

Л.В. СМЕРНОВ

**КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА,
КОМПАС-3D**

Учебник

**ИЗДАТЕЛЬСТВО
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ЭКОНОМИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
2026**

ББК 30.11я73
ГРНТИ 50.41.25
С50

Смирнов Л.В.

С50 Компьютерная графика. КОМПАС-3D : учебник / Л.В. Смирнов. –
СПб. : Изд-во СПбГЭУ, 2026. – 284 с

ISBN 978-5-7310-6992-2

В данном учебнике представлены основные функциональные возможности взаимодействия с программой для 3D-моделирования КОМПАС-3D. Изучение выстраивается последовательно с применением технологии уровневой дифференциации, что позволяет обучающимся методично ознакамливаться с возможностями системы автоматизированного проектирования и последовательно приобретать необходимые навыки и компетенции. В первой части учебника изучаются основы взаимодействия, обучающегося с функциональными возможностями и особенностями работы в двухмерном пространстве, а также ключевой инструментарий. Вторая часть учебника сконцентрирована на освоении навыков, связанных с возможностями трехмерного пространства, где и создается большинство инженерных объектов, а также изучаются способы генерации чертежей по готовым трехмерным объектам. Демонстрируются различные функциональные особенности системы автоматизированного проектирования.

После изучения основных принципов взаимодействия с функциональными возможностями КОМПАС-3D, обучающиеся смогут разрабатывать сложные инженерные объекты.

ББК 30.11я73
ГРНТИ 50.41.25

Рецензенты: **Ильинский С.В.** - канд. пед. наук, доцент РГПУ им. А.И. Герцена;
Шифрин Б.М. – канд. техн. наук, доцент кафедры автоматизации, метрологии и управления в технических системах Санкт-Петербургского лесотехнического университета им. С.М. Кирова;
Ковалёв Д.А. – канд. техн. наук, зав. кафедрой автоматизации технологических процессов и производств СПб ГУПТД ВШТЭ

ISBN 978-5-7310-6992-2

© Смирнов Л.В, 2026
© Изд-во СПбГЭУ, 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ 2D-КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ. ИНТЕРФЕЙС И РАБОЧАЯ СРЕДА ГРАФИЧЕСКОГО РЕДАУТОРА.....	13
1.1. Настройка цветового решения рабочей области	13
1.2. Настройка оформления рабочей области	18
1.3. Навигация и базовые команды	22
1.4. Вопросы для самоконтроля.....	29
2. СОЗДАНИЕ 2D-ГРАФИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ. ОСНОВНЫЕ КОМАНДЫ СОЗДАНИЯ И РЕДАКТИРОВАНИЯ 2D-ГРАФИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ.....	30
2.1. Вспомогательная геометрия	30
2.2. Точки.....	41
2.3. Привязки	50
2.4. Отрезок.....	54
2.5. Окружность	63
2.6. Работа со слоями.....	72
2.7. Редактирование объектов.....	81
2.8. Формообразующие элементы	92
2.9. Штриховка и заливка.....	116
2.10. Массив и деформация.....	119
2.11. Обозначения	129
2.12. Размеры.....	137
2.13. Формат	142
2.14. Материал для повторения	149
2.15. Вопросы для самоконтроля.....	160
3. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ 3D-КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ. СОЗДАНИЕ И РЕДАКТИРОВАНИЕ 3D-ГРАФИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ. ГЕНЕРАЦИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ	161
3.1. Автоматические вычисления	167
3.2. Создание простейших геометрических объектов.....	173
3.3. Создание тонкостенных элементов.....	180
3.4. Текстурирование.....	188
3.5. Создание простейшей сборки.....	192
3.6. Вырезание	197
3.7. Скругление и фаска	206
3.8. Вспомогательная плоскость.....	214
3.9. Массив.....	224

3.10. Генерация чертежей.....	231
3.11. Создание отверстий	239
3.12. Нарезание резьбы.....	248
3.13. Условное обозначение резьбы.....	255
3.14. Траектория.....	261
3.15. Сечение по траектории.....	270
3.16. Вопросы для самоконтроля.....	280
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	281
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	283

ВВЕДЕНИЕ

Каждый, в независимости от навыков и компетенций способен на достойном уровне овладеть проектированием в программе КОМПАС-3D. Тем, кто раньше уже работал в пакетах САПР, возможно, будет немного проще, чем остальным. Однако, это не гарантирует, что все остальные в заведомо невыгодной ситуации. Даже наоборот, ввиду того, что сознание не переполнено лишними данными и прошлым опытом есть шанс впитать максимум информации. Иногда гораздо проще выучить что-то новое, нежели переучиваться имея за плечами приличный багаж знаний [1-3].

Программа КОМПАС-3D предназначена в первую очередь для проектирования и моделирования, как в двухмерном, так и в трехмерном пространстве. Далее будет изучена большая часть функциональных возможностей данного программного обеспечения. Разобраны основные функции и методы построения объектов в различных пространствах.

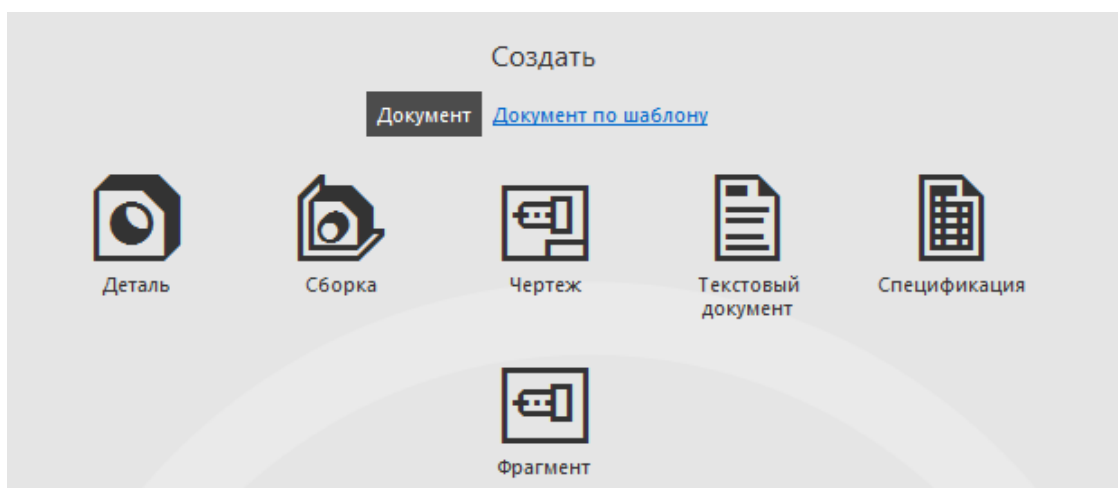


Рисунок 1 – Экран загрузки КОМПАС-3D

Начинается работа уже с экрана загрузки, представленного на рис. 1. На этой иллюстрации показаны различные возможности, предоставляемые программой по созданию всевозможных объектов. Каждая из функций обладает своими особыми возможностями. Для создания и работы с объектами на плоскости используется «Чертеж» или «Фрагмент».

Разница между ними заключается в том, что на фрагменте нет четких границ и перед пользователем открывается безграничное пространство для реализации своих инженерных решений. Чертеж в свою очередь предназначается больше для конструкторской документации, поскольку ограничивает рабочее пространство пользователя рамкой и штампом. На чертеже размещаются уже готовые проектные решения, указываются необходимые размеры и заполняется информация об объекте проектирования, организации и исполнителе.

Еще одним функциональным элементом который не открывает перед пользователем трехмерное пространство является «Спецификация», это очень важный и нужный элемент программы. Спецификация создается как пояснение для сборных элементов и дает понятие о составляющих, из которых состоит тот

или иной объект, информацию о количестве деталей их наименованиях и стандартах, по которым они изготовлены.

Для работы в трехмерном пространстве чаще всего используются «Деталь» и «Сборка».

Документ «Деталь» позволяет заниматься твердотельным моделированием, создавать объекты любой формы и придавать им различные характеристики. Кроме того, разрабатывая трехмерную модель пользователь способен визуально оценить различные технологические моменты по средством вращения и масштабирования объекта в трехмерном пространстве. Это значительно ускоряет и упрощает процесс проектирования, поскольку у пользователя появляется возможность взаимодействия со всеми плоскостями создаваемого объекта, что в свою очередь помогает пространственному восприятию пользователя.

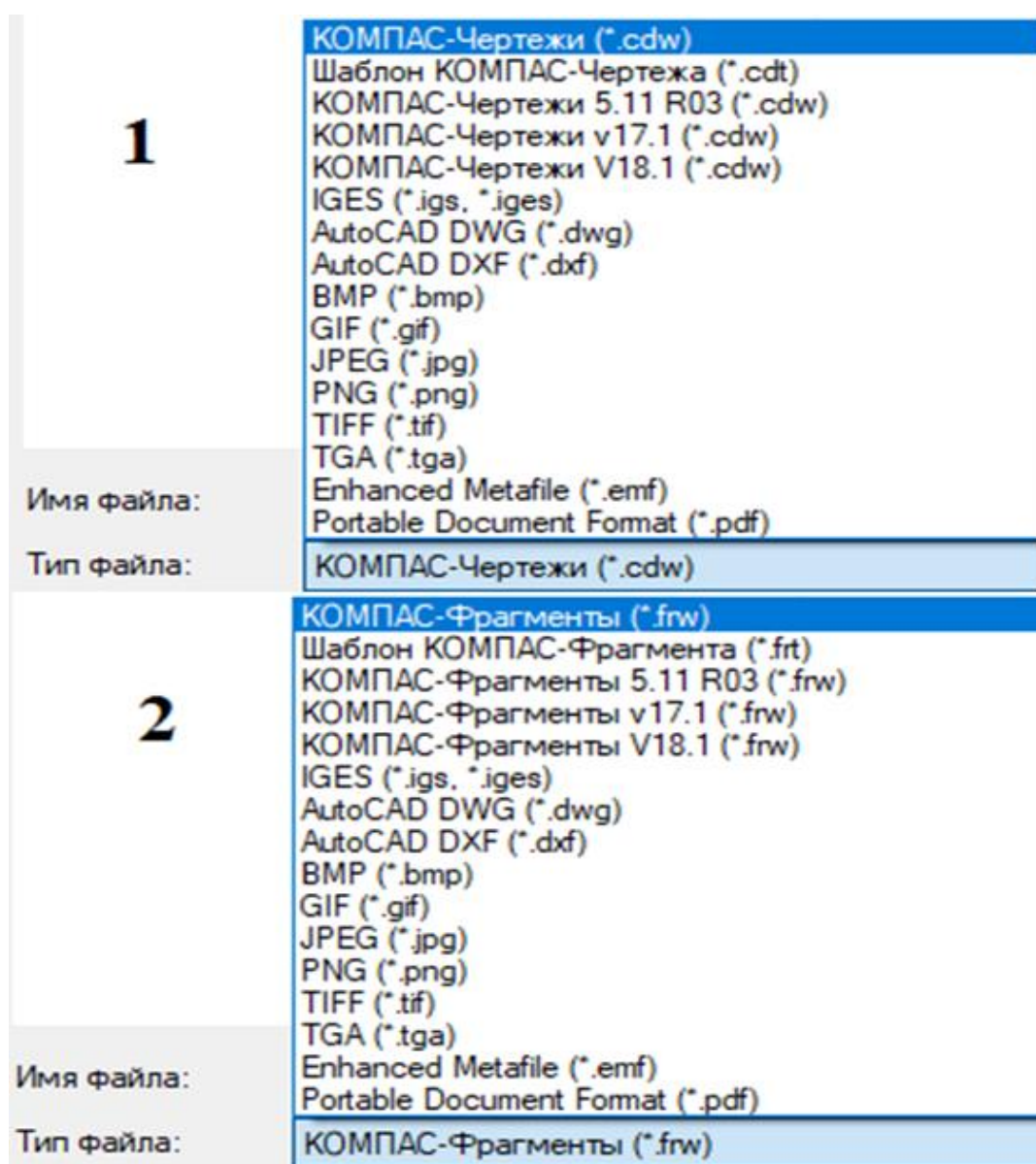


Рисунок 2 – Форматы сохранения файлов на плоскости:
1 – окно сохранения в режиме чертежа; 2 – окно сохранение в режиме фрагмента.

Документ «Сборка», в отличие от «Детали» обладает особой технологической возможностью по совмещению и работе с несколькими объектами сразу. Такой документ способен вмещать в себя неограниченное количество различных деталей. Простейшим примером сборочной единицы может служить обычное соединение винт-гайка. По отдельности это просто детали, но стоит объединить их, и они становятся сборочной единицей для крепления различных объектов.

Стоит отметить, что учебные материалы разрабатывались при использовании версии программы Компас-3D V21 (версия 2021 года). Каждая версия программы имеет возможность сохранения чертежей и фрагментов с понижением версии на два порядка, это сделано для того, чтобы иметь возможность открывать файлы, разработанные в более поздних версиях на компьютерах, где установлены предыдущие версии программного обеспечения.

Сравнивая данные из рис. 2 (1 и 2) видно, что всплывающие окна сохранения файлов для чертежа и фрагмента несколько различаются. Как было сказано ранее, файлы с расширением «cdw» относятся к чертежам, в то время как файлы с расширением «frw» относятся исключительно к фрагментам. Применение первого типа файлов характерно для выполнения конструкторской документации, когда необходимо подготовить к выпуску чертежи деталей, различные сборочные конструкции, технологические схемы, электрические, принципиальные, блок схемы и т.д. Однако, для работы с большим количеством объектов или работы с крупногабаритными объектами, не вмещающимися даже на формат А0 удобно выполнять построение во фрагменте, благодаря возможности построения в исходных величинах с последующим масштабированием и перемещением в чертеж нужного формата.

Стоит отметить, что открыть чертеж или фрагмент представляется возможным исключительно при использовании программного обеспечения Компас-3D, это же характерно и для объектов, созданных в трехмерном пространстве. Однако, иногда возникают ошибки, связанные с различием версий программы, из-за этого есть вероятность столкнуться с невозможностью открыть документ на компьютере. Во избежание подобного рекомендуется сохранять данные в более ранней версии, либо следить за тем, чтобы на всех компьютерах была установлена одна и та же версия программы Компас-3D.

Также, из рис. 2 видно, программа Компас-3D подразумевает интеграцию как чертежей, так и фрагментов в зарубежное программное обеспечение AutoCAD, применяя сохранение документа в формат «dwg». Это связано с тем, что большая часть отечественных компаний на данный момент еще работают с зарубежным программным обеспечением. Обратная возможность не предусмотрена. При выполнении чертежа или фрагмента в программе AutoCAD нет возможности сохранения документа в формате «cdw» или «frw» с перспективой дальнейшей работы в программе Компас-3D.

Программа Компас-3D позволяет преобразовывать элементы, выполненные на плоскости в графические изображения в различных форматах, кроме того, при сохранении есть возможность выбрать качество получаемого изображения. Кроме того, есть возможность быстрого сохранения объектов в портативных

формат документа «pdf», что позволяет открывать готовые чертежи на любом устройстве.

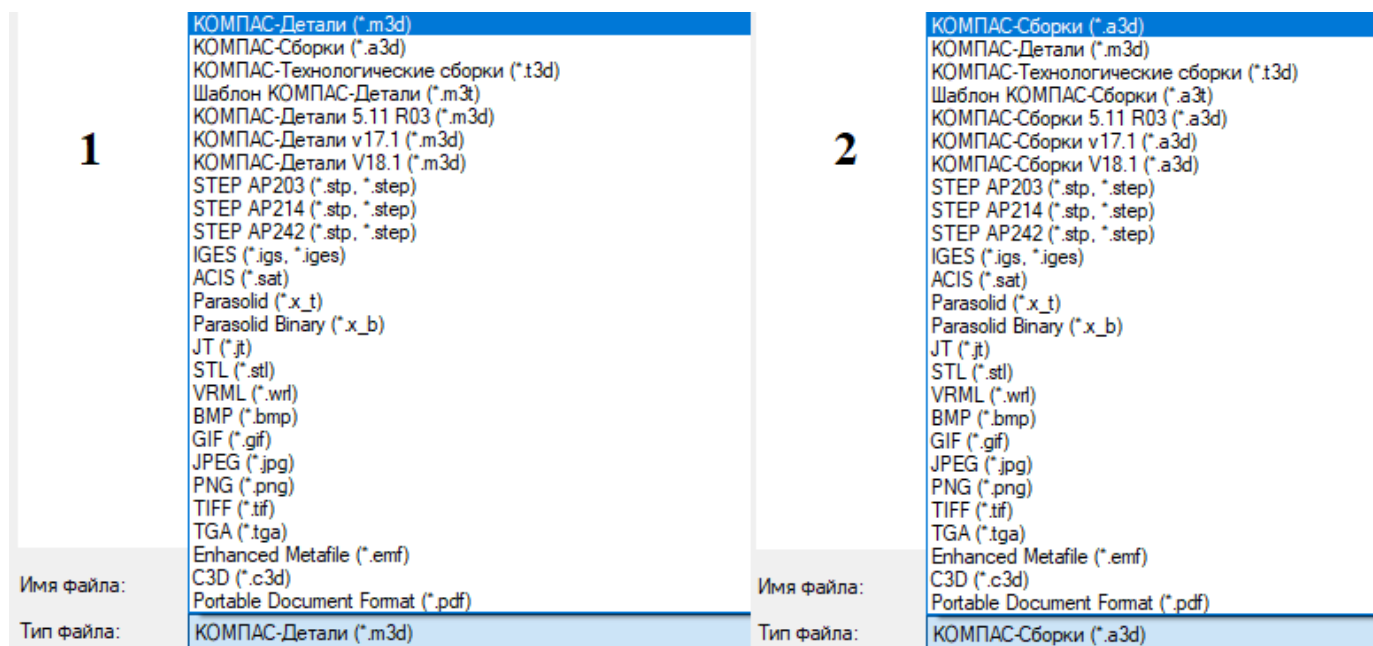


Рисунок 3 – Форматы сохранения файлов в трехмерном пространстве:

1 – окно сохранения в режиме детали; 2 – окно сохранение в режиме сборки.

При работе в трехмерном пространстве для сохранения деталей и сборок также, как и для чертежей и фрагментов существуют свои, характерные только для них, форматы файлов. Для деталей, созданных в программе Компас-3D характерно расширение «m3d», для сборки применяется расширение «a3d». Стоит отметить, что детали предназначены для того, чтобы открываться в сборке, но не наоборот.

КОМПАС-3D предназначен для использования на персональных компьютерах, работающих под управлением русскоязычных (локализованных) либо корректно русифицированных **64-разрядных версий** операционных систем, обновленных до актуального состояния:

- MS Windows 11,
- MS Windows 10,
- MS Windows 8.1,
- MS Windows 7 SP1 (поддержка ограничена).
- На компьютере должен быть установлен Microsoft .NET Framework версии 4.8 или выше.
- В Windows 7 следует использовать тему Aero.

Минимальные требования к персональному компьютеру для работы в программе КОМПАС-3D:

- Процессор с поддержкой инструкций SSE2 и AVX
- Видеокарта с поддержкой OpenGL 2.0

- Остальные параметры минимально возможной конфигурации компьютера для установки и запуска КОМПАС-3D определяются минимальными системными требованиями для соответствующих операционных систем

Рекомендуется к персональному компьютеру для комфортной работы в программе КОМПАС-3D:

- многоядерный процессор (4 ядра и больше) с тактовой частотой 3 ГГц и выше
- 16 ГБ оперативной памяти и более
- видеокарта с поддержкой OpenGL 4.5, с 2 ГБ видеопамяти и более, пропускная способность видеопамяти — 80 ГБ/с и более
- монитор с разрешением 1920x1080 пикселей или более

Рекомендуется для работы с большими сборками:

- многоядерный процессор (6 ядер и больше) с максимально возможной тактовой частотой (4 ГГц и выше)
- 32 ГБ оперативной памяти и более
- видеокарта с поддержкой OpenGL 4.5, с 4 ГБ видеопамяти и более, пропускная способность видеопамяти — 140 ГБ/с и более
- монитор с разрешением 1920x1080 пикселей или более
- твердотельный накопитель (SSD) в качестве места установки операционной системы, КОМПАС-3D и хранилища КОМПАС-документов

Для печати документов могут использоваться любые модели принтеров и плоттеров, для которых имеются драйверы, разработанные для установленной на вашем компьютере версии Windows [4-6].

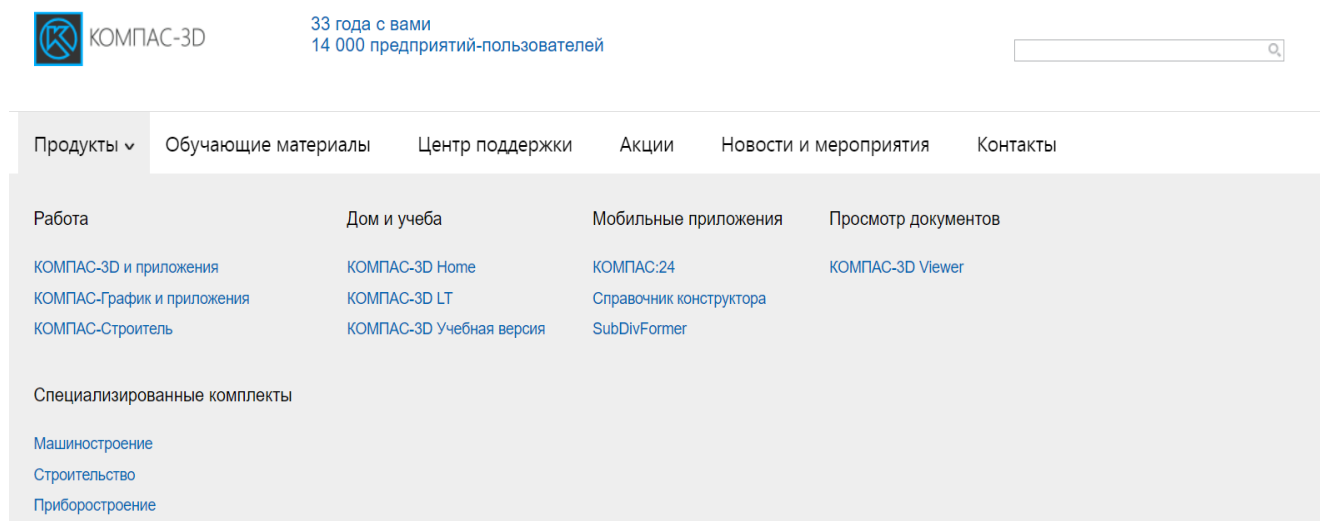


Рисунок 4 – Официальное сообщество КОМПАС-3D

Для установки данного программного обеспечения необходимо зайти на официальный сайт, в разделе продукты выбирать учебную версию программы Компас-3D.

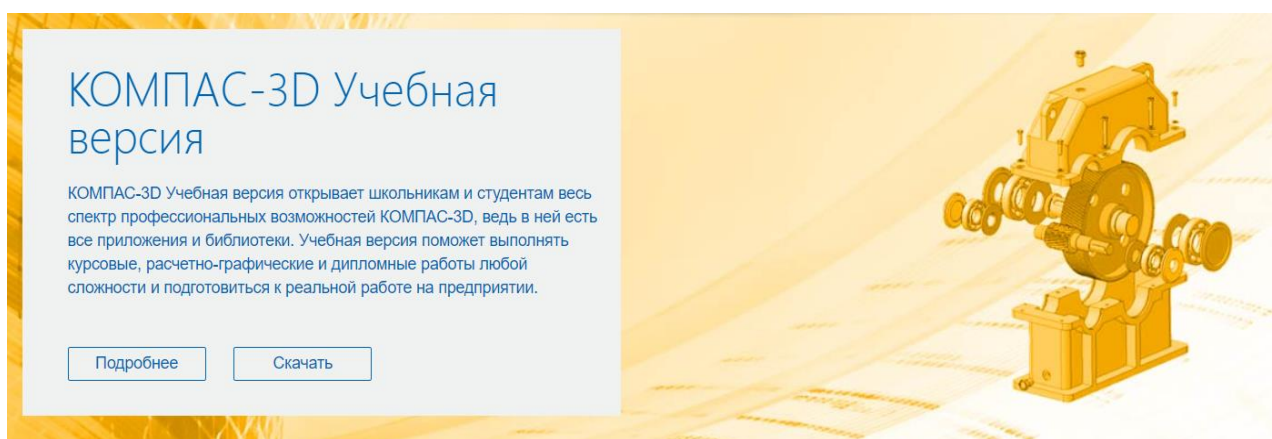


Рисунок 5 – Баннер для скачивания программы

Регистрация для получения КОМПАС-3D Учебная версия

Здравствуйте!
Чтобы получить учебную версию программного обеспечения, заполните форму:

Как к вам обращаться:*

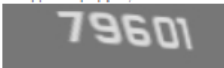
E-mail:*

☒ Подтверждаю, что являюсь учащимся и буду использовать КОМПАС-3D Учебная версия исключительно в некоммерческих целях

☒ Заполняя данную форму, вы соглашаетесь на обработку [персональных данных](#)

Я не робот:*

Введите цифры, показанные на картинке ниже, чтобы подтвердить, что Вы человек



Данные, указанные в форме регистрации, являются конфиденциальной информацией и не будут переданы третьим лицам.

* — Обязательные поля

Рисунок 6 – Регистрация учетной записи пользователя

Активная ссылка переносит на страницу для скачивания учебной версии. Для этого необходимо пролистать материал вниз, либо нажать на кнопку «скачать», как показано на рис. 5. После нажатия на кнопку «Скачать» пользователь переходит в форму по сбору данных, предшествующую скачиванию программного обеспечения. В последствии необходимо заполнить регистрационную форму заявки. Вводятся ФИО и актуальная электронная почта. Далее необходимо подтвердить соглашение с политикой конфиденциальности и подтверждаем то, что пользователь не принадлежит к сообществу машин. Пример заполнения регистрационной формы представлен на рис. 6.

Скачивание учебной версии КОМПАС-3D

КОМПАС-3D v21 Учебная версия

 [Инструкция по установке](#) (156 КБ)

x64

 [КОМПАС-3D v21 Учебная версия x64. Основа + Машиностроение + Приборостроение](#) (2,9 Гб)

 [КОМПАС-3D v21 Учебная версия x64 Строительная конфигурация](#) (1,4 Гб)

 [КОМПАС-3D v21 Учебная версия x64 Каталоги Электроснабжения](#) (1,2 Гб)

Экспресс-обновление КОМПАС-3D Учебная версия 21.0.6

x64

 [Базовая часть](#) (539,6 Мб)

КОМПАС-Электрик v21 x64

 [КОМПАС-Электрик v21 для КОМПАС-3D v21 x64](#) (440 МБ)

Рисунок 7 – Доступные версия программного обеспечения

Из всего многообразия рекомендуется скачивать первый архив с установкой 21 версии (Основа + Машиностроение + Приборостроение). В дальнейшем, если потребуется скачать другую версию это можно сделать на этом же сайте.

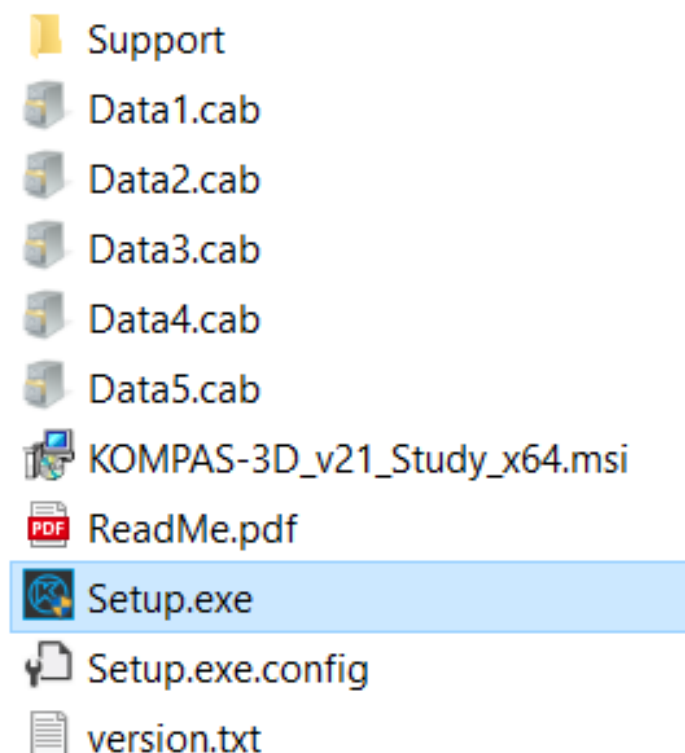


Рисунок 8 – Распаковка и установка

Для того, чтобы приступить к работе необходимо извлечь все содержимое из архива, выбрать файл «Setup.exe» и выполнить установку программы на компьютер, рис. 8.

Необходимо вновь подтвердить политику конфиденциальности и поставить флажок, если считаете необходимым дать возможность совершенствовать программу собирая данные Вашей работы. После чего происходит установка всех компонентов программы. Установка может занять некоторое время.

После успешного завершения процесса установки программного обеспечения перед пользователем открывается экран загрузки представленный на рис. 9.

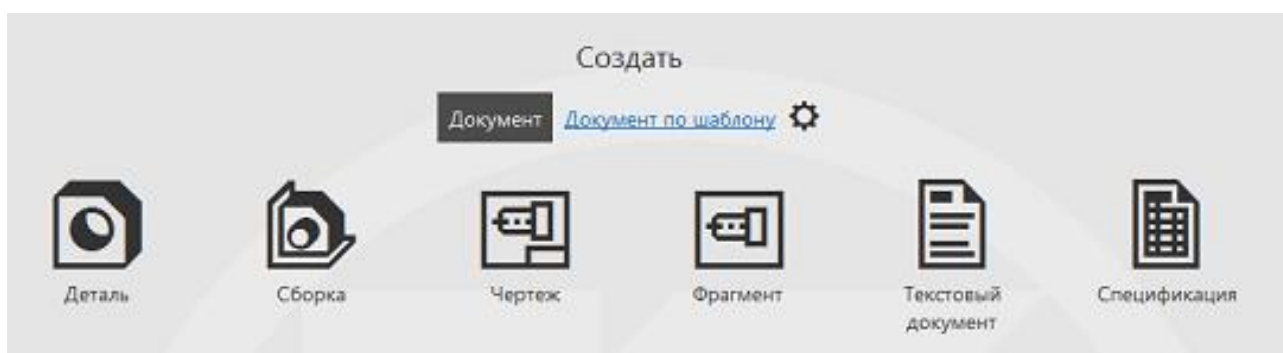


Рисунок 9 – Экран загрузки программы КОМПАС-3D

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ 2D-КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ. ИНТЕРФЕЙС И РАБОЧАЯ СРЕДА ГРАФИЧЕСКОГО РЕДАУТОРА

1.1. Настройка цветового решения рабочей области

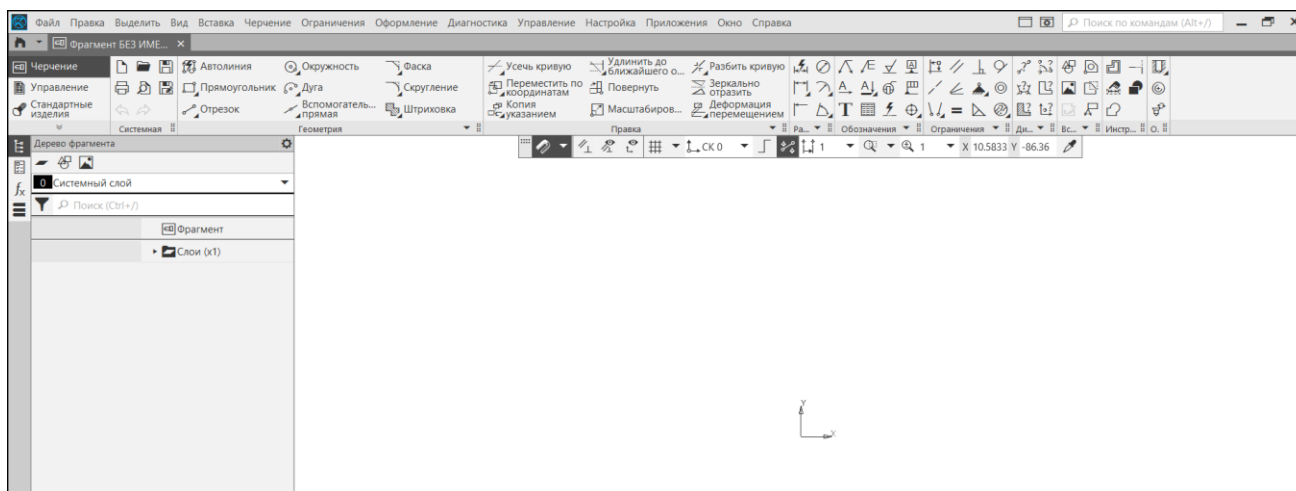


Рисунок 10 – Рабочее пространство программы КОМПАС-3D

Для создания и работы с 2D объектами используется «Чертеж» или «Фрагмент». Разница между ними заключается в том, что на фрагменте нет четких границ, а чертеж сразу же имеет жесткую рамку со штампом, в зависимости от формата чертежа [7]. Выбрав «Фрагмент», пользователь попадает в рабочее пространство компаса и видит перед собой белый экран с расположенными по середине осями координат, рис. 10.

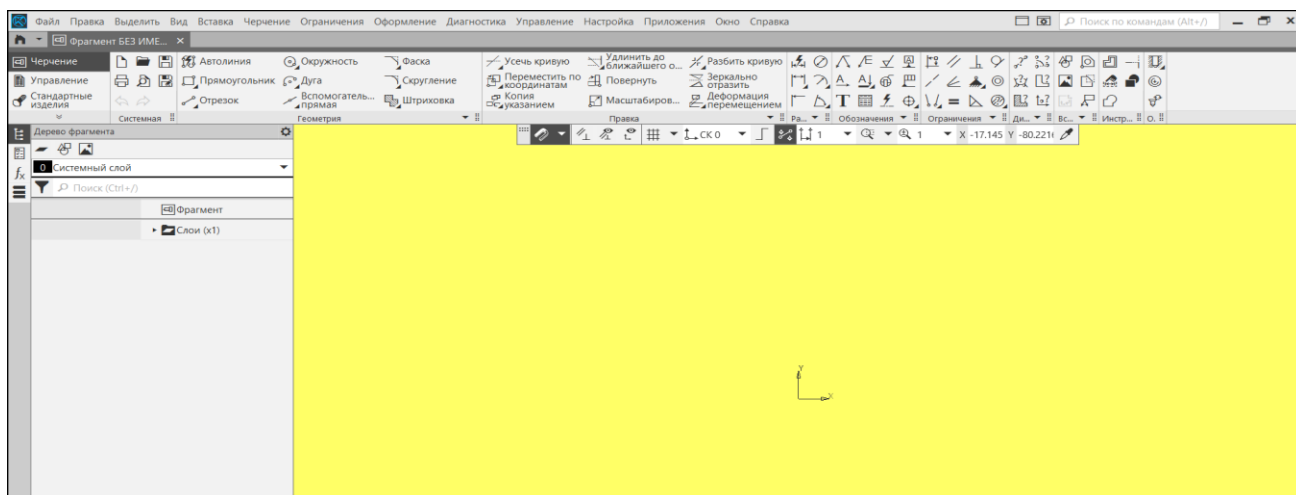


Рисунок 11 – Цветное оформление рабочей области программы

Программа позволяет настраивать рабочую область так, чтобы было комфортно работать любому пользователю с учетом индивидуальных особенностей восприятия цвета. Большинство инженеров работает на белом фоне, поскольку привыкло видеть перед собой лист бумаги, однако не стоит полностью отказываться от возможности изменения цвета рабочей области, вариант цветного оформления представлен на рис. 11.

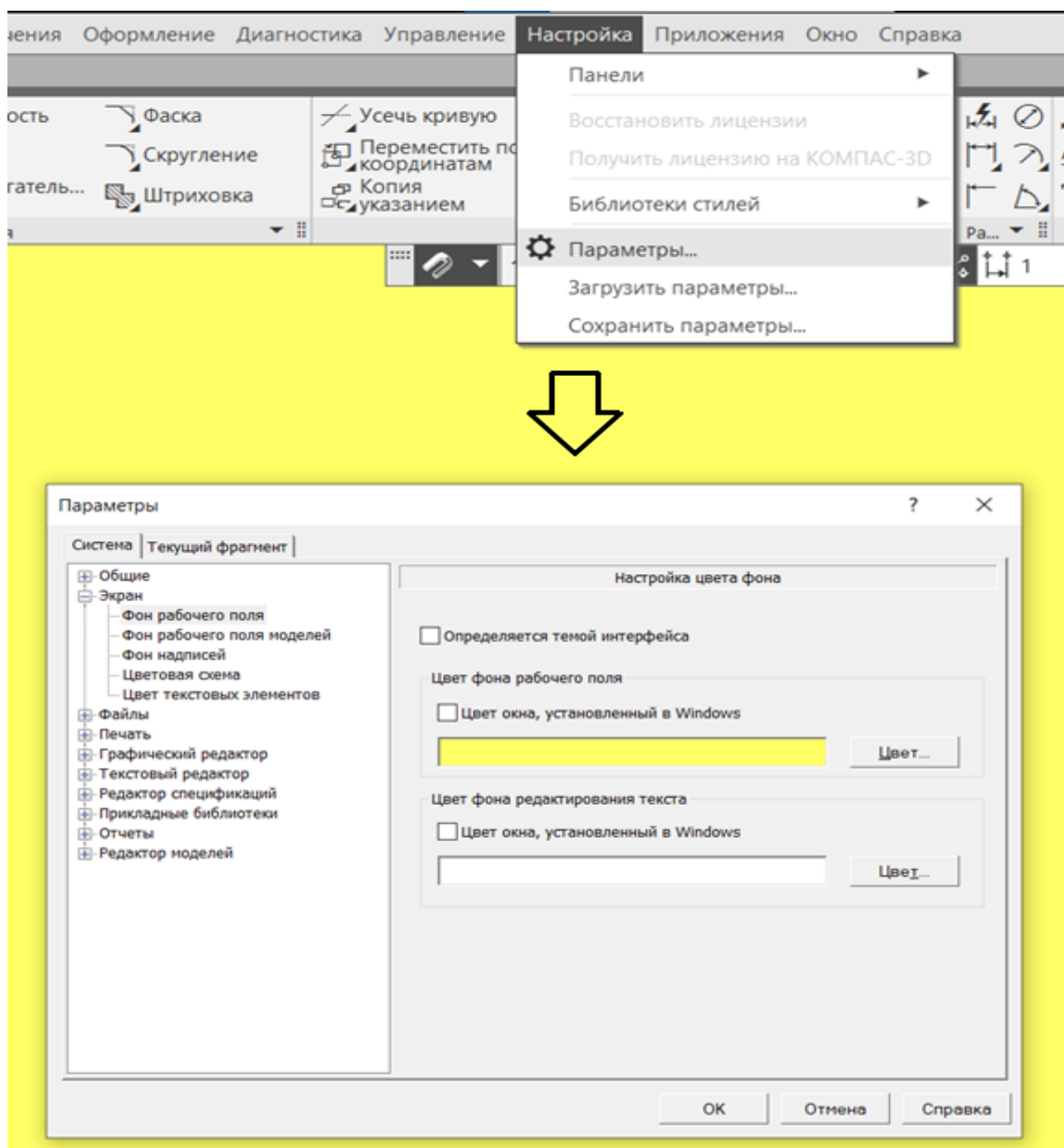


Рисунок 12 – Процесс изменения рабочего пространства

Для изменения цвета рабочего пространства необходимо на панели инструментов выбрать «настройка», в раскрывшемся списке выбрать «параметры», рис. 12. В раскрывшемся окне нужно выбрать вкладку «Система», после чего раскрыть список «Экран» и выбрать «Фон рабочего поля». По умолчанию стоит флажок «Определяется темой интерфейса», но при его снятии появляется возможность задать цвет рабочего поля. При нажатии на кнопку «Цвет» раскрывается палитра оттенков, где и можно выбрать комфортную цветовую гамму.

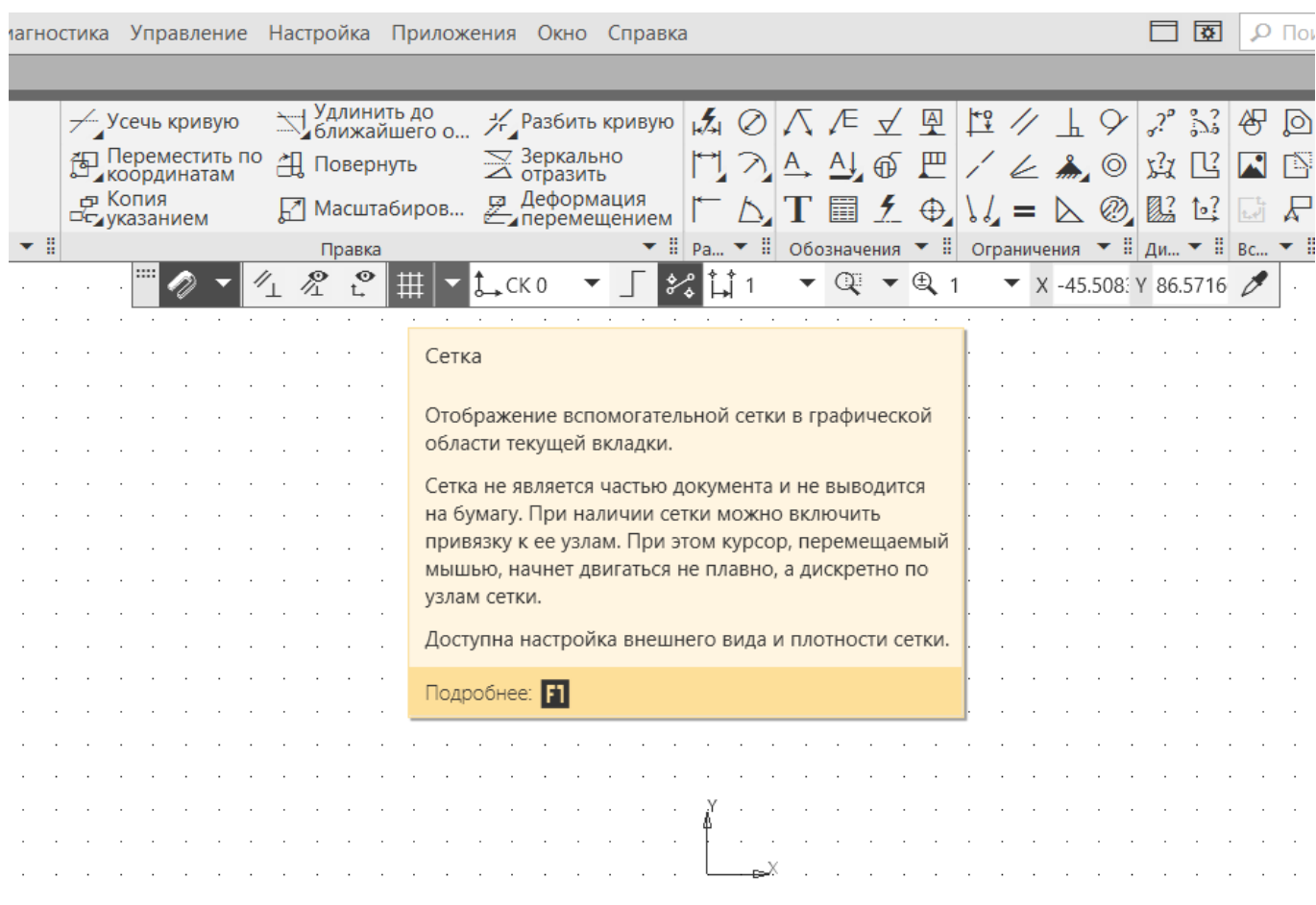


Рисунок 13 – Отображение сетки

Обычно во время инженерного проектирования не пользуются сеткой на рабочем пространстве, но иногда бывает удобно, создается эффект бумаги в клетку. Для этого необходимо найти на панели инструментов кнопку «Сетка» и нажать на нее. Кнопка располагается на панели инструментов по середине экрана, рис 13. При активации функции кнопка подсвечивается черным.

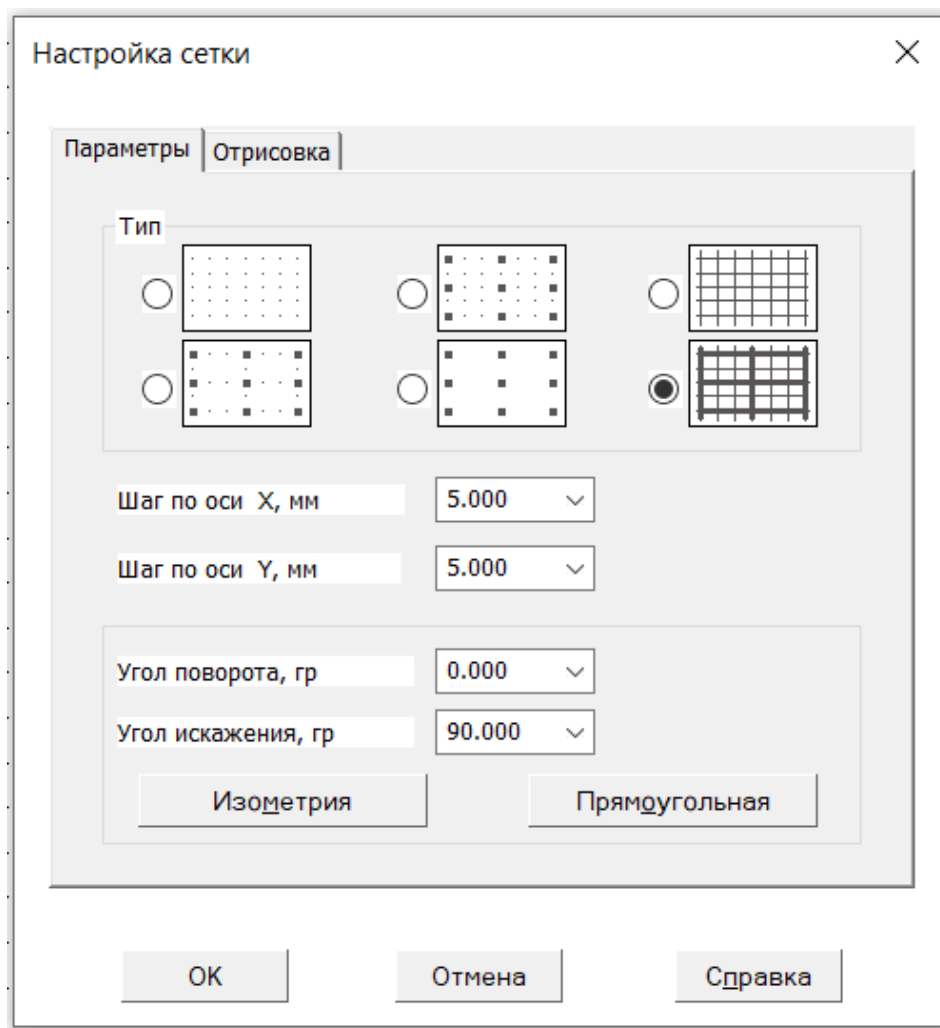


Рисунок 14 – Типы сетки

Нажав на черный треугольник рядом с функцией «Сетка» появляется меню настроек, рис 14. Во вкладке параметры можно выбрать тип отображения сетки на рабочем пространстве, а также настроить шаг сетки.

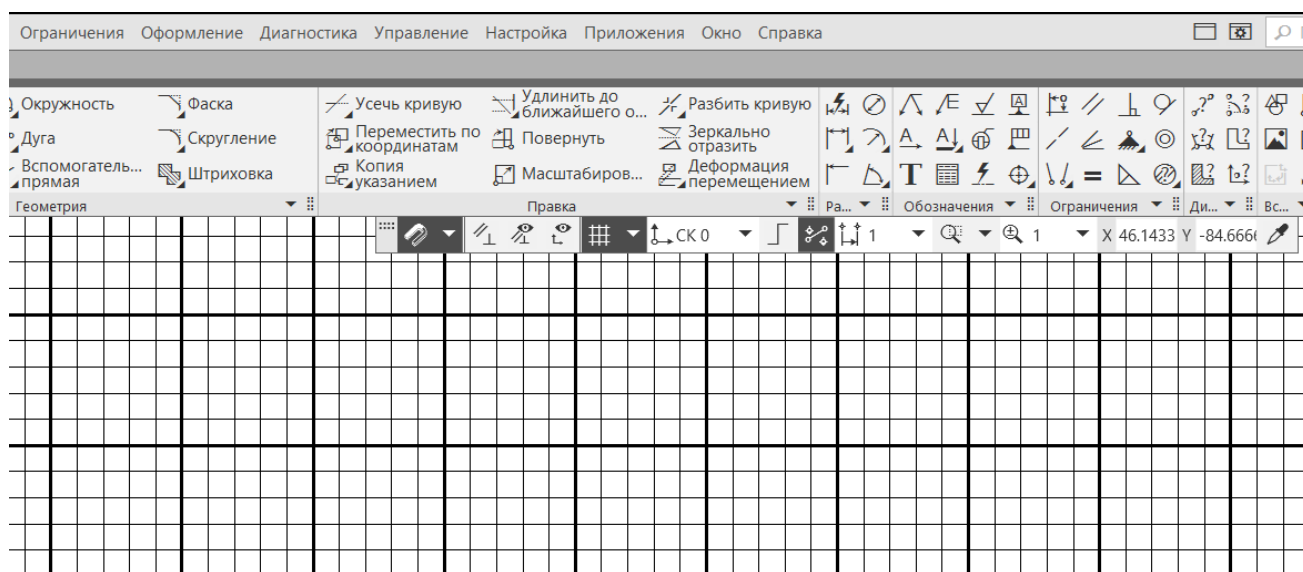


Рисунок 15 – Один из вариантов оформления сетки

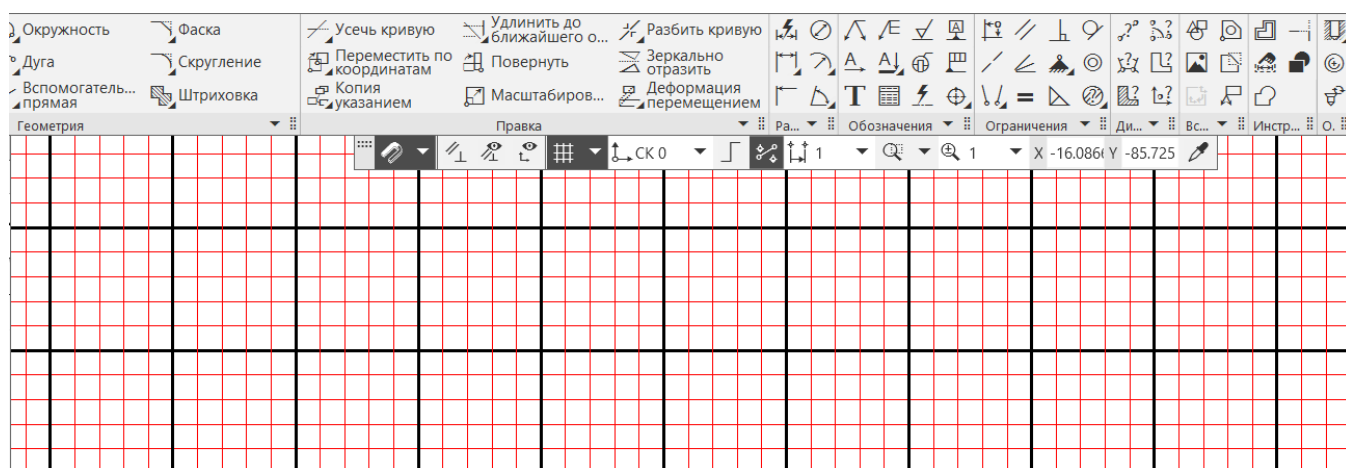


Рисунок 16 – Оформление сетки рабочего пространства

Представлен один из вариантов отображения сетки в рабочей области, рис. 15. Отображение подобной сетки позволяет визуально разделить рабочую область на сектора.

Программа КОМПАС-3D предоставляет возможность настройки сетки для индивидуального использования, рис. 16. Есть возможность задать толщину линий и их цвет во вкладке «Отрисовка», находящаяся в настройках отображения сетки.

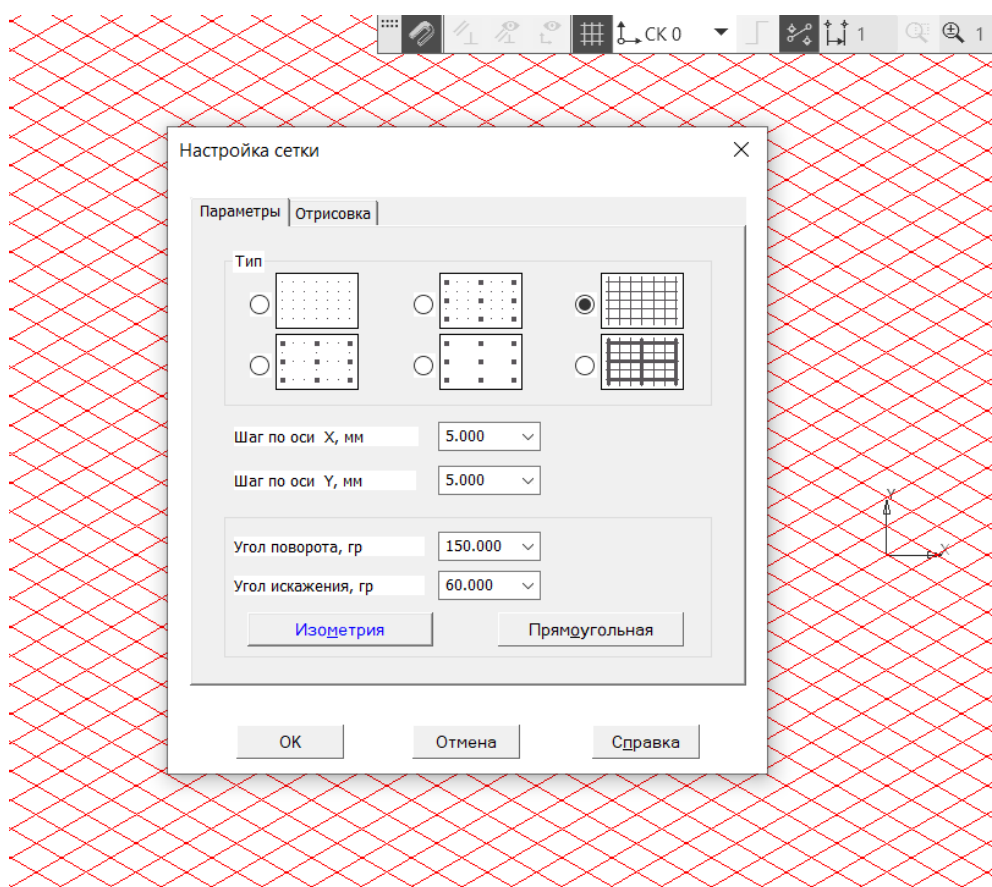


Рисунок 17 – Изменение угла наклона сетки

При необходимости есть возможность задания угла наклона для сетки, рис. 17. Это может пригодится для создания объектов в изометрической проекции.

1.2. Настройка оформления рабочей области

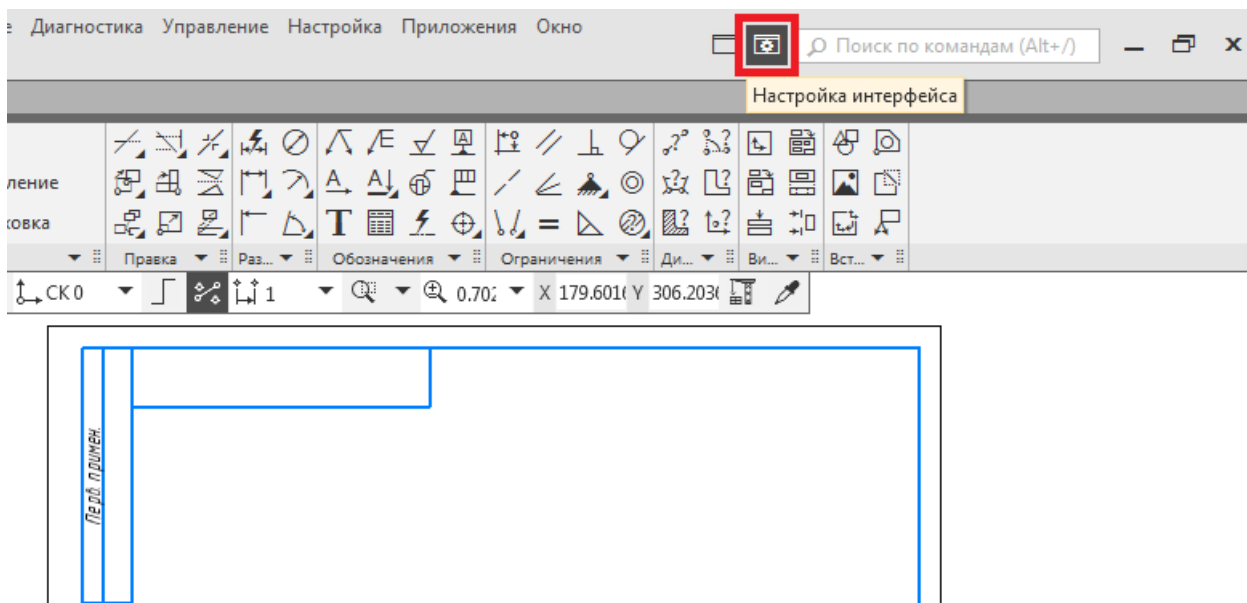


Рисунок 18 – Изменение цветового оформления панели инструментов

Выбрав «Чертеж» [8] открывается рабочее пространство компаса для чертежей. Перед пользователем открывается белое рабочее пространство со штампом формата А4, как показано на рис. 18. При необходимости, есть возможность настроить цветовую тему панели инструментов и настроить отображение команд на панели инструментов. Для этого необходимо нажать на значок панели инструментов. Данная команда выделена красной областью и представлена на рис. 18.

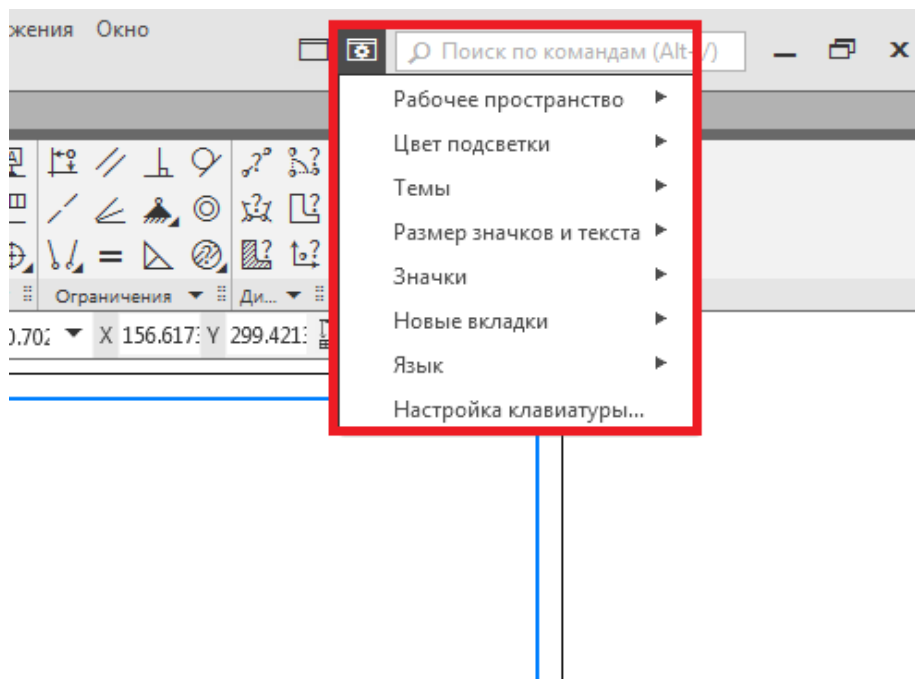


Рисунок 19 – Панель настройки интерфейса

При нажатии на команду «Настройка интерфейса» раскрывается перечень функций доступных для редактирования, к которым относятся:

- Рабочее пространство
- Цвет подсветки
- Тема
- Размеры значков и текста
- Значки
- Новые вкладки
- Язык
- Настройка клавиатуры

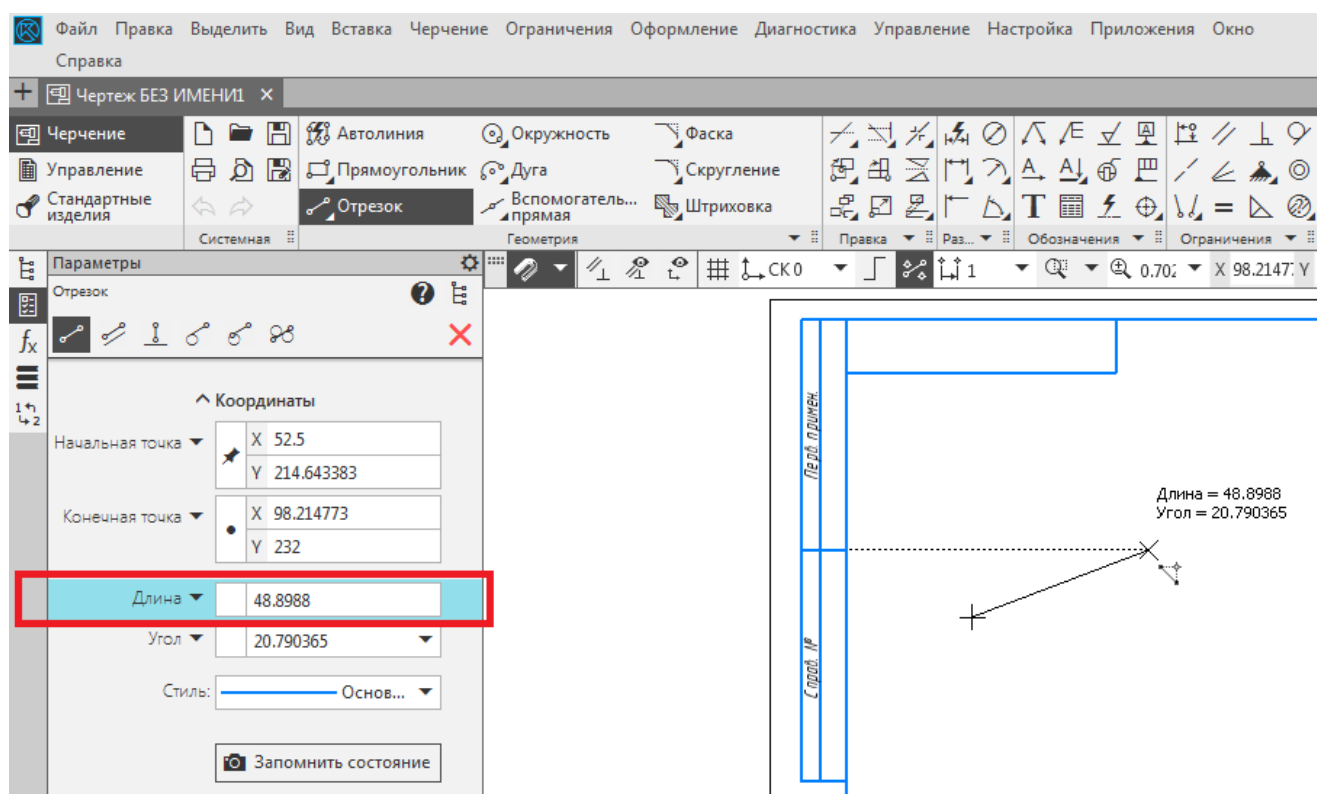


Рисунок 20 – Исходное отображение цветов подсветки команд

Исходный цвет подсветки действующей команды «Лиловый». Такая подсветка включается абсолютно в любом режиме и с каждой командой, демонстрируется на рис. 20.

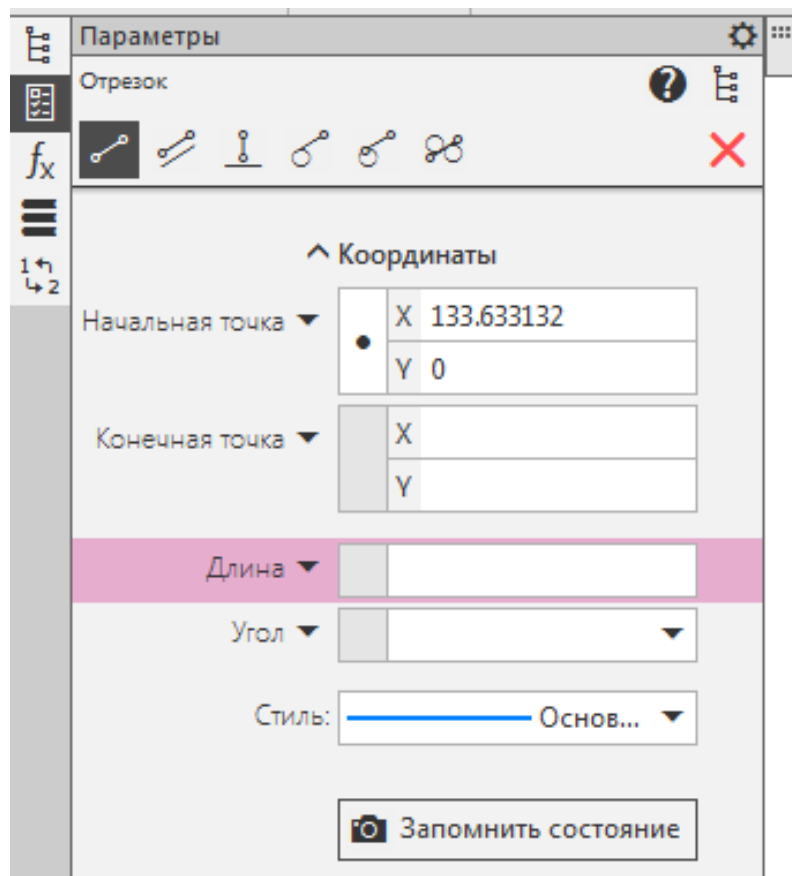


Рисунок 21 – Изменение цвета подсветки

При настройке цвета подсветки можно выбрать из следующего списка: бирюзовый, лиловый, зеленый, оранжевый. На рисунке 21 представлен один из вариантов отображения цветов.

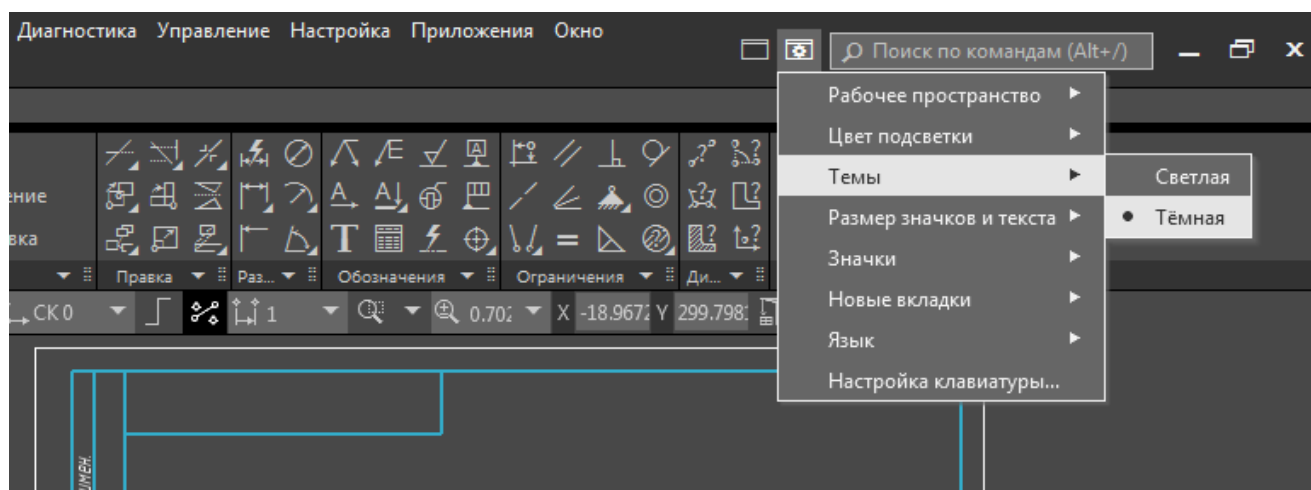


Рисунок 22 – Изменение темы рабочей области

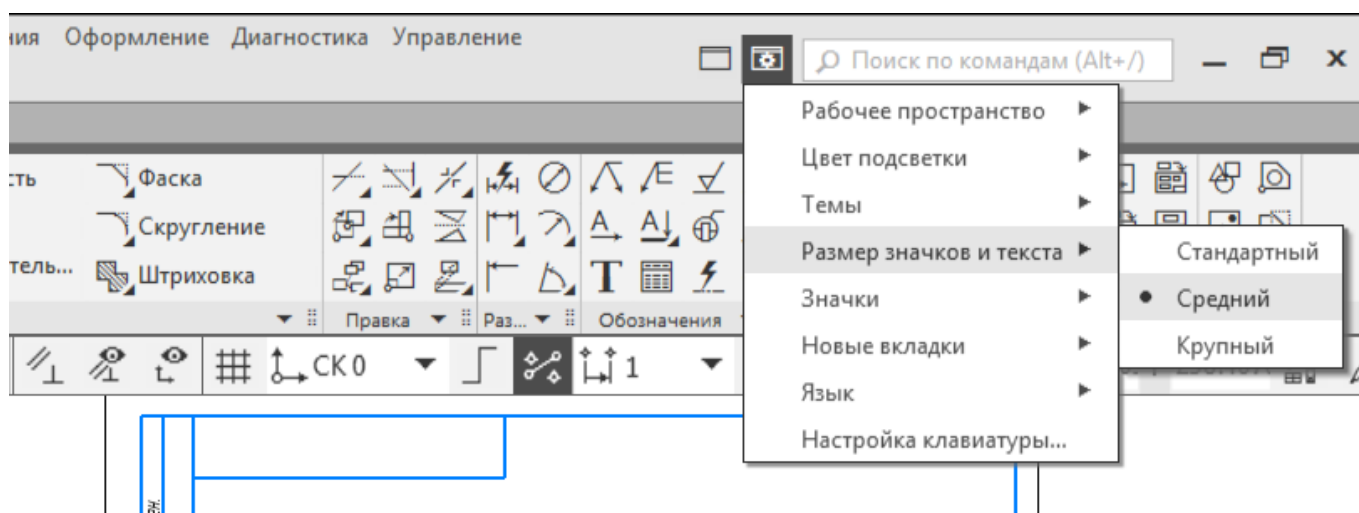


Рисунок 23 – Размер значков и текста

При необходимости работы в щадящем для глаз режиме можно выбрать темную цветовую схему. Рядом с активной схемой появляется маркер, рис. 22. Для людей с ослабленным зрением предусмотрена возможность увеличения значков команд и текста системы. Переключение происходит в средний и крупный режимы, рис. 23.

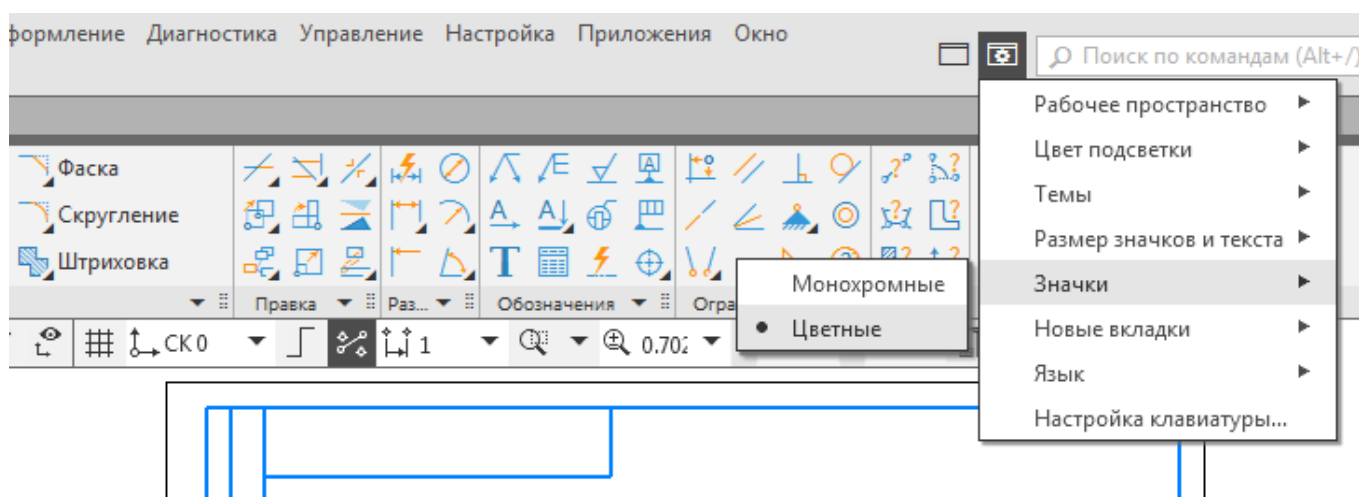


Рисунок 24 – Отображение цветных значков вместо монохромных

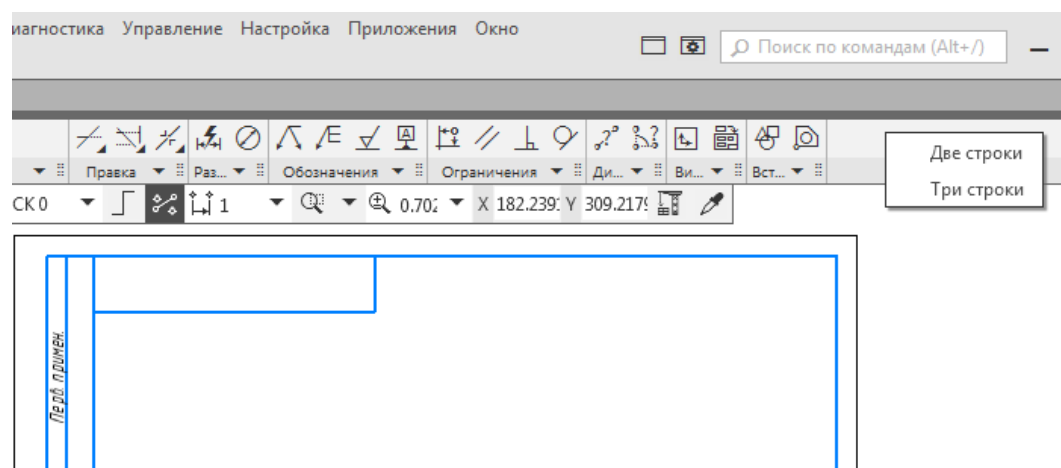


Рисунок 25 – Количество строк на панели инструментов

При необходимости имеется возможность отображения командных элементов в сине – оранжевом цвете, вместо привычного черного, функциональные возможности данной команды представлены на рис. 24.

Нажатием правой клавишей на свободное место панели инструментов можно выбрать количество строк отображения команд. По умолчанию стоит отображение 3 строк панели инструментов. Но можно уменьшить количество отображаемых инструментов с целью увеличения рабочей области.

1.3. Навигация и базовые команды

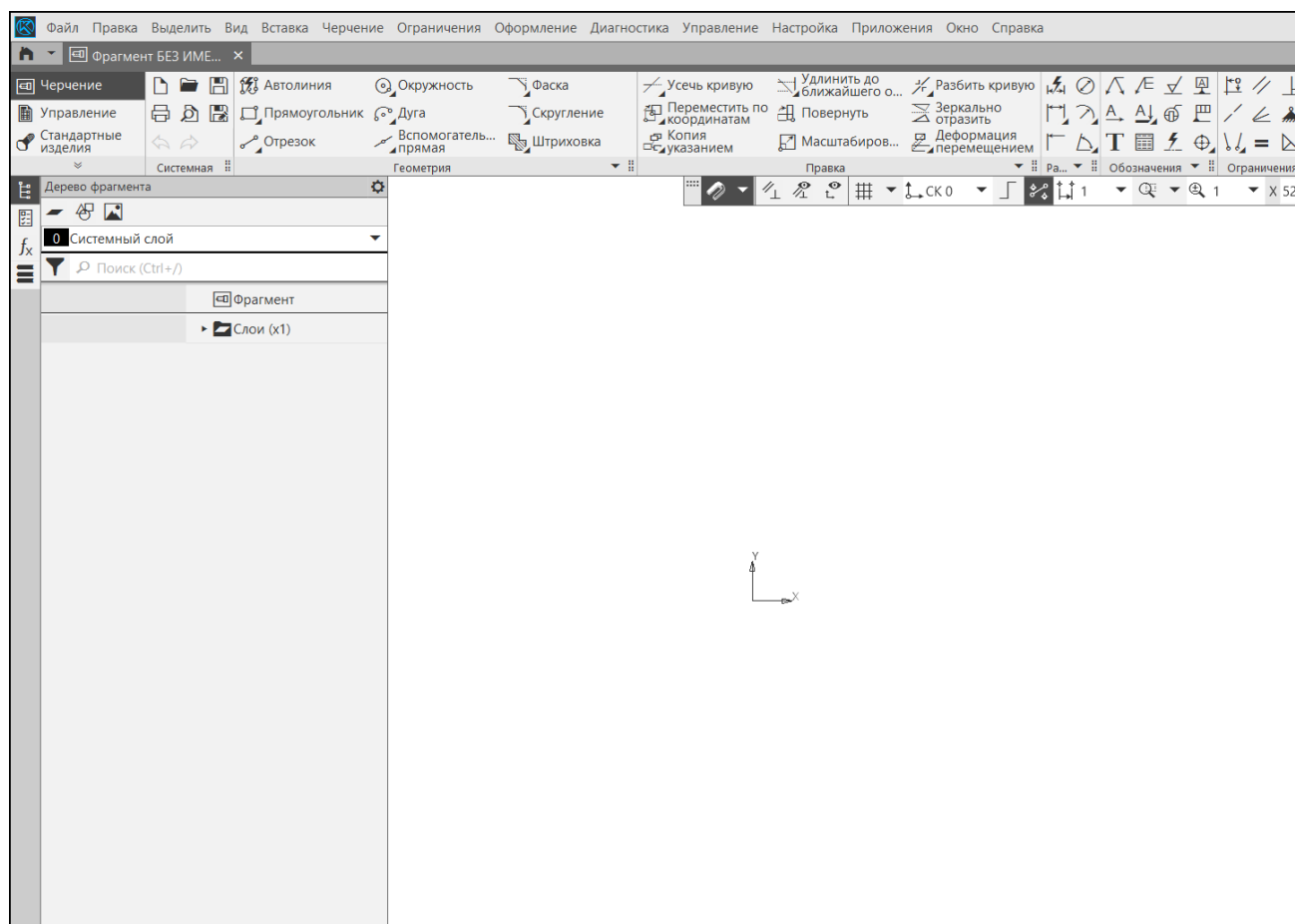


Рисунок 26 – Перемещение в рабочей области

Изначально начало координат находится в центре экрана, однако оно не закреплено, это позволяет осуществлять перемещение в рабочей области, рис. 26. Перемещение в рабочей области осуществляется за счет наведения курсора (прицел) мыши на любое место рабочей области и зажатия колеса мыши, после чего необходимо сдвинуть мышь в сторону [9]. Во время перемещения курсор меняет форму (перекрестье).

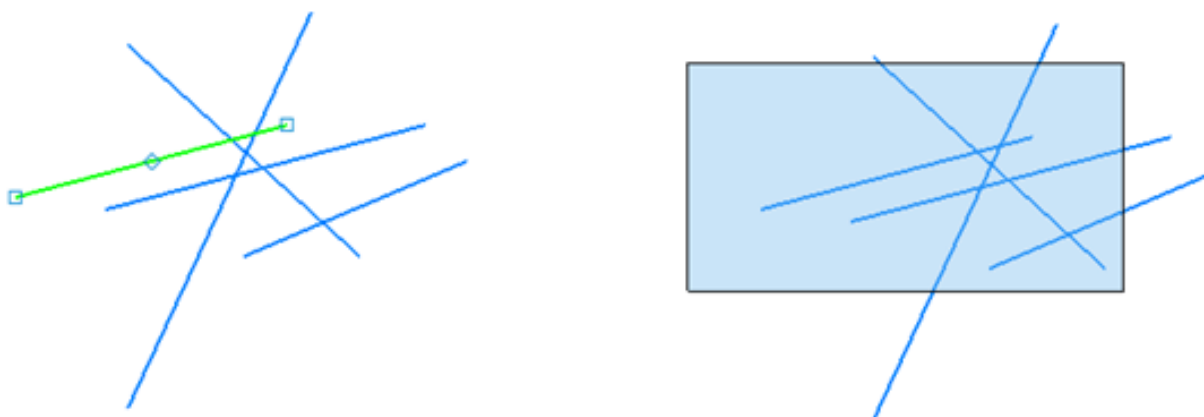


Рисунок 27 – Синяя область выделения

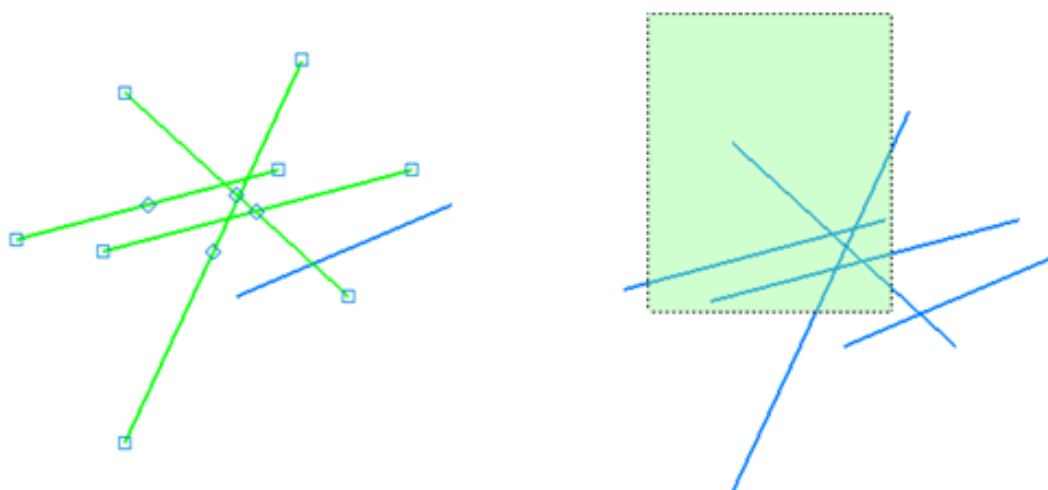


Рисунок 28 – Зеленая область выделения

Одной из важнейших функций программы является выделения объектов. Использование области выделения, как ясно из названия, предназначено для выделять любое количество объектов, рис. 27. Однако она не находится на панели инструментов и создается путем зажатия ЛЕВОЙ клавиши мыши и сдвинув курсор. Кроме того, существует две различные области «Синяя», рис. 27 и «Зеленая», рис. 28. Различие между ними в том, что одна выделяет все объекты, которые хотя бы немного попали в область выделения, а другая только те, которые полностью попали.

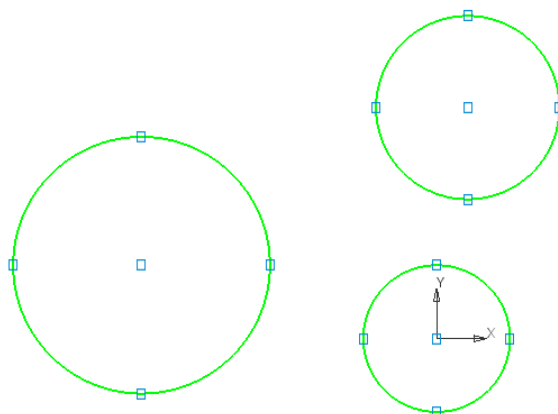


Рисунок 29 – Объект, помещенный в буфер обмена для копирования

Копирование объектов происходит через точку на рабочей области. После выделения объекта и нажатии горячих клавиш необходимо установить курсор в нужное положение, например, в начало координат или один из углов объекта, пример копирования объектов представлен на рис. 29. После выделения и ввода команды «Копировать» с установкой места копирования объекты снова начинают подсвечиваться точками по контуру. Горячие клавиши для копирования объектов буфер обмена: **Ctrl + C**

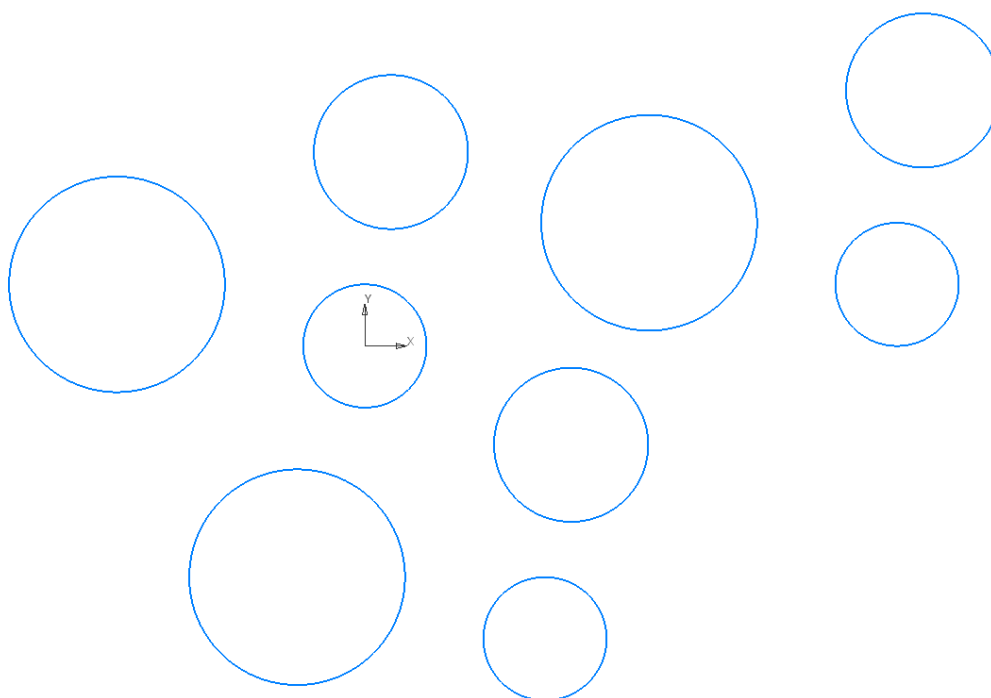


Рисунок 30 – Вставленные объекты из буфера обмена

Вставка уже скопированных объектов также осуществляется через точку, именно для этого и производится копирование через точку, чтобы снизить вероятность некорректной вставки объекта, пример выполнения команды на рис. 30. Горячие клавиши для повторного воспроизведения объектов из буфера обмена: **Ctrl + V**

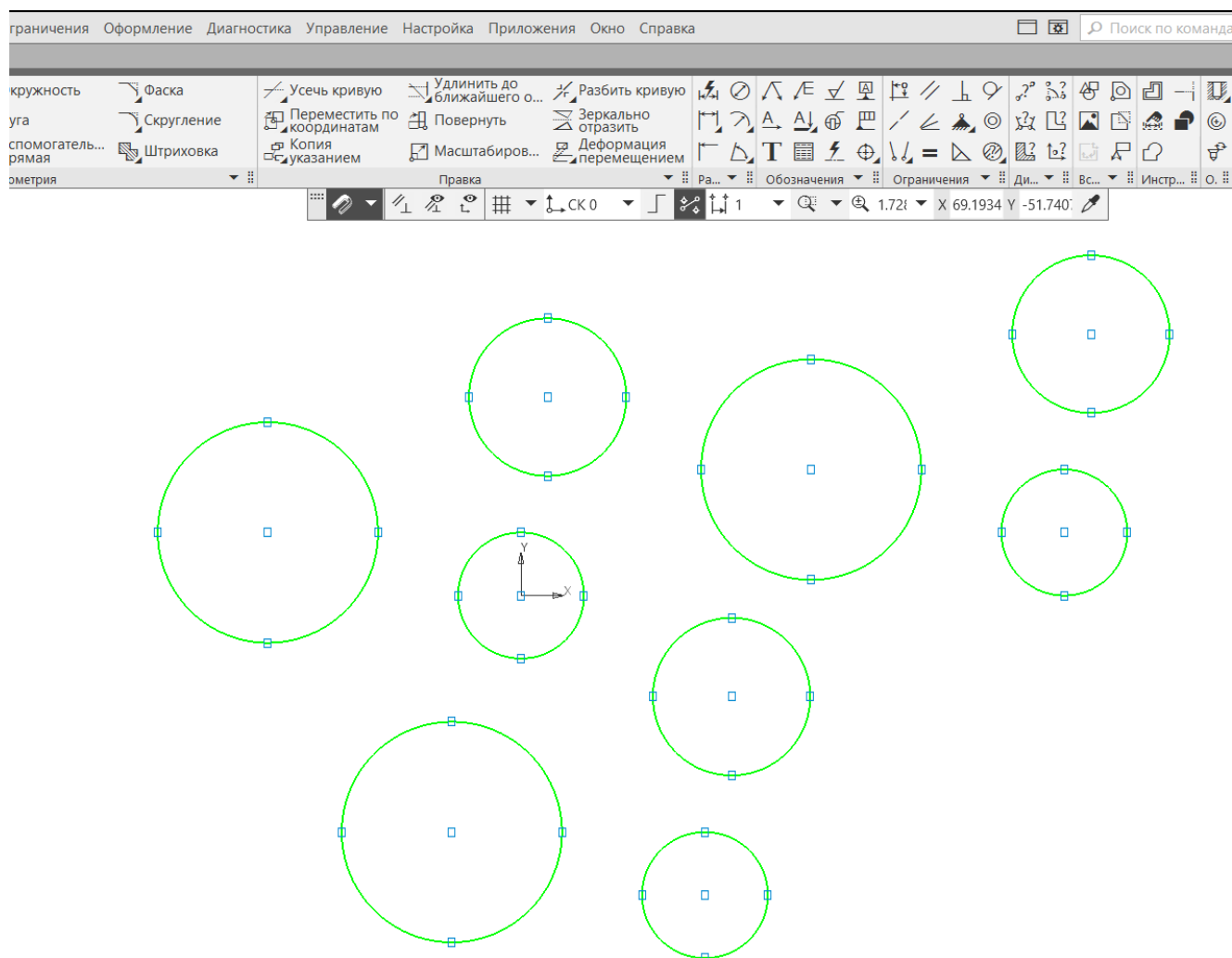


Рисунок 31 – Быстрое выделение всех объектов

На ряду с областью выделение и индивидуальным выделением объекта путем нажатия есть более простой и быстрый способ выделения всех объектов, рис. 31. Горячие клавиши для быстрого выделения всех объектов: **Ctrl + A**

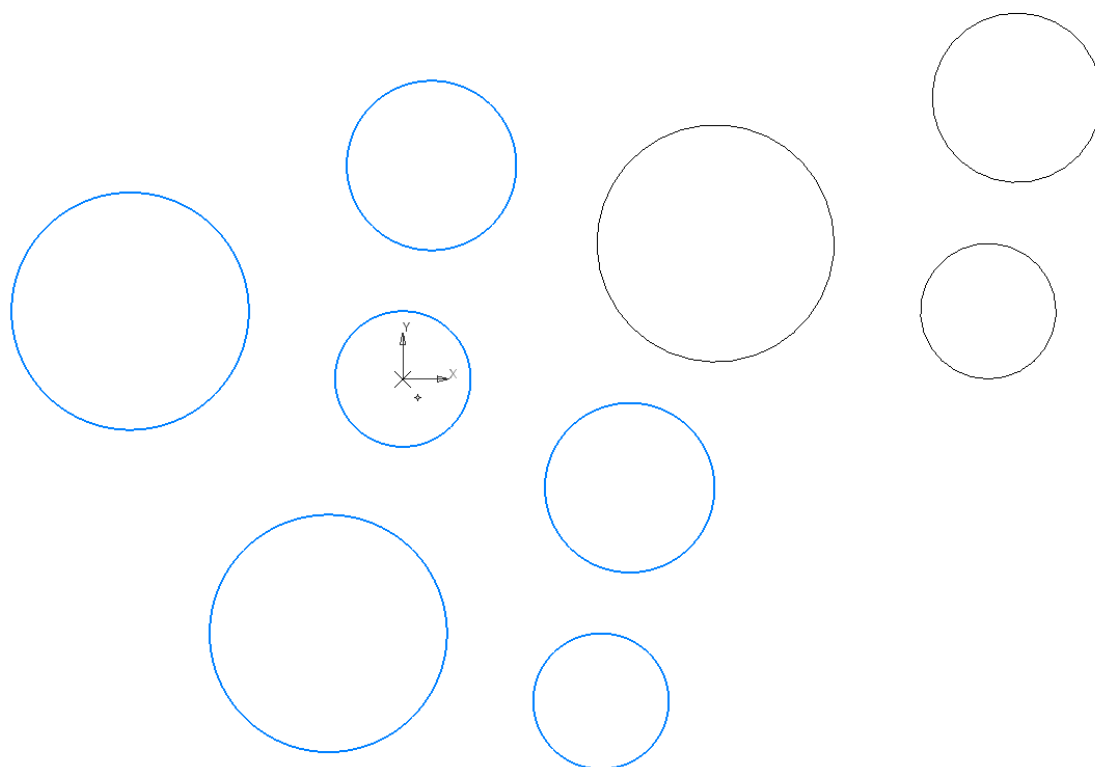


Рисунок 32 – Вырезание объектов

При необходимости удалить какой-либо объект, но с возможностью его дальнейшего использования стоит воспользоваться командой «Вырезать», рис. 32. В данном случае объекты подсвечиваются черным цветом, поскольку была произведена вставка из буфера обмена. Горячие клавиши для удаления объектов, но с возможностью повторного воспроизведения из буфера обмена: **Ctrl + X**

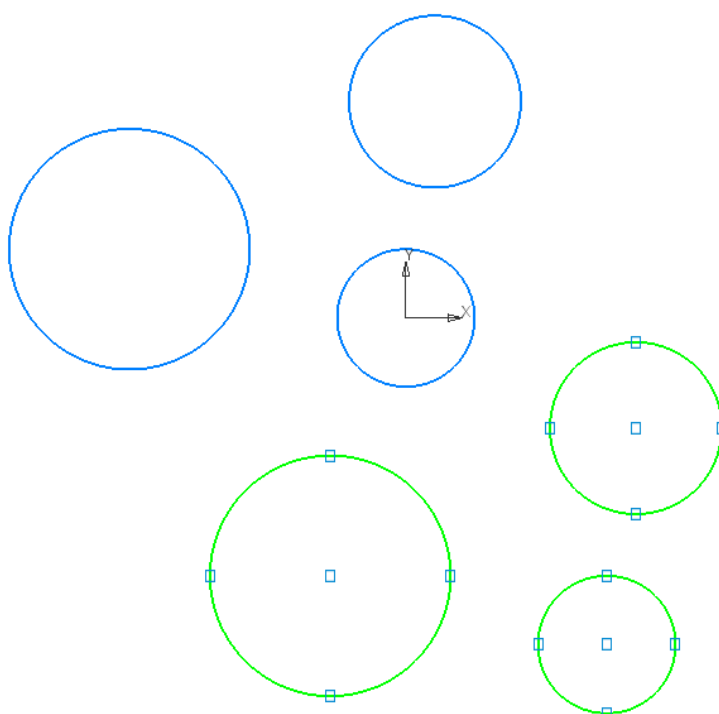


Рисунок 33 – Удаление объектов

Для удаления объектов необходимо нажатие на клавишу «**Delete**», удаление через клавишу «**Backspace**», как в программах Microsoft office в данном случае не работает. Перед удалением необходимо выделить интересующий объект.

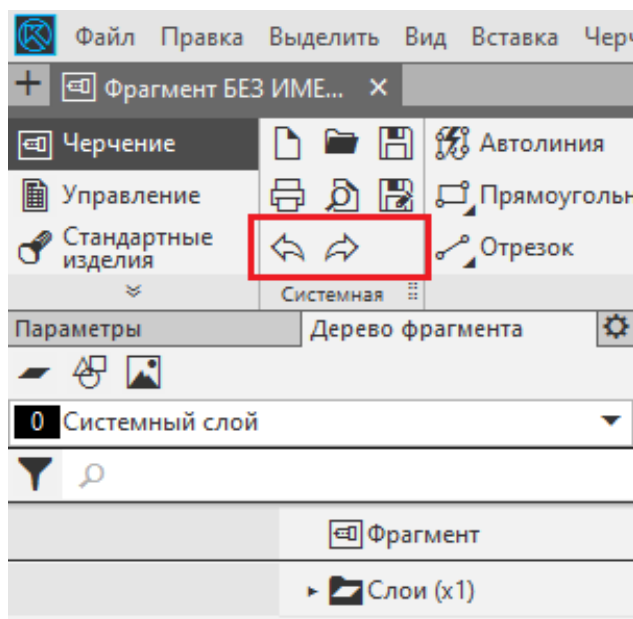


Рисунок 34 – Отмена и возврат действий

Для того, чтобы вернуться на один или несколько действий назад либо вперед существуют специальные стрелки на панели инструментов, рис 34. Однако следует помнить, что количество таких возвратов ограничено, нельзя возвращаться до бесконечности. Горячие клавиши для возврата на одно действие назад: **Ctrl + Z**

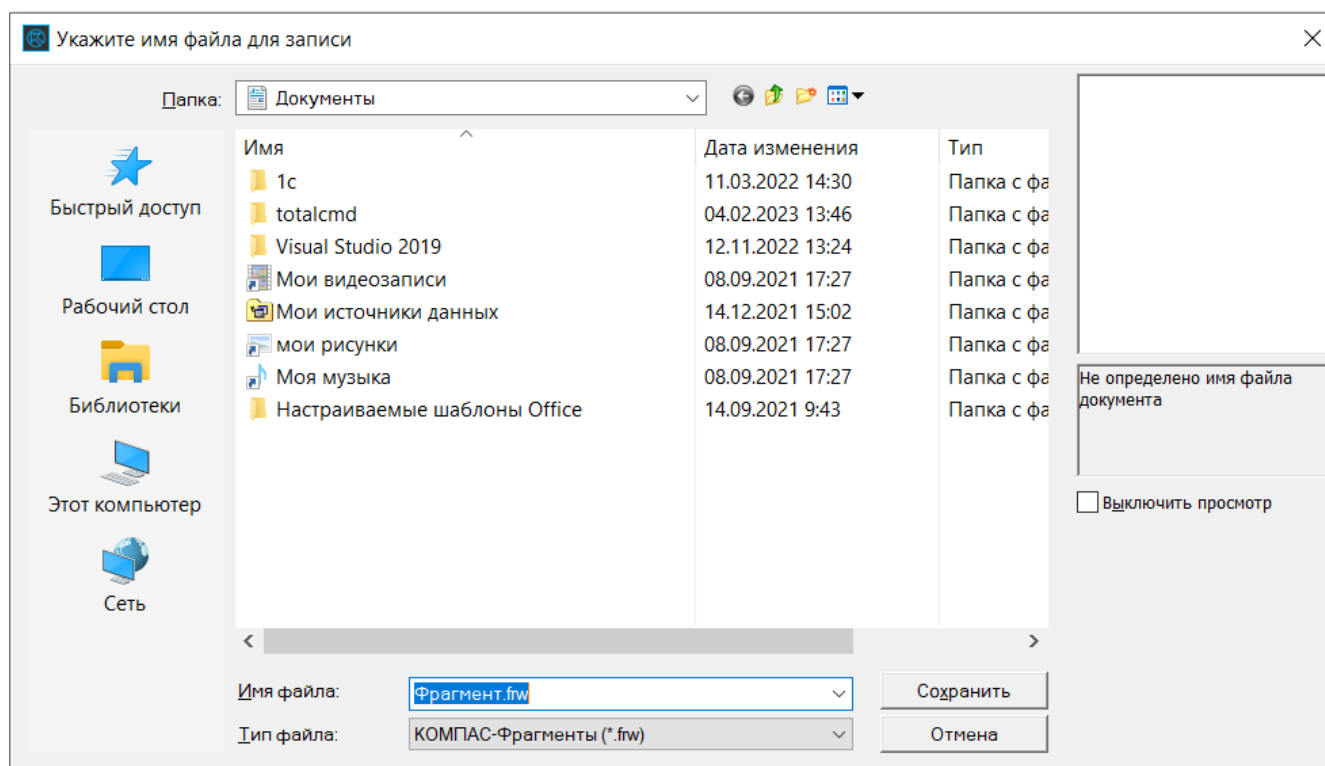


Рисунок 35 – Сохранение файлов

Для удобства и увеличения скорости работы необходимо использование команд быстрого доступа, рис. 35. При первом сохранении объекта будет указываться путь, при последующем объект автоматически будет сохраняться поверх уже имеющегося. Горячие клавиши для повторного сохранения файла: **Ctrl + S**

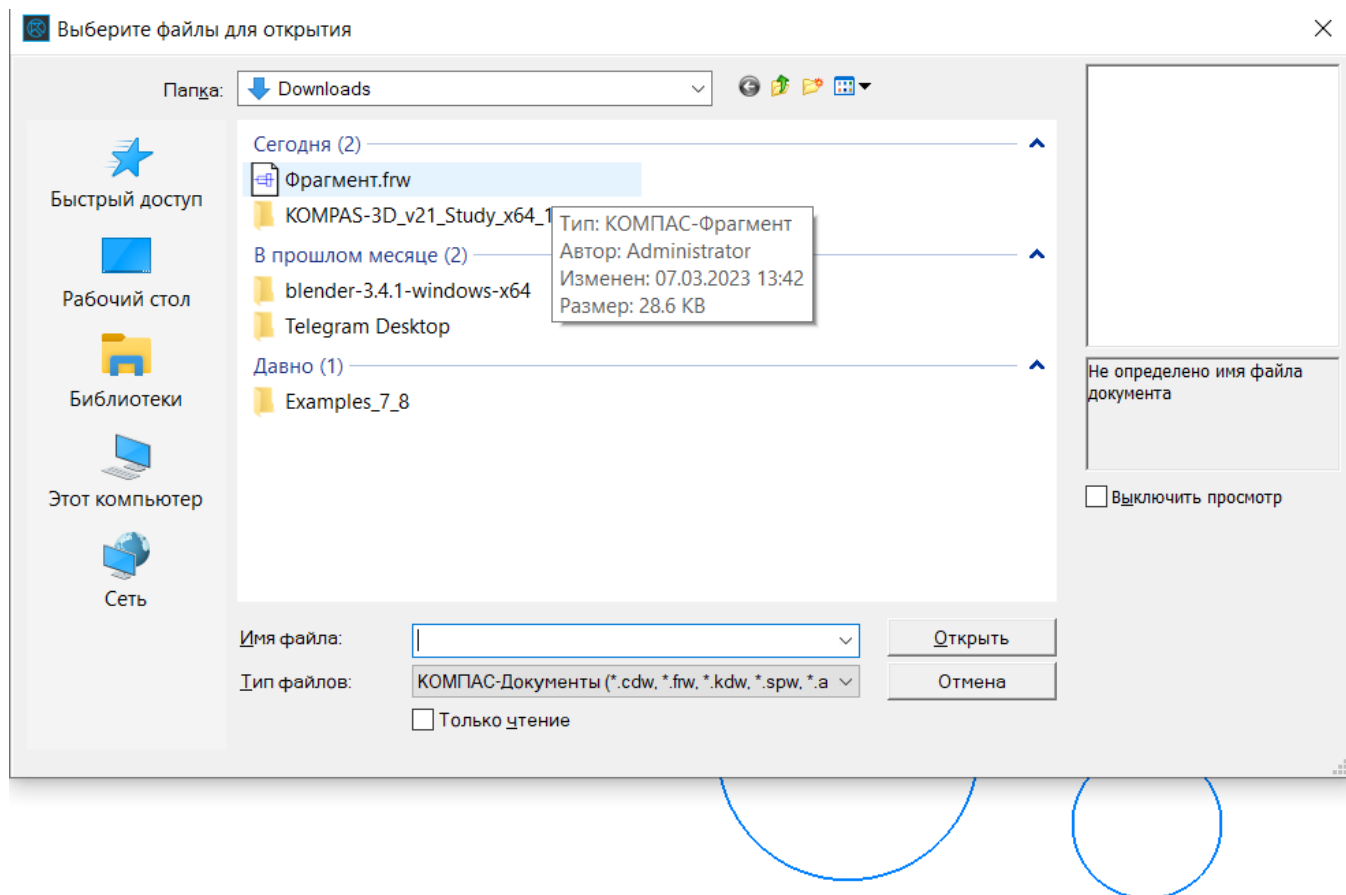


Рисунок 36 – Открытие файлов

Во время работы в программе не редко возникает необходимость работы сразу с несколькими файлами, рис. 36. Для этого в процессе работы можно применить команду быстрого открытия объекта. Горячие клавиши для повторного сохранения файла: **Ctrl + O**.

1.4. Вопросы для самоконтроля

1. Какое количество цветовых решений реализовано в программной обеспечении для комфортной работы и какие они могут быть?
2. Сколько цветовых решений реализовано в программном обеспечении для указания активности команды?
3. Для чего может использоваться темная тема рабочего пространства?
4. Сколько вариантов отображения команд на панели инструментов существует и какие?
5. Как перемещаться в рабочей области?
6. Как приближаться и отдаляться от объекта?
7. Чем зеленая область выделения отличается от синей и как их вызывать?
8. Как быстро выделить все объекты в рабочей области?
9. Какая комбинация клавиш предназначена для удаления объектов?
10. Какой тип файлов у чертежей по умолчанию?

2. СОЗДАНИЕ 2D-ГРАФИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ. ОСНОВНЫЕ КОМАНДЫ СОЗДАНИЯ И РЕДАКТИРОВАНИЯ 2D-ГРАФИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ.

2.1. Вспомогательная геометрия

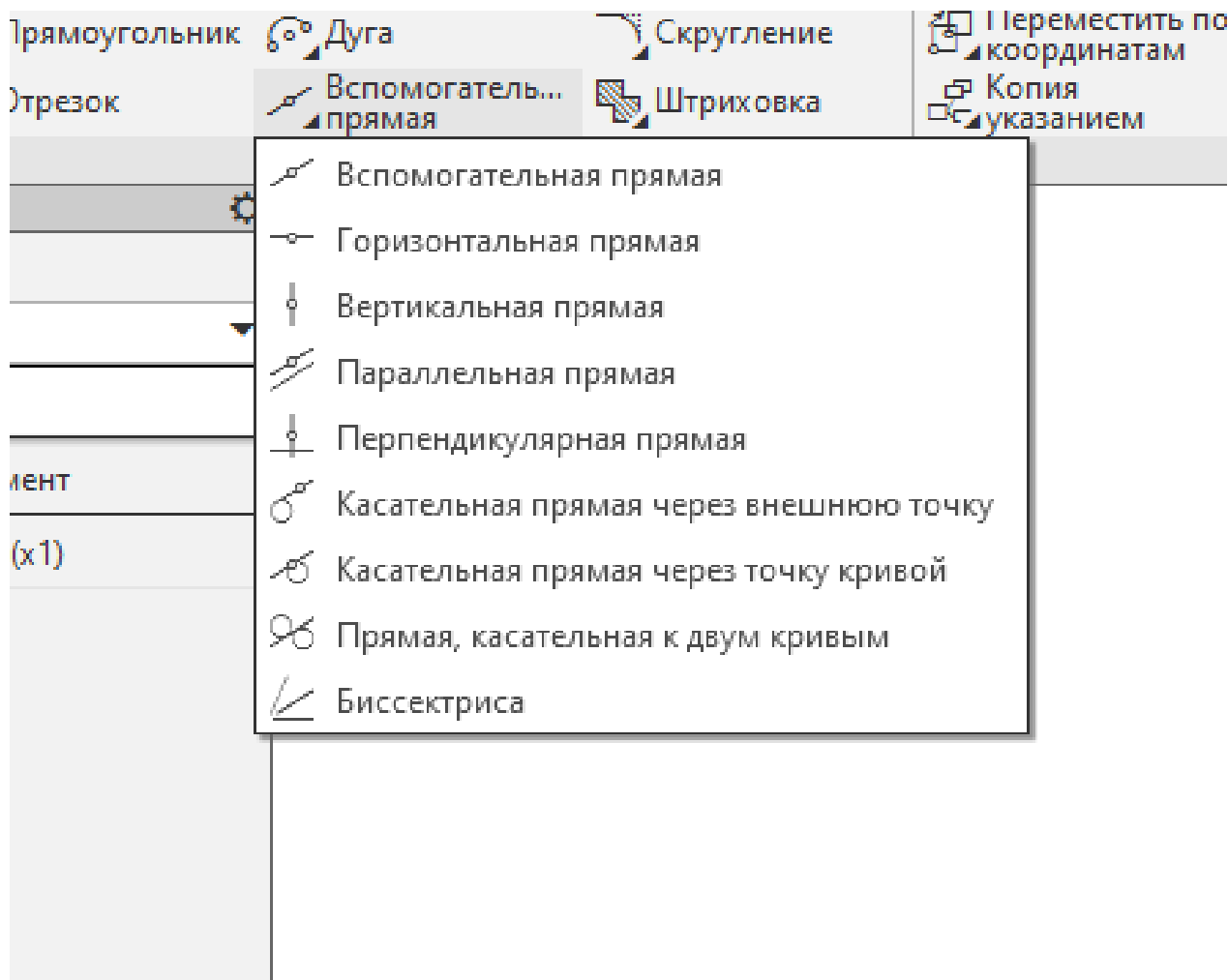


Рисунок 37 – Виды вспомогательной геометрии

Для построения объектов очень удобно пользоваться различными прямыми вспомогательной геометрии. Это значительно упрощает процесс построения объектов, поскольку можно забыть о линейке [10-11]. Команда вспомогательная геометрия включает в себя 9 различных вариантов построения прямой, рис. 37.

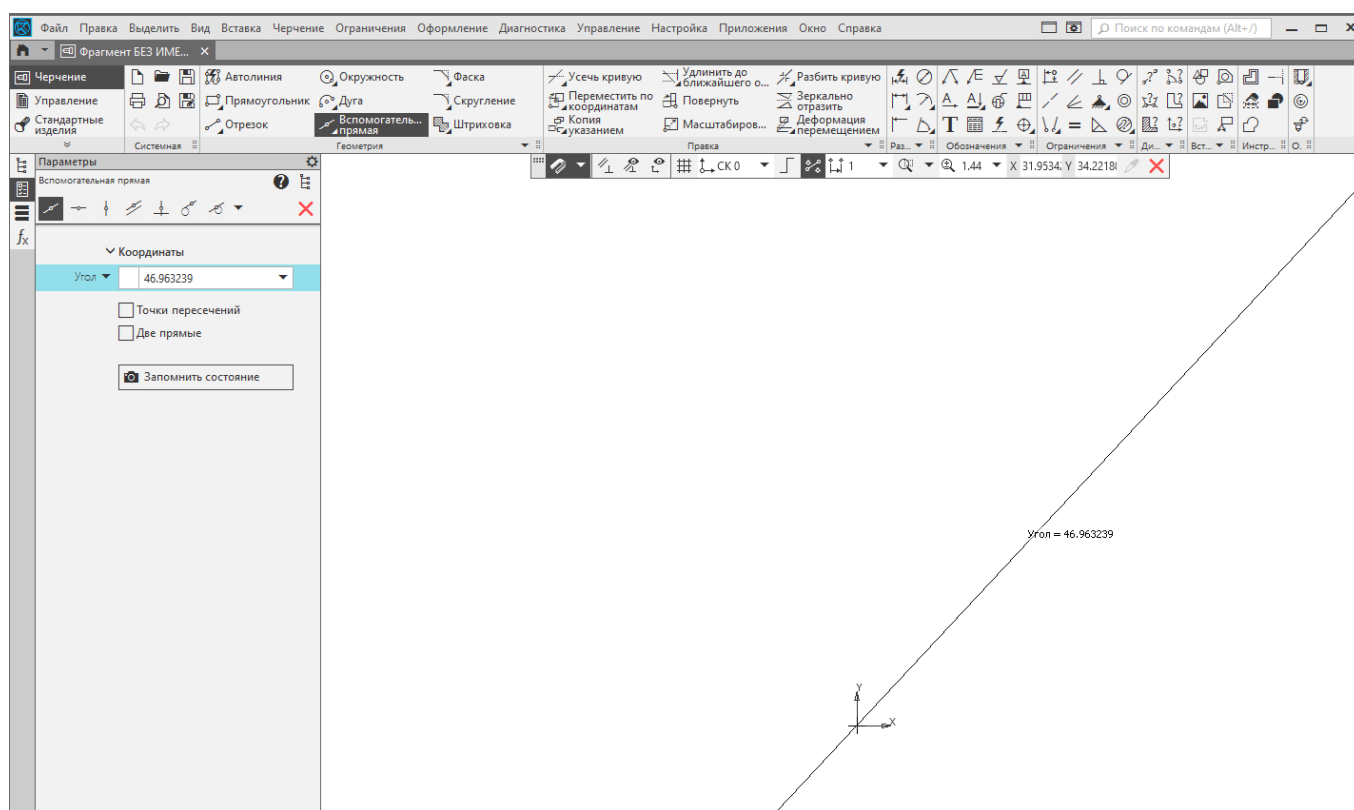


Рисунок 38 – Вспомогательная прямая

Для проведения вспомогательной прямой необходимо выбрать самую команду из выпадающего списка, затем установить курсор в то место пространства, где она подразумевается, рис. 38. После определения места, необходимо задать угол наклона. Сделать это можно автоматически (увидев нужное значение на экране) или ввести вручную (слева находится значение угла поворота).

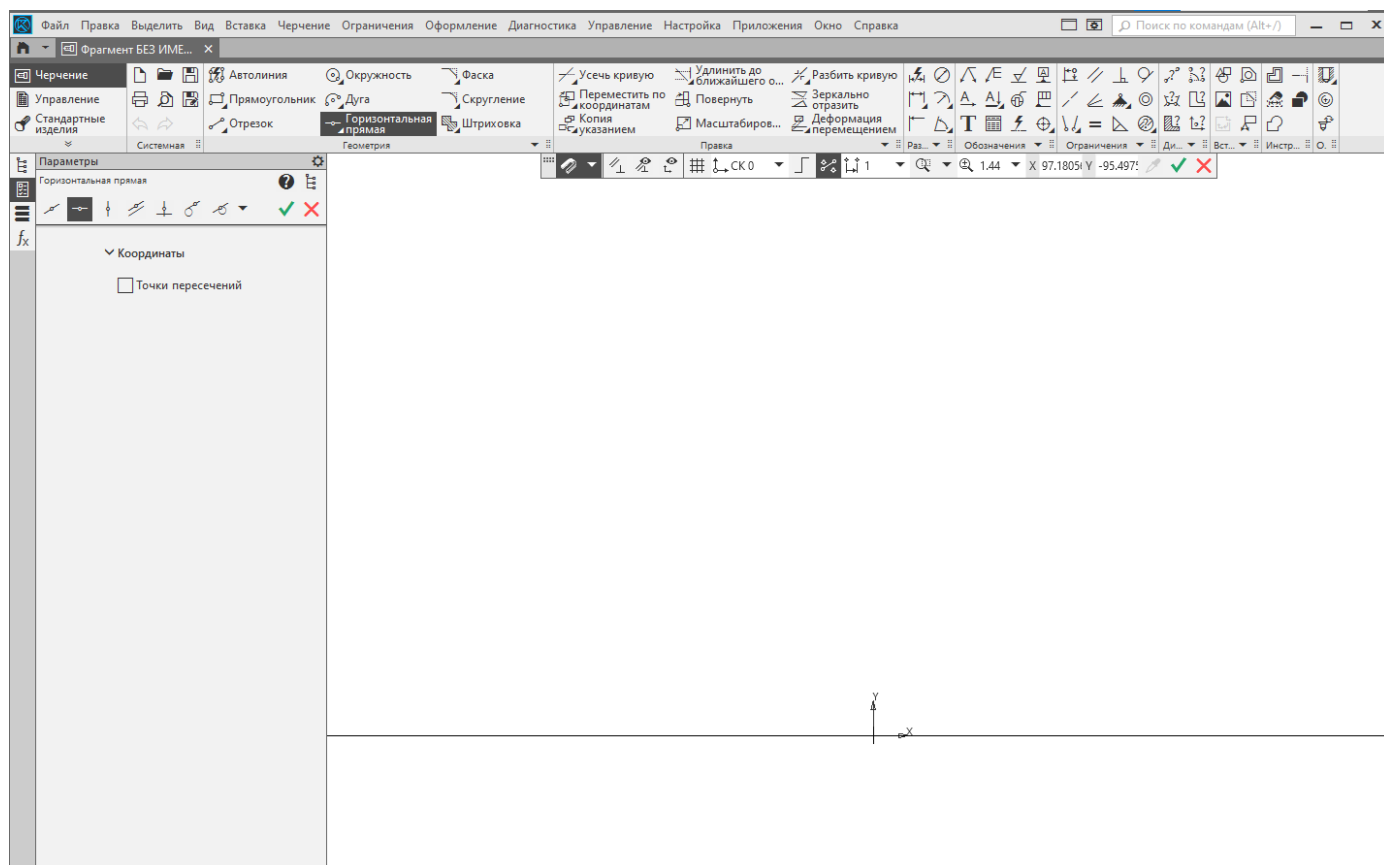


Рисунок 39 – Горизонтальная вспомогательная прямая

Для задания горизонтальной прямой достаточно указать исходную точку и прямая автоматически построится на плоскости, после выбора соответствующей команды из меню. В качестве примера горизонтальная прямая размещается в начале координат, рис. 39.

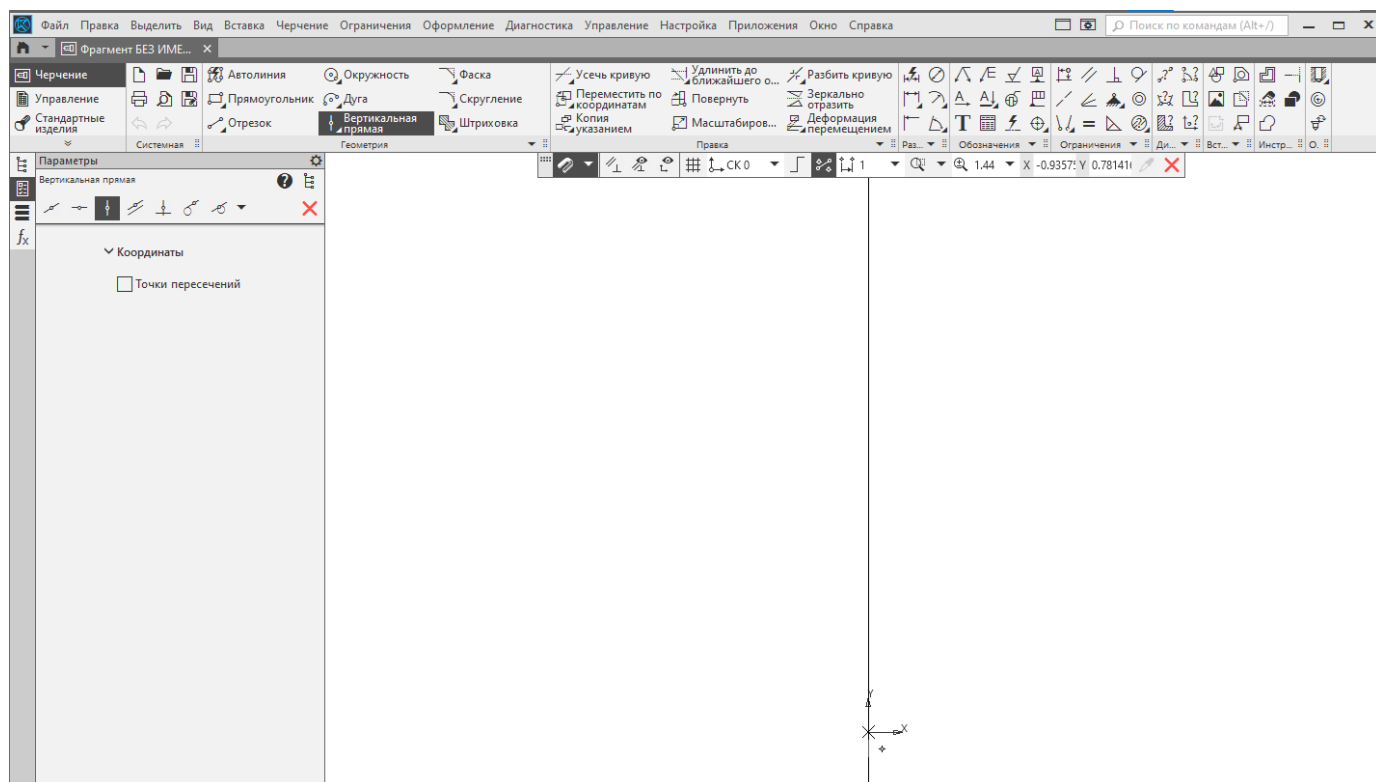


Рисунок 40 – Вертикальная вспомогательная прямая

Для задания вертикальной вспомогательной прямой, по аналогии с горизонтальной, достаточно указать исходную точку и прямая автоматически построится на плоскости. В качестве примера вертикальная вспомогательная прямая размещается в начале координат, рис. 39.

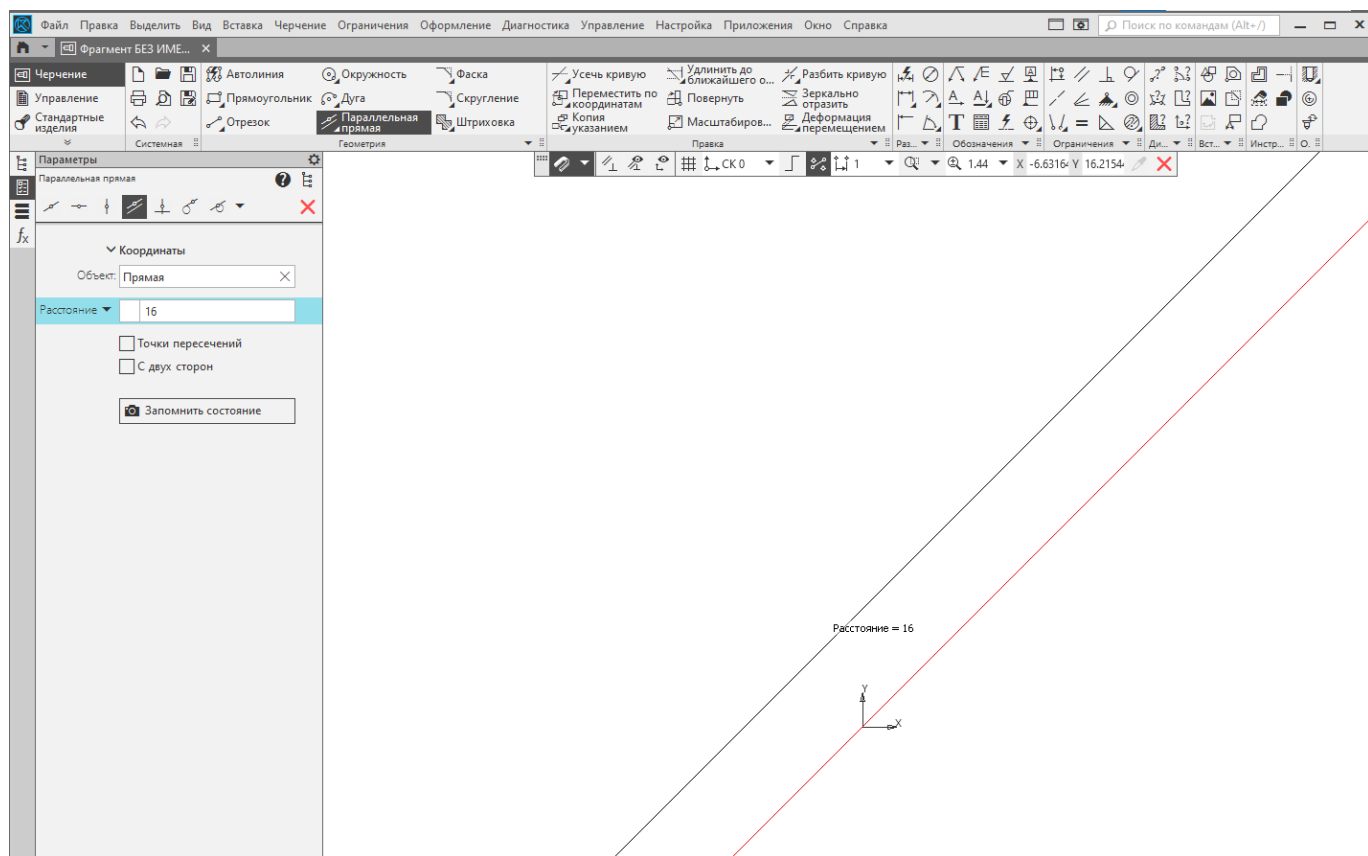


Рисунок 41 – Параллельная вспомогательная прямая

Построение параллельной прямой возможно в том случае, если есть какие-то линейные построения относительно которых необходимо провести параллельную прямую. Выбрав «параллельную прямую» в начале необходимо указать исходный объект, относительно которого будет происходить построение, а потом задать расстояние.

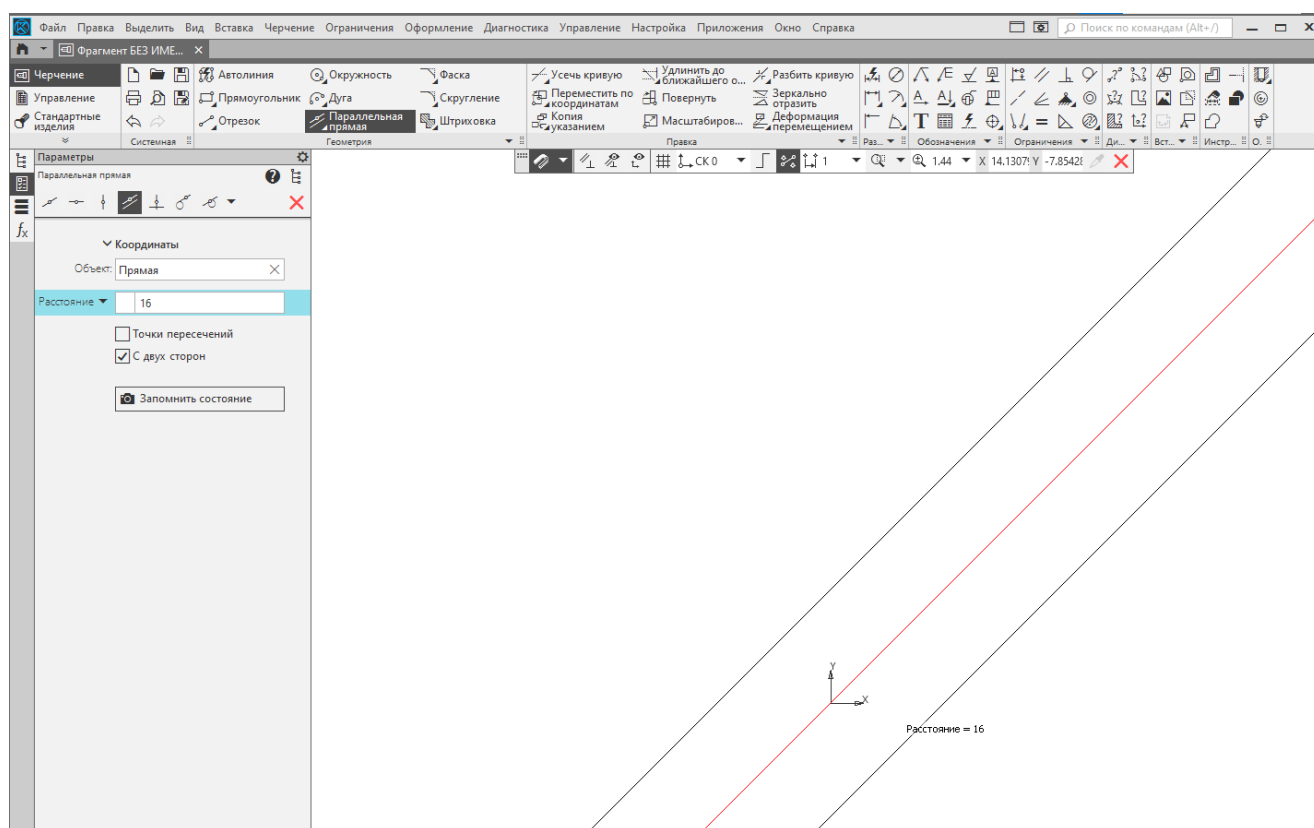


Рисунок 42 – Параллельная вспомогательная прямая расположенная с двух сторон от объекта

Для точности построение расстояние лучше вводить с клавиатуры. Кроме того, если возможность построения параллельных прямых с двух сторон от выделенного объекта, для этого необходимо поставить флажок «С двух сторон». Для подтверждения построения необходимо нажать левой клавишей мыши на экран, либо воспользоваться клавишей «**Enter**».

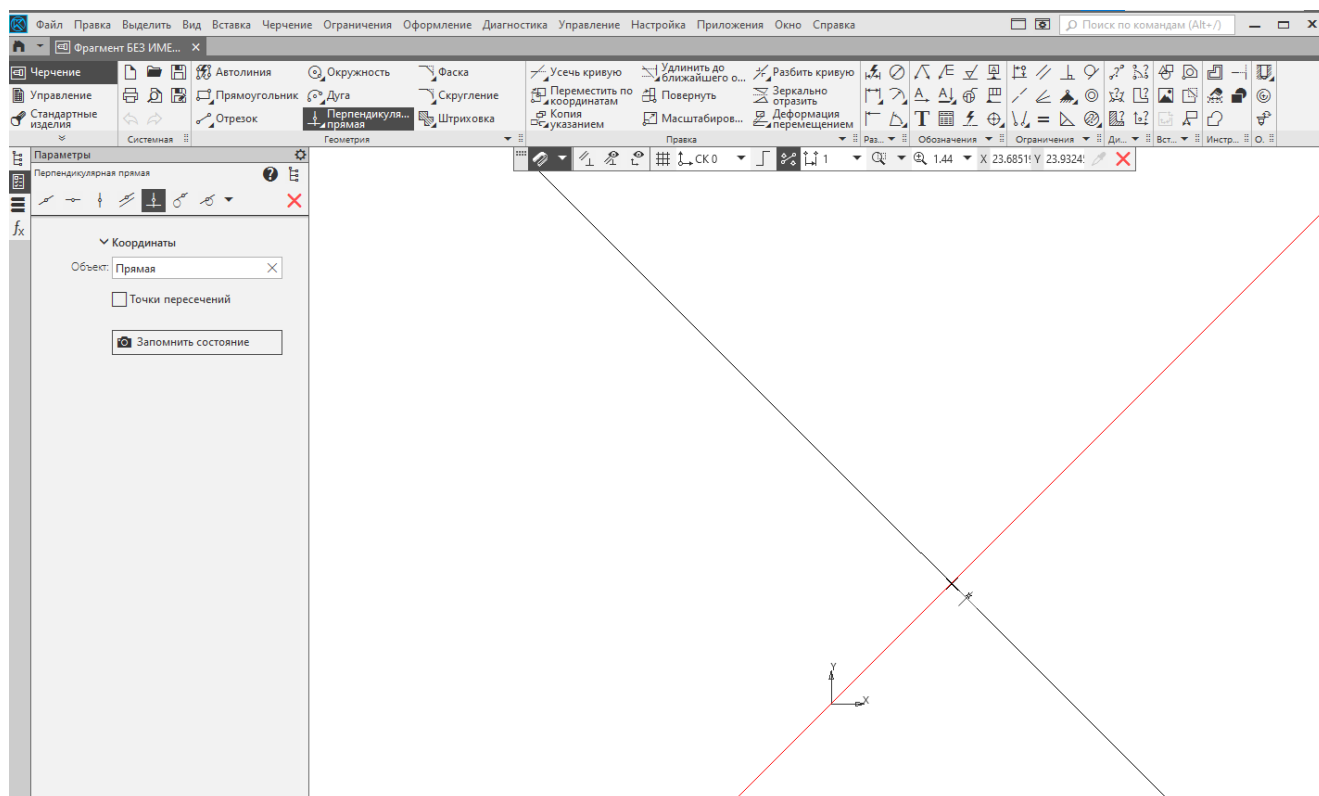


Рисунок 43 – Перпендикулярная вспомогательная прямая

Для построения перпендикулярной прямой необходимо указать исходный объект, к которому нужно построить перпендикуляр. После чего нужно указать точку пересечения.

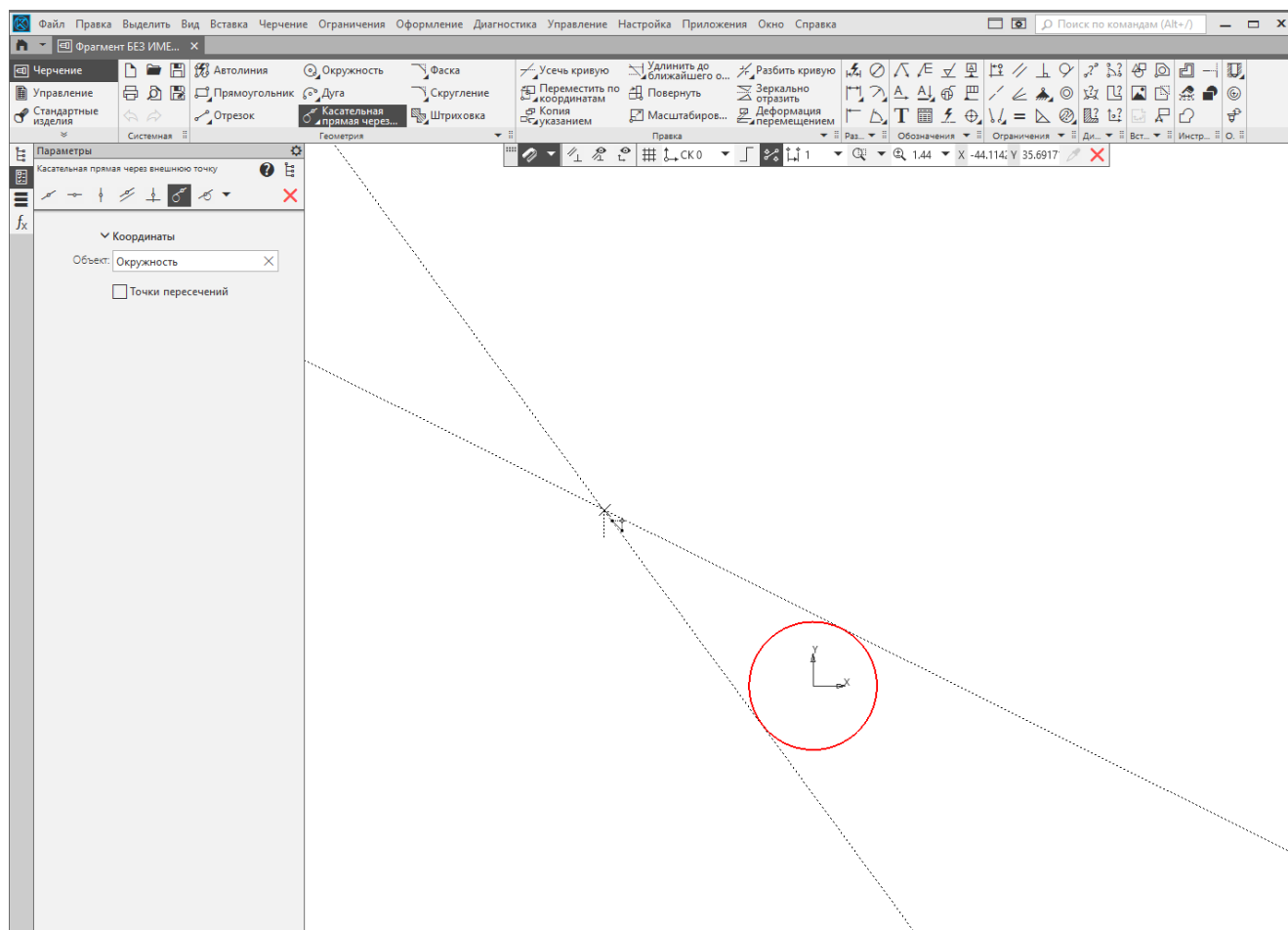


Рисунок 44 – Касательная вспомогательная прямая через внешнюю точку

При построении касательной прямой через внешнюю точку необходимо указать исходный объект, в качестве примера используется окружность, рис. 44. Затем программа автоматически построит варианты прямой через выбранную точку. Пользователь фиксирует положение в пространстве нажатием клавиши мыши и затем выбирает нужную прямую (другие автоматически исчезают).

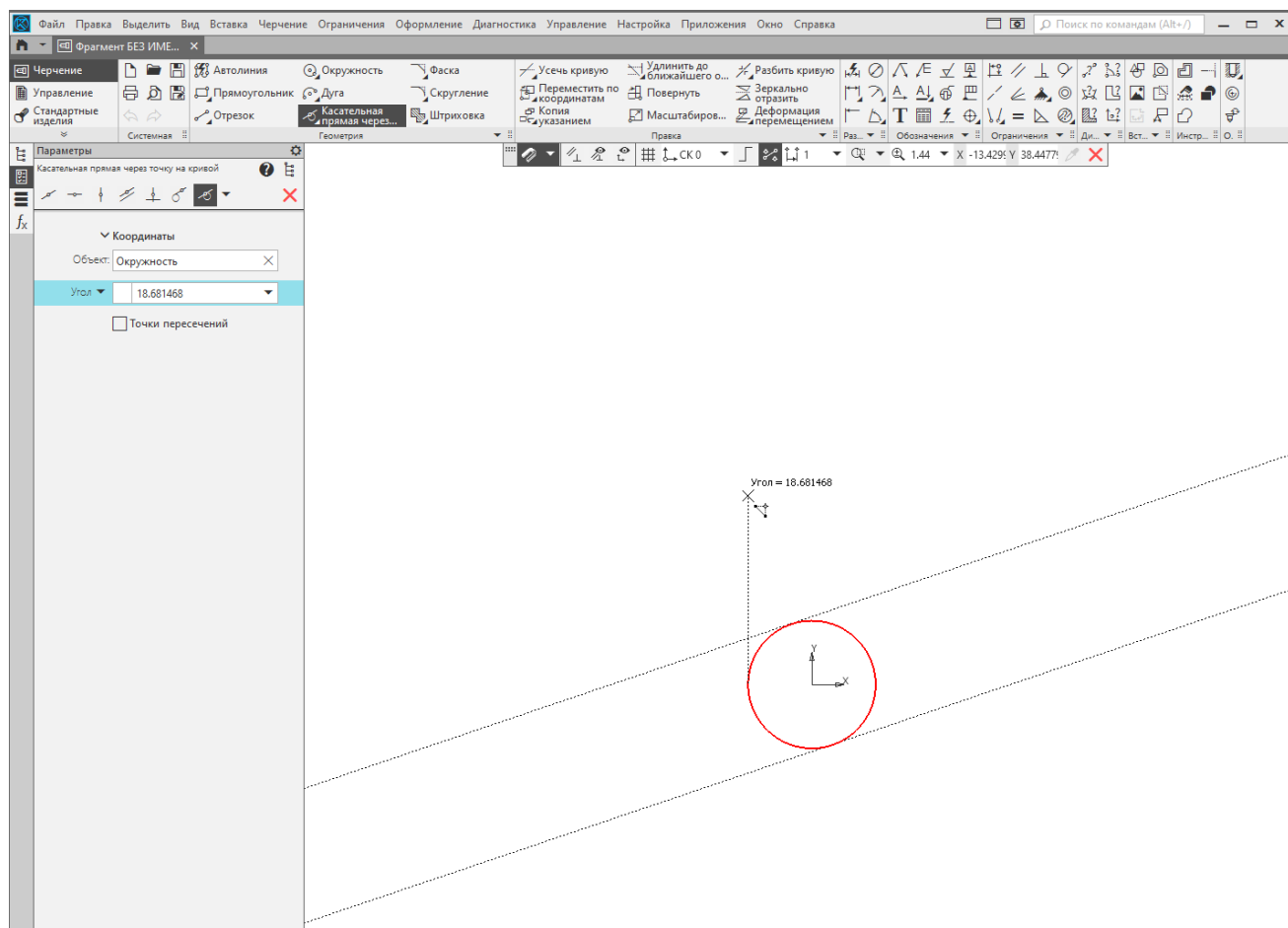


Рисунок 45 – Касательная вспомогательная прямая через точку на кривой

Принцип построения похож на работу предыдущей функции, однако, в этом случае выбрав объект прямые перемещаются вокруг объекта, а не в пространстве. Выбрав нужное положение фиксируется угол поворота и выбирается нужная прямая, рис. 45.

