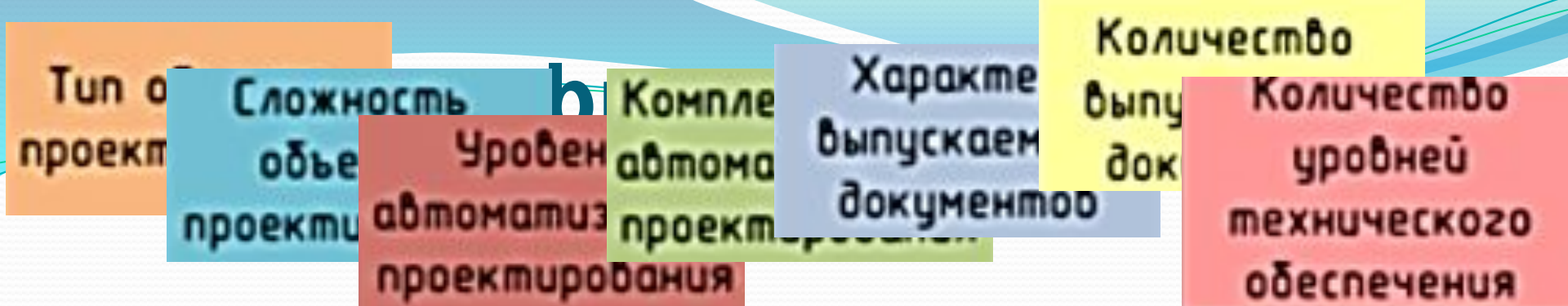


# Система автоматизации проектных работ

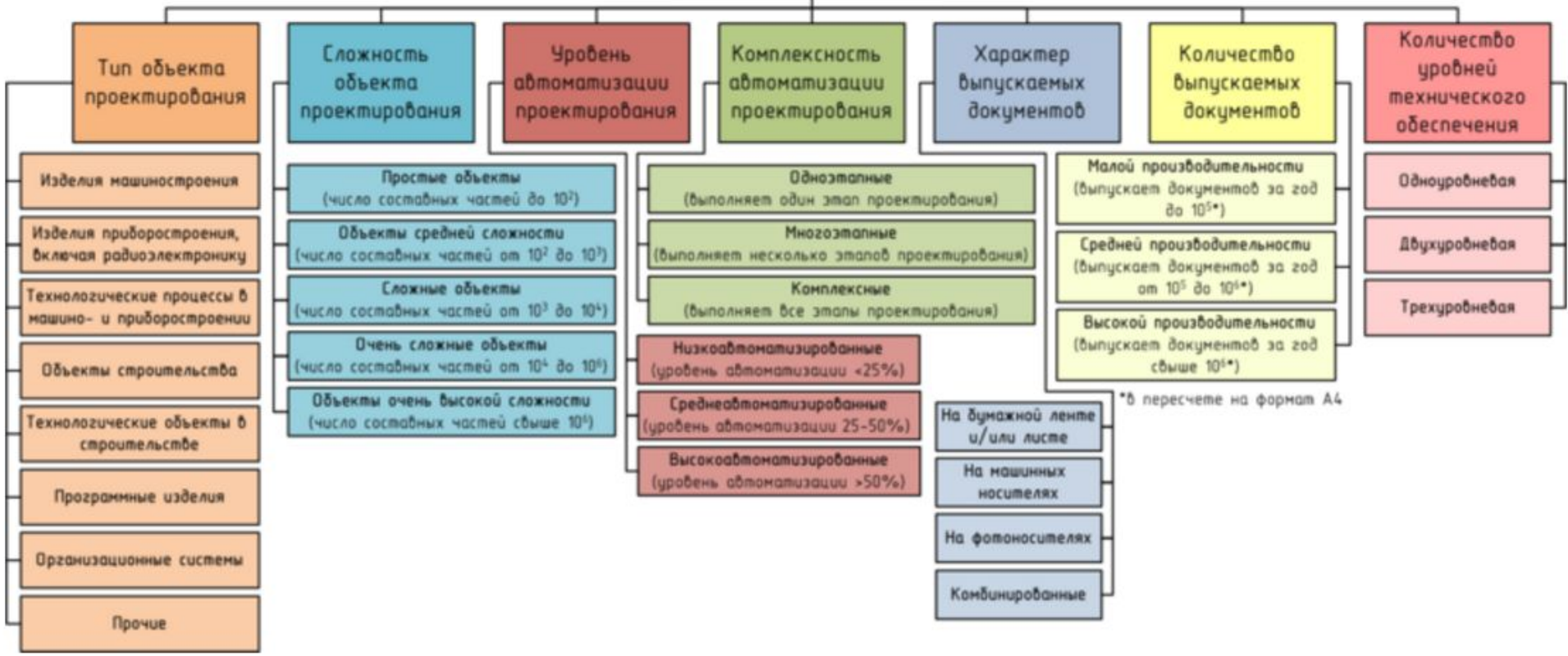
Система автоматизированного проектирования (САПР) или CAD (*Computer-Aided Design*) — программный пакет, предназначенный для создания чертежей, конструкторской и/или технологической документации и/или 3D моделей.

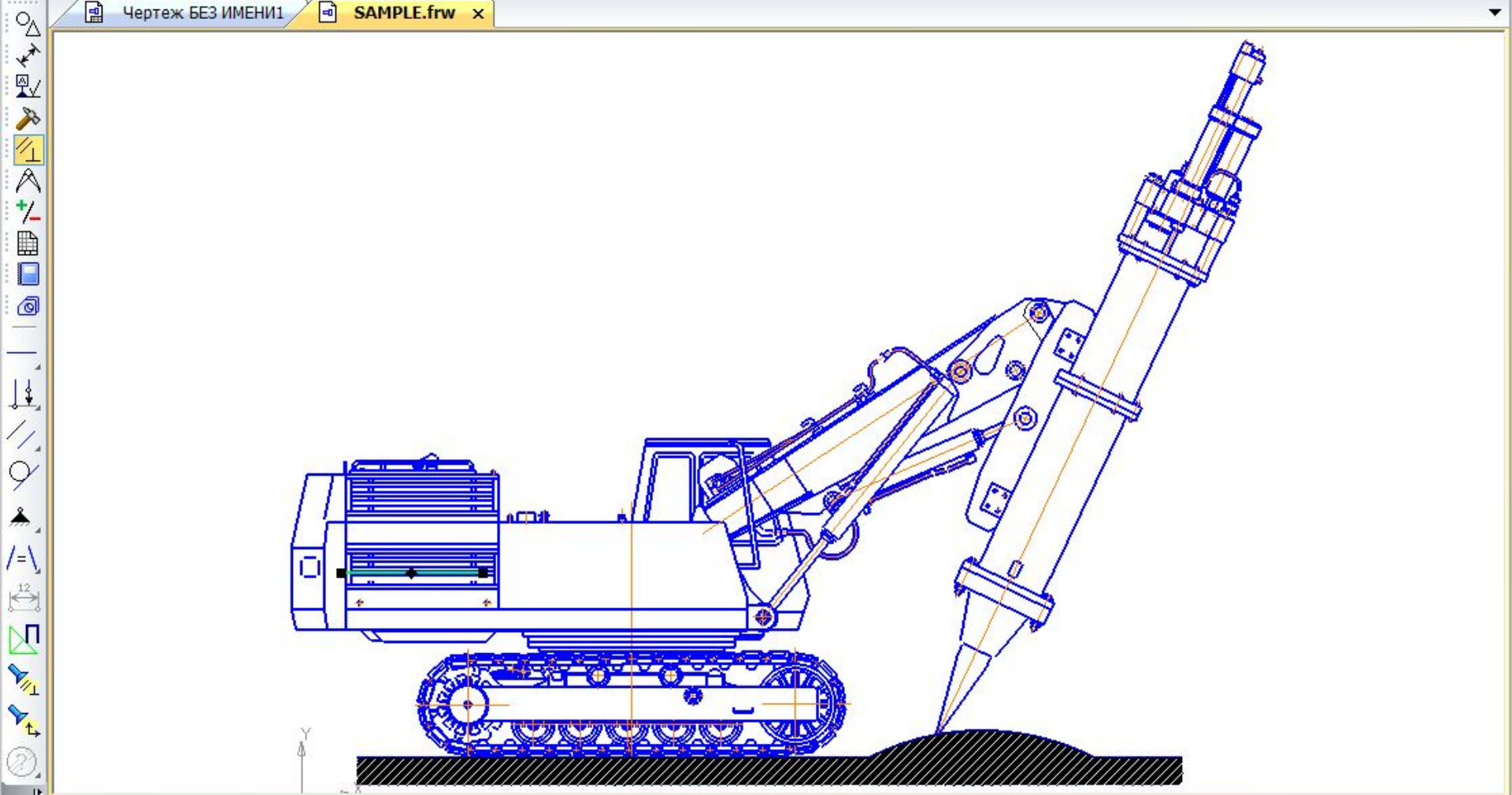
# CAD/CAM/CAE и САПР

- Современные CAD-системы обычно используются совместно с системами автоматизации инженерных расчетов и анализа CAE (Computer-aided engineering).
- Данные из CAD-систем передаются в CAM (*Computer-aided manufacturing* — система автоматизированной разработки программ обработки деталей для станков).
- Русский термин «САПР» по отношению к промышленным системам имеет более широкое толкование, чем просто «CAD»



