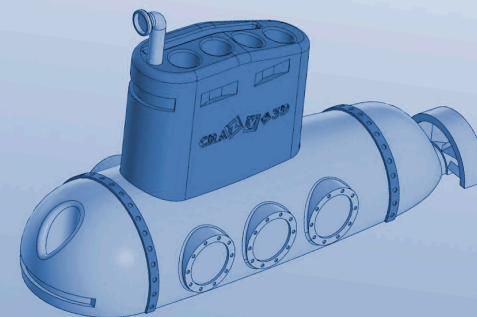
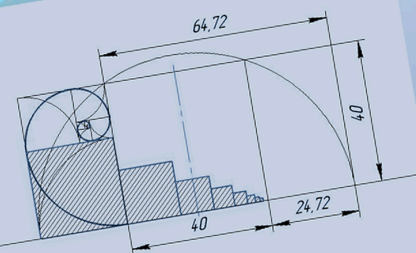
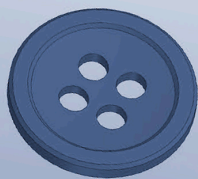


КОМПАС-3D

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ САПР
В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ
И ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**



ГБУ ДО ДДЮТ «На Ленской»

**КОМПАС-3D - ИСПОЛЬЗОВАНИЕ САПР
В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ И ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**автор,
педагог дополнительного образования
ГБУ ДО ДДЮТ «На Ленской»,
преподаватель курсов:
«Компьютерная графика» и
«Трёхмерное моделирование и 3D-печать»
Шаталов Евгений Васильевич**

Санкт-Петербург, 2024г.

I. ВМЕСТО ВСТУПЛЕНИЯ...

Для каких целей и задач может быть использован данный ресурс?

Данный материал предназначен облегчить знакомство с процессом 3D-моделирования и помочь сделать первые шаги в изучении и применении в образовательном процессе, а также профессиональной деятельности систему автоматизированного проектирования (САПР) отечественной разработки — «КОМПАС-3D», компании «АСКОН».

В этом кратком руководстве Вы сможете понять принцип и освоить процесс создания 3D-моделей, а затем, при желании пойти дальше в изучении данного вопроса и применении полученных знаний в своей профессиональной деятельности, применяя полученный опыт в образовательном процессе, на уроках: информатики, технологии, геометрии и прочее.

В дальнейшем, погружаясь в этот процесс сможете не только создавать 3D-модели, но и распечатывать их на 3D-принтере или вырезать по средствам технологии лазерной резки.

В данном руководстве вы сможете больше узнать о 3D-моделировании, познакомиться с КОМПАС-3D и создать несколько 3D-моделей.

Что такое 3D-моделирование? Кратко о процессе и основных терминах

3D-графика (от англ. 3-dimensional — три измерения) — компьютерная технология, которая позволяет человеку создавать и отображать объекты в трёхмерном пространстве.

До использования трехмерной технологии, человек использовал двухмерные изображения, представляющие собой плоские картинки, а трёхмерная графика имеет глубину, объём и реалистичность, что дает существенные преимущества в процессе разработки и создания, а также восприятие: прототипа будущего изделия или вымышленных персонажей и их историй, показанных с экранов в кино или в компьютерных играх.

Соответственно, что, используя эту компьютерную технологию вам предстоит пройти ряд этапов от начала идеи до получения готового результата.

3D-моделирование — это процесс создания трёхмерных объектов различных конфигураций с использованием компьютерной техники.

Результат моделирования может в дальнейшем использоваться, как:

- техническая инструкция (алгоритм или программа) для печати на 3D-принтере;
- для рендеринга в кино, ТВ или анимации;
- для использования в сфере компьютерных игр;
- в прогнозировании и имитации в науке различных процессов;
- и прочее.

Спектр применения трехмерной технологии настолько широк, что ограничить его может только Ваше сознание, поэтому стоит выделить хотя бы основные, существующие различные подходы и техники моделирования, чтобы иметь начальное представление в этом вопросе и понимать что вас больше всего интересует в этой области познаний и куда стремиться в будущем.

Вот основные:

- **полигональное моделирование**

Способ создания 3D-моделей основан на использовании систем координат X, Y и Z. Для соединения точек используются ребра. В результате появляются многоугольники — полигоны. В результате, создавая 3D-модель, Вы, по сути, оперируете ее трехмерной оболочкой (сеткой модели).

- **сплайновое моделирование**

Моделируются кривые, которые потом создают форму модели — сплайны. Несколько кривых сначала образуют каркас, а затем модель обретает полноценную трёхмерную поверхность.

- **скульптуринг**

Готовую полигональную модель можно изменять подобно глиняной заготовке: тянуть, сжимать, скручивать и т. д. Последовательность деформаций позволяет получить модели с вогнутыми и выпуклыми участками.

Отсюда можно выделить два основных направления, а соответственно и принципиальные различия в подходе к моделированию и использованию разного программного обеспечения, предназначенное для создания 3D-моделей одного или другого направления моделирования.

Условно 3D-моделирование можно разделить на два направления, которые отличаются принципом и реализацией. Существует два основных типа 3D-моделей:

- **художественные** (*3D-модели созданные для дальнейшего визуального восприятия и рендеринга (рендеринг - обратный процесс из 3D в 2D), объекты живой и неживой природы, персонажи, модели для дизайна, скульптура, анимации и прочее*) - полигональные модели, которые определяют форму и поверхность предмета, применяются в компьютерной графике. Полигональная модель представляет собой полигональную сетку («mesh» меш, сетка) – это изображение поверхности объекта, действительно напоминающее обернутую вокруг него сеть из полигонов.

- **технические, CAD-модели** (*объекты, созданные руками человека и предназначенные в основном для производства*) - для системы автоматического проектирования, в основном применяются в техническом и промышленном дизайне. Создание 3D-моделей для последующей их реализации в готовые изделия на производстве. CAD-модель можно представить как набор действий для создания объекта, при этом, отдельные действия можно менять, не переписывая файл целиком.

В данном кратком руководстве мы затронем только процесс создания CAD-моделей, но постараемся это сделать с оглядкой на дизайн и творчество, чтобы было интереснее!

Зачем изучать и использовать 3D?

3D-моделирование играет важную роль в жизни современного общества. Оно широко используется во многих профессиональных областях деятельности человека: маркетинг, архитектурный дизайн, кино и телевидение, но большее применение оно сыскало себе именно в промышленности.

3D-моделирование позволяет создать прототипы будущего: сооружений, механизмов, коммерческого продукта в объёмном формате. Важную роль 3D-моделирование играет при проведении презентации и демонстрации какого-либо продукта или услуги.

Изучение 3D-моделирования имеет следующие плюсы:

- **развитие пространственного мышления** - при создании трёхмерных моделей нужно учитывать размеры, пропорции, глубину и перспективу объекта. Это способствует лучшему пониманию пространства вокруг себя и способности решать задачи, которые требуют способности мыслить в трёх измерениях.
- **стимулирование креативного мышления** - при создании 3D-моделей можно свободно выбирать форму, цвет и текстуру объектов. Это способствует развитию способности мыслить нестандартно, находить оригинальные решения и проявлять свою индивидуальность.
- **поддержка STEM-образования** - навыки 3D-моделирования включают в себя применение математических и физических концепций, а также способствуют развитию проблемного и аналитического мышления.
- **применение в различных сферах** - в сфере архитектуры, дизайна интерьеров, рекламы, медицины, инженерии и игровой индустрии требуются специалисты, обладающие умением создавать реалистичные 3D-модели. Это открывает множество возможностей для профессионального роста и карьерного развития.
- **возможность заработка** - зарегистрировавшись на популярных фриланс-площадках, можно находить заказы на создание 3D-моделей.

II. КОМПАС-3D САПР РОССИЙСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

КОМПАС-3D — отечественная система автоматизированного проектирования (САПР), разработанная одной из старейших IT-компаний в России - «АСКОН».

В рамках импортозамещения это программное обеспечение используют тысячи предприятий в России, Казахстане, Беларуси и Узбекистане. Важная особенность КОМПАС-3D — возможность обмена информацией со всеми распространёнными CAD-системами.

Основной ресурс и сайт САПР это официальный сайт КОМПАС-3D, на котором можно более углубленно познакомиться с продуктами компании «АСКОН», а также зарегистрироваться и скачать бесплатные, познакомиться с пробными и купить платные продукты : www.kompas.ru

Возможности и особенности КОМПАС-3D

Основная задача, решаемая системой КОМПАС-3D — автоматизация моделирования изделий с целью существенного сокращения периода проектирования и скорейшего их запуска в производство.

Эти цели достигаются благодаря возможностям:

- построения трехмерной модели;
- быстрого получения конструкторской и технологической документации, необходимой для Выпуска изделий (сборочных чертежей, спецификаций, детализовок и т.д.);
- передачи геометрии изделий в расчетные пакеты;
- передачи геометрии в пакеты разработки управляющих программ для оборудования с ЧПУ;
- создания дополнительных изображений изделий (например, для составления каталогов, создания иллюстраций к технической документации и т.д.).

Основные компоненты КОМПАС-3D

- **Система трехмерного моделирования**

Предназначена для создания трехмерных параметрических моделей отдельных деталей и сборочных единиц, содержащих как оригинальные, так и стандартизованные конструктивные элементы. Параметрическая технология позволяет быстро получать модели типовых изделий на основе однажды спроектированного прототипа. Многочисленные сервисные функции облегчают решение вспомогательных задач проектирования и обслуживания производства.

- **Чертежно-графический редактор (КОМПАС-График):**

Предназначен для автоматизации проектно-конструкторских работ в различных отраслях деятельности. Он может успешно использоваться в машиностроении, архитектуре, строительстве, составлении планов и схем — везде, где необходимо разрабатывать и выпускать чертежную документацию.

- **Модуль проектирования спецификаций**

Используется совместно с Системой трехмерного моделирования и/или Чертежно-графическим редактором. Модуль позволяет выпускать разнообразные спецификации, ведомости и прочие табличные документы. Документ-спецификация может быть ассоциативно связан со сборочным чертежом и трехмерной моделью сборки.

- **Текстовой редактор**

Предназначен для разработки различного рода текстовой документации. Возможно, как стандартное, так и произвольное оформление документов.

Помимо перечисленных выше основных компонентов, **КОМПАС-3D** включает приложения, автоматизирующие как отдельные виды работ, например, расчеты, так и различные аспекты и направления проектирования, например, моделирование механических передач, построение трубопроводов и т. д.

Виды 3D-проектирования в КОМПАС-3D

- **Объектное**

Моделирование механизмов и конструкций с использованием типовых единиц: шлангов, арматуры, крепежа, кабель-каналов, редукторов, валов, муфт, воздухопроводов, металлоконструкций и т. д.

- **Листовое (развёртка)**

Моделирование листовых деталей, которые можно получить путём гибки или штамповки.

- **Поверхностное**

Моделирование на основе созданных поверхностей, описывающих геометрию объекта. Результирующий объект может быть с замкнутой оболочкой или с отверстиями.

- **Твердотельное**

Построение детали путём формообразующих и формоизменяющих операций: вращения, Выдавливания, Вырезов, скруглений, создания уклонов, фасок и т. д.

В системе реализованы два основных подхода к проектированию: «сверху вниз» и «снизу вверх». Первая методика оптимальна при коллективном моделировании нового сложного изделия, вторая применяется, когда конструкция и состав изделия полностью определены, а часть деталей разработаны ранее.

Направления разработки и применения

- **КОМПАС-3D для машиностроения и приборостроения**

Значительное число приложений входят в этот состав и устанавливаются вместе с ним.

- **КОМПАС-Электрик**

Система для Выпуска комплекта документов на электрооборудование, электронный справочник конструктора.

- **Строительная**

Конфигурация — набор приложений для автоматизации Выпуска проектной документации, являются самостоятельными продуктами и устанавливаются отдельно.

Важные функции КОМПАС-3D

Создание документации. В системе можно создавать чертежи, спецификации, руководства, инструкции, схемы, извещения, пояснительные записки, ТУ, таблицы и другие документы.

Поддержка различных типов файлов. Основные форматы для создания, хранения, редактирования и сборки моделей: .t3d, .frw, .cdw, .kdw (для работы с таблицами и текстом), .spw, .m3d, .a3d.

Анализ и проверка моделей. Система позволяет проводить около 200 видов инженерного анализа и проверок. Это дает возможность оценить функционирование модели в разных условиях и внести корректировки до передачи в производство.

Кроме того, поддерживается интеграция с другим программным обеспечением. КОМПАС-3D может взаимодействовать с ERP, PLM и PDM-системами, что позволяет синхронизировать данные.

Версии системы

В данном кратком пособии мы рассмотрим две версии САПР, как наиболее подходящие, в рамках учебного процесса и самообразования, это «**КОМПАС-3D Учебная версия**» и «**КОМПАС-3D Home**».

- **КОМПАС-3D Учебная версия (бесплатная)**

Открывает школьникам и студентам весь спектр профессиональных возможностей КОМПАС-3D, в ней есть все приложения и библиотеки. Учебная версия поможет выполнять задания по черчению, геометрии, информатике, курсовые, расчетно-графические и дипломные работы любой сложности и подготовиться к реальной работе на предприятии.

- **КОМПАС-3D Home (платная)**

Эта версия САПР больше предназначена для домашних мастеров и ребят, увлекающихся авиа-, судо- и авто- моделированием. Она станет надежным помощником в хобби и творчестве!

С помощью КОМПАС-3D можно моделировать автомобили и автобусы, самолеты и вертолеты, танки и корабли. Собирать планеры и коптеры. Это отличный и подходящий инструмент не только для трехмерного моделирования. Простой и в тоже время универсальный графический редактор позволит вам создавать чертежи, а также Выкройки одежды для членов семьи и домашних питомцев.

Система поддерживает 3D-принтеры, так что Вы сможете легко получить реальный объект из трехмерной модели и воплотить идею в жизнь!

Системные требования

На момент написания этого материала актуальная версия (САПР) КОМПАС-3D - v22. Эта версия имеет ряд улучшений и инструментов, что позволяет ее использовать более продуктивнее.

- **Минимальные системные требования для работы:**

Операционные системы (ОС):	Оборудование:
Windows: 11, 10, 8.1,*	CPU: с поддержкой AVX и SSE2 RAM: 4 ГБ или более GPU: с поддержкой OpenGL 2.0 HDD: SSD Монитор: FullHD * другие.
Linux (через WINE@Etersoft)*: ОС Альт 8, 9, 10 Astra Linux Common Edition релиз «Опел» 2.12 Astra Linux Special Edition 1.7 РЕД ОС 7 РОСА ХРОМ Рабочая станция 12 ROSA Fresh Desktop 12 и другие.	

- **Рекомендуемые параметры:**

Операционные системы (ОС):	Оборудование:
Windows: 11, 10, 8.1,*	CPU: с поддержкой AVX и SSE2, (процессор от 4 ядер и более) с частотой от 3 ГГц RAM: 16 ГБ или более GPU: с поддержкой OpenGL 2.0 HDD: SSD Монитор: FullHD * другие.
Linux (через WINE@Etersoft)*: ОС Альт 8, 9, 10 Astra Linux Common Edition релиз «Орел» 2.12 Astra Linux Special Edition 1.7 РЕД ОС 7 РОСА ХРОМ Рабочая станция 12 ROSA Fresh Desktop 12 и другие.	

- **Рекомендуемые системные требования для работы с большими сборками:**

Операционные системы (ОС):	
Windows: 11, 10, 8.1,*	CPU: ≥4 ГГц RAM: ≥32 ГБ GPU: ≥4 ГБ OpenGL 4.5 HDD: SSD+HDD Монитор: FullHD / 4K-монитор * другие.
Linux (через WINE@Etersoft)*: ОС Альт 8, 9, 10 Astra Linux Common Edition релиз «Орел» 2.12 Astra Linux Special Edition 1.7 РЕД ОС 7 РОСА ХРОМ Рабочая станция 12 ROSA Fresh Desktop 12 и другие.	

* - не поддерживается Строительной конфигурацией;

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

* - 2024-2025 год планируется Выход версии под операционную систему Linux. Сейчас пользователи Linux могут использовать это ПО совместно с приложением WINE@Etersoft, разработанным компанией «Этерсофт».

III. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПАС-3D В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Для кого предназначена система трёхмерного моделирования

САПР КОМПАС-3D разработана для двухмерного и трёхмерного проектирования деталей, механизмов и конструкций любой сложности.

Отрасли промышленности, в которых используется это ПО:

- машиностроение*;
- строительство;
- производство товаров народного потребления;
- металлургическая промышленность;
- оборонная промышленность;
- станко-, приборо-, вагоно-, автомобилестроение.
- судо- и авиастроение.

* КОМПАС-3D применяется во всех отраслях машиностроения, включая энергетическое, сельскохозяйственное, производство электрооборудования.

Мы взрослые, в частности педагоги и преподаватели со своей стороны, можем уже сейчас готовить подрастающее поколение, знакомя с возможностями и применением этой САПР в учебном процессе, используя ее возможности в изучении предметов: черчение, геометрия, технология, информатика, и других, а также в кружках и объединениях технической направленности: дизайн, 3D-печать, трехмерное моделирование и прочих.

Уже после прочтения этого небольшого руководства, Вы сможете создать несколько 3D-моделей в КОМПАС-3D и использовать полученный опыт и знания на своих уроках.

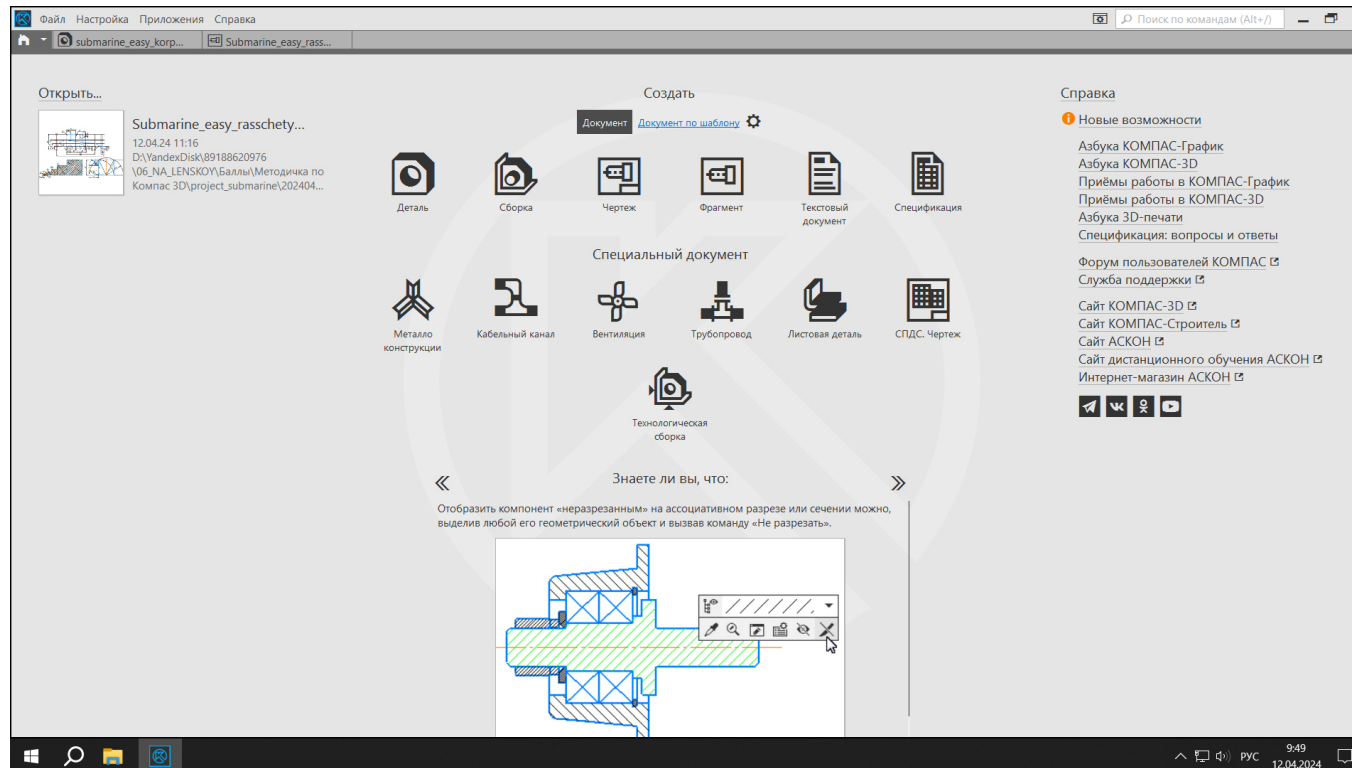
Как и большинство программ и программных продуктов КОМПАС-3D необходимо скачать и установить. О процессе установки подробно описано в личном кабинете пользователя на сайте и в сопроводительной документации к ПО.

После установки, следует запустить программу.

После запуска программы Вы попадете на начальный экран или стартовая страница (САПР) КОМПАС-3D.

Здесь Вы можете открыть ранее созданный файл, создать новый на базе представленных нескольких типов документов, узнать о новых возможностях продукта или найти интересующий вопрос в справке к программе. Хочется отметить, что справка подробным образом охватывает все нюансы создания 3D-модели и подготовки технической документации, поэтому подробно на этом моменте я останавливаться не буду.

В свою очередь мне хотелось бы Вам предложить и уделить большее внимание процессу моделирования на примере нескольких трехмерных проектов (изделий). Но прежде давайте рассмотрим и познакомимся с возможностью программы и узнаем о возможных вариантах ее использования.



Хочется сразу отметить, что КОМПАС-3D предназначен для решения различных задач, касающиеся процесса разработки прототипов новых изделий и создание технической документации. Он базируется на отечественном ГОСТ-е

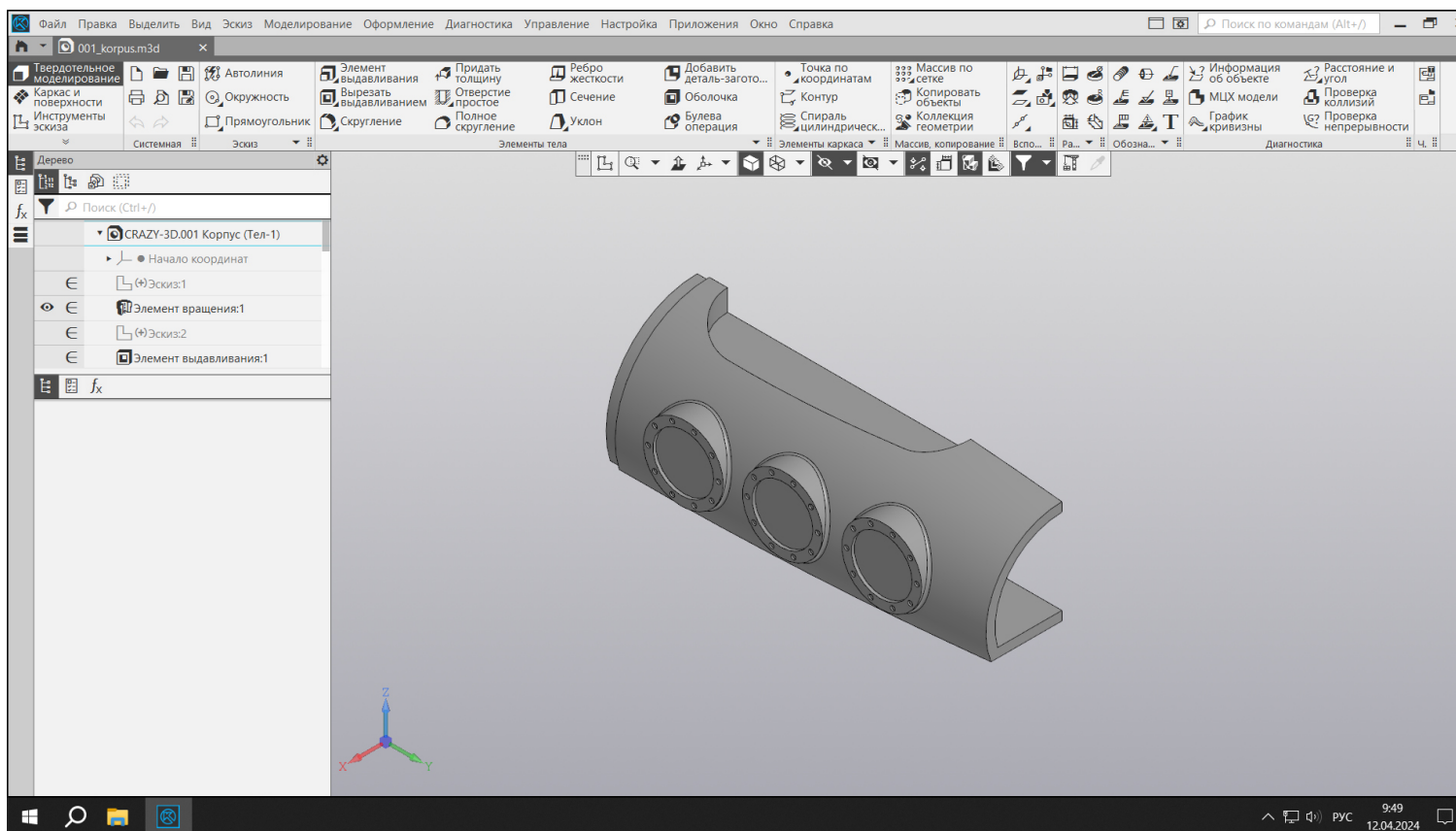
ГОСТ — это государственный стандарт, который включает в себя требования властей к качеству товаров, работ или услуг. Проще говоря, это набор базовых критериев, которым должна соответствовать любая продукция в определённой категории. Такой стандарт может определять размер, форму, продолжительность, прочность и другие параметры объектов продажи

и поддерживает ЕСКД,

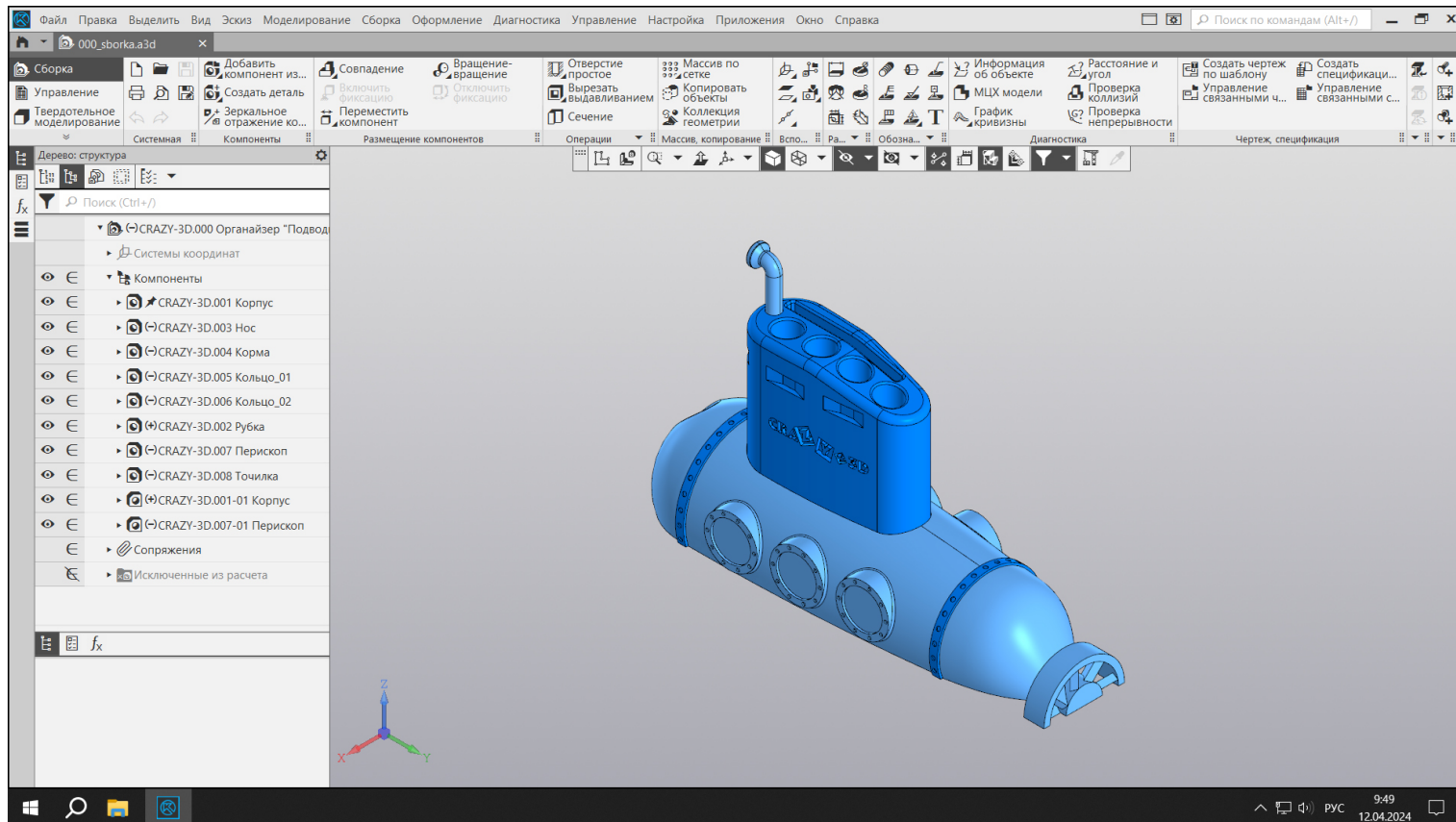
Единая система конструкторской документации (ЕСКД) — комплекс межгосударственных стандартов, устанавливающих взаимосвязанные правила, требования и нормы по разработке, оформлению и обращению конструкторской документации, разрабатываемой и применяемой на всех стадиях жизненного цикла изделия (при проектировании, изготовлении, контроле, приёмке, эксплуатации, ремонте, утилизации),

продукт многогранен и в меру сложен, поэтому для удобства, разработчики предлагают использовать несколько типов документов.

