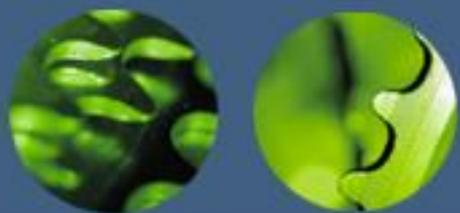


# Основы 3D-моделирования машиностроительных объектов

- Системы машинной графики и обработка графических данных
- SolidWorks – система трехмерного моделирования
- Трехмерное твердотельное параметрическое моделирование

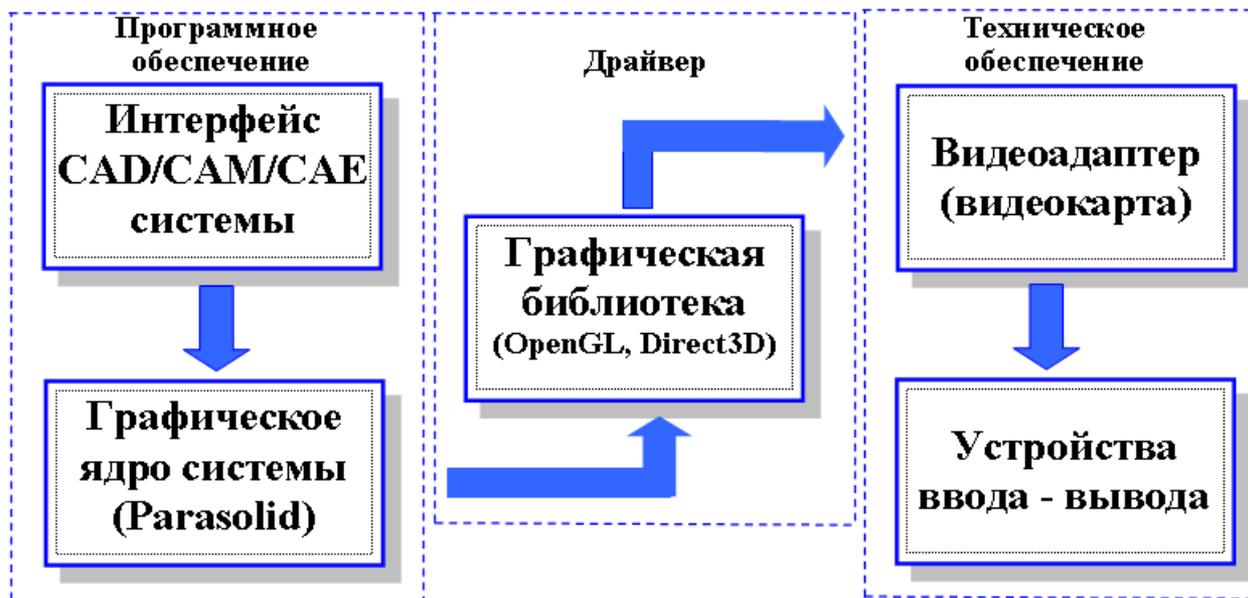


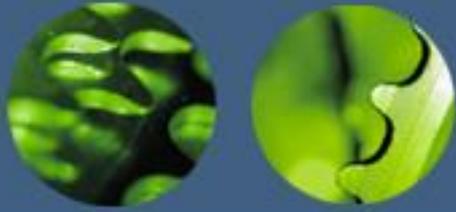
# Системы машинной графики и обработка графических данных

В вычислительной системе взаимодействие осуществляется на трех основных уровнях:

- **пользовательском**
- **программном**
- **аппаратном.**

При обработке графических данных это взаимодействие можно представить в виде следующей схемы.



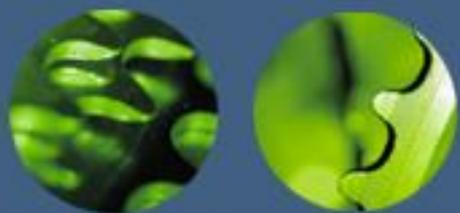


# Системы машинной графики и обработка графических данных

**Интерфейс пользователя программы**, — представляет собой совокупность средств и методов, при помощи которых пользователь взаимодействует с различными программами и устройствами.

