

Лабораторная работа 1

Введение в построение эскизов

При построении эскизов (в любой среде проектирования) необходимо руководствоваться следующим правилом: не следует закладывать в эскиз сложных отношений между элементами эскиза и проставлять размеры не в соответствии с эскизными отношениями. Это значит, что не правильно, в общем случае, откладывать линию, определяющую положение зависимой поверхности на определенное расстояние от одной базы, а размер проставлять от другой базы. Иными словами, при изменении какого-либо размера в эскизе остальные размеры не должны «вылезать», т.е. в правильно построенном эскизе размеры должны меняться независимо.

Применительно к системе T-Flex CAD, можно сказать, что простановка размеров на детали должна дублировать эскизные отношения между линиями построения, и наоборот, **отношения между элементами эскиза должны предопределять размеры на детали.**

В системе T-Flex CAD конструктивные линии могут строиться независимыми в системе координат чертежа или с наложением геометрических отношений (параллельность, касание, через точку, концентричность и др.).

Рассмотрим подробнее построение независимой вертикальной линии в системе координат чертежа. Нажмем клавишу <L> для запуска команды Line , вид автоменю показан на рис. 1.

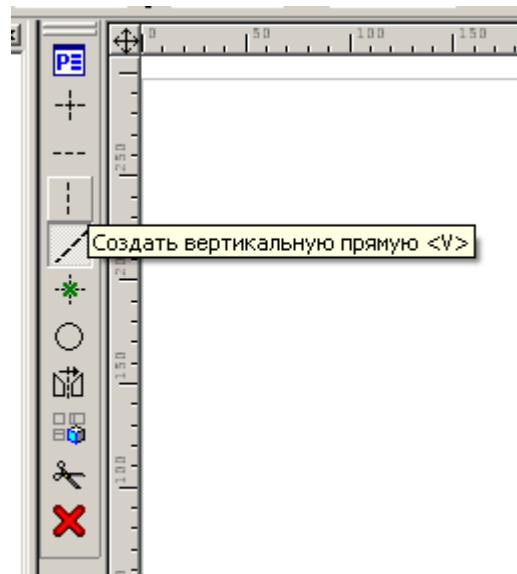


рис. 1

Активируем опцию «Создать вертикальную прямую» (рис. 1). Команда <Line> перешла в цикл задания вертикальных прямых с координатой X в качестве параметра (в системе координат чертежа) – см. рис 2.

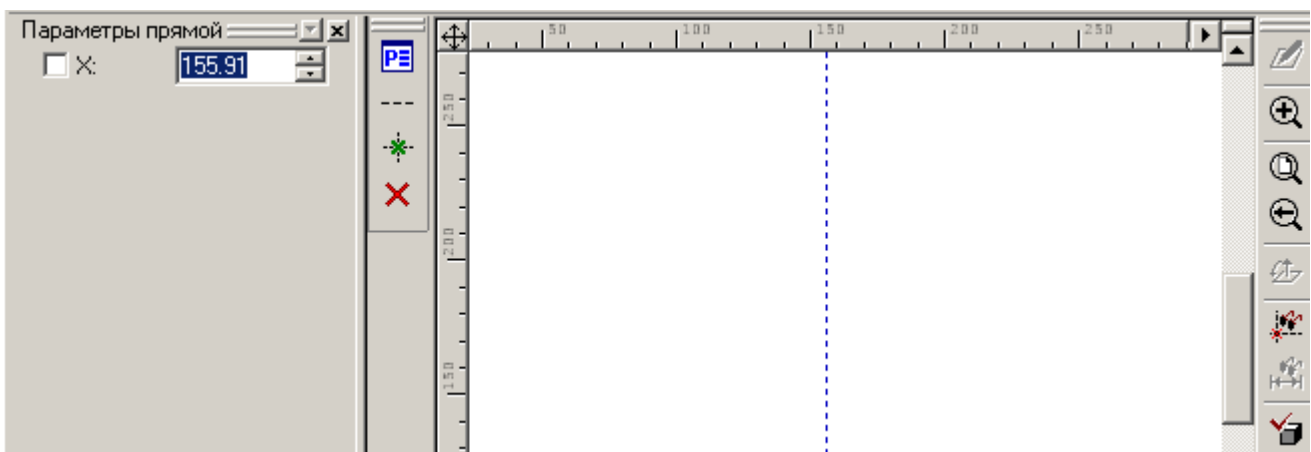


рис. 2

Введите последовательно числа «0» <Enter>, «25» <Enter>, «60» <Enter>, «130» <Enter>, «200» <Enter>. Мы получили ряд вертикальных прямых с координатами X соответственно «0», «25», «60»,

«130», «200». Теперь активируем опцию «Создать горизонтальную прямую» и также в цикле задания горизонталей введем числа «0» <Enter>, «30» <Enter>, «60» <Enter>, «115» <Enter>, «190» <Enter>. Построенные нами в цикле горизонталей имеют в качестве параметра координату Y соответственно «0», «30», «60», «115», «190». Эти линии параметрически не связаны между собой, они независимы. В соответствии с построением проставим размеры, задающие положение линий от нуля (рис. 3). Обратите внимание, что выносные линии размеров, привязанных к линиям построения, не могут быть бесконечными, поэтому на пересечении линий построения **должны** стоять 2D узлы (команда <Node> клавиша <N>).

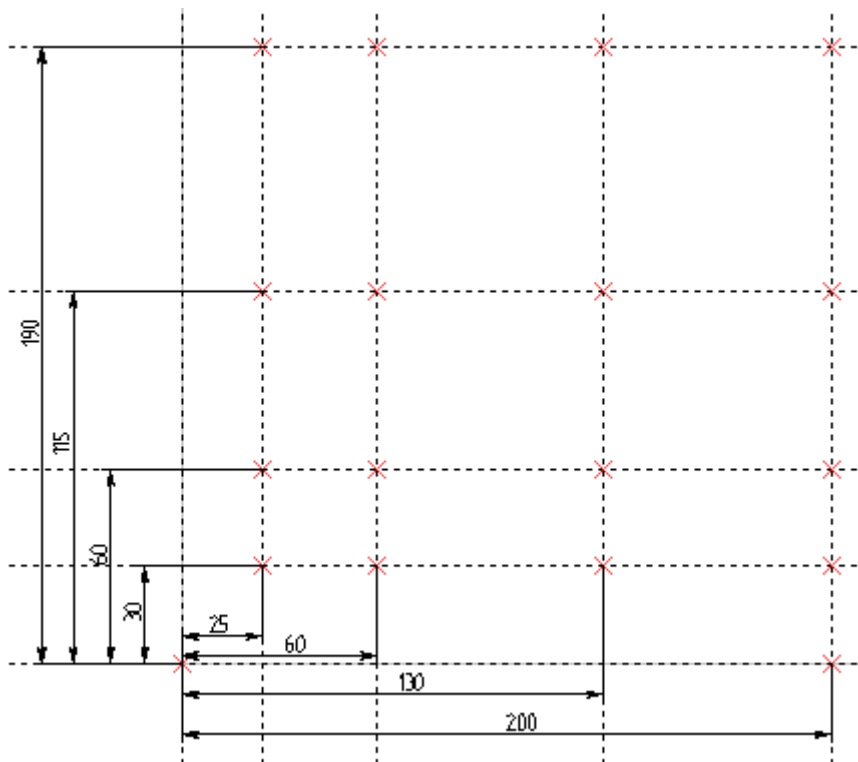


рис. 3

Для перехода к следующему упражнению откройте новый чертеж и постройте две пересекающиеся линии: с координатой X=20 и с координатой Y=50.

Теперь рассмотрим построение зависимых прямых с помощью опции «Выбрать прямую привязки» (рис. 4).

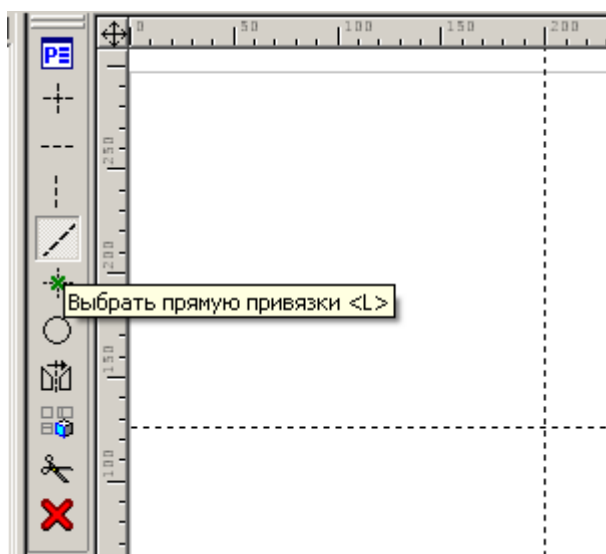


рис. 4

Эта опция активна по умолчанию при запуске команды <Line>, т.к. используется чаще всего. Для построения зависимой прямой надо выбрать прямую привязки (левым кликом или наведя курсор мыши на линию и вместо клика нажав клавишу <L>) и, после выбора, отвести курсор в сторону. Вы заметите, что зависимая прямая строится *параллельно* выбранной прямой, а в качестве параметра

стоит не координата X, а расстояние от прямой привязки (рис. 4). Расстояние отсчитывается в положительную сторону налево от прямой привязки и в отрицательную сторону направо.

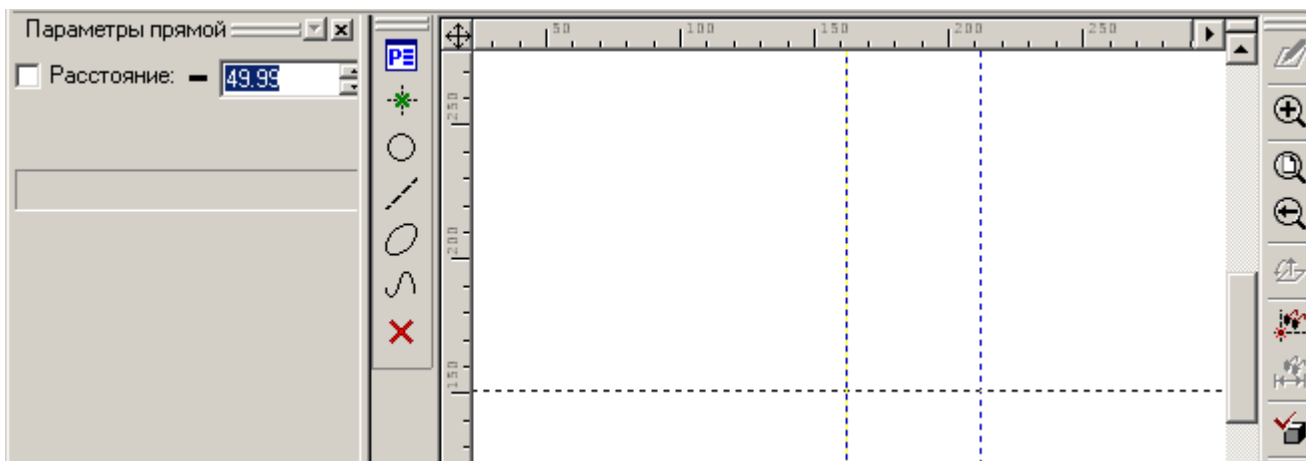


рис. 5

Аналогично предыдущему случаю, команда перешла в цикл задания зависимых прямых, откладываемых от выбранной прямой привязки. Вводите числа «15» <Enter>, «50» <Enter>, «80» <Enter>, «100». Все построенные прямые привязаны к одной прямой привязки на расстоянии соответственно «15», «50», «80», «100» от нее. Постройте в аналогичном цикле ряд горизонтальных прямых на расстояниях «10», «25», «60», «80» от прямой привязки с координатой Y=50. В соответствии с построением проставим размеры, определяющие положение прямых (рис. 6).

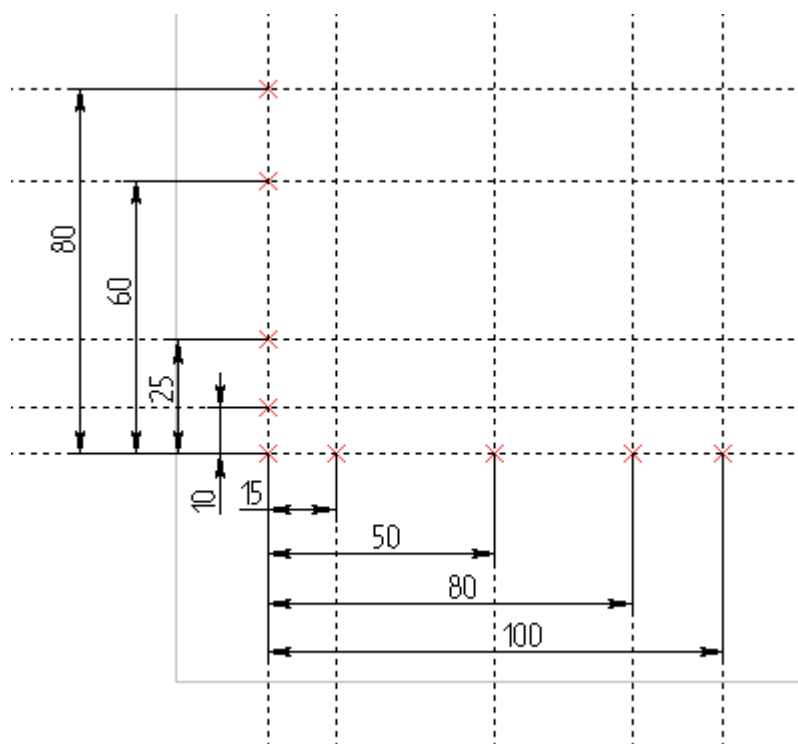


рис. 6

В третьем упражнении построим ряд прямых, каждая последующая из которых задана на расстоянии от предыдущей. Для этого, после построения очередной прямой, каждый раз придется обрывать цикл (правым кликом или клавишей <Esc>) и выбирать ее в качестве прямой привязки для следующей линии. В качестве базовых линий постройте независимые прямые с координатами X=80, Y=50. Цепочка размеров: 10, 22, 34, 46, 60; 10, 30, 45, 56. Простановка размеров должна соответствовать заданным при построении отношениям (рис. 7).

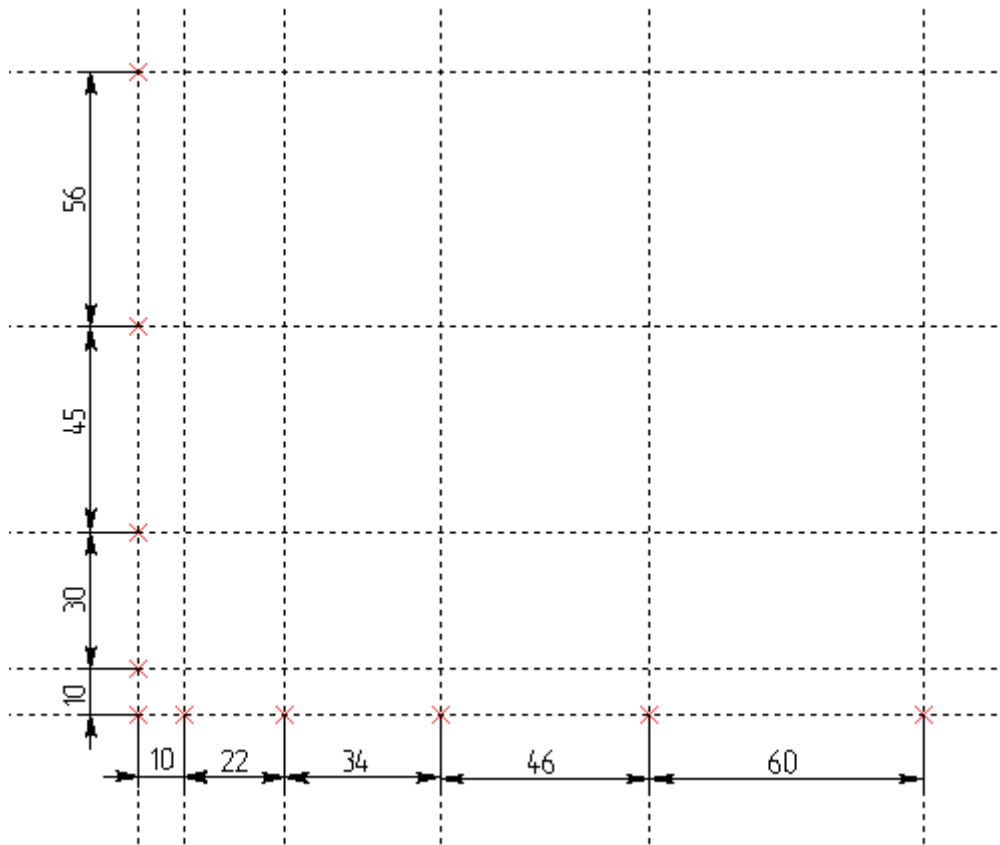
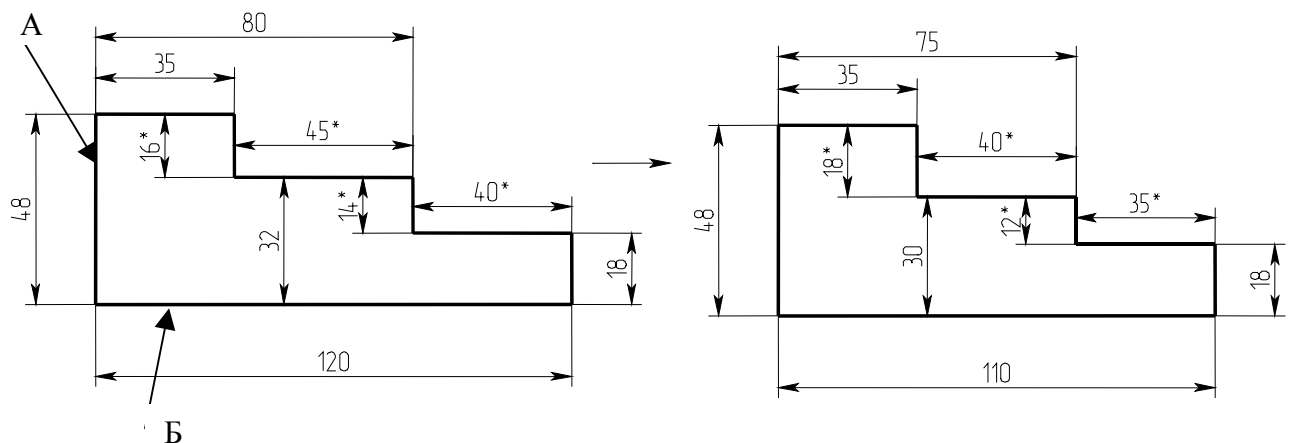


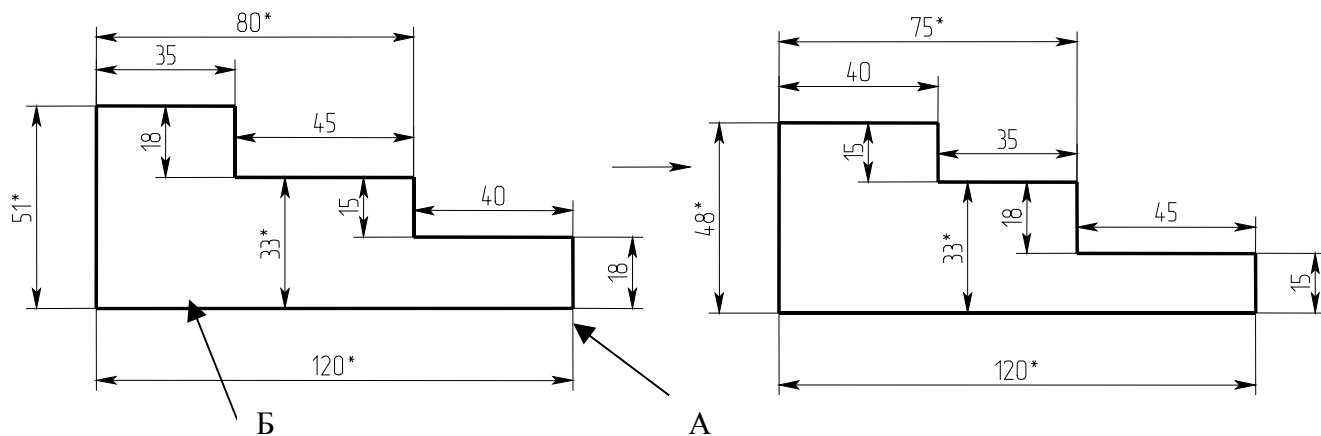
рис. 7

Выполните самостоятельно следующие три примера. В этих примерах эскизы «переопределены», т.к. на них проставлены все размеры (избыточные размеры помечены звездочкой для справок). Для контроля построения изменяйте значения исполнительных размеров (не помеченных звездочкой) и следите за деформациями фигуры. Каждый исполнительный размер должен меняться независимо от остальных исполнительных (тогда как размеры для справок независимо меняться не могут, т.к. они избыточны).

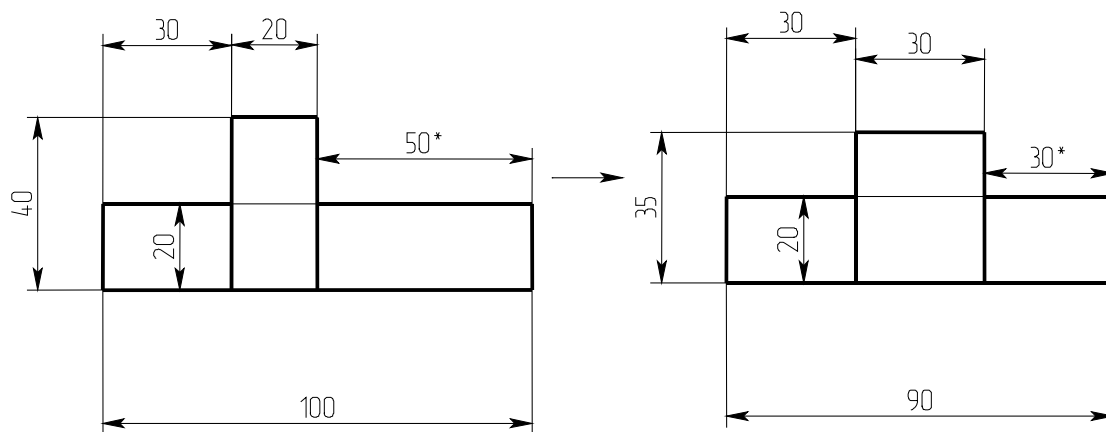
Указание к выполнению упражнения: задавайте отношения между линиями построения в соответствии с простановкой исполнительных размеров. Базы (указаны буквами А, Б) строятся в абсолютных координатах.



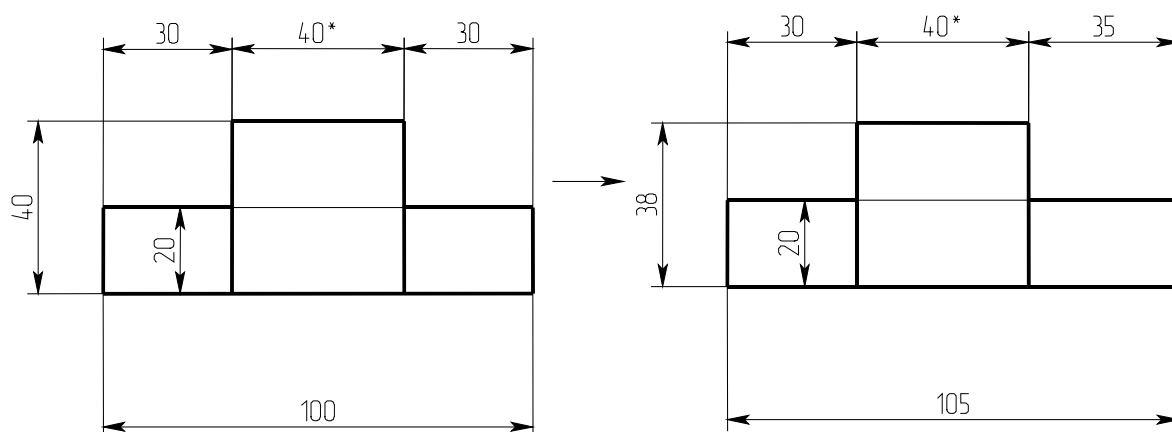
пример 1-1



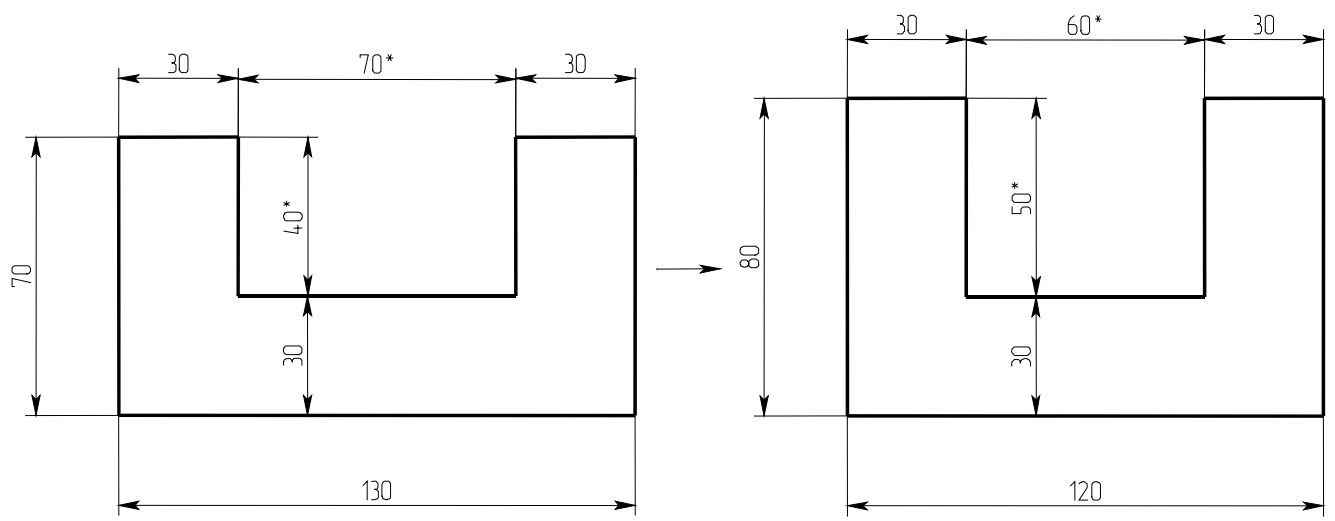
пример 1-2



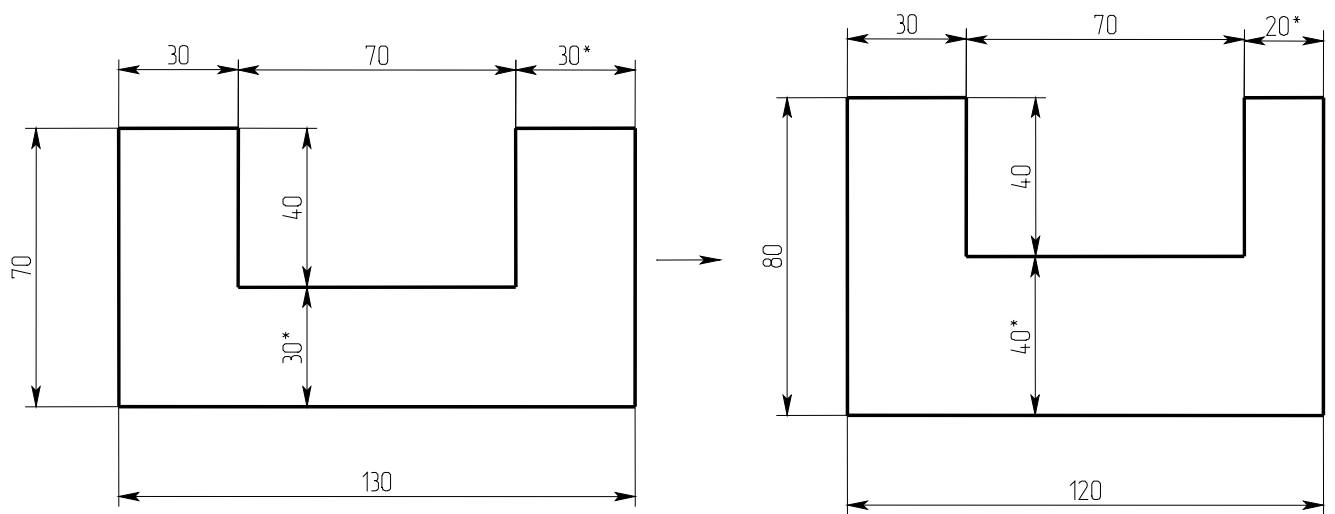
пример 2-1



пример 2-2



пример 3-1

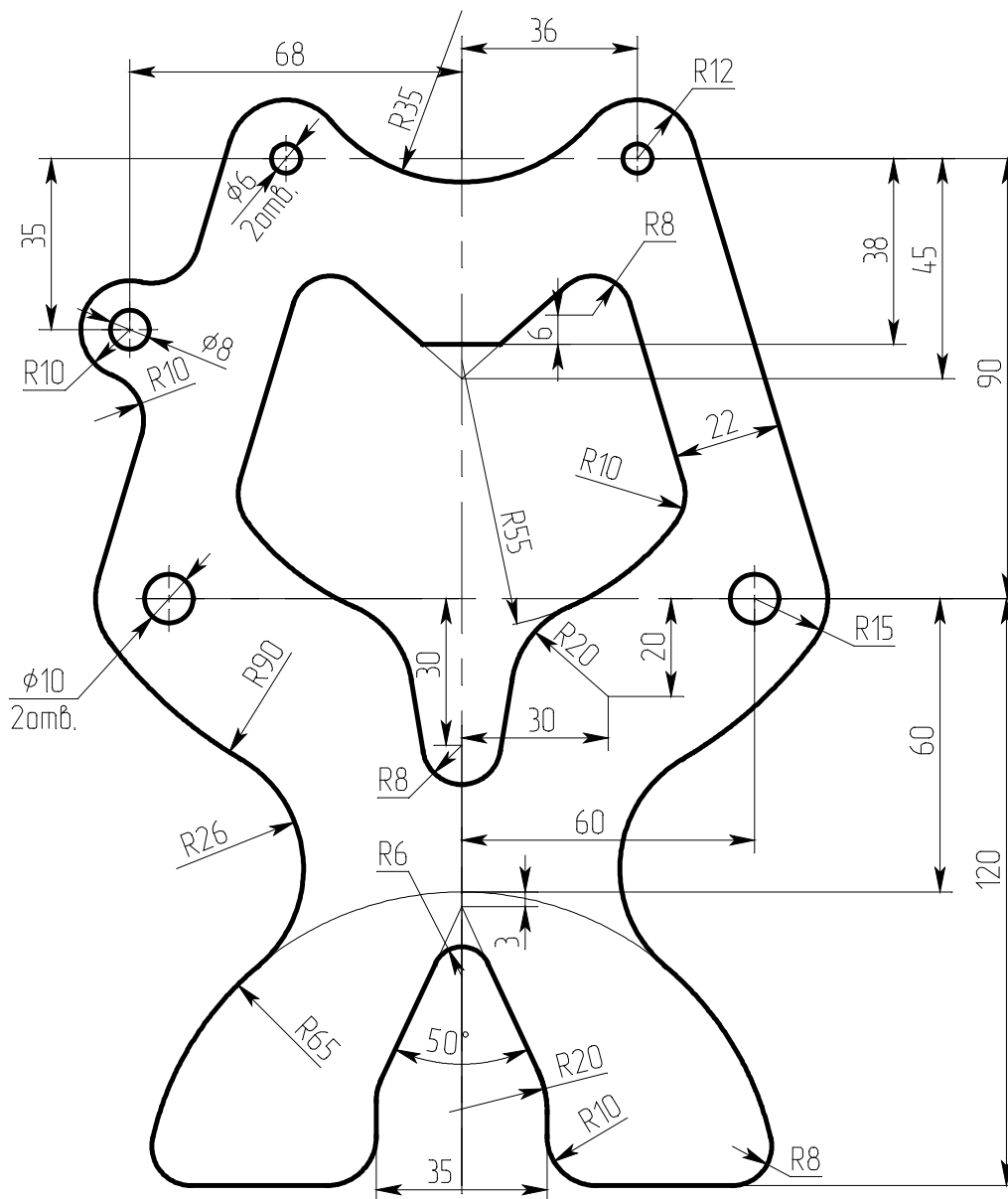


пример 3-2

Для построения симметрично расположенной прямой надо последовательно выбрать крайние прямые (т.е. симметричная прямая строится как зависимая сразу от двух прямых и у нее нет числового параметра – ни координаты X или Y , ни расстояния). Если крайние прямые расположены под углом друг к другу, то симметричная прямая будет биссектрисой.

Лабораторная работа 2 Построение сопряжений

Построить фигуру



Основными базами при разметке служат ось симметрии и линия, соединяющая боковые отверстия диаметром 10, перпендикулярная оси симметрии. Для удобства отсчета размеров и повышения точности при разметке введены вспомогательные базы: линия, соединяющая отверстия диаметром 6, а также горизонтальные, определяемые размерами 38 и 60.

Начинаем построение с нанесения основных баз. Строим ось симметрии: вызываем команду (Line), нажатием клавиши <L>; в появившемся автоменю (см. рис. 1).

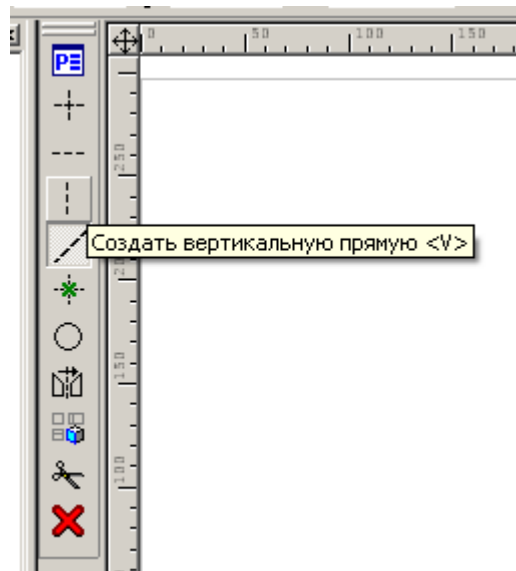



рис. 1

выбираем опцию  (можно нажатием клавиши <V> - Vertical). Определяем положение вертикальной прямой, при этом координата X прямой появляется в текстовом поле «Параметры прямой» (на рис. 2 слева). Можно ввести в это поле величину или согласиться с предложенной системой и нажать клавишу <Enter>. При этом прямая примет положение соответствующее введенной координате.

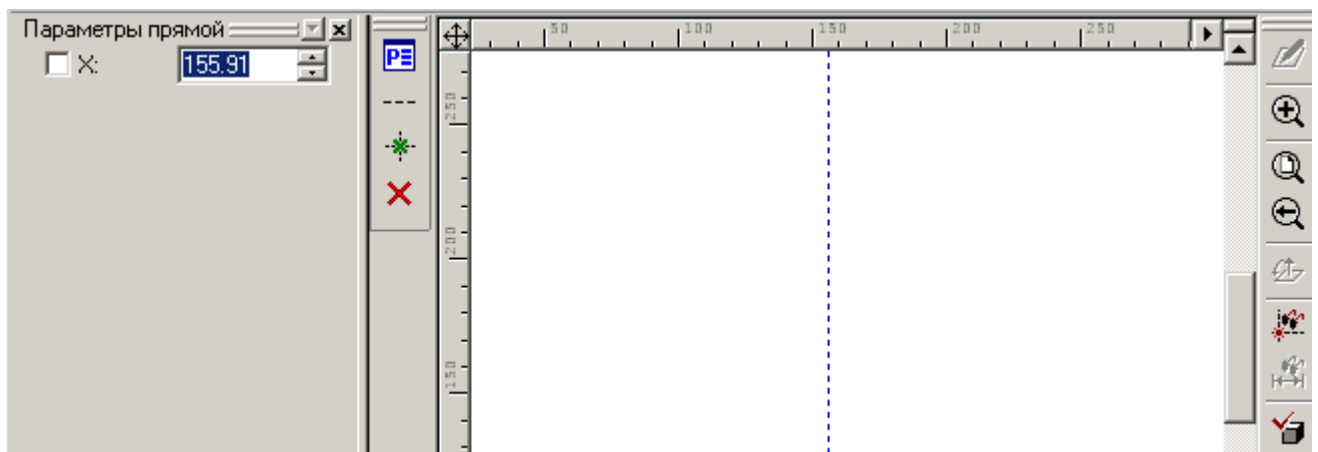



рис. 2

Строим горизонтальную прямую, определяющую положение отверстий диаметром 10:
Для этого выбираем опцию  (можно нажатием клавиши <H> - Horizontal).