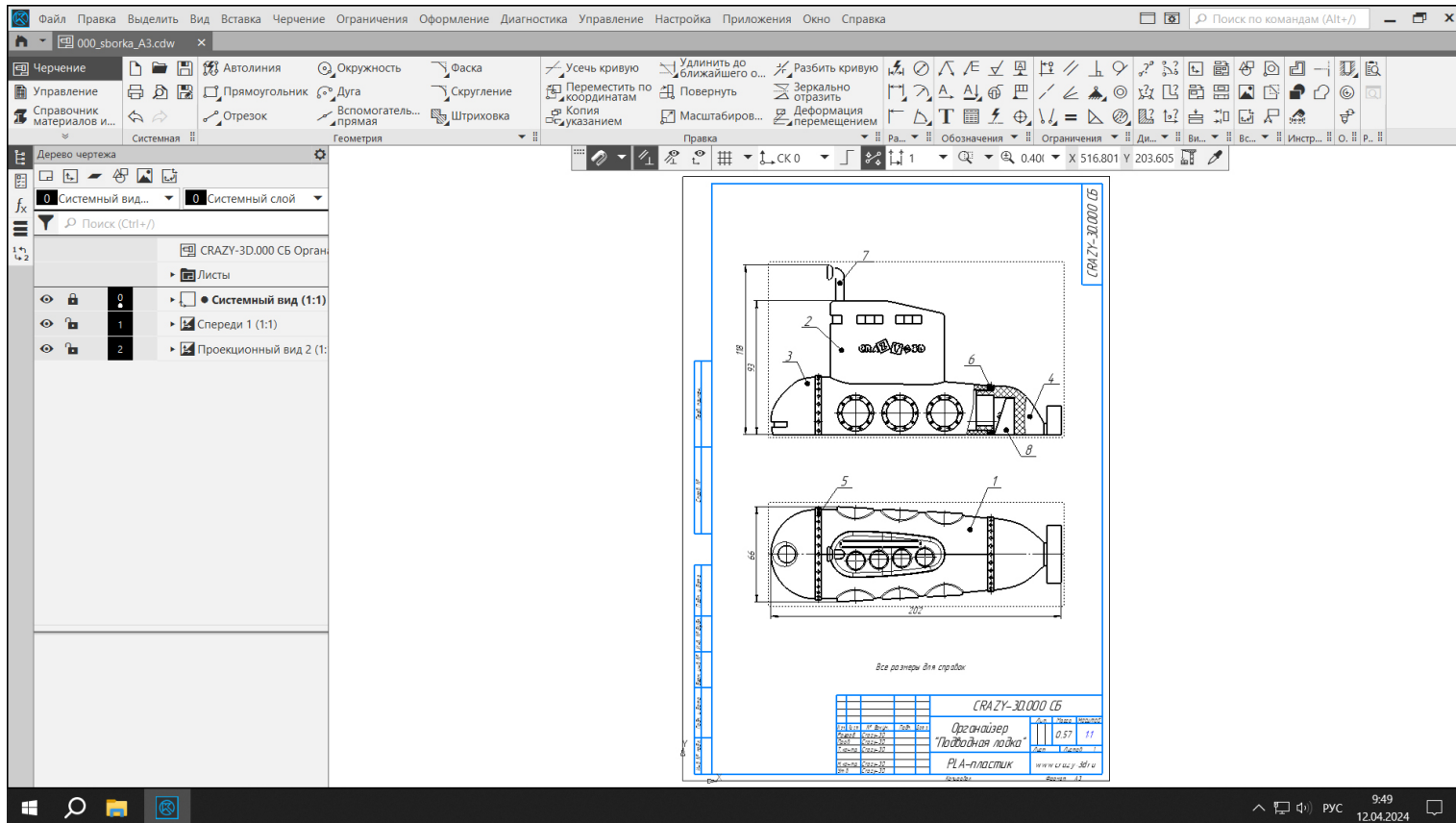
- «Деталь» - режим создания трехмерной модели. Этот режим рекомендуем использовать если требуется создать трехмерную деталь или однодетальное изделие.



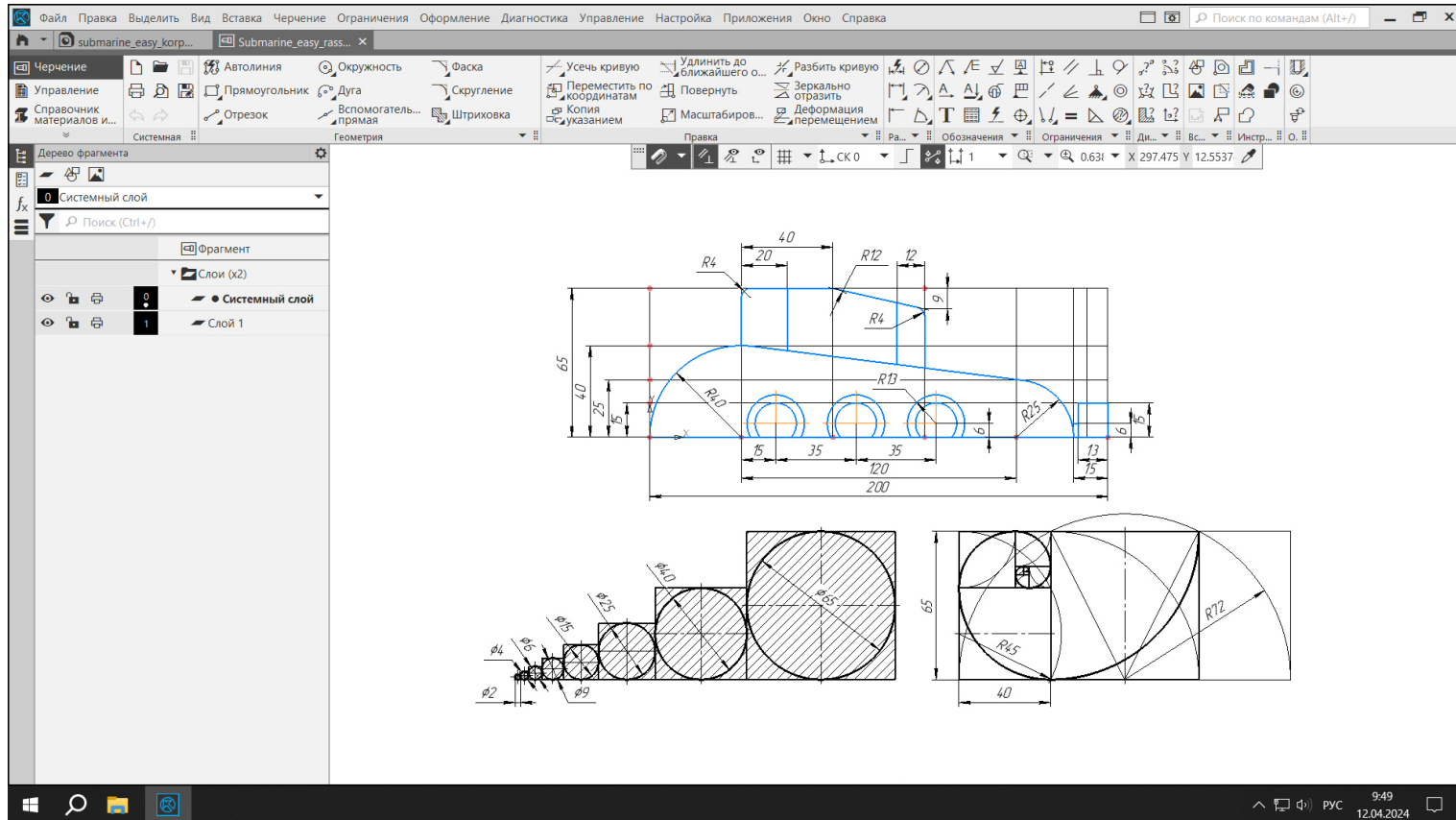
- **«Сборка»** - режим создания прототипа нового изделия из нескольких деталей, или подборок и стандартных изделий, и содержащая информацию о взаимном положении этих компонентов и зависимостях между параметрами их элементов.



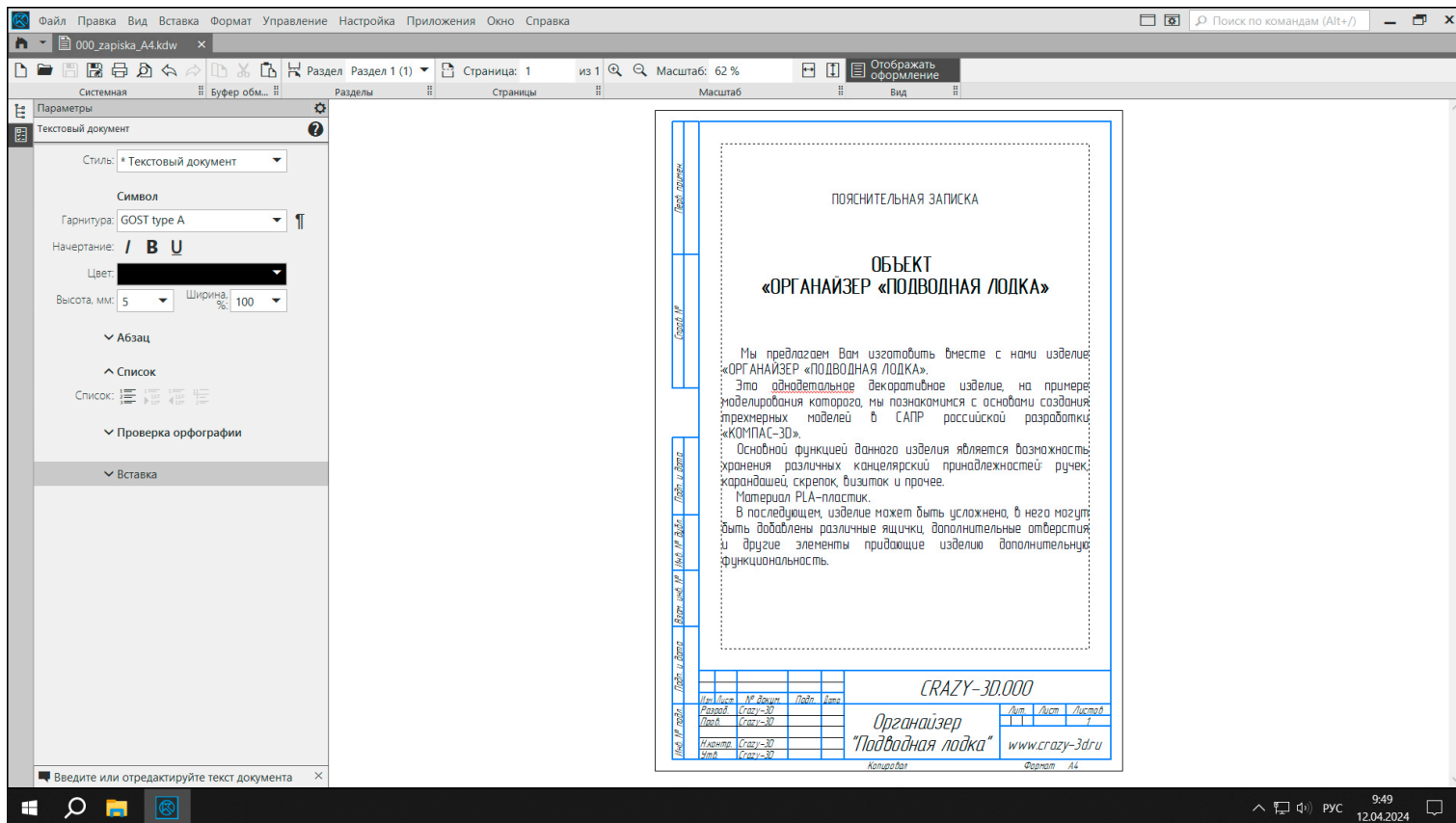
- «Чертеж» - режим создания наглядного изображения изделия (вручную или по только, что созданной 3D-модели или сборки). В этом режиме пользователь может выполнить чертеж по всем требованиям ГОСТ и ЕСКД (документ будет содержать графическое изображение изделия, основную надпись, рамку, и дополнительные объекты оформления (знак неуказанной шероховатости, технические требования и т. д.).



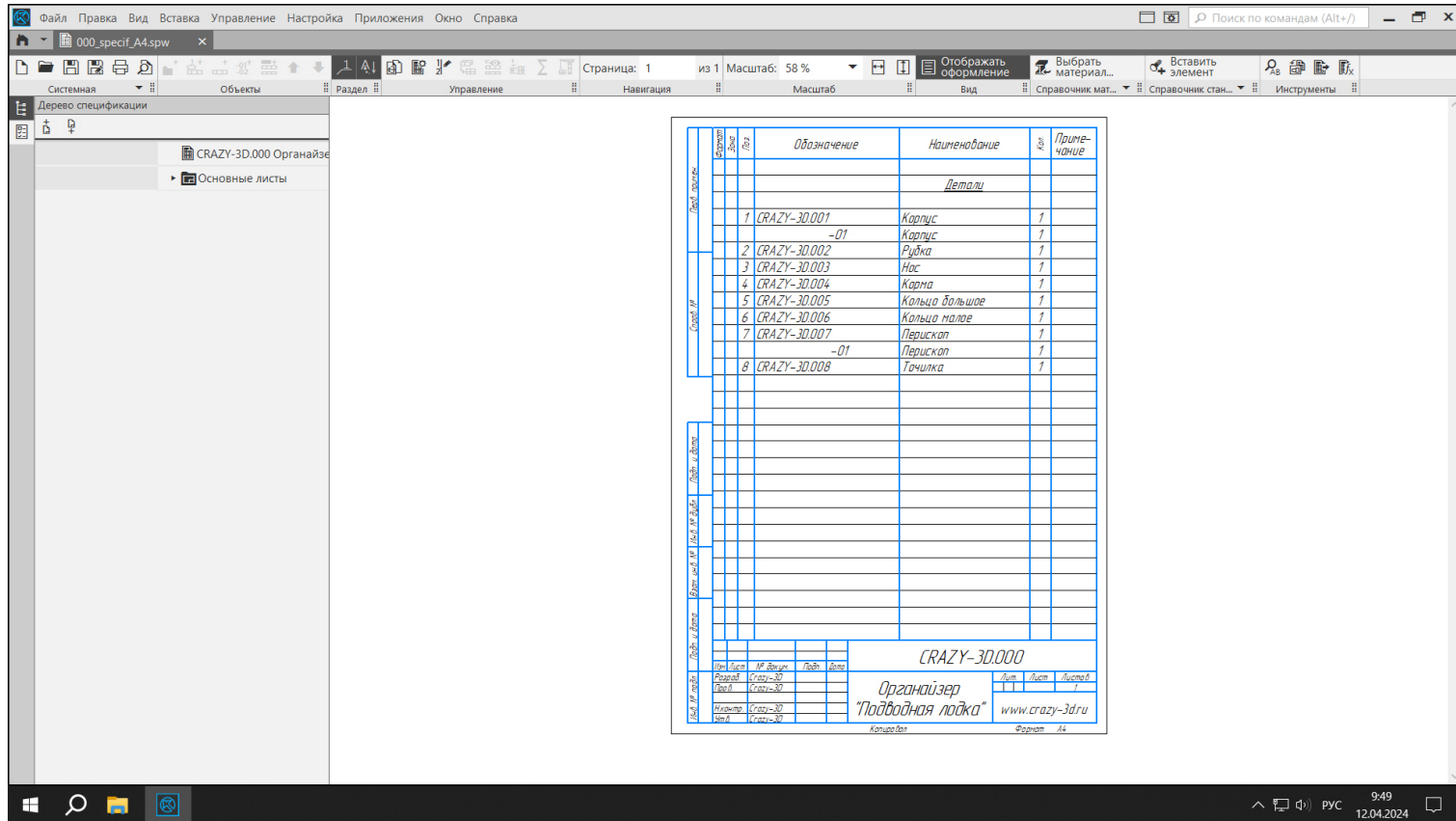
- «Фрагмент» - если просто описать, то это режим безграничного листа бумаги, на котором, можно выполнять схемы, наброски, хранить необходимую информацию, используемую в процессе разработки, производить расчеты и делать необходимые геометрические построения и прочее.



- «Текстовый документ» - режим создания текстового документа: титульного листа, пояснительной записки и прочего.



- «Спецификация» - режим создания спецификация в программе «КОМПАС-3D» на основании сборочной модели, так и введением всех пунктов вручную.



IV. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ «СОЗДАНИЕ 3D ОБЪЕКТА»

Объект «Декоративная пуговица»

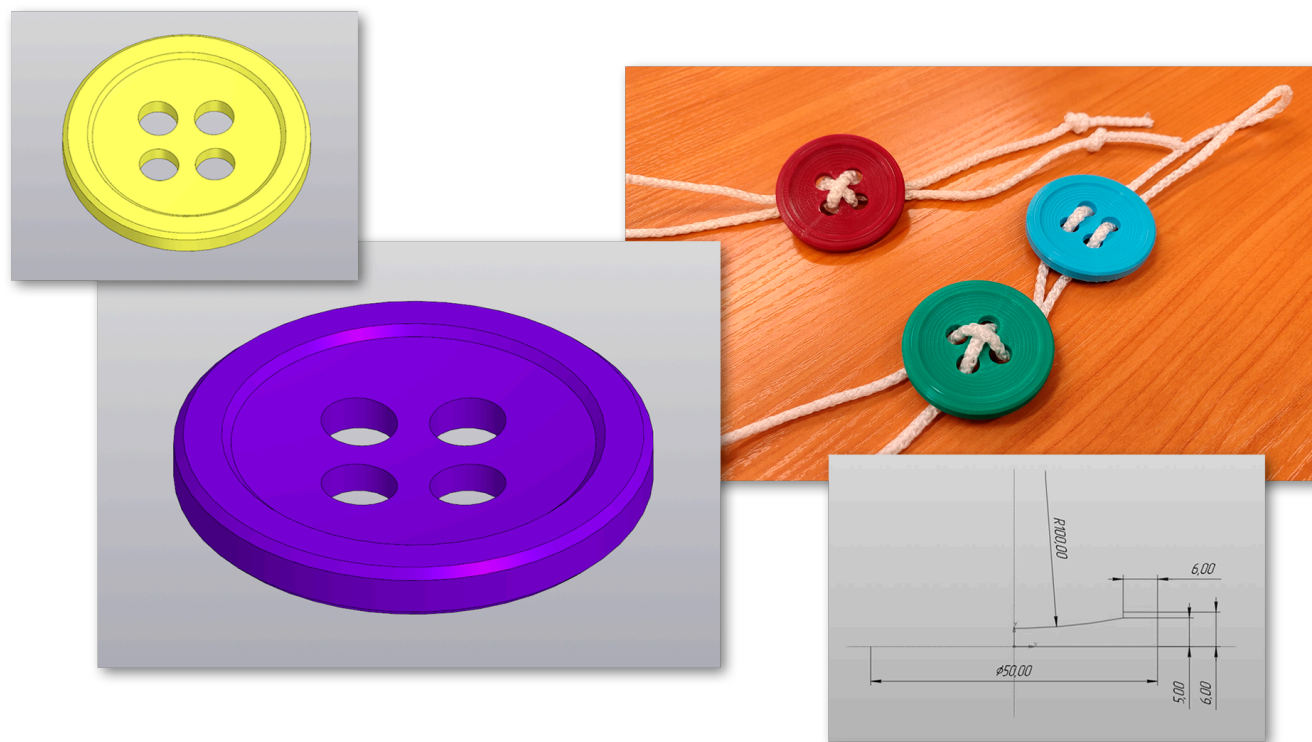
Мы предлагаем Вам изготовить вместе с нами изделие «ДЕКОРАТИВНАЯ ПУГОВИЦА».

Это однодетальное декоративное изделие, на примере моделирования которого, мы познакомимся с основами создания трехмерных моделей в САПР российской разработки «КОМПАС-3D».

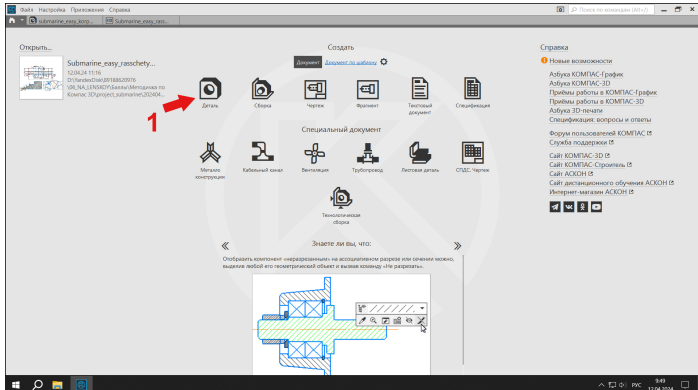
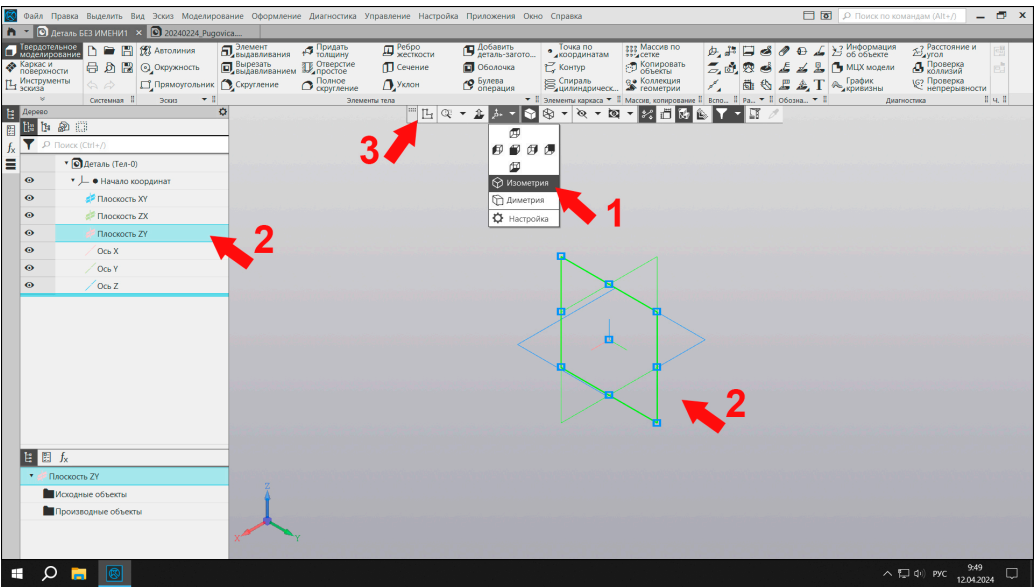
Основной функцией данного изделия является - украшение интерьера швейной тематики, также это изделие можно прикрепить в качестве украшения одежды, рюкзака, сумки и прочее.

Материал PLA-пластик.

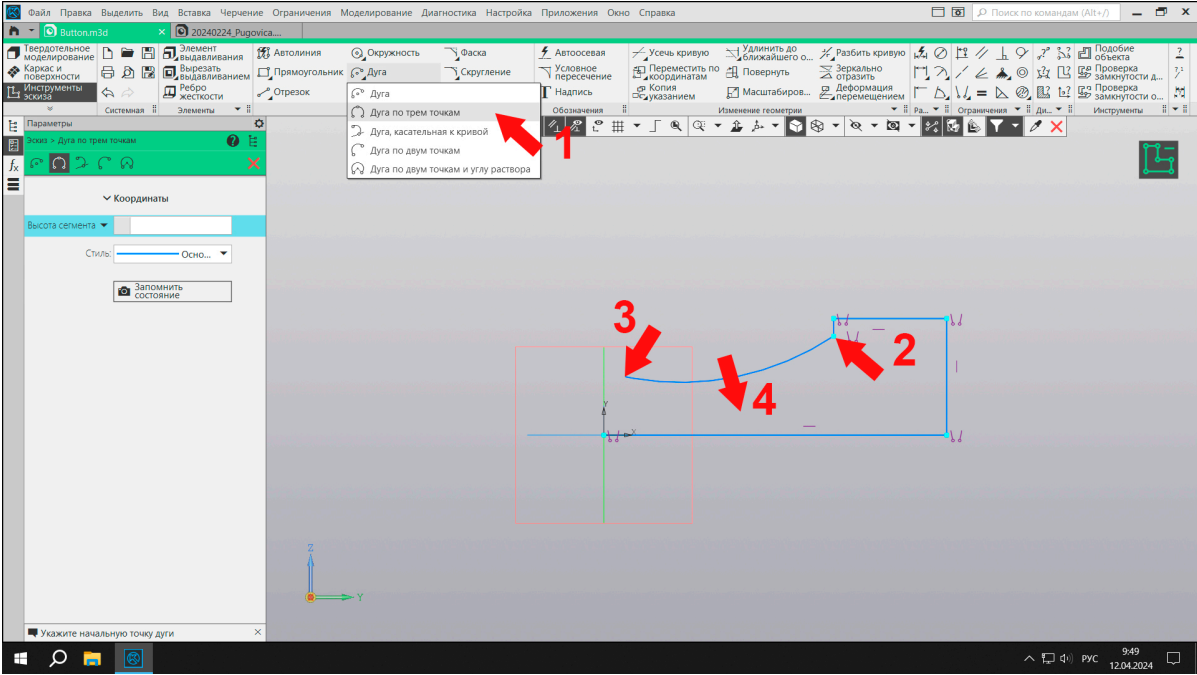
В последующем, изделие может быть усложнено, его форма может быть изменена, добавлены или убраны дополнительные отверстия и другие элементы, придающие изделию дополнительную функциональность.



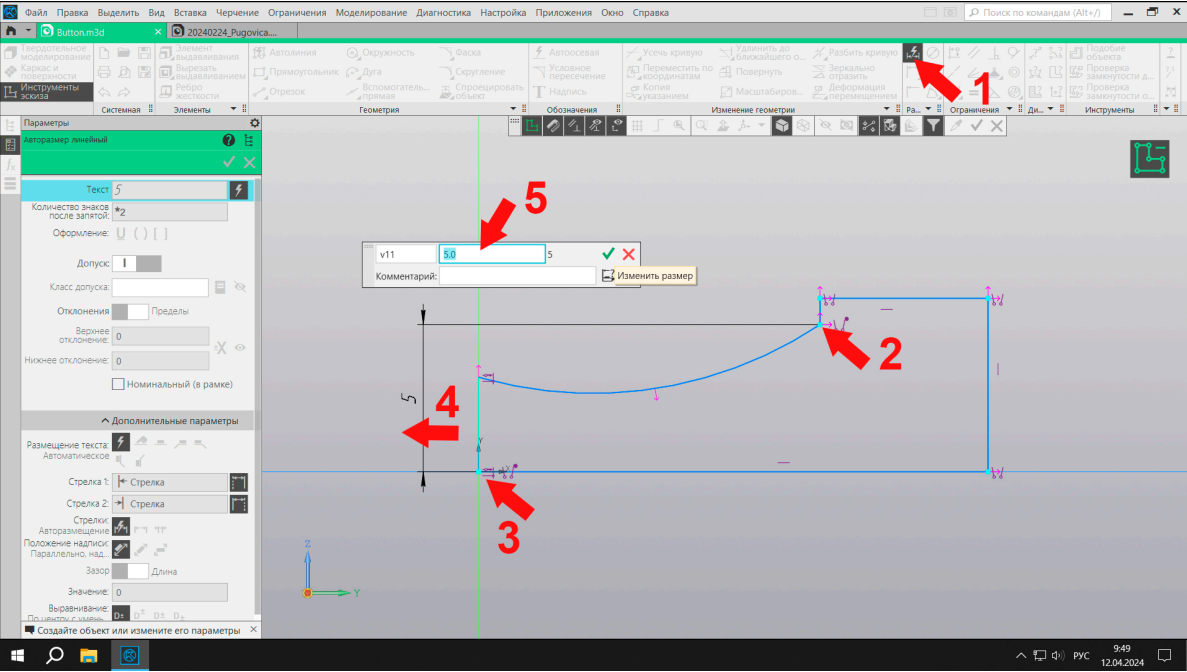
ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

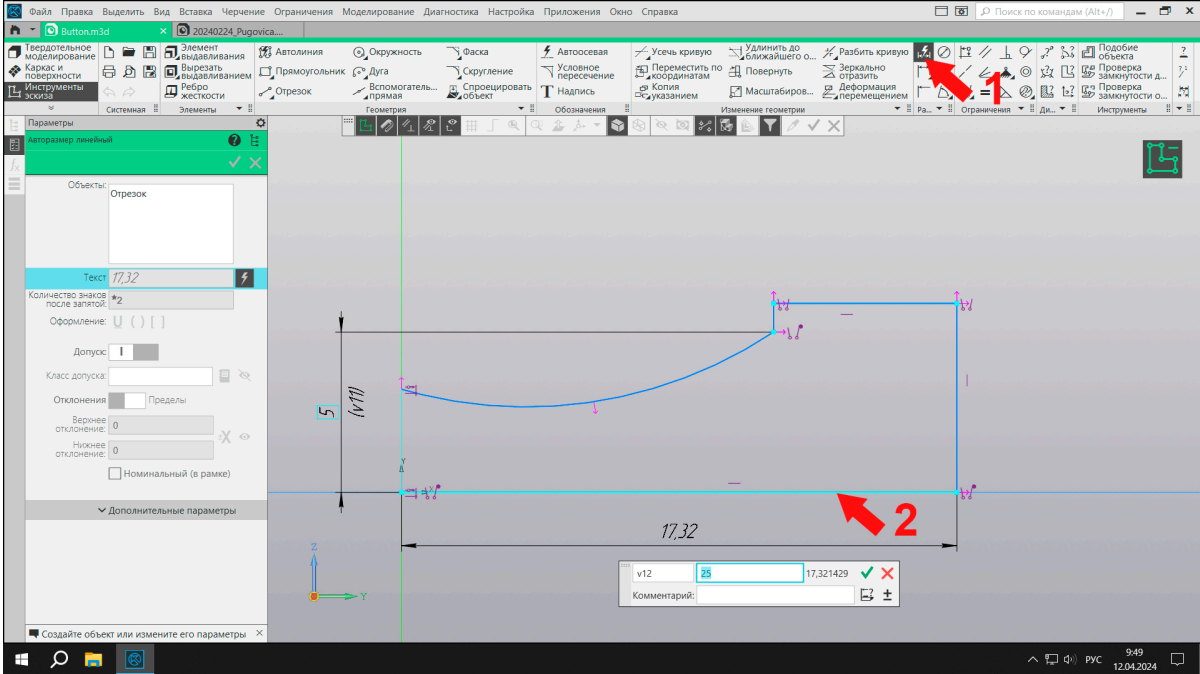
Поз.	Наименование	Эскиз
1.	<p>Запустите КОМПАС-3D и Выберите режим «Деталь».</p> <ol style="list-style-type: none">1. Выберите в Выпадающем списке «Ориентация» режим отображения «Изометрия».2. Выберите левой клавишей мышью Плоскость ZY (фронтальная, красная плоскость) любым удобным для вас способом.3. Перейдите в режим создания эскиза, нажав на инструмент «Эскиз».	 

