

*МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ*

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Курганский государственный университет»

Кафедра «Автомобили»

## **КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА**

Методические указания  
к выполнению лабораторных работ  
для студентов специальности 190109, 190100

Курган 2014

Кафедра: «Автомобили»

Дисциплина: «Компьютерные технологии»

(специальность 190109, 190100).

Составил: канд. техн. наук, доц. А.П. Петров.

Утверждены на заседании кафедры «16» февраля 2013 г.

Рекомендованы методическим советом университета «10» декабря 2013 г.

# 1 ОСНОВНЫЕ ПРИЕМЫ РАБОТЫ В СРЕДЕ ГРАФИЧЕСКОГО РЕДАКТОРА

## 1.1 Построение простейших элементов. Базовые приемы работы

### Практическая работа №1

Все построения выполнять точно:

- вертикальные и горизонтальные линии должны проходить под углом 0,0 или 90,0 градусов;

- если предусмотрена параллельность линий, тогда она должна быть абсолютной;

- если предусмотрено, что линии выходят из одной точки (или сходятся в одной точке), они и должны выходить из одной точки; зазоров быть не должно, не должно быть и пересечения концов отрезков, даже если визуально при маленьком масштабе это незаметно;

- если в задании задан какой-либо размер, таким он должен быть на вашем чертеже с абсолютной точностью; и т.д.

Невыполнение этих требования является грубой ошибкой. Аккуратно используйте привязки, чтобы построения были точными и быстрыми.

#### Задание №1

Ознакомьтесь с интерфейсом чертежно-графического редактора. Особое внимание уделить **Компактной панели**, составу и принципом работы всех элементов этой панели, в особенности панели **«Геометрия»**. Обратите внимание на «кнопки» **Инструментальных панелей**, в нижнем правом углу есть черные треугольники, это говорит о том, что у такой «кнопки» есть вложенная панель (меню).

#### Задание №2

1 Создать новый документ **«Чертеж»**.

2 С помощью **Менеджера документов** на **Стандартной панели** задать для нового чертежа **Формат А3** и **Горизонтальную ориентацию**.

3 В левой верхней четверти чертежа построить горизонтальный отрезок. Длина отрезка 100 мм.

Построение осуществляется с помощью инструмента **«Отрезок»/«Компактная панель»/«Геометрия»**. Смотрите внимательно на панели кнопка **«Отрезок»** должны быть активной, т.е. должен измениться фон нажатой «кнопки».



В дальнейшем внимательно следите за состоянием соответствующих инструментов. Если вы собираетесь использовать инструмент он должен быть активен. Если вы собираетесь выполнять какие либо действия не связанные с выбором нового инструмента, то проверьте, выключен ли ненужный инструмент.

Для построения используйте «**Панель свойств**» и соответствующее окно «**Длина**» и «**Угол**». В это окно можно войти заранее, как только был выбран инструмент или в процессе выполнения построения.

Обратите внимание, что на панели имеется свойство «**Стиль**». Это стиль отображения отрезка. Будьте внимательны: если вы меняли стиль отрезка, то в дальнейшем этот стиль останется при последующих построениях. Если вы последующие построения делаете с другим стилем отрезков, то предварительно установите соответствующий стиль.

*Рекомендация:* если у Вас появились сомнения по поводу дальнейших шагов по выполнению какой-либо процедуры, то смотрите **Строку сообщений**, она находится в самом низу **Рабочей области**. Там вы узнаете, какие действия от Вас ждет программа.

*Рекомендация:* если необходимо построить лишь один отрезок с другим стилем, то проще построить этот отрезок с текущим стилем, а затем отредактировать стиль данного отрезка. Например, с помощью **Контекстного меню**, которое активизируется при нажатии мышкой на объект (когда он приобретает зеленый цвет) или с помощью нажатия правой клавиши мышки на этом объекте. Это будет быстрее, чем устанавливая стиль два раза, вы не забудете о том, что не меняли стиль.

При построении этого отрезка и в дальнейшем не забывайте завершать все команды нажатием кнопки «**Enter**» на клавиатуре или «кнопку» на **Панели свойств** . Если нужно отказаться от выполнения команды нажимается «кнопка» .

3 Ознакомьтесь с системой **Привязок**, которая находится на **Стандартной панели**. Не включайте лишние **Привязки**, на сложных чертежах они могут мешать.

4 Постройте вертикальный отрезок длиной 50 мм вверх от правого конца первого отрезка. Для первой точки используйте привязку «**Ближайшая точка**». Внимательно проследите за поведением курсора вблизи этой точки и текстовой идентификацией этой **Привязки**.

*Рекомендация:* в режиме операции «**Отрезок**», в окне длина задайте длину отрезка и нажмите «**Enter**», угол можно задать с помощью привязки «**Выравнивание**», направив курсор в нужном направлении.

5 Постройте вертикальный отрезок длиной 33 мм вниз от середины первого отрезка, используя привязку «**Середина отрезка**».

6 Соединить верхнюю точку второго отрезка и нижнюю точку третьего отрезка, используя соответствующие привязки.

7 Построить окружность радиусом 16 мм с центром на пересечении первого отрезка и последнего, используя привязку «**Пересечение**».

8 Поверх первой линии построить еще одну линию с теми же координатами концов отрезка. Затем удалить эту линию, щелкнув мышкой по этому отрезку и нажав клавишу «**Delete**». Обратите внимание, что линия исчезла, в том

числе и первая. На самом деле это не так, исчезла только линия построенная позже, т.е. «сверху». Для того, чтобы увидеть первую линию необходимо выполнить регенерацию изображения на экране. Для этого можно покрутить «колесико» мышки вперед и назад, изменяя тем самым масштаб отображения экрана.

#### Задание №3

На свободном поле начертить чертеж (рисунок 1).

