

ISBN
УДК 004.5
ББК 32.973

Судариков А.Е., Инженерная и компьютерная графика в системе Компас 2-D V18. Издание второе переработанное – М.: Мегapolis, 2019. – 102 с.

Учебное пособие предназначено для студентов высших технических учебных заведений дневной, очно-заочной и дистанционной форм обучения.

Рассматриваются вопросы решения чертежно-графических задач средствами двумерной графики в системе Компас – 3 D. Представлены элементы пользовательского интерфейса программы компас версии V18. Приведен алгоритм построения 2-d объектов с подробным изложением принципов создания чертежей средствами двухмерной графики. Все разделы пособия включают в себя выполнение упражнений по темам, а так же варианты практических заданий.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	ВВЕДЕНИЕ	4
1.	ОСНОВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ КОМАС-3D V18	6
2.	ВОЗМОЖНОСТИ V18 И ОСНОВНЫЕ ОТЛИЧИЯ ОТ V16	7
3.	ЗНАКОМСТВО С ГРАФИЧЕСКОЙ ПРОГРАММОЙ КОМАС V18.1	13
4.	ЗАДАНИЕ № 1 «ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОСТРОЕНИЯ»	15
5.	ЗАДАНИЕ №2 «ПРОСТАНОВКА РАЗМЕРОВ»	34
6.	ЗАДАНИЕ №3 «РЕДАКТИРОВАНИЕ, ИЗМЕРЕНИЯ, ВЫДЕЛЕНИЕ»	40
7.	ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ ОБЛАСТЬ КОМАС V18	47
8.	8 ОСНОВНЫЕ КОМАНДЫ КЛАВИАТУРЫ	51
9.	ОБУЧЕНИЕ ПРИ ПОМОЩИ «АЗБУКИ КОМАС – ГРАФИК»	52
10.	КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ	53
11.	ВЫПОЛНЕНИЕ КОНТРОЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ	54
11.1.	ЗАДАНИЕ № 1 ВЫПОЛНЕНИЕ КОНУСНОСТИ И УКЛОНОВ	54
11.2.	ЗАДАНИЕ № 2 «ПОСТРОЕНИЕ ЧЕРТЕЖА ДЕТАЛИ»	56
11.3.	ЗАДАНИЕ № 3 «МНОГОСТУПЕНЧАТЫЙ ВАЛ И ЕГО СЕЧЕНИЯ»	57
	Приложение 1.....	61
	Приложение 2.....	63
	Приложение 3.....	92
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	107

ВВЕДЕНИЕ

Моделирование, в том числе и компьютерное моделирование, как познавательный приём неотделимо от развития знания. Практически во всех науках о природе построение и использование моделей является мощным орудием познания. Реальные объекты и процессы бывают столь многогранны и сложны, что лучшим способом их изучения часто является построение модели, отображающей какую-то грань реальности и потому многократно более простой, чем эта реальность, и исследование вначале этой модели. Компьютерное моделирование в настоящее время приобрело общенаучный характер и применяется в исследованиях живой и неживой природы, в науках о человеке и обществе.

В предлагаемой пособия рассматривается построение чертежей, оформление их в соответствие с требованиями ЕСКД (единой системы конструкторской документации) с помощью отечественного программного продукта - Компас 3D.

Компас 3D система автоматизированного проектирования с возможностями оформления проектной и конструкторской документации согласно стандартам серии ЕСКД и СПДС. Разработчик - Российская компания АСКОН.

КОМПАС-3D - система трёхмерного моделирования, ставшая стандартом для тысяч предприятий, благодаря удачному сочетанию простоты освоения и легкости работы с мощными функциональными возможностями твердотельного и поверхностного моделирования. Ключевой особенностью продукта является использование собственного математического ядра и параметрических технологий.

Целью данного учебного пособия является развитие пространственного воображения и конструктивно-геометрического мышления, способностей к анализу и синтезу пространственных форм у студентов; овладение студентами основных знаний, умений и навыков, необходимых для выполнения и чтения чертежей различного назначения, составления конструкторской и технической документации, оказание помощи студентам в ознакомлении с программным продуктом Компас-3D V18.

Реализация поставленных целей предполагает решение в процессе обучения следующих задач:

- изучение методов построения обратимых чертежей пространственных объектов;
- изучение способов конструирования различных геометрических пространственных объектов;

- изучение основных требований чтения и оформления графической и текстовой документации: рабочих чертежей деталей, сборочных единиц, эскизов деталей, спецификаций;
- изучение основных требований стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), стадий и основ разработки конструкторской документации, способов технического документирования.

1. ОСНОВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ КОМПАС-3D V18

Инсталляционный пакет КОМПАС-3D состоит из четырех частей:

- Базовая часть КОМПАС
- Машиностроительная конфигурация для КОМПАС-3D
- Приборостроительная конфигурация для КОМПАС-3D
- Строительная конфигурация для КОМПАС-3D

Состав Базовой части

Основные компоненты КОМПАСА:

- КОМПАС-График
- Спецификации
- Текстовый редактор
- Учебные пособия
- Шаблоны документов
- Примеры документов
- Шрифты чертежные
- Программное обеспечение защиты от несанкционированного

копирования и использования

- Средства разработки (SDK)

Приложения:

- АРМ FEM, система прочностного анализа для КОМПАС-3D
- KompasFlow, гидрогазодинамика для КОМПАС-3D
- Библиотека авторасстановки обозначений позиций
- Библиотека Единицы измерения
- Материалы и Сортаменты для КОМПАС
- Стандартные Изделия: Крепеж для КОМПАС (2D и 3D по ГОСТ, ОСТ 92, ISO, DIN)
- Стандартные Изделия: Детали, узлы и конструктивные элементы для КОМПАС
- Стандартные Изделия: Электрические аппараты и арматура
- КОМПАС-Макро
- Комплектовщик документов
- Менеджер типовых элементов
- Условные изображения швов сварных соединений
- Сервисные инструменты
- Проверка документа

- Распознавание 3D-моделей
- Рецензент документов КОМПАС-3D
- Библиотеки поддержки форматов: IGES, DWG, DXF
- Примеры библиотек

2. ВОЗМОЖНОСТИ V 18 И ОСНОВНЫЕ ОТЛИЧИЯ ОТ V16

Основной новинкой системы Компас 17-18 является кардинально изменившийся интерфейс, который несет в себе не только новый внешний облик, но и иную логику взаимодействия с её функционалом.

Общее/Интерфейс

- Масштабирование элементов интерфейса (значков и текста) в зависимости от настроек Windows
- Масштабирование элементов интерфейса (значков и текста) с учётом настроек Windows и КОМПАС-3D
- "Возможность представления ""ленты"" в виде одной, двух или трёх строк"
Функция поиска команд по ключевым словам (поиск совпадений в пути расположения команд)
- Отображение сопряжений в дереве модели индивидуальными пиктограммами
Вытаскивание документа за вкладку в отдельное окно (поддержка возможностей технологии Aero Snap)
- Поддержка DXF/DWG 2018

3D-режим

- Макет - возможность заменить геометрию компонента сборки указанной моделью (макетом) при сохранении свойств (обозначения, наименования, МЦХ и т.д.) Ребро усиления на сгибе листовой детали
- Создание сферической штамповки (операция «Буртик» в листовой модели)
- Место сохранения создаваемого в контексте под сборки компонента по умолчанию соответствует папке этой (родительской) под сборки
- Групповая вставка компонентов в сборку
- Зацикленный процесс вставки компонентов в сборку (вставка нескольких экземпляров за один сеанс запуска процесса)
- Создание отверстий, форма которых задается фрагментом из библиотеки
- Быстрый переход к редактированию элементов модели с ошибками из диалога «Что неверно?»
- Быстрый выбор всех видимых/невидимых компонентов сборки
- Адаптивная точность отрисовки моделей

2D-режим

- Линейная сетка центров
- Обозначение центров всех окружностей вида («Автоосевая»)

- Возможность быстрого чернового проецирования ассоциативных видов с модели
- Параметрические прямоугольник и многоугольник

Зачем были произведены изменения в интерфейсе программы Компас V17-18 ?

1. Преодолеть моральное и технологическое устаревание. Архитектура нового интерфейса (в том числе интерфейса взаимодействия, а не только картинки) должна позволять решать задачи, возникающие в будущем, без серьезной переделки концепции.

2. Создать задел на будущее, чтобы новый КОМПАС-3D мог решать задачи и выполнять пожелания пользователей в ближайшие несколько лет.

3. Сохранить преемственность старого и нового интерфейсов. Это был, пожалуй, самый сложный этап из всех, но систематизация и унификация сделали свое дело.

4. Унифицировать КОМПАС-3D с иностранными популярными САПР для условно «бесшовного» перехода пользователей в КОМПАС-3D, не потеряв собственного «лица», приобретенного в предыдущих версиях.

5. Бесшовно интегрировать в интерфейс библиотеки и приложения, которых у КОМПАСа очень много.

Кроме того, сделан в КОМПАС-3D v17-18 и шаг навстречу многомониторной среде - сейчас на отдельный экран можно вынести ДЕРЕВО МОДЕЛИ, окно ПАРАМЕТРЫ, а также панели инструментов, расположив их вертикально либо горизонтально.

Теперь команды объединены в группы, что позволяет без завершения или прерывания текущей операции перейти от одной команды к другой. Это делает процесс редактирования модели более гибким, а также ускоряет работу в системе в целом, сокращая число кликов мыши и необходимость её передвижения на поле монитора.

Работа с чертежом в КОМПАС-График переняла ряд обновленных подходов из работы с моделями. Отдельного внимания заслуживает ДЕРЕВО ЧЕРТЕЖА. В 16-й версии его необходимо было включать дополнительно. В 17-18 й же ДЕРЕВО ЧЕРТЕЖА просто заменило ДЕРЕВО МОДЕЛИ, оставаясь на его месте в том же оформлении. Поскольку в КОМПАС-График теперь больше нет МЕНЕДЖЕРА ДОКУМЕНТА, который нес в себе достаточно серьезную смысловую и функциональную нагрузку, то она легла на плечи ДЕРЕВО ЧЕРТЕЖА, ставшего более информативным и функциональным.

В 17 и 18-ой версии все кнопки, индикаторы, списки и прочие элементы, которые отвечали за отображение состояния модели или чертежа, собраны на специальной Быстрой панели. Это сделано, чтобы интерфейс стал более компактным, а однотипные инструменты были сосредоточены в одном месте. Также на эту панель переехали кнопки режимов и состояний (развертка, разнесение, эскиз).

В деревьях появился новый столбец, позволяющий быстро включать\выключать частотную функциональность. Например, для 3D-документа это Видимость, Возможность редактирования, Включение в расчет и Проецирование.

В Чертеже дерево чертежа тоже существенно переработано. Упразднен Менеджер документа. Вся информация о документе теперь доступна в одном месте, а поиск с фильтрацией позволит быстрее находить необходимый объект на чертеже. Также в дерево перенесены списки для выбора текущего вида и слоя. Если кликнуть по индикатору цвета\номера в списке вида или слоя, то можно быстро перейти на текущий вид или слой в дереве.

Для поддержания потокового состояния пользователей убрана модальность в командах. Теперь практически все команды доступны в любой момент времени. Если действие в команде завершено, ошибок построения нет и пользователь переключается на другую команду, то объект строится без подтверждения, и осуществляется переход на следующую команду. Это позволяет очень эффективно работать, не отвлекаясь на искусственные прерывания. Также минимизировано количество диалоговых окон. Некоторые из их убраны совсем, а их функциональность перенесена в панель «Параметры», в «деревья» на модель\чертеж. Некоторые, преобразованы в более удобный вид. Например, диалог задания размера теперь выглядит как небольшая панель рядом с размерной надписью.

В новом интерфейсе разработчики предусмотрели две основные цветовые темы: светлую и темную - как бы дневную и вечернюю. Те, кто привык работать вечером при искусственном освещении, смогут включить «темную» тему. Плюс появилась возможность использовать не только монохромные, но и цветные иконки. Иконки останутся векторными, так что концепция «Интерфейс для любого размера монитора» по-прежнему во главе угла - управление размерами иконок происходит за счет управления шрифтами OS Windows. Раньше иконки были просто картинками, размеры которых пользователь выбирал в настройках, теперь же интерфейс КОМПАСа умеет адаптироваться к настройкам операционной системы.

В v17 и 18 у каждой цветовой темы появился переключатель цветов подсветки активных элементов — четыре варианта цветов. Пользователь сможет настроить интерфейс на свой вкус, а для тех людей, которые плохо распознают некоторые цветовые оттенки, появилась возможность выбрать более понятный для них цвет.

Большинство процессов в новой версии стало зацикленными. Если пользователь не останавливает процесс, то после создания одного объекта он находится в том же самом процессе и просто ждем создания следующего. В зацикленные процессы можно добавлять новые опорные объекты. Таким образом, создание нескольких подряд операций становится

значительно менее затратным по времени и движениям пользователя, особенно с учетом возможности изменения результата (добавление или удаление материала) прямо внутри операции».

При отрисовке 2D-документов в новой версии используется только механизм OpenGL. Раньше был еще и GDI. Считалось, что OpenGL быстрый, но не самый качественный, а GDI, наоборот, медленный, но с качеством все в порядке. Разработчики провели большую работу по улучшению отображения качества текстов в OpenGL - отрисовке и в итоге получили по-настоящему боевой вариант - и быстрый, и высоко качественный.

Кроме того, разработчики старались добиться улучшения отображения качества растров. Растры это, к примеру, подложки, полученные для планировок (что особенно актуально для строителей). Была введена настройка качества растров, и выбранный пользователем по умолчанию вариант этой настройки обеспечивает достойную с точки зрения производительности и качества отрисовку.

Система проверки документов

Новое приложение предназначено для автоматической проверки документов по заданным типам тестов. Это отдельное самостоятельное приложение, которое работает независимо от КОМПАС-3D. Пока система ведет проверку на первом экране, на втором экране (или на второй его половине) продолжается работа в КОМПАС-3D.

На текущий момент в систему заложено более 60 разных типов проверок, в основном - на соответствии различным правилам ЕСКД. Разработчики выделили наиболее часто встречающиеся ошибки, которые совершают пользователи. Но ЕСКД - это не единственное направление. Поскольку система гибко настраиваемая, мы можем задать проверку на соответствие стандартам конкретного предприятия. После завершения проверки система выделяет тот тест и те проверки, где обнаружены ошибки. Сами ошибки ранжированы по значимости, по приоритету (от критической до малозначимой). Значимость ошибок тоже настраивается под стандарты предприятия.

Поддержка форматов STEP 242 и JT позволяет КОМПАС-3D без каких-либо ограничений и потерь информации встраиваться в любые среды проектирования Multi-CAD и системы поддержки жизненного цикла изделия, тем самым оптимизируя стоимость рабочего места инженера.

КОМПАС-3D v18 содержит еще несколько важных новинок:

- Топологическая оптимизация. Исключение до 70% объема модели с сохранением требуемой прочности изделия с помощью встроенного приложения «АРМ FEM. Топологическая оптимизация» (совместный продукт компаний АСКОН и НТЦ «АПМ»)

- Гидрогазодинамические расчеты. Моделирование течения жидкостей и газов в объеме либо обтекания/обдувания геометрии непосредственно в окне КОМПАС с помощью приложения KompasFlow (совместный продукт компаний АСКОН и ТЕСИС).
- Быстрая вставка крепежа и типовых соединений. С помощью приложения «Оборудование: Металлоконструкции» можно создавать собственные типовые соединения, которые многократно встречаются в одном изделии, и затем выбирать и размещать нужное из них между опорными деталями конструкции: профилями или пластинами. А благодаря новой команде «Болтовое соединение» можно добавлять крепеж в группу отверстий за один клик. Крепежное соединение может включать болты, шайбы и гайки.
- Гибридные схемы в приложении КОМПАС-Электрик. Особенность нового типа схем — в комбинировании элементов принципиальных схем и схем монтажных. На гибридных схемах могут присутствовать маркировки жгутов и отдельных проводов в схеме. Отдельные компоненты могут отображаться не условно, а близко к реальному изделию. У такого подхода есть ряд преимуществ: происходит ускорение процесса проектирования за счет сокращения комплекта документов, необходимых для производства изделия.

Требования к аппаратному обеспечению КОМПАС V 18

Минимум	<ul style="list-style-type: none"> • процессор с поддержкой инструкций SSE2 • видеокарта с поддержкой OpenGL 2.0
Рекомендуется для комфортной работы	<ul style="list-style-type: none"> • 64-разрядная версия операционной системы и КОМПАС-3D • многоядерный процессор (4 ядра и более) с тактовой частотой 3 ГГц и выше • 8 ГБ оперативной памяти и более • видеокарта NVIDIA с поддержкой OpenGL 4.5 и выше, с 2 ГБ видеопамати и более • монитор с разрешением 1920x1080 и более
Рекомендуется для работы с большими сборками	<ul style="list-style-type: none"> • 64-разрядная версия операционной системы и КОМПАС-3D • многоядерный процессор (4 ядра и более) с максимально возможной тактовой частотой (4 ГГц и выше) • 16 ГБ оперативной памяти и более • видеокарта NVIDIA с поддержкой OpenGL 4.5 и выше, с 4 ГБ видеопамати и более • твердотельный накопитель (SSD) в качестве места установки и хранилища документов КОМПАС-3D

Ключевые термины:

3D-моделирование – процесс создания трехмерной модели объекта. Основной задачей моделирования является разработка цифрового прототипа данного объекта.

ЕСКД (единая система конструкторской документации) – комплекс государственных стандартов, устанавливающих взаимосвязанные правила, требования и нормы по разработке,

оформлению и обработке конструкторской документации разрабатываемой и применяемой на всех стадиях жизненного цикла изделия (при проектировании, разработке, изготовлении, контроле, приемке, эксплуатации, ремонте, утилизации).

Компас – семейство систем автоматизированного проектирования с возможностью оформлять чертежи в соответствии с требованиями ЕСКД и СПДС.

САПР (система автоматизированного проектирования) - автоматизированная система, реализующая информационную технологию выполнения функции проектирования, представляет собой организационно - техническую систему, предназначенную для автоматизации системы проектирования, состоящую из персонала, комплекса технических и программных средств автоматизации его действия.

СПДС (система проектной документации при строительстве) - комплекс нормативных организационно – методических документов устанавливающих общетехнические требования, необходимые для разработки, учета, хранения и применения проектной документации для строительства объектов различного назначения.

Трехмерная графика 3D – раздел компьютерной графики, совокупность приемов и инструментов предназначенных для изображения объема объектов.

Чертеж – документ, содержащий изображение изделия и другие данные, необходимые как для изготовления, контроля и идентификации изделия, так и для операций с самим документом.

3. ЗНАКОМСТВО С ГРАФИЧЕСКОЙ ПРОГРАММОЙ КОМПАС V18.1

Первым делом запускаем программу нажатием значка на рабочем столе компьютера или через меню «ПУСК» - «Все программы», как Вам удобнее. На экране появится примерно следующее (в зависимости от версии продукта, в данном примере используется Компас-3D V18.1)- см. рис 3.1:



Рисунок 3.1

Далее заходим в верхнее меню навигации, нажимаем «Файл»-«Создать» или выбираем тип файла как показано на рис.3.2 – 3.3.

Появится диалоговое окно, в котором мы должны выбрать тип документа, с которым нам предстоит работать, это может быть чертеж, трехмерная модель, сборка и т.д. Предположим необходимо создать «Чертеж», просто нажимаем на нужную иконку.

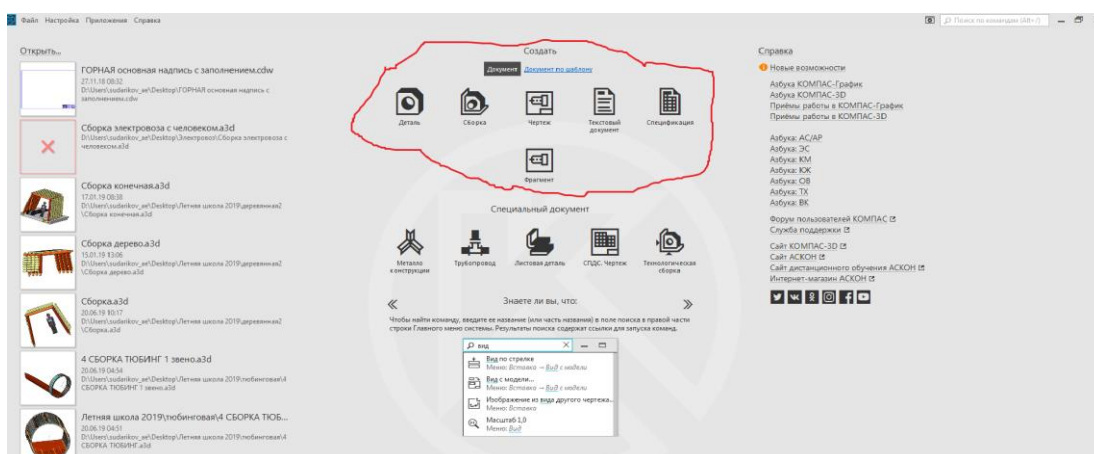


Рисунок 3.2

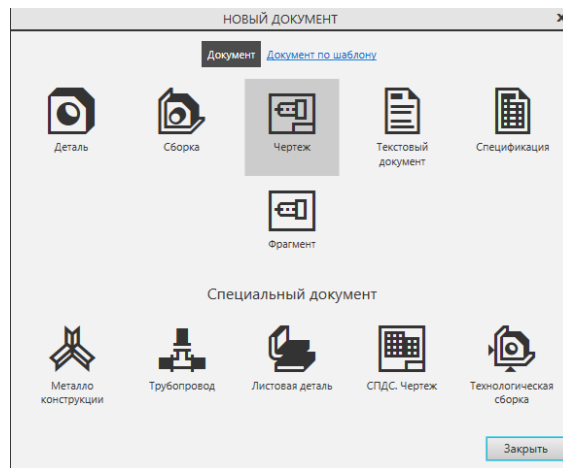


Рисунок 3.3

После этого откроется лист, на котором мы и будем создавать наш чертеж - рис.3.4. По умолчанию формат создаваемого файла А4.

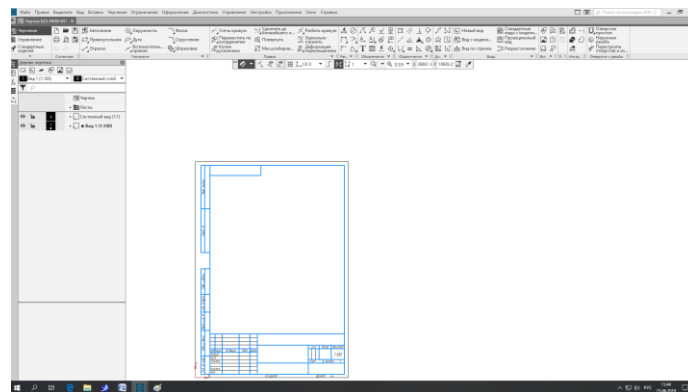


Рисунок 3.4

Вот и все, документ Компас для создания чертежа создан. Для его сохранения используются такие же шаги и процедуры как и для сохранения любого документа в системе WINDOWS.

Здесь следует отметить следующее: название файла и его расположение должно выбираться в зависимости от поставленной цели и рекомендации преподавателя.

4. ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ ОБЛАСТЬ КОМПАС V18.

Работать с **Инструментальной областью** в Компас V18 конструктору приходится постоянно. Здесь собраны все инструменты для построения и редактирования чертежа.

Большинство команд намного удобнее использовать из этой панели, а не вызывать их из **Главного меню**. Панель **Инструментальной области** состоит из отдельных инструментальных панелей (отображаются вверху). При работе с чертежами верхняя панель состоит из следующих составляющих панелей:

- геометрия;
- правка;
- размеры;
- обозначения;
- ограничения;
- диагностика;
- виды;
- вставка макроэлементы;
- инструменты;
- отверстия и резьбы;

На панели инструментов Геометрия (см. рис 4.1) находятся команды для построения геометрических объектов: точка, отрезок, окружность, эллипс, дуга, кривая Безье, прямоугольник. А кроме того и такие команды как вспомогательная прямая, фаска, скругление, эквидистанта, штриховка.

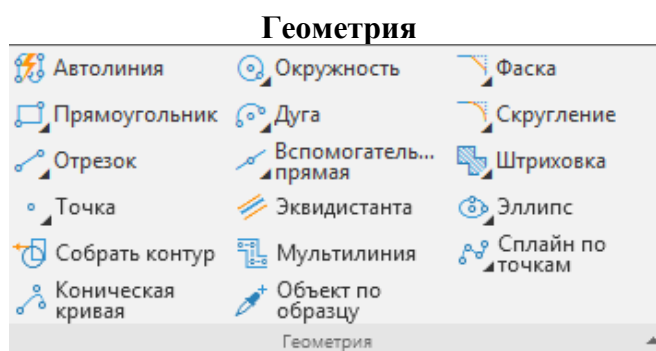


Рисунок 4.1 Геометрия


Кроме того если навести курсор мышки на компактную панель например на Геометрию и поставить курсор на значок  - окружность и удерживая нажатой правую клавишу мышки можно получить доступ к различным варианты построения окружности (см. рис.4.2).



Рисунок 4.2 Параметры окружности

Аналогичную процедуру можно проводить со всеми функциями, указанными во всех компактных панелях.

Эта панель инструментов содержит команды (см. рис.4.3) для редактирования объектов: сдвиг, поворот, масштабирование, симметрия, копирование, деформация сдвигом, усечь кривую, разбить кривую, очистить область и т.д.

Правка

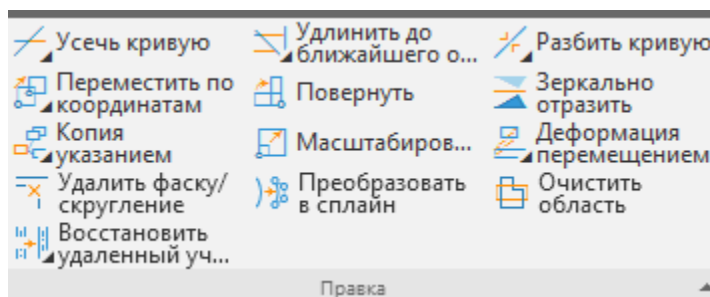


Рисунок 4.3 Правка

Можно указать линейный размер, диаметральный, радиальный, угловой, размер высоты. Для более детального нанесения размеров необходимо вызвать дополнительную панель (левая клавиша мыши см. рис.4.4)

Размеры

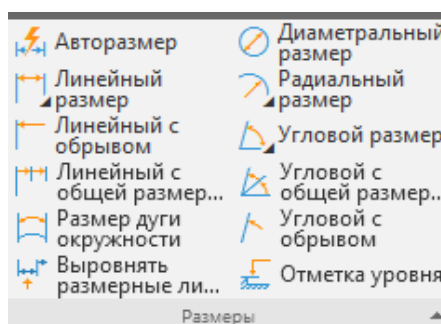


Рисунок 4.4 Размеры

Эта панель инструментов позволяет вставить текст в произвольном месте, указать шероховатость, базу на чертеже, стрелку взгляда, обозначить позиции, центр(см. рис.4.5). Также здесь содержатся команды по созданию линий-выносок, допусков формы, линий разреза, выносных элементов и т.д.

Обозначения

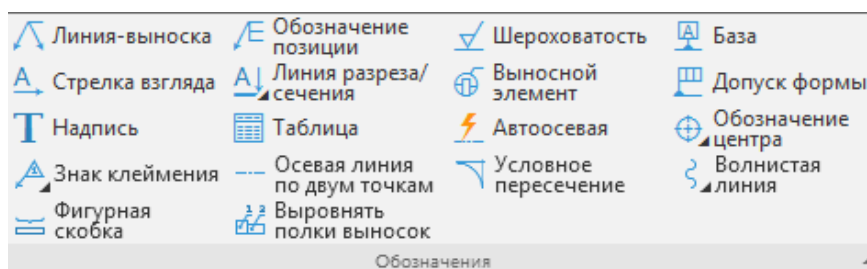


Рисунок 4.5 Обозначения

Панель Ограничения содержит команды (см. рис.4.6) для создания связей между элементами чертежа: горизонтальность, параллельность, касание и другие команды. Ее удобней использовать при создании эскизов для 3d моделей.

Ограничения

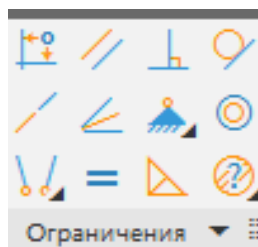


Рисунок 4.6 Ограничения

Здесь содержатся команды определения координат точек, расстояния между двумя точками, расстояния между двумя точками, расстояния от точки до кривой, расстояния между двумя кривыми, угла между двумя прямыми/отрезками, угла по трем точкам, длины кривой, площади(см. рис.4.7).

Диагностика

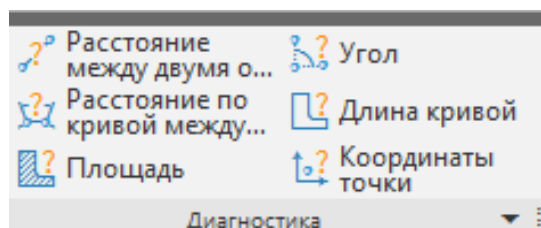


Рисунок 4.7 Диагностика

Используется при создании чертежей по 3d моделям. Позволяет создать новый вид с модели, стандартные виды, разрез/сечение 3d модели.

Панель содержит команды номер узла, выносная надпись, прямая координационная ось (см. рис.4.8).

Виды

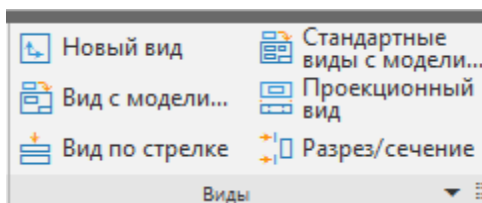


Рисунок 4.8 Виды

Панель содержит команды позволяющие делать вставки различных объектов в среду КОМПАС – фрагмент, рисунок, линии выноски. (см. рис. 4.9)

Вставка

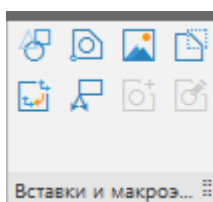


Рисунок 4.9 Вставка

С помощью команд этой панели инструментов можно выделить любой элемент чертежа (см. рис. 4.10).

Инструменты

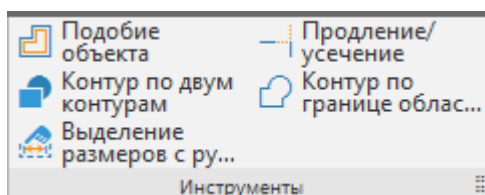


Рисунок 4.10

Панель позволяет создавать отверстия и резьбы с заданными параметрами -диаметр, глубина, шаг резьбы и т.д. (см. рис. 4.11).

Отверстия и резьбы

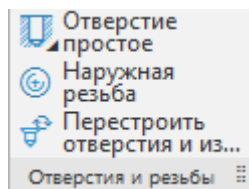


Рисунок 4.11 Отверстия и резьбы

Надо особо отметить, что пользование данными панелями как в среде КОМПАС 2D , так и в среде КОМПАС 3D позволяет более быстрее и комфортнее создавать любые виды продуктов. Так же следует отметить, что все данные панели могут быть настроены под конкретного пользователя с добавлением нужных или удалением ненужных клавиш

5 ОСНОВНЫЕ КОМАНДЫ КЛАВИАТУРЫ.

Основные *команды клавиатуры* предназначены для ускорения работы при построении, редактировании, форматировании чертежей.

В программе Компас – График основные команды клавиатуры позволяют работать с файлами, редактировать чертеж, вставлять объекты, получать подсказки и т.д.

При *работе с файлами* используют основные сочетания клавиатуры:

Ctrl+O – открыть существующие документы.

Ctrl+P – задать параметры печати.

Ctrl+N – создать новый документ.

Ctrl+S – сохранить текущий документ.

При *работе с видом* документа используют такие сочетания.

F9 – показать документ полностью.

Ctrl+Num – увеличить масштаб изображения.

Ctrl+F9 – обновить изображение в активном окне.

При *работе с сервисными* командами:

Ctrl+Shift+F12 – выгрузить все библиотеки.

Ctrl+F7 – проверить правописание всего документа.

Shift+F1 – вызов справки.

Для *редактирования* используют следующие команды:

Ctrl+V – вставка содержимого.

Ctrl+A – выделить все объекты.

Ctrl+X – вырезать.

Ctrl+H – замена одного текста другим.

Ctrl+C – копировать.

Более подробную информацию об *основных сочетаниях* клавиш можно получить, воспользовавшись командой «Справка» → «Команды клавиатуры».

6. ОБУЧЕНИЕ ПРИ ПОМОЩИ «АЗБУКИ КОМПАС – ГРАФИК»

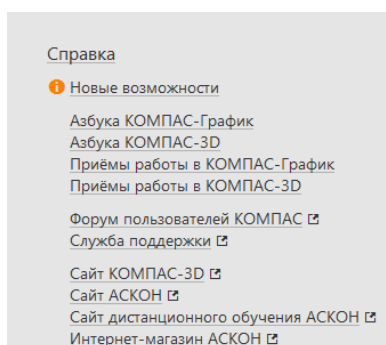
При составление данного курса невозможно показать все приемы для построения чертежей, построение чертежей это тема отдельных книг и публикаций. Цель данного курса показать пользователю возможности «Компас График» не только как программы для построения чертежей, но и инструмента расчета зубчатых передач, валов, напряженно – деформируемого состояния, приемы взаимодействия с другими программами.

В интернете масса уроков, статей, учебных пособий книг по работе с программой как графическим редактором и было бы неуместно занимать объем курса описанием и перечислением основных приемов работы при построение чертежей. Программа это не средство решения проблем, а всего лишь инструмент исключаяющий рутинную работу. Построение чертежей в программе такое же как и построение чертежей например карандашом. Разница лишь в том, что значительно экономится время и повышается инженерная культура.

Если Вы желаете научиться и познакомится с основными возможностями программы Компас – График, то необязательно искать интересующую Вас информацию в интернете можно обратиться к *Азбуке Компас – График*.

Что собой представляет *Азбуке Компас – График*? Прежде всего это набор уроков по созданию чертежей, использованию основных возможностей программы.