Поз.	Наименование	Эскиз
2.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Выберем инструмент «Автолиния». 2. Щелкнем левой клавишей мыши в центре координат и потяните вправо мыш (можете при этом нажать клавишу «SHIFT»), чтобы получить горизонтальную линию. Щелкните в точке «3». 3. Продолжайте операцию, переместите мыш вверх (удерживая снова «SHIFT»). Щелкните мышью в точке «4». 4. Далее переместите мыш влево к точке «5», снова щелкните мышью. 5. И в завершении, аналогично, постройте вертикальный отрезок к точке «6». 6. Щелкните в точке «6». 7. Переместите мыш к панели «Параметры». Завершите операцию, нажав красный крестик на этой панели. <p>Если Вы все правильно делали у вас получится, как на рисунке. В противном случае удалите все и нажмите клавишу на клавиатуре «DELETE» и постройте ломаную снова.</p>	

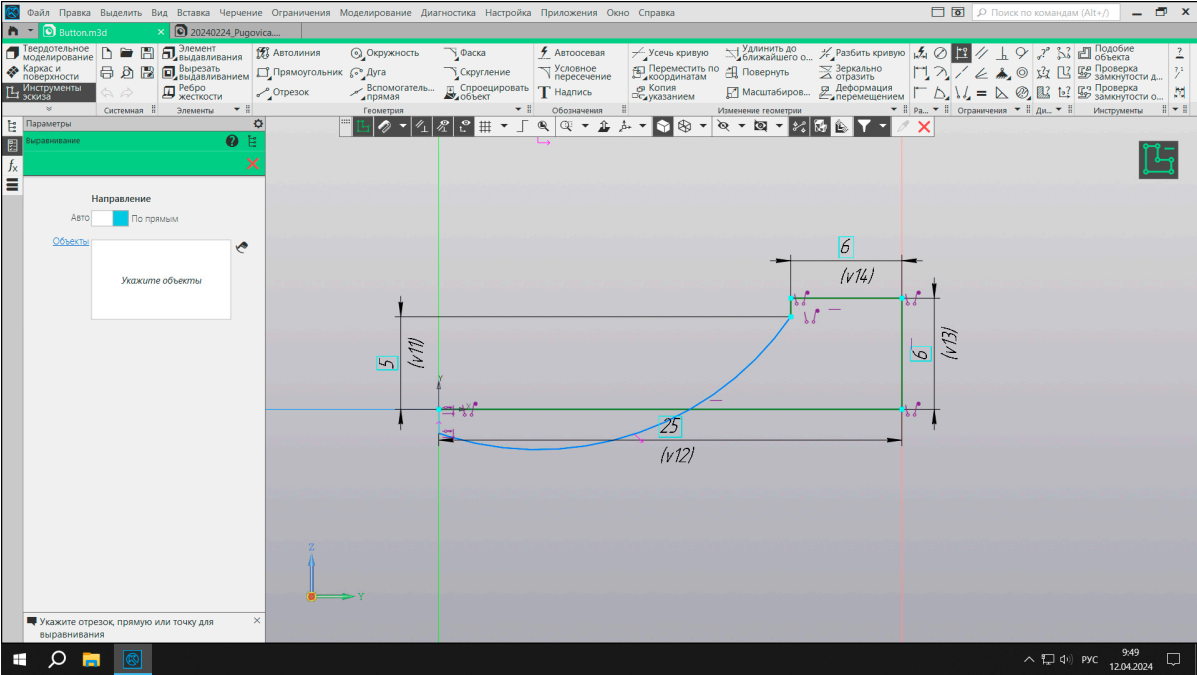
Поз.	Наименование	Эскиз
3.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Нажмите и немного подержите на иконке инструмента «Дуга». 2. Щелкните в точку «2» (точка «6»). 3. Потяните мышь к точке «3». Щелкните в этой точке. 4. Потяните мышь немного вниз, к точке «4». Щелкните в этой точке. 	

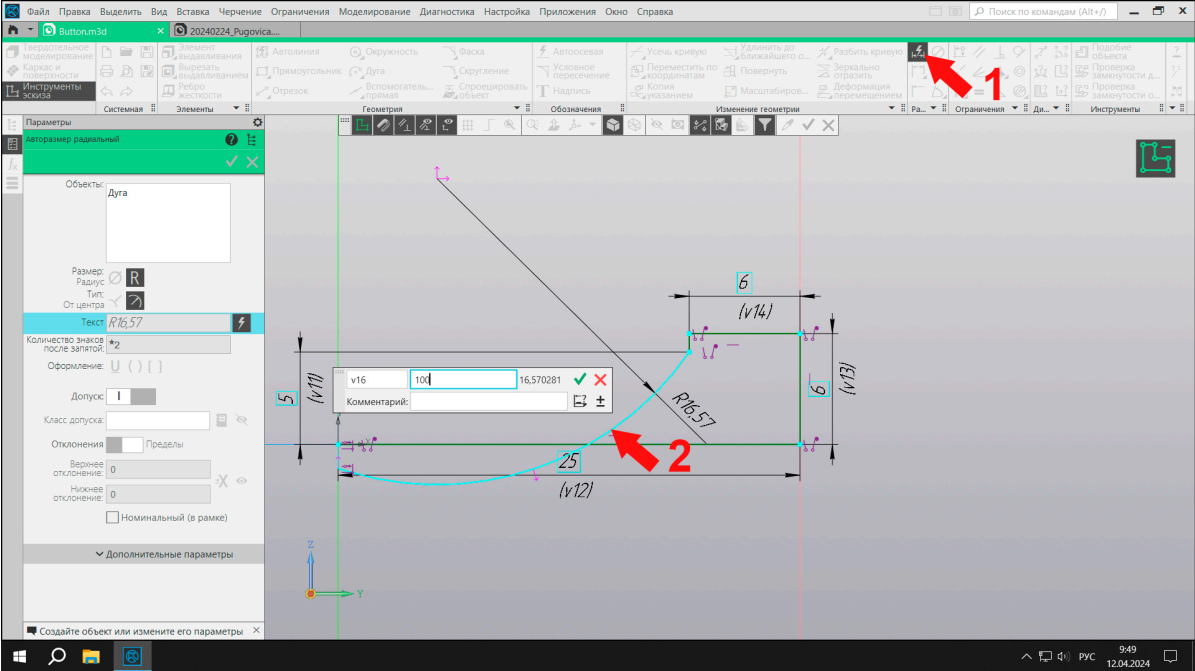
Поз.	Наименование	Эскиз
4.	<p>Сделаем эскиз определенным*.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Убедитесь, что включены следующие иконки, если нет включите их. На эскизе появились розовые стрелки. Это символы указывающие на степени свободы элементов эскиза. Давайте избавимся от них, тем самым получим определенный эскиз. 2. Выберем инструмент «Выравнивание». 3. Щелкните в точке «3» (центр координат). 4. Затем щелкните в точке «4». 5. Появятся две штриховые линии: вертикальная и горизонтальная. Щелкните по вертикальной. Точки выровняются по горизонтали и выстроятся в одну линию. Над верхней точкой исчезнет стрелка вправо и точки соединятся бирюзовой пунктирной линией. <p>-----</p> <p>* Полностью определенный эскиз – это такой эскиз, в котором все объекты и их позиции полностью определены взаимосвязями или размерами либо тем и другим. На полностью определенном эскизе все степени свободы ограничены взаимосвязями и размерами, и объекты эскиза не могут непредвиденным образом двигаться или изменять свой размер и местоположение.</p>	

Поз.	Наименование	Эскиз
5.	<p>Займемся другими элементами. Давайте проставим размеры.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Выберите инструмент «Автора размер». 2. Щелкните в точке «2». 3. Затем в точке «3». 4. Переместите мышь влево и щелкните в точке «4». 5. В появившемся окне введите число «5». Примените изменения, щелкнув на зеленой галочке. 	

Поз.	Наименование	Эскиз
6.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Убедитесь, что инструмент «Авторамер» включен. 2. Щелкните по нижней линии контура и потяните мышью немного вниз. Щелкните левой клавишей мыши еще раз. В появившемся окне введите число «25». Мы поставили линейный размер. 	 <p>The screenshot shows the SolidWorks CAD environment. The top toolbar contains various modeling tools. A red arrow labeled '1' points to the dimension tool icon. The main workspace shows a 2D sketch of a part with a curved top edge and a horizontal bottom edge. A dimension line is drawn across the bottom edge, with a red arrow labeled '2' pointing to it. A dimension dialog box is open, displaying the current dimension value as '17,32'. The 'Text' field contains '17,32'. The 'Quantity of characters after the decimal point' is set to '2'. The 'Format' is set to 'U () []'. The 'Tolerance' is set to '1'. The 'Class of tolerance' is set to 'Limits'. The 'Upper deviation' is '0' and the 'Lower deviation' is '0'. The 'Nominal in frame' checkbox is unchecked. A small dialog box at the bottom right shows 'v12' with a value of '25' and '17,321429'.</p>

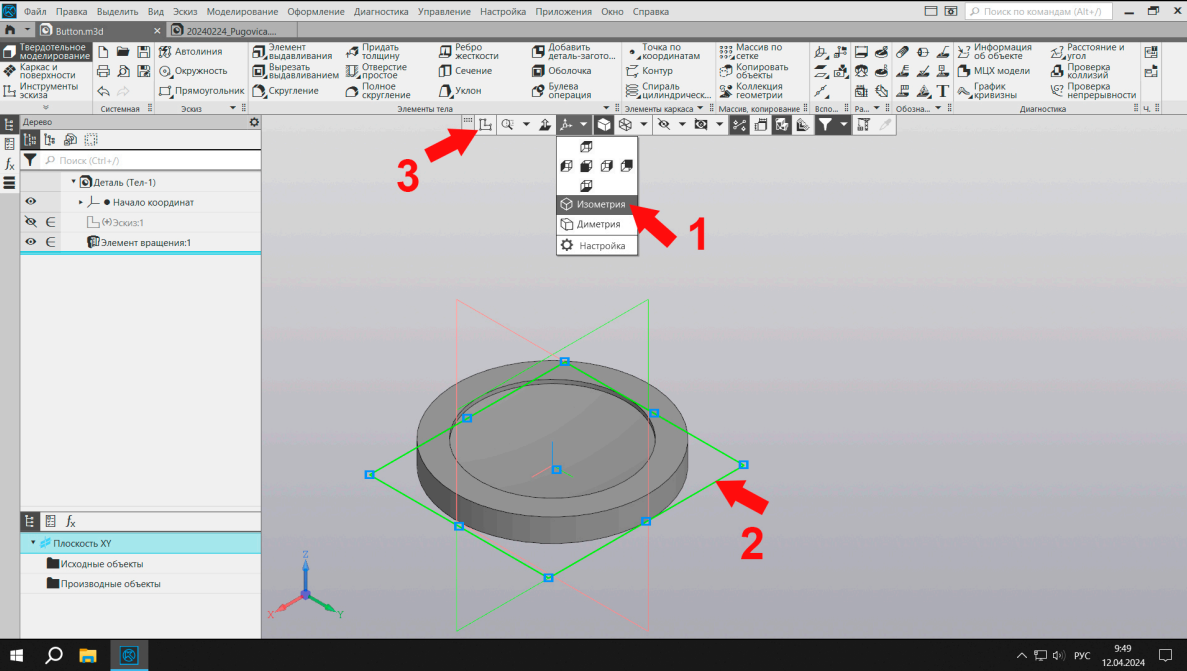
Поз.	Наименование	Эскиз
7.	<p>Заметьте, после простановки этого размера нижняя линия контура окрасилась в зеленый цвет, это означает что элемент определен. У него нет степеней свободы и у Вас не получится его переместить, так как левая его точка привязана к началу координат, вторая точка привязана к размеру «25мм» от первой точки, а сам отрезок имеет ряд ограничений.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Выделите линию еще раз. 2. Затем щелкните на иконке «Ограничение». 3. Откроется панель «Ограничение объекта». В списке «Ограничения» можно увидеть все ограничения, которые принадлежат этому объекту. Если в будущем вы ошибочно поставите ограничение объекту, в этом списке его можно найти, выделить и удалить. 4. Закройте панель. 	<p>The screenshot shows the CAD software interface with a sketch of a part. A horizontal dimension of 25mm is applied to a line. Red arrows indicate the steps described in the text: arrow 1 points to the dimension value '25', arrow 2 points to the constraint icon in the top right, arrow 3 points to the 'Ограничение объекта' (Object Constraint) panel, and arrow 4 points to the close button (X) in the top right of the panel. The panel lists various constraints such as 'Совпадение точек (1)', 'Горизонтальность', 'Совпадение точек (2)', and 'Выравнивание по вертикали...'. The sketch shows a blue curve and a green horizontal line with a dimension of 25mm.</p>

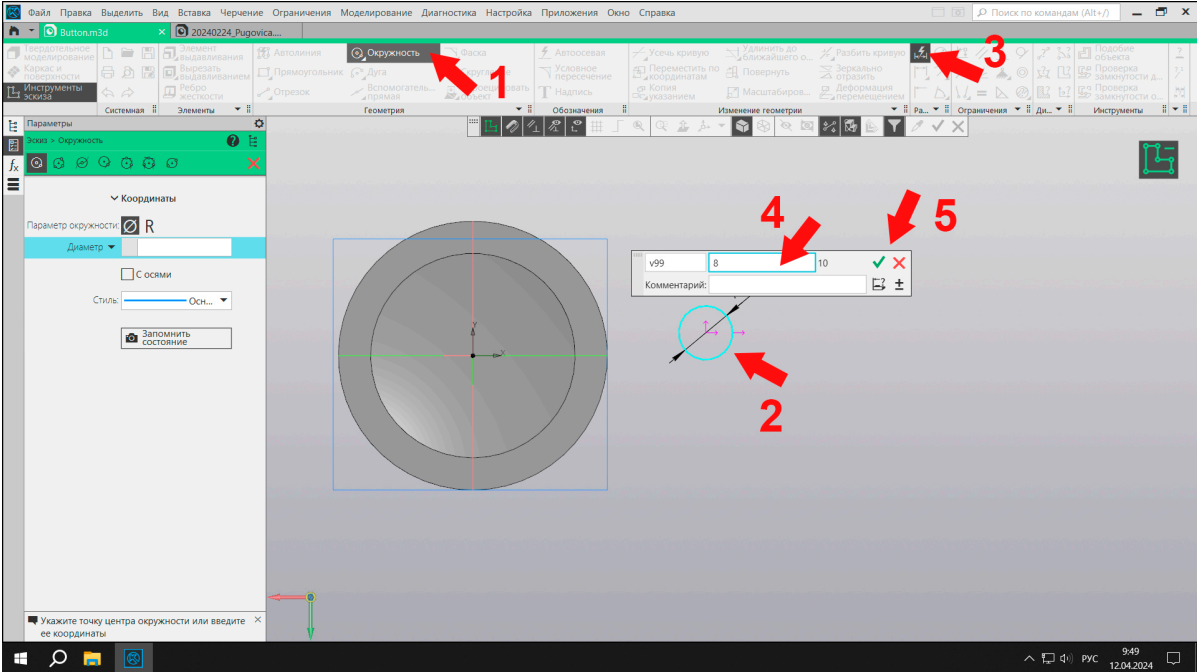
Поз.	Наименование	Эскиз
8.	<p>Аналогичным образом проставьте остальные размеры, как на рисунке.</p> <p>При выделении размерной линии, у нее появляются квадратные маркеры, которые позволяют изменять местоположение самой линии и числа. Поэкспериментируйте, просто переместите один из маркеров.</p> <p>Кроме этого, вы заметили, что наша дуга изменила свое местоположение. Она пока имеет степени свободы, поэтому так произошло. В следующем шаге мы это исправим.</p>	

Поз.	Наименование	Эскиз
9.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Давайте укажем радиус дуги. Для этого воспользуемся все тем же инструментом «Авто-размер». 2. Щелкните по дуге и потяните мышь немного правее, щелкнем еще раз в нужном месте. У нас появится радиальный размер, теперь необходимо изменить его. Введите в появившемся окне число «100». 	 <p>The screenshot displays the CAD software interface with a sketch of a circular arc. The top toolbar contains various tools, with a red arrow labeled '1' pointing to the 'Autodimension' tool. The 'Parameters' panel on the left shows the 'Radial Dimension' settings, with the radius value 'R16,57'. A small dialog box is open over the dimension line, showing the value '100' in the input field. A second red arrow labeled '2' points to the dimension line being created on the arc.</p>


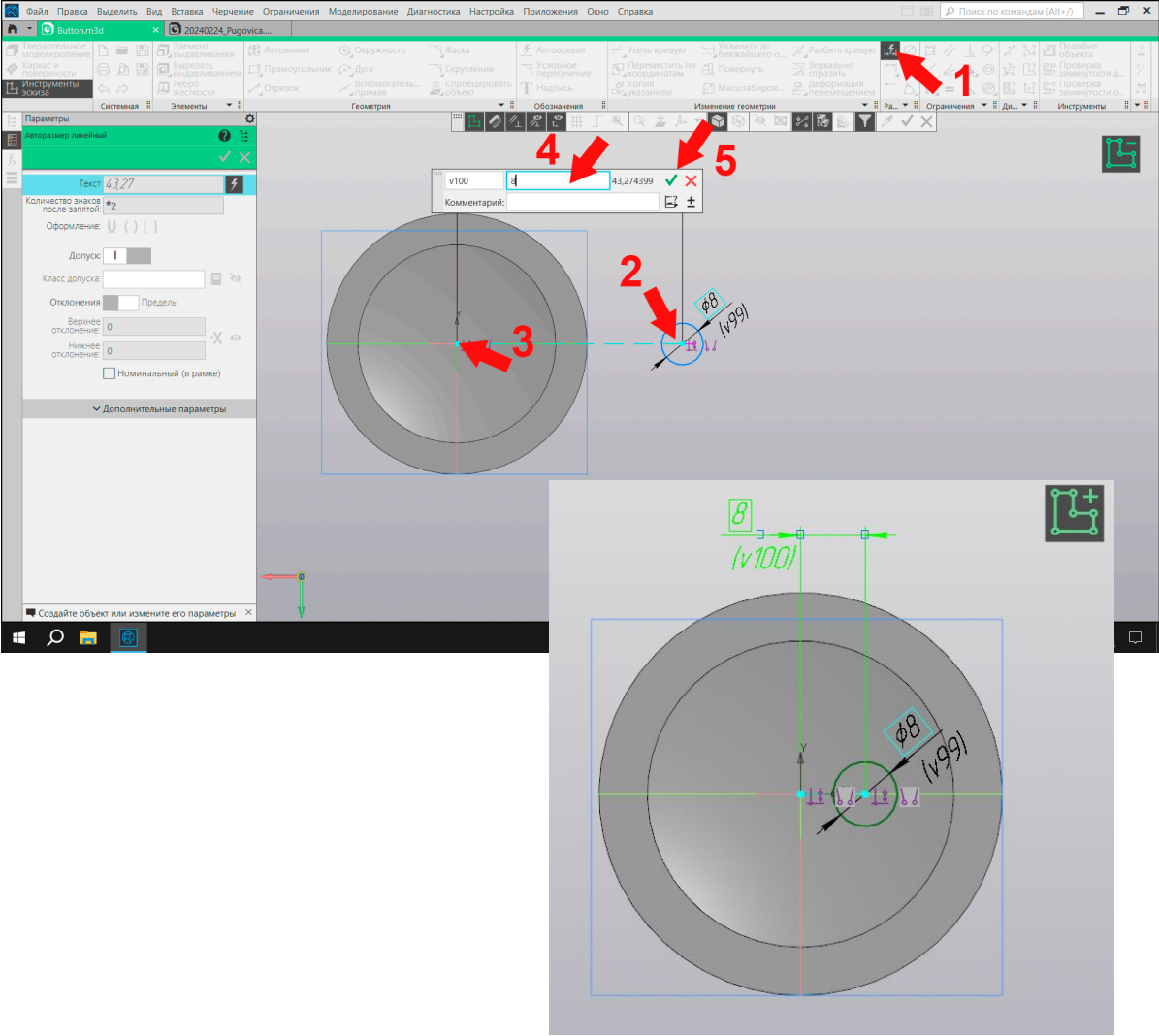
Поз.	Наименование	Эскиз
10.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Теперь нам необходимо убрать степень свободы у центра нашей дуги, для этого воспользуемся инструментом «Выравнивание». 2. Щелкнем мышью сначала в центре координат. 3. А затем в центре дуги. 4. В появившемся перекрестии выберем вертикаль. <p>Закройте инструмент.</p> <p>Поправьте расположение размерных линий, у вас должен получиться определенный эскиз с выставленными размерами, как на рисунке.</p> <p>Эскиз можно закрыть, щелкнув по значку «Эскиз».</p>	

Поз.	Наименование	Эскиз
11.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Убедитесь, что выделен «Эскиз 1». 2. Выберите из списка «Элемент выдавливания» инструмент «Элемент вращения». 3. В появившейся панели щелкните в поле «Ось». 4. Затем укажите «Ось Z», выделив ее (щелкните на ней). У Вас появится фантом как на рисунке. 5. Примените изменения, щелкнув на зеленой галочке, а затем закройте инструмент, щелкнув на красный крестик. <p>Если Вы все правильно сделали у Вас получится форма, как на рисунке.</p>	

Поз.	Наименование	Эскиз
12.	<p>Основную форму мы сделали. Давайте займемся отверстиями.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. В списке «Ориентация» выберете «Изометрия». 2. Чтобы указать плоскость построения нового эскиза, щелкните на горизонтальной плоскости «Плоскость XY». 3. Щелкните на иконке «Эскиз». 	 <p>The screenshot shows the CAD software interface with a 3D model of a cylindrical part. A sketch plane is defined on the top surface of the cylinder. Red arrows and numbers indicate the steps described in the text:</p> <ul style="list-style-type: none"> Arrow 1 points to the 'Изометрия' (Isometric) option in the sketch orientation menu. Arrow 2 points to the 'Плоскость XY' (XY Plane) in the feature tree. Arrow 3 points to the 'Эскиз' (Sketch) icon in the top toolbar.

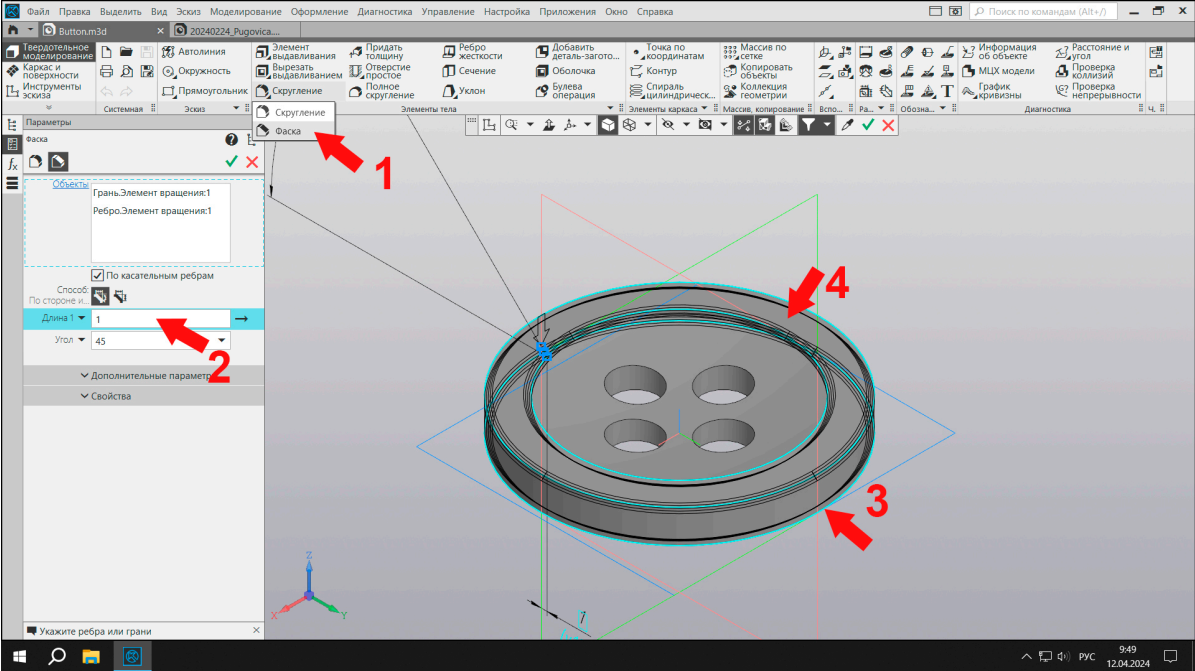
Поз.	Наименование	Эскиз
13.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Воспользуемся инструментом «Окружность». 2. Создадим правее нашей формы окружность (щелкнем и немного потянем мышь вправо, закрепим щелчком построение). 3. Выберем инструмент «Авторазамер», щелкнем на контуре окружности. 4. В появившемся окне введем число «8». 5. Применим изменения, щелкнув на зеленой галочке. 	 <p>The screenshot shows the AutoCAD software interface. The ribbon is set to the 'Sketch' tab, and the 'Circle' tool is selected. A circle is being created on the right side of a sketch. Red arrows indicate the following steps: 1. Selecting the 'Circle' tool from the ribbon; 2. Clicking and dragging to create the circle; 3. Clicking the 'Fix' icon to lock the circle; 4. Clicking the 'Dimension' tool; 5. Confirming the dimension value '8' in the dialog box.</p>

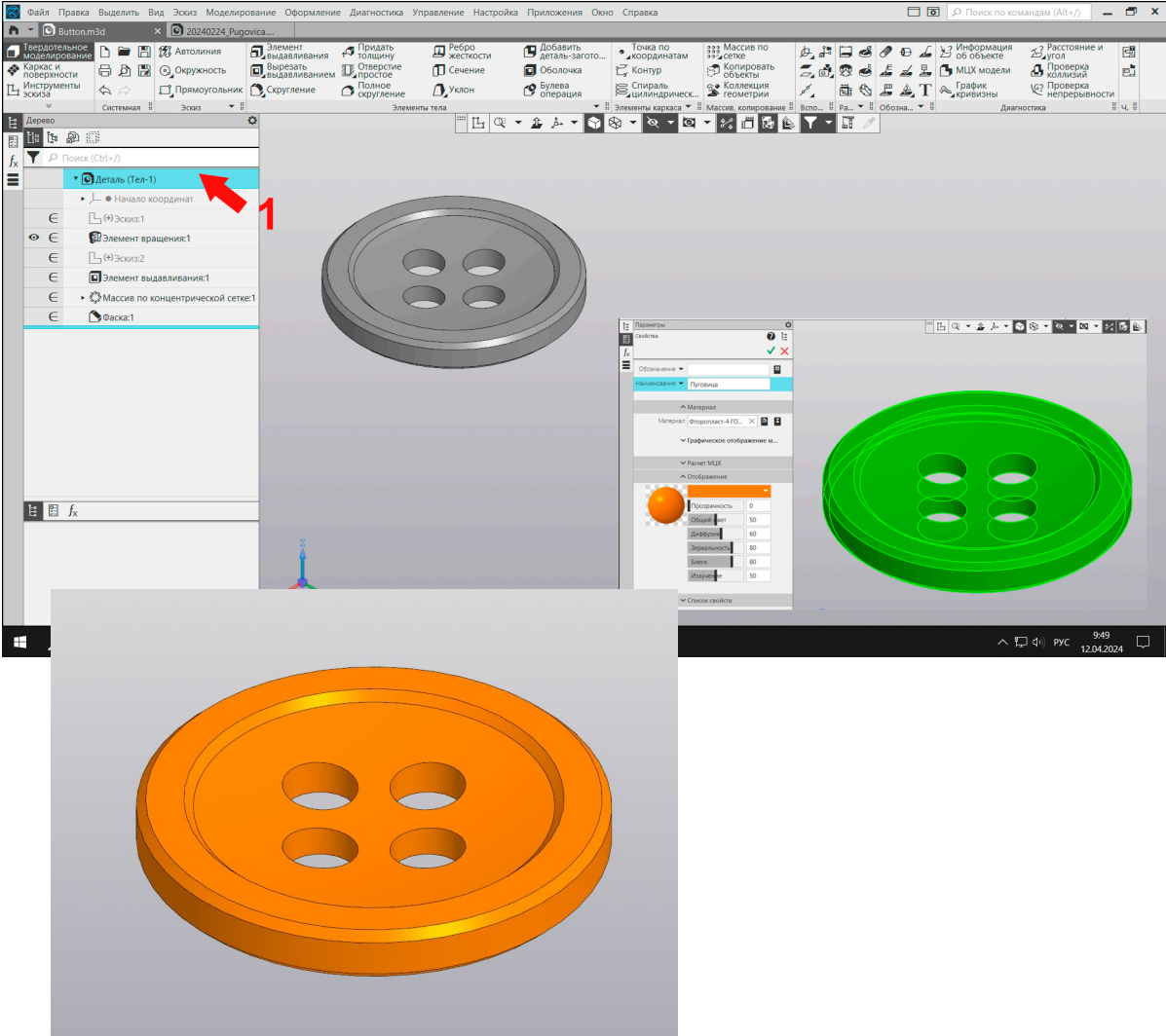
Поз.	Наименование	Эскиз
14.	<p>Сделаем эскиз определенным.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Выравниваем окружность относительно центра координат, воспользуемся инструментом «Выравнивание». 2. Сначала щелкнем в центре окружности. 3. Затем щелкнем в центре координат. 4. Появятся вертикальная и горизонтальная штриховые линии, выберем вторую. <p>Появится штриховая бирюзовая линия. Показывающая выравнивание нашей окружности относительно центра.</p>	<p>The screenshot shows the CAD software interface with the 'Align' tool active. The tool palette is visible at the top, and the 'Align' tool is highlighted. The main workspace shows a 3D model of a cylinder with a circular cross-section. A blue bounding box is around the circle. Red arrows indicate the sequence of clicks: 1 on the center of the circle, 2 on the origin (0,0,0), 3 on the horizontal dashed line, and 4 on the vertical dashed line. A cyan dashed line indicates the final alignment. The 'Parameters' panel on the left shows the objects being aligned: 'Окружность' (Circle) and 'Точка' (Point).</p>

Поз.	Наименование	Эскиз
15.	<p>Проставим размер расстояния от центра координат до центра нашей окружности.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Выберите инструмент «Автора размер». 2. Щелкните на центр окружности. 3. Затем щелкните в центре координат. 4. Потяните мышь вверх, закрепите щелчком размерную линию. 5. В появившемся диалоговом окне, введите число «8». 6. Примените изменения, щелкну на зеленой галочке. <p>Контур окружности должен окрасить в зеленый цвет и эскиз станет определенным. Можно его закрыть.</p> 	

