

ФГБОУ ВПО  
«Воронежский государственный технический университет»  
Кафедра электромеханических систем и электроснабжения

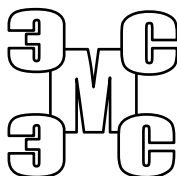
**244-2014**

**ВВОД ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

к лабораторной работе

по курсам «Компьютерные графические системы визуализации»  
для бакалавров направления 140400 «Электроэнергетика  
и электротехника» (профили «Электромеханика»,  
«Электроснабжение», «Электропривод и автоматика»)  
и «Информационные технологии» для бакалавров направления  
110800 «Агроинженерия» (профиль «Электроснабжение  
и электрооборудование сельскохозяйственных  
предприятий» очной и заочной форм обучения



Воронеж 2014

Составители: канд. техн. наук Т.А. Бурковская,  
канд. техн. наук А.В. Тикунов,  
ст. преп. Т.Е. Черных

УДК 621.313

Ввод геометрических объектов: методические указания к лабораторной работе по курсам «Компьютерные графические системы визуализации» для бакалавров направления 140400 «Электроэнергетика и электротехника» (профили «Электромеханика», «Электроснабжение», «Электропривод и автоматика») и «Информационные технологии» для бакалавров направления 110800 «Агроинженерия» (профиль «Электроснабжение и электрооборудование сельскохозяйственных предприятий» очной и заочной форм обучения / ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет»; сост. Т.А. Бурковская, А.В. Тикунов, Т.Е. Черных. Воронеж, 2014. 39 с.

Данные методические указания содержат сведения о вводе геометрических объектов в графическом редакторе системы КОМПАС-ГРАФИК и дают практические навыки формирования чертежей.

Методические указания подготовлены в электронном виде в текстовом редакторе MS Word 2003 и содержатся в файле «Компьютерные и графические системы №5.doc».

Ил. 7.

Рецензент канд. техн. наук, доц. П.Ю. Беляков

Ответственный за выпуск зав. кафедрой канд. техн. наук, доц. В.П. Шелякин

Издается по решению редакционно-издательского совета Воронежского государственного технического университета

© ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2014

## Лабораторная работа

### ВВОД ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

#### 1. ЦЕЛЬ ВЫПОЛНЕНИЯ

Изучение команд построения геометрических объектов; изучение стандартных операций построения; получение практических навыков работы при построении графических примитивов в чертежно-конструкторском редакторе КОМПАС-ГРАФИК.

#### 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЯСНЕНИЯ

В данной лабораторной работе подробно разбираются примеры выполнения команд построения графических примитивов: точек, отрезков, дуг, окружностей.

Доступ ко всем этим командам осуществляется только через кнопки на страницах инструментальной панели.

При работе с графическими документами на «Панели переключения» по умолчанию активна кнопка «Геометрия» и открыта одноименная инструментальная панель (рис. 1).

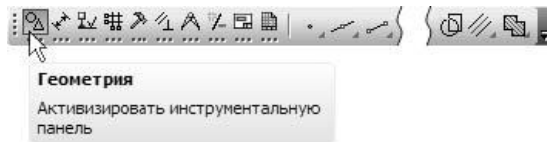















Рис. 1. Расположение кнопки «Геометрия» на панели переключения

На этой панели расположены команды, с помощью которых можно создавать графические объекты: точки, вспомогательные прямые, отрезки, окружности и т.д.

##### 2.1. Инструментальная панель «Геометрия»

Инструментальная панель «Геометрия» обеспечивает возможность начертить любую линию или фигуру любым

стандартным типом линии, а также выполнить штриховку любой области. Она вызывается нажатием кнопки .

Кнопки команд ввода геометрических объектов расположены и сгруппированы по типам объектов, ввод которых они вызывают (ввод точки , непрерывный ввод объектов , ввод вспомогательной прямой , ввод отрезка , ввод окружности , ввод дуги , ввод эллипса , ввод кривой Безье , ввод фаски , ввод скругления , ввод прямоугольника , штриховка .

На инструментальной панели «Геометрия» видна только одна кнопка из группы. Для того чтобы увидеть остальные кнопки группы и выбрать одну из них, нужно нажать на видимую кнопку группы и не отпускать клавишу мыши. Через секунду рядом с курсором появится панель, содержащая остальные кнопки для вызова команд построения выбранного объекта (*расширенная панель команд*). По-прежнему не отпуская клавишу мыши, переместите курсор на кнопку вызова нужной команды. Отпустите клавишу мыши. При этом выбранная кнопка появится на Инструментальной панели геометрии, а соответствующая ей команда будет активизирована.

Кнопки, позволяющие вызвать расширенную панель команд, помечены маленьким черным треугольником в правом нижнем углу.

Если Вы не видите на экране кнопку, показанную в описании команды, нажмите на видимую кнопку для ввода нужного типа объекта и выберите искомую кнопку из развернувшейся расширенной панели команд.

В инструментальной панели «Геометрия» имеются следующие наборы расширенных панелей команд:



- точки по кривой; точки пересечения двух кривых; все точки пересечения кривой; точка на заданном расстоянии.

- горизонтальная;  
вертикальная;



горизонтальная;  
вертикальная;

горизонтальная;  
вертикальная;  
параллельная прямая; перпендикулярная прямая; касательная прямая через внешнюю точку; касательная прямая че-

рез точку кривой; прямая, касательная к 2 кривым; биссектриса.



- параллельный отрезок; перпендикулярный отрезок; касательный отрезок через внешнюю точку; касательный отрезок через точку кривой; отрезок, касательный к 2 кривым.

тательный к 2 кривым.



- окружность по 3 точкам; окружность с центром на объекте; окружность, касательная к 1 кривой; окружность, касательная к 2 кривым; окружность, касательная к 3 кривым; окружность по 2 точкам.



- дуга по 3 точкам; дуга, касательная к кривой; дуга по 2 точкам; дуга по 2 точкам и углу раствора.



- эллипс по диагонали прямоугольника; эллипс по центру и углу прямоугольника; эллипс по центру середине, стороны и углу описанного параллелограмма; эллипс по 3 углам описанного параллелограмма; эллипс по центру и 3 точкам; эллипс, касательный к двум кривым.



- NURBS-кривая; ломаная кривая.



- прямоугольник по центру и углу; правильный многоугольник.

При вводе геометрических объектов чрезвычайно широко используются привязки. Для закрепления знаний по их применению при выполнении упражнений Вам будет предложено воспользоваться различными способами привязки. После появления определенных навыков Вы сами будете находить оптимальный способ.

### 2.1.1. Ввод точек

Командами данной группы удобно пользоваться для простановки на чертеже характерных вспомогательных точек, к

которым позднее можно выполнять привязку при выполнении команд ввода, копирования, перемещения объектов, при выполнении деформации объекта и т.д., если нужные точки не определены явно геометрией чертежа.

При создании точек Вы можете явно указывать их положение, перемещая курсор по экрану мышью или клавишами. Можно также вводить значения координат точки в полях **Текущая точка** строки параметров объектов.

Для изменения текущего стиля отрисовки точек щелкните левой кнопкой мыши на рабочем поле документа и в появившемся окне (рис. 2) необходимо выбрать «Стиль точки».

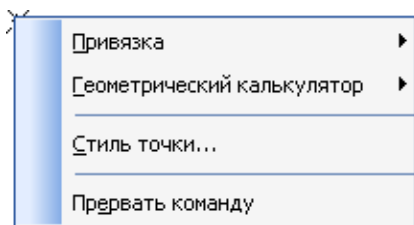


Рис. 2. Внешний вид контекстного меню

На экран будет выведено окно выбора стиля точки. Завершить ввод точек можно, нажав клавишу [Esc] или кнопку **Прервать команду** на Панели специального управления.

### 2.1.2. Ввод вспомогательных прямых

С помощью глобальных, локальных и клавиатурных привязок Вы можете выполнить привязку к характерным точкам существующих объектов на чертеже. Если нужная точка отсутствует в явном виде, ее всегда можно построить с помощью вспомогательных построений.