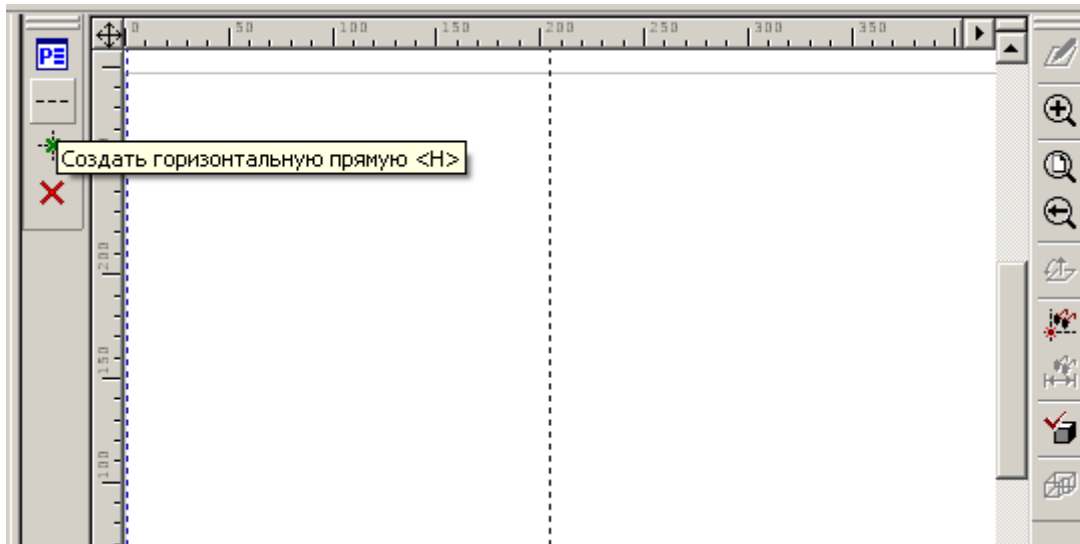


рис. 3

Так же как в предыдущем случае определяем положение прямой и закрепляем его вводом параметра Y нажатием клавиши <Enter>.

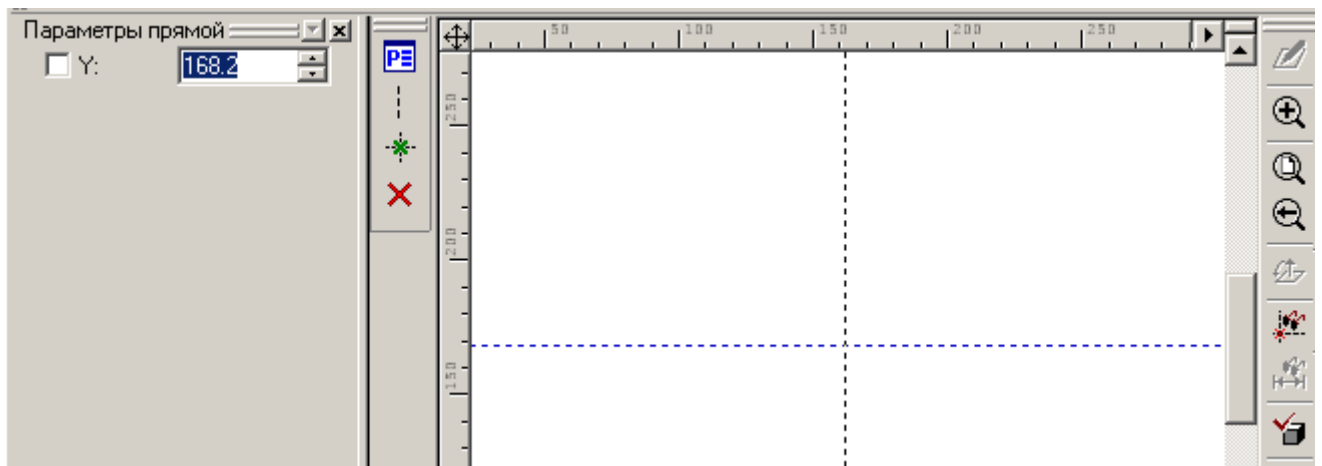



рис. 4

Так как при задании прямых мы вводили их абсолютные координаты (в системе координат чертежа), то они будут являться основными, определяющими положение зависимых линий. Теперь время определиться с линиями разметки, задающими положение отверстий. Размеры, определяющие положение отверстий проставлены от вертикальной осевой линии, следовательно, нам надо отложить зависимую прямую от вертикальной оси на расстояние 60. Для выхода из режима построения горизонталей (рис.4) нажмите правую кнопку мыши или клавишу <Esc>, при этом автоменю команды Line примет вид как на рис. 1 с активированной опцией  - выбрать прямую для построения параллельной (рис.5).

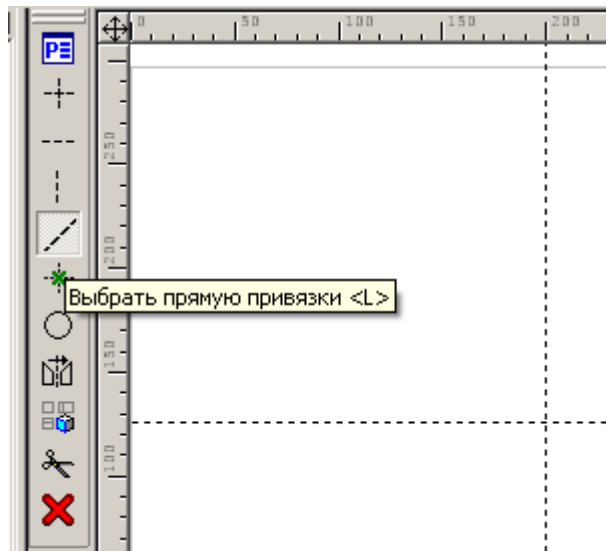


рис.5

Указываем курсором на вертикальную прямую и нажатием клавиши <L> выбираем ее для построения параллельной зависимой прямой, затем отводим курсор вправо. Обращаем внимание на то, что в параметрах прямой указана не координата X, а расстояние от исходной прямой, являющейся у нас базовой осью (рис. 6).

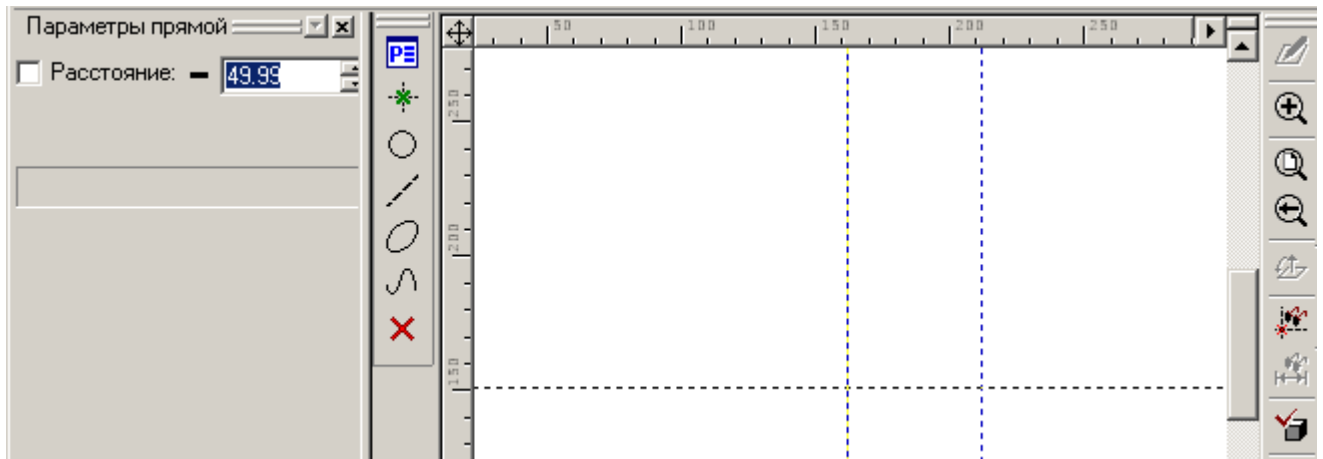


рис. 6

Вводим с клавиатуры значение расстояния 60, которое автоматически считывается в подсвеченное текстовое поле и нажимаем <Enter>. Программа строит прямую, параллельную базовой оси на расстоянии 60 от нее. Нажимаем правую кнопку мыши или клавишу <Esc> для выхода из команды Line. Строим отверстие диаметром 10: вызываем команду Circle нажатием клавиши <C>.

Автоменю меняется как на рис. 7 с автоматически активированной опцией .

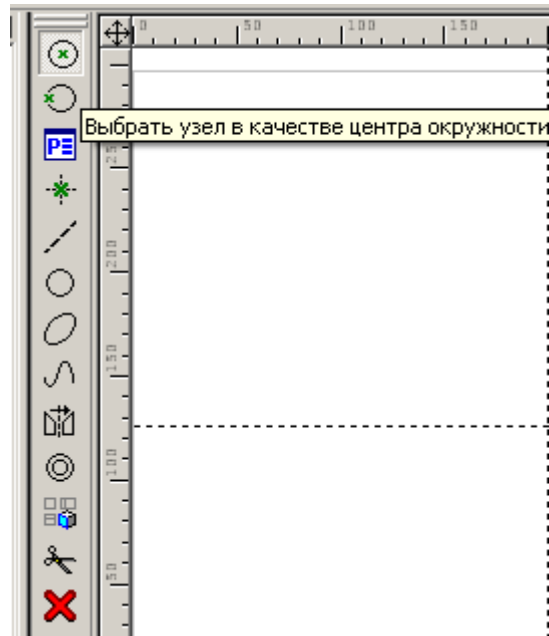


рис. 7

Указываем центр окружности левым щелчком мыши на пересечении линий разметки (рис. 8), а в параметрах окружности задаем значение радиуса $10/2$, нажав клавишу <Enter> построим окружность радиусом 5.

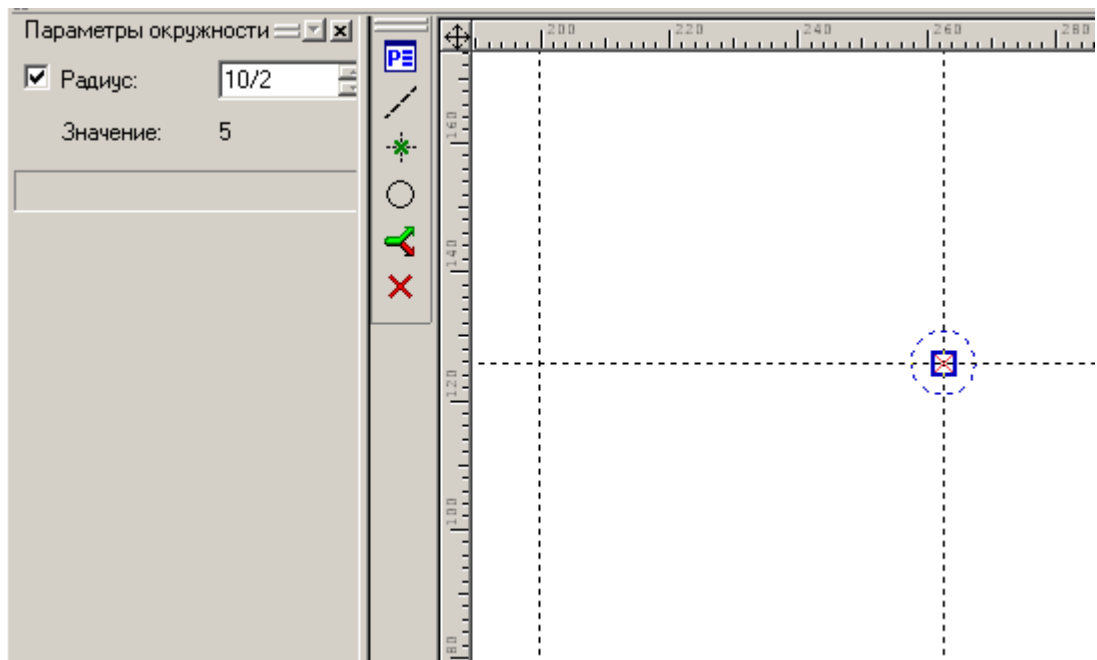


рис. 8

Построенную окружность необходимо сразу обвести основной толстой линией, для этого служит команда Graphics, вызываемая клавишей <G> (рис. 9).

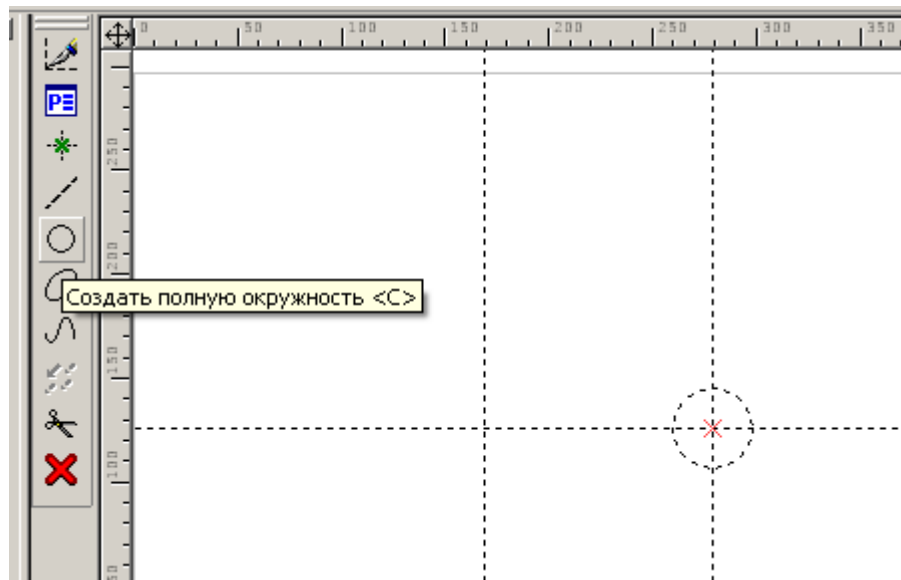



рис. 9

Укажите курсором на окружность и нажмите <C> для ее выбора. Окружность обводится жирной линией. Щелкните правой кнопкой мыши для выхода из команды Graphics. Теперь проставим размер на окружности, для этого служит команда Dimension <D> (рис. 10). Так же указываем на нее курсором и нажимаем <C> для ее выбора. С помощью опции  можно проставить размер на полке линии выноски. Положение размера закрепляем нажав левую кнопку мыши. Теперь можно выйти из команды Dimension. Попробуем изменить диаметр окружности, для этого двойным щелчком на цифре 10 откроем размер для редактирования. Введем диаметр 12 и нажмем на <Enter> для подтверждения ввода. Окружность перерисуеться с новым диаметром. Верните диаметр обратно в 10.

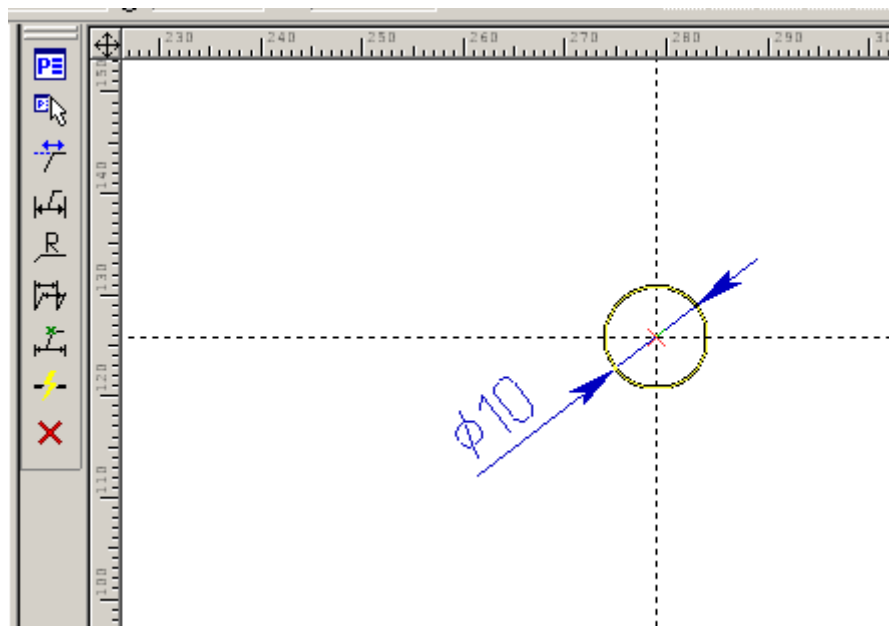




рис. 10

Теперь строим вспомогательную базу двух верхних отверстий, задав ее параллельно горизонтальной (базовой) линии на относительном расстоянии 90 от нее. Строим вертикаль на расстоянии 36 от базовой оси. На пересечении находим центр второй окружности ($\phi 6$), для которой повторяем те же построения, что и для первой. Нам заданы положения центров дуг R15 и R12, концентричных отверстиям $\phi 10$, $\phi 6$, поэтому строим вспомогательные окружности, по которым затем построим дуги, определив положение точек касания (без построения полных окружностей в тонких линиях невозможно найти точки касания). Нажимаем <C>, указываем курсором в центр окружности $\phi 10$ и отводим курсор в сторону, чтобы предварительно посмотреть строящуюся окружность, а в ее параметрах введем радиус 15 и нажмем <Enter>. Так же постройте окружность R12, концентричную отверстию $\phi 6$. Теперь, выйдя из команды окружность,

попробуйте перемещать базовые оси (ось симметрии и ось отверстий $\phi 10$). Выберите нажатием левой кнопки мыши вертикальную базовую ось симметрии. Обратите внимание, что при этом в командной строке внизу экрана появилось сообщение «ЕС: Изменить построения», это означает, что при выборе линии автоматически запустилась команда ее редактирования, а пиктограмма  на панели инструментов изменилась в нажатое состояние. В панели свойств прямой (рис. 11) в текстовом поле напротив X: указано предыдущее значение параметра прямой (абсолютной координаты X), а в поле напротив Значение: текущее значение этого параметра, которое изменяется при движении курсора и совпадает с координатой X в статусной строке в правом нижнем углу экрана (см. рис 11). Так же бросается в глаза поведение других построений при изменении редактируемой прямой. Программа как бы запомнила последовательность проведения построений и при изменении базовой прямой динамически (при нажатой кнопке  - см. рис. 11) перестраивает в той же последовательности все основанные на ней элементы: вертикали, заданные параллельно на расстоянии 60 и 36 сохраняют свое относительное положение (параллельность и величину расстояния в параметре прямой), концентричные отверстия остаются концентричными. Если бы мы построили вторую вертикальную прямую так же как первую через опцию <Построить вертикальную прямую> и задали бы ее параметр, то при редактировании базовой оси вспомогательная вертикальная ось отверстия $\phi 10$ или $\phi 6$ сохраняла бы свое положение в абсолютных координатах и расстояние между осями изменялось бы (если так и есть, то построения выполнены ошибочно).

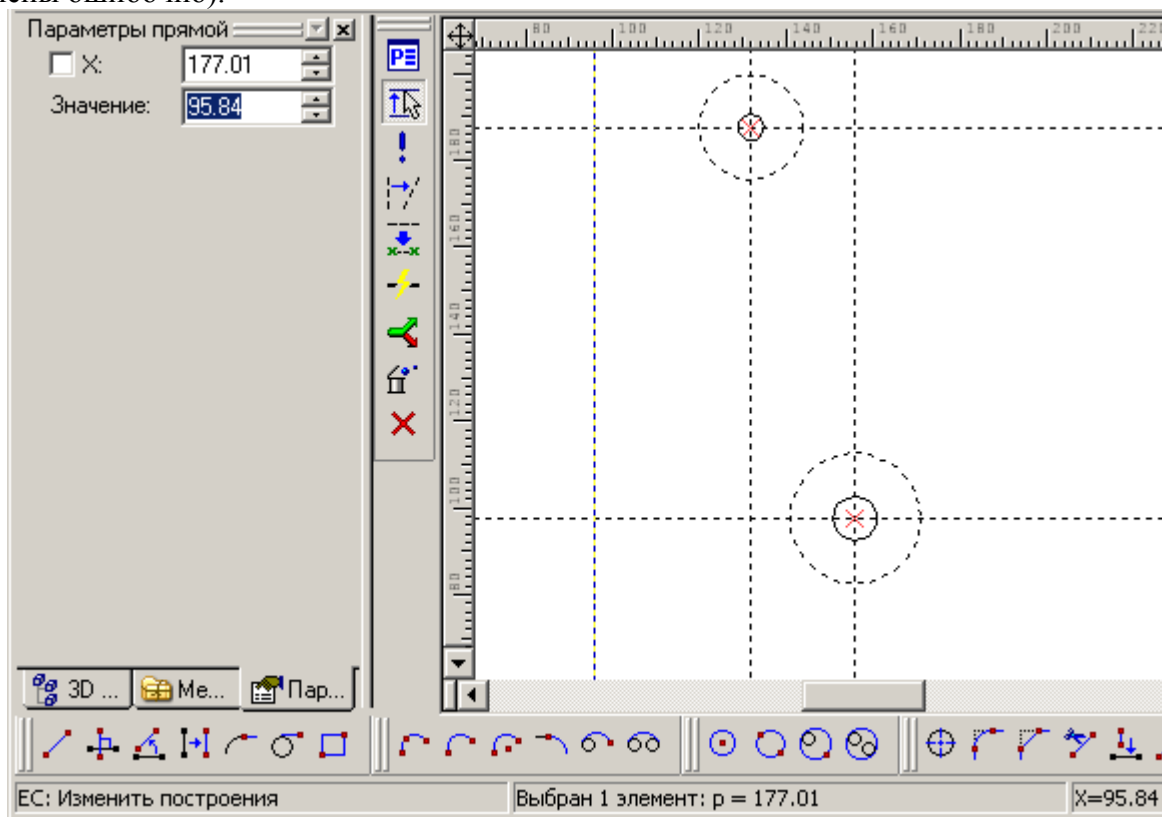


рис. 11

Теперь, выйдя из команды редактирования вертикальной прямой, выберите горизонтальную прямую, являющуюся у нас вспомогательной базой (ось отверстий $\phi 6$) (рис. 12). Теперь в параметрах прямой указана не координата Y:, а Расстояние: 90, т.е. прямая «помнит», как была построена. Щелкните правой кнопкой мыши для отмены изменений.

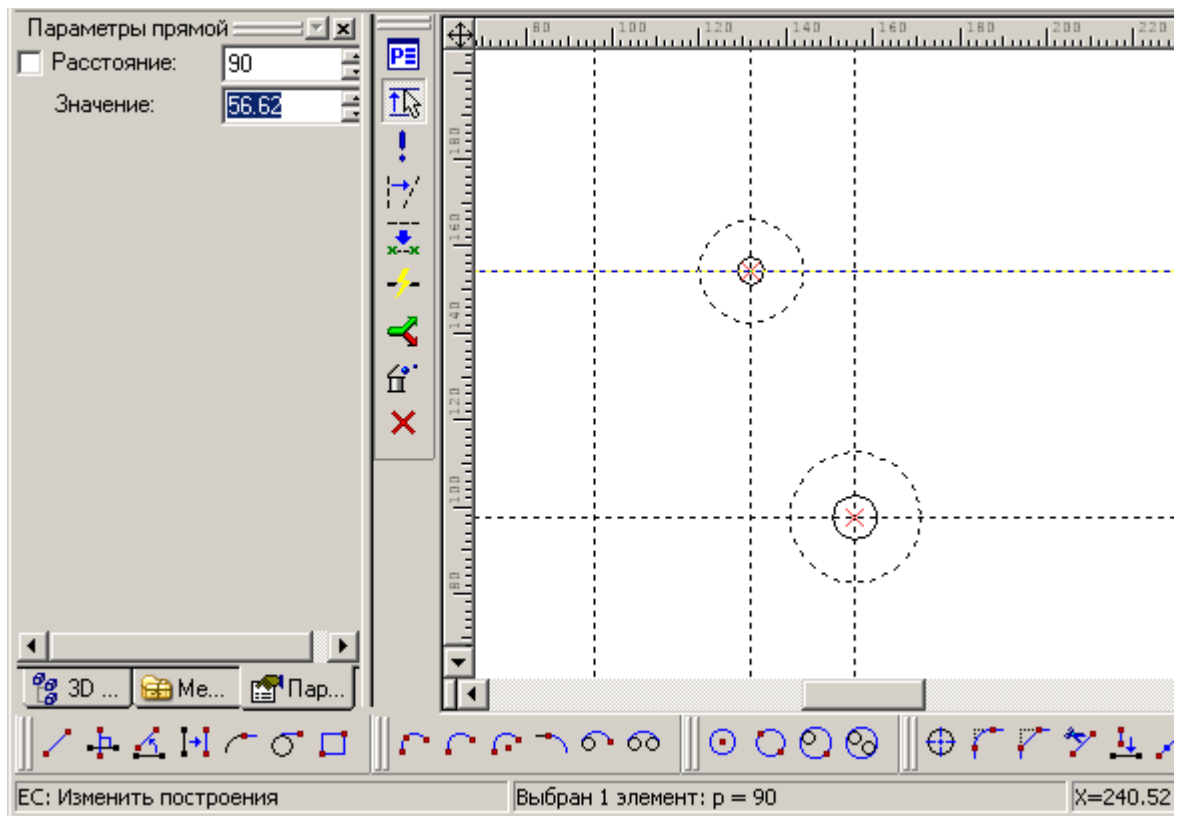


рис. 12

Давайте построим прямую, касательную двум окружностям: нажмем <L>. Для построения касательной окружностям прямой воспользуемся опцией <C> выбрать касательную окружность (рис. 13) (внутри команд клавиша <C> означает выбор окружности, а не ее построение).

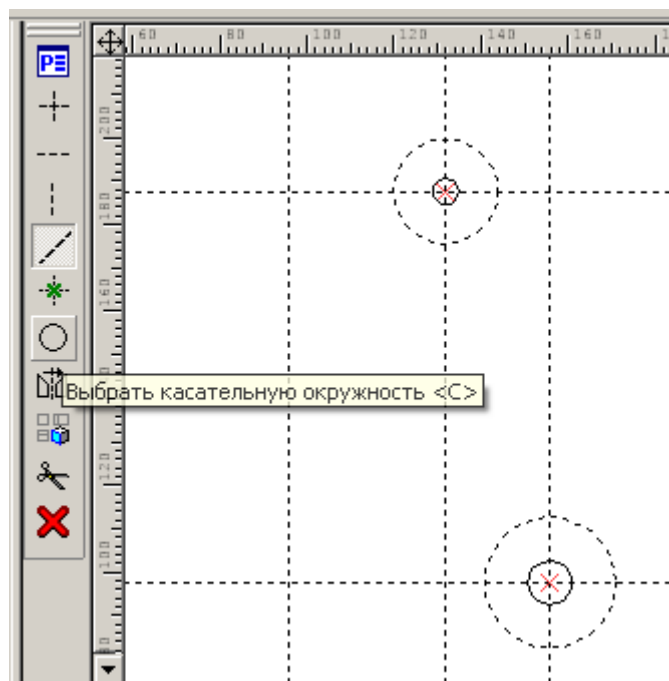



рис. 13

Подведите курсор к верхней окружности, она подсветится и к курсору добавится символ окружности, это значит, что текущая команда распознала допустимый для выбора объект. Выберите первую окружность, нажав <C> (обычно выбор объектов клавишами выполняют в сложных случаях, когда надо отфильтровать нужный объект) или просто левым щелчком мыши: обратите внимание, что сторона касания определяется положением курсора в момент выбора. К окружности привяжется виртуальная касательная прямая. Выберите вторую окружность. Строится прямая, касательная двум окружностям.

Теперь научимся строить симметричные элементы. Построим вертикальные оси отверстий слева от оси симметрии. В принципе, можно было бы повторить те же построения, однако учтем то, что деталь помнит, как была построена. Это значит, что если мы построим симметричные отверстия независимо, то программа будет считать их независимыми, а не симметричными. Отразим вертикальные оси отверстий относительно оси симметрии, для этого воспользуемся опцией  - Выбрать ось симметрии <A> (рис. 13). Подведем курсор к оси симметрии и нажмем <A>. Выбранная прямая становится осью зеркального отражения. Теперь выберем отражаемые прямые (щелчком мыши или клавишей <L>) – см. рис. 14.

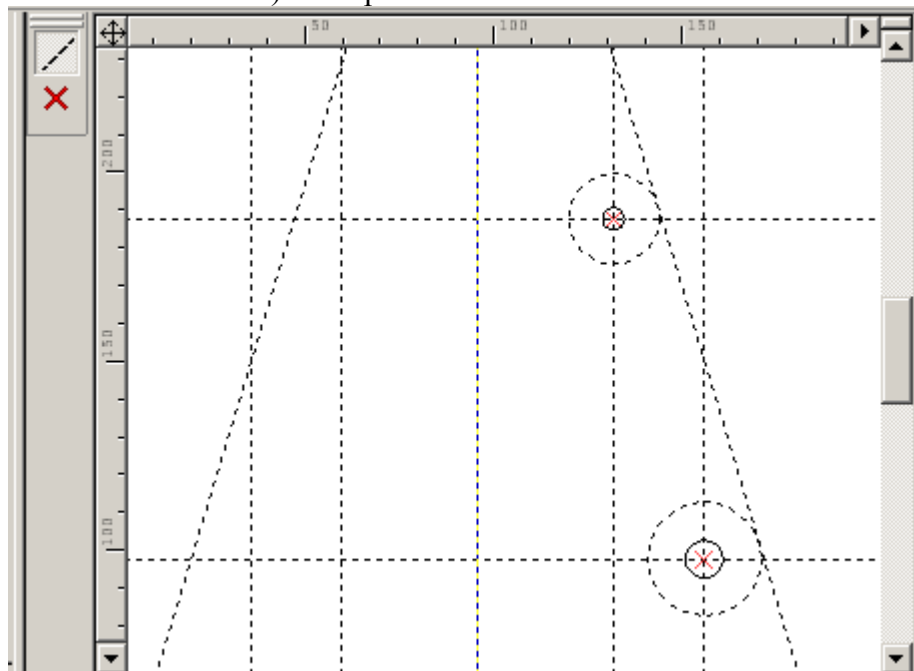


рис. 14

Для построения симметричных окружностей воспользуемся аналогичной опцией команды <C> (рис. 15).

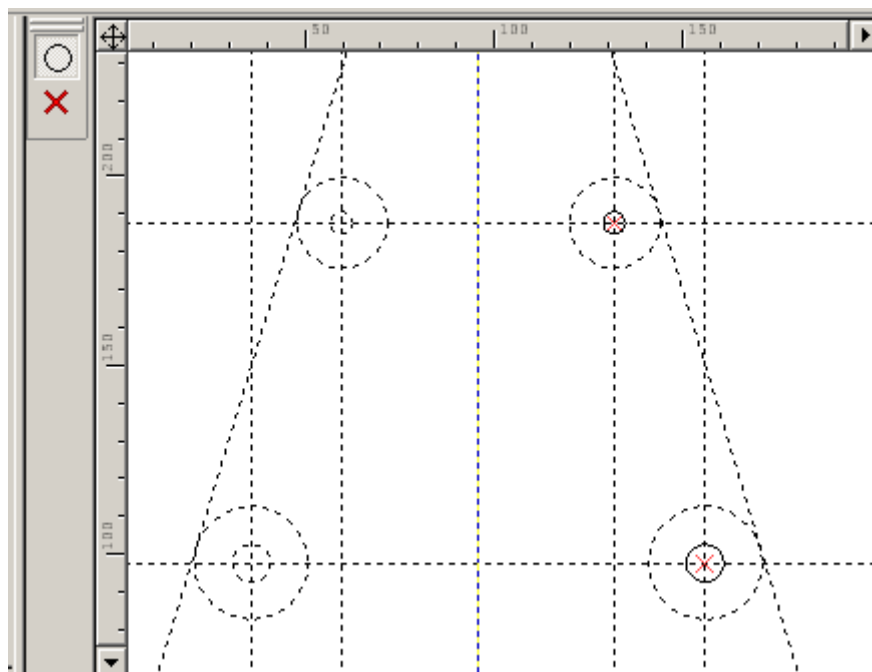


рис. 15

Построим окружность, касательную двум верхним окружностям (внешнее касание): выйдем из опции построения симметричных окружностей и выберем последовательно верхние окружности примерно в точках касания (если тип касания не подходит, то перебор типов касания осуществляется нажатием клавиши Z). Введем радиус окружности 35. Прделаем те же действия с двумя нижними окружностями, введем радиус сопряжения 90 (рис. 16).

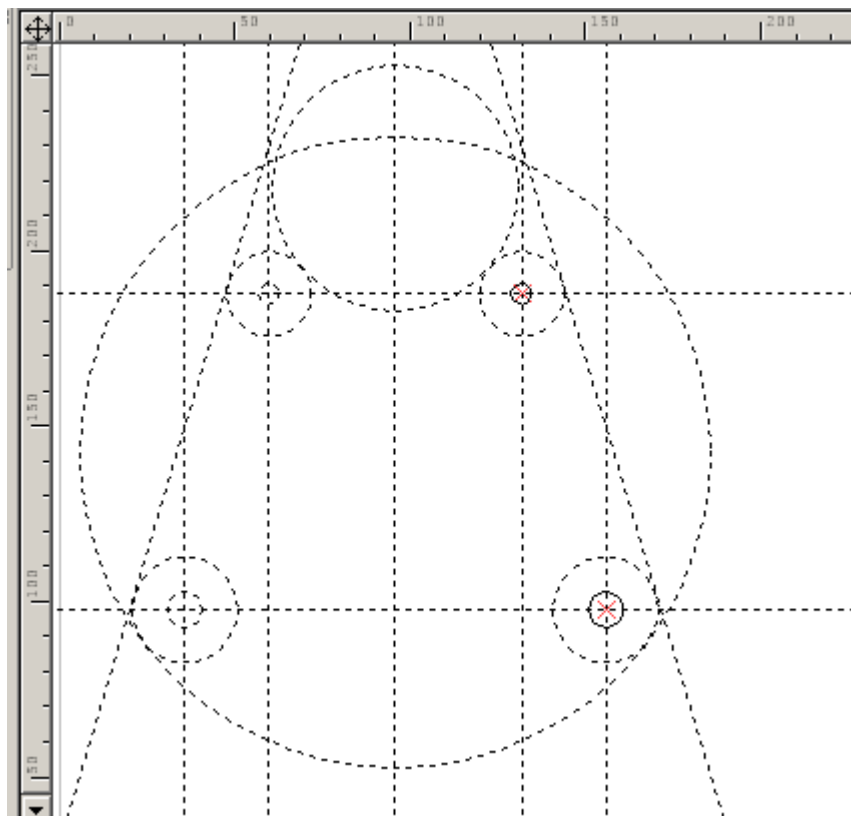


рис. 16

Теперь надо обвести найденную построением часть контура фигуры. Обратим внимание на то, что на пересечении линий нашего построения не расставлены узлы, а линии изображения привязываются именно к узлам, которые однако, создаются в процессе обводки в «прозрачном режиме». Проблема в том, что, например, у окружности R15 точка касания с наклонной прямой расположена близко с точкой пересечения с горизонтальной линией и для точного построения лучше всего выделить точку касания явно, разместив в ней узел, а затем, в процессе обводки выбрать начальной точкой контура этот узел. Вызовем команду Node клавишей <N> (рис. 17).

