

ИНДУСТРИИ XXI ВЕКА

ВЕДУЩИЕ ИНЖЕНЕРЫ
О ПРОРЫВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЕКТАХ И О БУДУЩЕМ

**С3D Toolkit - история создания и выхода
на мировой рынок геометрического ядра
из России**

Зыков Олег

ДИРЕКТОР С3D LABS (группа компаний АСКОН)

ОРГАНИЗАТОРЫ

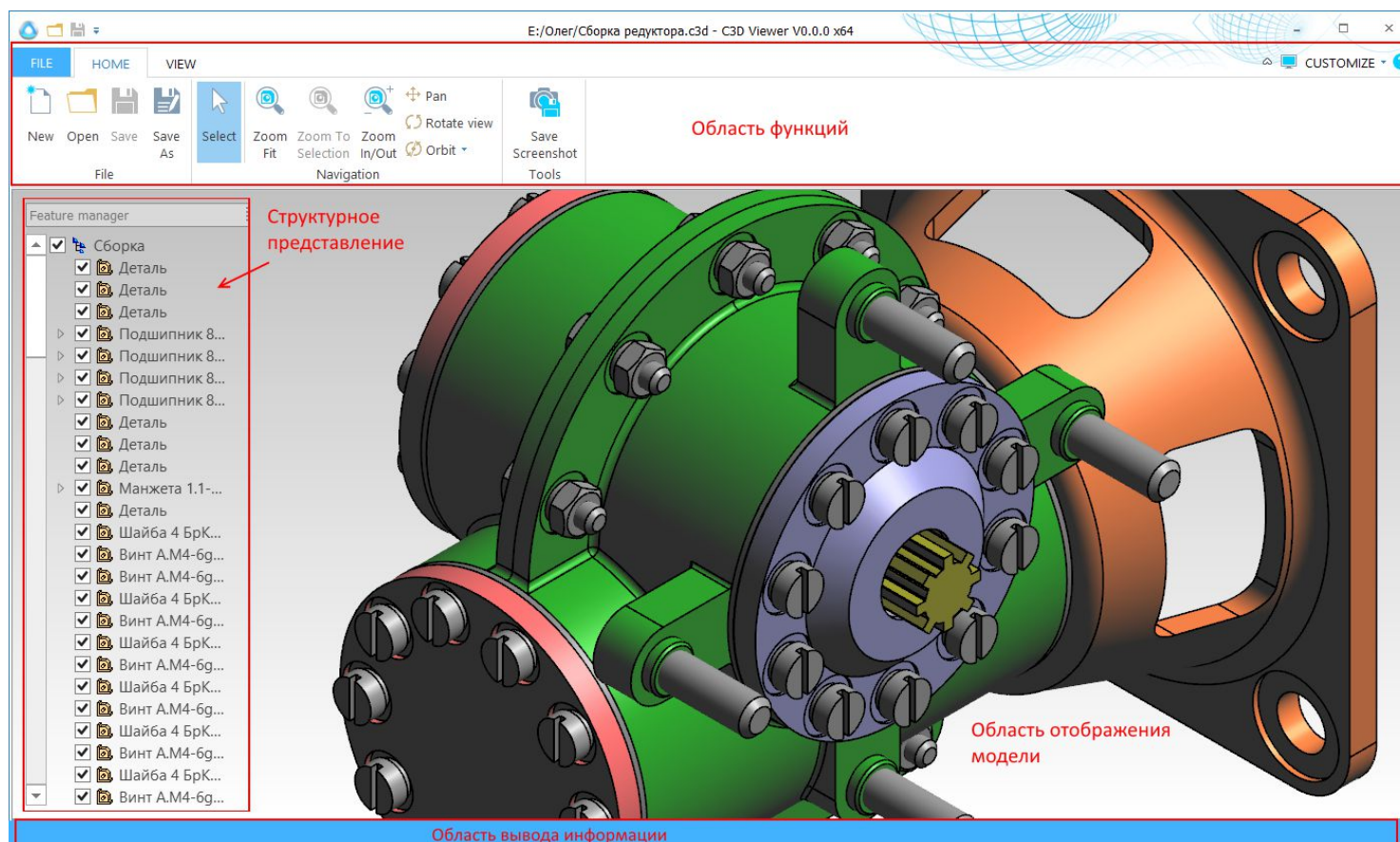


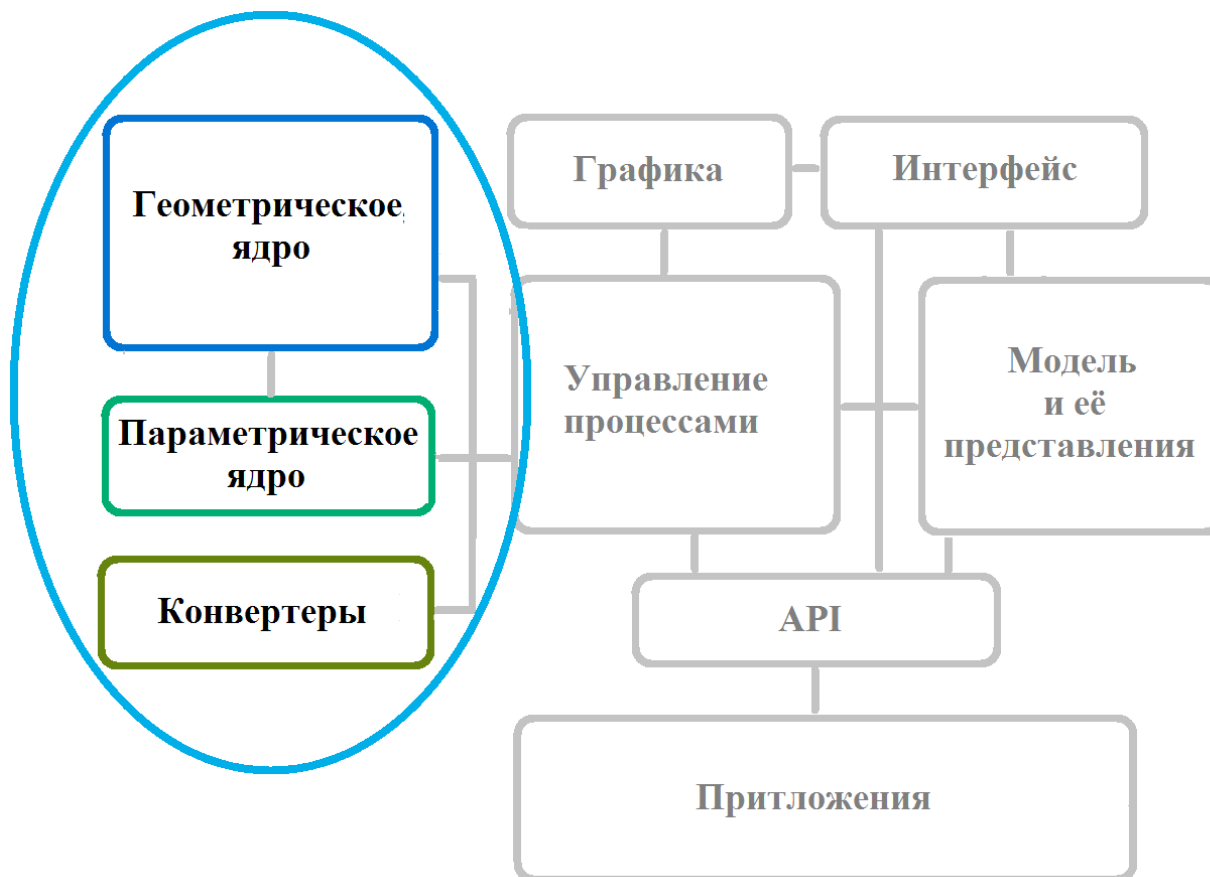
ПАРТНЕРЫ



МОСКВА 2016

О чем пойдет речь?





```
ExtrusionSolid ( const MbSweptData & sweptData,
const MbVector3D & direction,
const MbSolid * solid1,
const MbSolid * solid2,
bool checkIntersection,
ExtrusionValues & params,
const MbSNameMaker & names,
PArray<MbSNameMaker> & n,
MbSolid *& result )
```

SweptValues

```
double thickness1
double thickness2
bool shellClosed
bool checkSelfInt
```

MbSweptSide

```
MbSweptWay way {sw_scalarValue,
                sw_shell,
                sw_surface}
double scalarValue
double rake
MbSurface* surface
double distance
MbeSenseValue sameSense
```

SweptValuesAndSides

```
MbSweptSide side1
MbSweptSide side2
```

ExtrusionValues

ExtrusionValues & params

```
params.shellClosed = true
params.thickness1 = 0
params.thickness2 = 0
```

solid1 = 0

params.side1.surface = 0

direction

sweptData.surface

sweptData.contours[0]

