

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к лабораторным занятиям
по дисциплине «Проектирование в системе КОМПАС»
для студентов направления подготовки
23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Методические указания составлены в соответствии с программой дисциплины «Проектирование в системе КОМПАС» для студентов направления подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

Методические указания содержат основные теоретические положения по соответствующей теме лабораторной работы; практические задачи; приводятся примеры решения типовых задач. Приведены задачи, предлагаемые студенту для самостоятельного решения; вопросы для самопроверки, список рекомендуемой литературы.

Лабораторные работы по дисциплине «Проектирование в системе КОМПАС» имеют целью получение практических навыков выполнения чертежей и создания текстовых документов в системе КОМПАС, способствуют освоению компетенции

Составитель: к.т.н., доц. В.Г. Терещенко

Рецензент: д.т.н., проф. В.Г. Копченков

СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа 1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОСНОВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ СИСТЕМЫ КОМПАС. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБУЧАЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ.	4
Лабораторная работа 2. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ДОКУМЕНТОВ, ЭЛЕМЕНТЫ ИНТЕРФЕЙСА И УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМОЙ	11
Лабораторная работа 3. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО СОЗДАНИЮ ЧЕРТЕЖА. СОЗДАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПРИМИТИВОВ	19
Лабораторная работа 4. РЕДАКТИРОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ	36
Лабораторная работа 5. ШТРИХОВКА. ПРОСТАНОВКА РАЗМЕРОВ. ТЕКСТОВЫЕ НАДПИСИ НА ЧЕРТЕЖЕ.	46
Лабораторная работа 6. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ТРЁХМЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	68
Лабораторная работа 7. СОЗДАНИЕ 3D-МОДЕЛИ ВАЛА	82
Лабораторная работа 8. СОЗДАНИЕ ЧЕРТЕЖА ПО 3D-МОДЕЛИ ВАЛА	132
Литература	147

Лабораторная работа 1.

НАЗНАЧЕНИЕ И ОСНОВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ СИСТЕМЫ КОМПАС. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБУЧАЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Познакомиться с назначением и основными компонентами САПР Компас – 3D, с составом КОМПАС-3D для машиностроения и приборостроения. Ознакомиться с обучающими материалами фирмы «Аскон».

Теоретическая часть

САПР (Система автоматизированного проектирования) — это комплекс программных и технических средств, предназначенный для создания, редактирования, анализа и документирования проектов с помощью компьютера. Она используется инженерами и архитекторами для замены ручного черчения 2D/3D-моделированием, повышая скорость, точность расчетов и качество изделий. В широком смысле САПР определяется как более ёмкое понятие, включающее не только программные средства, но как организационно-техническая система, предназначенная для автоматизации процесса проектирования, состоящая из персонала и комплекса технических, программных и других средств автоматизации.

В английском языке используются следующие аббревиатуры для обозначения основных компонентов (видов) САПР:

CAD (Computer-Aided Design): Проектирование и черчение.

CAE (Computer-Aided Engineering): Расчеты и анализ.

CAM (Computer-Aided Manufacturing): Подготовка производства.

Название российской САПР «КОМПАС» — это акроним от фразы «КОМплекс Проектирующих Автоматизированных Систем», разработанный компанией «Аскон». Система предназначена для автоматизации проектно-конструкторских работ, создания 3D-моделей и чертежей в машиностроении и строительстве, выступая как «компас» в мире инженерного проектирования. Первая версия программы вышла в 1989 году.

Основное назначение системы КОМПАС – моделирование изделий с целью существенного сокращения периода проектирования и скорейшего их запуска в производство. Для этого система обладает следующими **возможностями**:

- построение трехмерной модели;
- быстрое получение конструкторской и технологической документации (сборочных чертежей, спецификаций, детализовок и т.д.), необходимой для выпуска изделий;
- передача геометрии изделий в расчётные пакеты;
- передача геометрии в пакеты разработки управляющих программ для оборудования с ЧПУ;
- создание дополнительных изображений изделий (например, для составления каталогов, создания иллюстраций к технической документации и т.д.).

Основные компоненты КОМПАС-3D:

- **система трёхмерного 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.),
- **чертёжно-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.)

- **текстовый редактор** (Предназначен для разработки различного рода текстовой документации. Возможно как стандартное, так и произвольное оформление документов.).

Все модули тесно интегрированы друг с другом. Справочники и прикладные библиотеки подключаются к системе по мере необходимости. На данном рабочем месте будут выполняться только оплаченные модули.

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. Значительное число приложений входят в состав КОМПАС-3D для машиностроения и приборостроения и устанавливаются вместе с ним. Другие приложения, например, 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.

В данной работе основное внимание уделено работе с чертёжно-графическим редактором КОМПАС-3Dv23, который предназначен для автоматизации проектно-конструкторских работ в машиностроении, архитектуре, строительстве, составлении планов и схем – везде, где необходимо разрабатывать и выпускать графические и текстовые документы.

Этот редактор по праву считается одним из лучших отечественных систем автоматизированного проектирования, предоставляющих различные решения для двухмерного проектирования. КОМПАС-График полностью поддерживает отечественные стандарты единой системы конструкторской документации и системы проектной документации для строительства на оформление конструкторской документации. Начиная с версии V8Plus, КОМПАС

обеспечивает поддержку и международного стандарта ISO. Это значит, что больше не нужно беспокоиться об оформлении чертежей и о соответствии этого оформления требованиям стандартов: в системе предусмотрен обширный набор типов основных надписей, использующихся в машиностроении, строительстве и т.п. Большое количество функций, команд и графических библиотек позволяет сконцентрироваться на самой сути проектируемого изделия, а не на способах формирования изображения на экране.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ в настоящее время:

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

- ☐ Microsoft Windows 11,
 - ☐ Microsoft Windows 10,
 - ☐ Microsoft Windows 8.1 (с установленными обновлениями kb2919355, kb2999226),
 - ☐ Microsoft Windows 7 sp1 (см. Раздел ограниченная поддержка windows 7).
- На компьютере должен быть установлен Microsoft .NET Framework версии 4.8.

ОБЪЕМ ПРОСТРАНСТВА НА ДИСКЕ

Необходимый объем свободного пространства на жестком диске для установки КОМПАС-3D для машиностроения и приборостроения: 21,7 ГБ.

Состав КОМПАС-3D для машиностроения и приборостроения

- ☐ Основные компоненты:
 - ☐ КОМПАС-3D
 - ☐ КОМПАС-График
 - ☐ Спецификации
 - ☐ Текстовый редактор
- ☐ Расширенные средства чтения проприетарных форматов²
- ☐ Учебные пособия

- ☐ Локальная справка для КОМПАС-3D
- ☐ Шаблоны документов
- ☐ Примеры документов
- ☐ Шрифты чертежные
- ☐ Программы ключа защиты
- ☐ Средства разработки (SDK)²
- ☐ **Механика:**

☐ Валы и механические передачи (включает Валы и механические передачи 2D,

Валы и механические передачи 3D, дополнительные модули)²

- ☐ Механика: Анимация
- ☐ Механика: Пружины
- ☐ Каталог: Редукторы³
- ☐ Каталог: Электродвигатели³
- ☐ Каталог: Муфты
- ☐ Размерные цепи
- ☐ **Оборудование:**
 - ☐ Оборудование: Металлоконструкции⁴
 - ☐ Оборудование: Трубопроводы⁴
 - ☐ Оборудование: Кабельные каналы⁴
 - ☐ Оборудование: Системы вентиляции⁴
 - ☐ Оборудование: Развертки
- ☐ **Электрика и электроника:**
 - ☐ Оборудование: Кабели и жгуты
 - ☐ Конвертер eCAD-КОМПАС
- ☐ **Оснастка и инструмент:**
 - ☐ Пресс-формы 3D (включает Пресс-формы 3D Express)
 - ☐ Штампы 3D
- ☐ **Прочность, гидрогазодинамика:**
 - ☐ APM FEM, система прочностного анализа для КОМПАС-3D

(включает APM FEM Расчет оболочек, APM FEM Топологическая оптимизация, Свободная форма)²

- ☐ KompasFlow, гидрогазодинамика для КОМПАС-3D²
- ☐ Оптимизация IOSO-K

☐ **Универсальные приложения:**

- ☐ Авторасстановка обозначений позиций
- ☐ Конвертер единиц измерения²
- ☐ Материалы и Сортаменты, Стандартные Изделия для КОМПАС²
- ☐ КОМПАС-Макро
- ☐ Комплектовщик документов
- ☐ Условные изображения швов сварных соединений
- ☐ Сервисные инструменты
- ☐ Проверка документа
- ☐ Распознавание 3D-моделей
- ☐ Рецензент документов КОМПАС-3D
- ☐ Неразъемные соединения⁴
- ☐ Разъемные соединения⁴
- ☐ Покрытия⁴
- ☐ Библиотеки поддержки форматов: IGES, DWG, DXF
- ☐ Примеры библиотек

² Является самостоятельным модулем в составе компас-3d, в связи с чем имеет особенности при установке, обновлении и удалении. (Средства чтения проприетарных форматов включают специализированное ПО, обеспечивающее импорт, просмотр и конвертацию закрытых CAD/CAM-данных. Ключевые решения: САПР «Компас-3D» поддерживает форматы SolidWorks (*.sldprt, *.sldsm), IGES, ACIS, JT, Parasolid, DWG, DXF. [КОМПАС-3D Viewer](#) позволяет просматривать, а конвертеры обеспечивают обмен данными.)

³ Для работы приложения требуется Microsoft Access Database Engine.

⁴ Для работы приложения требуется источник данных о стандартных изделиях, материалах и сортаментах.



Модуль КОМПАС-График позволяет работать с документами Чертеж, Фрагмент, Спецификация и Текстовый документ, а также получать данные из документов Деталь и Сборка системы КОМПАС-3D.

ОБУЧАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ для разных версий КОМПАС можно найти на сайте <https://kompas.ru/publications/docs/>.

В любой установленной на компьютере версии программы КОМПАС имеется актуальный для этой версии обучающий материал. По умолчанию система устанавливается в папку C:\Program Files\ASCON\KOMPAS-3D [номер версии]. Во вложенной папке \Tutorials\Азбука КОМПАС-График находятся файлы, содержащие исходные объекты для выполнения тех уроков, в которых это необходимо, а также конечные объекты – образцы результатов построений.

ЗАДАНИЕ:

- 1) Изучите назначение и основные компоненты системы КОМПАС.
- 2) Скопируйте папку \Tutorials\Азбука КОМПАС-График в удобное для работы место на вашем компьютере.

ВОПРОСЫ

1. Понятие САПР
2. Компоненты САПР
3. Основное назначение системы КОМПАС
4. Основные возможности системы КОМПАС.
5. Основные компоненты КОМПАС-3D.

Лабораторная работа 2.

**ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ДОКУМЕНТОВ, ЭЛЕМЕНТЫ ИНТЕРФЕЙСА И
УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМОЙ**

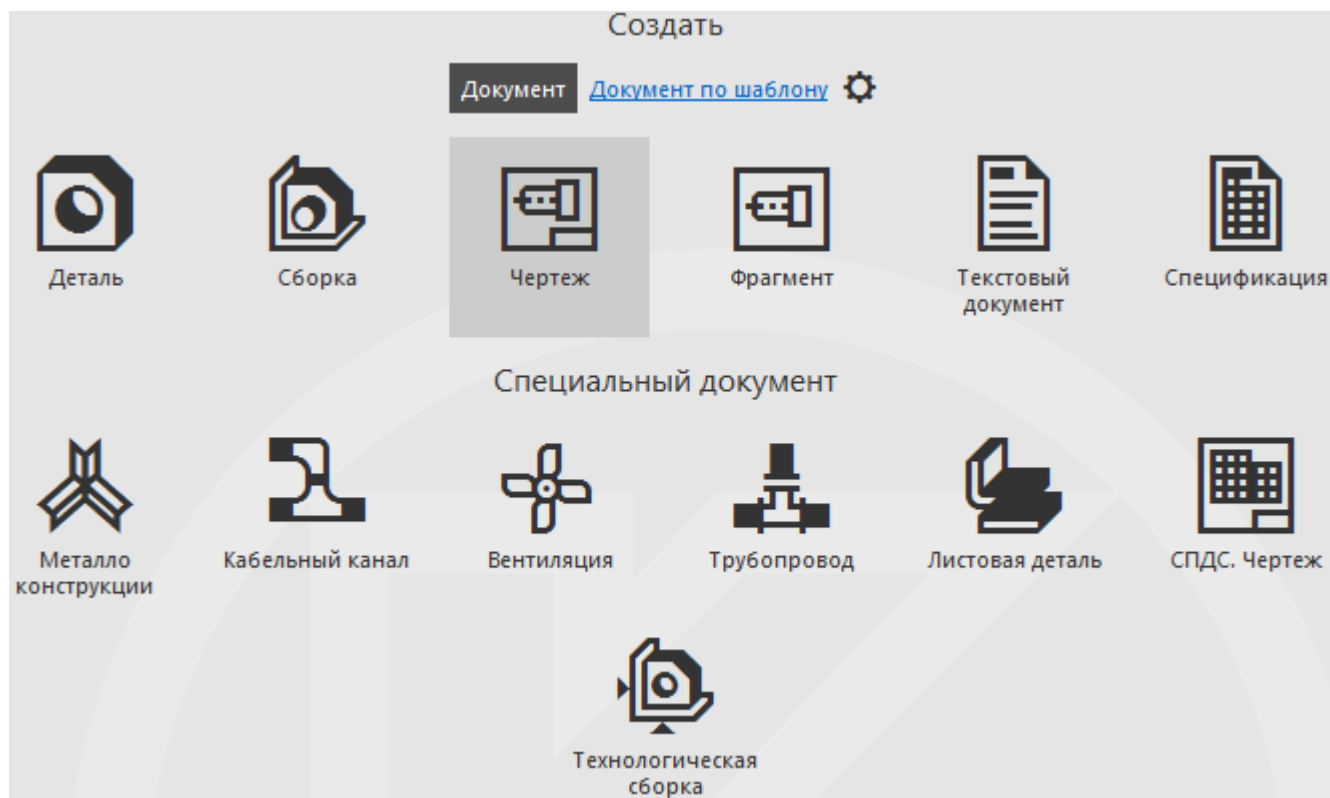
ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Изучить основные типы документов в КОМПАС и способы их создания. Познакомиться с интерфейсом САПР Компас – 3D, изучить способы управления системой.

Основные типы документов в КОМПАС

В КОМПАС-3D можно создавать:

- [трехмерные модели](#) (деталь, сборка, технологическая сборка),
- [графические документы](#) (чертёж, фрагмент),
- [текстовые документы](#),
- [спецификации](#).

При нажатии **Файл > Создать** в КОМПАС-3D v23 появляется окно, в котором представлены типы документов КОМПАС:



С документами **Деталь**, **Сборка**, **Листовая деталь** и **Технологическая сборка** познакомимся в разделе трёхмерного моделирования.

Чертеж

Основной тип графического документа в КОМПАС-3D — **чертеж**.

Чертеж содержит графическое изображение изделия, основную надпись, рамку, иногда — дополнительные элементы оформления (знак неуказанной шероховатости, технические требования и т.д.). Чертеж КОМПАС-3D может содержать один или несколько листов. Для каждого листа можно задать формат, кратность, ориентацию и др. свойства. В файле чертежа КОМПАС-3D могут содержаться не только чертежи (в понимании ЕСКД), но и схемы, плакаты и прочие графические документы.

Чертёж может быть начерчен вручную средствами чертёжного редактора КОМПАС-График или может быть создан автоматически по трёхмерной модели.

Файл чертежа имеет расширение *cdw*.

Фрагмент

Вспомогательный тип графического документа в КОМПАС-3D — **фрагмент**.

Фрагмент отличается от чертежа отсутствием рамки, основной надписи и других объектов оформления документа. Он используется для хранения изображений,

которые не нужно оформлять как отдельный лист (эскизные прорисовки, разработки и т.д.). Кроме того, во фрагментах также хранятся созданные типовые решения для последующего использования в других документах.

Файл фрагмента имеет расширение *frw*.

Спецификация

Спецификация — документ, содержащий информацию о составе сборки, представленную в виде таблицы. Спецификация оформляется рамкой и основной надписью. Она часто бывает многостраничной.

Файл спецификации имеет расширение *srw*.

Текстовый документ

Документ, содержащий преимущественно текстовую информацию — **текстовый документ**. Текстовый документ оформляется рамкой и основной надписью. Он часто бывает многостраничным. В текстовом документе могут быть созданы пояснительные записки, извещения, технические условия и т.п.

Файл текстового документа имеет расширение *kdw*.

СПДС-чертеж

СПДС-чертеж — это проектно-строительная документация, оформленная по стандартам Системы проектной документации для строительства (ГОСТ 21.101-2020 и др.). Это не просто рисунок, а унифицированный чертеж, включающий строительные символы, штампы и спецификации, который гарантирует правильное чтение проекта строителями и автоматизирует рутинные операции оформления.

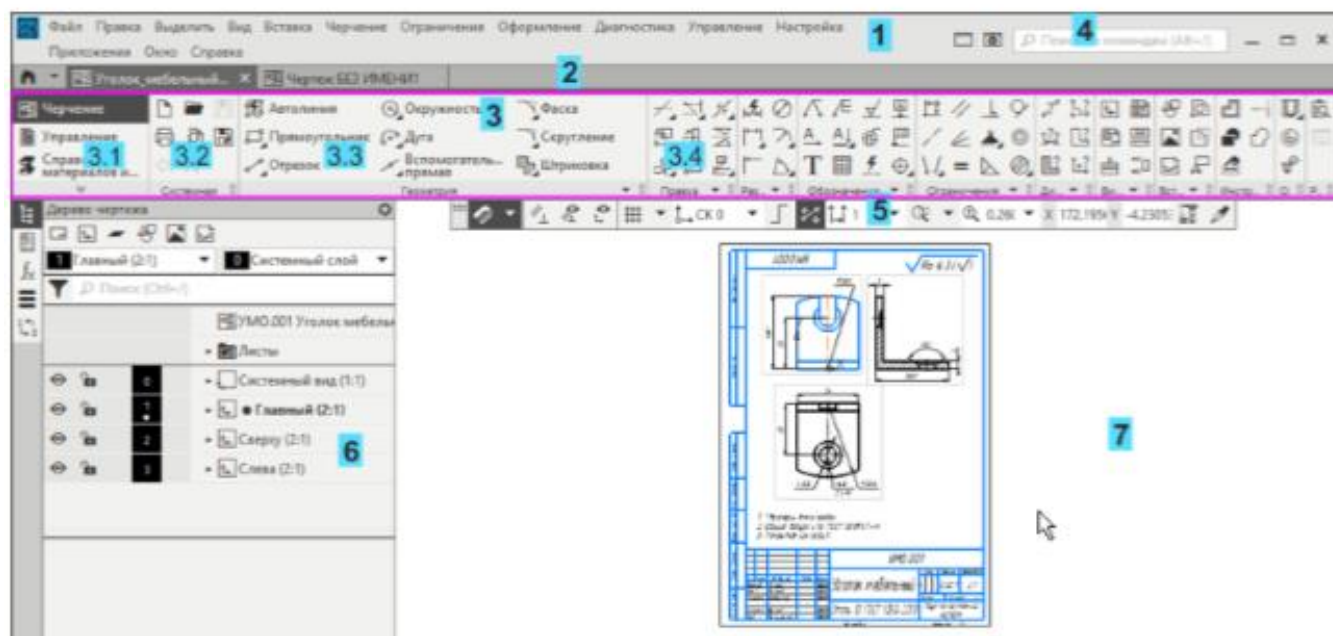
Основные элементы интерфейса КОМПАС-График

Открытие готового документа

Находясь на стартовой странице, щелкните по ссылке **Открыть...** Или откройте меню **Файл** и вызовите из него команду **Открыть....**

Внешний вид Главного окна и элементы управления

Главное окно системы



1 - Главное меню

2 - Строка вкладок документов

3 - Инструментальная область (на рисунке обведена рамкой):

3.1 - Список наборов инструментальных панелей

3.2 - Системная панель

3.3–3.4 - Инструментальные панели Геометрия, Правка и другие

4 - Строка поиска команд

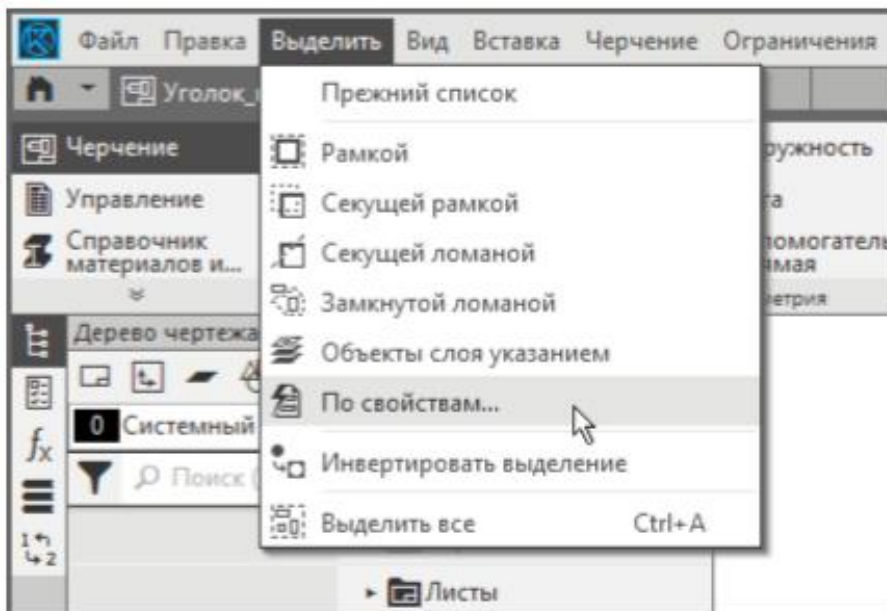
5 - Панель быстрого доступа

6 - Панель управления

7 - Графическая область документа

Главное меню и вызов команд

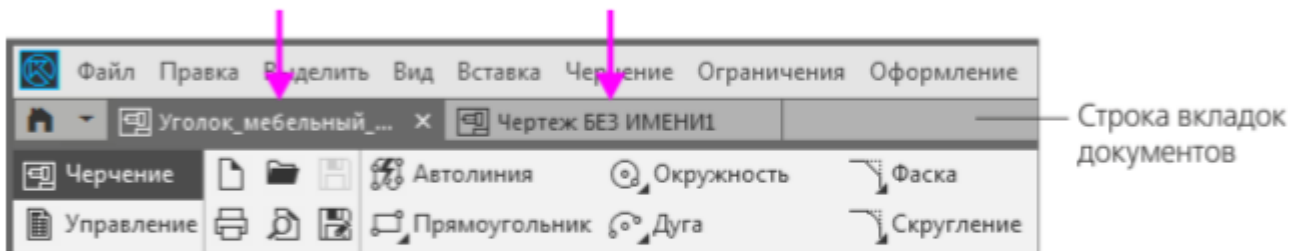
Главное меню содержит все основные меню системы. В каждом из них хранятся команды, сгруппированные по темам. Команда, доступная для выбора, может быть вызвана как из меню, так и из инструментальной области — щелчком мыши по названию или пиктограмме.



Доступность или недоступность команды определяется целесообразностью ее применения. Например, команды, предусмотренные исключительно для чертежа, будут недоступны в текущем документе-фрагменте.

Вкладки документов

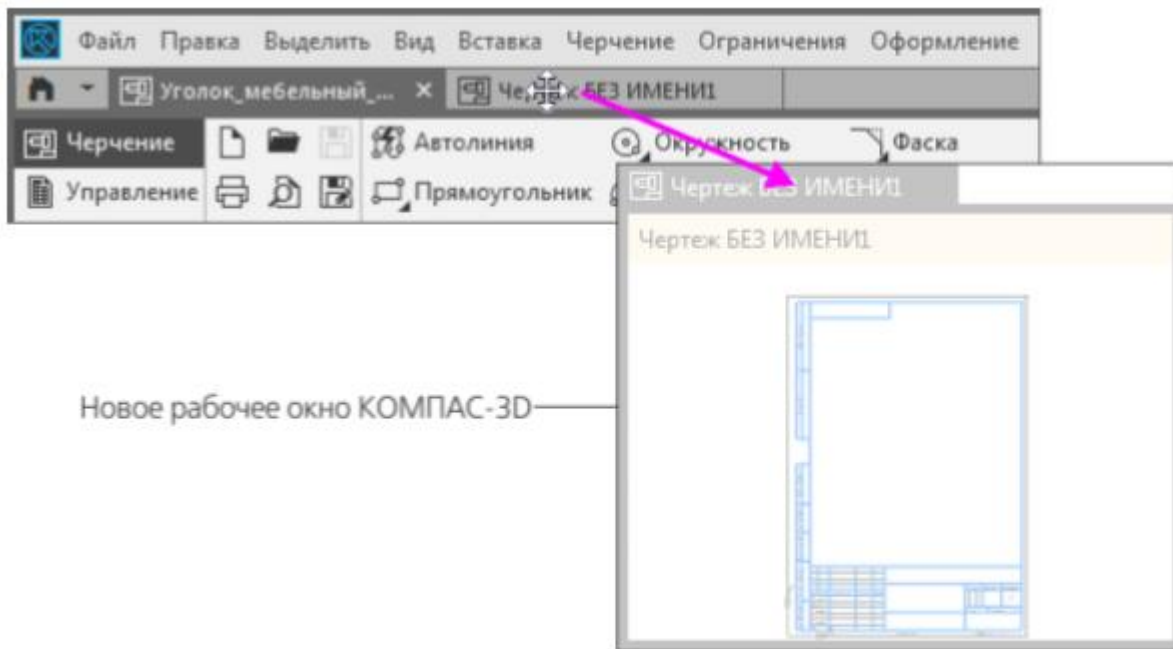
Если открыто несколько документов, щелчок мышью по заголовку вкладки делает тот или иной документ текущим.



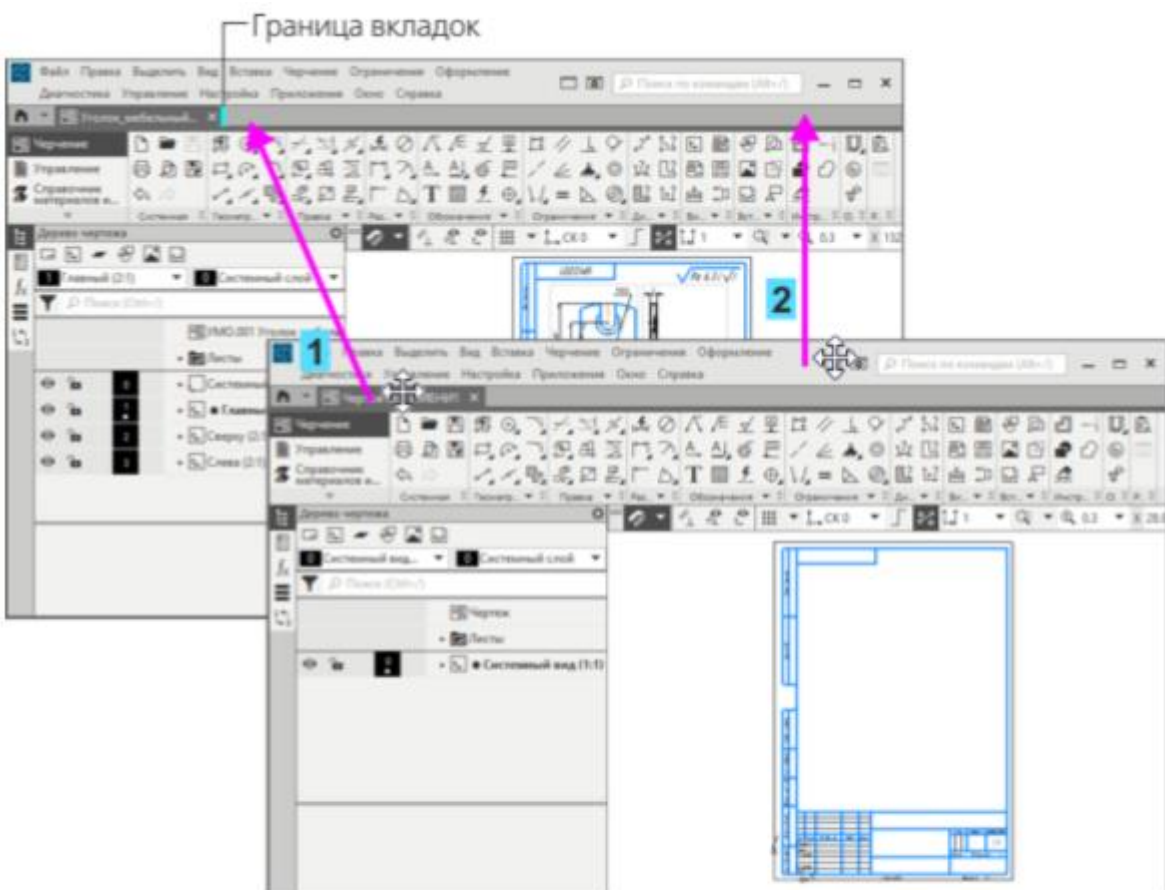
Для последовательного переключения между вкладками можно использовать комбинации клавиш **<Ctrl>+<Tab>** и **<Ctrl>+<Shift>+<Tab>**.

Двойной щелчок в свободном месте строки вкладок вызывает диалог создания документа.

- Чтобы создать новое рабочее окно КОМПАС-3D, стащите заголовок вкладки мышью и отпустите кнопку.



- Чтобы вернуть вкладки в начальное окно, стащите вкладку из нового окна за заголовок (стрелка 1) к нужной границе на строке вкладок. После того как граница подсветится, отпустите кнопку мыши.



- Чтобы перетащить окно в другую часть экрана, не добавляя нового окна, захватите его мышью за область без текста Главного меню (стрелка 2).
- Если новое окно, ставшее пустым, не требуется для работы, закройте его.

Комбинации клавиш. Системные клавиши

В системе КОМПАС-3D предусмотрен вызов команд при помощи комбинаций клавиш, то есть «горячих» клавиш, а также некоторых системных. В таблицах приведены некоторые часто используемые команды, которые удобно вызывать с клавиатуры.

Комбинации клавиш

<Ctrl>+<Y>	Шаг вперед
<Ctrl>+<Z>	Шаг назад
<Ctrl>+<N>	Создать документ
<Ctrl>+<O>	Открыть документ
<Ctrl>+<S>	Сохранить документ
<Ctrl>+<W>	Закрыть документ
<Ctrl>+<D>	Запретить/разрешить глобальные привязки
<Ctrl>+<A>	Выделить все объекты текущего вида чертежа

Системные клавиши

<F1>	Вызвать справочную систему КОМПАС-3D
<F2>	Переименовать объект (например, обозначение, вид, слой в Дереве чертежа)
<F4>	Повторить последнюю вызванную команду
<F5>	Перестроить объекты, устранив противоречия в документе (например, после изменения переменных размеров, выполненного на Панели переменных)
<F8>	Включить/выключить режим ортогонального черчения
<F9>	Показать документ полностью
<Ctrl>+<Tab>	Просматривать окна открытых документов
<Ctrl>+<Enter>	Завершить работу команды

При создании нового чертежа в нем автоматически создается первый лист. При необходимости вы можете добавить листы. Это можно сделать в любой момент работы над чертежом. Также в любое время можно изменить параметры любого листа.

Для изменения параметров листа (формат, ориентация, оформление) в КОМПАС-График V23 нажмите правой кнопкой мыши на Лист в Дереве чертежа, выберите «Параметры» -> «Параметры первого листа» -> «Формат», либо воспользуйтесь командой «Настройка» -> «Параметры...» -> «Текущий чертеж».

ЗАДАНИЕ

Изучить основные элементы интерфейса.

Создать новые документы:

- а) фрагмент, присвоить документу имя и записать его на диске в нужную папку;
- б) чертёж, изменить формат листа и ориентацию;
- в) текстовый документ,
- г) спецификацию.

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО СОЗДАНИЮ ЧЕРТЕЖА. СОЗДАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПРИМИТИВОВ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Изучить набор инструментов для создания геометрических примитивов и методы работы с ними.

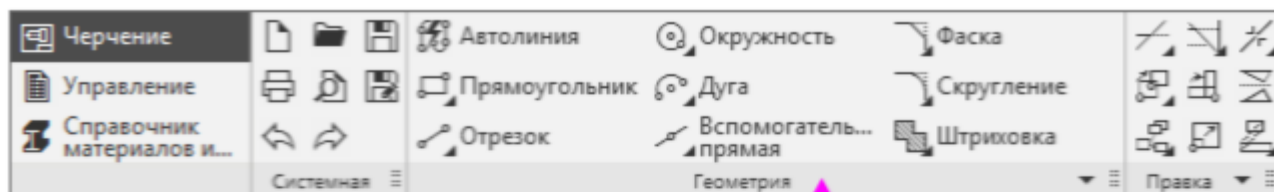
Теоретическая часть

Инструментальная область

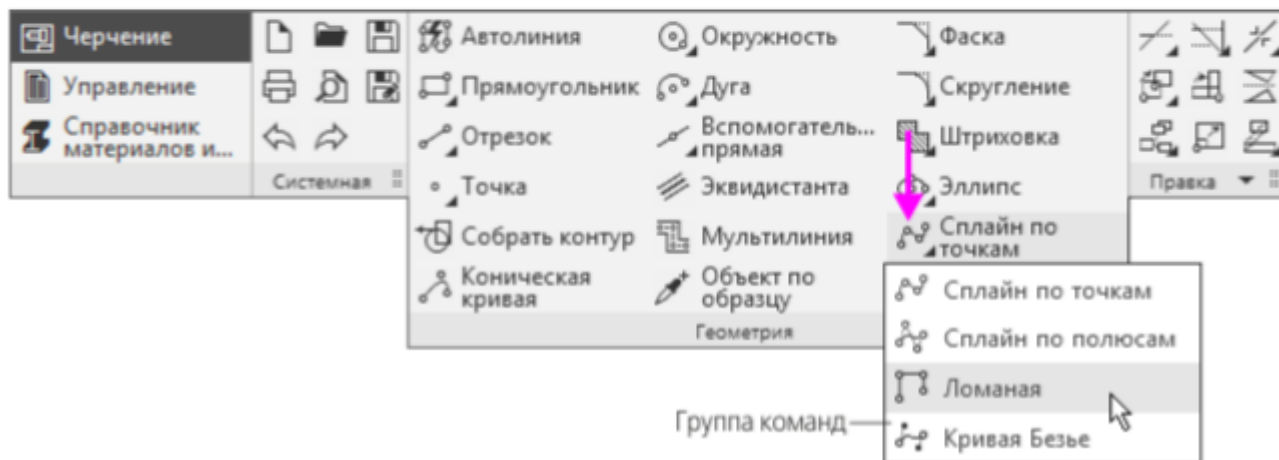
В инструментальной области видимы команды, пиктограммы которых расположены на трех строках. Команды распределены по панелям в соответствии с их назначением: **Системная**, **Геометрия**, **Правка**, **Размеры** и другие. Для компактности некоторые команды объединены в группы, и на панели представлена только одна команда группы. Рядом с пиктограммой команды группы изображен треугольник.

Чтобы вызвать команду, нужно щелкнуть мышью по ее пиктограмме или названию.

- Если команда или группа команд невидима, разверните панель. Для этого щелкните мышью по полю названия панели.

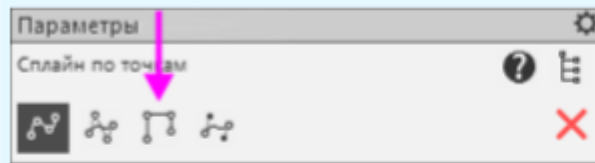


- Если команда находится в группе, щелкните мышью по пиктограмме с треугольником и, не отпуская мышью, выберите из раскрывшегося меню нужную команду.





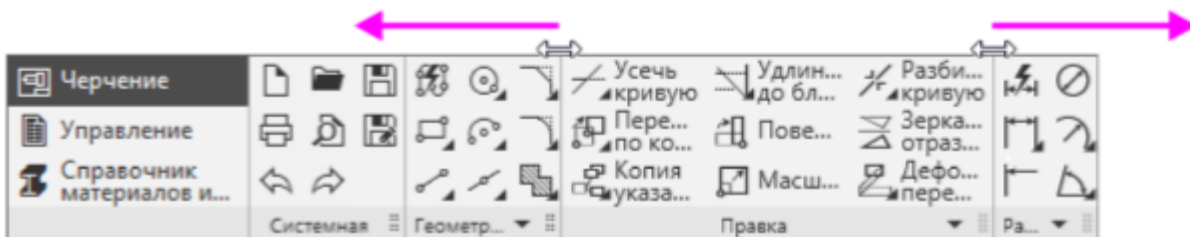
Вы можете вызывать команду из группы другим способом. Нажмите кнопку **Слайн по точкам** на панели **Геометрия**, а затем нажмите кнопку **Ломаная** на Панели параметров команды (о Панели параметров см. ниже).



Чтобы рядом с пиктограммами отображались названия команд, нужно раздвинуть ту или иную панель, перетаскивая ее правую границу мышью. Отображение названий для нескольких панелей одновременно возможно только при условии, что в раздвинутом состоянии они полностью помещаются в Главное окно.

Если раздвинуть еще одну панель невозможно, то в этом случае необходимо предварительно свернуть одну из раздвинутых панелей.

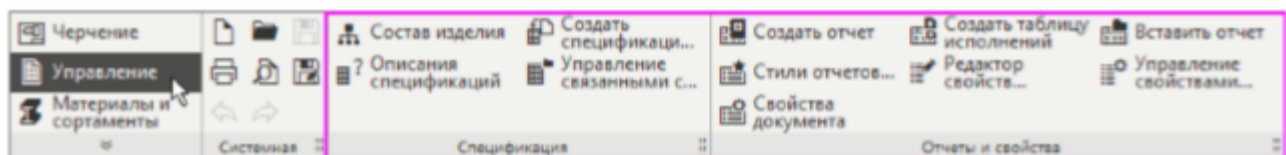
Например, по умолчанию раздвинута панель **Геометрия**. Чтобы раздвинуть панель **Правка**, нужно перетащить границу панели **Геометрия** влево, а затем границу панели **Правка** вправо (см. рис.).



Список наборов инструментальных панелей

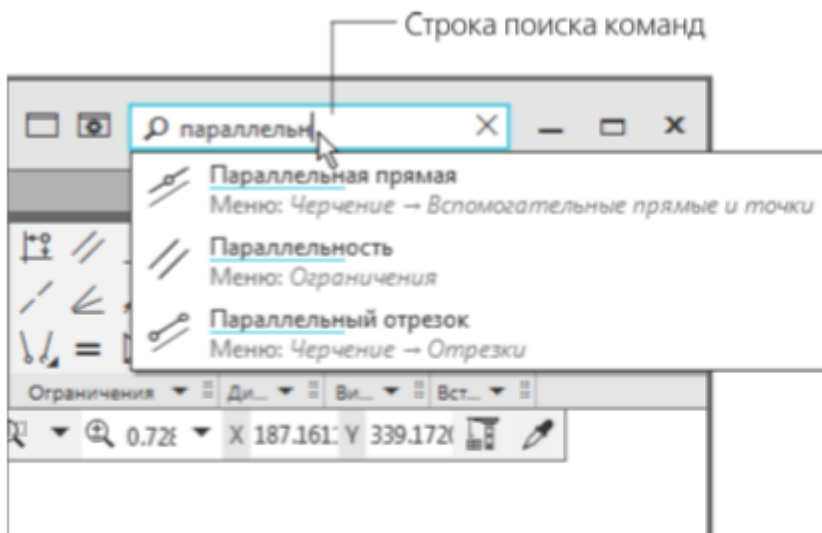
Список наборов инструментальных панелей включает в себя панели **Черчение**, **Управление** и панели приложений, подключенных по умолчанию. Приложение представляет собой дополнительный функционал, в котором собраны команды определенной тематики.

Переключение на другой набор выполняется щелчком мыши по его строке. Например, щелчок по строке **Управление** переключает на набор панелей команд создания спецификаций и отчетов.



Поиск команд

Чтобы вызвать команду по слову или части слова, находящимся в ее названии, следует ввести их с клавиатуры в Строку поиска, а затем в появившемся списке щелкнуть мышью по названию команды. Обратите внимание, что поиск производится только среди команд, находящихся в Главном меню. Команды, присутствующие, например, на Панели быстрого доступа, не будут найдены.



Сделать активной Строку поиска можно при помощи комбинации клавиш **<Alt>+</>** буквенной клавиатуры.

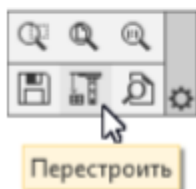
Контекстное меню и контекстная панель

Контекстные панель и меню вызываются щелчком мыши (правой, левой кнопкой) в графической области. На них собраны команды, типовые в данный момент работы. Состав команд также зависит от того места, где вы щелкнули мышью.

Чтобы ознакомиться с панелью, выполните следующие действия в текущем документе.

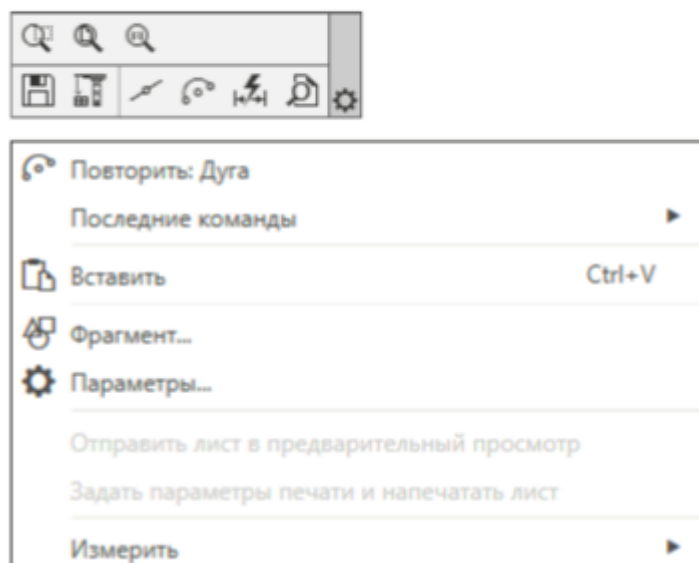
- Щелкните **левой** кнопкой мыши вне объектов в любом месте графической области.

Отобразится контекстная панель, на которой доступны некоторые общие команды для документа.

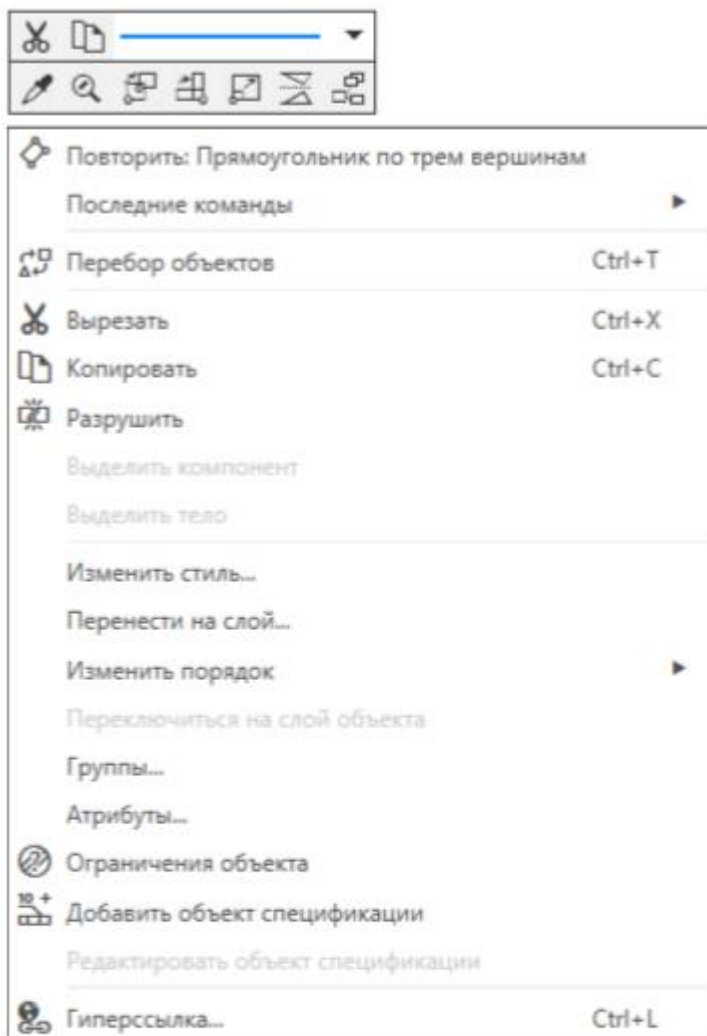


- Щелкните **правой** кнопкой мыши также в любом месте документа.

Меню команд отобразится вместе с контекстной панелью.

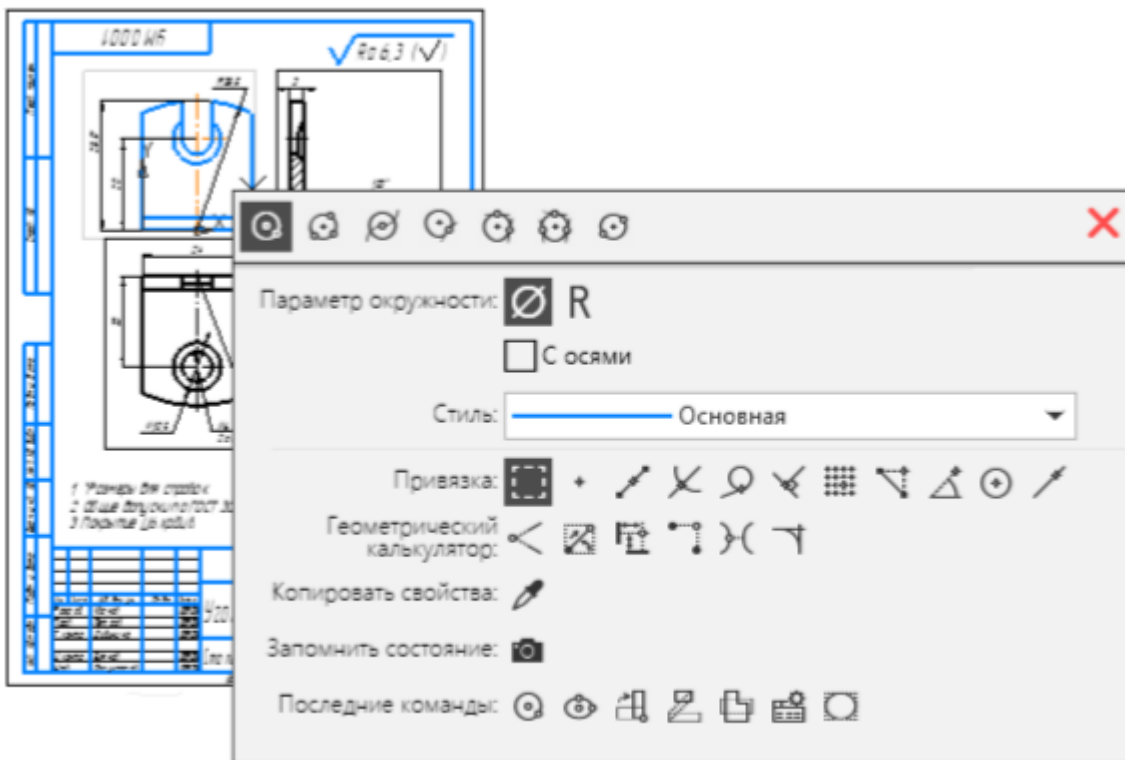


- Щелкните **левой** кнопкой мыши по любому объекту, например, отрезку — он станет выделенным. (О выделении объектов будет подробнее рассказано в следующих упражнениях.)
- Не снимая выделения и находясь на отрезке, щелкните **правой** кнопкой мыши.
- Убедитесь, что показаны контекстная панель и меню для конкретного отрезка и действий с ним (копированием, сменой стиля линии, перенесением на другой слой и т.п.).



Если меню вызвано в процессе работы команды, то оно включает в себя различные элементы управления построением объекта (кнопки, переключатели, списки и др.), а также кнопки вызова последних использованных команд.

- Вызовите любую команду построения объектов. Например, нажмите кнопку **Окружность**  на панели **Геометрия**.
- Вызовите контекстное меню **правой** кнопкой мыши.
- Убедитесь, что меню представляет собой набор команд для построения новой окружности.



Вы можете выбрать параметр в меню и построить объект или прервать команду.

Панель быстрого доступа

Панель быстрого доступа содержит кнопки вызова команд выбора режима, управления изображением активного документа и другие. Ее состав зависит от типа текущего документа.

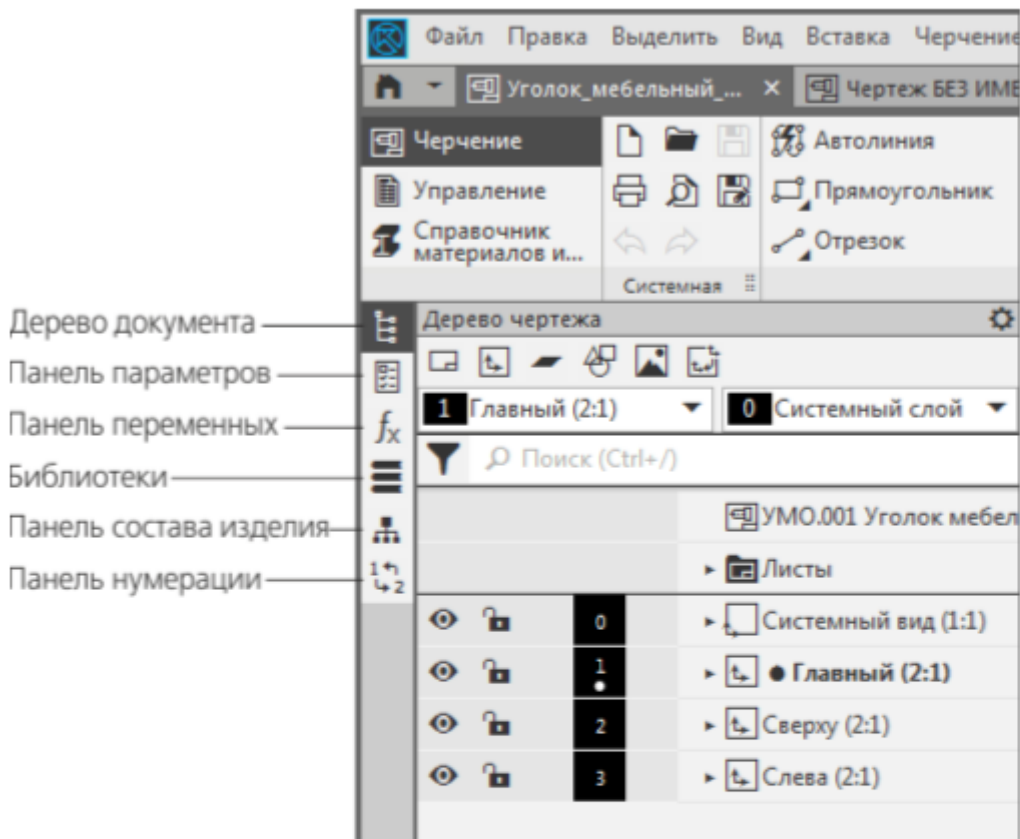
По умолчанию Панель быстрого доступа находится под инструментальной областью.

Панель можно перетащить мышью влево-вправо вдоль границы инструментальной области.



Панель управления и Панель параметров

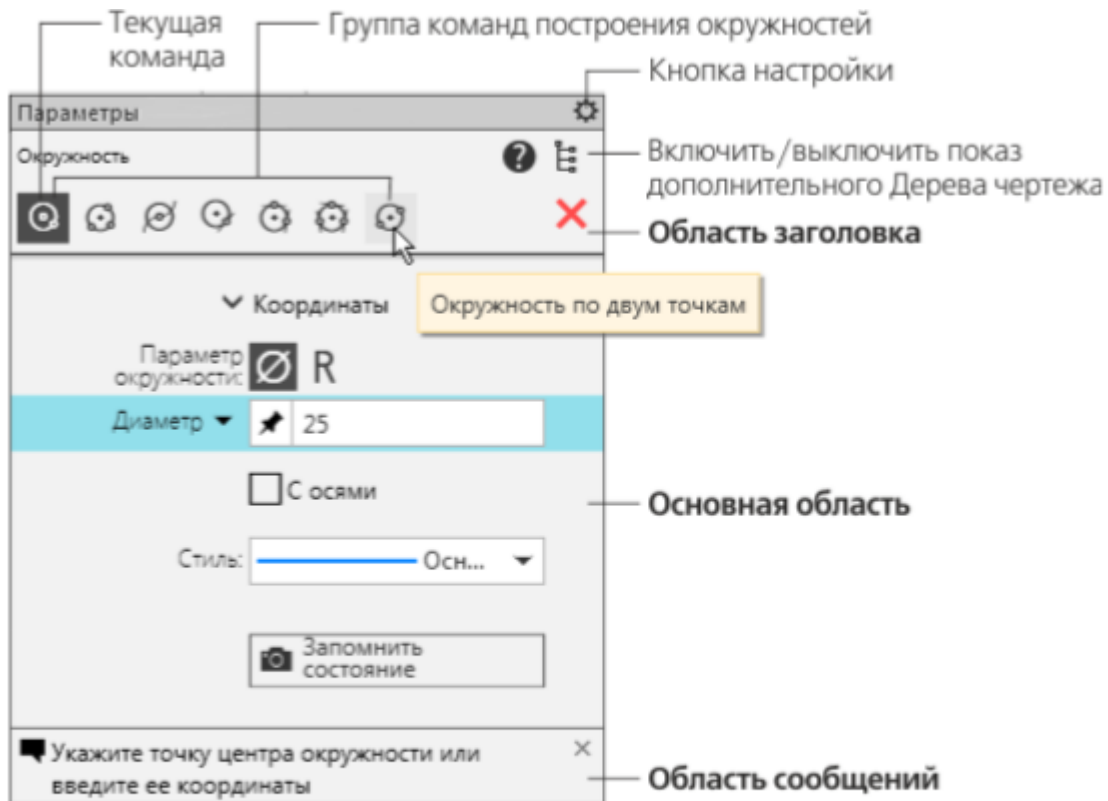
Панель управления предназначена для изменения параметров документа. На Панели управления по умолчанию доступны Панель параметров и Дерево документа. При этом Дерево документа показывается, а Панель параметров скрыта. Переключение между панелями производится с помощью кнопки у вертикальной границы окна.