Для того чтобы к ней *на стартовой панели КОМПАС 18.1* имеется раздел: «Справка» где можно достаточно подробно узнать основную информацию о представленном продукте (см. рис. 6.1)



Риснок 6.1 Окно Справки

7. ЗАДАНИЕ № 1 «ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОСТРОЕНИЯ»

Для его выполнения выполните последовательно следующие шаги (рис. 7.1):

1. Создайте новый лист формата **A3** горизонтальной ориентации.
2. Сохраните файл.
3. Создайте **Вид 1** с произвольным расположением на листе начала координат и с масштабом **1:2**.
4. Измените положение начала координат: $X = 60$, $Y = 200$.
5. Постройте сплошной основной линией горизонтальный отрезок: длиной **100** мм с начальной точкой в начале координат (**т1**: $X=0$, $Y = 0$).
6. Последовательным вводом отрезков достройте до прямоугольника **100 × 200** мм (первый отрезок является верхней стороной этого прямоугольника).
7. Постройте на верхних вершинах прямоугольника фаски **4 × 45°**.
8. На нижних вершинах прямоугольника выполните скругление радиусом **25** мм.
9. Введите сплошной тонкой линией вертикальный отрезок длиной **200** мм, делящий прямоугольник пополам.
10. Поделите последний отрезок точками на **10** равных отрезков.
11. Проведите параллельно правой стороне прямоугольника на расстоянии **150** мм от нее 1-ую вспомогательную прямую.
12. Проведите горизонтальную 2-ую вспомогательную прямую через середину прямоугольника.
13. Проведите сплошной основной линией окружность радиусом **100** мм с центром в пересечении 1-ой и 2-ой вспомогательных прямых. Выполните команду **С осями** (кнопка команды находится на Панели свойств).
14. Постройте сплошной основной линией вокруг этой окружности описанный правильный шестиугольник и внутри этой окружности вписанный правильный восьмиугольник.
15. Постройте концентрическую окружность радиусом **50** мм.
16. Постройте отрезки, являющиеся касательными к этой окружности и проходящие через вершины шестиугольника.
17. Проведите параллельно 1-ой вспомогательной прямой другую (3-ью) вспомогательную прямую на расстоянии **250** мм.
18. Проведите две вспомогательных (4-ую и 5-ую) горизонтальных прямых через верхнюю и нижнюю вершину шестиугольника.

19. Вычертите сплошной основной линией эллипс с центром в пересечении 2-ой и 3-ей вспомогательных прямых (большая полуось эллипса **Длина 1** равна расстоянию между 4-ой и 5-ой вспомогательной прямыми, а малая полуось **Длина 2** равна **50** мм). Выполните команду **С осями**.
20. Поделите эллипс на две неравные части волнистой линией (кривой Безье). Стиль линии – линия обрыва.
21. В одной части эллипса выполните штриховку в правую сторону шагом **5** мм, а в другой – в левую сторону шагом **7** мм.
22. Под первой фигурой (прямоугольником с фасками и скруглениями) на линиях проекционной связи при помощи кнопки **Прямоугольник** вычертите сплошной основной линией квадрат **100 × 100** мм. Выполните команду **С осями**.
23. Постройте в этом квадрате на каждой его вершине фаски **6 × 45°**.
24. В левой части квадрата постройте сплошной основной линией вертикальный отрезок на расстоянии **25** мм от оси.
25. Левую часть прямоугольника заштрихуйте с шагом **3** мм.
26. Заполните основную надпись.

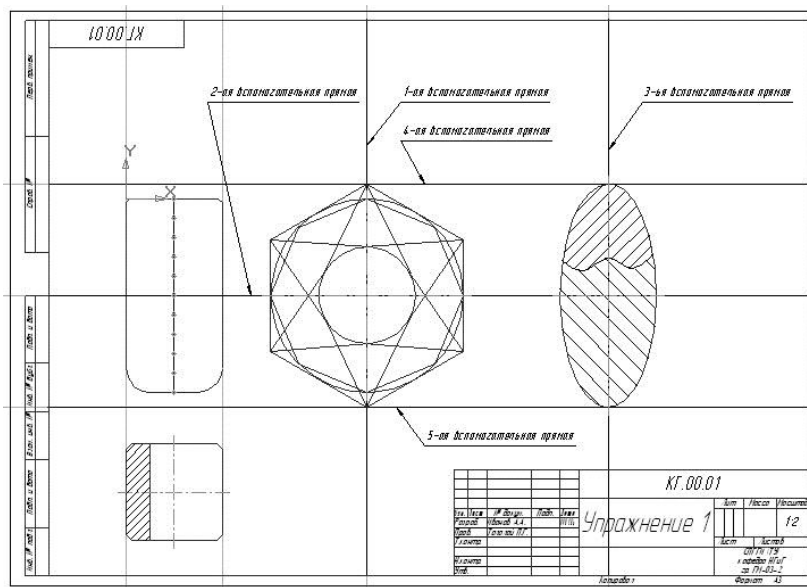


Рисунок 7.1 Графическое изображение первого задания

Рассмотрим пошагово выполнение **упражнения 1**:

1. *Создайте новый лист формата А3 горизонтальной ориентации.*

Открыть в Компасе **Чертеж** → **Настройка** → **Параметры** → **Параметры первого листа** (параметры остальных листов) → **Формат** (см. рис. 7.2) . Здесь необходимо выбрать формат листа А3 и его ориентацию, а также (Чертеж констр. Первый лист. ГОСТ 2.104-204)

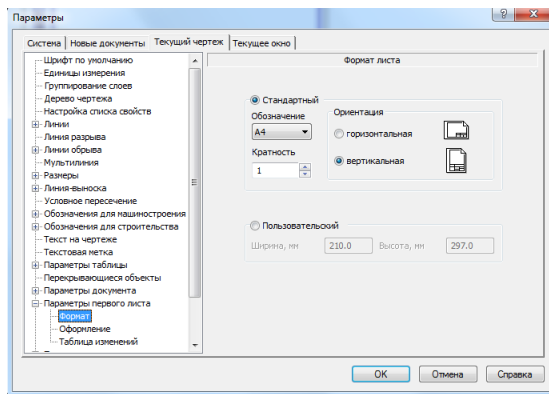


Рисунок 7.2. Создание формата чертежа

2. *Сохраните файл.*

Для сохранения документа на диск вызываем команды **Файл – Сохранить**

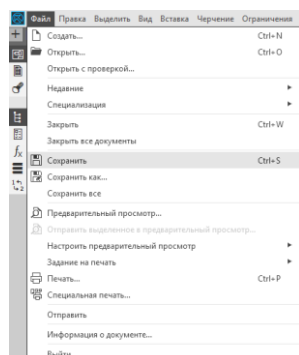


Рисунок 7.3 Сохранение файла

появится диалоговое окно, в котором выбираем папку для сохранения, вводим имя файла и нажимаем кнопку **Сохранить** (см. рис. 7.3-7.4). По умолчанию программа предложит расширение, которое соответствует типу документа. Изменять расширение без крайней необходимости не следует, это затруднит поиск файла впоследствии.

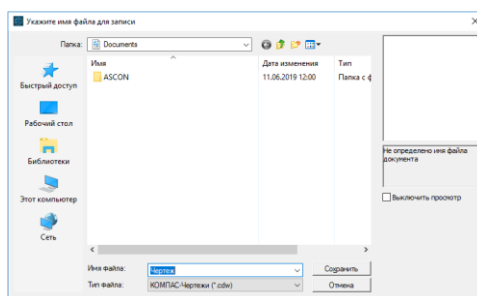


Рисунок 7.4 Создание имя файла

Если Вы отредактировали файл и хотите сохранить его под другим именем (см. рис 7.5), не меняя старую редакцию файла, то вызываем команду **Файл – Сохранить как...**, и снова появится диалоговое окно, в котором указываем папку и имя файла.

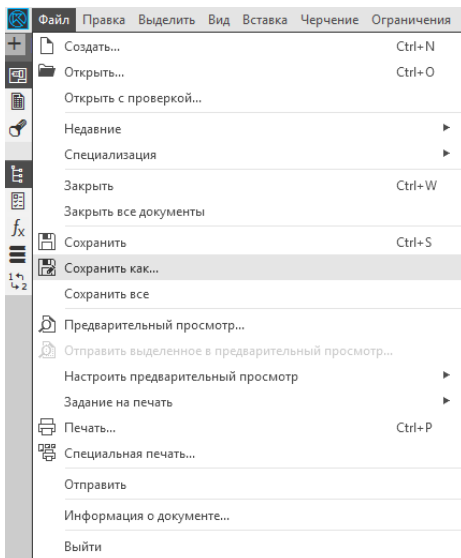


Рисунок 7.5 Изменение имя файла

Есть ещё функция для сохранения всех открытых документов, команда **Файл – Сохранить все**.

Чтобы закрыть документ вызываем команду **Файл –Закреть** (или просто нажимаем **X** в верхнем правом углу программы)

3. *Создайте Вид 1 с произвольным расположением на листе начала координат и с масштабом 1:2*

Для указанного масштаба необходимо (см. рис. 7.6) **Вставка → Новый вид** (внизу в командной строке выбираем масштаб)

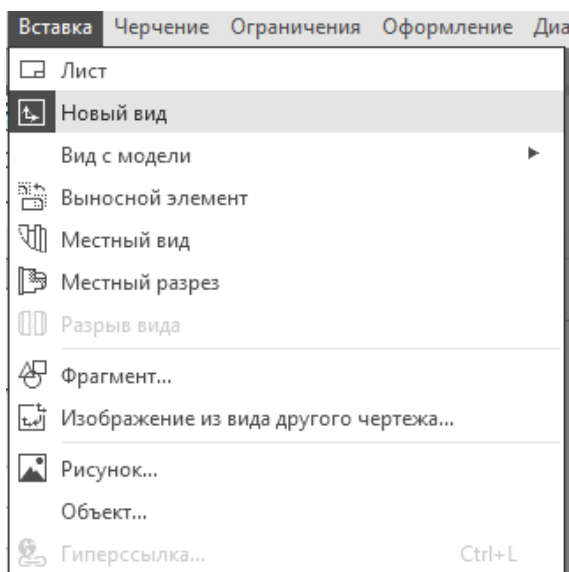


Рисунок 7.6 Масштаб изображения

4. *Измените положение начала координат: $X = 60$, $Y = 200$ (см. рис. 7.7)*

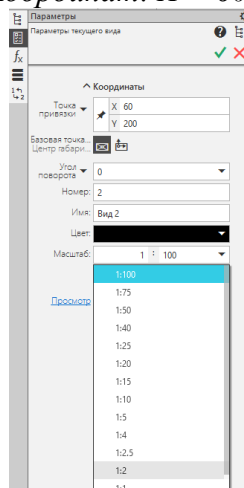


Рисунок 7.7 Выбор масштаба

Примечание. При построении чертежей в системе Компас V 18 возможен вызов команд из **Строки верхнего меню** или **Инструментальных панелей** которые объединены в наборы.

Каждый набор служит для выполнения определенной задачи. При работе с разными типами документов наборы разные. Например, в модели есть набор для твердотельного моделирования, для каркасного и поверхностного моделирования и т. д. Для удобства некоторые панели включены в несколько наборов. Текущий набор отображается в **Инструментальной области**, которая находится вверху окна КОМПАС-3D Home. Для переключения между наборами служит список наборов, расположенный в левой части Инструментальной области. При необходимости любую панель набора можно вывести из **Инструментальной области** и прикрепить к границе окна или оставить плавающей (см. рис. 7.8)

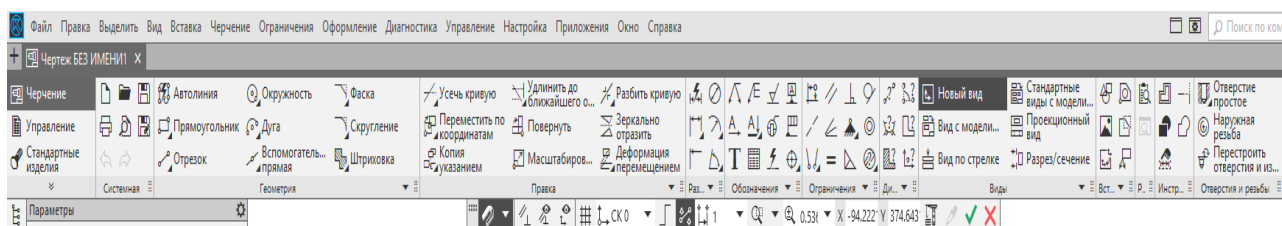


Рисунок 7.8 Инструментальная область

5. *Введите сплошной основной линией горизонтальный отрезок: длиной 100 мм с начальной точкой в начале координат ($m1: X=0$, $Y = 0$).*

Следует отметить, что вызов любой операции в программе Компас может быть осуществлен несколькими способами (Строки верхнего меню или Инструментальных панелей). В данном случае будет рассмотрен вариант с использованием строки верхнего

меню. Использование Инструментальных панелей более рационально, но требует индивидуальной настройки под каждого пользователя и круг решаемых задач.

В строке верхнего меню выбираем **Черчение** → **Отрезки**. В боковой панели выбираются параметры отрезка (1 точку, 2 точку, длину, угол и стиль линии). См. рис.7.9, 7.10

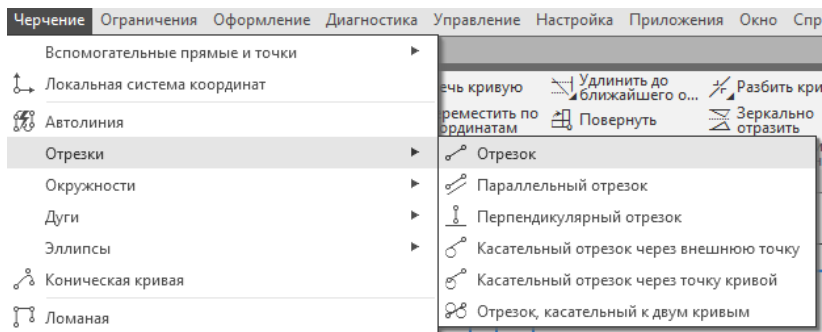


Рисунок 7.9 Выбор элемента

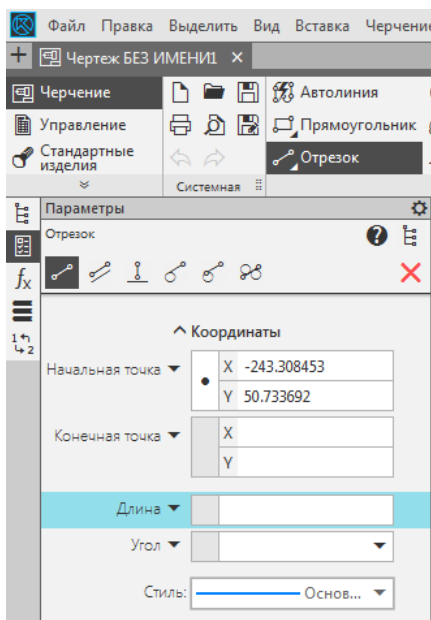


Рисунок 10 Выбор параметров и стиля элемента черчения

В этом случае можно указать Т1 0;0 и длину 100, угол 0. (см. рис. 7.11).

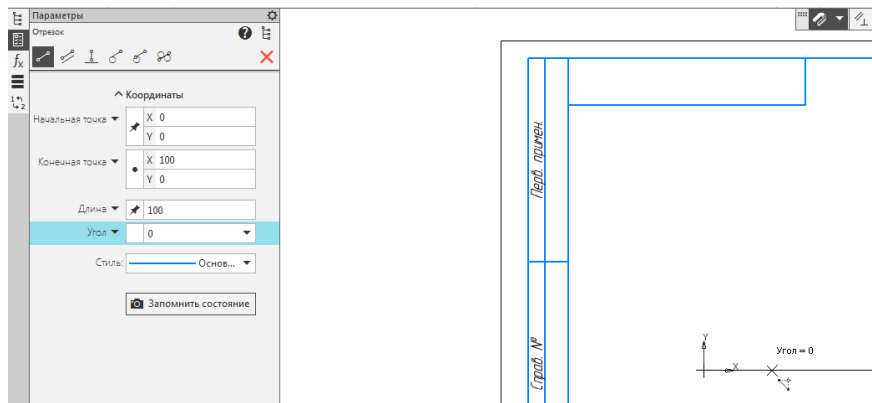



Рисунок 4.11 Создание элемента на чертеже

6. Последовательным вводом отрезков достройте до прямоугольника 100 x 200 мм (первый отрезок является верхней стороной этого прямоугольника).

В дальнейшем можно отложить отрезок длиной 200, 100 и 200 мм до прямоугольника. В данном случае чтобы углы были прямыми лучше воспользоваться функцией Ортогональное черчение клавиша **F8** или знак  на верхней панели меню. В этом случае все построенные линии будут располагаться под углом 90^0

7. Постройте на верхних вершинах прямоугольника фаски 4 x 45^0 .

Для построение фасок служит команда **Фаска** см. рис. 7.12. Выполняя данную команду необходимо задать параметры фаски и возможность удаления или не удаления линий после построения фаски см. рис. 7.13

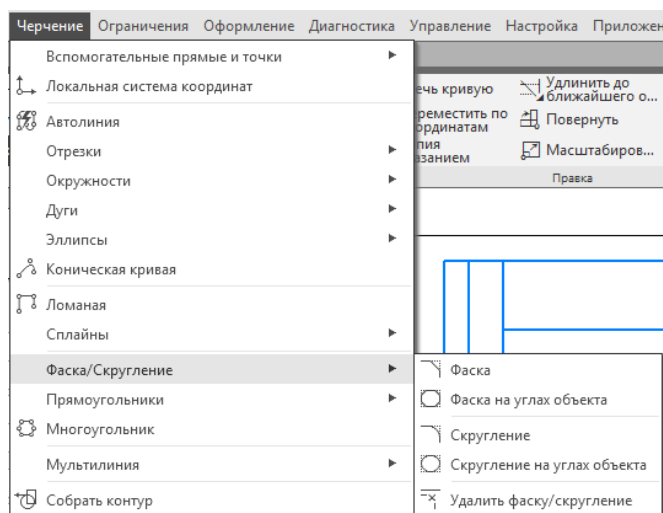


Рисунок 7.12 Построение фасок

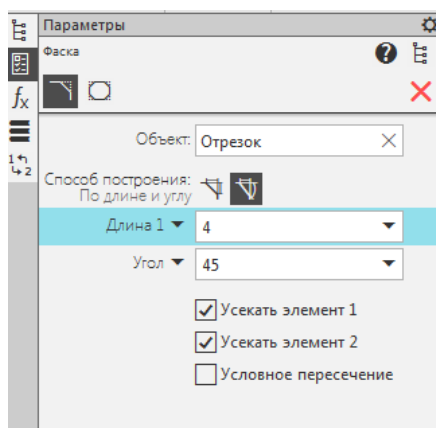



Рисунок 7.13 Параметры фаски

Как видно из рисунков, фаска (скругление) могут быть определены, как построенные из отдельных отрезков, так и из фигур (в данном случае прямоугольник). Если фаска (скругление) задана фигурой то в этом случае должен быть выбран параметр 

8. На нижних вершинах прямоугольника выполните скругление радиусом 25 мм.

Для построения скруглений служит команда **Скругление** на боковом меню

Боковая панель позволяет задать параметры скругление и возможность удаления или не удаления линий после построения фаски (рис. 7.14).

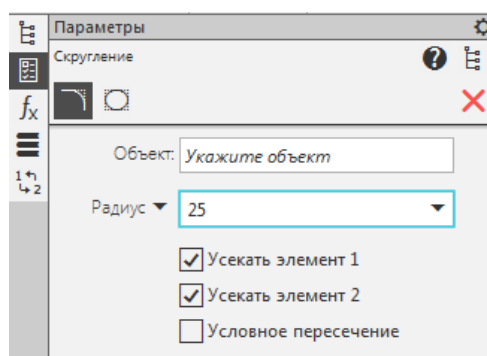



Рисунок 7.14 Построение скруглений

9. Введите сплошной тонкой линией вертикальный отрезок длиной 200 мм, делящий прямоугольник пополам.

Для выполнения деления прямоугольника пополам необходимо найти две точки на серединах меньших сторон прямоугольника. Для данной цели служит команда

Привязка . Данная команда позволяет определить и выделить на прямой (точкой или крестиком) точки которые соответствуют тем или иным параметрам (Середина отрезка, пересечение отрезков, центр окружности и т.д.) см. рисунок ниже. Работая с объектами в КОМПАСе, можно заметить, что курсор как бы «притягивается» к некоторым точкам. За такое поведение программы отвечает механизм-**привязки**.

Данный механизм позволяет точно задавать положение курсора около некоторых точек, называемых характерными. К ним относятся: начальная и конечная точка отрезка, точка пересечения двух отрезков, центр окружности, узлы сетки и другие.

Чтобы понять назначение механизма привязок, выберите инструмент Отрезок и попытайтесь создать элемент, одна из точек которого совпадает с началом существующего отрезка. Вы заметите, что при подведении курсора к названной точке указатель скачком перемещается в нее. Если теперь зафиксировать точку, то ее координаты будут точно соответствовать началу первого отрезка. Таким образом, при создании, например, непрерывной ломаной упрощается точное позиционирование курсора. Кроме того, это

ускоряет создание объектов. Посмотреть (и изменить) установленные привязки можно, нажав кнопку Установка глобальных привязок (рис. 7.15) **Настройки**. В программе определены такие привязки как: ближайшая точка, пересечение, точка на кривой, центр, касание, нормаль, середина, угловая привязка. Их названия точно и емко описывают назначение.

Иногда требуется строить объекты в непосредственной близости от существующих, вне зависимости от их расположения. В таком случае необходимо временно отключить все привязки, нажав кнопку **Настройка** → **Запретить привязки**.

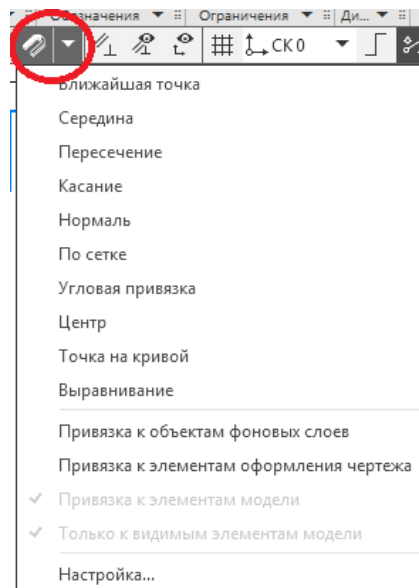


Рисунок 7.15 Привязки

Выполненный 9 пункт задания показан на рис. 7.16

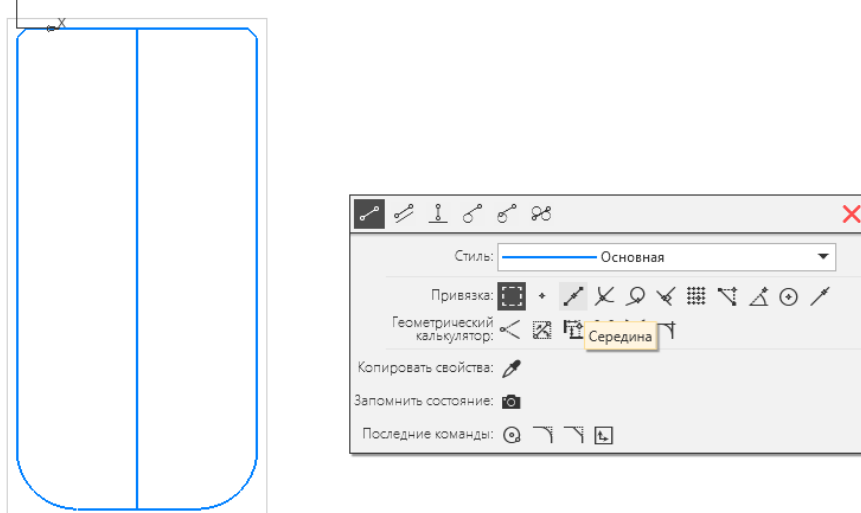


Рисунок 7.16 Привязка - СЕРЕДИНА

Особо следует отметить, что данная команда может быть вызвана при геометрическом построении фигур *правой клавишей мыши* (данная функция делает привязку более рациональной при любом построении) см. рис. 7.17

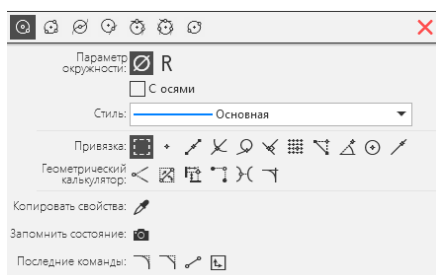


Рисунок 7.17 Локальные привязки

10. *Поделите последний отрезок точками на 10 равных отрезков.*

Для деление любого отрезка на части можно воспользоваться двумя функциями. Первая называется **Разбить**. Выбираем в верхнем меню **Черчение** → **Разбить** и указываем на сколько частей разбить кривую или прямую линию. После этого необходимо выделить ту линию, которую надо разбить (см. рис. 7.18).

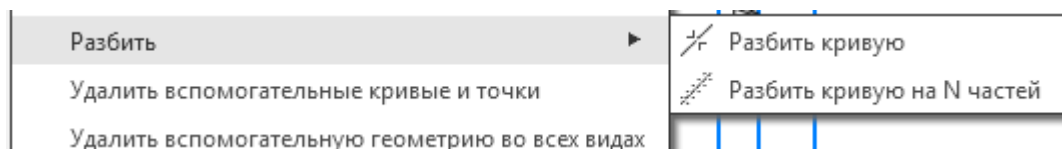


Рисунок 7.18 Разбить кривую

В данном случае линия будет разбита на n частей, но на чертеже это будет не видно.

Другой вариант **Черчение** → **Вспомогательные прямые и Точки** → **Точки по кривой** (см. рис. 3.24) и указать на сколько отрезков разметить прямую (или кривую) линию. После этого в левой части необходимо выделить ту линию которую надо разметить и в меню выбрать количество участков разбиения и форму точек разбиения (см. рис. 7.19) . В этом случае на линии появятся точки соответствующие разбивке(см. рис. 7.20).

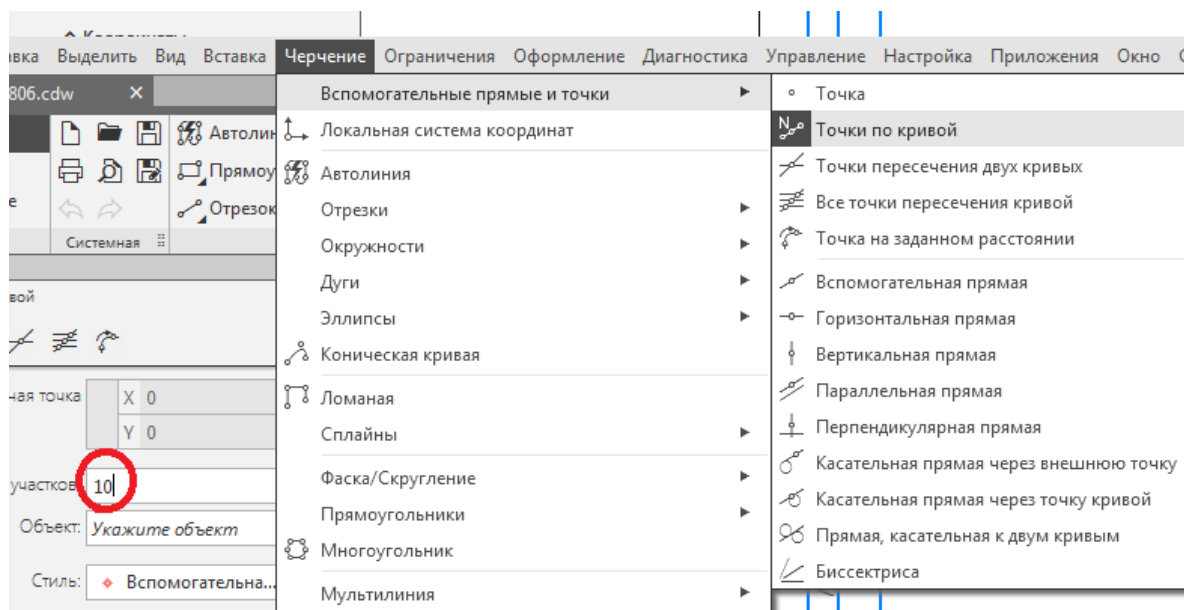


Рисунок 7.19 Выбор количества участков

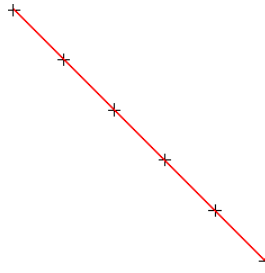


Рисунок 7.20 Точки на кривой

11. Проведите параллельно правой стороне прямоугольника на расстоянии 150 мм от нее 1-ую вспомогательную прямую.

При проведении первой вспомогательной линии параллельно правой стороне на расстоянии 150 мм необходимо войти в **Черчение** → **Вспомогательные прямые и Точки** → **Вертикальная прямая** и указать расстояние от выбранного отрезка или фигуры - 250 мм

Примечание расстояние 250 мм получается в следствии того, что указывается координата X, а не расстояние от прямоугольника. (см. рис. 7.21). Можно данную операцию провести с помощью команды **Параллельная прямая** (см. рис. 7.21). В этом случае указывается правая сторона прямоугольника и расстояние от неё (см. рис. 7.22)

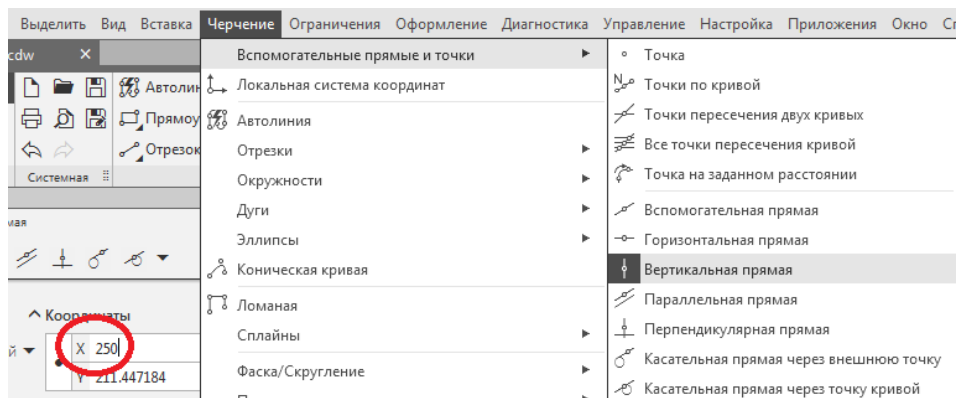


Рисунок 4.21 Вспомогательные прямые

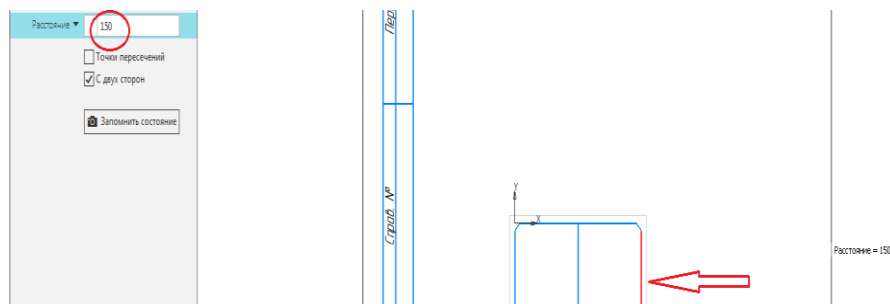


Рисунок 4.22 Выбор параметров вспомогательных прямых

12. Проведите горизонтальную 2-ую вспомогательную прямую через середину прямоугольника.

Для проведения второй вспомогательной линии через середину отрезка необходимо чтобы в установленных привязках был отмечена функция **Середина** см. пункт 9, после чего

выбираем функцию **Черчение** → **Вспомогательная прямая** → **Горизонтальная прямая**, далее подводим курсор мышки к любой из вертикальных сторон прямоугольника и ведем курсором по данной стороне пока не появится обозначение середина. Результаты построения представлены на рис. 7.23.

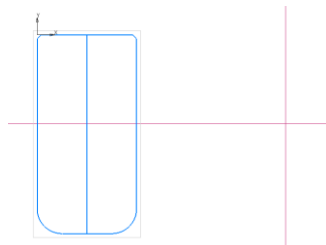


Рисунок 7.23 Результаты построения

13. *Проведите сплошной основной линией окружность радиусом 100 мм с центром в пересечении 1-ой и 2-ой вспомогательных прямых. Выполните команду C осями (команда находится на Панели свойств).*

Для того чтобы центр окружности получился в пересечении 1-ой и 2-ой линии необходимо чтобы в установленных привязках был отмечена функция пересечение. См. пункт 9.

После чего выбираем функцию **Черчение** → **Окружности** → **Окружность**. Далее в левой части выбираем величину диаметра, с осями, тип линии (см рис. 7.24-7.25).

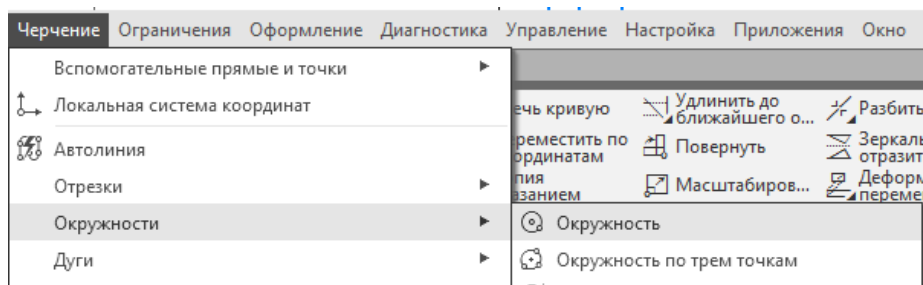


Рисунок 7.24 Построение окружности

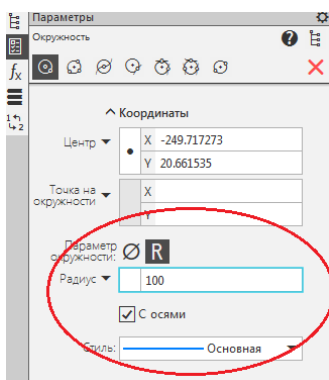


Рисунок 7.25 Выбор параметров окружности

14. Постройте сплошной основной линией вокруг этой окружности описанный правильный шестиугольник и внутри этой окружности вписанный правильный восьмиугольник

В этом случае выбираем **Черчение** → **Многоугольник** (см. рис. 7.26).