params.side2.surface = 0

solid2 = 0

params.side1.race

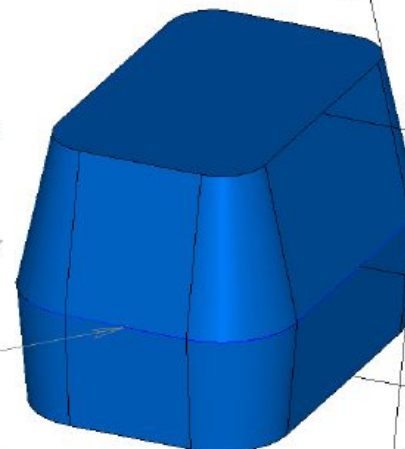
params.side1.way =
= sw_scalarValue

params.side1.scalarValue

params.side2.scalarValue

params.side2.way =
= sw_scalarValue

params.side2.race



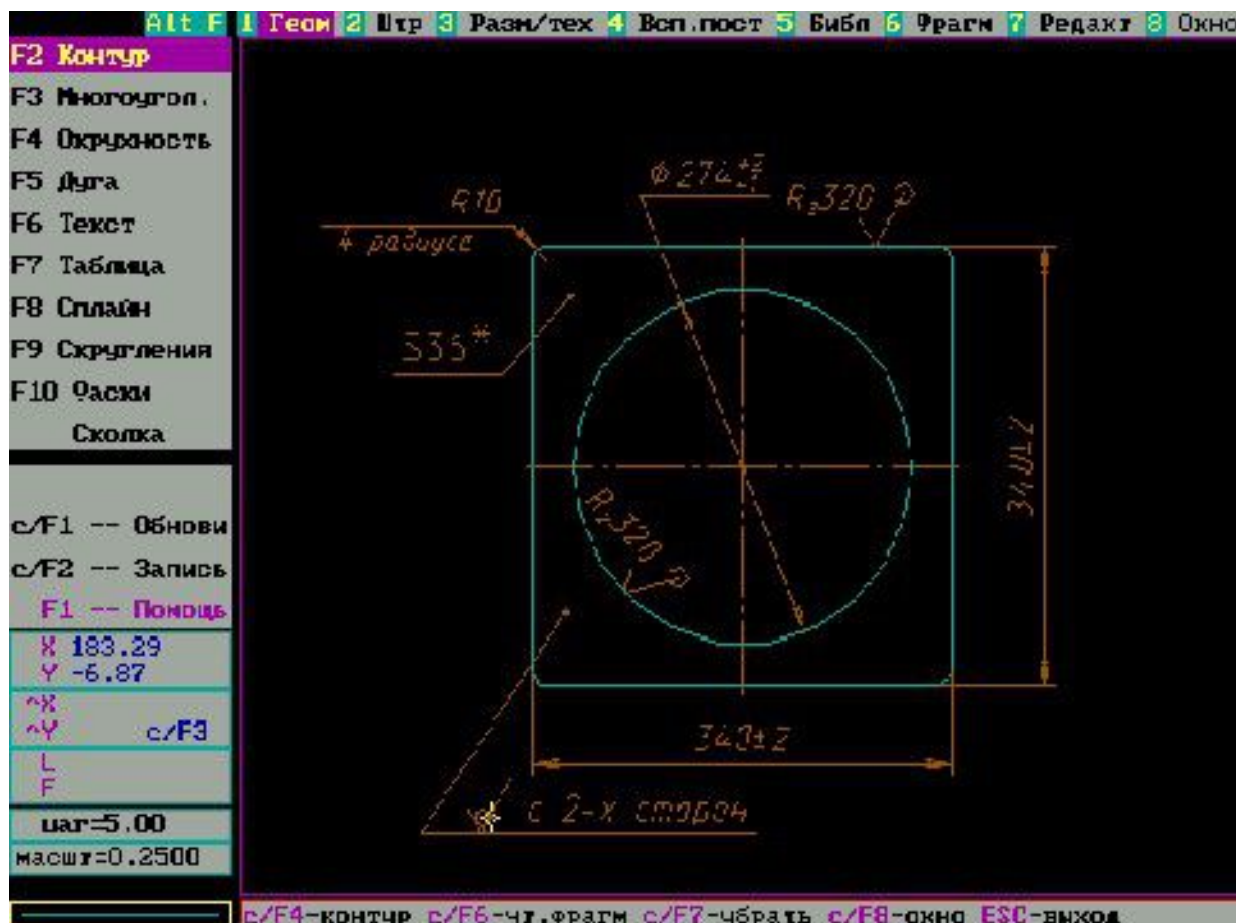
Наша история

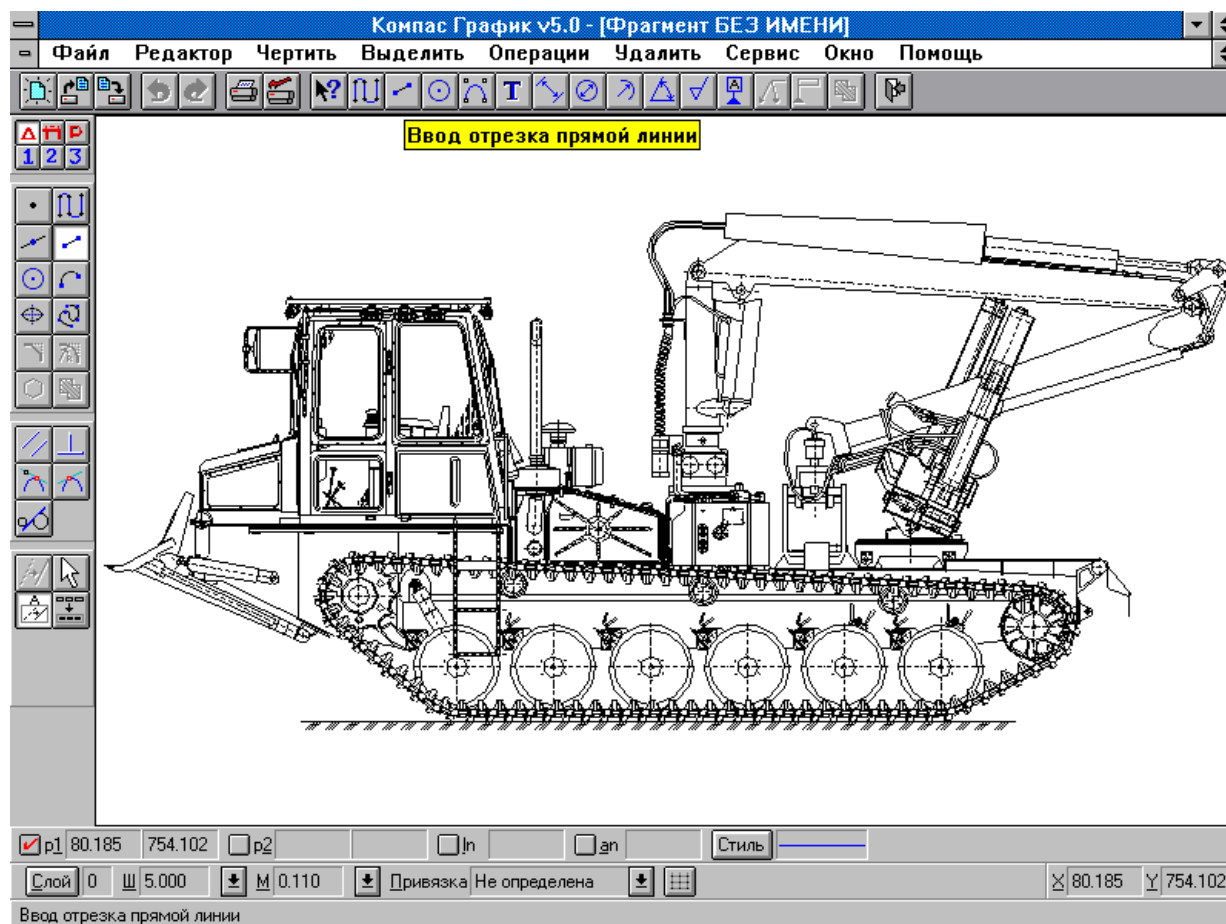
1986, КБМ, САПР КАСКАД

ИНДУСТРИИ
XXI ВЕКА

7



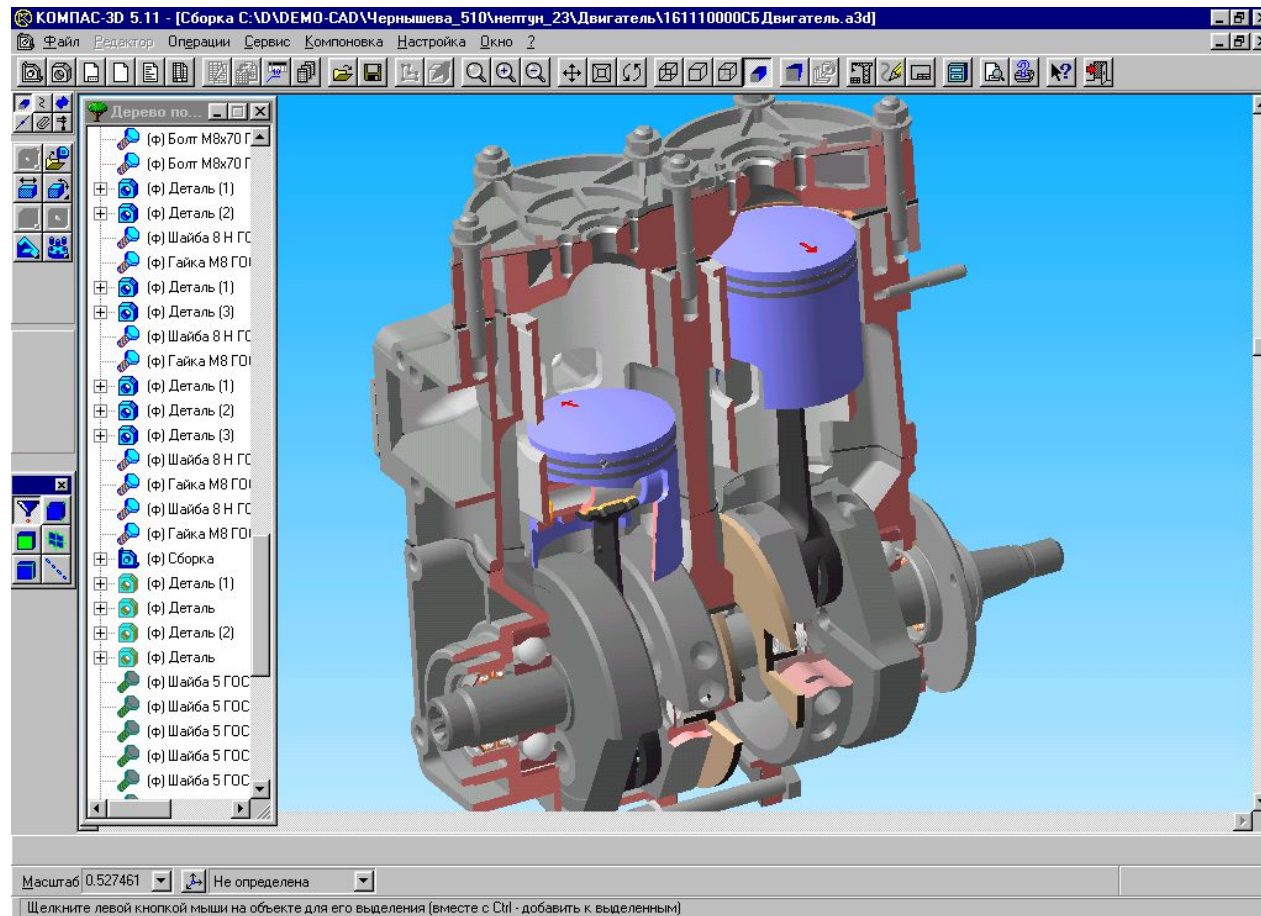




2000, первый КОМПАС-3D

ИНДУСТРИИ
XXI ВЕКА

10



- 2000 год: создание алгоритмов трехмерного твердотельного моделирования
- 2001 год: реализация решателя геометрических ограничений и конвертеров
- 2002 год: создание механизма построения ассоциативных видов по 3D-моделям
- 2003 год: появление основ поверхностного моделирования
- 2004 год: описание алгоритмов создания элементов листового тела
- 2005 год: реализация многотельного моделирования
- 2007 год: поддержка каркасной модели
- 2008 год: реализация кинематических сопряжений
- 2009 год: поддержка атрибутов геометрической модели
- 2010 год: появление полноценного поверхностного моделирования
- 2011 год: реализация кроссплатформенности
- 2012 год: реализация элементов прямого моделирования
- 2013 год: английская локализация документации и тестового приложения

- C3D — наиболее наукоемкий продукт АСКОН, основа всех 3D-решений компании
- КОМПАС-3D — самая популярная 3D-САПР в России (65 000 рабочих мест)
- Команда разработки C3D становится дочерним предприятием группы компаний АСКОН — C3D Labs
- Цель — выход на рынок с продуктом



Наша команда

- Команда высококлассных математиков-программистов
- Офисы в Москве, Коломне и Нижнем Новгороде
- Резидент инновационного центра Сколково
- 22 заказчика в России, Европе и Азии





Николай Голованов

Архитектор, руководитель разработки,
кандидат технических наук.
В АСКОН 17 лет.



Юрий Козулин

Руководитель разработки C3D Modeler,
кандидат технических наук.
В АСКОН 7 лет.



Александр Максименко

Руководитель разработки C3D Solver.
В АСКОН 13 лет.



Олег Зыков

Директор по продукту C3D.
В АСКОН 12 лет.



Эдуард Максименко

Руководитель отдела прикладного ПО,
кандидат технических наук.
В АСКОН 17 лет.



