

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ЦИФРОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Методические рекомендации
к выполнению лабораторных работ по дисциплине
для студентов очной формы обучения направления
12.04.01 – Приборостроение

Севастополь
СевГУ
2024

УДК 004.925.82 (076.5)
ББК 32.973:34.42я73
Ц752

Р е ц е н з е н т :

А. Ю. Тараховский – канд. техн. наук, заведующий кафедрой
«Цифровое проектирование»

Составители: А. И. Балакин, Н. А. Балакина

Ц752 Цифровое проектирование измерительных систем : методические рекомендации к выполнению лабораторных работ по дисциплине для студентов очной формы обучения направления 12.04.01 – Приборостроение / Севастопольский государственный университет ; сост.: А. И. Балакин, Н. А. Балакина. – Севастополь : СевГУ, 2024. – 99 с. – Текст : электронный.

Предназначено для учебно-методического обеспечения дисциплины «Цифровое проектирование измерительных систем».

Целью учебно-методического пособия является ознакомление с методами компьютерного проектирования деталей и узлов измерительных систем. Овладение практическими навыками конструирования деталей и узлов механизмов с использованием программных средств автоматизированного проектирования.

Рекомендовано в качестве учебно-методического пособия для студентов очной формы обучения направления 12.04.01 – Приборостроение.

УДК 004.925.82 (076.5)
ББК 32.973:34.42я73

Учебно-методическое пособие рассмотрено и утверждено на заседании кафедры «Приборные системы и автоматизация технологических процессов», протокол № 4 от 30 ноября 2023 г.

© Балакин А. И., Балакина Н. А., сост., 2024
© ФГАОУ ВО «Севастопольский
государственный университет», 2024

СОДЕРЖАНИЕ

ЧАСТЬ 1 РАБОТА С ЭСКИЗАМИ	5
Вкладка "Эскиз"	5
Тип Линий Геометрии Эскиза	5
Построение Отрезков	6
Построение окружности	6
Построение дуг	7
Создание прямоугольника	8
Построение эллипса	9
Точки эскиза	9
Создание многоугольников	10
Сопряжение линий на эскизах	10
Массив	11
Зеркальное отражение	13
Обрезка кривой	13
Удлинение кривой	14
Проецирование Геометрии	14
Зависимости	14
Часть 2 РАБОТА С КОНТУРОМ	20
Выдавливание	20
Вращение	22
Часть 3 РАБОТА С КОНСТРУКТИВНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ	25
Отверстие	25
Лофт (создание конструктивного элемента по сечениям)	26
Сдвиг	28
Рабочие Плоскости	29
Ребра И Стержни Жесткости	31
Оболочки	34
Резьбовые Элементы	35
Часть 4 РАБОЧИЙ ПРОЦЕСС СОЗДАНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ	37
Чертежные ресурсы	38
Форматы листов	38
Рамки	38
Основные надписи	38
Эскизные обозначения	39
Шаблоны для чертежей	40
Команды работы с чертежами	40
Команды создания видов	40
Команды нанесения пояснительных элементов	40
Часть 5 РАБОТА СО СБОРКАМИ	43
Зависимость	43
Команда "сборка"	45
Схема сборки-разборки	46
Создание презентационного ролика	49
ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ	51
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1 СОЗДАНИЕ ПРОСТЕЙШИХ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ	51

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2 СОЗДАНИЕ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ (ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОСТРОЕНИЯ).....	54
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3 СОЗДАНИЕ ТВЕРДОТЕЛЬНОЙ МОДЕЛИ ТОНКОСТЕННОГО КОРПУСА	63
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4 СОЗДАНИЕ ТВЕРДОТЕЛЬНОЙ МОДЕЛИ ПРУЖИН СЖАТИЯ И РАСТЯЖЕНИЯ.....	69
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5 СОЗДАНИЕ ЧЕРТЕЖА ДЕТАЛИ СО СЛОЖНЫМИ СТУПЕНЧАТЫМИ РАЗРЕЗАМИ.....	73
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6 РАБОТА СО СБОРКАМИ	80
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОДШИПНИКА	80
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЕРЕДАТОЧНОГО МЕХАНИЗМА	87

Часть 1

РАБОТА С ЭСКИЗАМИ

Эскизы начинаются с плоскости эскиза, на которой строятся отрезки, дуги и другие объекты геометрии. Наложение зависимостей при рисовании выполняется автоматически. Стабилизировавшийся эскиз становится *контуром*, используемым в качестве основы элементов эскиза, таких как выдавливание, вращение, сдвиги, элементы по сечениям или витки. Кроме того, эскизы могут определять траектории для таких операций, как сдвиг. В чертежах эскизная геометрия служит для создания обозначений, основных надписей и рамок.

После того как, используя команды построения *элемента*, эскизу придадут объем он становится *конструктивным элементом*. При этом контур эскиза, используемый для построения конструктивного элемента, поглощается. Для добавления очередного конструктивного элемента выбирается имеющаяся грань или рабочая плоскость, которая используется как плоскость эскиза. Далее на этой грани или плоскости строится эскиз.

Можно также использовать эскиз, уже используемый для другого элемента. Для этого следует щелкнуть правой кнопкой мыши в браузере на значке эскиза и выбрать пункт "Общий доступ к эскизу" из контекстного меню.

Чтобы однозначно определить форму и размеры эскиза, применяется наложение зависимостей и нанесение размеров. Как правило, сначала следует накладывать зависимости, чтобы оказалась стабилизирована общая форма эскиза, а затем наносить размеры.

Любой эскиз можно редактировать до и после использования его в элементе.

ВКЛАДКА "ЭСКИЗ"

Вкладка "Эскиз" содержит команды для построения основных 2D-фигур, используемых в элементах, создаваемых из эскизов и объединяемых для создания деталей, которые, в свою очередь, объединяются в сборки.

Внешний вид вкладки «Эскиз» представлен на рис.1.

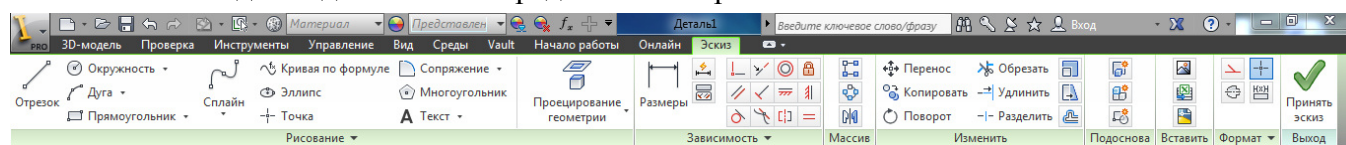


Рис.1

ТИП ЛИНИЙ ГЕОМЕТРИИ ЭСКИЗА

Геометрия эскиза может различаться в зависимости от заданного типа линий. При работе с файлом детали доступны следующие типы линий эскиза: обычные, вспомогательные и осевые.

<i>Обычный</i>	Тип линий по умолчанию. Геометрия эскиза, в которой используются обычные линии, поглощается конструктивными элементами.
<i>Вспомогательная геометрия</i> 	Вспомогательную геометрию можно связывать зависимостями с обычной геометрией. Это может помочь в построении эскизов параметрических элементов. Такая геометрия сохраняется в эскизах, но не поглощается конструктивными элементами.
<i>Осевая линия</i> 	Вариация вспомогательной геометрии. Такие линии используются как визуальный инструмент для обозначения вспомогательных осей и нанесения размеров на точки на продолжениях осей, равноудаленных от заданной геометрии.

При работе с файлами чертежей доступны все типы линий, определенные стандартами оформления, назначенными для файла.

Изменение типа линий перед созданием геометрии эскиза

1. Убедитесь, что находитесь в режиме эскиза.
2. Выберите на ленте вкладку "Эскиз" ➤ панель "Формат", выберите необходимый тип линии. При выборе команды вспомогательные линии активируются.
3. Выберите команду построения эскиза и создайте геометрию.

Изменение типа линий после создания геометрии эскиза

1. Убедитесь, что находитесь в режиме эскиза.
2. Выберите геометрические объекты, которые требуется изменить.

Выберите на ленте вкладку "Эскиз" ➤ панель "Формат", выберите необходимый тип линии.



Отрезок ПОСТРОЕНИЕ ОТРЕЗКОВ

Вызов: Лента: вкладка "Эскиз" ➤ панель "Рисование" ➤ "Отрезок"



Отрезок — для построения прямолинейного отрезка нужно указать начальную и конечную точки.

Можно собрать отрезки в цепочку, пока эта операция не будет завершена двойным щелчком.

Этапы построения:

1. Сначала необходимо выбрать грань детали или рабочую плоскость в качестве плоскости эскиза.
2. Выберите на ленте вкладку «Эскиз» ➤ панель «Рисование» ➤ «Отрезок».
3. В графическом окне щелчком укажите начальную точку отрезка.
4. Щелкните еще раз, чтобы задать вторую точку, завершающую сегмент отрезка. Чтобы разместить новую точку сегмента в другом месте, переместите курсор в требуемое положение и щелкните кнопкой мыши. При необходимости создайте дополнительные точки для построения цепочки непрерывных сегментов или дважды щелкните, чтобы завершить сегмент.
5. Команда "Отменить" позволяет удалять по одному сегменты отрезка в обратном порядке создания.
6. Для завершения проецирования нажмите клавишу ESC или выберите другую команду.

Примечание

Отрезки представляют собой отдельные кривые, конечные точки которых связаны зависимостями совмещения. Таким образом, при наложении одной кривой все присоединенные сегменты изменяют свое местоположение.



Окружность ПОСТРОЕНИЕ ОКРУЖНОСТИ

Вызов: Лента: вкладка "Эскиз" ➤ панели "Рисование" ➤ нажмите на стрелку под командой "Окружность" и выберите команду для определения типа окружности.

Есть два способа построения окружности: по заданному центру и радиусу либо по трем касательным.

*по центру
и радиусу*

Построение окружности с заданием центра и радиуса – первый щелчок задает центральную точку, второй определяет радиус. Зависимость касательности применяется в том случае, если вторая точка расположена на линии, дуге, окружности или эллипсе.

*по трем
касательным*

Построение вписанной окружности, касательной к трем заданным отрезкам. Сначала указывается точка касания окружности и первого отрезка. Затем указывается точка касания окружности и второго отрезка. Третьей точкой определяется диаметр окружности (касательной третьей линии).

Этапы построения:

Сначала необходимо выбрать грань детали или рабочую плоскость в качестве плоскости эскиза, затем вариант построения.

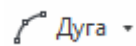
Построение окружности по центру

1. Выберите на ленте Вкладка "Эскиз" ➤ панель "Рисование" ➤ Окружность: центр
2. Щелкнуть в графической области для выбора центра окружности.
3. Переместить курсор, просматривая предварительное изображение окружности, и щелкнуть в нужной позиции.
4. При необходимости создайте дополнительные окружности.
5. Для завершения проецирования нажмите клавишу ESC или выберите другую команду.



Построение окружности, касательной к трем отрезкам

1. Выберите на ленте Вкладка "Эскиз" ➤ панель "Рисование" ➤ Окружность: касательная.
2. Указать отрезок для задания первой касательной к окружности.
3. Указать следующий отрезок для задания второй касательной.
4. Переместите курсор на третий отрезок для предварительного просмотра окружности.
5. Указать третий отрезок для построения окружности, касательной к трем заданным отрезкам.
6. При необходимости создайте дополнительные окружности.
7. Для завершения проецирования нажмите клавишу ESC или выберите другую команду.



Дуга

ПОСТРОЕНИЕ ДУГ

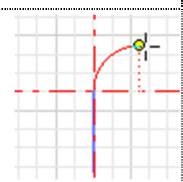
Вызов:

Лента: вкладка "Эскиз" ➤ панели "Рисование" ➤ нажмите на стрелку под командой "Дуга" и выберите команду для определения типа дуги.

Есть два способа построения дуги: с помощью команды «Дуга» и с помощью команды «Отрезок».



Команда *Дуга* позволяет создавать дуги тремя способами: по трем точкам, по центру и двум конечным точкам, а также касательно к кривой в конечной точке.



Команда *Отрезок* позволяет создавать перпендикулярные или касательные дуги.

Этапы построения:

Сначала необходимо выбрать грань детали или рабочую плоскость в качестве плоскости эскиза.

Далее порядок построения зависит от выбранного варианта.

Построение дуги по трем точкам

1. Выберите на ленте вкладку "Эскиз" ➤ панель "Рисование" и щелкните Дуга по трем точкам.
2. Щелкните в графическом окне для выбора начальной точки дуги.
3. Переместите курсор и щелкните для выбора конечной точки дуги.
4. Просмотрите направление дуги, перемещая курсор, а затем щелкните кнопкой мыши, чтобы выбрать точку на дуге.
5. Для завершения проецирования нажмите ESC или выберите другую команду.

Построение дуги по центральной точке

1. Выберите на ленте вкладку "Эскиз" ➤ панель "Рисование" и щелкните Центр дуги.
2. Щелкните в графической области для выбора центра дуги.
3. Щелкните для выбора радиуса и начальной точки дуги.
4. Переместите курсор, просматривая предварительное изображение дуги, и щелкните для выбора конечной точки дуги.
5. Для завершения проецирования нажмите ESC или выберите другую команду.

Построение дуги, касательной к кривой

1. Выберите на ленте вкладку "Эскиз" ➤ панель "Рисование" и щелкните Касательная дуга.
2. Переместите курсор к концу кривой, выделив конечную точку.
3. Щелкните на конечной точке кривой, чтобы начать от нее построение дуги.
4. Просмотрите дугу, перемещая курсор, а затем щелкните кнопкой мыши, чтобы выбрать конечную точку дуги.

5. Для завершения проецирования нажмите ESC или выберите другую команду.

Построение перпендикулярной или касательной дуги с помощью команды "Отрезок"

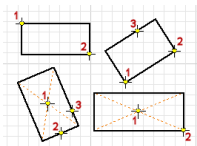
1. Выберите на ленте вкладку "Эскиз" ➤ панель "Рисование" и щелкните Отрезок.
2. Для создания дуги указать конечную точку имеющегося отрезка, сплайна или дуги и, не отпуская кнопку мыши, переместите курсор. Выполняемое перетаскивание позволяет осуществить предварительный просмотр. При этом временно появляются вспомогательные линии, перпендикулярные и касательные к кривой в конечной точке. После того как кнопка будет отпущена, к эскизу добавляется дуга.
3. Для построения перпендикулярной дуги перетащите конец дуги вдоль перпендикулярной вспомогательной линии или для построения касательной дуги перетащите конец дуги вдоль касательной вспомогательной линии.
4. Дважды щелкните для выбора конечной точки дуги.
5. При необходимости постройте дополнительные отрезки или дуги создавая цепочку непрерывных сегментов или дуг.
6. Для завершения проецирования нажмите ESC или выберите другую команду.



Прямоугольник

СОЗДАНИЕ ПРЯМОУГОЛЬНИКА

Вызов: Лента: вкладка "Эскиз" ➤ панели "Рисование" ➤ Прямоугольник.



Предусмотрено два метода (по двум и трем точкам) и четыре способа создания прямоугольника, при этом каждая сторона прямоугольника представляет собой прямолинейный сегмент.

Прямоугольник: 2 точки	Щелкните две точки (в противоположных углах), чтобы задать длину и ширину. Такие прямоугольники ориентированы вдоль осей системы координат.
Прямоугольник: 3 точки	Задайте три точки, чтобы создать длину и ширину. Первая и вторая точки задают ориентацию прямоугольника и длину его первой стороны. Третьей точкой определяется длина смежной стороны относительно второй точки. Таким образом, ориентацию прямоугольника, построенного по трем точкам, можно задавать произвольно.

Этапы построения:

Сначала создайте (или отредактируйте эскиз), чтобы войти в среду эскиза.

Далее порядок построения зависит от выбранного варианта.

Построение прямоугольника по диагональным углам (две точки)

1. Выберите на ленте вкладку "Эскиз" ➤ панель "Рисование" ➤ Прямоугольник: 2 точки.
2. Указать в графической области положение первого угла нового прямоугольника.
3. Переместить курсор по диагонали прямоугольника и указать положение противоположного угла.
4. Для завершения нажмите ESC или выберите другую команду.

Построение прямоугольника по длине и ширине (три точки)

1. Выберите на ленте вкладку "Эскиз" ➤ панель "Рисование" ➤ Прямоугольник: 3 точки.
2. Указать в графической области положение первого угла нового прямоугольника.
3. Переместить курсор и указать длину и направление первой стороны.
4. Переместить курсор и указать длину смежной стороны прямоугольника.
5. Для завершения нажмите ESC или выберите другую команду.

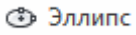
Построение прямоугольника по центру и углу (две точки с указанием центра)

1. Выберите на ленте вкладку "Эскиз" ➤ панель "Рисование" ➤ Прямоугольник: 2 точки с указанием центра.
2. С помощью мыши задайте в графическом окне центральную точку прямоугольника.
3. Переместите указатель и щелкните, чтобы указать размер сторон прямоугольника.

4. Для завершения нажмите ESC или выберите другую команду.

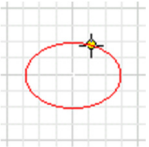
Построение прямоугольника по центру, длине и ширине (три точки с указанием центра)

1. Выберите на ленте вкладку "Эскиз" ➤ панель "Рисование" ➤ Прямоугольник: 2 точки с указанием центра.
2. С помощью мыши задайте в графическом окне центральную точку прямоугольника.
3. Переместить курсор и указать длину и направление первой стороны.
4. Переместить курсор и указать длину смежной стороны прямоугольника.
5. Для завершения нажмите ESC или выберите другую команду.



ПОСТРОЕНИЕ ЭЛЛИПСА

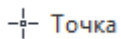
Вызов: Лента: вкладка "Эскиз" ➤ панели "Рисование" ➤ Эллипс.



Эллипс: создается эллипс с использованием заданной центральной точки, большой и малой оси.

Этапы построения:

1. Сначала необходимо выбрать грань детали или рабочую плоскость в качестве плоскости эскиза. В новом файле уже имеется плоскость эскиза, поэтому можно сразу начинать создание эскиза.
2. Выберите на ленте вкладку "Эскиз" ➤ панель "Рисование", нажмите Эллипс.
3. Щелкните в графической области для выбора центра эллипса.
4. Переместите курсор для определения направления первой оси эллипса, которая обозначена осевой линией. Щелкните для определения направления и длины оси.
5. Переместить курсор, указывая длину второй оси эллипса. Затем щелкнуть в нужной позиции для создания эллипса.
6. Для завершения проецирования нажмите клавишу ESC или выберите другую команду.



ТОЧКИ ЭСКИЗА

Вызов: Лента: вкладка "Эскиз" ➤ панели "Рисование" ➤ Точка .

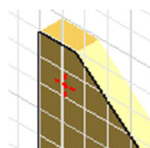
Точки могут быть как эскизными, так и центральными.

Эскизная точка – это точка, которая размещаются на плоскости 2D эскиза. Эскизные точки используются как команды построения, позволяющие позиционировать эскизную геометрию.

Центральные точки определяют положение элементов отверстий, вершины фигур. Создаваемые центры можно позиционировать с помощью контекстного меню в серединах, в центрах и на пересечениях существующей геометрии.

Центральные точки и точки эскиза можно удалить. Если точка используется в конструктивном элементе, от которого зависит геометрия других элементов, зависимые элементы либо изменяются, либо удаляются.

В графическом окне эскизные точки отображаются как точки. Центральные точки обозначаются перекрестиями.



Для переключения между стилями точек эскизная точка и центр нажмите "Центр" на панели "Формат" вкладки "Эскиз".



СОЗДАНИЕ МНОГОУГОЛЬНИКОВ

Вызов: Лента: вкладка "Эскиз" ➤ панели "Рисование" ➤ "Многоугольник"



Многоугольник: Создание эскизного многоугольника, имеющего до 120 сторон.

Предусмотрена возможность построения вписанного и описанного многоугольника.

Вписанный



Размер и ориентация многоугольника определяются указанием его вершины.

Описанный



Размер и ориентация многоугольника определяются указанием середины одной из его сторон.

Количество ребер

Максимальное допустимое количество сторон – 120.

Этапы построения:

1. Выберите на ленте вкладку "Эскиз" ➤ панель "Рисование", затем щелкните "Многоугольник".
2. В диалоговом окне "Многоугольник" нажмите кнопку "Вписанный" или "Описанный".
3. Задайте число сторон многоугольника.
4. Укажите центр многоугольника.
5. Переместить курсор до тех пор, пока образец на экране не примет нужный размер, и щелкнуть мышью.
6. Для завершения нажмите клавишу ESC и выберите другую команду или в диалоговом окне "Многоугольник" нажмите кнопку "Готово".



Сопряжение

СОПРЯЖЕНИЕ ЛИНИЙ НА ЭСКИЗАХ

Вызов: Лента: вкладка "Эскиз" ➤ панели "Рисование" ➤ "Сопряжение"



Предусмотрено два вида сопряжений эскизных линий: скругление угла (вершины) и фаска.



Скругление угла (вершины) в эскизе путем построения дуги заданного радиуса в углу или месте пересечения двух линий. Дуга сопряжения касается кривых, обрезанных или расширенных в результате сопряжения.



Размещение фаски на эскизе в углу или на пересечении двух линий или двух непараллельных линий.

Этапы построения Скругления угла (вершины):

1. Выберите на ленте вкладку "Эскиз" ➤ панель "Рисование" и щелкните "Сопряжение".
2. Указать сопрягаемые линии.
3. В диалоговом окне "Радиус сопряжения" введите значение радиуса сопряжения для создания сопряжения. Чтобы продолжить построение сопряжения с тем же радиусом, нажмите кнопку со знаком равенства.
4. Для предварительного просмотра сопряжения переместить курсор на точку пересечения двух выбранных линий.
5. При необходимости введите другой радиус. Радиус продолжает действовать, до тех пор, пока не будет введено новое значение.
6. При необходимости выберите другие сопрягаемые линии.
7. Для завершения создания сопряжений нажмите ESC или выберите другую команду.



Примечание

Пересекающиеся линии обрезаются в местах соединения с дугой сопряжения.

За один вызов команды можно построить несколько сопряжений; причем их радиус определяется радиусом первого созданного сопряжения. Сопрягаться могут перпендикулярные и параллельные отрезки, concentрические, пересекающиеся и непересекающиеся дуги, сплайны, а также дуги с отрезками.

Этапы построения Фаски:

1. Выберите на ленте вкладку "Эскиз" ➤ панель "Рисование" и щелкните Фаска.
2. Выбрать *метод* построения фаски и ввести значения параметров:



-  Длина: введите расстояние смещения.
-  Две длины: введите значения в полях "Длина 1" и "Длина 2".
-  Длина и угол: введите значения длины фаски и угла.

3. Указать отрезки для снятия фаски.

Если необходимо, продолжить построение фасок. Затем нажать "ОК" для завершения.

Метод



Равное расстояние - определяет построение фаски равным расстоянием от угла или пересечения заданных отрезков.



Неравное расстояние - определяет построение фаски равным расстоянием от угла или пересечения заданных отрезков.



Расстояние и угол - определяет построение фаски углом от первого отрезка и расстоянием от угла или точки пересечения по второму отрезку.

Нанести размеры



Нанесение размеров на фаске.

Равенство параметров



Задание параметрической зависимости размеров последующих фасок, построенных в данной команде, от размеров первой фаски. Чтобы приравнять размеры всех последующих фасок, создаваемых в данной команде, параметрам первой фаски – оставить кнопку "Равенство параметров" включенной; для сохранения размеров всех фасок в виде отдельных числовых значений – отключить.

МАССИВ

Используйте команды "Круговой массив"  или "Прямоугольный массив"  на вкладке "Эскиз", чтобы создать массив исходного эскиза.

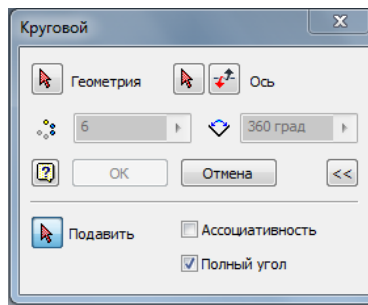
На геометрию массива накладывается полная зависимость. Эти зависимости образуют группу. При удалении зависимости массива удаляются все зависимости, наложенные на геометрию массива.

Если удалить *ассоциативное отношение между элементами массива*, геометрия больше не будет массивом, а станет набором отдельных геометрических элементов, которые *можно редактировать* по отдельности. Опции контекстного меню массива на эскизе становятся недоступными.

Этапы построения кругового массива :



1. Выберите на ленте вкладку "Эскиз" ➤ панель "Массив" и нажмите Круговой .



2. Выберите геометрию на эскизе для включения в массив.
3. Выбор оси кругового массива. Выберите команду "Ось", а затем точку, вершину или рабочую ось для использования в качестве оси для создания массива.



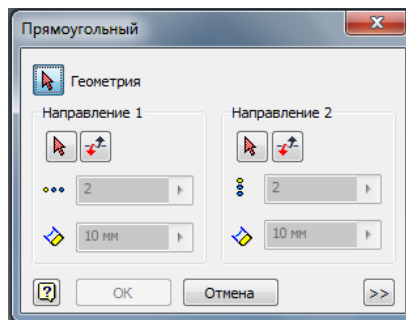
Сменить направление – смена направления массива на обратное.

4. В поле "Количество" указать число элементов массива (включая исходный элемент).
5. Укажите угол, используемый для построения кругового массива.
6. При необходимости нажмите кнопку дополнительных параметров, а затем выберите один или несколько параметров.
 - **Подавить**: подавление выбранных элементов массива. Изменение стиля линии на пунктирный. Подавленные элементы не включаются в контуры и не отображаются в эскизах чертежей. В элементах, поглощающих геометрию, элементы необходимо подавлять вручную.
 - **Ассоциативный**: массив будет обновлен, если в деталь будут внесены изменения. Для возможности редактирования отдельных элементов массива (обрезать и т.д.) флажок ассоциативность необходимо убрать.
 - **Полный угол**: элементы массива равномерно распределяются внутри заданного угла. Если опция отключена, то интервал задает расстояние между соседними элементами.
7. Нажать "ОК" для построения массива.



Этапы построения прямоугольного массива :

1. Выберите на ленте Вкладку "Эскиз" ➤ панель "Массив", выберите "Прямоугольный"



2. Выберите геометрию на эскизе для включения в массив.
3. Нажать кнопку "Направление 1". Выбрать геометрический элемент, определяющий первое направление прямоугольного массива.



Сменить направление – смена направления массива на обратное.

4. В поле "Количество" указать число элементов массива (включая выбранную геометрию).
5. В поле "Интервал" указать протяженность массива в направлении 1. В этом поле можно использовать параметрическое уравнение.
6. Нажать кнопку "Направление 2". Выбрать геометрический элемент, определяющий второе направление прямоугольного массива. Задать число элементов и протяженность массива в направлении 2.
7. При необходимости нажмите кнопку дополнительных параметров, а затем выберите один или несколько параметров.
 - **Подавить**: подавление выбранных элементов массива. Изменение стиля линии на пунктирный. Подавленные элементы не включаются в контуры и не отображаются в

эскизах чертежей. В элементах, поглощающих геометрию, элементы необходимо подавлять вручную.

- **Ассоциативный:** задание ассоциативности массива. Если флажок не установлен, зависимости удаляются, и массив будет обновляться только при изменении элемента. Отдельные кривые можно удалять.
 - **Полный угол:** метод задания интервалов массива в полях "Интервал". Если опция включена, то заданные значения определяют расстояния между первым и последним элементами массива вдоль каждого направления. *Если флажок не установлен, интервал массива определяется расстоянием между его элементами, а не значением расстояния, заданным при построении массива.*
8. Нажать "ОК" для построения массива.



ЗЕРКАЛЬНОЕ ОТРАЖЕНИЕ

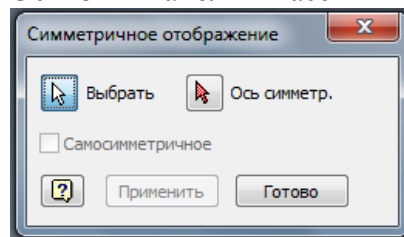
Вызов: Лента: вкладка "Эскиз" ➤ панели "Массив" ➤ "Зеркальное отражение"



Используйте команду "Зеркальное отражение" на вкладке "Эскиз" для создания зеркально отраженного отображения выбранной геометрии эскиза относительно заданного отрезка, выбранного в качестве оси симметрии.

Этапы построения:

1. Выберите на ленте вкладку "Эскиз" ➤ панель "Массив" ➤ "Зеркальное отражение".



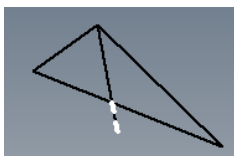
2. В диалоговом окне "Зеркально отраженное отображение" нажмите "Выбор" и укажите отображаемую геометрию.
3. В диалоговом окне нажмите "Ось симметрии" и укажите ось симметрии, относительно которой отображается эскизная геометрия.
4. В диалоговом окне нажать кнопку "Применить" для выполнения зеркально отраженного отображения выбранной геометрии, затем "Готово".

На зеркально отраженную геометрию автоматически накладываются зависимости симметрии, однако после зеркально отраженного отображения сегменты можно удалять и редактировать, сохраняя при этом их зеркально отраженное отображение.



ОБРЕЗКА КРИВОЙ

Вызов: Лента: вкладка "Эскиз" ➤ панели "Изменить" ➤ "Обрезать"

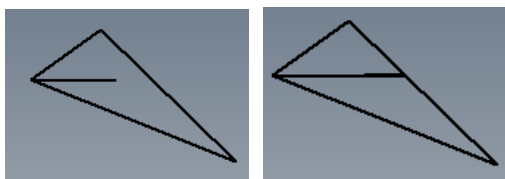


Используйте команду "Обрезать" на вкладке "Эскиз" панели «Изменить» для обрезания кривых и удаления сегментов кривых. В 3D эскизе выполняется обрезка кривых до пересечений с гранью, рабочей плоскостью или поверхностью.

Обрезка кривых производится без выбора границ (режущей кромки) непосредственным указанием обрезаемой части. Размерные и геометрические зависимости могут влиять на операцию обрезки.

→ Удлинить **УДЛИНЕНИЕ КРИВОЙ**

Вызов: Лента: вкладка "Эскиз" ➤ панели "Изменить" ➤ "Удлинить" →



Используйте команду " Удлинить " на вкладке "Эскиз" панели «Изменить» чтобы удлинить кривые. В 3D эскизе выполняется удлинение кривых до пересечений с гранью, рабочей плоскостью или поверхностью.

Удлинение кривых производится без выбора границ непосредственным указанием удлиняемой части.

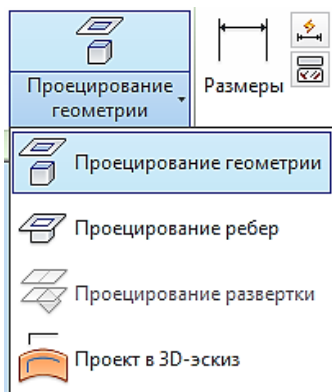
Размерные и геометрические зависимости могут влиять на операцию обрезки.

Для временного выполнения операции удлинения во время обрезки нажмите и удерживайте клавишу Shift. Операция обрезки возобновляется при отпускании клавиши Shift.

ПРОЕЦИРОВАНИЕ ГЕОМЕТРИИ

Создание ссылочной геометрии путем проецирования объектов модели (ребер и вершин), контуров, рабочих элементов или объектов другого эскиза на активную плоскость эскиза.

Вызов: Лента: вкладка "Эскиз" ➤ панель "Рисование" ➤ "Проецирование геометрии" 



Спроецированную геометрию используют:

- в текущем эскизе в качестве профиля или траектории;
- для наложения геометрических или размерных зависимостей на кривые и точки эскиза;
- для создания детали в сборке

Зависимости

Зависимости нужны для ограничения степеней свободы рабочей геометрии, то есть для ограничения изменения формы и расположения эскиза.

В среде построения эскизов Autodesk Inventor существует два типа зависимостей: геометрические и размерные.

В строке состояния в нижней части графического окна отображается количество размеров, которое требуется для полного ограничения эскиза. При создании эскиза можно применить геометрические или размерные зависимости, чтобы сократить это количество до нуля и полностью ограничить (или стабилизировать) геометрию эскиза.

Геометрические зависимости

Геометрические зависимости создаются автоматически при создании эскиза между линиями, дугами и другими объектами геометрии. После создания геометрии эскиза для стабилизации формы или расположения эскиза можно дополнительно наложить зависимости вручную. По завершении формирования отображается символ зависимости и, если необходимо, пунктирные линии выравнивания. Геометрические зависимости позволяют редактировать эскиз и получать прогнозируемые результаты.

Размерные зависимости

Параметрические размеры, тип зависимости в эскизе, позволяют определить размер и положение геометрии. Размеры создаются автоматически при вводе значений в поля ввода во время создания геометрических объектов или вручную с помощью команды "Размеры". Значения размера могут быть выражены числовыми постоянными (номинальный размер), переменными в

уравнении или файле параметров. Размеры, которые рассчитываются по формулам (например, $d5=d2$), отображаются с префиксом "**fx**". Для изменения размера связанной геометрии необходимо отредактировать размер. Размеры эскиза можно редактировать как до, так и после того, как эскиз станет частью элемента. Если эскиз не поглощен элементом, то его размеры отображаются и доступны для редактирования. В противном случае следует выбрать этот элемент в браузере, а затем выполнить редактирование эскиза.

Если в результате применения размера эскиз станет чрезмерно определенным, можно принять или отменить его нанесение. При принятии размер сохраняется как ссылочный параметр, его значение заключается в круглые скобки, обновление выполняется после изменения обычных размеров.

Кроме того, можно выбрать способ отображения размеров с помощью параметров в строке состояния в нижней части графического окна. Выберите значения в полях "Значение", "Имя", "Выражение", "Допуск" или "Точное значение".

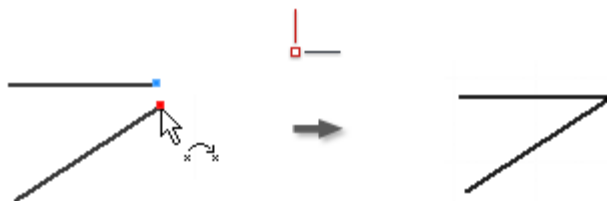
Отображение и скрытие зависимостей

В активном эскизе выполните любое из следующих действий:

- Чтобы показать или скрыть зависимости для всех активных геометрий эскиза, выберите в строке состояния "Показать все зависимости"  или "Скрыть все зависимости" .
- F8 – показать все зависимости, F9 – скрыть зависимости.
- Чтобы скрыть символ определенной зависимости, щелкните его правой кнопкой мыши и нажмите "Скрыть".
- Чтобы выделить все связанные геометрии и пары для значков зависимости, наведите указатель на символ зависимости.

Наложение зависимости совмещения

Зависимость совмещения позволяет наложить зависимость для двух точек или разместить одну точку на кривой.



Желтая точка обозначает наличие зависимости совмещения. Чтобы определить геометрию, на которую наложена зависимость, наведите курсор на желтую точку. Отобразится символ зависимости совмещения. Наведите курсор на символ для отображения соответствующей геометрии.

Зеленая точка означает, что зависимости совмещения настроены на удаление при разрешенном перетаскивании в режиме отмены.

1. В активном эскизе выберите вкладку "Эскиз" ➤ панель "Зависимость" ➤ Зависимость совмещения .

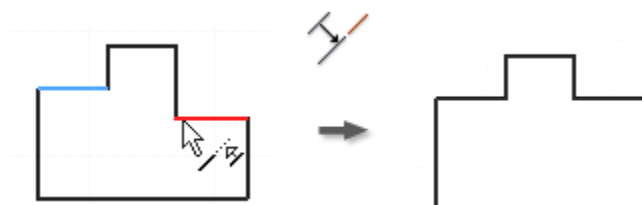
2. Щелкните в графическом окне, чтобы задать точку для наложения зависимости.

3. Выберите геометрию, с которой будет связана точка.

4. Щелкните правой кнопкой мыши и выберите "Готово", нажмите клавишу ESC или выберите другой инструмент или команду.

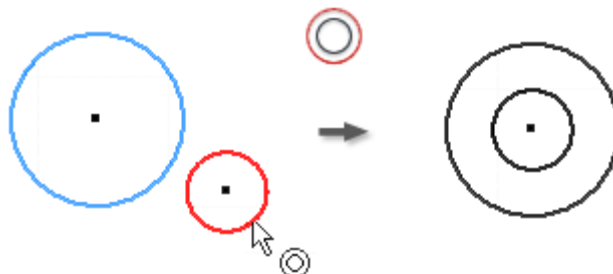
При выполнении команды "Отрезок" зависимость совмещения в конечных точках создается автоматически.

Наложение зависимости коллинеарности



1. В активном эскизе выберите вкладку "Эскиз" ➤ панель "Зависимость" ➤ Зависимость коллинеарности .
2. Выберите первый отрезок.
3. Выберите второй отрезок в том же эскизе.
4. Щелкните правой кнопкой мыши и выберите "Готово", нажмите клавишу ESC или выберите другой инструмент или команду.

Наложение зависимости concentricity (2D-эскизы)

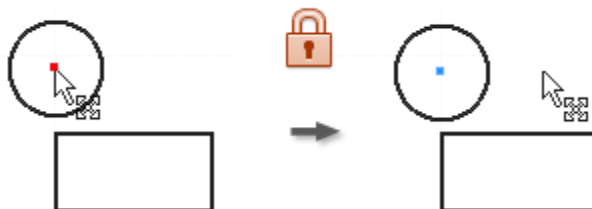


Зависимость concentricity приводит к совмещению начала координат двух дуг, окружностей или эллипсов.

Примечание: при наложении зависимости concentricity результат будет таким же, как и при наложении зависимости совмещения на начало координат.

1. В активном эскизе выберите вкладку "Эскиз" ➤ панель "Зависимость" ➤ Зависимость concentricity .
2. В графическом окне выберите первую дугу, окружность или эллипс.
3. Укажите вторую кривую, которая должна располагаться concentricity относительно первого выбранного элемента.
4. Щелкните правой кнопкой мыши и выберите "Готово", нажмите клавишу ESC или выберите другой инструмент или команду.

Наложение зависимости фиксации



С помощью зависимости фиксации выполняется закрепление точек и кривых в положении относительно системы координат эскиза. При перемещении или повороте системы координат эскиза фиксированные кривые или точки движутся вместе с ней.

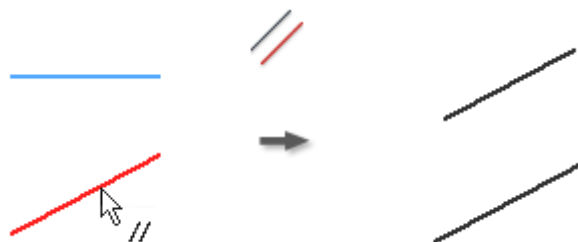
При наложении зависимости фиксации:

- Линии фиксируются по расположению и углу, однако конечные точки могут перемещаться, вследствие чего длина линии может изменяться.
- У окружностей и дуг фиксируются центр и радиус.
- Конечные точки отрезков и дуг могут перемещаться по направлению радиуса или длины.
- Отрезки и дуги могут поворачиваться вокруг фиксированных конечных точек и центров.
- У окружностей и эллипсов фиксируются местоположение, размер и ориентация.

1. Выберите на ленте вкладку "Эскиз" ➤ панель "Зависимость" ➤ Фиксация .
2. В графическом окне выберите кривую, начало координат, среднюю точку или точку.
3. Если необходимо, продолжите выбор кривых или точек для фиксации.
4. Щелкните правой кнопкой мыши и выберите "Готово", нажмите клавишу ESC или выберите другой инструмент или команду.

Применение зависимости параллельности или перпендикулярности

В результате наложения зависимости параллельности выбранные линии и оси эллипса располагаются параллельно друг другу.



В результате наложения зависимости перпендикулярности выбранные линии, кривые или оси эллипсов располагаются под углом 90 градусов по отношению друг к другу.

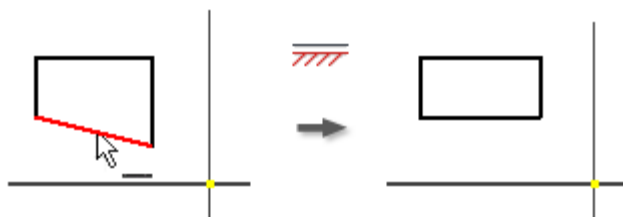


1. В активном эскизе выберите один из следующих вариантов:

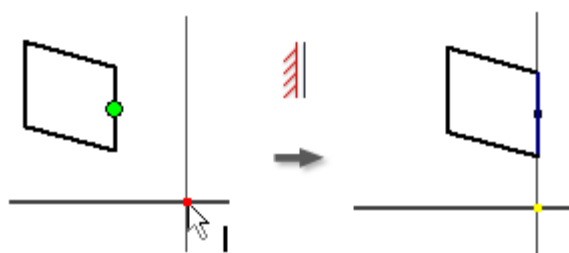
- вкладку "Эскиз" ► панель "Зависимость" ► Зависимость параллельности
 - вкладку "Эскиз" ► панель "Зависимость" ► Зависимость перпендикулярности
2. В графическом окне выберите первую линию, кривую или ось эллипса.
3. Укажите вторую линию, кривую или ось эллипса.
4. Щелкните правой кнопкой мыши и выберите "Готово", нажмите клавишу ESC или выберите другой инструмент или команду.