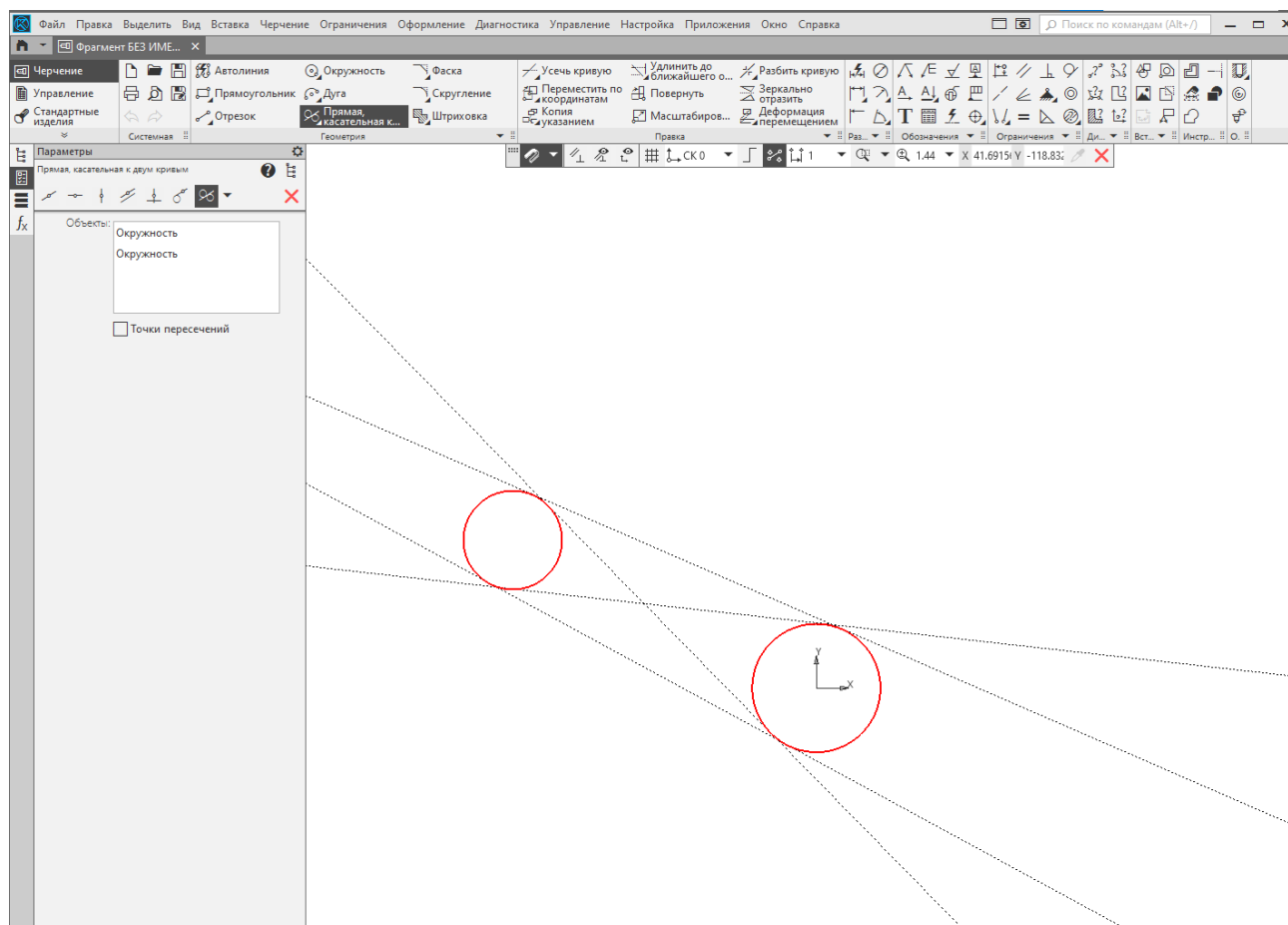


Рисунок 46 – Прямая касательная к двум кривым

Построение прямой, касательной к двум кривым осуществляется путем последовательного выделения первого и второго объектов, рис. 46. После чего, программа автоматически показывает различные варианты пересечений объектов, пользователю необходимо лишь указать нужное.

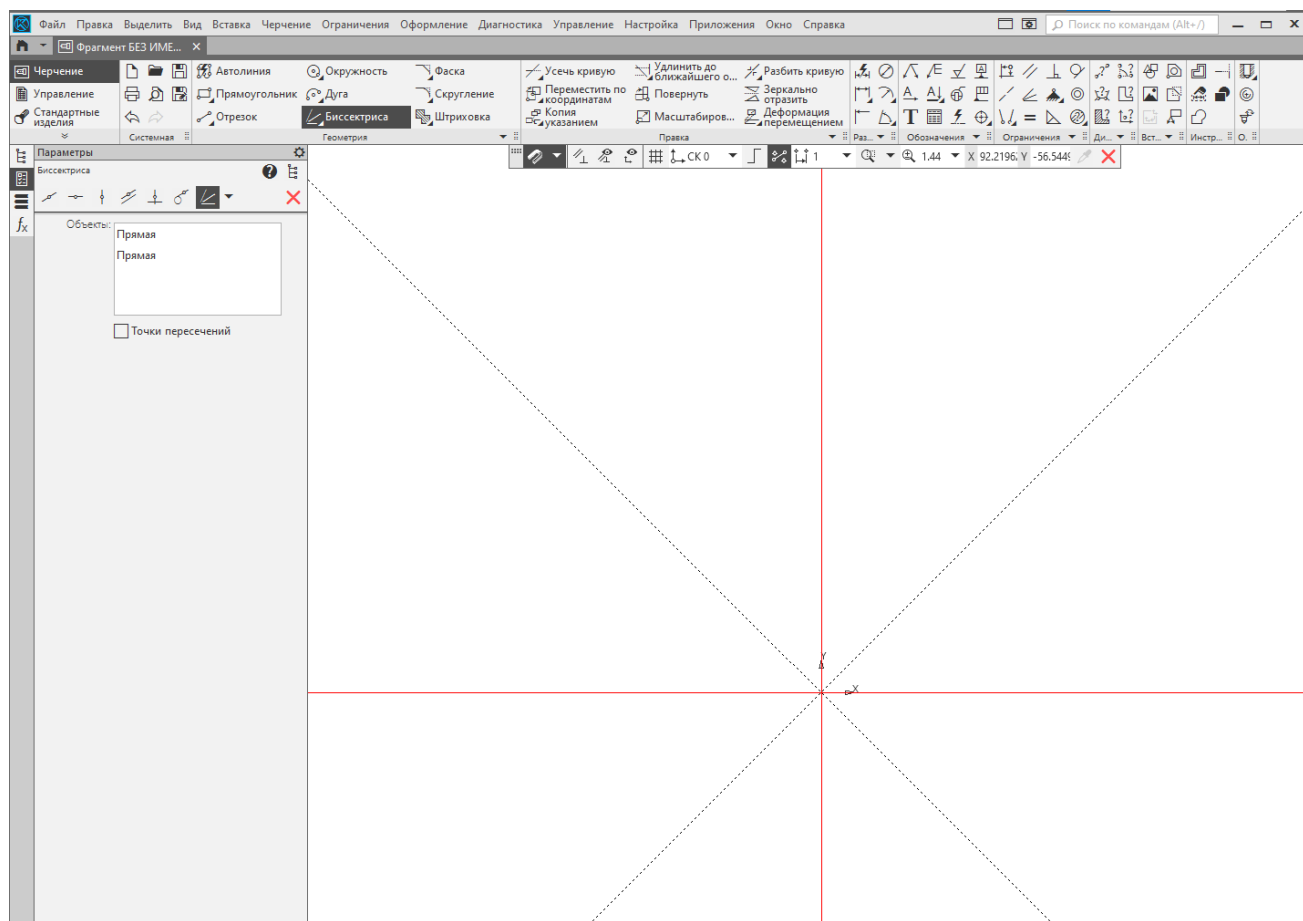


Рисунок 47 – Построение биссектрисы

Построение биссектрисы угла происходит автоматически при выборе двух объектов. В качестве таких объектов могут выступать отрезки или вспомогательные прямые.

2.2. Точки

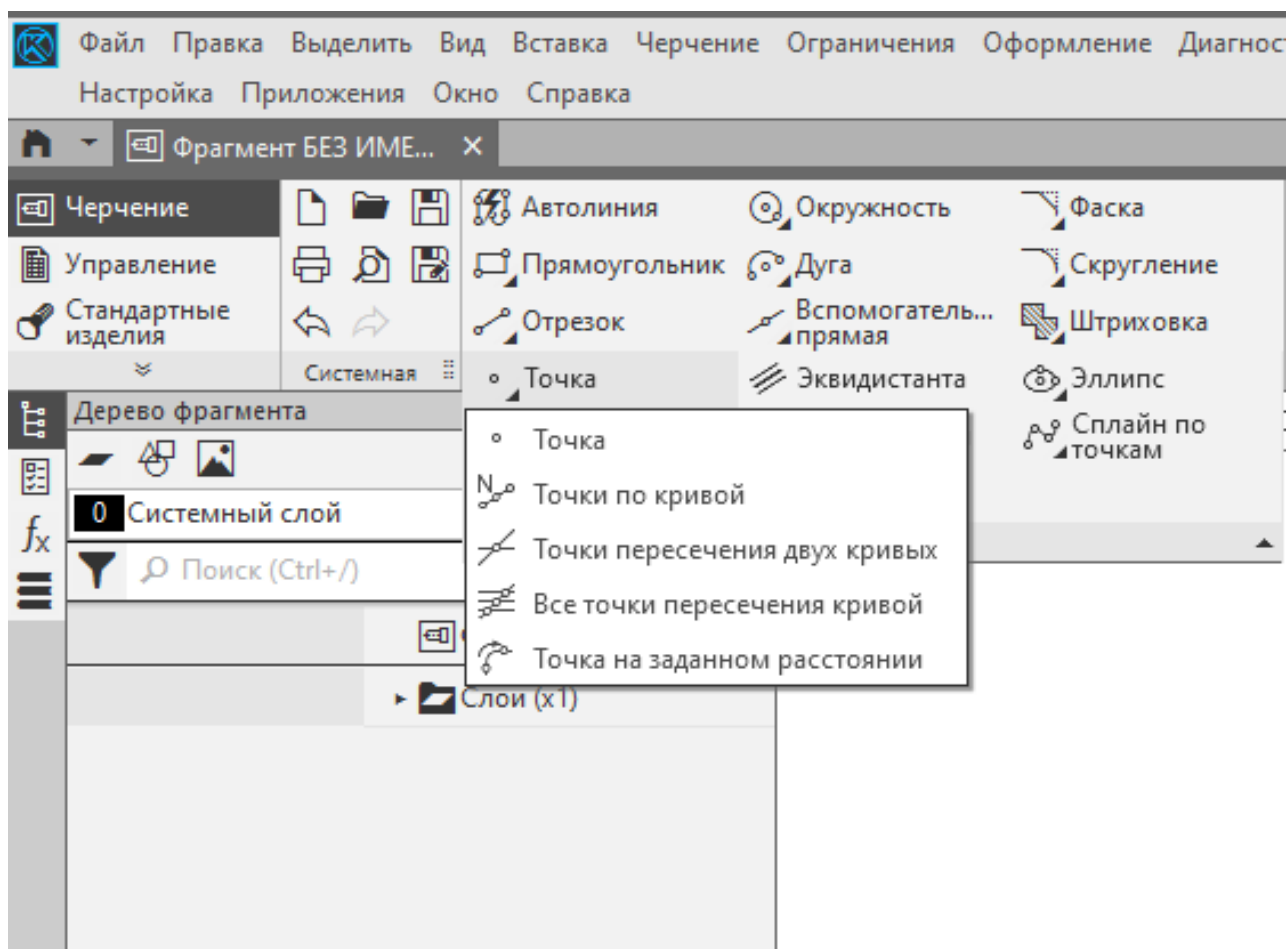
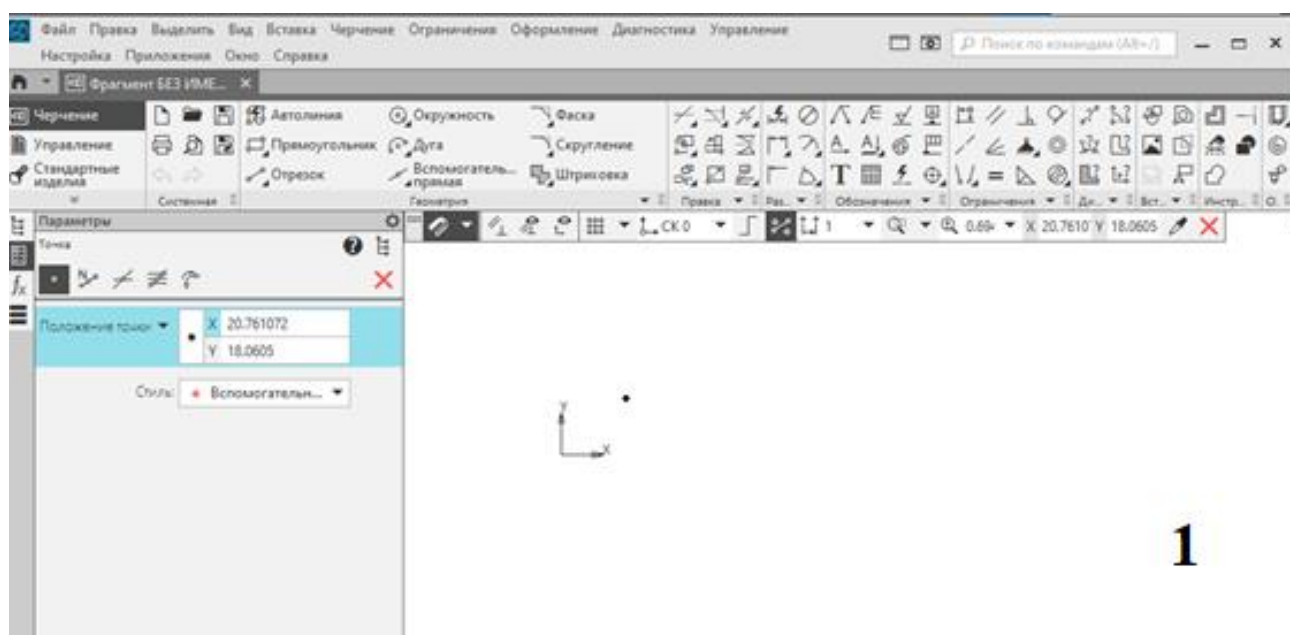


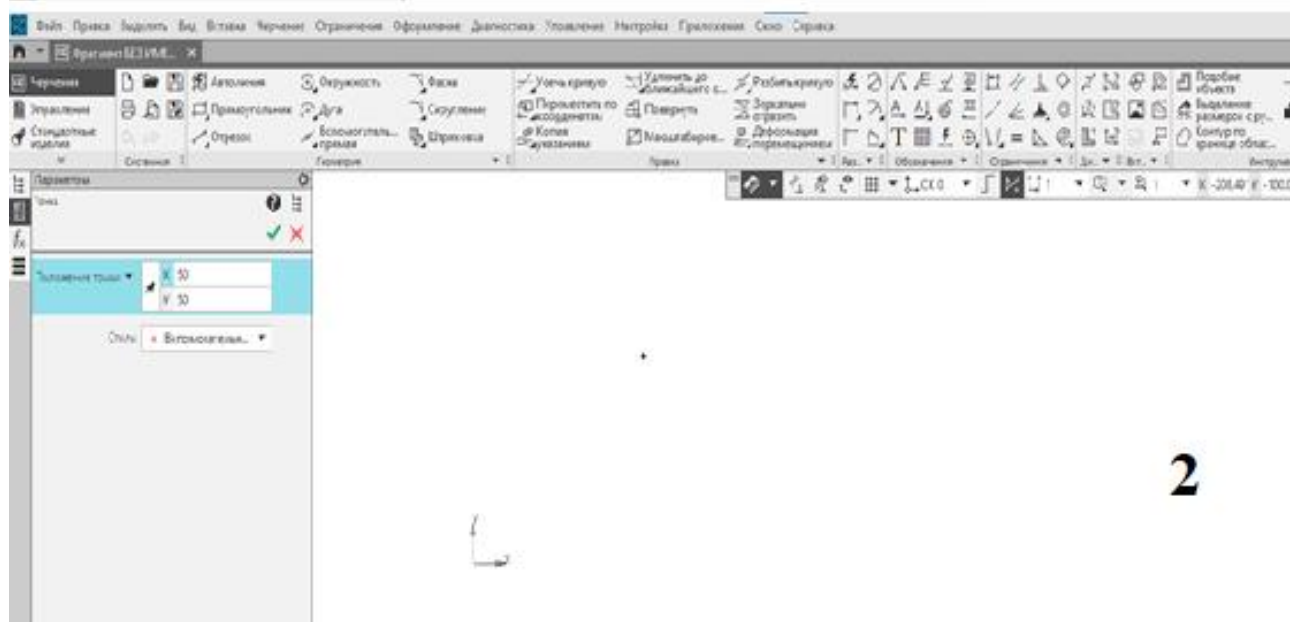
Рисунок 48 – Различные методы построения точек

Одной из важных вспомогательных функций является «Точка», программой предусмотрена возможность построения точек пятью разными способами. Данная команда позволяет в любой момент времени отметить любое место пространства. Кроме того, в программе работают автоматические привязки к точкам. Для вызова этой команды необходимо раскрыть выпадающий список панели «Геометрия», рис. 48.

Выбрав команду «Точка» установив курсор мыши в любое место экрана и нажав левую клавишу, точка фиксируется в пространстве. Иногда удобнее вводить конкретные координаты, для этого в левом верхнем углу экрана необходимо ввести с клавиатуры значение по оси ОХ и ОУ, впоследствии точка автоматически появляется в нужном месте, рис. 49.



1



2

Рисунок 49 – Способы построения точек:

Где 1 – построение точки в произвольном месте, 2 – построение точки по координатам

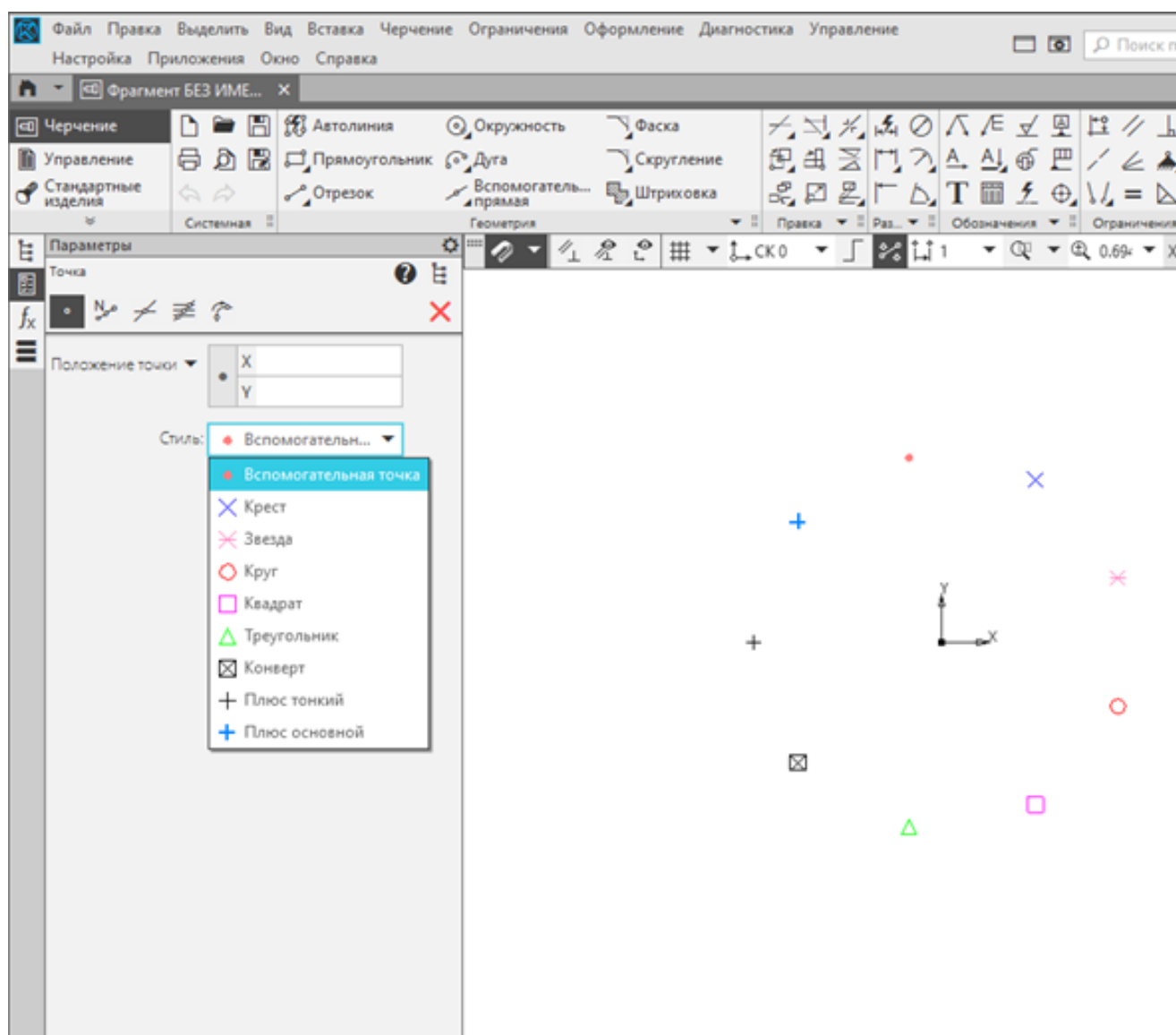


Рисунок 50 – Отображение точек

Для удобства обращения с этой командой предусмотрена возможность изменения конфигурации точек. Они могут быть представлены в виде окружности, треугольника, квадрата и других фигур, все варианты отображения точек представлены на рис. 50.

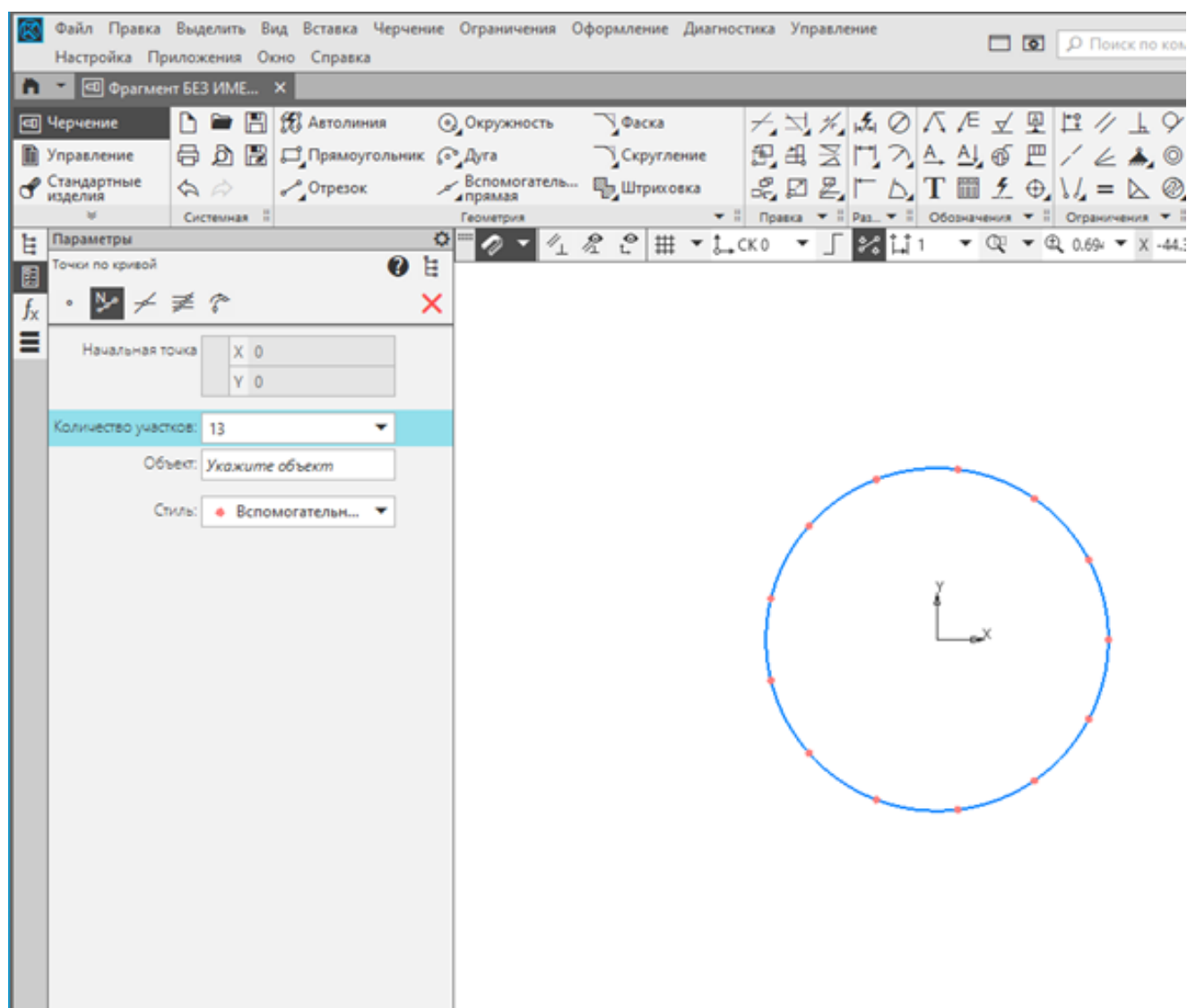


Рисунок 51 – Точки на кривой, окружность

Расположение точек на кривой осуществляется путем задания конечного значения количества участков, на которые необходимо поделить объект, рис. 51. Указав нужное количество участков необходимо назначить исходное положение для первой точки. После этого, фигура делится автоматически на равное количество участков.

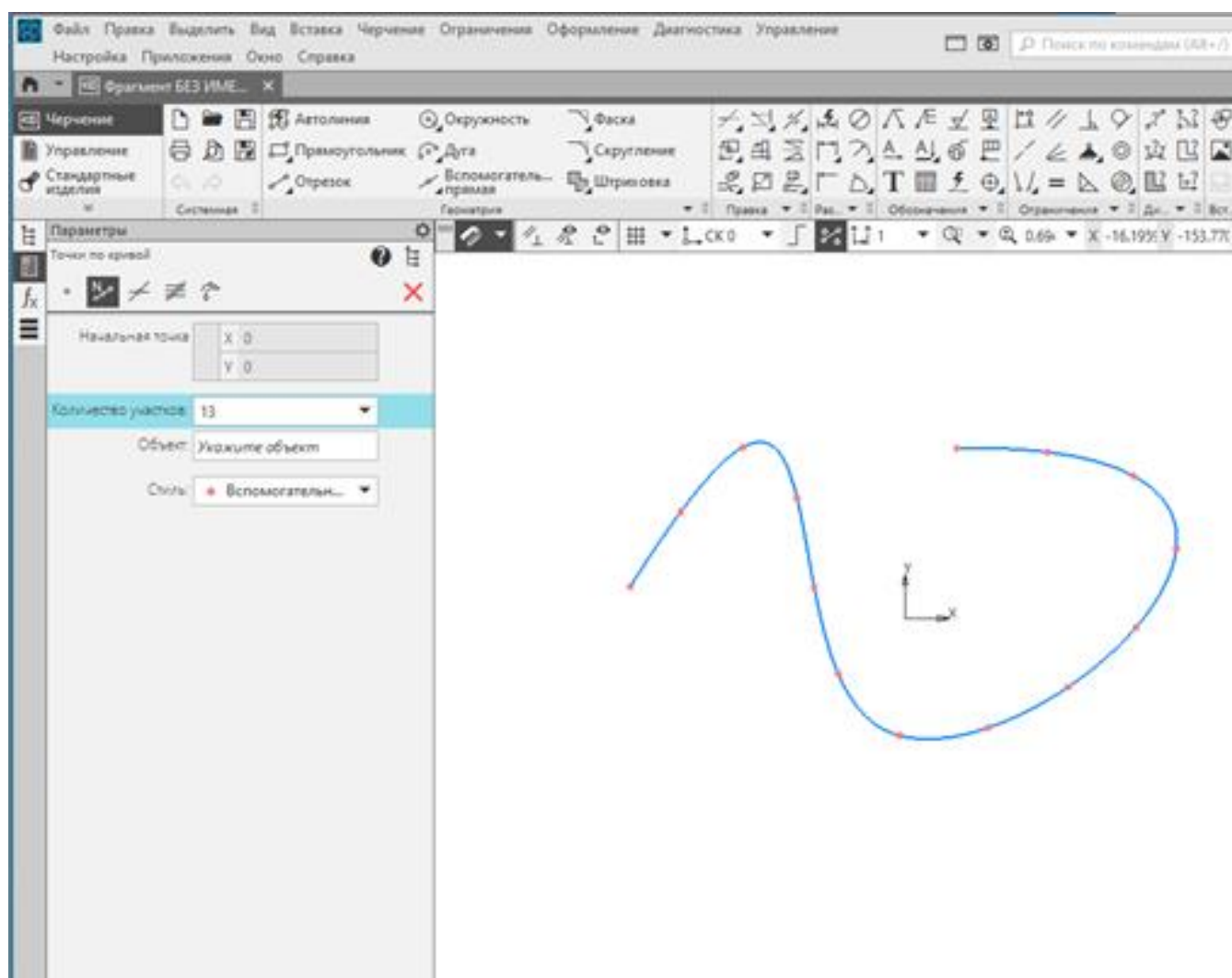


Рисунок 52 – Точки на кривой, сплайн

Объект не обязательно должен иметь правильную геометрическую форму, чтобы иметь возможность разделить его на заданное количество участков, в качестве примера на рис. 52 представлена кривая образованная с применением команды «Сплайн».

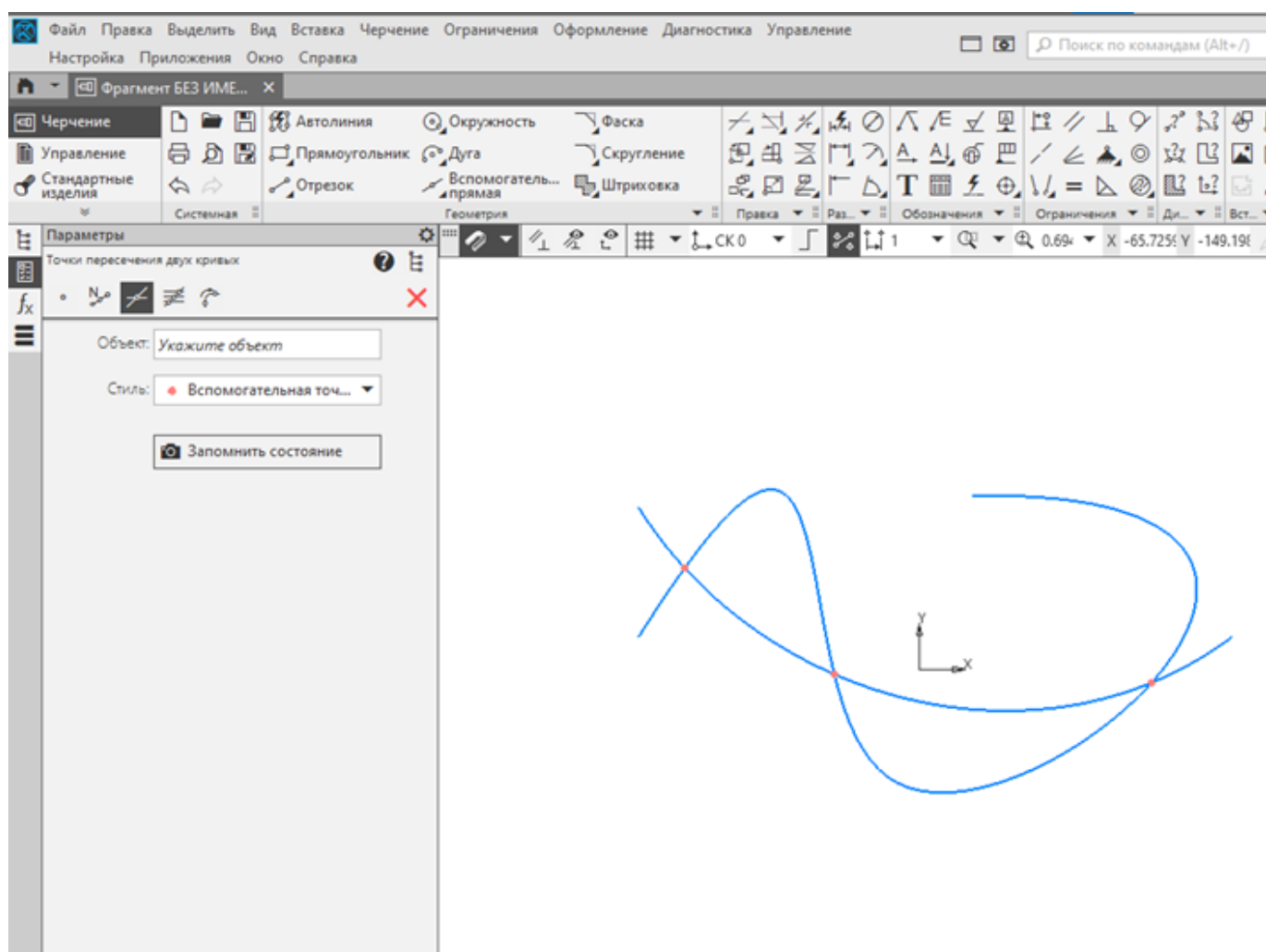


Рисунок 53 – Точки на пересечении двух кривых

Размещение точек на пересечении двух произвольных кривых осуществляется путем последовательного указания объектов, рис. 53. Также, можно выделить два объекта и после этого применить команду, точки автоматически появятся на пересечении. Для большего количества объектов эта команда не работает.

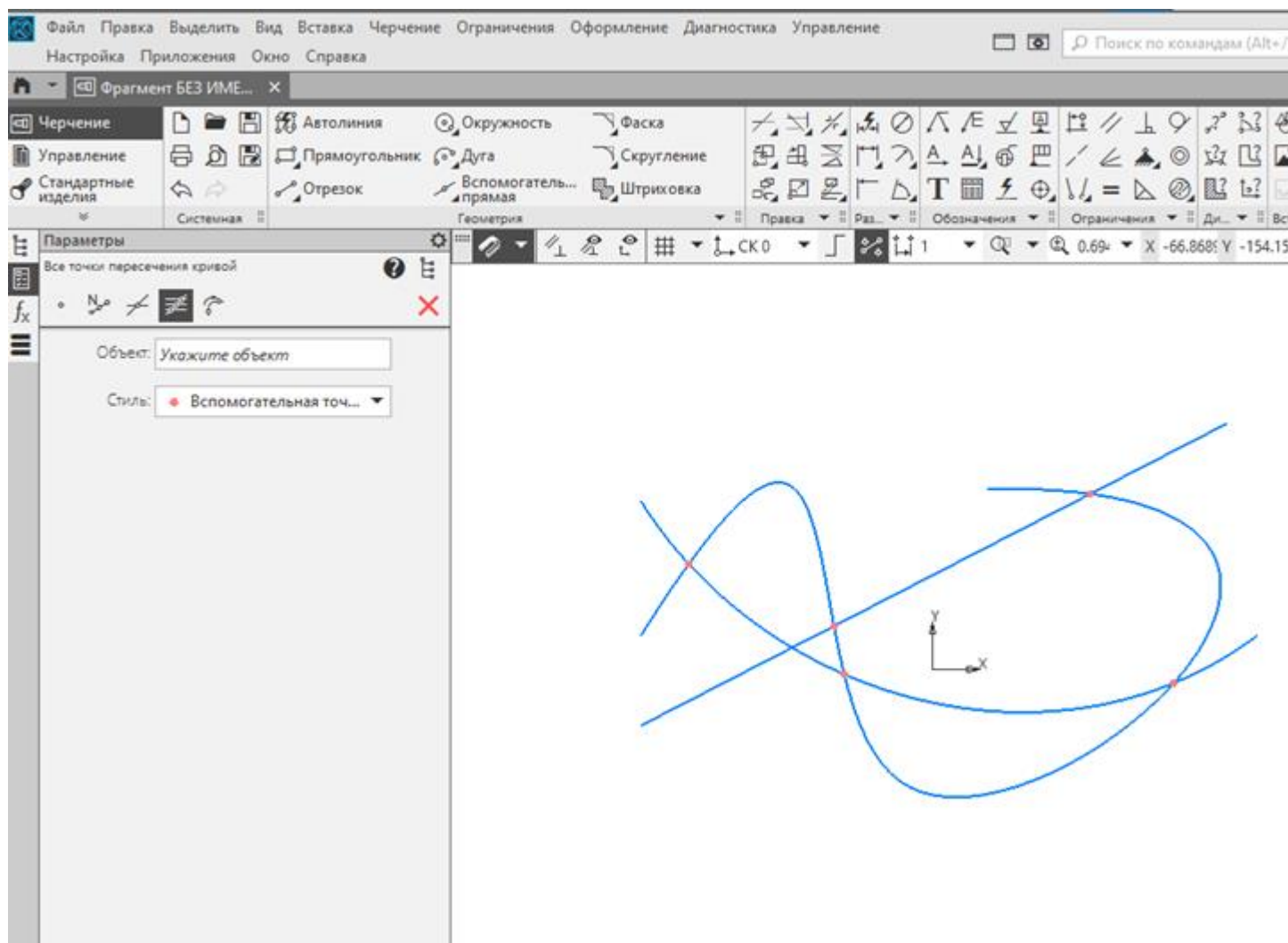


Рисунок 54 – Все точки пересечения кривой

Для того, чтобы показать все точки пересечения одного объекта с другими необходимо воспользоваться командой «Все точки пересечения кривой». При использовании данной функции необходимо указать объект, относительно которого будут располагаться все точки, рис. 54.

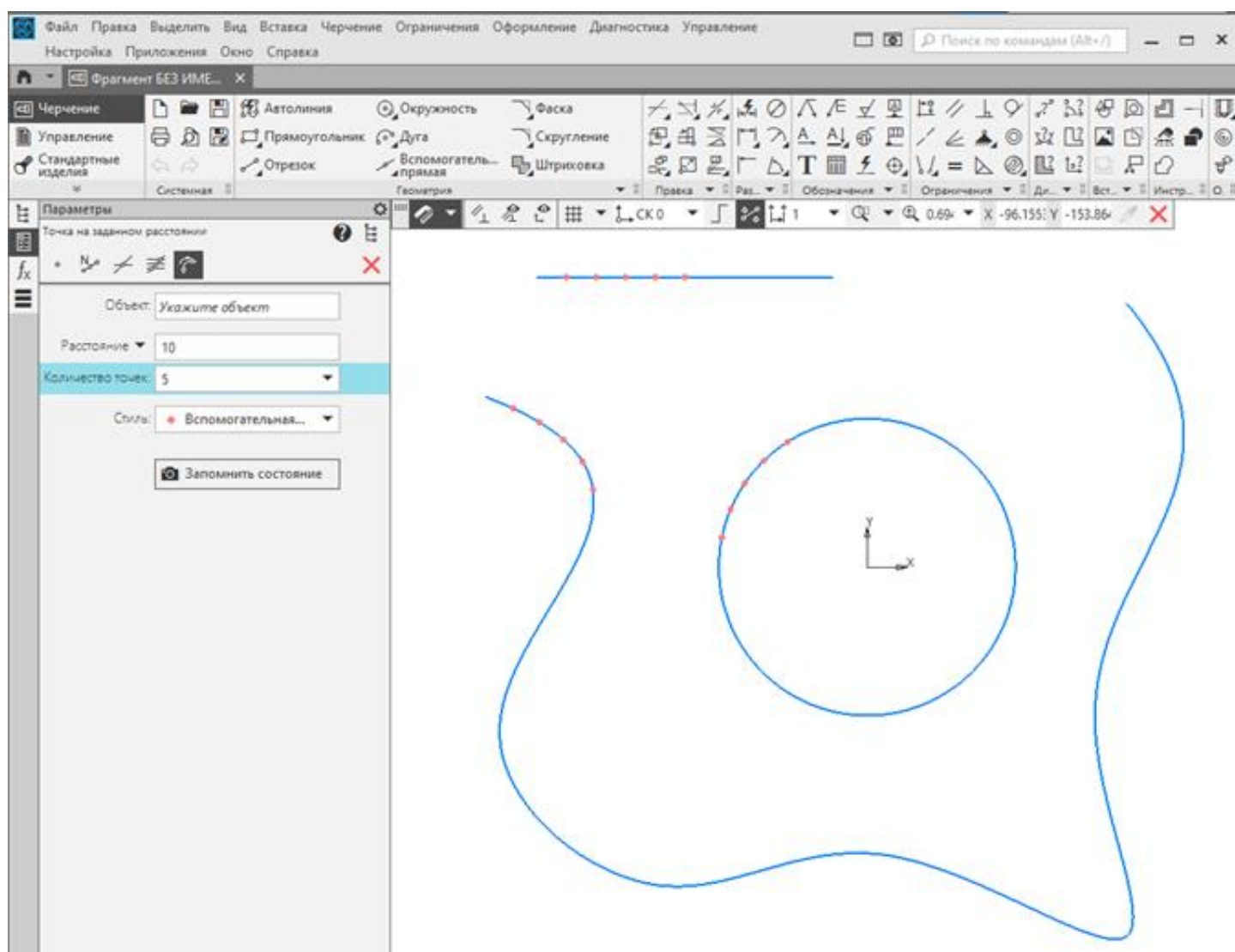


Рисунок 55 – Точки на заданном расстоянии, располагаемые на объекте

Вывод точек на заданном расстоянии возможен на любом объекте. Для этого необходимо задать расстояние, интересующее количество точек и указать на объекте начало отсчета, рис. 55.

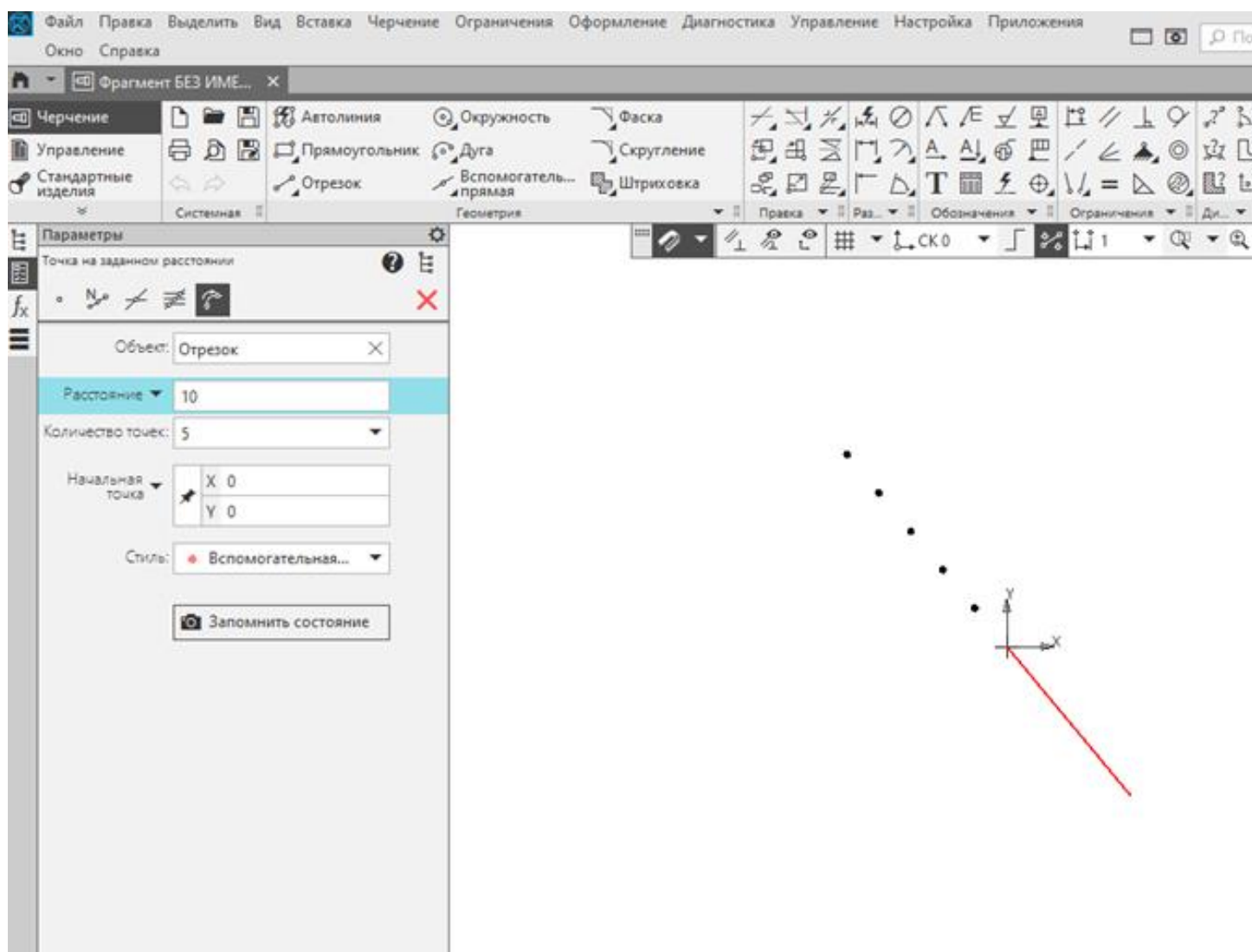


Рисунок 56 – Точки на заданном расстоянии

При указании начала отсчета точки появляются автоматически, необходимо только мышкой указать направление и зафиксировать точки в пространстве, рис. 56.

2.3. Привязки

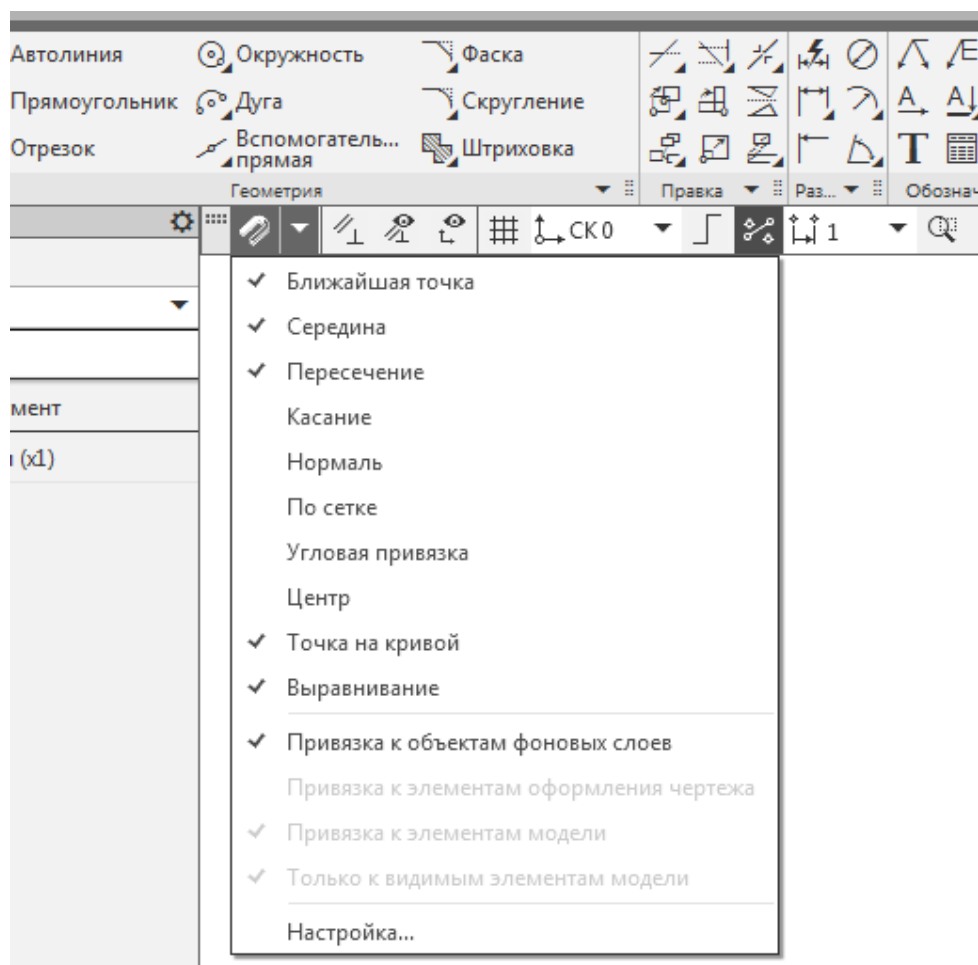


Рисунок 57 – Типы привязок

Для удобства работы в программе используются различные привязки, рис. 57. Тем самым при построении отпадает необходимость искать точки пересечения, концы отрезков или их центры. Не рекомендуется использование слишком большого количества привязок [12].

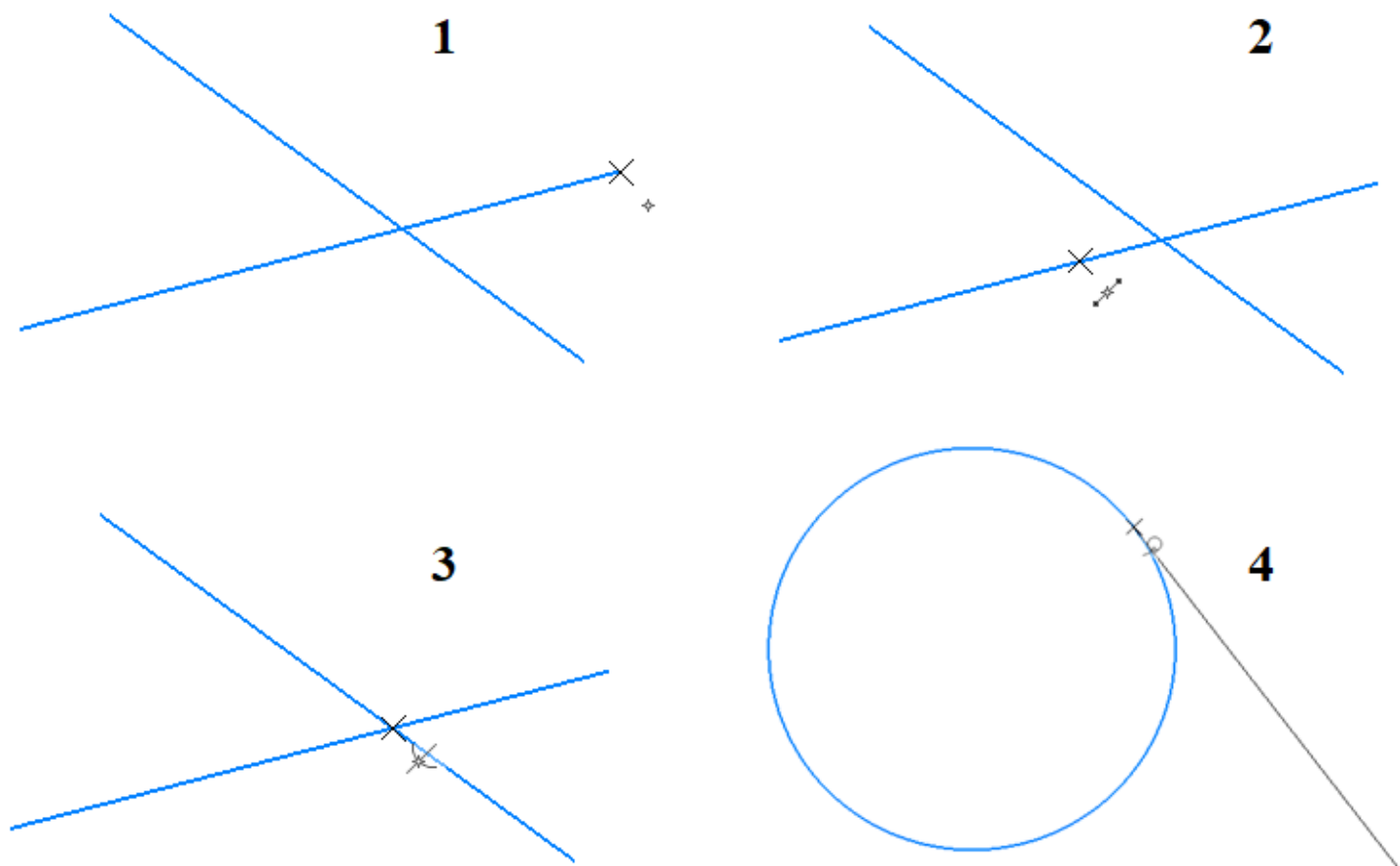


Рисунок 58 – Часто используемые привязки:

Где 1 – Привязка «Ближайшая точка», 2 – привязка «Середина», 3 – привязка «Пересечение», 4 – привязка «Касание»

При включении привязки «Ближняя точка» в момент построения будет осуществляться автоматическое соприкосновение, например, с концами отрезков, рис. 58 (1). При этом, рядом с концом отрезка появляется значок точки. При использовании для построения привязки «Середины», подсвечивают центры прямых линий, рис. 58 (2). Как следует из названия, привязка «Пересечение» помогает определить точку наложения одного объекта на другой, рис. 58 (3). Привязка «Касание» помогает найти точку соприкосновения с окружностями и изогнутыми линиями, рис. 58 (4).

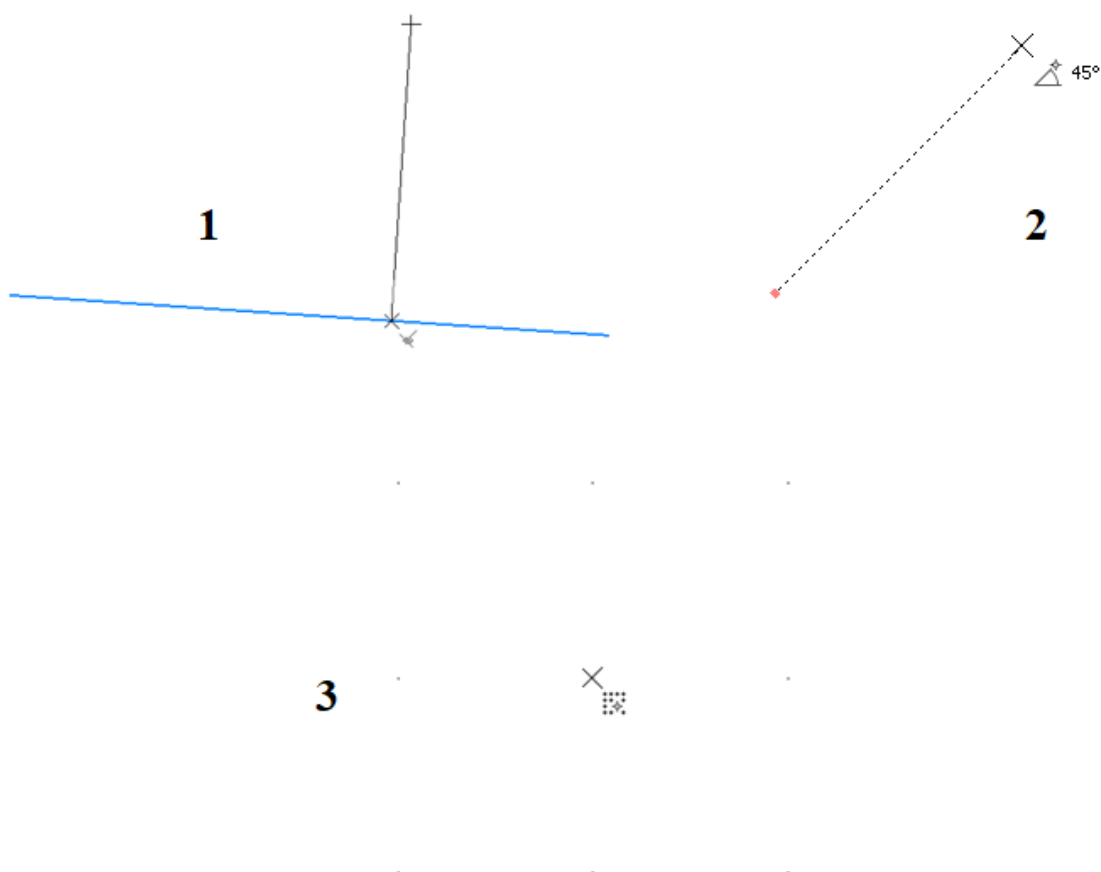


Рисунок 59 – Дополнительные привязки:

Где 1 – Привязка «Нормаль», 2 – привязка «Угловая», 3 – Привязка «По сетке»

Используя привязку «Нормаль» при построении появляется знак перпендикуляра к поверхности, рис. 59 (1). Используя «Угловую привязку» появляется продолжение построения под углом кратным 45 градусам, рис. 59 (2). При работе по координатной сетке стоит указывать привязку «По сетке», привязка осуществляется автоматически к сетке. Даже, если сама сетка не отображается на экране, рис. 59 (3).

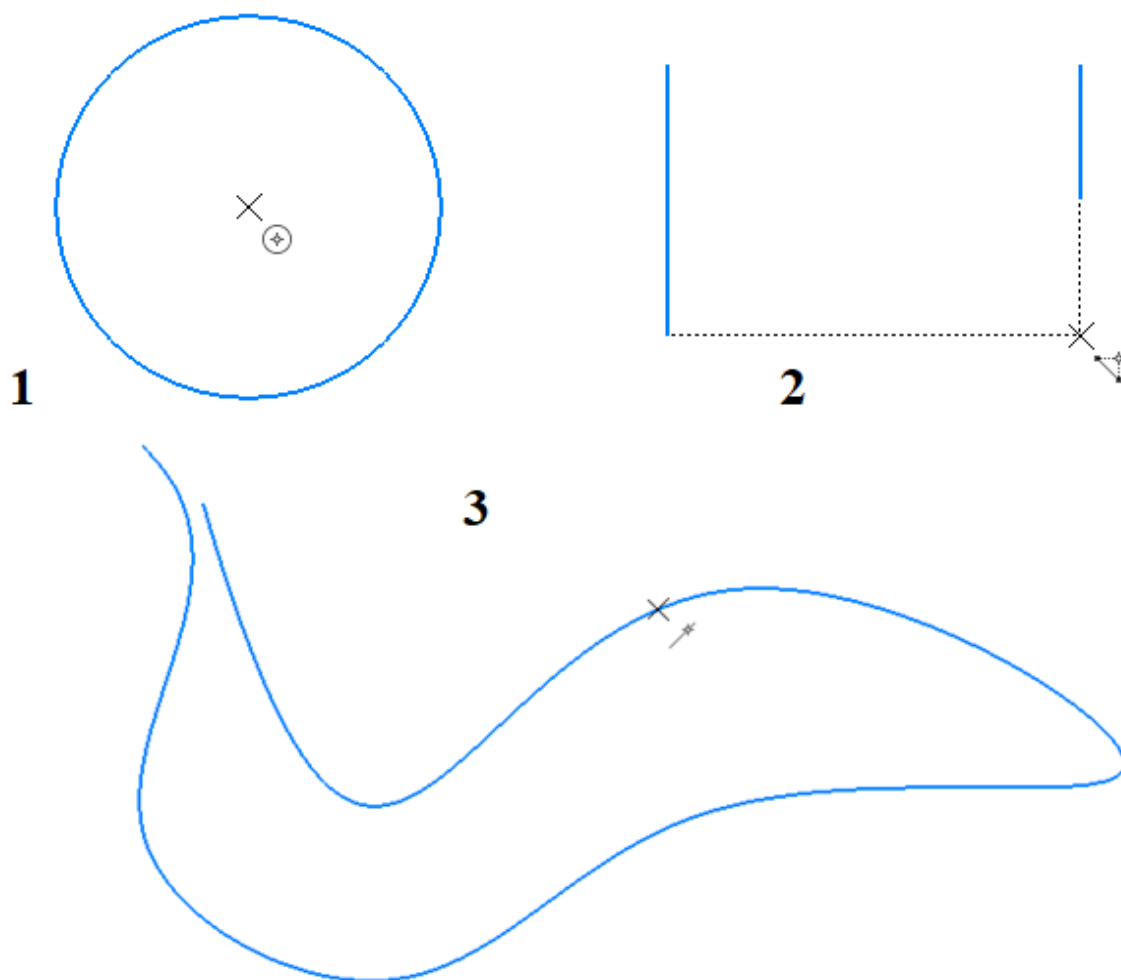


Рисунок 60 – Вспомогательные привязки:
Где 1 – привязка «Центр», 2 – привязка «Выравнивание», 3 – привязка «Точка на кривой»

С помощью привязку «Центр» не составит особого труда выявление центров окружностей, рис. 60 (1). Воспользовавшись вспомогательной командой «Выравнивание», происходит наглядное продолжение объекта, также, можно находить места пересечений объектов, рис. 60 (2). Команда «Точки на кривой» позволяет начать построение объекта из любого места выбранной кривой, рис. 60 (3).

2.4. Отрезок

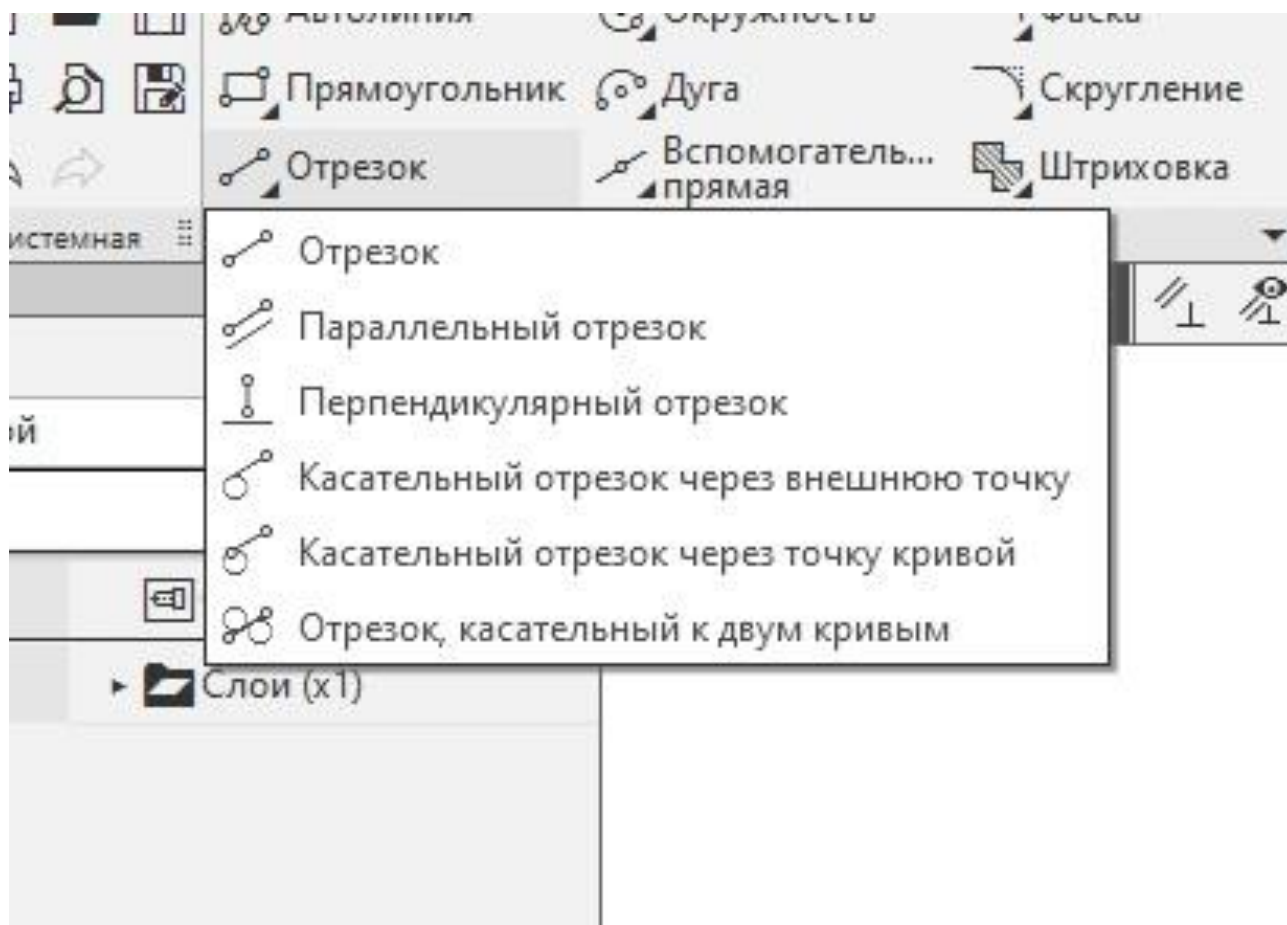


Рисунок 61 – Способы построения отрезков

Большая часть построений происходит с использованием функцией «Отрезок». Именно это функция позволяет соединять между собой любые точки пространства [13]. Существует несколько способов создания отрезков, но наиболее часто используется простая функция «Отрезок», рис. 61.

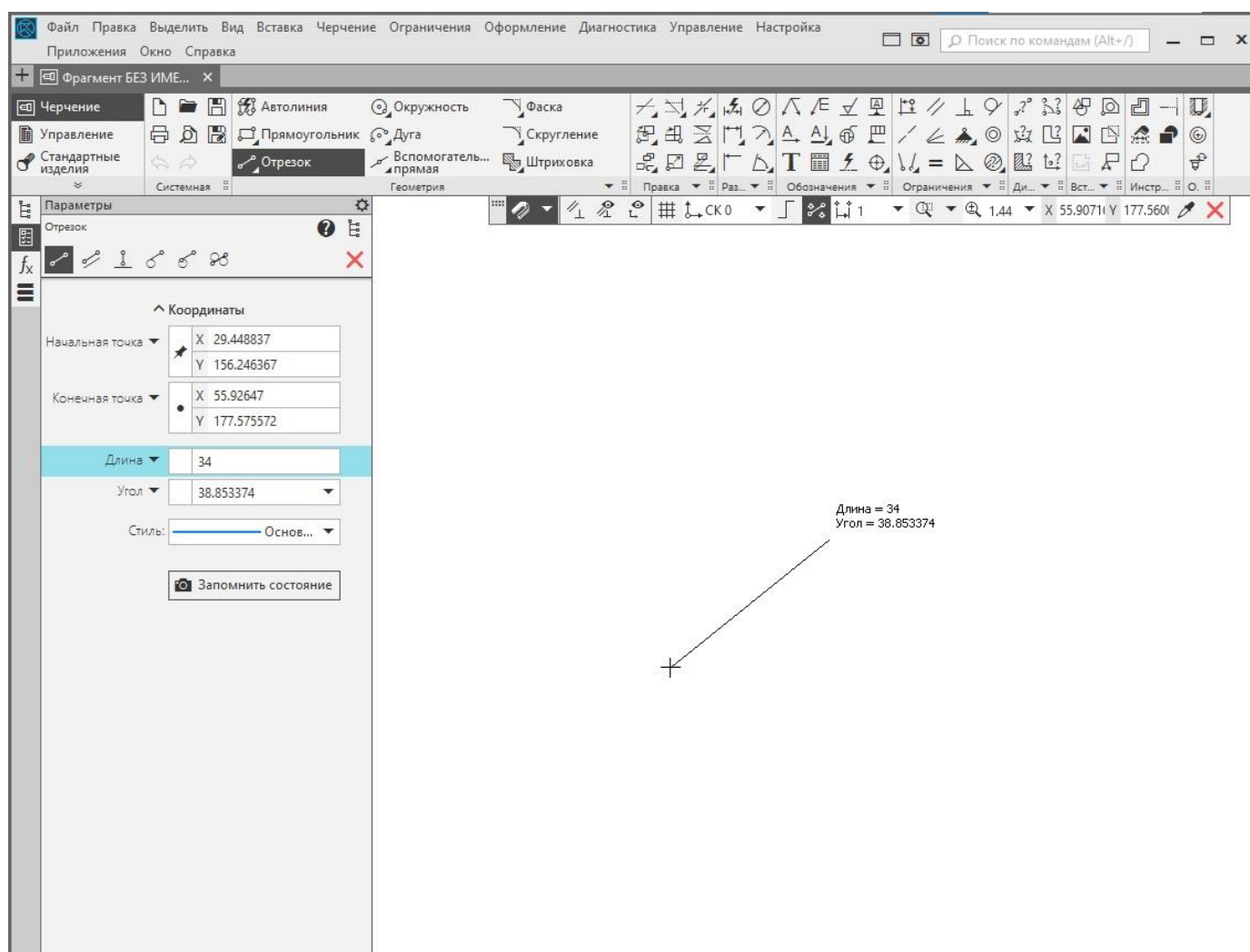


Рисунок 62 – Отрезок

Выбрав функцию «Отрезок» и указав исходную точку необходимо зафиксировать вторую точку в пространстве, демонстрация выполнения команды представлена на рис. 62. Значения координат отрезка, длины и угла поворота возможны и с клавиатуры. Для этого необходимо заполнить соответствующие поля в левом верхнем углу экрана.

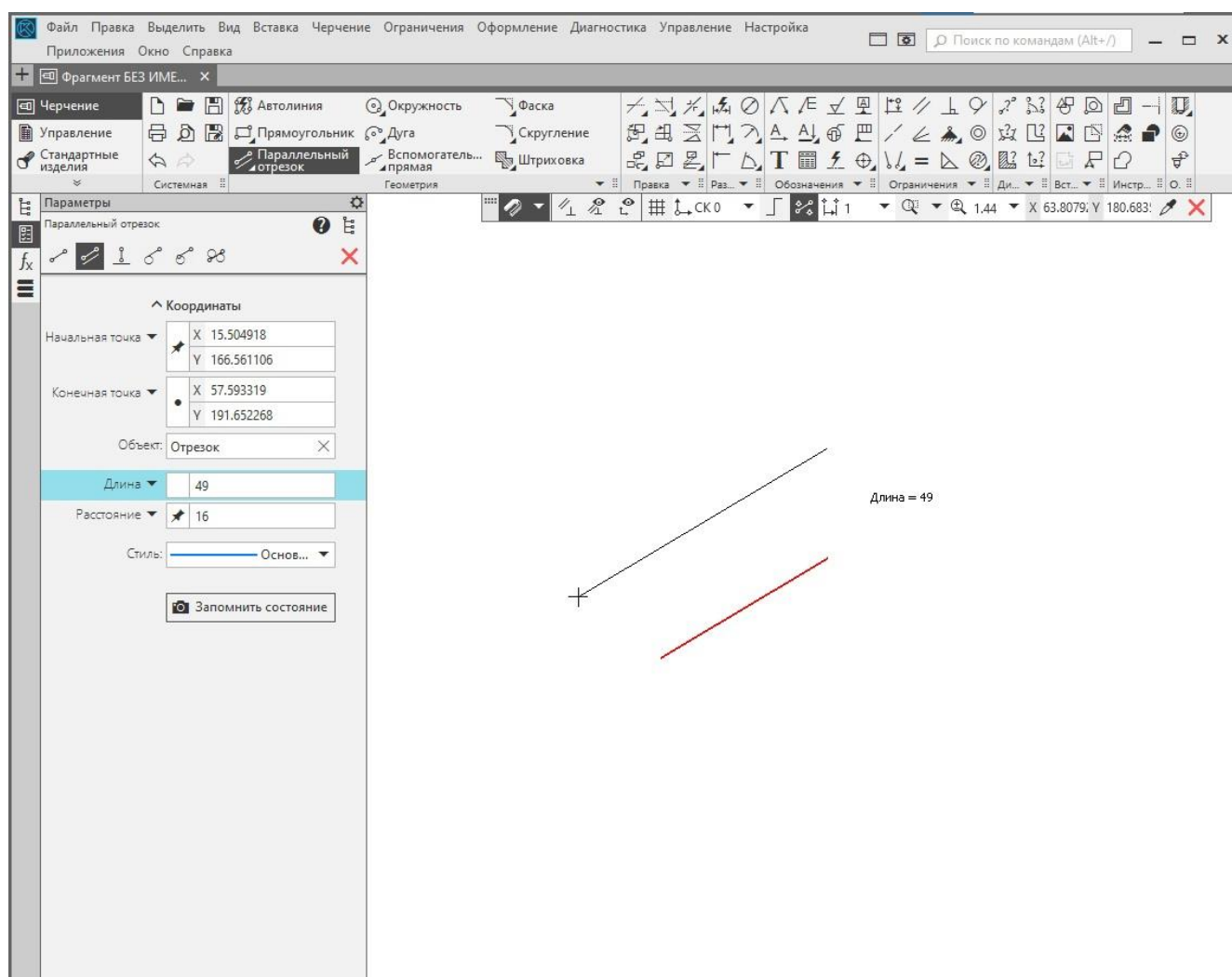


Рисунок 63 – Параллельный отрезок

Ввод параллельного отрезка осуществляется путем выделения объекта относительно которого должен быть построен отрезок, рис. 63. При этом исходный объект подсвечивается красным цветом. После чего необходимо задать положение исходной точки в пространстве и длину интересующего отрезка.

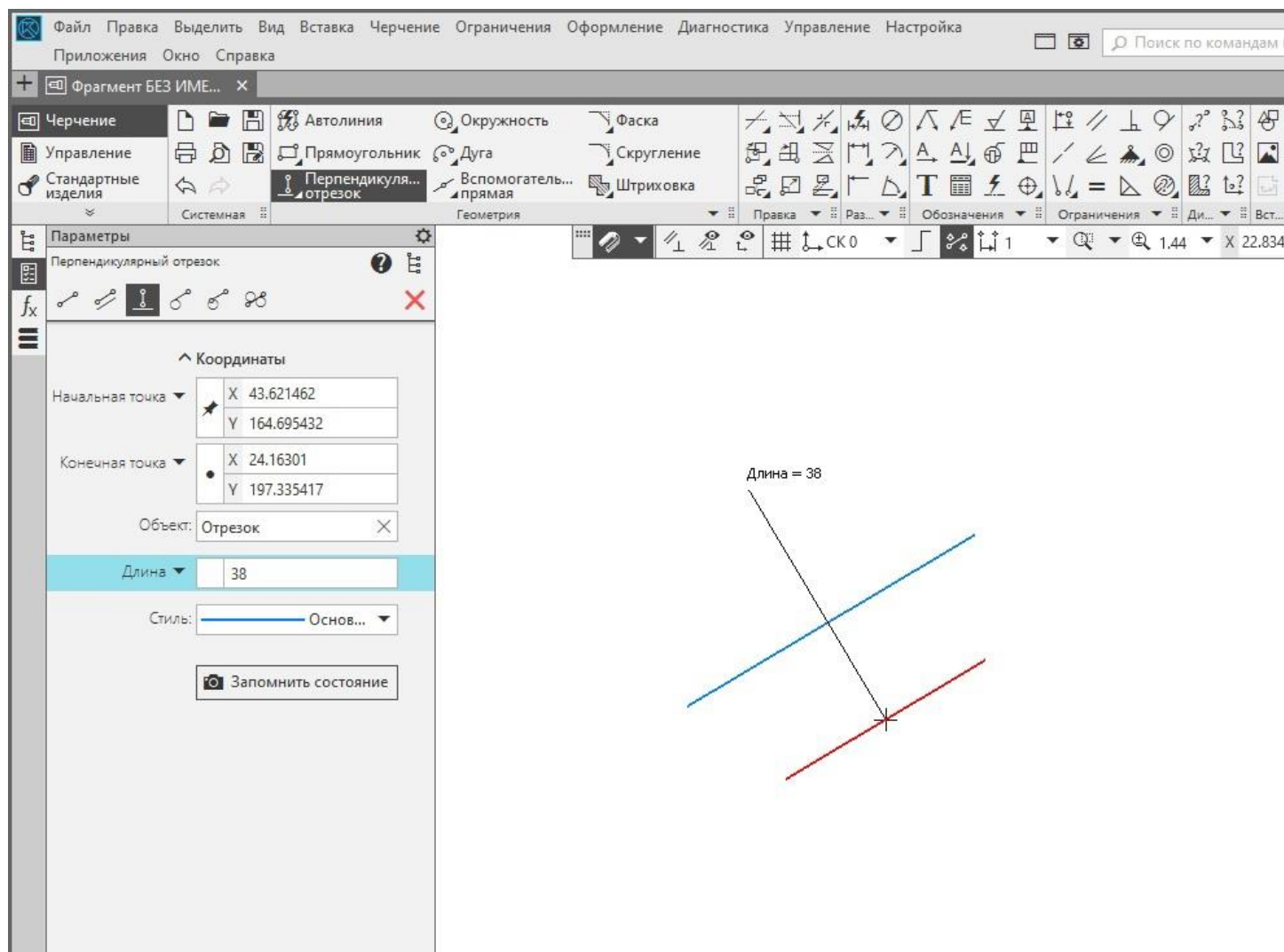


Рисунок 64 – Перпендикулярный отрезок

Последовательность построения перпендикулярного отрезка схожа с принципом построения параллельного. Выбрав исходный объект и направление построения необходимо указать длину будущего отрезка, рис. 64.

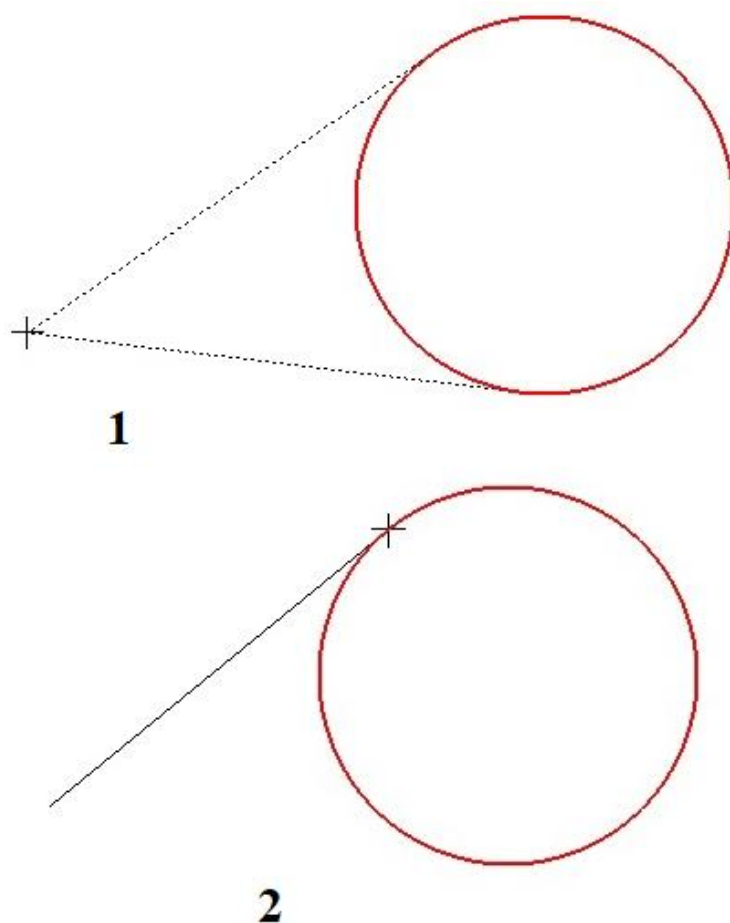


Рисунок 65 – Касательные отрезки

Где 1 – Отрезок касательный через внешнюю точку, 2 – отрезок касательный через точку на кривой

Построение касательного отрезка через внешнюю точку пригодно при построении отрезков касающихся окружностей и других произвольных функций, рис 65 (1). Выделив объект и зафиксировав положение в пространстве появляются различные варианты построения. Нужный вариант необходимо указать клавишей мыши.

Построение касательного отрезка через точку на кривой осуществляется путем выделения объекта и указании угла наклона, после чего задается длина отрезка, рис. 65 (2).

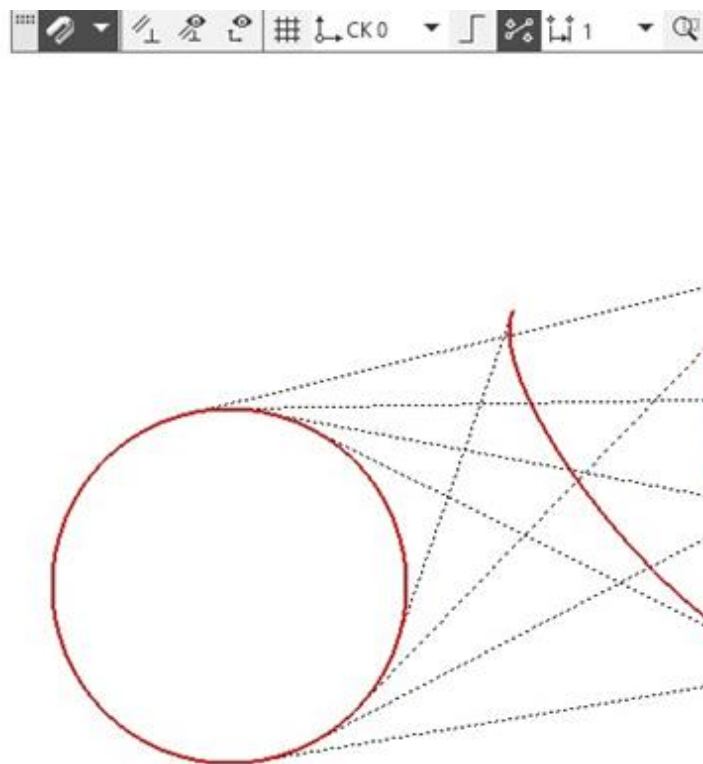
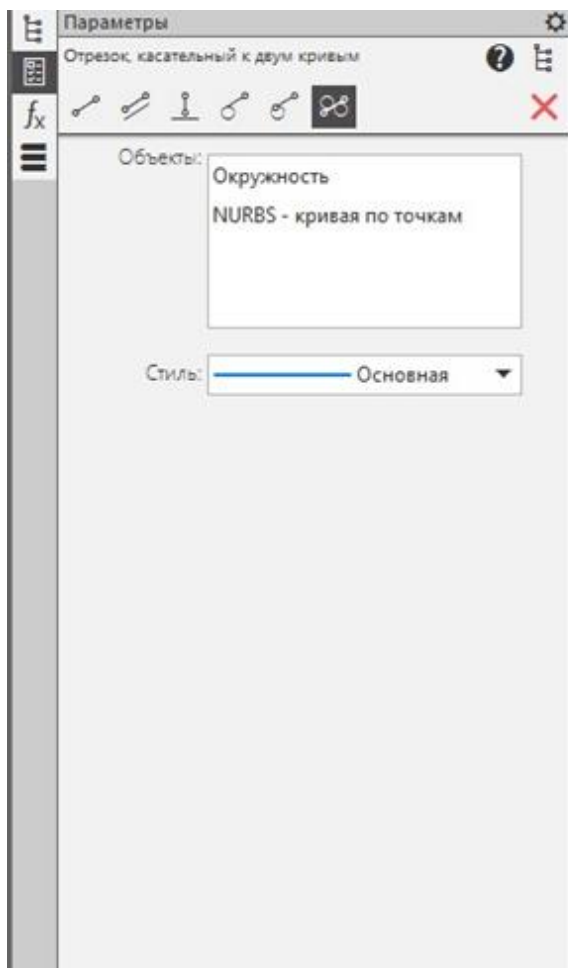


Рисунок 66 – Отрезок касательный к двум кривым

Для построения отрезка касательного к двум кривым необходимо последовательно задать оба объекта, после чего система автоматически показывает возможные варианты пересечения. пользователю остается только выбрать нужный отрезок, рис 66.

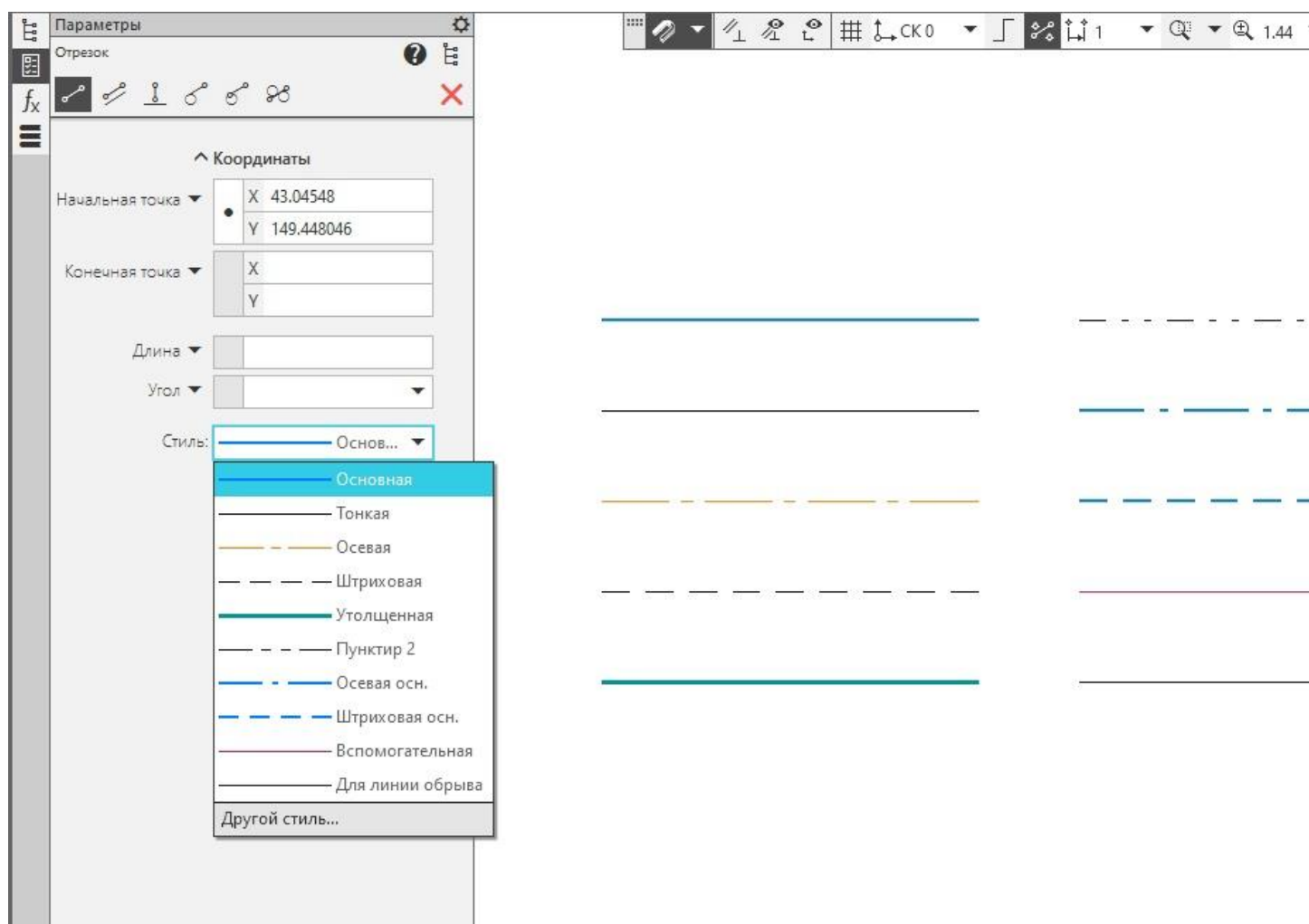


Рисунок 67 – Стиль отображения линий

При построении объектов используются различные типы линий, рис. 67. Чтобы изменить тип линии не обходимо изменить ее свойства. Для этого в момент задания объекта нужно в левом верхнем углу изменить тип линии.

Второй способ изменения типа линии работает по принципу наведения курсора на объект, после чего всплывает контекстное меню объекта, в нем есть возможность изменения типа линий.

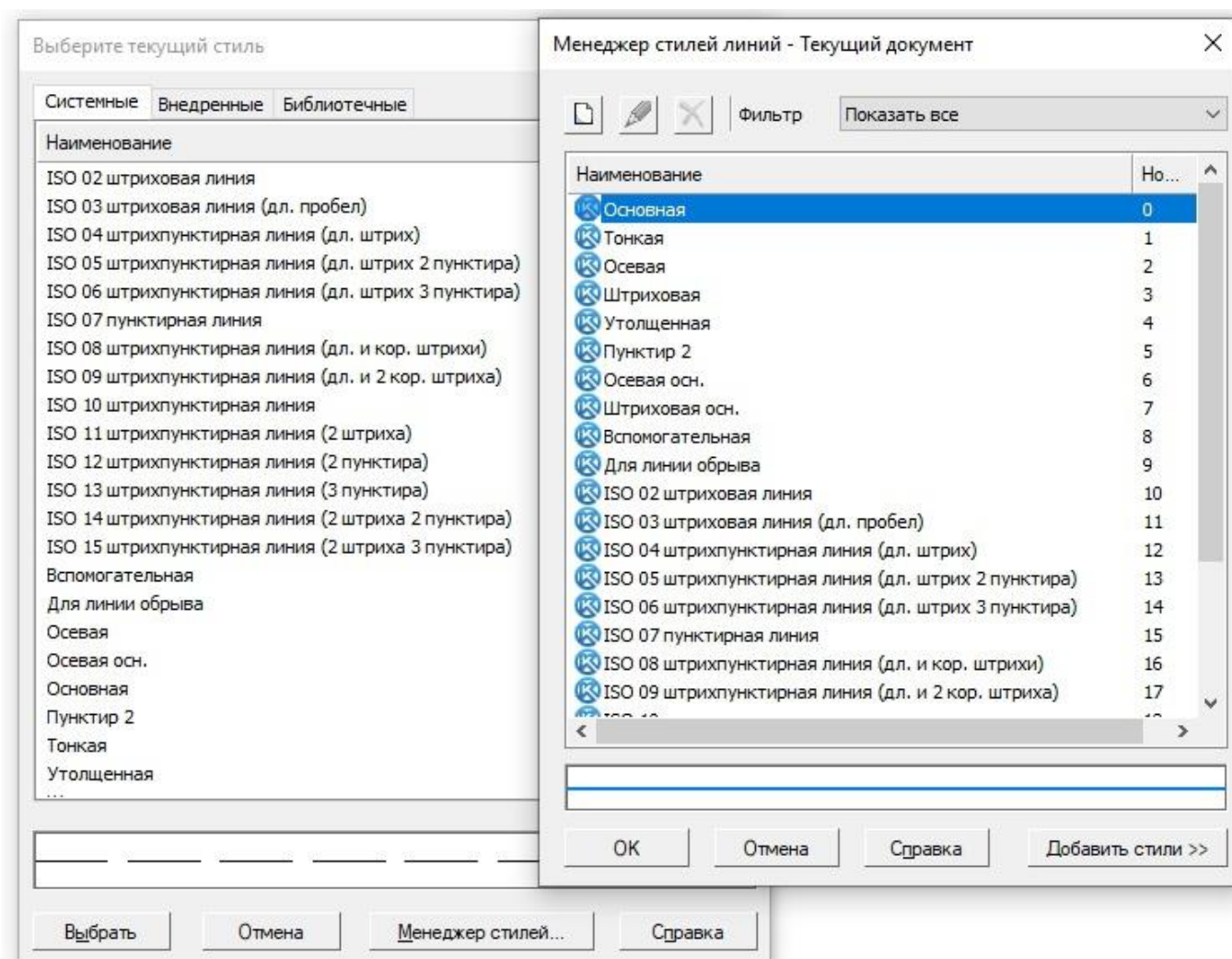


Рисунок 68 – Менеджер стилей

В некоторых случаях есть необходимость в отображении дополнительных или не стандартных типах линий. Для того, чтобы открыть меню стилей необходимо нажать на кнопку "Добавить стиль", после чего перейти в окно "Менеджер стилей", рис. 68.

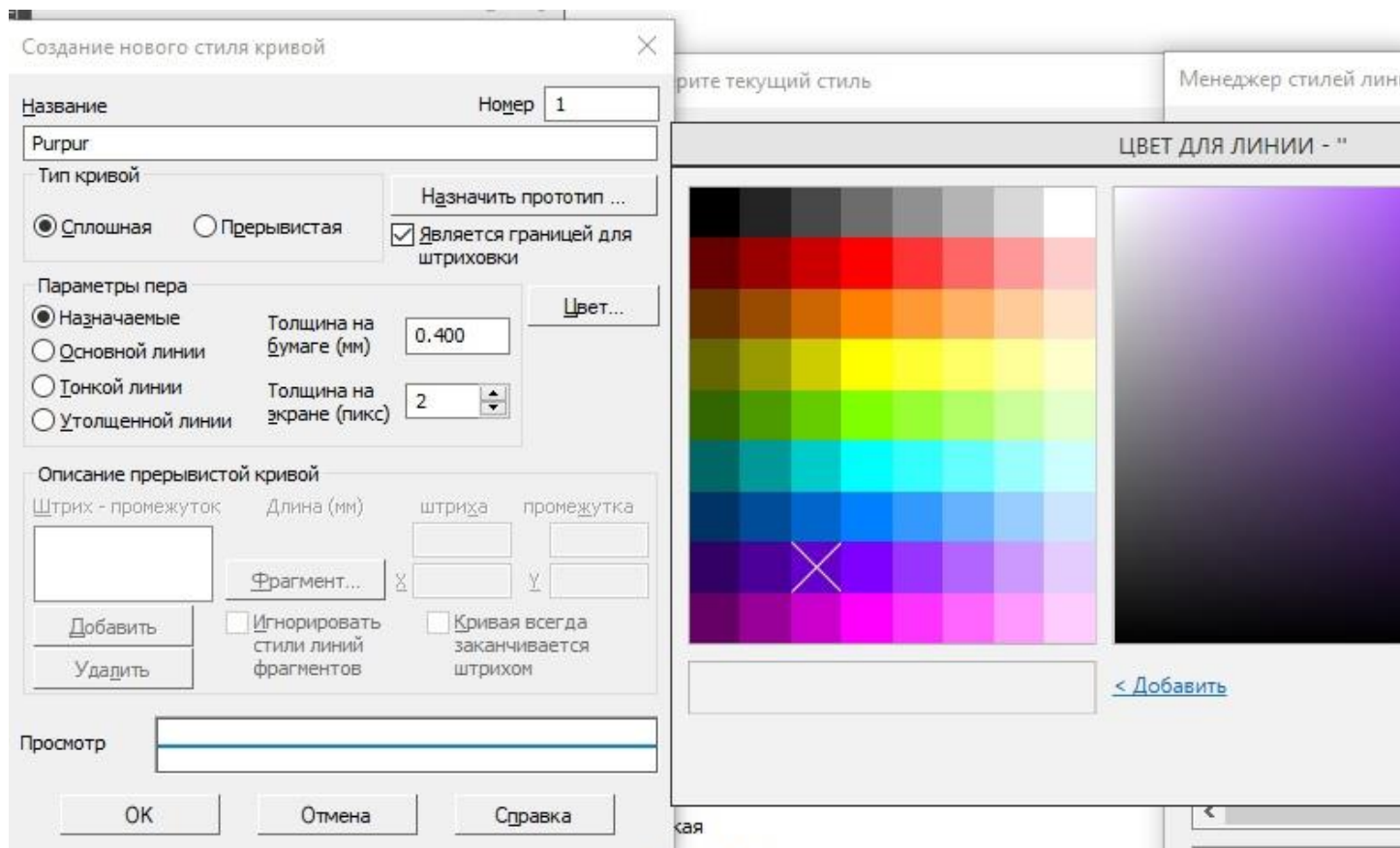


Рисунок 69 – Создания типа линий

Выбрав исходный тип линии (основная, тонкая, осевая и т.д.) в левом верху окна менеджера стилей нажимаем "Создать". Указывается название нового стиля и задаются исходные параметры (цвет, толщина линии отображения на бумаге и экране и т.д.). Создав новый стиль необходимо найти его в окне менеджера стилей и нажать кнопку "Добавить стиль" [14]. После этого вызвав меню стилей появляется возможность назначить на объект новый тип линий, рис. 69.

2.5. Окружность

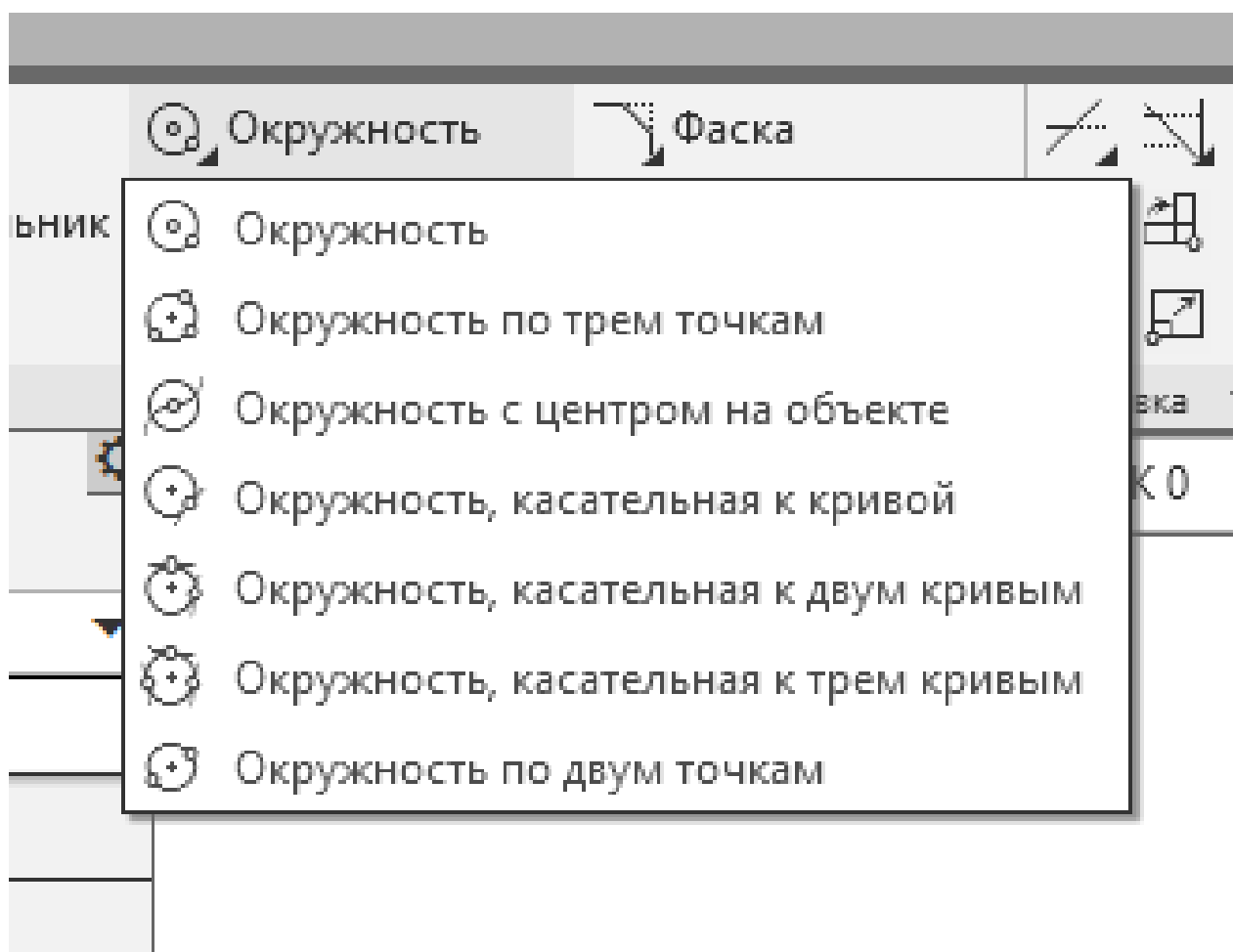


Рисунок 70 – Способы построения окружностей

Наряду с отрезком, окружность является другим ключевым элементом построения большого количества элементов в программе КОМПАС-3D. В зависимости от ситуации применяются различные способы построения окружностей, на этот случай программа предусматривает семь различных способов построения окружностей, рис. 70.

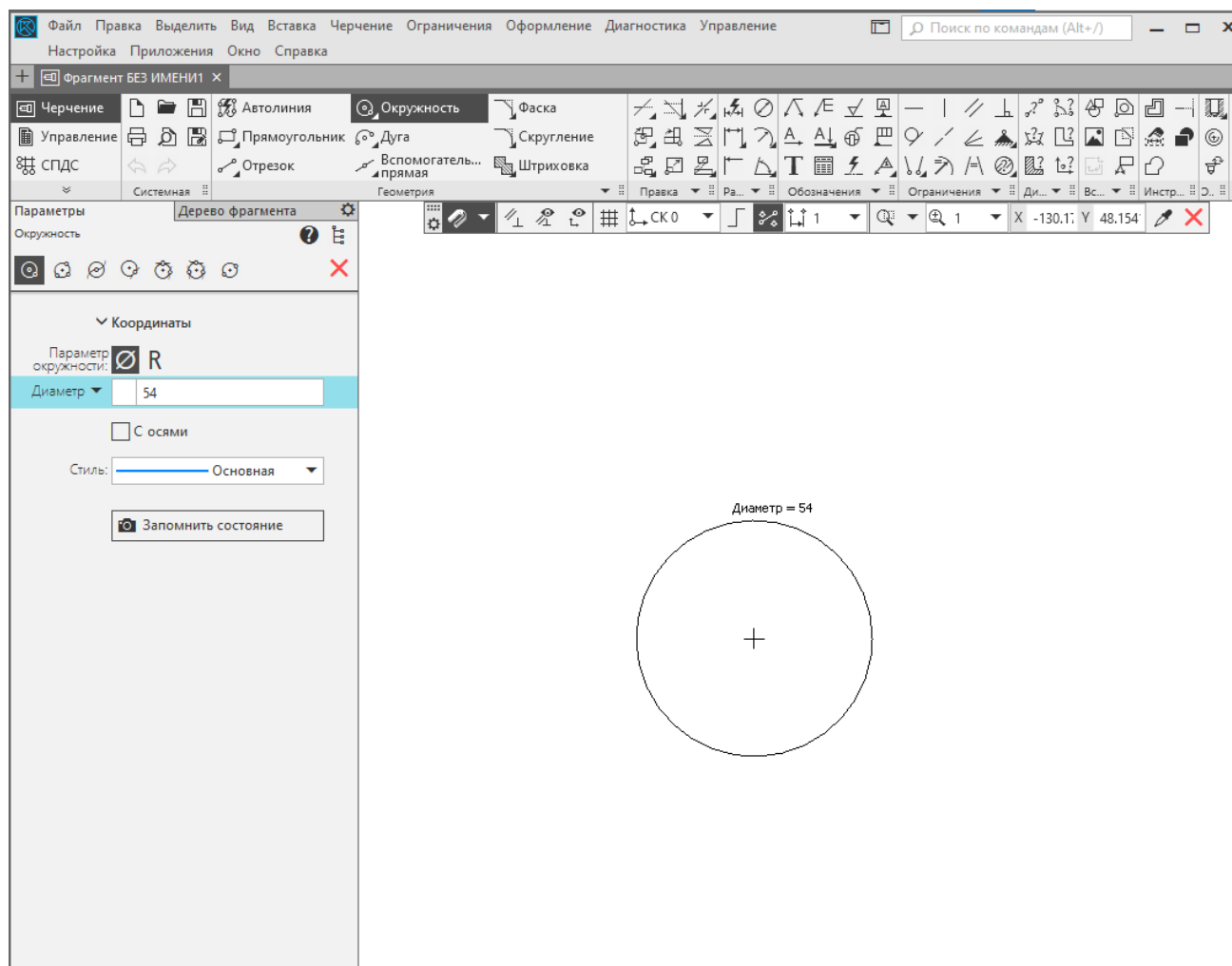


Рисунок 71 – Построение окружности через центр по радиусу или диаметру

При использовании команды «Окружность» существует два способа получения результата. Построение по радиусу и по диаметру. Кроме того, есть возможность строить окружность с осями. Пользователю необходимо задать начальную точку для центра окружности. Пример построения окружности представлен на рис. 71.

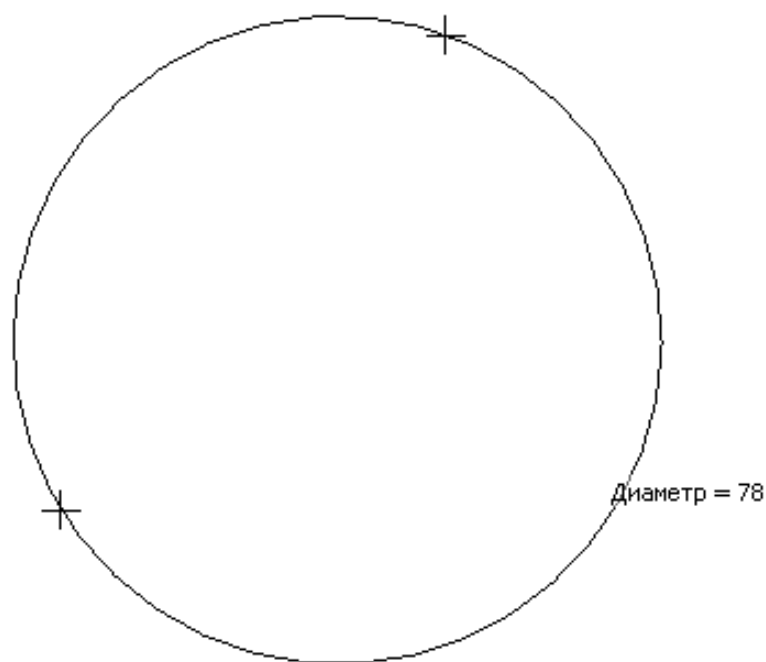


Рисунок 72 – Построение окружности по трем точкам

Построение окружности по трем точкам подразумевает последовательное указание точек построения окружности, вне зависимости от расположения точек в пространстве. В качестве точек можно использовать расставленные ранее точки, поставленные с помощью одноименной команды или любые другие угловые соединения, полученные с помощью других функций программы КОМПАС-3D, к которым можно отнести отрезок, ломаную и тд. Пример построения окружности по трем точкам представлена на рис. 72, где первые две точки поставлены в случайном месте пространства, а третья является формообразующей и задающей значение диаметра.

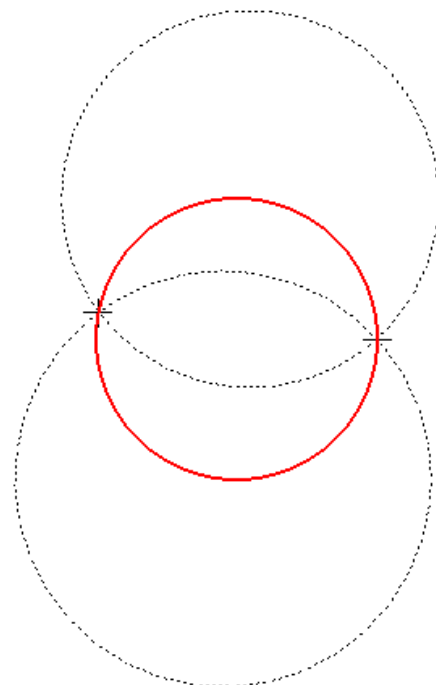
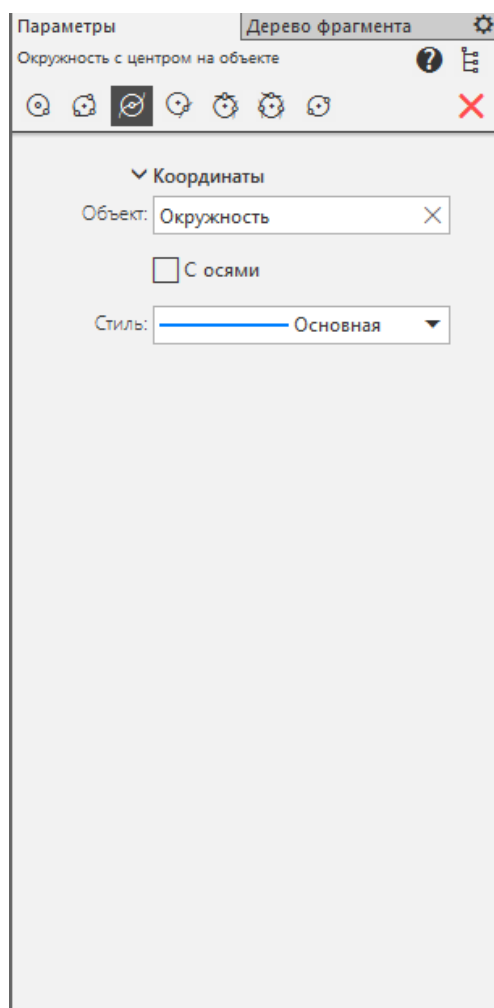


Рисунок 73 – Построение окружности с центром на объекте

Построение окружности с центром на объекте подразумевает указание объекта в качестве центра, с последующим выбором нужной окружности для построения. На рис. 73 демонстрируется построение окружности с центром на объекте, в качестве исходного объекта используется окружность, образованная ранее, рис. 72. При использовании данной функции на выбранном объекте появляется точка, которая является формообразующей для будущей окружности.

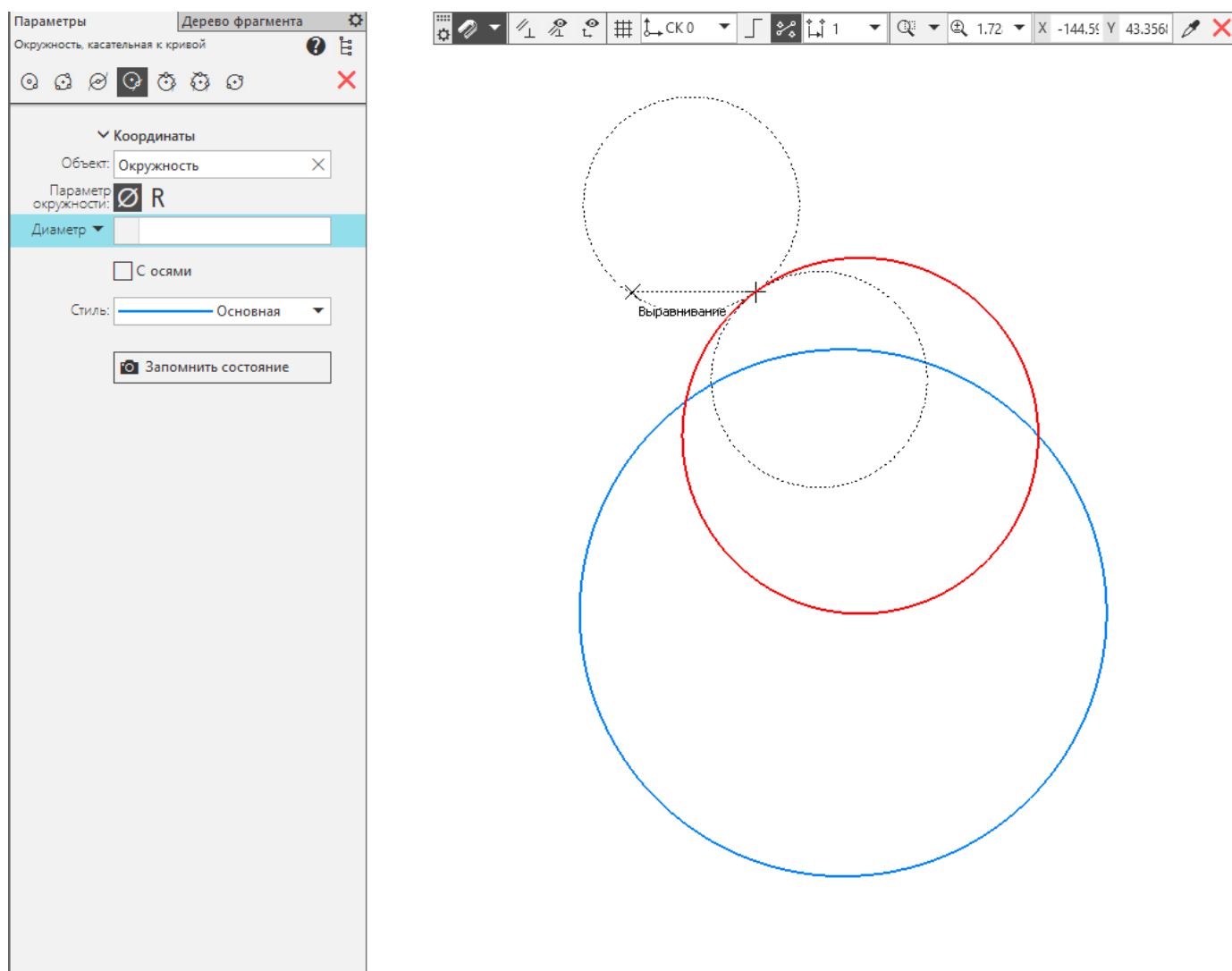


Рисунок 74 – Построение окружности касательной к кривой

Построение окружности касательной к кривой выполняется через указание поверхности кривой и дальнейшую фиксацию в пространстве. Программа предлагает различные варианты построения на выбор пользователя, рис. 74.

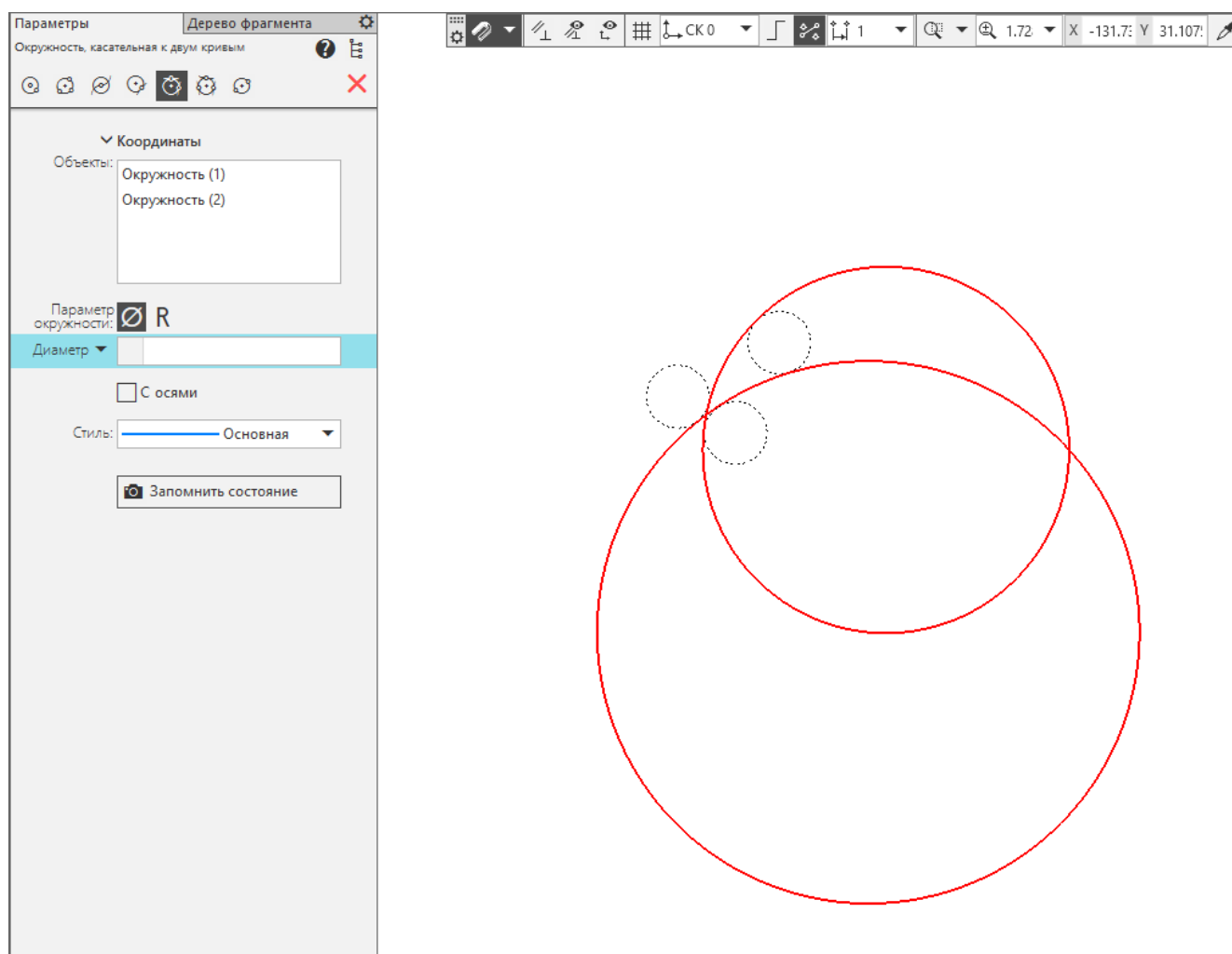


Рисунок 75 – Построение окружности касательной к двум кривым

Для построения окружности по двум точкам касания необходимо последовательно указать объекты. После чего выбрать нужный вариант из автоматически предложенных. Можно задать радиус или диаметр и потом выбрать объекты. В качестве примера для построения используются окружности, но данная функция работает и с отрезками, сплайнами, ломаными и другими функциями, рис. 75.

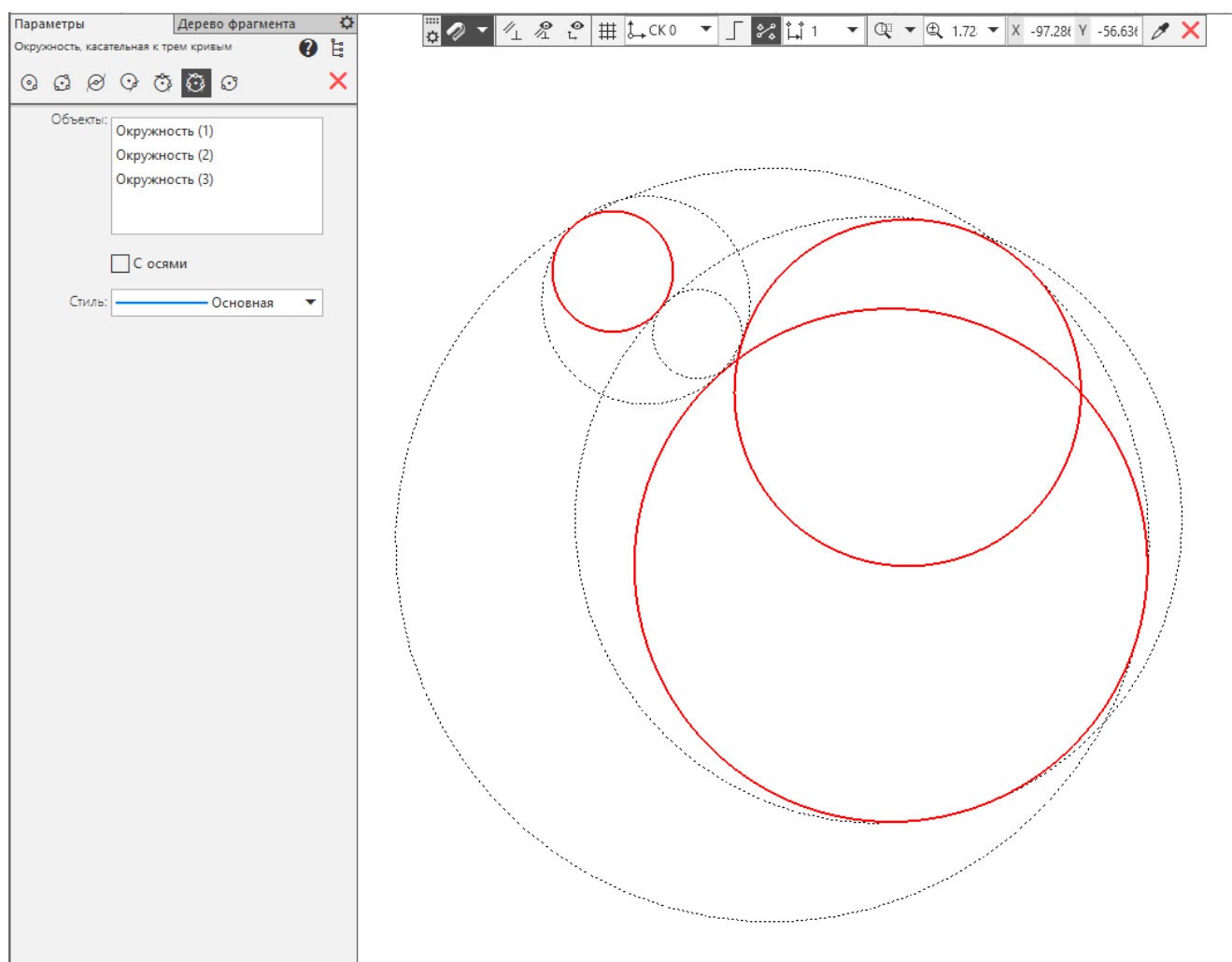


Рисунок 76 – Построение окружности касательной к трем кривым

Построение окружности по трем точкам касания выполняется путем последовательного выделения всех трех объектов и выбора из предложенных вариантов нужного. На рис. 76 демонстрируется построение окружности касательной к трем кривым, для построения используются окружности, другие элементы, аналогично построению окружности на рис. 75, подходят для построения.



Рисунок 77 – Построение окружности по двум точкам

Финальная функция для построения окружности, это команда, позволяющая построить окружность по двум точкам. Для построения окружности по двум точкам необходимо всего лишь указать две точки в пространстве. На рис. 77 демонстрируется построение окружности по двум точкам. Для построения случайным образом выбраны две точки на двух отрезках, между указанными точками выполняется автоматическое построение окружности.

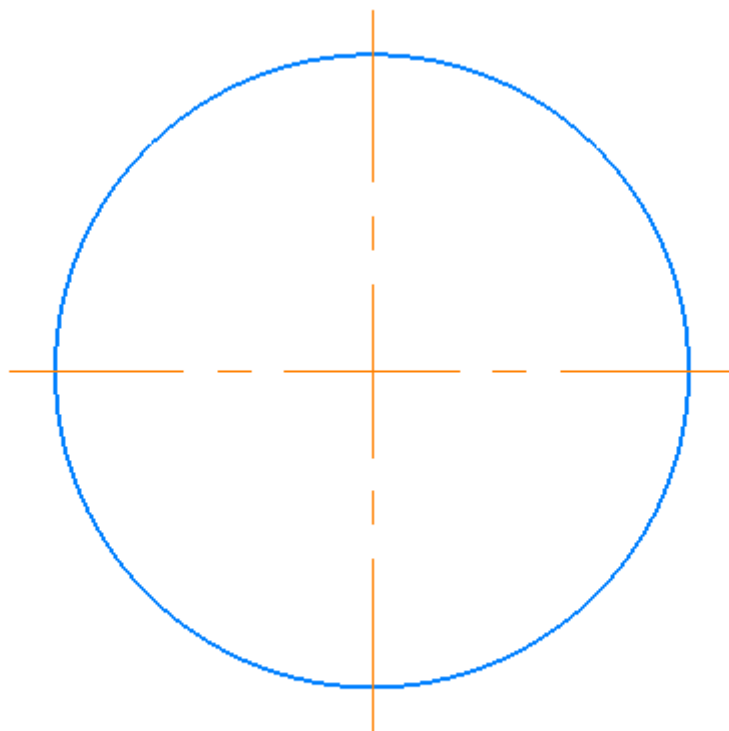


Рисунок 78 – Осевые линии на окружностях

Вне зависимости от способа построения окружности на чертеже необходимо указывать осевые линии, рис. 78. Это делается либо автоматически, либо вручную, на расстоянии $R+2\text{мм}$ в каждую сторону с помощью отрезка.

Стоит понимать, что при создании осевых линий автоматически удаление и редактирование возможно сразу для двух линий. Если же они были построены вручную, тогда редактировать можно каждый отрезок.

2.6. Работа со слоями

Во время работы с большим количеством объектов или просто для удобства, программой предусмотрена возможность работы в различных слоях.

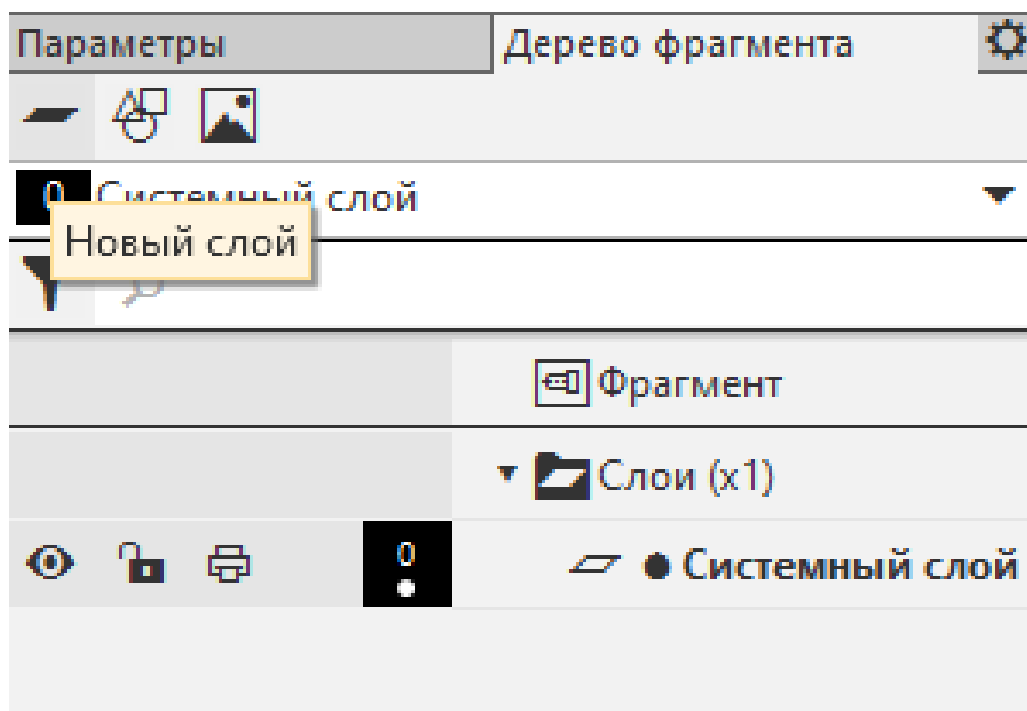


Рисунок 79 – Начало работы со слоями

На панели инструментов расположенной в левой части экрана в дереве чертежа находится информация о документе, там же находятся и слои [15]. Для начала работы со слоями необходимо раскрыть список слоев нажатием на треугольник, как показано на рис. 79.

При запуске нового документа работа происходит в системном слое. Добавить новые слои можно нажатием на черную плоскость в левом верхнем углу экрана, как показано на рис. 79. Создавать можно неограниченное количество новых слоев.

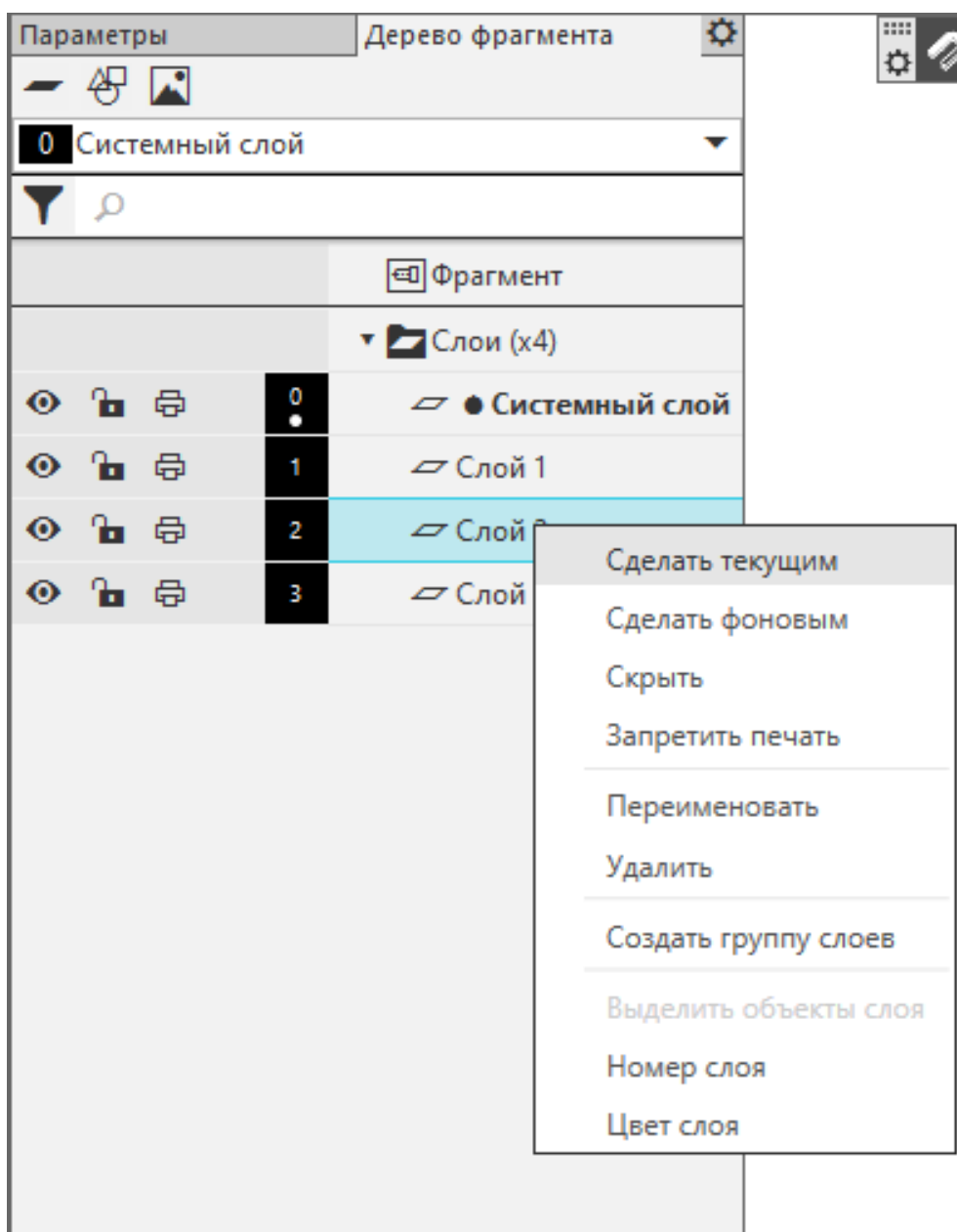


Рисунок 80 – Перемещение между слоями

Перемещаться между слоями можно различными способами. Для перемещения из системного слоя необходимо нажать правой клавишей мыши на нужный слой, найти во всплывающем меню команду «Сделать текущим» и нажать ее, как показано на рис. 80.

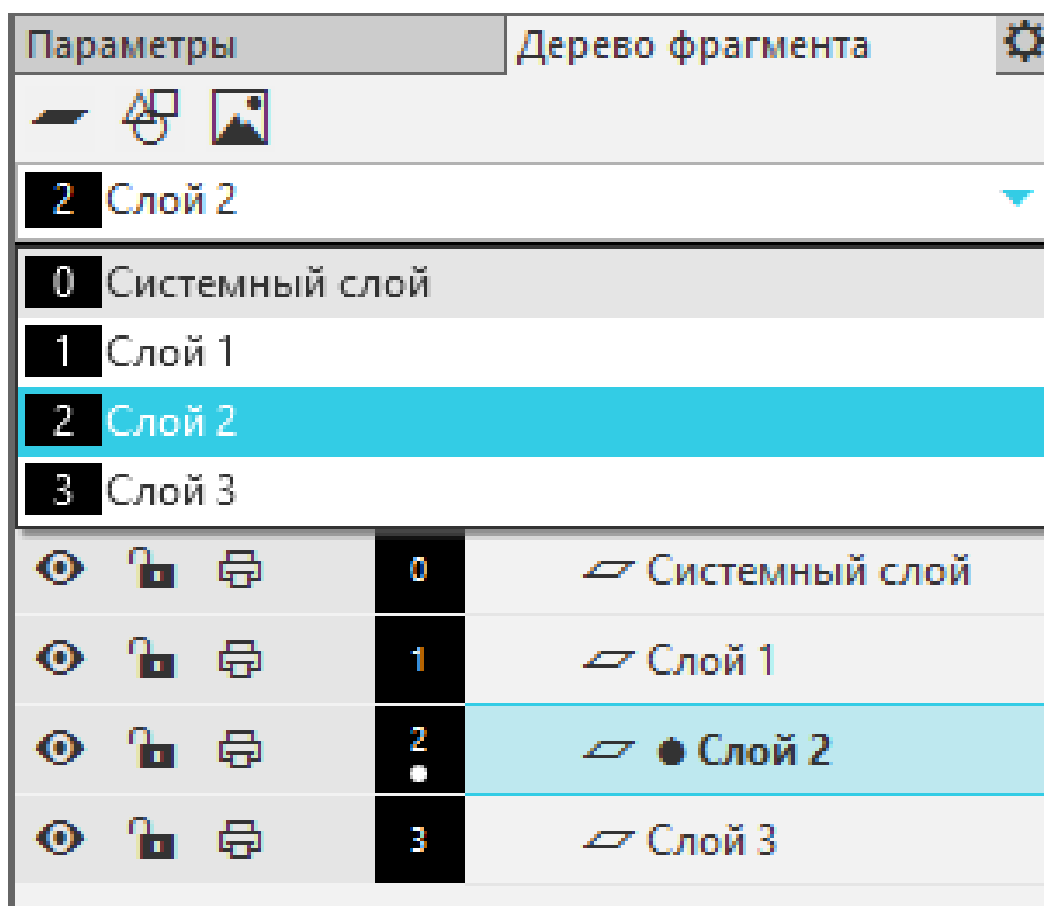


Рисунок 81 – Активный слой

Черный маркер возле названия слоя указывает на текущий слой, как показано на рис. 81.

Для перемещения между слоями также можно раскрыть список слоев и выбрать нужный, после подтверждения маркер переместится на этот слой, рис. 81.

Важно отметить, что в списке слоев синим выделяется текущий слой.

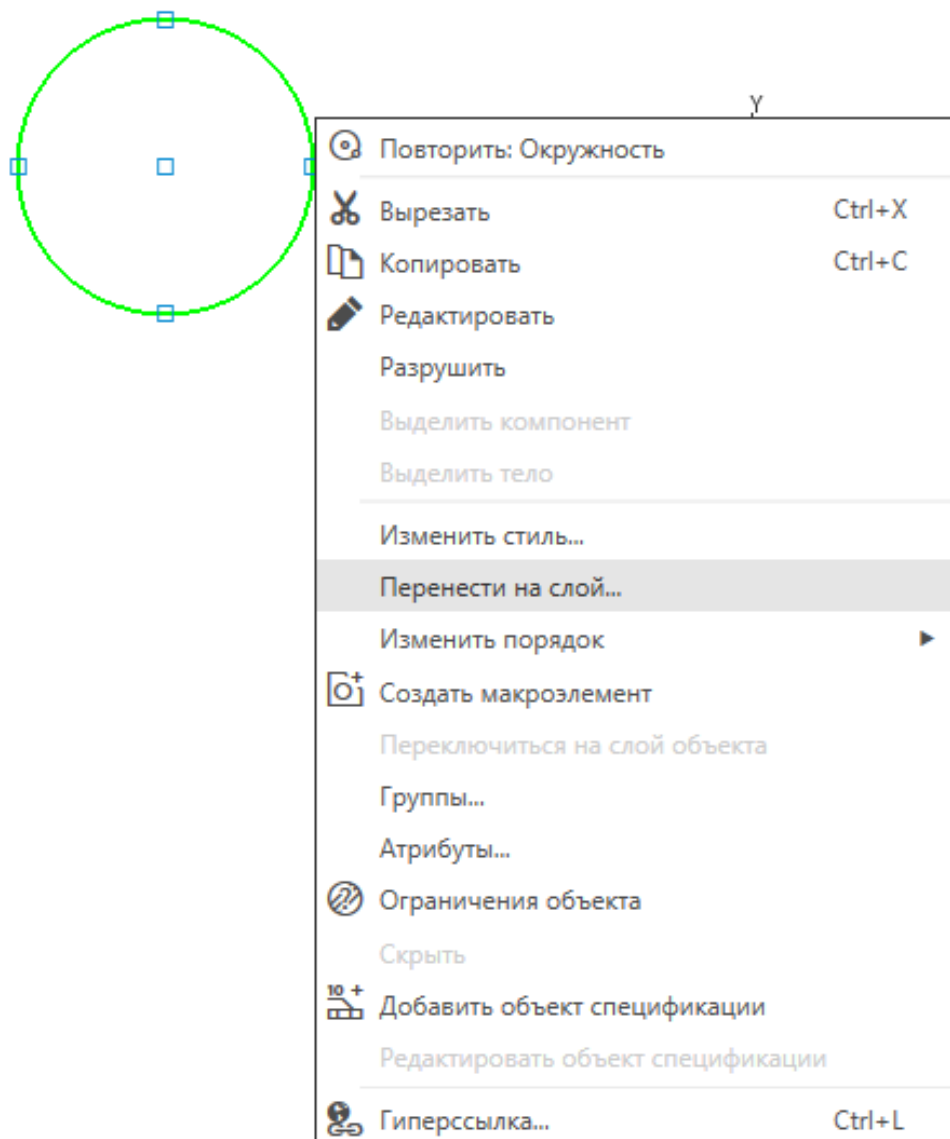


Рисунок 82 – Перенос объектов на слой

Для переноса объектов в новые слои необходимо выделить интересующие объекты, вызвать контекстное меню и в открывшемся списке выбрать «Перенести на слой», как показано на рис. 82.