Если вызвать какую-либо команду, Панель параметров автоматически появляется и остается на экране до завершения команды.

Панель параметров включает в себя три области.

- Область заголовка содержит название команды, кнопки вызова команд группы и кнопку настройки .
- Основная область содержит элементы управления для задания параметров и свойств объекта.
- Область сообщений содержит подсказки (в процессе работы команды — описание ожидаемого действия) и сообщения системы.

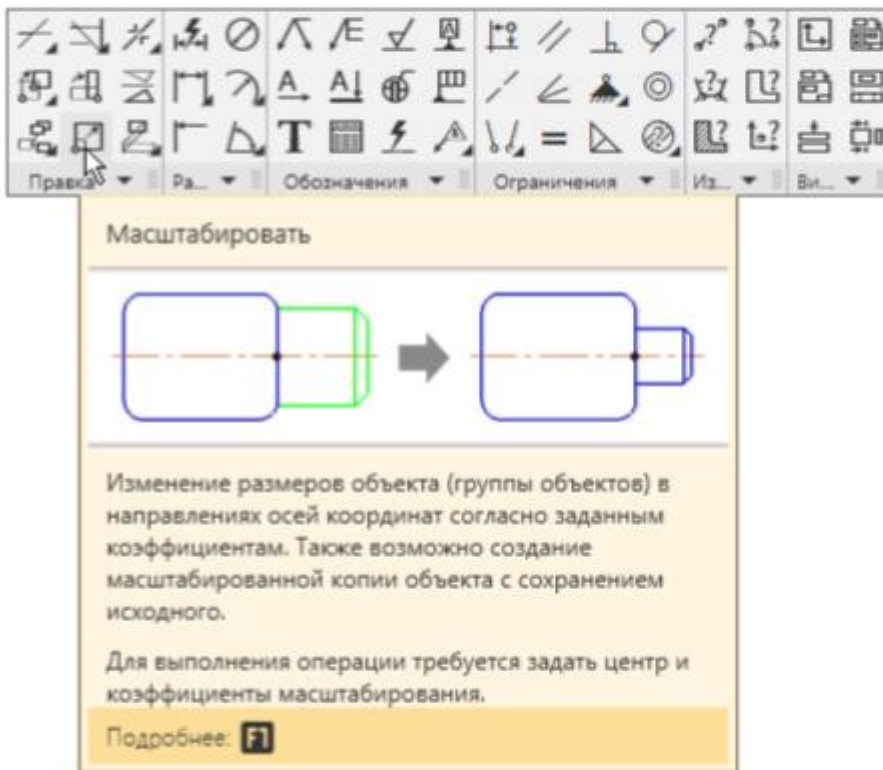


Если вызвана команда, то в Основной области будут находиться элементы управления ее процессом. Если выделен один или несколько объектов вне работы команды, то в Основной области появится список их свойств, которые можно изменить. Если не выделен ни один объект и не запущена ни одна команда, то Основная область пуста.

Короткая справка

Короткая справка о работе команды появляется на экране, если подвести курсор к ее пиктограмме в инструментальной области или на Панели параметров и задержать его.

На рисунке короткая справка показана для команды **Масштабировать** .



Более подробное описание команды можно получить, наведя курсор на кнопку **Масштабировать**  и нажав клавишу <F1>.

Создать новый документ – чертёж подходящего по размеру формата. Для изменения размера формата необходимо изменить настройки, обращаясь к меню *Сервис* → *Параметры*, во вкладке *Текущий чертёж* для пункта *Параметра первого листа* в разделе *Формат* установить нужный формат.

Вид – составная часть чертежа системы КОМПАС-График. Образно говоря, это «контейнер» для объектов чертежа, а также сами объекты, находящиеся в этом «контейнере». Основными характеристиками вида являются масштаб и положение.

Масштаб может быть выбран из стандартного ряда или задан как соотношение произвольных чисел. Положение вида определяется координатами его точки привязки в абсолютной системе координат и углом поворота вокруг этой

точки. В каждом виде можно создавать слои для удобного размещения и обработки изображения. Основное назначение видов – черчение в масштабе.

Система координат чертежа всегда находится в левой нижней точке его габаритной рамки. Чертёж КОМПАС-График может содержать один или несколько видов. У каждого вида обязательно есть своя система координат.

Графический документ может содержать любое количество дополнительных (локальных) систем координат. *Локальные системы координат* могут быть созданы с помощью команды *Вставка → Локальные СК*.

Заполнить основную надпись можно после её активизации: двойным щелчком мыши в её области или обращением к меню *Вставка → Основная надпись*. В активных графах (ячейках) можно в ручном режиме вписывать нужную информацию, либо использовать контекстное меню и указать в нём условие *Вставить текст...*

В системе Компас-3D возможно построение следующих геометрических объектов: точек, прямых, отрезков, окружностей, дуг, эллипсов, прямоугольников, правильных многоугольников, ломаных, сплайнов, мультилиний, фасок, скруглений, штриховки и заливки, эквидистант, контуров, и т.д..

Ряд кнопок на инструментальной панели снабжены маленьким черным треугольником в правом нижнем углу, с помощью которого могут раскрываться расширенные панели, содержащие все команды данной группы команд.

Внешний вид геометрических объектов определяется его стилем. В системе КОМПАС-3D помимо системных стилей точек, линий и штриховок возможно создание пользовательских стилей линий и штриховок. При создании геометрических объектов текущий стиль отображается в одноименном поле на Панели свойств, которая располагается в нижней части окна редактирования. Для изменения стиля выделенных объектов, необходимо развернуть список Стил*ь* и выбрать в нем требуемую строку.

Задание 3.1:

В Азбуке КОМПАС-График открыть Урок 1. Создание чертежа. Изделие Уголок мебельный. В этом уроке на примере детали Уголок мебельный показаны основные

приемы работы над чертежом – создание документа-чертежа, построение в нем геометрических объектов. Нужно повторить (продублировать) действия из этого урока (с.58-71):

Создание документа Чертеж

Создание вида, слоя и работа с ними

Создание проекционного вида

Создание разреза-сечения

Масштаб вида

Построение геометрических объектов:

- вертикальная, горизонтальная и параллельные прямые
- окружность и дуга окружности
- отрезок (в том числе и под углом)
- прямоугольник
- сплайн по полюсам
- линия выбранного стиля (основного, вспомогательного)

Задание 3.2: Создание рабочего чертежа детали

Научитесь чертить в КОМПАС-График правильно, то есть – без ошибок в готовом чертеже, и рационально, то есть – быстро и легко выбирая и используя имеющиеся инструменты черчения. Для этого изучите и выполните рекомендуемую последовательность действий. Допустим, что надо создать рабочий чертеж трехступенчатого вала общей длиной 110 мм, в соответствии с рисунком 7.

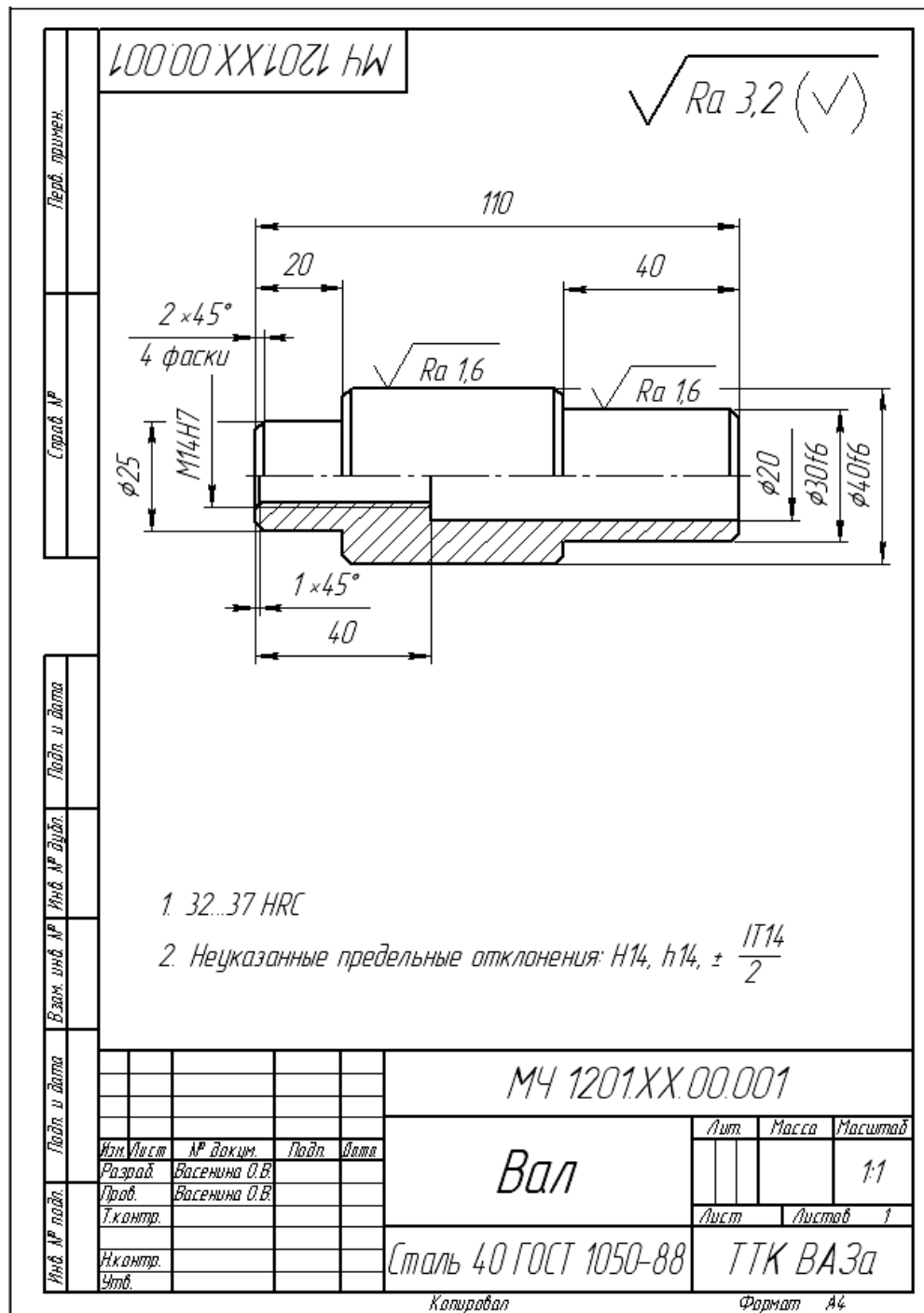


Рисунок 7

Установите нужные привязки. Для этого:

- щелкните на панели инструментов **Текущее состояние**, показанное на рисунке 7, по кнопке  **Установка глобальных привязок**. Появится соответствующее диалоговое окно, в котором установите флажки в привязках: **Ближайшая точка**, **Середина**, **пересечение**, **касание** и **Точка на кривой**;
- щелкните по кнопке **ОК**.



Рисунок 8 – Панель инструментов **Текущее состояние**

Сохраните файл в нужном вам каталоге. Щелкните на панели инструментов **Стандартная** по кнопке **Сохранить**. В появившемся диалоговом окне дайте имя файлу **Чертеж Вал**.

Первый этап – построение горизонтальной осевой линии. Для этого:

- щелкните на панели инструментов **Текущее состояние** по кнопке



Ортогональное черчение или нажмите функциональную

клавишу **F8**;

- щелкните на панели инструментов **Текущее состояние** по кнопке



Текущий шаг курсора, введите в него значение 3 и нажмите на клавишу **Enter**;

- щелкните на Компактной панели по кнопке – переключателю **Геометрия**, а затем на появившейся панели инструментов – по кнопке **Отрезок**, как показано на рисунке 9. Появится соответствующая панель свойств, которая показана на рисунке 10.

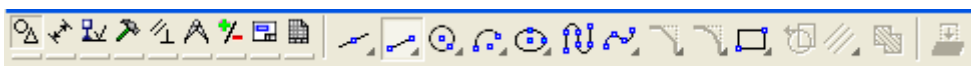


Рисунок 9 - Компактная панель с панелью инструментов **Геометрия**



Рисунок 10 - Панель свойств

- щелкните на панели свойств по раскрывающемуся списку **Стиль**, а в нем – по стилю **Осевая**, как показано на рисунке 11;

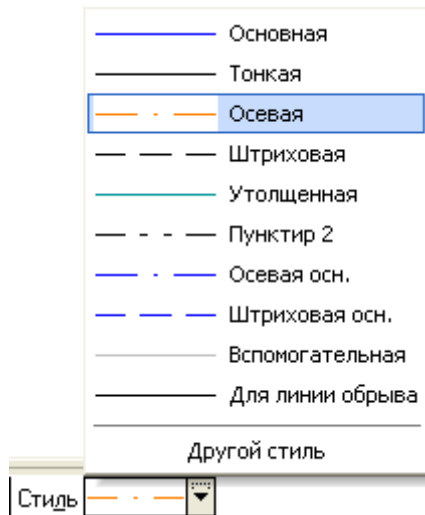


Рисунок 11

- щелкните мышью на форматке в начальной точке осевой линии, примерно с координатами (60; 200);
- щелкните дважды на панели свойств по полю **Длина**, введите в него значение 116 нажмите на клавишу **Enter**;
- щелкните дважды на панели свойств по полю **Угол**, введите в него значение 0 и нажмите на клавишу **Enter**. Построится осевая горизонтальная линия вала.

Второй этап – построение габаритных прямых для верхней половины вала. Для этого:

- щелкните на панели свойств по раскрывающемуся списку **Стиль**, а в нем – по стилю **Основная**;
- установите указатель мыши в начальной точке осевой линии – появится сообщение «Ближайшая точка». В этот момент нажмите на клавишу перемещения со стрелкой вправо. Курсор переместится вправо на величину шага курсора, который был установлен нами ранее и равен 3мм. Согласно ГОСТ осевая линия должна выходить за габариты чертежа на 2...3 мм;
- щелкните мышью. Таким образом, мы определили начальную точку вертикального отрезка;
- щелкните дважды на панели свойств по полю **Длина**, введите в него значение 25/2 и нажмите на клавишу **Enter**. Вычислится длина вертикального отрезка – 12,5 мм;

- щелкните дважды на панели свойств по полю **Угол**, введите в него значение 90 и нажмите на клавишу **Enter**. Построится первый (вертикальный) отрезок;
- установите указатель мыши в конечной точке первого вертикального отрезка. Появится сообщение «Ближайшая точка» - и в этот момент щелкните мышью. Зафиксируется начальная точка второго (горизонтального) отрезка;
- щелкните дважды на панели свойств по полю **Длина**, введите в него значение 20 и нажмите на клавишу **Enter**;
- щелкните дважды на панели свойств по полю **Угол**, введите в него значение 0 и нажмите на клавишу **Enter**. Построится второй (горизонтальный) отрезок;
- установите указатель мыши в конечной точке второго горизонтального отрезка. Появится сообщение «Ближайшая точка» - и в этот момент щелкните мышью. Зафиксируется начальная точка третьего (вертикального) отрезка;
- щелкните дважды на панели свойств по полю **Длина**, введите в него значение $(40-25)/2$ и нажмите на клавишу **Enter**. Вычислится длина вертикального отрезка – 7,5 мм;
- щелкните дважды на панели свойств по полю **Угол**, введите в него значение 90 и нажмите на клавишу **Enter**. Построится третий (вертикальный) отрезок;
- щелкните мышью. Таким образом, мы определили начальную точку вертикального отрезка;
- установите указатель мыши в конечной точке третьего вертикального отрезка. Появится сообщение «Ближайшая точка» - и в этот момент щелкните мышью. Зафиксируется начальная точка четвертого (горизонтального) отрезка;
- щелкните дважды на панели свойств по полю **Длина**, введите в него значение $110-(20+40)$ и нажмите на клавишу **Enter**. Вычислится длина горизонтального отрезка - 50;

- щелкните дважды на панели свойств по полю **Угол**, введите в него значение 0 и нажмите на клавишу **Enter**. Построится четвертый (горизонтальный) отрезок;

- установите указатель мыши в конечной точке четвертого горизонтального отрезка. Появится сообщение «Ближайшая точка» - и в этот момент щелкните мышью. Зафиксируется начальная точка пятого (вертикального) отрезка;

- щелкните дважды на панели свойств по полю **Длина**, введите в него значение $(40-30)/2$ и нажмите на клавишу **Enter**. Вычислится длина вертикального отрезка – 5 мм;

- щелкните дважды на панели свойств по полю **Угол**, введите в него значение 270 и нажмите на клавишу **Enter**. Построится пятый (вертикальный) отрезок;

- установите указатель мыши в конечной точке пятого вертикального отрезка. Появится сообщение «Ближайшая точка» - и в этот момент щелкните мышью. Зафиксируется начальная точка шестого (горизонтального) отрезка;

- щелкните дважды на панели свойств по полю **Длина**, введите в него значение 40 и нажмите на клавишу **Enter**;

- щелкните дважды на панели свойств по полю **Угол**, введите в него значение 0 и нажмите на клавишу **Enter**. Построится шестой (горизонтальный) отрезок;

- щелкните дважды на панели свойств по полю **Длина**, введите в него значение $30/2$ и нажмите на клавишу **Enter**. Вычислится длина вертикального отрезка – 15 мм;

щелкните дважды на панели свойств по полю **Угол**, введите в него значение 270 и нажмите на клавишу **Enter**. Построится шестой (вертикальный) отрезок.

Третий этап – создание фасок на ступенях вала. Для этого:

- щелкните на компактной панели инструментов по кнопке  **Фаска**.

Появится соответствующая панель свойств, которая показана на рисунке 12.

- дважды щелкните на панели свойств по полю **Длина1**, наберите на клавиатуре значение длины фаски – 2, как показано на рисунке 12, и нажмите на клавишу **Enter** для фиксации ввода данных;

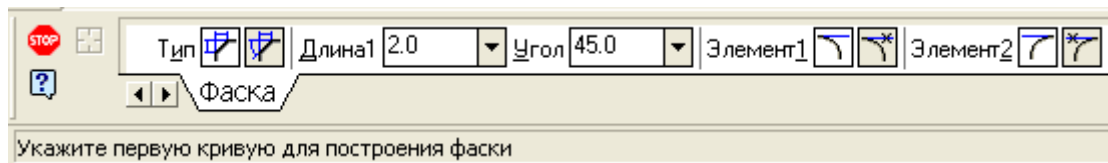


Рисунок 12 - Панель свойств

- щелкните по верхнему горизонтальному и левому вертикальному отрезкам ближе к местоположению фаски. Появится нужная фаска;
- аналогично выполняются остальные наружные фаски вала;
- щелкните по кнопке- **Прервать команду** на панели специального управления, которая показана на рисунке 13

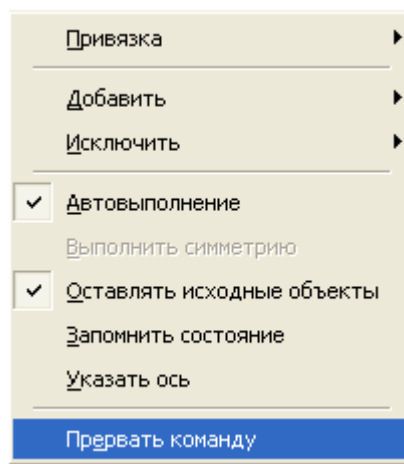


Рисунок 13 - Панель специального управления

Таким образом, мы построили верхнюю часть контура вала, как показано на рисунке 14.

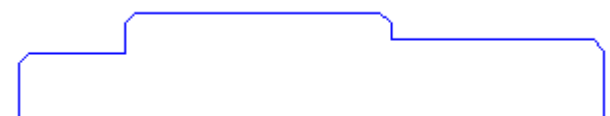


Рисунок 14

Вопросы по геометрическим примитивам

1. Привязки.
2. Геометрический калькулятор.
3. Использование сетки.
4. Ортогональное черчение.
5. Типы геометрических объектов.
6. Точки по кривой, точки пересечения двух кривых, точка на заданном расстоянии.
7. Использование прямых линий.
8. Отрезки.
9. Окружности.
10. Эллипсы.
11. Дуги.
12. Прямоугольники и многоугольники.
13. Ломаная и сплайны.
14. Непрерывный ввод объектов. Линия.
15. Мультилиния.

РЕДАКТИРОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Изучить приёмы редактирования геометрических объектов в КОМПАС-График.

КОМПАС-3D предоставляет пользователю разнообразные возможности редактирования объектов. Наиболее простые и часто используемые приемы редактирования — перемещение и копирование объектов, сдвиг характерных точек — можно выполнять с помощью мыши. Изменение и копирование свойств объектов осуществляются при помощи окна Свойства. Действия с объектами, такие как удаление части объекта, преобразование объектов, копирование по сетке и т.д., выполняются при помощи специальных команд. Команды редактирования геометрических объектов сгруппированы в меню Редактор, а кнопки для вызова команд — на панели Редактирование.

Перед вызовом команд сдвига, поворота, масштабирования, преобразования симметрии и копирования требуется выделить объекты, участвующие в операции.

Кроме того, можно отредактировать параметры объекта — для этого следует дважды щелкнуть мышью по объекту либо, выделив его, нажать клавишу <Enter> или <Пробел> (курсор не должен находиться над объектом). На Панели свойств появляется тот же набор управляющих элементов, что и при создании объекта. Вы можете отредактировать параметры объекта: изменить любые его свойства и характеристики.

Перемещение объектов с помощью мыши

Чтобы переместить объекты мышью, выполните следующие действия.

1. Выделите объекты, которые нужно сдвинуть.
2. Установите курсор на одном из выделенных объектов (но не на характерной точке), и нажмите левую кнопку мыши.
3. Удерживая кнопку мыши нажатой, «перетаскивайте» объекты. На экране отображается их фантом, следующий за курсором.

4. После того как нужное положение объектов достигнуто, отпустите кнопку мыши. Объекты будут удалены с прежних мест и помещены в новые.

Копирование объектов с помощью мыши

Чтобы скопировать объекты мышью, выполните следующие действия.

1. Выделите объекты, которые нужно скопировать.

2. Нажмите клавишу <Ctrl>.

3. Не отпуская клавишу <Ctrl>, установите курсор на одном из выделенных объектов (но не на характерной точке), нажмите левую кнопку мыши и переместите мышь.

4. Отпустите клавишу <Ctrl> и кнопку мыши. На экране отображается фантом перемещаемых объектов, следующий за курсором.

5. Перемещайте мышь, пока не будет достигнуто нужное положение объектов, затем щелкните левой кнопкой. Объекты будут скопированы в указанное место, а оригиналы останутся в прежнем положении. Вы можете продолжать копирование, фиксируя положение очередной копии.

6. Чтобы завершить копирование, нажмите клавишу <Esc>.

Можно создавать копии, располагая их следующими способами: указанием, по кривой, по окружности, по сетке, по концентрической сетке. Для этого выделите объект, подлежащий копированию, и нажмите соответствующую кнопку инструментальной панели. В появившемся дереве чертежа выберите нужные параметры.

Поворот

Чтобы повернуть выделенные объекты, вызовите команду Поворот. Задайте точку центра поворота. Если известно положение, которое должна занять после поворота какая-либо точка изображения, задайте ее в качестве базовой (t1). Затем задайте новое положение этой точки — t2. Если известен угол поворота объектов, введите его в соответствующее поле на Панели свойств.

Масштабирование

Чтобы выполнить масштабирование выделенных объектов, вызовите команду Масштабирование. Введите в соответствующие поля на Панели значения

коэффициентов масштабирования в направлении осей координат (вы можете ввести разные значения коэффициента масштабирования по осям).

Симметрия

Чтобы выполнить преобразование симметрии относительно прямой для выделенных объектов, вызовите команду Симметрия. Задайте первую точку, принадлежащую оси симметрии (t1). Если положение второй точки на оси (t2) известно, задайте ее. Если известен угол наклона оси, (угол между ней и осью абсцисс текущей системы координат) введите его в соответствующее поле на Панели свойств.

Задание 4.1:

В Азбуке КОМПАС-График открыть Урок 1. Создание чертежа. Изделие Уголок мебельный. В этом уроке на примере детали Уголок мебельный показаны основные приемы работы над чертежом – создание документа-чертежа, построение в нем геометрических объектов. Нужно повторить (продублировать) действия из этого урока (с.72-86):

Создание документа Чертеж

Создание вида, слоя и работа с ними

Создание проекционного вида

Создание разреза-сечения

Масштаб вида

Построение геометрических объектов:

- вертикальная, горизонтальная и параллельные прямые
- окружность и дуга окружности
- отрезок (в том числе и под углом)
- прямоугольник
- сплайн по полюсам
- линия выбранного стиля (основного, вспомогательного)

Задание 4.2: Продолжить выполнение чертежа вала по образцу (рисунок 7) с применением редактирования геометрических объектов и созданием штриховки.

Третий этап – построение симметричного изображения части вала относительно горизонтальной оси. Для этого:

- щелкните в главном меню по пункту **Выделить**, а затем в выпадающем меню – по пункту **Рамкой**;

- щелкните мышью в левой верхней точке, а затем – в правой нижней точке рамки. Рамка должна захватить полностью построенный контур и ось симметрии. Объекты высветятся зеленым цветом – цветом выделения объектов;

- щелкните на панели инструментов **Текущее состояние** по кнопке  **Редактировать**, а затем на появившейся панели инструментов – по кнопке  **Симметрия**, как показано на рисунке 15. Появится соответствующая панель свойств, показанная на рисунке 16.

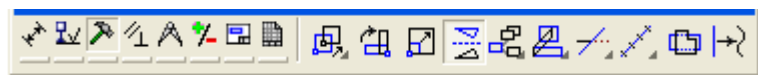


Рисунок 15 – Компактная панель с панелью инструментов

Редактировать

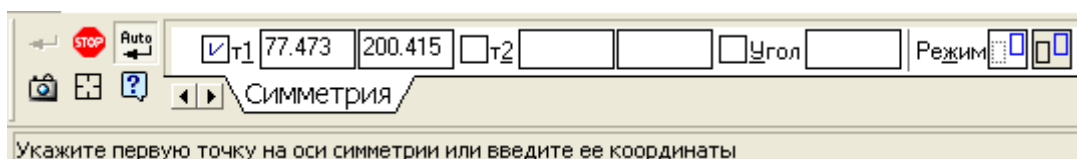


Рисунок 16 – Панель свойств

- щелкните по первой, а затем по второй точке вертикальной оси симметрии. Появится симметричное изображение выделенного контура;

- щелкните по кнопке **Прервать команду** на панели специального управления, которая показано на рисунке 16, появляющаяся при нажатии правой кнопки мыши, для завершения выполнения команды **Симметрия**, а затем – по области чертежа для снятия выделения объектов.

После этого чертеж вала будет выглядеть так, как показано на рисунке 17.

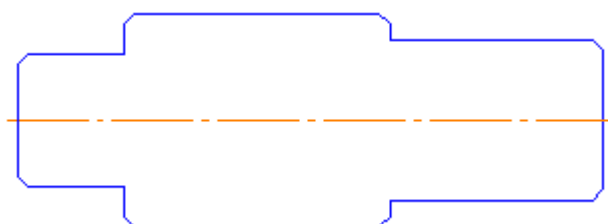


Рисунок 17

Четвертый этап – построение вертикальных линий на верхней половине вала. Для этого:

- щелкните на Компактной панели по кнопке – переключателю 

Геометрия, а затем на появившейся панели инструментов – по кнопке 

Отрезок, как показано на рисунке 9. Появится соответствующая панель свойств, которая показана на рисунке 10;

- переместите мышку к углу, который получился при построении фаски. Появится сообщение «Ближайшая точка» - и в этот момент щелкните мышью. Зафиксируется начальная точка вертикального отрезка;

- затем переместите мышку к осевой линии, появится сообщение «Пересечение» - и в этот момент щелкните мышью. Зафиксируется вторая точка вертикального отрезка;

- щелкните по кнопке **Прервать команду** на панели специального управления, которая показано на рисунке 16, для завершения выполнения команды **Отрезок**;

- аналогично выполняются остальные вертикальные линии, ограничивающие фаски;

Пятый этап – построение внутренних отверстий на нижней половине вала. Для этого:

- щелкните на панели инструментов **Текущее состояние** по кнопке 

Локальная система координат, на рабочем столе появится плоскость ХУ, и соответствующая панель свойств, показанная на рисунке 18;

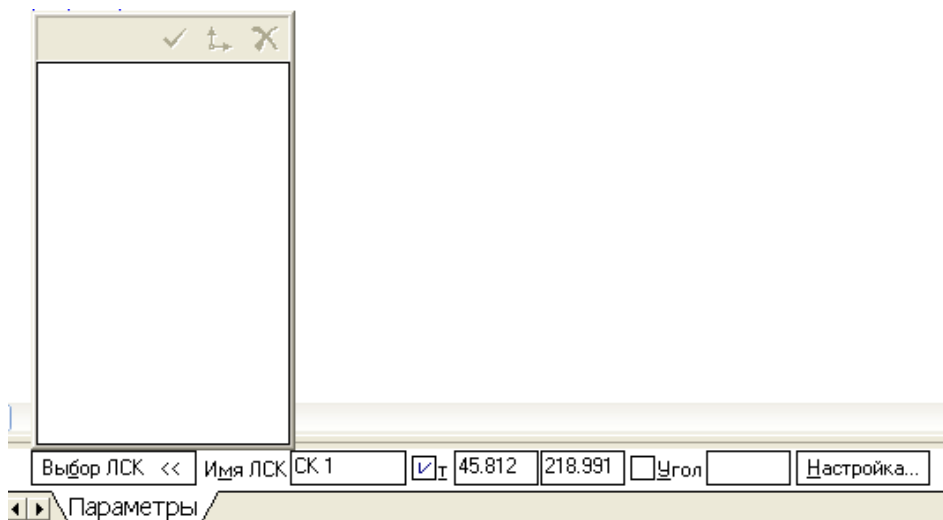


Рисунок 18 - Панель свойств

- переместите мышку к точке пересечения осевой линии с первой вертикальной линией вала, появится сообщение «Ближайшая точка», и дважды щелкните по левой кнопке мышки. Абсолютные координаты всех точек будут отсчитываться именно относительно текущей системы координат, в соответствии с рисунком 19.

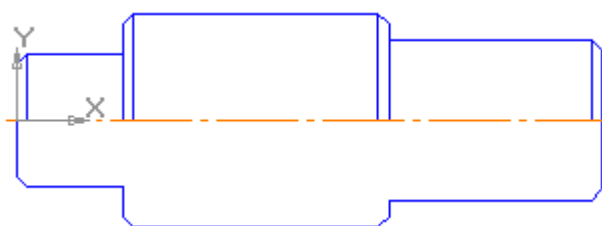


Рисунок 19

- щелкните на Компактной панели по кнопке – переключателю **Геометрия**, а затем на появившейся панели инструментов – по кнопке  **Отрезок**. Появится соответствующая панель свойств, которая показана на рисунке 20;



Рисунок 20 – Панель свойств при работе с командой **Отрезок**
с зафиксированной начальной точкой

- поменяйте стиль линии на **Тонкая**, для построения наружной линии внутренней резьбы;

- введите координаты на панели свойств в поле **t1** 0 и $-14/2$, нажмите на клавишу **Enter**, зафиксируется начальная точка первого (горизонтального) отрезка;

- введите координату 40 в поле **Длина** на панели свойств и в поле **Угол** и введите в него значение 0 и нажмите на клавишу **Enter**, зафиксируется вторая точка первого отрезка, которая будет концом отрезка;

для построения внутренней линии резьбы, скопируем предыдущую, для этого выделите построенную ранее линию и щелкните на Компактной панели по кнопке – переключателю **Редактирование** , а затем на появившейся панели инструментов – по кнопке  **Копировать**. Появится соответствующая панель свойств, показанная на рисунке 21;

- введите координаты: Смещение X 0,0; Смещение Y 1,0. После ввода каждой координаты нажмите на клавишу **Enter**, и для завершения, нажмите на  кнопку **Создать объект**;

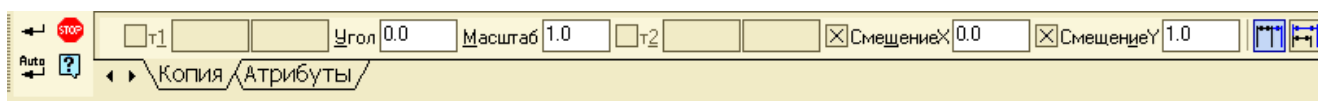


Рисунок 21

- щелкните по кнопке **Прервать команду** на панели специального управления, которая показано на рисунке 13, появляющаяся при нажатии правой кнопки мыши, для завершения выполнения команды **Копировать**, а затем – по области чертежа для снятия выделения объектов;

- удалите локальную систему нажатием на кнопки , затем  на панели свойств и по кнопке ;

- поменяйте стиль построенной линии на **Основная**, для этого, выделите построенную линию и щелкните по правой кнопке мышки, появится панель специального управления, показанная на рисунке 22, щелкните по кнопке  **Редактировать**, а затем на появившейся панели свойств инструментов смените стиль линии.

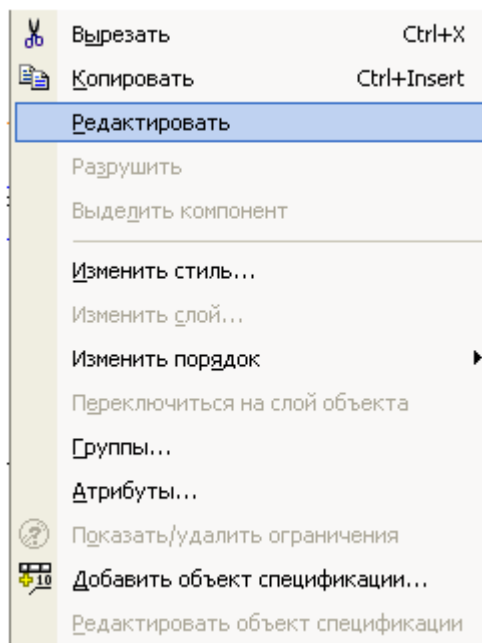


Рисунок 22

- для того чтобы построить вертикальный отрезок, от конца тонкой линии, щелкните на компактной панели по кнопке – переключателю  **Геометрия**, а затем на появившейся панели инструментов – по кнопке  **Отрезок**;

- установите указатель мыши в конечной точке первого отрезка, появится сообщение «Ближайшая точка» - и в этот момент щелкните мышью. Зафиксируется начальная точка второго (вертикального) отрезка;

- щелкните дважды на панели свойств по полю **Длина**, введите в него значение $(20-14)/2$ и нажмите на клавишу **Enter**. Вычислится длина вертикального отрезка – 3 мм;

- щелкните дважды на панели свойств по полю **Угол**, введите в него значение 270 и нажмите на клавишу **Enter**. Построится второй (вертикальный) отрезок;

- щелкните указателем мышки по полученному отрезку, объекты высветятся зеленым цветом – цветом выделения объектов;

- подведите указатель мышки к первой точке отрезка, нажмите левую кнопку мышки, и, удерживая нажатой кнопку, переместите точку к осевой линии, когда появится надписи **Пересечение**, отпустите кнопку мышки.

- установите указатель мыши в конечной точке второго вертикального отрезка. Появится сообщение «Ближайшая точка» - и в этот момент щелкните мышью. Зафиксируется начальная точка третьего (горизонтального) отрезка;

- щелкните дважды на панели свойств по полю **Длина**, введите в него значение 110-40 и нажмите на клавишу **Enter**. Вычислится длина горизонтального отрезка – 70 мм;

- щелкните дважды на панели свойств по полю **Угол**, введите в него значение 0 и нажмите на клавишу **Enter**. Построится третий (горизонтальный) отрезок;

- для построения резбовой фаски щелкните на компактной панели по кнопке – переключателю  **Геометрия**, а затем на появившейся панели инструментов – по кнопке  **Фаска**. Появится соответствующая панель свойств, показанная на рисунке 12;

- дважды щелкните на панели свойств по полю **Длина1**, наберите на клавиатуре значение длины фаски –1, и нажмите на клавишу **Enter** для фиксации ввода данных;

- щелкните по кнопке  (не усекать первый элемент), затем щелкните по левому вертикальному отрезкам ближе к местоположению фаски;

- щелкните по кнопке  (усекать второй элемент), затем щелкните по правому горизонтальному отрезку ближе к местоположению фаски. Появится нужная фаска;

- щелкните по кнопке **Прервать команду** на панели специального управления;

- щелкните на компактной панели по кнопке – переключателю  **Геометрия**, а затем на появившейся панели инструментов – по кнопке  **Отрезок**, постройте завершающую вертикальную линию фаски;

Построения контуров внутреннего отверстия показаны на рисунке

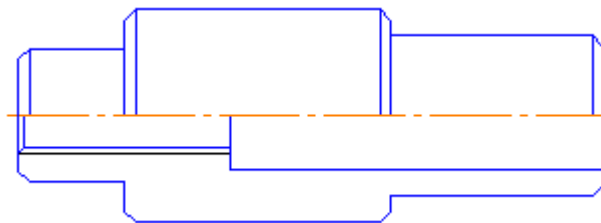


Рисунок 23

Вопросы

Вопросы по редактированию

1. Выделение объектов мышью.
2. Использование буфера обмена.
3. Управление порядком отрисовки объектов.
4. Создание объекта по образцу.
5. Стили геометрических объектов.
6. Вспомогательные объекты.
7. Эквидистанта.
8. Фаска.
9. Скругление.
10. Общие приёмы редактирования.
11. Сдвиг.
12. Копирование.
13. Поворот.
14. Масштабирование.
15. Симметрия.
16. Деформация.
17. Разбиение объектов на части.
18. Удаление частей объектов. Продление объектов.

Лабораторная работа 5.

ШТРИХОВКА. ПРОСТАНОВКА РАЗМЕРОВ. ТЕКСТОВЫЕ НАДПИСИ НА
ЧЕРТЕЖЕ. ВСТАВКА РАСТРОВОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ**Штриховка, заливка**

Штрихование и заливка цветом областей графического документа в системе КОМПАС-3D сходны по способу их построения.

Для создания штриховки или заливки требуется задать её границы и параметры. Границами штриховки или заливки могут служить системные линии стилей *Основная* и *Для линии обрыва* или линии пользовательских стилей, при настройке которых указано, что они могут использоваться в качестве границы штриховки.

Количество и вложенность областей, задаваемых одновременно, не ограничены. Объекты, ограничивающие штриховку (заливку), могут быть выделены перед вызовом команды. В этом случае после вызова команды на экране появится запрос на использование выделенных объектов в качестве границы штриховки (заливки). Для подтверждения следует нажать кнопку Да, и система сразу же построит штриховку (заливку), если это возможно.

Способы создания штриховки изложены в руководстве пользователя [6] в главе 124 на страницах 1032-1045.

Простановка размеров

КОМПАС"3D позволяет создать в графическом документе любой из предусмотренных стандартом вариантов размеров. Возможна простановка нескольких типов линейных, угловых, радиальных размеров, диаметального размера, размеров высоты и дуги. Кроме того, доступен специальный способ простановки размеров, при котором тип размера автоматически определяется системой. Команды простановки размеров сгруппированы в меню Инструменты — Размеры, а кнопки для вызова команд — на панели Размеры.

Общая последовательность действий при простановке большинства размеров следующая:

1. Вызов команды простановки размера нужного типа или команды автоматической простановки размеров.
2. Указание объектов (объекта), к которым требуется проставить размер.
3. Настройка начертания размера с помощью вкладок Панели свойств.
4. Редактирование (при необходимости) размерной надписи и задание её положения.

Для активизации панели Размеры нажмите одноименную кнопку переключения на Компактной панели. Для построения линейных размеров активизируйте переключатель Линейный размер. При этом на вкладке Размер Панели свойств по умолчанию активен переключатель Параллельно объекту. Чтобы построить горизонтальный или вертикальный размер, активизируйте соответствующий переключатель на Панели свойств.

Проставьте линейные размеры. Числовые значения размера проставляются автоматически. Если требуется изменить числовое значение или ввести его вручную, например на размерной линии с обрывом, необходимо воспользоваться параметром Текст на Панели свойств.

Если необходимо выровнять размерные линии линейных размеров, вызовите команду Выровнять размерные линии из меню Инструменты. Подведите курсор к размеру-образцу, по размерной линии которого требуется произвести выравнивание, и щелкните по нему левой кнопкой мыши. После указания образец подсветится. Укажите курсором один или несколько размеров подряд для выравнивания. Чтобы перейти к выравниванию другой группы обозначений, нажмите кнопку Указать заново на Панели управления. Затем укажите образец и обозначения для выравнивания. Для выхода из команды нажмите Прервать команду на Панели управления.

Для построения диаметральных размеров активизируйте команду Диаметральный размер, для простановки радиуса – команду Радиальный размер. Выбрав соответствующую окружность или дугу, проставьте размеры. Для настройки

параметров размеров служат элементы вкладки Параметры на Панели свойств. Они позволяют управлять положением размерной надписи, размещением стрелок и т.д.

Если требуется указать количество одинаковых отверстий, вызовите команду Текст на Панели свойств, в правом нижнем углу диалогового окна нажмите кнопку Далее и в поле Текст под размерной надписью введите количество отверстий. В этом же диалоговом окне команды Текст при необходимости можно ввести символ перед размерным числом, например символ диаметра или радиуса. После завершения ввода текста Прервать команду на Панели управления.

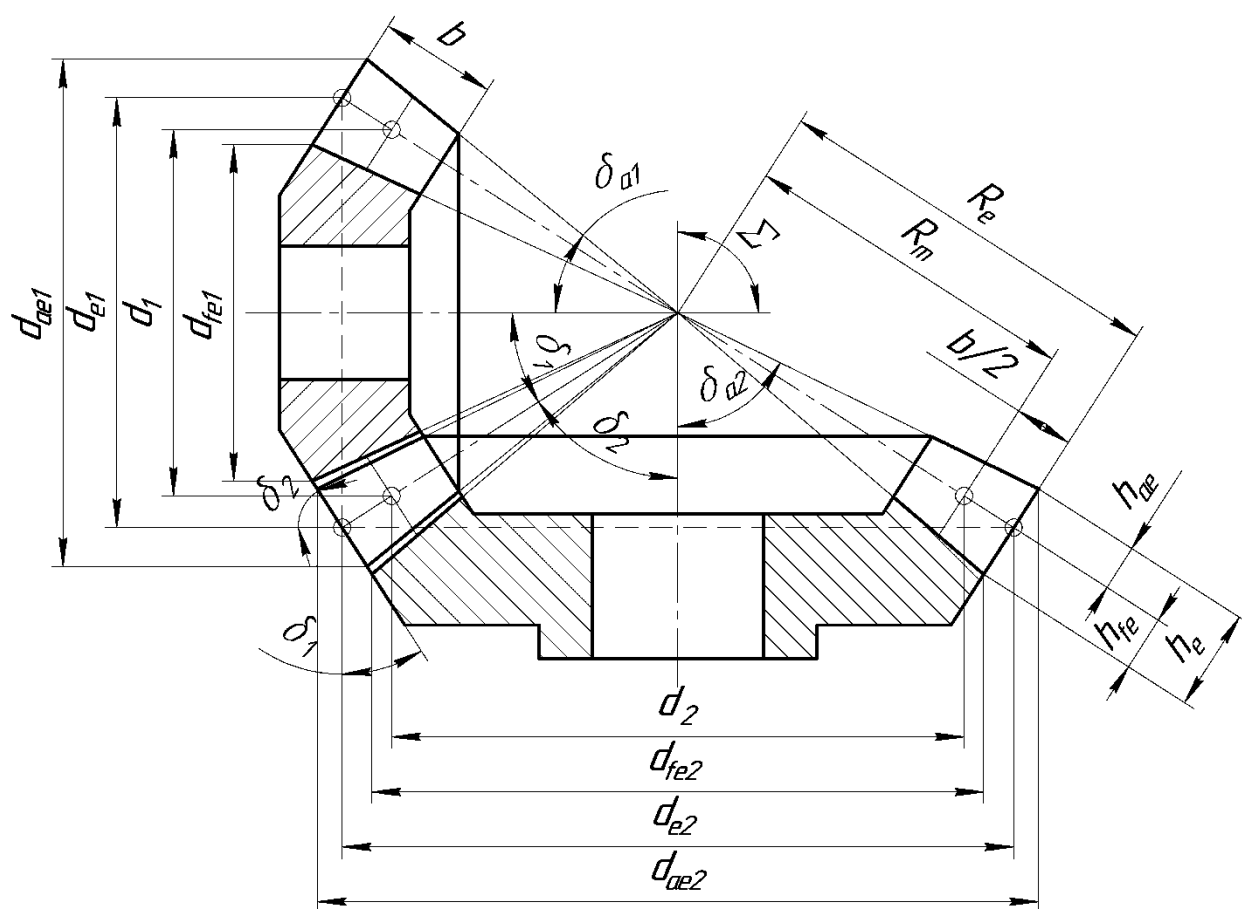


Рисунок 5.1 – Геометрия зубчатой конической передачи, изображение создано в программе КОМПАС. Натуральные размеры заменены условными буквенными обозначениями с использованием индексов.

Вставка растрового изображения (JPG, PNG, BMP, TIFF) в КОМПАС-3D осуществляется через меню «Вставка» -> «Рисунок». После выбора файла нужно указать базовую точку на чертеже/фрагменте, а затем задать масштаб и угол поворота.

Для работы с изображением (обрезка, прозрачность) используйте Панель параметров.

Основные способы вставки:

- **Через меню:** Вставка -> Рисунок.
- **Через буфер обмена:** Скопировать изображение в Windows (Ctrl+C) и вставить в КОМПАС (Ctrl+V).

Важные советы:

1. **Масштабирование:** Чтобы подогнать изображение под реальный размер, лучше вставить его, а затем использовать команду «Масштабировать» (выбрать изображение, указать базовую точку и масштабный коэффициент).
2. **Управление изображением:** На Панели параметров доступны настройки «Файл-источник», «Способ вставки» (внедрить или ссылкой), «Слой».
3. **Порядок слоев:** Рекомендуется поместить изображение на отдельный слой, чтобы можно было скрыть его или заблокировать для обводки.

Поддерживаются форматы: BMP, GIF, JPEG, PNG, TIFF, TGA.

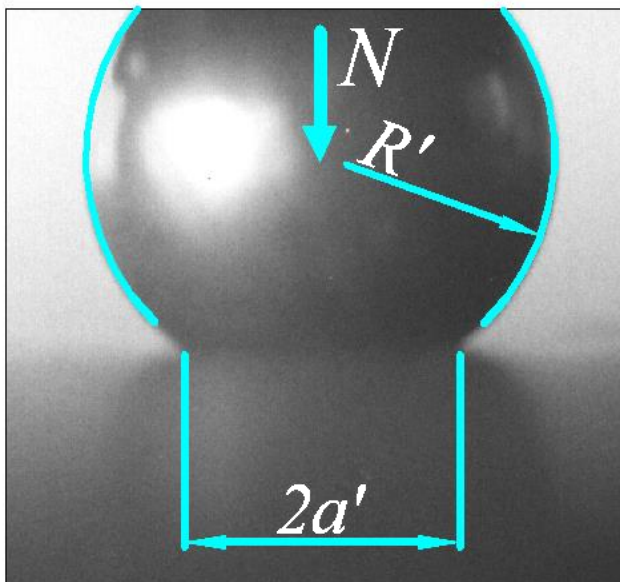


Рисунок 5.2 – Растровое изображение на нижнем слое и геометрические построения на верхнем слое в графическом документе КОМПАС [26]

Команда *Текст* на панели *Обозначение* позволяет ввести одну или несколько текстовых надписей на поле чертежа (имеется в виду именно область документа,

предназначенная для черчения; основная надпись и технические требования оформляются с помощью специальных команд). Каждая надпись может состоять из произвольного количества строк.

После вызова команды КОМПАС-График переключается в режим работы с текстом. При этом изменяется содержание строки меню, панели управления и строки параметров. В распоряжение пользователя предоставляются средства, которые значительно облегчают оформление таких элементов технических текстов, как ввод дробей, верхних и нижних индексов, надстрок и подстрок, специальных знаков и символов.

Для ввода текста укажите курсором положение точки его привязки. Затем напечатайте в открывшейся рамке ввода нужное количество строк, заканчивая набор каждой из них нажатием клавиши <Enter>.

Для перехода к созданию нового текста фиксируется введенный текст нажатием на клавишу *Создать объект* на панели специального управления или производится щелчок левой кнопки мыши в новой точке чертежа. Надпись будет зафиксирована, а в последнем случае откроется новое поле ввода текста в указанном месте.

При необходимости можно изменить внешний вид вводимой надписи или отдельных её частей (тип шрифта, его высоту и сужение, цвет символов и т.д.) с помощью полей в строке параметров объектов. Если нужно поменять начертание только части надписи, она выделяется мышью или клавишами, а затем назначаются нужные параметры.

Для выхода из режима ввода текста нажимается клавиша <Esc> или кнопка Прервать команду на панели специального управления.

Задание 5.1:

В Азбуке КОМПАС открыть Урок 1. Создание чертежа. Изделие Уголок мебельный. В этом уроке на примере детали Уголок мебельный показаны основные приемы работы над чертежом — создание документа-чертежа, построение в нем

геометрических объектов. Продолжить выполнение, начатое в предыдущей лабораторной работе. Продублировать действия из примера (с. 80-104):

- штриховка

Размеры:

- авторазмер

- угловой

- диаметральный

Вставка символов и текста в размерную надпись

Обозначения

- осевая линия по двум точкам

- автоосевая

- обозначение центра

- линия разреза

- неуказанная шероховатость

Прочее

- измерение длины

- геометрический калькулятор

- технические требования

- выравнивание полок линий-выносок

Задание 5.2: Создать штриховку и нанести размеры на чертеже вала, который выполнен в лабораторной работе 4.

Шестой этап – создание штриховки. Для этого:

- щелкните на компактной панели по кнопке  **Штриховка**. Появится соответствующая панель свойств, показанная на рисунке 24;

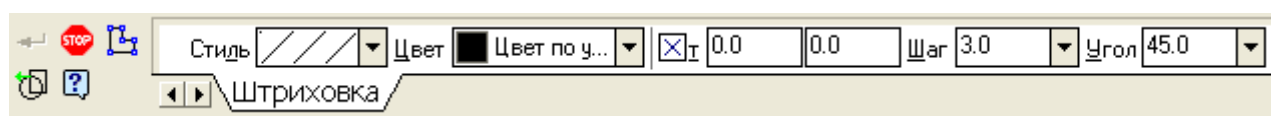


Рисунок 24

- щелкните мышью на панели свойств по полю **Шаг** для указания шага штриховки. Указанное поле активизируется;

- наберите на клавиатуре значение шага штриховки, например 5, и нажмите на клавишу **Enter** для фиксации ввода;
- щелкните на панели свойств в раскрывающемся списке **Угол** по значению 45 и нажмите на клавишу **Enter** для фиксации ввода;
- щелкните на чертеже внутри верхнего замкнутого контура для построения штриховки;
- щелкните на панели специального управления по кнопке **Создать объект**, показанной на рисунке 25, для завершения нанесения штриховки дважды.

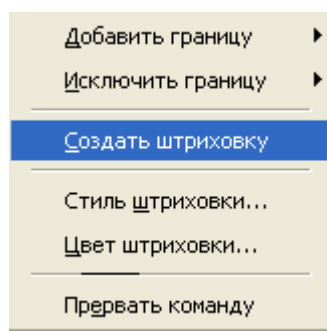


Рисунок 25 - Панель специального управления

После этого чертеж вала будет выглядеть так, как показано на рисунке 26.