Реализованный в КОМПАС-ГРАФИК аппарат вспомогательных построений дает возможность пользователю построить любые необходимые точки, быстро и точно вычерчивать детали самой сложной формы. Являясь аналогом тонких линий, которые используются конструктором при черчении на

кульмане, он является дополнением к механизму глобальных и локальных привязок.

После выполнения всех необходимых построений вспомогательные линии можно быстро удалить с экрана.

### 2.1.3 Ввод отрезков

Данная команда позволяет начертить один или несколько отрезков прямых. Для ввода начальной и конечной точек отрезка Вы можете воспользоваться непосредственным вводом их координат в полях **Начальная точка** и **Конечная точка** в строке параметров (рис. 3) или воспользоваться механизмом локальных или глобальных привязок. В последнем случае можно выполнять привязку к характерным точкам существующих геометрических объектов или, при необходимости, получить эти точки с помощью проведения вспомогательных прямых.



Рис. 3. Вид панели свойств в режиме построения отрезков

Кроме того, после ввода начальной или конечной точки отрезка в строке параметров Вы можете задать длину отрезка в поле **Длина отрезка** или угол его наклона относительно оси X текущей системы координат в поле **Угол наклона отрезка**. В этих полях Вы можете не только вводить значения параметров отрезка, но и при необходимости откорректировать их.

При задании практически всех параметров строящегося отрезка Вы можете воспользоваться средствами **Геометрического калькулятора** для снятия значений этих параметров с существующих геометрических объектов на чертеже.

При помощи поля **Текущий стиль** в строке параметров Вы можете задать тип линии по ЕСКД, которым должен быть отрисован строящийся отрезок.

### 2.1.4. Ввод окружностей

Для перехода к команде построения окружности нужно нажать кнопку **Окружность** на панели **Геометрия** инструментальной панели. При необходимости можно вызвать Панель расширенных команд построения окружностей. На ней отображаются несколько дополнительных кнопок. Используя их, можно строить окружности различными способами.

При создании окружности Вы можете явно указывать положение ее характерных точек, перемещая курсор по экрану мышью или клавишами. Можно также вводить значения координат центра, радиуса и другие параметры в полях строки параметров объектов (рис. 4).



Рис. 4. Вид панели свойств в режиме построения окружности по центру и точке

Если для создаваемой окружности нужно отрисовать осевые линии, нажмите кнопку **Простановка осей** в строке параметров (при этом внешний вид кнопки изменится). Оси рисуются по направлениям текущей системы координат. Для отмены отрисовки осей нажмите кнопку еще раз.

### 2.1.5. Ввод дуг

Команды данной группы позволяет начертить одну или несколько дуг. Для быстрого перехода к команде нажмите кнопку **Дуга окружности** на странице **Геометрия** инструментальной панели.

По умолчанию (если не была нажата какая-либо кнопка на Панели расширенных команд) вычерчивается дуга с заданным центром, проходящая через две указанные точки.



Если Вам потребуется выполнить построение дуг каким-то другим способом, Вы можете вызвать Панель расширенных команд построения дуг. С ее помощью Вы можете воспользоваться следующими командами построения дуг: *Дуга по 3 точкам*, *Дуга, касательная к кривой*, *Дуга по 2 точкам*, *Дуга по 2 точкам и углу раствора*.

Для того чтобы изменить направление дуги, используйте кнопку *Направление дуги* в строке параметров объектов (рис. 5).

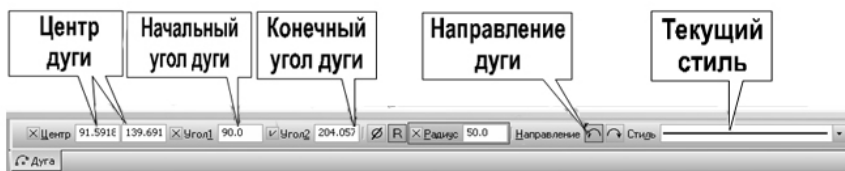


Рис. 5. Вид панели свойств в режиме ввода дуги

При создании дуги Вы можете явно указывать положение ее характерных точек, перемещая курсор по экрану мышью или клавишами. Можно также вводить значения координат центра, радиус и другие параметры в полях строки параметров объектов.

### 2.1.6. Ввод эллисов

Команды данной группы позволяют начертить один или несколько эллисов. КОМПАС-ГРАФИК предлагает Вам множество способов построения эллисов. Для быстрого перехода к команде нажмите кнопку *Ввод эллипса* на странице *Геометрия* инструментальной панели. По умолчанию вычерчивается эллипс с заданным центром, проходящий через две указанные точки.

При создании эллипса Вы можете явно указывать положение его характерных точек, перемещая курсор по экрану мышью или клавишами. Можно также вводить значения координат центра, размеры полуосей и другие параметры в полях строки параметров объектов (Рис. 6).

Если для создаваемого эллипса нужно отрисовать осевые линии, нажмите кнопку **Простановка осей** в строке параметров (при этом внешний вид кнопки изменится). Для отмены отрисовки осей нажмите кнопку еще раз.



Рис. 6. Вид панели свойств в режиме построения эллипсов

### 2.1.7. Построение прямоугольника

В строке сообщений отображается запрос системы относительно указания координат первой вершины прямоугольника (белая стрелка). Построение прямоугольника можно начать с указания на чертеже его первой вершины (первый способ ввода параметров). Обратите внимание на переключатель поля координат первой вершины (черная стрелка).

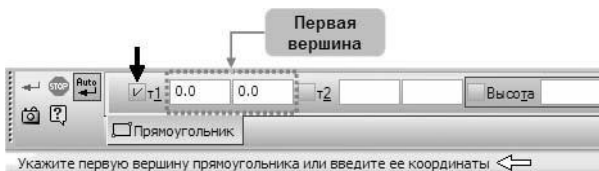


Рис. 7. Вид панели свойств

в режиме построения прямоугольника

Этот значок показывает состояние соответствующего параметра и может принимать одно из трех состояний.

- Галочка – система ожидает, что значение этого пара-

метра будет введено путем указания точки мышью в окне документа. Активными могут быть только параметры, представляющие собой координаты точек.

- Перекрестье – значение параметра принято системой и зафиксировано. Оно остается постоянным при изменении остальных параметров и отображается на фантоме объекта. Зафиксированными могут быть любые числовые параметры.

- Пустой – это вспомогательный параметр. Его значение либо не еще задано, либо зависит от значений других параметров. Вспомогательный параметр можно в любой момент задать и зафиксировать. Вспомогательными могут быть любые числовые параметры.

Укажите точку на чертеже несколько левее и выше его центра. В любой момент изображение на чертеже можно передвинуть, поэтому сейчас точку можно указать «на глаз». На Панели свойств переключатель поля будет зафиксирован.

### *2.1.8. Вспомогательные прямые*

В системе КОМПАС–График активно используются вспомогательные построения. Вспомогательные прямые являются аналогом тонких линий, которые конструктор использует при черчении на кульмане. Они нужны для предварительных построений, по которым затем формируется окончательный контур детали, а иногда – для задания проекционной связи между видами. Вспомогательные прямые не выводятся на бумагу при печати документов.

Если возможно построение нескольких вариантов объектов, КОМПАС–График предлагает все возможные варианты. Один из вариантов считается текущим. Он оформляется сплошной линией и помечается системным символом в виде перечеркнутого квадрата. Остальные варианты показаны пунктирной линией. Если текущий вариант нужен, он создается щелчком мыши в любой его части. Далее система делает текущим очередной вариант из возможных. Если нужный вариант не является текущим, он создается за два щелчка: первый

щелчок делает его текущим, а второй создает.

В разделе Геометрия также возможно создать: сплайны (лекальные кривые); фаски и скругления; штриховку области; текст; таблицы. Методика построения перечисленных объектов описана в соответствующих упражнениях.