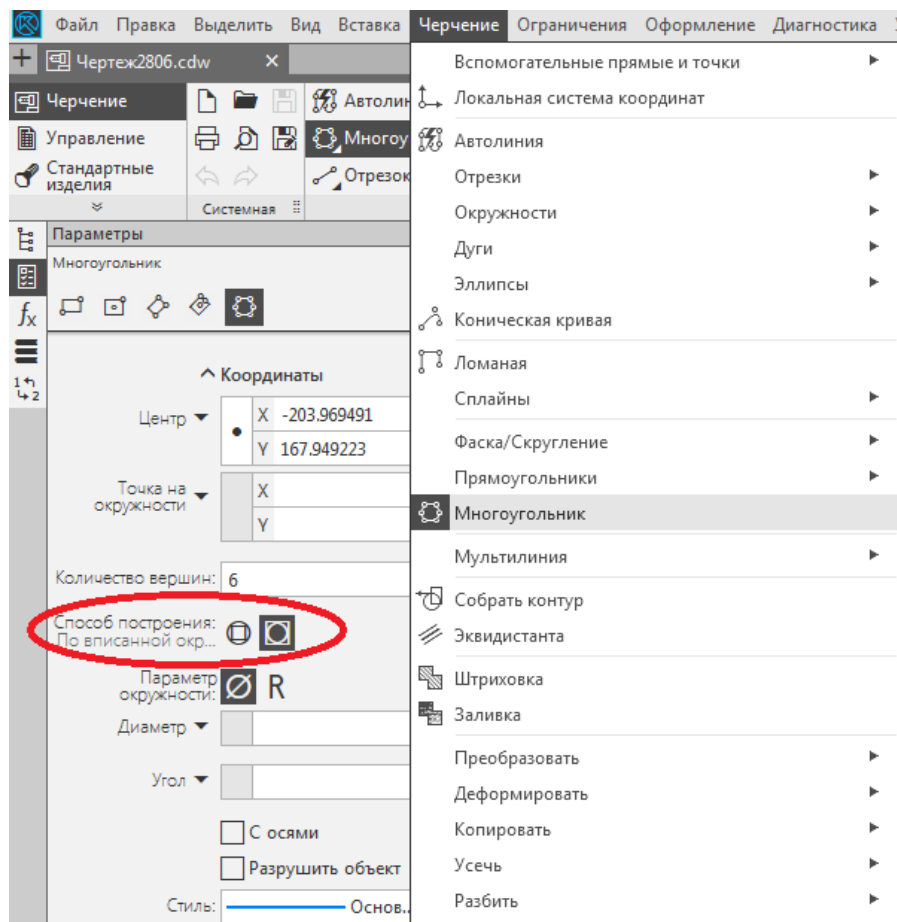


Рисунок 7.26 Построение многоугольника

На панели слева выбираем количество вершин описанный или вписанный многоугольник далее устанавливаем диаметр (в нашем случае 100 мм) курсор в центр окружности (в привязках должна быть установлена функция центр) см. п.9

Все тоже самое повторяем для вписанного многоугольника только изменив параметры на описанный многоугольник.

15. Постройте концентрическую окружность радиусом 50 мм

Построение концентрической окружности радиусом 50 мм см. п. 13. Отличие состоит в том, чтобы выбрать тип окружности без осей в меню «С осями» .

16. Постройте отрезки, являющиеся касательными к этой окружности и проходящие через вершины

Для построения отрезков являющихся касательными к этой окружности и проходящих через вершины шестиугольника необходимо воспользоваться функцией **Черчение** → **Отрезки** → **Касательный отрезок через внешнюю точку**. После чего выделяется окружность, участвующая в построении. Кроме того необходима **Привязка** по функции пересечение (см. рис. 7.27).

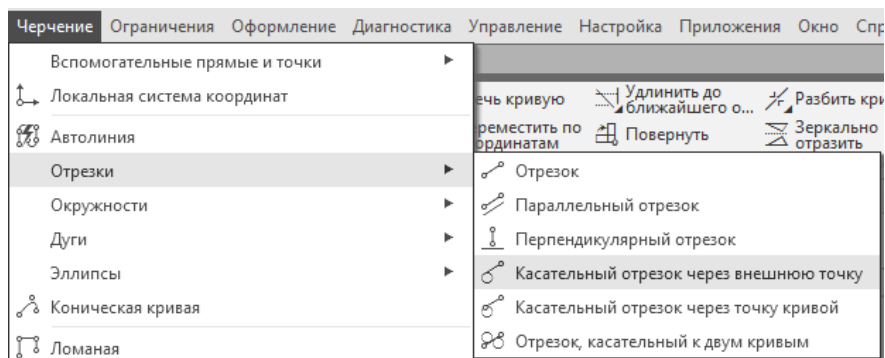


Рисунок 7.27 Касательный отрезок

17. *Проведите параллельно 1-ой вспомогательной прямой другую (3-ью) вспомогательную прямую на расстоянии 250 мм.*

При проведении 3-ей вспомогательной линии параллельной 1-ой на расстоянии 250 мм необходимо воспользоваться **Черчение** → **Вспомогательные прямые** → **Параллельная прямая** (см. рис. 7.28). При этом в нижнем меню необходимо выбрать расстояние 250 мм.

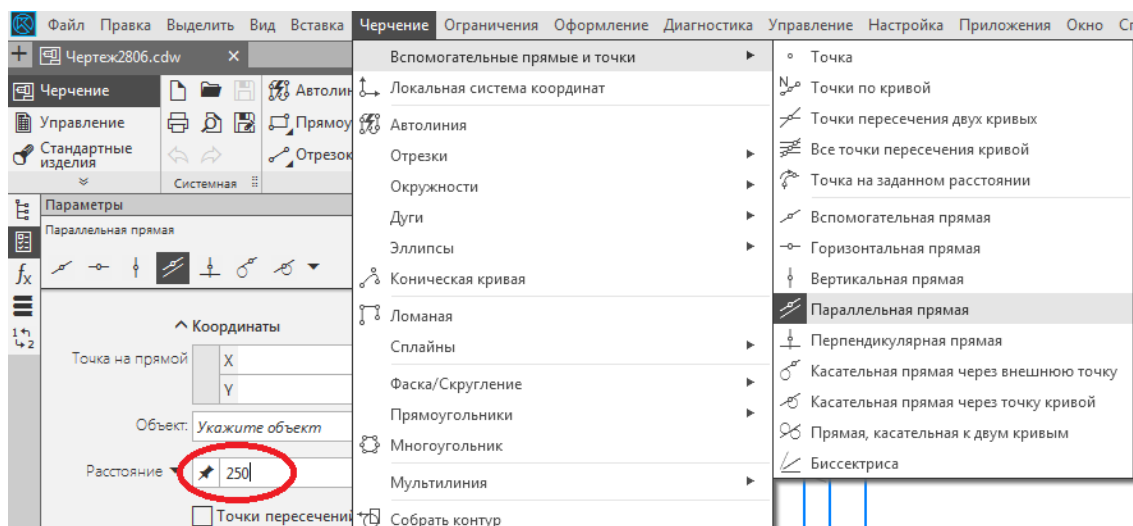


Рисунок 7.28 Параллельные прямые

18. *Проведите две вспомогательных (4-ую и 5-ую) горизонтальных прямых через верхнюю и нижнюю вершину шестиугольника.*


При проведении двух вспомогательных (4-ой и 5-ой) горизонтальных прямых через верхнюю и нижнюю вершину шестиугольника нужно воспользоваться функцией **Привязка** с отметкой пересечение см. п.9 , а затем **Черчение** → **Вспомогательные прямые** →

Горизонтальная прямая. В этом случае после наведения курсора мышки на точку пересечения шестиугольника и получение значка пересечения (см. рис 7.29)



Рисунок 7.29 Привязка пересечение

19. *Вычертите сплошной основной линией эллипс с центром в пересечении 2-ой и 3-ей вспомогательных прямых (большая полуось эллипса **Длина 1** равна расстоянию между 4-ой и 5-ой вспомогательной прямыми, а малая полуось **Длина 2** равна 50 мм). Выполните команду **С осями**.*

Для построения эллипса в точке пересечения 2-ой и 3-ей вспомогательных линий необходимо установить привязку  с функцией пересечения (см. п.9 и п.13). Далее выбираем **Черчение** → **Эллипсы**. Выбираем привязку пересечение и устанавливаем центр эллипса на пересечение 3 и 2 вспомогательных линий. Параметры эллипса вводим в левой части меню см. рис. 7.30.

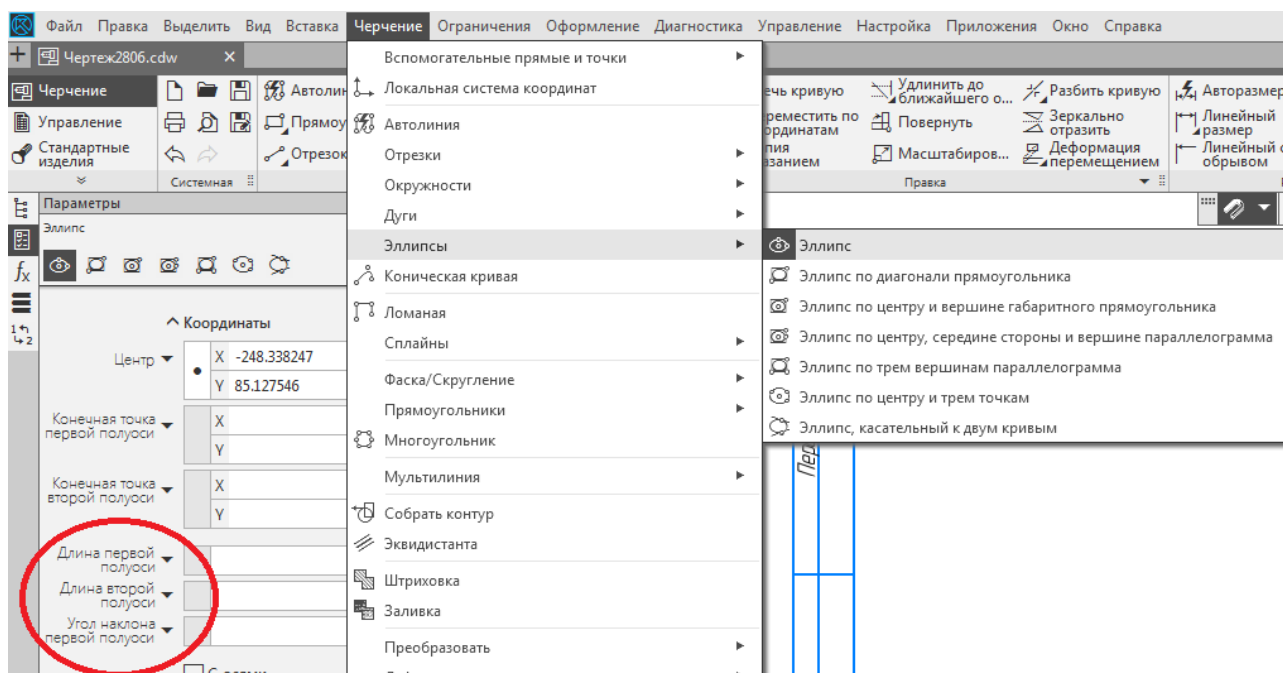


Рисунок 7.30 Создание эллипса

20. *Поделите эллипс на две неравные части волнистой линией (кривой Безье). Стиль линии - линия обрыва.*

Для деления эллипса необходимо выбрать команды **Черчение** → **Сплайн по точкам** → и в нижнем меню выбрать **тип кривой Кривая Безье** (см. рис. 7.31)

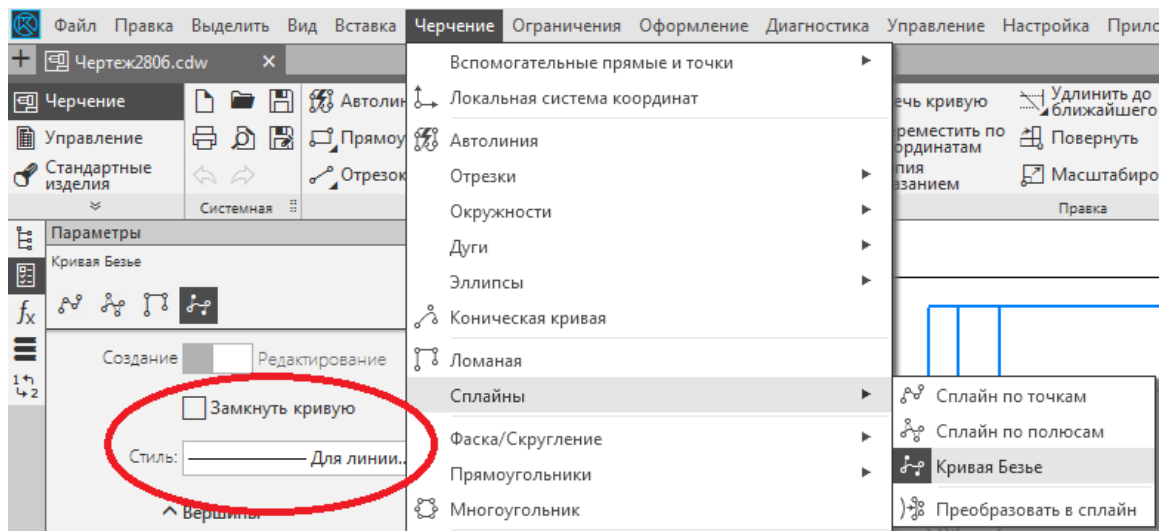


Рисунок 7.31 Кривая Безье

Кроме того в меню необходимо выбрать стиль линии - для линии обрыва и режим – *замкнутая* или *не замкнутая* (в нашем случае незамкнутая) и после этого приступить к построению линии на эллипсе. В этом случае привязка должны быть установлена в режиме – *точка на кривой*.

21. В одной части эллипса выполните штриховку в правую сторону шагом 5 мм, а в другой - в левую сторону шагом 7 мм.

Выполнение штриховки производится в следующей последовательности. **Черчение** → **Штриховка** (см. рис. 7.32). После чего в нижнем меню выбрать стиль, цвет и угол наклона штриховки.

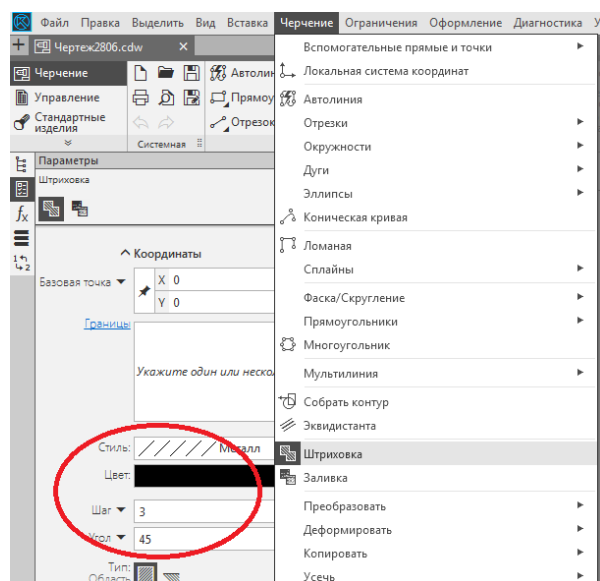


Рисунок 7.32 Штриховка

Для выполнения задания в первом случае штриховка выбирается под углом 45° , а во втором случае под углом -45° . Шаг штриховки 5 и 7 мм выбирается в меню командой «Шаг».

22. Под первой фигурой (прямоугольником с фасками и скруглениями) на линиях проекционной связи при помощи операции **Прямоугольник** вычертите сплошной основной линией квадрат **100 x 100 мм**. Выполните команду **С осями**.

Построение прямоугольника производится в следующей последовательности:

Черчение → **Прямоугольники** см. рис. 7.33

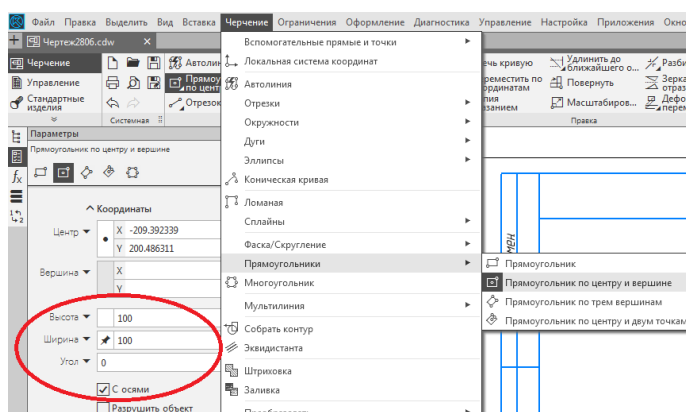


Рисунок 7.33 Создание прямоугольника

Удобнее построить прямоугольник (квадрат) с размерами 100 x 100 мм по команде «прямоугольник по центру и вершине» где вначале отметить центр прямоугольника, а затем указать его размеры - высота и ширина с осями (см. рис. 7.33).

23. Постройте в этом квадрате на каждой его вершине фаски $6 \times 45^{\circ}$.

Построение фасок в вершинах прямоугольника рассмотрено в п.7.

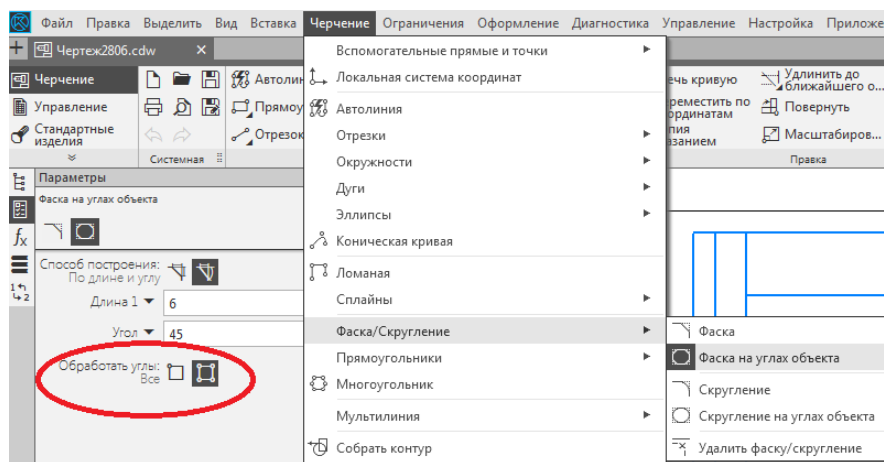


Рисунок 7.34 Создание фасок прямоугольника

В том случае, когда необходимо нанести фаски на углах объекта, не состоящего из отдельных отрезков, а объединенного в единое целое (ломаная, контур и многоугольник), используется команда **Фаска**, где указать Обработать углы **Все** (см. рис. 7.34).

24. В левой части квадрата постройте сплошной основной линией вертикальный отрезок на расстоянии **25 мм** от оси.

Данная операция аналогична построению параллельной вспомогательной прямой (см. п.11). Выбирается операция **Черчение** → **Отрезки** → **Параллельный отрезок** далее указывается какой линии он будет параллелен. После чего производится выбор длины (100 мм) и расстояния (см. рис. 7.35)

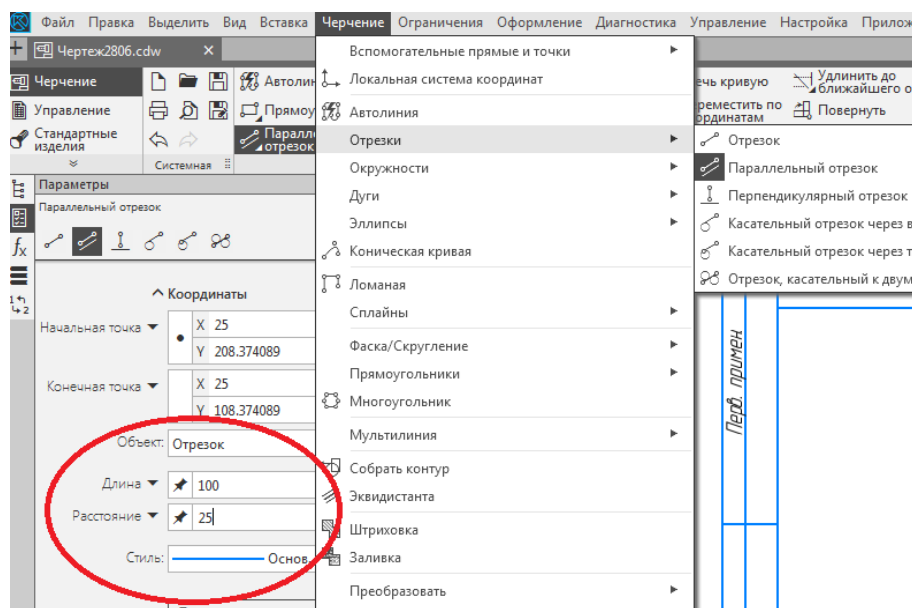


Рисунок 7.35 Параллельный отрезок

25. Левую часть прямоугольника заштрихуйте с шагом 3 мм.

Выполнение штриховки производится в следующей последовательности. **Черчение** → **Штриховка**. После чего в меню необходимо выбрать стиль, цвет и угол наклона штриховки. Здесь следует отметить, что не все типы линий могут служить границей штриховки.

26. Заполните основную надпись

Основная надпись появляется и размещается на чертеже автоматически. Для перехода в режим заполнения основной надписи необходимо выполнить двойной щелчок левой кнопкой мыши в любом месте основной надписи– границы ячеек выделяются штриховыми линиями (см. рис. 7.36).

Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.						1:2
Пров.				Лист	Листов	
Т.контр.						
Н.контр.						
Утв.						

Рисунок 7.36 Основная надпись

В результате всех выполненных работ у Вас получится следующий чертеж (см. рис. 7.37).

КГ. 00.01						
Лист	Масса	Масштаб				
Разраб.			Упражнение 1			
Пров.			Лист	Листов	1	
Т.контр.						
Н.контр.						
Утв.						

Рисунок 7.37 Итоговый чертеж без размеров

8. ЗАДАНИЕ №2 «ПРОСТАНОВКА РАЗМЕРОВ»

Выполнение данного упражнения заключается в простановке размеров и обозначений на уже созданных при выполнении Упражнения № 1 геометрических фигурах в соответствии с прилагаемым чертежом (рис. 7.37). Значения размеров определяются программой.

Простановка размеров может быть сделана 2 способами: или с помощью специальной панели **Размеры** в верхней части экрана (см. рис. 8.1) или в верхнем меню **Оформление** (см. рис. 8.2)

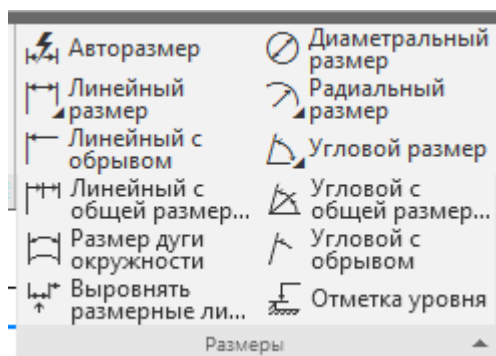


Рисунок 8.1 Панель РАЗМЕРЫ

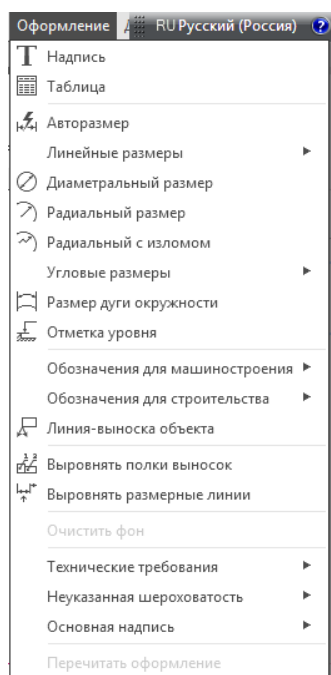


Рисунок 8.2 Меню РАЗМЕРЫ

Размеры должны быть указаны без квалитетов и предельных отклонений.

По умолчанию система автоматически вписывает в размерную надпись значения квалитета и предельных отклонений. При простановке размеров на вашем чертеже эти параметры лишние, поэтому их нужно отключить.

Для этого при вызове размеров необходимо поставить флажок в окне **Допуск** в положение 0 (см. рис.8.3 а)

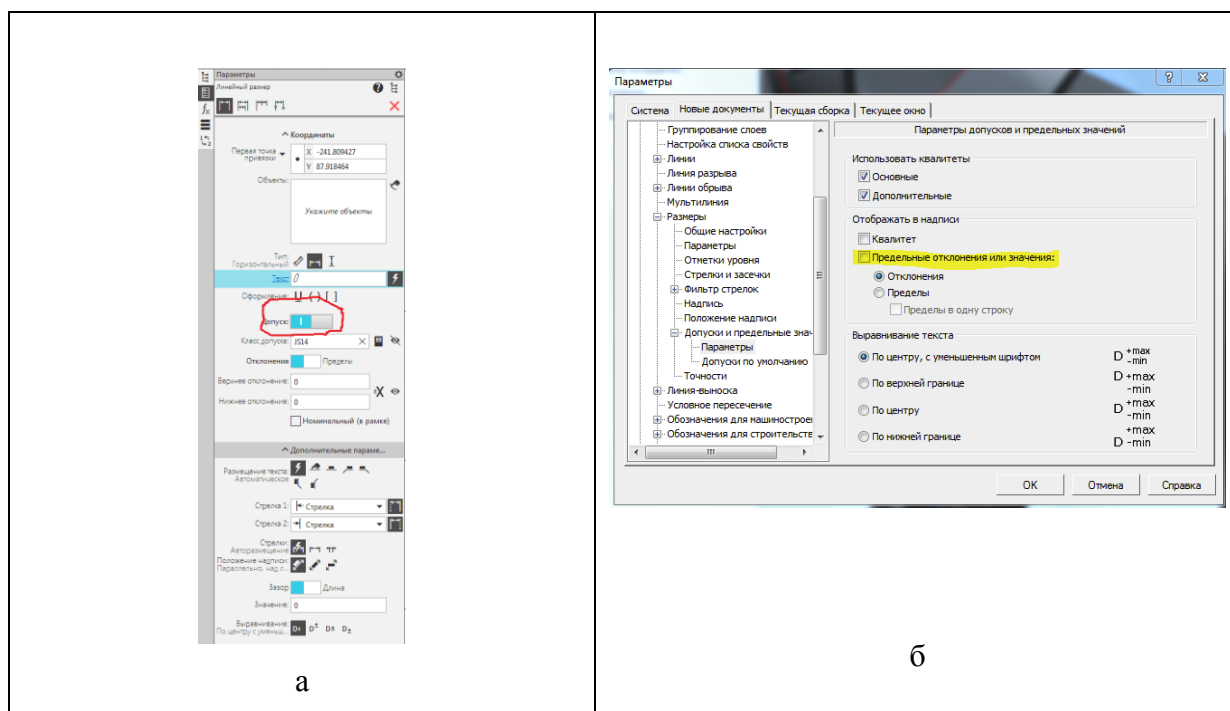


Рисунок 5.3 Настройка размеров

Более рациональным способом отключить эти параметры будет использование меню **Параметры** (см. рис.8.3 б). Для этого в диалоге установите переключатели **Квалитета** и **Отклонения** в выключенное положение. Чтобы сделанные настройки использовались при формировании остальных размерных надписей в текущем сеансе работы, активизируйте опцию **Использовать по умолчанию**.

КОМПАС поддерживает все предусмотренные ЕСКД типы размеров: линейные, диаметральные, угловые и радиальные. Кнопка **Оформление** вызова соответствующих команд расположена на **Инструментальной панели**.

На **Панелях расширенных команд** располагаются различные дополнительные варианты простановки размеров. На рисунке 8.3 а показана **Панель расширенных команд** ввода линейных размеров, которая включает в себя линейный размер, линейные размеры от общей базы, цепной линейный размер, линейный размер с общей выносной линией, размер высоты. Кроме того на данной панели размещены функции параметров оформления размерных и выносных линий.

Кнопки **Радиальный размер** и **Угловой размер** имеют свои **Панели расширенных команд**.

КОМПАС позволяет значительно сократить время на простановку размеров за счет автоматического измерения их значений (см. рис 8.4) при условии точного выполнения

геометрических построений при черчении. Именно поэтому надо быть аккуратным при вводе координат точек отрезков, окружностей, дуг и т.д.

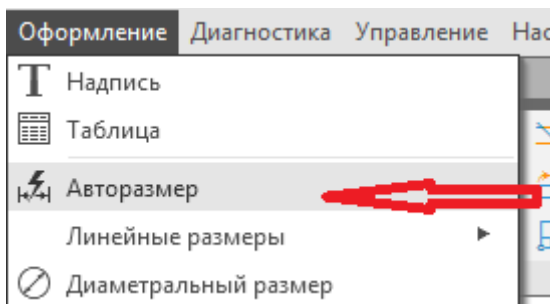


Рисунок 8.4 Авторазмер

Замечание. Если при постановки размера его значение не соответствует ожидаемому (например, значение размера было вычислено как вещественное после запятой, в то время как оно должно быть целым), то необходимо в первую очередь проверить, нет ли ошибок в геометрии и при необходимости исправить их. К тем же последствиям приводят ошибки при вводе характерных точек размеров. В этом случае придется отредактировать сам размер, или удалить его и проставить заново.

Порядок ввода размеров и использование параметров размеров является единым для разных типов – линейный, диаметральный, угловой и т.д. Для простановки размеров нужно воспользоваться соответствующими процедурами (см. рис 8.5)

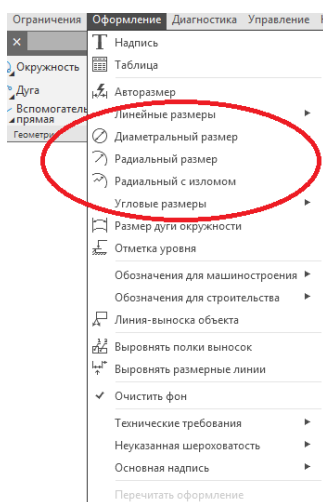


Рисунок 8.5 Выбор типа размеров

В качестве примера рассмотрим постановку линейных размеров. Кнопкой *Линейный размер*, которая появляется после активизации кнопки *Размеры и технологически обозначения* на *Инструментальной панели*. Данная команда позволяет ввести один или несколько линейных размеров. При активизации команды простановки линейных размеров в *Строке параметров* отображаются различные поля и кнопки, с помощью которых можно вводить

характерные точки размера, управлять его ориентацией и содержимым размерной надписи (рис. 8.6).

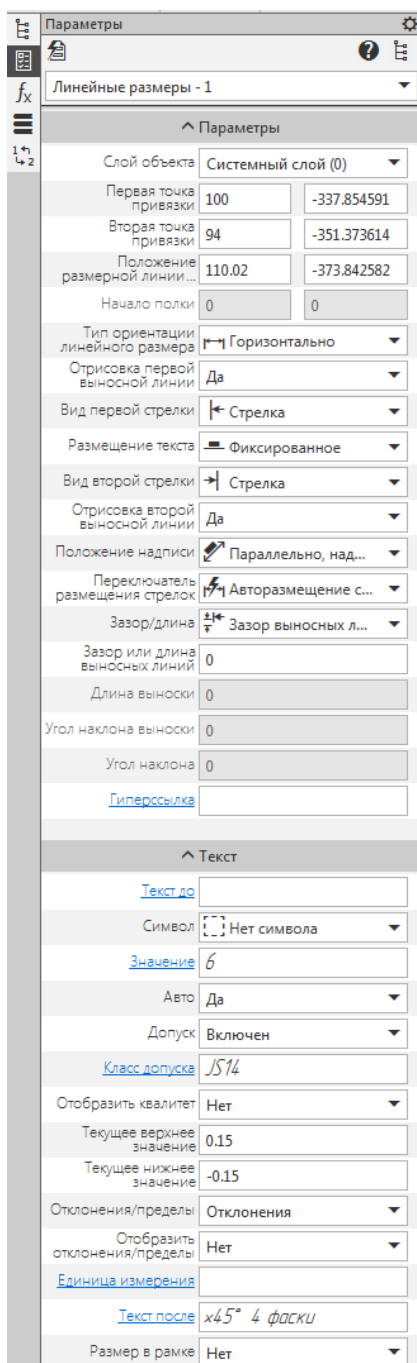


Рисунок 8.6 Линейный размер

Замечания. Если базовые точки принадлежат одному объекту (отрезку или дуге), то удобнее воспользоваться автоматической привязкой размера к граничным точкам геометрического объекта с помощью кнопки **Выбор базового объекта**. Для простановки вертикальных, горизонтальных и наклонных размеров нужно использовать кнопки **Ориентация размерной линии**.

Кроме постановки размеров на чертежах могут присутствовать другие знаки и обозначения. Для установки обозначений на чертеже и сечений служит команда **Обозначения**, которая вызывается **Оформление**→**Обозначения для машиностроения** (см. рис. 8.8)

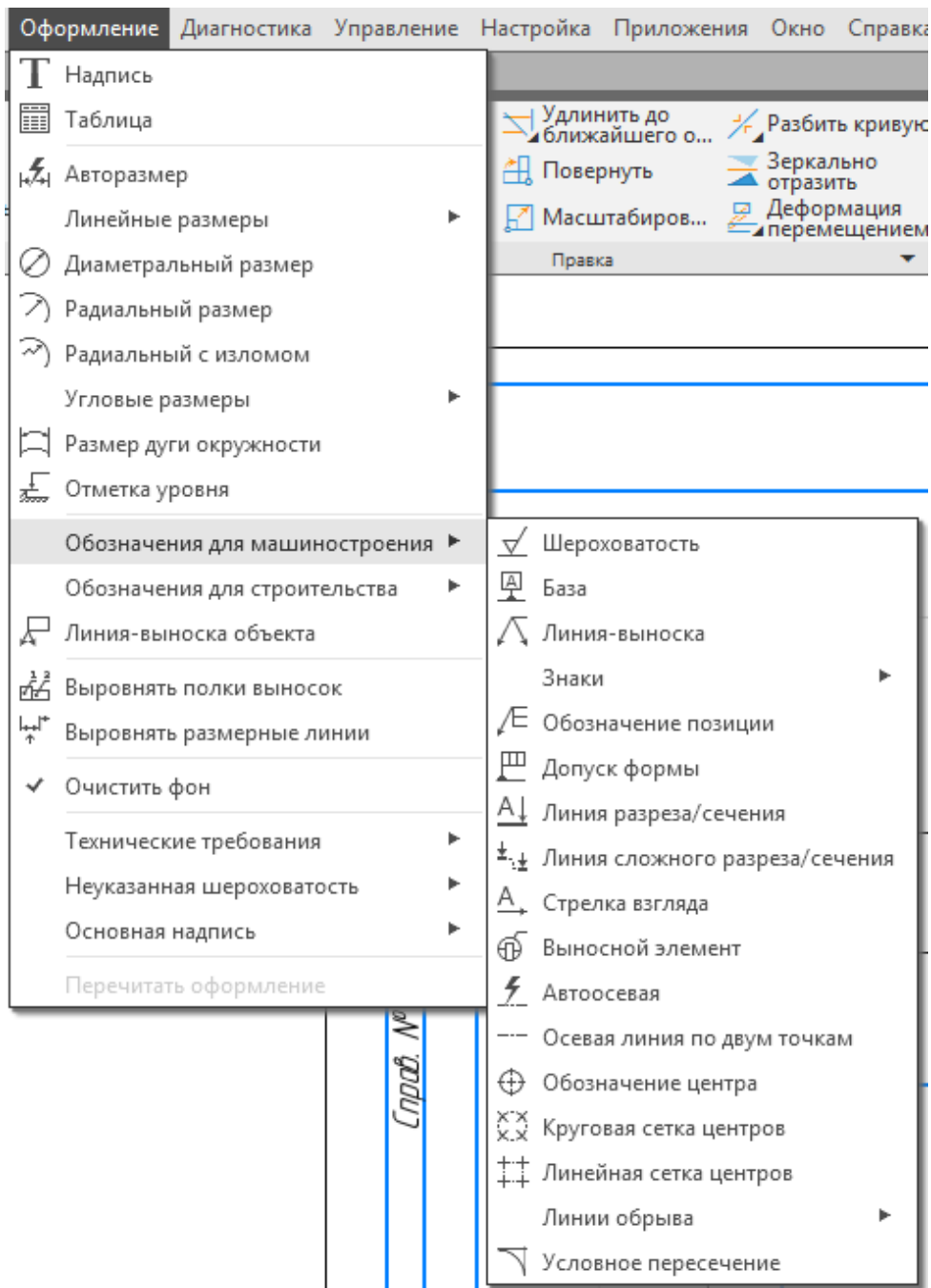


Рисунок 8.8 Обозначения для машиностроения

9. УПРАЖНЕНИЕ №3 «РЕДАКТИРОВАНИЕ, ИЗМЕРЕНИЯ, ВЫДЕЛЕНИЕ»

Пример выполненного Упражнения № 3 «Редактирование, измерения, выделение» приведен на рис. 9.10.

