

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 C3D LABS (группа компаний АСКОН)

ОРГАНИЗАТОРЫ



АГЕНТСТВО
СТРАТЕГИЧЕСКИХ
ИНИЦИАТИВ

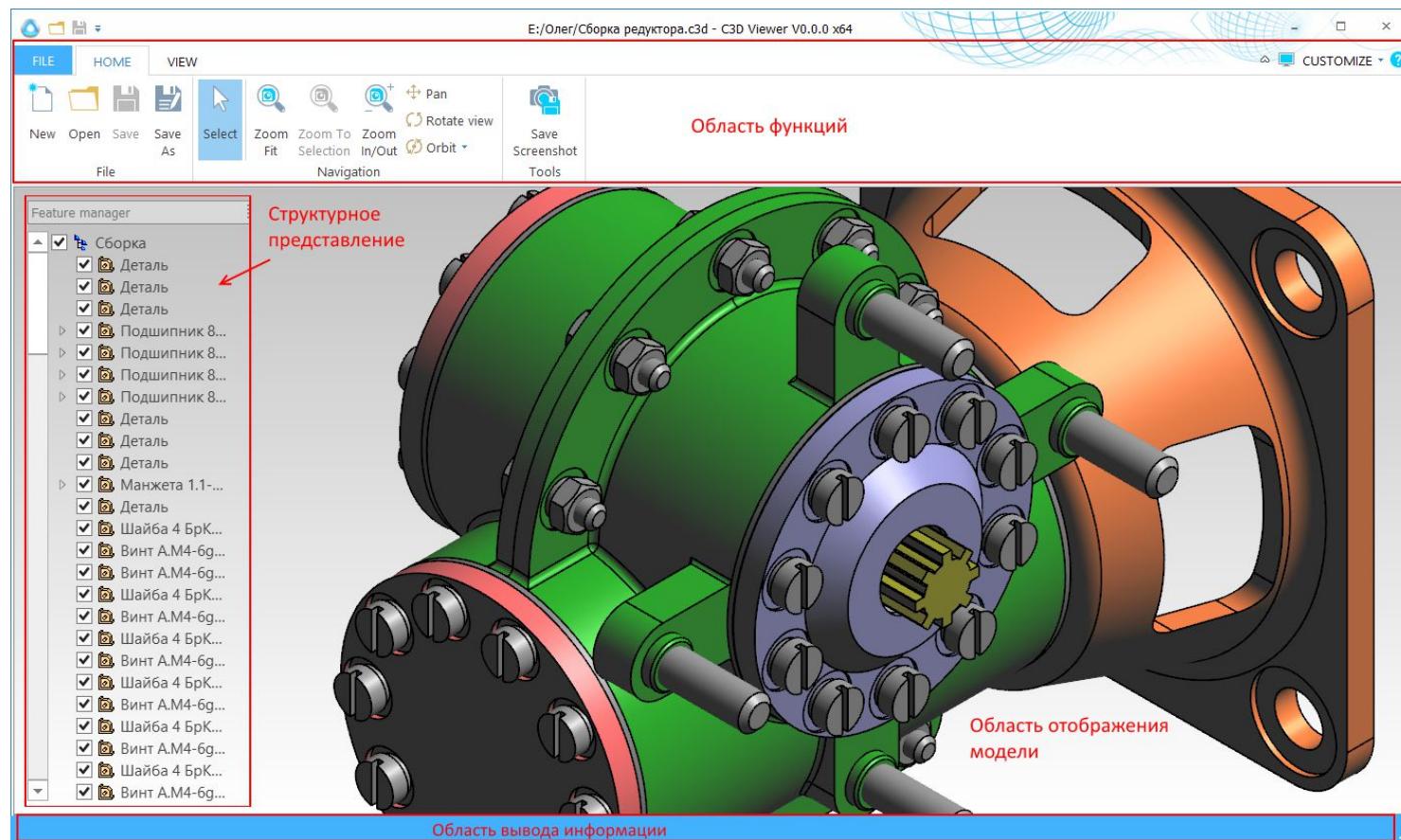
ПАРТНЕРЫ



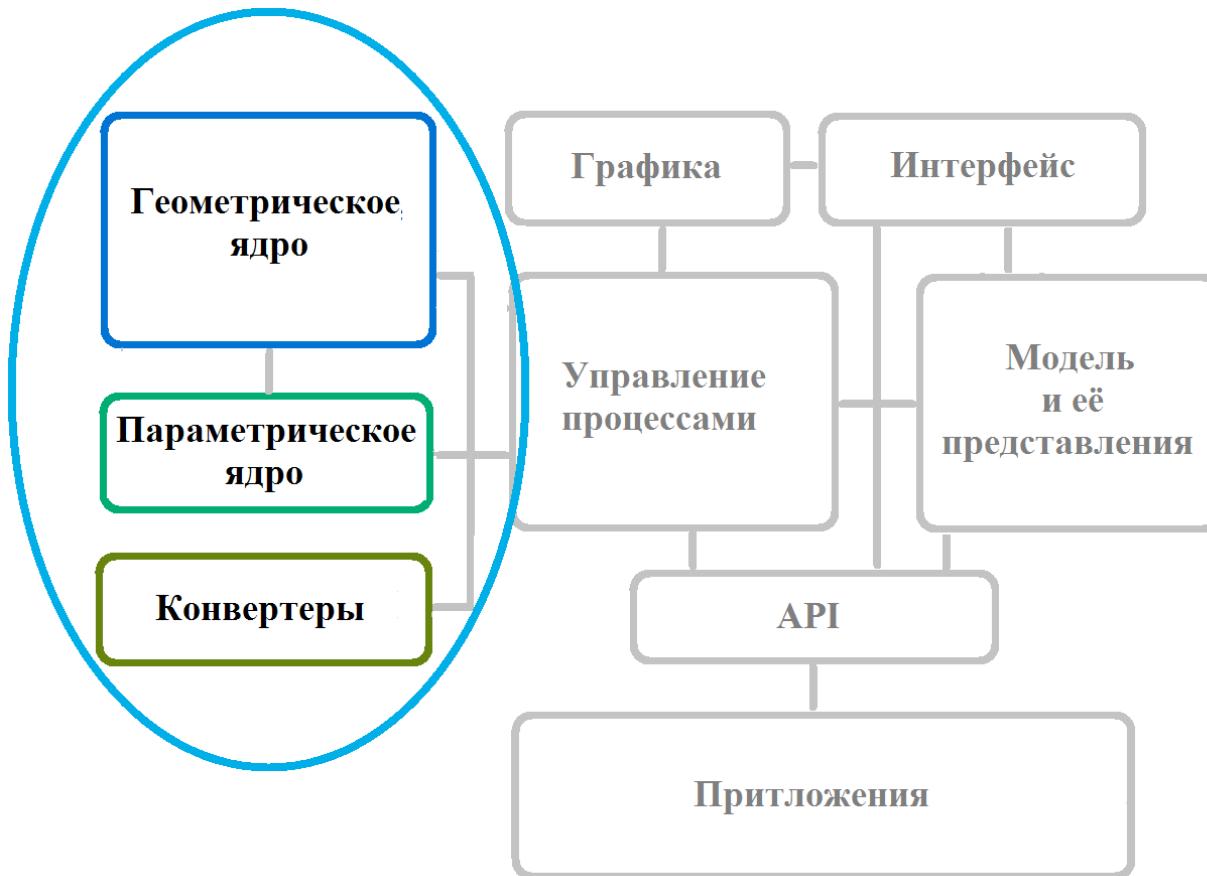
ОТКРЫТЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Сколково

МОСКВА 2016

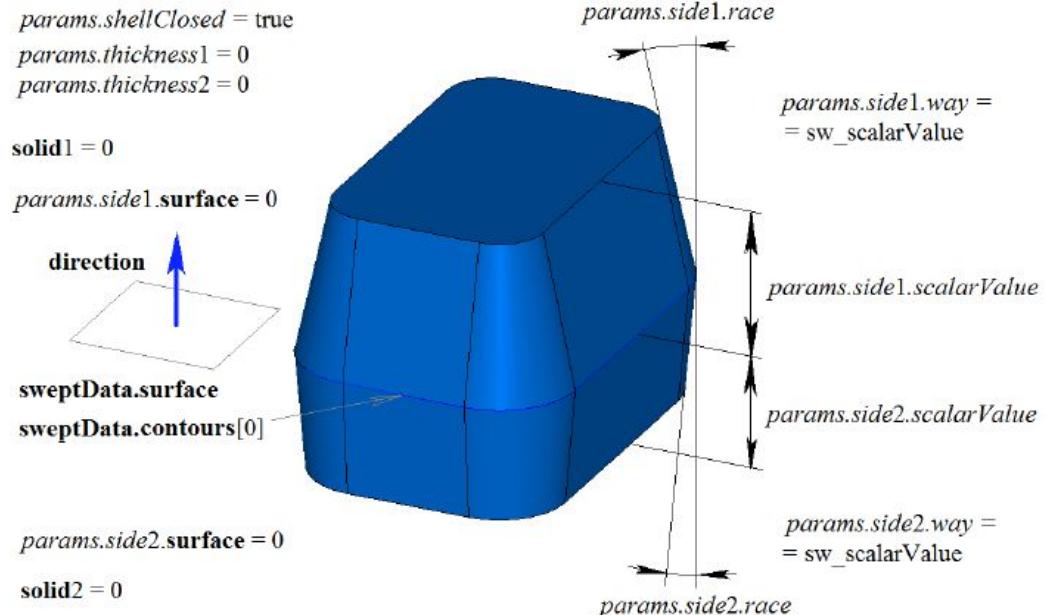
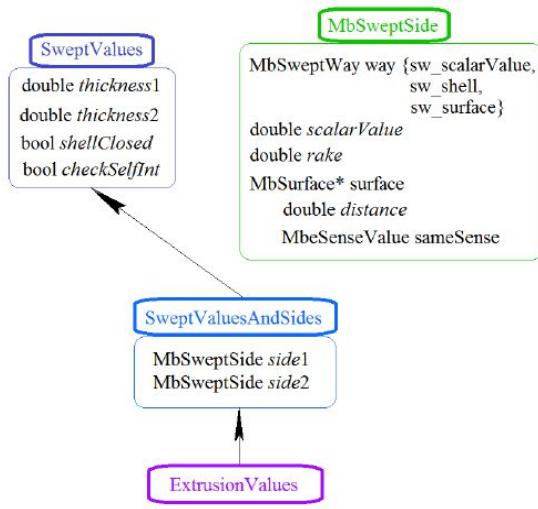
О чем пойдет речь?



