

**СТРУКТУРА
И СОДЕРЖАНИЕ КУРСА
«ОСНОВЫ
ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ
В МАШИНОСТРОЕНИИ»**

Цель: обеспечить достижение «опережающего» уровня ГМП, в соответствии с основными требованиями к современному проектированию и производству за счёт реализации:

- системного подхода, на основе которого в ИДЭУ реализуется сквозное использование ИТ при обучении проектированию;
- объектно-ориентированного подхода, позволяющего нацелить студентов на моделирование объектов аэрокосмического машиностроения с учётом конструкторских и технологических аспектов.

Задачи:

- развить пространственное воображение, манипулируя с 3D БЭФ и деталями и создавая их композиции в пространстве без использования эскизов и чертежей;
- научить создавать и использовать электронные (3D и 2D), в том числе параметрические модели изделий, а также **технические документы в соответствии с действующими стандартами (ЕСКД)**;
- приобрести компетенции профессиональной работы в среде современной CAD/CAM/CAPP системы.

Структура курса

- **Лекции (взамен курса НГ) - 20 часов**
- **Практические занятия (взамен НГ) – 22 часа**
- **Лабораторные работы:**
 - **Блок 1 (взамен курса «Граф. ред.») – 24 часа**
 - **Блок 2 (взамен «Инж. графики») - 36 часов**
 - **Самостоятельная работа – 150 часов**
- **Зачёт по результатам выполнения пяти самостоятельных графических работ, выполненных по индивидуальным заданиям**
- **Экзамен**

Содержание лекций

- Лекция 1** Введение. Этапы жизненного цикла продукта (ЖЦП) и их информационная поддержка (PLM). Место и роль геометрического моделирования. Цели и задачи курса
- Лекция 2** Способы объёмного моделирования реальных объектов по этапам ЖЦП
- Лекция 3** Функции моделирования. Элементы геометрических моделей (кривые линии)
- Лекция 4** Элементы геометрических моделей (поверхности).
Развёртки
- Лекция 5** Ядра геометрического моделирования
- Лекция 6** Параметрическое моделирование
- Лекция 7** Прямое моделирование
- Лекция 8** Методы проецирования. Техническое рисование
- Лекция 9** Основные концепции графического программирования
- Лекция 10** Система CAD/CAM/CAPP ADEM: предназначение и функциональные возможности

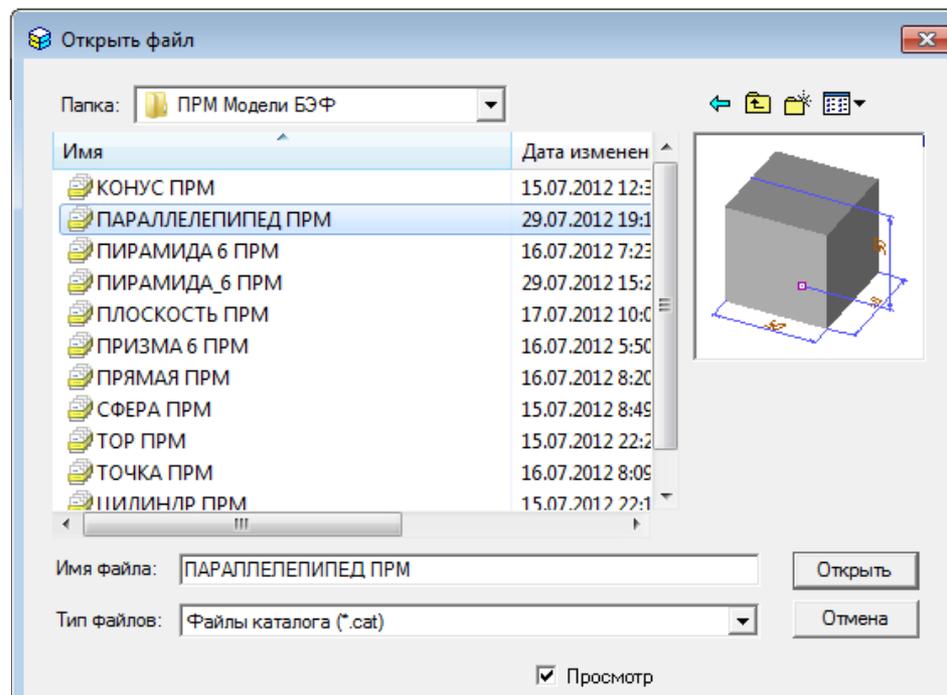
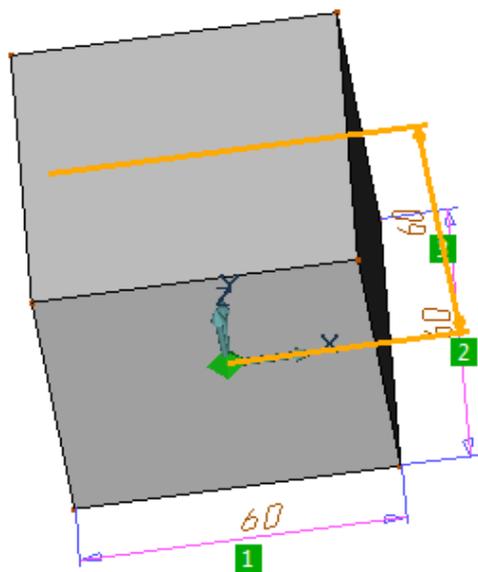
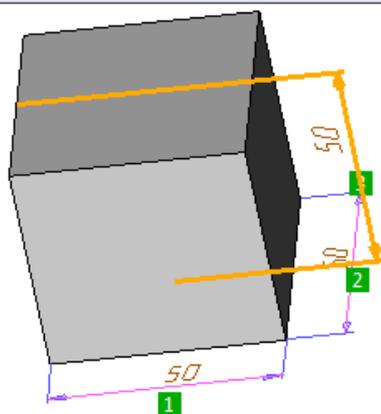
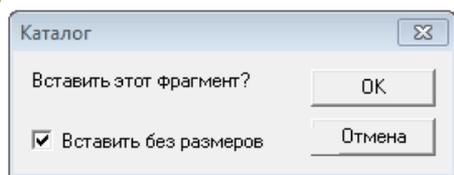
Темы практических занятий

- 1.Интерфейс CAD ADEM. Библиотеки 3D ПРМ БЭФ твёрдых тел (ТТ).**
- 2.Аффинные и топологические преобразования БЭФ ТТ и их элементов.**
- 3.Моделирование и преобразование (редактирование) поверхностей.**
- 4.Моделирование пространственных тел с натуры (на основе ПРМ БЭФ ТТ) (деталь «штуцер»).**
- 5.Работа с группой 3D ПРМ БЭФ ТТ (аффинные преобразования).**
- 6.Пересечение поверхности вращения плоскостью общего положения (ОП). Ортогональные виды и развёртки.**
- 7.Пересечение многогранников плоскостью ОП. Виды и развёртки.**
- 8.Взаимное пересечение поверхностей вращения. Виды и развёртки.**
- 9.Взаимное пересечение многогранников. Виды и развёртки.**
- 10.Взаимное пересечение поверхности вращения и многогранника. Виды и развёртки.**
- 11.Выполнение технического рисунка по 3D модели детали.**

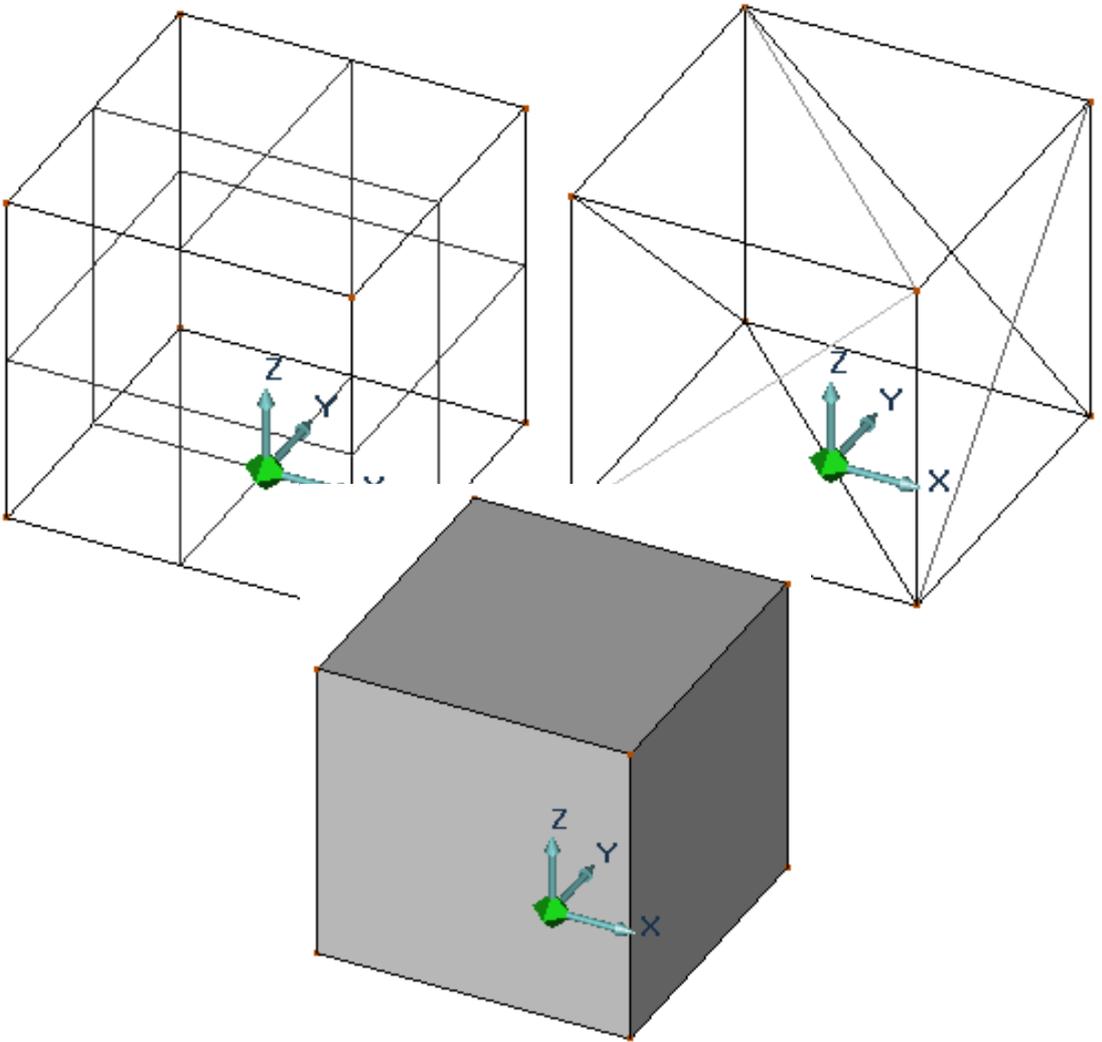
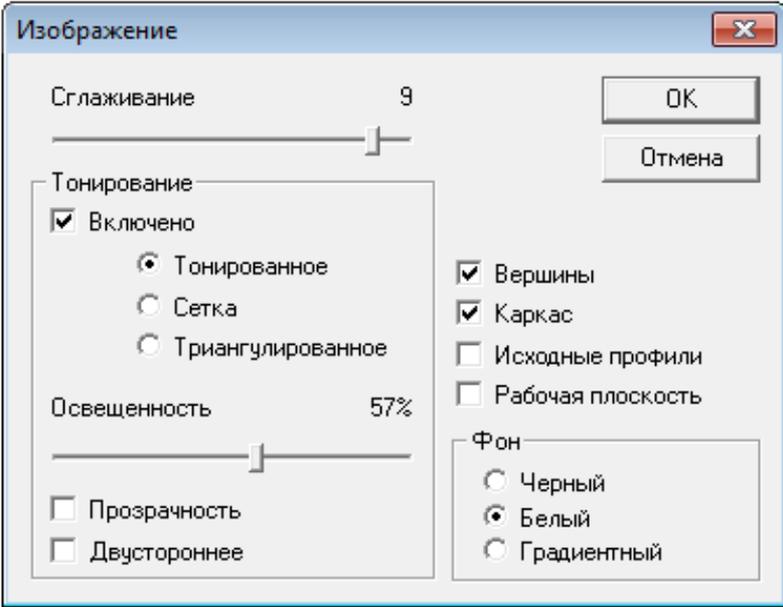
Реализация практических занятий

Студенты изучают инструмент моделирования:

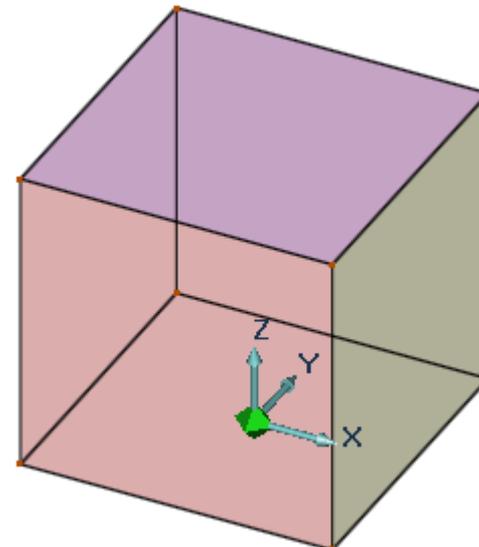
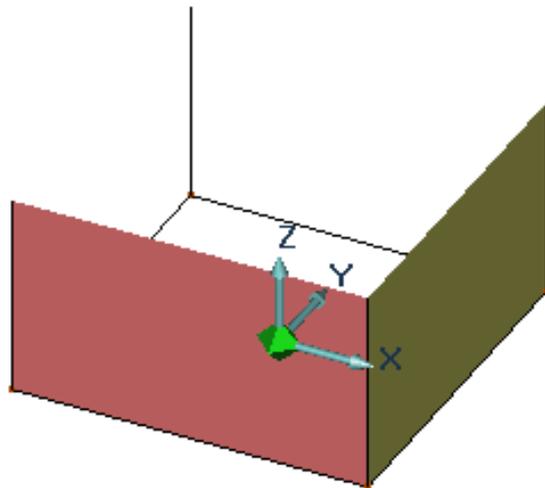
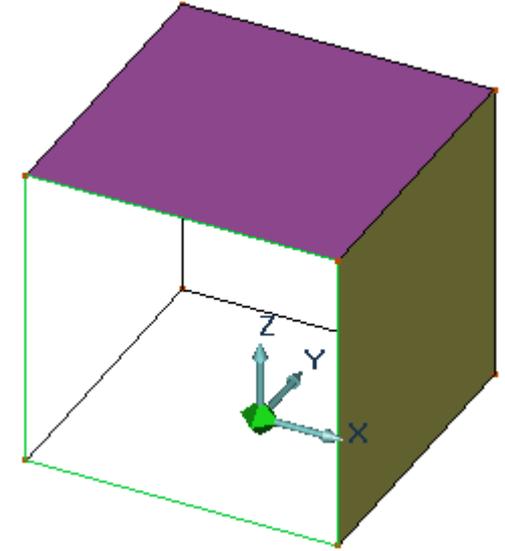
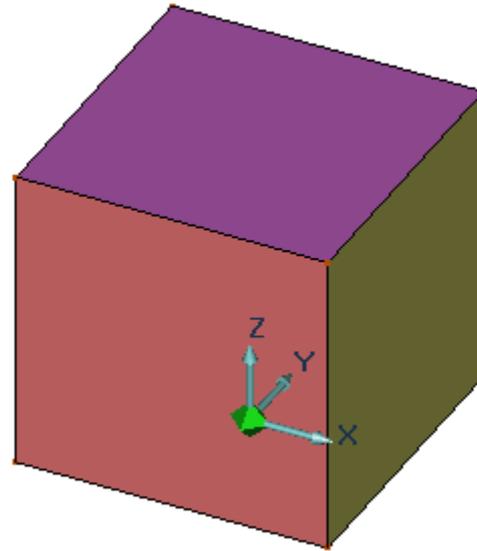
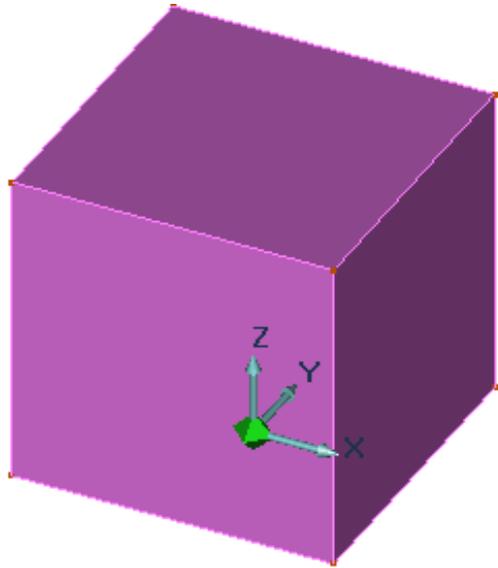
- отображают параметрические модели (ПРМ) базовых элементов формы (БЭФ), используя разработанную в CAD/CAM/CAPP системе ADEM v.8.1 библиотеку ПРМ БЭФ



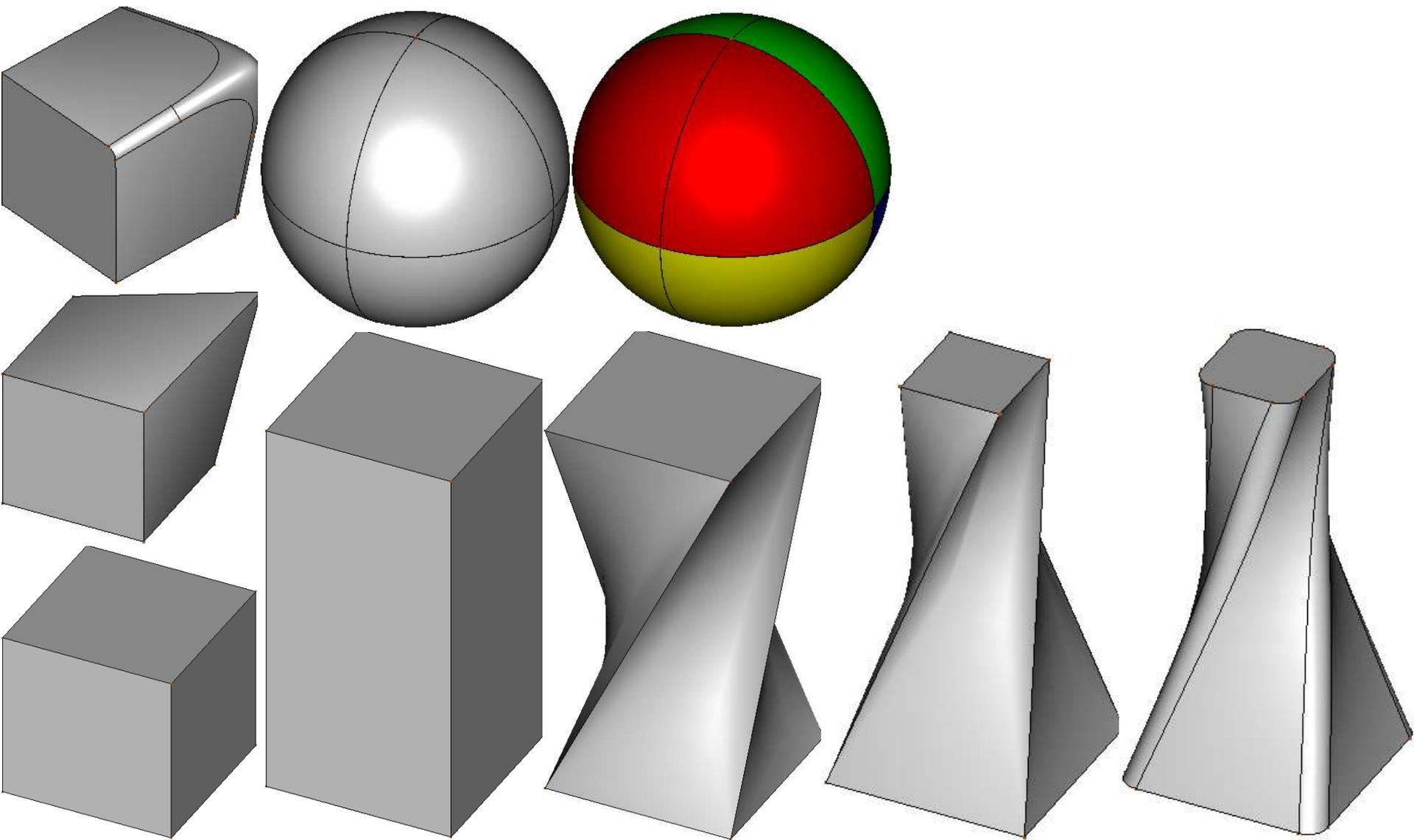
- представляют на плоском экране компьютера аксонометрические проекции БЭФ в каркасном, триангуляционном, поверхностном отображении