Поз.	Наименование	Эскиз
16.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Убедитесь, что выделен «Эскиз 1». 2. Выберите инструмент «Вырезать выдавливанием». 3. Измените направление выдавливания (щелкните по стрелочке напротив поля «Расстояние»). Остальные параметры можно оставить без изменения. 4. Примените изменения. Щелкнув по зеленой галочке и закройте инструмент, щелкнув по красному крестику. <p>В вашей форме должно появиться сквозное отверстие, как на рисунке.</p>	<p>The screenshot shows the CAD software interface with the 'Extrude Cut' tool active. The 'Parameters' panel is open, showing the 'Distance' field set to 'T0' and the 'Direction' set to 'Through all'. Red arrows indicate the steps: 1. Selecting 'Sketch2' in the tree, 2. Clicking the 'Extrude Cut' tool icon, 3. Clicking the 'Distance' field, and 4. Clicking the 'Apply' button. A green arrow points to the final model with a hole.</p>

Поз.	Наименование	Эскиз
17.	<p>Чтобы не тратить время на построение остальных отверстий, воспользуемся клонированием этого элемента.</p> <ol style="list-style-type: none"> Для начала укажем какой элемент будем клонировать. Щелкните на цилиндрической поверхности нашего отверстия. Поверхность окрасится в зеленый цвет. Выберем в списке инструмента «Массив по сетке» инструмент «Массив по концентрической сетке». Щелкните на поле «Ось». Щелкните по иконке «Дерево». Откроется список. Укажите в качестве оси «Ось Z» В поле «Экземпляров по направлению» укажите «4». Примените изменения, щелкнув по зеленой галочке и закройте панель крестиком. <p>В вашей модели появятся отверстия, как на рисунке.</p>	

Поз.	Наименование	Эскиз
18.	<p>Добавим фаски.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Нажмите и немного подержите на инструменте «Скругление». В выпадающем списке выберите «Фаска». 2. Введите в поле «Длина 1» число «1». 3. Щелкните на нижнем ребре нашей модели. 4. А затем щелкните по верхней грани. <p>В поле «Объекты» должны отобразиться эти элементы. Если вы случайно выделили не тот элемент. В этом поле его можно удалить, тем самым снять с него выделение.</p> <p>Примените изменение, щелкнув по зеленой галочке и закройте инструмент.</p>	

Поз.	Наименование	Эскиз
19.	<p>Сохраните файл. Модель готова. Вы можете добавить на свое усмотрение еще ряд элементов.</p> <p>1. Вы можете раскрасить модель в разделе «Деталь» (двойным щелчком).</p> <p><i>Сохранив файл с расширением .stl Вы можете подготовить Вашу модель для последующей печати на 3D-принтере.</i></p>	

Объект «Органайзер «Подводная лодка»

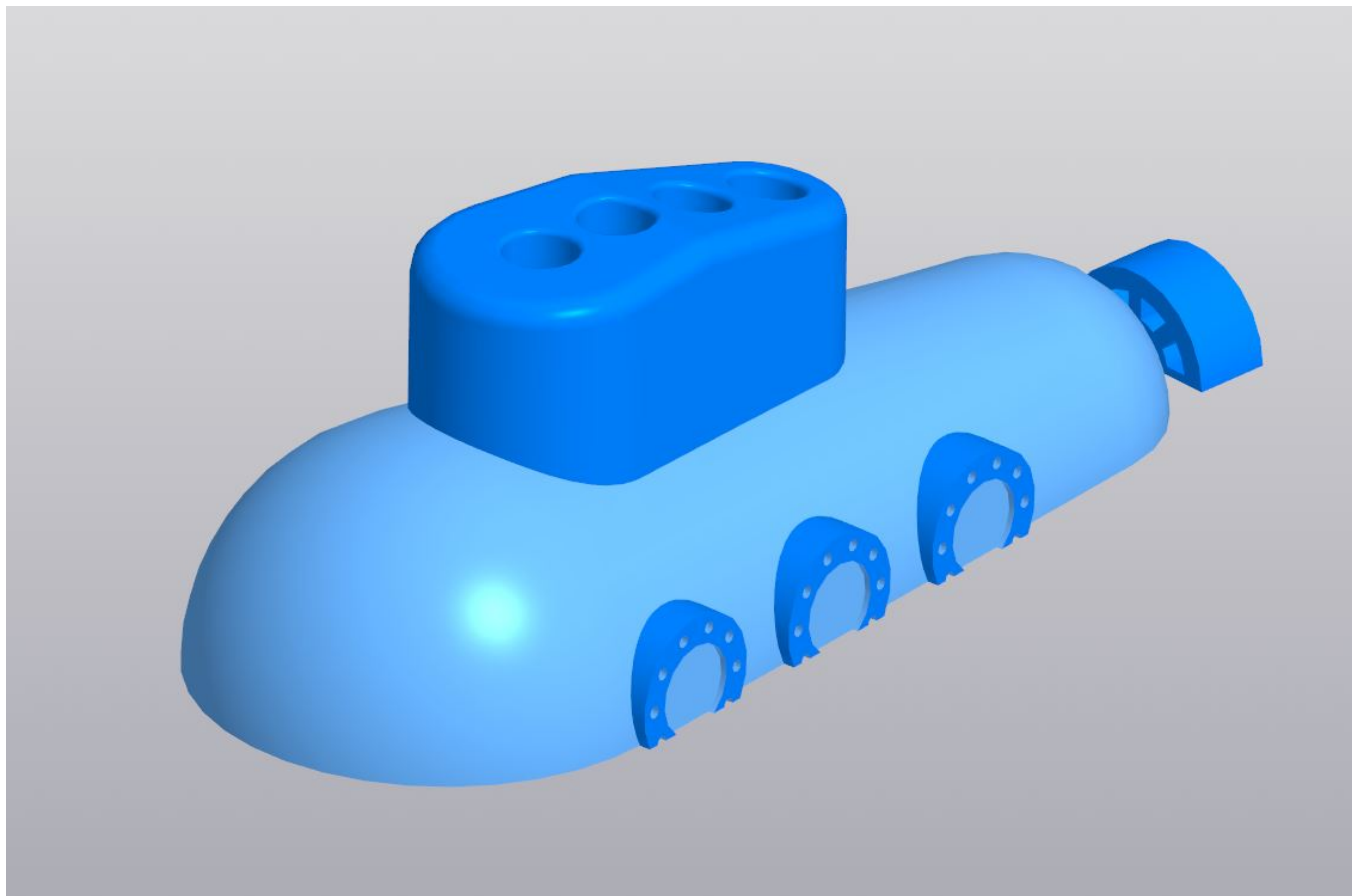
Мы предлагаем Вам изготовить вместе с нами изделие «ОРГАНАЙЗЕР «ПОДВОДНАЯ ЛОДКА».

Это однодетальное декоративное изделие, на примере моделирования которого, мы познакомимся с основами создания трехмерных моделей в САПР российской разработки «КОМПАС-3D».

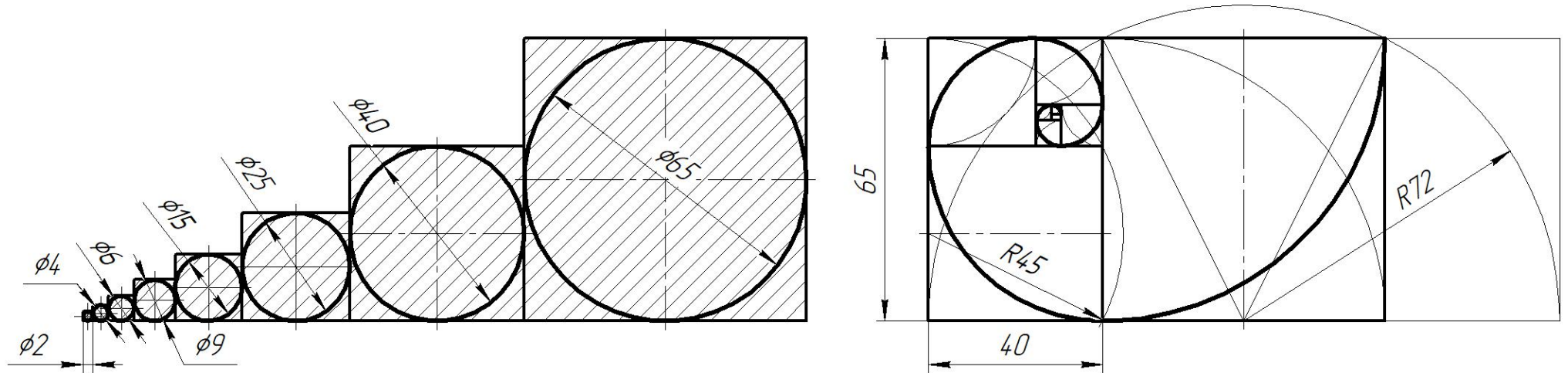
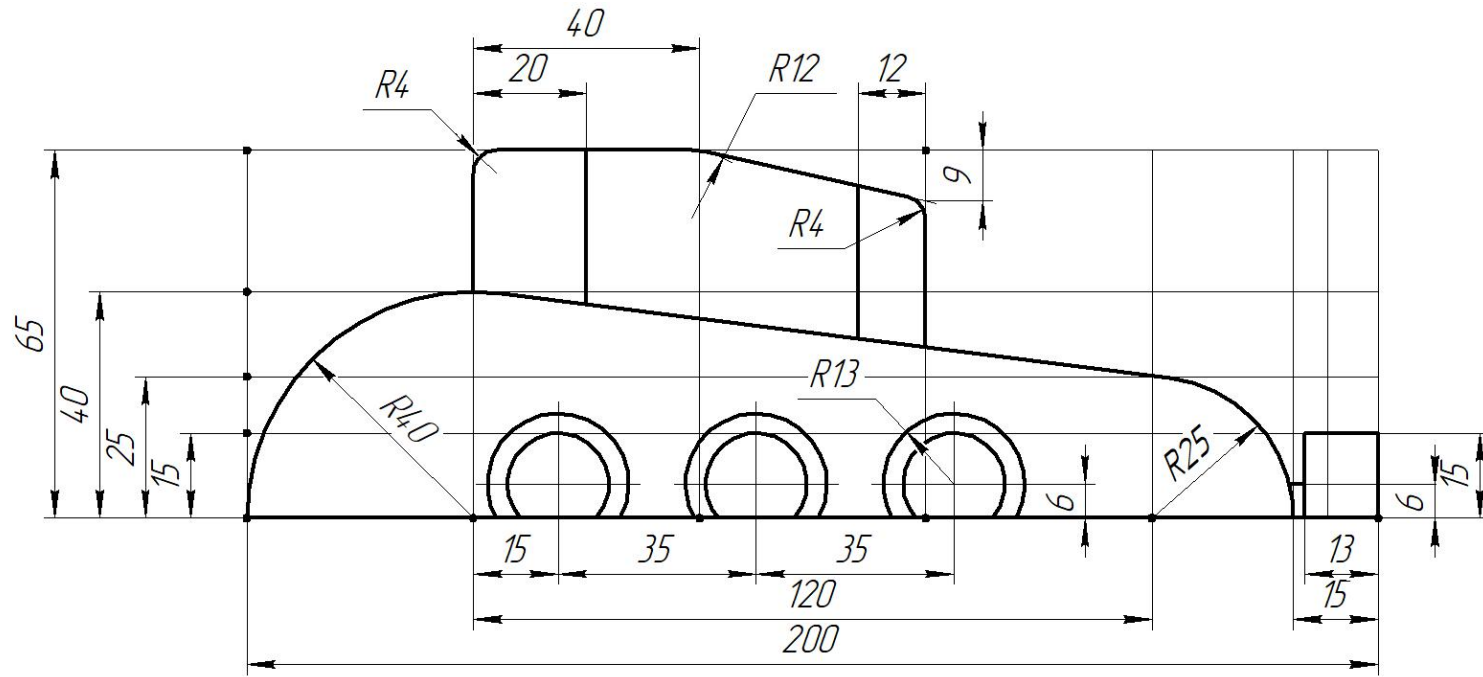
Основной функцией данного изделия является возможность хранения различных канцелярских принадлежностей: ручек, карандашей, скрепок, визиток и прочее.

Материал PLA-пластик.

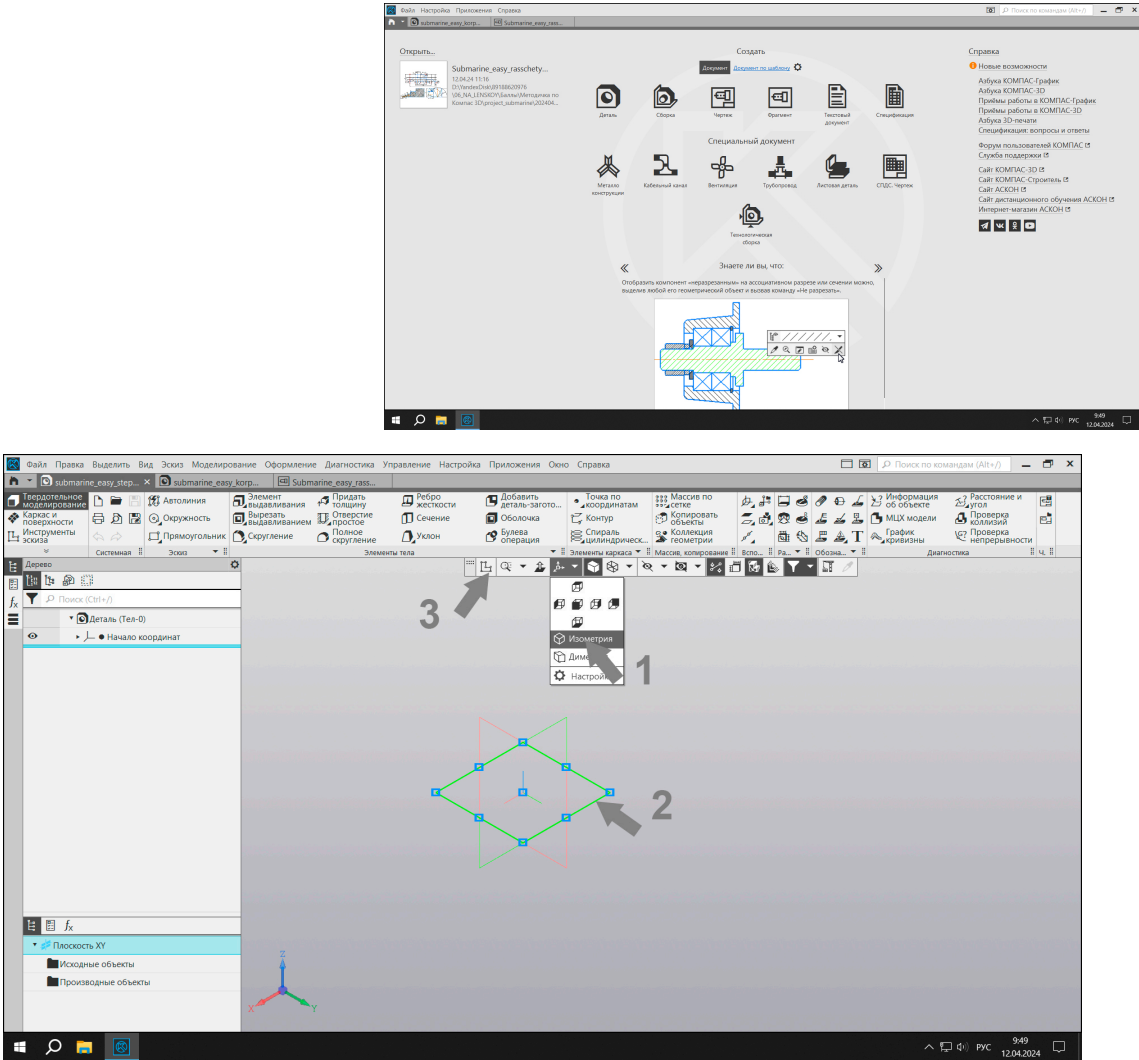
В последующем, изделие может быть усложнено, в него могут быть добавлены различные ящички, дополнительные отверстия и другие элементы, придающие изделию дополнительную функциональность.

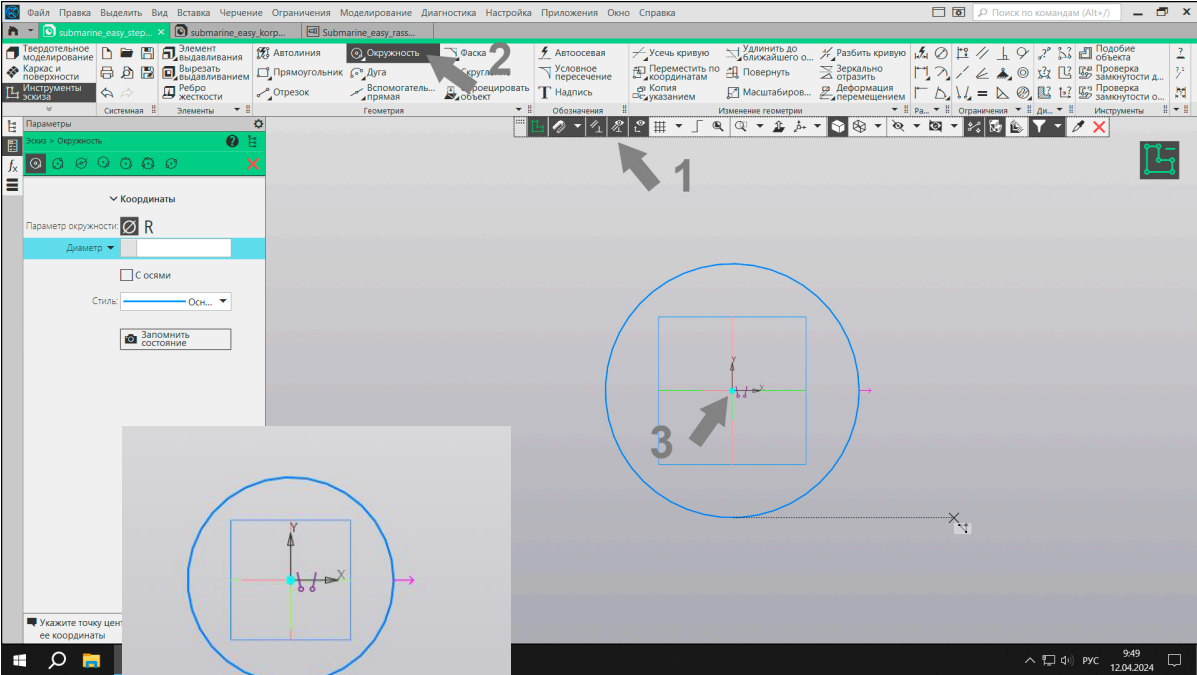


РАСЧЕТЫ

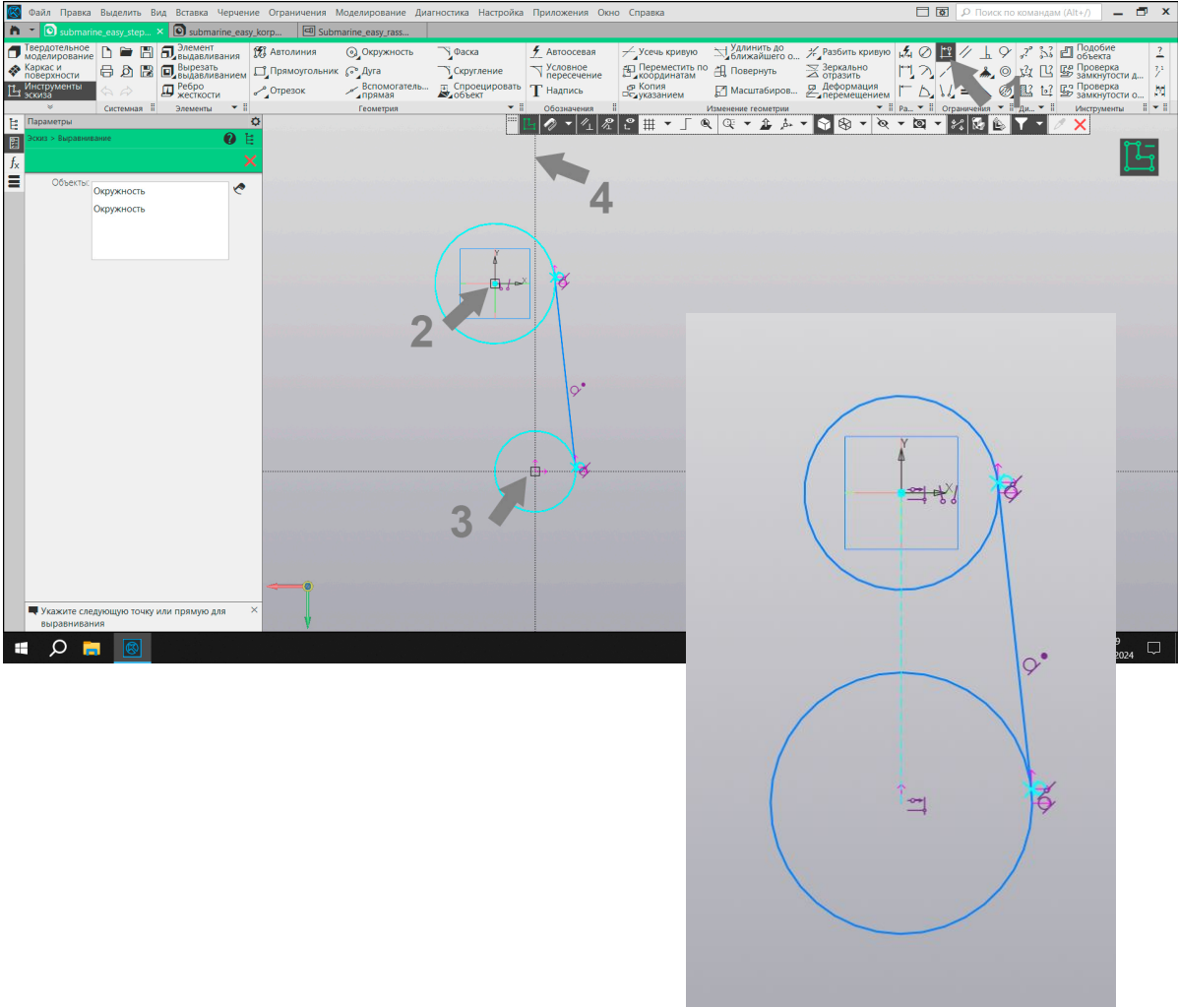


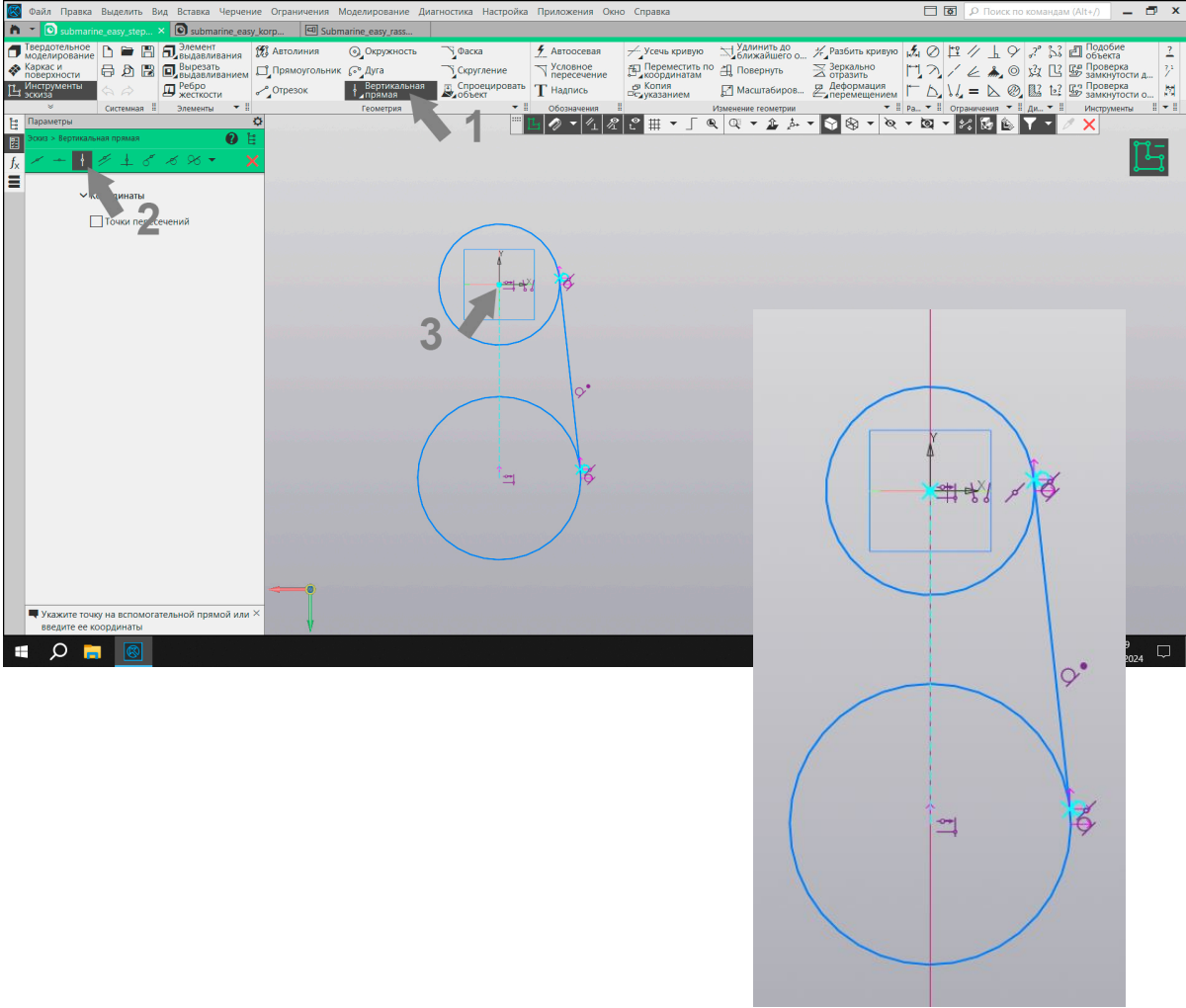
ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

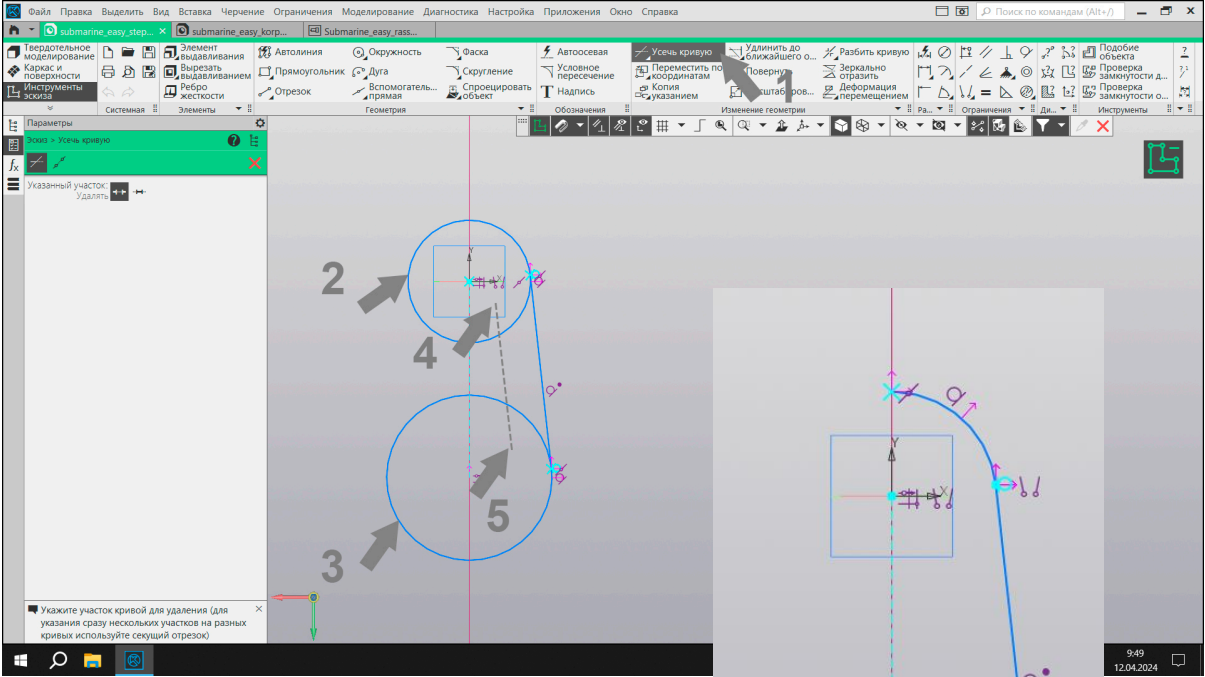
Поз.	Наименование	Эскиз
1.	<p>Запустите КОМПАС-3D и Выберите режим «Деталь».</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Выберите в Выпадающем списке «Ориентация» режим отображения «Изометрия». 2. Выберите Плоскость XY (щелкните по горизонтальной, синей плоскости) левой клавишей мыши). 3. Перейдите в режим создания эскиза, нажав на инструмент «Эскиз». 	