Содержание:

1. **Создайте Чертеж формата А3 горизонтальной ориентации. Создайте вид с масштабом 1:1 и положением начала координат в точке $X=40$ и $Y=100$.**

Выполнение данного задания аналогично заданию №1 п.п 1-4

2. **Вычертите сплошной основной линией квадрат со стороной 100 мм. Выполните команду *С осями*. Начало координат находится в левой нижней вершине квадрата.**

Подобный пример выполнение данного задания приведен в п. 22 задания №1

3. **В центре левой верхней четверти квадрата вычертите сплошной основной линией окружность радиусом 20 мм.**

Выполнение данного задания аналогично п. 1 задания №1. Постройте концентрическую окружность радиусом 20 мм.

4. **С тем же центром сплошной основной линией вычертите квадрат 40 x 40 мм (см. п. 22 задания №1).**

5. **При помощи команды *Усечь* кривую удалить части этого квадрата и окружности.**

Данная команда находится в **Черчение**→**Усечь**→**Усечь кривую** (см. рис. 6.1)

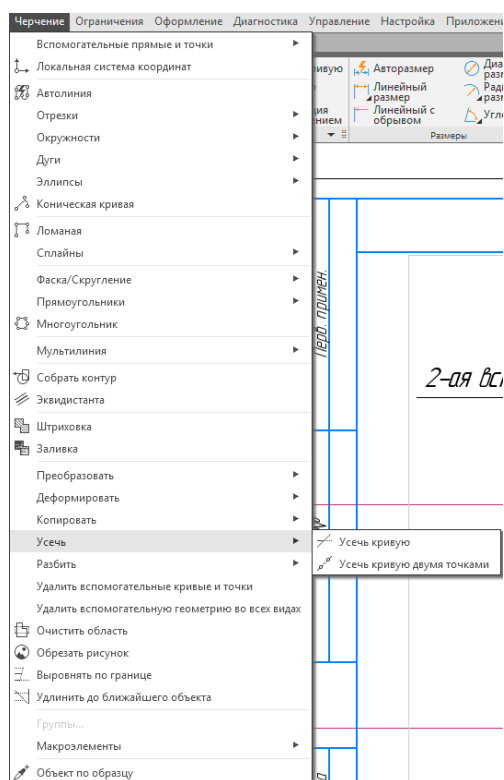


Рисунок 9.1 Усечение линии

6. При помощи команды **Зеркально отобразить** достроить три недостающих фигурных паза. Сначала **Выделить** → **Рамкой**, а потом **Черчение**→**Преобразовать** → **Зеркально отобразить** (см. рис. 9.2).

В этом случае можно выделить просто объект если он состоит из одной фигуры, если данный объект состоит из нескольких линий (например, полуокружности и прямоугольника), то в этом случае - **Выделить** → **Рамкой** – заключить полностью объект в область выделения, а потом производить все дальнейшие преобразования.

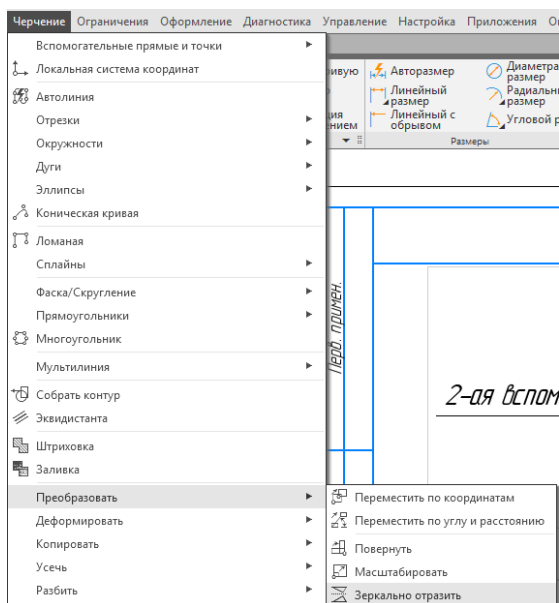


Рисунок 9.2 Зеркальное отображение

Слева на панели (см. рис. 9.3) выбираем базовую точку для оси симметрии (точка t1) и точку куда повернется выделенная фигура (точка t2). Кроме того, можно сделать выбор **Режима** – без оставления исходной фигуры или с оставлением.

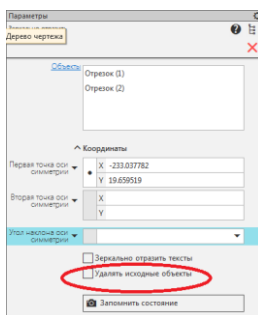


Рисунок 9.3 Удаление исходных объектов

7. При помощи команды **Копировать** построить такое же изображение пластины на расстоянии 20 мм от первого.

Перед копированием объект должен быть выделен на чертеже командой **Выделить**. А затем после команды **Копировать** должна быть указана базовая точка для копирования (т.е. точка на объекте копирования относительно которой будет произведено копирование. В командном меню выбираются параметры копирования. После этого нажатием правой клавиши мыши или **Редактор** → **Вставить** указывается точка для размещения копии (или курсором мышки или по координатам). В этом случае можно воспользоваться местной системой привязок – **Локальная система координат** в сочетании с **Ортогональным черчением** для указания расстояния 20 мм.

8. При помощи команды **Поворот** разверните изображение пластины вокруг ее центра на 90° .

Действия в данном случае аналогичны предыдущему пункту. Перед поворотом объект должен быть выделен на чертеже командой **Выделить** (с выделением объекта). А затем после команды **Поворот** должна быть выделена базовая точка для вращения. В этом случае в нижнем меню (см. рис. 9.4) можно указать угол поворота относительно указанной базовой точки и **Режим** поворота (с оставлением базы и копированием поворачиваемой модели или просто поворот с удалением то, что было ранее).

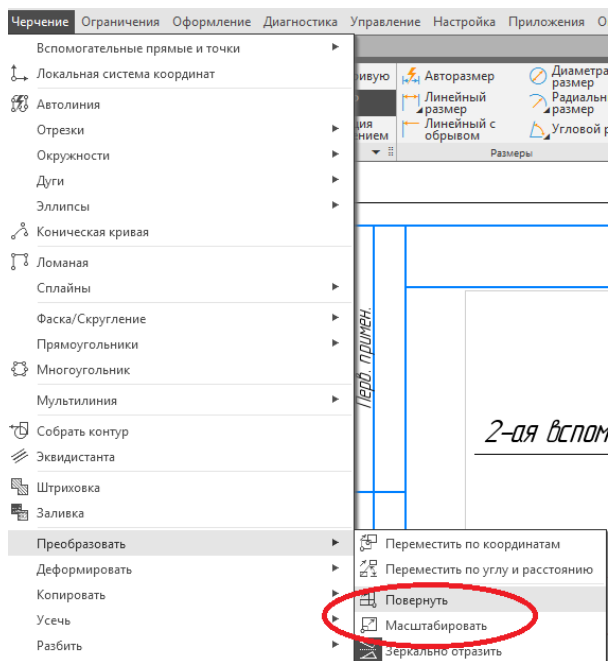


Рисунок 9.4 Режим поворота

9. **Скопируйте** второе изображение пластины на расстоянии 20 мм вправо от него. Все действия аналогичны п. 7.

10. **Масштабируйте** последнее изображение пластины с коэффициентом 0.8. При этом центр изображения поместите в точку с координатами $X=290$ и $Y=50$.

Перед масштабированием объект должен быть выделен на чертеже командой **Выделить**. После команды **Масштабировать** должен быть выбран масштаб и базовая точка от куда будет происходить масштабирование. После этого задается режимом масштабирования – с оставлением исходной модели без масштабирования или нет (см.рис.9.5).

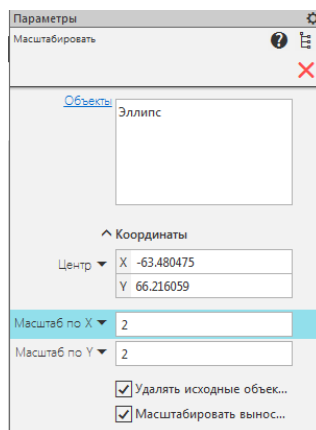


Рисунок 9.5 Масштабировать

11. *Вокруг последнего квадрата постройте **Эквидистанту** (линию равных расстояний от заданного геометрического образа) на расстоянии 10 мм.*

Данная команда находится в меню **Черчение** (см. рис. 9.6).

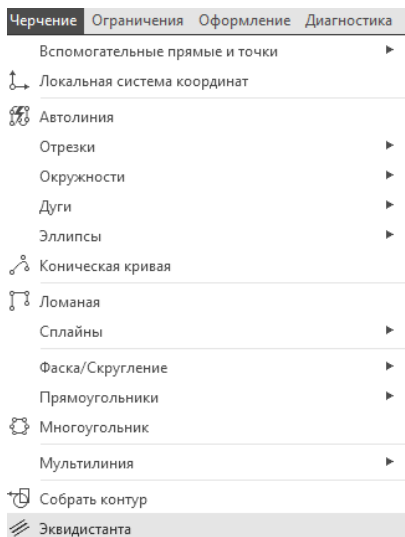


Рисунок 9.6 Эквидистанта

После чего производится выбор параметров построения Эквидистанты (см. рис. 9.7).

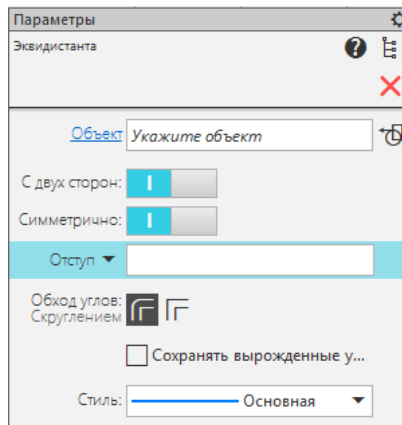


Рисунок 9.7 Параметры Эквидистанты

12. *Сдвиньте* (например, при помощи команды **Деформация сдвигом**) все три изображения вверх на 20 мм.

В данном случае перед выполнением команды **Деформация сдвигом** необходимо произвести выделение, но не одного объекта, как это ранее, а группы объектов с помощью команды **Выделить → Рамкой** (см. рис. 9.8).

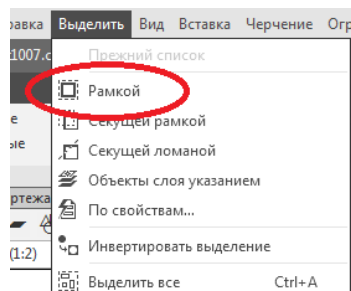



Рисунок 9.8 Выделение объекта РАМКОЙ

13. *Измерьте* суммарную площадь нижнего квадрата.

Команда **Площадь** находится на инструментальной панели Измерения (2d) .

В Главном меню: **Диагностика → Площадь**. Команда "Площадь"  Укажите геометрический объект, площадь которого вам нужно узнать. Также, если последовательно указать несколько объектов в информационном окне, помимо площади каждой фигуры, отображается сумма всех выделенных объектов. Также можно на панели **Диагностика** находятся функции измерения длины, расстояния и т. д. (см. рис. 9.9)

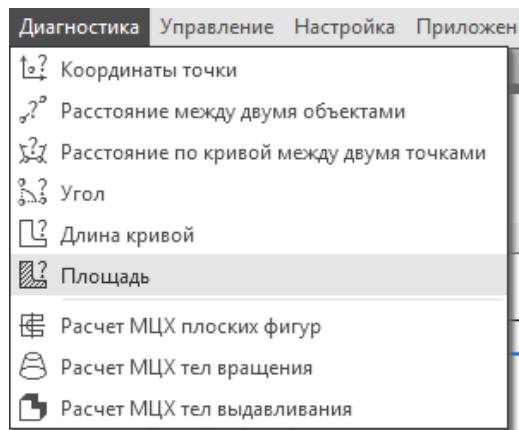


Рисунок 9.9 Вычисление площади фигуры

14. Измерьте периметр большого квадрата. (см. рис. 6.9).

Длина кривой

Чтобы измерить полную длину кривой (длину незамкнутой кривой от начальной до конечной точки или периметр замкнутой кривой), вызовите команду **Длина кривой**. Указывайте кривые, длины которых требуется измерить.

Если кривая состоит из участков нескольких пересекающихся кривых, укажите ее путем обхода по стрелке. Для этого нажмите кнопку **Обход границы** по стрелке. Для измерения длин можно указывать только те кривые, которые расположены в текущем виде.

Чтобы исключить какую-либо кривую из списка, укажите ее повторно. Выделение с этой кривой будет снято, запись о ее длине будет удалена из окна, а сумма длин - вычислена заново.

Расстояние между двумя кривыми

Чтобы определить расстояние между двумя кривыми, вызовите команду **Расстояние между двумя кривыми**. Укажите курсором две кривые. Система определяет кратчайшее расстояние между ними. Возможно измерение только ненулевых расстояний.

Расстояние между точками на кривой

Чтобы измерить длину участка кривой, ограниченного двумя точками, вызовите команду **Расстояние между двумя точками на кривой**. Укажите кривую для измерения расстояния между точками на ней. Затем задайте две точки, ограничивающие измеряемый участок. Если указанные точки не принадлежат выбранной кривой, то положение границ участка будет определяться проекциями указанных точек на кривую. Для точного позиционирования курсора воспользуйтесь привязками. Если выбрана замкнутая кривая, требуется указать также измеряемый участок.

Расстояние между двумя точками

Чтобы определить расстояние между двумя произвольными точками графического документа, вызовите команду **Расстояние между двумя точками**. Задавайте пары точек, расстояние между которыми требуется измерить. Система определяет кратчайшее расстояние между указанными точками (длину соединяющего их отрезка прямой), а также расстояние между точками вдоль осей текущей системы координат.

15. Удалите все вспомогательные построения и заполните основную надпись.

Удаление вспомогательных построений производится с помощью **Редактор** → **Удалить**. В качестве замечания следует отметить, что при невозможности удаления того или иного участка объекта возможно построение дополнительных линий для решения поставленной задачи. После выполнения всех необходимых удалений вспомогательные дополнительные линии так же могут быть удалены.

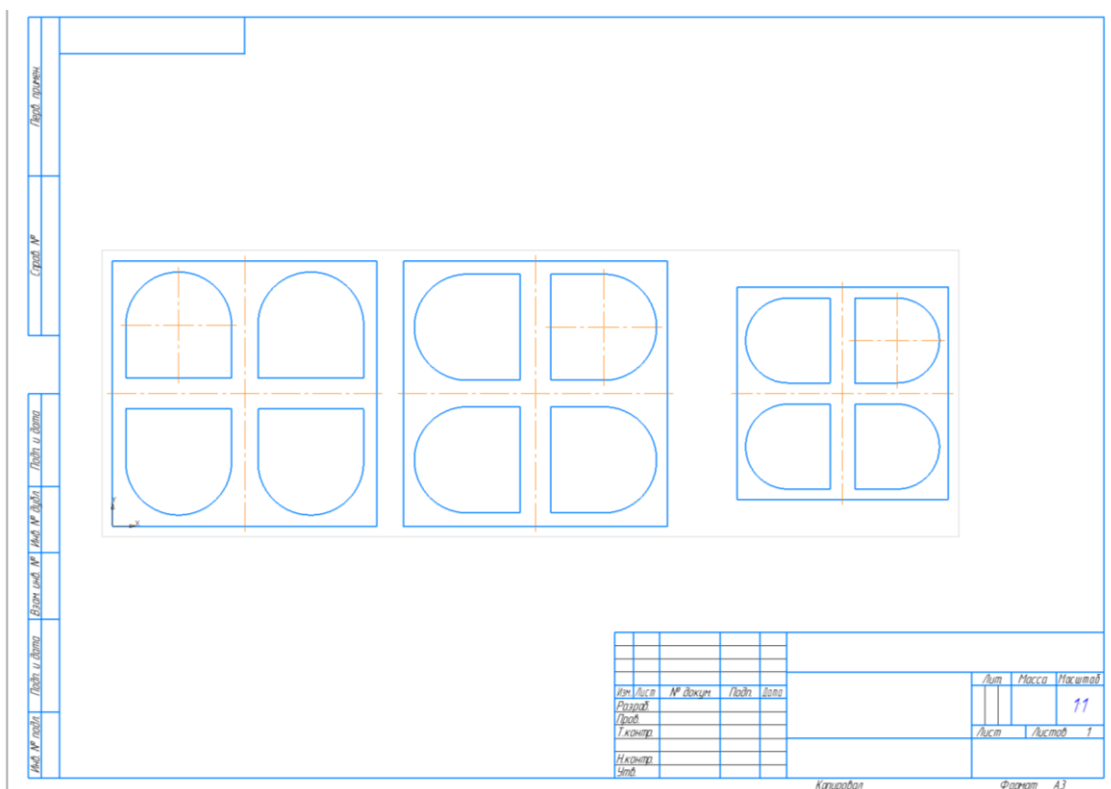


Рисунок 9.10 Итоговый чертеж

10. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Интерфейс системы: Панель свойств, Компактная панель. Настройка интерфейса.
2. Среда черчения, типы документов, единицы измерения линейные и угловые, системы координат.
3. Управление окнами, управление отображениями.
4. Геометрические объекты: точки; вспомогательные прямые; отрезки; окружности; эллипсы; дуги; многоугольники; непрерывный ввод объектов.
5. Фаски, скругления, штриховки.
6. Простановка размеров: линейные; угловые; диаметральные; радиальные, авторазмеры.
7. Редактирование объектов: сдвиг, копирование, деформация со сдвигом и поворотом, использование макроэлементов.
8. Как вывести на экран дополнительную панель?
9. Для чего предназначена панель Специального управления?
10. Чем отличается локальная привязка от глобальной?
12. Как изменить формат документа?
13. Как изменить масштаб документа?
14. Как изменить шаг курсора?
15. Как убрать сетку с графической области?
16. Для чего нужна контекстная панель?
17. Какой формат чертежа используется по умолчанию?
18. Как изменить масштаб?
19. Для чего нужны основные команды клавиатуры?
20. Как быстро скопировать фрагмент чертежа?
21. Для чего нужна Азбука КОМПАС-График?
22. Где можно получить дополнительную информацию по созданию чертежей?
23. Состав продукта КОМПАС V18.
24. Инструментальная область программы.

11. ВЫПОЛНЕНИЕ КОНТРОЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ

11.1 ЗАДАНИЕ № 1 ВЫПОЛНЕНИЕ КОНУСНОСТИ И УКЛОНОВ

СМ. ПРИЛОЖЕНИЕ №1

Известную сложность при построении чертежей деталей составляют такие элементы как уклоны и конусность. Поэтому в данном задании требуется выполнить чертежи двух деталей, образованных поверхностями вращения, имеющих коническое отверстие (деталь типа втулки) и наружный конус (деталь типа вала), а также профиль двутавра или швеллера

При выполнении конусности можно воспользоваться предварительными (черновыми) построениями, как показано на рис. 11.1. Например, если требуется построить коническое отверстие с конусностью 1:15, то можно построить равнобедренный треугольник с основанием 10 мм и высотой 150, тогда его боковые стороны и будут соответствовать контуру отверстия с вышеуказанной конусностью.

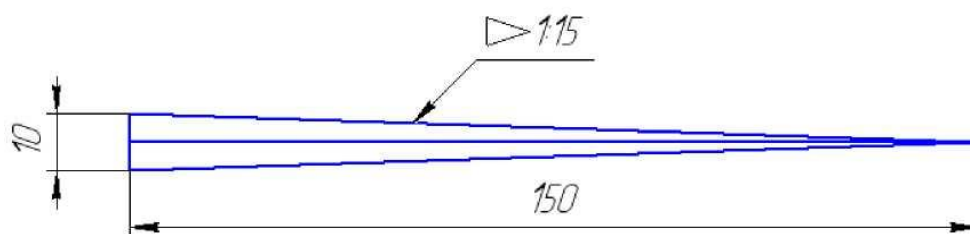


Рисунок. 11.1 Вспомогательные построения для выполнения конического отверстия

Затем боковые стороны равнобедренного треугольника можно скопировать на чертеж втулки и обрезать выступающие концы (см. рис. 11.2).

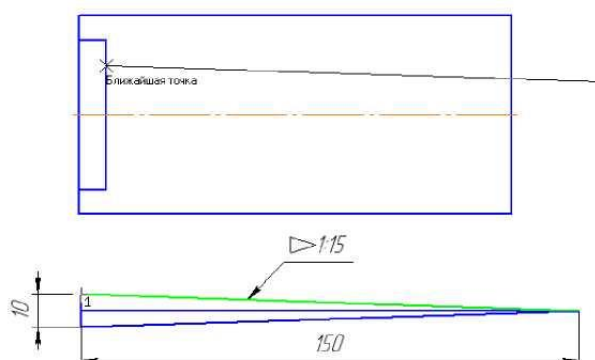


Рисунок.11.2 Построение конического отверстия

Для выполнения уклона при создании профиля двутавра или швеллера также можно воспользоваться вспомогательными построениями (см. рис.11.3). Гипотенуза прямоугольного треугольника и будет линией с уклоном 1:8.

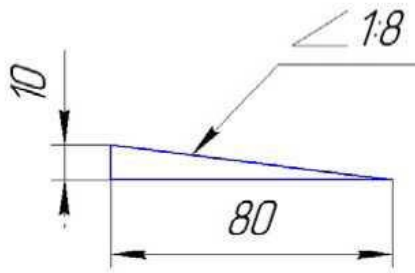


Рисунок. 11.3 Вспомогательные построения для выполнения уклона

Затем можно скопировать гипотенузу построенного вспомогательного треугольника в нужную точку профиля швеллера (или двутавра) и обрезать выступающие концы и продлить недостающие (см. рис. 11.4).

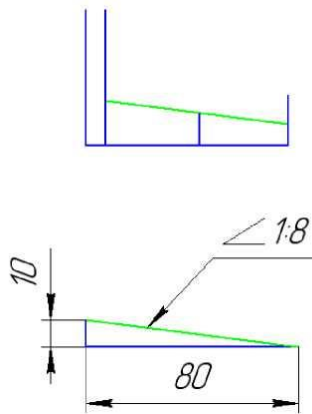


Рисунок.11.4 Построение уклона на профиле швеллера

Задания на выполнение чертежа на построения конусности и уклона приведены в таблице. Требуется выполнить чертежи вышеупомянутых деталей в масштабе 1:1 с простановкой размеров.

Для нанесения обозначений на чертеж уклонов и конусности можно воспользоваться функцией – **Линия выноски** (см. рис. 11.5)

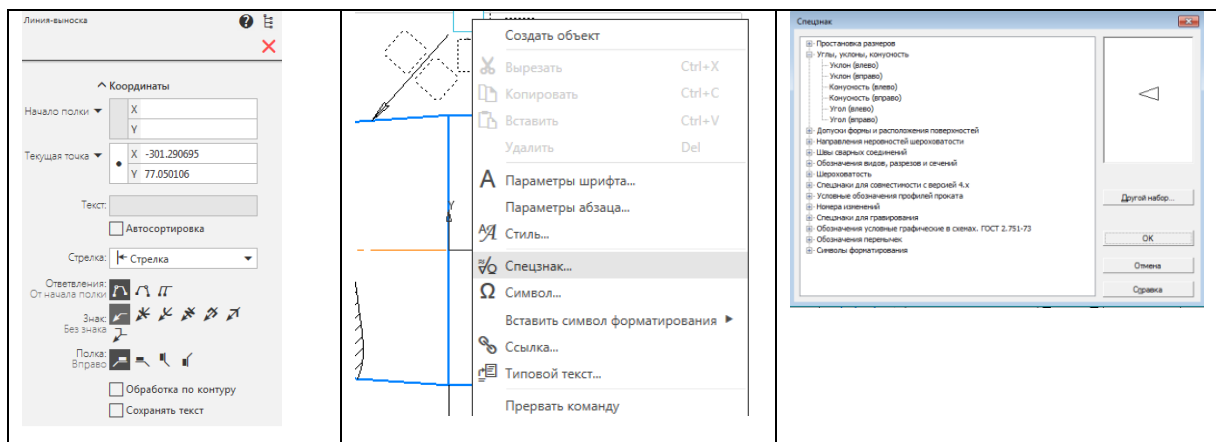


Рисунок.11.5 Обозначения уклонов и конусности

11.2. ЗАДАНИЕ № 2 «ПОСТРОЕНИЕ ЧЕРТЕЖА ДЕТАЛИ»

СМ. ПРИЛОЖЕНИЕ №2

Используя знания, полученные в результате работы в первом, втором и третьем практическом упражнении по: *Теме 1* «Общие сведения о системе «КОМПАС 3D V18.1». Инструментальная панель Геометрия. Инструментальная панель Размеры. Инструментальная панель Обозначение. Заполнение основной надписи», *Теме 2* «Способы простановки размеров», *Теме 3* «Редактирование, измерения, выделение» выполнить построение чертежа детали. Вариант задания выбирается согласно порядковому номеру в академическом журнале группы.

Следует отметить, что в большинстве вариантов присутствуют повторяющиеся отверстия в деталях. Для рационального выполнения этого элемента детали в КОМПАС 2 D необходимо воспользоваться функцией – Копия указанием (см. рис. 11.6)

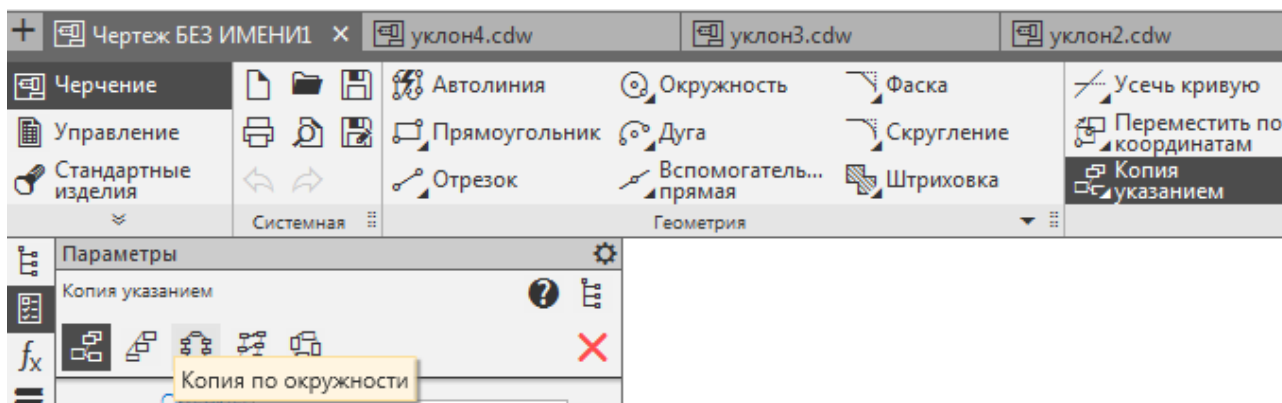


Рисунок.11.6 Копия указанием

После выбора данной процедуры и задания диаметра производится выбор количества копий и свойства размещения (см. рис. 11.7)

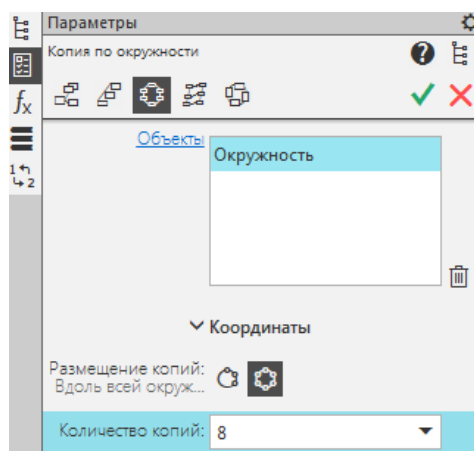


Рисунок.11.7

После чего необходимо указать курсором центр вокруг которого будут созданы копии.

11.3. ЗАДАНИЕ № 3 «МНОГОСТУПЕНЧАТЫЙ ВАЛ И ЕГО СЕЧЕНИЯ»

СМ.м. ПРИЛОЖЕНИЕ №3

Для выполнения задания:

- по аксонометрическому изображению построить главный вид и выполнить два вынесенных и одно наложенное сечения через отверстия (углубления);
- нанести необходимые размеры согласно ГОСТ 2.307-68.

Порядок выполнения:

- на формате А3 построить главное изображение детали **Вал** (из задания);
- построить два вынесенных сечения с различными обозначениями секущей плоскости для данного типа изображения;
- построить одно наложенное сечение;
- нанести размеры согласно правилам нанесения размеров (ГОСТ 2.307-68);
- заполнить основную надпись.

Рассмотрим выполнения данного задания на примере, показанном на рисунке 11.8.

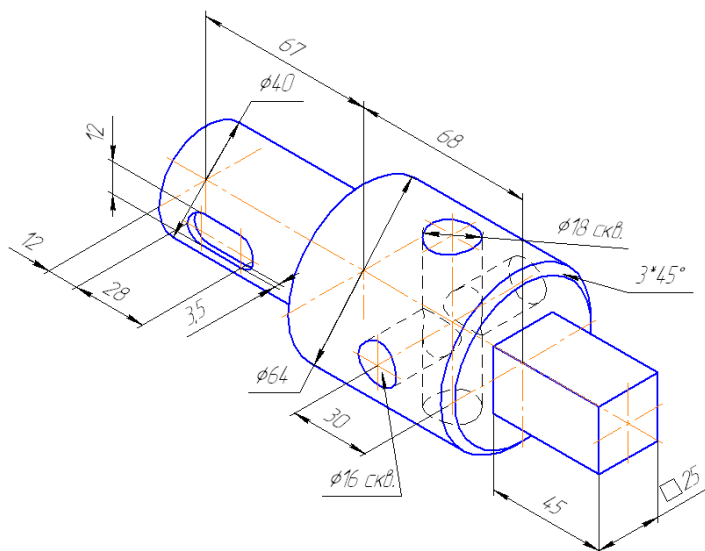


Рисунок 11.8 – Пример контрольной работы

Выберите главное изображение таким, чтобы форма шпоночного паза была понятна и видна (см. рис. 11.9). Постройте его.

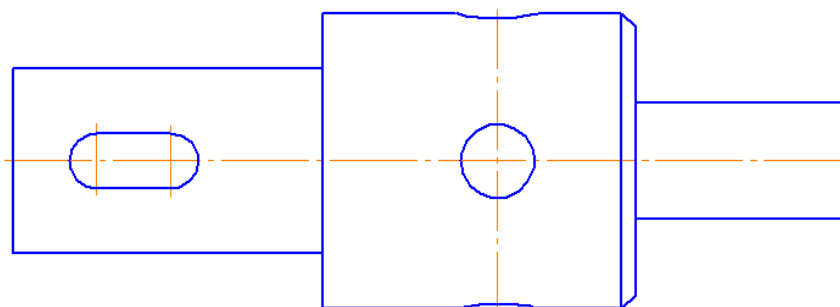


Рисунок 11.9 Главное изображение

Постройте наложенное сечение квадратного сечения участка вала. Помним, что **контур наложенного сечения строится тонкой сплошной линией** (рис. 11.10).

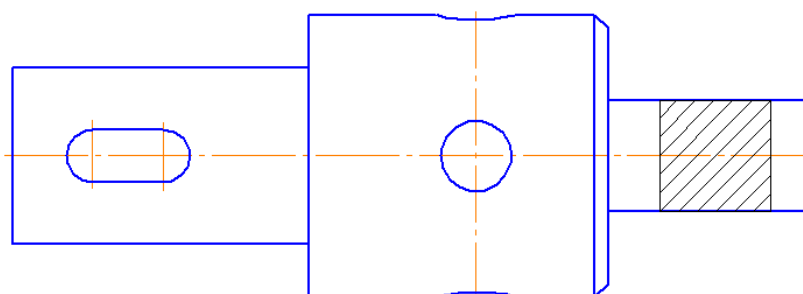


Рисунок 11.10 Наложное сечение

Постройте вынесенное сечение шпоночного паза, используя обозначение положения секущей плоскости как у разреза (рис. 11.11).

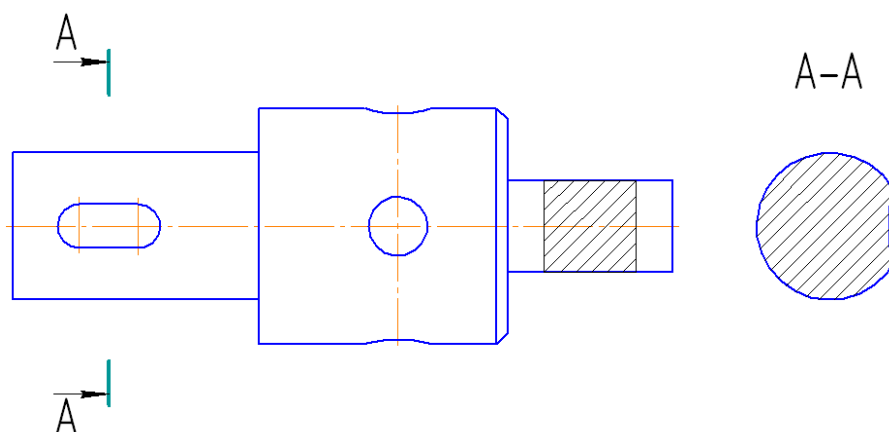


Рисунок 11.11 Добавление вынесенного сечения шпоночного паза

Постройте вынесенное сечение пересекающихся отверстий, обозначая положение секущей плоскости штрих-пунктирной линией (рис. 11.12).