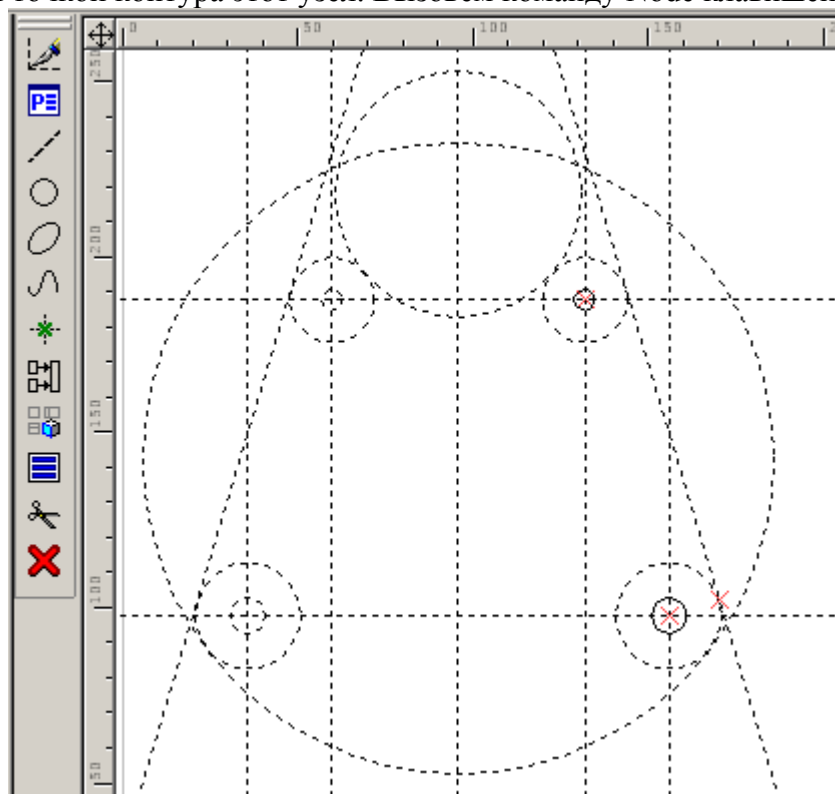


рис. 17

В опциях команды «N: Построить узел» находим знакомые пиктограммы выбора прямой или окружности. Подведем курсор к окружности R15 (рис. 17) и нажмем <C> для ее выбора. Обратим внимание, что к окружности привязался скользящий узел, однако определить его положение на

окружности можно только указав точку пересечения или касания: для этого подведем курсор к наклонной прямой и выберем ее клавишей <L>. Строится узел, общий выбранным элементам (рис. 17). Завершите команду. Построенный узел станет начальным при обводке контура. Нажмите <G>, подведите курсор к узлу и выберите его клавишей <N> или левым щелчком мыши. От узла потянется «резиновая линия», т.е. команда <G> ожидает указание следующего узла для отрезка прямой или дуги – если указать точку пересечения прямых или окружностей, то конечный узел будет создан не выходя из команды в прозрачном режиме и конец отрезка привяжется к нему. Чтобы избежать двусмысленности при выборе точки касания окружности R12 и наклонной прямой укажем следующий узел как общий прямой и этой окружности не выходя из команды <G>: подведите курсор с «резиновой линией» к наклонной прямой и выберите ее клавишей <L>, искомый узел будет скользить вдоль этой прямой, теперь выберем окружность R12 клавишей <C>. На пересечении элементов создастся узел и к нему привяжется отрезок прямой, при этом следующий узел будет скользить по окружности, т.к. команда <G> перейдет в режим построения отрезка дуги. По умолчанию дуга строится по направлению против часовой стрелки, чтобы сменить направление дуги нажмите клавишу <Tab>. Выбирая клавишей <C> окружности постройте часть контура как показано на рис. 18, обведите резиновую линию правым щелчком мыши и обведите симметрично расположенные окружности.

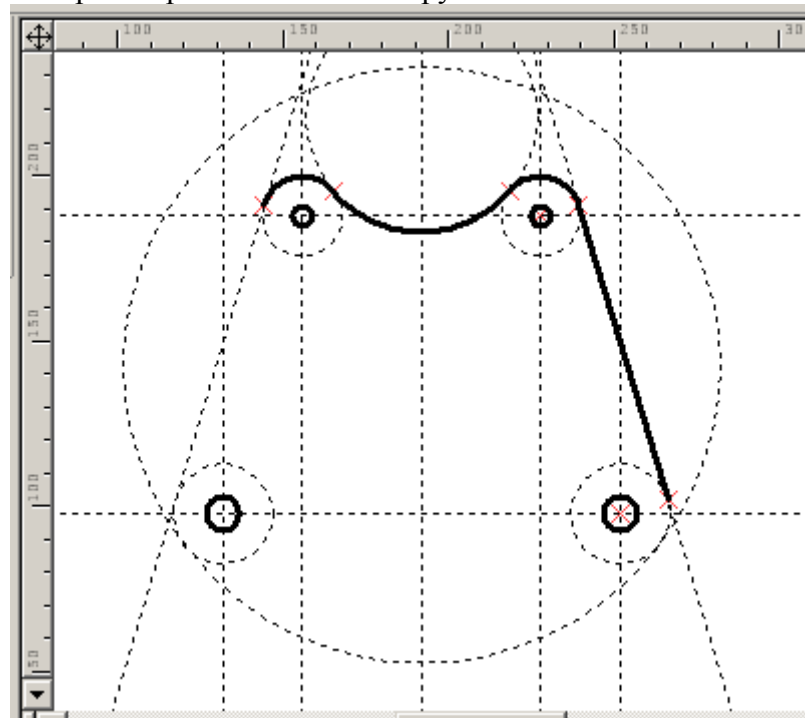


рис. 18

Настало время «подчистить» уже не нужные построения, для этого воспользуемся пиктограммой



погасить/показать элементы (рис. 19).

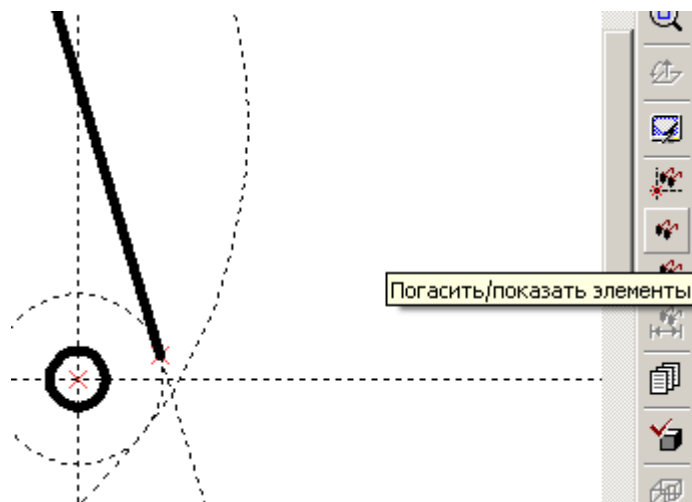


рис. 19

Погасите элементы, отсутствующие на рис. 20. Погашенные элементы хотя и невидимы на экране, но доступны для выбора с помощью клавиш <L>, <C>.

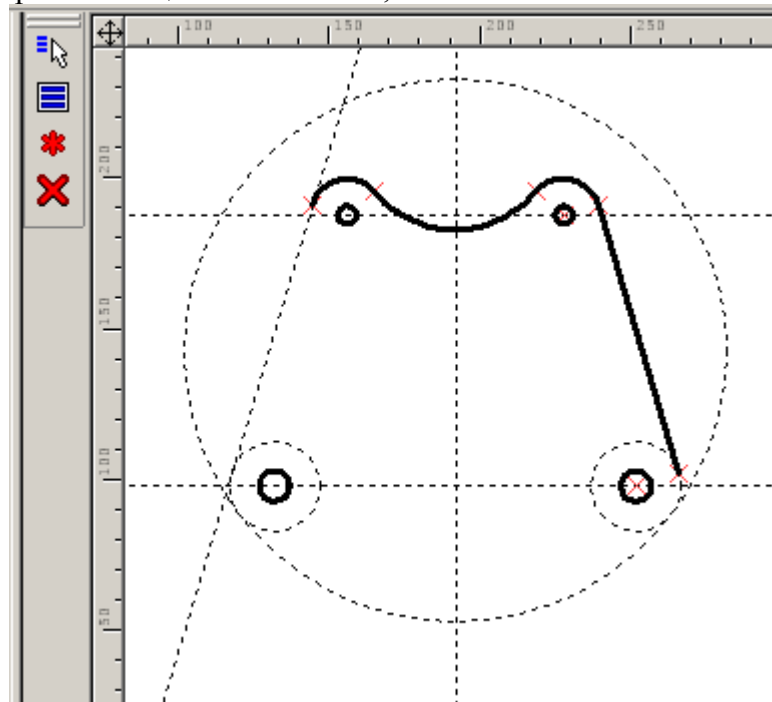


рис. 20

Теперь начертим левое ушко. Отложим линии от основной и вспомогательной базы на расстояниях 68 и 35 соответственно, нанесем концентрично окружности $\varnothing 8$, R10 и выполним одно сопряжение радиусом 10 (рис. 20).

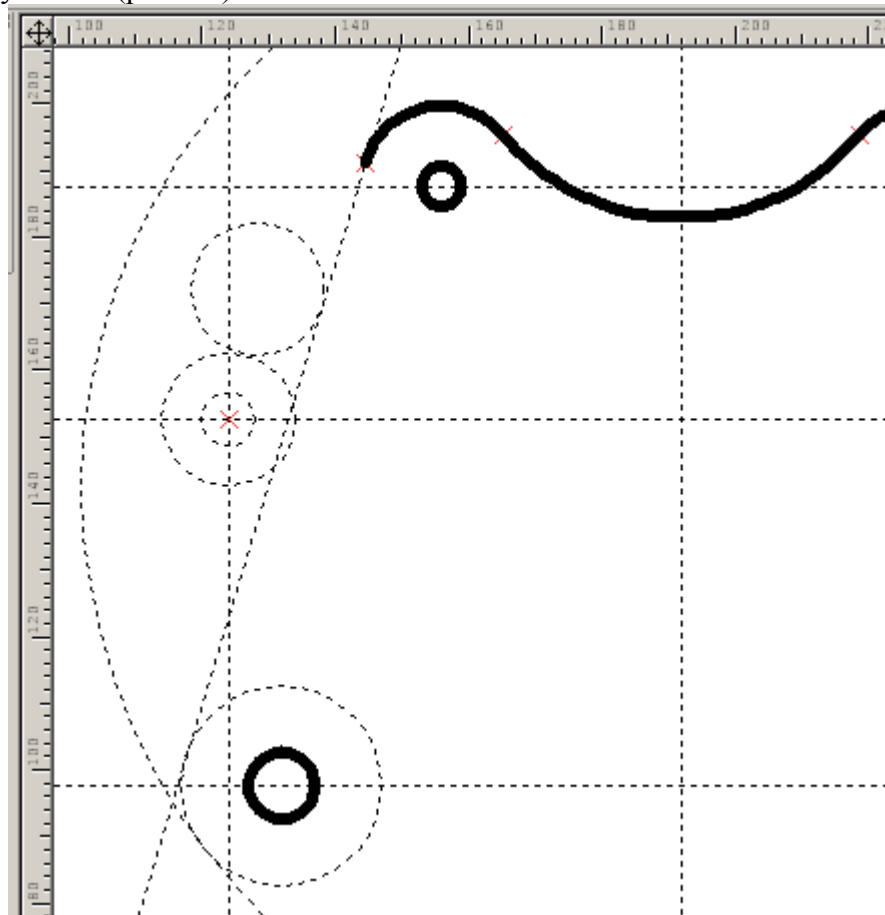


рис. 20

Ушко симметрично, поэтому второе сопряжение следует задать как симметрию первого. Ось симметрии проходит через центр окружности $\varnothing 8$ ортогонально наклонной прямой. Нажмите <L>,

выберите центр окружности. За курсором будет следовать виртуальная прямая, проходящая через точку. Для построения ортогональной прямой выберите наклонную прямую, подведя к ней курсор и нажав <L> (рис. 21).

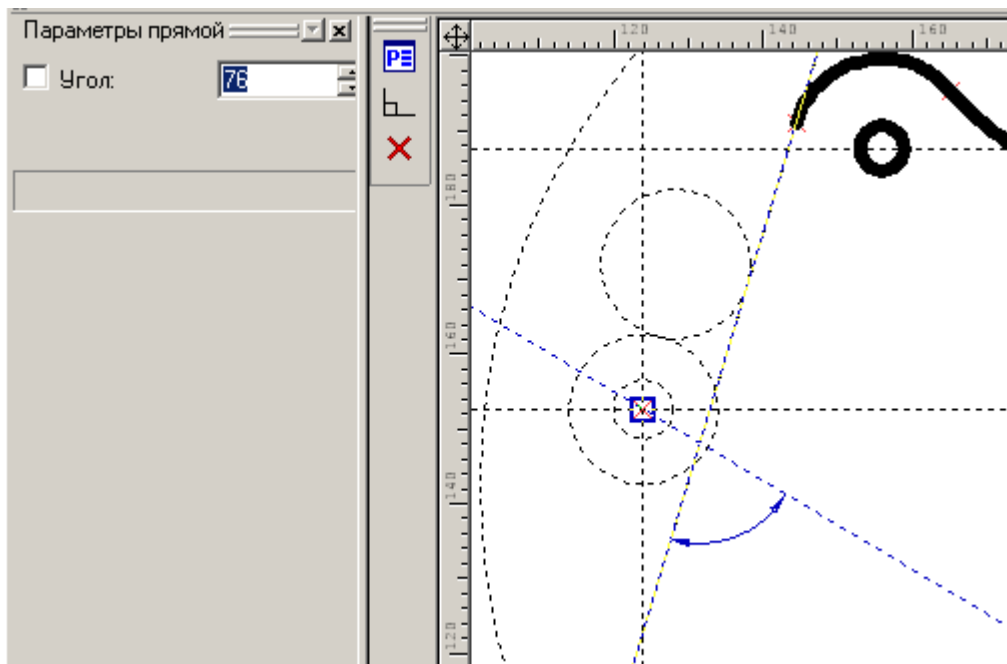



рис. 21

В параметрах прямой укажите угол 90 либо воспользуйтесь опцией  <O>. Симметричное сопряжение строим, пользуясь опцией <A> (для выбора ортогональной прямой) команды <C>. Теперь можно обвести <G> часть контура и «подчистить» ненужные построения (рис. 22).

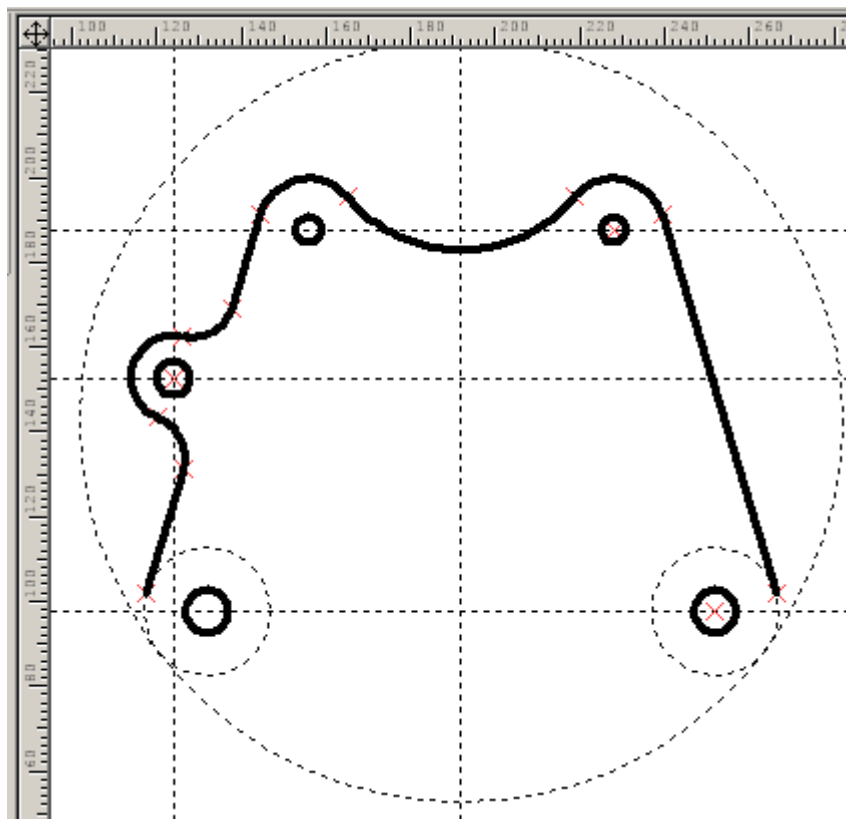


рис. 22

Для проверки построения можно нанести размеры для элемента ушка. Сначала проставим узлы, определяющие начала выносных линий размеров для их правильной простановки. (Следует учесть, что выносные линии размера не могут быть бесконечными, поэтому при привязки размера к линии построения на ней должен стоять узел). Нажмем <N> и укажем верхнюю и левую квадрантные точки окружности и построим подсвеченный на рис. 23 узел указав на дугу и выбрав ее клавишей

<C> и вертикальную прямую <L>. Если этого не сделать, то команда <D> «Размер» не найдет на прямой ни одного узла и выберет соседнюю линию, содержащую хотя бы один узел.

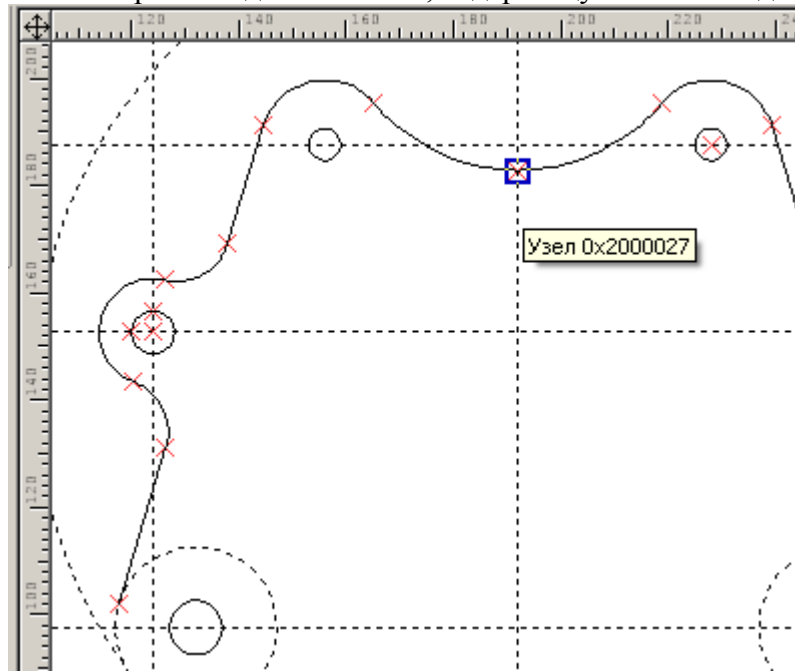


рис. 23

Правой мышью завершаем команду <N> и вводим <D> для простановки размеров. Выберем вертикальную базовую ось клавишей <L>, затем ось отверстия ушка (рис. 24).

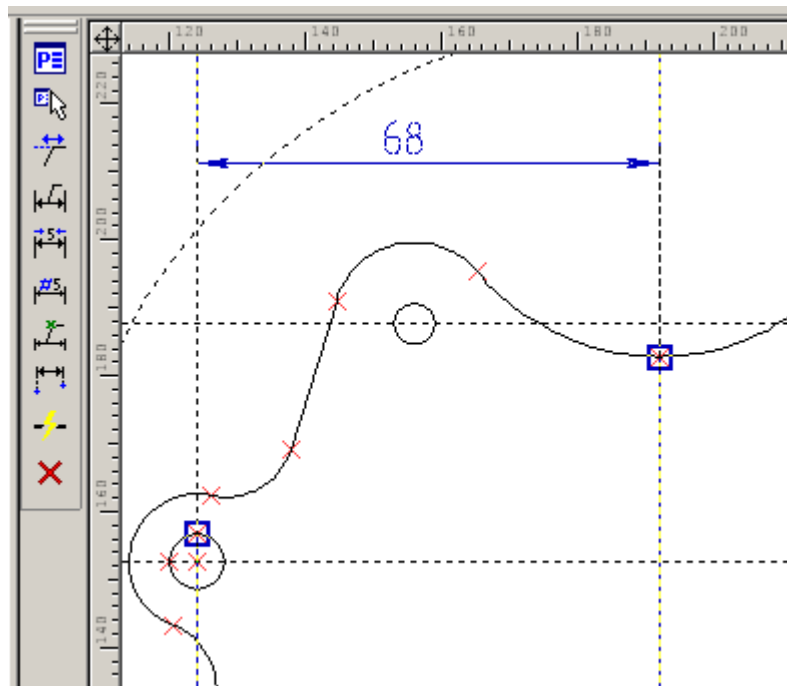


рис. 24

Выносные линии начинаются у созданных нами узлов. Нанесите другие размеры как на рис. 25. Переключение между режимом ввода диаметрального и радиального размеров осуществляется клавишей <R> «Radial», возвращение к диаметральному вводу клавишей <D> «Diametric».

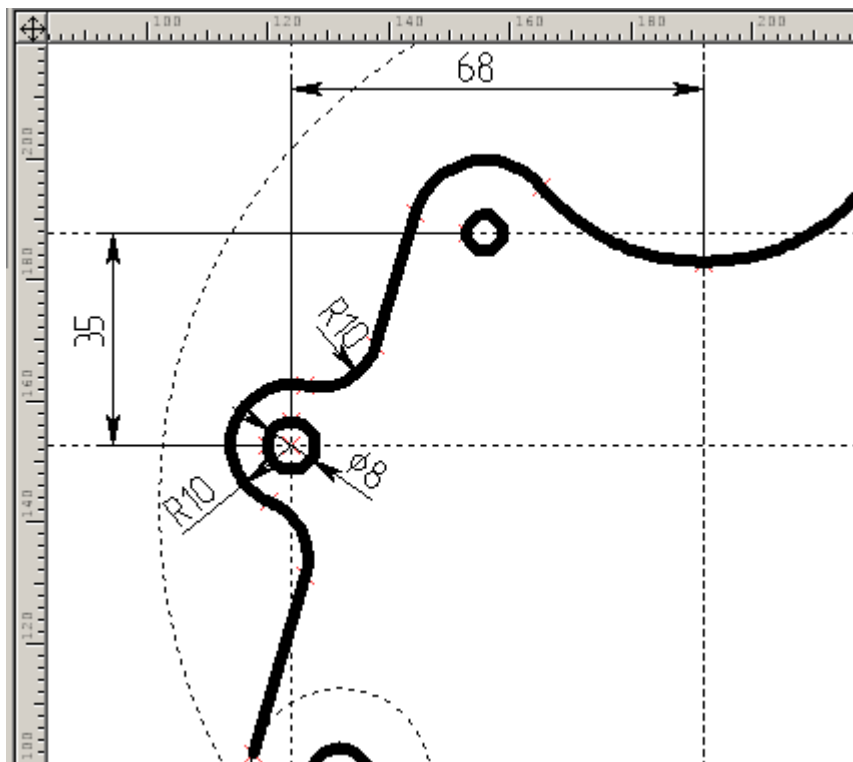


рис. 25

В качестве проверки попробуем варьировать размер 68: щелкните на цифре 68 и введите новый размер 64. Фигура должна выглядеть как на рис. 26.

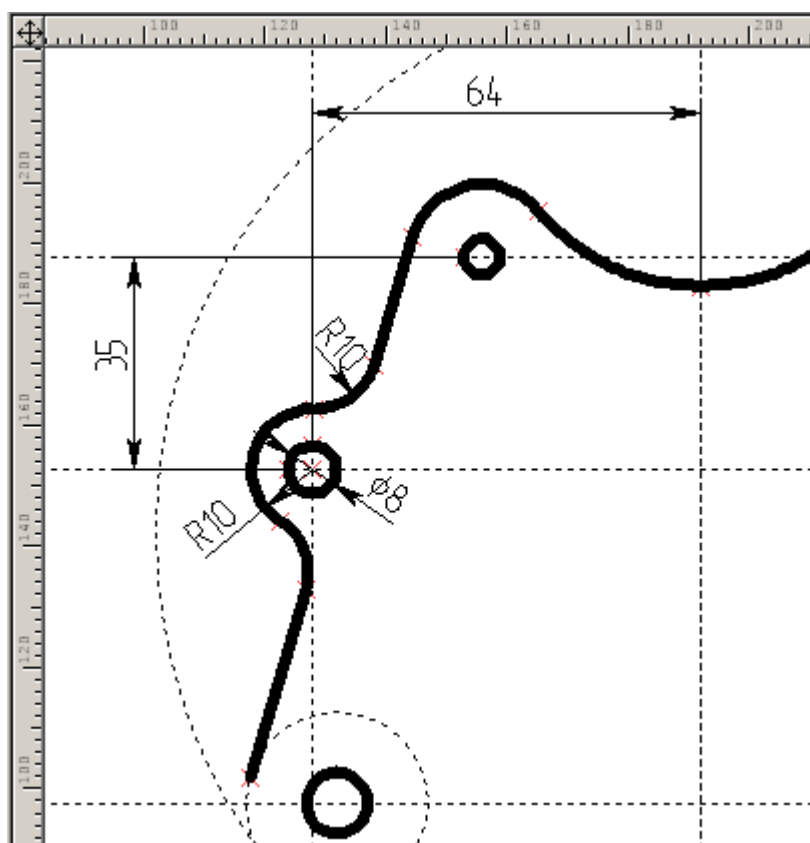


рис. 26

Измените радиус сопряжения на R5 (см. рис. 27). Обратите внимание, что другой радиус изменился симметрично. Если бы мы построили его как сопряжение, то он остался бы R10.

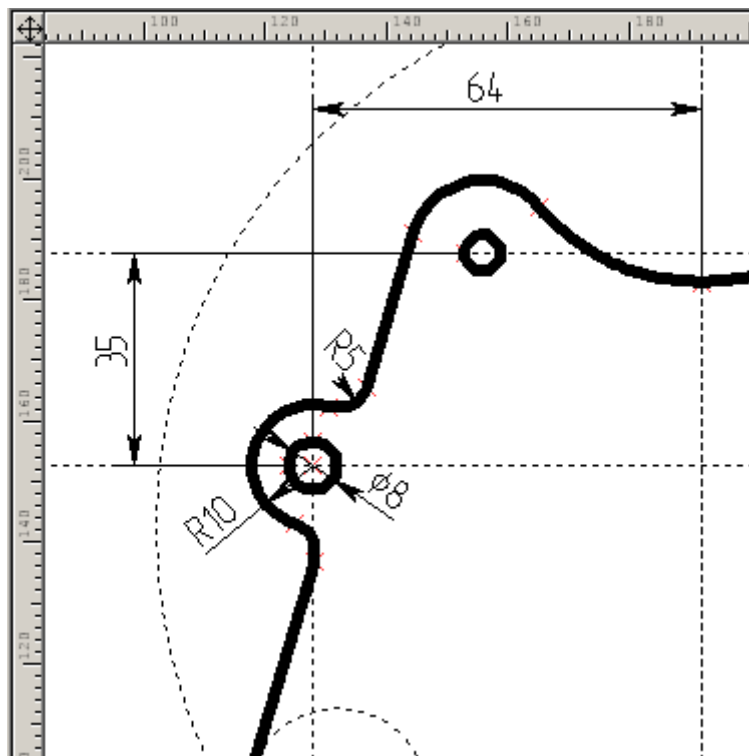


рис. 27

Продолжим строить внешний контур фигуры. Отложим вспомогательную базу на расстояние 60 от основной, и еще одну прямую, определяющую основание фигуры в направлении размера 120 (постройте их за один прием, введя сначала 60, затем 120).

Для построения дуги, касательной вспомогательной базе воспользуемся второй опцией команды <C> (рис. 28).

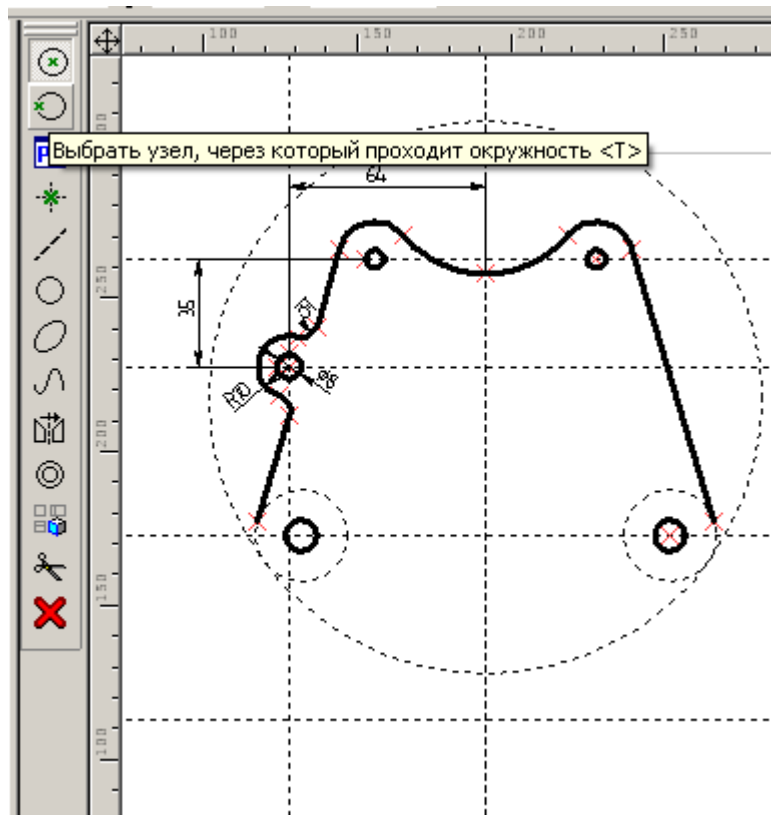


рис. 28

Выберите точку пересечения рис. 29,

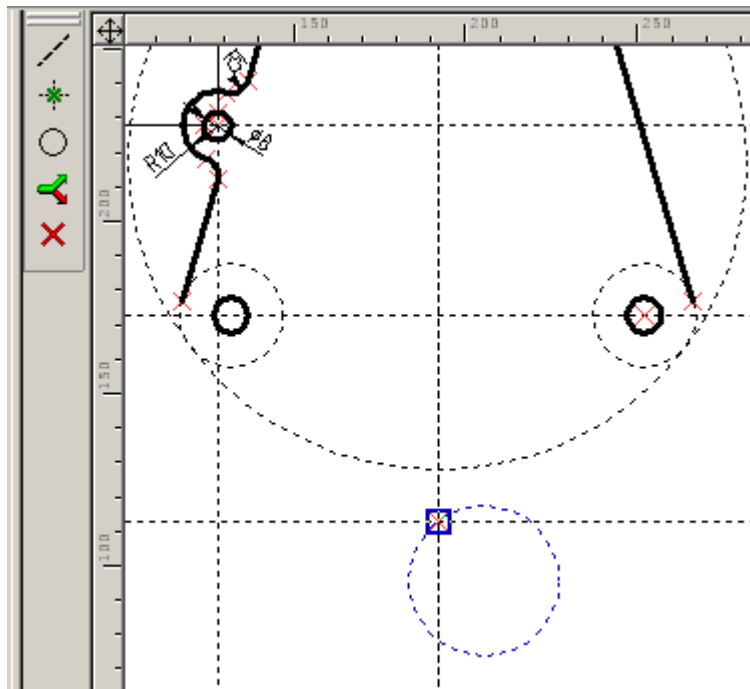


рис. 29

затем воспользуйтесь опцией <L> для выбора горизонтальной прямой. Введите радиус дуги 65 (рис. 30).

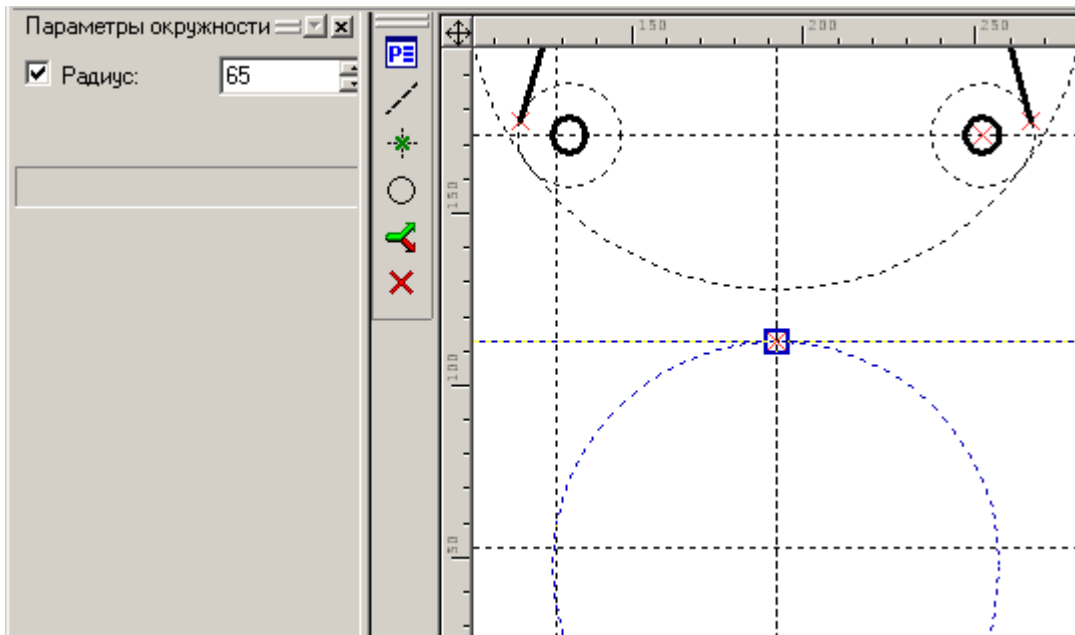


рис. 30

Далее постройте два сопряжения R8 и R 26 (рис. 31). Отразите их в левую часть фигуры.

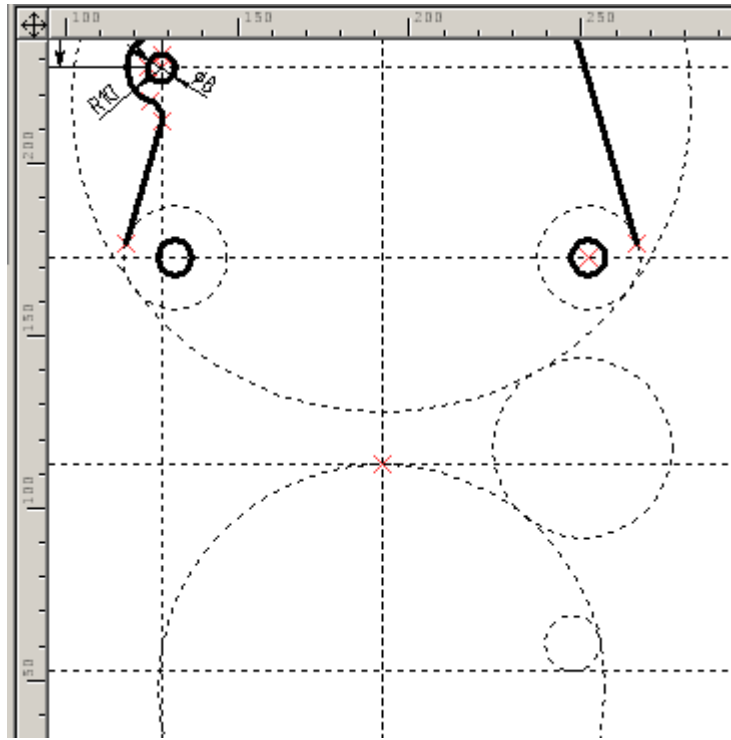


рис. 31

Для построения треугольного выреза найдем сначала вершину треугольника, отложив параллельную на расстояние 3 от вспомогательной базы. Через вершину проведем прямую под углом $50/2$ к оси симметрии. Завершите построения, показанные на рис. 32. Не забудьте про сопряжения R10 и R20.

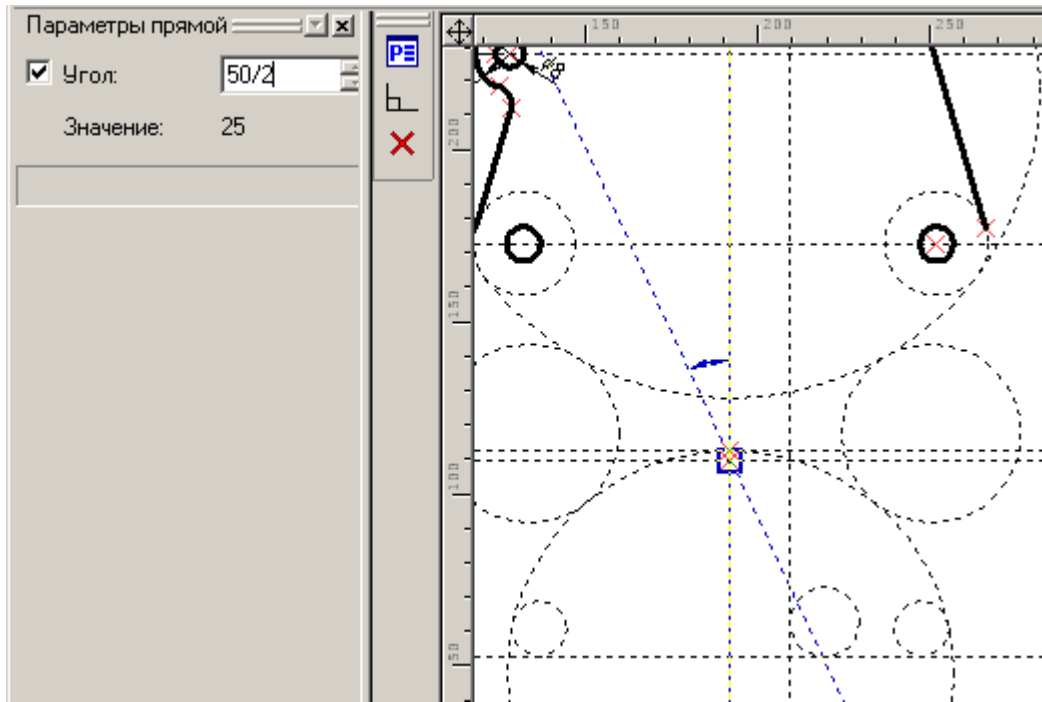


рис. 32

После отражения построений в левую часть фигуры займемся обводкой внешнего контура начав с узла, специально созданного нами ранее. Нажмите <G>, выберите узел опцией <N> (рис. 33) и выбирайте последовательно окружности опцией <C>, меняя, если надо, направление отрезков дуги клавишей <Tab>.