### 3. ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

**Упражнение № 1.** Обычный ввод одной или нескольких точек.

Имя файла-задания - 3-01-01.

Откройте файл-задание.

Задание: постройте точку  $p_1$  в центре окружности.

Последовательность действий:

Щелчком на кнопке **Геометрия** инструментальной панели активизируйте соответствующую страницу инструментальной панели.

Щелчком на кнопке **Ввод точки** активизируйте команду ввода точек.

В ответ на запрос системы **Укажите положение точки или введите ее координаты** мышью поместите курсор приблизительно в центр окружности.

После срабатывания глобальной привязки **Ближайшая точка** щелчком левой клавиши мыши зафиксируйте точку.

Задание: постройте точку  $p_2$  с абсолютными координатами  $X=100; Y=41$ .

Последовательность действий:

Двойным щелчком активизируйте поле координаты  $X$  в строке параметров. После этого поле будет выделено цветом и в нем появится вертикальная мигающая черта (текстовый курсор) - признаки активности поля и его готовности к вводу данных. Введите значение координаты **100**.

Не попадая курсором на поле для черчения (в противном случае система вновь перейдет в режим отображения текущих координат курсора на рабочем поле и "забудет" введенное Вами значение координаты  $X$ ), переместите курсор на соседнее

поле координаты Y и двойным щелчком активизируйте его. Введите значение координаты **41**.

Нажатием на клавишу [Enter] зафиксируйте введенные значения - система построила точку с заданными координатами.

Задание: постройте точку р3 со стилем *Крест*.

Последовательность действий:

В начале задайте стиль точки: щелкните на поле *Стиль* в строке параметров или нажмите правую кнопку мыши и в открывшемся контекстном меню выберите пункт *Стиль точки*. Из открывшегося списка выбираем стиль точки *Крест*. В окне просмотра Вы увидите пример отображения точки с данным стилем.

Обратите внимание, что выбранный стиль теперь отображается в поле *Стиль* строки параметров. Теперь все последующие точки на чертеже будут оформлены данным стилем.

В ответ на запрос системы *Укажите положение точки или введите ее координаты* активизируйте поле координаты X точки и введите значение **95**.

Нажатием на клавишу [Tab] сделайте активным соседнее поле координаты Y точки, введите значение **26** и нажмите клавишу [Enter] - система построила точку с заданным стилем и относительными координатами.

**Упражнение № 2.** Простановка точек равномерно по незамкнутому элементу.

Имя файла-задания - 3-01-02.

Откройте файл-задание.

Задание: разделите дугу на 10 равных участков точками со стилем *Точка*.

Последовательность действий:

Вызовите Панель расширенных команд ввода точек на панели *Геометрия*. Для этого наведите на кнопку *Ввод точки* курсор нажмите левую кнопку мыши и удерживайте некоторое время, на экране появится *Панель расширенных команд*. Выберите команду *Точки по кривой*.

Двойным щелчком мыши активизируйте поле ввода **Количество участков** в строке параметров, введите значение **10**, нажатием на клавишу [Enter] зафиксируйте введенное значение.

При необходимости можно изменить стиль для простановки точек.

В ответ на запрос системы **Укажите кривую, по которой нужно проставить точки**, щелкните в любом месте дуги.

Щелчком на кнопке **Прервать команду** на Панели специального управления завершите работу команды **Точки по кривой**. Закройте файл-задание.

**Упражнение № 3.** Ввод отрезка через две точки.

Имя файла-задания - 3-02-01.

Откройте файл-задание.

Задание: постройте отрезок, проходящий через точку p1 с координатами  $X=10$ ;  $Y=15$  и через точку p2 с координатами  $X=20$ ;  $Y=55$ .

Разъяснение: точки p1 и p2 проставлены в задании только для демонстрационных целей, чтобы Вы смогли проверить правильность построения.

Последовательность действий:

Для быстрого перехода к команде нажмите кнопку **Отрезок** на панели **Геометрия**.

В ответ на запрос системы **Укажите первую точку отрезка или введите ее координаты** нажмите Alt+1 для активации поля ввода координаты X для первой точки отрезка и введите значение **10**.

Нажатием на клавишу [Tab] сделайте активным соседнее поле ввода координаты Y для первой точки прямой, введите значение **15** и нажмите клавишу [Enter].

Попробуйте перемещать курсор по рабочему полю. Вы увидите строящийся фантом отрезка, начальная точка которого зафиксирована в точке p1.

В ответ на запрос системы **Укажите вторую точку вспомогательной прямой или введите ее координаты** подведите курсор к точке p2 (второй конец отрезка зафиксируется в точке p2) и щелкните левой кнопкой мыши – отрезок построен.

После выполнения построения команда **Отрезок** остается в активном состоянии.

**Упражнение №4.** Определение точки центра прямоугольника с помощью вспомогательных построений.

Имя файла-задания - 3-02-01.

Откройте файл-задание.

Разъяснение: для этого Вам нужно построить две вспомогательные линии, являющиеся диагоналями прямоугольника. Точки для построения вспомогательных линий удобно ввести с помощью активных по умолчанию Глобальных привязок.

Последовательность действий:

Выберите опцию **Вспомогательная прямая** панели **Геометрия**. В ответ на запрос системы **Укажите первую точку вспомогательной прямой или введите ее координаты** мышью переместите курсор на точку p3 - верхний левый угол прямоугольника. После срабатывания глобальной привязки щелчком левой клавиши мыши зафиксируйте точку.

В ответ на запрос системы **Укажите вторую точку вспомогательной прямой или введите ее координаты** переместите курсор на точку p5 - правый нижний угол прямоугольника. После срабатывания глобальной привязки щелчком левой клавиши мыши зафиксируйте точку.

Аналогичным образом постройте вторую диагональ прямоугольника.

Точка p7 пересечения построенных вспомогательных прямых и будет искомой точкой центра прямоугольника.

После выполнения построения команда **Ввод вспомогательной прямой** остается в активном состоянии.

Задание: определите точки пересечения окружности с прямой, проходящей через ее центр под углом 60 градусов.

Последовательность действий:

С помощью клавиатурной команды [Alt]+[y] активизируйте поле **Угол наклона прямой к оси X** в строке параметров.

Введите значение угла наклона прямой **60** и нажмите клавишу [Enter].

В строке параметров объектов включите режим автоматической генерации точек пересечений. Кнопка при этом изменит свой внешний вид.

В ответ на запрос системы **Укажите первую точку вспомогательной прямой или введите ее координаты** щелкните правой клавишей мыши в любой точке рабочего поля.

В появившемся динамическом меню поместите курсор на команду **Привязки**.

В раскрывшемся меню локальных привязок выберите привязку **Центр**.

Щелкните мишенью в любой точке окружности. Система определяет центр указанной окружности и использует его в качестве точки, через которую пройдет вспомогательная прямая.

После этого все параметры прямой заданы и система выполняет построение.

Проставленные системой точки p8 и p9 и будут искомыми точками.

Щелчком на кнопке **Прервать команду** на Панели специального управления завершите работу команды **Ввод вспомогательной прямой**. Закройте файл-задание.

**Упражнение № 5.** Ввод вспомогательной параллельной прямой.

Имя файла-задания - 3-02-02.

Откройте файл-задание.

Задание: определите точки центров отверстий на детали.

Последовательность действий:

Для перехода к команде вызовите панель расширенных команд построения вспомогательных прямых и нажмите кнопку **Параллельная прямая**.



В ответ на запрос системы *Укажите отрезок или прямую для построения параллельной прямой* щелкните мышью на вертикальной осевой линии пластины в любой ее точке.

Попробуйте перемещать курсор влево и вправо от осевой линии. Вы увидите фантомы строящихся параллельных прямых - в данное время система ждет от Вас ввода точки, через которую должна пройти прямая, или расстояния от осевой линии до прямой. Поскольку по условиям задания нам известно расстояние, нужно ввести именно этот параметр.