Анна Ладилова

Математик-программист,
кандидат физико-математических наук



Александр Спиваков

Математик-программист



Андрей Пенкин

Математик-программист



Сергей Бирюков

Математик-программист



Александр Алахвердянц

Математик-программист



Алексей Горячий

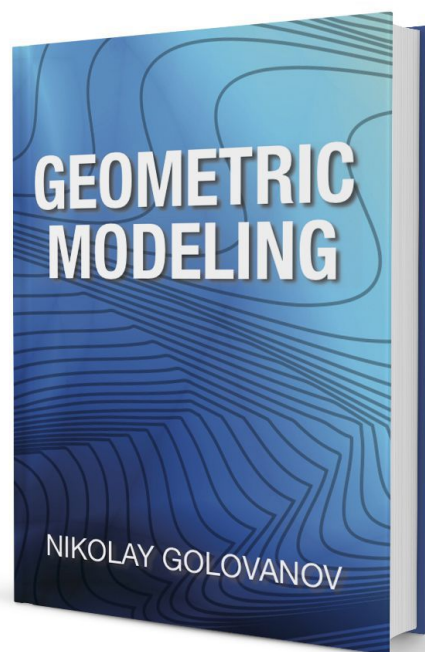
Математик-программист



Владимир Латышев

Математик-программист

- Руководитель разработки – к.т.н. Николай Николаевич Голованов



Наш продукт

Геометрическое ядро C3D

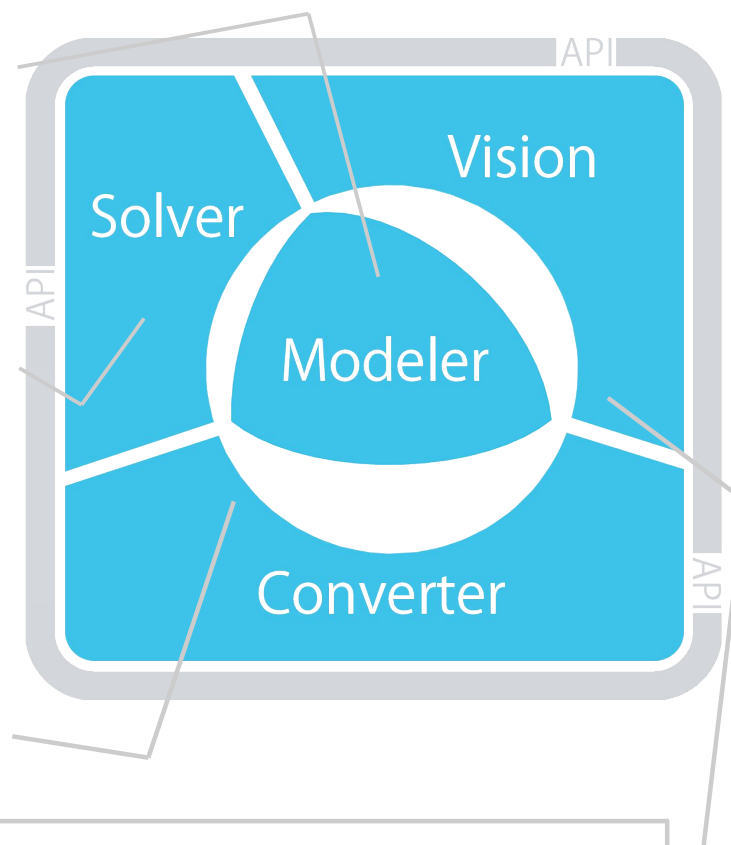
предоставляет набор возможностей для твердотельного и гибридного моделирования, эскизирования и 2D-черчения

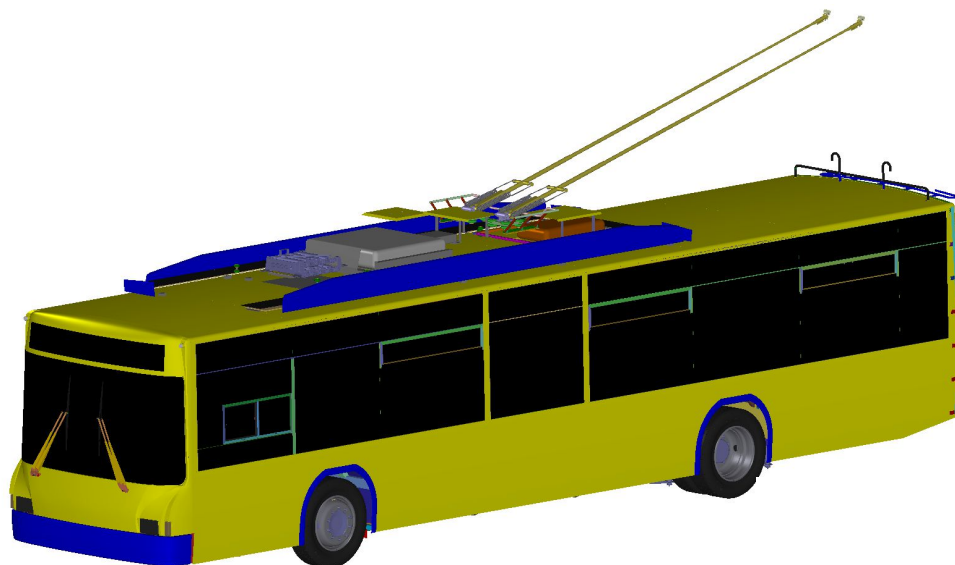
Параметрическое ядро C3D

обеспечивает взаимосвязь элементов геометрической модели и редактирование модели

Модуль обмена C3D обеспечивает чтение/запись геометрической модели в основные обменные форматы: STEP, IGES, ACIS, XT, STL, VRML

Модуль визуализации C3D осуществляет визуализацию геометрической модели и обеспечивает взаимодействие с интерфейсом инженерного ПО