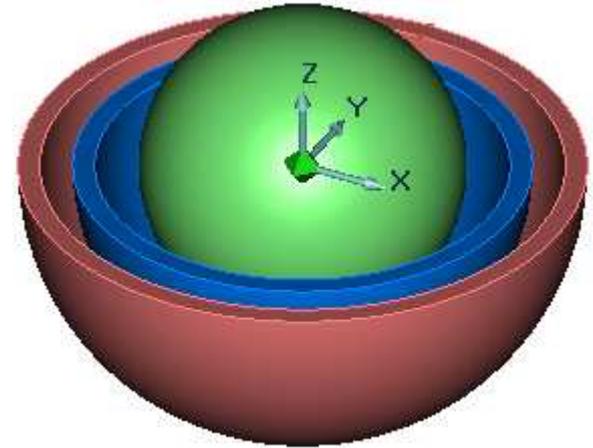
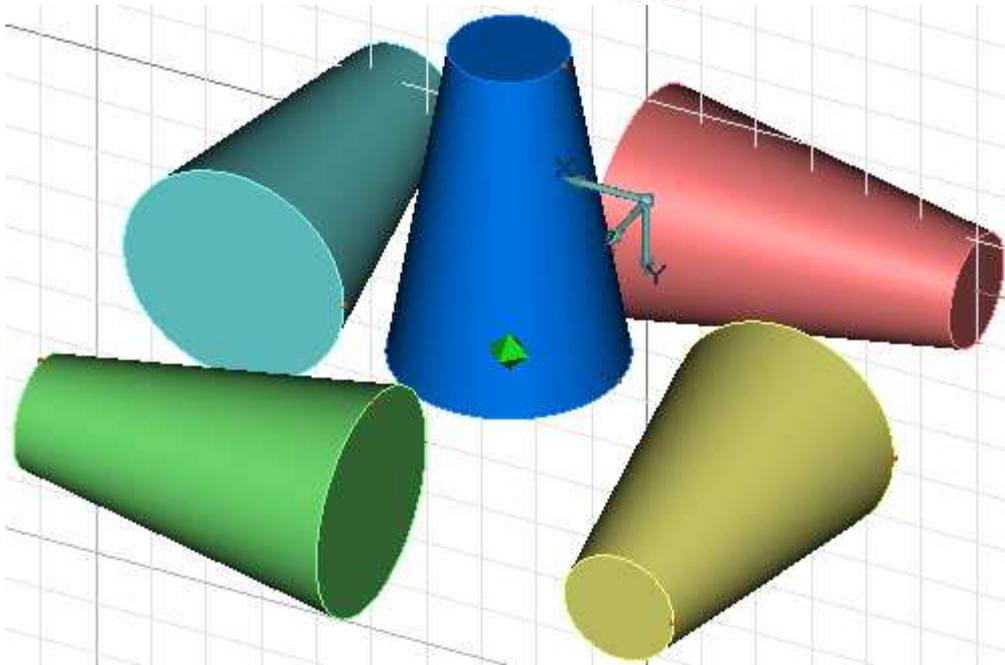
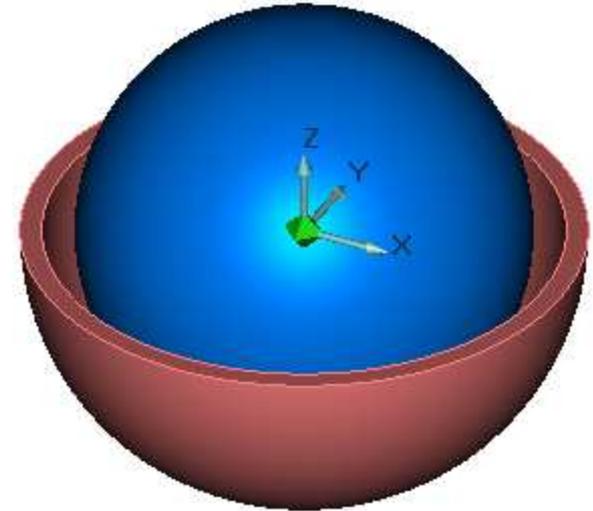
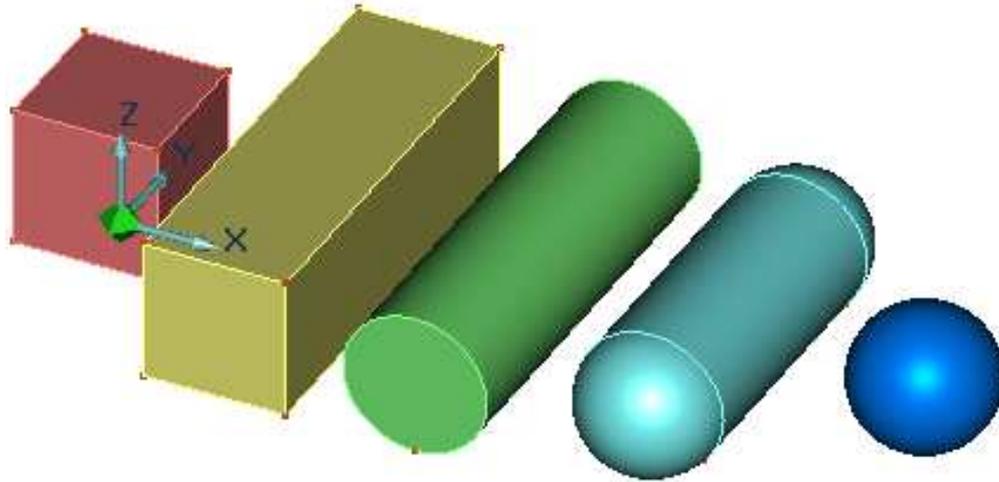
- осваивают способы закраски тел и их отдельных граней, а также удаления граней, представления прозрачных тел



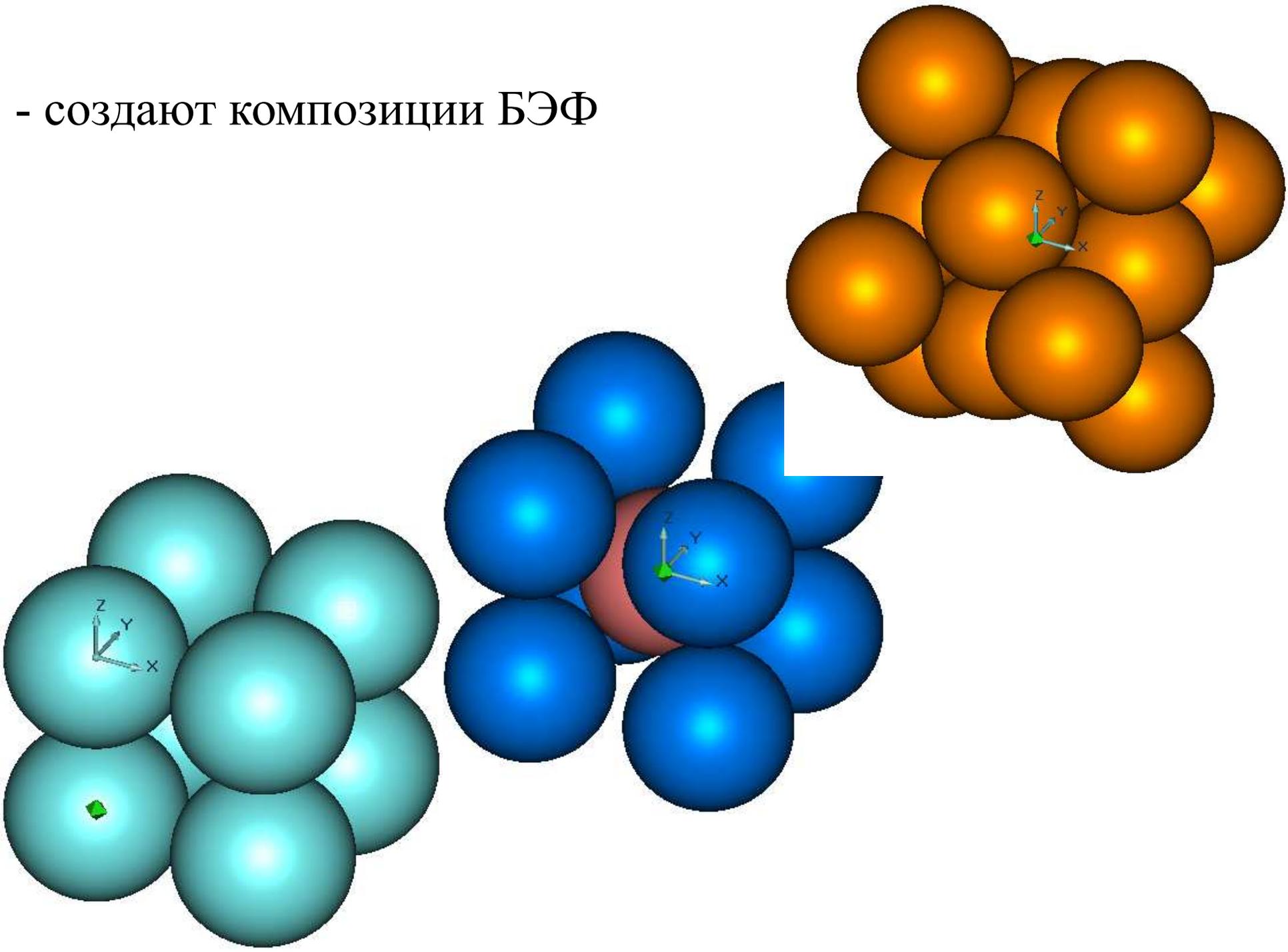
- осваивают способы работы с гранями, рёбрами и вершинами («локальные» операции)



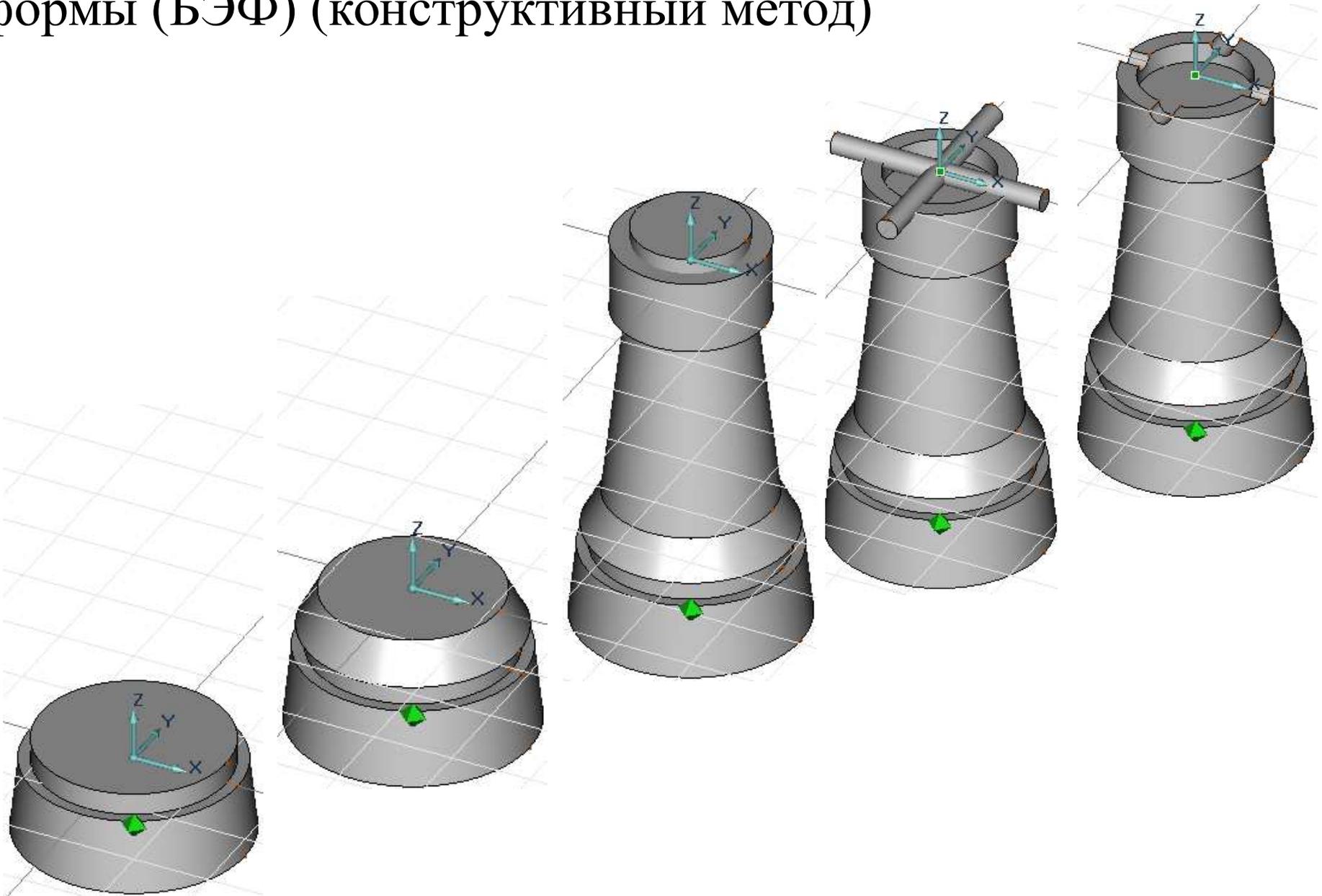
- приобретают навыки работы с аффинными преобразованиями одного и группы БЭФ



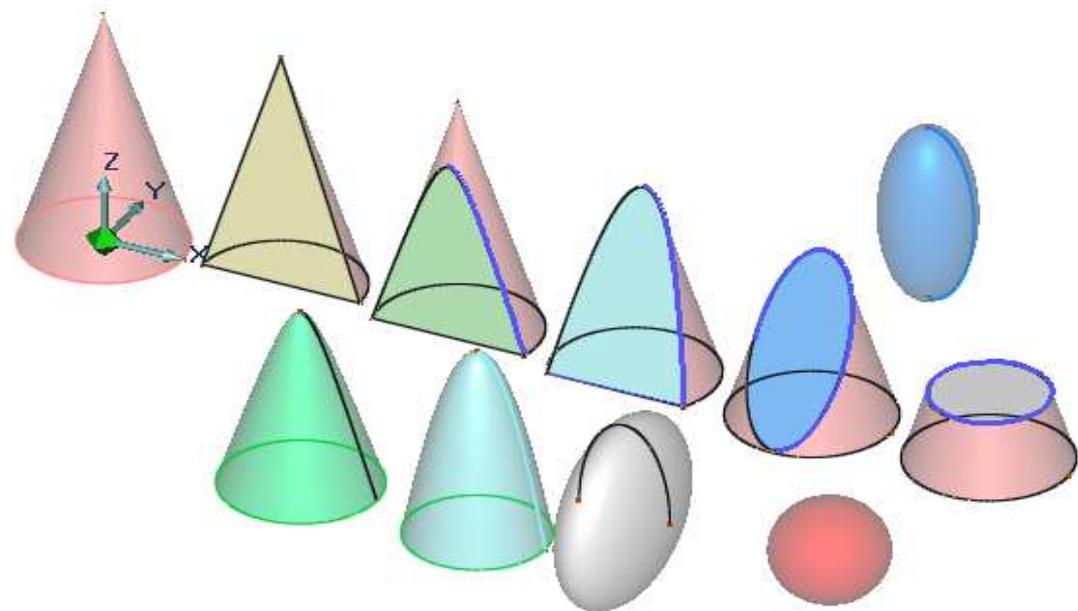
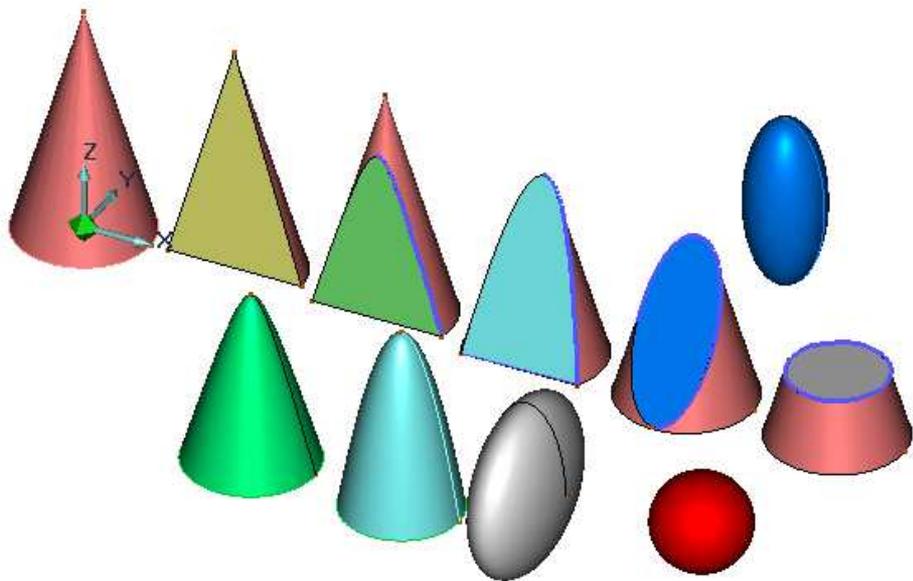
- создают композиции БЭФ