**Классификация САПР  
ГОСТ 23501.108-85**





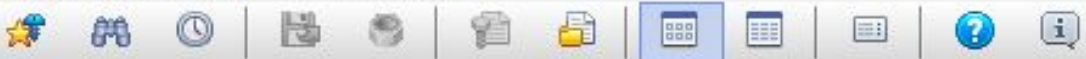
# Компоненты САПР

- Техническое обеспечение САПР — устройства ввода, обработки и вывода данных, средства поддержки архива проектных решений, устройства передачи данных
- Математическое обеспечение САПР — математические модели, методики и способы их получения
- Информационное обеспечение САПР — информационная база САПР, автоматизированные банки данных, системы управления базами данных (СУБД)
- Программное обеспечение САПР
- Программные компоненты САПР
- Методическое обеспечение
- Организационное обеспечение

# Выбор САПР

Критерии выбора:

- Распространенность САПР
- Цена САПР, её сопровождения и модификации
- Широта охвата задач проектирования
- Удобство работы САПР и её «дружественность»
- Наличие широкой библиотечной поддержки стандартных решений
- Возможность и простота стыковки с другими САПР
- Возможность коллективной работы



- [-] Папки
  - [+] Детали и арматура трубопроводов
  - [+] Детали и узлы сосудов и аппаратов
  - [+] Детали крепления трубопроводов и кабелей
  - [-] Детали пневмо- и гидросистем
    - [-] По внутреннему конусу
      - [+] Гайки
      - [+] Крестовины
      - [+] Ниппели
      - [+] Проходники и переходники
      - [+] Прочие элементы
      - [+] Тройники
      - [+] Угольники
      - [+] Штуцеры
    - [-] По наружному конусу
      - [+] Гайки
      - [+] Крестовины
      - [-] Крестовина ввертная ГОСТ 13972...
      - [-] Крестовина переходная ГОСТ 139...
      - [-] Крестовина переходная ГОСТ 139...
      - [-] Крестовина переходная ГОСТ 139...
      - [-] Крестовина проходная ГОСТ 1396...
    - [+] Ниппели
    - [+] Проходники и переходники