Двойным щелчком мыши или комбинацией клавиш [Alt]+[я] активизируйте поле *Расстояние* в строке параметров.

Замечание: значение расстояния будет равно 12.5 мм (расстояние между вертикальными осевыми линиями 25 мм, деленное пополам). Давайте поручим системе выполнить для нас эту нехитрую математическую операцию.

Введите в поле выражение  $25/2$  и нажмите клавишу [Enter]. После этого выражение будет вычислено и в поле появится результат *12.5*.

Вторым нажатием на клавишу [Enter] зафиксируйте вычисленное значение.

Поскольку параллельно линии на заданном расстоянии от нее можно провести две вспомогательных параллельных прямых, то система предлагает Вам в виде фантомов оба варианта. Текущий вариант оформлен сплошной линией. Второй вариант построения оформлен пунктирной линией. Система не знает, какая из прямых (или обе) Вам нужны. Любой из вариантов можно сделать текущим простым щелчком на нем или нажатием клавиш *К следующему объекту* или *К предыдущему объекту* на Панели специального управления.

Щелкните несколько раз на клавишах *К следующему объекту* и *К предыдущему объекту* на Панели специального управления. Вы увидите, как система перебирает варианты построенных фантомов, делая их поочередно текущими. Вам нужны оба варианта. Создайте их.

Щелкните на клавише **Создать объект** на Панели специального управления - система построила текущий вариант прямой.

Повторно щелкните на клавише **Создать объект** - система построила второй вариант прямой. Обе вспомогательные прямые построены.

После создания всех нужных вариантов система предлагает Вам продолжить построение параллельных прямых по отношению к базовому отрезку на другом расстоянии. Вам же нужно перейти к построению вспомогательных прямых, параллельных горизонтальной оси симметрии.

Щелкните на клавише **Выбор объекта** на Панели специального управления. После этого Вы сможете выбрать новый базовый отрезок для построения параллельных вспомогательных прямых.

В ответ на запрос системы **Укажите отрезок или прямую для построения параллельной прямой** щелкните мишенью на горизонтальной осевой линии пластины в любой ее точке.

Самостоятельно постройте две вспомогательные прямые, параллельные горизонтальной осевой линии пластины на расстоянии 17 мм по обе стороны от осевой.

Точки пересечения построенных вспомогательных прямых и будут искомыми точками центров отверстий.

После выполнения задания щелчком на кнопке **Прервать команду** на Панели специального управления завершите работу команды **Параллельная прямая**. Закройте файл-задание.

**Упражнение № 6.** Ввод вспомогательной перпендикулярной прямой.

Имя файла-задания - 3-02-03.

Откройте файл-задание.

Задание: определите положение центра окружности о1.

Последовательность действий:

Для перехода к команде вызовите панель расширенных команд построения вспомогательных прямых и нажмите кнопку **Перпендикулярная прямая**.

Постройте вспомогательную прямую, перпендикулярную отрезку  $p1-p2$  и проходящую через его середину.

В ответ на запрос системы **Укажите кривую для построения перпендикулярной прямой** щелкните мишенью в любой точке на отрезке  $p1-p2$ .

Попробуйте перемещать курсор по рабочему полю. Вы увидите фантом строящейся перпендикулярной прямой - в данное время система ожидает от Вас указания точки на вспомогательной прямой или ввода ее координат.

Поместите курсор мыши в среднюю часть отрезка  $p-p2$ . После срабатывания глобальной привязки Середина зафиксируйте точку щелчком левой клавиши мыши - система построила фантом вспомогательной прямой.

Щелчком на кнопке **Создать объект** на Панели специального управления завершите построение прямой.

Постройте вспомогательную прямую, перпендикулярную дуге  $p2-p3$  и проходящую через ее середину.

В ответ на запрос системы **Укажите кривую для построения перпендикулярной прямой** щелкните в любой точке на дуге  $p2-p3$ .

Попробуйте перемещать курсор по рабочему полю. Вы увидите фантом строящейся перпендикулярной прямой.

Привязку к середине дуги выполните с помощью клавиатуры.

Поместите курсор мыши приблизительно в среднюю часть дуги и отпустите мышь. С помощью клавиатурной комбинации [Shift]+[5] выполните клавиатурную привязку к середине дуги  $p2-p3$  и нажмите клавишу [Enter].

Система построила первый, а в данном случае и единственный вариант перпендикулярной прямой.

Щелчком на кнопке **Создать объект** на Панели специального управления завершите построение прямой.

Точка пересечения построенных вспомогательных прямых и будет искомой точкой центра окружности.

Нажатием на клавишу [Esc] на клавиатуре завершите работу команды. Закройте файл-задание.

**Упражнение № 7.** Ввод вспомогательной касательной прямой из внешней точки.

Имя файла-задания - 3-02-04

Откройте файл-задание.

Задание: постройте вспомогательную прямую, касательную к окружности и проходящую через точку с координатами  $X=90$ ;  $Y=60$ .

Последовательность действий:

При необходимости откройте страницу *Геометрия* инструментальной панели.

Для быстрого перехода к команде вызовите Панель расширенных команд построения вспомогательных прямых и нажмите кнопку *Касательная прямая через внешнюю точку*.

В ответ на запрос системы *Укажите кривую для построения касательной прямой* щелкните в любой точке окружности.

Попробуйте перемещать курсор по рабочему полю. Поскольку в данное время система ожидает от Вас указания точки на вспомогательной прямой или ввода ее координат, Вы увидите фантомы строящихся касательных прямых.

Двойным щелчком мыши активизируйте поле ввода координаты  $X$  для первой точки прямой и введите значение **90**.

Нажатием на клавишу [Tab] сделайте активным соседнее поле ввода координаты  $Y$  для первой точки прямой, введите значение **60** и нажмите клавишу [Enter].

Система предлагает Вам два варианта касательных. Один из них, расположенный слева от окружности, является текущим. Текущий вариант отображается сплошной линией, а точка касания - квадратом с крестом.

Щелкните на кнопке **Создать объект** на Панели специального управления - система построила текущий вариант прямой.

Для отказа от построения второго варианта касательной щелкните на кнопке **Выбор объекта** на Панели специального управления - система вновь перешла в режим выбора кривой для построения касательной.

Задание: самостоятельно постройте касательную к той же окружности, но из точки р2. Положение точки на прямой задайте с помощью Глобальных привязок.

После выполнения задания нажатием клавиши [Esc] на клавиатуре завершите работу команды. Закройте файл-задание.

**Упражнение № 8.** Построение отрезка с заданием его длины и угла наклона.

Имя файла-задания - 3-03-02

Откройте файл-задание.

Задание: постройте контур участка вала с размерами, указанными на Образце. Построение начните от точки р1.

Последовательность действий:

Нажмите кнопку **Отрезок** Инструментальной панели.

В ответ на запрос системы **Укажите начальную точку отрезка или введите ее координаты** мышью поместите курсор в точку р1. После срабатывания глобальной привязки щелчком левой клавиши мыши зафиксируйте точку - Вы ввели начальную точку отрезка.

Двойным щелчком или комбинацией клавиш [Alt]+[д] активизируйте поле **Длина отрезка** в строке параметров, введите значение **20** и нажмите клавишу [Enter] .

Двойным щелчком или комбинацией клавиш [Alt]+[y] активизируйте поле **Угол наклона отрезка**, введите значение **90** и нажмите клавишу [Enter]. Отрезок р1-р2 построен.

Замечание: после ввода каждого очередного отрезка команда построения отрезка остается в активном состоянии. Поэтому сразу можно приступить к вводу следующего отрезка.

В ответ на запрос системы *Укажите начальную точку отрезка* мышью поместите курсор в точку р2. После срабатывания глобальной привязки щелчком мыши зафиксируйте точку.