Интерфейс пользователя программы объединяет в себе все элементы и компоненты программы, которые способны оказывать влияние на взаимодействие пользователя с программным и техническим обеспечением. К этим элементам относятся:

- набор задач пользователя, которые он решает при помощи системы;
- используемая системой метафора (например, рабочий стол в MS Windows);
- элементы управления системой;
- навигация между блоками системы;
- визуальный дизайн экранов программы;
- средства отображения информации, отображаемая информация и форматы;
- устройства и технологии ввода данных;
- диалоги, взаимодействие и транзакции между пользователем и компьютером;
- обратная связь с пользователем;
- поддержка принятия решений в конкретной предметной области;
- порядок использования программы и документация на нее.



## Системы машинной графики и обработка графических данных

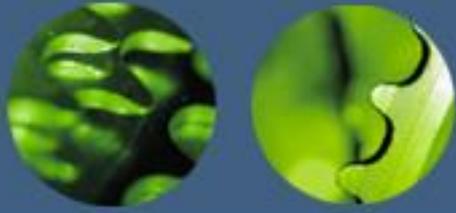
**Ядро графической системы** (Геометрический Решатель САПР) —

программный комплекс, который встраивается в САПР его производителем и позволяет инженеру собирать сложные конструкции из простых. Инженер накладывает геометрические ограничения (параллельность, перпендикулярность, соосность и пр.) на геометрические объекты (точки, прямые, полигоны, окружности, и пр.) и после работы решателя получает новое расположение объектов и связанных с ними деталей.

**Parasolid** является базовой платформой геометрического моделирования для многих ведущих мировых САПР, систем технологического проектирования и инженерного анализа (**CAD/CAM/CAE**). Включая такие системы как : [Ironcad](#), [ANSYS](#), [AutoPLANT](#), [MicroStation](#), [MSC.Patran](#), [MSC.SimXpert](#), [NX](#) ([Unigraphics](#)), [Solid Edge](#), [SolidWorks](#), [TopSolid](#), [Vectorworks](#), [Powershape](#), [T-FLEX CAD](#), [MasterCAM](#), [OneCNC](#), [Virtual Gibbs](#), [DesignFlow](#), [DesignSpace](#), [Renishaw Productivity+](#), [STAR-Design](#), [Moldflow](#),

Существуют и официально принятые стандарты в области машинной графики :

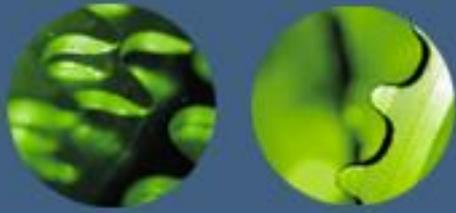
- **GKS-3D** (Graphical Kernel System) - базовая графическая система, стандарт ядра графических средств, которая работает с пространственными трехмерными объектами и их изображениями;
- **PHIGS** (Programmers Hierarchical Interactive Graphics System) - иерархическая интерактивная графическая система программиста.



# Системы машинной графики и обработка графических данных

## **Функциональные возможности Parasolid:**

- Создание базовых элементов (кубы, конусы и т.д.).
- Создание твердых тел с использованием вытягивания профилей и сшивания/обрезки поверхностей.
- Кривые Безье, B-сплайны и производные поверхности.
- Булевские операции.
- Сложные скругления и фаски.
- Преобразование объемного тела в тонкостенное, эквидистанта твердых тел.
- Листовое моделирование включая утолщение поверхностей.
- Редактирование моделей с помощью локальных операций, таких как смещение / удаление поверхностей, вытягивание.
- Неравномерное масштабирование по разным осям координат.
- Определение массово-инерционных характеристик объектов моделирования.
- Моделирование с заданной точностью, делающее возможным надежное моделирование с импортируемыми данными.
- Анализ столкновений и расчет минимальных расстояний.
- Интерфейс, позволяющий импортировать данные из других геометрических систем.
- Протоколирование и воспроизведение сессии.
- Управление историей объектов.
- Сохранение модели в текстовом машинно-независимом формате.



# Системы машинной графики и обработка графических данных

**OpenGL** (Open Graphics Library) — открытая графическая библиотека — определяющая независимый от языка программирования платформонезависимый программный интерфейс для написания приложений, использующих двумерную и трёхмерную компьютерную графику.