Крестовина ввертная ГОСТ 13972-74



Крестовина переходная ГОСТ 13968-74 исп 1



Крестовина переходная ГОСТ 13968-74 исп 2



Крестовина переходная ГОСТ 13968-74 исп 3



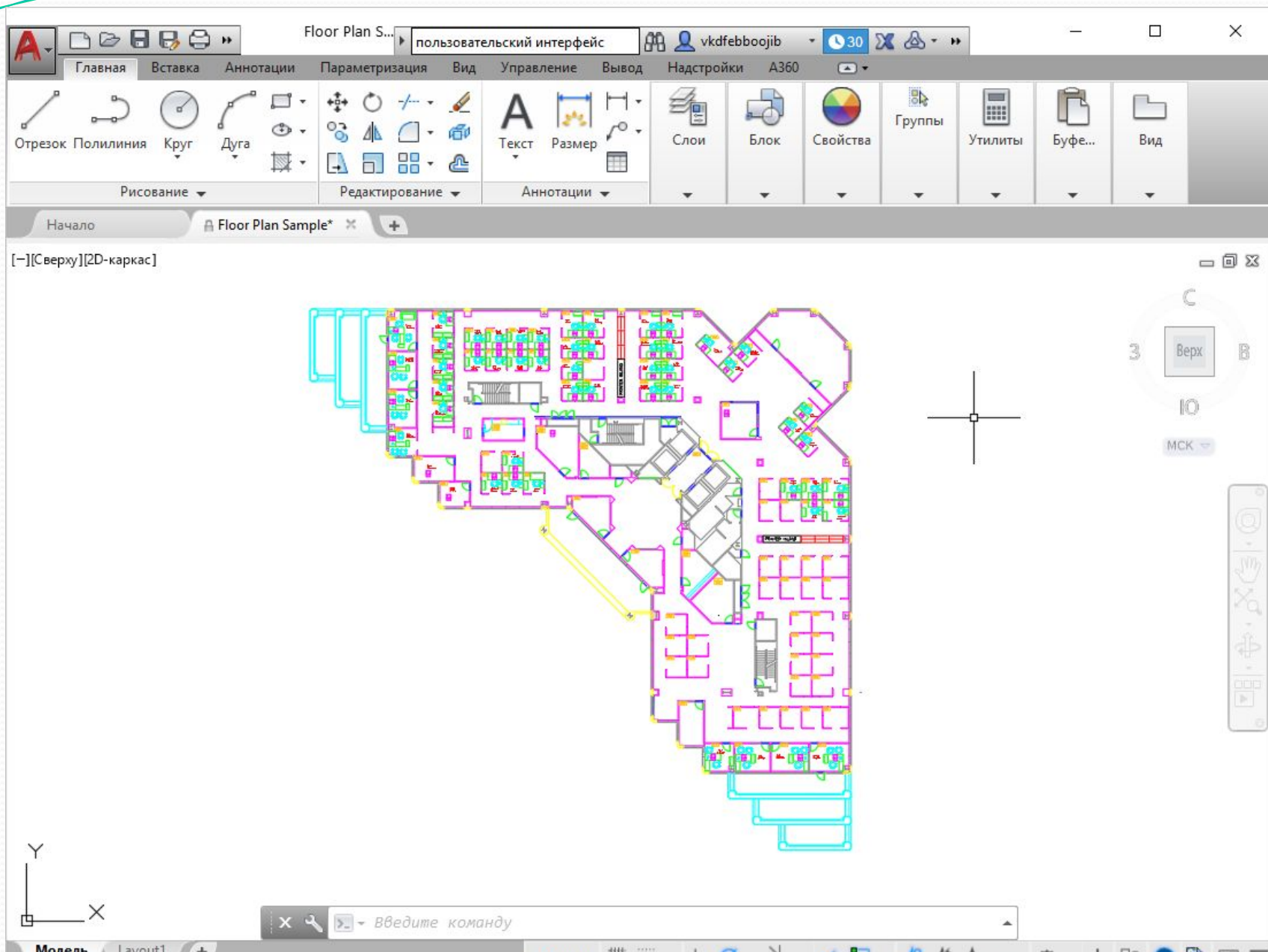
Крестовина проходная ГОСТ 13967-74

# Иностранные САПР

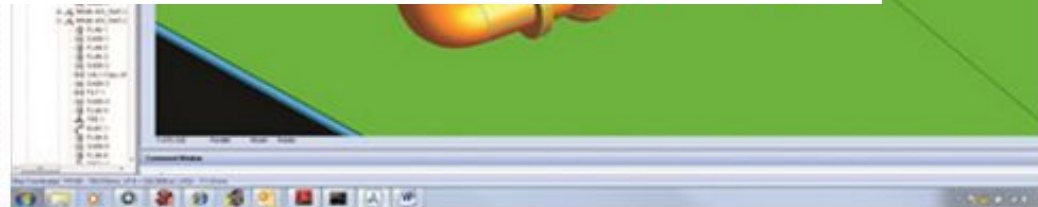
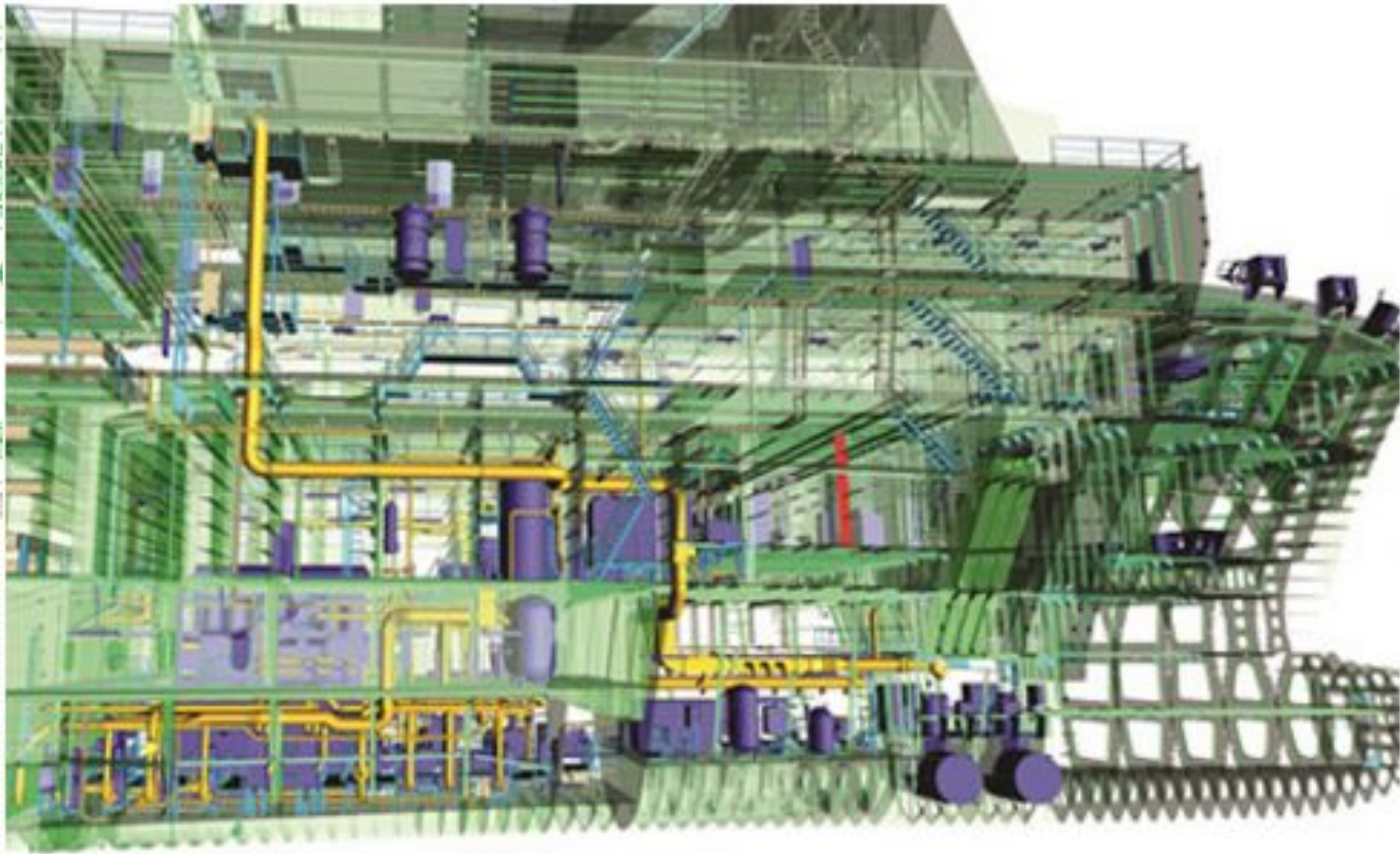
- Autodesk
  - AutoCAD — самая распространённая САПР.
  - ArchiCAD — САПР для архитектуры
  - Autodesk Inventor — для машиностроения
- Cadmech — универсальная САПР для машиностроения
- Dassault Systèmes
  - CATIA — САПР для аэрокосмической и судостроительной промышленности
  - SolidWorks — универсальная САПР
- Parametric Technologies Corp. (PTC)
  - Pro/Engineer — универсальная САПР
  - MathCAD — интегрированная система решения математических, инженерно-технических и научных задач
- Siemens PLM Software
  - SolidEdge — 2D/3D CAD-система.
- AVEVA Outfitting - многопрофильная интегрированная 3D-система с судостроительными специфическими особенностями



# САПР AutoCAD



# САПР AVEVA Outfitting



# Российские САПР

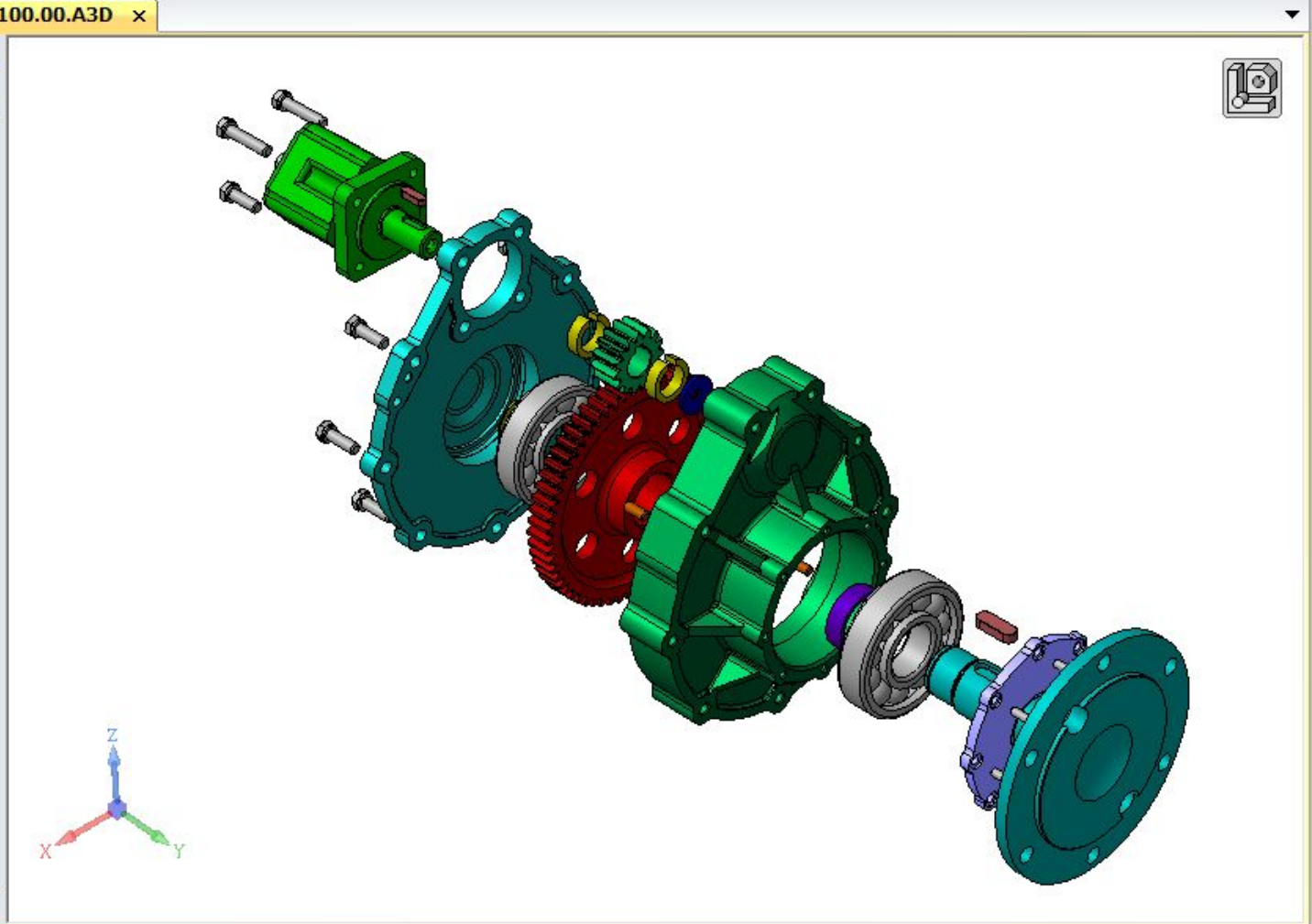
- КОМПАС 3D — наиболее распространённая российская САПР компании АСКОН для двухмерного и трехмерного проектирования.
- T-FLEX CAD — российская САПР для машиностроения
- ADEM — САПР для конструкторско-технологической подготовки и станков
- MechaniCS — приложение к AutoCAD или Autodesk Inventor, предназначенное для оформления чертежей российской компании CSoft Development
- СПДС GraphiCS — приложение российской компании CSoft Development к AutoCAD, предназначенное для разработки проектно-технической документации в строгом соответствии с требованиями стандартов.