Как устроена САПР?



```
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 )
```



Наша история

1986, КБМ, САПР КАСКАД



7

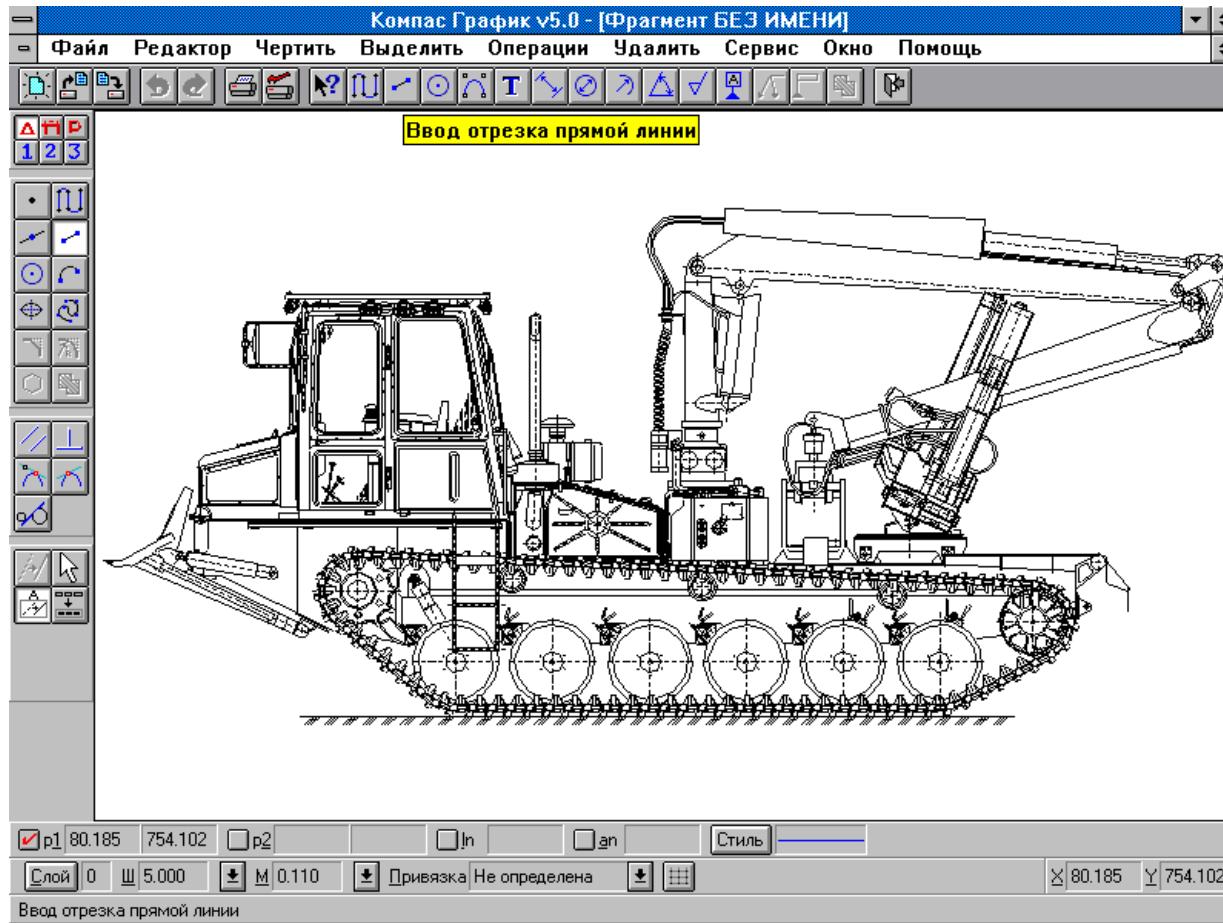




1995, КОМПАС для Windows, старт разработки 3D-ядра

ИНДУСТРИИ
XXI ВЕКА

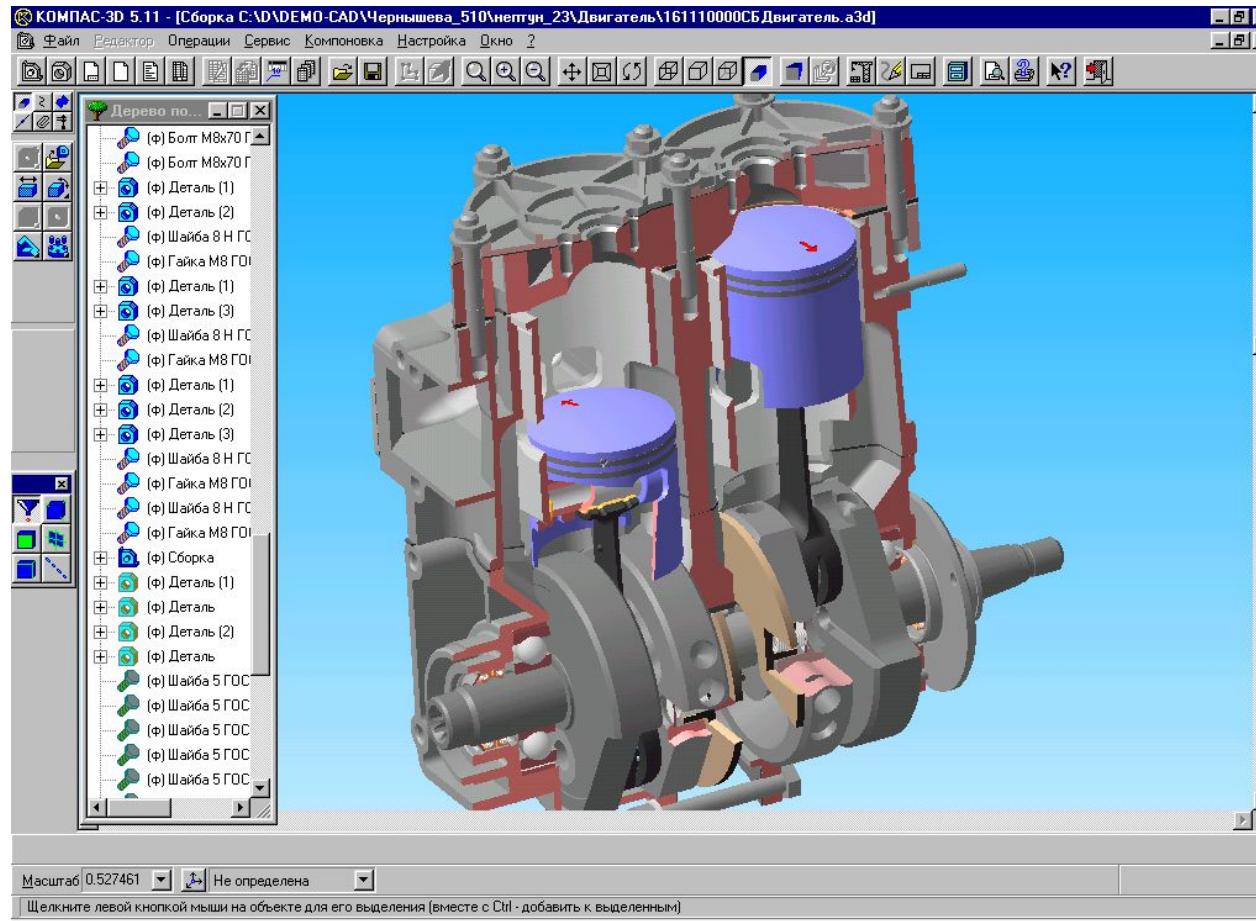
9



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

2012 год

ИНДУСТРИИ
XXI ВЕКА

12

- 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 р



и 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



Наша команда



ИНДУСТРИИ
XXI ВЕКА

15



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 Ладрилова
Математик-программист,
кандидат физико-математических наук



Александр Сиваков
Математик-программист



Андрей Пенкин
Математик-программист



Сергей Бирюков
Математик-программист



Александр Алахвердянц
Математик-программист



Алексей Горячих
Математик-программист

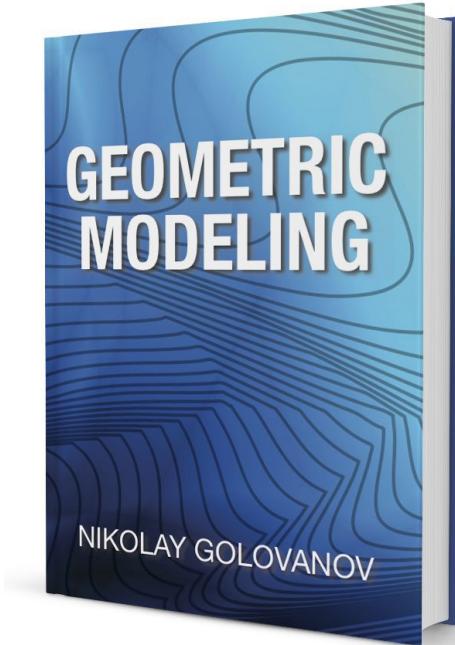


Владимир Латышев
Математик-программист

Наш руководитель



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



16

Наш продукт

Геометрическое ядро C3D

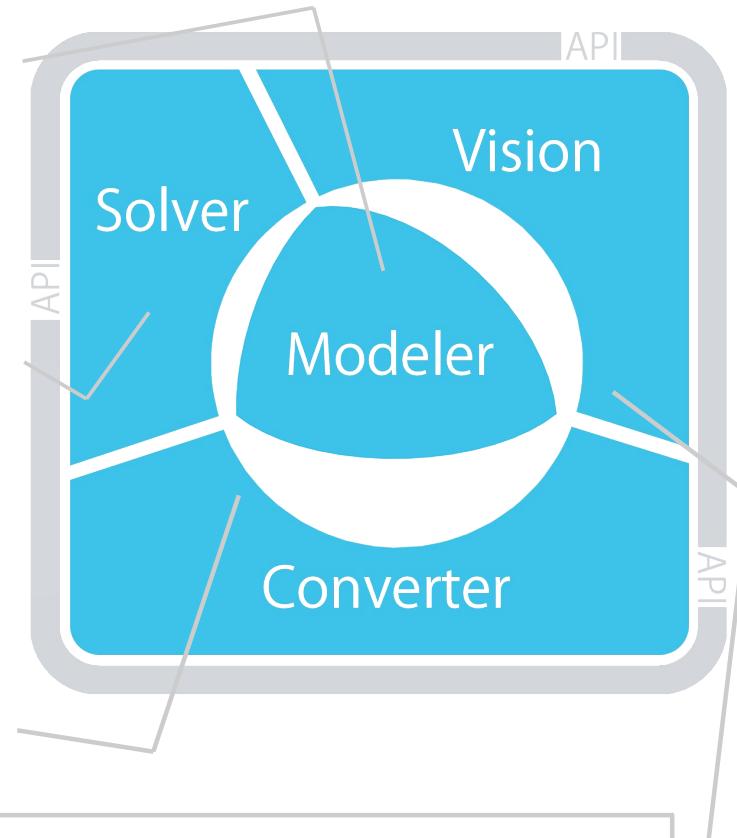
предоставляет набор возможностей для твердотельного и гибридного моделирования, эскизирования и 2D-чертежания