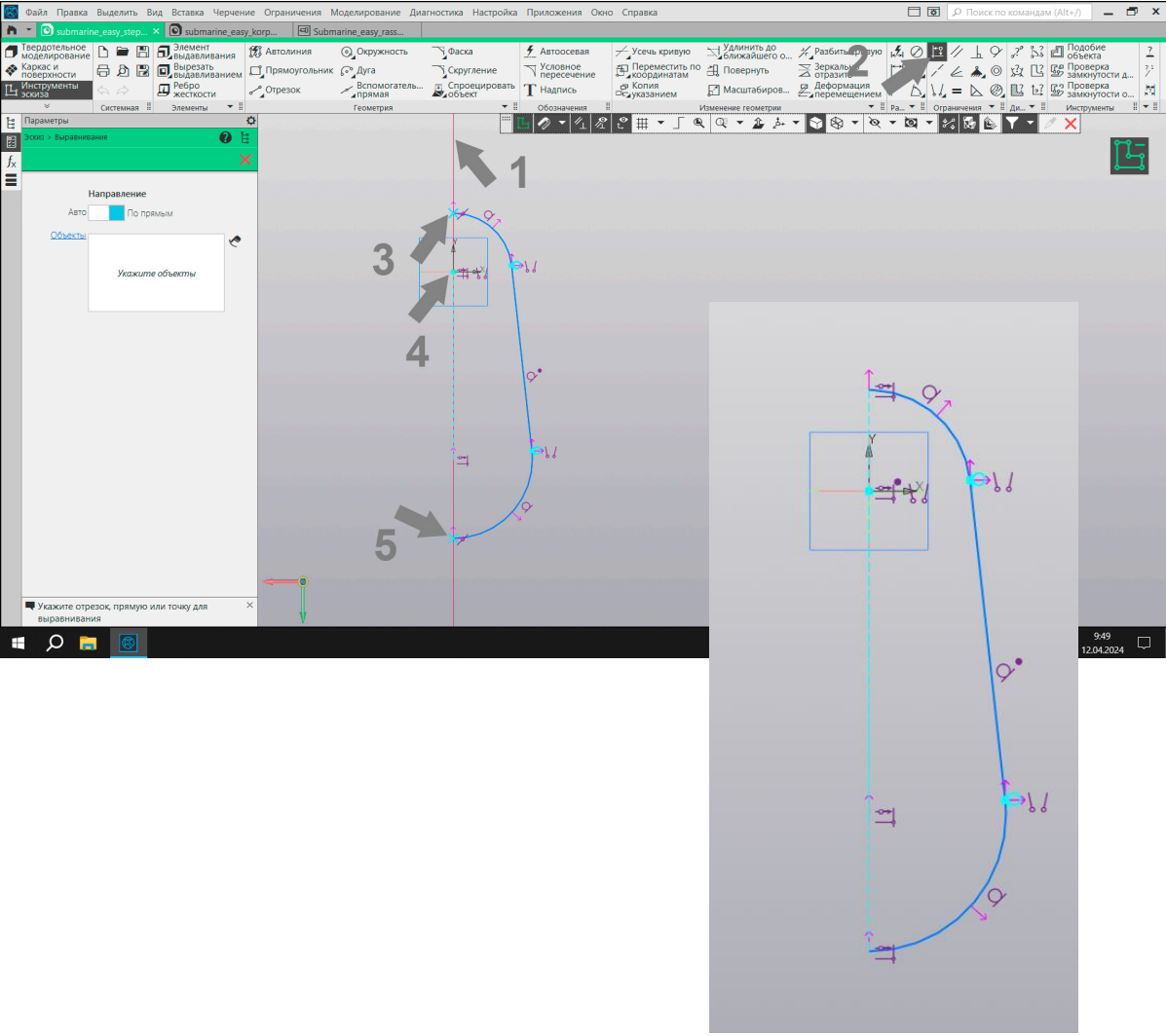
Поз.	Наименование	Эскиз
2.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Убедитесь, что все необходимые инструменты для параметризации и контроля включены. 2. Выберите инструмент «Окружность». 3. Щелкните левой кнопкой мыши в центре координат и потяните мышью в сторону. Появится синяя окружность, а также бирюзовая точка привязки в центре и розовая стрелка (степень свободы окружности). 4. Ниже первой окружности, по аналогии, создайте вторую окружность. Она в отличие от первой появится с тремя степенями свободы*. Позже мы избавимся от этих степеней свободы и сделаем эскиз определенным. <p>-----</p> <p>* В идеале не должно быть степеней свободы, чтобы эскиз был определенным.</p>	

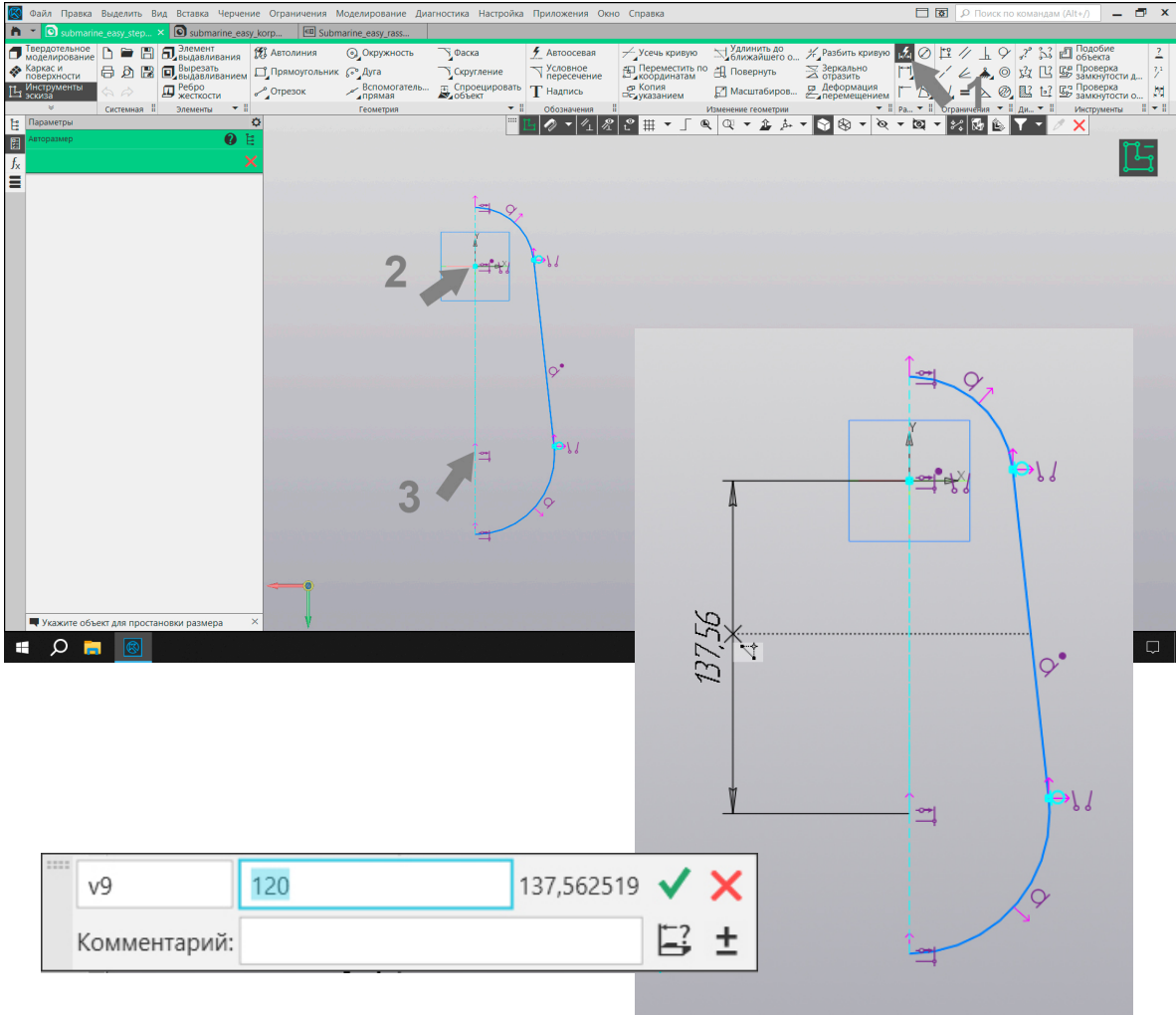
Поз.	Наименование	Эскиз
3.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Выберите инструмент «Отрезок». 2. В его параметрах укажите инструмент «Отрезок, касательный к двум кривым». 3. Щелкните по первой окружности (она выделится бирюзовым цветом) затем щелкните по второй окружности (она также выделится цветом) и появятся штриховые линии, предлагающие указать нужный вариант. 4. Необходимо выбрать вариант, указанный на рисунке. 5. Линии окрасятся в синий цвет. 	<p>The screenshot displays the AutoCAD software interface. The top ribbon shows the 'Trim' tool selected. The 'Properties' panel on the left shows the 'Trim' tool settings, with the 'Tangent to two curves' option selected. The main workspace shows a diagram illustrating the process of creating a tangent line between two circles. The diagram is divided into four numbered steps: 1. Selecting the 'Trim' tool. 2. Selecting the 'Tangent to two curves' option in the settings. 3. Clicking on the two circles. 4. The resulting tangent line between the circles.</p>

Поз.	Наименование	Эскиз
4.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Выберите инструмент «Выравнивание». 2. Щелкните на бирюзовой точке (в центре первой окружности). 3. Затем щелкните в центре второй окружности, появится вертикальная и горизонтальная линии выравнивания. 4. Выберите первую (вертикальную). 5. Окружности выровняются (появится штриховая бирюзовая линия между центрами окружностей). Линии окрасятся в синий цвет. 	


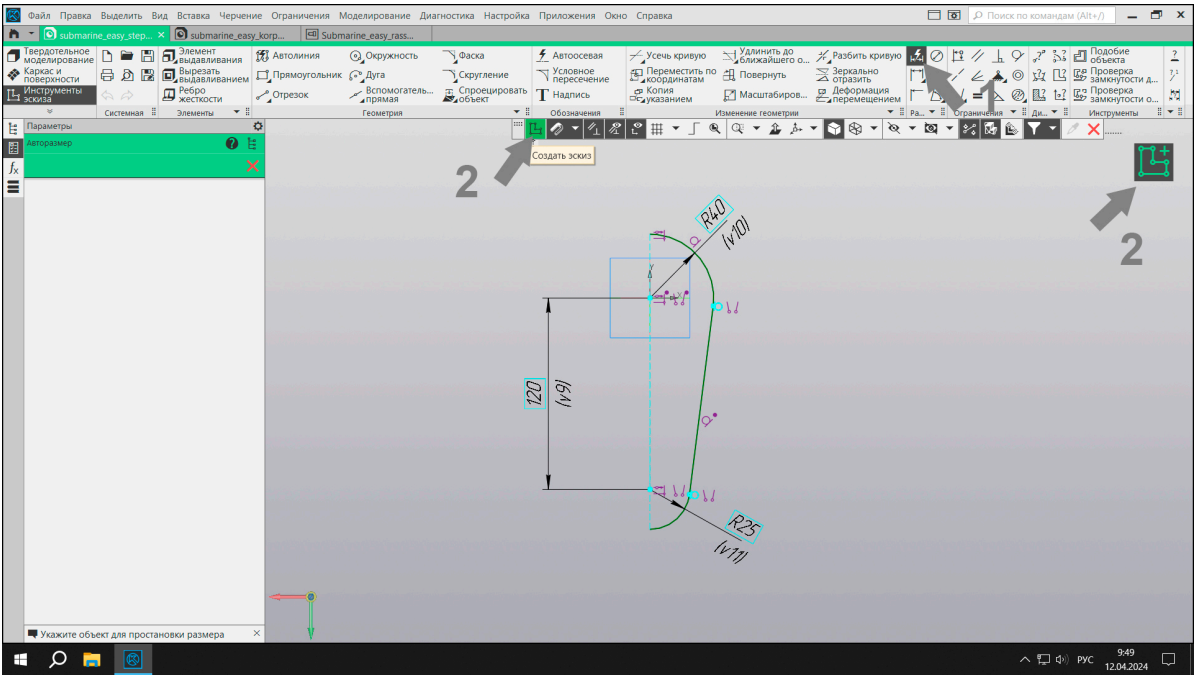
Поз.	Наименование	Эскиз
5.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Выберите инструмент «Вспомогательная прямая». 2. Выберите «Вертикальная прямая». 3. Щелкните в центре первой окружности, появится розовая вертикальная линия (она поможет нам удалить части окружностей). 	

Поз.	Наименование	Эскиз
6.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Выберите инструмент «Усечь кривую». 2. Щелкните слева от вспомогательной прямой по первой окружности. Половина окружности исчезнет. 3. Щелкните, по аналогии, по второй окружности. Половина второй окружности также исчезнет. 4. Необходимо удалить некоторые части обеих окружностей. Для этого проведите инструментом «Усечь кривую» от точки «4» до точки «5». 5. Получим следующий результат. 	 <p>The screenshot displays the 'Trim Curve' tool in a CAD application. The left panel shows the tool's parameters, including a 'Trim' button and a 'Delete' button. The main workspace shows two circles and a vertical dashed line. The right panel shows the result of the operation, with the circles partially cut off. The software interface includes a menu bar, a ribbon with various tools, and a parameter panel on the left.</p>

Поз.	Наименование	Эскиз
7.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Удалим вспомогательную прямую, нам она больше не понадобится. Выделите ее, щелкнув по ней. Она окрасится в зеленый цвет. Затем на клавиатуре нажмите клавишу «Delete». 2. Еще одним способом от избавления лишних степеней свободы является - простановка размеров. Выберите инструмент «Авторазмер». 3. Щелкните сначала в точку «3», затем в точку «4». У точки «3» исчезнет розовая стрелка вправо. Мы выровняли точки относительно друг друга. 4. Прodelайте аналогичную операцию с точками «5» и «4». 	

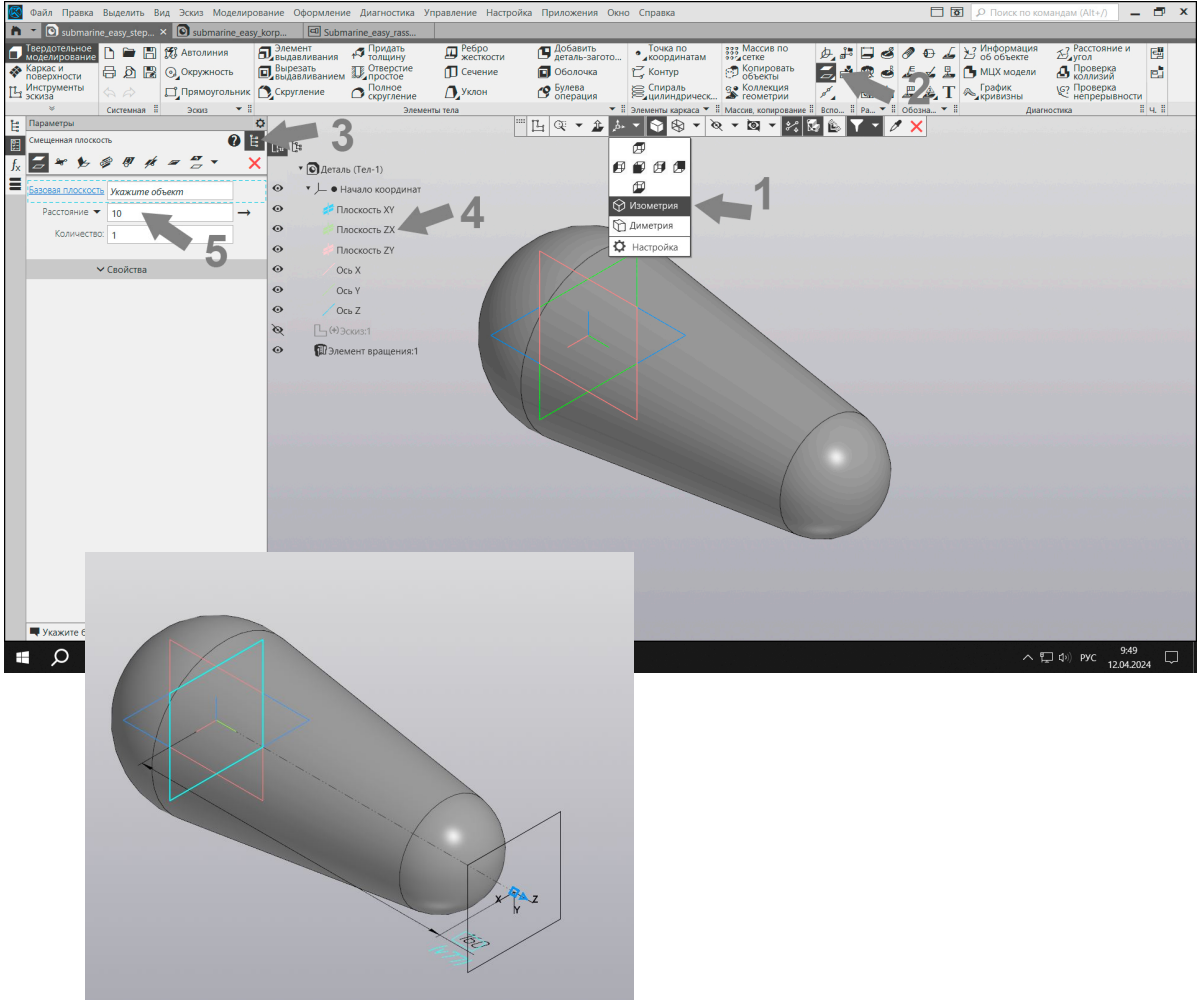
Поз.	Наименование	Эскиз
8.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Укажем размер между центрами дуг. Для этого выберем инструмент «Авторазмер». 2. Щелкнем левой клавишей мыши в центр первой дуги, затем второй и потянем мышью влево. Щелкните левой клавишей мыши. Чтобы зафиксировать размер. 3. Появится поле ввода размера. Введите число 120 и нажмите зеленую галочку. 	 <p>The screenshot shows the 'Авторазмер' (Auto Dimension) tool in a CAD application. The tool is being used to dimension the distance between the centers of two arcs in a sketch. The dimension value is set to 120. The interface includes a menu bar, a toolbar, and a parameter panel on the left.</p>

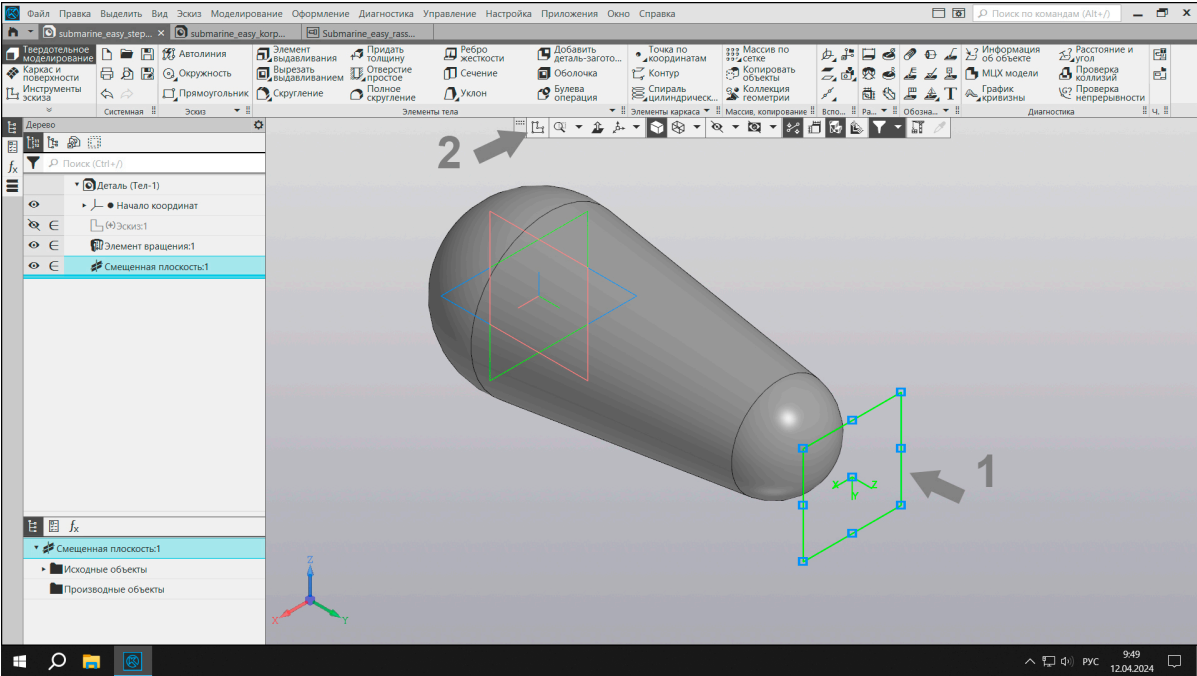
Поз.	Наименование	Эскиз
9.	<ol style="list-style-type: none"> Инструментом «Авторазмер». Изменим радиусы дуг. Для этого щелкните по контуру первой дуги и потяните мышь вправо и вверх. Укажите радиус дуги, введите в поле появившегося диалогового окна число «40» и нажмите зеленую галочку. Аналогичным способом укажите радиус второй дуги «25». 	<p>The screenshot displays the CAD software interface with the 'Авторазмер' (Dimension) tool active. The main workspace shows a sketch of a curved part with a vertical dimension of 120 and a radius dimension of R37.51. A dialog box is open at the bottom, showing 'v10' with a value of '40' and a preview of '37,510218'. A second dialog box is also visible, showing a radius of '25'.</p>

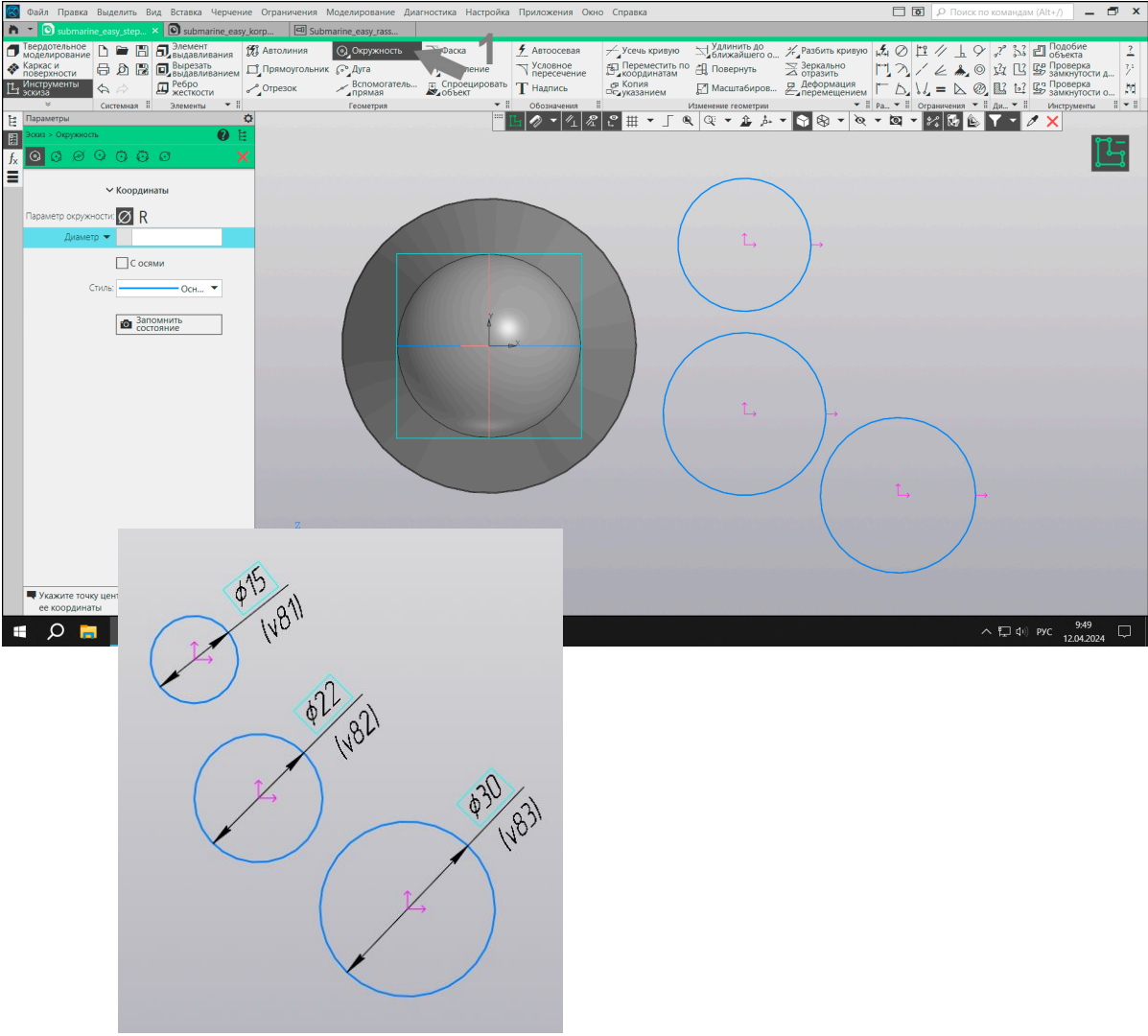
Поз.	Наименование	Эскиз
10.	<p>1. Если Вы все правильно сделали, у вас получится следующий результат. Контур эскиза окрасится в зеленый цвет. А на значке «Эскиз» появится плюсики.*</p>  <p>Розовых стрелочек не станет (нет степеней свободы) — эскиз в этом случае станет определенным.</p> <p>2. Теперь можно продолжить работу и выйти из режима «Эскиз», нажав на соответствующую иконку (воспользуйтесь одним или другим, удобным для вас способом).</p> <p>-----</p> <p>* Эта очень полезная функция, которая позволяет быстрее и легче выявить элементы эскиза с оставшимися степенями свободы, тем самым ускоряет процесс создания определенных эскизов (функция-подсказка о том, что эскиз стал определенным, появилась только в КОМПАС-3D v22.)</p>	

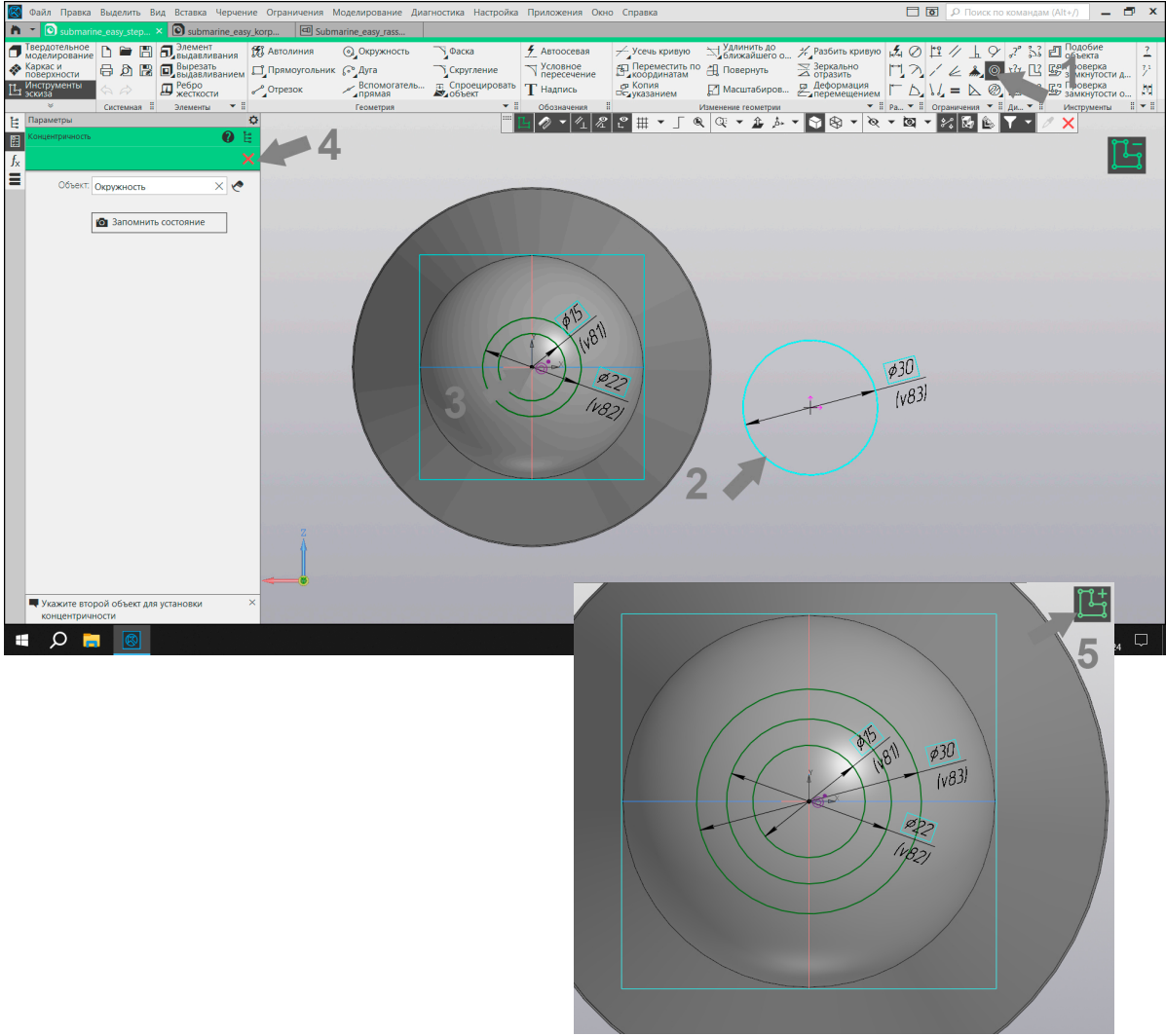
Поз.	Наименование	Эскиз
11.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Выберите в списке «Ориентация» режим отображения «Изометрия». 2. Обязательно убедитесь, что Выделен в дереве построения модели «Эскиз1». Если это не так, щелкните на нем. Именно с ним мы будем сейчас работать. 	

Поз.	Наименование	Эскиз
12.	<ol style="list-style-type: none"> Нажмите и немного подержите мышь на инструменте «Элемент Выдавливания», откроется Выпадающее меню с набором инструментов. Выберите «Элемент вращения». Откроется панель «Параметры», в котором мы настроим и применим необходимые команды. Убедитесь, что в поле «Сечение» указан «Эскиз1», а в поле «Ось» необходимо указать ось вращения вокруг которой будет совершено вращение нашего эскиза. Щелкните на поле «Ось» и укажите ось «Y», щелкнув по зеленой оси (цифра «4»), ось будет Выделена и в рабочем пространстве появится фантом операции вращения, как на рисунке. Примените изменения, нажав на зеленую галочку в панели «Параметры». Вы получите трехмерный объект, как на рисунке. Закройте панель «Параметры», нажав на красный крестик. 	

