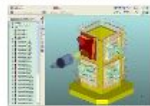
Metalcam S.L.

Product Name: Fikus Visualcam
 Category: Manufacturing
 Subcategory: CAM
 Product Status: **Solution Partner**



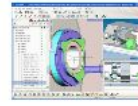
SolutionWare Corporation

Product Name: PowerCAM
 Category: Manufacturing
 Subcategory: CAM
 Product Status: **Solution Partner**



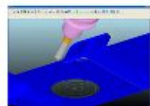
Missler Software

Product Name: GOelan
 Category: Manufacturing
 Subcategory: CAM
 Product Status: **Solution Partner**



SPRUT Technology, Inc.

Product Name: SprutCAM
 Category: Manufacturing
 Subcategory: CAM
 Product Status: **Solution Partner**



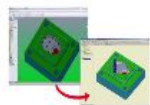
NCCS

Product Name: NCL
 Category: Manufacturing
 Subcategory: CAM
 Product Status: **Solution Partner**



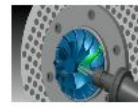
Studio Tecnico Turci

Product Name: X-Camme
 Category: Manufacturing
 Subcategory: CAM
 Product Status: **Solution Partner**



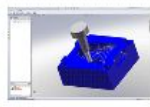
NCG CAM Solutions Ltd

Product Name: NCG CAM
 Category: Manufacturing
 Subcategory: CAM
 Product Status: **Certified CAM Partner**



Surfware, Inc.

Product Name: SURFCAM®
 Category: Manufacturing
 Subcategory: CAM
 Product Status: **Certified CAM Partner**



OPEN MIND Technologies AG

Product Name: hyperMILL for SolidWorks
 Category: Manufacturing
 Subcategory: CAM
 Product Status: **GOLD**



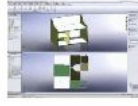
Vero Software

Product Name: VISI
 Category: Manufacturing
 Subcategory: CAM
 Product Status: **Solution Partner**



PartMaker Inc.

Product Name: PartMaker
 Category: Manufacturing
 Subcategory: CAM
 Product Status: **Certified CAM Partner**



PASCAM GmbH

Product Name: PASCAM Bea
 Category: Manufacturing
 Subcategory: CAM
 Product Status: **Solution Partner**