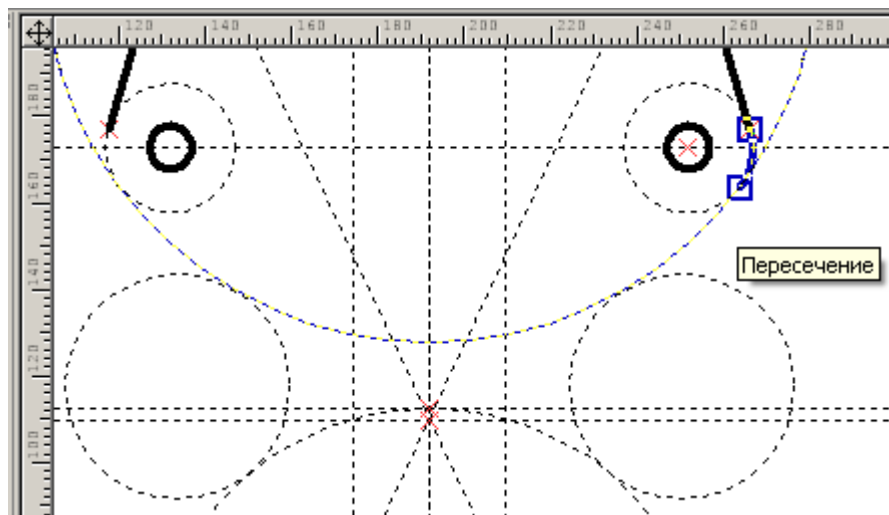


рис. 33

Фигура должна выглядеть как на рис. 34. Чтобы не распутывать сплетение линий построения не находите точки касания «на глаз»: просто ведите жирную линию вдоль дуги и указывайте следующую граничную окружность или прямую курсором, выбирая ее клавишами <C>, <L>. Вы увидите, что это намного быстрее и легче.

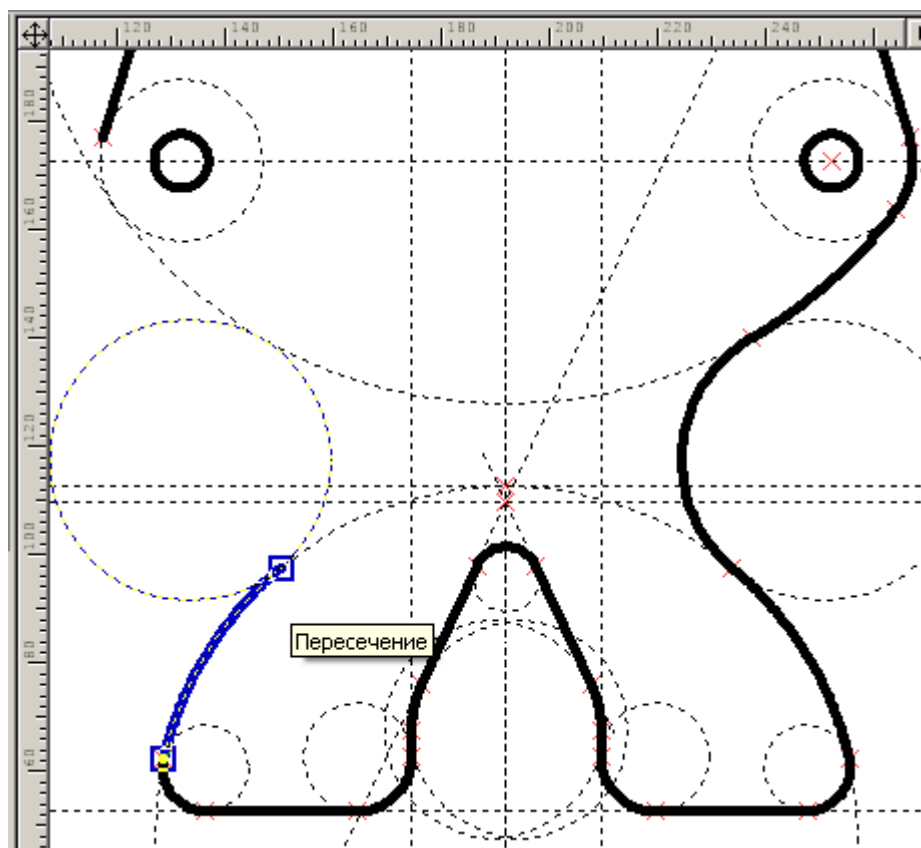



рис. 34

Познакомимся теперь с типами линий. Тип линии задается в команде <G> из панели на рис. 35. Посередине находится длинный список, в нем текущей линией является тип CONTINUOUS – сплошная. Крайним справа  является (рис. 35) короткий список (сейчас раскрыт), в котором отфильтрованы наиболее употребительные типы. Обратите внимание на концы линий. У осевой концы удлинены (заведены за линию контура), у линии сгиба наоборот, недоведены (укорочены).

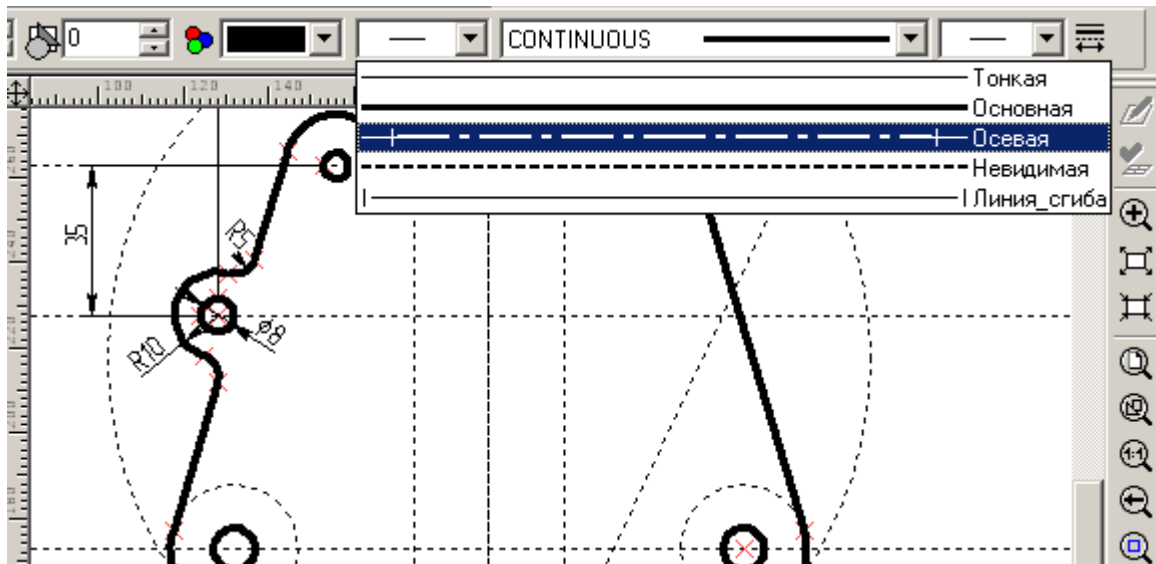



рис. 35

Начертите осевую, тонкие линии как показано на рис 36 и погасите лишние построения кнопкой .

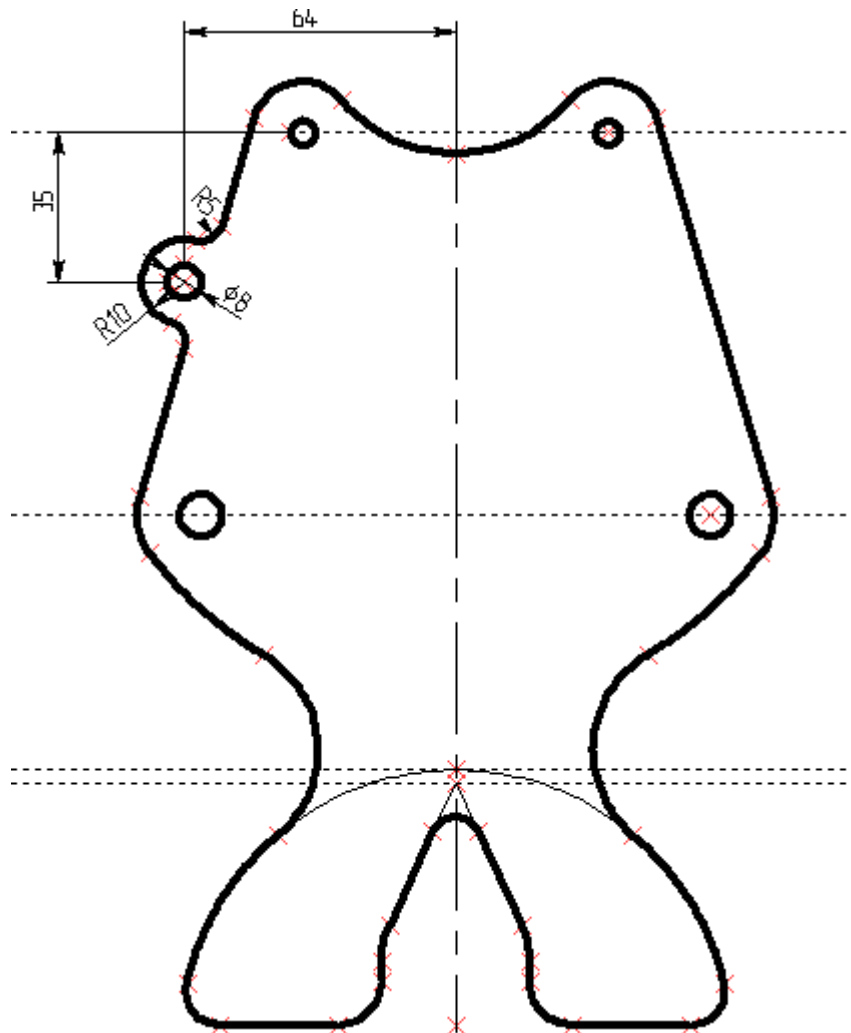


рис. 36

Переходим к построению внутреннего контура фигуры. Определим положение центров дуг сопряжения R8 и R20, отложив их от горизонтальной базы в направлении задания размеров (рис. 37). Создайте узел на пересечении погашенной оси симметрии: введите <N>, укажите курсором на ось симметрии и нажмите <L> - узел будет скользить вдоль невидимой линии построения, выберите вторую прямую. Постройте окружности R8 и R20.

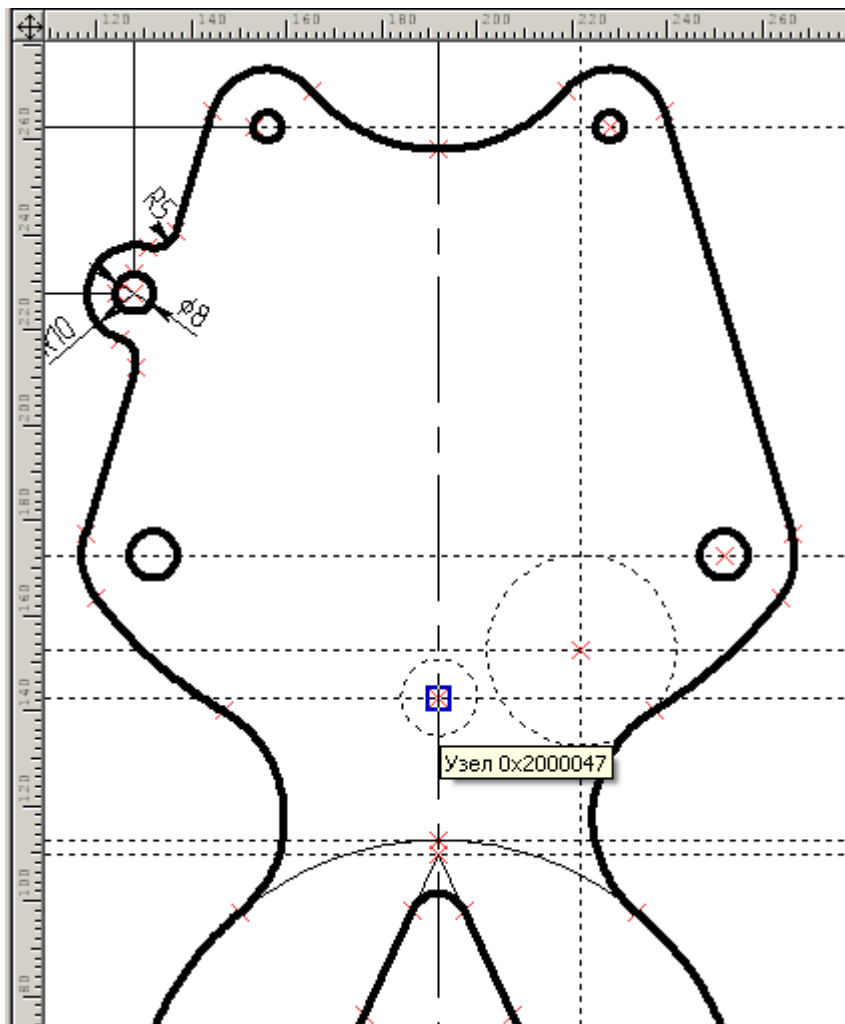


рис. 37

Находим центр дуги сопряжения R55 (рис. 38).

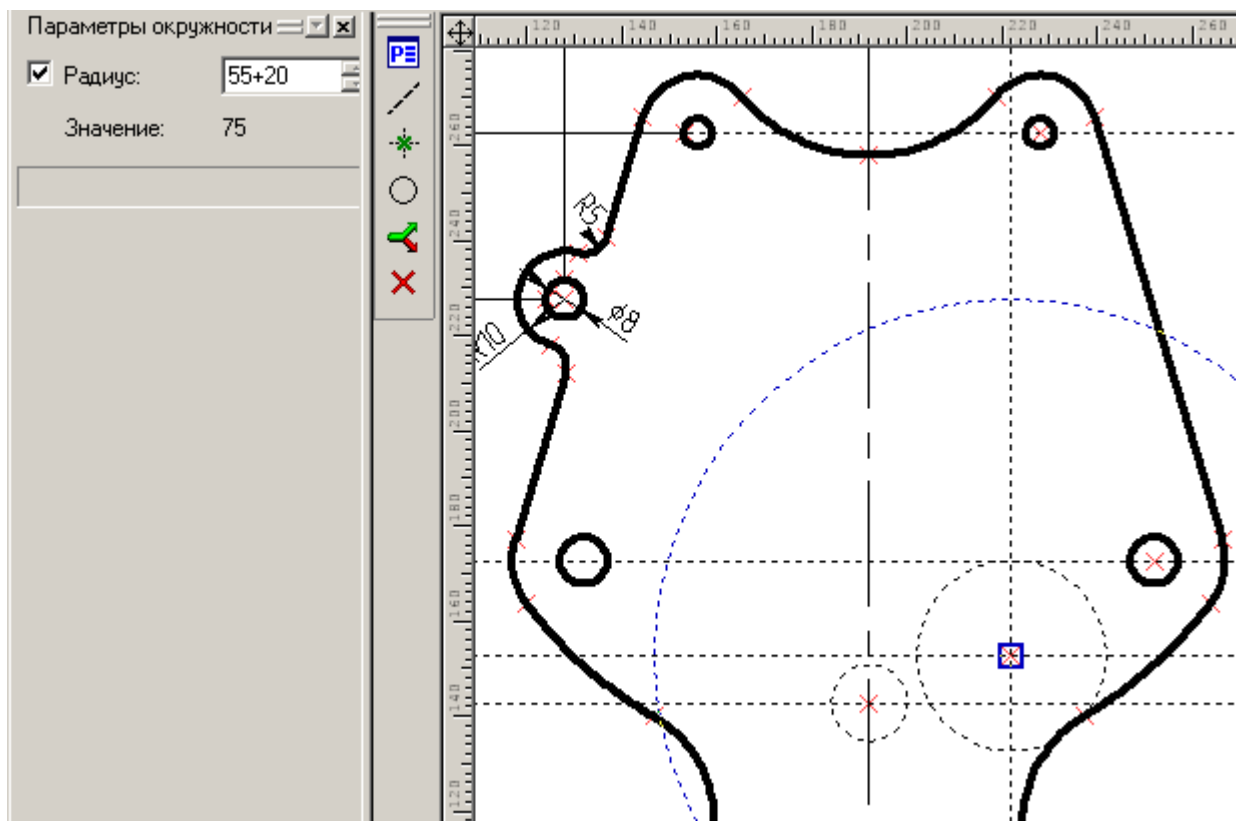


рис. 38

Постройте окружность из найденного центра как касательную (рис. 39). Не задавайте ее радиус (он автоматически равен 55), чтобы при изменении фигуры сохранялось касание и фигура не разрывалась.

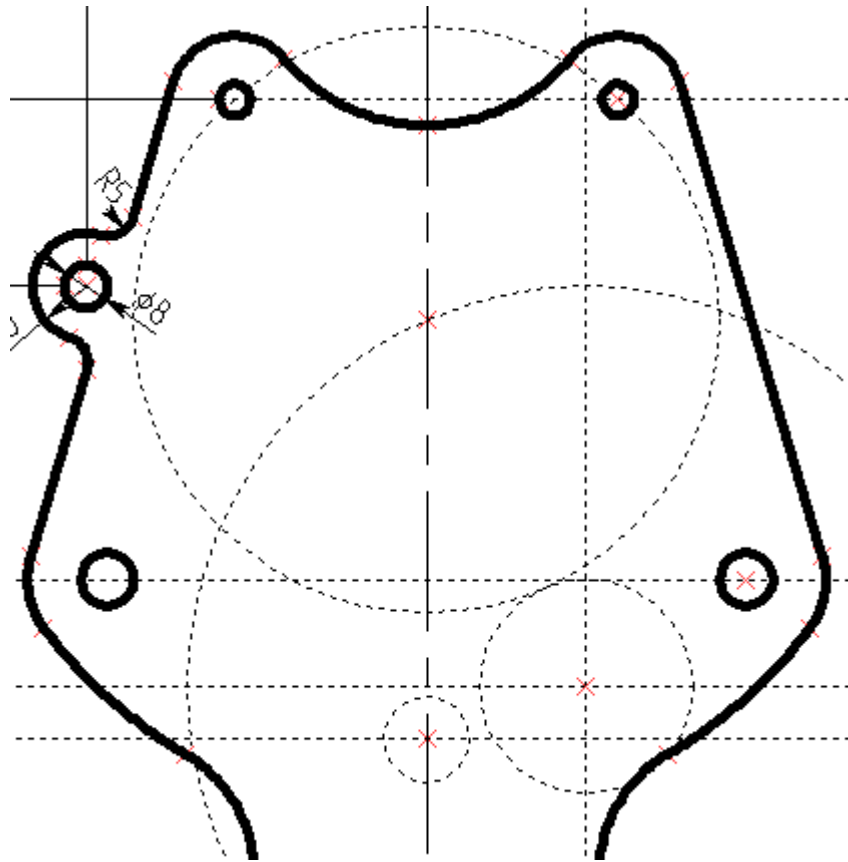


рис. 39

Строим параллельную прямую на расстоянии 22 (выбираем ее, указав на жирную наклонную линию и нажав <L>) и радиус сопряжения R10 (рис. 40).

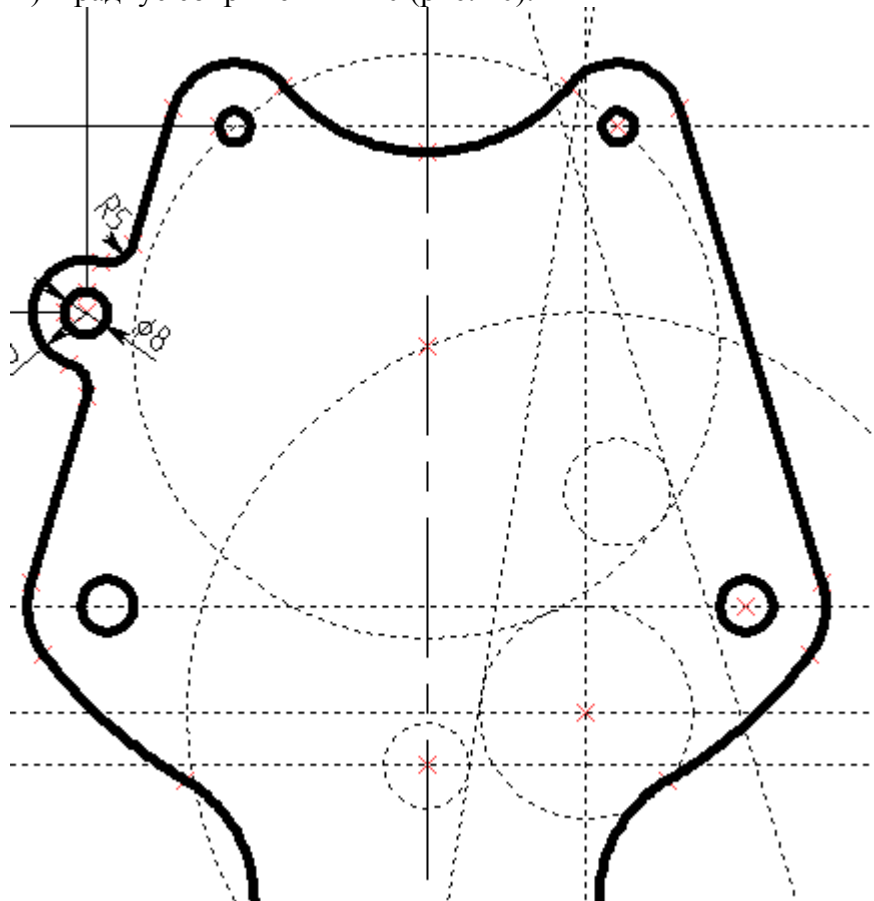


рис. 40

Обведем часть контура и погасим лишние построения (рис. 41).

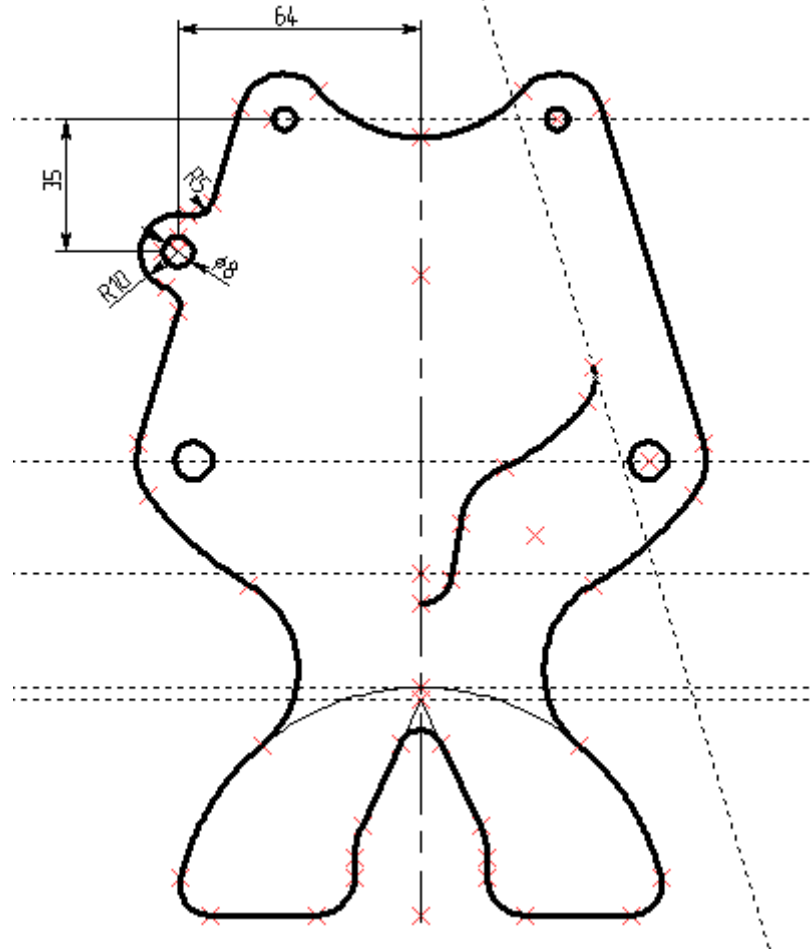


рис. 41

От вспомогательной базы откладываем параллельную на расстоянии 38. Найдём положение центра дуги сопряжения R8 на расстоянии 8 (рис. 42).

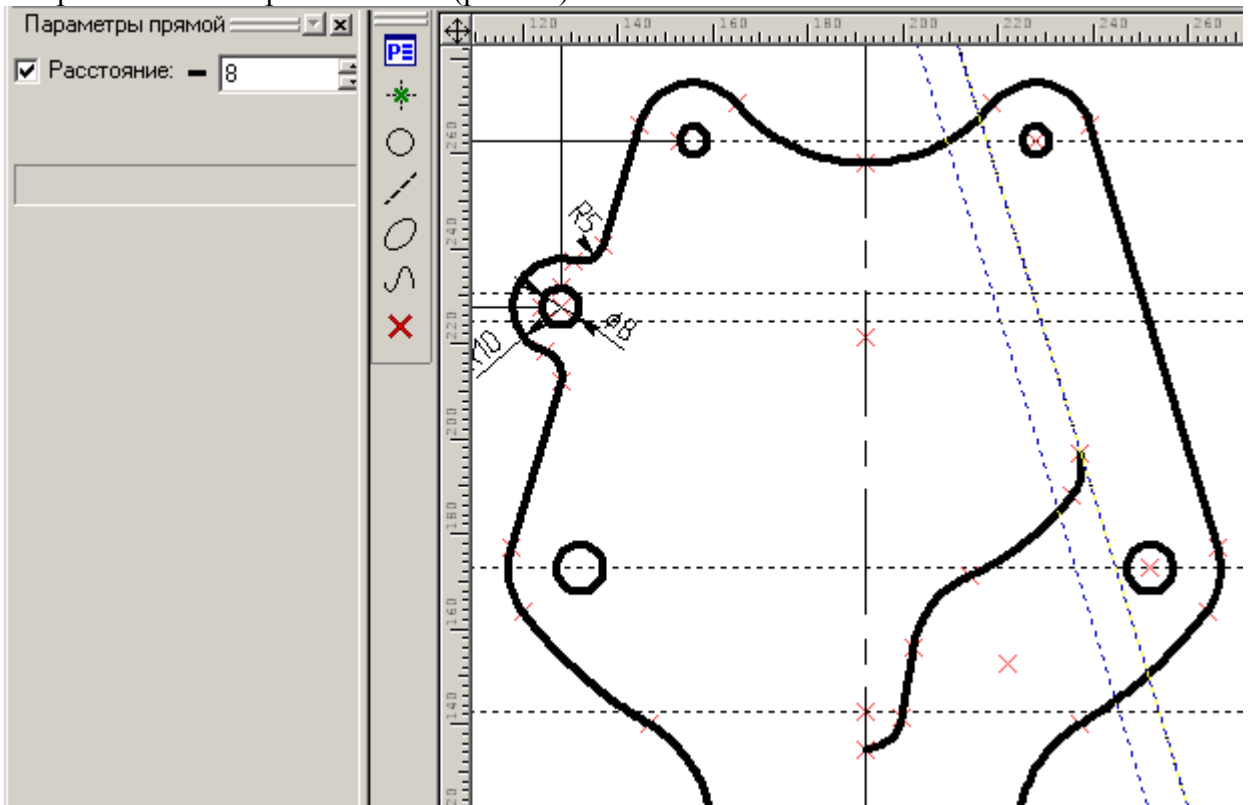


рис. 42

Из найденного центра проводим окружность как касательную (не задавайте радиус 8).

Строим прямую на расстоянии 45 от вспомогательной базы и через точку пересечения ее с осью симметрии проводим прямую, касательную окружности R8 (узел можно создать прямо в команде <L>, указав место курсором и нажав <пробел>). Завершаем обводку внутреннего контура (рис. 43).

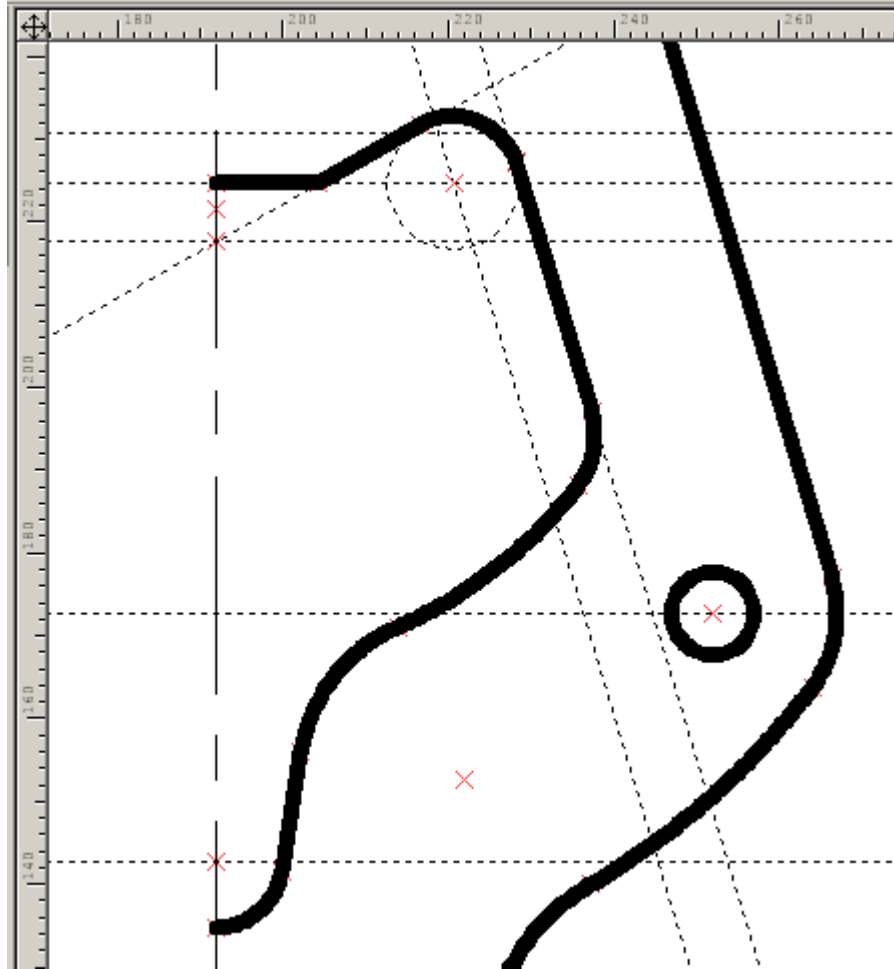


рис. 43

Отразите построения самостоятельно, используя опцию <A> команд <L>, <C> и указывая на линии обводки совместно с нажатием клавиш <L>, <C> для выбора «скрывающихся» под ними линий построения (рис 44) (окружности с центрами на оси симметрии отражать не надо).

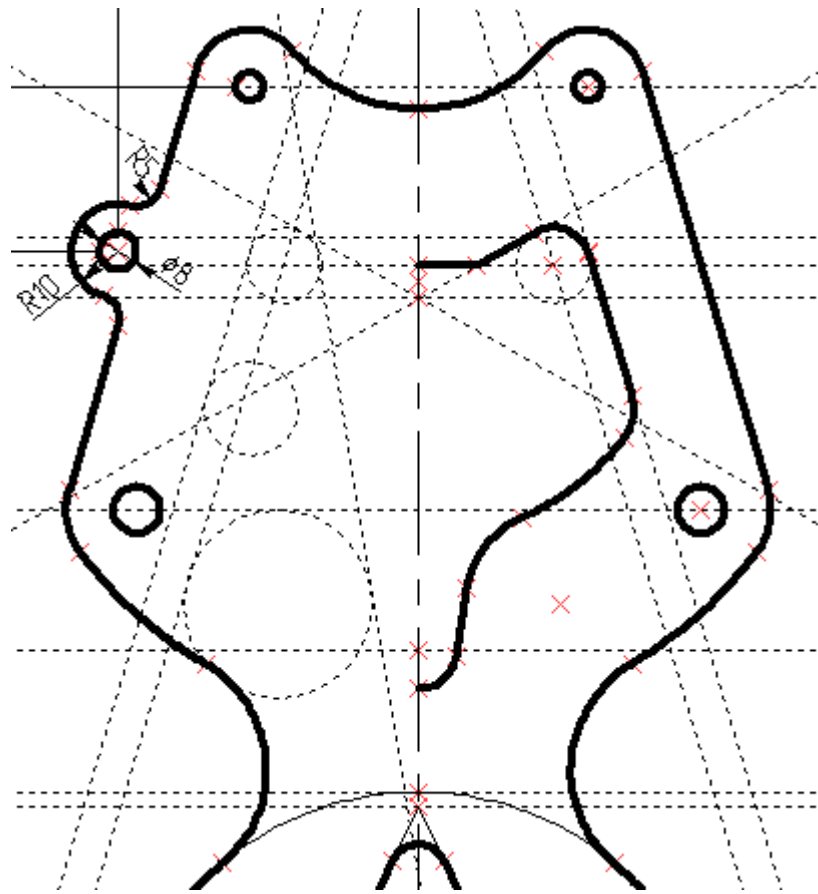


рис. 44

Закончите обводку выбирая видимые и невидимые линии построения (рис. 45).

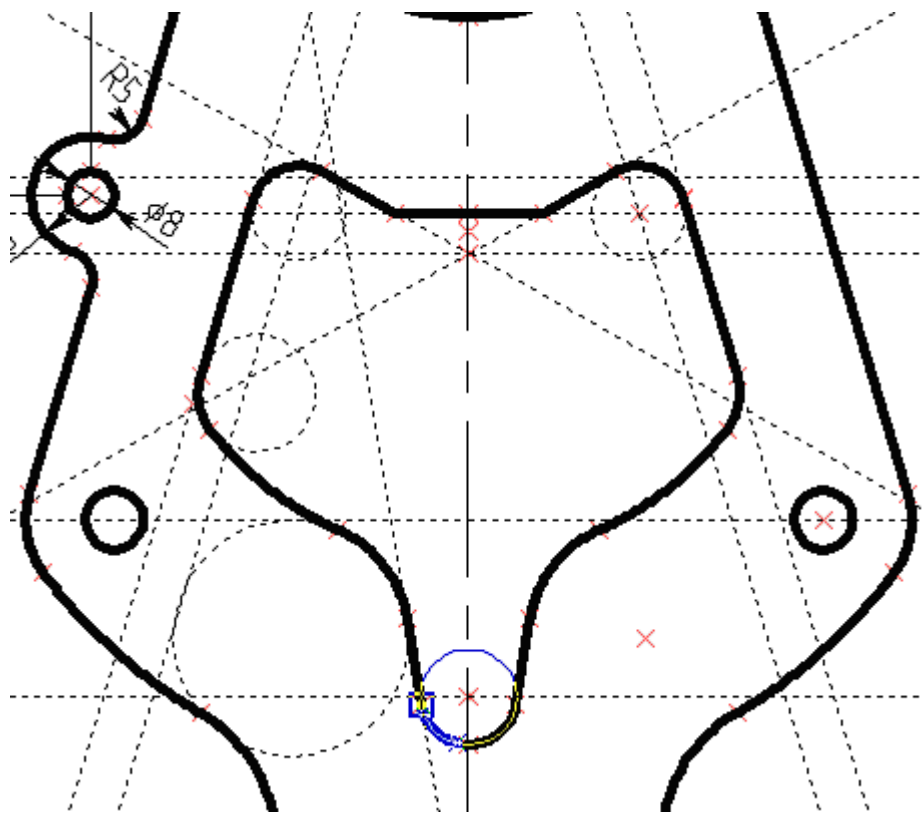


рис. 45

Расставим осевые на отверстиях. Введите <AX> «Создать обозначение осей» (axis). Воспользуйтесь опцией <2> (рис. 46).

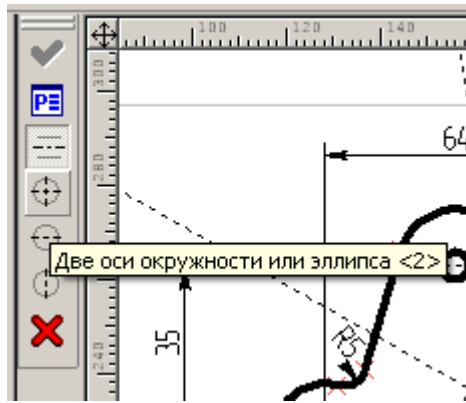


рис. 46

Проставьте самостоятельно все необходимые размеры, используя навыки, полученные в этом занятии. Для линейных и радиальных размеров перебор модификаций расположения линий выносок осуществляется клавишей <М>.