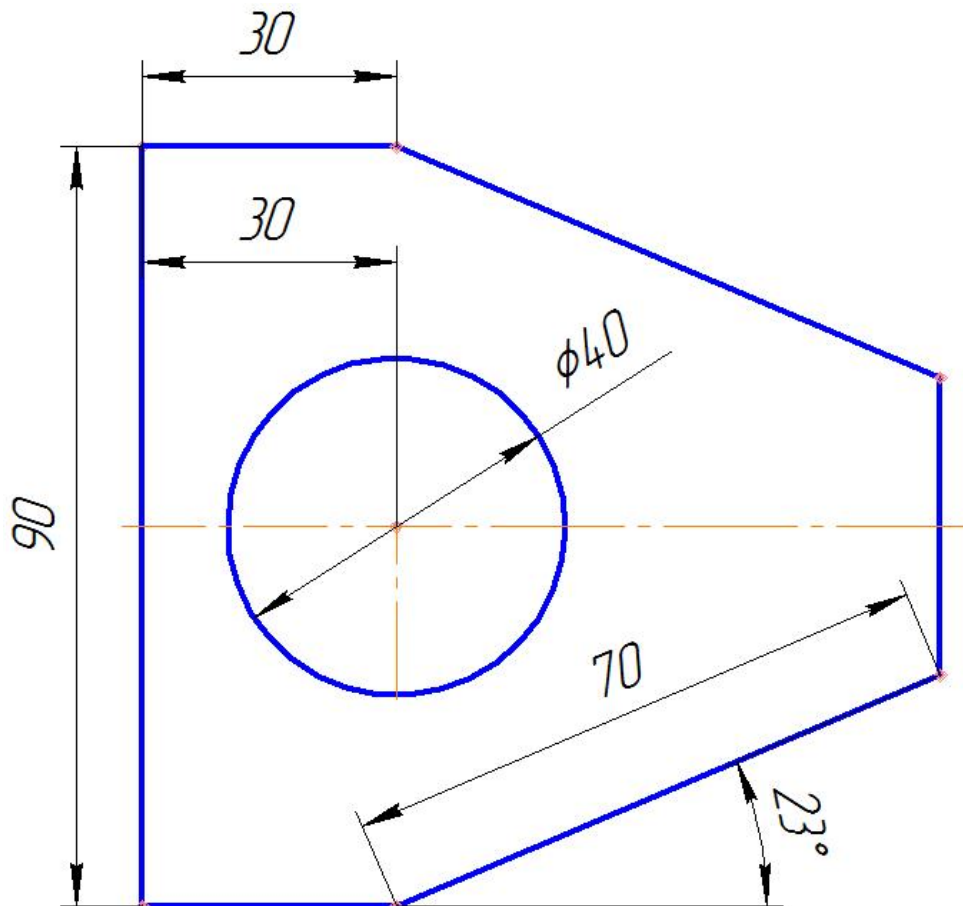


Рисунок 1 – Деталь №1

#### Задание №4

Начертить чертеж (рисунок 2).

Использование других инструментов построения соответствующих геометрических элементов производится аналогичным способом, что было рассмотрено в этой практической работе.

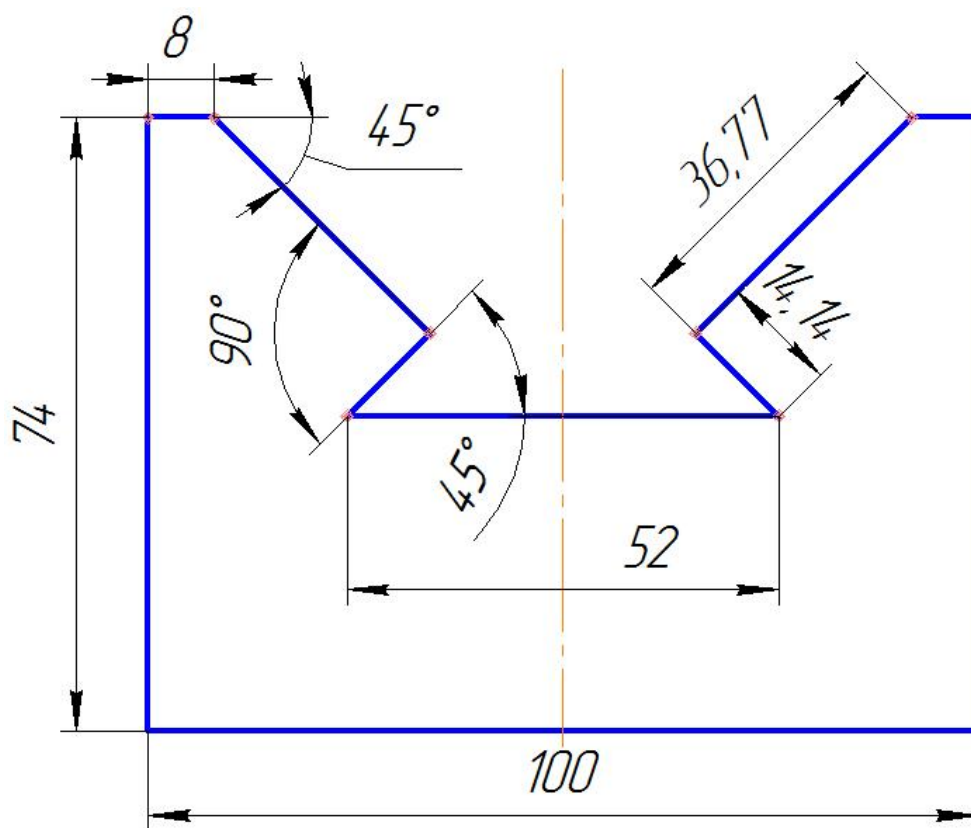


Рисунок 2 – Деталь №2

## 1.2 Использование вспомогательной геометрии для построения

### Практическая работа №2

Приемы, которые использовались в работе №1, могут быть использованы только при выполнении простейших операций. Когда чертеж более сложный, то необходимо применять дополнительные приемы черчения. Наиболее эффективный из них - это вспомогательная геометрия. Принцип ее похож на черчение карандашом на бумаге, когда тонкими линиями выполняются предварительные построения. Затем основной линией наносится нужное изображение и лишние тонкие линии стираются. Тонкие линии нужны для того, чтобы найти необходимые координаты основных линий. Те же самые функции выполняет вспомогательная геометрия.

Вспомогательная геометрия находится на панели «Геометрия». Обычно построение начинается с нанесения базовых линий. Обычно для этого проводятся вертикальная и горизонтальная линии, называемые «**Вертикальная прямая**» и «**Горизонтальная прямая**». В отличие от отрезков эти линии имеют бесконечную длину и при печати не воспроизводятся. Дальнейшие построения обычно выполняются с помощью других вспомогательных линий. В большей части построений используются параллельные линии «**Параллельная пря-**

мая». В отличие от «**Вертикальная прямая**» и «**Горизонтальная прямая**» эта линия строится параллельно к любой прямой линии или отрезку на заданном расстоянии. Для построения такой линии выбирается инструмент «**Параллельная прямая**», затем курсором указывается линия, к которой будет проведена параллельная линия, при этом она приобретает красный цвет. Необходимо щелкнуть по этой линии курсором, при этом появляется **Панель свойств** и две «плавающие» симметричные параллельные линии, одна сплошная, другая – пунктирная. Сплошная фиксируется первой, затем вторая. Если вторая линия не нужна, то ее необходимо отключить соответствующей «кнопкой» на **Панели свойств** иначе придется все время выполнять лишние действия для отказа от нее.

После того, как появилась плавающая параллельная линия, мышкой она направляется в ту сторону, в которой должна быть построена, затем мышью оставляем в покое. На клавиатуре нажимаем клавишу «**Alt**», затем клавишу с буквой «**я**» (это удобно и быстро, поскольку клавиши расположены рядом). Это быстрый ввод команды, при этом используется принцип подчеркнутой буквы в слове «**Расстояние**» на **Панели свойств**. Этот принцип используется при вводе любых команд во всех инструментах.

После того, как будет выполнена команда «**Alt**»+«**я**», мы входим в окно ввода расстояния. При этом текущее значение расстояния засвечивается синим цветом, это говорит о том, что текущий размер можно специально не удалять, потому что он будет удален автоматически, при вводе числа с нужным значением расстояния. После чего нужно нажать на «**Enter**», курсор приобретает форму прямоугольника, это говорит о том, что операция еще не завершена, поэтому необходимо еще раз нажать на клавишу «**Enter**». После чего вспомогательная параллельная линия будет введена. При выполнении всех этих операций мышку трогать не нужно.

Вспомогательных линий не должно быть слишком много, иначе будет сложно вспомнить, какая линия для чего была проведена. На заключительной стадии проведите необходимые линии, но уже с использованием инструмента «**Отрезок**» (т.е. обведите вспомогательные построения), или какие либо другие построения, используя уже известные координаты, полученные с помощью вспомогательных построений. Если вспомогательные линии больше не нужны, то их необходимо удалить.