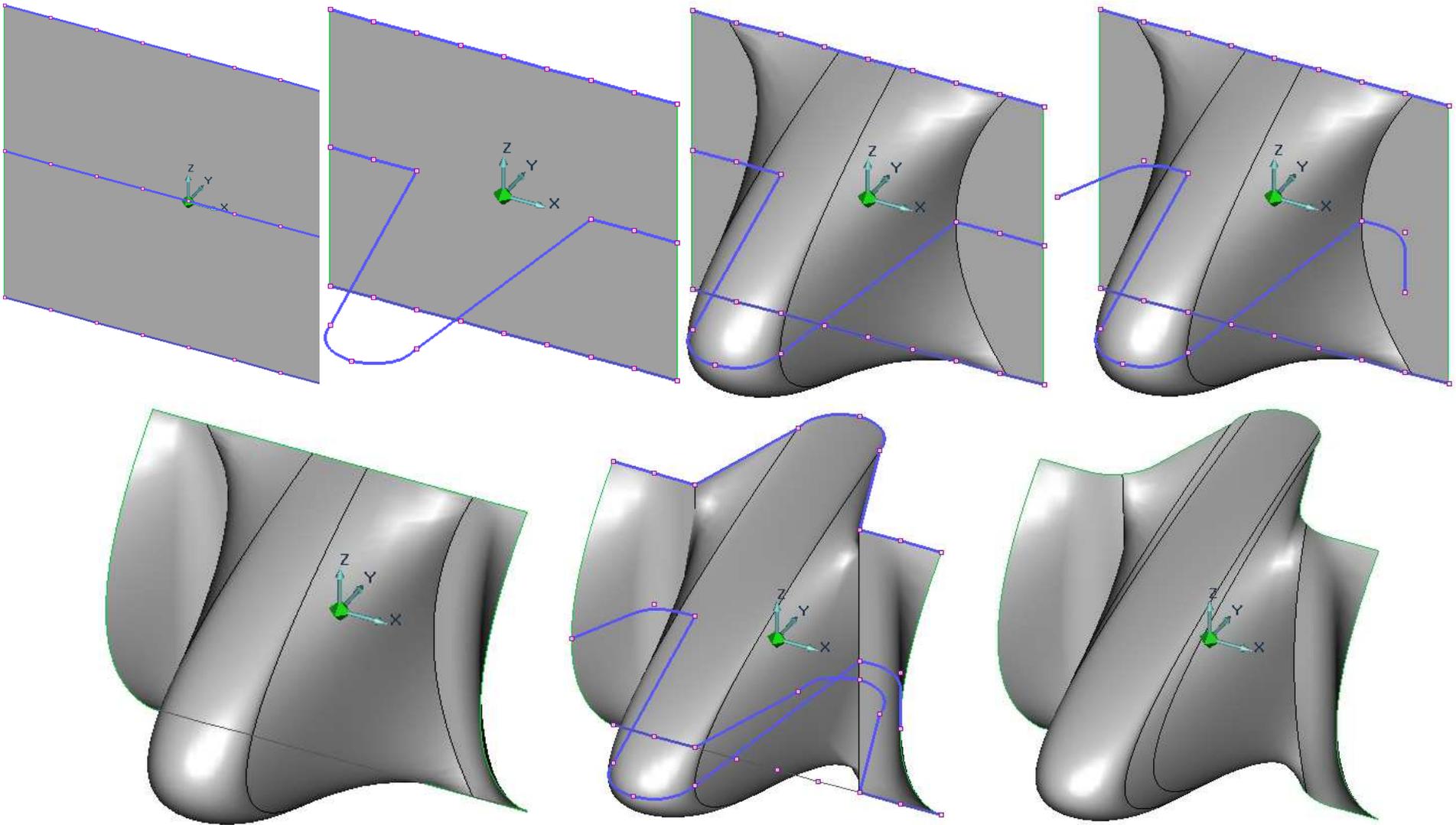
- моделируют 3D модели из ПРМ базовых элементов формы (БЭФ) (конструктивный метод)



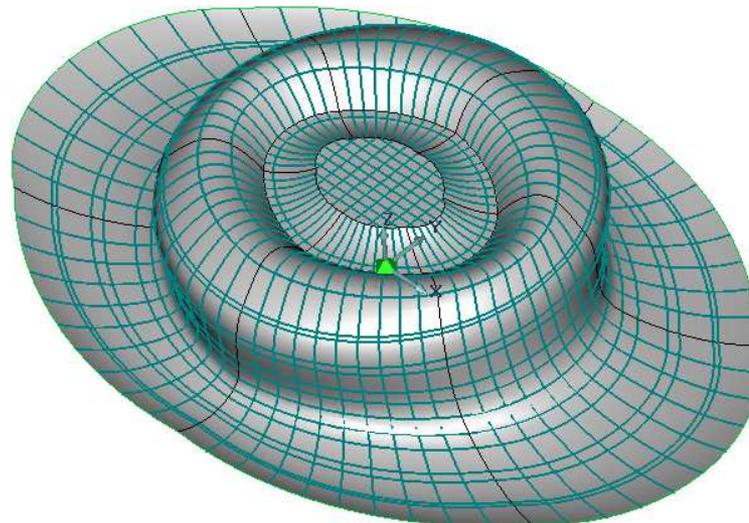
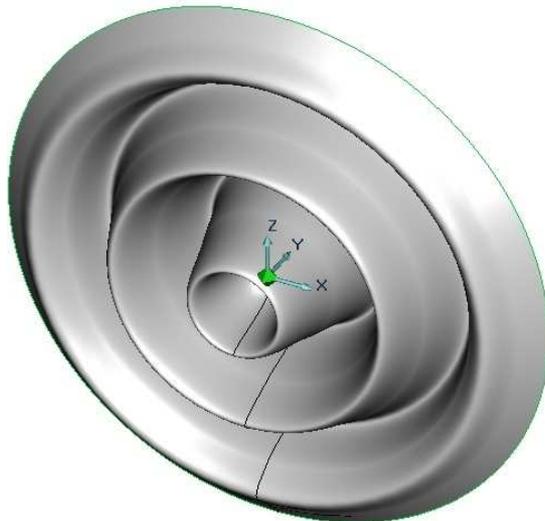
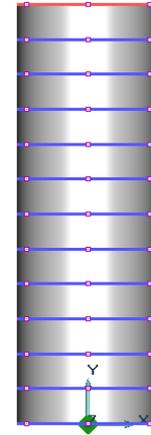
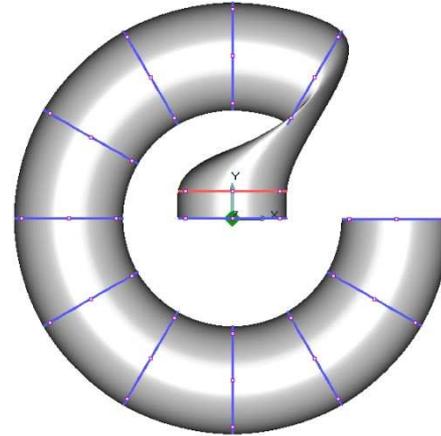
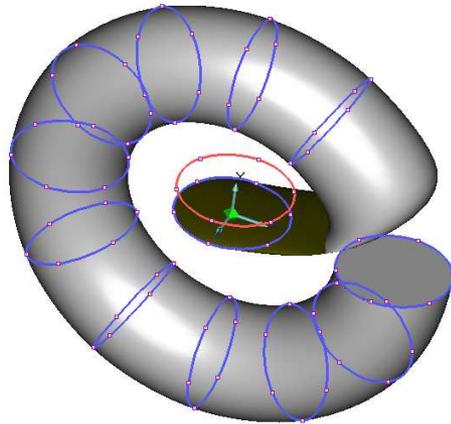
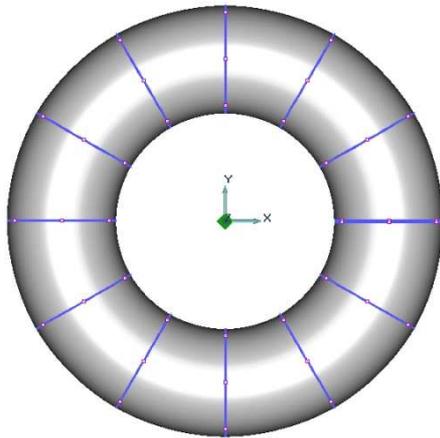
- определяют конические сечения и строят по ним
поверхности вращения



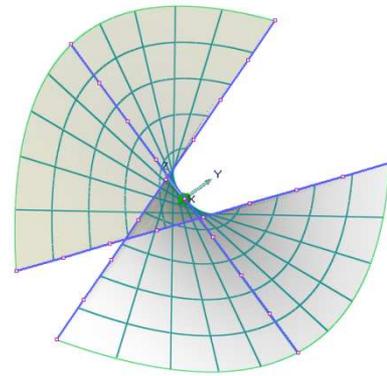
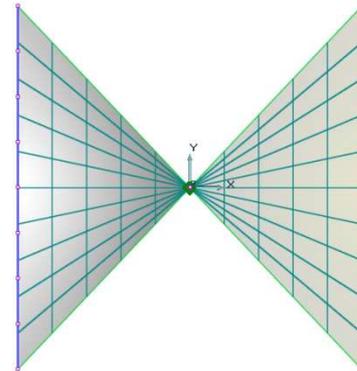
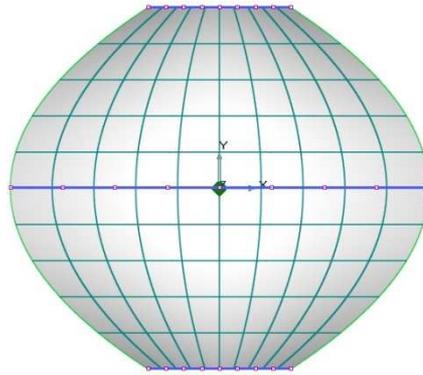
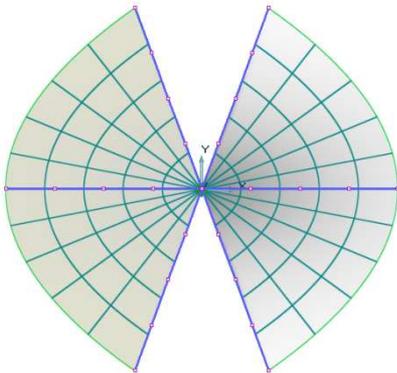
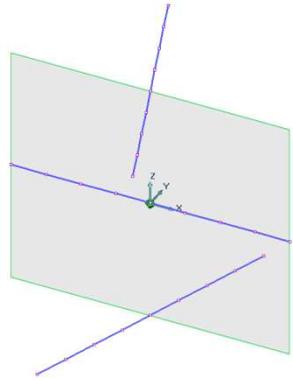
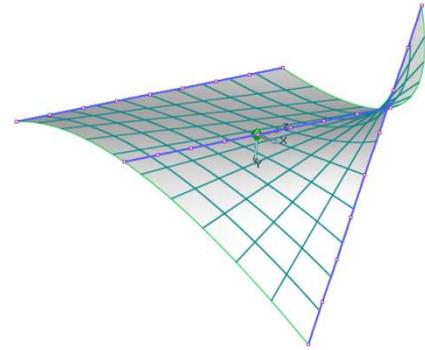
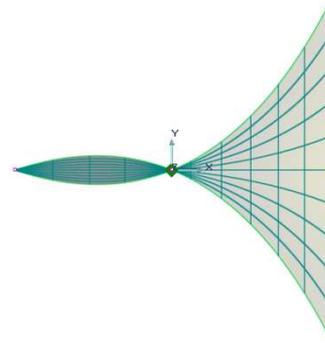
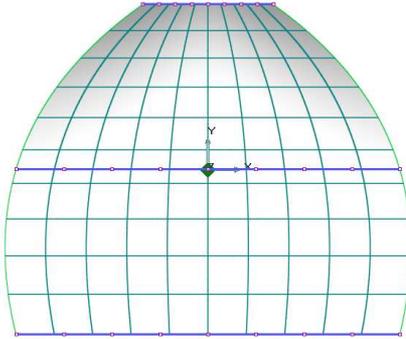
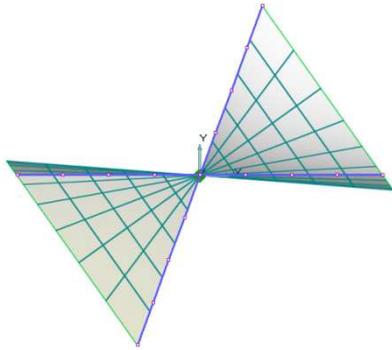
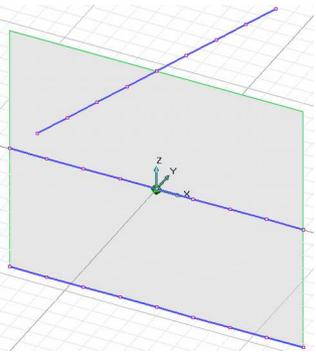
- осваивают способы работы с узлами

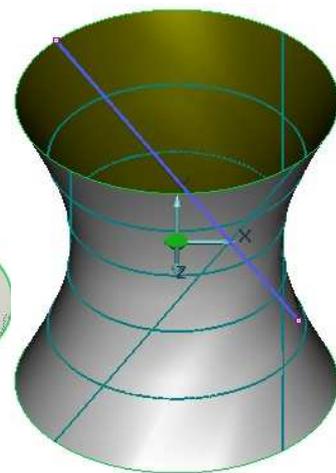
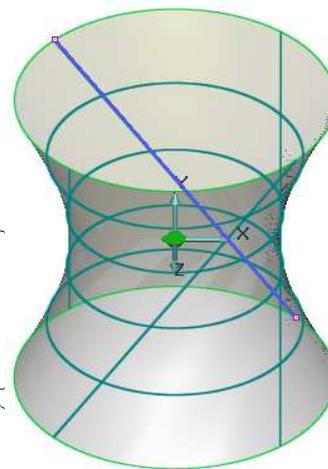
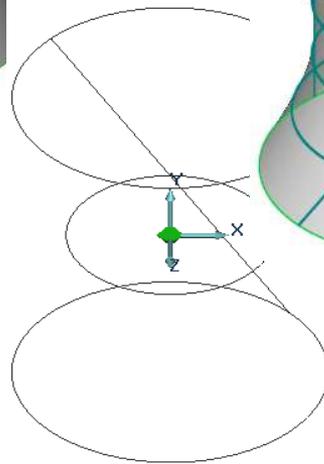
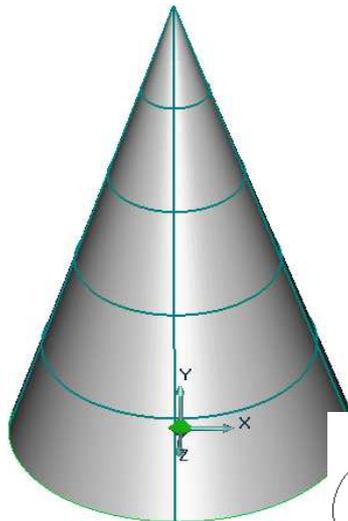
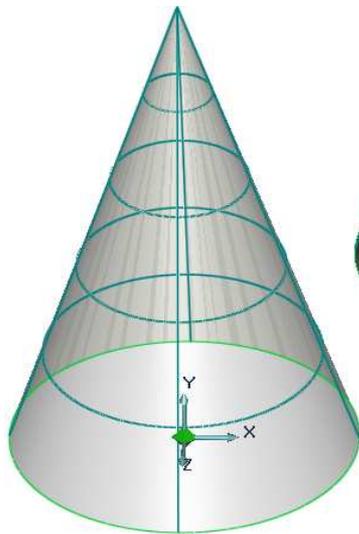
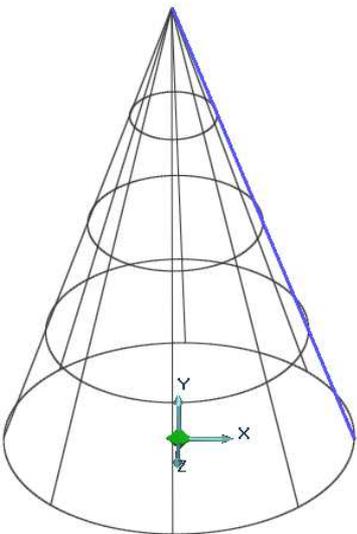
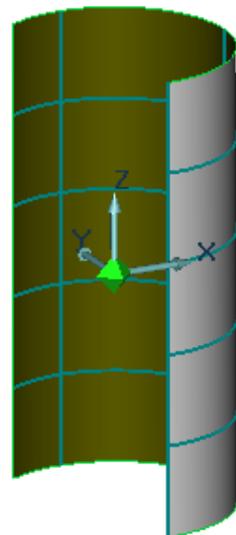
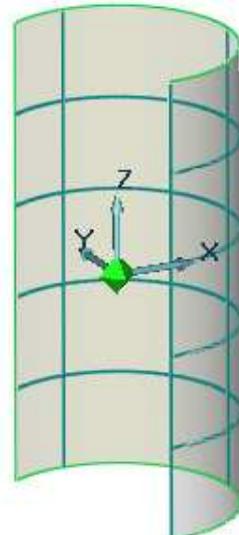
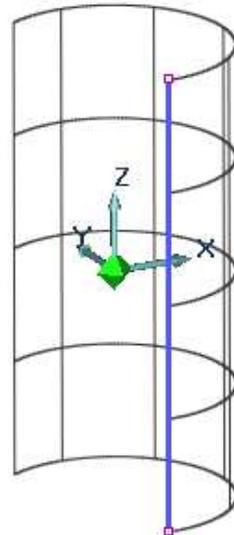
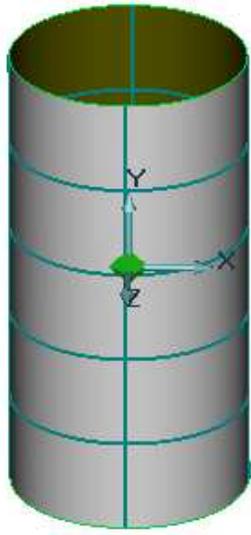
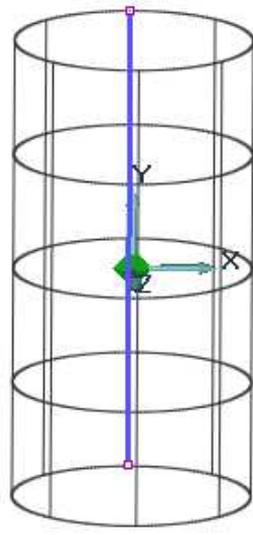
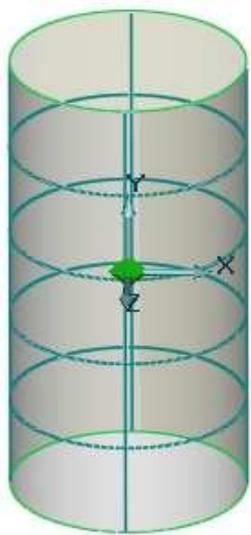
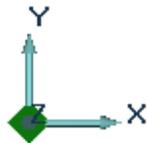