Отредактируйте размеры в соответствии с рис. 47. Наблюдайте за последовательными трансформациями фигуры (если построения выполнены правильно). Проанализируйте возникшие ошибки построений, если фигура изменяется не правильно.

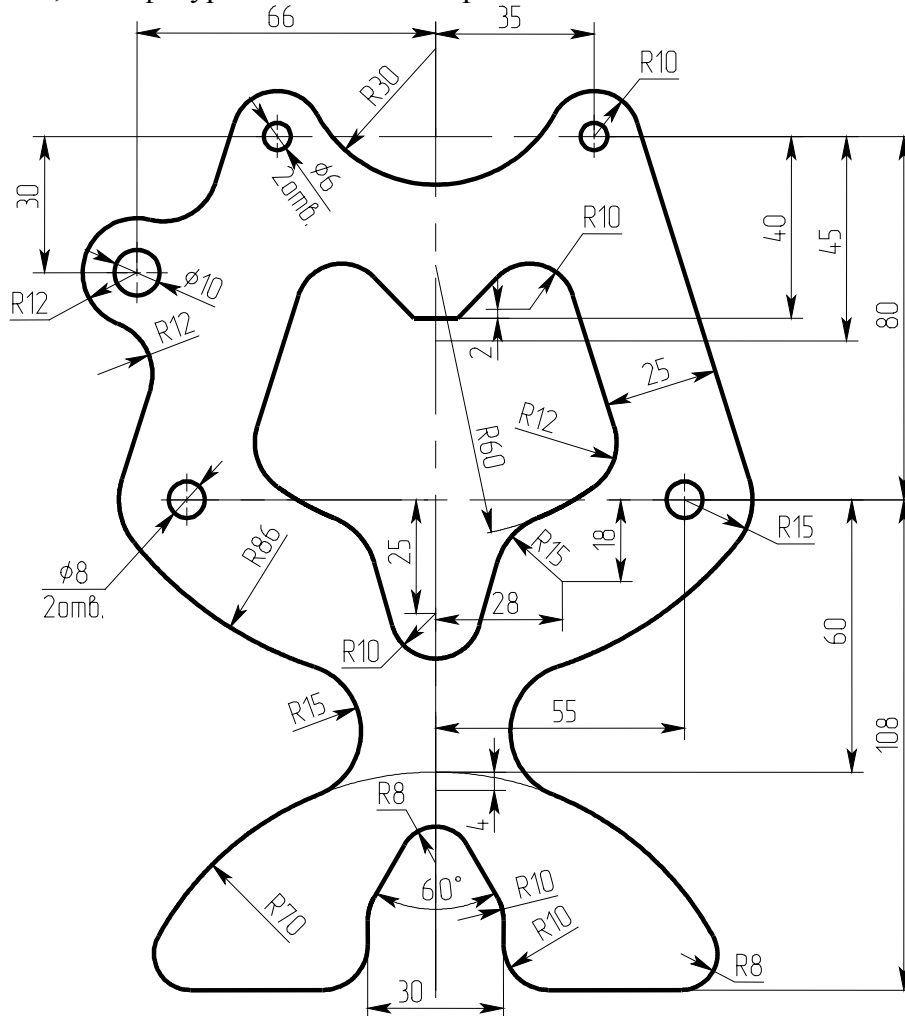


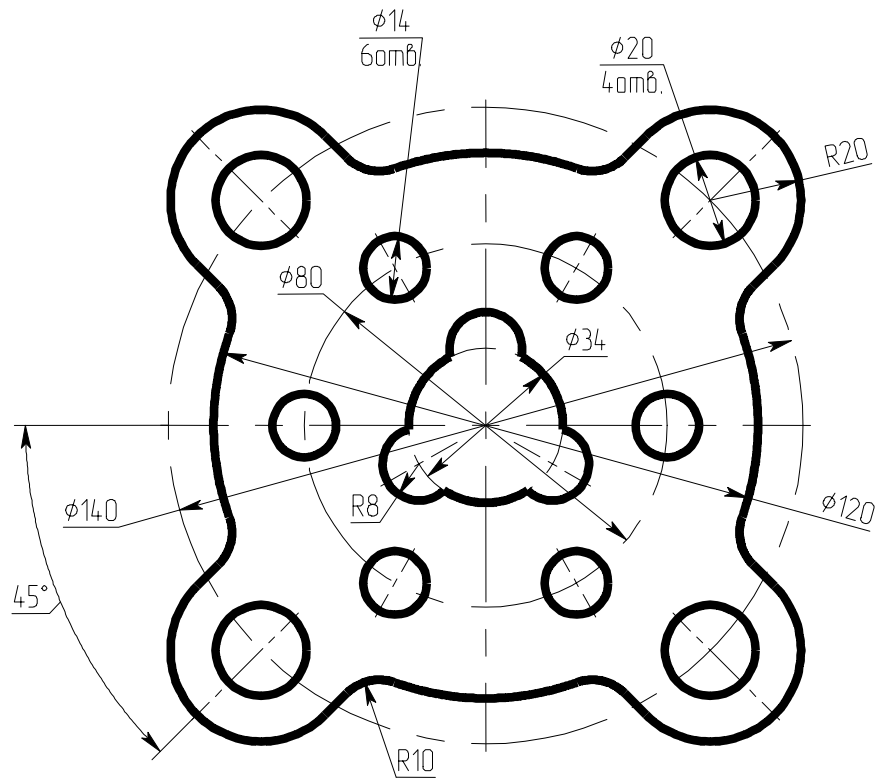
рис. 47

Заключение

В этом занятии мы использовали команды построения линий и окружностей и некоторые их опции для построения сопряжений. При построениях мы придерживались следующей стратегии: наносили неподвижные базы в абсолютных координатах чертежа, а от них откладывали зависимые элементы в направлении простановки размеров. Варьированием размеров можно проверить точность и правильность задания связей построения и отношения между элементами.

Лабораторная работа 3 Деление окружности

Построить фигуру



Вначале строим вертикальную и горизонтальную осевые линии (команда <L>), а так же две концентрические окружности (команда <C>) (рис. 1). Наносим осевые линии (команда <G>, тип линии выбираем из короткого списка). Теперь построим биссектрису прямого угла. В команде <L> биссектриса строится двойным применением опции <L>: сначала выбираем горизонтальную прямую, затем вертикальную. Квадрант, в котором находится биссектриса определится положением курсора в момент выбора прямых. (Если угол между прямыми равен нулю, т.е. они параллельны, то «биссектриса» будет средней линией между параллелями).

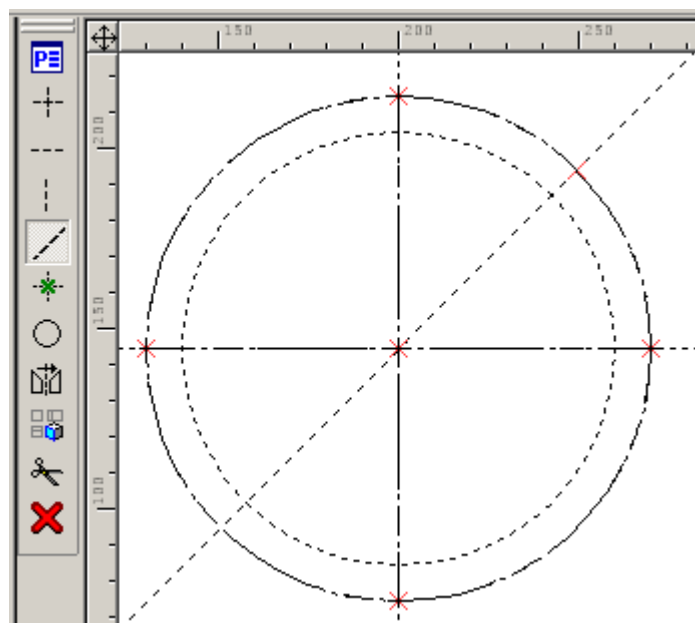


Рис. 1

Продолжаем построение (не забудьте, что в команде <C> узлы создаются в прозрачном режиме нажатием на <пробел> см. рис. 2). Проведите прямые параллельно наклонной оси касательно вспомогательной окружности, т.к. в чертеже задан ее радиус. Симметричный радиус сопряжения постройте опцией <A> команды <C>. Дважды отразите построения.

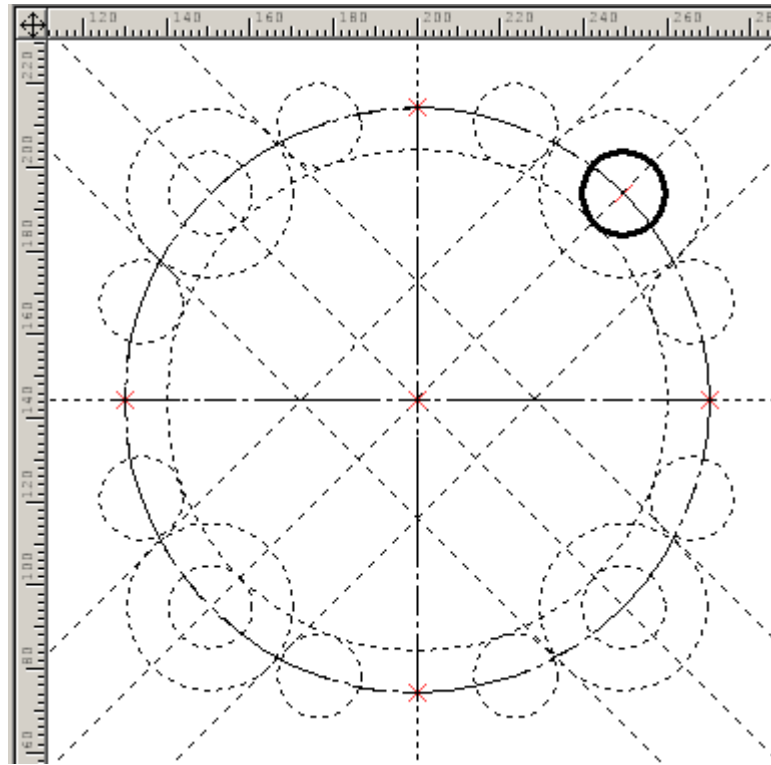


рис. 2

Обведите контур фигуры пользуясь опциями <L>, <C> для ведения обводки вдоль линий построения и меняя, если надо, направления дуг клавишей <Tab>. Нанесите осевые на отверстия командой <G>. Погасите ненужные построения (рис. 3).

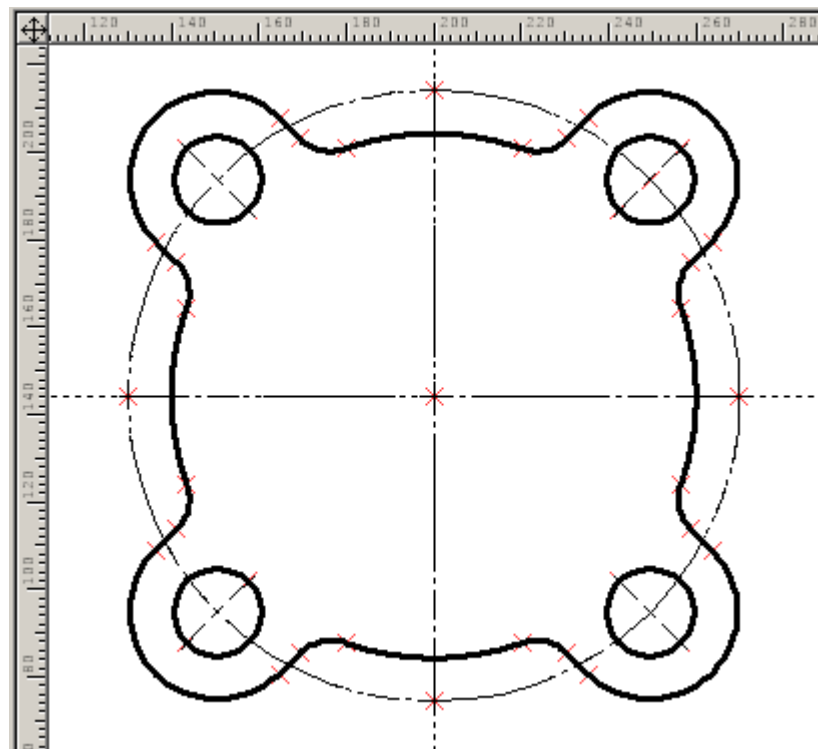


рис. 3

Наносим разметку шести отверстий $\varnothing 14$ – для этого пользуемся построением деления окружности на шесть частей (рис 4).

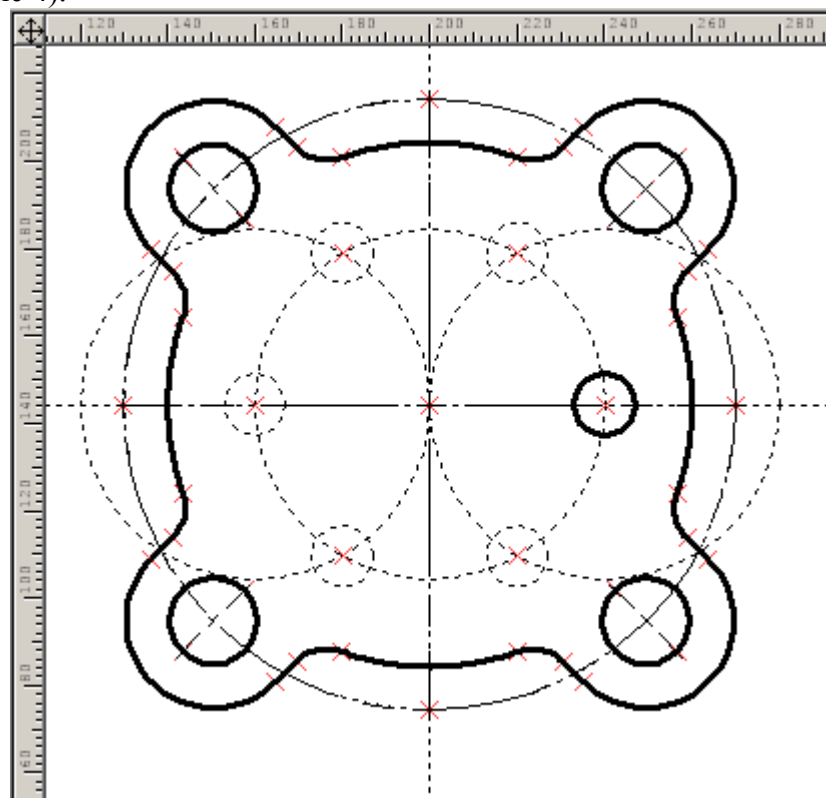


рис 4

Проведите лучи из центра для построения осевых, обведите окружности и погасите лишние построения.

Наносим разметку трех отверстий (рис. 5).

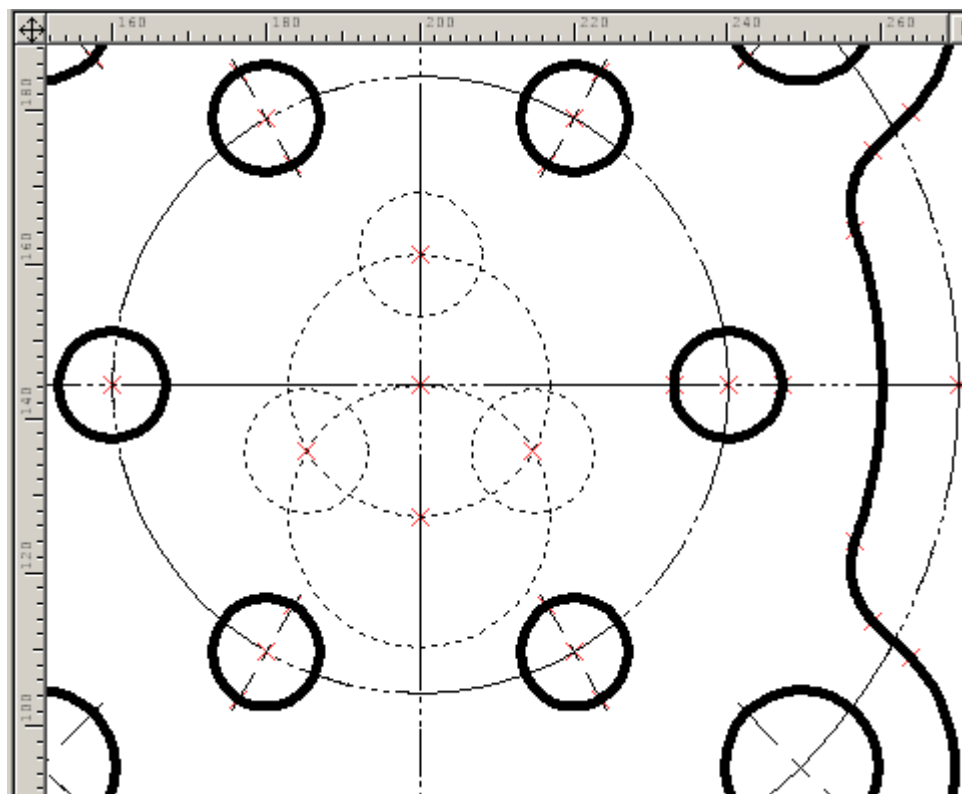


рис. 5

Завершите оформление фигуры, проставьте необходимые размеры.

Попробуйте изменять размеры как на рис. 6. Проанализируйте результаты.

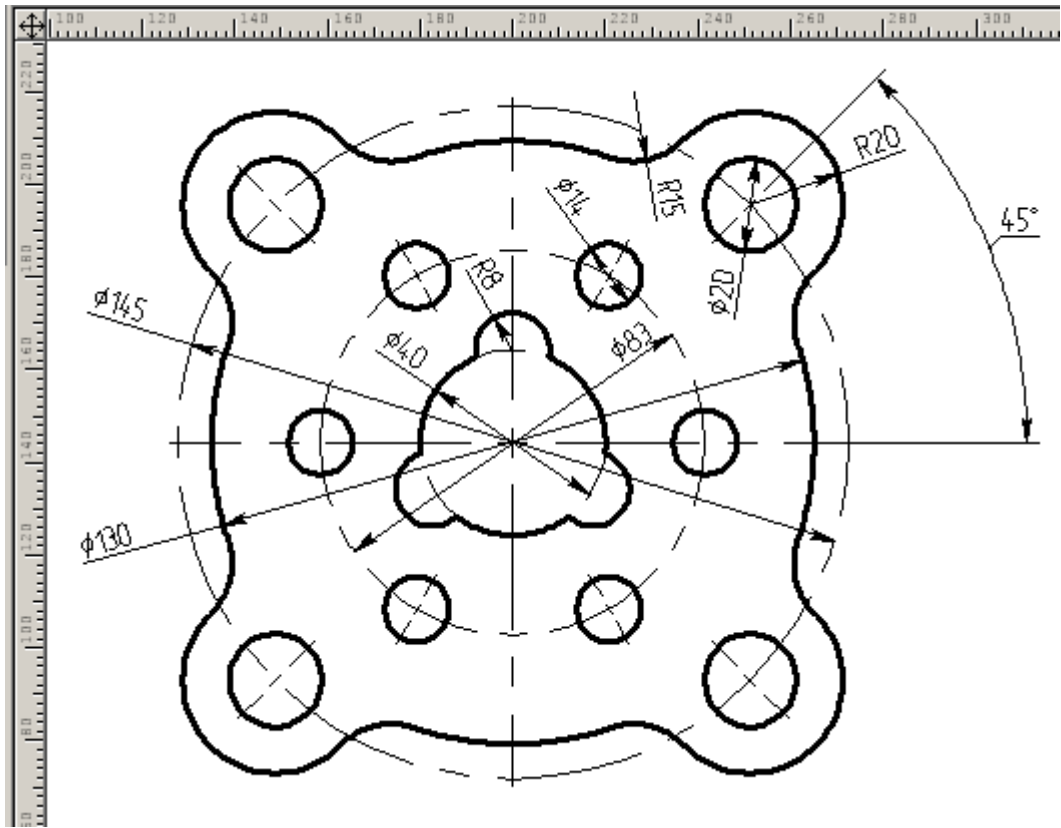
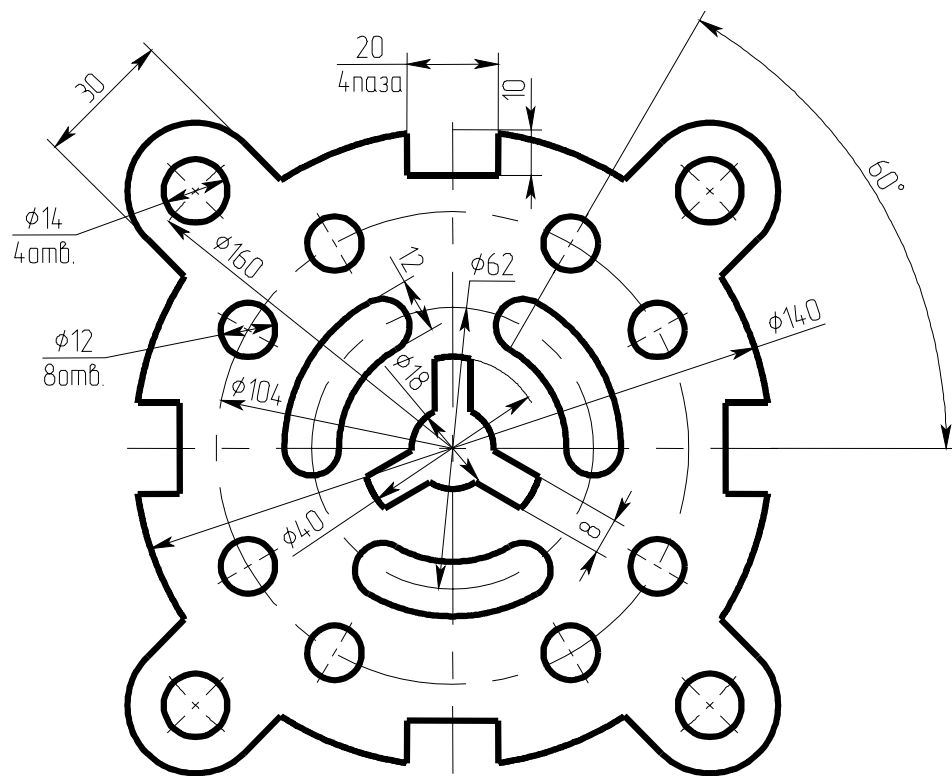


рис. 6

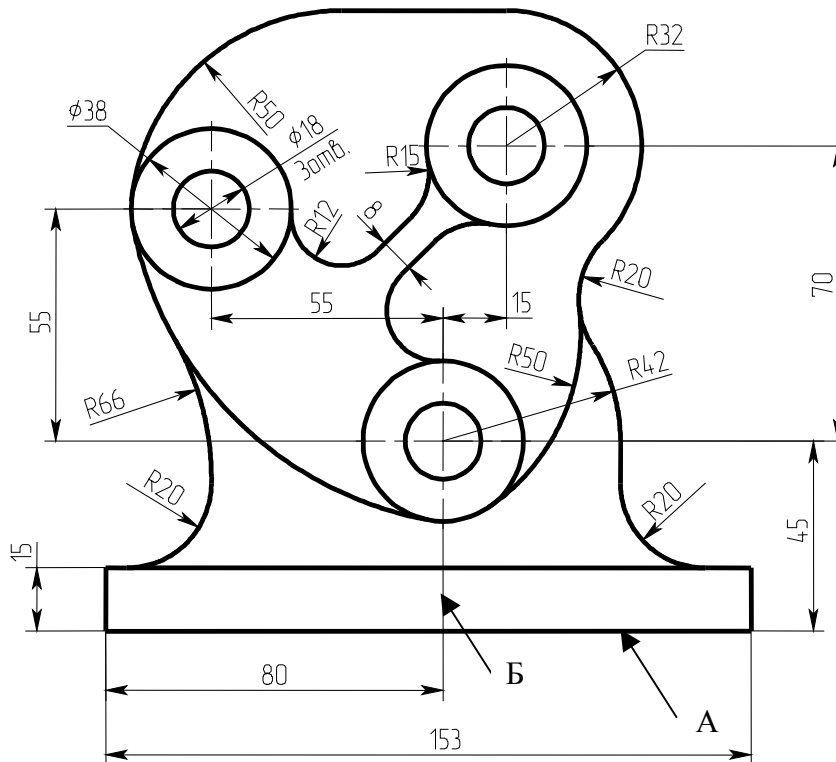
Далее постройте самостоятельно следующую фигуру:



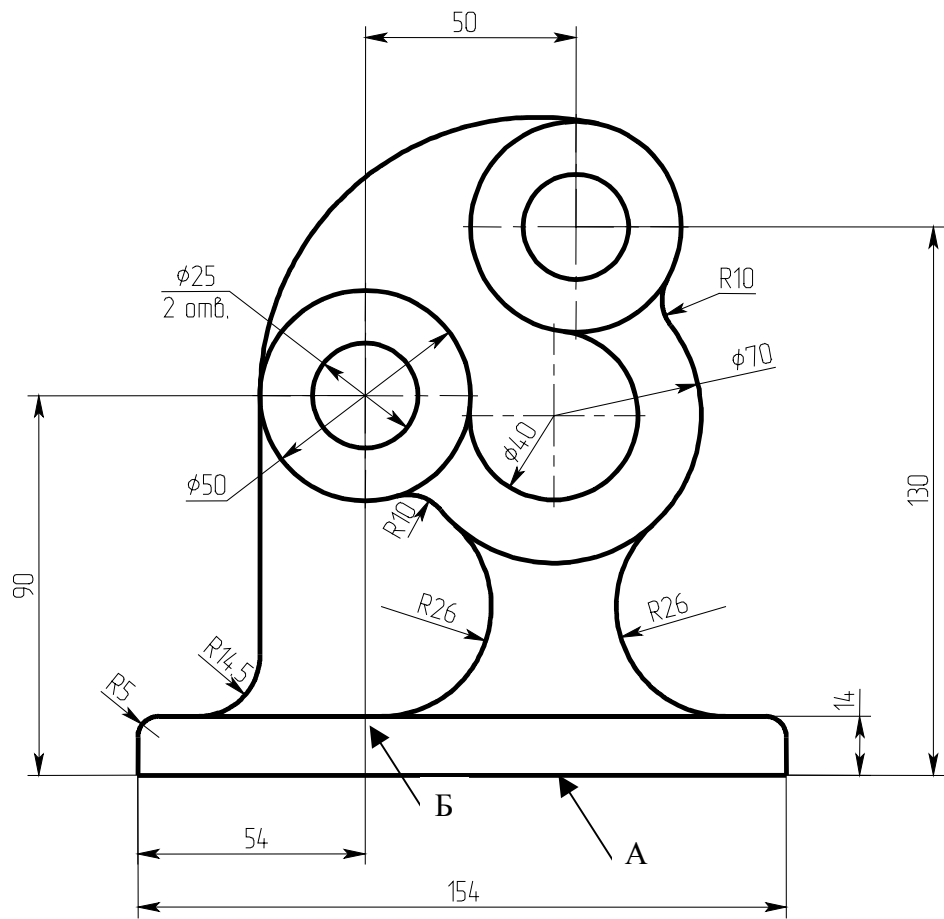
Лабораторная работа 4
Построение сопряжений и
деление окружности (закрепление материала)

Построить самостоятельно фигуры.

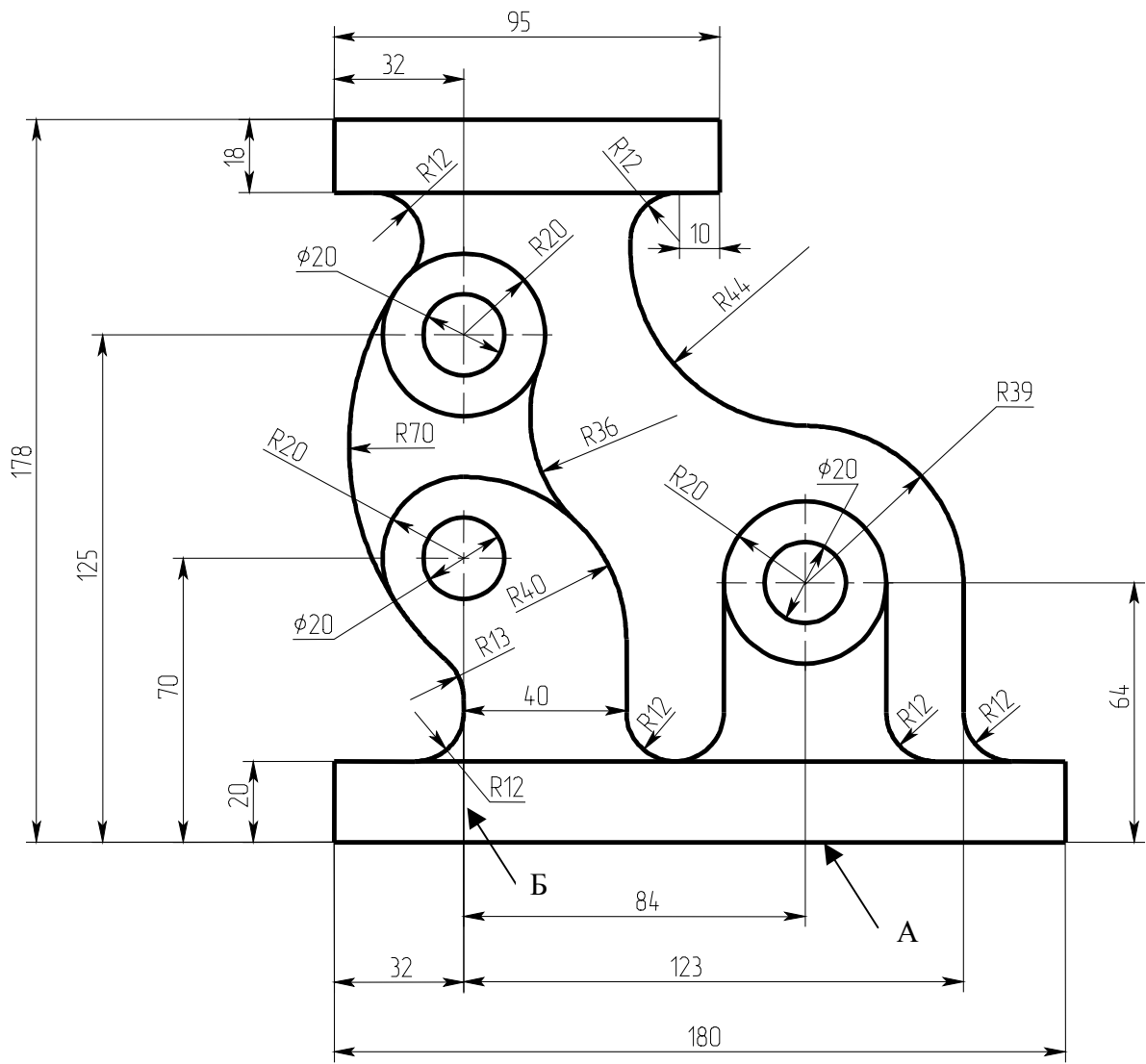
Проконтролировать правильность построения варьированием размеров. Каждый размер должен меняться независимо от остальных, а при перемещении базовых линий вся фигура должна смещаться как целое. Рекомендуемые базы указаны буквами А, Б.