Наложение зависимости горизонтальности или вертикальности

В результате наложения зависимости горизонтальности  линии, оси эллипсов или пары точек располагаются параллельно оси X системы координат.



В результате наложения зависимости вертикальности  линии, оси эллипсов или пары точек располагаются параллельно оси Y системы координат.



1. Выберите на ленте вкладку "Эскиз" ► панель "Зависимость" ► Зависимость горизонтальности  или вкладку "Эскиз" ► панель "Зависимость" ► Зависимость вертикальности .
2. В графическом окне выберите линию, ось эллипса или две точки.
3. При необходимости выберите дополнительные отрезки, оси эллипсов или пары точек.
4. Щелкните правой кнопкой мыши и выберите "Готово", нажмите клавишу ESC или выберите другой инструмент или команду.

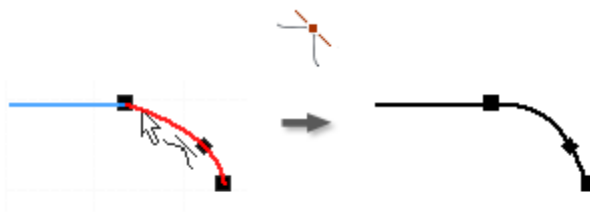
Наложение зависимости равенства



1. В активном эскизе выберите вкладку "Эскиз" ► панель "Зависимость" ► Равенство .
2. В графическом окне выберите первую окружность, дугу или линию.
3. Укажите вторую кривую того же типа, чтобы они стали равного размера.
4. Щелкните правой кнопкой мыши и выберите "Готово", нажмите клавишу ESC или выберите другой инструмент или команду.

Наложение зависимости сглаживания (G2) (2D-эскизы)

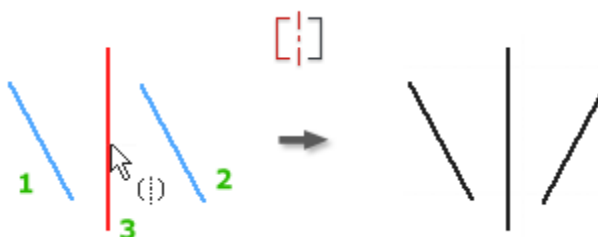
В результате наложения зависимости сглаживания (G2) между сплайном и другой кривой (например, линией, дугой или сплайном) создается условие постоянной кривизны (G2).



1. В активном эскизе выберите вкладку "Эскиз" ► панель "Зависимость" ► Сглаживание (G2) .
2. Для добавления зависимости сглаживания выберите в графическом окне сплайн и кривую, прикрепленную к конечной точке сплайна. Кривизна сплайна настраивается, как требуется, для создания условия G2.
3. Щелкните правой кнопкой мыши и выберите "Готово", нажмите клавишу ESC или выберите другой инструмент или команду.

Наложение зависимости симметричности

В результате наложения зависимости симметричности выбранные линии или кривые располагаются пропорционально относительно выбранной линии. При этом сегменты, зависящие от выбранной геометрии, при наложении зависимости меняют свою ориентацию.



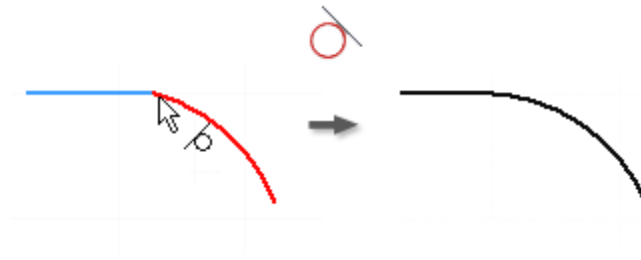


1. В активном эскизе выберите вкладку "Эскиз" ► панель "Зависимость" ► Симметричность
2. В графическом окне выберите первую линию или кривую.
3. Укажите второй отрезок или кривую.
4. Указать ось симметрии.
5. Щелкните правой кнопкой мыши и выберите "Готово", нажмите клавишу ESC или выберите другой инструмент или команду.

При наложении зависимостей симметричности необходимо учитывать следующее.

- Если удалить линию симметрии, зависимости симметричности также удаляются.
- На выбранные отрезки и дуги накладываются зависимости симметричности относительно указанного отрезка для создания зеркально отраженной формы. Вся геометрия, привязанная к выбранным формам, также перемещается при наложении зависимости.
- Линия симметрии может быть любого типа.

Наложение зависимости касательности



1. В активном эскизе выберите вкладку "Эскиз" ► панель "Зависимость" ► Касательность
2. В графическом окне щелкните первую кривую.
3. Указать вторую кривую.
4. Щелкните правой кнопкой мыши и выберите "Готово", нажмите клавишу ESC или выберите другой инструмент или команду.

Часть 2

РАБОТА С КОНТУРОМ



ВЫДАВЛИВАНИЕ

Вызов: Лента: вкладка «3D модель» ➤ панель «Создать» ➤ «Выдавливание» 

Выдавленные элементы являются строительными блоками для создания и изменения твердых тел в составе детали. Для выдавливания задаются направление, глубина, угол конуса и метод ограничения.

Создание элемента выдавливания

Команда "Выдавливание" создает элемент или тело, добавляя глубину для замкнутого или разомкнутого контура или области. Для создания конструктивных элементов сборки следует использовать только замкнутые контуры.

Выдавливание элемента или тела

Вначале необходимо создать или выбрать контур или область, представляющие собой поперечное сечение будущего выдавленного элемента или тела.

1. Выберите на ленте вкладку «3D модель» ➤ панель «Создать» ➤ «Выдавливание».
2. Если в эскизе только один (замкнутый) контур, он выделяется автоматически. При наличии нескольких контуров нажмите кнопку "Контур" и выберите нужный контур. При выборе можно использовать инструмент "Выбрать другое".
3. Если в файле детали имеется несколько тел, нажмите "Выбор тел", чтобы указать тела, которые будут задействованы.
4. Выберите результат построения: "Тело" или "Поверхность". При построении базового конструктивного элемента на основе разомкнутого контура доступна только кнопка "Поверхность". При выполнении выдавливания в сборках доступна только кнопка "Тело".
5. В разделе "Операция" выберите команды Объединение  (добавление объема), Вычитание  (удаление объема) или Пересечь  (создание нового конструктивного элемента, занимающего объем пересечения выдавленного и имеющегося конструктивного элемента. Весь остальной материал удаляется) для пересечения с другим элементом.
6. В группе "Ограничение" откройте список и выберите метод ограничения выдавливания: Расстояние, До следующего, Между или Все. Некоторые методы недоступны при создании базового конструктивного элемента.
 - Для параметра "Направление" (в одном направлении ) или "Симметрия" (выдавливание в двух направлениях с половиной общего значения ) введите расстояние выдавливания.
 - Для параметра "Асимметрично" (выдавливание в двух направлениях с различными значениями ) введите положительное значение расстояния. Введите второе значение для отрицательного расстояния.
 - Для метода "До следующего" нажмите одну из кнопок для выбора направления выдавливания. Метод недоступен при выдавливании в сборках.
 - Для метода "До" щелкните точку эскиза, рабочую точку, вершину модели, рабочую плоскость или конечную ограничивающую плоскость.
 - Для метода "Между" укажите исходную и конечную ограничивающие плоскости.
 - Для метода "Все" нажать одну из кнопок для выбора направления выдавливания.
7. На вкладке "Дополнительно" при необходимости введите угол конуса. В графическом окне направление сужения/расширения отображается стрелкой. При использовании параметра "Расстояние - расстояние" угол конуса может быть применен в обоих направлениях. Выбранное направление схематично изображается на модели в графической области.
8. При необходимости установите флажок "Формирование конструктивных пар" для автоматической вставки конструктивной пары в замкнутый контур (например, выдавленных цилиндров, элементов вращений и отверстий).
9. Нажмите кнопку "ОК".



Возможными результатами применения инструмента являются тело и поверхность.



Тело – создание твердотельного элемента на основе контура (замкнутого или разомкнутого). Базовый элемент можно создать только на основе замкнутого контура.



Поверхность – создание элемента поверхности на основе замкнутого или разомкнутого контура. Может использоваться как вспомогательная поверхность, которая ограничивает другие элементы, или как инструмент разделения для создания разделенной детали или для разделения детали на несколько тел. При выдавливании в сборках и для примитивов создание поверхностей невозможно.

Задание операции, определяющей взаимодействие с имеющимися элементами.

Выдавливаемый элемент может объединяться с другим элементом, вычитаться из него или образовывать с ним пересечение. Если создается базовый конструктивный элемент, то выбор этих операций недоступен.



Объединение Добавление объема, созданного выдавленным элементом, к другому элементу или телу. Метод недоступен при выдавливании в сборках.



Вычитание Удаление объема, созданного выдавленным элементом, из другого элемента или тела.



Пересечь – создание нового конструктивного элемента, занимающего объем пересечения выдавленного и имеющегося конструктивного элемента. Весь остальной материал удаляется. Метод недоступен при выдавливании в сборках.

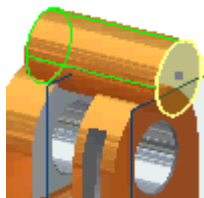


Новое тело Создание нового твердого тела. Данная команда выбирается по умолчанию, если выдавливаемый элемент является первым твердотельным элементом в файле детали. Используйте эту команду, чтобы создать новое тело в файле детали, в котором уже имеются другие твердые тела. Каждое тело представляет собой набор независимых элементов, не связанных с другими телами. Тело может иметь общие элементы с другими телами.

Задание метода ограничения и глубины выдавливания.

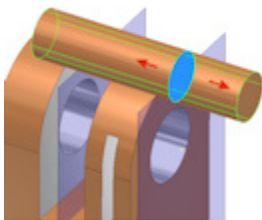
Метод ограничения выбирается из раскрывающегося списка.

Выдавливание может быть определено глубиной, либо ограничено рабочей плоскостью, вспомогательной поверхностью или гранью детали (плоской, цилиндрической, сферической или тороидальной).

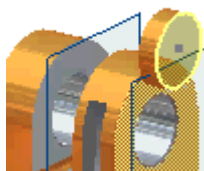


Расстояние - это метод, который используется по умолчанию и выполняет выдавливание в одном направлении. Выдавливание определяется значением глубины, то есть расстоянием от плоскости эскиза до конечной плоскости. Глубина выдавливания вводится в числовом поле диалогового окна, после чего в графической области появляется образец нового элемента. Конечная грань выдавливания располагается параллельно плоскости эскиза.

Направление выдавливания задается кнопками  .

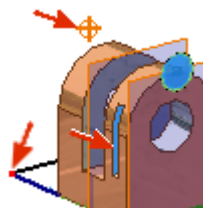


В случае использования   **Расстояние** - выполняет выдавливание в двух направлениях: в положительном и отрицательном (симметрично или асимметрично). Вначале следует выбрать параметр "Длина" из раскрывающегося списка "Границы" для активации команды "Азеркально отраженно". Чтобы активировать ее, щелкните элемент "Азеркально отраженно" и введите второе значение глубины для противоположной длины. Команда "Обратить" изменяет вектор направлений таким образом, что положительная глубина становится отрицательной, а отрицательная — положительной.



Метод **До следующего** позволяет выбрать ближайшую возможную грань или плоскость в качестве ограничения выдавливания в заданном направлении. Направление задается кнопками смены направления или перемещением контура мышью. Метод недоступен при выдавливании в сборках и создании базовых элементов.

В качестве ограничения можно выбрать тело или поверхность. Направление выдавливания задается кнопками.



До – при выдавливании деталей пользователь может выбрать ограничивающую точку, вершину, грань или плоскость. При работе с точками элемент будет ограничен плоскостью, параллельной области эскиза, которая проходит через выбранную точку или вершину. При работе с гранями выдавливаемый элемент может быть ограничен либо самой выбранной гранью, либо ее продолжением.

При работе со сборками доступен выбор элементов выдавливания, точек эскиза, точек, граней и плоскостей из других компонентов. Выбираемые рабочие плоскости и рабочие точки должны находиться на том же уровне сборки, что и создаваемая сборка.

Если элемент выдавливания ограничивается гранью или плоскостью, следует установить параметры на вкладке "Дополнительно". Примерами подобных граней являются цилиндрическая грань и нерегулярная поверхность.

С помощью параметров группы "Альтернатива" на вкладке "Подробности" можно изменить направление. По умолчанию элемент выдавливания будет ограничен гранью, находящейся на максимальном расстоянии. Установив флажок "Простейшее решение", пользователь указывает для ограничения ближайшую из возможных граней.

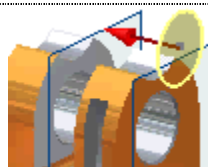


Параметр *Между* при работе с деталями позволяет выбрать начальную и конечную грань или плоскость, которыми завершается выдавливание.

Ограничения (грань или плоскость) необходимо выбирать и при работе со сборками. Грань или плоскость может располагаться на другом компоненте. При этом расположение грани или плоскости в сборке не должно изменяться. Метод недоступен для базовых конструктивных элементов.

Если выбранные грани не позволяют однозначно ограничить элемент выдавливания, следует установить параметры на вкладке "Подробности". Примерами подобных граней являются цилиндрическая грань и нерегулярная поверхность.

С помощью параметров группы "Альтернатива" на вкладке "Подробности" можно изменить направление. По умолчанию элемент выдавливания будет ограничен гранью, находящейся на максимальном расстоянии. Установив флажок "Простейшее решение", пользователь указывает для ограничения ближайшую из возможных граней.



Все – выдавливание через все конструктивные элементы и эскизы в определенном направлении. Направление задается кнопками смены направления или перемещением контура мышью. Для этого метода недоступна функция "Объединение"



ВРАЩЕНИЕ

Вызов:

Лента: вкладка «3D модель» ➤ панель «Создать» ➤ «Вращение»



Контур

Выбор контура для вращения. Если имеется несколько контуров, ни один из которых не выбран, нажмите "Контур", затем мышкой выделите один или несколько контуров в графическом окне. Удерживая нажатой клавишу *Ctrl*, можно исключать отдельные контуры из набора.

Этапы создания:

1. Выберите на ленте вкладку "3D модель" ➤ панель "Создать" ➤ Вращение.
2. Если в эскизе имеется единственный контур, то он выделяется автоматически. При наличии нескольких контуров нажмите кнопку "Контур" и выберите нужный контур для вращения. В качестве контуров могут использоваться только непоглощенные эскизы на активной плоскости построений.



3. Нажмите кнопку "*Ось*" и укажите ось на активной плоскости эскиза.
4. Если в детали имеется несколько твердых тел, нажмите "Тела" и выберите участвующие тела.
5. Если выбран разомкнутый контур, установите флажок "*Повторить форму*" и выберите сохраняемую сторону. Воспроизведение осуществляется от продолжения открытых концов контура и определяется формой тела. Функция доступна только для разомкнутых контуров в среде деталей.
6. В разделе "*Операция*" выберите команды Объединение , Вычитание  или Пересечь  для пересечения с другим элементом. В разделе "*Операция*" нажмите "Новое тело", чтобы создать новое твердое тело.
7. Выбрать результат построения: "*Тело*" или "*Поверхность*".
8. Откройте список "*Ограничение*" и выберите метод для ограничения вращения. Некоторые методы недоступны при создании базового конструктивного элемента.
 - Для метода "*Угол*" выберите направление вращения или укажите вращение в обе стороны от оси.
 - Для параметра "*Угол - угол*" введите значение углового смещения для вращения в положительном направлении. Введите второе значение углового смещения для вращения в отрицательном направлении.
 - Для метода "*До*" щелкните точку эскиза, рабочую точку, вершину модели или конечную ограничивающую плоскость.
 - Для метода "*Между*" укажите исходную и конечную ограничивающую плоскость.
 - Для метода "*Полный круг*" выберите направление вращения.
 - Для метода "*До следующего*" нажмите на тело, чтобы завершить создание элемента.
9. Щелкните команду направления для вращения элемента в обоих направлениях с различными значениями или равномерно. Выбранное направление схематично изображается на модели в графической области.
10. Если требуется, установите флажок "*Повторение формы*" при выборе разомкнутого контура. Выбор типа дублирования фигуры: повторение контура или повторение формы.
11. При необходимости установите флажок "*Формирование конструктивных пар*" для автоматической вставки конструктивной пары в замкнутую петлю.

Задание операции, определяющей взаимодействие с имеющимися конструктивными элементами.

Элемент вращения может объединяться с другим элементом, вычитаться из него или образовывать пересечение с ним. Если создается базовый конструктивный элемент, то выбор этих операций не доступен.

Задание метода вращения и углового смещения контура относительно осевой линии.

Метод ограничения выбирается из раскрывающегося списка. Построение элемента вращения может ограничиваться заданным углом, рабочей плоскостью или гранью детали.

Метод *Угол* по умолчанию принимает только одно угловое значение. Вращение контура выполняется на заданный угол.

С помощью кнопок со стрелками можно указать направление вращения или выполнить операцию в обе стороны относительно оси вращения.

Метод *Угол – угол* принимает два угловых значения для вращения профиля в двух направлениях: в положительном и отрицательном. Для активации щелкните элемент "Ассиметрично" и введите второе угловое значение.

Стрелки направления меняют местами угловые смещения таким образом, что положительный угол становится отрицательным, а отрицательный - положительным.

Полное – вращение контура на 360 градусов.

До – при создании элемента вращения для детали выбор завершающей грани или плоскости, на которой будет заканчиваться вращение. Выдавливаемый элемент может быть ограничен либо самой выбранной гранью, либо ее продолжением.

При создании элементов вращения для сборки выбирается ограничивающая грань или плоскость. Грань или плоскость может располагаться на другом компоненте. Расположение грани или плоскости в сборке не должно изменяться.

Параметр *Между* при создании элементов вращения позволяет выбрать начальную и конечную грань или плоскость, которыми завершается вращение.

При создании элементов вращения для сборки выбирается ограничивающая грань или плоскость. Грань или плоскость может располагаться на другом компоненте. Расположение грани или плоскости в сборке не должно изменяться. Метод недоступен для базовых конструктивных элементов.

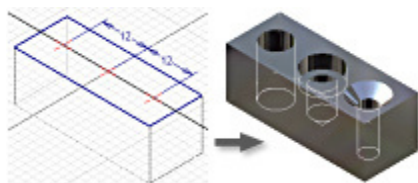
Метод *До* следующего позволяет выбрать ближайшую возможную грань или плоскость в качестве ограничения вращения в заданном направлении. Перетаскивание профиля изменяет направление вращения на каждой из сторон эскизной плоскости. Метод недоступен при вращении в сборках и создании базовых элементов. В качестве ограничения вращения можно выбрать тело или поверхность. Направление выдавливания задается кнопками.

Часть 3

РАБОТА С КОНСТРУКТИВНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ



ОТВЕРСТИЕ



В среде работы с деталями и сборками можно создавать цекованные и зенкованные отверстия, отверстия с местом под уплотнение и высверленные отверстия с нестандартной резьбой. При этом типы дна отверстия отвечают различным конструктивным требованиям. Можно задать простое, резьбовое, конусное резьбовое или крепежное отверстие и добавить типы резьбы из таблицы данных резьбы.

В диалоговом окне "Отверстия" можно установить допуски для размеров отверстий. Для этого нужно в области предварительного просмотра диалогового окна щелкнуть правой кнопкой мыши на окне редактирования размера и выбрать "Допуск".

При работе с деталями в одном конструктивном элементе может объединяться несколько отверстий с одинаковыми параметрами (диаметром и методом ограничения). Различные отверстия могут создаваться из одного общедоступного эскиза с набором центральных точек.

Вызов: Лента: вкладка "3D модель" ➤ панель "Изменить" ➤ Отверстие 

<i>Тип отверстия</i>	В зависимости от выбранного типа отверстия его размеры задаются в области предварительного просмотра диалогового окна. Щелкните стрелку для выбора значения из списка. Пользователь также может использовать параметры "Измерение", "Показать размеры" или задать допуски в диалоговом окне "Допуск". Значения вводятся в поле параметров, расположенное в области предварительного просмотра.
– Обычное 	Цилиндрическое отверстие заданного диаметра на одном уровне с плоской гранью.
– Цековка 	Отверстие заданного диаметра, имеющее в пересечении с исходной гранью цилиндрическое углубление (цековку). Примечание Для конусных резьбовых отверстий нельзя использовать тип "Цековка".
– Место под уплотнение 	Отверстие заданного диаметра с местом под уплотнение определенного диаметра и глубины. Глубина отверстия и резьбы измеряются от нижней поверхности места под уплотнение.
– Зенковка 	Отверстие заданного диаметра, имеющее в пересечении с исходной гранью коническое углубление (зенковку).
<i>Дно отверстия</i>	Задается плоское или коническое дно отверстия. Для конического отверстия необходимо указать угол или на модели выбрать геометрию для измерения угла или отображения размеров. Положительный угол зенковки отмеряется против часовой стрелки от оси отверстия, перпендикулярной к плоской грани.
<i>Ограничение</i>	Доступны следующие типы ограничения:
– Расстояние	Метод ограничения глубины отверстия заданным положительным значением. Расстояние измеряется перпендикулярно исходной плоской грани или рабочей плоскости.
– Насквозь	Отверстие проходит через все грани.
– До выбранного	Ограничение глубины отверстия выбранной плоской гранью. Следует выбрать

	конечную ограничивающую поверхность для отверстия. Можно установить флажок "Завершить конструктивный элемент на продолжении грани".
<i>Тип отверстия</i>	
– Простое отверстие 	Создание простого отверстия без резьбы.
– Отверстие с зазором 	Создание отверстия, соответствующего выбранному крепежу. <i>Стандарт</i> – выбор стандарта для крепежного изделия из списка. <i>Тип крепежного изделия</i> – выбор типа крепежного изделия из списка. <i>Размер</i> – выбор размера крепежного изделия. <i>Вписать</i> – выбирается тип вписывания отверстия. Доступны три варианта: Доступны три варианта: "Нормальное", "С натягом" и "С зазором".
– Резбовое отверстие 	Создание отверстия с резьбой, определенного следующими параметрами: <i>Тип резьбы</i> – щелкните стрелку вниз, чтобы выбрать тип резьбы.. <i>Размер</i> – список номинальных размеров, соответствующих выбранному типу резьбы. Для каждого номинального размера доступны один или несколько вариантов шагов. Для каждой комбинации номинального размера и шага доступны один или несколько классов. <i>Обозначение</i> – расстояние между соседними одноименными боковыми сторонами профиля, измеренное вдоль оси резьбы. Примечание. При использовании британских единиц шаг рассчитывается как значение, обратное числу витков на дюйм или миллиметр. <i>Класс</i> – раскрывающийся список предлагаемых классов посадки для внутренней резьбы. <i>Диаметр</i> – отображение типа диаметра, используемого для данного элемента отверстия. <i>Направление</i> – определение направления нарезки резьбы. <i>Правая</i> – нарезка резьбы по часовой стрелке. <i>Левая</i> – нарезка резьбы против часовой стрелке. <i>Полная глубина</i> – если этот флажок установлен, резьба нарезается на полную глубину отверстия.
– Конусное отверстие с резьбой 	Создание отверстия с резьбой, определяемого следующими параметрами: <i>Тип резьбы</i> – щелкните стрелку вниз, чтобы выбрать тип резьбы. <i>Размер</i> – список номинальных размеров труб или обозначений, соответствующих выбранному типу резьбы. <i>Направление</i> – в Autodesk Inventor это значение определяется на основе размера и типа резьбы. <i>Диаметр</i> – отображение типа диаметра, используемого для данного элемента отверстия. Его можно изменить только в диалоговом окне "Параметры процесса моделирования". <i>Направление</i> – определение направления нарезки резьбы. <i>Правая</i> – нарезка резьбы по часовой стрелке. <i>Левая</i> – нарезка резьбы против часовой стрелке.
<i>Размеры отверстия</i>	Отображение и ввод размеров отверстия. Для вызова – щелкните элемент отверстия в обозревателе моделей правой кнопкой мыши и выберите команду "показать размеры". Дважды щелкните по размеру.

Отверстия можно строить как отдельно, так и массивом. Для этого предварительно создайте первое отверстие, а затем выполните команду "Круговой массив" или "Прямоугольный массив", чтобы задать интервал и расположение отверстий.



ЛОФТ (СОЗДАНИЕ КОНСТРУКТИВНОГО ЭЛЕМЕНТА ПО СЕЧЕНИЯМ)

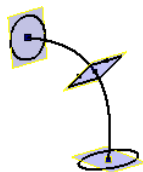
Вызов:

На ленте: вкладка "3D модель" ➤ панель "Создать" ➤ По сечениям



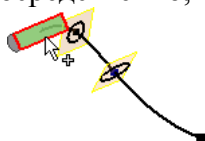
На вкладке "3D модель" откройте панель "Создать" и щелкните "По сечениям", чтобы создать элемент по сечениям посредством слияния нескольких контуров, которые называются сечениями, и преобразования их в сглаженные формы между заданными контурами или гранями детали.

Перед тем как приступить к построению элемента по сечениям, следует создать необходимое количество эскизов контуров в разных плоскостях, представляющие поперечные сечения будущего элемента.

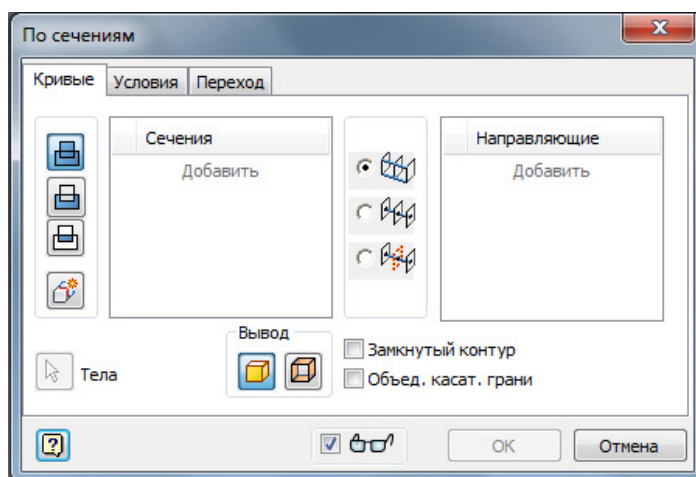


В дополнение к контурам эскизов можно выбирать грани объекта и точки в качестве отдельных сечений.

Чтобы использовать существующую грань в качестве начального или конечного сечения элемента, необходимо выбрать грань непосредственно, не создавая эскиз.



С помощью инструмента "По сечениям" можно создавать как тела, так и поверхности. Вкладка "Кривые"



Кривые

Сечения

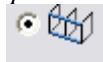
Список контуров сечения, на основе которых строится элемент по сечениям. Для добавления контура следует щелкнуть мышью на соответствующем элементе списка. В диалоговом окне выбранные сечения могут обозначаться как эскизы, ребра или точки. Каждому из выбранных контуров соответствует элемент списка.

Операция

Задание операции, определяющей взаимодействие с имеющимися элементами. Элемент по сечениям может объединяться с другим элементом, вычитаться из него или образовывать с ним пересечение:

Метод построения

–Направляющие



Направляющими могут быть 2D кривые, 3D кривые или ребра модели, которые определяют форму элемента между сечениями. Можно добавить любое количество направляющих для задания более точной формы элемента по сечениям. Направляющая определяет все тело элемента, а не только вершины сечения, которые она пересекает. Если вершины сечений не пересекают направляющие, в этом случае используются ближайшие направляющие. Направляющие должны пересекать все сечения и заканчиваться на или за пределами первого и последнего сечений. Часть направляющей, выходящей за пределы контура, игнорируется при создании элемента по сечению.

–Центровая линия 	Направляющие должны представлять собой непрерывную касательную. Центровая линия – это вид направляющей, относительно которой сечения располагаются перпендикулярно, а ее функции аналогичны функциям траектории сдвига. При использовании осевой линии для построения элемента по сечениям создается более плавный переход между поперечными сечениями элемента. Осевые линии должны отвечать тем же критериям, что и направляющие. Однако не требуется, чтобы осевые линии пересекали все сечения, достаточно выбрать одно.
–Площадь по сечениям 	С помощью инструмента "Площадь по сечениям" можно управлять поперечными сечениями, размещенными по осевой линии в определенных точках. Функцию "Площадь по сечениям" можно использовать для обоих результатов построения ("Тело" и "Поверхность"). При этом необходимо выбрать одну направляющую в качестве осевой линии. Размеры сечения отображаются для каждой точки, выбранной на осевой линии. С помощью параметра "Размеры сечения" можно определить площадь поперечного сечения и масштабный коэффициент для каждой точки. Дважды щелкните выносную линию размера или выберите необходимый параметр в соответствующем контекстном меню, чтобы открыть диалоговое окно "Размеры сечения". С помощью диалогового окна "Размеры сечения" можно определить и изменить площадь и масштаб сечений в выбранных точках, а также их положение.

СДВИГ

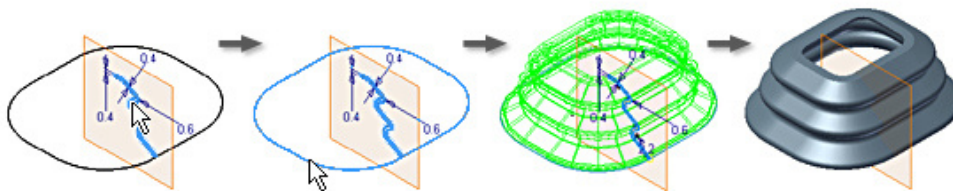
Вызов: На ленте: вкладка "3D модель" ➤ панель "Создание" ➤ Сдвиг 

Создание элемента или нового твердого тела путем сдвигания одного или нескольких эскизных контуров вдоль выбранной траектории.

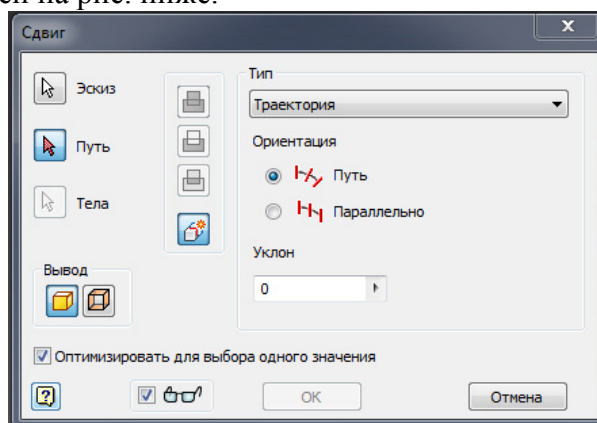
Для элемента сдвига обычно требуется не менее двух эскизов – контура и траектории – в пересекающихся плоскостях. В случае, если используется несколько профилей – они должны существовать на одном эскизе, траектория – на другом. Траектория может быть замкнутой или разомкнутой, но она должна пересекать плоскость контура.

Примечание

Если требуется несколько профилей из разных эскизов, используйте команду "По сечениям".

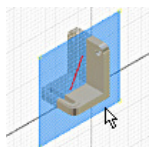


Внешний вид окна представлен на рис. ниже.



<i>Эскиз</i>	Тела и поверхности сдвига создаются с помощью замкнутых контуров. С помощью разомкнутых контуров можно создать только поверхности сдвига. Удерживайте клавишу <i>Ctrl</i> , чтобы отменить выбор контуров.
<i>Путь</i>	Задание траектории сдвига профиля. Траектория может быть разомкнутой или замкнутой, но она должна пересекать плоскость контура.
<i>Тела</i>	В файле мультidetали позволяет указать задействованные твердые тела. Недоступно в файлах деталей, в которых имеется только одно твердое тело.
<i>Тип</i>	задание типа сдвига. В дополнение к траектории для управления масштабом и скручиванием для сдвига по направляющей требуется выбрать дополнительную кривую или направляющую. При построении элемента сдвига с помощью направляющей поверхности требуется выбрать дополнительную поверхность для контроля скручивания профиля.
<i>– Траектория</i>	Сдвиг профиля вдоль траектории для создания элемента сдвига.
<i>– Траектория и направляющая</i>	С помощью направляющей контролируется масштаб и скручивание контура при сдвиге. <i>Направляющая</i> Выбор направляющей для контроля масштаба и скручивания контура при сдвиге. Направляющая должна пересекать плоскость контура. <i>Масштаб контура</i> – установка масштаба сечения элемента сдвига согласно направляющей. <i>X & Y</i> – изменение масштаба контура по оси X и Y при сдвиге. <i>X</i> – изменение масштаба контура по оси X при сдвиге. <i>Нет</i> – сохранение формы и размера контура при сдвиге. При использовании этого параметра с помощью направляющей контролируется только скручивание контура.
<i>– Траектория и направляющая поверхность</i>	Сдвиг профиля вдоль траектории и направляющей поверхности для создания элемента сдвига. С помощью направляющей поверхности контролируется скручивание контура при сдвиге. <i>Направляющая поверхность</i>: указание поверхности, с помощью нормали которой контролируется сдвиг по траектории. Для получения оптимальных результатов траектория должна располагаться на направляющей поверхности или в непосредственной близости от нее.
<i>Ориентация</i>	
<i>– Путь</i> 	контур при сдвиге удерживается в постоянном положении относительно траектории. Сечения элемента сдвига на всем протяжении траектории располагаются относительно нее так же, как исходный контур.
<i>– Параллельно</i> 	сдвиг контура элемента выполняется параллельно исходному контуру.
<i>Уклон</i>	Задание угла конуса для сдвига перпендикулярно плоскости эскиза (параметр недоступен при выборе положения контура элемента сдвига параллельно исходному контуру). Конусность отображается при просмотре сдвига тела. Этот параметр недоступен при выборе замкнутых траекторий.
	<i>Положительный угол</i> – площадь сечения элемента сдвига увеличивается по мере удаления от начальной точки. <i>Отрицательный угол</i> – площадь сечения элемента сдвига уменьшается по мере удаления от начальной точки.

РАБОЧИЕ ПЛОСКОСТИ



В деталях рабочая плоскость представляет собой бесконечную вспомогательную плоскость, параметрически связанную с конструктивным элементом. В сборке рабочая плоскость опирается на имеющийся компонент.

Рабочие плоскости могут быть ориентированы в пространстве в любом направлении, смещены от имеющихся граней и повернуты вокруг оси на заданный угол. Рабочая плоскость может служить плоскостью построений. Она может быть связана зависимостями (в том числе размерными) с другими конструктивными элементами или компонентами. В среде сборки можно создать рабочую плоскость между двумя плоскими гранями отдельных компонентов.

Каждая рабочая плоскость имеет свою внутреннюю координатную систему, начало и направление осей которой зависят от последовательности выбора опорной геометрии.

Рабочие плоскости в деталях могут создаваться как промежуточные элементы во время выполнения другой команды построения рабочего элемента. После построения рабочей плоскости команда "Рабочая плоскость" отключается.

Можно изменить размер рабочей плоскости. При необходимости щелкните правой кнопкой мыши рабочую плоскость и снимите флажок "Авторамер". Щелкните ручку в одном из углов рабочей плоскости и измените ее размер с помощью операцию перетаскивания.

Вызов: На ленте: вкладка "3D-модель" ➤ панель "Рабочие элементы" ➤ Плоскость 

Раскрывающийся список плоскости содержит следующие параметры для построения рабочей плоскости:

"Плоскость" (устаревший метод)	
	Выбор: соответствующие вершины, ребра или грани для определения рабочей плоскости.
	Результат: построение рабочей плоскости через выбранные объекты.
Смещение относительно плоскости	
	Выбор: Плоская грань. Нажмите выделенную грань и перетащите ее в сторону смещения. Введите значение расстояния между гранью и рабочей плоскостью в поле редактирования.
	Результат: Рабочая плоскость лежит параллельно заданной грани на указанном расстоянии.
Параллельно плоскости через точку	
	Выбор: Плоская грань (рабочая плоскость) и любая точка, в любой последовательности.
	Результат: Координатная система новой плоскости ориентирована так же, как и система выбранной плоскости.
Симметрично между двумя параллельными плоскостями	
	Выбор: Две параллельные плоские грани или рабочие плоскости.
	Результат: Новая рабочая плоскость получает систему координат и направление нормали первой из выбранных плоскостей.
Симметрично тору	
	Выбор: тор.
	Результат: Рабочая плоскость создается через центр или симметрично тору.
Угол к плоскости вокруг ребра	
	Выбор: грань детали или плоскость и любая грань или отрезок, параллельные плоскости.
	Результат: Создается рабочая плоскость, ориентированная под углом 90 градусов к заданной грани или плоскости. В поле редактирования введите требуемый угол, снимите флажок с параметра и установите его на другой угол.
Три точки	
	Выбор: Любые три точки (конечные или средние точки, точки пересечения или рабочие точки).
	Результат: Положительное направление оси X проходит от первой ко второй точке. Положительное направление оси Y перпендикулярно к оси X и проходит через

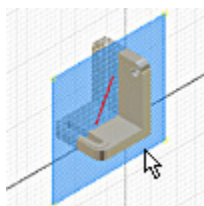
	третью точку.
Два компланарных ребра	
	Выбор: две компланарные рабочие оси, ребра или линии.
	Результат: Положительное направление координатной оси X рабочей плоскости проходит вдоль первого заданного ребра.
Касательная к поверхности через ребро	
	Выбор: Искривленная грань и линейное ребро, в любой последовательности.
	Результат: Координатная ось X рабочей плоскости проходит по линии касания плоскости с заданной гранью. Положительное направление оси Y проходит от оси X к заданному ребру.
Касательная к поверхности через точку	
	Выбор: криволинейная грань, конечная точка, средняя точка или рабочая точка.
	Результат: Координатная ось X рабочей плоскости проходит по линии касания плоскости с заданной гранью. Положительное направление оси Y проходит от оси X к заданной точке.
Касательная к поверхности и параллельно плоскости	
	Выбор: Искривленная грань и плоская грань (рабочая плоскость), в любой последовательности.
	Результат: Координатная система новой плоскости ориентирована так же, как и система заданной плоскости. Этот метод используется также для создания рабочей плоскости, касающейся грани или плоскости, перпендикулярной к другой плоскости.
Перпендикулярно оси через точку	
	Выбор: Линейное ребро (ось) и точка, в любой последовательности.
	Результат: Положительное направление координатной оси X рабочей плоскости проходит от пересечения плоскости с осью к заданной точке. Положительное направление оси Y задается дополнительно.
Перпендикулярно кривой в точке	
	Выбор: Нелинейное ребро или кривая эскиза (дуга, окружность, эллипс, сплайн), затем вершина, средняя точка ребра, точка эскиза или рабочая точка кривой.
	Результат: Новая рабочая плоскость строится перпендикулярно кривой и проходит через выбранную точку.

РЕБРА И СТЕРЖНИ ЖЕСТКОСТИ

Вызов: На ленте: вкладка "3D-модель" ➤ панель "Создание" ➤ Ребро жесткости 

Создание ребра жесткости параллельно плоскости эскиза

Ребра жесткости используют разомкнутый контур для создания одной формы опоры. Указанная толщина перпендикулярна плоскости эскиза, а материал выдавливается в плоскости эскиза.



Укажите плоскость эскиза и выполните необходимые построения.

1. При необходимости создайте рабочую плоскость для использования в качестве плоскости эскиза. Выберите команду "2D Эскиз" и укажите рабочую плоскость или плоскую грань, определяющую плоскость эскиза.
2. При необходимости используйте инструмент "Вид грани" для изменения направления эскиза.
3. При помощи команд на вкладке "Эскиз" создайте разомкнутый контур, определяющий форму ребра жесткости.

Следующий этап заключается в задании направления построения ребра жесткости, его толщины и протяженности.

1. Выберите на ленте Вкладка "3D-модель" ➤ панель "Создание" ➤ Ребро жесткости. Проверьте, что профиль выбран. Если нет, щелкните, чтобы выбрать его.



2. Нажмите , чтобы задать направление построения ребра жесткости. Нажмите "Сменить направление" для задания направления выдавливания материала.
3. Если в файле детали имеется несколько тел, установите переключатель "Тела", чтобы указать тела, которые будут задействованы.
4. В поле "Толщина" введите значение толщины ребра жесткости. Нажать кнопку "Обратить" для задания направления толщины ребра.
5. Нажмите одну из следующих кнопок для задания глубины ребра жесткости:

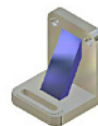


До следующего Ограничение построения ребра жесткости следующей гранью детали.



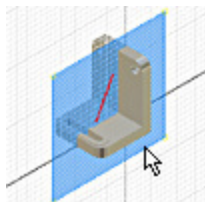
Задать явно Задание определенной глубины. Введите значение.

6. Нажать "ОК" для построения ребра или стержня жесткости.



Создание ребра жесткости перпендикулярно плоскости эскиза

Для ребра жесткости используется разомкнутый или замкнутый профиль для создания формы опоры. Указанная толщина расположена в плоскости эскиза, а материал выдавливается перпендикулярно плоскости эскиза. Используйте эскизные точки для размещения геометрии бобышки в элементе ребра жесткости.



Укажите плоскость эскиза и создайте геометрию профиля.

1. При необходимости создайте рабочую плоскость для использования в качестве плоскости эскиза. Выберите команду "2D Эскиз" и укажите рабочую плоскость или плоскую грань, определяющую плоскость эскиза.
2. При необходимости используйте инструмент "Вид грани" для изменения направления эскиза.
3. При помощи команд на вкладке "Эскиз" создайте профиль, определяющий форму решетки.