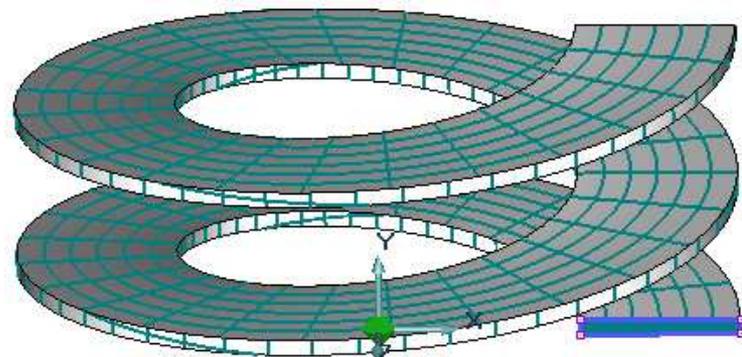
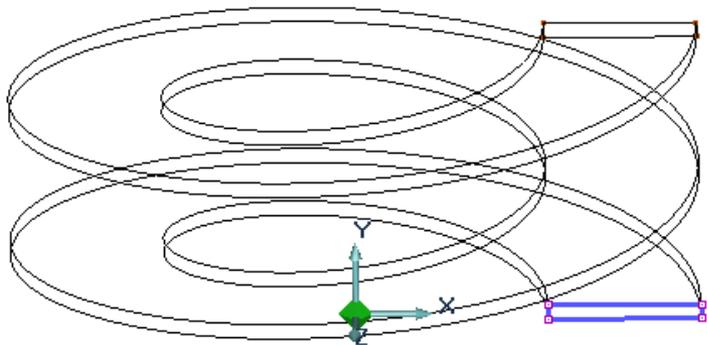
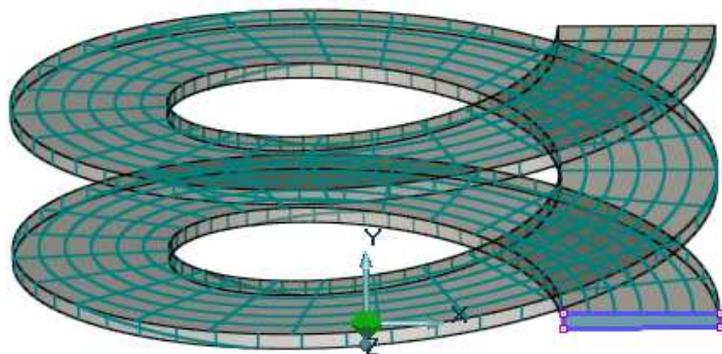
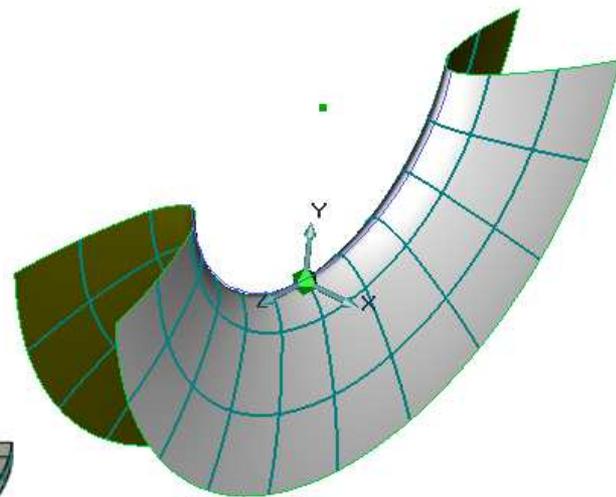
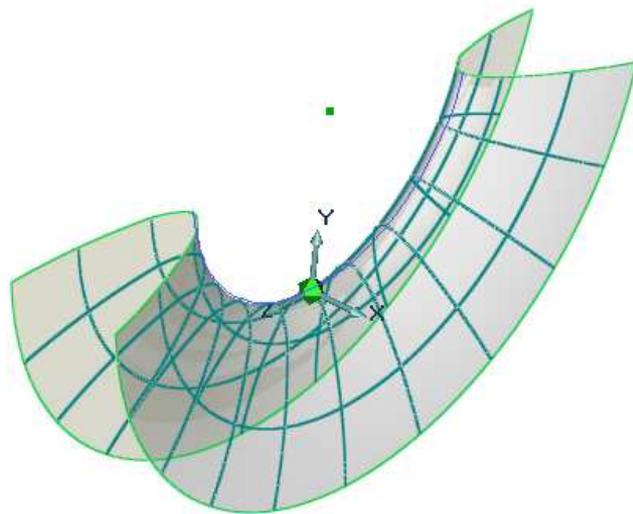
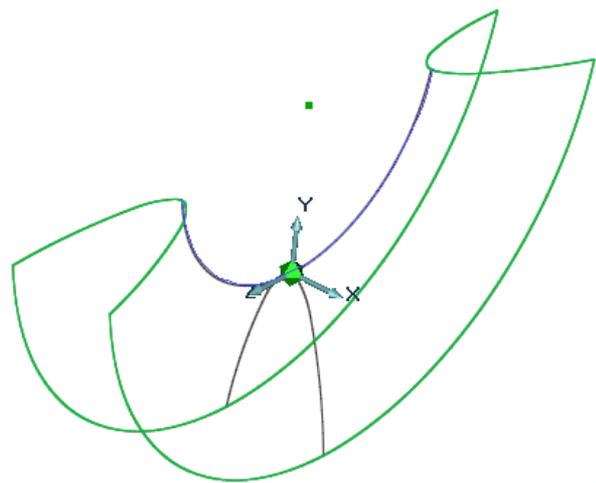
- осваивают способы работы с сечениями и узлами

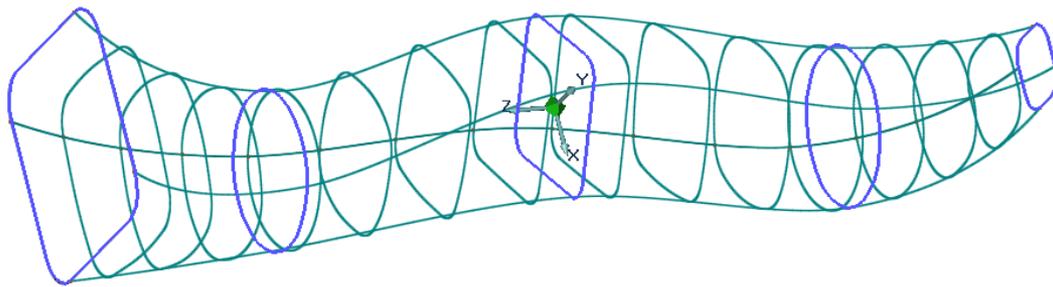
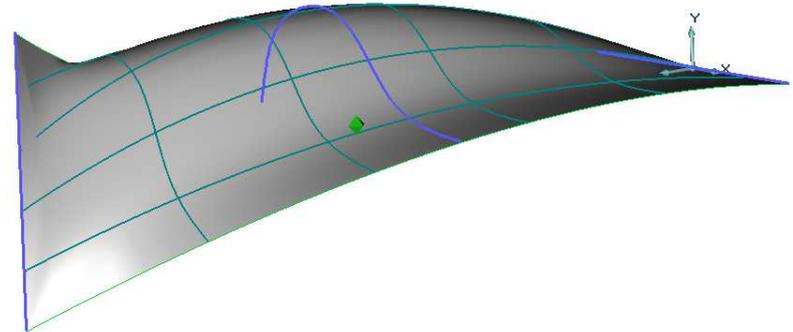
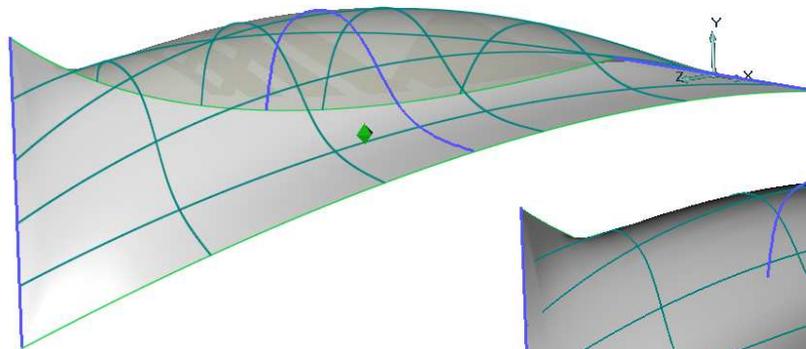
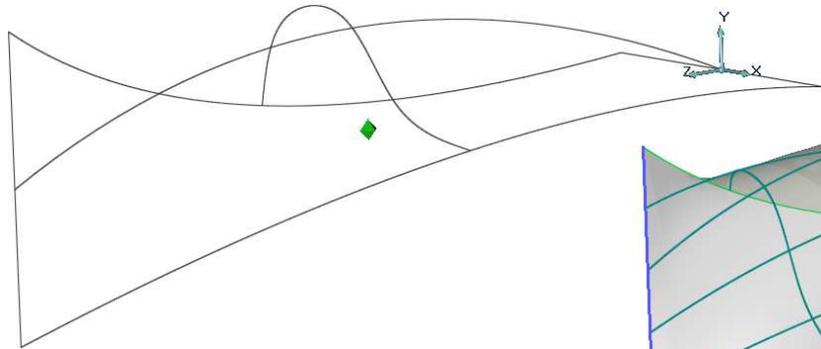


- осваивают способы построения поверхностей

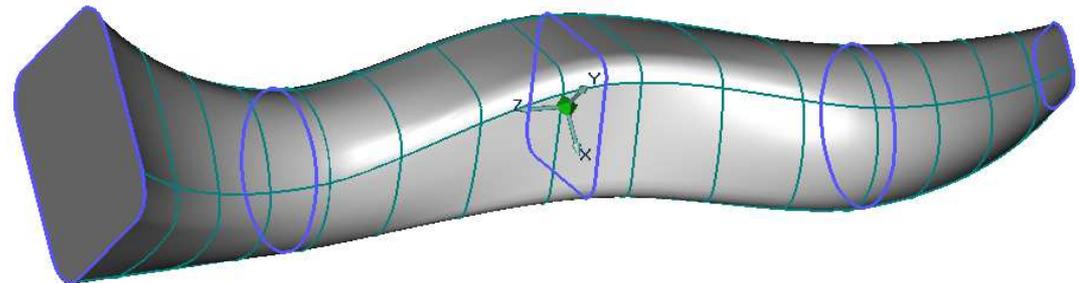
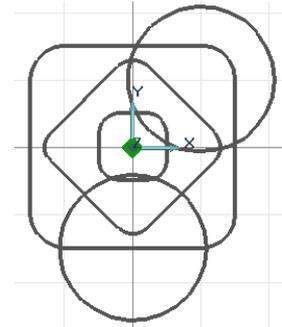
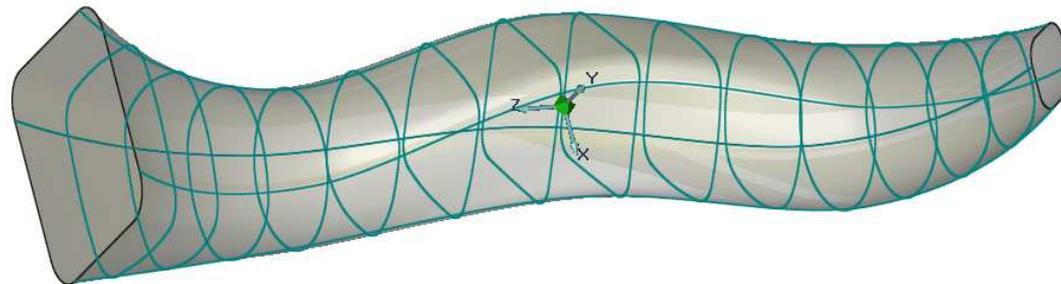


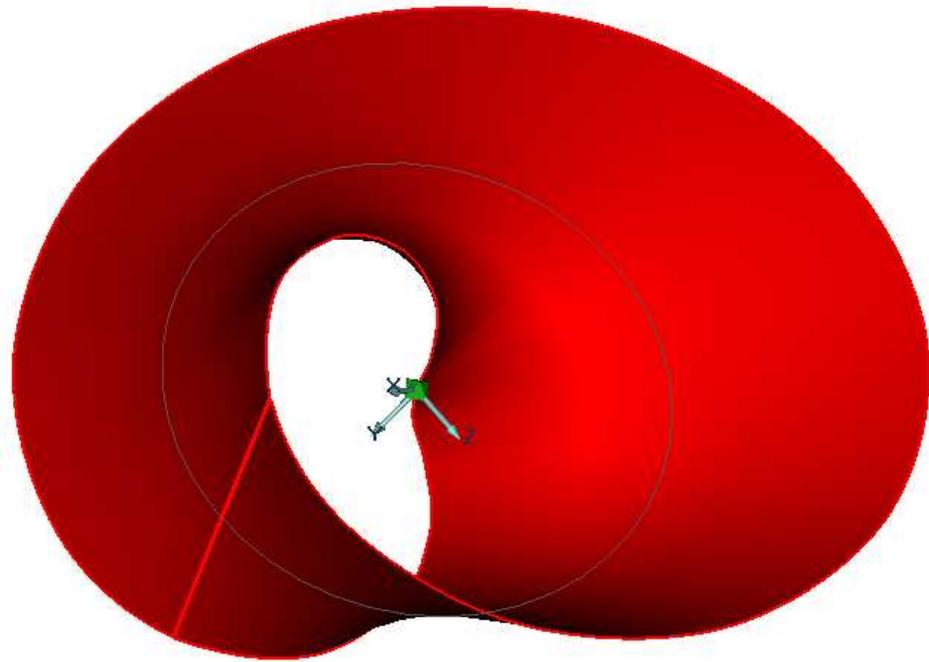






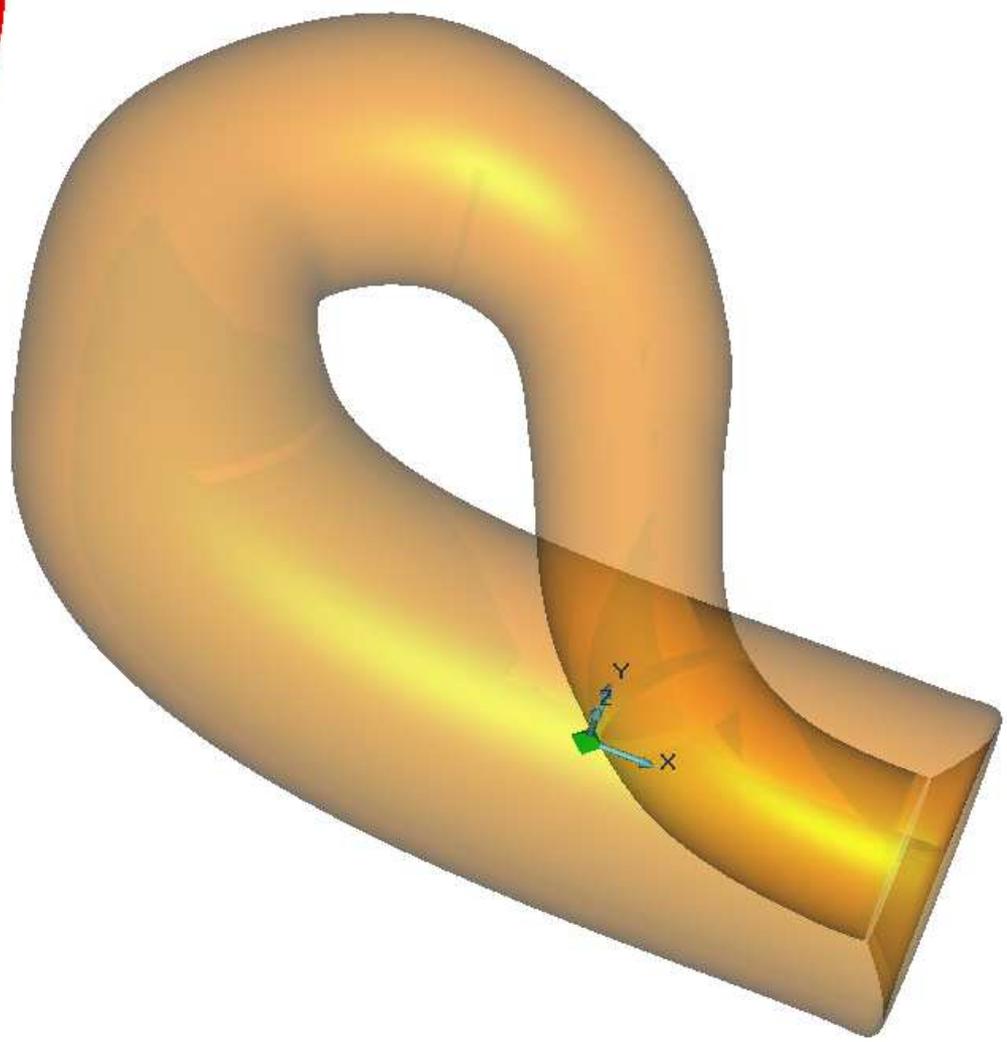
Каналовая поверхность



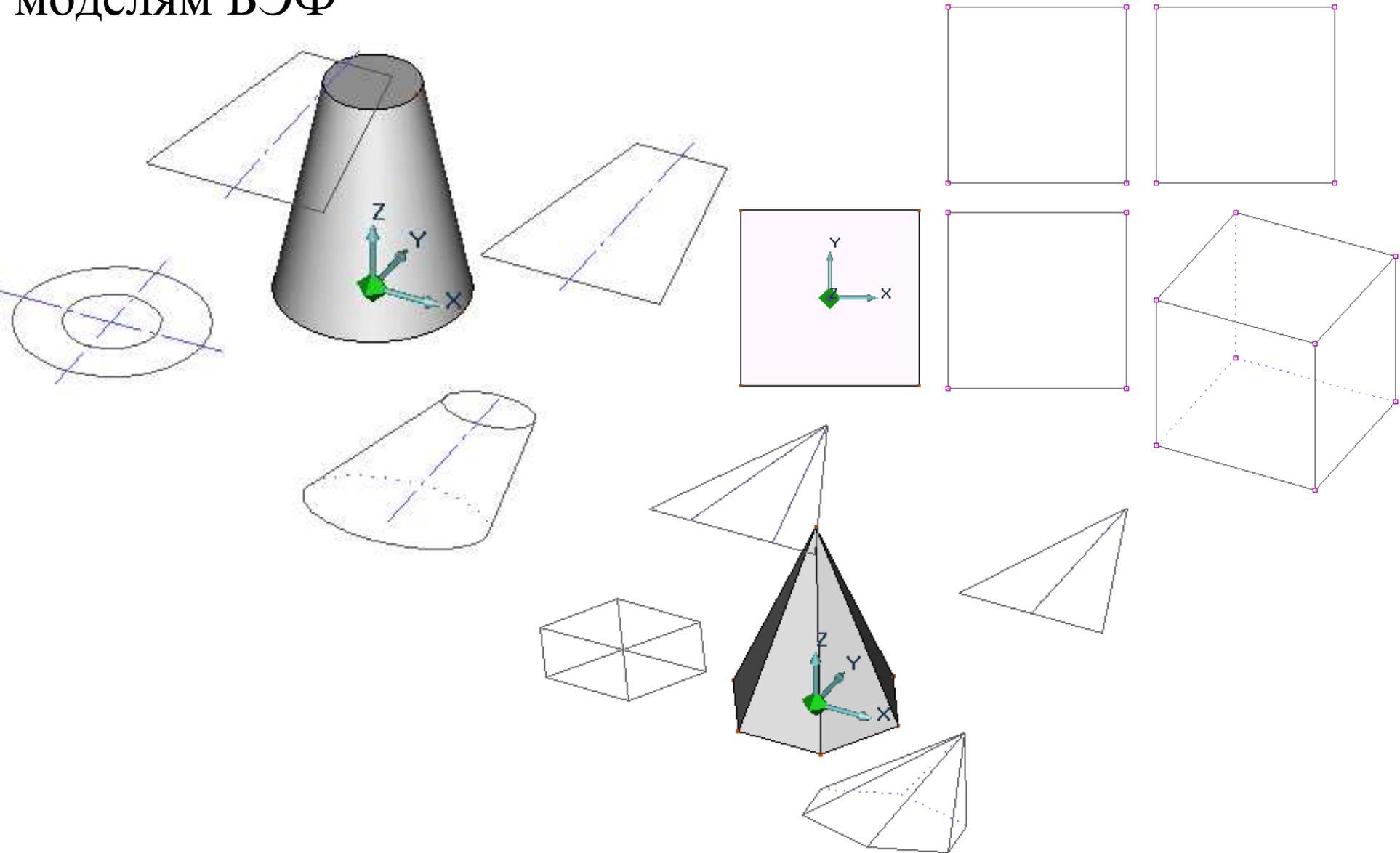


Поверхность Мёбиуса

Бутылка Клейна

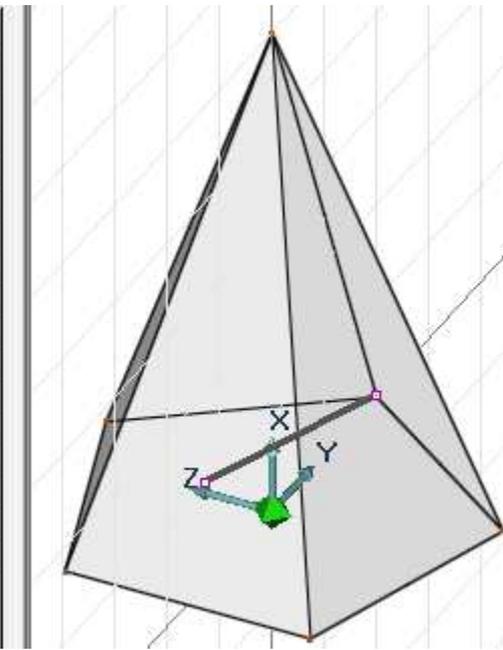


- осваивают способы автоматического построения 2D моделей (аксонометрического и основных видов) по 3D моделям БЭФ