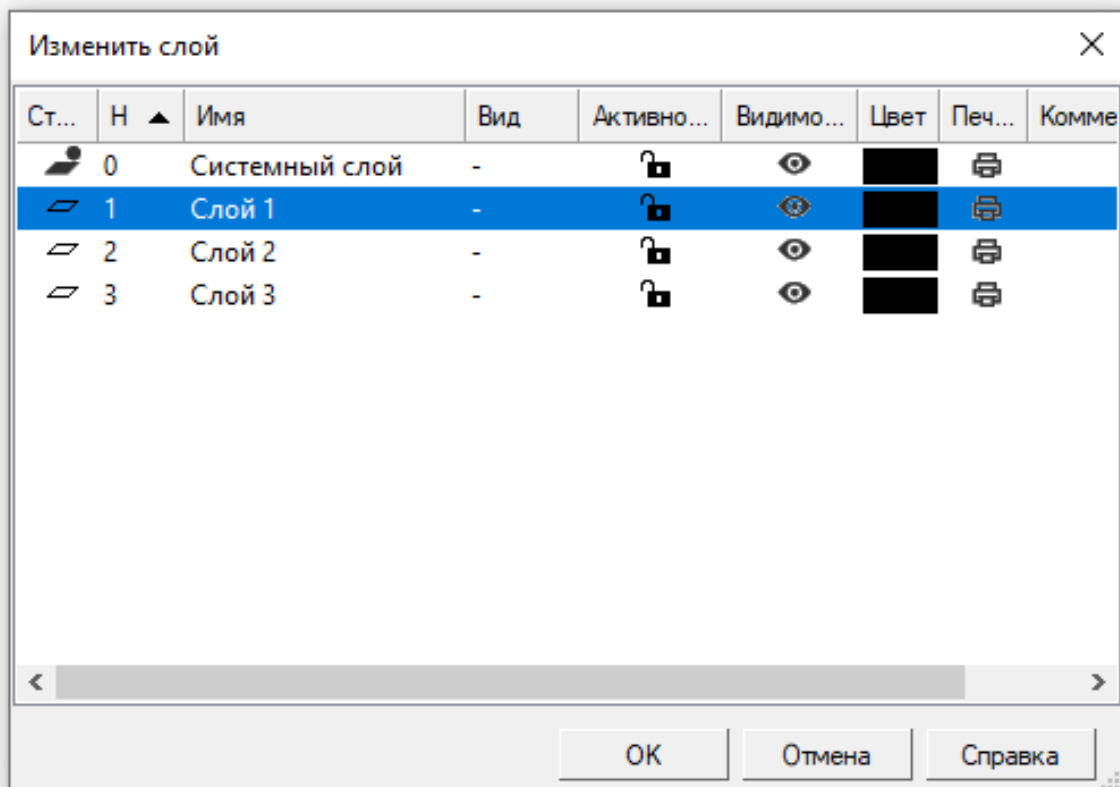
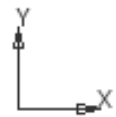
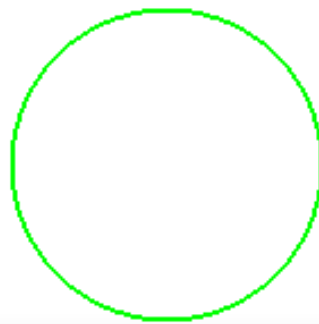


Рисунок 83 – Выбор нужного слоя для объектов

После выбора команды «Перенести на слой» перед пользователем открывается диалоговое окно, рис. 83. В открывшемся окне необходимо выбрать интересующий слой для переноса и подтвердить нажав кнопку «Ок».

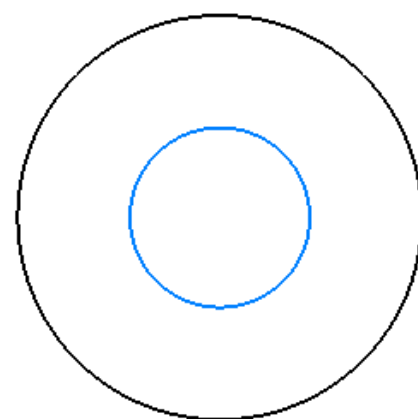
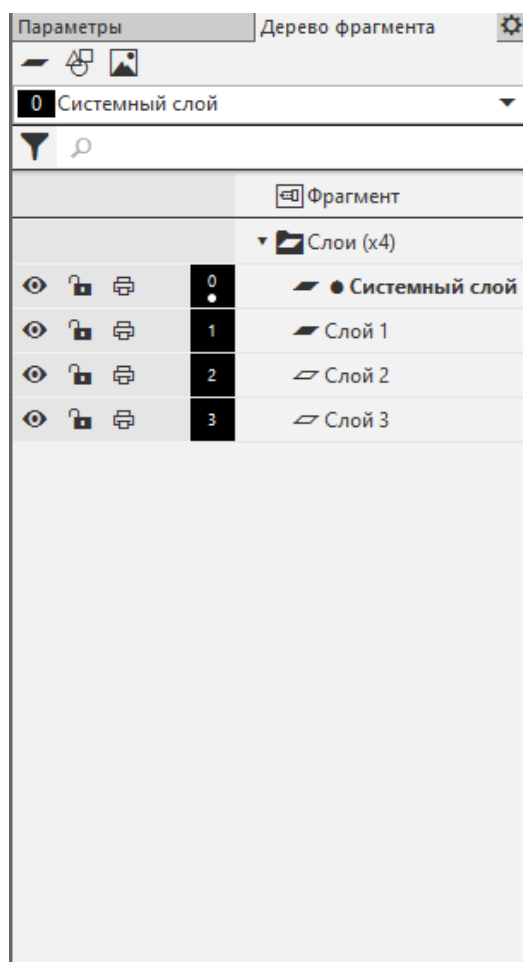


Рисунок 84 – Отображение объектов в различных слоях

Находясь в текущем слое все объекты других слоев отображаются черными линиями, как показано на рис. 84. Перемещаясь между слоями объекты, находящиеся в активном слое принимают свои истинные свойства, т.е., если объект выполнен основной линией, он становится синим.

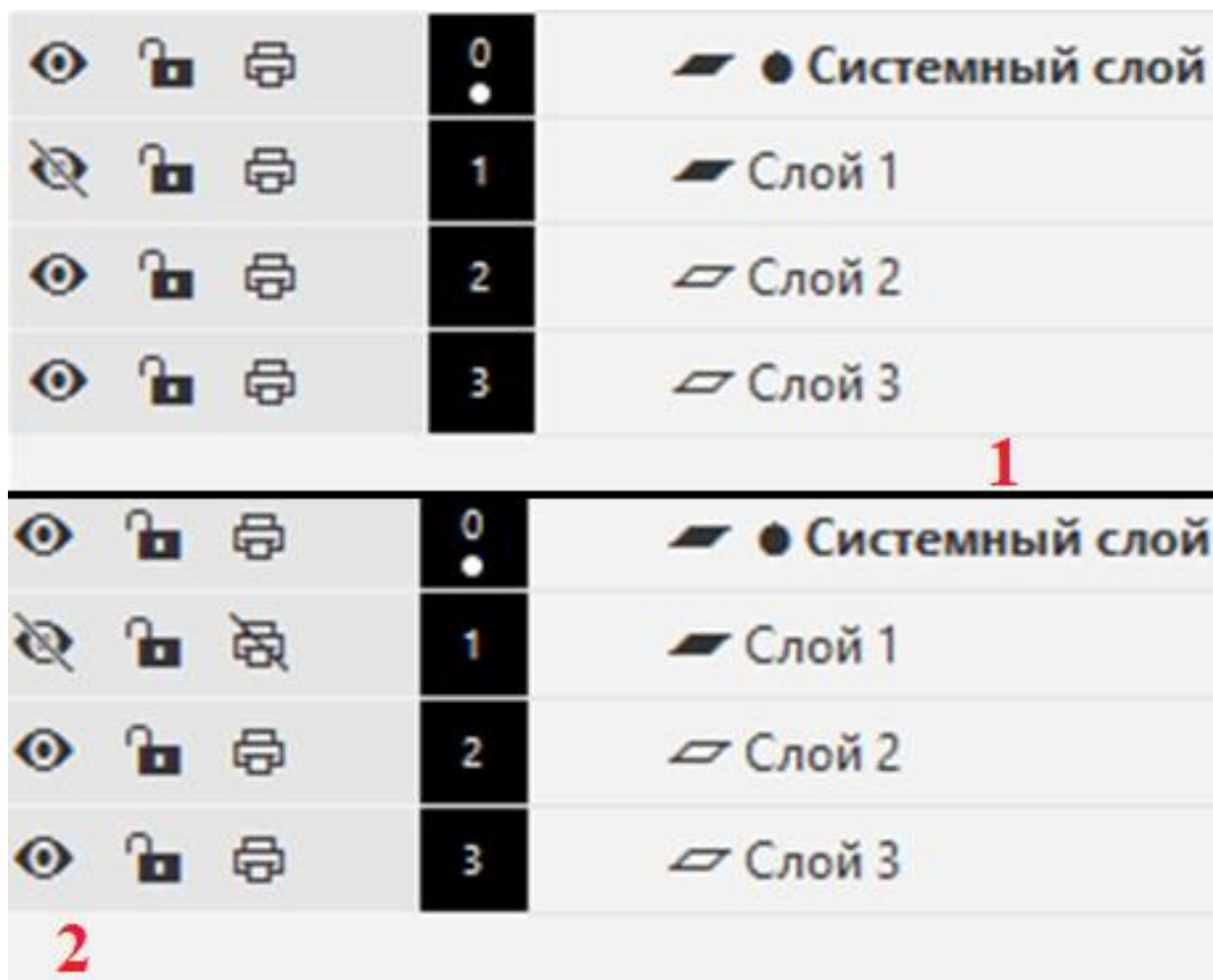


Рисунок 85 – Работа со слоями:

Где 1 – скрывание объектов на слое, 2 – скрывание объектов для печати

Чтобы скрыть из рабочего пространства все ненужные элементы других слоев достаточно нажать на кнопку глаза рядом со слоем. Когда появляется перечеркнутый знак, изображение этого слоя не выводится на экран, как показано на рис. 85 (1). При этом изображение на отключенном слое будет выводиться на печать.

Для того, чтобы отключенное изображение не выводилось на печать необходимо нажать на значок принтера рядом со слоем, как показано на рис. 85 (2). Когда появляется знак перечеркнутого принтера, изображение со слоя на печать не выводится.

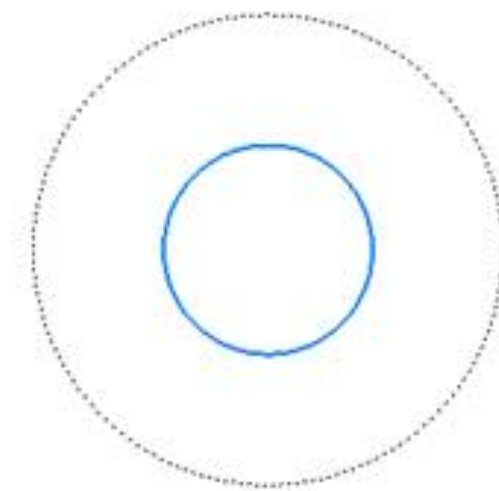
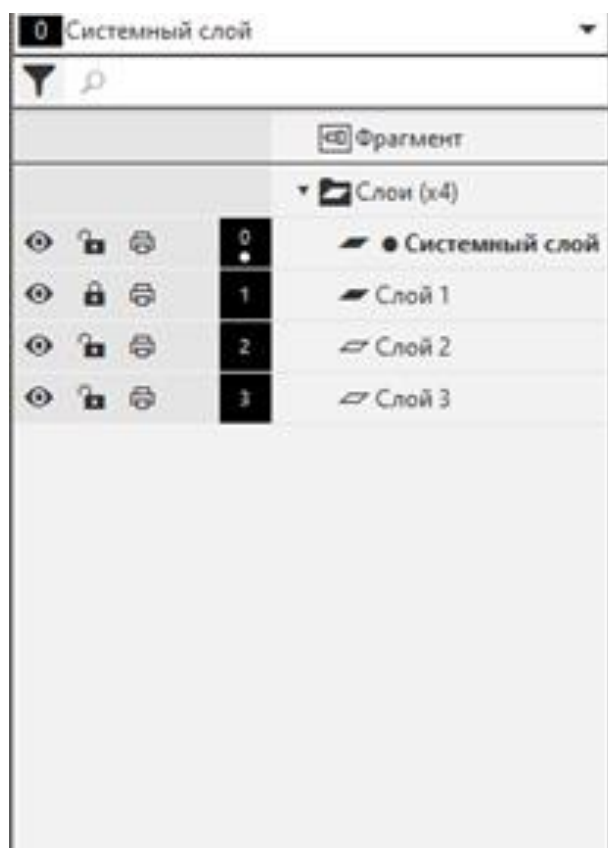


Рисунок 86 – Фиксация объектов на слое

Иногда возникает необходимость зафиксировать какой-то объект. Иными словами, сделать так, чтобы не испортить нужное или уже готовое построение. Для этого, необходимо нажать замочек, тем самым закрыв возможность редактирования объекта в выбранном слое. Если закрыть замок не в текущем слое, то объекты будут отображаться пунктирными линиями, рис. 86.

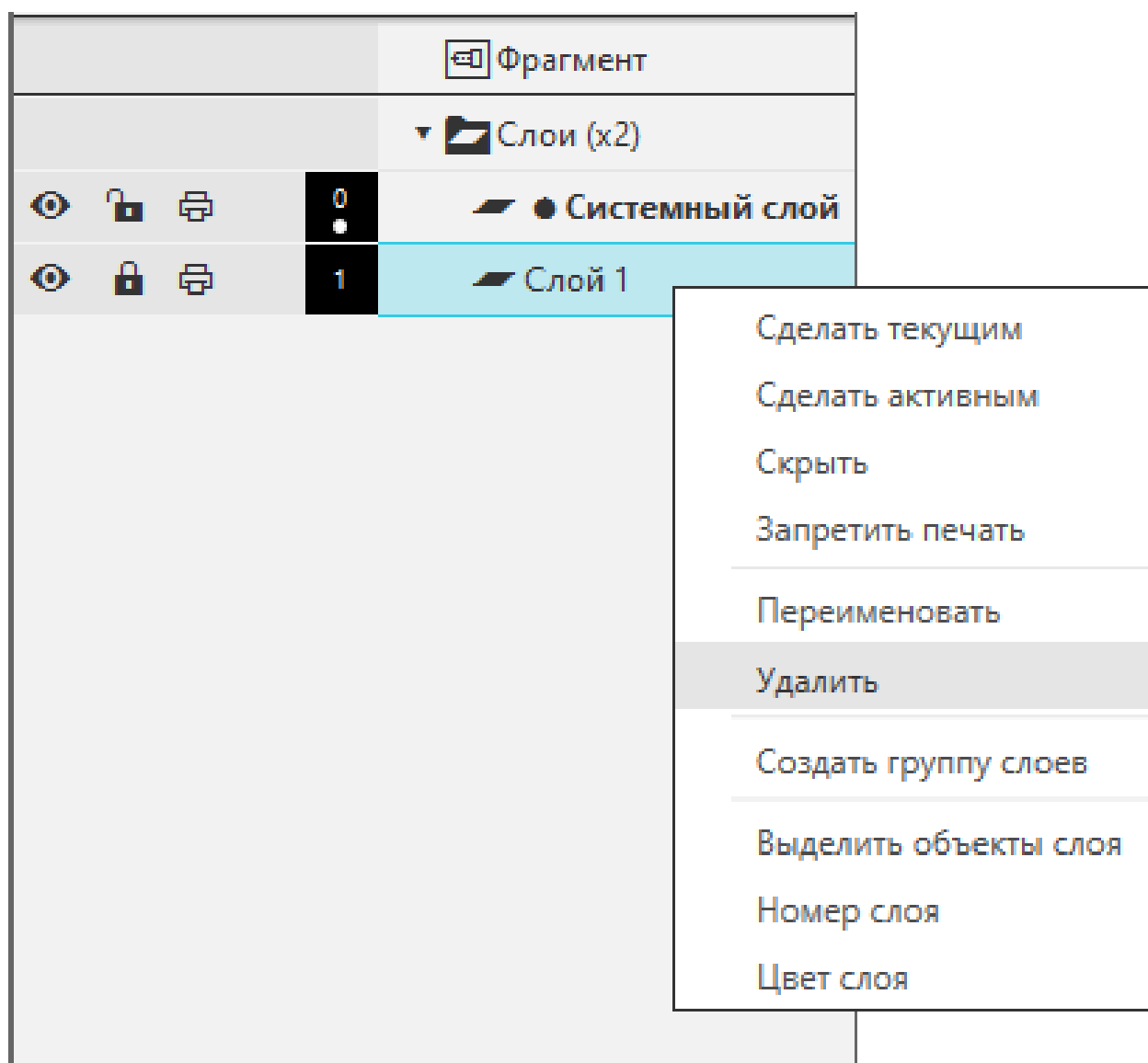


Рисунок 87 – Удаление слоев

В случае, если слой был создан по ошибке или количество слоев мешает комфортной работе в программе, существует возможность удаления слоев. Для удаления ненужных слоев необходимо выделить интересующий слой и в контекстном меню выбрать «Удалить», как показано на рис. 87.

2.7. Редактирование объектов

Во время построения объектов и работы с чертежами не редко возникает необходимость в редактировании объектов.

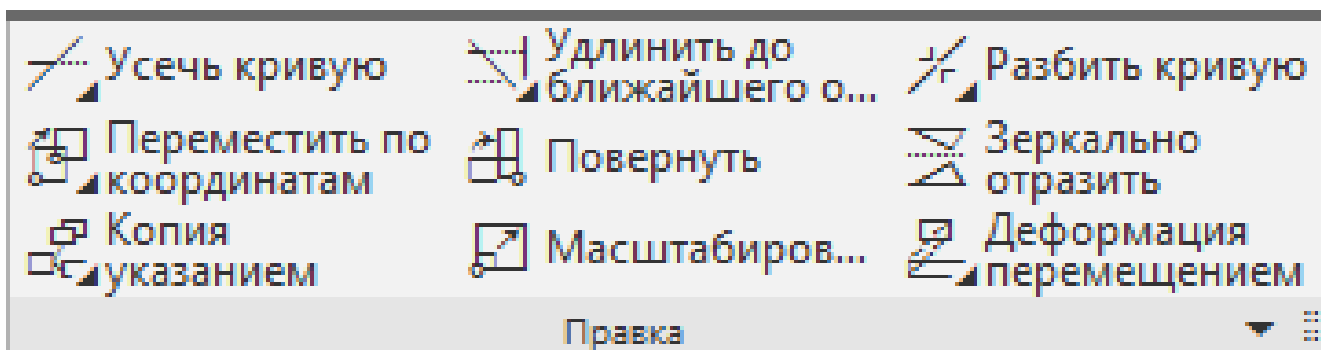


Рисунок 88 – Панель редактирования объектов

Кроме того, программа предусматривает различные возможности для ускорения процесса построения, все эти элементы расположены на панели инструментов во вкладке «Правка». Инструменты из этого списка используются для трансформирования и редактирования объектов.

На ряду с другими функциями важную роль в работе играют команды трансформирования. А именно, поворот, масштабирование, перенос и зеркальное отражение.

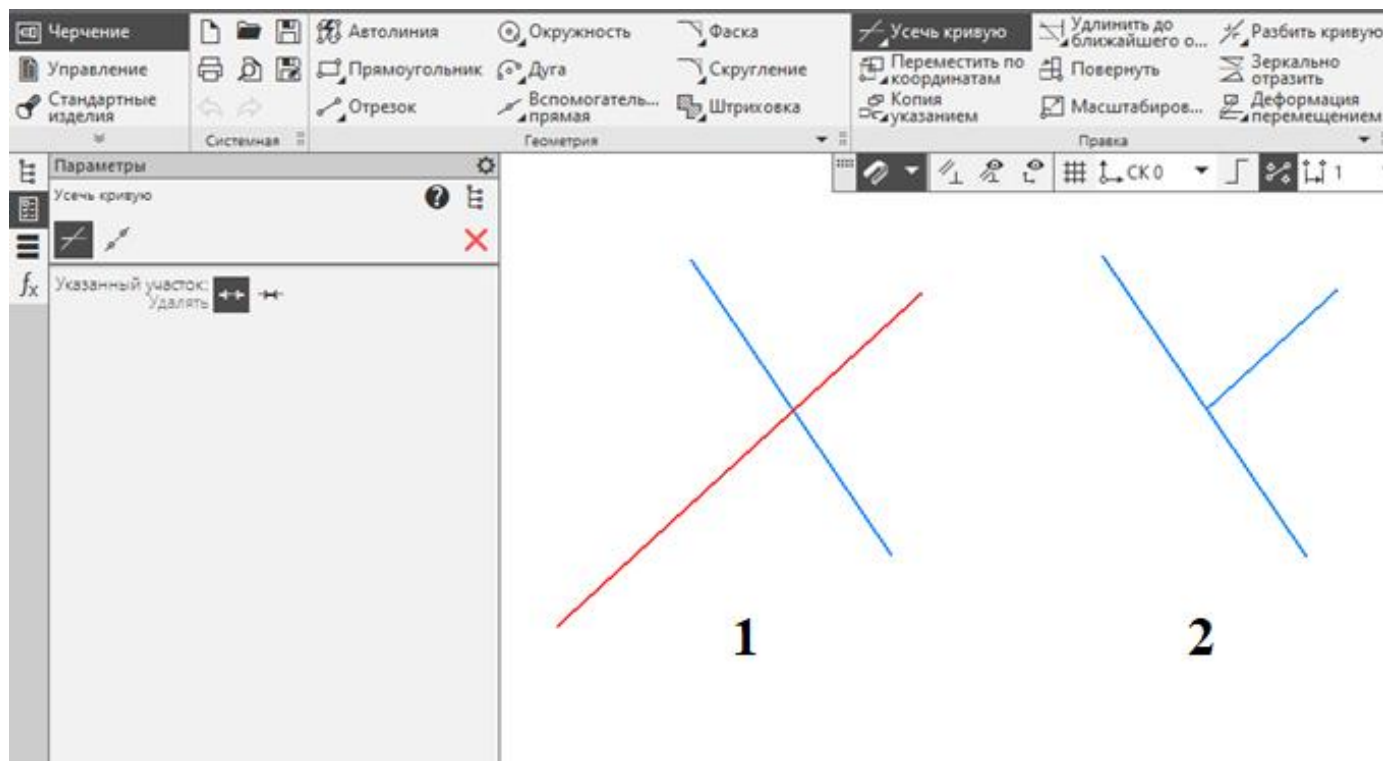


Рисунок 89 – Команда усечь кривую (удалять):

Где 1 – красным представлена усекаемая кривая, 2 – готовая фигура после редактирования

Наиболее важной и часто используемой является команда «Усечь кривую». Первый способ использования данной команды заключается в удалении части объекта до ближайшего элемента, рис. 89. Из рисунка 89 видно, что команда настроена таким образом, чтобы объекты выделенный красным цветом удалялся до ближайшего объекта [12]. Важно, удаление происходит в зависимости от места нажатия. Если стоит задача удалить нижнюю левую часть отрезка, то наводить курсор нужно именно туда. Если стоит задача удалить верхнюю правую, при этом оставляя нижнюю часть, наводить курсор нужно в это место.

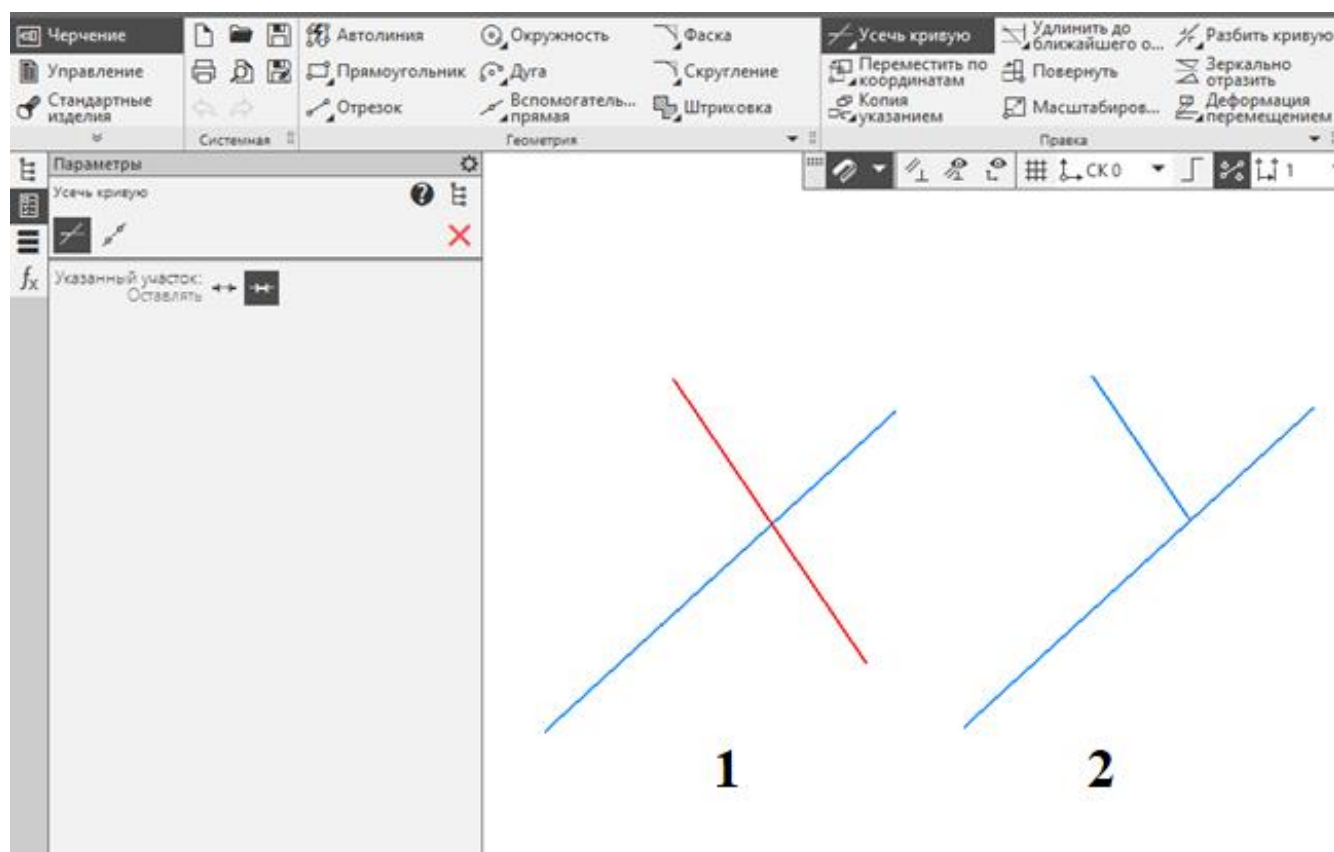


Рисунок 90 – Команда усечь кривую (оставлять):

Где 1 – красным представлена усекаемая кривая, 2 – готовая фигура после редактирования

При использовании настройки «Оставлять» при наведении на объект будет оставаться выбранная часть до границы с пересечения с другим объектом, как показано на рис. 90. Указав курсором мыши левую верхнюю часть отрезка нижняя правая удаляется автоматически. Команда работает с точностью до наоборот, по сравнению с функцией «Удалять».

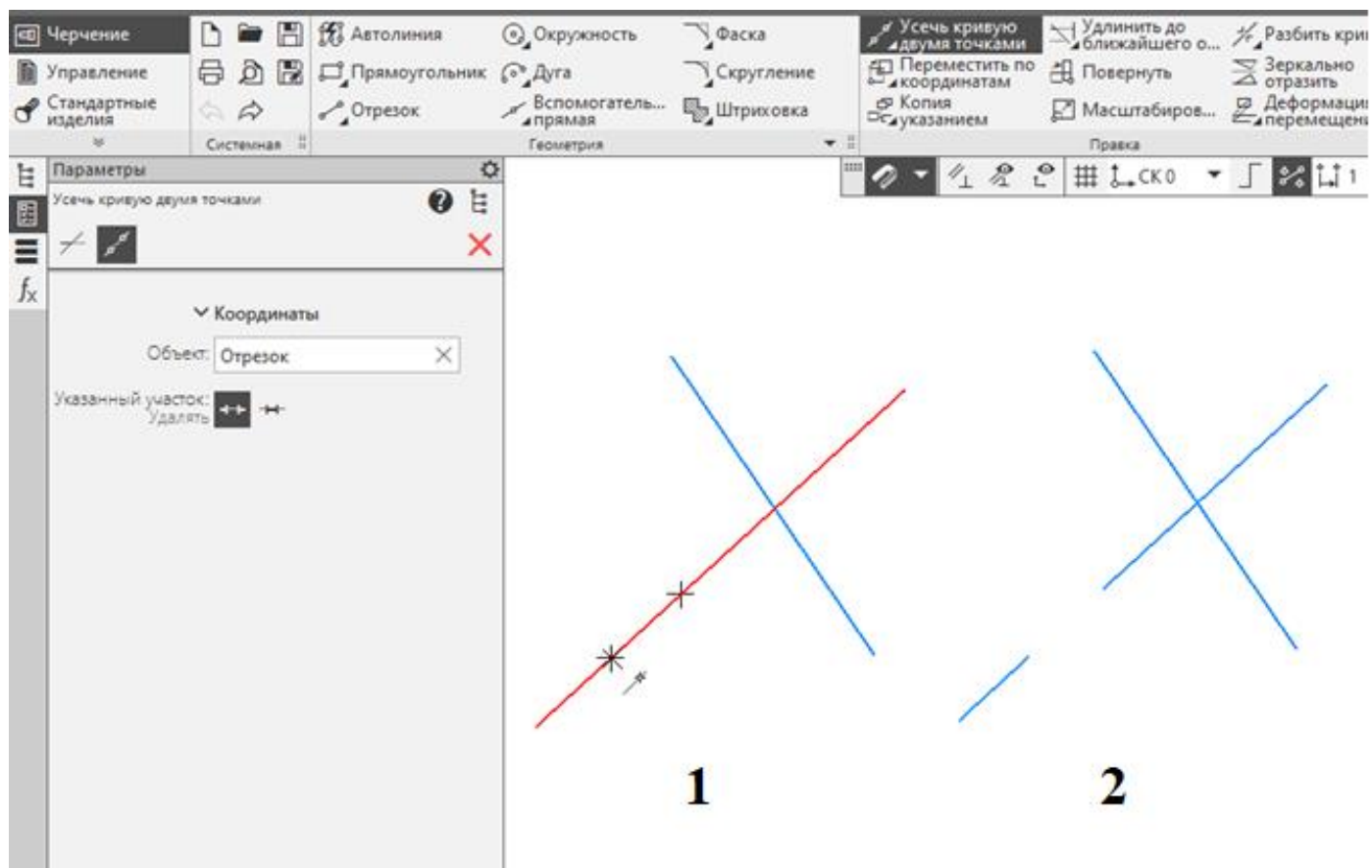


Рисунок 91 – Команда усечь кривую двумя точками (удалять):
Где 1 – красным представлена усекаемая кривая, 2 – готовая фигура после редактирования

Использование команды «Усечь кривую по двум точкам» подразумевает выбор двух точек объекта для исключения всех точек объекта между ними, рис 91. Наблюдается выборочное усечение части объекта. Точки вводятся пользователем в зависимости от задачи. Указывается начальная и конечная точки усечения объекта.

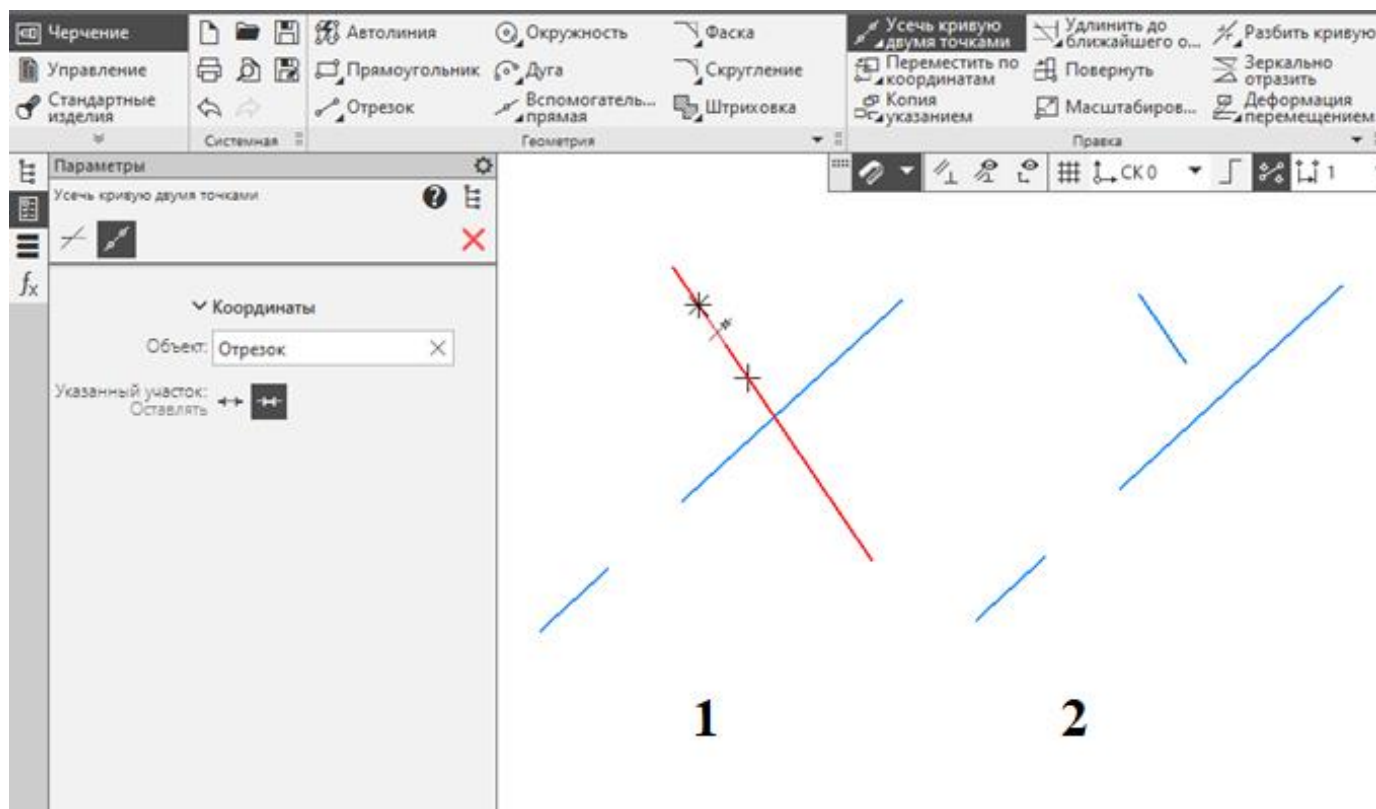


Рисунок 92 – Команда усечь кривую двумя точками (оставлять):
Где 1 – красным представлена усекаемая кривая, 2 – готовая фигура после редактирования

При использовании функции «оставлять» также указываются две точки, кардинальное отличие заключается в том, что удаляется весь объект за исключением ограниченного двумя точками, рис. 92. Использование данной функции может быть полезно при необходимости редактирования объектов непрерывного ввода, подразумевающего множество точек.

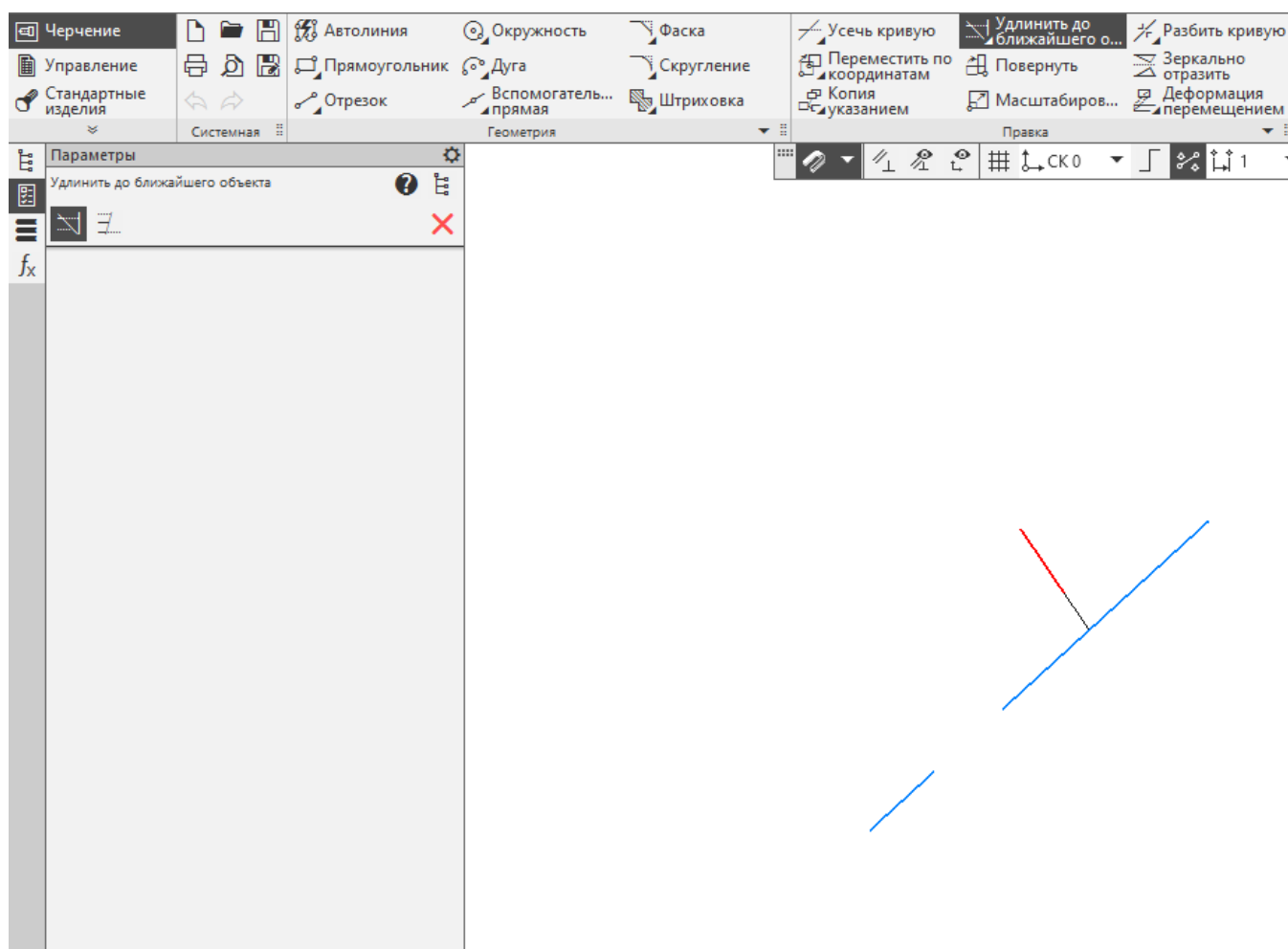


Рисунок 93 – Применение команды удлинить до ближайшего объекта

Использование команды «Удлинить до ближайшего объекта» позволяет автоматически достроить выбранный объект до пересечения с ближайшей точкой другого объекта пространства. В качестве примера используются два отрезка находящиеся друг от друга на некотором расстоянии, как показано на рис. 93. Результатом выполнения данной команды служит создание нового отрезка из имеющегося, на рисунке он представлен черной тонкой линией.

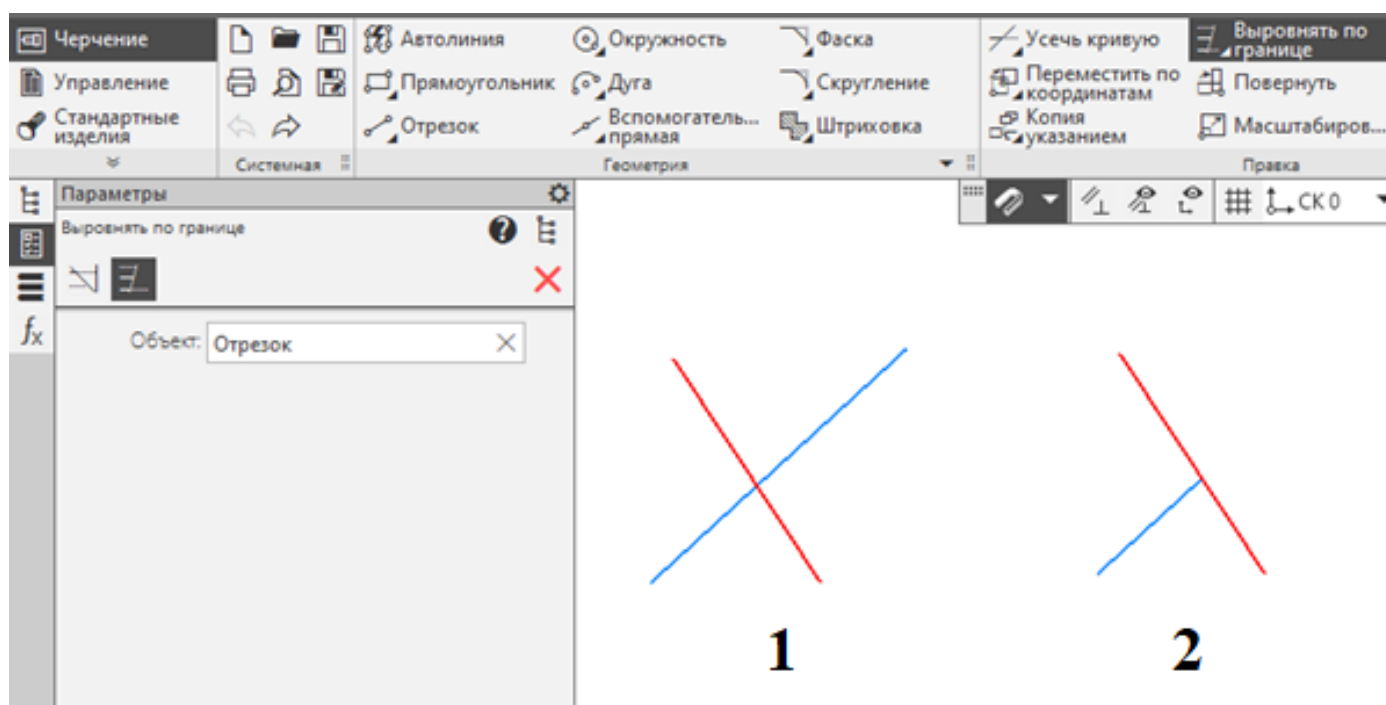


Рисунок 94 – Команда выровнять по границе:

Где 1 – красным представлена усекаемая кривая, 2 – готовая фигура после редактирования

Выравнивание по границе усекает объект до ближайшего пересечения, рис. 94. Это может быть использовано, например, в автоматическом усечении линий до центральной оси. Сперва указывается граница (подсвечена красным), затем курсором указывается часть объекта, которую необходимо оставить. При наведении на нижнюю левую часть отрезка, автоматически удаляется его правая верхняя часть.

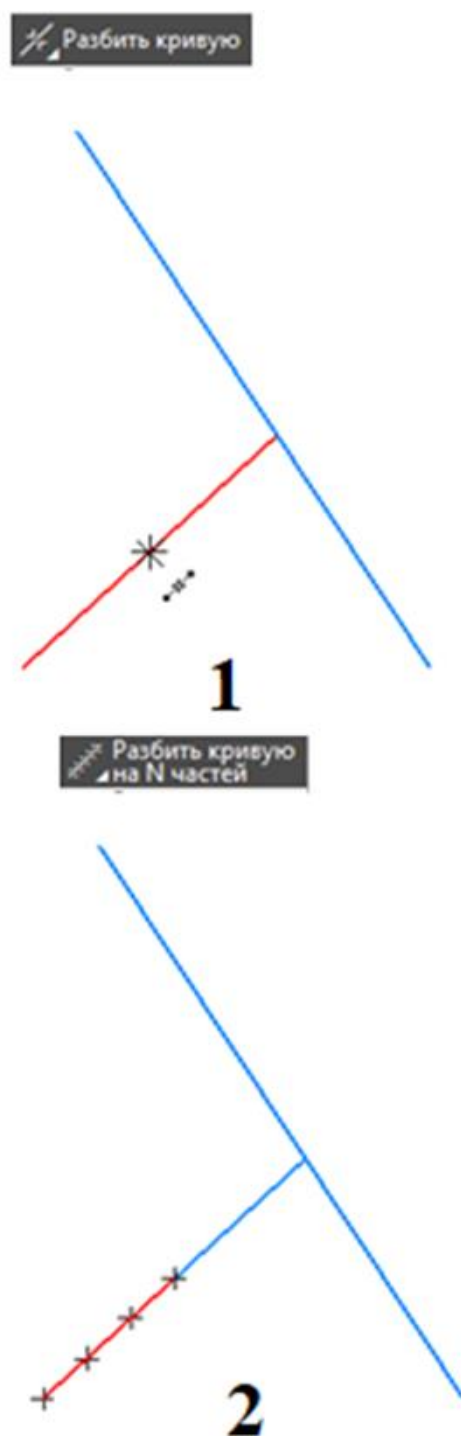


Рисунок 95 – Применение команды разбить кривую:
Где 1 – разбить кривую, 2 – разбить кривую на N частей

Команда «Разбить кривую» подразумевает указание места разрыва целостности объекта, рис. 95. Тем самым создается возможность дробления объектов на произвольные участки.

При необходимости разделения объекта на несколько составляющих равной длины используется функция разделения на N равных частей. Подразумевается ручной ввод количества участков. В последствии выбирается элемент необходимый для разделения. Программа автоматически просчитывает равные участки и подсвечивает их точками.

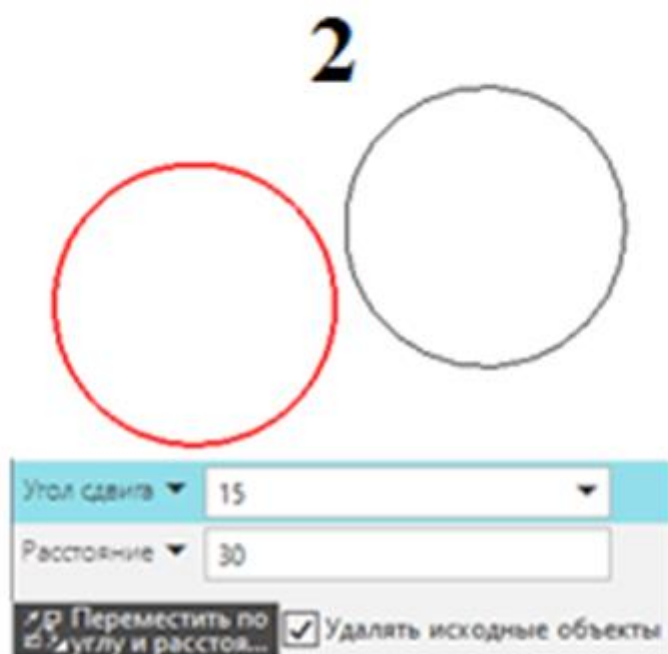


Рисунок 96 – Переместить:

Где 1 – Перемещение по координатам, 2 – перемещение по углу и расстоянию

Для перемещения объекта по координатам необходимо выделить объект, после чего воспользоваться данной командой, рис. 96 (1). При перемещении необходимо указать точку перемещения. Можно вручную задавать координаты перемещения по осям ОХ и ОУ.

При перемещении объекта, можно воспользоваться вводом угла и расстояния, рис. 96 (2). Тем самым перемещение будет осуществляться по гипотенузе.

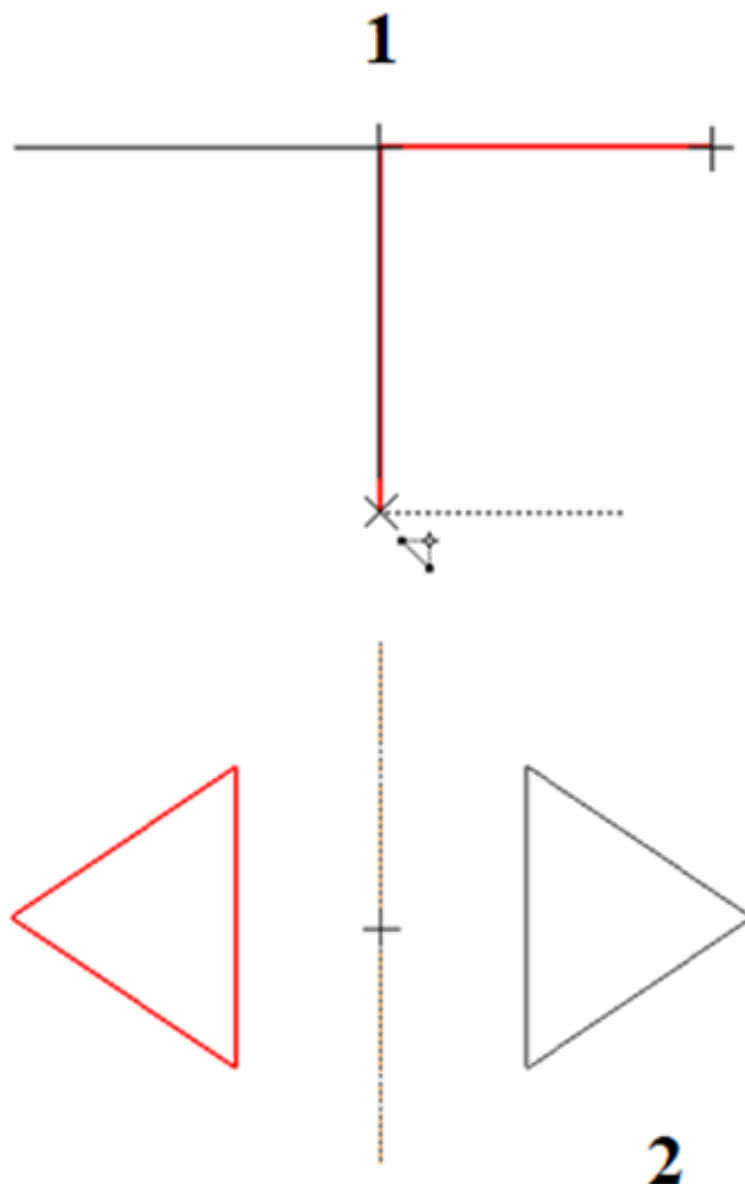


Рисунок 97 – Изменение положения объекта:
Где 1 – Поворот, 2 – Зеркальное отражение

Применение функции поворот подразумевает указание исходной точки, относительно которой будет совершаться поворот и указание второй точки, показывающей ось объекта, рис. 97 (1).

Применение зеркальной функции позволяет увеличить скорость построения симметричных объектов. Для этого необходимо выбрать объект и указать положение оси симметрии, рис. 97 (2).

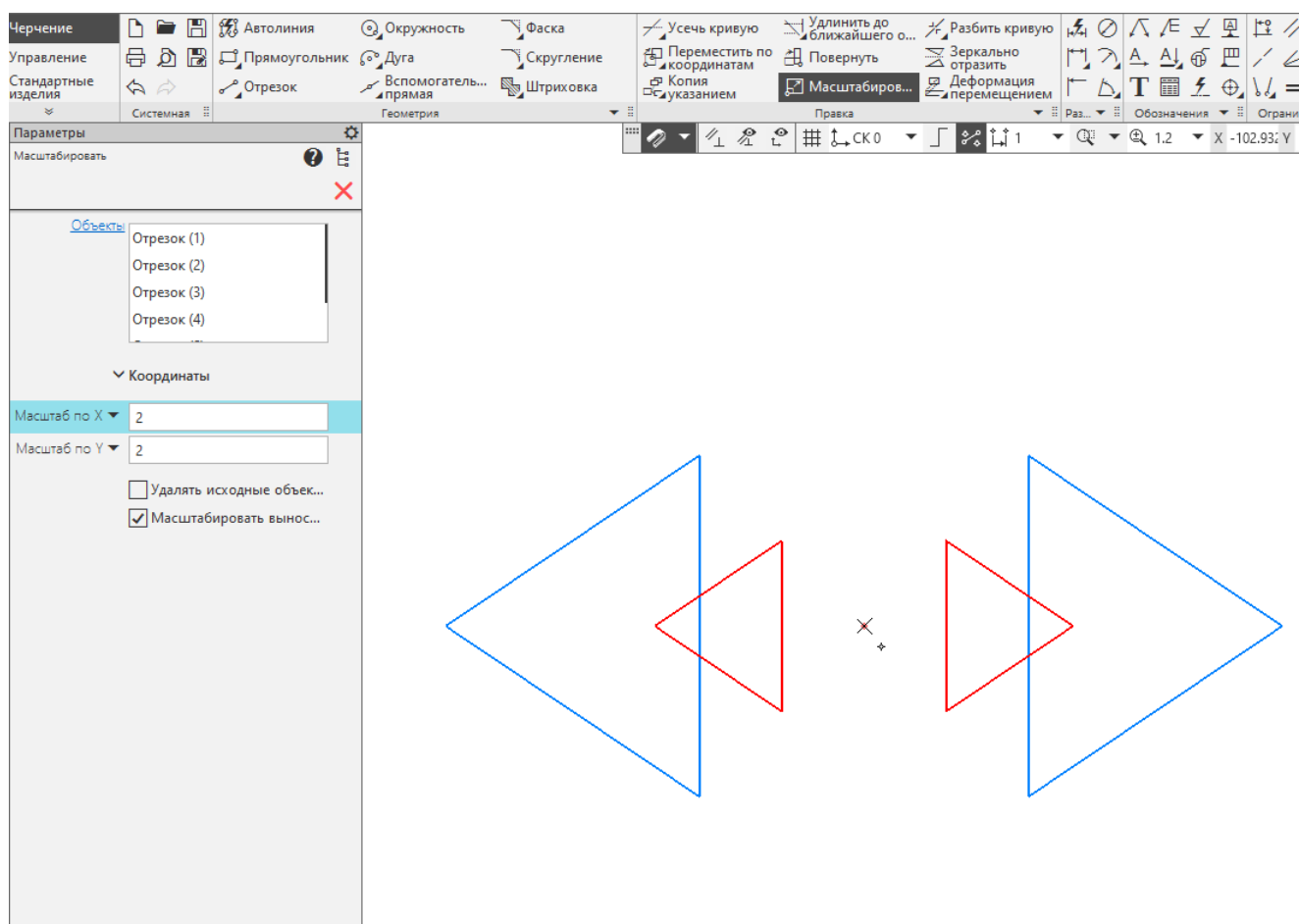


Рисунок 98 – Масштабирование объектов

Применяя масштабирование по осям необходимо следить за выставленными значениями масштаба по осям. При правильном использовании масштаба увеличения значение масштаба по оси ОХ и ОУ должны быть одинаковыми и иметь значение больше единицы.

При правильном использовании масштаба уменьшения значение масштаба по оси ОХ и ОУ должны быть одинаковыми и иметь значение не больше единицы. Дробные значения необходимо записывать через запятую.

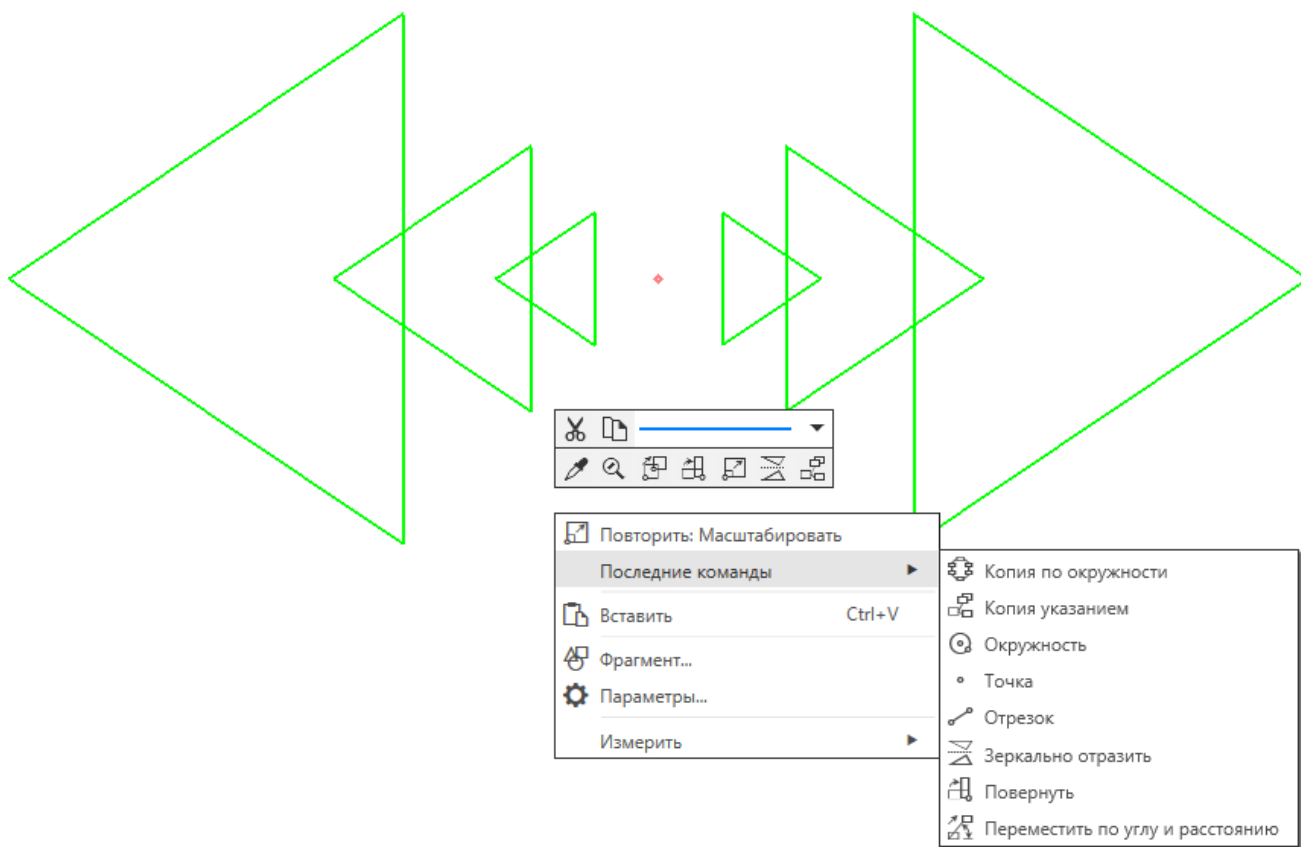


Рисунок 99 – Быстрый вызов команды трансформации

Для быстрого использования команд трансформации достаточно вызвать контекстное меню нажатием правой клавиши мыши в любое место рабочего пространства. Также, можно навести курсор на выделенные объект и меню должно появиться автоматически. Но это может занять какое-то время.

В раскрывшемся меню есть возможность быстрого ввода команд, использованных ранее, программа хранит в памяти целых восемь различных итераций.

2.8. Формообразующие элементы

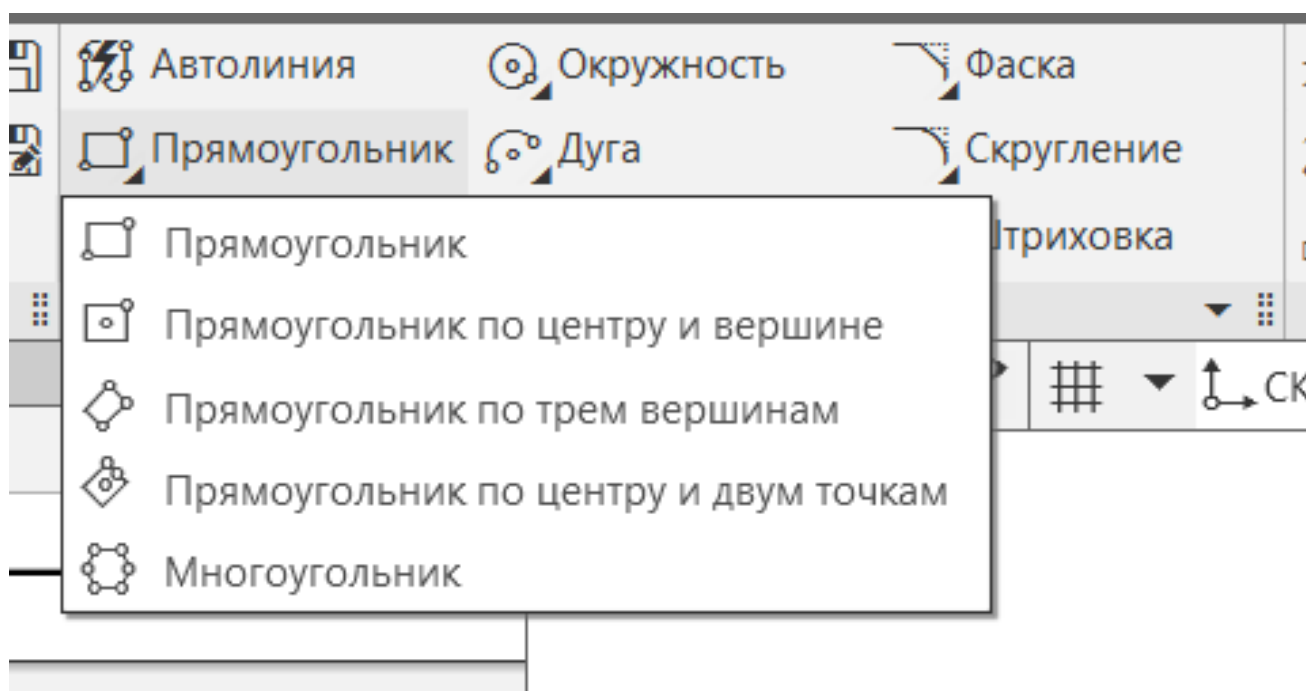


Рисунок 100 – Способы построения многоугольника

Для построения геометрических объектов прямоугольной формы может быть задействована одна из вариаций построения с помощью команды «Прямоугольник».

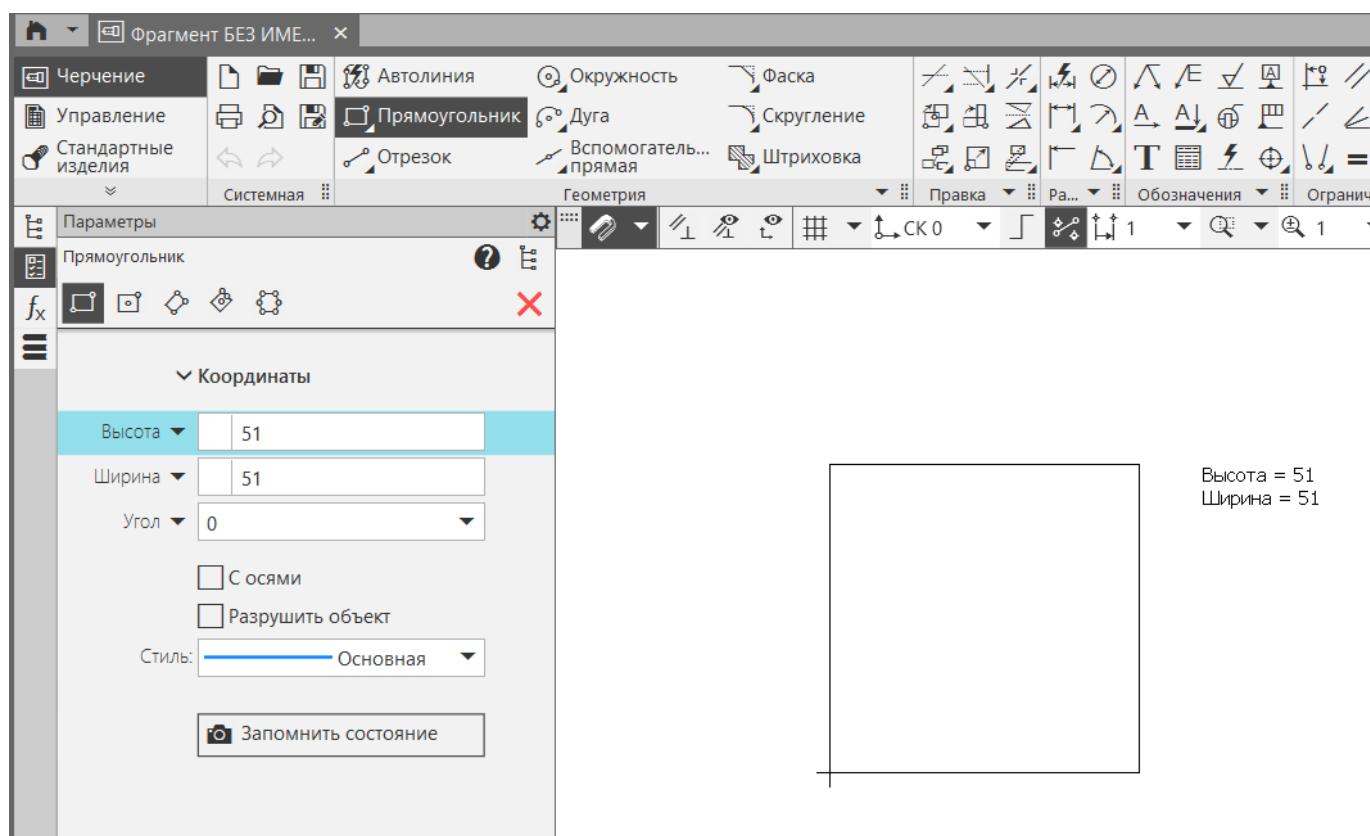


Рисунок 101 – Построение прямоугольника

Первый из множества способов построения прямоугольника является построение по двум точкам, соединенных диагональю, т.е. указывается сперва начальная точка, а затем формообразующая, между точками можно мысленно провести диагональ, а после построения увидеть ее на экране [9]. Построение прямоугольника демонстрируется на рис. 101. Другой способ использования данной команды заключается в том, что можно ввести с клавиатуры значения высоты и ширины прямоугольника. Затем необходимо указать его положение в пространстве.

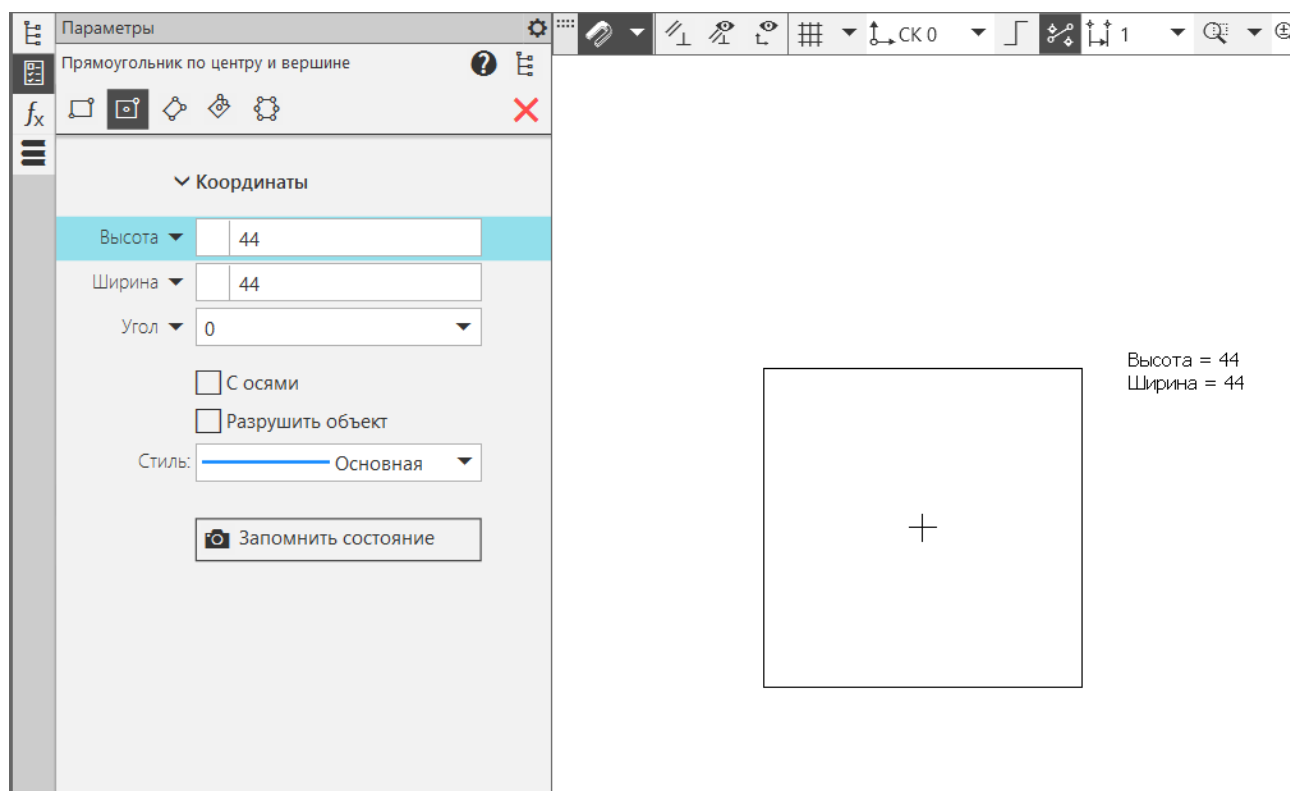


Рисунок 102 – Построение прямоугольника по центру и вершине

Следующий метод построения прямоугольника основан на указании центра объекта. Это значит, что в качестве начальной точки указывается не одна из вершин, а центр массы данной фигуры. Указать размеры можно вручную в левой верхней части экрана или подобрать необходимые прямо в рабочей области. В качестве примера на рис. 102 выполняется построение квадрата, с указанием положения центра вписанной окружности.

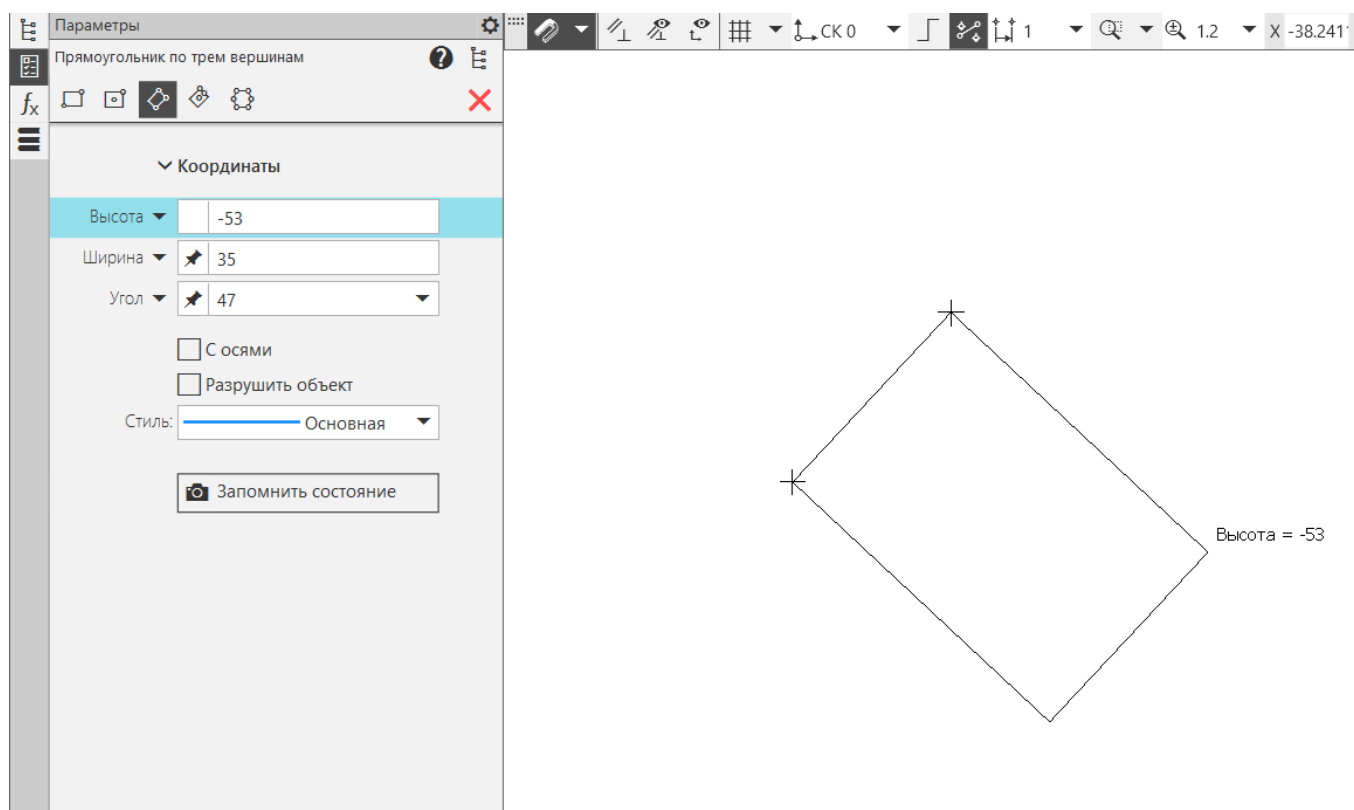


Рисунок 103 – Построение прямоугольника по трем вершинам

Построение прямоугольника по трем вершинам подразумевает наличие этих вершин, в качестве вершин прямоугольника могут использоваться точки, заранее расположенные в пространстве, также можно использовать концы отрезков или другие геометрические фигуры. В том случае, когда в рабочей области нет объектов, можно ввести высоту, ширину и угол, как показано на рис. 103 и указать положение фигуры в пространстве.

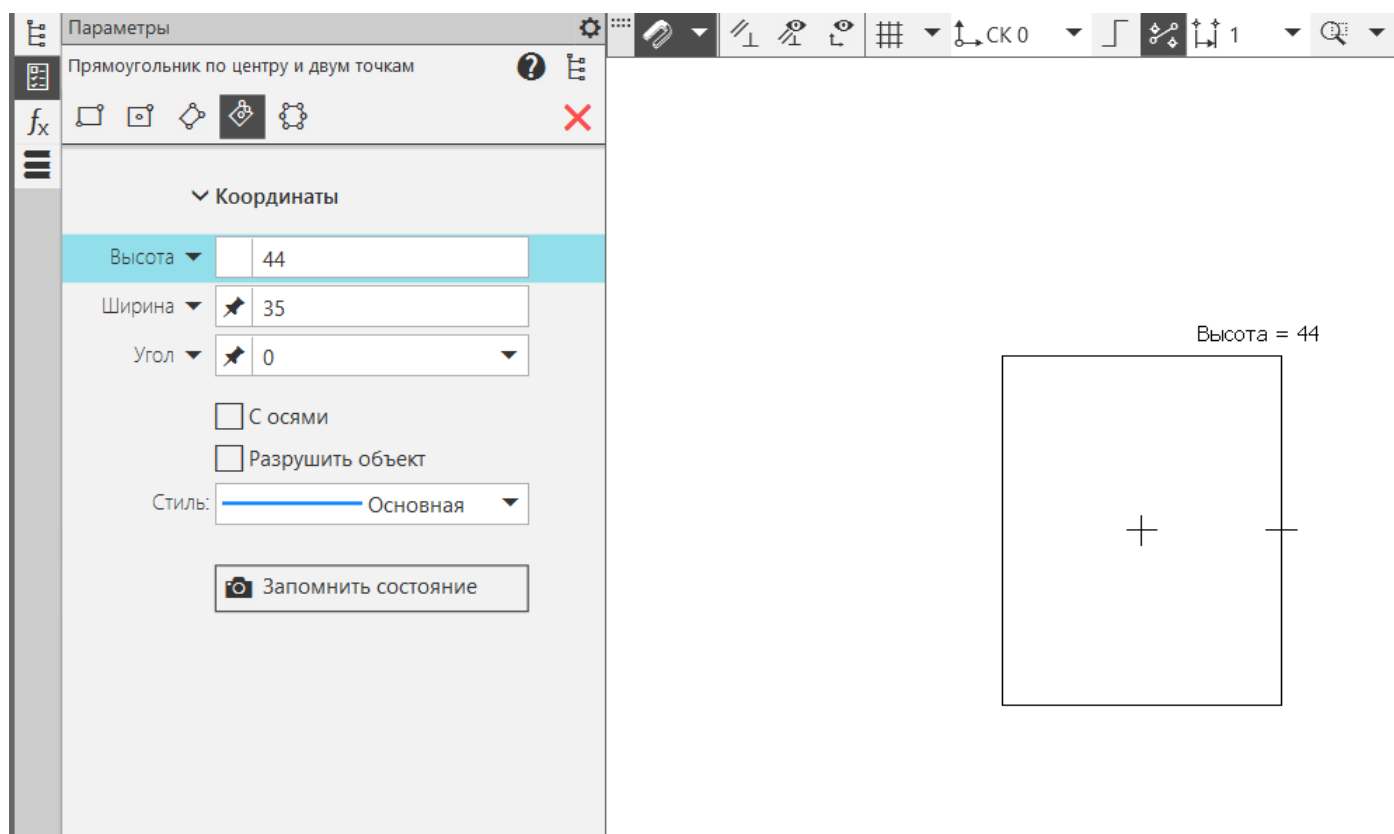


Рисунок 104 – Построение прямоугольника по центру и двум точкам

Построение прямоугольника по центру и двум точкам подразумевает задание точки центрального положения. Относительно указанной точки прямоугольник строится автоматически в две стороны, симметрично относительно центральной оси, как показано на рис. 104. Дополнительно можно указать высоту, ширину и угол поворота.

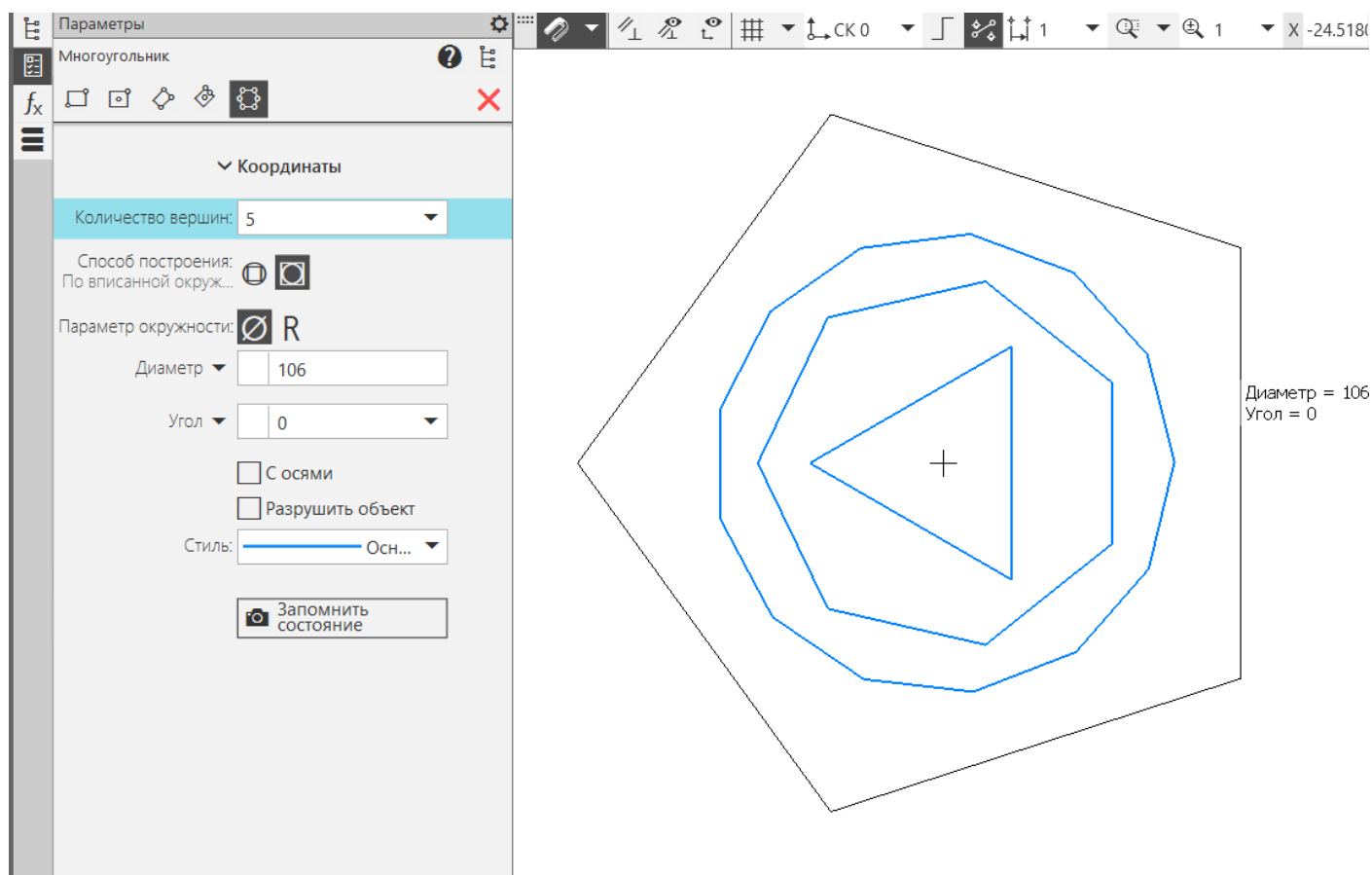


Рисунок 105 – Построение многоугольника

При построении многоугольника необходимо указать количество вершин. Можно задать угол поворота, диаметр и радиус вписанной или описанной окружности.

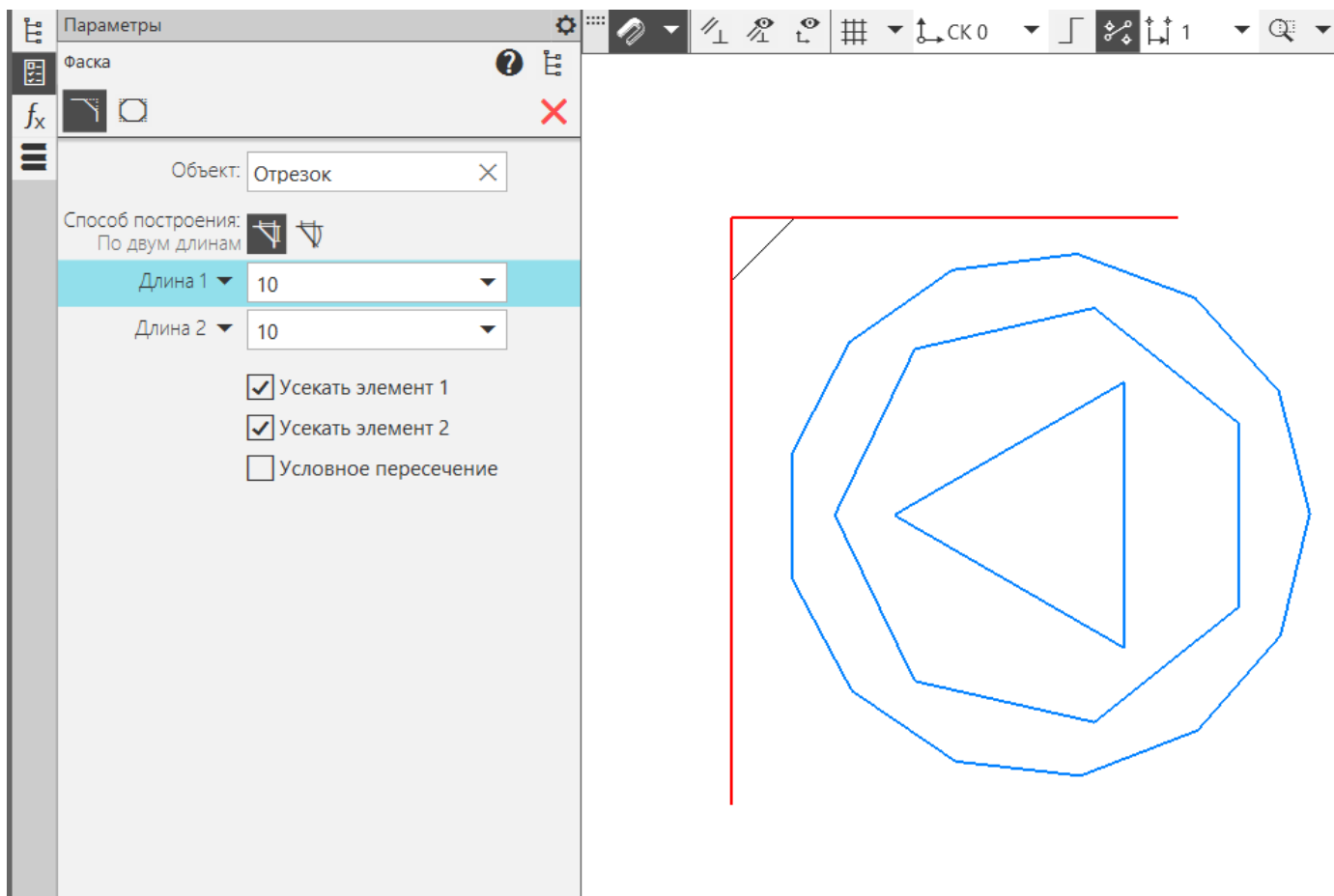


Рисунок 106 – Фаска

Создание фаски по двум длинам или длине и углу возможно исключительно для двух объектов. Для этого необходимо указать длину фаски на каждом из объектов и последовательно их отметить, если длины разные. Тоже самое необходимо сделать при построении фаски через длину и угол.

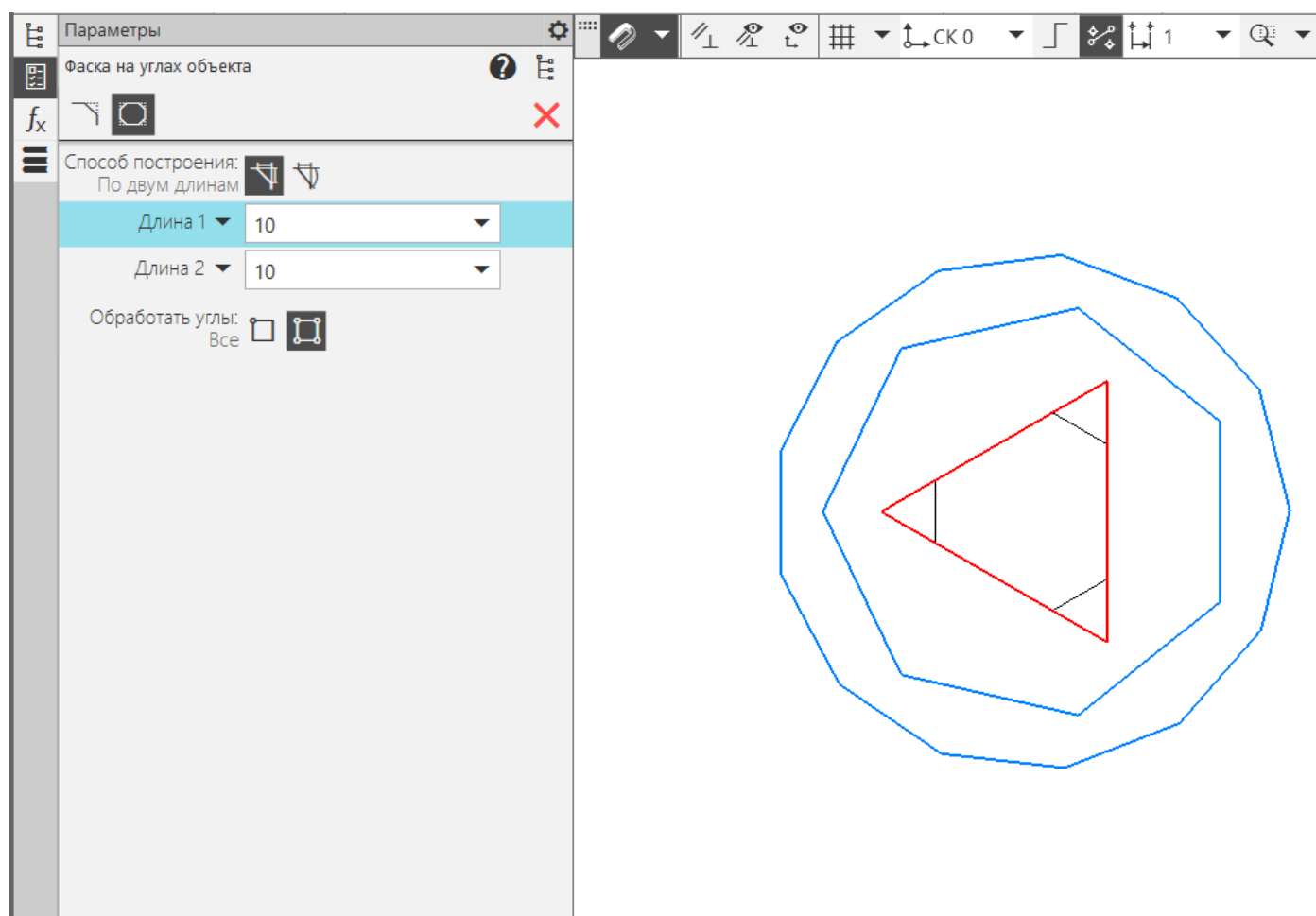


Рисунок 107 – Создание фаски на углах объекта

Создание фаски на построенных ранее многоугольниках возможно с помощью функции «Фаска на углах объекта». При этом, есть возможность построения фаски для каждого угла отдельно или для всех вместе.

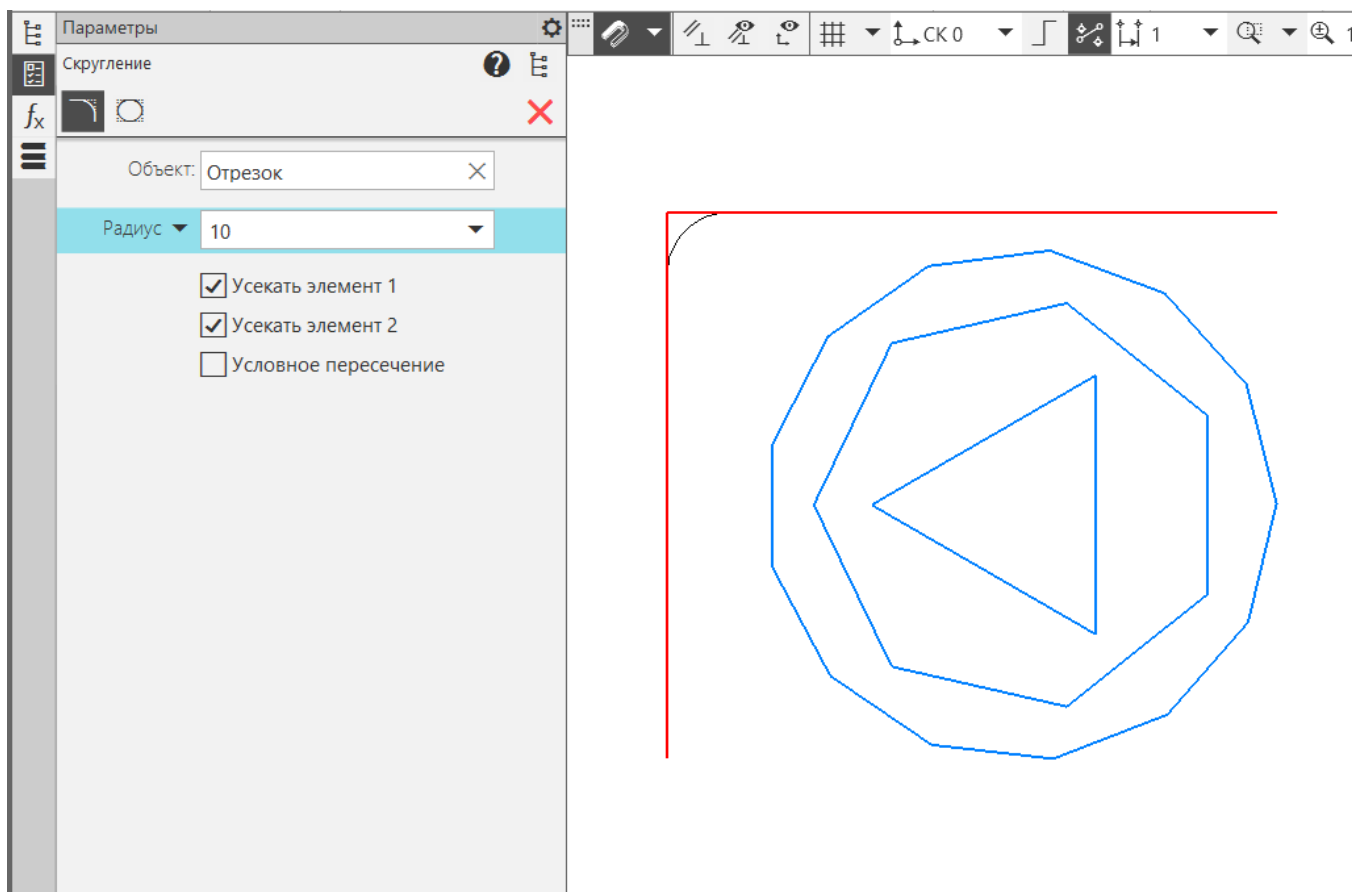


Рисунок 108 – Скругление

Принцип работы скругления очень похож на фаску. Различие между ними заключается в том, что при скруглении достаточно указать радиус. После чего необходимо последовательно указать объекты в рабочей области.

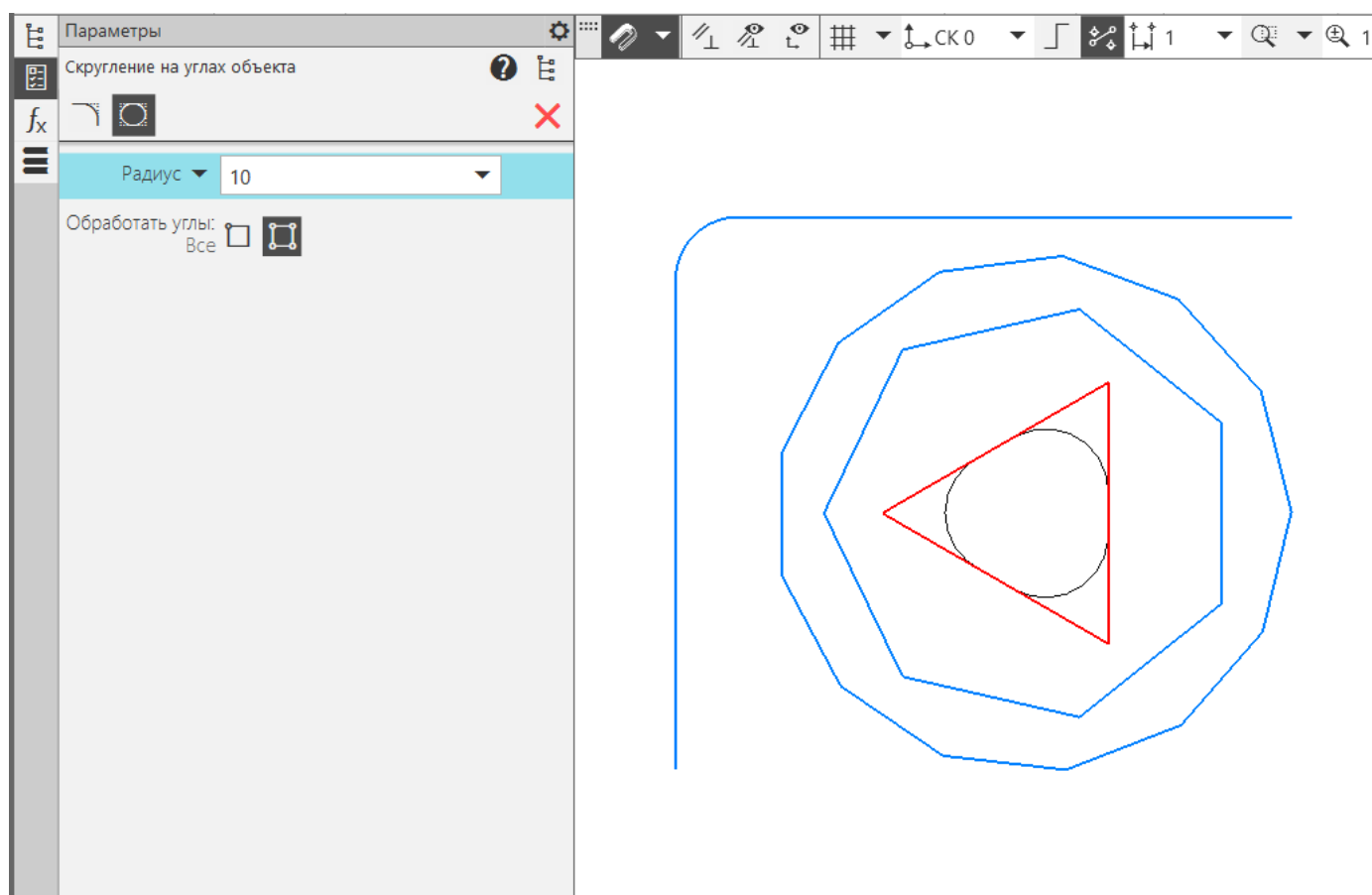


Рисунок 109 – Скругление на углах объекта

Создание скругления на построенных ранее многоугольниках возможно с помощью функции «Скругление на углах объекта». При этом, есть возможность построения скругления для каждого угла отдельно или для всех вместе.

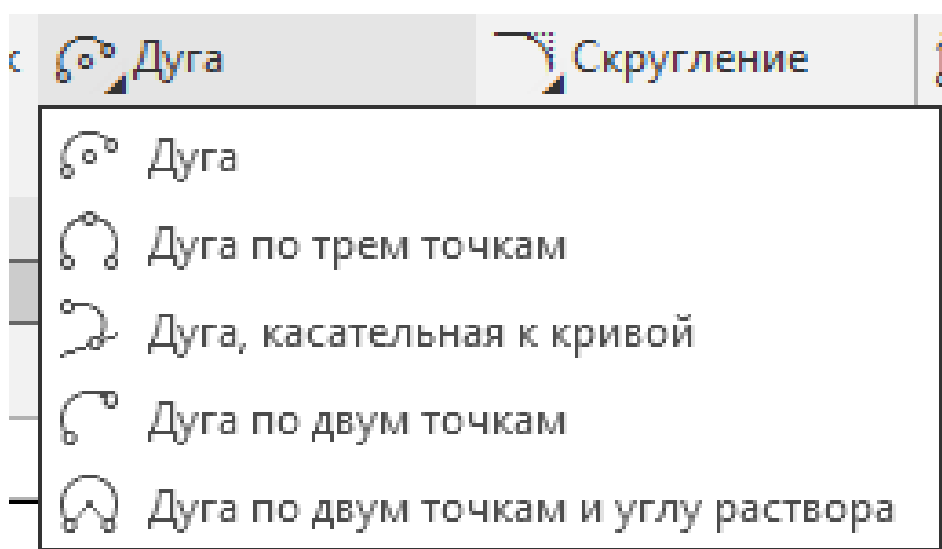


Рисунок 110 – Способы построения дуги

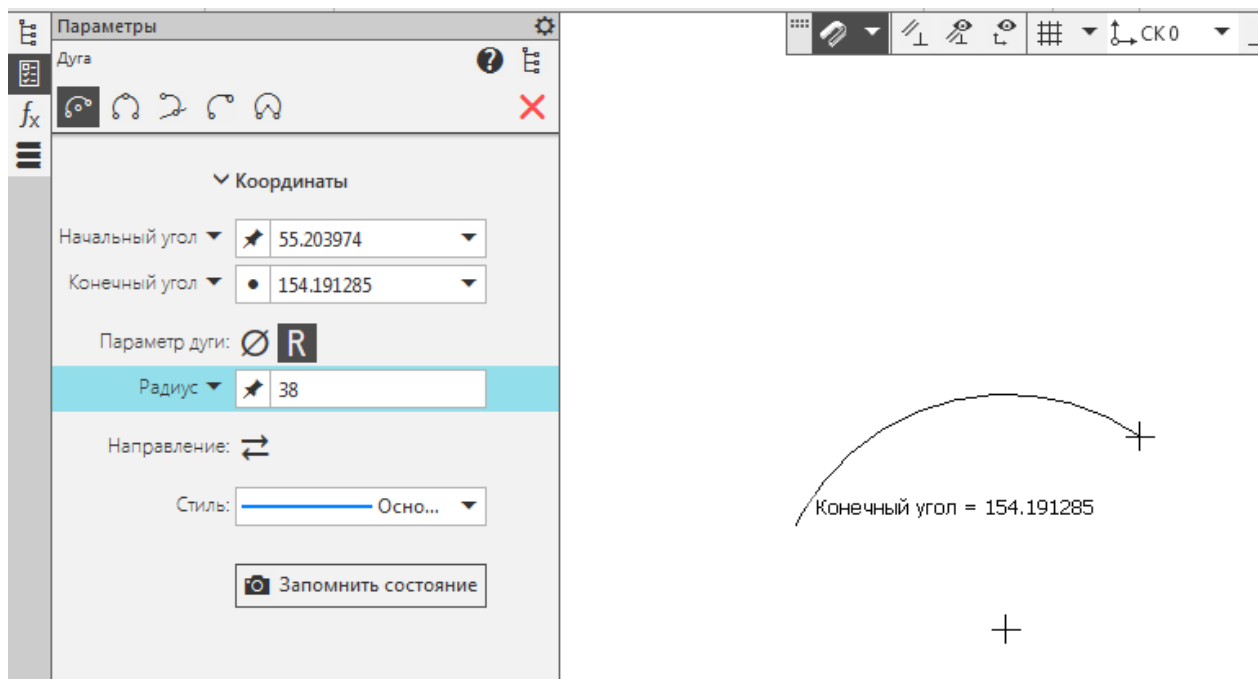


Рисунок 111 – Построение дуги

Построение кривых возможно с применением команды «Дуга». Существует несколько способов построения, рис. 110. Для построения дуги необходимо указать положение центра окружности, определить радиус или диаметр и задать направление построения дуги, рис. 111. Затем выбирается исходная точка начала дуги и производится построение дуги нужной длины.

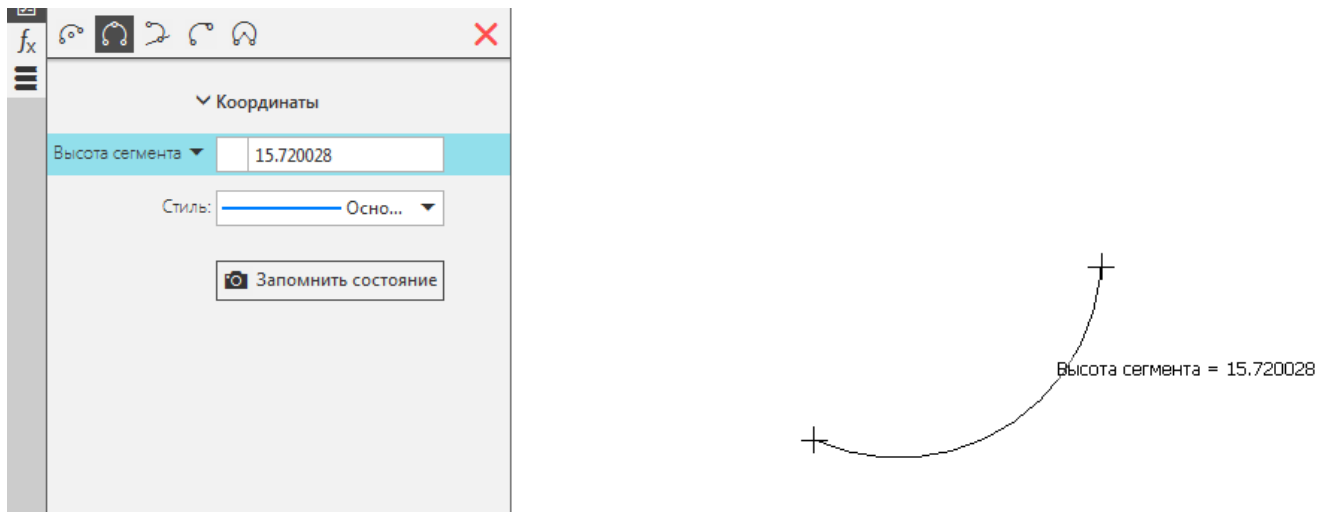


Рисунок 112 – Построение дуги по трем точкам

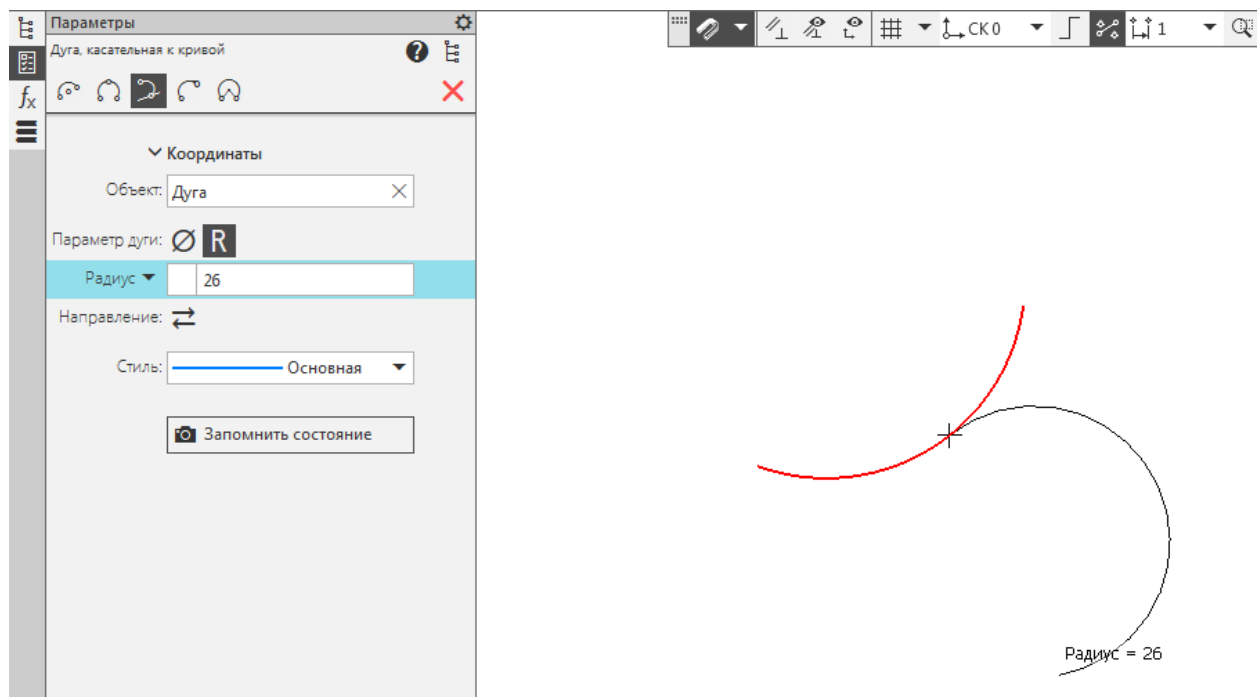


Рисунок 113– Построение дуги касательной к кривой

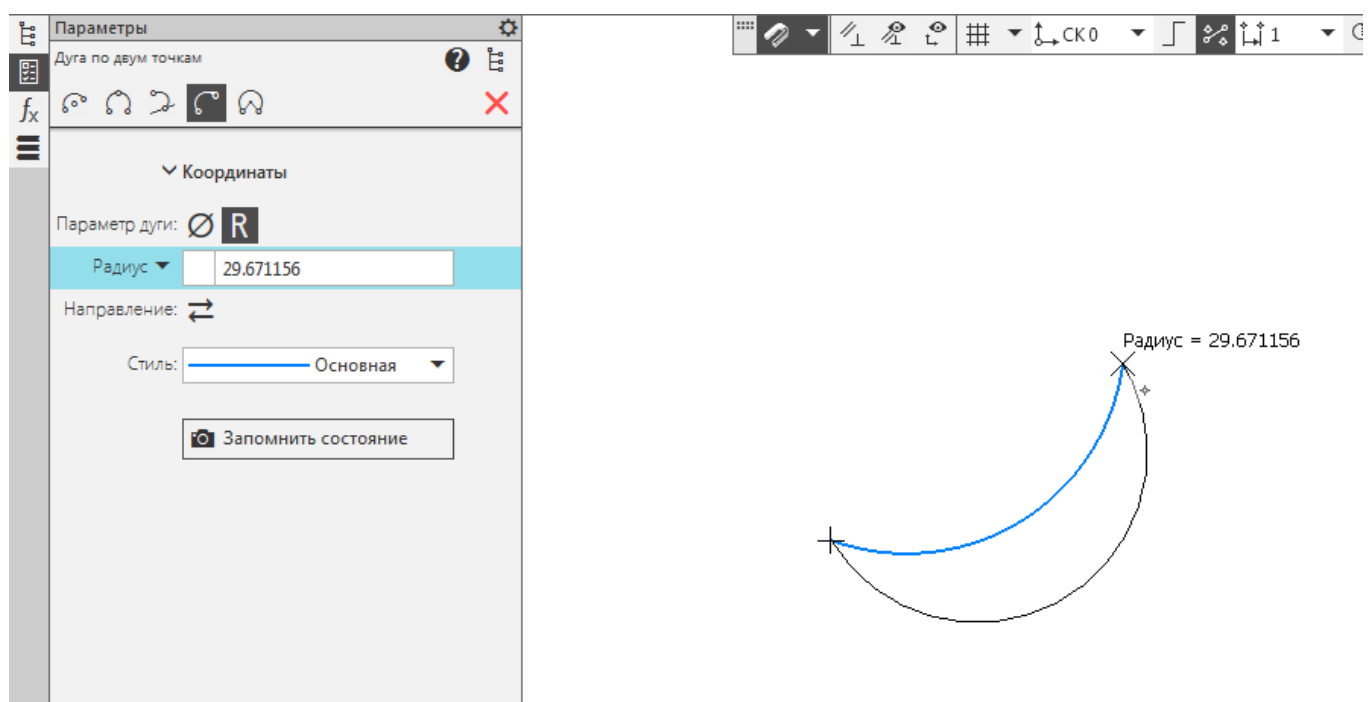


Рисунок 114 – Построение дуги по двум точкам

Построение дуги по трем точкам подразумевает последовательный ввод первой и последней точек с последующим указанием центральной точки, демонстрация построения дуги по трем точкам представлена на рис. 112.

Для построения дуги касательной к кривой необходимо указать кривую и конкретную точку на кривой. Эта точка будет началом дуги. После чего указывается конечная точка и радиус или диаметр дуги. На рис. 113 выполняется построение дуги касательной к кривой.

Построение дуги по двум точкам подразумевает ввод начальной и конечной точек, при этом радиус или диаметр подбирается автоматически, как показано на рис. 114.

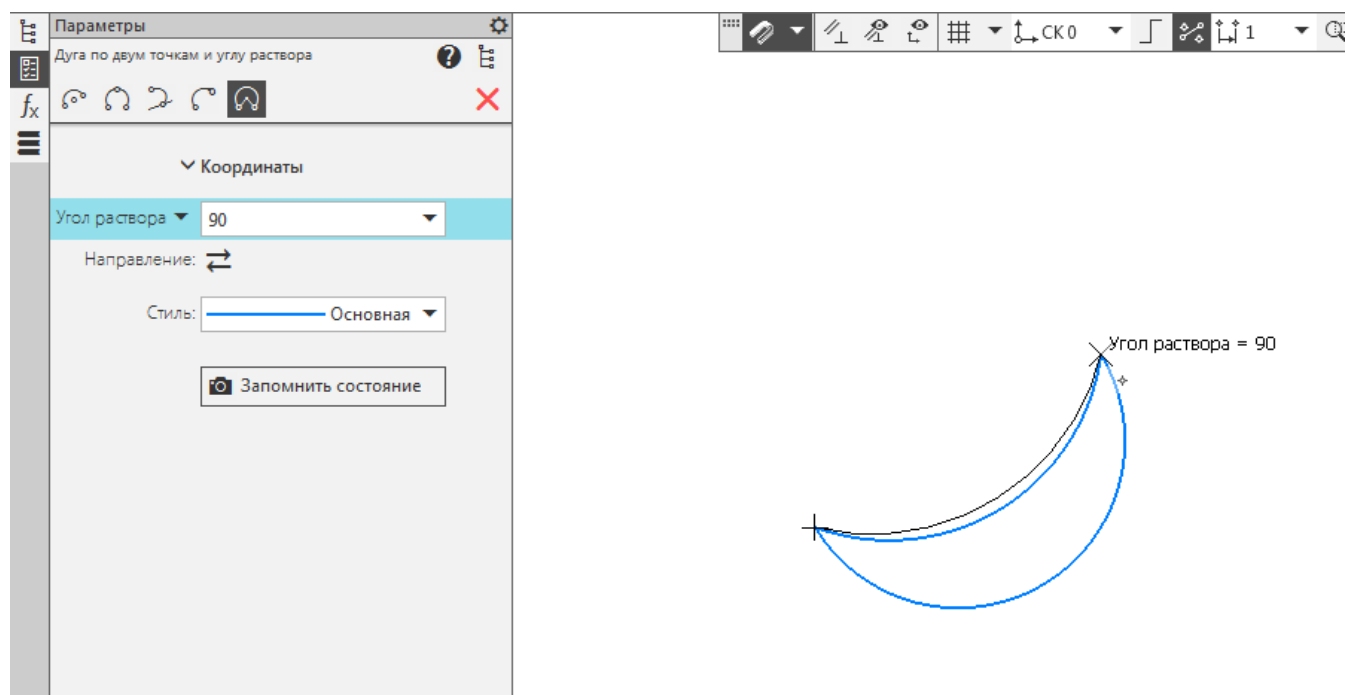


Рисунок 115 – Построение дуги по двум точкам и углу раствора

При построении дуги по двум точкам и углу раствора указывается начало и конец дуги, а также задается угол, рис. 115. Изначальное положение угла равно 90 градусов. Для изменения значения угла необходимо ввести числовые параметры с клавиатуры.

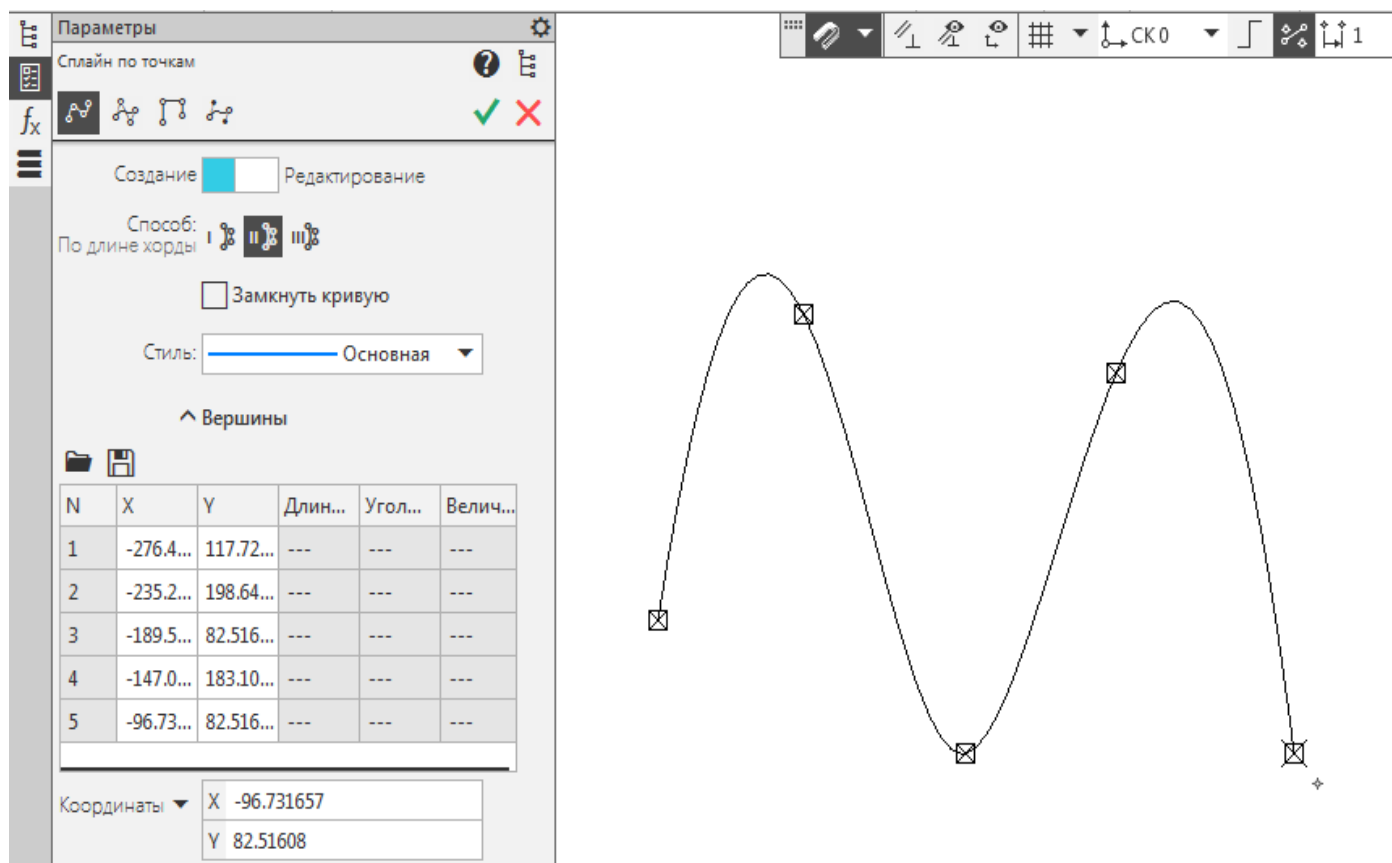


Рисунок 116 – Применение команды сплайн по точкам

Для непрерывного ввода линий и их сглаживания используется команда «Сплайн». Она позволяет аппроксимировать значения вводимых точек. Для непрерывного ввода указывается положение точки в пространстве или задаются координаты. Пример выполнения команды представлен на рис. 116.

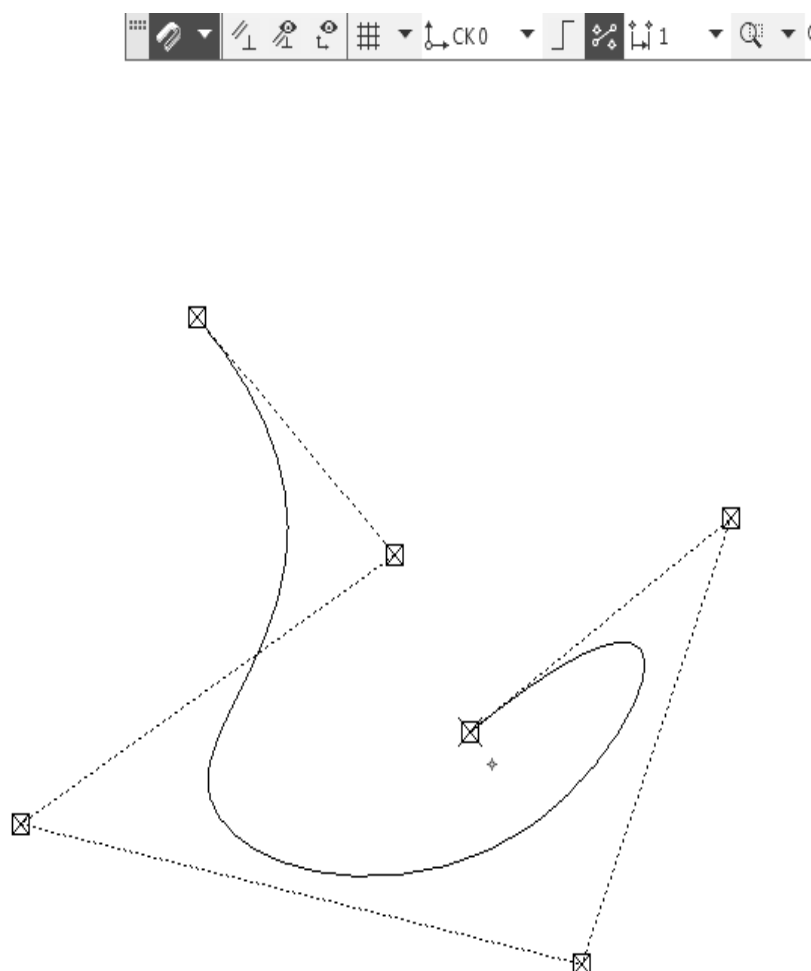
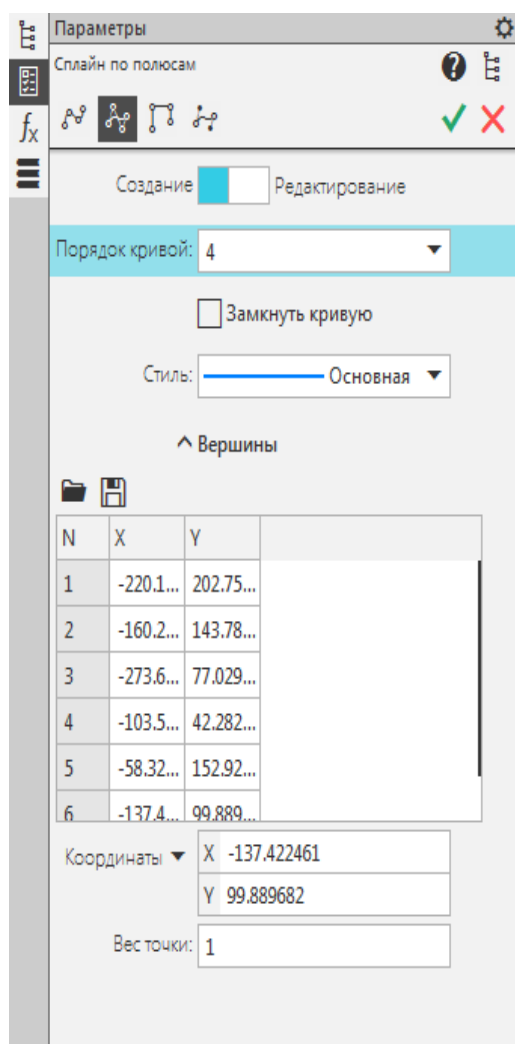


Рисунок 117 – Применение команды сплайн по полюсам

Использование команды «Сплайн по полюсам» позволяет еще сильнее аппроксимировать ломаную линию, чем «Сплайн по точкам». Подразумевается непрерывный ввод объекта. Аппроксимация начинается с третьей точки. На рис. 117 представлен вариант применения данной команды.

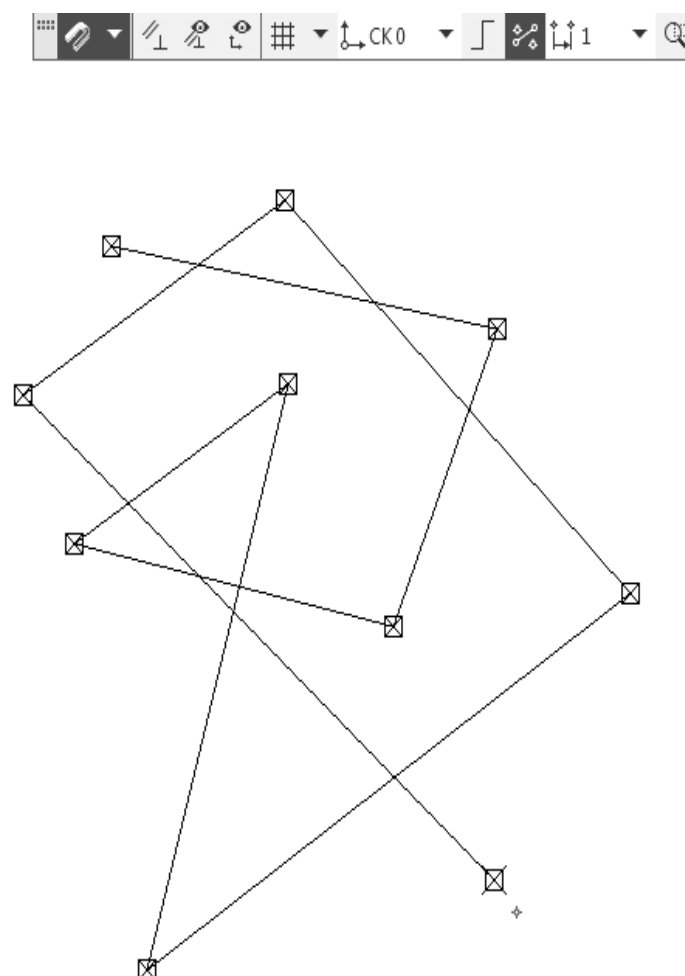
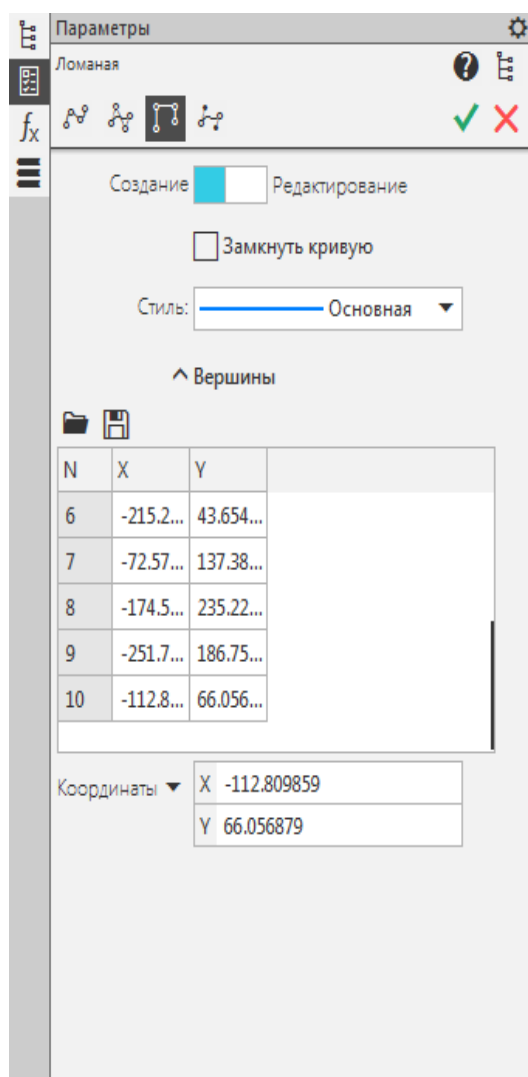


Рисунок 118 – Построение ломаной линии

При необходимости постоянного ввода контура объекта вместо использования отрезком важно воспользоваться ломаной линией, которая характеризуется непрерывным вводом отрезков, без сглаживания и аппроксимации, как показано на рис. 118.

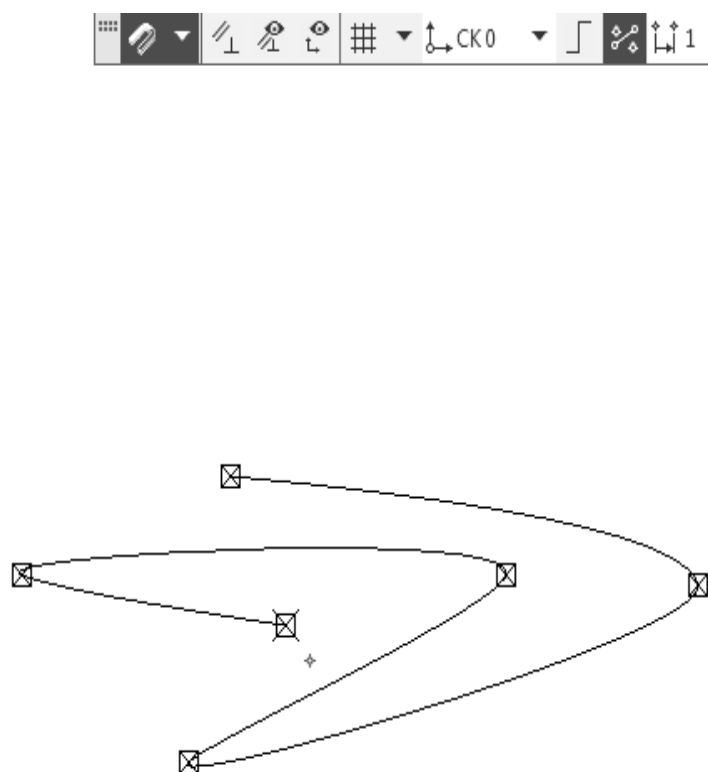
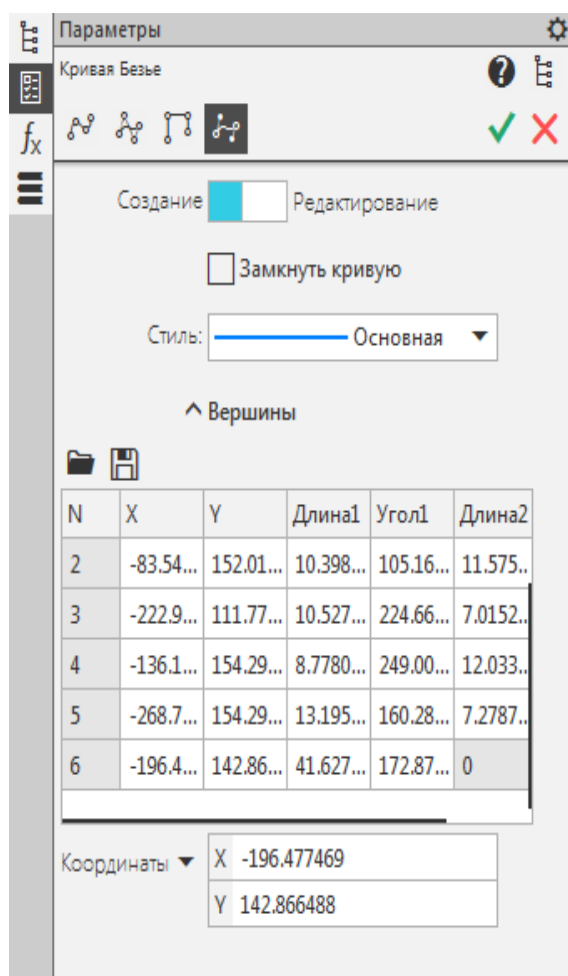


Рисунок 119 – Построение кривой Бизье

Построение кривой Бизье, представленное на рис. 119, позволяет сглаживать непрерывную ломаную линию с большим приближением, чем сплайн по точкам.

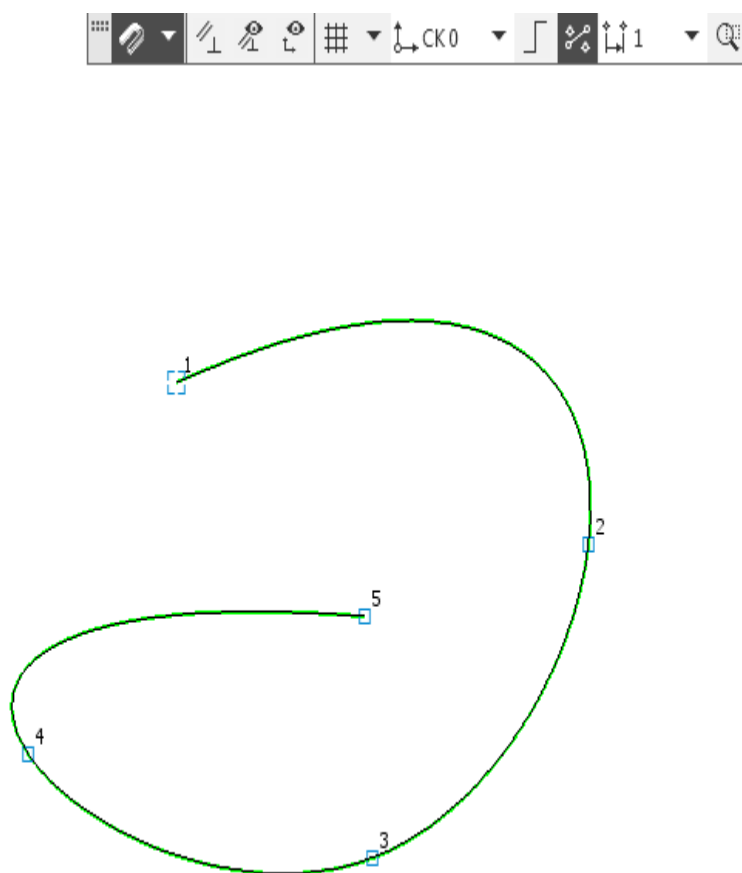
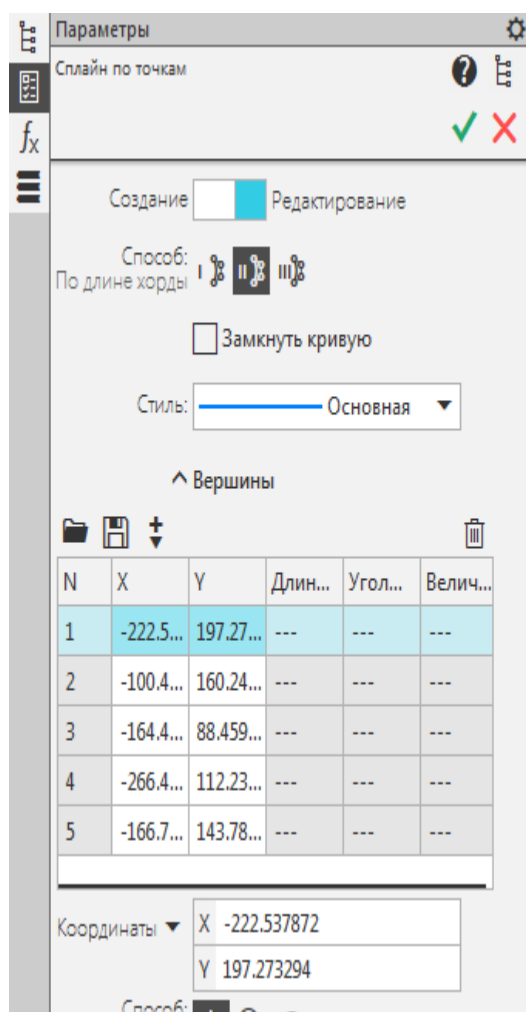


Рисунок 120 – Редактирование сплайна, ломаной и кривой

Для редактирования ломаной линии, сплайна или кривой Бизье необходимо с помощью двойного клика мыши по объекту открыть редактор свойств. Есть возможность ручного перемещения точек или ввода координат для каждой точки. Для удаления определенной точки необходимо выделить ее. После выделения определенной точки ее можно удалить нажав на корзину.

Для построения объектов округлой формы можно использовать функцию «Эллипс», в программе подразумевается построение эллипса различными способами.

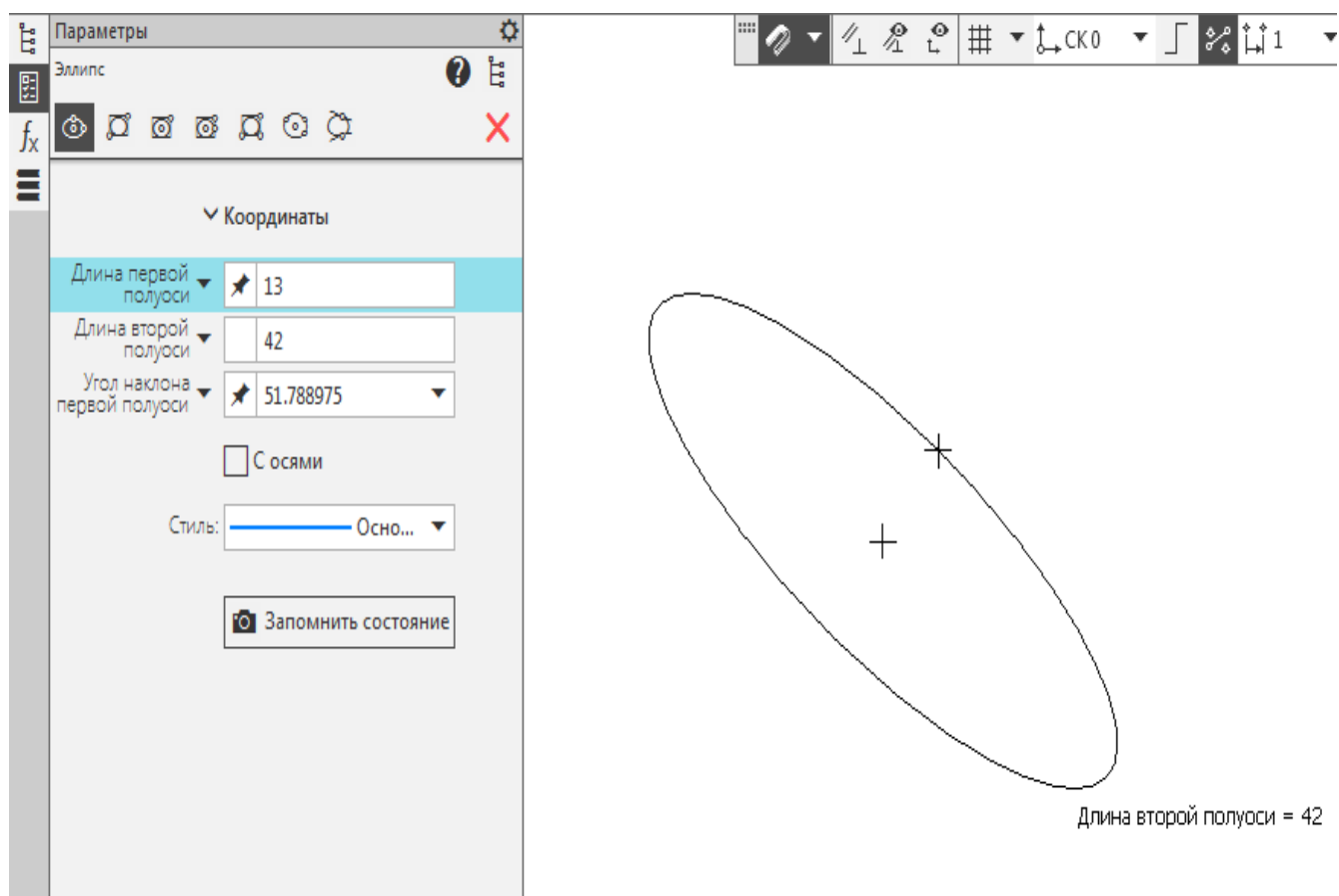


Рисунок 121 – Построение эллипса

Построение произвольного эллипса через центр и точку на кривой. Можно задать произвольное положение центра эллипса и указать произвольное положение первой полуоси. Значение второй полуоси варьируется относительно первого положения.

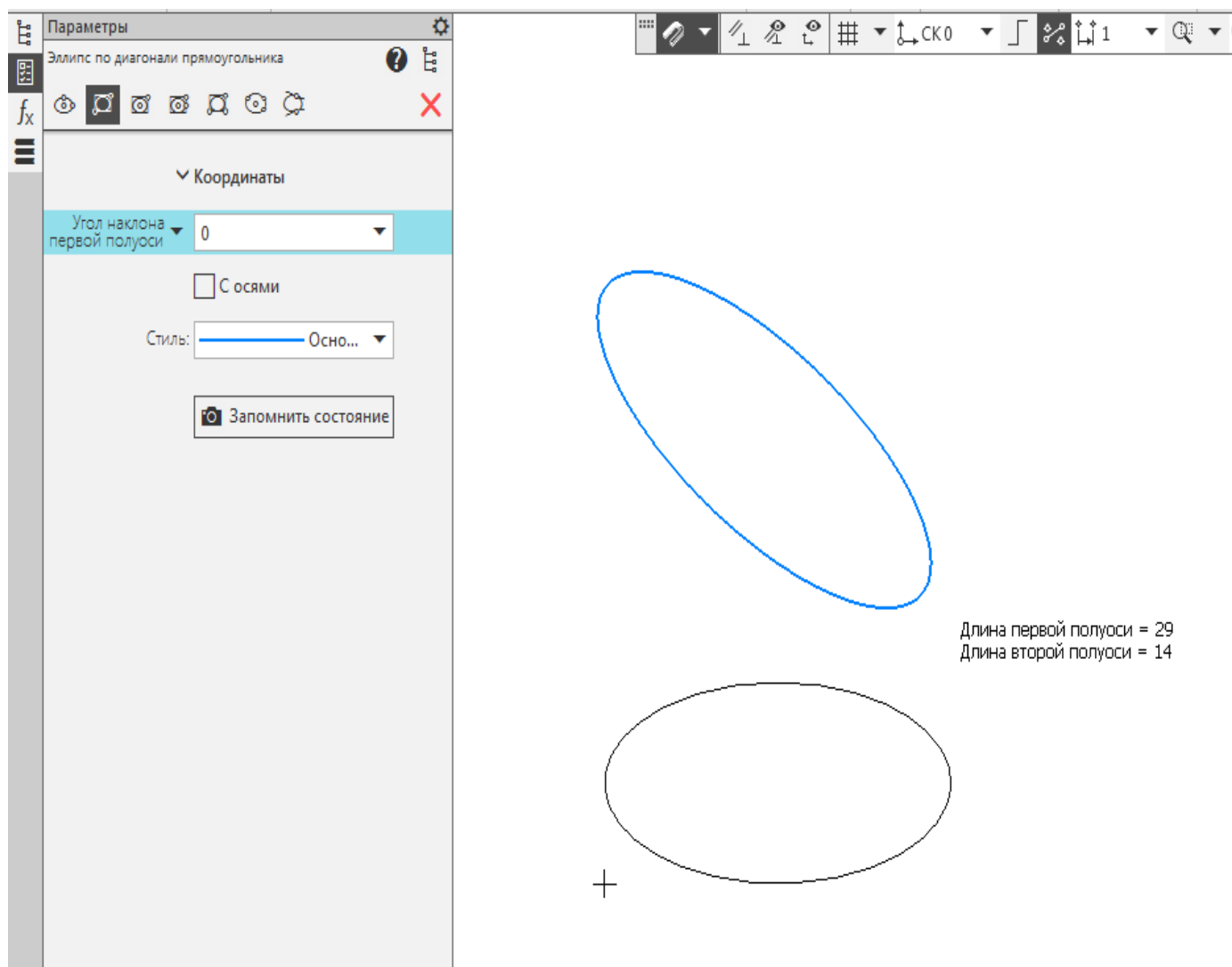


Рисунок 122 – Построение эллипса через диагональ прямоугольника

Построение эллипса через диагональ прямоугольника возможно и без самого прямоугольника. Для этого указывается положение нижнего левого угла прямоугольника и положение верхнего правого угла прямоугольника.