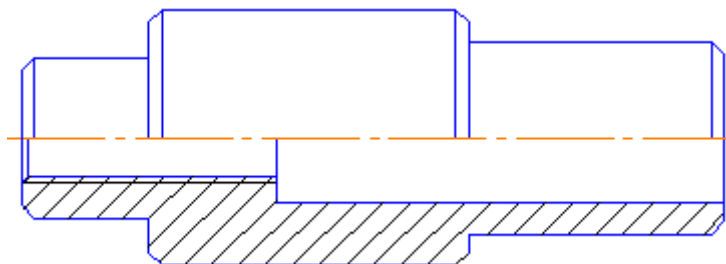


Рисунок 26

Седьмой этап - простановка размера фаски. Для этого:

- щелкните на компактной панели по кнопке – переключателю  **Размеры**. Появится соответствующая панель свойств, облегчающая настройку линейных размеров, затем на появившейся панели инструментов – по кнопке  **Линейный размер**;
- щелкните на панели свойств в разделе **Тип** по кнопке  **Горизонтальный**. Это означает, что размерная линия будет расположена горизонтально;

- щелкните мышью по точкам привязки размера т1 - по левой торцевой линии вала - и т2 - по верхней точке фаски (места выхода выносных линий), - которые определяют размер фаски;

- переместите указатель вверх - к месту установки размерной линии т3 и щелкните мышью для фиксации местоположения точки, как показано на рисунке 27;

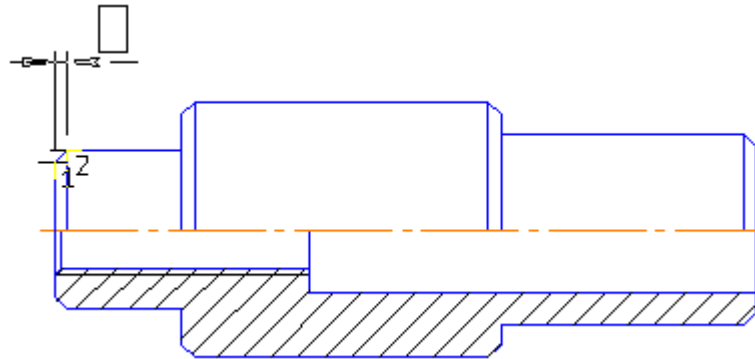


Рисунок 27

- щелкните дважды на панели свойств по полю **Текст** для уточнения размерной надписи. Появится диалоговое окно **Задание размерной надписи**; установите в диалоговом окне **Задание размерной надписи** те значения, которые указаны на рисунке 28;

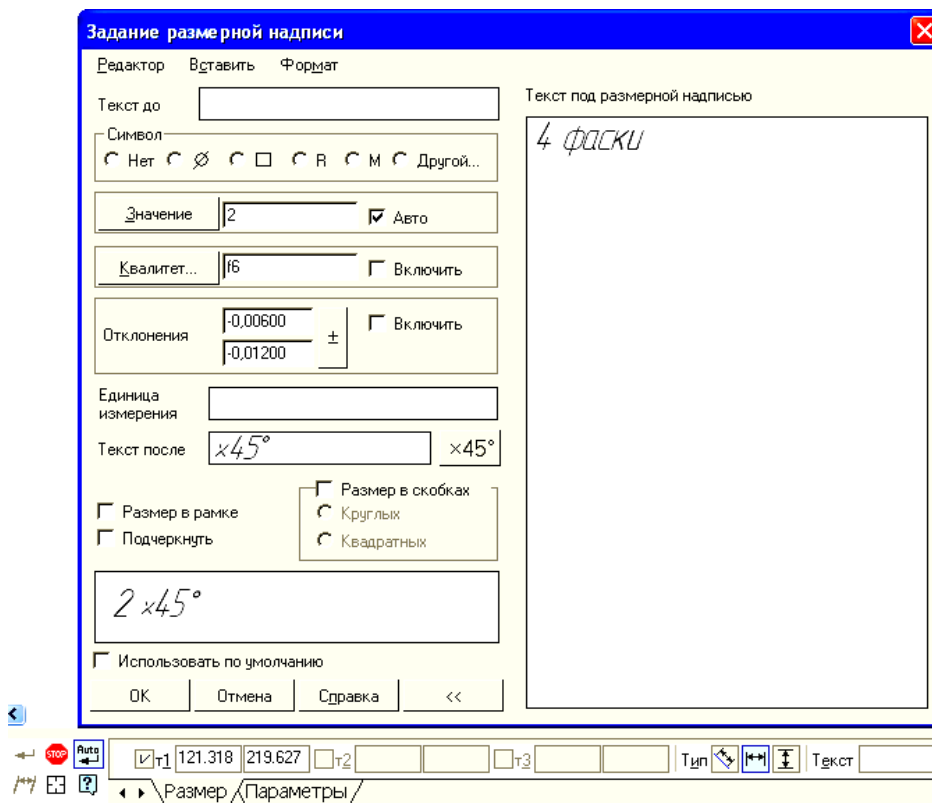


Рисунок 28

- аналогично установите размер внутренней резьбовой фаски;
- щелкните по кнопке **Прервать команду** на панели специального управления.

Восьмой этап - установка линейных размеров длины вала, ступеней вала и длины отверстия. Для этого:

- щелкните на Компактной панели по кнопке-переключателю **Размеры**, а затем на появившейся панели инструментов - по кнопке **Линейный размер**. Появится соответствующая панель свойств;

- нажмите, удерживая кнопку  на панели свойств в разделе **Тип**, появится несколько кнопок линейных размеров, показанных на рисунке 29;

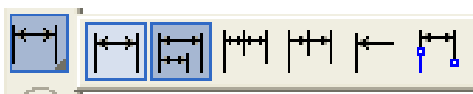


Рисунок 29

- щелкните по кнопке  **Линейный от общей базы**, для простановки размеров 20 и 110;

- щелкните мышью по правой крайней точке вала (правому торцу вала) — точке выхода первой выносной линии, - далее по левой крайней точке первой ступени вала Ø25, а затем по месту расположения размерной надписи. Появятся выносные линии, размерная линия и размерная надпись;

- далее щелкните мышью по левой крайней точке вала (левому торцу вала) - точке выхода второй выносной линии, а затем по месту расположения размерной надписи. Появятся выносные линии, размерная линия и размерная надпись;

- щелкните по кнопке **Прервать команду** на панели специального управления, которая показано на рисунке 13;

- щелкните по кнопке  **Линейный размер**, для простановки размера 40;

- щелкните на панели свойств в разделе **Тип** по кнопке 

Горизонтальный. Это означает, что размерная линия будет расположена горизонтально, и установите два размера 40.

После этого чертеж вала будет выглядеть так, как показано на рисунке 30.

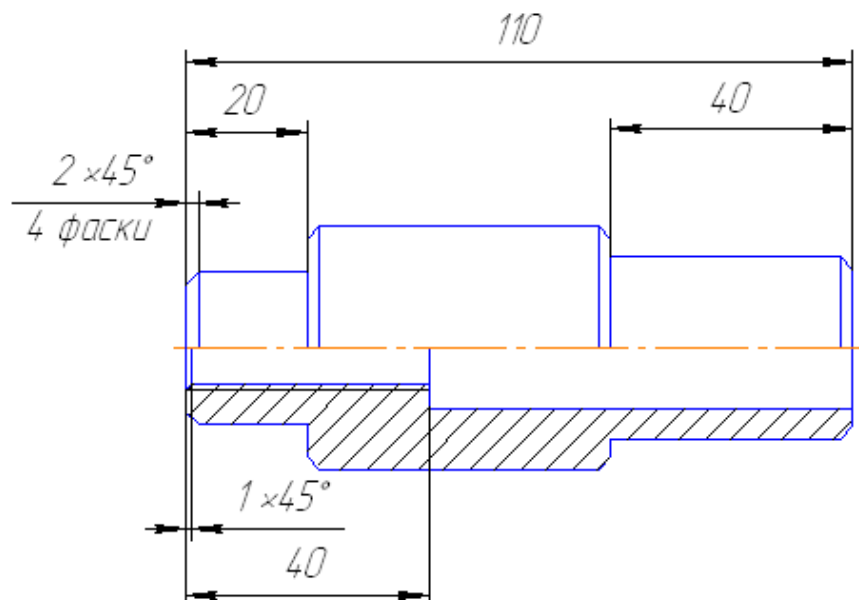


Рисунок 30

Девятый этап - установка размеров диаметров и квалитетов на ступенях вала.

Для этого:

- щелкните на панели свойств в разделе **Тип** по кнопке **Вертикальный**.

Это означает, что размерная линия будет расположена вертикально;

- щелкните мышью по одной (горизонтальной) стороне ступени вала, затем по противоположной и далее щелкните дважды на панели свойств по полю **Текст** для уточнения размерной надписи. Появится диалоговое окно **Задание размерной надписи**; установите в диалоговом окне **Задание размерной надписи** значение $\text{Ø}25\text{h}6$.

Появится поперечный размер ступени вала;

- аналогично установите линейные размеры других ступеней вала.

Десятый этап - установка размеров диаметров и квалитетов отверстий вала. Для этого:

- щелкните по кнопке  , из ряда линейных размеров, показанных на рисунке 29;
- щелкните мышью по тонкой линии резьбы, соответствующей большему диаметру;

- щелкните дважды на панели свойств по полю **Текст** для записи размерной надписи. Появится диалоговое окно **Задание размерной надписи**; установите в диалоговом окне **Задание размерной надписи** необходимые значения;

- щелкните мышью в месте расположения размерной линии, появится размерная линия с размером;

- аналогично установите диаметр следующей ступени внутреннего отверстия.

После этого чертеж вала будет выглядеть так, как показано на рисунке 31.

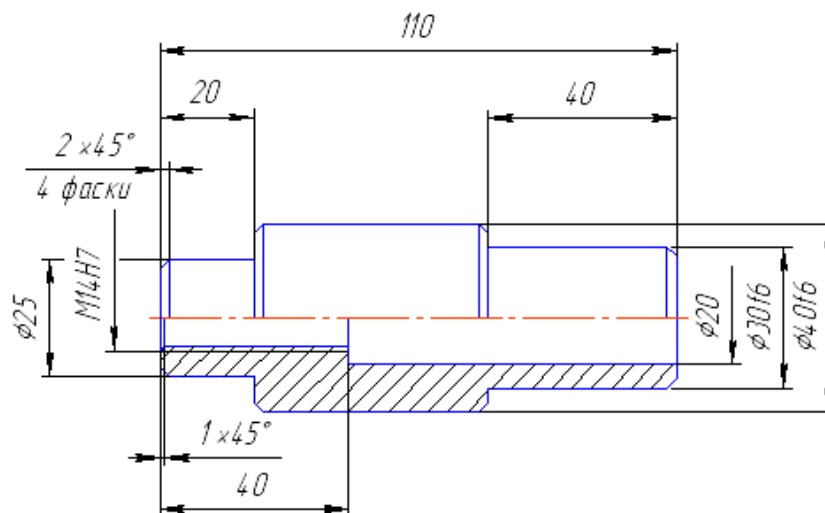


Рисунок 31

Одиннадцатый этап - установка обозначений шероховатости поверхностей.

В связи с тем, что недавно были внесены изменения в ГОСТ 2.309-73 «Обозначения шероховатости», в системе КОМПАС предусмотрены два варианта простановки обозначений шероховатости: предыдущая редакция и с изменением № 3 от 2003 года. Переход от одной редакции обозначений шероховатости к другой система выполняет автоматически. Для этого:

- щелкните в главном меню по пункту **Сервис**, а затем в выпадающем меню – по пункту **Параметры**. Появится диалоговое окно **Параметры** с открытой вкладкой **Текущий чертеж**;

- щелкните в левой части вкладки **Текущий чертеж** по пункту **Шероховатость**. Появится панель **Параметры обозначения шероховатости**;

- щелкните на панели **Параметры обозначения шероховатости** в разделе **Соответствие ГОСТ 2.309-73** по переключателю **С Изменением №3**. Все ранее

введенные обозначения автоматически перестроятся в полном соответствии с новыми изменениями, в соответствии с рисунком 32;

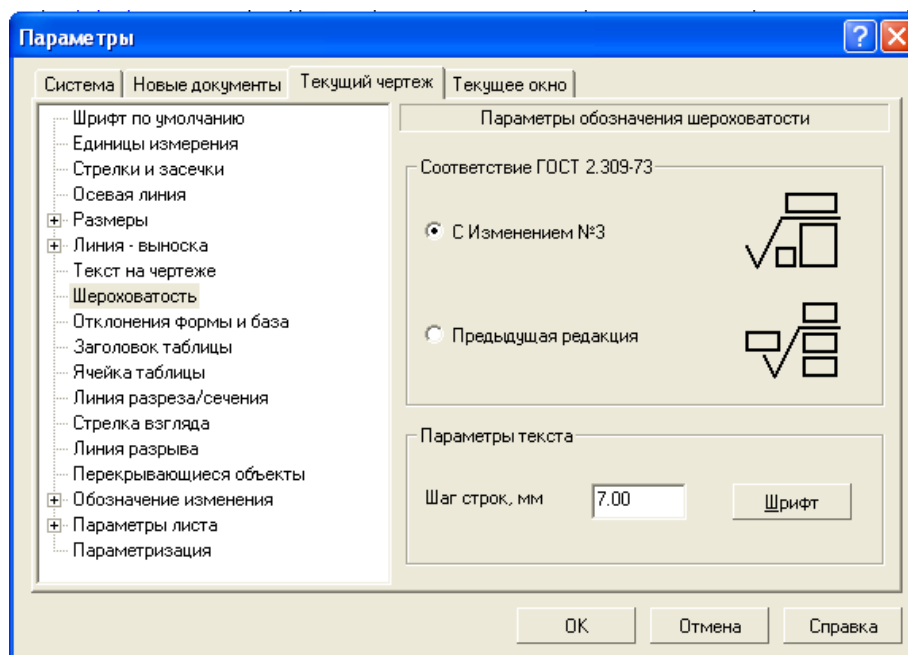


Рисунок 32

- Однако может возникнуть потребность в изменении размещения на поверхности того или иного обозначения шероховатости. Для этого:

- щелкните мышью по редактируемому обозначению шероховатости. Оно выделится зеленым цветом;

- щелкните правой кнопкой мыши, в появившемся контекстном меню щелкните левой кнопкой по пункту **Редактировать**. Появится панель свойств для изменения параметров обозначения шероховатости;

- щелкните на ней по крестику, означающему место фиксации знака обозначения шероховатости на поверхности, чтобы отменить режим фиксации знака на поверхности;

- переместите указатель мыши, а вместе с ним и фантом знака, в новое место положение знака обозначения шероховатости и щелкните мышью.

Знак обозначения шероховатости займет новое место:

- щелкните по кнопке **Создать объект** на панели специального управления, а затем - по пустому месту чертежа для снятия выделения со знака обозначения шероховатости;

- аналогичные действия, если это нужно, выполните и для других

обозначений шероховатости.

Простановка значений шероховатости на поверхностях вала. Для этого:

- щелкните на Компактной панели по кнопке-переключателю



Обозначения, а затем на появившейся панели инструментов - по кнопке



Шероховатость. Появится соответствующая панель свойств для определения положения и типа знака и текста, показанная на рисунке 33;

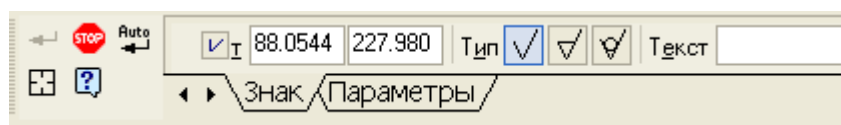


Рисунок 33

- щелкните по полю **Текст** на панели свойств **Шероховатость**. Появится диалоговое окно **Введите текст** для установки параметров текста, показанное на рисунке 34. При заполнении полей текстовых надписей можно использовать справочники системы, которые вызываются двойным щелчком по соответствующему полю;

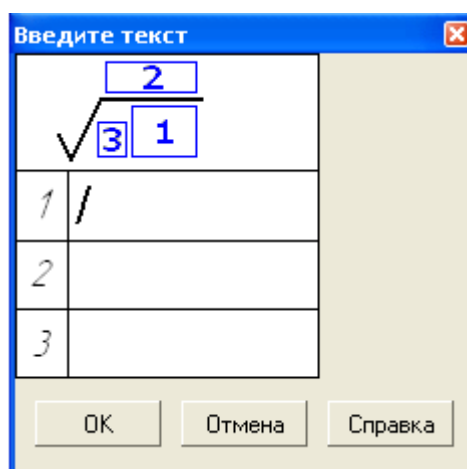


Рисунок 34

щелкните дважды по первому полю (строке) диалогового окна **Введите текст**. Появится всплывающее меню;

- щелкните во всплывающем меню, например, по пункту **Ra**. Появится справочная таблица со стандартными значениями шероховатости

- щелкните в таблице по нужной величине, например **1.6**. В первой строке появится значение **Ra 1.6**. Это же можно сделать и прямым вводом

величины в нужное поле диалогового окна **Введите текст**; щелкните по кнопке ОК. Это состояние системы показано на рисунке 35;

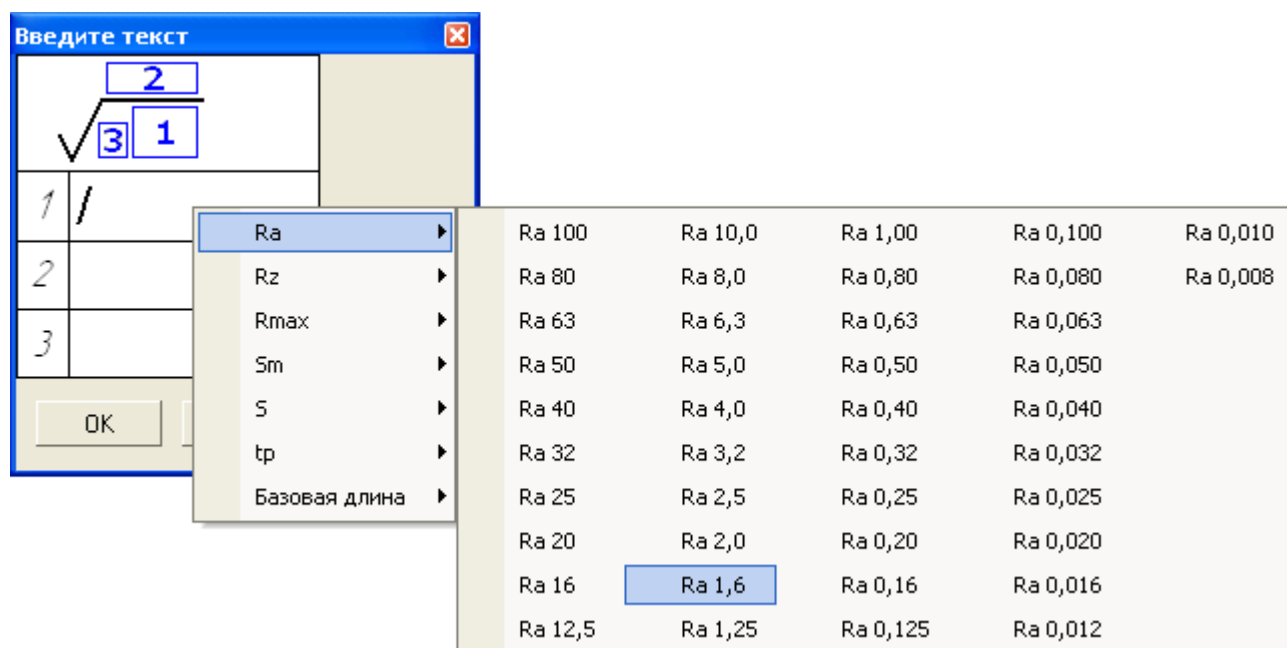


Рисунок 35

- переместите указатель на линию (поверхность) вала. Она выделится красным цветом. Щелкните мышью для фиксации выбора;
- переместите указатель несколько ниже, в место установки знака шероховатости и снова щелкните мышью. Знак шероховатости с текстом появится на выбранной линии вала;

- переместите указатель на верхнюю следующую линию (поверхность) вала.

Она выделится красным цветом. Щелкните мышью для фиксации выбора;

- переместите указатель несколько выше, в место установки знака шероховатости и снова щелкните мышью. Знак шероховатости с текстом появится на выбранной линии вала.

После простановки значений шероховатости вала, чертеж будет выглядеть так, как показано на рисунке 36.

Раздел **Тип знака** содержит группу переключателей, позволяющих выбрать нужный тип знака шероховатости.

Опция **Добавить знак в скобках**, если ее включить, позволяет отрисовать знак в скобках.

Поле **Текст** позволяет ввести вручную текст надписи для знака шероховатости. Вводим запись: 32...37 HRC.

Для завершения диалога щелкните по кнопке **ОК**. Если не требуется сохранять сделанные изменения, щелкните по кнопке **Отмена**. Для удаления обозначения неуказанной шероховатости из чертежа щелкните по кнопке **Удалить**.

Тринадцатый этап - ввод технических требований, для этого необходимо установить соответствующий режим работы системы и, работая в режиме создания чертежа:

- щелкните в главном меню по пункту **Вставка**, а затем в выпадающем меню - по пункту **Технические требования**. Появится всплывающее меню;
- щелкните во всплывающем меню по пункту **Ввод**. Установится специализированный режим работы системы с окном для ввода технических требований.

Для непосредственного ввода технических требований начните ввод текста с клавиатуры.

Если с точки зрения системы на листе недостаточно места для размещения страницы, то технические требования автоматически переносятся влево за границы листа, и вам потребуется задать их положение вручную.

Если вводимая строка по ширине не поместится в габаритную рамку текста, то система автоматически сформирует, пустую новую строку. Таким образом, на клавишу **Enter** вы должны нажимать только в конце абзаца.

Если введенные вами строки поместятся внутри габаритной рамки, то система сформирует одну страницу технических требований, если же нет - то выполнит автоматическое разбиение текста на страницы.

Можно также дополнительно вводить нужную информацию из тестовых шаблонов. Для этого:

- щелкните в главном меню по пункту **Вставка**, а затем в выпадающем меню - по пункту **Текстовый шаблон**. Появится диалоговое окно **Текстовые шаблоны**;

- щелкните в дереве шаблонов по знаку плюс перед пунктом **Технические требования**, для его раскрытия;

- щелкните по пункту **Общие ТТ** (технические требования). В правом верхнем окне появится список общих требований;

- найдите в правом верхнем окне, например, пункт **Неуказанные предельные отклонения** и щелкните по пиктограмме этого пункта. Пункт выделится, а перед его названием появится галочка - признак того, что данный пункт выбран для последующего переноса на лист чертежа. В нижнем правом окне вы увидите информацию, которая соответствует выбранному пункту. Это может выглядеть так, как показано на рисунке 38;

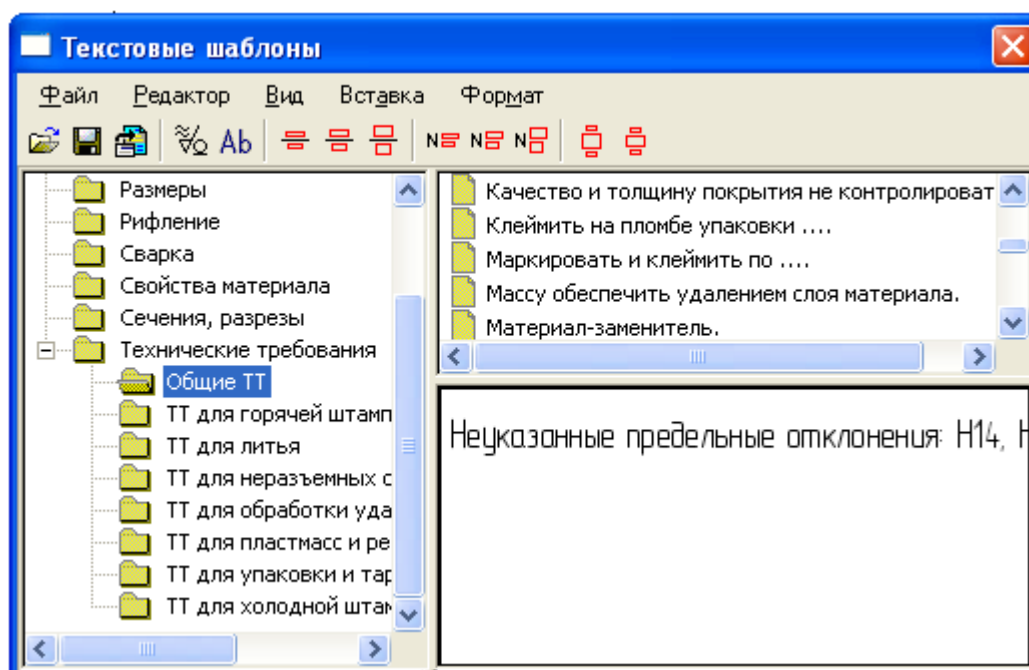


Рисунок 38

- щелкните по кнопке **Вставить в документ** - третьей на панели инструментов в диалоговом окне **Текстовые шаблоны**. Информация, имевшаяся в окне просмотра этого диалогового окна, скопируется в окно **Технические**

требования - в то место, где находится курсор. Диалоговое окно **Текстовые шаблоны** исчезнет с экрана;

- щелкните в диалоговом окне **Технические требования** на панели инструментов по кнопке **Сохранить** - с изображением дискеты;

- щелкните в главном меню по пункту **Файл**, а затем в выпадающем меню - по пункту **Заккрыть**.

Созданные технические требования можно редактировать. Для этого:

- щелкните по ним правой кнопкой мыши. Появится контекстное меню;
- щелкните в контекстном меню по пункту **Редактировать тех. требования**. Система вернется в режим работы **Технические требования**.

Созданные технические требования можно вручную переместить на чертеж. Для этого:

- щелкните в контекстном меню по пункту **Ручное перемещение тех. требований**. Проявится страница технических требований, в которой помещены только что введенные технические требования. Она может быть большой.

- установите указатель мыши на середину верхней стороны страницы технических требований. Появится двусторонняя вертикальная стрелка. Нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, перемещайте указатель мыши почти до текста технических требований. Отпустите кнопку мыши. Страница технических требований уменьшится;

- установите указатель мыши в середину текста технических требований. Появится четырехсторонняя стрелка. Нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, перемещайте указатель мыши, а вместе с ним и страницу технических требований, в место расположения технических требований на чертеже. Это место между штампом и чертежом. Отпустите кнопку мыши.

3.2 Заполнение основной надписи

Для активизации процедуры заполнения основной надписи можно использовать несколько способов:

- дважды щелкните мышью по любой точке штампа;

- щелкните в главном меню по пункту **Вставка**, а затем - по пункту **Основная надпись** в выпадающем меню;

- щелкните правой кнопкой мыши, а затем в контекстном меню выберите пункт **Заполнить основную надпись**. В результате появится соответствующая панель свойств, показанная на рисунке 39.

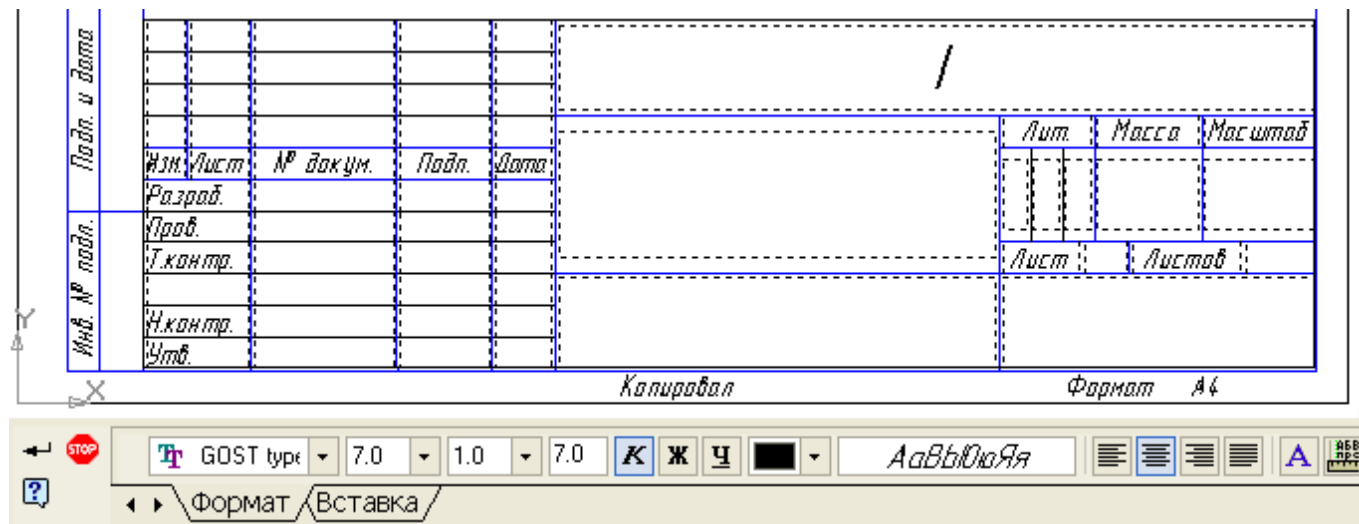


Рисунок 39

Признаком активности штампа является появление в нем границ ячеек. Конструктор может заполнять только свободные ячейки основной надписи (штампа). Ячейки, содержимое которых является стандартным, не доступны для ввода и редактирования.

Редактирование некоторых ячеек (например, **Разработал**, **Проверил**, **Подпись и дата** и др.) невозможно. Их содержимое задано при создании таблиц, входящих в состав стиля оформления.

При заполнении основной надписи доступны все возможности текстового редактора КОМПАС-3D. В некоторых ячейках, например **Литера** или **Масштаб**, доступны также пользовательские меню. Завершив заполнение ячейки штампа, вызовите из контекстного меню команду **Создать объект**.

Ячейки основной надписи обладают определенным «интеллектом». При их заполнении система автоматически располагает текст по центру или выравнивает его по левой границе ячейки, подбирает необходимую высоту и ширину символов для равномерного заполнения ячеек. Если при заполнении ячейки нужно сформировать дополнительную строку, то вам необходимо просто нажать на клавишу **Enter**.

Система сформирует новую пустую строку в пределах текущей ячейки - и вы сможете продолжить набор текста. Однако если по ГОСТ данная ячейка не может содержать более одной строки, то сформировать дополнительную строку вам не удастся.

В системе КОМПАС заполнение ячеек штампа может быть выполнено в ручном и полуавтоматическом режиме.

При заполнении ячеек в ручном режиме щелкните по ячейке мышью. Появится текстовый курсор. После этого можно вводить нужный текст. Для перемещения по ячейкам можно использовать клавиши перемещения.

3.2.1 Заполнение основной надписи полуавтоматическим способом

Для заполнения ячеек в полуавтоматическом режиме щелкните дважды внутри выделенной ячейки. При этом в зависимости от того, какая ячейка выбрана для заполнения, возможен вызов тех или иных дополнительных данных.

Если дважды щелкнуть по ячейке, где указывается материал, из которого должна быть выполнена деталь, то появится Справочник материалов в свернутом состоянии, если вы ранее им не пользовались. Как правило, он сохраняет свое последнее состояние. Справочник материалов может выглядеть так, как представлено на рисунке 40.

В Справочнике материалов:

- щелкните по пункту **Металлы черные**. Появятся списки черных металлов **Стали** и **Чугуны**;

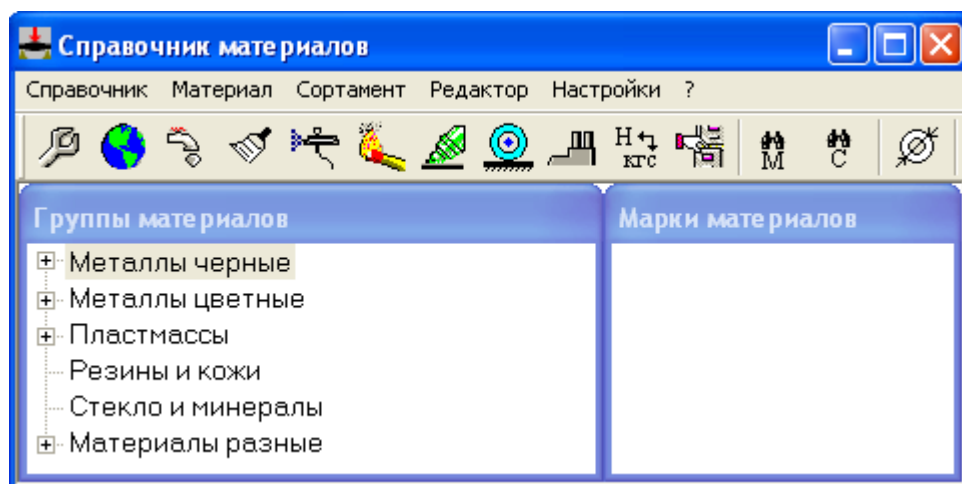


Рисунок 40

- щелкните по пункту **Стали**. Появится список различных видов сталей;
- щелкните по нужному виду, например по пункту **Стали качественные**.

В правой части появится полный сортамент этих сталей. Он может выглядеть так, как представлено на рисунке 41

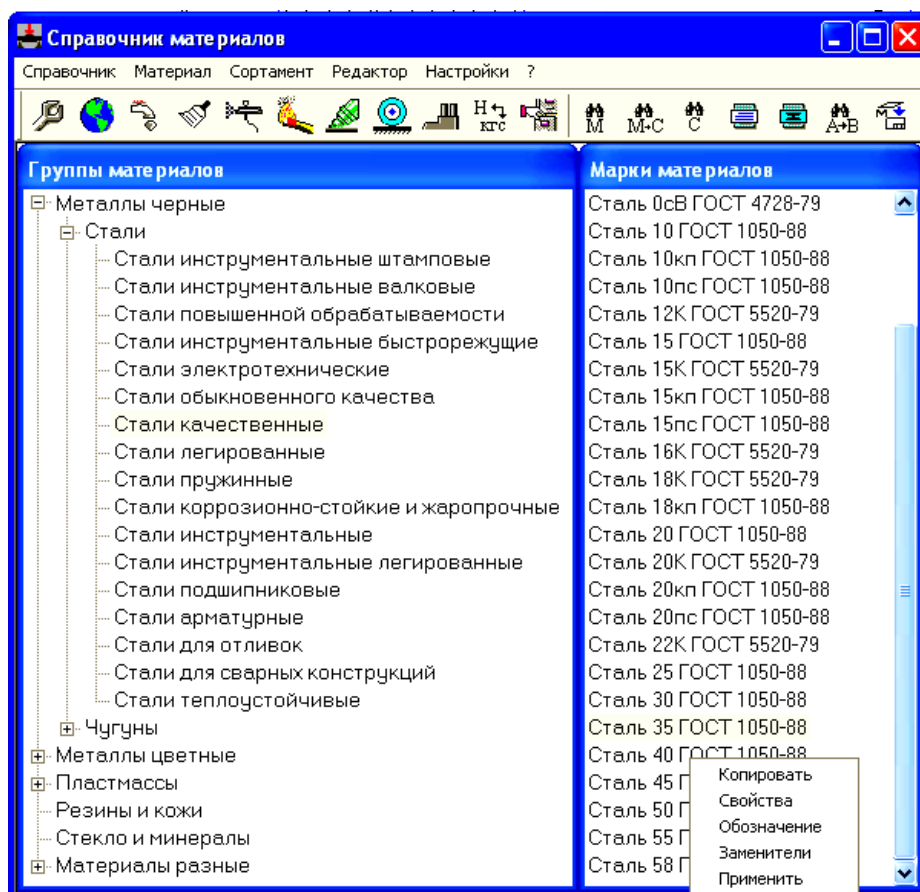


Рисунок 41

- щелкните в правой части по нужному наименованию стали, **Сталь 40**.

Пункт выделится;

- щелкните правой кнопкой мыши. Появится контекстное меню с определенными пунктами.

- щелкнете в контекстном меню по пункту **Применить**, обозначение выбранной марки материала появится в соответствующей ячейке.

Если дважды щелкнуть по ячейке **Литера**, в которой указывается, к какой стадии относится данный чертеж, то появятся возможные стадии разработки данного чертежа.

Если дважды щелкнуть по ячейке, в которой указываются даты выполнения работ, то появится календарь. Один из возможных видов календаря показан на рисунке 42.

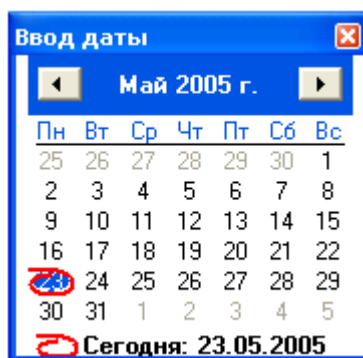


Рисунок 42

Достаточно щелкнуть дважды по нужной дате - и она появится в ячейке.

Если дважды щелкнуть по ячейкам **Обозначение документа**, **Наименование изделия**, **Масса изделия** и **Наименование или Индекс предприятия**, то появляется диалоговое окно **Текстовые шаблоны**.

Для того чтобы сохранить все записи в основной надписи необходимо щелкнуть по кнопке  **Создать объект**.

После заполнения основной надписи работа по выполнению рабочего чертежа вала выполнена.

Вопросы к практическому занятию

1. Варианты размеров, предусмотренные стандартом.
2. Настройка свойств размера.

3. Параметры размеров.
4. Ввод размерной надписи.
5. Выбор базы при простановке размеров.
6. Авторазмеры.

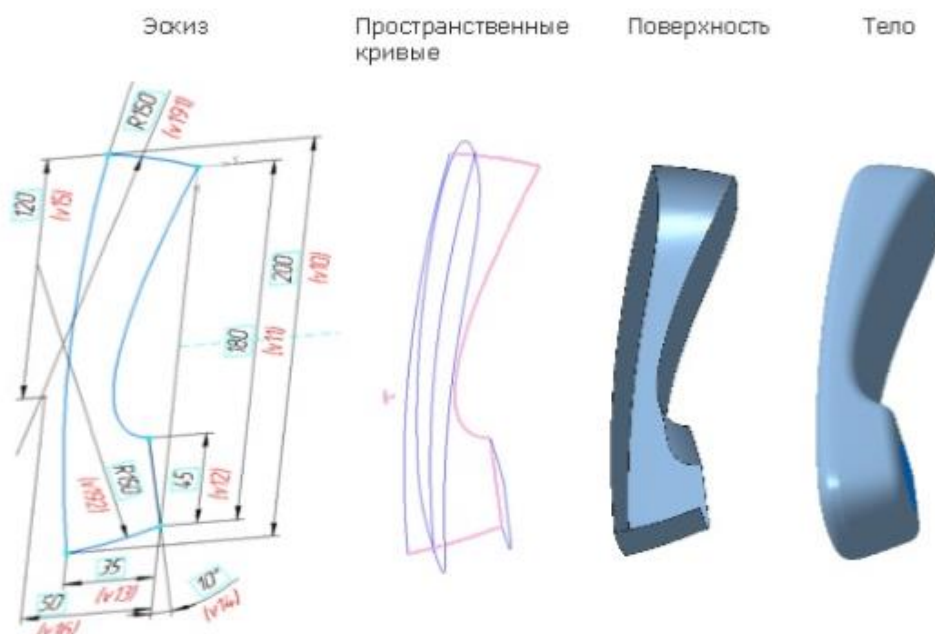
РАЗДЕЛ II

Лабораторная работа 6

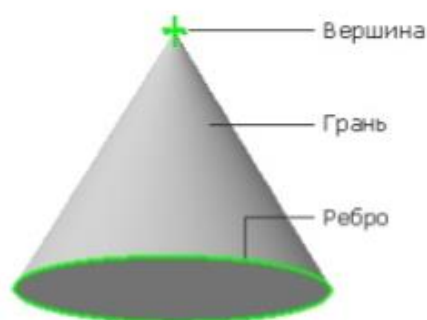
ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ТРЁХМЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

В КОМПАС-3D имеются два основных типа моделей: **деталь** и **сборка** (см. Лабораторную работу №2 «Основные типы документов в КОМПАС» с. 11). Также в КОМПАС-3D предоставляется возможность подготовки модели — детали или сборки — к разработке технологического процесса ее изготовления или компоновки. Для этого используется тип модели — **технологическая сборка**.

Модель в КОМПАС-3D состоит из геометрических объектов — эскизов, пространственных кривых и точек, поверхностей, тел.



Геометрические объекты, в свою очередь, состоят из примитивов — вершин, ребер, граней.



Помимо геометрических объектов модель в КОМПАС-3D

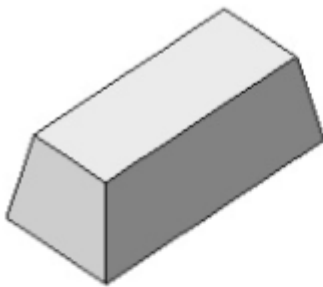
может содержать:

- элементы оформления — обозначения, размеры, допуски, посадки и т.п.,
- объекты «измерение» — объекты, содержащие результаты работы операции измерения: расстояния, площади и т.п.,
- компоненты, являющиеся самостоятельными моделями.

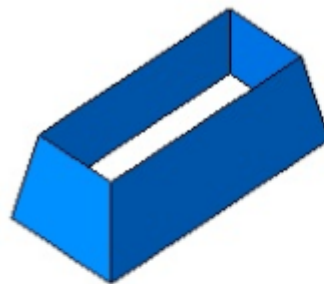
Модель в КОМПАС-3D может быть:

- **твердотельной** — представленной телами и обладающей ненулевой массой,
- **поверхностной** — представленной поверхностями и обладающей нулевой массой,

а также сочетающей результаты твердотельного и поверхностного моделирования.



Твердотельная модель —
к эскизу применена
операция **Выдавливание**



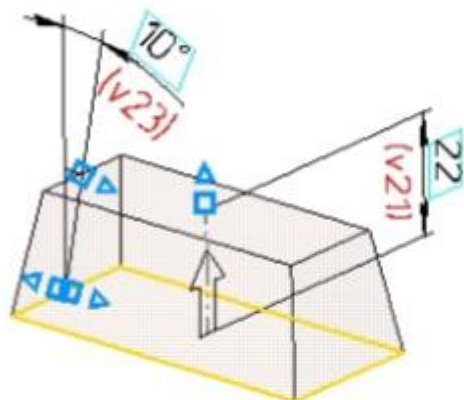
Поверхностная модель —
к эскизу применена
операция **Поверхность выдавливания**

Объекты модели создаются с помощью операций. Условно в твердотельном моделировании операции построения тел можно разделить на формообразующие, добавляющие материал и дополнительные. Основными формообразующими операциями являются:

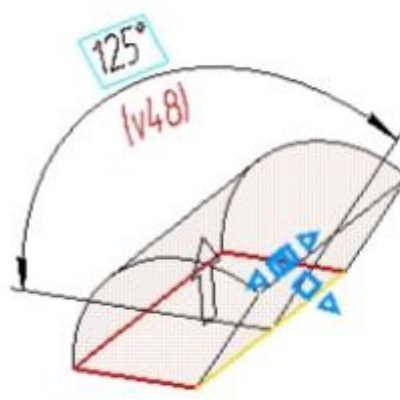
- **Выдавливание,**

- Вращение,
- По траектории,
- По сечениям,

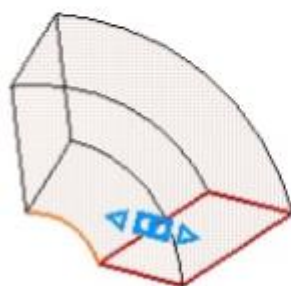
с помощью которых можно решить значительную часть задач твердотельного моделирования (см. Уроки 1–4).



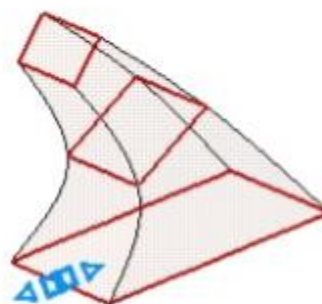
Операция **Выдавливание**



Операция **Вращение**



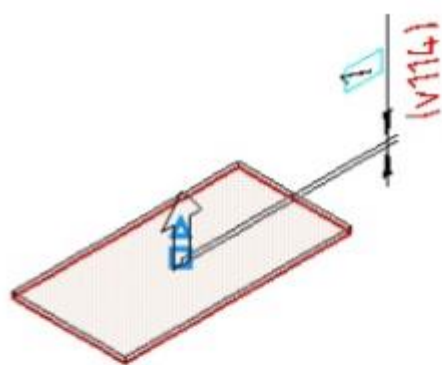
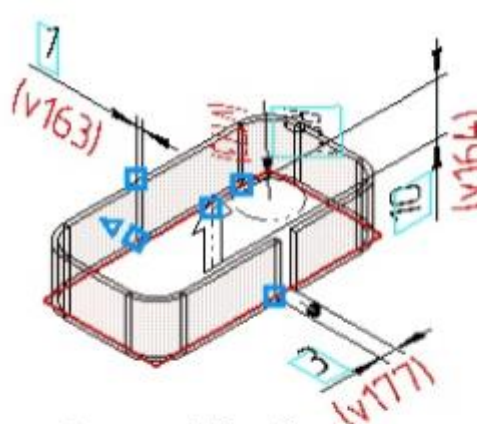
Операция **По траектории**



Операция **По сечениям**

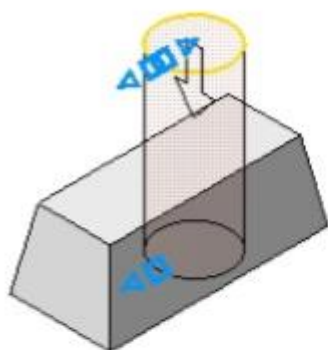
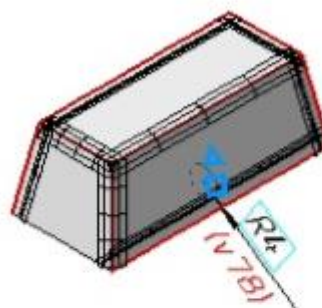
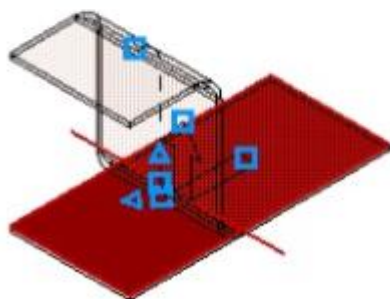
Для листовых тел основными формообразующими операциями являются:

- **Листовое тело** (см. Уроки 7–8),
- **Обечайка.**

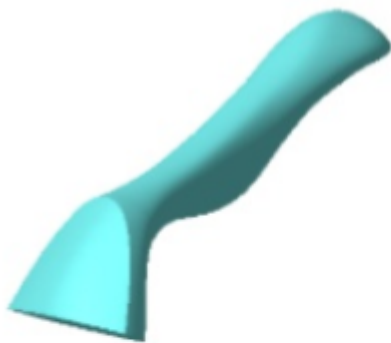
Операция **Листовое тело**Операция **Обечайка**

Дополнительные операции позволяют требуемым образом скорректировать результаты формообразующих операций. Примером дополнительных операций являются:

- **Вырезать выдавливанием,**
- **Скругление,**
- **Подсечка** (для листовых тел).

Операция **Вырезать выдавливанием**Операция **Скругление**Операция **Подсечка**

Тело, полученное в результате моделирования, обладает свойствами **Материал, Плотность, Масса**. Поэтому оно наиболее полно представляет реальное изделие. При этом существуют задачи, когда для достижения требуемого результата использование операций построения тел недостаточно. В этих случаях возможно применение операций построения поверхностей КОМПАС-3D (см. Уроки 9–10), которые позволяют создавать сложные геометрические формы. Следует заметить, что их получение исключительно за счет операций построения тел труднодостижимо либо невозможно.



Результат операции
Поверхность по сети кривых



Результат операции
Сплайновая форма

Поверхность либо совокупность поверхностей на завершающем этапе их моделирования могут быть преобразованы в тело (см. Уроки 9–10).

Модели в качестве объектов, в свою очередь, могут входить в другие модели, то есть являться их компонентами. Такой состав модели характерен для сборок. По модели могут оформляться чертежи, содержащие ассоциативные виды с этих моделей.

II Моделирование валов операцией «Элемент вращения».

Применение библиотек стандартных изделий.

Задание 2.1. Выполнить 3D модель вала, представленного на рис. 86, 87 по описанию.

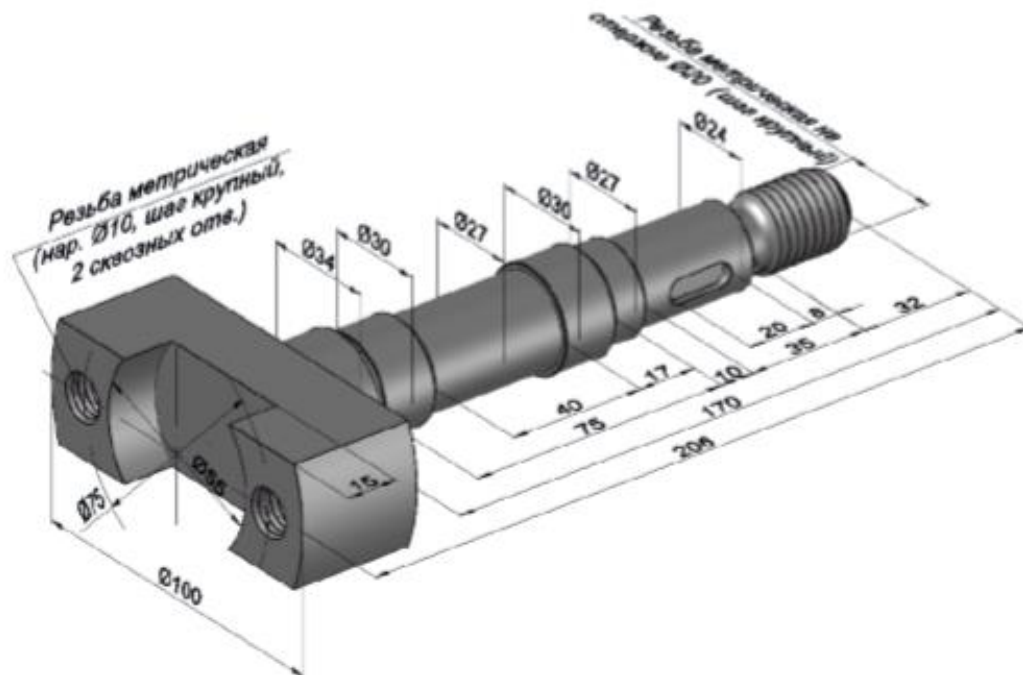


Рис. 86

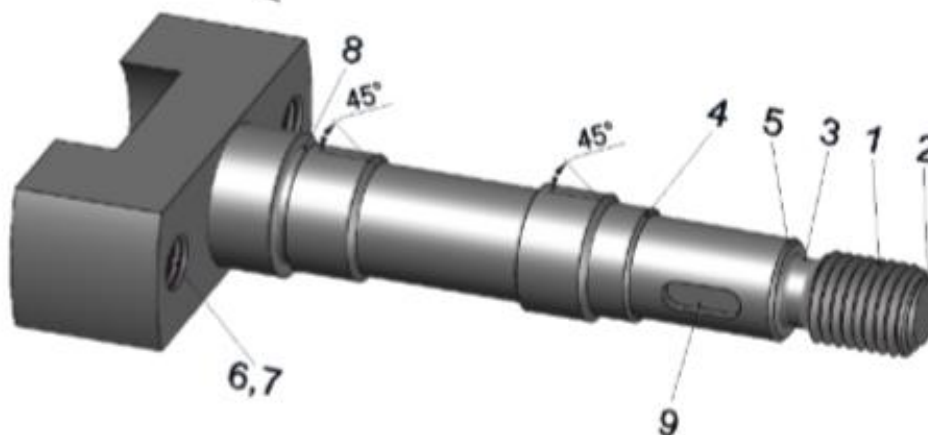


Рис. 87

№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ
1, 6	Резьба метрическая с крупным шагом (ГОСТ 8724-2002): №1 – наружная, №6 – внутренняя
2, 7	Фаска резьбы (ГОСТ 10549-80): №2 – наружной, №7 – внутренней
3	Проточка (ГОСТ 10549 -80) для наружной метрической резьбы с крупным шагом (ГОСТ 8724-2002)
4, 5	Фаска : обе размером 1x45° согласно ГОСТ 10948-64
8	Канавка для выхода шлифовального круга при круглом шлифовании по цилиндру (ГОСТ 8820-69)
9	Шпоночный паз под призматическую шпонку (ГОСТ 23360-78)

В качестве материала для изготовления вала выберете марку любой литейной нелегированной стали (ГОСТ 977-88)

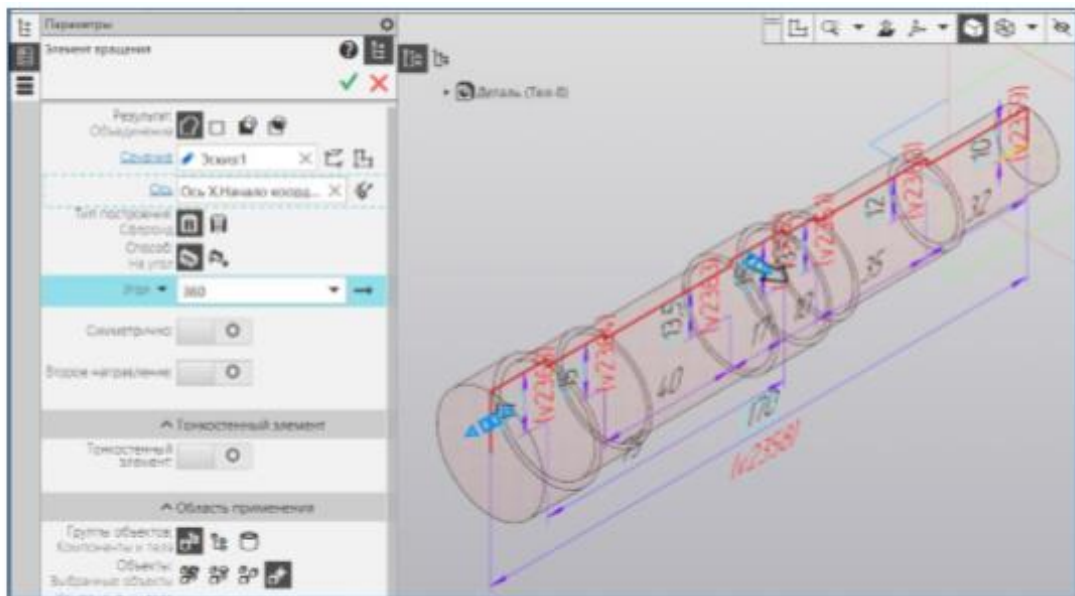


Рис. 92

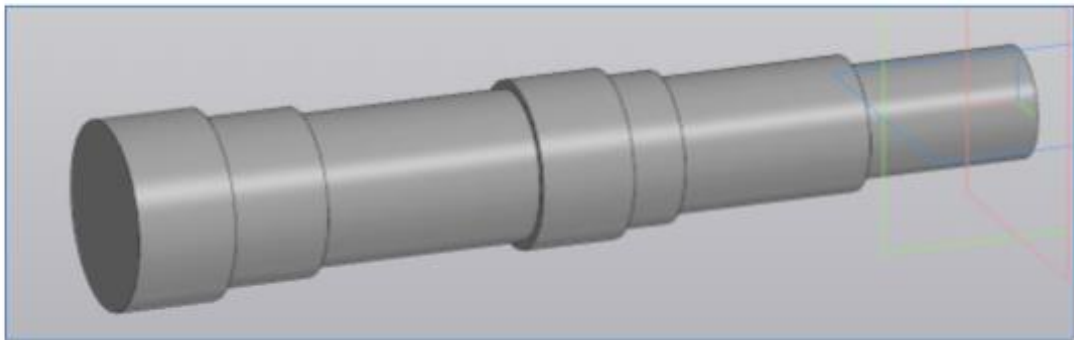


Рис. 93

Далее, используя **Библиотеку стандартных изделий**, поставьте канавку 8 (рис. 87) для выхода шлифовального круга и проточку 3 (рис. 87) для наружной метрической резьбы.

6) Откройте диалоговое окно **Библиотека стандартных изделий – Канавки для выхода шлифовального круга ГОСТ 8820-69** (рис. 94, 95).