Далее определите направление, толщину, границы и другие параметры решетки:

1. Выберите на ленте Вкладка "3D-модель" ➤ панель "Создание" ➤ Ребро жесткости. Проверьте, что профиль выбран. Если нет, щелкните, чтобы выбрать его.



2. Нажмите , чтобы задать направление построения ребра жесткости.
3. Нажмите "Сменить направление" для задания направления выдавливания материала.
4. Если в файле детали имеется несколько тел, установите переключатель "Тела", чтобы указать тела, которые будут задействованы.
5. Установите или снимите флажок "Удлинить контур". Если контур не пересекает деталь, то эта функция по умолчанию включена, Концы профиля будут автоматически удлинены. Если необходимо, снимите флажок для построения ребра или стержня жесткости заданной длины, определяемой контуром.
6. В поле "Толщина" введите значение толщины ребра жесткости. Нажать кнопку "Обратить" для задания направления толщины ребра.
7. Нажмите одну из следующих кнопок для задания глубины ребра



жесткости:



До следующего Ограничение построения ребра жесткости следующей гранью.



Задать явно Задание определенной глубины. Введите значение.

8. Дополнительно в окне "Угол конуса" введите значение угла конуса или наклона для ребра или стержня жесткости. Для применения значения угла конуса необходимо, чтобы профиль располагался перпендикулярно плоскости эскиза.
9. Нажать "ОК" для построения ребра или стержня жесткости.

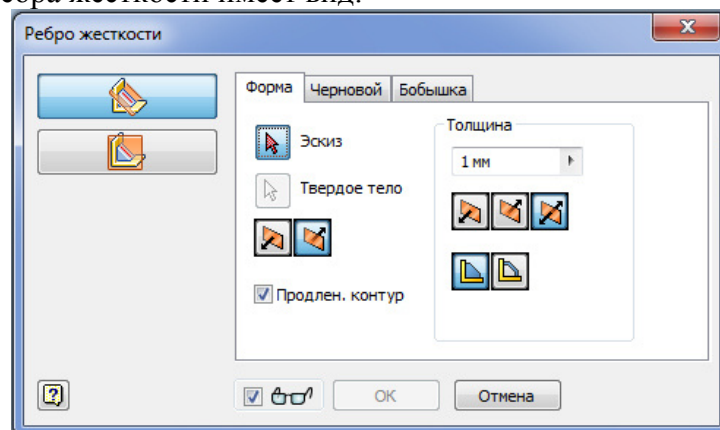
При необходимости перейдите на вкладку "Уклон" для управления уклоном элемента.

1. Выберите для хранения значения толщины в верхней части элемента или в корне.
2. Укажите значение угла наклона.

При необходимости перейдите на вкладку "Бобышка" для задания параметров геометрии бобышки.

1. Для размещения бобышек используйте кнопки "Центры" или флажок "Выбрать все". По умолчанию выбраны все точки эскиза, которые пересекают геометрию профиля.
2. Укажите значение диаметра геометрии бобышки.
3. Укажите значение смещения, которое равно расстоянию от верхней части элемента ребра жесткости до верхней части элемента бобышки.
4. Укажите значение угла уклона геометрии бобышки.

Окно создания ребра жесткости имеет вид:



Спецификация типа

Нормаль к
плоскости эскиза



Выдавливание геометрии перпендикулярно плоскости эскиза. Толщина параллельна плоскости эскиза.

Параллель к
плоскости эскиза



Выдавливание геометрии параллельно плоскости эскиза. Толщина перпендикулярна плоскости эскиза.

Форма

Эскиз



Выбор эскиза для определения формы ребра.

Твердое тело



Выбор тела, участвующего в построении мультидетали.

Направление

Указание направления выдавливания геометрии.

	
<i>Продленный контур</i>	По умолчанию контур удлиняется до пересечения с гранью, если это необходимо. Если необходимо сохранить исходную длину контура, то флажок можно снять.
<i>Толщина</i>	задание ширины ребра жесткости или стержня жесткости
<i>Обратить</i> 	Применение толщины на одной из сторон профиля либо равномерное применение удлинения к обеим сторонам профиля.
<i>До следующего</i> 	Завершение ребра жесткости или решетки на следующей грани.
<i>Задать явно</i> 	Ограничение построения ребра жесткости или решетки заданной протяженностью. Введите значение.
<i>Черновой (Уклон)</i>	<i>Захват толщины</i>
<i>На эскизе</i>	Заданная толщина определяется в плоскости эскиза.
<i>От основания</i>	Указанная толщина определяется в месте пересечения элемента ребра жесткости и следующей грани.
<i>Угол уклона</i>	введите значение, чтобы добавить уклон элемента ребра жесткости.
<i>Бобышка</i>	
<i>Центры</i> 	выбор точек эскиза, лежащих в области геометрии профиля ребра жесткости.
<i>Выбрать все</i>	выбор всех точек эскиза, которые пересекают геометрию профиля ребра жесткости.
<i>Диаметр</i>	указание диаметра элемента бобышки.
<i>Смещение</i>	задание расстояние выше или ниже плоскости эскиза для начала элемента бобышки.
<i>Угол уклона</i>	добавление уклона для элементов бобышки.

ОБОЛОЧКИ

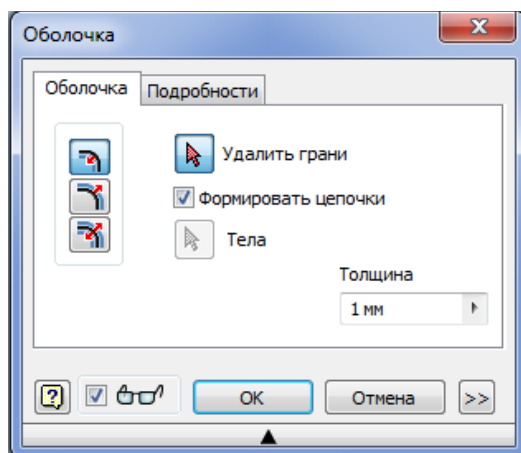
Оболочка – это полый конструктивный элемент с заданной толщиной стенок, получаемый удалением внутренней части детали. Пользователь может исключить некоторые грани оболочки, формируя открытую полость.

По умолчанию в Autodesk Inventor создаются оболочки с точно заданными размерами. Если невозможно построить оболочку с точно заданными размерами и включена функция аппроксимации, будет предпринята попытка применить аппроксимацию.

Вызов: На ленте: вкладка "3D-модель" ➤ панель "Изменить" ➤ "Оболочка" 

Для построения оболочки необходимо создать конструктивный элемент, отдельную деталь или деталь в сборке, затем вызвать команду оболочка.

Внешний вид окна вкладки оболочка представлен ниже:



<i>Оболочка</i>	Указание направления, в котором измеряется толщина стенок оболочки. <i>Внутрь</i> – смещение стенок внутрь детали. Внешние грани исходной детали остаются снаружи оболочки. <i>Наружу</i> – смещение стенок к внешней стороне детали. Внешние грани исходной детали остаются внутри оболочки. <i>Обе стороны</i> — одновременное равномерное смещение стенок внутрь и наружу. На гранях исходной детали стенки строятся внутри и снаружи, в половину толщины с каждой стороны.
<i>Удалить грани</i> 	Выбор исключаемых граней детали. Оставшиеся грани формируют стенки оболочки. Щелкните, чтобы активировать деталь, а затем выберите грани для исключения. Для отмены выбора следует повторно щелкнуть грань, удерживая нажатой клавишу Ctrl. Выбранные грани удаляются из создаваемой оболочки. Из оставшихся граней создаются стенки оболочки заданной толщины. Если ни одна грань детали не исключена, то оболочка полностью повторяет форму детали.
<i>Формировать цепочки</i>	Включение и отключение автоматического выбора нескольких последовательных касательных граней. По умолчанию флажок установлен. Снимите флажок, чтобы сделать возможным выбор отдельных касательных граней.
<i>Тела</i>	Выбор твердых тел, задействованных в файле мультидетали. Команда недоступна, если деталь содержит только одно тело.
<i>Толщина</i>	Выбор толщины для всех стенок оболочки. Поверхности деталей, которые не были выбраны для удаления, становятся стенками оболочки. Для того чтобы использовать в параметрической таблице значение толщины, выделите значение в поле, щелкните правой кнопкой мыши и выберите операцию вырезания, копирования, вставки или удаления.

Последовательность построения оболочки:

- Выберите на ленте вкладку "3D модель" ➤ панель "Изменить" ➤ Оболочка.
- Нажать кнопку "Удалить грани" и указать в графической области исключаемые из оболочки грани.
- Нажмите одну из кнопок задания направления отсчета толщины стенок (смещения) относительно граней оболочки ("Внутрь", "Наружу" или "В обе стороны").
- Введите значение толщины по умолчанию для граней оболочки.
- Нажмите кнопку "ОК".

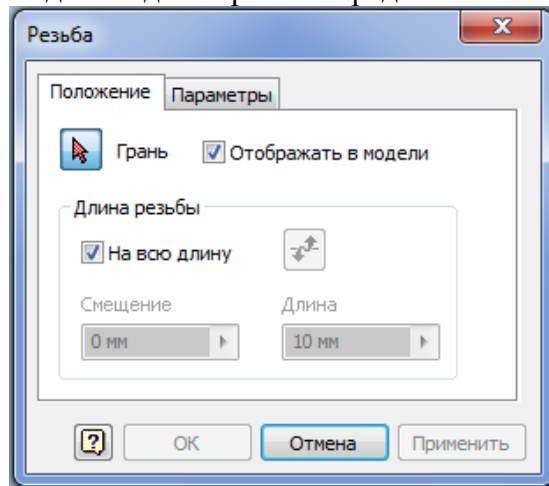
РЕЗЬБОВЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ



Резьба создается в отверстиях или на наружных цилиндрических элементах (телах вращения). Резьба задается местоположением, длиной, смещением, направлением, типом, номинальным размером, классом и шагом. Используемые описания резьбы хранятся в электронной таблице, в которую можно добавлять типы и размеры резьбовых элементов.

Вызов: На ленте: вкладка "3D-модель" ➤ панель "Изменить" ➤ Резьба 

Внешний вид и описание окна для создания резьбы представлены ниже:



Положение

Грань

Выбор одной цилиндрической или конической грани.



Грань

Отображать в модели

Режим отображения резьбы в модели.

Длина резьбы

Задание ограничения, направления и смещения резьбы.

По всей длине – создание резьбы по всей длине выбранной грани.



Изменить направление – смена направления резьбы на обратное от исходного ребра выбранной грани.

Длина – определение длину резьбы на выбранной грани. Параметр недоступен, если установлен флажок "На всю длину".

Смещение – определение расстояния от исходного ребра грани до начала резьбы. Параметр недоступен, если установлен флажок "На всю длину".

Параметры

Задание параметров, определяющих резьбу. Стандартные типы резьбы указаны в таблице, по умолчанию содержащейся в папке Design Data, расположение которой настраивается в диалоговом окне "Параметры приложения" на вкладке "Файлы".

Тип резьбы

Выбор типа резьбы из списка, определенного в таблице данных.

Размер

Выбор номинального размера (диаметра) для указанного типа резьбы.

Обозначение

Выбор комбинации диаметра и шага резьбы из списка, определяемого текущими типом и диаметром резьбы.

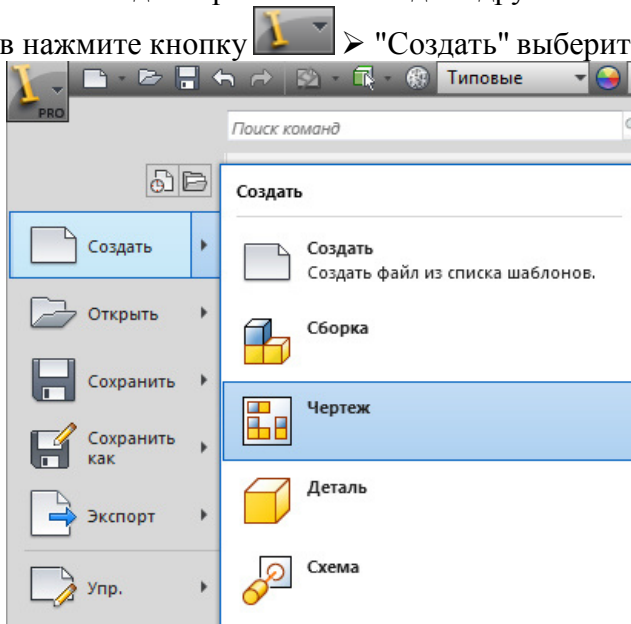
Класс

Выбор класса резьбы из списка для заданного диаметра и шага.

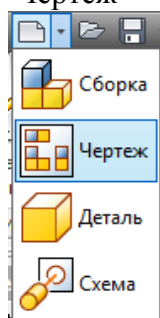
Часть 4

При создании нового чертежа используется шаблон по умолчанию, содержащий лист с рамкой, основной надписью и другими атрибутами. Шаблоном по умолчанию является шаблон Обычный .idw. Данный файл можно адаптировать или создать другие шаблоны.

Для создания чертежа в нажмите кнопку  ➤ "Создать" выберите "Чертеж"



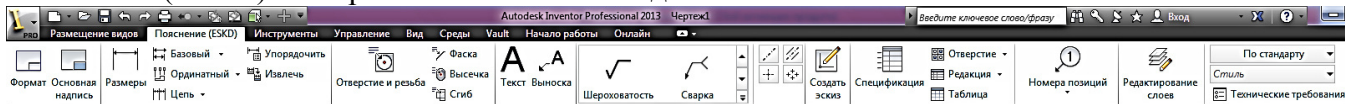
или на панели быстрого доступа "Создать" ➤ "Чертеж"



В среде создания чертежей становятся доступны следующие вкладки: размещение видов, Пояснения (ESKD), Инструменты, Управление, Вид, Среды и т.д.

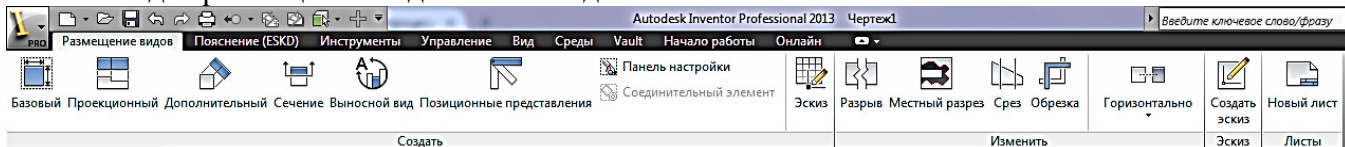
Для создания любого чертежа необходимо определить формат чертежа.

Настройка формата чертежа и заполнение основной надписи производится во вкладке Пояснения (ESKD) ➤ Формат или Основная надпись соответственно.



Следующий этап – это размещение главного вида.

Вкладка размещение видов имеет вид:



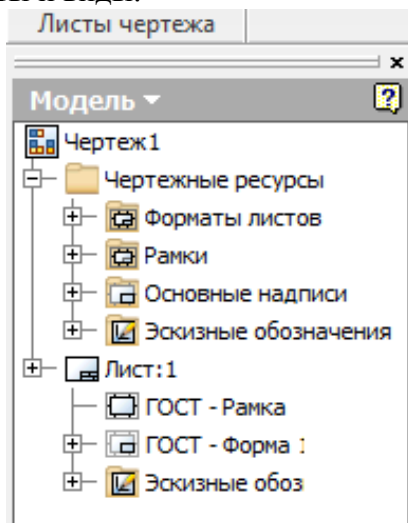
Если формат листа включает в себя стандартные виды чертежа, виды добавляются автоматически.

После того, как на чертеже размещены виды, можно переходить к нанесению надписей, размеров, осевых линий, маркеров центра, обозначений и других пояснительных элементов.

Свойства пояснительных элементов определяются настройками текущего стандарта оформления. Во вкладке Редактирование слоев можно поменять настройки (тип, вес, цвет линии...).

Для нанесения размеров можно использовать размеры модели, заданные на стадии ее разработки, или нанести контрольные размеры, которые служат исключительно для иллюстративных целей. Размеры модели на чертеже можно редактировать, если данный параметр был выбран при установке.

Браузер для чертежей – отображение иерархической структуры чертежа или шаблона, включая чертежные ресурсы, листы и виды.



Чертежные ресурсы

Отображение информации о форматах листов, рамках, основных надписях и эскизных обозначениях, доступных в чертеже. Откройте папку для просмотра содержимого, затем дважды щелкните ресурс, чтобы вставить его на лист чертежа.

Форматы листов

Показ доступных форматов листов. Форматы листов имеют стандартные размеры и содержат основные элементы оформления.

На основе стандартного формата листа можно создавать новые форматы. Для этого необходимо внести требуемые изменения, затем щелкнуть правой кнопкой мыши на имени листа и выбрать "Создать формат листа".

Рамки

Отображение стандартной рамки и всех доступных пользовательских рамок чертежа.

- Для вставки рамки чертежа нужно в папке браузера "Чертежные ресурсы" щелкнуть правой кнопкой мыши по имени рамки и из контекстного меню выбрать "Вставить рамку".
- Для изменения свойств рамки по умолчанию нужно ее сначала удалить, а затем вставить новую рамку по умолчанию с соответствующими свойствами.
- Для создания пользовательской рамки выберите вкладку "Управление" ➤ панель "Определить" ➤ "Рамка", чтобы открыть окно эскиза, а затем используйте команду "Эскиз" для создания рамки.
- Для создания пользовательской рамки с зонами выберите вкладку "Управление" ➤ панель "Определить" ➤ "Рамка с зонами", чтобы открыть окно эскиза, а затем используйте команду "Эскиз" для создания рамки.
- Для изменения количества зон и параметров обозначения пользовательских границ зон щелкните правой кнопкой мыши имя рамки в браузере и выберите "Изменить".

Основные надписи

Отображение основных надписей, которые можно вставить в чертеж.

- Для изменения формата основной надписи щелкните правой кнопкой мыши и выберите команду "Редактировать". Редактирование осуществляется в режиме построения эскизов. Внесите изменения при помощи команд работы с эскизами.
- Для создания формата основной надписи выберите вкладку "Управление" ➤ панель "Определить" ➤ "Основная надпись", чтобы открыть окно эскиза, а затем используйте команду "Эскиз" для создания основной надписи.

<i>Эскизные обозначения</i>	Отображение эскизных обозначений, имеющихся в чертеже. Эскизные элементы могут состоять из надписей и геометрических контуров. В браузере находятся описания эскизных обозначений. Эскизные обозначения на листе чертежа представляют собой пример такого описания. - Для создания нового эскизного обозначения выберите вкладку "Управление" ➤ панель "Определить" ➤ "Обозначение". В окне создания эскизов создайте обозначение с помощью команд работы с эскизами. - Для редактирования эскизного обозначения щелкните правой кнопкой мыши и выберите пункт "Редактировать". Обозначение откроется в окне эскиза. Внесите изменения при помощи команд работы с эскизами.
-----------------------------	--

Листы – отображение листов чертежа. Под именем листа в браузере приводится информация о рамке, основной надписи и видах листа. Открытый лист подсвечивается в браузере, все остальные листы затеняются.

<i>Активировать</i>	Для активации листа дважды щелкните мышью на его названии или щелкните правой кнопкой и берите пункт "Активизировать".
<i>Создание формата листа</i>	Для создания нового формата листа на основе имеющегося выберите имя листа, щелкните правой кнопкой мыши и в контекстном меню выберите пункт "Создать формат листа".
<i>Изменение</i>	Для изменения размера, ориентации и других атрибутов листа выберите его имя, щелкните правой кнопкой мыши и выберите пункт "Изменить".
<i>Переименование листа или других элементов браузера</i>	Для переименования листа выделите его имя, щелкните имя еще раз левой кнопкой, а затем введите новое имя. В браузере "Лист" можно переименовать следующие элементы: - листы чертежа; - эскизы вида и листа; - экземпляры эскизных обозначений, рамок чертежей и основных надписей.
<i>Удаление основной надписи</i>	Для удаления основной надписи нужно выбрать в браузере имя надписи, щелкнуть правой кнопкой мыши и выбрать из контекстного меню пункт "Удалить".
<i>Редактирование предлагаемых значений</i>	Для редактирования предлагаемых значений основной надписи выберите имя основной надписи, щелкните правой кнопкой мыши и выберите в контекстном меню пункт "Редактировать предлагаемые значения".

Виды – перечень всех видов для каждого листа.

<i>Создание вида</i>	Щелкните правой кнопкой мыши вид и выберите в контекстном меню пункт "Создать вид". Выберите тип вида для создания зависимого вида.
<i>Редактирование вида</i>	Для изменения метки, масштаба и других атрибутов вида щелкните правой кнопкой мыши имя вида и выберите в контекстном меню пункт "Редактировать вид".
<i>Выравнивание</i>	Щелкните правой кнопкой мыши имя вида и выберите в контекстном меню пункт "Выравнивание". Выберите "Горизонтально", "Вертикально" или "Позиционно".
<i>Установка именованного вида</i>	Щелкните правой кнопкой мыши вид и выберите в контекстном меню пункт "Установить именованный вид". Щелкните стрелку и выберите из списка именованный вид, затем щелкните вид для отображения других видовых представлений.
<i>Видимость аннотаций</i>	Для отображения или скрытия размеров или аннотаций сварки выберите имя вида, щелкните правой кнопкой мыши и выберите в контекстном меню пункт "Видимость аннотаций". Установите или снимите флажок для соответствующих аннотаций.

Шаблоны для чертежей

Каждый новый чертеж создается на основе шаблона. Допускается редактирование предварительно определенных шаблонов и создание новых шаблонов, соответствующих определенным стандартам.

Чтобы изменить стандарт оформления по умолчанию, нажмите кнопку "Настройка" шаблона по умолчанию" на вкладке "Файл" диалогового окна "Параметры приложения". Затем выберите требуемый стандарт оформления в диалоговом окне "Настройка шаблонов по умолчанию".

Для создания собственного (пользовательского) шаблона необходимо сохранить пользовательский файл чертежа в папке Templates. При создании следующего файла чертежа новый шаблон отображается в списке шаблонов чертежа.

Шаблон чертежа может содержать рамки, основные надписи, аннотации на листах чертежа, например пользовательские обозначения, примечания, таблицы редакций и определения видов. Аннотации видов и текстовые сообщения не сохраняются в шаблоне.

Команды работы с чертежами

К командам работы с чертежами относятся средства создания видов, нанесения пояснительных элементов и построения эскизов.

Команды создания видов

В группе Виды чертежа расположены кнопки вызова команд создания видов чертежа, а также создания дополнительных листов (Таблица.4.1).

Таблица 4.1

Кнопка	Команда	Пояснение	Примечание
	Главный вид	Импорт детали в чертеж и создание главного вида	
	Дополнительный вид	Создание дополнительного вида	Необходимо выбрать ребро для проецирования вида.
	Разрез	Создание разреза	Предварительно следует построить след секущей плоскости
	Выносной элемент	Создание выносного элемента	
	Вид с разрывами	Создание вида с разрывами	
	Местный разрез	Создание вида с местным разрезом	Предварительно создать связанный эскиз с замкнутым контуром для задания границ местного разреза
	Создать лист	Создание нового листа	
	Эскизный вид	Создание эскизного вида	

Команды нанесения пояснительных элементов

В группе Пояснительные элементы расположены кнопки вызова команд нанесения размеров, различных обозначений, номеров позиций, текстовых надписей, а также создания спецификаций (Таблица 4.2).

Таблица 4.2

Кнопка	Команда	Пояснение	Примечание
	Размеры	Нанесение размера между	Для выбора типа допуска

Кнопка	Команда	Пояснение	Примечание
		двумя точками, линиями или кривыми	или задания точности следует дважды щелкнуть мышью на размере
	Группа размеров от общей базы	Автоматическое нанесение размеров от общей базы	
	Размер от общей базы		
	Группа ординатных размеров	Нанесение группы ординатных размеров	
	Ординатный размер	Нанесение ординатного размера	
	Упрощенные размеры отверстия	Нанесение упрощенных размеров отверстия на выноске	Функция применима только для отверстий, созданных командой Отверстие в среде моделирования деталей
	Символы	Нанесение эскизных обозначений	
	Извлечение размеров	Выбор размеров модели, отображаемых на чертеже	
   	Маркер центра	Нанесение маркера центра. Нанесение осевых / центровых линий. Нанесение осевой линии между выбранными объектами. Нанесение окружности центров	
	Обозначение шероховатости	Нанесение обозначения шероховатости поверхности	
	Обозначение сварки	Нанесение обозначения сварного шва	
	Допуск ФИР	Нанесение допуска формы и расположения	
	Обозначение поверхности	Нанесение обозначения поверхности	Не применяется в стандарте ANSI
	Обозначение базы	Нанесение обозначения базы	
    	Участок базы - Выноска	Участок базы на выноске Участок базы для круговой области Участок базы для линии Участок базы для точки Участок базы для прямоугольной области	
	Текст	Нанесение текстового блока	
	Текст на выноске	Нанесение текста на выноске	
 	Номер позиции Авто нумерация	Нанесение номера позиции Нанесение номеров позиций всех деталей	Номера детали присваиваются программой автоматически

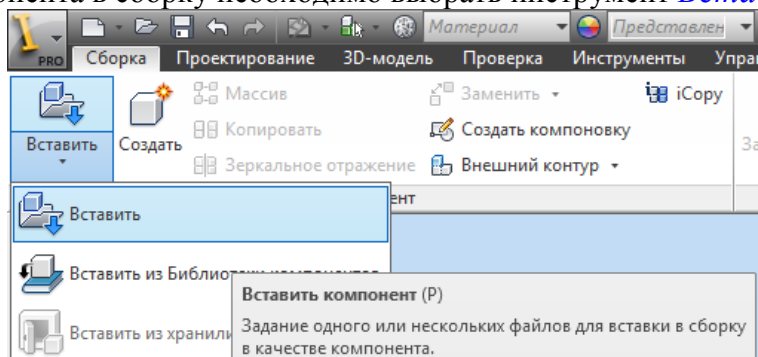
Кнопка	Команда	Пояснение	Примечание
	позиций		
	Спецификация	Создание спецификации	Пользователь может задавать, какие графы выполнить в спецификации
  	Таблица отверстий – выбор Таблица отверстий – вид Таблица отверстий – выбранный тип	Создание таблицы размеров всех или выбранных отверстий заданного вида	
 	Условный шов Форма разделки концов	Пояснение условного шва Пояснение формы концов сварного шва	
 	Перечень изменений Марка изменений	Нанесение перечня изменений Добавление марок изменений, связанных с перечнем	

Часть 5

РАБОТА СО СБОРКАМИ

Файлы компонентов с расширением **.ipt** могут включать в себя только одну деталь. При объединении деталей в одну сборочную единицу используется файл Сборки с расширением **.iam**. В этом файле содержится только информация о том, как компоненты должны соединяться друг с другом, а сама информация о них, хранится в собственном файле. Компоненты можно редактировать как в собственном файле, так и в файле сборки.

Для вставки компонента в сборку необходимо выбрать инструмент *Вставить компонент*.



Выберите и откройте файл двойным нажатием ЛКМ или нажатием кнопки *Открыть*, разместите его произвольно на рабочем поле левой кнопкой мыши один раз (второе нажатие – повторная вставка компонента) и нажмите правой клавишей *Ok*. Компоненты можно перемещать и поворачивать. Вставить можно любое количество компонентов. Необходимо чтобы хотя бы один компонент был неподвижно зафиксирован (был заземленным). По умолчанию первый, размещенный в сборке, компонент является заземленным. В браузере для заземленных компонентов используется значок канцелярской кнопки.

ЗАВИСИМОСТЬ

Так как вставленные в сборку компоненты создавались независимо, то они не связаны друг

с другом. Для задания связей между компонентами используются зависимости

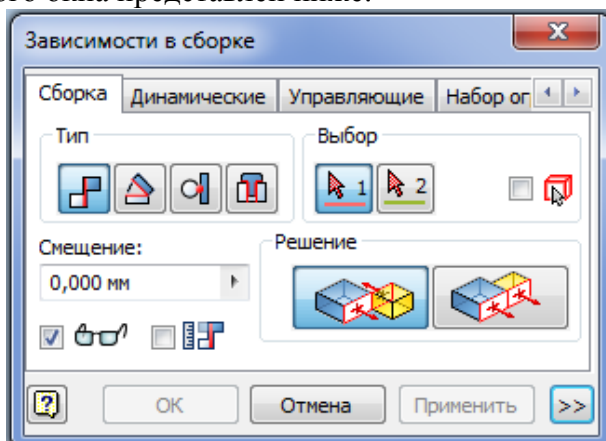
Сборочные зависимости задают позиционирование компонентов сборки друг относительно друга. При наложении зависимостей удаляются степени свободы, и ограничивается возможность перемещения компонентов. Для указания допустимого диапазона движения для зависимости можно присвоить максимальное и минимальное значение позиции, а также значение опорной позиции.

Вызов:

Лента: вкладка "Сборка" ➤ панель "Позиция" ➤ "Зависимость"

В появившемся диалоговом окне *"Зависимости в сборке"* можно выбрать тип зависимости. Окно обновляется, после чего можно выбрать тип зависимости: *Сборка*, *Динамические*, *Управляющие*, *Набор ограничений*.

Внешний вид диалогового окна представлен ниже:



Задание типа зависимости и иллюстрирование варианта позиционирования компонентов до наложения зависимости.

Совмещение



Зависимость типа "Совмещение" служит для позиционирования компонентов с совмещением граней или с выравниванием граней заподлицо. Зависимость данного типа устраняет одну поступательную и две вращательные степени свободы между плоскими поверхностями.

Решение "Совмещение" служит для позиционирования выбранных граней таким образом, чтобы поверхности были совмещены, а нормали – сонаправлены. Для наложения зависимости совмещения с нулевым смещением удерживайте клавишу ALT и перетащите компонент сборки в требуемое местоположение.

Решение "Заподлицо" служит для позиционирования компонентов с выравниванием граней заподлицо. Выбранные грани, кривые или точки позиционируются таким образом, что нормали к поверхностям сонаправлены.

Для наложения зависимости совмещения с нулевым смещением удерживайте клавишу ALT и перетащите компонент сборки в требуемое местоположение.

Угол



Зависимость типа "Угол" служит для позиционирования ребер или плоских граней двух компонентов под заданным углом друг к другу вокруг оси. Зависимость данного типа устраняет одну вращательную степень свободы и две степени свободы углового вращения между плоскими поверхностями.

При выборе *варианта решения "Направленный угол"* всегда используется правило правой руки.

"Ненаправленный угол" обеспечивает возможность ориентировать компоненты, что позволяет разрешить ситуацию, когда при наложении и перетаскивании зависимостей направление компонента изменяется.

Базовый вектор однозначно определяет направление вектора оси Z (векторного произведения) с помощью дополнительного третьего инструмента выбора. Он снижает тенденцию угловой зависимости переключаться на альтернативный вариант при наложении или перетаскивании. *Это решение по умолчанию.*

Касательность



Зависимость типа "Касательность" служит для позиционирования граней, плоскостей, а также цилиндрических, сферических и конических поверхностей по касательной. Касание может осуществляться как с внешней, так и с внутренней стороны кривой, в зависимости от выбранного направления нормали. Зависимость касательность удаляет одну степень линейного перемещения. Между цилиндром и плоскостью она удаляет одну степень линейной свободы и одну степень свободы вращения.

Вариант решения "Внутри" служит для позиционирования первой выбранной детали с внутренней стороны второй выбранной детали по касательной.

Вариант решения "Снаружи" служит для позиционирования детали, выбранной первой, с внешней стороны детали, выбранной второй. *Такой вариант используется по умолчанию.*

Вставка



Зависимость типа "Вставка" является комбинацией зависимостей совмещения грань к грани между плоскими гранями и между осями двух компонентов. Зависимость вставки помещает тело болта в отверстие. При этом тело болта выравнивается относительно отверстия, а его нижняя часть пригоняется к плоской грани. Такая зависимость оставляет вращательную степень свободы.

Функция "Встречно" служит для изменения направления совмещения первой выбранной детали на противоположное.

Функция "Согласованно" служит для изменения направления совмещения второй выбранной детали на противоположное.

<i>Выбор</i>	
<i>Выбор 1</i> 	<i>Выбор 1</i> позволяет выбрать кривые, плоскости или точки первого компонента. Для завершения первого выбора следует нажать "Выбор 2" или вторую грань в графической области. Первая группа выбора просматривается в том же цвете, который установлен на кнопке выбора графического окна.
<i>Выбор 2</i> 	<i>Выбор 2</i> позволяет сделать выбор кривых, плоскостей или точек второго компонента. Вторая группа выбора просматривается в том же цвете, который установлен на кнопке выбора графического окна.
<i>Начать с выбора детали</i> 	Опция " <i>Начать с выбора детали</i> " ограничивает выбор геометрии для отдельного компонента. Этот режим используется в случае, если компоненты расположены слишком близко друг к другу или частично перекрываются. Чтобы восстановить режим выбора, флажок следует снять.
<i>Смещение/ Угол</i>	Задание расстояния (угла) между участвующими в зависимости компонентами.
<i>С просмотром</i> 	Предварительный просмотр результата наложения зависимости на выбранную геометрию. После выбора геометрии обоих компонентов, недоопределенные объекты автоматически позиционируются в соответствии с накладываемой зависимостью. По умолчанию флажок установлен. Для отключения предварительного просмотра флажок следует снять. Если какой-либо из компонентов является адаптивным, предварительный просмотр невозможен
<i>Оценка смещения и ориентации</i> 	Если поле "Смещение" оставлено незаполненным, выполняется вставка смещения и ориентации для зависимостей совмещения, расположения заподлицо и угла. По умолчанию данный флажок установлен. Если необходимо установить ориентацию и смещение вручную, флажок следует снять. Для угловой зависимости автоматически измеряется угол.

КОМАНДА "СБОРКА"

Вызов: Лента: вкладка "Сборка" ➤ панель "Позиция" ➤ "Сборка" 

Для выполнения команды необходимо предварительно выбрать объекты для наложения зависимостей, а затем выбрать тип зависимости, который требуется применить. В сборке, в соответствии с указанной геометрией, автоматически выбираются допустимые типы зависимостей.

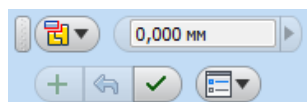
При выполнении команды "Сборка" первый выбранный компонент всегда перемещается ко второму варианту выбора.

С помощью команды "Сборка" за одну операцию можно добавить зависимости только для одного компонента. После завершения определения зависимостей для компонента нажмите "ОК" для создания зависимостей и выхода из команды. При повторном выполнении команды "Сборка" пользователь выбирает следующий компонент, для которого требуется определить зависимости.

При необходимости существующие зависимости или состояние закрепления можно отменить для обеспечения возможности перемещения первого варианта выбора. При выходе из команды "Сборка" рассчитываются все новые и существующие зависимости. При наличии конфликта появится диалоговое окно "Управление зависимостями сборки", в котором можно подавить или удалить зависимости.

После создания зависимость можно отредактировать с целью изменения этих параметров настройки.

При выборе команды "Сборка" в графическом окне вместо диалогового окна отображается мини-панель инструментов:



Список "Тип зависимости" 	Список "Тип зависимости" обновляется с учетом выбранной геометрии для отображения только доступных зависимостей. Тип зависимости можно выбрать в любое время для ограничения доступных для выбора типов геометрии.
Смещение/ Угол 	Введите значение смещения или угла.
кнопка "OK" 	При нажатии кнопки "OK" создается зависимость с выходом из команды "Сборка".
кнопка "Применить" 	При нажатии кнопки "Применить" создается зависимость без выхода из команды "Сборка".
кнопка "Отменить" 	При нажатии кнопки "Отменить" все варианты выбора отменяются.
ESC	Нажмите <i>ESC</i> для создания всех применимых зависимостей с выходом из команды "Сборка".

Сборка может включать в себя под сборки. Т.е. какие-то компоненты могут быть собраны в отдельном файле как самостоятельные сборочные единицы, а затем вставлены в качестве под сборки в основную сборку.

СХЕМА СБОРКИ-РАЗБОРКИ

С помощью схем сборки-разборки конструкторы поясняют процессы сборки и разборки изделия.

Схема – это графическое изображение изделия без учета сборочных зависимостей. При создании схем Autodesk Inventor использует графическую информацию и относительные положения компонентов изделия. При изменении какого-либо компонента изделия схема обновляется.

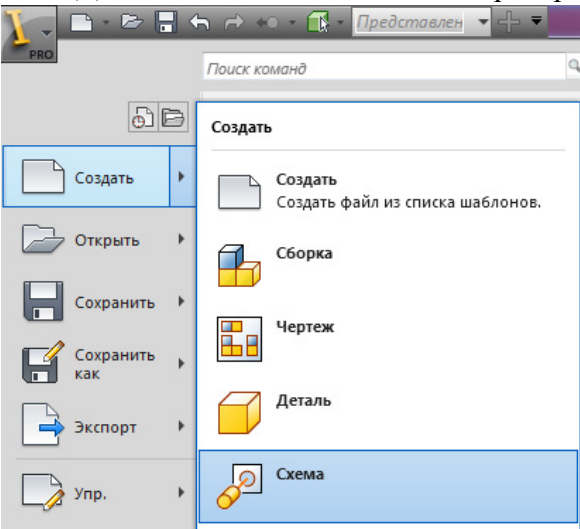
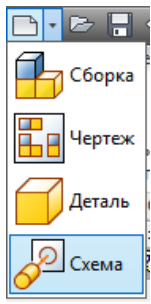
В схемах сборки-разборки программа сдвигает компоненты так, чтобы был ясен процесс их соединения.

Для создания схемы сборки-разборки нажмите  ➤ Создать ➤ Схема

или

в панели быстрого доступа Создать ➤

Схема:

Схемы сохраняются в отдельном файле, который называется файлом схем (он имеет расширение **.ipn**). В каждом таком файле может содержаться столько схем, сколько необходимо для данной сборки. При модификации сборки схемы обновляются автоматически.

Схемы сборки-разборки сначала создаются в среде работы со схемами, а затем помещаются в среду чертежа. Для создания схемы может быть использовано любое направление взгляда и базовая точка. Схемы сборки-разборки также используют для создания анимаций сборки.

При создании схемы можно сразу произвести ее автоматическую разборку. Все компоненты будут смещены на заданное расстояние от сборочных позиций. Сборочные зависимости, привязанные к граням компонентов, определяют направление их движения для создания схемы.

Автоматическая разборка при создании новой схемы

Создать
вид



1. Выберите на ленте вкладка "Представление" ➤ "Создать вид".
2. Выбрать файл сборки и именованный вид.
3. В качестве метода разборки установить "Автоматически".
4. Задать расстояние сдвига.
5. Выбрать "Создавать линии сборки", чтобы создать линии сборки для каждого сдвига в данной схеме; если снять флажок, линии сборки не создаются.

Сборочные зависимости для автоматической разборки

При автоматической разборке схемы направление сдвига компонентов зависит от сборочных зависимостей, наложенных на объекты модели.

Возможные комбинации объектов, которые могут использоваться при совмещении зависимостей и сдвигов, которые происходят при автоматической разборке, представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1.

Геометрия совмещений	Результат автоматической разборки
Грань к грани Грань к плоскости Грань к ребру Грань к точке Грань к оси	Разборка по нормали к грани
Плоскость к плоскости Плоскость к ребру Плоскость к точке Плоскость к оси	Разборка по нормали к плоскости
Точка к точке Точка к оси Ось к оси Ребро к ребру Ребро к точке Ребро к оси	Нет действия
Вставка (совмещение оси и грани) Конструктивная пара – вставка	Разборка по нормали к грани вдоль оси
Касательность Конструктивная пара – касательность	Разборка по нормали к плоской грани
"Угол" Конструктивная пара – угол	Нет действия
Конструктивная пара к грани	Разборка по нормали к грани
Конструктивная пара – плоскость	Нет действия

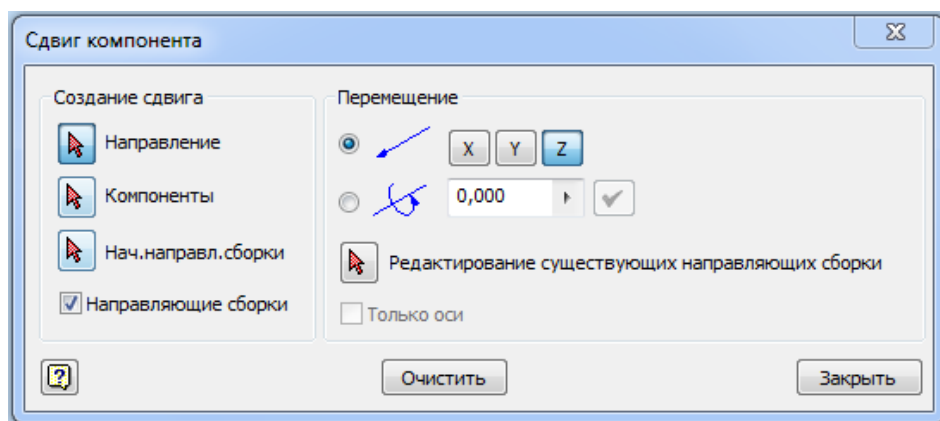
Сборочные зависимости используются только для первой автоматической разборки. Далее можно вручную сдвигать отдельные компоненты в любом заданном направлении для создания оптимального вида.

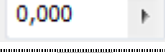
Добавление сдвигов в схему вручную

Сдвиги можно добавить в компонент или группу компонентов существующей схемы.