СAMPLE.frw 078.505.9.0100.00.A3D x

Дерево модели

- (-) Редуктор (Тел-0, Сборочн...
- Системы координат
- Компоненты
  - (-) Подшипник 410
  - (-) Подшипник 411
  - (ф) Корпус
  - (+) Крышка
  - (-) Колесо
  - (-) Втулка
  - (-) Вал
  - (+) Крышка
  - (-) Сальник
  - (-) Мотор планетар
  - (-) Втулка (x2)
  - (-) Шестерня
  - (-) Шайба

Построение Исполнения Зоны



# Классификация систем по уровням

- Системы высокого уровня
  - CATIA
  - AVEVA OUTFITTING
- Системы среднего уровня
  - SOLID EDGE
  - SOLID WORKS
  - AUTODESK AUTOCAD
  - AUTODESK MECHANICAL DESKTOP
  - AUTODESK INVENTOR
  - АСКОН КОМПАС-3D
- Системы нижнего уровня
  - T-FLEX CAD 3D

# Показатели современности САПР

- Полный цикл моделирования и создания конструкторской документации (3D и 2D).
  - Сокращение цикла разработки модели
  - Возможность **совместной работы** над проектом всех разработчиков
  - Возможность ввода примитивов **в параметрическом виде**
  - Доступ к **трехмерной модели** всем группам пользователей

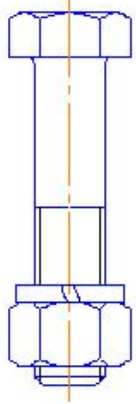
Файл Редактор Выделить Вид Вставка Инструменты Спецификация Сервис Окно Справка Библиотеки

0.9566 151.82 258.35

Чертеж БЕЗ ИМЕНИ2

- Конструктивные элементы
- Крепежные элементы

БШГ M12*38	Ось 12*40	Шр
Винт M12*50	Подшипник 2893 D20	Шр
Гайка M12	Шайба 12	Шт



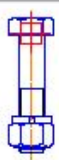
Библиотека << Таблица переменных Способ вставки Имя вставки C:\Program Files (x86)\ASCON\KOMPAS-3D V16 Ho Размещение на слоях

Auto Параметры

Менеджер библиотек

- Библиотека конструктивных элементов
  - Конструктивные элементы
  - Крепежные элементы
  - Основания, пластины

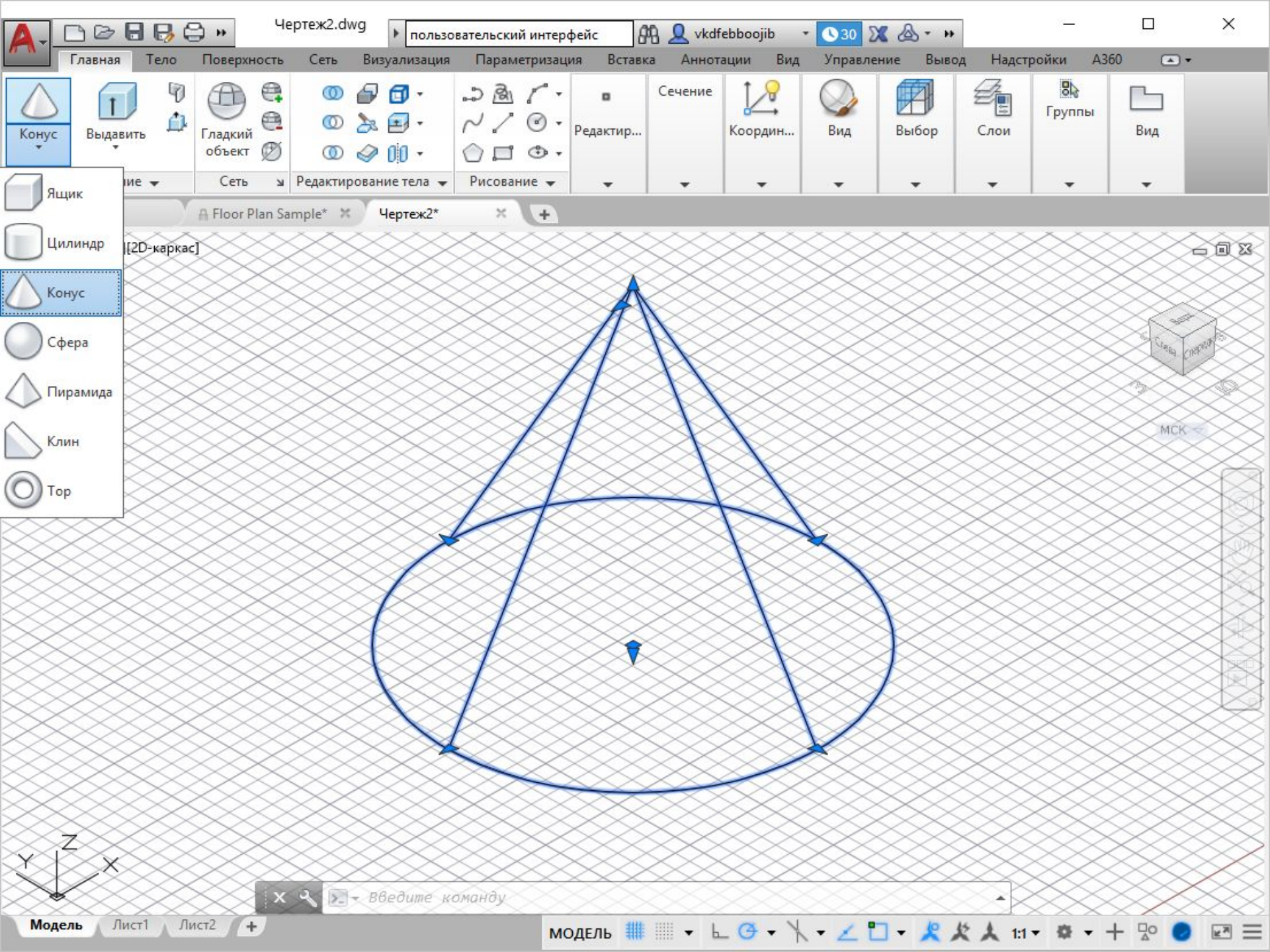
БШГ M12*38	Подшипник 2893 D20	Штифт 12*36
Винт M12*50	Шайба 12	
Гайка M12	Шпилька 1.25 M12*60	
Ось 12*40	Шпонка 10-12	

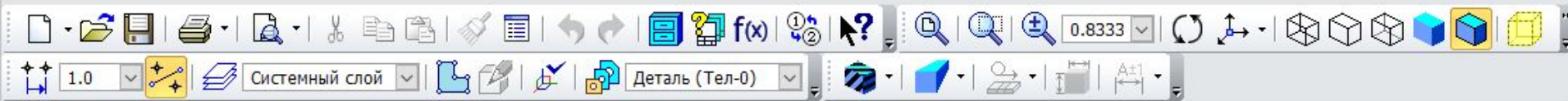


# Технологии построения трехмерной модели

- **Выбор примитива** из списка типов и ввод параметров (например, ввод радиуса сферы или габаритов параллелепипеда).
- Последовательное выполнение **булевых операций** (сложения и вычитания) над объемными примитивами (сферами, призмами, цилиндрами, конусами, пирамидами и т.д.).
- Выполнение **перемещения** плоской фигуры в пространстве, след от которого определяет форму примитива (например, поворот окружности вокруг оси образует сферу, а смещение многоугольника – призму).