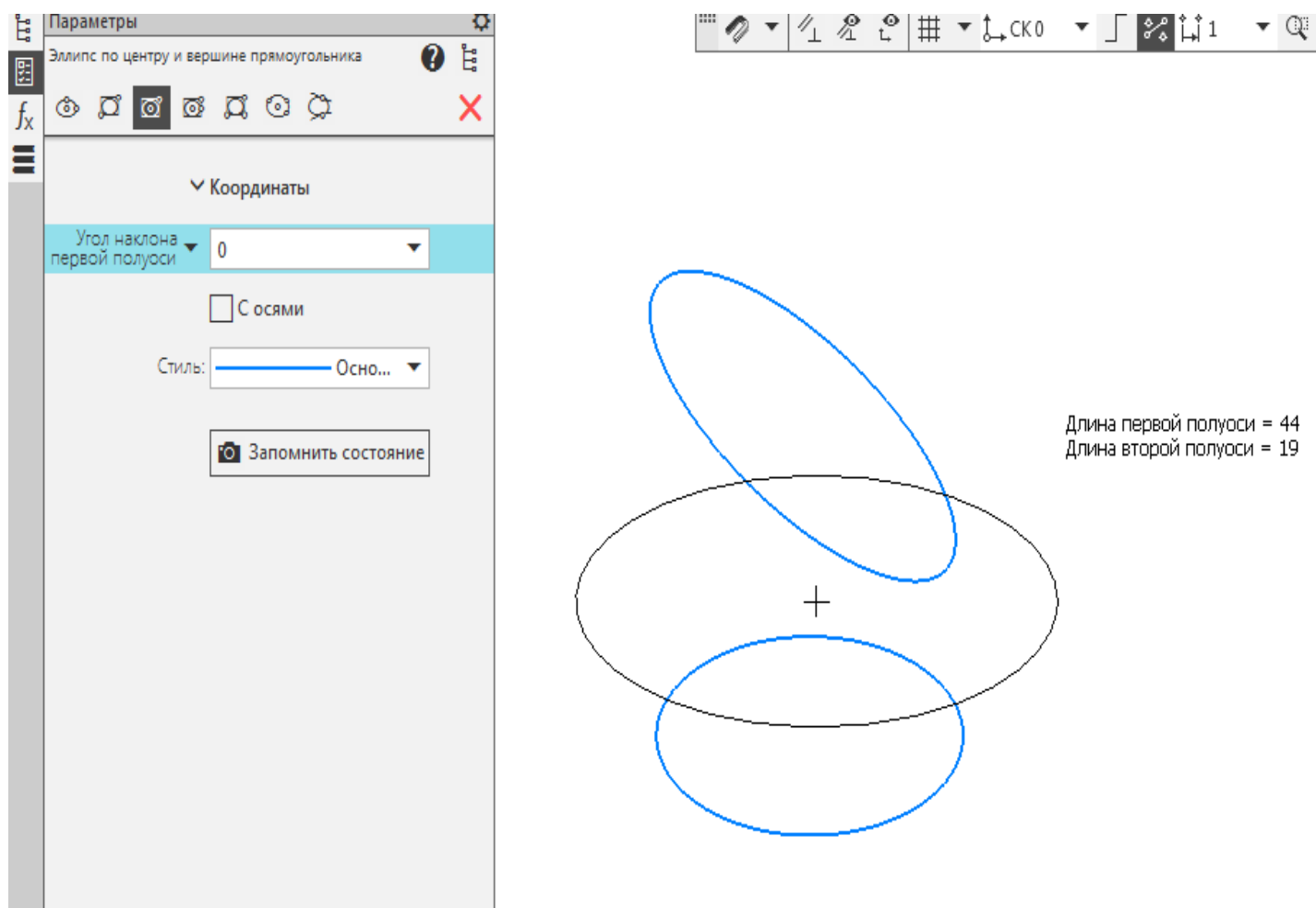


Рисунок 123 – Построение эллипса по центру и вершине прямоугольника

Построение по центру и вершине прямоугольника. После указания центра эллипса автоматически формируется невидимая прямоугольная область. Угол наклона полуоси можно также ввести с клавиатуру или указать положение в области рабочего пространства.

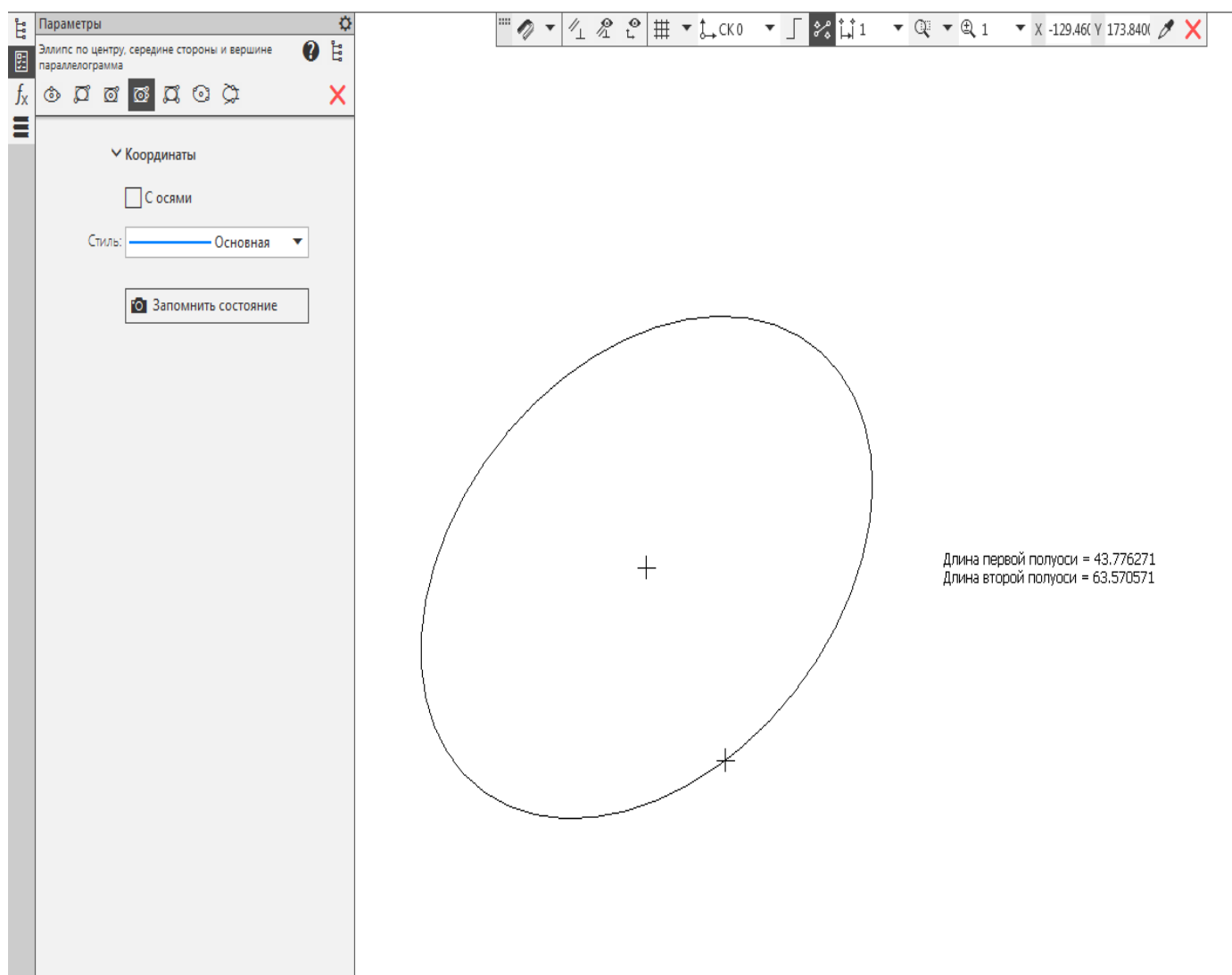


Рисунок 124 – Построение эллипса по центру, середине стороны и вершине параллелограмма

Метод построения эллипса по трем точкам одна из которых является центром, другая серединой стороны описанного параллелограмма, а третья – вершиной этого параллелограмма.

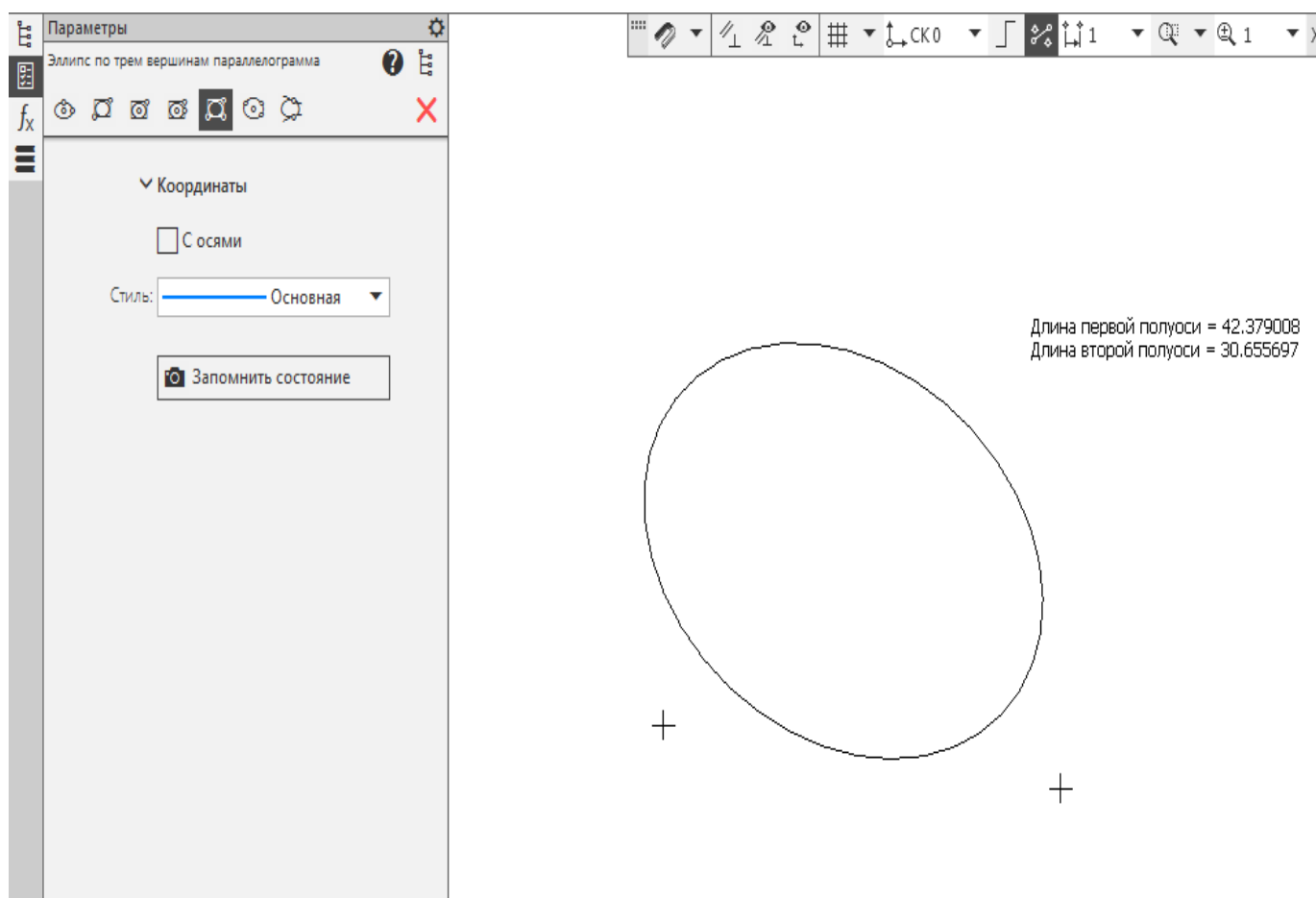


Рисунок 125 – Построение эллипса по трем вершинам параллелограмма

Построение эллипса по трем вершинам параллелограмма подразумевает последовательное указание вершин в пространстве. Если заданы точки или другие кривые, для построения можно воспользоваться ими.

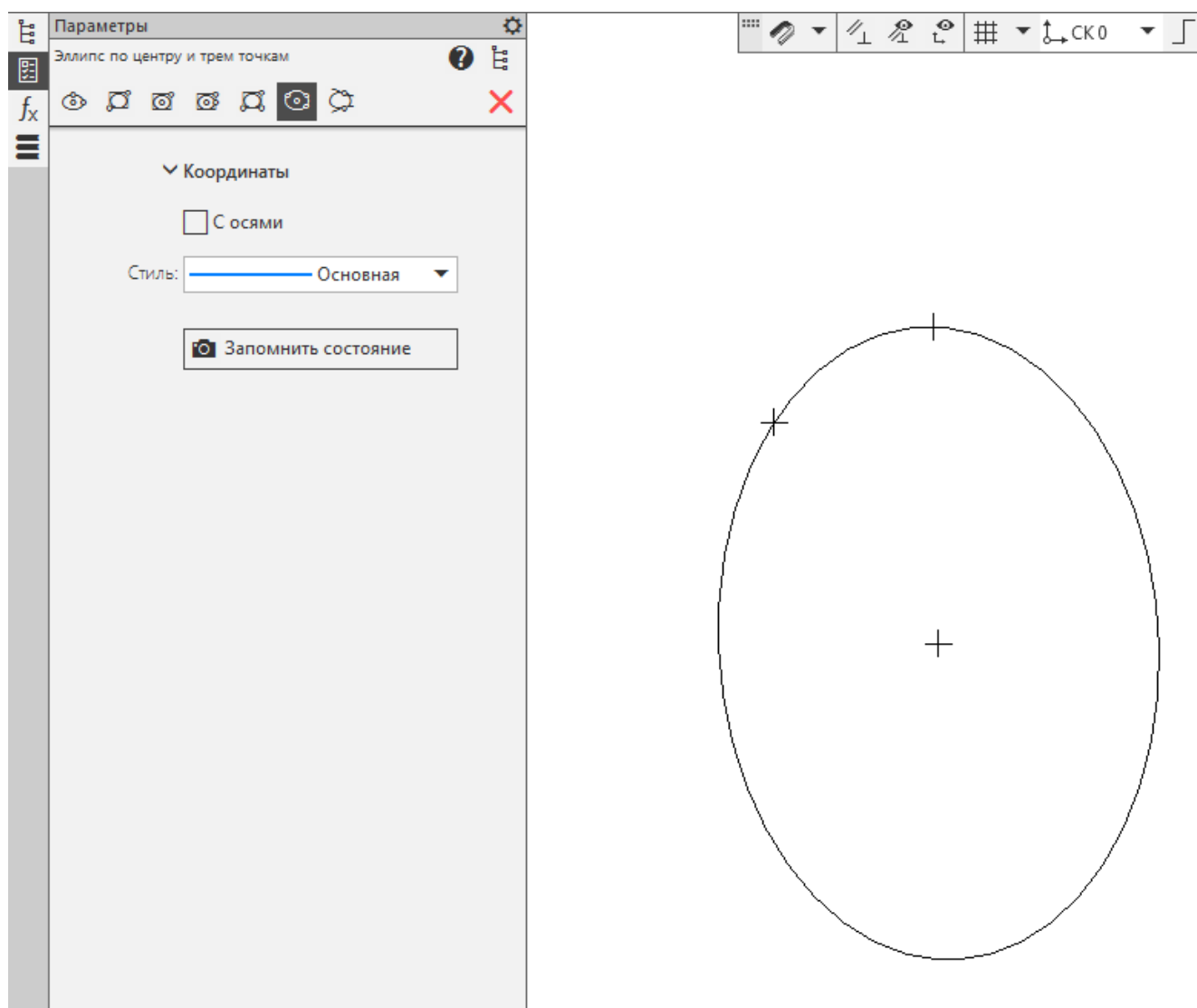


Рисунок 126 – Построение эллипса по центру и трем точкам

При построении эллипса через центр и три точки необходимо указать центральное положение объекта, после чего следует последовательный ввод кривизны эллипса тремя точками пространства.

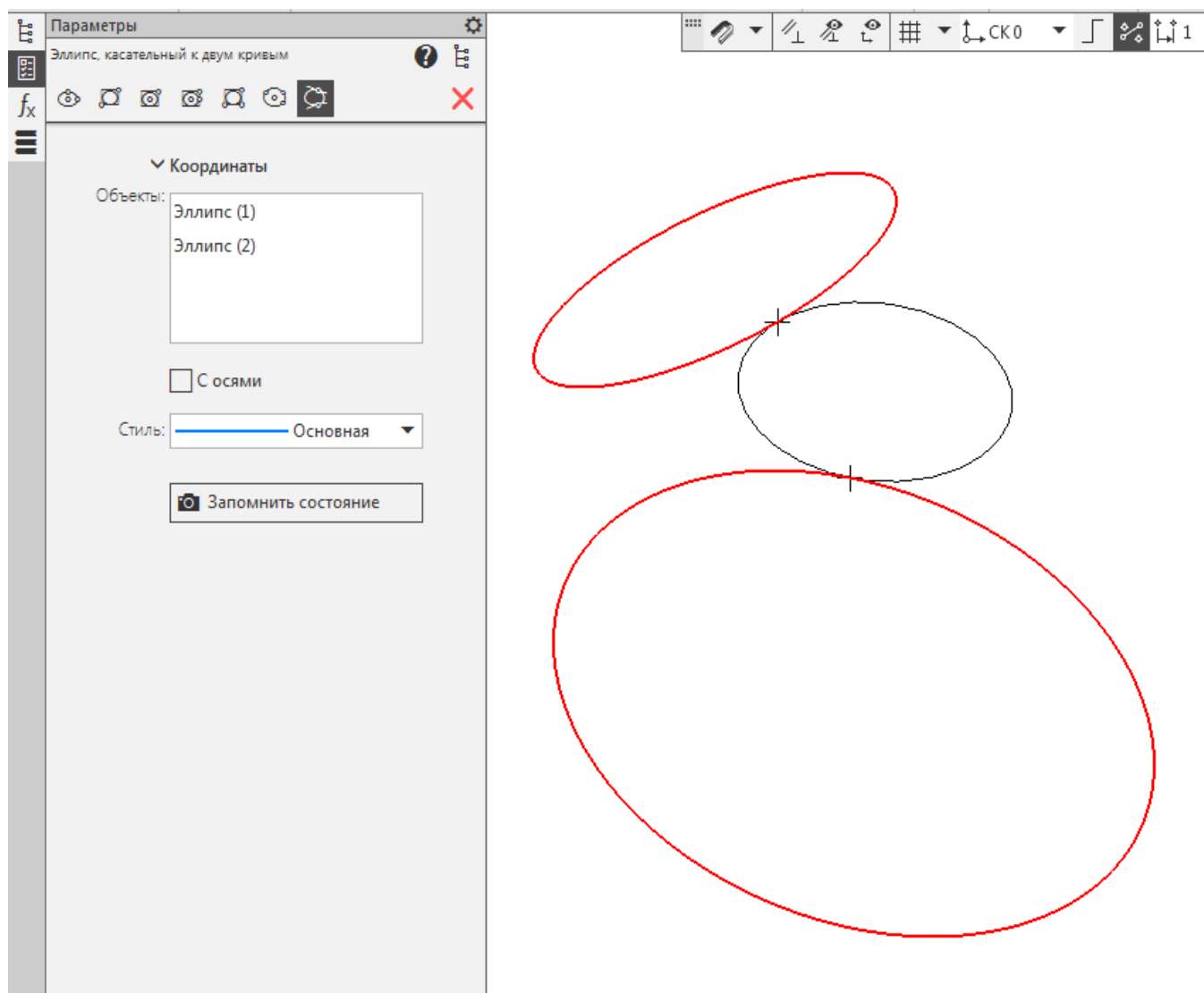


Рисунок 127 – Построение эллипса касательной к двум кривым

Для построения эллипса по двум кривым последовательно указываются кривые в пространстве, после чего вводится крайнее положение эллипса.

2.9. Штриховка и заливка

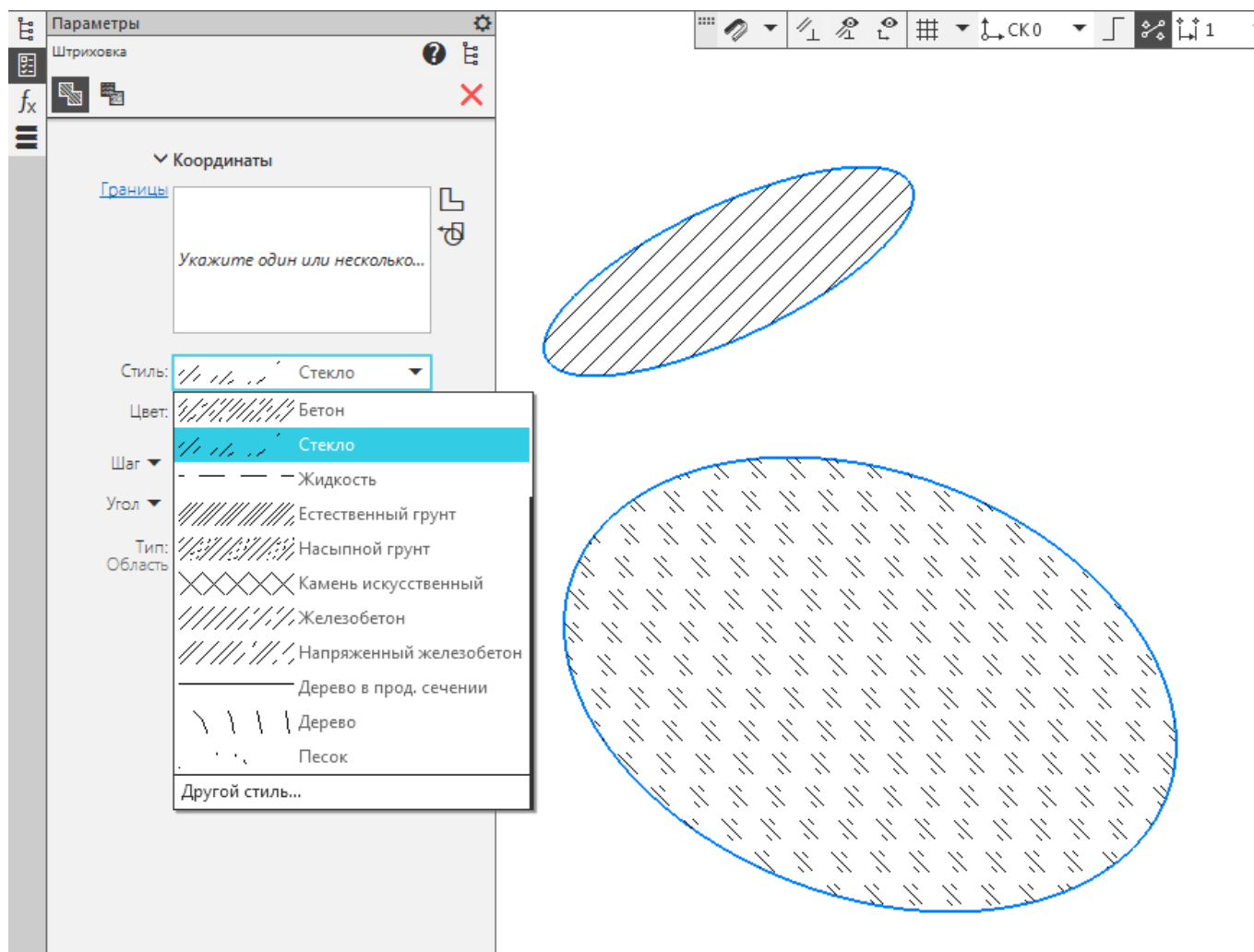


Рисунок 128 – Штриховка

Штриховка какого-либо объекта позволяет судить о материале его исполнения. Штриховка может выполняться только для объектов замкнутого контура. Угол и шаг штриховки, также, как и материал, можно менять.

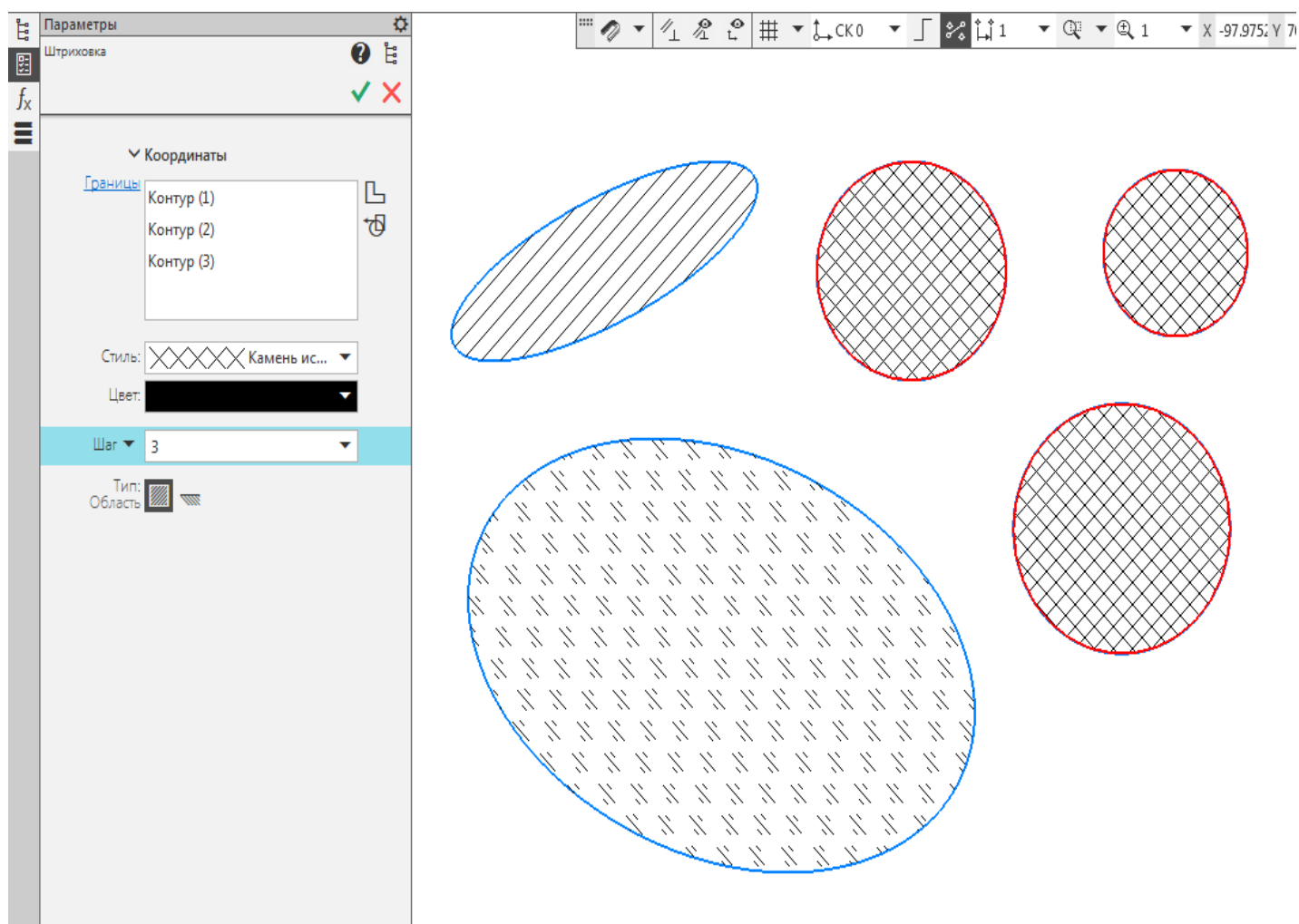


Рисунок 129 – Штриховка нескольких объектов

При последовательном указании объектов и наделении их одними и теми же свойствами, перед завершением операции важно понимать, что редактирование таких объектов будет происходить вместе, а не по одному. В противном случае, необходимо выполнять штриховку для каждого элемента отдельно.

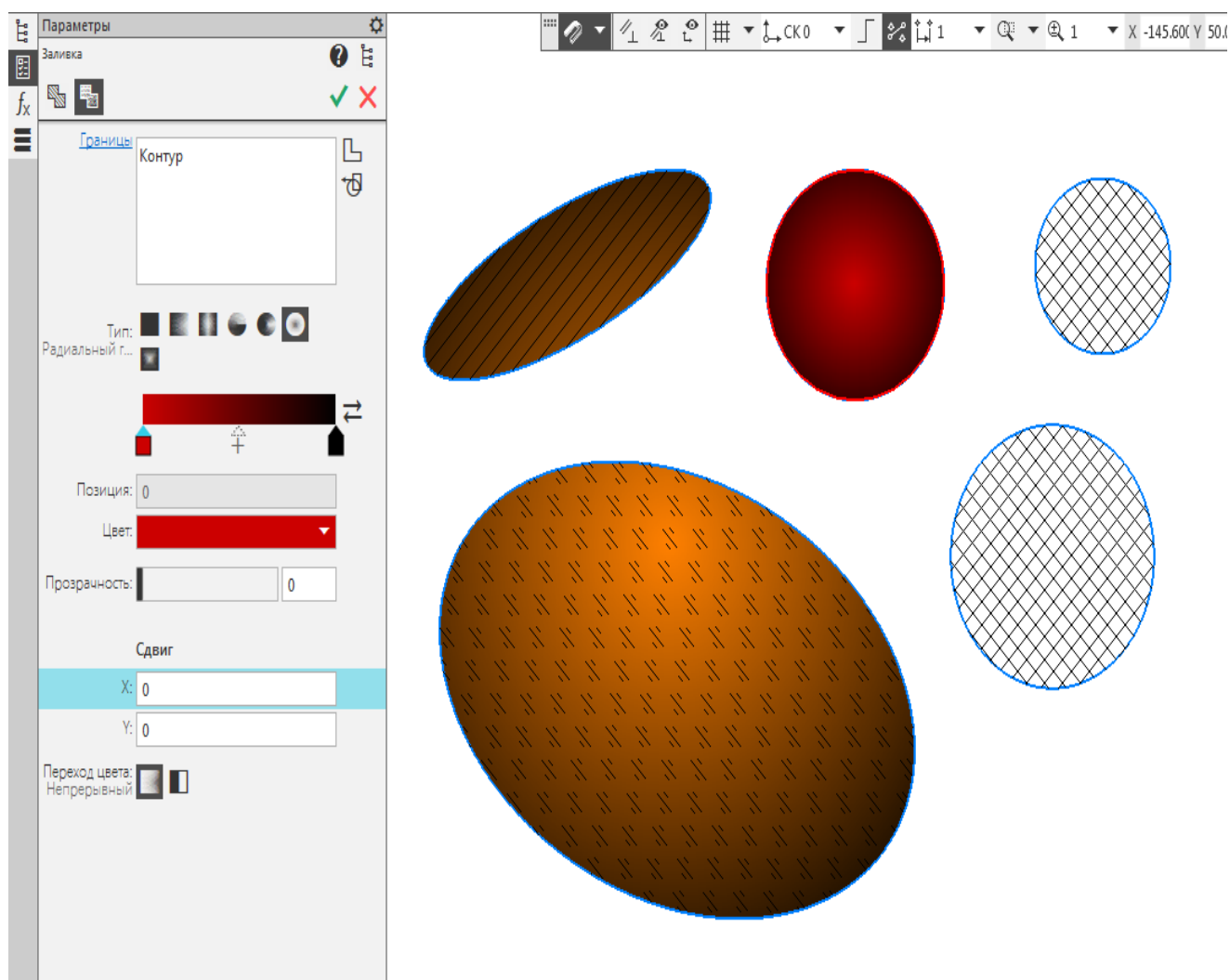


Рисунок 130 – Заливка

Заливка работает по тому же принципу, что и штриховка. Кроме того, заливка может выполняться уже на заштрихованные области.

2.10. Массив и деформация

Не редко возникает необходимость увеличения числа объектов, кроме того, бывают случаи, когда объект нужно перенести на какое-то расстояние или увеличить его количество по траектории, для этого и используются массивы.

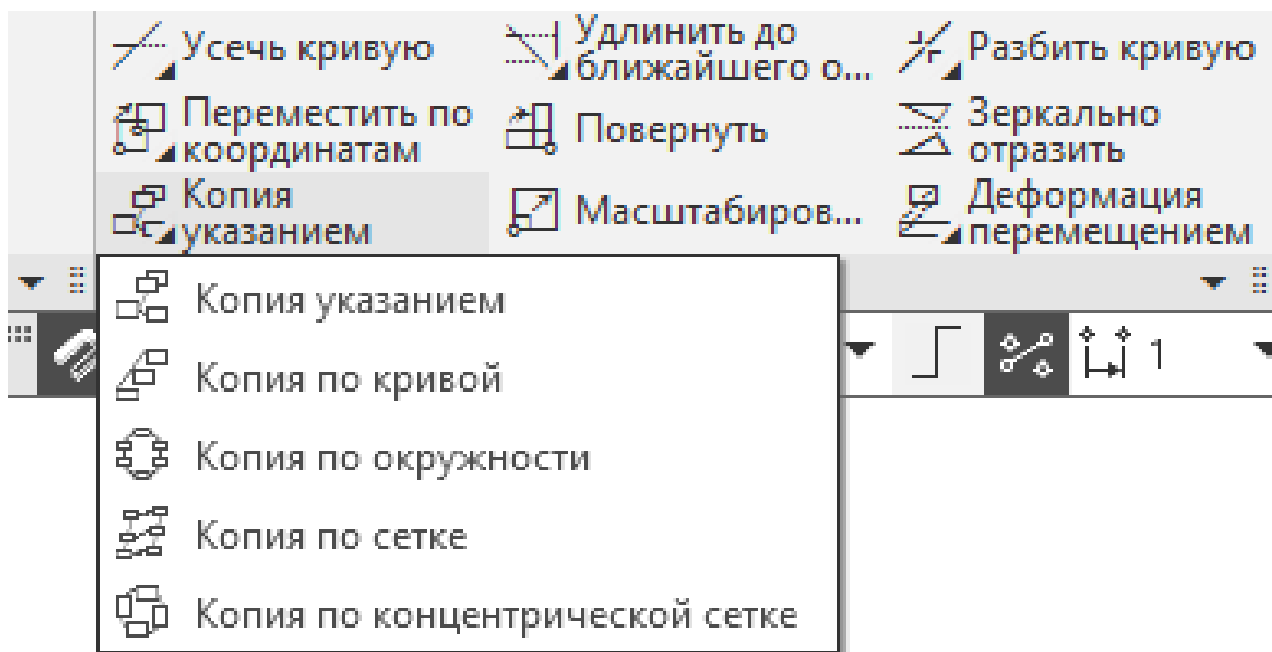


Рисунок 131 – Варианты массивов

На рис. 131 представлены пять различных вариантов применения массива для объектов на плоскости. Далее будут рассмотрены каждый из них отдельно, чтобы увидеть разницу в функциональных особенностях каждой из функций.

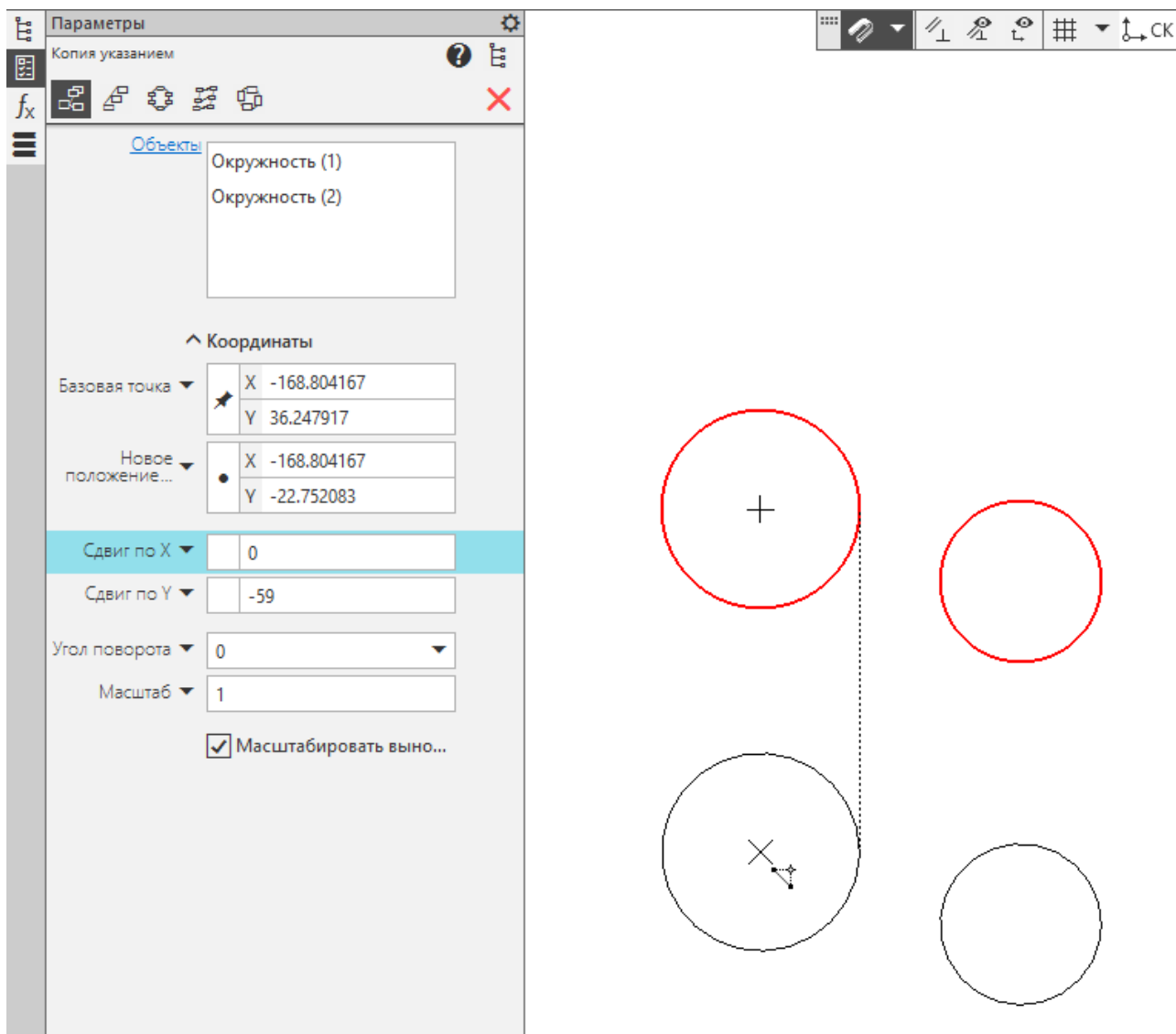


Рисунок 132 – Применение функции «Копия указанием»

Применение команды «Копия указанием» похоже на обычное копирование объектов с последующей вставкой на место. Необходимо выделить интересующий объект, указать положение для копирования (исходная точка) и указать место для копирования.

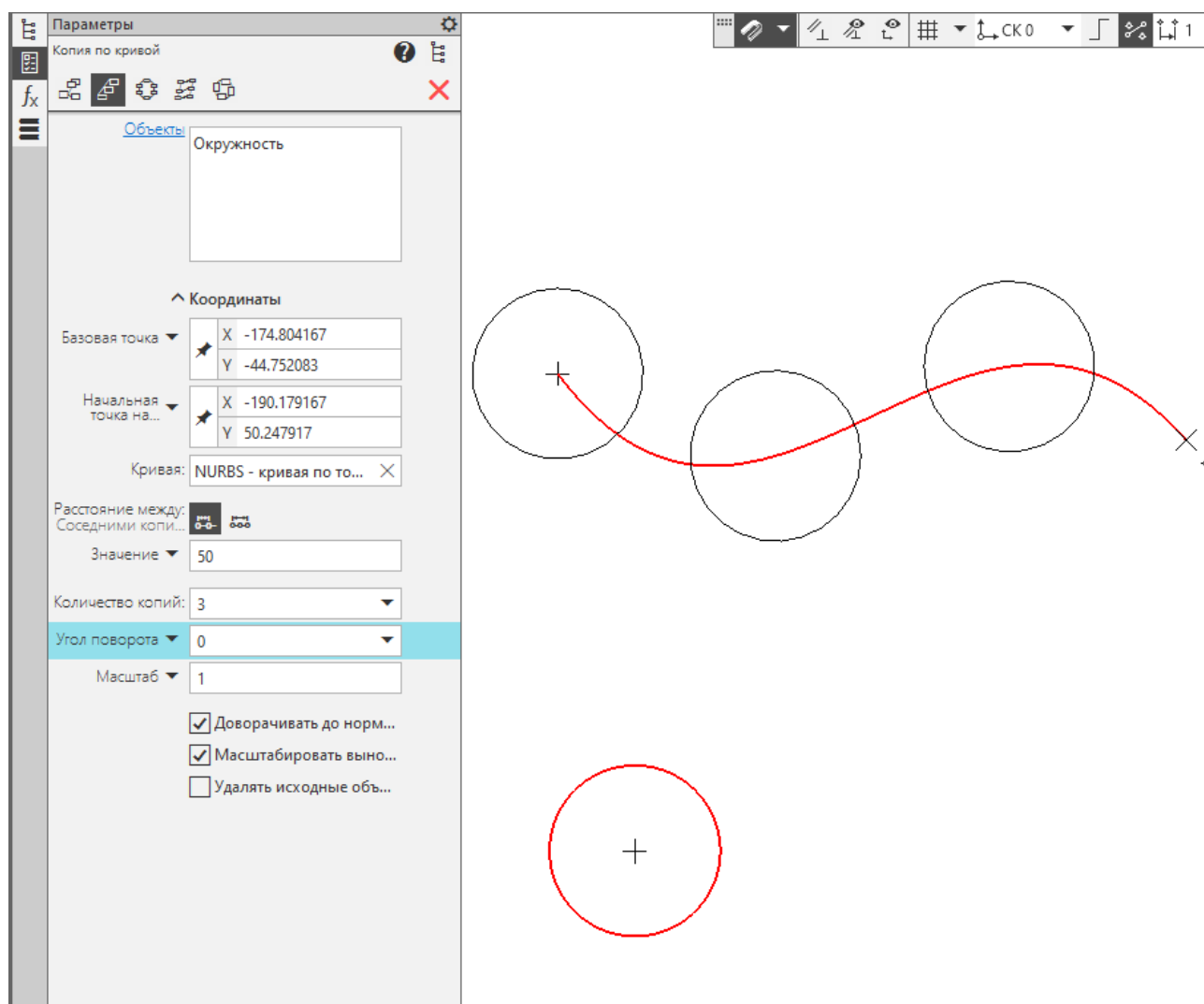


Рисунок 133 – Применение функции «Копия по кривой»

Копирование по кривой осуществляется путем выделения объекта для копирования с указанием его точки копирования. Затем указывается кривая (траектория), начальная точка на кривой, шаг по расстоянию и количество копий объекта.

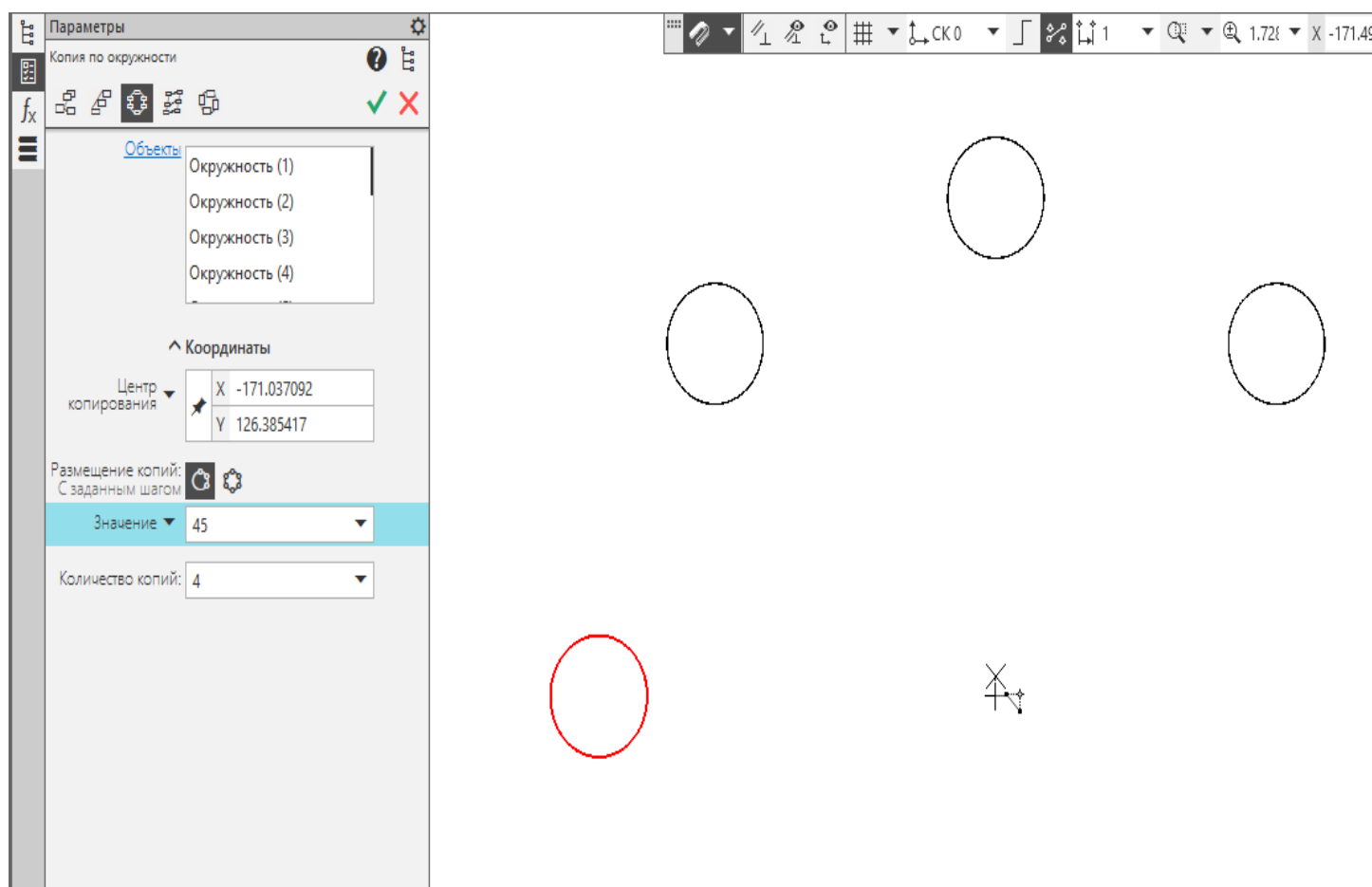


Рисунок 134 – Применение функции «Копия по окружности»

Применение команды «Копия по окружности» позволяет разместить выбранное количество объектов относительно положения центра последовательно от исходного объекта. Необходимо задать угол поворота и количество элементов.

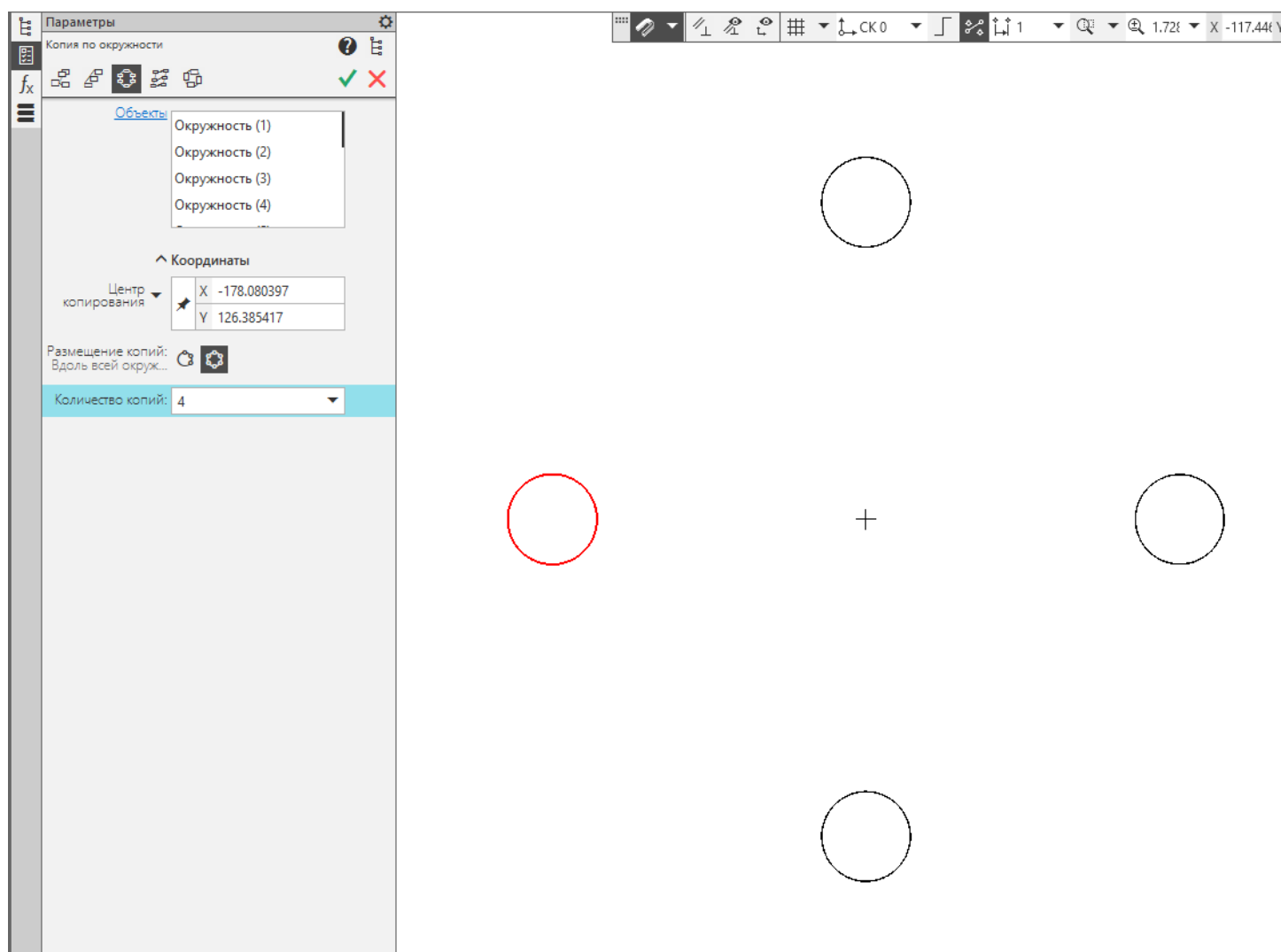


Рисунок 135 – Применение команды «Копия по окружности»

Другой вариант использования команды «Копия по окружности» позволяет распределять объекты относительно центра на равном расстоянии по всей длине окружности. В этом случае необходимо указать центр окружности и количество объектов.

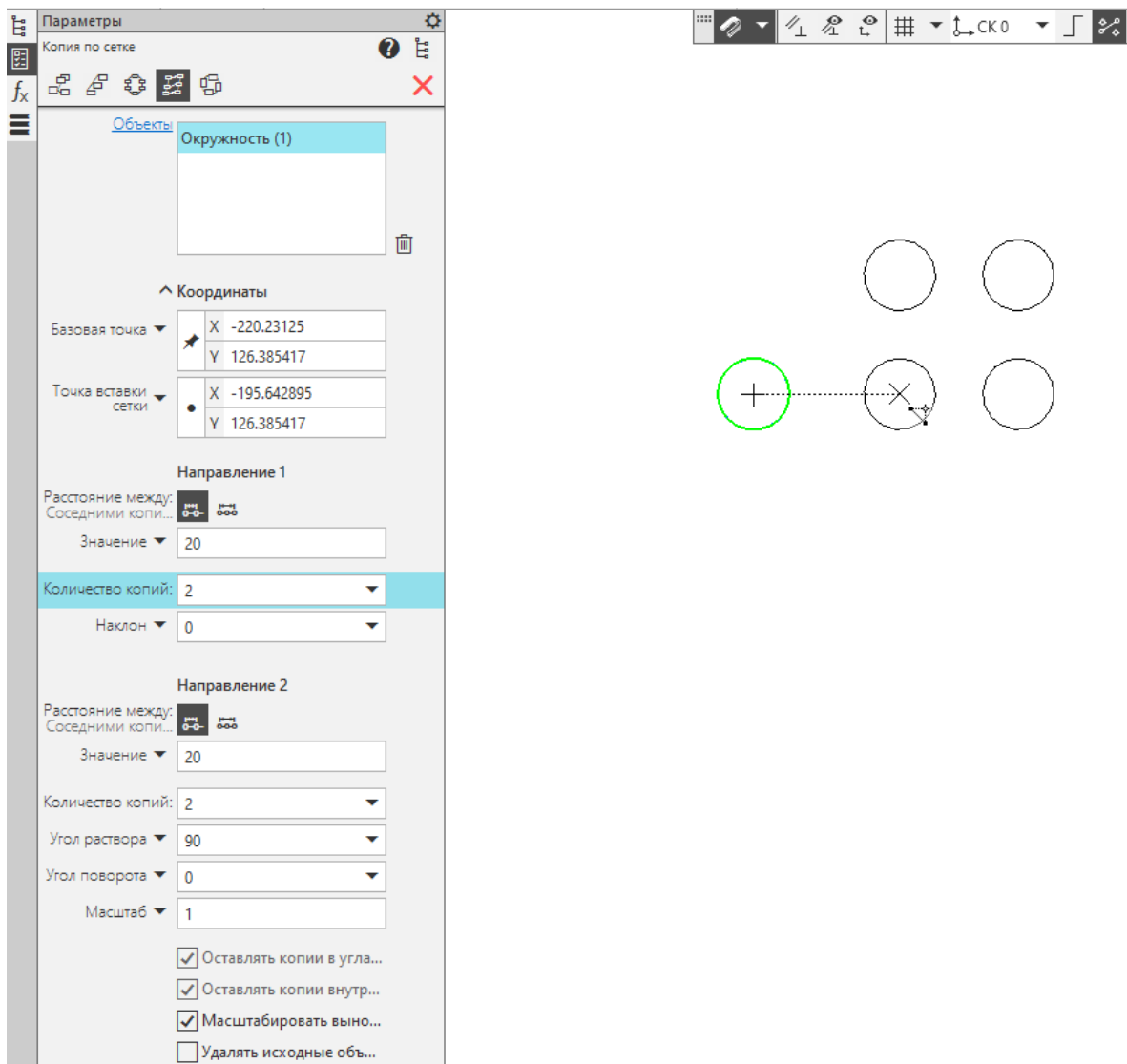


Рисунок 136 – Применение команды «Копия по сетке»

При использовании копий по сетке необходимо указать исходный объект с базовой точкой. Затем указать расстояние между новыми объектами и их количество для оси OX и OY.

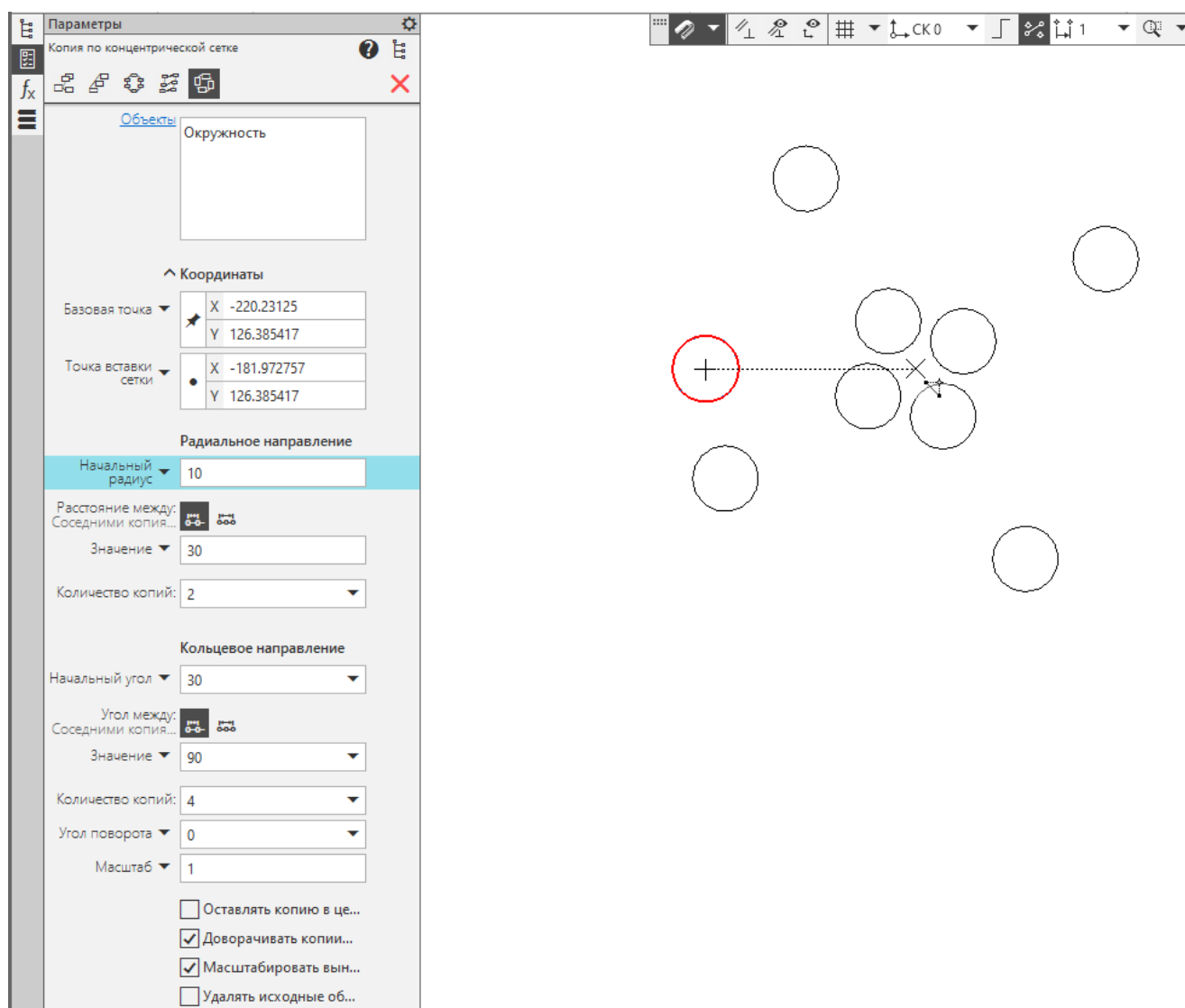


Рисунок 137 – Применение команды «Копия по концентрической сетке»

При использовании копий по концентрической сетке необходимо указать исходный объект с базовой точкой. Затем указать расстояние между новыми объектами и угол поворота.

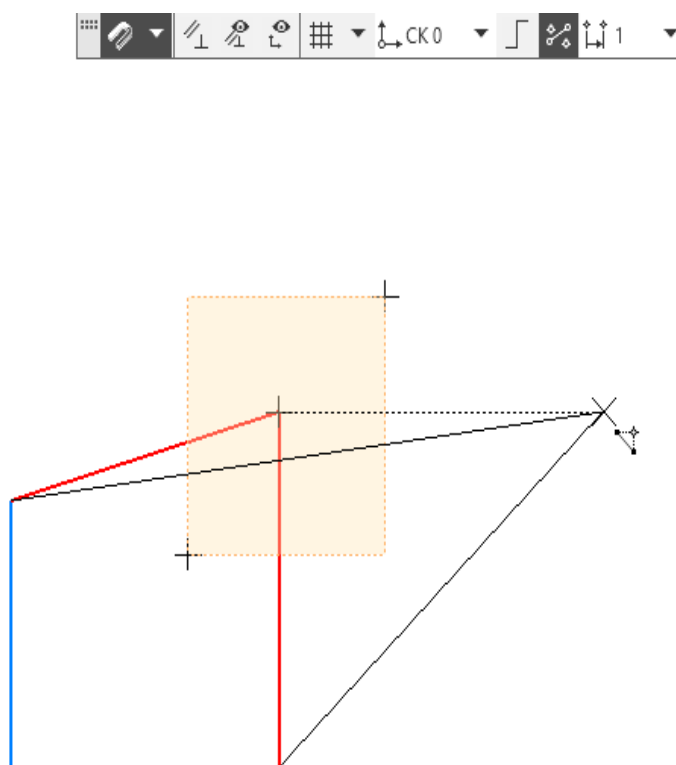
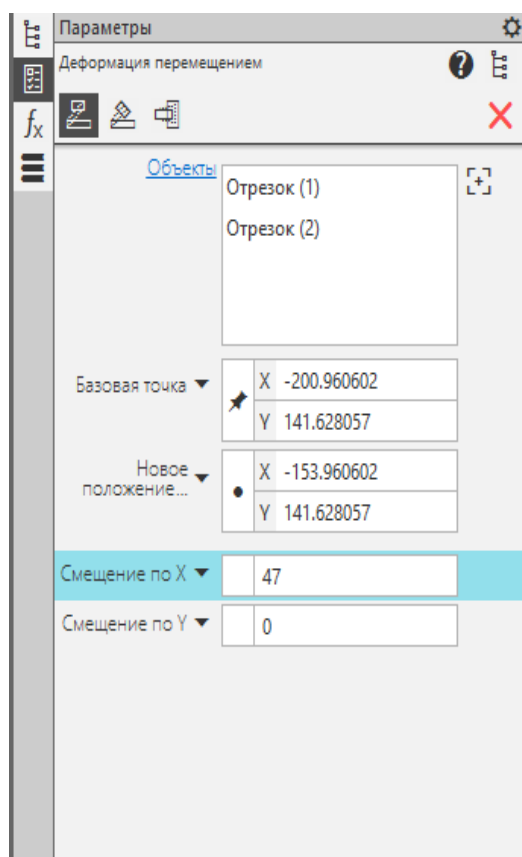


Рисунок 138 – Деформация перемещением

При деформировании объектов перемещением указывается область деформации. Объекты, попавшие в эту область могут быть перемещены в новое положение.

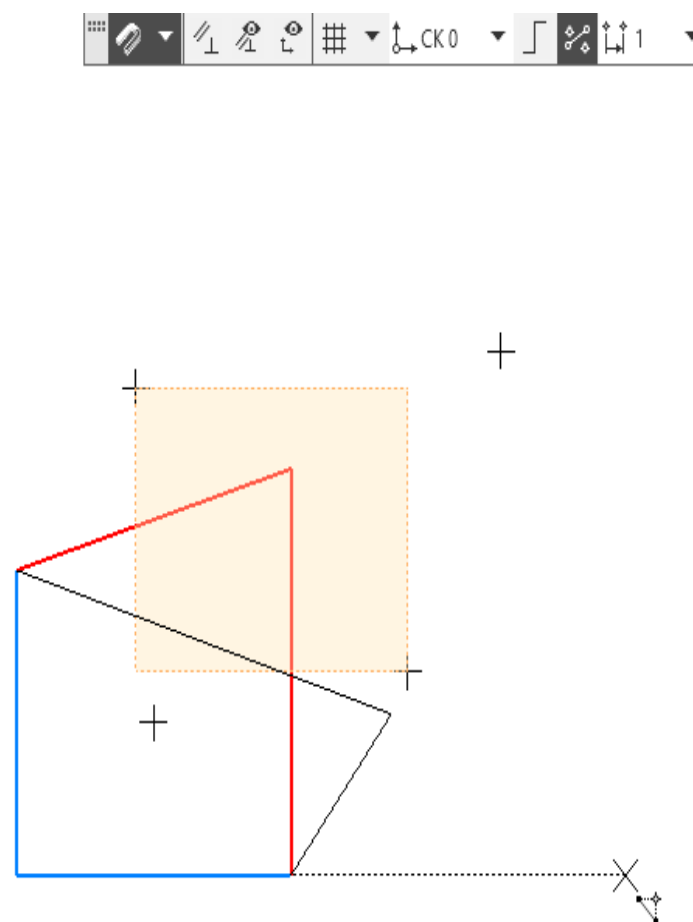
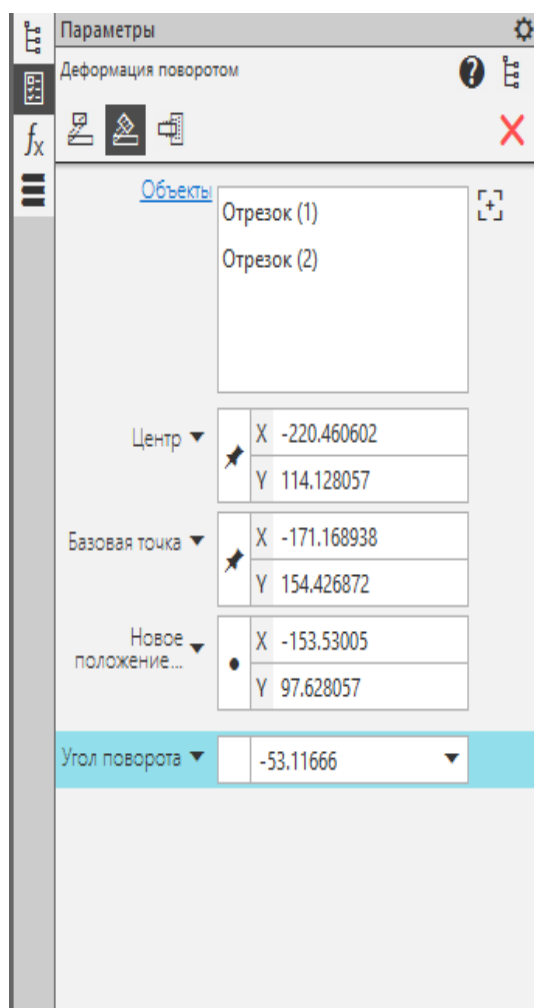


Рисунок 139 – Деформация поворотом

При деформации поворотом указывается область деформации. Объекты, попавшие в эту область поворачиваются, могут совершить поворот на 360 градусов.

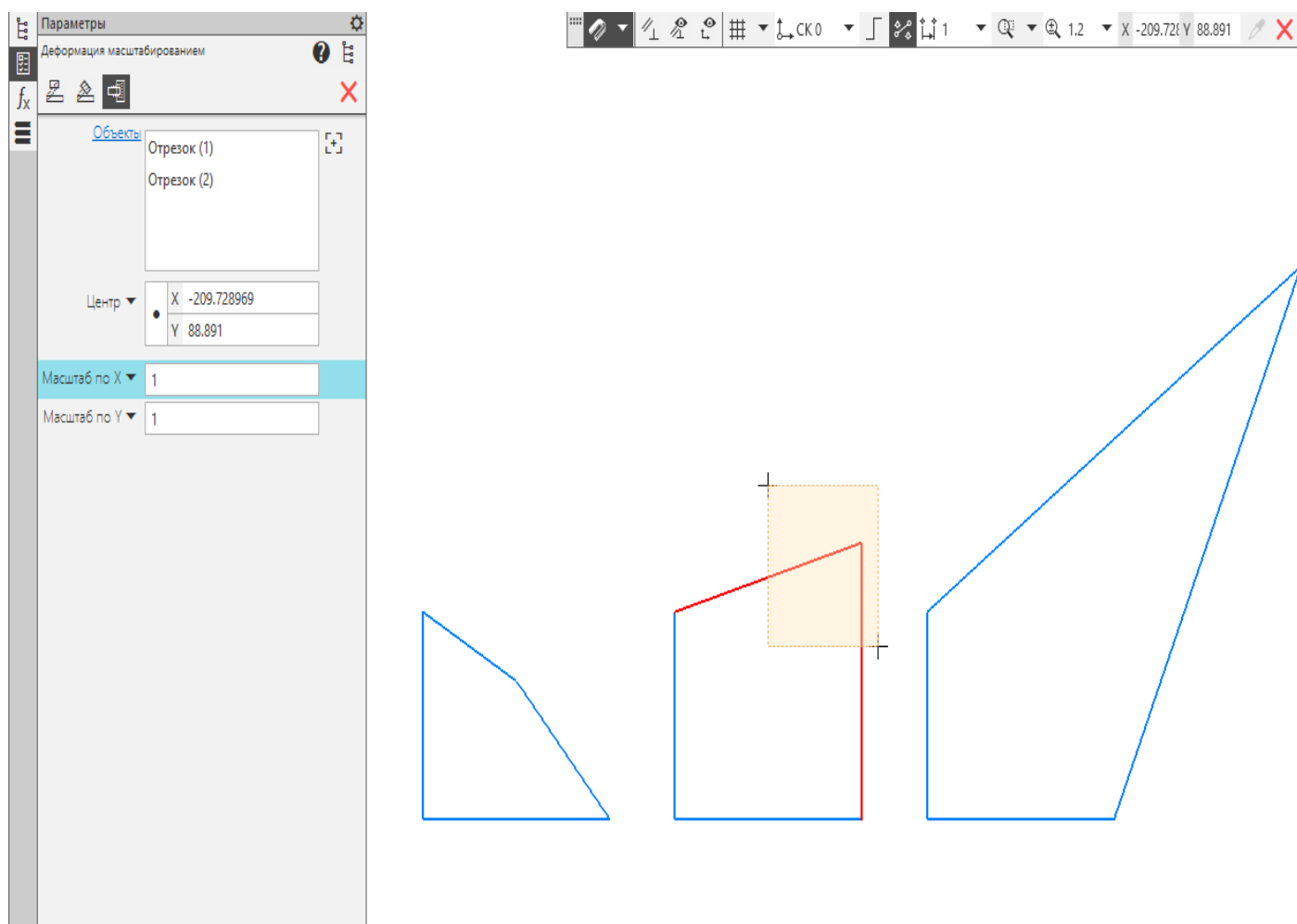


Рисунок 140 – Деформация масштабированием

При деформации масштабированием указывается область деформации. Объекты, попавшие в эту область при указании исходной точки масштабирования либо автоматически уменьшаются, либо – увеличиваются. Необходимо указать масштаб увеличения или уменьшения.

2.11. Обозначения

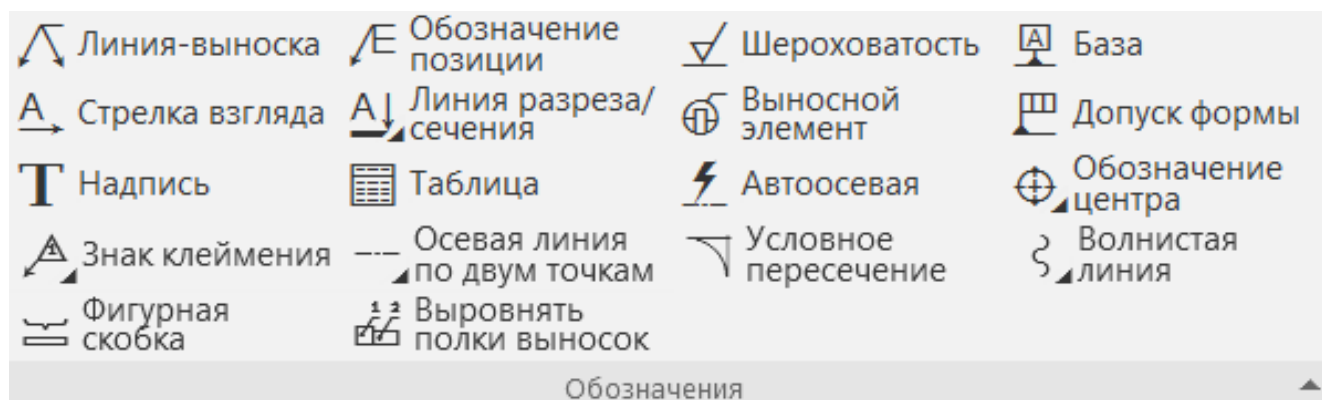


Рисунок 141 – Панель обозначений

На панели инструментов есть вкладка «Обозначения», применение элементов этой вкладки позволяет в основном расставлять линии выноски, разрезы или сечения, работать с текстом и многое другое.

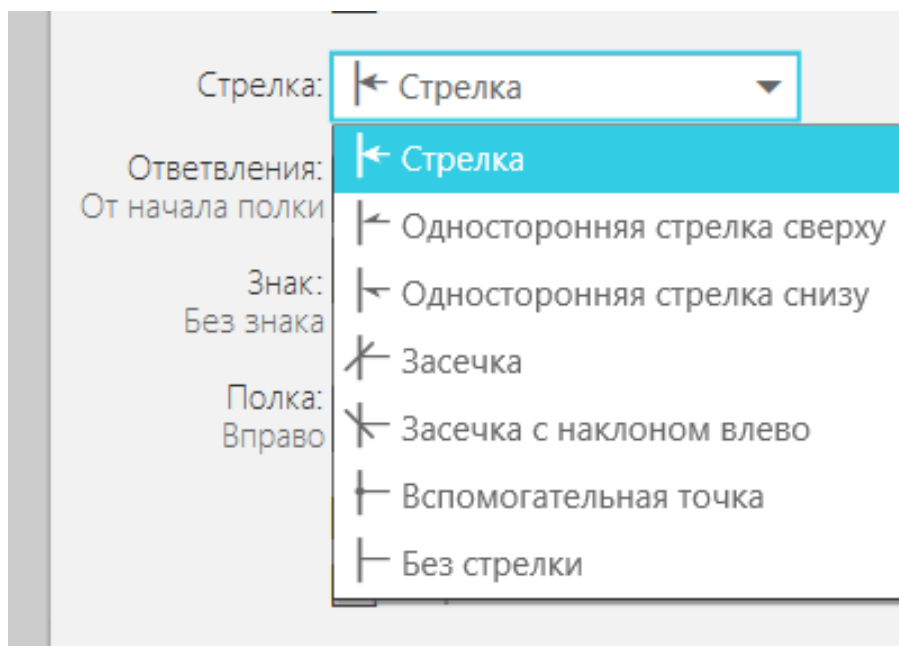


Рисунок 142 – Тип линий выноски

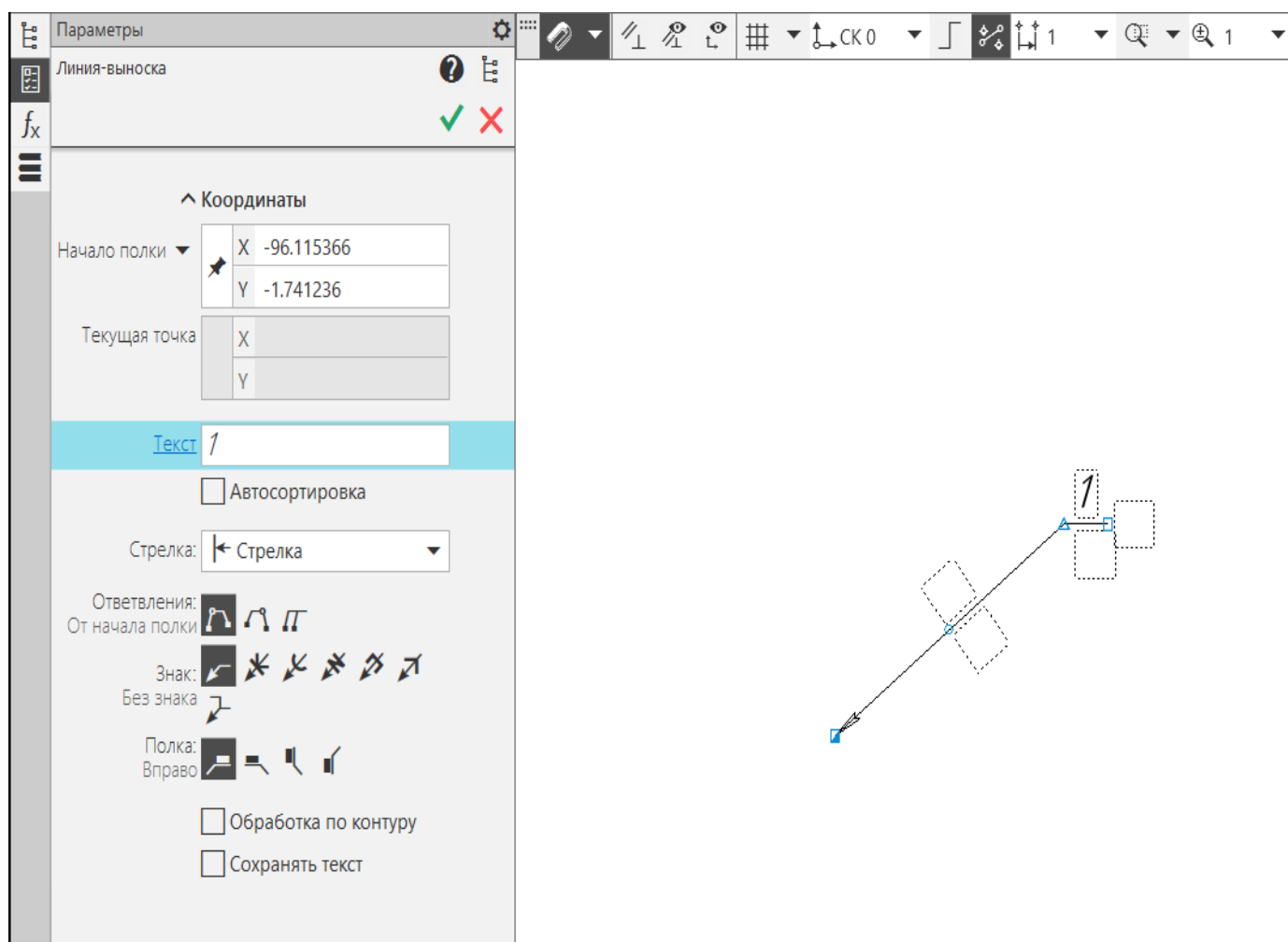


Рисунок 143 – Линия выноски

Линия выноски используется для расстановки позиций на чертежах, как показано на рис. 143. Позиции элементов располагаются на одном уровне (вертикально или горизонтально) друг относительно друга.

Как правило, для обозначения позиции применяется «Вспомогательная точка», но другие варианты также существуют, рис. 142.

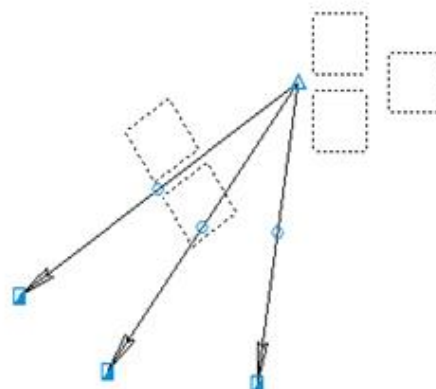
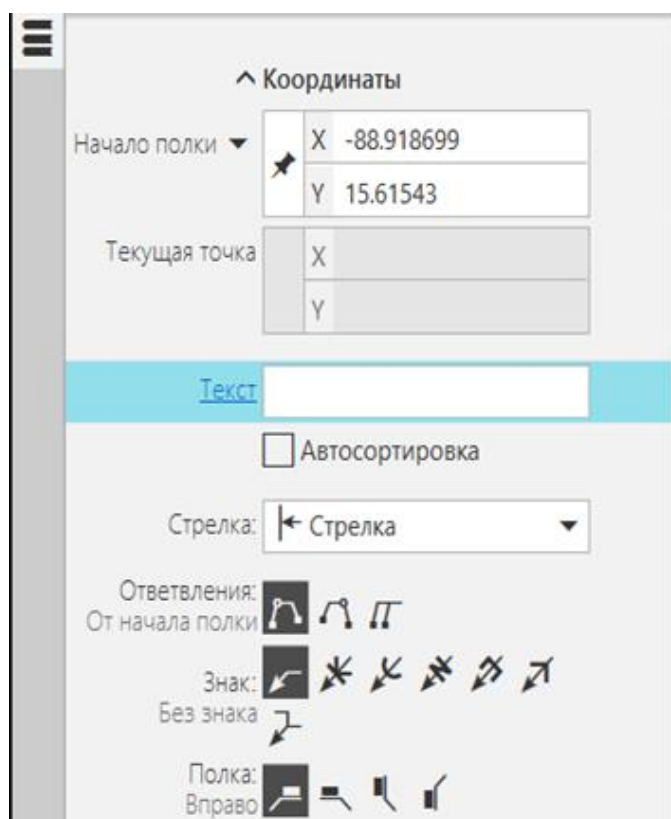


Рисунок 144 – Несколько линий выноски

При использовании команды «линия выноски» можно одновременно указывать на несколько элементов. Для этого при указании второй точки необходимо продолжить ввод, тогда появятся новые линии выноски.

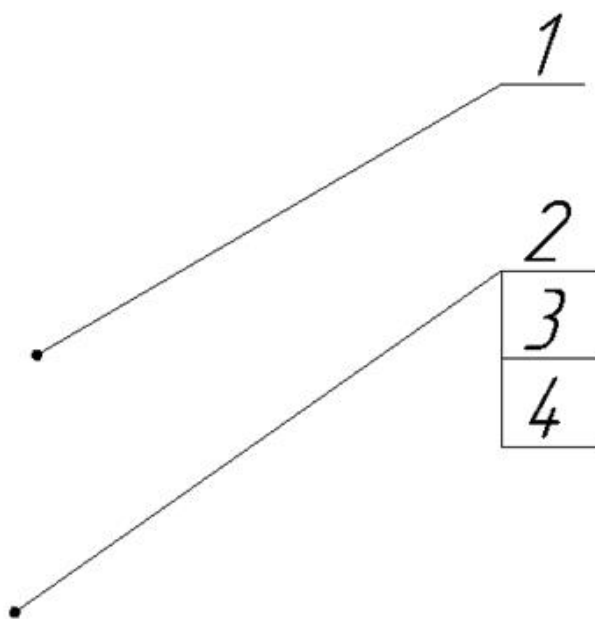
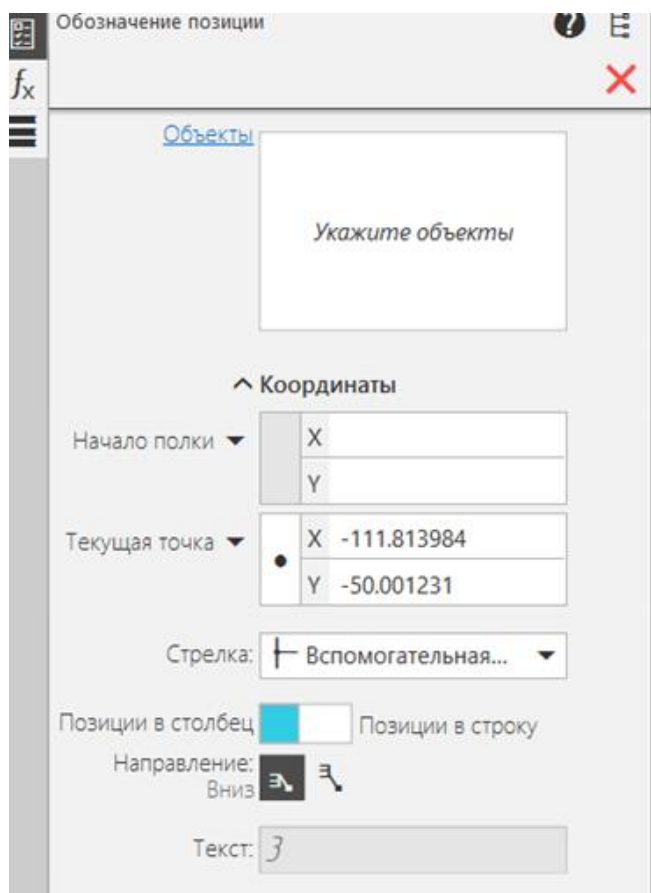


Рисунок 145 – Обозначение позиций

При обозначении позиций одного сборочного элемента, который состоит из нескольких деталей, используется ступенчатое обозначение позиции. Достаточно перейти на новую строку с и вписать необходимые позиции.

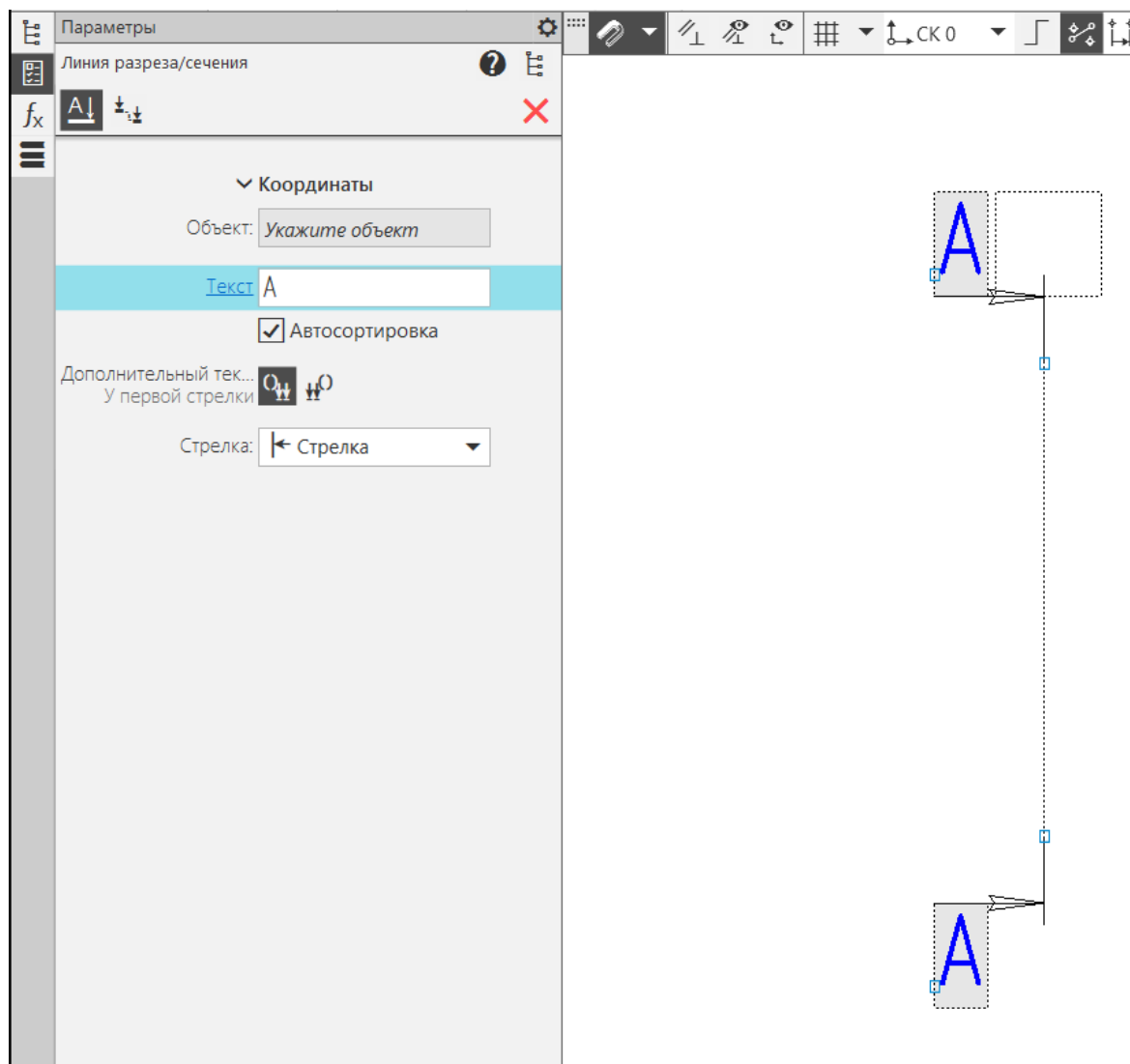


Рисунок 146 – Линия разреза или сечения

При указании линии сечения или разреза необходимо выделить начальную точку и конечную, после чего указать направление взгляда.

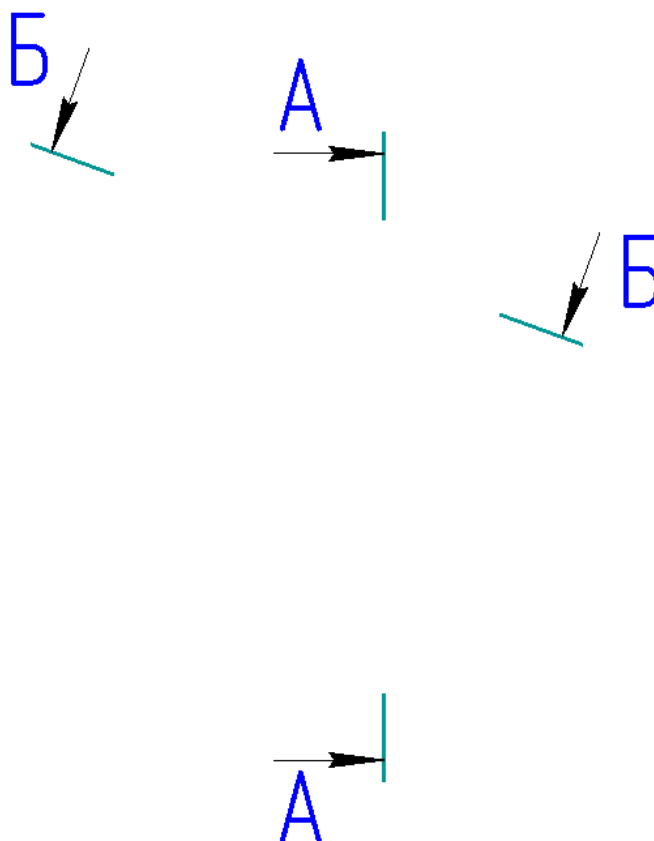


Рисунок 147 – Позиции сечений или разрезов

Программа автоматически формирует обозначение позиции. Плоскость сечения или разреза может располагаться в любом месте проектируемого объекта.

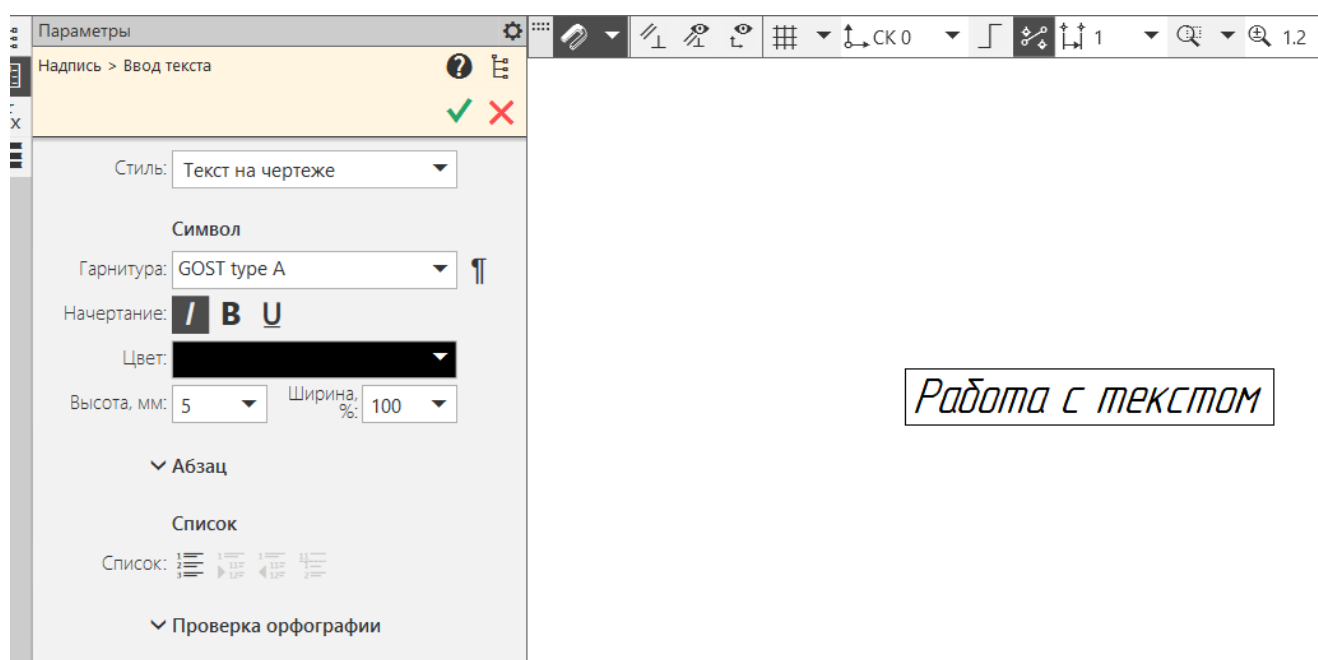


Рисунок 148 – Работа с текстом

При работе с текстом необходимо выбрать элемент «Текст» на панели инструментов и указать начальное положение ввода текста. Предусмотрена возможность изменения шрифта, веса линий и подстрочное автоматическое выделение текста. Работа с цветом и высотой символов.

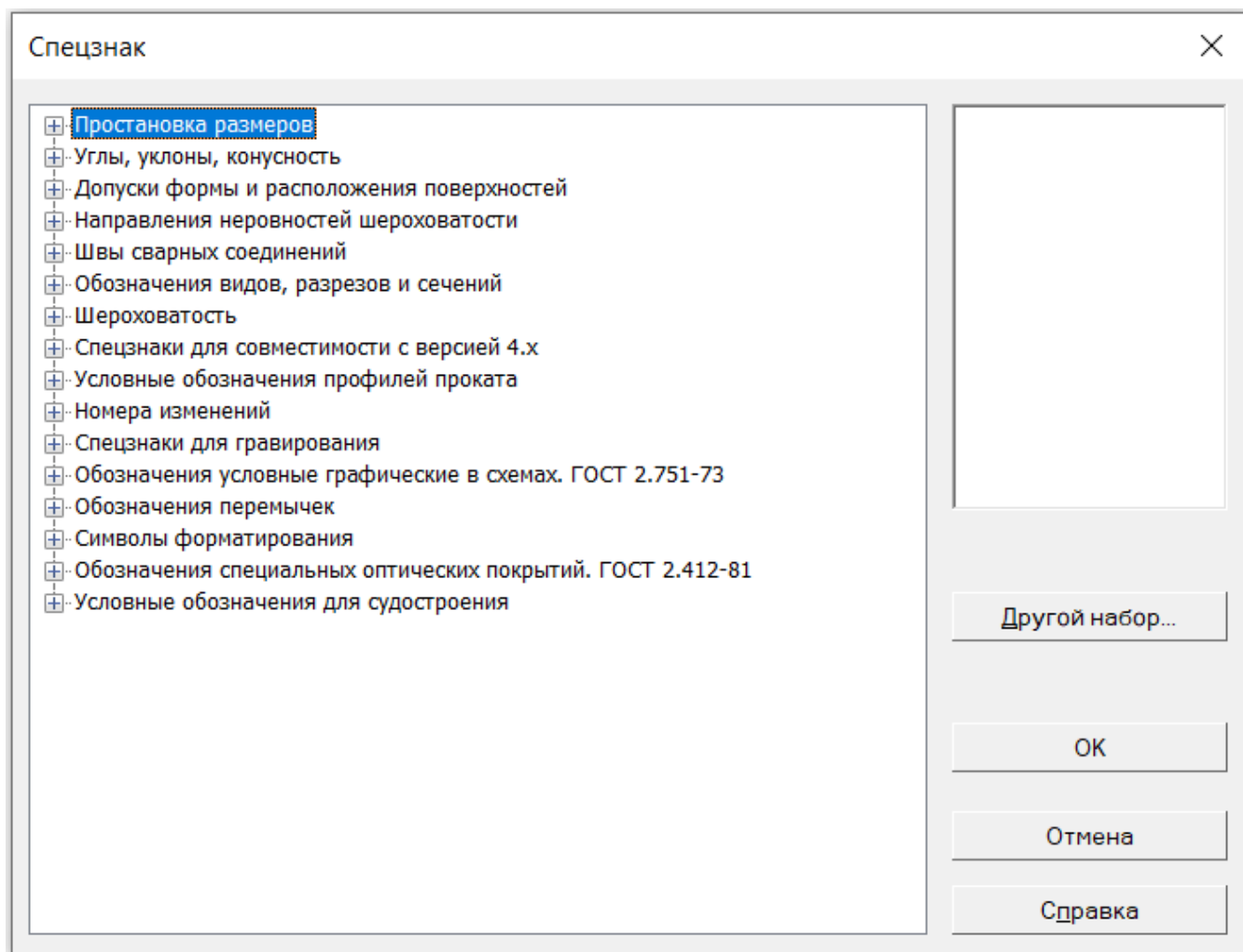


Рисунок 149 – Специальные символы

При раскрытии панели «Вставка» предусмотрена возможность работы со специальными символами из различных областей, для этого необходимо нажать на символ «Спецзнак». При нажатии открывается панель специальных символов и можно выбрать интересующий символ.

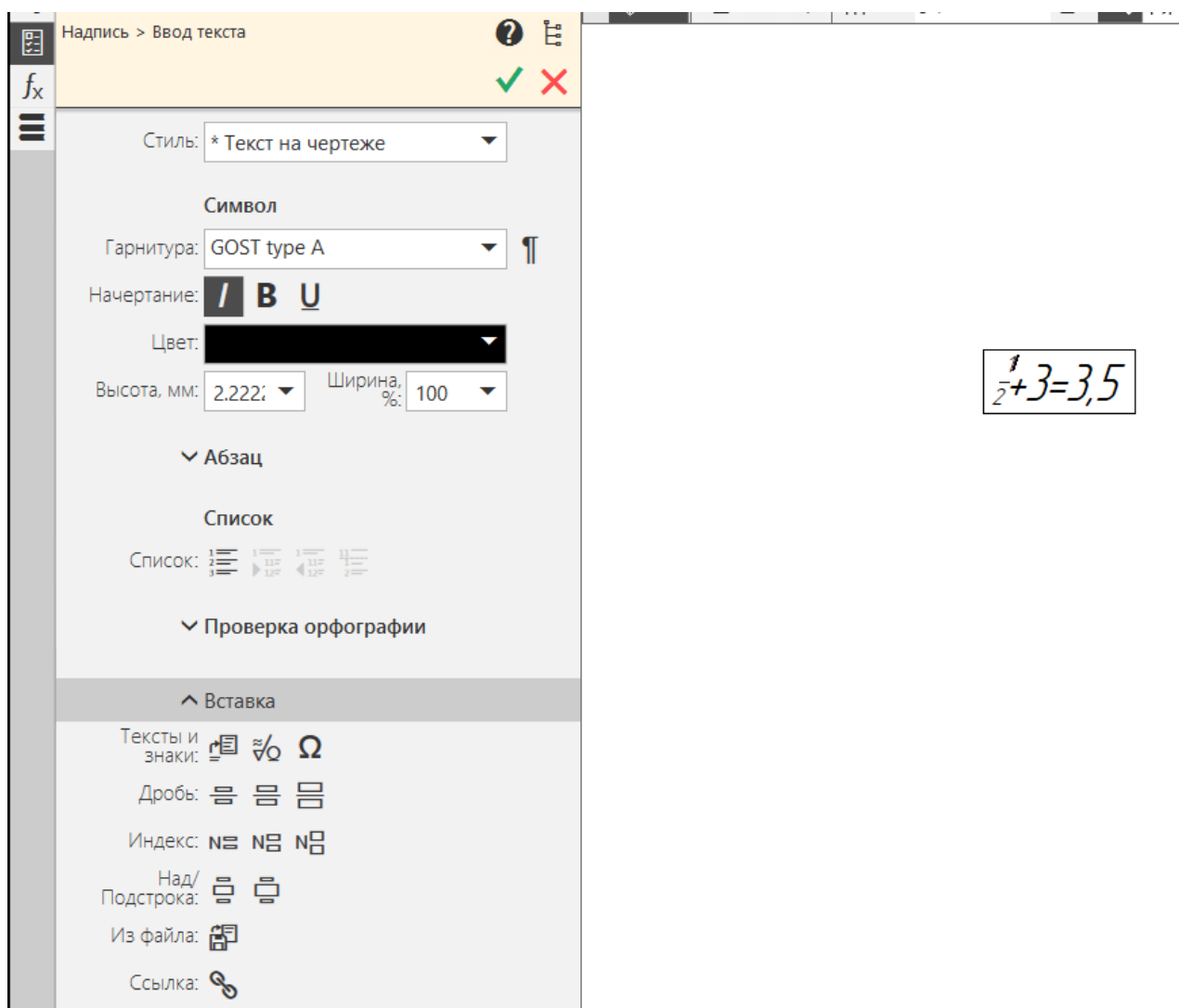


Рисунок 150 – Надстрочный и подстрочный режимы работы

Предусмотрена возможность работы в надстрочными и подстрочными символами. При необходимости можно проверить орфографию набранного материала.

2.12. Размеры

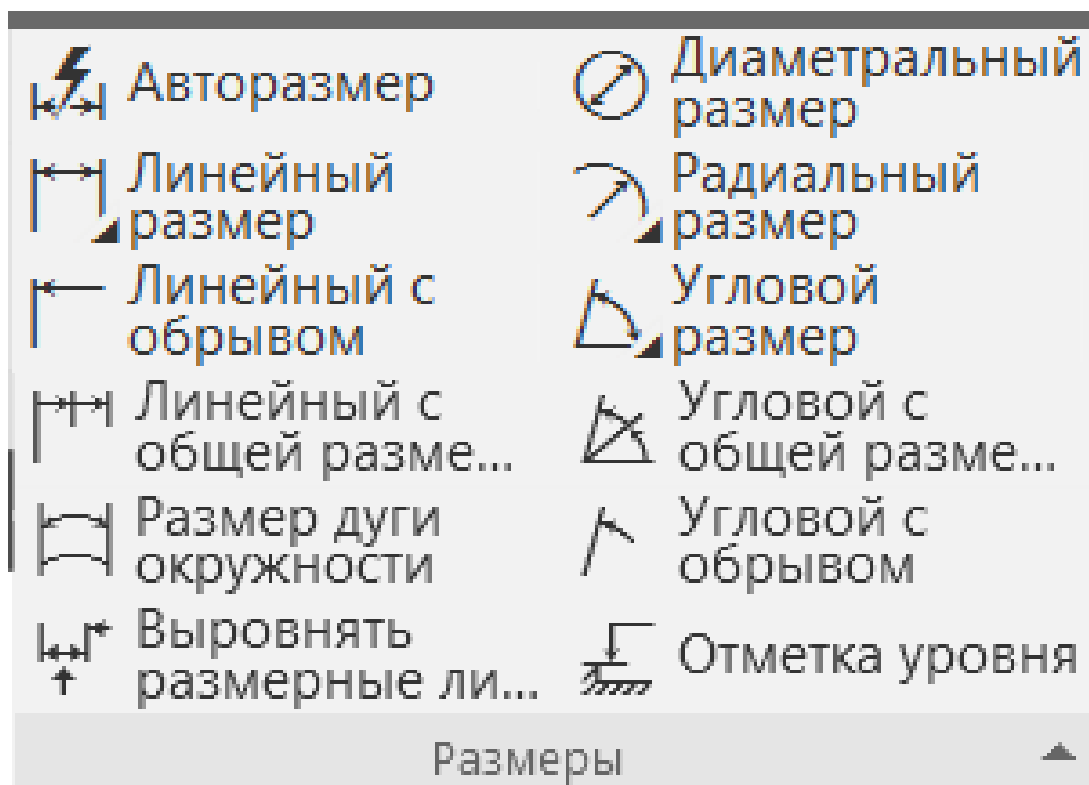


Рисунок 151 – Панель размеров

Для указания расстояний и габаритов объектов используются размеры. Наиболее используемые варианты простановки размеров: линейный, радиальный, диаметральный размеры.

Для задания линейного размера необходимо указание начала и окончания размерной линии, рис. 152. Для создания размера параллельно выбранному отрезку необходимо воспользоваться одноименной командой.

Для одного и того же объекта можно указать сразу несколько размеров. При указании высоты необходимо воспользоваться командой «вертикальный» размер, рис. 153

Для указания ширины объекта применяется команда «горизонтальный размер», рис. 154. Важно отметить, все эти команды являются линейными размерами.

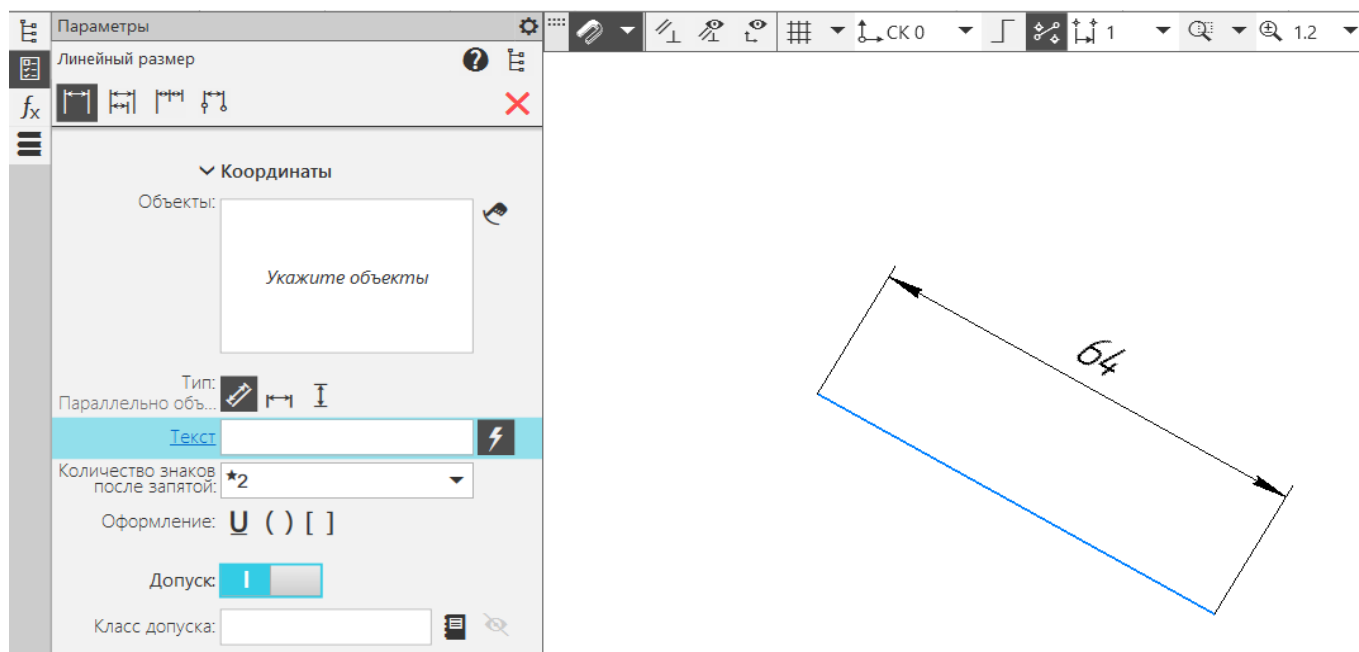


Рисунок 152 – Нанесение линейного размера

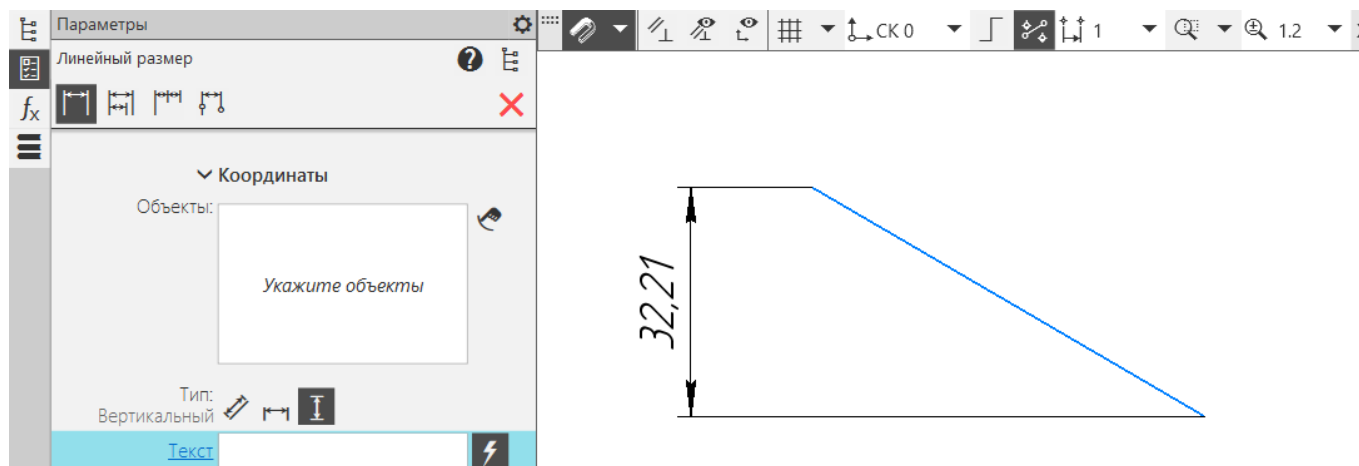


Рисунок 153 – Нанесение вертикального размера

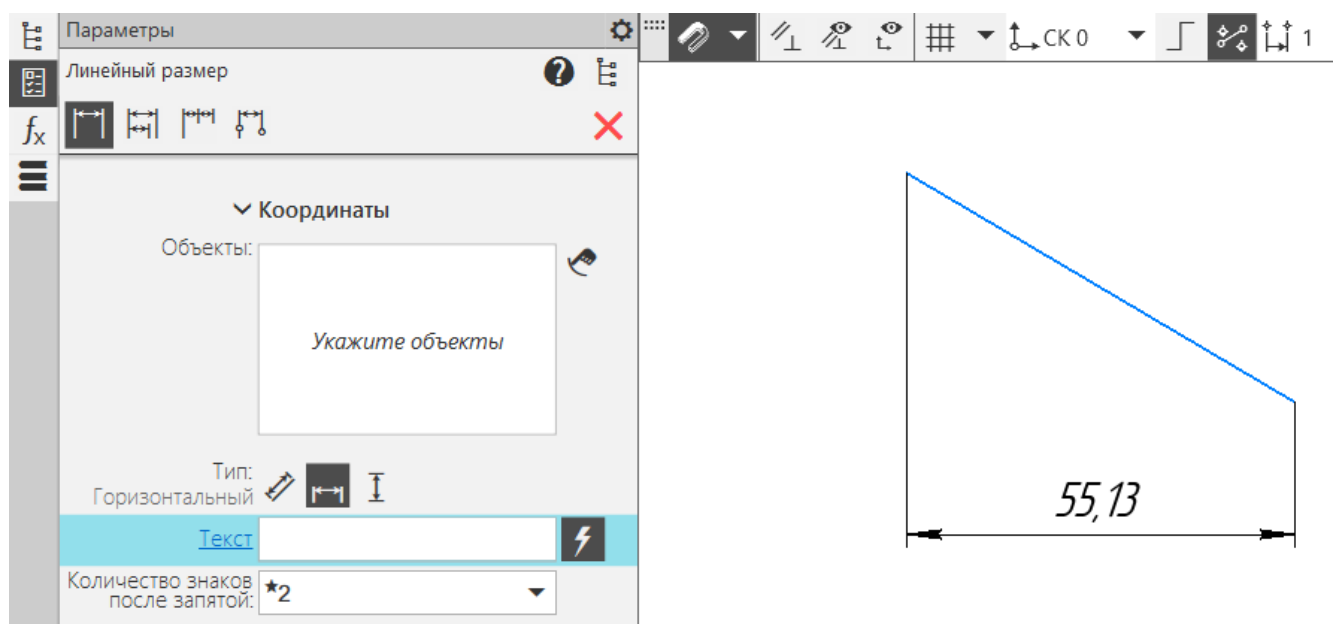


Рисунок 154 – Нанесение горизонтального размера

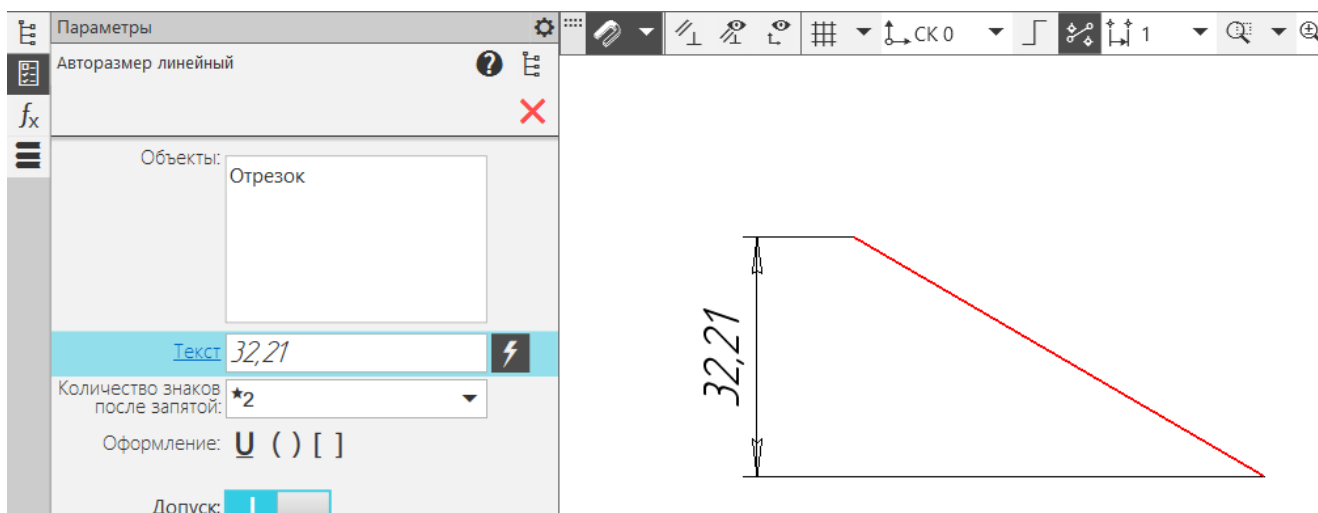


Рисунок 155 – Авторамер

Перед использованием команды «Авторамер» необходимо выделить интересующий объект. Это может быть окружность, отрезок или дуга. Затем смещением курсора задается направление, и программа показывает интересующее значение размера, рис. 155.

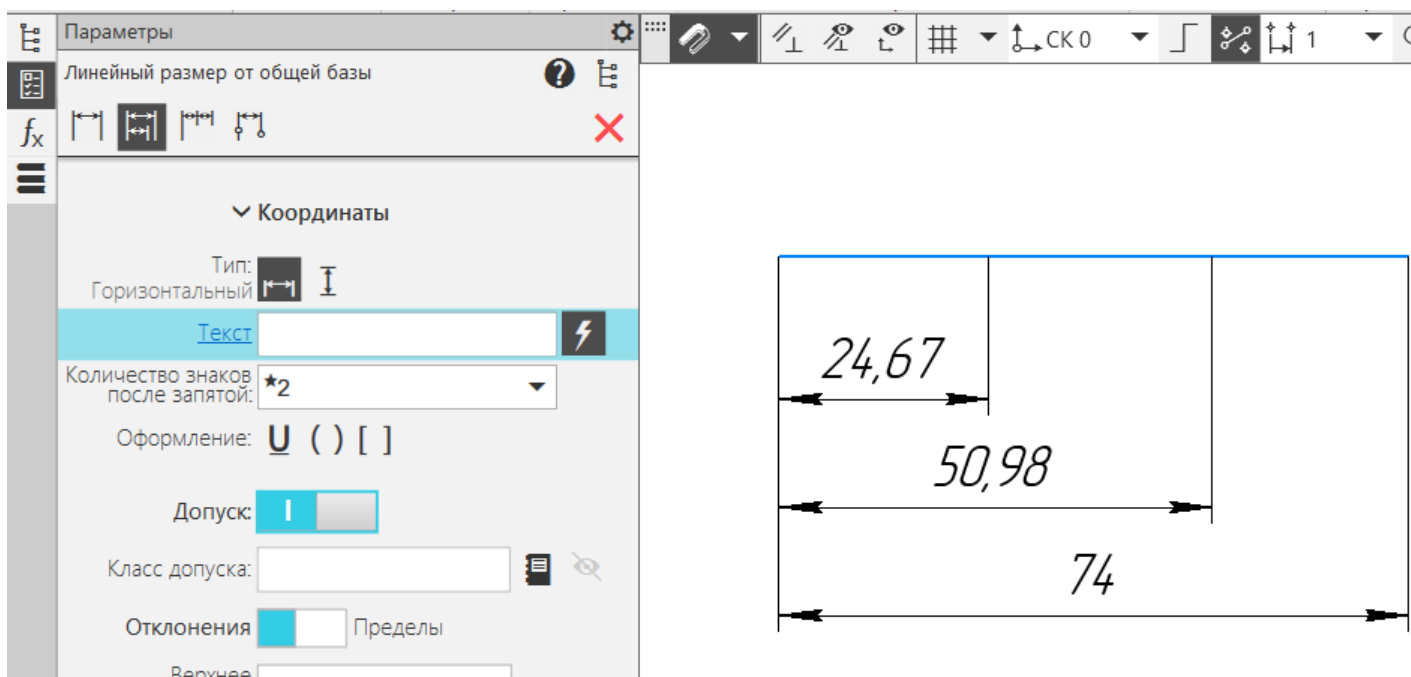


Рисунок 156 – Нанесение размеров от одной базы

Простановка размеров от одной базы подразумевает указание одной начальной и последующих конечных точек объекта, рис. 156.

Для указания нескольких размерных линий подряд используется цепочка размеров. Указывается первая точка первого отрезка, затем только последующие точки, поскольку следующий размер начинается там, где заканчивается предыдущий, рис. 157.

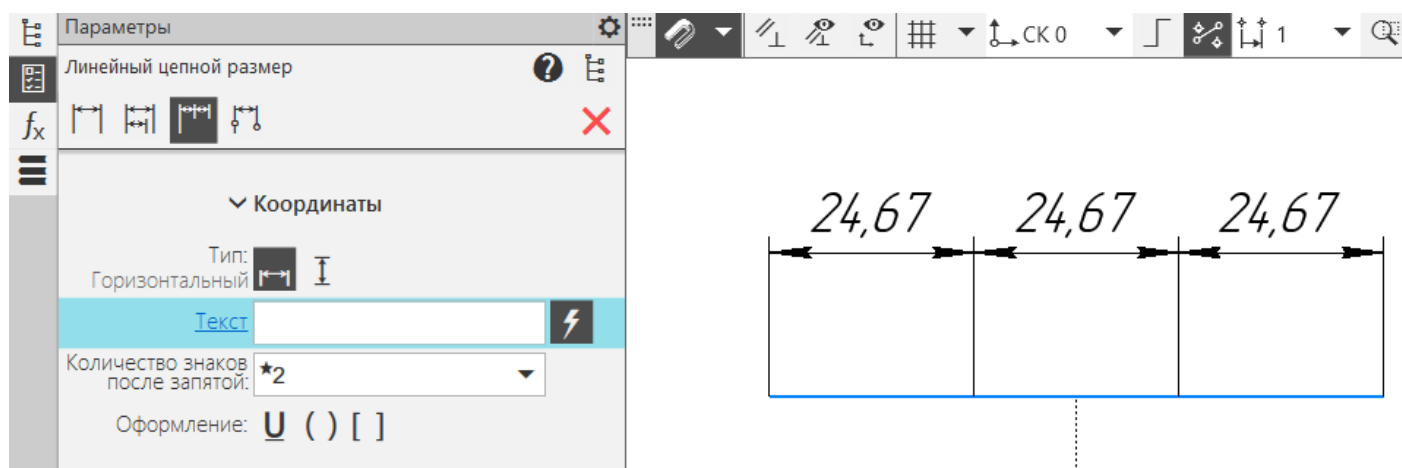


Рисунок 157 – Цепочка размеров

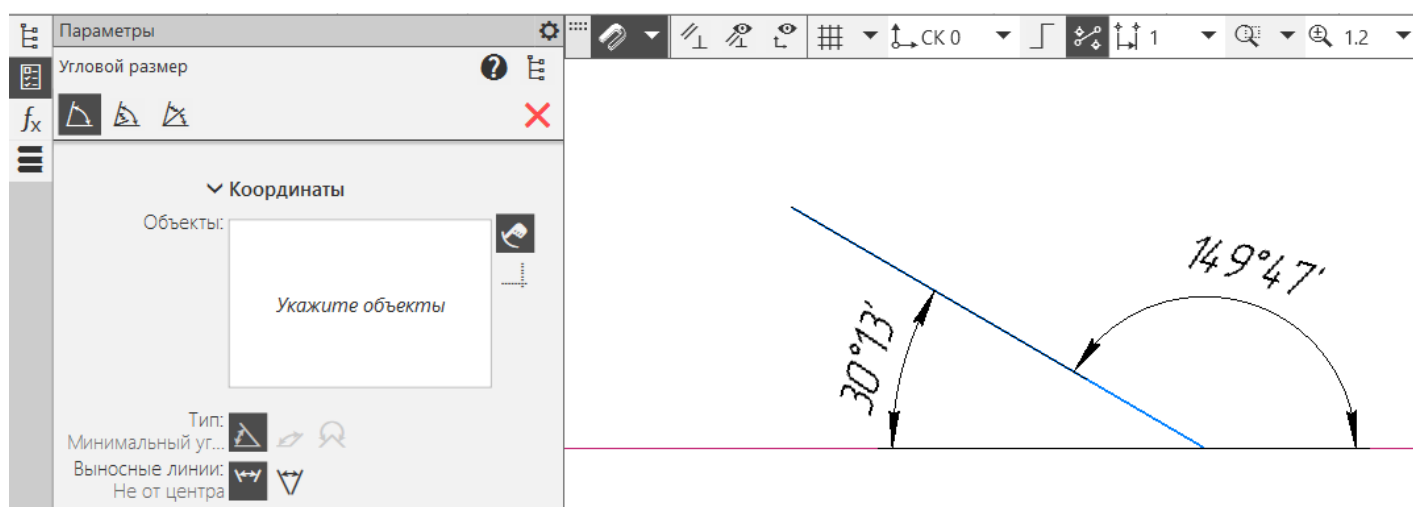


Рисунок 158 – Нанесение углового размера

При указании углового размера, задается объект 1 и объект 2, чтобы узнать угол. На данном примере, для указания углового размера необходимо было выполнить дополнительное построение, рис. 158. Угол указывается между вспомогательной горизонтальной прямой и отрезком.

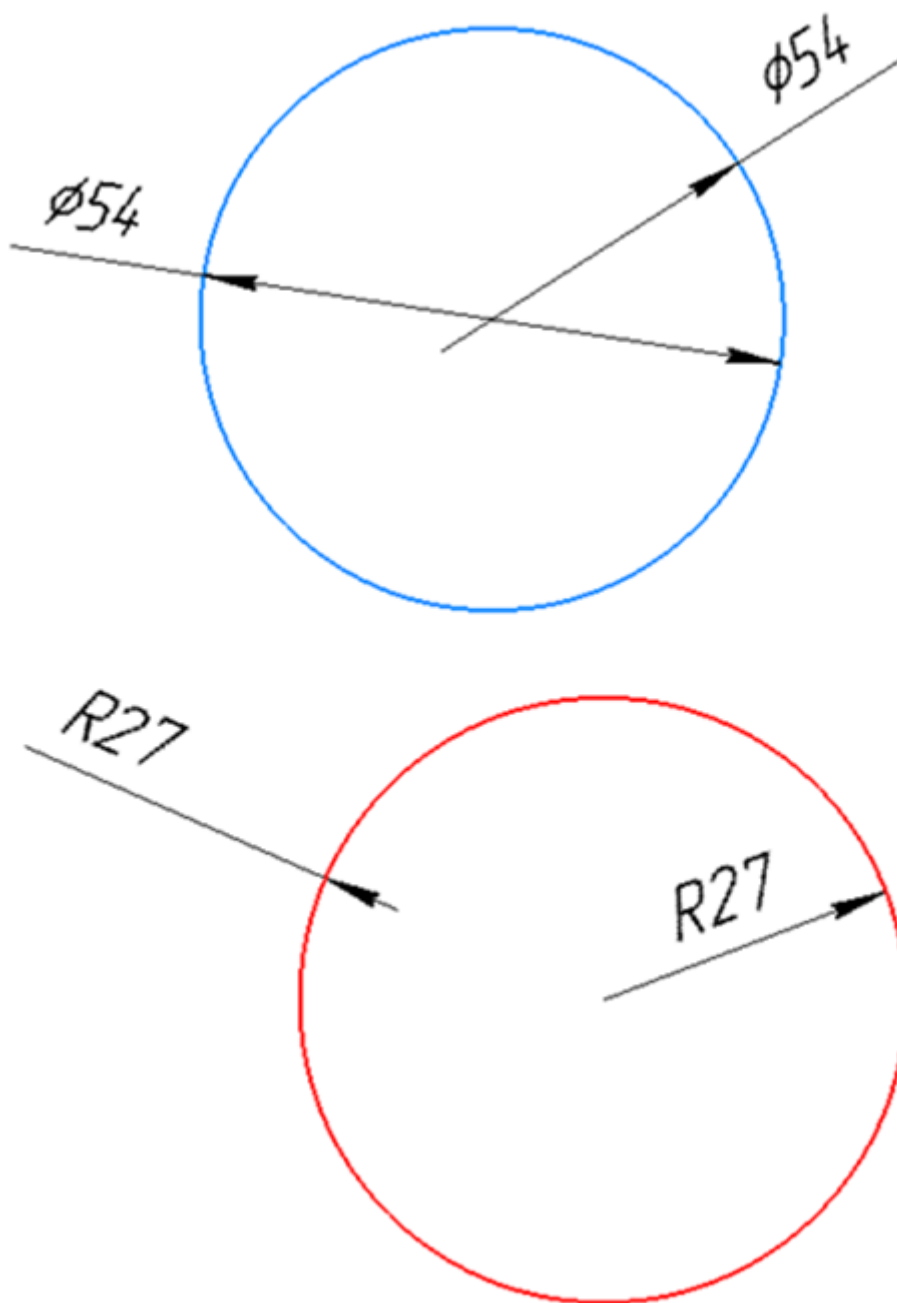


Рисунок 159 – Указание диаметра и радиуса

Для того, чтобы указать информацию об окружности, одним из вариантов, является диаметр. Для этого выбрав соответствующую команду можно воспользоваться либо простановкой диаметрального размера с обрывом, либо без него.

Другим способом задания размеров окружности является функция «Радиус». Использование этой функции подразумевает простановку радиального размера от центра или не от центра.

2.13. Формат

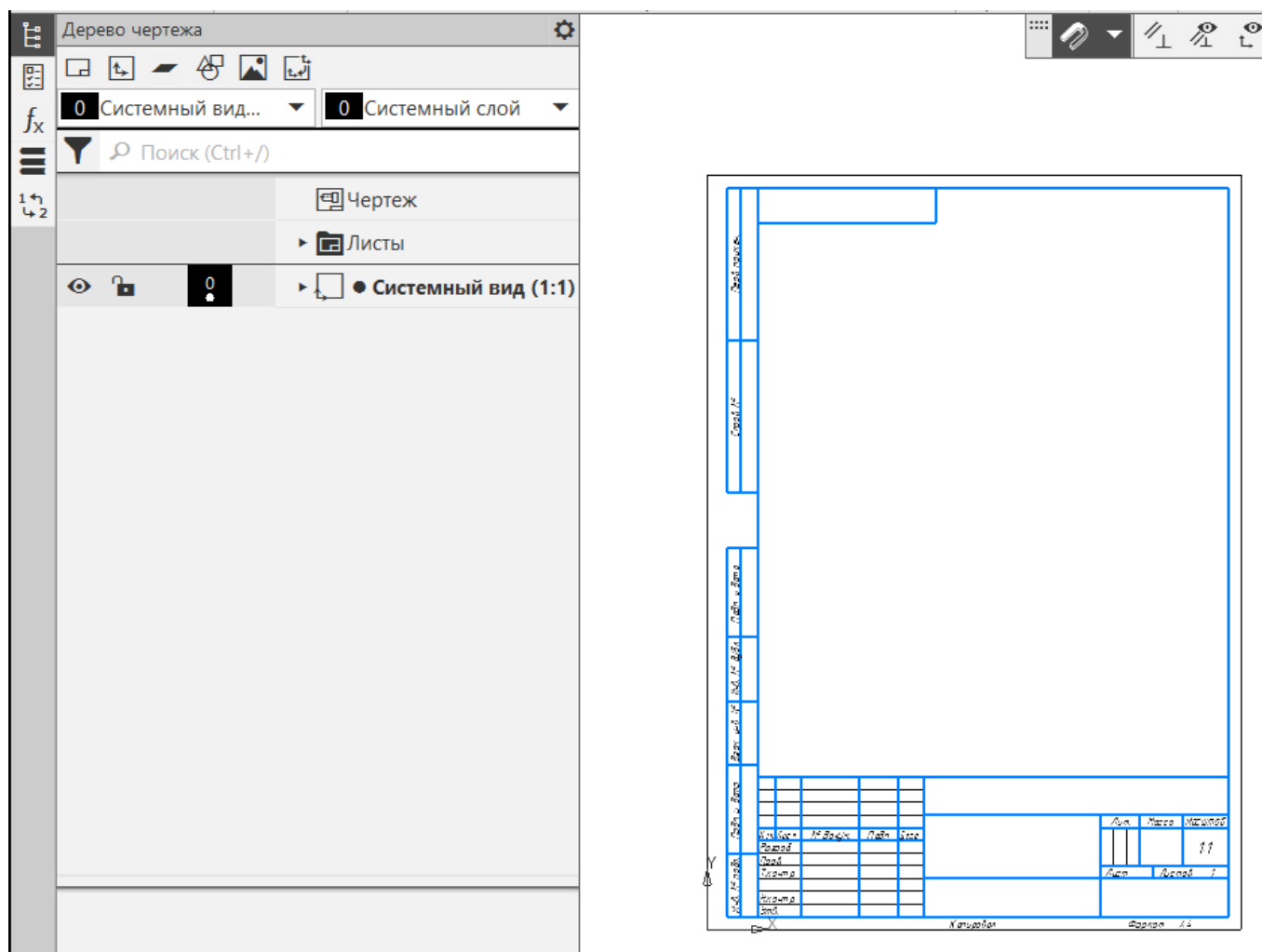


Рисунок 160 – Стандартный формат листа

При работе с элементами, нажав на создания «Чертежа» открывается файл с готовым штампом формата А4. В зависимости от поставленной задачи и размеров элементов необходимо подбирать удобный формат.

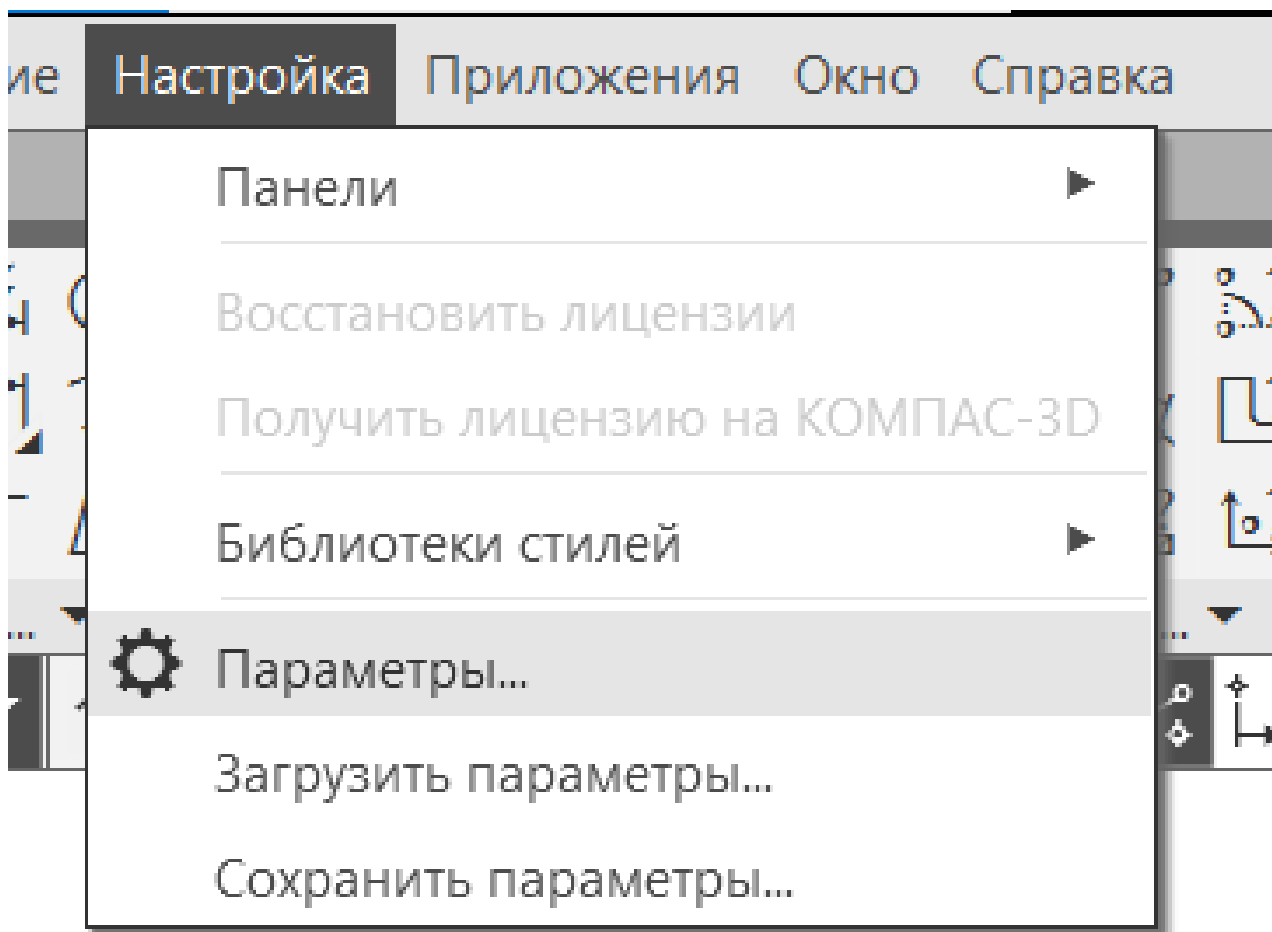


Рисунок 161 – Изменение параметров листа

Для изменения формата существует несколько способов. Первым из них является изменение формата чертежа через вкладку «Настройка». В раскрывшемся списке необходимо выбрать вкладку «Параметры».

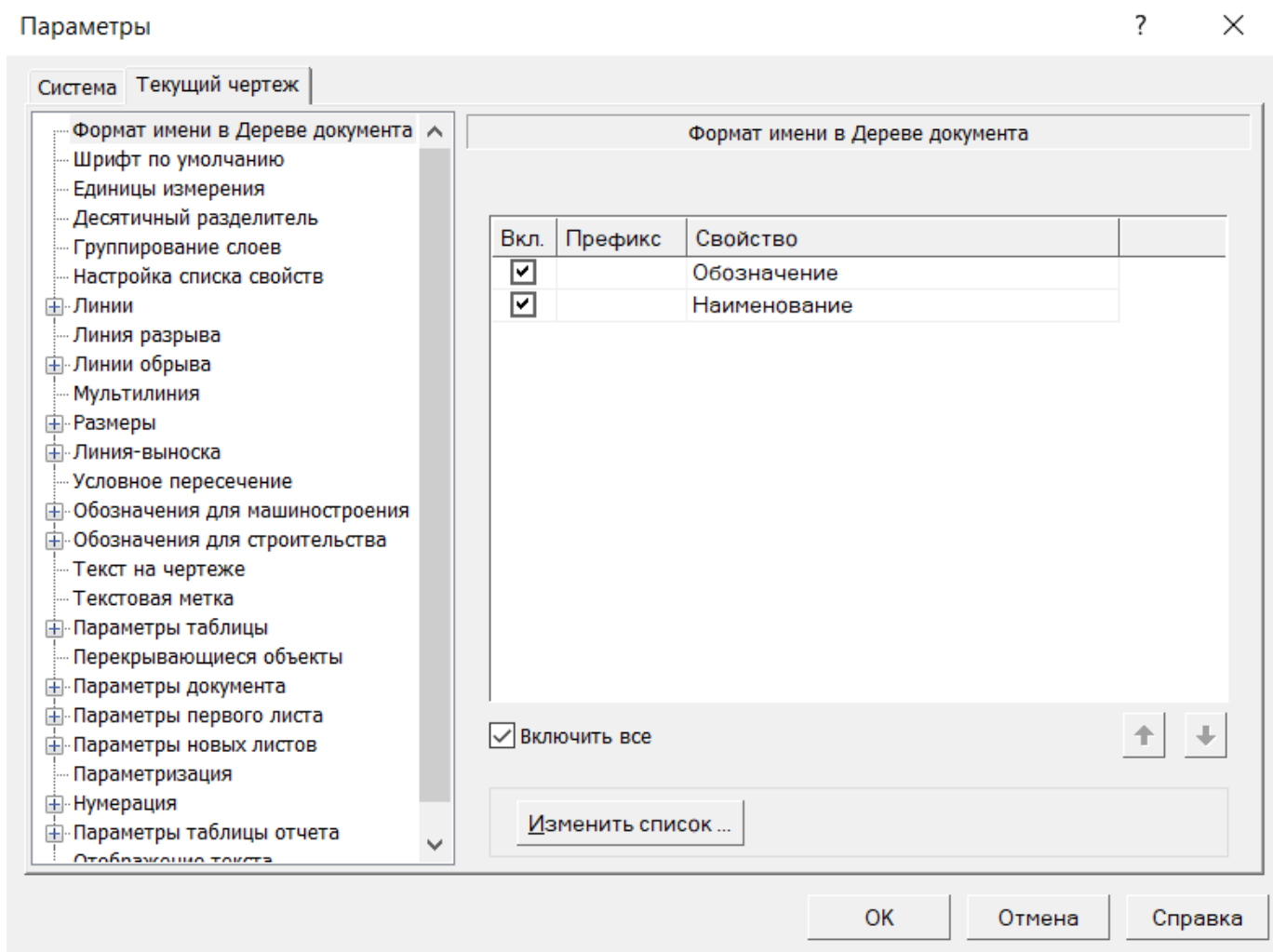


Рисунок 162 – Окно параметров

В открывшемся окне необходимо изменить информацию о текущем чертеже. Для этого в нажимаем «+» расположенный слева от «Параметров первого листа».