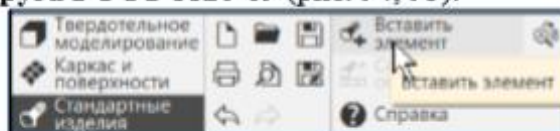


Рис. 94

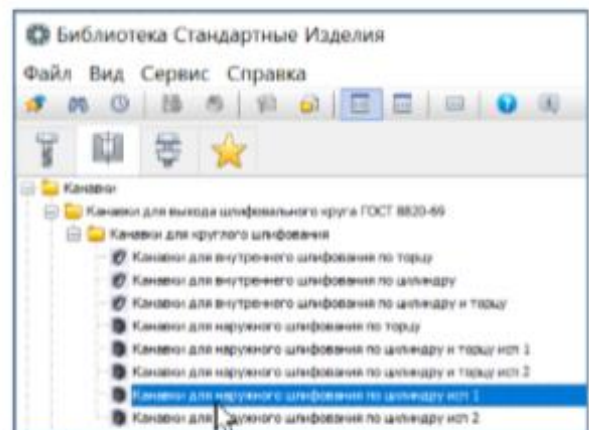


Рис. 95

7) Двойным щелчком мыши активизируйте элемент **Канавка для наружного шлифования по цилиндру исп. 1** (рис. 95).

Далее, по запросу системы **Выберите наружное круглое ребро** (рис. 96). Завершите выбор нажатием на зелёный флажок в окне параметров.

В окне модели система построит изображение канавки (рис. 97). Завершите операцию нажатием кнопки **Применить**. Результат выполнения операции представлен на рис. 98.

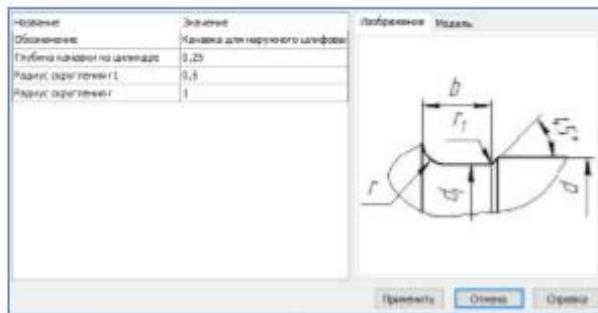


Рис. 97



Рис. 98

8) Аналогично постройте проточку 3 (рис. 87) для наружной метрической резьбы. Откройте диалоговое окно **Библиотека стандартных изделий – Проточки для выхода резьбы** (рис. 99).

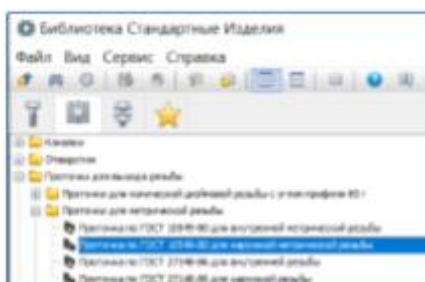


Рис. 99

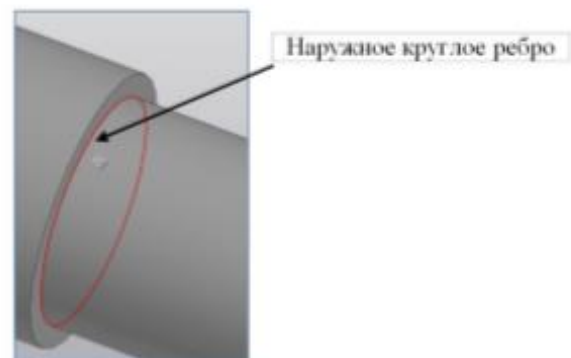


Рис. 8600

Двойным щелчком мыши активизируйте элемент **Проточка по ГОСТ 10549-80 для наружной метрической резьбы** (рис. 99).

Далее, по запросу системы **Выберите наружное круглое ребро** (рис. 100). Завершите выбор нажатием на зелёный флажок в окне параметров.

В окне модели система построит изображение проточки (рис. 101). Завершите операцию нажатием кнопки **Применить**. Результат выполнения операции представлен на рис. 102.

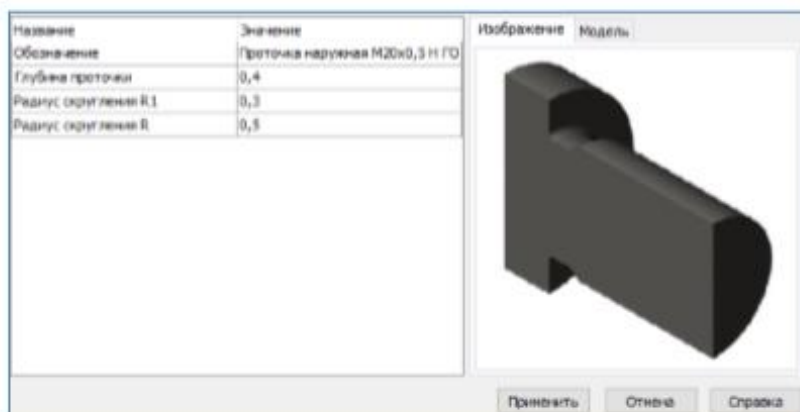


Рис. 101



Рис. 102

9) Следующим этапом соответствующей операцией выполните **Условное изображение резьбы** (рис. 103).

На запрос системы **Укажите базовый объект** (рис. 104) укажите на цилиндрическую поверхность, на которой планируете изобразить резьбу (рис. 104).

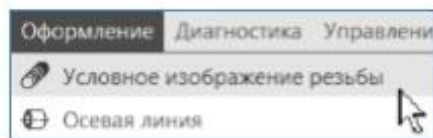


Рис. 103

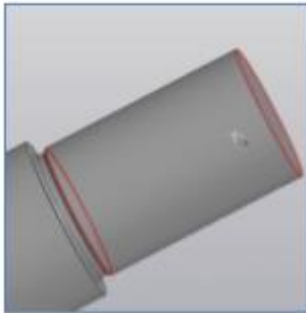


Рис. 104

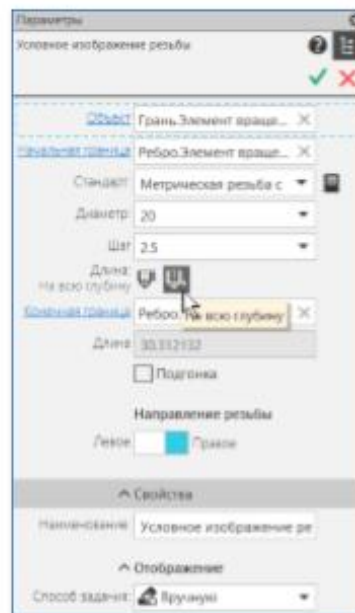


Рис. 105

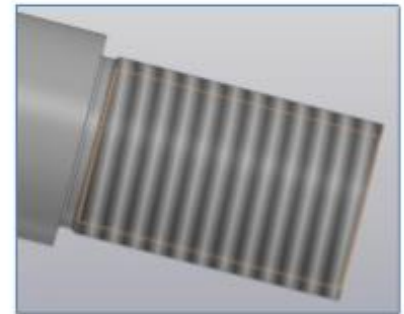


Рис. 106

В Окне параметров появится информация: **Объект**, **Начальная граница**, **Стандарт**, **Диаметр**, **Шаг** (рис. 105). Нажмите на кнопку **На всю длину**, система определит

Конечную границу

Завершите операцию, нажав на зелёный флажок. Результат представлен на рис. 106.

10) Далее, выполните фаски: №2 – размером $2,5 \times 45^\circ$ для наружной резьбы М20 с крупным шагом 2,5 (согласно ГОСТ 10549-80), №№4, 5 – размером $1 \times 45^\circ$ согласно ГОСТ 10948-64. Операция – **Фаска**.

Окно параметров, фантом выполнения операций и результаты см. рис. 107...110.

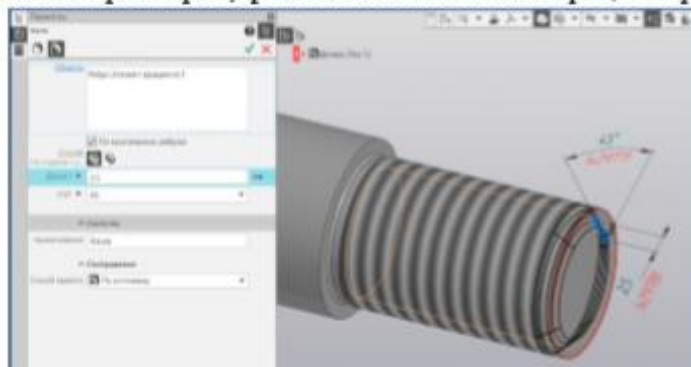


Рис. 107

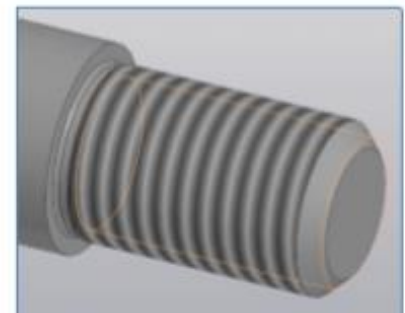


Рис. 108

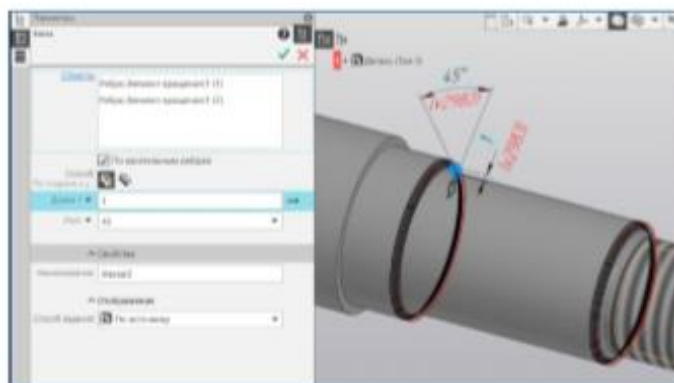


Рис. 109

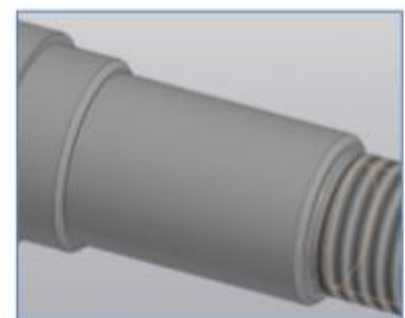


Рис. 110

11) Для создания шпоночного паза 9 под призматическую шпонку (ГОСТ 23360-78) на цилиндрическом участке вала $\varnothing 24$ откройте Библиотеку стандартных изделий – Шпоночные пазы (рис. 111).

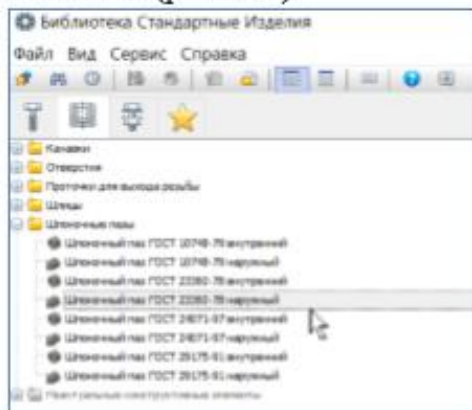


Рис. 111

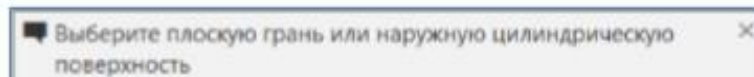


Рис. 112

Двойным щелчком мыши активизируйте элемент **Шпоночный паз ГОСТ 23360-78 наружный** (рис. 111).

По запросу системы опорную плоскость, от которой задано расстояние 8 (рис. 112).

Расстояние 8 задайте на **Панели позиционирования** (рис. 113).



укажите

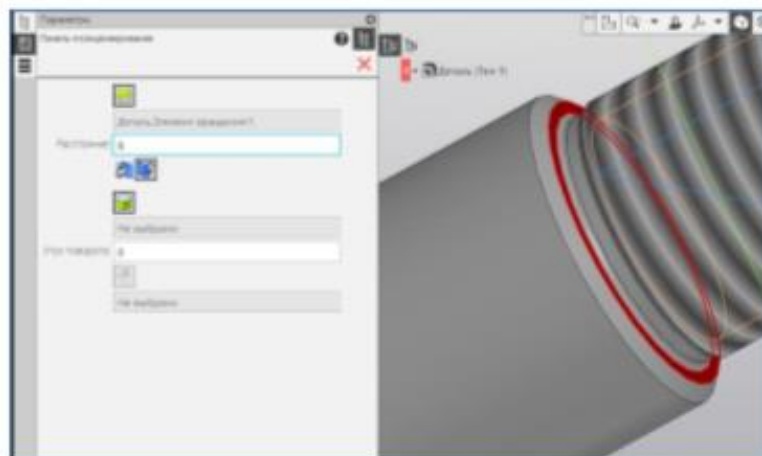


Рис. 113



Рис. 114

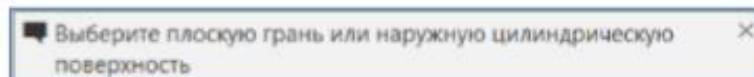
По запросу системы цилиндрический участок вала, на котором должен быть расположен шпоночный паз.

Завершите выбор нажатием на зелёный флажок в окне параметров.

В окне модели система построит изображение шпоночного паза (рис. 114).

Завершите операцию нажатием кнопки **Применить**.

Результат выполнения операции представлен на рис. 115.



укажите

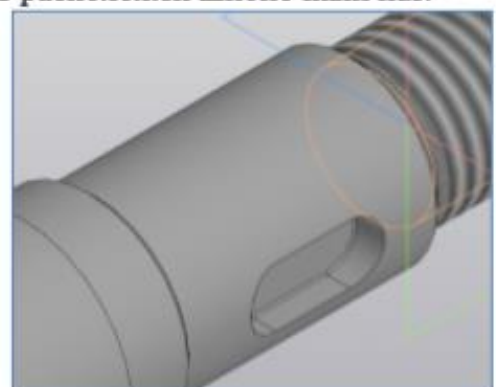


Рис. 115

- 12) Построение левого участка вала начните с выбора эскизной плоскости. Известными командами выполните эскиз (рис. 116) и создайте **Элемент выдавливания** (рис. 117).

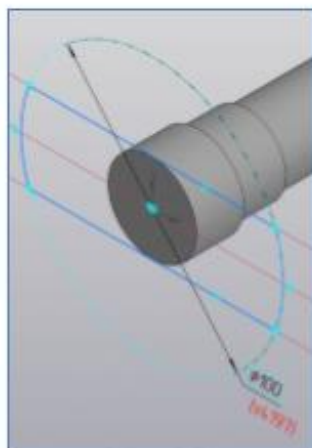


Рис. 116

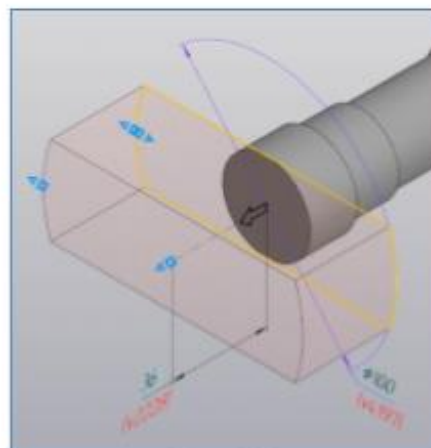


Рис. 117

- 13) Выполните вырез. Эскиз – рис. 118, операция **Вырезать выдавливанием** – рис. 119.

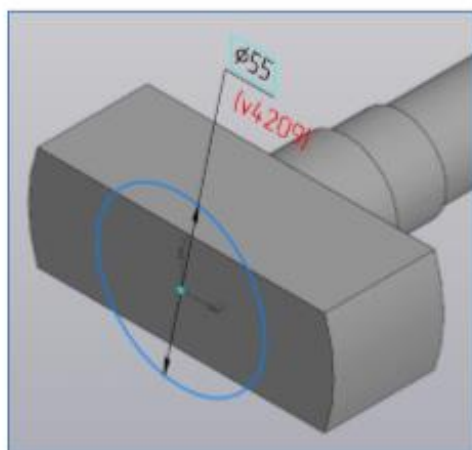


Рис. 118

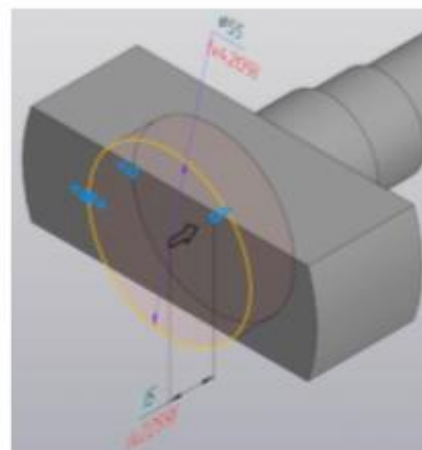


Рис. 119

- 14) Далее выполните эскиз будущих отверстий (рис. 120) и сами отверстия операциями **Вырезать выдавливанием** (рис. 121).

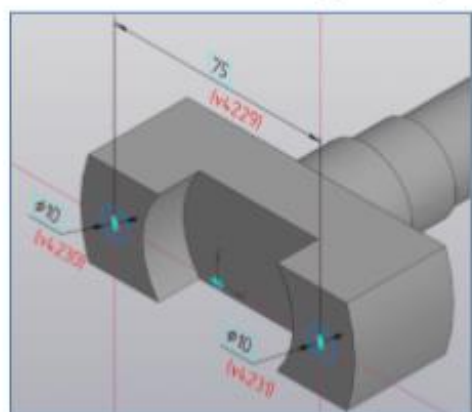


Рис. 120

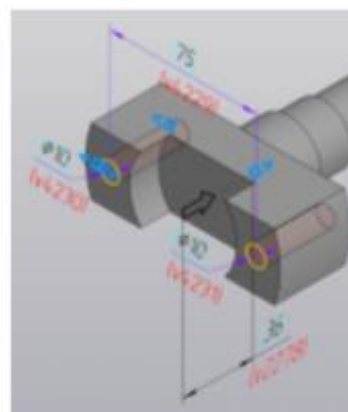


Рис. 121

- 15) Следующим этапом соответствующей операцией выполните **Условное изображение резьбы** (рис. 103).

На запрос системы Укажите базовый объект укажите на цилиндрическую поверхность, на которой планируете изобразить резьбу (рис. 122). Аналогично выполните условное обозначение резьбы на втором отверстии (рис. 123).

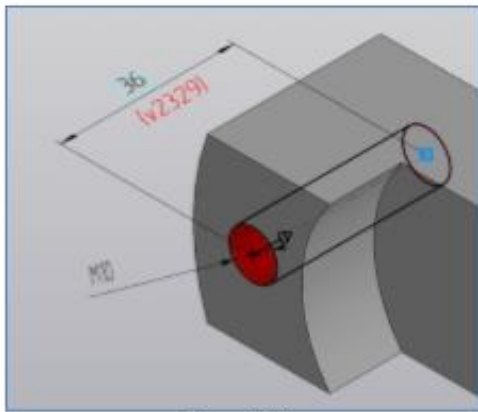


Рис. 122

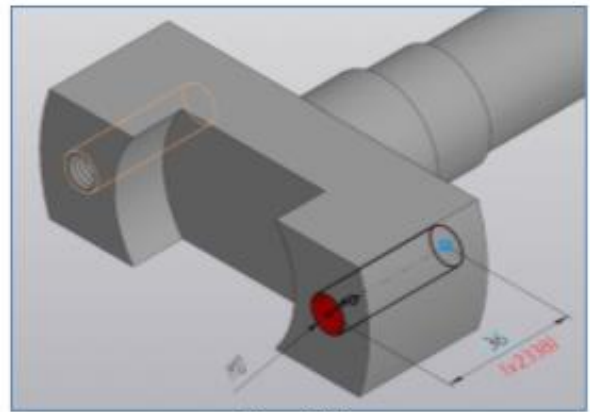


Рис. 123

16) Заключительный этап – построение внутренней Фаски №7 в резьбовых отверстиях М10 по ГОСТ 10549-80. Операция – **Фаска**.

Фантом выполнения операций и результаты см. рис. 107...110.

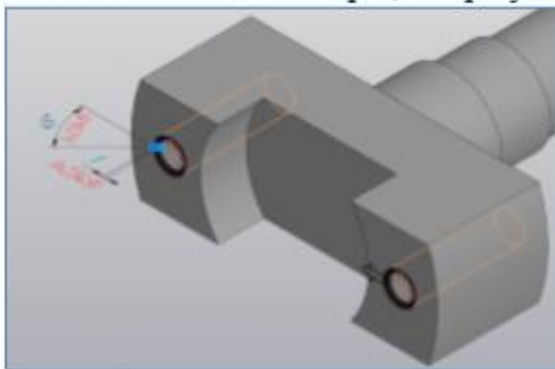


Рис. 124

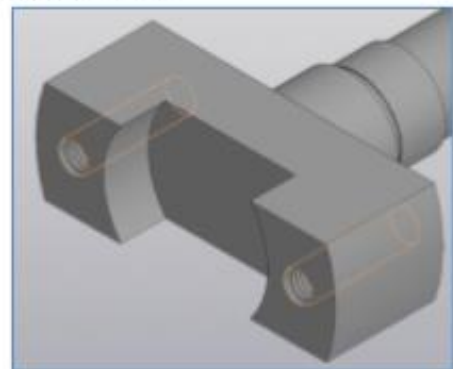


Рис. 125

Модель вала выполнена.

Задание 6.1: Продублировать выполнение 3D модели вала по приведённому выше примеру.

Вопросы:

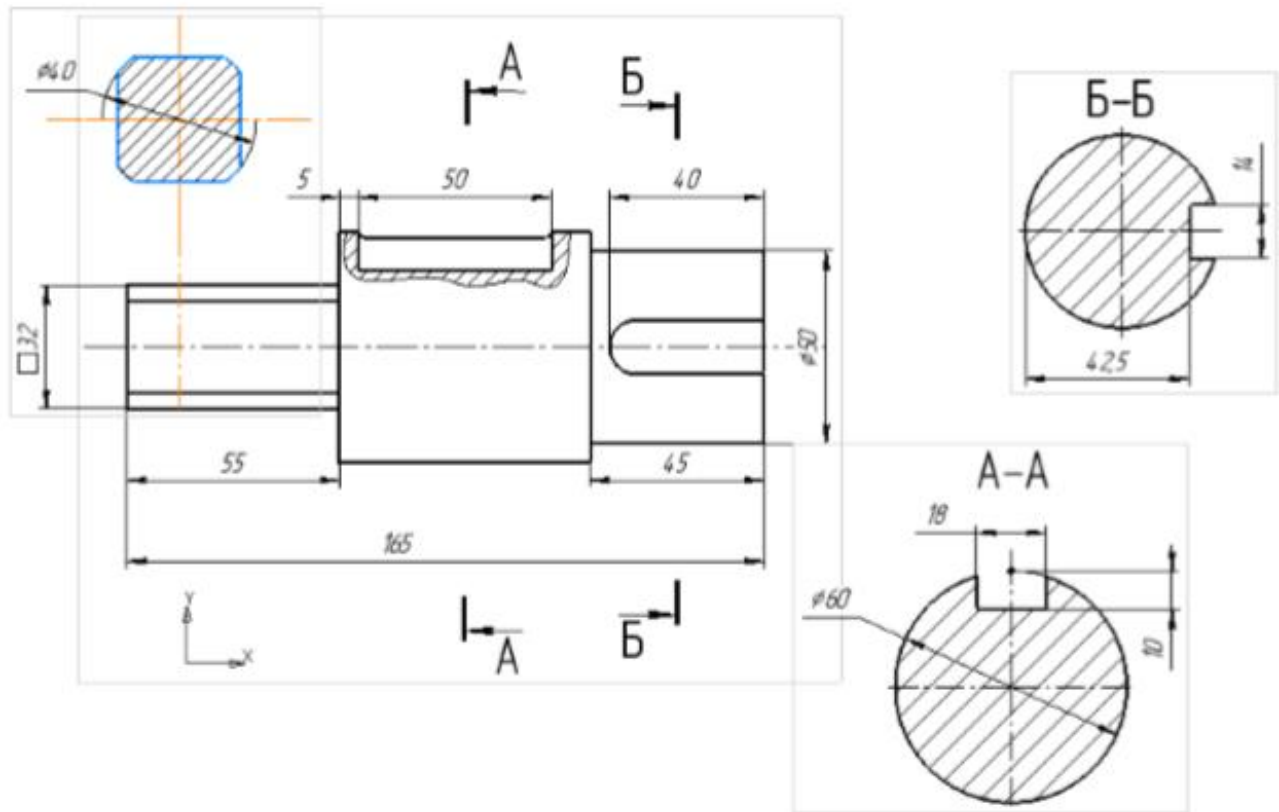
1. Назначение библиотеки стандартных изделий.
2. Из каких геометрических объектов состоит модель?
3. Из каких примитивов состоят геометрические объекты?
4. Твёрдотельные и поверхностные модели в КОМПАС-3D.
5. Основные формообразующие операции твёрдотельного моделирования.
6. Основные формообразующие операции для листовых тел.

Лабораторная работа 7**ВЫПОЛНЕНИЕ 3D МОДЕЛИ ВАЛА ПО ИНДИВИДУАЛЬНОМУ
ВАРИАНТУ**

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Изучить две формообразующие операции. Самостоятельно выполнить 3D модель вала по индивидуальному варианту с применением библиотек стандартных элементов.

Рассмотрим выполнение заготовки трёхступенчатого вала двумя способами.

Для Примера используем 2D модель, что несколько усложняет задание.

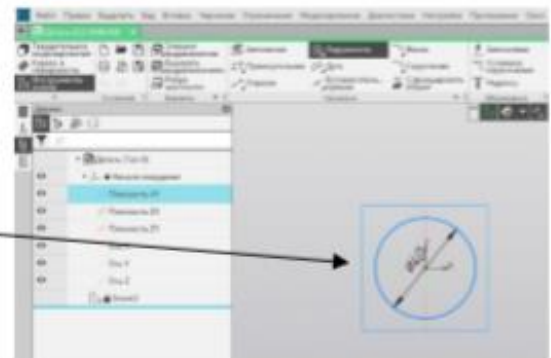


2.1. Первый способ – выдавливание.

Он самый простой для студентов, но менее конструктивный для производителей.

-Строить начинаем с левой ступени в 3D.

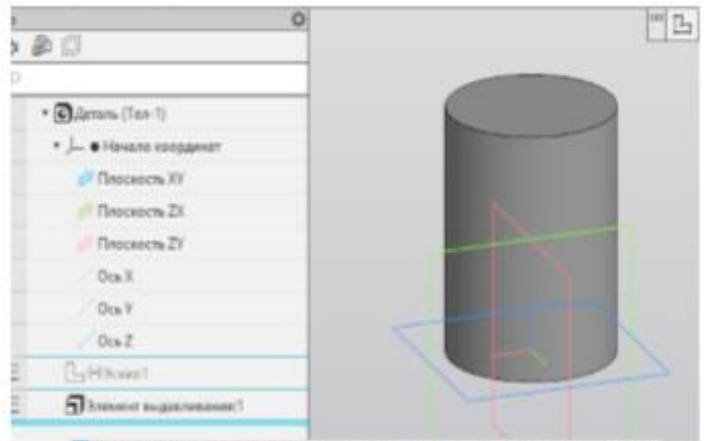
-В Дереве выбираем плоскость ХУ, нажимаем Эскиз и строим окружность $\phi 40$.



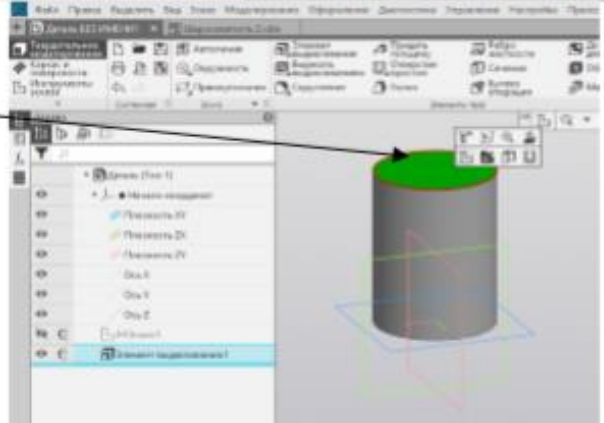
-Далее используем операцию Элемент **выдавливания**, указывая длину выдавливания **55 мм**, получаем левую ступень Вала.



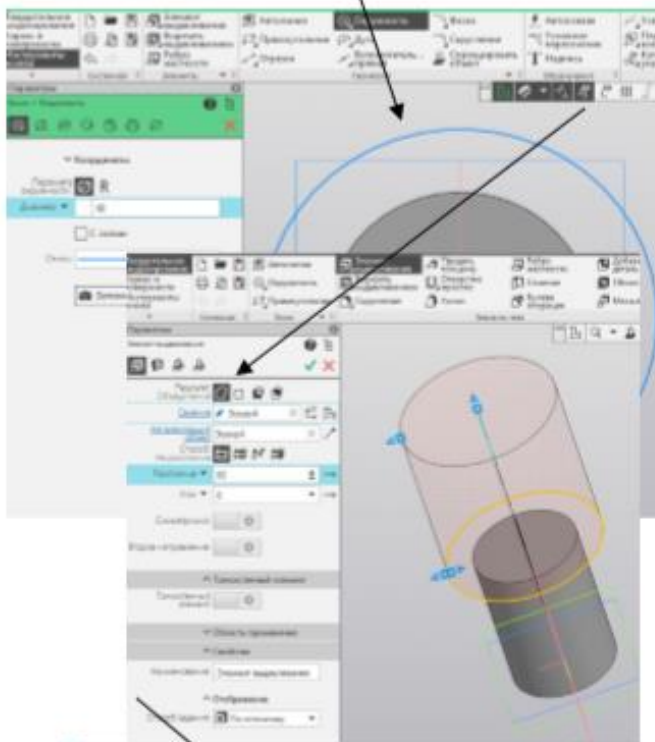
-Окончательно получаем первую (левую) ступень Вала.



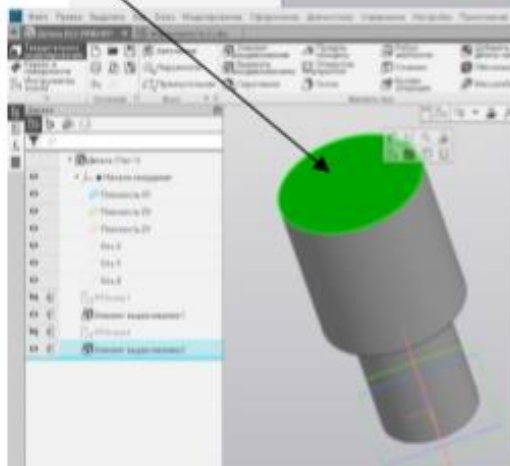
-Для второй (средней) ступени Вала выделяем зеленым торец Вала, нажимаем Эскиз и вычерчиваем окружность $\varnothing 60$ мм.



Выполняем операцию выдавливания на Расстояние 65 мм.



-Окончательно получаем и зеленым выделяем для правой ступени Вала.

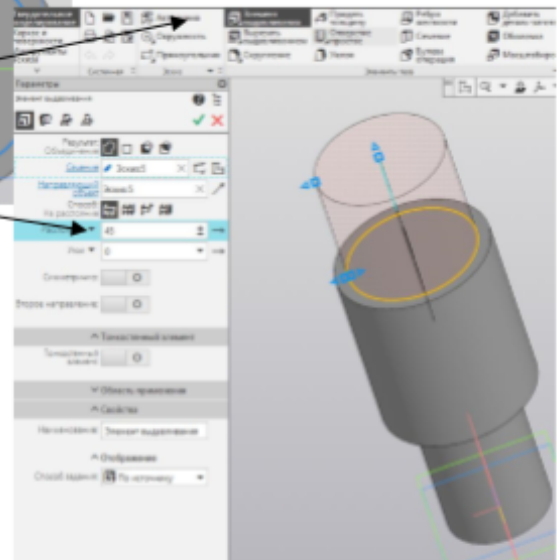
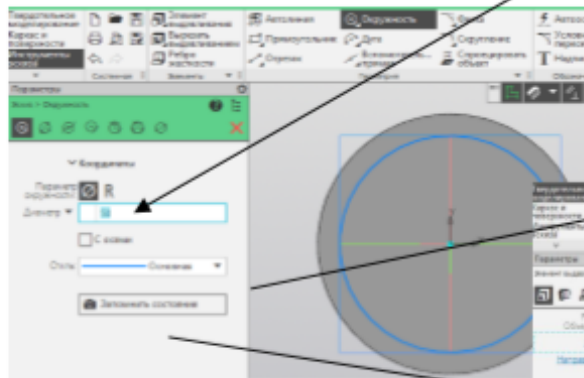


- В Эскизе вычерчиваем окружность  **50мм.**

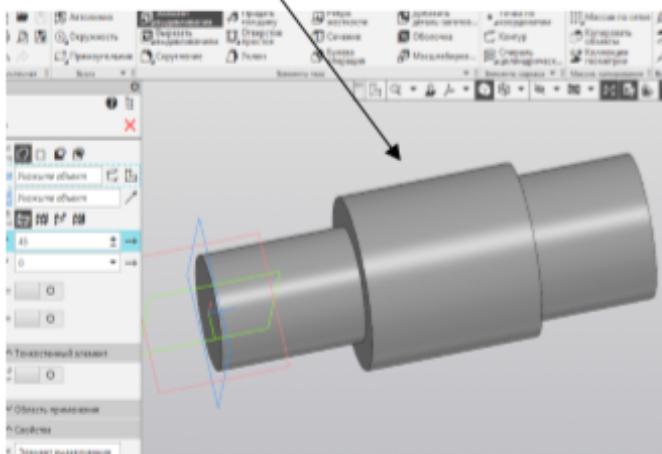
- Ука-
- зы-
- ваем

операцию Выдавливание и Расстояние
мм.
(длина последней ступени).

В итоге **получаем.**



45

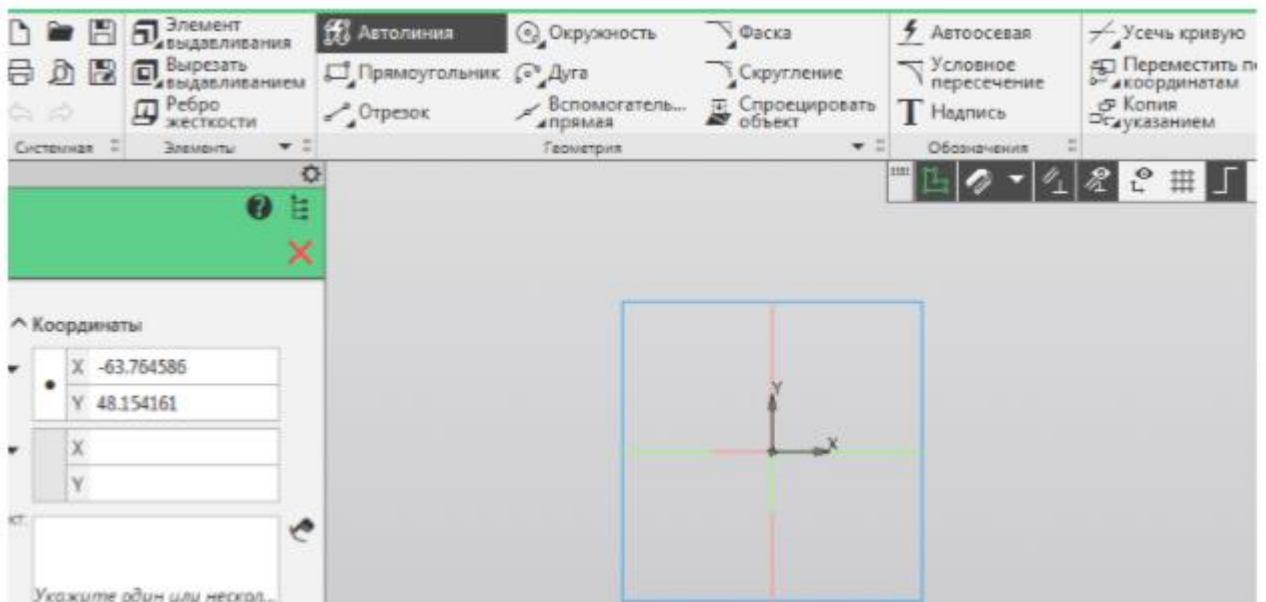


2.2. Второй способ– вращение

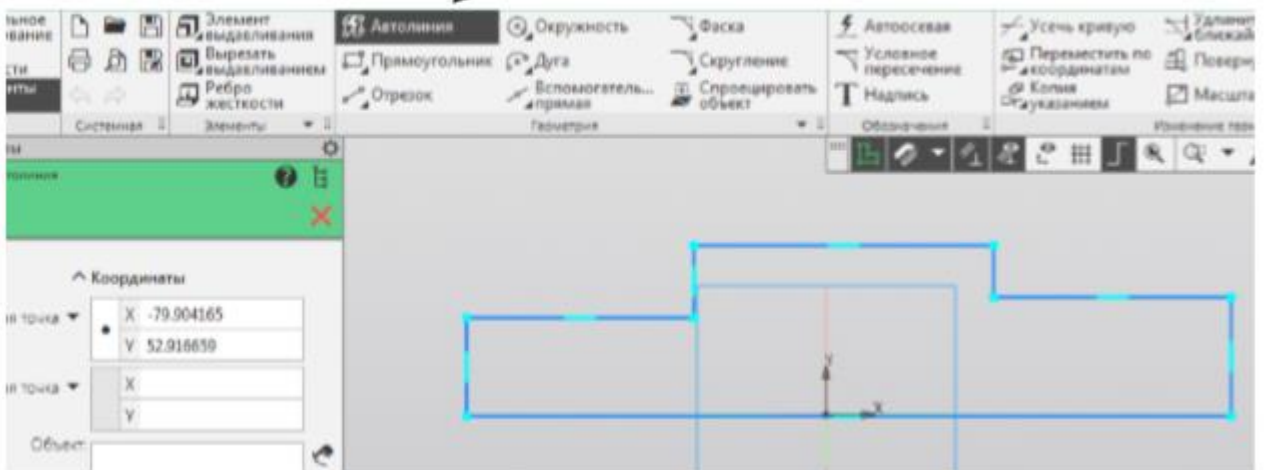
Этот способ является наиболее **предпочтительным** для производителей из-за возможности применения **параметрического** режима с **отображением ограничений**.

- Предварительно в режиме **Деталь** выбираем **оси ХУ**, активизируем функции: **Автолиния**, **Параметрический** режим, **Ортогональное** черчение.

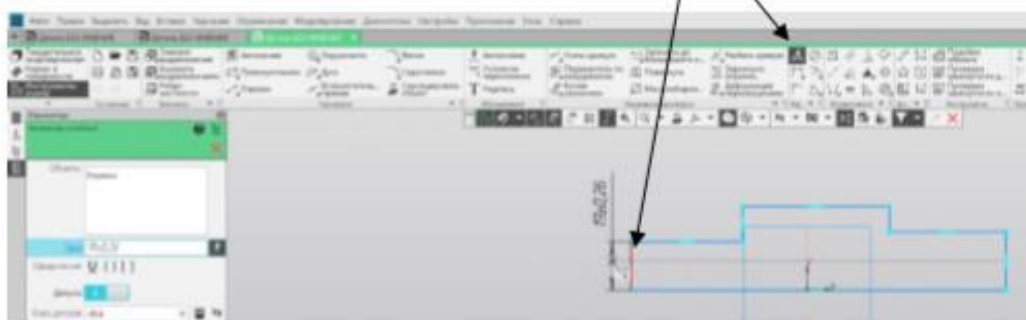




-С помощью команды **Автолиния** строим замкнутую половину верхней части Вала.



- С помощью операции **Авторамер** уточняем размеры верхней половины Вала.
- Начинаем с диаметров ступеней Вала. Они представлены в Эскизе в виде радиусов, поэтому диаметры делим пополам.
- Начинаем с левой ступени вала. Левой кнопкой перемещаем курсор, пока необходимый размер не будет **красным**.



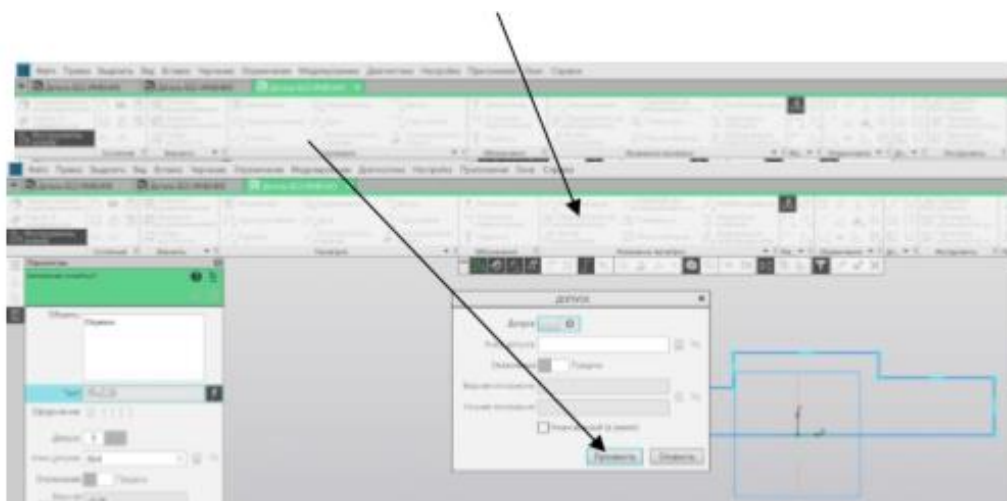
- Нажимаем на размер 19.0 и вводим значение **20.0**



- Нажимаем **на ±**



- Убираем **допуск (ставим 0)**.



- Нажимаем **При-**
менить

-Осталось нажать **на Ввод**

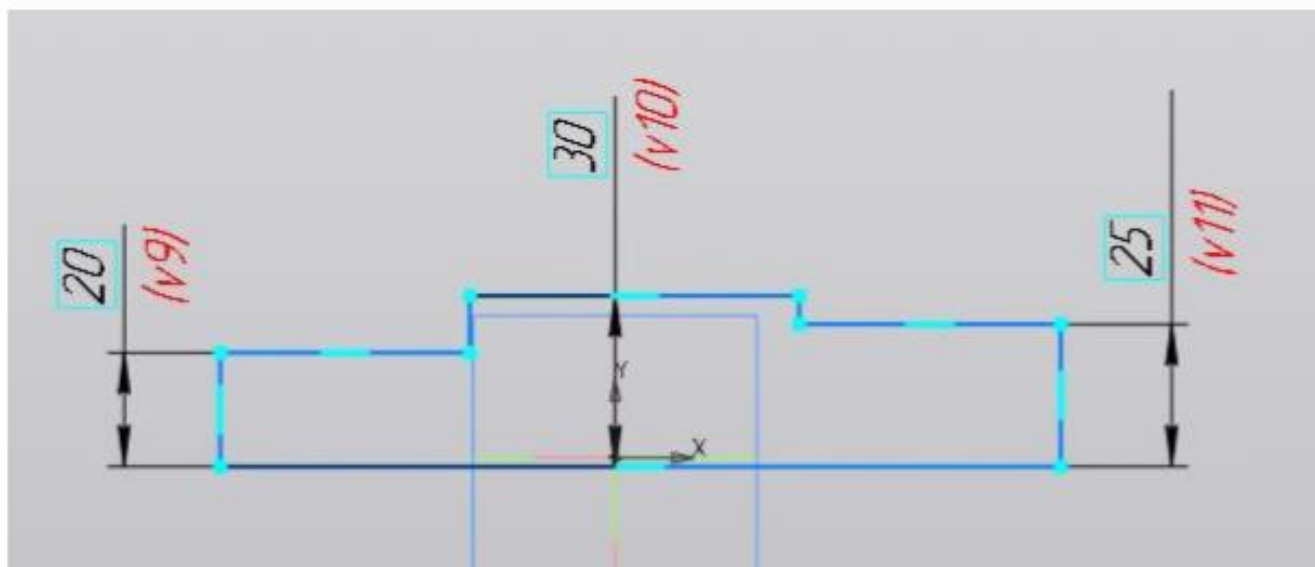


-Получаем действительный размер радиуса левой ступени Вала.

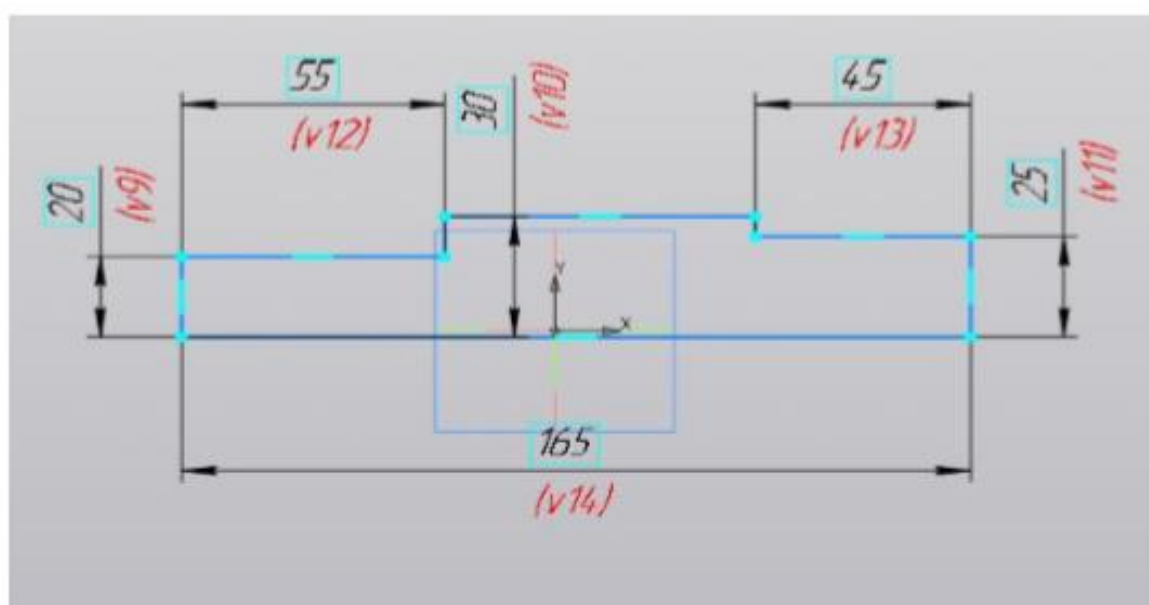
Примечание. Каждый раз Допуск можно не отменять, а достаточно 1 раз выполнить настройки для данного чертежа (См. Приложение А).



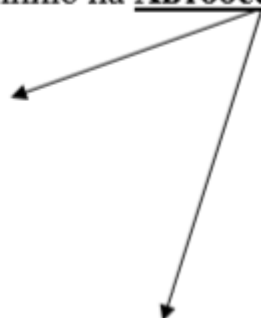
-Аналогичным образом уточняем размеры других ступеней вала.



- Осталось аналогично отредактировать линейные размеры ступеней Вала.

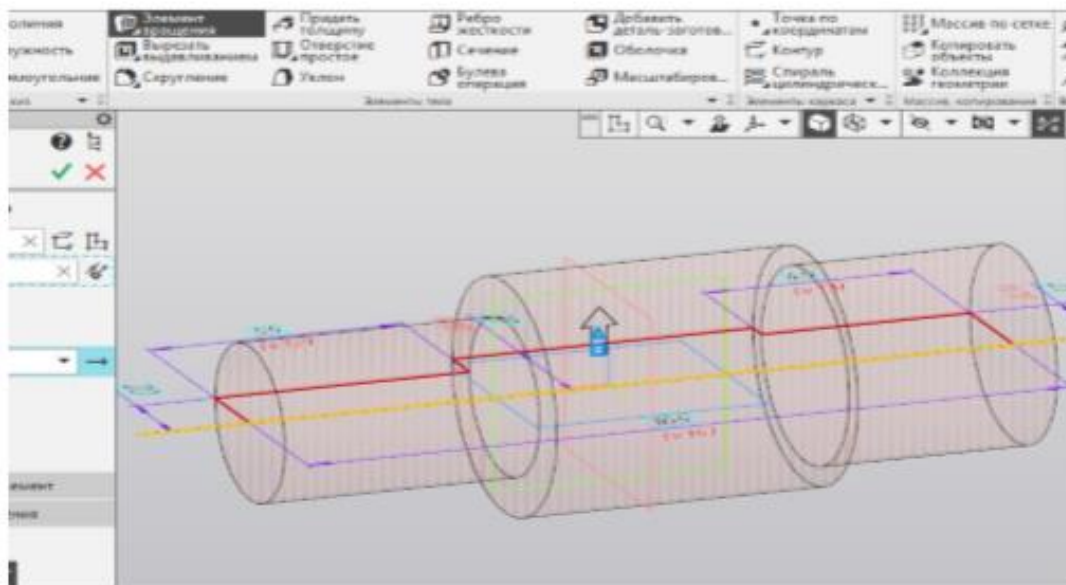


-Далее заменяем **нижнюю** горизонтальную линию на **Автоосевую!**.

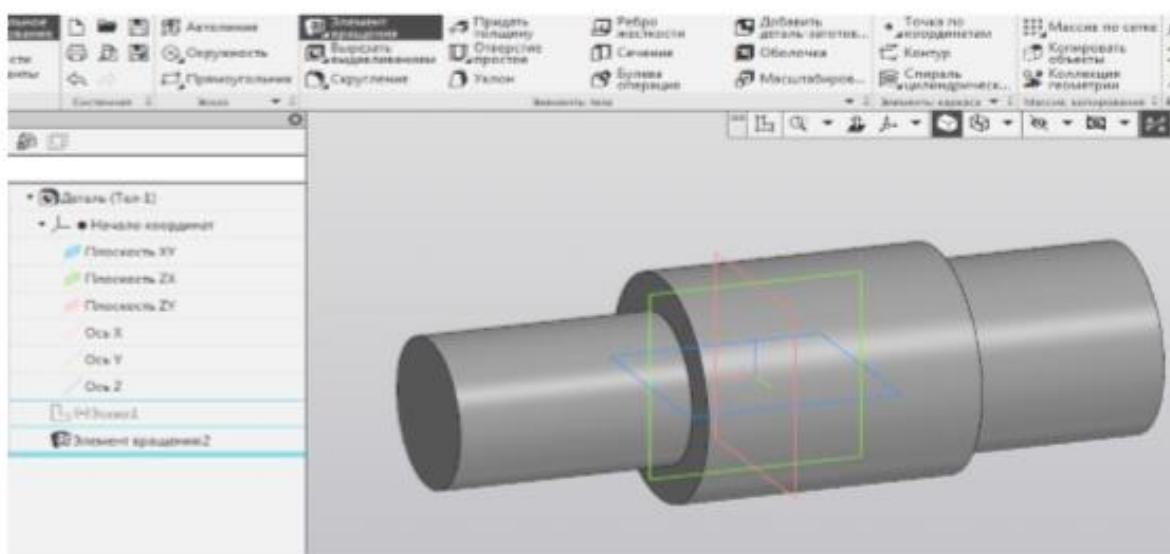




- Нажимаем Элемент выдавливания, выбираем Элемент вращения и получаем фантом нашего Вала.



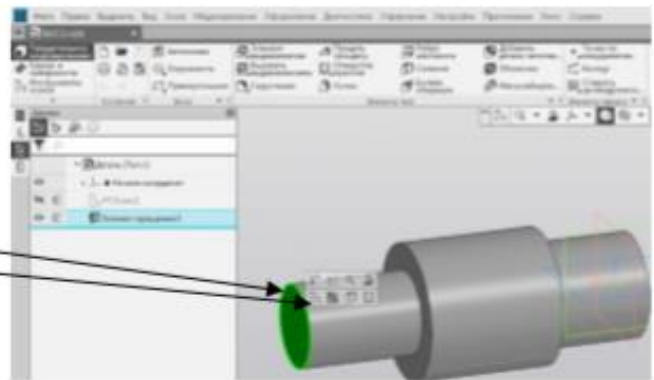
-Нажав **на Ввод** окончательно получаем **2 вариант** получения тела вращения.



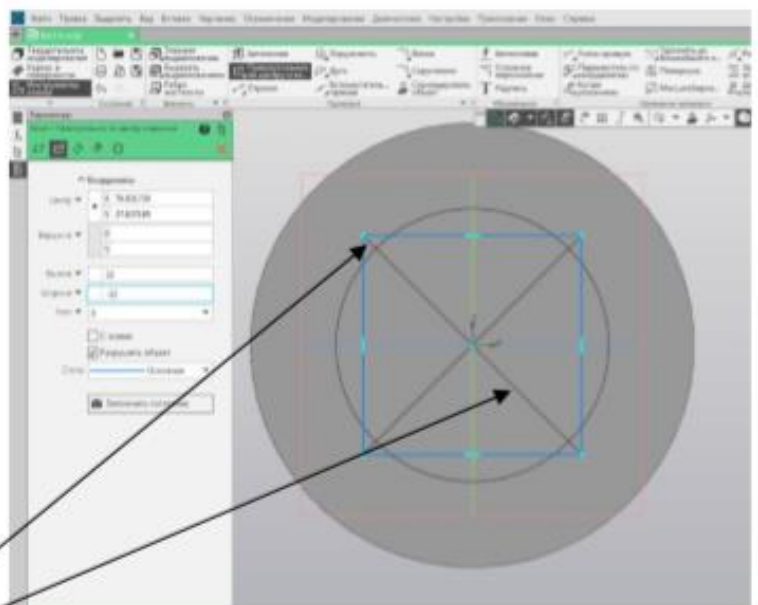
3. Построение лысок (плоские срезы на Валу).

- В задании лыски представляют из себя квадрат 32×32 .