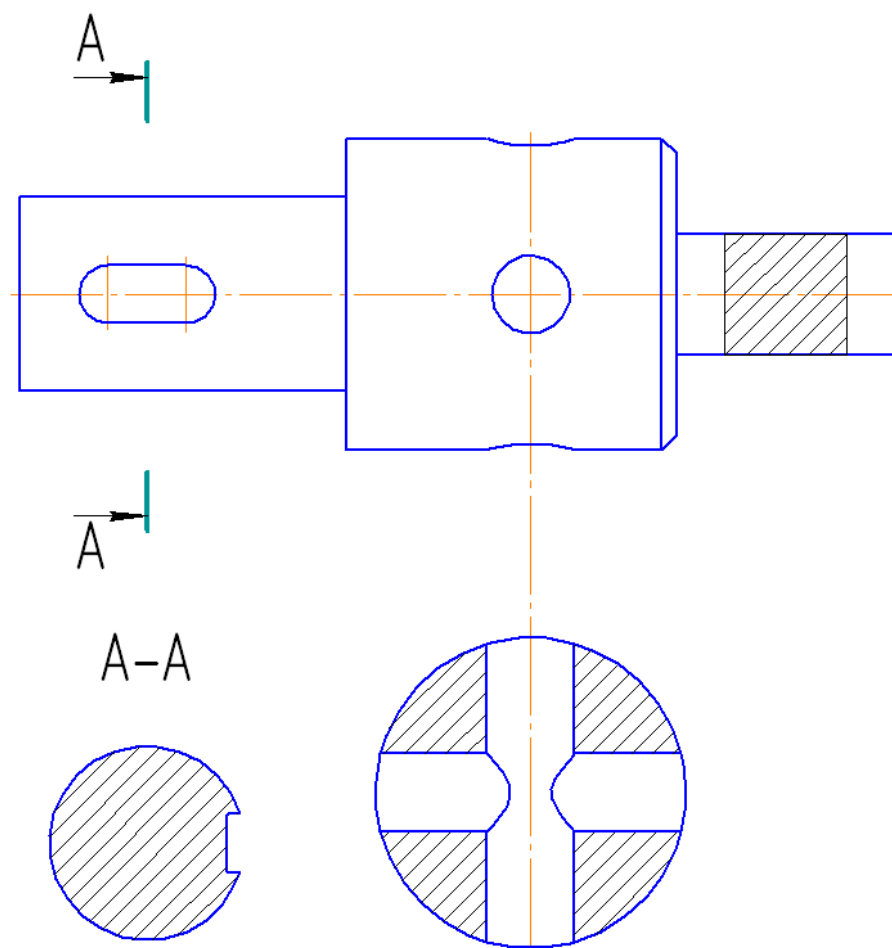


Рисунок 11.12 Добавление вынесенного сечения сквозных отверстий

Нарисуйте недостающие осевые линии.

Проставьте размеры согласно ГОСТ 2.307-68.

Не забывайте о правиле группировки размеров!

Заполните основную надпись.

Пример выполнения данного задания приведен на рисунке 11.13.

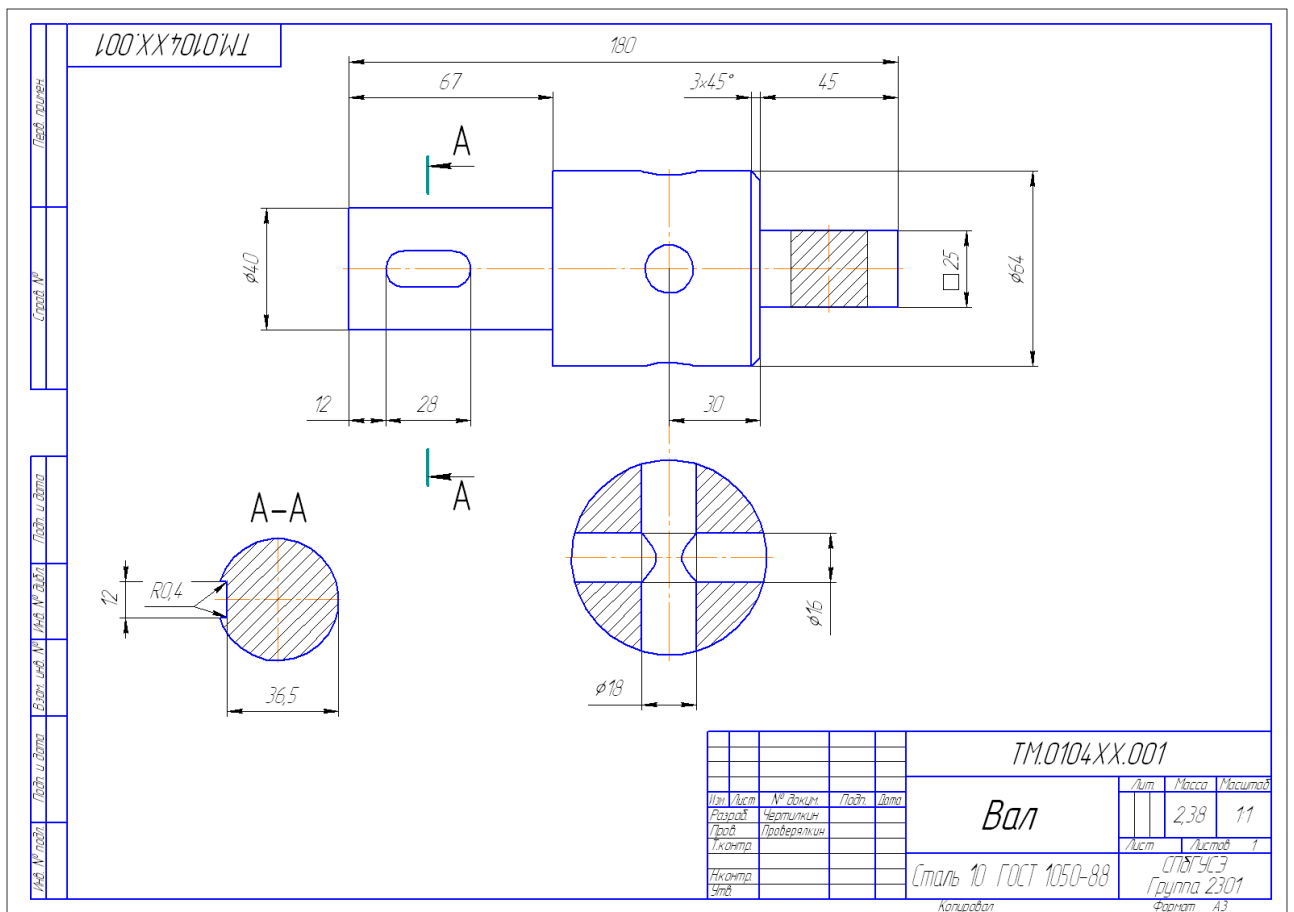


Рисунок 11.13 Пример выполнения «Построение сечений многоступенчатого вала»

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблица 1 П1. Варианты заданий чертежа «Конусность»

Вариант	1	3	5	7	9	11
Конусность	1:10	1:12	1:15	1:18	1:20	1:25

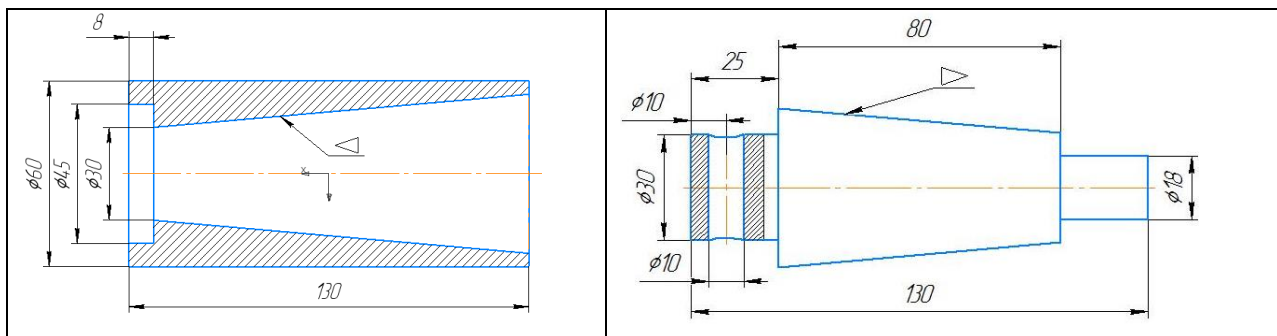


Рисунок 1 П1. Конусность

Таблица 2 П1. Варианты заданий чертежа «Конусность»

Вариант	2	4	6	8	10	12
Конусность	1:10	1:12	1:15	1:18	1:20	1:25

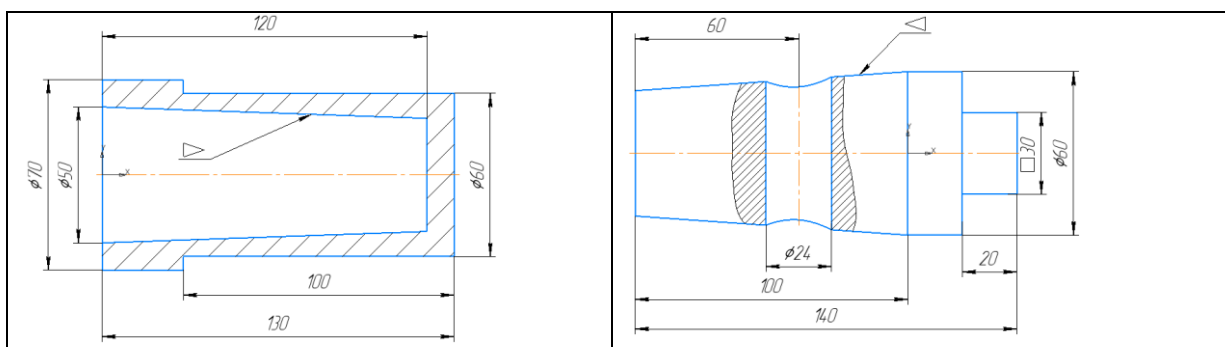


Рисунок 2 П1 Конусность

Таблица 3 П1. Варианты заданий чертежа «Уклоны»

Вариант	№ Двутавра, швелера	Высота балки h	Ширина полки b	Толщина стенки d	Средняя толщина полки t	Радиус закругления R	Радиус закругления r
1	14	140	73	4,9	7,5	8,0	3,0
2	5	50	32	4,4	7,0	6,0	2,5
3	16	160	81	5,0	7,8	8,5	3,5
4	6,5	65	36	4,4	7,2	6,0	2,5
5	1S	180	90	5,1	8,1	9,0	3,5
6	8	80	40	4,5	7,4	6,5	2,5
7	20	200	100	5,2	8,4	9,5	4,0
8	10	100	46	4,5	7,6	7,0	3,0
9	30	300	135	6,5	10,2	12,0	5,0
10	14	140	58	4,9	8,1	8,0	3,0
11	33	330	140	7,0	11,2	13,0	5,0
12	16	160	64	5,0	8,4	8,5	3,5

ВНИМАНИЕ !!!!!!!ПРИМЕЧАНИЕ: НЕЧЕТНЫЕ НОМЕРА – ДВУТАВР, ЧЕТНЫЕ ШВЕЛЕР

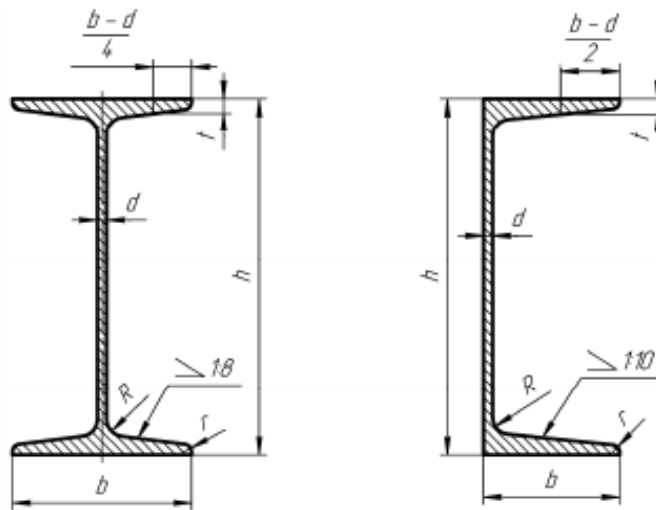


Рисунок 3 П1 Прокатный профиль

Построение сечения шахтного спецпрофиля типа СВП

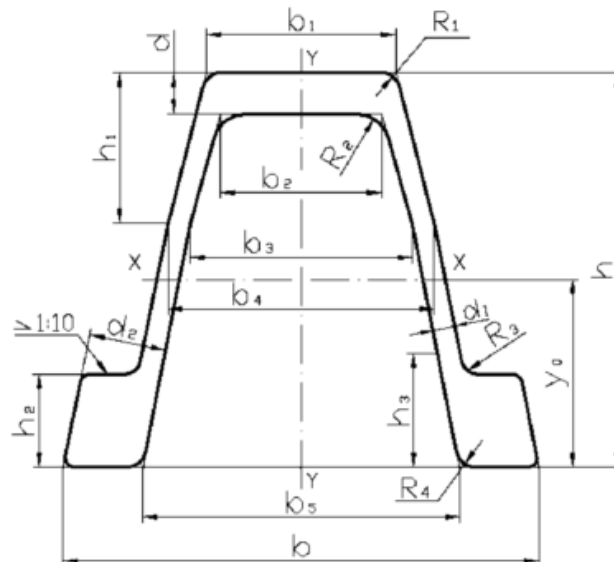
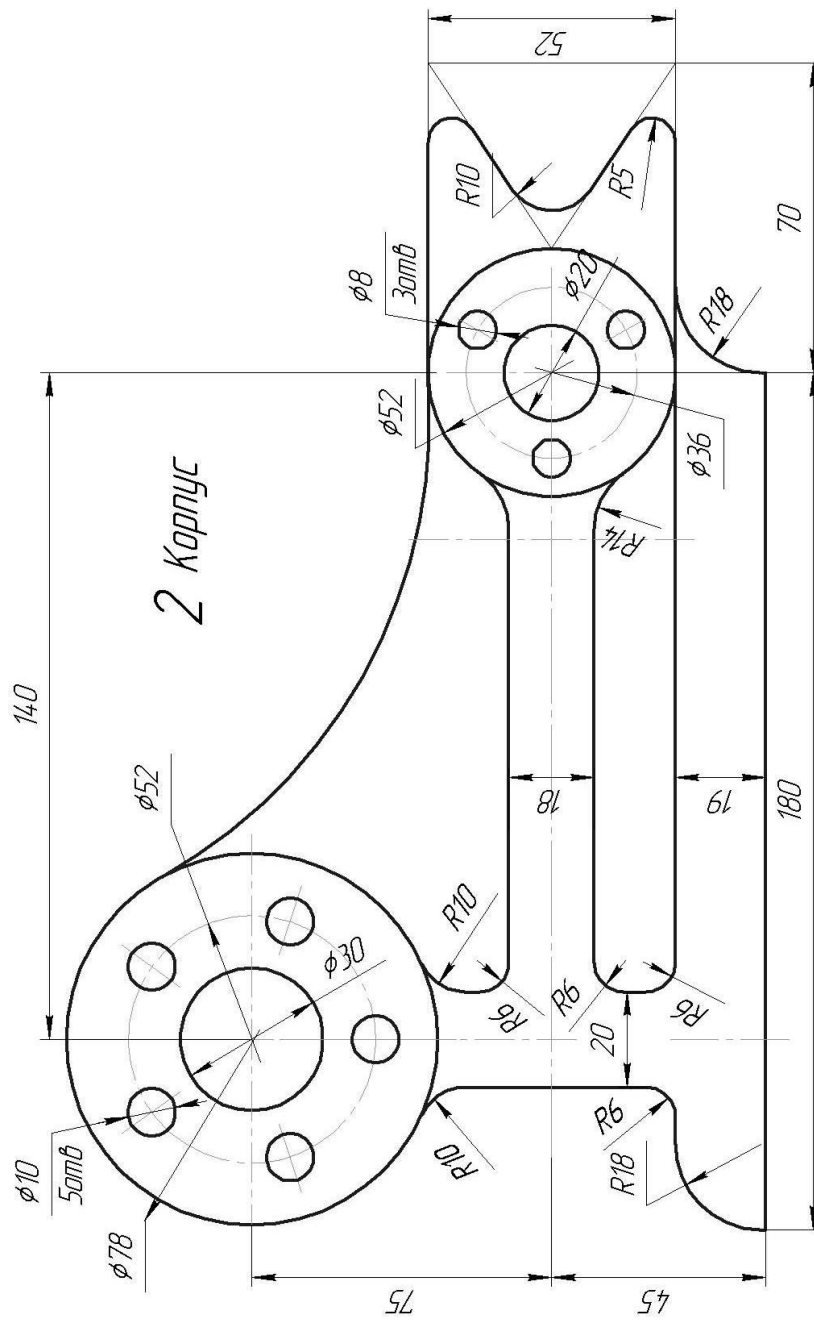
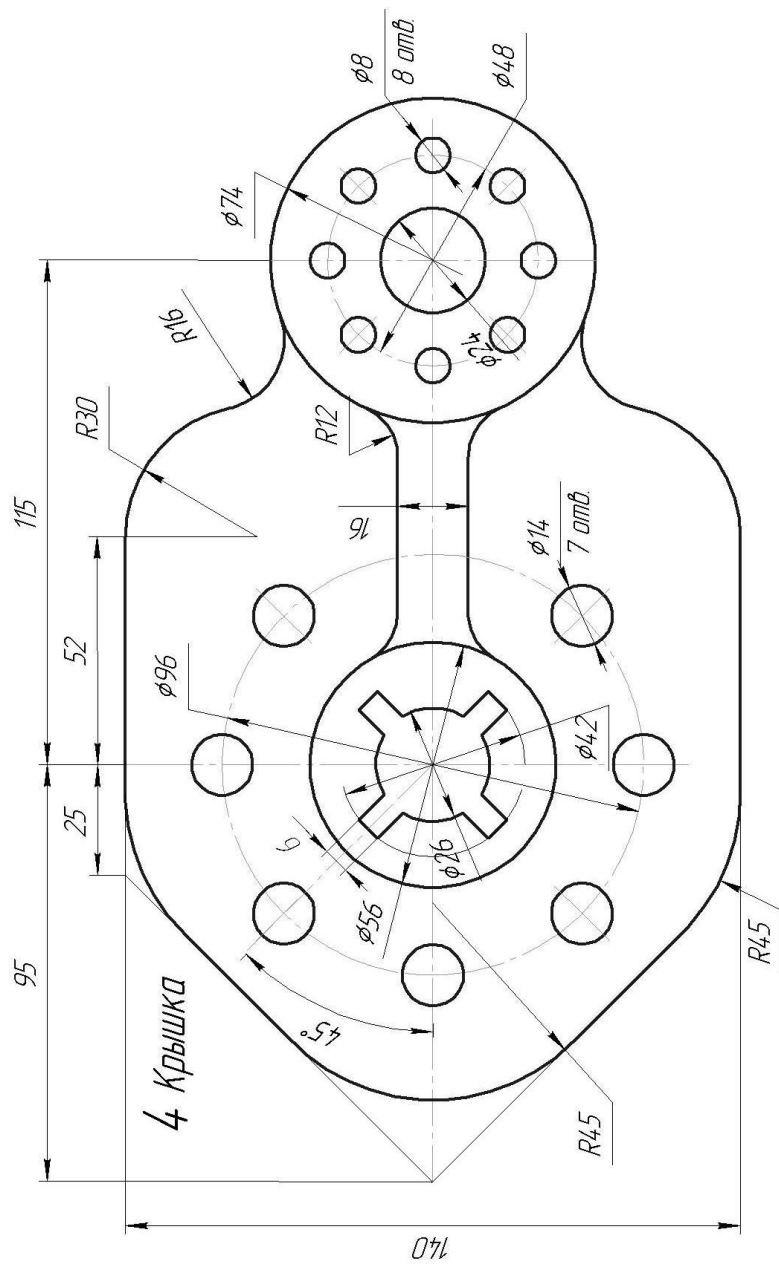


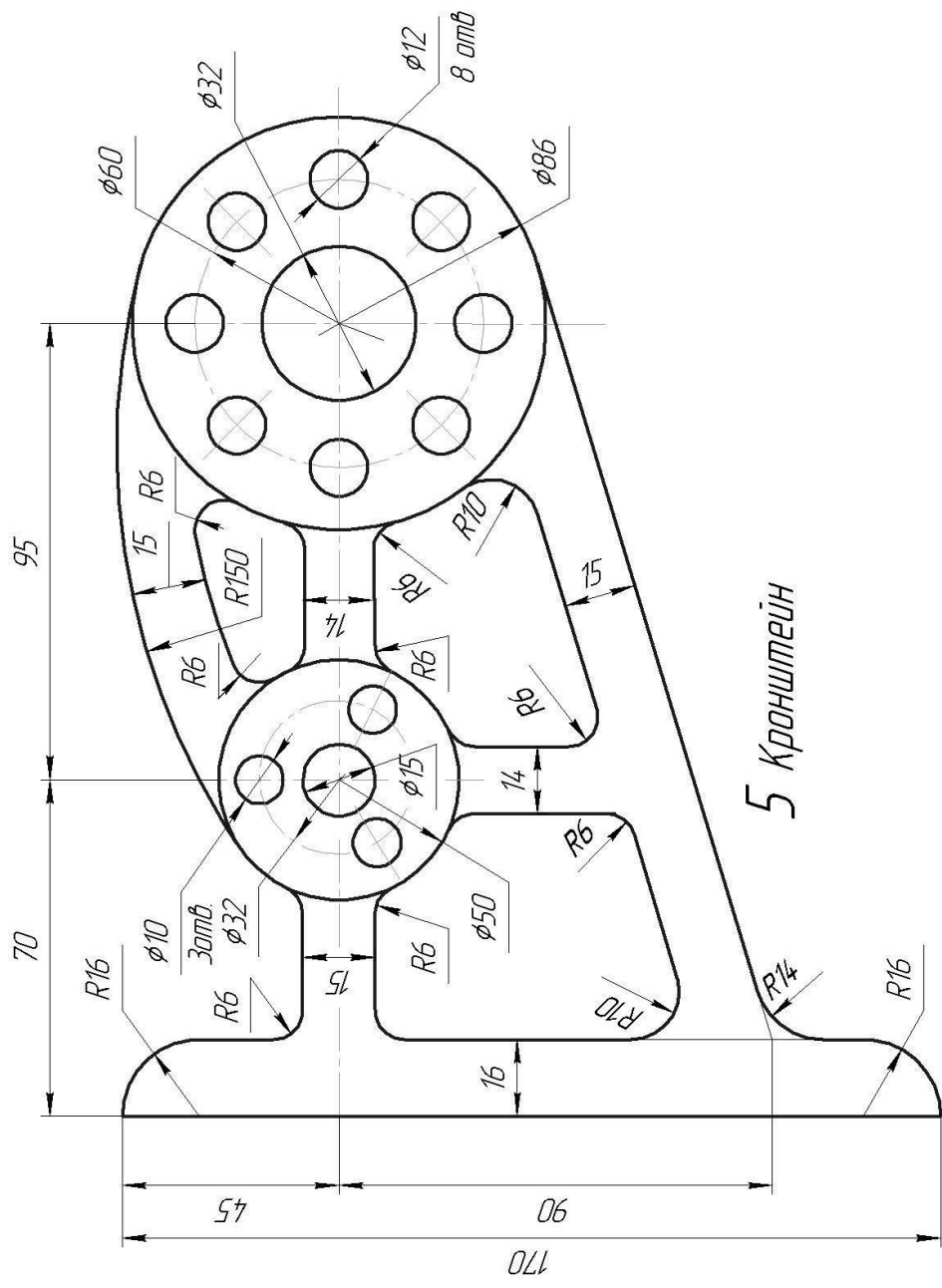
Рисунок 4 П1 СВП

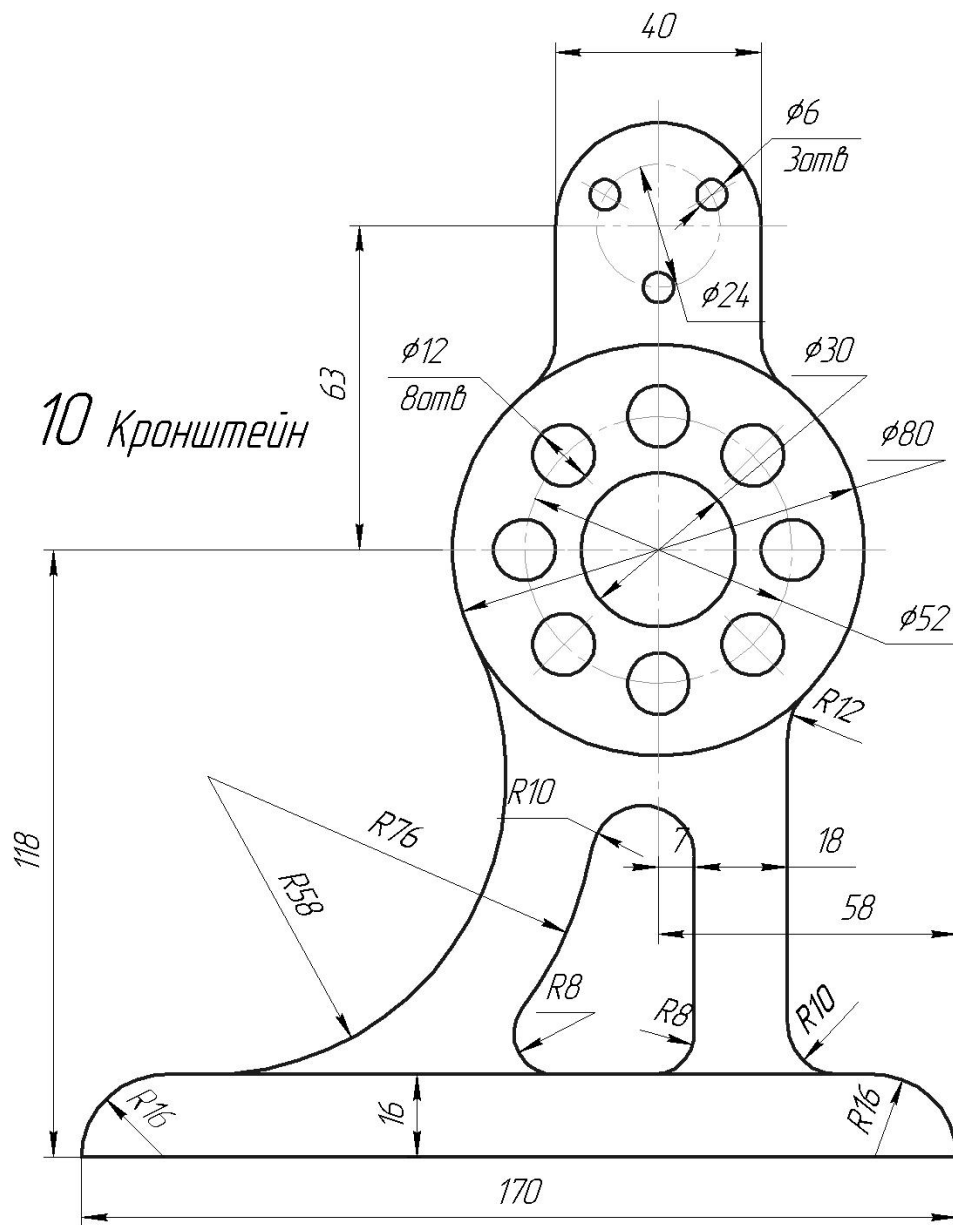
ТАБЛИЦА 4 П1 Размеры СВП

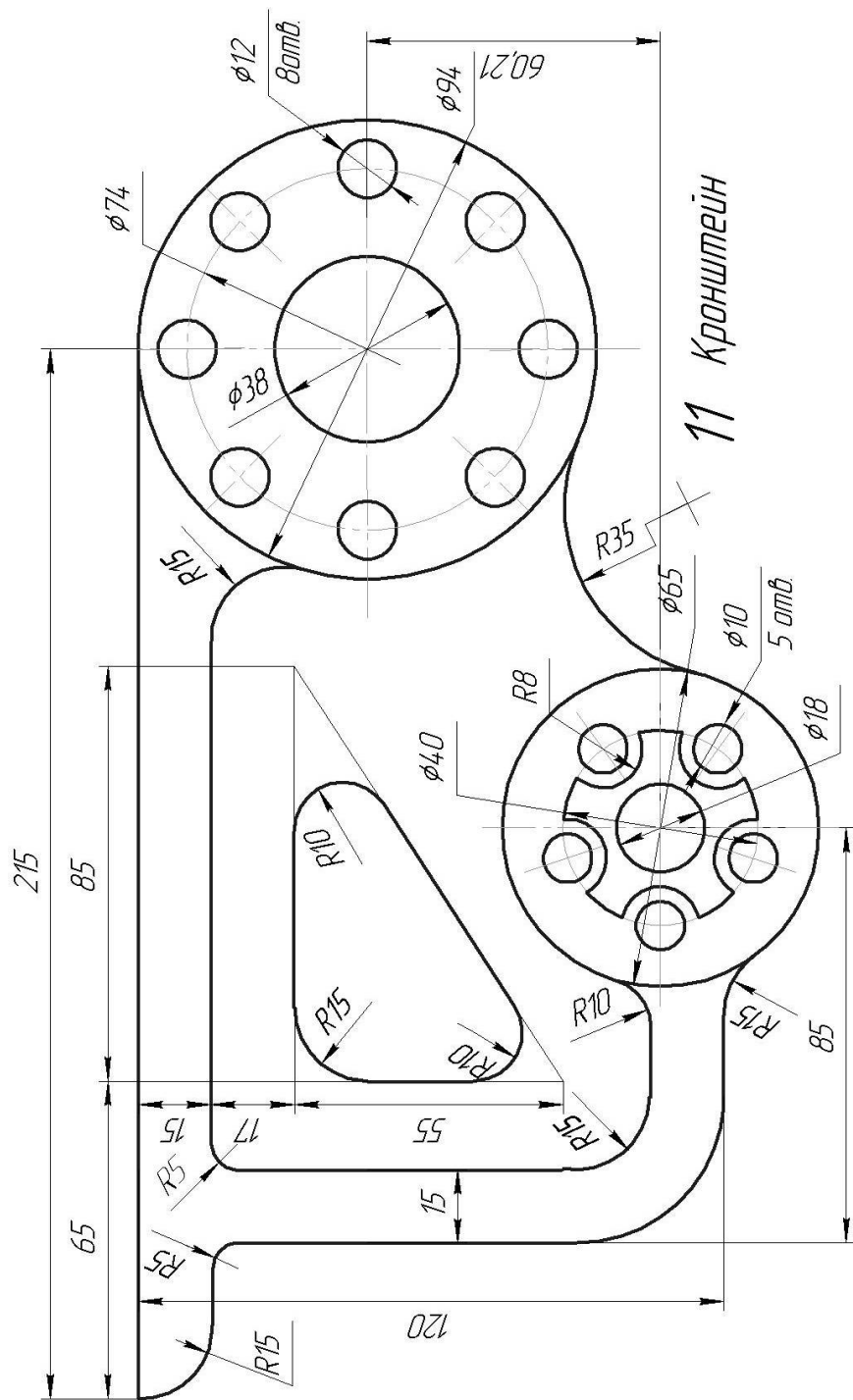
Номер варианта (сортамент)	h	h1	h2	h3	b	b1,	b2	b3	b4	b5	d	d1	d2	R1	R2	R3	R4	y0	Площадь сечения, см ²
13 (СВП 14)	88,0	42,0	21,0	26,0	121,0	55,0	46,5	67,2	78,0	84,4	7,8	5,4	18,0	6,0	7,0	5,0	6,0	42,7	18,7
14 (СВП 17)	94,0	45,5	23,0	28,0	131,5	60,0	51,0	73,4	84,6	91,5	8,5	5,7	19,7	6,0	7,0	5,0	6,0	45,6	21,73
15 (СВП 19)	102,0	44,0	24,0	29,0	136,0	60,0	51,0	71,5	83,5	94,0	9,5	6,0	20,6	6,0	8,0	5,0	6,0	49,3	24,44
16 (СВП 22)	110,0	44,0	25,5	30,5	145,5	60,0	51,5	71,0	83,5	99,5	11,0	6,2	22,5	6,0	8,0	5,0	6,0	52,7	27,91
17 (СВП 27)	123,0	47,0	29,0	34,0	149,5	59,5	50,6	69,5	83,5	99,5	13,0	7,1	24,5	6,0	10,0	5,0	6,0	58,5	34,37
18 (СВП 33)	137,0	50,0	32,0	38,0	166,0	66,0	56,0	76,0	91,5	110,0	14,5	7,9	27,5	6,0	11,0	6,0	7,0	64,8	42,53