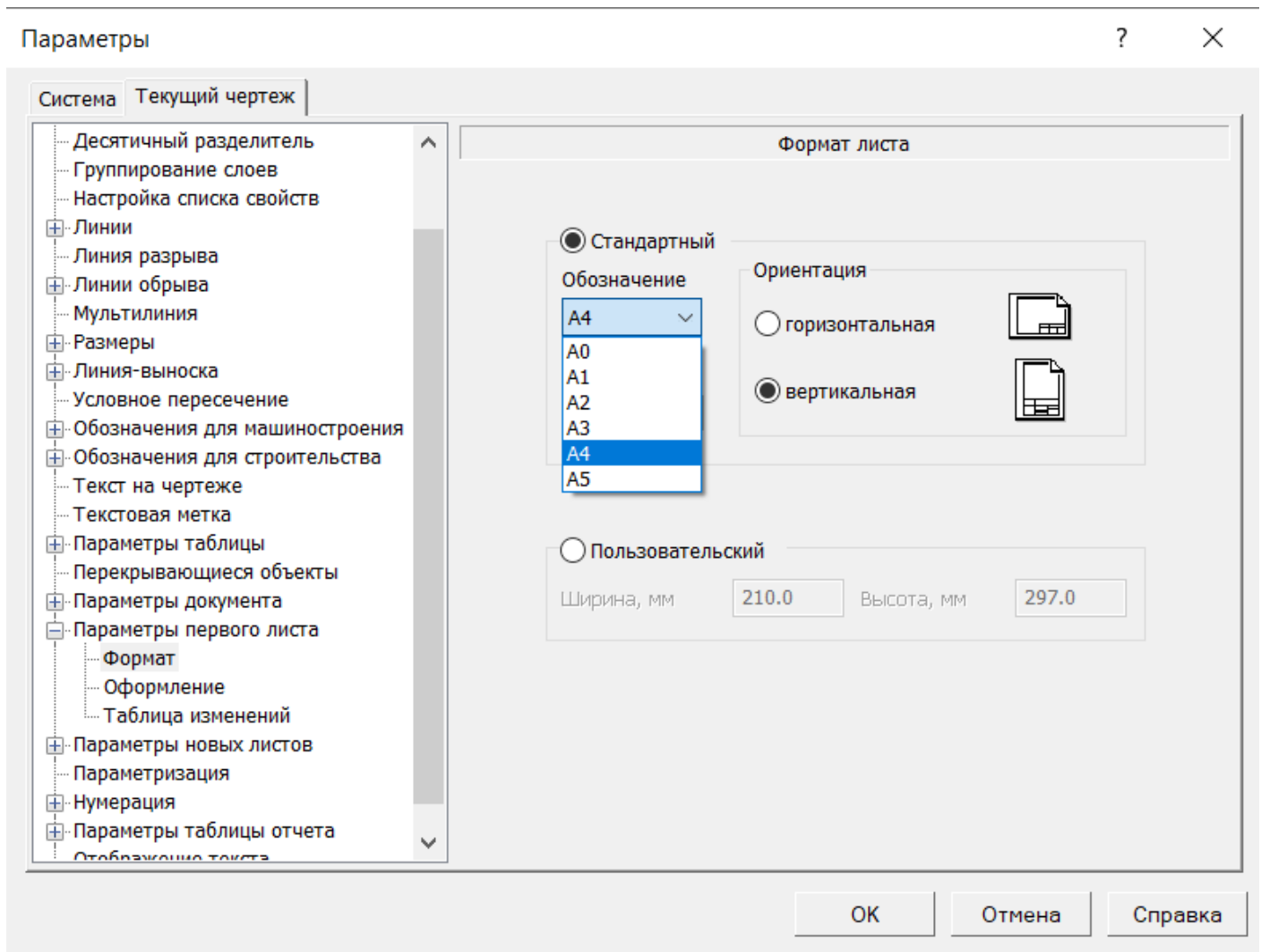


Рисунок 163 – Изменение формата чертежа

В раскрывшемся списке необходимо выбрать формат. В разделе «обозначения» необходимо выбрать интересующий формат чертежа. После установки всех необходимых параметров нажать «Ок». Кроме того, в этом же окне можно изменить ориентацию чертежа с вертикального на горизонтальны.

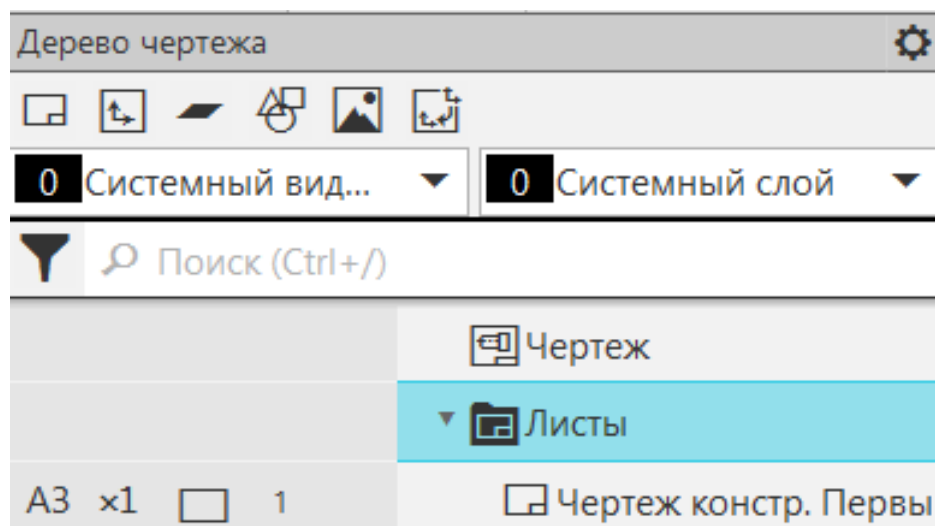


Рисунок 164 – Информация о текущем чертеже

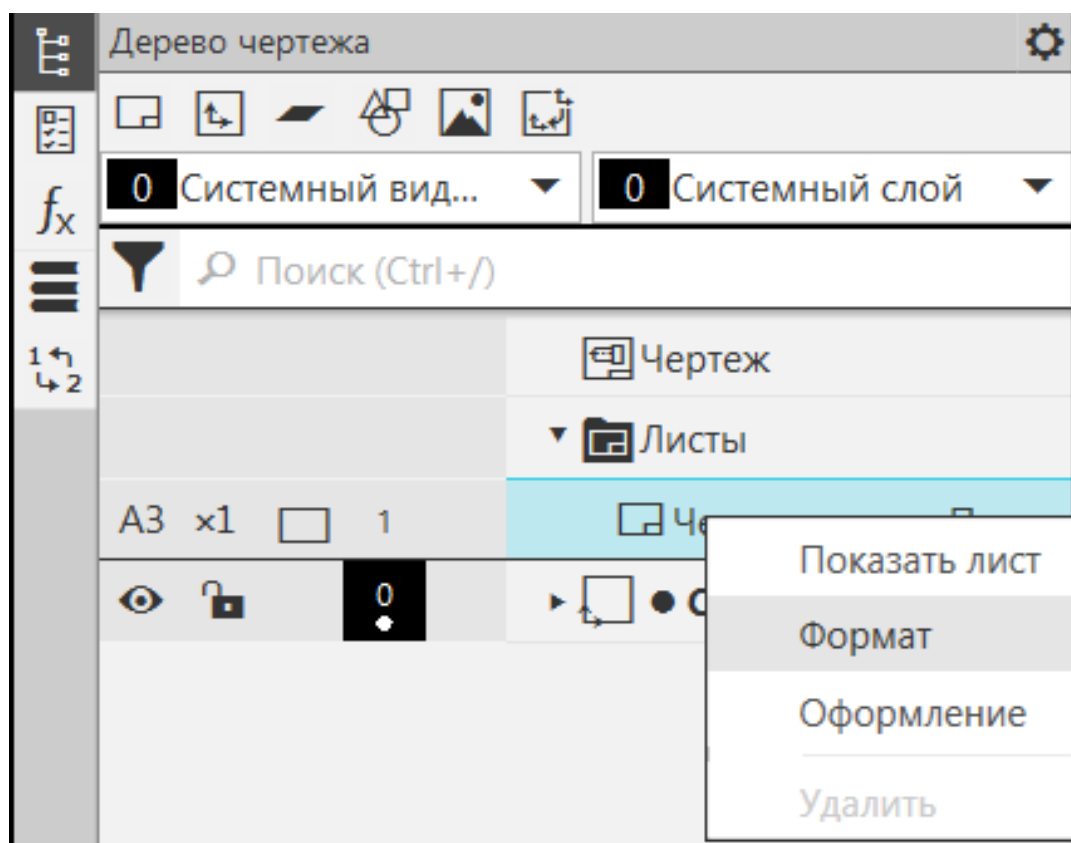


Рисунок 165 – Изменение формата через дерево чертежа

В дереве чертежа, раскрыв вкладку с листами можно ознакомиться с информацией о текущем чертеже. Видно, что сейчас установлен формат А3, а ориентация горизонтальная. Об этом свидетельствует отображение прямоугольника, рис. 164.

Вызвав правой клавишей меню у чертежа открывается окно свойств. В этом окне необходимо выбрать «формат», рис. 165.

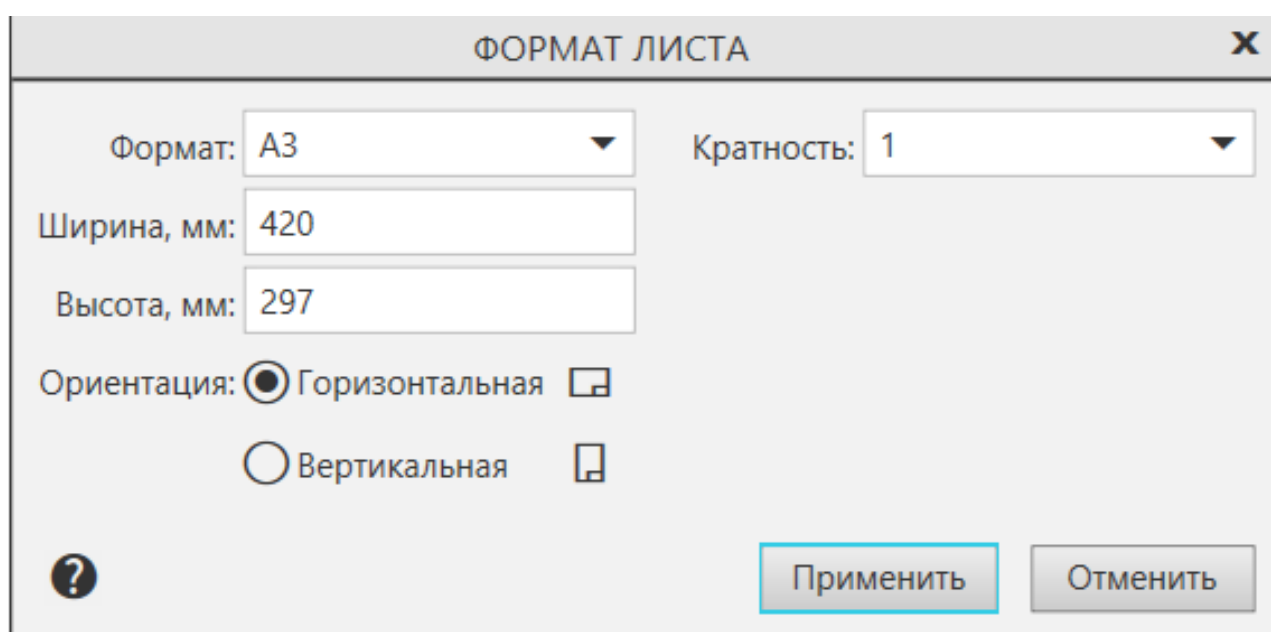


Рисунок 166 – Формат листа

Во всплывающем окне необходимо указать интересующий формат чертежа и ориентацию. После задания нужных параметров нажать кнопку «Применить». При изменении формата автоматически изменяются ширина и высота, рис. 166.

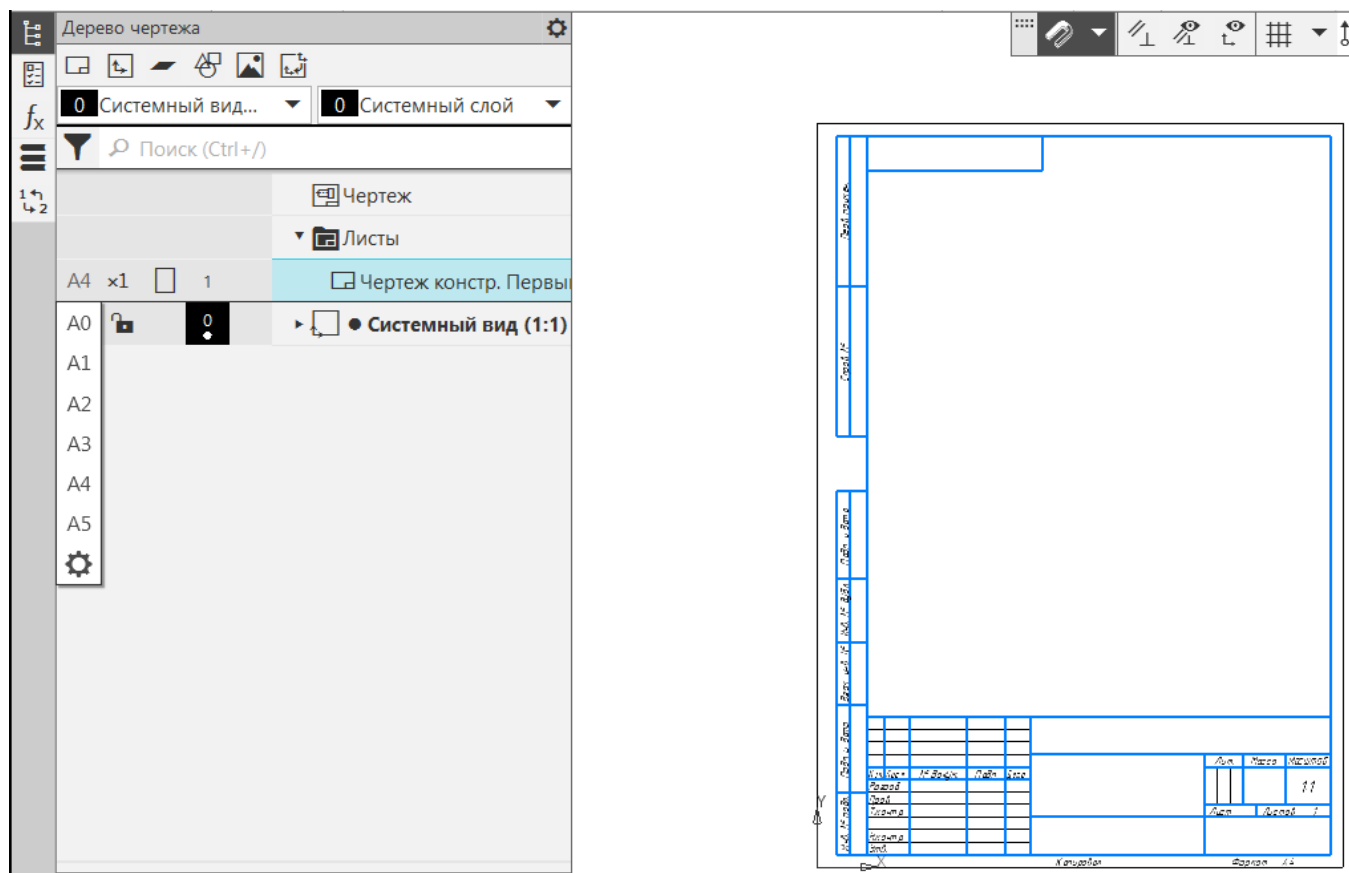


Рисунок 167 – Изменение формата и ориентации

Самым быстрым способом изменения формата и ориентации является выбор через нажатие на панели «Листы». Нажатие на исходный формат A4 позволяет выбрать из раскрывающегося списка нужный формат чертежа. В данном случае, для изменения ориентации нужно нажать на прямоугольник, для изменения ориентации.

ФОРМАТ ЛИСТА

Формат: Пользовательский ▼

Ширина, мм: 150

Высота, мм: 300

Ориентация: ☐ Горизонтальная 

☒ Вертикальная 

? Применить Отменить

Рисунок 168 – Формат листа

При необходимости работы с чертежом нестандартного формата необходимо задать пользовательские настройки. Для этого нужно нажать на шестерню, указанную на рис. 167, после чего автоматически открывается диалоговое окно форматом листа, пример такого диалогового окна представлен на рис. 168. Как видно, в данном случае есть возможность задания ориентации чертежа и указать размеры страницы, а именно ширину и высоту.

2.14. Материал для повторения

- Основные форматы чертежей: А0; А1; А2; А3; А4. ГОСТ 2.301 – 68.

Чертежно-графические документы и другие сопроводительные материалы следует выполнять на форматах, установленных стандартом, строго соблюдая необходимые правила и предписания. Стандарты, по которым выполняется техническая документация, с течением времени дополняются и в них вносятся коррективы согласно меняющимся требованиям современного производства, но основные направления относительно их функционального назначения остаются без изменений [1].

Для реализации конструкторских документов в графическом и текстовом исполнении предназначены специальные форматы, определяющие линейные размеры, измеряемые в миллиметрах. Использование листов определённых габаритов обосновано условиями хранения и организации документооборота.

- Масштаб - это соотношение линейных размеров на условном графическом изображении к истинным величинам изображаемого объекта.

Изображаемые элементы на чертежно-графическом документе, рекомендуется выполнять в натуральную величину, что дает правильное представление о подлинных размерах изделия. Но в виду того, что габаритные размеры действительного изделия, которое необходимо отобразить на чертеже не всегда совпадают с размерами формата листа, его приходится либо увеличивать, либо уменьшать. Масштаб 1:1

Если наносимые размеры объекта в натуральную величину превышают габариты формата конструкторского графического документа, то его уменьшают на величину, заданную стандартом. Масштаб 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000.

При изображении чертежно-графических элементов генеральных планов крупных объектов допускается применять следующие отношения размеров на чертеже: 1:2000; 1:5000; 1:10000; 1:20000; 1:25000; 1:50000.

В случае необходимости допускается реализовывать масштабы увеличения $(100n):1$, где буква n – является целым числом.

В тех случаях если внешние границы предмета в натуральную величину слишком малы в отношении к стандартному формату, то его увеличивают. Масштаб 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1.

- Линия является основным элементом чертежа. Различаются линии между собой по типу и по толщине. ГОСТ 2.303 – 68.

Сплошная толстая основная. Назначение – линии видимого контура; линии перехода видимые; линии контура сечения (вынесенного и входящего в состав разреза).

Сплошная тонкая. Назначение – линии контура наложенного сечения; линии размерные и выносные; линии штриховки; линии-выноски; полки линий-выноски и подчеркивание надписей; линии для изображения пограничных

деталей; линии ограничения выносных элементов на видах, разрезах и сечениях; линии перехода воображаемые; следы плоскостей, линии построения характерных точек при специальных построениях.

Сплошная волнистая. Назначение – линии обрыва; линии разграничения вида и раздела.

Штриховая. Назначение – линии невидимого контура; линии перехода невидимые.

Штрихпунктирная тонкая. Назначение – линии осевые и центровые; линии сечений, являющиеся осями симметрии для наложенных или вынесенных сечений.

Штрихпунктирная утолщенная. Назначение – линии, обозначающие поверхности, подлежащие термообработке или покрытию; линии для изображения элементов, расположенных перед секущей плоскостью («наложенная проекция»).

Разомкнутая. Назначение – линии сечений.

Сплошная тонкая с изломами. Назначение – длинные линии обрыва.

Штрихпунктирная с двумя точками тонкая. Назначение – линии сгиба на развертках; линии для изображения частей изделий в крайних или промежуточных положениях; линии для изображения развертки, совмещенной с видом.

- Согласно действующему на сегодняшний день стандарту, различают три вида: основной, местный и дополнительный.

Известно, что фронтальная, горизонтальная и профильная проекции являются изображениями проекционного чертежа. Видами принято именовать те изображения на машиностроительных чертежах, которые представляют собой проекции внешних видимых поверхностей предметов. Можно также сказать, что под видами подразумеваются видимые части поверхностей предметов, обращенные к наблюдателю и показанные на чертежах.

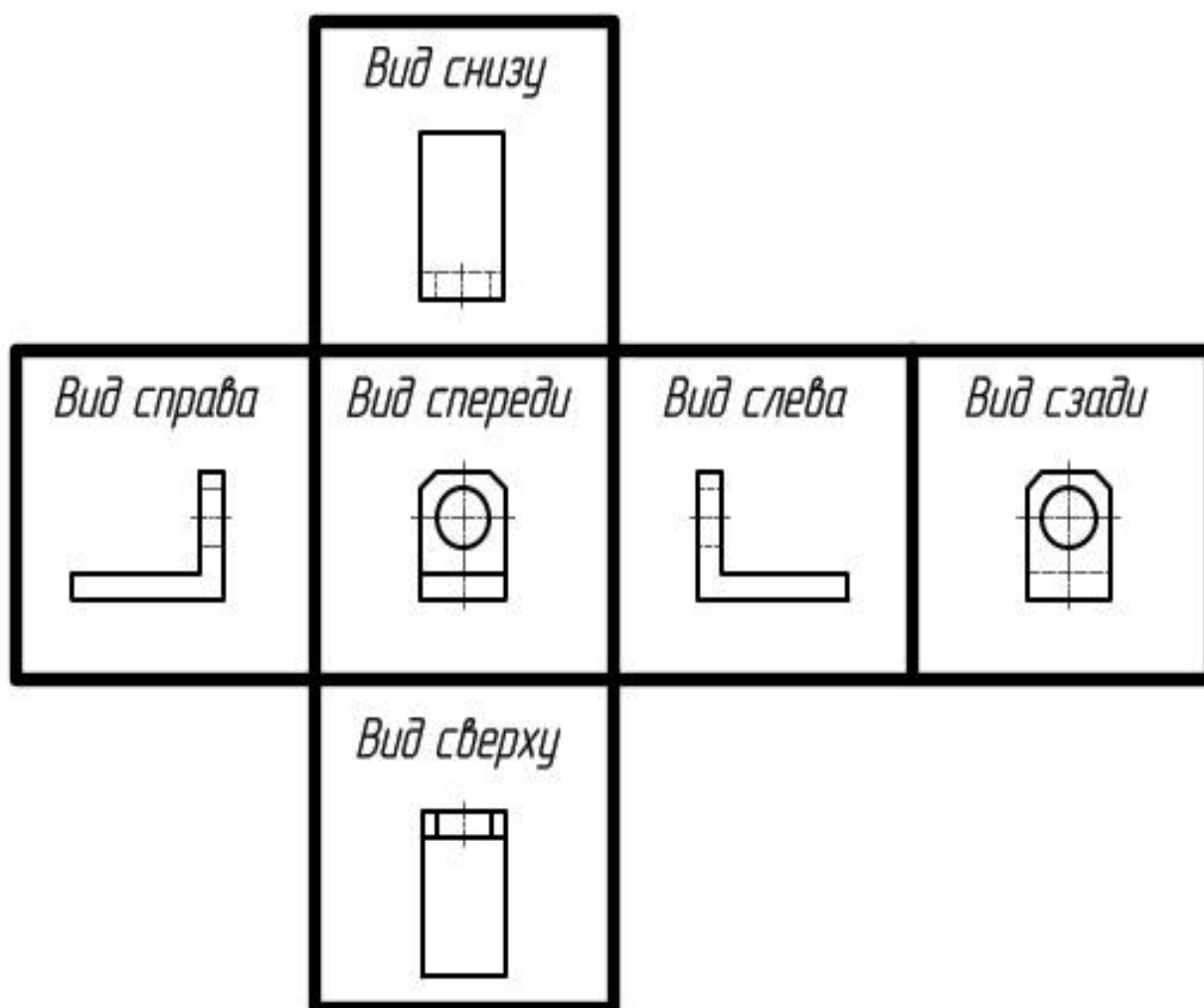


Рисунок 169 – Расположение видов на чертеже

Руководствуясь ГОСТ 2.305 – 68, виды, которые получаются на всех основных проекциях плоскостей, имеют следующие названия:

Главный вид (вид спереди). Он находится на том месте, где располагается фронтальная проекция

Вид сверху. Находится под главным видом, то есть на том месте, где располагается горизонтальная проекция

Вид слева. Размещается справа от главного вида, на том месте, где располагается профильная проекция

Вид справа. Находится с левой стороны главного вида

Вид снизу. Размещается над главным видом

Вид сзади. Находится с правой стороны от вида слева

На чертежных графических документах наименования видов не наносятся, кроме тех случаев, когда с главным изображением детали они находятся в прямой и непосредственной проекционной связи.

Точно так же, как и все проекции, основные виды находятся в проекционной связи. При составлении машиностроительных чертежей разработчики стараются выбирать как можно меньшее количество видов, и в то же самое время, чтобы

форма изображенного предмета была представлена точно и во всех подробностях. В тех случаях, если это необходимо, те части поверхностей предметов, которые являются невидимыми, допускается обозначать при помощи штриховых линий.

Самую полную информацию об изображенном на чертеже предмете должен предоставлять главный вид. По этой причине расположение детали относительно фронтальной плоскости проекций необходимо осуществлять таким образом, чтобы можно было спроецировать ее видимые поверхности с указанием самого большого количества элементов, определяющих форму. Кроме того, именно главному виду надлежит демонстрировать все особенности формы детали, уступы, изгибы поверхности, силуэт, отверстия, выемки. Это необходимо производить с целью обеспечения максимально быстрого узнавания той формы, которую имеет изображаемое изделие.

- Разрез – это изображение, полученное при мысленном рассечении предмета плоскостью. На разрезе показывается все, что расположено в секущей плоскости и видно за ней.

Фигура сечения, входящая в разрез, выделяется штриховкой, условно характеризующей материал детали.

Правила выполнения штриховки регламентирует ГОСТ 3.306-68.

Деталь, или сборку, состоящую из числа конструктивных элементов, иногда нужно показать мысленно разрезанной, для лучшего понимания, что находится за пределами внешней оболочки полого графического объекта. Полученные срезы заполняются штриховыми линиями в соответствии с материалом, из которого они состоят.

Разрезы формируют детальную картину с чётко обозначенными границами геометрических форм сложного изделия. Разрезы, исходя из расположения секущей плоскости, подразделяются на: горизонтальные, вертикальные и наклонные.

От расположения секущих плоскостей зависит условные названия плоскостей. Так, если секущая плоскость направлена вдоль длины или высоты предмета, их называют продольными, а если эти плоскости перпендикулярны длине или высоте предмета, поперечными.

- Сложные и простые разрезы, именуются таковыми в зависимости от числа секущих плоскостей.

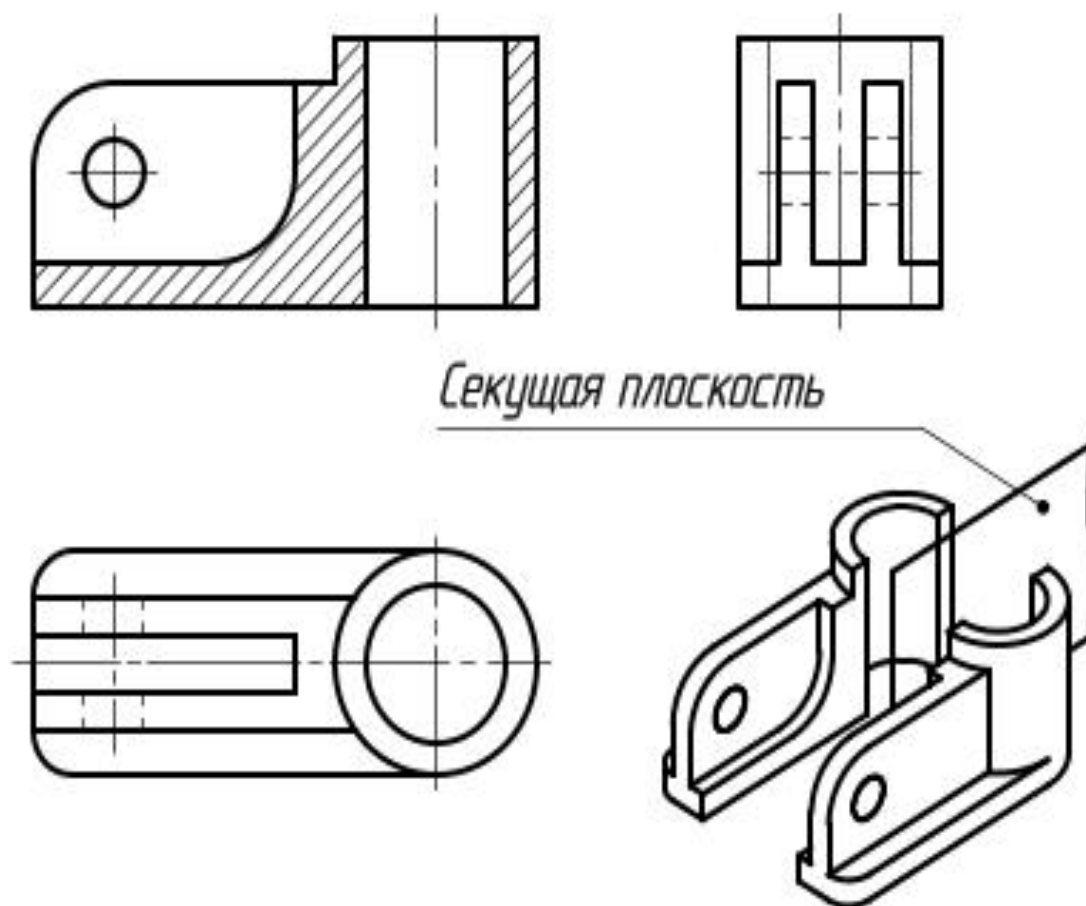


Рисунок 170 – Демонстрация разреза

- Горизонтальный разрез – это такой разрез, при котором секущая плоскость параллельно ориентирована к горизонтальной плоскости проекции. В чертежах строительного назначения, разрезам данного типа могут присваиваться другие названия, например, «план».

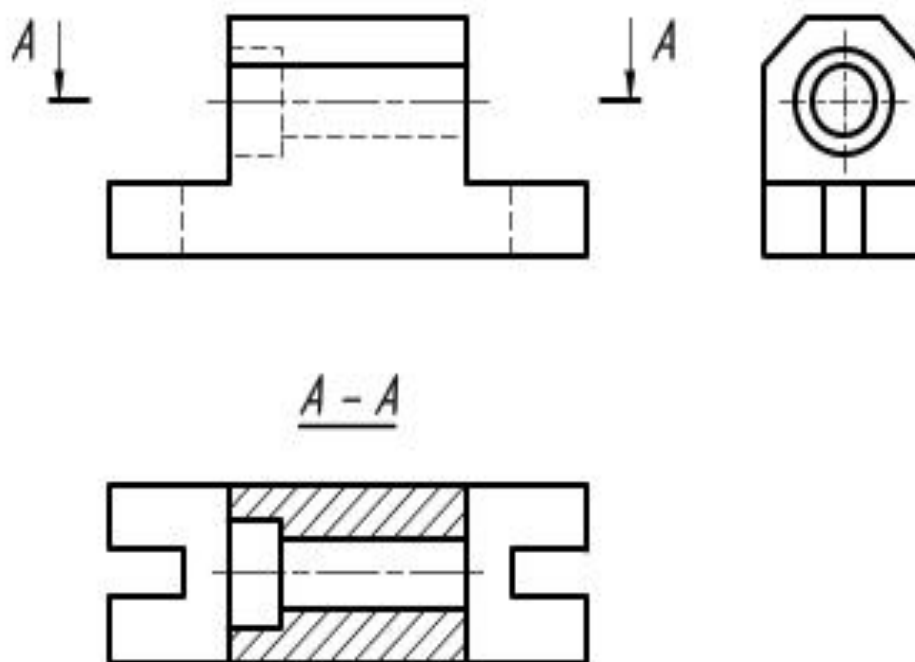


Рисунок 171 – Горизонтальный разрез

- Вертикальный разрез – это разрез, при котором рассекающая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекции.

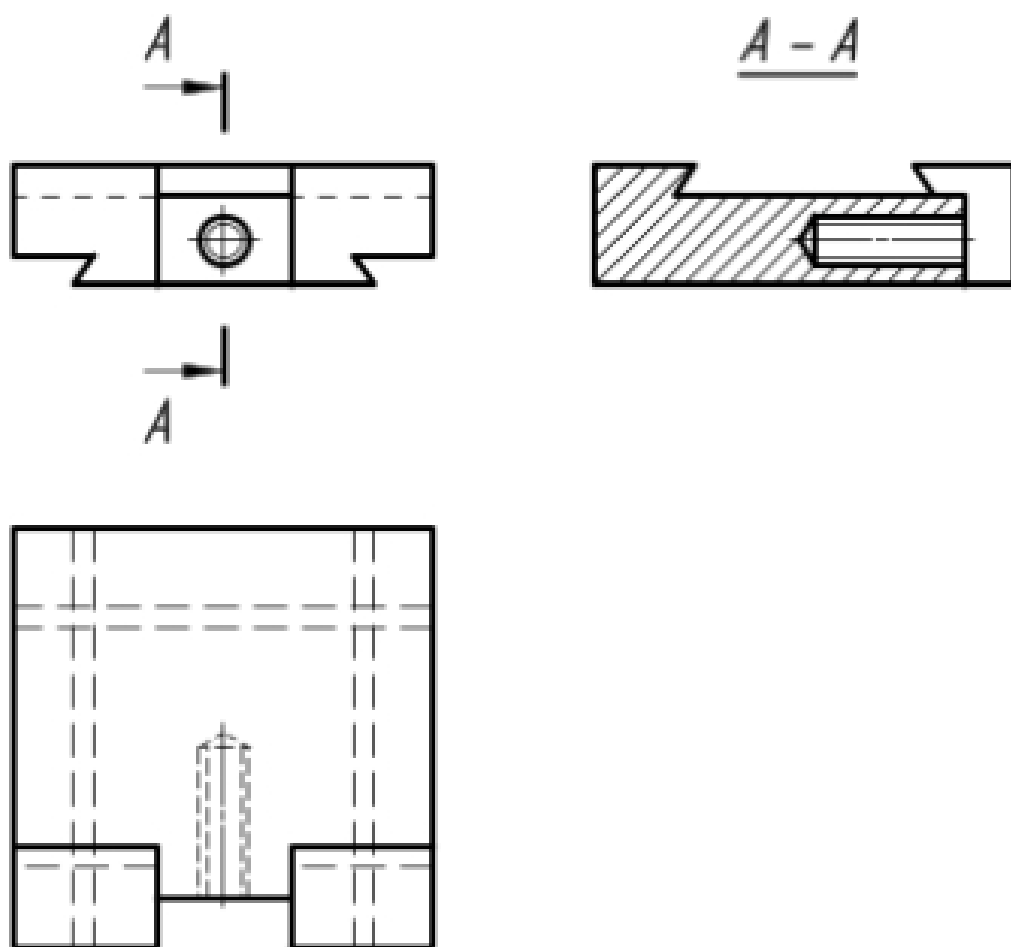


Рисунок 172 – Вертикальный разрез

- Наклонный разрез – здесь плоскость среза, располагается под углом к горизонтальной плоскостью проекции.

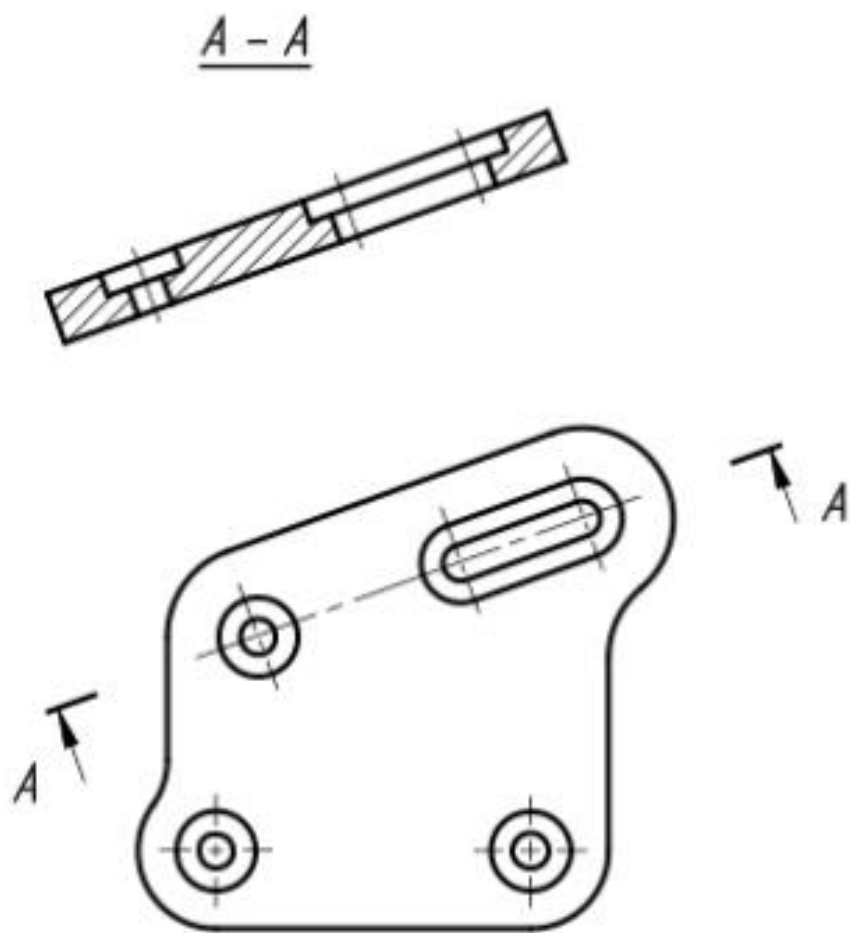


Рисунок 173 – Наклонный разрез

- Простой разрез – разрез, который образован одной секущей плоскостью.

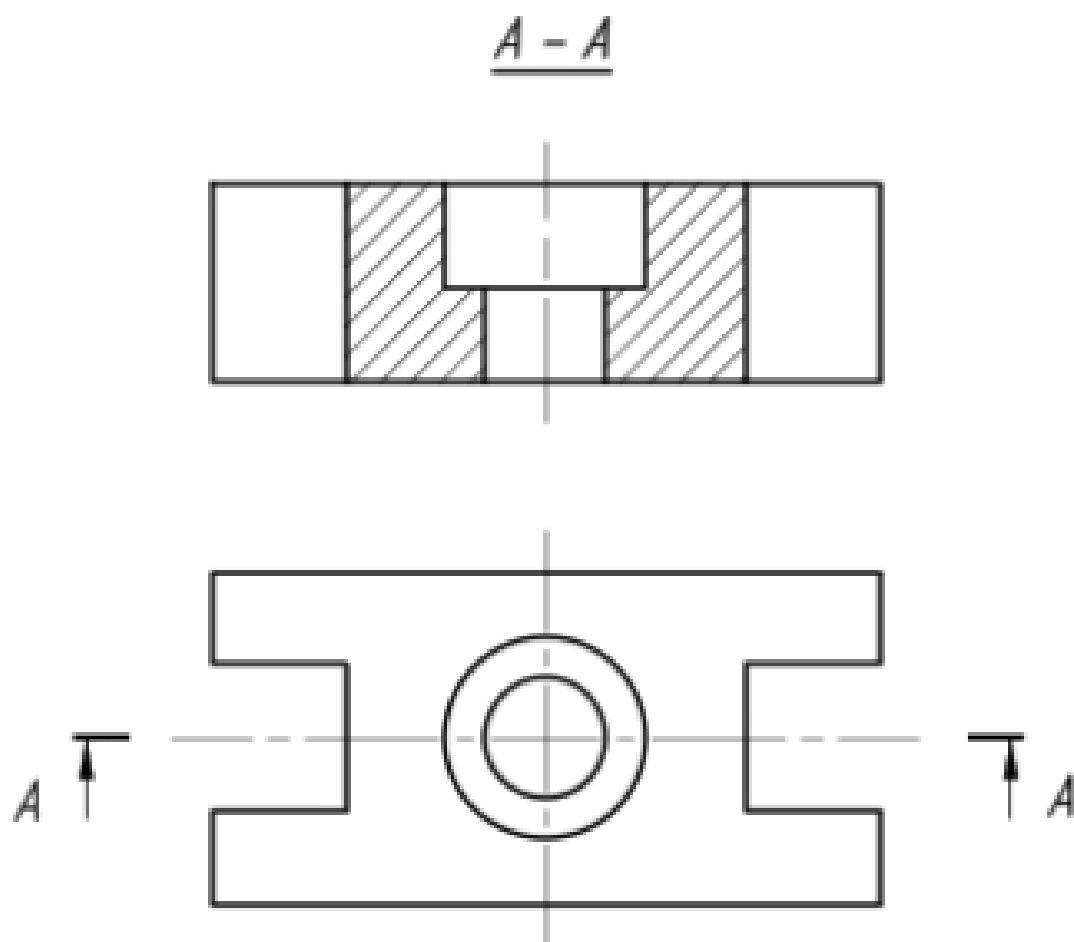


Рисунок 174 – Простой разрез

- Сечение, это воображаемый срез части предмета, образованный пересечением его с плоскостью.

Профиль сечения указывается на чертеже с целью детального отображения геометрических особенностей и размеров отдельного участка детали. Сечение отличается от разреза тем, что отображает только контур грани расположенный на секущей плоскости, а все остальные сегменты, расположенные за ней, не изображаются.

Технические чертежи содержат разнохарактерные типы изображений, это могут быть виды, разрезы, сечения и прочее. Вспомогательные графические элементы, такие как, сечения играют важную роль в передаче геометрической информации, которая показывает скрытые части детали необходимые для её изготовления.

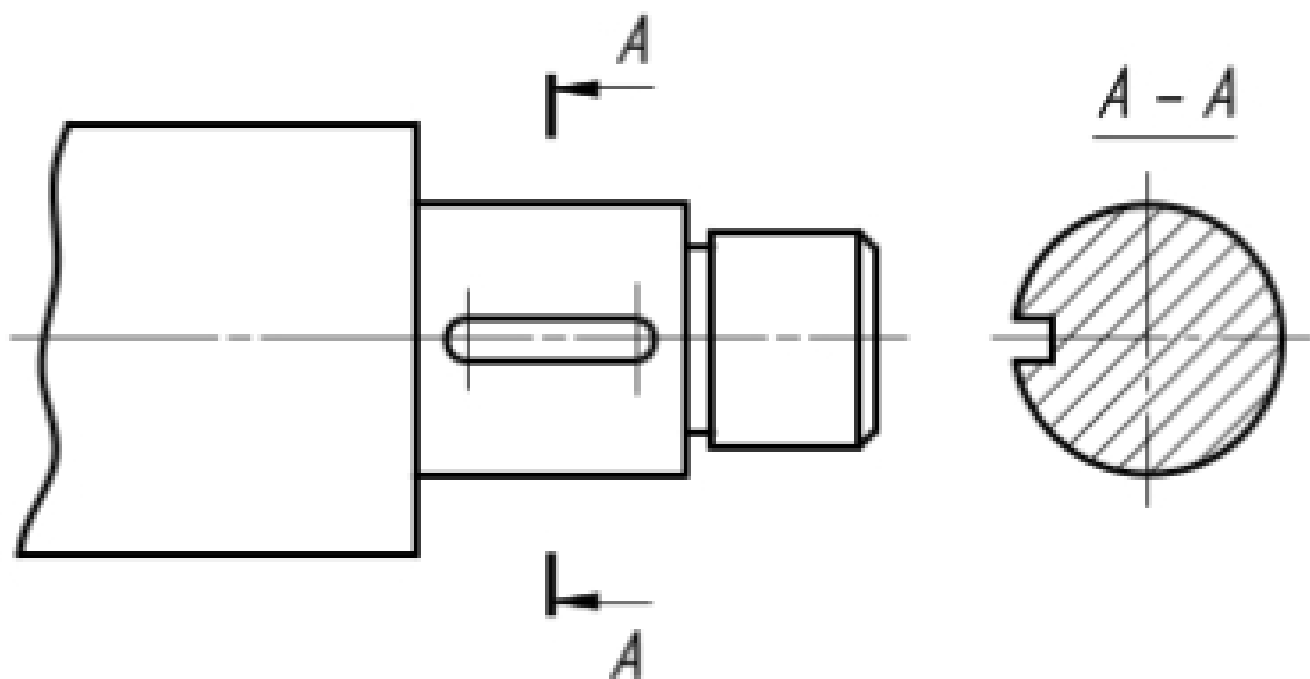


Рисунок 175 – Сечение

Сечения подразделяются на виды отображения. К одному из таких подразделов относится, наложенное сечение, которое непосредственно располагается на изображении исходного предмета. Причём если наложенное сечение позиционировано симметрично, на опорном элементе чертежа, то положение секущей плоскости не указывается.

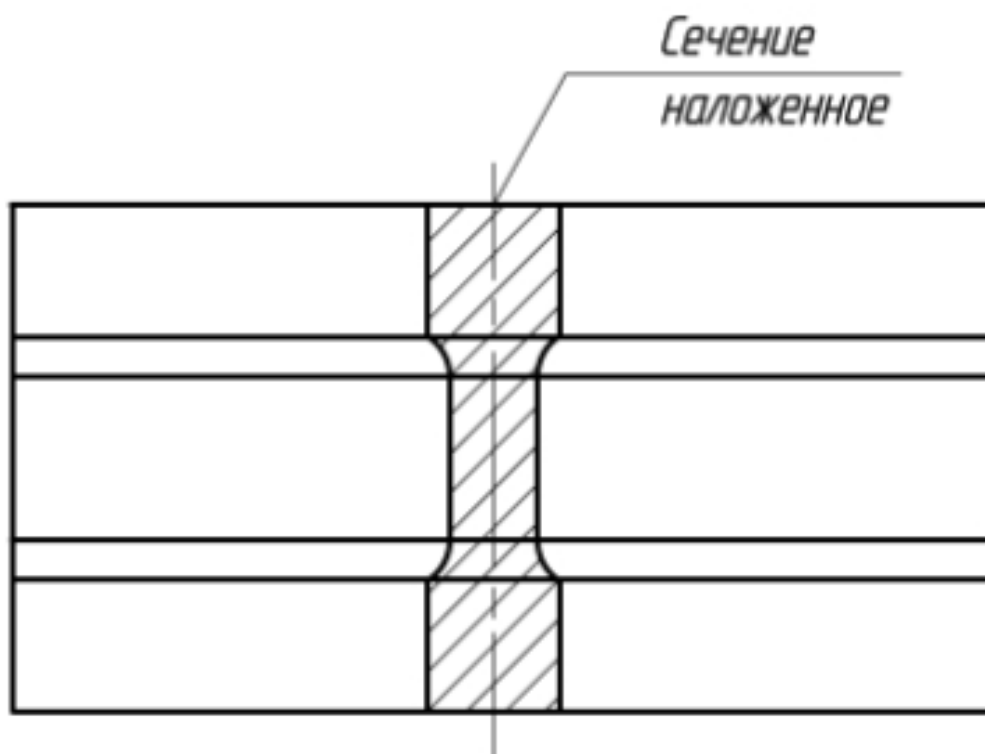
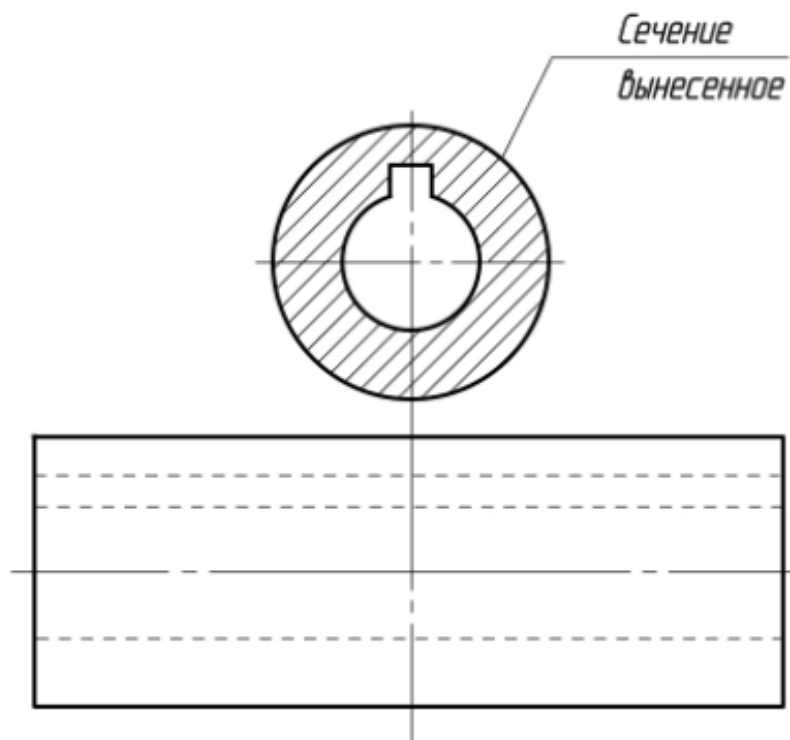


Рисунок 176 – Сечение наложением

Вынесенное симметричное сечение ещё один способ визуализации среза предмета, который в виду своей практичности, является более предпочтительным. Такой вид зрительного воспроизведения может компоноваться в непосредственной близости от основного изображения, причём ось симметрии должна совпадать с местоположением секущей плоскости и пересекать внешнее очертание предмета.



Сечение помещённое в разрыве.

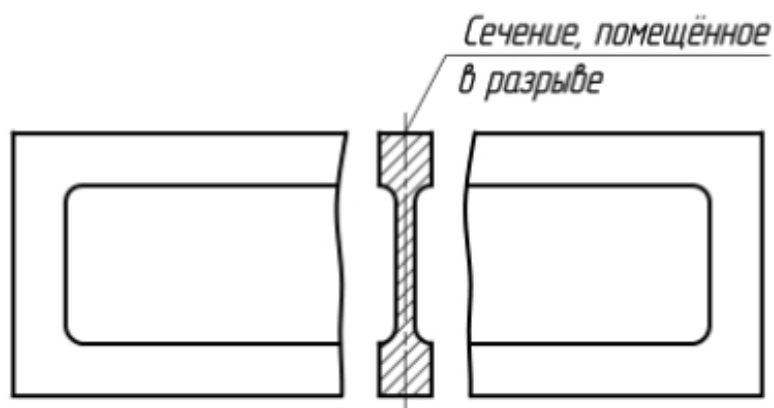


Рисунок 177 – Сечение, помещенное в разрыве

2.15. Вопросы для самоконтроля

11. Какая линия указывается на чертеже при обозначении отверстий?
12. Какой вид показывает самую полную информацию об изображении на выполняемом чертеже?
13. Какой вид располагается под главным видом?
14. Некоторая сборка (объект) имеет размеры 200х200мм. Какой размер будет иметь объект, выполненный на сборочном чертеже в масштабе 1:2?
15. Какой документ надо выбрать для работы на плоскости, чтобы отображалась рамка чертежа?
16. Какую вкладку в меню «Экран» необходимо выбрать, чтобы найти исходные цветовые настройки интерфейса?
17. Каким цветом подсвечиваются активные команды по умолчанию?
18. Какую тему рабочего пространства можно установить при условии, что задана светлая тема?
19. Что означает сочетание клавиш Ctrl + V?
20. Что нужно сделать для фиксации вспомогательной прямой в пространстве после того, как был задан угол наклона?
21. Что произойдет, если выбрать команду «Точка» и нажать левую клавишу в любом месте пространства?
22. Какие координаты точки можно вводить с клавиатуры?
23. Какое количество точек возникает при использовании команды «Точки по кривой», при условии, что окружность делится на 5 участков?
24. По какой координате возможно построение отрезка?
25. Какое количество типов линий предусмотрено в стандартном варианте работы программы КОМПАС-3D?

3. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ 3D-КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ. СОЗДАНИЕ И РЕДАКТИРОВАНИЕ 3D-ГРАФИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ. ГЕНЕРАЦИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ

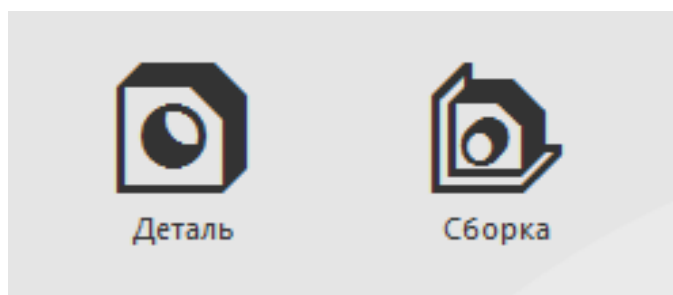


Рисунок 178 – Элементы взаимодействия с трехмерным пространством

Начиная работу в трехмерном пространстве необходимо выбрать один из двух элементов, представленных на рис. 178. Как правило все объекты выполняются деталями, после чего выполняется сборка, при необходимости.

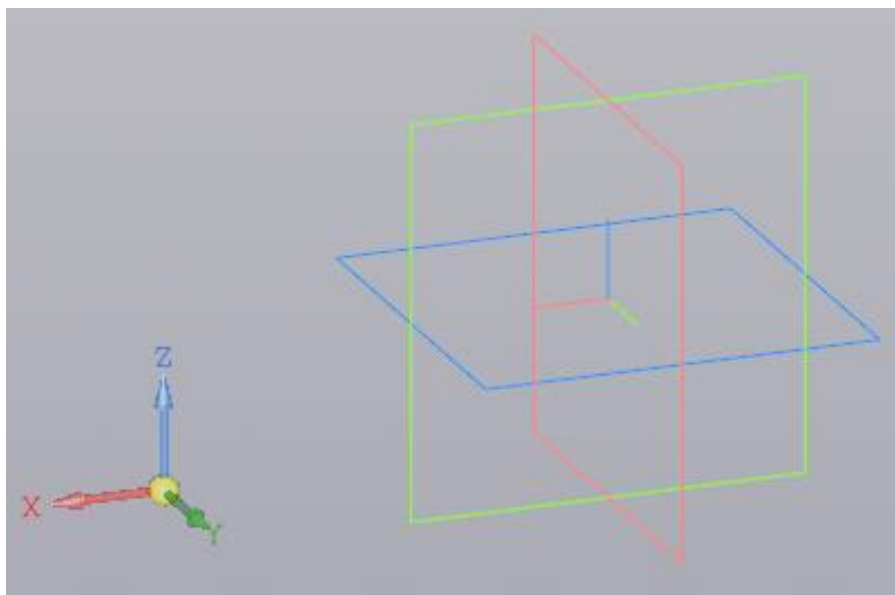


Рисунок 179 – Рабочая область для трехмерного моделирования

Рабочее пространство для работы с трехмерными объектами несколько отличается, но все функции, работающие на плоскости применимы и в этом режиме работы. Для перемещения в рабочем пространстве необходимо зажимать колесо мыши. Поворот в пространстве выполняется с помощью зажатия правой клавиши мыши и смещения компьютерной мыши в сторону.

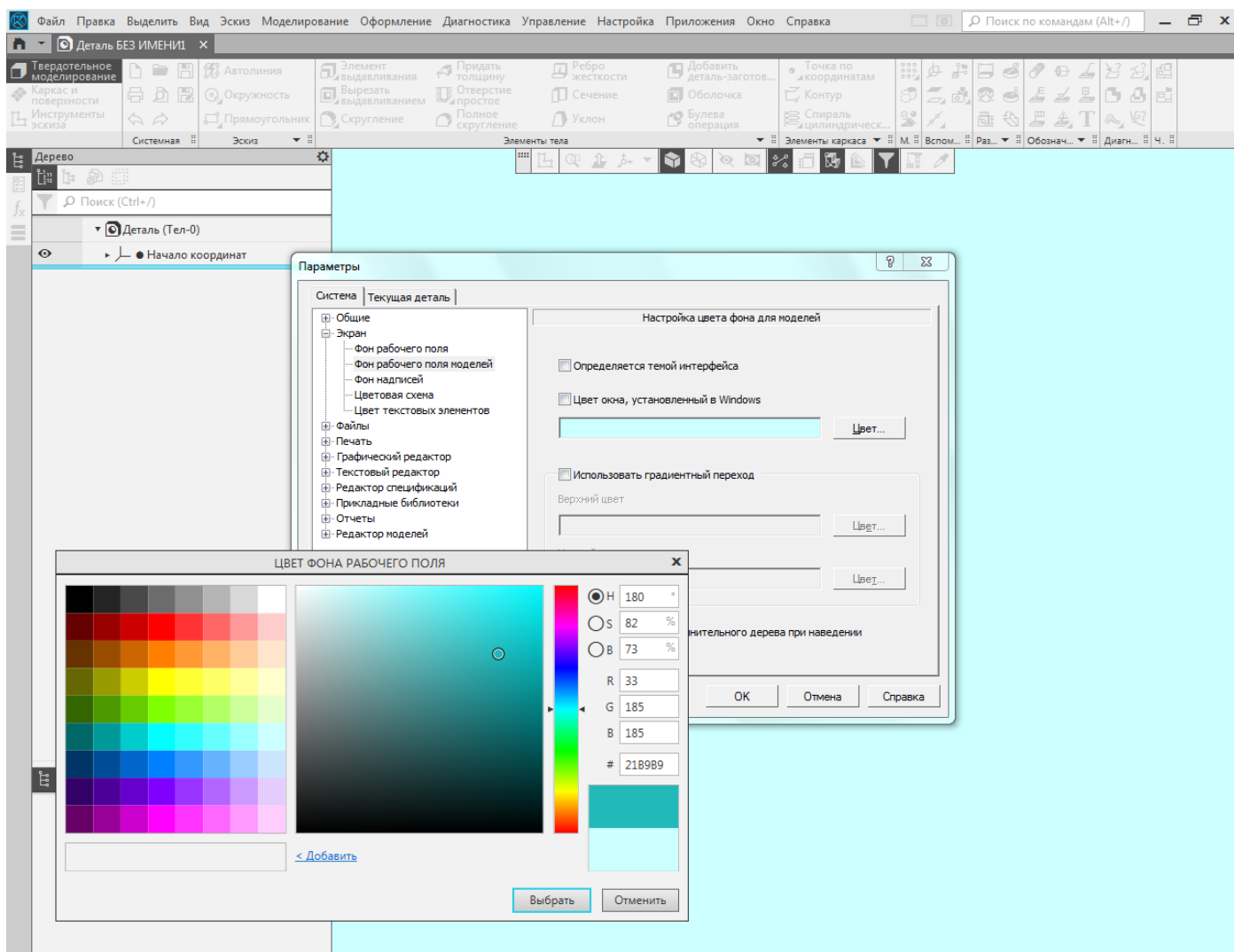


Рисунок 180 – Изменение фона рабочего пространства при работе в 3D

Для изменения фона рабочей области модели необходимо вызвать контекстное меню, как показано на рис. 180. Настройки – параметры – система – экран – фон рабочего поля моделей. Необходимо снять галочку «Определяется темой интерфейса» и нажать кнопку «Цвет». В дальнейшем выбрать приемлемую для работы цветовую схему.

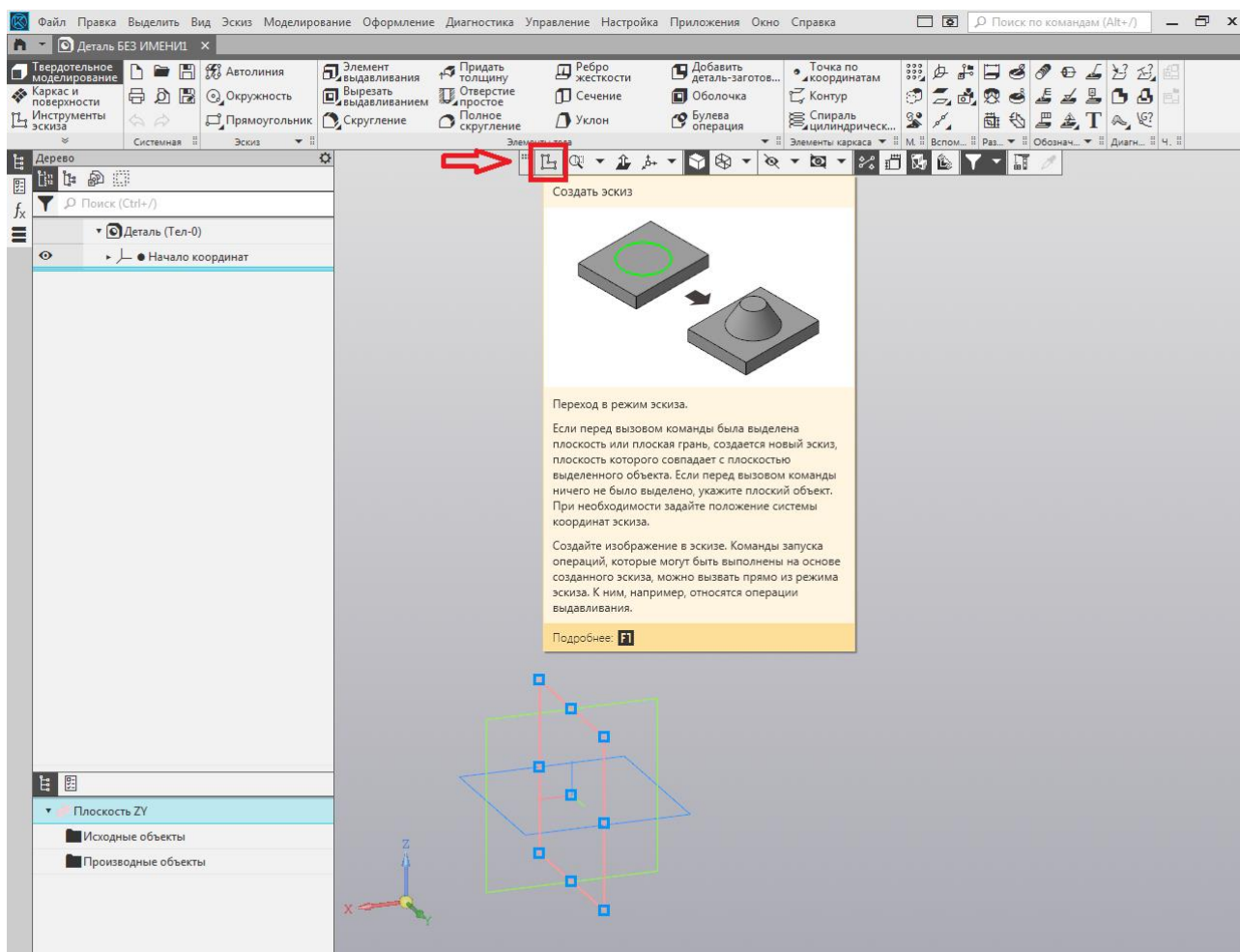


Рисунок 181 – Создание эскиза на плоскости

Для начала работы необходимо выбрать одну из базовых плоскостей. Для этого нажать левой клавиши мыши на выбранную плоскость происходит автоматическое подсвечивание и выделение плоскости, на рис. 181 она подсвечена синими точками.

Выделив плоскость необходимо создать эскиз. Для этого на панели инструментов в верхней части рабочего пространства предстоит выбрать значок многоугольника, рис. 181.

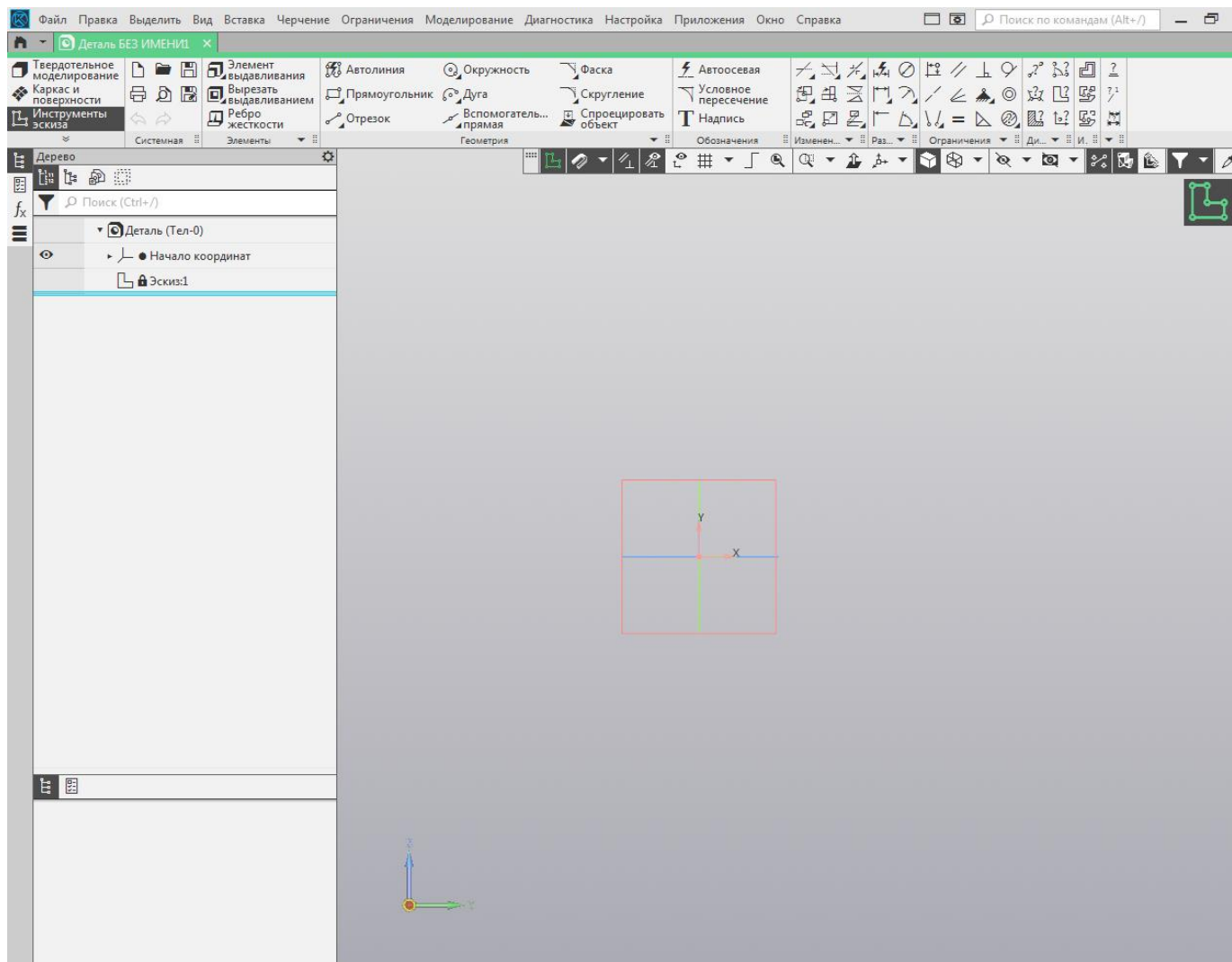


Рисунок 182 – Плоскость эскиза

Попад в режим эскиза видно, что работа происходит на плоскости, появились стандартные инструменты для работы на плоскости. Во время работы в режиме эскиза в правом верхнем углу экрана горит зеленый многоугольник, а сам значок эскиза подсвечивается черным цветом.

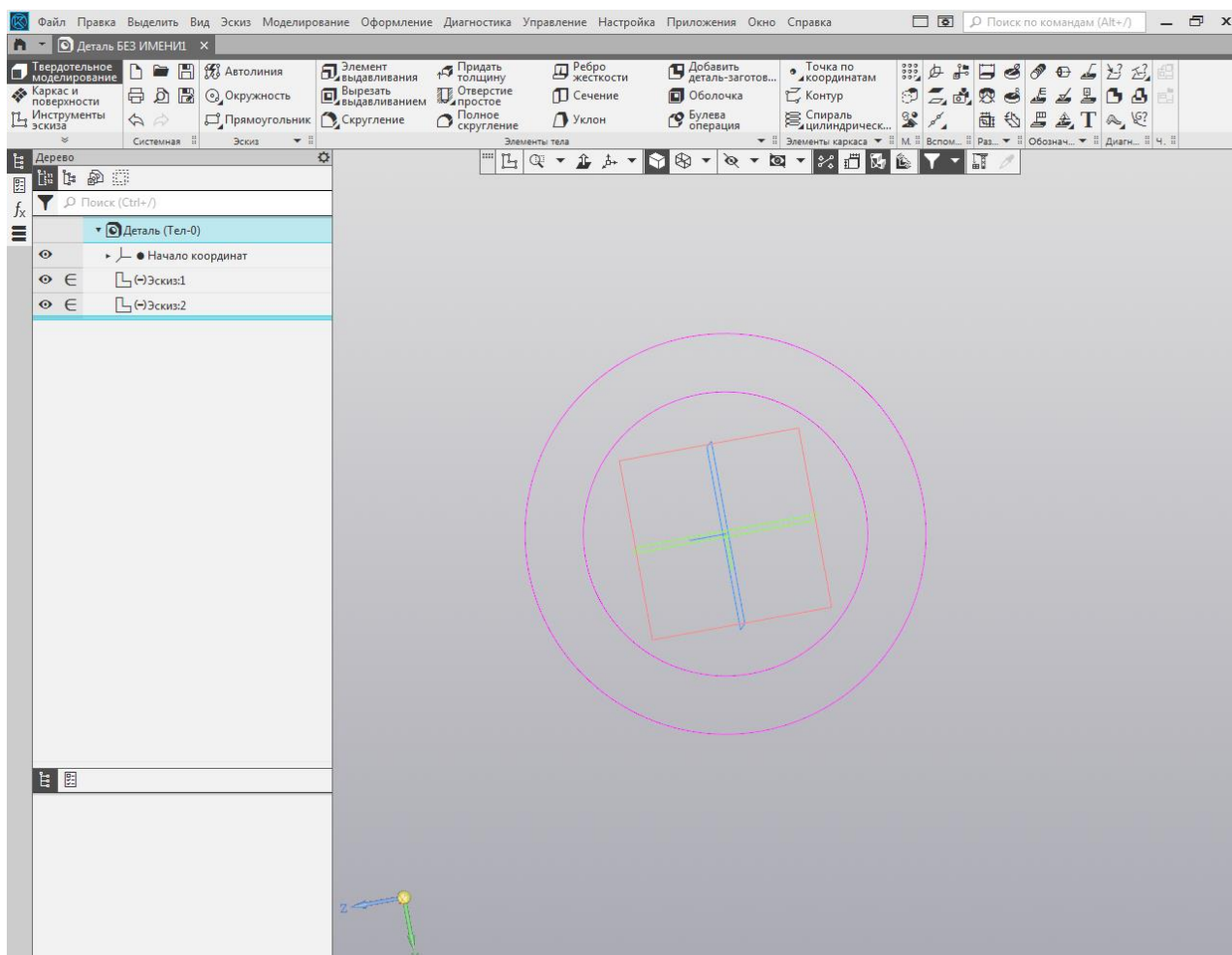


Рисунок 183 – Отображение созданных эскизов в трехмерном пространстве

Завершив построение повторным нажатием на кнопку эскиза из плоскости можно попасть в трехмерное пространство. В трехмерном пространстве эскизы отображаются розовыми линиями. Без придания объема они не оказывают негативного влияния на трехмерную модель.

На одной плоскости можно создать неограниченное количество эскизов. Каждый новый эскиз отображается в дереве чертежа и имеет свое название.

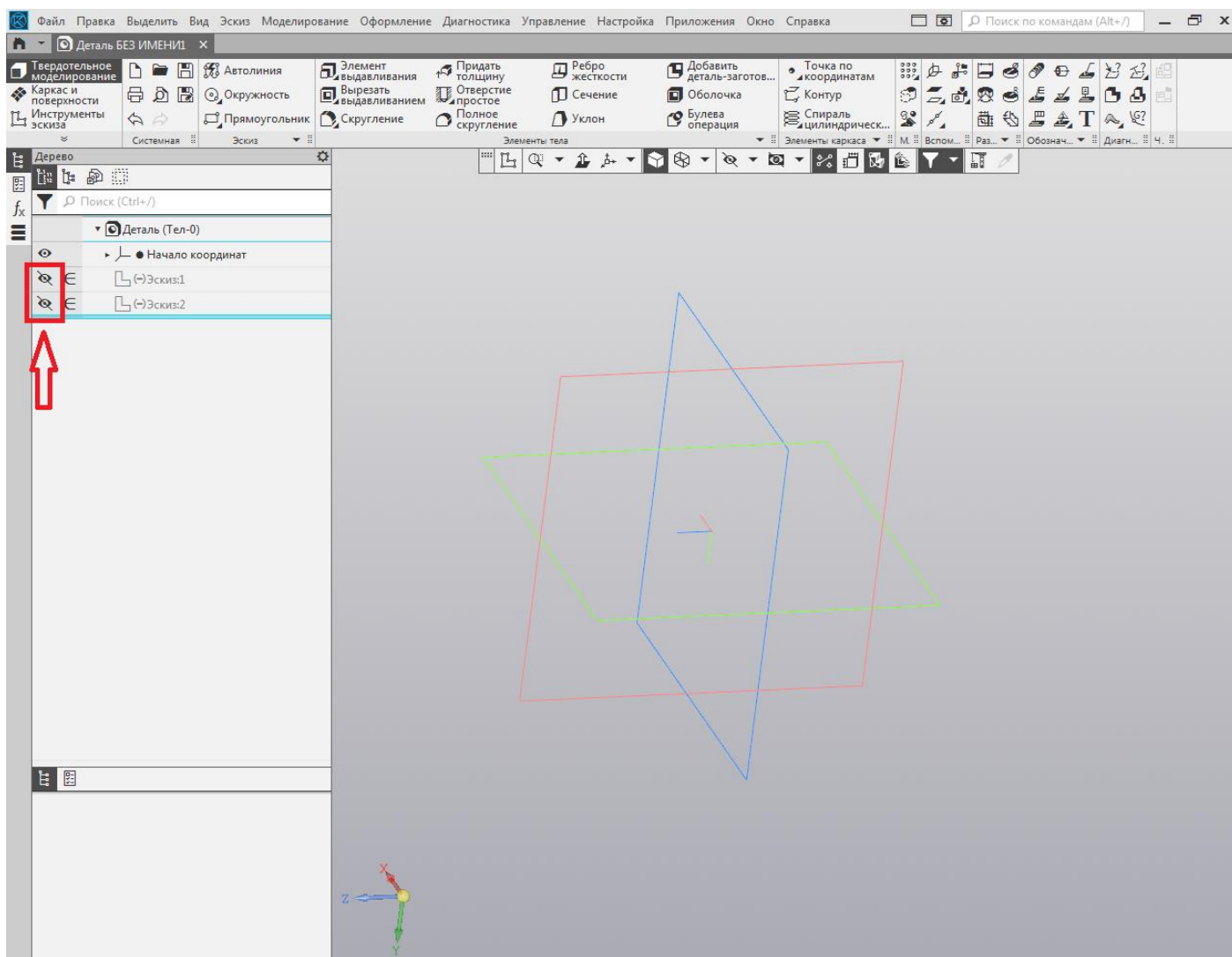


Рисунок 184 – Скрывать элементы

Для того, чтобы скрыть из рабочей области ненужные эскизы нужно нажать на значок глаза. Данная функциональная особенность характерна не только для эскизов, а также для любых объектов и операций, расположенных в дереве чертежа.

3.1. Автоматические вычисления

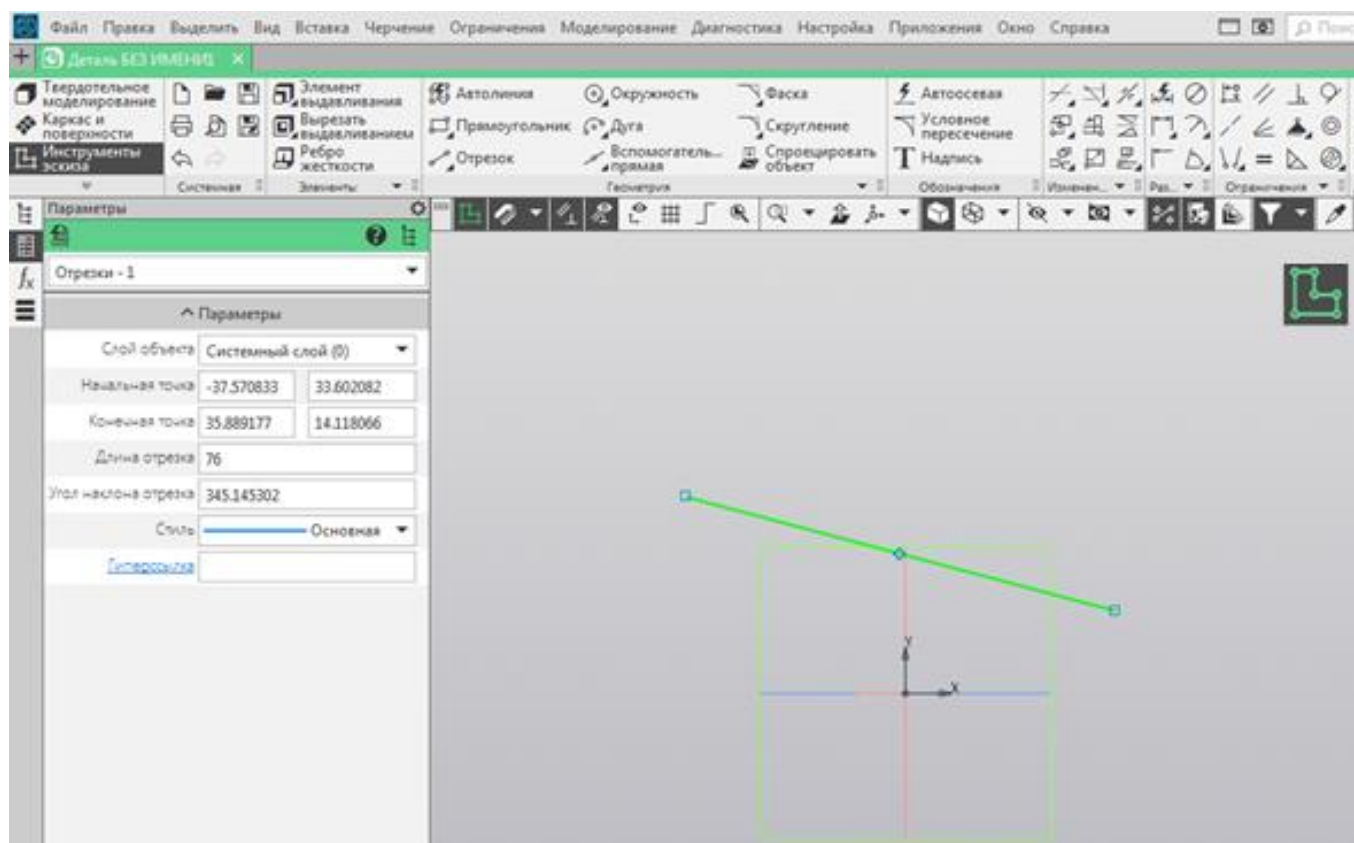


Рисунок 185 – Автоматические вычисления

Для построения отрезков, вспомогательных прямых и других функциональных элементов необходимо указывать расстояние, на которое программа должна построить тот или иной элемент.

Вычислять каждый раз вручную или на калькуляторе расстояние довольно утомительное и бесполезное занятие. Программа Компас обладает алгоритмами, позволяющими пользователю вести подсчеты внутри задания расстояний.

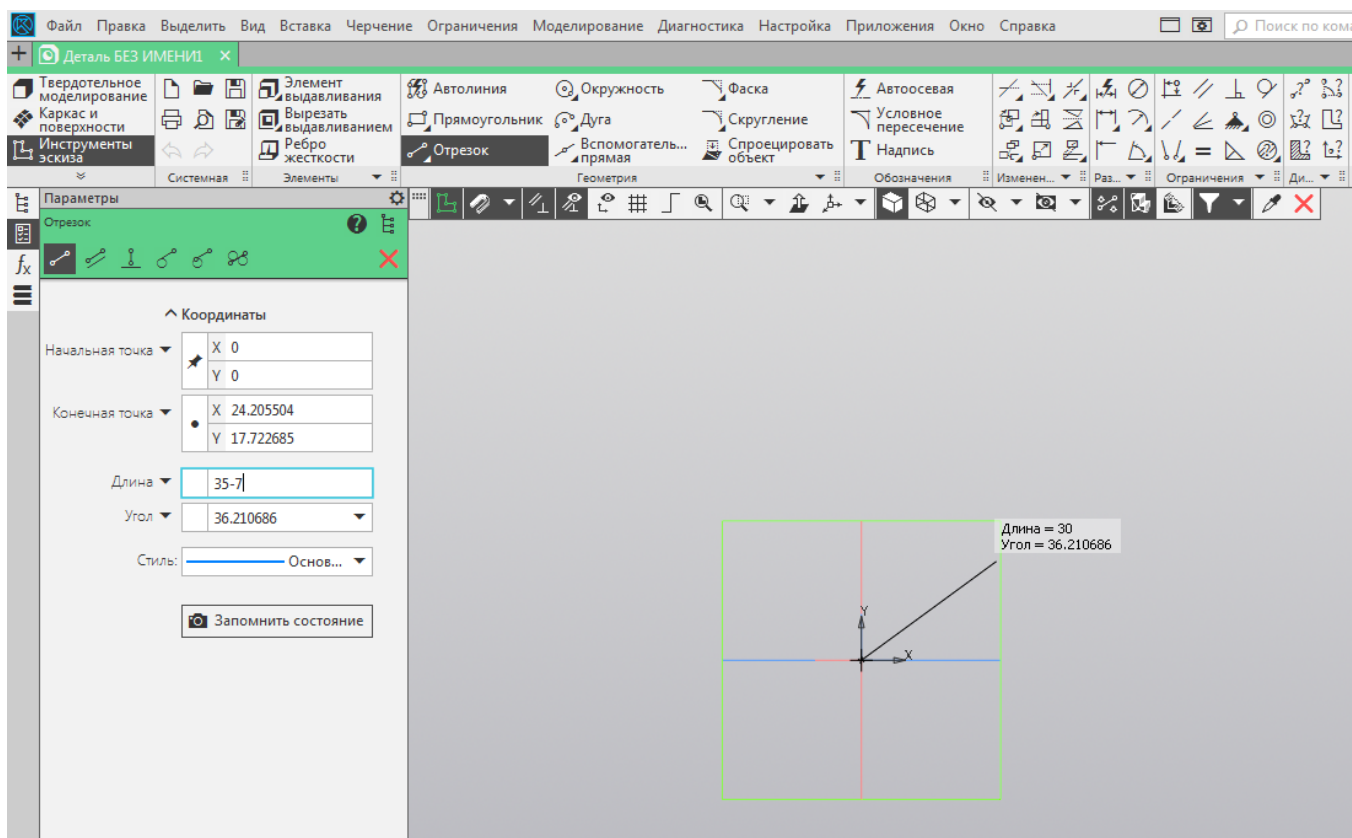


Рисунок 186 – Ввод уравнения

Для того, чтобы программа автоматически рассчитывала значения необходимо к параметру длины записать простое уравнение. В данном случае, для построения отрезка длиной 28 мм вводилось уравнение «35-7», как показано на рис. 186.

Видно, полученное значение длины действительно соответствует результату уравнения, после чего необходимо указать угол, значение которого также можно записать формулой.

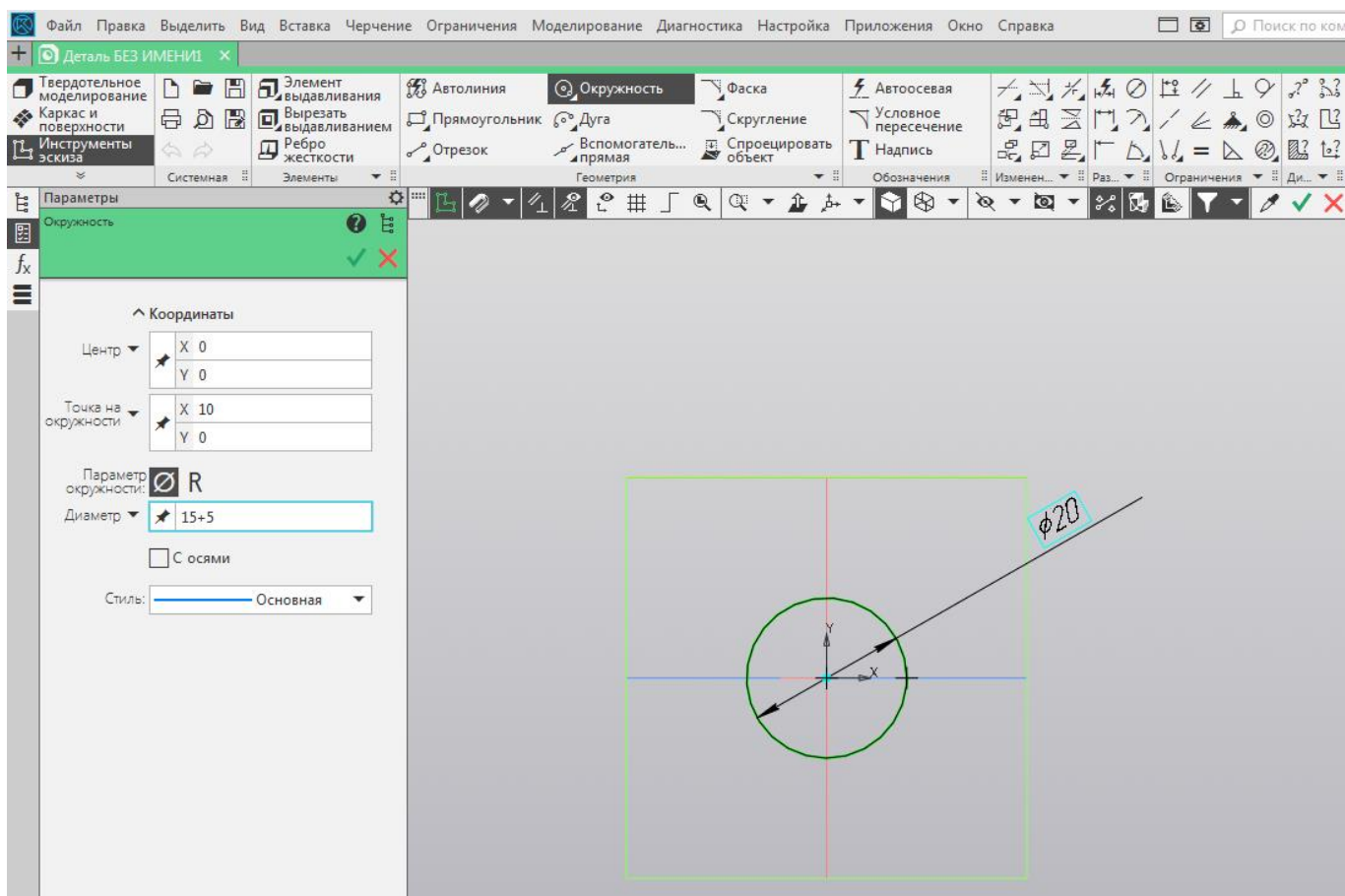


Рисунок 187 – Указание угла поворота

Подобный метод построения характерен для любых функциональных элементов, как в двухмерном, так и в трехмерном пространстве. Программой предусмотрена возможность вычисления значения с применением всех математических операторов.

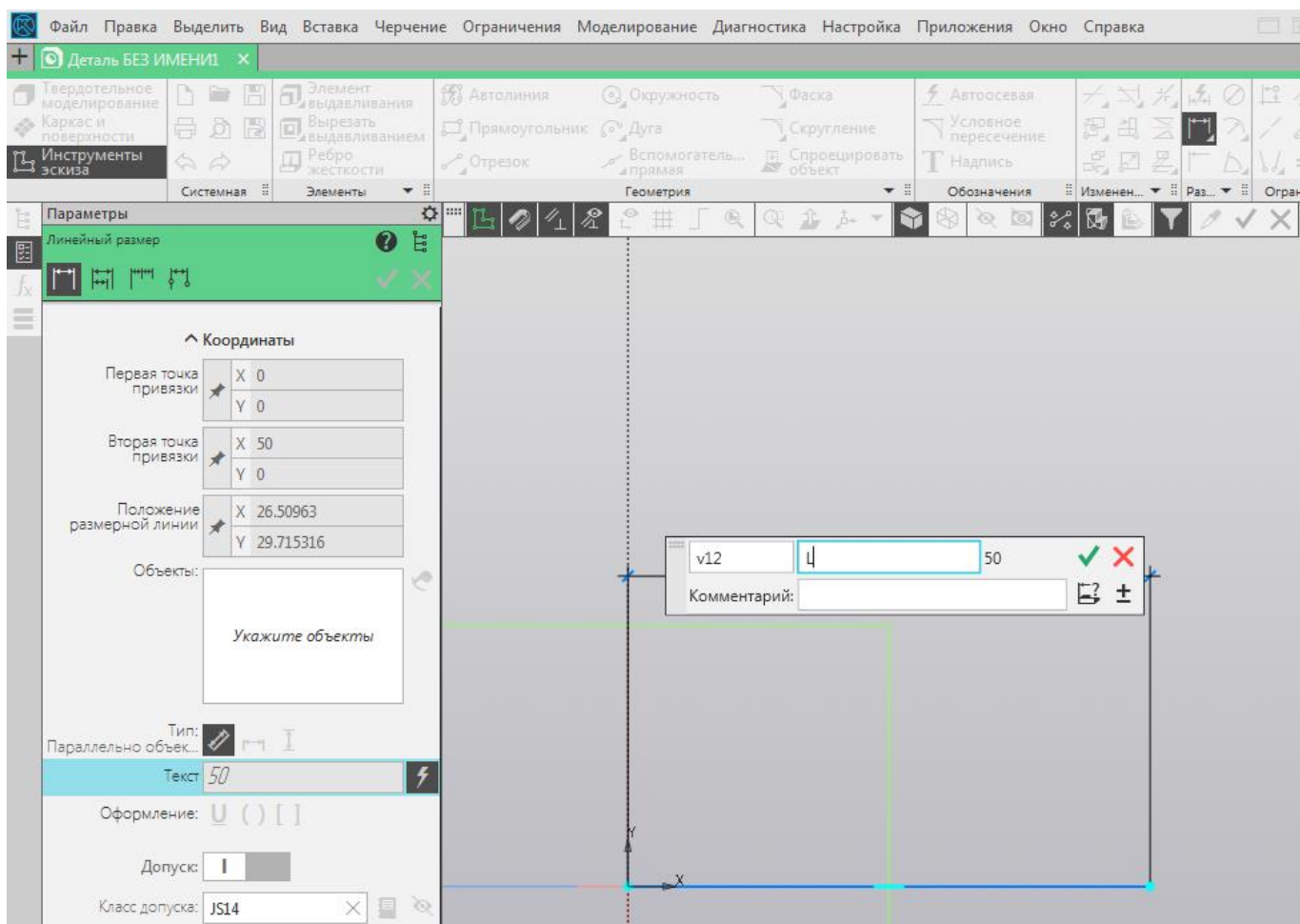


Рисунок 188 – Присвоение имени размерам

В трехмерном пространстве каждому размеру присваивается определенное имя. И этим можно воспользоваться для упрощения дальнейших построений. Для этого, необходимо в момент указания размера прописать какую-нибудь переменную, которая будет характеризоваться с данным расстоянием. Например, переменная «L» будет равна 50 мм.

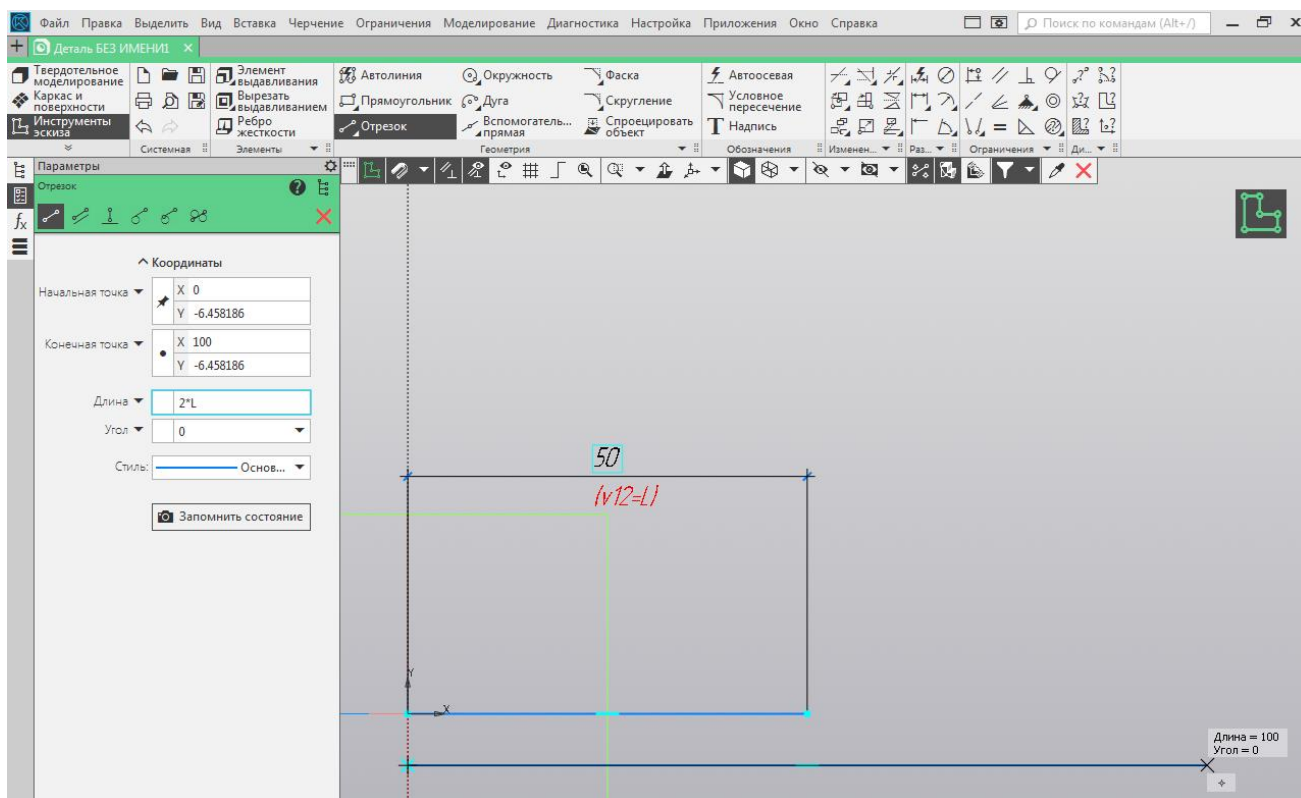


Рисунок 189 – Пример использования буквенного указания размера

Теперь, для ввода подобного расстояния можно вводить длину равную L , а не 50 мм. И программу автоматически будет воспроизводить записанное значение. Например, нужно создать отрезок длиной в 100 мм, который в два раза больше записанного значения L . Следовательно, в окно длины необходимо записать формулу $2*L$, и программа автоматически построит отрезок в 100 мм. Пример выполнения данной операции представлен на рис. 189.

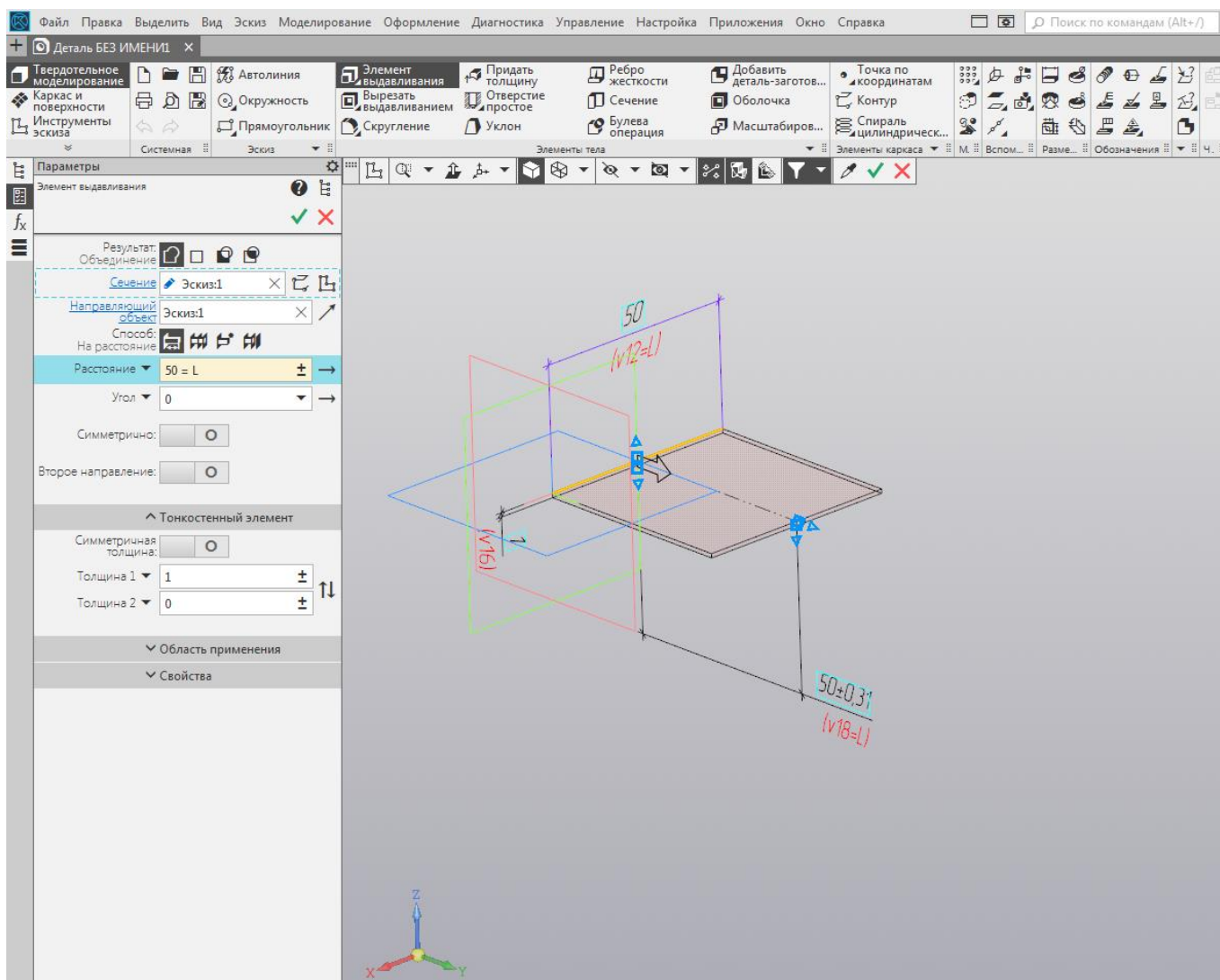


Рисунок 190 – Использование переменных для работы в трехмерном пространстве

Записанные ранее переменные также функционируют и при создании трехмерных объектов, что позволяет сократить время на построение элементов, находящихся в прогрессии.

3.2. Создание простейших геометрических объектов

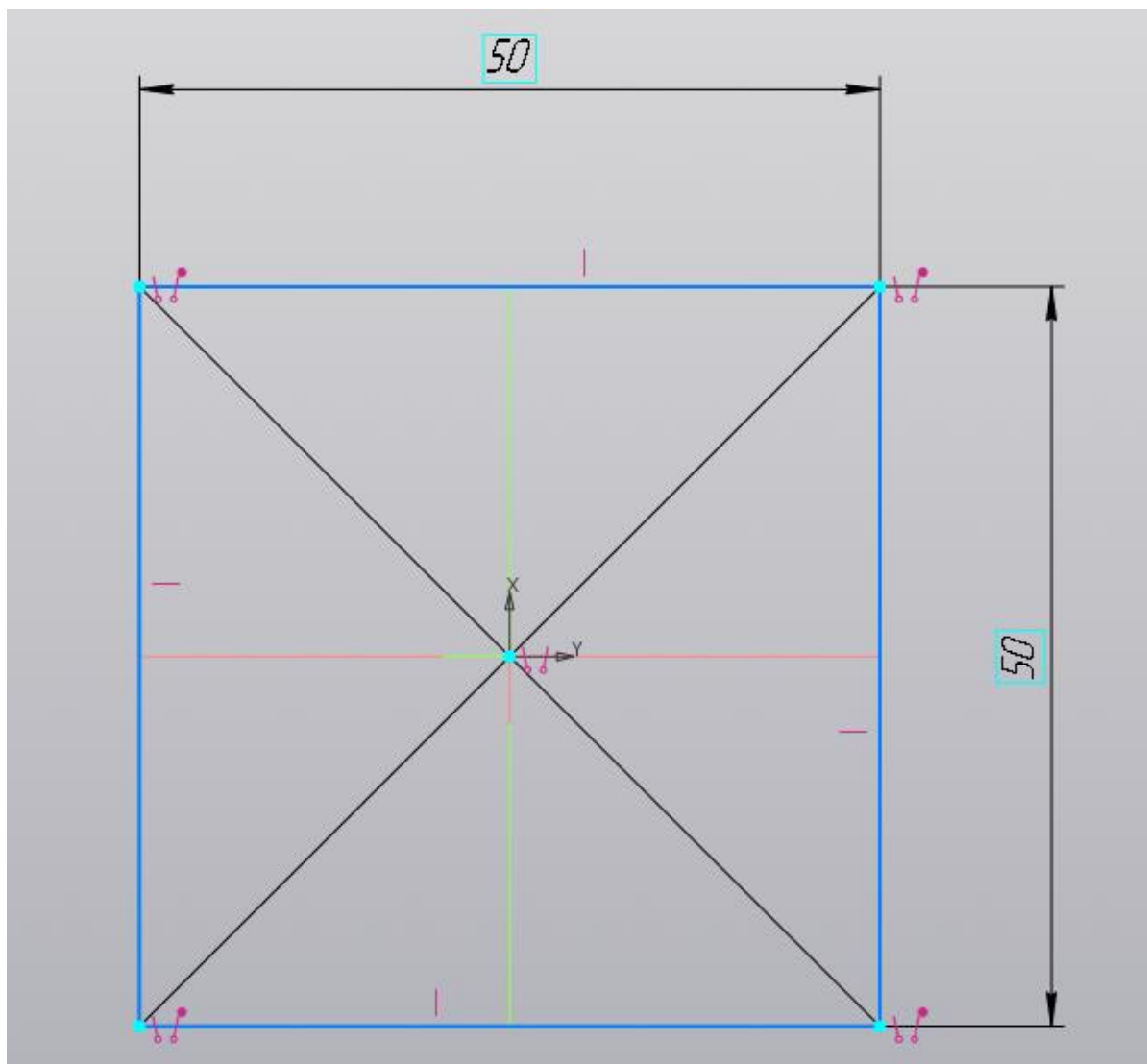


Рисунок 191 – Эскиз для создания куба

Создав эскиз на одной из плоскостей необходимо воспользоваться одним из способов создания квадрата на плоскости. Произвольные размеры которого составляют 50х50 мм.

Завершив построение в левом верхнем углу экрана необходимо найти команду «Элемент выдавливания».

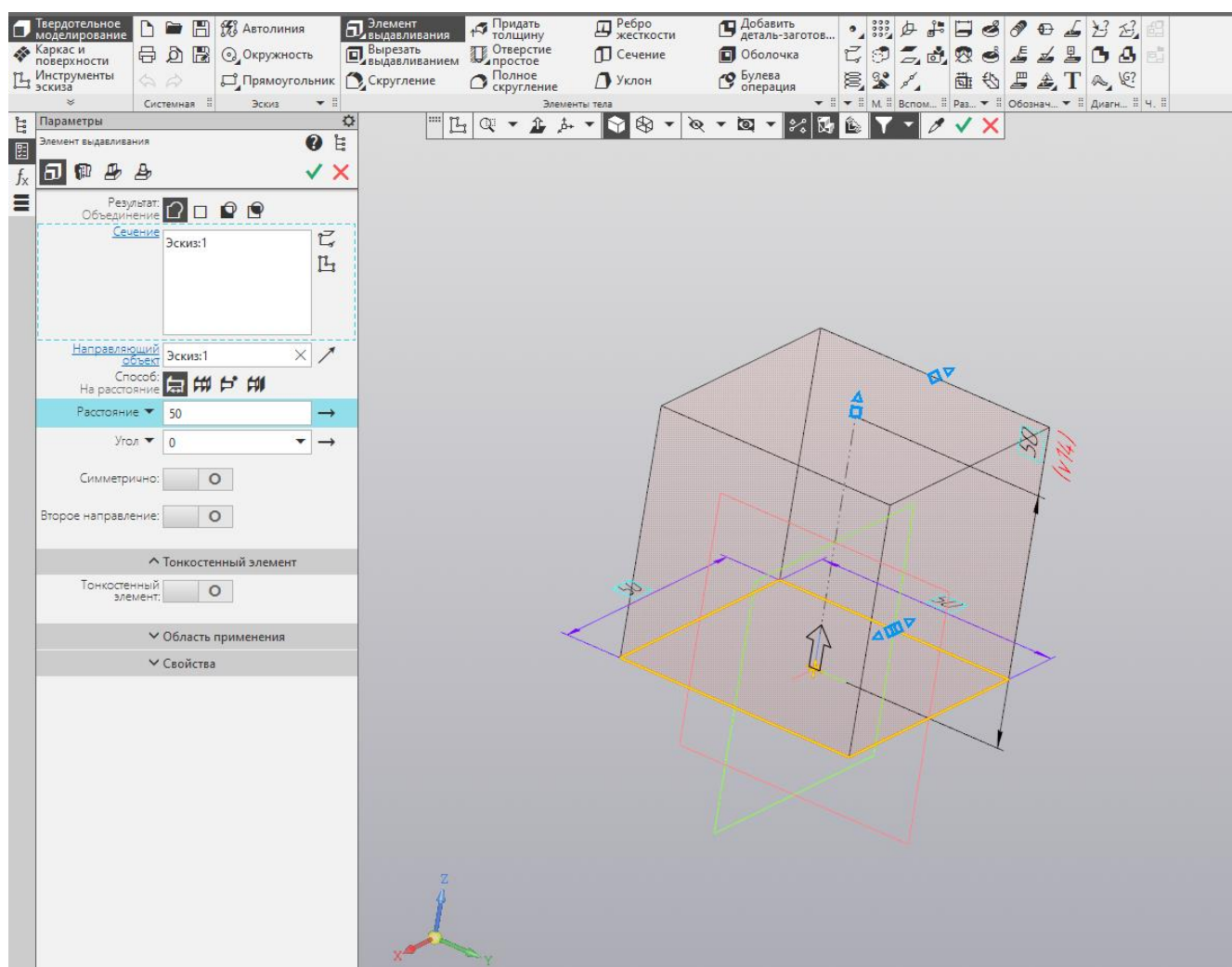


Рисунок 192 – Создание трехмерной модели куба

Задав расстояние в 50 мм программа автоматически показывает модель куба в пространстве. Для создания объекта необходимо нажать зеленую галочку. Как видно, для создания куба нужно всего две итерации:

1. Создание эскиза
2. Придание объема

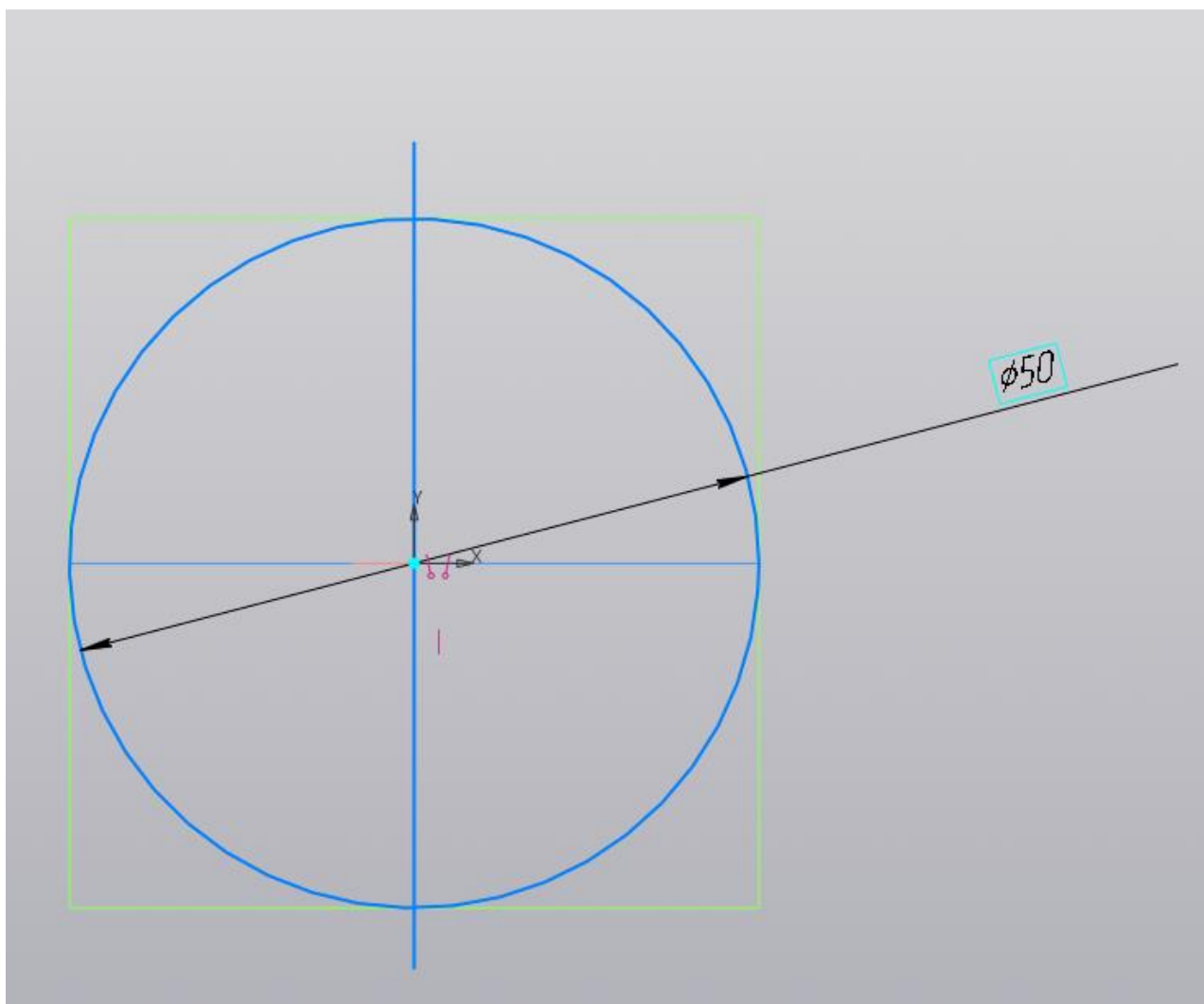


Рисунок 193 – Эскиз для создания шара

Шар – это элемент вращения. В первом приближении необходимо построить окружность произвольного радиуса. Для примера диаметр окружности равен 50 мм.

Программа не предусматривает возможность создания шара, через вращение окружности. Однако, способ построения шара все еще есть. В этом случае необходимо построить отрезок произвольной длины пересекающий окружность в двух точках, как показано на рис. 193, при этом отрезок может быть произвольной длины.

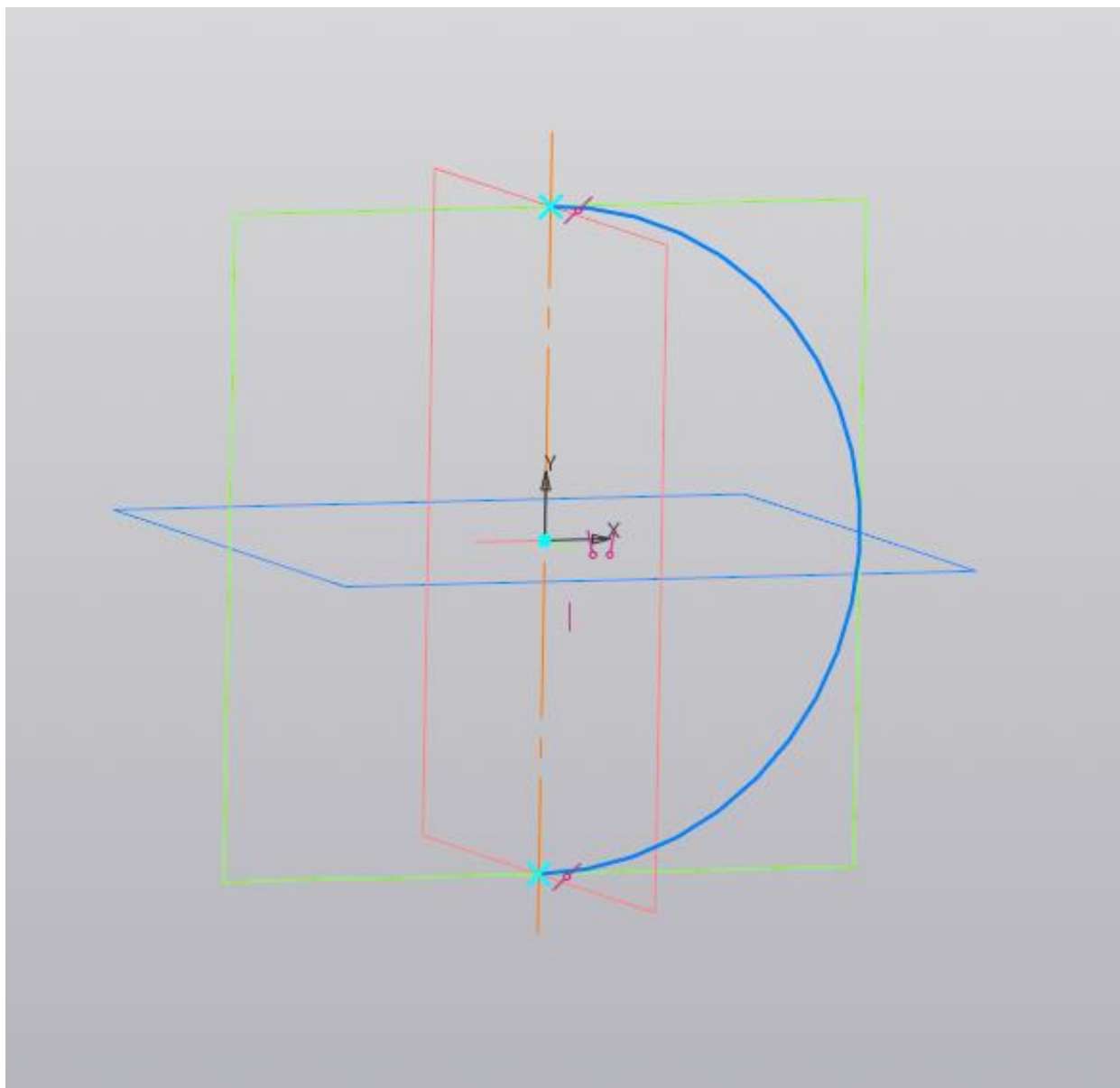


Рисунок 194 – Готовый эскиз для создания шара

Завершив построение, указанное на рис. 193 необходимо усечь любую половину окружности и изменить тип линии для отрезка на осевой, чтобы получилась полуокружность, как на рис. 194.

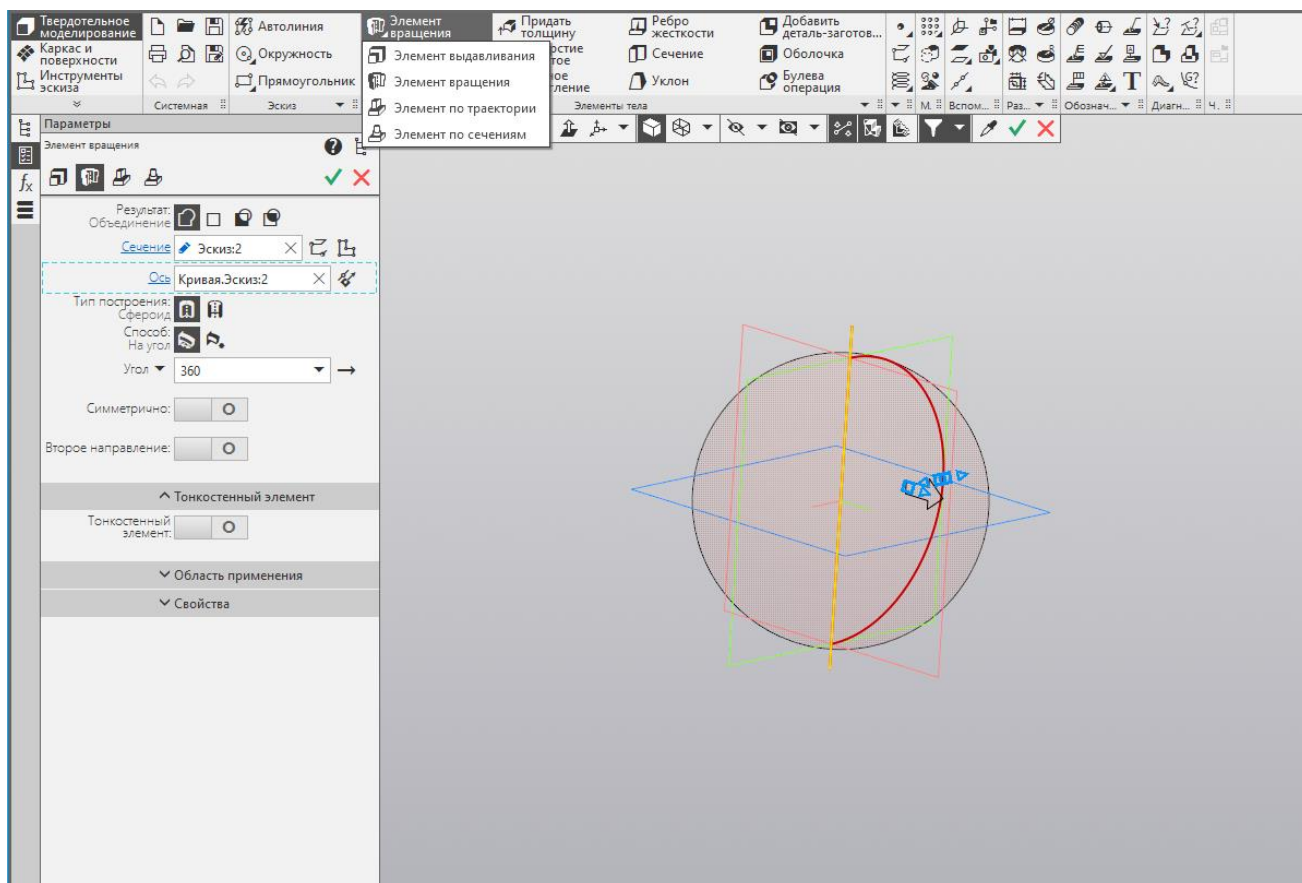


Рисунок 195 – Создание трехмерной модели шара

Зажав левой клавишей мыши на панели инструментов команду «Элемент выдавливания» из раскрывшегося списка необходимо выбрать команду «Элемент вращения». В этом случае, полуокружность будет вращаться вокруг осевой линии на заданный угол поворота 360 градусов, тем самым образуя шар.

Для создания шара необходимо произвести немного больше итераций, чем для других фигур, но сложность исполнения подобного объекта остается минимальной.

1. Создать окружность
2. Выполнить усечение и изменить тип линии отрезка на осевую линию
3. Выполнить вращение объекта вокруг оси

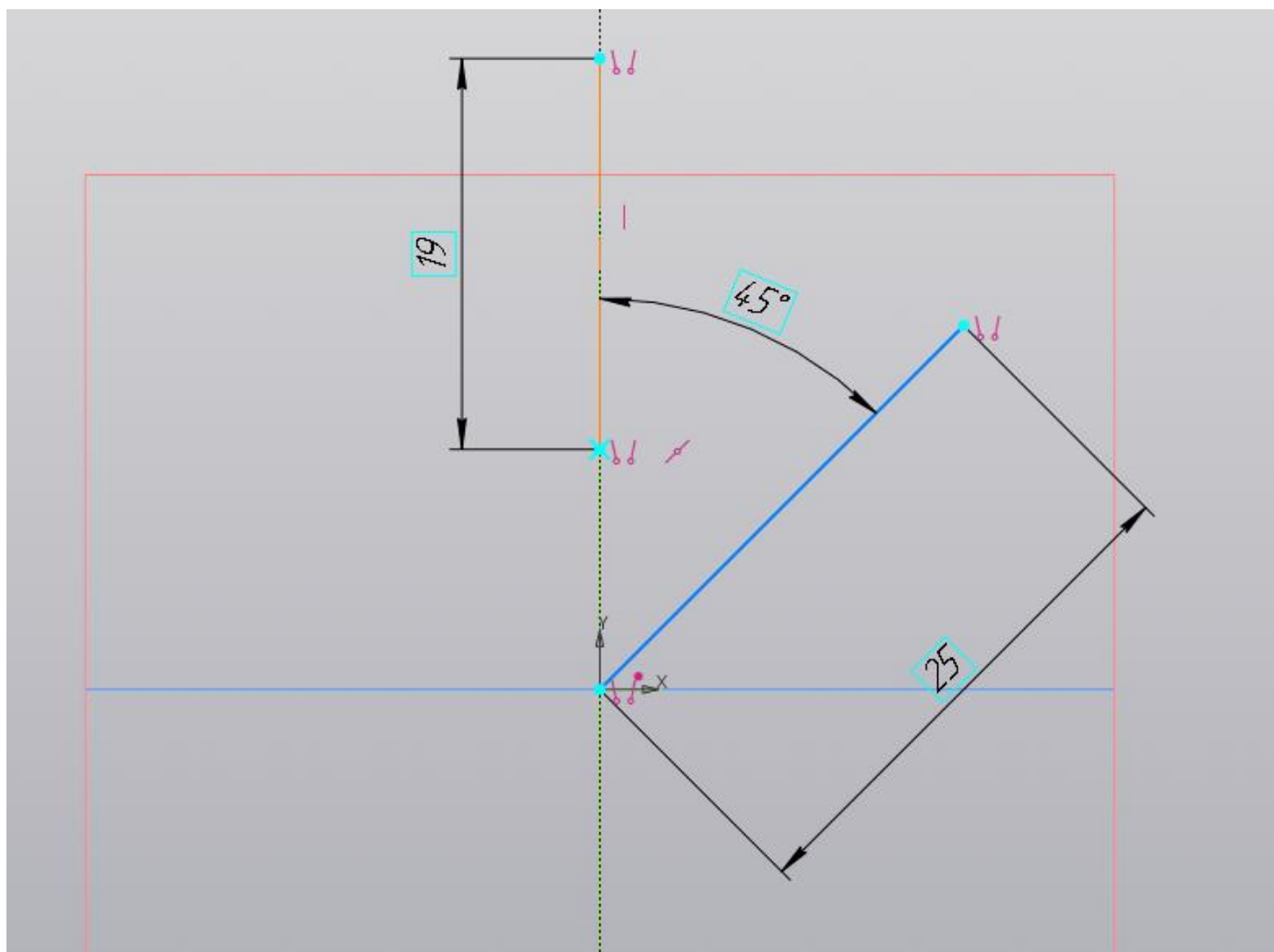


Рисунок 196 – Эскиз для создания конуса

Конус – Это элемент вращения. Для построения конуса необходимо построить отрезок произвольной длины под любым углом и указать осевую линию, которая будет служить осью вращения. Необходимо следить за тем, чтобы осевая линия или ее проекция не пересекала образующую конуса.

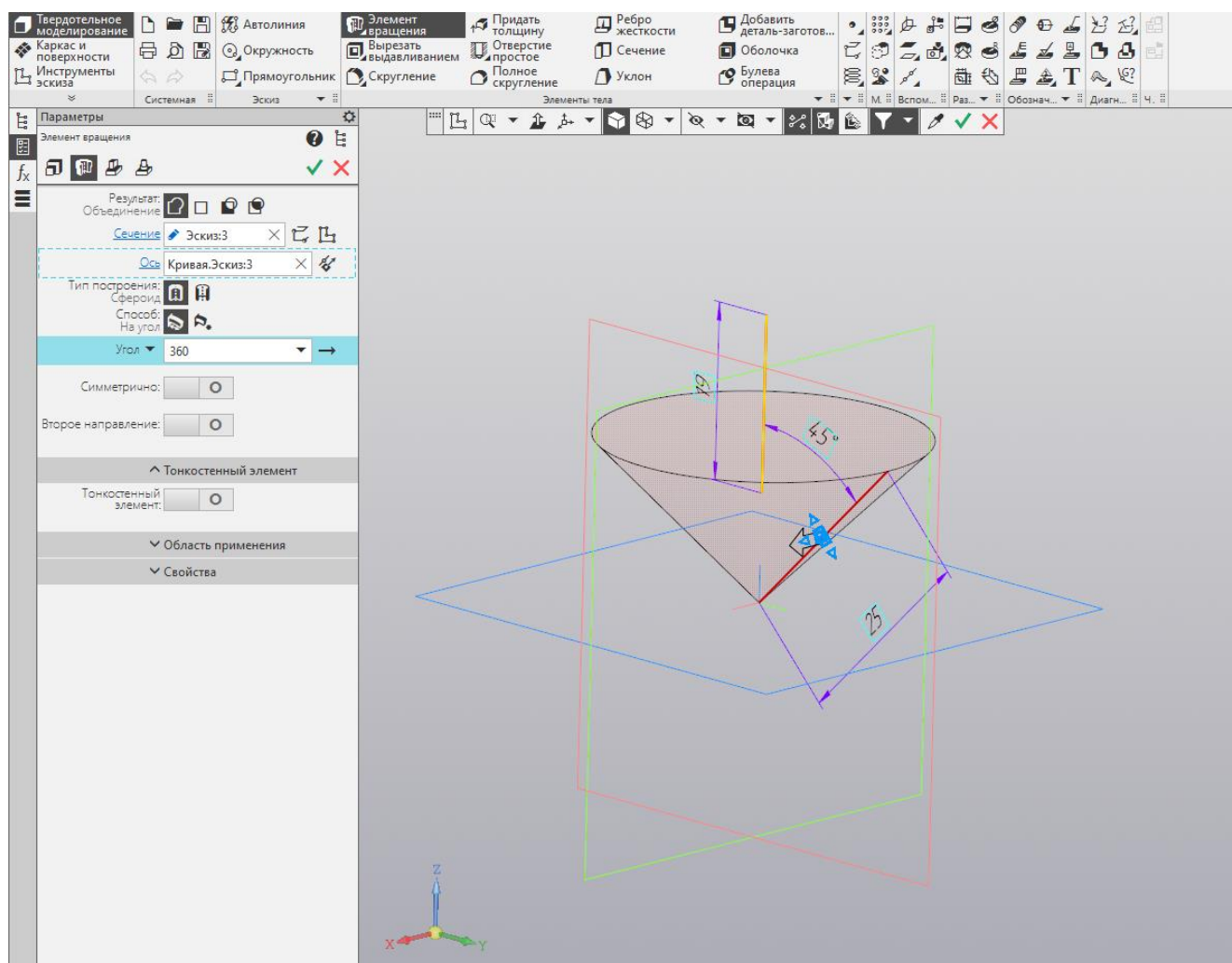


Рисунок 197 – Создание трехмерной модели конуса

Воспользовавшись командой «Элемент вращения» образующая конуса поворачивается вокруг оси на заданный угол поворота. Построение конуса схоже с построением шара, однако число итераций меньше.

1. Построение образующей и осевой линии
2. Создание объемной фигуры путем вращения

3.3. Создание тонкостенных элементов

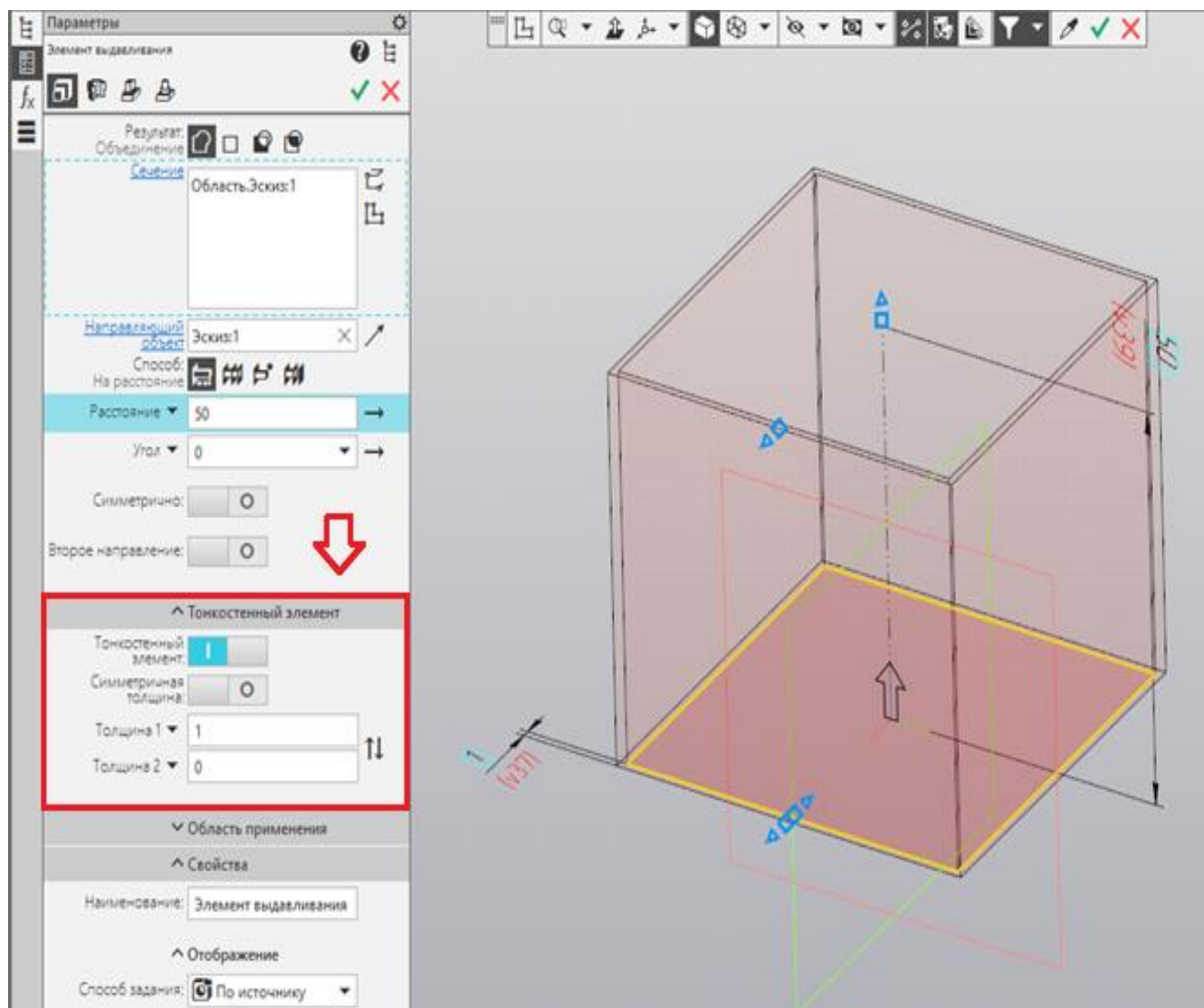


Рисунок 198 – Создание тонкостенного элемента

При создании объектов можно сделать так, чтобы внутри была пустота. Это распространяется как на элементы вращения, так и на обычные тела. Создав простейший эскиз и применив команду «Элемент выдавливания», для создания тонкостенного элемента необходимо перевести бегунок в активное положение. После чего задается толщина стенки объекта.

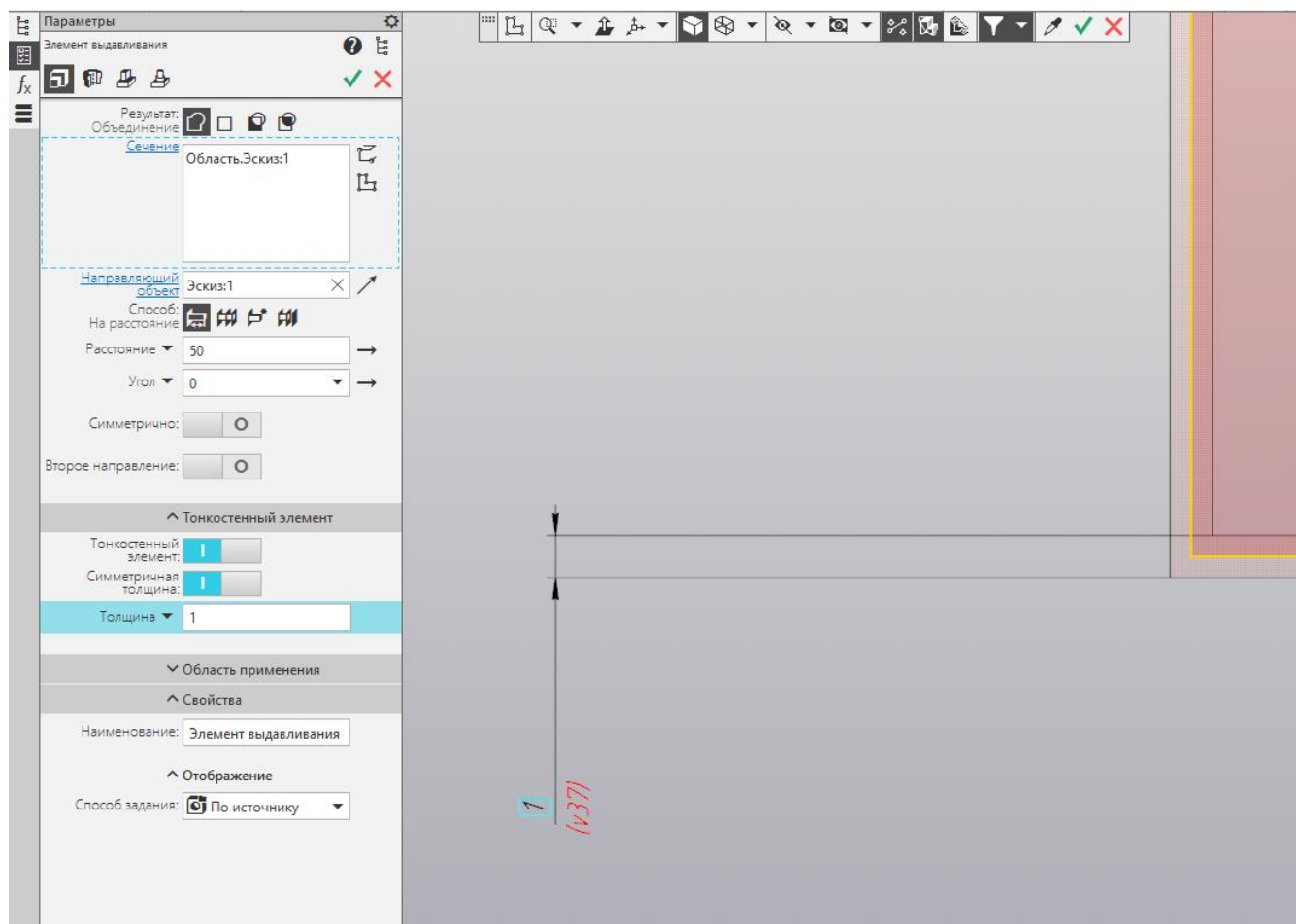


Рисунок 199 – Симметричные стенки

При переключении в активное положение бегунка «Симметричная толщина» стенки объекта создаются на одинаковом расстоянии относительно заданного контура (желтая линия).

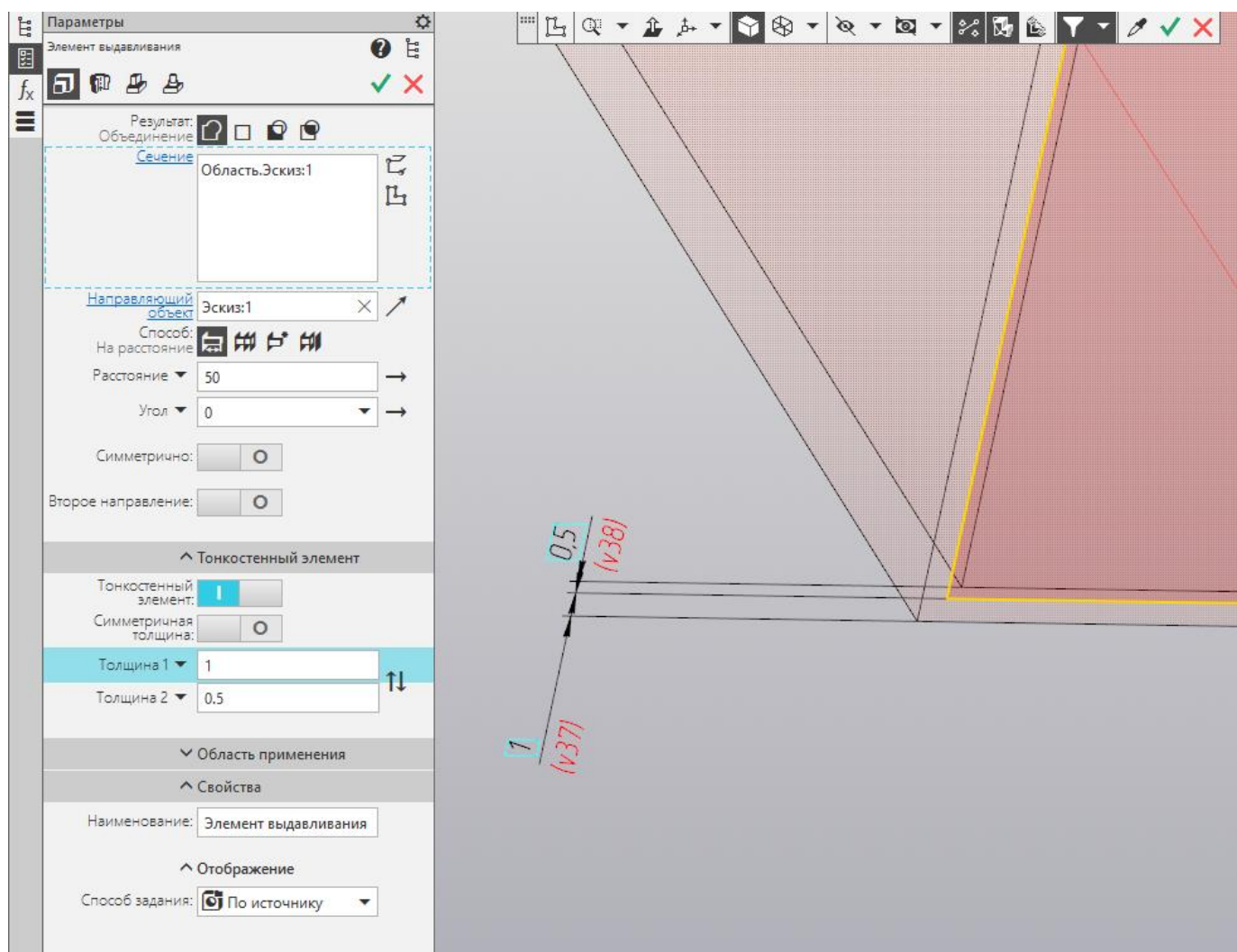


Рисунок 200 – Не симметричная толщина стенок

При необходимости создания различной толщины для внутренней и внешней стенки объекта необходимо задавать толщину для каждой из них.