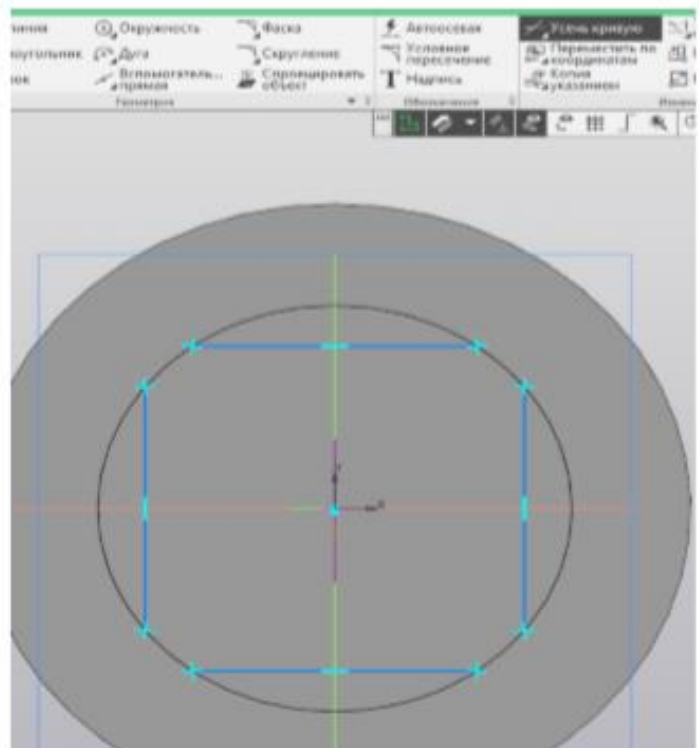
- Для построения сначала выделяем **зеленым** левый торец Вала и нажимаем **Эскиз**.



- Далее выбираем операцию Прямоугольник по центру и вершине. Вводим значения Высота 32 и Ширина-32 и нажимаем на Enter.

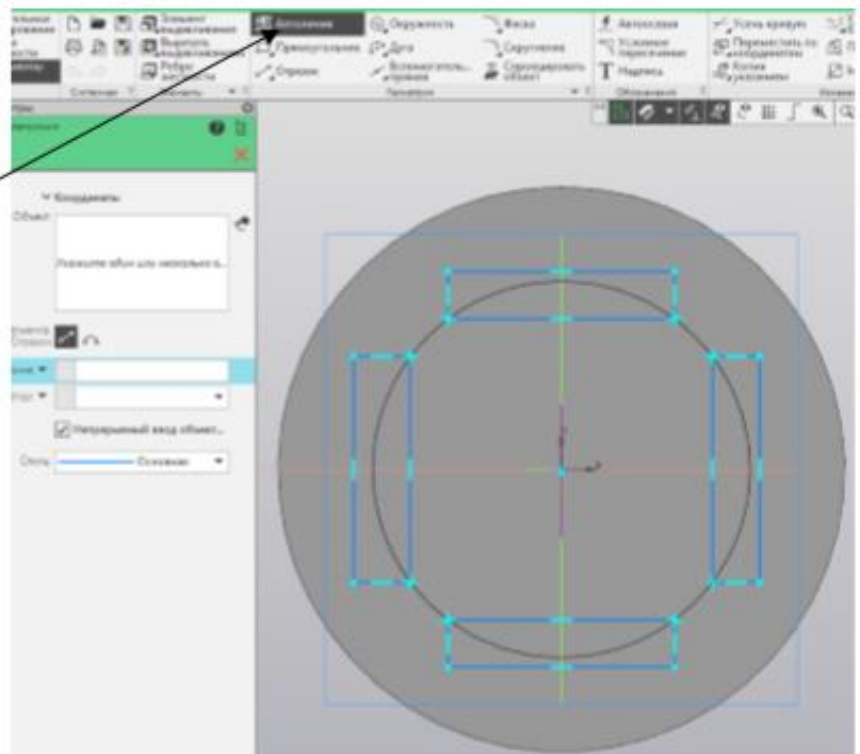


-Следующим этапом будет с помощью команды **Усечь кривую** удалить **вершины** квадрата и **диагонали** до окружности.



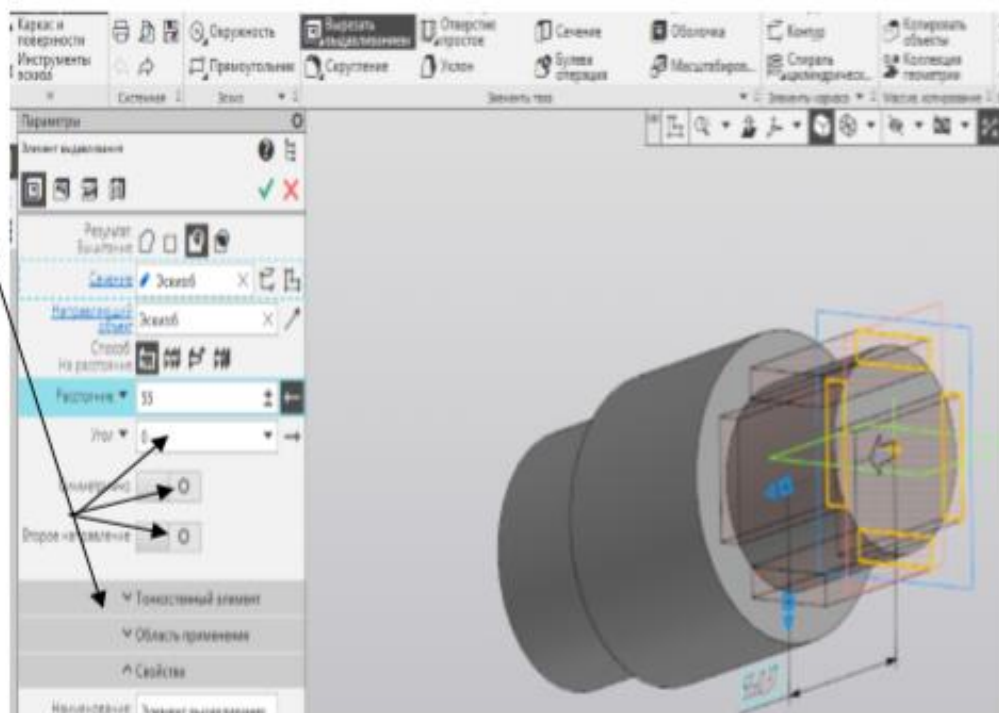
-В результате получаем фигуру, которую невозможно использовать для выдавливания.

-Появившиеся синие отрезки необходимо использовать для построения прямоугольников с помощью **Автолиний**.

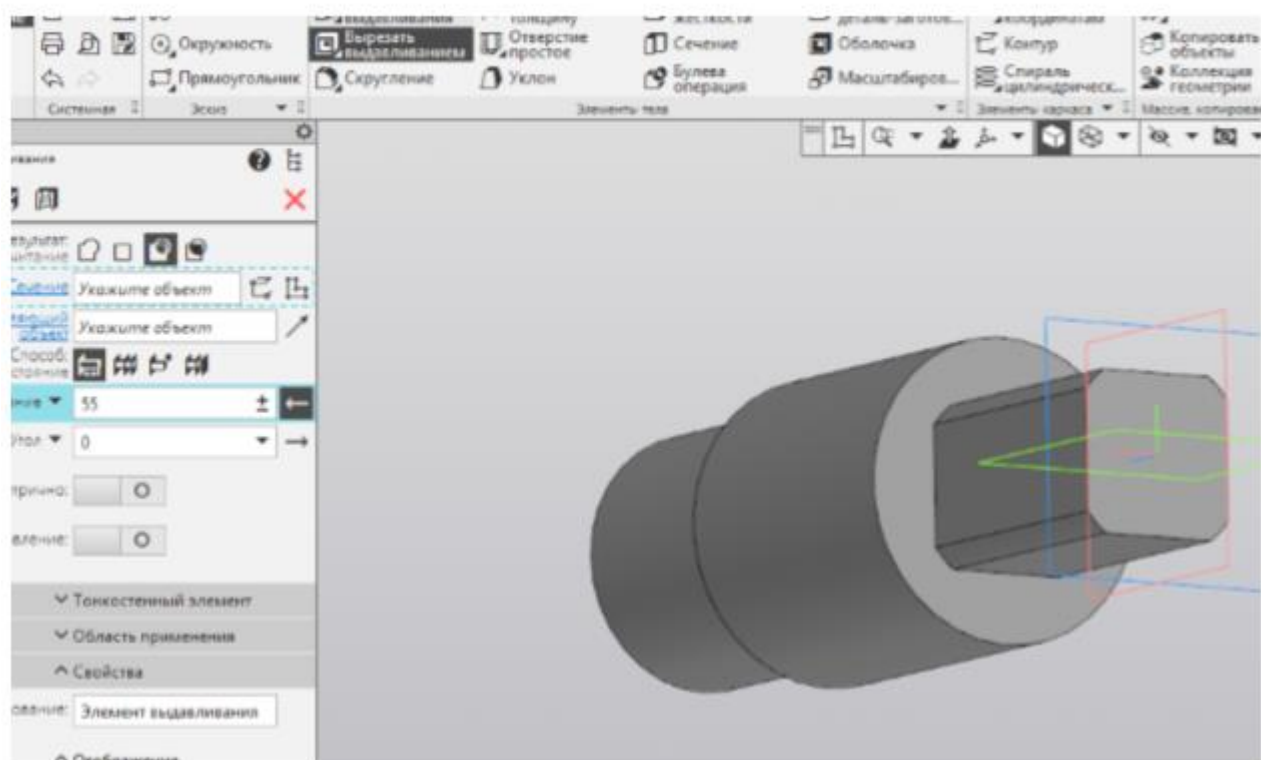


-Следующая операция Вырезать выдавливанием. Вводим Расстояние 55мм. и получаем фантом левой части Вала.

При выполнении данной операции внимательно следить за состоянием **панелей**! В противном случае можно получить тонкостенное выдавливание.



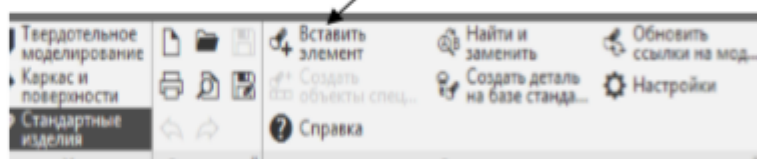
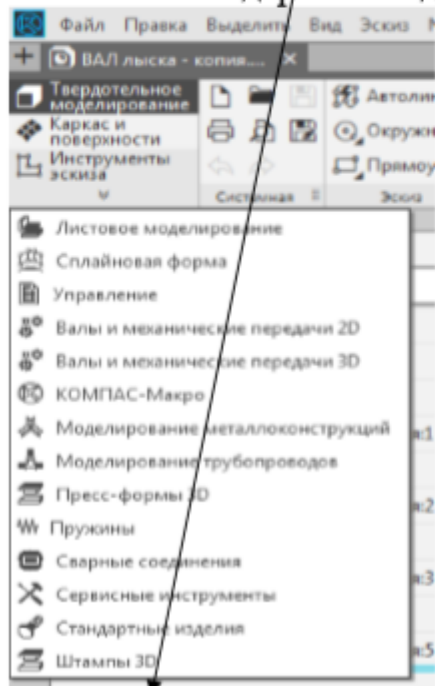
-Осталось нажать на Enter и получить левую ступень заданного Вала.



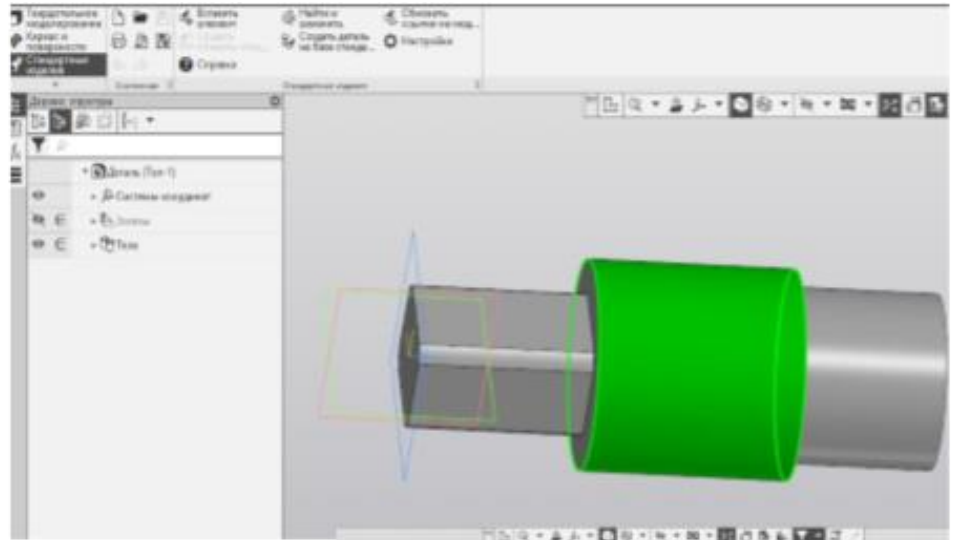
4. Создание шпоночных пазов 2-мя способами

4.1. Первый способ - с использованием Библиотеки Стандартных изделий

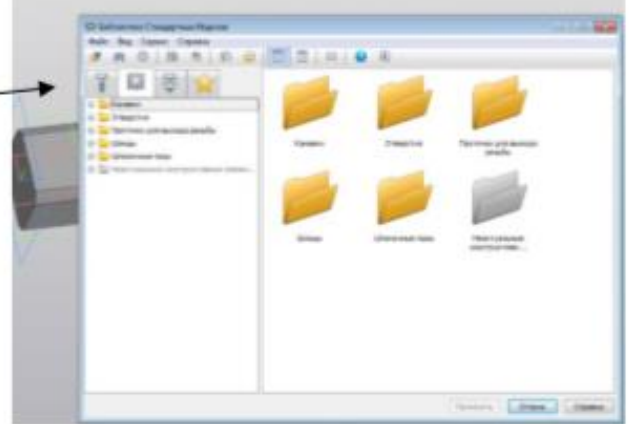
Для этого в выпадающем слева меню Инструментальной панели выбираем опцию **Стандартные изделия**. После нажатия появляется опция **+Вставить элемент**. Эту опцию мы будем использовать постоянно при работе с Библиотекой стандартных изделий.



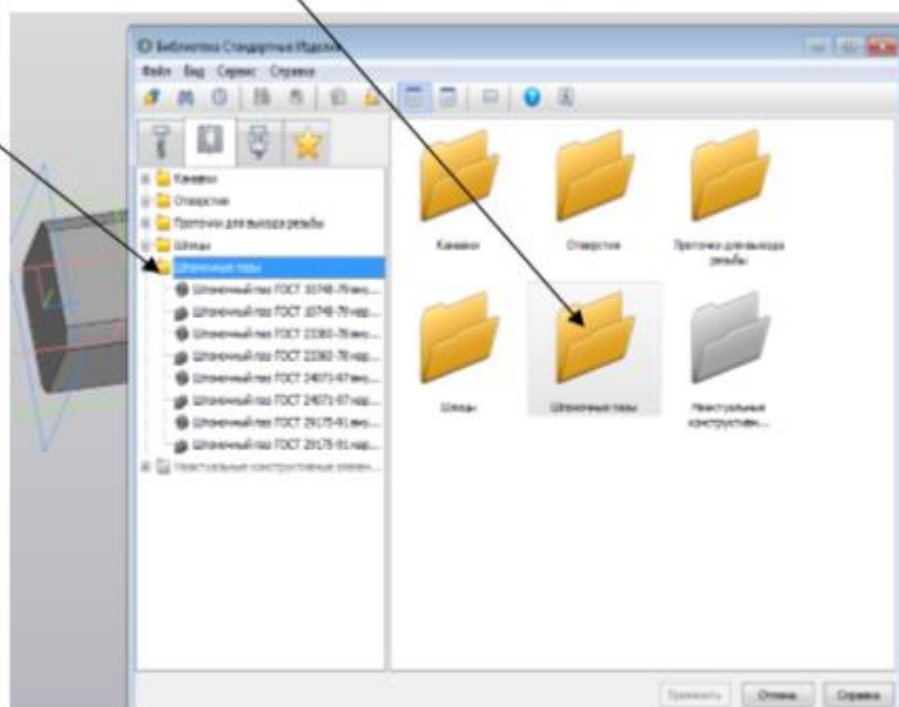
-Сначала выделяем **зеленым** среднюю ступень Вала где будем строить шпоночный паз.



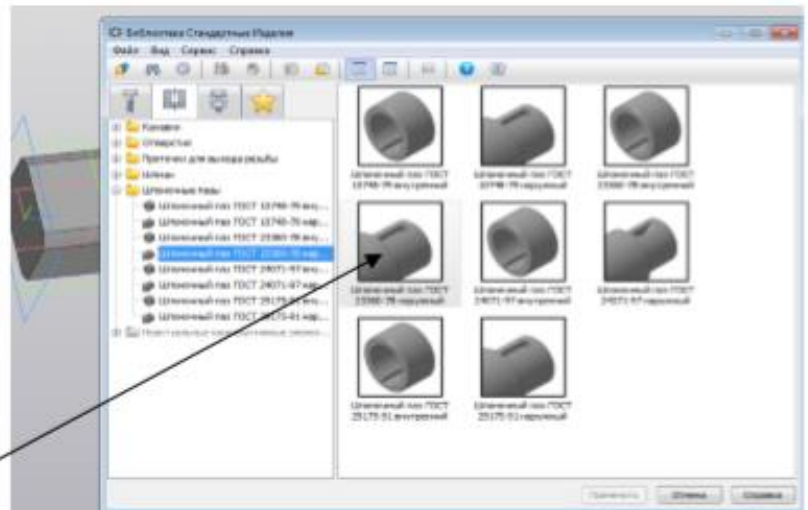
-Нажимаем Вставить элемент и в выдающем меню выбираем кнопку **Конструктивные элементы**.



-Открываем папку **Шпоночные пазы**, а слева открываем расширение на **эту папку**.

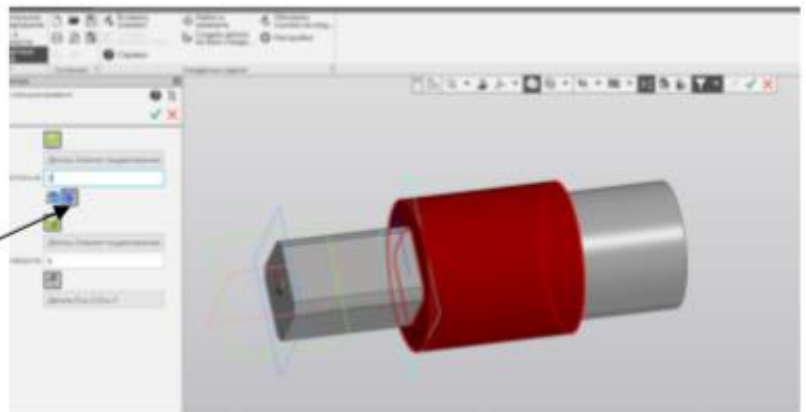


-Выбираем шпоночный паз.
Например- Шпоночный паз
ГОСТ 23360-78 наружный.



-Находим этот паз в иконке и дважды щелкаем левой.

В появившемся окне выделяем красным левый торец средней ступени и сам Вал. Устанавливаем расстояние **5 мм** по заданию от левого торца и проверяем направление положения паза (обратное).



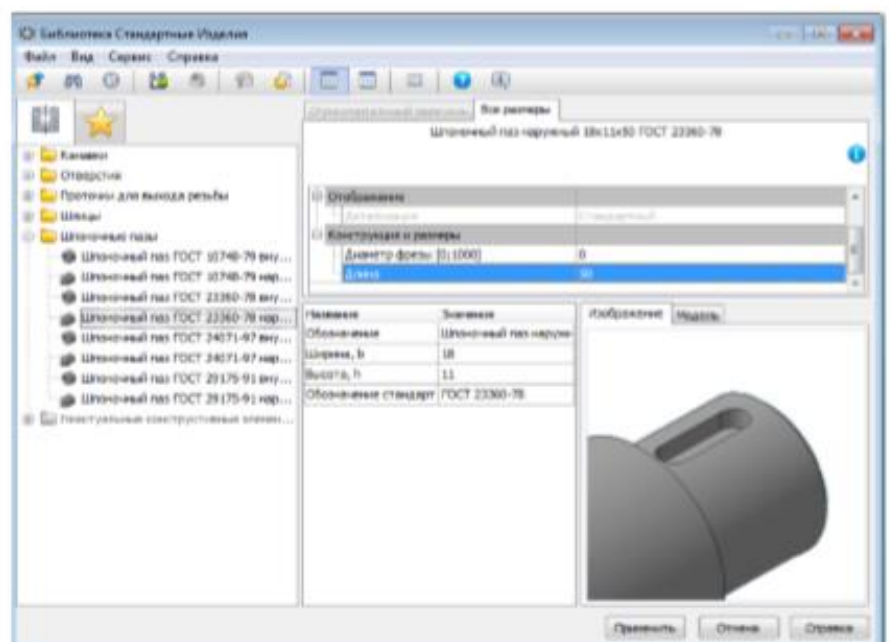
-Нажимаем .

В отрывшемся окне уточняем Длину, Ширину и Высоту.

У нас все подходит.

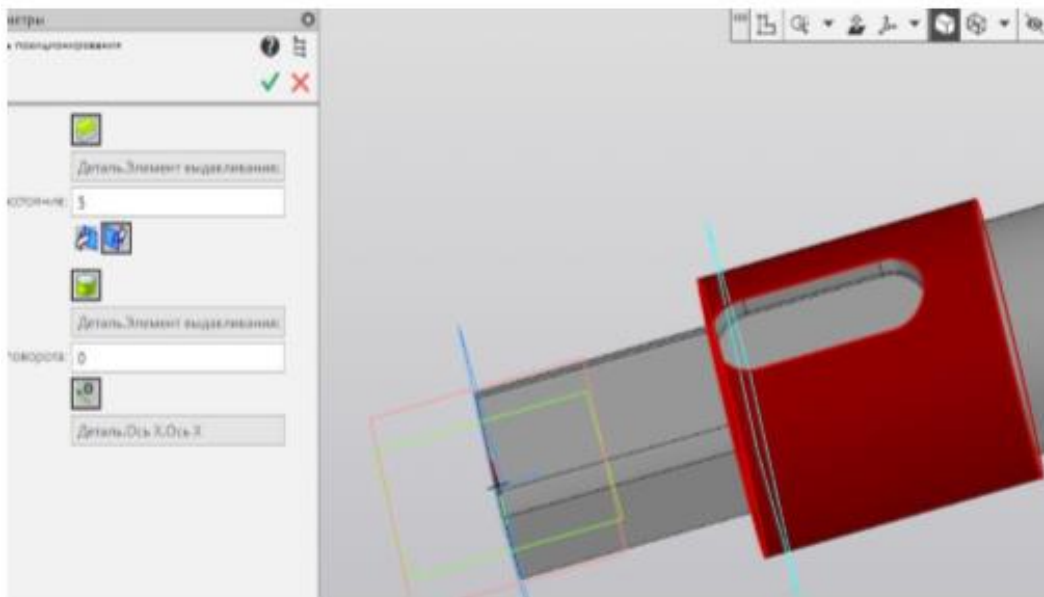
Поэтому нажимаем **Применить**.

Если параметры **не подходят**, то необходимо выбрать **другой паз**. И все операции повторить.

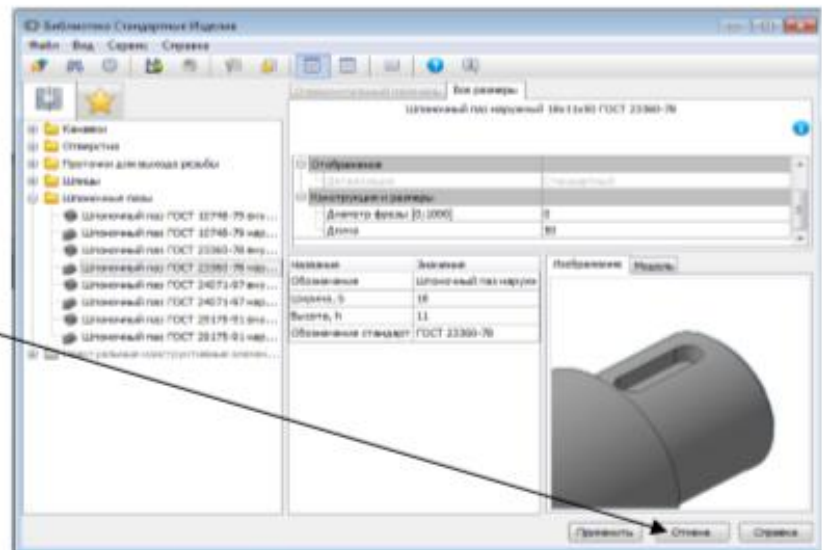


-У нас снова появляется красный вал. И мы снова можем изменить некоторые его параметры шпоночного вала.

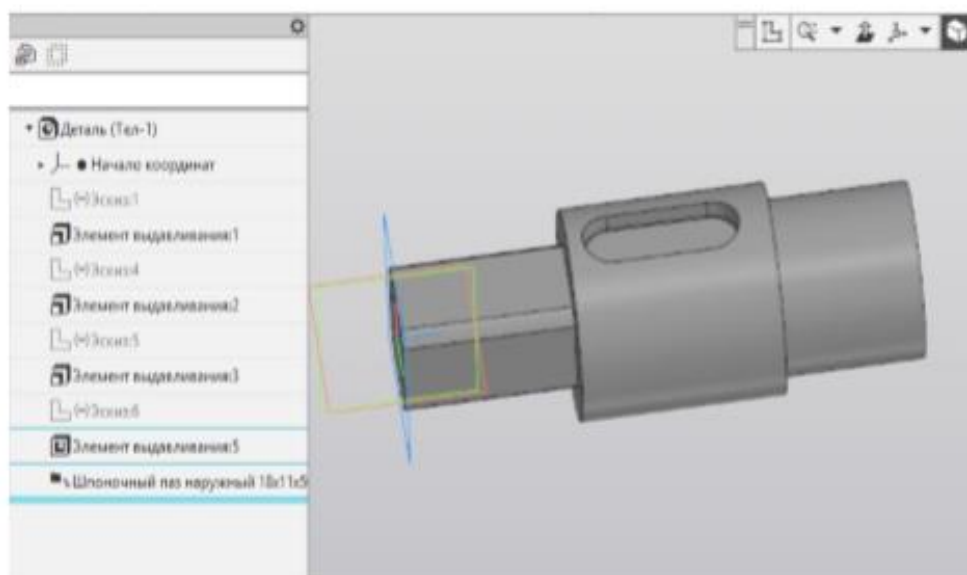
Если все устраивает снова нажимаем на .



-Снова появляется окно Библиотеки и если нас **все устраивает**, нажимаем **Отмена**.

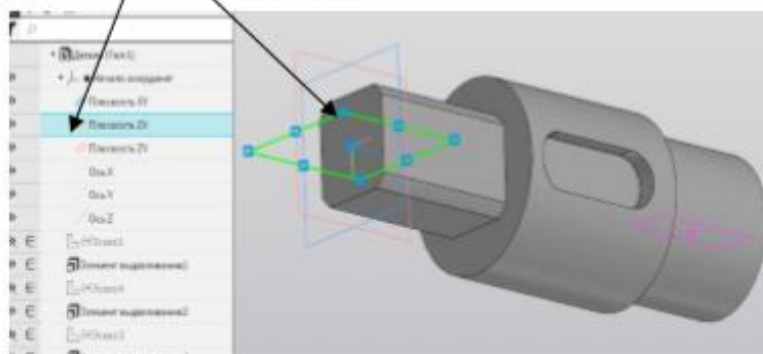


-В результате получаем нужный нам паз.

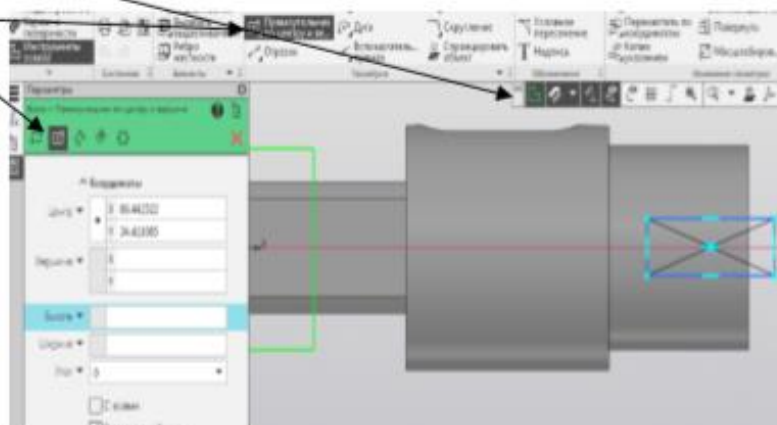


4.2. Второй- метод Вырезания.

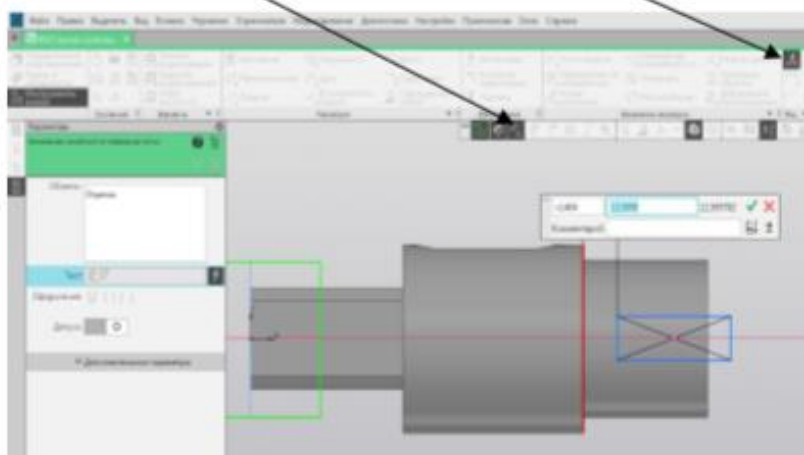
-Для построения 2-го шпоночного паза необходимо сначала выполнить его эскиз. Как Вы понимаете, сделать это на цилиндрической поверхности не получится. Для этого необходима плоская грань или одна из базовых плоскостей. Выбираем **плоскость ZX**, которая проходит через центр симметрии детали и параллельна плоскости нового паза.



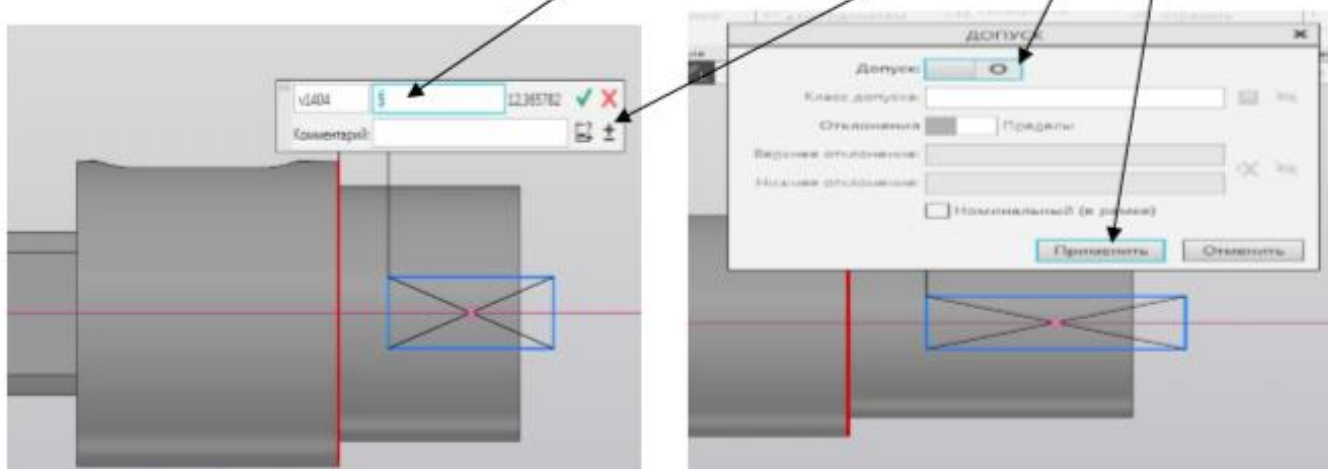
- Далее создаем **эскиз** прямоугольника произвольного размера **по центру и вершине**.



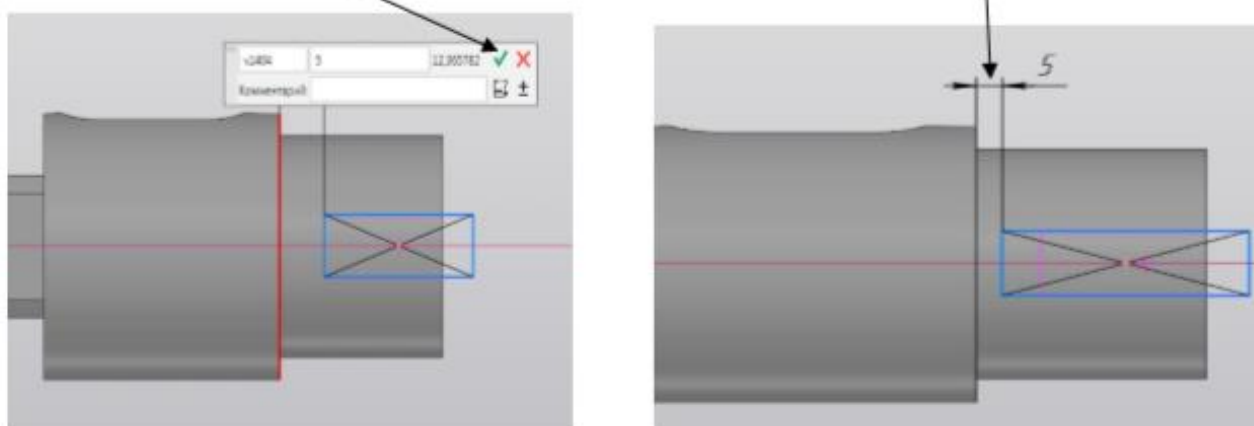
- Задаем расстояние **5 мм.** от торца предыдущей ступени вала, включив **параметрический режим** и **авторазмер**.



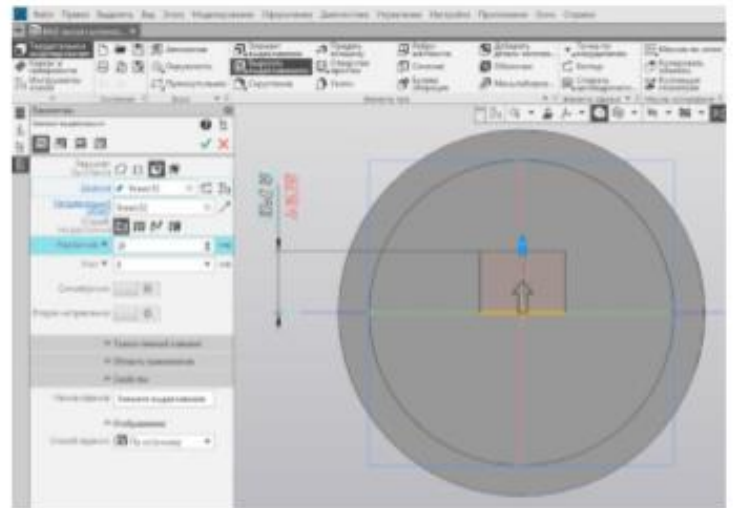
- В появившемся окне указываем **5 мм.** и нажимаем **кнопки Допуск «0»** и **Применить.**



- Осталось **нажать** на  и получить необходимый **размер 5 мм.**

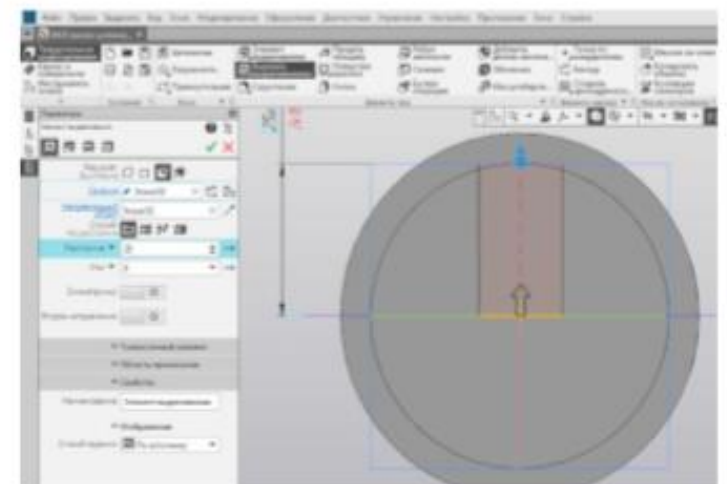


- Выбираем Вид Сверху и с помощью клавиши Shift и стрелок на клавиатуре поворачиваем на нужный угол. В результате получаем.



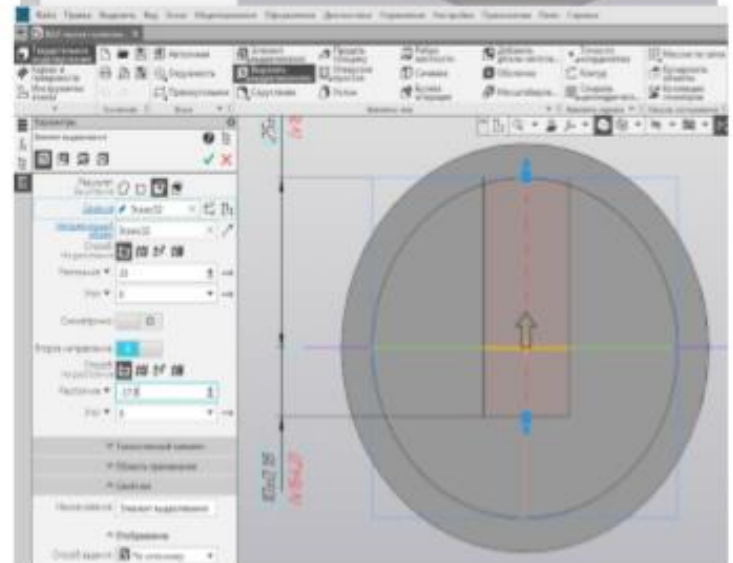
Справка. В Компасе, начиная с 17 версии[2] можно строить эскизы и выполнять операции со смещением. Т.е. эскиз в одной плоскости, а сама операция немного смещена относительно эскиза.

- Граница нашего шпоночного паза, т.е. его высота должна быть не более радиуса правой ступени вала (первое расстояние). У нас $R=25\text{мм}$. Поэтому первое направление будет положительным и равным 25.



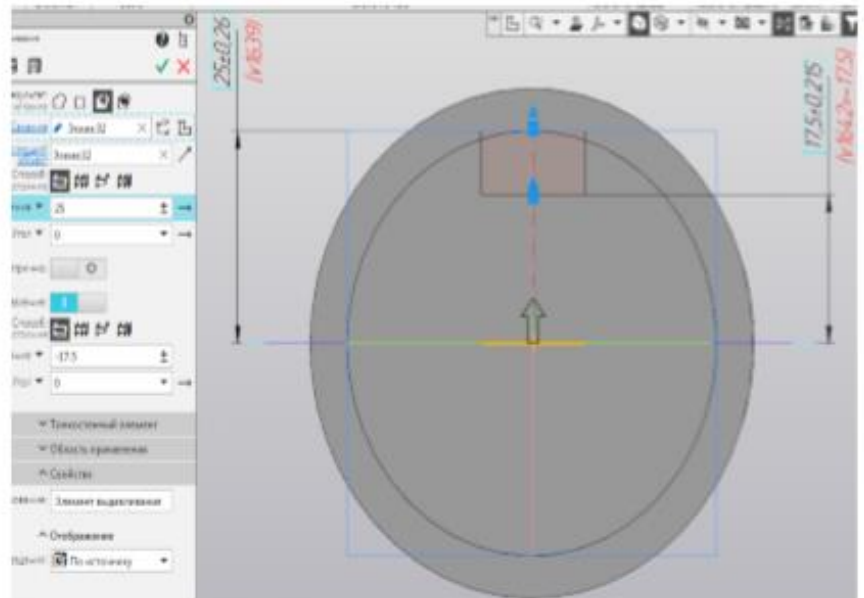
- **Второе направление** идет вниз, поэтому значение будет отрицательным. Величина получается вычитанием глубины шпоночного паза из радиуса вала. У нас получается $25 - 7.5 = 17.5$. Значение берем отрицательное **-17.5**.

Таким образом мы добились смещения операции относительно плоскости эскиза.



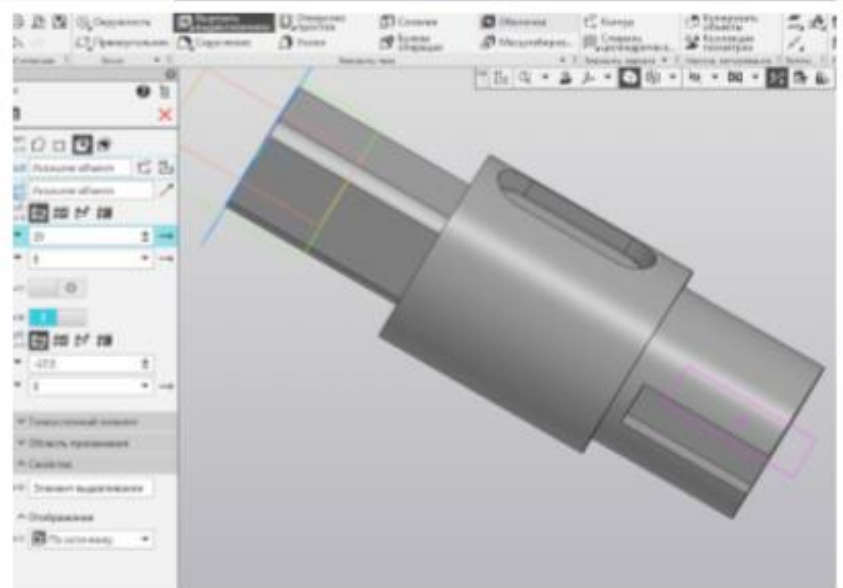
- После нажатия **левой** получаем фантом нашего паза.

Осталось только закончить построение, нажав

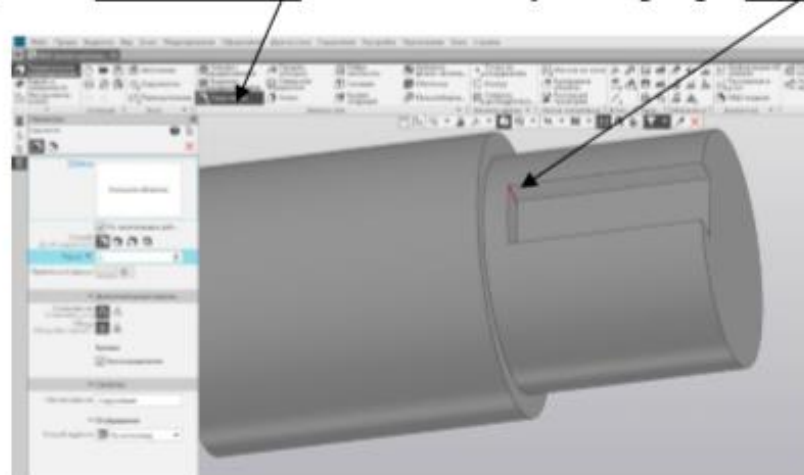


- При построении сквозного шпоночного паза в эскизе мы не указывали радиусы скругления.

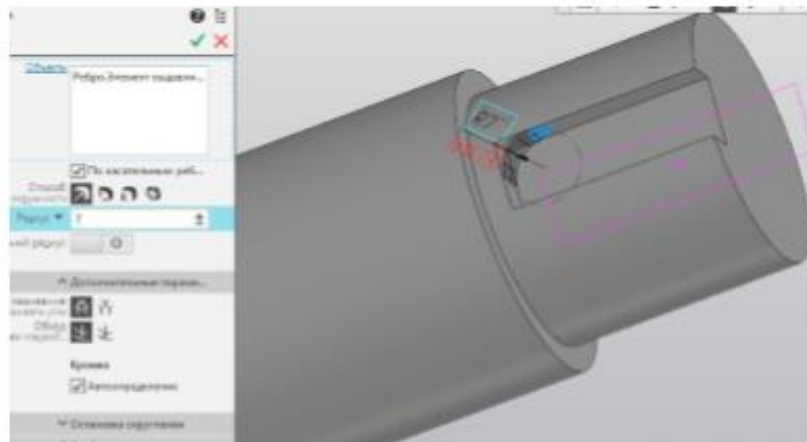
Поэтому это сделаем сейчас с помощью операции Скругления $R=7\text{мм}$ на 2-х углах шпоночного паза.



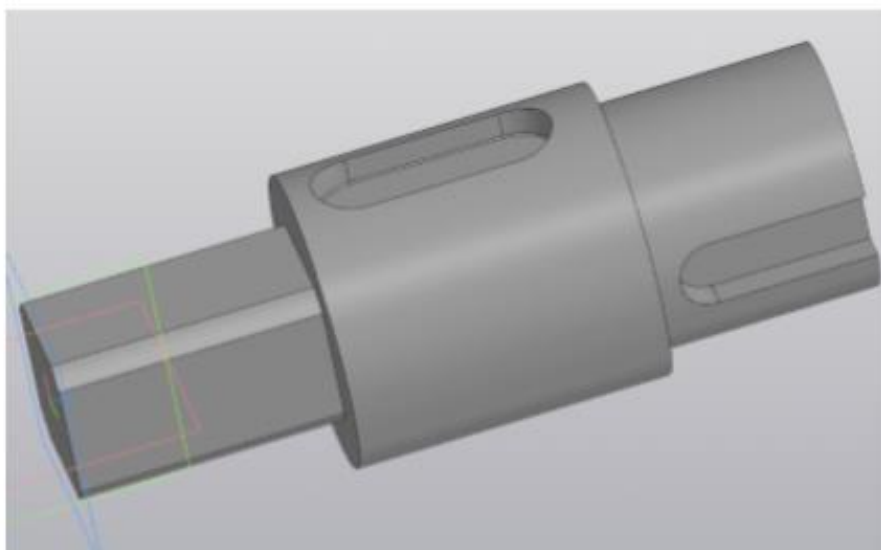
- Выбираем операцию **Скругление** и выделяем нужное ребро **красным**.



- Указываем радиус 7мм и нажимаем .



- Аналогично поступаем с другим скруглением и окончательно получаем Вал в 3D.



НИЕ.

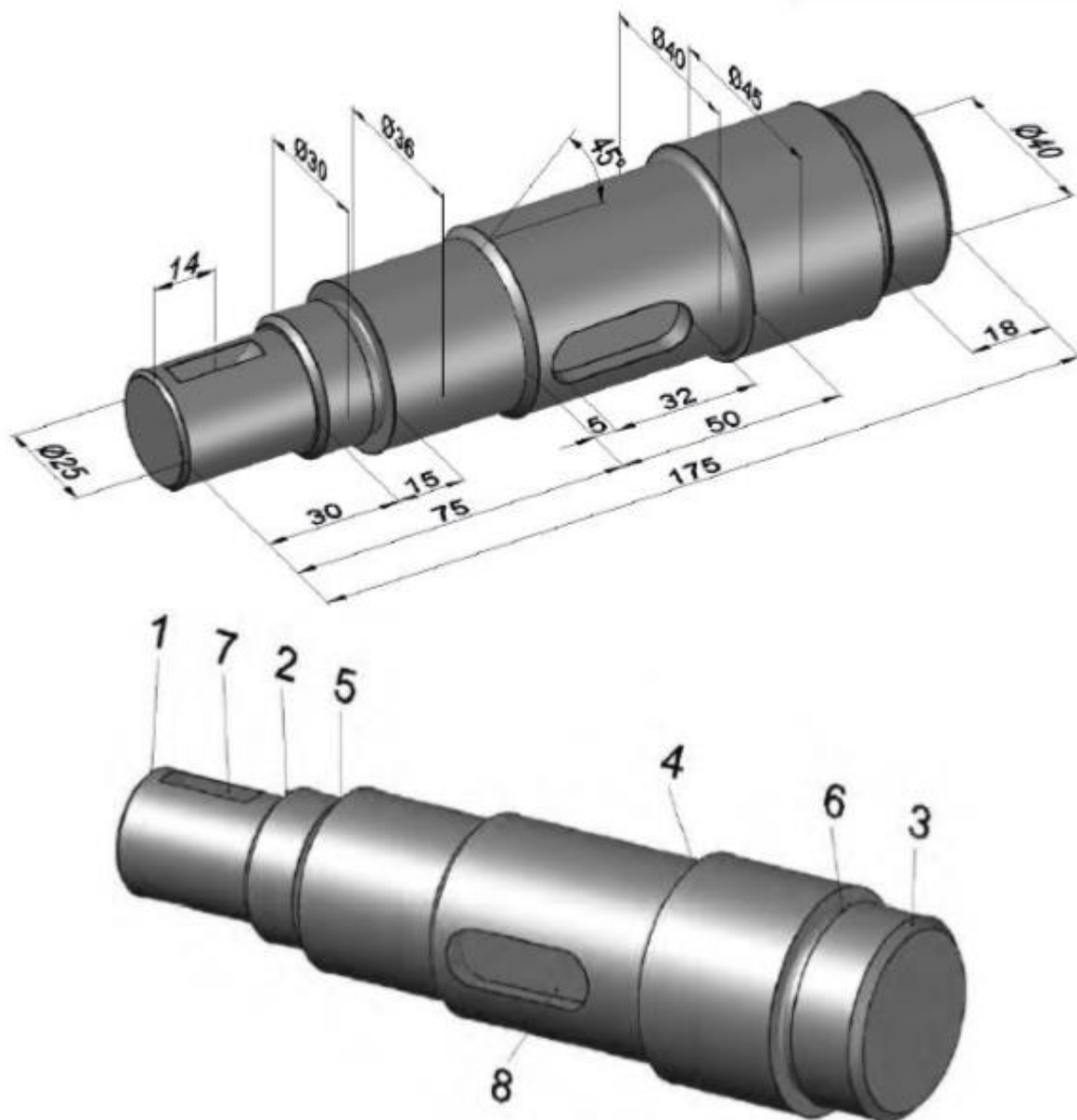
выполняются и **отверстия на цилиндрических поверхностях**. Т.е. эскиз выполняется на одной из плоскостей в центре цилиндрической поверхности, а дальше операция **Вырезания** в ту или иную сторону или в **обе стороны** одновременно ($\pm$) (См. Приложение Б).