Задание №1

Начертить чертеж (рисунок 3).

Задание №2

Начертить чертеж (рисунок 4).

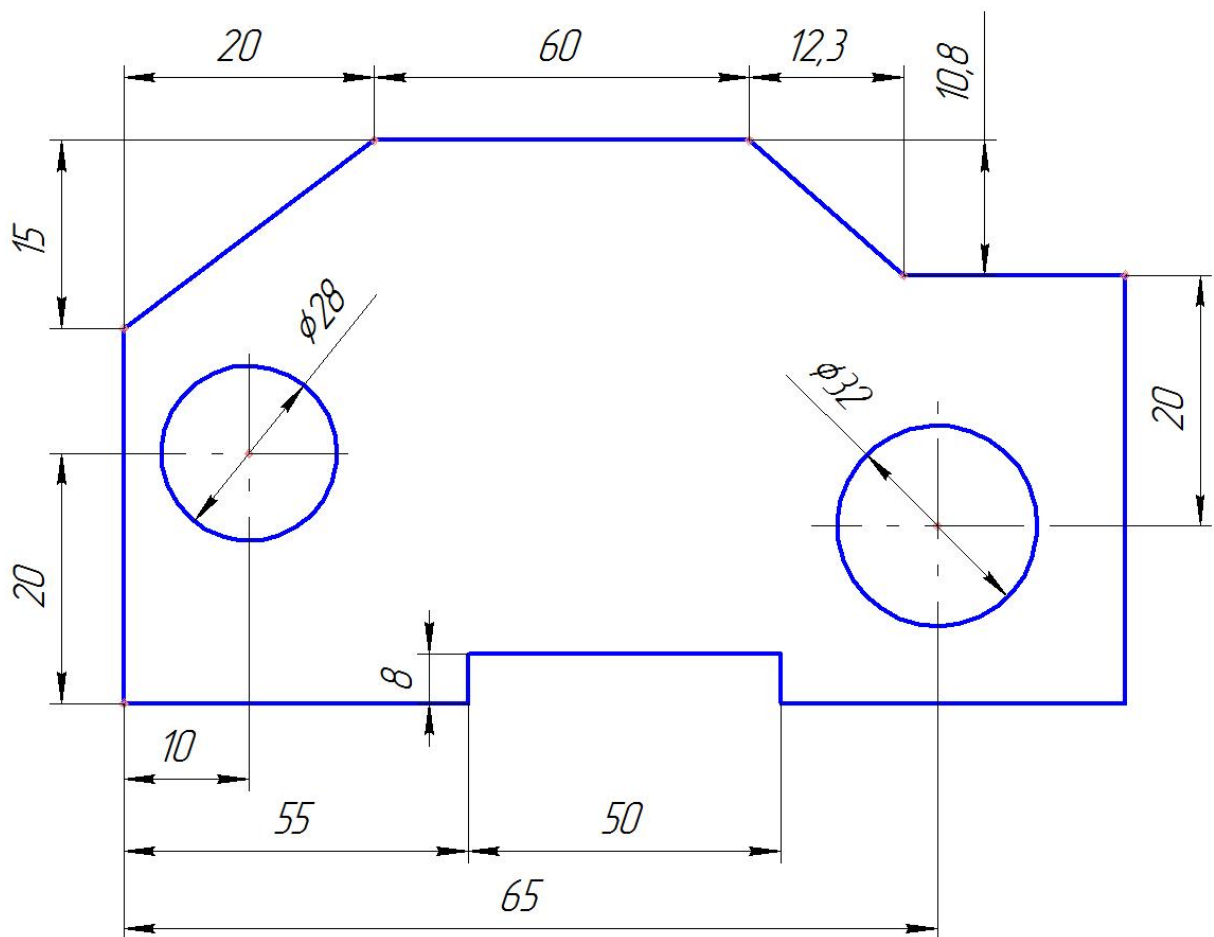


Рисунок 3 – Деталь №3



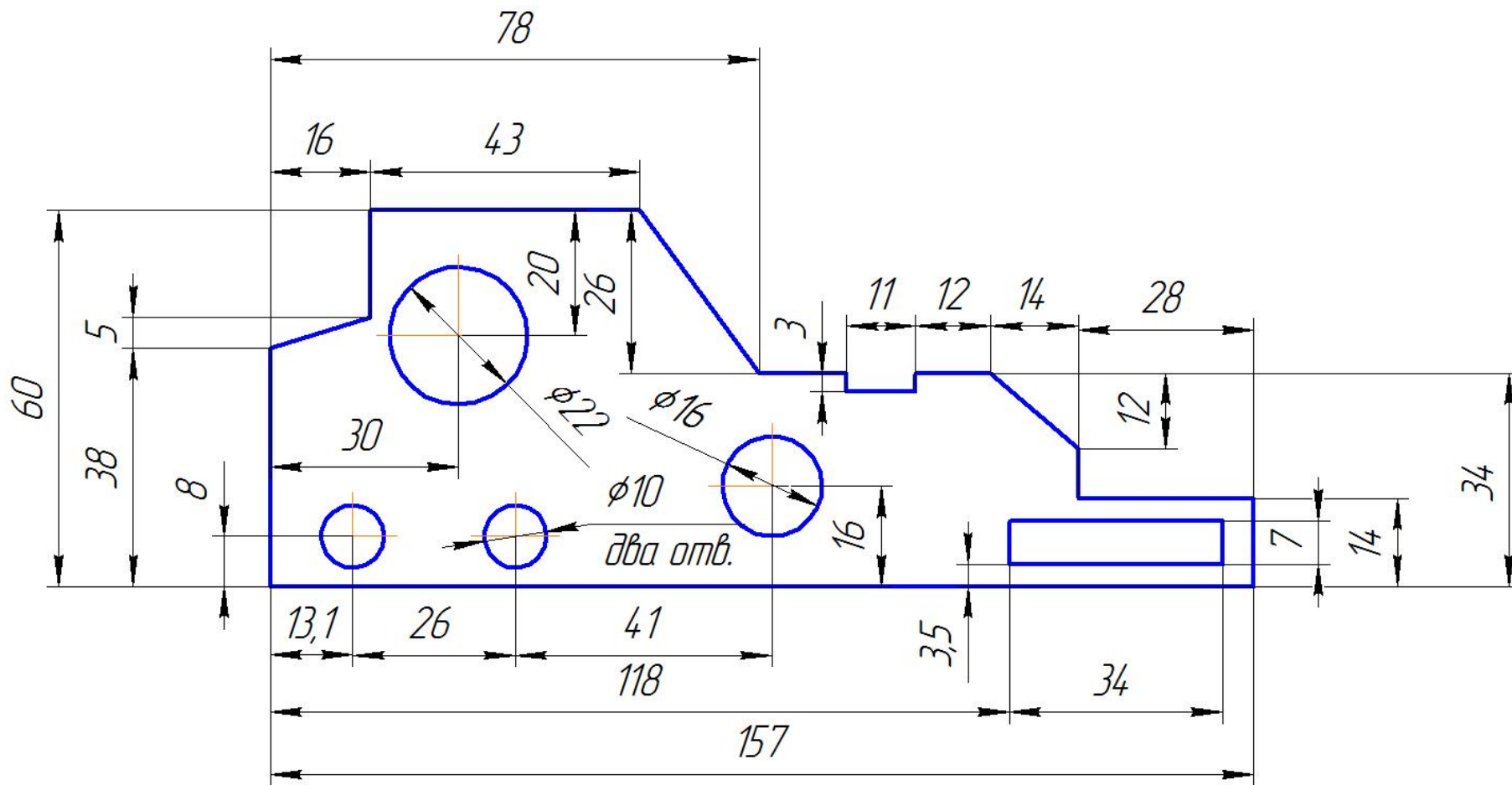


Рисунок 4 – Деталь №5

## 1.3 Приемы выполнения чертежей, простановка размеров и оформление чертежа

### Практическая работа №4

Когда чертеж выполнен точно и установлен необходимый масштаб **Вида**, размеры будут проставляться правильно, в автоматическом режиме. Для простановки размеров используется панель «**Размеры**». Во многих случаях для простановки линейных размеров лучше использовать «**Авторазмер**». Это во многих случаях ускоряет ввод. Если необходимо проставить размер отрезка, то нужно щелкнуть мышкой по этому отрезку, но только не на его середину или концы. При правильных действиях отрезок высвечивается красным цветом, затем курсор мышки перемещается в том направлении, в котором будет размещена размерная линия. Как только выбрано местоположения размерной линии, необходимо еще раз щелкнуть мышкой – размер будет проставлен. Если отрезок проходит под углом, то при этом возможны следующие направления смещения курсора: в перпендикулярном направлении по отношению к отрезку, тогда будет проставлена длина отрезка; если влево или вправо, то будет проставлен размер в проекции отрезка на ось **X**; если вверх или вниз, то будет проставлен размер в проекции отрезка на ось **Y**. «**Авторазмер**» распознает объекты, так, например, он распознает окружность и проставит диаметральный размер. В отличие от **Авторазмера** при использовании **Линейного размера** будет необходимо установить тип размера.

При простановке размеров необходимые компоненты размерных линий, стрелок, расположение надписи размера и т.д. можно установить на **Панели свойств** и с помощью кнопки «**Параметры**».

Формат размерных надписей устанавливается в окне «**Текст**» или редактируется при двух щелчках по надписи. На панели «**Задание размерной надписи**» проставляются все необходимые элементы надписи.