Включает более 250 функций для рисования сложных трёхмерных объектов из простых примитивов. Используется при создании компьютерных игр, САПР, виртуальной реальности, визуализации в научных исследованиях. На платформе Windows конкурирует с Direct3D.

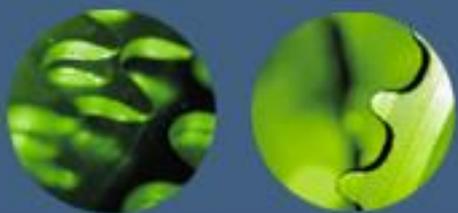
OpenGL ориентируется на следующие две задачи:

- Скрыть сложности адаптации различных 3D-ускорителей (видеокарт), предоставляя разработчику единый интерфейс для программируемых приложений (API).
- Скрыть различия в возможностях аппаратных платформ, требуя реализации недостающей функциональности с помощью программной эмуляции.

Основным принципом работы OpenGL является получение наборов векторных графических примитивов в виде точек, линий и многоугольников с последующей математической обработкой полученных данных и построением растровой картинке на экране и/или в буферной памяти. Например функция построения ломаной из библиотеки OpenGL будет иметь вид

```
OpenGL
/* Координаты вершин ломаной линии */
GLdouble point [ ][3] - {{0.0, 0.0, 0.0}
                        {10.0, 20.0, 15.0}
                        {1.0, 3.0, 6.5} };
```

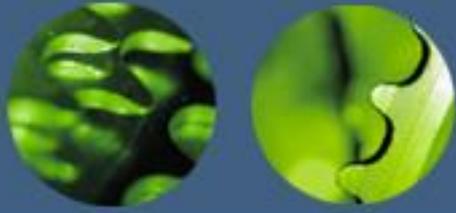
```
/* Построение ломаной линии по трем заданным точкам */
glBegin(GL_LINE_LOOP);
    glVertex3dv(&point[0][0];
    glVertex3dv(&point[1][0];
    glVertex3dv(&point[2][0];
glend();
```



# Системы машинной графики и обработка графических данных

**Видеокарта** (или графический ускоритель, графическая плата, графическая карта, видеоадаптер, графический адаптер) — устройство, которое на основе данных хранящихся в видеопамяти формирует графический образ для вывода на экран видеомонитора.

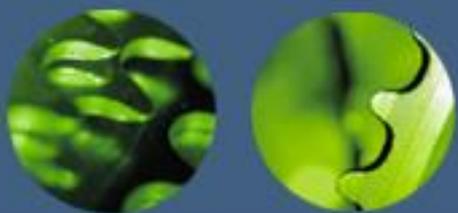




## Системы машинной графики и обработка графических данных

Основными компонентами видеокарты являются:

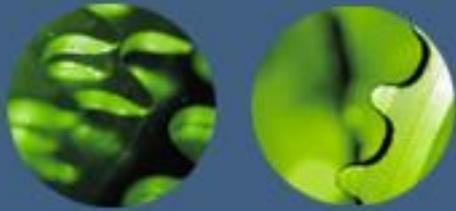
- **графический процессор** (Graphics processing unit — графическое процессорное устройство) — занимается расчётами выводимого изображения, освобождая от этой обязанности центральный процессор, производит расчёты для обработки команд трёхмерной графики.
- **видеоконтроллер** — отвечает за формирование изображения в видеопамяти.
- **видеопамять** — выполняет роль кадрового буфера, в котором хранится изображение, генерируемое и постоянно изменяемое графическим процессором и выводимое на экран видеомонитора.