ПРИМЕЧА-

Аналогично

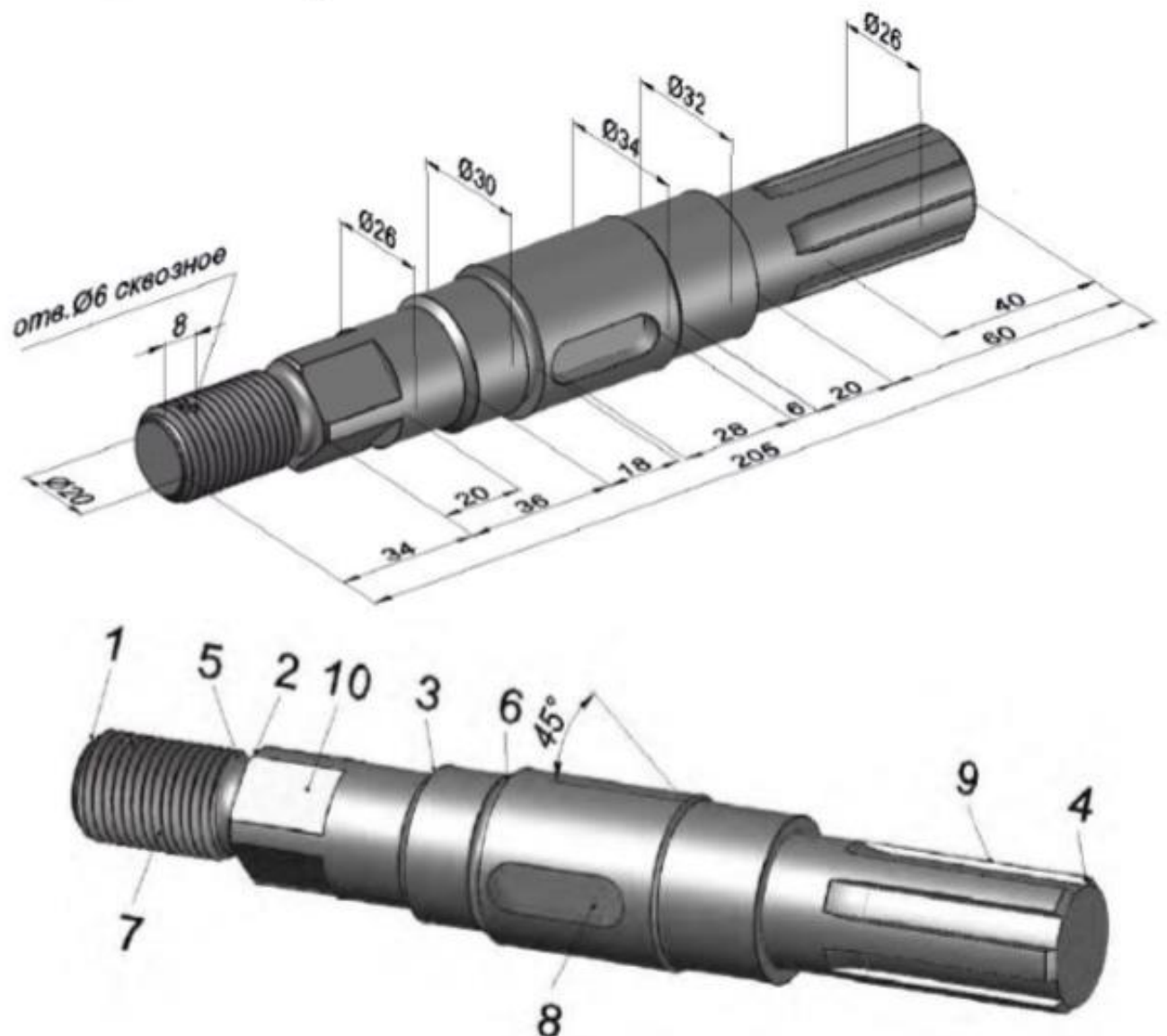
Задание 7.1: Выполнить 3D модель вала по индивидуальному варианту

Вариант 1



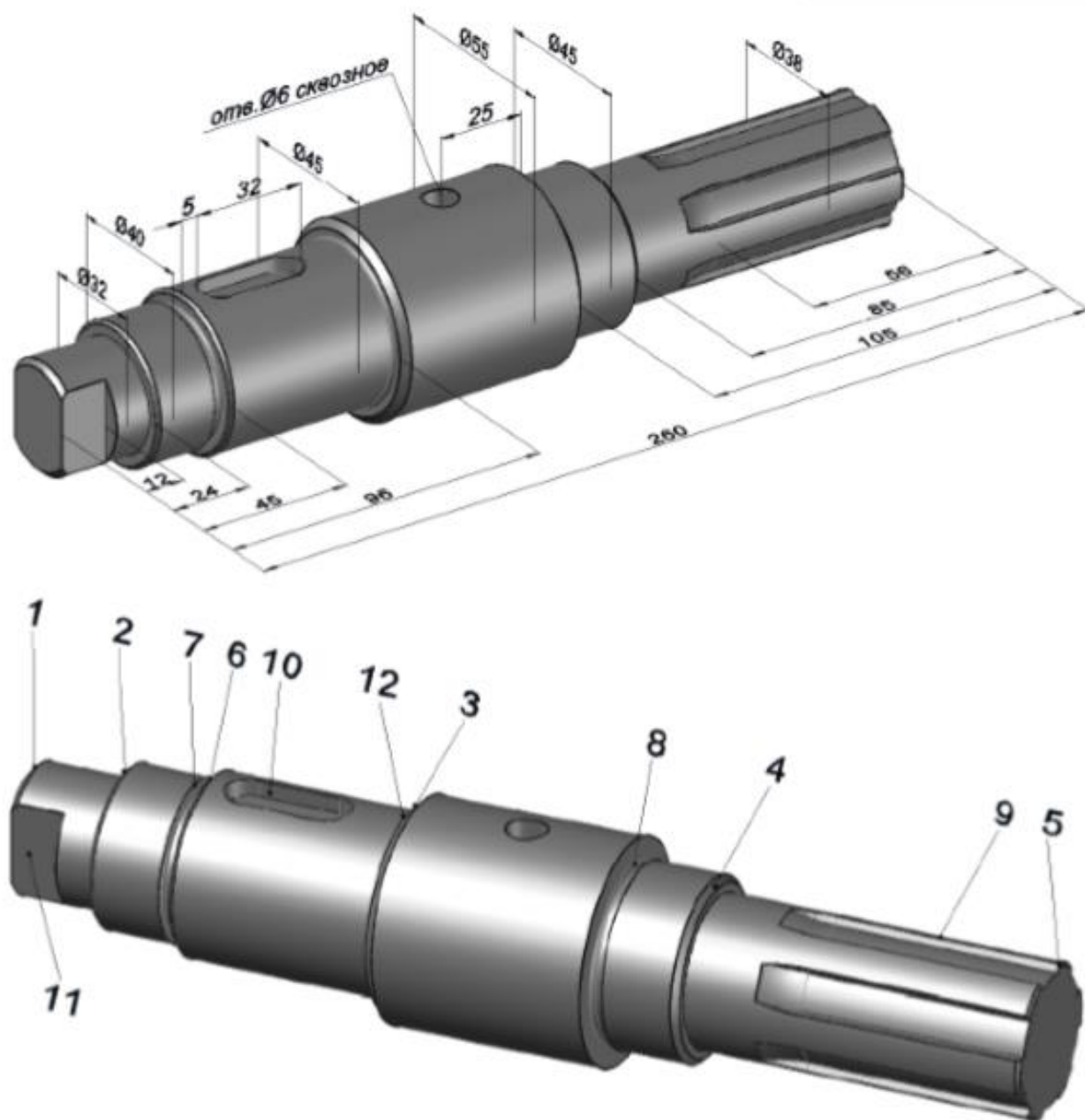
№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ
1, 2, 3	Фаски: размеры должны соответствовать ГОСТ 10948–64 (№ 1 размер 1×45°; № 2 – 1,6×45°; № 3 – 2,5×45°)
4	Галтель: радиус R1,6 согласно ГОСТ 10948–64
5, 6	Канавки для выхода шлифовального круга при круглом шлифовании по цилиндру. ГОСТ 8820–69
7	Шпоночный паз под сегментную шпонку, ГОСТ 24071–97
8	Шпоночный паз под призматическую шпонку, ГОСТ 23360–78

Вариант 2



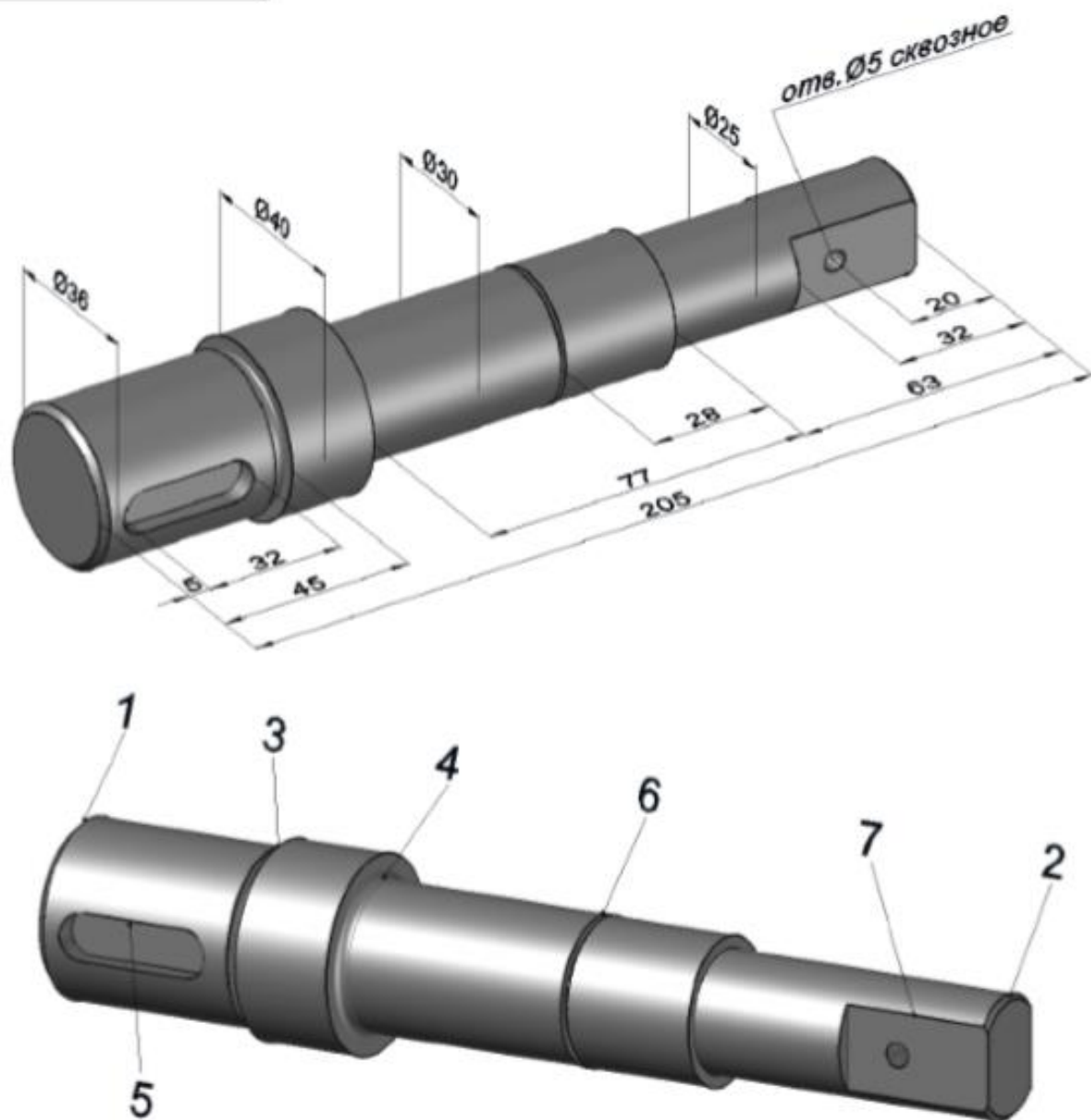
№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ
1	Фаска резьбы: размеры устанавливает ГОСТ 10549–80
2, 3, 4	Фаска : размеры должны соответствовать ГОСТ 10948–64 (№ 2 и 4 размер $1 \times 45^\circ$; № 3 – $1,6 \times 45^\circ$)
5	Проточка (ГОСТ 10549–80) для наружной метрической резьбы с крупным шагом, ГОСТ 8724–2002
6	Канавка для выхода шлифовального круга при круглом шлифовании по цилиндру, ГОСТ 8820–69
7	Резьба метрическая с крупным шагом, ГОСТ 8724–2002
8	Шпоночный паз под призматическую шпонку, ГОСТ 23360–78
9	Шлифы прямоугольные (легкая серия), ГОСТ 1139–80
10	Лыски (квадрат) – место под ключ: размеры (расстояния между противоположными лысками) выберите по ГОСТ 6424–73, согласуя их с диаметром ступени вала (должны быть меньше)

Вариант 3

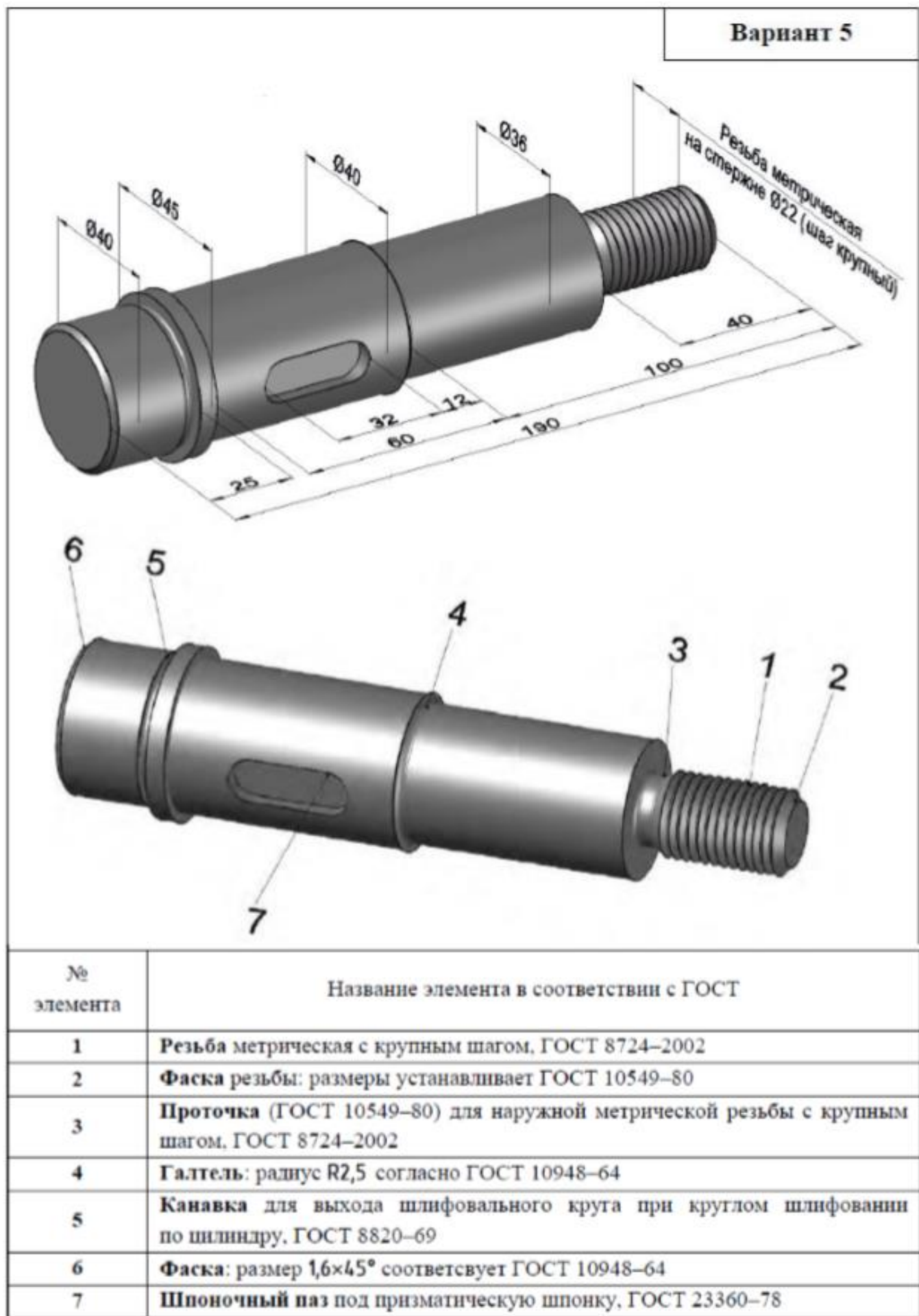


№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ
1, 2, 3, 4, 5, 6	Фаска: размеры должны соответствовать ГОСТ 10948–64 (№ 1, 4, 5, 6 размер $1,6 \times 45^\circ$; № 3 – $2,5 \times 45^\circ$)
7, 8	Канавка для выхода шлифовального круга при круглом шлифовании по цилиндру, ГОСТ 8820–69
9	Шлицы прямобоочные (средняя серия), ГОСТ 1139–80
10	Шпоночный паз под призматическую шпонку, ГОСТ 23360–78
11	Лыски – место под ключ: размер выберите по ГОСТ 6424–73 согласуя его с диаметром ступени вала (должен быть меньше)
12	Галтель: радиус R1,6 согласно ГОСТ ГОСТ 10948–64

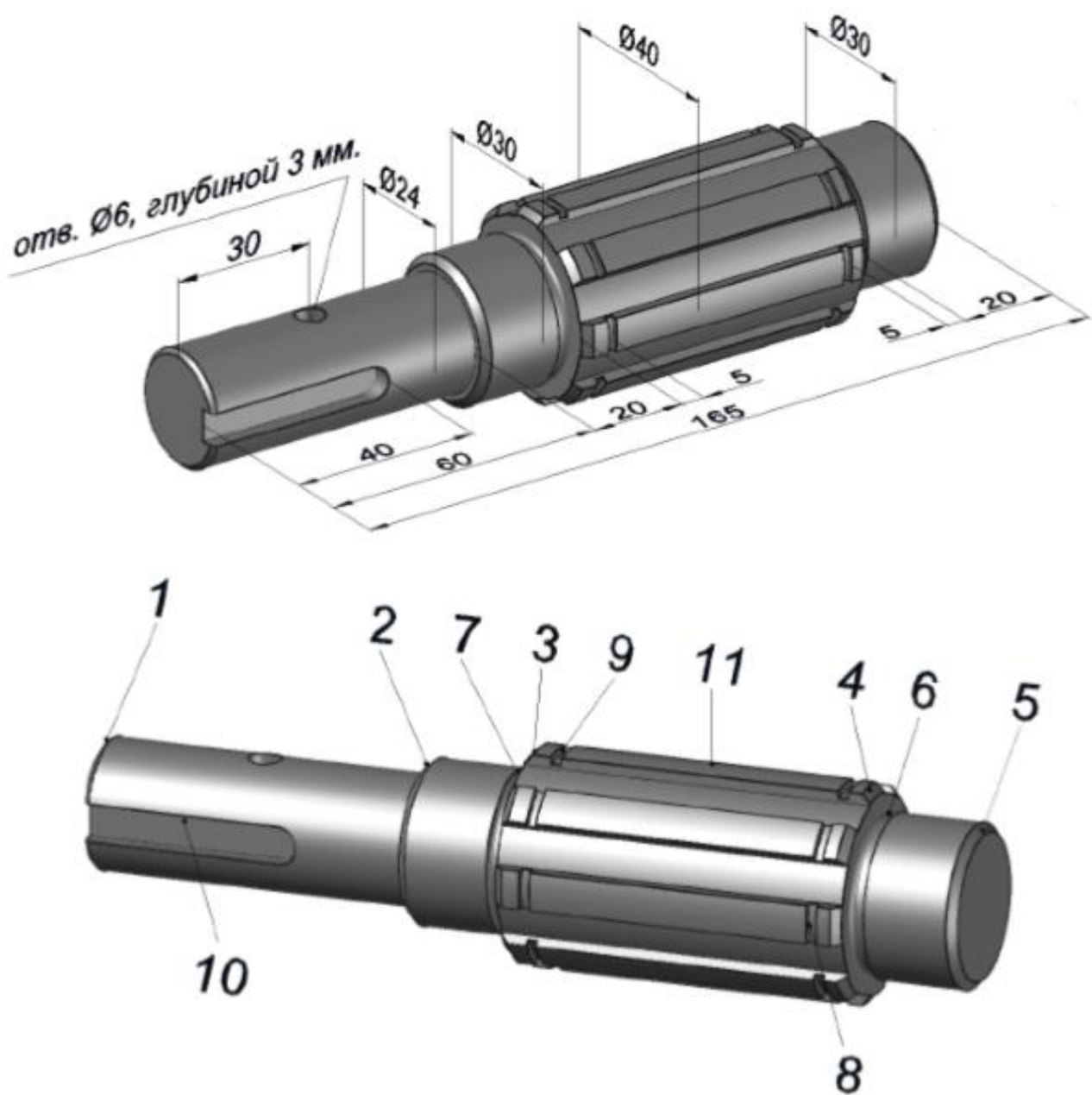
Вариант 4



№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ
1, 2	Фаска: размеры должны соответствовать ГОСТ 10948–64 (№ 1 размер 1,6×45°; № 2 – 1×45°)
3	Канавка для выхода шлифовального круга при круглом шлифовании по цилиндру, ГОСТ 8820–69
4	Галтель: радиус R2,5 согласно ГОСТ 10948–64
5	Шпоночный паз под призматическую шпонку, ГОСТ 23360–78
6	Канавка для кольца пружинного упорного плоского наружного концентрического, ГОСТ 13940–86
7	Лыски – место под ключ: размер выберите по ГОСТ 6424–73 согласуя его с диаметром ступени вала (должен быть меньше)



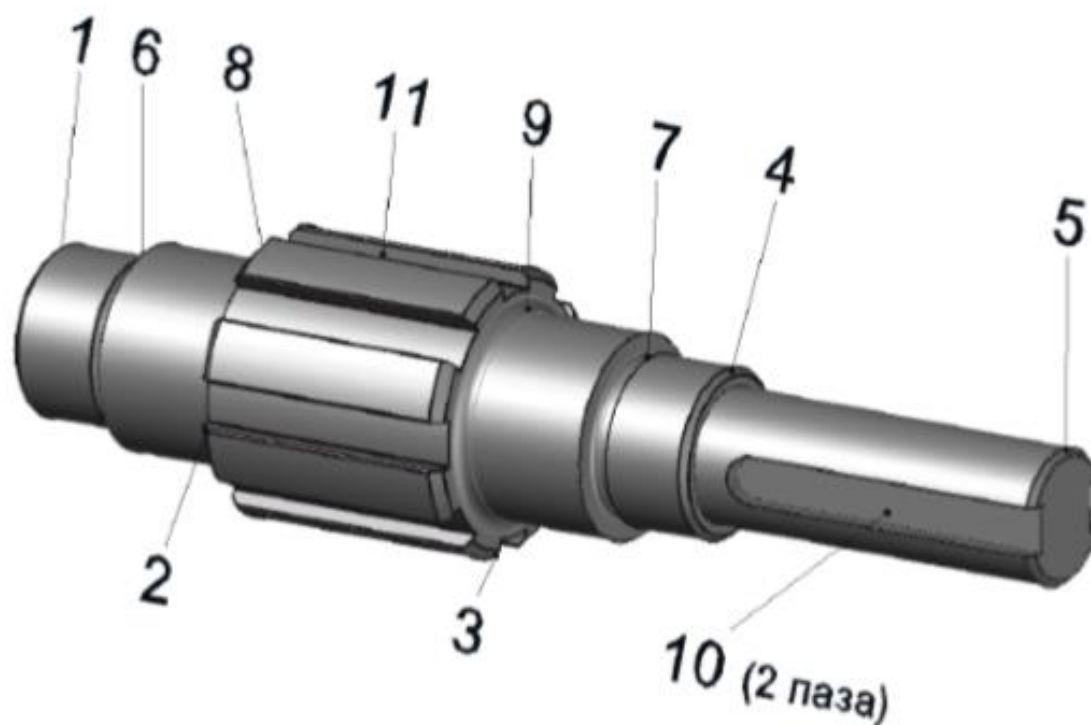
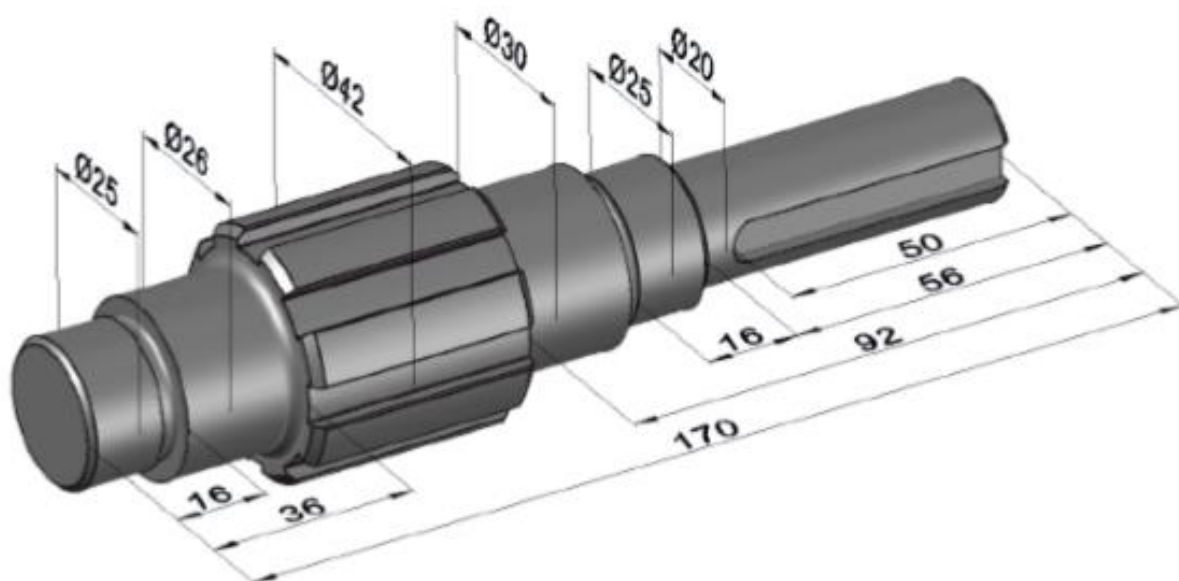
Вариант 6



№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ
1, 2, 3, 4, 5	Фаска: размеры должны соответствовать ГОСТ 10948–64 (№ 1, 2, 5 размер 1,6×45°; № 3, 4 – 2,5×45°)
6, 7	Канавка для выхода шлифовального круга при круглом шлифовании по цилиндру, ГОСТ 8820–69
8, 9	Канавка для кольца пружинного упорного плоского наружного концентрического, ГОСТ 13940–86
10	Шпоночный паз под призматическую шпонку, ГОСТ 23360–78
11	Шлифы прямобоочные (легкая серия), ГОСТ 1139–80

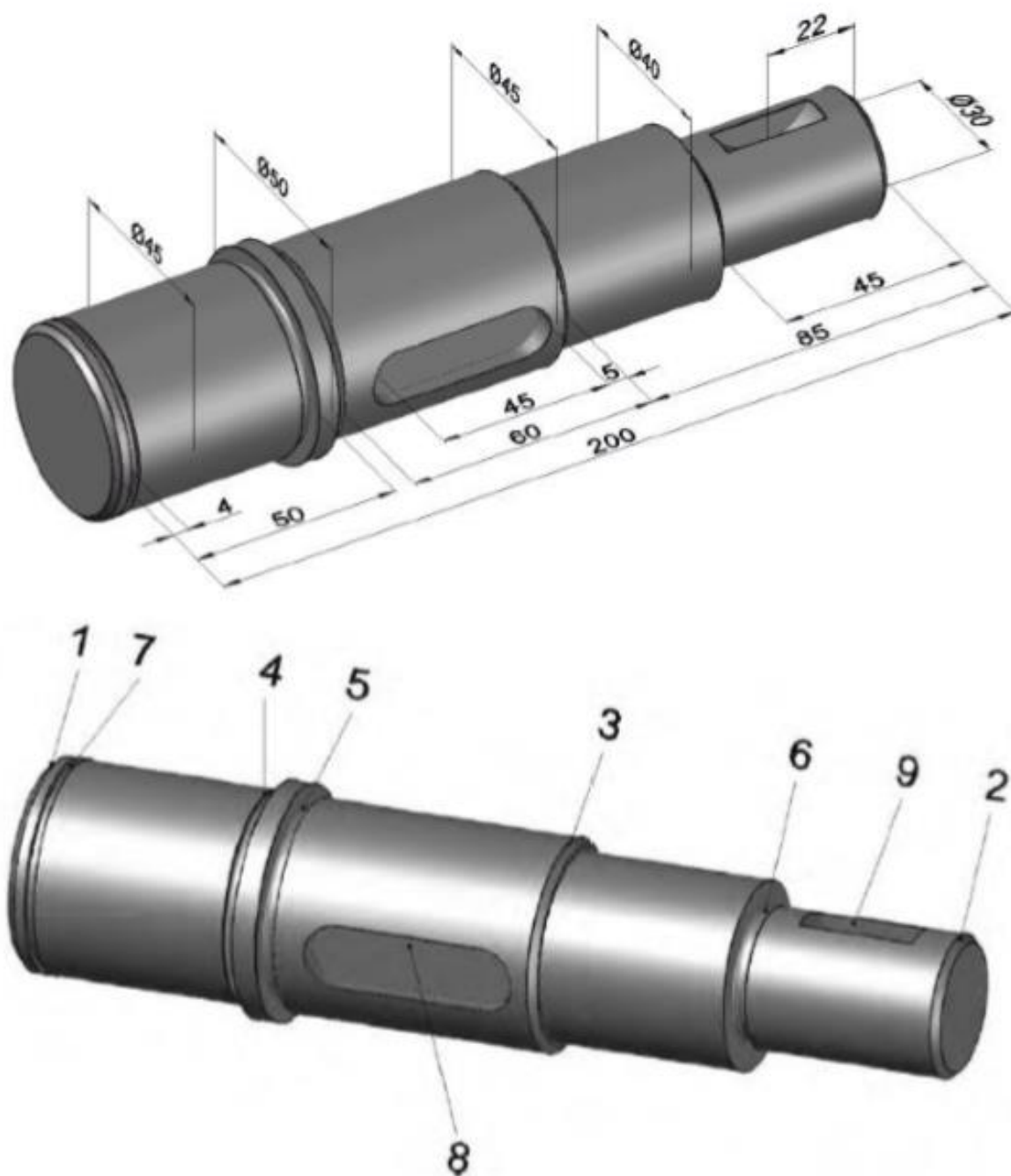
Вариант 7	
Technical drawing of a shaft assembly, Variant 7. The top part shows a perspective view with dimensions: diameters $\varnothing 28$, $\varnothing 35$, $\varnothing 42$, $\varnothing 35$, $\varnothing 30$; lengths 10, 20, 20, 60, 220, 35, 50, 20, 5; and a taper of 1:10. Labels include 'отв. Ø4 сквозное' (Ø4 through hole) and 'Резьба метрическая на стержне Ø20 (шаг мелкий - 1,5 мм)' (Metric thread on Ø20 shaft (fine pitch - 1.5 mm)). The bottom part shows a numbered exploded view with 14 components labeled 1 through 14.	
№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ
1	Фаска резьбы: размеры устанавливает ГОСТ 10549–80
2, 3, 4, 5, 6	Фаска: размеры должны соответствовать ГОСТ 10948–64 (№ 2, 5, 6 размер $1,6 \times 45^\circ$; № 3, 4 – $2,5 \times 45^\circ$)
7, 8, 9	Канавка для выхода шлифовального круга при круглом шлифовании по цилиндру, ГОСТ 8820–69
10	Проточка (ГОСТ 10549–80) для наружной метрической резьбы с мелким шагом 1,5 (ГОСТ 8724–2002)
11	Шпоночный паз под призматическую шпонку, ГОСТ 23360–78
12	Резьба метрическая с мелким шагом, ГОСТ 8724–2002
13	Шлипы прямобоочные (средняя серия), ГОСТ 1139–80
14	Лыски – место под ключ: размер выберите по ГОСТ 6424–73 согласуя его с диаметром ступени вала (должен быть меньше)

Вариант 8



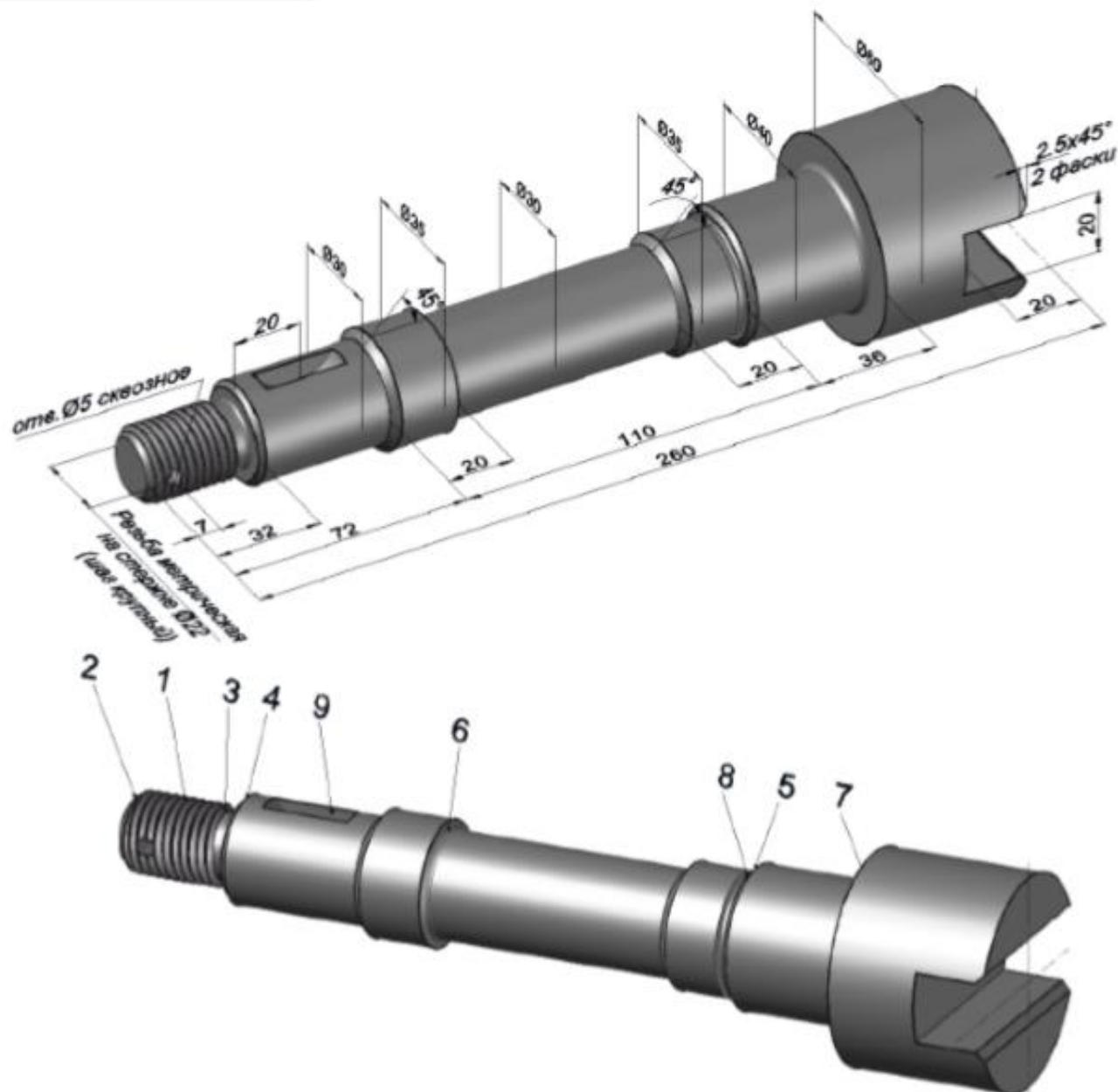
№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ
1, 2, 3, 4, 5	Фаска: размеры должны соответствовать ГОСТ 10948–64 (№ 1, 4, 5 размер 1,6×45°; № 2, 3 – 2,5×45°)
6, 7	Канавка для выхода шлифовального круга при круглом шлифовании по цилиндру, ГОСТ 8820–69
8, 9	Галтель: радиус R1,6 согласно ГОСТ 10948–64
10	Шпоночный паз под призматическую шпонку, ГОСТ 23360–78
11	Шлицы прямобочные (средняя серия), ГОСТ 1139–80

Вариант 9



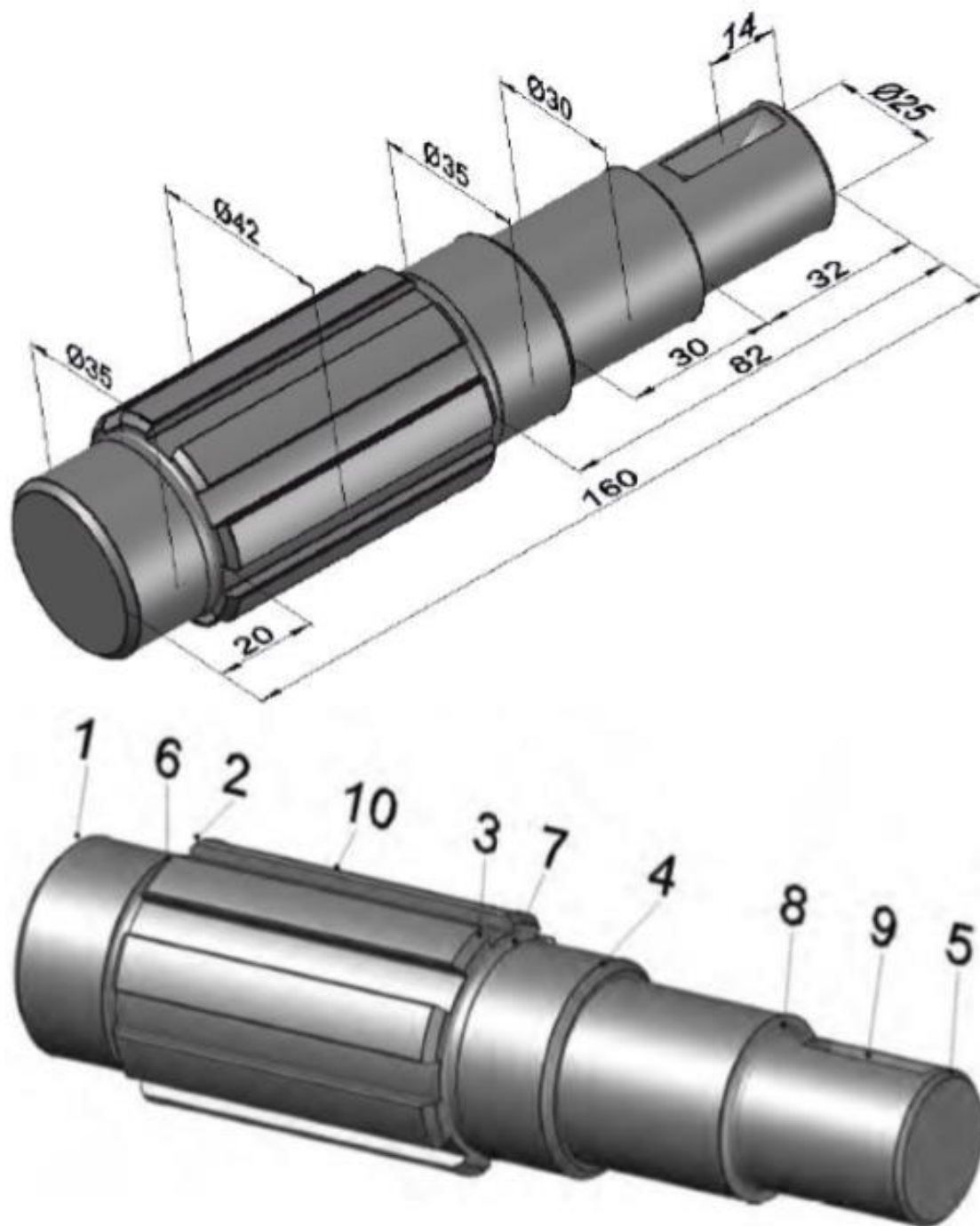
№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ
1, 2, 3	Фаска: размеры должны соответствовать ГОСТ 10948–64 (№ 1, 3 размер 1,6×45°; № 2 – 1×45°)
4, 5, 6	Канавка для выхода шлифовального круга при круглом шлифовании по цилиндру, ГОСТ 8820–69
7	Канавка для кольца пружинного упорного плоского наружного концентрического, ГОСТ 13940–86
8	Шпоночный паз под призматическую шпонку, ГОСТ 23360–78
9	Шпоночный паз под сегментную шпонку, ГОСТ 24071–97

Вариант 10



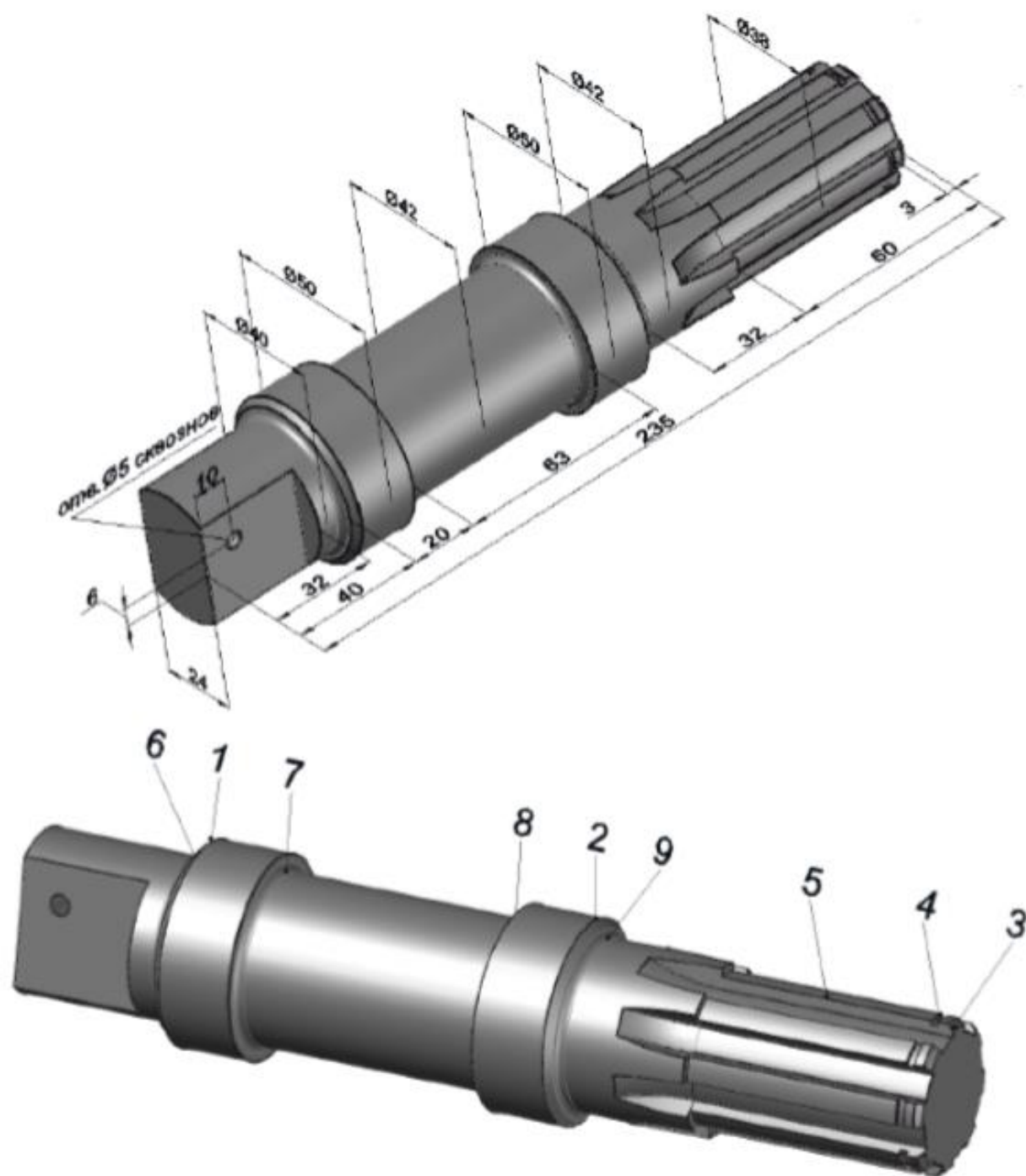
№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ
1	Резьба метрическая с крупным шагом, ГОСТ 8724–2002
2	Фаска резьбы: размеры устанавливает ГОСТ 10549–80
3	Проточка (ГОСТ 10549–80) для наружной метрической резьбы с крупным шагом, ГОСТ 8724–2002
4, 5	Фаска: размеры должны соответствовать ГОСТ 10948–64 (№ 4 размер 1x45°; № 5 – 1,6x45°)
6, 7	Галтель: № 6 радиусом R1,6; № 7 – R2,5 по ГОСТ 10948–64
8	Канавка для выхода шлифовального круга при круглом шлифовании по цилиндру, ГОСТ 8820–69
9	Шпоночный паз под сегментную шпонку, ГОСТ 24071–97

Вариант 11



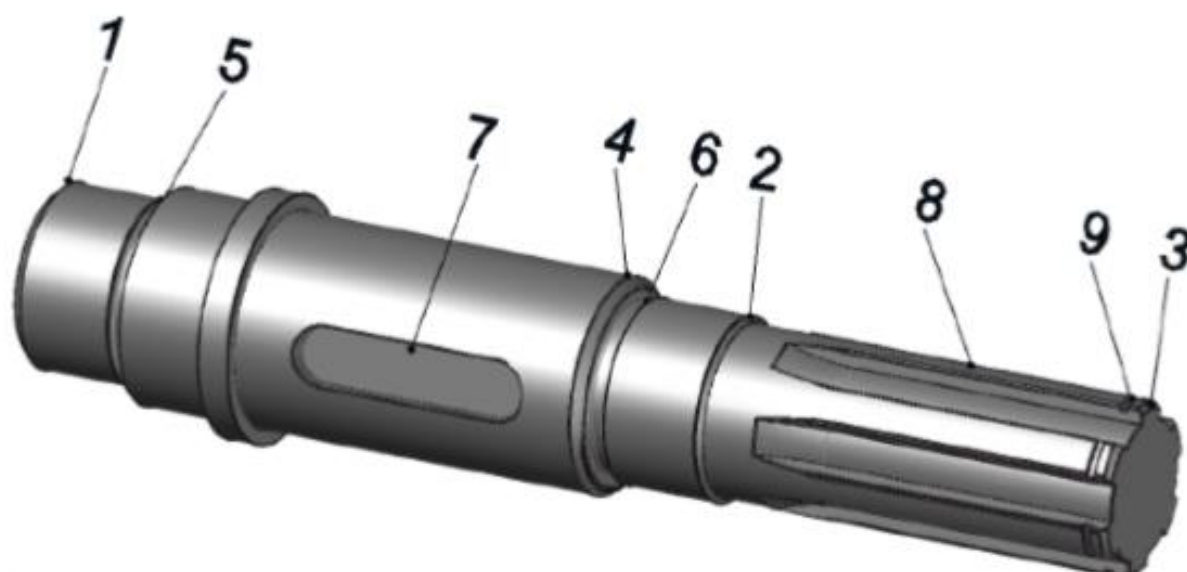
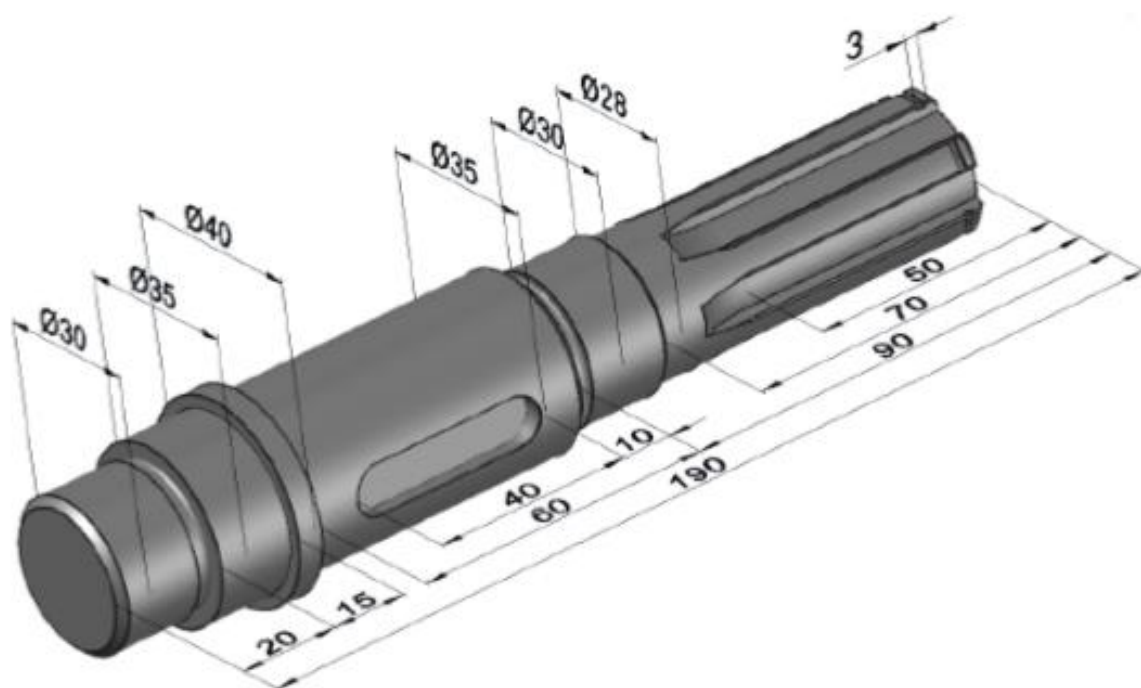
№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ
1, 2, 3, 4, 5	Фаска: размеры должны соответствовать ГОСТ 10948–64 (№ 1, 4 размер $1,6 \times 45^\circ$; № 2, 3 – $2,5 \times 45^\circ$; № 5 – $2,5 \times 45^\circ$)
6, 7	Канавка для выхода шлифовального круга при круглом шлифовании по цилиндру, ГОСТ 8820-69
8	Галтель: радиус R1,6 согласно ГОСТ 10948–64
9	Шпоночный паз под сегментную шпонку, ГОСТ 24071–97
10	Шлифы прямобоочные (средняя серия), ГОСТ 1139–80

Вариант 12



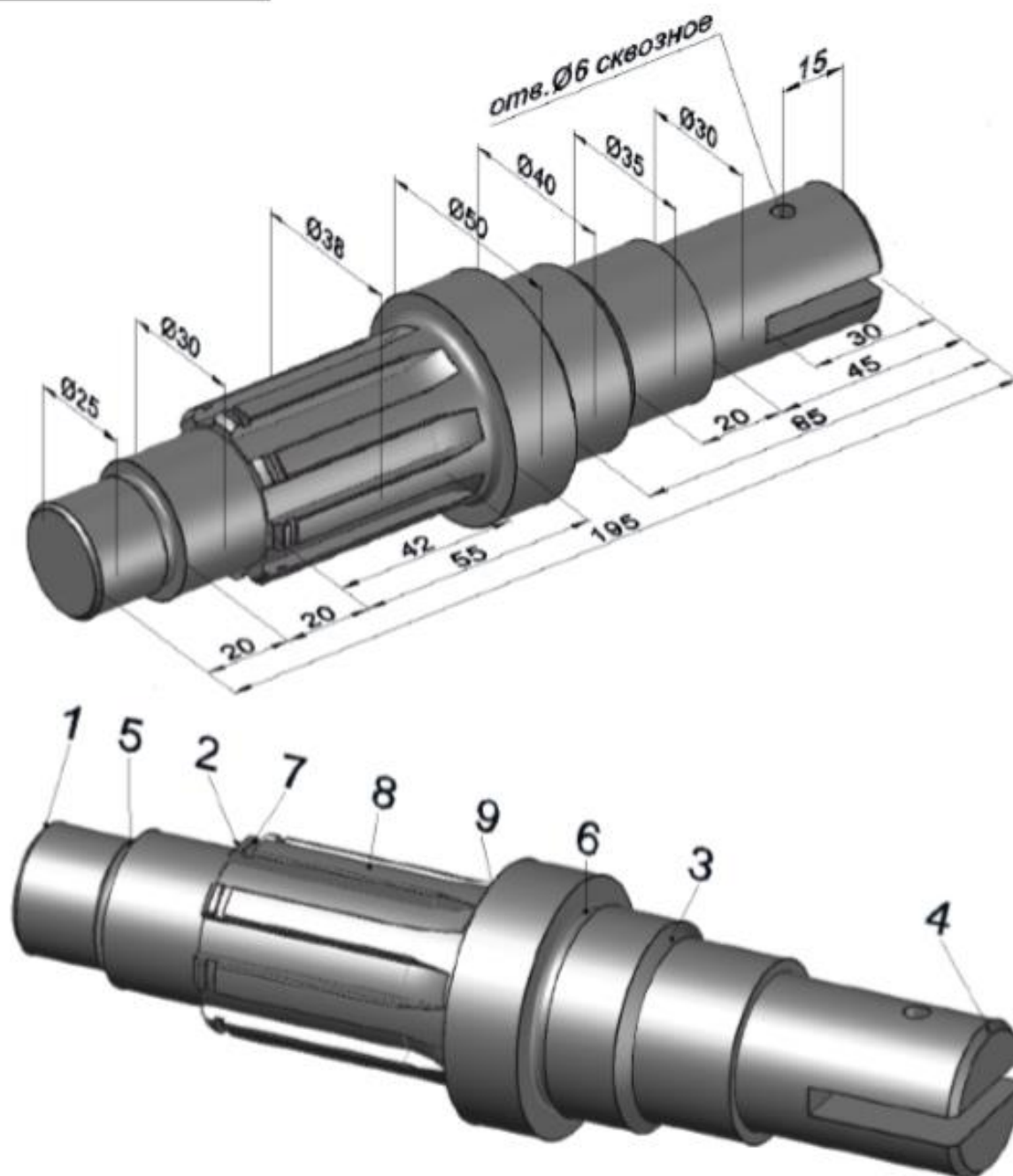
№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ
1, 2, 3	Фаска: размеры должны соответствовать ГОСТ 10948–64 (№ 1, 2 размер 2,5×45°; № 3 – 1,6×45°)
4	Канавка для кольца пружинного упорного плоского наружного концентрического, ГОСТ 13940-86
5	Шлицы прямобоочные (средняя серия), ГОСТ 1139–80
6, 7, 8, 9	Галтель: радиус R1,6 согласно ГОСТ 10948–64

Вариант 13



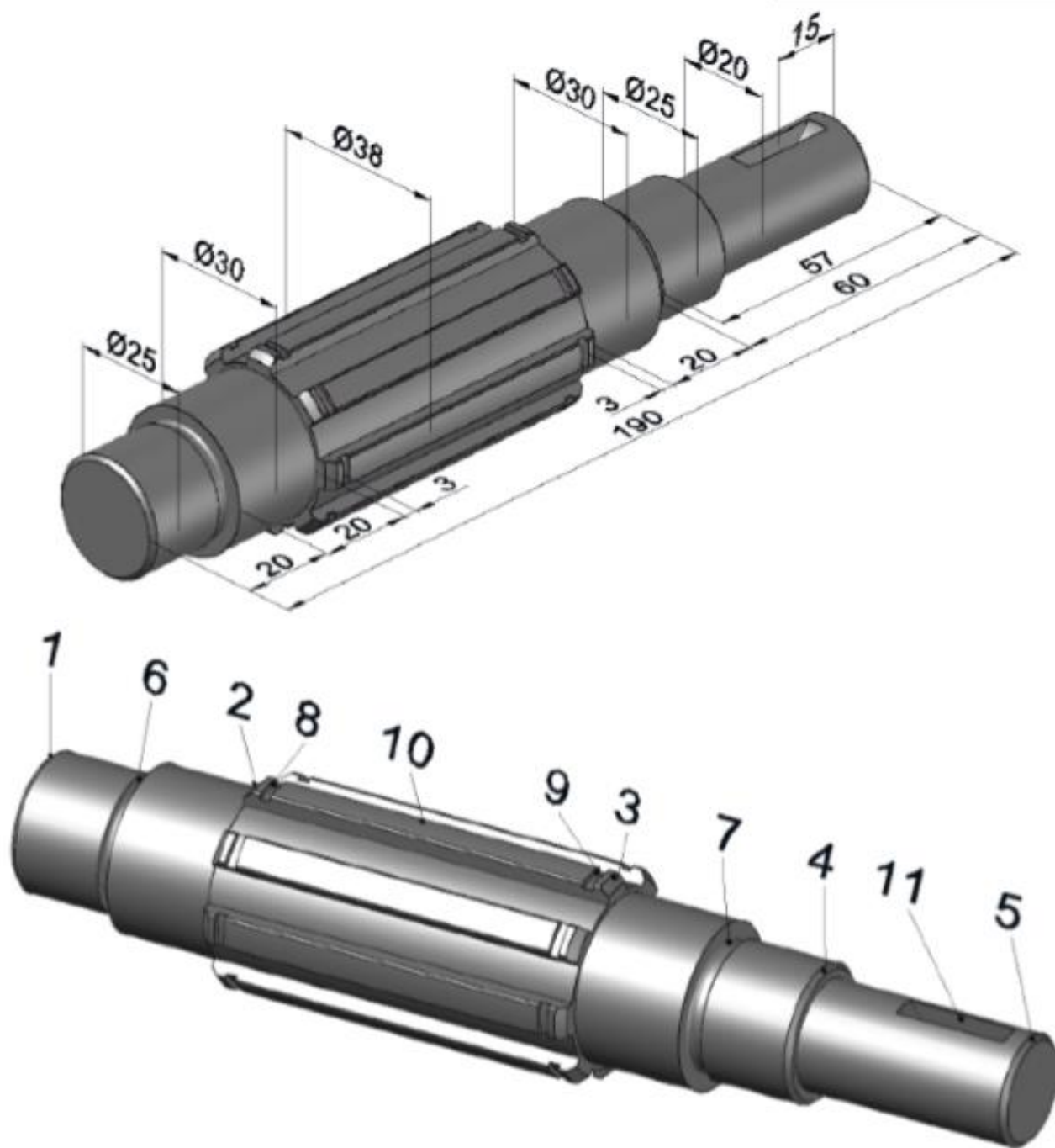
№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ
1, 2, 3, 4	Фаска: размеры должны соответствовать ГОСТ 10948–64 (№ 1, 2, 4 размером $1,6 \times 45^\circ$; № 3 – $1 \times 45^\circ$)
5, 6	Канавка для выхода шлифовального круга при круглом шлифовании по цилиндру, ГОСТ 8820-69
7	Шпоночный паз под призматическую шпонку, ГОСТ 23360–78
8	Шлифы прямобоочные (средняя серия), ГОСТ 1139–80
9	Канавка для кольца пружинного упорного плоского наружного концентрического, ГОСТ 13940–86