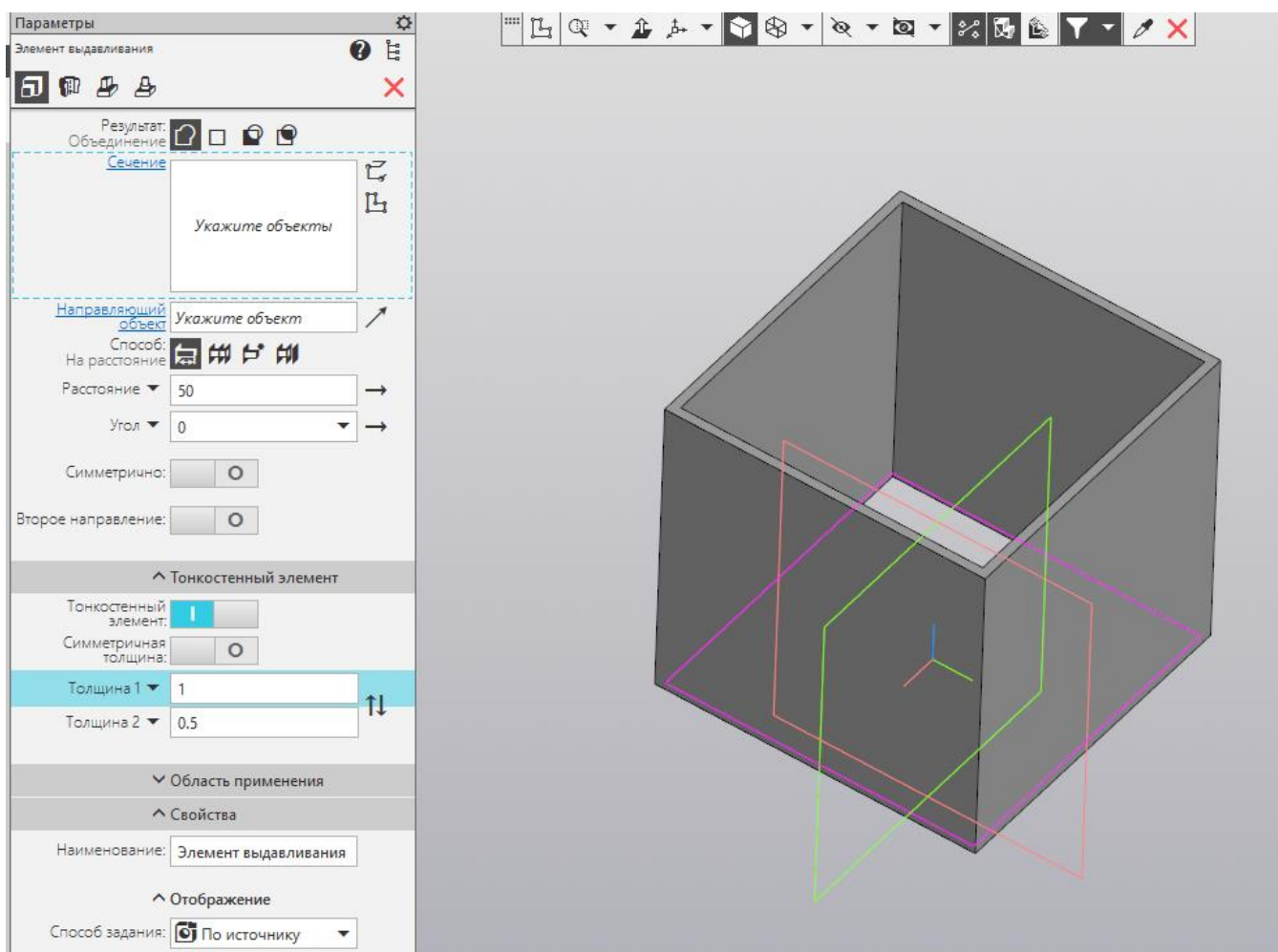


Рисунок 201 – Создание пустой коробки

По заданным настройкам тонкостенного элемента строится контур на заданном расстоянии с толщиной стенок различного значения относительно контура объекта (розовый).

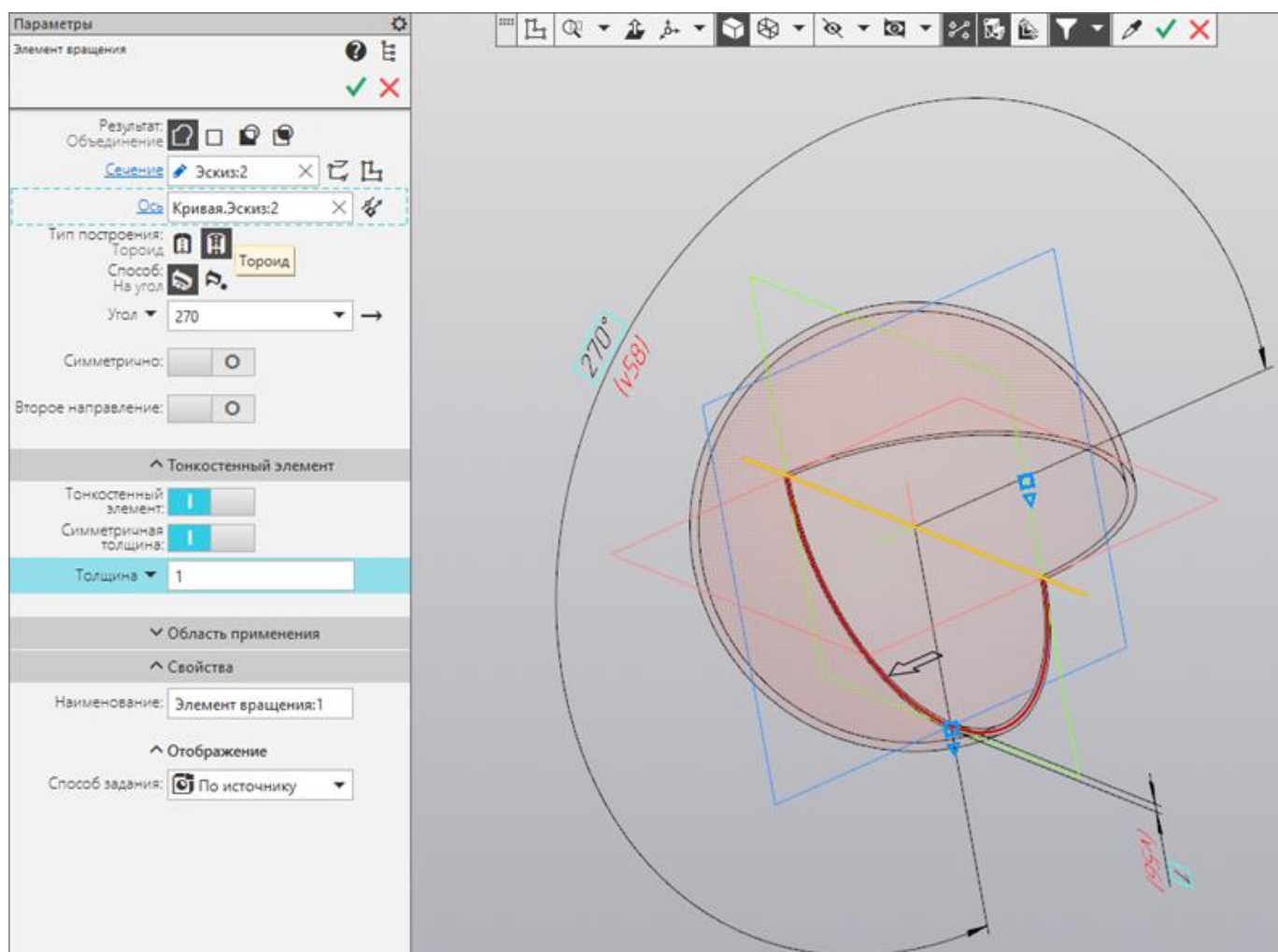


Рисунок 202 – Полый шар

Для элементов вращения принцип остается таким же. Необходимо переключить бегунок «тонкостенный элемент» в активное положение, либо воспользоваться функцией «Тороид», в этом случае бегунок переключается автоматически.

Однако, не для всех элементов вращения есть возможность рассмотреть толщину стенок при вращении на 360 градусов. Таким образом, задав угол меньше 360 градусов, можно убедиться в том, что объект полый.

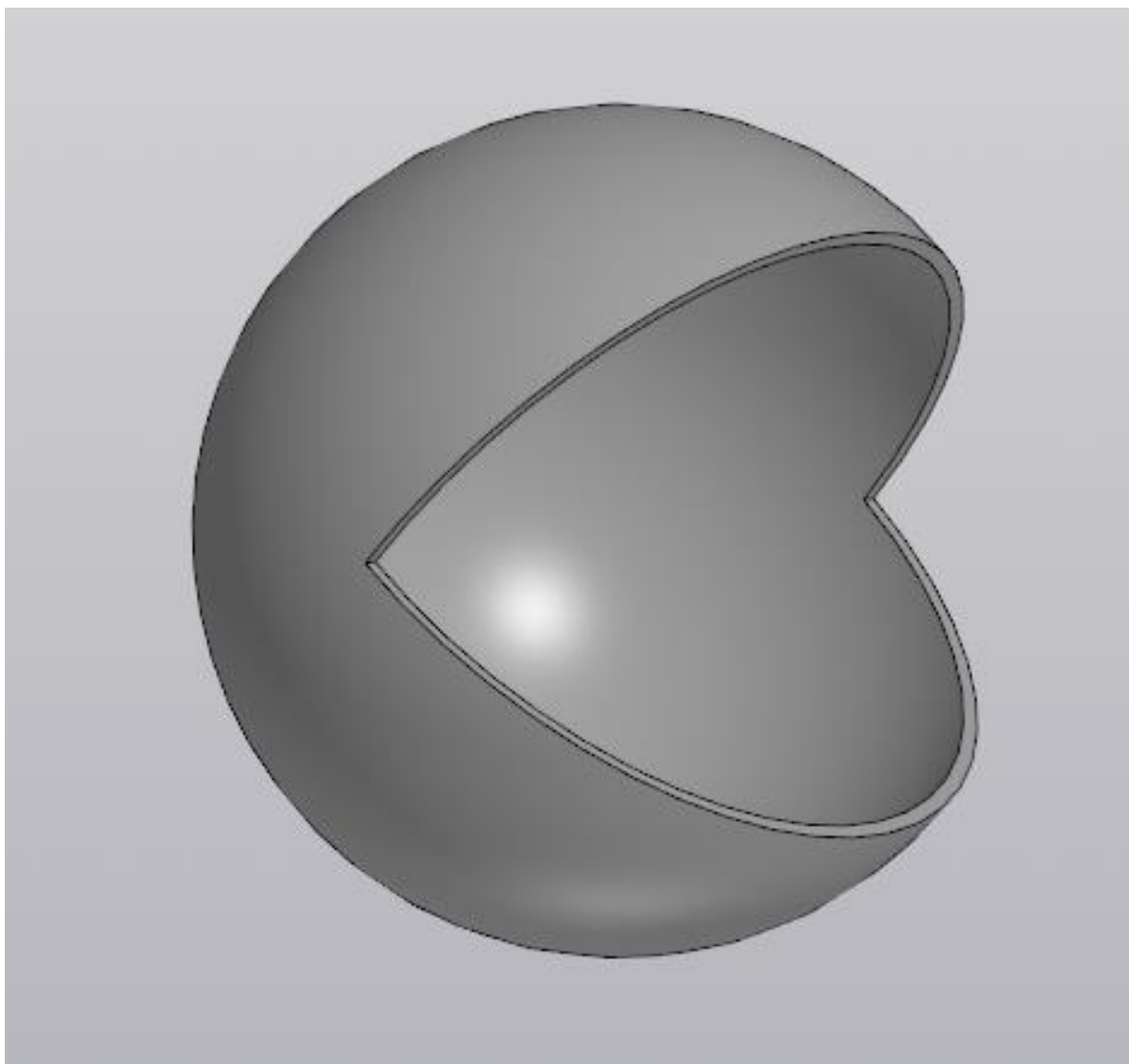


Рисунок 203 – Полый шар в разрезе

Видно, что внутренняя часть шара отсутствует при создании тонкостенного элемента.

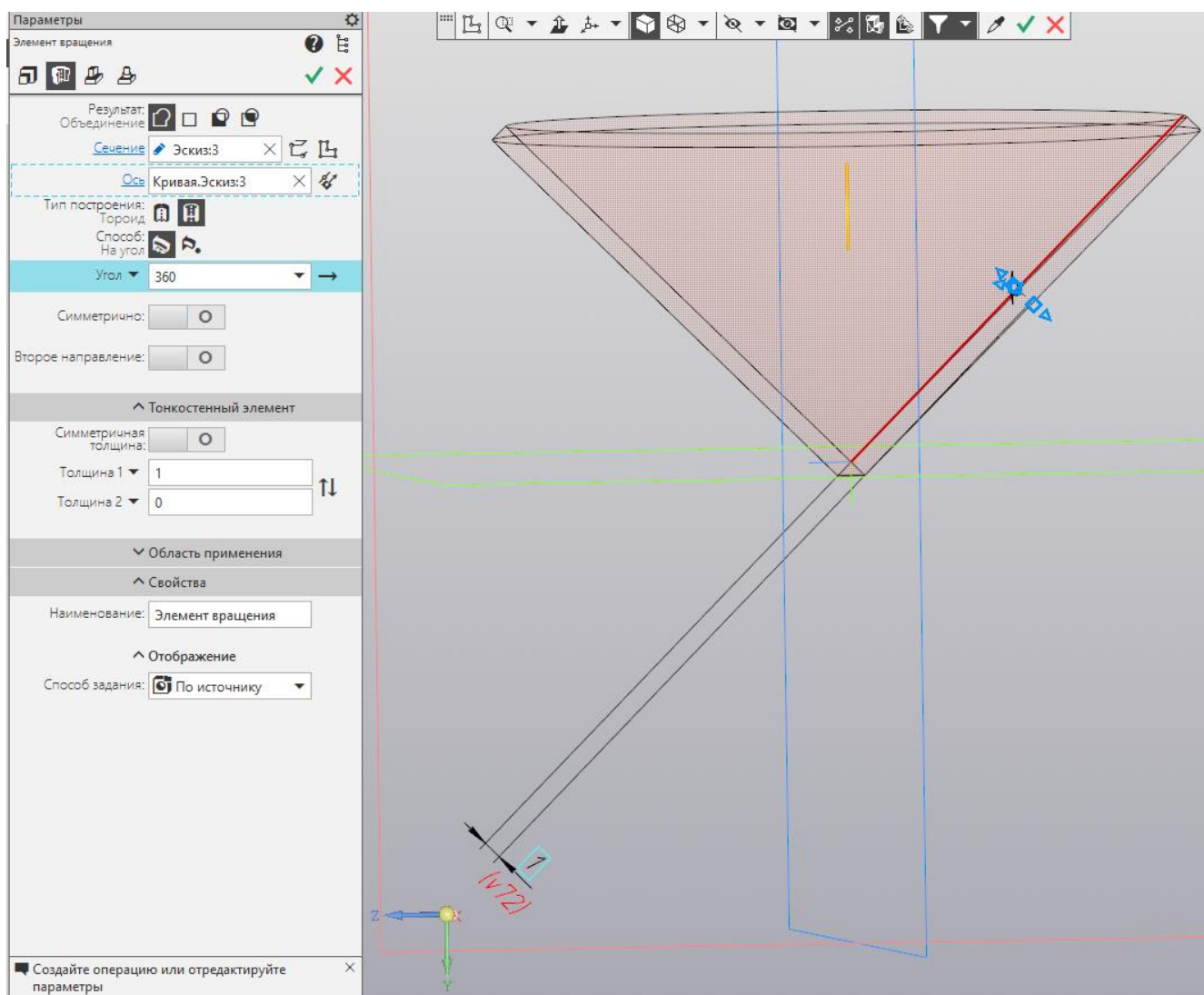


Рисунок 204 – Полый конус

При создании конуса тонкостенным элементом при автоматической толщине в 1 мм видно, что вершина конуса становится не острой.

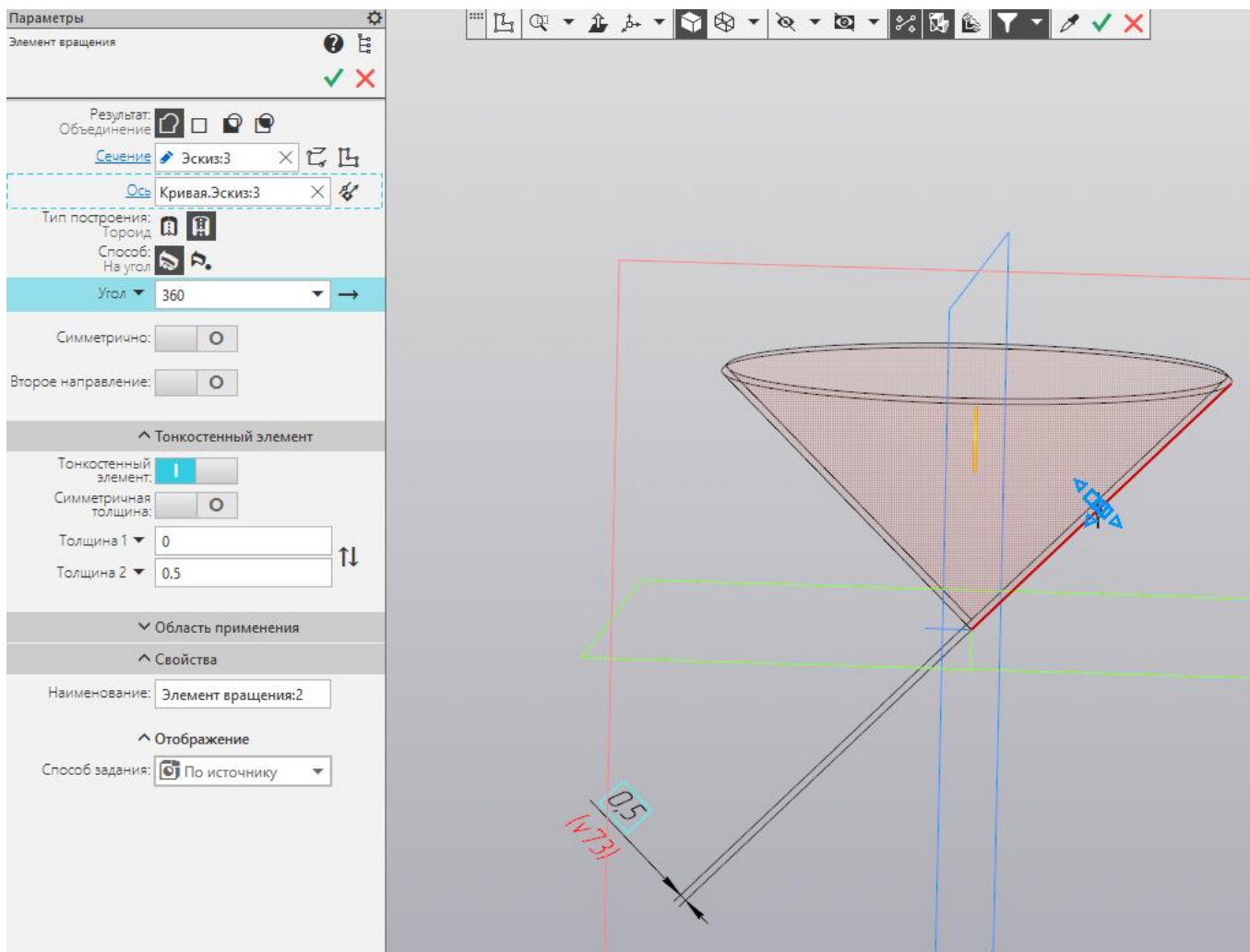


Рисунок 205 – Острый полый конус

Для того, чтобы полый конус имел вершину, но при этом имел объем, необходимо задать толщину внутренней стенки, при этом убрав толщину наружной.

3.4. Текстурирование

Для удобства работы в программе и получения реалистичных изображений применяются как функции назначения цвета на объекты целиком, так и на их составляющие (отдельные грани). Кроме того, при необходимости можно назначать различные оптические свойства и задавать различные текстуры объектам пространства.

По умолчанию цвет объектов в рабочем пространстве отображается нейтральным серым цветом, а сами объекты являются видимыми на 100% и не имеют никакого дополнительного рельефа.

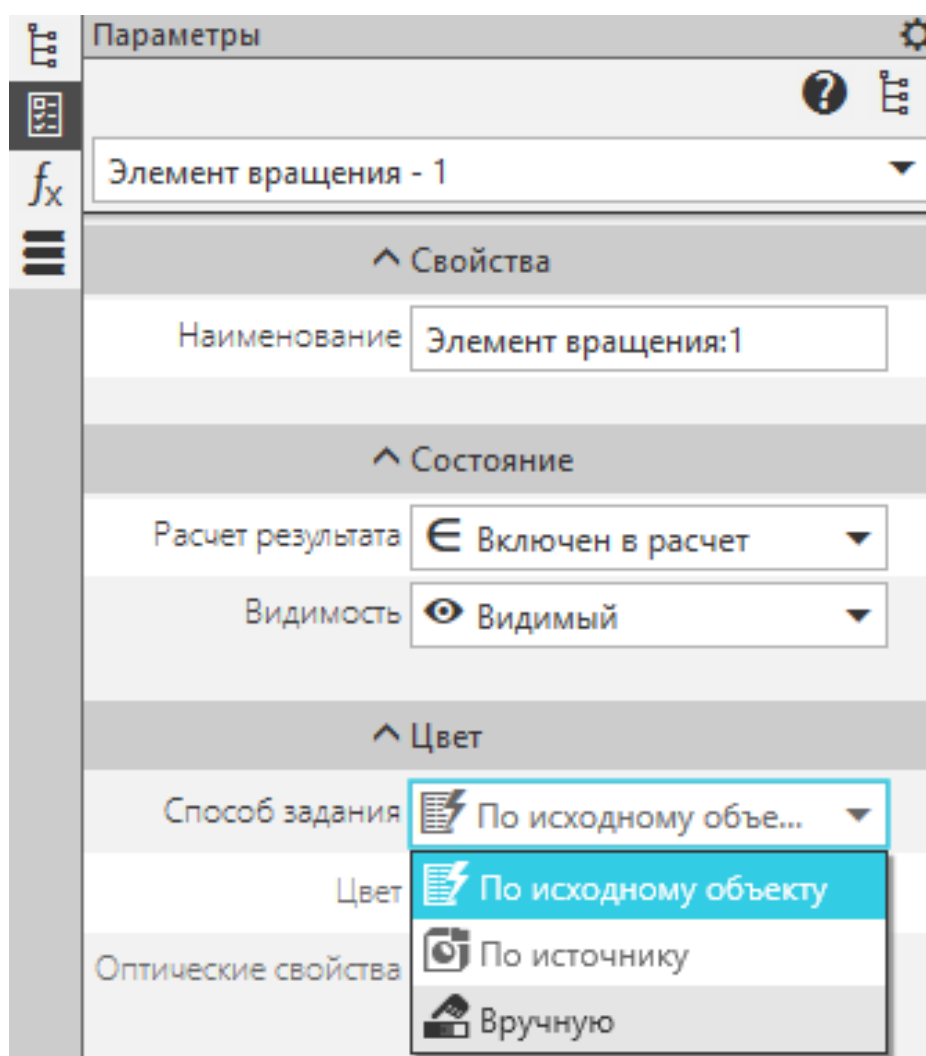


Рисунок 206 – Режим задания цвета

Для задания оптических свойств объекта необходимо выделить его и перейти на вкладку «Параметры». В разделе «Цвет» раскрыть выпадающий список «Способ задания» и выбрать тип задания «Вручную».

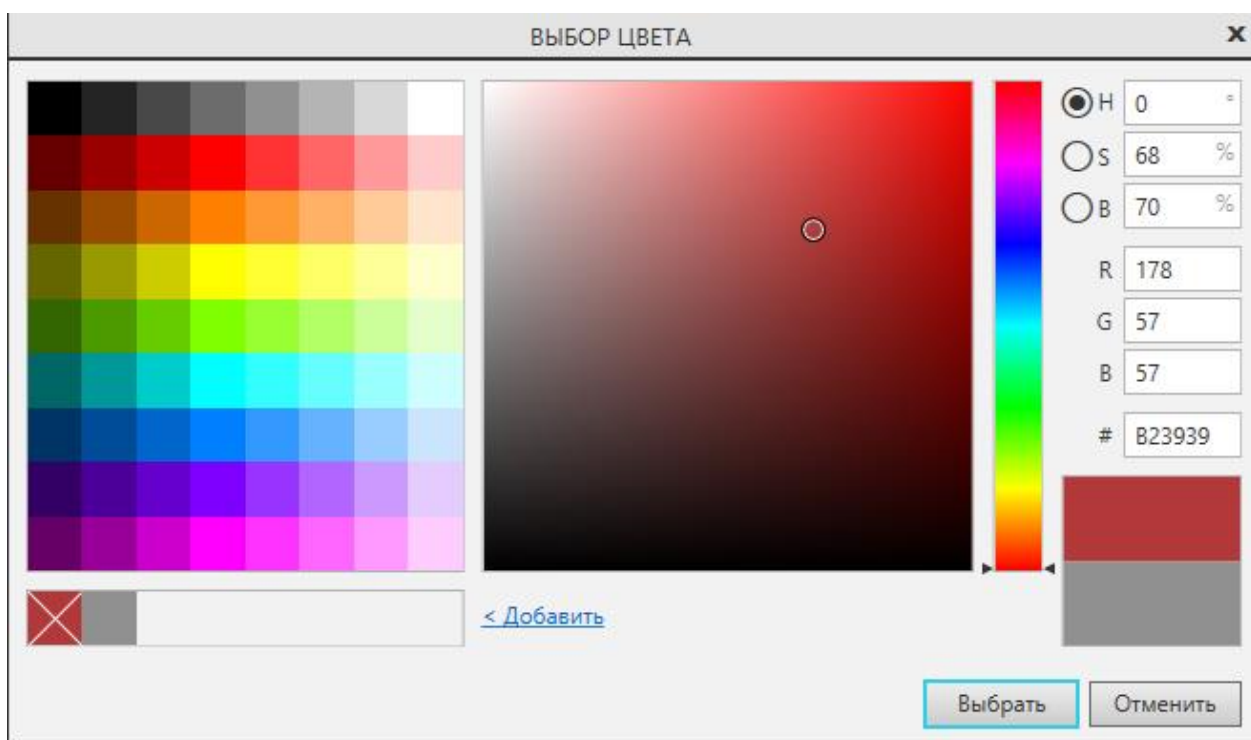


Рисунок 207 – Палитра цветов

При задании цвета, чтобы не ограничиваться предложенными вариантами можно использовать палитру цветов нажатием на «Другие цвета» на панели цвета.

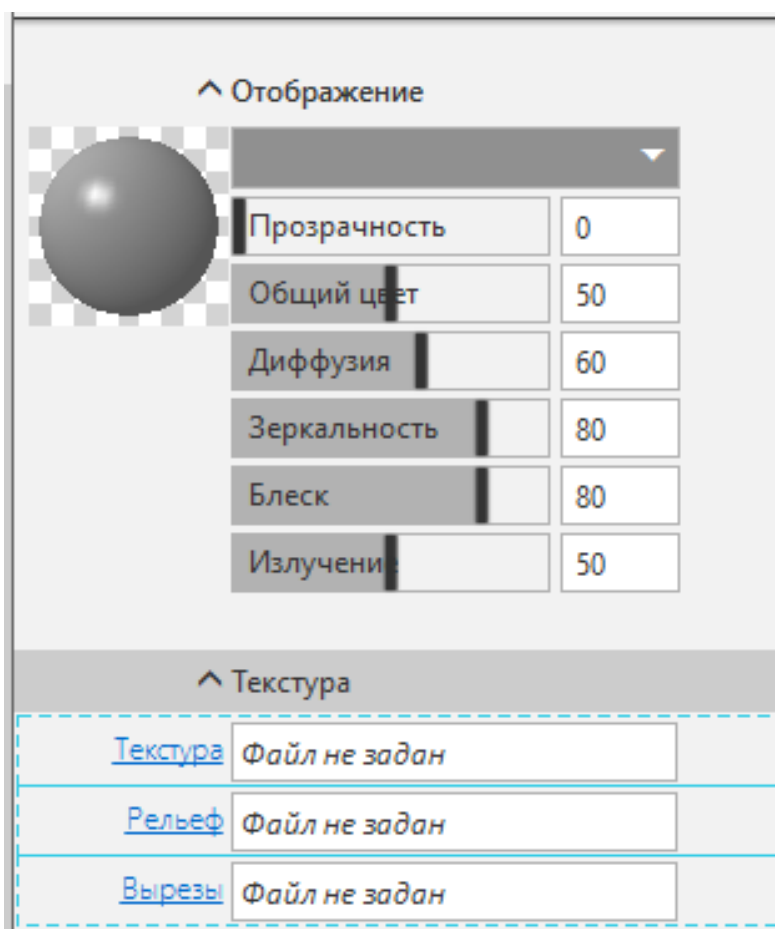


Рисунок 208 – Отображение информации о поверхности

При нажатии на «оптические свойства» открывается панель с отображением функциональных возможностей объекта. При необходимости можно задать отражающие способности объекта.

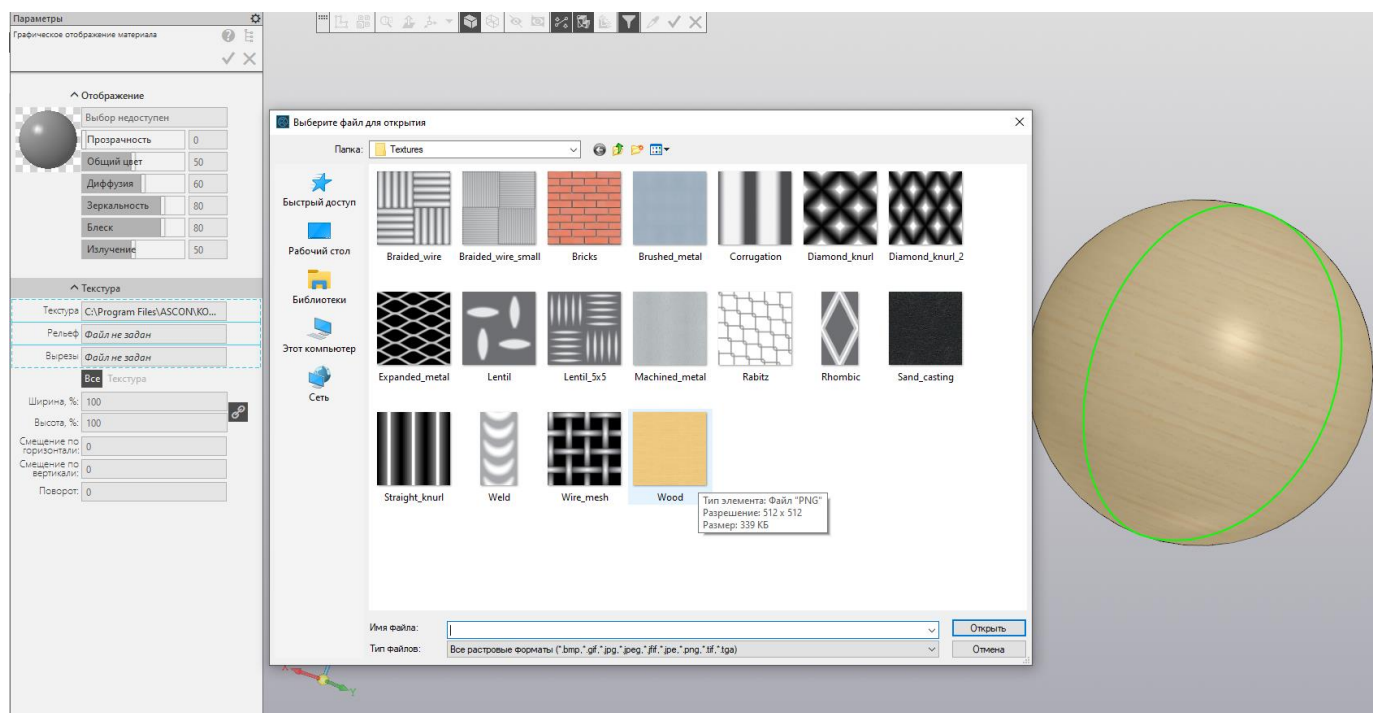


Рисунок 209 – Текстура

Вкладка текстура поделена на три подраздела, каждый из которых определенным образом влияет на отображение объекта в пространстве.

Нажав на окно «Текстура» появляются стандартные варианты текстур, которые можно назначить на объект, с заранее подготовленными параметрами отображения объектов. Достаточно просто выбрать нужную текстуру.

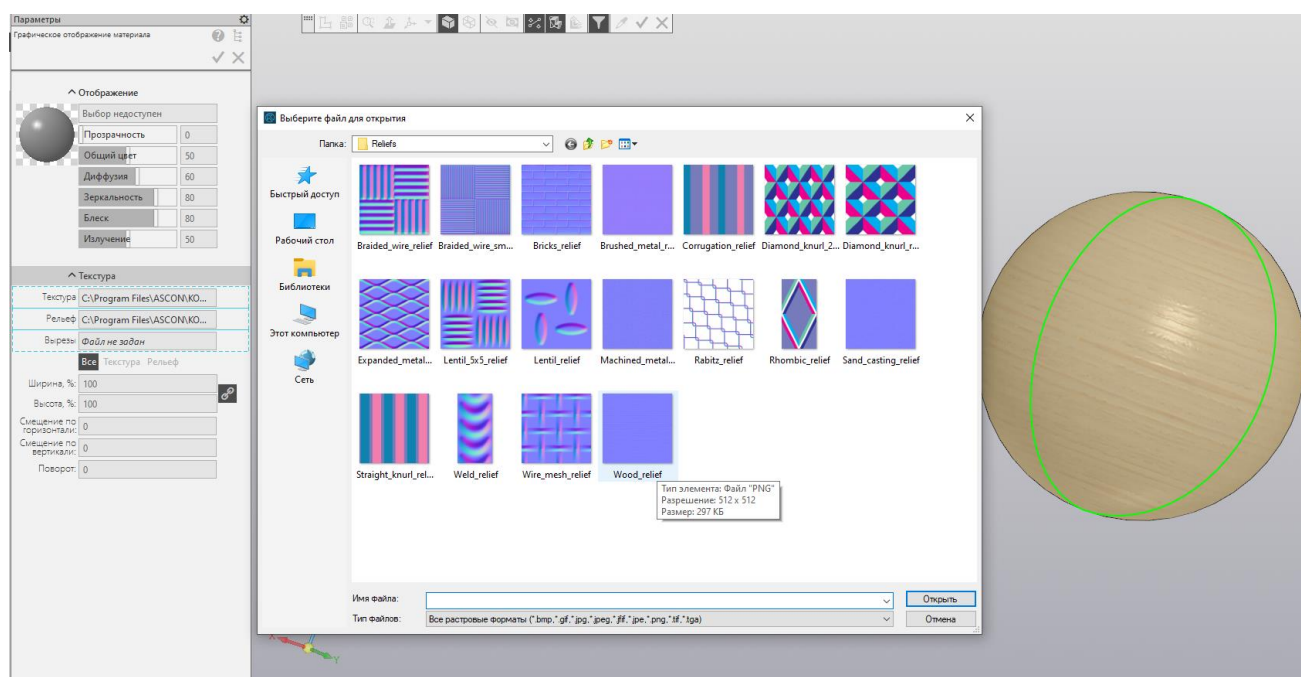


Рисунок 210 – Рельеф

Раздел «Рельеф» позволяет сделать объекты похожими на свои оригиналы, придавая моделям определенные свойства.

У пользователя создается ощущение, что перед ним, располагается настоящее дерево, поскольку объект отображается с углублениями. На самом же деле никакого рельефа на модели нет, т.е. объект не деформируется.

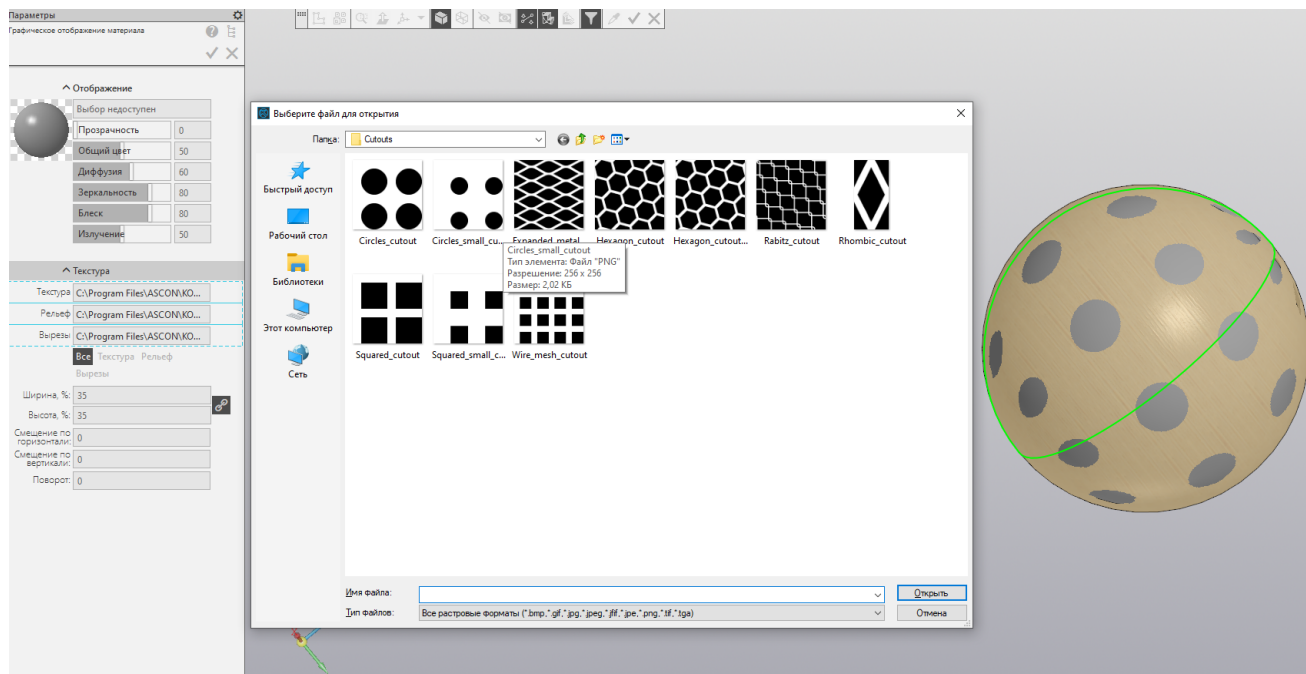


Рисунок 211 – Вырез

При необходимости, есть возможность создания фигурного узора, однако, применение данного свойства влияет на физические свойства модели.

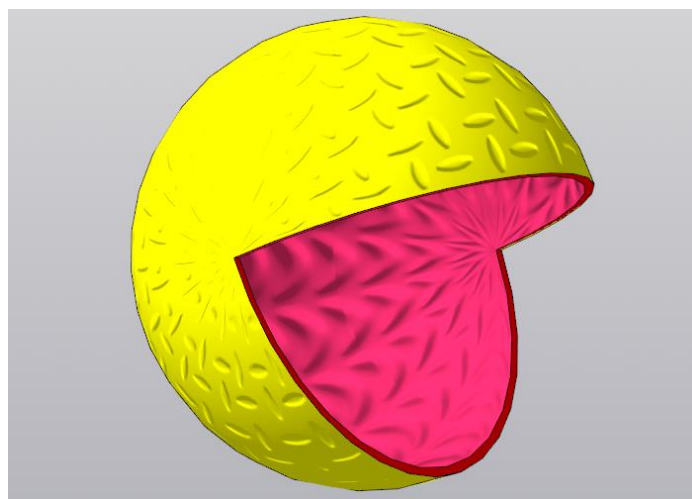


Рисунок 212 – Пример оформления объекта в пространстве

В программном обеспечении предусмотрена возможность назначать разные цвета разным поверхностям объекта. А при необходимости есть возможность комбинировать цветовые параметры и параметры текстур, для достижения наилучшего результата. В качестве примера наложения текстур и цвета представлена полая полусфера на рис. 212.

3.5. Создание простейшей сборки

Перед созданием сборочного элемента необходимо разработать и сохранить все детали. В качестве примера ниже будет выполнена простейшая сборка, состоящая из элементарных геометрических объектов, которые создавались в предыдущих разделах.

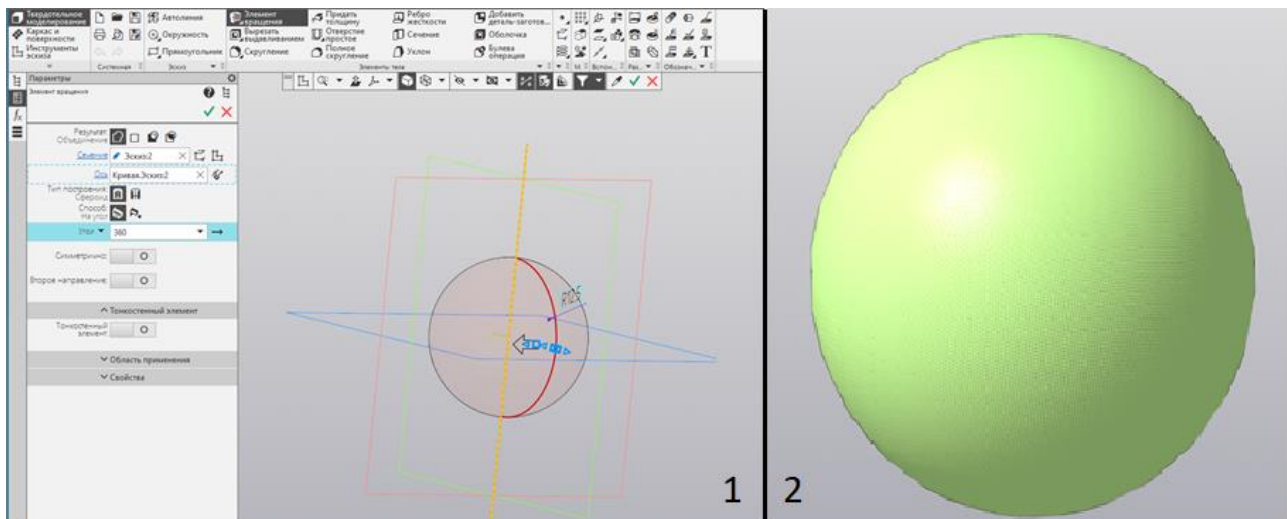


Рисунок 213 – Создание шара для сборки:
Где 1 – Построение шара, 2 – Готовая деталь

В качестве примера выполняется построение шара по заданным значениям радиуса в 12,5 мм, после этого настраивается текстура и цвет, для того, чтобы добиться приятного визуального эффекта, как показано на рис. 213.

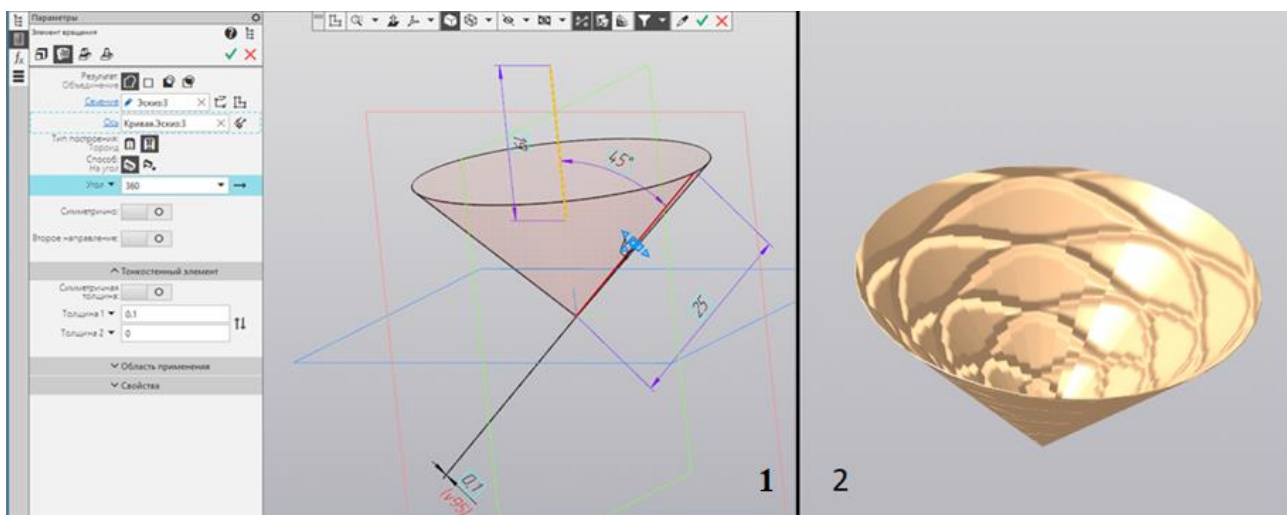


Рисунок 214 – Создания конуса для сборки:
Где 1 – Построение конуса, 2 – Готовая деталь

Учитывая размеры предыдущей детали в пару к ней была создана другая деталь, представленная на рис. 214. В качестве примера второй детали создается полый конус по заданному значению угла наклона в 45 градусов и длине образующей в 25 мм. Толщина стенок составляет 0,1 мм. После этого

настраивается текстура и цвет, для того, чтобы добиться приятного визуального эффекта.

Сохранив оба объекта переходим к созданию сборочной единицы.

Для создания сборки в меню «Файл» нажимаем «Создать» и выбираем «Сборка».

Рабочее пространство сборки похоже на пространство деталей, однако в нем в основном происходит работа с уже готовыми элементами, а не с созданием объектов.

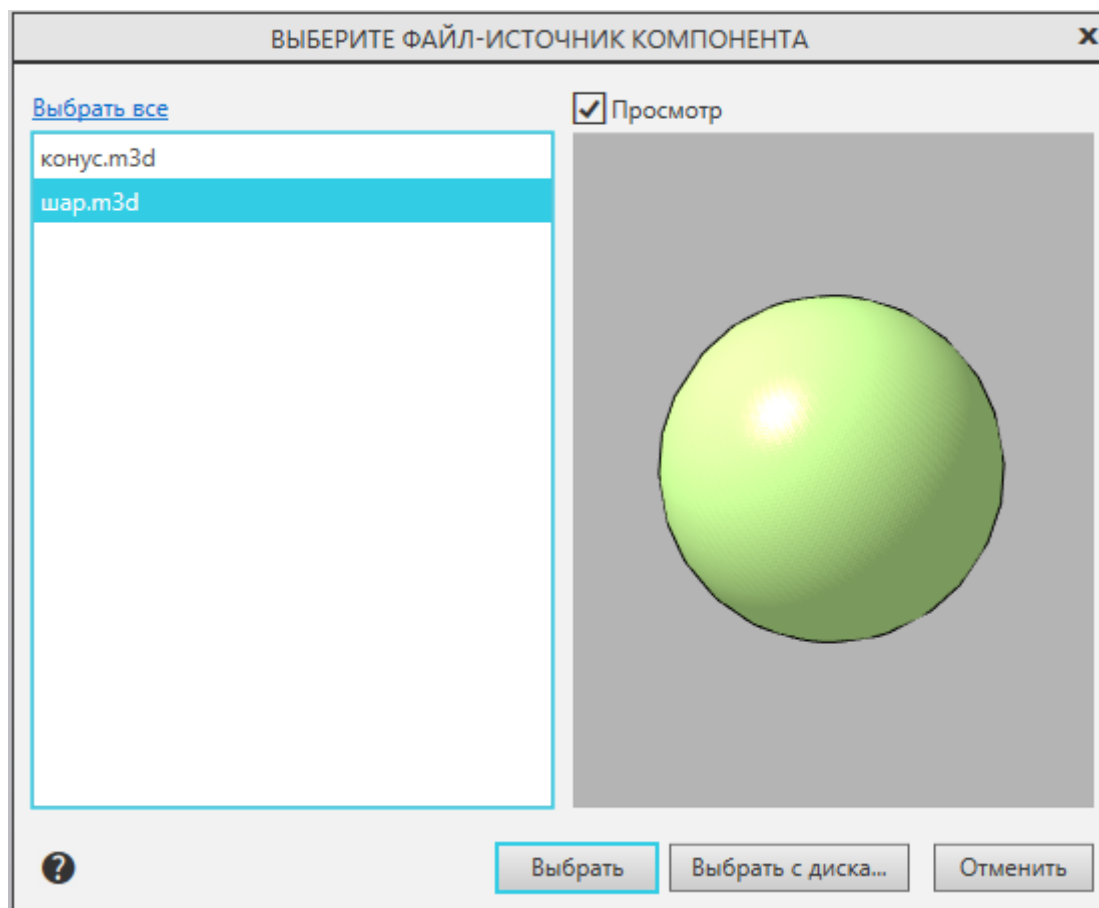


Рисунок 215 – Добавление деталей в сборку

На панели инструментов через команду «Добавить компонент» поочередно добавляются детали. При условии, что детали открыты в соседних окнах программы выбор происходит автоматически из них. В другом случае, необходимо загружать компоненты с компьютера.

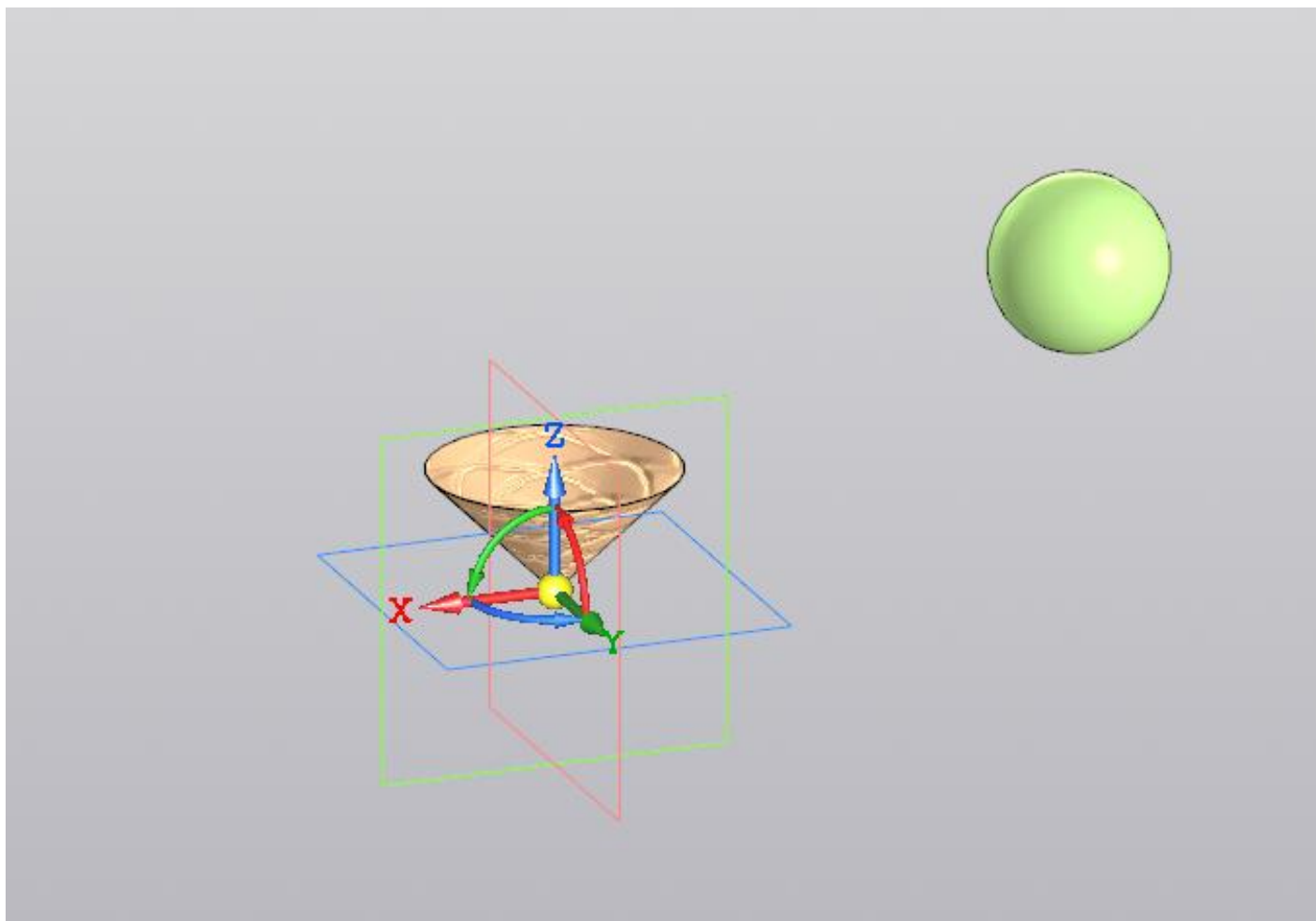


Рисунок 216 – Расположение деталей в пространстве сборки

Добавлять компоненты в рабочую область удобнее с привязкой к началу координат, хоть это и не является обязательным условием.

При загрузке и размещении компонентов в пространстве сборки можно размещать неограниченное количество выбранных компонентов. Это происходит до тех пор, пока не пользователь не прервет данную команду нажатием на красный крест.

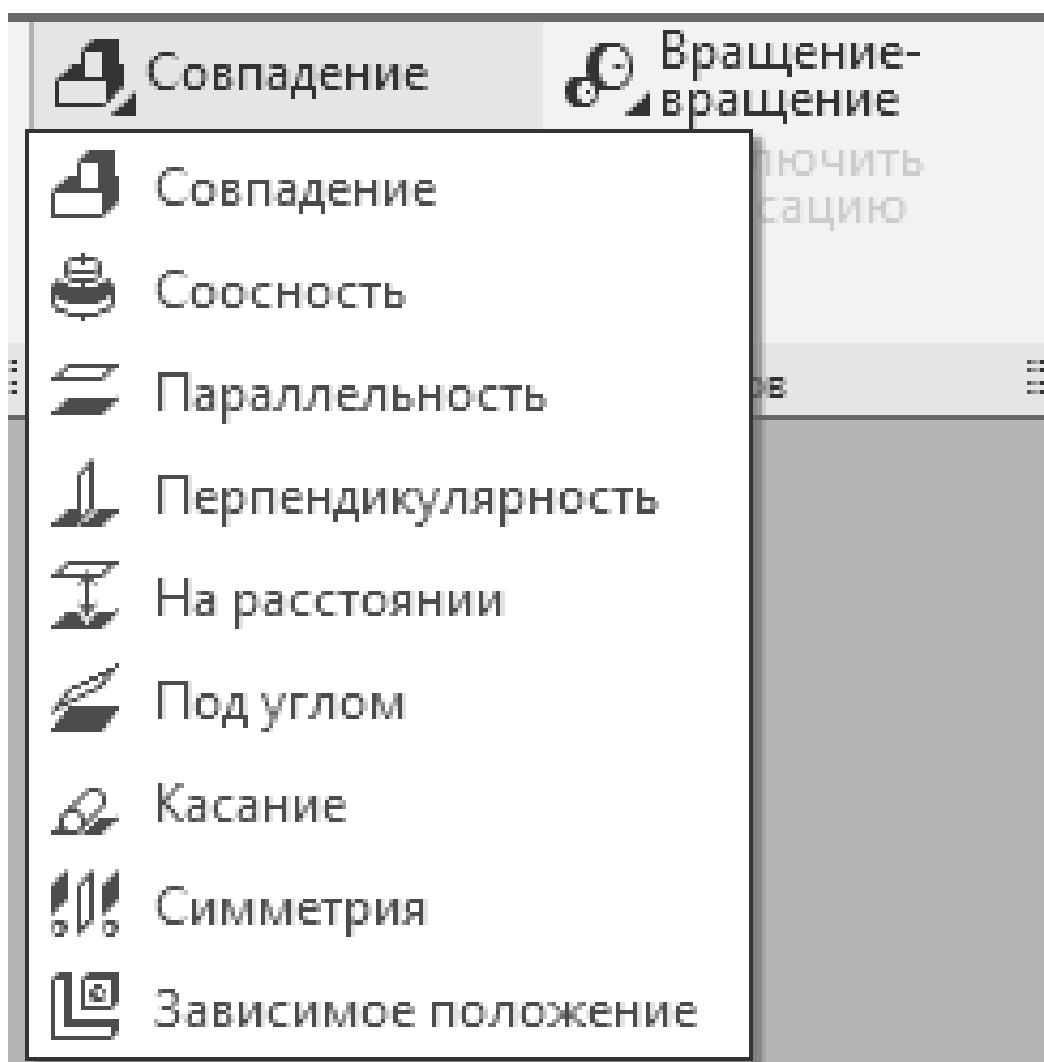


Рисунок 217 – Типы привязок объектов друг к другу во время сборки

Для того, чтобы соединить один объект с другим необходимо воспользоваться одной из команд сопряжения объектов в пространстве, варианты команд представлены на рис. 217.

При условии, что в данный момент в плоскости рабочей области находятся всего два объекта, одним из которых является шар, а другим – полый конуса, первоначально нужно расположить шар и конус на одной оси, для этого выбирается соответствующая команда, которой является «Соосность».

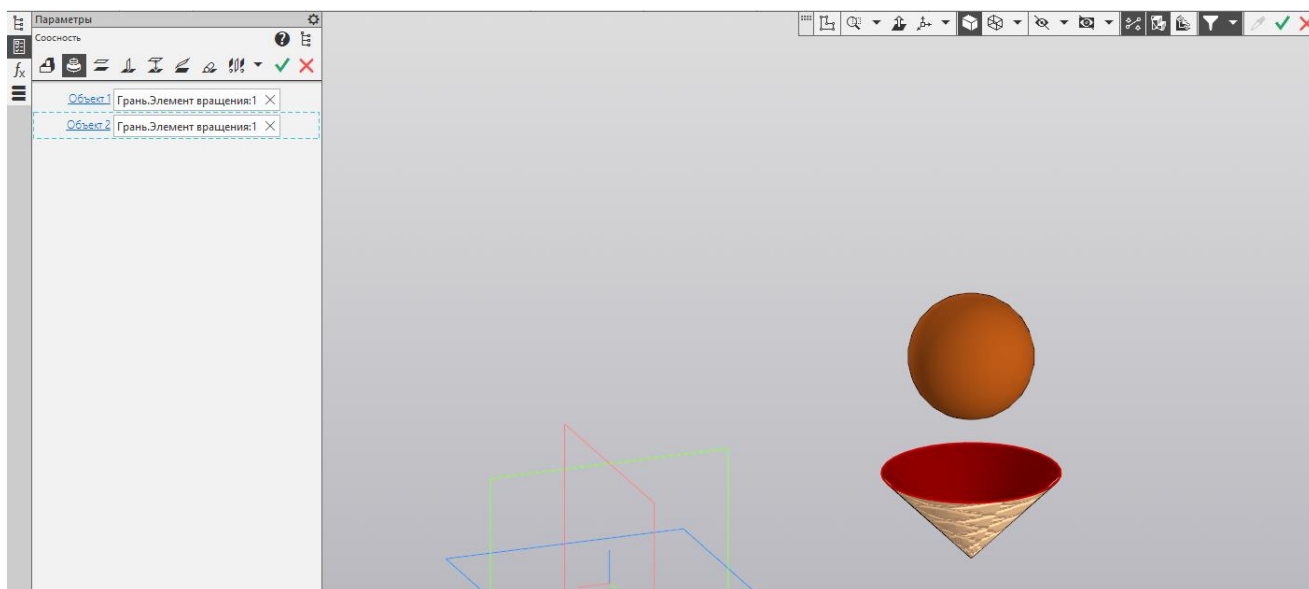


Рисунок 218 – Расположение шара над конусом

Поочередно выбираются компоненты, как показано на рис. 218. Т.е. первым объектом выбирается шар, а объектом номер два выбирается конус.

После того, как указан второй объект программа автоматически выстраивает один объект под другим.

Для подтверждения операции необходимо нажать зеленую галочку.

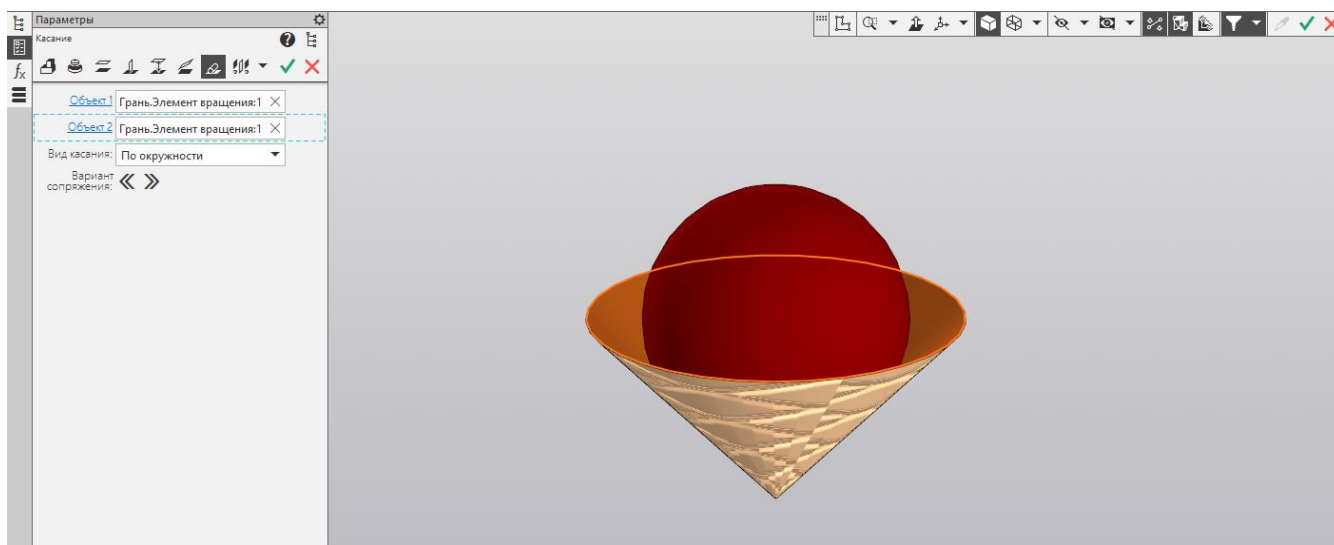


Рисунок 219 – Касание элементов сборки

Для соединения объектов необходимо воспользоваться другой командой сопряжения. В данном случае наилучшим вариантом будет команда «Касание», результат выполнения данной команды представлен на рис. 219.

Выбрав один объект и другой происходит автоматическое касание шара и внутренней поверхности конуса.

Выполнив касание сборка считается завершенной. При дальнейших перемещениях объекта шар и конус будут перемещаться вместе, поскольку они сопряжены друг с другом.

3.6. Вырезание

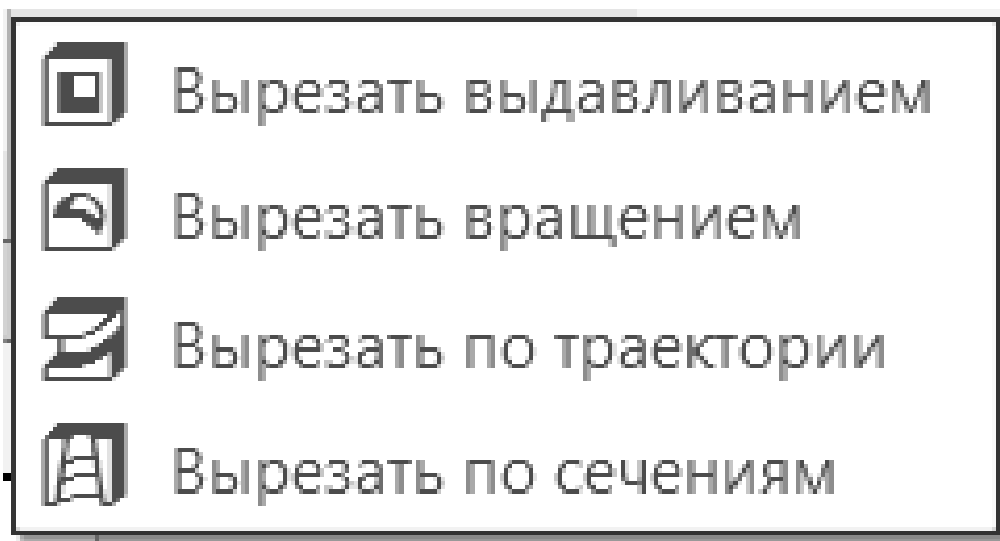


Рисунок 220 – Способы уменьшения геометрии по средством вырезания

В процессе моделирования не редко возникает необходимость усечь некоторую часть объекта, избавление от которой путем редактирования эскиза отнимает слишком много времени или невозможно вовсе.

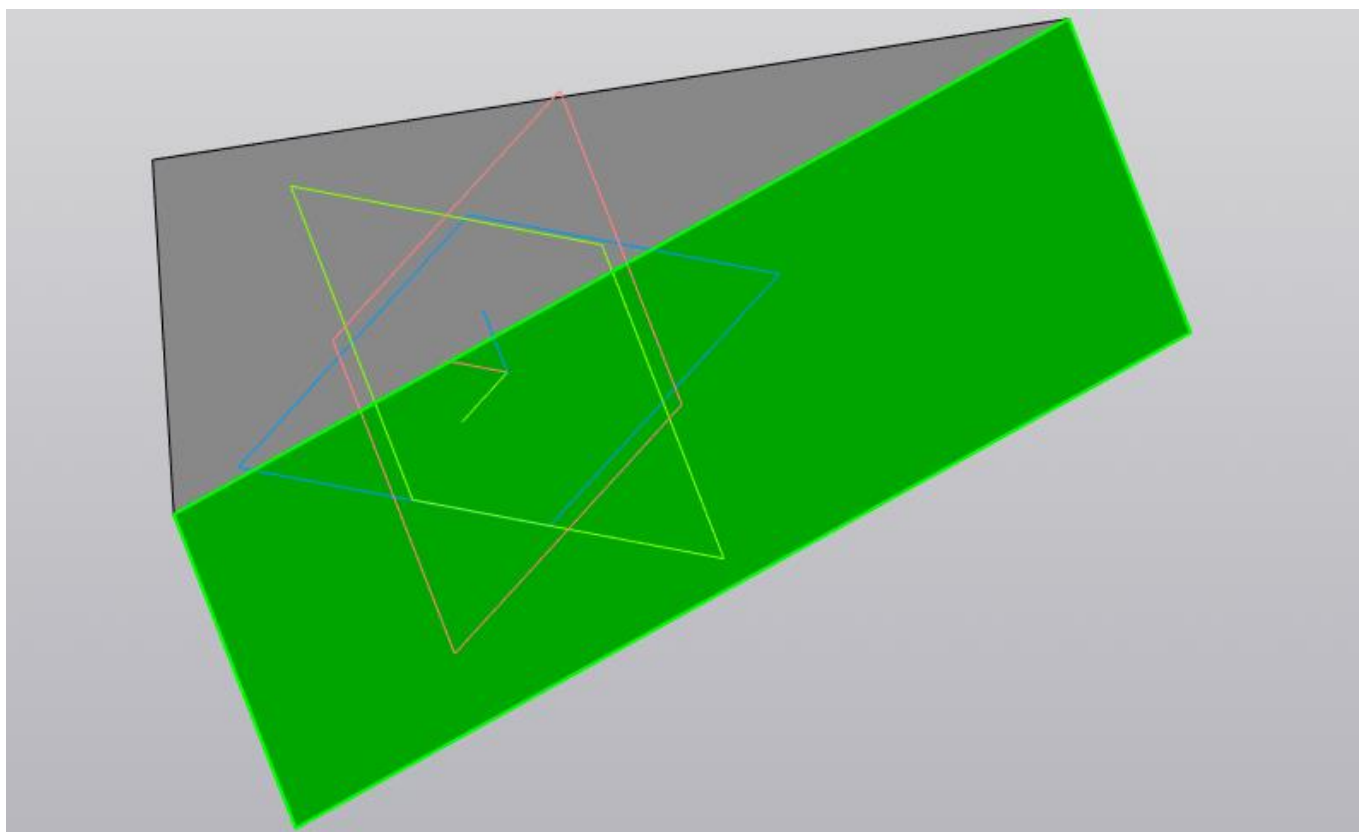


Рисунок 221 – Создание простой геометрической фигуры

Для того, чтобы рассмотреть варианты взаимодействия с командами вырезания была подготовлена простая геометрическая фигура, которая представлена на рис. 221.

Выполнив заготовку начинается процесс создания отверстий и других элементов вырезания. Для этого необходимо выбрать любую плоскость объекта. Выбранная плоскость подсвечивается зеленым цветом, рис. 221. После выбора плоскости необходимо создать на ней эскиз.

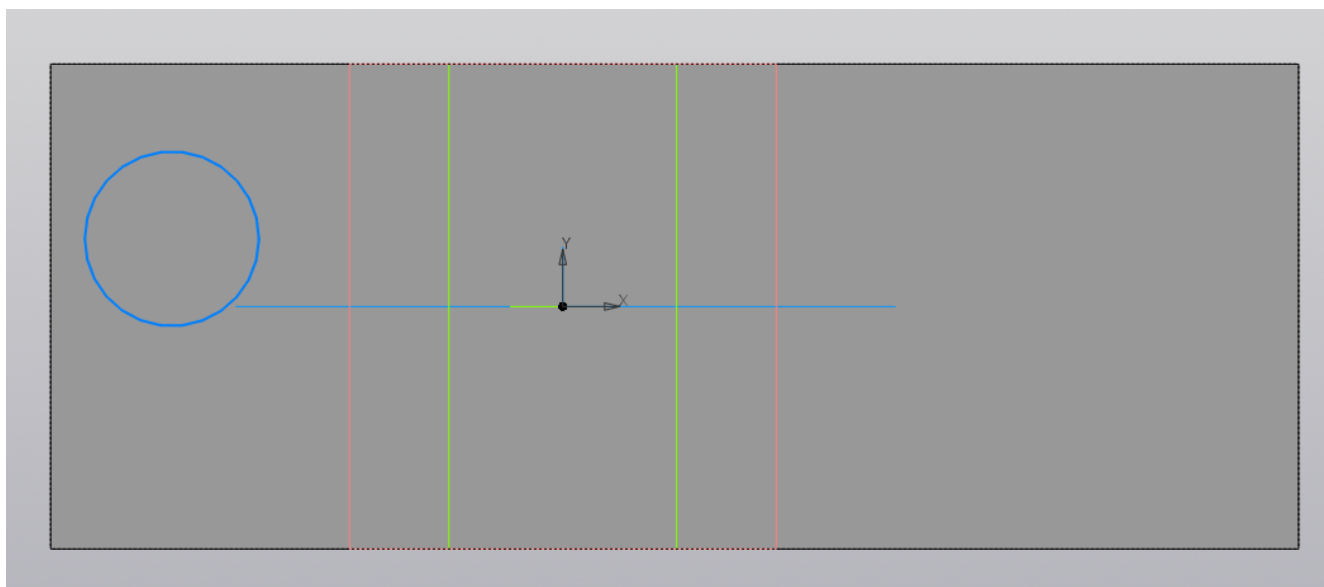


Рисунок 222 – Создание окружности на выбранной плоскости

В качестве примера создается окружность произвольного диаметра, как простейший элемент. Расположение окружности выполняется произвольным образом, поскольку не имеет принципиального значения, ввиду того, что является примером построения геометрических объектов на плоскости.

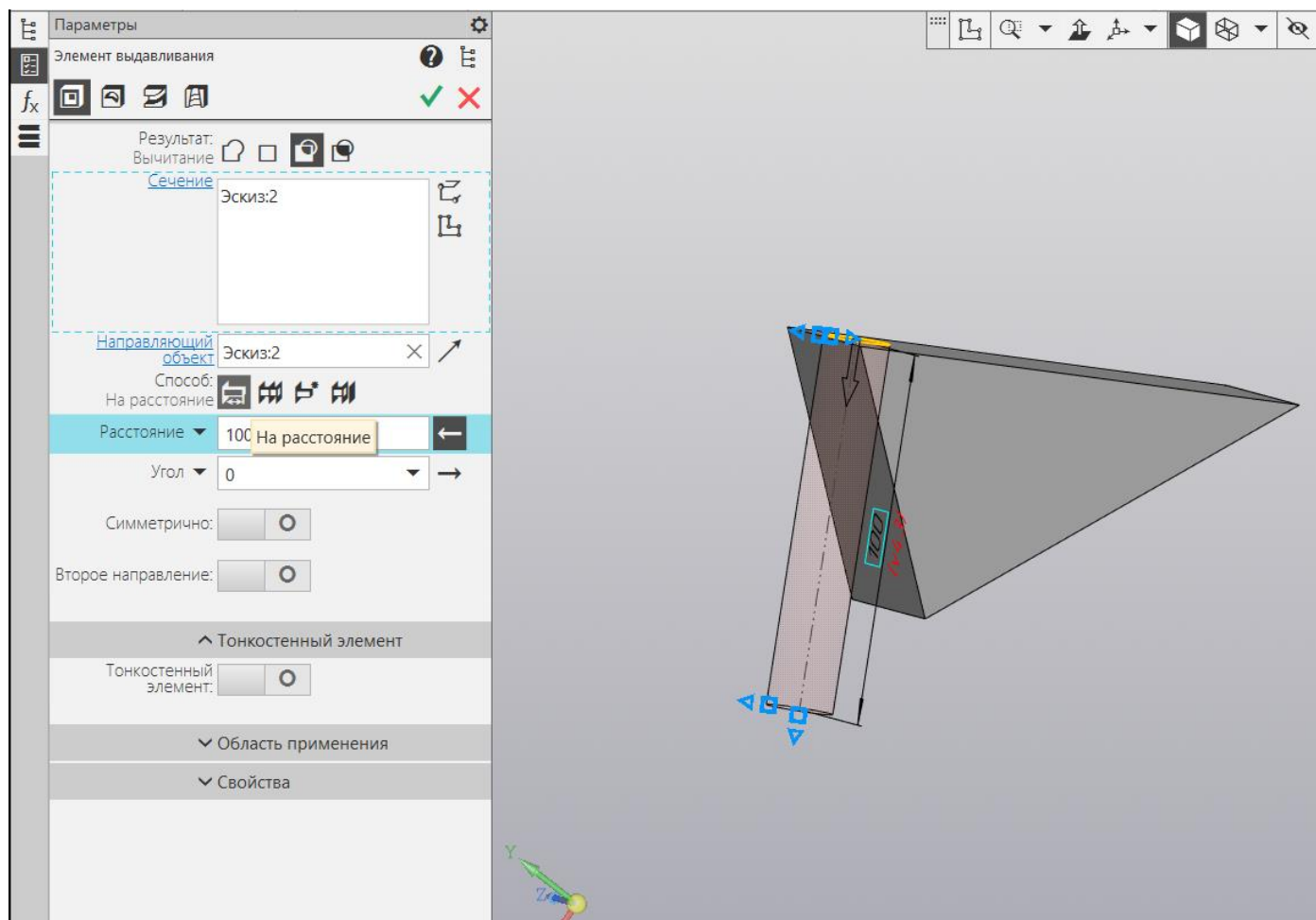


Рисунок 223 – Применение операции вырезать выдавливанием к созданному ранее эскизу

Воспользовавшись командой «Вырезать выдавливанием» программа автоматически вырезает контур подготовленной окружности на заданное расстояние.

Вырезание можно выполнять на заданное расстояние, которое вводится пользователем самостоятельно. Изначально, программа устанавливает расстояние в 10 мм.

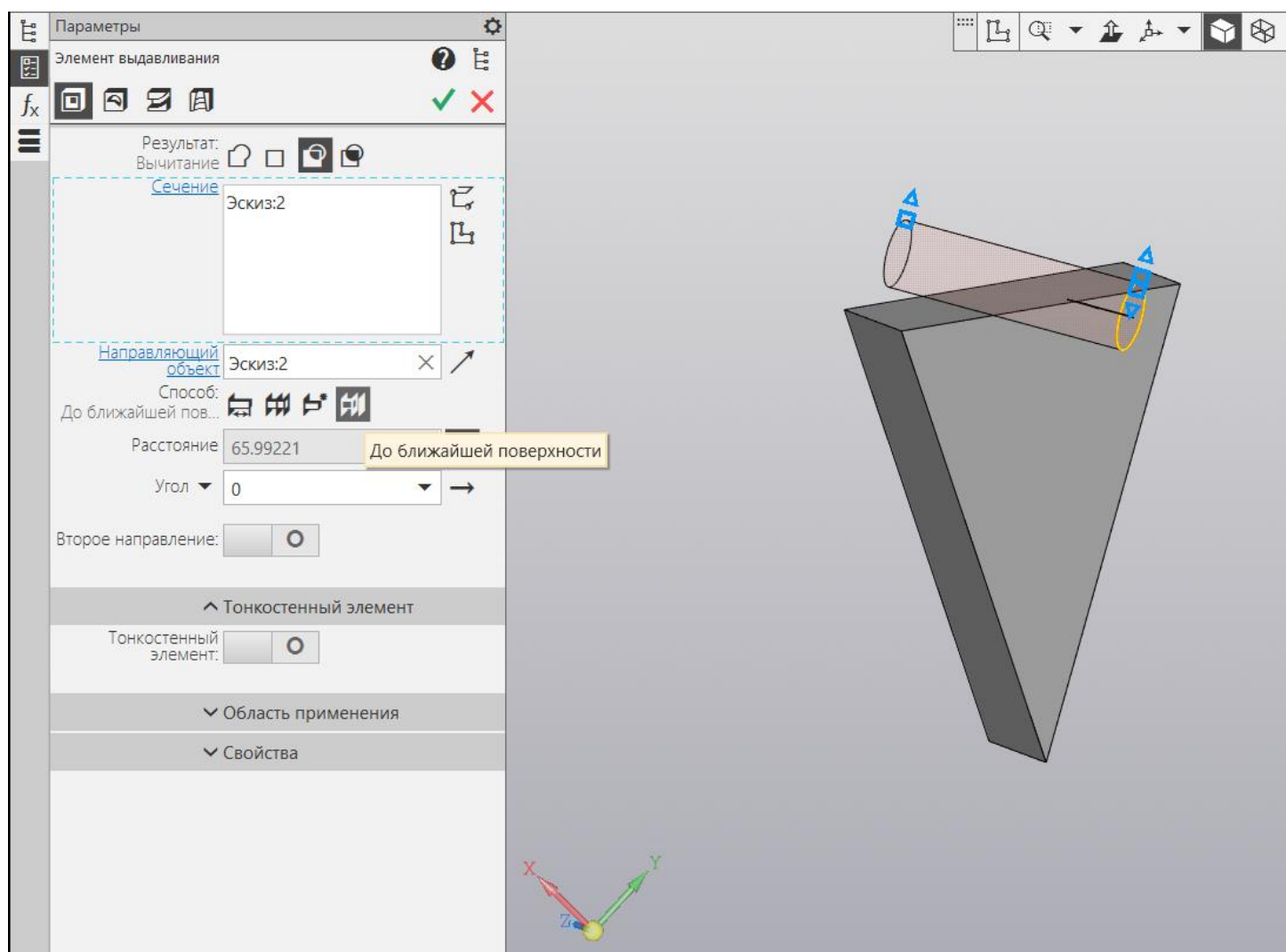


Рисунок 224 – Вырезание до ближайшей поверхности

Также есть возможность вырезать подготовленный эскиз до ближайшей поверхности или через все объекты. В этом случае программа автоматически рассчитывает расстояние до нужной плоскости.

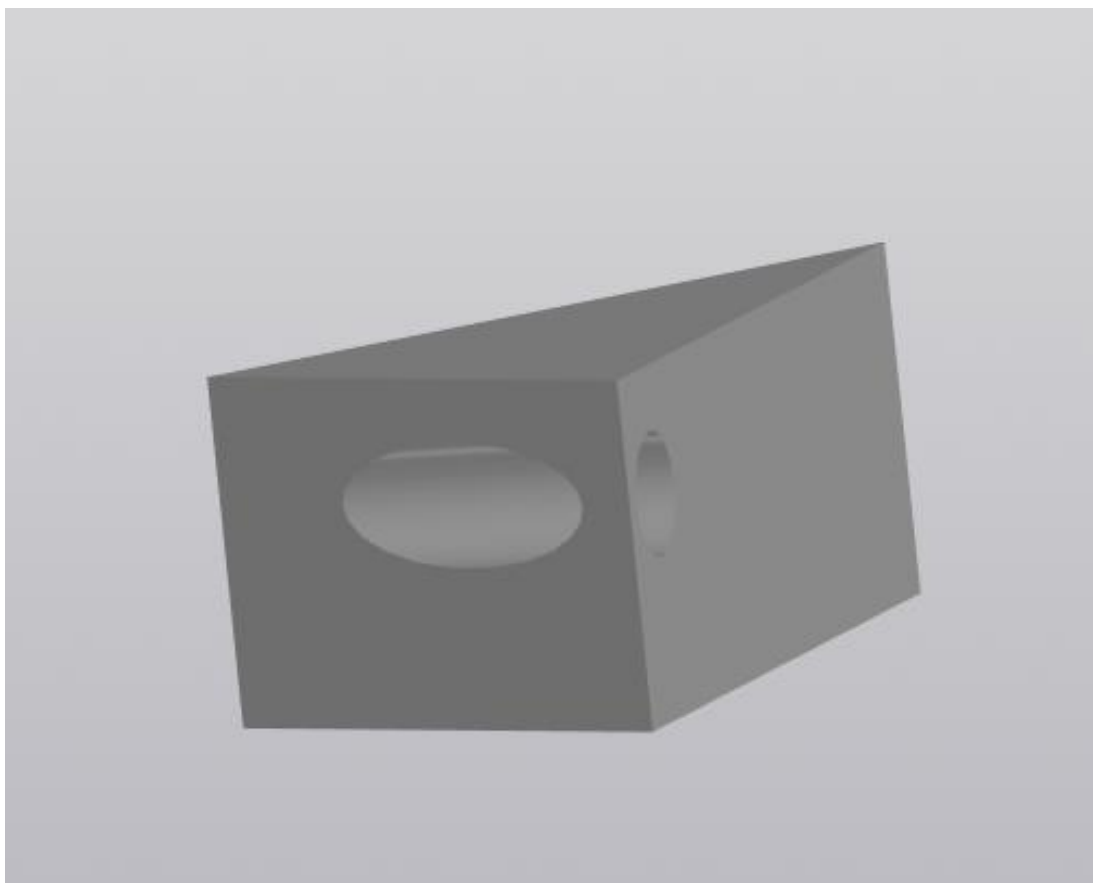


Рисунок 225 – Результат применения команды вырезать выдавливанием

Выполнив вырезание на поверхности нанесения эскиза контур объекта остается без изменений. В дальнейшем происходят изменения в объекте по пути следования команды вырезания. Результат применения команды вырезать выдавливанием представлен на рис. 225. Отчетливо видно траекторию по которой было совершено вырезание.

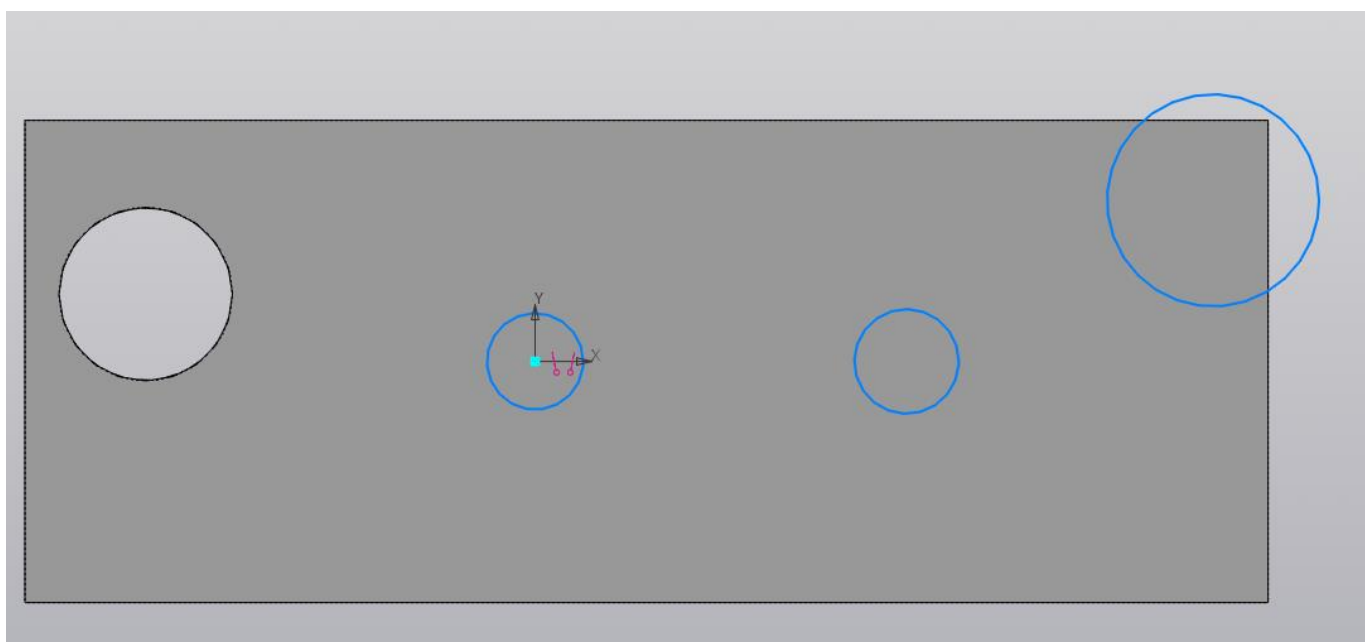


Рисунок 226 – Выполнение эскиза на передней поверхности

Выполняя эскиз на той же плоскости, что и предыдущий, нужно обратить внимание, что возможно выполнение команды больше чем для одного контура, но необходимо следить за тем, чтобы контур был замкнут и не происходило самопересечение контура. В случае, если во время применения команды произошло самопересечение контура необходимо вернуться в эскиз для дальнейшего редактирования и проверить все основополагающие элементы.

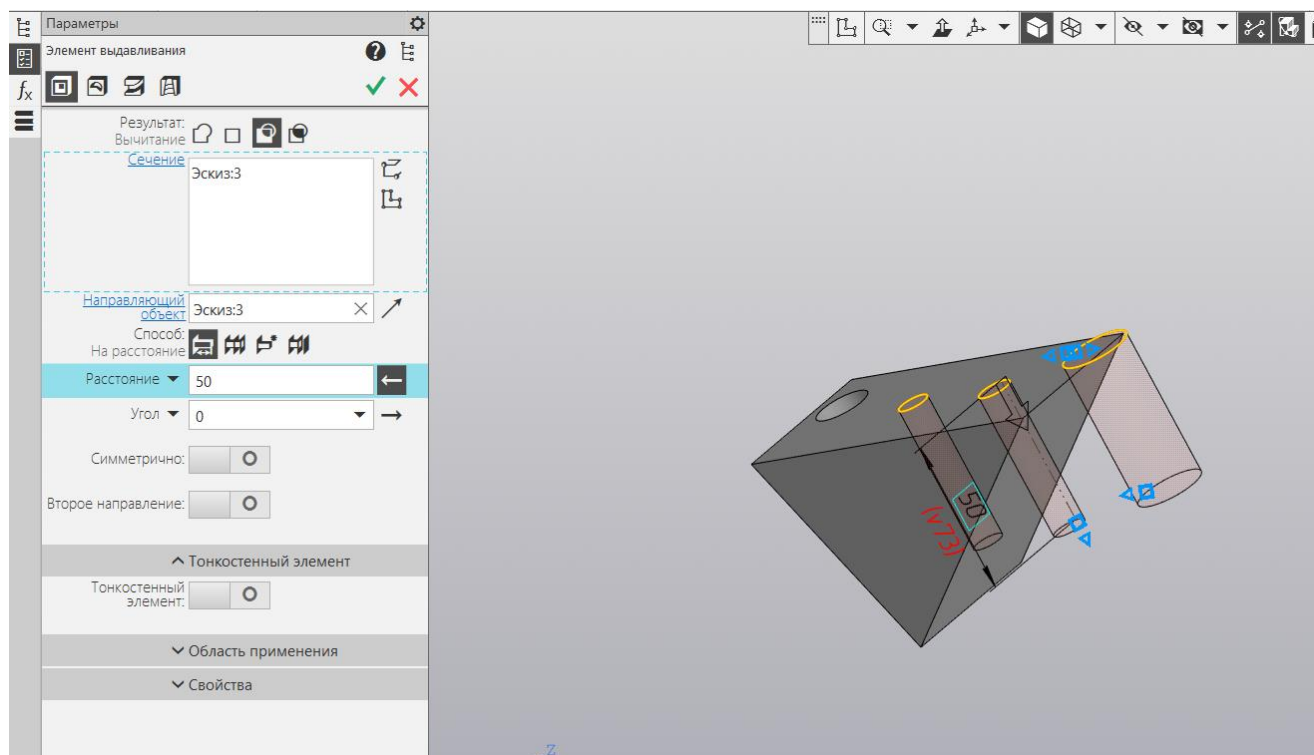


Рисунок 227 – Применение команды вырезать выдавливанием ко всем элементам эскиза

Важно отметить, что команда «Вырезать выдавливанием» применяется для всех окружностей одновременно, поскольку они выполнены в одном эскизе, следовательно, расстояние для всех потенциальных отверстий будет одинаковым. В случае, если необходимо задать разные расстояния для каждого отверстия, необходимо выполнить построение окружностей на отдельных эскизах.

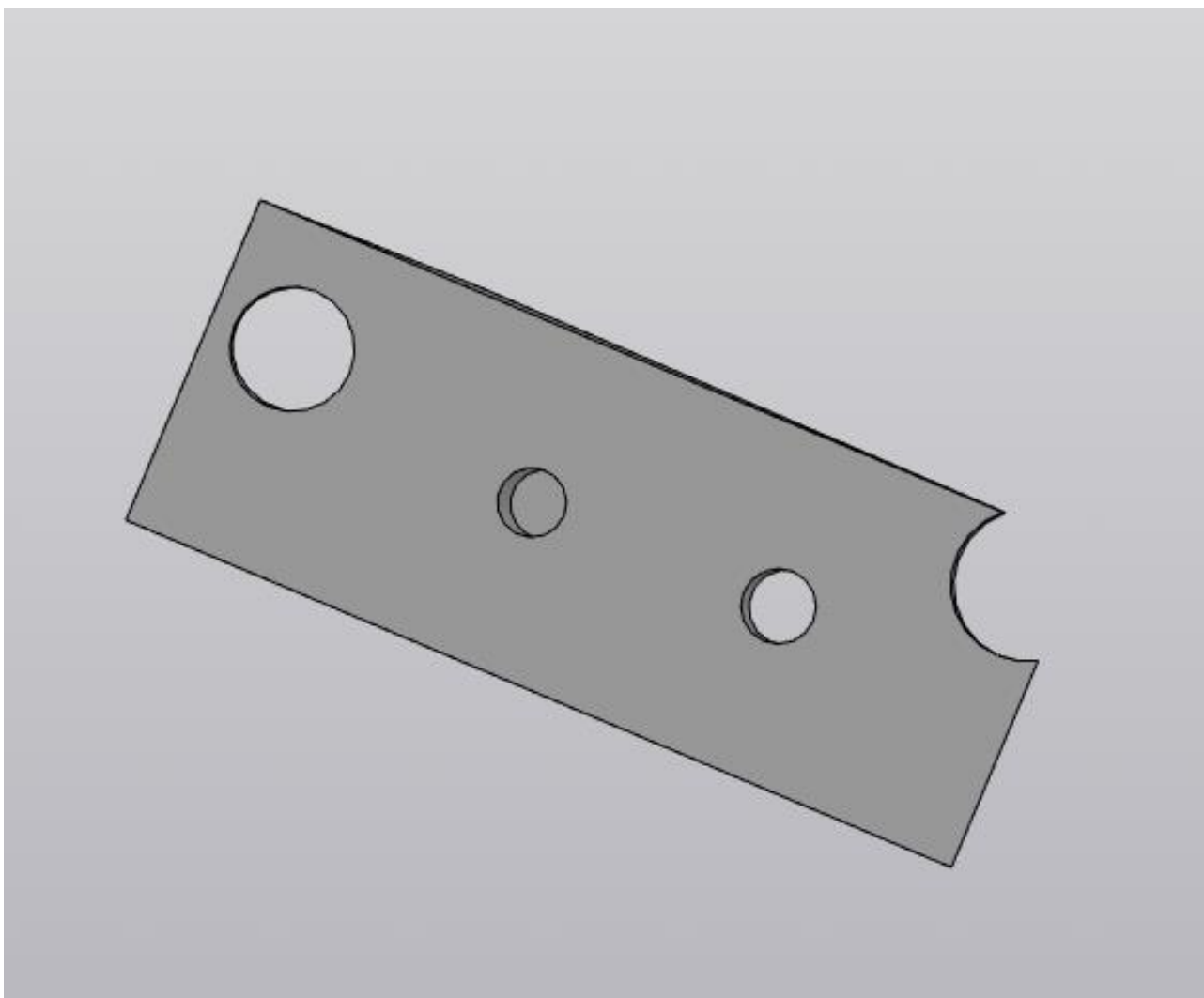


Рисунок 228 – Применение команды вырезать выдавливанием к эскизу с несколькими окружностями

Из рис. 228 видно, что для одной из окружностей расстояние не позволило получить сквозное отверстие, по этой причине наблюдается серая область, свидетельствующая о том, что отверстие не сквозное.

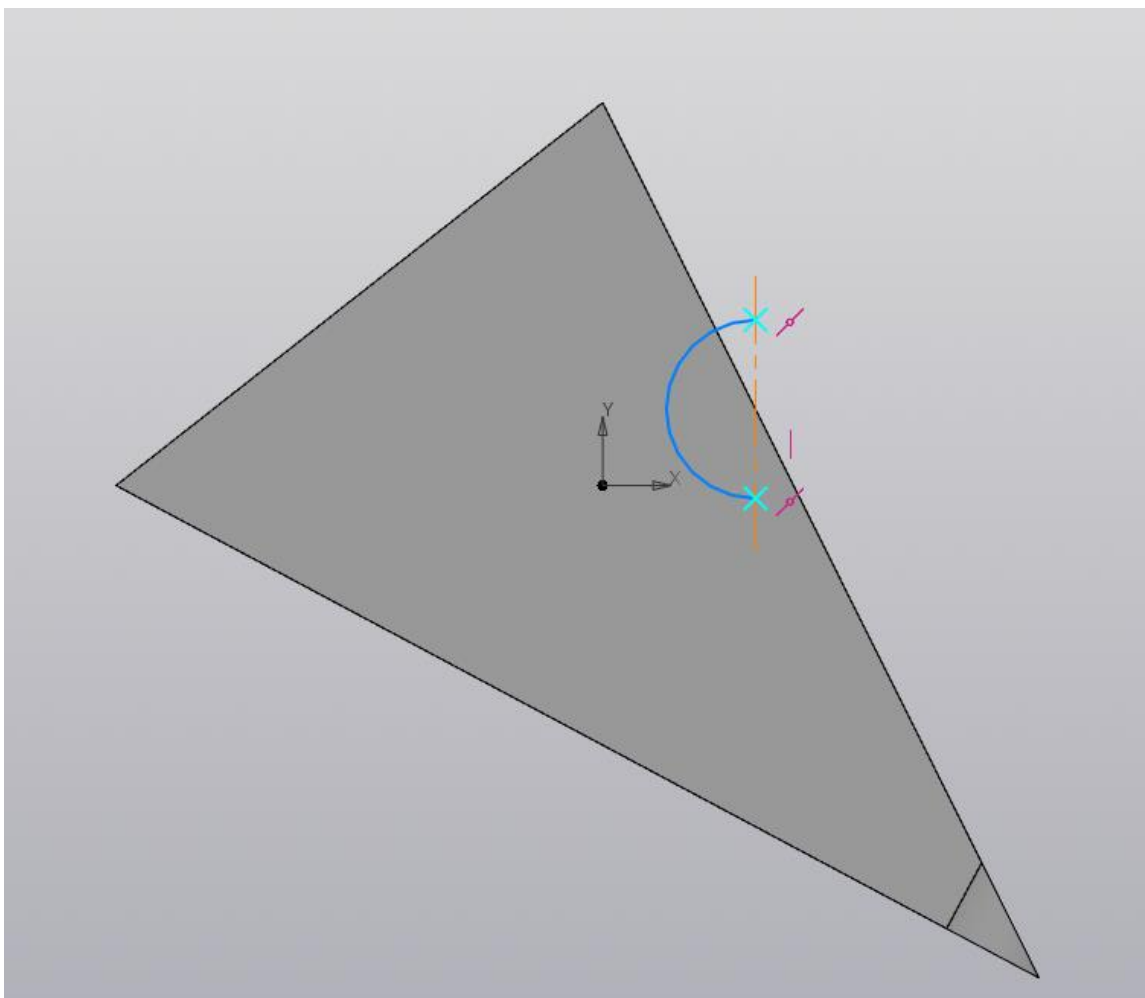


Рисунок 229 – Создание эскиза на плоскости для дальнейшего применения команды вырезать вращением

Вырезание не всегда происходит выдавливанием, также используется и команда «Вырезать вращением». Для этого, в качестве примера, используется полуокружность и ось вращения. Таким образом, если бы необходимо было создать шар.

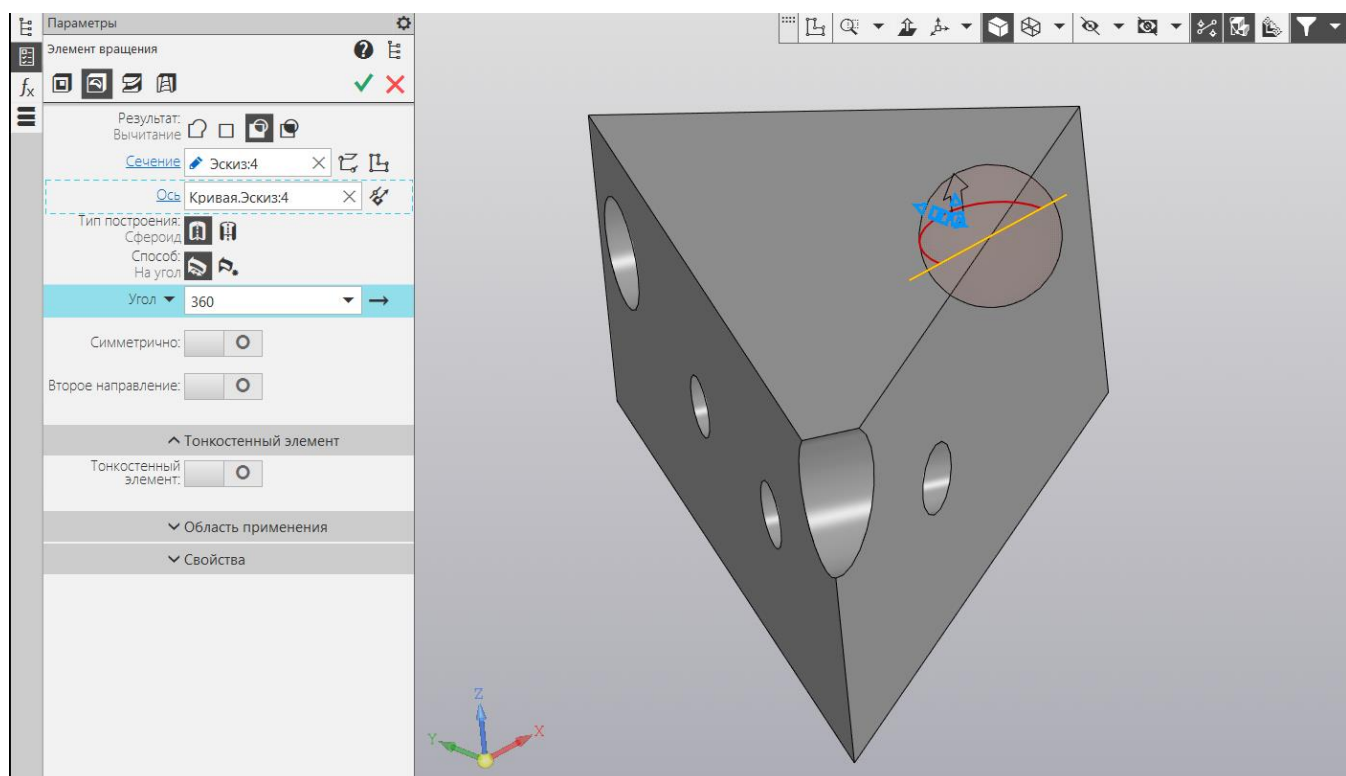


Рисунок 230 – Применение команды вырезать вращением

На экране появляется область идентичная созданию шара, однако в этом случае геометрия объекта будет уменьшаться, а не увеличиваться. В результате пользователь получает след от результата вращения шара на объекте.

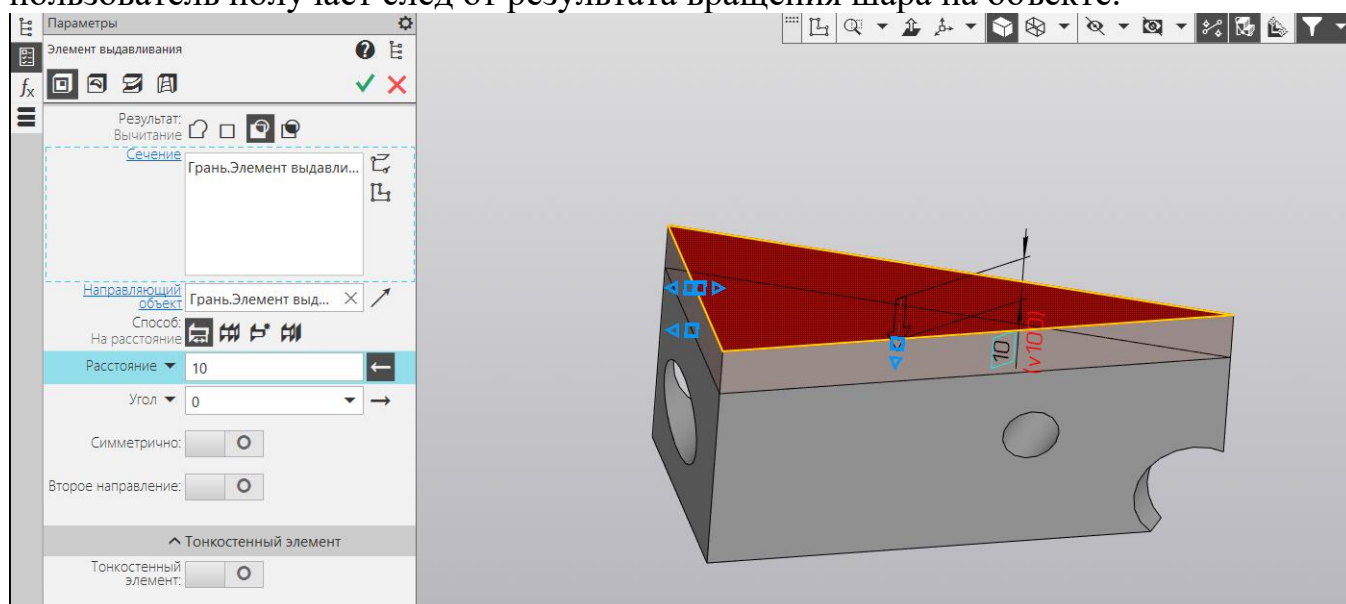
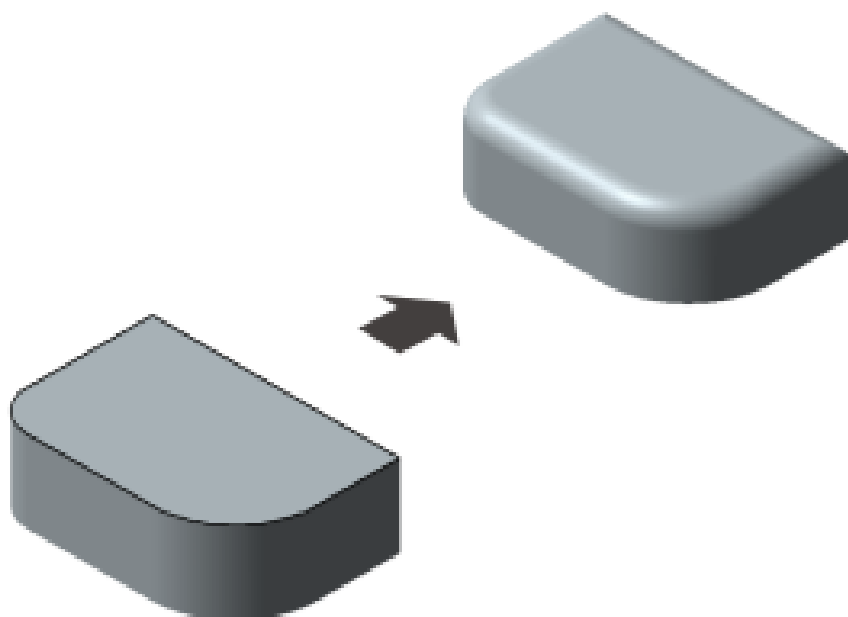


Рисунок 231 – Вырезание плоскости

Не всегда для того, чтобы уменьшить геометрию объекта нужно строить эскиз. В некоторых случаях достаточно выбрать плоскость и воспользоваться командой «Вырезать выдавливанием». В этом случае в качестве эскиза принимается выделенная плоскость. К этой плоскости можно применить соответствующую команду на определенное расстояние или до ближайшей поверхности.

3.7. Скругление и фаска

Скругление



Скругление указанных ребер модели.

Способы построения: дугой окружности, дугой эллипса, с коэффициентом, с постоянной хордой.

При скруглении дугой окружности возможно задание разных значений радиуса в выбранных точках.

Рисунок 232 – Инструкция по применению команды скругление

Для получения гладких поверхностей из прямоугольных форм используется инструмент скругление. Для достижения необходимого результата нужно выделить либо одно ребро, на котором предстоит создать скругление, либо плоскость. Во втором случае скругление произойдет сразу на всех ребрах выделенной плоскости.

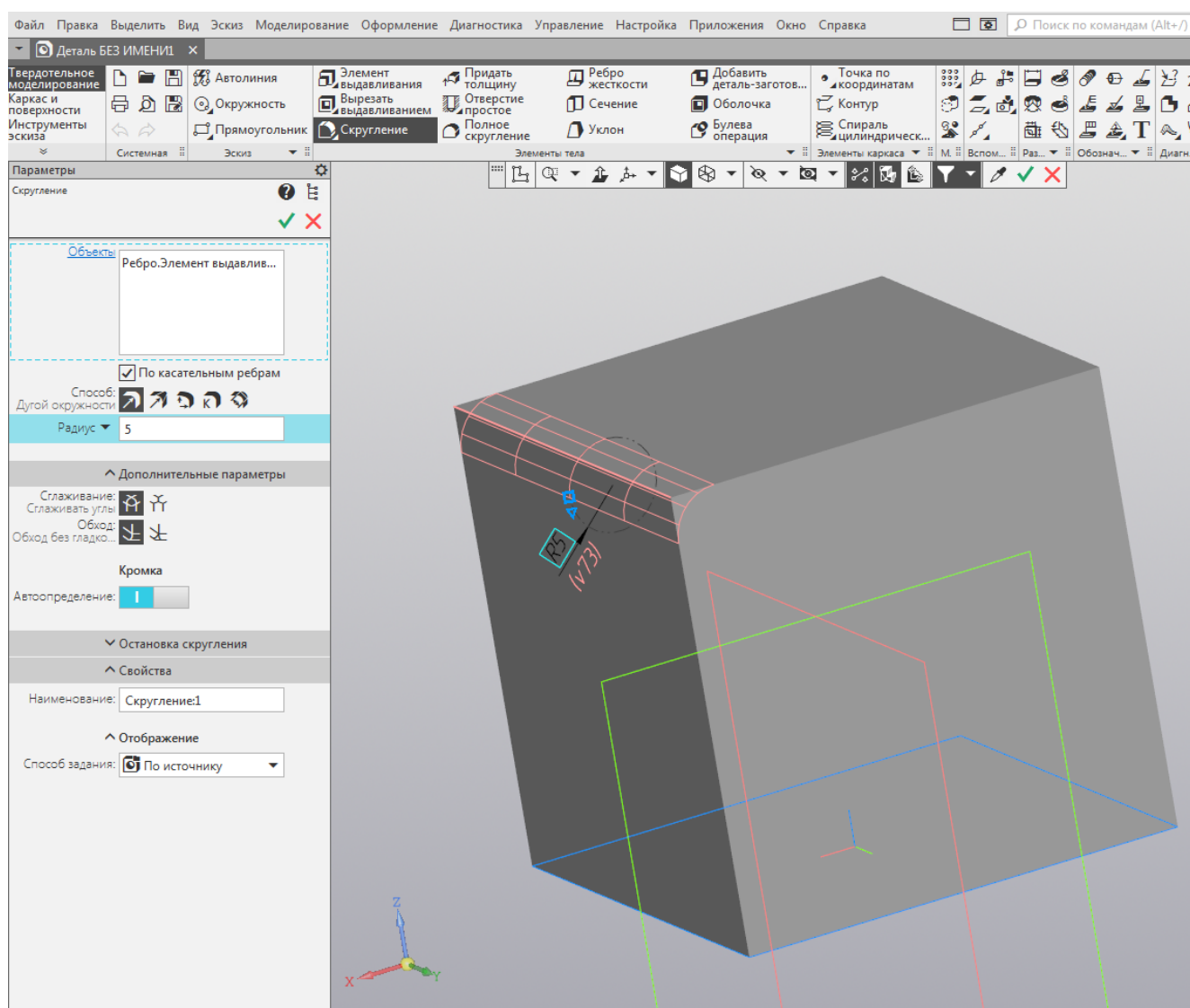


Рисунок 233 – Применение команды скругление

Для применения команды «Скругление» необходимо указать грани какого-либо объекта. Для дальнейшей демонстрации работы команды был создан куб. Путем выдавливания произвольного эскиза на определенную величину.

Первый способ создания скругления через дугу окружности подразумевает задание радиуса скругления и выделение граней объекта, на которых необходимо его выполнить. Выбранная грань подсвечивается.

Механика выполнения скругления не тривиальна. Программа показывает будущий контур невидимыми линиями.

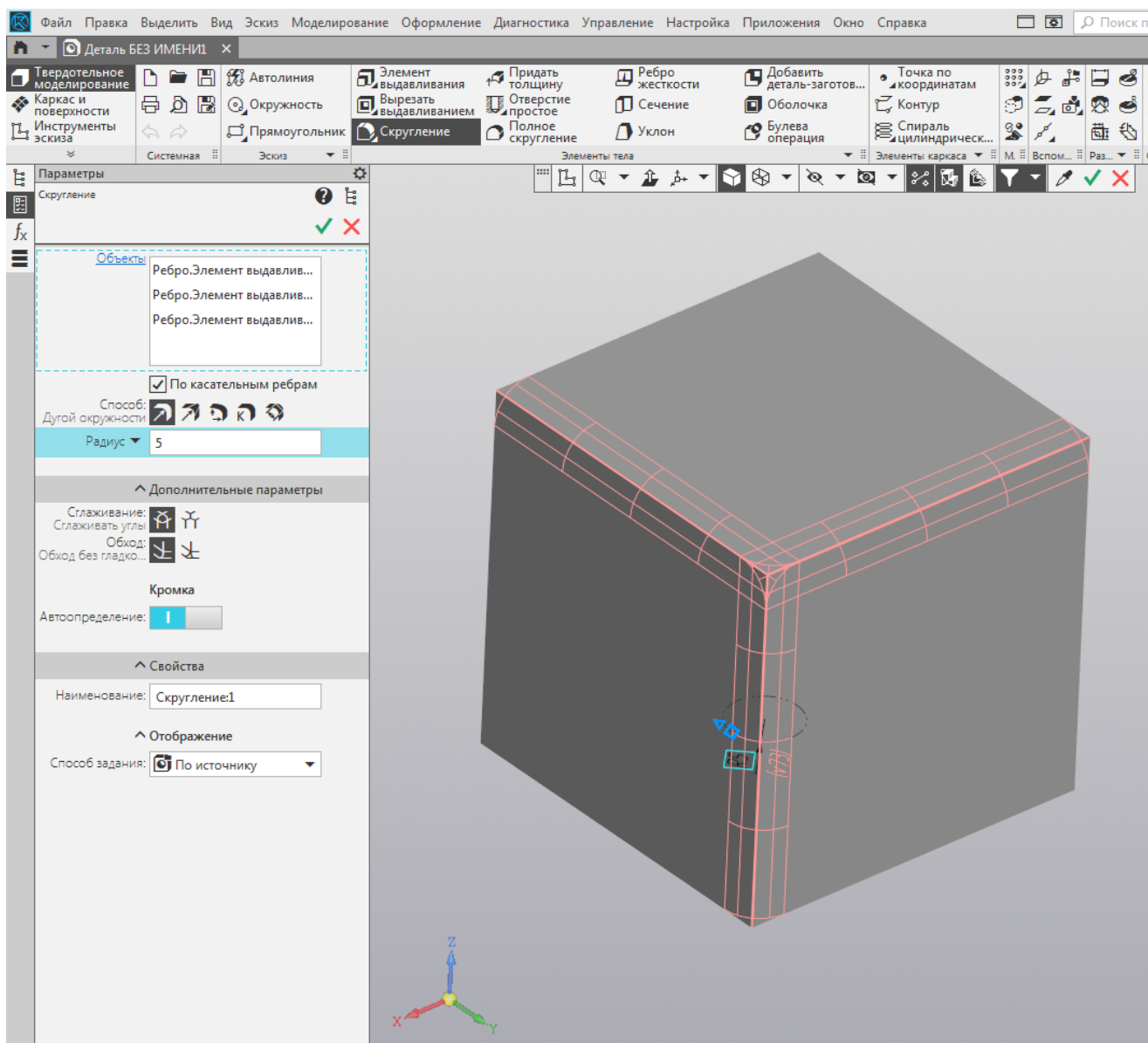


Рисунок 234 – Применение команды скругление для смежных ребер

Возможно выполнение сразу нескольких скруглений на смежных или не смежных гранях объекта. Для этого в область объектов необходимо методично указать все интересующие ребра, как показано на рис. 234.

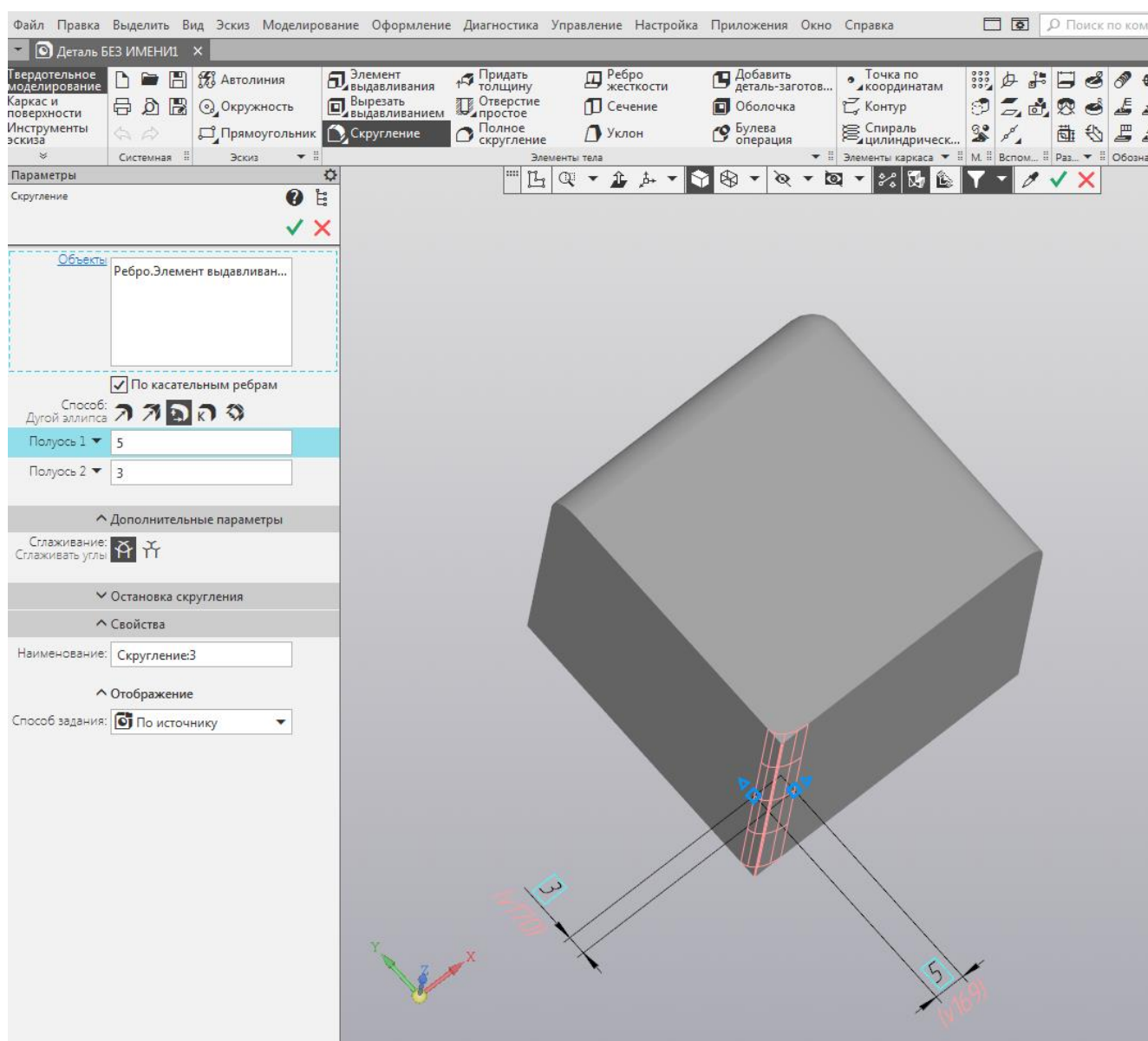
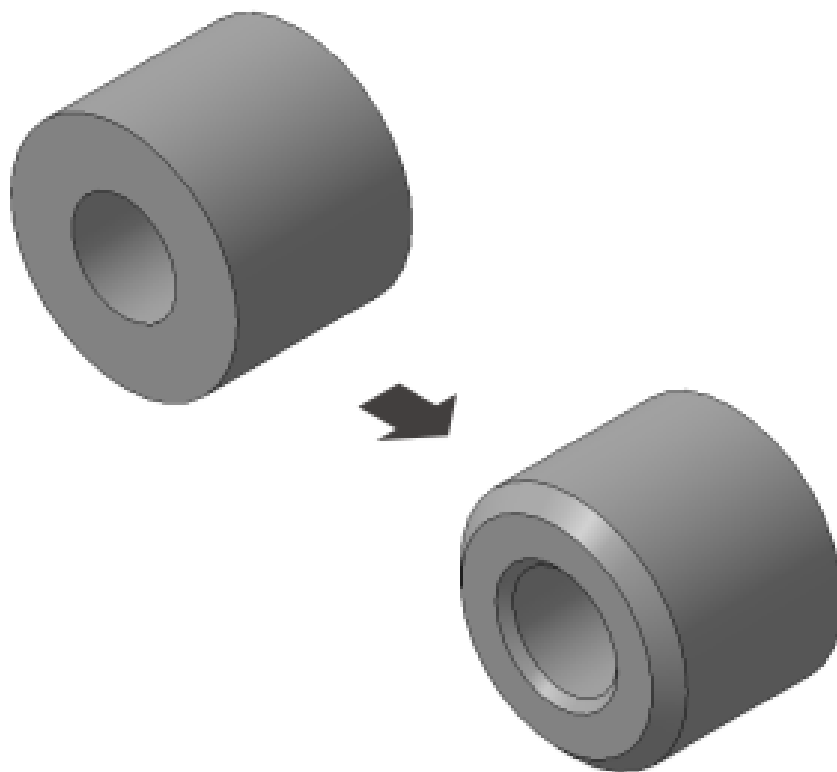


Рисунок 235 – Создание скругления с разными радиусами для сторон

Другой эффективный способ скругления объектов выполняется «Дугой эллипса». Этот метод позволяет скруглять объекты разными радиусами для разных граней. В этом случае указывается радиусы для каждой грани вручную. Результат такого применения команды демонстрируется на рис. 235, отчетливо видно, что на одной из граней скругление происходит большим радиусом.

Фаска



Построение фаски на указанных ребрах модели.

Способы построения: по линейному и угловому размерам; по двум линейным размерам.

Рисунок 236 – Инструкция по применению команды фаска

Для получения скосов на объектах с прямыми углами используется инструмент фаска. Применение команды фаска выполняется аналогично команде скругление и построено по тем же принципам. Фаску можно создавать как на одном, так и на нескольких ребрах. Как и для скругления, фаску можно указывать сразу для всех плоскостей.

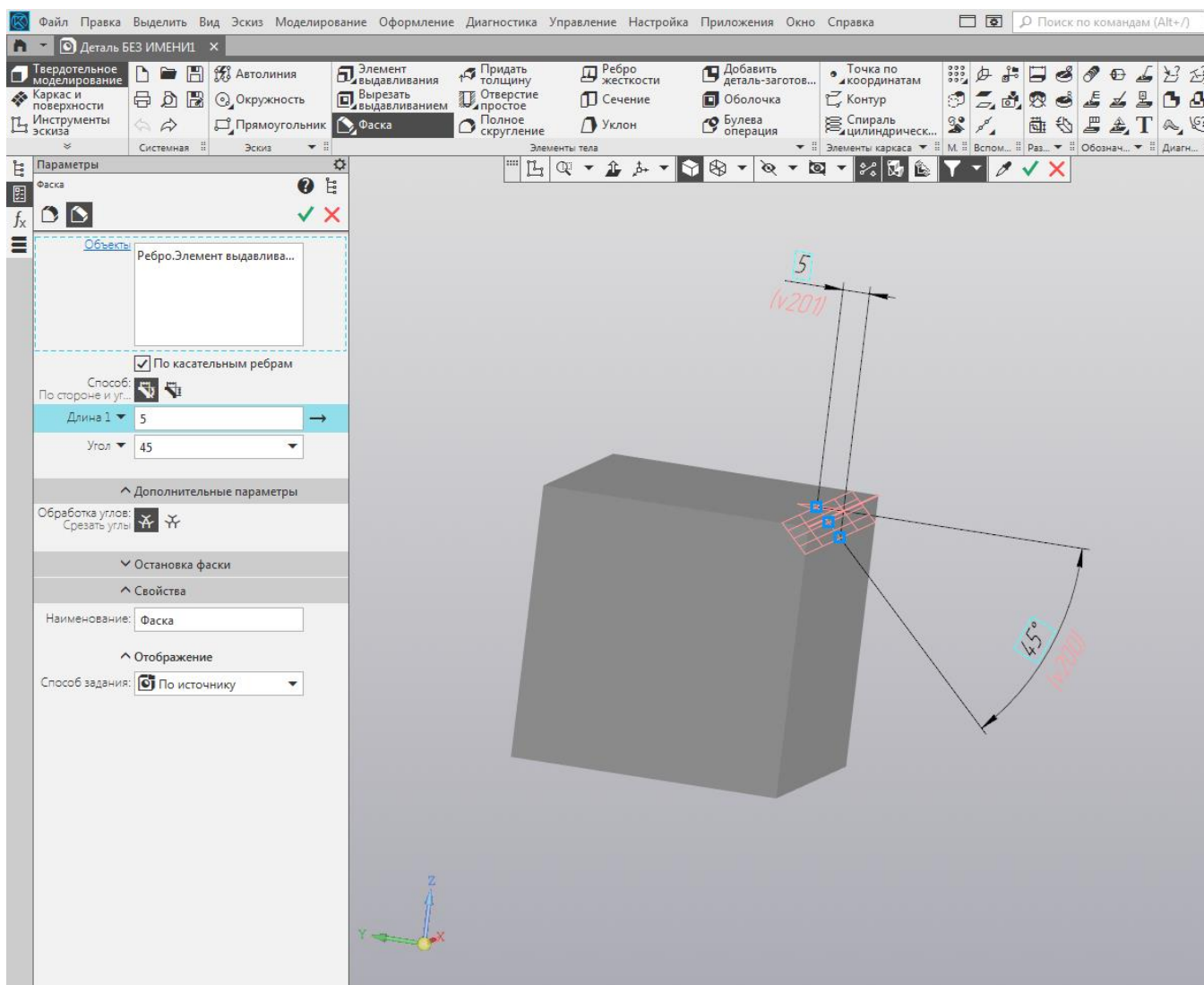


Рисунок 237 – Применение команды фаска

Для демонстрации работы команды «Фаска» воспользуемся уже созданным трехмерным объектом. При выполнении фаски по стороне и углу программа автоматически подстраивает заданный размер и угол под объект.

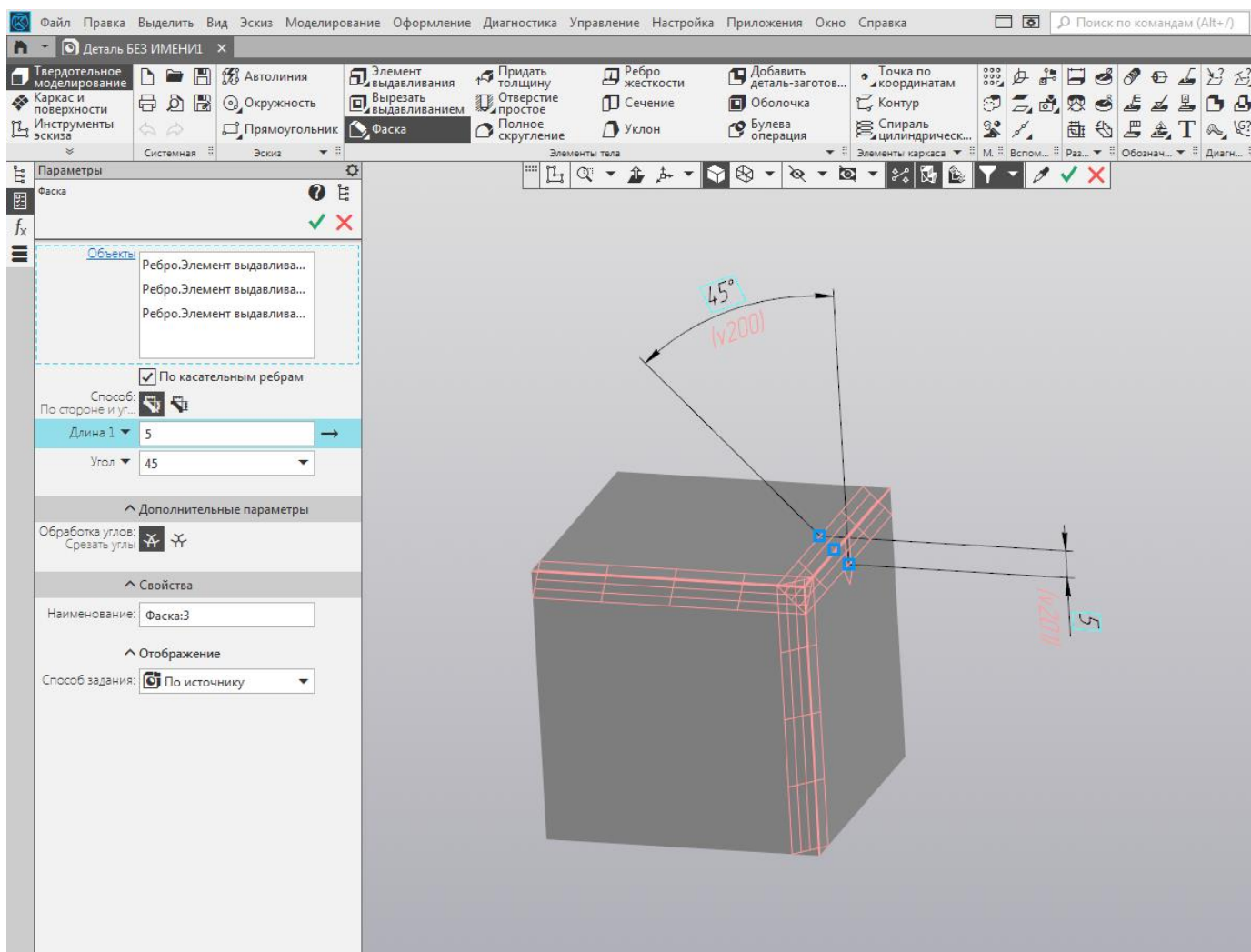


Рисунок 238 – Применение команды фаска к нескольким ребрам

На рис. 238 наглядно демонстрируется выполнение команды фаска для нескольких смежных граней, путем их последовательного выделения.

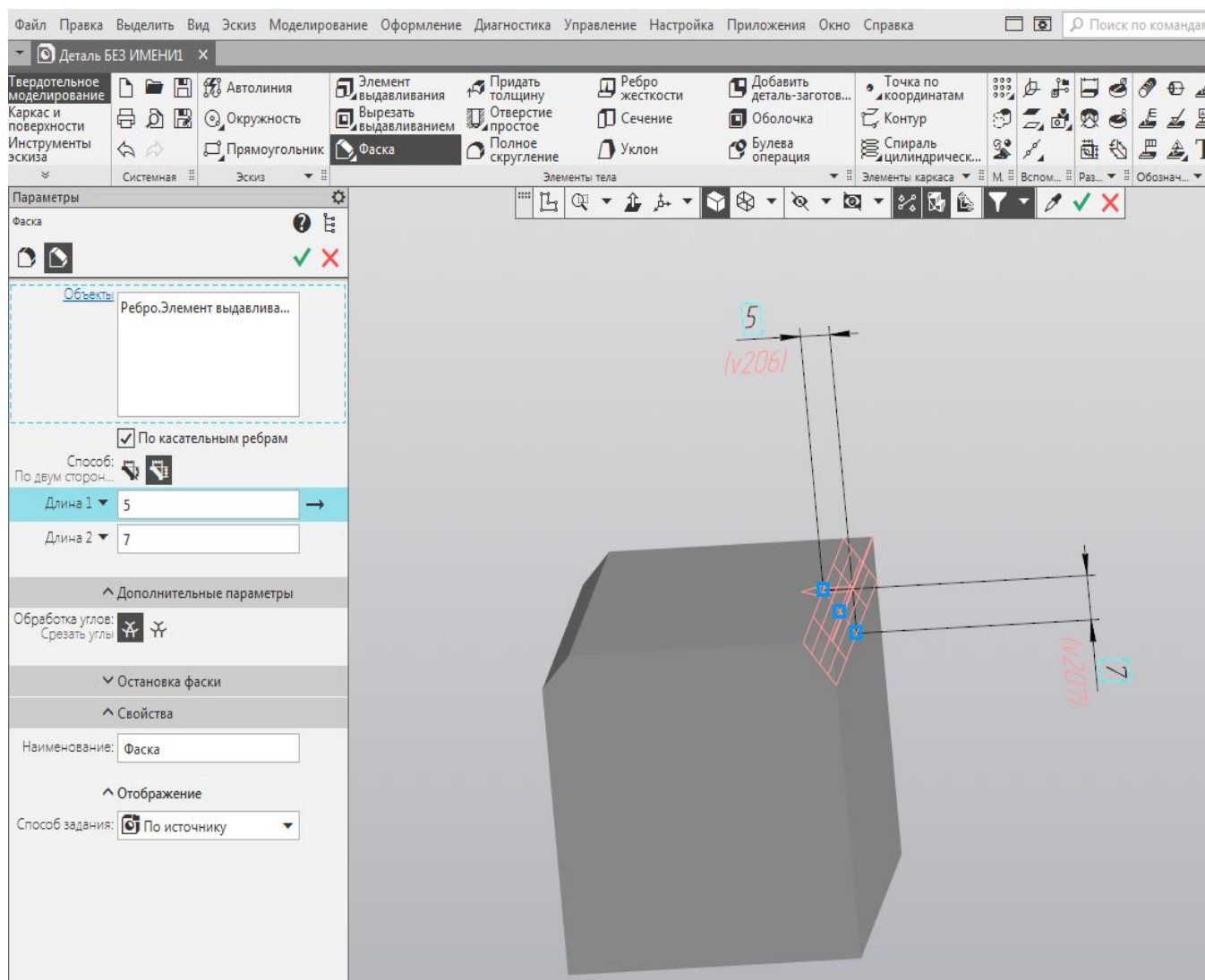


Рисунок 239 – Применение команды фаска по двум сторонам

При выполнении фаски по двум сторонам задаются расстояния для каждой стороны отдельно. При необходимости можно изменить расположение сторон нажатием на стрелку рядом с первой длиной.

3.8. Вспомогательная плоскость

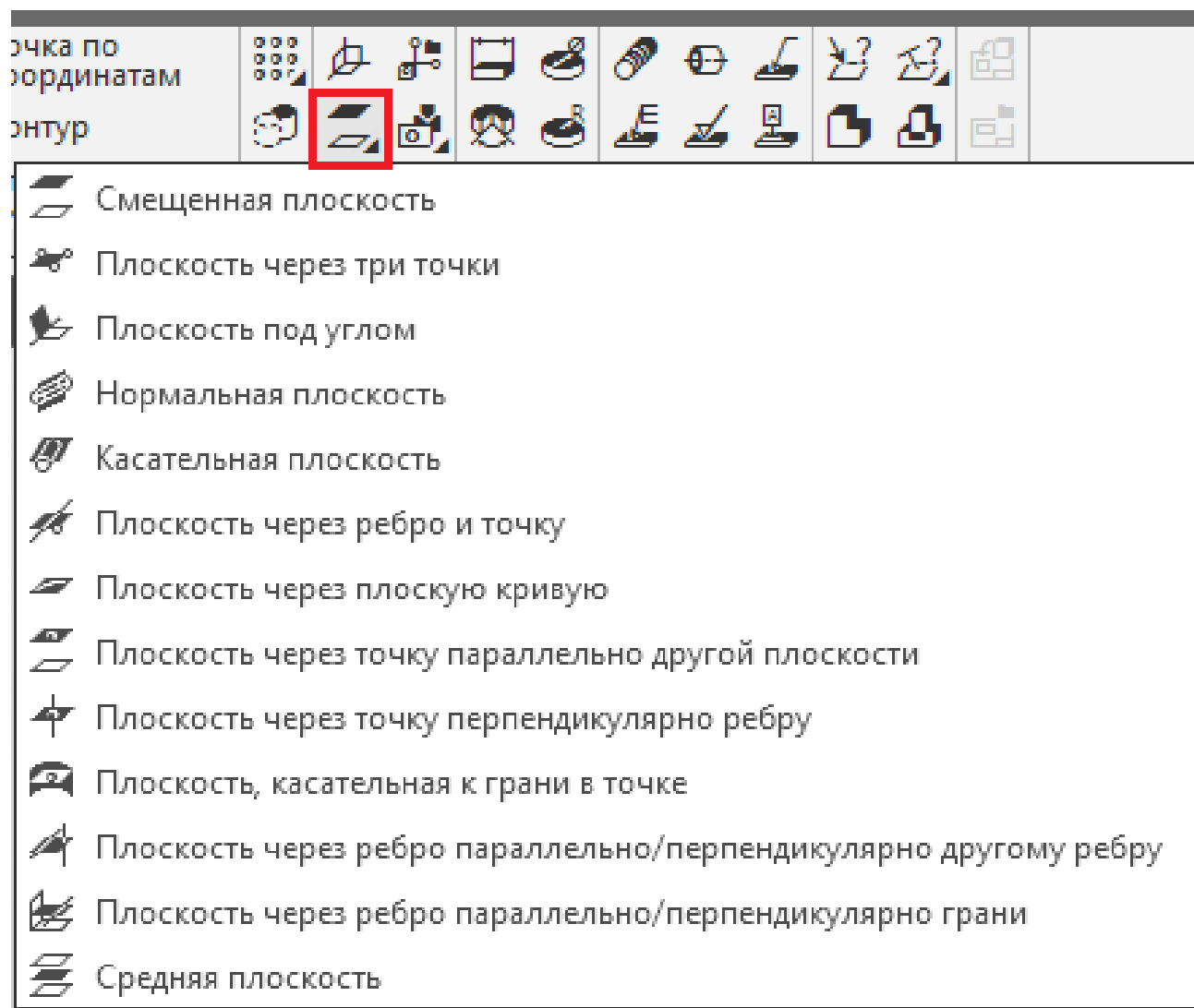


Рисунок 240 – Способы построения вспомогательных плоскостей

При работе в трехмерном пространстве не редко возникает необходимость дополнительных построений у объекта не связанных с исходной геометрией. Для упрощения работы в трехмерном пространстве и применяются вспомогательные плоскости. Использование такого типа плоскостей позволяет независимо от исходной создать эскиз в любом месте пространства.

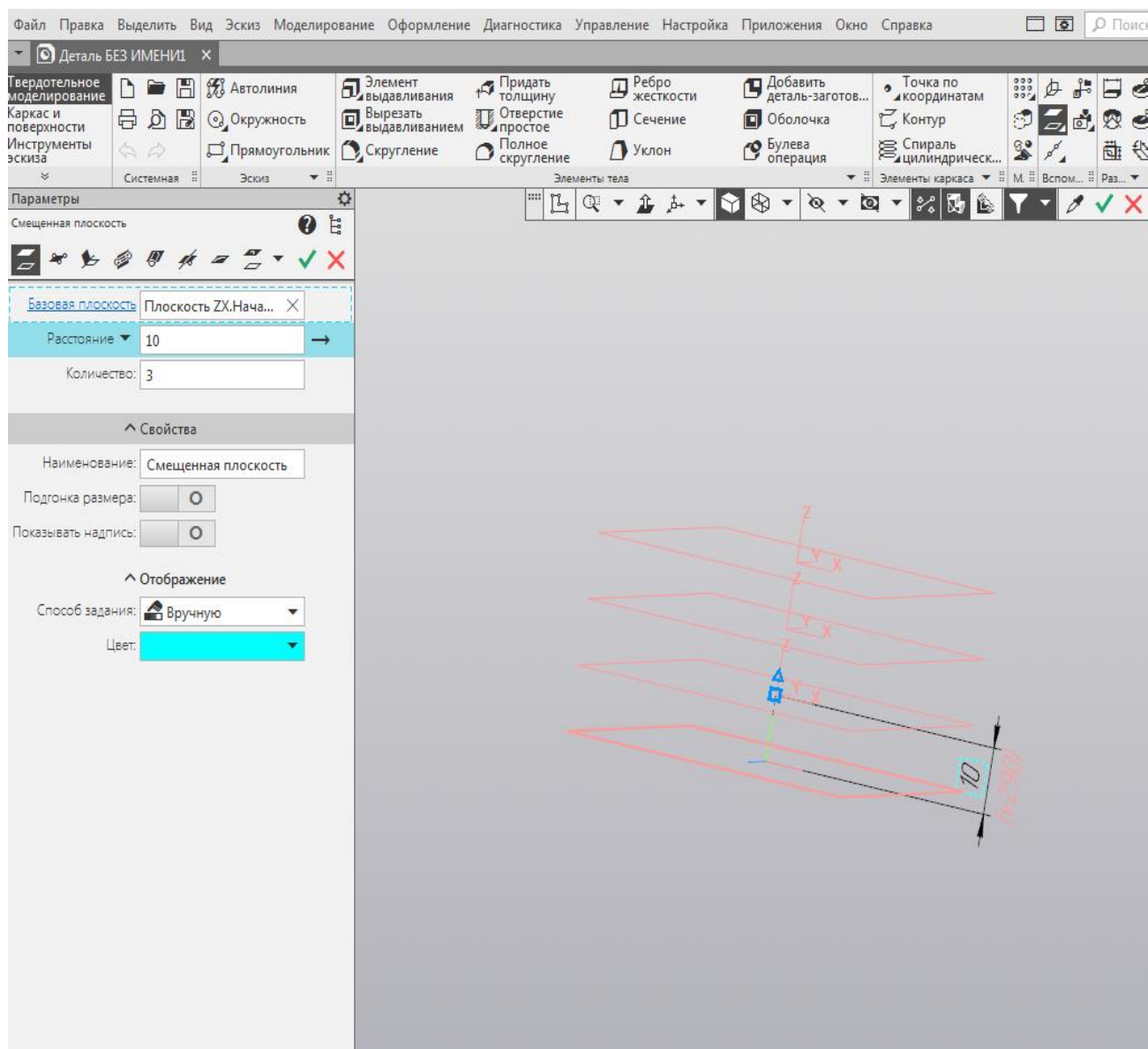


Рисунок 241 – Построение смещенной плоскости

В зависимости от задачи применяются различные типы построения вспомогательных плоскостей. Одним из наиболее применяемых является «Смещенная плоскость», которая выполняется на заданном расстоянии относительно выбранной плоскости. В данном случае исходной плоскостью является ZX. Кроме того, можно построить одновременно несколько плоскостей на заданном расстоянии.