Вызов: Лента: вкладка "Представление" ➤ панель "Создать" ➤ "Сдвиг компонентов"





Создание сдвига	Выбор компонентов для создания сдвига, задание направления и начала сдвига.
Направление	Задание направления линейного сдвига или оси поворотного сдвига. Нажмите кнопку "Направление", затем выберите в графическом окне ребро, грань или элемент любого компонента, чтобы установить триаду направления для сдвига.
Компоненты	Выбор компонентов для создания сдвига. Нажмите кнопку "Компоненты", затем выберите компоненты в графическом окне или обозревателе. Если компонент был выбран еще до открытия диалогового окна, то он автоматически попадает в группу выбранных компонентов. Для удаления компонента из группы, удерживая клавишу <i>Ctrl</i> , выделить с помощью мыши этот компонент.
Начало линии сборки	Задание начала линии сборки. Нажмите кнопку "Начало линии сборки", затем с помощью мыши задайте в графической области начальную точку. Если начало линии сборки не задано явным образом, оно помещается в центр масс детали.
Направляющие сборки	Включение отображения линий сборки. Установить флажок "Направляющие сборки" для отображения линий сборки для сдвигов выбранного компонента. Снимите флажок, чтобы скрыть линий сборки.
Перемещение	Задание расстояния и типа сдвига для выбранных компонентов. После задания параметров нажмите кнопку "Применить" для добавления сдвига в вид.
	Задание линейного типа сдвига. Выберите параметр "Линейный", выберите ось, введите расстояние и нажмите кнопку "Применить".
	Задание поворотного типа сдвига. Выберите "Поворотный", укажите ось вращения, введите величину поворота в градусах и нажмите кнопку "Применить".
	Задание направления для линейного сдвига или оси для поворотного сдвига. Выбрать координатную ось, а затем ввести расстояние или угол поворота.
	Задание расстояния или угла сдвига
	Нажмите, чтобы создать сдвиг.
Редактирование существующих направляющих сборки	Вход в режим редактирования существующих сдвигов. Щелкните для входа в режим редактирования, выберите сдвиг в графической области, а затем измените его параметры.
Только оси	Поворот триады без поворота выбранных компонентов. Установите данный флажок, введите угол и нажмите кнопку "Применить". После поворота триады можно использовать ее для задания сдвигов в произвольном направлении.
Очистить	Сброс установок, произведенных в диалоговом окне. Обычно это делают перед заданием параметров для следующего сдвига.

!!! Если требуется отменить только выбор компонента, следует щелкнуть левой клавишей мыши в области браузера, не занятой элементами иерархической структуры.

После создания сдвигов можно настроить видимость направляющих сборки, изменить расстояние сегментов сдвига и/или добавить направляющие сборки в существующие сдвиги, для определения отношений между компонентами.

Отображение или скрытие существующих линий сборки

- Для скрытия линий сборки компонента выделить его в графической области или в браузере, затем из контекстного меню выбрать пункт "Скрыть линии сборки".
- Для отключения видимости сегмента линии сборки выбрать сдвиг в графической области или браузере, затем в контекстном меню убрать пометку рядом с пунктом "Видимость".
- Для включения видимости скрытого сегмента линии сборки выбрать его в браузере, затем в контекстном меню установить пометку рядом с пунктом "Видимость".

Редактирование сдвигов

- Выбрать сдвиг в браузере и изменить расстояние или угол в текстовом поле, появляющемся в нижней части браузера.
 - Выберите линию сборки в графической области, затем в контекстном меню выберите пункт "Редактировать". Внесите необходимые изменения в диалоговом окне "Сдвиг компонента".
 - Перетащите конечную точку линии сборки в графической области. Если в результате перемещения конечной точки длина сегмента становится равной нулю, сегмент удаляется.
- При изменении расстояния сдвига все связанные с ним компоненты также перемещаются.

Добавление линии сборки для компонента сдвига

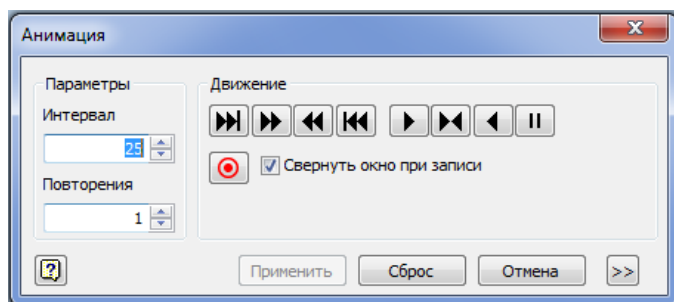
Для имеющегося сдвига можно добавлять линии сборки, чтобы более наглядно продемонстрировать взаимосвязи между компонентами сборки. Например, может потребоваться добавить линии сборки между конструктивными элементами компонентов, которые примыкают друг к другу в сборке.

1. Выбрать требуемый компонент в браузере или графической области.
2. Из контекстного меню выбрать пункт "Создать линию сборки".
3. С помощью мыши задать в графической области начальную точку линии сборки.
4. Для принятия линии сборки выбрать из контекстного меню пункт "Завершить".

СОЗДАНИЕ ПРЕЗЕНТАЦИОННОГО РОЛИКА

После создания схемы сборки-разборки можно просматривать, редактировать и производить ее точную настройку для формирования по ней анимации сборки, которая записывается в файл, допускающий воспроизведение. Презентационные файлы представляют собой чертежные виды, демонстрирующие, как детали объединяются в сборку. Можно построить виды с разнесенными компонентами, скрыть определенные компоненты, создать анимацию сборки. Презентационные файлы имеют расширение [.ipn](#). Файл создается отдельно от сборки, но непосредственно с ней связан.

Вызов: Лента: вкладка "Представление" ➤ панель "Создать" ➤ "Анимация" 



Параметры	Задание числа повторов и интервалов для презентационного ролика.
Интервал	Задание числа интервалов в сдвиге. Введите требуемое число вручную или выберите значение с помощью стрелок "вверх" и "вниз". Значение в поле "Интервал", определяет скорость воспроизведения ролика.
Повторения	Задание числа повторений при воспроизведении. Введите требуемое число вручную или выберите значение с помощью стрелок "вверх" и "вниз".

<i>Движение</i>	Управление воспроизведением презентационного ролика активной схемы сборки-разборки.
	Переход в анимации на один сдвиг вперед.
	Переход на один интервал вперед.
	Переход на один интервал назад.
	Переход на один сдвиг назад.
	Воспроизведение презентационного ролика в прямом направлении с заданным числом повторений. Перед каждым повторением изображение возвращается к начальному виду.
	Воспроизведение презентационного ролика с заданным числом повторений. При каждом повторении происходит воспроизведение в прямом направлении, а затем в обратном.
	Воспроизведение презентационного ролика в обратном направлении с заданным числом повторений. Перед каждым повторением изображение возвращается к конечному виду.
	Пауза в воспроизведении презентационного ролика.
	Запись выбранного презентационного ролика в файл для последующего воспроизведения. Для записи презентационного ролика в файл нажмите команду записи, а затем – одну из команд воспроизведения, чтобы начать запись.
<i>Свернуть окно при записи</i>	Сворачивание диалогового окна во время записи презентационного ролика. Установить этот флажок для сворачивания диалогового окна. Снимите флажок, чтобы диалоговое окно оставалось активным.
	Изменение последовательности сдвигов в анимации. Выберите сдвиг, а затем нажмите соответствующую команду для выполнения требуемой операции. Во время анимации каждый пункт последовательности подсвечивается в списке, когда он проигрывается в графическом окне.
<i>Вверх</i>	Перемещение выбранного сдвига на одну позицию вверх в списке.
<i>Вниз</i>	Перемещение выбранного сдвига на одну позицию вниз в списке.
<i>Сгруппировать</i>	Объединение выбранных сдвигов в группу для дальнейшей работы с ней как с единым целым. После того как сдвиги сгруппированы, группе присваивается порядковый номер в последовательности, равный наименьшему порядковому номеру сдвига, входящему в данную группу.
<i>Разгруппировать</i>	Отмена группирования сдвигов, в результате чего они получают возможность перемещаться в списке по отдельности. Первому сдвигу присваивается порядковый номер, равный порядковому номеру бывшей группы. Нумерация остальных сдвигов производится последовательно от номера, следующего за номером первого сдвига.

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

СОЗДАНИЕ ПРОСТЕЙШИХ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ

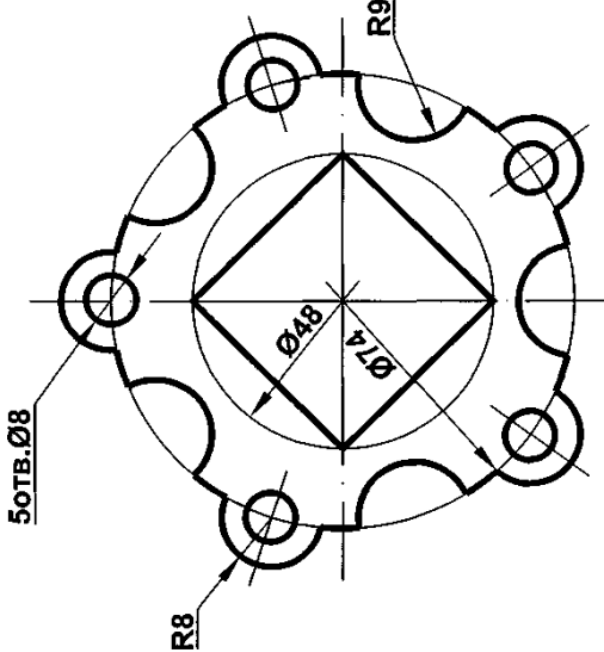
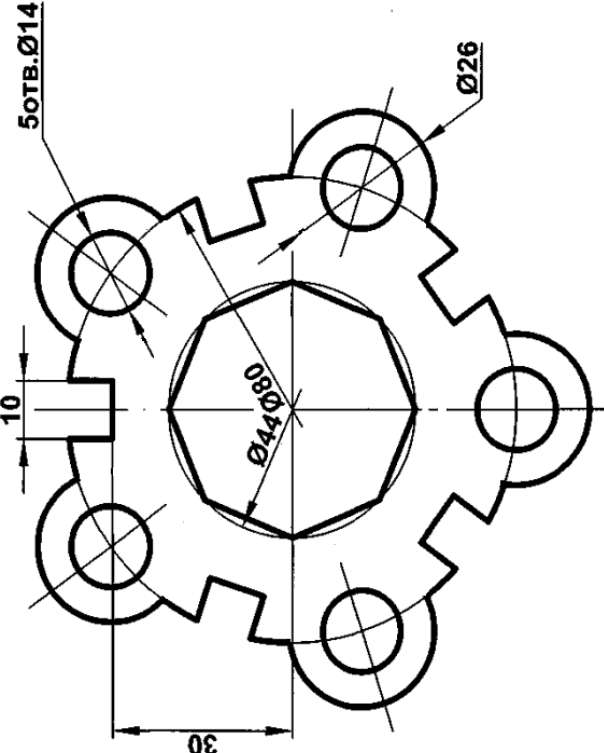
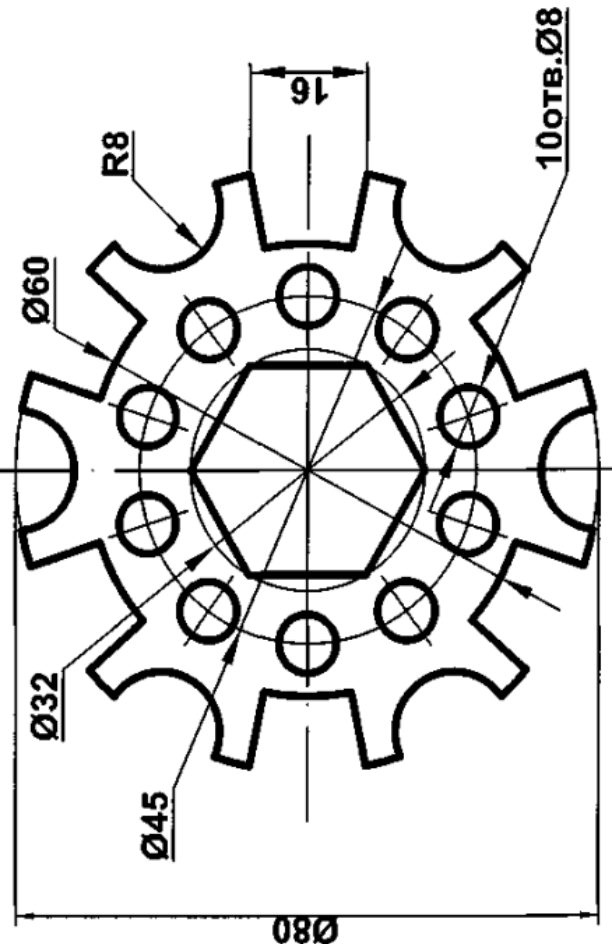
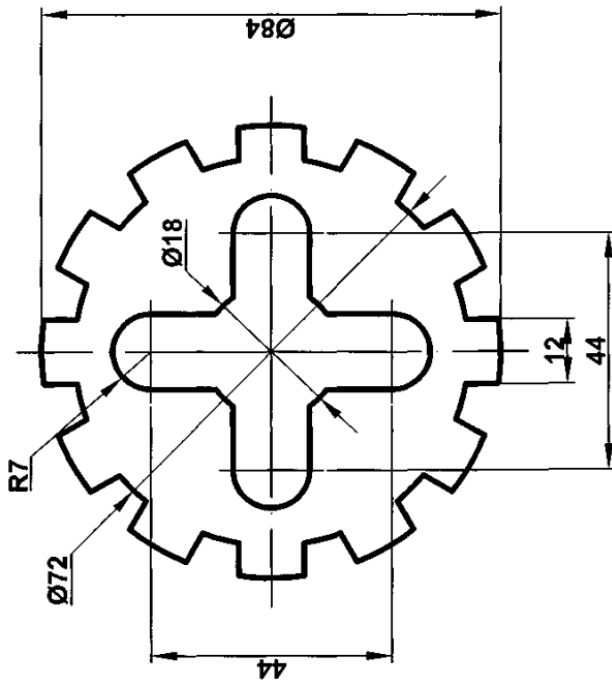
Цель: научиться создавать простейшие твердотельные модели.

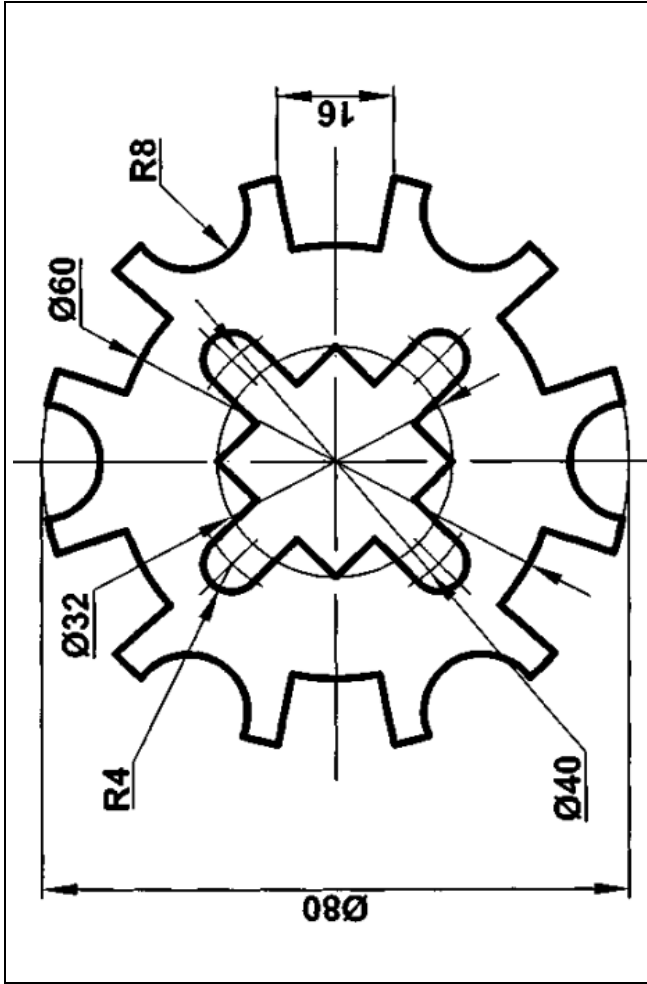
Задание: Создать эскиз и твердотельную модель, согласно варианта (табл. 1.1).

Примечание: при создании эскиза (согласно индивидуального задания табл. 1.1) использовать команду массив. Для получения твердотельной модели используются команды выдавливание или вращение.

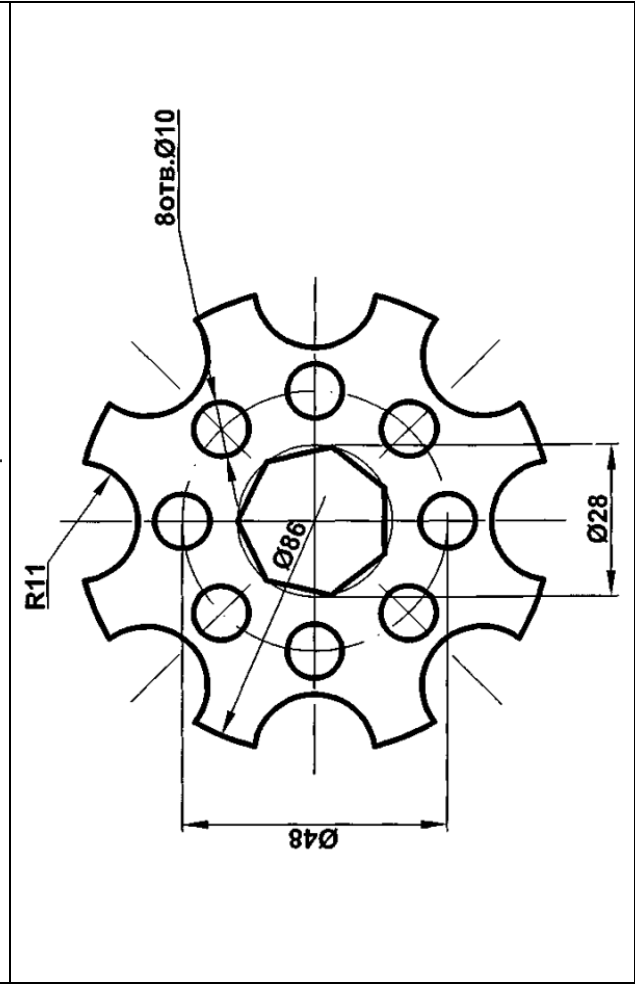
Содержание отчета: титульный лист, задание, созданный эскиз с размерами согласно варианту и твердотельную модель пластины, вывод.

Таблица 1.1 – Варианты заданий к ЛР №1

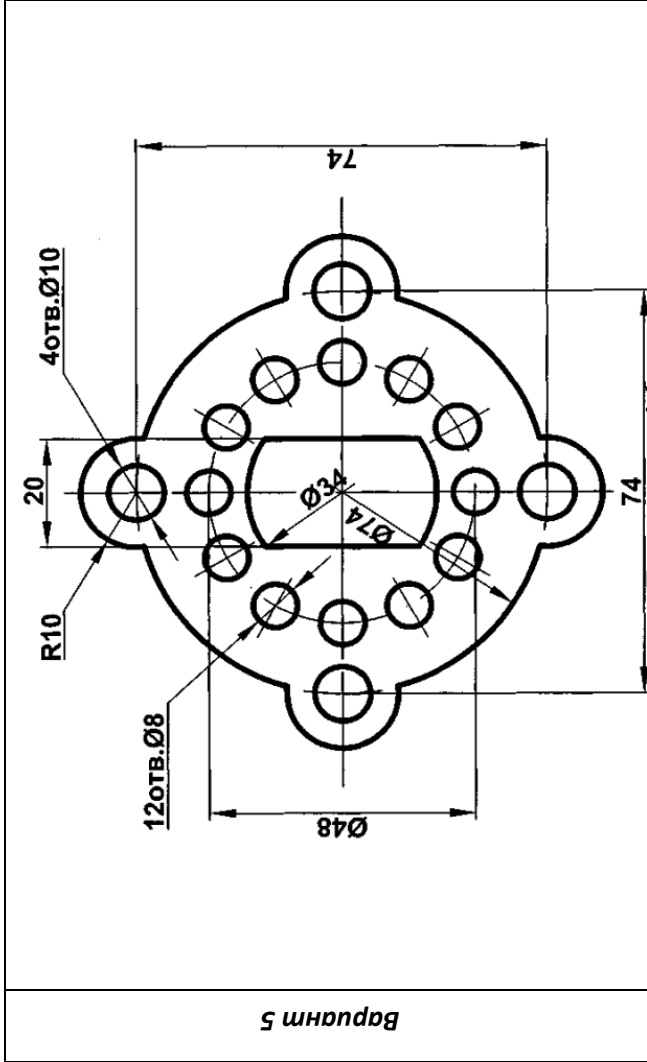
Вариант 1		Вариант 2	
Вариант 3		Вариант 4	



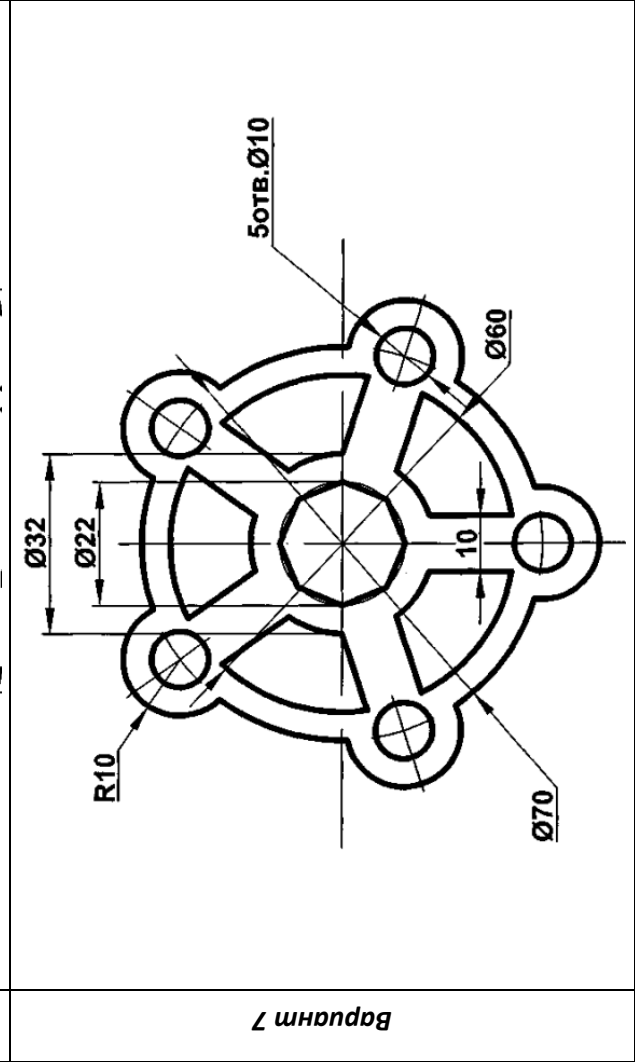
Вариант 6



Вариант 8



Вариант 5



Вариант 7

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

СОЗДАНИЕ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ (ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОСТРОЕНИЯ)

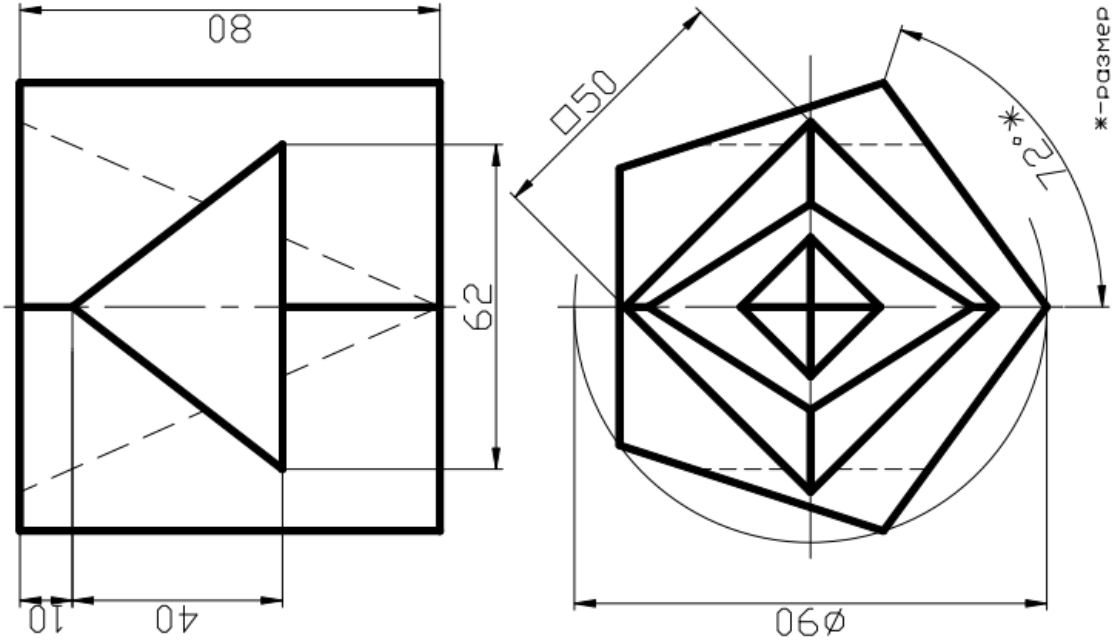
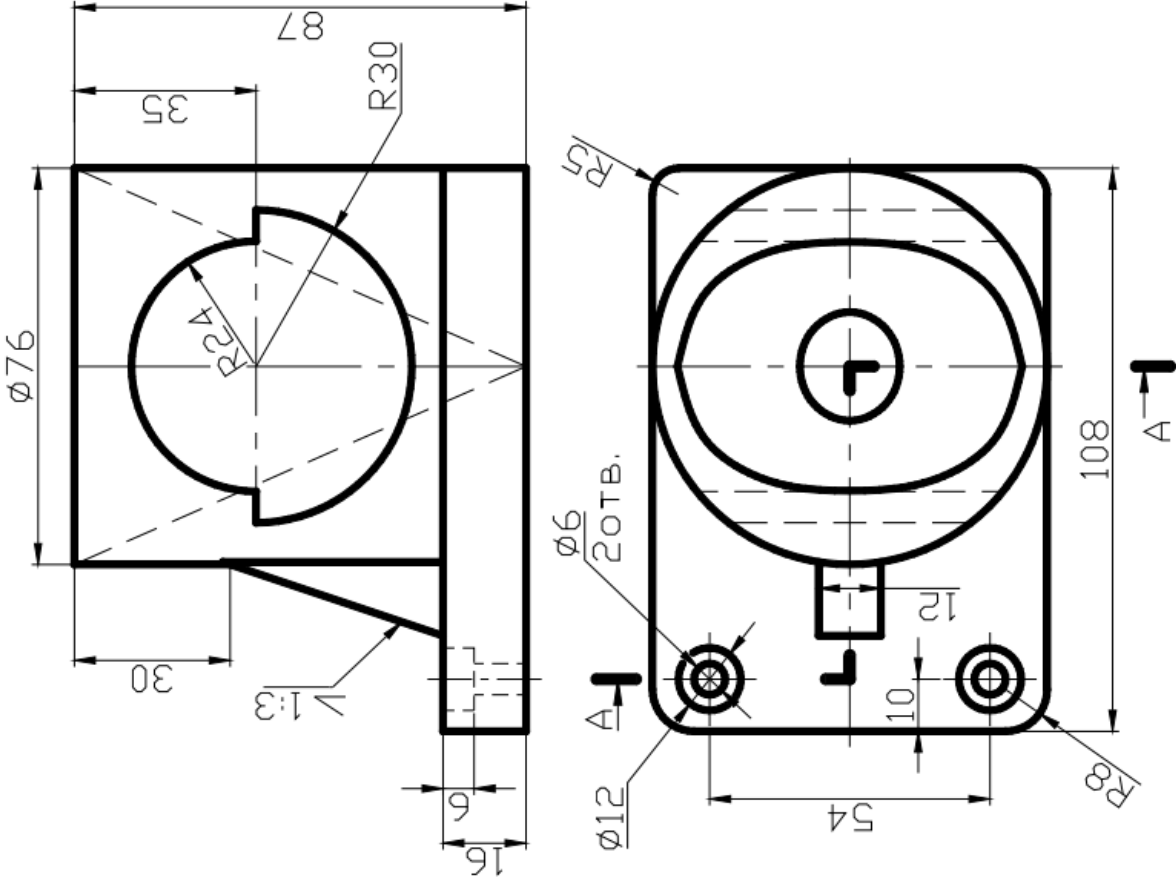
Цель: научиться создавать твердотельные модели.

Задание: Создать твердотельные модели, согласно варианта (табл. 2.1).

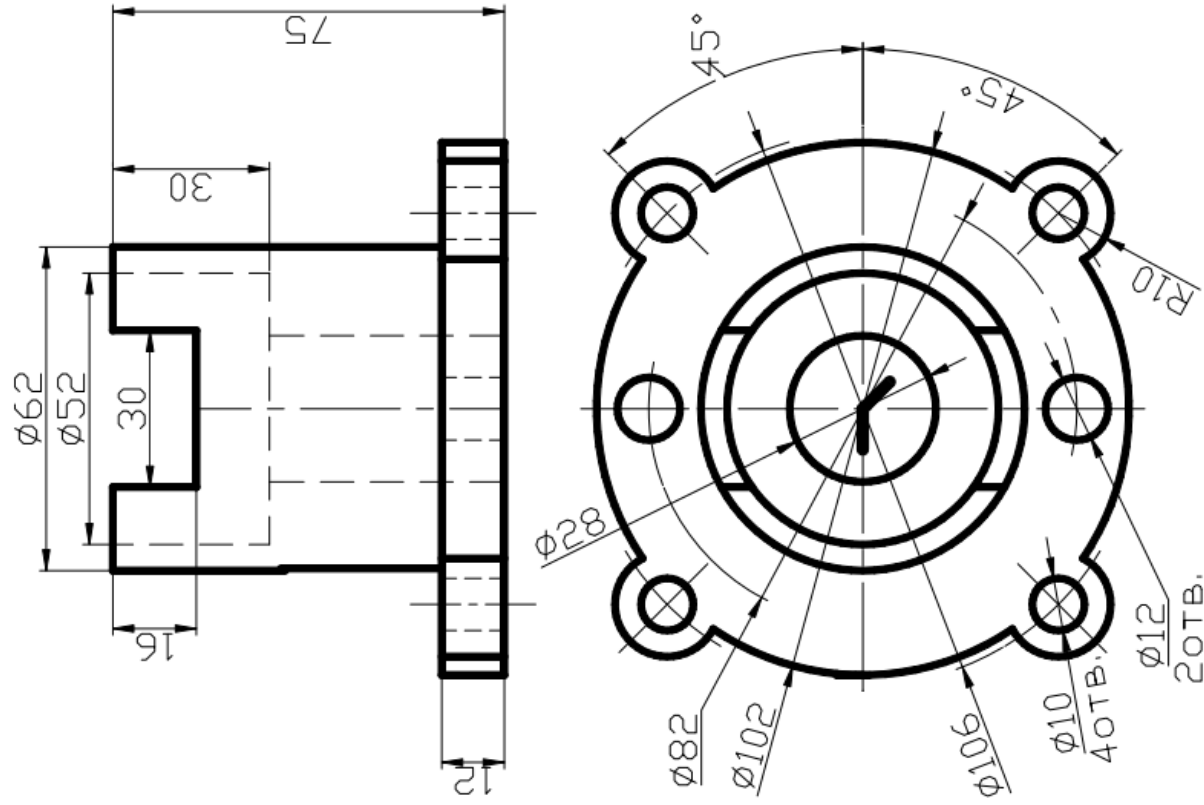
Примечание: Для получения твердотельных моделей используются команды выдавливание, вращение, лофт, ребро жесткости и отверстие с использованием логических команд, а также требуется построение дополнительных рабочих плоскостей.

Содержание отчета: титульный лист, задание, этапы построения (рис. с комментариями) и готовая твердотельная модель, вывод.

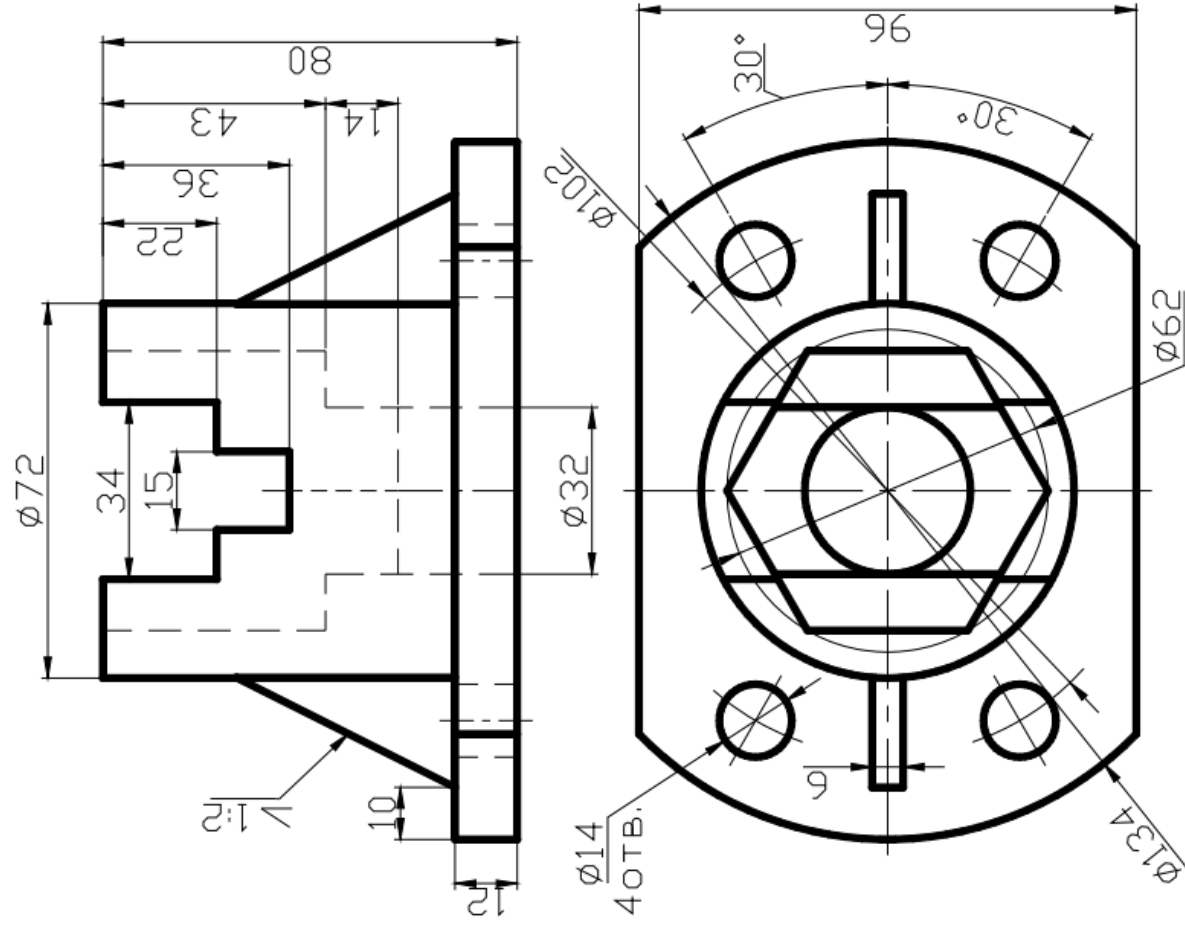
Таблица 2.1 – Варианты заданий к ЛР №2

Вариант 1 Задание 1	 80 62 40 10 90 50 72°* *-размер для справок	Задание 2	 108 54 76 87 R30 R25 1:3 30 6 16 12 10 R8 A-A Ø12 Ø6 2отв.
------------------------	---	-----------	---