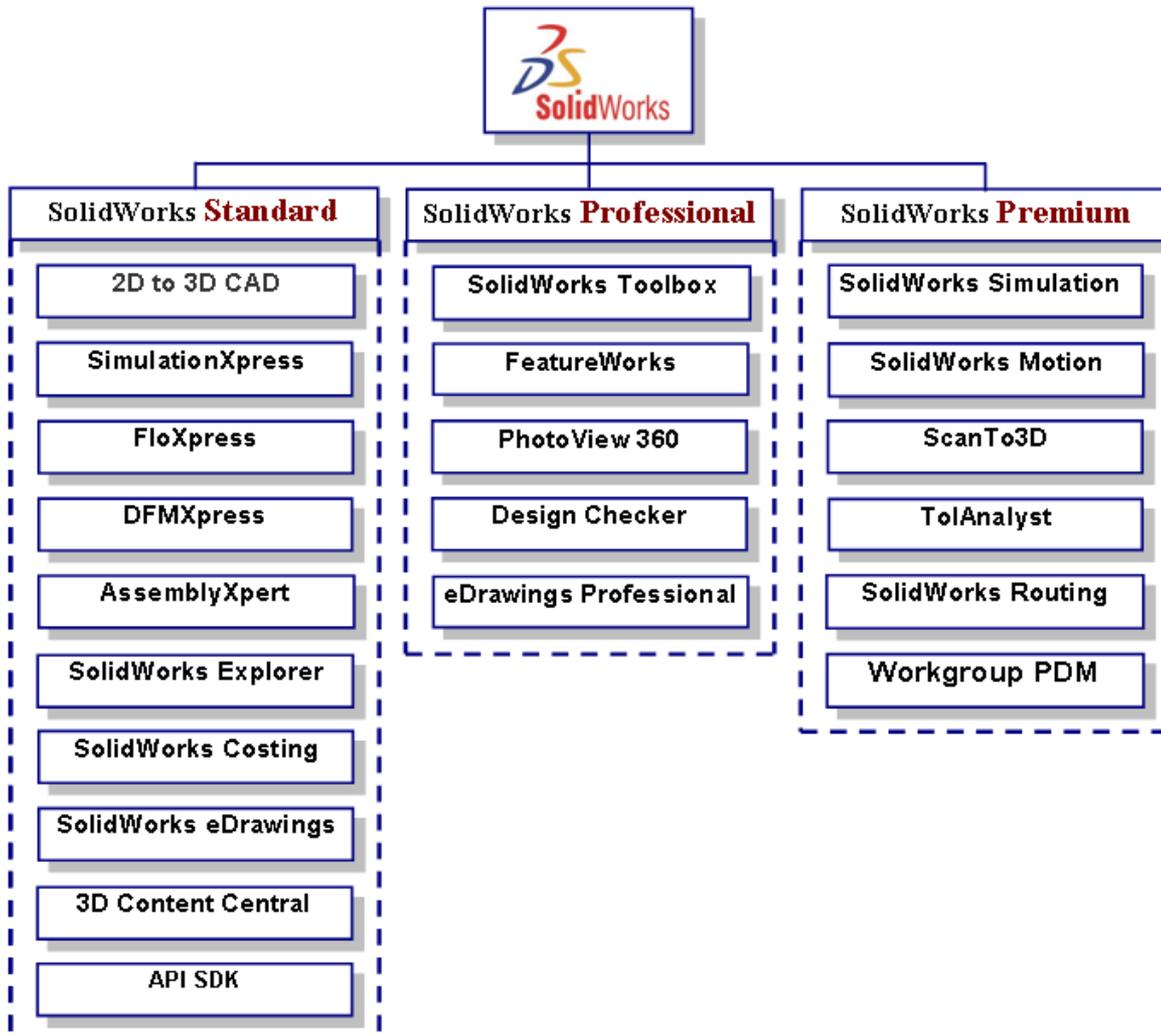
## Системы машинной графики и обработка графических данных



Фотореалистичное изображение, тонированное выполнено в **POV-Ray 3.6**.  
Модели кувшина, стаканов и пепельницы созданы в **Rhinoceros 3D**.  
Модель игральной кости — в **Cinema 4D**.

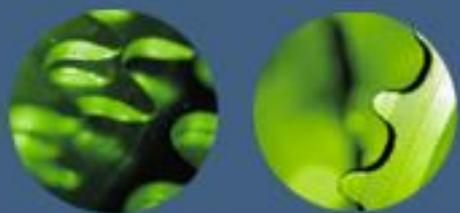


# SolidWorks – система гибридного моделирования



Программный комплекс **SolidWorks** предназначен для автоматизации конструкторской и технологической подготовки производства изделий любой степени сложности и назначения. Специализированные модули программного комплекса решают различные задачи на этапе производства и эксплуатации.