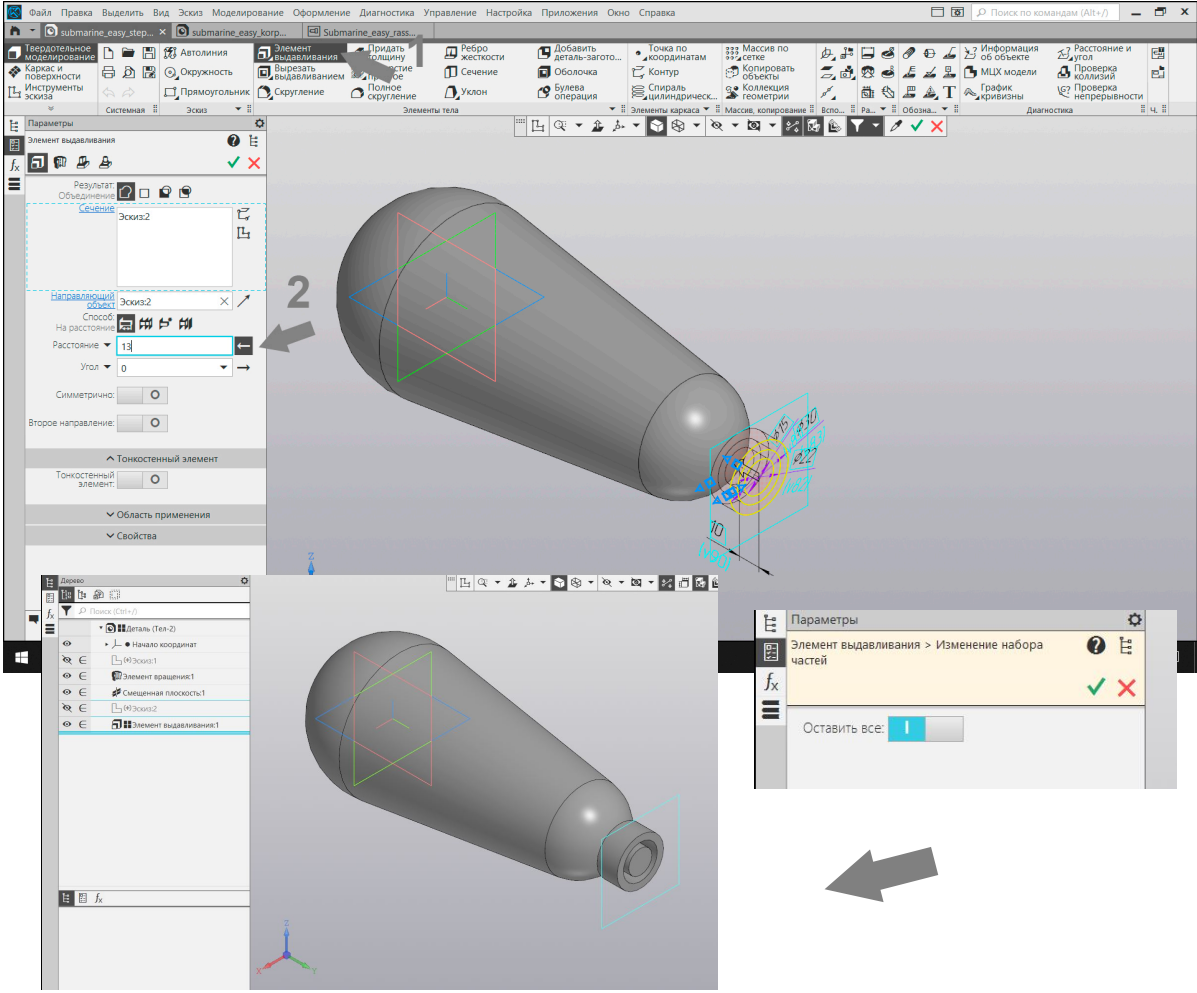
Поз.	Наименование	Эскиз
13.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Выберите режим «Изометрия». 2. Для дальнейших построений. Нам необходимо добавить к трем уже имеющимся основным плоскостям, еще одну. Для этого щелкните на инструменте «Смещенная плоскость». Откроется окно «Параметры». 3. Нам необходимо в качестве базовой плоскости в поле «Базовая плоскость» указать плоскость ZX (зеленую), но нам мешает это сделать наш трехмерный объект, поэтому воспользуемся инструментом «Дерево». 4. В открывшемся списке укажем «Плоскость ZX». 5. В поле «Расстояние» введем число «160». 6. Примените изменения, нажав на зеленую стрелку. А затем закройте окно «Параметры», нажав красный крестик. 	

Поз.	Наименование	Эскиз
14.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Для создания очередного эскиза нам понадобится выбрать только что созданную нами плоскость. Щелкните на ней. 2. Затем щелкните на инструменте «Эскиз». 	

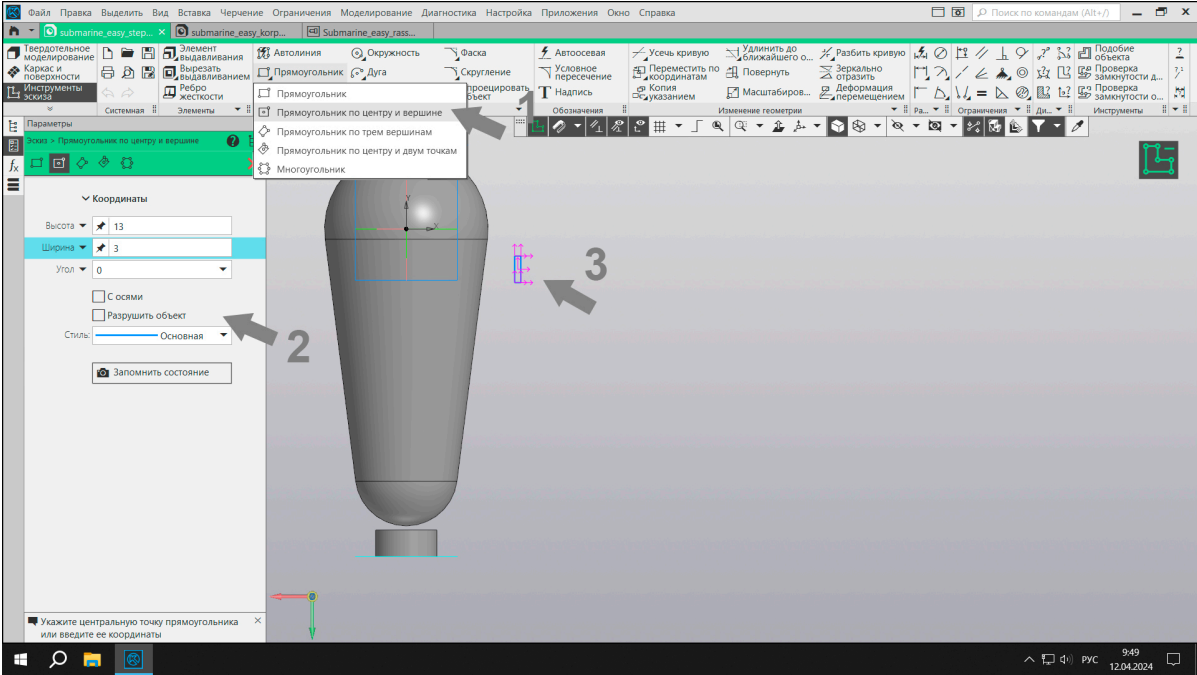
Поз.	Наименование	Эскиз
15.	<ol style="list-style-type: none"> Создадим три произвольные окружности. Воспользуемся инструментом «Авторазмер» и проставим размеры (R): «15», «22», «30». Закроем инструмент, нажав на красный крестик панель «Параметры». 	 <p>The screenshot displays the CAD software interface with a sketch of three circles. The 'Parameters' panel is open, showing the 'Radius' parameter set to 'R'. An inset image shows the three circles with dimensions: $\phi 15$ (v81), $\phi 22$ (v82), and $\phi 30$ (v83).</p>

Поз.	Наименование	Эскиз
16.	<p>1. Сделаем эскиз определенным. Для этого выровняем все окружности в центре координат с помощью инструмента «Концентричность» по следующему алгоритму:</p> <ul style="list-style-type: none"> • щелкаем по контуру окружности «2»; • второй щелчок в центре координат «3». <p>В результате действий окружность переместилась в центр эскиза и окрасилась в зеленый цвет.</p> <p>3. Повторим действия для остальных окружностей.</p> <p>4. Теперь закроем инструмент, нажав красный крестик. В итоге, все окружности в центре, эскиз стал определенным, о чем свидетельствует зеленый плюсики.</p> <p>5. Выйдем из режима «Эскиз», нажав на соответствующую иконку.</p>	 <p>The screenshot shows the 'Concentricity' tool interface in a CAD application. The tool's parameters panel on the left shows 'Объект: Окружность' and a 'Запомнить состояние' button. The main workspace displays a sketch with three concentric circles. The innermost circle has a diameter of $\phi 15$ (v81), the middle one $\phi 22$ (v82), and the outermost one $\phi 30$ (v83). The circles are being aligned to the coordinate system center. Arrows and numbers 1-5 indicate the steps described in the text.</p>




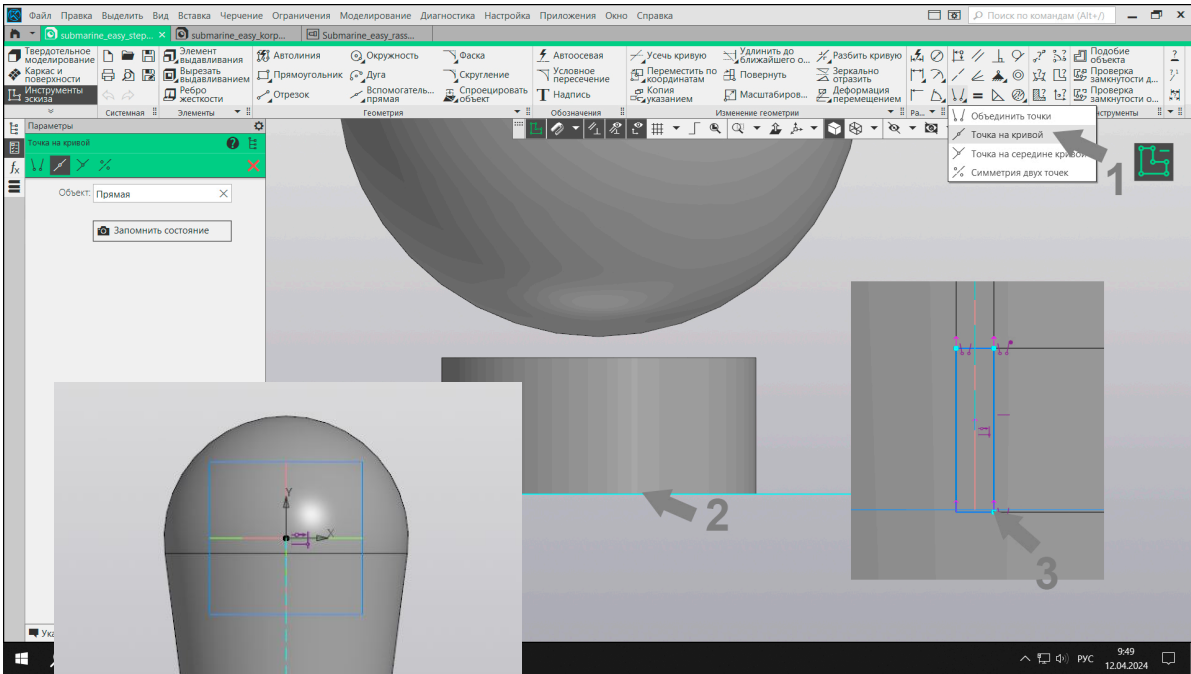
Поз.	Наименование	Эскиз
17.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Включим инструмент «Элемент Выдавливания» с помощью него мы получим новую форму. 2. Настройте параметры инструмента, как на рисунке: <ul style="list-style-type: none"> • в полях: «Сечение» и «Направляющий объект» должен быть указан «Эскиз 2»; • введите в поле «Расстояние» число «13»; • здесь же измените направление (от эскиза к форме), как на рисунке; • остальные настройки оставьте без изменений. 3. Примените изменения, нажав на зеленую галочку в окне «Параметры» и еще раз в появившемся окне. 4. Закройте инструмент «Элемент Выдавливания». В результате у Вас получится вот такой трехмерный объект. 	 <p>The screenshot shows the 'Push' tool interface in a CAD application. The 'Parameters' window is open, showing the following settings:</p> <ul style="list-style-type: none"> Result: Section Section: Эскиз2 Directional Object: Эскиз2 Distance: 13 Angle: 0 Symmetric: Off Second Direction: Off Thin Element: Off Application Area: Off Properties: Off <p>The 3D model shows a submarine nose cone with a blue sketch on its surface. A green arrow indicates the push direction from the sketch towards the form. The 'Push' tool is active, and the 'Parameters' window is open, showing the settings for the push operation.</p>

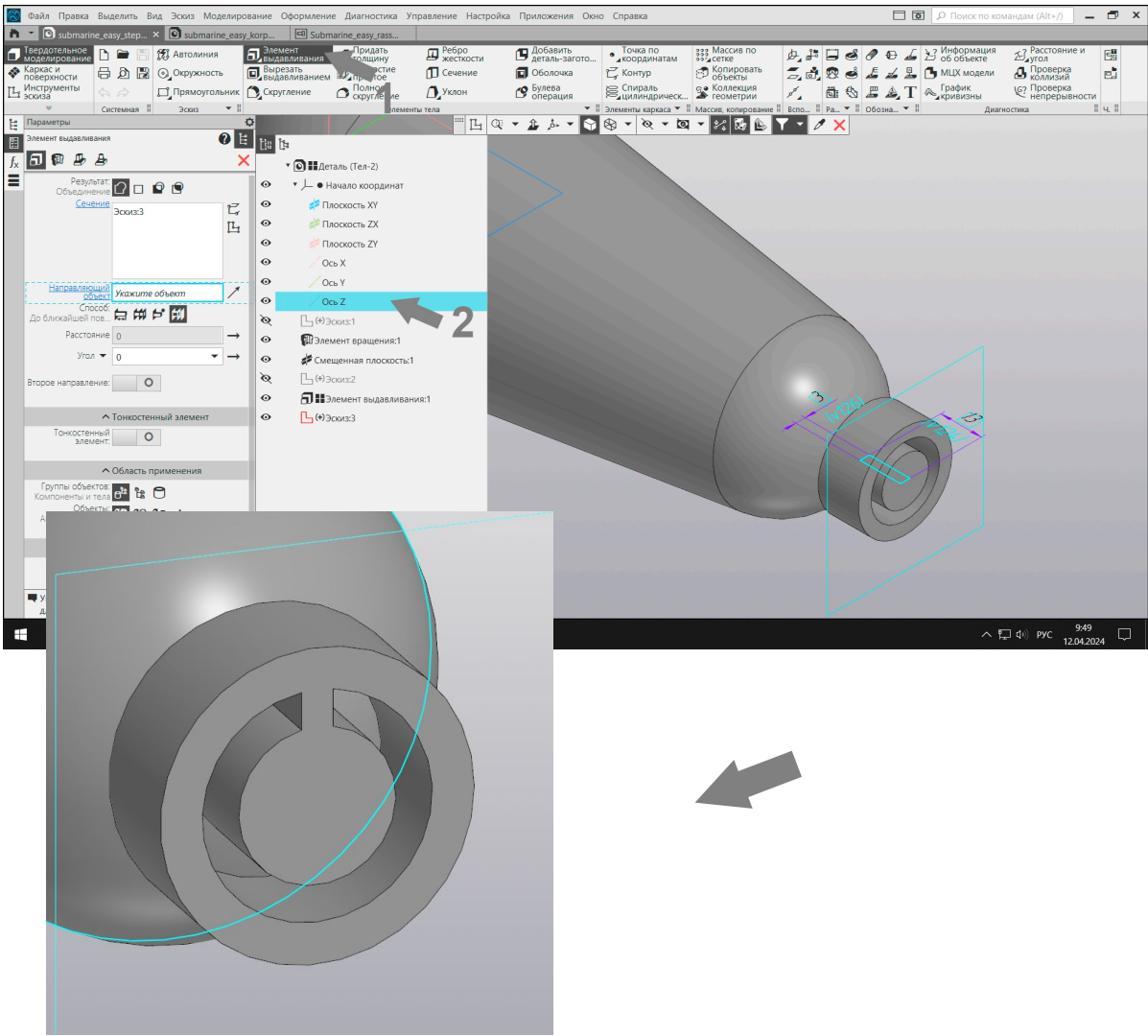
Поз.	Наименование	Эскиз
18.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Убедимся, что выбран режим ориентации «Изометрия». 2. Из списка «Начало координат» Выберем синюю плоскость «Плоскость XY». 3. Войдем в режим создания эскиза, щелкнув на иконке «Эскиз». 	<p>The screenshot shows the CAD software interface with a 3D model of a mechanical part. The interface includes a menu bar at the top, a ribbon with various tools, a tree view on the left, and a main workspace. Three numbered arrows point to specific elements: arrow 1 points to the 'Изометрия' (Isometric) view icon in the ribbon; arrow 2 points to the 'Плоскость XY' (XY Plane) in the tree view; arrow 3 points to the 'Эскиз' (Sketch) icon in the ribbon.</p>

Поз.	Наименование	Эскиз
19.	<p>1. Нажмите левую кнопку мыши на инструменте «Прямоугольник» и немного подержите мышь. В раскрывшемся списке выберите инструмент «Прямоугольник по центру и вершине».</p> <p>2. В настройках инструмента укажите параметры, как на рисунке:</p> <ul style="list-style-type: none"> • высота — 13мм; • ширина — 3мм • снимите галочку в пункте «Разрушить объект»; • остальные настройки оставьте без изменений. <p>3. В стороне от основной формы строим прямоугольник.</p>	

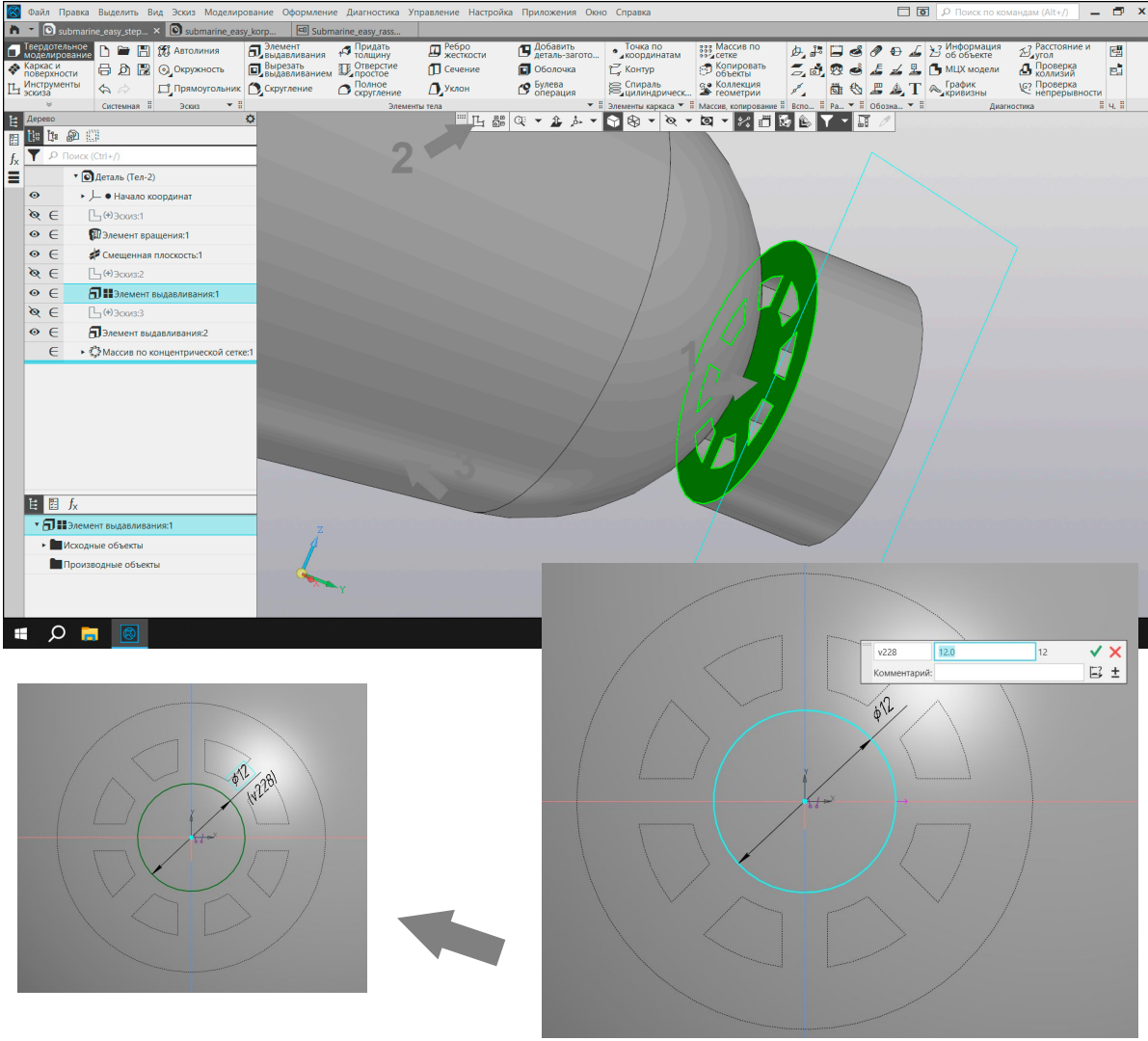
Поз.	Наименование	Эскиз
20.	<p>Закончим эскиз. Сделаем его определенным, разместив прямоугольник в нужном нам месте.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Включим инструмент «Авторазамер» 2. Проставим размер Высоты, для этого щелкните мышью на правой стороне прямоугольника и отведите мышь вправо и щелкните в нужном месте, в появившемся окне, укажите число «13». 3. Щелкните мышью на верхней стороне прямоугольника и отведите мышь вверх и щелкните в нужном месте, в появившемся окне, укажите число «3». 	<p>The screenshot shows the CAD software interface with the 'Measure' tool active. The 3D model displays a dome-like structure with a rectangular feature. Dimension lines are shown for the width (v126) and height (v124) of the rectangle. The width dimension is set to 3, and the height dimension is set to 13. Hand-drawn annotations in blue and pink highlight the dimensions and the rectangle's position. A large grey arrow points from the 3D view to a detailed 2D sketch of the rectangle with dimensions 3 and 13.</p>

Поз.	Наименование	Эскиз
21.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Выберем инструмент «Выравнивание». 2. Выравниваем прямоугольник относительно центра координат. Щелкните в центре прямоугольника, а затем в центре координат. 3. Появится вертикальная и горизонтальная штриховые линии, выберем вертикальную, щелкнув на ней. Прямоугольник выровняется по горизонтали. 	<p>The image shows a CAD software interface with a toolbar at the top. The main workspace displays a grey rectangular object with a vertical dashed line and a horizontal green line. Handwritten labels '3 (v126)' and '13 (v124)' are visible. An inset view in the top right shows a close-up of the alignment process, with a red arrow pointing to the center of the rectangle and a blue arrow pointing to the center of the coordinate system. A large grey arrow points from the inset to the main view.</p>

Поз.	Наименование	Эскиз
22.	<ol style="list-style-type: none"> 1. В списке инструмента «Объединить точки», Выберите инструмент «Точка на кривой». 2. Затем щелкните (необходимо попасть) по нижней части контура основной формы (она загорится бирюзовым цветом). 3. Щелкните по правой точке на нижней стороне прямоугольника. 4. Эскиз стал определенным. Можно закрыть эскиз. 	 <p>The screenshot shows the CAD software interface with the 'Point on Curve' tool selected. The main view displays a 3D model of a teardrop-shaped part with a blue rectangular sketch on its bottom surface. A red arrow labeled '1' points to the 'Point on Curve' tool in the tool palette. A blue arrow labeled '2' points to the bottom edge of the sketch. A red arrow labeled '3' points to the bottom-right corner of the sketch. A smaller inset view shows the sketch with a red dot at the corner and a blue line segment.</p>

Поз.	Наименование	Эскиз
23.	<p>1. Выдавим «Эскиз 3».</p> <p>2. Настройте параметры инструмента:</p> <ul style="list-style-type: none"> • сечение — Эскиз 3; • направляющий объект — Ось Z; • способ Выдавливания — До ближайшей поверхности; • остальные настройки оставьте без изменений. <p>3. Примените изменения и закройте инструмент.</p> <p>Если Вы все правильно сделали Вы получите следующий результат.</p>	

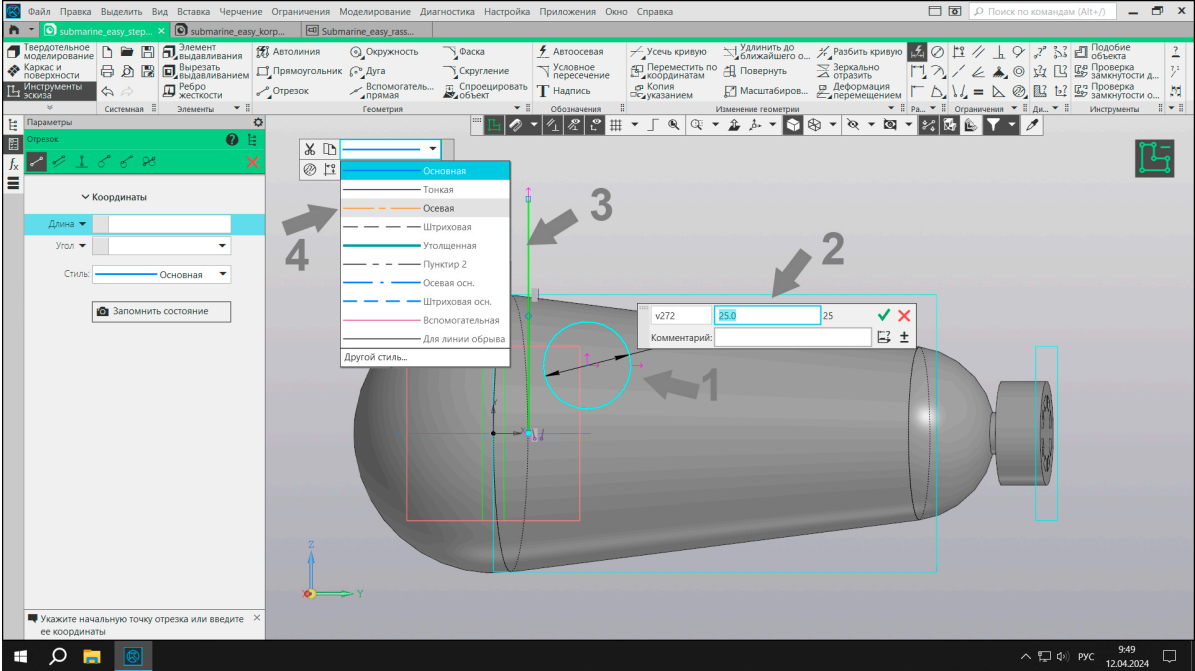
Поз.	Наименование	Эскиз
24.	<ol style="list-style-type: none"> Нажмите и немного подержите мышь на инструменте «Массив по сетке». Выберем из этого списка инструмент «Массив по концентрической сетке». Настройте его следующим образом: <ul style="list-style-type: none"> операции — Элемент Выдавливания 2; ось — Ось Y; экземпляров по направлению — 8; остальные настройки оставьте без изменений. Примените изменения и выключите инструмент. Если Вы все правильно сделали Вы получите следующий результат. 	<p>The screenshot shows the CAD software interface with the 'Массив по концентрической сетке' (Radial Grid Massing) tool active. The 'Ось Y' (Y-axis) is selected in the 'Ось' (Axis) dropdown. The 'Экземпляров по направлению' (Number of examples in direction) is set to 8. The 'Угол между крайними элеме' (Angle between extreme elements) is set to 360. The 'Базовая точка' (Base point) is set to 'Автоматическое' (Automatic). The 3D model shows a wheel hub with a cyan wireframe grid. A large grey arrow points from the 3D model to a final rendered image of the wheel hub with eight spokes.</p>

Поз.	Наименование	Эскиз
25.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Выделите поверхность, которая указана на рисунке. После щелчка мыши она окрасится в зеленый цвет. На плоских поверхностях можно также располагать эскизы, чем мы и воспользуемся. 2. Щелкните на иконке «Эскиз». 3. Создайте в центре окружность $\varnothing 12$. 4. Если Вы все правильно сделали, эскиз сразу стал определенным. Можно его закрыть. 	 <p>The screenshot shows the CAD software interface with a 3D model of a cylindrical part. A green circular sketch is visible on the end face of the cylinder. The software interface includes a menu bar, a ribbon with various tools, a feature tree on the left, and a task pane at the bottom right. A callout box shows the diameter dimension of the sketch as 12.0.</p>

Поз.	Наименование	Эскиз
26.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Выдавим «Эскиз 4». 2. Оставим настройки параметров по умолчанию. 3. Примените изменения и закройте инструмент. Мы получим форму, как на рисунке. 	

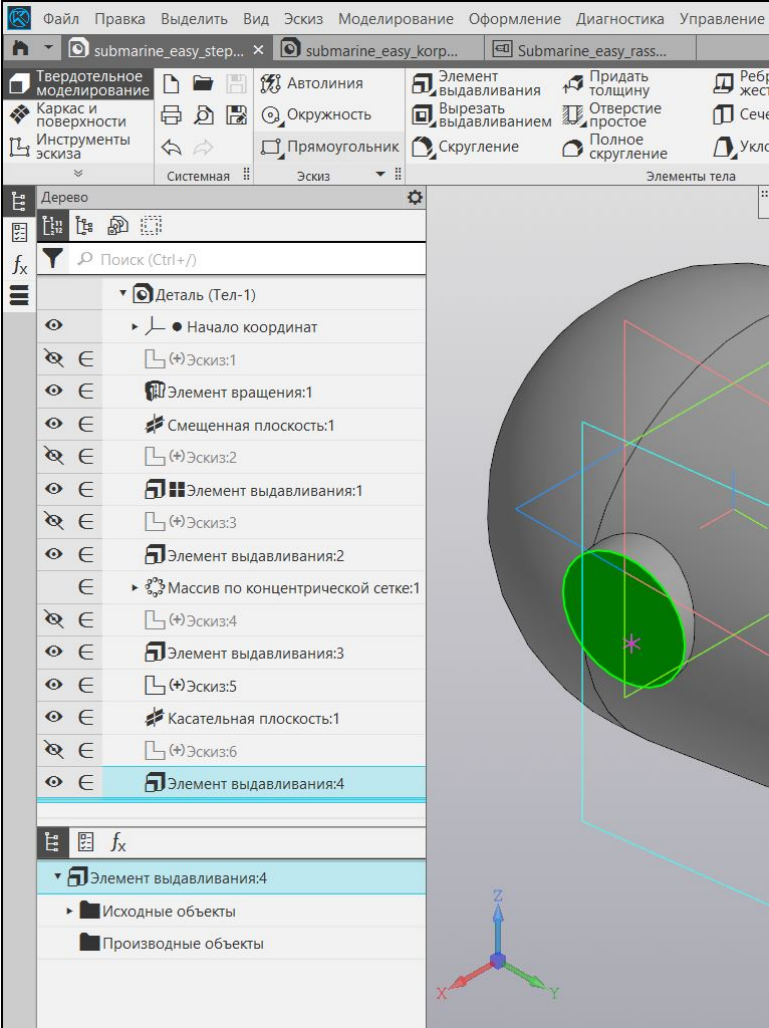
Поз.	Наименование	Эскиз
27.	<p>Нам необходим вспомогательный элемент, от которого мы будем выполнять дальнейшие построения. Для этого давайте создадим эскиз на «Плоскость XY» (горизонтальная, синяя).</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Воспользуйтесь инструментом «Точка на кривой». 2. Щелкните на левой прямой нашего контура формы. 3. В меню «Геометрия» выберите инструмент «Точка» 4. Щелкните на Выбранной прямой. 5. Воспользуйтесь инструментом «Авторазмер» и проставьте размер от центра координат до поставленной точки — 15 мм. 6. Если Вы все правильно сделали, эскиз станет определенным. Можно выйти из режима создания эскиза. 	