Активизируйте поле *Длина отрезка* в строке параметров, введите значение *10* и нажмите клавишу [Enter].

Активизируйте поле *Угол наклона отрезка*, введите значение *0* и нажмите клавишу [Enter]. Отрезок р2-р3 построен. Зафиксируйте начало отрезка в точке р3.

Активизируйте поле *Длина отрезка*, введите значение *30* и нажмите клавишу [Enter].

Активизируйте поле *Угол наклона отрезка*, введите значение *25* и нажмите клавишу [Enter]. Отрезок р3-р4 построен. Зафиксируйте начало отрезка в точке р4.

Активизируйте поле *Длина отрезка*, введите значение *11*, нажмите [Enter].

Активизируйте поле *Угол наклона отрезка*, введите значение *0*, нажмите [Enter]. Отрезок р4-р5 построен.

Совет: построить описанным выше способом отрезок р5-р6 нам не удастся, так как нам не известна его длина. Такая ситуация при черчении встречается достаточно часто. Подобное построение обычно выполняется с помощью клавиатурных или глобальных привязок, причем несколькими способами. Воспользуйтесь, например, клавиатурными привязками.

Мышью поместите курсор в точку р5.

С помощью клавиши [↓] управления курсором перемещайте курсор вертикально вниз до тех пор, пока он не окажется максимально близко к осевой линии. Чуть выше или чуть ниже ее - не важно.

Нажатием на клавишу [.] на цифровой клавиатуре выполните клавиатурную привязку *К ближайшей точке ближайшего элемента*. При этом курсор переместится из текущего положения по нормали на осевую линию.

Нажатием на клавишу [Enter] зафиксируйте точку - отрезок р5-р6 построен.

Повторным щелчком на кнопке **Отрезок** Инструментальной панели завершите работу команды. Закройте файл-задание.

**Упражнение № 9.** Построение отрезка с заданием типа линии.

Имя файла-задания - 3-03-04

Откройте файл-задание.

Задание: постройте осевую линию детали.

Последовательность действий:

Выберите команду **Отрезок** на панели **Геометрия**.

Установите текущий шаг курсора равным 1 мм.

Щелкните мышью в поле **Стиль** в строке параметров.

В открывшемся диалоговом окне выберите необходимый стиль щелчком левой кнопки на стиле **Осевая**.

Включите глобальную привязку **Середина**. Поставьте курсор мышью приблизительно в середину отрезка, соответствующего левому торцу детали – курсор переместится точно в середину отрезка. Два раза нажмите клавишу [←] управления курсором для того, чтобы на два миллиметра вывести начало осевой влево за контур детали, и нажмите [Enter].

Повторно разместите курсор в середину отрезка. Два раза нажмите клавишу [→] управления курсором для того, чтобы на два миллиметра вывести конец осевой вправо за контур детали, и нажмите [Enter].

Осевая линия построена. Команда построения отрезка по-прежнему активна.

Задание: постройте линии невидимого отверстия.

Последовательность действий:

Вызовите на экран Панель расширенных команд построения вспомогательных прямых и активизируйте команду **Параллельная прямая**. С ее помощью постройте две вспомогательные параллельные прямые на расстоянии 5 мм по обе стороны от осевой.

Вновь нажмите кнопку **Ввод отрезка** на странице **Геометрия**.

Установите текущий тип линии **Штриховая**. Для разнообразия выполним эту процедуру с помощью Динамического меню. Для его вызова щелкните правой клавишей мыши в любой точке рабочего поля и выберите в нем команду **Стиль линии**. После этого на экране появится диалоговое окно **Выберите текущий стиль**. Щелкните левой кнопкой на стиле **Штриховая** и на кнопке **Выбрать**.

Мышью поместите курсор в точку p1, после срабатывания глобальной привязки **Пересечение** зафиксируйте точку щелчком левой клавиши мыши.

Поместите курсор в точку p2, после срабатывания привязки зафиксируйте точку - штриховой отрезок p1-p2 построен.

Аналогично постройте отрезок p3-p4.

С помощью команды **Вспомогательные кривые** из меню **Удалить** удалите с экрана вспомогательные линии.

Щелчком на кнопке **Обновить изображение** на Панели управления выполните процедуру регенерации экрана.

Задание: постройте линию перехода p5-p6.

Последовательность действий:

Отключите Глобальные привязки.

Установите в качестве текущего стиля для отрисовки отрезков стиль **Тонкая**.

Мышью поставьте курсор в точку p5 (точка начала скругления). Два раза нажмите клавишу [↓] управления курсором и нажмите [Enter].

Мышью поставьте курсор в точку p6. Два раза нажмите клавишу [↑] управления курсором и нажмите [Enter] - линия перехода p5-p6 построена.

Задание: Самостоятельно постройте линию перехода p7-p8:

После выполнения задания щелчком на кнопке **Прервать команду** на Панели специального управления завершите работу команды **Ввод отрезка**. Закройте файл-задание.



**Упражнение № 10.** Построение перпендикулярного отрезка.

Имя файла-задания - 3-03-06

Откройте файл-задание.

Задание: постройте отрезок  $p1-p2$  перпендикулярно отрезку  $p5-p2$ .

Последовательность действий:

Для быстрого перехода к команде вызовите Панель расширенных команд построения отрезков прямых и нажмите кнопку **Перпендикулярный отрезок**.

В ответ на запрос системы **Укажите прямую или отрезок для построения перпендикулярного отрезка** щелкните мишенью в любой точке отрезка  $p5-p2$ , перпендикулярно которому должен пройти отрезок  $p1-p2$ .

В ответ на запрос системы **Укажите начальную точку отрезка** выполните привязку и зафиксируйте точку  $p1$ .

Перемещайте курсор по рабочему полю. Вы увидите строящийся фантом отрезка  $p1-p2$ . Для его окончательного построения осталось только задать его конечную точку.

Выполните привязку и зафиксируйте точку  $p2$ . Построение отрезка закончено.

Замечание: обратите внимание, что команда построения перпендикулярных отрезков по-прежнему активна. Более того, в качестве базового по-прежнему рассматривается отрезок  $p5-p2$  - оператор может построить несколько перпендикуляров к отрезку из разных точек.

Поскольку Вам сейчас это не нужно, выберите в качестве базового другой отрезок  $p4-p6$ . Для этого, как обычно, воспользуйтесь кнопкой **Выбор объекта** на Панели специального управления. Щелкните на этой кнопке и затем укажите мишенью на отрезок  $p4-p6$ .

Самостоятельно постройте отрезок  $p3-p4$ .

Завершите выполнение команды щелчком на кнопке **Прервать команду** на Панели специального управления. Закройте файл-задание.

**Упражнение № 11.** Построение касательного отрезка к двум кривым.

Имя файла-задания - 3-03-08

Откройте файл-задание.

Задание: постройте отрезки  $p1-p2$  и  $p3-p4$ , которые одновременно касаются окружностей  $o1$  и  $o2$ .

Последовательность действий:

Для перехода к команде вызовите панель расширенных команд построения отрезков и нажмите кнопку **Отрезок, касательный к двум кривым**.

В ответ на запрос системы **Укажите первую кривую для построения касательного отрезка** щелкните в любой точке окружности  $o1$ .

В ответ на запрос системы **Укажите вторую кривую для построения касательного отрезка** щелкните в любой точке окружности  $o2$ .

Поскольку в данном случае возможно построение четырех касательных к данным окружностям, на экране будут показаны фантомы всех вариантов отрезков.

Теперь Вам осталось указать, какие из предлагаемых системой отрезков Вам нужны. Отрезок  $p1-p2$ , который в настоящее время является текущим, Вам нужен. Создайте его щелчком на кнопке **Создать объект** на Панели специального управления.

Теперь система предлагает Вам в качестве текущего отрезок  $p3-p4$  - создайте его щелчком на кнопке **Создать объект** на Панели специального управления.