# SolidWorks – система трехмерного моделирования

## SolidWorks Standard

**SimulationXpress** – экспресс-анализ прочности деталей и динамики механизмов.

**FloXpress** – экспресс-анализ гидро/аэродинамики.

**DFMXpress** – анализ технологичности изготовления детали.

**AssemblyXpert** – анализ производительности больших сборок.

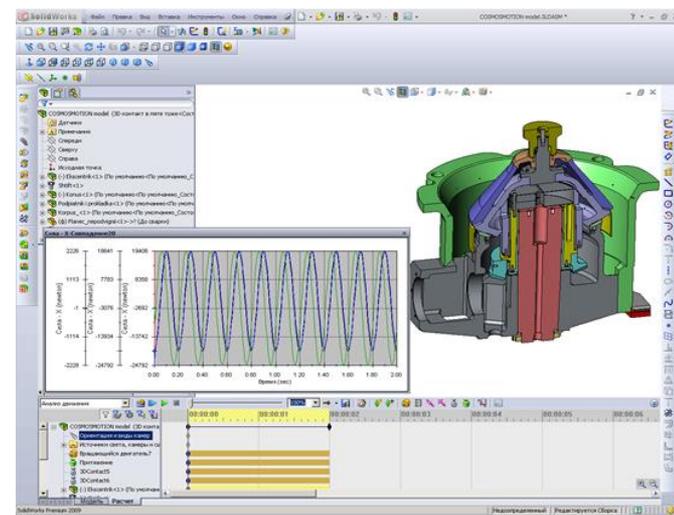
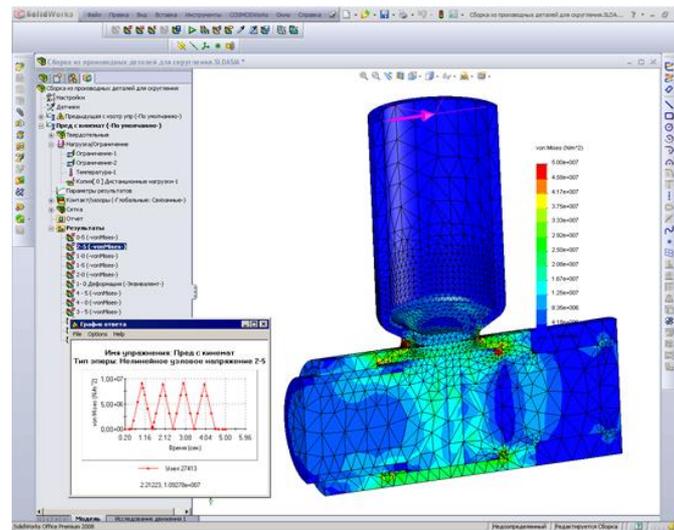
**SolidWorks Explorer** – проводник файлов SolidWorks.

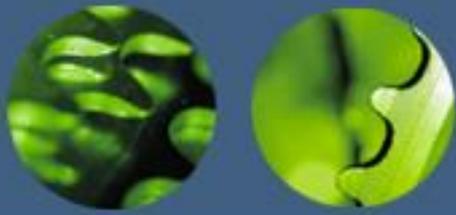
**SolidWorks Costing** – позволяет вычислить стоимость производства деталей.

**SolidWorks eDrawings** – просмотр и вывод на печать документов SolidWorks и др.

**3D Content Central** – доступ к единой библиотеке стандартных компонентов различных производителей.

**API SDK** – поддержка программирования на языках Visual Basic, Visual C++ и др.





# SolidWorks – система трехмерного моделирования

## SolidWorks Professional

**SolidWorks Toolbox** – библиотеки стандартных изделий (крепеж, подшипники и т.п.)

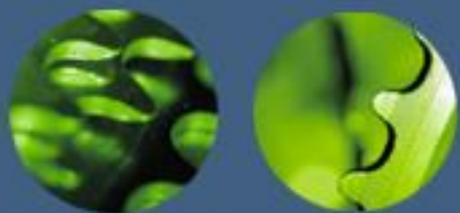
**FeatureWorks** – распознавание и параметризация импортированной геометрии.