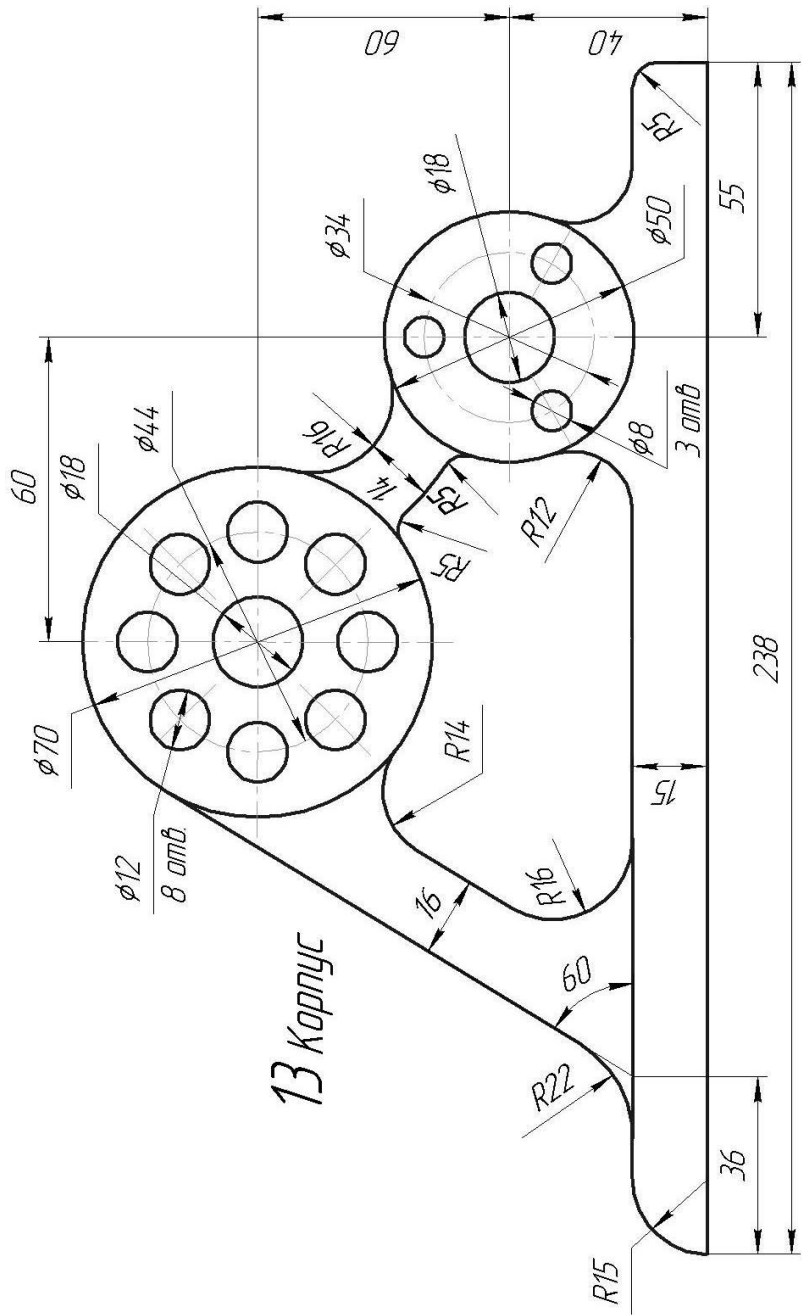


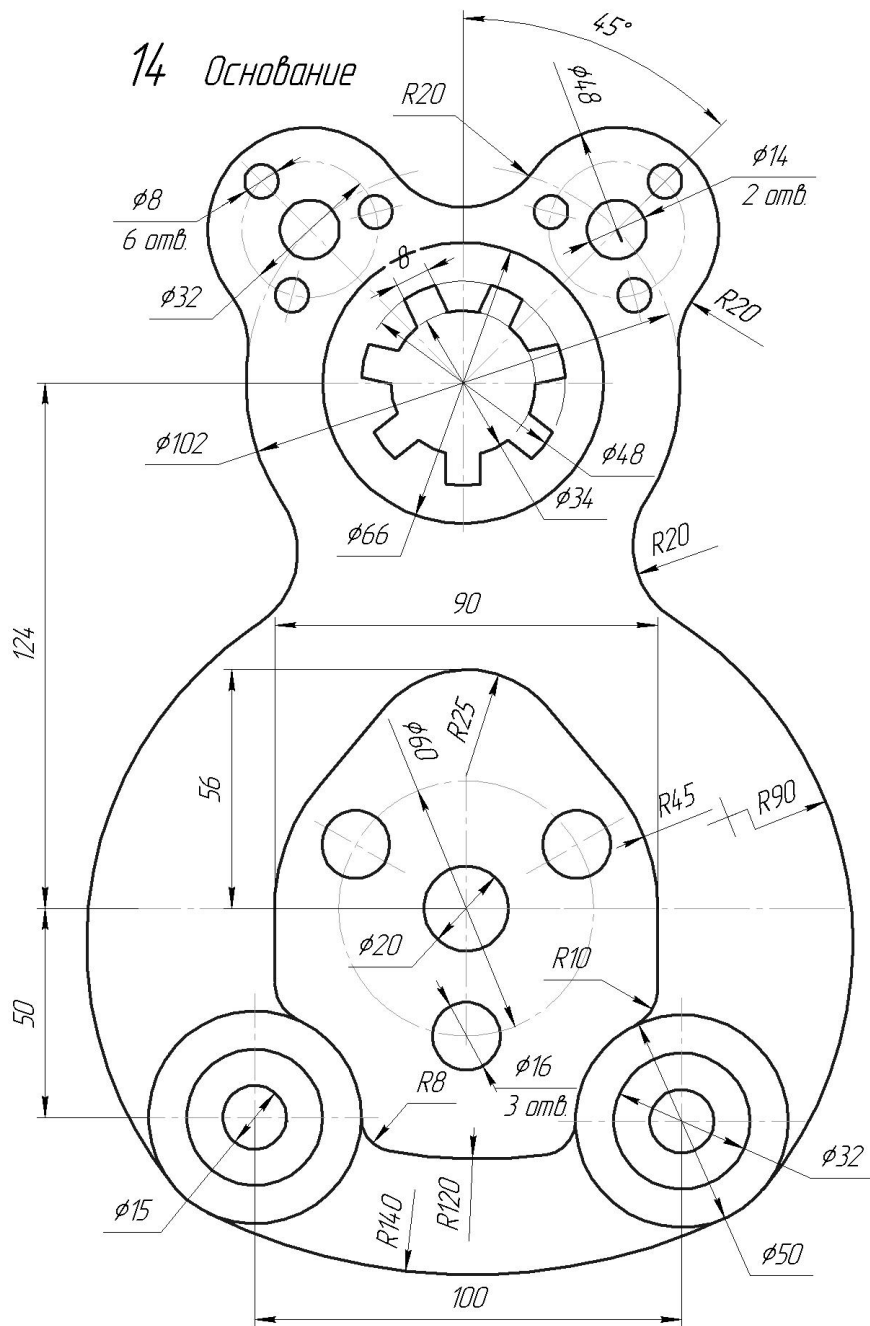




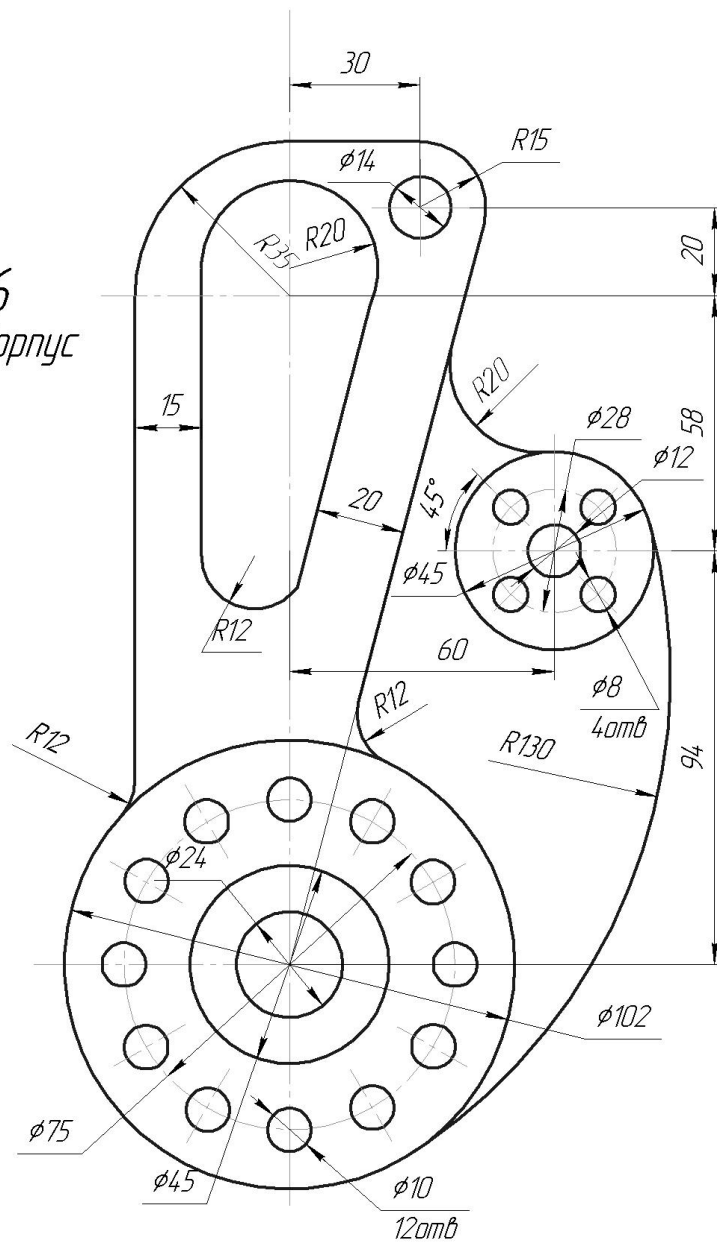


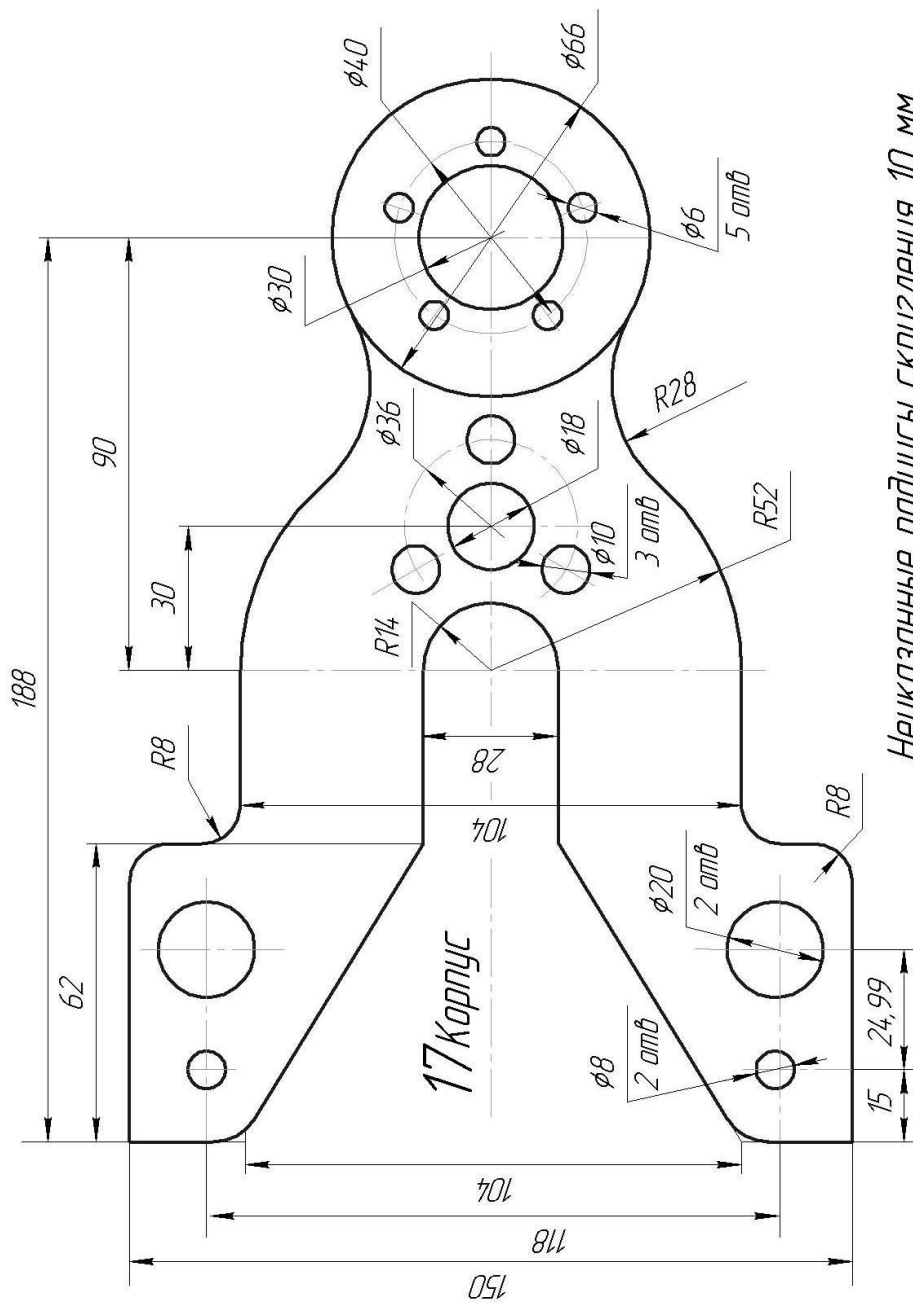




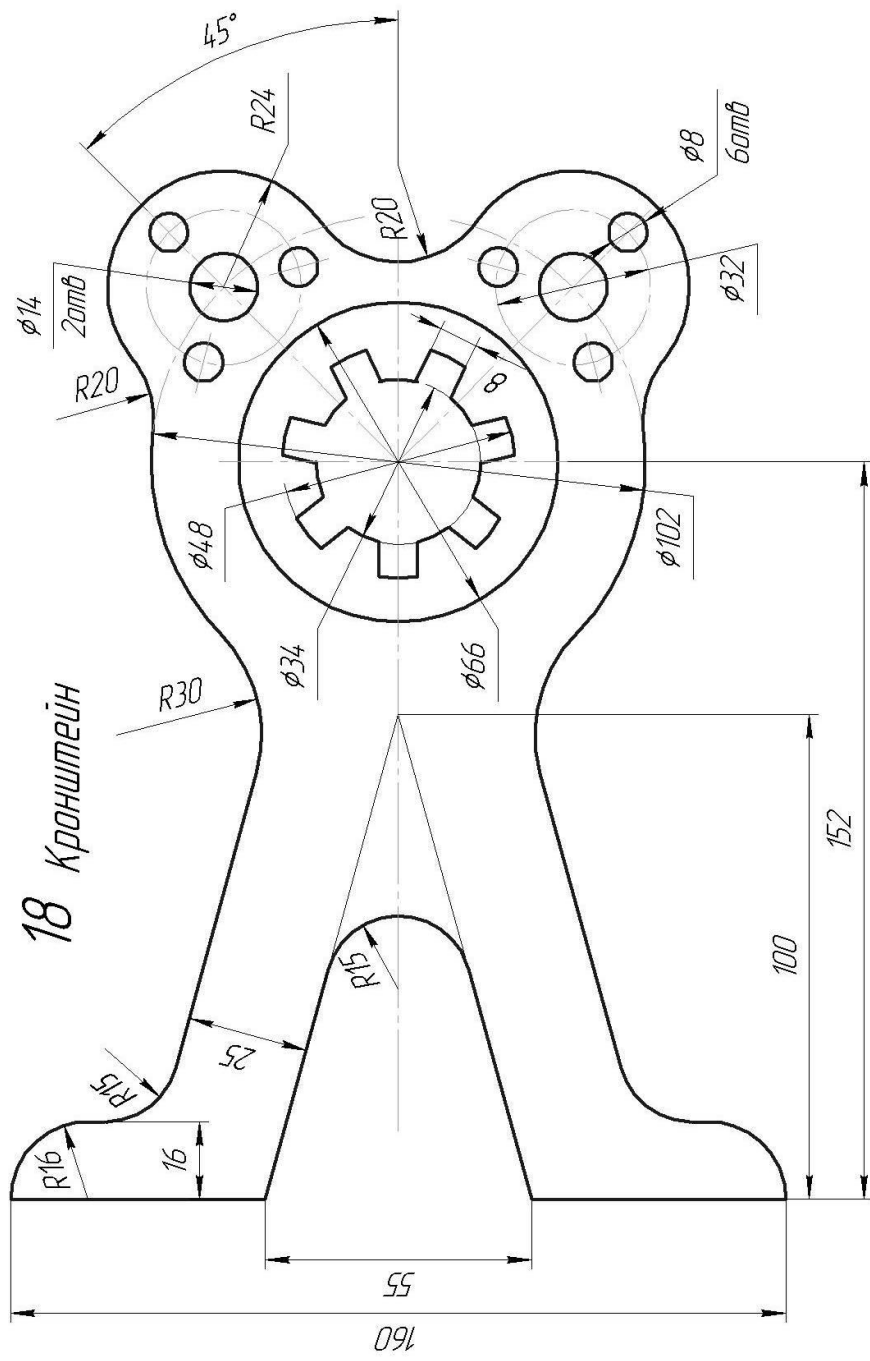


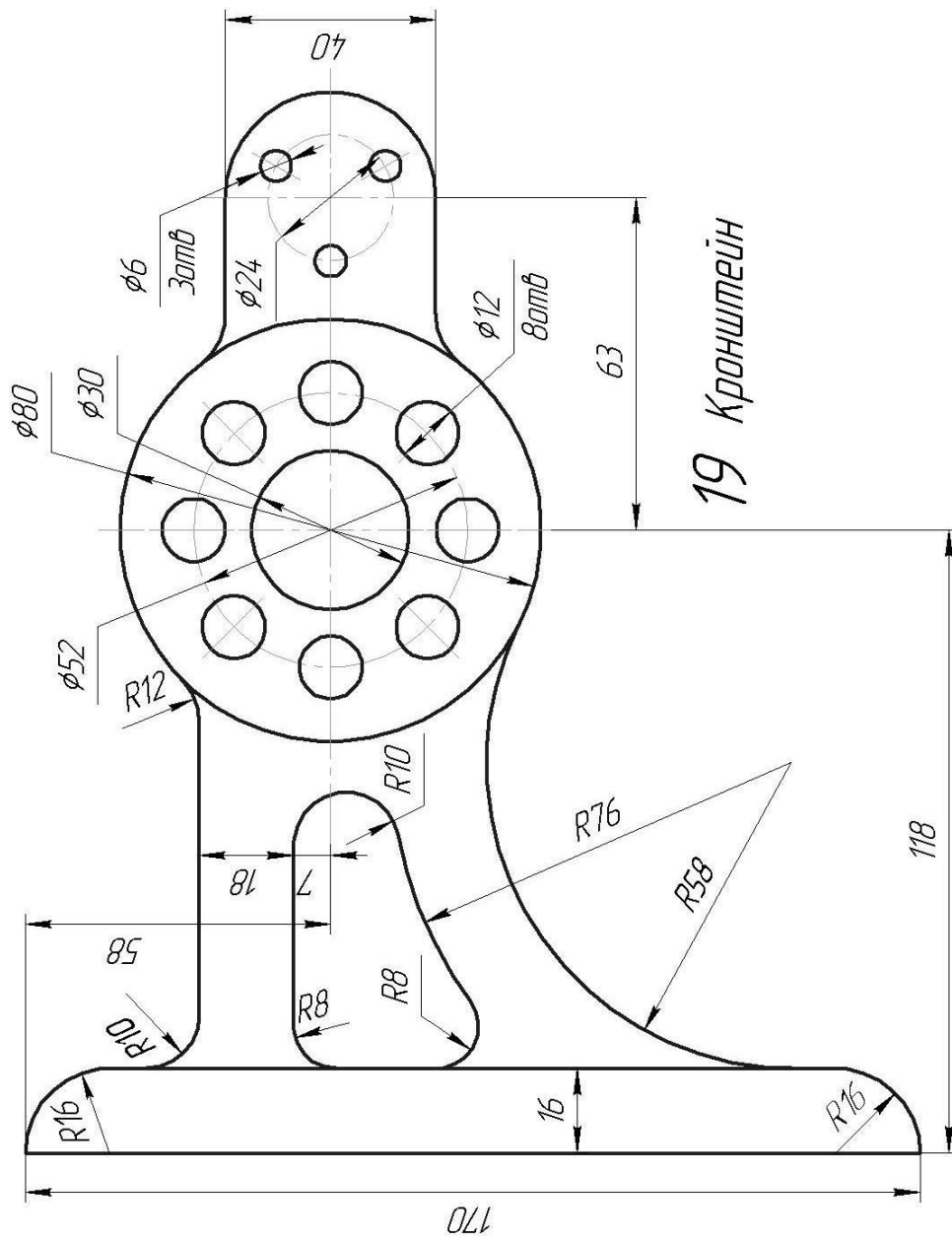
16
Корпус

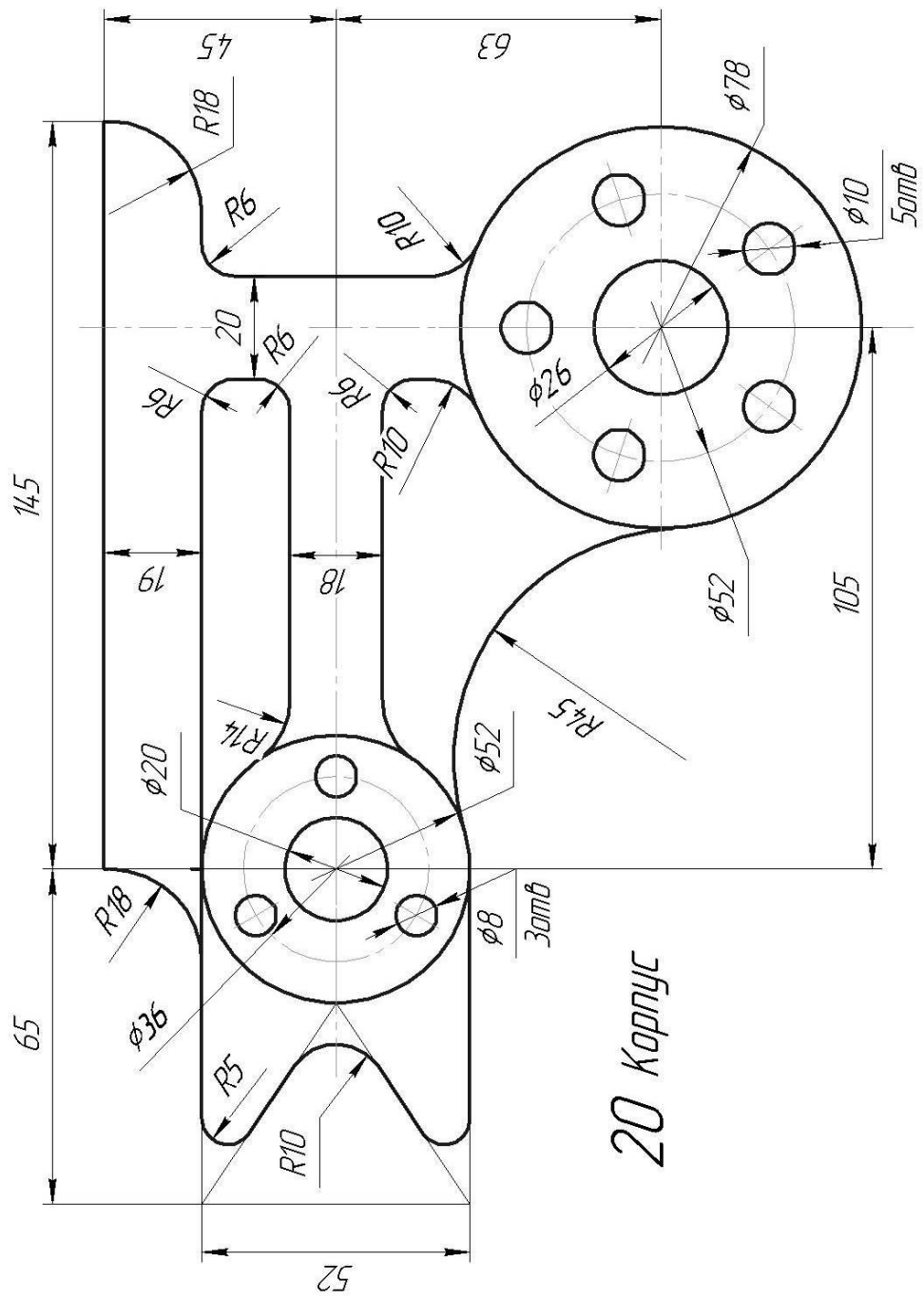


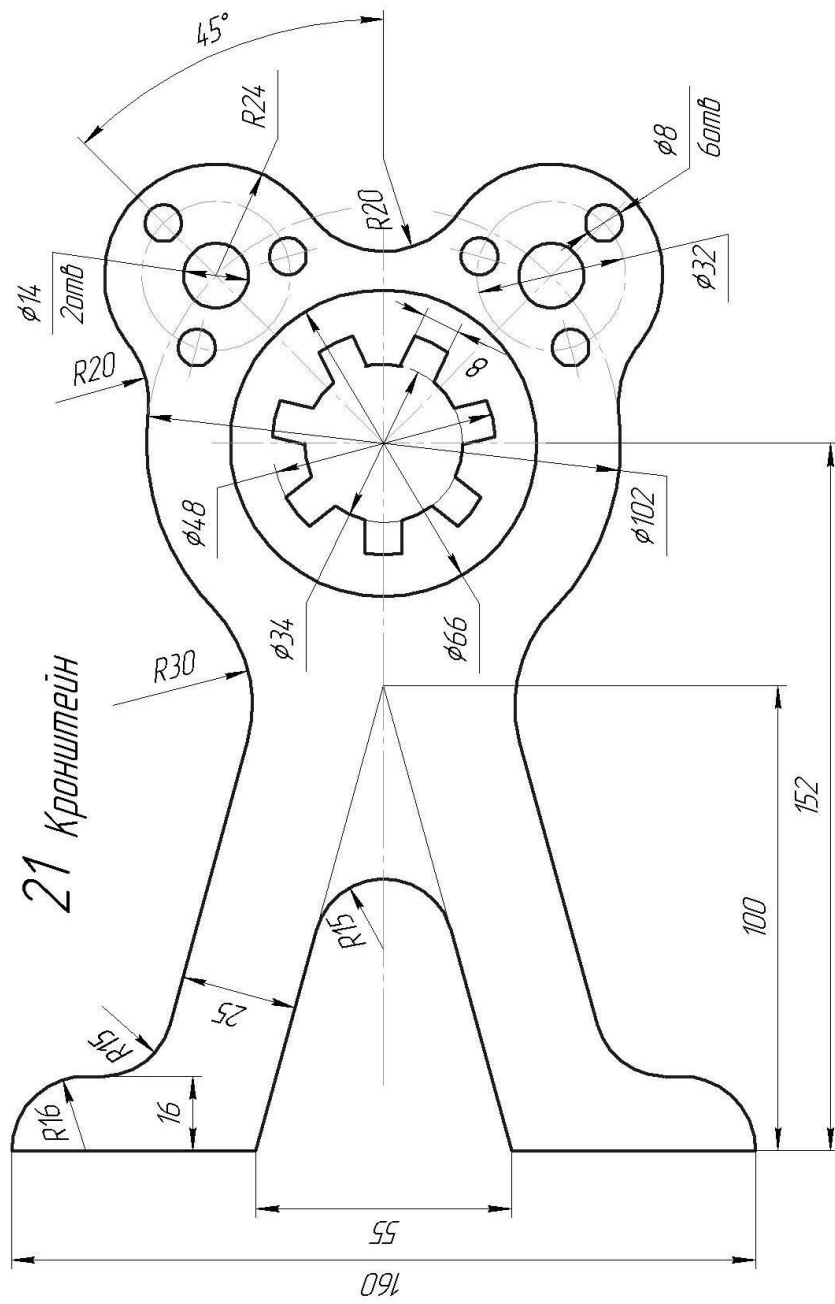


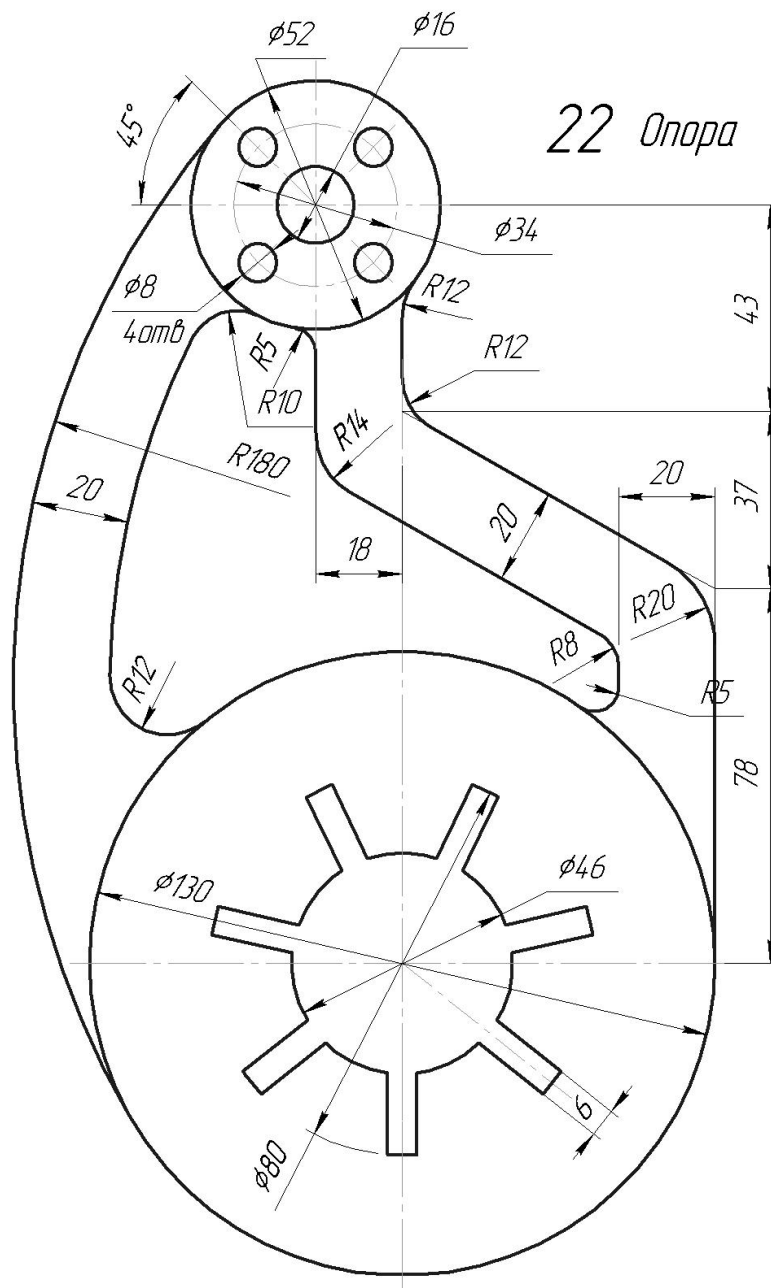
Неуказанные радиусы скругления 10 мм



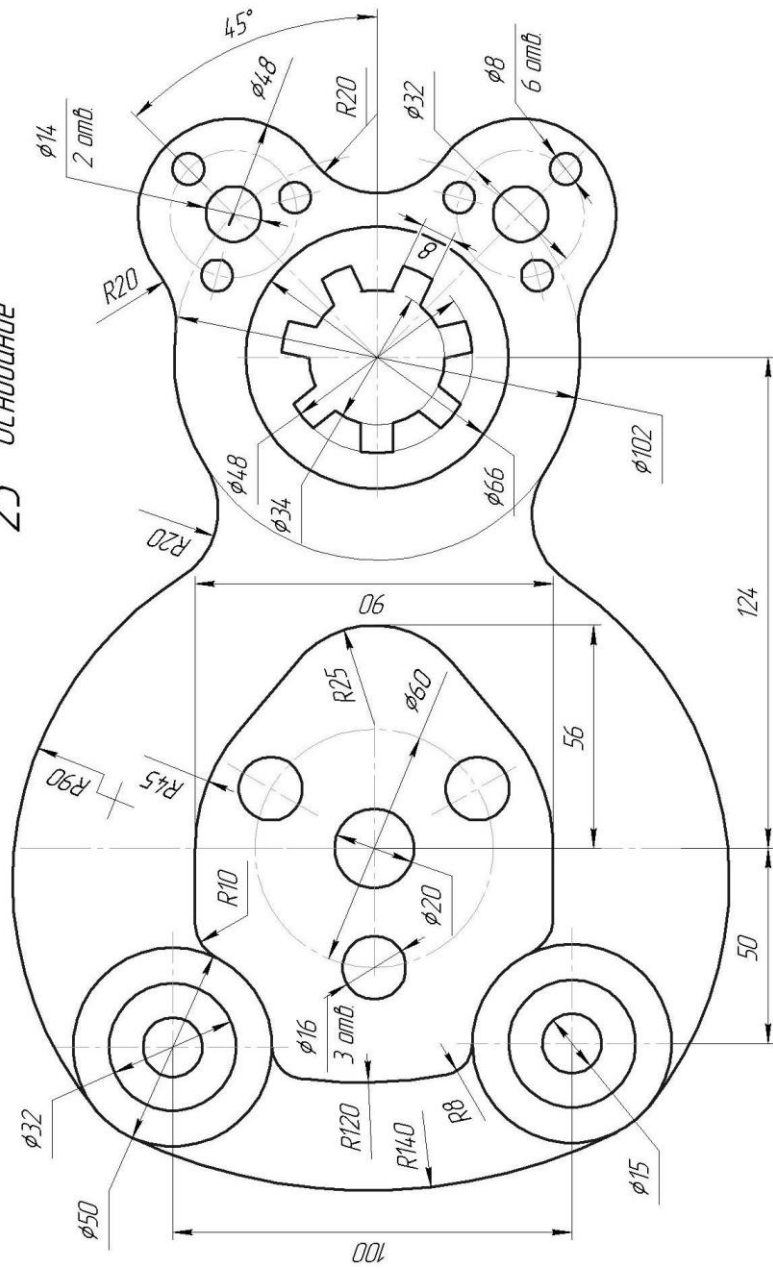


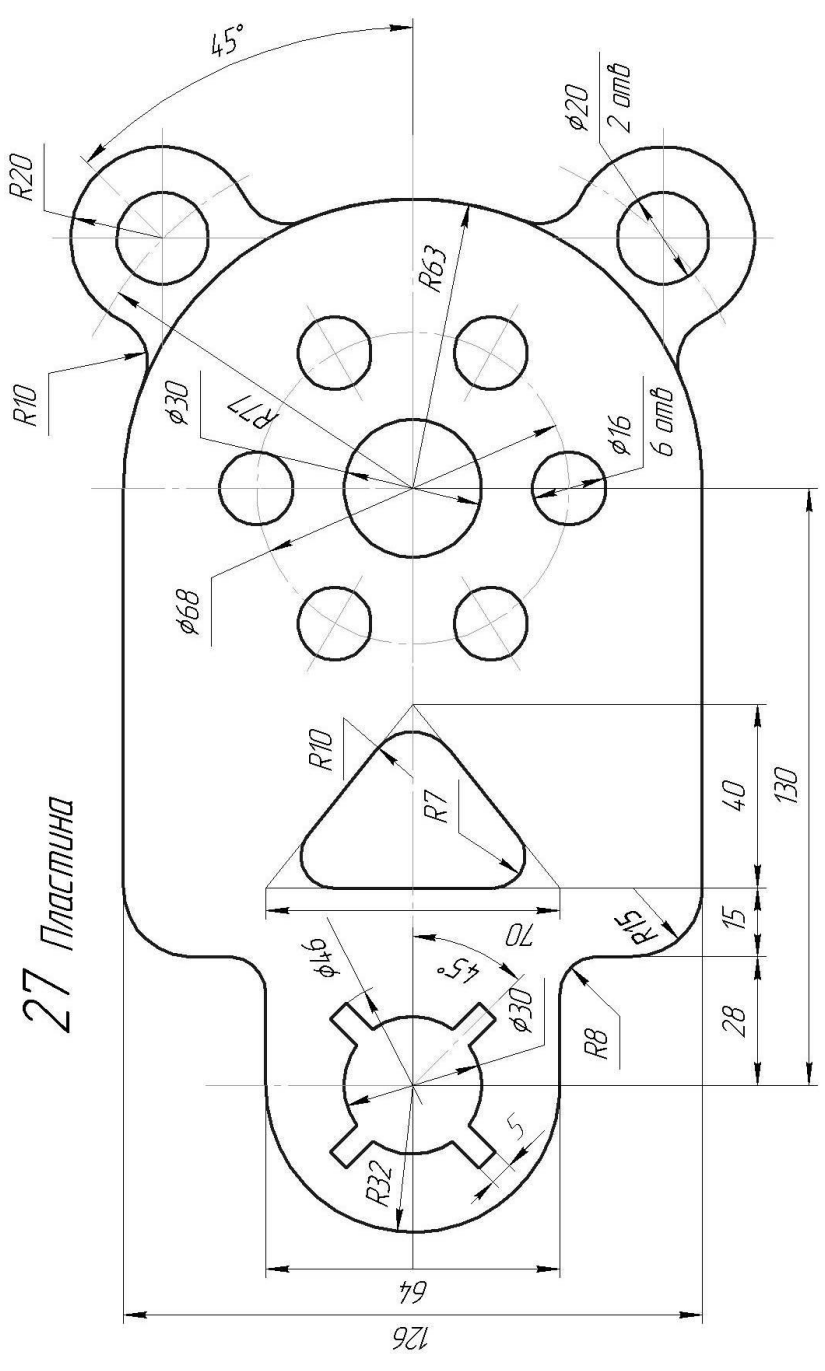


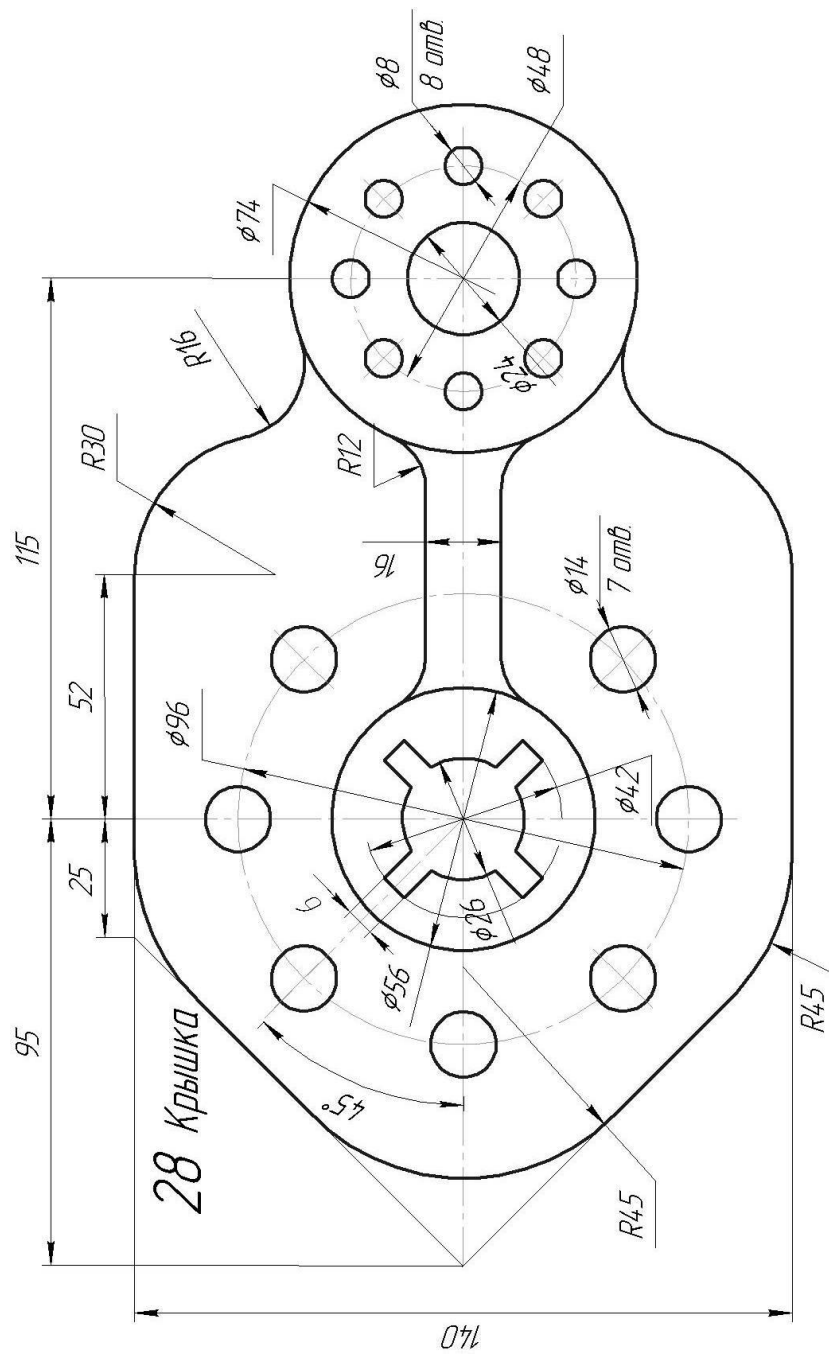


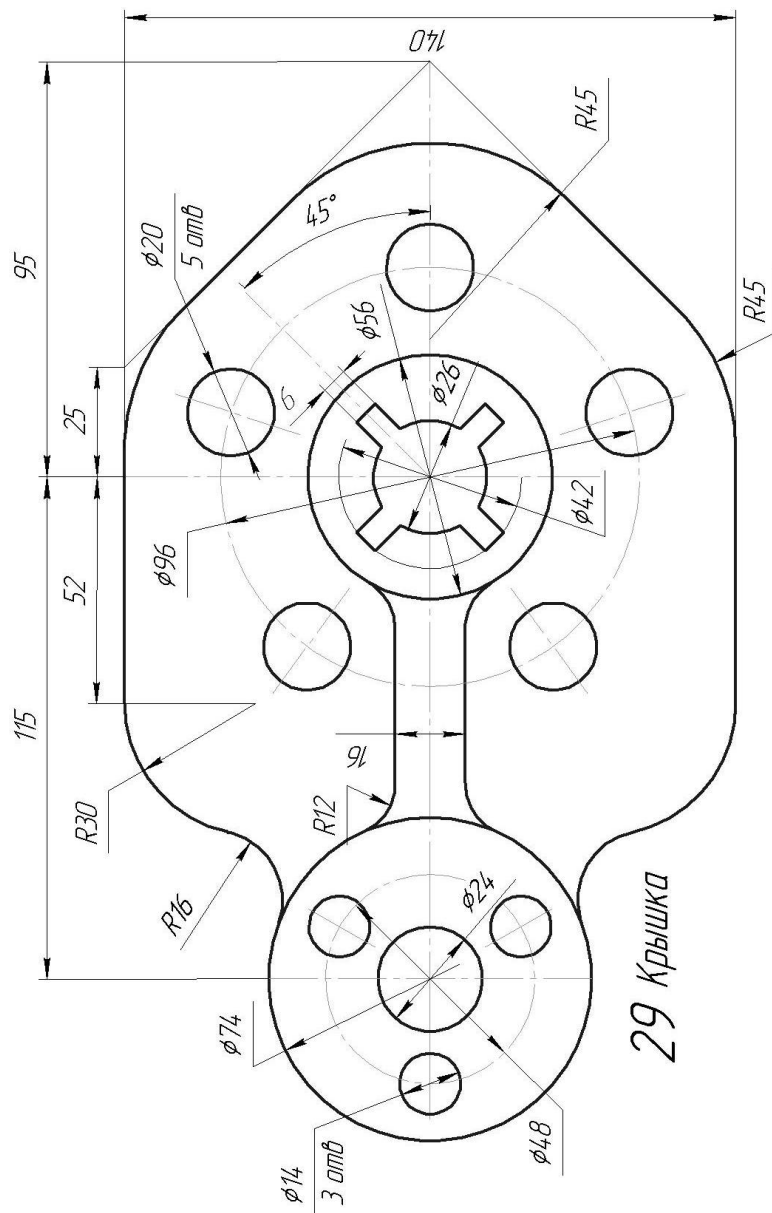


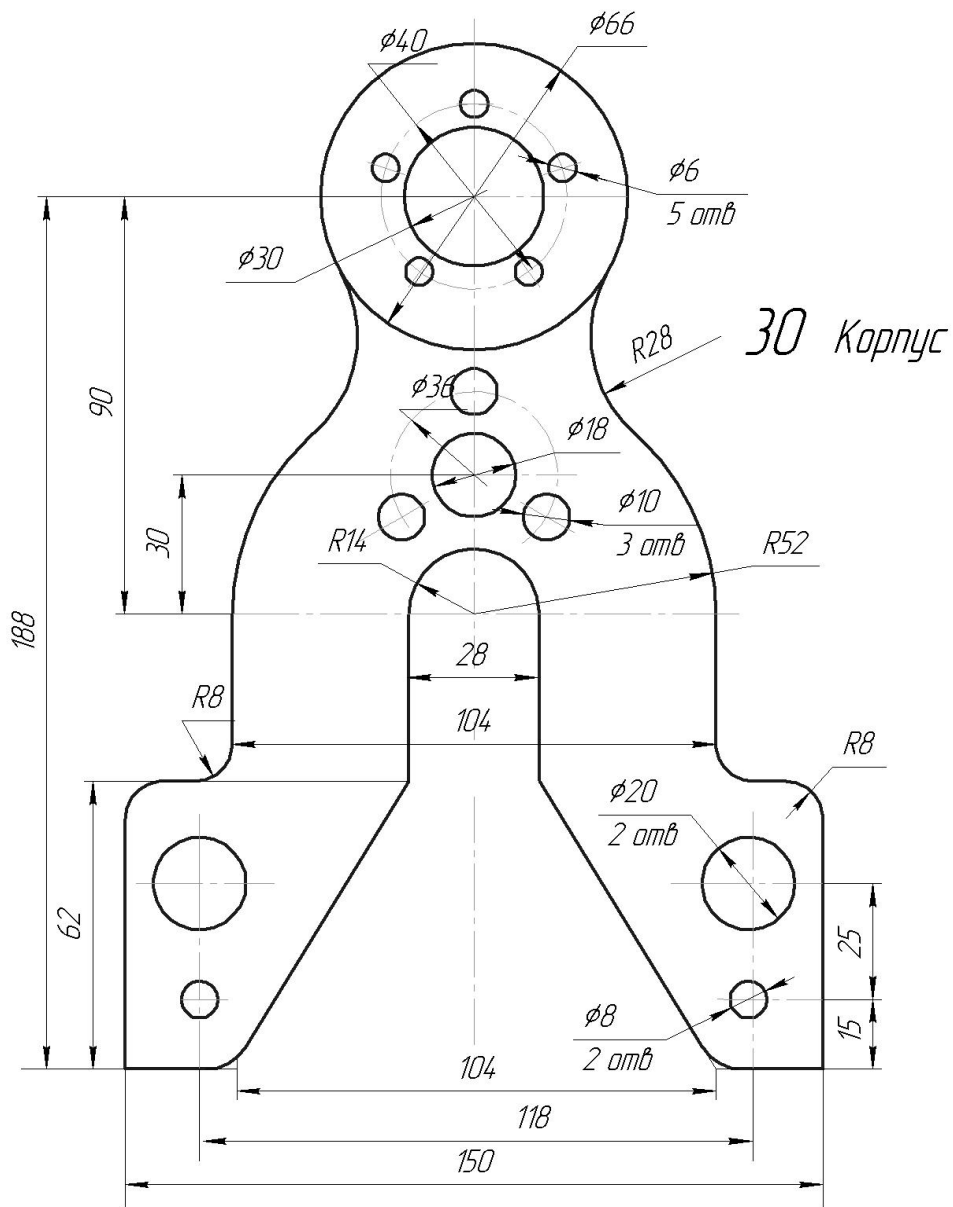
23 Основание







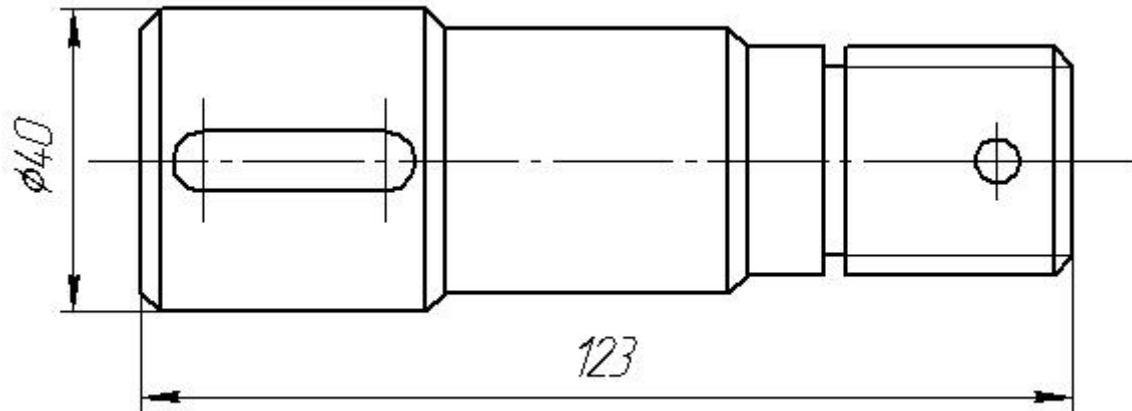




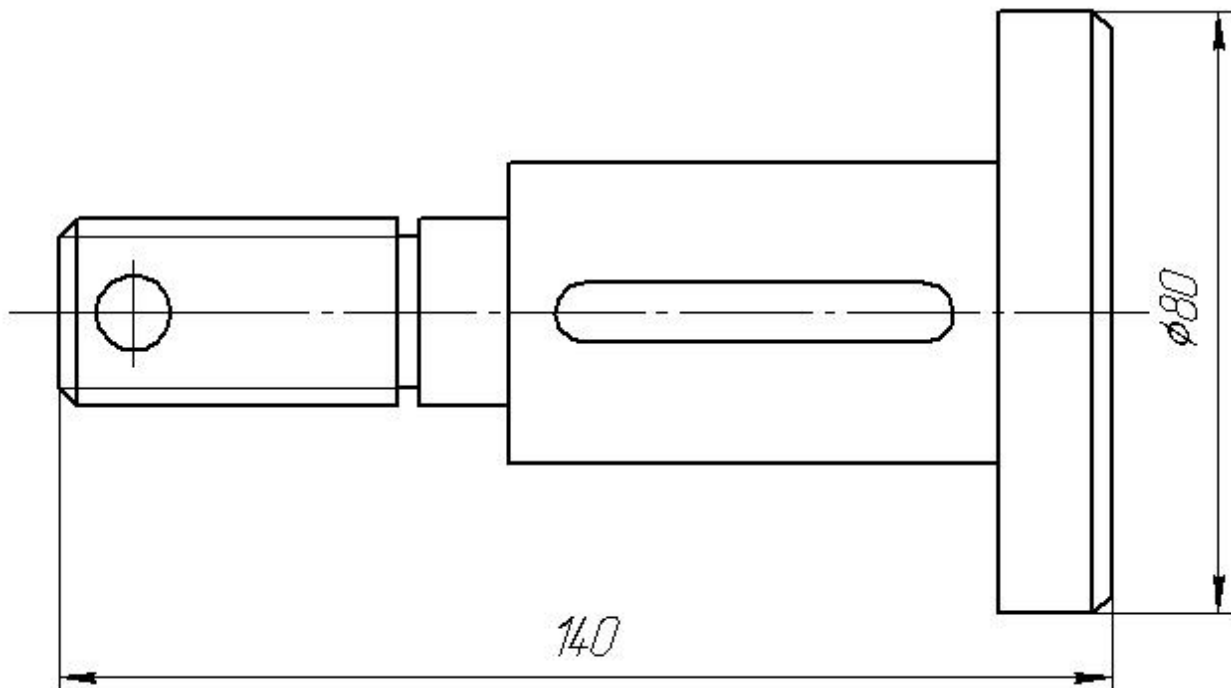
ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Варианты для выполнения контрольной работы № 3 «Выполнение чертежа многоступенчатого вала и его сечений»