- решают метрические задачи

| Свойство | Значение |
|------------|------------|
| СТАТУС ... | |
| Рассто... | 34.422806 |
| XYZ абс | |
| Точка 1... | |
| X 1 = | 0.076562 |
| Y 1 = | 19.885156 |
| Z 1 = | 0.000000 |
| Точка 2... | |
| X 2 = | 0.076562 |
| Y 2 = | -12.865491 |
| Z 2 = | 10.598332 |
| Рассто... | |
| Dx = | 0.000000 |
| Dy = | 32.750648 |
| Dz = | 10.598332 |



- Измерения
- Точка-Точка
 - Точка-Линия
 - Точка-Грань
 - Точка-Тело
 - Линия-Линия
 - Линия-Грань
 - Линия-Тело
 - Грань-Грань
 - Грань-Тело
 - Тело-Тело
 - Пересечение
 - Кривизна
 - Гладкость
 - Отверстия
 - Габариты фрагмента

Характеристики 3D

Материал: Сталь

Масса = 886.595 г Плотность = 7.800 г/см³

Объем = 113.666 см³

Площадь поверхности = 137.476 см²

Центр тяжести (см) 3.97875e-013 -8.96166e-017

Момент инерции относительно оси X = 612.138 см⁵

Момент инерции относительно оси Y = 612.138 см⁵

Момент инерции относительно оси Z = 296.005 см⁵

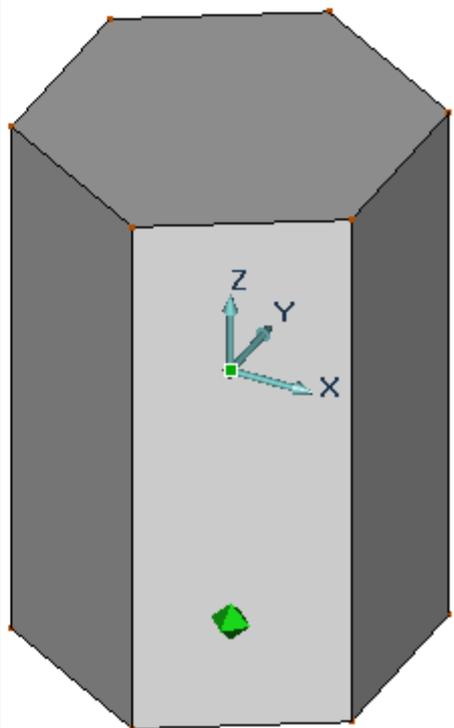
X-ось момента 1 0 0

Y-ось момента 0 1 0

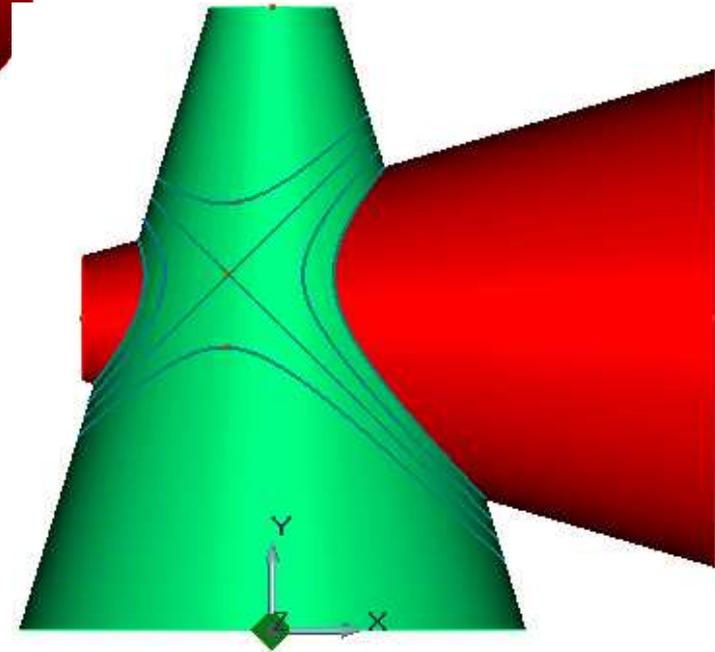
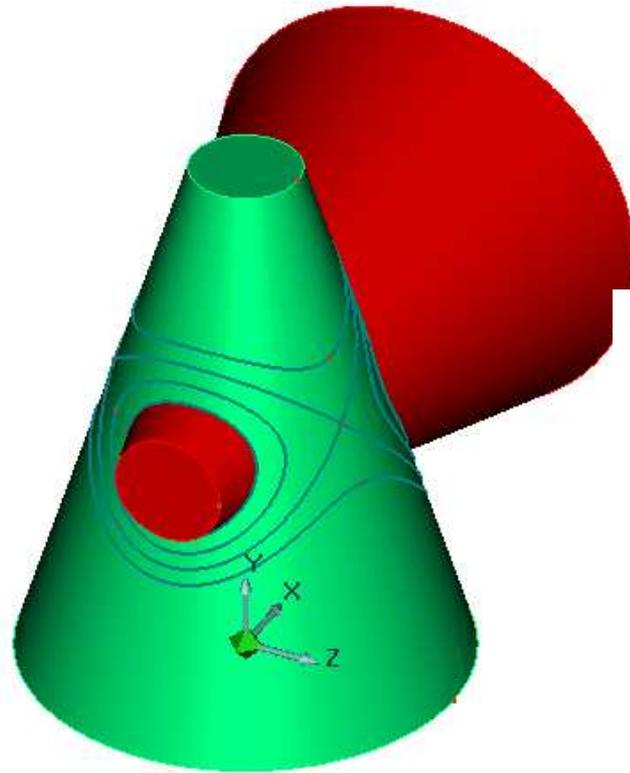
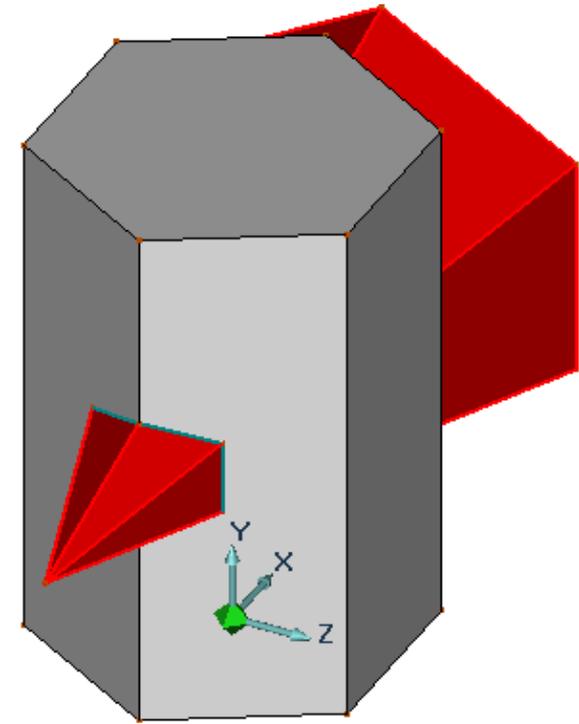
Z-ось момента 0 0 1

Диагональный тензор инерции (см⁵):

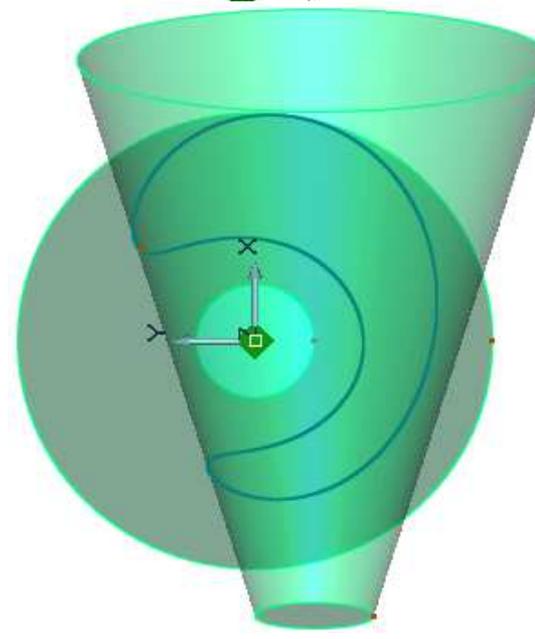
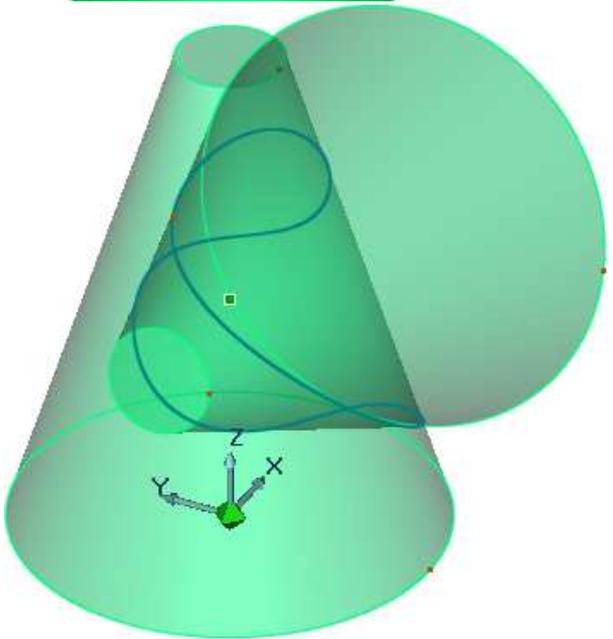
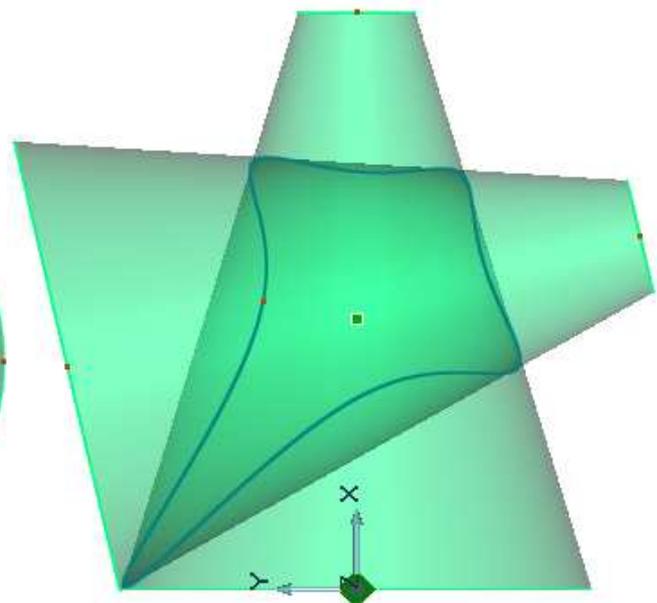
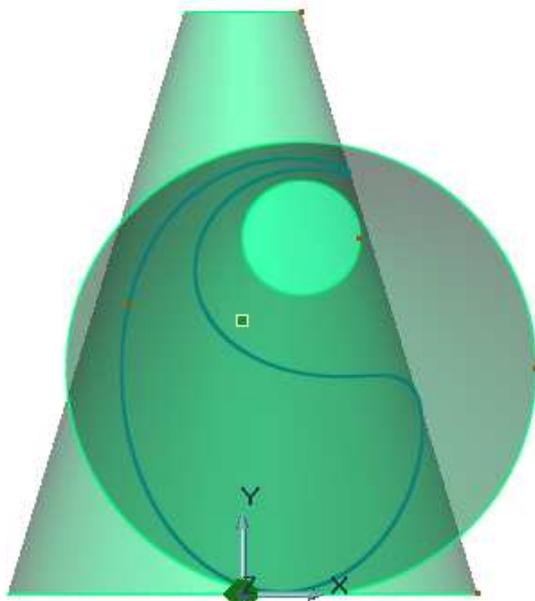
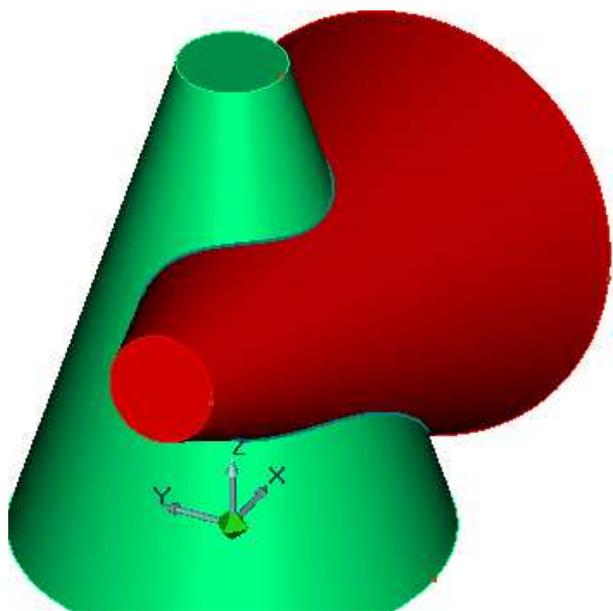
| | | |
|--------------|--------------|--------------|
| 2004.54 | 5.17643e-017 | 2.37421e-010 |
| 5.17643e-017 | 2004.54 | -1.9354e-014 |
| 2.37421e-010 | -1.9354e-014 | 296.005 |



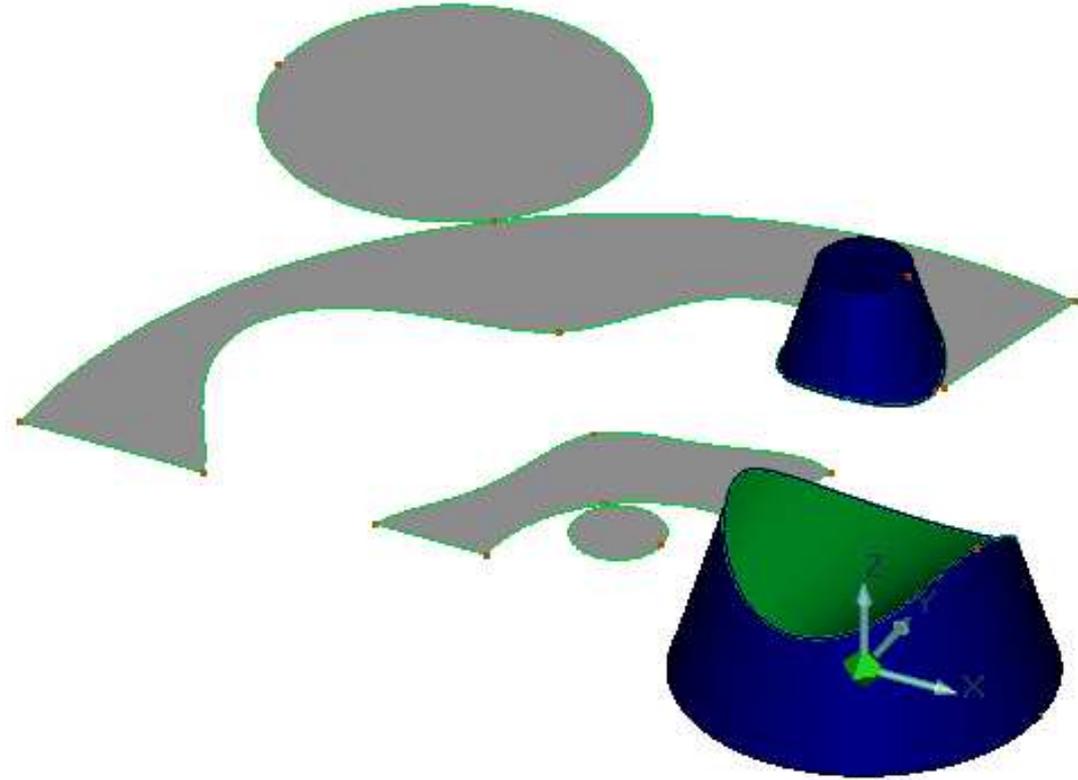
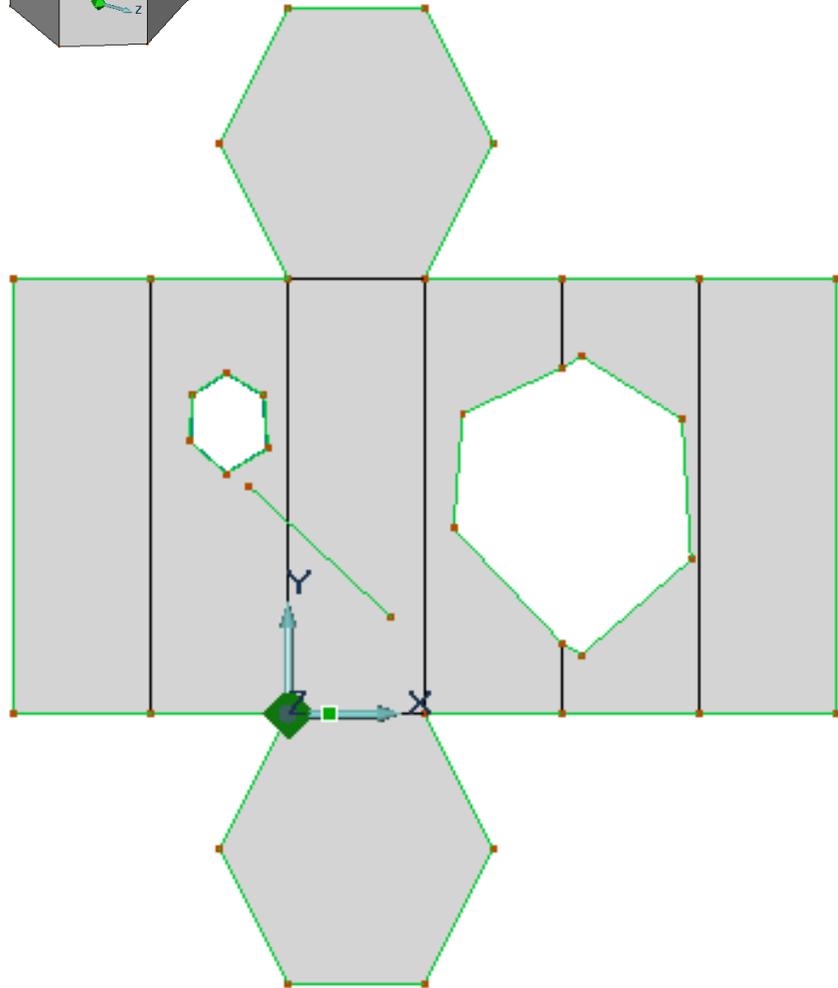
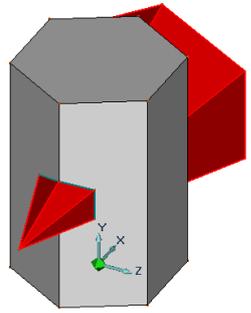
- решают позиционные задачи, определяют вид и проекции линий пересечения при пересекающихся осях