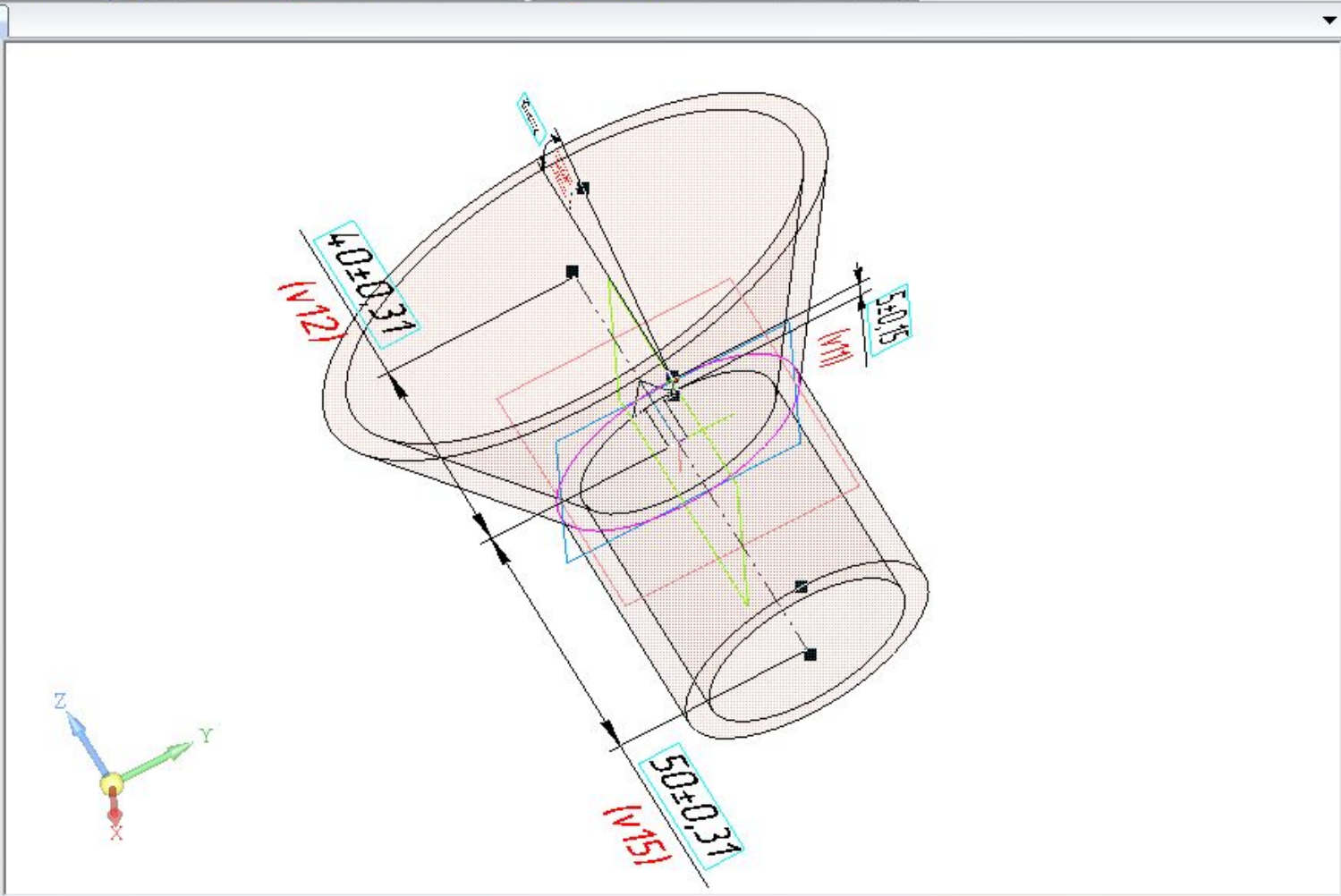


**Деталь БЕЗ ИМЕНИ1** x

Дерево модели

- Деталь (Тел-0)
  - (т)Начало координата
  - Плоскость XY
  - Плоскость ZX
  - Плоскость ZY
  - Ось X
  - Ось Y
  - Ось Z
  - (-) Эскиз:1
  - Операция выдавли

Построение | Исполнения | Зоны



Тип построения тонкой стенки Толщина стенки 1 0.0 Толщина стенки 2 5.0

Параметры Тонкая стенка Результат операции Свойства

Файл Редактор Выделить Вид Операции Спецификация Сервис Окно Справка Библиотеки

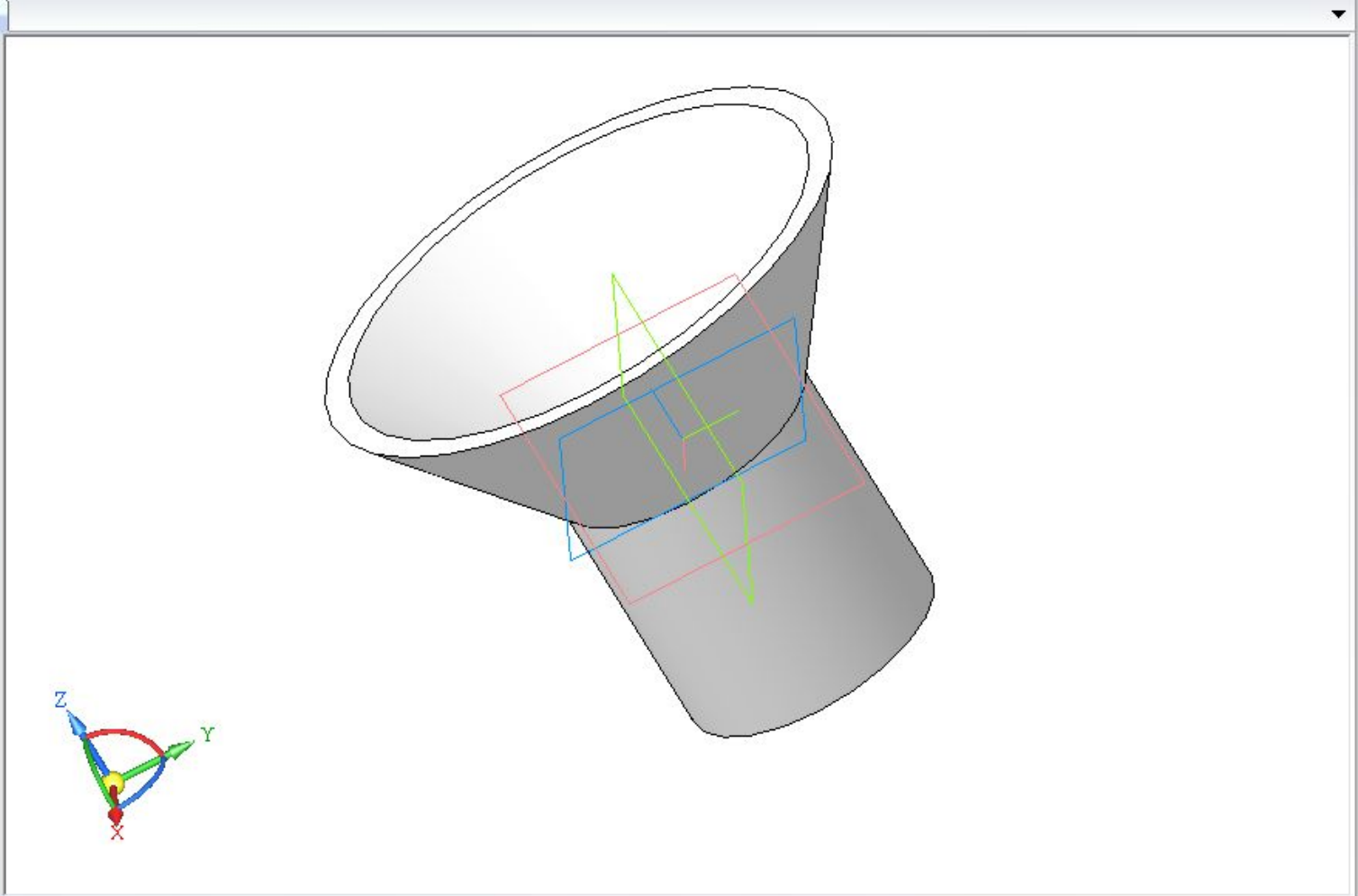
1.0 Системный слой Деталь (Тел-1) 0.8333

**Деталь БЕЗ ИМЕНИ1** x

Дерево модели

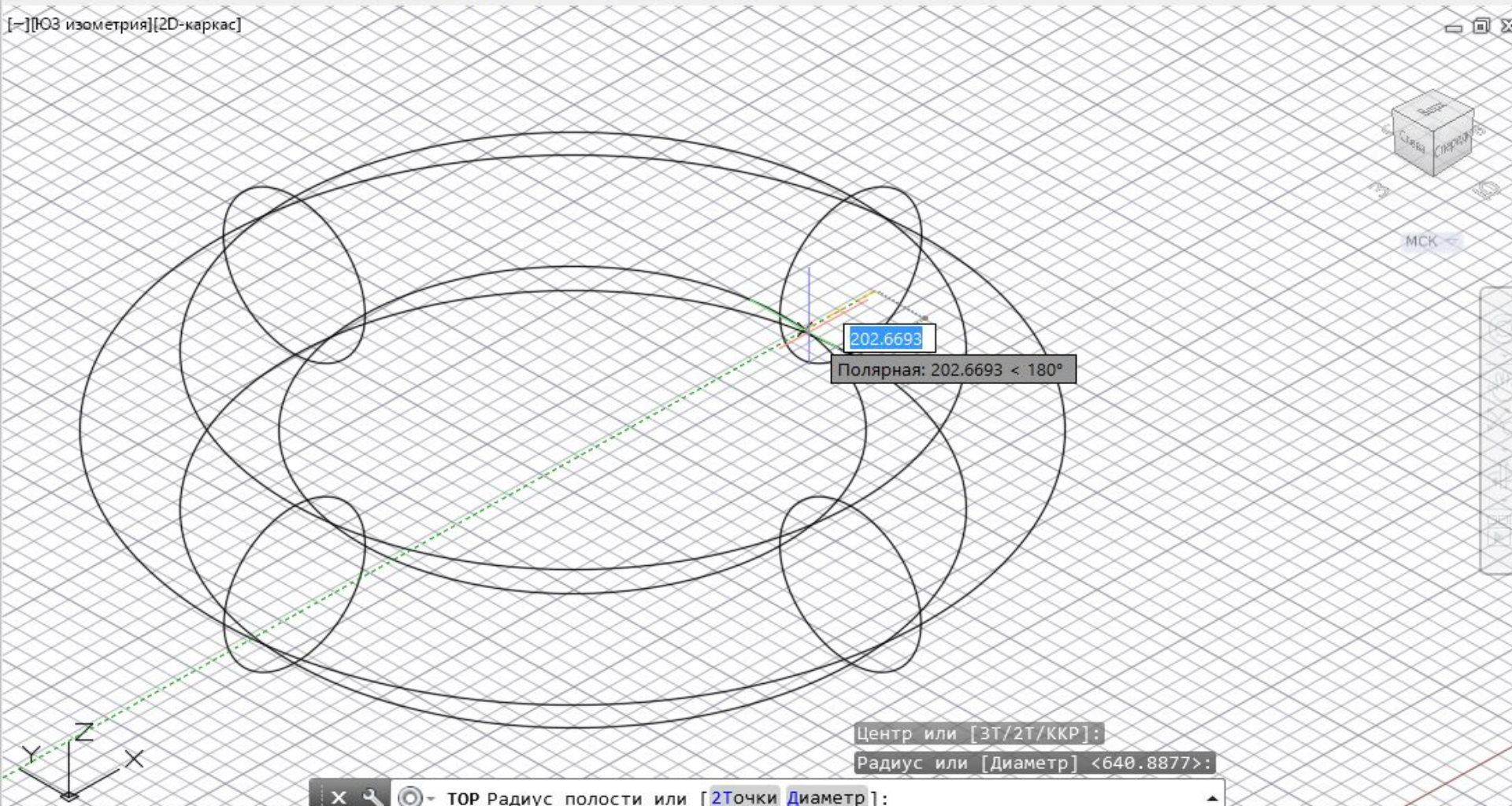
- Деталь (Тел-1)
  - (т)Начало координата
  - Плоскость XY
  - Плоскость ZX
  - Плоскость ZY
  - Ось X
  - Ось Y
  - Ось Z
  - (-) Эскиз:1
  - Операция выдавливания