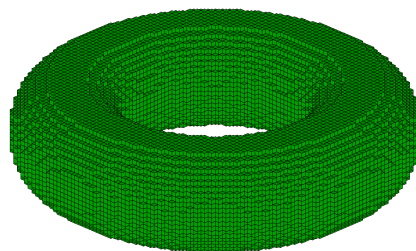


Описание
геометрической
формы

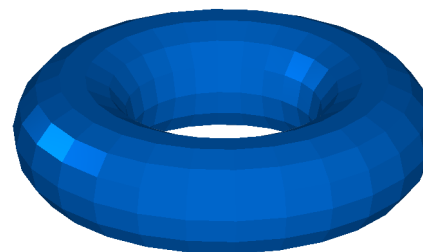
Связи элементов

Журнал построения

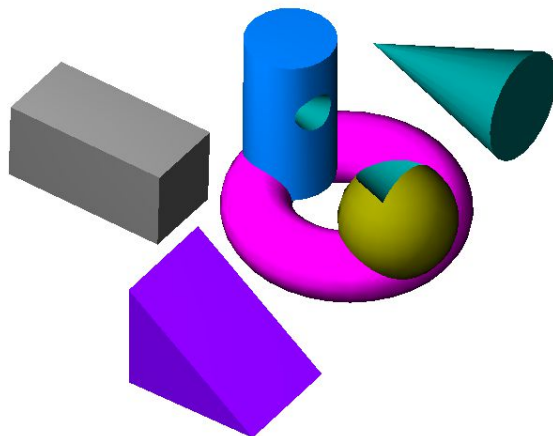
Атрибуты



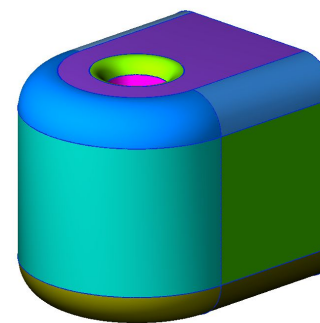
Воксельное



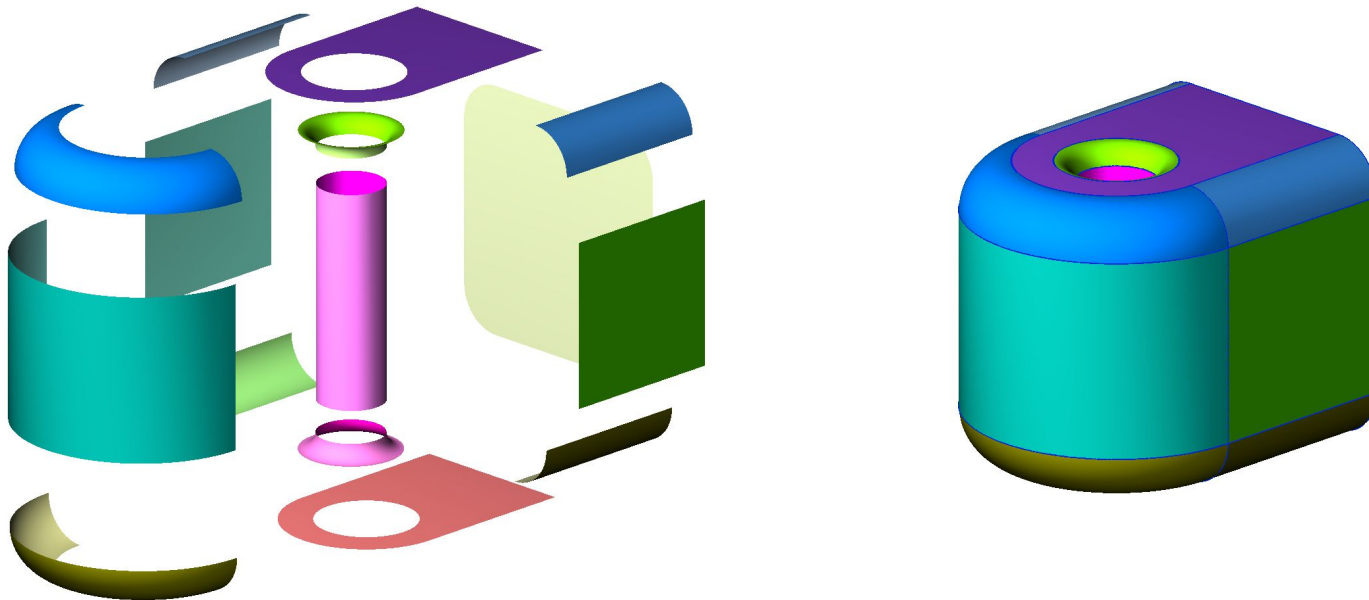
Полигональное



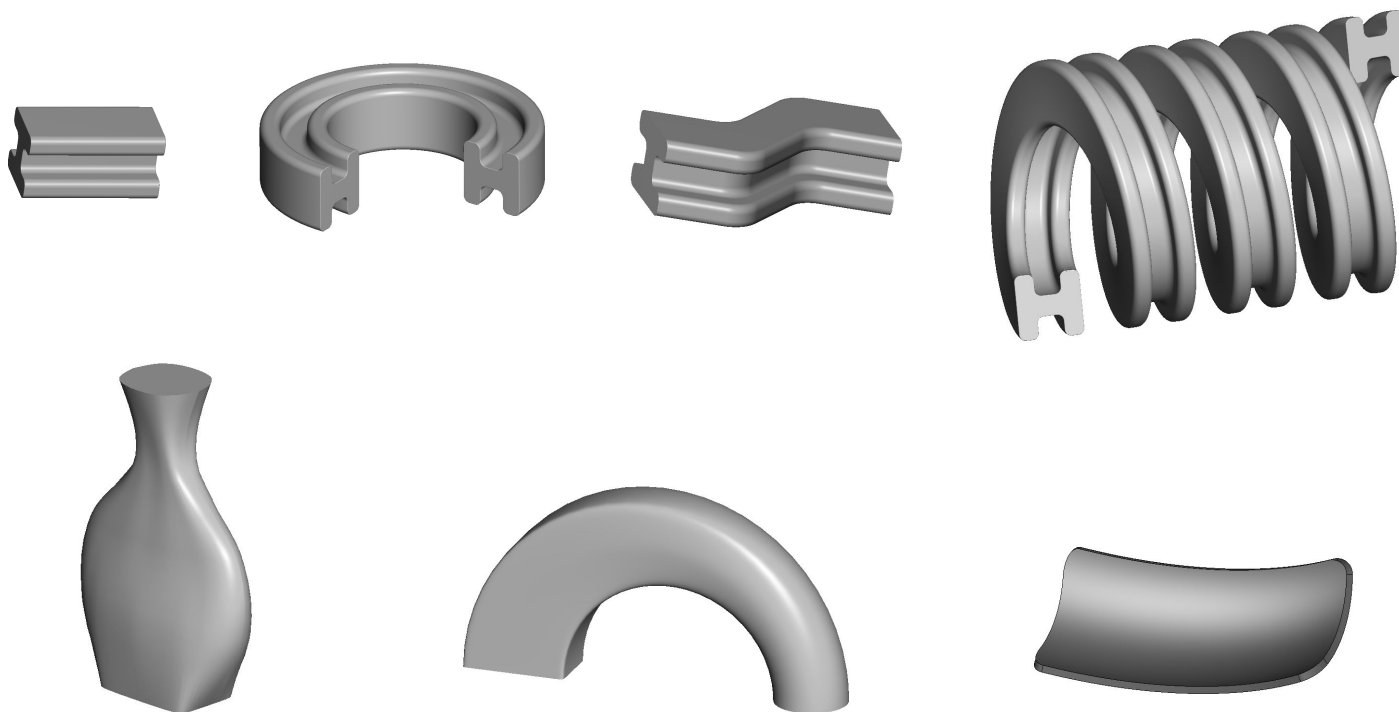
CSG

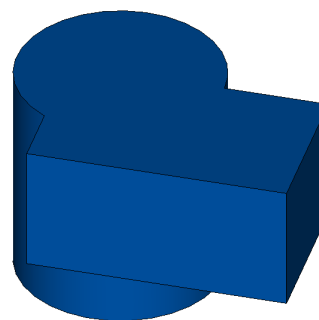
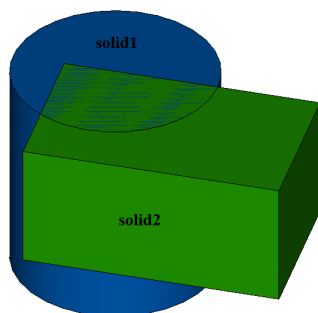


B-Rep

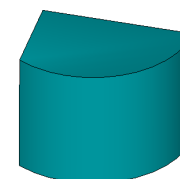


Поверхность моделируемого объекта описывается гранями.
Границы граней представлены циклами.
Циклы состоят из ребер.
Грани стыкуются по ребрам.
Ребра стыкуются в вершинах.

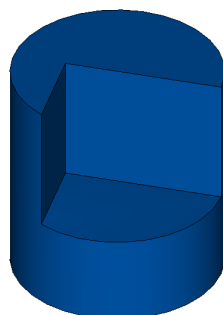




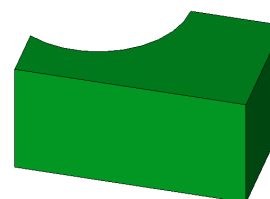
oType = bo_Union
solid1 + solid2



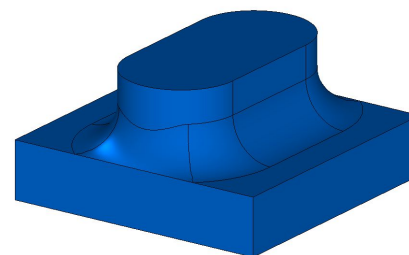
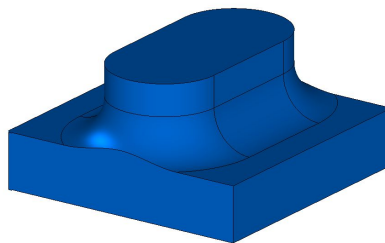
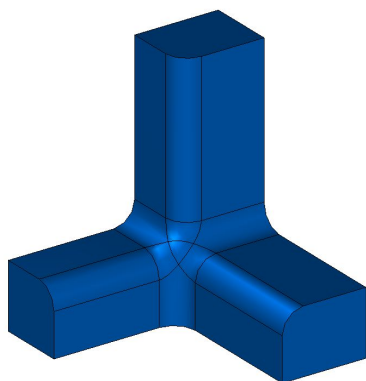
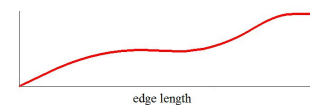
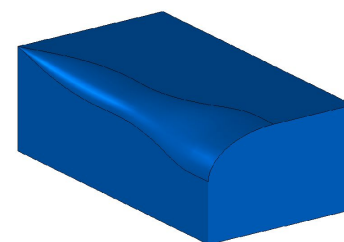
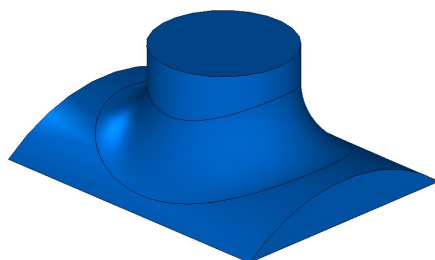
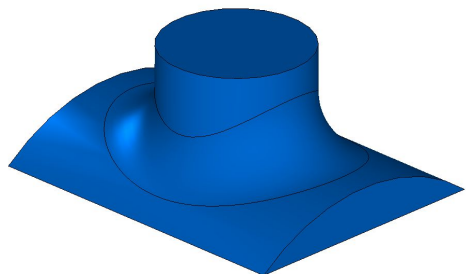
oType = bo_Intersect
solid1 & solid2

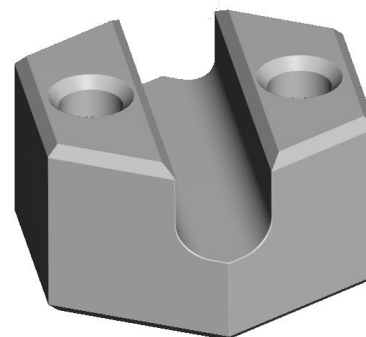
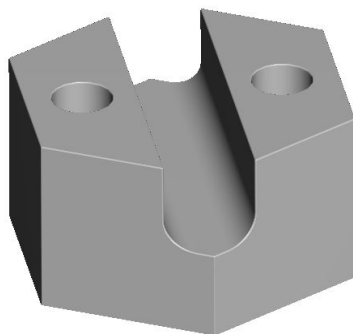


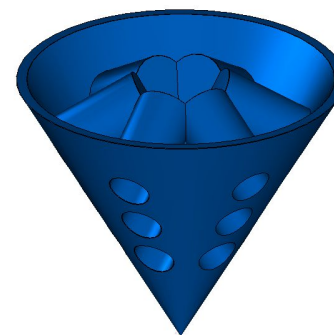
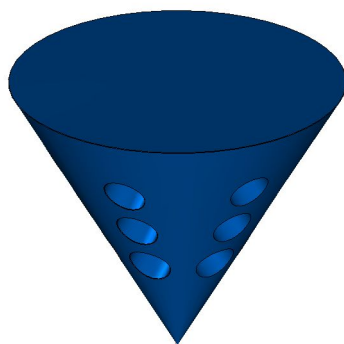
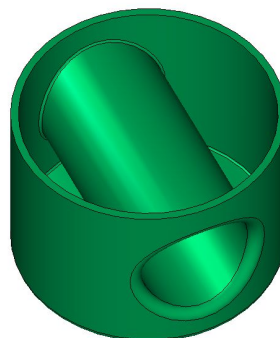
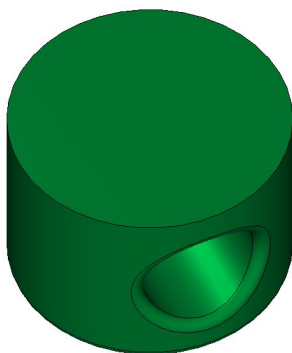
oType = bo_Difference
solid1 - solid2