Откажитесь от создания остальных вариантов щелчком на клавише **Прервать команду** на Панели специального управления. Построение отрезков закончено. Закройте файл-задание.

**Упражнение № 12.** Построение окружности с заданным центром, проходящей через указанную точку.

Имя файла-задания - 3-04-01

Откройте файл-задание.

Задание: постройте окружность o1 с центром в точке p1 с координатами X=110; Y=47 и проходящую через точку p2.

Последовательность действий:

На панели *Геометрия* нажмите кнопку *Ввод окружности*.

В ответ на запрос системы *Укажите центр окружности или введите его координаты* двойным щелчком мыши или комбинацией клавиш или комбинацией клавиш [Alt]+[ц] активизируйте поле ввода координаты X точки центра в строке параметров и введите значение *110*.

Нажатию на клавишу [Tab] сделайте активным соседнее поле координаты Y и введите значение *47*. Нажмите клавишу [Enter]. Значок "галочка" на кнопке - символ ожидания значения - сменится на значок "крестик" - символ фиксации значения. Вы ввели точку центра, указав ее координаты.

Теперь система ожидает ввода точки на окружности. Переведите курсор на рабочее поле. Поскольку точка на окружности еще не введена, Вы можете свободно перемещать курсор по полю черчения и наблюдать фантом строящейся окружности.

В ответ на запрос системы *Укажите точку на окружности или введите ее координаты* мышью поместите курсор в точку p2. После срабатывания глобальной привязки зафиксируйте точку щелчком левой клавиши мыши. Заданная окружность построена.

Обратите внимание, что команда построения окружности по-прежнему остается активной.

Задание: постройте окружность o2 диаметром 12 мм, с осями симметрии и с центром в точке p3, положение которой задано относительно точки p4.

Последовательность действий:

При необходимости установите текущий шаг равным 5 мм. Для этого двойным щелчком активизируйте поле *Текущий шаг* в строке состояния, введите значение *5* и нажмите клавишу [Enter].

Щелчком на кнопке *Простановка осей* в строке параметров включите режим простановки осей. Внешний вид кнопки при этом изменится.

Щелчком в поле *Радиус окружности* в строке параметров сделайте его активным, введите значение радиуса **6** и нажмите клавишу [Enter].

Попробуйте перемещать курсор по рабочему полю. Вы увидите фантом окружности с заданными параметрами.

В ответ на запрос системы *Укажите центр окружности или введите его координаты* с помощью глобальных привязок выполните привязку к точке p4. Клавишу [Enter] не нажимайте и отпустите мышь.

С помощью клавиши [↑] управления курсором переместите курсор на 2 шага по вертикали вверх, затем клавишей [←] и на 3 шага по горизонтали влево.

Нажмите клавишу [Enter] - Вы зафиксировали центр окружности. Заданная окружность построена.

Завершите выполнение команды щелчком на кнопке *Прервать команду* на Панели специального управления. Закрыйте файл-задание.

**Упражнение № 13.** Построение окружности, касательной к трем объектам.

Имя файла-задания - 3-04-08

Откройте файл-задание.

Задание: постройте окружность o3, касательную к окружностям o1, o2 и отрезку p1-p2.

Последовательность действий:

Для перехода к команде вызовите панель расширенных команд построения окружностей и нажмите кнопку *Окружность, касательная к трем кривым*.

В ответ на запросы системы последовательно укажите окружности o1, o2 и отрезок p1-p2.

После этого система построит 4 варианта окружностей, удовлетворяющих заданным условиям. Щелчком мыши сделайте текущим фантом окружности o3.

Создайте окружность щелчком на клавише **Создать объект** на Панели специального управления.

Откажитесь от построения других вариантов окружностей щелчком на кнопке **Прервать команду** Панели специального управления. Закройте файл-задание.

**Упражнение № 14.** Построение дуги с вводом центра и двух точек.

Имя файла-задания - 3-05-01

Откройте файл-задание.

Задание: постройте дугу  $p1-p2$  с центром в точке  $p0$ , начальной точкой  $p1$  и конечной точкой  $p2$ .

Последовательность действий:

Для быстрого перехода к команде нажмите кнопку Ввод дуги.

В ответ на запрос системы **Укажите точку центра дуги или введите ее координаты** выполните привязку и зафиксируйте точку  $p0$ .

Далее система запрашивает начальную точку дуги. Выполните привязку к точке  $p1$  и зафиксируйте ее.

Теперь система ожидает от Вас указания конечной точки дуги - попробуйте перемещать курсор по рабочему полю. Вы увидите строящийся фантом дуги.

Для ввода конечной точки выполните привязку и зафиксируйте точку  $p2$ . Дуга построена.

Задание: постройте дугу  $p3-p4$  с центром в точке  $p0$ , с начальным углом 90 градусов, конечным углом 135 градусов и проходящую через точку  $p4$ .

Последовательность действий:

В ответ на запрос системы **Укажите точку центра дуги или введите ее координаты** выполните привязку и зафиксируйте точку  $p0$ .

Вместо ввода начальной точки дуги введите ее начальный угол. Для этого двойным щелчком мыши активизируйте поле  **$a1$  - Начальный угол дуги** в строке параметров и введите значение **90**.

Затем двойным щелчком мыши активизируйте поле ***a2*** - ***Конечный угол дуги*** в строке параметров и введите значение ***135***.

Попробуйте перемещать курсор по рабочему полю. Вы увидите строящийся фантом дуги.

Теперь для построения дуги достаточно указать ее начальную или конечную точку. Для этого выполните привязку к точке p3 или p4 и зафиксируйте точку.

Дуга построена. Закройте файл-задание.

***Упражнение № 15.*** Построение дуги по трем точкам.

Имя файла-задания - 3-05-05

Откройте файл-задание.

***Задание:*** постройте дугу, проходящую через точки p1, p2, p3. Положение точки p2 определите с помощью вспомогательных построений.

***Последовательность действий:***

Для определения положения точки p2 постройте вспомогательную прямую, параллельную отрезку p1-p3 на расстоянии 25 мм от него. Перед этим не забудьте включить кнопку ***Точки пересечений*** в строке параметров. Точка пересечения построенной вспомогательной линии и осевой линии детали и будет искомой точкой p2.

Для быстрого перехода к команде построения дуги по трем точкам вызовите Панель расширенных команд построения дуг и нажмите кнопку ***Дуга по трем точкам***.

Для выполнения построения последовательно выполните привязку к точкам p1, p2 и p3, через которые должна пройти дуга.

После ввода точки p2 Вы можете наблюдать фантом строящейся дуги. После ввода точки p3 дуга будет построена.

Завершите выполнение команды щелчком на кнопке ***Прервать команду*** на Панели специального управления. Закройте файл-задание.

**Упражнение № 16.** Построение эллипса с заданным центром, размерами полуосей и углом наклона полуоси.

Имя файла-задания - 3-06-02

Откройте файл-задание.

Задание: постройте эллипс с центром в точке p1, размером первой полуоси 30 мм, второй полуоси 10 мм и углом наклона первой полуоси 15 градусов. Размеры не проставляйте.

Последовательность действий:

Для быстрого перехода к команде нажмите кнопку *Эллипс*.

В ответ на запрос системы **Укажите точку центра эллипса или введите ее координаты** выполните привязку и зафиксируйте точку p1.

В ответ на запрос системы **Укажите конечную точку первой полуоси** введите клавиатурную команду [Alt]+[д]. В поле **Длина 1** введите длину первой полуоси **30**. Для фиксации введенного значения нажмите клавишу [Enter].

Далее введите клавиатурную команду [Alt]+[н]. В поле **Длина 2** введите длину второй полуоси **10** и нажмите [Enter].

Теперь попробуйте перемещать курсор по рабочему полю. Вы увидите строящийся фантом эллипса - в данное время система ожидает от Вас указания точки на первой полуоси или ввода ее угла наклона.

Введите клавиатурную команду [Alt]+[г]. В поле **Угол** введите значение **15** и нажмите [Enter]. Эллипс построен. Команда остается в активном состоянии.