Вариант 14



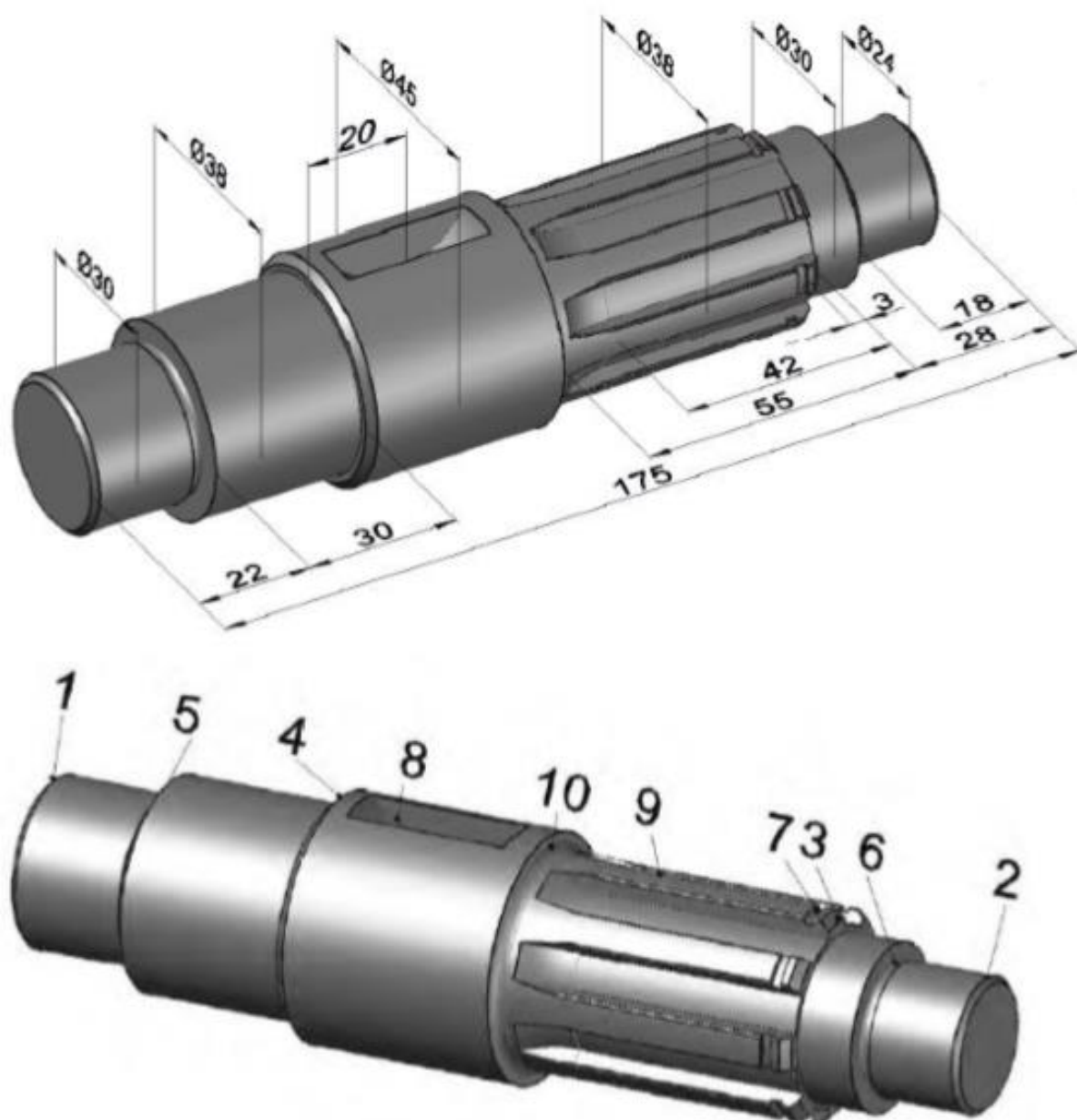
№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ
1, 2, 3, 4	Фаска: размеры должны соответствовать ГОСТ 10948–64 (№ 1 размером $1 \times 45^\circ$; № 2, 4 – $1,6 \times 45^\circ$; № 3 – $2,5 \times 45^\circ$)
5, 6	Канавка для выхода шлифовального круга при круглом шлифовании по цилиндру, ГОСТ 8820–69
7	Канавка для кольца пружинного упорного плоского наружного концентрического, ГОСТ 13940–86
8	Шлицы прямобоочные (средняя серия), ГОСТ 1139–80
9	Галтель: радиус R2,5 согласно ГОСТ 10948–64

Вариант 15



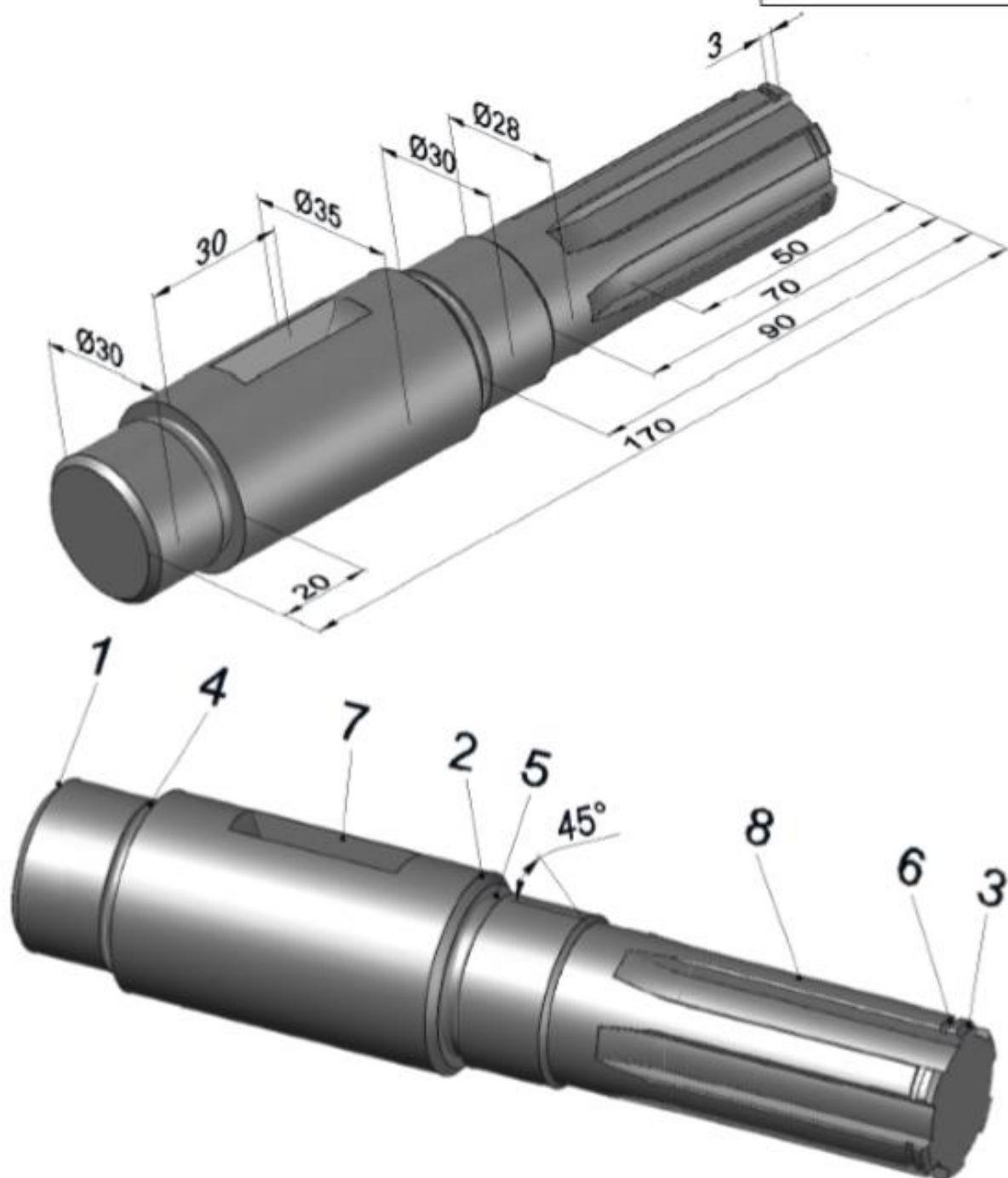
№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ
1, 2, 3, 4, 5	Фаска: размеры должны соответствовать ГОСТ 10948–64 (№ 1, 4, 5 размером $1 \times 45^\circ$; № 2, 3 – $1,6 \times 45^\circ$)
6, 7	Канавка для выхода шлифовального круга при круглом шлифовании по цилиндру, ГОСТ 8820–69
8, 9	Канавка для кольца пружинного упорного плоского наружного концентрического, ГОСТ 13940–86
10	Шлицы прямобоочные (средняя серия), ГОСТ 1139–80
11	Шпоночный паз под сегментную шпонку, ГОСТ 24071–97

Вариант 16



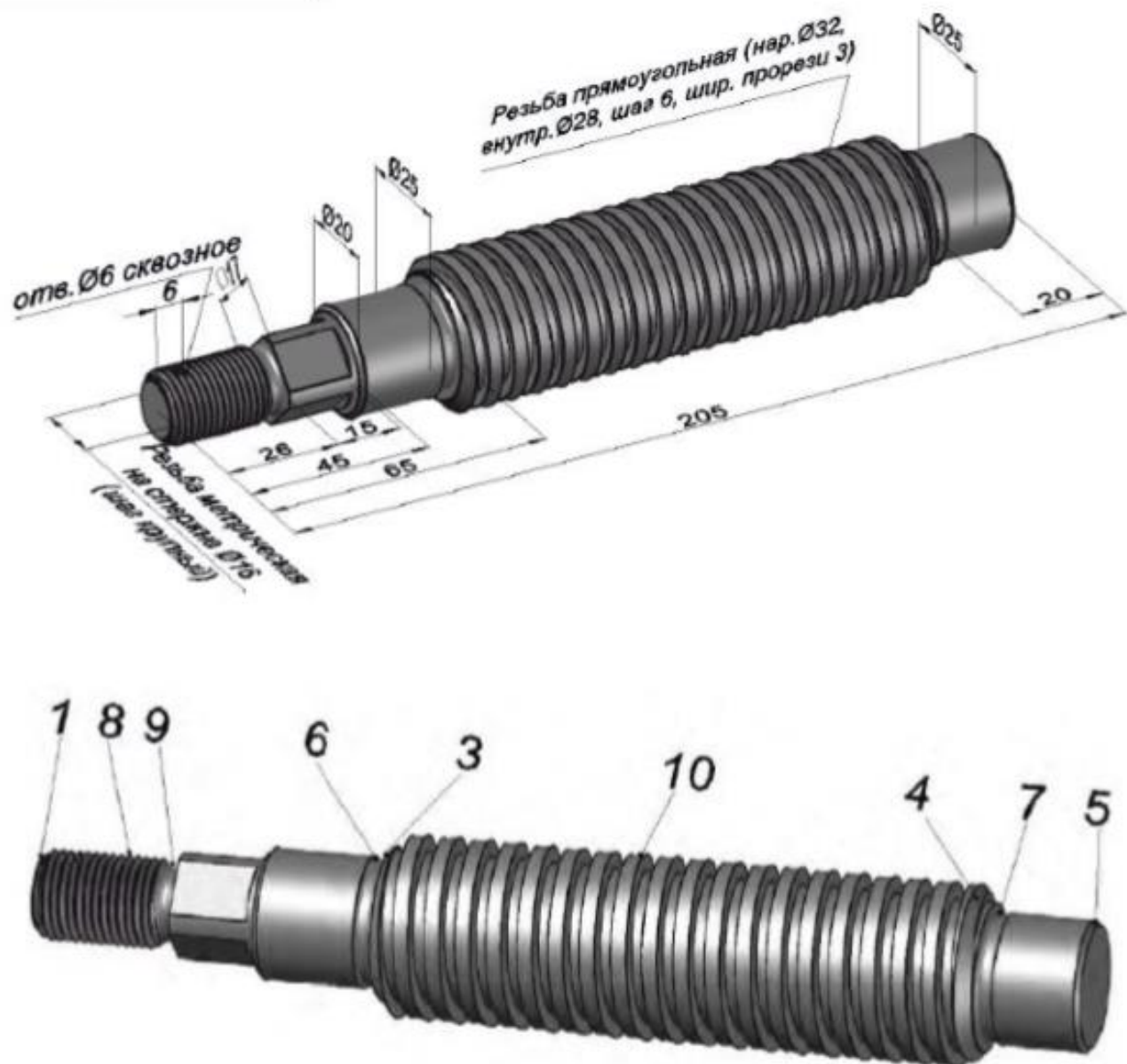
№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ
1, 2, 3, 4	Фаска: размеры должны соответствовать ГОСТ 10948–64 (№ 1 и 2 размером $1 \times 45^\circ$; № 3 – $1,6 \times 45^\circ$; № 4 – $2,5 \times 45^\circ$)
5, 6	Канавка для выхода шлифовального круга при круглом шлифовании по цилиндру, ГОСТ 8820–69
7	Канавка для кольца пружинного упорного плоского наружного концентрического, ГОСТ 13940–86
8	Шпоночный паз под сегментную шпонку, ГОСТ 24071–97
9	Шлифы прямобоочные (средняя серия), ГОСТ 1139–80
10	Галтель: радиус R2,5 согласно ГОСТ 10948–64

Вариант 17



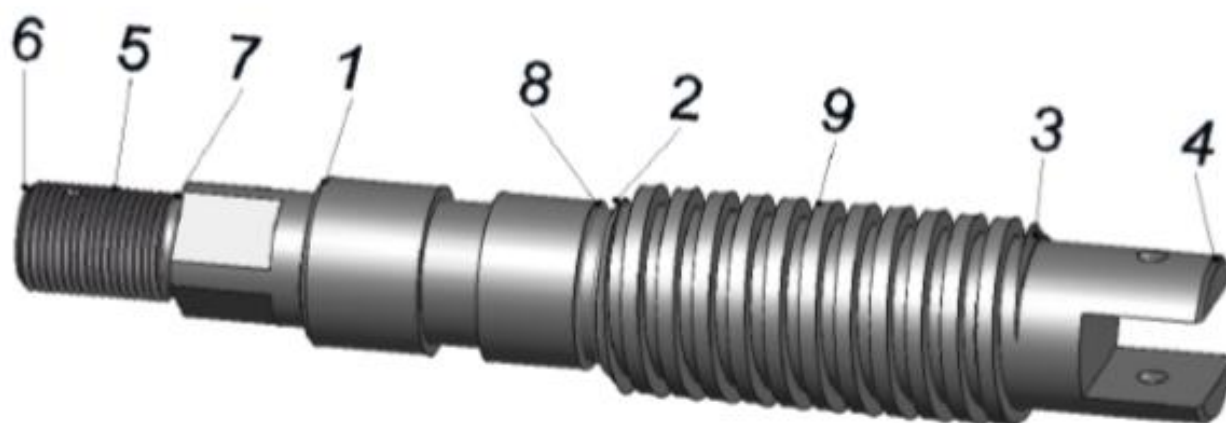
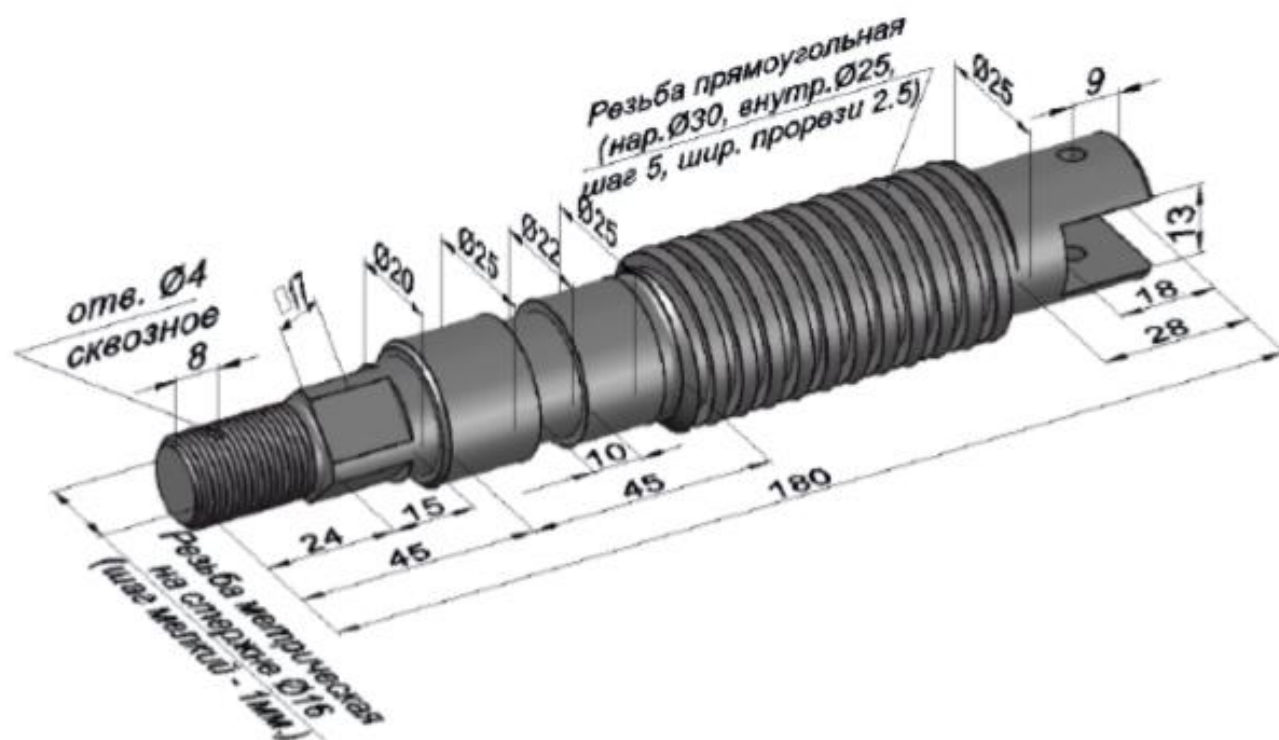
№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ
1, 2, 3	Фаска: размеры должны соответствовать ГОСТ 10948–64 (№ 1, 3 размером $1 \times 45^\circ$; № 2 – $1,6 \times 45^\circ$)
4, 5	Канавка для выхода шлифовального круга при круглом шлифовании по цилиндру, ГОСТ 8820–69
6	Канавка для кольца пружинного упорного плоского наружного концентрического, ГОСТ 13940–86
7	Шпоночный паз под сегментную шпонку, ГОСТ 24071–97
8	Шлицы прямобоочные (средняя серия), ГОСТ 1139–80

Вариант 18



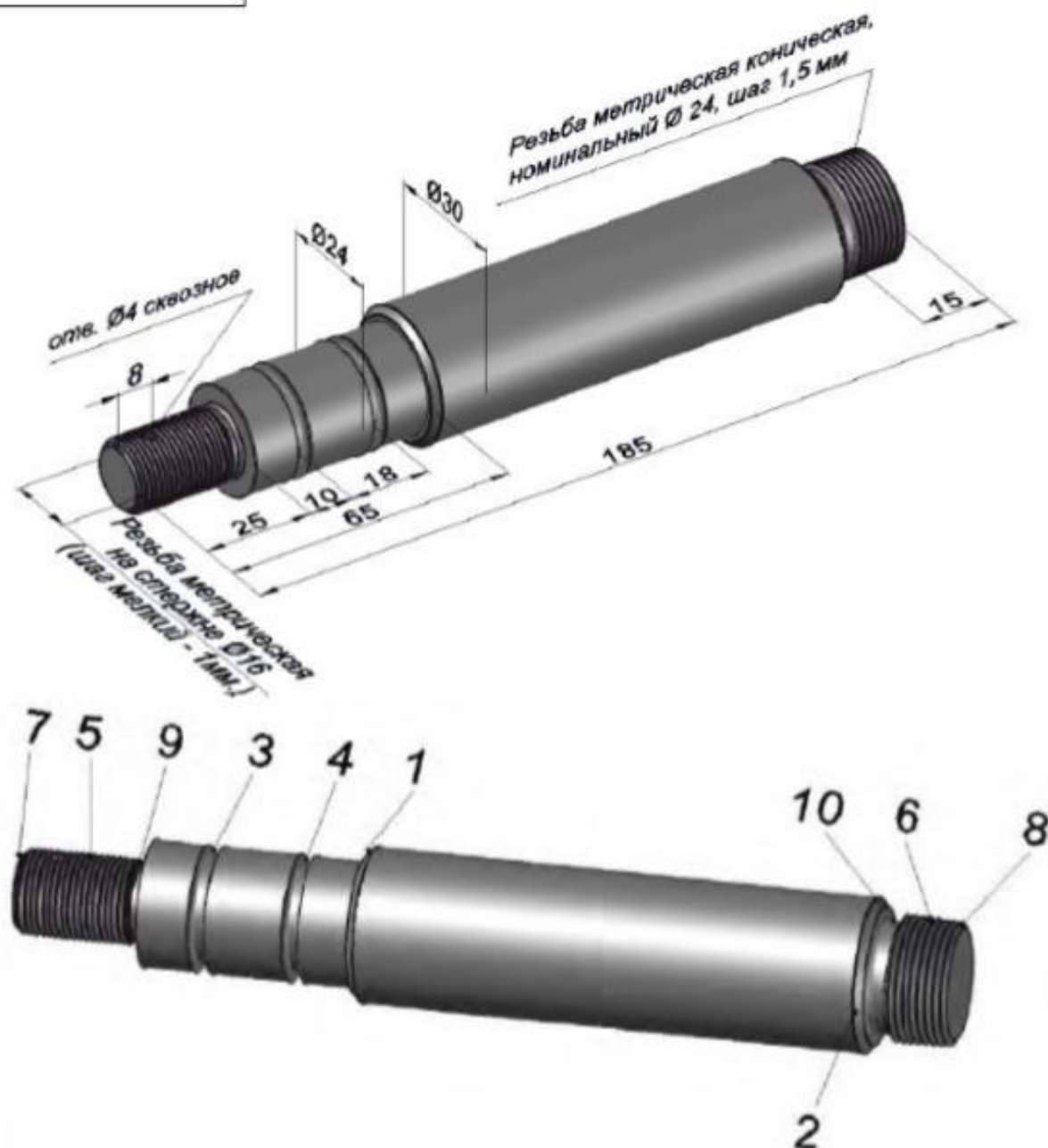
№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ
1	Фаска резьбы: размеры устанавливает ГОСТ 10549–80
2, 3, 4, 5	Фаска: размеры должны соответствовать ГОСТ 10948–64 (№ 1 и 5 размером 1,6×5°; № 3 и 4 – 2,5×45°)
6, 7	Канавка для выхода шлифовального круга при круглом шлифовании по цилиндру, ГОСТ 8820–69
8	Резьба метрическая с крупным шагом, ГОСТ 8724–2002
9	Проточка (ГОСТ 10549–80) для наружной метрической резьбы с крупным шагом, ГОСТ 8724–2002
10	Резьба прямоугольная (нестандартная, рис. 2.9)

Вариант 19



№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ
1, 2, 3, 4	Фаска: размеры должны соответствовать ГОСТ 10948–64 (№ 1, 4 размером 1×45°; № 2, 3 – 2,5×45°)
5	Резьба метрическая с мелким шагом, ГОСТ 8724–2002
6	Фаска резьбы: размеры устанавливает ГОСТ 10549–80
7	Проточка (ГОСТ 10549–80) для наружной метрической резьбы с мелким шагом, ГОСТ 8724–2002
8	Канавка для выхода шлифовального круга при круглом шлифовании по цилиндру, ГОСТ 8820–69
9	Резьба прямоугольная (нестандартная, рис. 2.9)

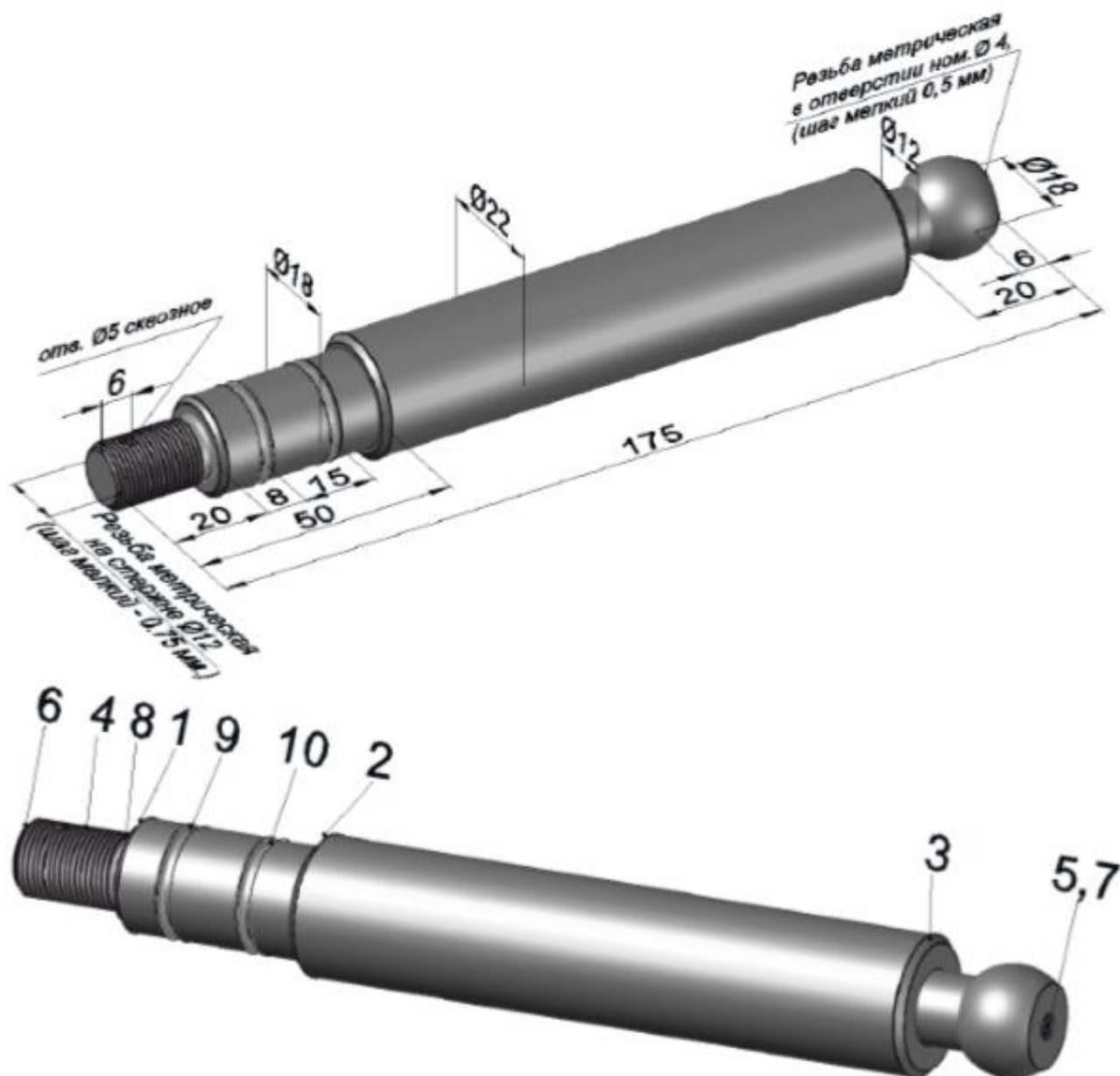
Вариант 20



№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ
1, 2	Фаска: размеры $1,6 \times 45^\circ$ согласно ГОСТ 10948–64
3, 4	Канавка для резинового уплотнительного кольца круглого сечения, ГОСТ 9833–73
5	Резьба метрическая с мелким шагом, ГОСТ 8724–2002
6	Резьба метрическая коническая (рис. 2.5, б), ГОСТ 25229–82
7, 8	Фаска резьбы: размеры устанавливает ГОСТ 10549–80
9	Проточка (ГОСТ 10549–80) для наружной метрической резьбы с мелким шагом (ГОСТ 8724–2002)
10	Проточка (ГОСТ 10549–80) для наружной метрической конической резьбы (ГОСТ 25229–82)

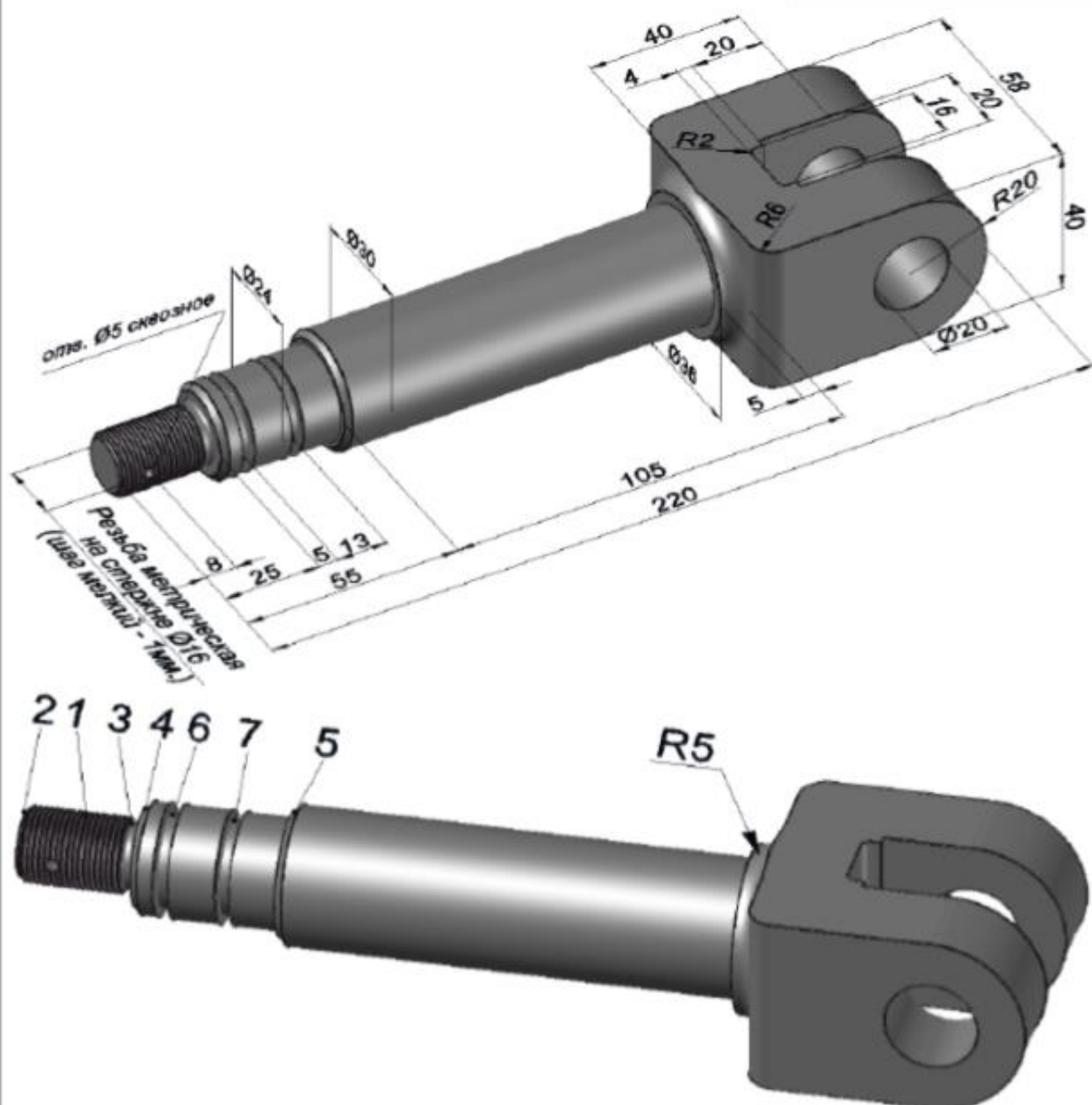
Вариант 21	
№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ
1, 2, 3	Фаска: размеры должны соответствовать ГОСТ 10948–64 (№ 1 размером $1 \times 45^\circ$ № 2, 3 – $1,6 \times 45^\circ$)
4	Канавка для выхода шлифовального круга при круглом шлифовании по цилиндру, ГОСТ 8820–69
5	Канавка для кольца пружинного упорного плоского наружного концентрического, ГОСТ 13940–86
6, 7	Канавка для резинового уплотнительного кольца круглого сечения, ГОСТ 9833–73

Вариант 22



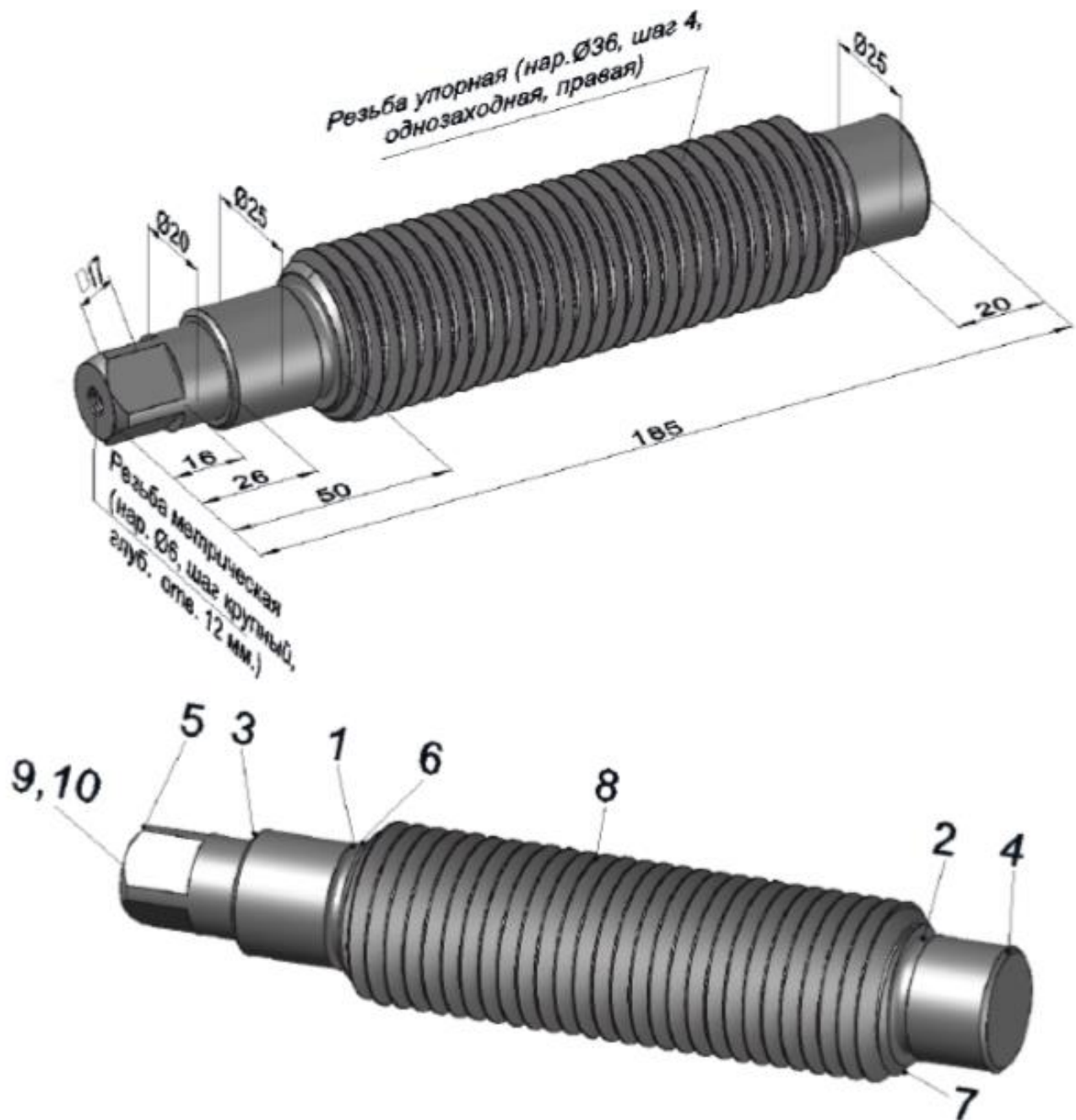
№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ
1, 2, 3	Фаска: размеры должны соответствовать ГОСТ 10948–64 (№ 1 размер 1×45°; № 2, 3 – 1,6×45°)
4	Резьба метрическая <i>наружная</i> с мелким шагом, ГОСТ 8724–2002
5	Резьба метрическая <i>внутренняя</i> с крупным шагом, ГОСТ 8724–2002
6, 7	Фаска резьбы: размеры устанавливает ГОСТ 10549–80
8	Проточка (ГОСТ 10549–80) для наружной метрической резьбы с мелким шагом (ГОСТ 8724–2002)
9, 10	Канавка для резинового уплотнительного кольца круглого сечения, ГОСТ 9833–73

Вариант 23



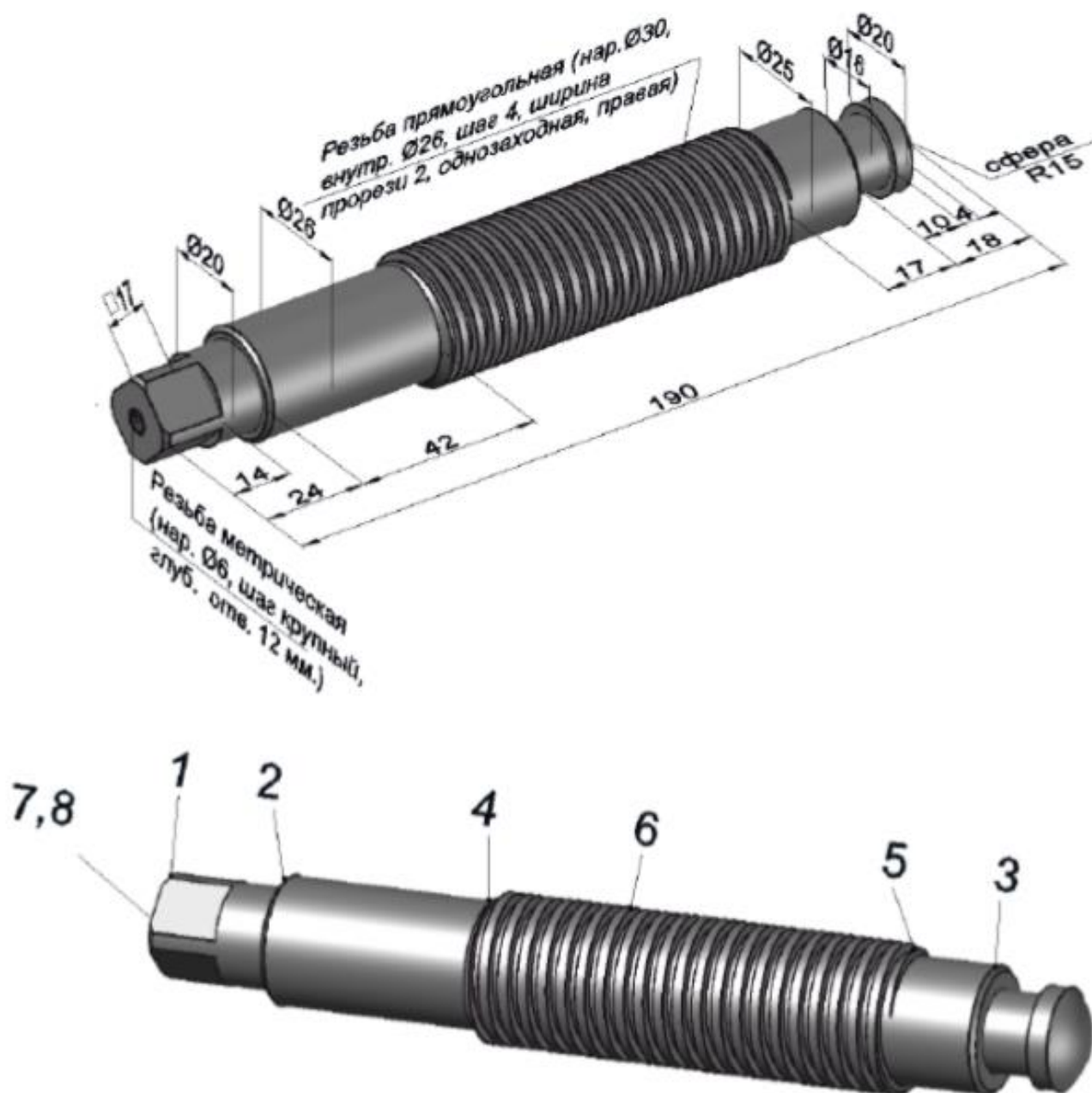
№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ
1	Резьба метрическая наружная с мелким шагом, ГОСТ 8724–2002
2	Фаска резьбы: размеры устанавливает ГОСТ 10549–80
3	Проточка (ГОСТ 10549–80) для наружной метрической резьбы с мелким шагом (ГОСТ 8724–2002)
4, 5	Фаска: размеры должны соответствовать ГОСТ 10948–64 (№ 4 размер 1×45°; № 5 – 1,6×45°)
6, 7	Канавка для резинового уплотнительного кольца круглого сечения, ГОСТ 9833–73

Вариант 24



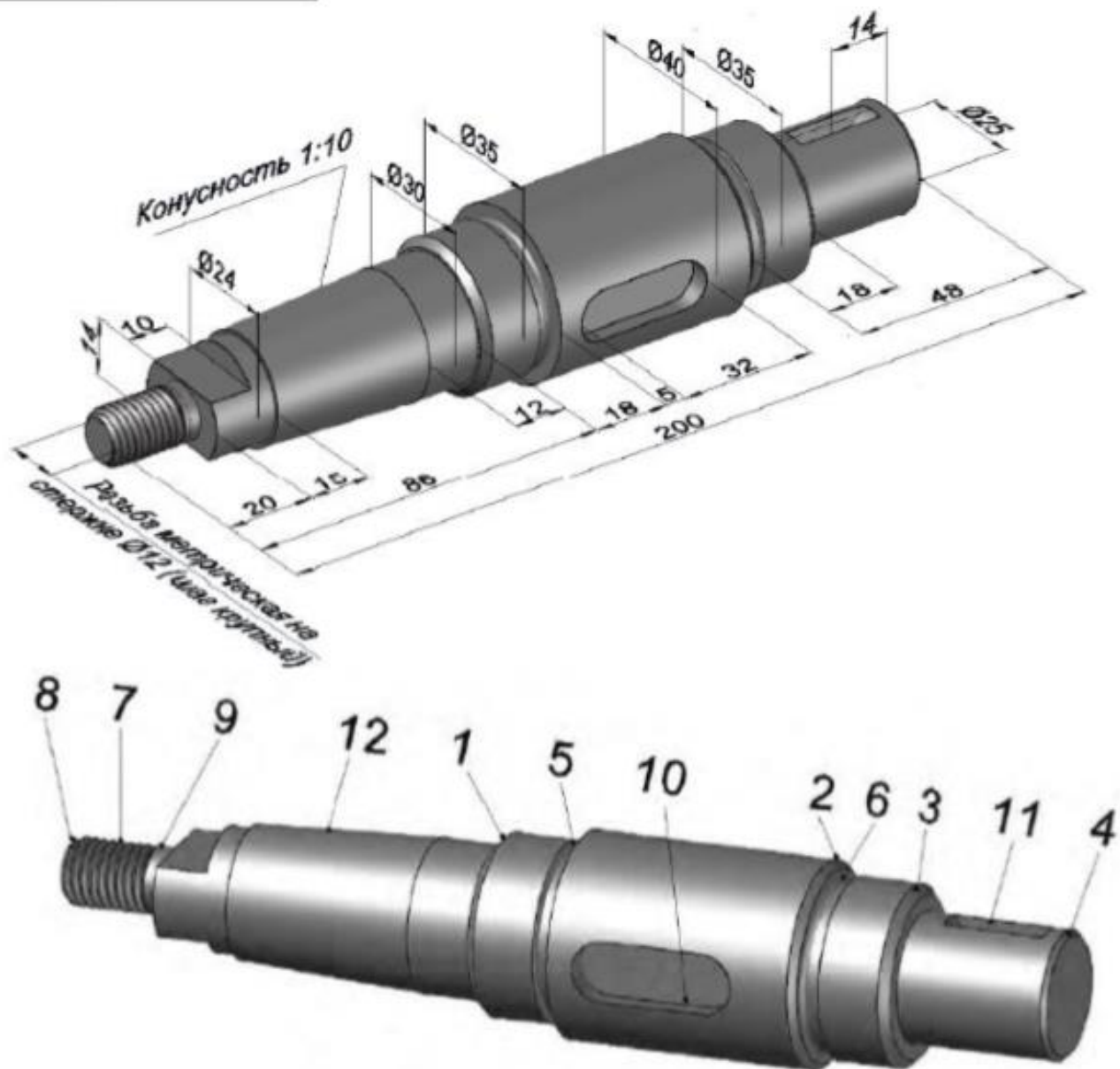
№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ
1, 2	Канавка для выхода шлифовального круга при круглом шлифовании по цилиндру, ГОСТ 8820–69
3, 4, 5, 6, 7	Фаска: размеры должны соответствовать ГОСТ 10948–64 (№ 3, 4 размер $1,6 \times 45^\circ$; № 5 – $1 \times 45^\circ$; № 6, 7 – $2,5 \times 45^\circ$)
8	Резьба упорная, ГОСТ 10177–82
9	Резьба метрическая <i>внутренняя</i> с крупным шагом, ГОСТ 8724–2002
10	Фаска внутренней метрической резьбы: размеры устанавливает ГОСТ 10549–80

Вариант 25



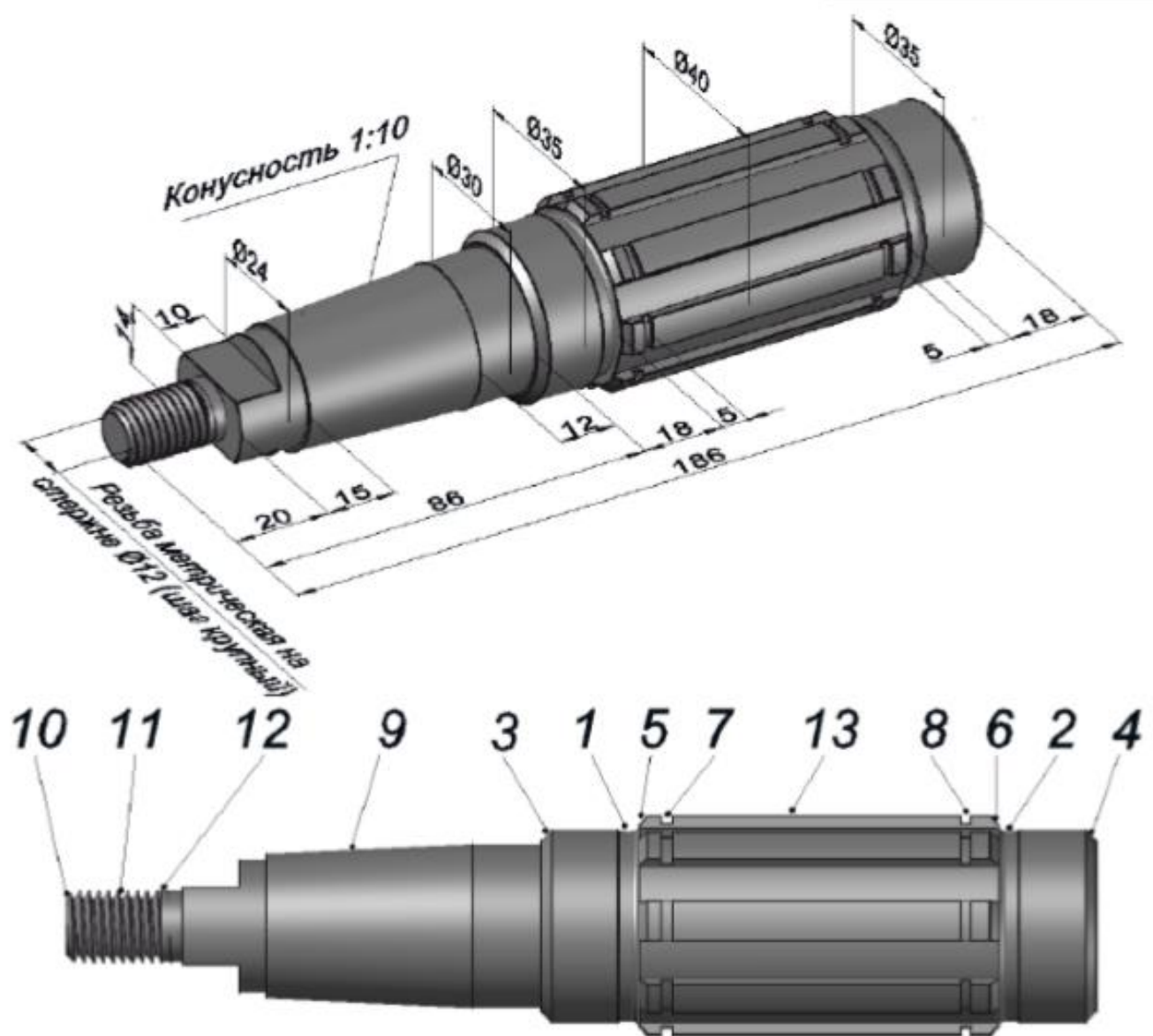
№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ
1, 2, 3, 4, 5	Фаска: размеры должны соответствовать ГОСТ 10948–64 (№ 1 размер $1 \times 45^\circ$; № 2, 3 – $1,6 \times 45^\circ$; № 4, 5 – $2,5 \times 45^\circ$)
6	Резьба прямоугольная (нестандартная, рис. 2.9)
7	Резьба метрическая внутренняя с крупным шагом, ГОСТ 8724–2002
8	Фаска внутренней метрической резьбы: размеры устанавливает ГОСТ 10549–80

Вариант 26



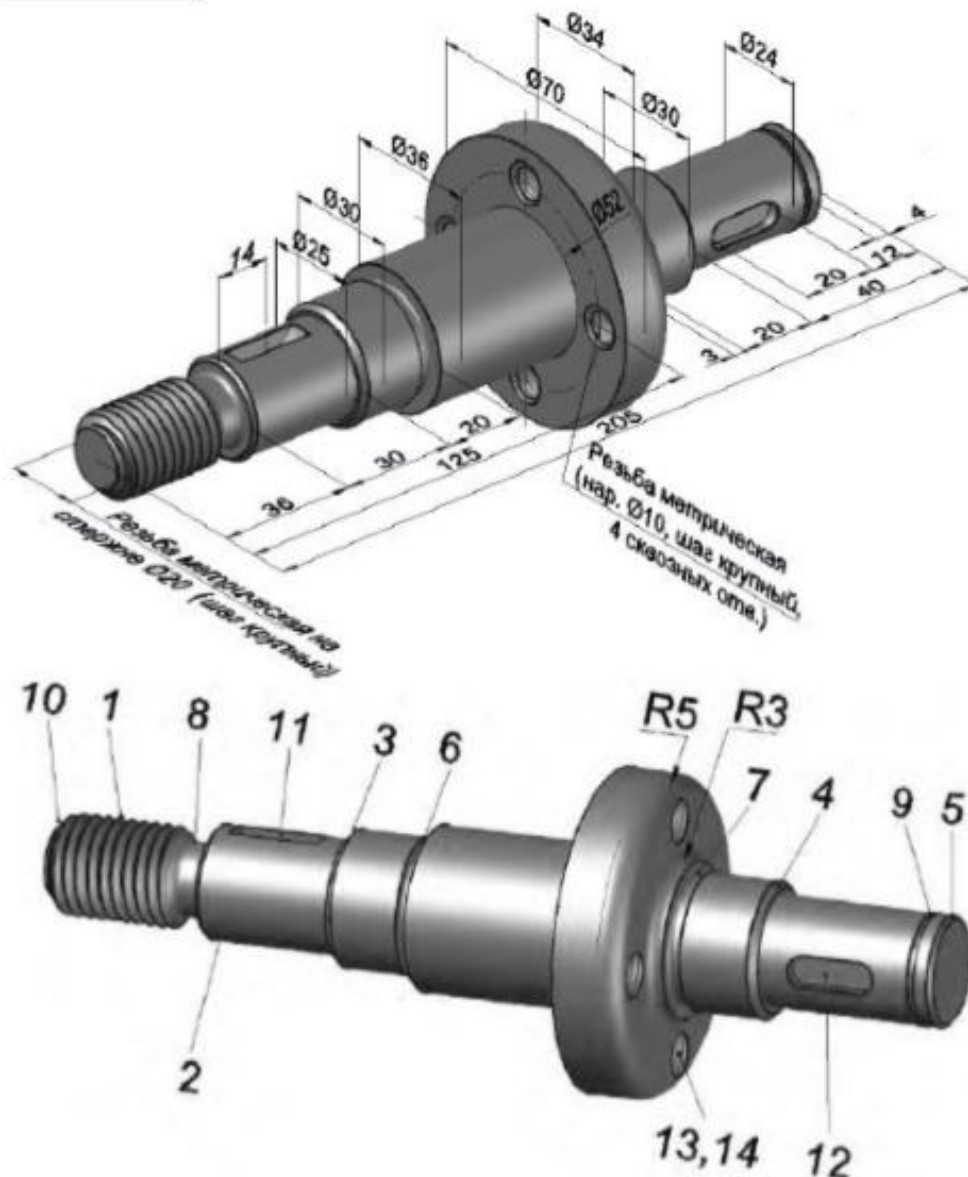
№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ
1, 2, 3, 4	Фаска: размеры должны соответствовать ГОСТ 10948–64 (№ 1, 3, 4 размер $1 \times 45^\circ$; № 2 – $1,6 \times 45^\circ$)
5, 6	Канавка для выхода шлифовального круга при круглом шлифовании по цилиндру, ГОСТ 8820–69
7	Резьба метрическая наружная с крупным шагом, ГОСТ 8724–2002
8	Фаска резьбы: размеры устанавливает ГОСТ 10549–80
9	Недорез метрической резьбы, ГОСТ 10549–80
10	Шпоночный паз под призматическую шпонку, ГОСТ 23360–78
11	Шпоночный паз под сегментную шпонку, ГОСТ 24071–97
12	Конус конический с конусностью 1:10, ГОСТ 12081–73

Вариант 27



№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ
1, 2	Канавка для выхода шлифовального круга при круглом шлифовании по цилиндру, ГОСТ 8820–69
3, 4, 5, 6	Фаска: размеры должны соответствовать ГОСТ 10948–64 (№ 3, 4 размер $1 \times 45^\circ$; № 5, 6 – $1,6 \times 45^\circ$)
7, 8	Канавка для кольца пружинного упорного плоского наружного концентрического, ГОСТ 13940–86
9	Конец конический с конусностью 1:10, ГОСТ 12081–73
10	Фаска резьбы: размеры устанавливает ГОСТ 10549–80
11	Резьба метрическая наружная с крупным шагом, ГОСТ 8724–2002
12	Недорез метрической резьбы, ГОСТ 10549–80
13	Шлицы прямобочные (легкая серия), ГОСТ 1139–80

Вариант 28



№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ
1, 13	Резьба метрическая с крупным шагом (ГОСТ 8724–2002): № 1 – наружная; № 13 – внутренняя
2, 3, 4, 5	Фаска: размеры должны соответствовать ГОСТ 10948–64 (№ 2, 5 размер 1×45°; № 3, 4 – 1,6×45°)
6, 7	Канавка для выхода шлифовального круга при круглом шлифовании по цилиндру, ГОСТ 8820–69
8	Проточка (ГОСТ 10549–80) для наружной метрической резьбы с крупным шагом (ГОСТ 8724–2002)
9	Канавка для кольца пружинного упорного плоского наружного концентрического, ГОСТ 13940–86
10, 14	Фаска резьбы: размеры устанавливает ГОСТ 10549–80
11	Шпоночный паз под сегментную шпонку, ГОСТ 24071–97
12	Шпоночный паз под призматическую шпонку, ГОСТ 23360–78

Лабораторная работа 8.