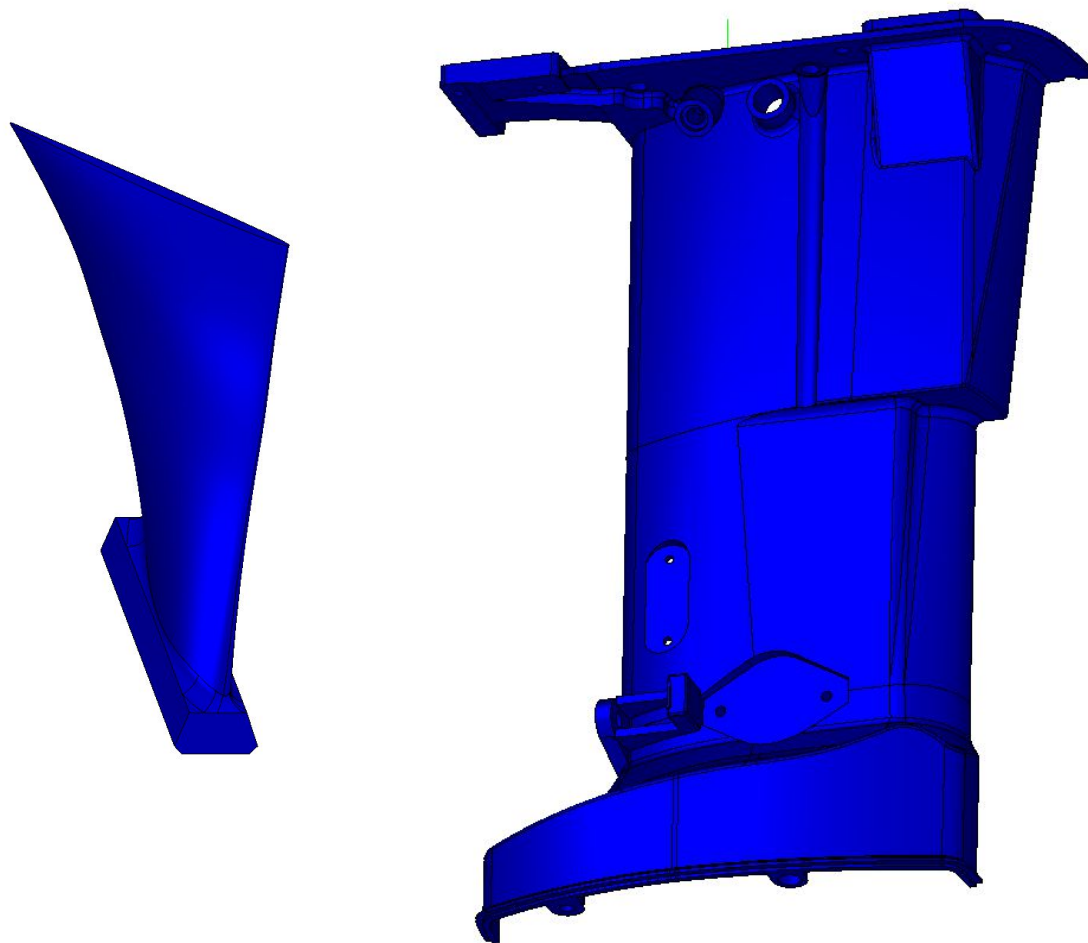


oType = bo_Difference
solid2 - solid1

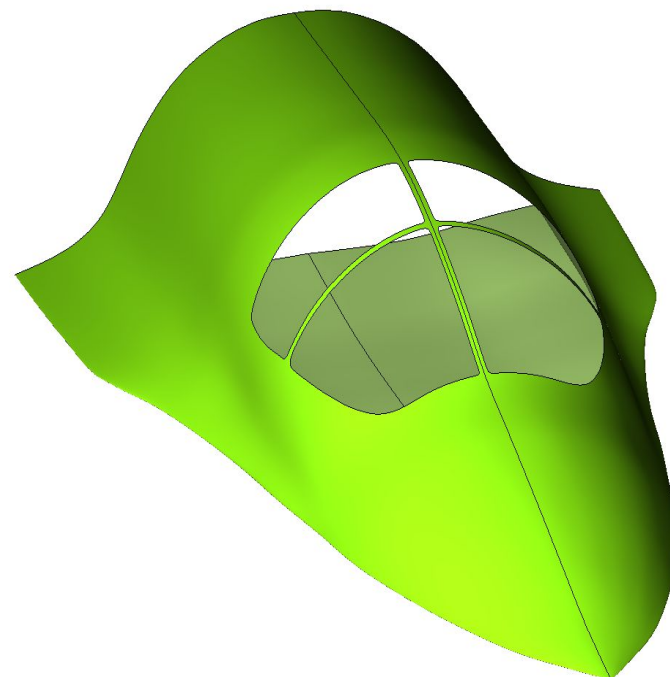
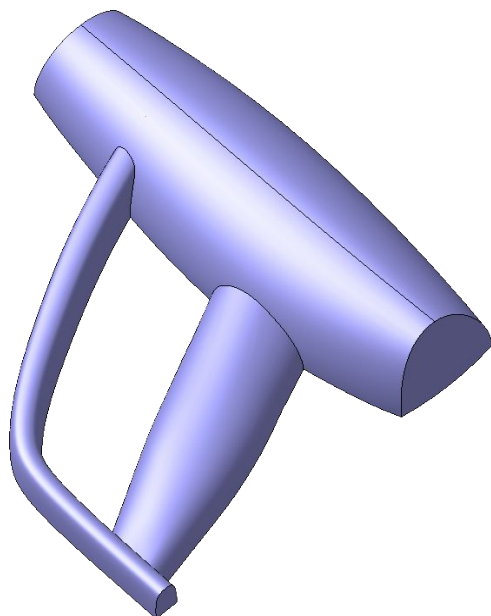


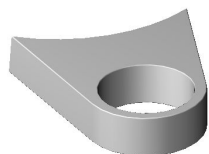
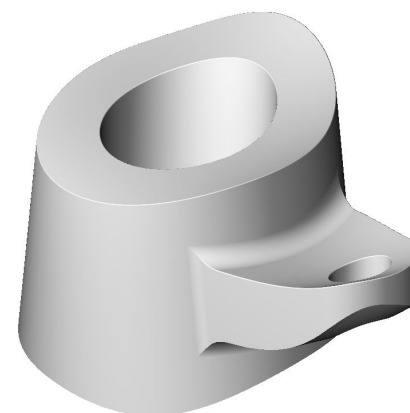
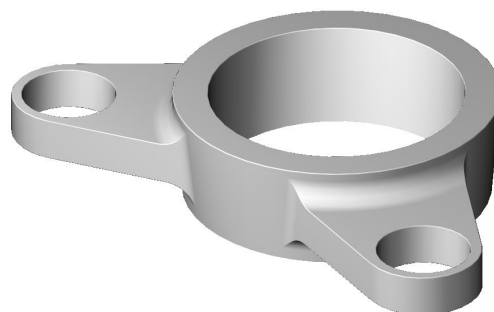
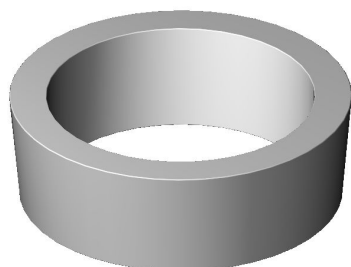
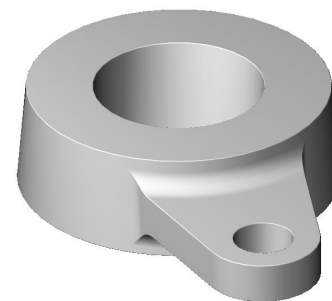
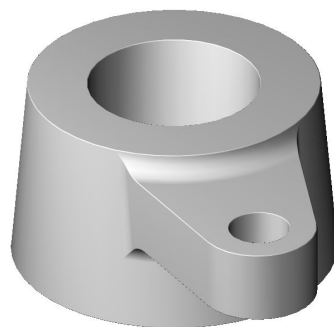
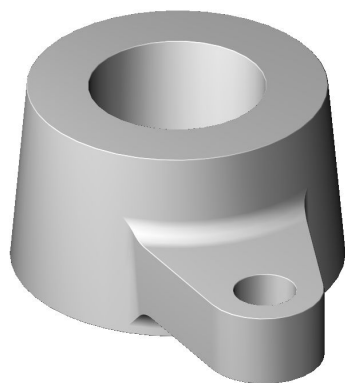


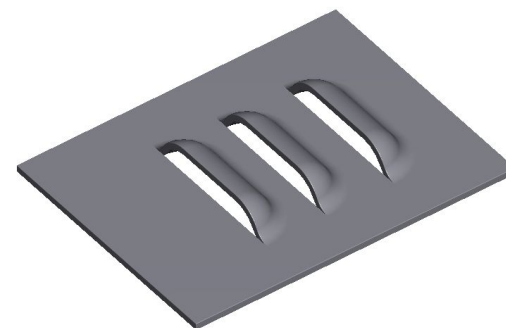
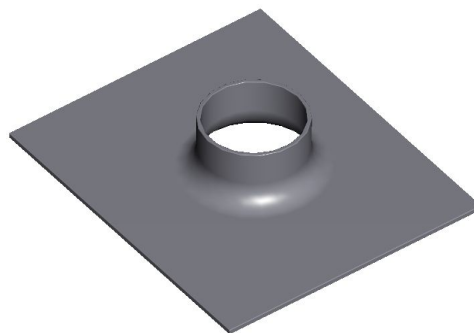
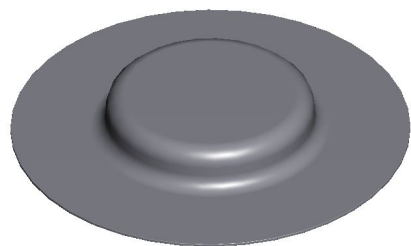
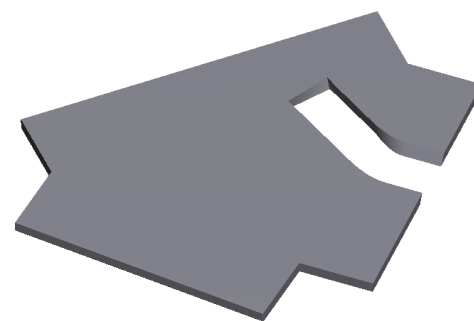
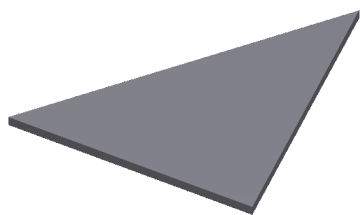


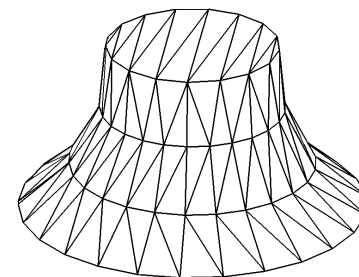
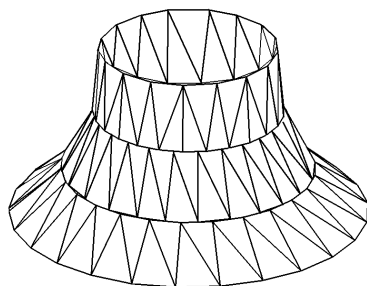
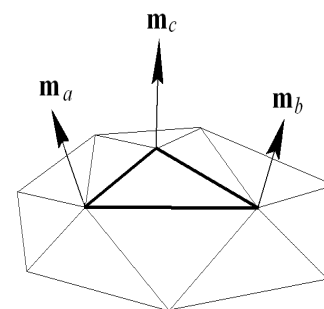
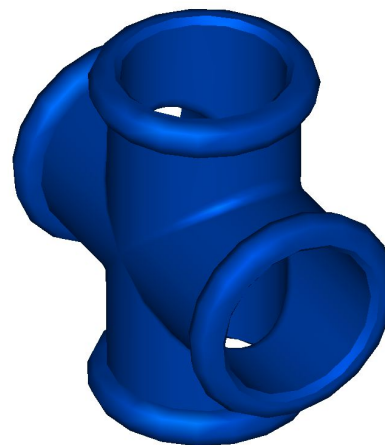
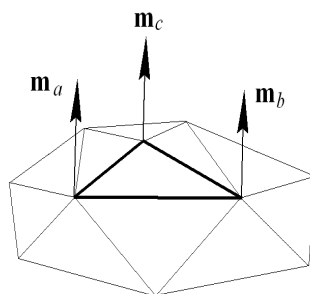
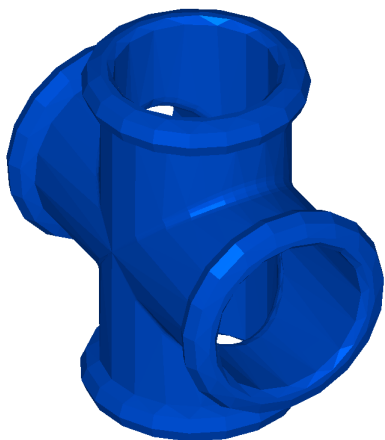


Журнал построения
Тело выдавливания
Скругление ребер
Булево объединение тел
Булево объединение тел
Булева разность тел
Булева разность тел
Булева разность тел
Скругление ребер
Булева разность тел
Булева разность тел
Скругление ребер
Фаски ребер









Расстояния между элементами

Углы между элементами

Габаритные параллелепипеды

Площадь поверхности

Объем

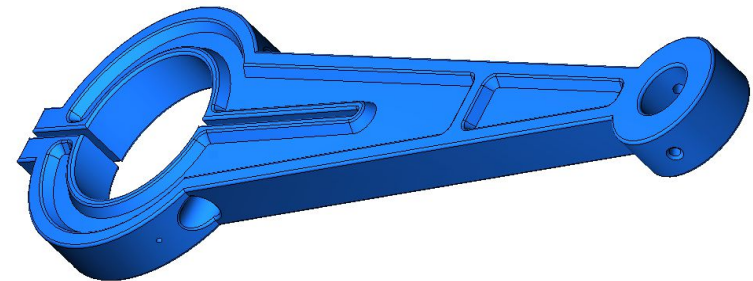
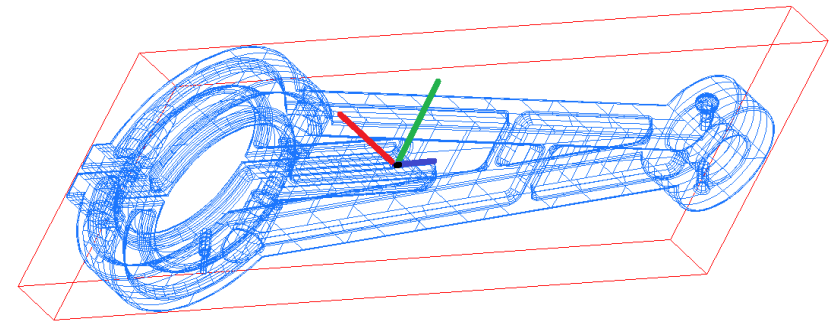
Масса