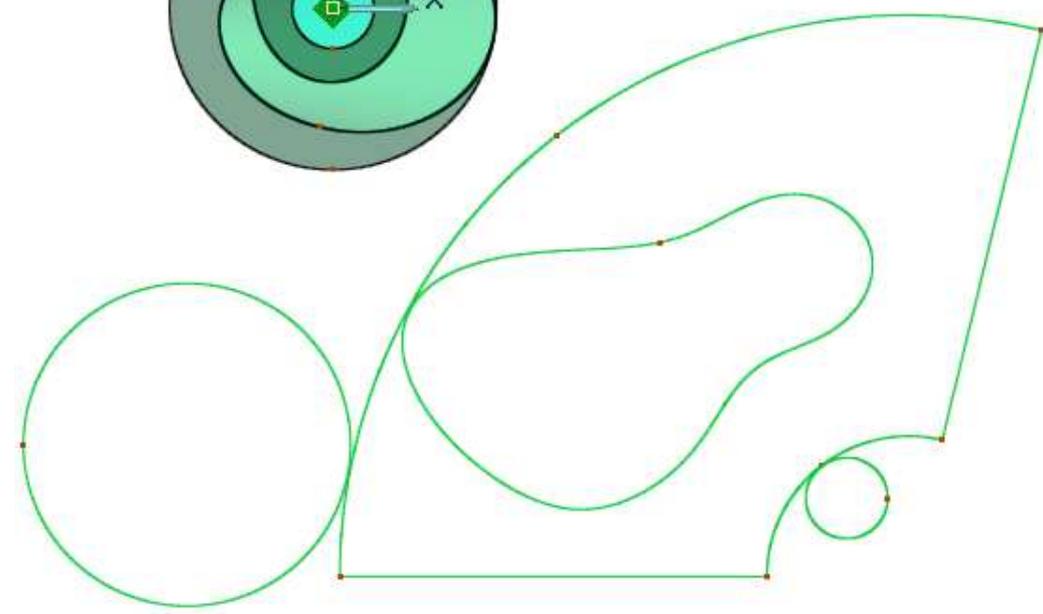
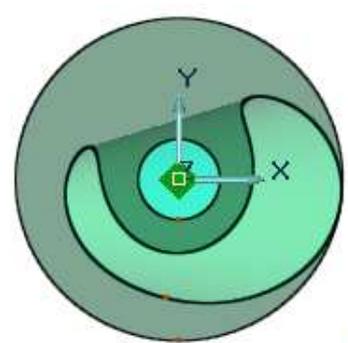
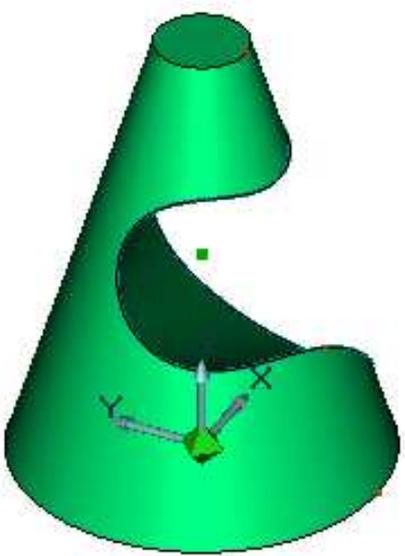


- при скрещивающихся осях



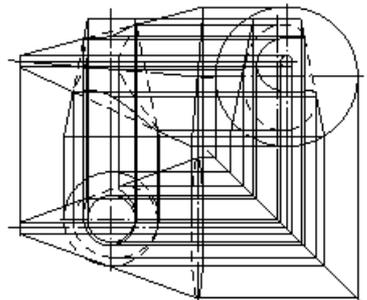
- выполняют булевы операции и строят развертки



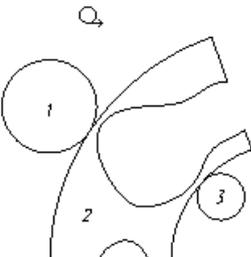


- по заданиям выполняют 4 комплексных работы по взаимному пересечению тел плоскостью и между собой, строят 3D модели и выполняют технические рисунки

Задание 2



Задание в двух ортогональных проекциях

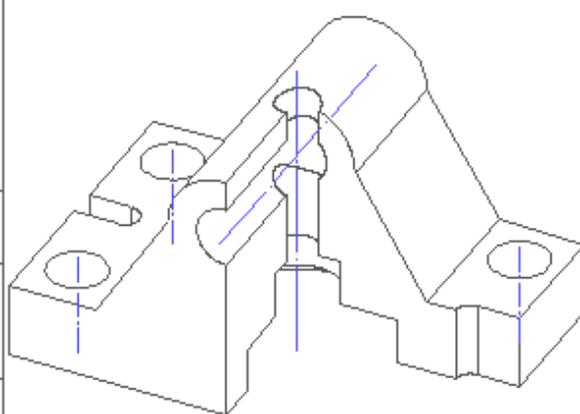


$S = S_1 + S_2 + S_3 = 1257 + 2651 + 314 = 4222 \text{ мм}^2$

1. Произвести позиционирование объектов
2. Определить линии взаимного пересечения объектов
3. Представить ортогональные проекции объектов и линии пересечения
4. Произвести логическую операцию отсечения
5. Построить развертку оставшейся части
6. Определить площадь развертки

| Задание 02 | | | | № | Результат | Оценка |
|---------------|-----------------|-----------|------------|---|-----------|--------|
| Имя, Фамилия | И.И. Иванов | № | 1234 | 1 | | 1,1 |
| Дата | 15.05.2024 | Группа | САЧ-24 | | | |
| Преподаватель | Иванов И.И. | Проверено | | | | |
| Место | Учебный кабинет | Дата | 15.05.2024 | | | |

Задание 3

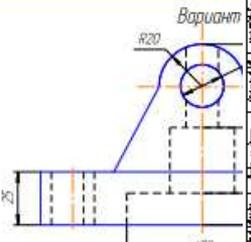


| Задание 3 | | | | № | Результат | Оценка |
|---------------|-----------------|-----------|------------|---|-----------|--------|
| Имя, Фамилия | И.И. Иванов | № | 1234 | 1 | | 1,1 |
| Дата | 15.05.2024 | Группа | САЧ-24 | | | |
| Преподаватель | Иванов И.И. | Проверено | | | | |
| Место | Учебный кабинет | Дата | 15.05.2024 | | | |

Технический рисунок

САЧ Группы 2205

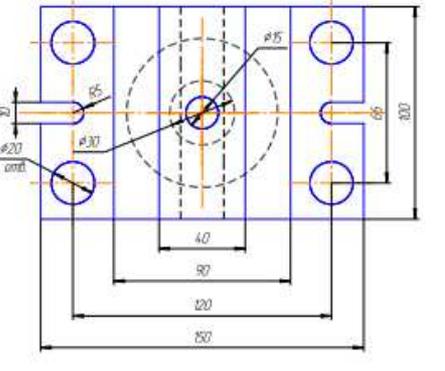
Вариант



25

R20

70



100

150

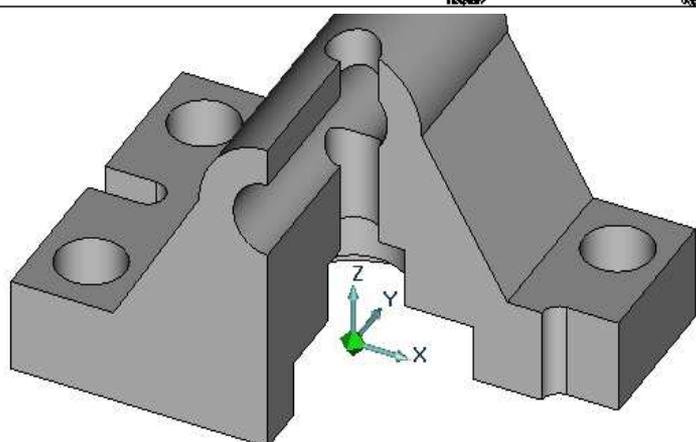
40

20

60

15

20



Z

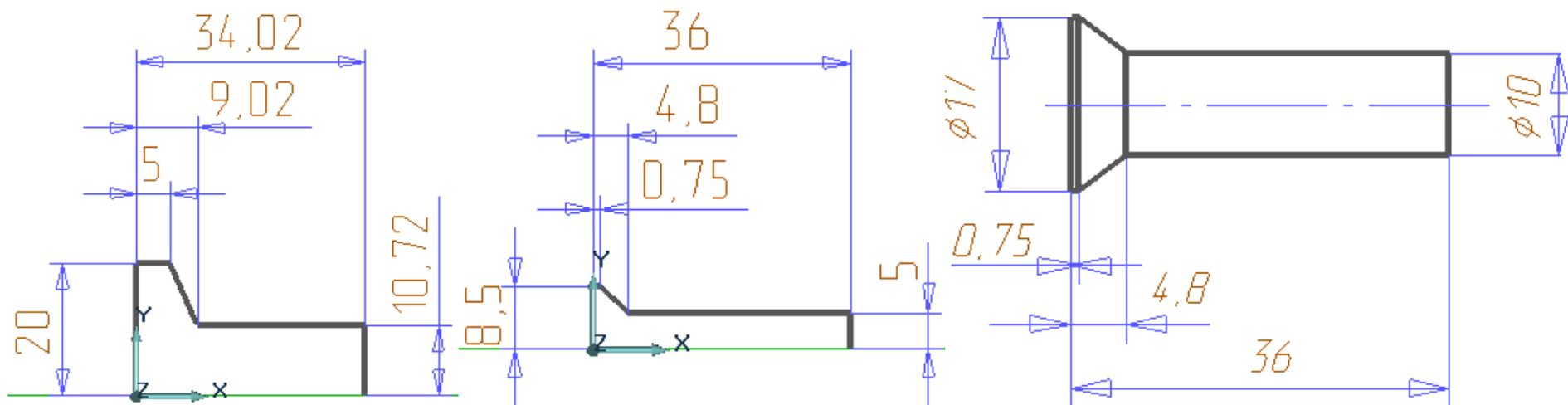
Y

X

Реализация лабораторных работ:

Блок 1

- параметрическое черчение: строят чертежи деталей по эскизам (средствами «эвристической» параметризации)



- параметрическое черчение: строят чертежи деталей (средствами табличной параметризации)

Параметризация диаметрального размера стержня

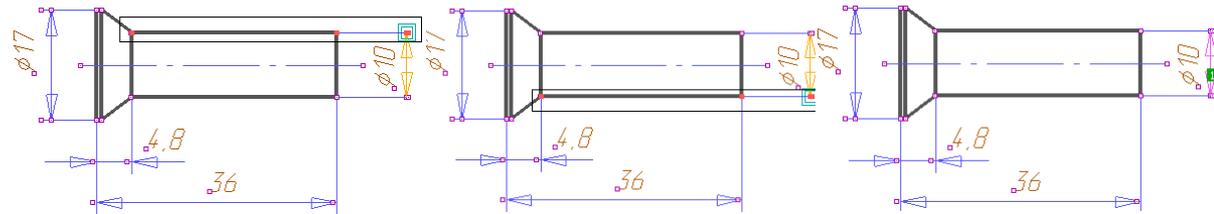
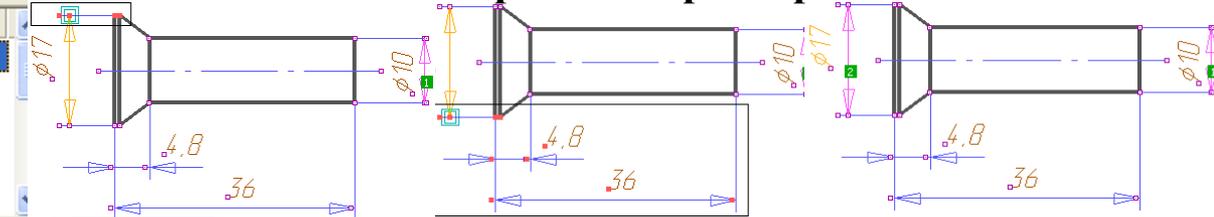


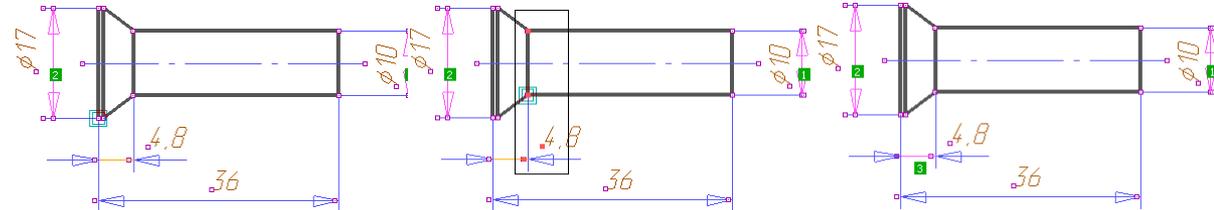
Таблица параметров заклепки

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|-------|--------|-------|--------|---|
| 1 | 2.000 | 3.900 | 1.000 | 5.000 | |
| 2 | 3.000 | 5.200 | 1.200 | 8.000 | |
| 3 | 4.000 | 7.000 | 1.600 | 10.000 | |
| 4 | 5.000 | 8.800 | 2.000 | 12.000 | |
| 5 | 6.000 | 10.300 | 2.400 | 16.000 | |
| 6 | 8.000 | 13.900 | 3.200 | 24.000 | |

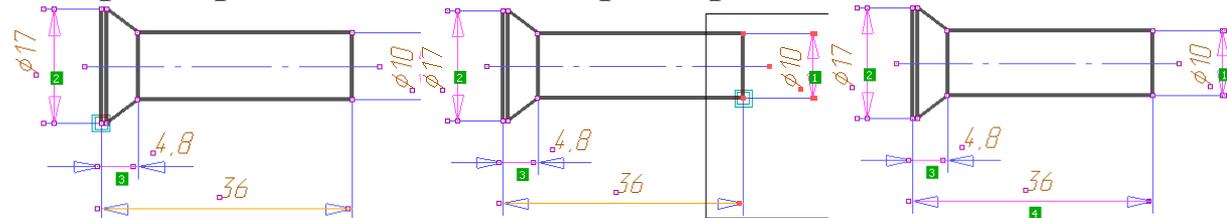
Параметризация диаметрального размера головки



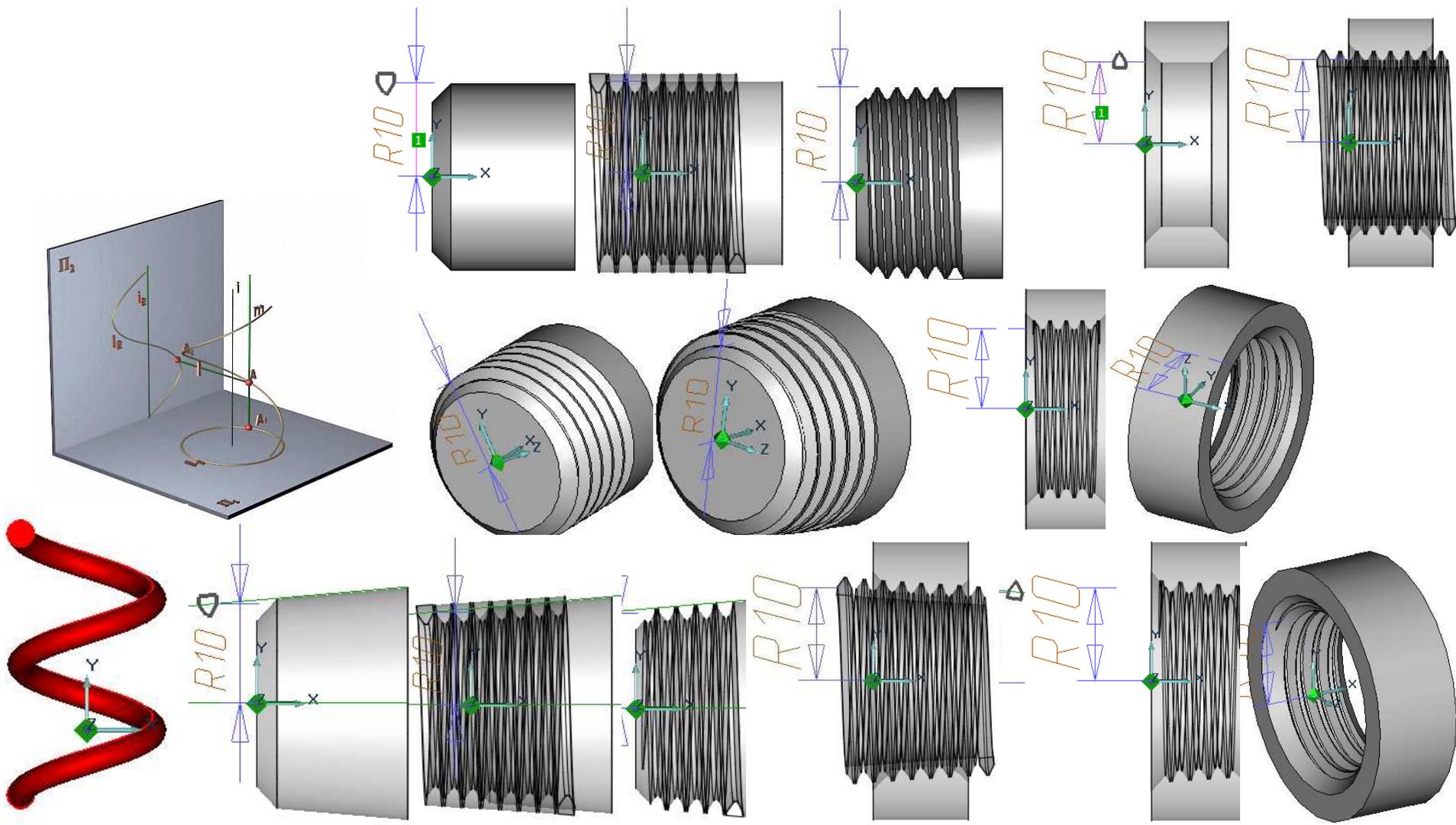
Параметризация линейного размера головки



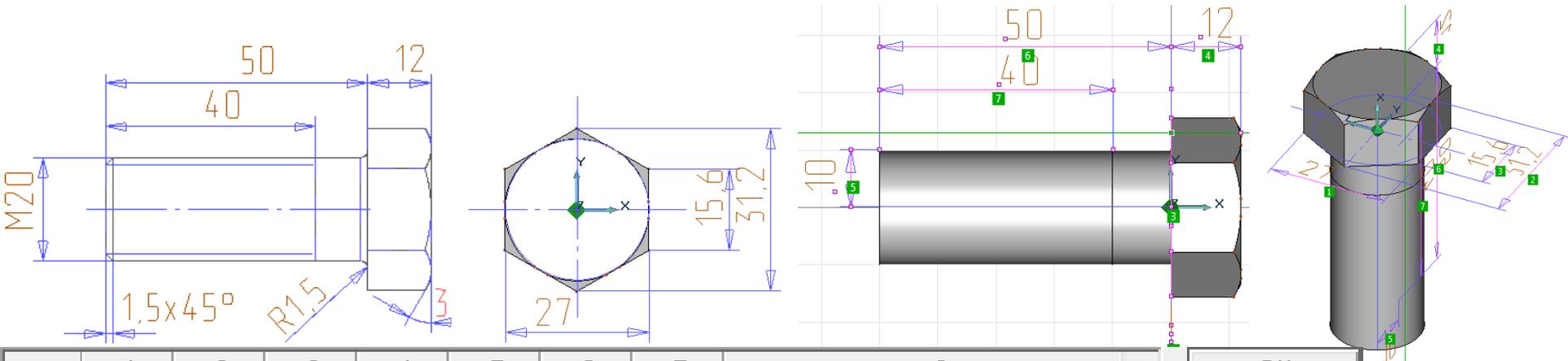
Параметризация линейного размера длины заклепки