Поз.	Наименование	Эскиз
28.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Еще нам необходимо добавить одну вспомогательную плоскость «Касательная плоскость». Выберем ее из списка «Смещенная плоскость». 2. Щелкните на поверхности вращения нашей формы. 3. Перейдите в поле «Базовая плоскость» и укажите в качестве базовой «Плоскость ZY» (фронтальная, красная). 4. Укажите угол «90». 5. Примените изменения и закройте инструмент. 	<p>The screenshot shows the SolidWorks 'Tangent Plane' tool interface. The 'Base Plane' is set to 'Plane ZY' and the angle is 90 degrees. A 3D model of a cylindrical part is shown with a red tangent plane and a blue base plane. A list of plane types is visible on the right, with 'Tangent Plane' highlighted by an arrow labeled '1'. Other arrows labeled '2', '3', and '4' point to the 3D model and the software interface.</p>

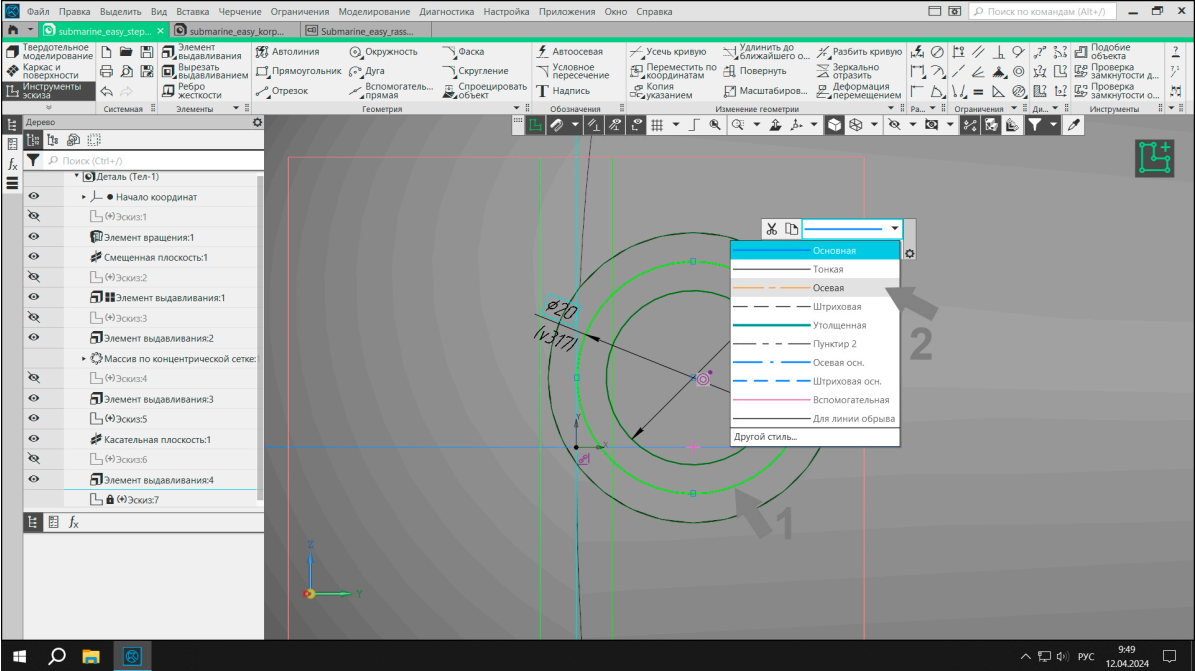
Поз.	Наименование	Эскиз
29.	<p>Выберем для эскиза только что созданную плоскость. Выделим ее щелчком по иконке «Эскиз».</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Создадим окружность немного выше и правее нашей ранее созданной точки. 2. Укажем ее диаметр 25мм. 3. Выберем инструмент «Отрезок» и щелкнув в нашу точку (будьте внимательны, приблизьте и попадите именно в нашу точку) вертикальный отрезок (потянем мышью вверх, удерживая клавишу «SHIFT»). Выбрав примерно такую же Высоту как на рисунке, еще раз щелкнем мышью. 4. Выделим созданный отрезок правой кнопкой мыши. Перейдем в список Выбора стиля линии. Выберем «Осевая». Наш отрезок должен стать оранжевой осевой. 5. Закроем все инструменты. 	

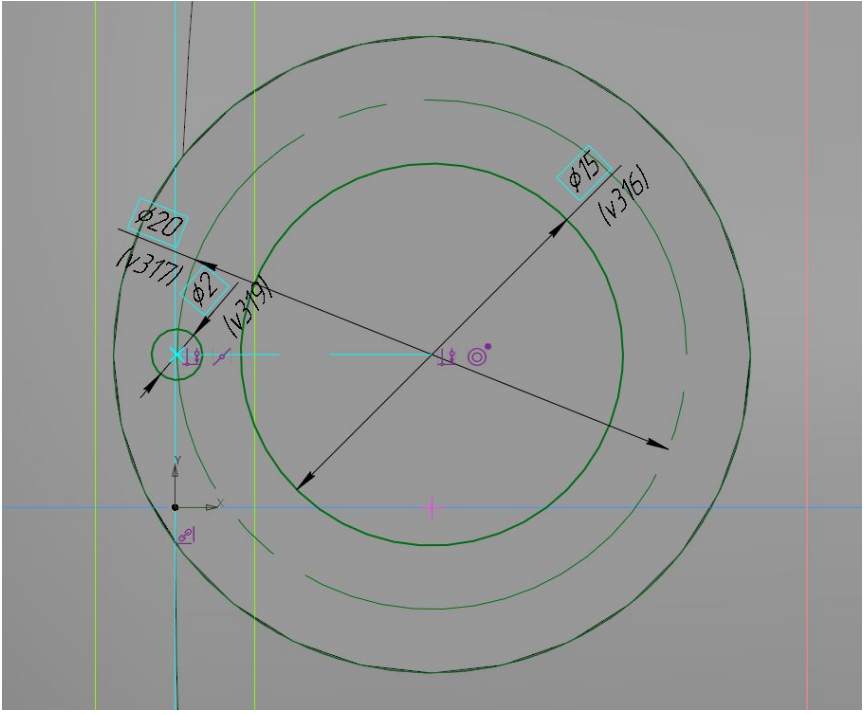
Поз.	Наименование	Эскиз
30.	<p>Окружность и отрезок имеют степени свободы, исправим это. Убедимся, что все инструменты закрыты. Для начала щелкнем на пустом месте, чтобы снять Выделение со всех объектов.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Воспользуемся инструментом «Точка на кривой». Выделим для начала отрезок, а затем щелкнем по центру окружности. Окружность переместится на отрезок. 2. Воспользуемся снова инструментом «Точка на кривой». Но теперь сначала выделим контур окружности, а затем укажем верхнюю точку отрезка. Окружность переместится вверх отрезка. 3. Проставим размер от нашей точки до центра окружности равным 6мм. Если Вы все правильно сделали, эскиз станет определенным. 	

Поз.	Наименование	Эскиз
31.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Выдавим «Эскиз 6» Для этого воспользуемся инструментом «Элемент Выдавливания». 2. Настроим параметры Выдавливания. Убедитесь, что в полях: «Сечения» и «Направляющий объект» значится «Эскиз 6» 3. В поле «Расстояние» первого Выдавливания укажем 2мм. И изменим направление, щелкнув по стрелке напротив этого поля (направление должно указывать от поверхности нашей формы). 4. В качестве второго направления выберем способ «До объекта» (щелкните на третьей иконке). 5. В качестве объекта укажем нашу поверхность вращения, щелкнем на ней. Фантом Выдавливания должен быть как на рисунке (вид сверху). 6. Примените изменения и закройте все инструменты. Результат на рисунке. 	<p>The image shows a CAD software interface with the 'Element Extrusion' tool active. The 'Parameters' panel on the left shows the following settings: 'Result: Object', 'Section: Sketch 6', 'Directional Object: Sketch 6', 'Distance: 2', 'Angle: 0', 'Symmetrical: Off', 'Second Direction: To Object', 'Object: Edge of Element', 'Offset: 0', 'Angle: 0'. The main 3D view shows a part with a red extrusion feature. A top-down view shows the extrusion direction and the target surface. A smaller inset shows the final result of the extrusion on the part.</p>

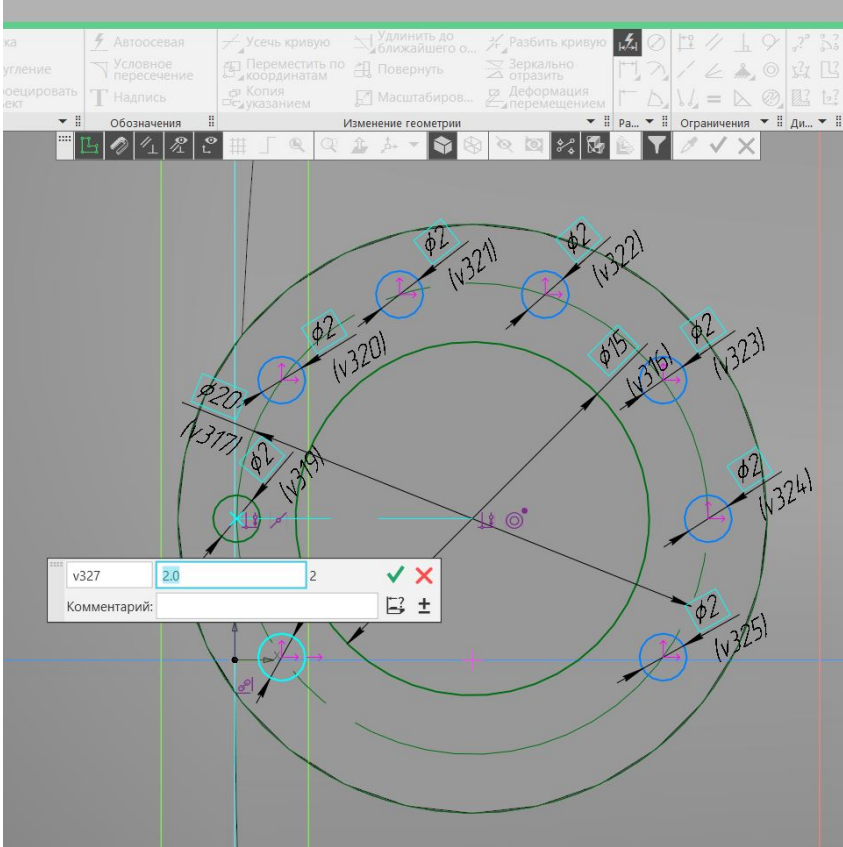
Поз.	Наименование	Эскиз
32.	<p>Выделим торец созданного элемента и создадим здесь новый эскиз (необходимо щелкнуть по плоскости, как на рисунке), это будет иллюминатор.</p>	

Поз.	Наименование	Эскиз
33.	<p>1. Нам для дальнейших построений понадобится обозначить контур созданного элемента, чтобы в дальнейшем привязать к нему остальные элементы построения. Для этого воспользуемся инструментом «Спроецировать объект».</p> <p>2. Щелчком на кромке объекта, появится зеленая окружность. В этом случае эскиз уже стал определенным.</p> <p>3. Так как нам не нужно чтобы эта окружность участвовала в построение основного контура эскиза мы изменим ее стиль отображения с «Основная» на «Тонкая». Для этого еще раз щелкнем на окружности.</p> <p>4. В появившемся окне в списке «Стиль» выберем тонкую линию.</p> <p>5. Создадим в стороне две окружности $\varnothing 15$ и $\varnothing 20$ соответственно.</p> <p>6. Избавимся от степеней свободы окружностей. Выберем инструмент «Концентричность». Затем щелкнем по первой окружности ($\varnothing 15$), а затем на нашем контуре (кромка иллюминатора). Повторим действие для второй окружности ($\varnothing 20$).</p> <p>Если Вы все правильно сделали у вас получится результат, как на рисунке.</p>	

Поз.	Наименование	Эскиз
34.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Выделите окружность (Ø20). 2. Измените стиль линии, укажите «Осевая». 	 <p>The screenshot shows the CAD software interface with a sketch of a part. A circular feature is highlighted with a green circle, and a dimension line indicates a diameter of $\varnothing 20$. A style palette is open, showing various line styles, with 'Осевая' (Axis) selected. Arrows labeled '1' and '2' point to the circle and the style palette respectively.</p>

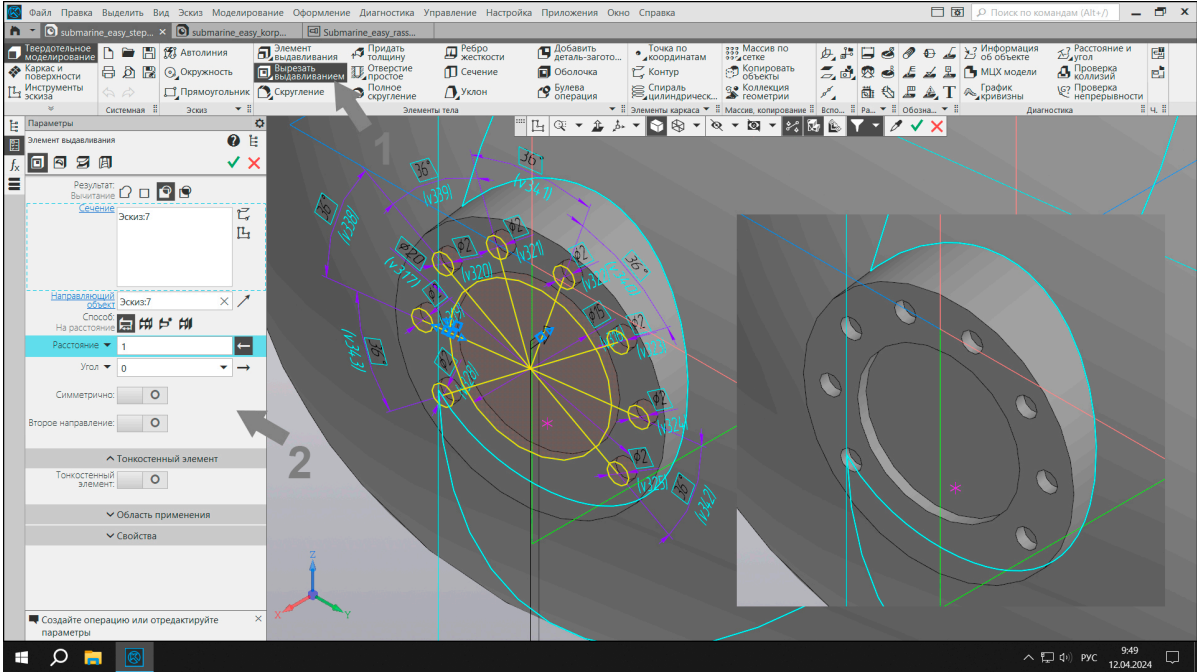
Поз.	Наименование	Эскиз
35.	<ol style="list-style-type: none"> 1. В этом же эскизе, слева от наших окружностей создадим еще одну окружность $\varnothing 2$ мм. 2. Инструментом «Выравнивание» выровняем по вертикали эту окружность относительно других, для этого щелкнем сначала в центре этой окружности, а затем в центре остальных, и выберем горизонтальную штриховую линию. 3. Переместим нашу окружность на окружность (осевую) для этого воспользуемся инструментом «Точка на кривой». Сначала в качестве кривой укажем окружность ($\varnothing 20$, осевую), а в качестве точки — цент маленькой окружности. Результат должен быть как на рисунке. 	

Поз.	Наименование	Эскиз
36.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Создадим несколько копий окружности (Ф2), для этого воспользуемся инструментом «Копия указанием» и в открывшемся списке выберем инструмент «Копия по окружности». 2. Установите настройки инструмента, как показано на рисунке. 3. Щелкните в центре окружностей и примените изменения. Затем закройте инструмент и у вас в эскизе добавятся копии малой окружности. 	<p>The screenshot displays the CAD software interface with the 'Copy by Circumference' tool active. The tool settings panel on the left shows the 'Number of copies' set to 10. The main workspace shows a technical drawing of a circular part with concentric circles and radial lines. The drawing includes dimensions such as $\varnothing 20$, $\varnothing 15$, and $V317$. The tool settings panel is open, and the 'Copy by Circumference' option is selected. An inset image shows the result of the operation: ten small circles are placed around the perimeter of the inner circle.</p>

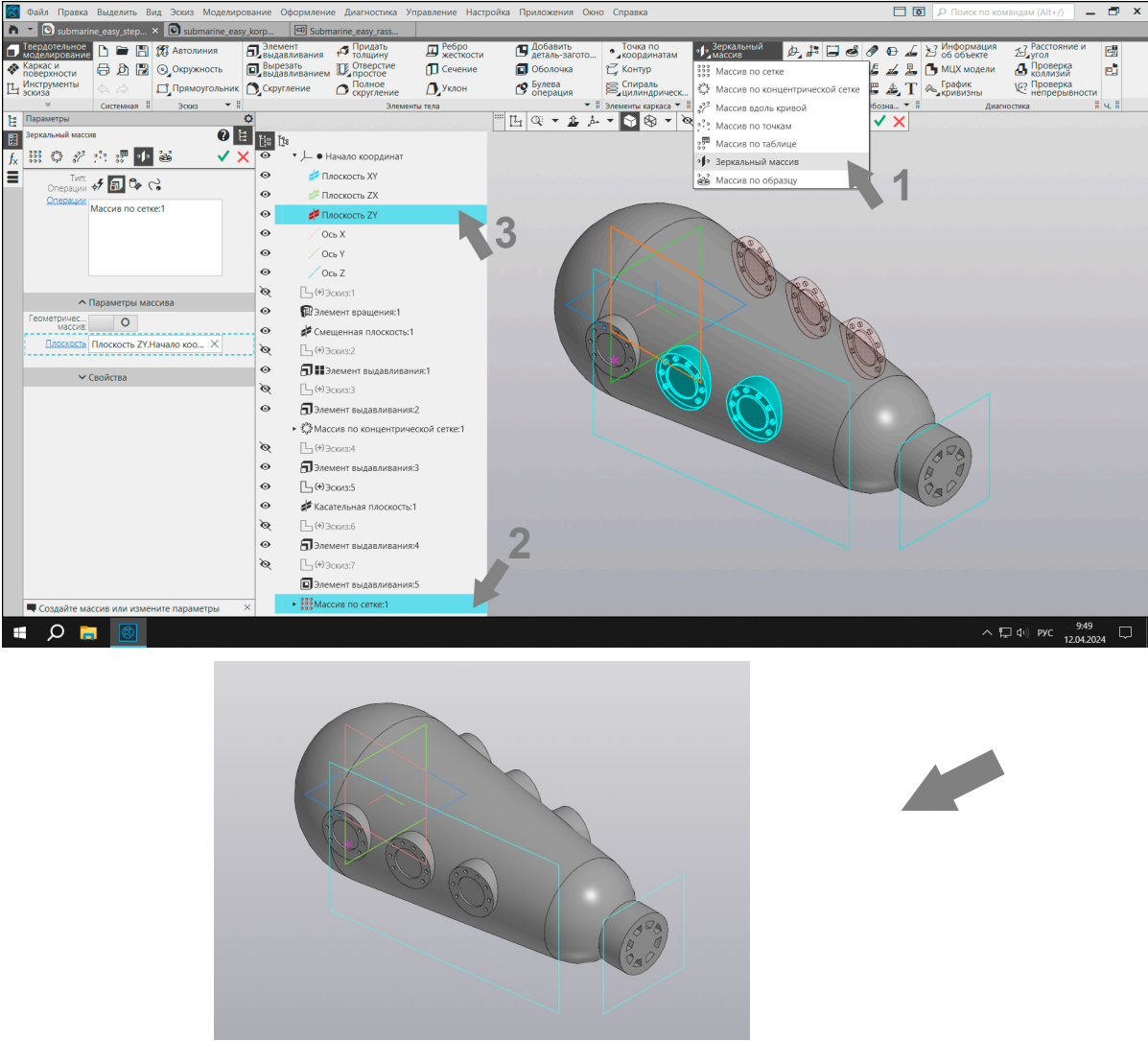
Поз.	Наименование	Эскиз
37.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Избавимся от степеней свободы. Для начала проставим размеры, созданных окружностей, указав для каждой $\phi 2$. 2. Удалите две нижних окружности, они нам не понадобятся. 	

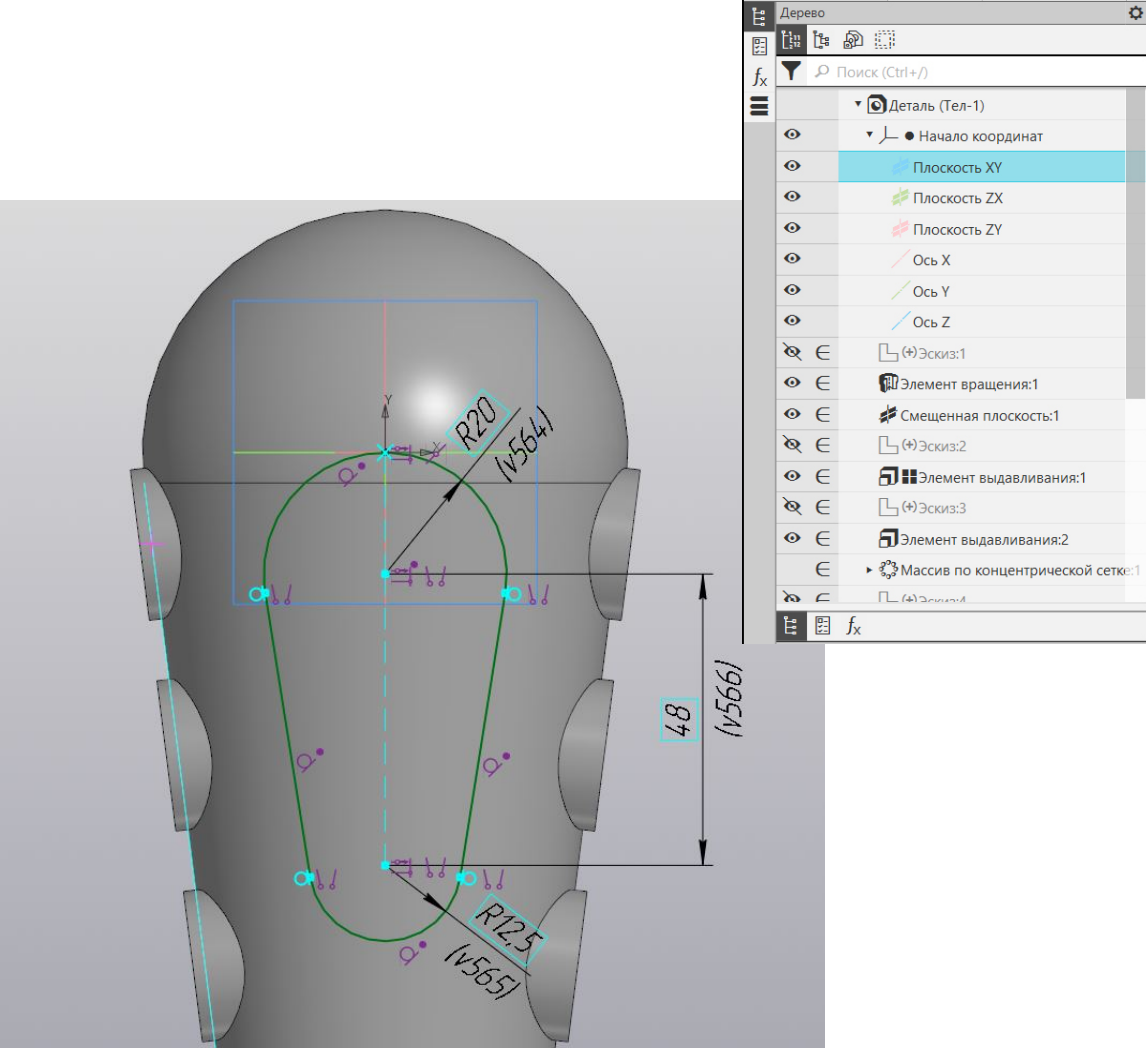
Поз.	Наименование	Эскиз
38.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Выберите инструмент «Автоосевая». 2. Построим осевые для всех малых окружностей, для этого щелкните в центре больших окружностей, а затем в центре малой. 3. Повторите операцию для всех окружностей. 4. Выберите инструмент «Точка на кривой» и прикрепите центры малых окружностей к осевой окружности, для этого щелкните сначала на осевой, а затем в центре малой. Прделайте операцию для каждой малой окружности. Результат на рисунке. 	

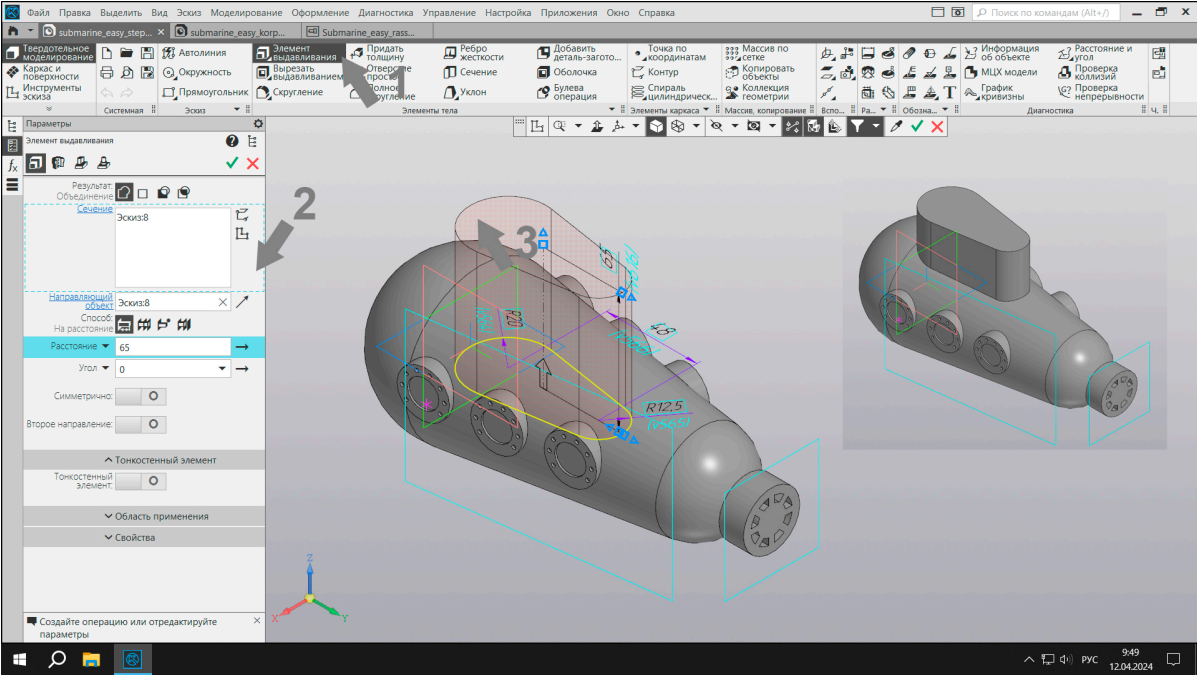
Поз.	Наименование	Эскиз
39.	<p>Следующим этапом будет простановка угловых значений (эта операция аналогична простановке простых линейных размеров).</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Выберите инструмент «Угловой размер». 2. Щелкните по осевой одной алой окружности, затем по осевой другой малой окружности и потяните мышью вниз и влево. Закрепите размер. щелкнув мышью. Укажите угол 36°. 3. Повторите операцию для каждой малой окружности. <p>Эскиз должен стать определенным? Теперь его можно закрыть.</p>	

Поз.	Наименование	Эскиз
40.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Применим к полученному эскизу операцию Выдавливания, Выберите инструмент «Элемент Выдавливания». 2. Выдавим на 1мм. (укажите настройки, как на рисунке). Примените изменения, у вас должно получиться, как на рисунке. Иллюминатор готов. 	 <p>The screenshot displays the CAD software interface with the 'Element Extrusion' tool selected. The left-hand 'Parameters' (Параметры) panel shows the following settings:</p> <ul style="list-style-type: none"> Result: Visible (Результат: Видимое) Direction: Sketch7 (Направление: Эскиз7) Distance: 1 (Расстояние: 1) Angle: 0 (Угол: 0) Symmetric: Off (Симметрично: <input type="checkbox"/>) Thin Element: Off (Тонкостенный элемент: <input type="checkbox"/>) <p>The main workspace shows a 3D model of a submarine hatch with a circular hole being sketched. The hole's edge is highlighted in cyan. The software interface includes a top menu bar, a ribbon with various modeling tools, and a bottom status bar showing the system tray and date (12.04.2024).</p>

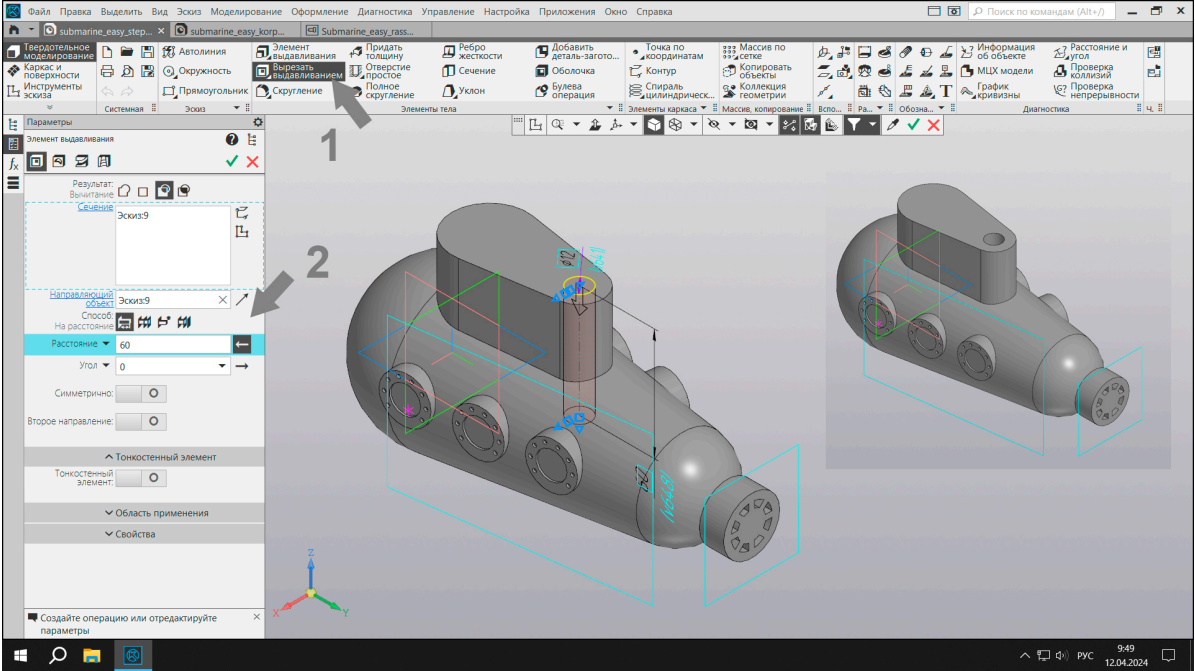
Поз.	Наименование	Эскиз
41.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Чтобы не тратить время на создание однотипных элементов, воспользуемся инструментом «Массив по сетке». 2. Укажите «Элемент Выдавливания 4». 3. Укажите «Элемент Выдавливания 5». 4. Укажите 3 «Экземпляра по направлению», Выберите «Расстояние между соседними» и укажите «Расстояние 1» равным 35мм. 5. Примените изменения и закройте инструмент. 	