#### Задание №1

- 1 Задать формат чертежа **A3** и создать вид с масштабом 1:2.
- 2 Начертить чертеж (рисунок 5).
- 3 Проставить все размеры.
- 4 Оформить чертеж.



## 1.4 Приемы редактирования чертежей

### Практическая работа №5

#### Задание №1

- 1 Установить формат чертежа А1 и горизонтальная ориентация.
- 2 Начертить чертёж детали (рисунок 6).
- 3 На поле чертежа создать девять копий построенного чертежа, включая исходный.

#### 4 Произвести редактирование чертежа:

- на втором чертеже увеличить размер п.1 до 35 мм;
- на третьем чертеже уменьшить размер п.2 до 32 мм;
- на четвертом чертеже увеличить размер п.3 до 18 мм;
- на пятом чертеже увеличить размер п.4 до 28 мм;
- на шестом чертеже увеличить размер п.5 на 8 мм;
- на шестом чертеже увеличить размер п.6 на 30 мм;
- на седьмом чертеже увеличить диаметр п.7 на 84 мм;
- на восьмом чертеже увеличить диаметры всех элементов на 10%.

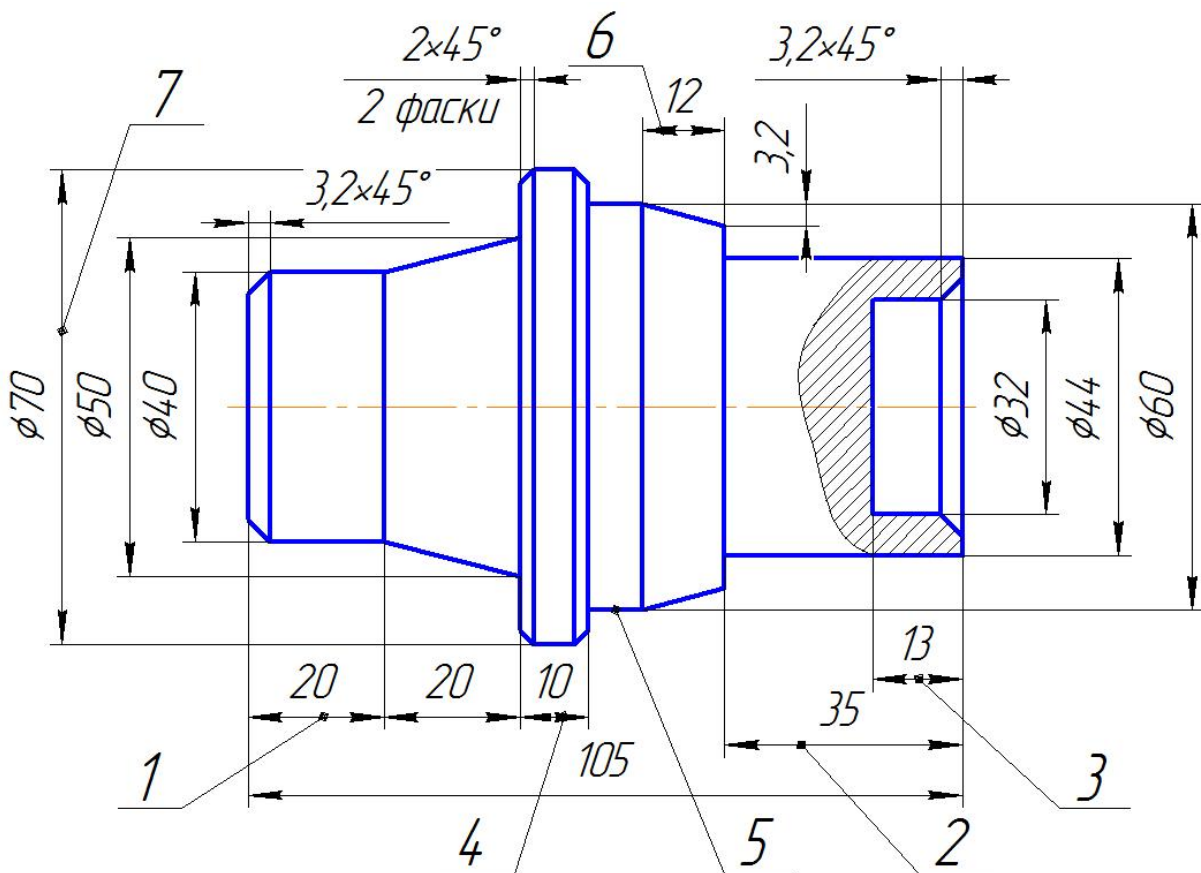


Рисунок 6 – Деталь №6

Изменения линейных размеров осуществлять с помощью панели «**Редактировать**»/«**Деформация сдвигом**». Предварительно с помощью вспомогательной геометрии, а именно «**Параллельная прямая**» провести линию на заданное расстояние до нового положения соответствующей линии размера. За-

тем включается инструмент «**Редактировать**»/«**Деформация сдвигом**». Рамкой курсора выделяется часть чертежа в том месте, где должен быть изменен размер. Выбор положения начала рамки наиболее ответственный момент в редактировании. От него зависят результаты редактирования, наилучшим вариантом будет считаться тот, когда не потребуются вносить дополнительные коррекции остальных элементов чертежа или они будут минимальны. Если «рамка» захватила лишние элементы, то можно исключать или добавлять элементы чертежа, которые должны будут включены или выключены в процедуру деформации. Управление этой функцией осуществляется в процессе выделения рамкой с помощью **Панели свойств** и «кнопки» «**Исключить/добавить объект**».