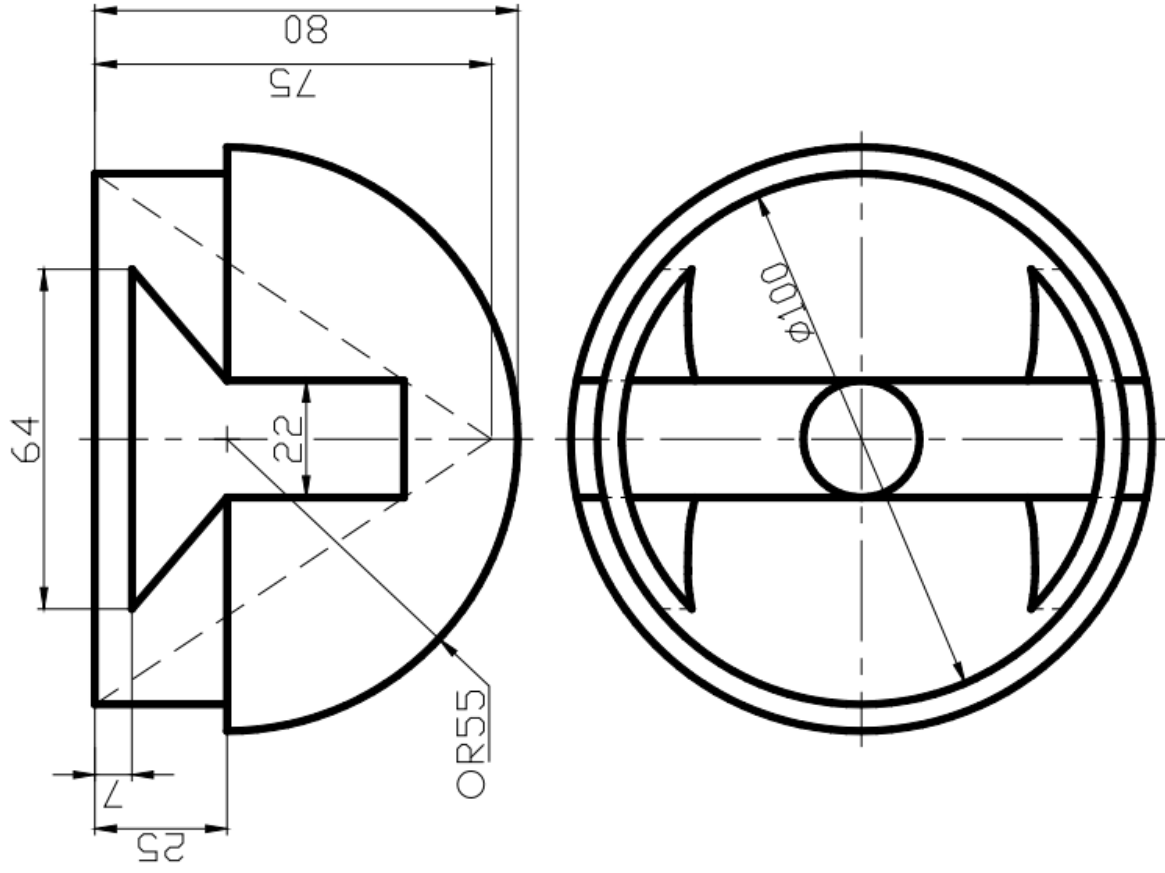
Вариант 2
Задача 1



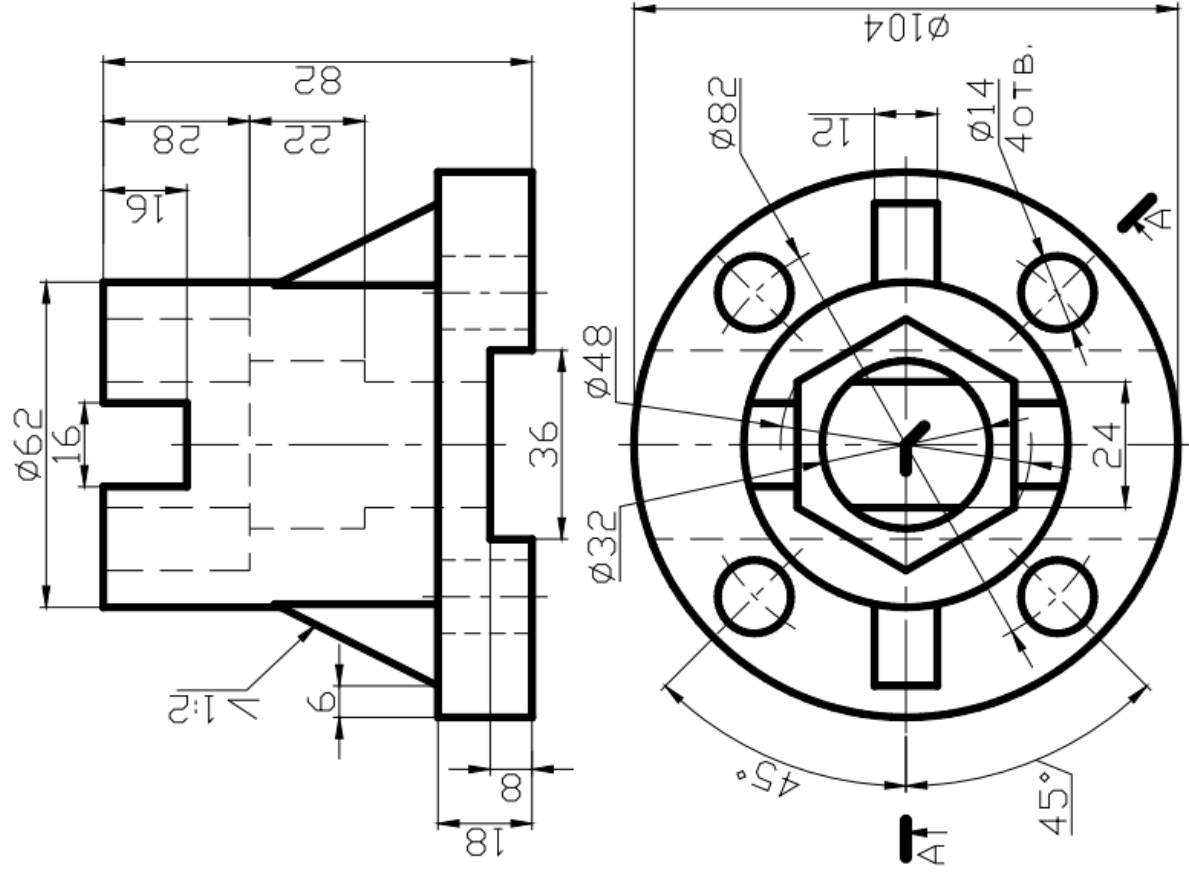
Задача 2

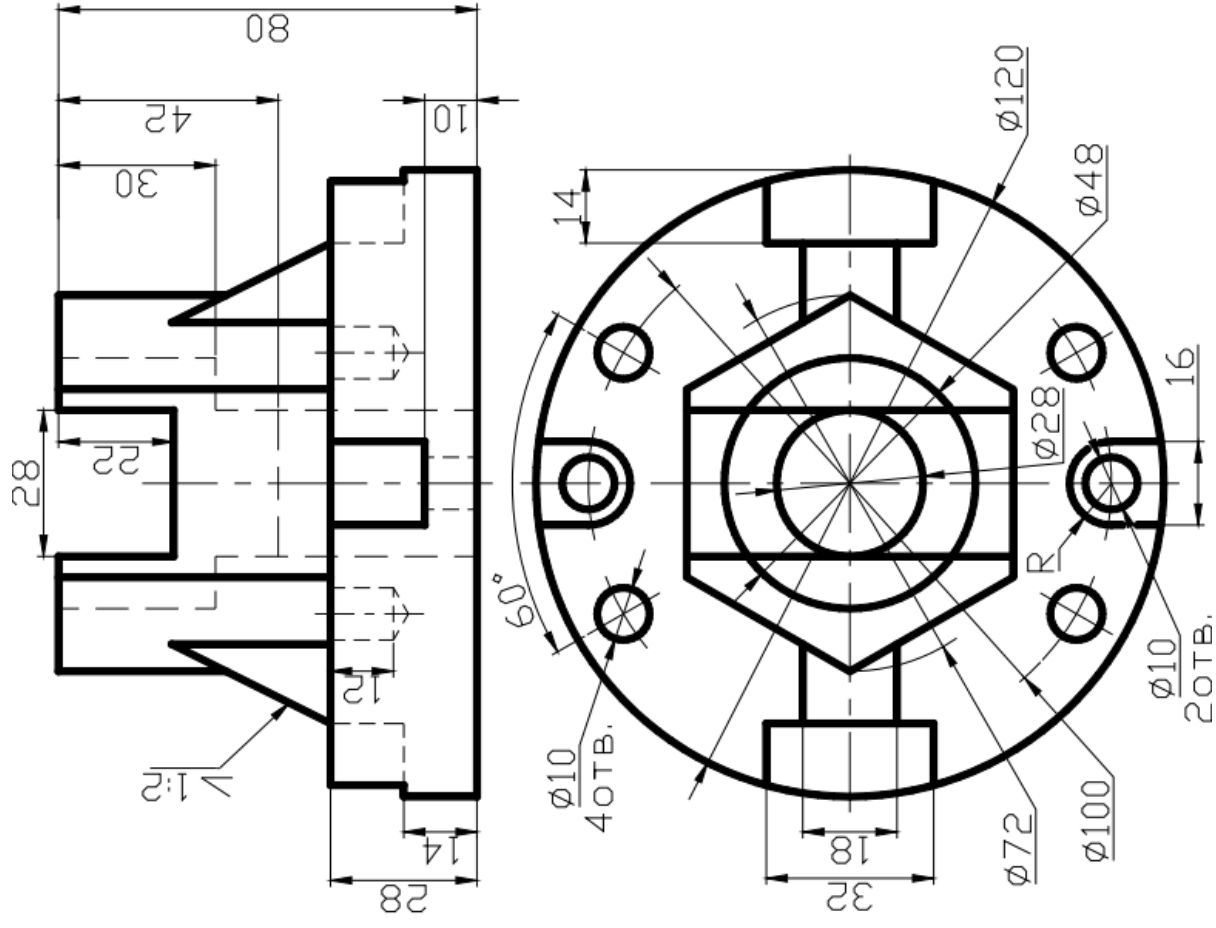
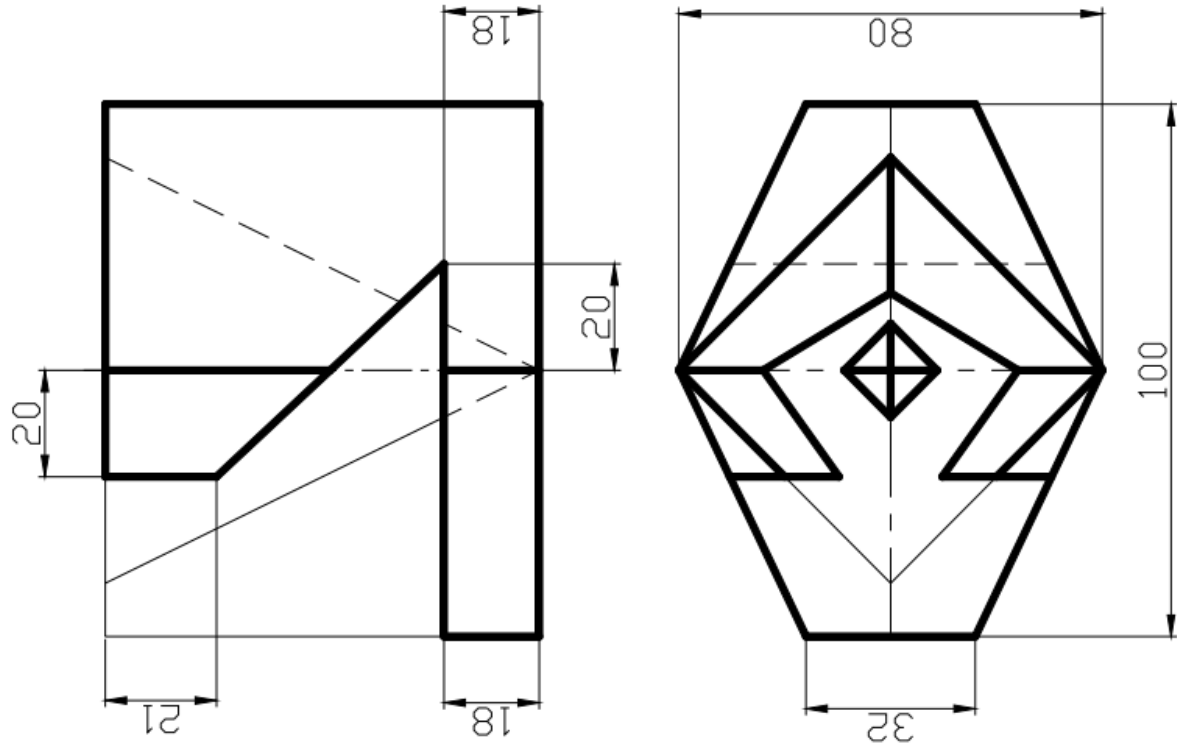


Вариант 3
Задача 1

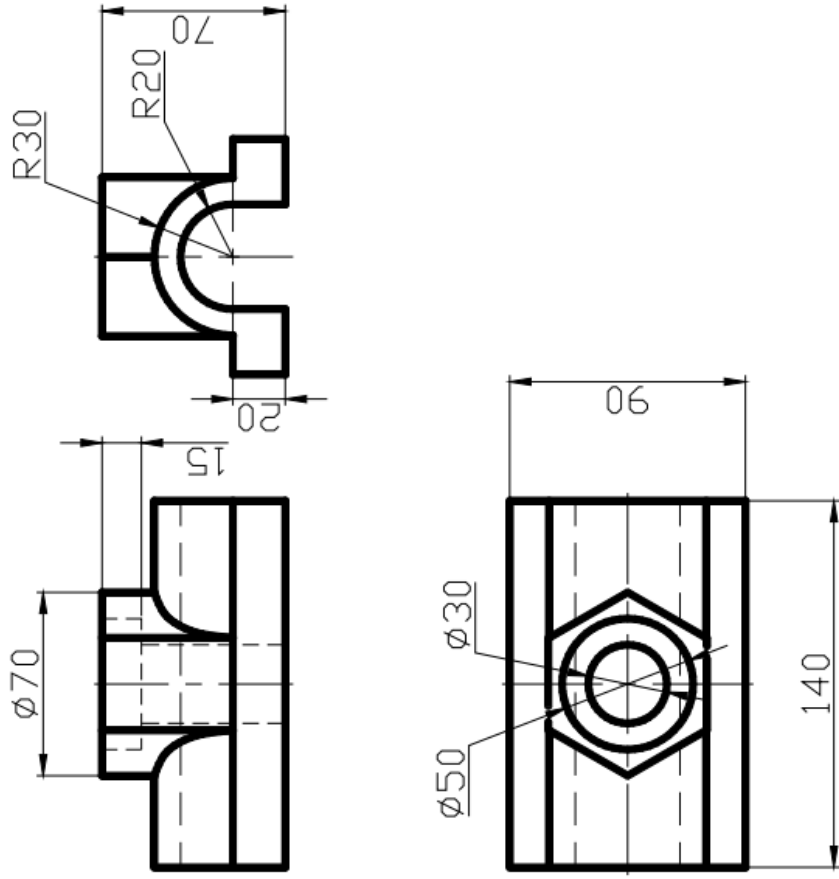


Задача 2

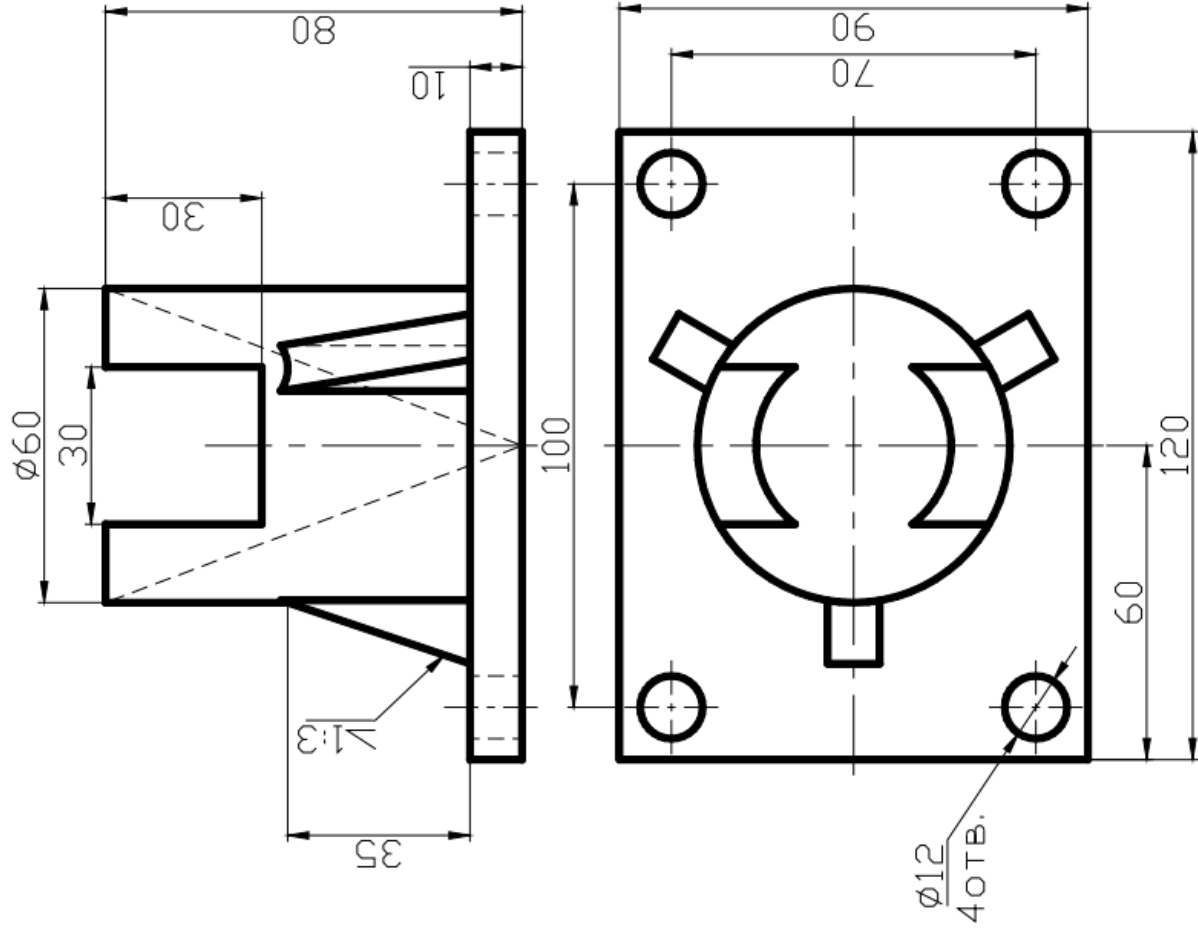




Вариант 8
Задача 1



Задача 2



ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

СОЗДАНИЕ ТВЕРДОТЕЛЬНОЙ МОДЕЛИ ТОНКОСТЕННОГО КОРПУСА

Цель: научиться работать с командами оболочка, сдвиг.

Задание: Создать твердотельные модели тонкостенных корпусов согласно заданию (табл. 3.1). Создать тонкостенную изогнутую под произвольным углом трубу двумя способами: способ 1 – с применением команд сдвиг и оболочка; способ 2 – с применением команды сдвиг.

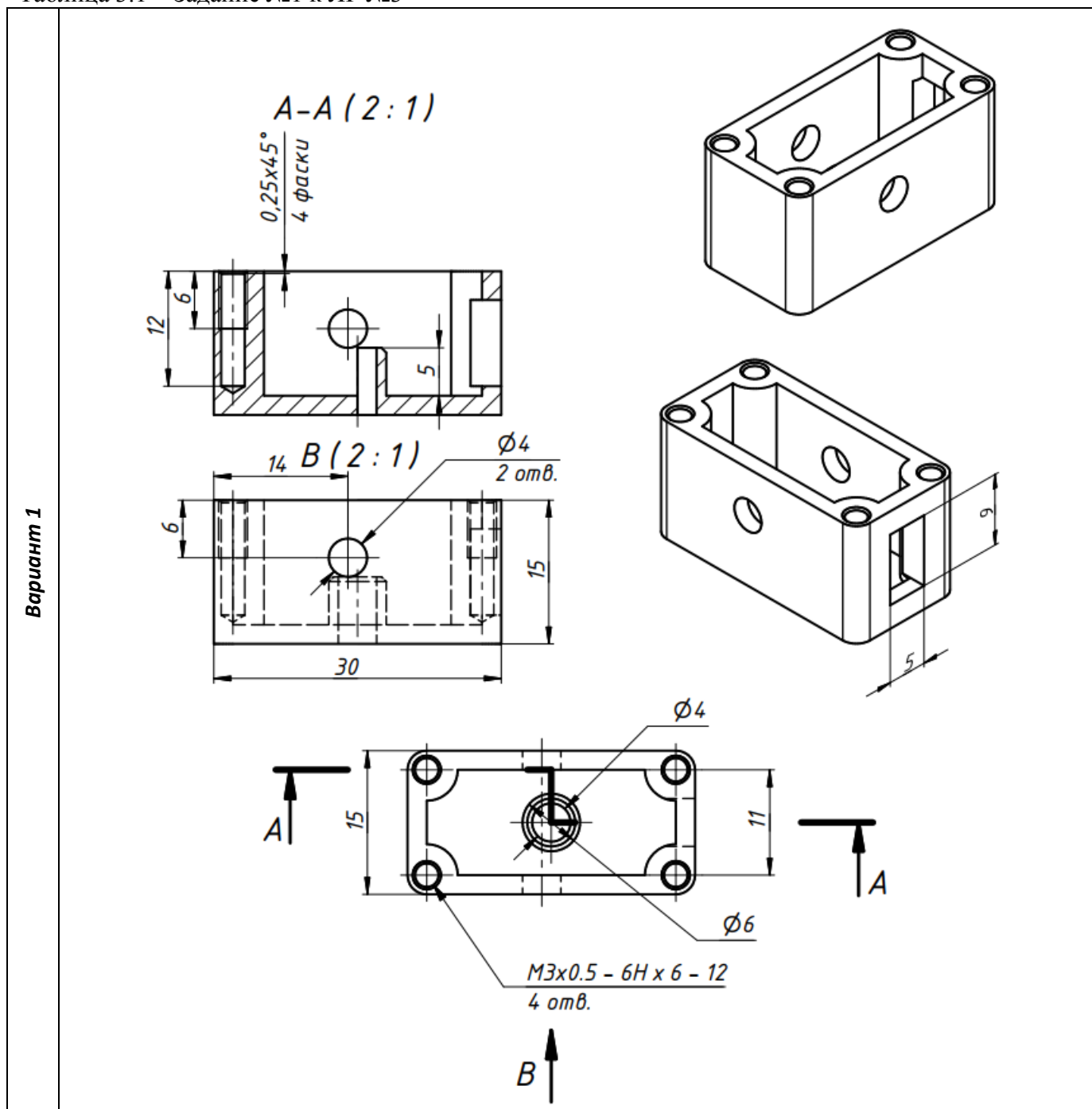
Содержание отчета: титульный лист, задание, этапы построения моделей (рис. с комментариями) корпуса, трубы (2 методами), готовые модели корпуса и трубы, выводы.

Элемент «Сдвиг» служит для создания конструктивных элементов путем перемещения эскизного контура вдоль плоской траектории. Эскиз должен представлять собой замкнутый контур.

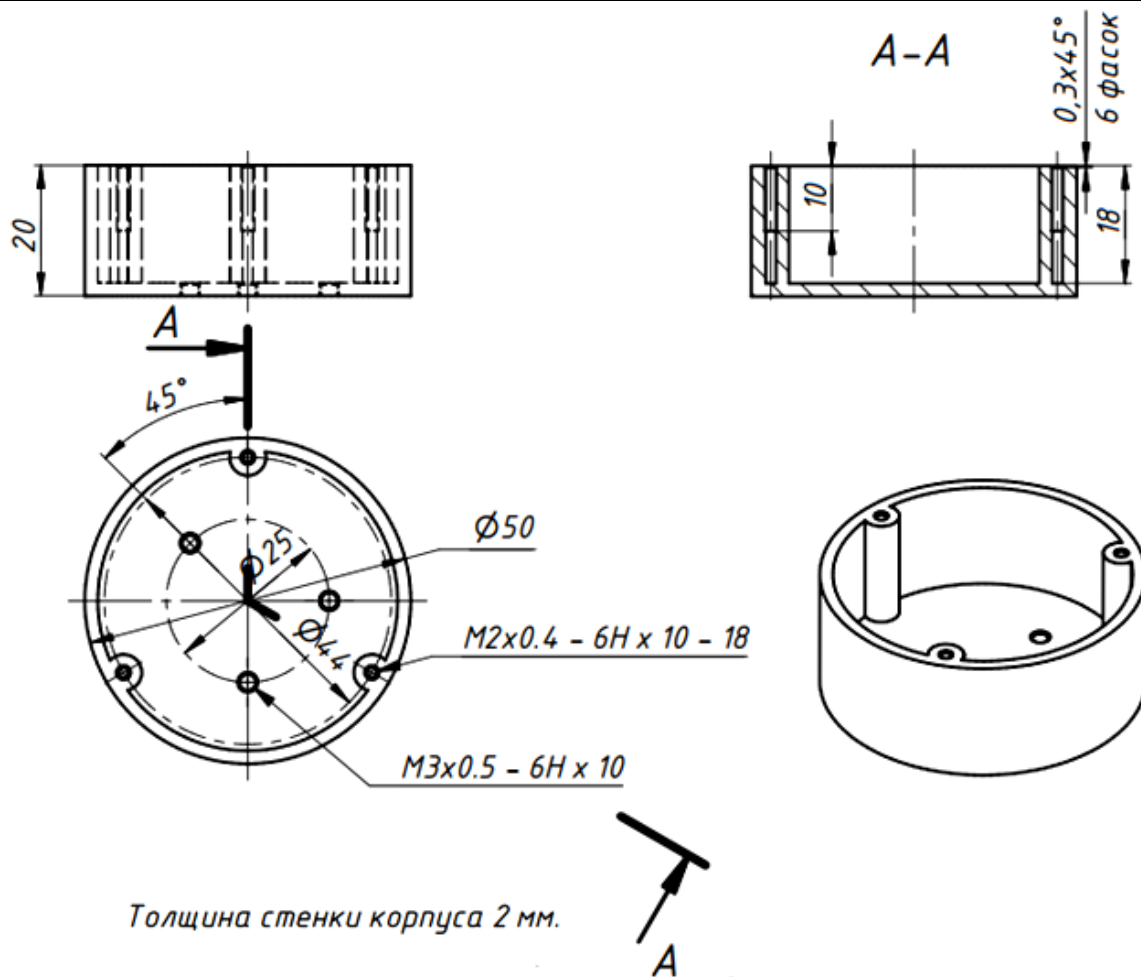
Команда «Оболочка» удаляет материал из детали, смещая существующие грани и создавая новые грани внутри, снаружи, либо на обеих сторонах детали.

Номер варианта задания №1 (табл. 8.1) определяется по последней цифре зачетной книжки.

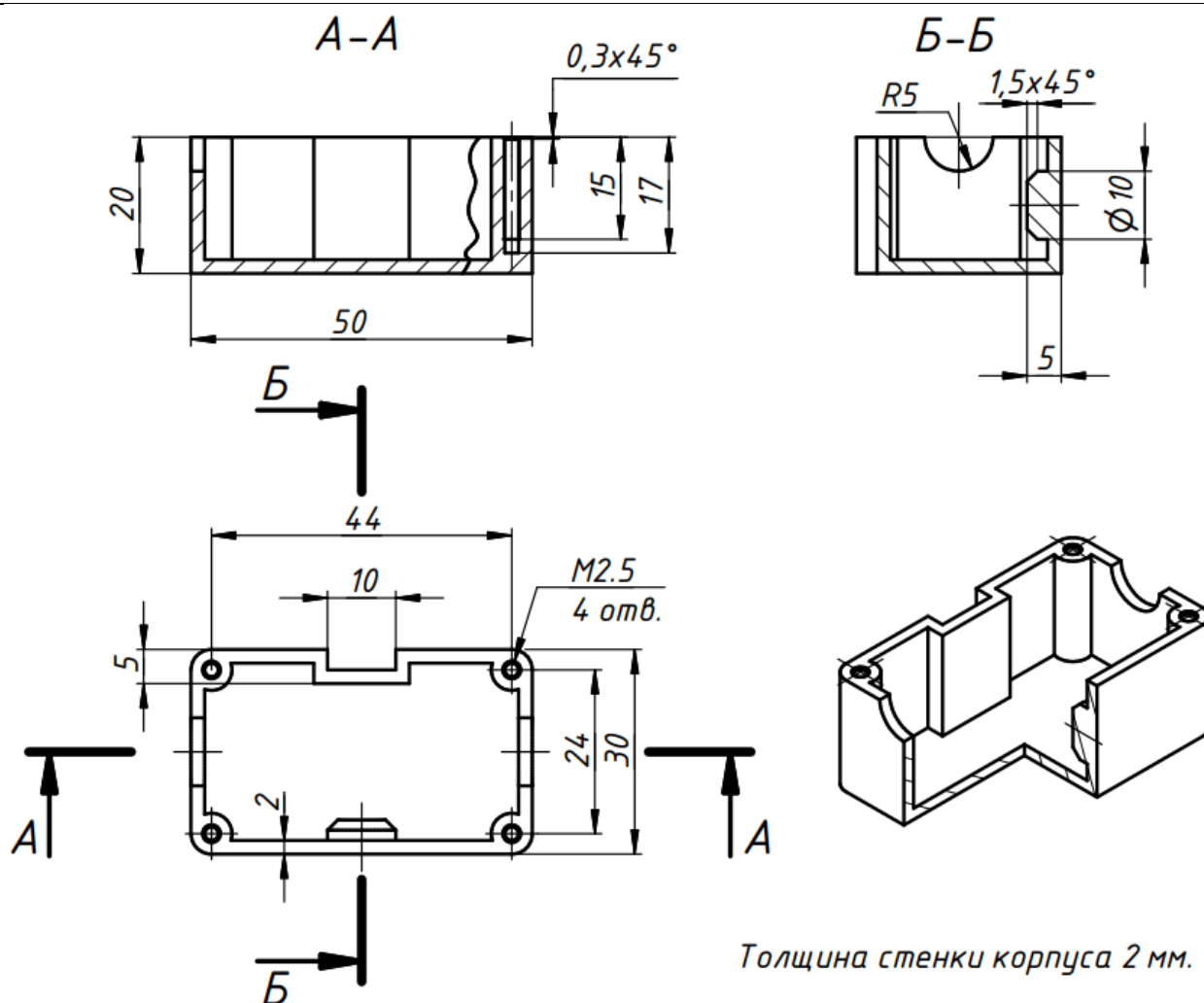
Таблица 3.1 – Задание №1 к ЛР №3



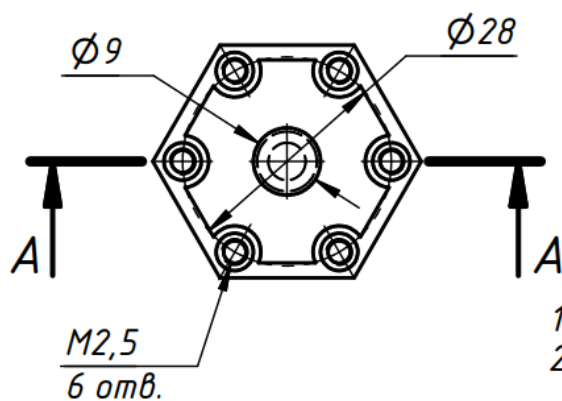
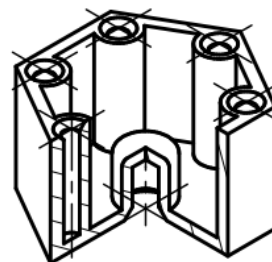
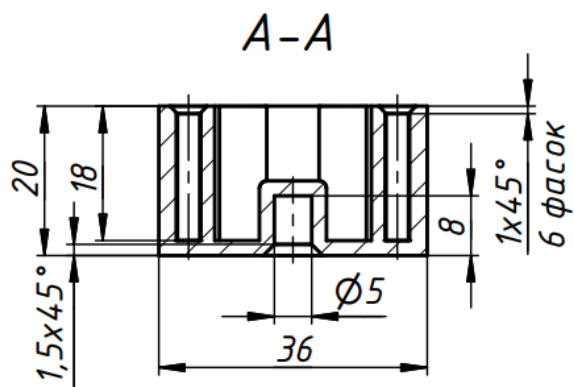
Вариант 2



Вариант 3

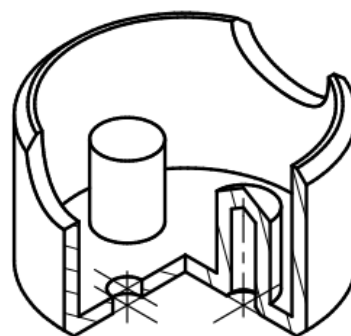
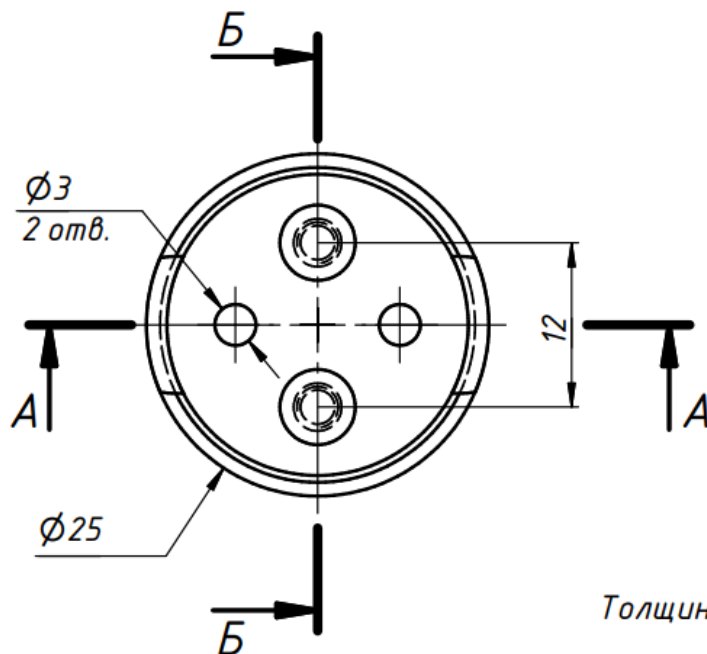
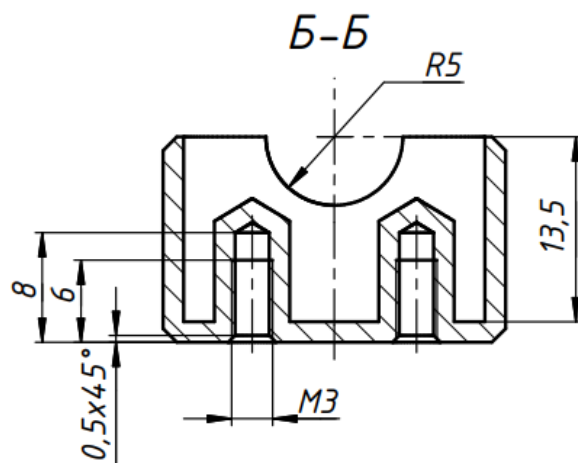
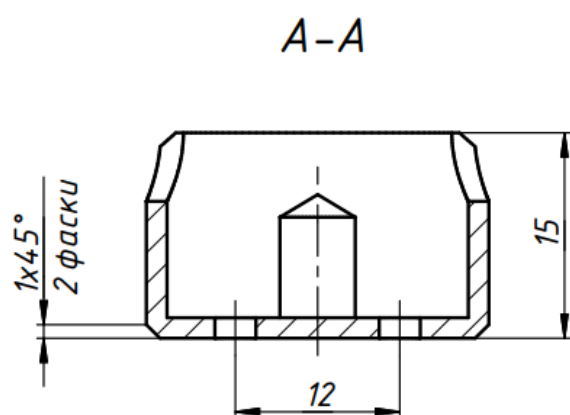


Вариант 4



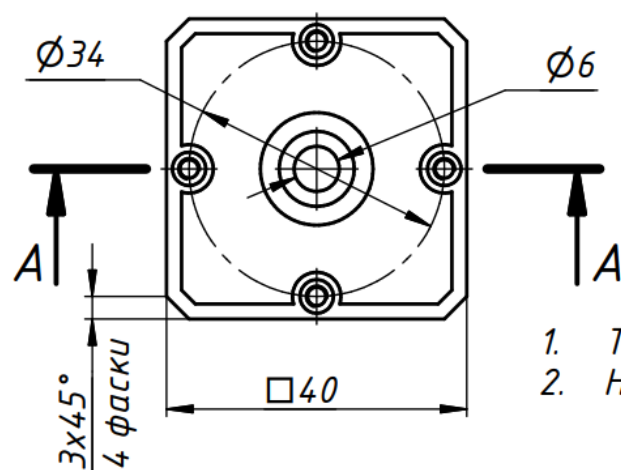
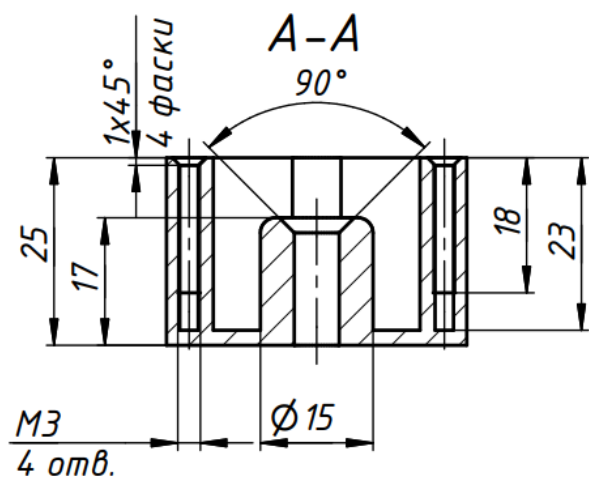
1. Толщина стенки корпуса 2 мм.
2. Неуказанные радиусы скруглений 1 мм.

Вариант 5



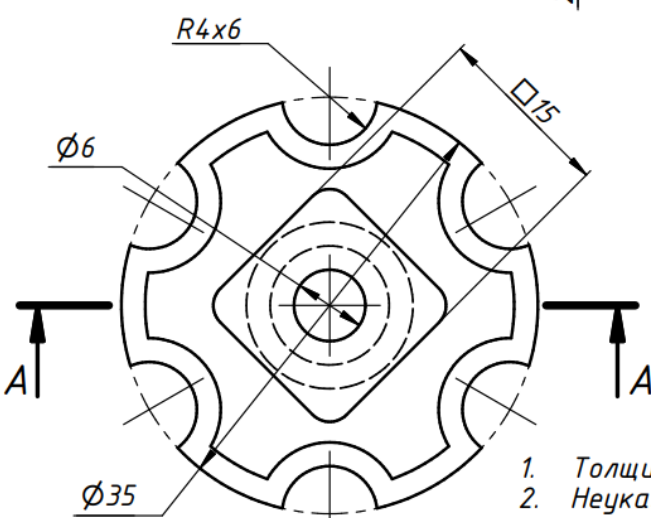
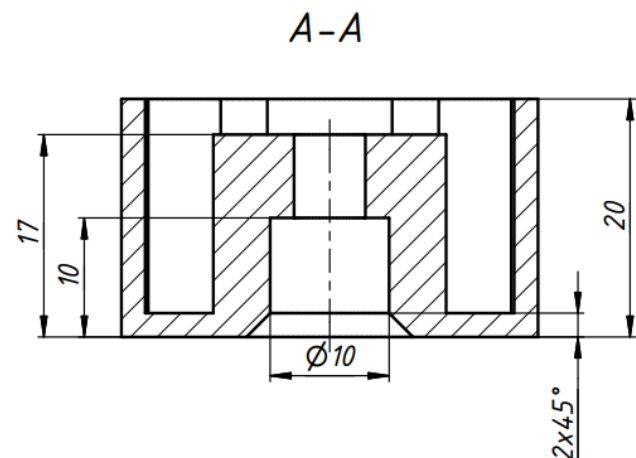
Толщина стенки корпуса 1,5 мм.

Вариант 6

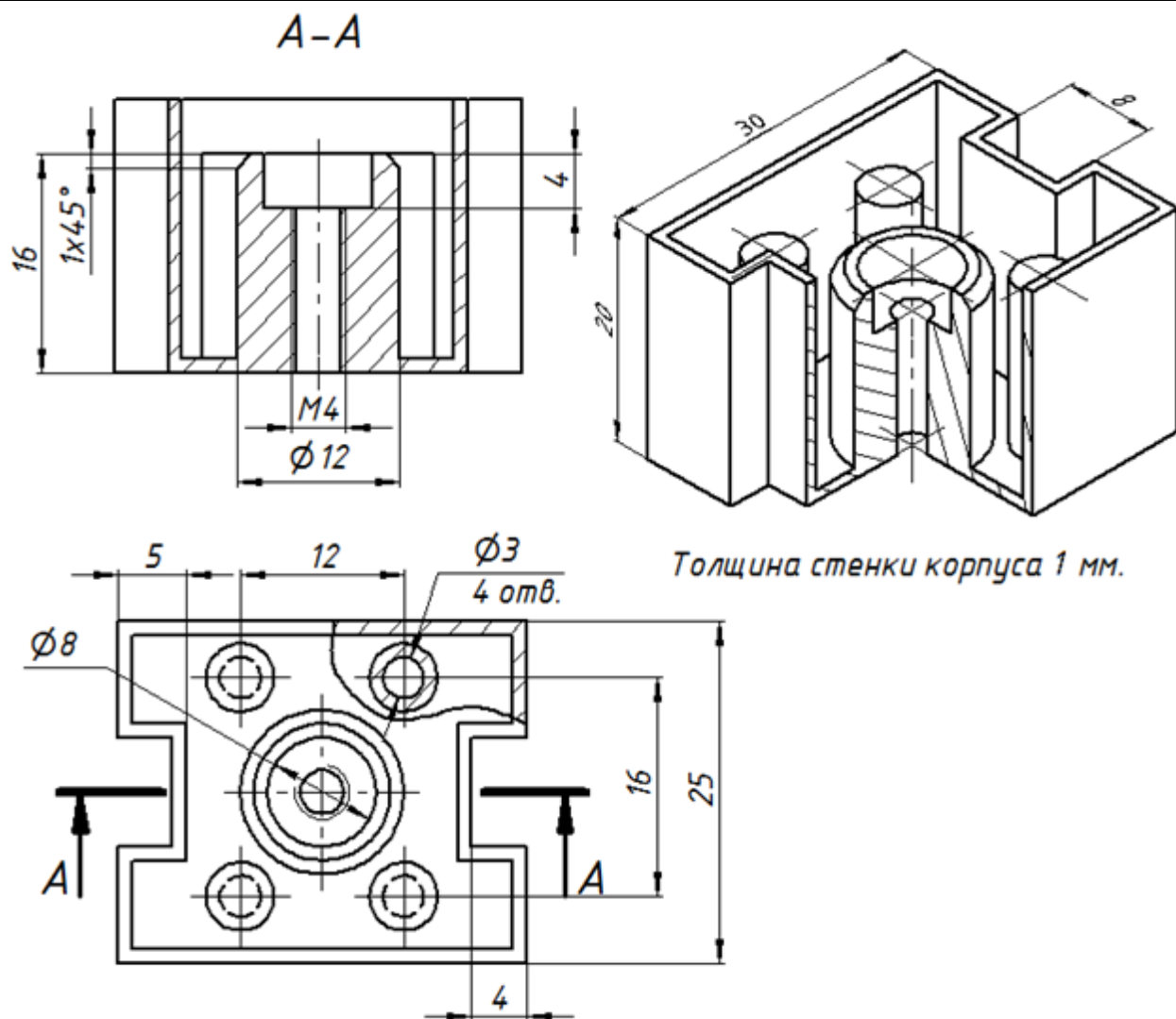


1. Толщина стенки корпуса 2 мм.
2. Неуказанные радиусы скруглений 2 мм.

Вариант 7



1. Толщина стенки корпуса 2 мм.
2. Неуказанные радиусы скруглений 2 мм.

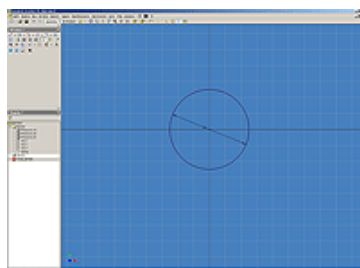


Задание №2.

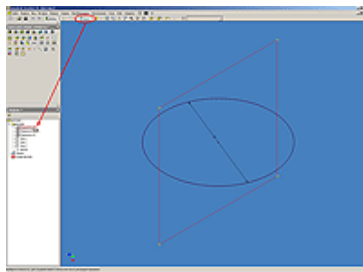
Создание конструктивного элемента трубопровода с помощью команд Сдвиг и Оболочка.

Способ 1. Создание конструктивного элемента трубопровода с применением команд Сдвиг и Оболочка.

1. Вначале необходимо создать эскиз контура будущей трубы. Для этого проецируем точку начала координат на плоскость построения. С помощью команды «Окружность» строим исходный контур и определяем размеры. Нажимаем «Принять эскиз».

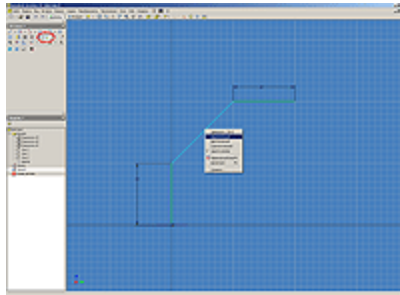


2. Приступаем к построению траектории сдвига. Для этого создаем новый эскиз в плоскости перпендикулярной эскизу контура трубы.

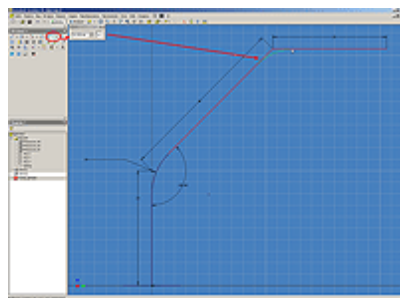


3. Выполняем построение траектории сдвига при помощи стандартных команд (командой отрезок, длина каждого из них должна быть больше диаметра трубы) и определяем размеры.

Для точного определения координат начала траектории сдвига рекомендуется перед началом построения спроецировать центр окружности контура трубы на плоскость построения.

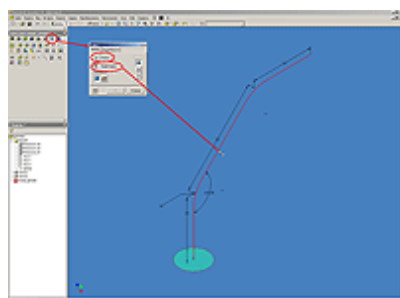


4. Для построения мест изгибов трубы используем стандартную команду «Сопряжение» и назначаем радиусы гибки трубы равным не менее радиуса самой трубы. Работа с эскизами закончена.

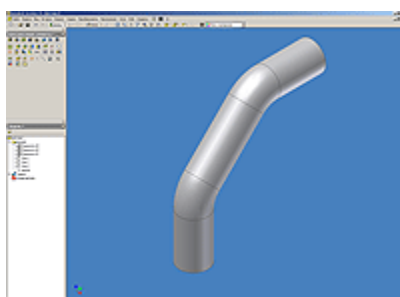


5. Приступаем непосредственно к построению трубы. Для этого нажимаем кнопку «Сдвиг» в инструментальной палитре.

В открывшемся диалоговом окне в качестве эскиза указываем контур трубы (т.к. замкнутый эскиз для сдвига один, Inventor выбирает его автоматически) и в качестве траектории – указываем построенную линию сдвига.

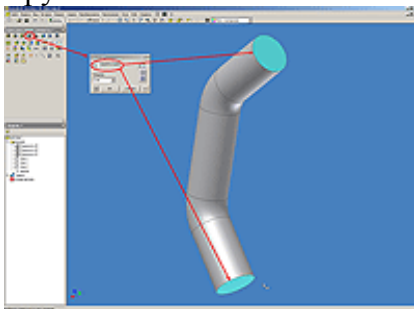


6. После нажатия кнопки «Ок» выполняется построение сдвига.

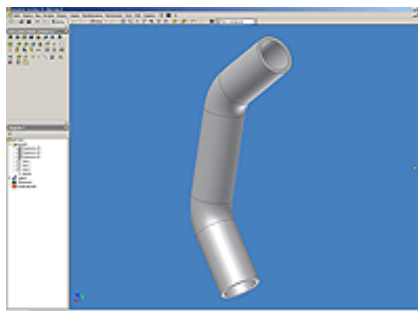


7. Следующим шагом в создании элемента трубопровода является построение полости внутри трубы с определенной толщиной стенки. Для этого используем команду «Оболочка».

Для создания оболочки необходимо определить, какие грани будут удалены или смещены, и задать толщину стенки каждой грани детали. Команда «Оболочка» вызывается из инструментальной палитры «Конструктивные элементы».



8. Окончательный вид элемента трубопровода.



Способ 2. Создание конструктивного элемента трубопровода с применением команды Сдвиг.

1. С помощью команды «Окружность» создать эскиз сечения трубы (внутренний и наружный контур) и определить размеры. Нажимаем «Принять эскиз».

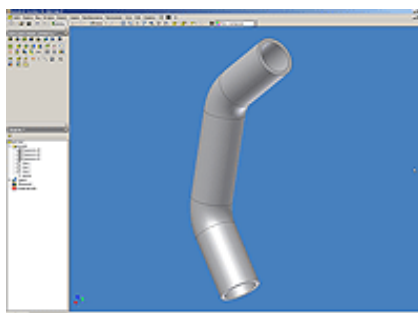
2. Построить траекторию сдвига и определить размеры.

4. Для построения мест изгибов трубы используем стандартную команду «Сопряжение» и назначаем радиусы гибки трубы равным не менее радиуса самой трубы. Принимаем эскиз.

5. Для этого нажимаем кнопку «Сдвиг» в инструментальной палитре, в качестве эскиза указываем сечение трубы, в качестве траектории – указываем построенную линию сдвига.

6. После нажатия кнопки «Ок» выполняется построение сдвига.

8. Окончательный вид элемента трубопровода.



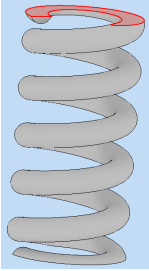
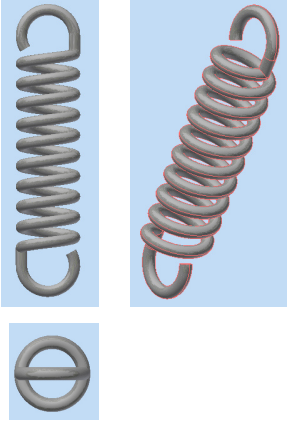
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

СОЗДАНИЕ ТВЕРДОТЕЛЬНОЙ МОДЕЛИ ПРУЖИН СЖАТИЯ И РАСТЯЖЕНИЯ

Цель: закрепить навыки работы с различными конструктивными элементами, закрепить навыки работы с рабочими плоскостями

Задание: Создать твердотельную модель пружин сжатия и растяжения.

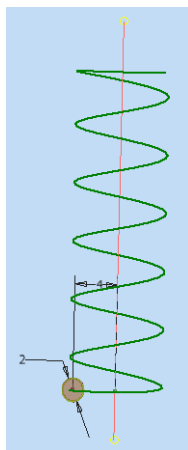
Содержание отчета: титульный лист, задание, этапы построения моделей (рис. с комментариями) и готовые модели пружин, выводы.

Задание	Результат
Создать твердотельную модель пружины сжатия. Размеры произвольные. Примечание: при построении твердотельной модели пружины сжатия использовать команду <i>Пружина</i>, <i>Разделить</i> (с обрезкой твердого тела), а также с применением граничных условий для начала и окончания пружины переходной и плоской части по 90°.	
Создать твердотельную модель пружины растяжения. Размеры произвольные. Примечание: при построении твердотельной модели пружины растяжения использовать команду <i>Пружина</i>, <i>Сдвиг</i>.	

Рассмотрим прием создания конструктивного элемента Пружина. Команда «Пружина» палитры «Конструктивные элементы» используется для создания элементов спирально-винтовой формы. Команда позволяет построить винтовую пружину.

1. Для построения пружины необходимо создать новый эскиз, представляющий сечение будущей пружины при помощи команды «Окружность».

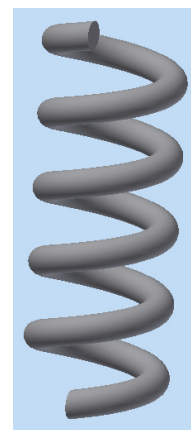
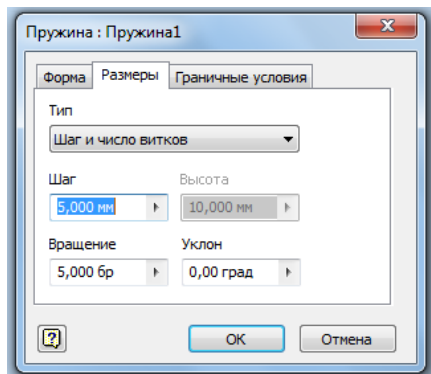
В качестве оси симметрии используют стандартную ось перпендикулярную плоскости эскиза сечения пружины или отрезок, построенный в этой плоскости. Размерами определяем диаметр пружины и диаметр сечения.



2. Вызываем команду «Пружина». В качестве эскиза указываем сечение пружины, а в качестве оси – выбранную координатную ось.

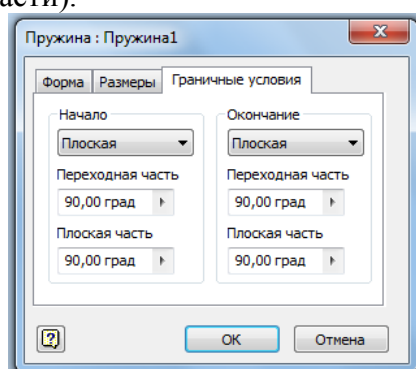
В диалоговом окне «Форма» присутствуют кнопки «Направление». Они необходимы для выбора направления навивки пружины (Правое или левое).

3. В закладке «Размеры» доступны четыре способа задания пружины: Шаг и число витков; Число витков и длина; Шаг и длина; Спираль. При выборе того или иного способа задания Inventor активирует те или иные поля для ввода значений.

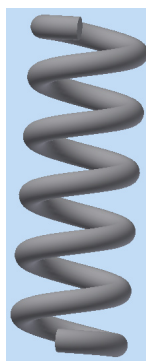


Создание пружины сжатия

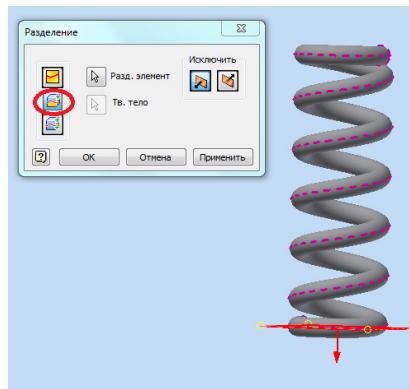
Для создания пружины сжатия необходимо в закладке «Граничные условия» установить параметры построения начала и конца пружины: Плоская (Пружина плоская на одном или обоих концах, которая может вертикально стоять на плоской поверхности); Натуральная (Концы пружины не имеют переходной части).



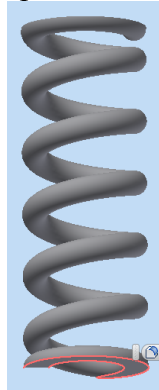
Длина переходного участка указывается в градусах. Как правило, устанавливается значение, меньшее полного витка. Длина плоского участка так же указывается в градусах. Плоский участок следует после переходного участка, на нем шаг между витками равен нулю. Он используется для построения плоского торца пружины. После задания всех параметров пружины нажимаем кнопку «Ok» и выполняем построение элемента.



Часто возникает необходимость построения пружины с подрезанными торцами. Команда «Пружина» из палитры конструктивных элементов Inventor не позволяет выполнять подобные построения. Ниже рассмотрим порядок построения подрезанных торцов пружины. Для этого необходимо выбирать плоскость, которая проходит через центр сечения первого витка. Если есть необходимость выполнить подрезку торца пружины не по центру сечения первого витка, то необходимо выполнить построение дополнительной рабочей плоскости, смещенной от стандартной плоскости на необходимое расстояние. Применяем команду разделение.

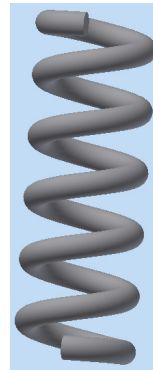


Для выполнения подрезки второго торца пружины необходимо создать дополнительную рабочую плоскость, параллельную первой со смещением на некоторую величину или проходящую через центр сечения последнего витка. Далее по аналогии применяем команду разделение с удалением твердого тела в выбранном направлении.

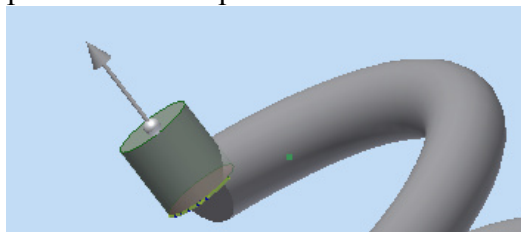


Создание пружины растяжения

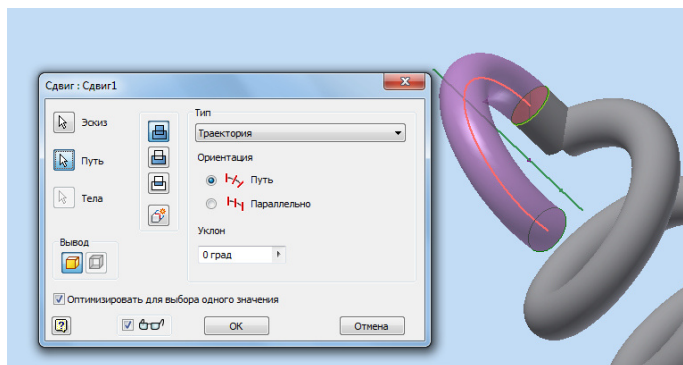
1. Создаем винтовую пружину с помощью команды «Пружина»



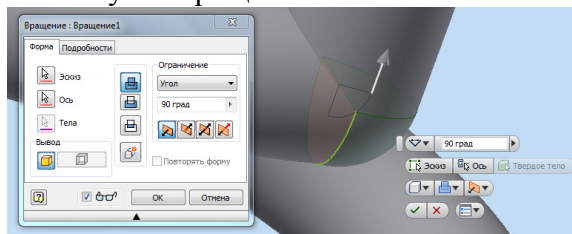
2. В плоскости, проходящей через центр сечения первого витка и перпендикулярной оси пружины построить эскиз сечения пружины, проставить размеры, принять эскиз и выдавить его на некоторое небольшое расстояние.



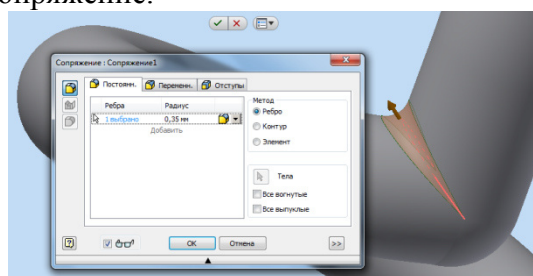
3. В плоскости, проходящей через центр сечения первого витка и совпадающей с осью пружины (вдоль пружины) построить траекторию сдвига сечения пружины, проставить размеры, принять эскиз и применить команду Сдвиг.



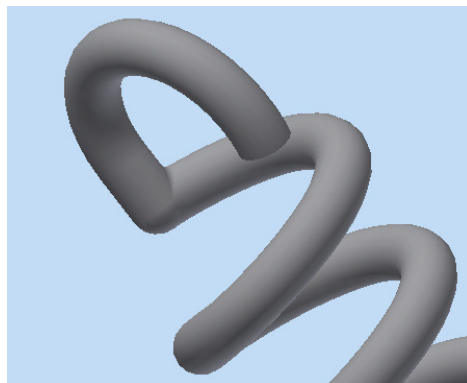
4. Построить изгиб пружины путем вращения половины сечения пружины.



5. Применить команду сопряжение.



Готовый зацеп имеет вид.



Аналогично строим зацеп с другой стороны.

Примечание. Чтобы зацепы были развернуты друг относительно друга на 180° , необходимо задать вращение кратно 0,5.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5 СОЗДАНИЕ ЧЕРТЕЖА ДЕТАЛИ СО СЛОЖНЫМИ СТУПЕНЧАТЫМИ РАЗРЕЗАМИ

Цель: закрепить навыки создания чертежей в Autodesk Inventor.

Задание: создать твердотельную модель корпуса согласно индивидуального задания (табл. 12.1) и чертеж детали, содержащий вид сверху и два сложных разреза вместо главного и фронтального видов. Создать аксонометрию с вырезом в $\frac{1}{4}$.

Содержание отчета: Титульный лист, основную часть с отражением процесса создания чертежа, выводы, сам чертеж на листе A4 с подписью исполнителя.

Создание чертежей.

1. Откроем в Inventor 3D модель.
2. Выбираем Создать чертеж.

3. Создадим главный вид: выбрать направление вида из предложенного списка, задать масштаб (из стандартных или определить пользователем вручную), определить стиль представления вида (с невидимыми линиями, без невидимых линий или тонирование). После определения параметров главного вида нажать кнопку «ОК» или кликнуть левой кнопкой мыши на виде в поле чертежа

4. Теперь создадим проекционные виды, нажав кнопку «Проекционный вид» в инструментальной палитре. Затем, указав, курсором мыши на главный вид, ведем мышью в направлении создаваемого вида и кликая левой кнопкой мыши на месте расположения вида в поле чертежа. После предварительного расположения нескольких проекционных видов, нажимаем правой кнопкой мыши в поле чертежа и выбираем команду «Создать» в открывшемся контекстном меню. Создаются проекционные виды. В качестве проекционных видов могут использоваться разрезы.

5. Создадим сечение вида, нажав кнопку «Разрез» в инструментальной палитре, и указав на вид (главный или проекционный), с которого необходимо получить сечение. Затем необходимо провести линию сечения вида, используя стандартные привязки (например, середина линии, центр отверстия и т.п.).

Линия сечения должна заведомо перекрывать границы вида, иначе разрез будет не полным.

Линия сечения может иметь как простую прямолинейную форму, так и сложную ступенчатую.

После того как линия сечения проведена, по нажатию правой кнопки мыши, выбираем пункт «Далее» контекстного меню. В открывшемся диалоговом окне необходимо задать название вида, его масштаб, стиль представления, а также глубину сечения (полное либо на определенное расстояние, указываемое в соответствующем поле). Далее указываем место расположения разреза в поле чертежа, нажав левую кнопку мыши. Формируется разрез.

6. При необходимости, детали, которые не должны попадать в разрез (например, такие как валы) можно выключить из сечения. Для этого в браузере чертежа необходимо в текущем виде найти деталь, которую необходимо исключить из разреза и правой кнопкой мыши снять флажок с пункта меню «Разрез».

7. Для создания выносного элемента, необходимо нажать кнопку «Выносной элемент» в палитре инструментов. Затем указать вид, с которого необходимо получить выносной элемент, а также указать область выносного элемента ограниченного кругом (Inventor предлагает указать эту область). В открывшемся диалоговом окне необходимо задать название вида, его масштаб, стиль представления и указать место расположения вида в поле чертежа, нажав левую кнопку мыши.

8. Чтобы создать вид с разрывами, необходимо нажать кнопку «Вид с разрывами» и указать на вид, на котором условно должна быть удалена часть детали или элемента. Затем на виде задаются начальное и конечное положение разрыва, а в открывшемся диалоговом окне параметры разрыва (стиль представления, величина зазора и интервала, его направление). Нажимаем кнопку «ОК».

Если делать разрыв на любом из видов чертежа (главный, проекционный, дополнительный или сечении), то разрыв автоматически генерируется и на всех связанных видах. Поэтому рекомендуется вставлять в чертеж еще один главный вид изделия или сборки, на котором необходимо показать вид с разрывами.

9. Для создания местного разреза на виде, необходимо предварительно создать эскиз, связанный с базовым видом, на котором будет показан местный разрез. Поэтому выделяем левой кнопкой мыши необходимый вид (он становится подсвеченным штриховым прямоугольником), а затем нажимаем кнопку «Эскиз». В режиме создания эскиза рисуем замкнутый контур, определяющий положение местного разреза на виде (для этого используем стандартные команды рисования – линия, прямоугольник, круг и т.д.). Используя размеры и стандартные зависимости при эскизировании, определяем положение контура местного разреза и нажимаем кнопку «Возврат». Нажимаем кнопку «Местный разрез» палитры инструментов и указываем вид, на котором будет создан местный разрез. В открывшемся диалоговом окне указываем созданный эскиз и глубину разреза, например, указанием левой кнопкой мыши от одной точки до другой.

Также предусмотрена возможность выбора и других вариантов задания глубины местного разреза:

От точки - задает числовое значение глубины местного разреза.

До эскиза - для задания глубины местного разреза использует геометрию эскиза, связанного с другим видом.

До отверстия - для задания глубины местного разреза использует оси отверстия на виде.

Через деталь - для задания глубины местного разреза использует оси отверстия на виде.

Задание числового значения глубины местного разреза доступно только при выборе типа глубины «От точки».

После нажатия кнопки «ОК» - формируется местный разрез.

10. При необходимости можно создать дополнительные виды, нажав кнопку «Дополнительный вид» в инструментальной палитре и указав на вид (главный или проекционный) с которого необходимо получить дополнительный вид. В открывшемся диалоговом окне задается название вида, масштаб и стиль представления вида. Затем, необходимо указать линию, относительно которой будет создан дополнительный вид и расположить его в поле чертежа, нажав левую кнопку мыши.

11. После создания всех необходимых видов чертежа, можно приступить к его оформлению. Для этого необходимо переключиться из режима «Виды чертежа» инструментальной палитры в режим «Пояснительные элементы». Используя стандартные команды (проставка размеров, баз, шероховатостей, допусков и т.п.) можно оформить чертеж в соответствии с предъявляемыми требованиями.

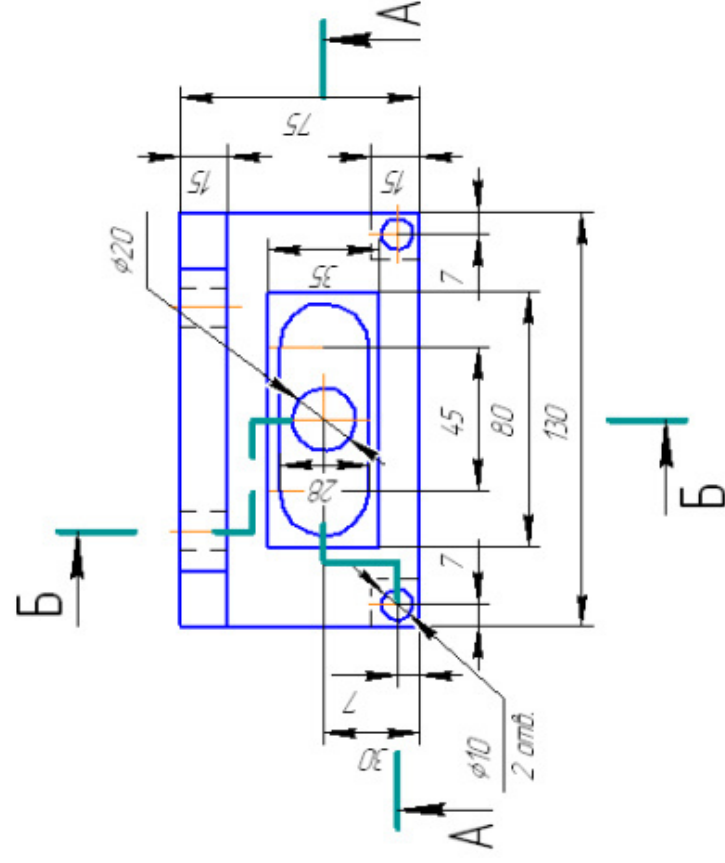
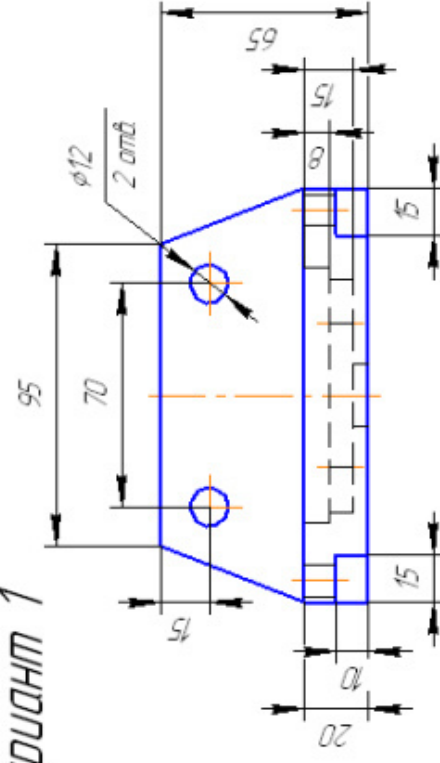
12. Для удобства размещения видов на чертеже и управления прочими функциями работы с видами, можно воспользоваться контекстным меню, которое вызывается нажатием правой кнопки мыши на выбранном виде. Например, можно включить или выключить выравнивание позиционных видов относительно главного вида, удалить или повернуть какой-либо из видов, автоматически нанести осевые линии, показать или скрыть резьбу и т.д.

13. Для того чтобы создать второй (третий, четвертый и т.д.) лист, необходимо нажать кнопку «Создать лист» в инструментальной палитре или выбрать нужную форматку в браузере чертежа. Переключение между листами можно осуществлять по двойному клику левой кнопкой мыши на листе в браузере чертежа. Переносить виды с одного листа на другой можно также используя браузер чертежа. Для этого необходимо, удерживая левой кнопкой мыши вид в браузере, перетащить его на другой лист.

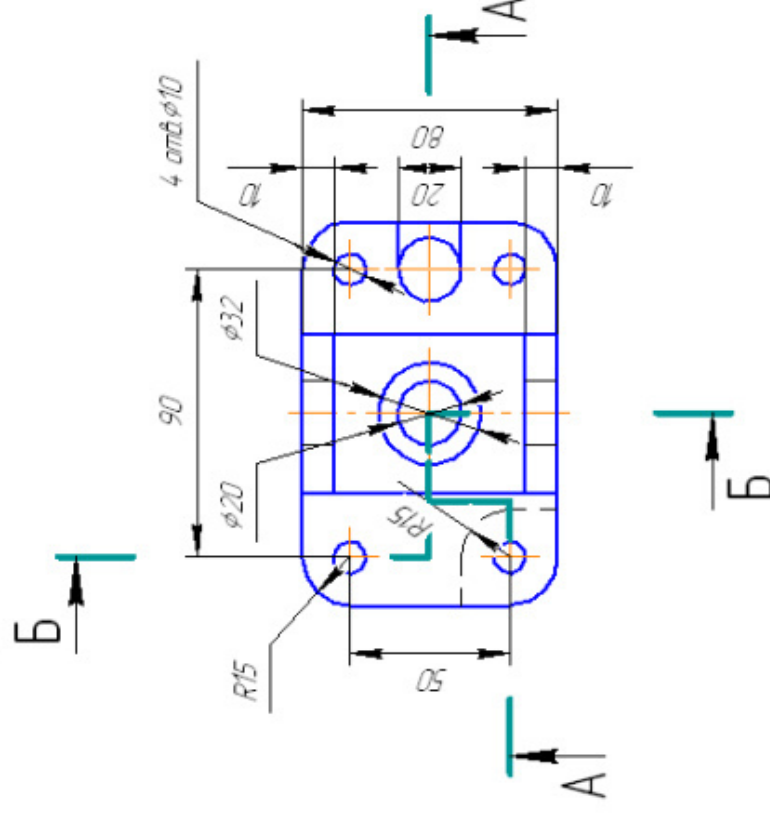
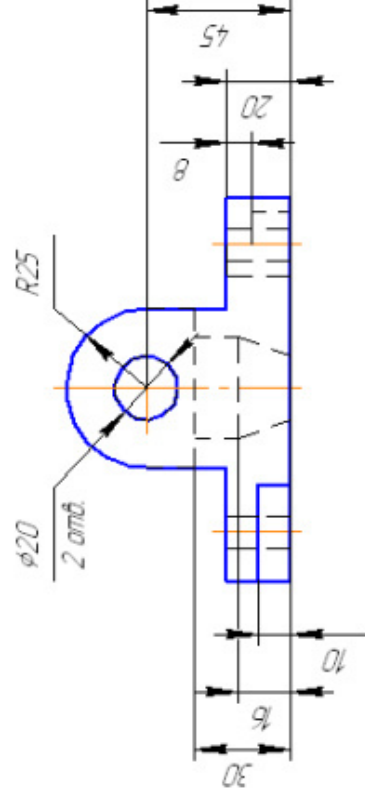
14. Настроить стили оформления чертежа можно в редакторе стилей и стандартов, который вызывается из главного меню «Формат» – «Редактор стилей». Можно создать, как свой пользовательский стиль оформления, так и отредактировать и сохранить уже существующий.

Таблица 5.1 – Варианты заданий к ЛР №5

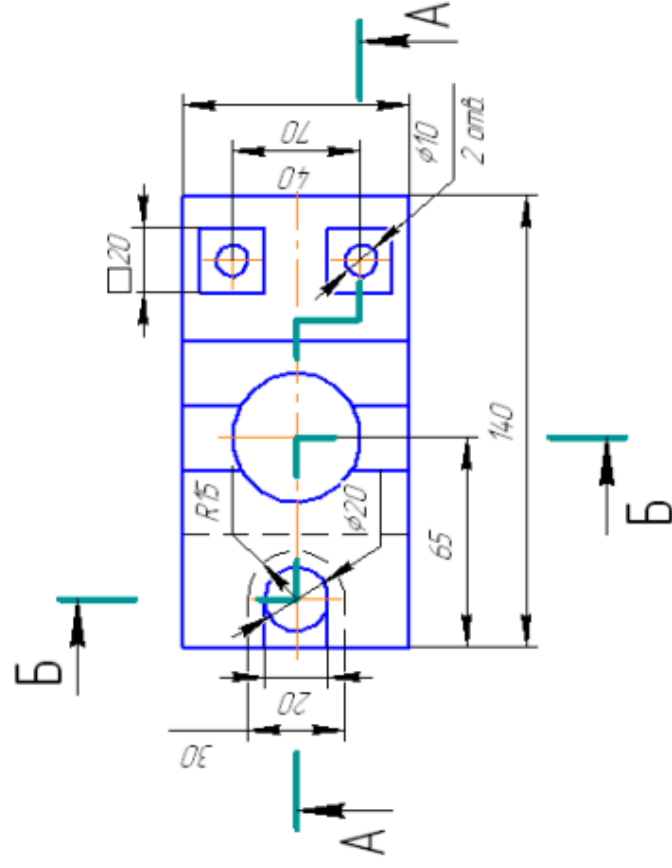
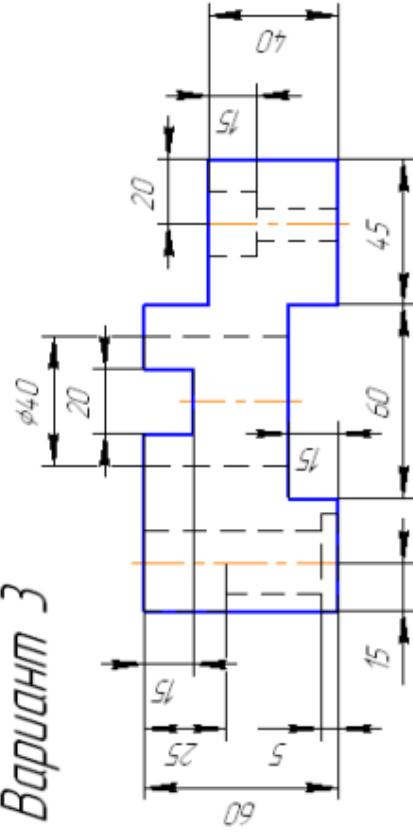
Вариант 1



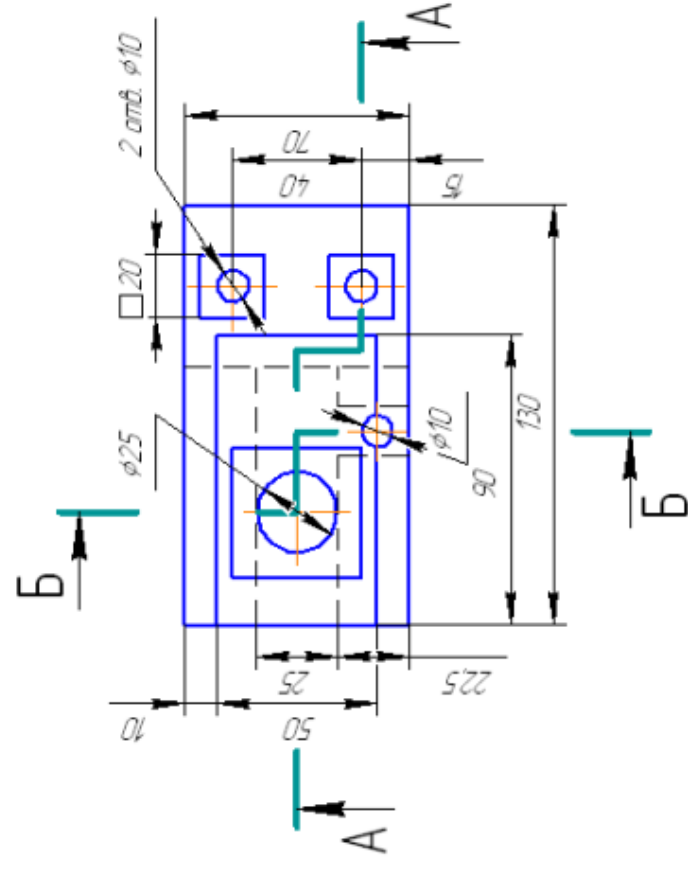
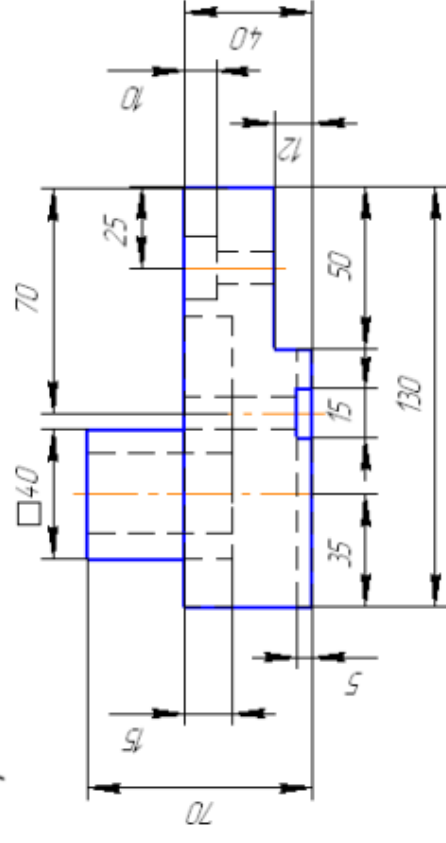
Вариант 2



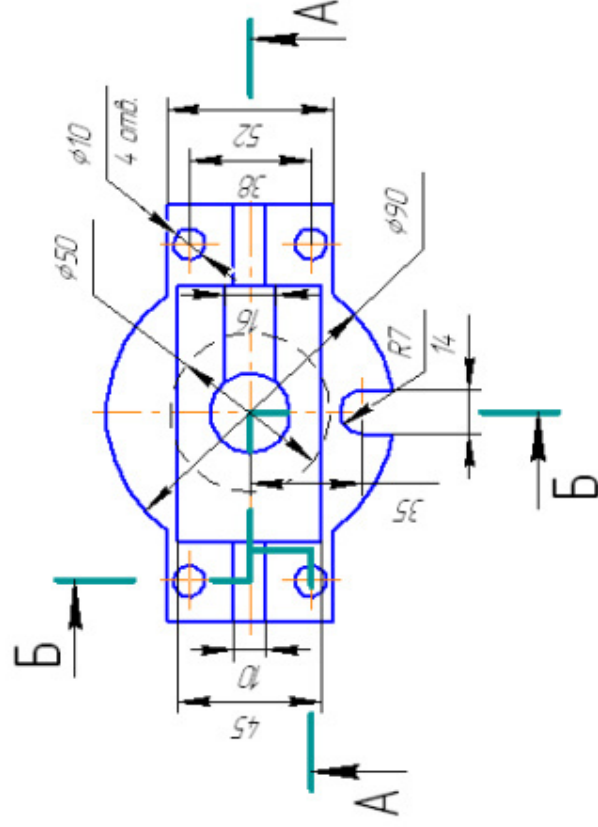
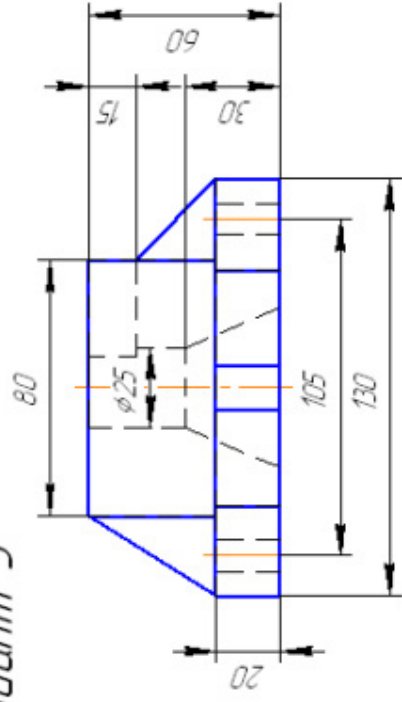
Вариант 3



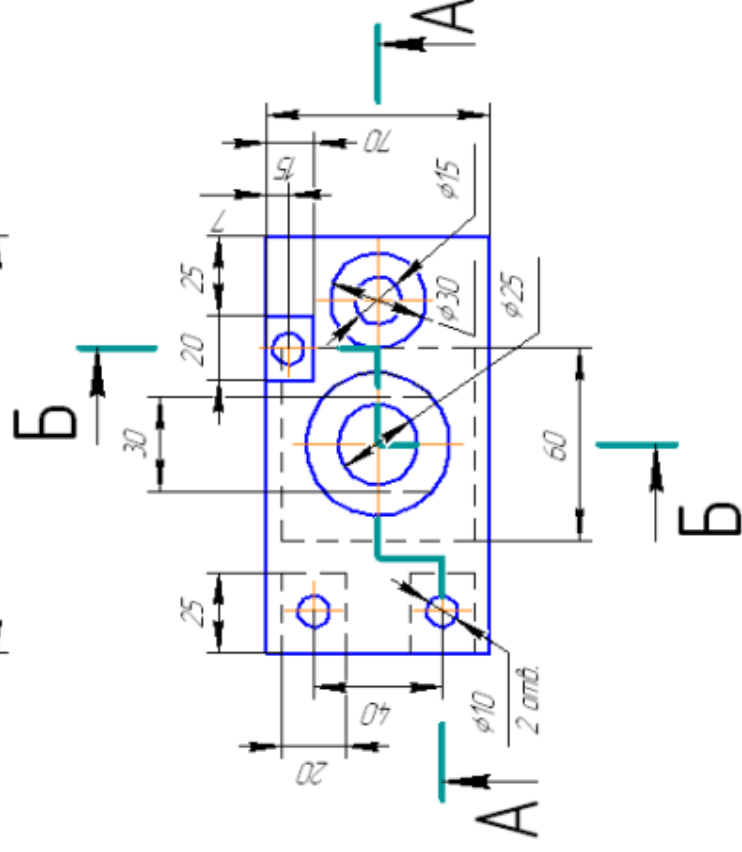
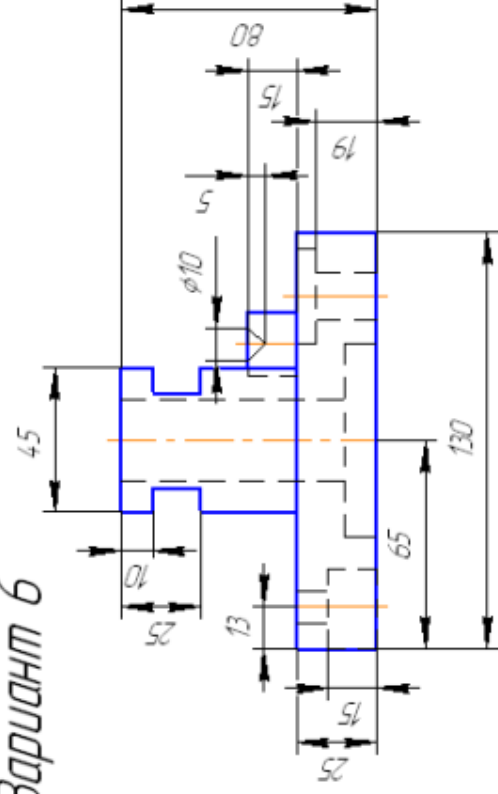
Вариант 4



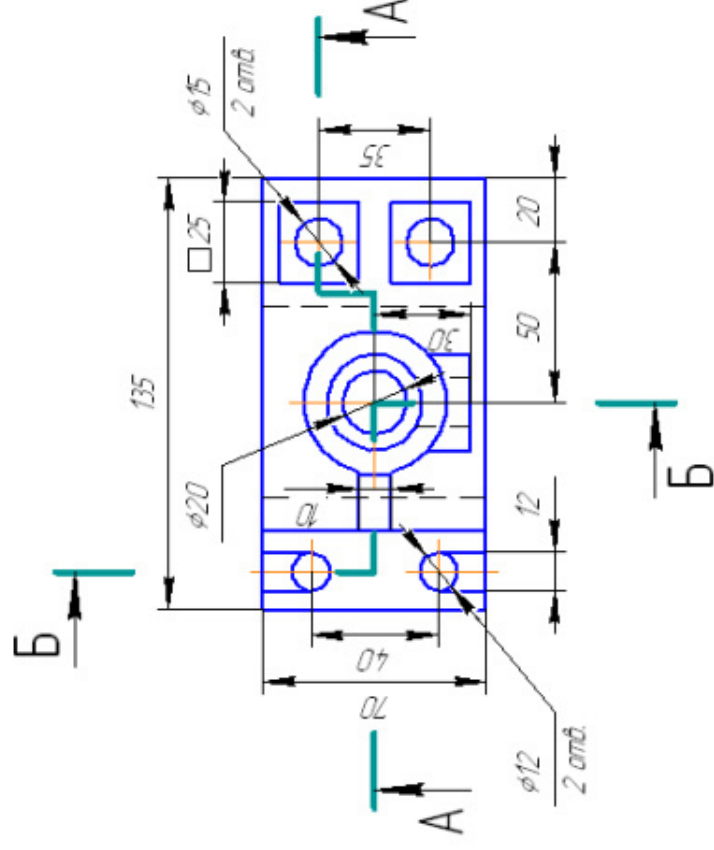
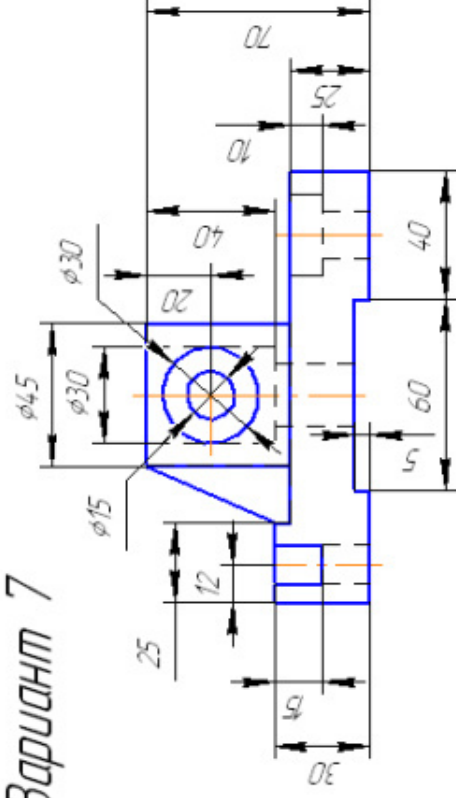
Вариант 5



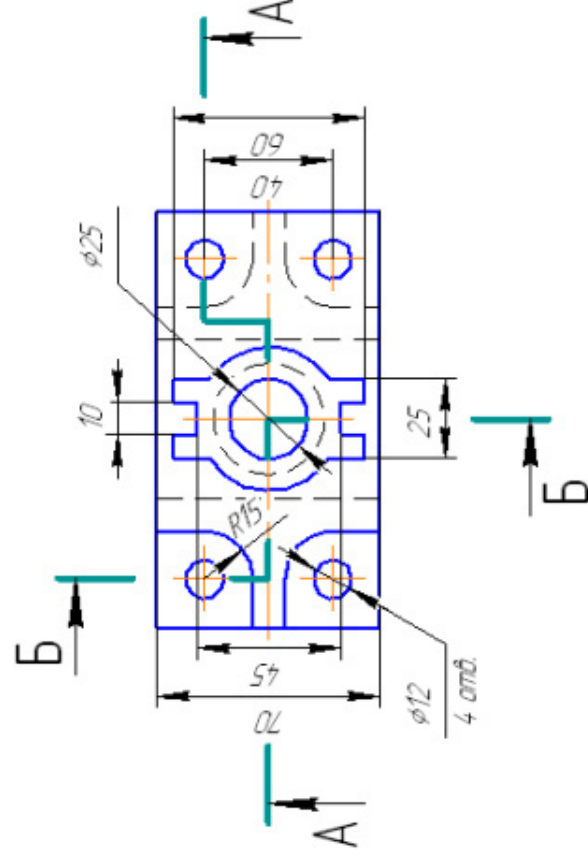
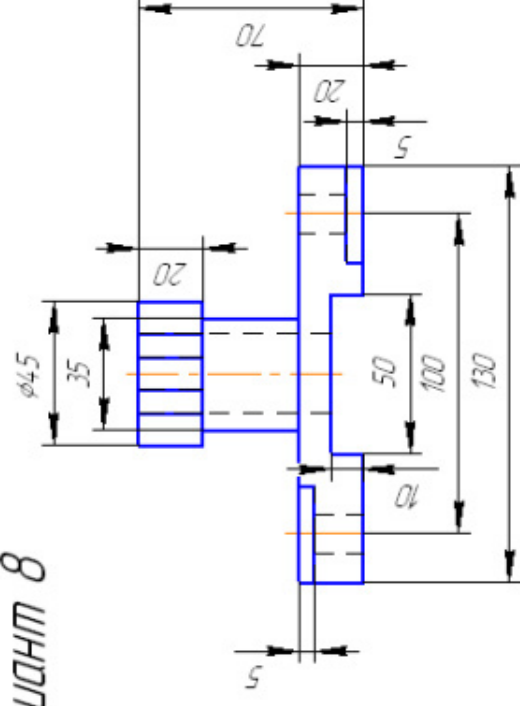
Вариант 6



Вариант 7



Вариант 8



ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6 РАБОТА СО СБОРКАМИ

Цель: научиться создавать сборки в Autodesk Inventor.