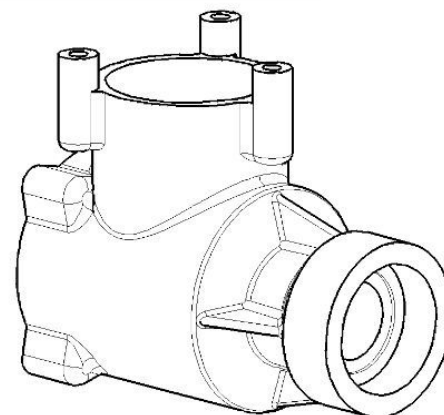
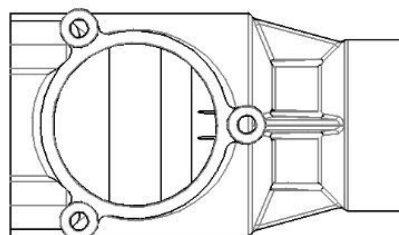
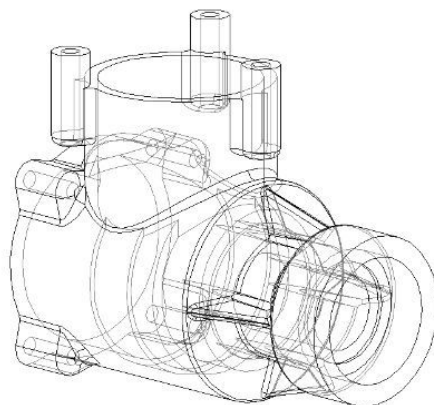
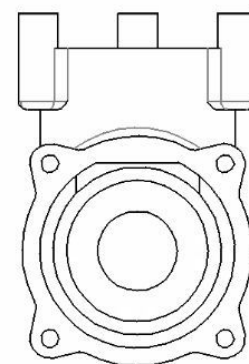
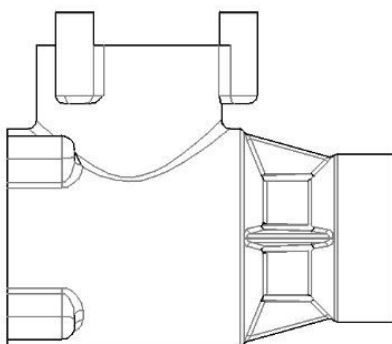
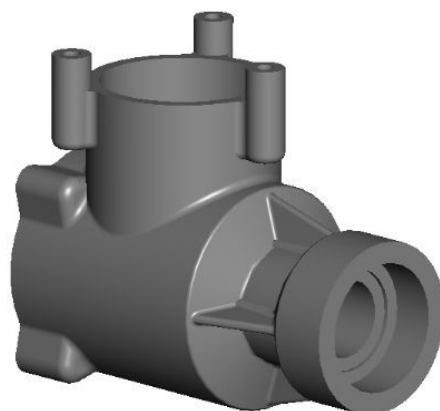
Центр масс

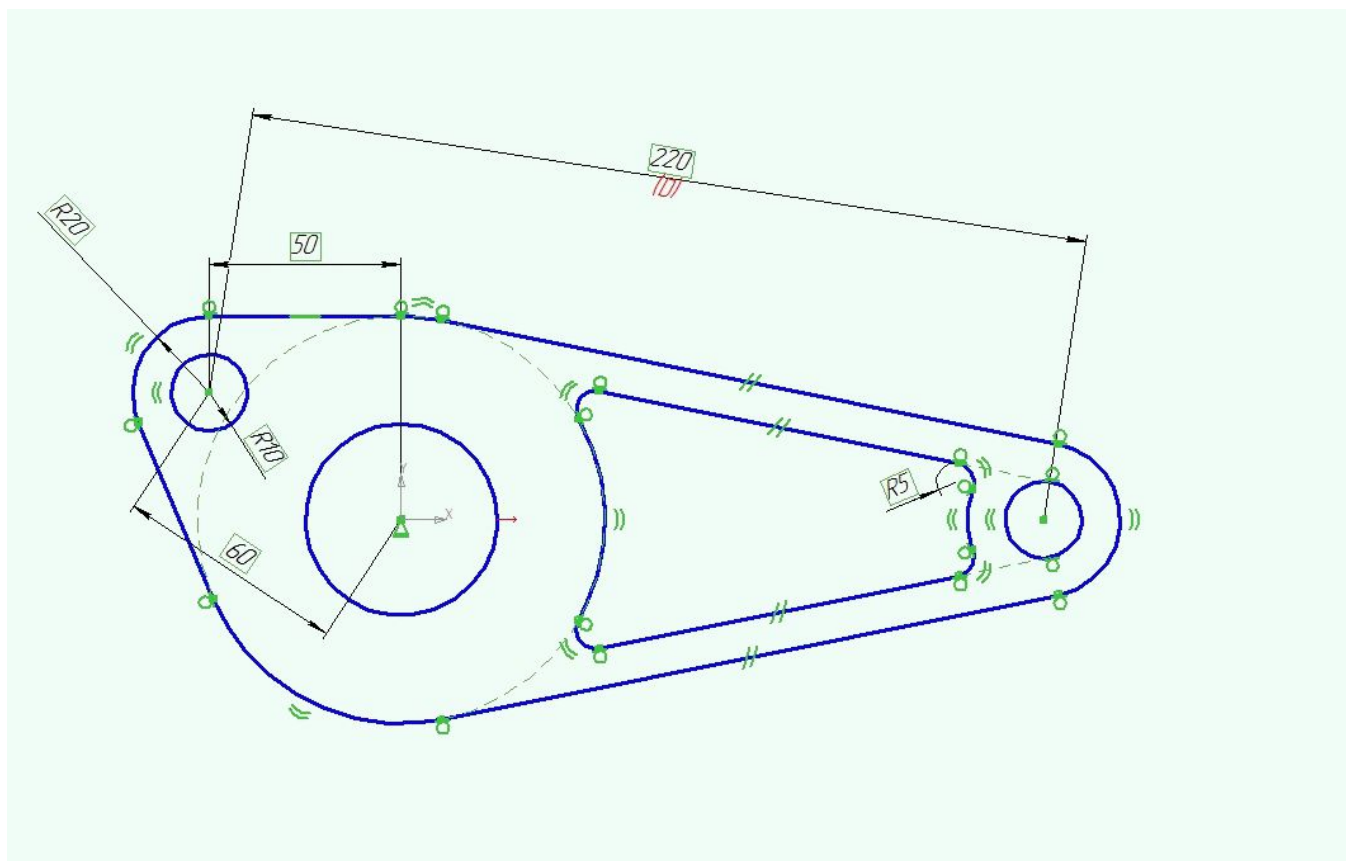
Главные центральные моменты инерции

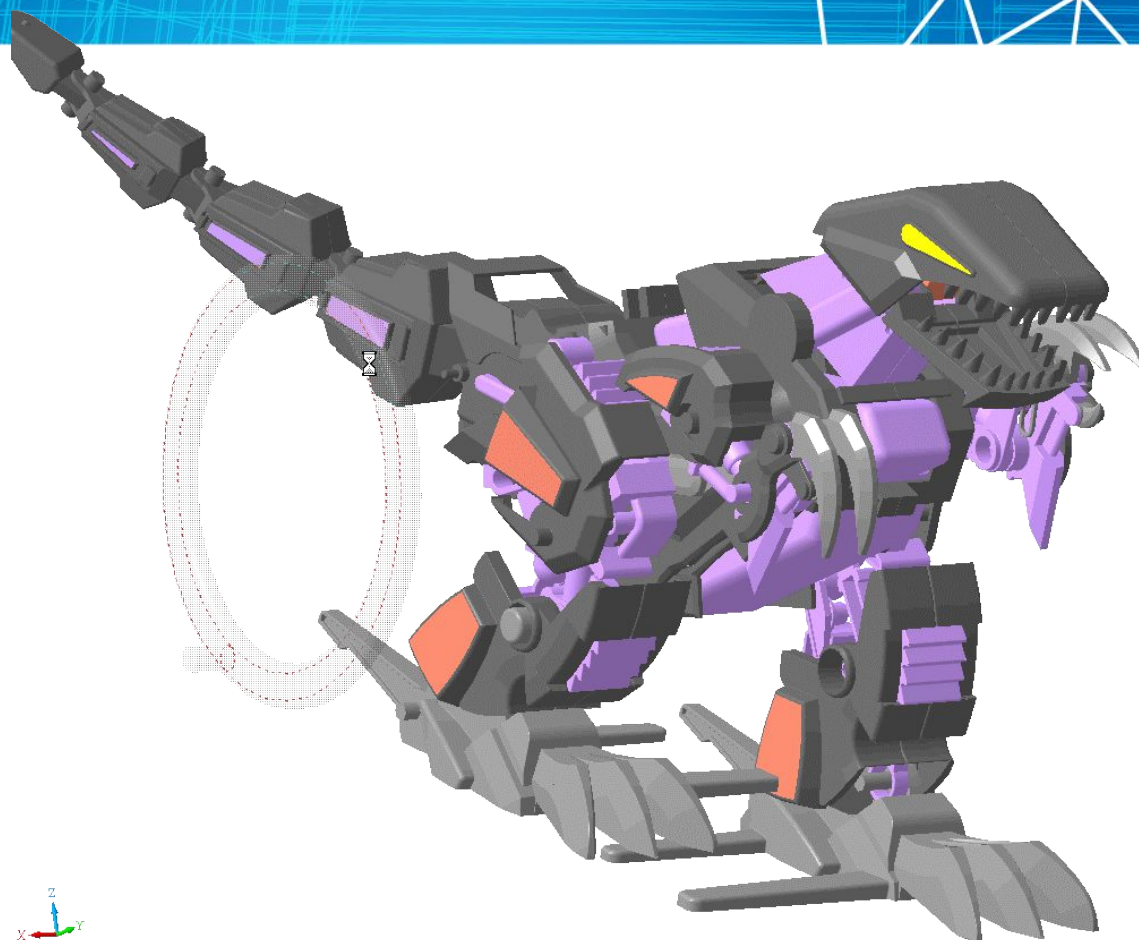
$$\iiint_V \nabla \cdot \mathbf{F}(\mathbf{r}) dV = \iint_S \mathbf{m} \cdot \mathbf{F}(\mathbf{r}) dS$$