Построение | Исполнения | Зоны



# Виды 3D моделей

- Каркасные
  - Каркасная модель представляет собой скелетное описание 3D объекта
- Поверхностные
  - В модели описываются не только ребра 3D объекта, но и его грани. Система строит поверхности на базе многоугольных сетей.
- Твердотельные
  - Моделирование с помощью сплошных тел



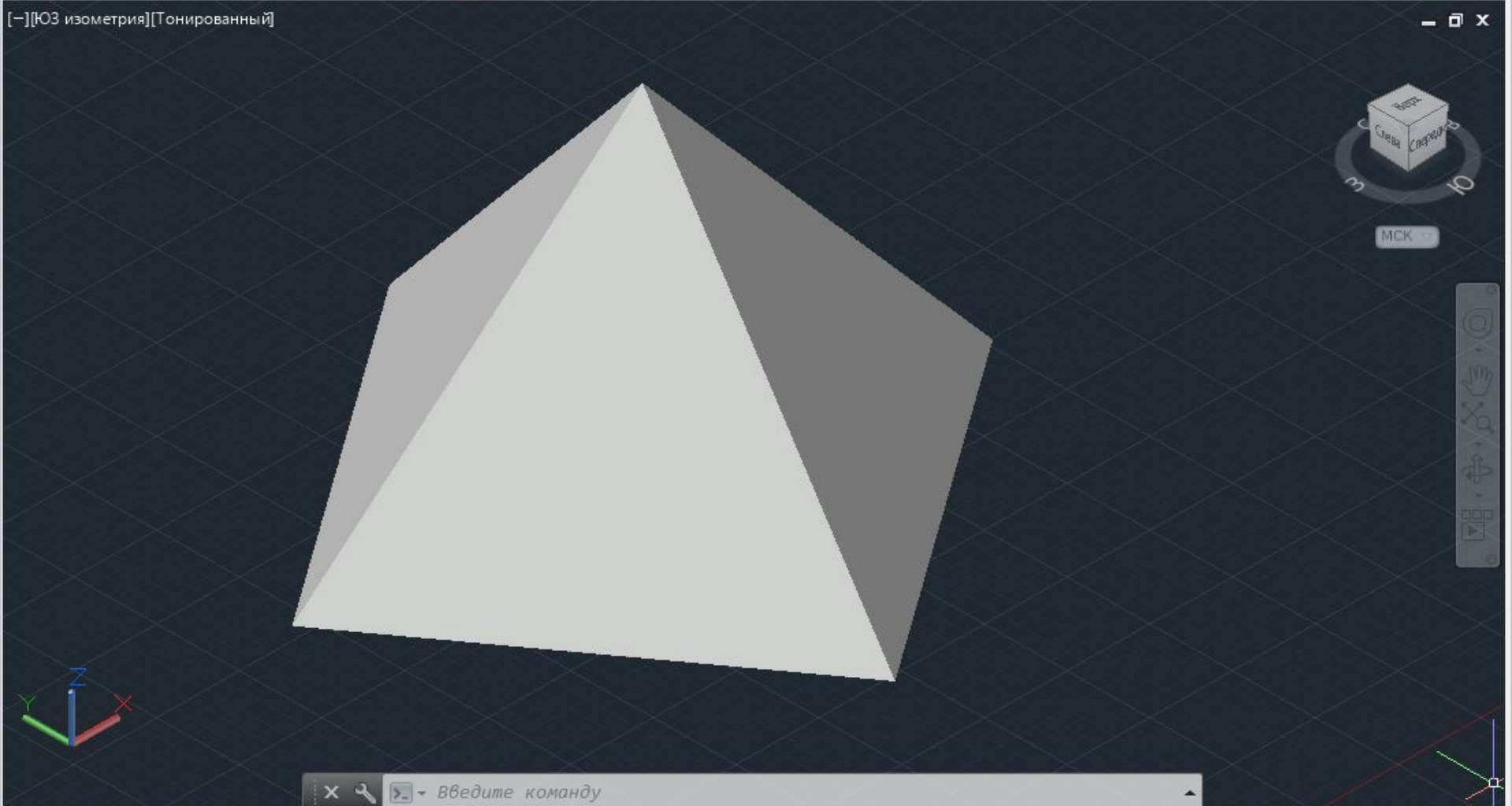
Чертеж2.dwg | пользовательский интерфейс | vkdfefboojib | 30 |

Главная | Тело | Поверхность | Сеть | Визуализация | Параметризация | Вставка | Аннотации | Вид | Управление | Вывод | Настройки | A360

Пирамида | Выдавить | Гладкий объект | Редактир... | Сечение | Координ... | Вид | Выбор | Слои | Группы | Вид

Моделирование | Сеть | Редактирование тела | Рисование

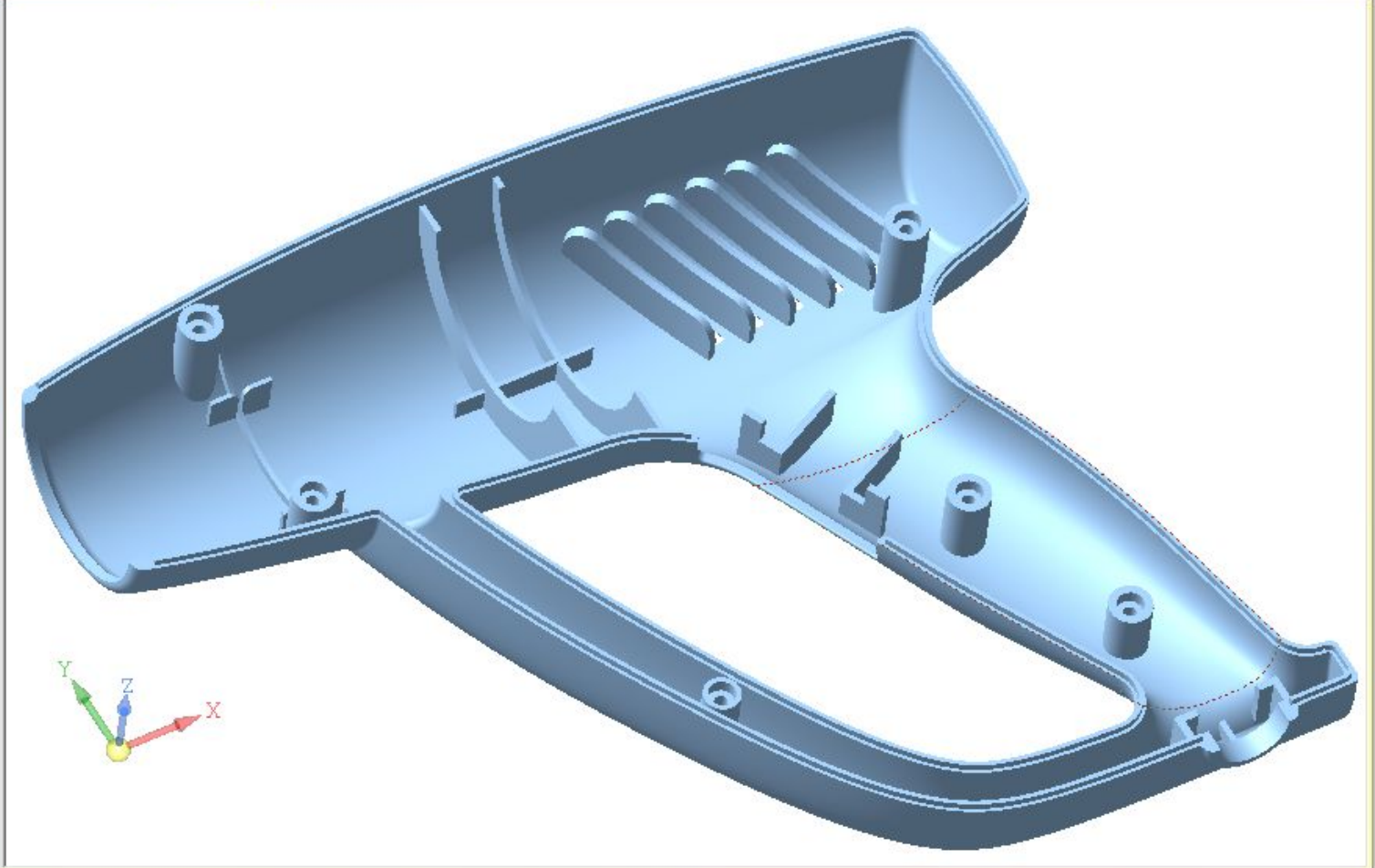
Начало | Floor Plan Sample\* | Чертеж2\*



Дерево модели

- Корпус-крышка (Тел-1)
  - Начало координ.
  - (т)ЛСК:1
  - Зеркальная дета.
  - (-) Эскиз:1
  - Смещенная плос
  - Сечение поверх
  - Операция выдав.
  - (-) Эскиз:2
  - (+) Эскиз:3
  - Операция выдав.