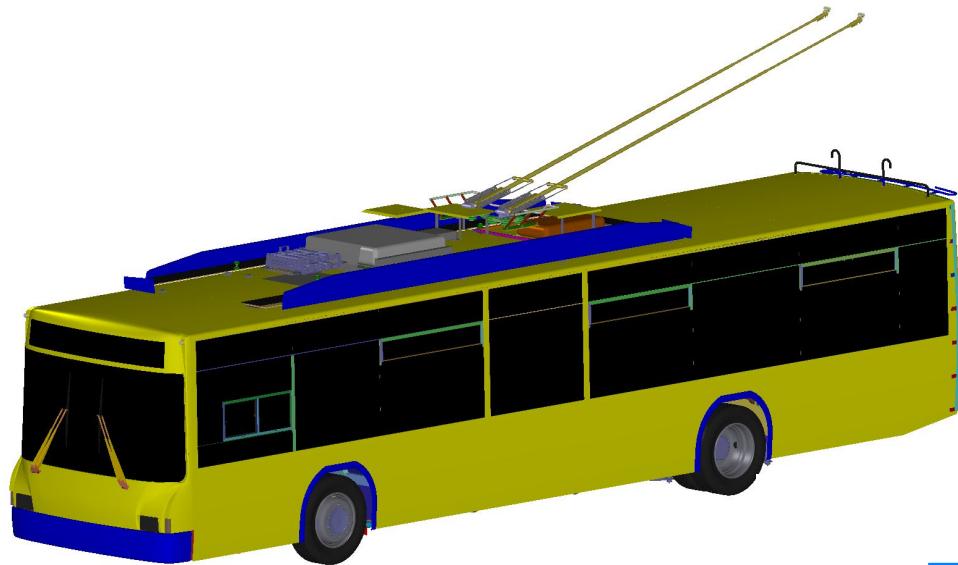
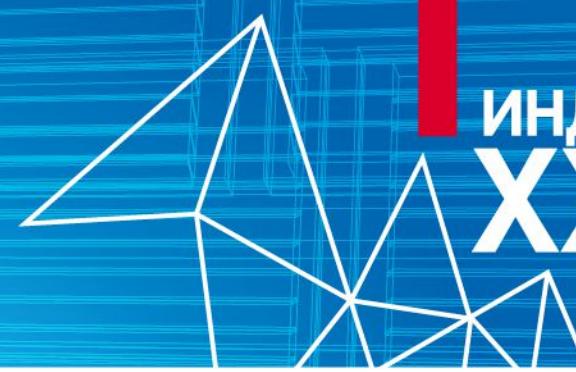
Параметрическое ядро C3D

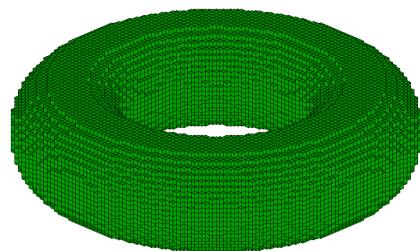
обеспечивает взаимосвязь элементов геометрической модели и редактирование модели

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

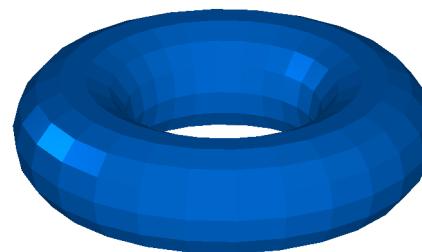
Модуль визуализации C3D осуществляет визуализацию геометрической модели и обеспечивает взаимодействие с интерфейсом инженерного ПО



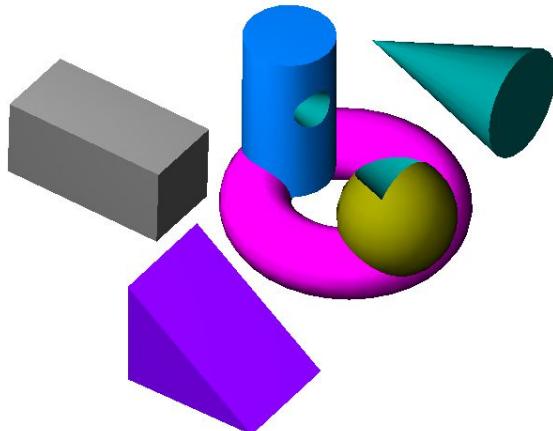




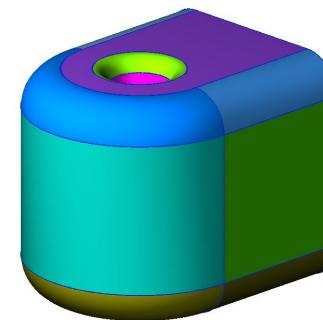
Воксельное



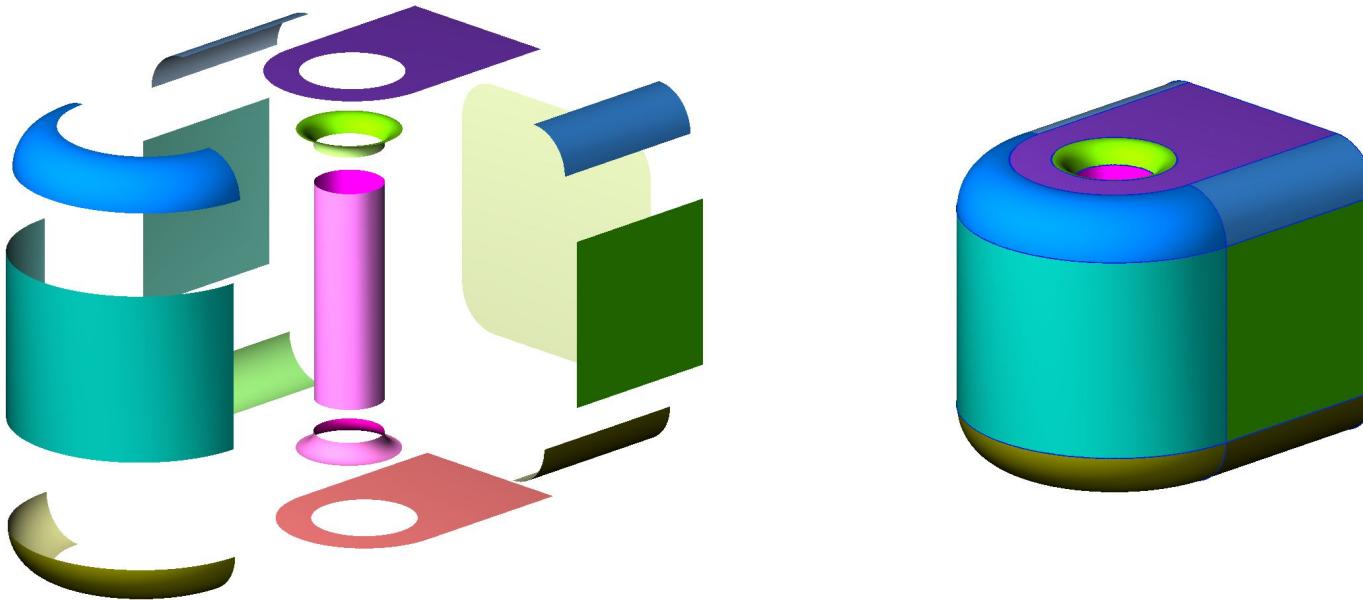
Полигональное



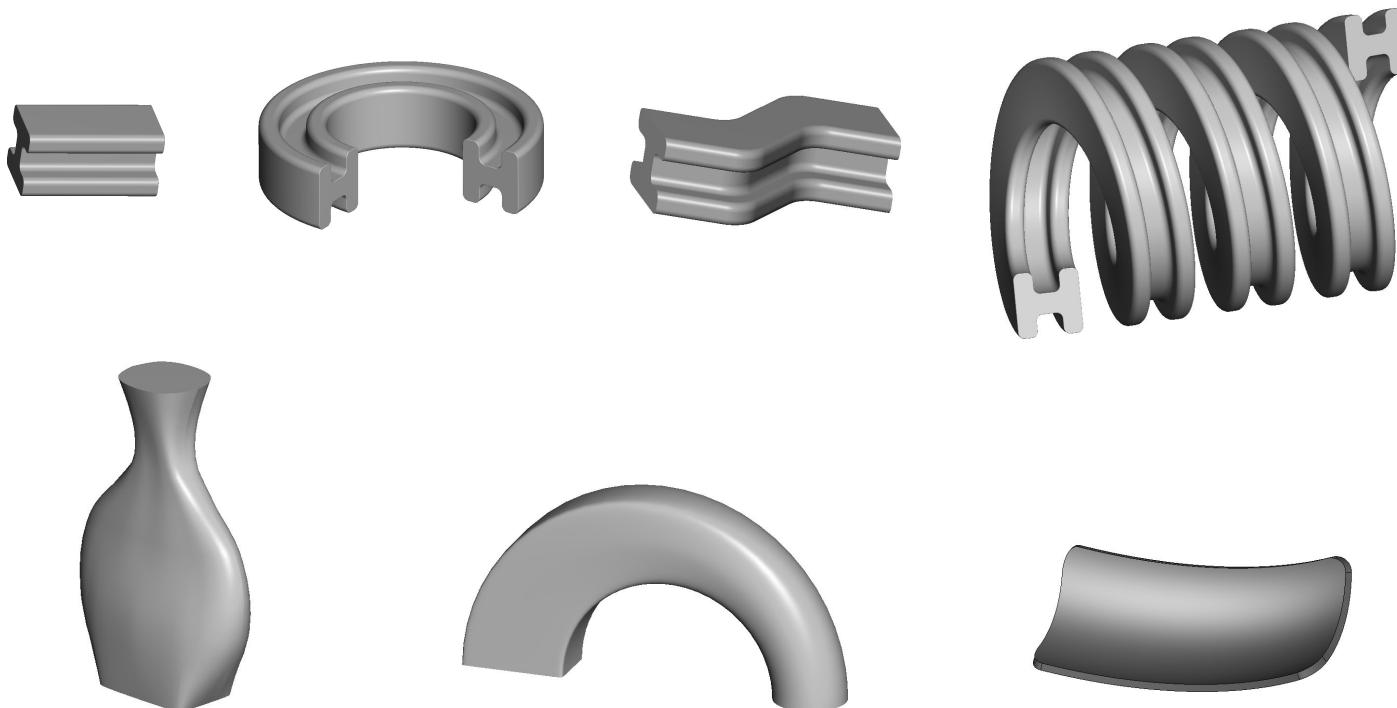
CSG



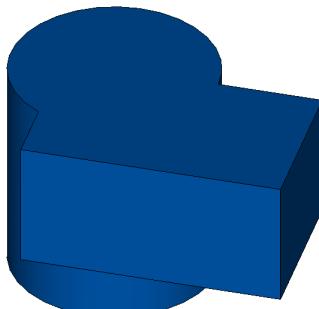
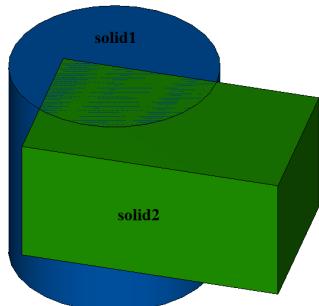
B-Rep



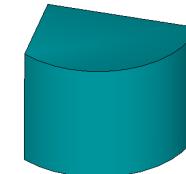
Поверхность моделируемого объекта описывается гранями.
Границы граней представлены циклами.
Циклы состоят из ребер.
Граньстыкуются по ребрам.
Ребрастыкуются в вершинах.