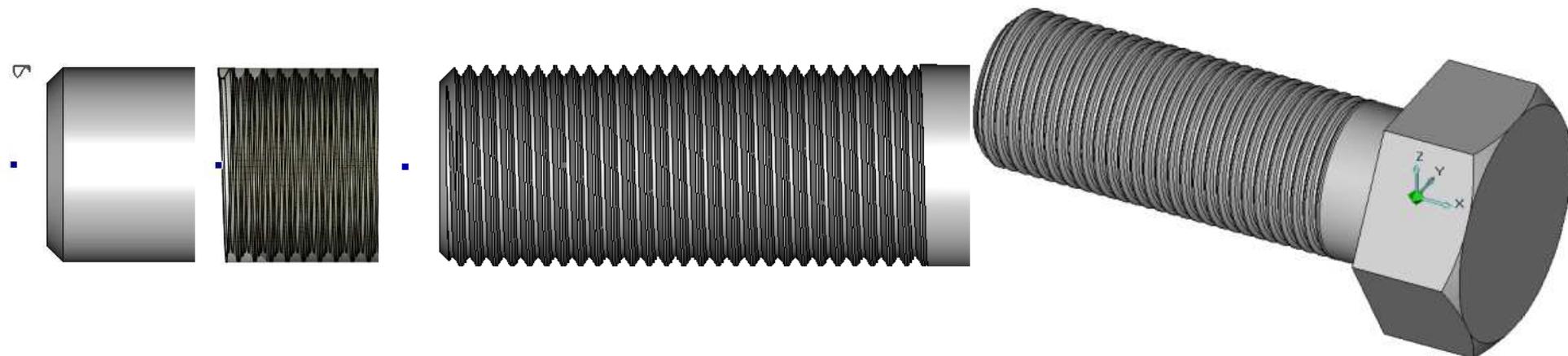
- моделируют винтовую линию, строят параметрические модели профиля метрической резьбы, моделируют резьбу



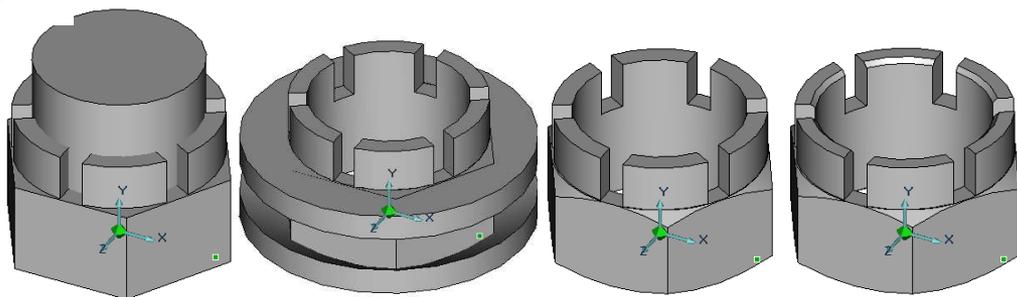
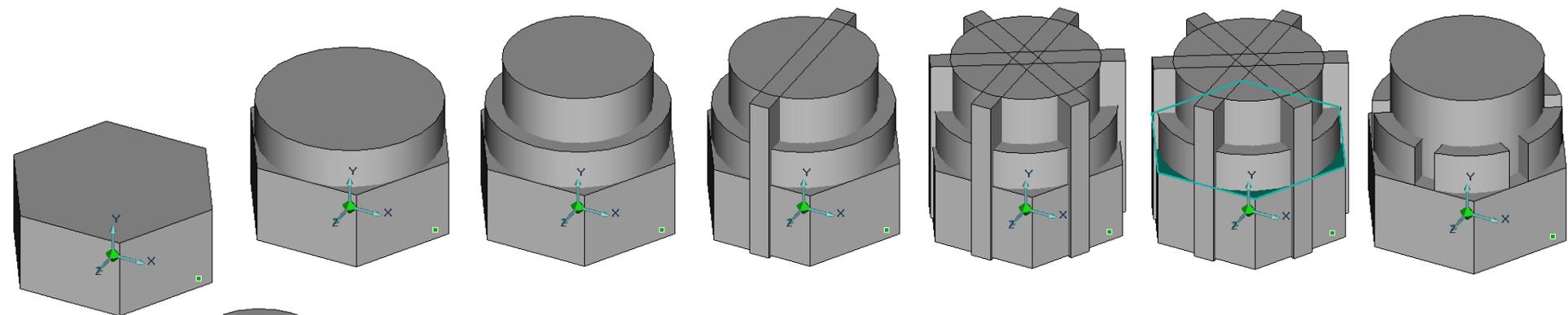
- строят 3D параметрическую модель болта



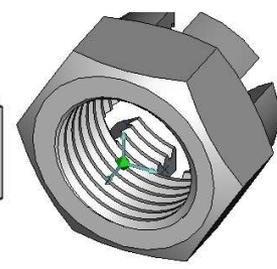
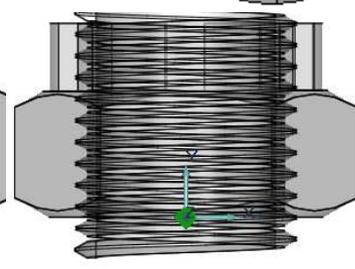
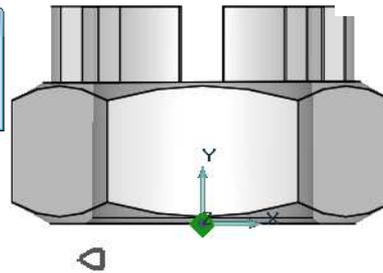
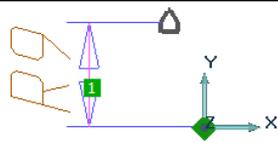
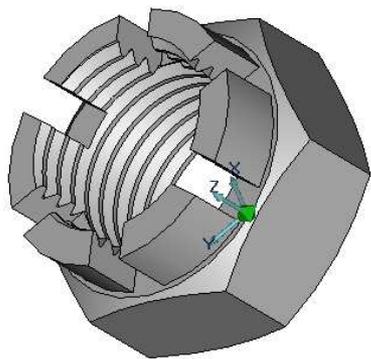
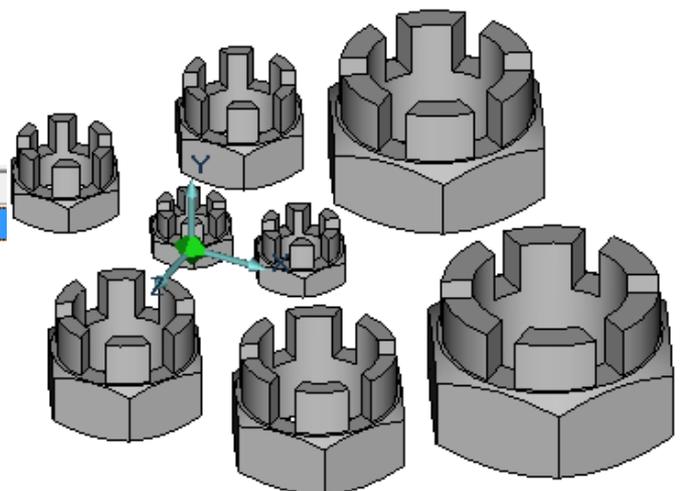
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | |
|---|--------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|---------|-----------|
| 1 | 8.000 | 9.200 | 4.600 | 3.500 | 2.500 | 20.000 | 16.000 | M5x0.8 | OK |
| 2 | 10.000 | 11.500 | 5.750 | 4.000 | 3.000 | 20.000 | 18.000 | M6x1.0 | Сохранить |
| 3 | 14.000 | 16.200 | 8.100 | 5.500 | 4.000 | 25.000 | 22.000 | M8x1.25 | Excel |
| 4 | 17.000 | 19.600 | 9.800 | 7.000 | 5.000 | 30.000 | 26.000 | M10x1.5 | Отмена |
| 5 | 19.000 | 21.900 | 10.950 | 8.000 | 6.000 | 35.000 | 30.000 | M12x1.5 | |



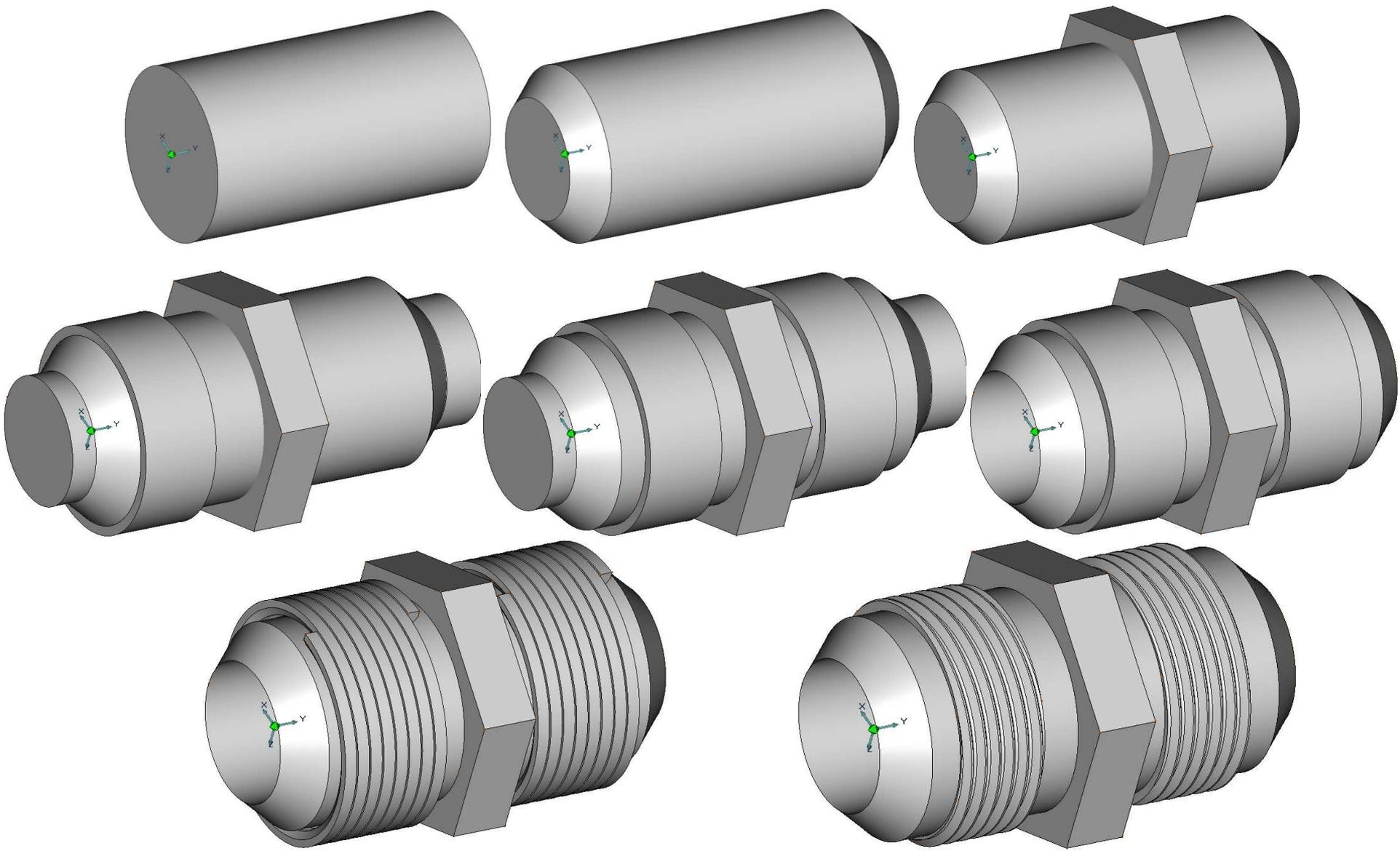
- строят 3D параметрическую модель корончатой гайки



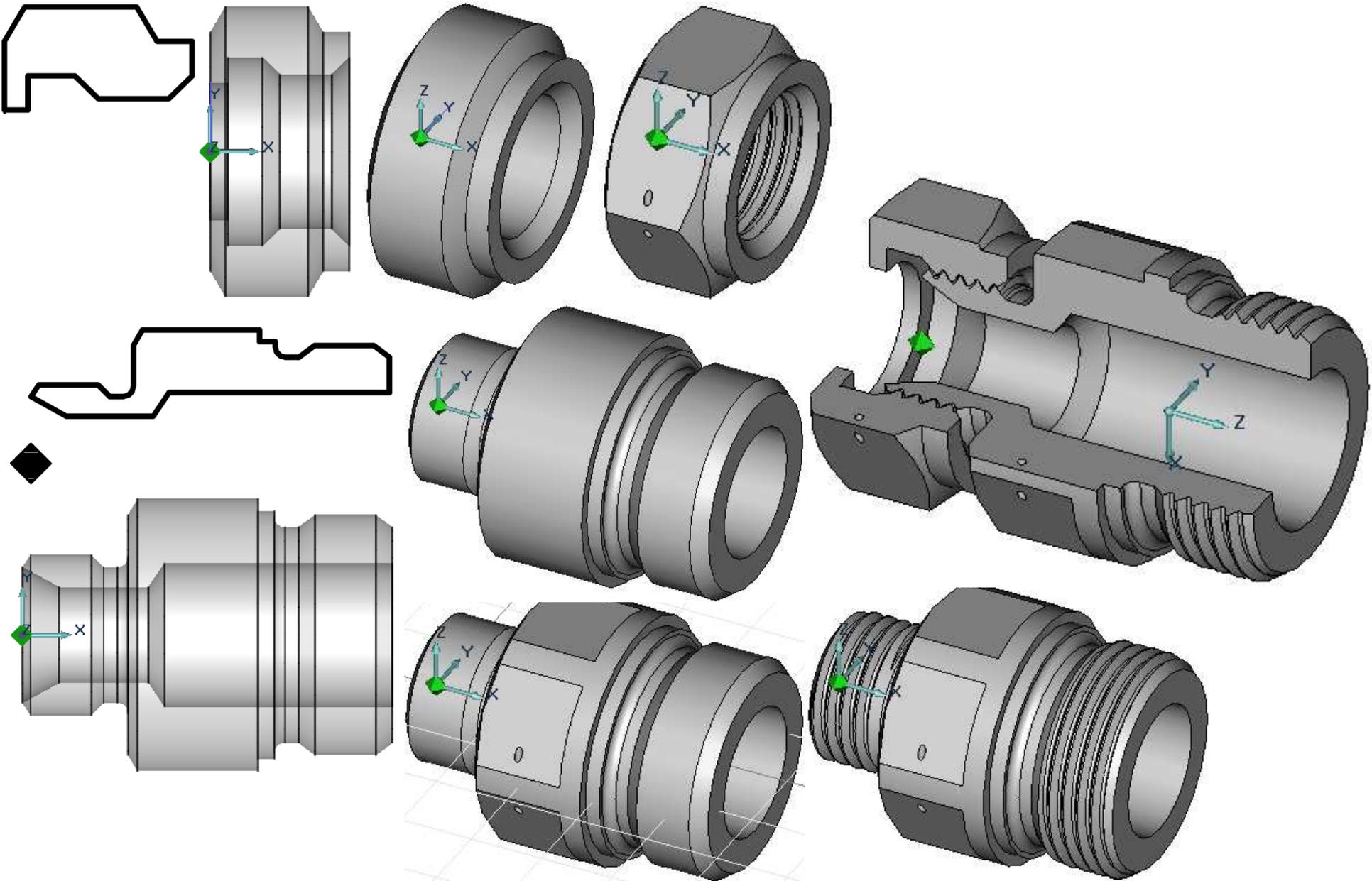
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|---------|
| 1 | 5.000 | 9.000 | 10.400 | 5.200 | 8.000 | 1.600 | 3.500 | 6.000 | M5x0.8 |
| 2 | 6.000 | 10.000 | 11.500 | 5.750 | 9.000 | 2.000 | 4.000 | 7.000 | M6x1.0 |
| 3 | 8.000 | 12.000 | 13.800 | 6.900 | 11.000 | 2.500 | 5.000 | 9.000 | M8x1.25 |
| 4 | 10.000 | 14.000 | 16.200 | 8.100 | 13.000 | 3.000 | 6.500 | 11.000 | M10x1.5 |
| 5 | 12.000 | 17.000 | 19.600 | 9.800 | 16.000 | 3.000 | 8.000 | 13.000 | M12x1.5 |
| 6 | 14.000 | 19.000 | 21.900 | 10.950 | 18.000 | 3.000 | 8.500 | 14.000 | M14x1.5 |
| 7 | 16.000 | 24.000 | 27.700 | 13.850 | 22.000 | 3.500 | 10.000 | 16.000 | M16x1.5 |
| 8 | 18.000 | 27.000 | 31.200 | 15.600 | 25.000 | 3.500 | 12.000 | 18.000 | M18x1.5 |