**PhotoView 360** – Создание фотореалистичных растровых изображений по 3D моделям.

**Design Checker** – проверка документов на соответствие стандартам предприятия.

**eDrawings Professional** – расширенные возможности просмотра и вывода на печать документов (моделей, чертежей).





# SolidWorks – система трехмерного моделирования

## SolidWorks Premium

**SolidWorks Simulation** - расчет на прочность конструкций (деталей и узлов) в упругой зоне.

**SolidWorks Motion** – комплексный кинематический и динамический анализ механизмов.

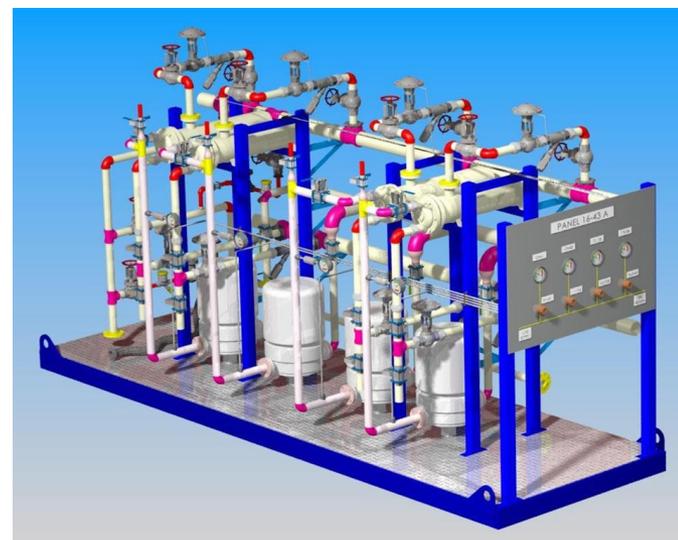
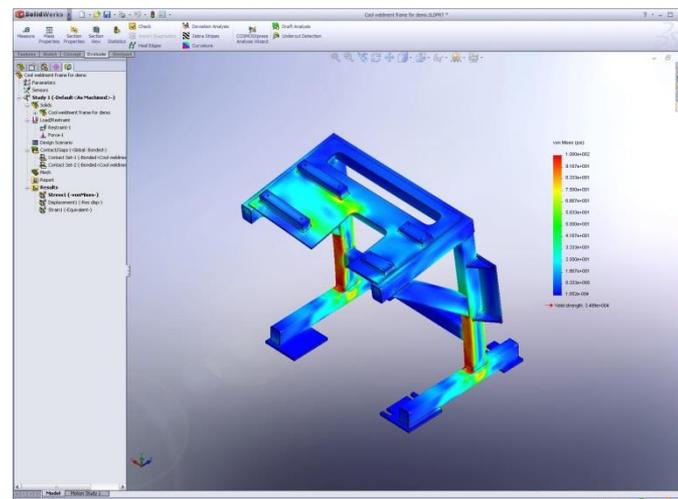
**SolidWorks Flow Simulation** – универсальный инструмент для анализа в гидродинамике и теплопередаче

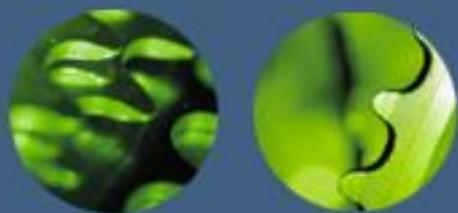
**ScanTo3D** – модуль обратного инжиниринга. Преобразование облака точек в поверхности и твердотельные модели.

**TolAnalyst** – анализ размерных цепей в трехмерной моделях узловой сборки.

**SolidWorks Routing** – проектирование трубопроводов с использованием библиотек стандартных элементов.

**Workgroup PDM** – программное обеспечение для управления данными проекта.





# SolidWorks – система трехмерного моделирования

## Дополнительные модули

**SWE-PDM** - система электронного документооборота и управления инженерными данными.

**MoldWorks** - автоматизированная компоновка пресс-форм.

**CAMWorks** - создание управляющих программ по механообработке для станков с ЧПУ: точение, фрезерование (2,5 - 5 осей).

**SWR-Электрика** - 3D проектирование электрожгутов в среде SolidWorks в соответствии с ГОСТ.

**SWR-Технология** - система проектирования технологических процессов в среде SolidWorks.