На рисунке 7 приведен пример выполнения процедуры редактирования размера п. 2. Предварительно проведена вспомогательная линия на расстоянии 32 мм. Левая сторона рамки выделения зоны деформации проходит между линией торца и зоной штриховки. Поэтому деформация будет распространяться только на размер п. 2, поскольку линия рамки не пересекает больше ни какие объекты. Правая сторона рамки захватывает все объекты, которые будут смещены в процессе деформации, включая и размерные линии. Далее курсор мышки фиксируется в точке (точка обозначена крестиком), которая должна занять новое положение, а затем перемещается курсор в новую точку, обозначенную вспомогательной линией вдоль осевой линии. Таким образом, деформация про-

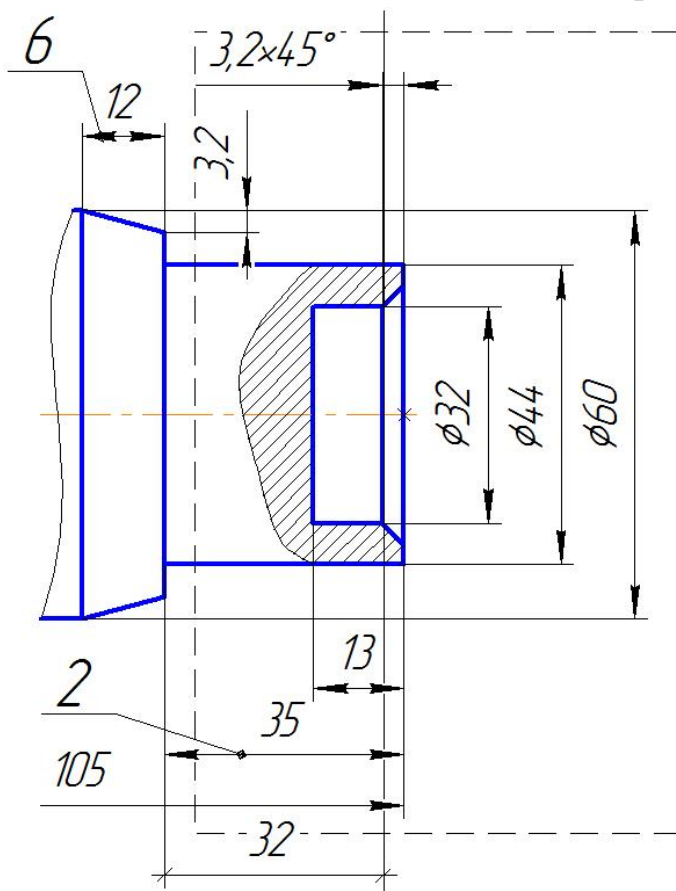


Рисунок 7 – Фрагмент детали №6

исходит только вдоль оси  $x$ , положение по оси  $y$  остается равно 0.

## **Практическая работа №6**

### **Задание №1**

1 Начертить чертеж (рисунок 8).

2 Проставить все размеры.

3 На свободной части сделать копию чертежа.

4 Произвести редактирование чертежа в соответствии с рисунком 9, при этом необходимо использовать наиболее эффективные стратегии (с минимальными дополнительными коррекциями). Прежде чем начинать редактирование, необходимо проанализировать какие размеры меняются, а какие нет. Особое внимание обратить на проекционные связи между видами. Необходимо помнить, что изменение одного вида приводит к изменению остальных видов.

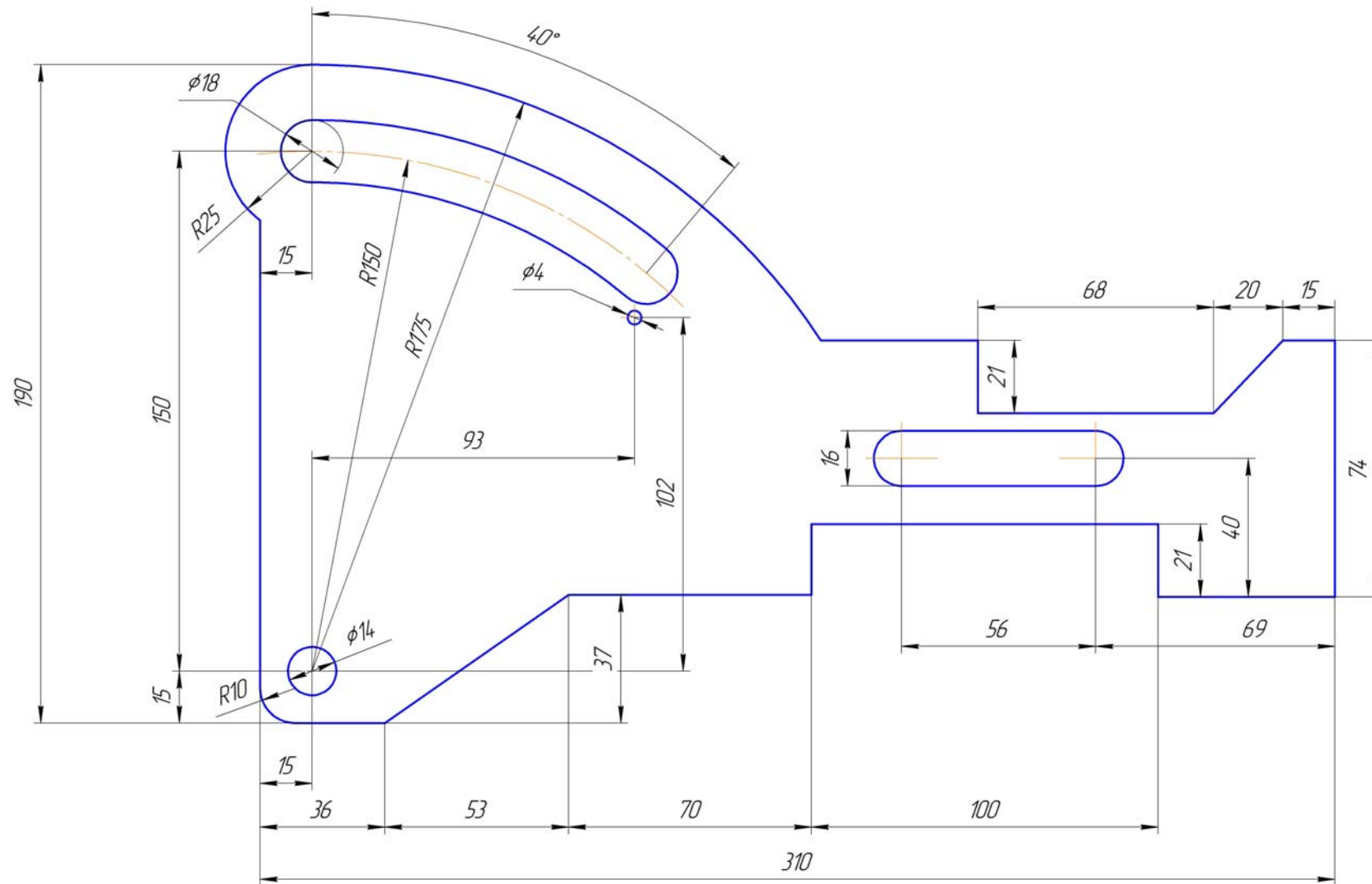


Рисунок 8 – Деталь №7

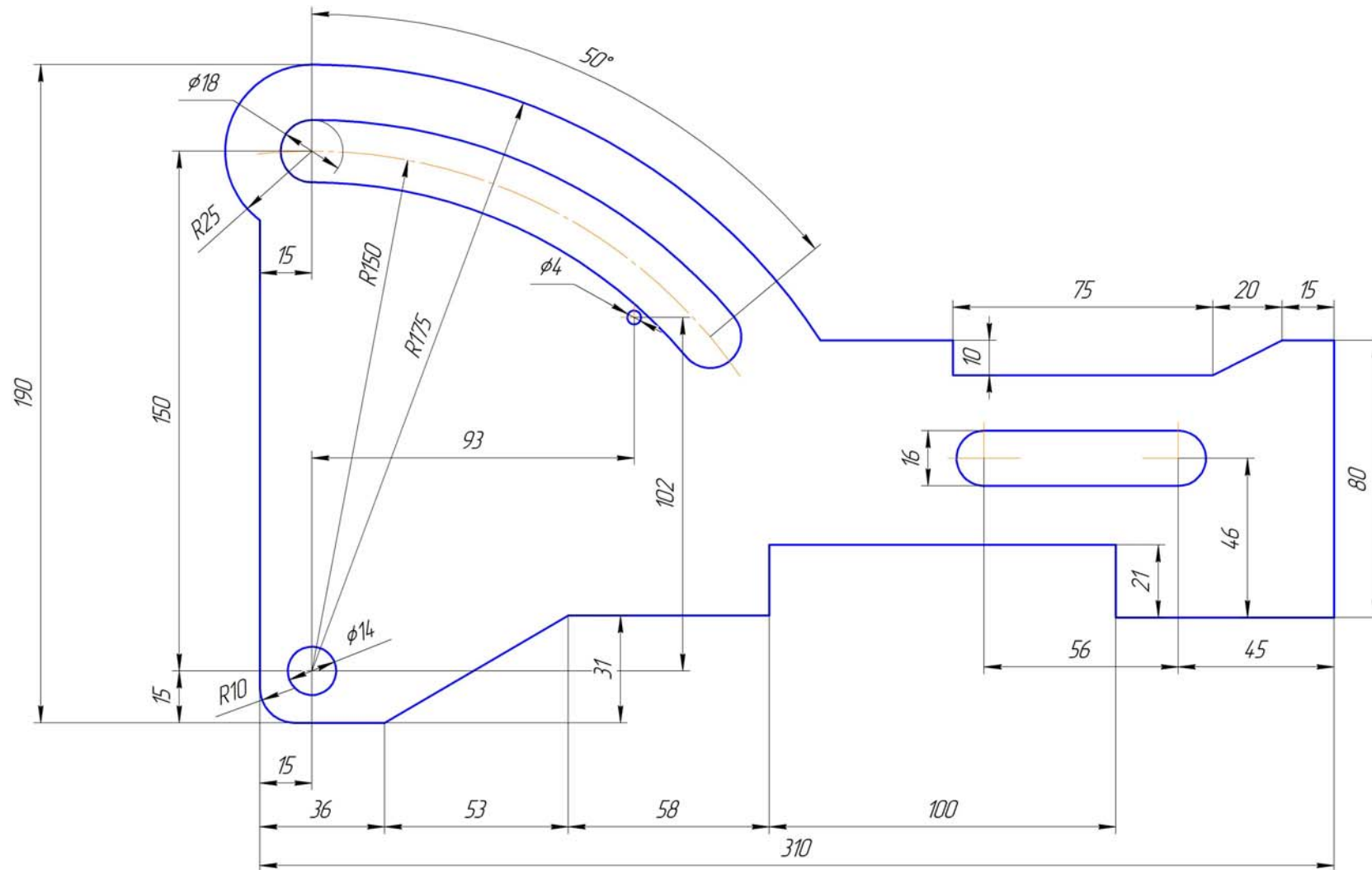


Рисунок 9 – Второй вариант детали №7



## Практическая работа №7

### Задание №1

1 Установить формат чертежа А2, вертикальная ориентация и масштаб 1:2.

2 Начертить чертеж (рисунок 10).

3 Проставить все размеры.

4 На свободной части сделать копию чертежа.

5 Произвести редактирование этого чертежа в соответствии с рисунком 11, при этом необходимо использовать наиболее эффективные стратегии (с минимальными дополнительными коррекциями). Прежде чем начинать редактирование, необходимо проанализировать какие размеры меняются, а какие нет. Особое внимание обратить на проекционные связи между видами. Необходимо помнить, что изменение одного вида приводит к изменению остальных видов.