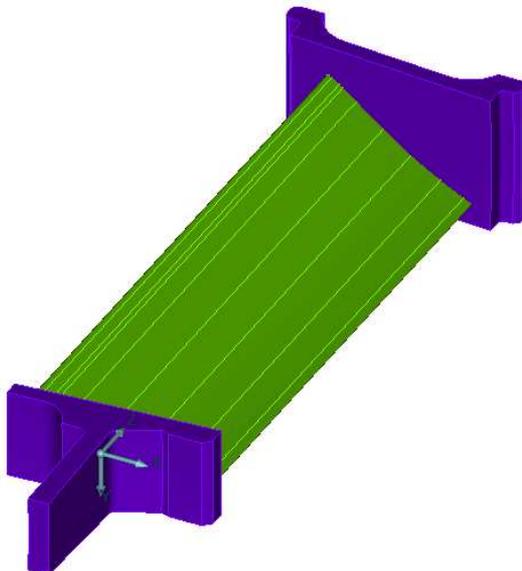
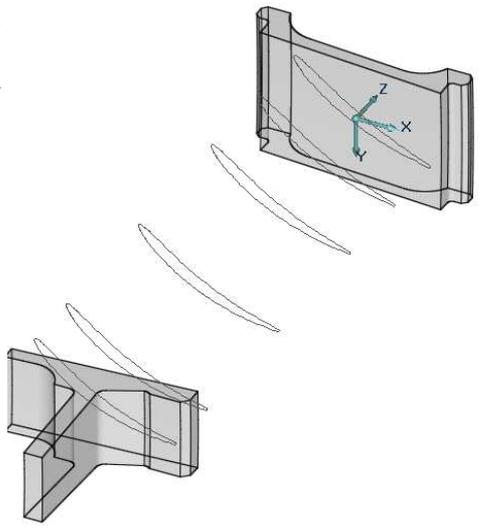
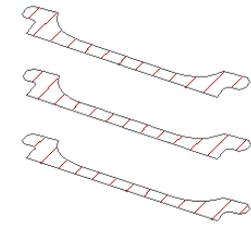
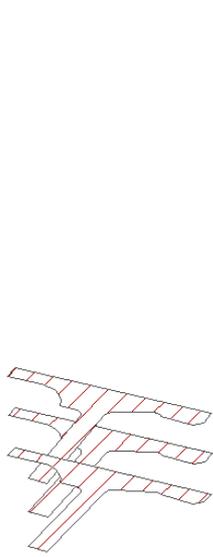
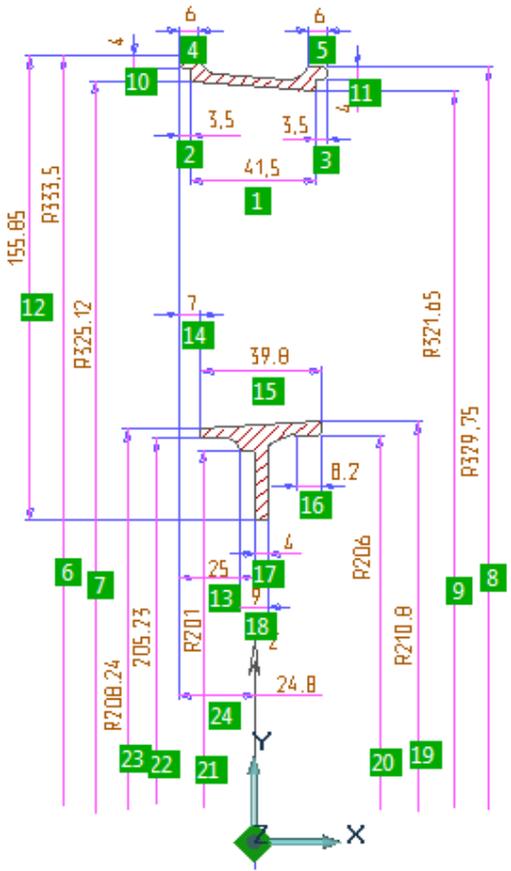
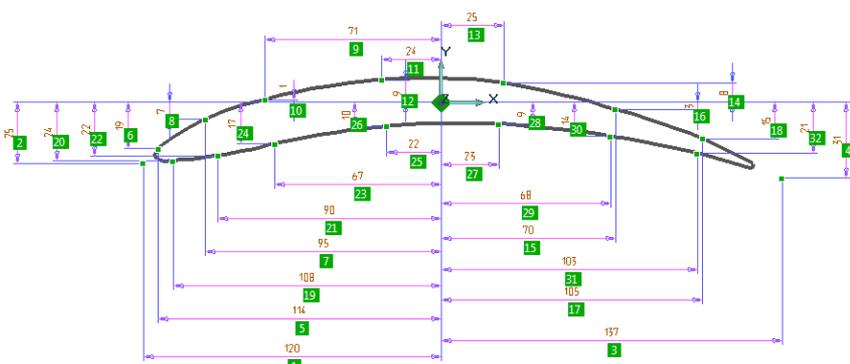
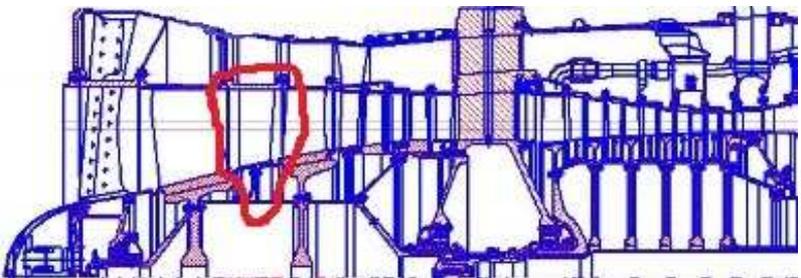
- моделируют 3D модели из ПРМ базовых элементов
формы (БЭФ) с натуры



- осваивают «эвристическую параметризацию», моделируют резьбу и сборку тел с резьбой

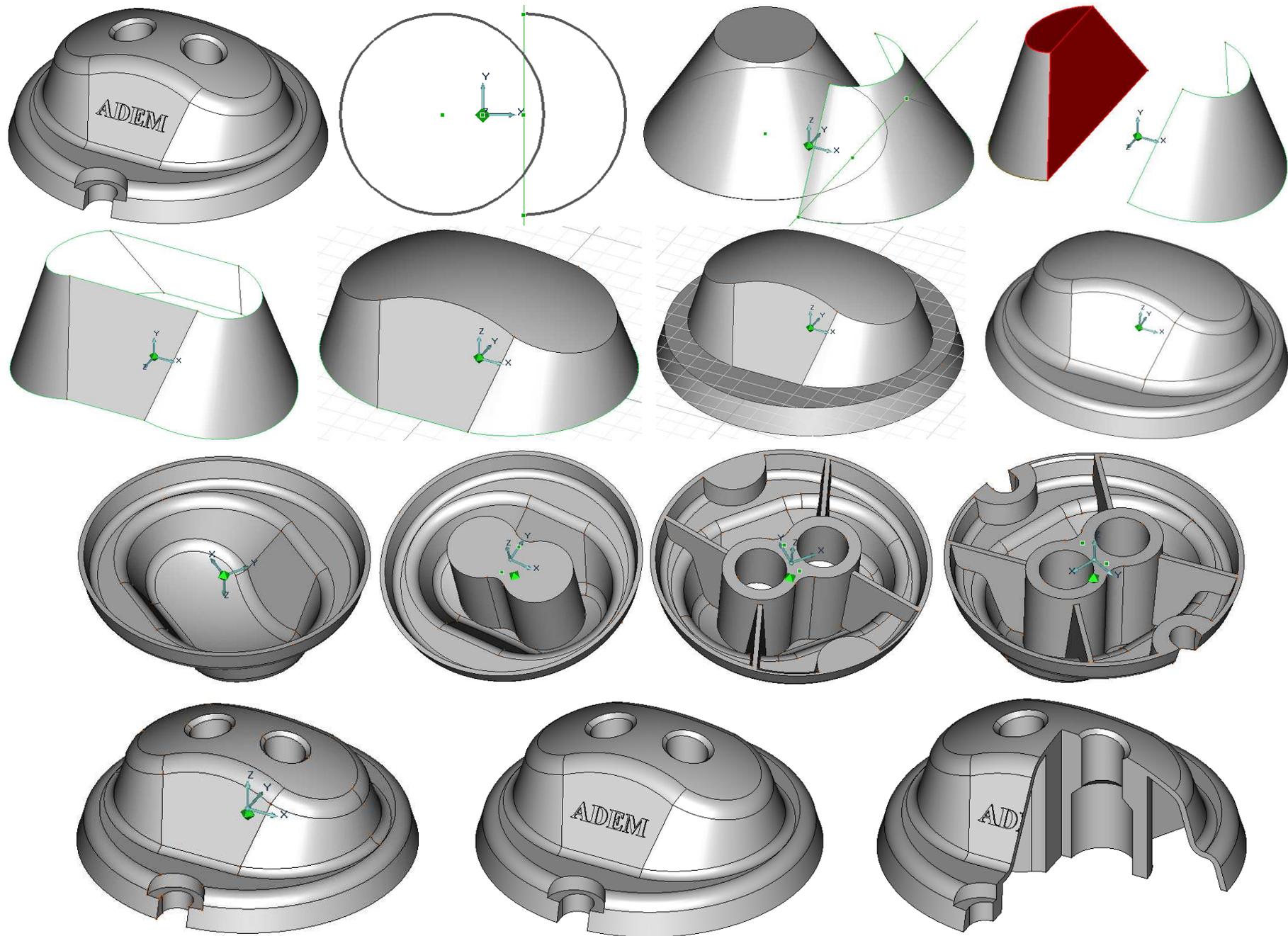


- осваивают построение 3D моделей тел по набору кривых, создают 3D ПРМ статорной лопатки компрессора

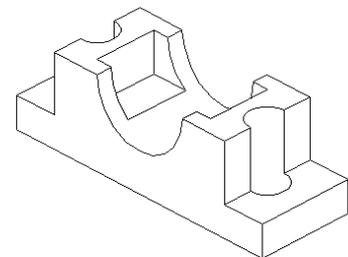
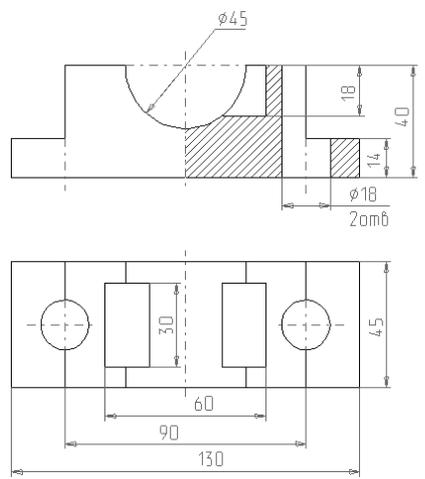
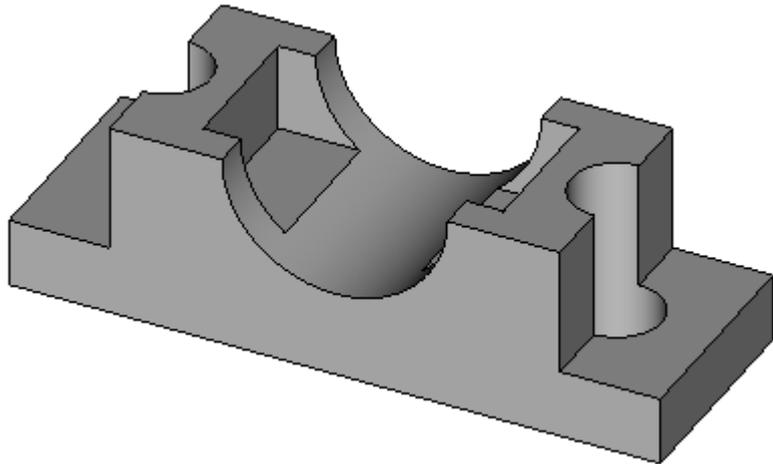


- реализуют гибридное моделирование

Блок 2



- осваивают работу по созданию и редактированию 2D моделей: осваивают стандарты ЕСКД (геометрическое черчение; проекционное черчение и простановку размеров)



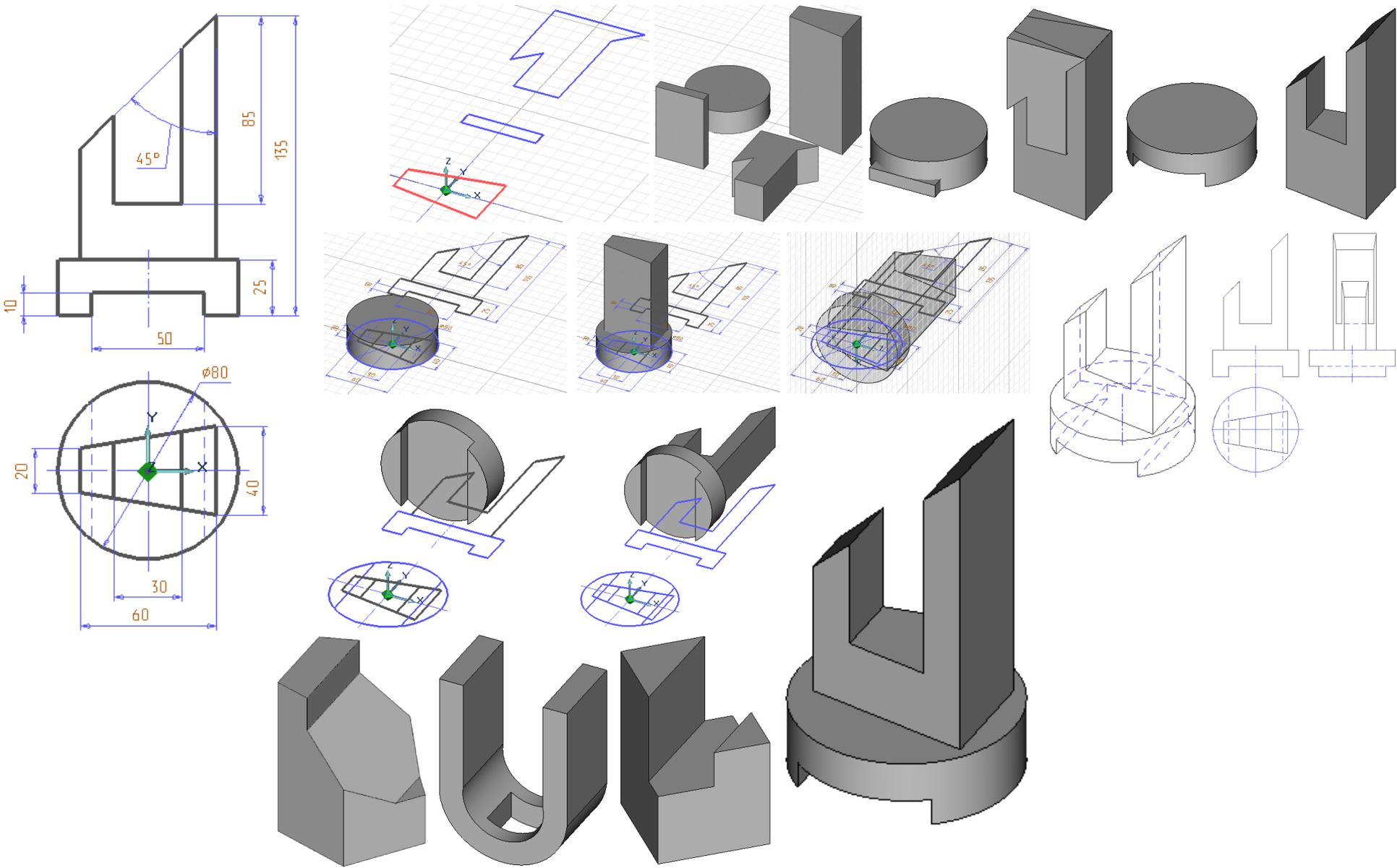
| | | | | | | |
|------|------|------|-------|------|------|------|
| И.б. | Лист | Изд. | Взам. | И.б. | Изд. | Лист |
| | | | | | | |

1. Неуказанные предельные отклонения H14, h14, IT14/2

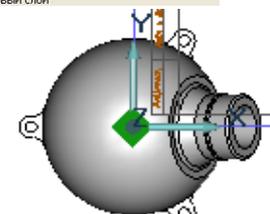
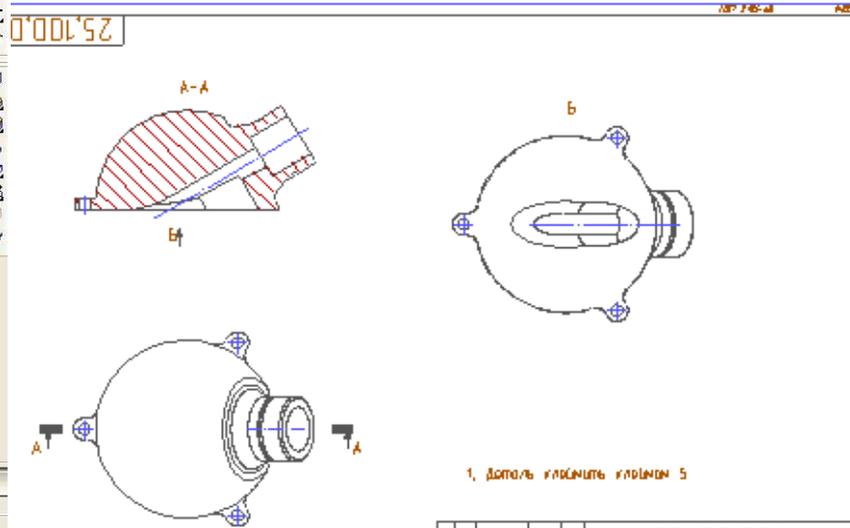
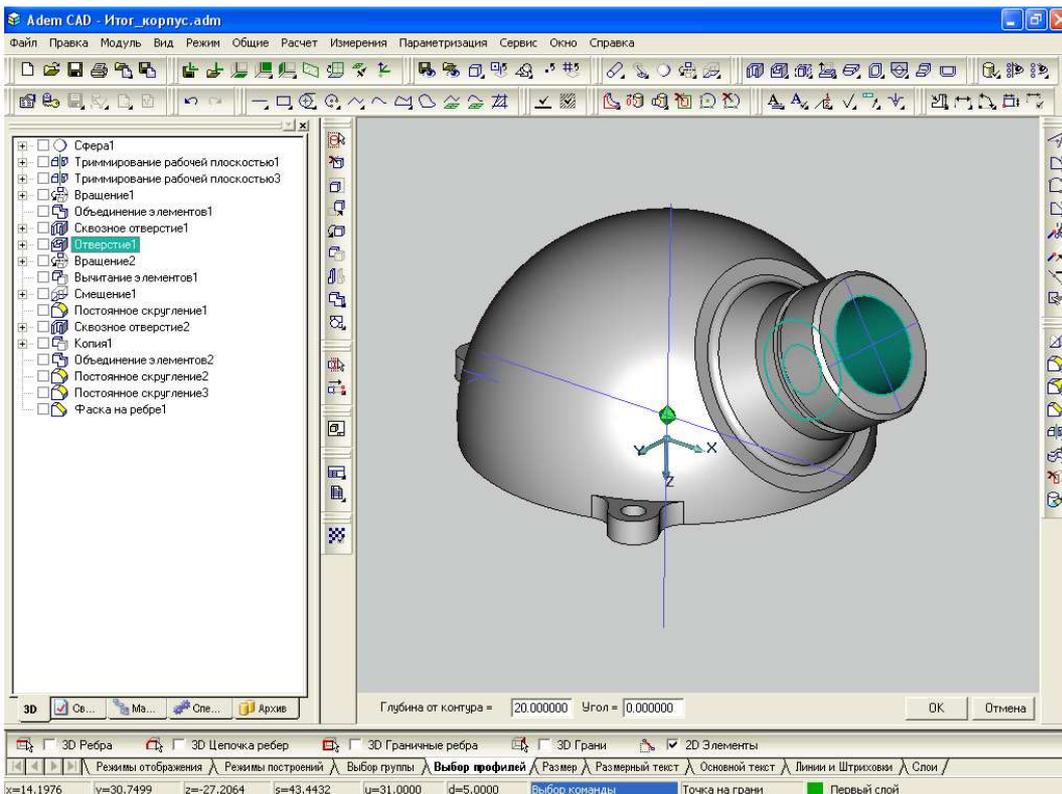
| | | | | | | |
|------------|--|--|--|---------------|--------|---------|
| 01.035.823 | | | | Лист | Масса | Масштаб |
| Корпус | | | | Лист | Листов | 1:1 |
| | | | | Группа | | |
| | | | | компания АДЕМ | | |
| | | | | Формат А3 | | |

Чертеж выполнен с использованием САУ/САМ системы АДЕМ.

- 3D моделирование по чертежу: способы построения, вывод на печать; создание баз 3D моделей деталей



- осваивают работу построения корпусной 3D модели по профилям;
- осваивают работу с «деревом» построений;
- знакомятся с функциями прямого моделирования;
- строят рабочие чертежи корпусных деталей по 3D модели детали: виды, разрезы, сечения, а также оформляют чертеж



| | | | | | | |
|----|--------|------------|-----|-----|------|------|
| | | 25,100,001 | | № | Меню | Меню |
| № | Имя | Имя | Имя | № | Имя | Имя |
| 1 | карпус | 1 | 05 | 1:1 | | |
| 2 | | 2 | 05 | 1:1 | | |
| 3 | | 3 | 05 | 1:1 | | |
| 4 | | 4 | 05 | 1:1 | | |
| 5 | | 5 | 05 | 1:1 | | |
| 6 | | 6 | 05 | 1:1 | | |
| 7 | | 7 | 05 | 1:1 | | |
| 8 | | 8 | 05 | 1:1 | | |
| 9 | | 9 | 05 | 1:1 | | |
| 10 | | 10 | 05 | 1:1 | | |

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ !