

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева»

Институт профессионального образования
Кафедра информатики и информационных систем

Гладышев Юрий Сергеевич
Веригина Инга Юрьевна

ЭЛЕМЕНТЫ САПР В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Методические материалы к практическим занятиям
и самостоятельным работам

Рекомендовано цикловой методической комиссией
Специальности СПО «15.02.17 Монтаж, техническое
обслуживание, эксплуатация и ремонт промышленного
оборудования (по отраслям)» в качестве электронного издания
для использования в образовательном процессе

Кемерово 2024

Рецензенты: Алексеева Г.А., старший преподаватель кафедры информационных и автоматизированных производственных систем ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева».

Гладышев Ю.С., Веригина И.Ю. Элементы САПР в профессиональной деятельности: методические материалы к практическим и самостоятельным работам для обучающихся специальности СПО 15.02.17 Монтаж, техническое обслуживание, эксплуатация и ремонт промышленного оборудования (по отраслям)/ сост. Ю.С. Гладышев, И.Ю. Веригина; Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева. – Кемерово, 2024. – Текст: электронный.

Приведено содержание практических и самостоятельных работ, порядок их оформления, а также материал, необходимый для успешного изучения дисциплины. Назначение издания – помощь обучающимся в получении знаний по дисциплине «Элементы САПР в профессиональной деятельности».

© Кузбасский государственный
технический университет
имени Т. Ф. Горбачева, 2024
© Гладышев Ю.С,
Веригина И.Ю.
составление, 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

Практическое занятие № 1 Ознакомление с CAD/CAM системами. Рабочая область и основные функции	4
Практическое занятие № 2 Построение примитивов	10
Практическое занятие № 3 Создание элементов по траектории.	24
Практическое занятие № 4 Создание элементов по сечениям	30
Практическое занятие № 5. Создание массивов элементов.....	40
Практическое занятие № 6 Создание параметрического 2D чертежа.....	48
Практическое занятие № 7 Работа с параметрами и переменными	54
Практическое занятие № 8 Моделирование кинематических механизмов	60
Практическое занятие № 9 Создание 3D модели.....	71
Практическое занятие № 10 Построение многотельных деталей	83
Практическое занятие № 11 Создание параметрической 3D модели по чертежу - метод от 2D к 3D	87
Практическое занятие № 12 Твёрдотельное моделирование	93
Практическое занятие № 13 Сборка в твёрдотельной среде	101
ЛИТЕРАТУРА	111

Практическое занятие № 1

Ознакомление с CAD/CAM системами. Рабочая область и основные функции

Цель:

Ознакомление с CAD/CAM системами для приобретения практических навыков в области проектирования и производства в CAD/CAM системах.

Задачи:

1. Получение теоретической базы по основным функциональным возможностям Компас 3D;
2. Изучение теоретической базы различия CAD-системами от CAM – систем;
3. Приобретение практического опыта в программном обеспечении Компас 3D.

Теоретическое положение:

Сегодня для достижения успеха на рынке промышленное предприятие вынуждено работать над сокращением срока выпуска продукции, снижением ее себестоимости и повышением качества. Стремительное развитие компьютерных и информационных технологий привело к появлению CAD/CAM-систем, которые являются наиболее продуктивными инструментами для решения этих задач.

Под CAD-системами (computer-aided design – компьютерная поддержка проектирования) понимают программное обеспечение, которое автоматизирует труд инженера-конструктора и позволяет решать задачи проектирования изделий и оформления технической документации при помощи персонального компьютера.

К основным компонентам CAD-системы относятся:

1. Концептуальное проектирование изделия – предлагается функциональная структура изделия, его основные части, их геометрические взаимосвязи и эксплуатационные параметры;
2. Инженерное проектирование – основное внимание уделяется точной геометрической форме, размерам, материалу, состоянию поверхности;
3. Создание рабочего проекта – создание данных для производства в цифровом виде;

4. Моделирование – здесь решаются оптимизационные расчеты, создание альтернатив строительства и их оценка;
5. Связь с другими компьютерными системами.

CAM (Computer-aided manufacturing, автоматизированное производство) – это программное обеспечение, связанное с созданием программ для технологии производства ЧПУ.

В системах используются геометрические и другие данные, полученные на этапе компьютерного проектирования детали через САД-систему. Затем эти данные используются для создания симуляций и программ.

Самые качественные и наиболее распространенные САМ-системы:

1. Строятся по модульной концепции;
2. Содержат библиотеки готовых постпроцессоров, которые служат для перевода сгенерированных траекторий в формы, понятные системе управления производственным станком;
3. Содержат модули для моделирования производственного процесса непосредственно на ПК, что позволяет обнаруживать ошибки в программе ЧПУ;
4. Использование САМ-систем уже хорошо зарекомендовало себя в промышленной сфере для быстрого и эффективного создания программ ЧПУ.

В связи с бурным развитием в области информационных и коммуникационных технологий создано множество усовершенствованных дополнительных программных надстроек или непосредственно функций САМ-систем, которые служат, например, для оптимизации скорости резания, скорости подачи, расчета сил резания, анализа формирования стружки и т. д.

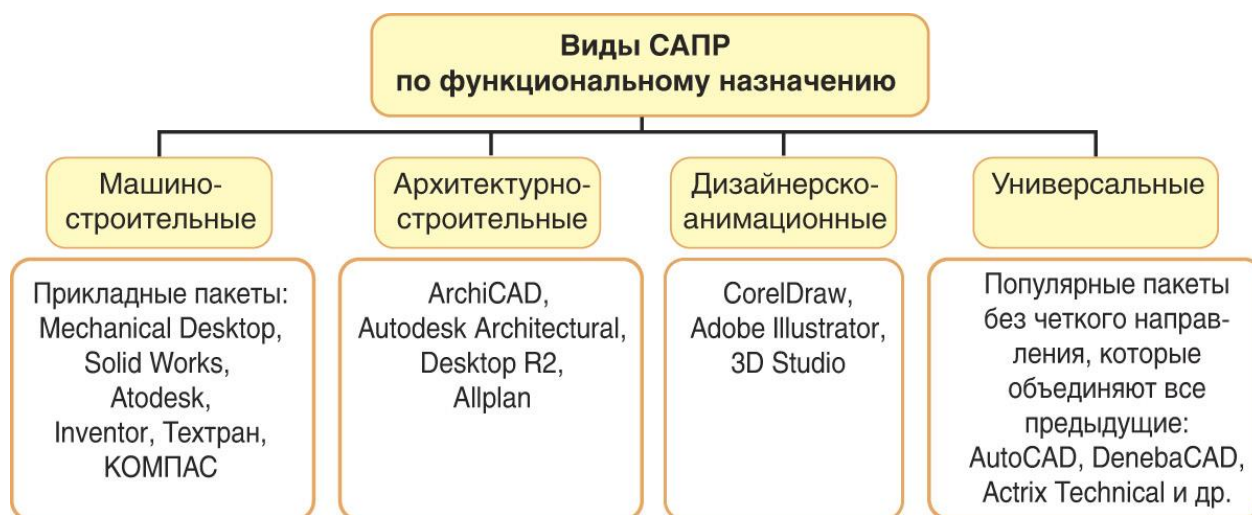


Рисунок 1 – Виды САПР

Сам термин «CAD/CAM – система» стал все чаще появляться на слуху на разных производствах и заводах, тем самым смысл, который вкладывается в словосочетание «Система CAD/CAM» можно понимать на трех уровнях:

1. Система CAD/CAM как компьютеризированный отдел, который обеспечивает все действия и функции, относящиеся к обеим системам СА, с подключением и прямыми связями с другими системами САх;
2. CAD/CAM как технология – использование ПК для выполнения определенных функций на этапах подготовки производства;
3. CAD/CAM как программное обеспечение – генерация программ непосредственно из проекта.

К основным характеристикам систем CAD/CAM, как программного продукта, относятся:

1. Сложность – возможность моделировать, загружать, функционально и проектно отлаживать, а затем производить в одной среде;
2. Параметричность – создание 3D модели заставляет технолога мыслить технологично и гарантирует правильность конструкции;
3. Отношения – реализация зависимости формы и размеров отдельных параметров 3D деталей через их взаимосвязи;
4. Ассоциативность – изменение чертежа сразу же отражается в модели, в сборке, а также в программе ЧПУ;
5. Коммуникабельность – связь с другими системами.

Благодаря технологиям САД можно визуализировать отдельные прототипы. По сравнению с проектированием в прошлом, САД-системы – это большой шаг вперед, главным образом потому, что можно создавать виртуальные 3D-модели, которые явно облегчают воображение, а также сильно сокращают время, необходимое для проектирования.

В большинстве САД-систем также реализовано создание 2D-чертежной документации, которая настолько упрощена, что нет необходимости вручную чертить определенные узлы и агрегаты, а программа сделает это за нас.

В данном курсе мы рассмотрим программное обеспечение от советской и российской программной компании Аксон.

Компас-3D – система трехмерного моделирования, разработанная специально для операционной среды MSWindows. Эта система стала стандартом для тысяч предприятий благодаря сочетанию простоты освоения и легкости работы с мощными функциональными возможностями твердотельного и поверхностного моделирования.

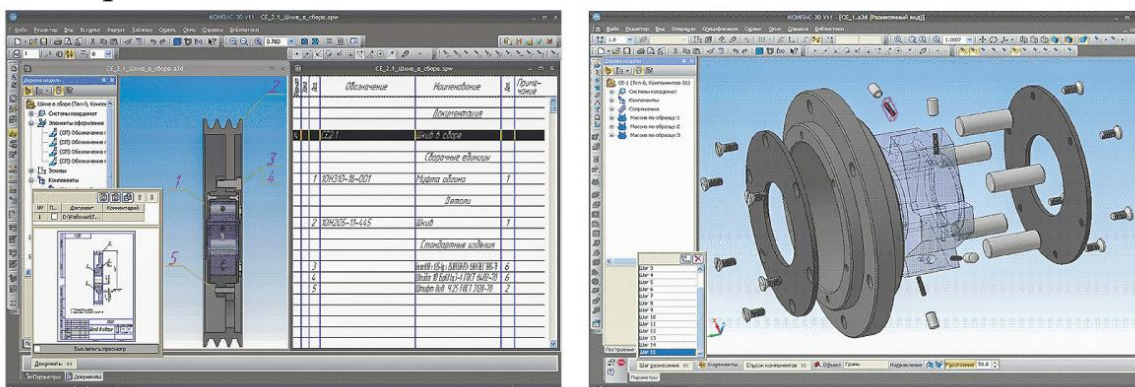


Рисунок 2 – Примеры работ в Компас 3D

Широкие возможности системы обеспечивают проектирование машиностроительных деталей и сборочных единиц любой сложности в соответствии с передовыми методиками проектирования

В Компас-3D присутствует богатый инструментарий по проектированию изделий из листового металла, позволяющий создавать самые сложные конструкции из листа, с последующим автоматическим получением развертки на спроектированные детали.

Проектируя в Компас-3D, можно получить электронную

модель, которая будет содержать в себе данные, необходимые для ее изготовления и последующего изменения. При этом документацию на построенное изделие можно получить автоматически. Спецификация формируется по 3D-модели сборочной единицы, а создание чертежей заключается в расположении на формате чертежа ассоциативных видов с 3D-модели.

Система имеет простой и понятный интерфейс, благодаря которому можно быстро освоить функционал программы и приступить к работе.

Ход работы:

Для выполнения данной практической работы необходимо изучить блоки функционала программной среды. Следует выполнить следующие блоки:

1. Создать лист чертежа, для возможности ознакомления с функционалом областей;

Для создания листа чертежа в Компас 3D нужно открыть программу, затем нажать кнопку «Чертеж», после чего у вас откроется рабочая область чертежа.

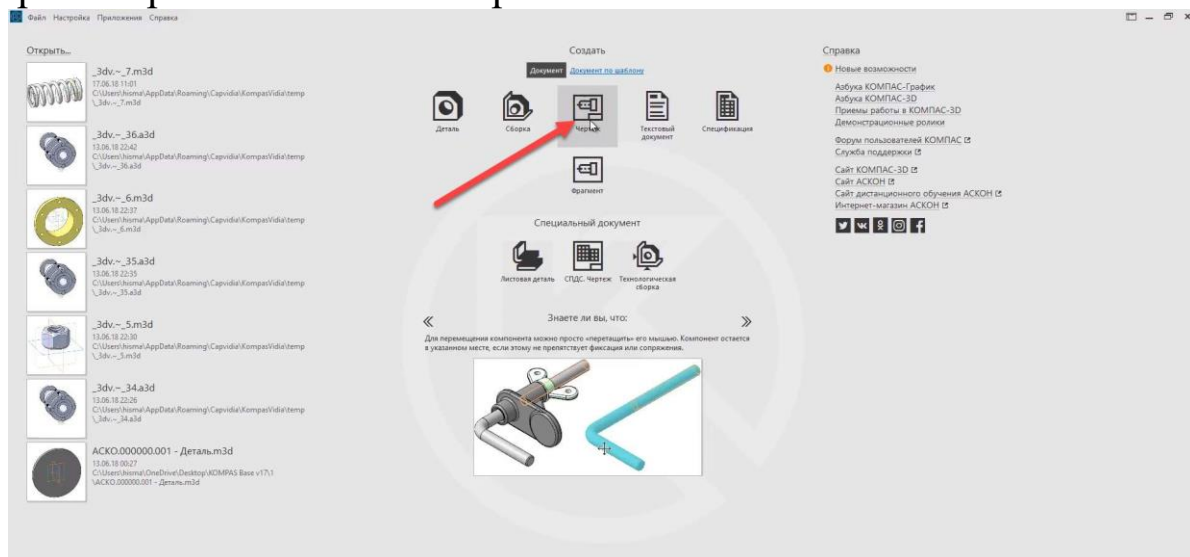


Рисунок 3 – Создание чертежа в Компас 3D

1. Создать в текстовом документе таблицу, которая будет включать в себя столбцы (Название блока, функциональные возможности, комментарий);
2. Ответить на контрольные вопросы;
3. Результаты работы занести в отчет, который включает в себя вышеуказанные пункты.

Контрольные вопросы:

1. Чем отличаются CAD и CAM системы? Какие функции они выполняют?
2. Какие основные задачи решает CAD система в инженерном проектировании?
3. Какие основные преимущества применения CAD системы в проектировании?
4. Какие функции включает в себя CAD система при создании трехмерных моделей?
5. Что такое CAM система и какие задачи она решает в производственном процессе?
6. Какие примеры задач можно решить с помощью CAD/CAM систем в инженерной и производственной деятельности?
7. Каким образом интеграция CAD и CAM систем в одном комплексе повышает эффективность производственного процесса?
8. Какие возможности предоставляет CAM система для симуляции производственных операций?

Практическое занятие № 2

Построение примитивов

Цель:

Получить навыки работы с примитивами в Компас 3D.

Задачи:

1. Изучить теоретическое положение про примитивы;
2. Получить практические навыки построения 2D примитивов при проектировании в Компас 3D.

Теоретическое положение:

Примитивы в компьютерной графике и 3D моделировании представляют собой базовые геометрические фигуры, которые используются для создания более сложных объектов и сцен. Они служат основой для построения различных элементов и форм в виртуальном пространстве.



Рисунок 4 – Представление 2D примитивов

Примитивы обычно представлены в виде базовых форм и фигур, которые могут быть масштабированы, повернуты, перемещены и комбинированы для создания более сложных моделей. Они являются основным инструментом для быстрого создания и компоновки объектов в 3D пространстве, что делает процесс моделирования более эффективным и удобным.

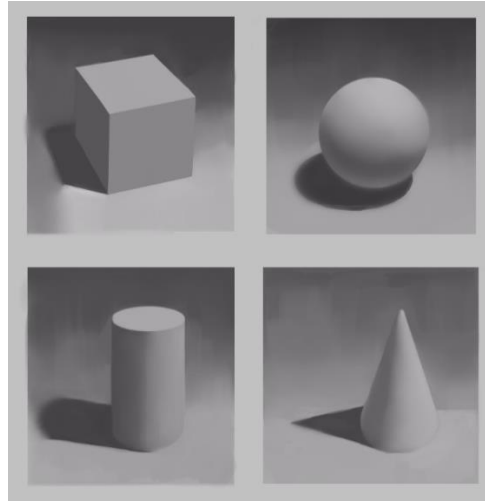


Рисунок 5 – Представление 3D примитивов

В компьютерной графике и 3D моделировании существует несколько основных видов примитивов, которые используются для создания различных объектов и форм. Вот некоторые из наиболее распространенных видов примитивов:

1. Геометрические примитивы: это базовые формы, такие как кубы, сферы, цилиндры, конусы, пирамиды и т. д. Они служат основой для создания более сложных объектов;
2. Полигональные примитивы: это многогранные объекты, состоящие из множества полигонов (треугольников, четырехугольников и т. д.), которые собираются вместе для создания поверхностей и моделей;
3. Кривые и поверхности: кривые и поверхности используются для создания плавных и изогнутых форм. Эти примитивы могут быть использованы для моделирования сложных элементов и деталей;
4. Тела вращения: это примитивы, которые создаются путем вращения 2D формы вокруг оси. Например, цилиндр можно создать путем вращения окружности вокруг оси;
5. Булевы примитивы: Это примитивы, созданные путем объединения, вычитания или пересечения других примитивов. Это позволяет создавать сложные формы и вырезы;
6. Текстурные примитивы: это примитивы, которые используются для добавления текстур и материалов на поверхность объектов, что делает модели более реалистичными.

Каждый вид примитива имеет свои особенности и применение в создании 3D моделей. Их комбинация и модификация позволяют создавать разнообразные и сложные объекты в виртуальном пространстве.

Ход работы:

Для выполнения данной практической работы нужно будет выполнить задания, которые распределены по вариантам. Вариант определяется преподавателем.

Для построения примитивов следует перейти в рабочее окно чертежа. Слева на панели инструментов, можно увидеть категории **Черчение**, **Управление**, **Стандартные изделия** и прочие каталоги, которые используются в разных ситуациях для упрощения и ускорения работы.

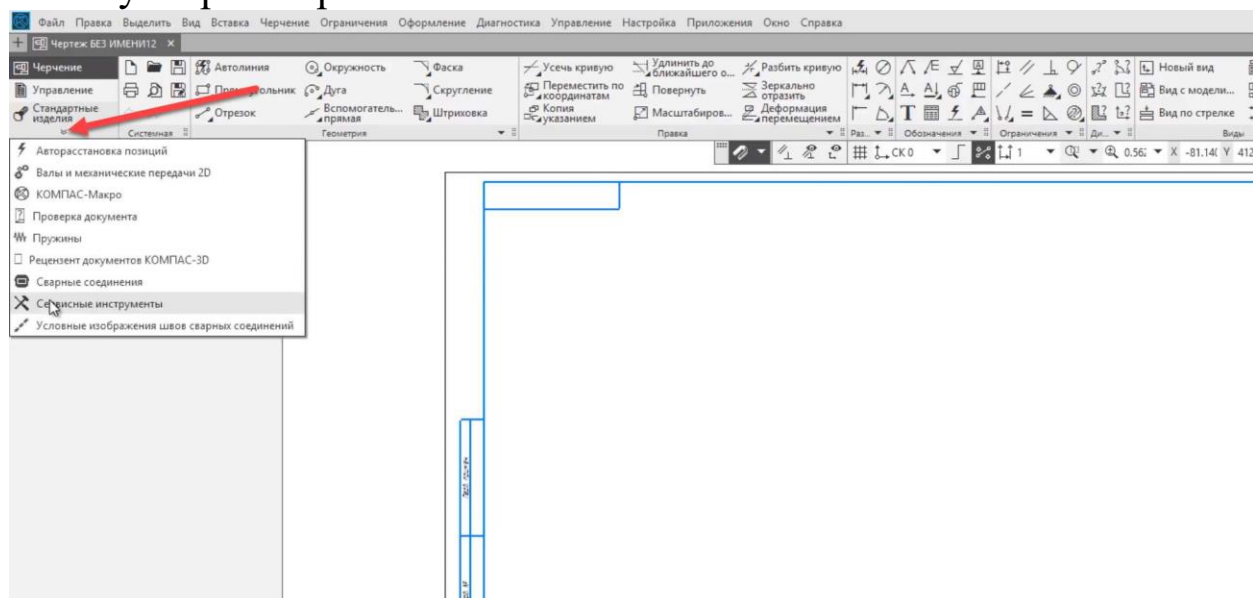


Рисунок 6 – Открытие вкладки «Стандартные изделия»

Затем, рассмотрим создание примитивных элементов. На вкладке **Геометрия** находятся все основные примитивные элементы. Также при нажатии данной кнопки можно их раскрыть, и увидеть больше. Построим прямоугольник.

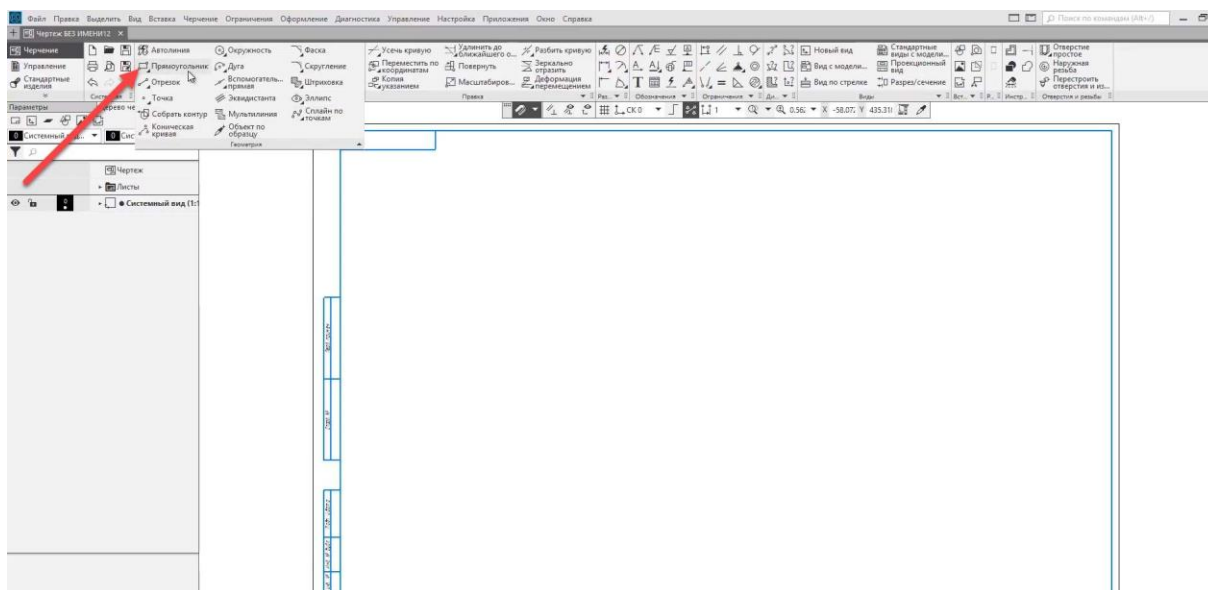


Рисунок 7 – Выбор примитива «Прямоугольник»

Во вкладке Параметры можно задавать высоту прямоугольника, ширину, угол, придавать оси или изменять стиль линии при построении примитива. Данная вкладка помогает задать основные свойства для объекта.

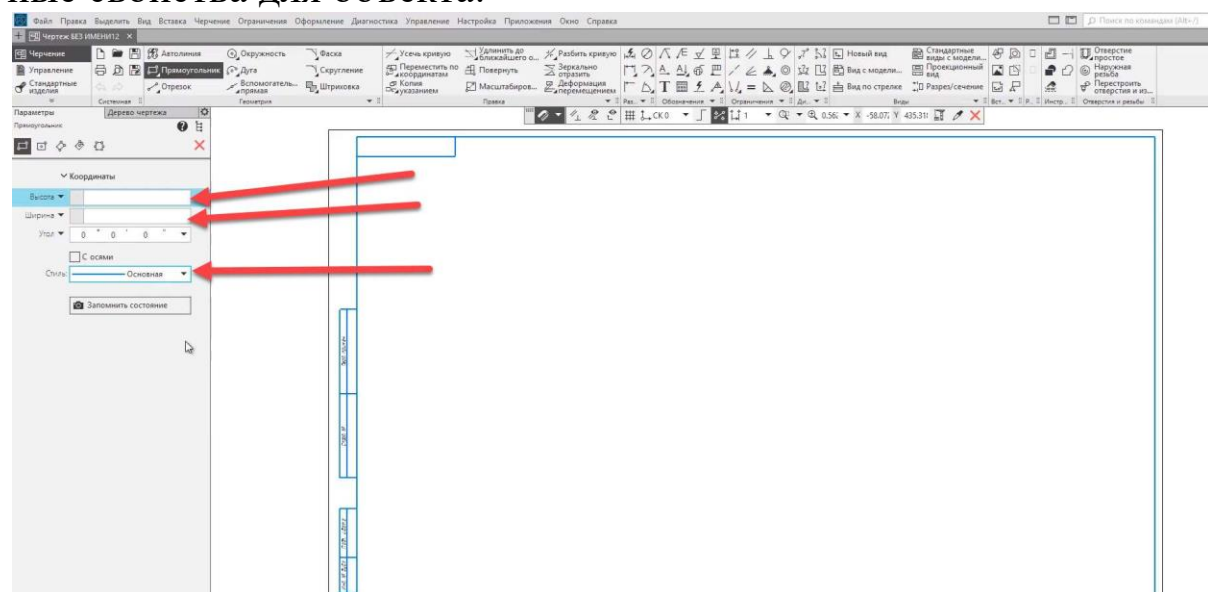


Рисунок 8 – Рабочая область вкладки параметры

Построение примитива может осуществляться несколькими способами: первый способ – это прямой. В данном случае задается конкретный размер примитива, высота прямоугольника, ширина. И нажимаем **Enter**.

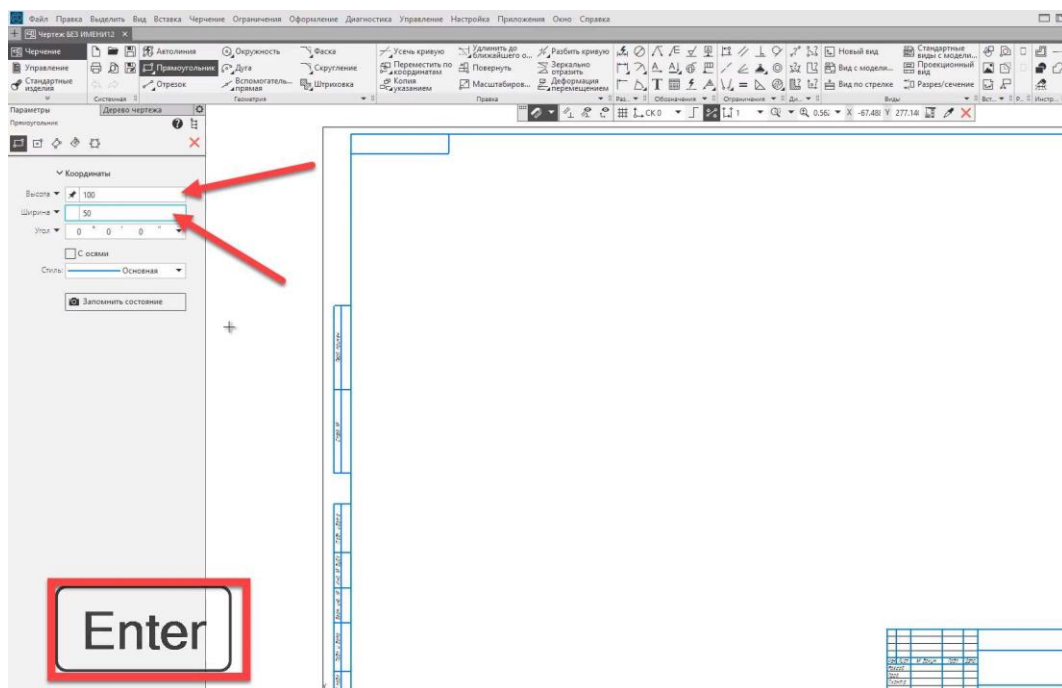


Рисунок 9 – Способ построения через Прямой
Далее левой кнопкой мыши выбирается место, где необходимо построить прямоугольник.

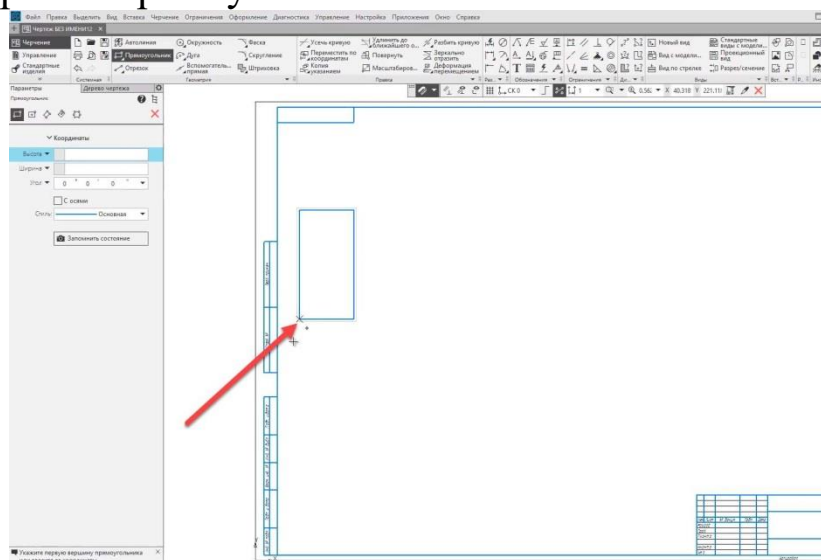


Рисунок 10 – Результат построения примитива
Следующий способ заключается в произвольном построении примитива. В этом случае проводится точка начальная, от которой будет производиться построение прямоугольника.

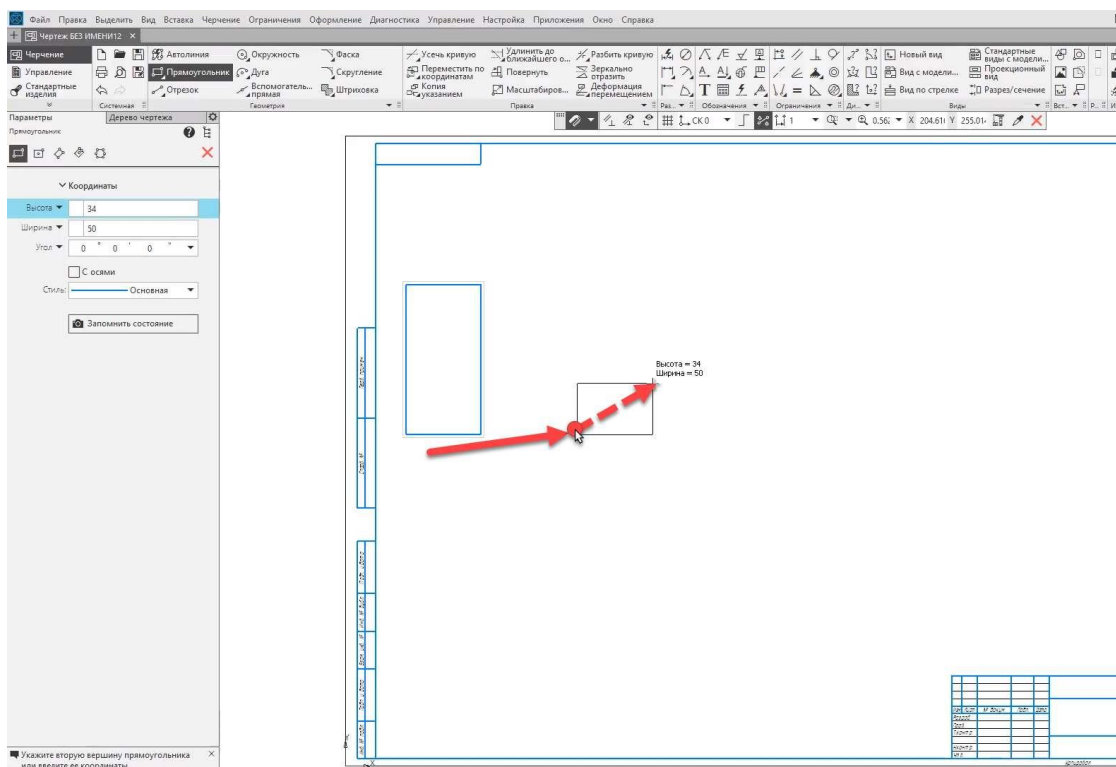


Рисунок 11 – Произвольное построение примитива

Также, если заметить, в КОМПАС существуют **привязки**. Это индикаторные линии, которые позволяют построить две точки абсолютно на одном уровне. Начнем построение, например, с данной точки. Далее произвольно проводим прямоугольник. Можно точно, можно примерно, и заканчиваем.

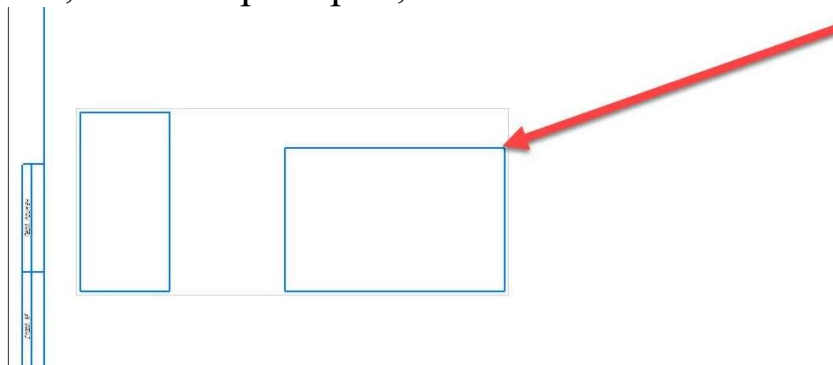


Рисунок 12 – Отображение привязки в Компас 3D

В случае, если необходимо изменить размеры прямоугольника, нужно нажать **двойным щелчком левой кнопки мыши** на прямоугольник и изменить параметры. Например, высота 85, и ширина – 120. Можно также добавить оси, и нажимаем **ОК**.

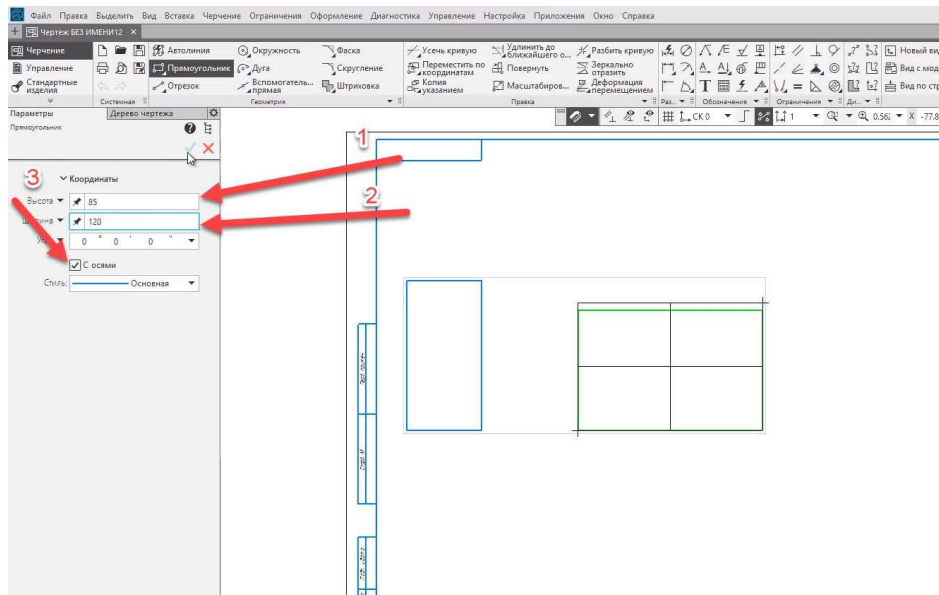


Рисунок 13 – Изменение примитива

В случае, если данный тип построения не подходит, или не совсем удобен, можно изменить тип построения. Построим прямоугольник по центру и вершине.

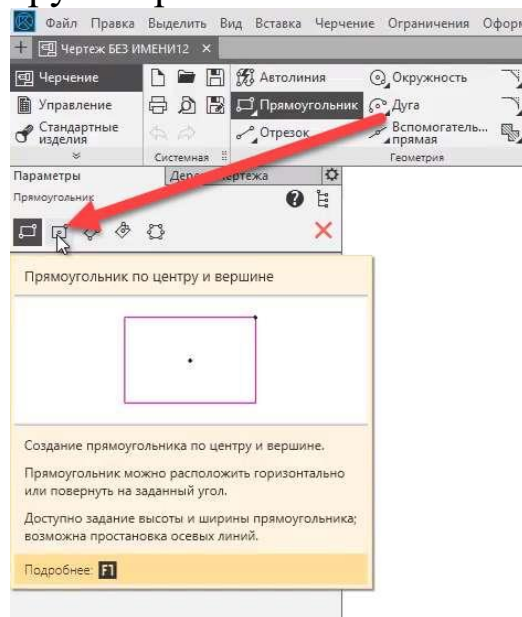


Рисунок 14 – Изменение типа построения

Ставится начальная точка построения, и изменяются параметры прямоугольника по высоте и ширине.

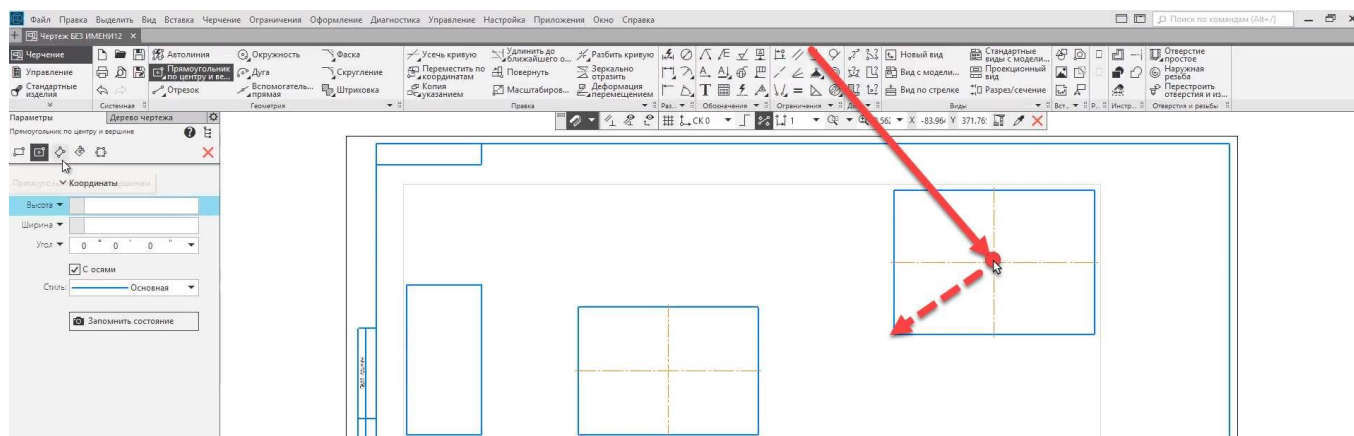


Рисунок 15 – Пример построения через центр и вершину

Также можно строить прямоугольник по трем вершинам, по центру и двум точкам, или выбрать многоугольник. Аналогичным образом осуществляется построение примитивов остальных элементов. Для примера построим окружность.

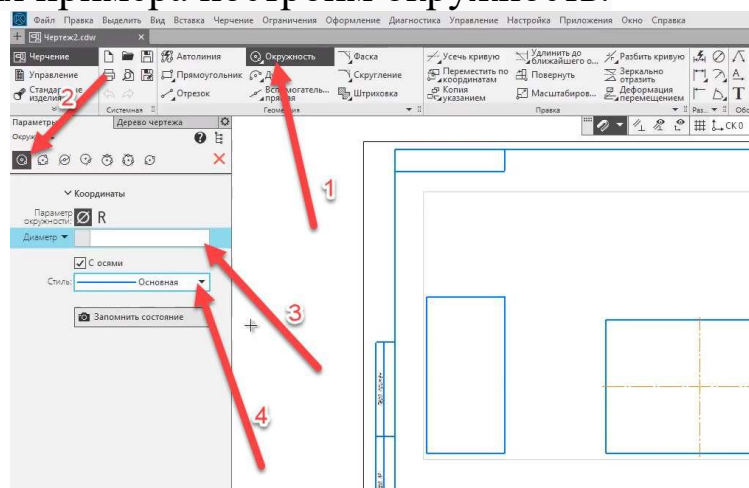


Рисунок 16 – Ход построения окружности

Ищем начальную точку построения окружности, нажимаем **левой кнопкой мыши**, произвольно проводим окружность и заканчиваем.

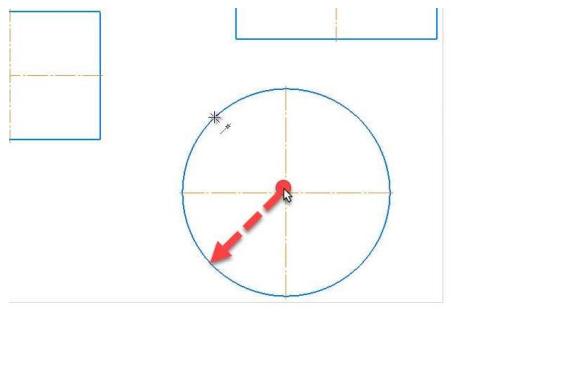


Рисунок 17 – Построение окружности

Закрываем окно, и в случае, если необходимо вернуться к размерам окружности, и изменить их, нажимаем **двойным**

щелчком левой кнопки мыши, и меняем диаметр окружности, например, на **130** и нажимаем **ОК**.

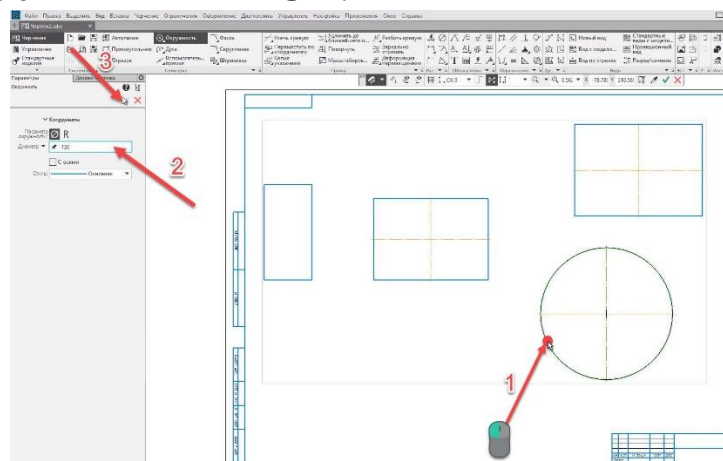


Рисунок 18 – Переход к окну параметров объекта окружности

Построим отрезок. Отрезок можно строить как по прямому типу, например, зададим длину отрезка 120, нажимаем **Enter**.

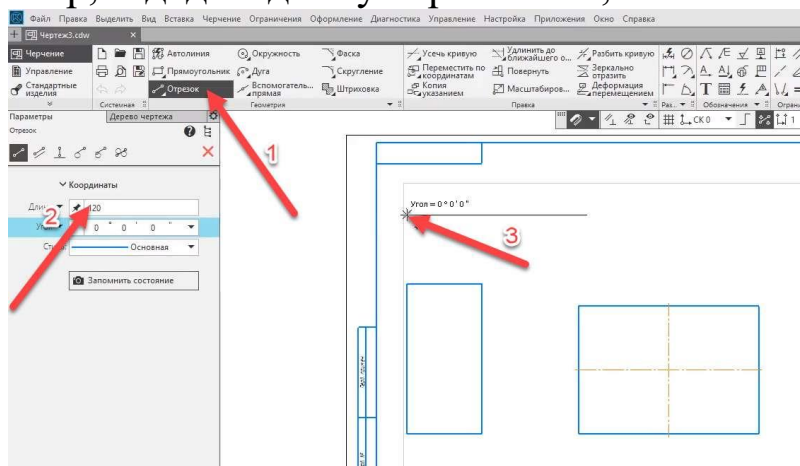


Рисунок 19 – Построение отрезка

Выбираем место построения отрезка, например, в данном месте, далее выбираем угол, например, 0° , и нажимаем левой кнопкой мыши, чтобы закончить построение.

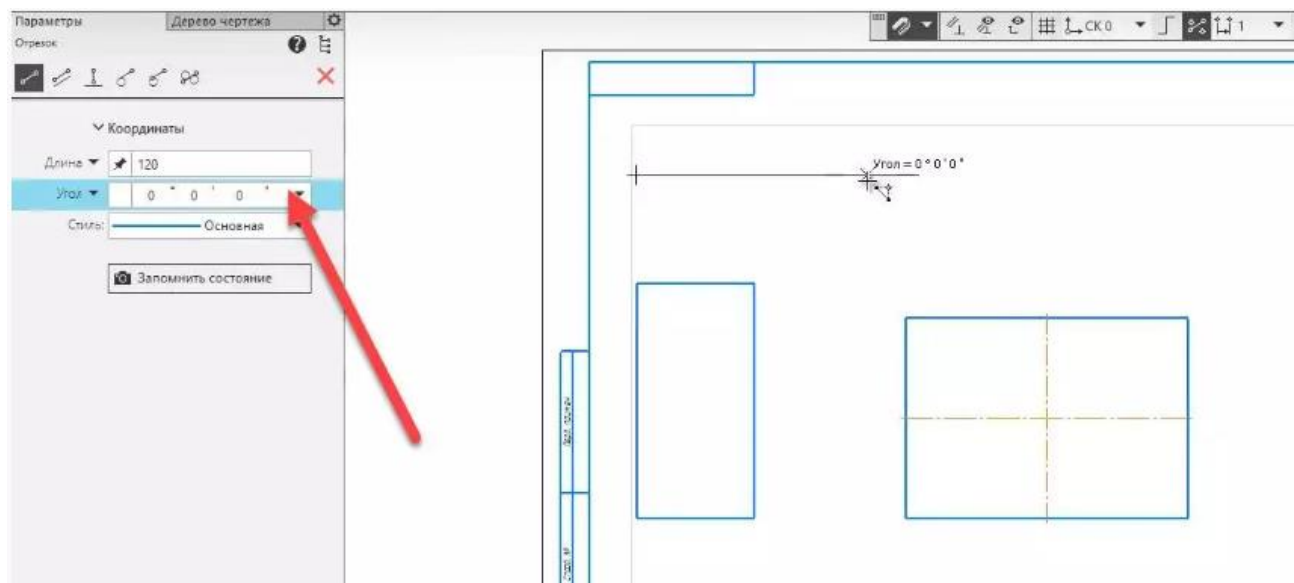


Рисунок 20 – Окончание построения отрезка

Также можно строить отрезки произвольно. Например, привяжемся к данной точке, выбираем длину и угол, и заканчиваем построение.

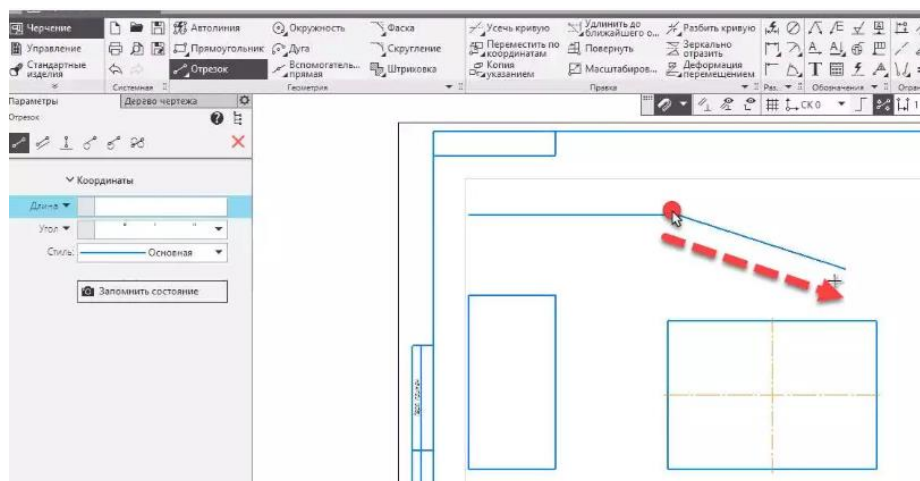


Рисунок 21 – Построение произвольного отрезка

Автолиния работает по похожему принципу, что и отрезок. В параметрах задается тип сегмента отрезку, то есть это отрезок, который работает по принципу цепочки. Выберем тип сегмента Отрезок, и начнем произвольное построение.

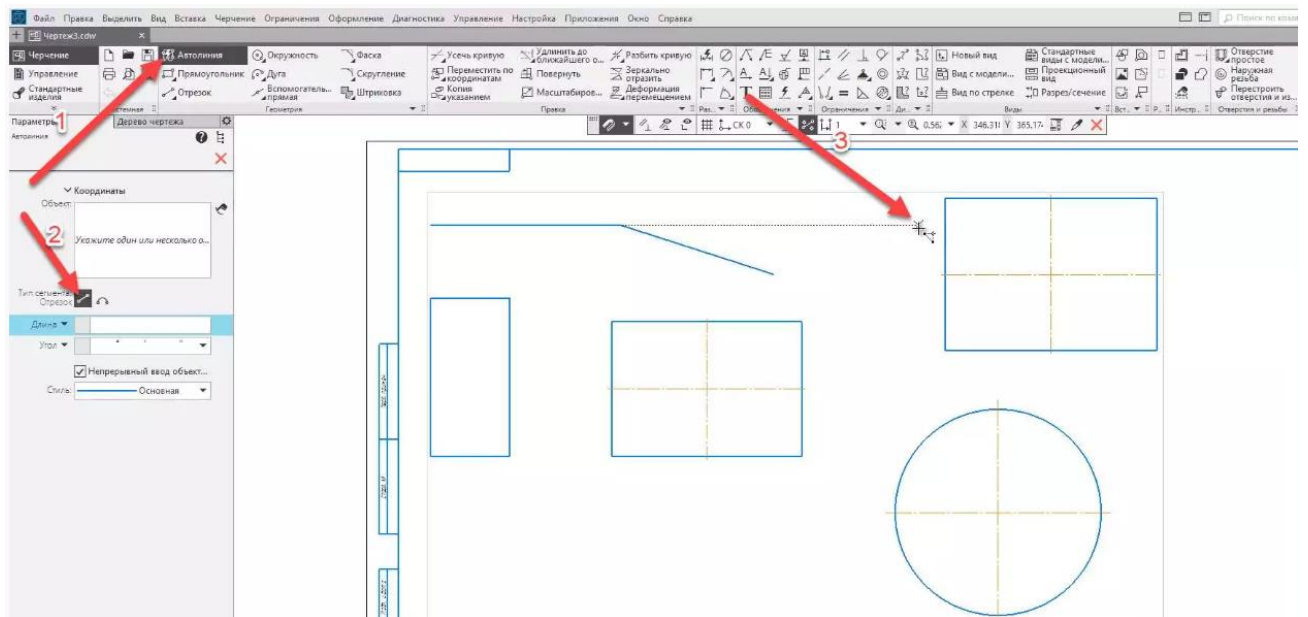


Рисунок 22 – Построение автолинии

Нажимаем **левой кнопкой мыши**, в данном случае, КОМПАС не останавливает построение отрезков. И если нужно закончить построение, нажимаем **Escape**.

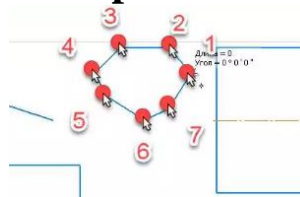


Рисунок 23 – Построение линий

В **Геометрии** также существует **Вспомогательная геометрия**, то есть это геометрия, которая является только вспомогательным элементом для построения чертежа.

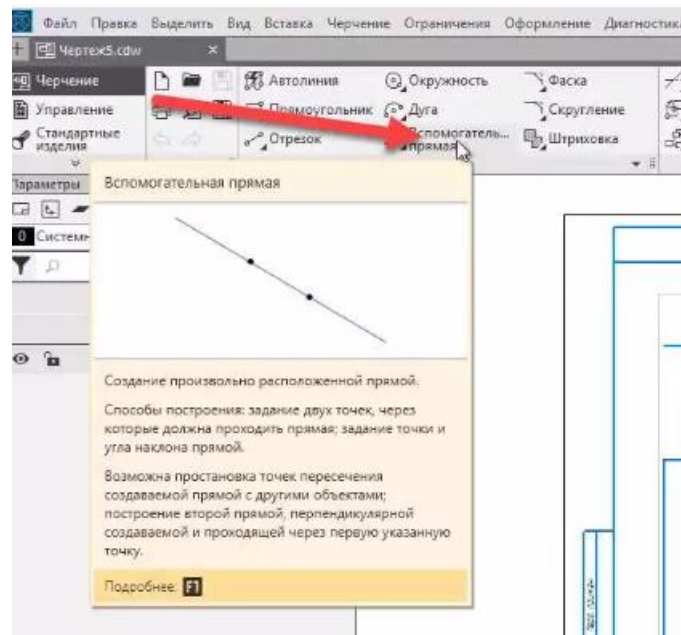


Рисунок 24 – Выбор вспомогательной прямой

В качестве примера построим горизонтальную прямую. Чтобы выбрать горизонтальную прямую нужно нажать левой кнопкой мыши, задержать кнопку и не отпускать ее до того момента, пока не нужно выбрать конкретную вспомогательную прямую. Например, выберем горизонтальную линию.

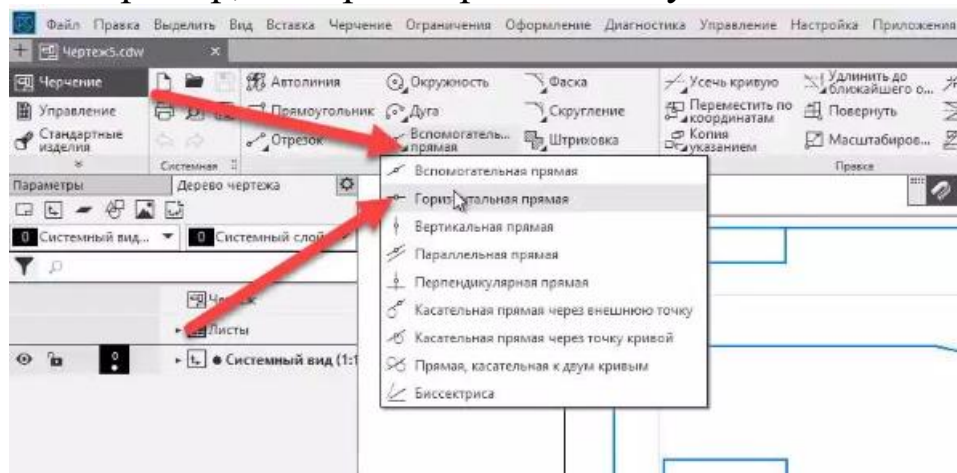


Рисунок 25 – Выбор горизонтальной прямой

Построим в данном месте на уровне двух прямоугольников вспомогательную прямую.

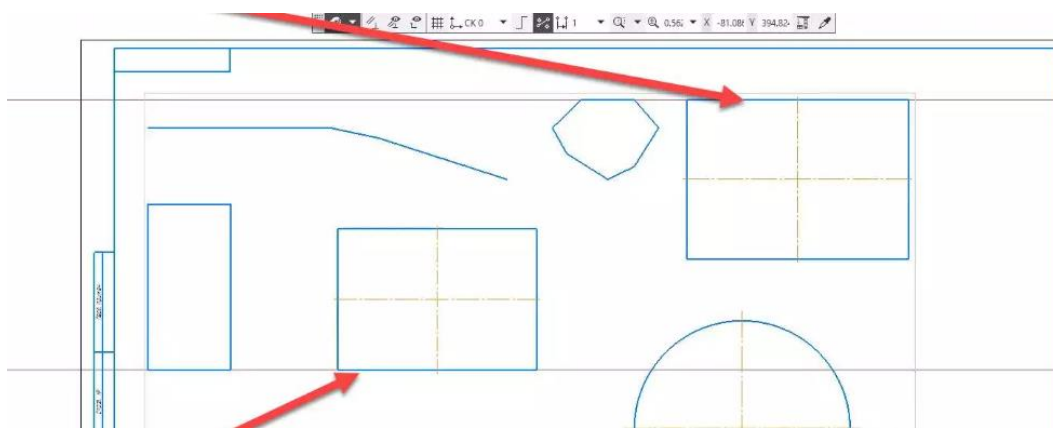


Рисунок 26 – Построение вспомогательных прямых

В случае печати данного чертежа, данная геометрия не будет отображаться – она всего лишь является вспомогательным элементом.

Таким образом, благодаря этим функция вы можете построить весь спектр 2D примитивов, которые нужны для построения чертежей.

Задание для выполнения:

1. Изучите теоретический материал;
2. Выполните задания по вариантам (Задание 1 и Задание 2);
3. Ответить на контрольные вопросы;
4. Составить отчет по выполненной работе с указанием каждого этапа выполнения.

Задание 1:

1. Создание прямоугольника с заданными размерами с использованием прямоугольного примитива;
2. Использование кругового примитива для создания круга с определенным радиусом;
3. Задание на построение эллипса с заданными полуосями с помощью эллиптического примитива;
4. Создание треугольника с определенными сторонами и углами с помощью треугольного примитива;
5. Использование примитива линии для создания отрезка с заданными координатами начала и конца;
6. Задание на построение окружности с центром и радиусом с использованием кругового примитива;
7. Создание многоугольника с определенным количеством сторон с помощью многоугольного примитива;
8. Использование примитива дуги для создания дуги с за-

данным радиусом и углом;

9. Задание на построение кривой Безье с несколькими управляющими точками с использованием кривой примитива.

Задание 2: Изобразите композицию из примитивов

1. Дом на лугу с деревом;
2. Маяк на склоне;
3. Самолет у ангара;
4. Автомобиль в гараже.

Контрольные вопросы:

1. Что такое примитивы в компьютерной графике и 3D моделировании?
2. Какие основные виды примитивов используются для создания объектов в 2D и 3D пространствах?
3. Какие инструменты и функции обычно используются для построения примитивов в графических редакторах?
4. Каким образом можно создать прямоугольник с определенными размерами с использованием примитивов?
5. Какой примитив используется для создания круга или сферы в компьютерной графике?
6. Как можно создать треугольник с заданными сторонами и углами с помощью примитивов?
7. Что такое тело вращения и как оно используется для создания объектов в 3D моделировании?
8. Какие примитивы используются для создания кривых и изогнутых форм в графических приложениях?
9. Как можно использовать булевы примитивы для комбинирования и модификации объектов?
10. Какие задачи можно решить с помощью примитивов в компьютерной графике и 3D моделировании?

Практическое занятие № 3

Создание элементов по траектории

Цель:

Освоение методов и техник создания объектов, следующих определенной траектории, а также в практическом применении этих знаний для разработки интерактивных элементов.

Задачи:

1. Изучение возможностей программы Компас 3D для создания и редактирования кривых и траекторий;
2. Создание параметрических кривых и путей для элементов, которые будут двигаться по определенной траектории;
3. Получить практические навыки в создании элементов по траектории.

Теоретическое положение:

В Компас 3D траектория представляет собой путь, по которому объект или элемент движется, или изменяет свое положение в пространстве. Траектория может быть определена как кривая или линия, по которой объект перемещается или вдоль которой происходит его трансформация. В программе Компас 3D траектория используется для создания анимации, движения элементов, а также для управления перемещением объектов в трехмерном пространстве.

Траектория в Компас 3D используется для создания анимации, моделирования движения объектов, проектирования механизмов и других инженерных задач. Она позволяет определить путь, по которому объект будет перемещаться или изменять свое положение в пространстве. Это полезный инструмент для визуализации и анализа движения элементов, создания интерактивных моделей, а также для проектирования и тестирования механических систем и механизмов.

В Компас 3D можно создавать различные виды траекторий для моделирования движения объектов. Некоторые из типов траекторий, которые можно использовать в Компас 3D, включают:

1. Простые линейные траектории - прямолинейные пути движения объектов;
2. Кривые траектории - пути движения, определяемые кривыми или сплайнами;

3. Круговые траектории - движение по окружностям или дугам;
4. Спиральные траектории - движение по спиральям;
5. Параметрические траектории - траектории, задаваемые математическими уравнениями или параметрами;
6. Сложные траектории - комбинации различных геометрических элементов для создания уникальных путей движения объектов.

Эти разнообразные виды траекторий позволяют моделировать разнообразные движения объектов и создавать интересные и сложные анимации в Компас 3D.

Ход работы:

Рассмотрим пример, как создать сечение по криволинейной траектории на примере трубы с изгибом. Создадим сечение трубы на плоскости **XУ** выбираем плоскость **XУ**, нажимаем «**Создать эскиз**». Включим параметрический режим.

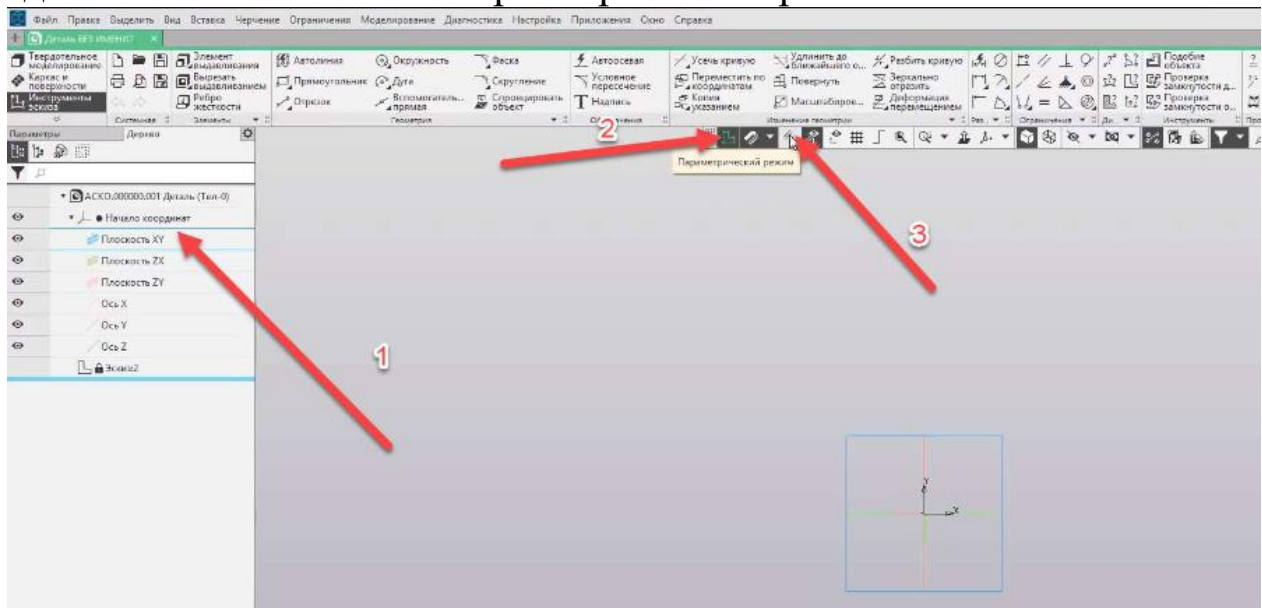


Рисунок 27 – Переход в параметрический режим

Выбираем **Окружность**. Строим окружность, и образмерим ее с помощью инструмента **Авторазамер**. Зададим диаметр 10 мм, выходим из эскиза.

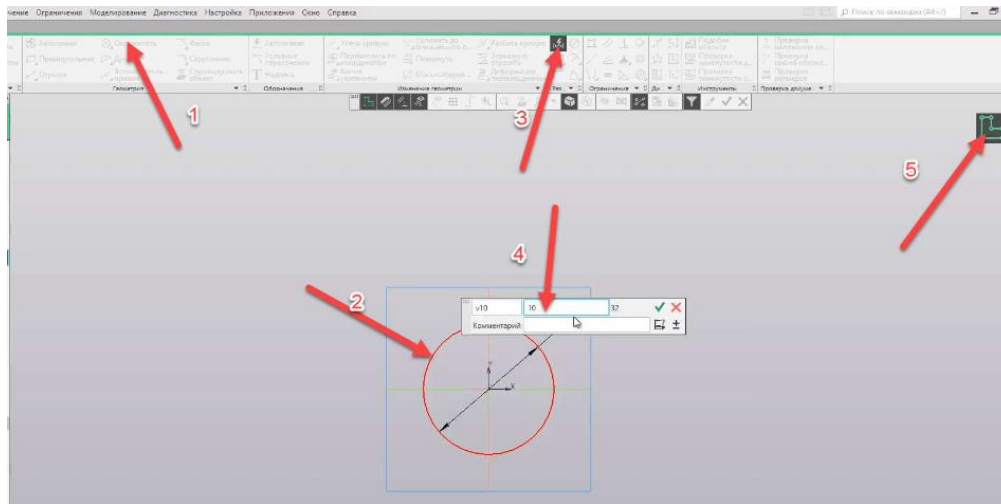


Рисунок 28 - Построение окружности

Теперь на плоскости **ZX** создадим криволинейную линию. Выбираем плоскость **ZX**, нажимаем «Создать эскиз» и выберем **Автолиния**.

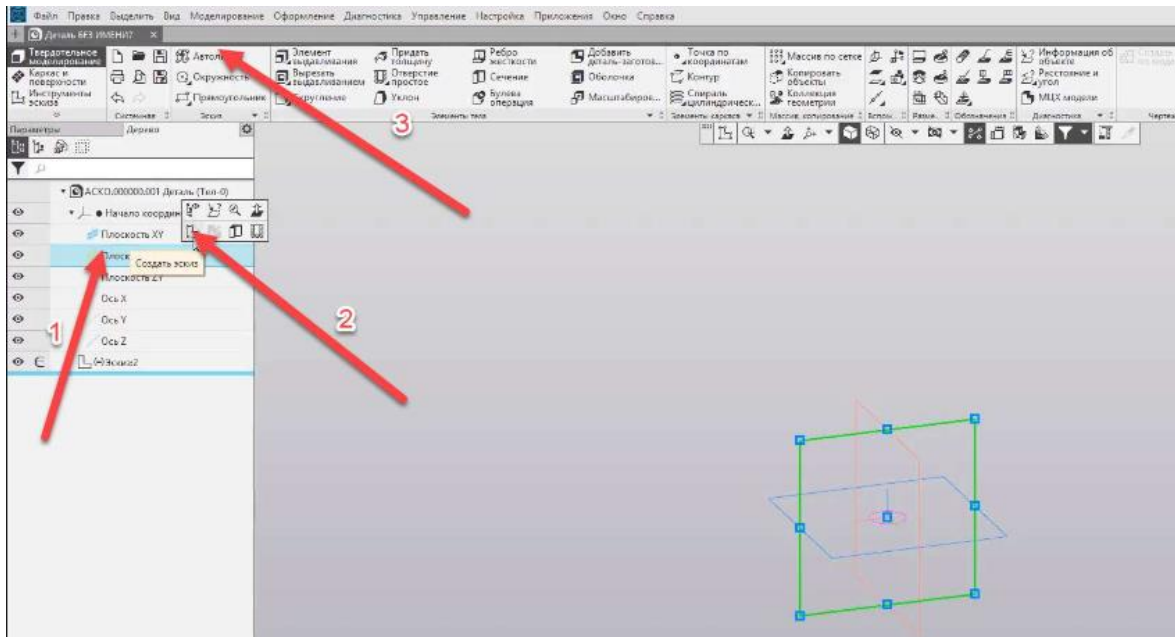


Рисунок 29 – Переход в создание эскиза через кривую линию

Выберем тип сегмента **Дуга** и произвольно от начала точки координат проведем дугу. Радиус 40 мм. Нажимаем **ОК**, оканчиваем радиус, закрываем окно. Выходим из эскиза.

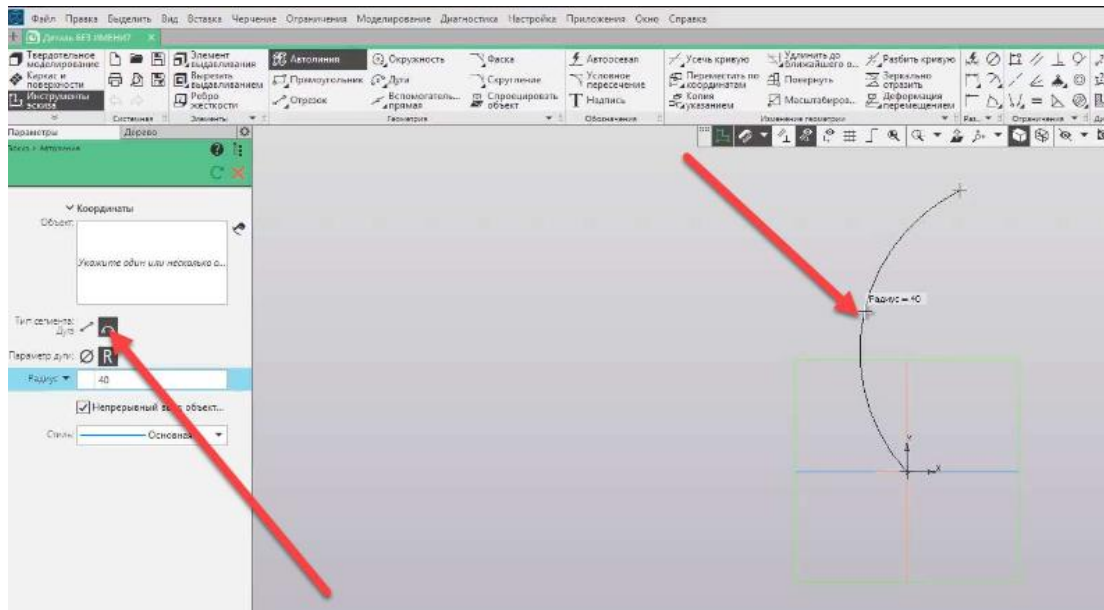


Рисунок 30 – Построение дуги в эскизе

Итак, имеем два эскиза: первый эскиз – это сечение, и второй эскиз – это траектория, по которой будет проходить данное сечение.

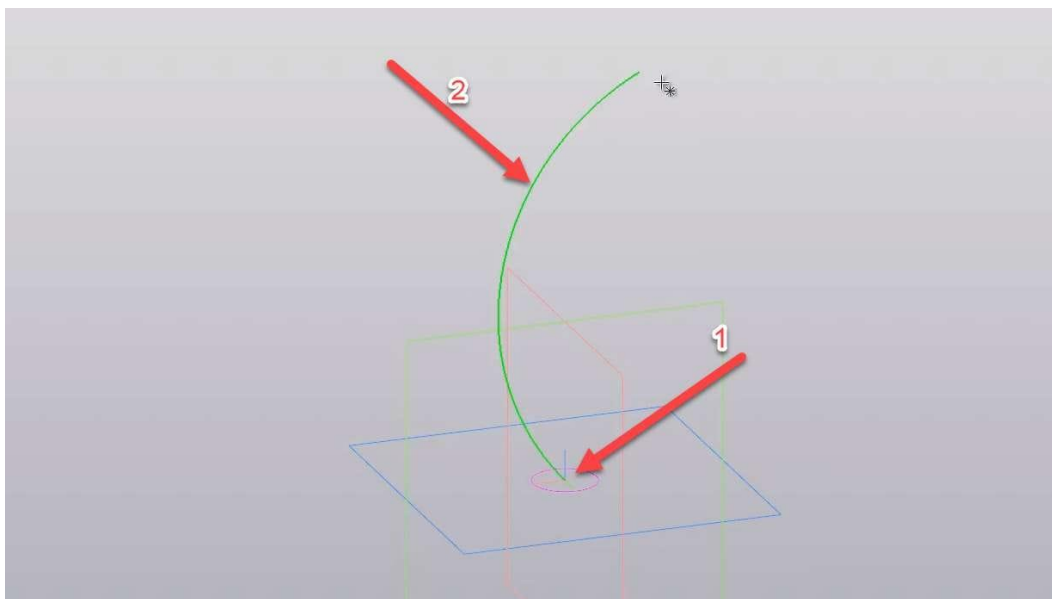


Рисунок 31 – Результат построения сечения и траектории

Воспользуемся операцией **Элемент выдавливания**. Выберем элемент по траектории и во вкладке **Сечения** указываем сечение, то есть диаметр для трубы. Во вкладке **Траектория** выбираем траекторию.

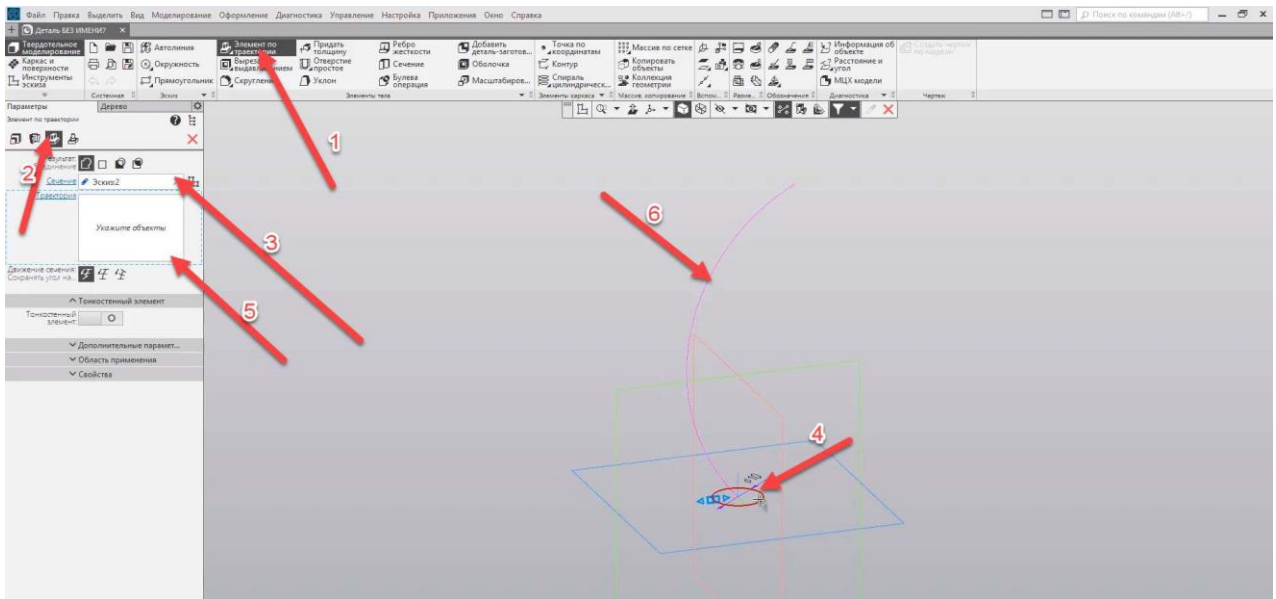


Рисунок 32 – Выбор траектории

Предварительно можем увидеть, как будет выглядеть сечение по траектории. Нажмем **ОК**, и таким образом создали трубу, проходящую по криволинейной траектории.

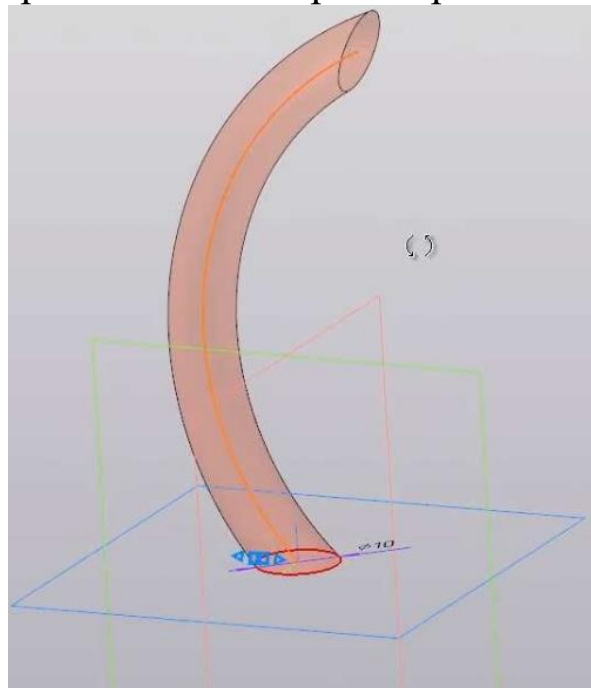


Рисунок 33 – Результат создания элемента через траекторию

Для выполнения практической работы следует выполнить работу. Результаты продвижения работы занести в отчет со скриншотами и описание этапов выполнения работ. Вариант определяется у преподавателя.

Вариант 1. Создание 3D модели винта с помощью траектории: ученик должен создать 3D модель винта, используя траекто-

рию для создания резьбы.

Вариант 2. Создание 3D модели спирали: ученик должен создать 3D модель спирали, используя функцию траектории. Это задание поможет ученику понять, как использовать траекторию для создания сложных форм.

Вариант 3. Создание 3D модели рельса: ученик должен создать 3D модель рельса, используя траекторию для создания основного профиля и деталей.

Вариант 4. Создание 3D модели цепи велосипеда: ученик должен создать 3D модель цепи велосипеда, используя траекторию для формирования звеньев цепи.

Контрольные вопросы:

1. Что такое траектория в КОМПАС 3D?
2. Какие основные шаги необходимо выполнить для создания элемента по траектории?
3. Какие типы элементов можно создать с помощью траектории в КОМПАС 3D?
4. В чем основные сложности при создании элементов по траектории и как их можно преодолеть?
5. Как проверить правильность созданного элемента по траектории?
6. Какие существуют ограничения при создании элементов по траектории в КОМПАС 3D?
7. Как можно модифицировать уже созданный элемент по траектории?

Практическое занятие № 4

Создание элементов по сечениям

Цель:

Освоении методов моделирования объектов, используя различные сечения и профили в программе Компас 3D.

Задачи:

1. Изучение основных принципов создания сечений и профилей в Компас 3D для моделирования элементов;
2. Создание базовых геометрических фигур с использованием сечений, таких как круги, прямоугольники, эллипсы и т. д.;
3. Применение операций объединения, вырезания и пересечения сечений для создания сложных форм и деталей.

Теоретическое положение:

Сечение – это плоская фигура, получаемая пересечением объекта определенной формы плоскостью. В контексте 3D-моделирования сечения используются для создания новых форм и деталей путем вырезания или объединения материала объекта. Например, сечения могут использоваться для создания отверстий, вырезов, формирования профилей и других модификаций объектов в трехмерном пространстве. В программе моделирования, такой как Компас 3D, сечения позволяют создавать сложные формы и конструкции путем комбинирования различных сечений и операций над ними.

В Компас 3D для построения элементов по сечениям существует несколько основных шагов, которые позволяют создавать сложные объекты:

1. Выбор плоскости для сечения:
 - а. Определите плоскость, на которой будет создаваться сечение. Можно использовать плоскости XY, XZ, YZ или создать пользовательскую плоскость для более сложных форм.
2. Создание сечения:
 - а. Выберите инструмент для создания сечения, например, круг, прямоугольник, эллипс и другие;
 - б. Определите параметры сечения, такие как размеры, радиусы, углы и другие характеристики.
3. Применение сечения к объекту:

- a. Выберите инструмент для применения сечения к трехмерному объекту, например, операцию вырезания или объединения;
 - b. Укажите объект, к которому следует применить сечение, и плоскость, на которой оно расположено.
4. Модификация сечения:
- a. При необходимости измените параметры сечения, переместите его, измените размеры или форму для достижения нужного вида элемента;
 - b. Используйте инструменты модификации для редактирования сечения.
5. Комбинирование сечений:
- a. Для создания сложных элементов комбинируйте различные сечения, применяйте операции объединения, вырезания, пересечения для получения нужной формы;
6. Проверка и анализ:
- a. После создания элемента по сечениям проверьте его на соответствие требованиям проектирования;
 - b. Проведите анализ для убедительности конструкции и корректности выполненных операций.

Эти шаги помогают систематизировать процесс создания элементов по сечениям в Компас 3D и обеспечивают возможность построения сложных и точных моделей с использованием различных форм и профилей.

Ход работы:

Задание для примера. Создадим элемент с четырьмя разными сечениями. Так как первое сечение уже имеет основную стандартную плоскость, то необходимо создать еще три дополнительные плоскости. Для этого, необходимо выбрать во вкладке **Вспомогательные объекты – Смещенная плоскость**. Выбрать отклонение от необходимой плоскости, от которой будет задаваться расстояние.

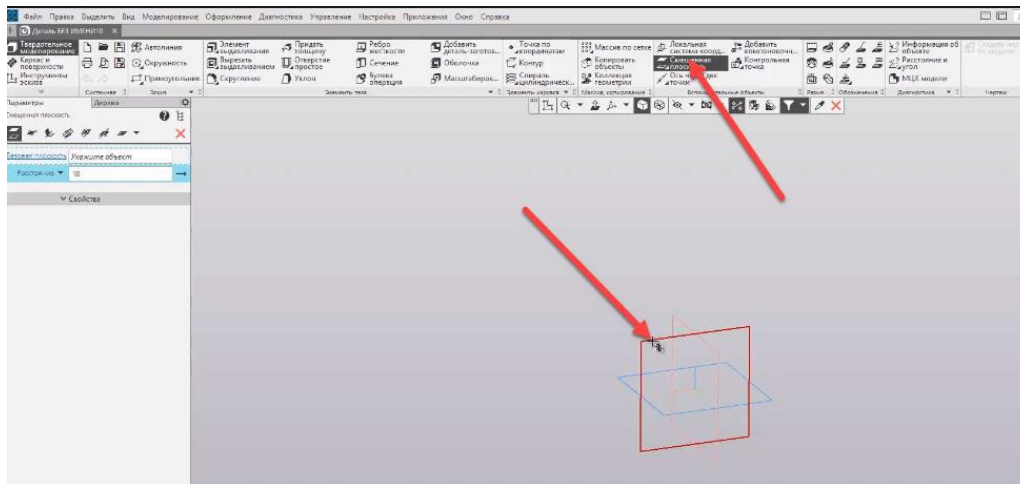


Рисунок 34 – Смещение плоскости

Зададим расстояние дополнительной плоскости – 20 мм, и нажимаем **ОК**.

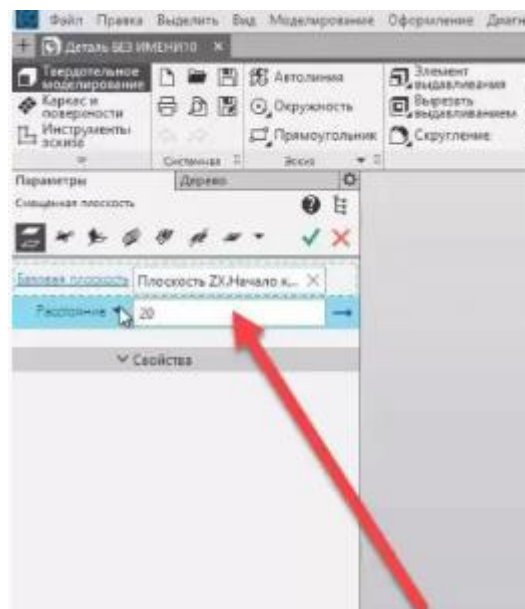


Рисунок 35 – Определение параметров

Создадим еще одну плоскость, нажимаем **Смещенная плоскость**. Выбираем отклонение от основной плоскости и зададим 40 мм расстояние.

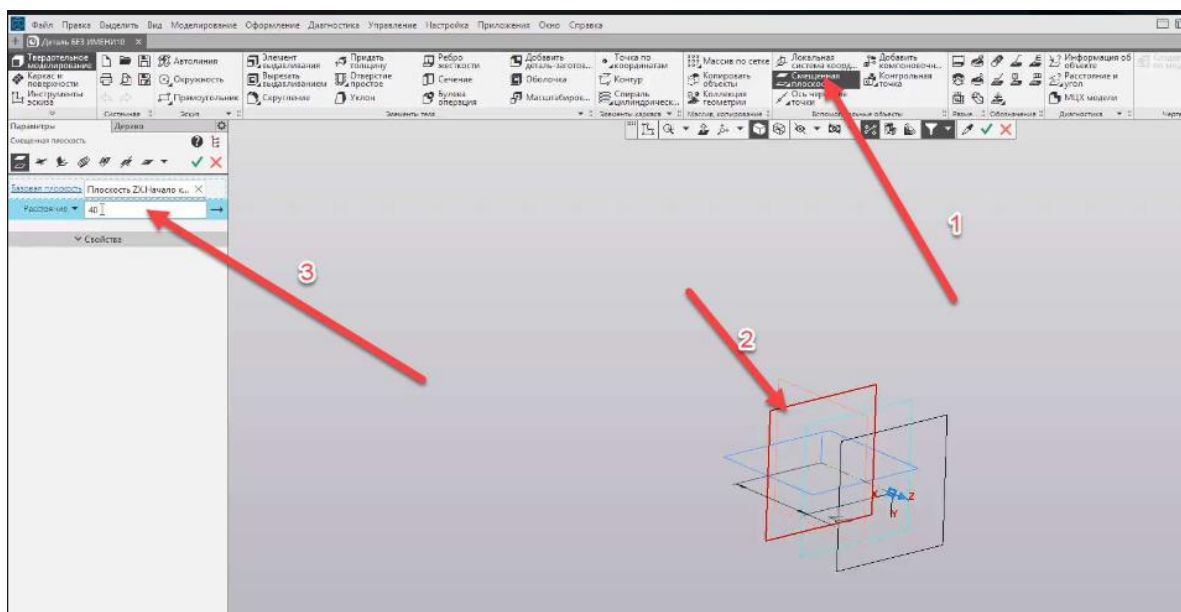


Рисунок 36 – Создание дополнительной плоскости

Нажимаем **ОК**, закрываем окно и создаем еще четвертую плоскость. Задаем расстоянию 60 мм и задаем плоскость от которой будет отклоняться дополнительная плоскость. Нажимаем **ОК**, закрываем окно.

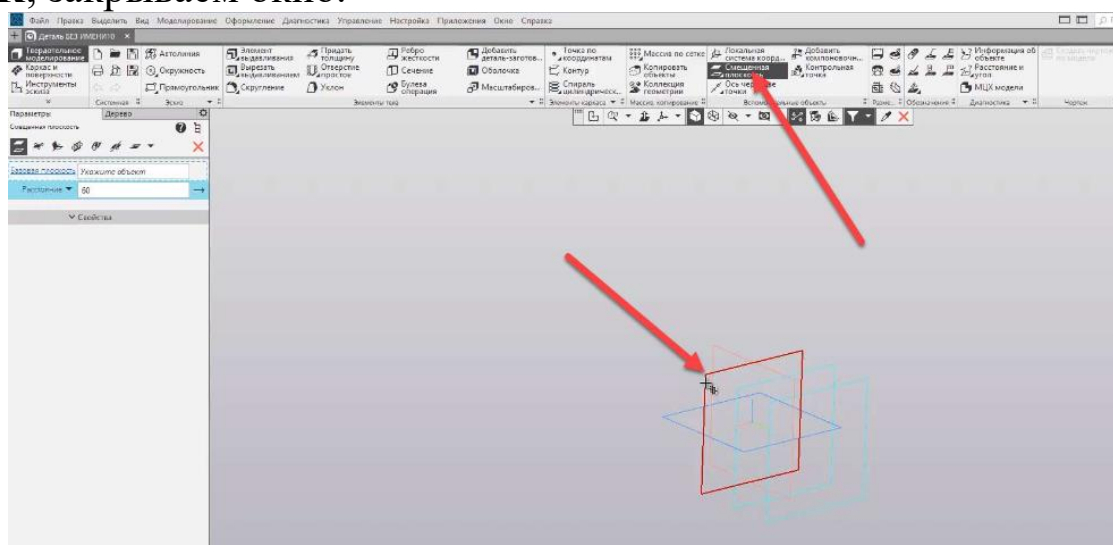


Рисунок 37 – Создание дополнительной плоскости

Таким образом, было создано еще три дополнительных смещенных плоскости. Создадим на каждой плоскости свое, произвольные сечение. Выбираем первую плоскость, нажимаем «**Создать эскиз**».

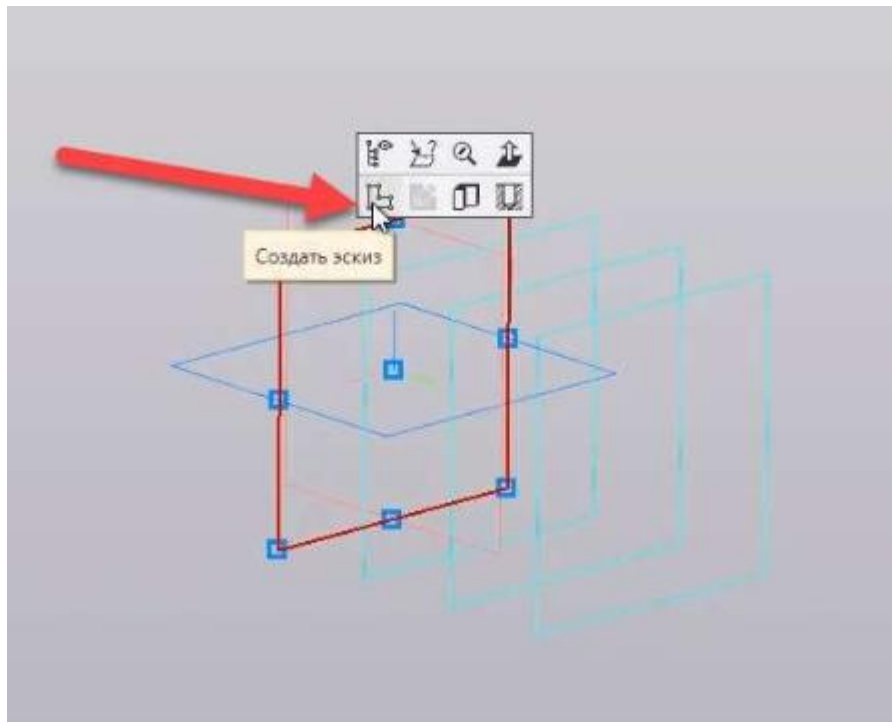


Рисунок 38 – Создание эскиза

Создадим окружность. Включим параметрический режим, выбираем **Окружность** и создадим окружность диаметром 80 мм. Нажимаем **ОК**.

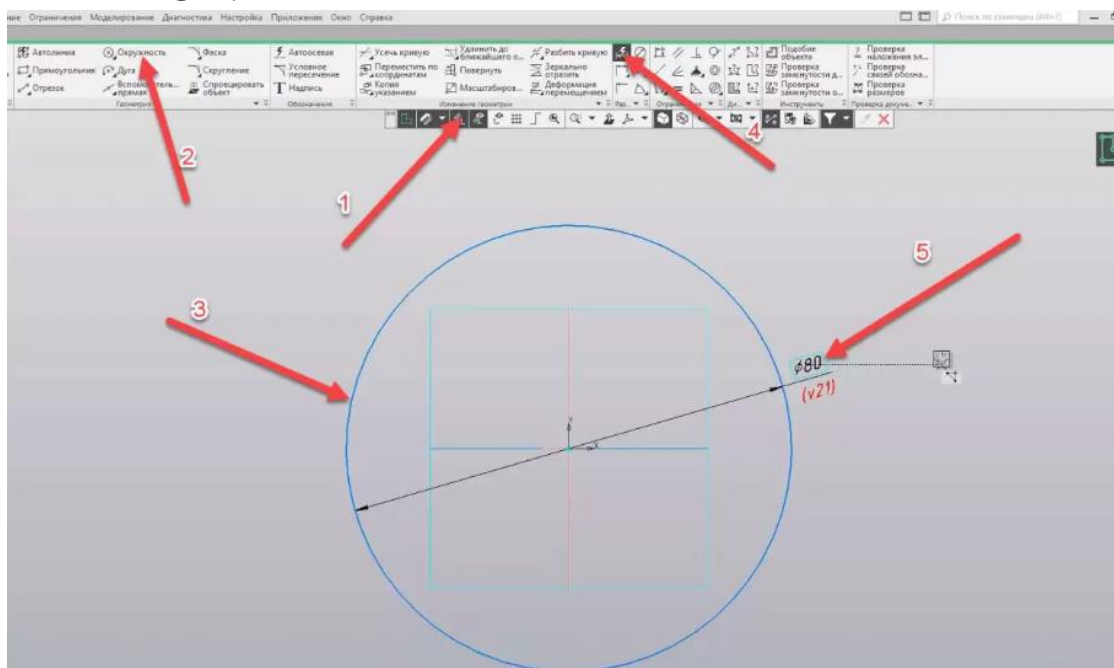


Рисунок 39 – Создание окружности

Выходим из эскиза и создаем эскиз для второй плоскости. Нажимаем «Создать эскиз».

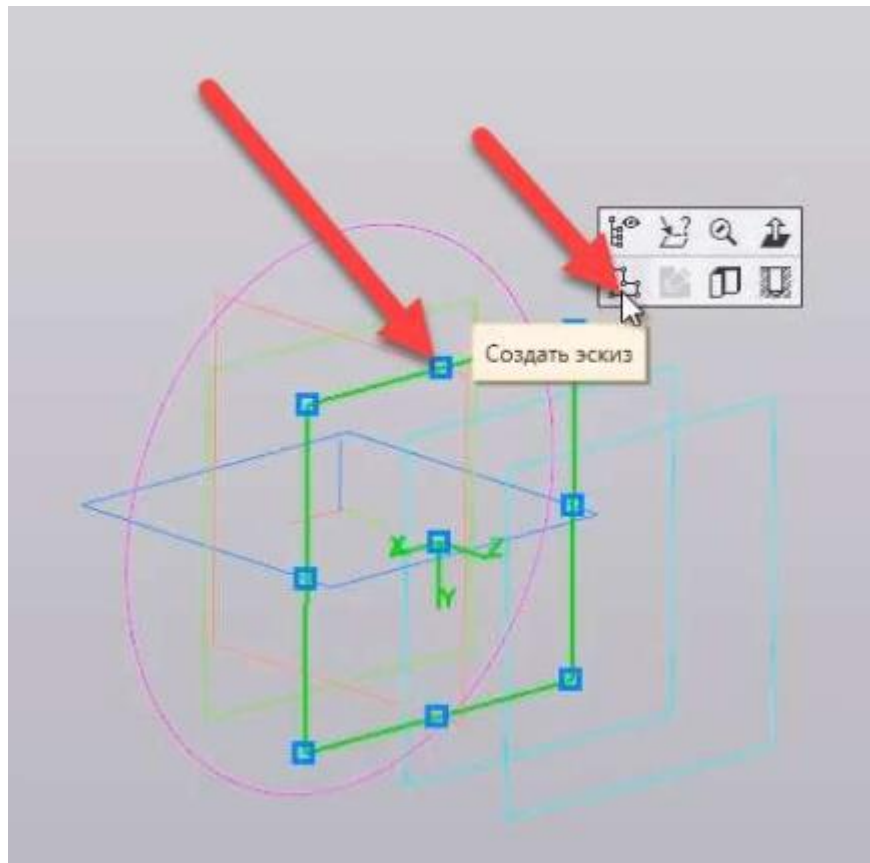


Рисунок 40 – Создание эскиза

Выбираем **Окружность** и зададим диаметр 50 мм.

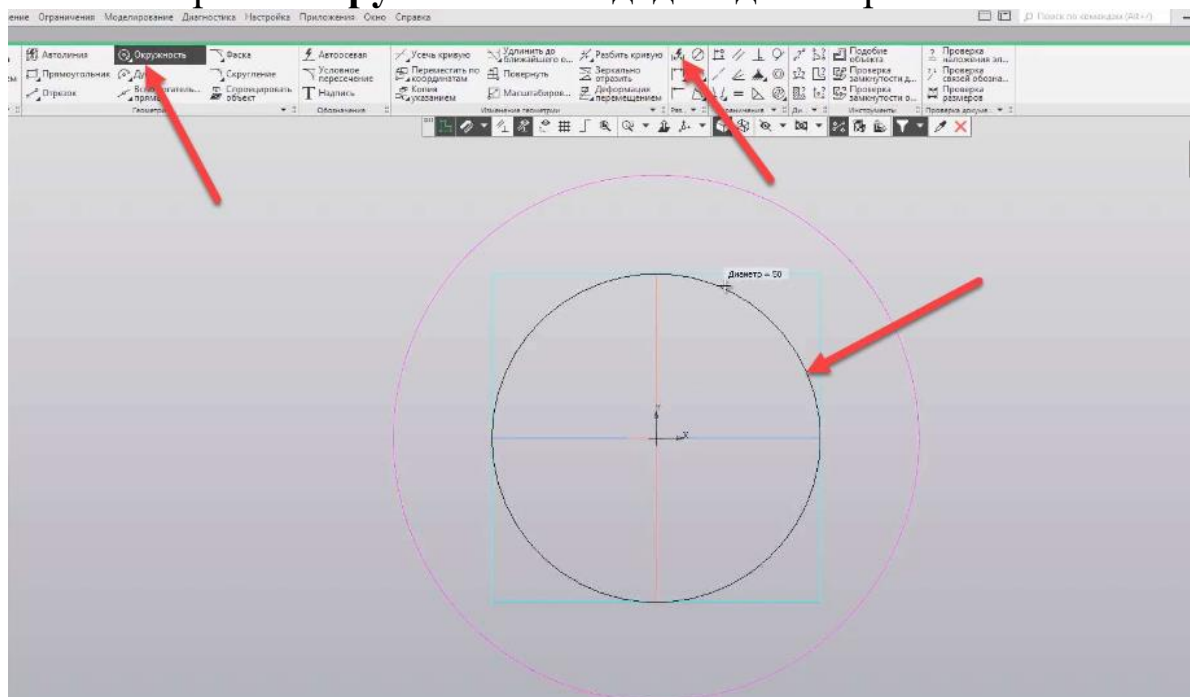


Рисунок 41 – Создание эскиза для второй плоскости

Выходим из эскиза и создаем эскиз для третьей плоскости.
Выбираем плоскость, нажимаем **Создать эскиз**.

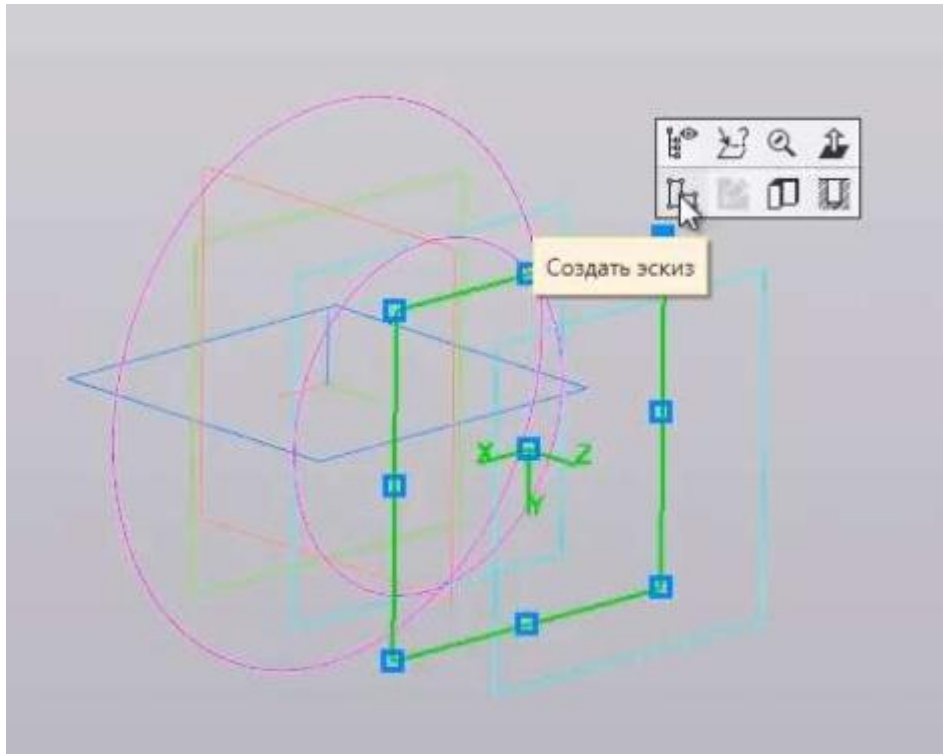


Рисунок 42 – Создание эскиза для третьей плоскости

Выбираем **Окружность** и зададим эскиз диаметром 25 мм. Перед этим нужно включить параметрический режим. Создадим окружность, и зададим диаметр 25 мм.

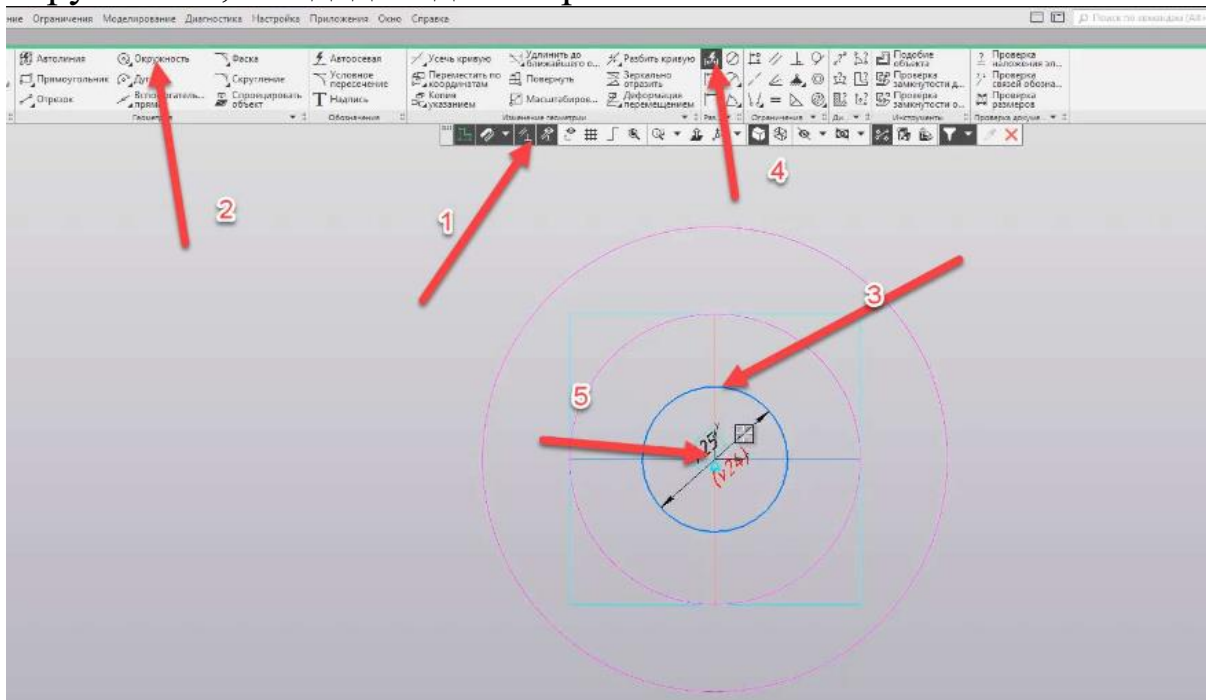


Рисунок 43 – Построение окружности для текущего эскиза

Выходим из эскиза и для последней плоскости зададим квадратное сечение. Для демонстрации выбираем **Прямоуголь-**

ник – Прямоугольник по центру и вершине. Высотой и шириной – 50 на 50. Закрываем окно параметров, образмерим квадрат.

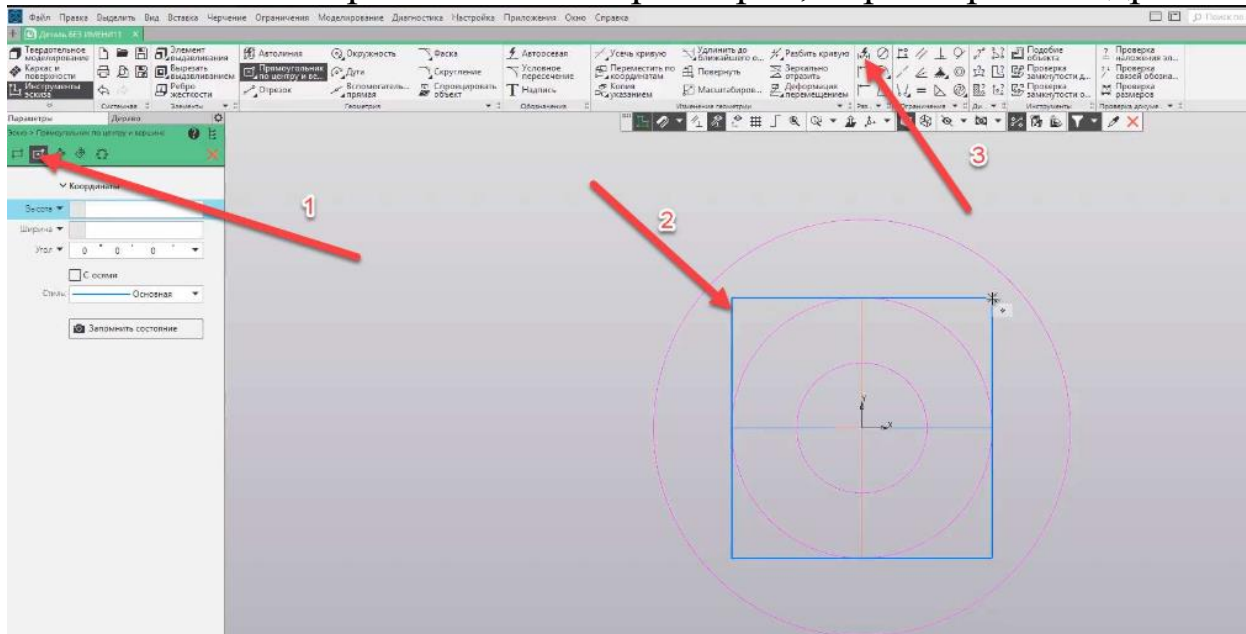


Рисунок 44 – Построение треугольника в сечение

Выходим из эскиза и теперь воспользуемся операцией **Элемент по сечениям**. Выбираем **Элемент выдавливания**, далее – **Элемент по сечениям**.

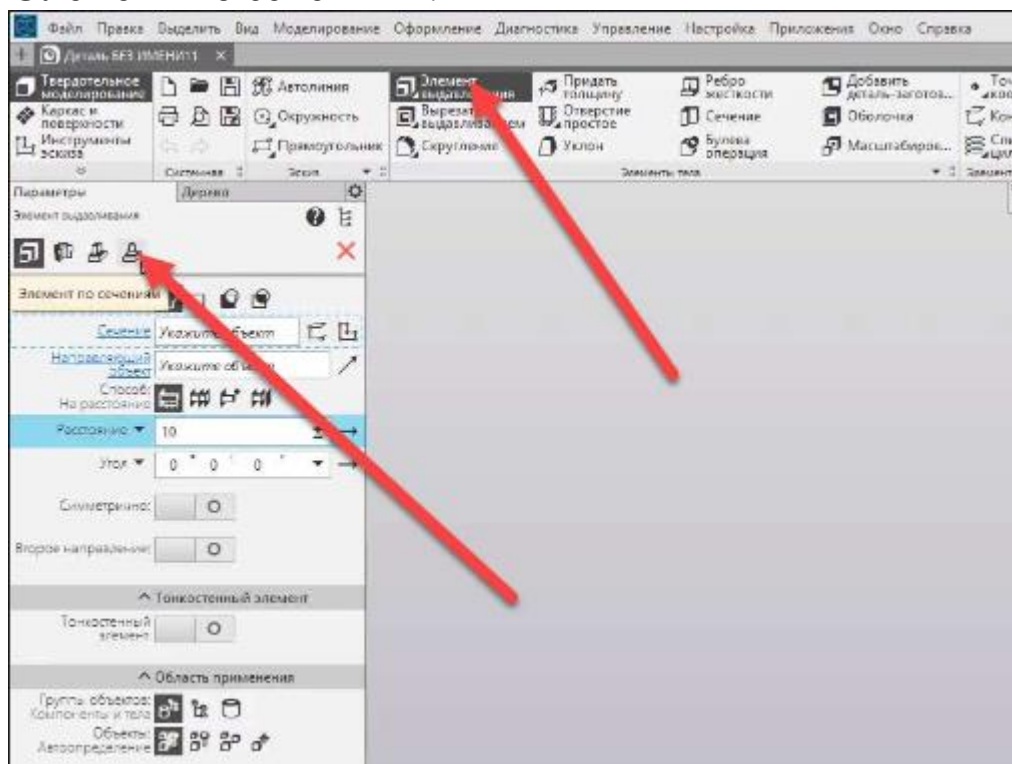


Рисунок 45 – Выполнение операции Выдавливание по сечению

Выбираем все сечения, по которым будет проходить траектория. Выбираем первое сечение, второе, третье и последнее.

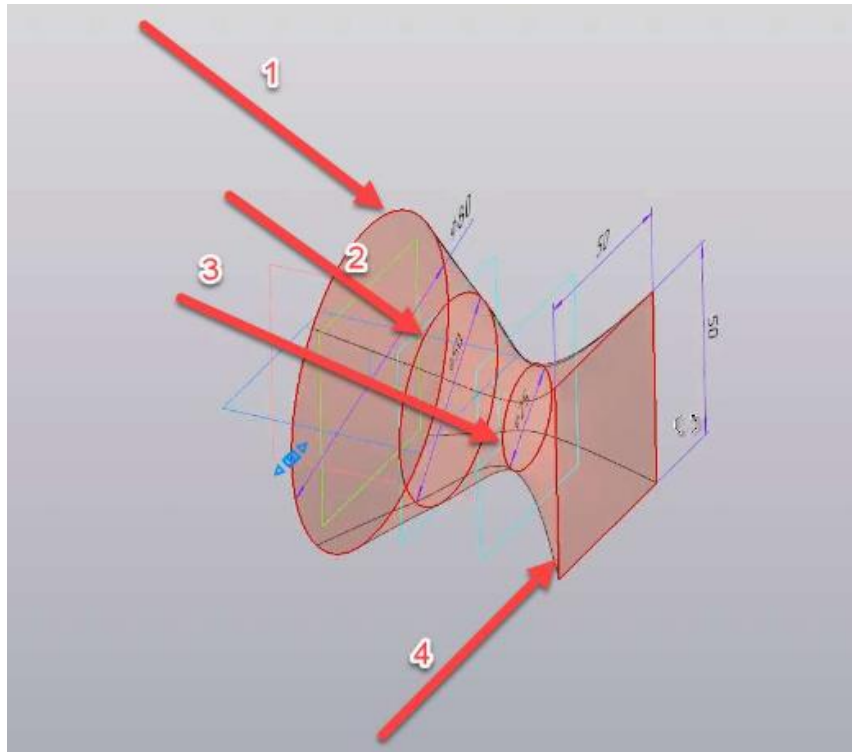


Рисунок 46 – Выбор сечений для создания объекта
Предварительно можно увидеть, как будет выглядеть элемент. Нажимаем **ОК**, закрываем окно параметров.

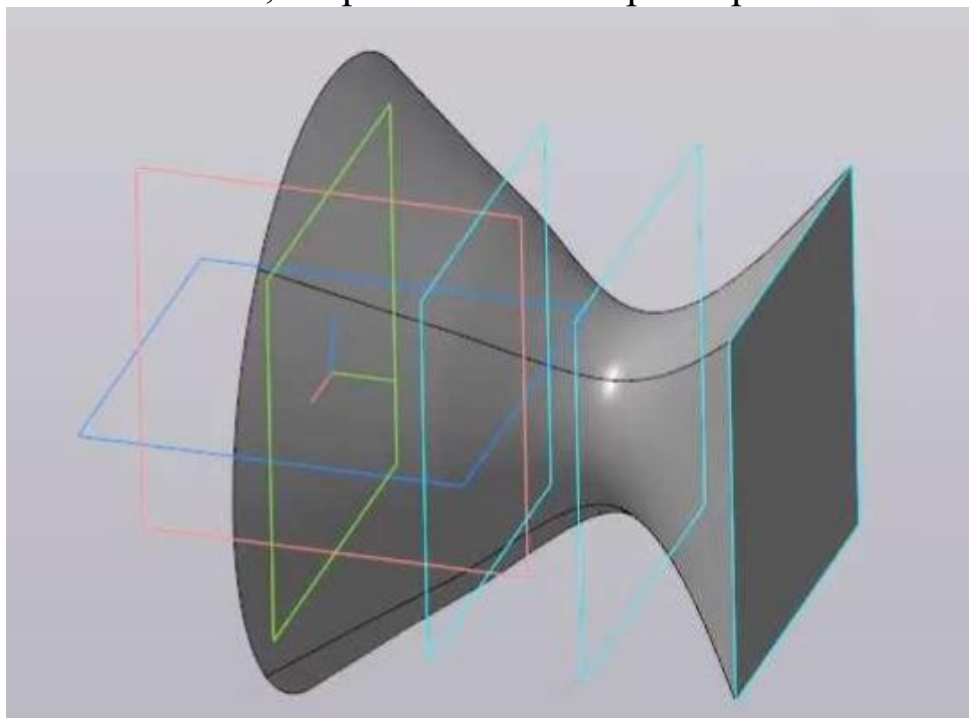


Рисунок 47 – Результат выполнения работы
В случае, если необходимо изменить какое-либо из сечений, можно вернуться к дереву построений.
Для выполнения работы следует выполнить индивидуальное задание по варианту, которое определяет преподаватель. Ход вы-

полнения работы заносить в отчет со скриншотами комментариями.

Вариант 1. Создание 3D модели стакана с помощью сечений: ученик должен создать 3D модель стакана, используя сечения для формирования формы стакана.

Вариант 2. Создание 3D модели автомобильного колеса: ученик должен создать 3D модель колеса, используя сечения для создания профиля шины и диска.

Вариант 3. Создание 3D модели лопасти вентилятора: ученик должен создать 3D модель лопасти вентилятора, используя сечения для формирования формы лопасти.

Вариант 4. Создание 3D модели стула: ученик должен создать 3D модель стула, используя сечения для формирования ножек и сиденья.

Вариант 5. Создание 3D модели песчаных часов: ученик должен создать 3D модель песчаных часов, используя сечения для формирования корпуса и грифа гитары.

Контрольные вопросы:

1. Что такое сечение в Компас 3D и для чего оно используется?
2. Какие основные шаги необходимо выполнить для создания сечения в Компас 3D?
3. Какие инструменты в Компас 3D используются для создания различных типов сечений?
4. Какие операции можно применить к сечениям в Компас 3D для моделирования объектов?
5. Какие принципы комбинирования сечений применяются для создания сложных элементов в Компас 3D?
6. Какие преимущества предоставляет использование сечений при моделировании объектов в Компас 3D?

Практическое занятие № 5.

Создание массивов элементов

Цель:

Изучить функции копирования элементов через функцию массив.

Задачи:

1. Изучить теоретическое положение для приобретения знаний по использованию функции массив;
2. Получить практические навыки в использование функции массив в построение примитивов.

Теоретическое положение:

Массив в Компас 3D представляет собой инструмент, который позволяет создавать копии выбранных элементов или объектов с определенными параметрами. Этот инструмент позволяет эффективно и быстро создавать повторяющиеся структуры или элементы в моделировании. Массив может быть одномерным (линейным), двумерным (поверхностным) или трехмерным (пространственным), в зависимости от направления и расположения копий элементов.

При работе с моделью может потребоваться создание копий объектов (например, операций или компонентов), которые были бы определенным образом упорядочены: образовывали прямоугольную сетку с заданными параметрами, располагались вдоль выбранной кривой и т.п. Для создания в модели упорядоченных групп одинаковых объектов можно использовать команды построения массивов.

Вы можете создавать массивы различных объектов – операций, тел, поверхностей, точек и др.

Полученный массив представляет собой единый объект, включающий несколько копий исходных объектов (объектов, выбранных для копирования). Эти копии являются экземплярами массива.

В КОМПАС-3D имеется возможность построения массивов следующих типов:

1. По сетке – экземпляры располагаются в узлах параллелограммной сетки;
2. По концентрической сетке – экземпляры располагаются в узлах концентрической сетки;

3. Вдоль кривой – экземпляры располагаются вдоль указанной линии;
4. По точкам – экземпляры располагаются в указанных точках;
5. По таблице – экземпляры располагаются в точках, координаты которых заданы в таблице;
6. Зеркальный массив – экземпляр является зеркальным отражением исходных объектов относительно указанной плоскости;
7. По образцу (для компонентов сборки) – экземпляры располагаются так же, как экземпляры указанного массива, который был создан ранее.

Если копируемый объект имеет переменные, можно изменить форму и размеры экземпляров массива, изменив значения этих переменных (т.е. можно сделать экземпляры отличными от исходных объектов, а не точными их копиями). Такая возможность доступна для всех массивов, кроме зеркального массива и массива по образцу. Управление переменными экземпляров подробно описано в разделе Управление параметрами экземпляров массива.

При построении всех массивов, кроме зеркального массива и массива по образцу, вы можете изменить форму и размеры экземпляров массива следующими способами:

1. Изменение значений размеров экземпляров;
2. Изменение значений переменных экземпляров с помощью таблицы изменяемых переменных.

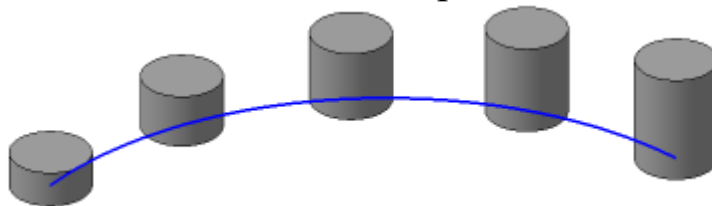


Рисунок 48 – Пример изменения размеров экземпляров массива операции выдавливания

При работе со всеми массивами, кроме зеркального массива и массива по образцу, вы можете управлять формой и размерами экземпляров, изменяя значения размеров эскизов и операций этих экземпляров.

Размеры эскизов и операций экземпляра соответствуют ана-

логичным размерам копируемого объекта.

Таблица изменяемых переменных – это таблица, хранящаяся в модели и содержащая переменные экземпляров массива.

Таблица изменяемых переменных позволяет задавать новые значения переменных для экземпляров, изменяя тем самым их форму и размеры. Данная возможность доступна при условии, что копируемый объект имеет переменные, влияющие на его форму и размеры.

Экземпляры имеют те же переменные, что и копируемый объект. Например, переменными операции выдавливания являются: расстояние, угол уклона и, если элемент тонкостенный, толщина стенки. Эти же переменные имеют и экземпляры массива операции выдавливания.

Из всех массивов, кроме зеркального массива и массива по образцу, можно исключить произвольно выбранные экземпляры.

Все массивы, кроме массива операций, можно разрушить на отдельные объекты.

Ход работы:

Для выполнения работы вам нужно выполнить задание по вариантам, которые определяет преподаватель. Ответить на контрольные вопросы и составить отчет о проделанной работе.

Зачастую в таких деталях как крышки, фланцы и т.п. присутствуют повторяющиеся элементы (отверстия и др.). Поэтому данный раздел посвящен построению этих одинаковых элементов на примере детали, показанной на рис. 49.

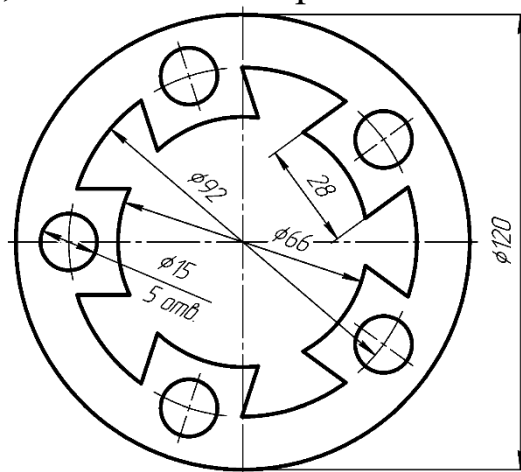


Рисунок 49 – Деталь с повторяющимися по окружности элементами

Вначале построим два взаимно перпендикулярных отрезка длиной примерно 200 мм для определения центра детали. Из точки пересечения этих отрезков построим три окружности диаметрами 66, 92 и 120 мм, как показано на рис. 50.

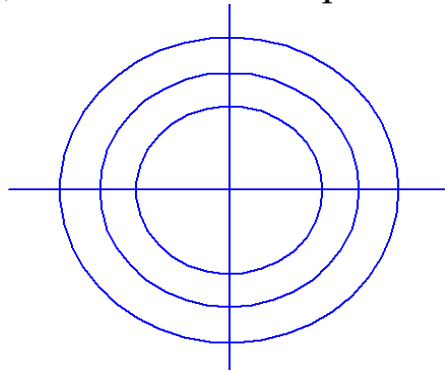


Рисунок 50 – Построение контура

Затем создадим две копии горизонтального отрезка на расстоянии 14 мм от оригинала, а также построим окружность диаметром 15 мм на пересечении окружности диаметром 92 мм с горизонтальным отрезком, как показано на рис. 51.

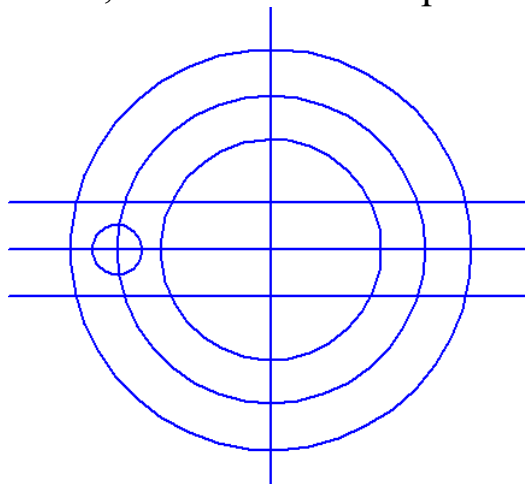


Рисунок 51 – Построение одного отверстия

Обрежем «лишние» концы отрезков и дуг окружностей, как показано на рис. 52.

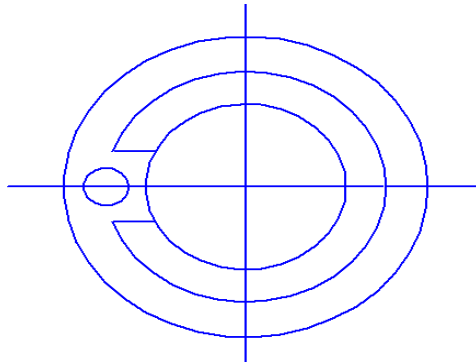


Рисунок 52 – Обрезка концов отрезков и дуг окружностей

Выделим повторяющиеся элементы и построим круговой массив командой «Копия по окружности», указав мышкой на экране в качестве центра массива центр окружностей, а в панели свойств нужное количество копий и режим расположения их на полной окружности (360°), как показано на рис 53.

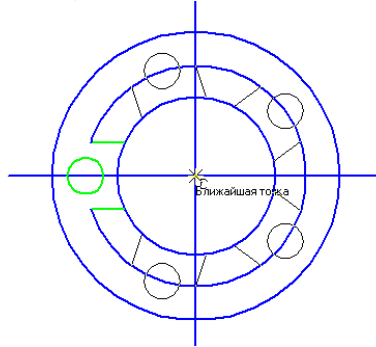


Рисунок 53 – Построение массива элементов

Далее обрежем ненужные части окружностей и заменим горизонтальный и вертикальный отрезки специальной командой осевыми линиями (рис. 54).

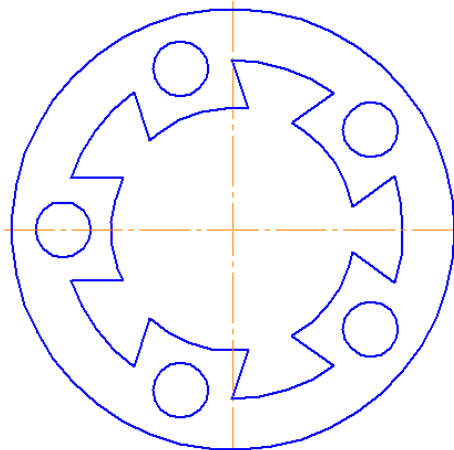
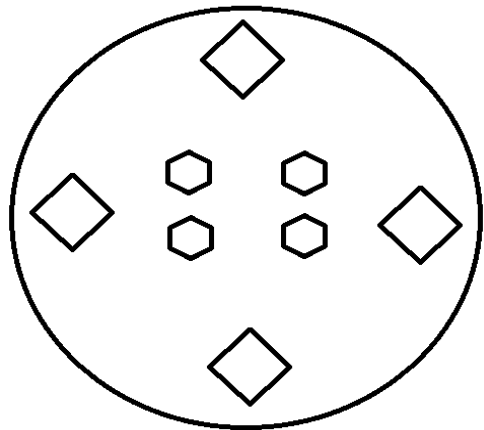
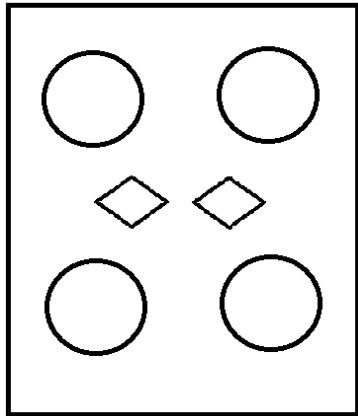


Рисунок 54 – Обрезка частей окружностей

Выполнить простые построения, используя функцию массив в построение элементов:

Таблица 1

Построения с использованием функции массив



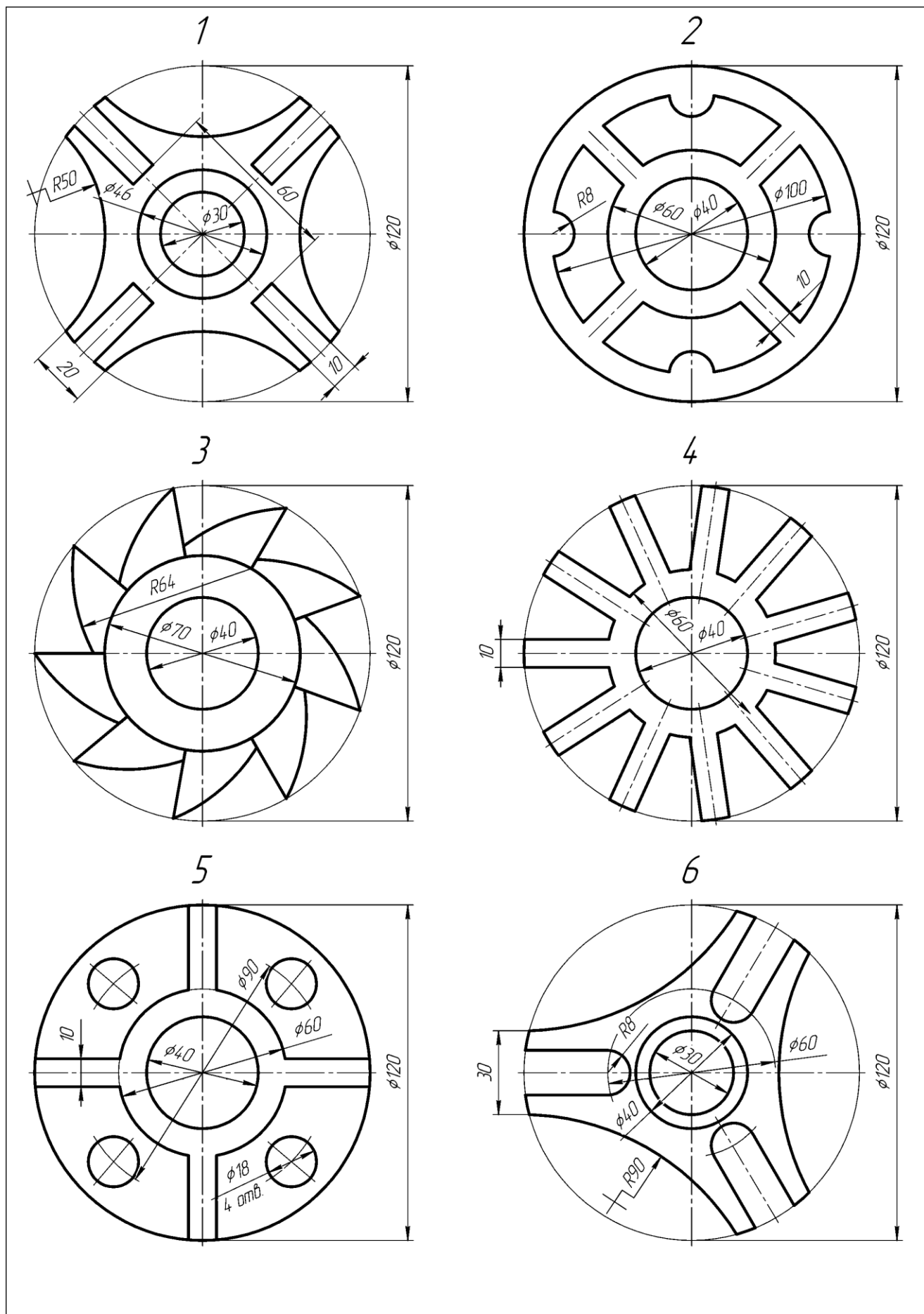
Индивидуальные задания по чертежу «Массивы» приведены в таблице 2. Требуется по индивидуальному заданию построить контур детали в масштабе 1:1, нанести размеры.

Для выполнения работы нужно выполнить первое задание, после чего приступить к выполнению индивидуального задания.

Ответить на контрольные вопросы и составить отчет, отображая каждый пункт выполнения.

Таблица 2

Варианты заданий чертежа «Массивы»



Контрольные вопросы:

1. Что представляет собой массив в Компас 3D и для чего он используется?
2. Какие виды массивов поддерживаются в Компас 3D и в чем их отличия?
3. Какие параметры можно настроить при создании одномерного (линейного) массива в Компас 3D?
4. Как формируется двумерный (поверхностный) массив в Компас 3D и для каких задач он применяется?
5. Как можно изменить расстояние между копиями элементов в массиве в Компас 3D?
6. Как задать количество копий элементов в массиве и как это влияет на структуру модели?
7. Какие дополнительные параметры можно настроить при создании массива в Компас 3D для более точного размещения элементов?
8. Каким образом можно изменить угловое смещение копий элементов в массиве и как это влияет на конфигурацию массива?
9. Какие преимущества предоставляет использование массивов в Компас 3D при моделировании сложных структур или элементов?

Практическое занятие № 6

Создание параметрического 2D чертежа

Цель:

Освоить методы параметризации при работе с чертежами.

Задачи:

1. Изучить теоретическое положение про параметрические 2D чертежи;
2. Получить практические навыки использования параметризации на 2D чертежах.

Теоретическое положение:

Параметрический чертеж хранит в себе информацию о взаимосвязях и ограничениях, наложенных на геометрические объекты, т.е. при изменении одного параметра, изменится и другой.

Параметризация - это процесс определения и использования параметров или переменных для описания и управления характеристиками объектов или моделей в компьютерном проектировании. Параметры могут быть числовыми значениями, размерами, углами, расстояниями и другими характеристиками, которые могут быть легко изменены и настроены для модификации объекта или модели.

В контексте CAD систем, параметризация позволяет создавать гибкие и адаптивные модели, которые могут быть легко изменены путем модификации параметров, не требуя пересоздания всей модели. Это упрощает процесс проектирования, позволяет экспериментировать с различными вариантами и быстро вносить изменения в модель в зависимости от требований или условий. В Компасе такими связями будут – параллельность и перпендикулярность отрезков и прямых, стрелки взгляда, равенство длин отрезков.

Еще один вид параметрической связи – это ассоциативность. Такая связь возникает, один объект как бы привязывается к другому в процессе построения. Это размеры, штриховки, тех. обозначения – все они изменяются при перестроении базового объекта.

Ограничение – это зависимость между параметрами объекта или равенство объекта постоянной (константе).

Примеры ограничений – вертикальность и горизонтальность, перпендикулярность, симметрия отрезков, прямых, линии

разреза, сечения, стрелок взгляда.

Ограничение	Изображение	Расположение
Горизонтальность		В середине отрезка
Вертикальность		В середине отрезка
Выравнивание точек по горизонтали		Штриховой горизонтальный отрезок, связывающий выровненные точки
Выравнивание точек по вертикали		Штриховой вертикальный отрезок, связывающий выровненные точки
Совпадение точек		В точке
Точка на кривой, Точка на середине кривой		В точке; при необходимости кривая продлевается пунктирной линией
Симметрия двух точек		Штриховой отрезок, связывающий симметричные точки, и квадрат в точке его пересечения с осью; при необходимости ось продлевается штриховой линией до центра квадрата
Ограничение	Изображение	Расположение
Параллельность		В серединах отрезков
Перпендикулярность		В точке пересечения отрезков; при необходимости отрезки продлеваются штриховой линией
Коллинеарность		Над серединами отрезков; ближайщие концы отрезков соединяются штриховой линией
Касание		В точке касания; при необходимости кривые продлеваются до точки касания штриховой линией
Равенство радиусов		Для дуги — над серединами, для окружности — над верхней точкой
Равенство длин		Над серединами отрезков
Фиксация точки		В точке
Фиксированный размер		

Рисунок 55 – Визуального отображения ограничений в Компасе

Параметризацию в Компасе стоит применять в том случае, когда при модификации детали изменяются только размеры, а внешний вид (топология) остается неизменным. Или, когда создаваемая деталь будет служить прототипом для создания новых деталей. Параметризация также обеспечивает возможность создания универсальных и многократно используемых моделей, которые могут быть адаптированы для различных ситуаций или проектов путем изменения параметров.

Это повышает эффективность проектирования, уменьшает время на создание и изменение моделей, а также обеспечивает более гибкий и адаптивный подход к проектированию.

Ход работы:

Для выполнения работы нужно выполнить задание и ответить на контрольные вопросы. Все этапы выполнения работы заносить в отчет.

Для примера, нужно создать параметрический чертеж тела вращения, в котором диаметр d будет зависеть от диаметра D , а размер b будет зависеть от размера B .

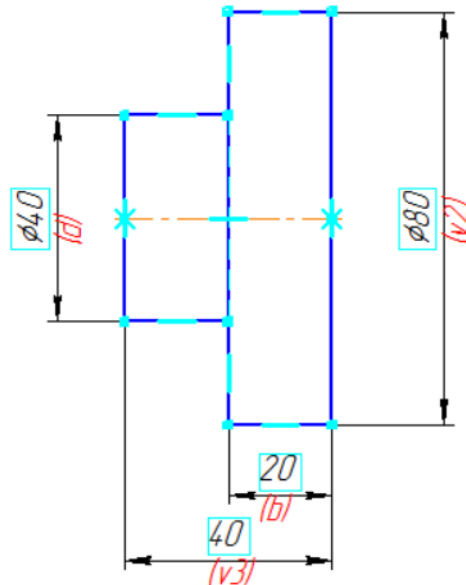


Рисунок 56 – Пример параметрического чертежа

1. Выполнять построения будем во фрагменте;
2. Создаем контур детали. Стараться соблюдать размеры, совпадение точек, горизонтальность, вертикальность не стоит, т. к. мы все отредактируем наложением связей и ограничений;

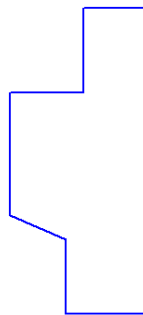


Рисунок 57 – Представление детали на данном этапе

Сейчас наша деталь представляет собой несколько отдельных объектов – отрезков, которые никак не связаны между собой, мы можем их перемещать, наклонять и т. д.

3. Параметризуем чертеж. На компактной панели активируем панель «Параметризация». Выделяем деталь рамкой. Выбираем команду «Параметризовать объекты». Теперь все отрезки связаны между собой – потянем за один, все остальные последуют за ним;
4. Проведем ось симметрии нашей детали. Для этого воспользуемся командой «Осевая линия по двум точкам»

на панели «**Обозначения**». При построении воспользуемся локальной привязкой «**Середина**» (вызывается правой кнопкой мыши);

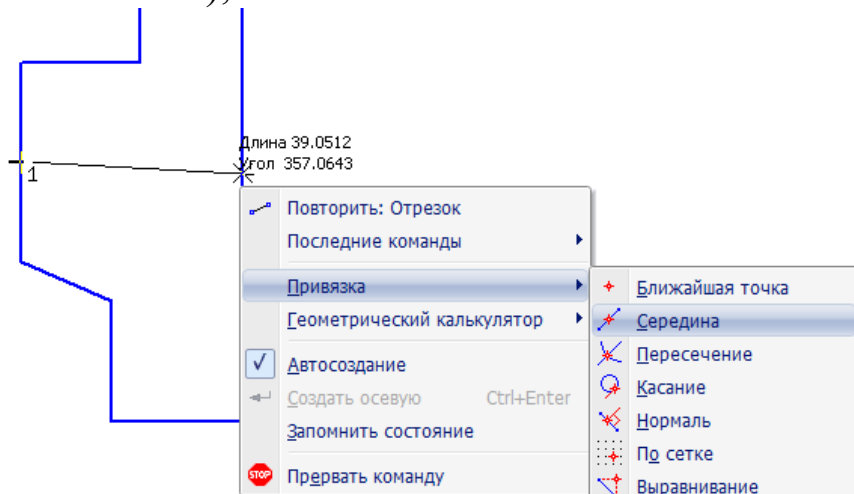


Рисунок 58 – Выполнение привязки по середине

5. Выравниваем осевую при помощи команды «**Горизонтальность**» на панели параметризации и размещаем ее точно посередине при помощи команды «**Точка на середине кривой**». Изображение теперь полностью симметрично;
6. При помощи команды «**Выровнять точки по вертикали**» выравниваем нужные точки и делаем горизонтальным отрезок;

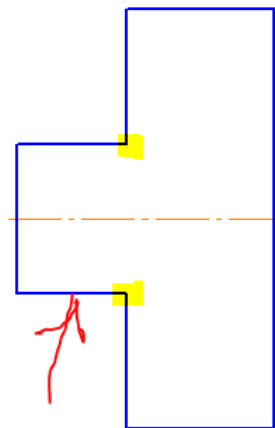


Рисунок 59 – Выравнивание примитива

7. Для того, чтобы знать какие ограничения мы наложим, включаем кнопку «**Отображать ограничения**»;
8. Теперь проставим ассоциативные размеры. Для этого

на панели текущего состояния включаем кнопку «**Параметрический режим**»;

9. При простановке размеров задаем соответствующие выражения (D, B) и переменные (d, b, v2, v3). Зависимости введем позже. Снимаем галочку с информационного размера;

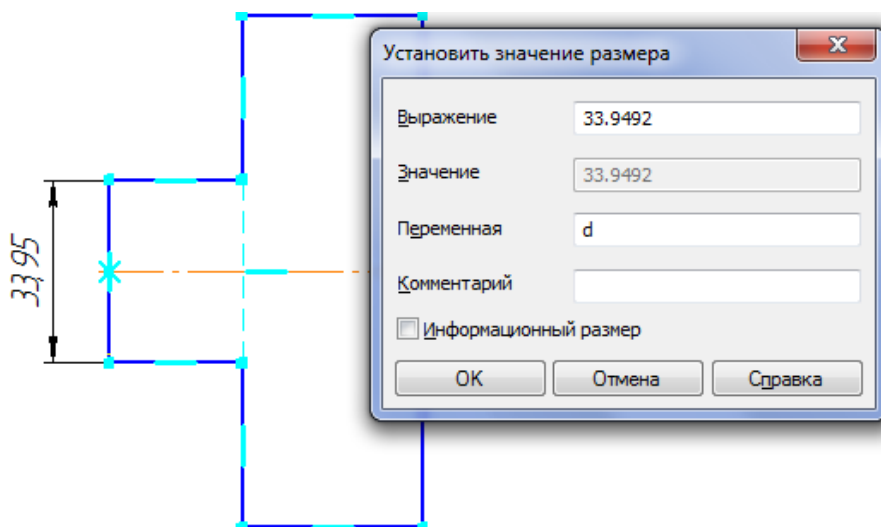


Рисунок 60 – Задаем выражения и переменные для параметрического режима

10. Вызываем панель переменных кнопкой «**Переменные**» на стандартной панели. В появившемся окне можно вводить выражения для вычисления и значения переменных.

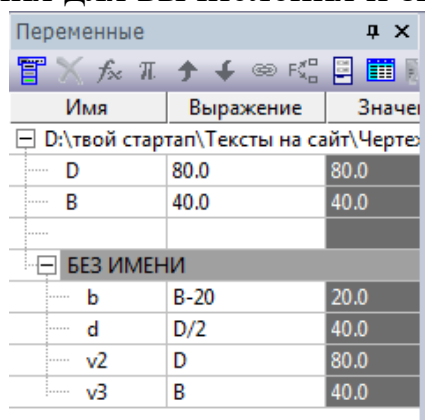


Рисунок 61 – Окно переменных

Задаем выражение для размера $b = B - 20$ и для $d = D/2$. Теперь изменяя значения D и B, будут изменяться b и d в соответствии с формулами.

Таким образом, мы получили простейший параметрический чертёж.

Для выполнения работы создайте несколько примитивов и

задайте изменение через параметр. Покажите изменение фигуры в отчете.

Контрольные вопросы:

1. Что такое параметризация 2D чертежей в Компас 3D и какие преимущества она предоставляет?
2. Какие типы параметров могут быть использованы для параметризации 2D чертежей в Компас 3D?
3. Каким образом параметризация помогает упростить и ускорить процесс создания и изменения 2D чертежей?
4. Как можно создать параметризованный 2D чертеж в Компас 3D и какие шаги необходимо предпринять?
5. Какие инструменты и функции Компас 3D поддерживают параметризацию 2D чертежей?
6. Как изменить параметры 2D чертежа в Компас 3D, чтобы автоматически изменить размеры и характеристики элементов?
7. Как можно использовать параметризацию для создания вариативных и адаптивных 2D чертежей в Компас 3D?
8. Какие проблемы могут возникнуть при параметризации 2D чертежей в Компас 3D и как их можно решить?
9. Каким образом параметризация упрощает процесс взаимодействия и совместной работы над 2D чертежами в Компас 3D?

Практическое занятие № 7

Работа с параметрами и переменными

Цель:

Научиться использовать выражения для задания параметров при создании эскиза модели; получить навыки создания пользовательской библиотеки эскизов.

Задачи:

1. Изучить теоретический материал.
2. Создать параметрическую модель плоской детали и детали поверхности вращения по варианту, предложенному преподавателем.

Теоретическое положение:

Ход работы:

Рассмотрим пример для понимания построения деталей. Создайте параметрическую модель детали «Опора», в которой должна выполняться следующая зависимость между размерами:

$$T = (B - H)/2; r = R/2; b = V/2; d = T; V = 60;$$

ось цилиндрического отверстия проходит через центр верхней полки детали.

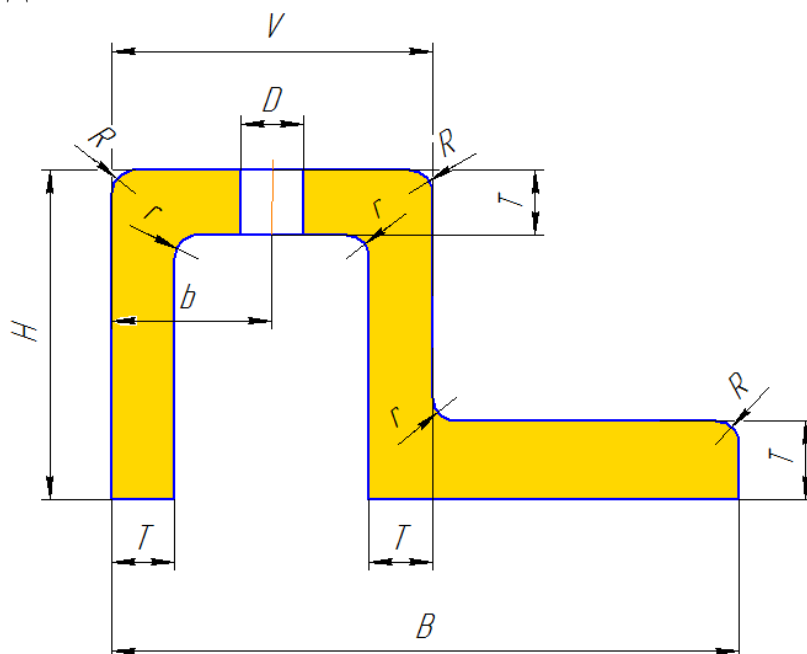


Рисунок 62 – Эскиз для создания параметрической модели

Создайте эскиз детали в одной из вертикальных плоскостей, воспользовавшись командой Непрерывный ввод объектов. Выполните простановку размеров, начиная с размеров тех геометрических объектов, которые будут являться переменными: B, H, R.

При этом, в строку Переменная введите её обозначение «В», а в строку Выражение – её текущее значение.

Установить значение размера

Выражение: 118

Значение: 118.0

Переменная: В

Комментарий:

☐ Информационный размер

OK Отмена Справка

Рисунок 63 – Простановка размеров В

Выполните простановку размеров тех геометрических объектов, которые зависят от значений В, Н и г. К таким размерам относятся: г, Т. При этом, в строку Переменная введите её обозначение, например, «Т», а в строку Выражение – выражение, посредством которого это значение будет найдено некоторым вычислением, например: $(В+Н)/4$.

Установить значение размера

Выражение: (В+Н)/4

Значение: 10.0

Переменная: Т

Комментарий:

☐ Информационный размер

OK Отмена Справка

Рисунок 64 – Установка размеров для Т

Использование переменных в модели позволяет изменять параметры её объектов, не прибегая к их прямому редактированию. Выражения дают возможность устанавливать зависимости между параметрами объектов. Попробуйте изменить исходные

значения переменных В, Н и R. Вы увидите, как меняются размеры геометрических объектов, зависящих от этих переменных.

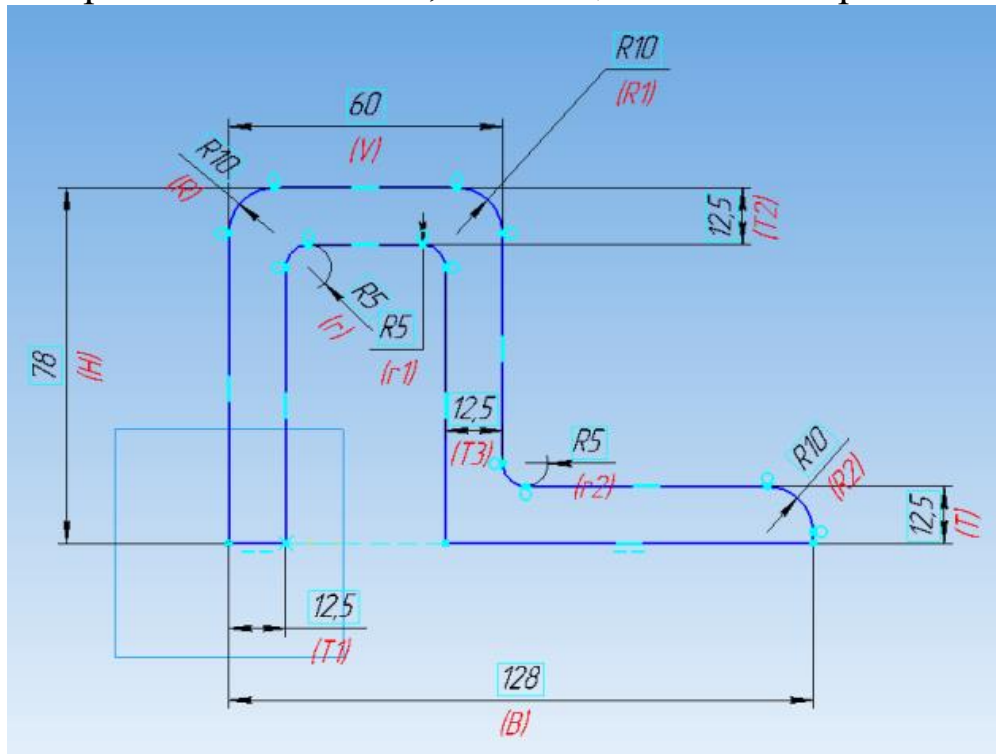


Рисунок 65 – Вариант 2-го эскиза

Рассмотрим вариант в окне работы с переменными. Все параметры, переменные и выражения отображаются в Окне работы с переменными. Включение и отключение показа окна с переменными производится с помощью команды **Вид⇒Панели инструментов⇒Переменные** или кнопкой на панели **Стандартная⇒Переменные**. Сравните значения в таблицах Переменные для 1-го и 2-го вариантов эскизов.

Переменные				Переменные			
Имя	Выражение	Значение	Параметр	Имя	Выражение	Значение	Параметр
Деталь (Тел-0)				Деталь (Тел-0)			
(r)Начало координат				(r)Начало координат			
Эскиз1				Эскиз1			
v8		0.0	Исключить и...	v8		0.0	Исключить и...
B	118.0	118.0		B	128.0	128.0	
H	78.0	78.0		H	78.0	78.0	
R	8.0	8.0		R	10.0	10.0	
R1	R	8.0		R1	R	10.0	
R2	R	8.0		R2	R	10.0	
T	(B-H)/4	10.0		T	(B-H)/4	12.50	
T1	(B-H)/4	10.0		T1	(B-H)/4	12.50	
T2	(B-H)/4	10.0		T2	(B-H)/4	12.50	
T3	(B-H)/4	10.0		T3	(B-H)/4	12.50	
V	60.0	60.0		V	60.0	60.0	
r	R/2	4.0		r	R/2	5.0	
r1	R/2	4.0		r1	R/2	5.0	
r2	R/2	4.0		r2	R/2	5.0	
Операция выдвигания1				Операция выдвигания1			
v66		0.0	Исключить и...	v66		0.0	Исключить и...
v69		40.0	Расстояние 1	v69		40.0	Расстояние 1
v71		0.0	Угол 1	v71		0.0	Угол 1
Эскиз2				Эскиз2			
v75		0.0	Исключить и...	v75		0.0	Исключить и...
D	T	10.0		D	T	12.50	
Вырезать элемент выдвигания1				Вырезать элемент выдвигания1			
v91		0.0	Исключить и...	v91		0.0	Исключить и...
v99		0.0	Угол 1	v99		0.0	Угол 1

Рисунок 66 – Окно переменных двух эскизов

Создайте в горизонтальной плоскости полки детали эскиз «Окружность» диаметром: $D=T$. При этом, центр окружности должен находится всегда в центре полки независимо от того, как будут меняться значения В и Н. Для этого постройте две точки посередине сторон полки, после чего воспользуйтесь командами Параметризация \Rightarrow **Выровнять точки по горизонтали** и **Выровнять точки по вертикали**. Таким образом, центр окружности будет всегда находиться на пересечении двух перпендикуляров, проходящих через середины сторон полки «Опоры».

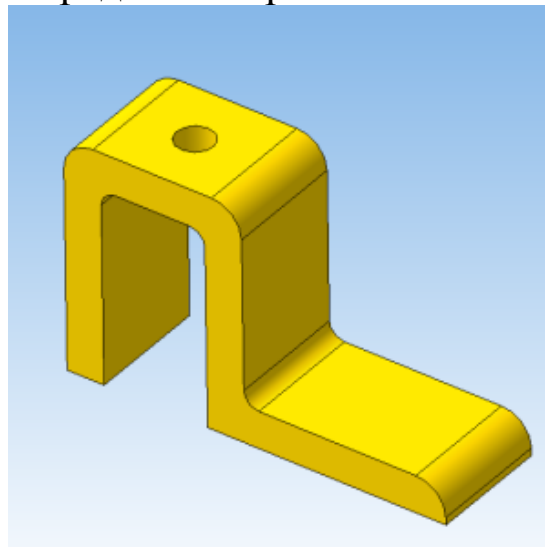


Рисунок 67 – Результат изменения

Для выполнения работы вам нужно выполнить построение эскиза по варианту, после продублировать его, заменив 3 размера

на параметры и переменные увеличив их на ваш возраст. После открыть окно переменных и показать разницу двух эскизов. Пункты проделанной работы заносить в отчет с добавлениями скриншотов и комментариями.

Таблица 3

Варианты эскизов

<p>Вариант 1.</p>	<p>Вариант 2.</p>
<p>Вариант 3</p>	<p>Вариант 4</p>
<p>Вариант 5</p>	<p>Вариант 6</p>

Контрольные вопросы:

1. Что такое параметры и переменные в контексте работы с 3D моделями?
2. Какие основные цели и преимущества использования параметров и переменных при моделировании?
3. Как определяются и задаются параметры в программе моделирования, например, в Компас 3D?
4. Каким образом параметры могут быть использованы для изменения размеров и формы объектов в модели?
5. Как создать и использовать переменные для автоматизации процесса моделирования?

Практическое занятие № 8

Моделирование кинематических механизмов

Цель:

Изучить основные методы анимации двухмерных моделей, научиться создавать мультимедиа файлы.

Задачи:

1. Прочитать теоретическое положение;
2. Выполнить практическое задание.

Теоретическое положение:

Кинематической цепью называют систему звеньев, образующих между собой кинематические пары. Кинематические цепи бывают простыми и сложными:

Простой кинематической цепью называется такая цепь, у которой каждое звено входит не более чем в две кинематические пары.

Сложной кинематической цепью называется цепь, в которой имеется хотя бы одно звено, входящее более чем в две кинематические пары.

Простые и сложные кинематические цепи, в свою очередь, делятся на замкнутые и разомкнутые.

Механизм – это кинематическая цепь, в состав которой входит неподвижное звено (стойка) и число степеней свободы, которой равно числу обобщённых координат, характеризующих положение цепи относительно стойки.

Движение звеньев механизма рассматривается по отношению к неподвижному звену – стойке. Те звенья, которые соединяются со стойкой, образуя пары пятого класса, передают на неё усилия и носят названия основных звеньев. Из числа последних выделяют входные звенья, закон движения которых является заданным.

Механизмы классифицируют по различным признакам, и в первую очередь их делят на механизмы с низшими и высшими парами; те и другие могут быть плоскими и пространственными.

Плоским называется механизм, все подвижные точки которого движутся в параллельных плоскостях.

Пространственным называют механизм, подвижные точки которого описывают неплоские траектории или траектории, лежащие в пересекающихся плоскостях.

Наиболее распространённые механизмы с низшими парами – рычажные, клиновые и винтовые; с высшими парами – кулачковые, зубчатые, фрикционные, мальтийские и храповые.

При изображении механизма на чертеже различают его структурную схему с применением условных обозначений звеньев и пар (без указания размеров звеньев) и кинематическую схему с размерами необходимыми для кинематического расчёта. На схемах звенья обозначают цифрами, а пары и различные точки звеньев – буквами (с указанием числа степеней подвижности). Очевидно, кинематическая схема механизма не изображает его действительного устройства, а может быть использована лишь для кинематического или динамического исследования.

Анимация чертежей осуществляется посредством пошагового изменения какого-либо параметра, заданного переменной. Одновременно происходит перерисовка чертежа на каждом шаге. Например, мы создали чертёж кинематической схемы какого-либо механизма. Чертёж был создан из чертежей-фрагментов, каждый из которых является каким-то звеном схемы. Допустим, мы хотим посмотреть, как будет вести себя механизм при изменении положения ведущего звена. Его положение определяется параметром линии построения, созданной как линия, проходящая через узел под углом к горизонтальной прямой. Этим параметром является угол поворота. Можно назначить на этот параметр переменную.

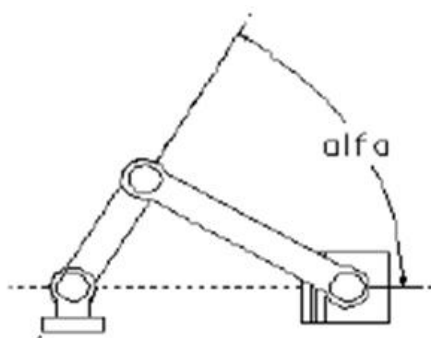


Рисунок 68 – Отображение параметра на элементе

Для того, чтобы «оживить» механизм, необходимо воспользоваться командой AN: Анимировать модель:


Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<AN>	“Параметры Анимация...”	

Рисунок 69 – Панель анимирования моделей

При входе в команду из 2D окна на экране появляется диалоговое окно параметров команды.

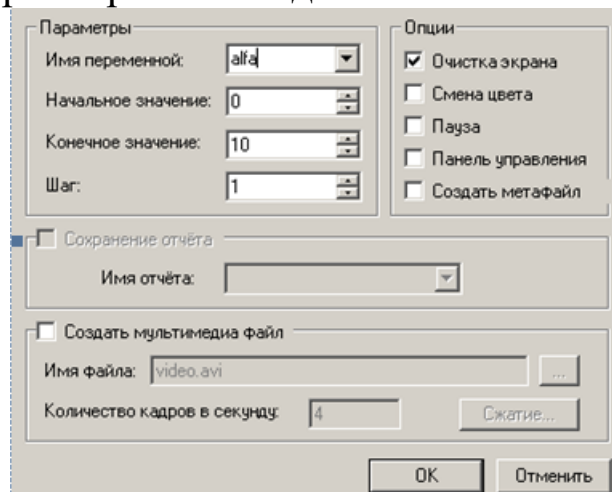


Рисунок 70 – Окно задания параметров команды «Анимировать модель»

Параметры команды:

1. Имя переменной. Вы можете задать имя переменной, значение которой будет изменяться. Переменная не может быть текстовой;
2. Начальное значение. Значение переменной, с которого начнется её изменение;
3. Конечное значение. Значение переменной, при котором закончится выполнение команды;
4. Шаг. Число, которое будет прибавляться к значению переменной на каждом шаге анимации;
5. Очистка экрана. При задании данной опции, на каждом шаге экран будет очищаться. В противном случае, изображение будет накладываться, и вы сможете увидеть динамику движения и изменения чертежа на каждом шаге;
6. Смена цвета. При задании данной опции, изображение на каждом шаге будет отображаться разным цветом. Эта опция полезна, если вы хотите сравнивать различные результаты при изменении значений параметров чертеж;
7. Пауза. При задании данной опции после перерисовки чертежа на каждом шаге система потребует подтвержде-

- ния очередной прорисовки;
8. Создать метафайл. При задании данной опции, изображение, получаемое в результате анимации, будет сохранено в метафайл системы. Затем можно вывести метафайл на принтер или плоттер, включить его в чертёж с помощью команды «IP: Создать картинку» или экспортировать в другой формат. Отметим, что при включенном режиме «Очистка экрана» вывод в метафайл не осуществляется;
 9. Сохранить отчет. При задании данной опции на каждом шаге результат анимации будет записываться в указанный файл-отчёт (его имя нужно указать в параметрах операции);
 10. Данный параметр доступен только при наличии в модели хотя бы одного шаблона отчёта, созданного в команде «REP: Создать отчёт»;
 11. Создать мультимедиа файл. Установка этого флага позволяет создать файл формата *.avi и задать его параметры:
 12. Имя файла;
 13. Количество кадров в секунду. Рекомендуемая частота «24 кадра/сек»;
 14. Графическая кнопка [Сжатие...] вызывает окно настройки параметров сжатия мультимедиа файла;
 15. Программа сжатия. Выбор программы сжатия;
 16. Качество сжатия. Задаёт значение качества сжатия мультимедиа файла;
 17. Опорный кадр. Задаёт количество кадров между опорными кадрами;
 18. Скорость передачи. Задаёт значение скорости передачи (КБ/сек);
 19. Графическая кнопка [Настроить...] выводит окно диалога для ввода соответствующих настроек выбранной программы сжатия;
 20. Для прекращения анимации во время работы нажмите <Esc>.

Ход работы:

Для выполнения работы следует выполнить следующие пункты:

1. Создать новый документ;
2. Настроить необходимые панели инструментов;
3. Создать 2D-модель;
4. Провести анимацию модели;
5. Создать мультимедиа-файл формата *.avi;
6. Защитить работу.

Для примера рассмотрим задачу. по схеме и варианту (см. приложение А) построить 2D-модель, провести анимацию модели и создать мультимедиа-файл формата *.avi.

На рисунке представлена схема кинематического механизма, который будет анимироваться в качестве примера.

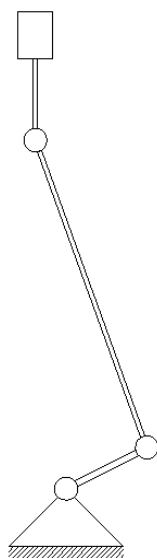



Рисунок 71 – Схема кинематического механизма

Для начала необходимо создать новый документ, выбрав левой клавишей мыши иконку  – «Создать новый чертёж» на стандартной панели инструментов. Затем нужно создать две перпендикулярные прямые. Для этого вызывается команда «L: Построить прямую».







Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<L>	«Построения Прямая»	

Рисунок 72 – Стандартная панель

Из появившихся опций выбрать и построить две прямые в любой удобной точке. Затем при помощи опций (табл. 4),

Список опций

	<X>	Создать две перпендикулярные прямые и узел <X>
	<H>	Создать горизонтальную прямую <H>
	<V>	Создать вертикальную прямую <V>
	<L>	Выбрать прямую привязки <L>
	<A>	Выбрать ось симметрии (прямую) <A>

а так же при помощи опций команды «С: Построить окружность» (рис.73) построить все необходимые линии построения, для создания кинематического механизма. Особое внимание необходимо уделять правильности взаимного положения линий, их взаимосвязи.


Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<C>	«Построения Окружность»	

Рисунок 73 – Команда «С: Построить окружность»

Например, после создания двух пересекающихся прямых, создать первое звено механизма можно следующим образом: построить прямую, проходящую через точку пересечения прямых (её можно обозначить буквой «А»), которая будет являться шарниром для звена. Для этого необходимо выбрать опцию «L: Выбрать прямую привязки», а затем левой клавишей мыши указать эту точку. Появится прямая, проходящая под некоторым углом к имеющимся прямым. Этот угол можно задать в градусах с клавиатуры либо простым нажатием левой клавиши мыши на рабочем поле, после придания прямой необходимого положения.

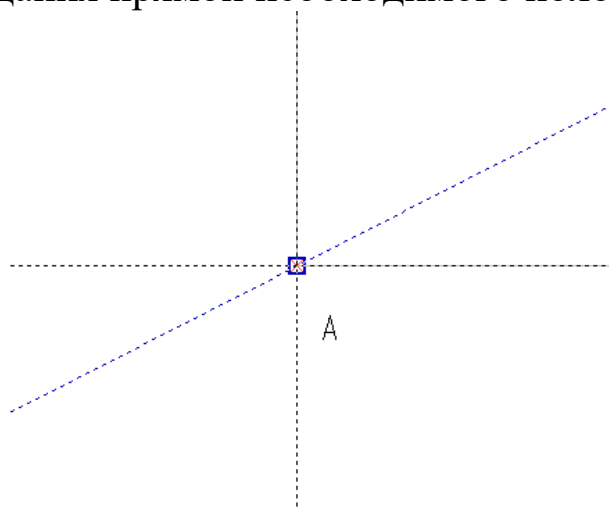


Рисунок 74 – Создание прямой под углом к горизонтали
Но для данного примера требуется указать вместо числового

значения угла параметр, например, *alfa*.

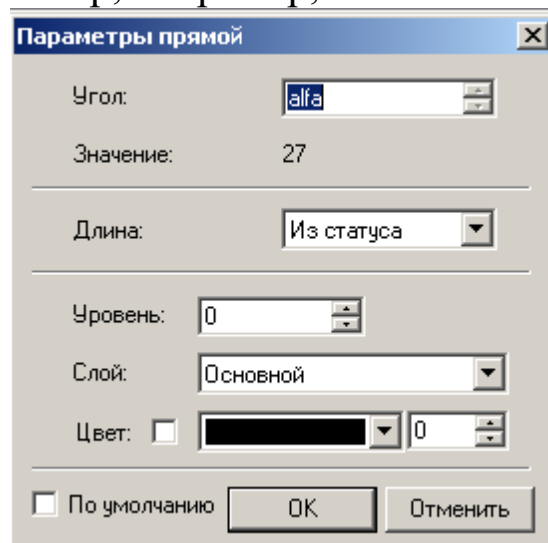


Рисунок 75 – Задания параметра *alfa*

Затем необходимо построить окружность с центром в той же точке, радиус которой будет равен длине звена АВ. В точке пересечения первого звена и окружности получится следующий шарнир кинематического механизма (обозначить буквой «В»).

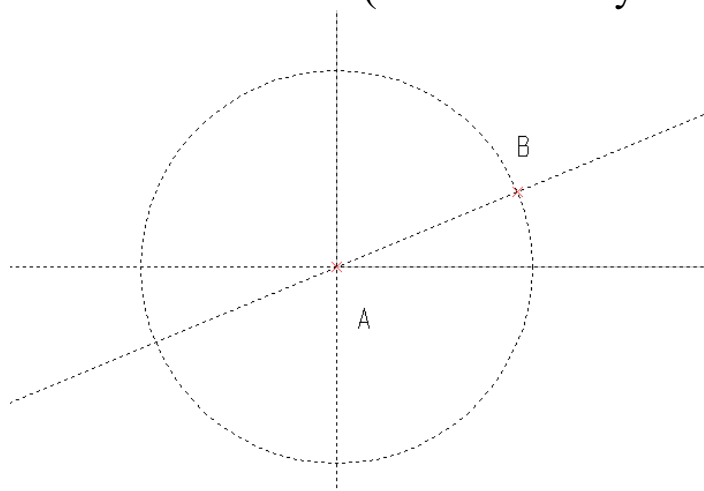


Рисунок 76 – Задание длины звена механизма

Чтобы нанести надпись, необходимо выбрать команду «ТЕ: Создать текст»:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<ТЕ>	«Чертеж Текст»	

Рисунок 77 – Команда «ТЕ: Создать текст»

Указать место, где будет расположен текст и ввести его содержание.

Построение следующего звена необходимо вести от вновь полученной точки, аналогично первому звену.

В итоге получается модель кинематического механизма.

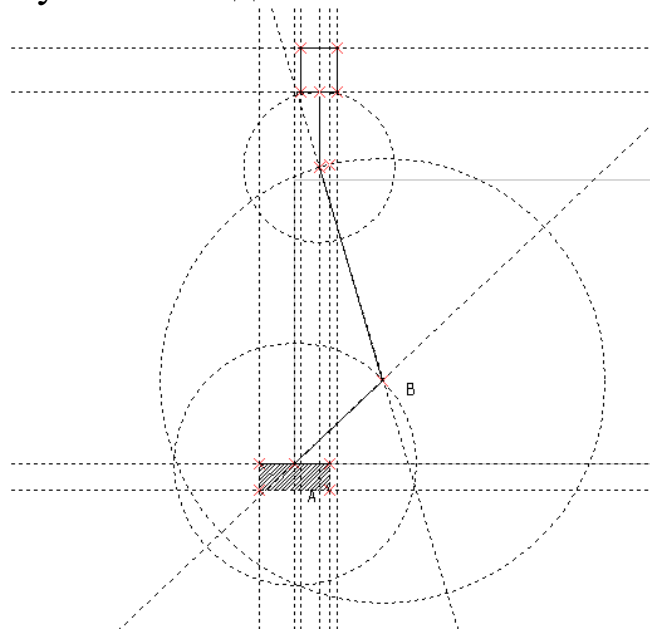


Рисунок 78 – Модель кинематического механизма

Для придания наглядности необходимо при помощи тех же линий построения задать толщину звеньев и шарниров. Кроме того, необходимо задать их цвет. Для этого необходимо заштриховать звенья, при этом в параметрах штриховки указать «Заливка» и выбрать цвет

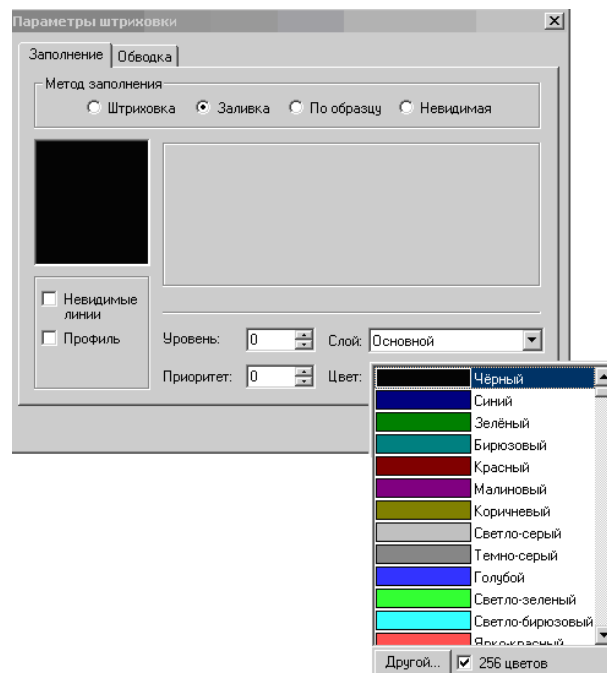


Рисунок 79 – Изменение параметров штриховки

В итоге необходимо получить готовую модель кинематического механизма.

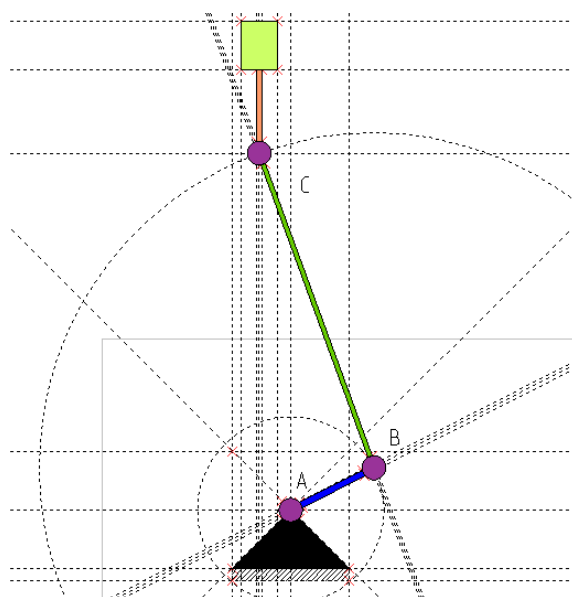


Рисунок 80 – Пример модели кинематического механизма

Для того, чтобы «оживить» механизм, необходимо воспользоваться командой «AN: Анимировать модель»:


Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<AN>	“Параметры Анимация...”	

Рисунок 81 – «AN: Анимировать модель»

При входе в команду из 2D окна на экране появляется диалоговое окно параметров команды.

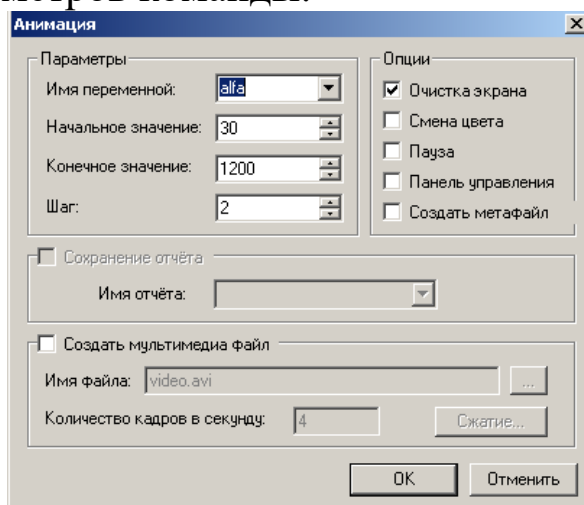


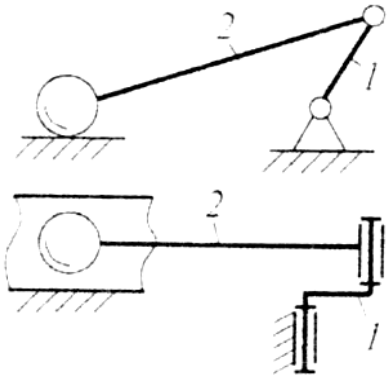
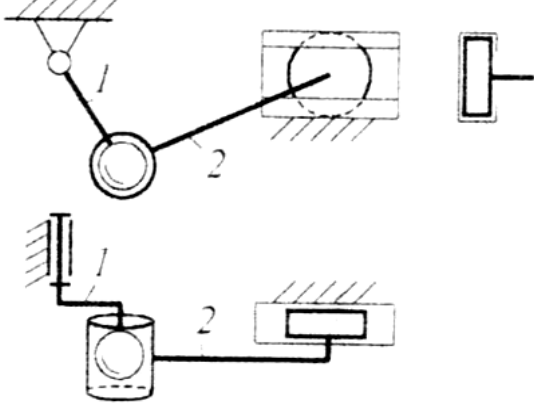
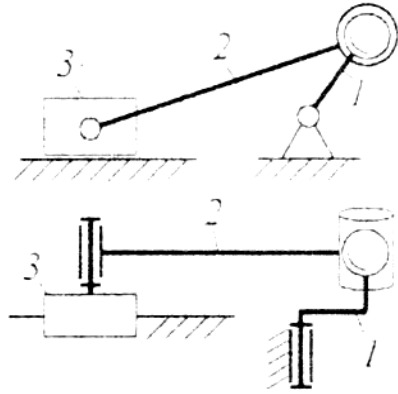
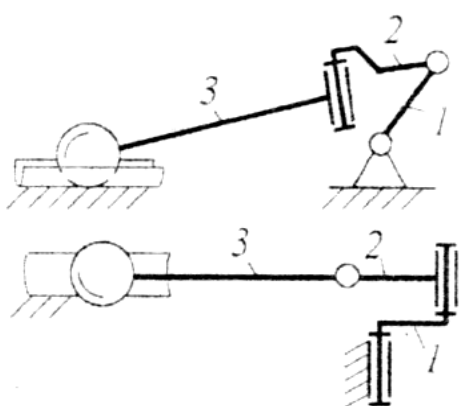
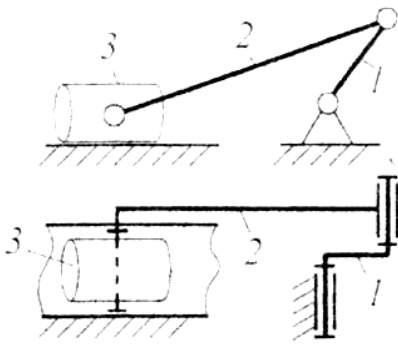
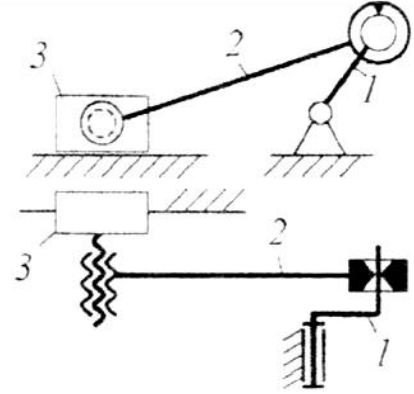
Рисунок 82 – Окно задания параметров команды «Анимировать модель»

Для создания файла формата *.avi нужно установить флаг «Создать мультимедиа файл» и задать его параметры: **Имя файла**, (например, «Механизм») **Количество кадров в секунду** (24 кадра/сек).

Затем нажать на графическую кнопку **Сжатие....** Это вызо-

вет окно настройки параметров сжатия мультимедиа файла. Требуется выбрать **Программу сжатия** и **Качество сжатия**.

Варианты работы.

<p>1</p>  <p>1 – 20 см, 2 – 40 см</p>	<p>2</p>  <p>1 – 10 см, 2 – 25 см</p>
<p>3</p>  <p>1 – 10 см, 2 – 35 см</p>	<p>4</p>  <p>1 – 10 см, 2 – 25 см, 3 – 40 см</p>
<p>5</p>  <p>1 – 15 см, 2 – 30 см</p>	<p>6</p>  <p>1 – 20 см, 2 – 45 см</p>

Контрольные вопросы:

1. Какие инструменты применяются для создания анимации?

2. Последовательность действий при использовании команды «Анимировать модель»;
3. Основные параметры команды «Анимировать модель».

Практическое занятие № 9

Создание 3D модели

Цель:

Овладеть навыками проектирования и моделирования трехмерных объектов для создания реалистичных и функциональных моделей различных предметов, изделий или механизмов с целью визуализации, анализа конструкции, проектирования и подготовки к производству

Задачи:

1. Освоить основные инструменты и функции программного обеспечения для создания 3D моделей;
2. Понять принципы построения и моделирования объектов в трехмерном пространстве;
3. Создать разнообразные 3D модели, включая предметы быта, механизмы, архитектурные элементы и другие объекты.

Теоретическое положение:

3D-модель в Компас 3D представляет собой трехмерное изображение объекта, созданное в программе Компас 3D. Эта модель содержит информацию о форме, размерах и расположении элементов объекта в трехмерном пространстве. С помощью 3D-модели можно визуализировать объект, проводить анализ его конструкции, создавать чертежи и многое другое.

Для примера разберем простой пример построения 3D модели. Создаём новый документ КОМПАС 3D – «Деталь»:

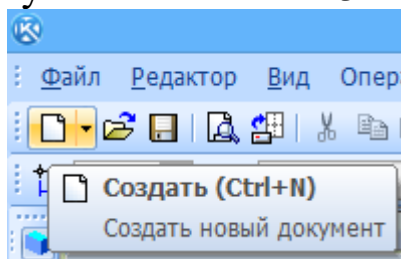


Рисунок 83 – Создание детали

В появившемся диалоговом окне «Новый документ» выберите пункт «Деталь» и нажмите кнопку ОК.

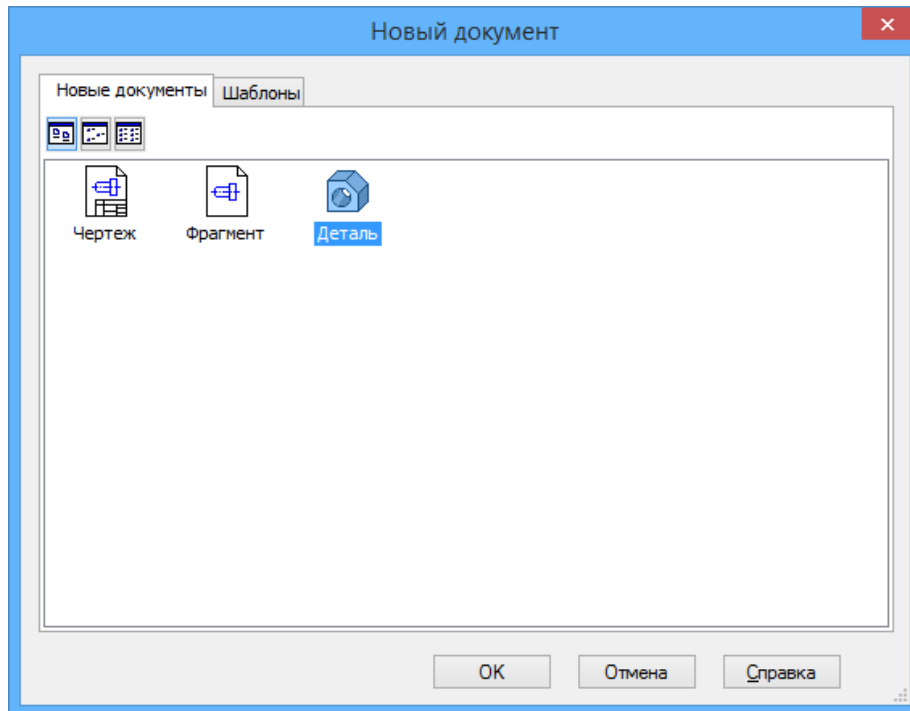


Рисунок 84 – Выбор операции создание детали

Для создания первого эскиза под операцию «Вращение» воспользуемся одной из стандартных плоскостей, а именно «Плоскость ZY». Для этого выберем или в дереве модели пункт с одноимённым названием:

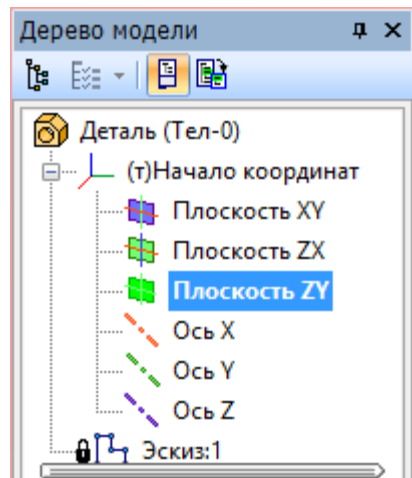


Рисунок 85 – Выбор плоскости ZY

Или прямо в окне модели наглядное изображение данной плоскости:

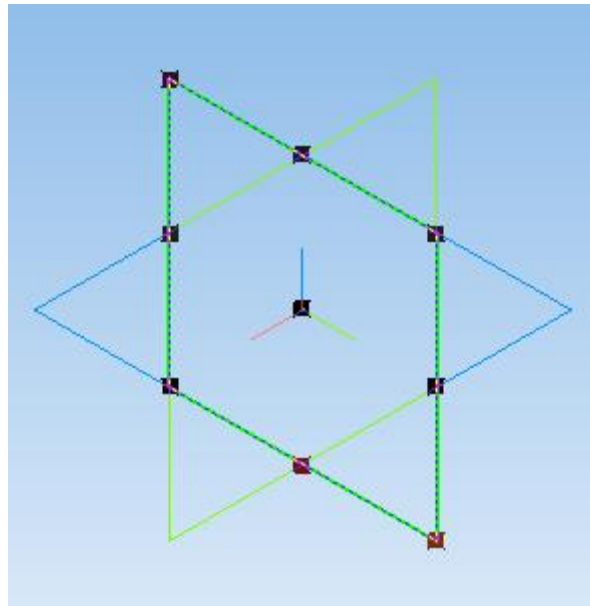


Рисунок 86 – Наглядное изображение плоскости
Установите ориентацию вида «Справа»:

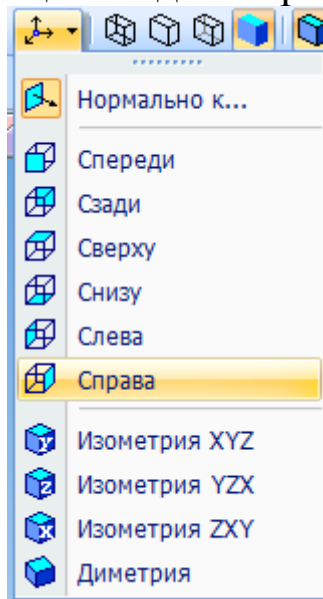


Рисунок 87 – Ориентация вида Справа

И поверните пространство модели так, чтобы оси заняли своё нормальное положение, а именно ось Z смотрела вверх, а ось Y – вправо. Для вращения пространства модели необходимо зажать кнопку «Alt» на клавиатуре и нажимать стрелки влево или вправо. Разметим пространство эскиза при помощи примитива «Вспомогательная прямая».

Выберем соответствующий пункт на панели инструментов «Геометрия»:

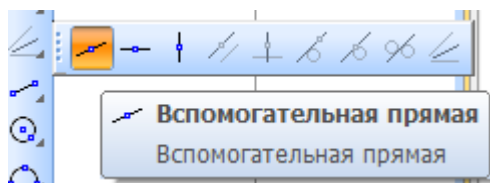


Рисунок 88 – Выбор примитива «Вспомогательная линия»

Или в главном меню: Инструменты – Геометрия – Вспомогательные прямые – Вспомогательная прямая:

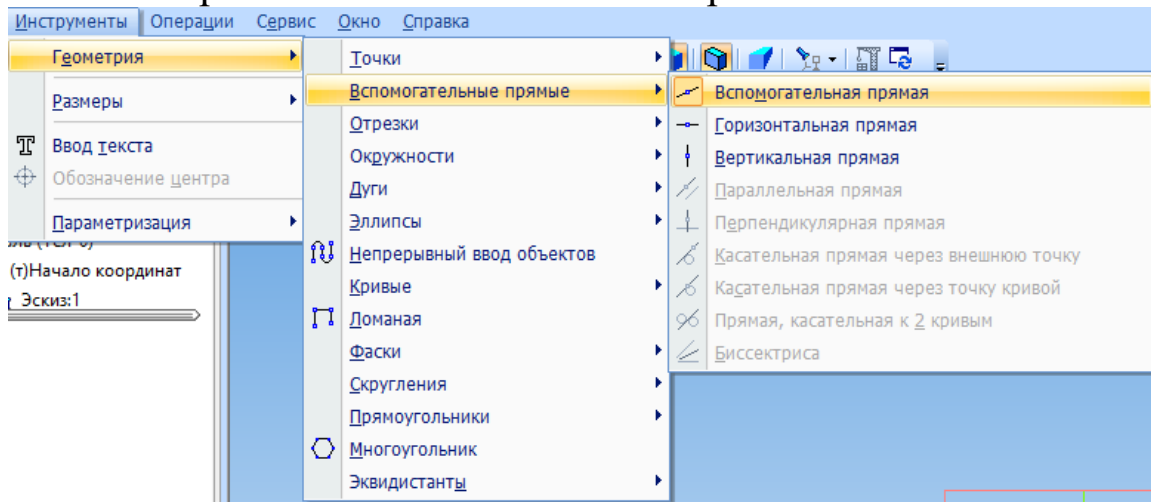


Рисунок 89 – Альтернативный способ выбора примитива «Вспомогательная линия»

Отметим начало координат перекрестием из вертикальной и горизонтальной вспомогательных прямых. Скопируем вертикальную прямую на 20 мм вправо. Для этого выделите вертикальную прямую, затем выберите команду «Копия указанием» на панели инструментов «Редактирование»:

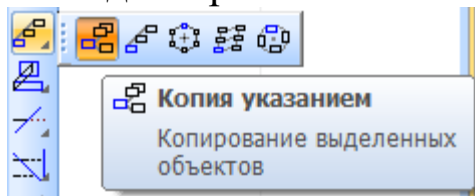


Рисунок 90 – Выбор команды «Копия указанием»

Или выберите пункт главного меню Редактор – Копия – Указанием:

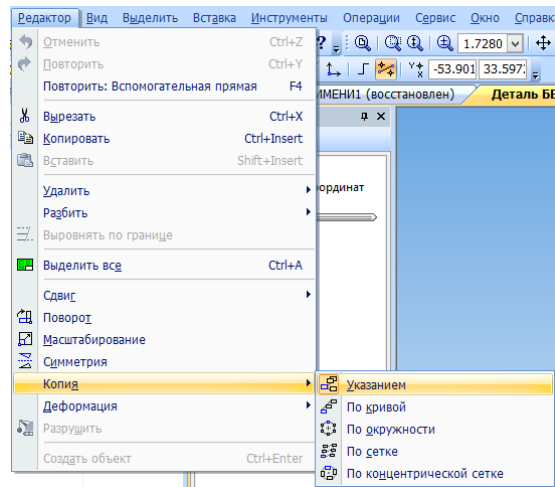


Рисунок 91 – Альтернативный способ выбора команды «Копия указанием»

Укажите базовую точку в начале координат (хотя это и не принципиально). А в строке параметров операции укажите величину смещения по оси $X - 0$, а по оси $Y - -20$ мм:

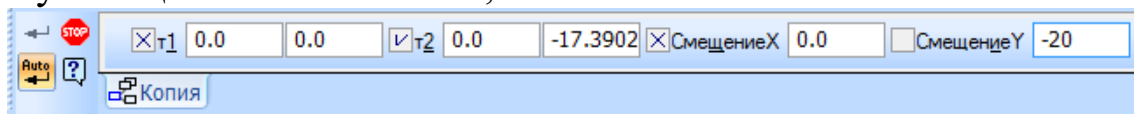


Рисунок 92 – Указание базовой точки

Скопируем вновь созданную прямую в противоположном направлении на 12 мм. Её же скопируем на 10 мм, а затем результат скопируем вправо на 1 мм:

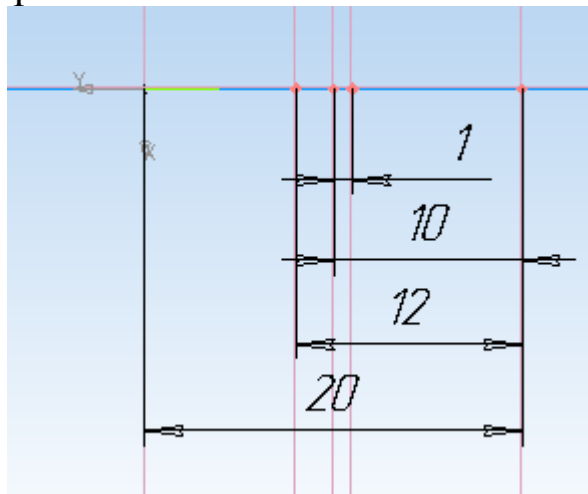


Рисунок 93 – Создание прямых

Скопируйте горизонтальную прямую на 5, 11, 12 и 15 мм вверх:

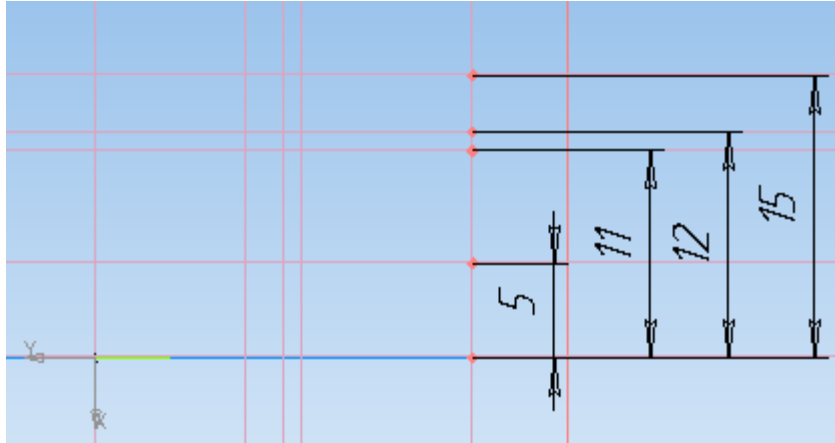


Рисунок 94 – Копирование на вверх

Построим наклонную прямую, определяющую границу конуса от сверла, проходящую через точку пересечения линий:

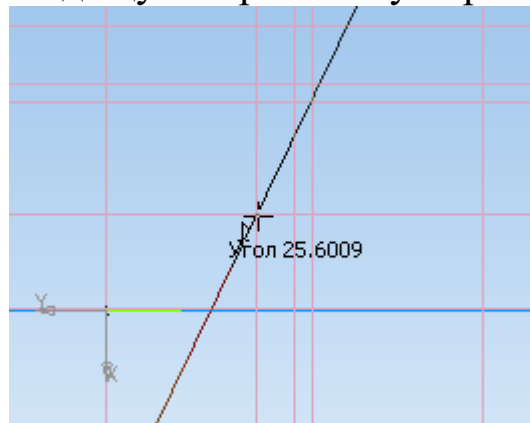


Рисунок 95 – Установка значения угла в 30 градусов

Выполним обводку контура нашего эскиза при помощи команды «Непрерывный ввод объектов», расположенной на панели инструментов «Геометрия»:

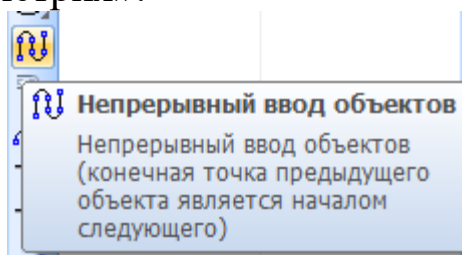


Рисунок 96 – Выбор режима ввода «Непрерывный ввод»

Тоже самое можно было бы сделать и при помощи команды «Отрезок», однако в данной ситуации, когда необходима серия отрезков, построенных по узлам, то воспользуемся непрерывным вводом:

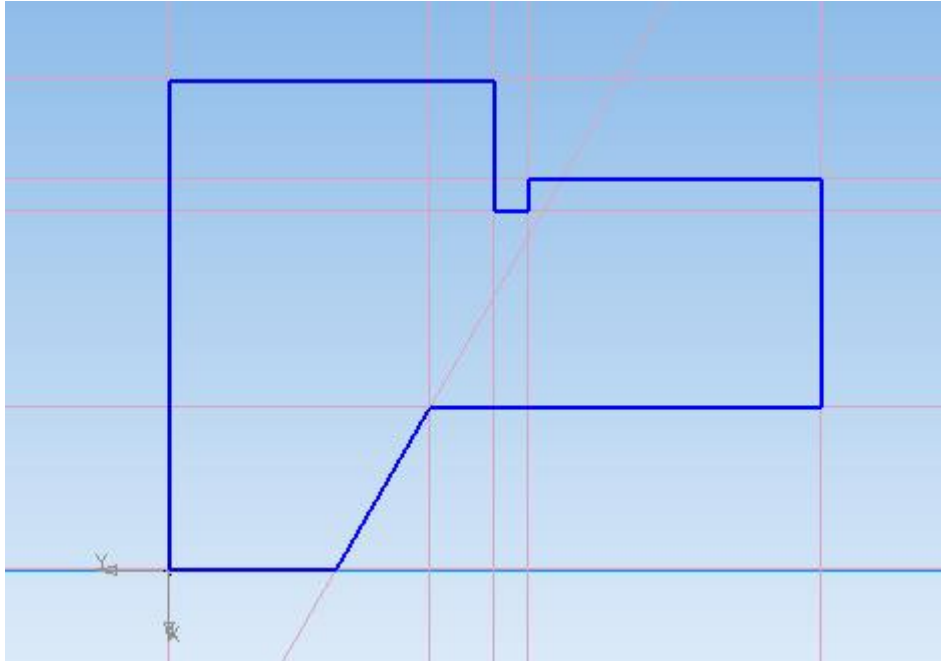


Рисунок 97 – Результат проекции

Для удобства нарисует осевую линию. Для этого выберите команду «Отрезок». Проведите его вдоль нижней горизонтальной линии:

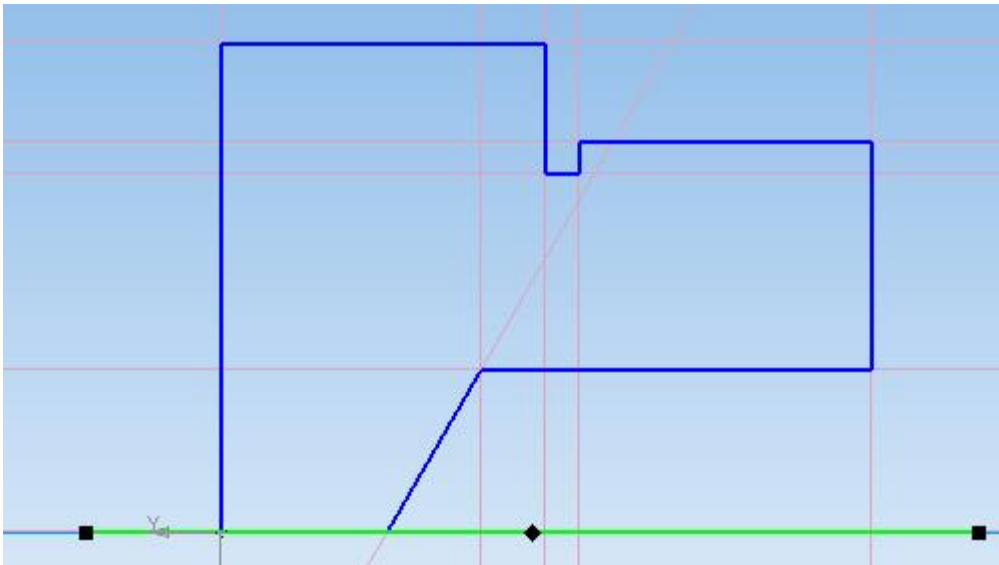


Рисунок 98 – Построение осевой линии

В появившейся всплывающей панели выберите тип линии «Осевая»:

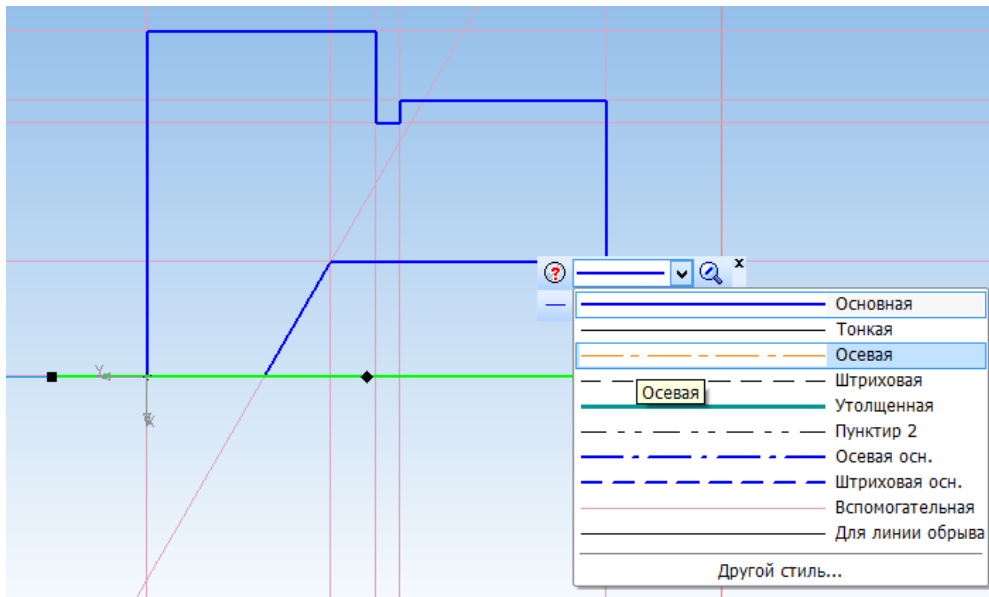


Рисунок 99 – Выбор вида линии

Завершите работу с эскизом нажатием кнопки «Эскиз»:

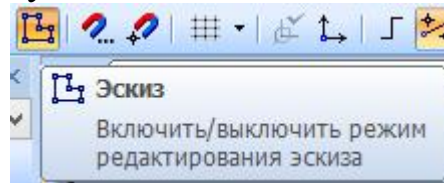


Рисунок 100 – Завершение работы в Эскизе

В пространстве модели появится изображение только что созданного эскиза:

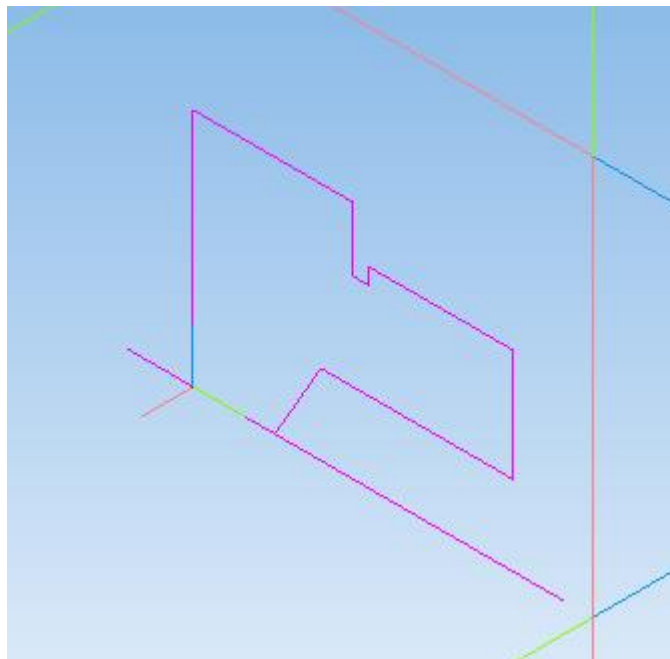


Рисунок 101 – Изображение созданного эскиза

На панели инструментов «Редактирование детали» выберите команду «Операция вращения»:

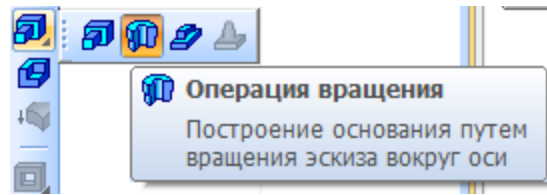


Рисунок 102 – Выбор операции вращения

Подтвердите создание операции. В окне модели отобразится результат:

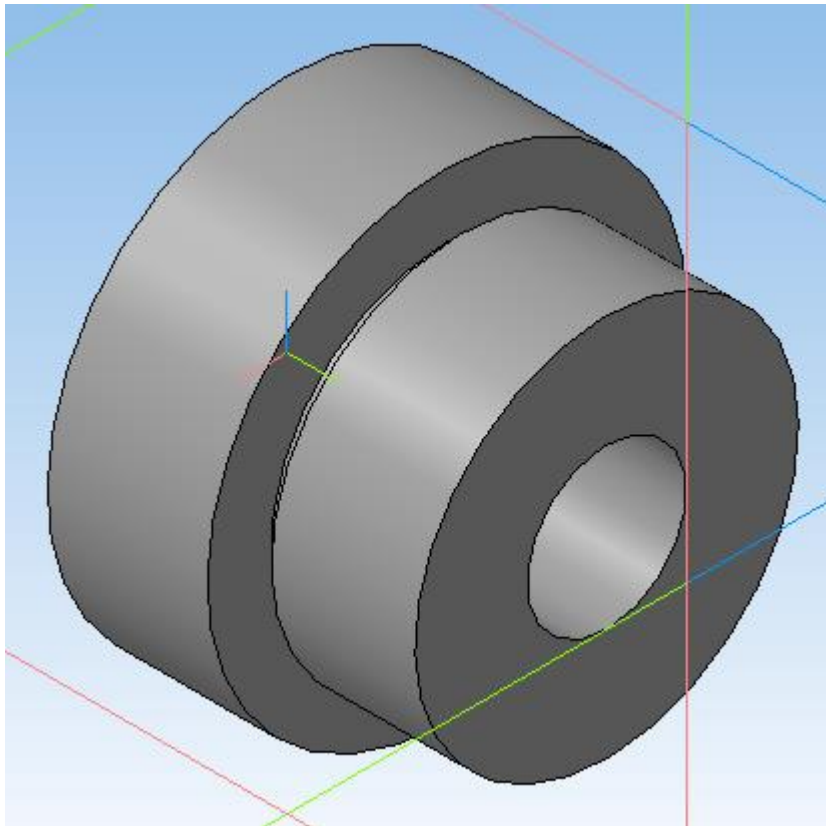


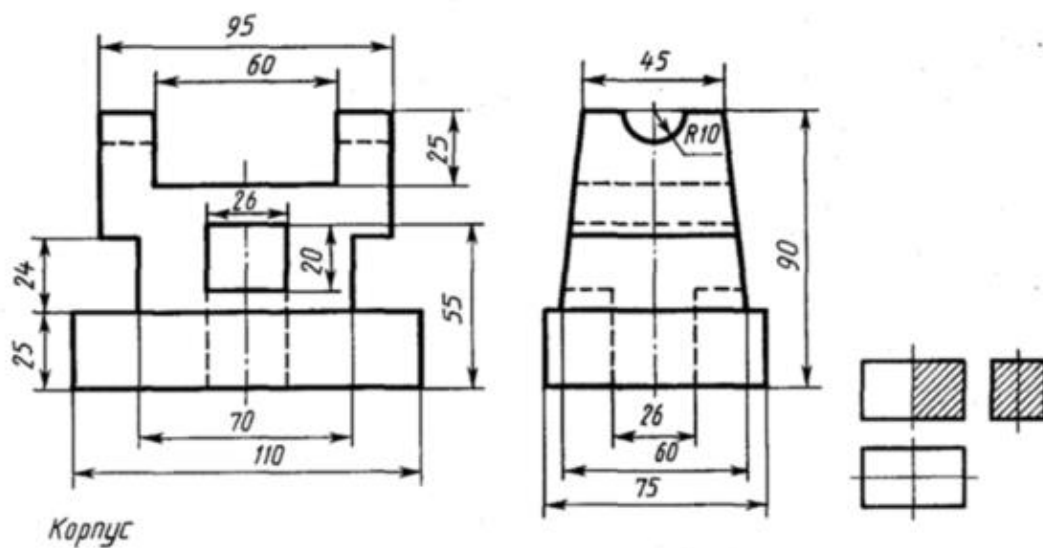
Рисунок 103 – Предварительный вариант детали

Ход работы:

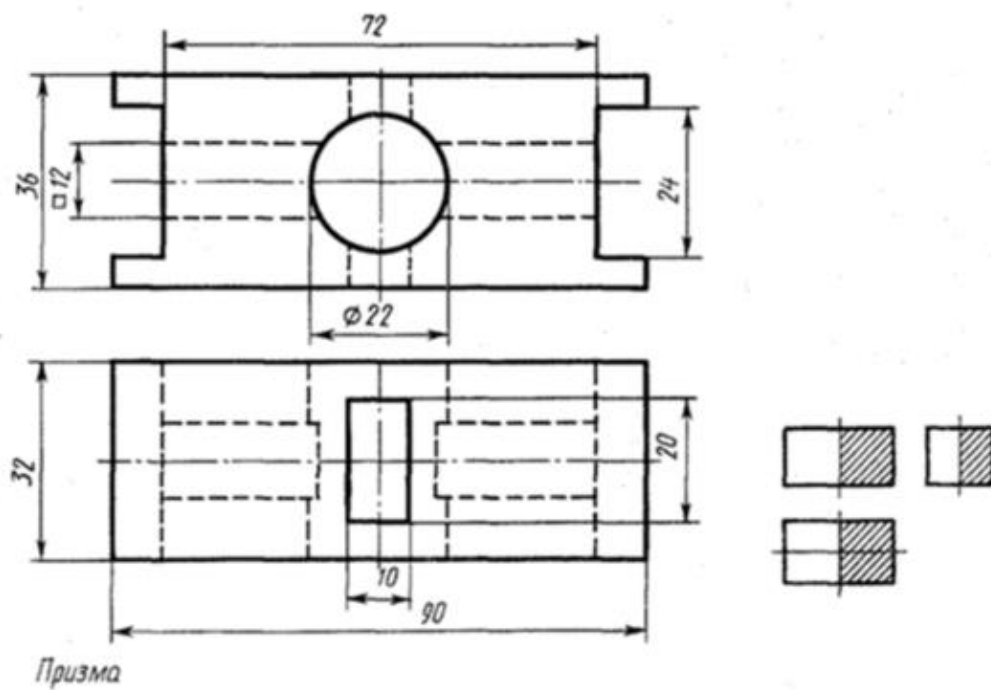
Для выполнения работы следует выполнить построение детали по 2-м проекциям, построив 3-ию проекцию. После построить 3D модель относительно 3 проекции. Каждый шаг отображать в отчете.

Варианты:

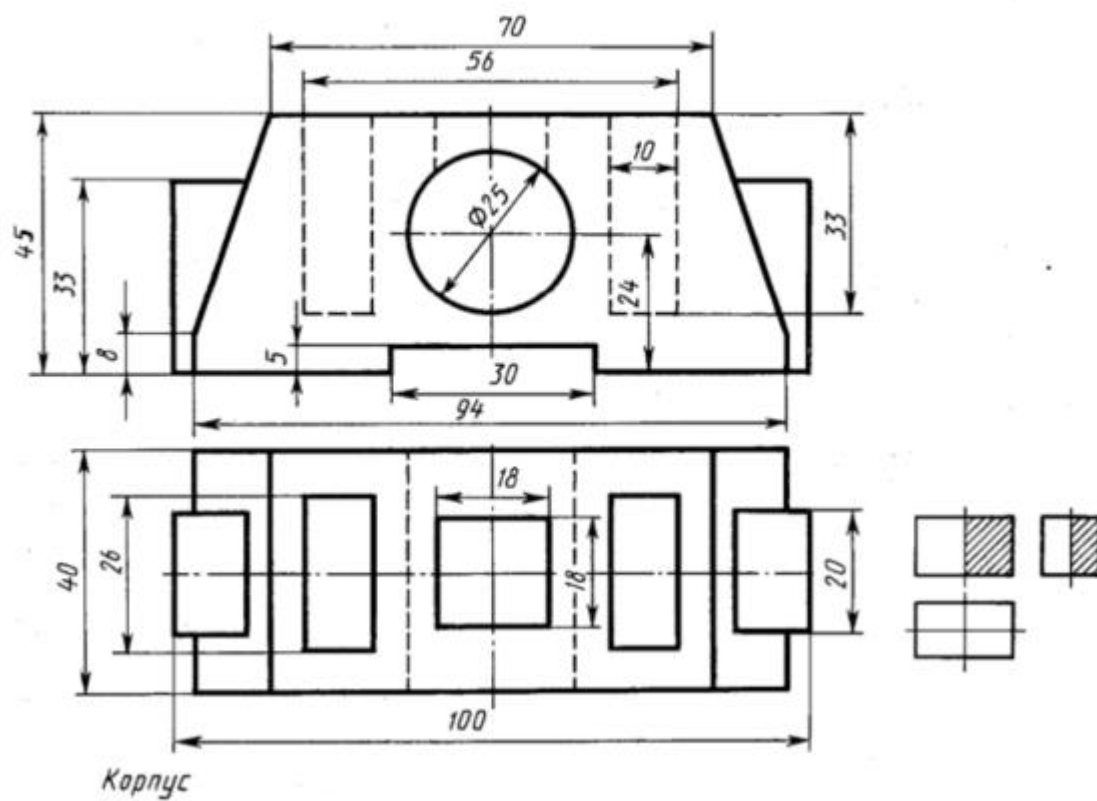
Вариант 1



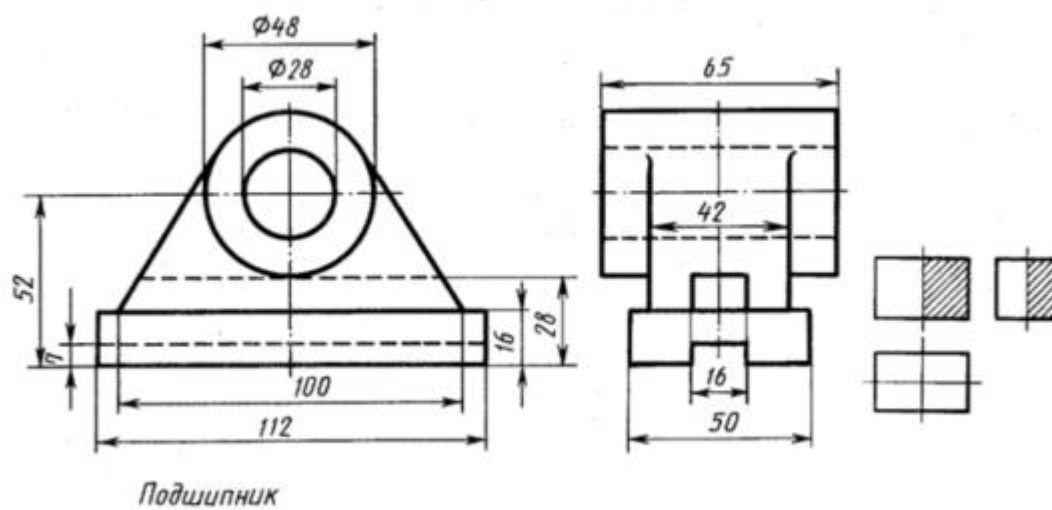
Вариант 2



Вариант 3



Вариант 4



Контрольные вопросы:

1. Что такое 3D-модель в программе Компас 3D?
2. Какие основные шаги необходимо выполнить для создания 3D-модели в Компас 3D?
3. Какие инструменты и функции используются при построении 3D-модели в Компас 3D?
4. Как можно изменить размеры и форму объекта в 3D-модели?
5. Каким образом можно просматривать и редактировать созданную 3D-модель в Компас 3D?
6. Как сохранить и экспортировать 3D-модель из программы Компас 3D?
7. Какие преимущества предоставляет работа с 3D-моделями в сравнении с 2D чертежами?
8. Какие основные принципы следует соблюдать при создании сложных 3D-моделей в Компас 3D?
9. Каким образом можно добавить текстуры и цвета к 3D-модели в Компас 3D?
10. Как провести анализ созданной 3D-модели на прочность или другие технические характеристики в программе Компас 3D?

Практическое занятие № 10

Построение многотельных деталей

Цель:

Изучить и освоить методики построения сложных многотельных деталей в программе Компас 3D с целью повышения навыков работы с трехмерными моделями и создания технически сложных конструкций для эффективного проектирования и производства.

Задачи:

1. Изучить основные принципы построения многотельных деталей в программе Компас 3D;
2. Освоить инструменты и функции программы Компас 3D, необходимые для создания сложных многотельных деталей;
3. Построить несколько простых многотельных деталей для практического освоения процесса моделирования.

Теоретическое положение:

Модель КОМПАС-3D может содержать несколько твердых тел. Наличие нескольких тел может понадобиться, например, для создания в модели тела с полостями сложной формы. Такое тело получают вычитанием одного тела из другого с помощью булевой операции. В этом случае нужно создать два пересекающихся тела, первое из которых будет определять форму детали, а второе – форму полости, а затем произвести над телами булеву операцию вычитания второго тела из первого. Данный способ проектирования рекомендуется для создания деталей со сложными карманами или другими выборками, проходящими через сложные поверхности и имеющими округления.

Другой вариант использования многотельного моделирования – проектирование «с нескольких сторон». Оно заключается в том, что отдельные части детали создаются как самостоятельные тела, а затем объединяются. Пересекающиеся тела можно объединить путем выполнения над ними булевой операции, а непересекающиеся – путем построения, нового пересекающегося с ними тела.

Использование нескольких тел расширяет возможности построения и снимает ограничения на создание моделей, которые можно получить только объединением, вычитанием или пересечением.

чением тел, например, можно построить деталь путем объединения тонкостенных тел с разной толщиной стенки.

Наличие нескольких тел может понадобиться, например, для создания в модели тела с полостями сложной формы. Такое тело получают вычитанием одного тела из другого с помощью булевой операции. В этом случае нужно создать два пересекающихся тела, первое из которых будет определять форму детали, а второе – форму полости, а затем произвести над телами булеву операцию вычитания второго тела из первого. Данный способ проектирования рекомендуется для создания деталей со сложными карманами или другими выборками, проходящими через сложные поверхности и имеющими скругления.

Другой вариант использования многотельного моделирования – проектирование «с нескольких сторон». Оно заключается в том, что отдельные части детали создаются как самостоятельные тела, а затем объединяются. Пересекающиеся тела можно объединить путем выполнения над ними булевой операции, а непересекающиеся – путем построения нового пересекающегося с ними тела.

Использование нескольких тел расширяет возможности построения и снимает ограничения на создание моделей, которые можно получить только объединением, вычитанием или пересечением тел. Например, можно построить деталь путем объединения тонкостенных тел с разной толщиной стенки.

Несколько тел в модели можно получить при использовании типовых операций построения тел, если результатом операций является вариант Новое тело.

Для каждого тела можно задать параметры МЦХ, цвет и свойства поверхности. Подробнее об управлении цветом и оптическими свойствами.

В некоторых случаях требуется разделить имеющееся в модели тело на несколько тел. Для этого используется операция Разрезать. Полученные тела наследуют свойства из исходного, но после разделения им можно задавать разные значения свойств.

При выполнении большинства операций в детали в связи с появлением многотельности добавился выбор нескольких вариантов (режимов) построения:

- При вырезании (удалении материала): вычитание элемента – удаление материала детали происходит внутри замкнутой поверхности, сформированной по заданному эскизу и типу операции (выдавливание, вращение и т. д.); пересечение элементов – удаление материала детали, находящегося снаружи поверхности, которая сформирована в результате операции;
- При «приклеивании» (добавлении материала): новое тело – добавляемый трехмерный элемент формирует в детали новое твердое тело, независимо от того, пересекается он с уже существующими телами или нет. Если создаваемый элемент не имеет пересечений или касаний с существующей геометрией детали, то эта функция включается автоматически; объединение – добавляемый элемент соединяется с твердым телом, с которым он пересекается; автообъединение – при этом система автоматически объединяет в одно тело существующий и новый элементы, если они пересекаются, или формирует новое тело, если они не пересекаются. Однако, наряду со многими преимуществами многодельного моделирования, способы получения нескольких тел в модели ограничены следующим;
- Каждое тело в модели детали должно быть неразрывным, из чего следует, что не допускается выполнение таких формообразующих операций, которые разделяют одно или несколько тел на части. Например, нельзя с помощью операции вырезания (или какой-либо другой) разбить тело на несколько нестыкующихся частей. Если вы точно знаете, что в вашей детали будет несколько разрозненных частей, необходимо сразу создавать их как отдельные тела;
- Нельзя перемещать тела в модели (как, например, детали в сборке), кроме как изменяя положения их эскизов;
- Невозможно копировать тела с помощью команд создания массивов. Тело, полученное в результате булевой операции или операции Зеркально отразить тело, также нельзя использовать в массивах. Более того, любые элементы тела, участвовавшего в булевой операции, также

не получится размножить;

- При применении массивов в деталях с несколькими твердыми телами копируемые элементы (приклеенные или вырезанные) размещаются на том же теле, что и исходный элемент;
- При наличии пересекающихся, но разных тел в одной детали ассоциативные чертежи могут быть неправильно построены.

Ход работы:

1. Создайте простые 3D примитивы, используя функции, описанные в теоретической части работы;
2. Добавьте к первому пункту еще 1 примитив;
3. Все пункты работы отобразить в отчете, прикрепляя скриншоты и комментарии к ним.

Контрольные вопросы:

1. Что такое многотельные детали в инженерном проектировании?
2. Какие преимущества предоставляют многотельные детали по сравнению с отдельными элементами?
3. Какие основные шаги необходимо выполнить для построения многотельных деталей?
4. Какие инструменты и программное обеспечение можно использовать для моделирования многотельных деталей?
5. Как устанавливаются связи и ограничения между компонентами многотельных деталей?

Практическое занятие № 11

Создание параметрической 3D модели по чертежу - метод от 2D к 3D

Цель:

Изучить и применить методику создания параметрической трехмерной модели объекта на основе двухмерного чертежа с использованием специализированных инструментов программы моделирования, с целью эффективного перехода от двумерного проектирования к трехмерному моделированию.

Задачи:

1. Освоить методику перехода от двумерного чертежа к трехмерной параметрической модели в программе моделирования, такой как Компас 3D;
2. Изучить принципы построения параметрических моделей и использование параметров для изменения размеров и форм объектов;
3. Создать трехмерную модель объекта на основе предоставленного двумерного чертежа с учетом всех геометрических параметров.

Теоретическое положение:

Этот метод предполагает создание трехмерной модели объекта на основе двухмерного чертежа путем переноса геометрических данных и размеров из 2D в 3D пространство. Параметрический подход позволяет задавать параметры объекта, такие как размеры, углы, радиусы и другие характеристики, которые могут быть легко изменены для автоматического обновления формы модели. Этот метод обеспечивает более эффективное и точное моделирование, позволяя создавать сложные 3D модели, соответствующие исходному 2D чертежу.

Для создания параметрической 3D модели по чертежу методом от 2D к 3D можно использовать следующий процесс:

1. Импорт чертежа: начните с импорта двухмерного чертежа в программу моделирования, например, в Компас 3D;
2. Создание базовых форм: используйте инструменты построения геометрических фигур (линии, окружности, прямоугольники и т.д.) для создания базовых форм и контуров объекта по чертежу;
3. Преобразование в трехмерное пространство: преобразуй-

- те двухмерные формы в трехмерные, задавая им высоту, толщину и другие размеры;
4. Применение параметров: определите параметры объекта, такие как размеры, углы, радиусы и другие характеристики, которые могут быть изменены для автоматического изменения формы модели;
 5. Создание дополнительных элементов: добавьте дополнительные элементы, детали и особенности к модели, используя инструменты моделирования для создания сложных форм и соединений;
 6. Установка связей и ограничений: задайте связи и ограничения между компонентами модели для обеспечения их правильного взаимодействия и функционирования.

В программе Компас 3D для перехода от 2D к 3D моделированию используются следующие инструменты и функции:

1. Экструзия (Выдавливание): Позволяет создавать трехмерные объекты путем выдавливания двумерных контуров вдоль оси;
2. Вращение: Позволяет вращать двумерные фигуры вокруг оси, создавая трехмерные объекты;
3. Поверхность вращения: Аналогично вращению, но позволяет создавать сложные трехмерные поверхности из двумерных фигур;
4. Поверхность по траектории: Создает трехмерные объекты, следующие заданной траектории;
5. Построение объемных тел: Позволяет создавать объемные фигуры на основе двумерных контуров.

Эти инструменты и функции позволяют эффективно и точно переносить информацию из двухмерного чертежа в трехмерное пространство, создавая параметрические 3D модели в программе Компас 3D.

Для лучше понимания рассмотрим построение 3D детали по готовому чертежу на примере функции «Выдавливания».

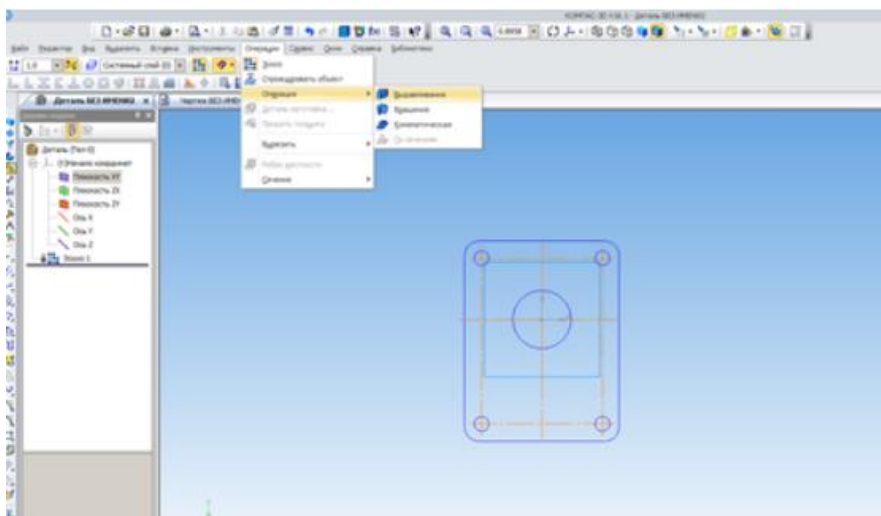


Рисунок 106 – Выбор операции выдавливания

Вот теперь мы увидим окошко, где можно задавать толщину, которая нам необходима. Задайте значения через параметры (практическая работа 6 и 7) и в результате получится 3D деталь.

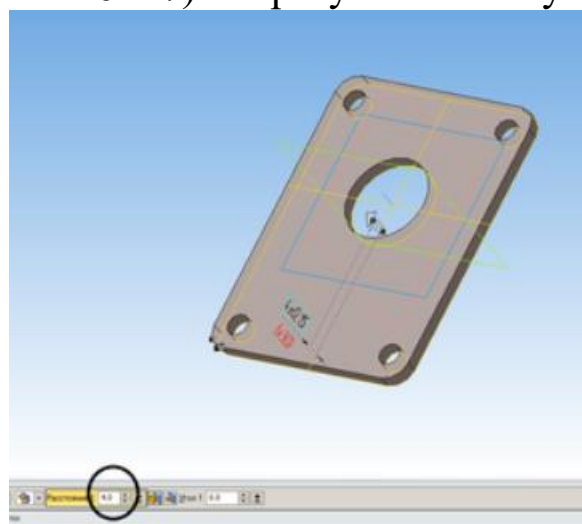


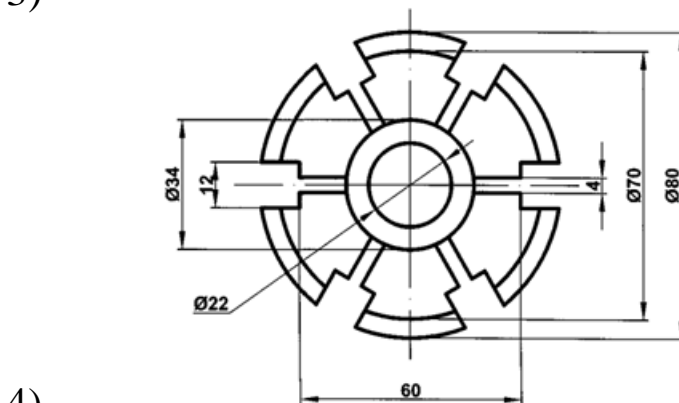
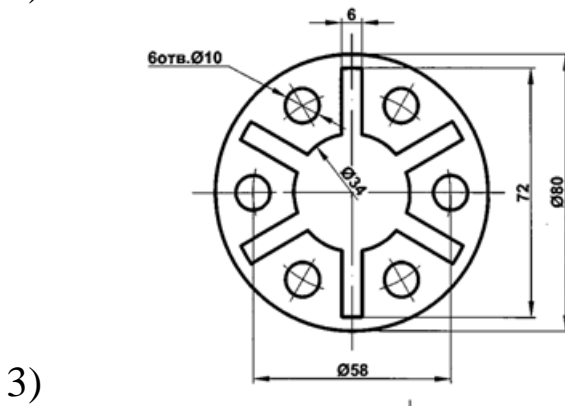
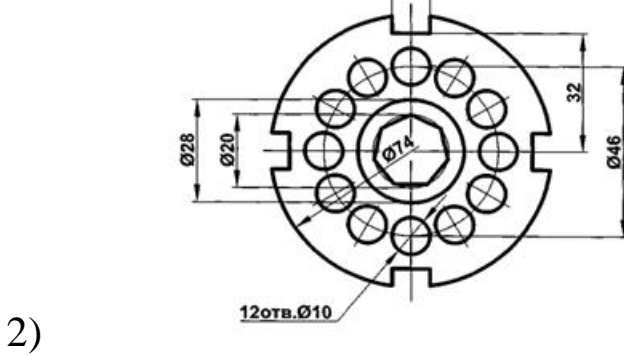
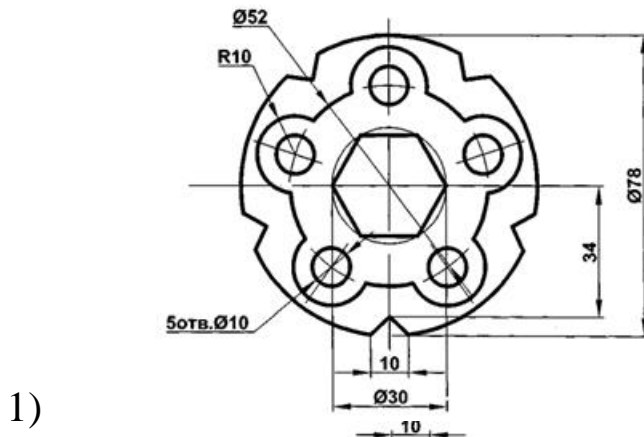
Рисунок 107 – Результат выполнения работы

Ход работы:

Для выполнения данной лабораторной работы вам нужно изучить теоретическое положение. Затем выполнить следующие задачи:

1. Создать чертеж по вариантам;
2. Задать через параметры размеры элементов (определяется с преподавателем);
3. Создать 3D деталь, используя методы, описанные в данной лабораторной работе;
4. Составить отчет, прикрепляя скриншоты с комментариями.

Варианты:



Контрольные вопросы:

1. Чем отличается параметрическое моделирование от обычного моделирования в программе Компас 3D?

2. Какие инструменты и функции программы Компас 3D используются при создании параметрической 3D модели по двумерному чертежу?
3. Какие преимущества предоставляет метод перехода от 2D к 3D при создании моделей в программе Компас 3D?
4. Каким образом параметры объекта могут быть использованы для изменения размеров и формы модели в процессе моделирования?
5. Какие шаги необходимо выполнить для успешного создания параметрической 3D модели по чертежу в Компас 3D?

Практическое занятие № 12

Твердотельное моделирование

Цель:

Изучить основные принципы и методики твердотельного моделирования, освоить программные инструменты для создания трехмерных моделей объектов с учетом их геометрии, размеров и взаимодействий, с целью эффективного проектирования, анализа и визуализации различных технических конструкций и изделий.

Задачи:

1. Изучить основные принципы твердотельного моделирования и основные понятия, используемые в трехмерном проектировании;
2. Освоить программное обеспечение для твердотельного моделирования;
3. Создать несколько базовых твердотельных моделей, включающих простые геометрические фигуры (куб, цилиндр, конус и т.д.);
4. Разработать более сложные твердотельные модели, включающие в себя соединения, отверстия, резьбы и другие детали.

Теоретическое положение:

Твердотельное моделирование в Компас 3D - это процесс создания трехмерных моделей объектов с учетом их геометрии, размеров и взаимодействий, используя специализированные инструменты и функции программы Компас 3D. Этот метод моделирования позволяет конструировать сложные твердотельные объекты, проводить анализ и оптимизацию конструкций, создавать технические чертежи и визуализации для различных целей, таких как инженерное проектирование, промышленный дизайн, архитектурное моделирование и многое другое.

Для примера рассмотрим из чего начинается моделирование в КОМПАС 3D на примере детали, изображенной на рисунке 108.

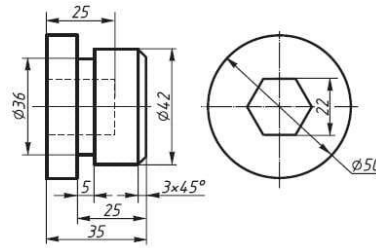


Рисунок 108 – Пример детали

Построение этой детали будет осуществляться в два этапа:

1. Твёрдотельное выдавливание детали путем вращения;
2. Вырез шестигранного внутреннего отверстия.

Начнем с первого этапа. Поскольку данная модель является деталью вращения, нам будет достаточно начертить половину контура эскиза, то есть только ее симметричную часть.

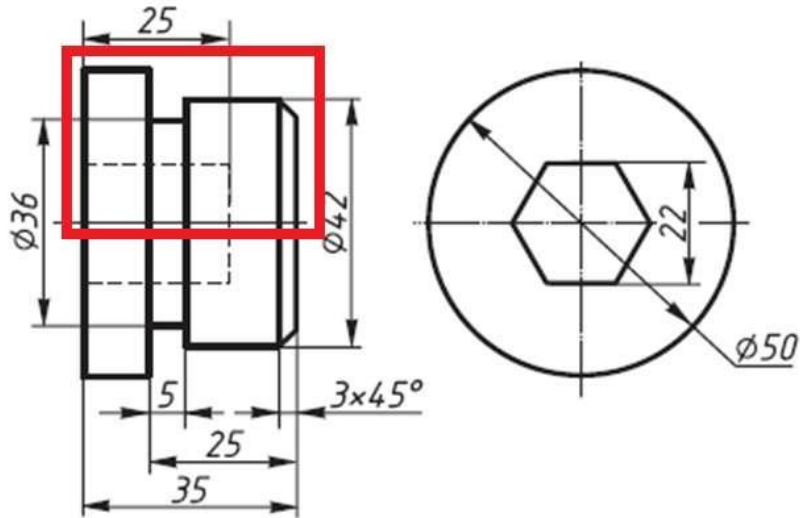


Рисунок 109 – Пример выбранной области для работы.

Построим эскиз. В дереве построения, нажимаем правой клавишей мышки на **Плоскость ZX** и выбираем **Создать эскиз**.

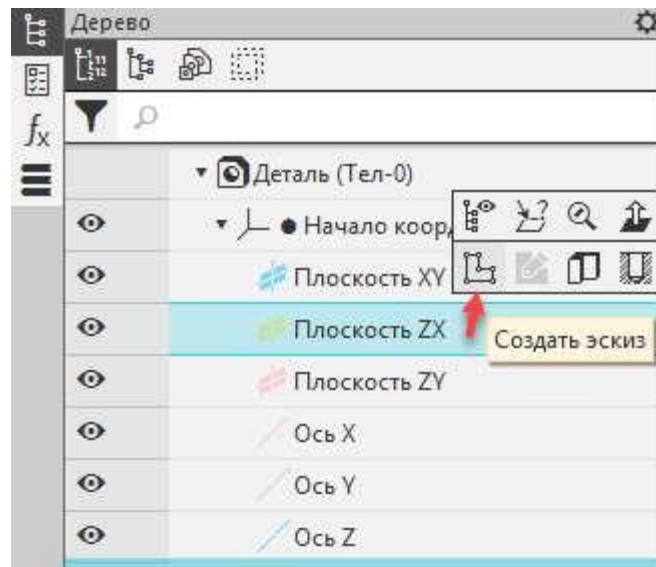


Рисунок 110 – Выбор плоскости

Мы перешли в режим создания эскиза. Это значит, что мы можем начинать использовать все инструменты во вкладке Геометрия и чертить эскиз.

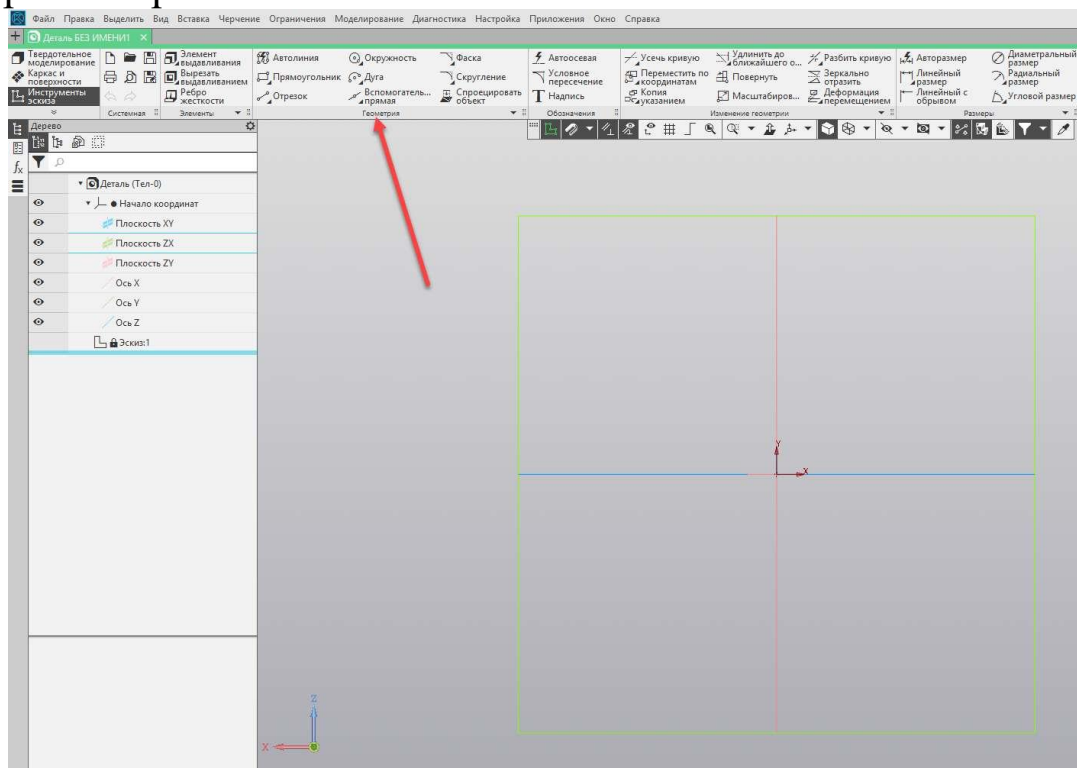


Рисунок 111 – Режим создания эскиза

Воспользуемся инструментом Отрезок, выберем стиль линии Осевая и проведем горизонтальную линию от центра координат (размеры произвольные).

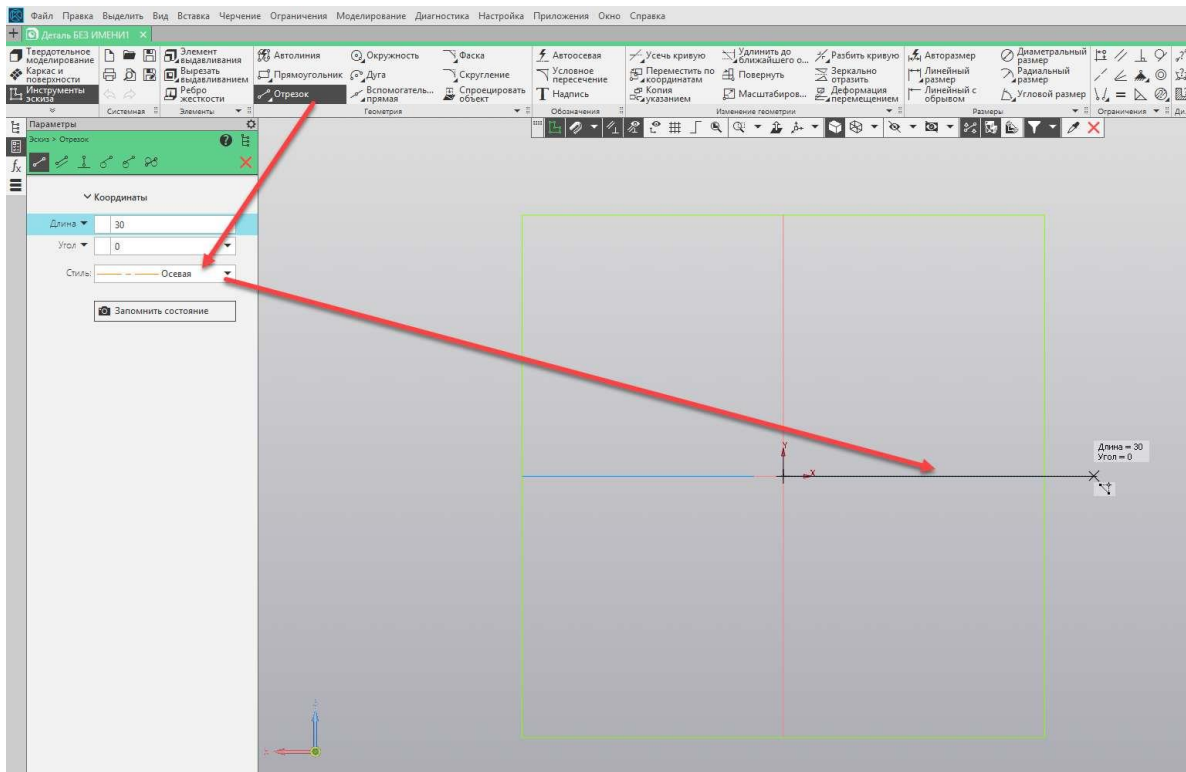


Рисунок 112 – Построение осевой линии

С помощью этого же инструмента, чертим 3 линии, но со стилем **Основная**. Таким же образом, строим остальные части эскиза в виде прямоугольников.