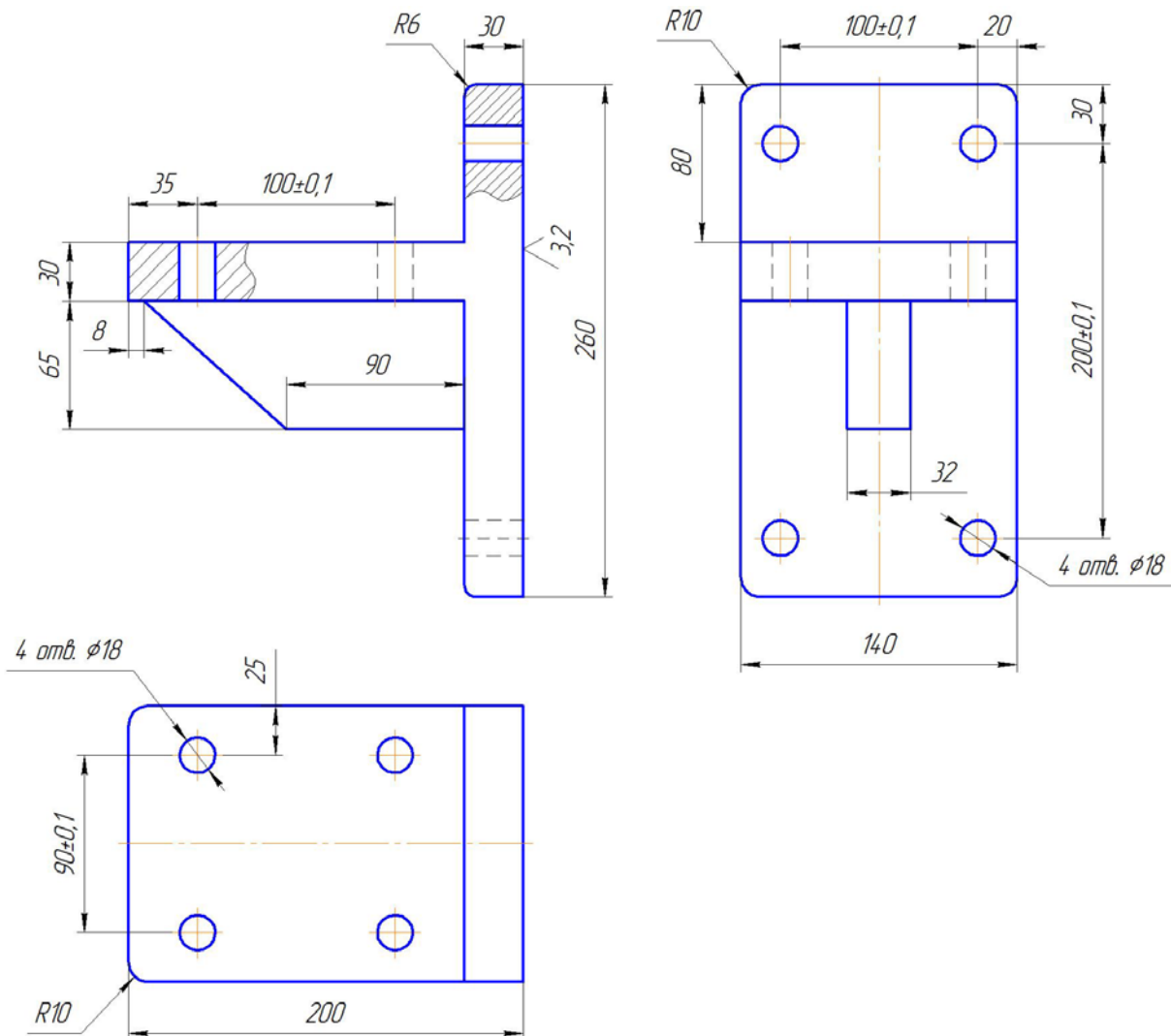


Рисунок 10 – Кронштейн №1

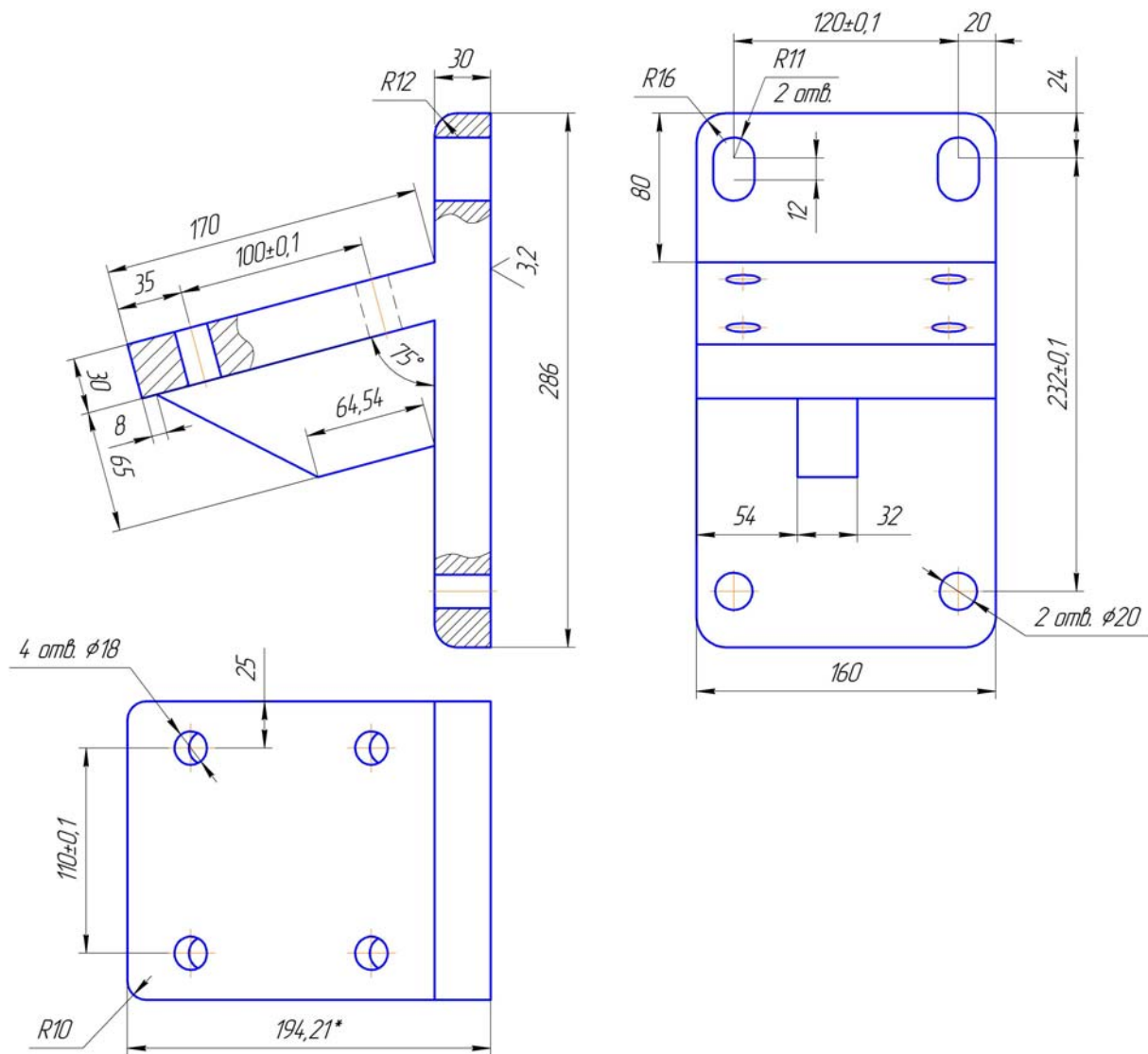


Рисунок 11 – Кронштейн №2

## 1.5 Чертеж детали

### Практическая работа №6

#### Задание №1

1 Установить формат чертежа А3, горизонтальная ориентация и масштаб 2:1.

2 Начертить чертеж (рисунок 12).

Чертеж имеет достаточную сложность и поэтому при построении необходима четкая стратегия и внимание. Некоторые координаты точек являются производными от предшествующих построений.

### *Рекомендации:*

1 Построение нужно начинать с вспомогательной геометрии, а именно нанесения проведения горизонтальной линии вдоль оси и вертикальной линии проходящей через вершину «конуса». Это будет началом координат для всех остальных построений. Затем необходимо провести **Вспомогательные прямые** из этого начала координат первая под углом  $49^{\circ} 51'$ . Поскольку в редакторе предусмотрен десятичный ввод градусов, то необходимо минуты перевести в десятичную форму. Проще всего это сделать непосредственно при вводе заданного угла, используя встроенный калькулятор. Для этого необходимо на **Панели свойств** в соответствующем окне ввести число **49**, затем «+51/60». Аналогично этому провести вторую линию. Средняя линия проводится под углом  $45^{\circ}$ , на чертеже он не обозначен.

2 Деталь имеет симметричную конструкцию, поэтому целесообразно построить только одну половину детали, а вторую отобразить симметрично осевой линии. Поскольку многие основные линейные размеры на чертеже сосредоточены внизу, то и построение чертежа необходимо производить в нижней части, иначе придется мысленно «переворачивать» эти размеры. Поэтому вспомогательные линии, построенные в п. 1 отображаем симметрично осевой линии.