После выполнения задания завершите выполнение команды щелчком на кнопке **Прервать команду** на Панели специального управления. Закройте файл-задание.

**Упражнение № 17.** Построение линий разрыва при помощи команды ввод кривой Безье.

Имя файла-задания - 3-07-01

Откройте файл-задание.

Задание: постройте линии разрыва p1-p2 и p3-p4.

Последовательность действий:

Для перехода к нужной команде вызовите панель расширенных команд построения кривых и ломаных линий и нажмите кнопку **Ввод кривой Безье**.

Щелчком мыши в поле **Стиль** установите для построения кривой стиль линии **Для линии обрыва**.

В ответ на запрос системы **Укажите начальную точку кривой** выполните привязку и зафиксируйте точку p1.

Далее в ответ на запросы системы **Укажите следующую точку кривой** последовательно привязываясь и фиксируя точки до точки p2, постройте кривую. После ввода точки p2 щелчком на кнопке **Создать объект** в Панели специального управления создайте построенную кривую.

Самостоятельно постройте линию разрыва p4-p3.

Завершите выполнение команды.

Совет: при выполнении реальных чертежей никаких промежуточных точек при построении линий разрыва у Вас, естественно, не будет. Но они Вам и не понадобятся. Вполне достаточно вводить их "на глаз", стараясь соблюдать определенную гармонию. Закройте файл-задание.

**Упражнение № 18.** Построение прямоугольника по двум его вершинам.

Имя файла-задания - 3-09-01

Откройте файл-задание.

Задание: постройте прямоугольник p1 с вершинами в точке p1 ( $X=85; Y=15$ ) и в точке p2 ( $X=125; Y=65$ )

Последовательность действий:

Для быстрого перехода к нужной команде нажмите кнопку **Прямоугольник** на панели **Геометрия**.

Щелчком мыши включите кнопку **С осями** в строке параметров. Внешний вид кнопки при этом изменится. В ответ на запрос системы **Укажите первую угловую точку прямоугольника или введите ее координаты** двойным щелчком мыши активизируйте поле ввода координаты X первого угла прямоугольника **p1** в строке параметров и введите значение **85**. Нажатием клавиши [Tab] активизируйте соседнее поле ввода



координаты Y и введите значение **15**. Для фиксации введенных параметров нажмите клавишу [Enter].

Попробуйте перемещать курсор по рабочему полю. Вы увидите строящийся фантом прямоугольника - в настоящее время система ожидает от Вас ввода второй угловой точки прямоугольника.

Двойным щелчком мыши активизируйте поле ввода координаты X второго угла прямоугольника **p<sub>2</sub>** в строке параметров и введите значение **125**.

Нажатием клавиши [Tab] активизируйте соседнее поле ввода координаты Y и введите значение **65**.

Нажмите клавишу [Enter] - прямоугольник построен, команда остается в активном состоянии.

Задание: постройте прямоугольник p2 с вершинами в точках p3 и p4.

Последовательность действий:

С помощью команды **Параллельная прямая** постройте две вспомогательные линии, параллельные горизонтальной оси симметрии построенного прямоугольника, на расстоянии 12.5 мм по обе стороны от нее.

Постройте две вспомогательные линии, параллельные вертикальной оси симметрии построенного прямоугольника, на расстоянии 15 мм по обе стороны от нее.

Точки p3 и p4 пересечения этих вспомогательных прямых и будут искомыми точками углов прямоугольника p2.

Вновь нажмите кнопку **Ввод прямоугольника**.

Щелчком мыши выключите кнопку **С осями** в строке параметров.

В ответ на запросы системы последовательно выполните привязку и зафиксируйте точки p3 и p4. Прямоугольник построен, команда остается в активном состоянии.

Завершите выполнение команды щелчком на кнопке **Прервать команду** в Панели специального управления.

С помощью команды **Удалить часть кривой** из меню **Редактор-Удалить** удалите вспомогательные линии на чертеже.

Самостоятельно закончите построение детали по размерам на образце. Размеры не проставляйте.

Закройте файл-задание.

**Упражнение № 19.** Построение правильных многоугольников.

Имя файла-задания - 3-09-04

Откройте файл-задание.

Задание: постройте правильный шестиугольник с центром в точке р1 и радиусом вписанной окружности 30 мм.

Последовательность действий:

Для перехода к нужной команде вызовите панель расширенных команд построения прямоугольников и нажмите кнопку **Многоугольник**.

Двойным щелчком мыши активизируйте поле **Количество вершин** в строке параметров, введите значение **6** (значение можно также выбрать из списка) и нажмите [Enter].

Щелчком мыши на кнопке **Способ построения** переключите команду в режим построения многоугольника **по вписанной окружности**.

При необходимости установите текущий шаг перемещения курсора равным **5** мм.

В ответ на запрос системы **Укажите точку центра многоугольника или введите ее координаты** выполните привязку к точке р1 и зафиксируйте точку центра многоугольника.

В ответ на запрос системы **Укажите точку на окружности или введите ее координаты** три раза нажмите клавишу [↑]. По мере перемещения курсора Вы увидите строящийся фантом многоугольника.

Замечание: в данном случае курсор нужно перемещать именно вверх или вниз от точки центра, т.к. точка на окружности не только определяет ее радиус, но и положение первой вершины многоугольника. Обратите внимание на поле **Угол первой вершины** в строке параметров. Система автоматически поставила значение 90 градусов для угла первой вершины.

Нажмите клавишу [Enter]. Многоугольник построен. Команда остается в активном состоянии.

Задание: постройте правильный восьмиугольник с центром в точке p2 и радиусом описанной окружности 30 мм.

Последовательность действий:

Задайте количество вершин многоугольника равным 8.

С помощью клавиатурной команды [Alt]+[r] активизируйте поле **Радиус** в строке параметров, введите значение **15** и нажмите [Enter].

С помощью клавиатурной команды [Alt]+[a] активизируйте поле **Угол первой вершины** в строке параметров, введите значение **22.5** и нажмите [Enter]. Это необходимо для правильной ориентации вершин многоугольника.

Щелчком мыши на кнопке **Способ построения** переключите команду в режим построения многоугольника **по описанной окружности**.

Попробуйте перемещать курсор по рабочему полю. Вы увидите строящийся фантом многоугольника - в настоящее время система ожидает от Вас указания точки центра многоугольника.

Выполните привязку к точке p2 и зафиксируйте точку. Многоугольник построен. Команда остается в активном состоянии.

Завершите выполнение команды щелчком на кнопке **Прервать команду** в панели специального управления. Закройте файл-задание.

**Упражнение № 20.** Построение фасок по катету и углу.

Имя файла-задания - 3-10-01

Откройте файл-задание.

Задание: постройте фаску f1 на левом торце вала с параметрами, заданными на образце.

Последовательность действий:

Для перехода к нужной команде нажмите кнопку **Фаска** на панели **Геометрия**.

Двойным щелчком мыши или с помощью клавиатурной команды [Alt]+[д] активизируйте поле *Длина 1* и введите значение **2,5**.

В ответ на запрос системы *Укажите первую кривую для построения фаски* укажите курсором любую точку отрезка p1-p2, но ближе к тому его концу, где предполагается выполнять построение фаски, то есть к точке p1.

В ответ на запрос системы *Укажите вторую кривую для построения фаски* укажите курсором любую точку отрезка p1-p3. Фаска построена. Команда остается в активном состоянии.

Аналогичным образом и с теми же параметрами постройте фаску между отрезками p1-p2 и p2-p4.

Щелчком на кнопке *Построить фаску* завершите выполнение команды.

Вручную с помощью команды *Ввод отрезка* достройте недостающий отрезок фаски.

Задание: постройте фаску f2 на левом торце вала с параметрами, заданными на образце.

Последовательность действий:

Щелчком на кнопке *Фаска* вновь активизируйте команду.