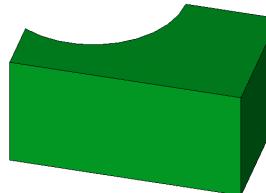
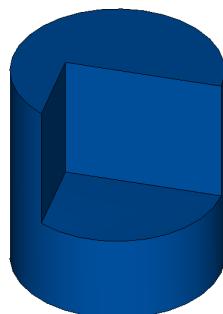
Булевы операции



oType = bo_Union
solid1 + solid2



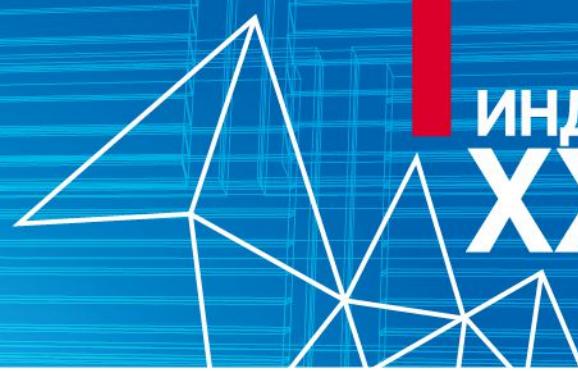
oType = bo_Intersect
solid1 & solid2



oType = bo_Difference
solid2 - solid1

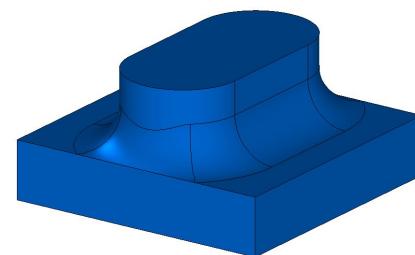
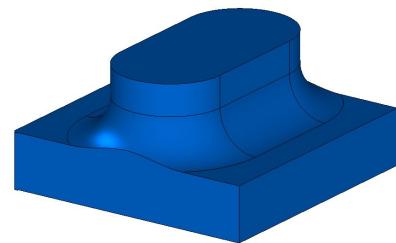
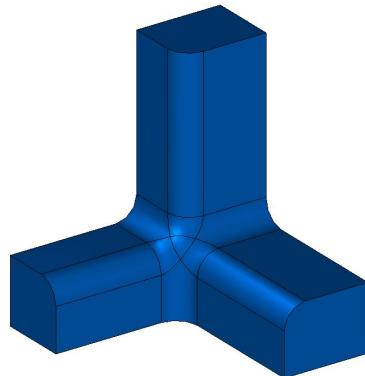
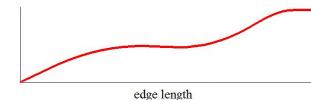
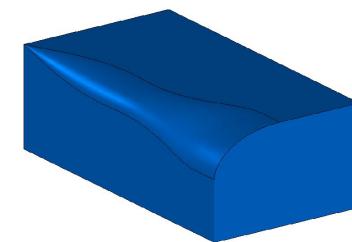
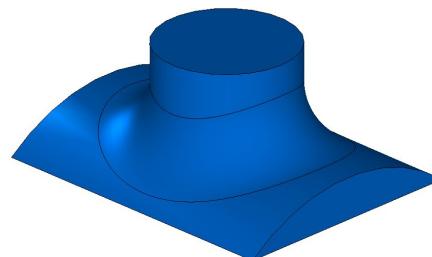
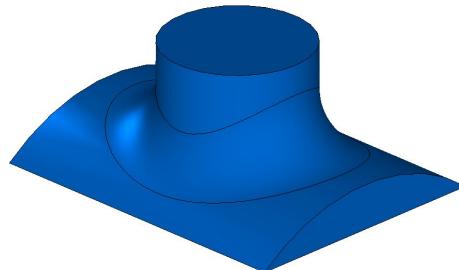
oType = bo_Difference
solid1 - solid2

Скругления ребер



ИНДУСТРИИ
XXI ВЕКА

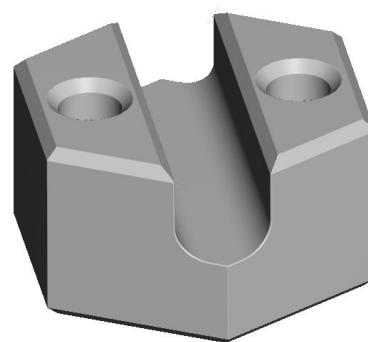
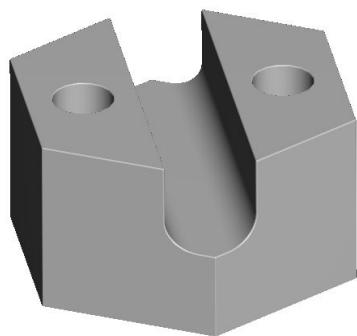
24

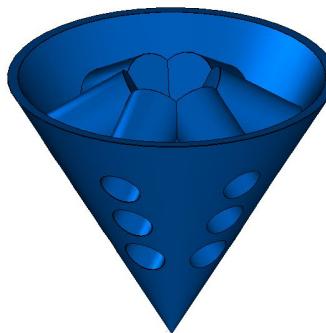
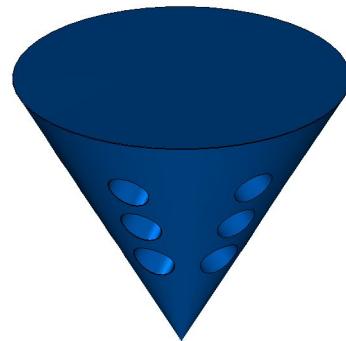
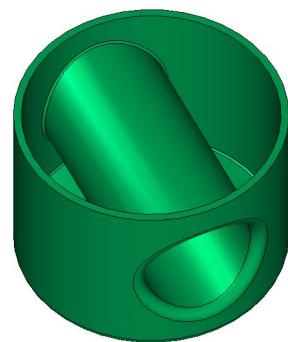
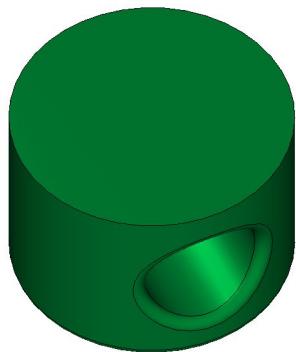


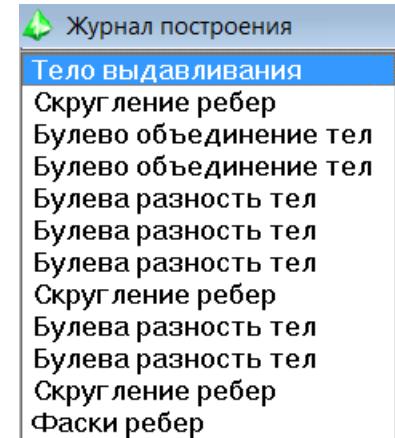
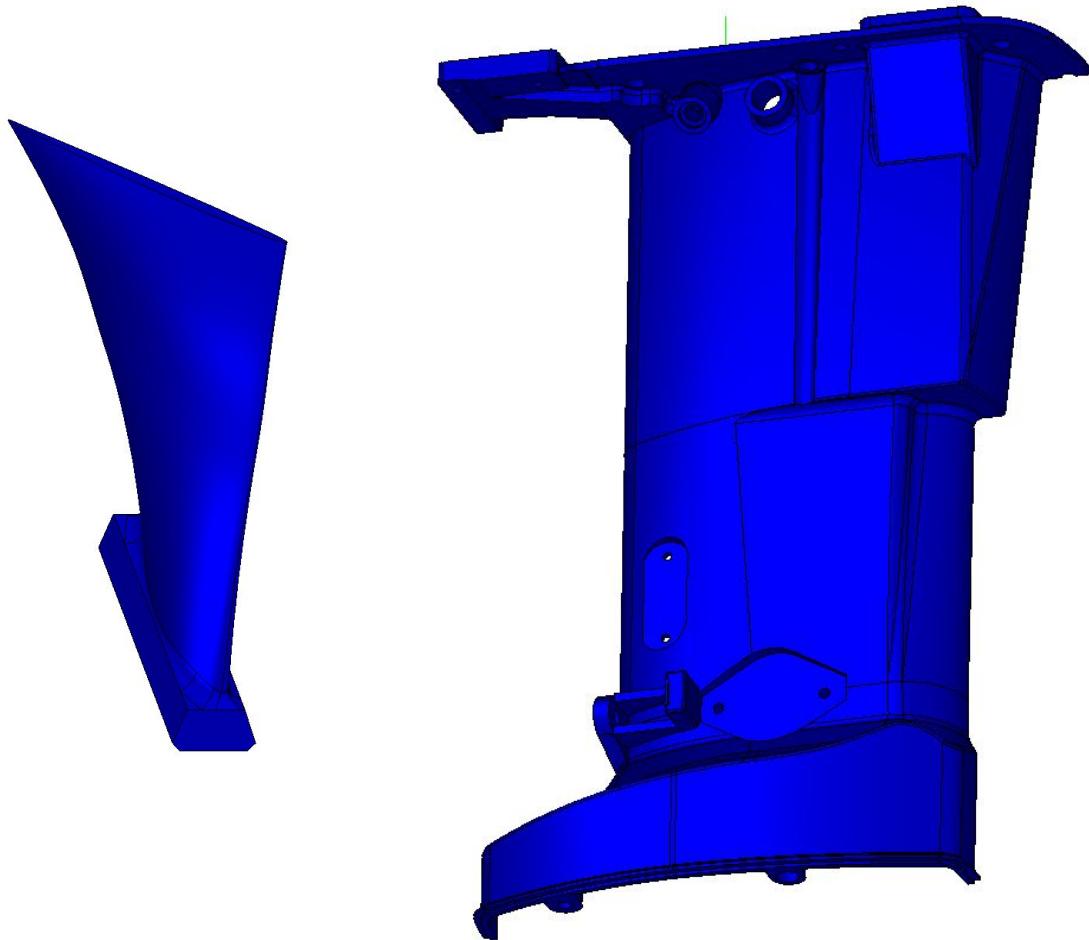
Фаска ребер

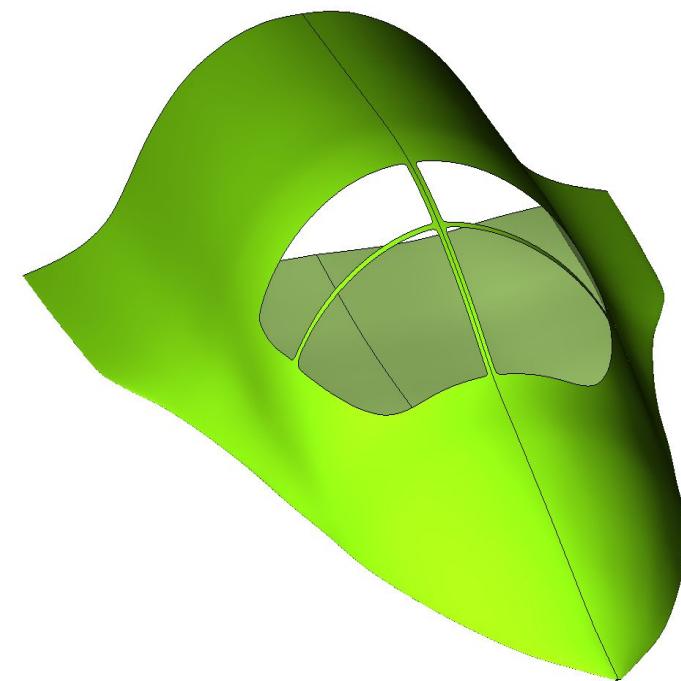
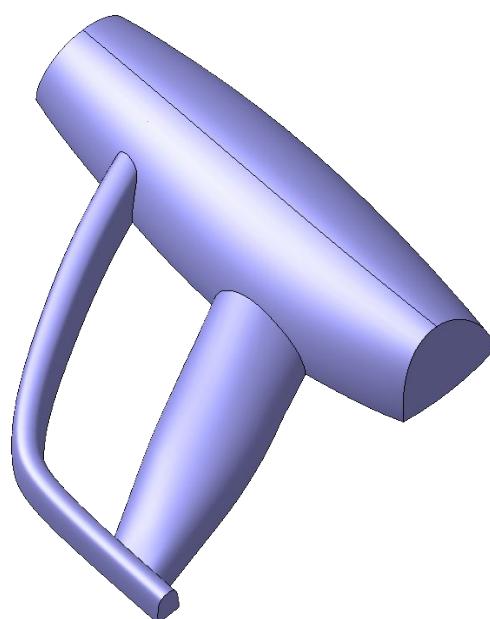