Задание: создать сборочную единицу или изделие согласно заданного преподавателем варианта.

Содержание отчета: титульный лист, задание, ход выполнения работы, готовая модель, **ВЫВОДЫ.**

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОДШИПНИКА

Цель: проектирование подшипника по заданным параметрам с привязкой файла переменных в виде таблицы Excel.

Задание: создать подшипник по заданным параметрам с привязкой файла переменных в Excel.

Содержание отчета: титульный лист, задание, ход выполнения работы, готовая модель, **ВЫВОДЫ.**

Подшипник состоит из таких элементов как:

- Внешнее кольцо подшипника;
- Внутреннее кольцо подшипника;
- Сепаратор;
- Заклёпки;
- Шарики.

Создание подшипника начнем с проектирования внешнего кольца.

Создаём эскиз с нужными параметрами и командой вращение получаем модель. Рисунок 7.1,7.2

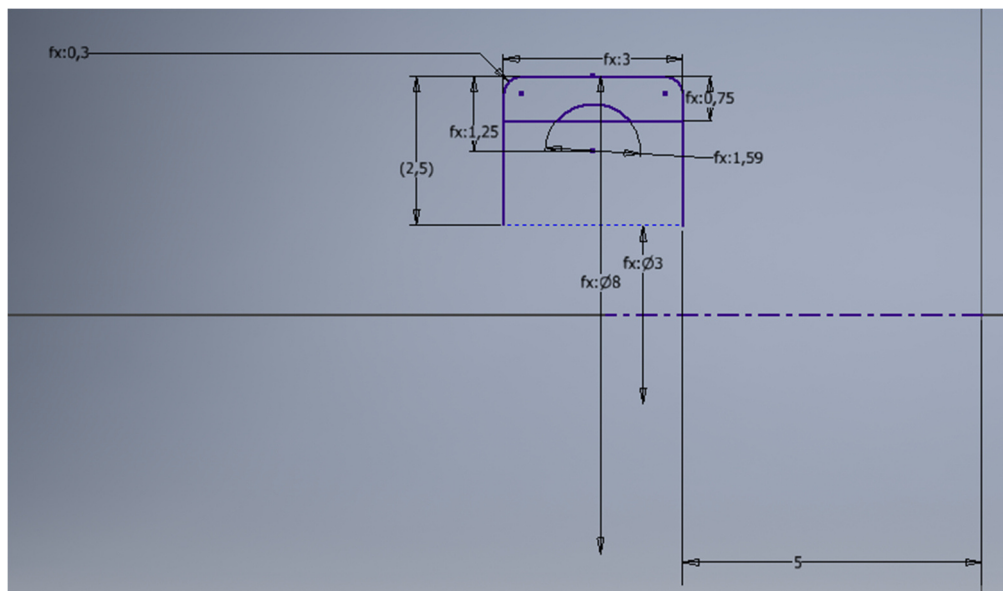


Рисунок 7.1 – Эскиз кольца

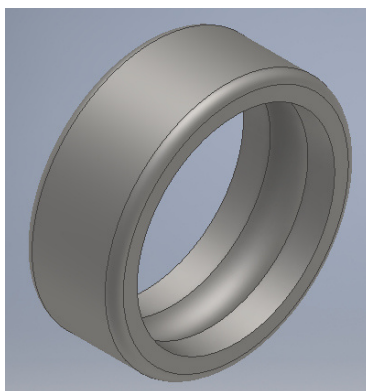


Рисунок 7.2 – Модель внешнего кольца

Далее проектируем внутреннее кольцо подшипника.

Создаём эскиз по соответствующим параметрам и используя команду вращение получаем модель. Рисунок 7.3, 7.4.

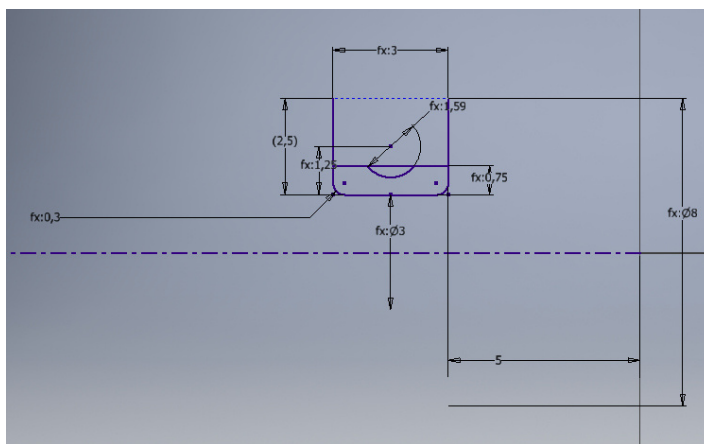


Рисунок 7.3 – Эскиз внутреннего кольца

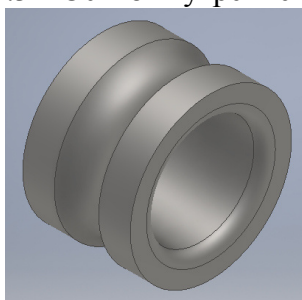


Рисунок 7.4 – Внутреннее кольцо

Следующим этапом будет создание модели заклепки.

Для ее проектирования выполняем эскиз и командой вращение получаем деталь. Рисунок 7.5, 7.6

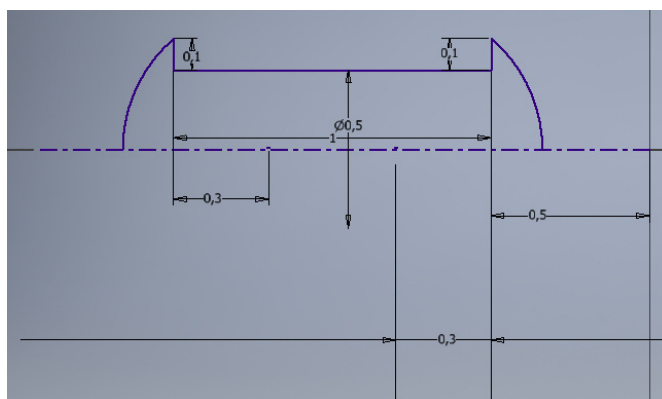


Рисунок 7.5 – Эскиз клёпки

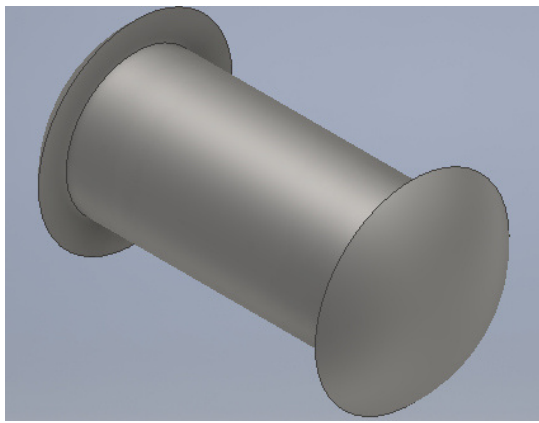


Рисунок 7.6 – Клёпка

При проектировании сепаратора используем несколько эскизов с поочерёдным выполнением таких операций как:

- Создание основания;
- Создание формы под шарики;
- Создание пазов под клёпки;
- Выдавливание сепаратора из основания.

На ранее построенном основании создаём эскиз шара и вращаем его. Рисунки 7.7, 7.8.

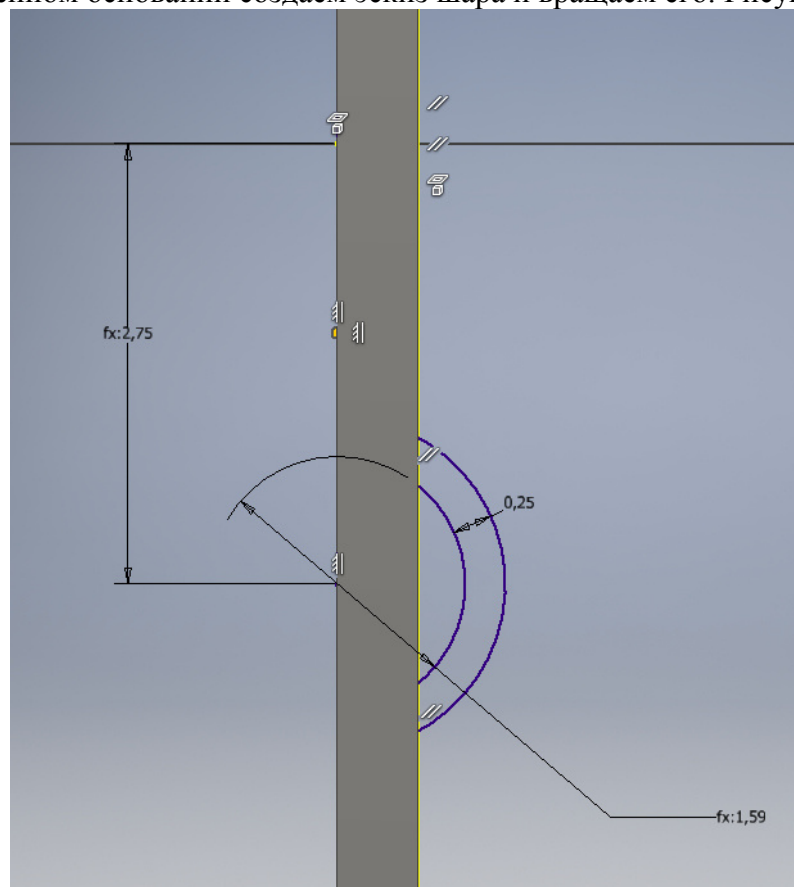


Рисунок 7.7 – Эскиз шара

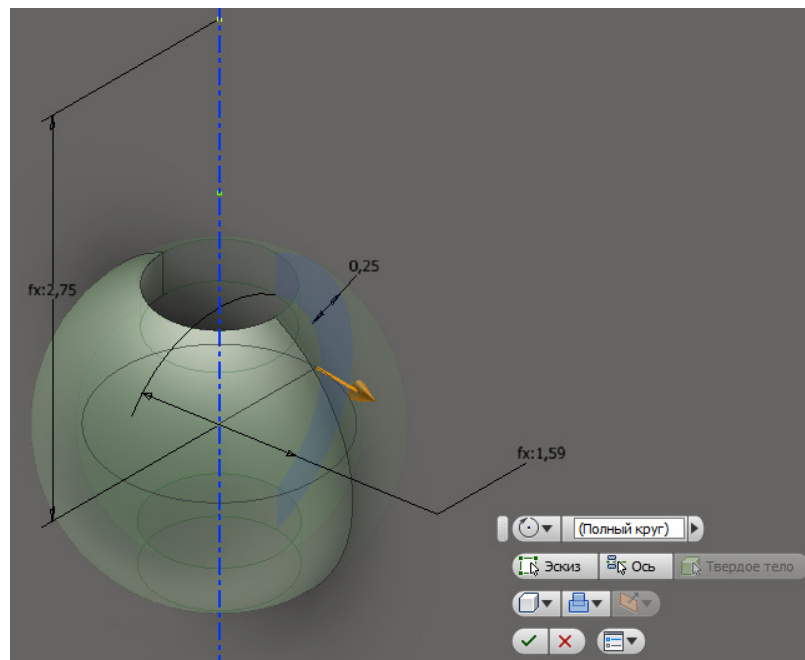


Рисунок 7.8 – Вращение шара

С помощью дополнительного эскиза и команды вращения создам полость в созданном шаре. Рисунок 7.9.

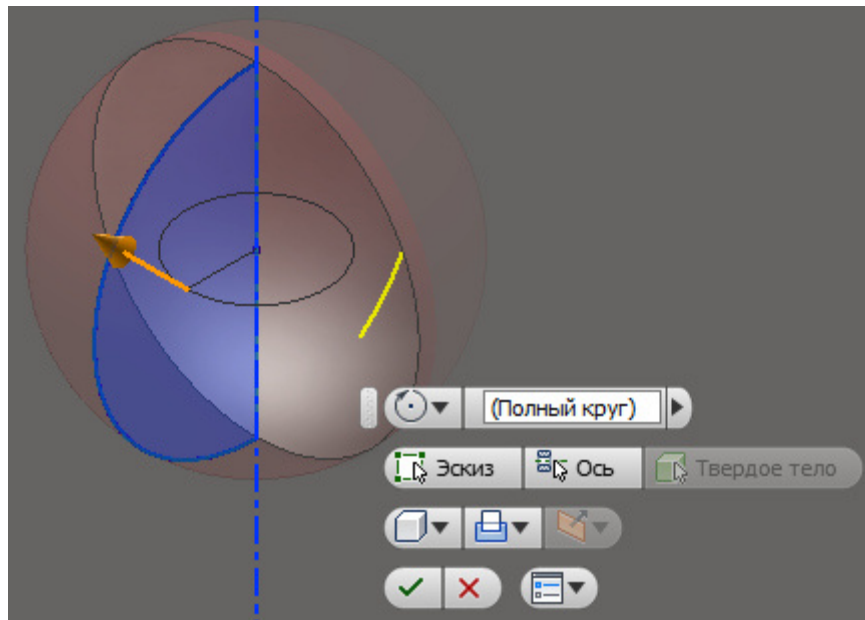


Рисунок 7.9 – Создание полости в шаре

Далее создаём эскиз отверстий под заклёпки и командой массив создаём определённое количество отверстий и шаров под рассчитанным углом. Рисунки 7.10-7.12.

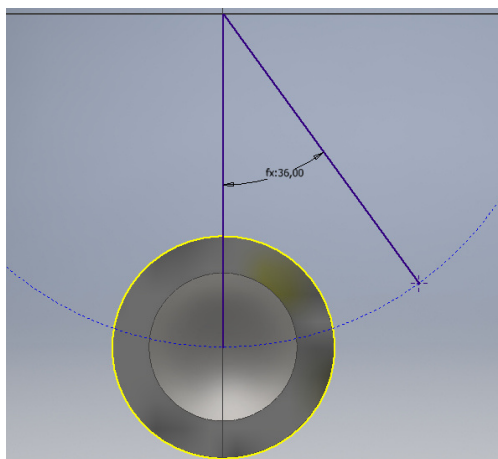


Рисунок 7.10 – Создание эскиза под отверстия клёпок

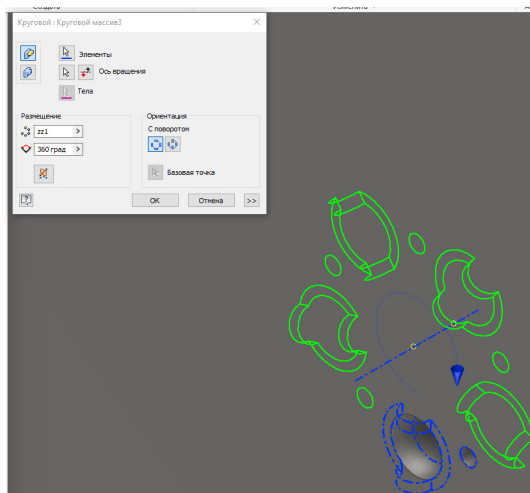


Рисунок 7.11 – Создание массива

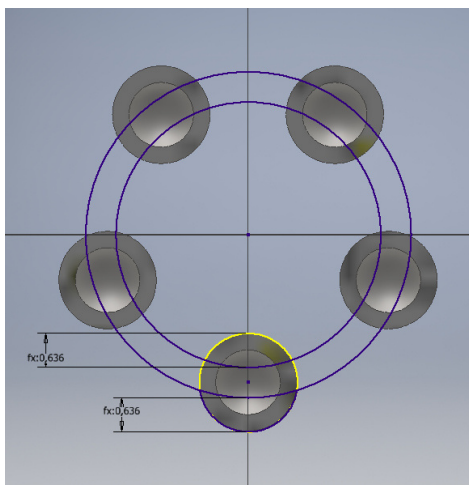


Рисунок 7.12 – Создание основы сепаратора

Далее командой выдавливание удаляем «всё лишнее» из эскиза (Рисунок 7.13), получая модель сепаратора Рисунок 7.14.

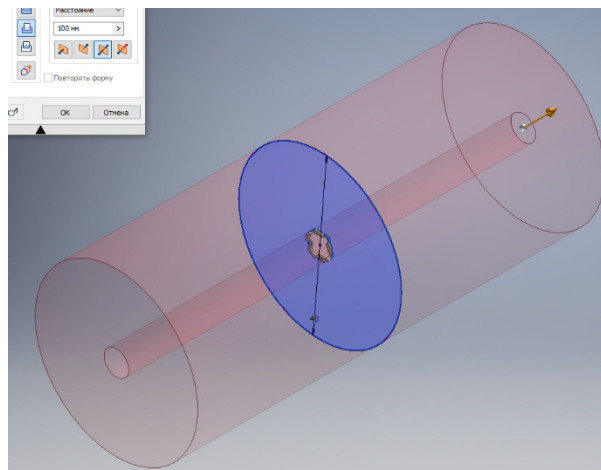


Рисунок 7.13 – Выдавливание основы

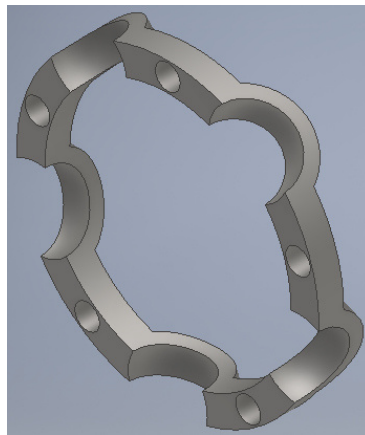


Рисунок 7.14 – Модель сепаратора

Проектирование шариков подшипника. Шарки выполняются с помощью одного эскиза и команды вращения. Рисунок 7.15.

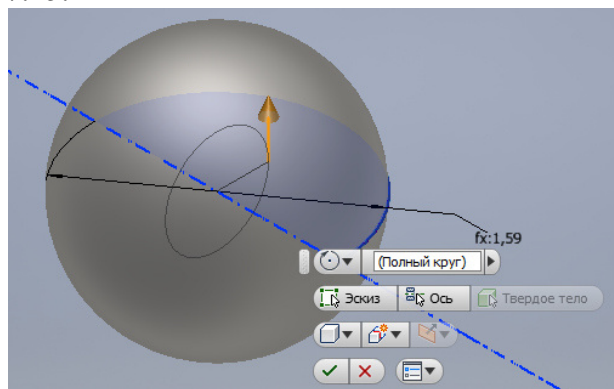


Рисунок 7.15 – Создание шариков подшипника

Сборка подшипника осуществляется стандартными командами и инструментами, такими как: связь и зависимость. В итоге получаем подшипник, рисунок 7.16.

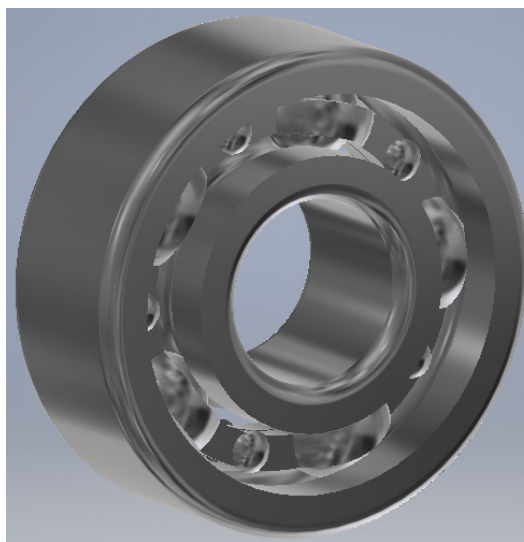


Рисунок 7.16 – модель подшипника

Привязка таблицы Excel к файлу Inventor осуществляется с помощью вкладки Управление – Параметры (рисунок 7.17)

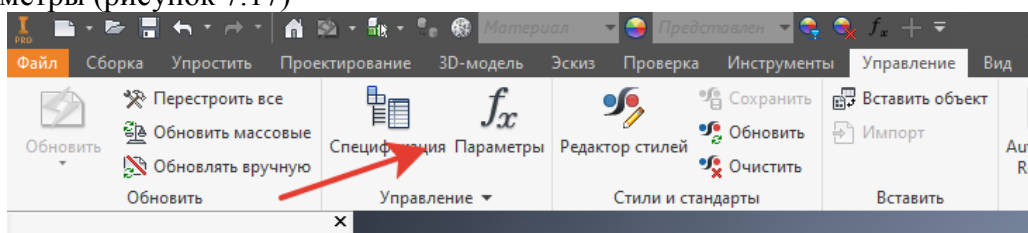


Рисунок 7.17 – Окно параметров

Окно параметров имеет следующий внешний вид. В нём отображаются имя параметра, единица измерения, формула его нахождения, номинальное значение и другие (Рисунок 7.18).

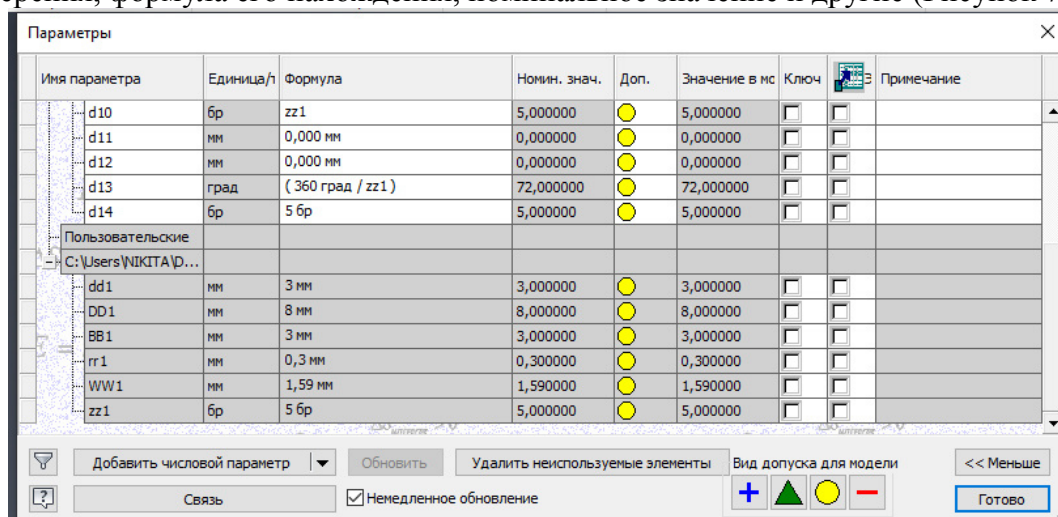


Рисунок 7.18 – Окно параметров сборки

В данной таблице необходимо связать параметры твердотельной модели подшипника и созданного файла в Excel. После обновления параметров в таблице Excel необходимо сохранить файл, перейти в рабочее окно Inventor и нажать кнопку обновить. Рисунок 7.19.

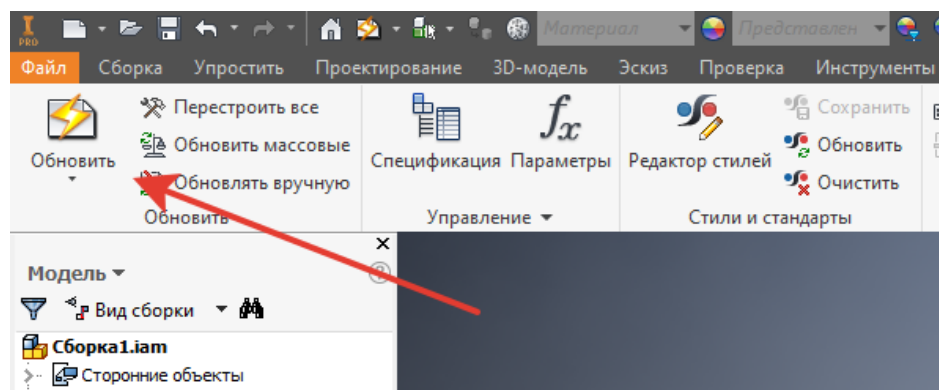


Рисунок 7.19 – Обновление сборки по новым параметрам

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЕРЕДАТОЧНОГО МЕХАНИЗМА

Цель: научиться создавать сборки в Autodesk Inventor.

Задание: создать передаточный механизм согласно кинематической схемы, полученной у преподавателя. Создать схему сборки-разборки созданного изделия. Создать презентационный ролик сборки-разборки созданного изделия.

Содержание отчета: титульный лист, задание, ход выполнения работы, готовая модель, схема сборки-разборки, Print Screen презентационного ролика сборки-разборки в момент воспроизведения, выводы.

Мастер проектирования является важным компонентом функционального проектирования. Он обеспечивает инженерный расчет и поддержку решений для идентификации стандартных компонентов или создания геометрии на основе стандартов. Команды Мастера проектирования упрощают процесс проектирования. Они автоматизируют выбор и создание геометрии, улучшают первоначальное качество проекта за счет проверки на соответствие требованиям к проектированию, а также повышают стандартизацию за счет выбора одинаковых компонентов для выполнения одинаковых задач.

Мастер проектирования представляет собой набор генераторов и калькуляторов, которые позволяют автоматически создавать корректные, с точки зрения механики, компоненты путем задания простых или детальных механических свойств. Например, предлагая на выбор подходящие детали, отверстия и компоненты сборки, генератор болтового соединения позволяет вставить болтовое соединение в проект в один прием.

Вставка компонентов с помощью генераторов и калькуляторов мастера проектирования выполняется в среде сборки или в среде свариваемых деталей.

Перед началом работы с генератором или калькулятором необходимо сохранить сборку.

Чтобы открыть генератор или калькулятор, выберите соответствующую команду. Генераторы на вкладке "Проект" и калькуляторы на вкладке "Расчет" открываются по умолчанию. На вкладке "Проект" выберите параметры размещения, а также тип компонентов, которые необходимо вставить. На вкладке "Расчет" введите расчетные значения. Для генератора болтового соединения и некоторых калькуляторов также отображается окно "Расчет усталостной прочности", в котором можно ввести значения для расчета усталостной прочности.

Одновременно может быть открыт только один генератор или калькулятор. Если один генератор или калькулятор уже открыт, то при попытке открытия другого ранее открытый генератор или калькулятор будет закрыт автоматически.

Для выполнения расчета нажмите кнопку "Рассчитать".

Чтобы вставить спроектированные компоненты и расчеты в сборку Autodesk Inventor, нажмите кнопку "ОК".

Для создания редуктора нам необходимо в главной панели выбрать создать сборку (обычный) (рисунок 8.1).

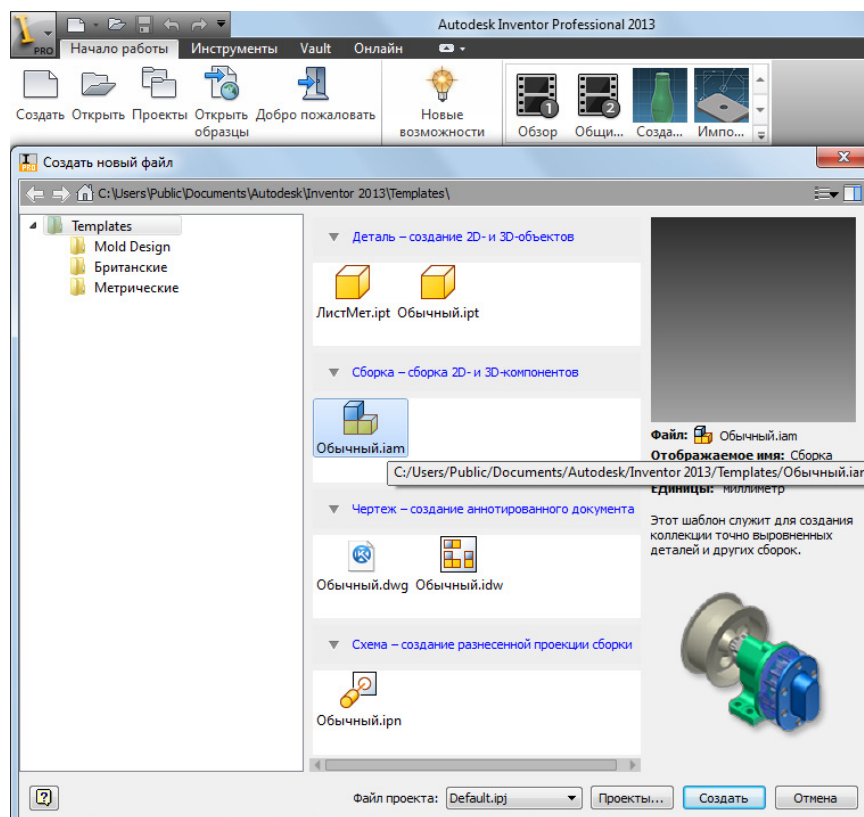


Рисунок 8.1 – создание сборки.

После этого открывается рабочая панель где указаны различные функции работы со сборками. Выбираем в верхней панели функцию проектирование, которая переводит нас в рабочий интерфейс мастера проектирования.

В этой панели мы выбираем создание цилиндрического зубчатого зацепления. После нажатия выводится вспомогательное окно, где предлагаются различные виды зацеплений (рисунок 8.2).

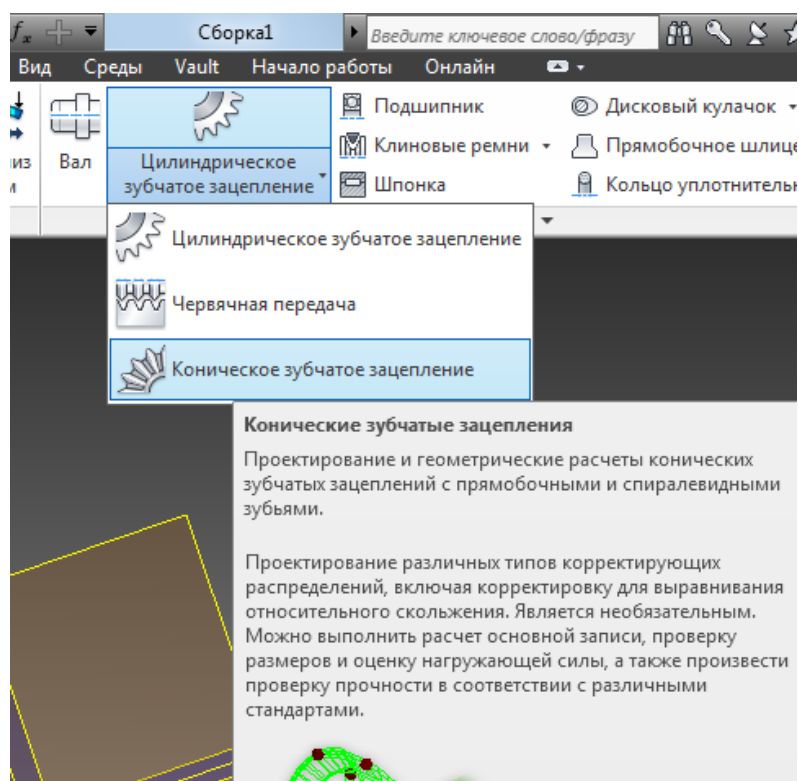


Рисунок 8.2 – зубчатые зацепления.

Выбираем коническое зубчатое зацепление. Обязательно нужно сохранять файл сборки.

Вернувшись к выбору зубчатых зацеплений, устанавливаем параметры зубчатых колес (рисунок 8.3).

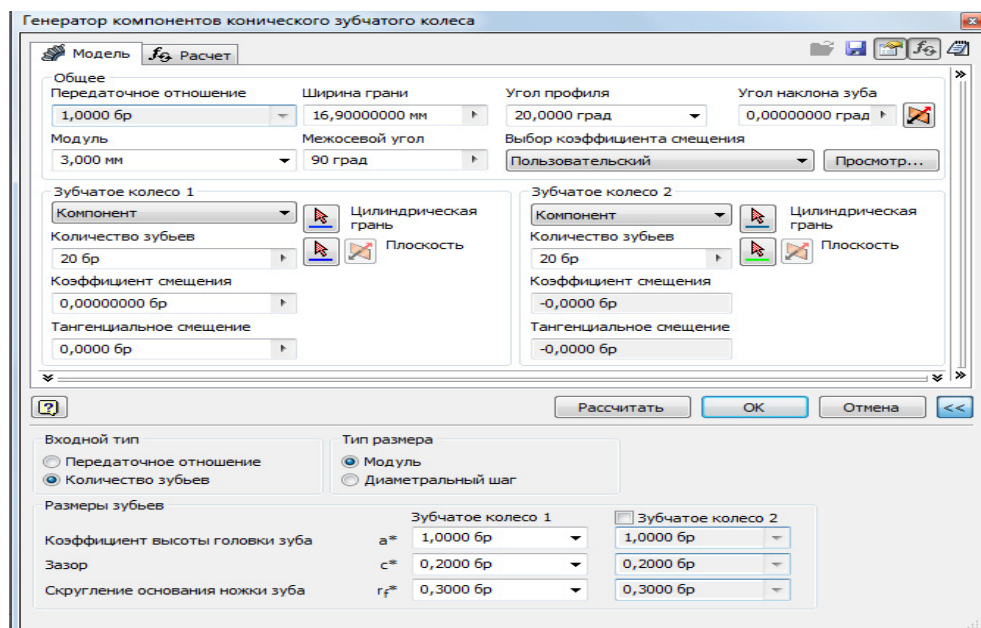


Рисунок 8.3 – Параметры конических зубчатых колес

В этом окне наблюдаем параметры, а именно: определение общих характеристик конического зубчатого колеса; ширина зубчатого венца; задание ширины грани; угол наклона зуба; установка угла наклона зуба. Можно вводить только положительные значения от 0 до 55. Для изменения направления, необходимо нажать кнопку "Обратить" рядом с полем редактирования.

После установки параметров нажимаем клавишу рассчитать, чтобы понять рабочая ли та конструкция которую мы предлагаем или нет, если после расчета не всплывает никаких окон то нажимаем клавишу ОК и фиксируем ее в центре пересечения осей (рисунок 8.4).

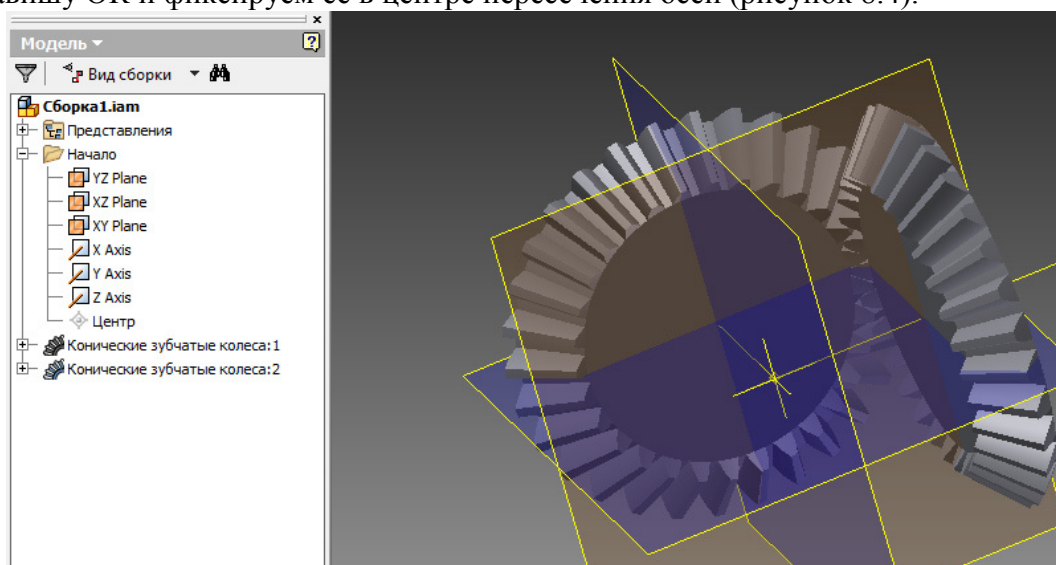


Рисунок 8.4– конические зубчатое зацепление.

Не обходимо зафиксировать коническое зацепление по осям так деталь двигаться не будет (рисунок 8.5).

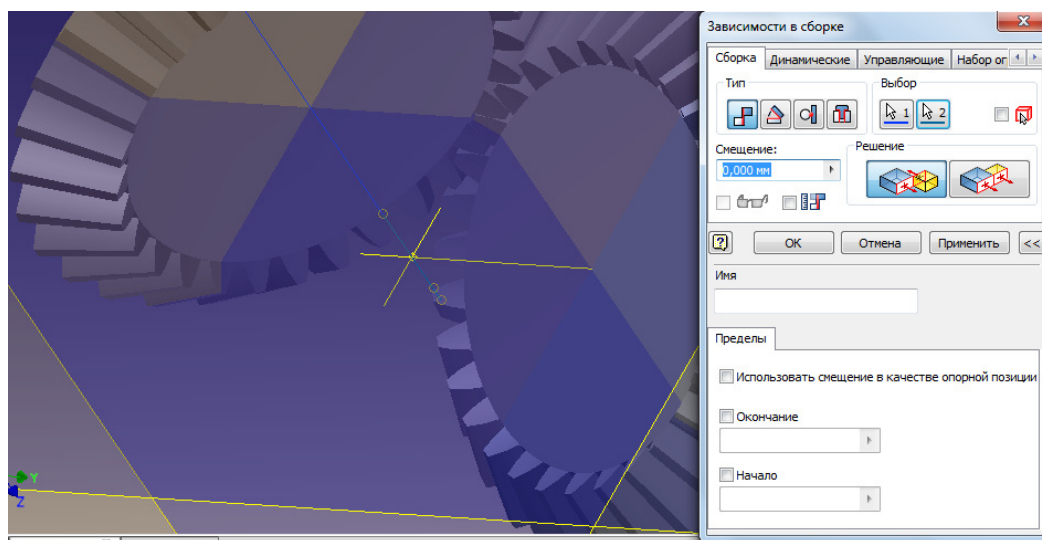


Рисунок 8.5 – зависимость по осям

При необходимости проектирования несколько зубчатых зацеплений, то по аналогии создаем и другие зацепления. После создания зацепления их необходимо правильно расположить в пространстве в соответствии со схемой. Для этого мы создаем дополнительные рабочие плоскости (рисунок 8.6) и выбираем плоскость со смещением относительно плоскости.