Столкновения элементов модели

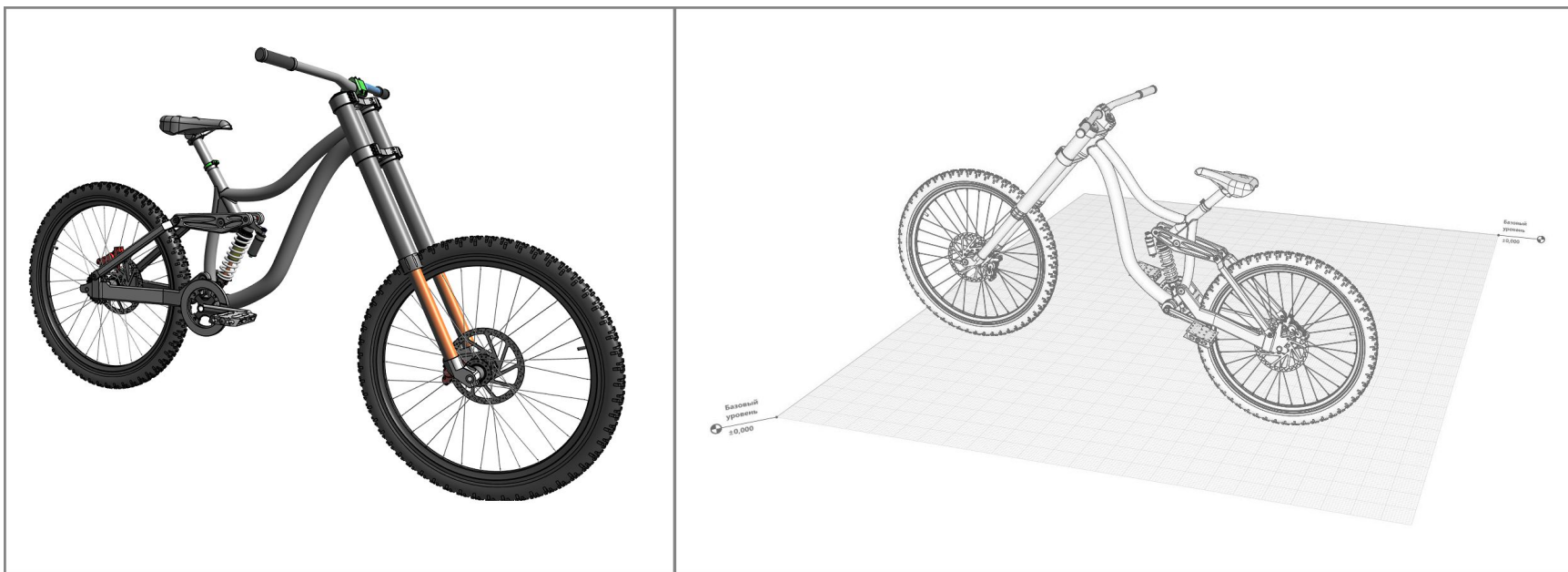






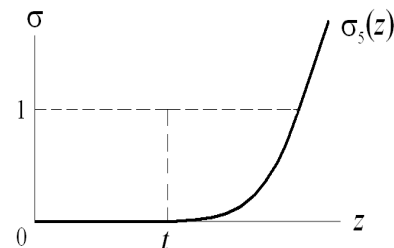
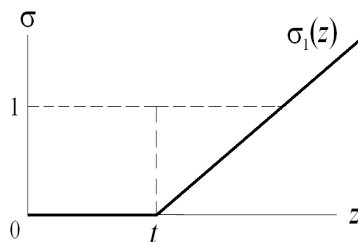
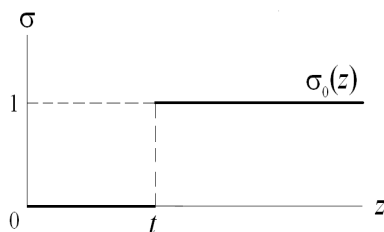


- STEP IGES SAT X_T STL VRML





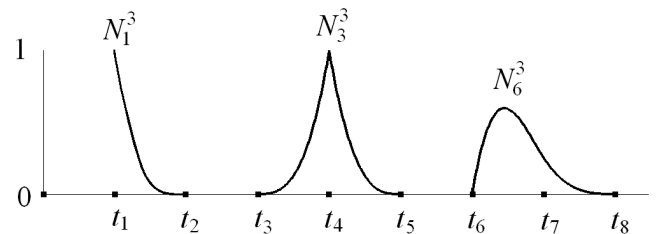
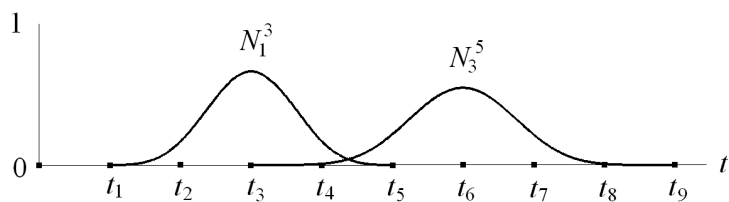
$$\sigma_m(z) = (z - t)^m_+ \equiv (\max(0, z - t))^m$$



$$\sigma[t_0, t_1] = \frac{\sigma(t_1) - \sigma(t_0)}{t_1 - t_0}$$

$$\sigma[t_0, t_1, t_2] = \frac{\sigma[t_1, t_2] - \sigma[t_0, t_1]}{t_2 - t_0}$$

$$\sigma[t_0, t_1, \dots, t_m] = \frac{\sigma[t_1, t_2, \dots, t_m] - \sigma[t_0, t_1, \dots, t_{m-1}]}{t_m - t_0}$$



$$N_i^m(t) = (t_{\max} - t_{\min}) \sigma_m[t_i, t_{i+1}, \dots, t_{i+m+1}]$$

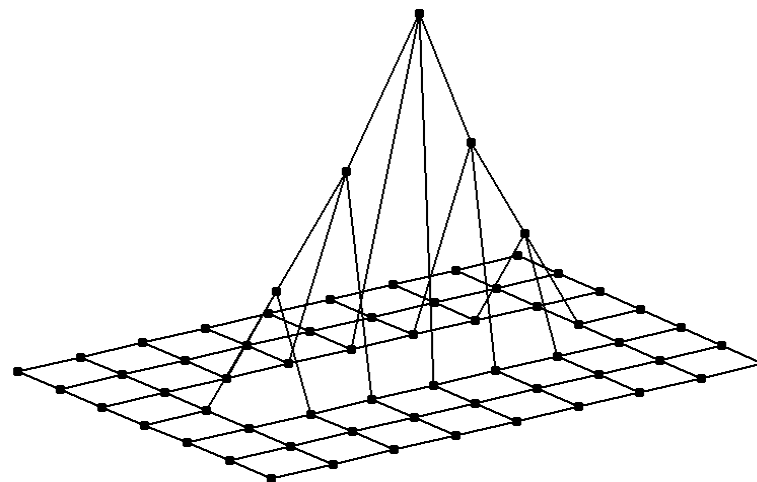
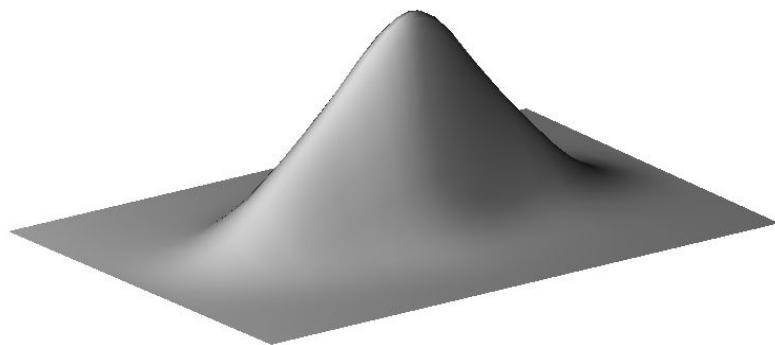
$$N_1^3(t) = (t_2 - t_1) \sigma_3[t_1, t_1, t_1, t_2]$$

$$N_3^3(t) = (t_5 - t_3) \sigma_3[t_3, t_4, t_4, t_4, t_5]$$

$$N_i^m(t) = \frac{t_{i+m+1} - t}{t_{i+m+1} - t_{i+1}} N_{i+1}^{m-1}(t) + \frac{t - t_i}{t_{i+m} - t_i} N_i^{m-1}(t)$$

$$N_6^3(t) = (t_8 - t_6) \sigma_3[t_6, t_6, t_6, t_7, t_8]$$

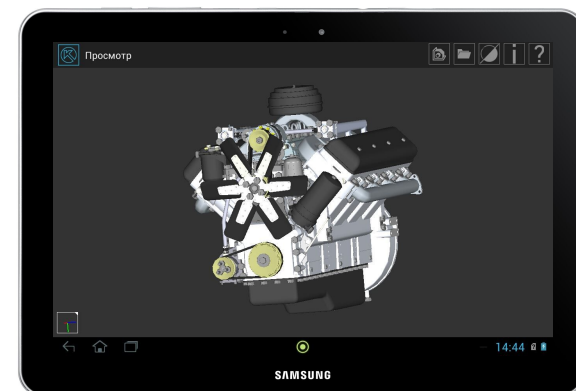
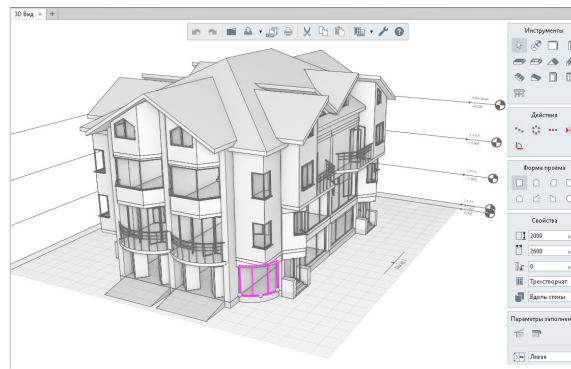
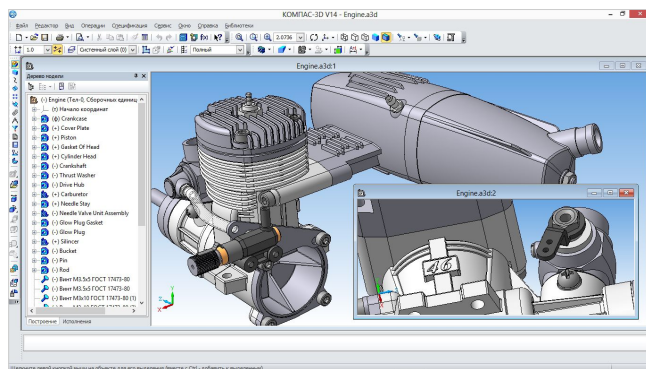
$$\mathbf{r}(u, v) = \frac{\sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^m N_i^l(v) N_j^k(u) w_{ij} \mathbf{p}_{ij}}{\sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^m N_i^l(v) N_j^k(u) w_{ij}}$$



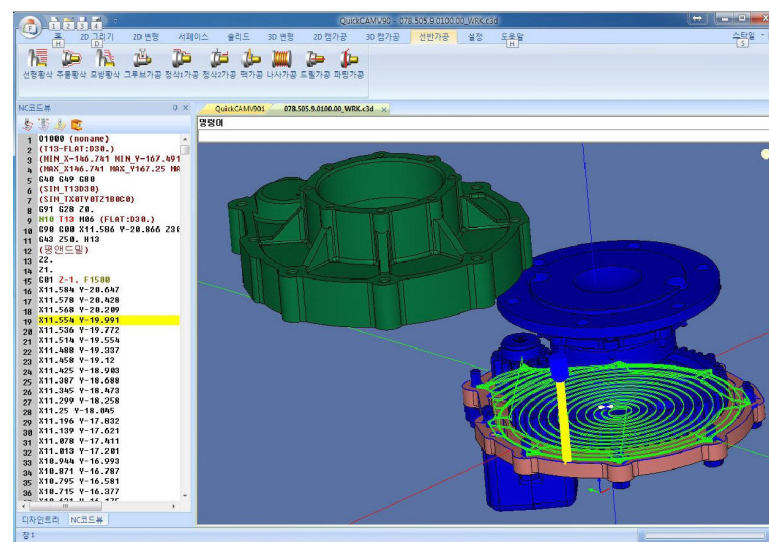
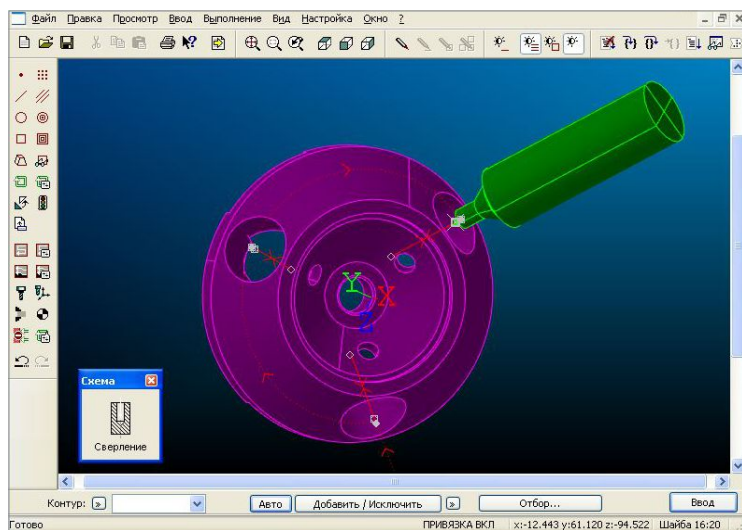
NURBS представление поверхностей