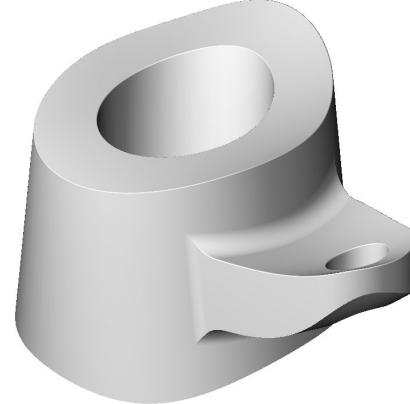
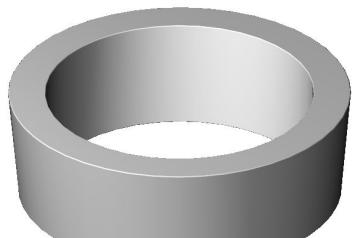
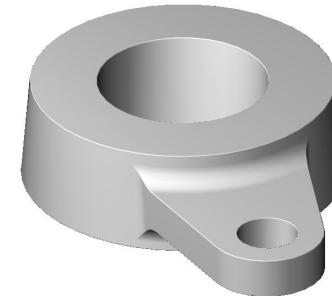
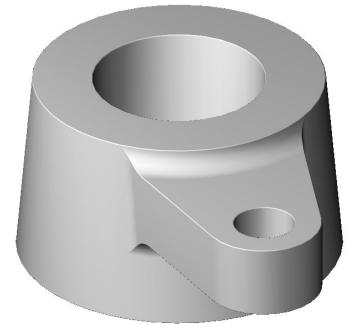
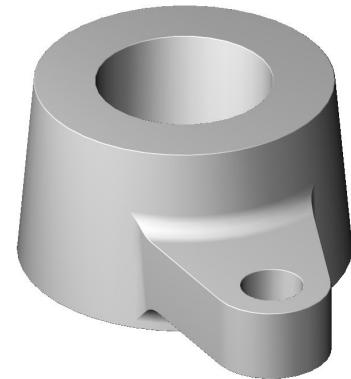
25

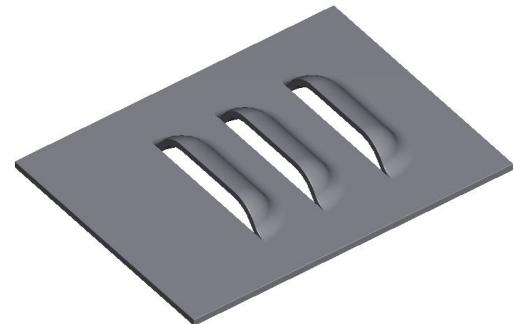
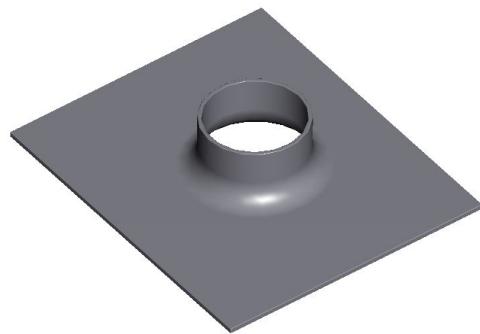
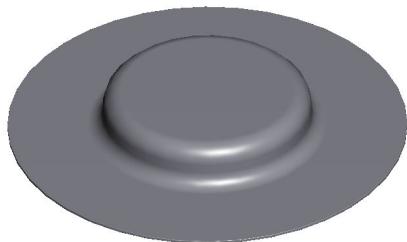
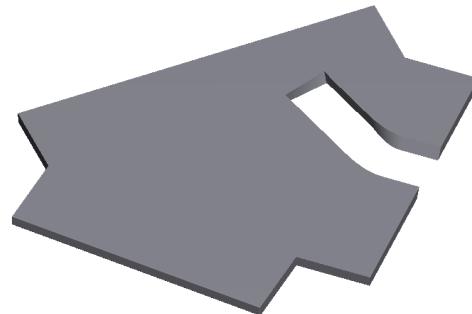
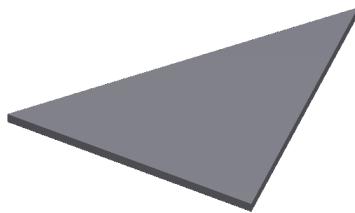


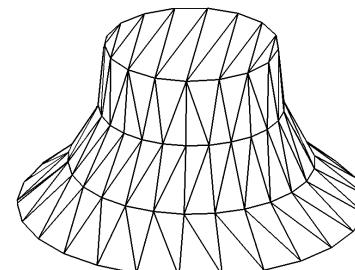
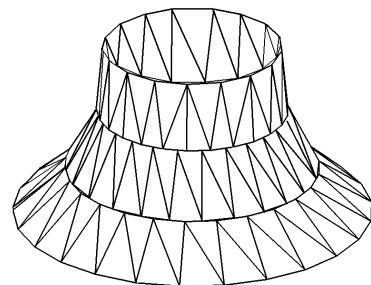
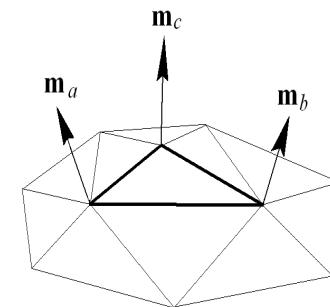
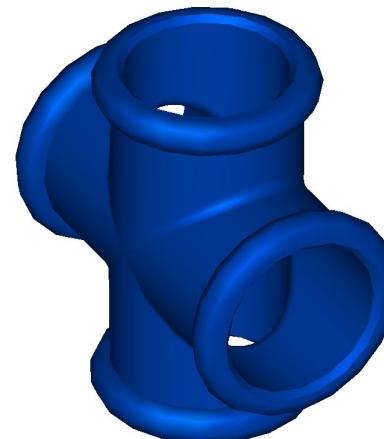
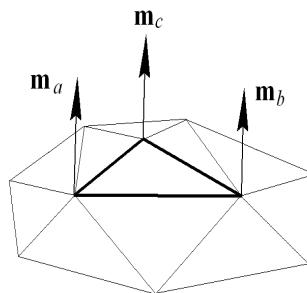




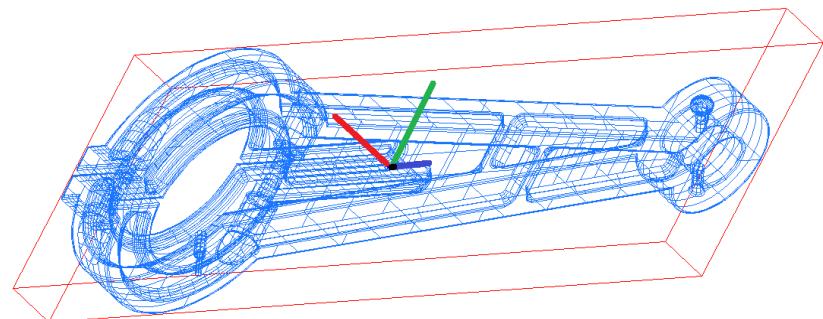






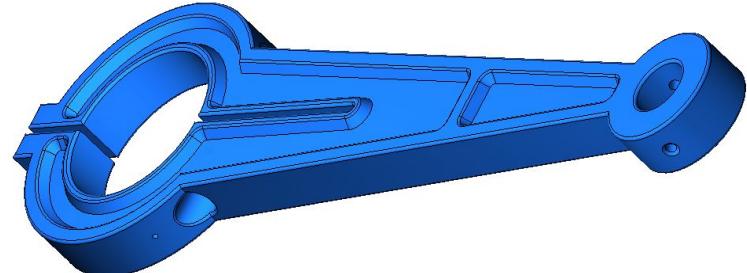


Расстояния между элементами
Углы между элементами
Габаритные параллелепипеды

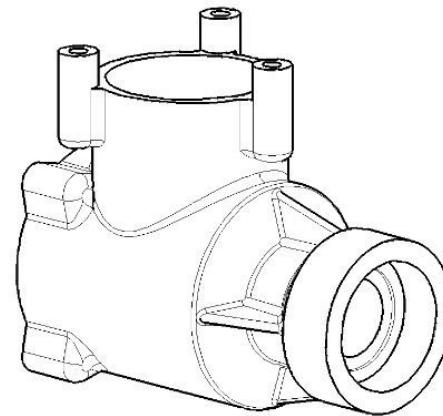
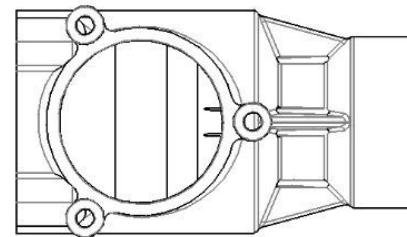
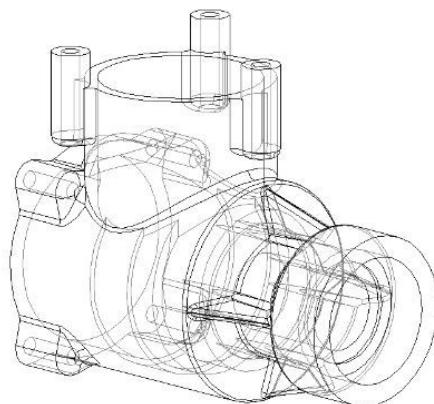
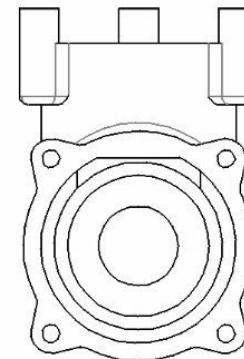
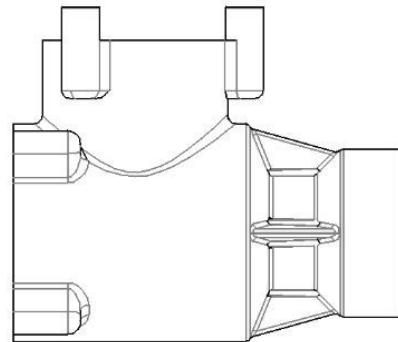
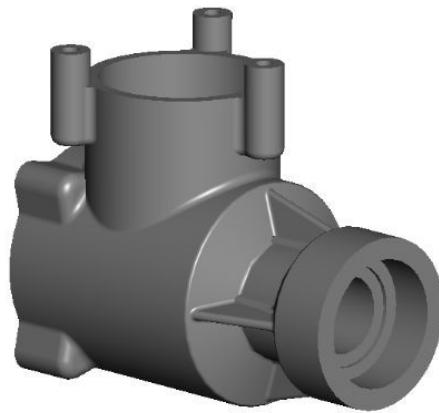