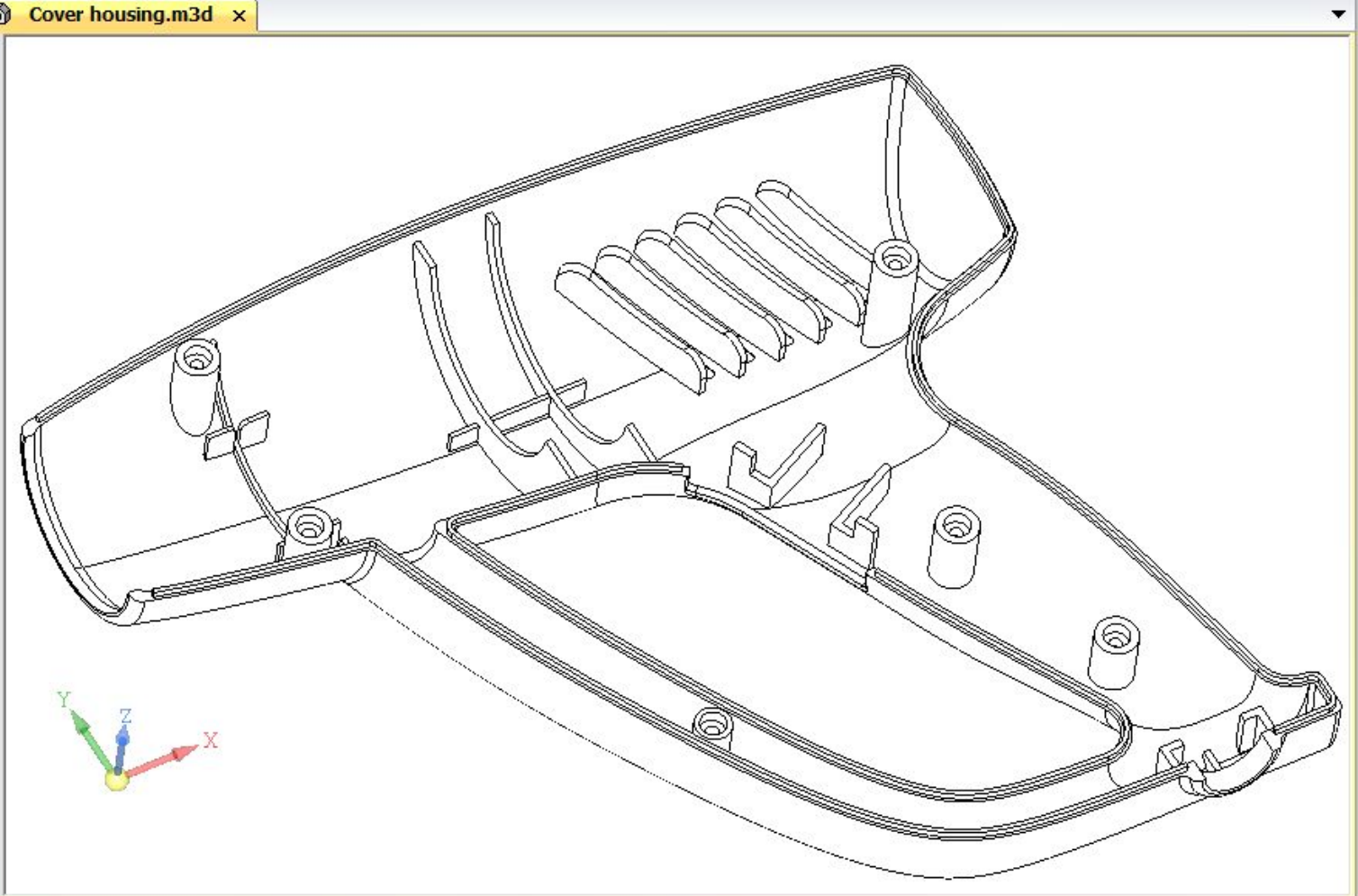
Построение Исполнения Зоны



Дерево модели

- Корпус-крышка (Тел-1)
  - Начало координ.
  - (т)ЛСК:1
  - Зеркальная дета.
  - (-) Эскиз:1
  - Смещенная плос
  - Сечение поверхт
  - Операция выдав.
  - (-) Эскиз:2
  - (+) Эскиз:3
  - Операция выдав.

Построение Исполнения Зоны





# Классификация САПР по способам организации диалога

- С помощью командной строки;
- С помощью системы иерархических меню и диалоговых окон
- С помощью объектно-ориентированного интерфейса и мультимедийной системы помощи.
- С интуитивно простым и удобным пользовательским интерфейсом;
- Со сложным и неудобным пользовательским интерфейсом

Чертеж3.dwg | пользовательский интерфейс | vkdfefboojib | 30 | X | A |

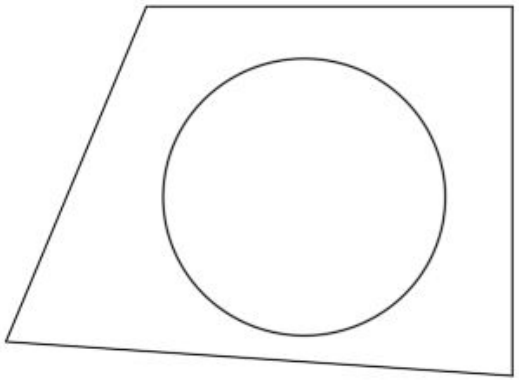
Главная | Вставка | Аннотации | Параметризация | Вид | Управление | Вывод | Настройки | A360 |

Отрезок | Полилиния | Круг | Дуга | Текст | Размер | Слои | Блок | Свойства | Группы | Утилиты | Буфе... | Вид

Рисование | Редактирование | Аннотации

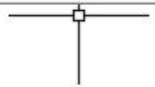
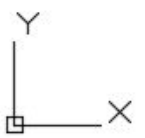
Начало | Floor Plan Sample\* | Чертеж2\* | Чертеж3\* | +

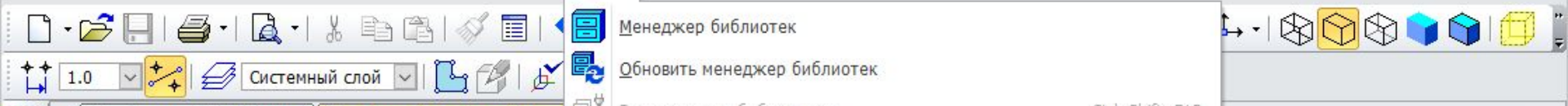
[-][Сверху][2D-каркас]



Navigation and view controls including a circular navigation pad with 'Верх' (Up) and '3' (3D) buttons, a 'MCK' dropdown menu, and a vertical toolbar with various navigation icons.

```
Команда:  
Команда:  
Команда: _circle  
Центр круга или [ЗТ/2Т/ККР (кас кас радиус)]:  
Радиус круга или [Диаметр]:  
Команда:  
Команда:  
Команда: _line  
Первая точка:  
Следующая точка или [отменить]:  
Следующая точка или [отменить]:  
Следующая точка или [Замкнуть/отменить]:  
Следующая точка или [Замкнуть/отменить]:  
Следующая точка или [Замкнуть/отменить]: *Прервано*  
Секрамка Лассо: нажмите клавишу ПРОБЕЛ для циклического перебора параметров  
Введите команду
```





Деталь БЕЗ ИМЕНИ1 Cover housing.m3d

Дерево модели

- Корпус-крышка (Тел-1)
  - Начало координ.
  - (т)ЛСК:1
  - Зерка...
  - (-) Эс...
  - Смещ...
  - Сечен...
  - Опер...
  - (-) Эс...
  - (+) Эс...
  - Опер...

Сервис

- Менеджер библиотек
- Обновить менеджер библиотек
- Выгрузить все библиотеки Ctrl+Shift+F12
- Разрешить работу со спецификацией
- Отчеты
- Показать в дереве
- Атрибуты...