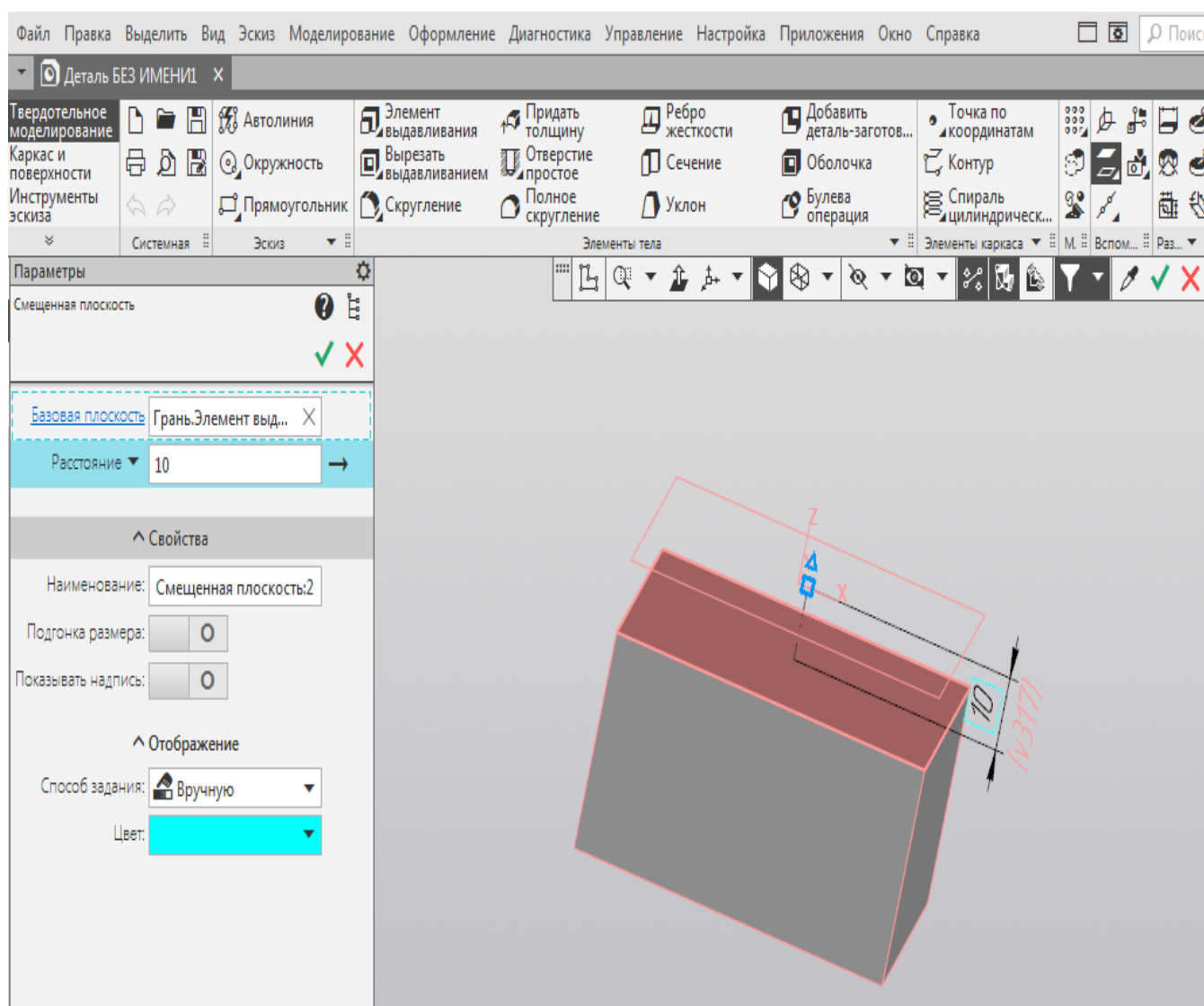


Рисунок 242 – Вспомогательная плоскость

Вспомогательную плоскость можно строить от любой грани объекта. Можно построить несколько параллельных плоскостей на заданном расстоянии, однако, нельзя построить одновременно несколько вспомогательных плоскостей от разных граней.

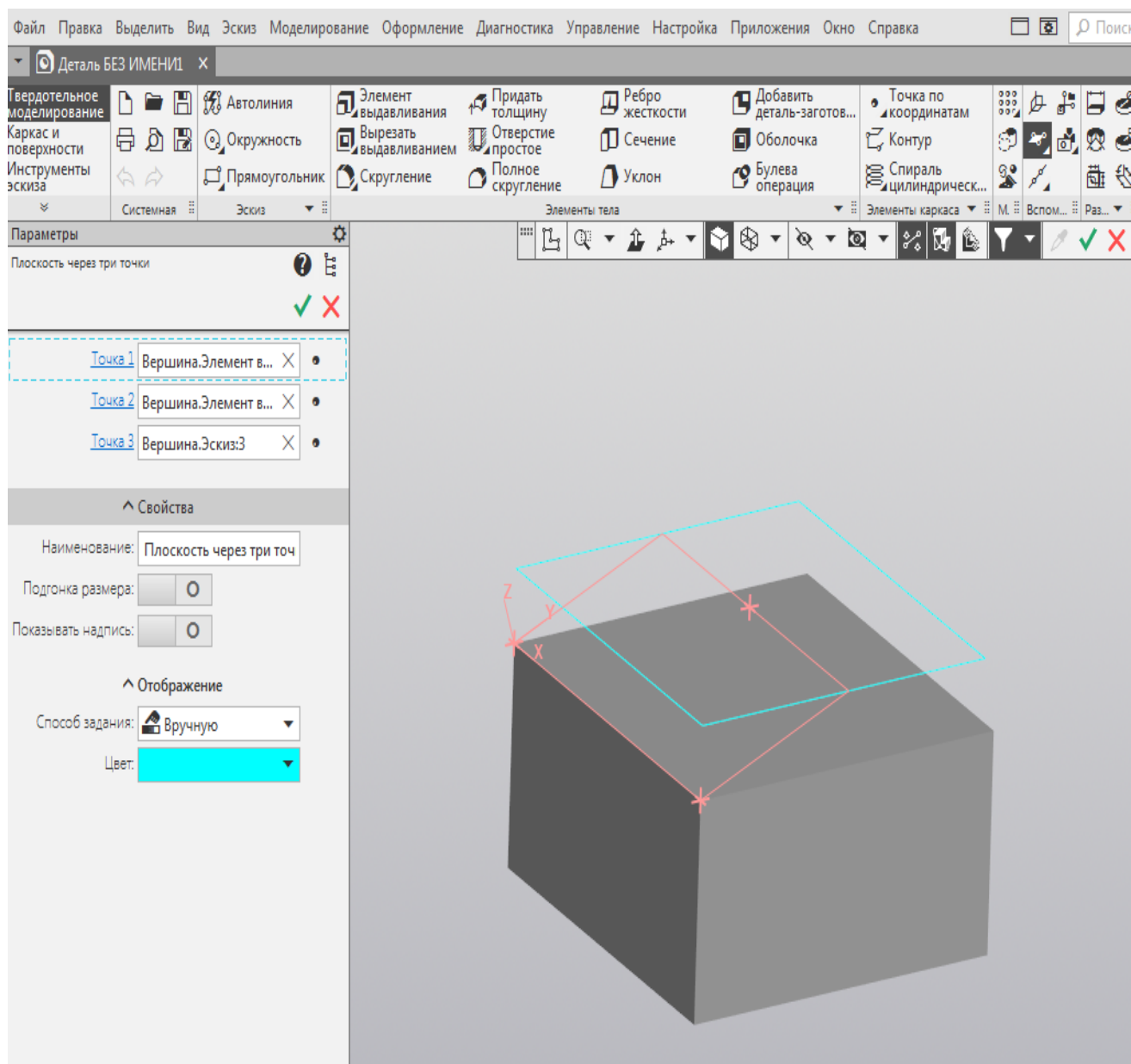


Рисунок 243 – Вспомогательная плоскость через три точки

Создание вспомогательной плоскости через три точки выполняется последовательным заданием трех точек. В данном случае, одна из точек располагается на вспомогательной плоскости, построенной ранее. Другие же две точки указываются на углах куба.

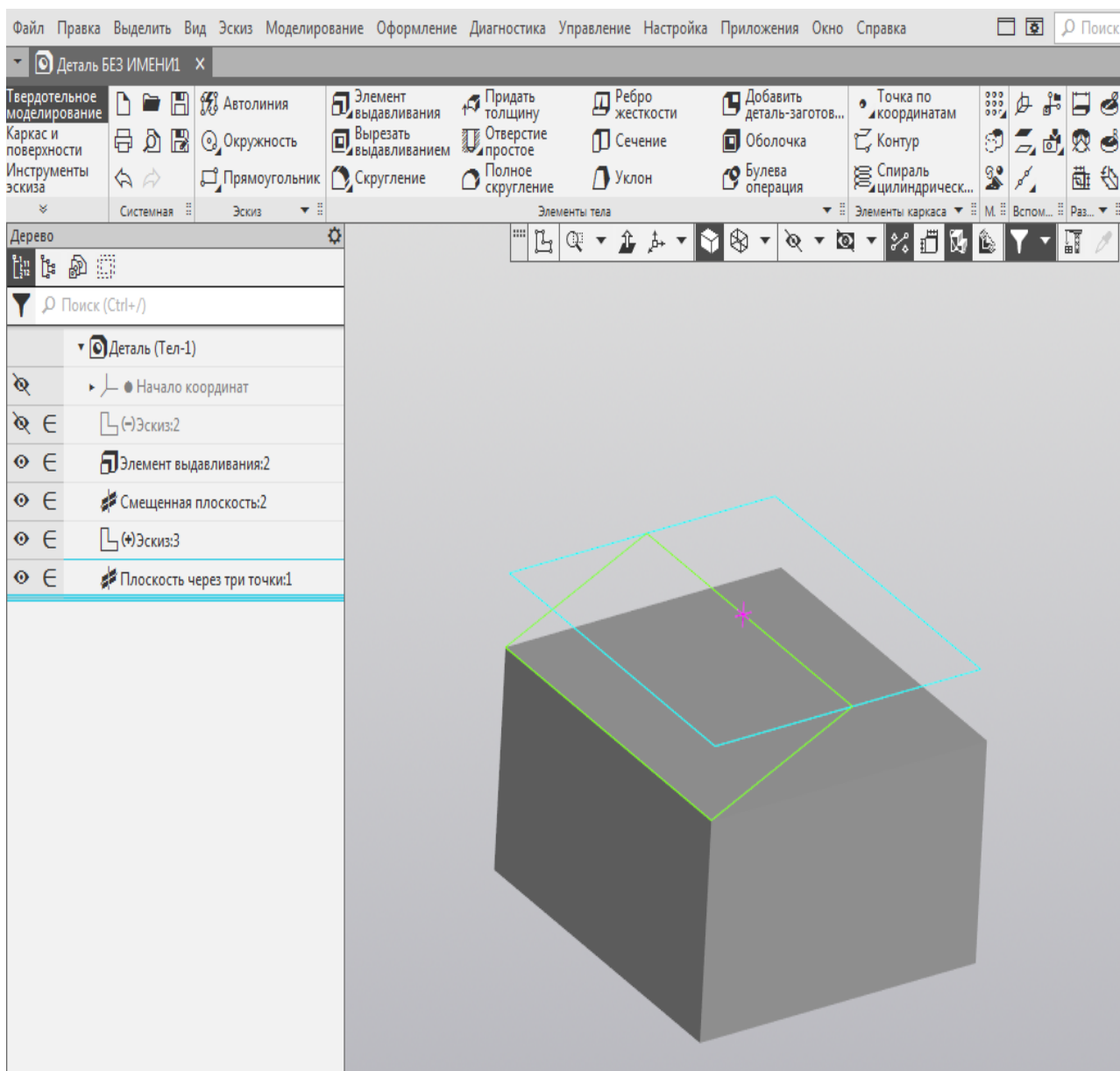


Рисунок 244 – Назначение различных цветов для вспомогательных плоскостей

При необходимости и для удобства работы есть возможность назначения разных цветов на различные плоскости. Это удобно в том случае, когда происходит какое-то большое построение с большим количеством вспомогательных плоскостей, в этом случае есть смысл изменения цветов, чтобы не запутаться. Пример подобного изменения цветового решения представлен на рис. 244.

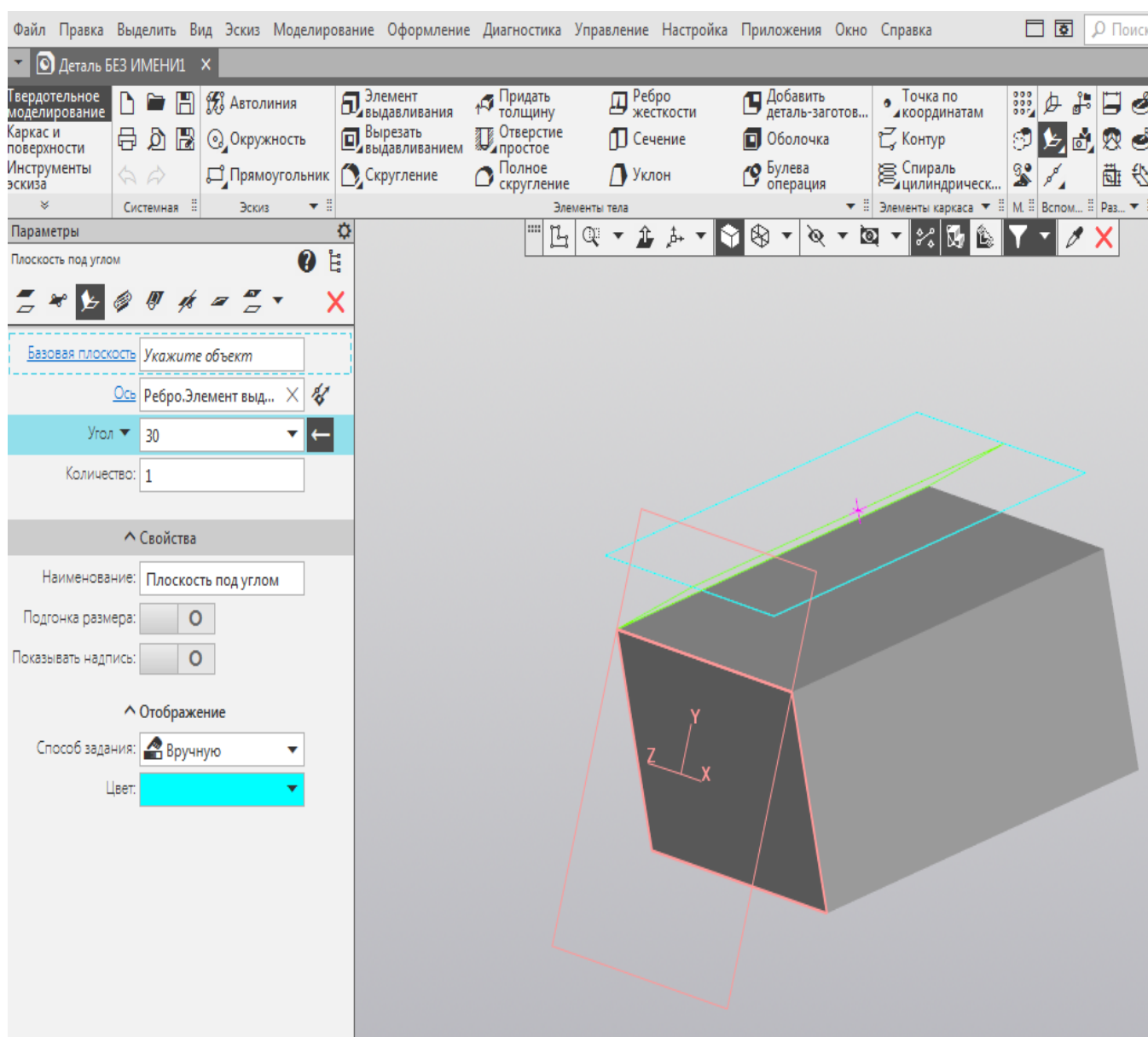


Рисунок 245 – Вспомогательная плоскость под углом

Для построения вспомогательной плоскости под углом используется одноименная команда. Выбирается базовая плоскость или ребро и вторая компонента, через которую будет проходить новая плоскость. В данном случае построения необходимо указать угол наклона плоскости и ее направление.

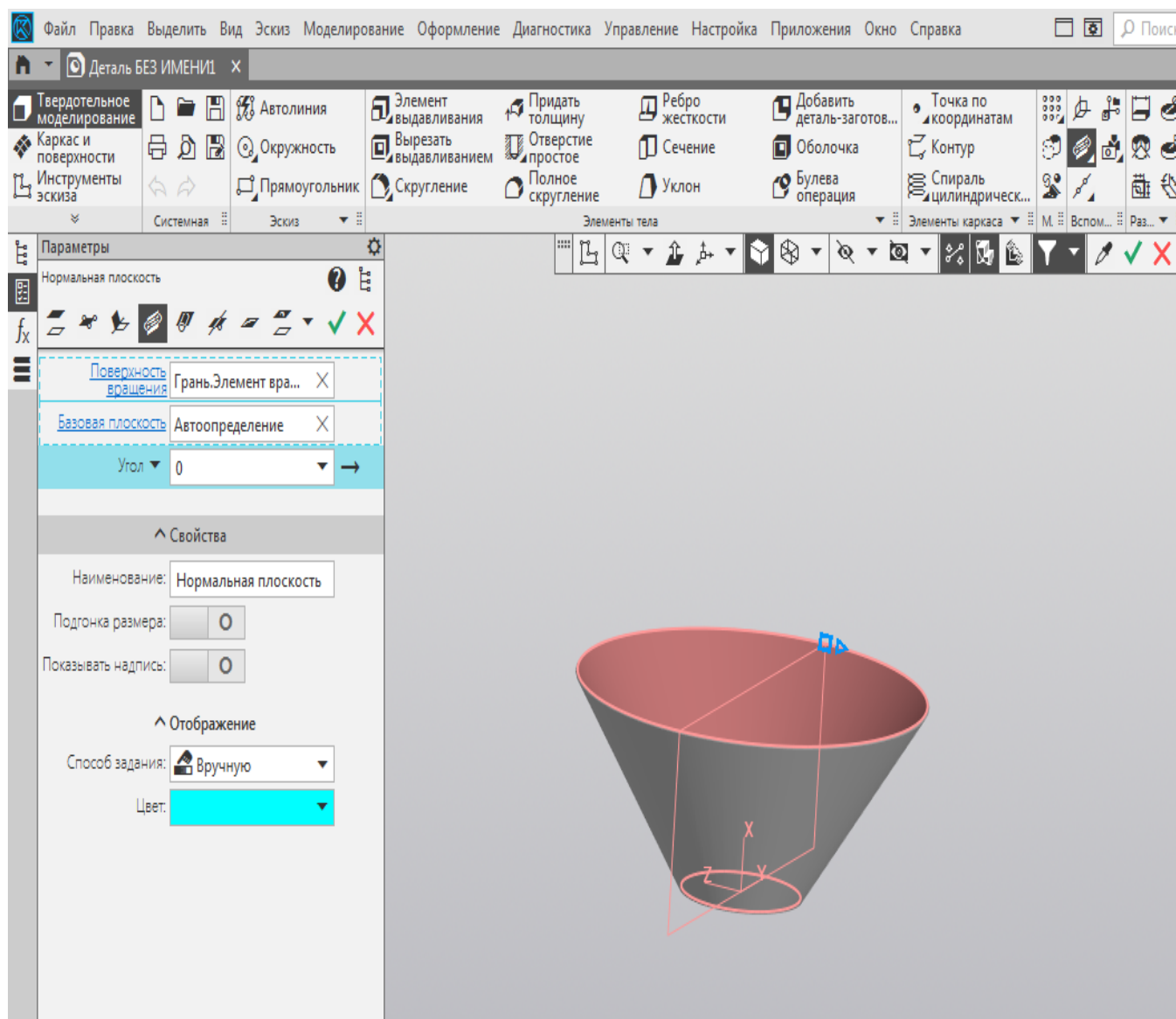


Рисунок 246 – Построение вспомогательной плоскости, как нормаль к поверхности

Построение плоскости, как нормаль к поверхности осуществляется для объект любой формы. Плоскость проходит через ось поверхности вращения. Возможно построение плоскости с учетом определенного угла. На рис. 246 в качестве объекта построения плоскости нормали используется усеченный конус.

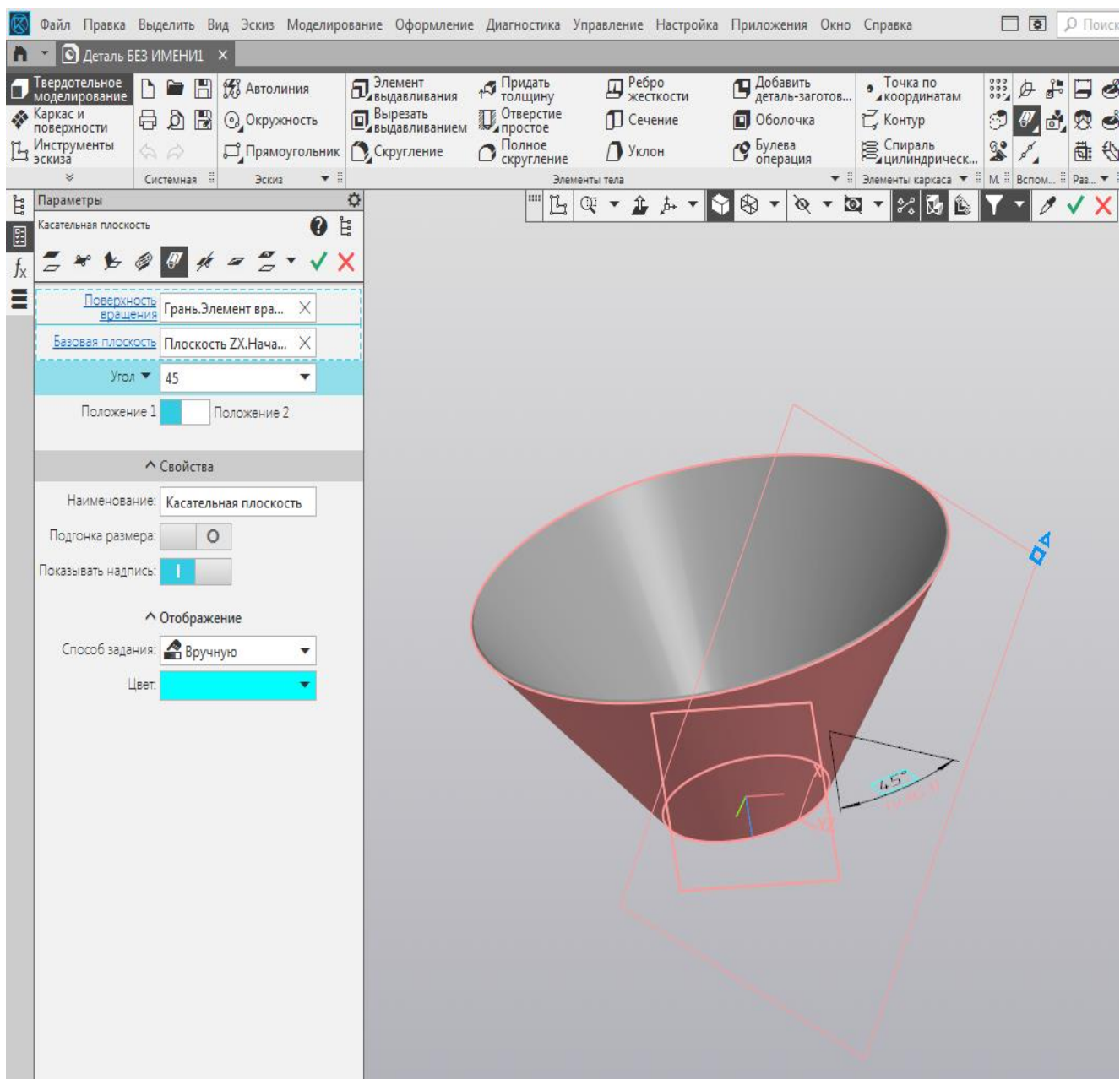


Рисунок 247 – Построение касательной плоскости

Задание касательной плоскости относительно тела вращения осуществляется путем выделения поверхности тела вращения и базовой плоскости, относительно которой будет выполняться построение. В качестве базовой плоскости выбрана плоскость ZX. Построение осуществляется на заданный угол.

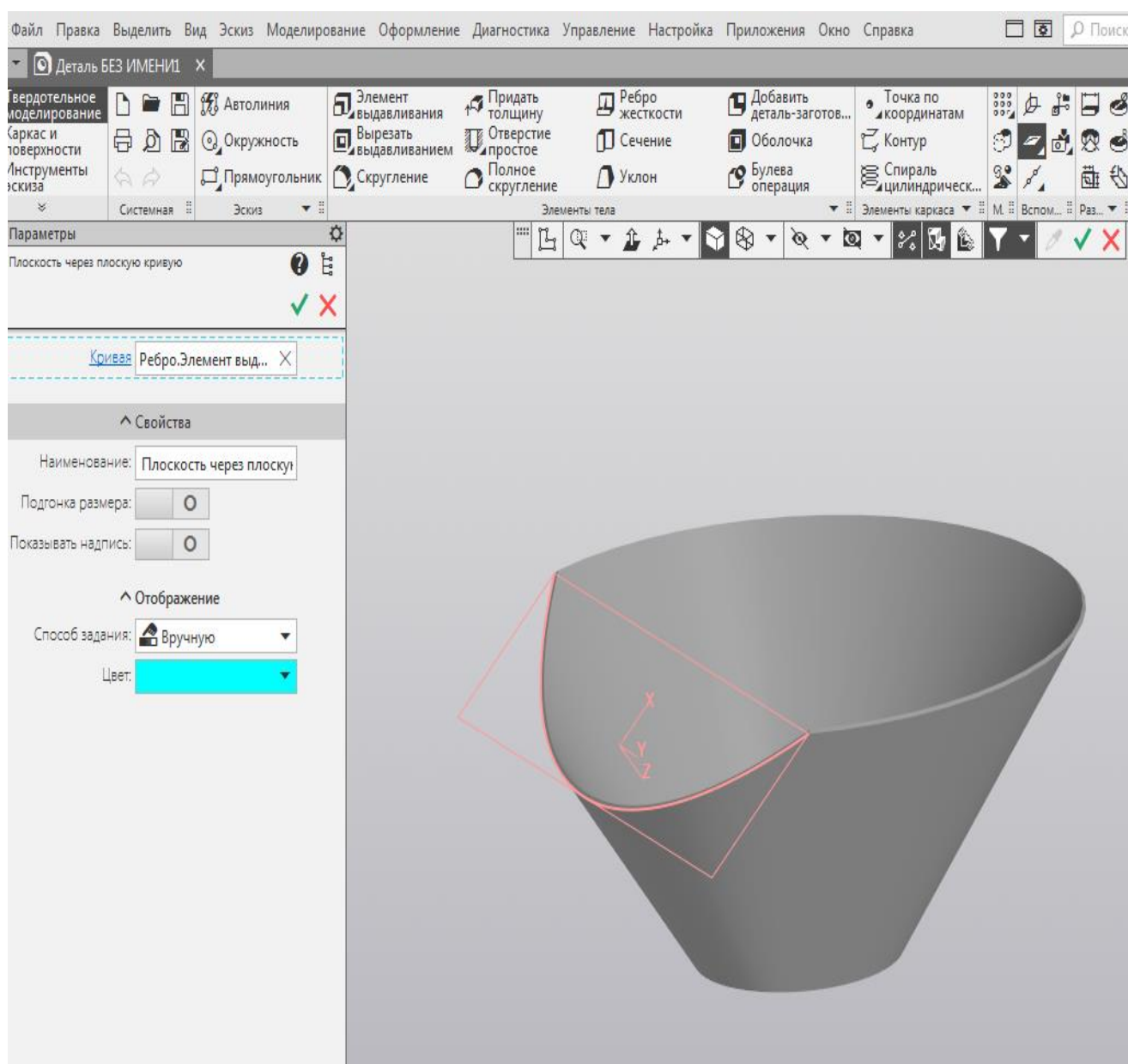


Рисунок 248 – Построение плоскости через кривую

Построение плоскостей через кривую осуществляется путем выделения нужной грани. Предварительно на рис. 248 была вырезана часть полого усеченного конуса для создания нужной геометрии.

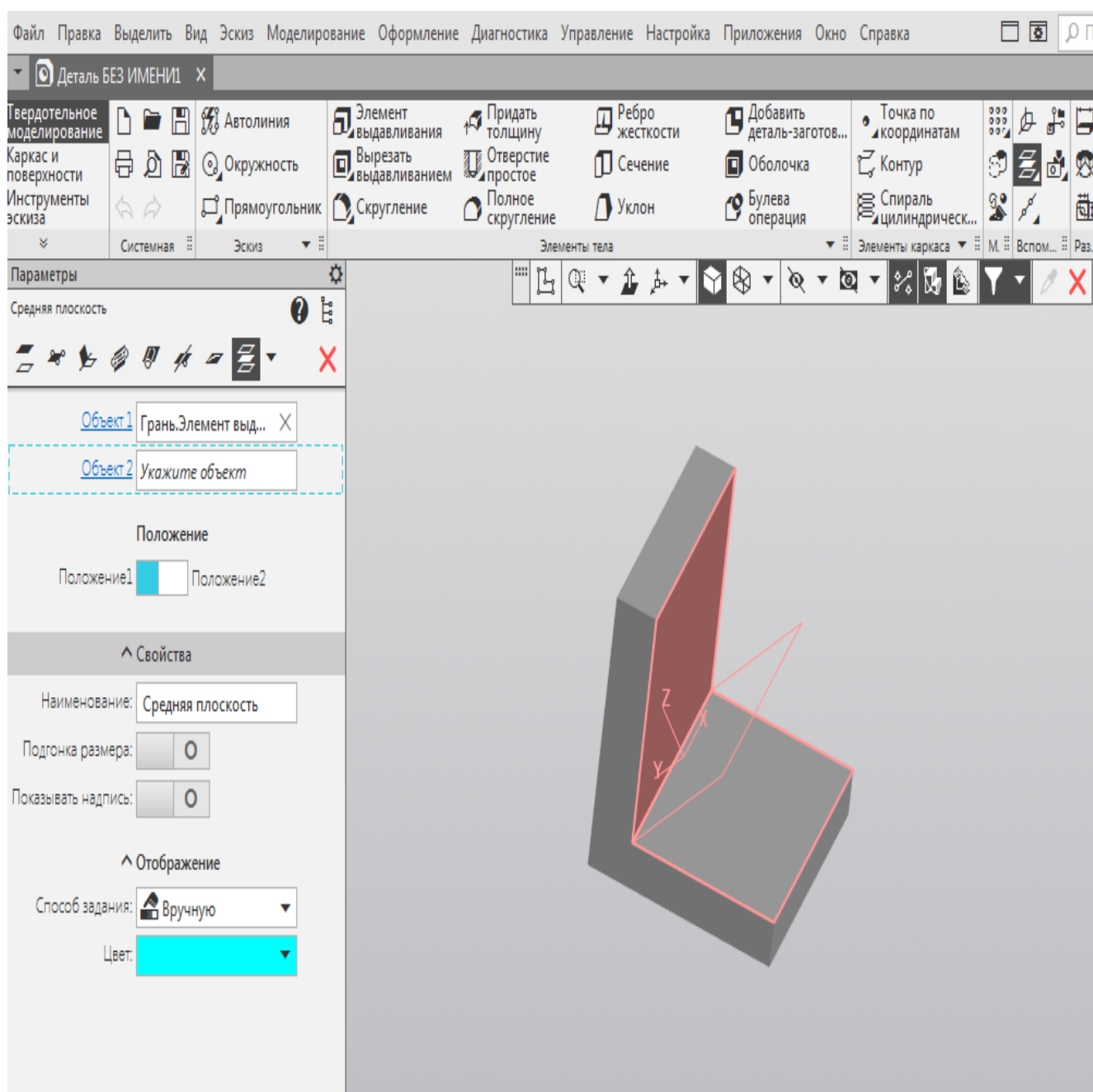


Рисунок 249 – Построение средней плоскости

Для построения средней плоскости необходимо последовательно указать первую и вторую плоскости. После чего программа предложит наилучший построения.

3.9. Массив

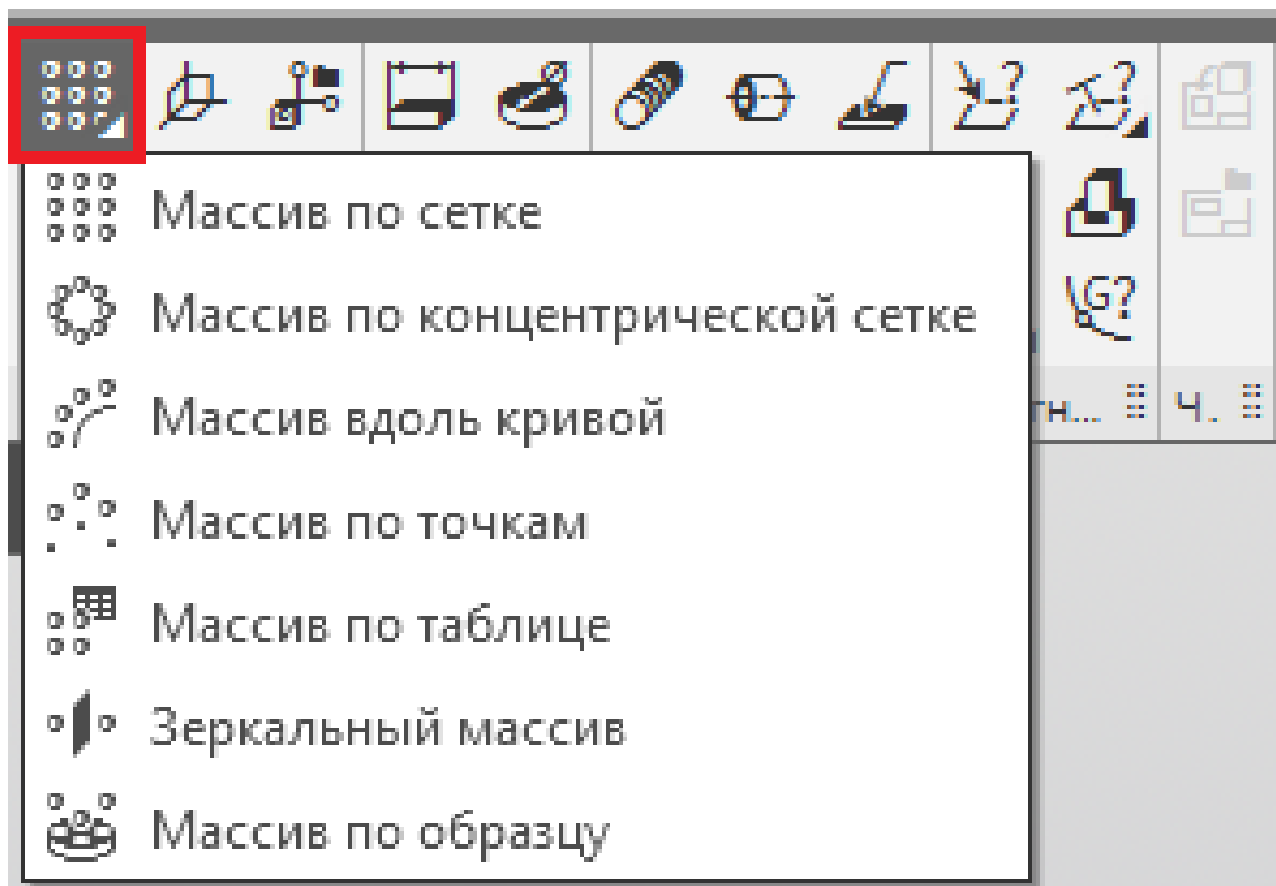


Рисунок 250 – Варианты создания массива

Под массивом понимается определенная группа переменных одного типа, расположенная в памяти программы, расположенная в соседних ячейках и имеющих одно имя. Массивы применяются в том случае, если необходимо создать копию какого-либо элемента, вне зависимости от его положения. Копировать можно как детали целиком, так и отдельные операции. Все это позволяет значительно сократить время построения. Всего в программе предусмотрено семь различных способов задания массива, которые представлены на рис. 250.

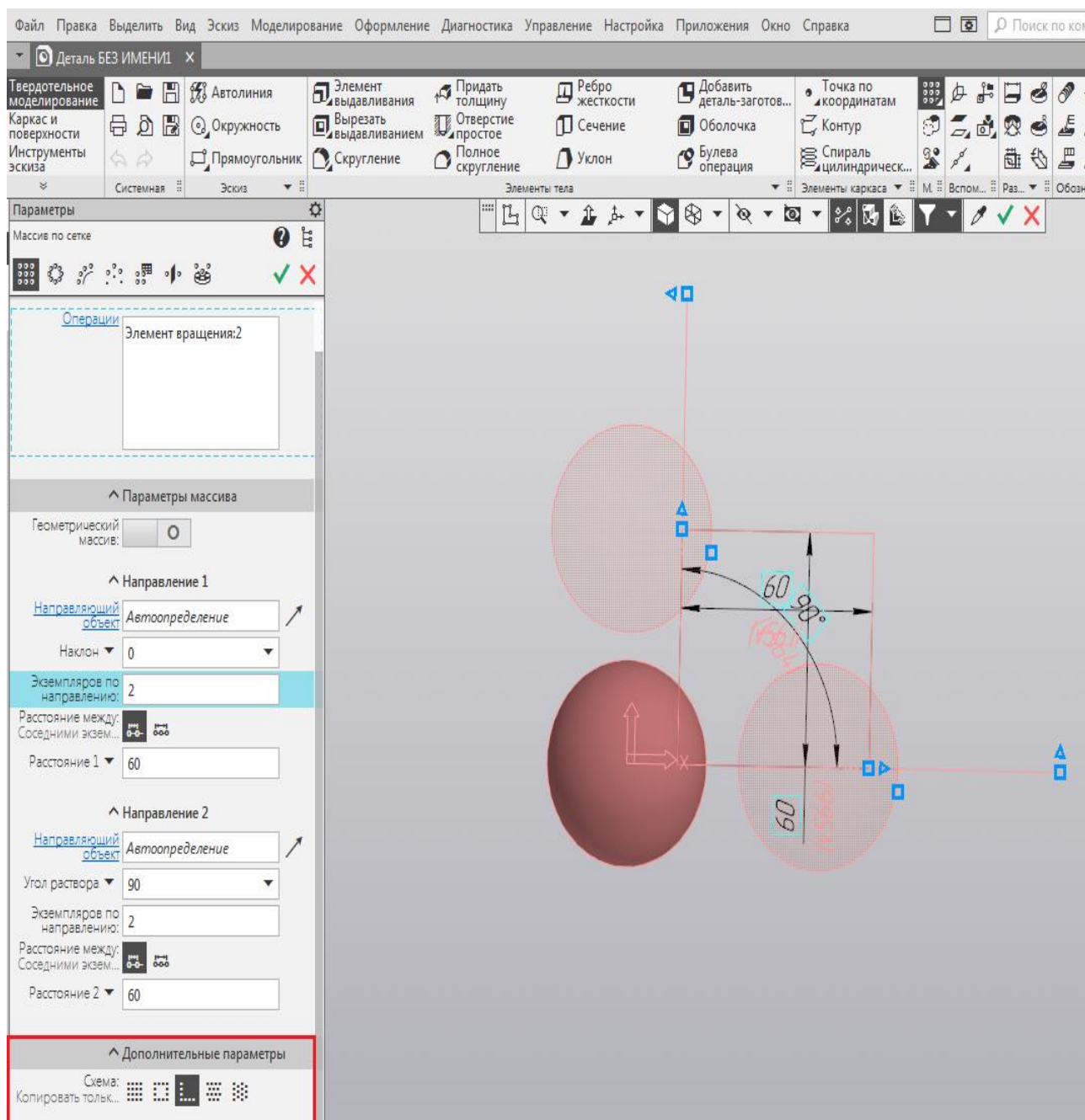


Рисунок 251 – Массив по сетке

Массив по сетке позволяет создавать копии объекта со всеми его свойствами на заданное линейное расстояние. При необходимости есть возможность создания копий объекта по разным направлениям. При изменении схемы расположения объектов можно избежать появления лишних геометрических тел. На рис. 251 красным указана область, в которой задана схема расположения элементов в массиве.

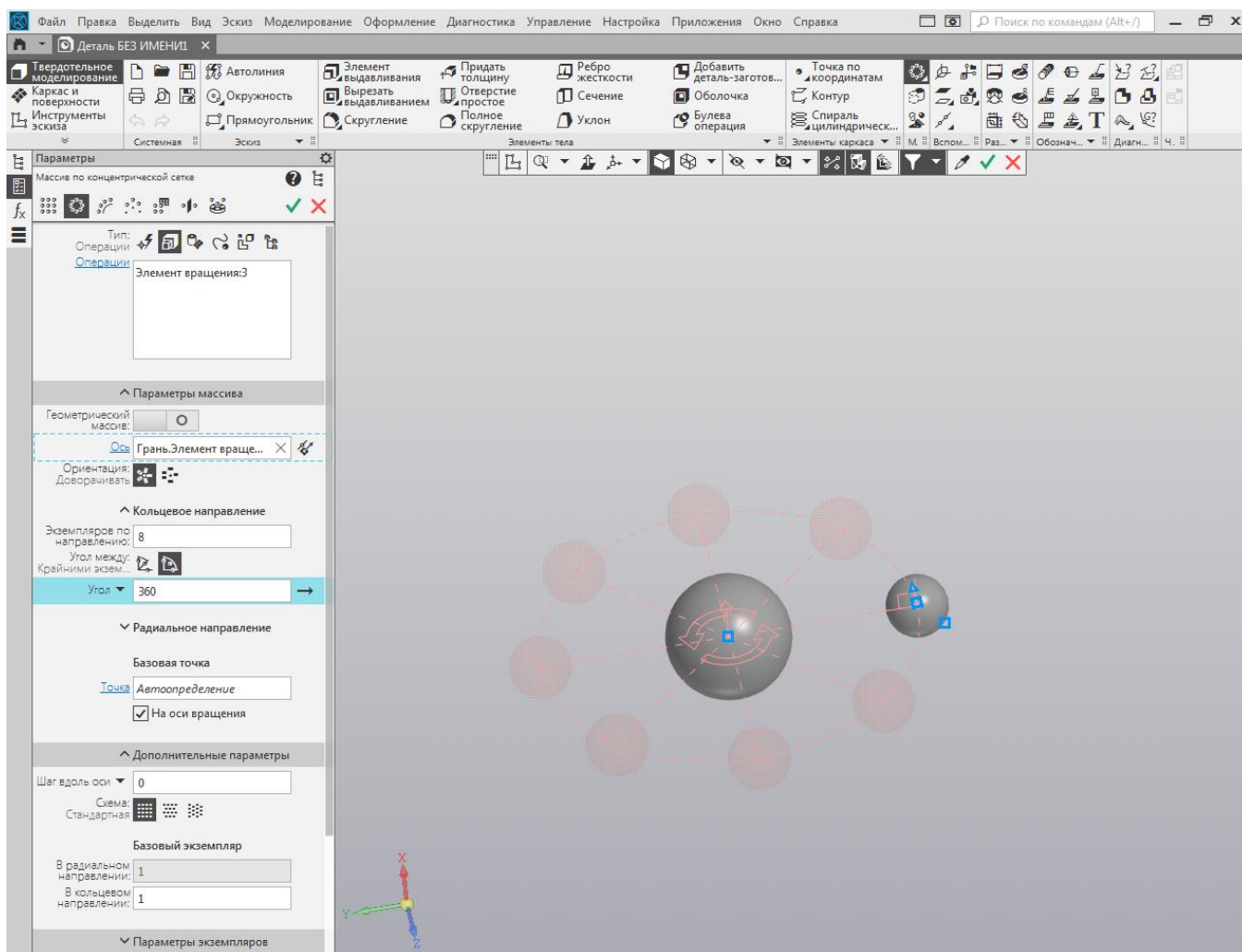


Рисунок 252 – Массив по концентрической сетке

При использовании массива по концентрической сетке необходимо выбрать объект, в качестве такого объекта на рис. 252 используется шар малого диаметра, указать ось вращения, осью вращения является шар большего диаметра, задать количество объектов и угол их поворота. Выполнив данную последовательность в рабочей области появляются дополнительные объекты, созданные путем поворота исходного вокруг элемента, созданного путем вращения.

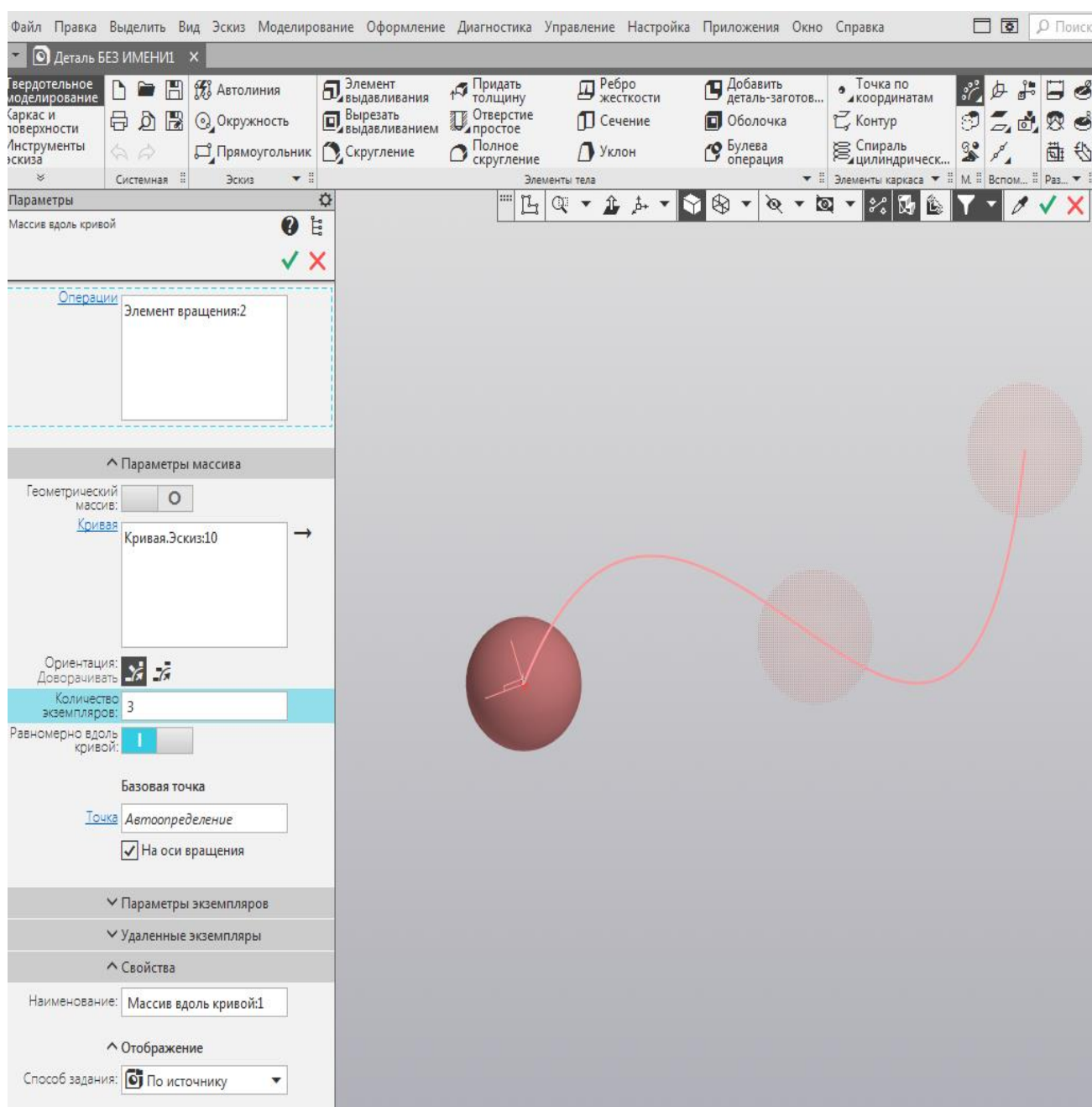


Рисунок 253 – Массив вдоль кривой

Построение массива вдоль кривой заключается в построении кривой на одной из плоскостей и последовательном вводе объекта и траектории. При этом необходимо выбрать соответствующий пункт меню для выбора операции и кривой, в противном случае кривая также может попасть в операции. Необходимое количество необходимо указать вручную.

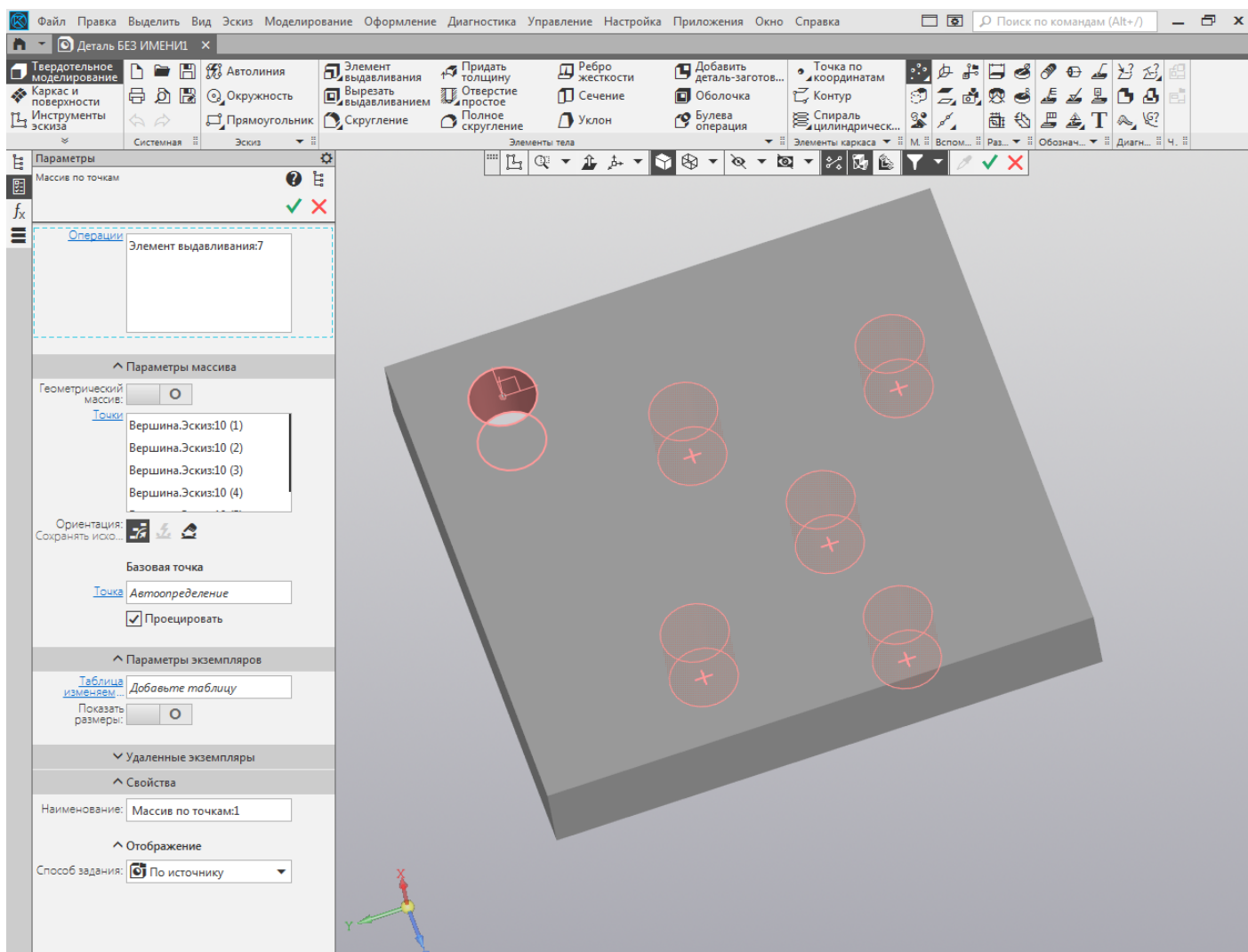


Рисунок 254 – Массив по точкам

Перед применением массива по точкам необходимо разместить на одной из плоскостей нужное количество точек. Применяя массив по точкам выбирается объект или команда, после чего становится возможны указание точек пространства, как показано на рис. 254. Точки в случае применения данного массива указываются пользователем вручную.

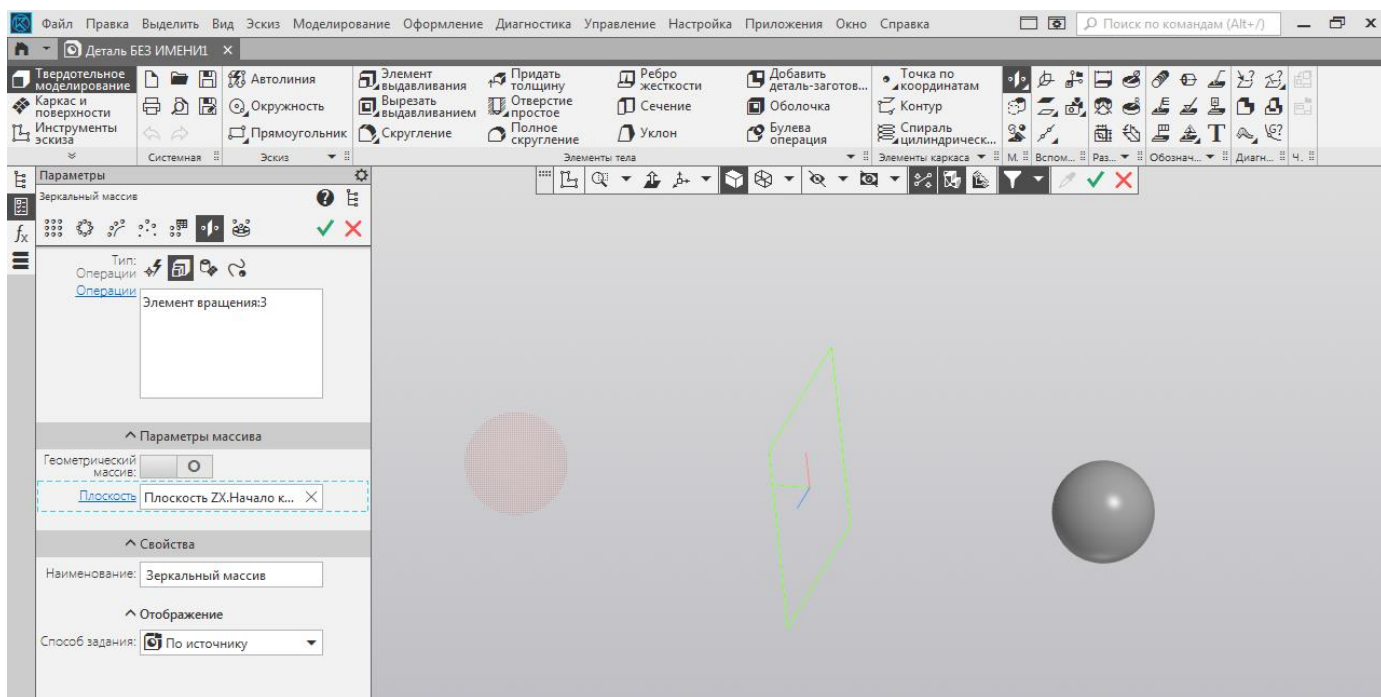


Рисунок 255 – Зеркальный массив

Применение зеркального массива возможно с любыми объектами или операциями относительно плоскостей или поверхностей прямоугольных объектов. В данном случае на рис. 255 представлен зеркальный массив созданный относительно начала координат в плоскости ZX.

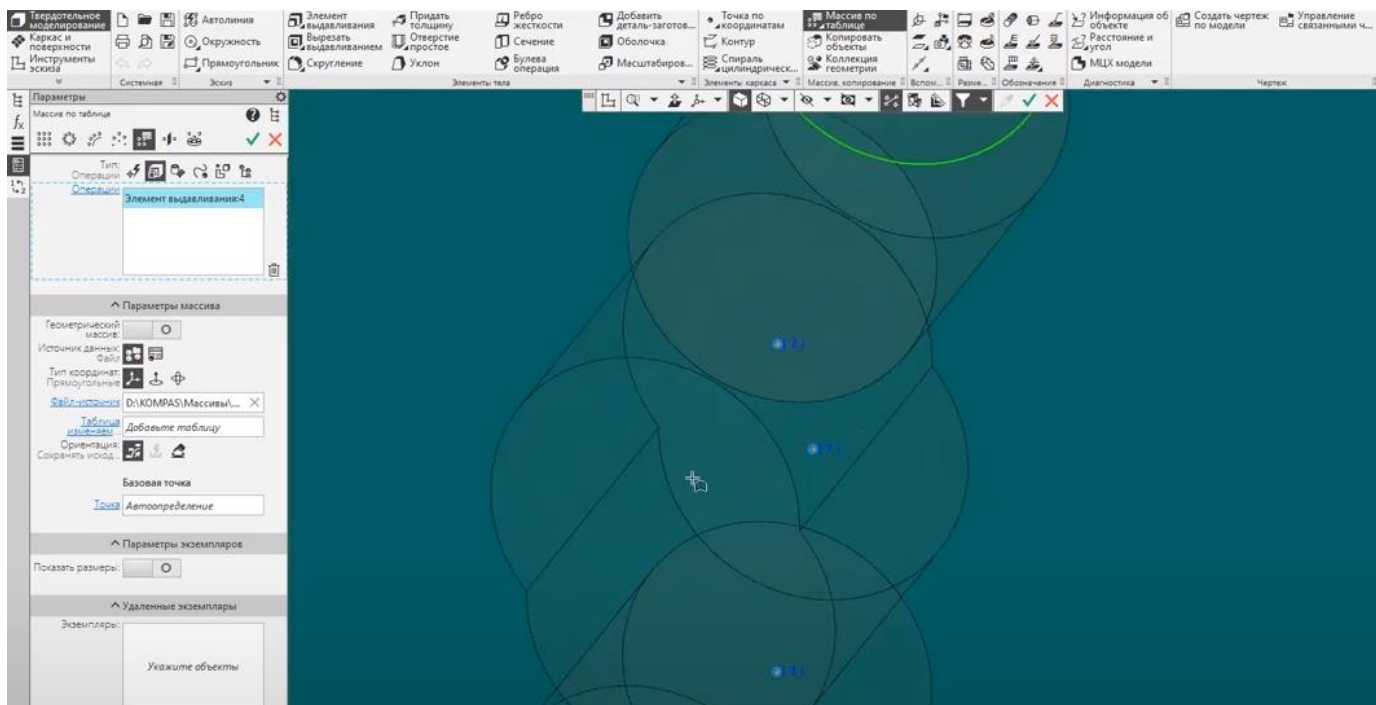


Рисунок 256 – Массив по таблице

Для применения массива по таблице необходимо создать таблицу, если ее нет. Таблица представляет собой координаты точек по трем осям. В дальнейшем,

для применения команды необходимо выделить операцию или элемент и размножить согласно значениям точек таблицы.

На рис. 256 в качестве элемента массива используется отверстие, созданное в детали, синими точками подсвечиваются значения точек, созданных в заранее подготовленном файле блокнота. Для того, чтобы указать данный файл в меню необходимо выбрать пункт «Файл-источник». Также можно создать таблицу непосредственно в компасе, для этого необходимо выбрать пункт меню, который называется «Источник данных», со значком таблицы.

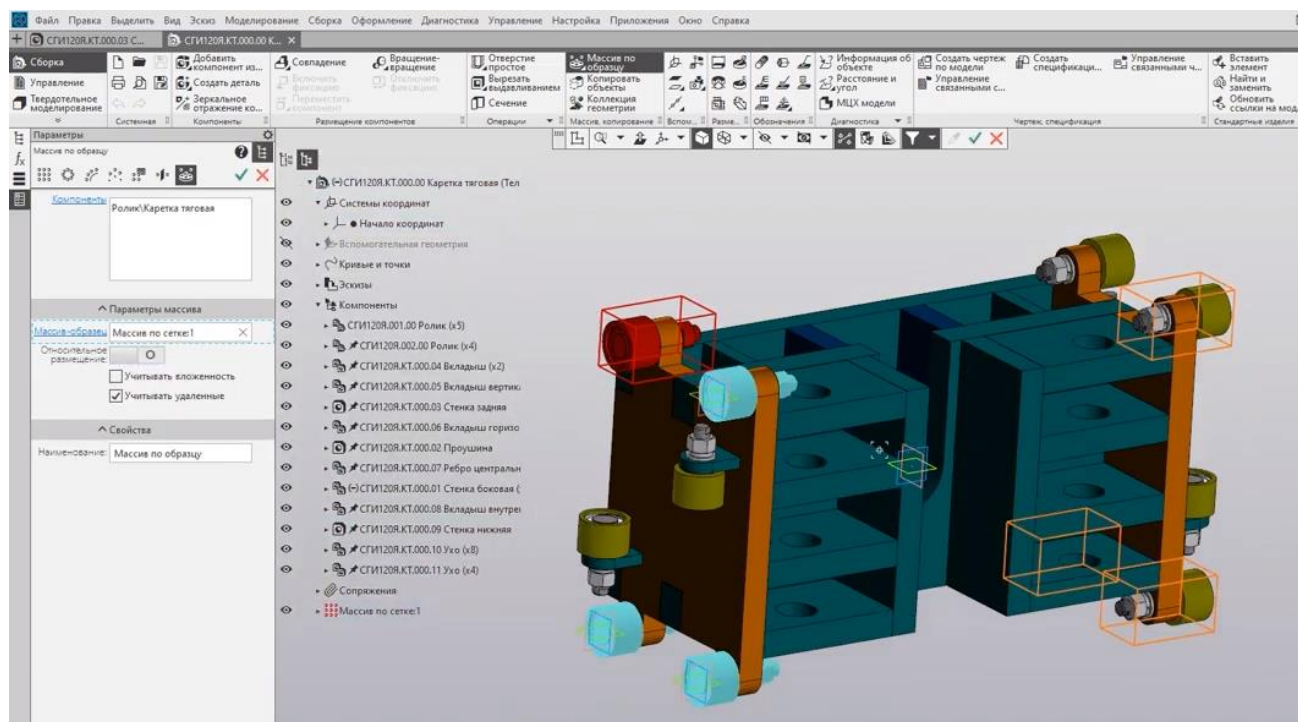


Рисунок 257 – Массив по образцу

Массив по образцу выполняется только для сборочных элементов. Необходимо выбрать интересующий компонент и массив в дереве чертежа. После чего объект автоматически размножается согласно исходному массиву. Это значит, что первоначально в выполняемой должен быть какой-то массив, который пользователь копирует и применит его функции к новому объекту. В качестве примера для одного из болтовых соединений, находящихся в правой части сборки, представленных на рис. 257, был применен линейный массив. Болтовое соединение, выделенное красным цветом было создано при использовании зеркального массива и к полученном элементу применен массив по образцу, для получения еще трех болтовых соединений в левой части заготовки.

3.10. Генерация чертежей

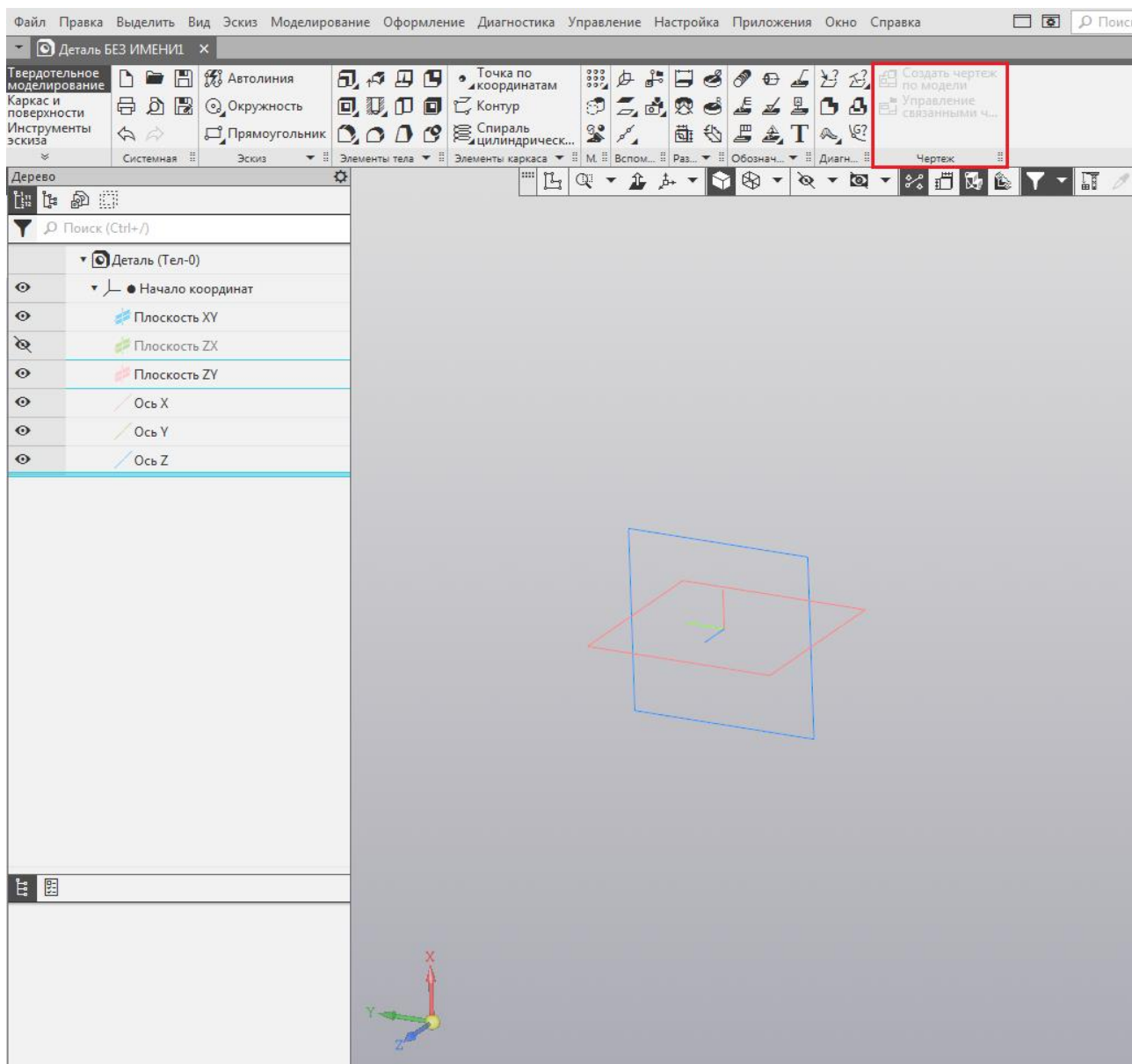


Рисунок 258 – Процесс генерации чертежей

Чертёж – это графический конструкторский документ, содержащий изображение инженерного объекта, а также данные, необходимые для его изготовления, сборки, монтажа, упаковывания, строительства, контроля и пр.

На рис. 258 красным показана область на панели инструментов в которой располагаются команды для генерации чертежей.

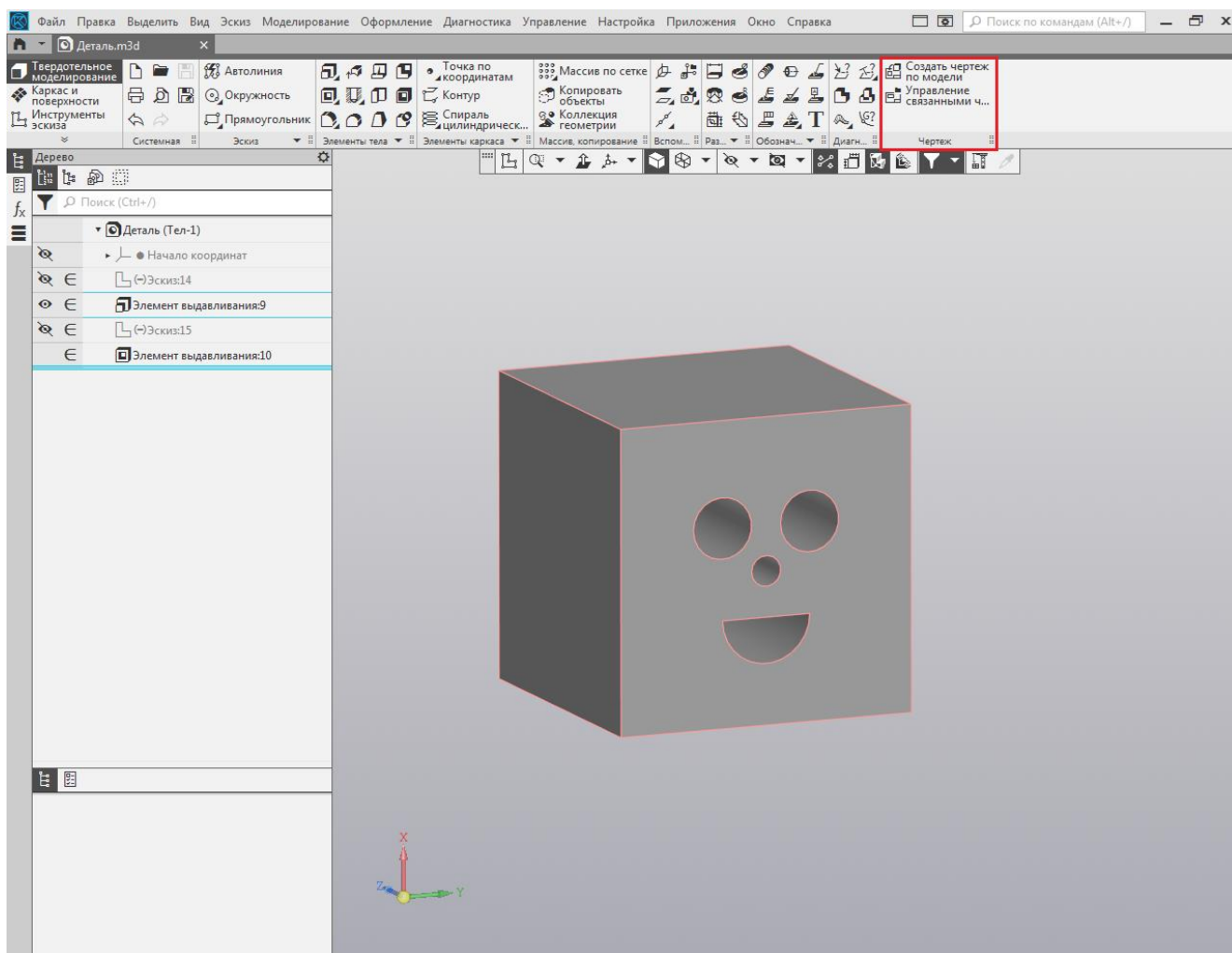


Рисунок 259 – Созданная заготовка для генерации чертежа

Для примера создана деталь произвольной формы. Стоит отметить, что красная область, показанная на рис. 258 и 259 отличается тем, что на втором команды стали активны. Это произошло благодаря тому, что деталь была сохранена. В ином случае генерация чертежей не возможна.

Сразу после сохранения объекта функция генерации чертежа становится активной и пригодной для использования.

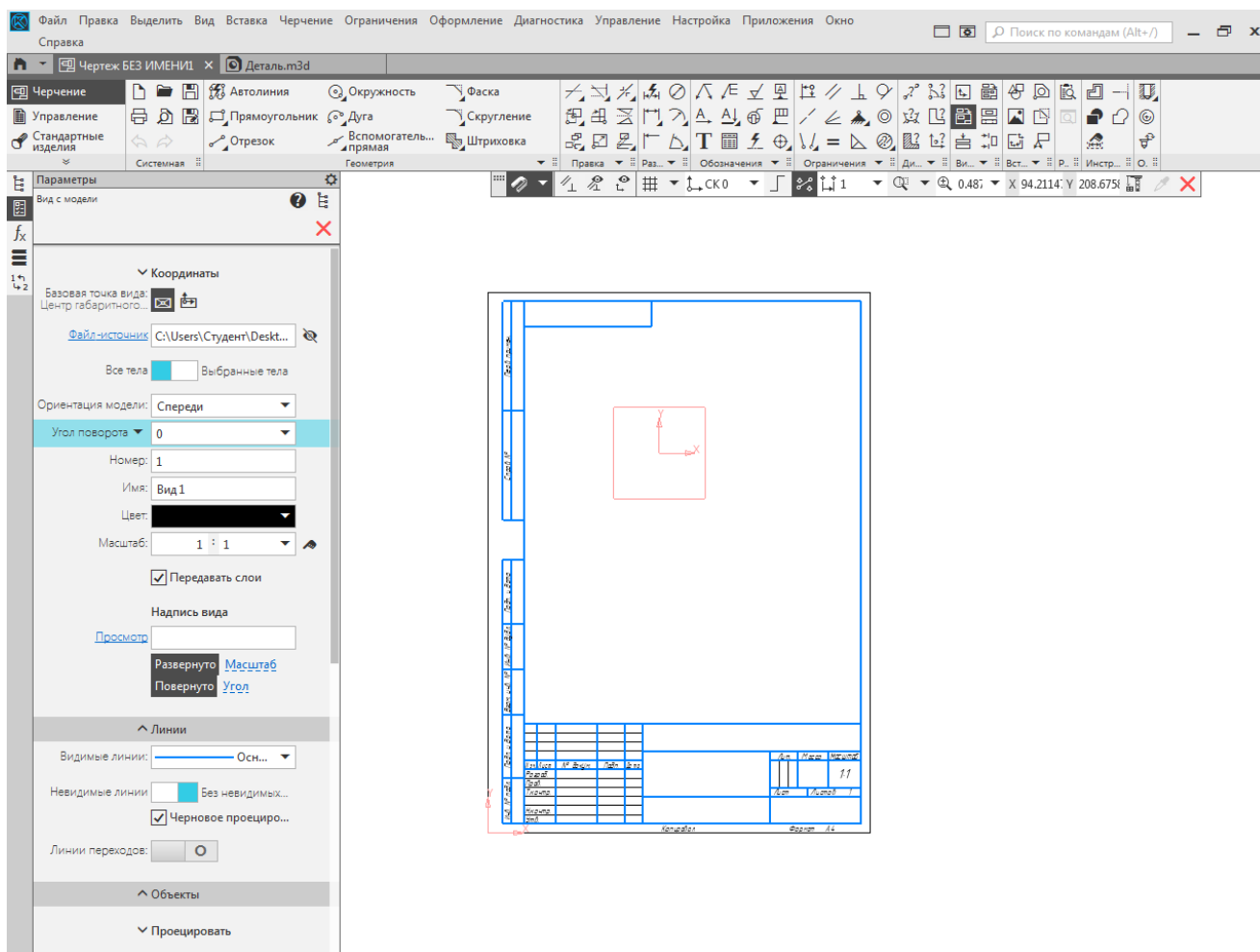


Рисунок 260 – Генерация чертежа

Воспользовавшись функцией создания чертежа по модели, программа автоматически открывает новое окно с шаблоном чертежа формата А4. Кроме того, пользователю автоматически предлагается создать вид спереди, рис. 260.

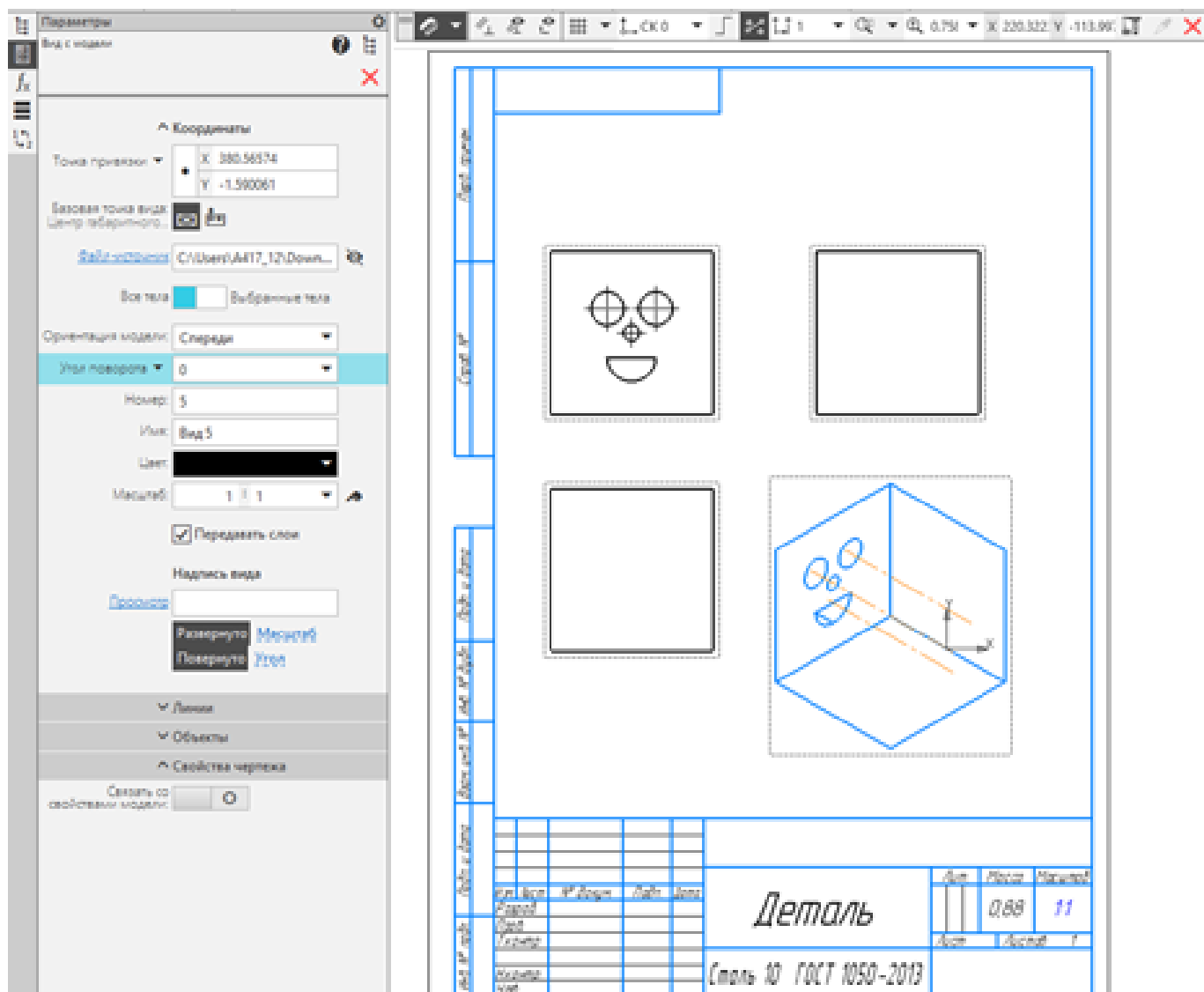


Рисунок 261 – Виды с модели

Если Модель сделана в нужных плоскостях, тогда максимальное количество информации при генерации вида спереди (главного вида) будет максимальным.

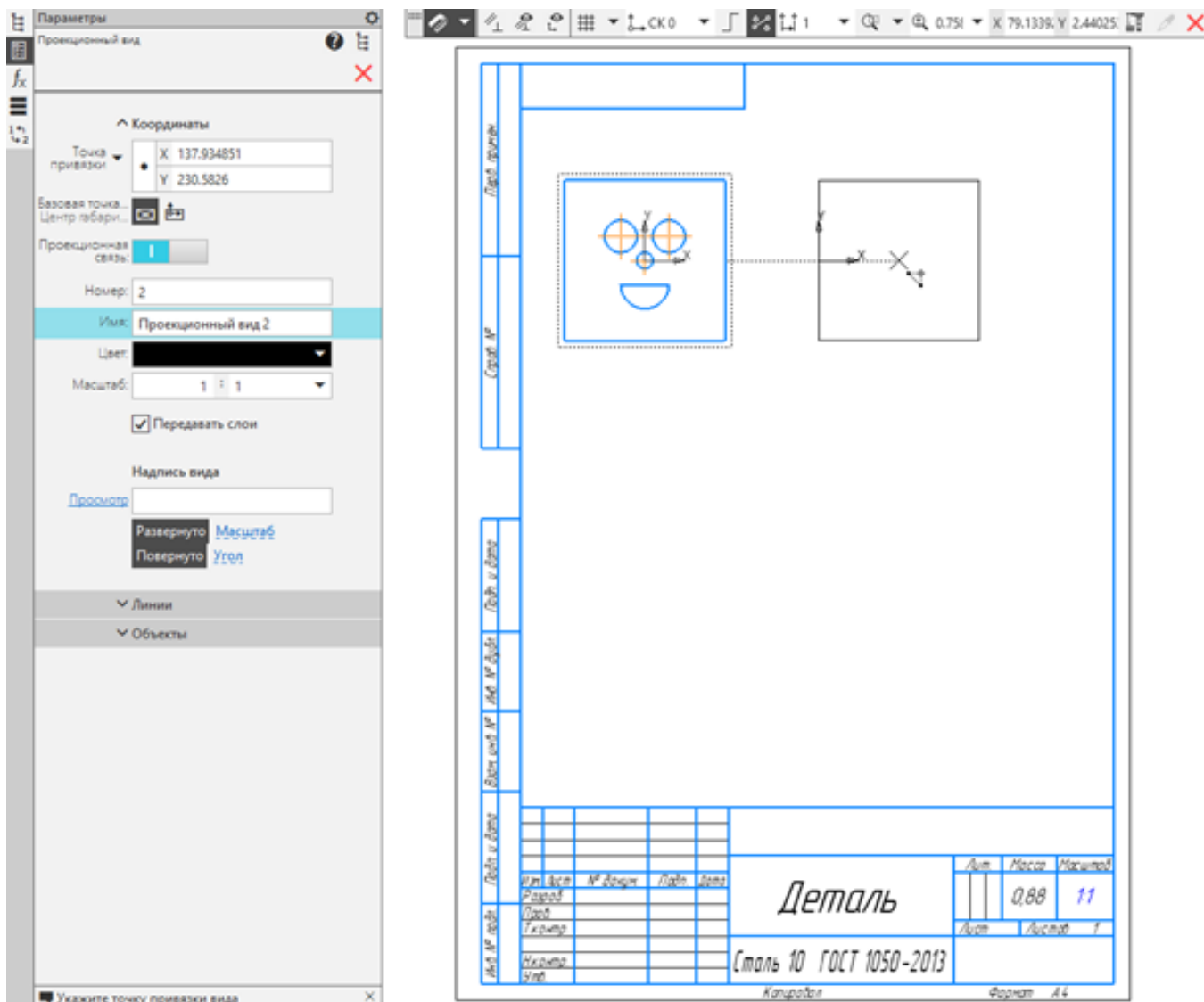


Рисунок 263 – Расположение проекций

В случае, когда максимальное количество информации на объекте не оказалось на нужном виде, необходимо найти нужную проекцию, расположить ее на месте главного вида и построить другие проекции по средством проекционных связей, как показано на рис. 263.

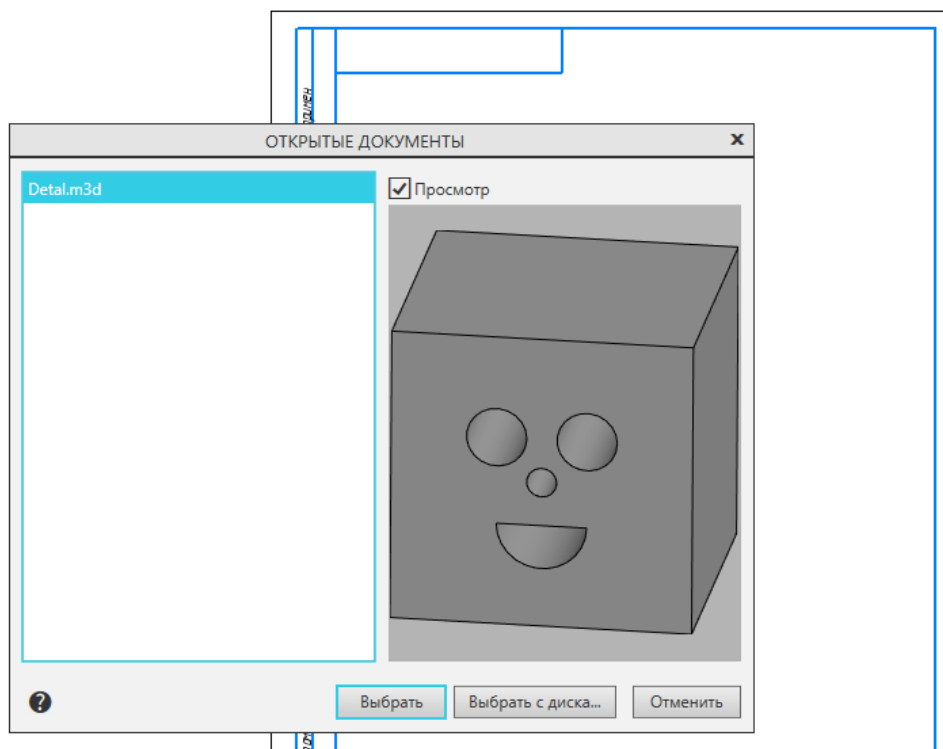
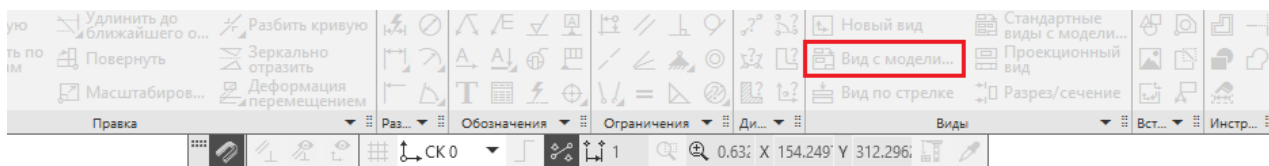


Рисунок 264 – Создание вида с модели

При необходимости создания определенного вида нужно воспользоваться командой «Вид с модели» и выбрать интересующую модель. Модель может быть открыта в пространстве компаса, либо находиться где-то на компьютере, тогда нужно выбрать ее с диска.

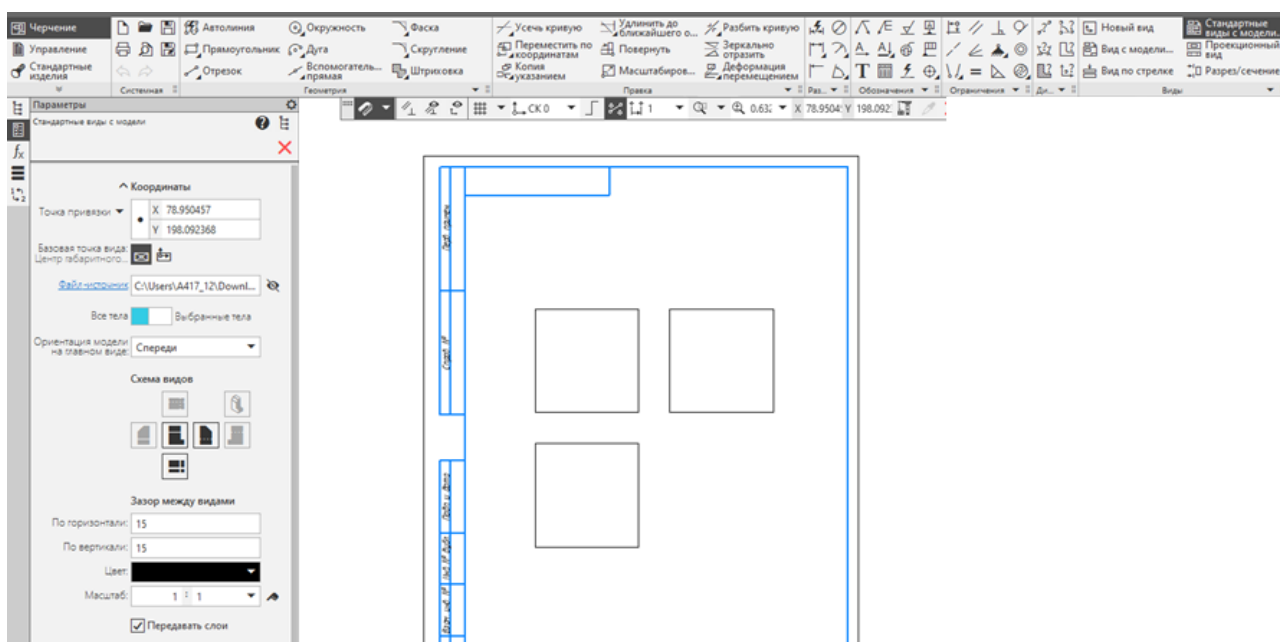


Рисунок 265 – Стандартные виды с модели

При генерации чертежей можно воспользоваться окном построения стандартных видов автоматически, применяя команду «Стандартные виды с модели». В окне моделей выбирается нужный элемент, а в окне свойств можно выбрать интересные виды.

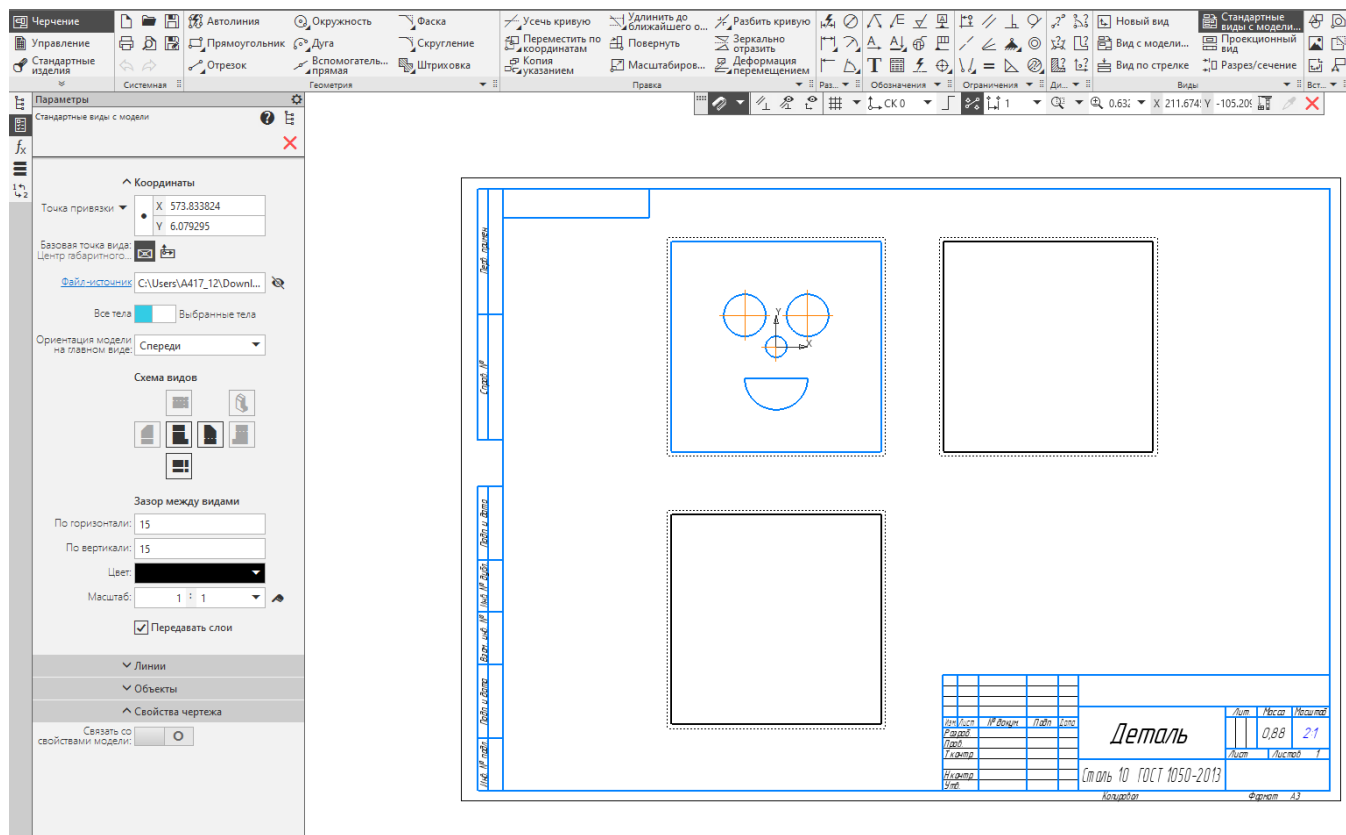


Рисунок 266 – Изменение масштаба

При создании видов можно изменять их масштаб в большую или меньшую сторону, также менять расстояние между проекционными видами. При этом, значение масштаба на штампе меняется автоматически.

3.11. Создание отверстий

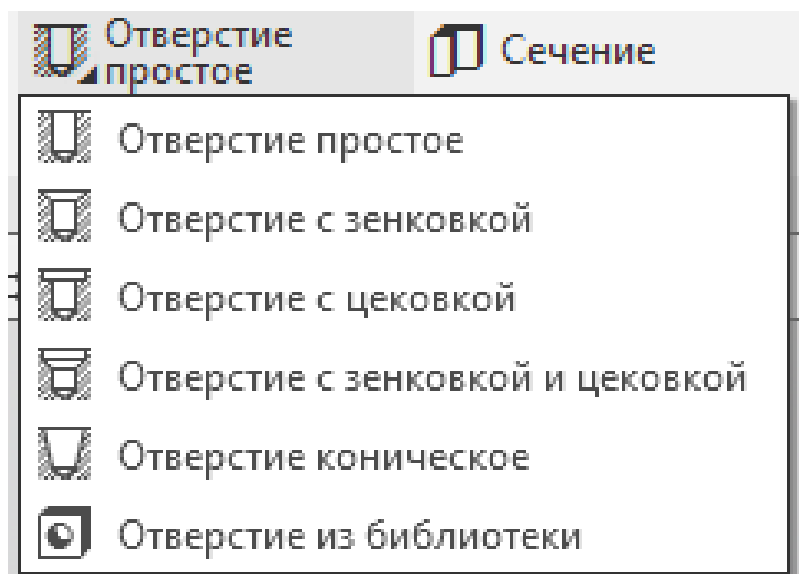


Рисунок 267 – Варианты создания технологических отверстий

Для различных крепежных изделий предусмотрены различные варианты технологических отверстий. Программа предоставляет множество вариантов стандартных отверстий. В каждом из таких отверстий дополнительно можно выполнить резьбу, как правостороннюю, так и левостороннюю, в зависимости от назначения отверстия.

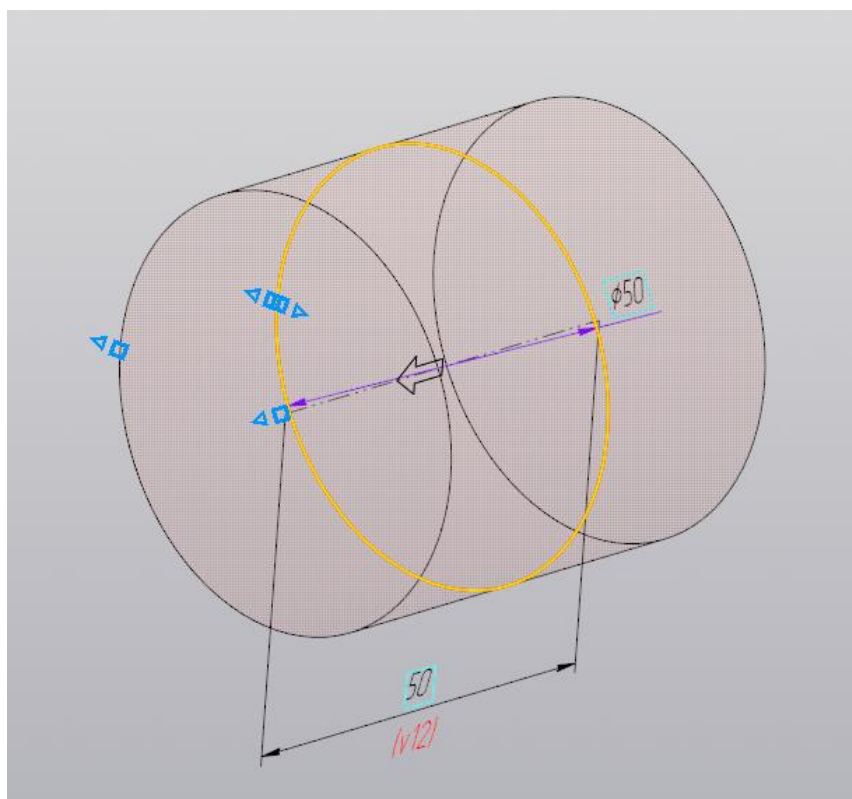


Рисунок 268 – Исходный объект для применения команды отверстие

В качестве примера, для демонстрации возможностей функций отверстий была создана простая деталь цилиндрической формы, которая представлена на рис. 268.

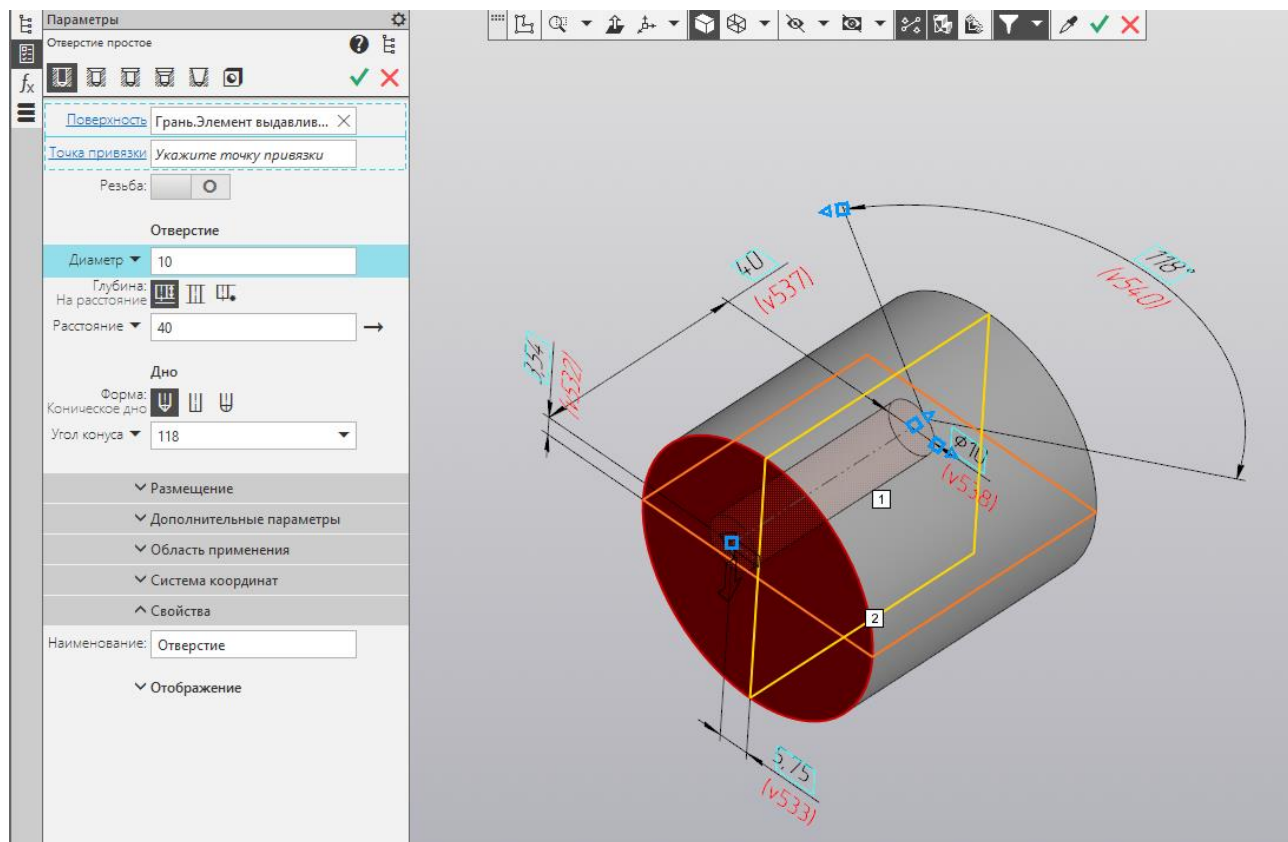


Рисунок 269 – Создание простого отверстия

Установив курсор в произвольном месте выбранной плоскости автоматически создается простое отверстие в указанном месте. Местоположения курсора при указании считается центром создаваемого на плоскости технологического отверстия. Для точного указания места создания отверстия необходимо создать на плоскости точку, которая будет являться центром будущего отверстия. Необходимо, чтобы была включена соответствующая привязка.

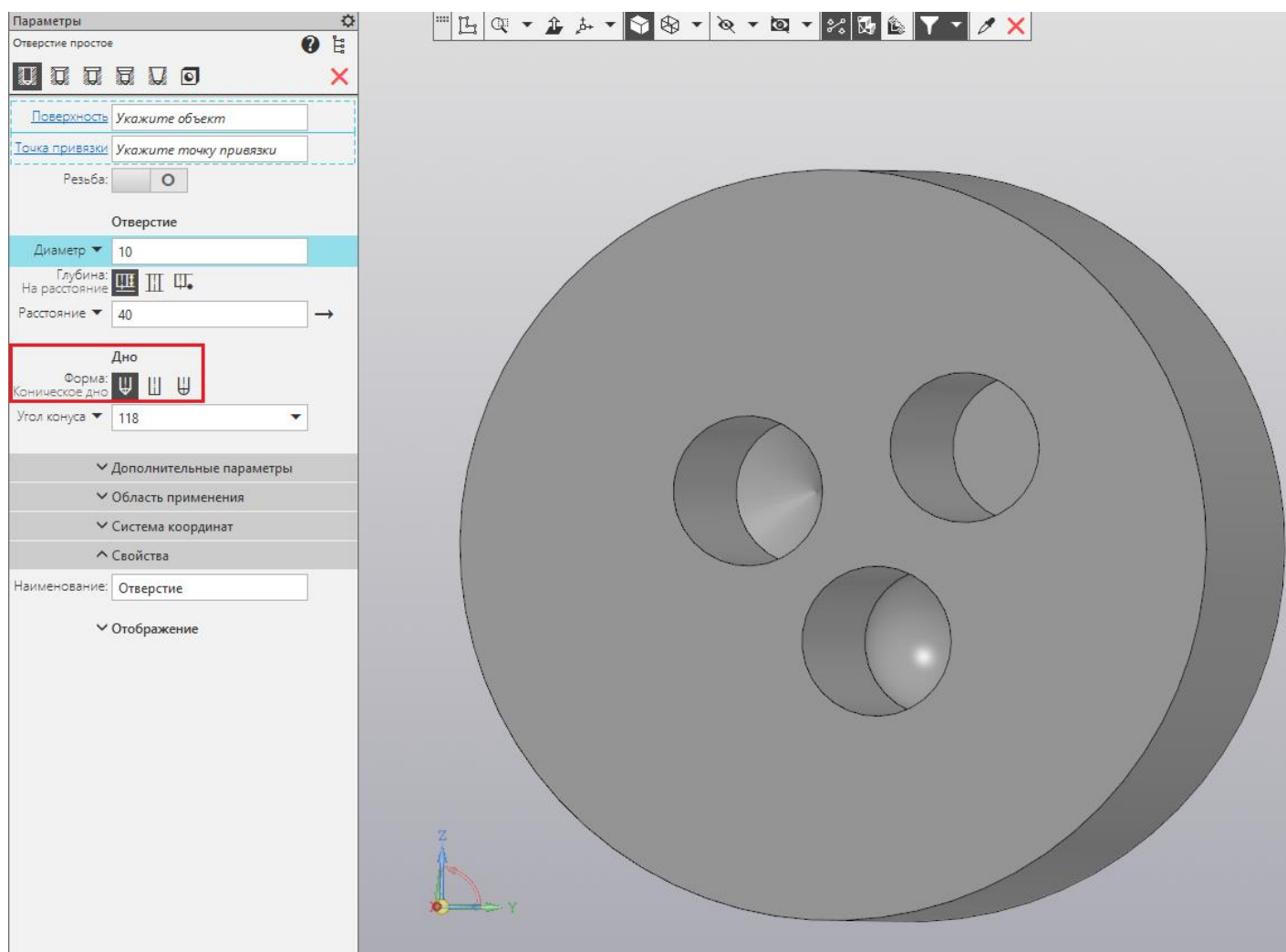


Рисунок 270 – Варианты дна отверстия

При создании отверстий необходимо указывать форму дна отверстия. Красной областью на рис. 270 указаны формы дна отверстий, которые могут быть конической формы, прямой и сферической. В зависимости от выбранной функции форма визуально будет отличаться. Однако, на этапе построения различий видно не будет.

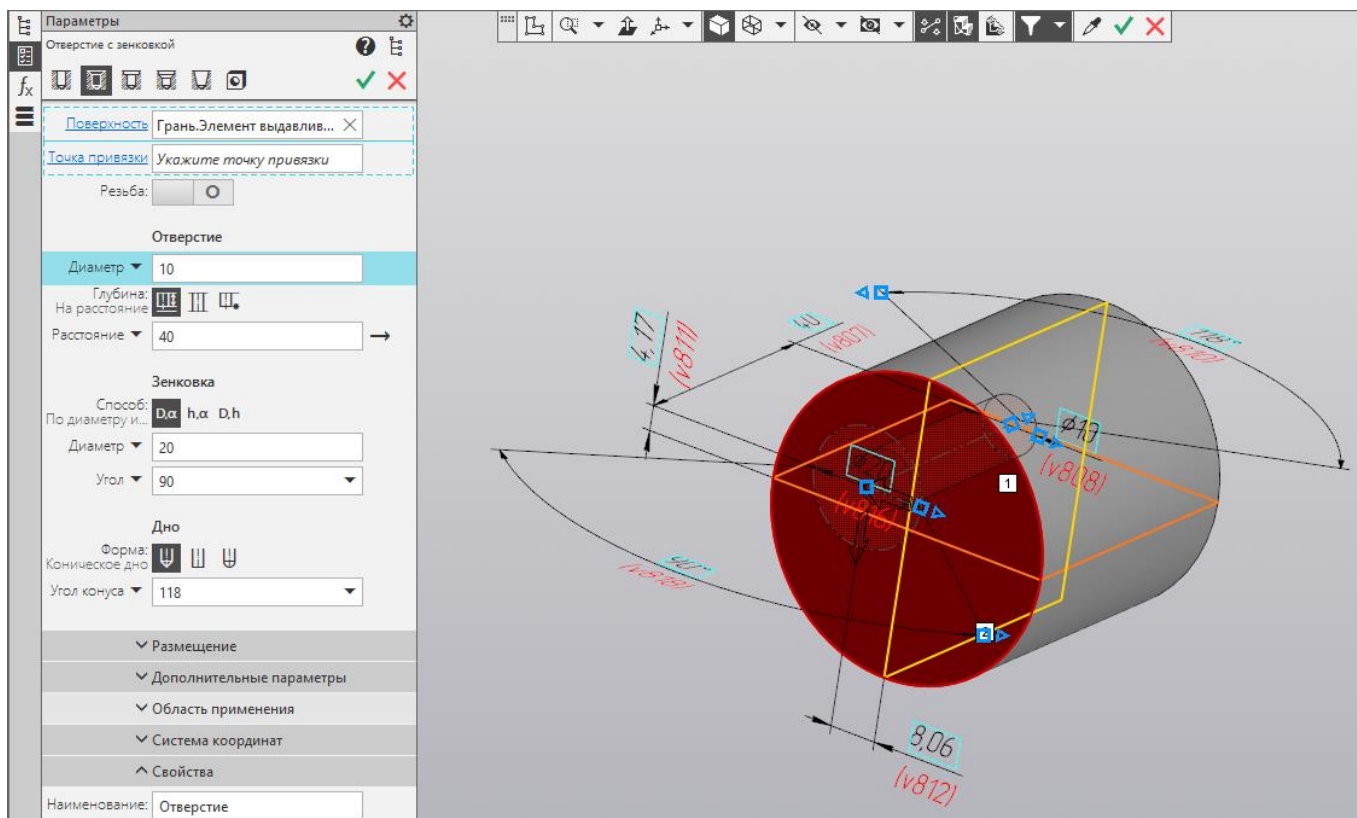


Рисунок 271 – Построение отверстия с зенковкой

При выполнении отверстия с зенковкой будет выполняться автоматическое срезание части объекта. Предусмотрено три способа задания зенковки. По диаметру у углу, по глубине и углу и по диаметру и глубине. Видно, что на плоскости появляется углубление конической формы, рис. 271.

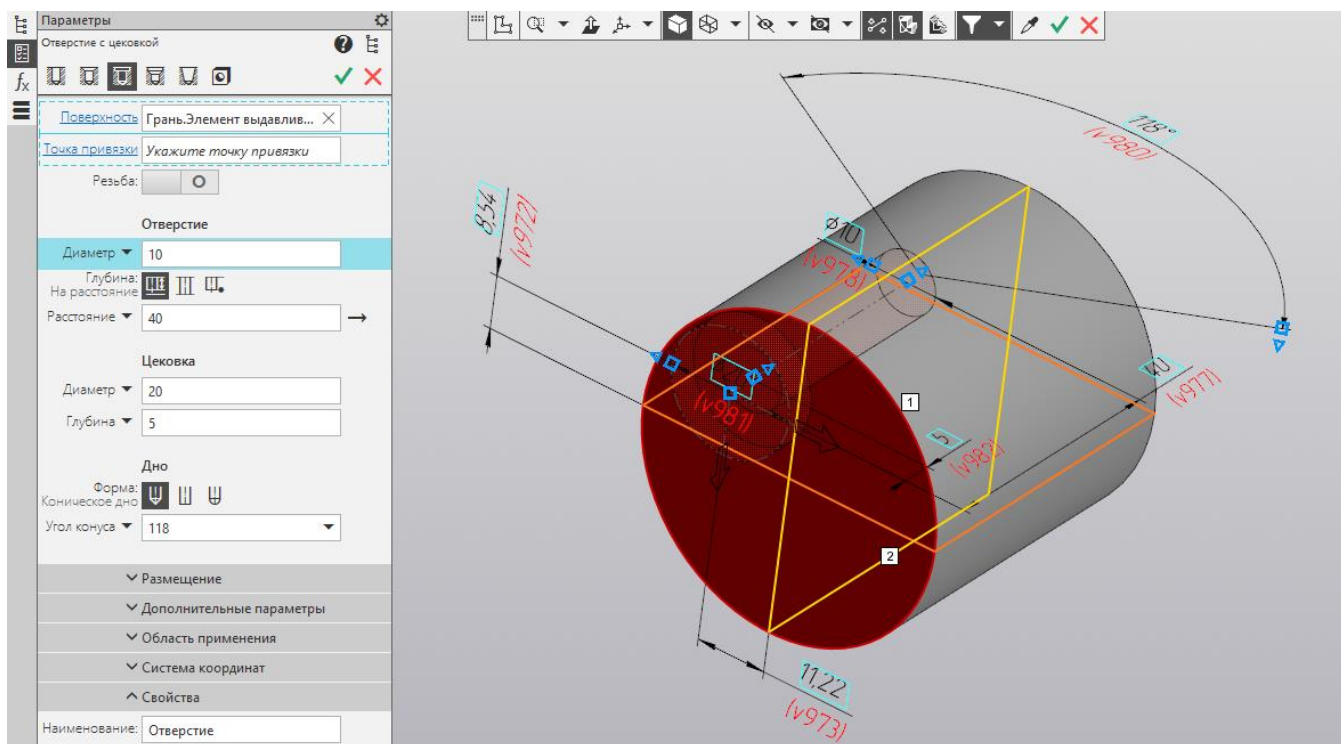


Рисунок 272 – Построение отверстия с цековкой

При выполнении отверстия с цековкой задаются параметры цековки (глубина и диаметр). При этом, способ создания отверстия и исходные параметры остаются без изменений. При построении отверстия с цековкой на плоскости появляется углубление цилиндрической формы.

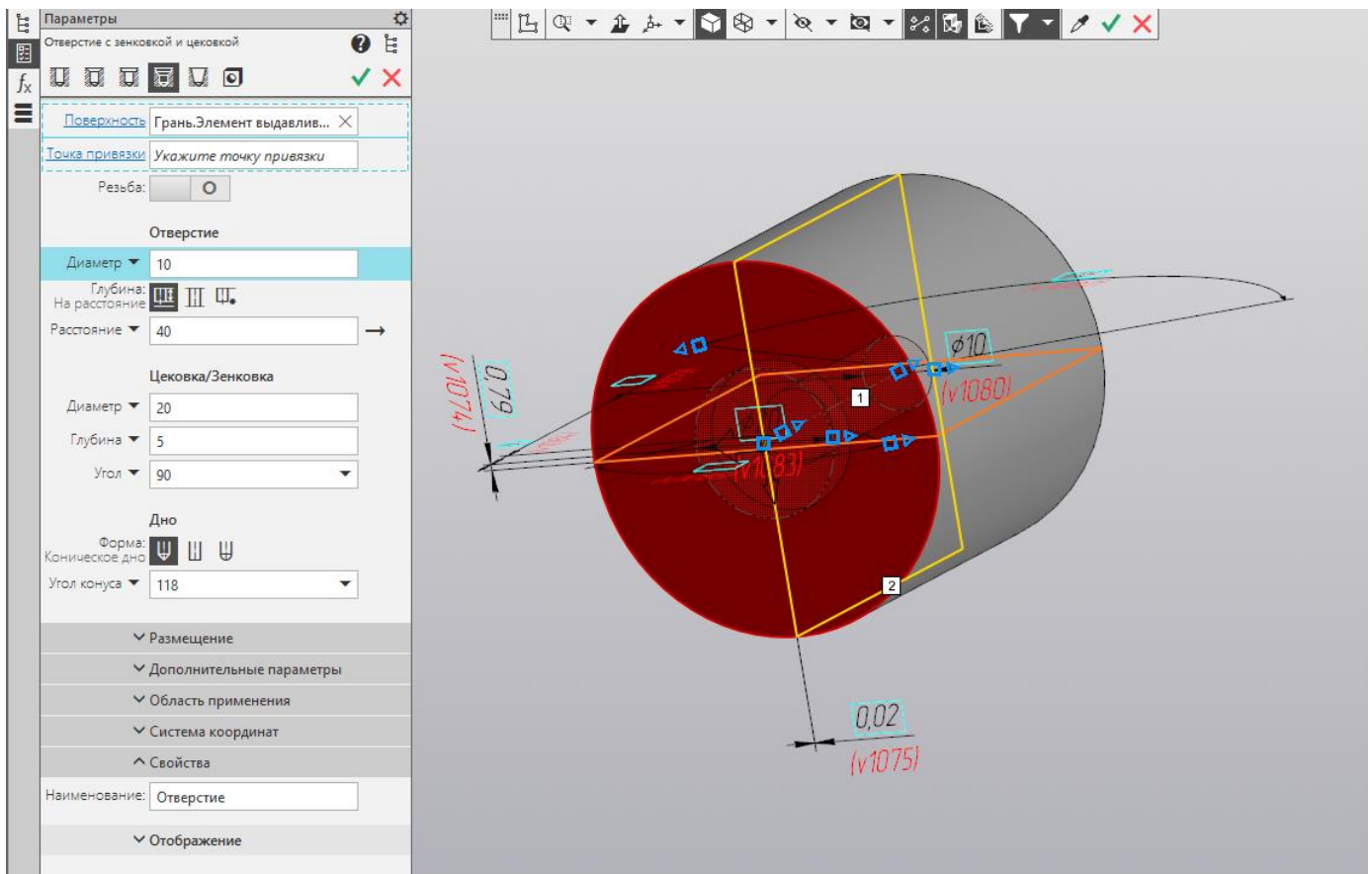


Рисунок 273 – Построение отверстия с цековкой и зенковкой

При создании отверстия с цековкой и зенковкой задаются параметры, объединяющие оба способа построения, а именно диаметр, глубина и угол. Помимо расстояния и формы дна.

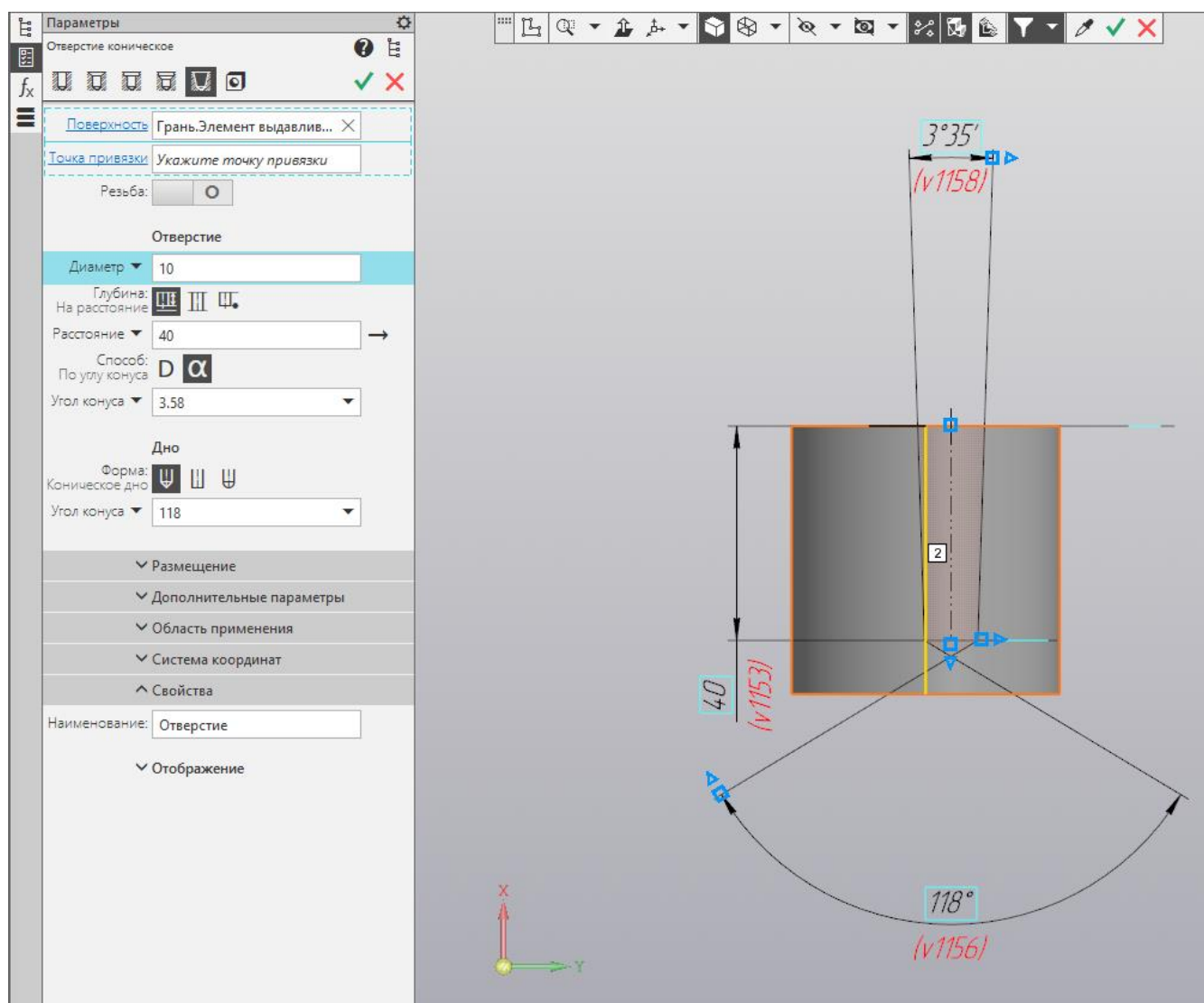


Рисунок 274 – Создание конического отверстия

Помимо прямых отверстий, есть возможность создания отверстий конической формы. Для этого необходимо задание угла конуса или диаметра основания. Результат такого построения представлен на рис. 274.

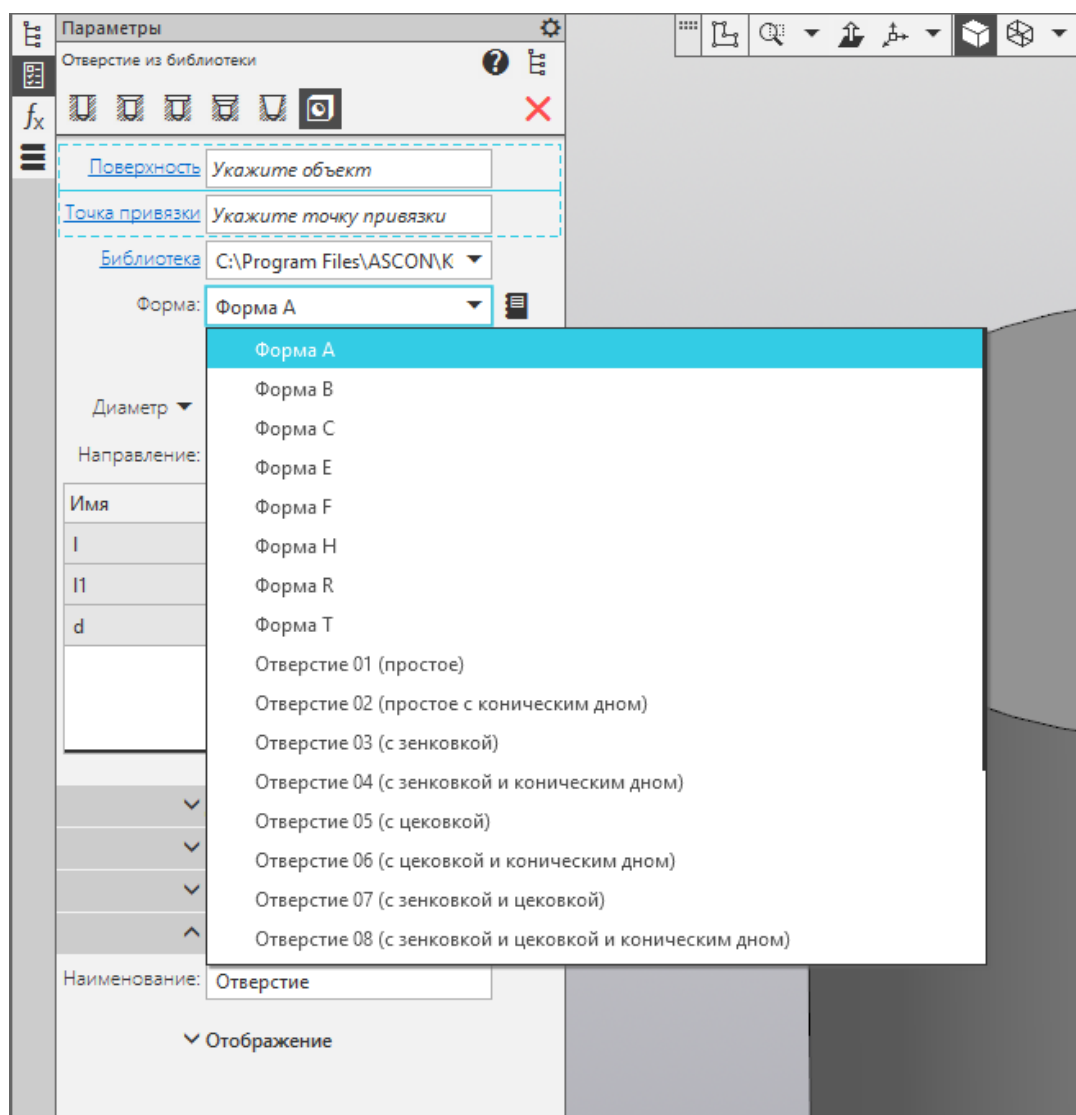


Рисунок 275 – Создание отверстий из библиотеки

При создании отверстия из библиотеки необходимо выбрать форму отверстия, все отверстия в библиотеке выполнены согласно межгосударственному стандарту.

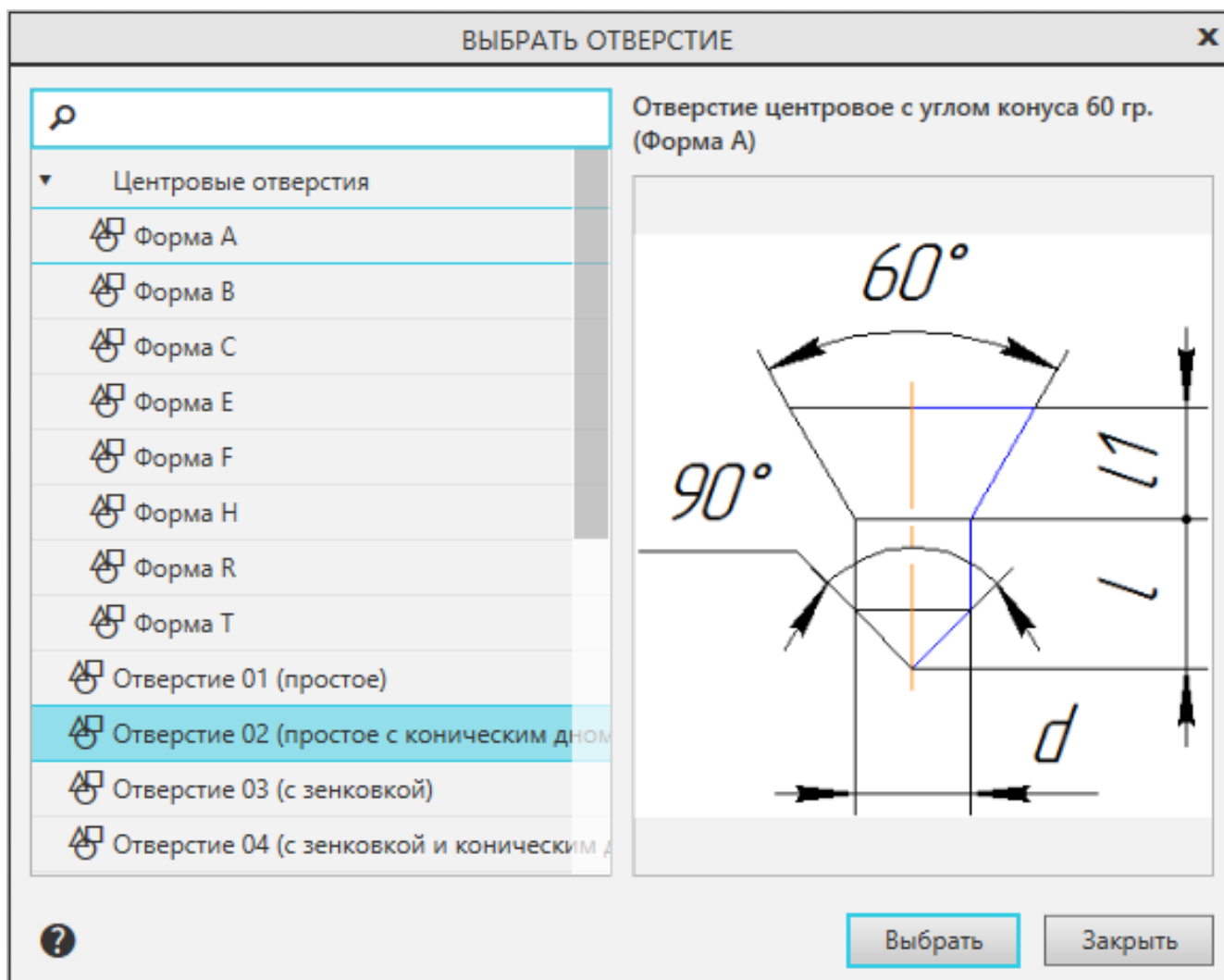


Рисунок 276 – Форма отверстия из библиотеки

Перед построением есть возможность увидеть то, как выглядит тот или иной стандарт.

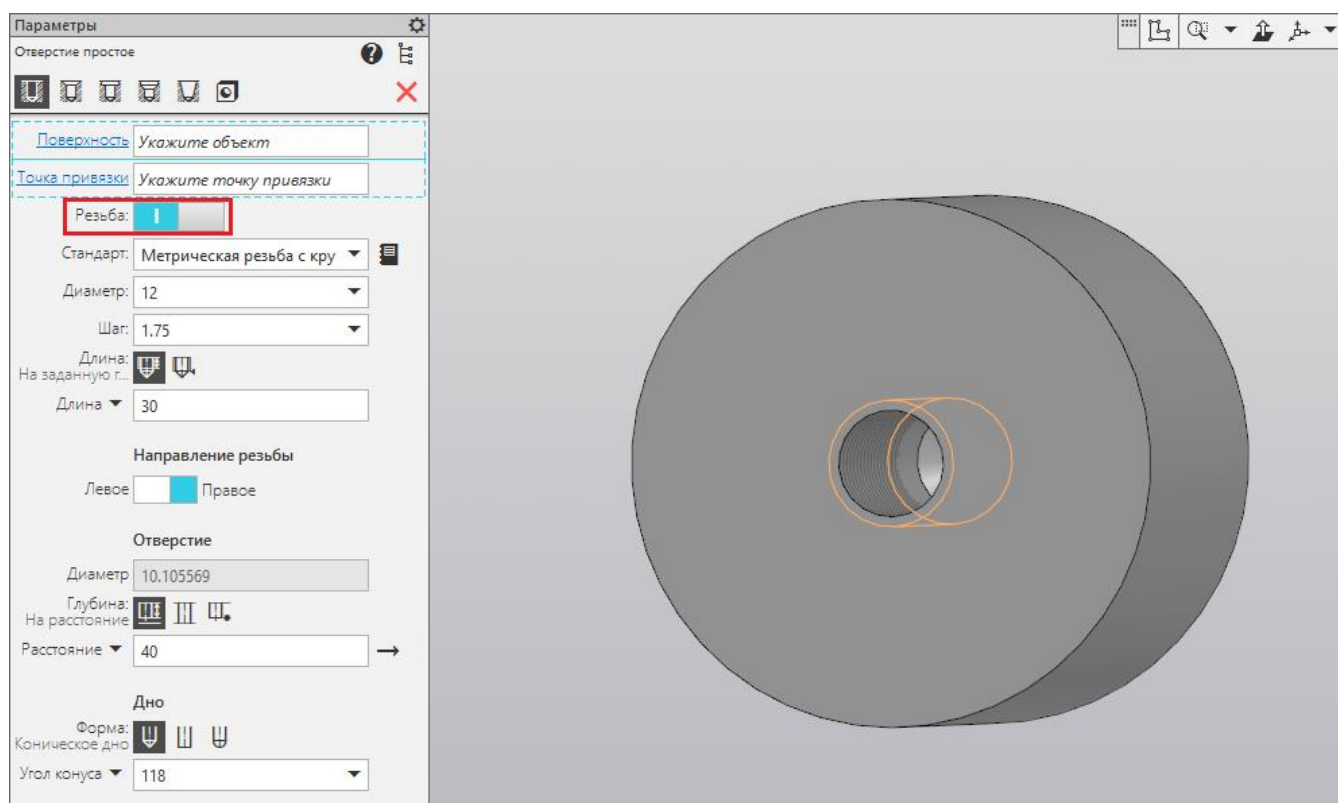


Рисунок 277 – Создание резьбы в отверстии

На рис. 277 красным цветом выделена область, которая отвечает за резьбу в отверстии. При переключении бегунка в активное положение отверстие создается с резьбой. Необходимо только указать параметры резьбы. При этом создается условное обозначение резьбы, сама геометрия объекта не меняется.

3.12. Нарезание резьбы

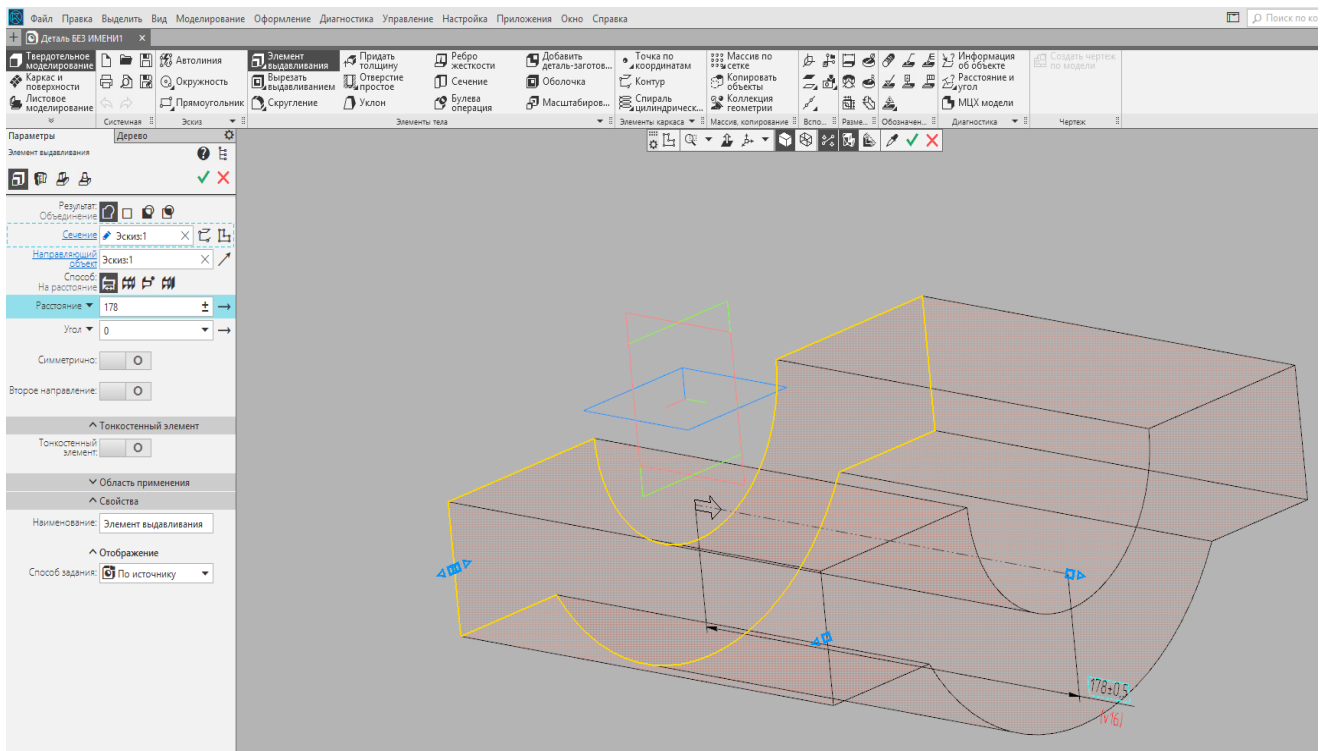


Рисунок 278 – Построение ложеента

Для выполнения резьбы в отверстии необходимо подготовить какую-нибудь деталь. Способ построения резьбы в отверстии будет разбираться на примере ложеента. Далее будет выполняться построение отверстия с резьбой так, как это бы происходило в условиях реального производства. Другими словами, выполняется нарезание резьбы в отверстии вручную.

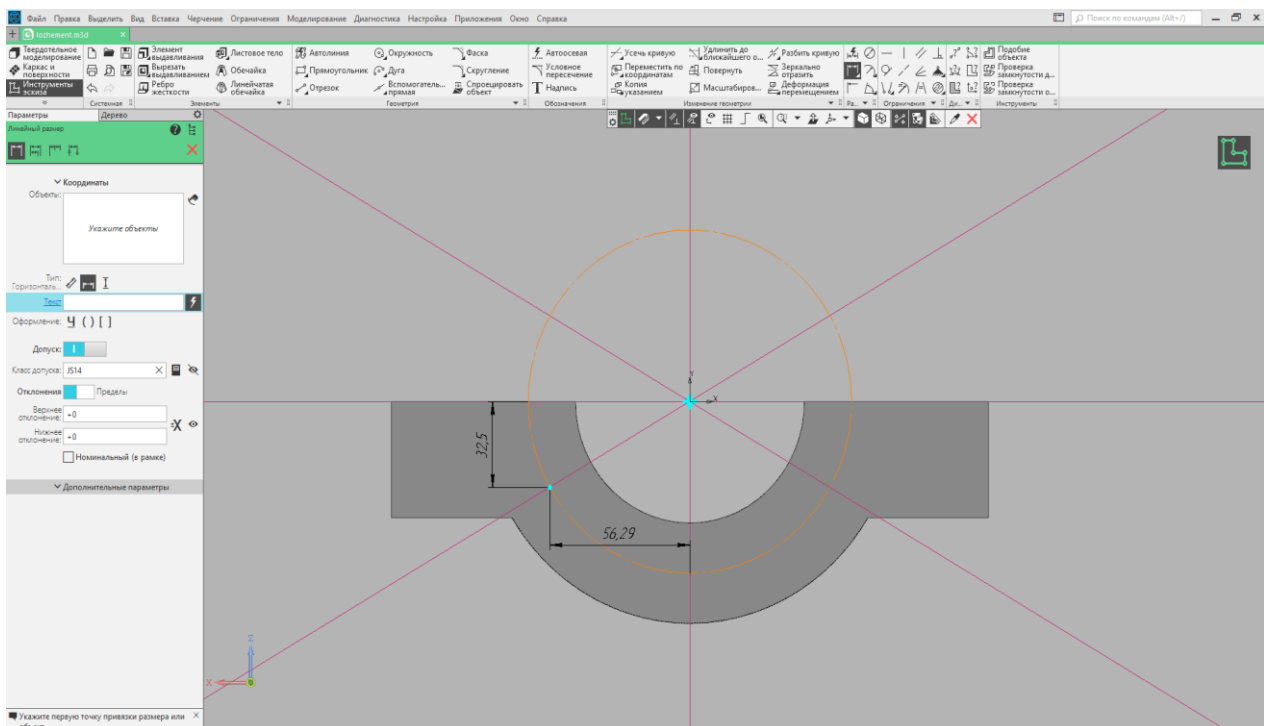


Рисунок 279 – Создание точки на эскизе

Создав эскиз на одной из граней детали необходимо расположить точку, которая и будет центром отверстия. Если выполнять отверстие без точки на плоскости, то практически невозможно попасть в нужное место.