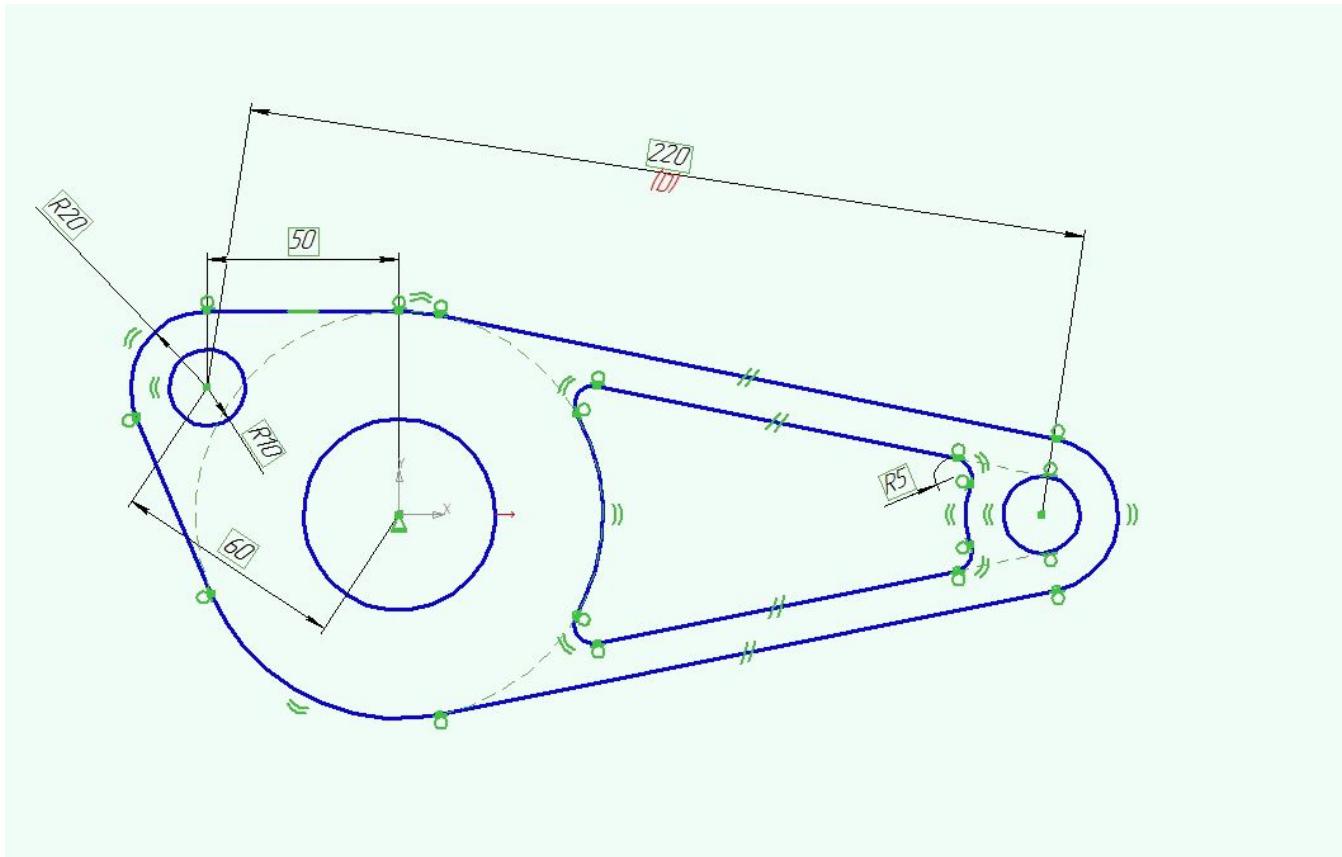
Площадь поверхности
Объем
Масса
Центр масс
Главные центральные моменты инерции

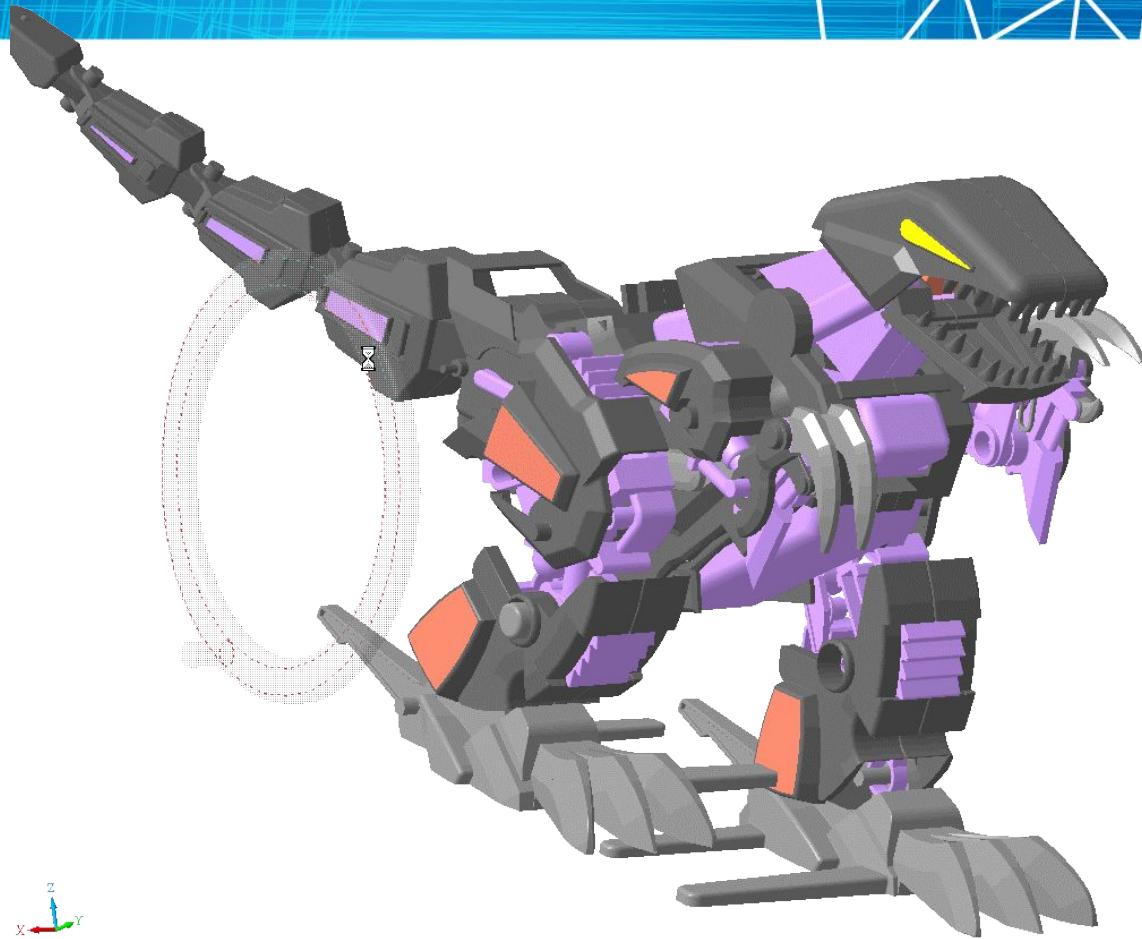
$$\iiint_V \nabla \cdot \mathbf{F}(\mathbf{r}) dV = \iint_S \mathbf{m} \cdot \mathbf{F}(\mathbf{r}) dS$$