Менеджер документа

- Корпус-крышка (Тел-1)
  - Слой
  - Исполнения
  - Пересчет размеров

Ста...	Н. ^	Имя	Видимо...	Цвет	Оптич...	Редак...	Про...
	0	Системный слой					
	1	Размеры					
	2	Эскизы					

Управление структурой

OK Применить Отмена Справка



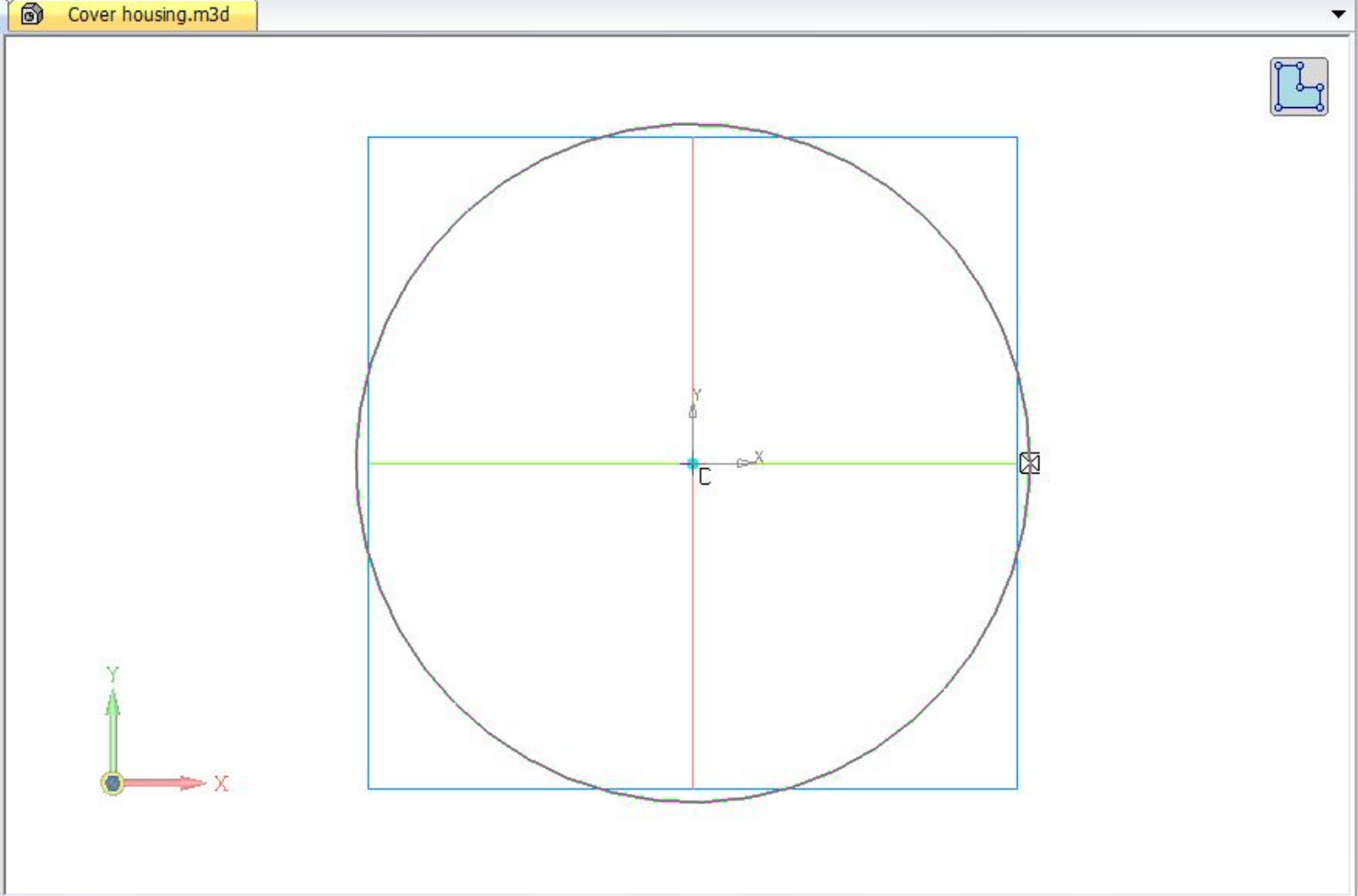


**Деталь БЕЗ ИМЕНИ1** x **Cover housing.m3d**

Дерево модели

- Деталь (Тел-0)
  - (т)Начало координата
  - Плоскость XY
  - Плоскость ZX
  - Плоскость ZY
  - Ось X
  - Ось Y
  - Ось Z
  - (-) Эскиз:1
  - Операция выдавли

Построение | Исполнения | Зоны

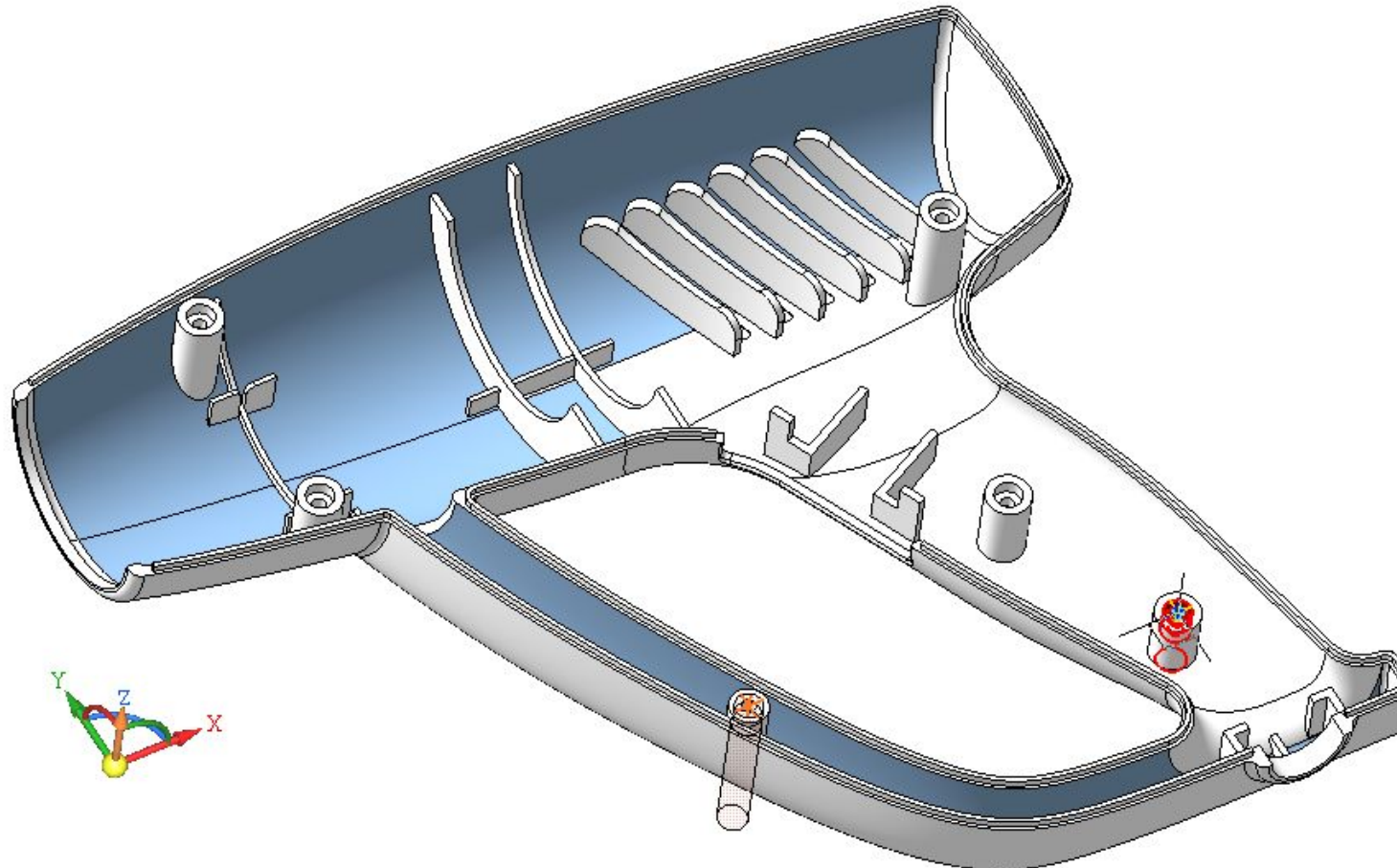


Окружность

Центр 0.0 0.0 X I 26.0 0.0 Параметр R Диаметр 52.0 Оси Стил

Дерево модели

- Вырезать элемент вид
- Массив по точкам:1
- (+) Эскиз:6
- Операция выдавливан
- Массив по точкам:2
- Скругление:1
- (-) Эскиз:7
- Операция выдавлива
- Эквидистанта поверхи
- Сечение поверхность
- Булева операция:1



Построение Исполнения Зоны