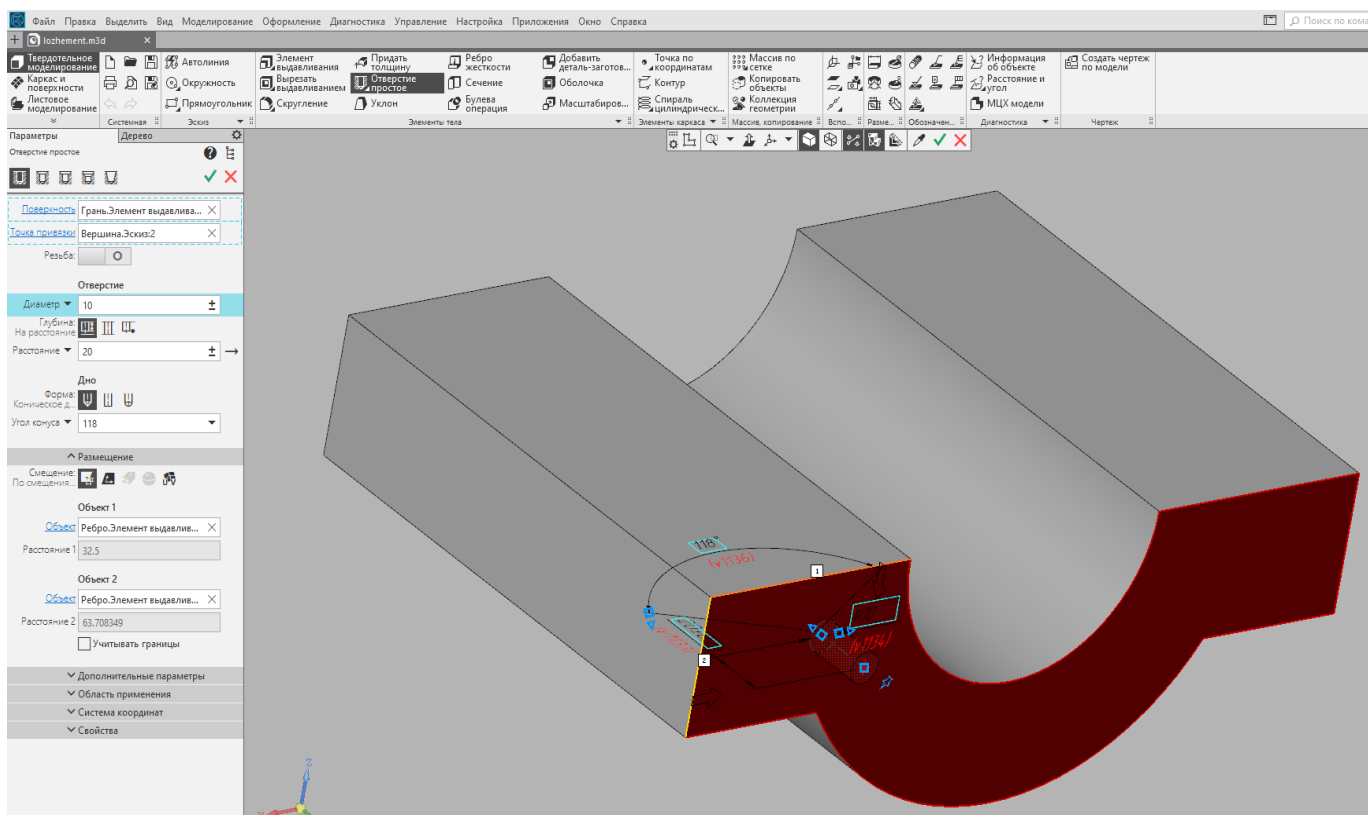


Рисунок 280 – Построение отверстия

Простое отверстие выполняется с привязкой на заранее указанную точку центра окружности на эскизе.

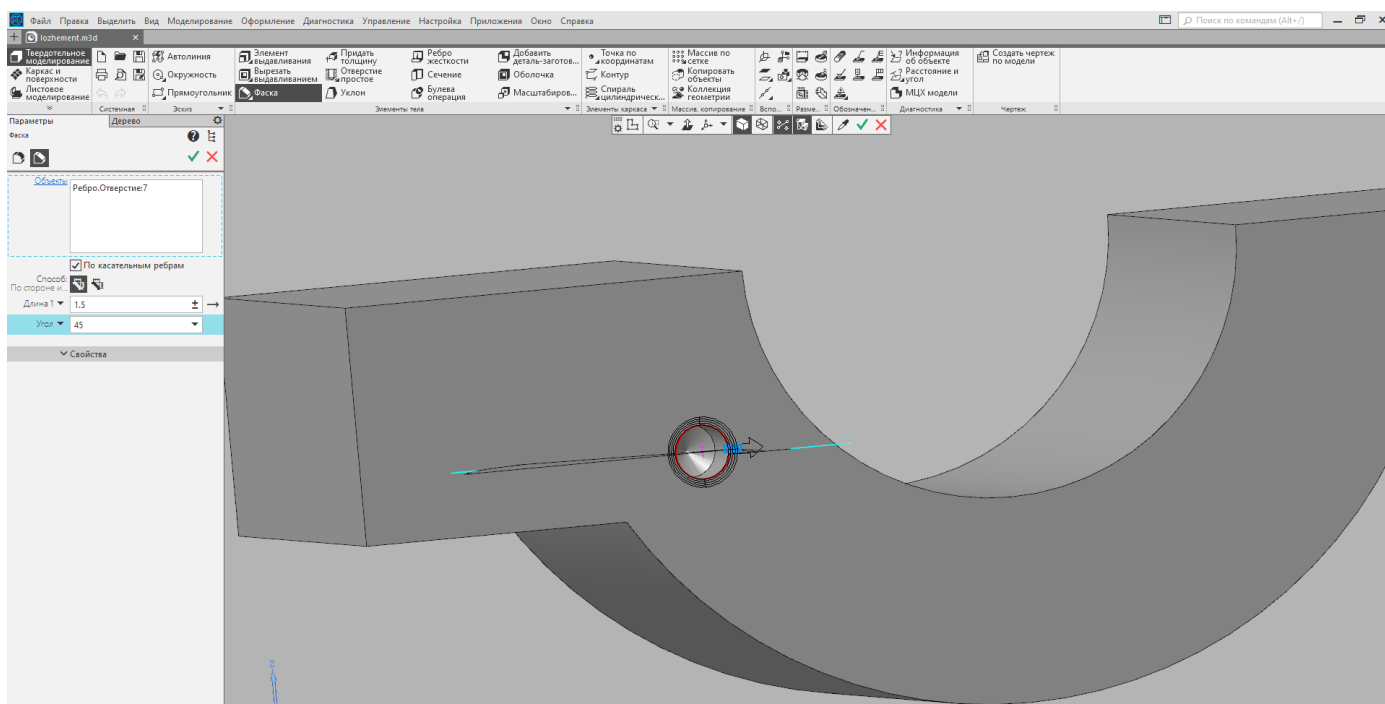


Рисунок 281 – Создание зенковки

На внешней грани отверстия устанавливается фаска, длина которой равная шагу резьбы и выполняется под углом 45 градусов.

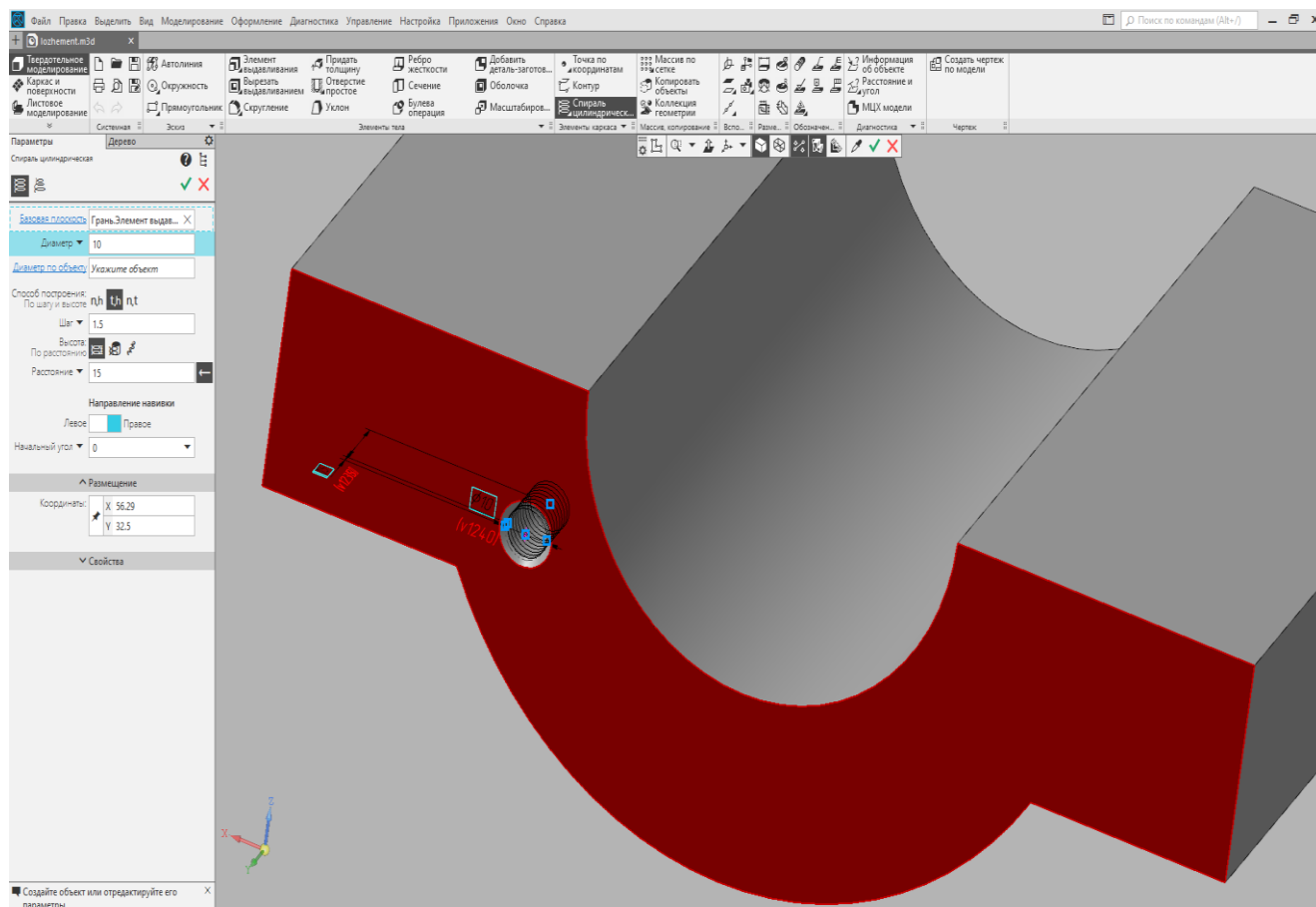


Рисунок 282 – Создание спирали

После создание технологического отверстия следующим действием идет создание метрической резьбы. Первоначально стоит воспользоваться командой «Спираль цилиндрическая». Задав шаг резьбы и расстояние равное 1,5 диаметрам необходимо указать расположение спирали в пространстве. Для этого пользуемся уже известными значениями точки центра отверстия, которые были измерены ранее.

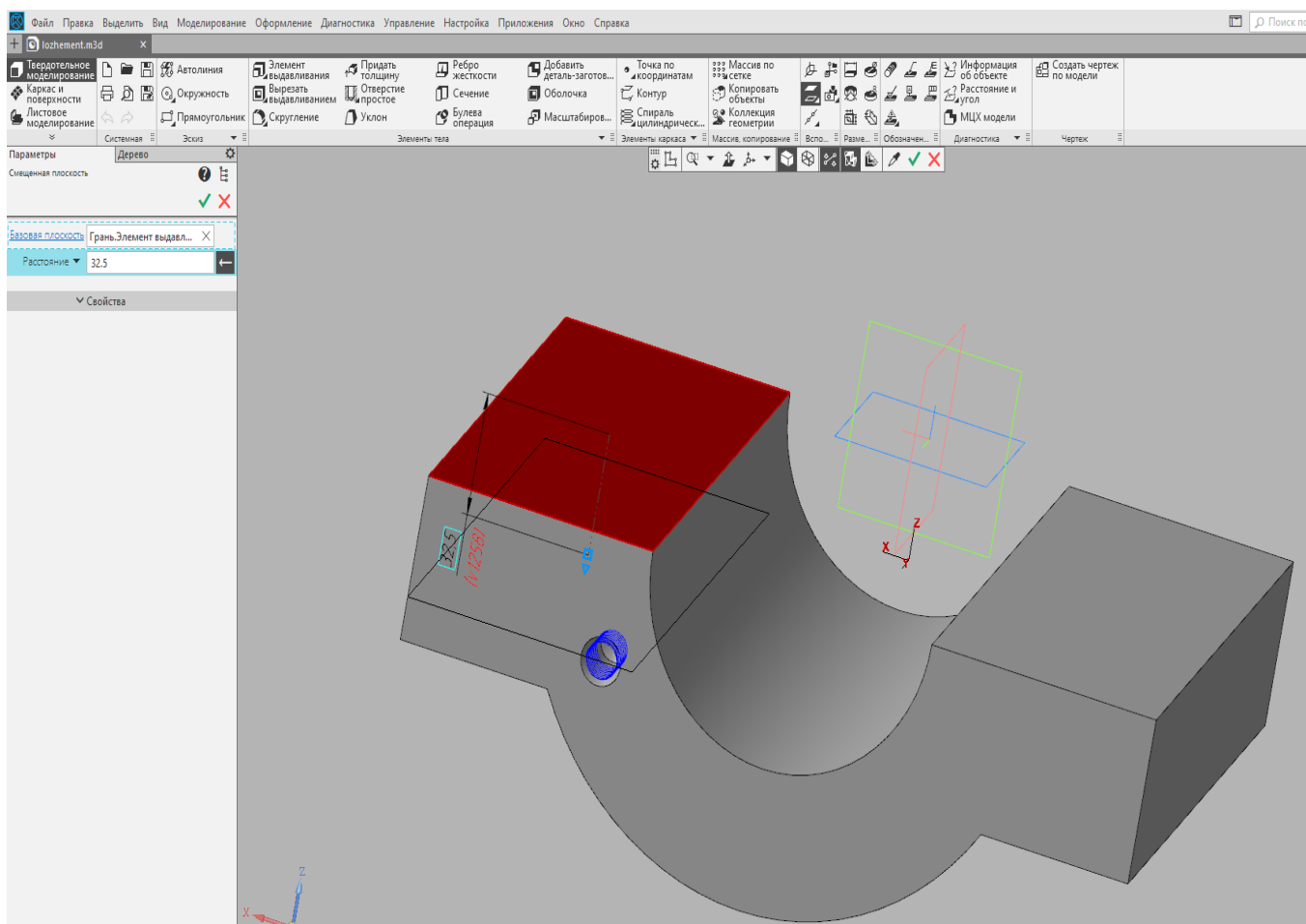


Рисунок 283 – Создание вспомогательной плоскости в центре спирали

Для того, чтобы нарезать резьбу по полученной спирали необходимо построить клин, с помощью которого и будет нарезаться резьба в отверстии. Первостепенно предстоит создать вспомогательную плоскость вровень с центральной осью отверстия.

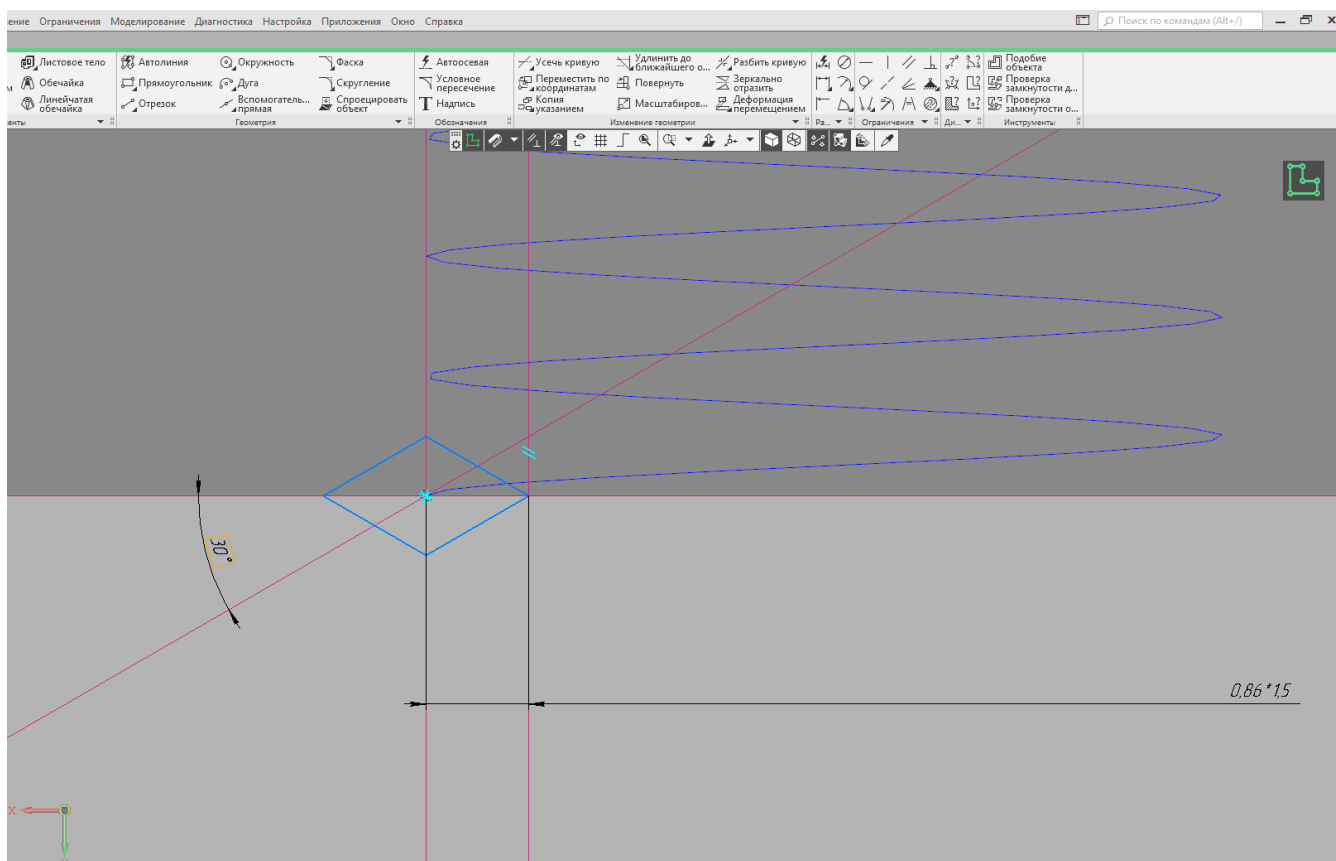


Рисунок 284 – Создание эскиза с клином резьбы

На построенной плоскости создаем эскиз. Устанавливаем горизонтальную и вертикальную оси так, чтобы они совпадали с началом спирали. После чего, от точки пересечения строим ромб.

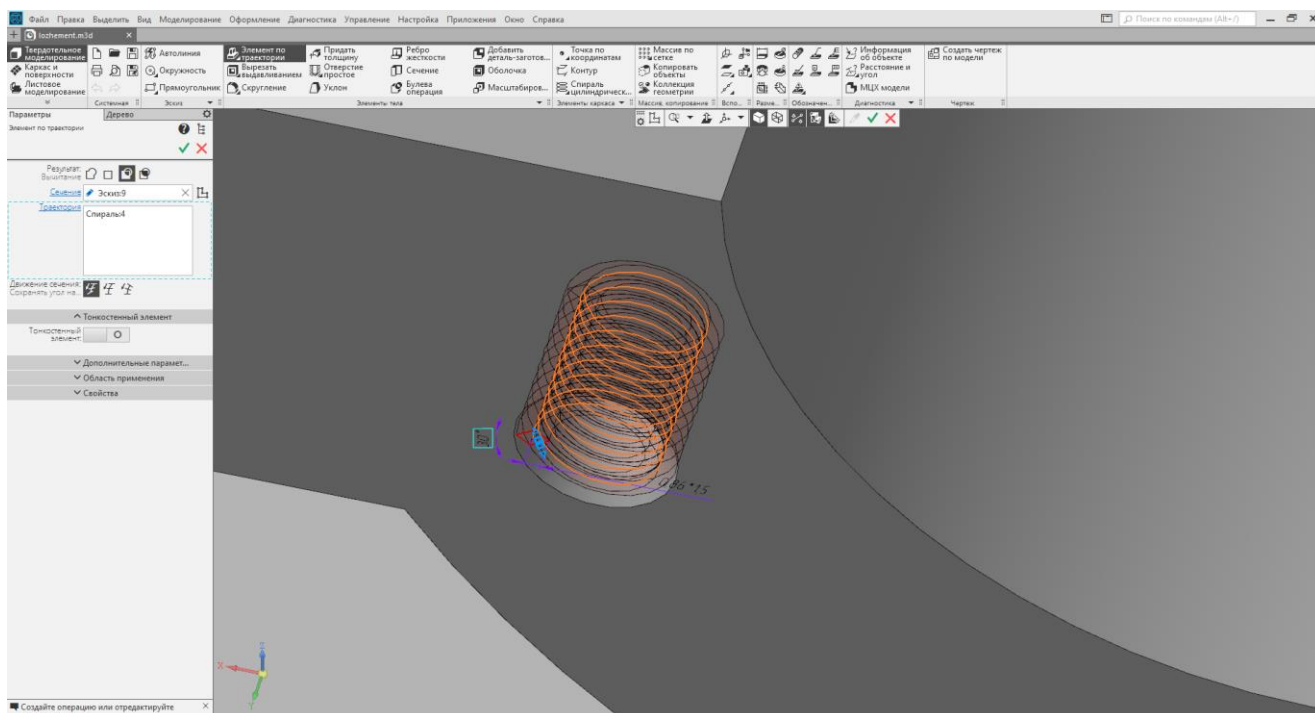


Рисунок 285 – Создание резьбы в отверстии

На панели инструментов необходимо найти команду «Вырезать выдавливанием» и зажать ее левой клавишей мыши. Из раскрывшегося списка выбрать команду «Вырезать по траектории». В панели свойств этой команды во вкладке «Сечение» установить только что разработанный эскиз, а в качестве траектории указать сделанную спираль.

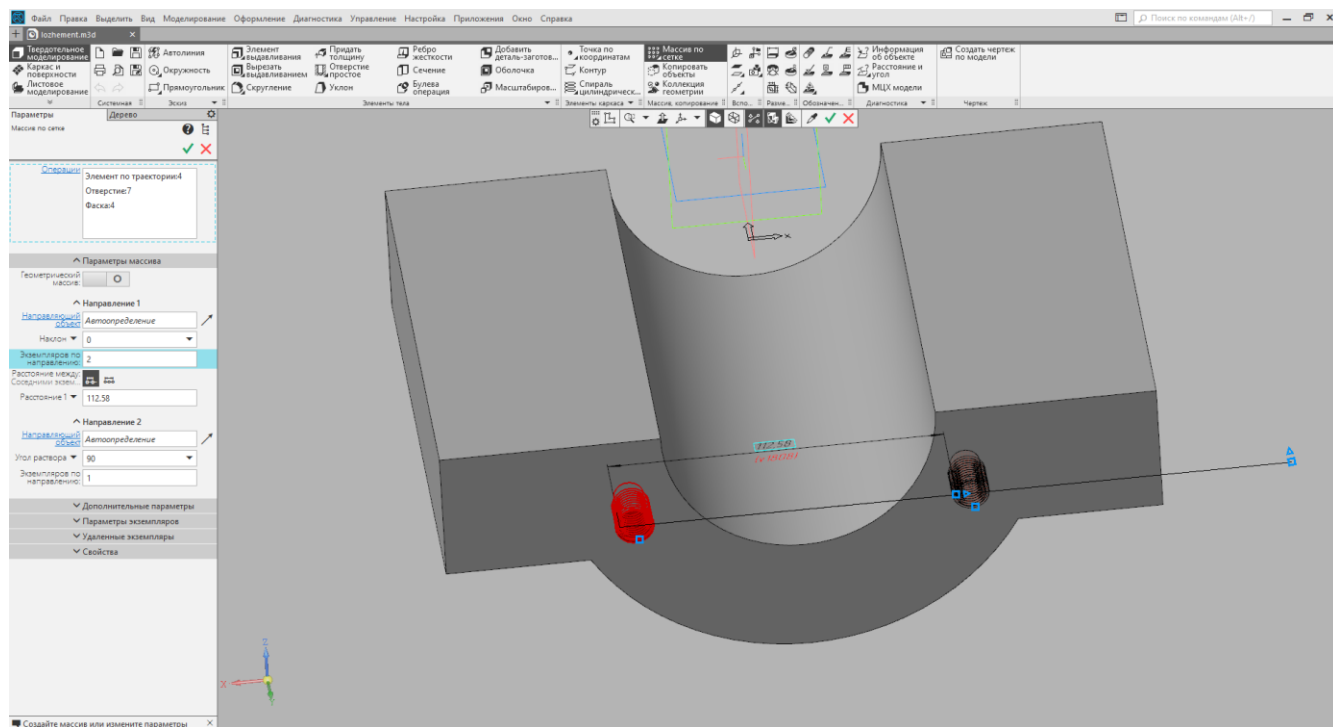


Рисунок 286 – Применение массива для создания аналогичного отверстия с резьбой

Сам процесс создания резьбы самостоятельно вызывает некоторые трудности, поэтому, для созданий подобных отверстий можно воспользоваться массивами.

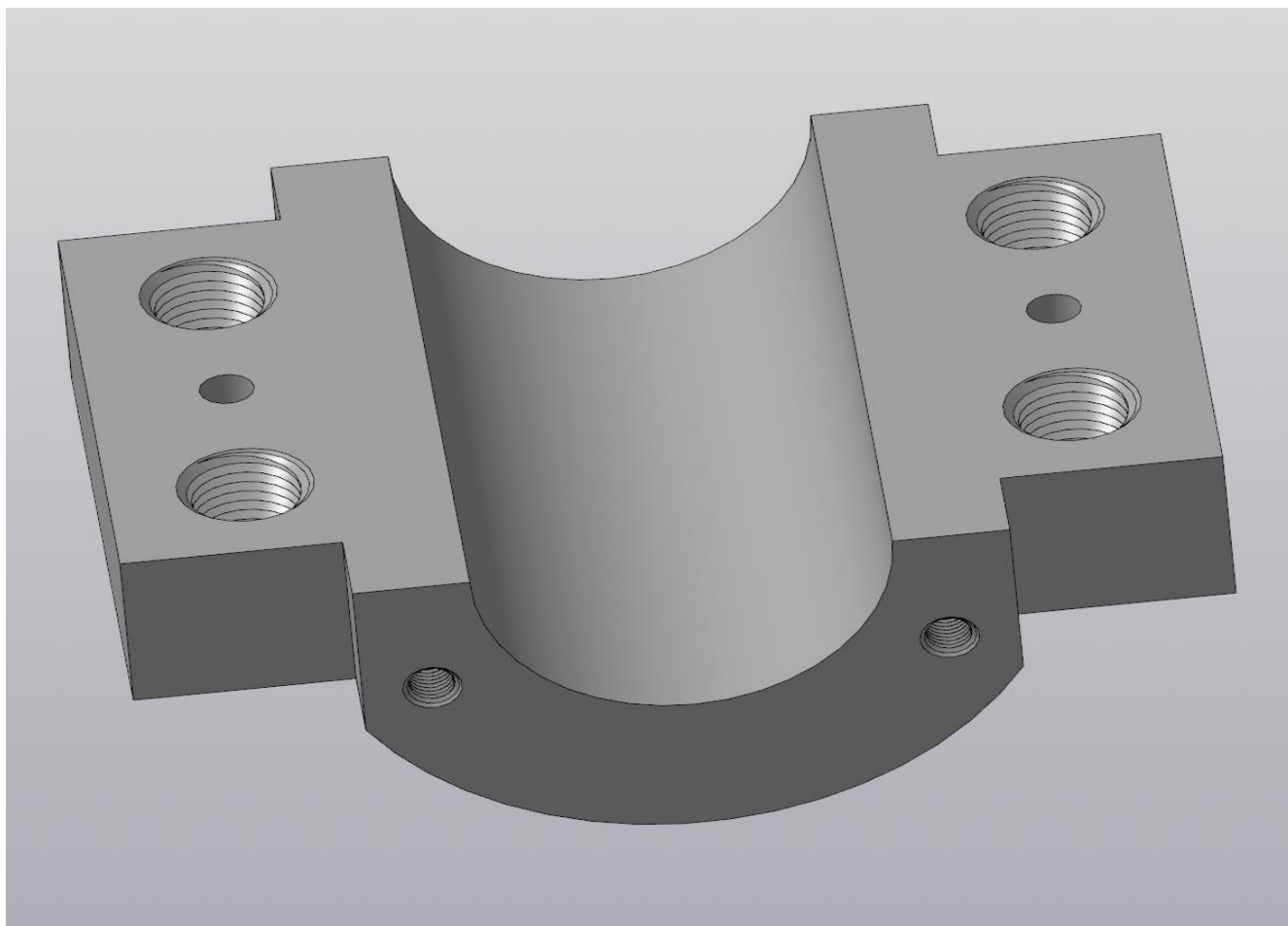


Рисунок 287 – Создание множества отверстий с резьбой

Применяю уже разработанные эскизы процесс создания резьбы на других плоскостях не занимает столько времени, как создание полного комплекта элементов на первую резьбу.

3.13. Условное обозначение резьбы

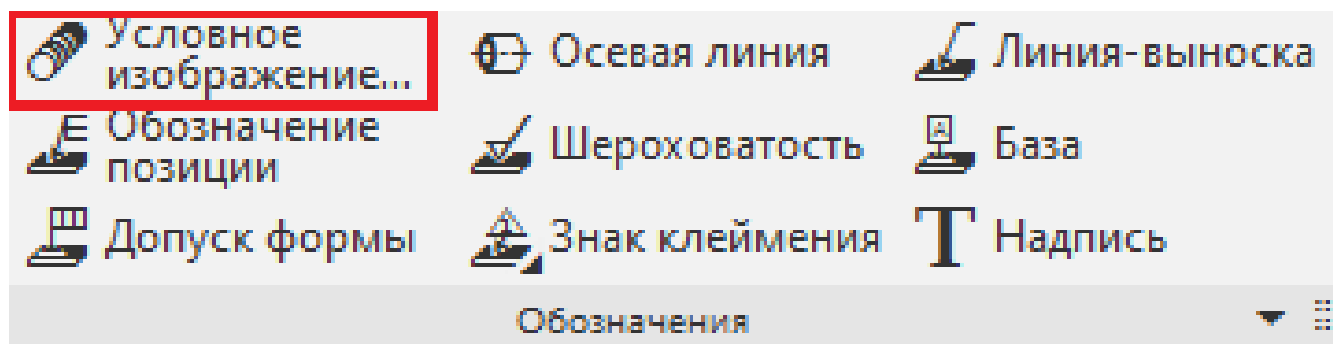


Рисунок 288 – Условное обозначение резьбы

Начиная с версии 2017 года программа позволяет выполнять условное обозначение резьбы. Тем самым пропадает необходимость выполнять построение резьбы самостоятельно.

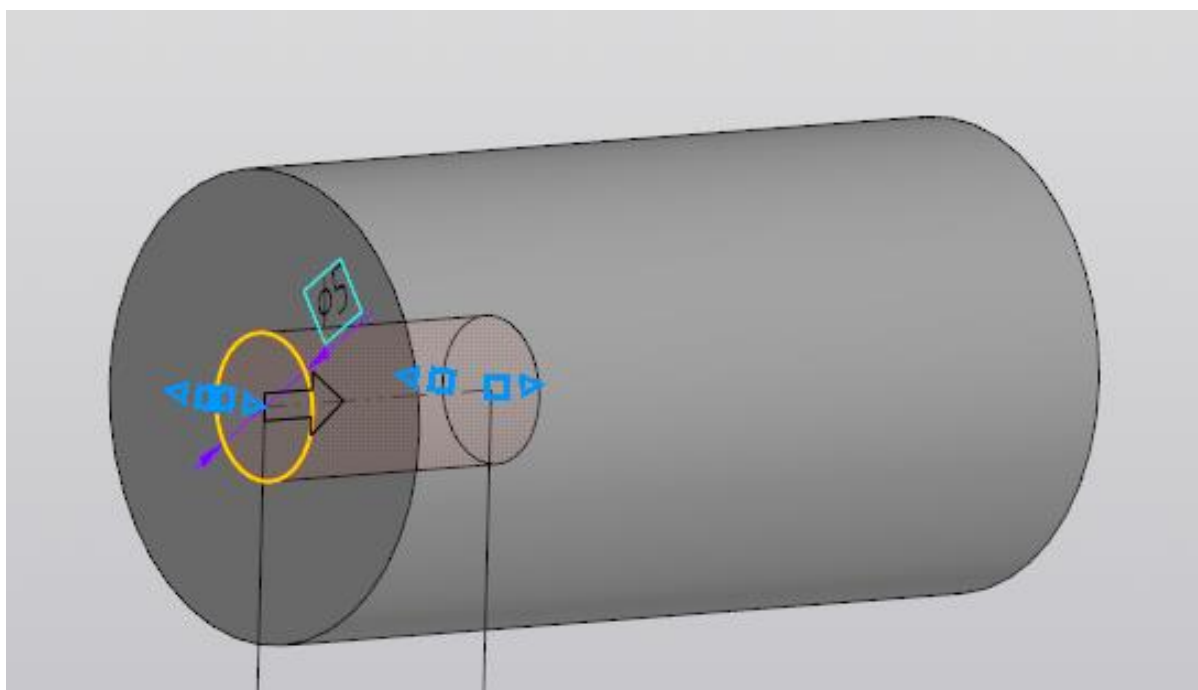


Рисунок 289 – Создание отверстий с резьбой

Для выполнения условного обозначения резьбы предварительно создается отверстие. Для этого подготовлена специальная заготовка, рис. 289.

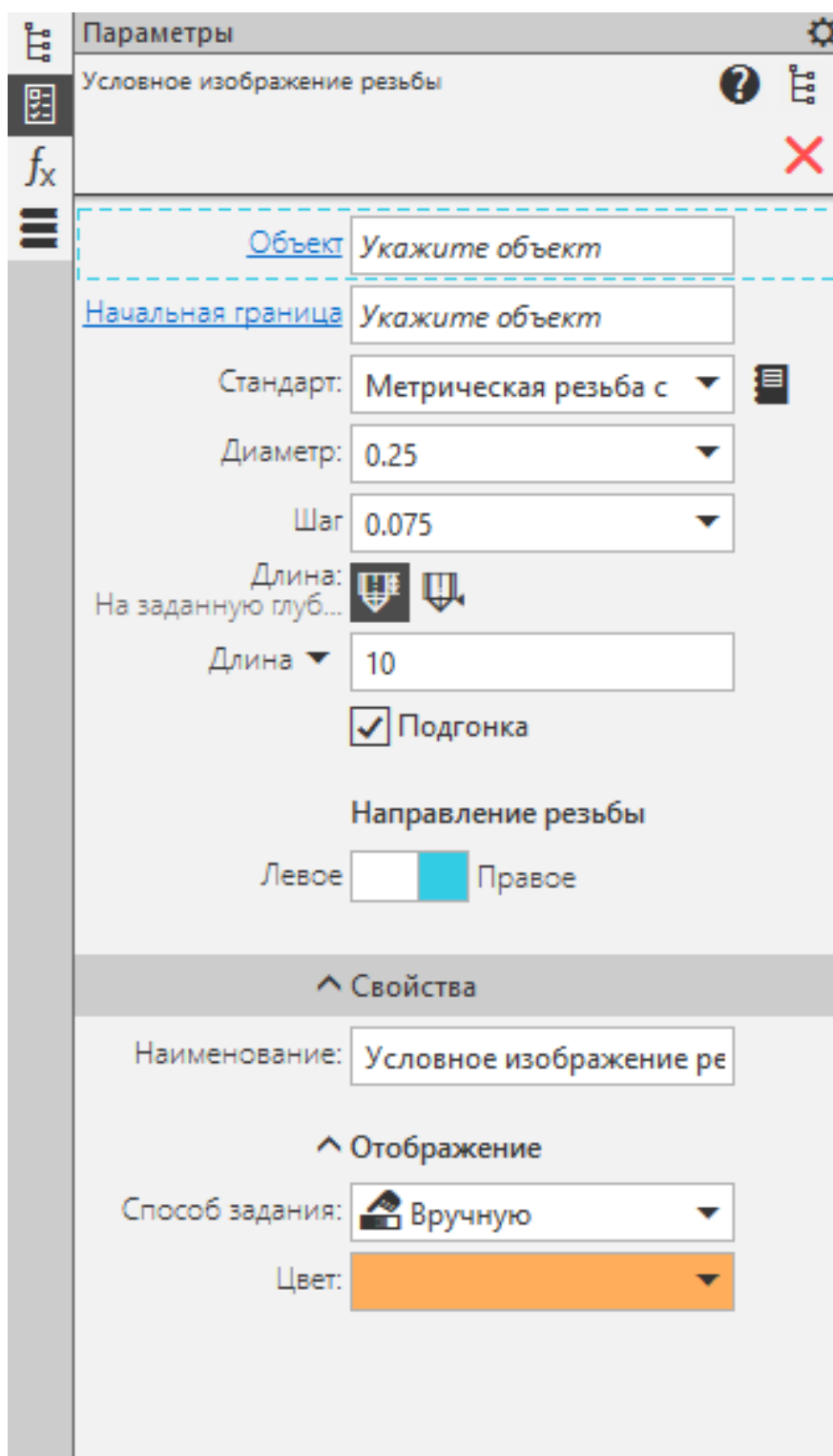


Рисунок 290 – Задание параметров условного обозначения резьбы

Выбрав на панели инструментов условное обозначение резьбы открывается окно свойств. Изначально есть возможность вручную установить необходимые параметры, как диаметр отверстия, шаг резьбы и глубина.

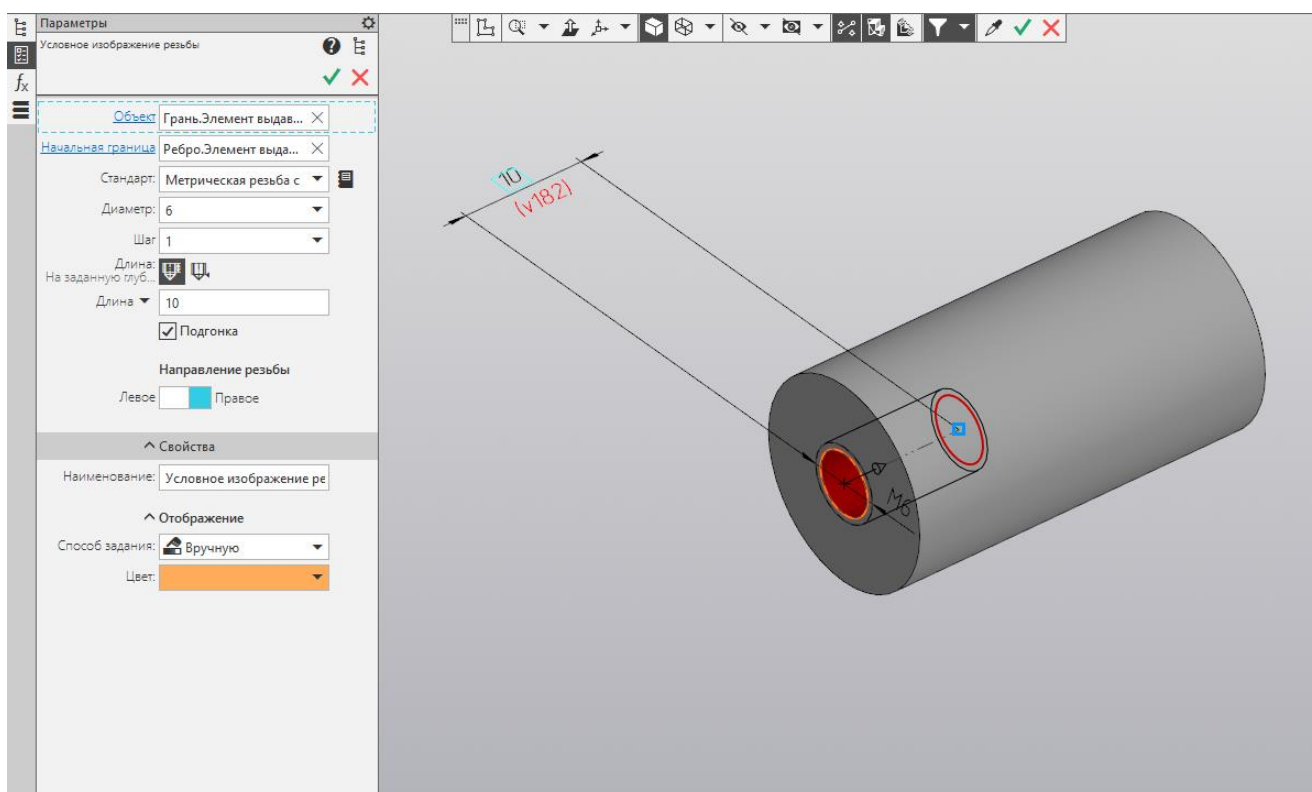


Рисунок 291 – Создание условного обозначения резьбы

При выборе отверстия программа автоматически подбирает нужное значение шага резьбы основываясь на диаметре отверстия. При этом, глубина остается неизменной. Это возможно в том случае, если включена галочка «Подгонка».

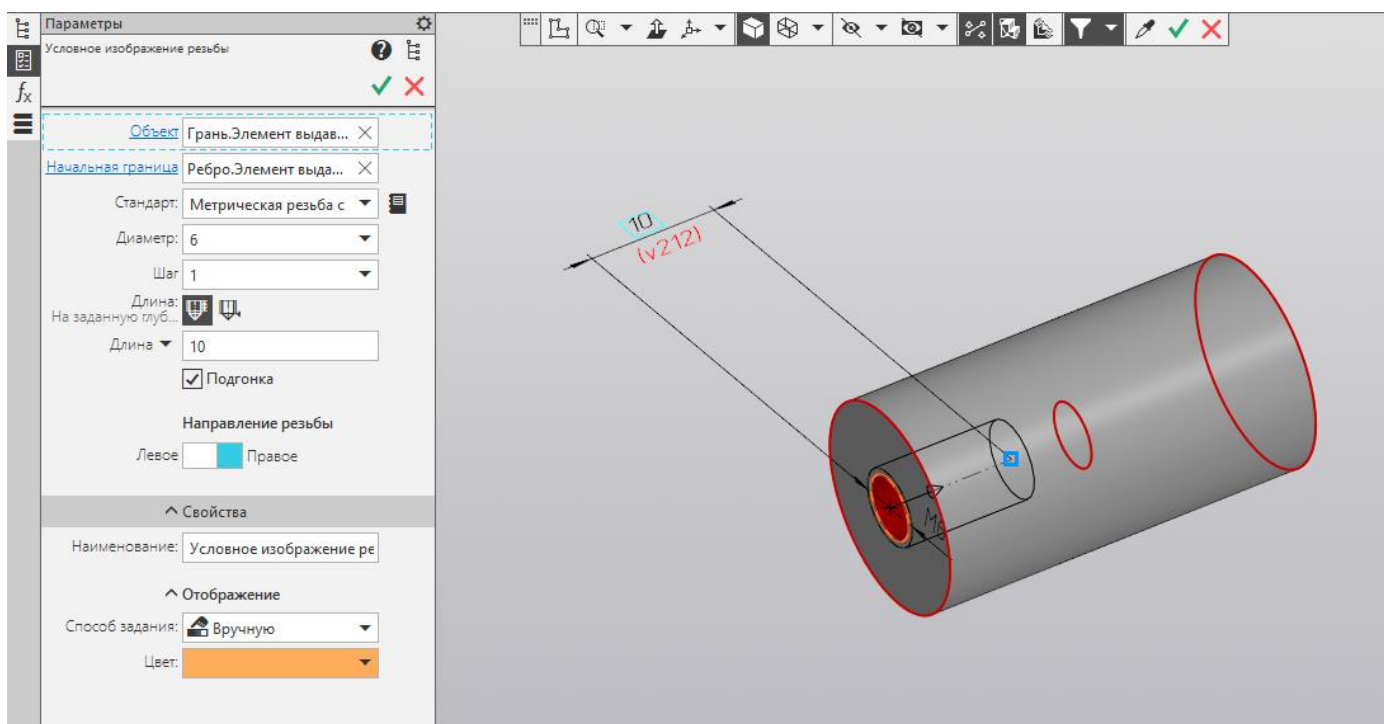


Рисунок 292 – Изменение длины резьбы

В случае, когда глубина отверстия больше автоматически заданного значения в 10 мм, для того, чтобы условное обозначение резьбы соответствовало глубине отверстия необходимо вводить нужную длину вручную.

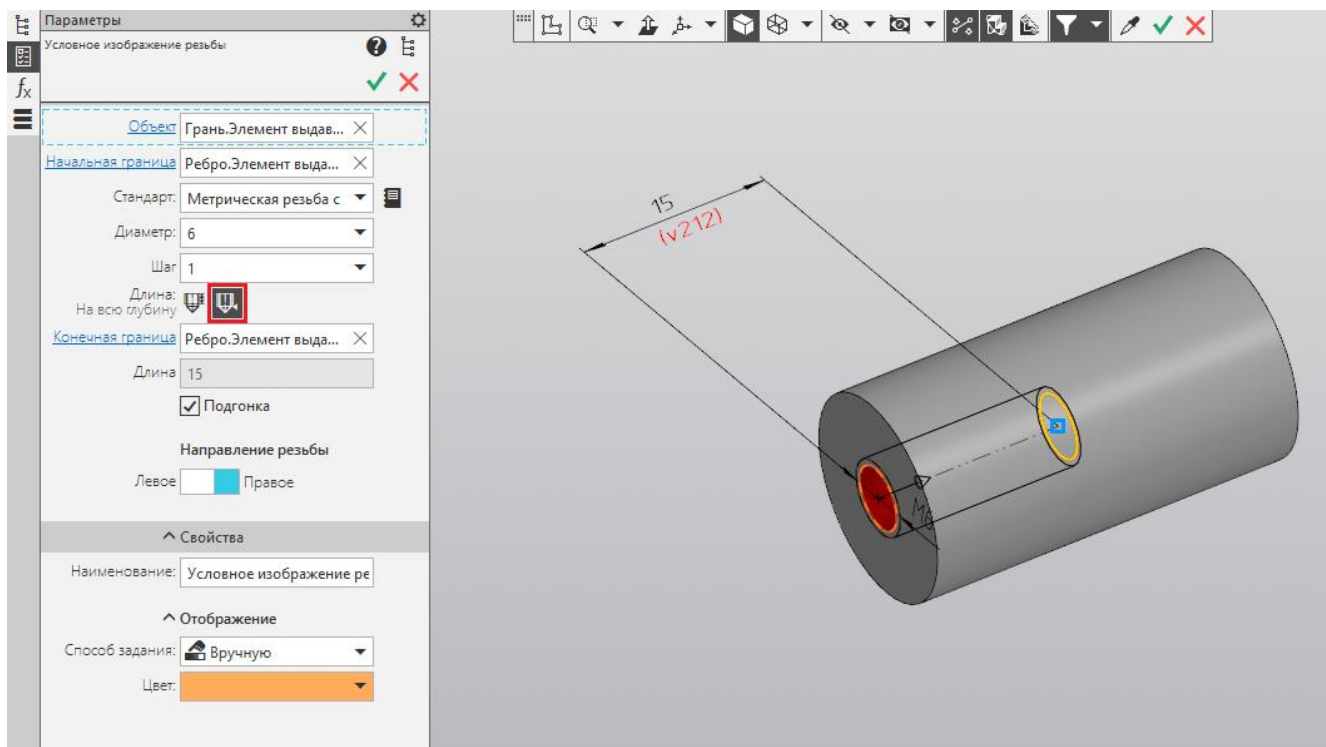


Рисунок 293 – Резьба на всю длину отверстия

При условии, что резьба должна быть выполнена на всю длину отверстия необходимо переключить режим построения резьбы на всю длину. В этом случае резьба будет построена автоматически вне зависимости от глубины отверстия. На рис. 293 красным указана команда, отвечающая за указание резьбы на всю длину отверстия.

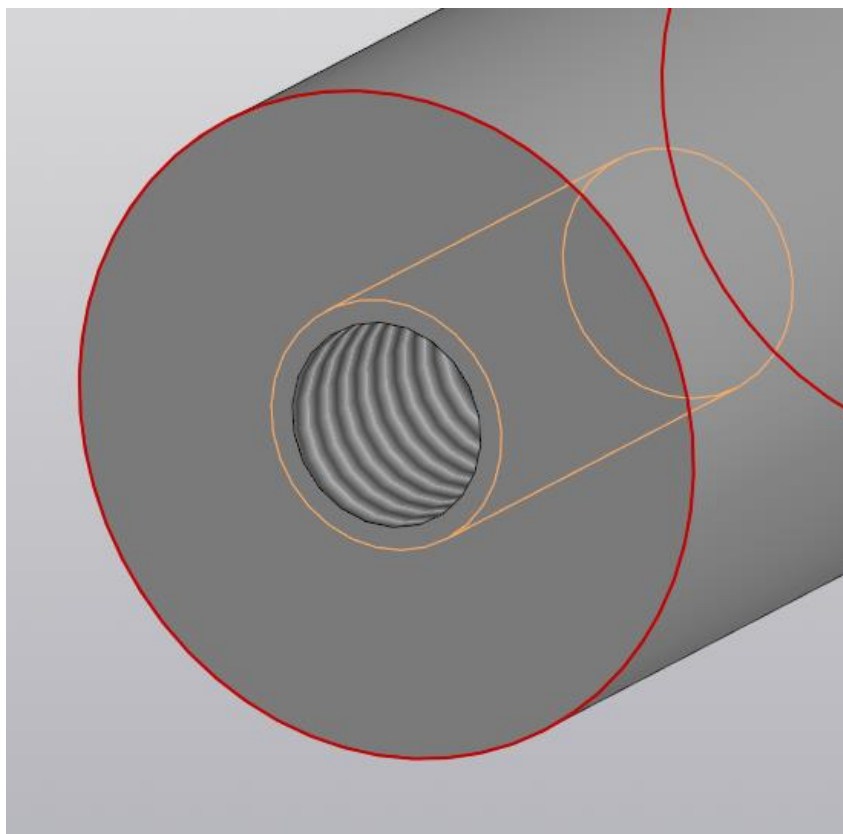


Рисунок 294 – Условное обозначение резьбы

После выполнения команды у пользователя создается ощущение, что в отверстии выполнена резьба. При этом физического изменения модели не происходит. Демонстрация данной функции показана на рис. 294.

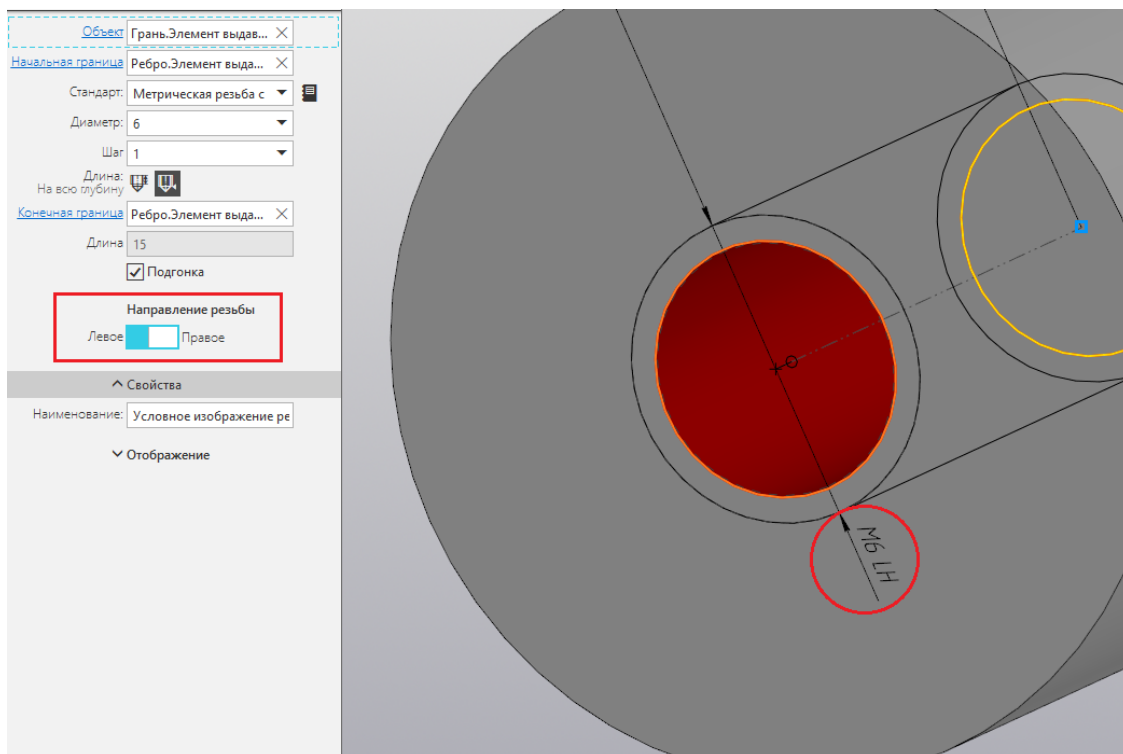


Рисунок 295 – Направление резьбы

Во время нарезания резьбы есть возможность учитывать направление резьбы приключением положения бегунка.

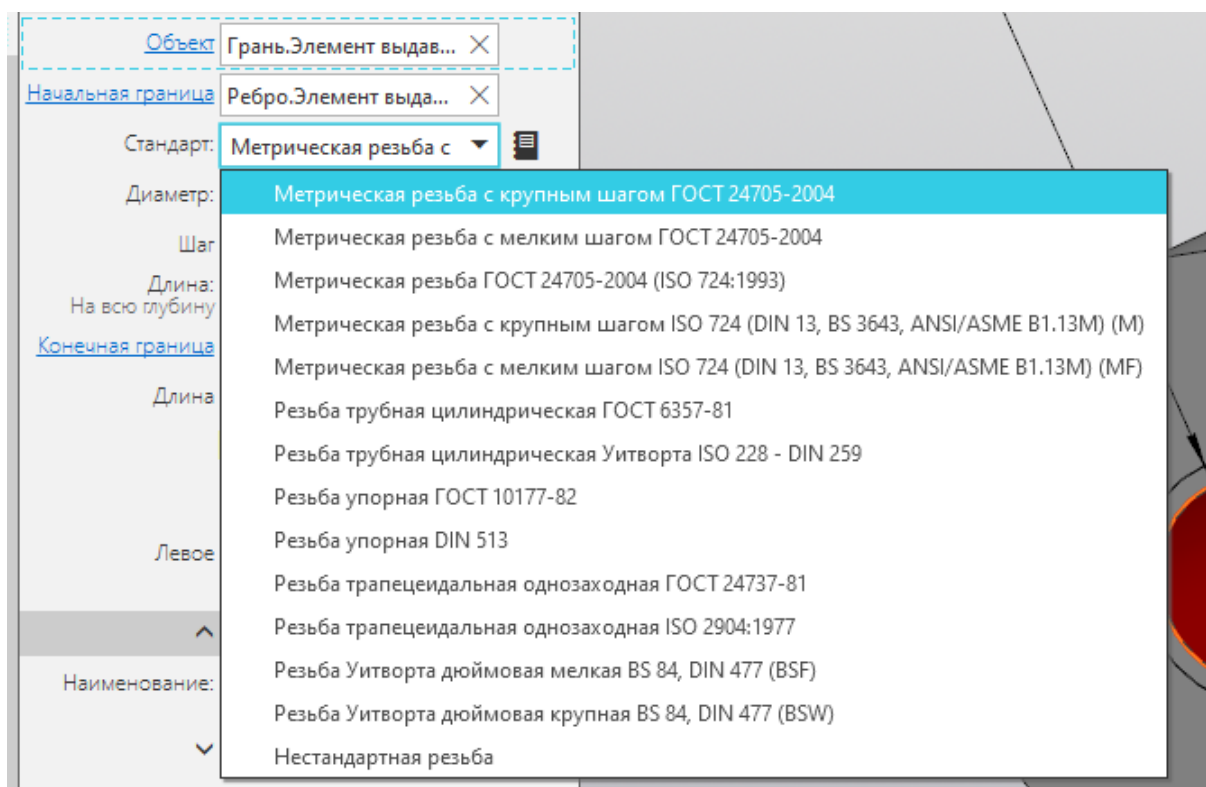


Рисунок 296 – Выбор стандарта резьбы

Программа позволяет выполнять различные типы резьбы в зависимости от поставленной задачи, без необходимости строить что-то вручную.

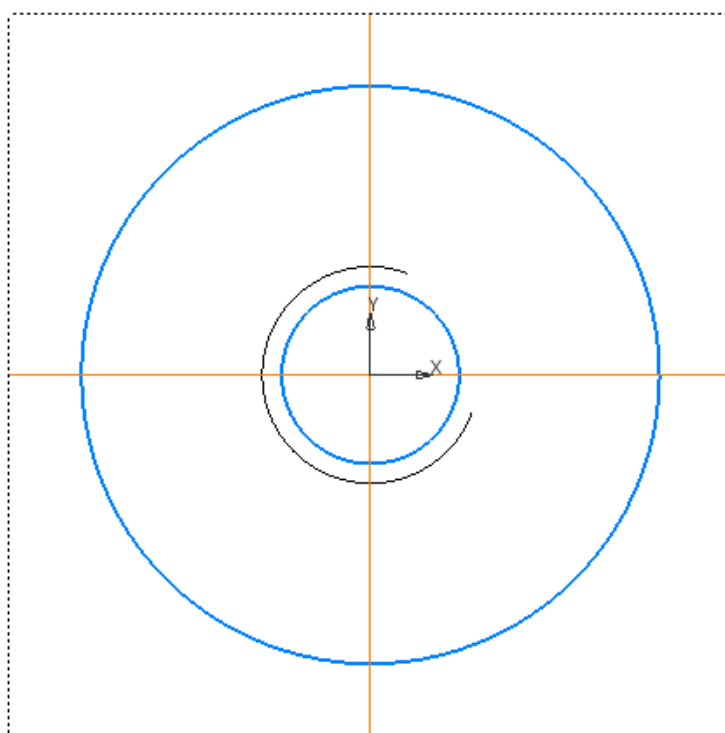


Рисунок 297 – Обозначение резьбы на чертеже

При генерации чертежа программа автоматически указывает наличие резьбы в отверстиях, как показано на рис. 297.

3.14. Траектория

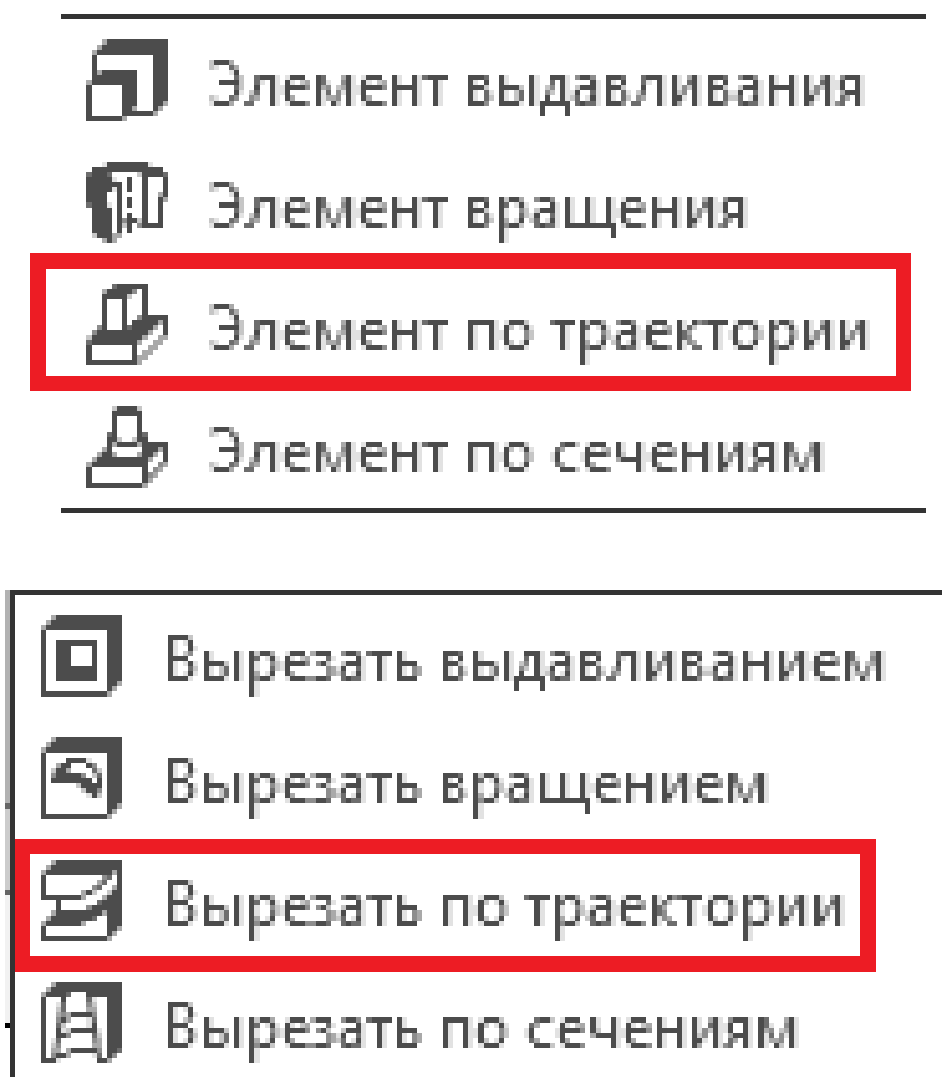


Рисунок 298 – Варианты применения траектории

При создании объектов сложной формы необходимо пользоваться элементами выдавливания или вырезания по траектории. Далее будут рассмотрены элементы выдавливания, поскольку вырезание работает аналогичным образом.

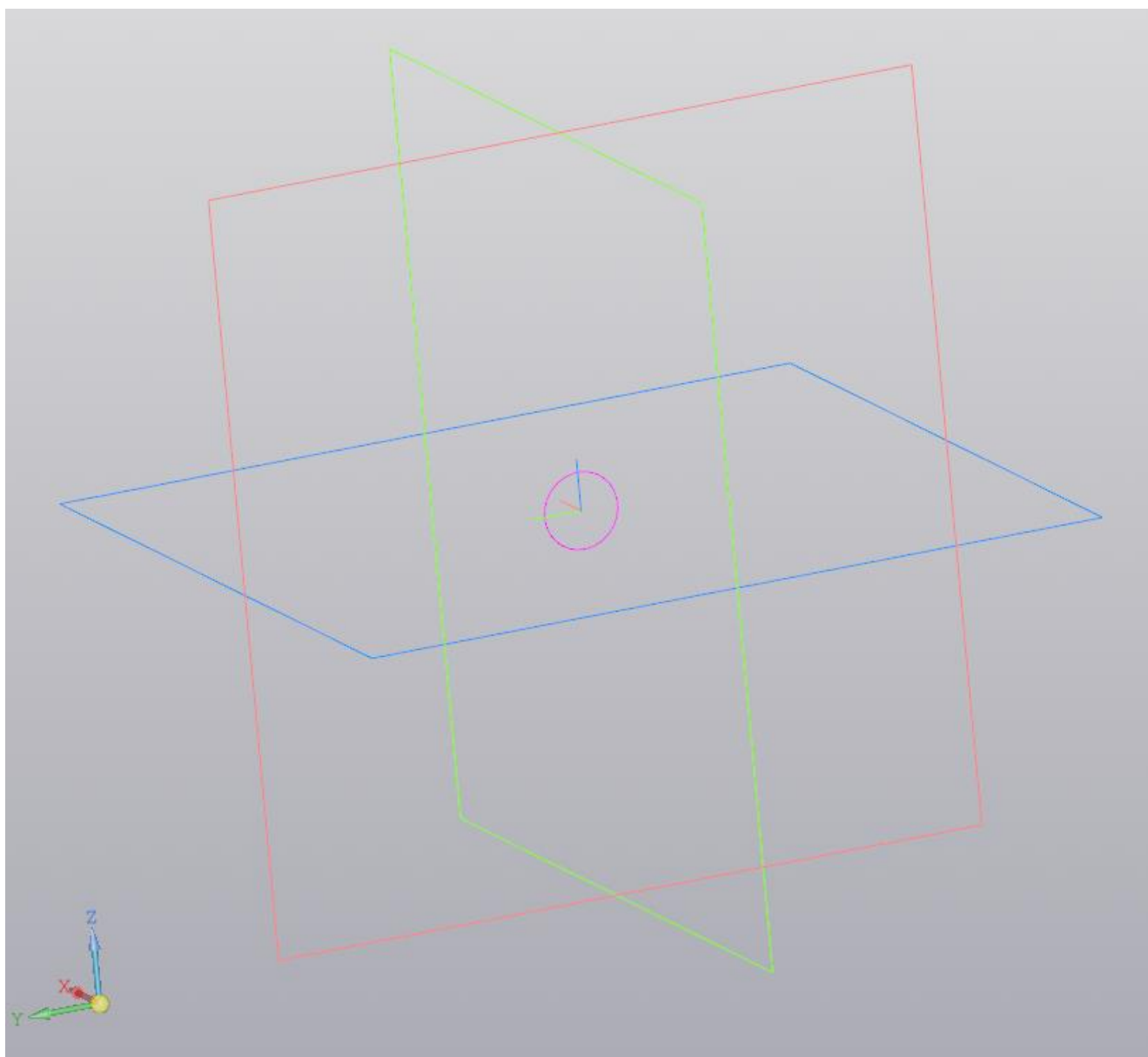


Рисунок 299 – Создание эскиза на плоскости

Для демонстрации работы выдавливания или вырезания по траектории необходимо создать эскиз, который и будет следовать по траектории.

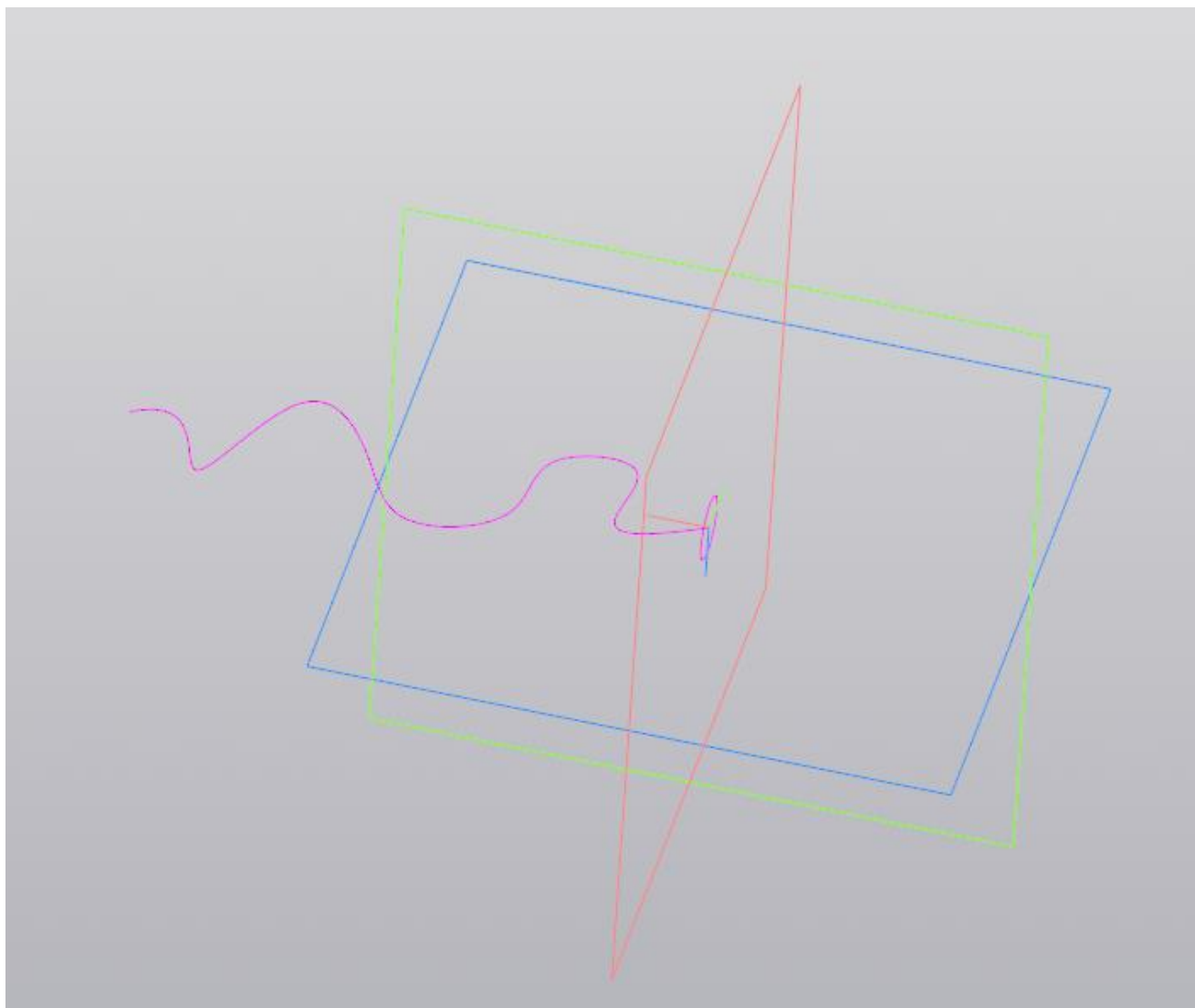


Рисунок 300 – Создание траектории движения

На смежной плоскости создается эскиз и произвольная траектория. Создание будущей траектории выполнено с помощью сплайна. Ключевым моментом является расположение одного и другого эскиза в одной точке пространства, а именно в начале координат. Допускается расположение в другом месте, однако эскиз и траектория должны касаться друг друга.

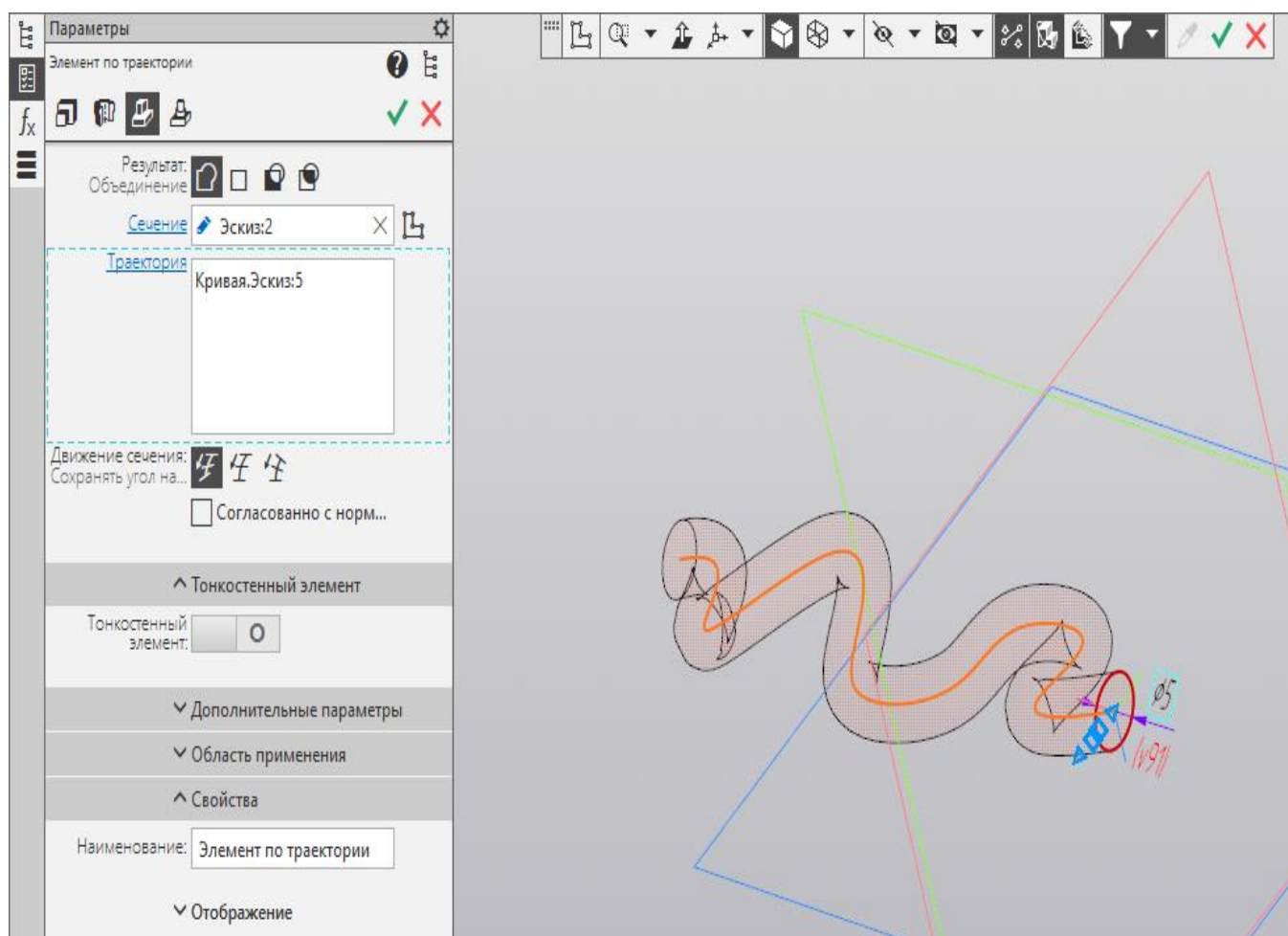


Рисунок 301 – Элемент выдавливания по траектории

Выполняя построение по траектории необходимо в «сечении» указать один эскиз, а в качестве траектории – другой. Демонстрация функциональных возможностей данной команды представлена на рис. 301.

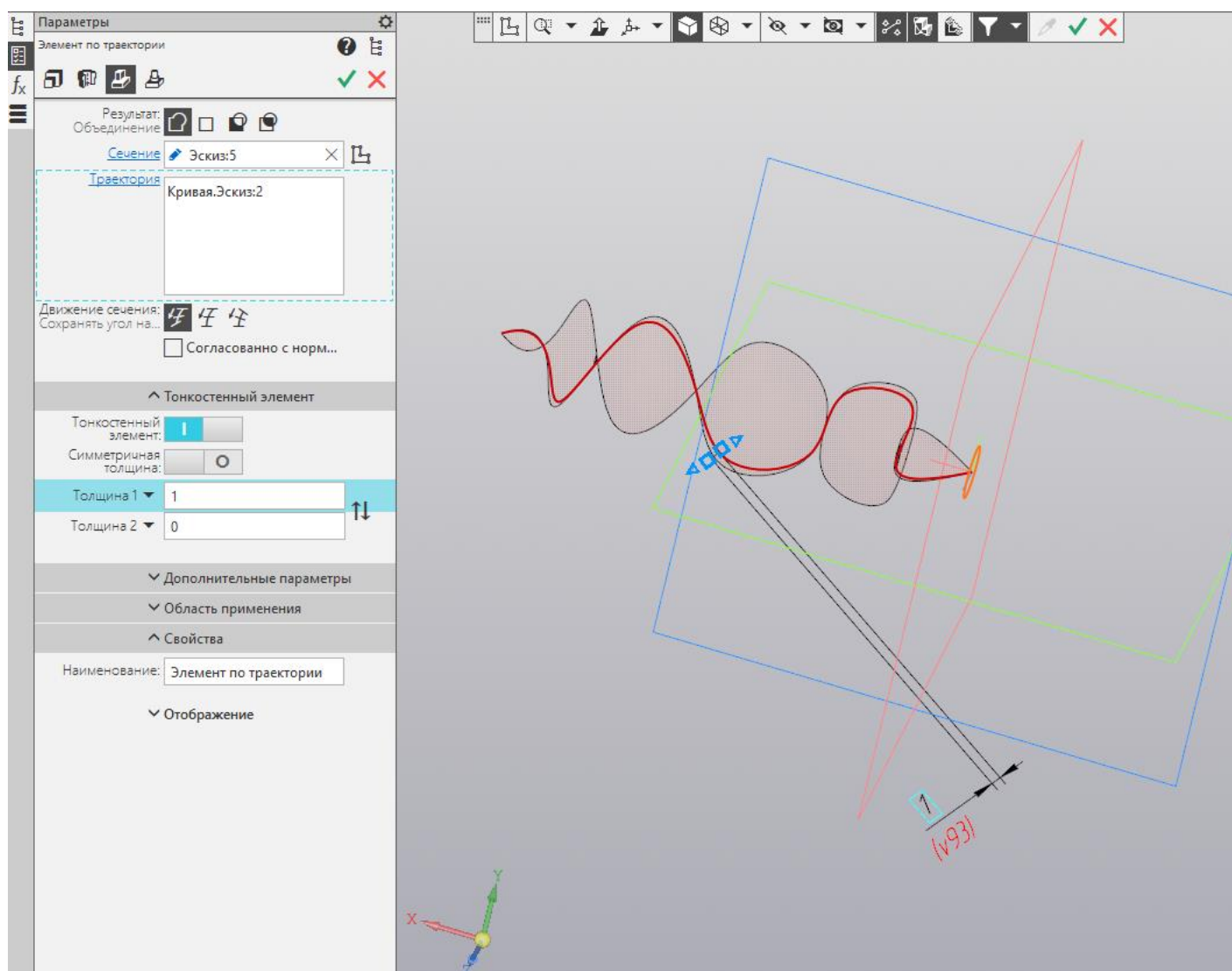


Рисунок 302 – Создание тонкостенного элемента по траектории

Ключевое значение имеет порядок введения элементов. В противном случае может получиться совершенно не предсказуемый вариант. В данном случае, представленном на рис. 302 траектория и объект поменяны местами.

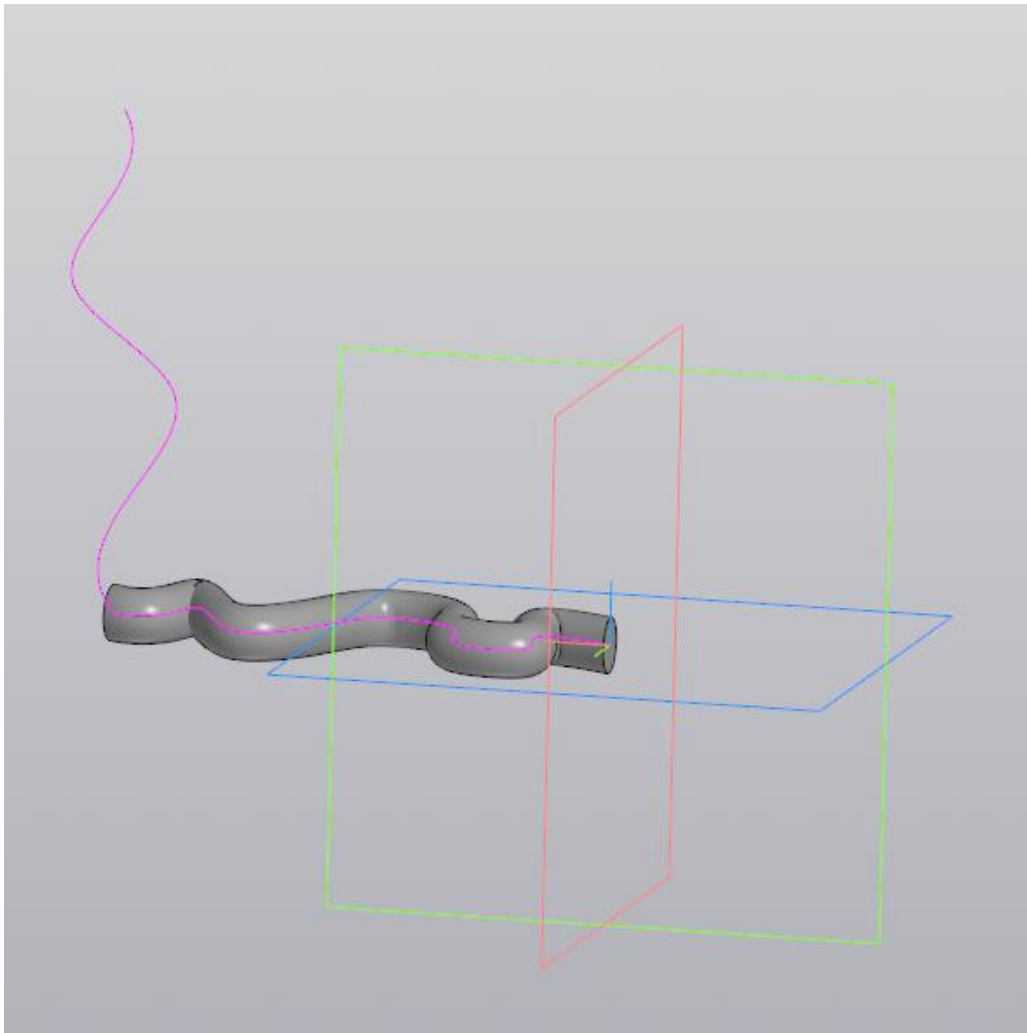


Рисунок 303 – Траектория в различных плоскостях

При необходимости получения объекта в разных плоскостях пространства необходимо выполнить второй эскиз для продолжения траектории в смежной плоскости таким образом, чтобы траектория в одной плоскости касалась в точке траектории в другой плоскости.

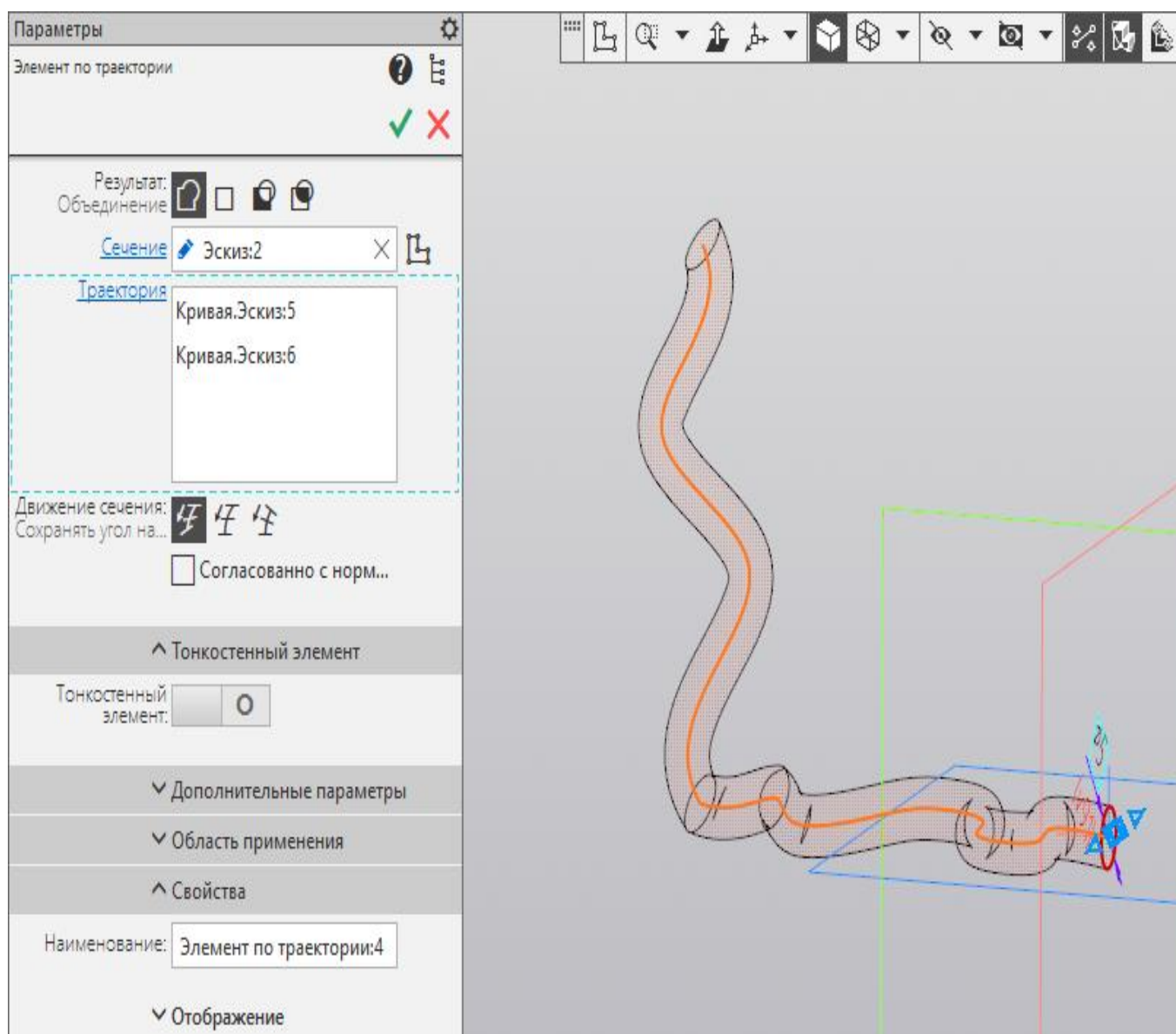


Рисунок 304 – Задание дополнительной траектории

Добавляя элементы траектории программа автоматически перестраивает объект в трехмерном пространстве.

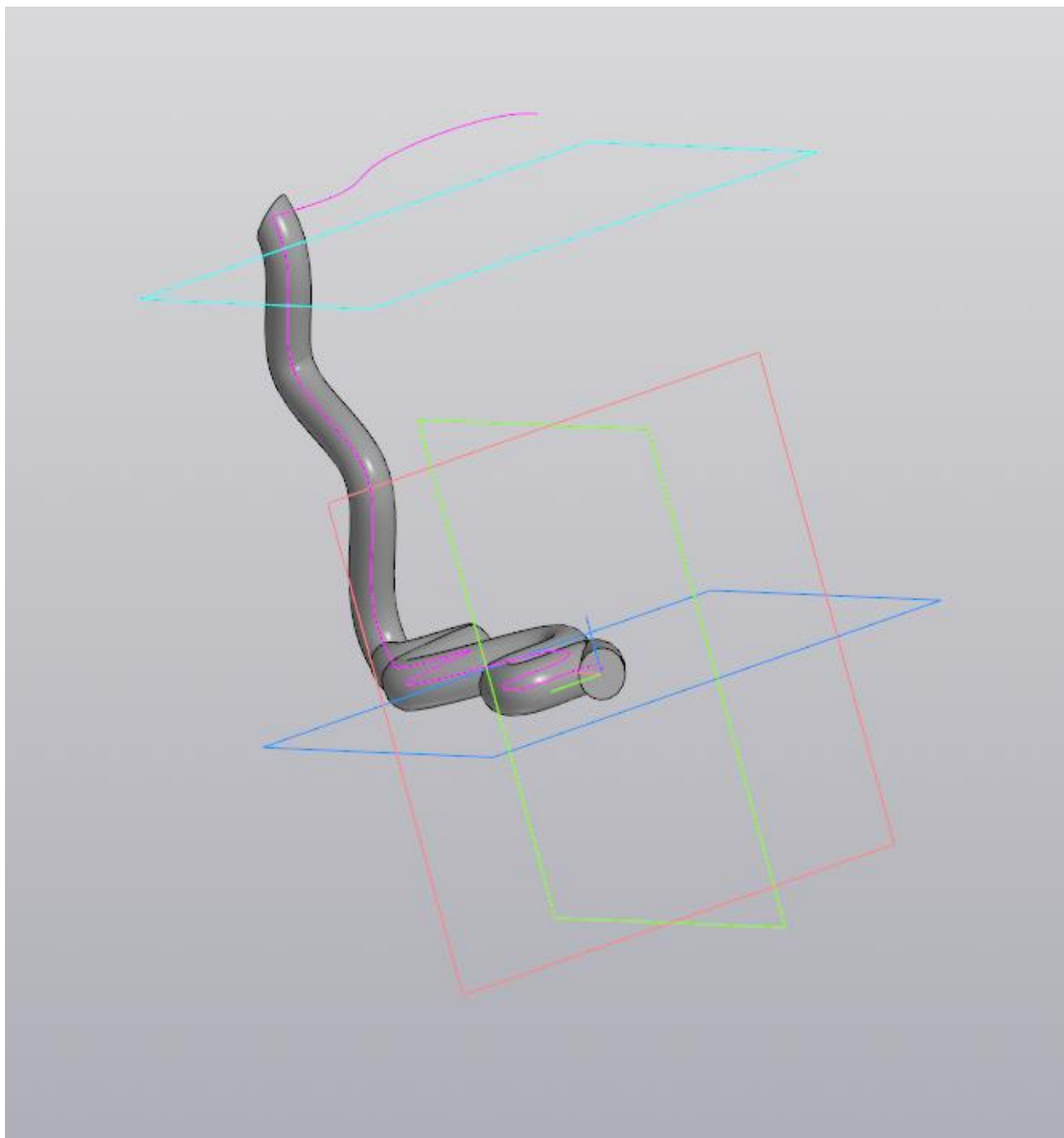


Рисунок 305 – Изменение направления траектории

Для того, чтобы изменить направление траектории и не работать в двух плоскостях необходимо создать вспомогательную плоскость и на ней создать новый участок траектории.

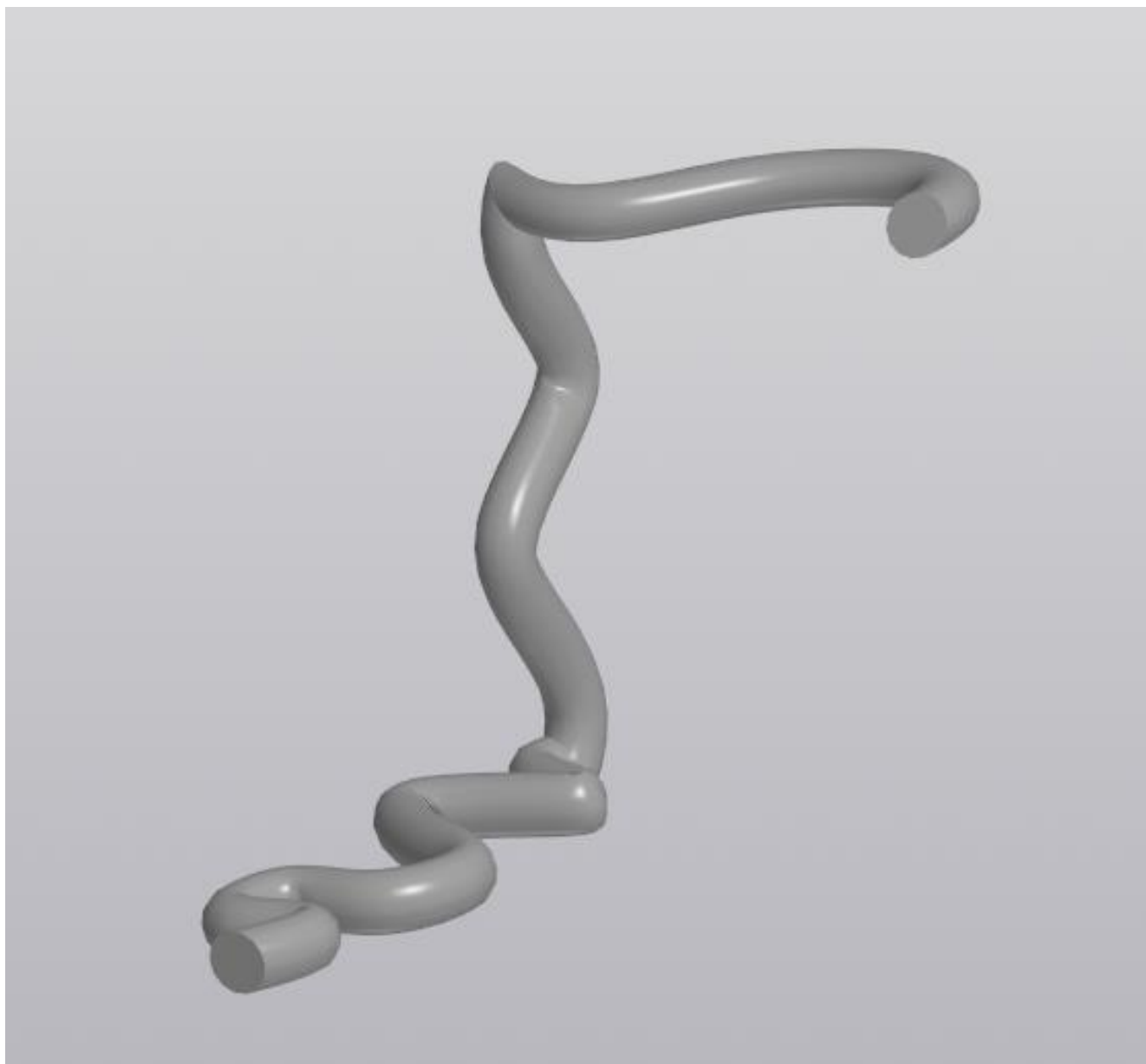


Рисунок 306 – Пример выполнения выдавливания по траектории

Можно создать объект любой формы располагающийся в любом месте пространства, главное следить за тем, чтобы не возникало самопересечение контуров.

3.15. Сечение по траектории

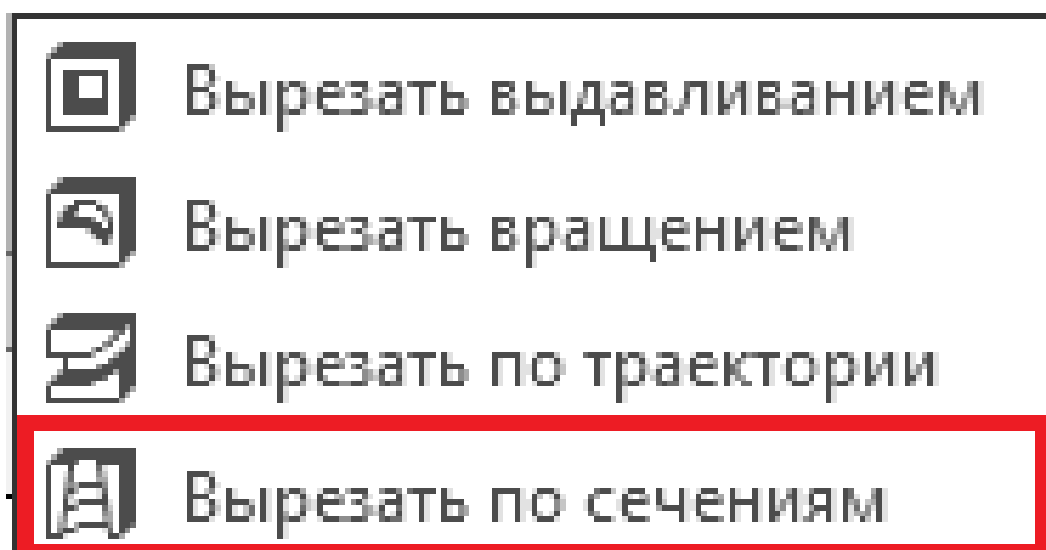
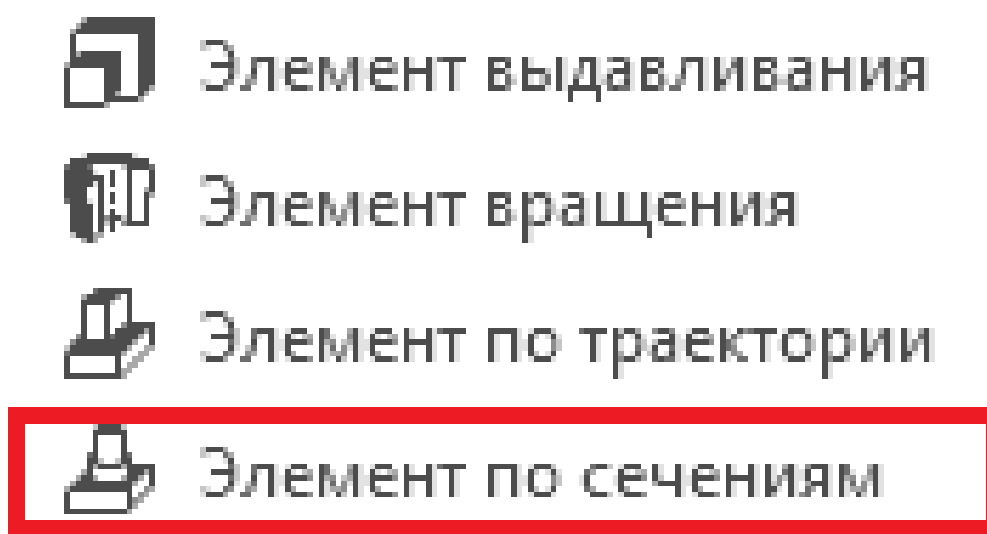


Рисунок 307 – Варианты применения сечений

При создании объектов сложной формы необходимо пользоваться элементами выдавливания или вырезания по сечением по траектории. Рассмотрим элементы выдавливания, поскольку вырезание работает аналогичным образом.

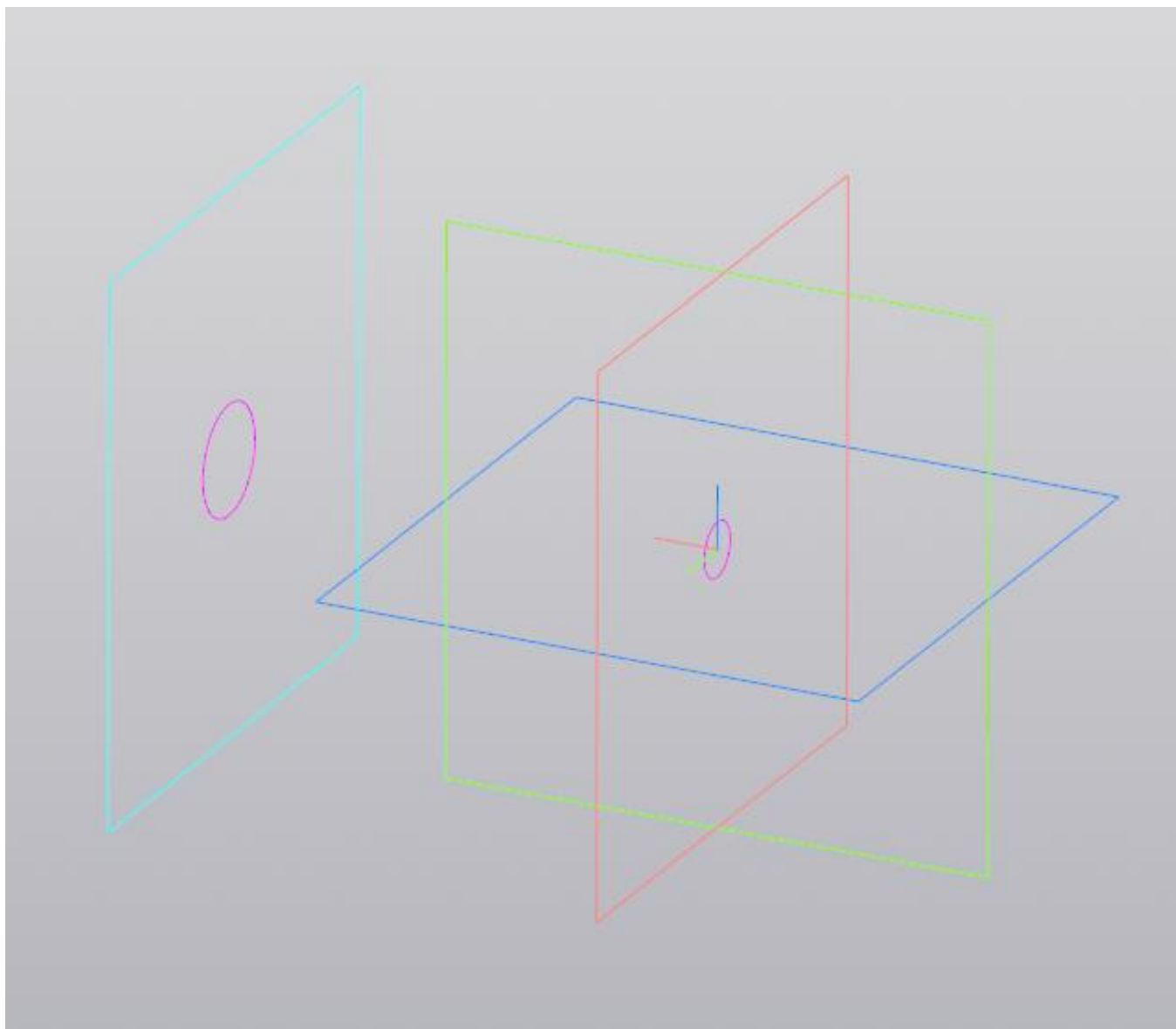


Рисунок 308 – Создание эскизов на параллельных плоскостях

Для демонстрации работы выдавливания или вырезания сечением по траектории необходимо создать несколько эскизов для создания пути следования объекта.

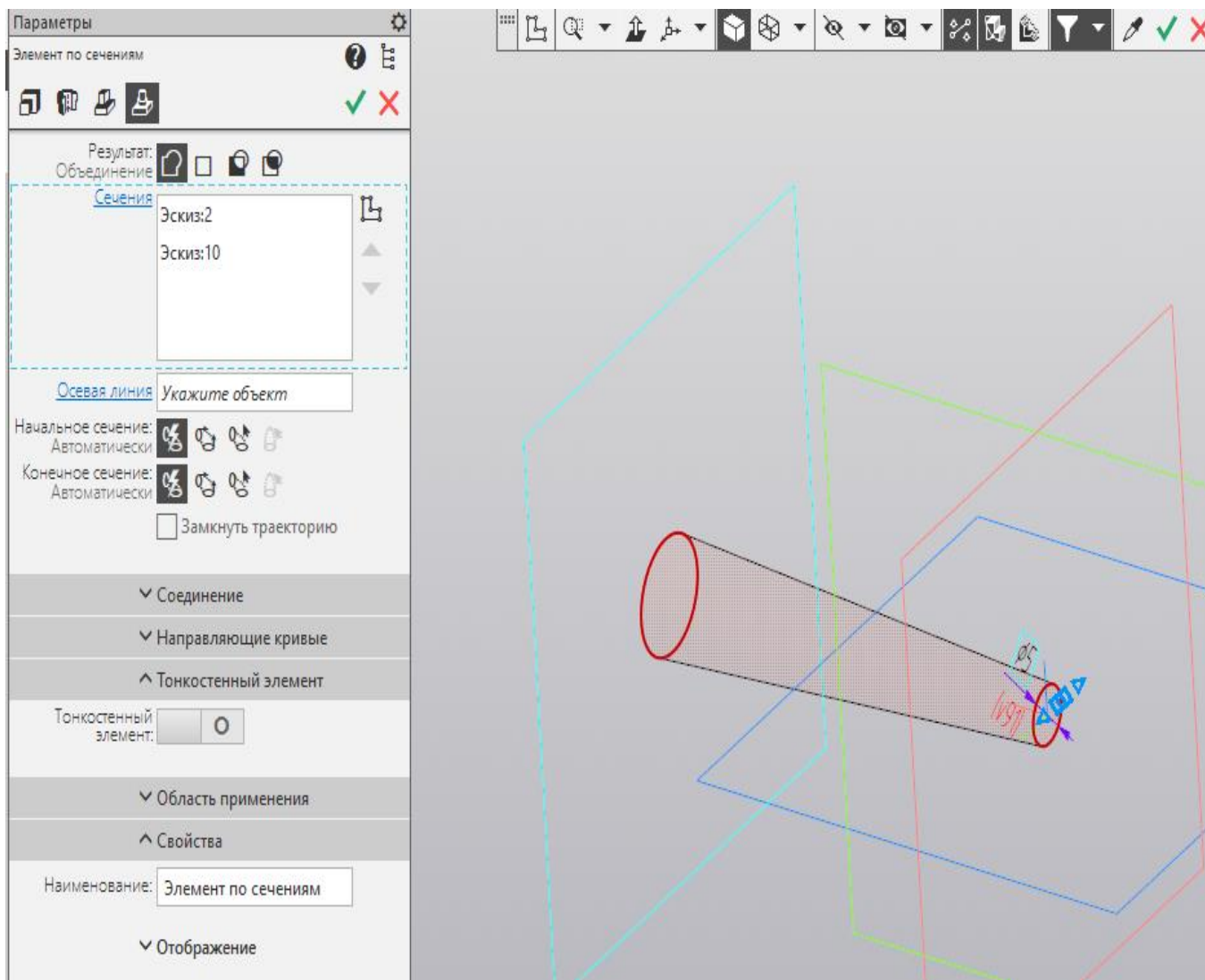


Рисунок 309 – Применение команды элемент по сечению

При использовании команды «Элемент по сечениям» задаются начало и конец траектории, при этом автоматически происходит соединение между ними с аппроксимацией точек.

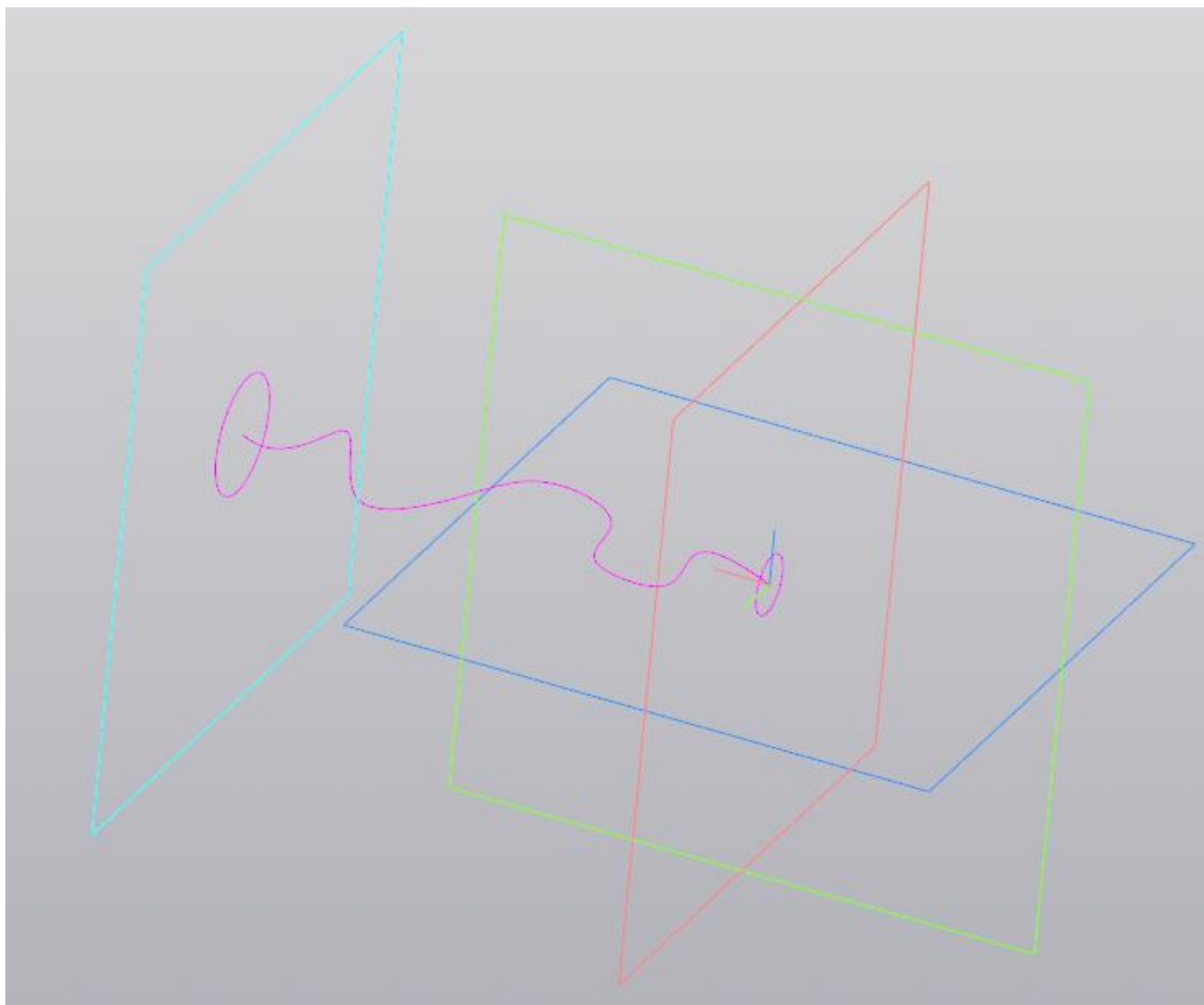


Рисунок 310 – Добавление траектории

При необходимости создания сложной геометрии создается траектория на смежной плоскости.

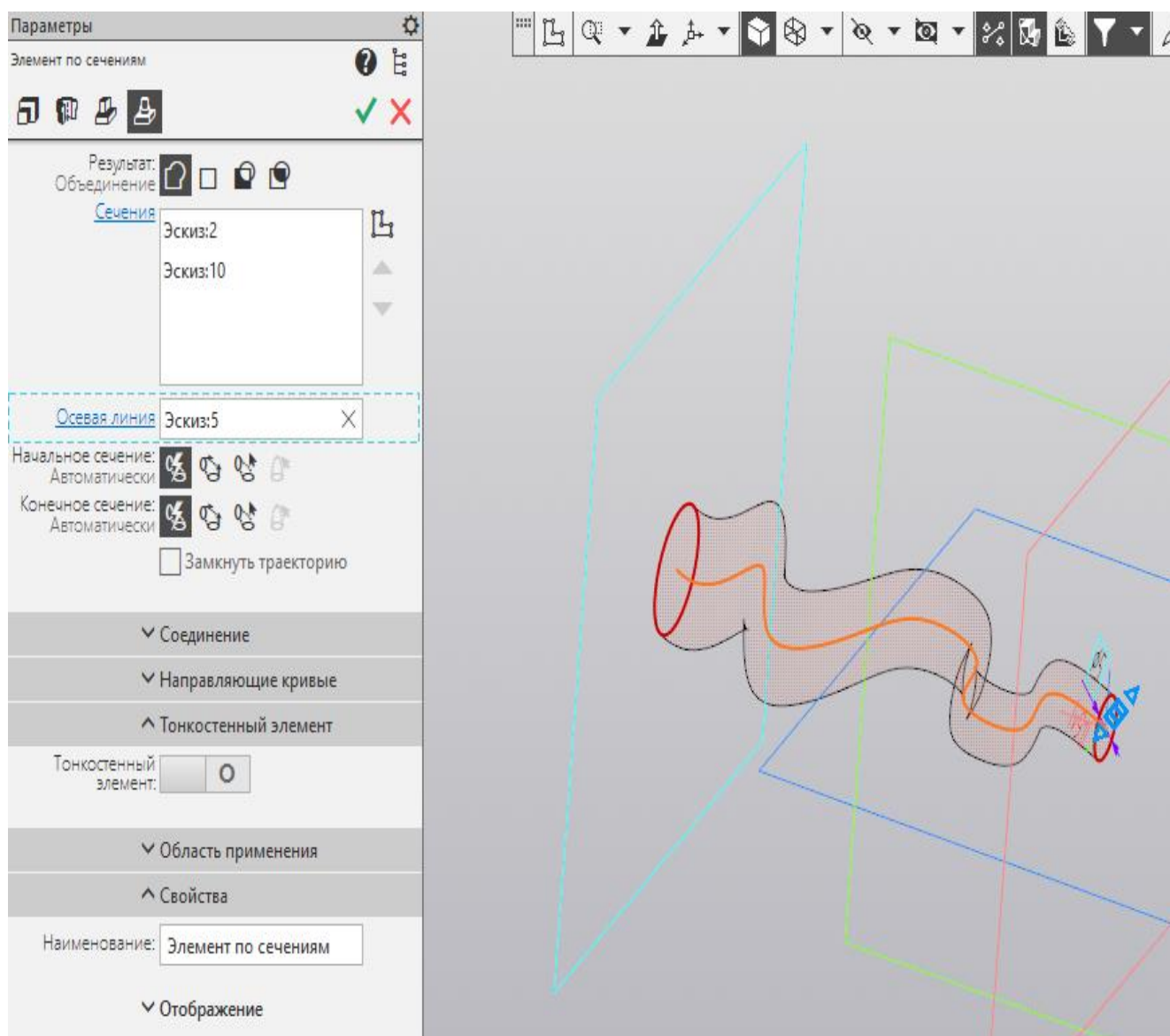


Рисунок 311 – Сечение по траектории

Способ применения команды ничем не отличается от того, как работает команда на рис. 309, за исключением того, что необходимо указать траекторию выдавливания.

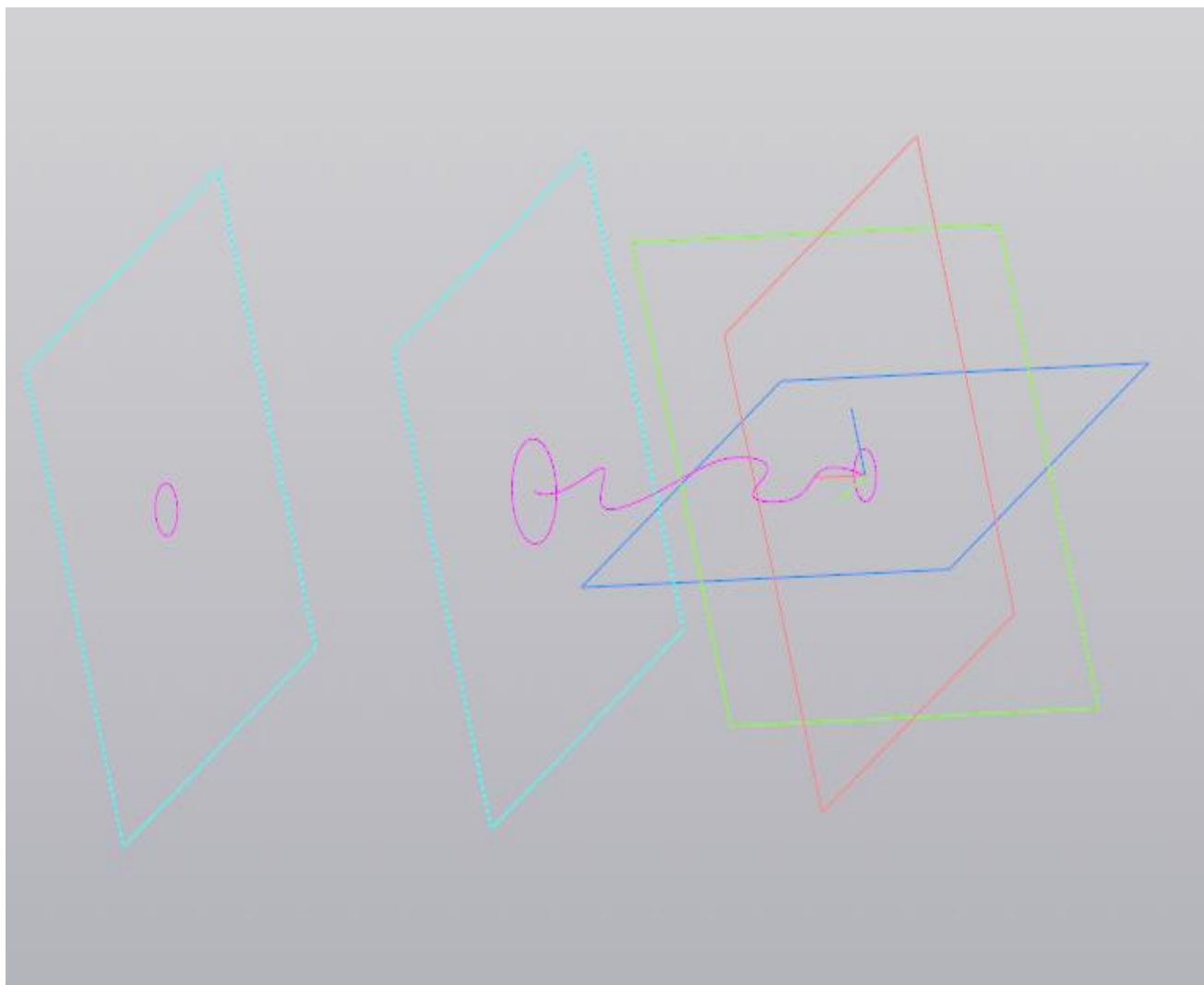


Рисунок 312 – Создание дополнительных участков траектории

При необходимости, можно использовать неограниченное количество эскизов при выдавливании по сечению. Пример такого построения представлен на рис. 312, где добавлена еще одна смещенная плоскость с окружностью.

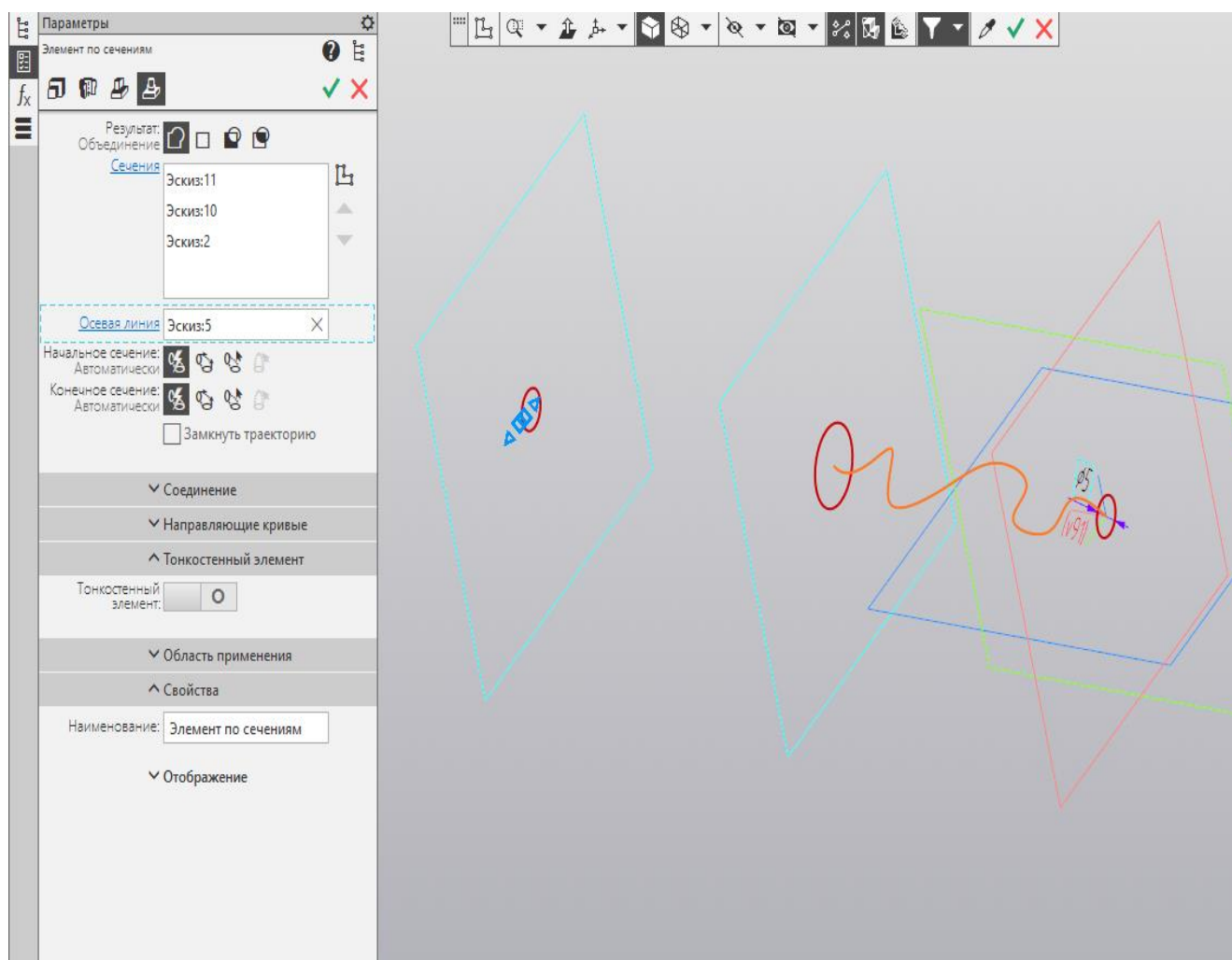


Рисунок 313 – Ошибка при создании сечения по траектории

При выделении сразу нескольких эскизов, как показано на рис. 313, и задании той же траектории программа не в состоянии создать объект. Это связано с тем, что траектория не распространяется на все указанные сечения.

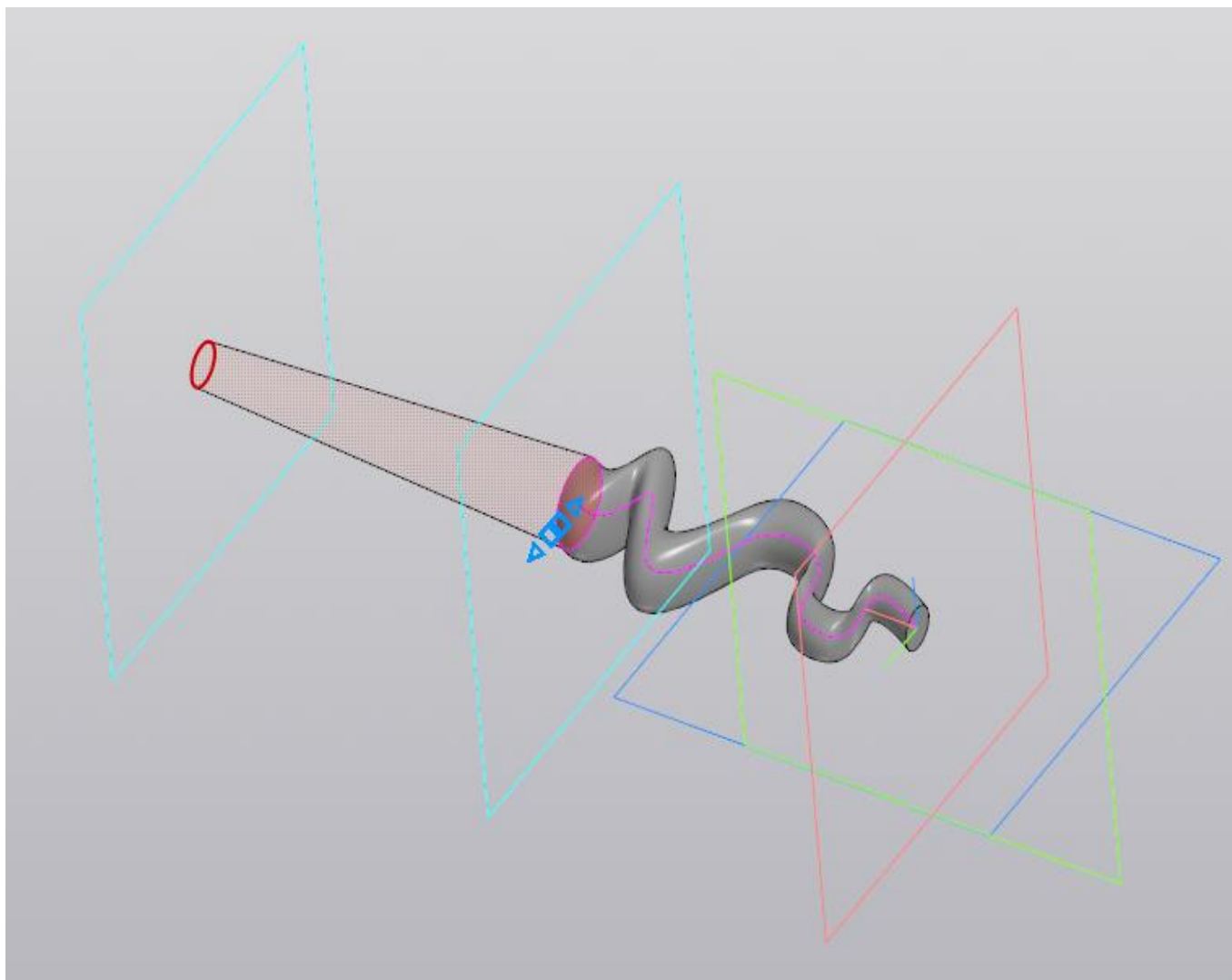


Рисунок 314 – Создание объекта сложной геометрии

Для создания объекта сложной геометрии в данном случае необходимо выполнить сечение по траектории отдельно для каждого участка.

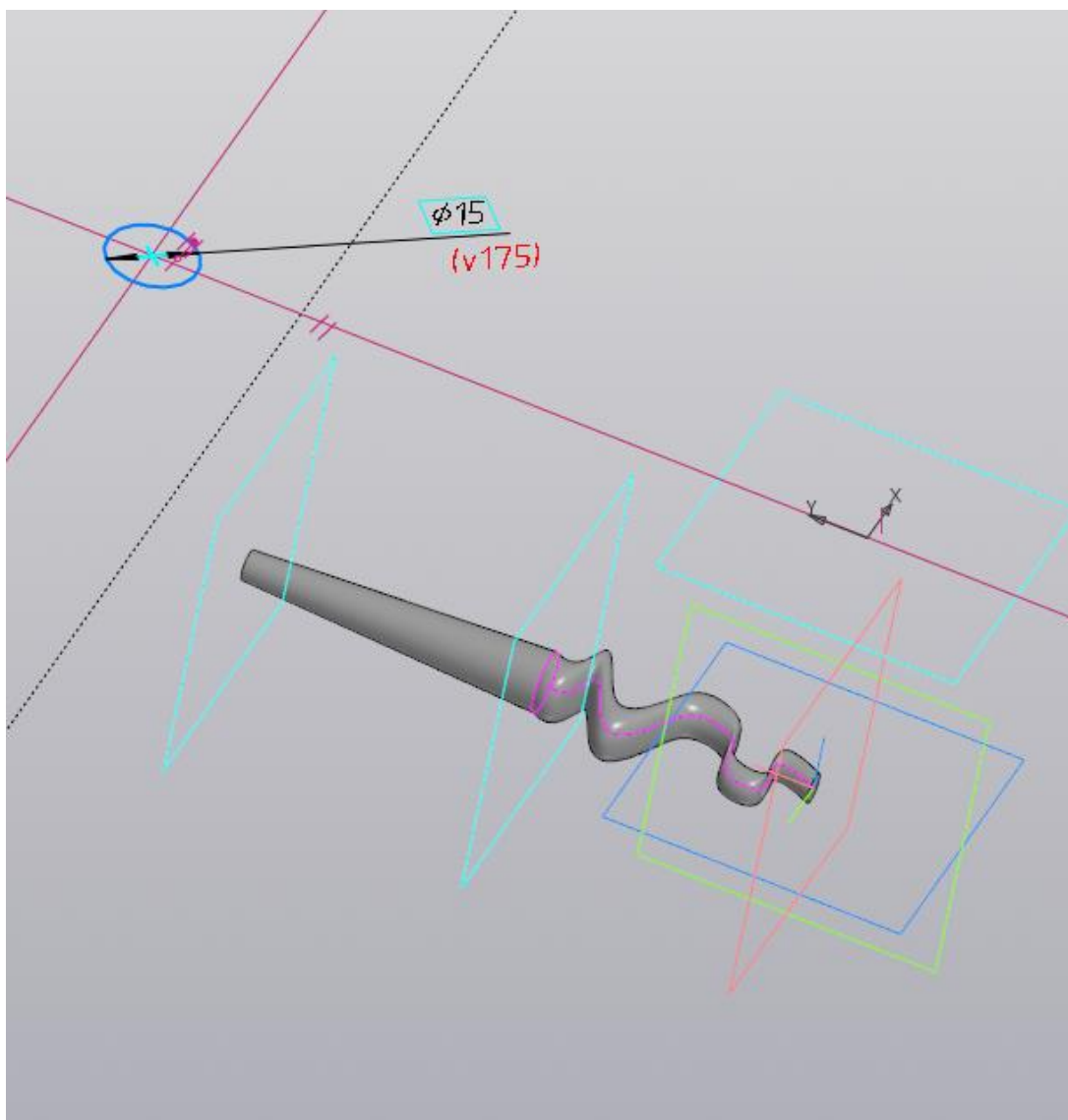


Рисунок 315 – Создание дополнительного участка в несмежной плоскости

Создав эскиз на смещенной плоскости можно расширить геометрический путь объекта в трехмерном пространстве.

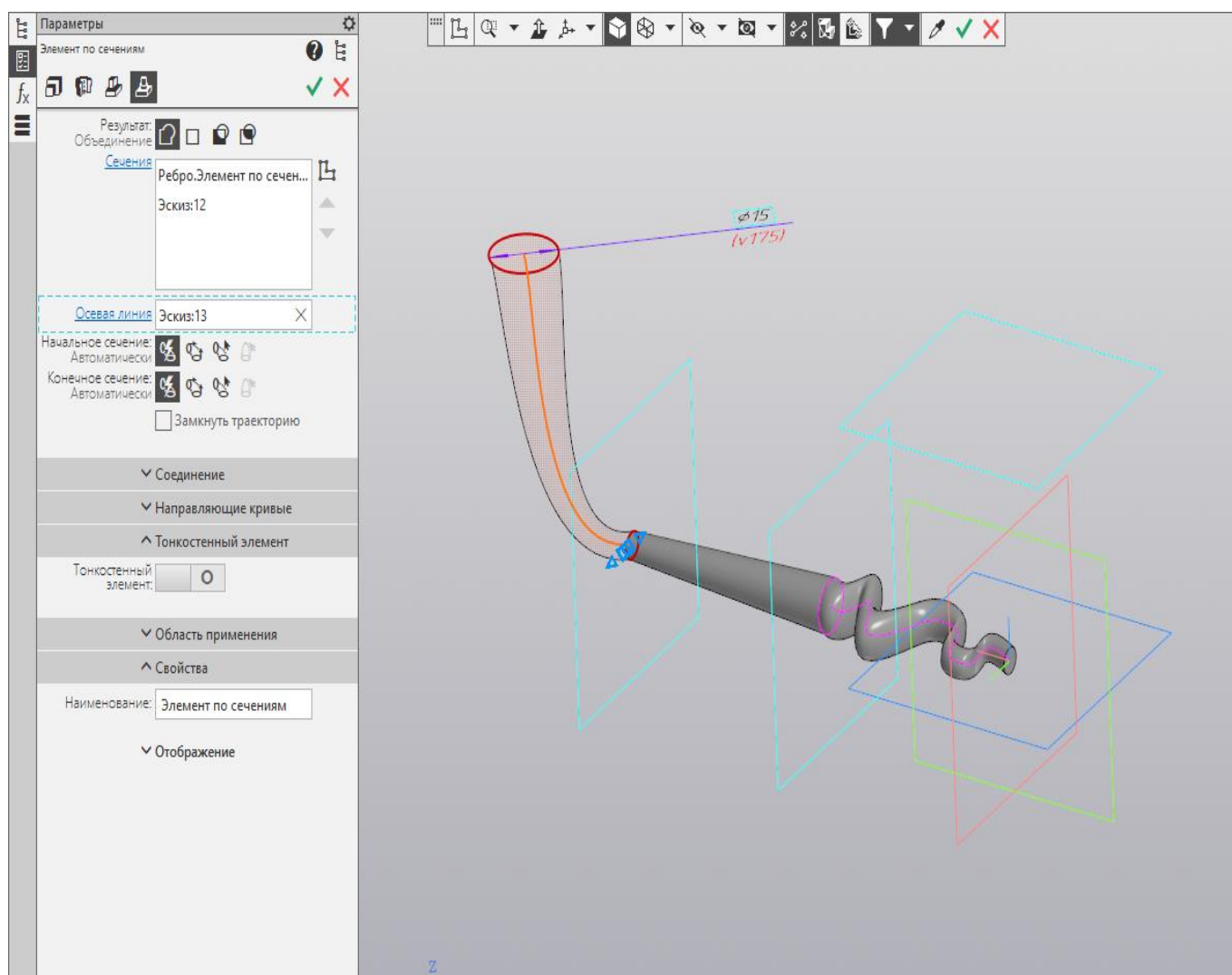


Рисунок 316 – Сечение по траектории в не смежных плоскостях

Построив траекторию в смежной плоскости нужно указать сечения и траекторию.

При указании сечений стоит указывать последовательно уже использующееся сечение и затем новое, иначе команда может не сработать.

3.16. Вопросы для самоконтроля

1. При создании объекта в трехмерном пространстве нужно ли создавать эскиз?
2. На какой плоскости необходимо создать эскиз, для получения объемной фигуры?
3. Какой тип документов в программе Компас 3D предназначен для создания трехмерных объектов?
4. Какое разрешение имеет файл детали созданный в компасе?
5. Какой вид автоматически строится при создании чертежа по трехмерной модели?
6. Если изменить масштаб при генерации чертежа по трехмерной модели с 1:1 на 4:1 какое значение будет записано в штампе в графе масштаб?
7. Какой функцией необходимо воспользоваться для автоматического построения вида спереди, вида слева и вида сверху?
8. Можно ли непосредственно в сборке создавать трехмерные модели?
9. Что необходимо сделать для того, чтобы сгенерировать чертеж по трехмерной модели?
10. Какую команду необходимо применить для создания резьбы в отверстии?
11. С помощью какой команды построить новую плоскость?
12. Какой формы можно получить отверстие при использовании одноименной команды?
13. Как выполняется построение фаски на углах объекта?
14. Как работает команда «Элемент по траектории»?
15. В чем отличие работы команды «Элемент по траектории» от «Элемент по сечениям»?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Компьютерная графика включает в себя множество различных направлений, подходов и принципов. В данном учебнике рассматривается инженерный подход и взаимодействие обучающихся с программным обеспечением, предназначенным для инженерного проектирования объектов различной сложности. Программа КОМПАС-3D представляется, как новый инструмент для применения навыков черчения, тем самым происходит цифровизация навыков, полученных в ходе изучения дисциплины начертательной геометрии.

Повествование в данном учебнике построено таким образом, чтобы обучающиеся постепенно и с увеличением сложности изучали основные инструменты программного обеспечения типа КОМПАС-3D. Материал преподносится таким образом, чтобы по мере наработки навыков взаимодействия, обучающиеся имели возможность сразу применить полученные знания на практике при изучении следующих подразделов учебника.

Не редко возникают случаи, когда обучающиеся не понимают каким именно образом скачать и установить программное обеспечение для совершенствования навыков и компетенций в условиях дистанционного или домашнего обучения, для этого в самом начале учебника приводится пошаговая инструкция о том, как именно скачать бесплатное программное обеспечение КОМПАС-3D и установить его на свой персональный компьютер.

Как при изучении любого программного обеспечения изучение программы КОМПАС-3D стоит начать с самых основ, а именно с взаимодействия с интерфейсом и рабочей областью. Для этого приводятся основные принципы настройки визуальных эффектов рабочей области, это все нужно для того, чтобы работа с программой для инженерного проектирования имела максимально комфортную форму, поскольку это один из аспектов того, что обучающиеся не потеряют сразу интерес к изучению.

После того, как настройка рабочей области завершена обучающимся предлагается изучение основных способов построения различных объектов. Приводятся примеры того, как работать с каждой командой на панели инструментов в рабочей области, тем самым позволяя совершенствовать навыки и формировать компетенции, предполагаемые в рамках курса изучения компьютерной графики.

Кроме того, при изучении основных функциональных возможностей взаимодействия с каждым инструментом для создания и редактирования объектов на плоскости у обучающихся формируются и критерии критического мышления, которые позволяют находить наилучшие варианты для построения того или иного объекта на плоскости. Это связано с тем, что вариативность построения одной и той же фигуры может кардинально различаться. А количество операций, которые необходимо воспроизвести могут кардинально отличаться от нескольких, до десятков, что также значительно увеличивает время, затраченное на создание одного и того же объекта.

После того, как основные функции построения и редактирования объектов на плоскости будут освоены обучающимися, содержание учебника подводит к правилам оформления чертежей и инструментам, которые для этого предназначены, в независимости от формата данного чертежа.

Изучив основные инструменты на плоскости и получив навыки по оформлению чертежей, обучающиеся должны чувствовать себя довольно уверенно, это связано с тем, что время, затраченное на один чертеж сильно меньше, по сравнению с тем, сколько времени это занимало при выполнении чертежей от руки на курсе начертательной геометрии или черчении.

Однако, не стоит забывать о том, что навыки работы на плоскости или в двухмерном пространстве это все, чем может пригодиться программа КОМПАС-3D. Т.к. само название говорит о том, что данное программное обеспечение предназначено и для создания трехмерных объектов, однако, невозможно создать даже самую простую трехмерную модель не обладая навыками работы в двухмерном пространстве. Это связано с тем, что каждая трехмерная модель строится по разрабатываемым эскизам, тем самым чертежам на плоскости и только потом, по средством взаимодействия с инструментами для создания трехмерных объектов плоский чертеж превращается в трехмерную модель. Для этого рассматривается способ создания эскизов на различных плоскостях. Сам способ весьма прост, но интуитивно не всегда понятен, поэтому и требуются пояснения, которые и были даны в рамках написания данного учебника.

После того, как обучающиеся приобретут навыки создания эскизов на плоскости им откроется возможность изучения инструментов для создания трехмерных моделей. Данный функционал насчитывает более 5 различных способов получения трехмерного объекта по средством взаимодействия с эскизом на плоскости или различных плоскостях. Также, рассматриваются способы создания вспомогательных плоскостей, аналогично тому, как на плоскости создается вспомогательная геометрия, которая облегчает процесс создания объектов.

Изучив основной инструментарий по созданию трехмерных моделей обучающиеся приступят к изучению создания сложных объектов по средством сборочных элементов. Интеграция нескольких объектов и взаимодействие с ними в рабочем пространстве сборочной единицы. Это возможно с помощью применения различного рода привязок.

Финальными аспектами изучения работы в трехмерном пространстве является работа с массивами, которые позволяют создавать копии исходных объектов и размещать их в различном месте в пространстве. В зависимости от технического задания существуют и применяются различные свойства массивов.

Обычно, вся техническая документация к разрабатываемым объектам предоставляется в виде чертежей и спецификаций, которые обучающиеся учатся создавать и оформлять в программе КОМПАС-3D. А из этого следует, что кроме формирования навыков создания трехмерных моделей необходимо освоить процесс автоматического создания чертежей с последующим оформлением, который также показан в данном учебнике. После чего обучающийся может приступить к выполнению прикладных задач от работодателя.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Большаков В., Бочков А., Сергеев А. 3D-моделирование в AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor, T-Flex. – 2010.
2. Большаков В. П. Создание трехмерных моделей и конструкторской документации в системе КОМПАС-3D. Практикум [есть гриф]. – БХВ-Петербург, 2010.
3. Герасимов А. А. Компас 3D. – БХВ-Петербург, 2009. – Т. 10.
4. Зиновьев Д. Основы проектирования в КОМПАС-3D V17. – Litres, 2022.
5. Герасимов А. А. Самоучитель Компас 3D. – БХВ-Петербург, 2011. – Т. 12.
6. Сторчак Н. А. Применение системы КОМПАС-3D в преподавании инженерных дисциплин //Наукові нотатки. – 2013. – №. 43. – С. 206-209.
7. Бочков А. Л. Трехмерное моделирование в системе Компас-3D (практическое руководство) //СПб: СПбГУ ИТМО. – 2007. – Т. 80.
8. Ганин Н. Проектирование в системе КОМПАС-3D V11. – Litres, 2022.
9. Потемкин А. Е. Твердотельное моделирование в системе компас-3D (+ прил. на CD). – БХВ-Петербург, 2004.
10. Ганин Н. Проектирование и прочностной расчет в системе КОМПАС-3D V13. – Litres, 2022. – Т. 13.
11. Борисов С. А., Голубев А. Н. Оптимизации геометрии деталей и сборок в КОМПАС-3D. – 2022.
12. Есипова А. С. ПРИМЕНЕНИЕ САПР КОМПАС-3D LT ПРИ ИЗУЧЕНИИ СТЕРЕОМЕТРИИ //Ответственный редактор. – 2024. – С. 531.
13. Арзамасцев С. В., Соловьева-Гоголева Л. В. Инженерная и компьютерная графика в КОМПАС-3D: учебно-методическое пособие. – 2024.
14. Голдобина Л. А. и др. Создание деталей и сборочных единиц в КОМПАС-3D с разработкой конструкторской документации. – 2024.
15. Суздальцева Е. А. Черчение и моделирование на компьютере в КОМПАС-3D LT.

Благодарю за прочтение данного учебника. В случае, если какие-то вопросы остались не до конца ясны, Вы всегда можете найти их на моем канале RUTUBE: <https://rutube.ru/channel/76234303/>

Учебное издание

Смирнов Леонид Владимирович

**КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА
КОМПАС-3D**

Учебник

Верстка Ю.К. Трубкиной

Подписано в печать 14.04.2026. Формат 60×84 1/16.
Усл. печ. л. 13,0. Тираж 500 экз. Заказ 315.

Издательство СПбГЭУ. 191023, Санкт-Петербург,
наб. канала Грибоедова, д. 30-32, лит. А.

Отпечатано на полиграфической базе СПбГЭУ