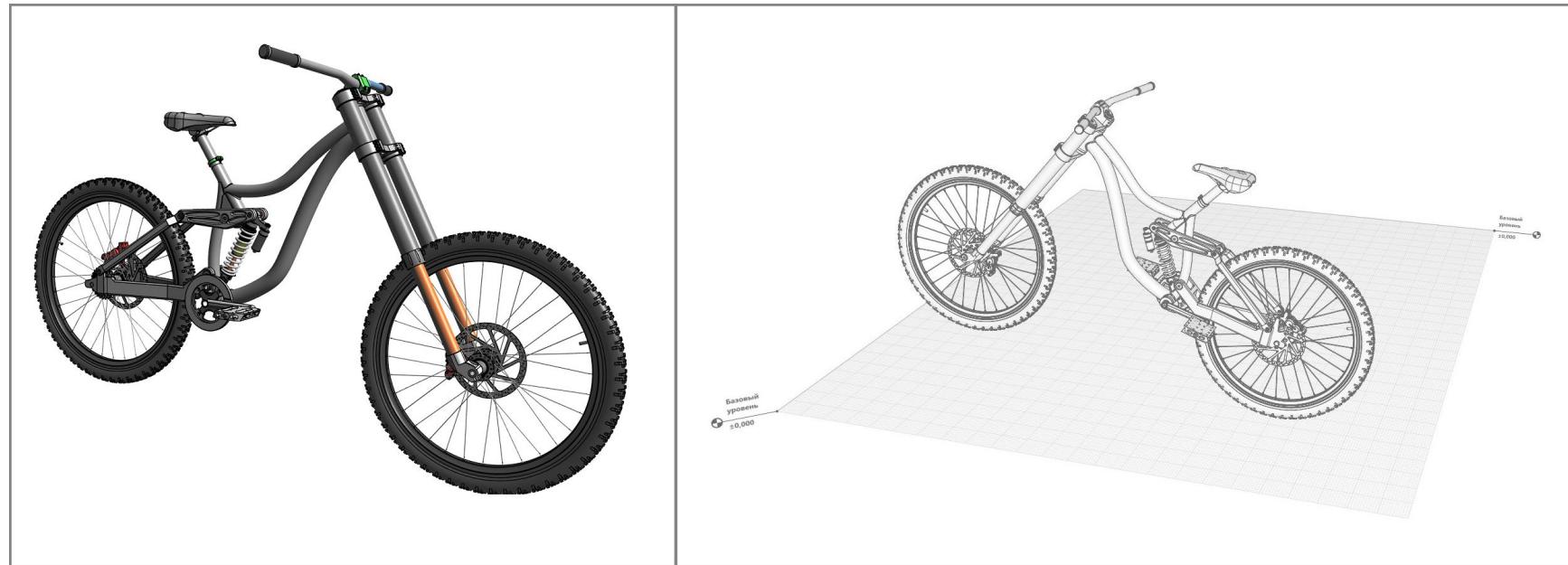
Столкновения элементов модели

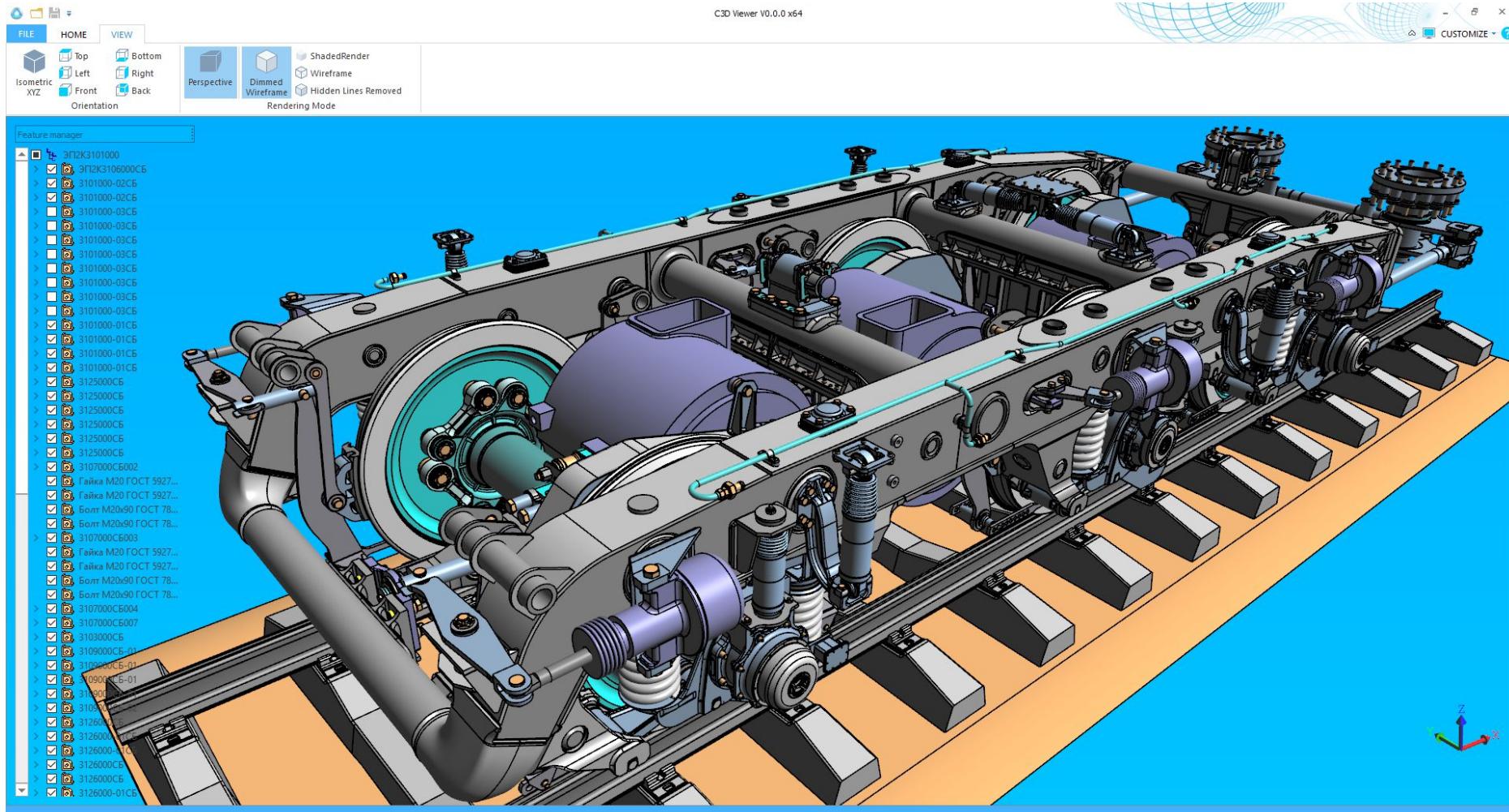






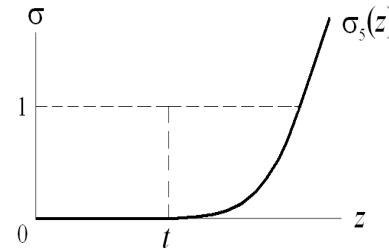
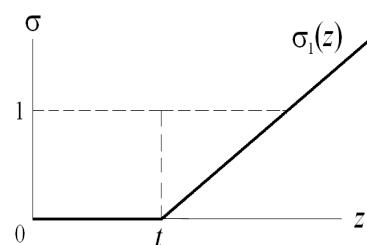
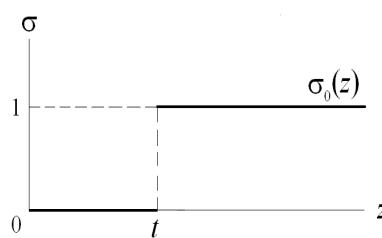
- STEP IGES SAT X_T STL VRML



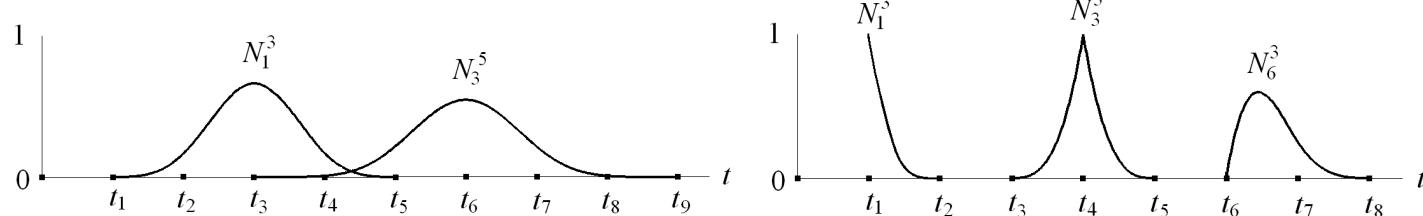




$$\sigma_m(z) = (z - t)^{m_+} \equiv (\max(0, z - t))^m$$



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



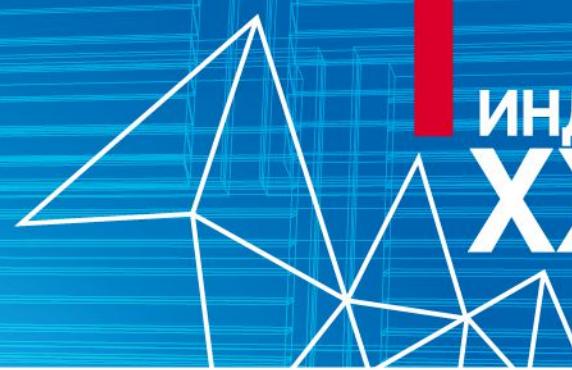
$$N_j^m(t) = (t_{\max} - t_{\min}) \sigma_m[t_i, t_{i+1}, \dots, t_{i+m+1}]$$

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

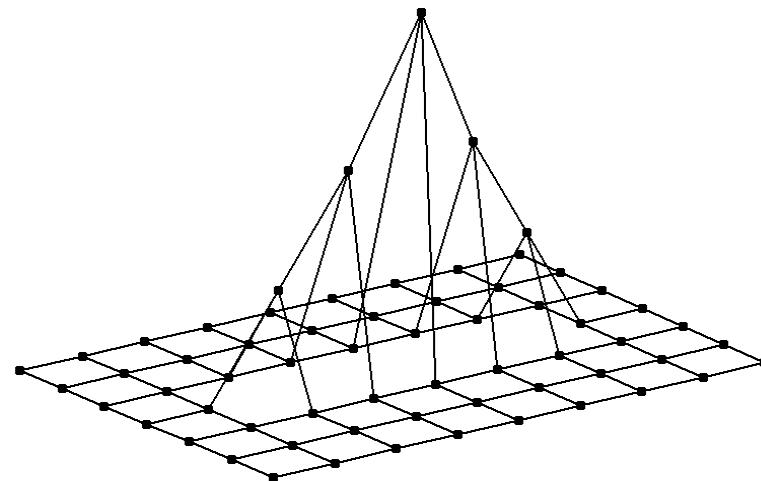
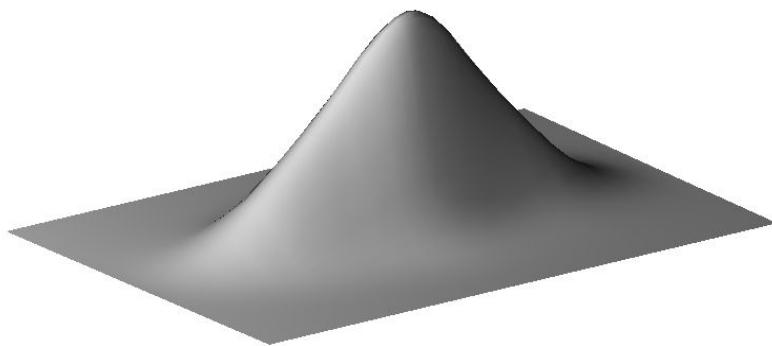
$$N_i^m(t) = \frac{t_{i+m+1} - t}{t_{i+m+1} - t_{i+1}} N_{i+1}^{m-1}(t) + \frac{t - t_i}{t_{i+m} - t_i} N_i^{m-1}(t)$$

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

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



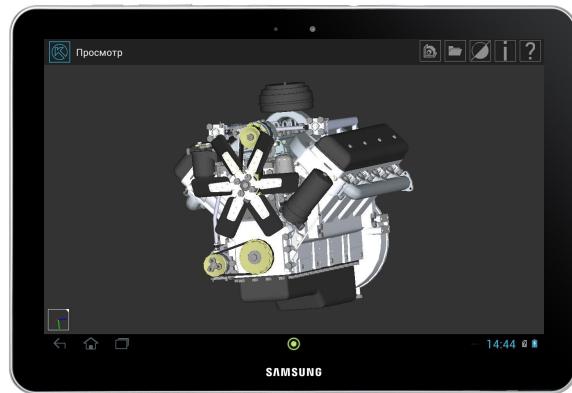
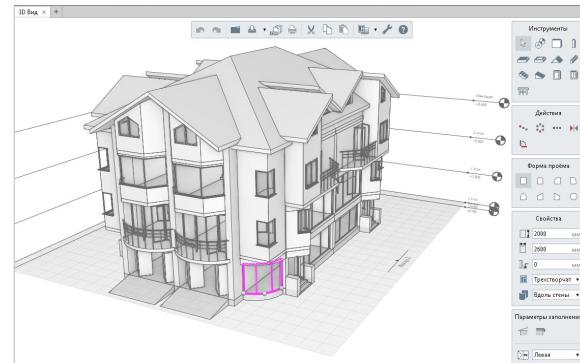
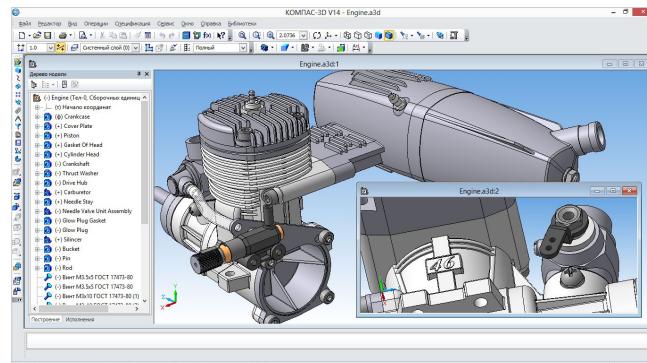
$$\mathbf{r}(u, v) = \frac{\sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^m N_i^l(v) N_j^k(u) w_{ij} \mathbf{p}_{ij}}{\sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^m N_i^l(v) N_j^k(u) w_{ij}}$$