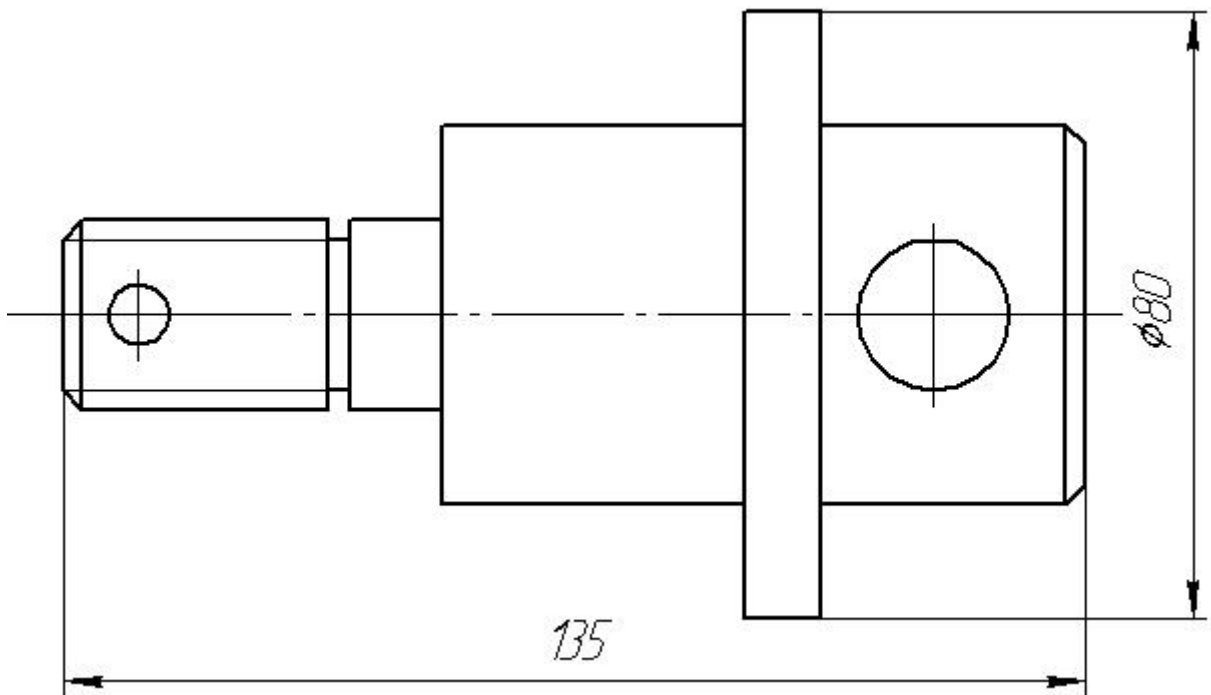
Вариант 1



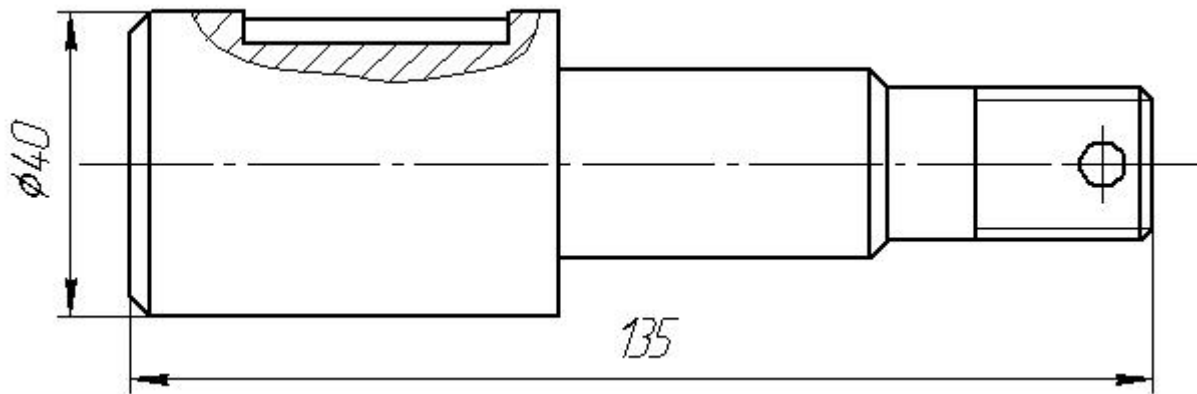
Вариант 2



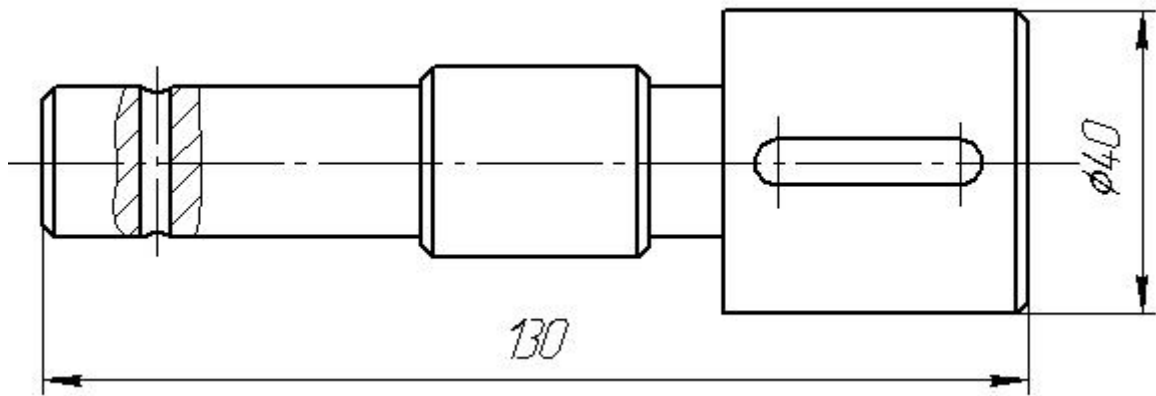
Вариант 3



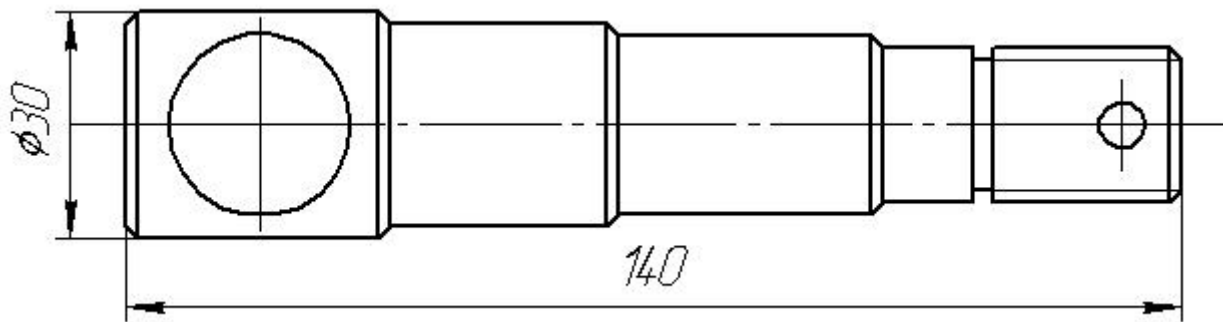
Вариант 4



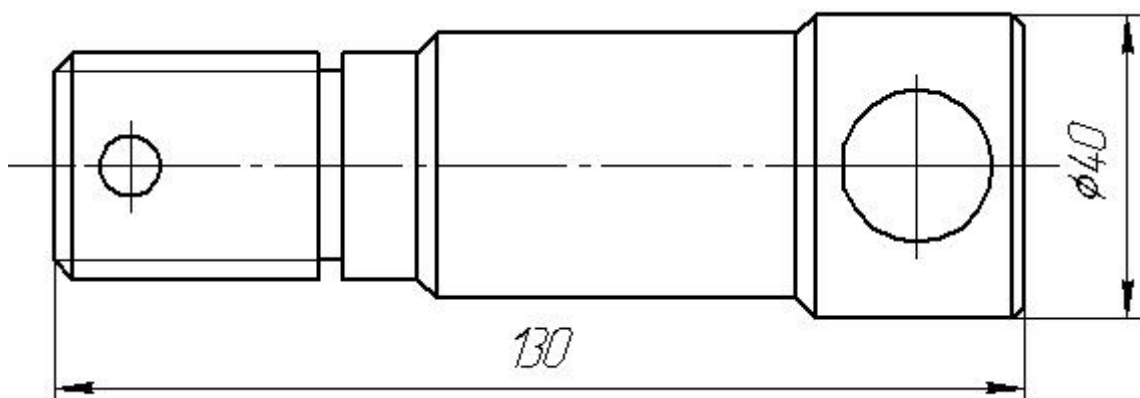
Вариант 5



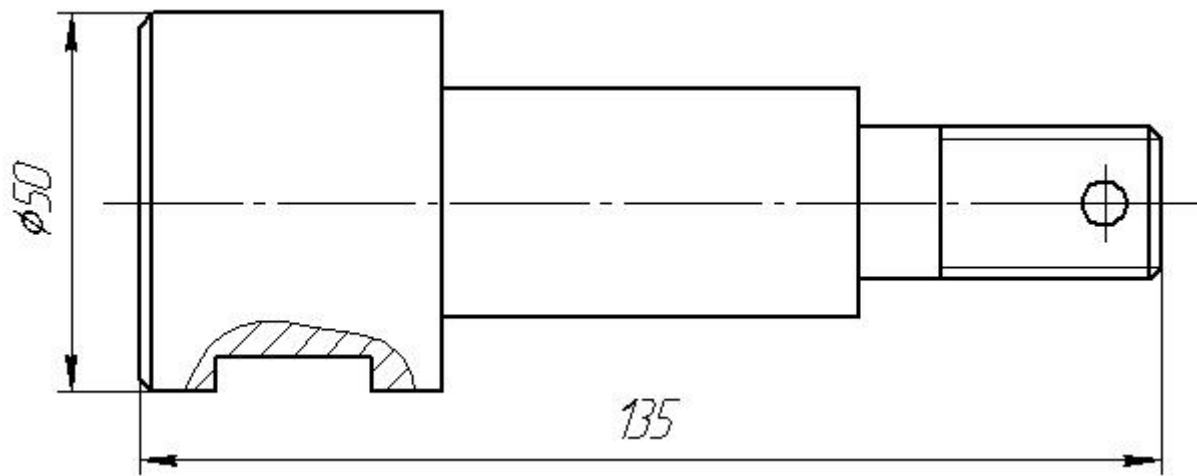
Вариант 6



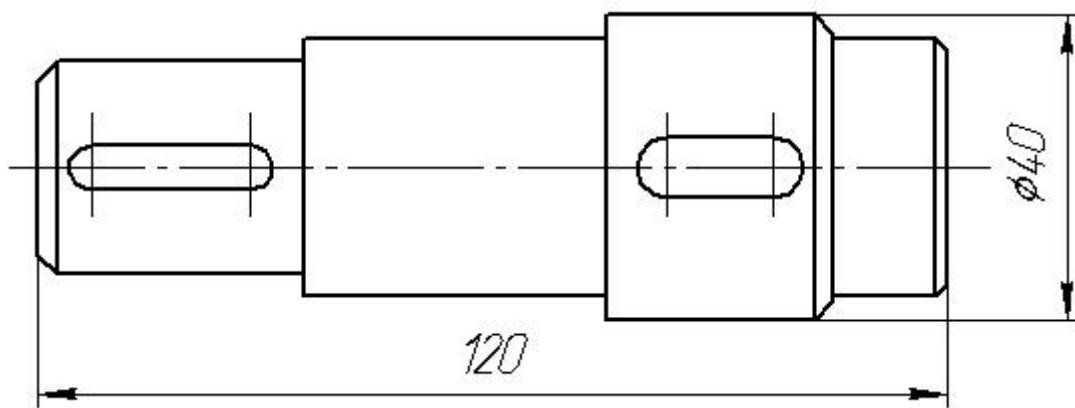
Вариант 7



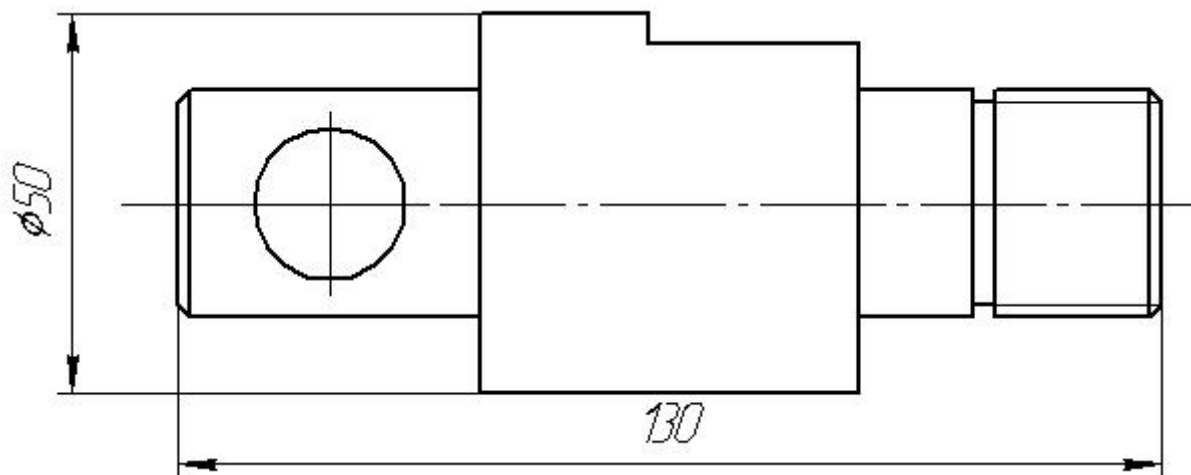
Вариант 8



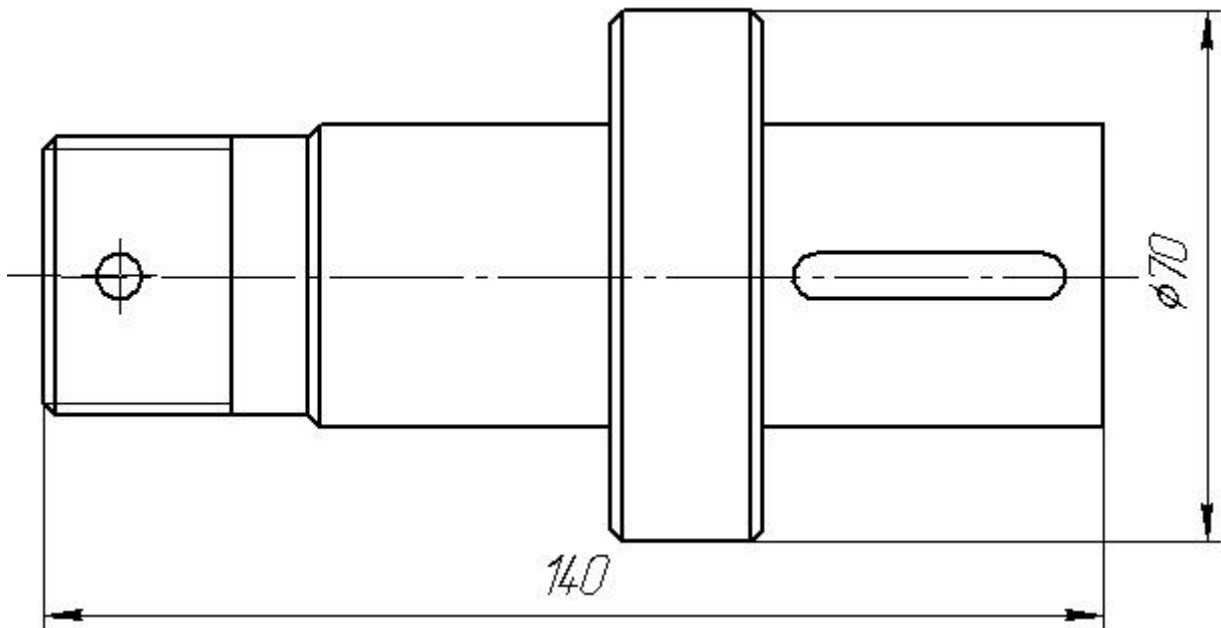
Вариант 9



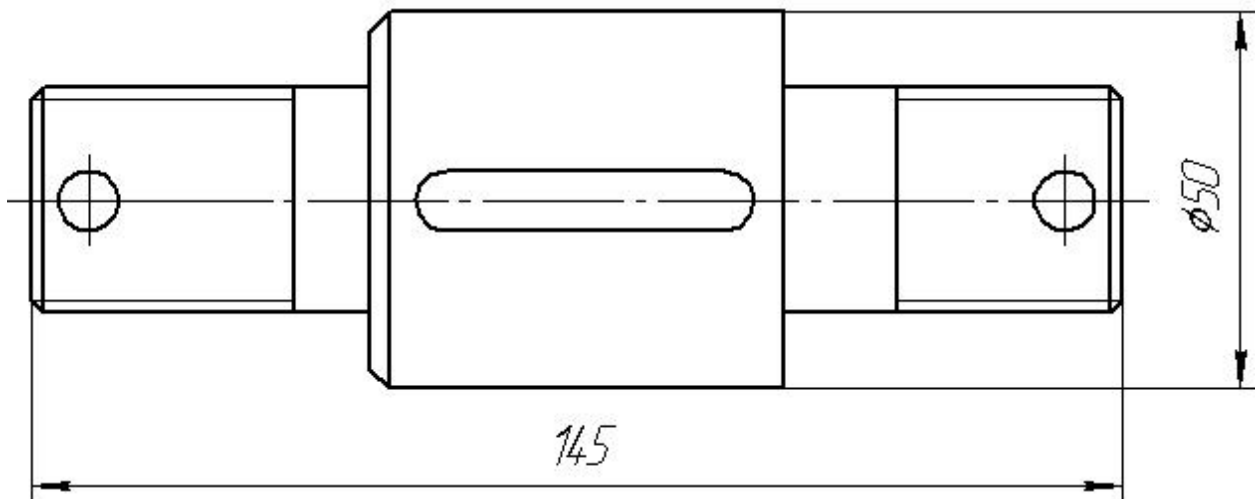
Вариант 10



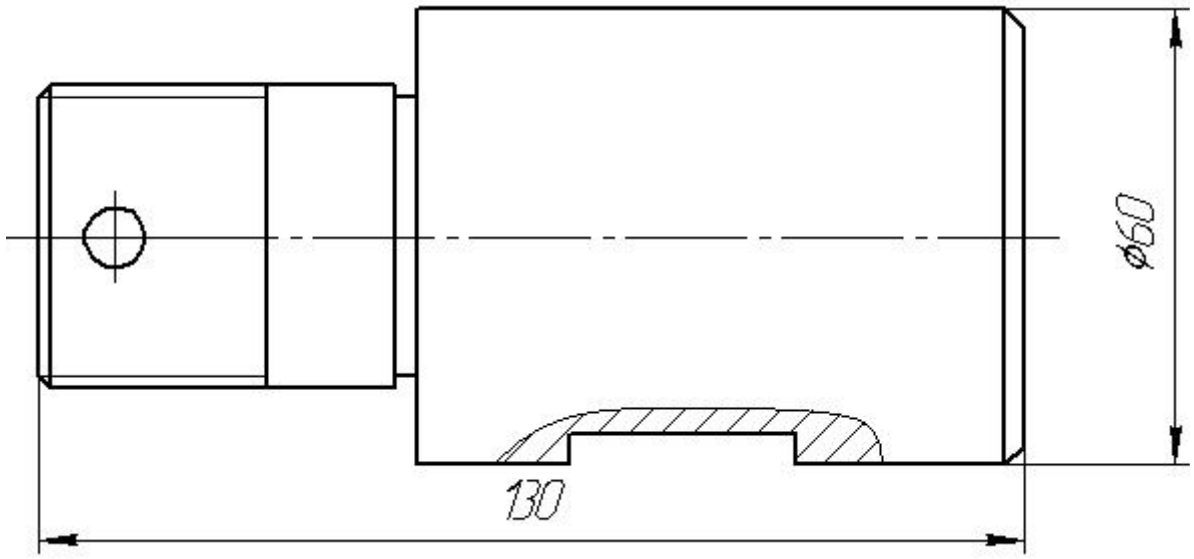
Вариант 11



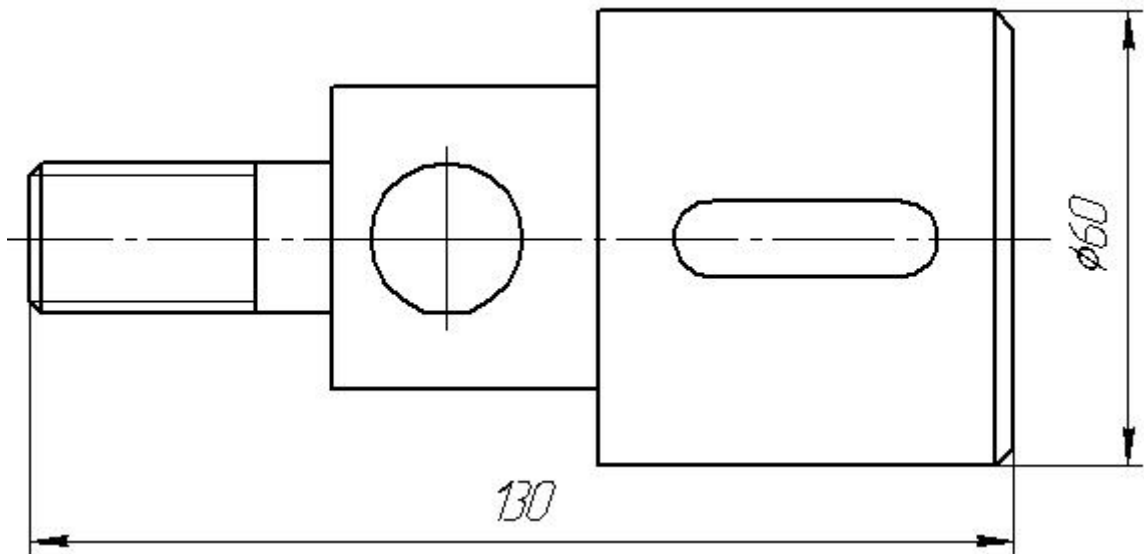
Вариант 12



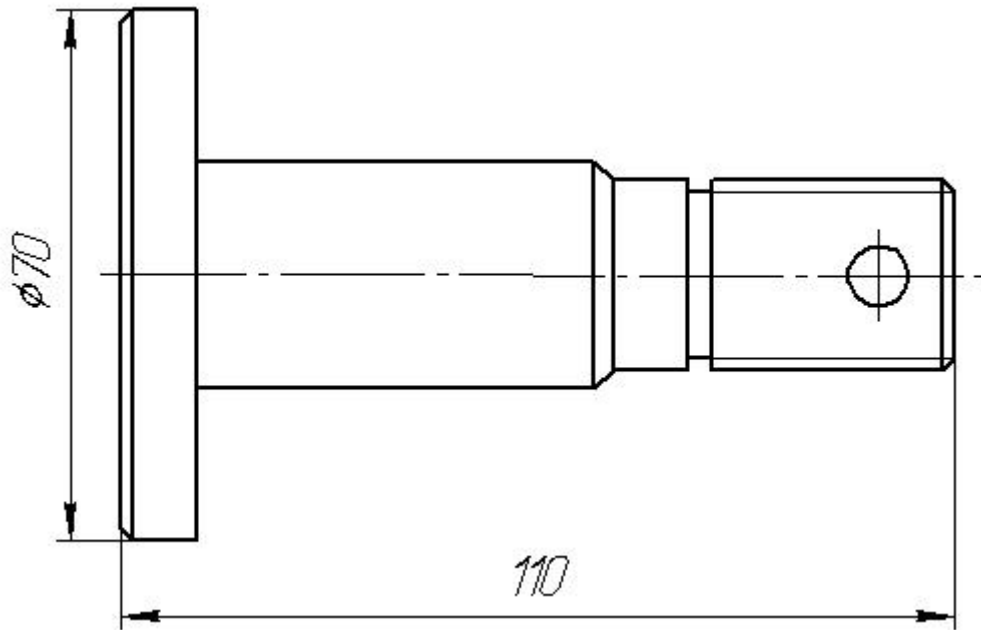
Вариант 13



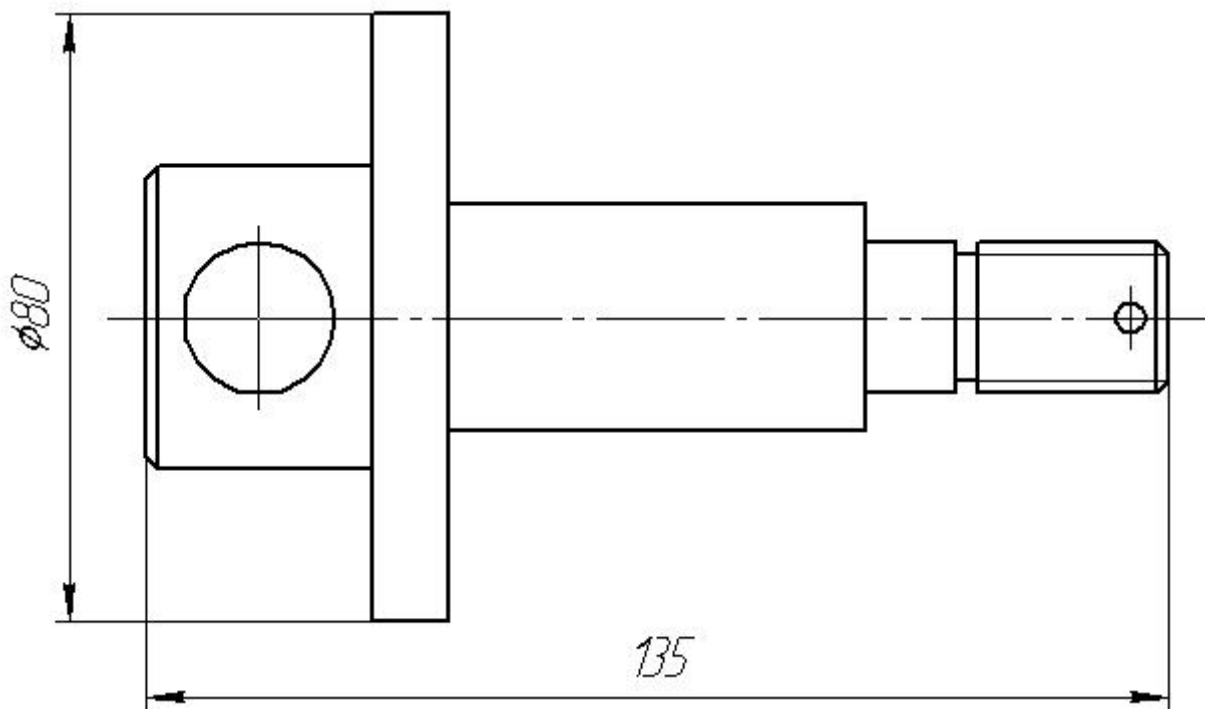
Вариант 14



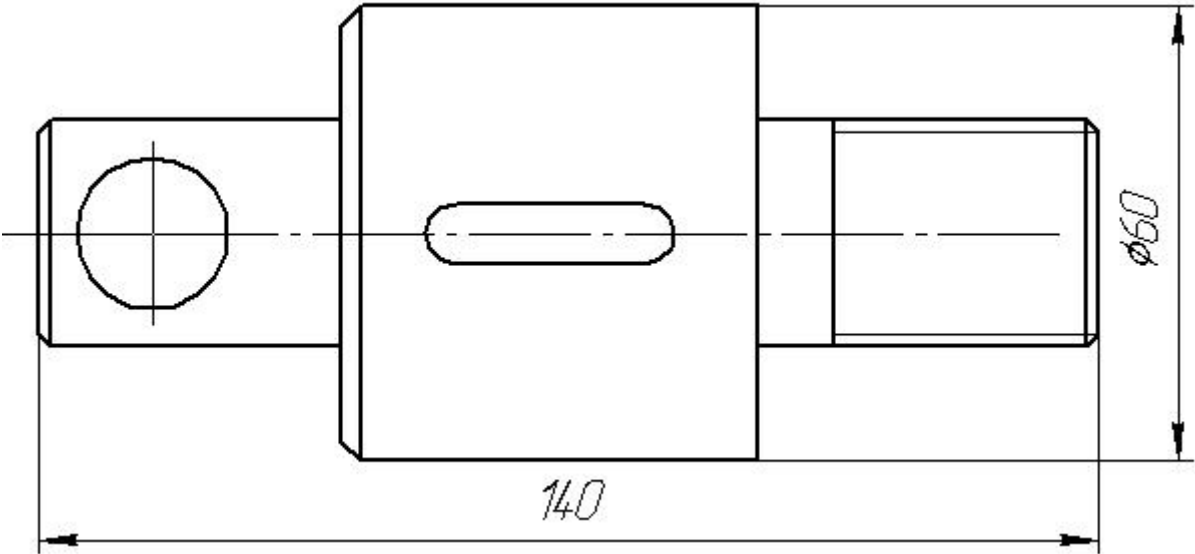
Вариант 15



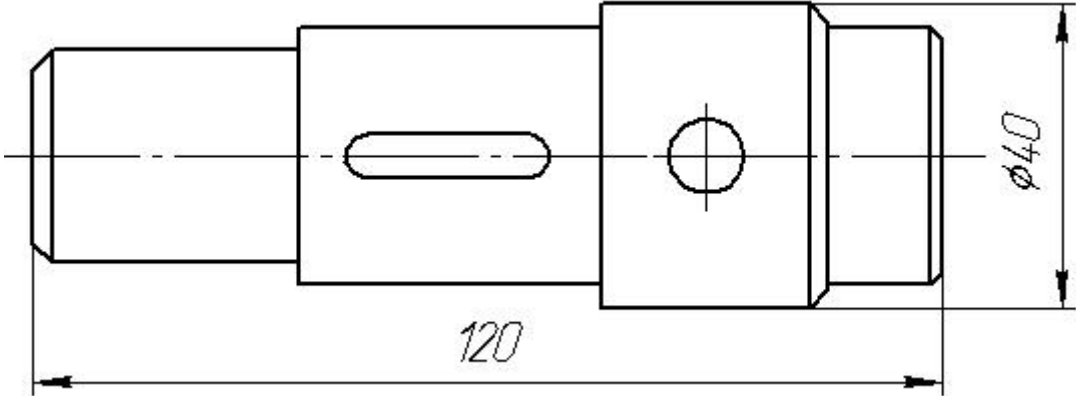
Вариант 16



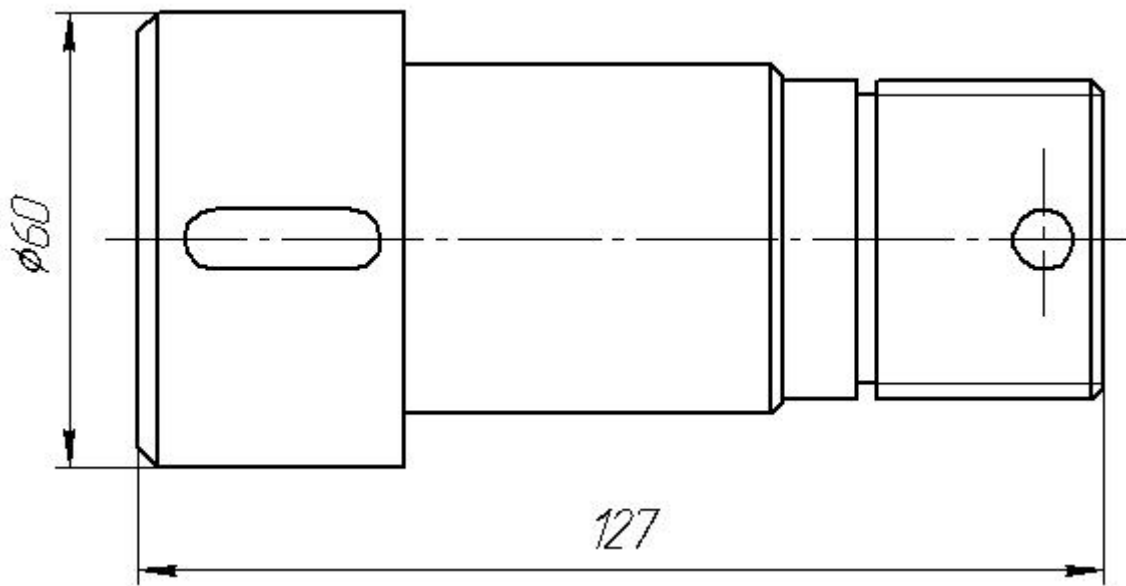
Вариант 17



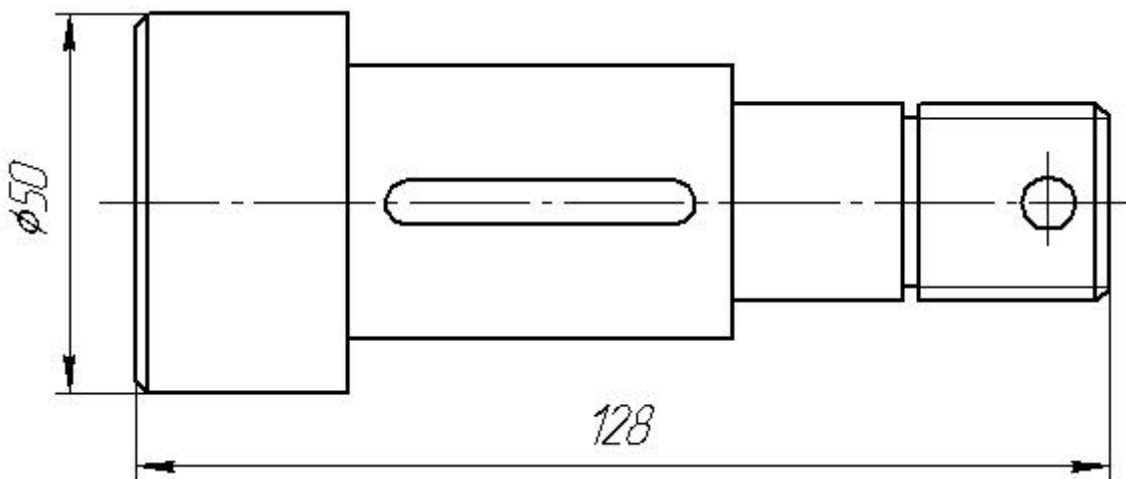
Вариант 18



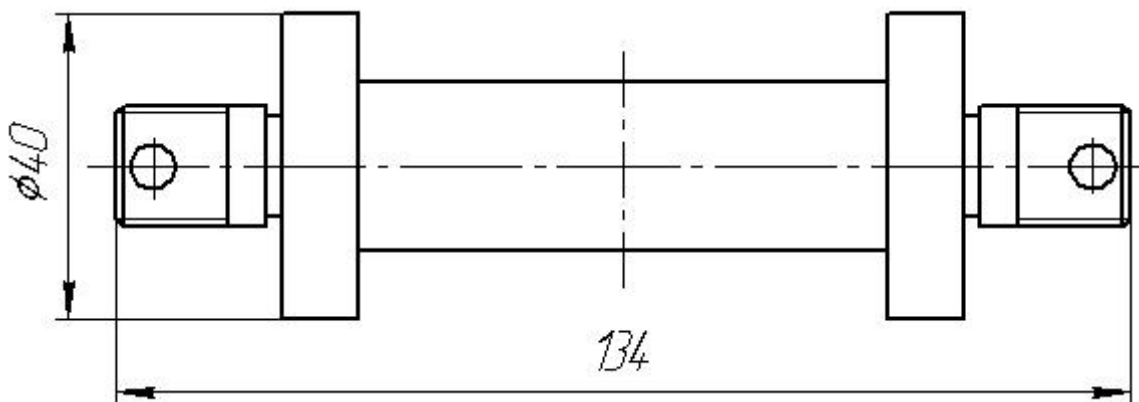
Вариант 19



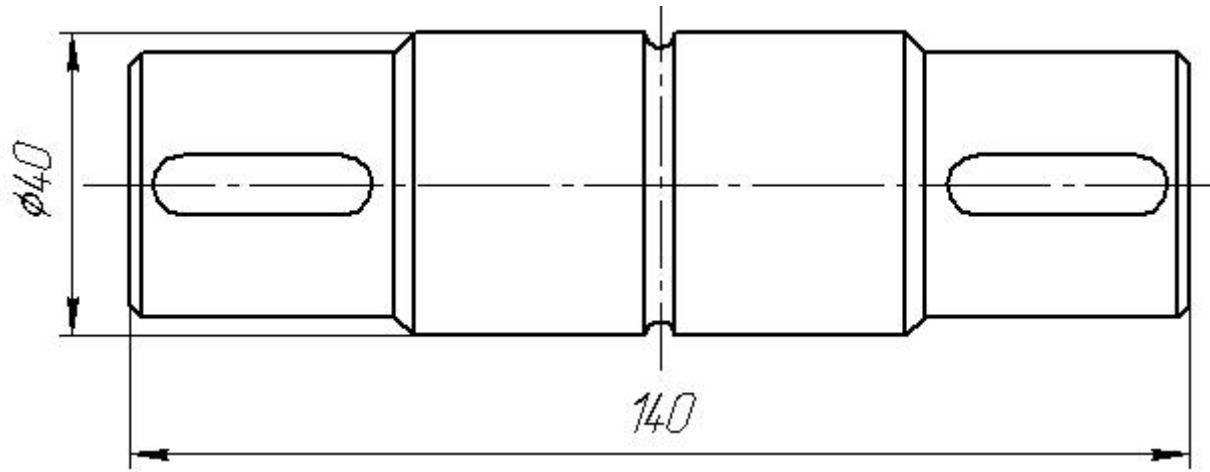
Вариант 20



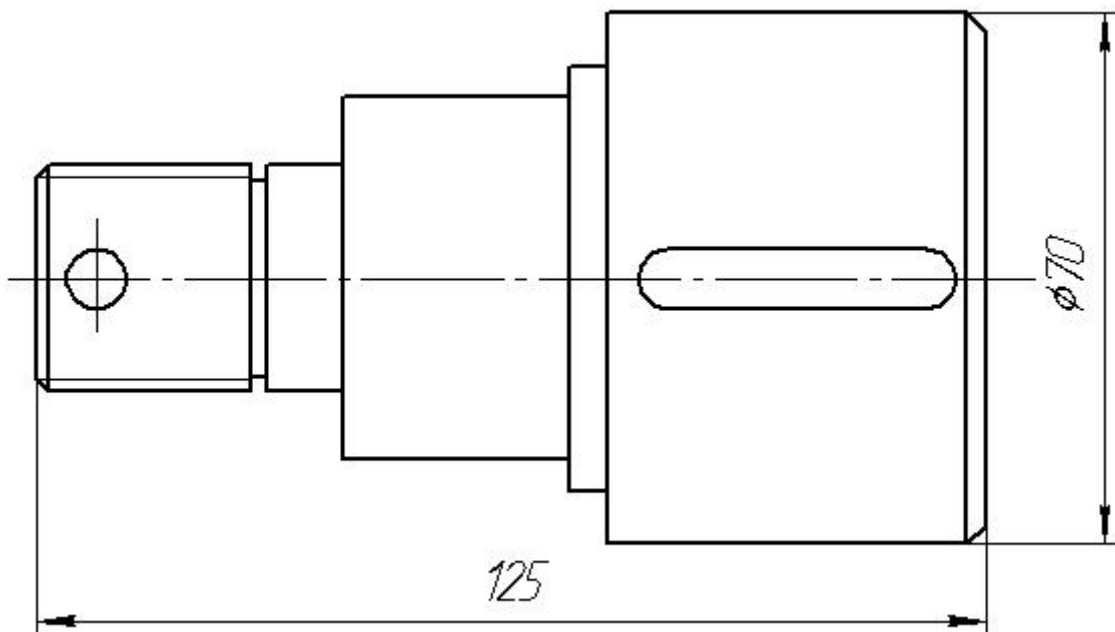
Вариант 21



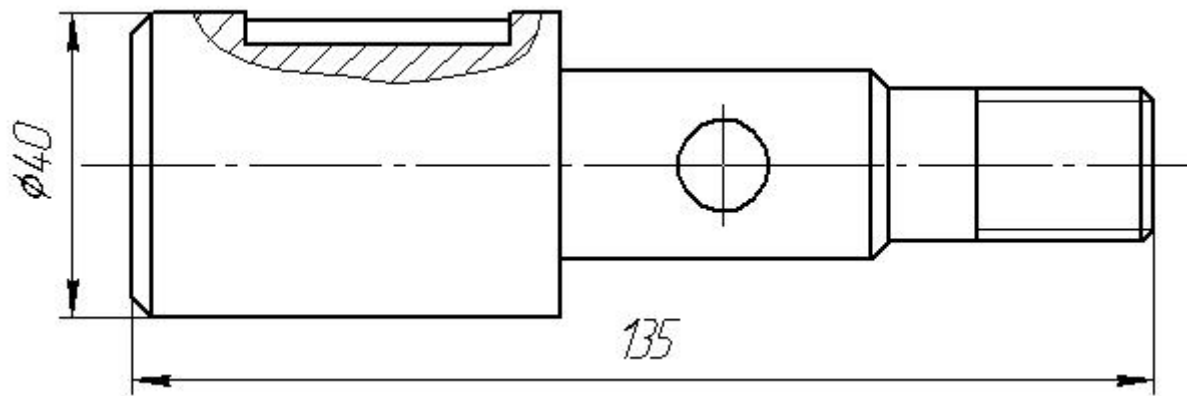
Вариант 22



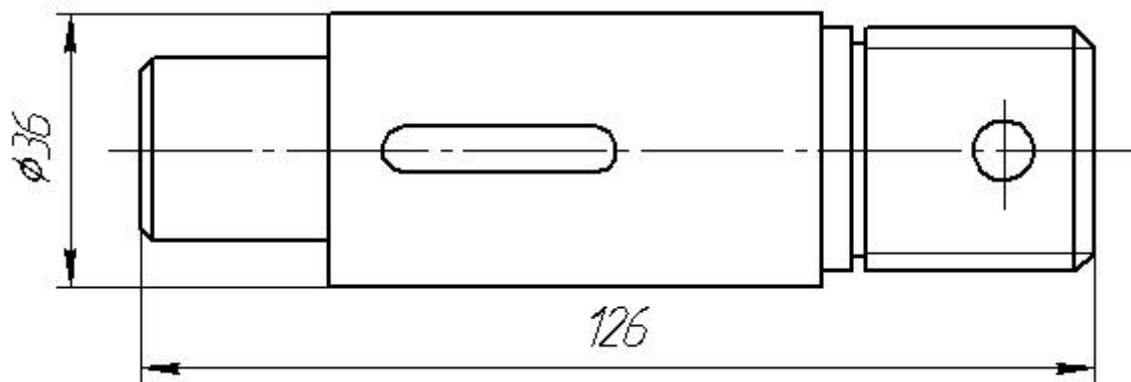
Вариант 23



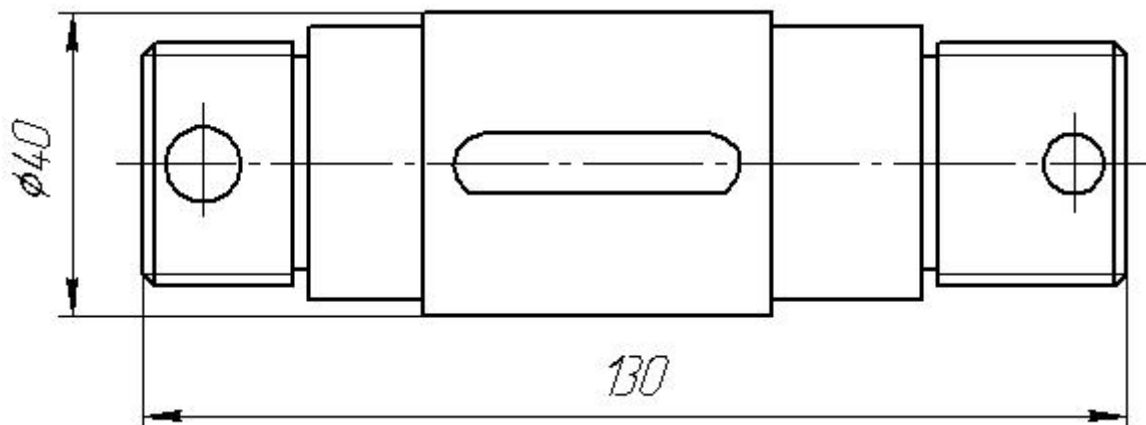
Вариант 24



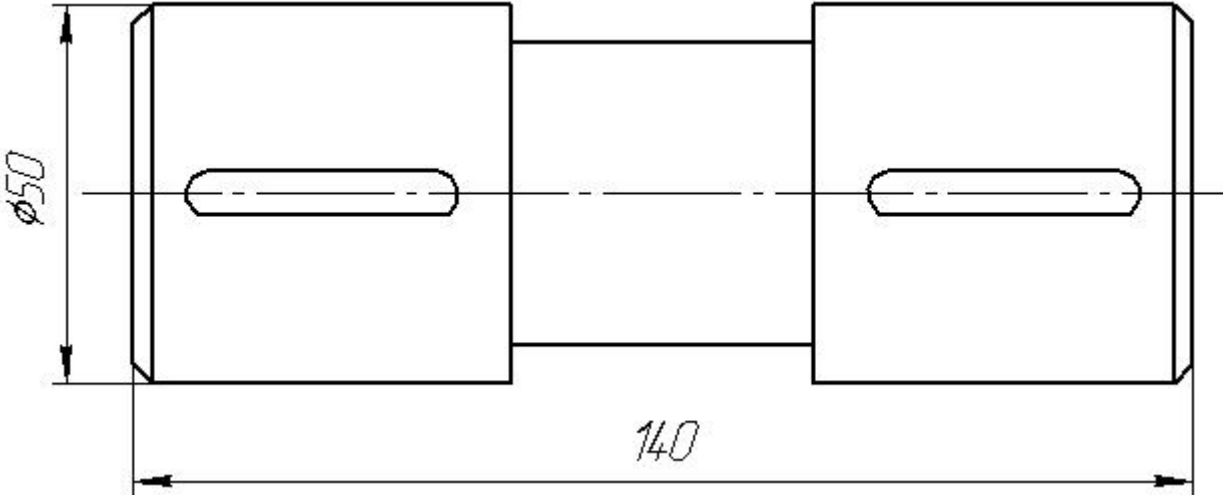
Вариант 25



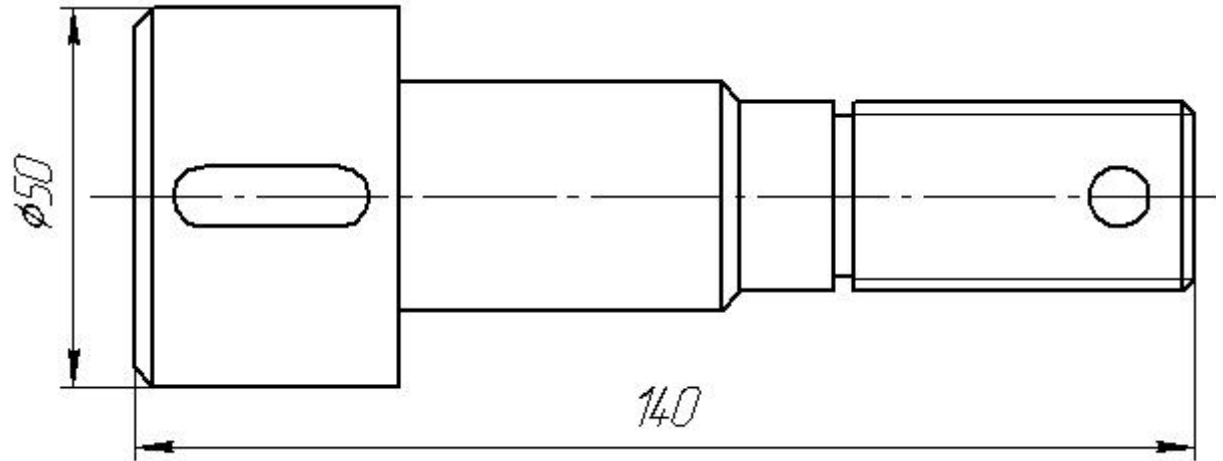
Вариант 26



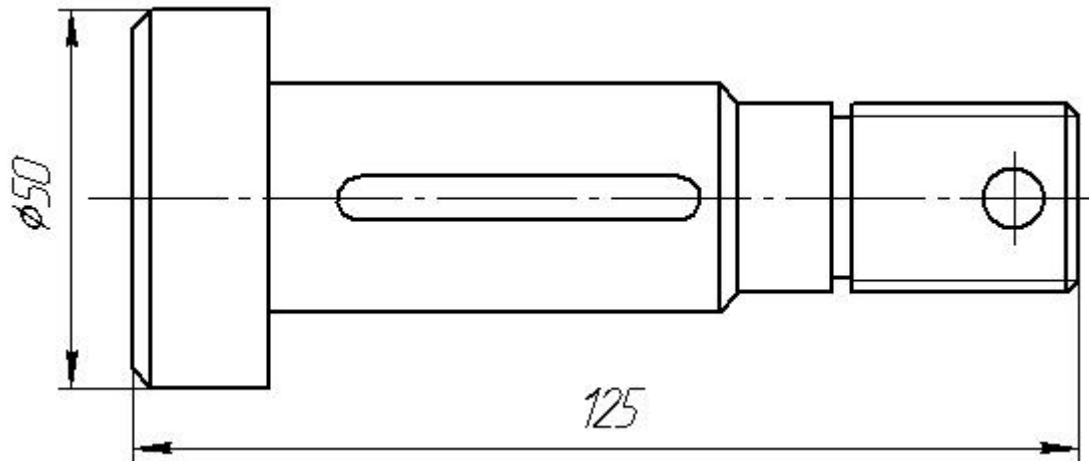
Вариант 27



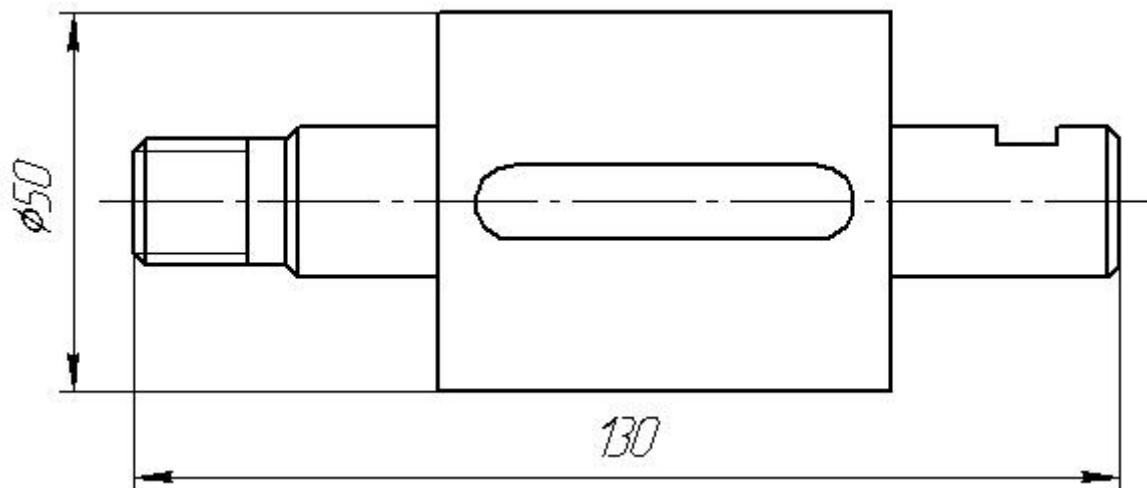
Вариант 28



Вариант 29



Вариант 30



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1.	17 версия КОМПАС-3D. Российская программа КОМПАС-3D V17 получила новый интерфейс и новый функционал[Электронный ресурс].: Каталог статей: //РОСПОЗИТИВ. – Режим доступа: http://rospozitiv.ru/kompas-3d-v17 . - 2016-12-27.