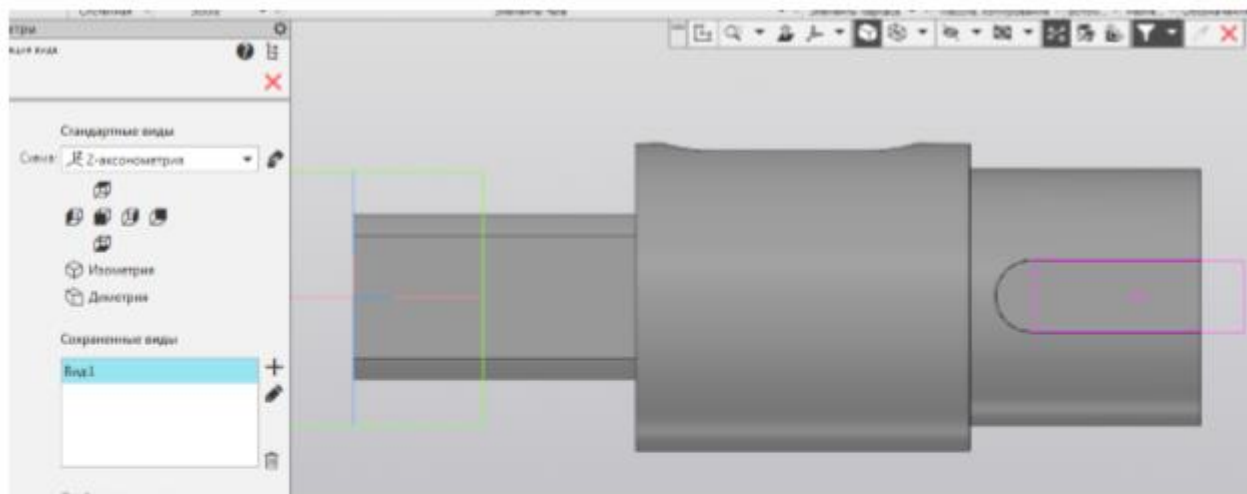
СОЗДАНИЕ ЧЕРТЕЖА ПО 3D-МОДЕЛИ ВАЛА

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Изучить приёмы создания чертежа по 3D-модели вала.

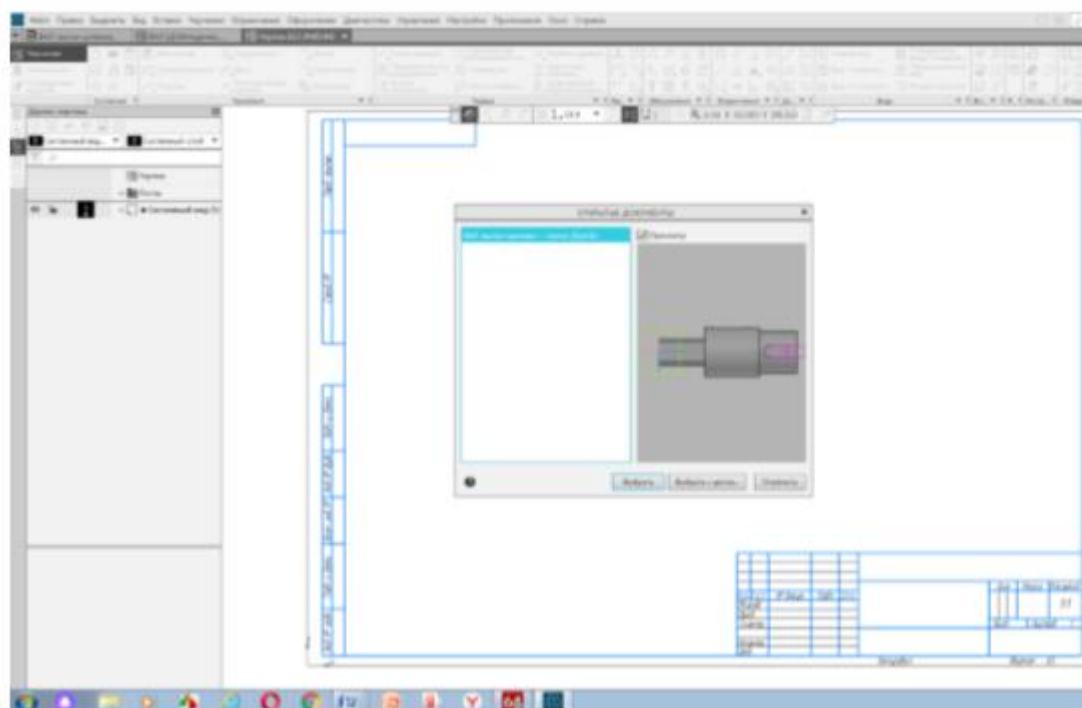
В предыдущей лабораторной работе 7 описано выполнение 3D модели вала. Четвёртым пунктом там было создание шпоночных пазов двумя способами. Теперь рассмотрим пример создания чертежа по полученной 3D модели этого вала.

5. Перевод Вала из 3D в 2D режим

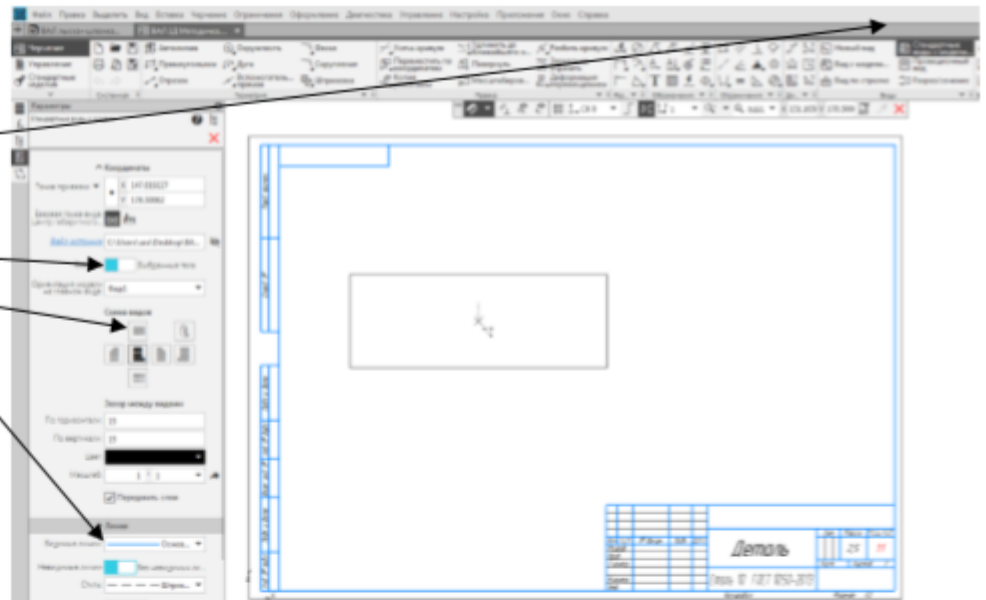
-Выбираем положение **Главного вида** и сохраняем его как **Вид1**.



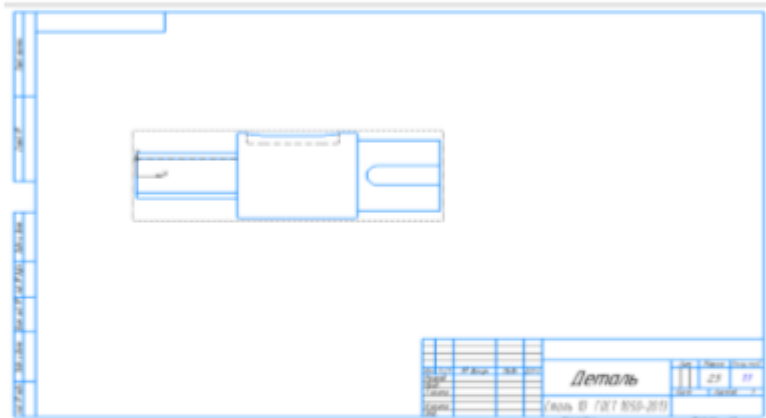
--Входим в режим Чертеж, выбираем формат А3 горизонтально и нажимаем Выбрать.



- Для перевода в 2D: нажимаем **Стандартные виды**, указываем **Вид1**, оставляем только **Главный вид** и включаем **Невидимые линии**.

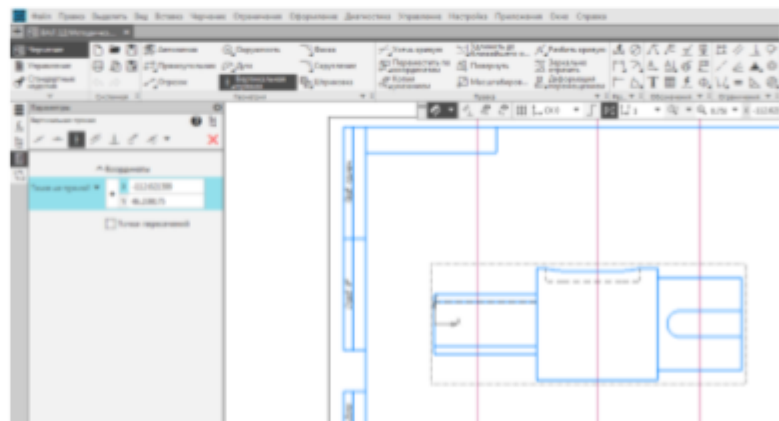


- Нажимаем левой и получаем Главный Вид.



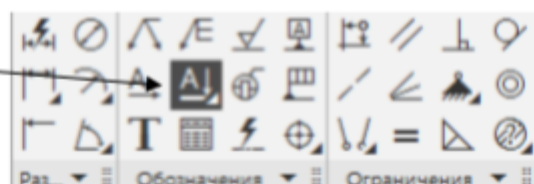
6. Выполнение Сечений

- Проводим Вертикальные вспомогательные линии там, где будут наши Сечения.

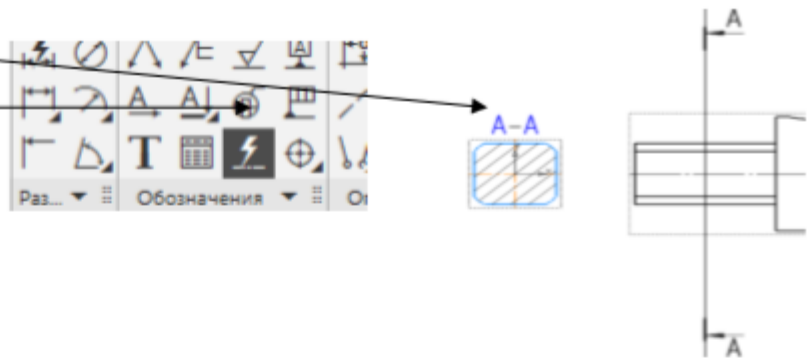


- Выполняем сначала левое. У нас оно задано **вынесенным**, поскольку получается **симметричным**.

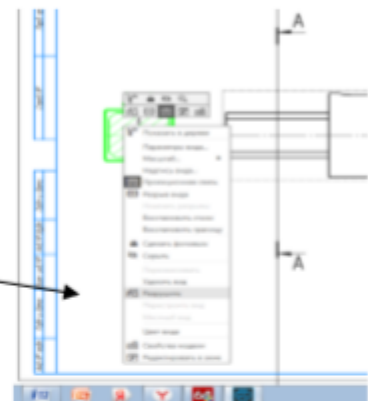
- Нажимаем кнопку **Линия разреза/сечения**.



-Получаем **Сечение А-А**
и проводим на нем **Авто-**
осевые.



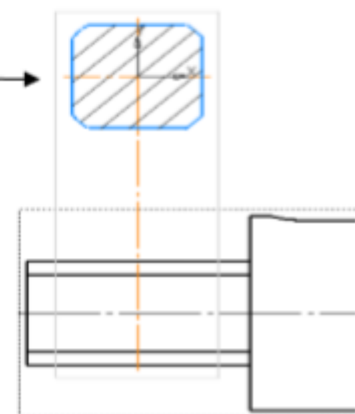
-Разрушаем Сечение, выделив **зеленым** левой, а
потом нажимаем правой. Далее нажимаем **Разру-**
шить.



- В появившемся Окне нажимаем **Разру-**
шить.



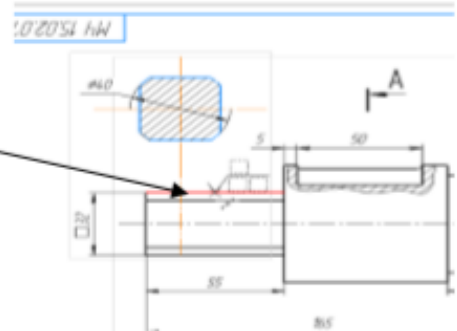
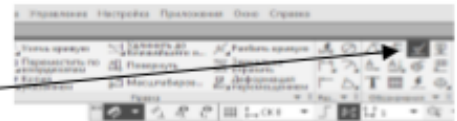
-После Разрушения удаляем обозначения
Сечения А-А на всех изображениях и перемещаем
его на Вертикальную вспомогательную линию. За-
тем ее удаляем и заменяем **Автоосевой**, получая та-
ким образом **Вынесенное Сечение.**



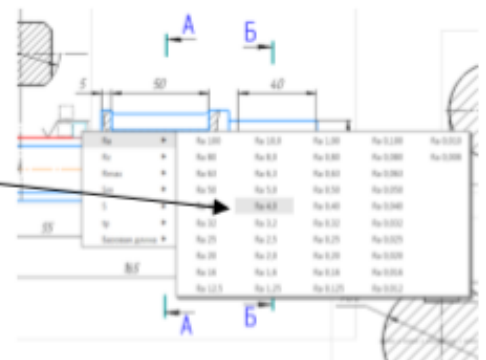
8. Обозначение параметров Шероховатости поверхностей

- Для обозначения параметров шероховатости включаем режим Шероховатость.

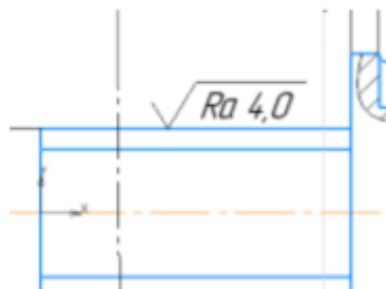
- Подводим курсор к нужной поверхности, пока она не будет **красной**. Затем фиксируем положение **левой**.



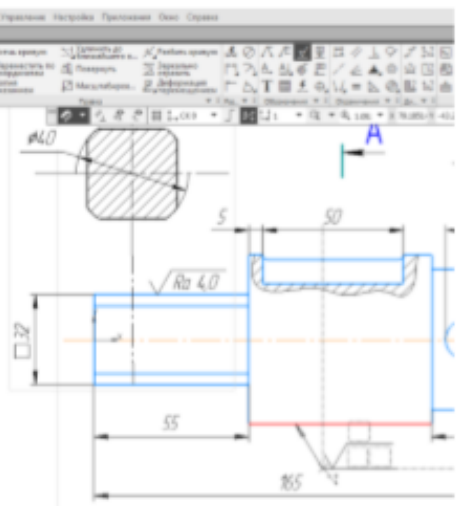
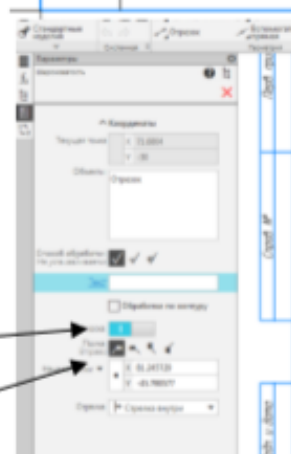
-В нижнем правом квадрате дважды щелкаем **левой** и выбираем из открывшейся таблицы **нуж-**
ный параметр.



У нас $Ra \approx 4,0$, его и
ВВОДИМ.



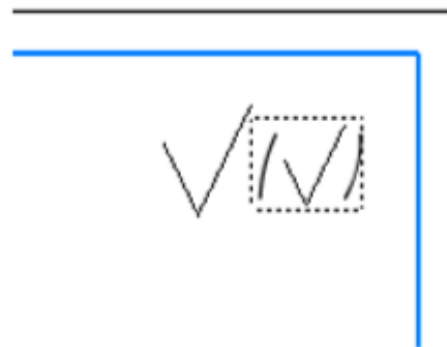
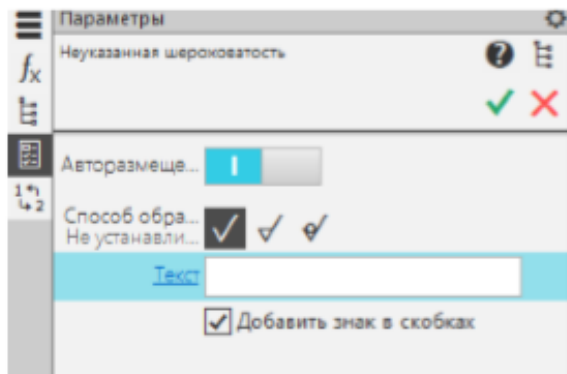
-При нанесении Шероховатости с использованием выносной полки сначала указываем **Шероховатость**, затем слева в поле Выноски **нажимаем I** и указываем **положение полки.**



-Далее выполняем последовательно операции как в первом случае. И получаем **результат**.

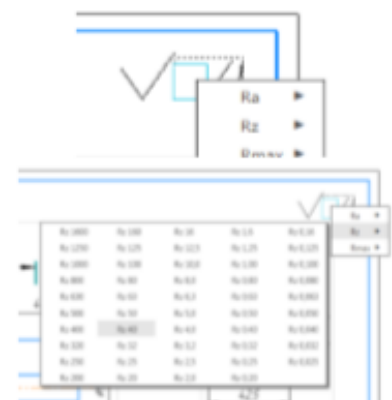
-Неуказанная Шероховатость находится на панели **Оформление**. Нажимаем функцию задать.

У нас появляется слева Окно, а справа Вверху набор символов.



Нажимаем как и ранее по значку дважды левой.

Выбираем необходимый параметр $Rz\ 40$ и вводим его.



Окончательно получаем Неуказанную шероховатость



9. Заполнение Основной надписи

Для заполнения нажимаем левой по любой строке.

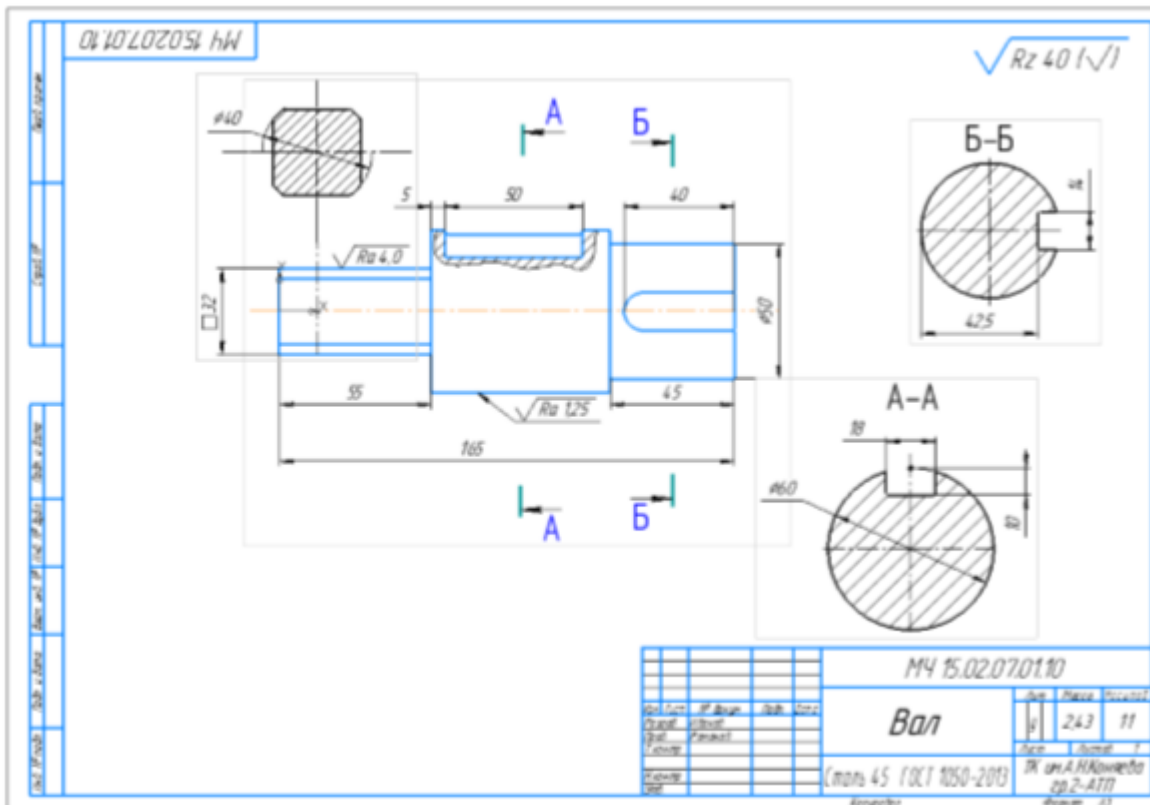
Не забывая по окончании нажать на  !

				МЧ 15.02.07.01.10			
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Вал	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Иванов				у	2,43	1:1
Проб.	Романов						
Т.контр.					Лист	Листов	
Н.контр.				Сталь 45 ГОСТ 1050-2013	ТК им.А.Н.Коняева гр.2-АТП		
Утв.				Копировал	Формат А3		

Так будет выглядеть Основная надпись в окончательном виде.

А Чертеж, пройдя путь в 3D и обратно, будет соответствовать нашему заданию.

				МЧ 15.02.07.01.10			
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Вал	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Иванов				у	2,43	1:1
Проб.	Романов						
Т.контр.					Лист	Листов 1	
Н.контр.				Сталь 45 ГОСТ 1050-2013	ТК им.А.Н.Коняева гр.2-АТП		
Утв.				Копировал	Формат А3		



Итоговый чертёж

Задание 8.1: Изучить и повторить перевод вала из 3D в 2D режим по примеру, приведённому выше. 3D модель взять из примера предыдущей лабораторной работы.

Задание 8.2: Автоматически создать чертёж вала по его трёхмерной модели, выполненной в соответствии со своим вариантом, в предыдущей лабораторной работе.

Примеры чертежей валов, выполняемых в курсовом проекте (курсовой работе или расчётно-графической работе) по дисциплине «Детали машин», приведены далее:

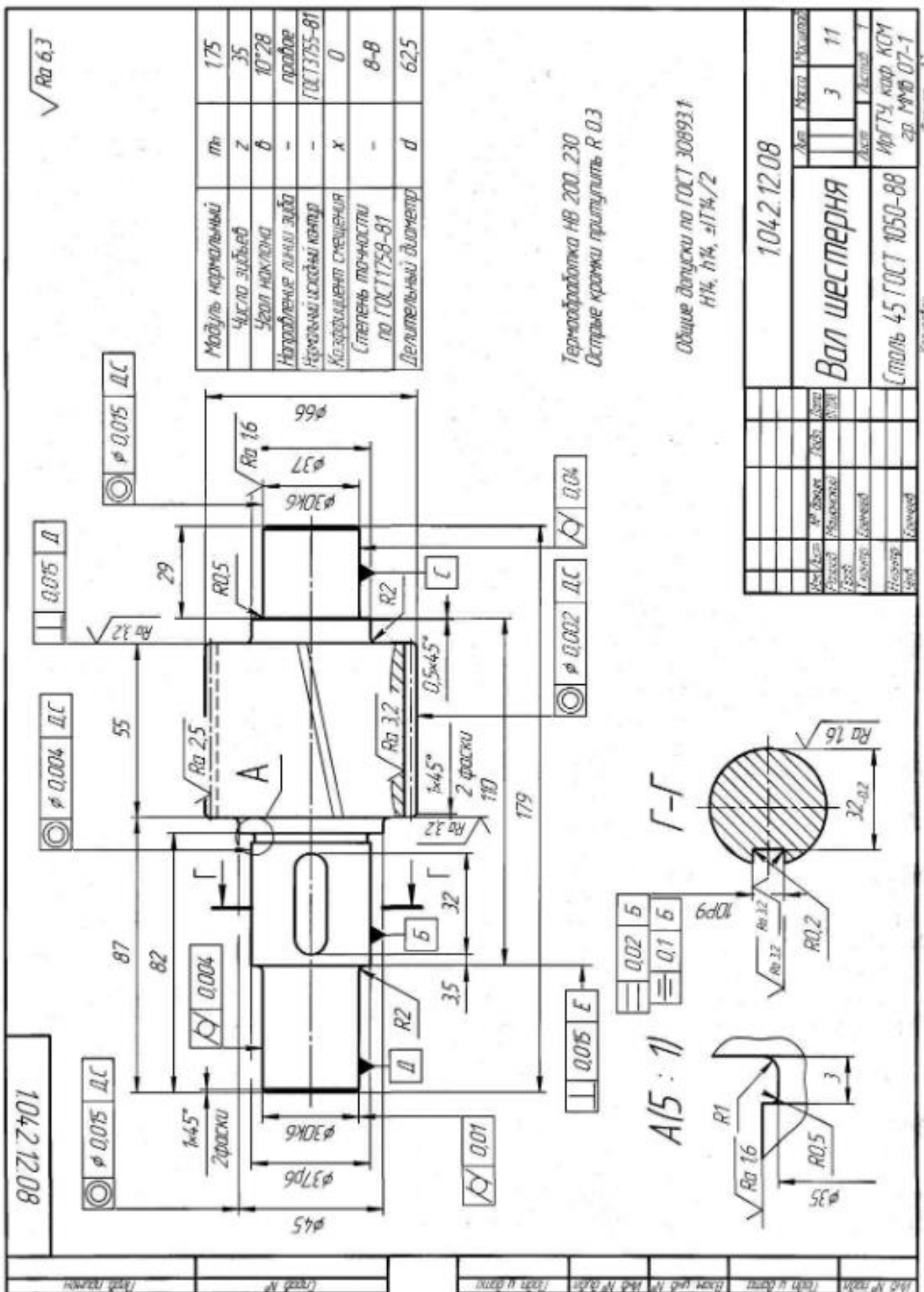


Чертёж вала-шестерни

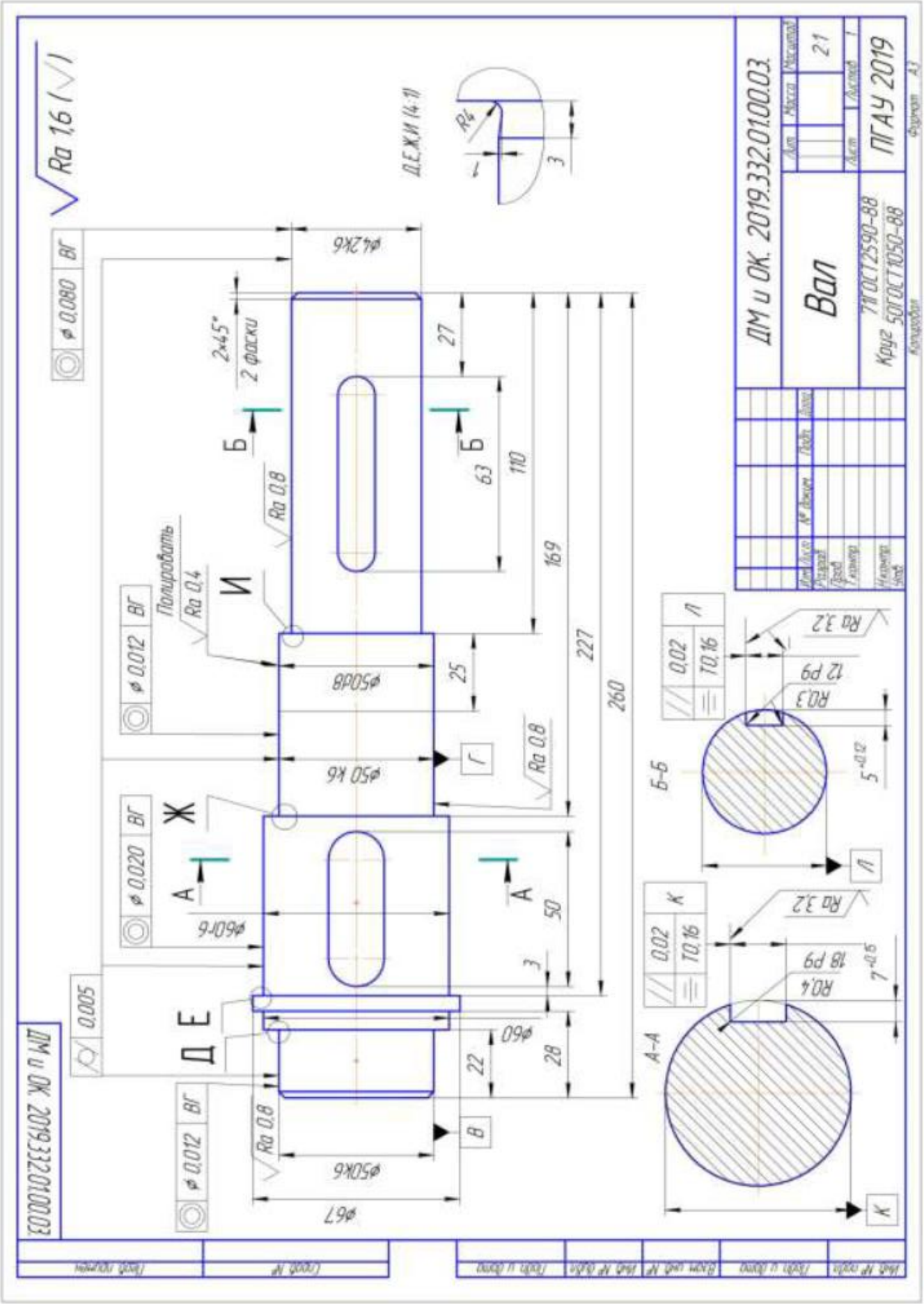


Чертёж ведомого вала редуктора [25]

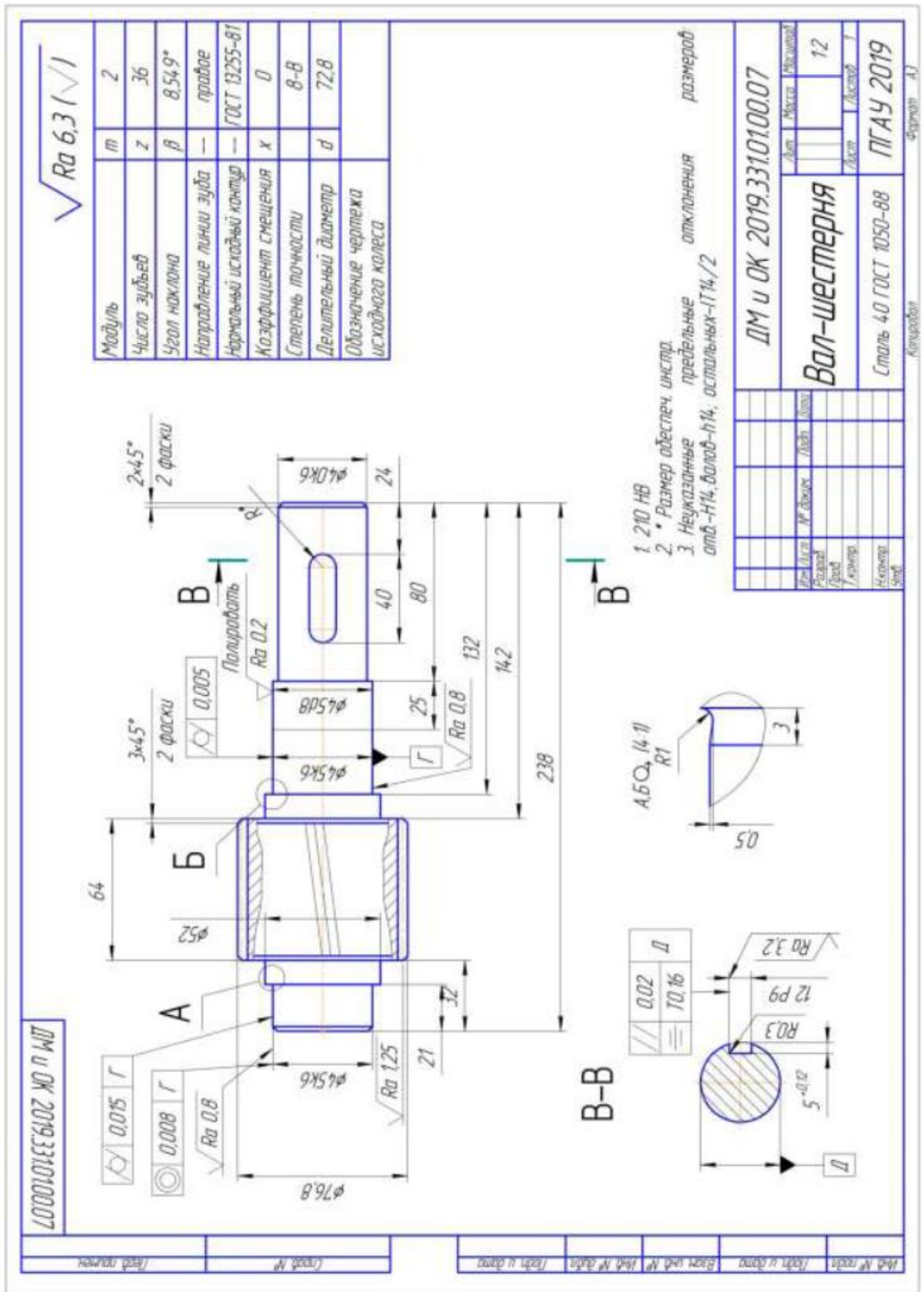


Чертёж вала-шестерни цилиндрического редуктора [25]

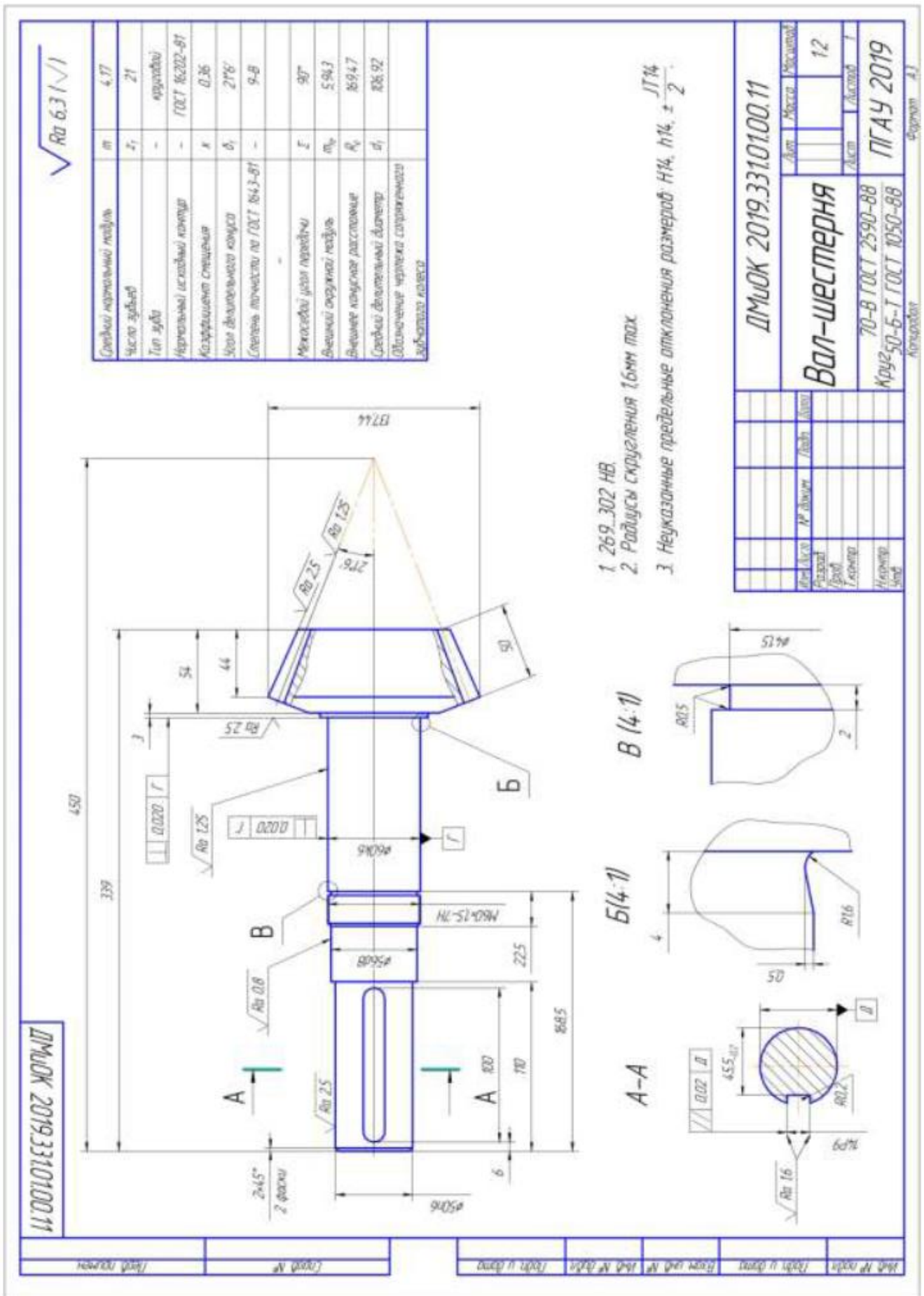


Чертёж вала-шестерни конического редуктора [25]

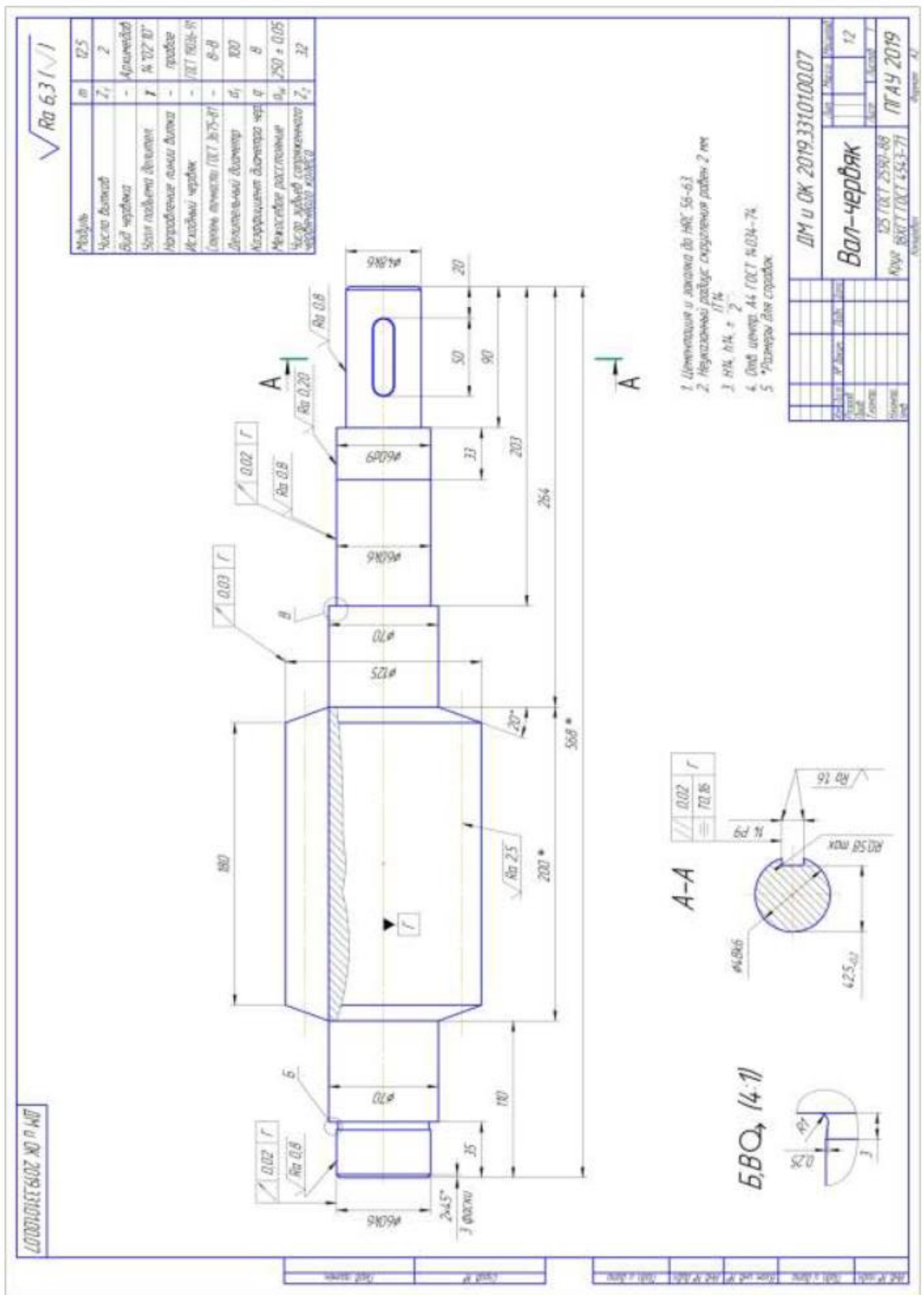


Чертёж вала-червяка [25]

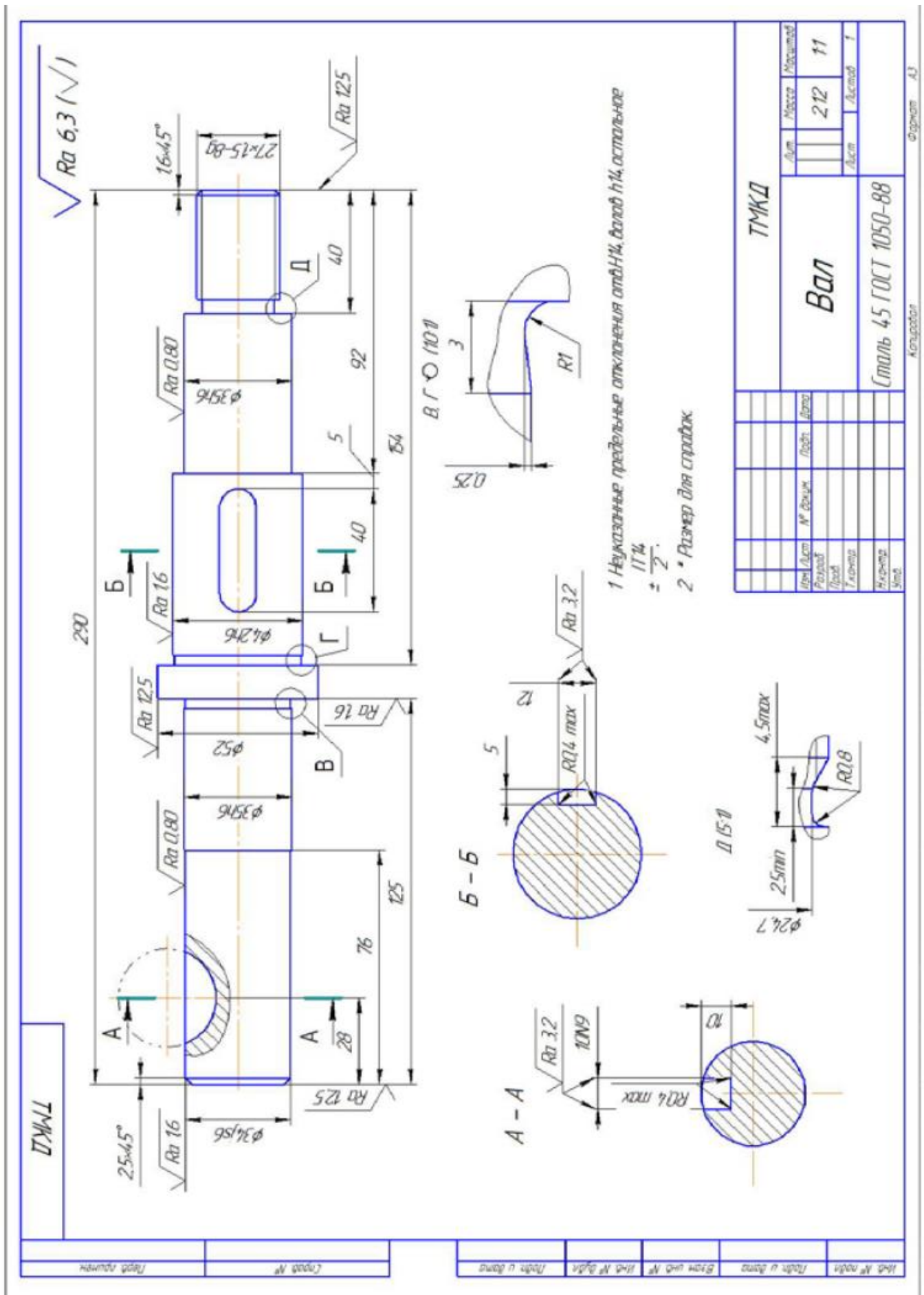


Чертёж вала

Литература

1. Мухина, О. В. 2D-моделирование в системе Компас-3D : учебно-методическое пособие для вузов / О. В. Мухина, Т. А. Перевай, Ю. О. Стреляная. — Санкт-Петербург : Лань, 2026. — 156 с. — ISBN 978-5-507-53717-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/508887>.
2. Моделирование валов в системе Компас-3D : учебно-методическое пособие к выполнению заданий по компьютерной графике / Севастопольский государственный университет, Политехнический институт, кафедра «Цифровое проектирование» ; сост.: О. В. Мухина, Ю. О. Стреляная. — Севастополь : СевГУ, 2023. — 70 с. — Текст : электронный. <https://lib.sevsu.ru/xmlui/handle/123456789/11186>
https://lib.sevsu.ru/xmlui/bitstream/handle/123456789/11186/%D1%80_230094.pdf?sequence=1&isAllowed=y
3. Романов Ю.М., Чернышова А.В. Выполнение чертежа вала в 3D с переводом в 2D режим, используя САПР Компас-3D v21/ методическое пособие. Тверь 2024
4. https://kompas.ru/source/info_materials/2018/Azbuka-KOMPAS-3D.pdf. Азбука КОМПАС-Д. В Азбуке рассматриваются основные приемы трехмерного моделирования деталей и сборочных единиц в системе КОМПАС-3D с получением комплекта документов: сборочных чертежей, рабочих чертежей и спецификаций.
5. Штейнбах, О. Л. Инженерная компьютерная графика в приложении Компас : учебное пособие для СПО / О. Л. Штейнбах. — Саратов : Профобразование, 2024. — 160 с. — ISBN 978-5-4488-1854-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/139026.html> (дата обращения: 06.02.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
6. Конакова, И. П. Компьютерная графика. КОМПАС и AutoCAD : учебное пособие для СПО / И. П. Конакова, И. И. Пирогова ; под редакцией С. Б. Комарова. — 3-е изд. — Саратов, Екатеринбург : Профобразование, Уральский федеральный

- университет, 2024. — 144 с. — ISBN 978-5-4488-0450-2, 978-5-7996-2825-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/139547.html> (дата обращения: 10.02.2026). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/139547>
7. Максимова, А. А. Инженерное проектирование в средах CAD : геометрическое моделирование средствами системы «КОМПАС-3D» учебное пособие / А.А. Максимова ; Министерство образования и науки Российской Федерации ; Сибирский Федеральный университет. - Красноярск : СФУ, 2016. - 238 с. : ил., табл., схем. - <http://biblioclub.ru/>. - Библиогр.: с. 233. - ISBN 978-5-7638-3367-6
 8. Хорольский, А. Практическое применение КОМПАС в инженерной деятельности : курс / А. Хорольский. - 2-е изд., исправ. - Москва : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 325 с. : ил. - <http://biblioclub.ru/>
 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ по учебной дисциплине Система автоматизированного проектирования для студентов специальности 23.02.03 Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта базовой подготовки. Составитель М.Н. Щербинина. Магнитогорск, 2015.
 10. <https://kompas.ru/publications/docs/> - КОМПАС-3D Обучающие материалы. Документы. Машиностроение.
 11. https://kompas.ru/source/info_materials/2025/%D0%90%D0%B7%D0%B1%D1%83%D0%BA%D0%B0_%D0%9A%D0%9E%D0%9C%D0%9F%D0%90%D0%A1-%D0%93%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D0%BA.pdf Азбука КОМПАС-График
 12. https://help.ascon.ru/KOMPAS_SDK/23/ru-RU/gr_primits_fncts_common.html Сайт АСКОН. КОМПАС-3D. Ресурсы. Графические примитивы.
 13. <https://kompas.ru/publications/video/news/2026-postroenie-ehlementarnyh-tel-v-kompas-3d/> ООО АСКОН. Обучающие материалы. Построение элементарных тел в КОМПАС-3D. Видео.
 14. Выполнение чертежа Вала в 3D с переводом в 2D режим, используя САПР

Компас -3D v21. Методическое пособие. Разработали: Романов Ю.М., Чернышова А.В., ТВЕРЬ, 2024 г.

https://tgiek.ru/sites/default/files/2023/metodicheskoe_posobie_po_inzhenernoy_grafike_tema_-_vypolnenie_chertezha_vala_v_3d_s_perevodom_v_2d_rezhim.pdf

15. https://cadinstructor.org/cg/kompas_3d/11-cherteg-vala/ CADInstructor обучающий центр. Уроки по КОМПАС -3D. Создание чертежа вала со стандартными элементами. Видео.
16. <https://kompas.ru/publications/video/news/prochnostnye-raschyoty-v-kompas-3d-vozmozhnosti-apm-fem-v23/> ООО АСКОН. Обучающие материалы. Прочностные расчёты в КОМПАС-3D. Возможности APM FEM v23.
17. <https://kompas.ru/publications/video/news/2025-valy-i-mekhanicheskie-peredachi-3d-val-shlicevyj-postroenie-srazu-v-3d/> КОМПАС-3D v24. Валы и механические передачи 3D. Вал шлицевый, построение сразу в 3D.
18. <https://tvmc.ru/data/30c701be22e31220826759a000c6ec82.pdf> Создание объемного элемента детали типа «Вал» способом вращения, формирование на модели центровых отверстий и фасок с использованием графического редактора «Компас-3D V15».
19. <https://rutube.ru/video/25bf2b6284983dfc7cfb1017611f0bdc/> Чертеж Вала в КОМПАС График. 2025.
20. <https://yandex.kz/video/preview/5035609142621574923> 3D-модель и ассоциативный чертёж вала в КОМПАС-3D. Видео.
21. <https://yandex.kz/video/preview/4889366738565605431> 3D-модель и ассоциативный чертёж вала в КОМПАС-3D. Видео.
22. https://лови5.pф/upload/uf/455/rrmxn7l9wnm4bedomtfk74is79ebgzvc/Osnovy-trekhmernogo-tverdotelnogo-modelirovaniya-v-sisteme-_Kompas_3D_.pdf Основы трехмерного твердотельного моделирования в системе «Компас-3D». САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, 2019.
23. https://help.ascon.ru/KOMPAS/23/ru-RU/z_welcome.html КОМПАС-3D v23.
24. https://help.ascon.ru/KOMPAS/24/ru-RU/cm_applic_uppermost.html КОМПАС-3D v24.

25. Овтов, В. А. Детали машин и основы конструирования составных частей автомобиля. Курсовое проектирование : учебное пособие / В. А. Овтов. — Пенза : ПГАУ, 2020. — 230 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/142033>
26. Терещенко, В.Г. Способ определения механических характеристик, используемых в расчётах контактного взаимодействия. Патент на изобретение № 2333472 РФ. Оpubл. 10.09.08.