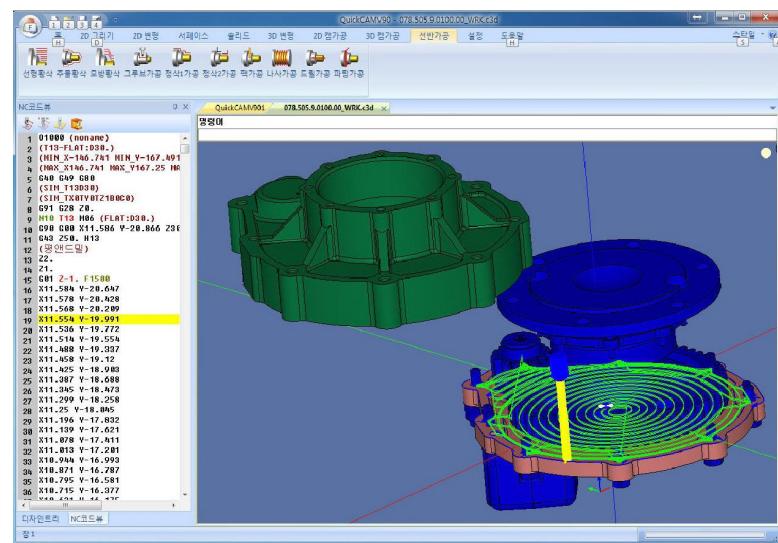
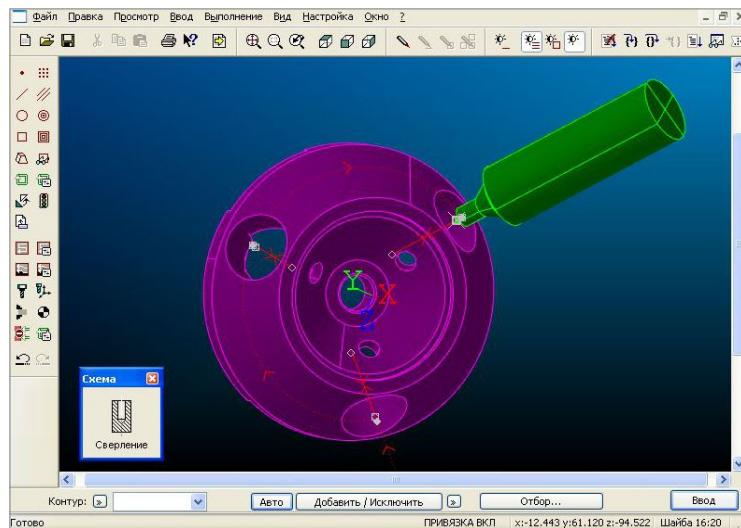
NURBS представление поверхностей

Наши заказчики

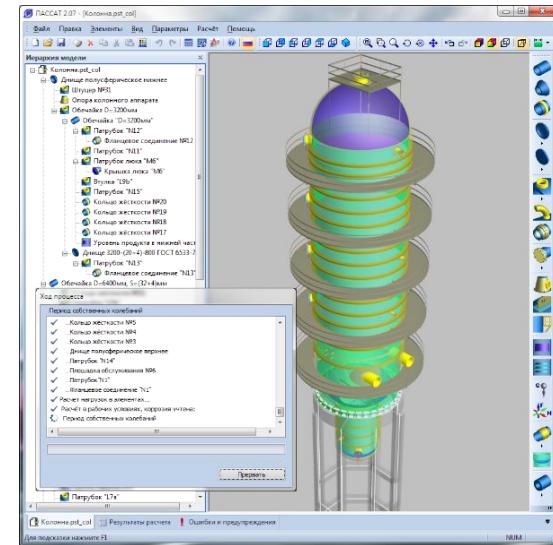
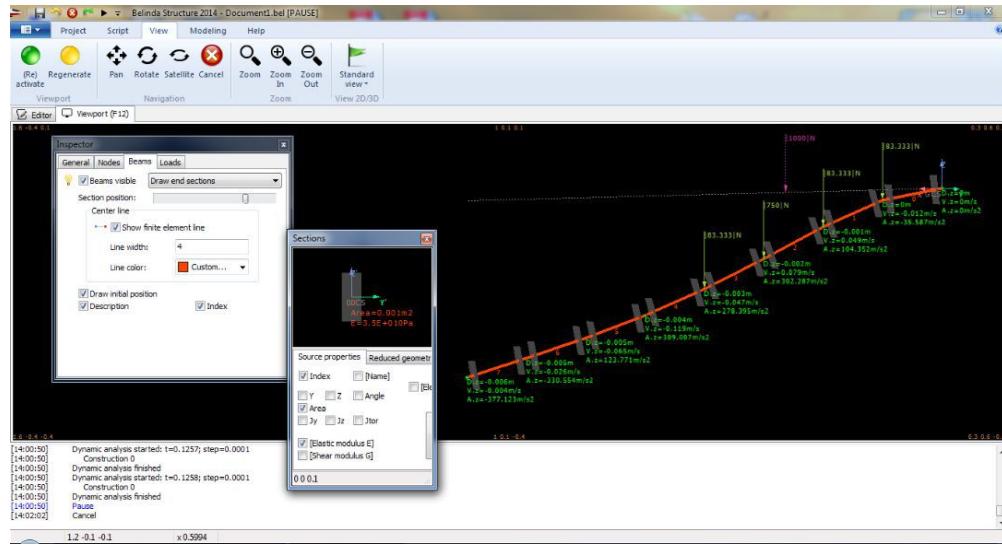
- АСКОН – КОМПАС-3D, Renga Architecture, КОМПАС:24
- Нанософт – NanoCAD Plus



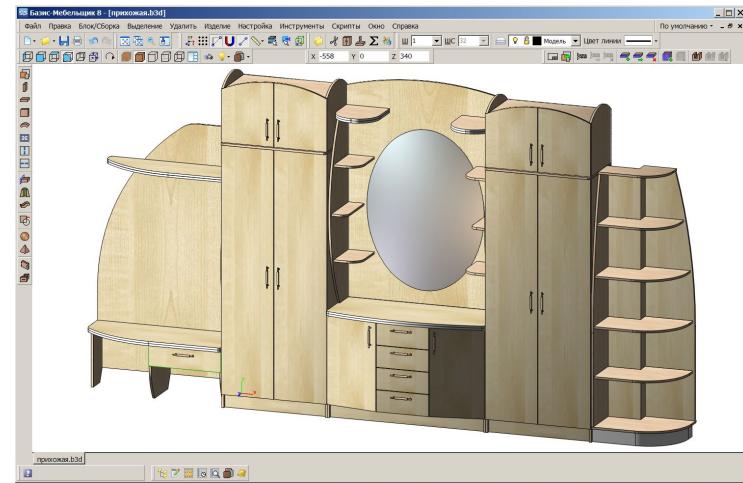
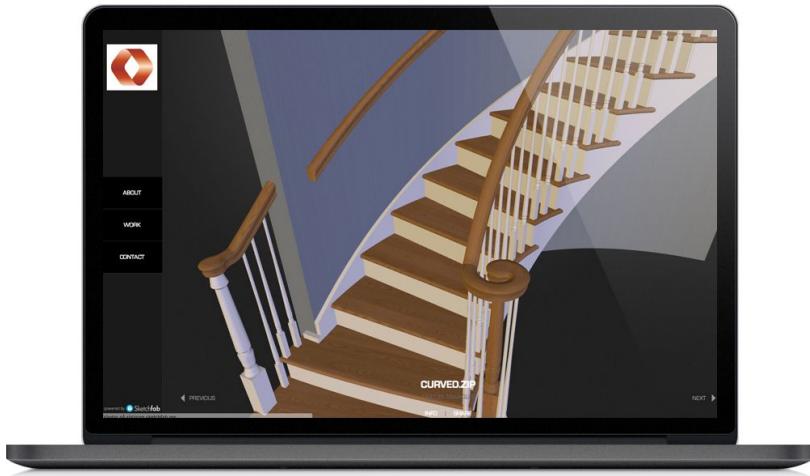
- НИП-Информатика - Техтран
- Solar Tech — Quick CAD/CAM
- Мордовский Государственный Университет — Модуль ЧПУ



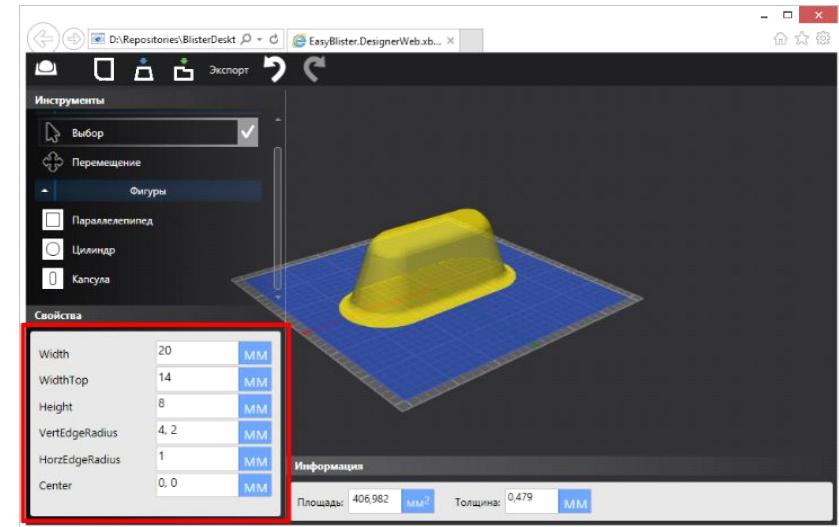
- НТП Трубопровод — ПАССАТ
 - Dynamics & Structures Lab. - Belinda Structure



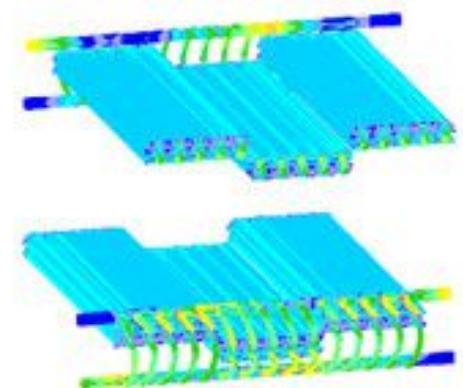
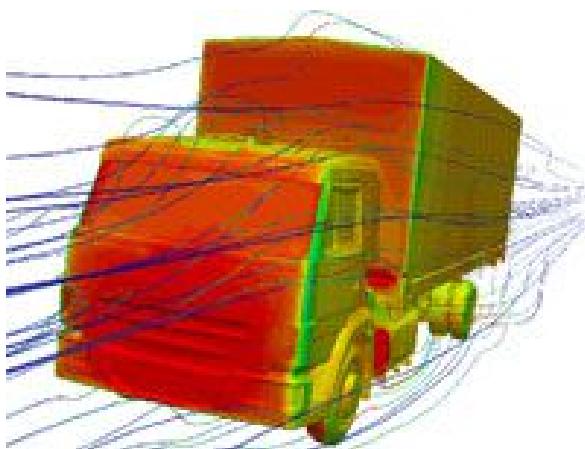
- БАЗИС-Центр - БАЗИС-Мебельщик
- Центр ГеоС - К3-Мебель
- Elecosoft Consultec - Staircon



- 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!



48



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

c3dlabs.com