3 Наибольшую сложность будут иметь следующие построения. Несколько координат соответствующих точек строятся в строгой последовательности, потому что одни построения являются производными для других. Вначале нужно провести вспомогательную параллельную линию на **43** мм, это правый край детали. Она будет базой для остальных параллельных линий. Проводим линии на **8** и **15,9** мм. Размеры со звездочкой являются справочными размерами и поэтому их нельзя использовать для построения они должны получиться сами по себе. От оси проводим параллельные линии **40/2** и **64,24/2** мм (именно так можно вводить эти размеры, т.е. с одновременным делением на 2). Затем проводим вспомогательную линию «**Перпендикулярная прямая**» к линии, которая была построена в п. 1 под углом  $45^{\circ}$ . **Перпендикулярная прямая** должна пройти через точку пересечения вертикальной и горизонтальной линий «**15,9**» и «**64,24/2**». От построенной линии необходимо провести **Параллельную прямую** на расстоянии **12** мм. В результате этих построений появится возможность построить зуб шестерни. Все остальные построения не представляют большой сложности, если внимательно проанализировать логику этих построений.

4 Выполнить все построения, которые необходимы, чтобы построить симметричное отображение.

5 Нанести размеры и другие элементы чертежа. Стрелка А выполняется «**Геометрия**»/«**Обозначения**»/«**Вид по стрелке**», указать, где будет размещена стрелка и ее направление, указать, где будет выполнен вид, т.е. надпись вида. После чего редактор создаст новый вид, для которого может быть задан новый масштаб (в нашем случае он не меняется) и т.д. То, что было создано в основ-

ном виде, будет воспроизводиться в черном цвете. Для того, чтобы перейти в основной вид, нужно в основном меню «**Состояние видов**» переключиться на основной вид.

Обозначение базы выполнить с помощью панели «**Обозначения**»/«**База**», затем назначаются допуски на форму «**Обозначения**»/«**Допуск формы**». На **Панели свойств** нажать кнопку «**Таблица**», с помощью которой можно внести все необходимые параметров в полуавтоматическом режиме.

6 Создать таблицу параметров шестерни. Таблица формируется с помощью инструмента «**Обозначения**»/«**Ввод таблицы**», где необходимо указать положение таблицы, **Число столбцов** и **Строк**. Размеры столбцов необходимо задать уже в таблице, поставив курсор на ячейку соответствующего столбца, нажать правую кнопку мышки, выбрать «**Формат ячейки**» и задать размер. Ширина столбцов 83, 13 и 27 мм. Индексы и спецзнаки задаются на **Панели свойств** с помощью панели «**Вставка**».

7 Технические требования вводятся через меню «**Вставка**»/«**Технические требования**».

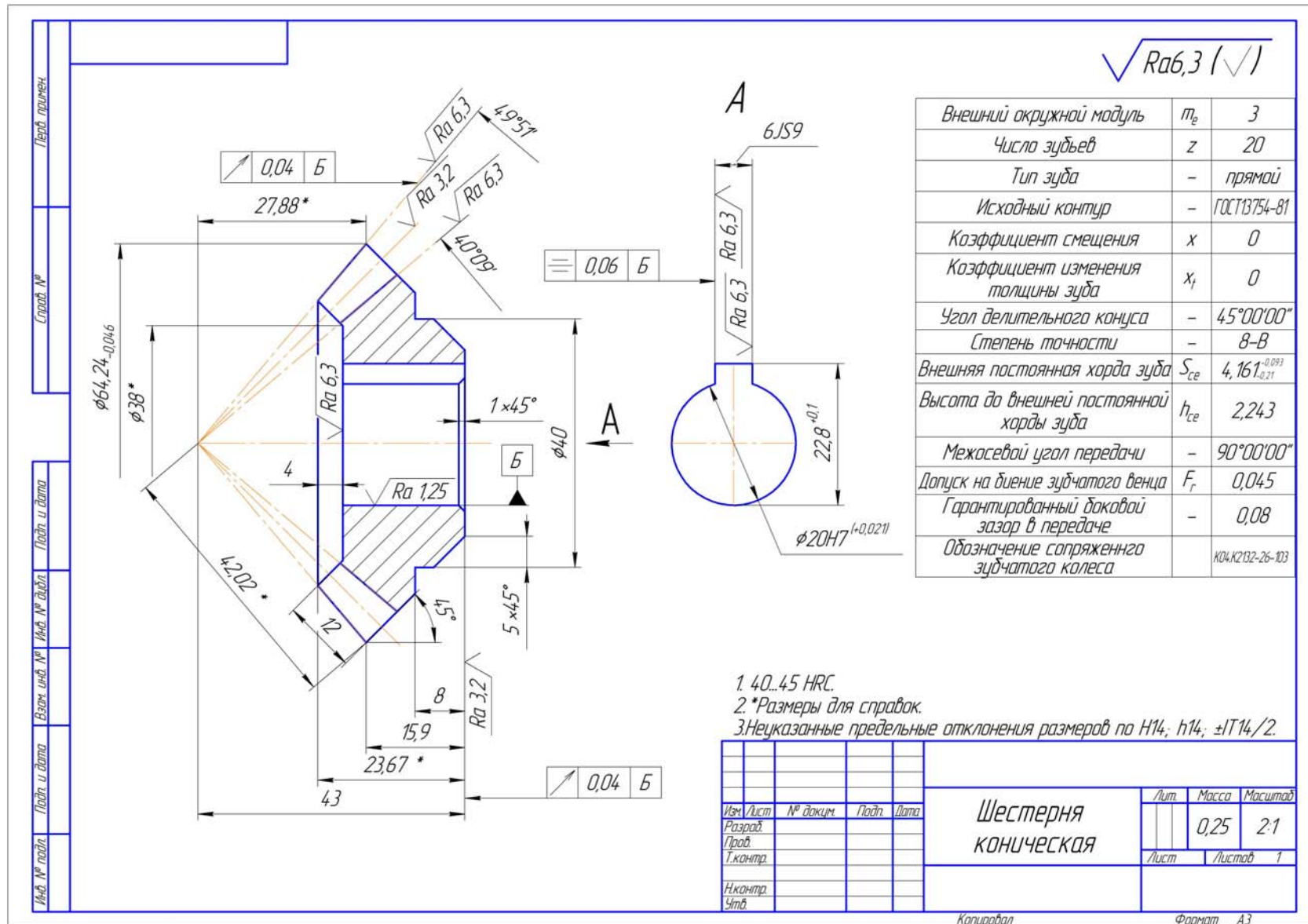


Рисунок 12 – Чертеж детали «Шестерня коническая»

Александр Павлович Петров

## КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

Методические указания  
к выполнению лабораторных работ  
для студентов специальности 190109, 190100

Редактор Е.А. Могутова

---

|                             |                  |                 |
|-----------------------------|------------------|-----------------|
| Подписано к печати 20.01.14 | Форма 60×84 1/16 | Бумага тип. №1  |
| Печать цифровая             | Усл. печ.л. 1,5  | Уч.-изд. л. 1,5 |
| Заказ 13                    | Тираж 25         | Не для продажи  |

---

РИЦ Курганского государственного университета.  
640669, г. Курган, ул. Гоголя, 25.  
Курганский государственный университет.