НашИ заказчики

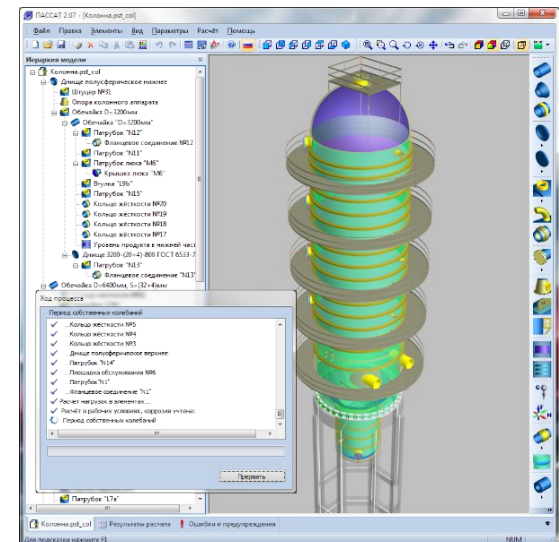
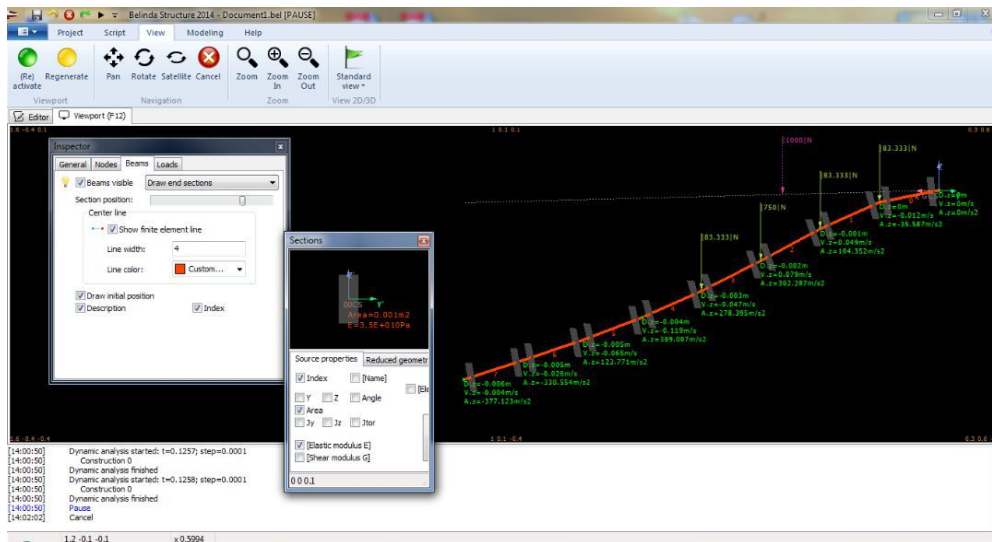
- АСКОН – КОМПАС-3D, Renga Architecture, КОМПАС:24
- Нанософт – NanoCAD Plus



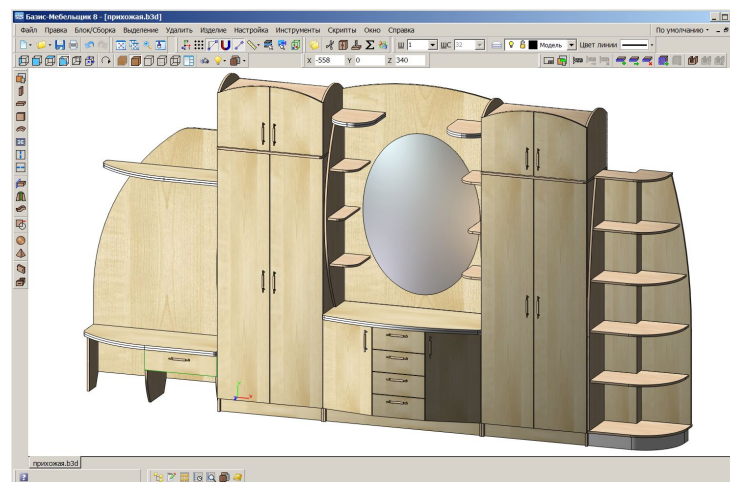
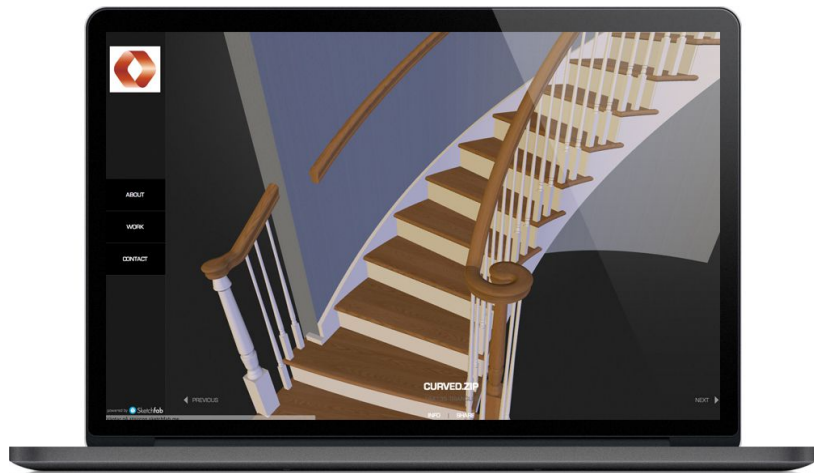
- НИП-Информатика - Техтран
- Solar Tech — Quick CAD/CAM
- Мордовский Государственный Университет — Модуль ЧПУ



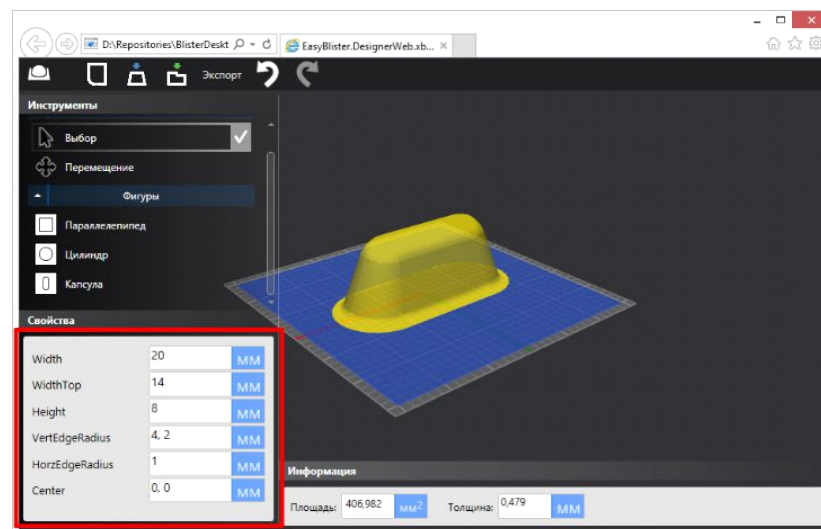
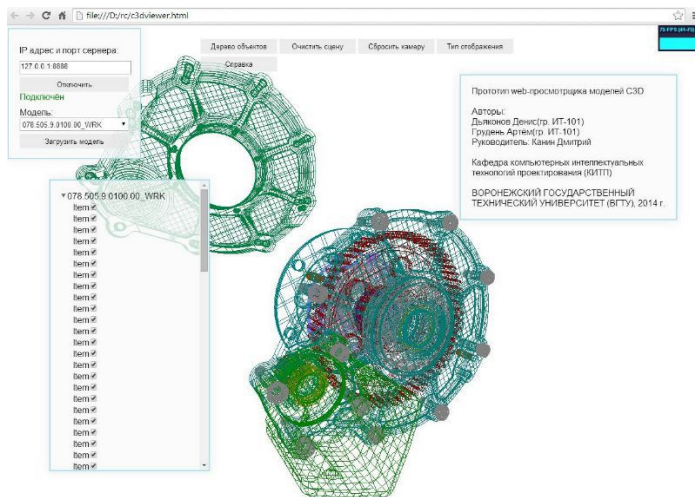
- НТП Трубопровод — ПАССАТ
- Dynamics & Structures Lab. - Belinda Structure



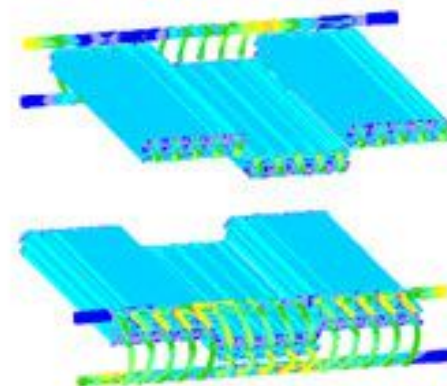
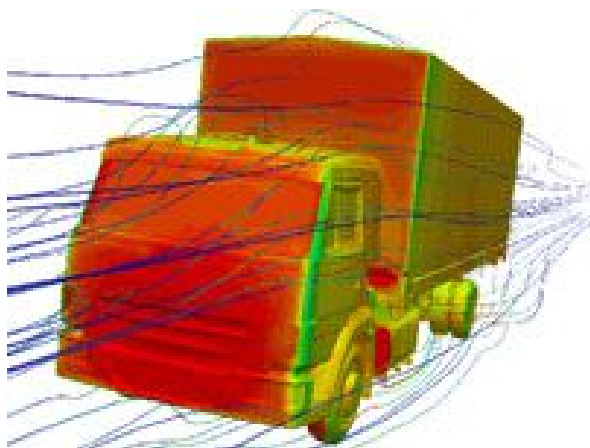
- БАЗИС-Центр - БАЗИС-Мебельщик
- Центр ГеоС - КЗ-Мебель
- Elecosoft Consultec - Staircon



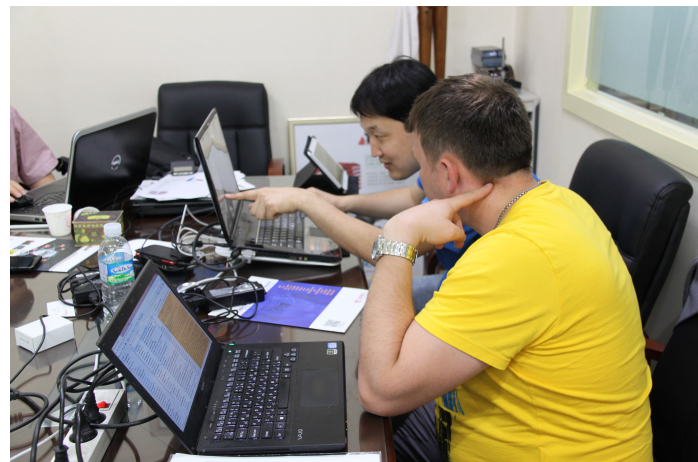
- Воронежский Государственный Технический Университет
- Санкт-Петербургский Государственный Технологический Институт



- Росатом, ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» - ЛОГОС



- Создавать российское ПО мирового уровня сложно, но интересно



Спасибо за внимание!

ИНДУСТРИИ
XXI ВЕКА

48



- twitter.com/C3Dlabs
- facebook.com/C3Dlabs
- linkedin.com/company/c3d-labs

c3dlabs.com