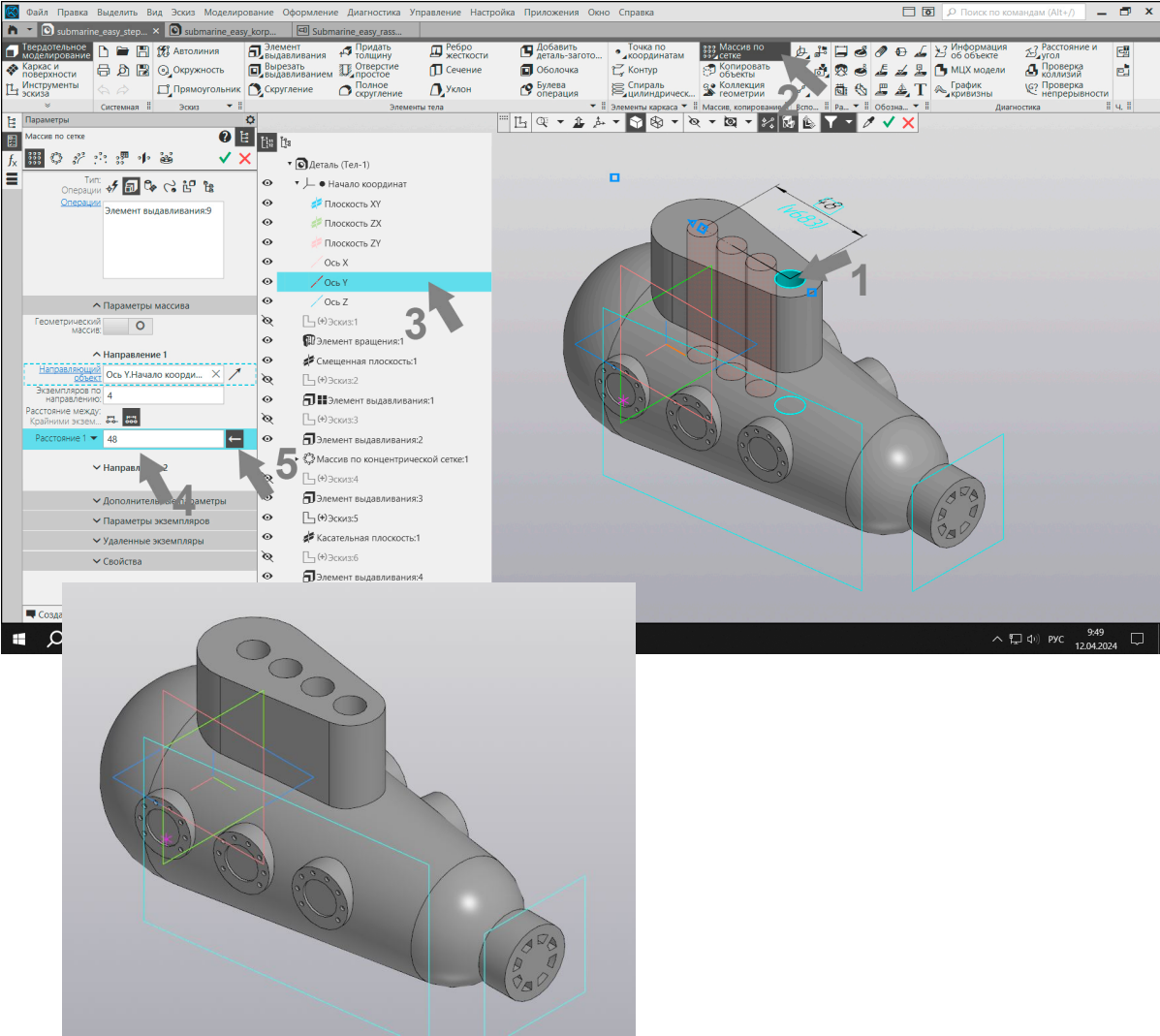
Поз.	Наименование	Эскиз
42.	<p>1. Повторим иллюминаторы на противоположном борту. Для этого выберем инструмент «Зеркальный массив».</p> <p>2. В качестве «Операции» укажем «Массив по сетке 1».</p> <p>3. Щелкните поле «Плоскость» и для нее укажите «Плоскость ZY» (красная).</p> <p>Примените изменения и закройте инструмент.</p>	 <p>The screenshot shows the CAD software interface with the 'Mirror Array' tool active. The 'Plane' field is set to 'Plane ZY'. A smaller inset image below shows the result of the operation, with a grey arrow pointing from the main image to the inset.</p>

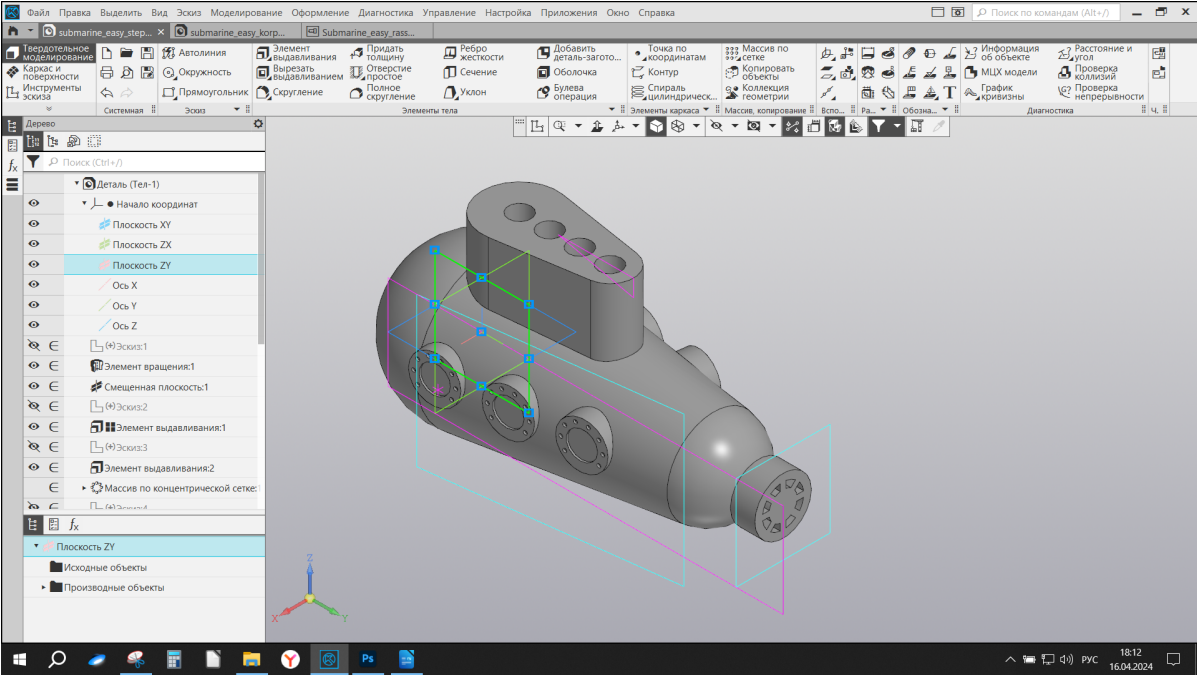
Поз.	Наименование	Эскиз
43.	<p>Создадим рубку.</p> <p>В качестве базовой плоскости укажем «Плоскость XY» (горизонтальная, синяя) и создадим эскиз с параметрами, как на рисунке.</p>	 <p>The image shows a CAD software interface with a 3D model of a helmet. A sketch of a cutout is shown on the XY plane. The sketch is defined by a blue rectangle. The top radius is R20, the bottom radius is R12.5, and the height is 48. The total width of the cutout is labeled as (v566). The CAD tree on the right shows 'Плоскость XY' selected as the base plane.</p>

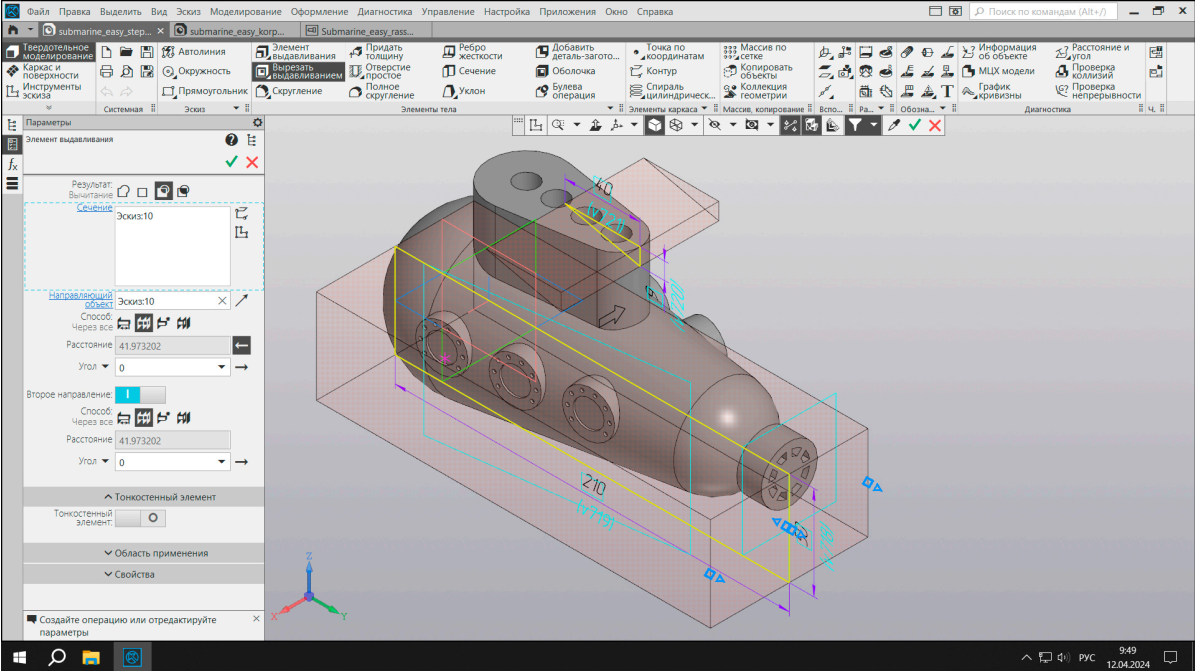
Поз.	Наименование	Эскиз
44.	Выдавим полученный эскиз на Высоту 65мм.	

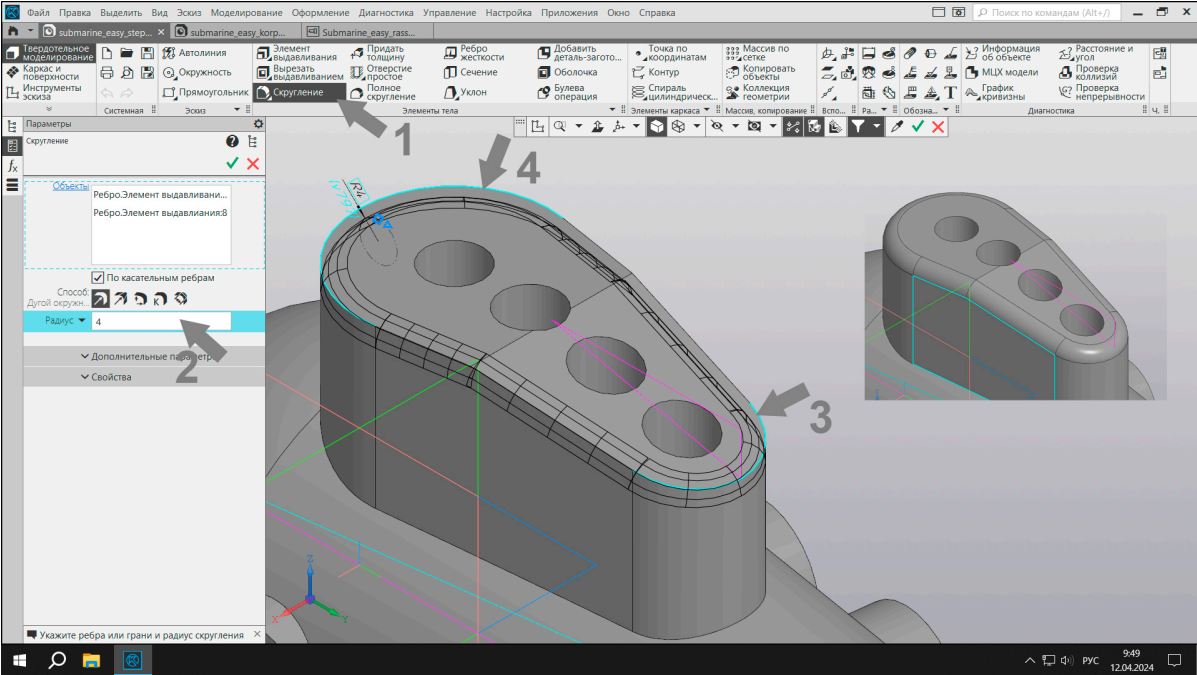
Поз.	Наименование	Эскиз
45.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Включим инструмент «Окружность» и создадим окружность. 2. Проставим размер, укажем диаметр «12». 3. Выберем инструмент «Концентричность». 4. Щелкнем по окружности. 5. Затем щелкнем по нижней дуге контура рубки. 	<p>The screenshot shows a CAD application window with a ribbon menu. The 'Окружность' (Circle) tool is selected. A dimension input box shows the value '12'. The 'Концентричность' (Concentricity) tool is also visible. The main workspace displays a 3D model of a part with a blue circle being created on its lower arc. A dimension line indicates the diameter of the circle is 12. A concentricity symbol is applied to the circle, and a dimension line indicates its centering on the lower arc of the part's contour. The interface includes a parameter panel on the left and a toolbar at the top.</p>

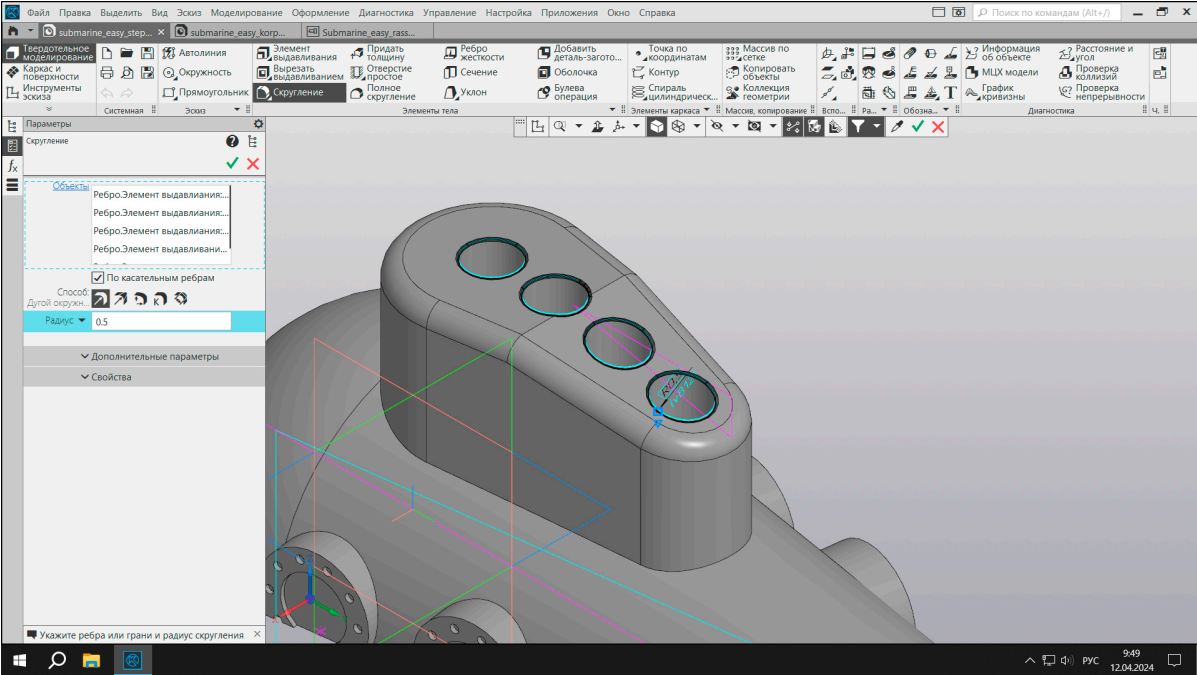
Поз.	Наименование	Эскиз
46.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Применим к созданному эскизу Выдавливание, воспользуемся инструментом «Вырезать Выдавливанием». 2. Укажем глубину отверстия 60мм. 3. Применим изменения и закроем инструмент. 	

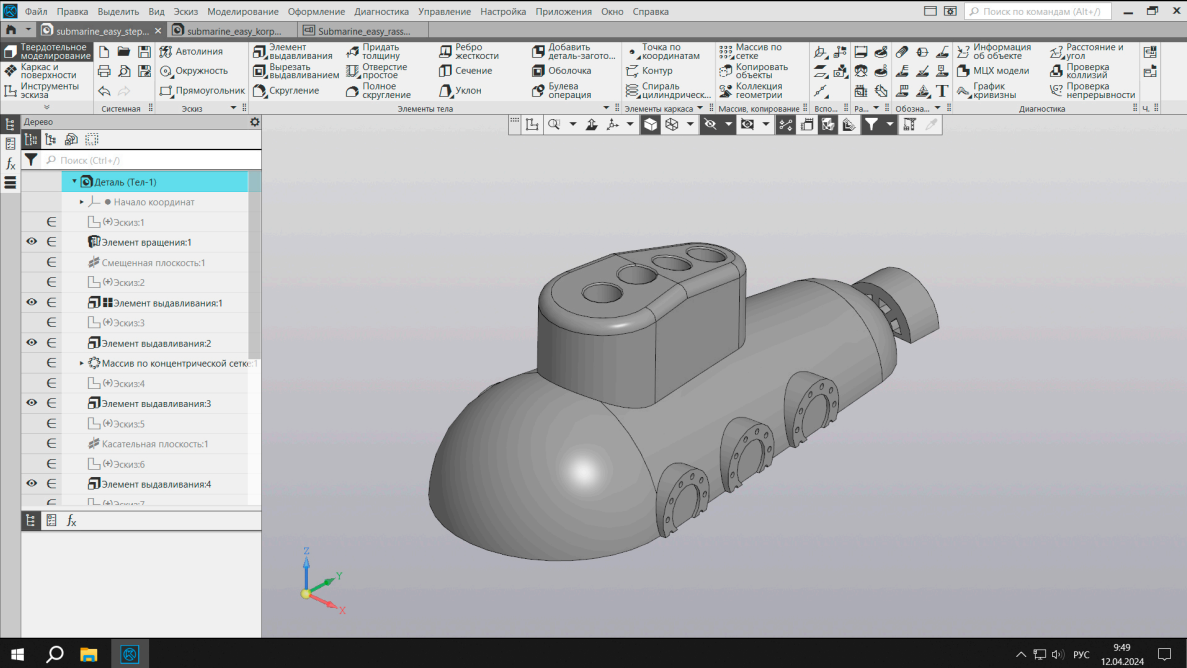
Поз.	Наименование	Эскиз
47.	<ol style="list-style-type: none"> Выделим только что созданное отверстие. Щелкнем по нему и размножим его. Включим инструмент «Массив по сетке». Выберем в качестве направляющего объекта «Ось Y». Количество экземпляров — 4, «Расстояние между крайними экземплярами» укажем «48». Сменим направление, щелкнув по стрелке. <p>Применив изменения и закрыв инструмент. У вас в результате получатся отверстия под ручки и карандаши.</p> 	

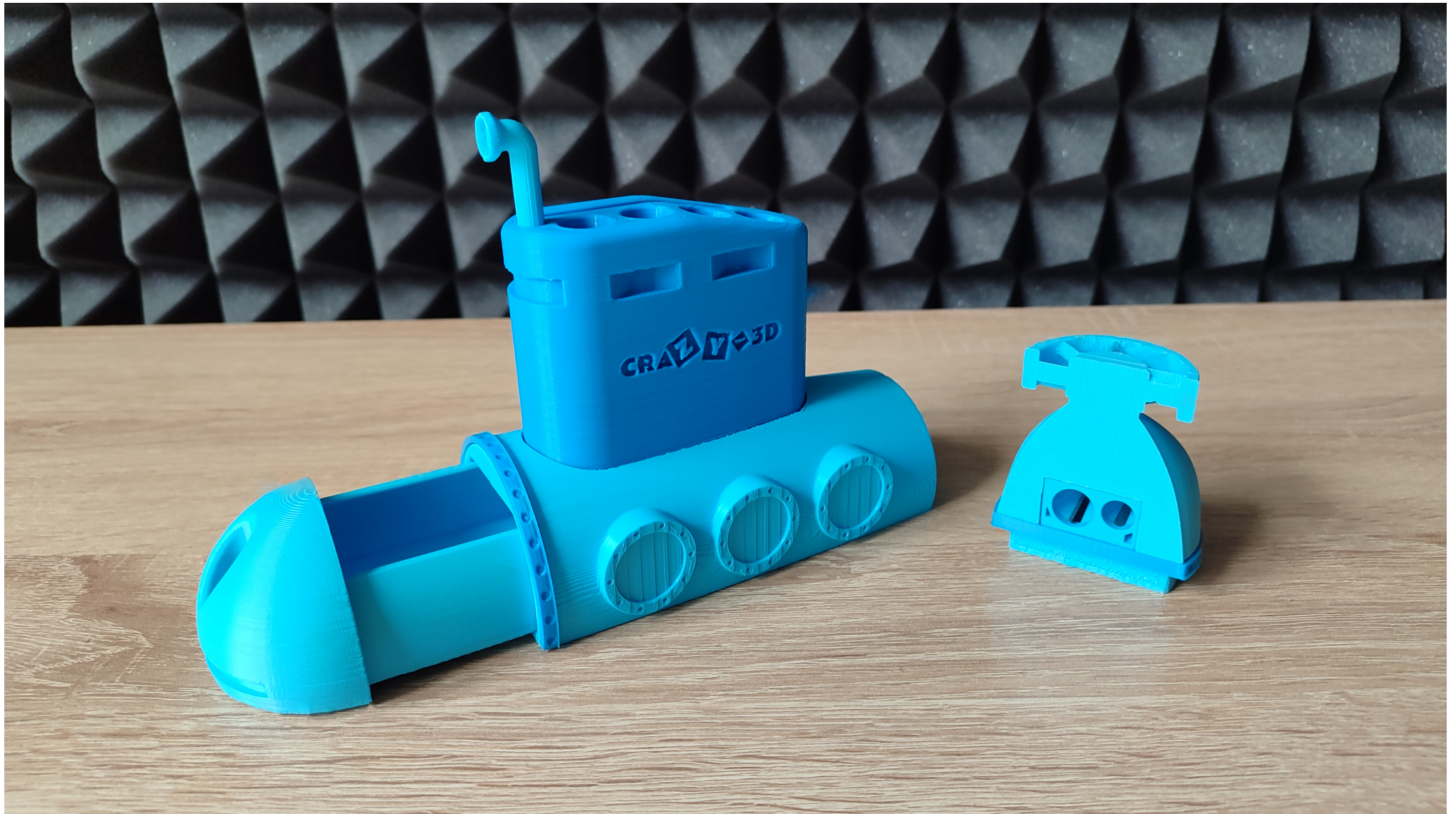
Поз.	Наименование	Эскиз
48.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Выберем в качестве базовой плоскости «Плоскость ZY» (фронтальная, красная). 2. Создадим эскиз, как на рисунке. 	 <p>The screenshot displays a CAD application window with a 3D model of a submarine component. The software interface includes a menu bar at the top, a ribbon with various modeling tools, and a tree view on the left. In the tree view, the 'Плоскость ZY' (ZY Plane) is highlighted in red, indicating it is the active base plane. The 3D view shows the submarine model with a red sketch plane and a coordinate system (X, Y, Z) overlaid. The status bar at the bottom indicates the system language is Russian and the date is 16.04.2024.</p>

Поз.	Наименование	Эскиз
49.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отрежем лишние части. Для этого воспользуемся инструментом «Вырезать Выдавливанием». 2. В панели «Параметры» установите значения, как на рисунке. 3. Примените изменения и закройте инструмент. 	 <p>The screenshot displays the CAD software interface. The 'Parameters' panel on the left is active, showing the 'Trim by Extrude' tool settings. The 'Result' section shows 'Sketch:10' with a 'Distance' of 41.973202 and an 'Angle' of 0. The '3D Model' section shows the part with a red cutting plane and various dimension lines. The '3D Model' section also shows the 'Trim by Extrude' tool settings, including 'Distance' (41.973202) and 'Angle' (0).</p>

Поз.	Наименование	Эскиз
50.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Создадим скругление сверху рубки. Воспользуемся инструментом «Скругление». 2. Укажите радиус скругления 4мм. 3. Выберите ребро «3».* 4. Затем выберите ребро «4». <p>-----</p> <p>* Будьте внимательны! Компас позволят выбирать грани и будет скруглять все элементы к ним относящиеся. В данном же случае необходимо выбирать именно ребра.</p>	

Поз.	Наименование	Эскиз
50.	1. Добавим еще одно скругление для отверстий. Параметры укажем как на рисунке.	

Поз.	Наименование	Эскиз
51.	<p>Сохраните файл. Модель готова. Вы можете добавить на свое усмотрение еще ряд элементов, раскрасить всю или отдельно каждый элемент в разделе «Деталь» (щелкните два раза по слову «Деталь») или, как поступили мы - сделать ее более детализированной и функциональной.</p> <p>Сохранив файл с расширением .stl Вы можете отправить вашу модель в слайсер, а затем распечатать на 3D-принтере.</p>	 <p>The screenshot displays a CAD application window with a 3D model of a submarine hull. The interface includes a top menu bar with options like 'Файл', 'Правка', 'Выделить', 'Вид', 'Эскиз', 'Моделирование', 'Оформление', 'Диагностика', 'Управление', 'Настройка', 'Приложения', 'Окно', and 'Справка'. Below the menu is a ribbon with various tool icons. On the left, a 'Дерево' (Feature Tree) panel shows a hierarchy of features: 'Начало координат', 'Эскиз1', 'Элемент вращения1', 'Смещенная плоскость:1', 'Эскиз2', 'Элемент выдавливания:1', 'Эскиз3', 'Элемент выдавливания:2', 'Массив по концентрической сетке:1', 'Эскиз4', 'Элемент выдавливания:3', 'Эскиз5', 'Касательная плоскость:1', 'Эскиз6', 'Элемент выдавливания:4', and 'Эскиз7'. The main 3D view shows a grey submarine hull with a conical nose, a cylindrical body with several circular ports, and a rectangular structure on top with three circular openings. A coordinate system (X, Y, Z) is visible at the bottom left of the 3D view.</p>





V. ВМЕСТО ЗАКЛЮЧЕНИЯ...

Чтобы подготовить 3D-модель для печати на 3D-принтере, необходимо:

1. **Экспортировать 3D-модель в формат .stl** Для этого в меню программы нужно выбрать пункт «Сохранить как» или «Import/Export». Перед экспортом следует указать степень детализации модели или степень её разбиения на треугольники.
2. **Обработать stl-файл специальной программой-слайсером.** Она переведёт его в понятный для принтера G-код. Если файл не пройдёт такую обработку, принтер его попросту не распознает.
3. **Формат .stl — это стандарт в мире трёхмерной печати.** В этом формате поверхности модели представляются в виде сетки из треугольников. Простые поверхности разбиваются на небольшое число треугольников. Чем сложнее поверхность, тем больше треугольников понадобится.

Оглавление

I.	ВМЕСТО ВСТУПЛЕНИЯ.....	3
	Что такое 3D-моделирование? Кратко о процессе и основных терминах	3
	Зачем изучать и использовать 3D?	5
II.	КОМПАС-3D САПР РОССИЙСКОГО ПРОИЗВОДСТВА	6
	Возможности и особенности КОМПАС-3D	6
	Основные компоненты КОМПАС-3D	6
	Виды 3D-проектирования в КОМПАС-3D	7
	Направления разработки и применения	7
	Важные функции КОМПАС-3D.....	8
	Версии системы	8
	Системные требования.....	9
III.	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПАС-3D В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ	12
IV.	ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ «СОЗДАНИЕ 3D ОБЪЕКТА».....	20
	Объект «Декоративная пуговица»	20
	Объект «Органайзер «Подводная лодка»	40
V.	ВМЕСТО ЗАКЛЮЧЕНИЯ... ..	96