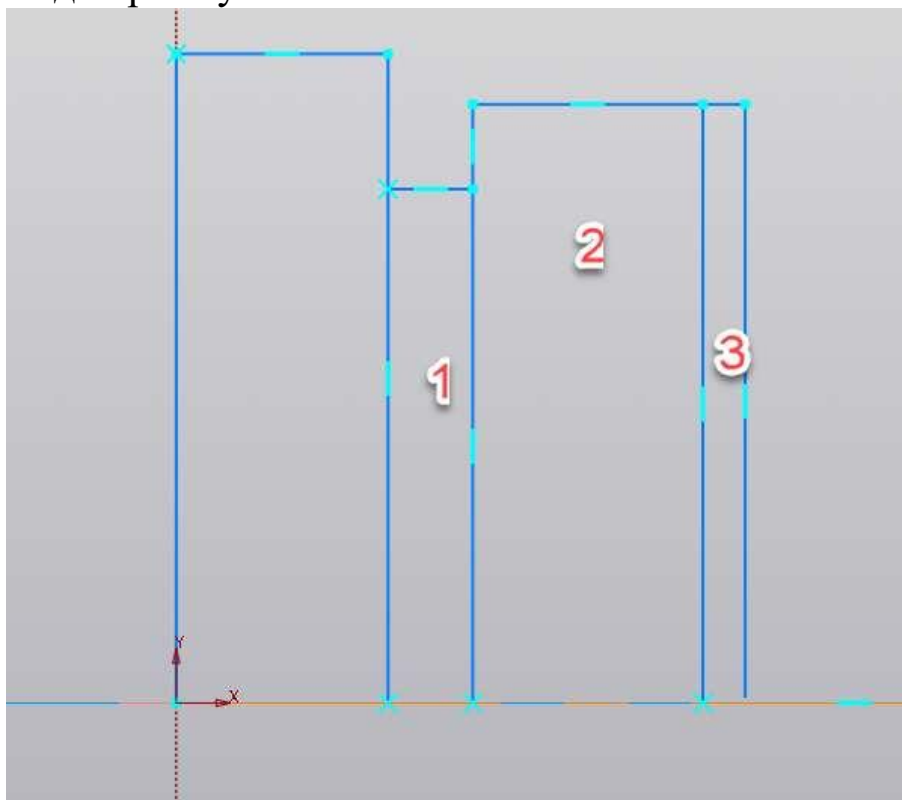


Рисунок 113 – Построение части эскиза

Выделяем эскиз и нажимаем **Элемент выдавливания**>

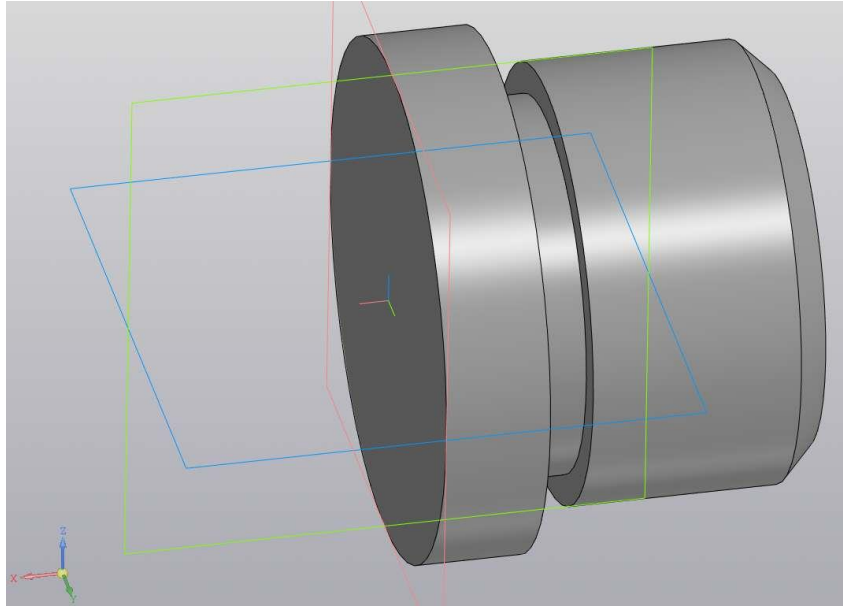
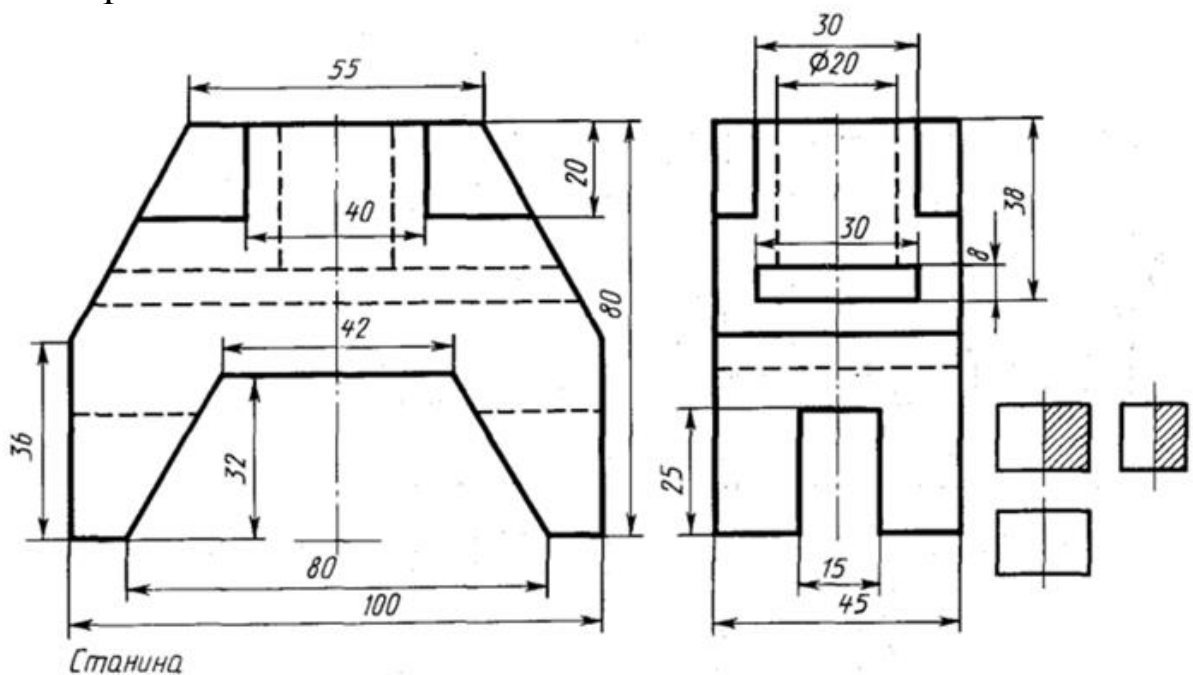


Рисунок 116 – Итоговый результат

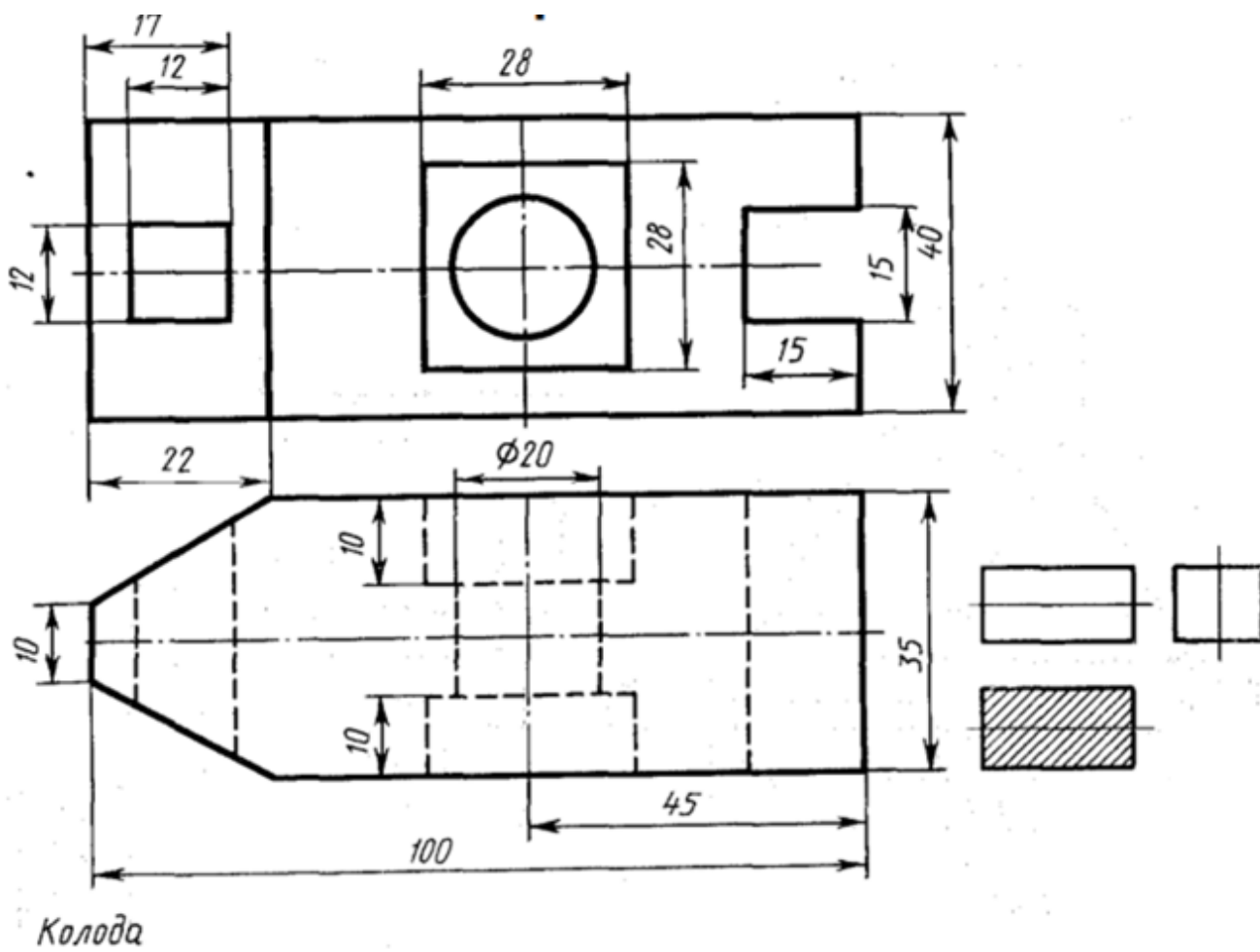
Ход работы:

Для выполнения работы нужно выполнить построение 3 проекции из предложенных вариантов ниже. После создать 3D модель твердотельной модели по третьей проекции. Все этапы работы нужно отобразить в отчете с добавлением скриншотов и комментариев.

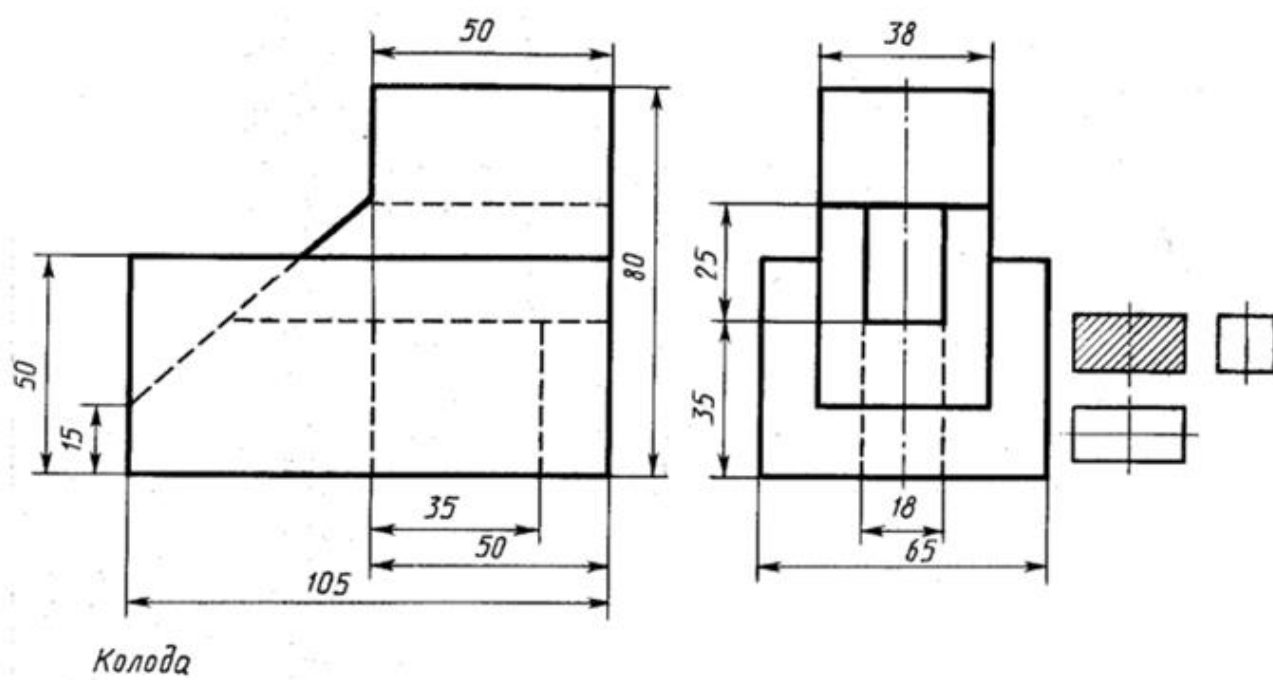
Вариант 1:



Вариант 2:



Вариант 3:



Контрольные вопросы:

1. Что такое твердотельное моделирование и какие цели преследует этот процесс?
2. Какие программные инструменты чаще всего используются для твердотельного моделирования?
3. Какие основные принципы лежат в основе создания твердотельных моделей?
4. Какие виды геометрических фигур и форм могут быть созданы при твердотельном моделировании?
5. Каким образом можно добавить дополнительные элементы, такие как отверстия, резьбы или соединения, к твердотельным моделям?

Практическое занятие № 13

Сборка в твердотельной среде

Цель:

Изучить методики и инструменты сборки в твердотельной среде программы Компас 3D с целью освоения процесса объединения отдельных деталей в целостное конструктивное изделие, проведения анализа взаимодействия компонентов, создания сложных механических узлов и проверки их работоспособности.

Задачи:

1. Изучить основные принципы и функции сборки в твердотельной среде программы Компас 3D;
2. Создать простую сборку из нескольких деталей, используя различные методы и инструменты сборки;
3. Освоить техники задания ограничений и связей между компонентами сборки для обеспечения правильного взаимодействия.

Теоретическое положение:

Сборка в твердотельной среде в Компас 3D представляет собой процесс объединения отдельных деталей или компонентов в одно целое конструктивное изделие. В рамках сборки в Компас 3D можно создавать сложные механические узлы, соединять детали, определять их взаимное расположение и взаимодействие, а также проводить анализ собранной конструкции. С помощью функций сборки можно моделировать механизмы, машины, оборудование и другие сложные объекты, а также проверять их работоспособность и соответствие заданным параметрам.

Для выполнения сборки в твердотельной среде нужно выполнить следующие действия:

1. Загрузка компонентов: открыть программу Компас 3D и загрузить все необходимые детали, которые будут участвовать в сборке;
2. Создание нового документа: создать новый документ, где будет происходить сборка компонентов;
3. Позиционирование деталей: разместить каждую деталь в нужном положении относительно других компонентов, используя инструменты перемещения и вращения;
4. Установка ограничений и связей: задать необходимые ограничения и связи между компонентами, чтобы обеспе-

чить их правильное взаимодействие;

5. Проверка взаимодействия: проверить собранную конструкцию на предмет возможных конфликтов, столкновений или ошибок в сборке;
6. Дополнительные элементы: при необходимости добавить дополнительные элементы, такие как винты, гайки, шайбы и т.д., для улучшения качества сборки;
7. Визуализация и анализ: визуализировать собранную конструкцию для наглядного представления, а также провести анализ на прочность, устойчивость и другие технические характеристики;
8. Завершение и сохранение: завершить сборку, сохранить результаты работы в файле проекта для дальнейшего использования или демонстрации.

Рассмотрим пример создание сборки. Первоначально нужно создать документ сборки.

1. Нажмите кнопку **Создать** на панели **Системная**;
2. В диалоге **Новый документ** укажите тип создаваемого документа **Сборка**.

На экране появится окно новой сборки. Задайте свойства сборки – обозначение и наименование. Сохраните сборку под именем в папку с деталями, которые будут добавлены в сборку. Установите для сборки схему Y-аксонометрия и задайте изометрическую ориентацию

Затем переходим к этапу добавления детали. Чтобы добавить в сборку компонент, уже имеющийся на диске в виде файла, нажмите кнопку **Добавить** компонент из файла на панели Компоненты. Если на вашем компьютере открыт другой документ-модель, то на экране появится диалог Открытые документы. Нажмите в нем кнопку **Выбрать** с диска Если открытых документов нет, то появится диалог открытия файлов. В диалоге открытия файлов, в папке укажите файл для загрузки и нажмите кнопку **Открыть**.

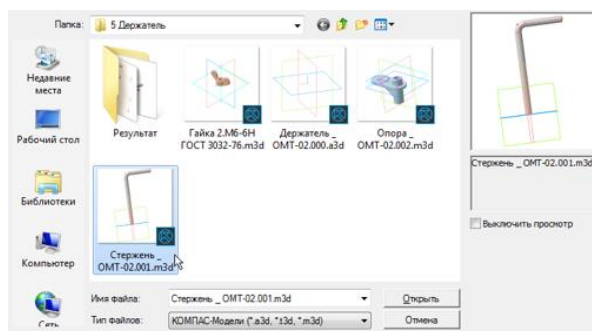


Рисунок 117 – Выбор детали для загрузки в сборку

В графической области появится фантом выбранного компонента. Изменение положения компонента в модели производится путем перемещения Элемента базирования. Укажите точку начала координат сборки. Для этого подведите курсор к этой точке – он будет находиться в режиме указания начала координат.

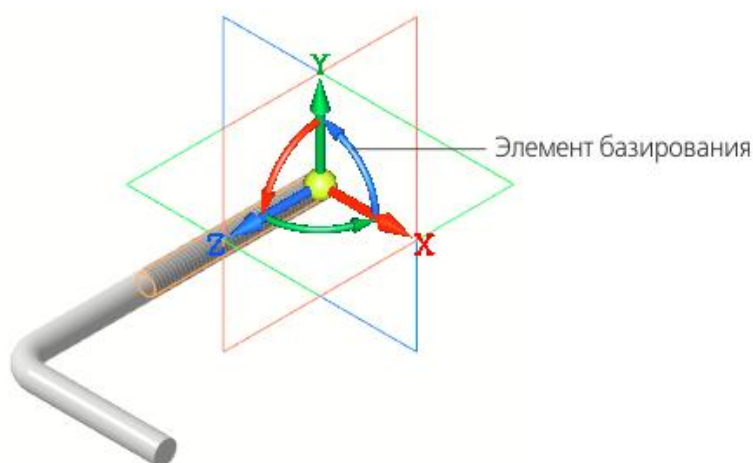


Рисунок 118 – Указание точки начала координат

Нажмите кнопку **Создать объект**. Нажмите клавишу «Esc», чтобы завершить вставку. После вставки компонента в сборку его начало координат, направление осей координат и системные плоскости совмещаются с аналогичными элементами сборки.

Первый компонент автоматически фиксируется в сборке в том положении, в котором он был вставлен. Признаком фиксации элемента служит значок слева от имени компонента в **Дереве построения**. Зафиксированный компонент не может быть перемещен или повернут в системе координат сборки. Фиксацию компонентов можно включать и включать с помощью команд контекстного меню. Отключите фиксацию и ознакомьтесь с тем, как изменились значки в **Дереве построения**.

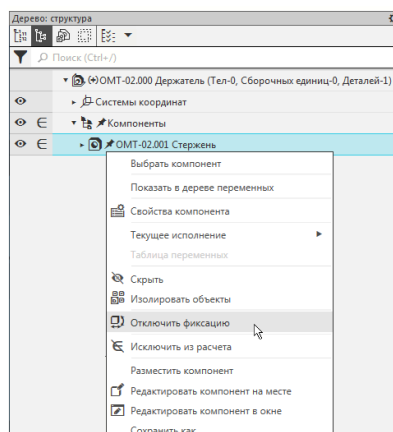


Рисунок 119 – Отключение фиксации

Сопряжение – параметрическая связь между гранями, ребрами, вершинами, плоскостями или осями разных компонентов сборки. Процесс наложения сопряжений можно запустить непосредственно в процессе вставки. Таким образом, все необходимые сопряжения можно наложить на компонент еще до завершения вставки. Объекты компонента, участвующие в сопряжениях, можно указывать как в графической области, так и в дополнительном окне, содержащем только вставляемый компонент и Дерево его построения. Для того чтобы определить положение Опоры, нужно создать три сопряжения – разместить деталь на оси Стержня, задать расстояние от его вершины, задать угол поворота вокруг оси.

Добавьте в сборку вторую деталь. Для этого вновь вызовите команду **Добавить** компонент из файла. После того как вы выбрали деталь в диалоге открытия файлов, укажите положение вставляемой детали, щелкнув мышью в любом месте графической области.

Ознакомимся с работой Элемента базирования. Подведите курсор к оси Z элемента, нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, перетаскивайте деталь в направлении оси.

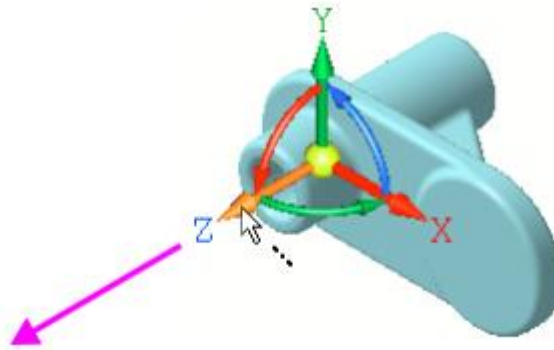


Рисунок 120 – Направление детали по оси Z

Задайте сопряжения. Для этого в группе **Способ размещения** на Панели параметров нажмите кнопку **По сопряжениям**.

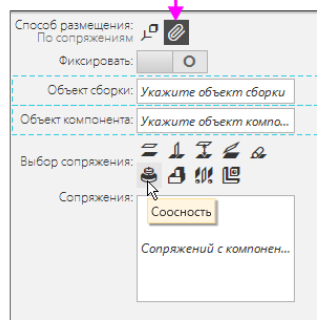


Рисунок 121 – Установка сопряжения

Чтобы задать сопряжение соотношения оси, в группе **Выбор сопряжения** нажмите кнопку **Соосность**. В Дополнительном окне укажите цилиндрическую грань Опоры. Нажмите кнопку **Показать дерево**. Вы можете указывать объекты также в дереве Дополнительного окна.

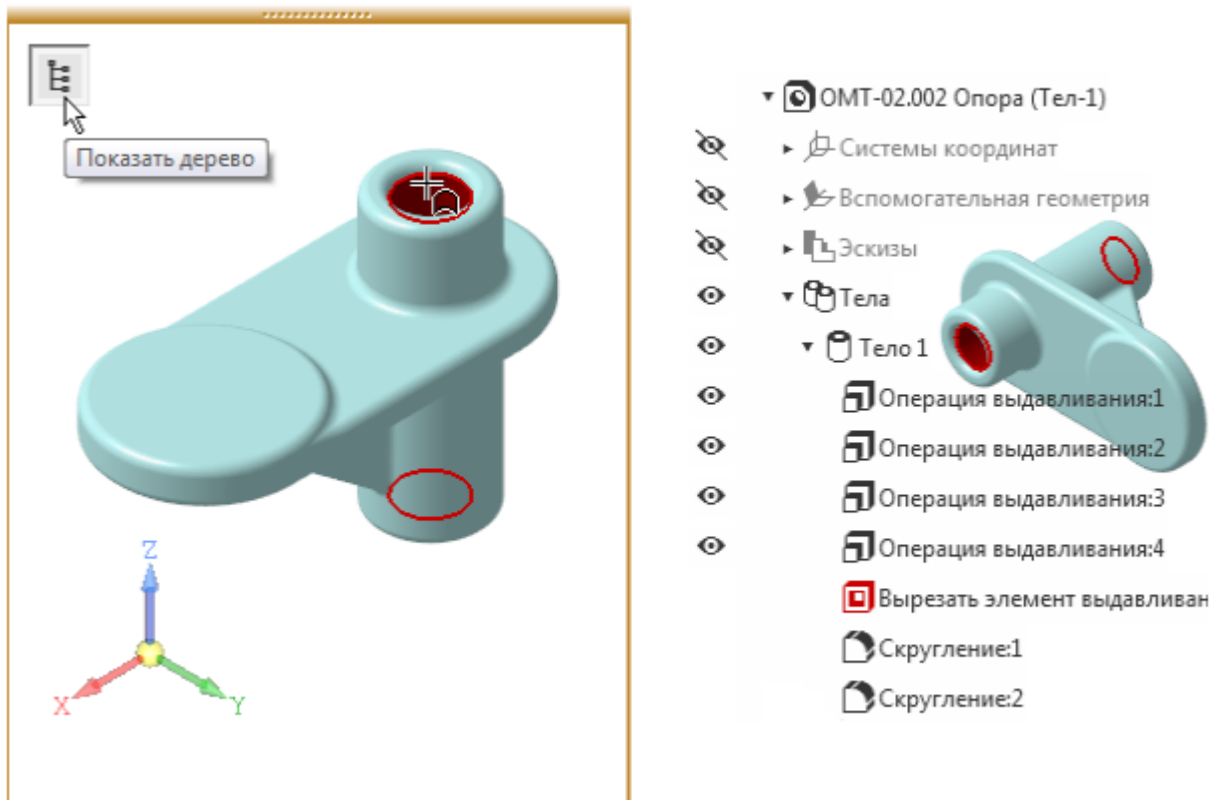


Рисунок 122 – Окно дерева сборки

В графической области укажите цилиндрическую грань Стержня.

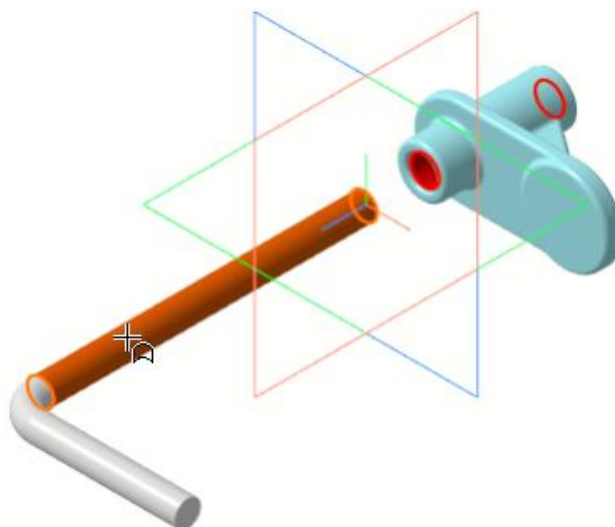


Рисунок 123 – Выбор цилиндра стержня

Завершите создание соосности. Нажмите кнопку **Создать объект**. Опора займет положение на оси Стержня или его продолжении, как показано на рисунке.

Укажите **Объект 1** – смещенную плоскость Опоры (стрелка

1), а затем **Объект 2** – вершину 2 траектории Стержня (стрелка 2). Задайте расстояние 10 в поле **Расстояние** на Панели параметров.

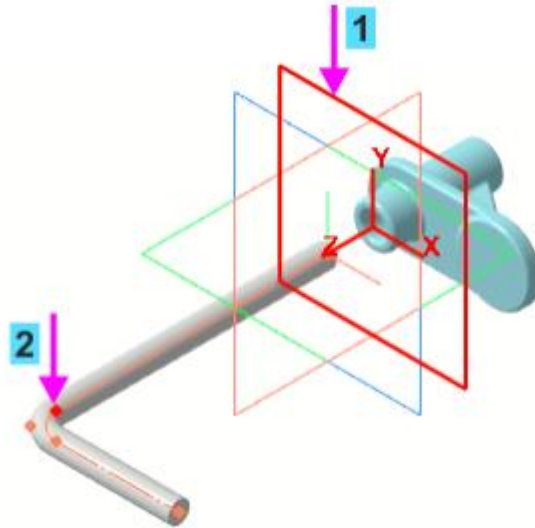


Рисунок 124 – Определение смещенной плоскости работы
Завершите размещение на расстоянии. Нажмите кнопку Создать объект.

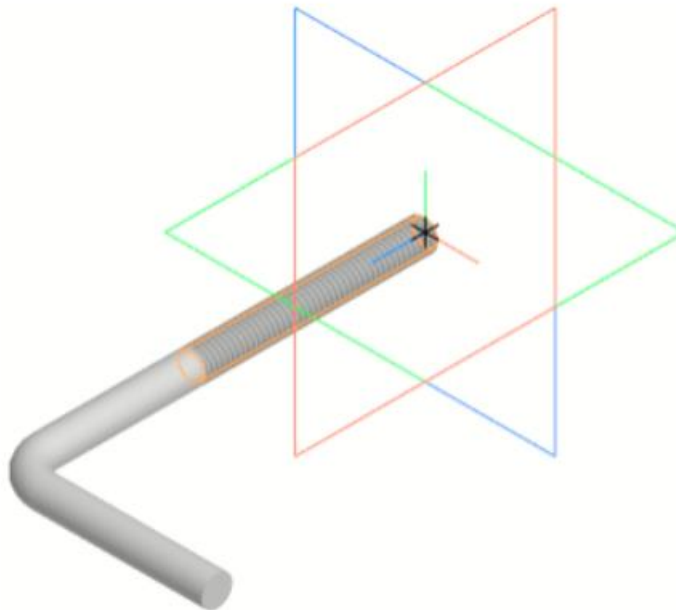


Рисунок 125 – Завершение установки расстояния

Далее необходимо создать сопряжение, определяющее угол поворота Опоры относительно Стержня. Запретим поворот, задав то положение, которое показано на рисунке.

В группе Выбор сопряжения нажмите кнопку Параллельность. Включите показ плоскостей координат Опоры, если они скрыты. Укажите в Дереве построения плоскость ZX Стержня и в

дереве Дополнительного окна плоскость ZX Опоры.

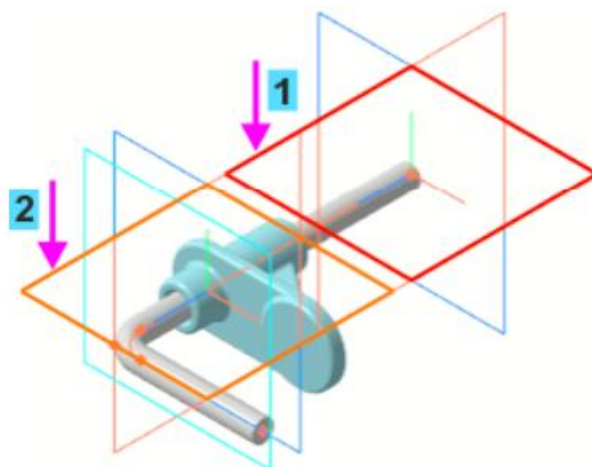


Рисунок 126 – Обозначение плоскостей

Завершите создание параллельности. Нажмите кнопку Создать объект . Для подтверждения размещения компонента из файла еще раз нажмите кнопку **Создать объект**. Нажмите клавишу, чтобы завершить вставку. Перестройте модель, если требуется. Сопрежения появятся в Дереве построения.

Тем самым вы получили сборку в твердотельной среде.

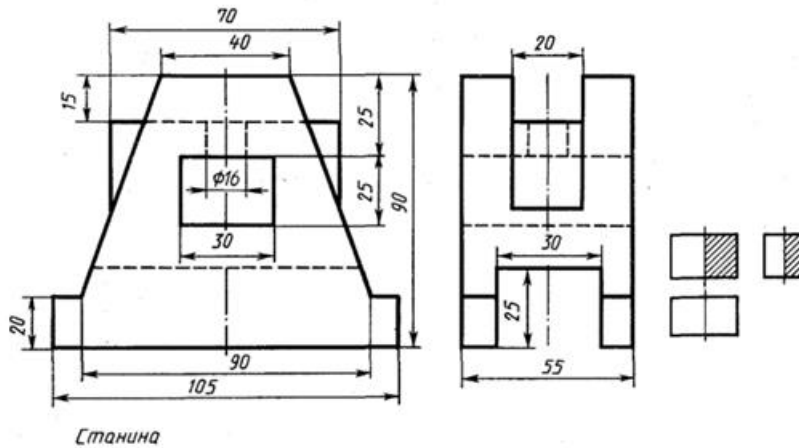
Ход работы:

Для выполнения работы нужно выполнить задание по вариантам:

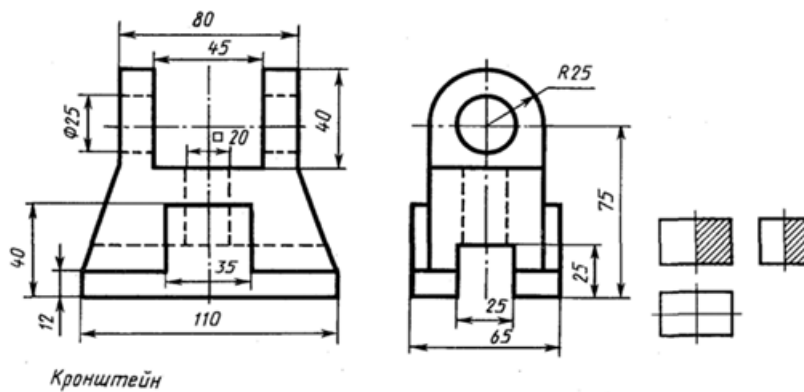
1. Достроить третью проекцию по варианту;
2. Разделить объект на составные части и смоделировать их 3D детали;
3. Создать документ-сборку и произвести сборку деталей;
4. Результаты выполнения работы занести в отчет с добавлением скриншотов и комментариев.

Варианты:

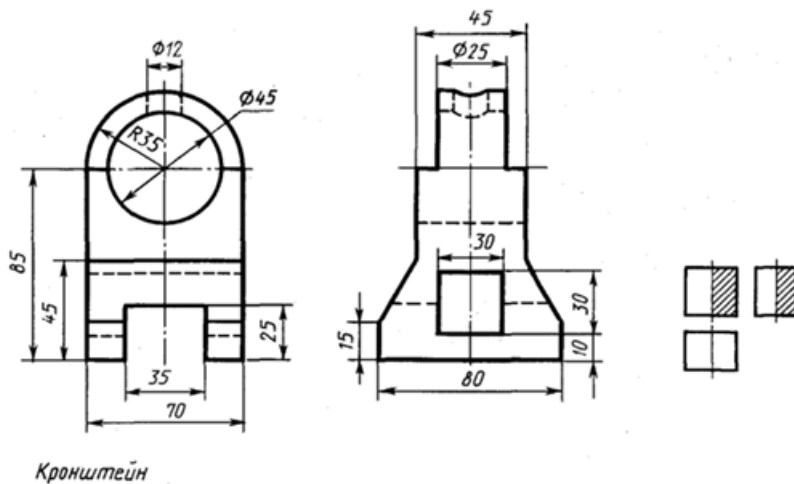
1)



2)



3)



Контрольные вопросы:

1. Что такое сборка в твердотельной среде и какие цели преследует этот процесс?
2. Какие основные шаги необходимо выполнить для создания сборки в программе твердотельного моделирования?
3. Какие инструменты и функции используются при сборке деталей в твердотельной среде?

4. Какие типы связей и ограничений можно задать между компонентами в процессе сборки?
5. Как проверить правильность взаимодействия компонентов в собранной конструкции?

СОДЕРЖАНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Цель самостоятельной работы обучающихся – получить новые знания по дисциплине «Математическое моделирование».

Самостоятельная работа необходима для формирования у обучающихся способности самостоятельно решать задачи профессиональной деятельности, формирования умения и навыков планирования времени, формирования стремления развиваться и совершенствоваться.

Виды самостоятельной работы обучающихся указаны в таблице 1.

Таблица 1. Виды самостоятельной работы

№ п/п	Вид СРС
1	Самостоятельное изучение темы «Современные CAD/CAM системы. Их особенности и характеристики», подготовка к контрольным вопросам по практическим работам
2	Самостоятельное изучение темы «Классификация графических языков САПР», подготовка к контрольным вопросам по практическим работам
3	Самостоятельное изучение темы «Стандартизация в области машинной графики», подготовка к контрольным вопросам по практическим работам
4	Самостоятельное изучение темы «Классификация графических языков САПР», подготовка к контрольным вопросам по практическим работам
5	Самостоятельное изучение темы «Редакторы деталей и сборок», подготовка к контрольным вопросам по практическим работам
6	Самостоятельное изучение темы «Современные робототехнические комплексы. Их характеристики и особенности. Главный функционал», подготовка к контрольным вопросам по практическим работам

ЛИТЕРАТУРА

1. Гаврилов, М. В. Информатика и информационные технологии: учебник для СПО / Гаврилов М. В., Климов В. А.. – 4-е изд., пер. и доп. – Москва : Юрайт, 2021. – 383 с.
2. Гвоздева, В. А. Информатика, автоматизированные информационные технологии и системы: Учебник / В. А. Гвоздева. – Москва: НИЦ ИНФРА-М, 2023. – 542 с.
3. Путеев, П. А. Основы САПР: лабораторный практикум : учебное пособие / П. А. Путеев. – Тольятти : ТГУ, 2020. – 138 с.
4. Савельев, Ю. А. Графические вычисления на основе редактора «Компас-3D» : учебное пособие / Ю. А. Савельев ; под редакцией Ю. А. Савельева, Д . Г. Неволина. – Екатеринбург : , 2019. – 196 с.
5. Бакулина, И. Р. Инженерная и компьютерная графика. КОМПАС-3D v17 : учебное пособие : [16+] / И. Р. Бакулина, О. А. Моисеева, Т. А. Полушина ; Поволжский государственный технологический университет. – Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2020. – 80 с.
6. Алаева, Т. Ю. Инструментальные средства программирования. Компас-3D : учебно-методическое пособие / Т. Ю. Алаева. – пос. Караваево : КГСХА, 2020. – 62 с.
7. Методические рекомендации по организации учебной деятельности обучающихся КузГТУ / ФГБОУ ВО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. приклад. информ. технологий ; сост. Л. И. Михалева. – Кемерово : КузГТУ, 2017. – 32 с.