2.	Большаков В., Бочков А., Лячек Ю. Твёрдотельное моделирование деталей в САД-системах: AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor, Creo СПб.: Питер, 2015. - 480 с.
3.	Кудрявцев Е.М. Компас-3D. Проектирование в машиностроении М.: ДМК Пресс, 2009. – 440 с.
4.	Левицкий В. С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей: 9-е изд., испр. и доп. учебник для бакалавров. М.: Юрайт, 2016. - 435 с.
5.	Чумаченко Г.В. Техническое черчение М.: КНОРУС, 2016.- 292 с.
6.	Чекмарев А.А., Осипов В.К. Справочник по машиностроительному черчению / А.А.Чекмарев - 11 изд. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015 - 494 с.
7.	Большаков В. П. Инженерная и компьютерная графика. Теоретический курс и тестовые задания. Учебник для вузов. СПб: БХВ-Петербург, 2016 – 384 с.
8.	Фещенко В.Н. Справочник конструктора. Комплект в двух книгах. Издание 2-е - М.: Инфра-Инженерия, 2017 – 800 с.
9.	Боголюбов, С. К. Инженерная графика/ С. К. Боголюбов. – 3-е изд., испр. и доп. – М. : Машиностроение, 2009. – 390 с.
10.	Ганин Н.Б. Проектирование в системе КОМПАС-3D. М.:ДМК Пресс, 2010 -360 с.
11.	Выход на рынок «Компас-3D V17» [Электронный ресурс].: Каталог статей. https://habr.com/ru/company/ascon/blog/326886/
12.	«Аскон» радикально изменил интерфейс «Компас-3D» впервые за 10 лет [Электронный ресурс]. : Каталог статей. http://secret.kompas3d.su/publ/askon_radikalno_izmenil_interfejs_kompas_3d_vpervye_za_10_let/1-1-0-66
13.	http://cccp3d.ru/topic/89296-компас18-новые-возможности/
14.	http://www.informdom.com/metalloobrabotka/2017/3/kompas3d-v17-vs-v16
15.	Сборник заданий по компьютерной графике : методические С-23 указания / сост. Д. А. Коршунов, Д. А. Курушин, В. И. Холманова.-Ульяновск : УлГТУ, 2010. - 40 с.