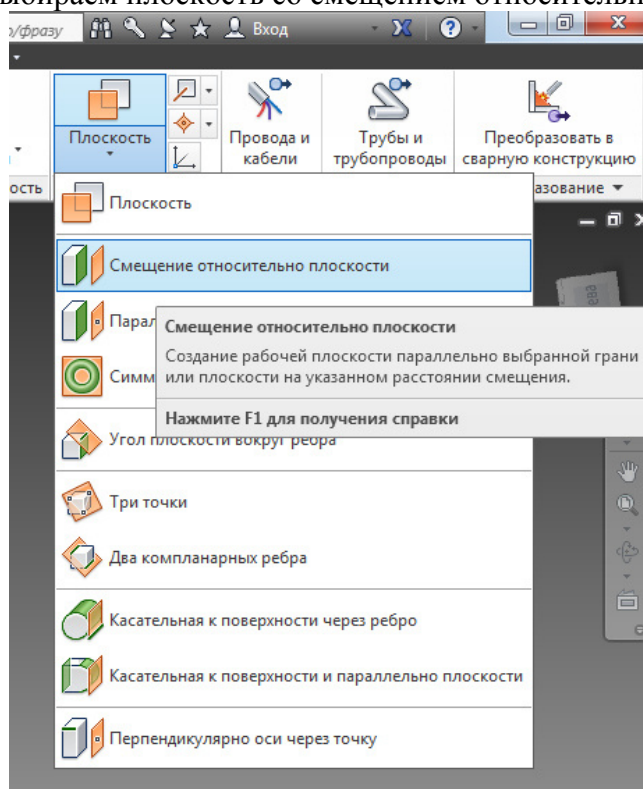


Рисунок 8.6 – Выбор рабочей плоскости

Выбрав смещение относительно плоскости, вращаем деталь используя команду орбита, выбираем плоскость на колесе и задаем необходимую длину (рисунок 8.7).

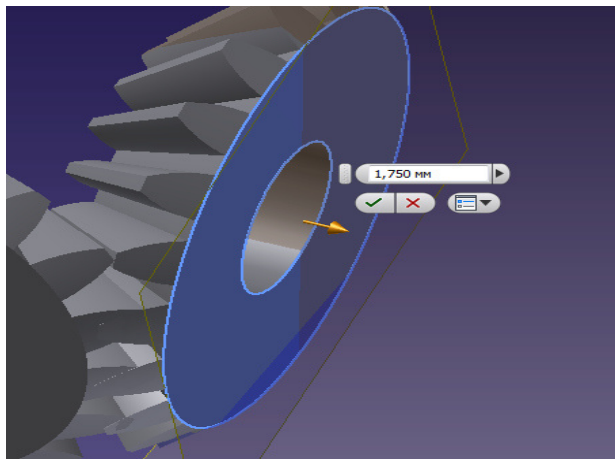


Рисунок 8.7 – Создание рабочей плоскости

Установив на определённое расстояние рабочую плоскость, фиксируем созданное цилиндрическое зубчатое зацепление на это расстояние по средствам наложения зависимостей: смещение по плоскостям и по осям.

Для создания цилиндрического зубчатого зацепления запускаем мастер проектирования цилиндрических зацеплений (рисунок 8.8).

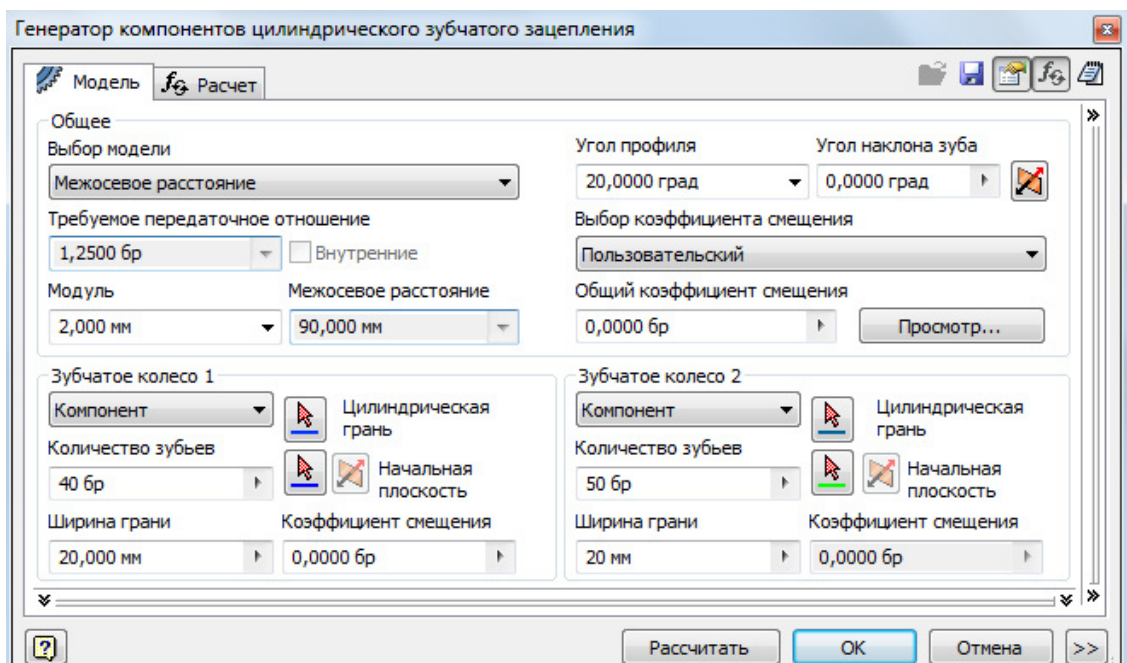


Рисунок 8.8 – Параметры цилиндрических зубчатых колес

Проектирование начинаем с **Выбора модели**.

Доступность полей редактирования на вкладке "Модель" зависит от текущего выбора модели.

Если известны все параметры цилиндрического зубчатого зацепления и необходимо вставить модель цилиндрического зубчатого зацепления, рекомендуется выбрать параметры "Межосевое расстояние" или "Общий коэффициент смещения". Эти параметры позволяют вставлять различные параметры ввода.

Модуль и количество зубьев

Расчет модуля и количества зубьев исходя из межосевого расстояния и других входных параметров.

Количество зубьев

Расчет количества зубьев исходя из межосевого расстояния и других входных параметров.

Межосевое расстояние

Расчет межосевого расстояния исходя из всех входных параметров.

Общий коэффициент смещения

Используется для расчета суммарного коэффициента смещения исходя из межосевого расстояния и всех остальных исходных параметров. На данный тип оказывают влияние другие входные данные, и этот параметр рекомендуется включать для итоговых корректировок проекта.

Модуль

Используется для расчета модуля исходя из межосевого расстояния и всех остальных исходных параметров.

Требуемое передаточное отношение

Передаточное отношение - это отношение между количеством зубьев в сопряженных колесах.

Параметр **Внутренние** используют для создания передачи с внутренним зацеплением зубчатых колес. Цилиндрическое зубчатое зацепление с большим количеством зубьев автоматически переходит в разряд зубчатых колес внутреннего зацепления.

Модуль – это отношение среднего диаметра к количеству зубьев.

Недоступно, если из раскрывающегося меню "Выбор модели" выбраны параметры "Модуль и количество зубьев" или "Модуль". Если параметр недоступен, выполните расчет модуля на базе других параметров.

Диаметральный шаг – это переключатель, определяющий число зубьев на количество дюймов в диаметральном шаге на плоскости вращения или число зубьев зубчатого колеса на каждый дюйм диаметра шага. Нормальный диаметрический шаг – это диаметрический шаг, рассчитанный на перпендикулярной плоскости, или диаметральный шаг, поделенный на косинус угла наклона зуба. Данный параметр доступен, если в области дополнительных параметров "Тип размера" выбран параметр "Диаметральный шаг".

Межосевое расстояние – кратчайшее расстояние между центрами зубчатых колес.

Если в раскрывающемся меню "Выбор модели" выбран параметр "Межосевое расстояние", данный параметр недоступен - межосевое расстояние будет вычисляться по другим исходным параметрам.

Угол зацепления – это угол между профилем зуба и радиальной линией в его полюсе зацепления. В эвольвентном зубе угол зацепления - это угол между линией зацепления и касательной к делительным окружностям.

Угол наклона зуба – это угол, который зуб зубчатого колеса составляет с осью делительной окружности. Можно вводить только положительные значения от 0 до 55. Для изменения направления нажмите кнопку "Обратить" рядом с полем редактирования.

Кнопка изменения направления угла наклона зуба – изменение направления спирали.

Выбор коэффициента смещения – задание метода расчета коэффициента смещения зубьев.

Общий коэффициент смещения – задание суммы коэффициентов смещения зубчатого колеса. Недоступно, если из выпадающего меню "Выбор модели" выбран параметр "Общий коэффициент смещения". Если параметр недоступен, рассчитайте общий коэффициент смещения на базе других параметров.

Образец для просмотра. Нажмите, чтобы открыть диалоговое окно "Просмотр", в котором будет показано схематическое изображение размеров цилиндрического зубчатого зацепления.

Зубчатое колесо 1, зубчатое колесо 2.

Задание типа зубчатого колеса (компонент, элемент, без модели) и его положение.

Существует три метода вставки цилиндрического зубчатого зацепления. Команды, отвечающие за размещение, активируются в полях "Зубчатое колесо 1" и "Зубчатое колесо 2" в зависимости от выбора.

- "Компонент" - создание компонента.
- "Элемент" - создание элемента.
- "Без модели" – вставка только расчета.

Команды, отвечающие за размещение:

- Цилиндрическая грань.
- Выбор цилиндрической грани.
- Начальная плоскость.
- Выбор плоской грани или рабочей плоскости.

Для изменения ориентации плоской грани или рабочей плоскости нажмите кнопку "Обратить".

Количество зубьев – количество зубьев в колесе. Недоступно, если в раскрывающемся меню "Выбор модели" выбраны параметры "Модуль и количество зубьев" или "Количество зубьев". Если параметр недоступен, рассчитайте число зубьев на базе других параметров.

Ширина зубчатого венца – это размерная ширина заготовки для зубчатого колеса. Значение может превышать эффективную ширину зубчатого венца, как в случае шевронного зубчатого колеса, где общая ширина венца включает все расстояние, отделяющее правосторонние и левосторонние зубья зубчатого колеса.

Подробности. Отображение дополнительных параметров проектирования цилиндрических зубчатых зацеплений. Для того чтобы отобразить область "Дополнительные параметры", в правой нижней части вкладки "Модель" нажмите "Дополнительные параметры".

Поправка зубьев

Расчет суммарного коэффициента смещения исходя из межосевого расстояния и всех остальных исходных параметров.

Угол наклона зуба – расчет угла наклона зуба исходя из межосевого расстояния и других исходных параметров. Рекомендуется заменить действительное рассчитанное значение целочисленным значением.

Пример построенного цилиндрического зубчатого зацепления приведен на рисунке 8.9.

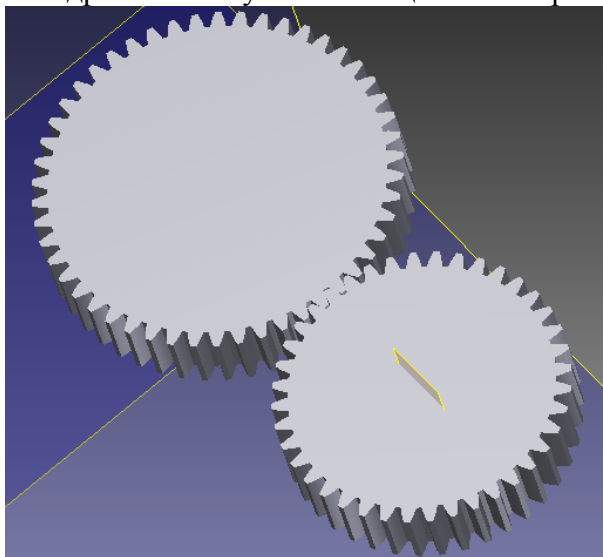


Рисунок 8.9 – Цилиндрическое зубчатое зацепление

Используя наложение зависимостей фиксируем положение зубчатого зацепления в пространстве (рисунок 8.10).

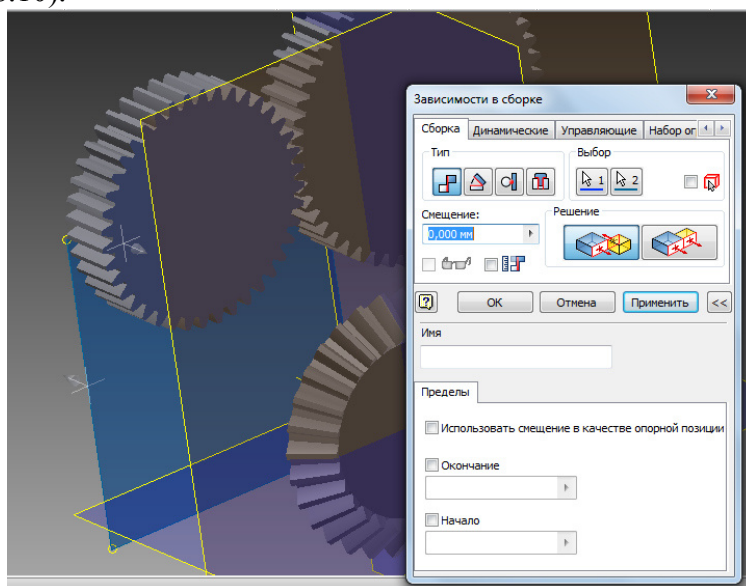


Рисунок 8.10 – Расположение цилиндрического зубчатого зацепления в пространстве

Создав все необходимые зубчатые зацепления получаем следующий вид (рисунок 8.11)

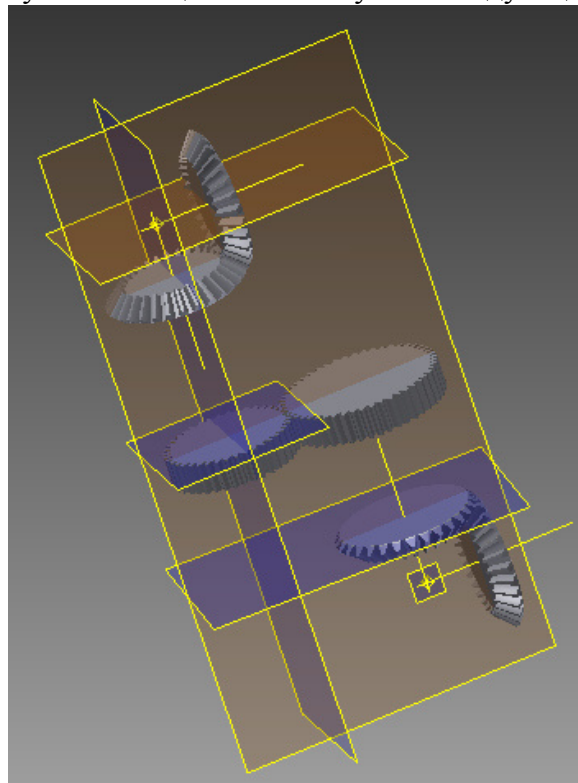


Рисунок 8.11 –Расположение зубчатых зацеплений

На валу зубчатые колеса обычно соединяются, используя шпоночное или шлицевое соединение. Для создания шпоночного соединения возвращаемся в панель проектирования и выбираем шпоночное соединение (рисунок 8.12).

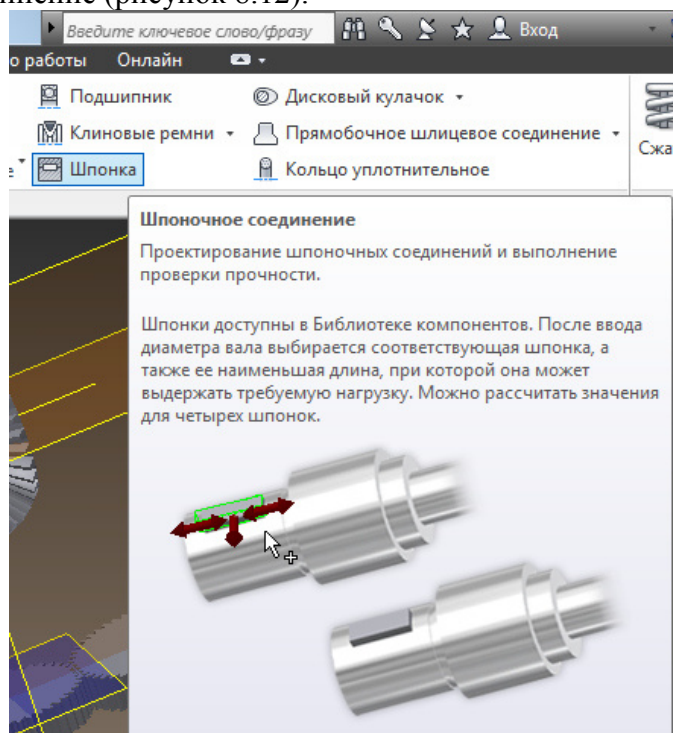


Рисунок 8.12 – шпоночное соединение

После открытия диалогового окна выбираем из стандарта тот тип шпонки, который необходим и указываем что создаем только канавку ступицы, после чего выбираем торец колеса как ребро 1 (рисунок 8.13).

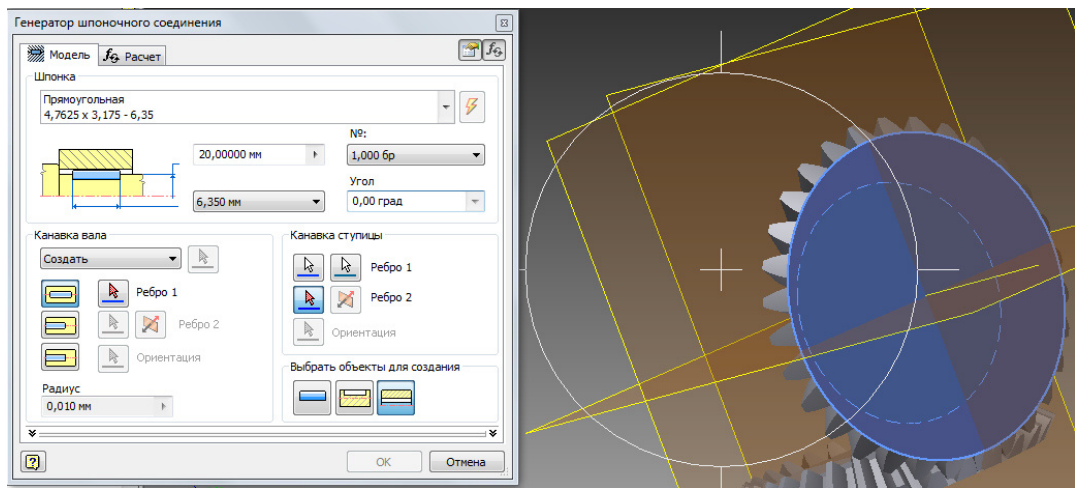


Рисунок 8.13 – Построение шпоночного соединения

Выбираем ребро 2, которое расположено в основании зуба (рисунок 8.14).

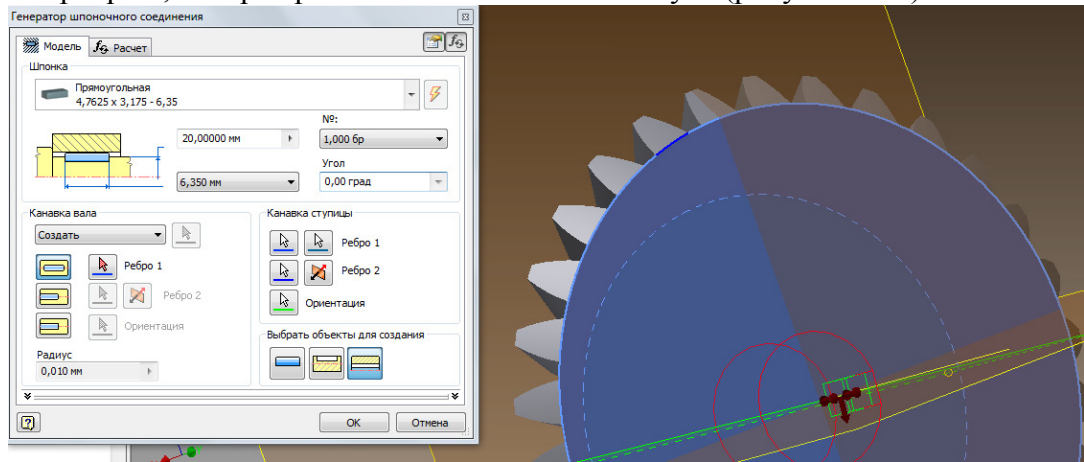


Рисунок 8.14 – построение шпонки

На рисунке 8.14 прорисовалась схема построения шпоночного соединения и если она нас устаревает, тогда нажимаем ОК.

Далее создаем ступицу, при помощи создания рабочих плоскостей с 2-ух сторон колеса. На рабочей плоскости создаем эскиз, для этого двойным нажатием левой клавиши мыши входим в редактирование зацепления, выбираем необходимое колесо и двойным нажатием клавиши левой мышки входим в редактирование колеса. Рисуем окружность, предварительно выбрав центр колеса, нажимаем на принять эскиз и выбираем функцию выдавливания до выбранного, то есть до второй рабочей плоскости. (рисунок 8.15).

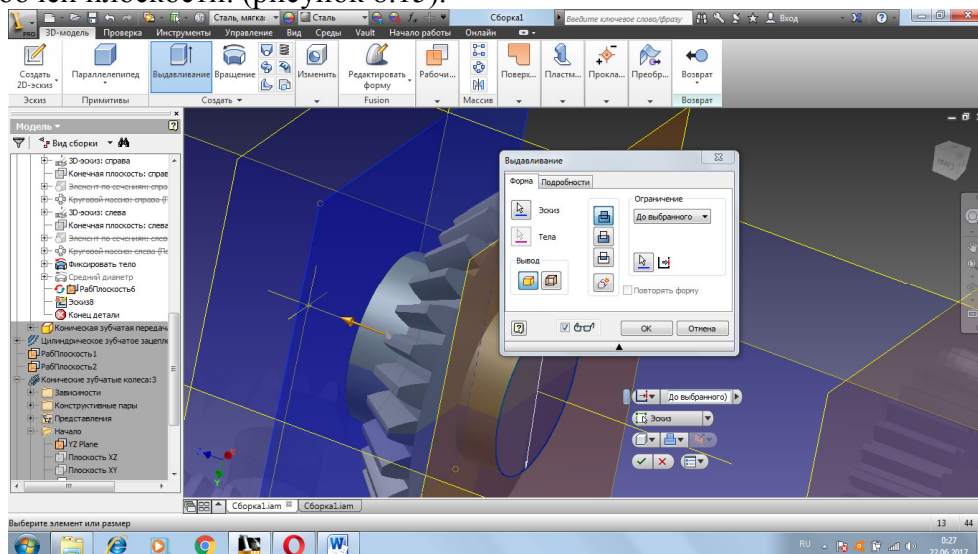


Рисунок 8.15 – Создание ступицы

После проделанных операций в браузере, расположенном слева, выбираем сборка 1 и двойным нажатием левой клавиши мышки возвращаемся обратно в редактирование сборки.

Переходим в панель проектирования и выбираем создание прямобоочного шлицевого соединения. После нажатия открывается диалоговое окно , где мы выбираем из стандартов вид зацепления, устанавливаем параметры и отключаем создание шлицевого соединения у вала (рисунок 8.16).

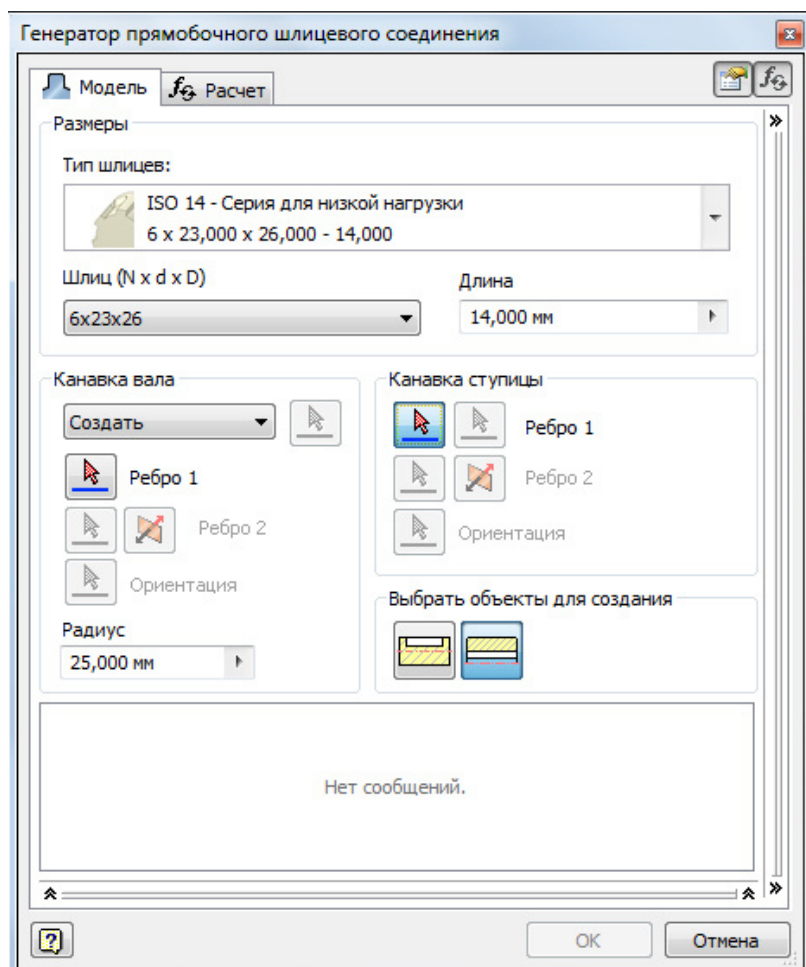


Рисунок 8.16 – Окно для установления параметров зацепления

Далее выбираем ребра по котгорым строим соединение (рисунок 8.17).

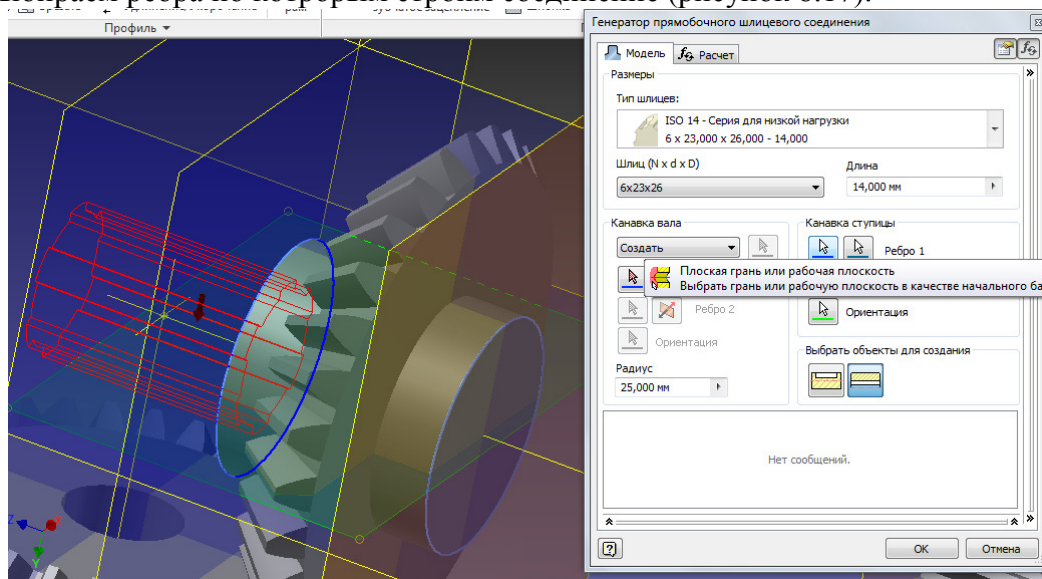


Рисунок 8.17 – Построение шлицов

Если полученное расположение схемы не устраивает, то в диалоговом окне меняем ориентацию (рисунок 8.18).

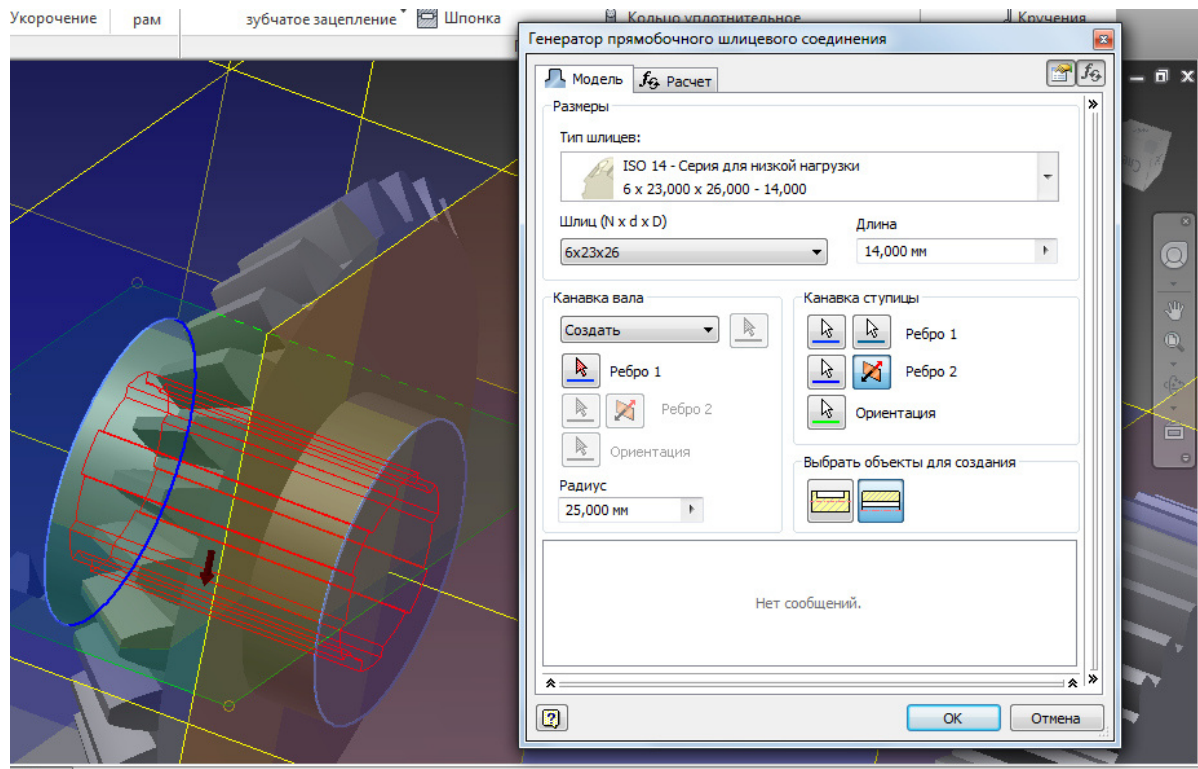


Рисунок 8.18 – построение шлицов

Нажимаем ОК и получаем шлицы. Проводим эти операции со всеми необходимыми колесами.

Далее создаем валы, так как колеса крепятся на них. Валы можно создавать с использованием эскиза или мастера проектирования. Размеры валов подгоняются под размеры зубчатых колес, шпоночных и шлицевых соединений. Далее используя зависимости фиксируем положение зубчатых колес на валах. В результате получаем конструкцию приведенную на рисунке 8.19.

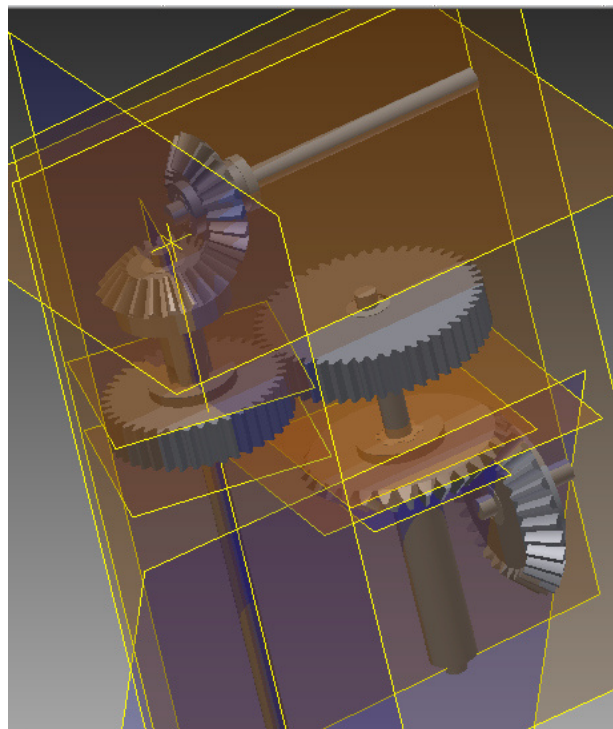


Рисунок 8.19 – Посторенние валов

Одним из последних мы устанавливаем в редуктор подшипники качения для вращения валов.

Для этого мы заходим в раздел проектирования, находим функцию подшипник и выбираем ее. После чего открывается диалоговое окно работы с подшипниками (рисунок 8.20).

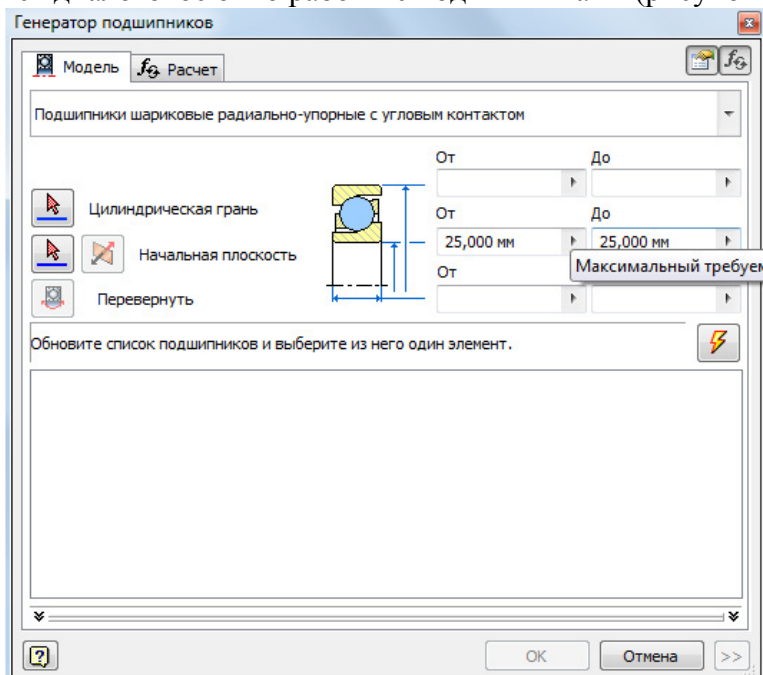


Рисунок 8.20 – Диалоговое окно для работы с подшипниками

На рисунке 8.20 изображены поля для заполнения необходимых нам данных. Первая строка «От» это минимальный требуемый наружный диаметр, а «До» максимальный требуемый наружный диаметр, вторая строка «От» это минимальный требуемый внутренний диаметр, а «До» максимальный требуемый внутренний диаметр. Третья строка «От» это минимальная требуемая ширина, а «До» максимальная требуемая ширина.

После ввода параметров нажимаем в строке обновите список подшипников нажимаем на клавишу обновить и выбираем из списка необходимый нам подшипник (рисунок 8.21).

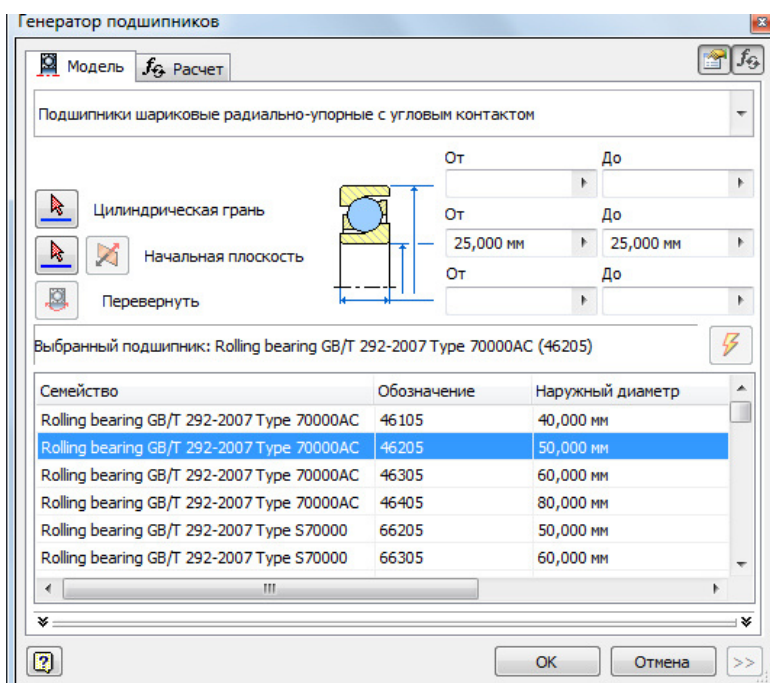


Рисунок 8.21 – выбор подшипника

Далее нажимаем ОК и после расчета проводимого автоматически создается подшипник (рисунок 8.22).

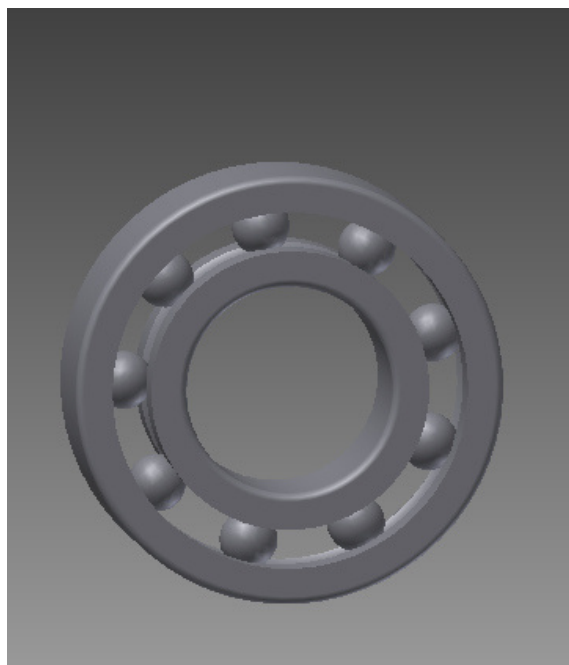


Рисунок 8.22 – Подшипник

Аналогичным образом вставляем остальные подшипники.

Для совмещение подшипников с валом используем зависимость «грань», производим их установку на валы (рисунок 8.23).

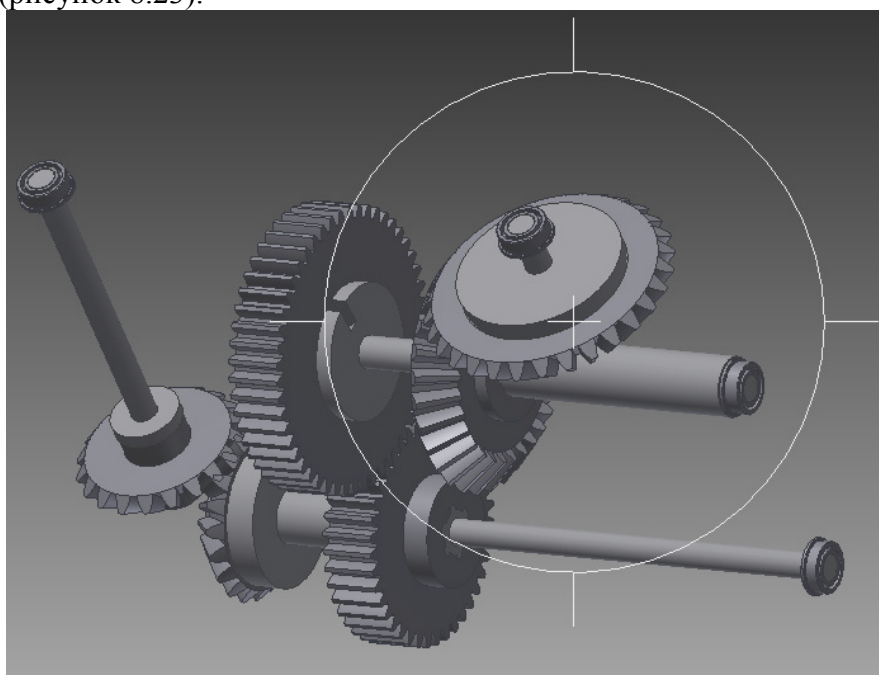


Рисунок 8.23 – Сборка с подшипниками качения

На последнем этапе создаем корпус передаточного механизма.

ЦИФРОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Методические рекомендации

Составители: **Балакин** Алексей Игоревич,
Балакина Наталья Анатольевна

В авторской редакции

Изд. № 227/2023. Объем 6,25 п.л. Усл. печ. л. 5,81. Уч.-изд. л. 6,13.
Издательский центр ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»