Щелчком мыши откройте список поля *Длина 1* и выберите значение 4.

Щелчком мыши откройте список поля *Угол* и выберите значение 30.

В ответ на запрос системы *Укажите первую кривую для построения фаски* укажите курсором любую точку отрезка p1-p3, но ближе к тому его концу, где предполагается выполнять построение фаски, то есть к точке p3.

В ответ на запрос системы *Укажите вторую кривую для построения фаски* укажите курсором любую точку отрезка p3-p4. Фаска построена. Команда остается в активном состоянии.

Аналогичным образом и с теми же параметрами постройте фаску между отрезками p3-p4 и p2-p4.

Щелчком на кнопке **Построить фаску** завершите выполнение команды.

Вручную достройте недостающий отрезок фаски. Закройте файл-задание.

**Упражнение № 21.** Построение скруглений заданного радиуса.

Имя файла-задания - 3-11-01

Откройте файл-задание.

Задание: постройте скругления  $s_1$  радиусом 4 мм и  $s_2$  радиусом 6 мм.

Последовательность действий:

Для быстрого перехода к нужной команде нажмите кнопку **Скругление**.

Двойным щелчком мыши активизируйте поле **Радиус** в строке параметров и введите значение **4**. Обратите внимание, что стандартные радиусы скруглений Вы можете выбрать из списка скруглений.

В ответ на запрос системы **Укажите первую кривую для скругления** укажите курсором на отрезок  $p_1$ - $p_2$  ближе к точке  $p_1$ .

В ответ на запрос системы **Укажите вторую кривую для скругления** укажите курсором на отрезке  $p_1$ - $p_3$ . Скругление построено. Команда остается в активном состоянии.

Аналогичным образом и с тем же радиусом постройте скругление между отрезками  $p_1$ - $p_2$  и  $p_2$ - $p_4$ .

Самостоятельно постройте скругление радиусом 6 мм.

Щелчком на кнопке **Скругление** завершите выполнение команды. Закройте файл-задание.

**Упражнение № 22.** Самостоятельная работа на построение скруглений.

Имя файла-задания - 3-11-04

Откройте файл-задание.

Задание: постройте 4 скругления по размерам на образце. Размеры и штриховки не проставляйте.

Выполните это задание самостоятельно.

После выполнения упражнения закройте файл-задание.

**Упражнение № 23.** Штриховка областей указанием точки внутри области.

Имя файла-задания - 3-12-01

Откройте файл-задание.

Задание: заштрихуйте области 1 и 2 с шагом 1,5 мм.

Последовательность действий:

Для быстрого перехода к нужной команде нажмите кнопку **Штриховка**.

В ответ на запрос системы **Укажите точку внутри области или введите ее координаты** просто последовательно щелкните в областях 1 и 2. Система автоматически определит ближайшие возможные границы, внутри которых лежат указанные точки и построит фантомное изображение штриховки.

Двойным щелчком мыши или с помощью клавиатурной команды [Alt]+[ш] активизируйте поле **Шаг** и введите значение **1,5**. Обратите внимание, что стандартные шаги штриховки Вы можете выбрать из списка шагов. После ввода нового шага будет автоматически перестроено соответствующим образом и фантомное изображение штриховки.

После того, как Вы убедитесь, что области штриховки и ее параметры заданы правильно, щелчком на кнопке **Создать объект** в Панели специального управления создайте штриховку. Штриховка построена. Команда остается в активном состоянии.

После выполнения задания завершите выполнение команды щелчком на кнопке **Прервать команду** в Панели специального управления. Закройте файл-задание.

Замечание: все области, которые были заштрихованы в течение одного сеанса выбора областей для штриховки, с точки зрения системы являются одним геометрическим объектом. В данном случае это области 1 и 2. Отредактировать или удалить штриховку в этих областях можно только одновременно.

Замечание: если после указания точки в области система не производит автоматической генерации границы области, не спешите на нее обижаться. В большинстве случаев эта про-

блема является следствием Ваших ошибок при выполнении предыдущих геометрических построений. Наиболее вероятными из них являются разрывы в контуре детали или наложение геометрических объектов.

**Упражнение № 24.** Штриховка областей с ручным рисованием границ.

Имя файла-задания - 3-12-04

Откройте файл-задание.

Задание: выполните штриховку области, ограниченной воображаемой ломаной линией, проходящей через точки p1-p10. Шаг штриховки 1,5 мм, угол 45 градусов.

Последовательность действий:

Щелчком на кнопке **Ручное рисование границ** на панели специального управления переключите команду в режим ручного рисования границ.

Установите параметры штриховки согласно заданию.

Щелчком на кнопке **Привязки** в строке состояния вызовите меню глобальных привязок и при необходимости установите глобальную привязку **Ближайшая точка**.

В ответ на запрос системы **Укажите первую точку ломаной** выполните привязку к точке p1 и зафиксируйте точку. Далее последовательно введите точки p2-p10.

После ввода точки p10 щелчком на кнопке **Замкнутая/разомкнутая** в строке параметров замкните контур. Кнопка при этом изменит свой вид. Система сама построит заключительный отрезок контура p10-p1 и создаст фантом заштрихованной области.

Нажатием на клавишу **Создать объект** на Панели специального управления создайте штриховку.

После выполнения задания завершите выполнение команды щелчком на кнопке **Прервать команду** на Панели специального управления. Закройте файл-задание.

**Упражнение № 25.** Штриховка областей с выбором стиля штриховки.

Имя файла-задания - 3-12-05

Откройте файл-задание.

Задание: заштрихуйте прямоугольники, устанавливая стили штриховки по образцу. Шаг штриховки 2 мм, угол 45 градусов.

Последовательность действий:

Для перехода к нужной команде нажмите кнопку

***Штриховка.***

По умолчанию система в качестве стиля предлагает стиль штриховки ***Металл***, так что его Вам менять не придется.

Установите параметры штриховки согласно заданию.

Нажатием на клавишу ***Создать объект*** на Панели специального управления создайте штриховку.

Для смены стиля штриховки щелкните на поле ***Стиль*** в строке параметров. Появится диалоговое окно ***Выберите текущий стиль штриховки.*** Щелчком мыши сделайте текущим стиль ***Неметалл*** и нажмите кнопку ***Выбрать***. В поле ***Стиль*** в строке параметров отобразится выбранный Вами стиль.

Установите параметры штриховки согласно заданию. Создайте штриховку. Аналогичным образом заштрихуйте прямоугольник Дерево.

После выполнения задания завершите выполнение команды щелчком на кнопке ***Прервать команду*** в Панели специального управления. Закройте файл-задание.



#### 4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

1. Каким образом можно построить точку в системе КОМПАС-ГРАФИК?
2. Какие варианты ввода вспомогательных прямых вы знаете?
3. Опишите последовательность ввода отрезка по координатам его концов.
4. Какие варианты ввода отрезков вы знаете?
5. Каким образом можно построить окружность в системе КОМПАС-ГРАФИК?
6. Перечислите возможные варианты построения штриховки в системе КОМПАС-ГРАФИК?
7. Как вставить спецзнак в текстовый фрагмент?
8. Для чего нужны вспомогательные прямые?

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
к лабораторной работе  
по курсам «Компьютерные графические системы визуализации»  
для бакалавров направления 140400 «Электроэнергетика  
и электротехника» (профили «Электромеханика»,  
«Электроснабжение», «Электропривод и автоматика»)  
и «Информационные технологии» для бакалавров направления  
110800 «Агроинженерия» (профиль «Электроснабжение  
и электрооборудование сельскохозяйственных  
предприятий» очной и заочной форм обучения

Составители:  
Бурковская Татьяна Александровна  
Тикунов Алексей Владимирович  
Черных Татьяна Евгеньевна

В авторской редакции

Подписано к изданию 30.10.2014  
Уч.-изд. л. 2,4.

ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический  
университет»  
394026 Воронеж, Московский просп., 14