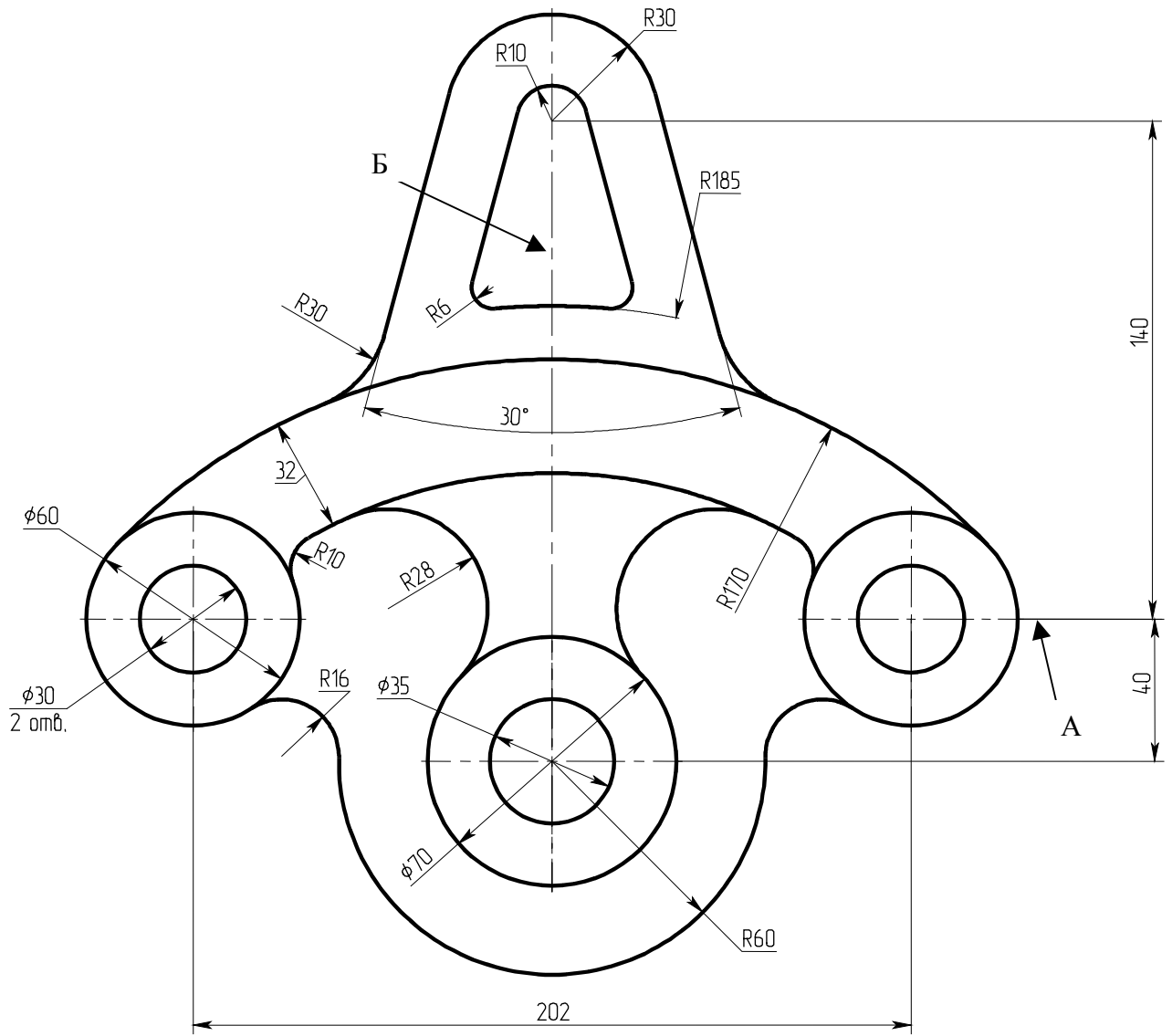
Фиг. 1



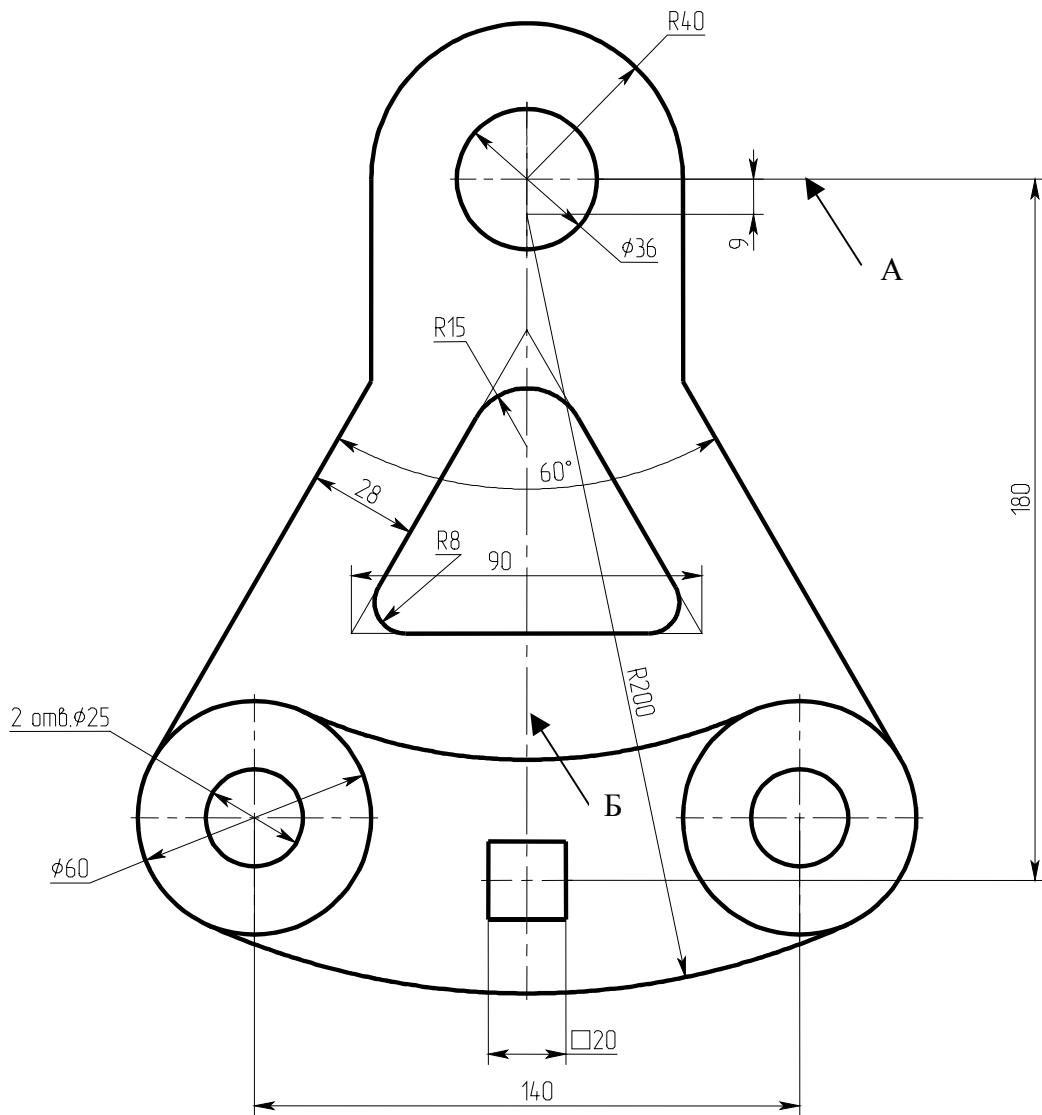
Фиг. 2



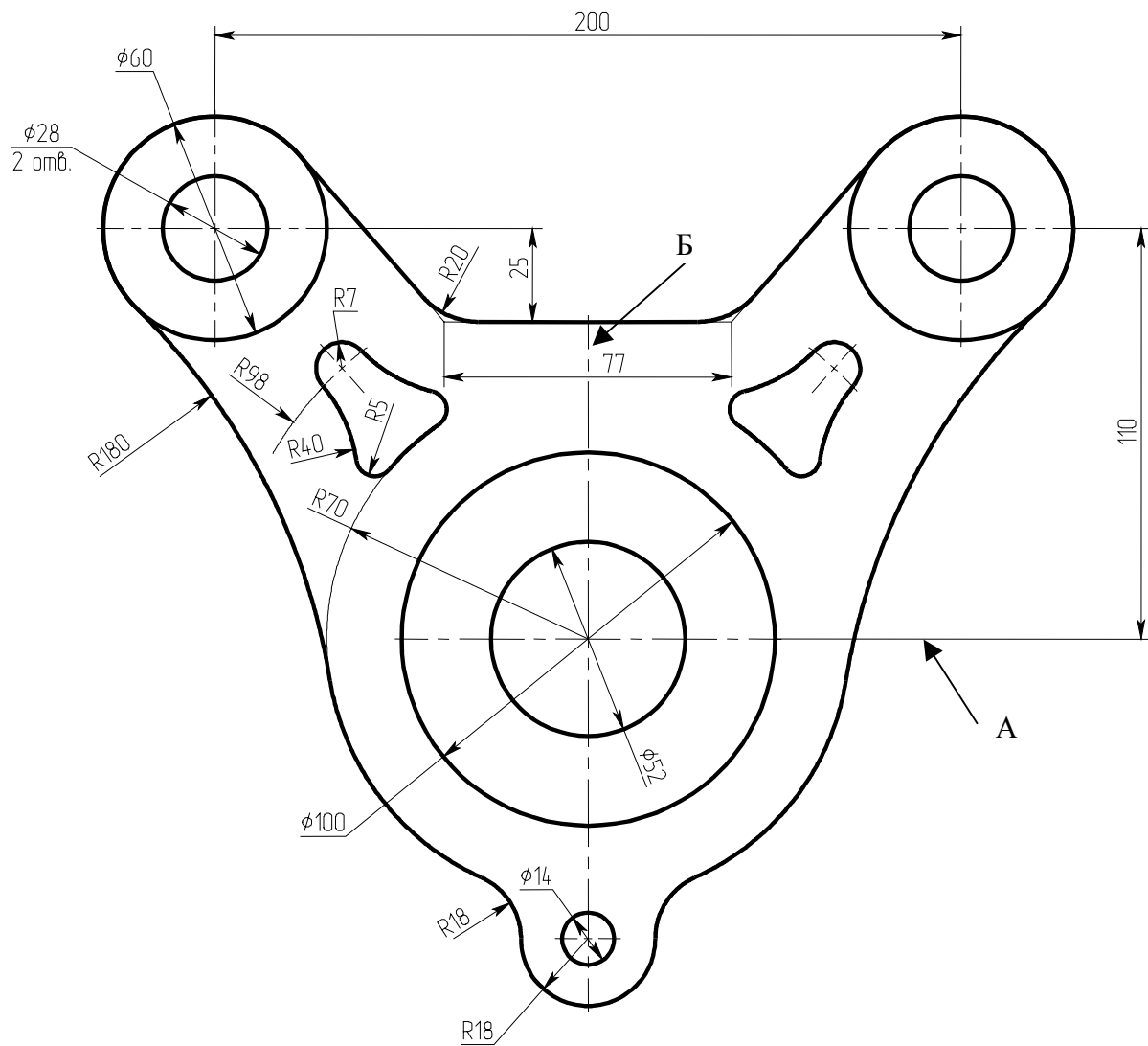
Фиг. 3



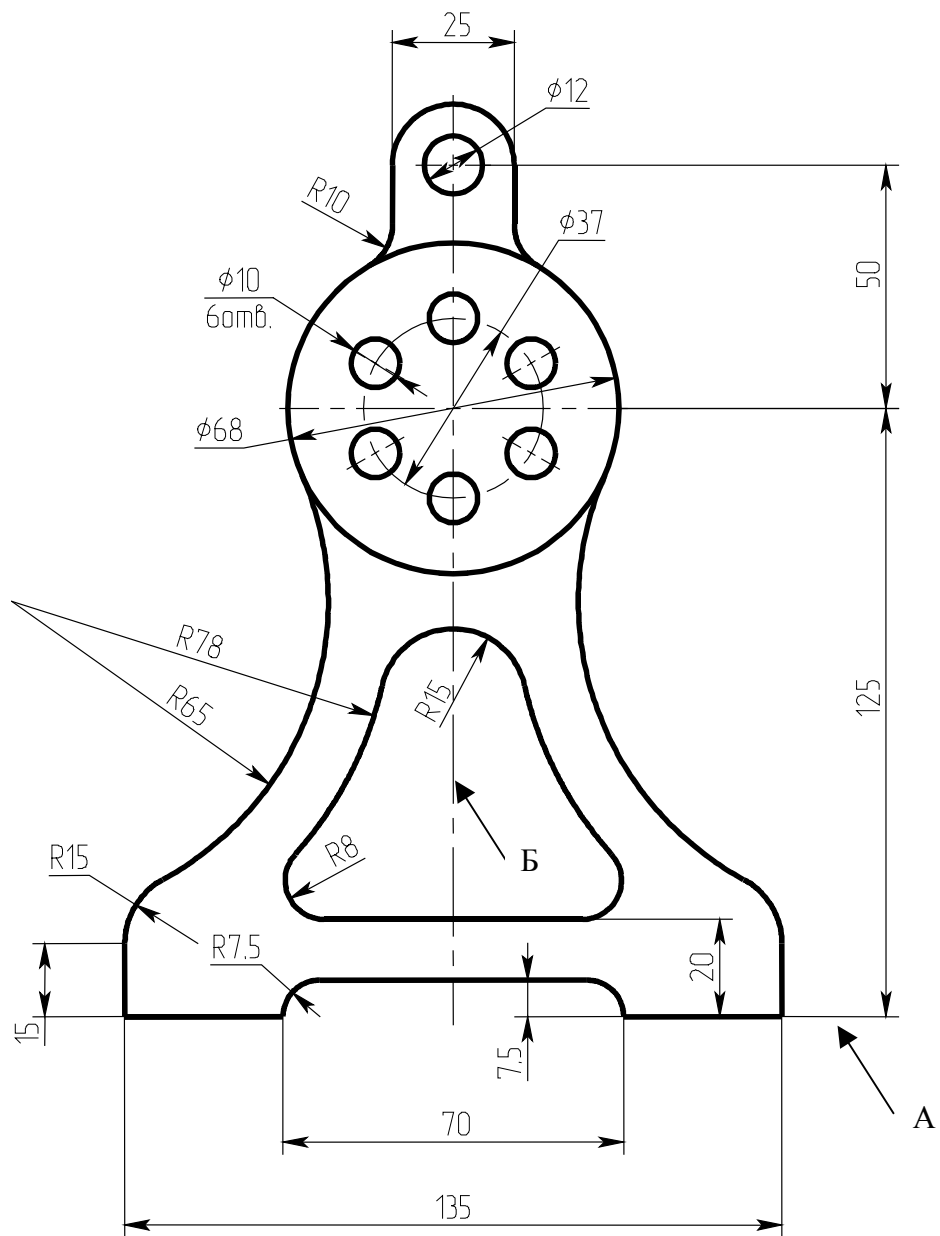
Фиг. 4



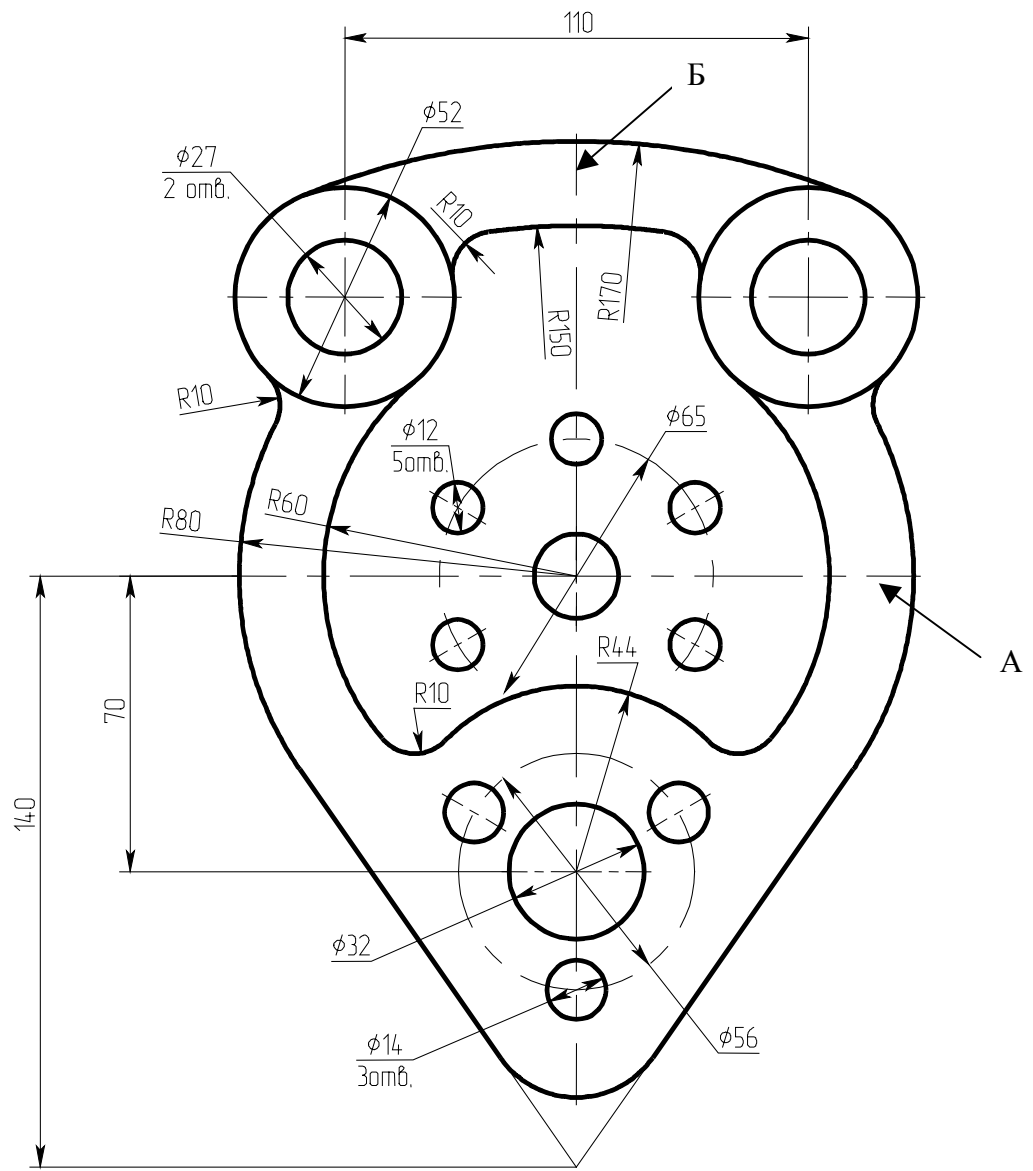
Фиг. 5



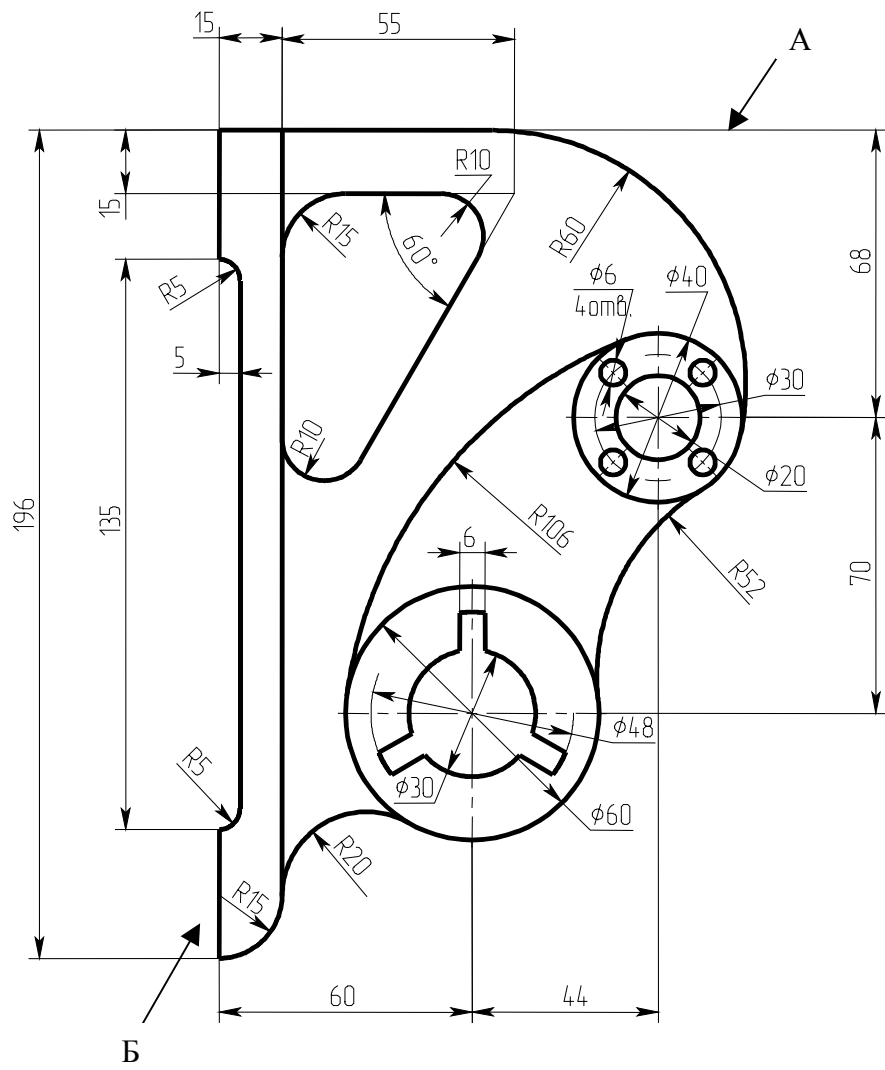
Фиг. 6



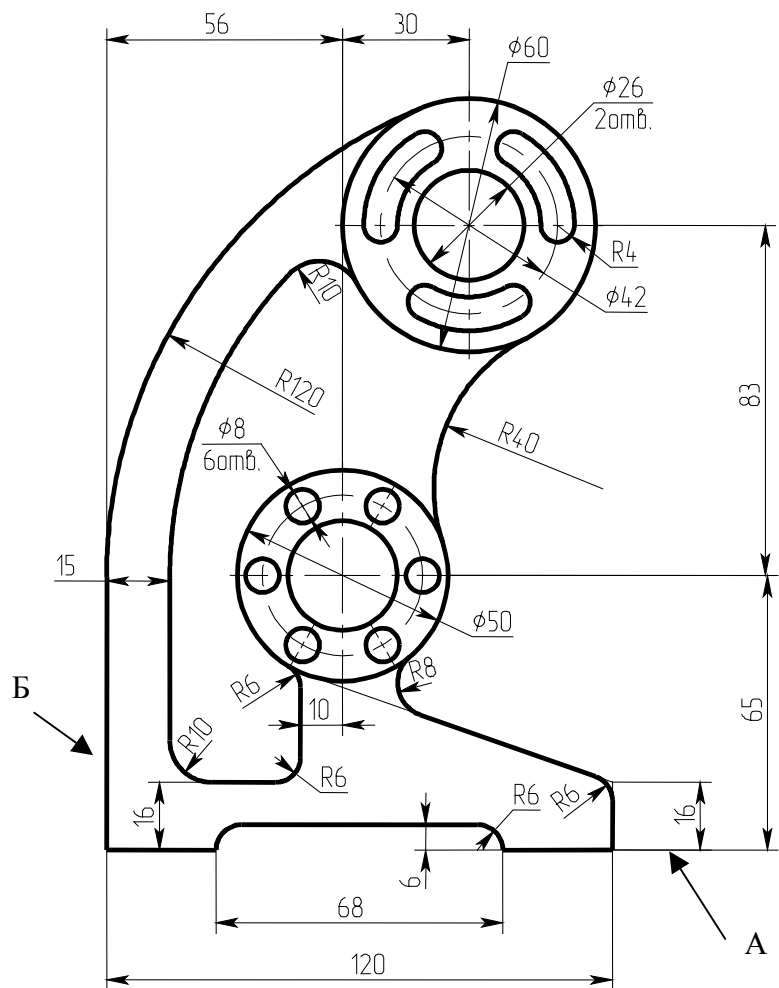
Фиг. 7



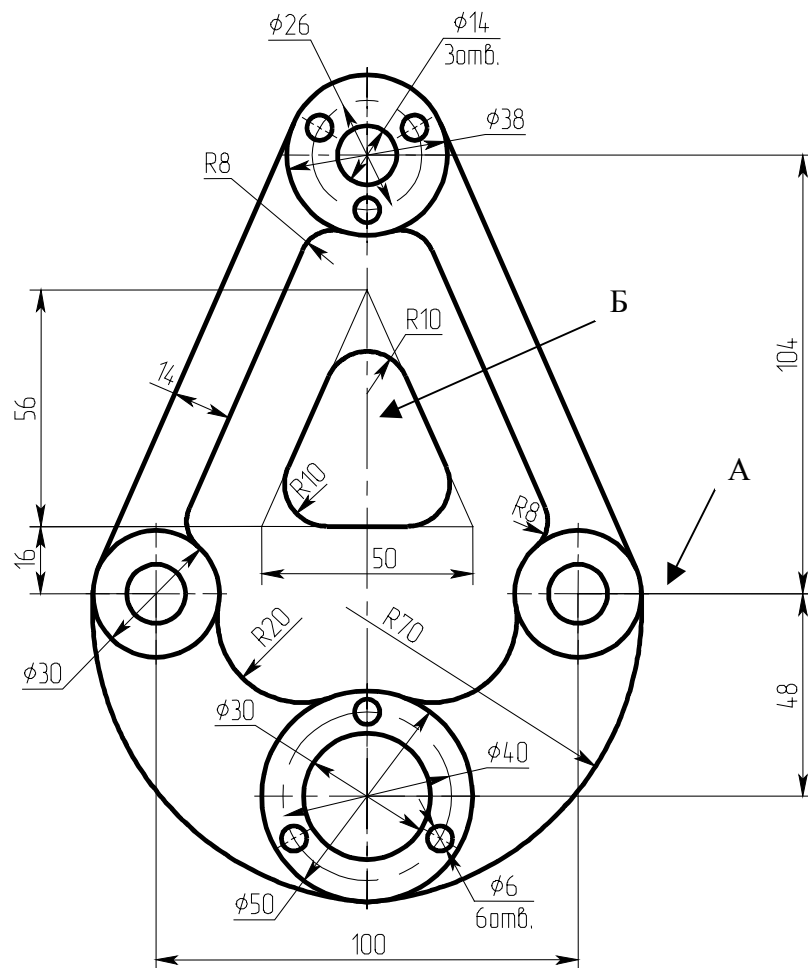
Фиг. 8



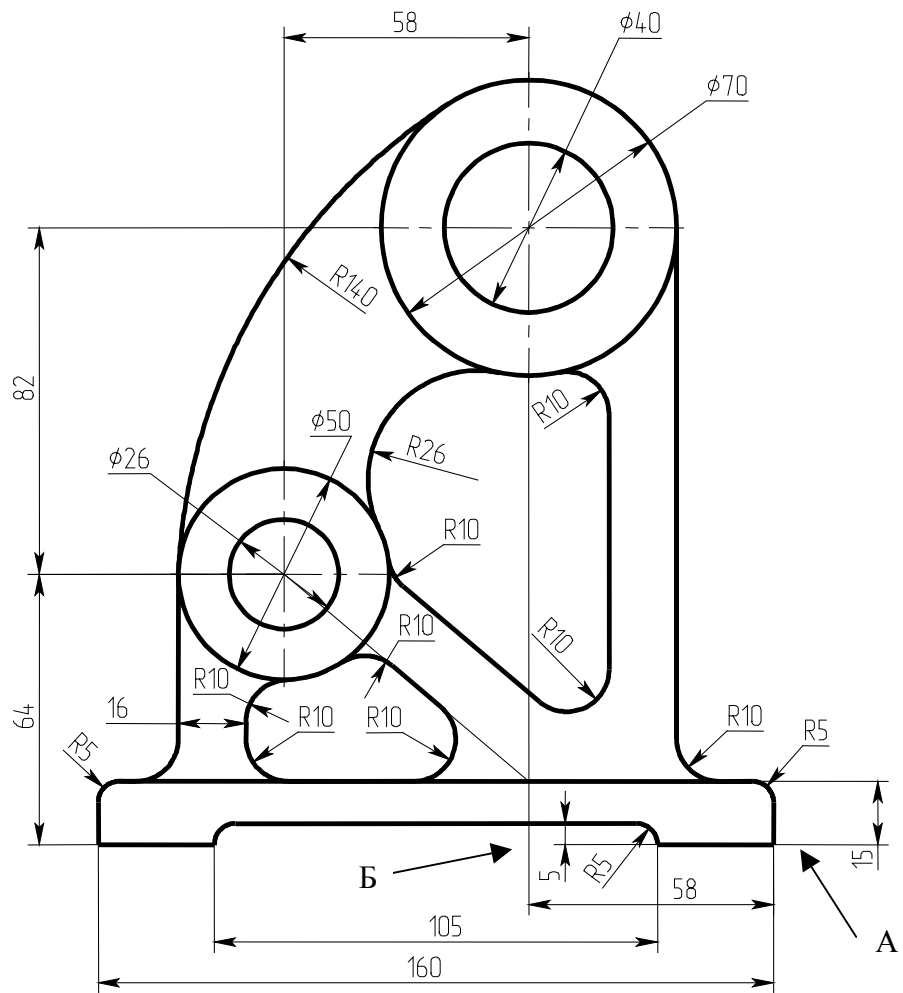
Фиг. 9



Фиг. 10



Фиг. 11




Фиг. 12

Приложение к лабораторным работам 1-5

Приемы редактирования построений

Рассмотрим некоторые приемы редактирования параметрической геометрии, что упрощает изменение построений без необходимости заново перечерчивать всю модель.

Начнем с самых простых построений.

Вы уже знаете, что при выборе элементов построения автоматически запускается команда их редактирования «ЕС: изменить построения». Рассмотрим подробнее опции этой команды. На рис. 1 выбрана вертикальная линия. По умолчанию активен режим динамического пересчета модели. Это означает, что способ построения линии не изменился, а изменяются лишь параметры линии. Попробуйте выбрать наклонную прямую, которая построена как биссектриса прямого угла. Вы увидите, что у нее отсутствуют числовые параметры и в режиме динамического пересчета она не перемещается. Для изменения отношения между элементами построения используется опция «Модифицировать» , быстрая клавиша <M> (т.е. выбираем линию левой кнопкой и нажимаем <M>).

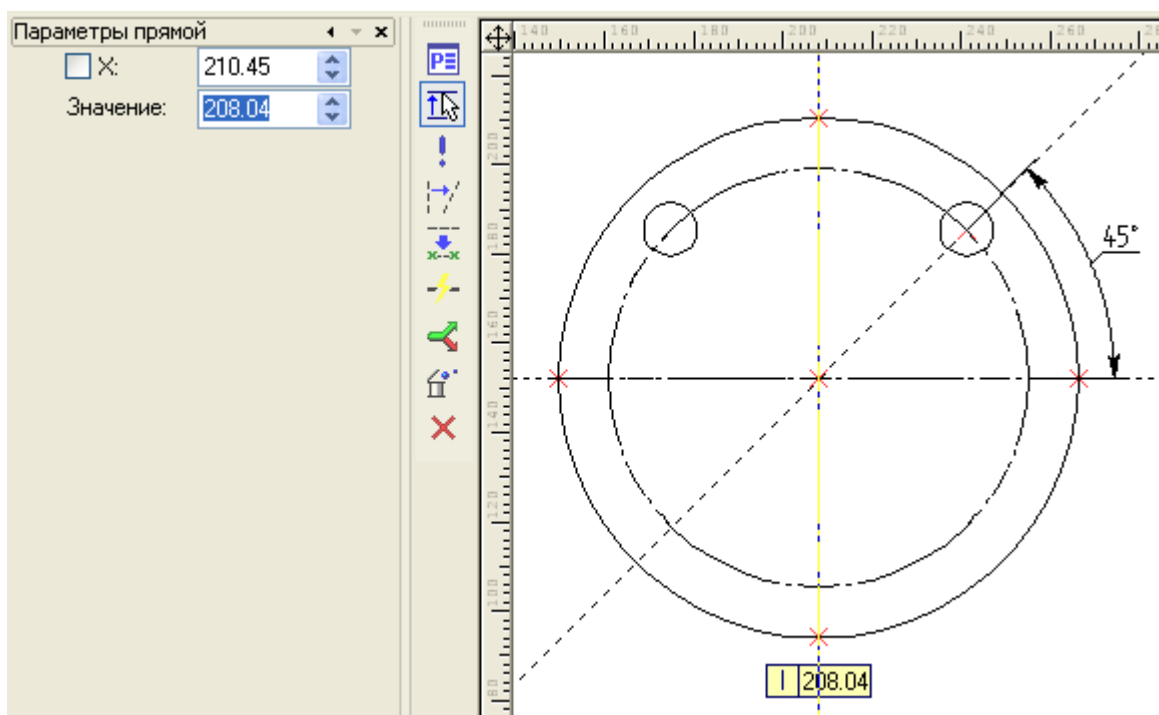



Рис. 1

Допустим, мы хотим задать угол положения отверстия не 45° , а 30° от горизонтальной прямой. Существующий способ построения не позволяет изменить этот угол. Выберем эту прямую и в команде «ЕС: изменить построения» активируем опцию «Модифицировать» , нажав <M>. Редактируемая прямая осталась на экране, а вместо команды ЕС запустилась команда <L> для построения (перезадания) этой прямой (рис. 2).

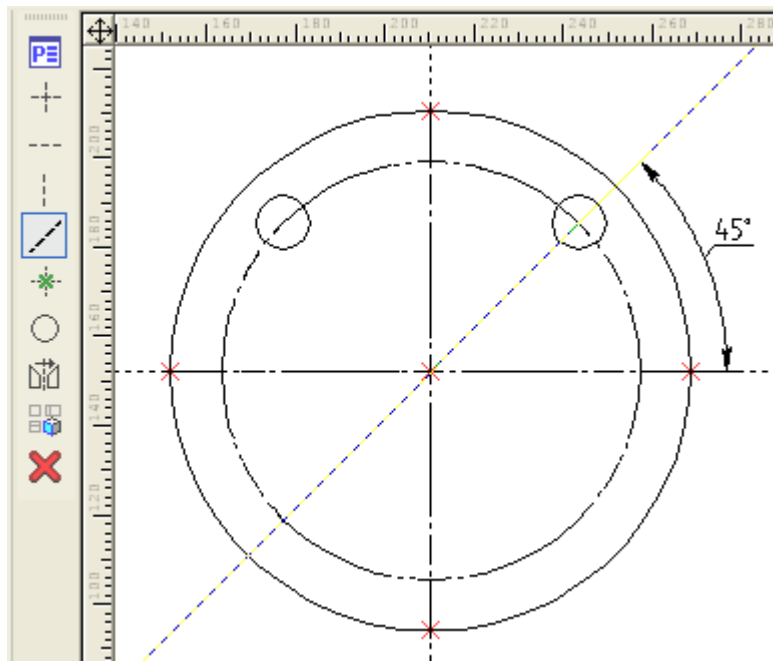


рис. 2

Перезададим теперь ее другим способом: выберем точку пересечения осей (узел <N>) и горизонтальную прямую, введем параметр угла 30 (градусов) – рис. 3.

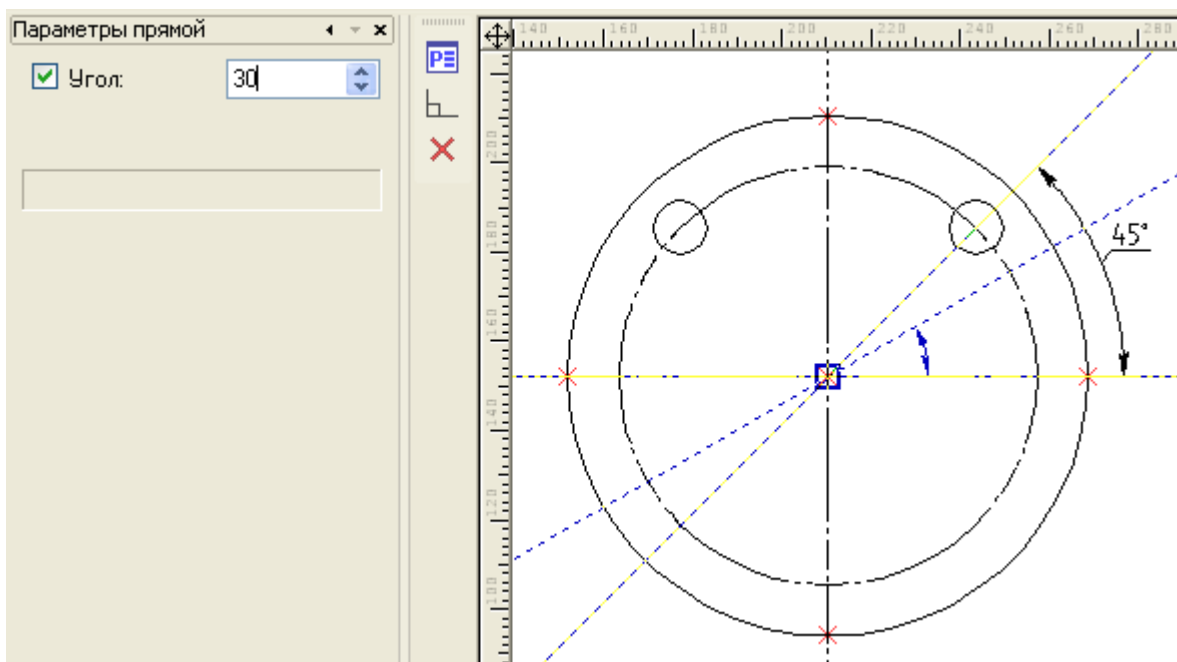


рис. 3

После завершения команды построения будут выглядеть как на рис. 4. Поскольку отверстие было построено на пересечении прямой и окружности (как дочерний элемент), то и оно перестроилось в соответствии с изменениями родительского элемента; от него, в свою очередь, зависит симметричное отверстие, которое перестроилось далее по цепочке. Это правило соблюдается для построений любой сложности.

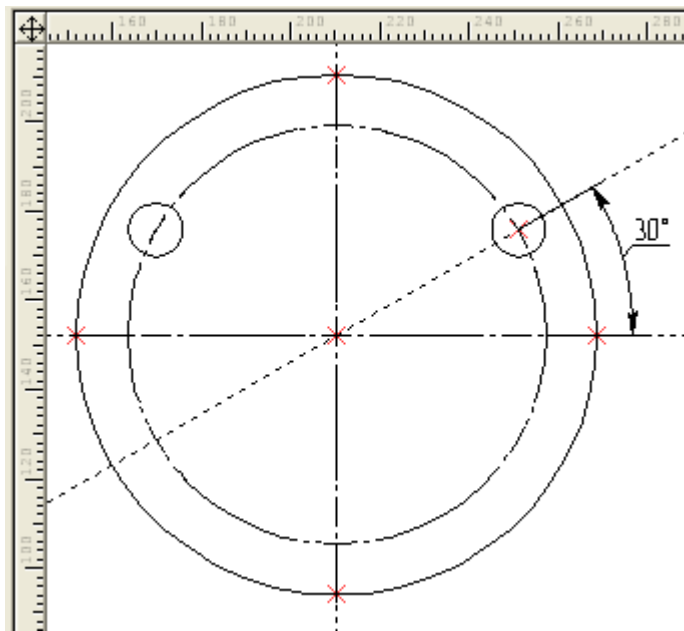


рис. 4

Изменить способ построения отверстий можно было и по-другому. Откатите фигуру на рис. 4 до состояния на рис. 1 нажав <Ctrl + Z> несколько раз. Постройте вспомогательную окружность (рис. 5).

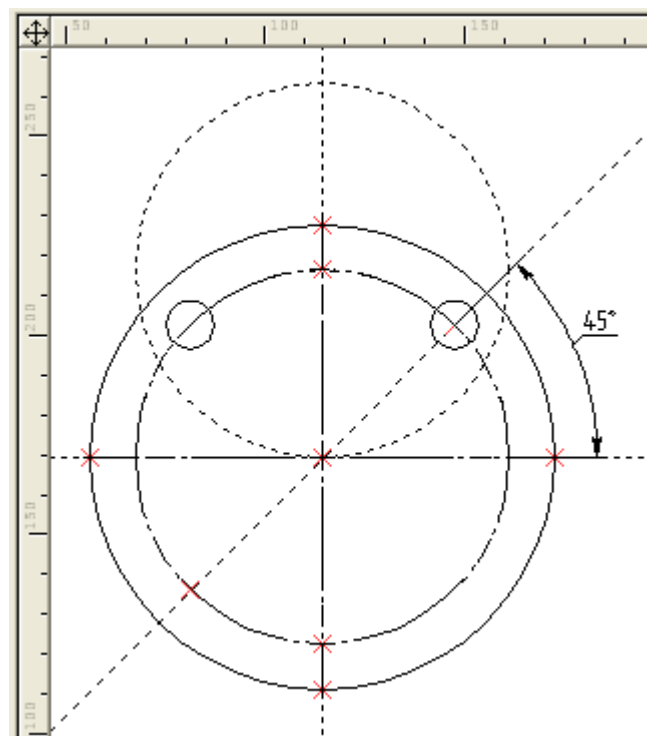


рис. 5

Чтобы выбрать для редактирования отверстия задающую его окружность (линию построения), а не линию изображения отключите фильтр выбора линий изображения на панели фильтров (рис. 6).

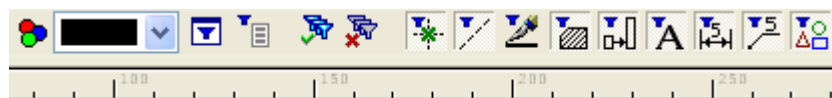


рис. 6

Выберите правое отверстие и перестройте его как на рис. 7 – отверстие освободилось от прямой линии и привязалось к точке пересечения окружностей. Линию 45° можно теперь удалить, не удаляя при этом отверстий.

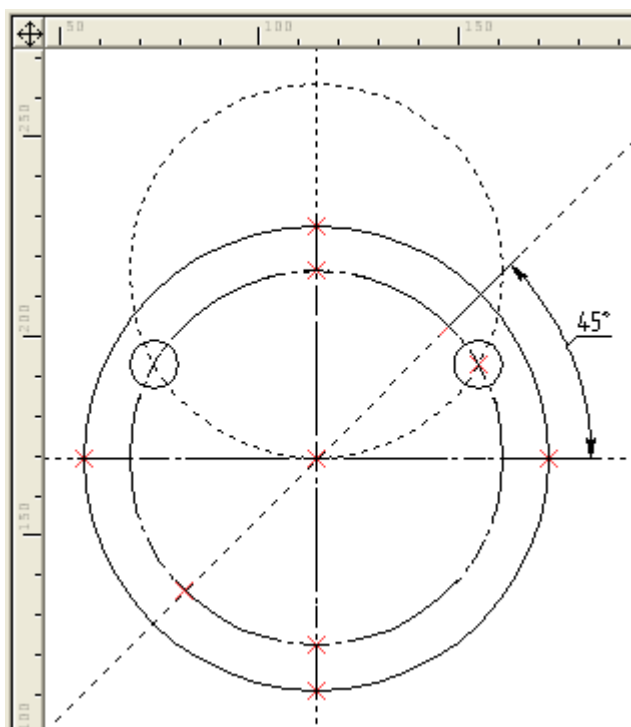


Рис. 7

Наконец, того же результата, что на рис. 4 можно было бы добиться с помощью другой команды – замена построений (меню «Правка», «Заменить... Ctrl + H»). Постройте предварительно линию 30° - заготовку для замены (рис. 8).

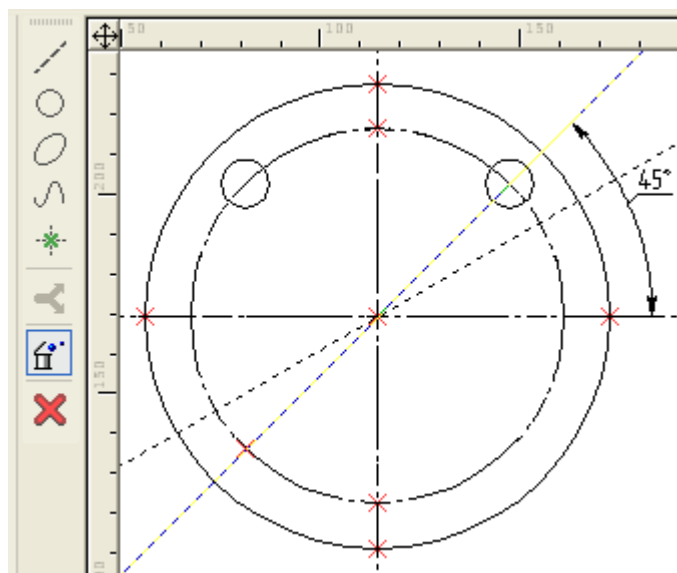


рис. 8

Вызовите команду замены построений. В автоменю по умолчанию активна опция «Удалить исходный элемент после замены» (рис. 8). Внизу экрана в строке подсказки появится сообщение «Выберите исходный элемент для замены». Выберите прямую 45° . Теперь команда ожидает целевой элемент для замены, выберите прямую 30° . Результат замены см. на рис. 4.

Узел нельзя перезадавать, но можно заменить на другой узел командой «Правка», «Заменить... Ctrl + H» (если элемент привязан к узлу и его необходимо перенести в другой узел). Рассмотрим пример на рис.9, где центр окружности привязан к узлу на пересечении линий и, кроме того, через этот узел проходят две линии под углом 30° и 150° . Допустим, необходимо перенести эти построения в другой узел на расстоянии 26.

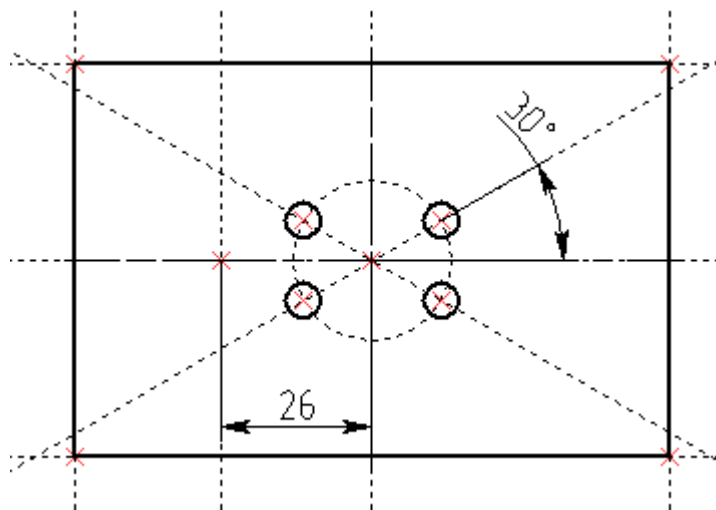



рис.9

Решить эту задачу проще всего заменой узла (отжав кнопку  в автоменю команды) (рис 10).

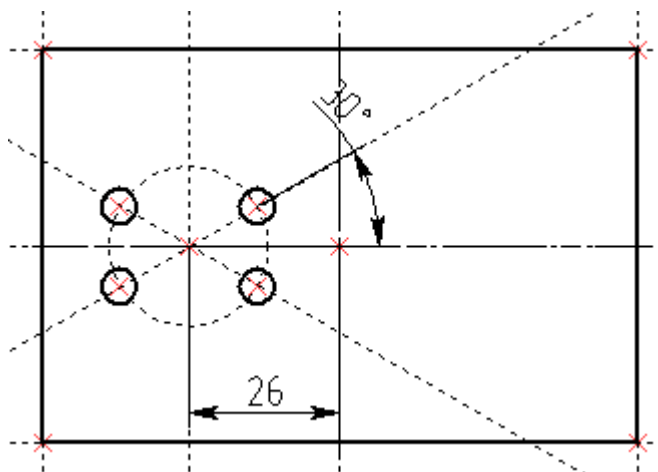
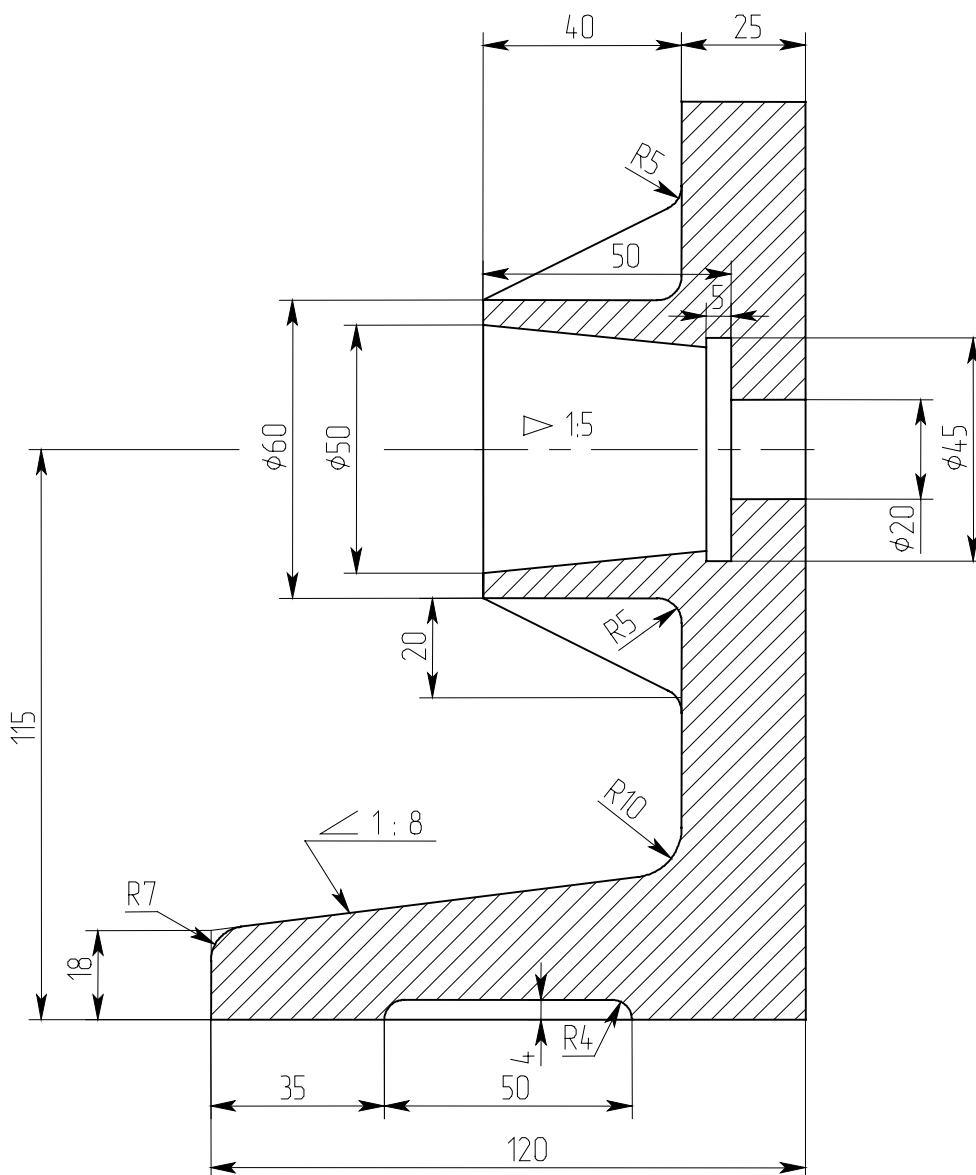


рис. 10

Лабораторная работа 5
Построение уклонов и конусности

Построить фигуру



Для построения конусности воспользуемся следующим построением: построить на заданной оси вспомогательный полный конус, у которого произвольно взятое основание a укладывается в высоте столько раз, сколько задано в обозначении конусности. Затем провести образующие искомого конуса параллельно образующим вспомогательного конуса через концы заданного диаметра как показано на рис. 1.

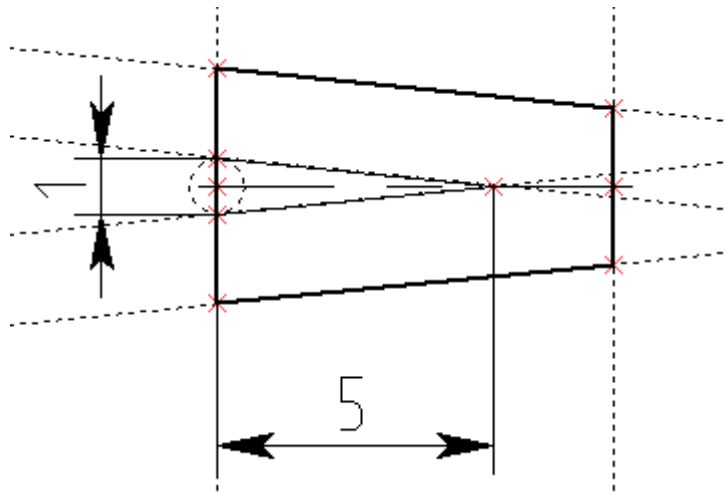


рис. 1

Для построения уклонов руководствуйтесь рис. 2.

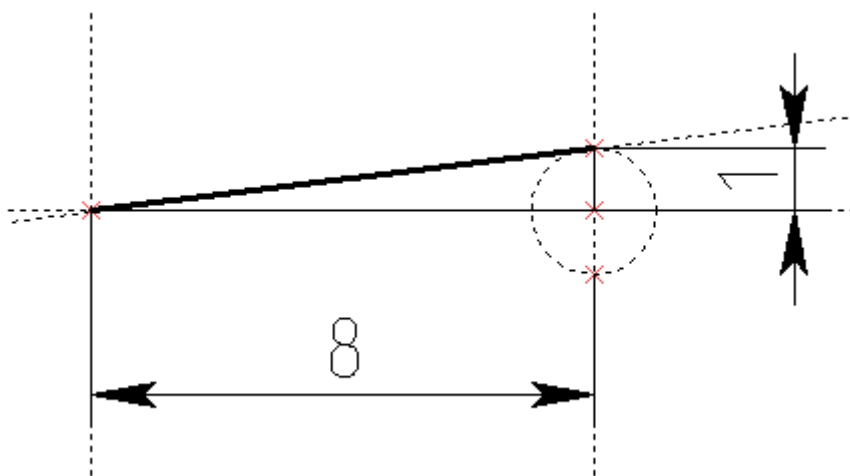


рис. 2

Нанесение штриховок производится командой Hatch <H>, или нажатием пиктограммы на панели инструментов рис. 3



рис. 3

Активируйте режим автоматического поиска контура для быстрого поиска замкнутых областей, подлежащих штрихованию (штриховка может состоять из нескольких несвязанных областей), при этом имейте в виду, что если контур не выбирается, значит в нем имеется «утечка», т.е. он не замкнут. Для замыкания такого контура можно уменьшить точность поиска контура (рис. 5).

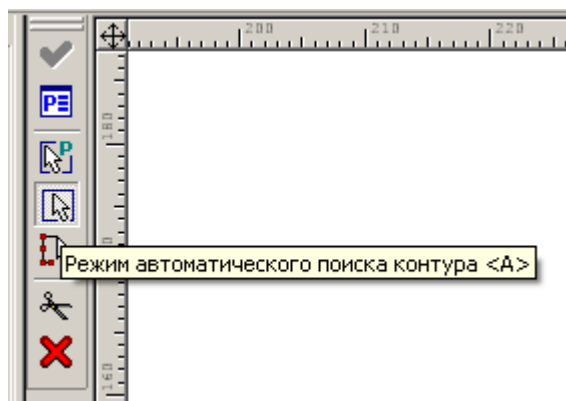


рис. 4

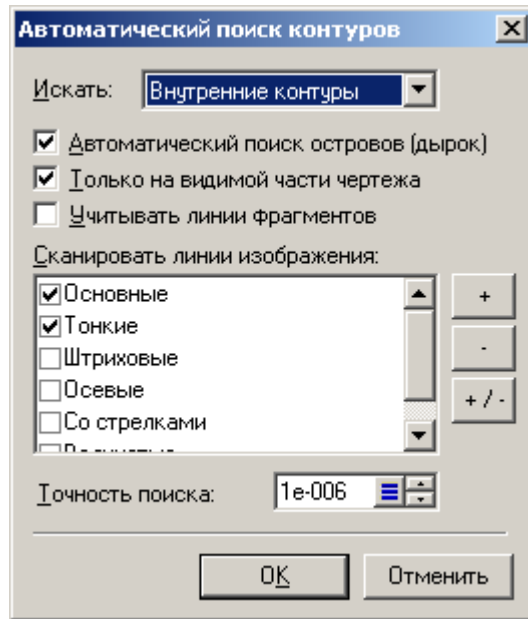
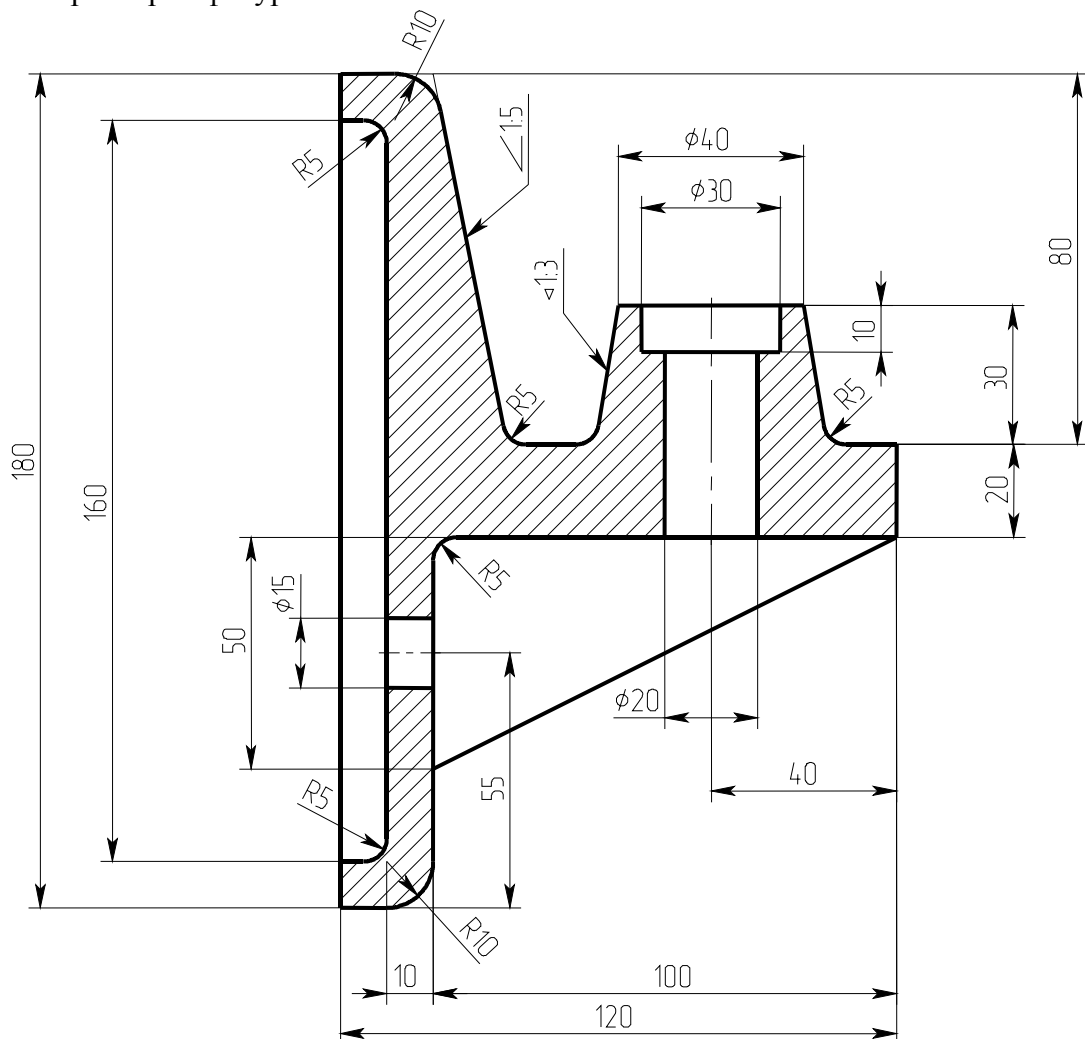
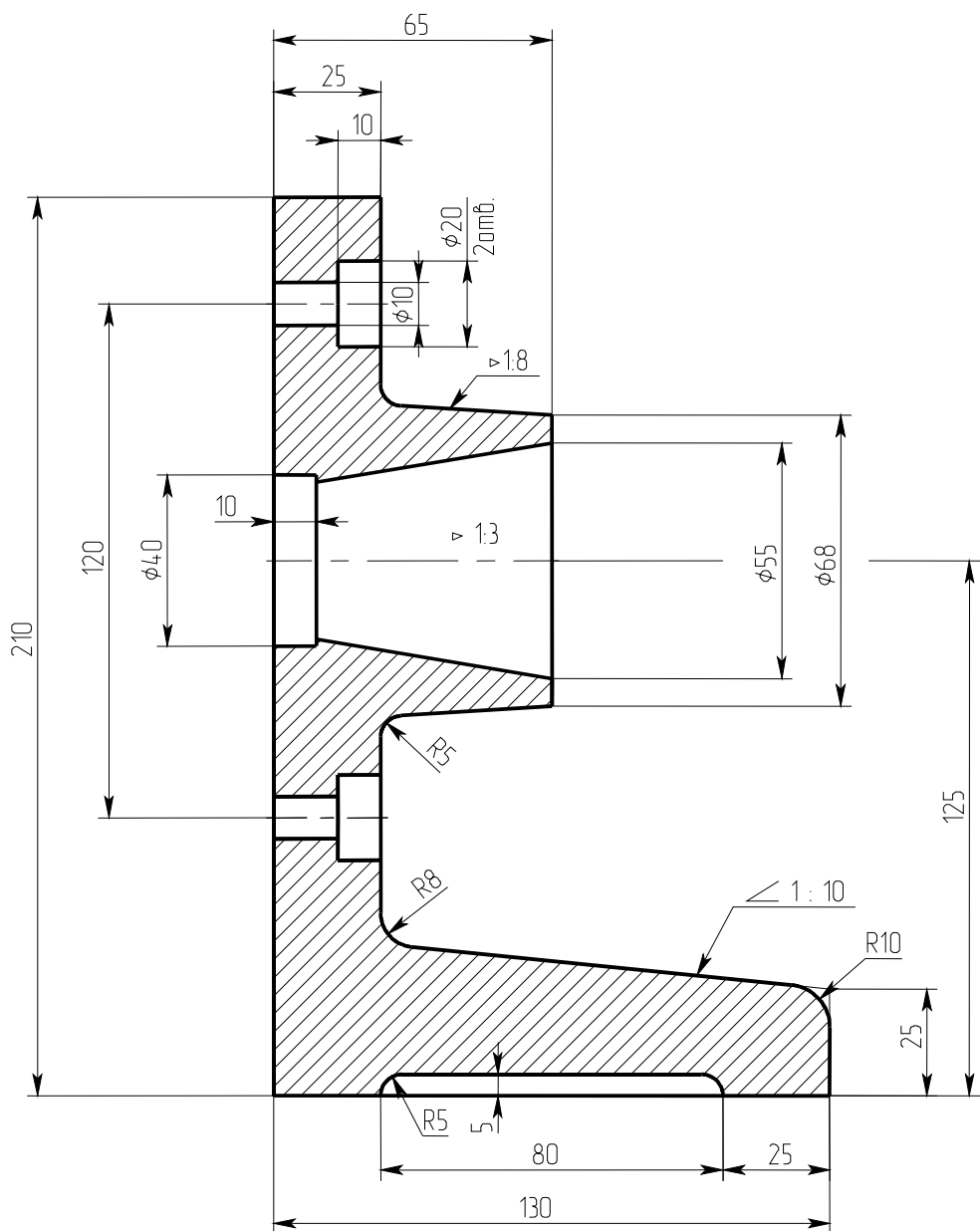


рис. 5

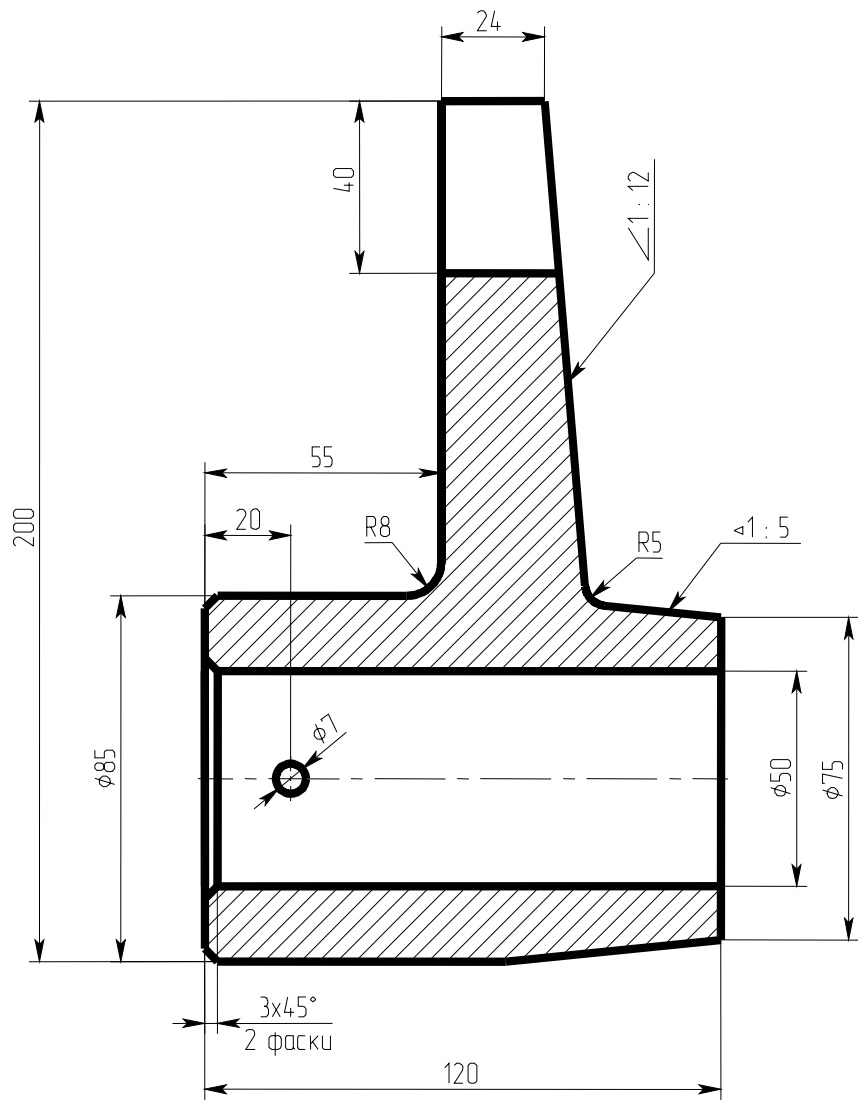
Выполнить следующие фигуры, (на зачет) проверить правильность выбора баз и построения варьируанием размеров фигур:



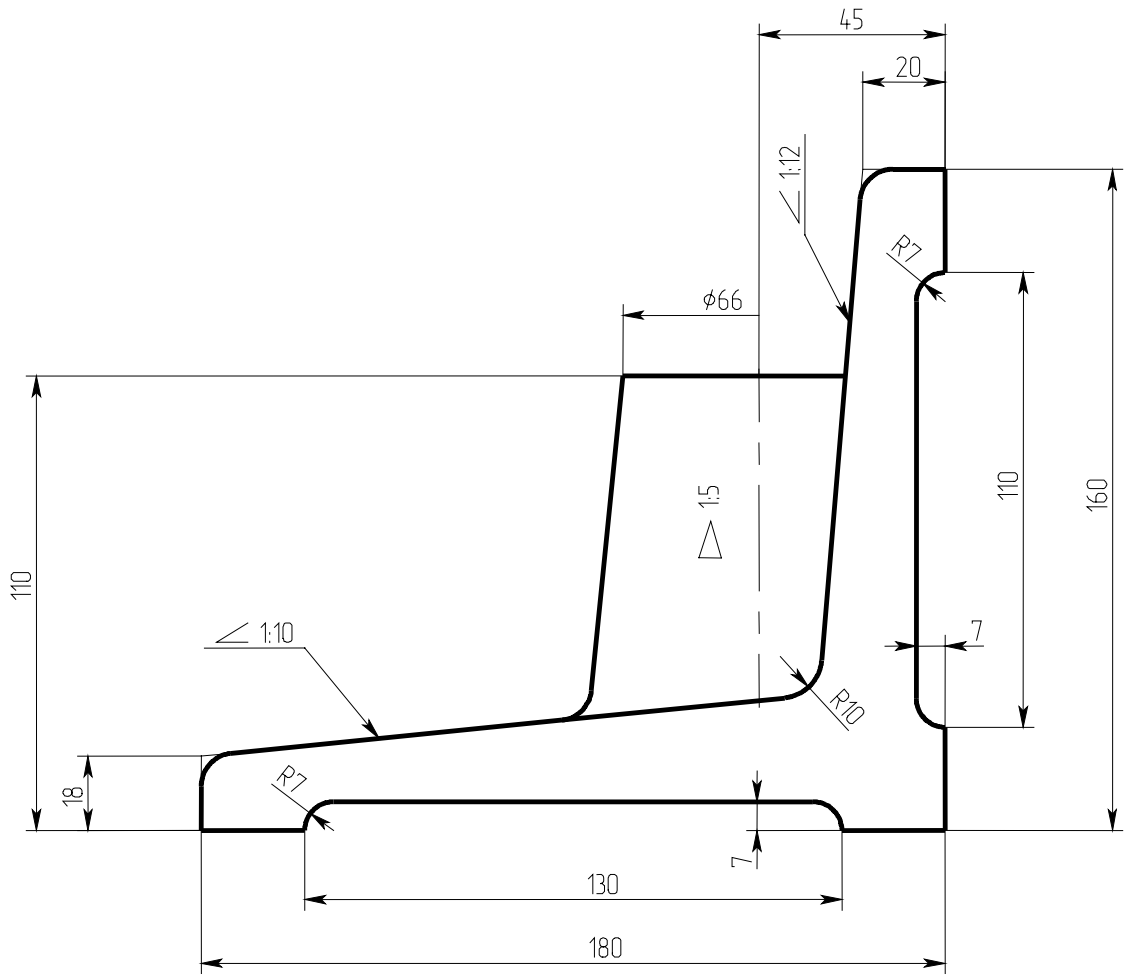
фиг. 1



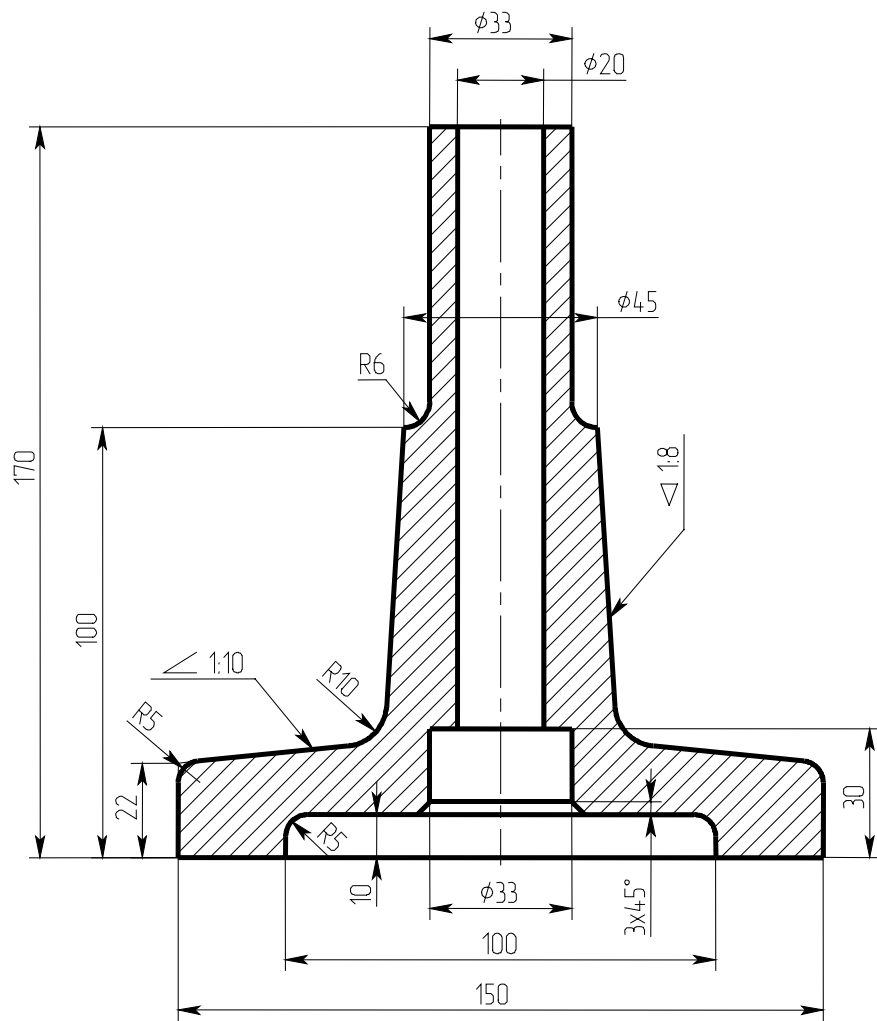
фиг. 2



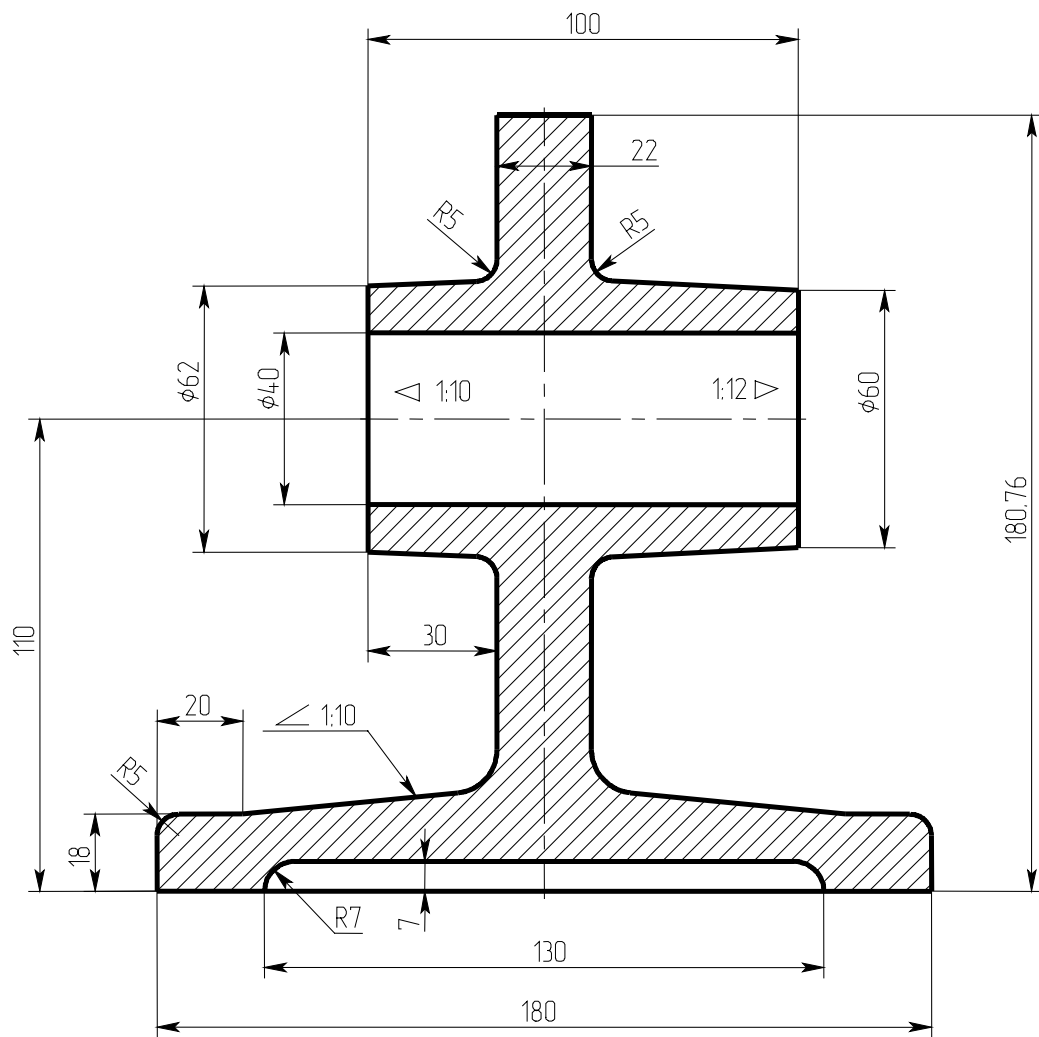
фиг. 3



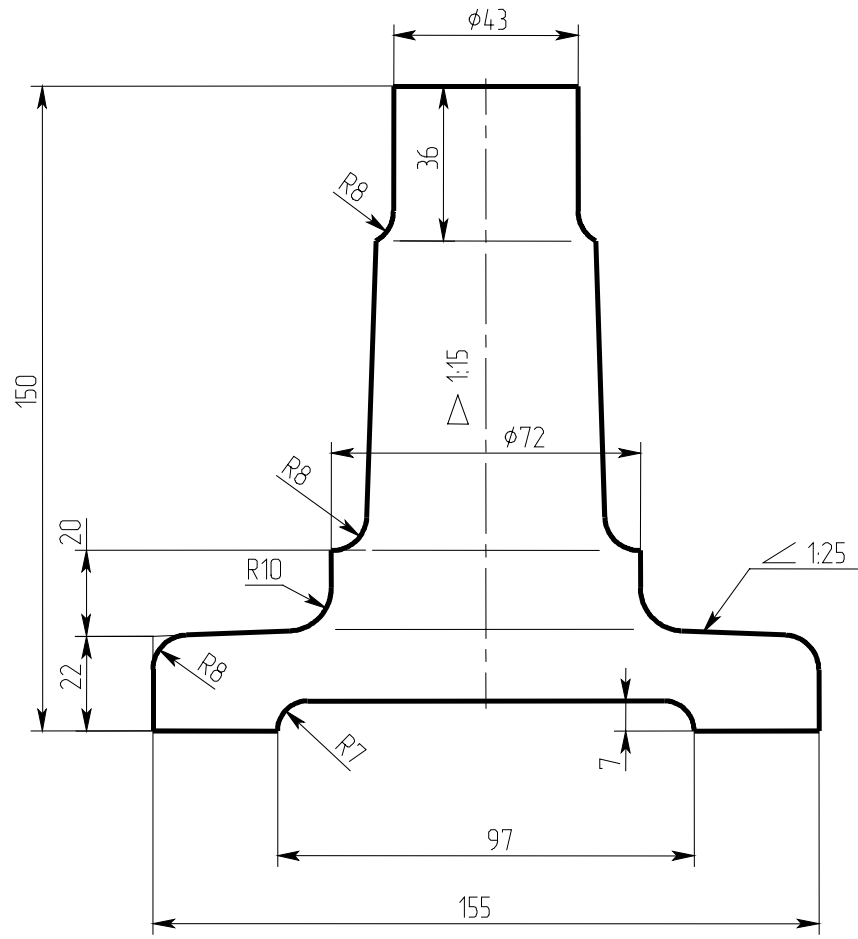
фиг. 4



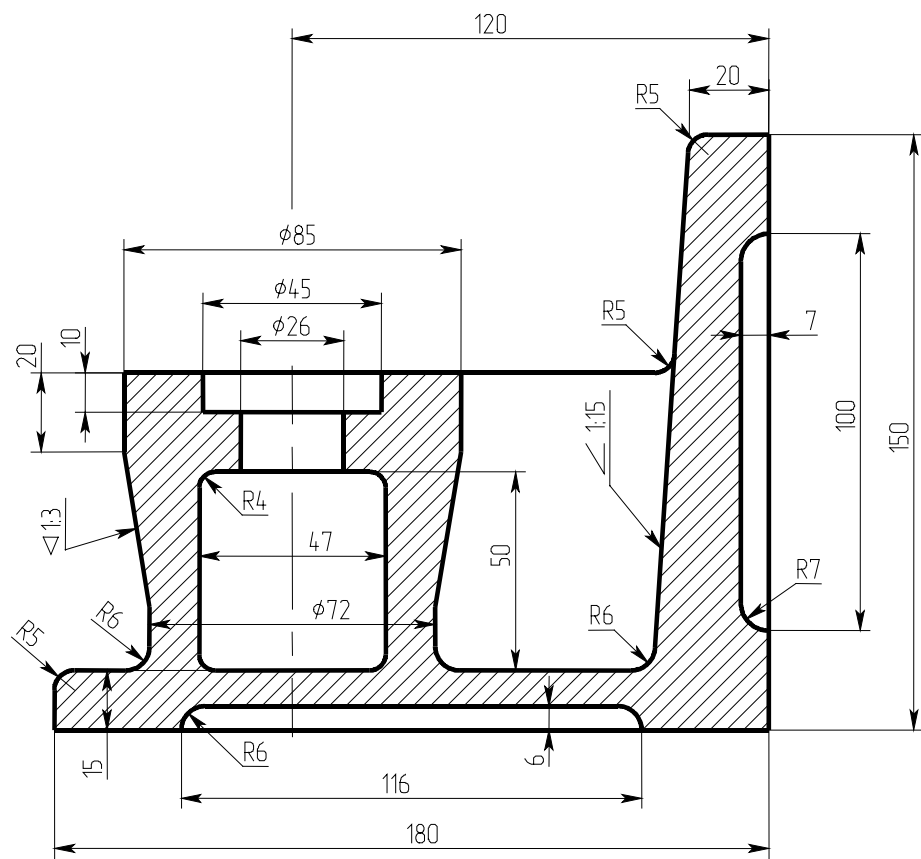
фиг. 5



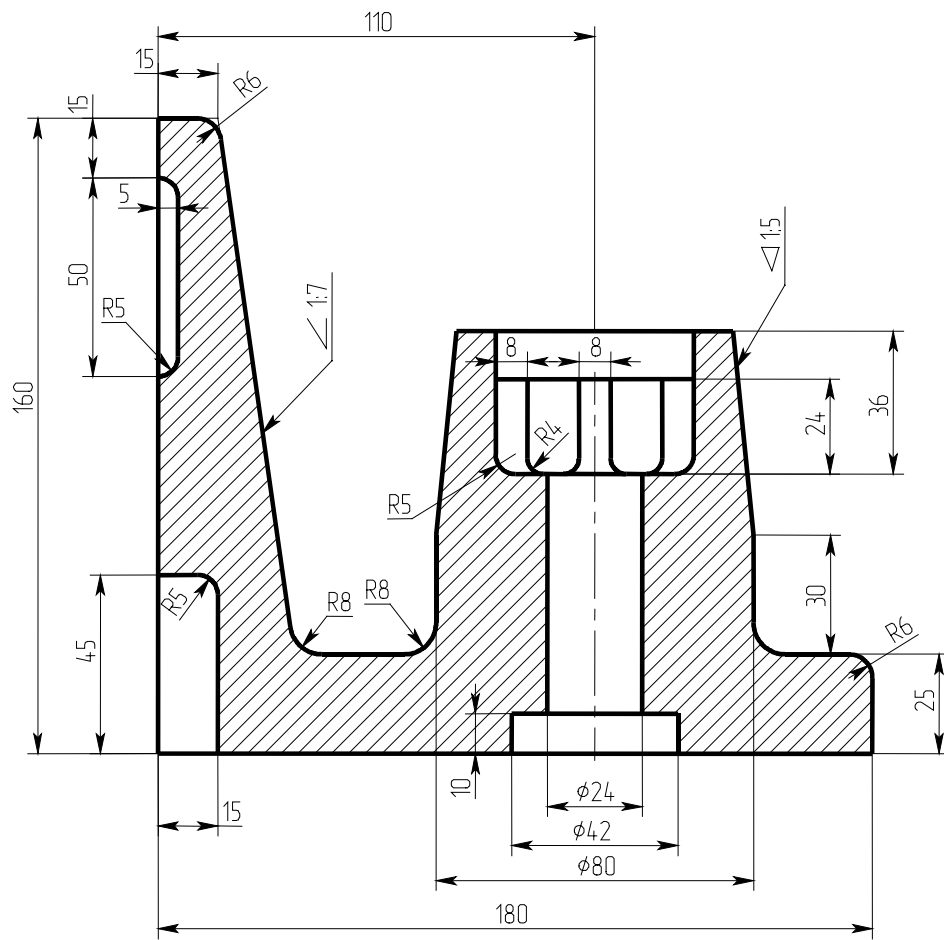
фиг. 6



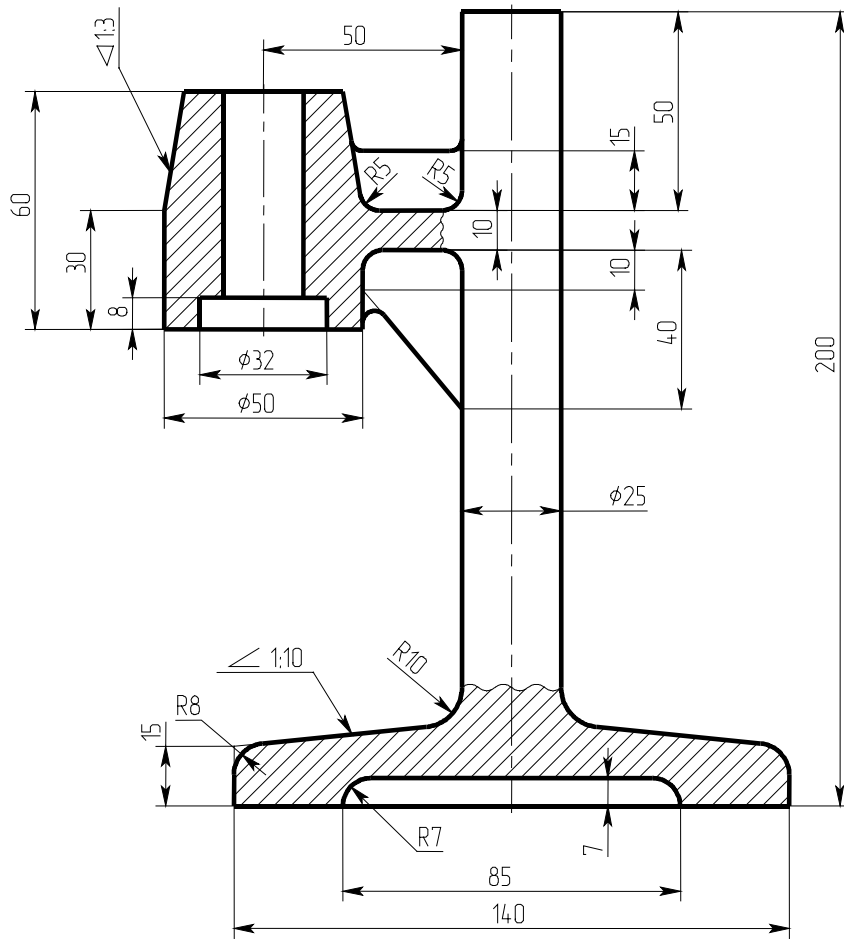
фиг. 7



фиг. 8



фиг. 9



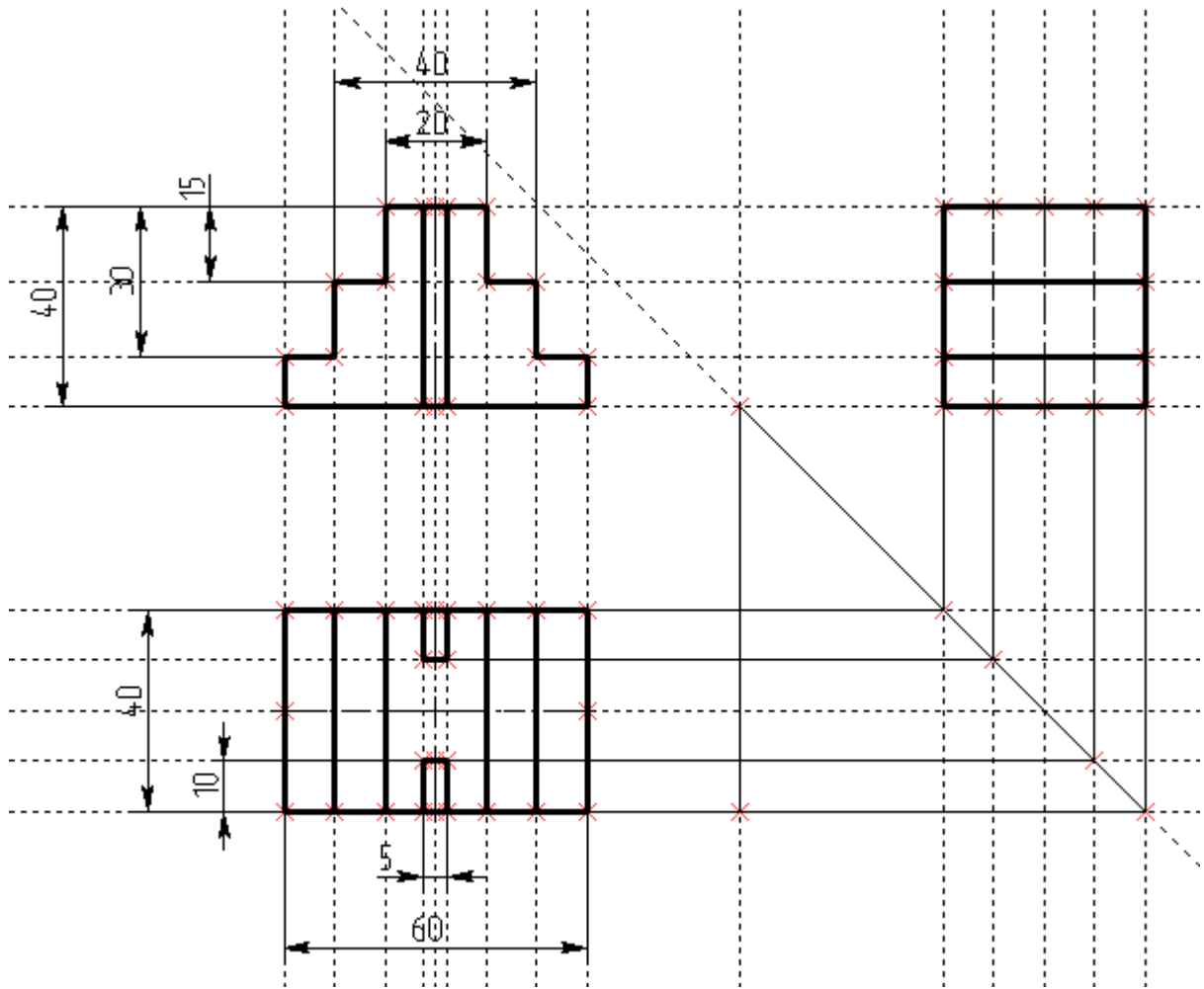
Неуказанные радиусы 3 мм.

фиг. 10

Лабораторная работа 6 Построение проекций

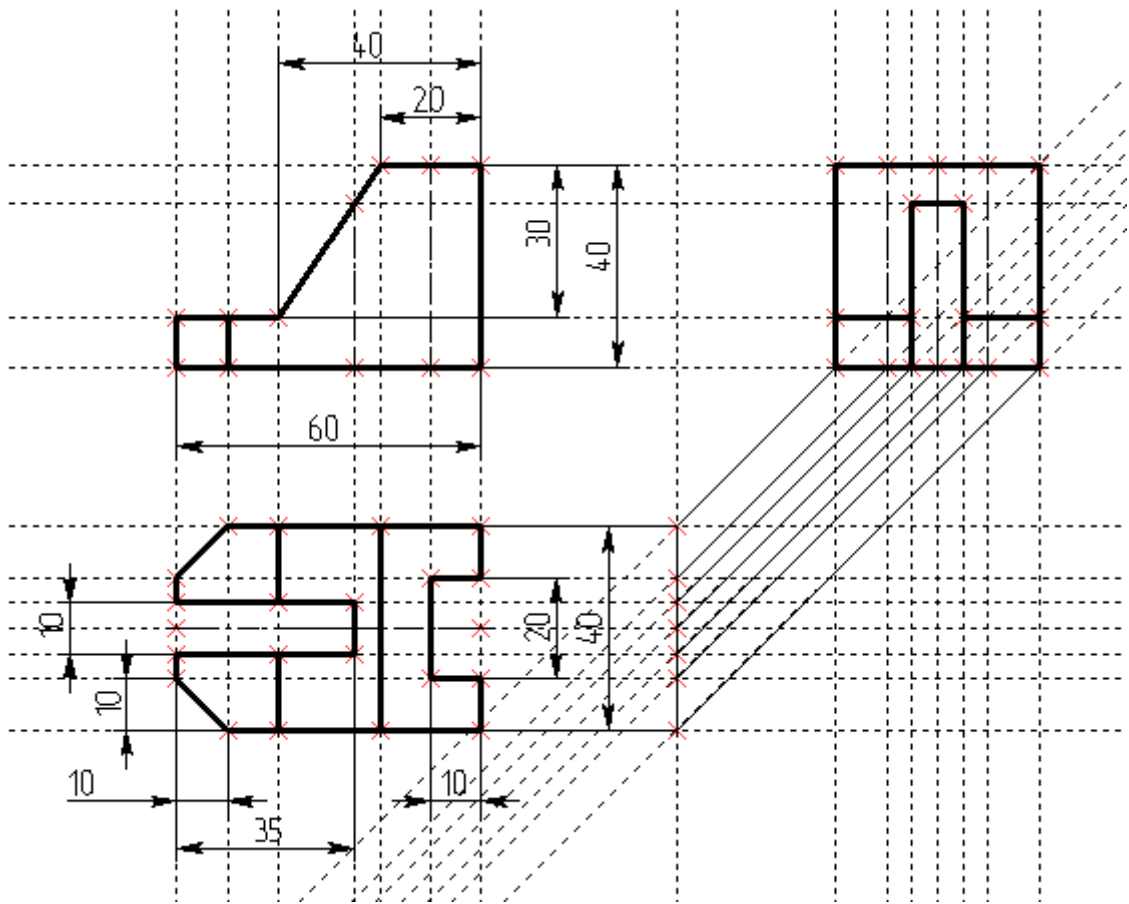
По двум видам модели построить третий.

Пример выполнения работы



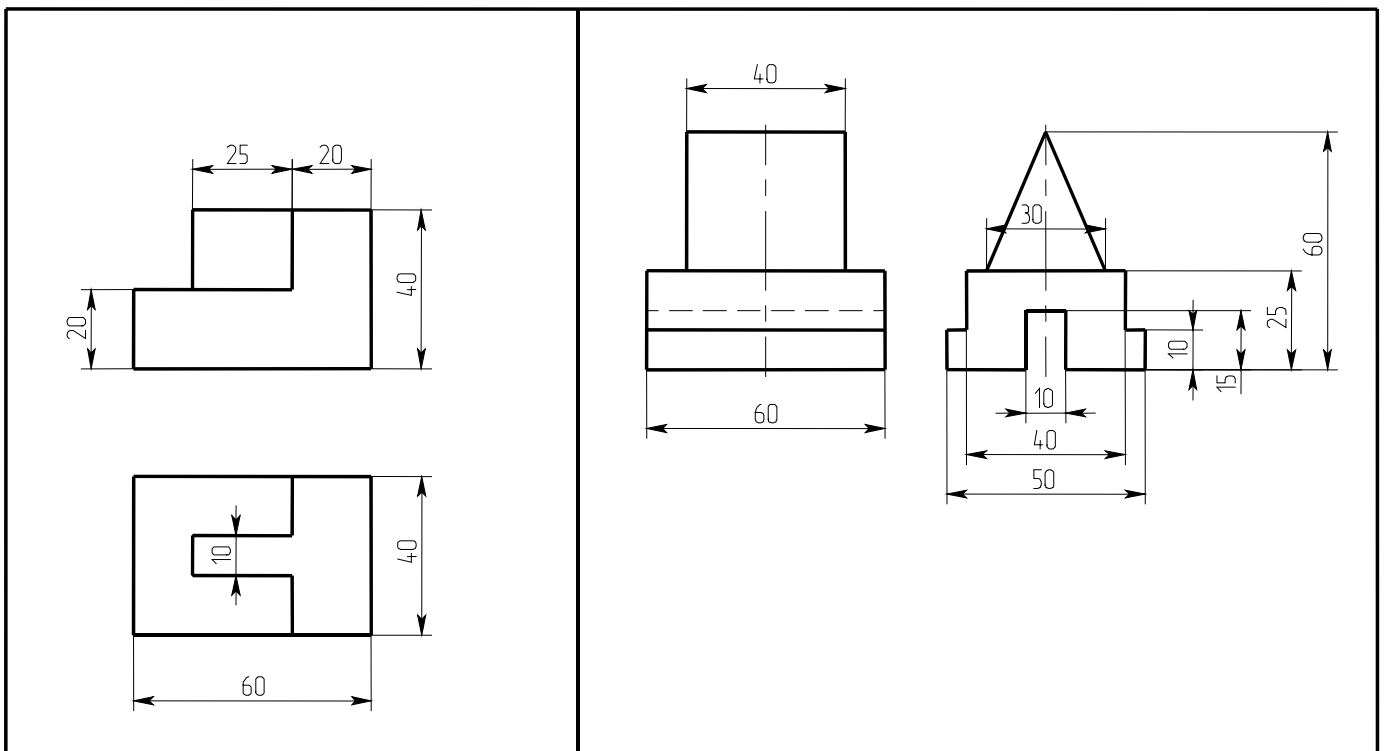
Из рисунка видно, что третья проекция получена путем построения линии связи, наклоненной под углом 45° . Попробуйте варьировать размеры на виде спереди или сверху. Вы заметите, что все три проекции перестраиваются в соответствии с новыми размерами.

Другой способ находить проекционную связь точек на различных видах показан на рисунке на следующей странице. Выполните эти примеры и дополнительно фиг. 1-5.

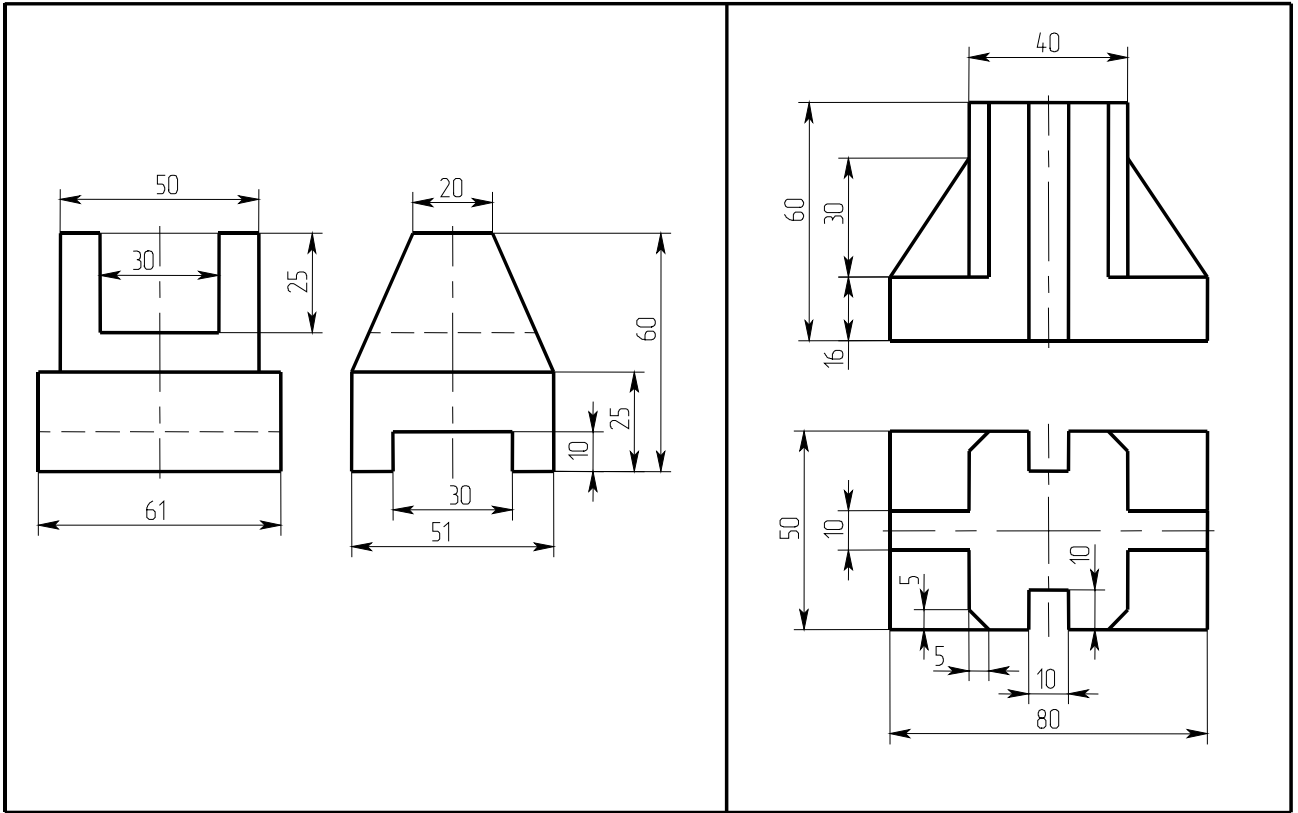


По двум видам модели построить третий вид.

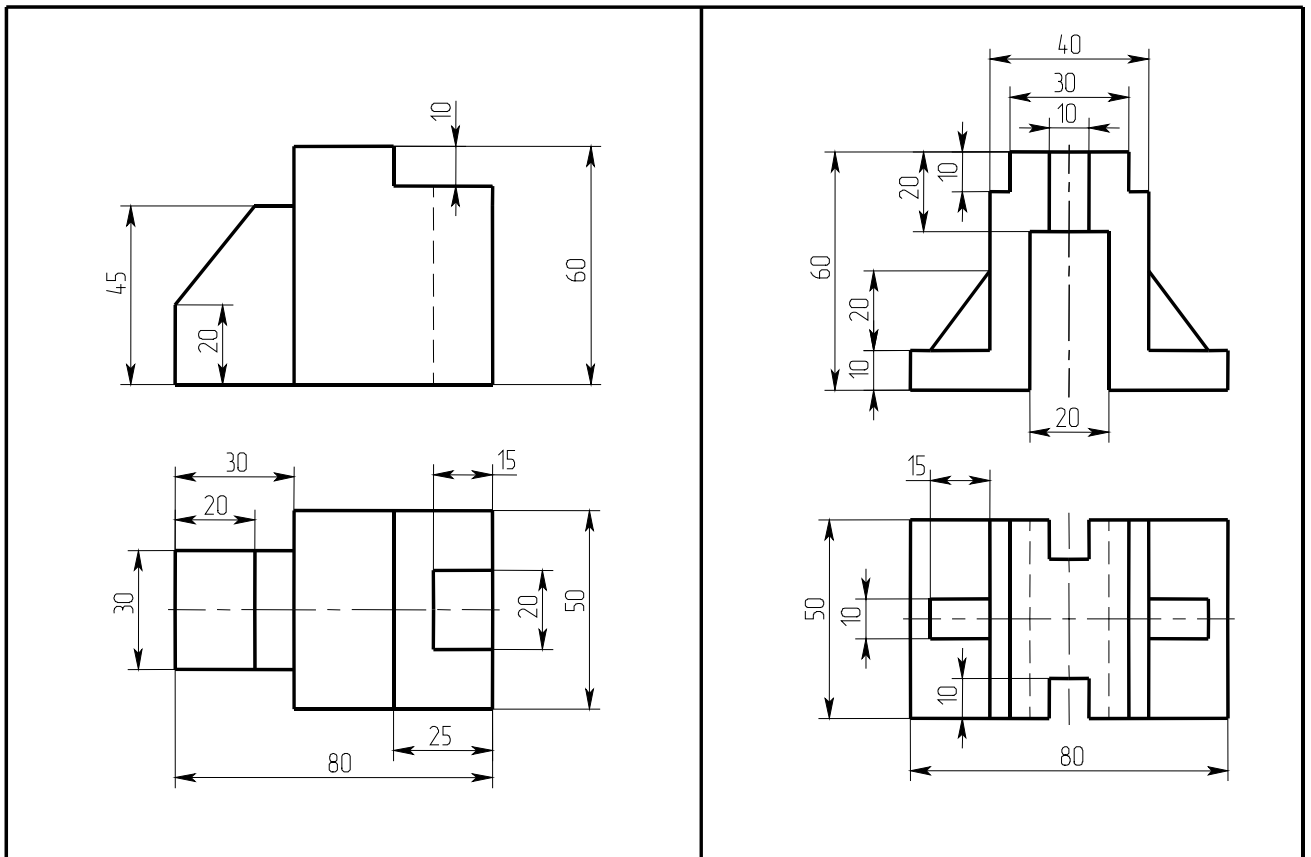
Примечание – симметричные фигуры можно строить с помощью команды <XS> «Симметрия» (Меню: Чертеж, Копия, Копирование симметрично). Обратите внимание, что размеры, стоящие на симметричных элементах распознают симметрию и изменяются симметрично.



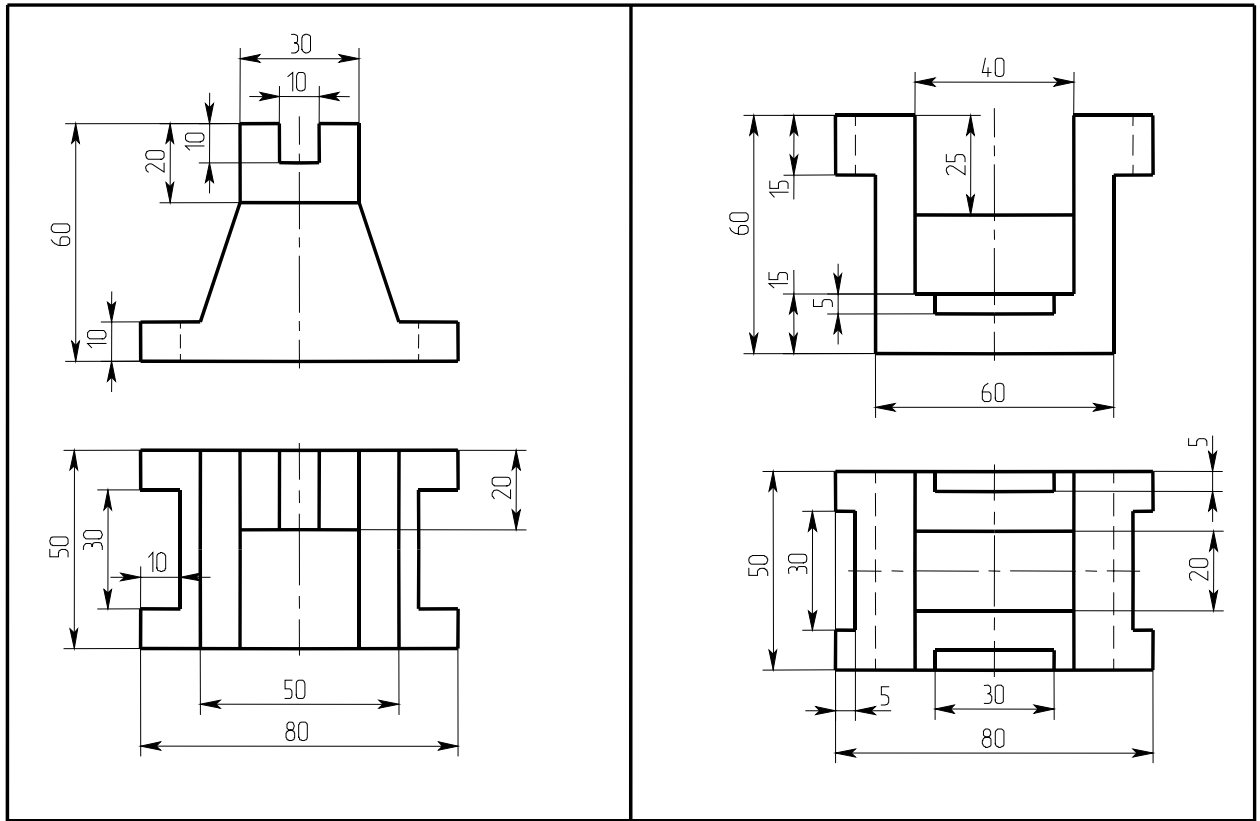
фиг. 1



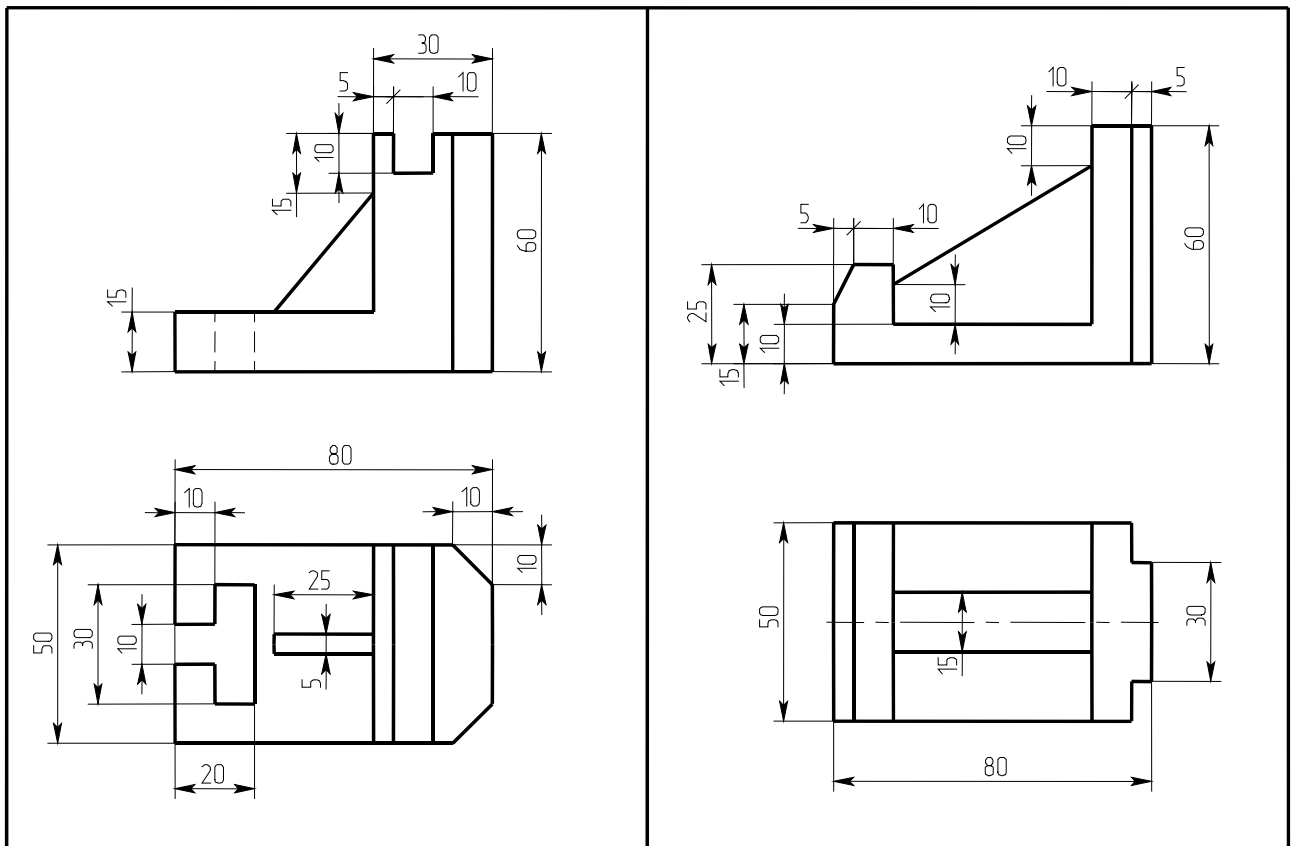
фиг. 2



фиг. 3



фиг. 4



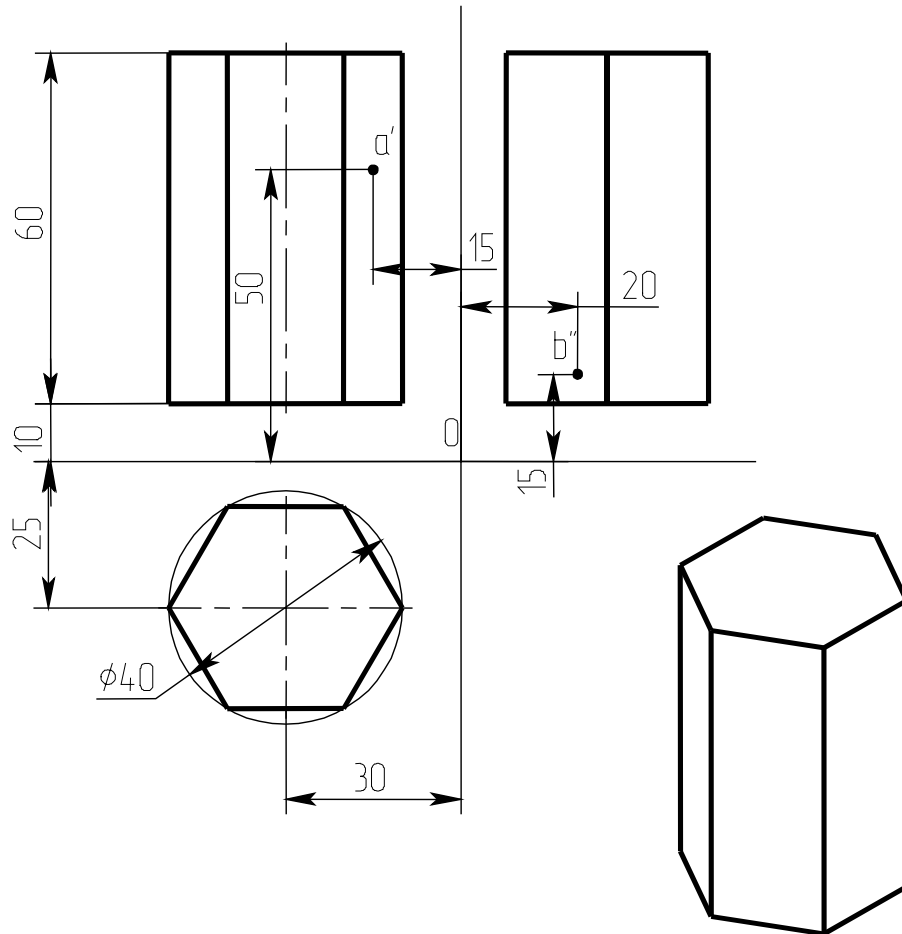
фиг. 5

Лабораторная работа 7 Построение объемных тел

Пример выполнения работы

В этой лабораторной работе мы выполним три связанные проекции простых тел: шестигранной призмы, треугольной пирамиды, цилиндра и конуса, найдем проекции принадлежащих их поверхностям точек и выполним соответствующие трехмерные построения.

Начнем с построения шестигранной призмы.



Сначала построим развертку трех плоскостей проекций на листе чертежа. Начертите две пересекающиеся линии и узел в центре (рис.1) – это будут координатные оси плоскостей проекций.

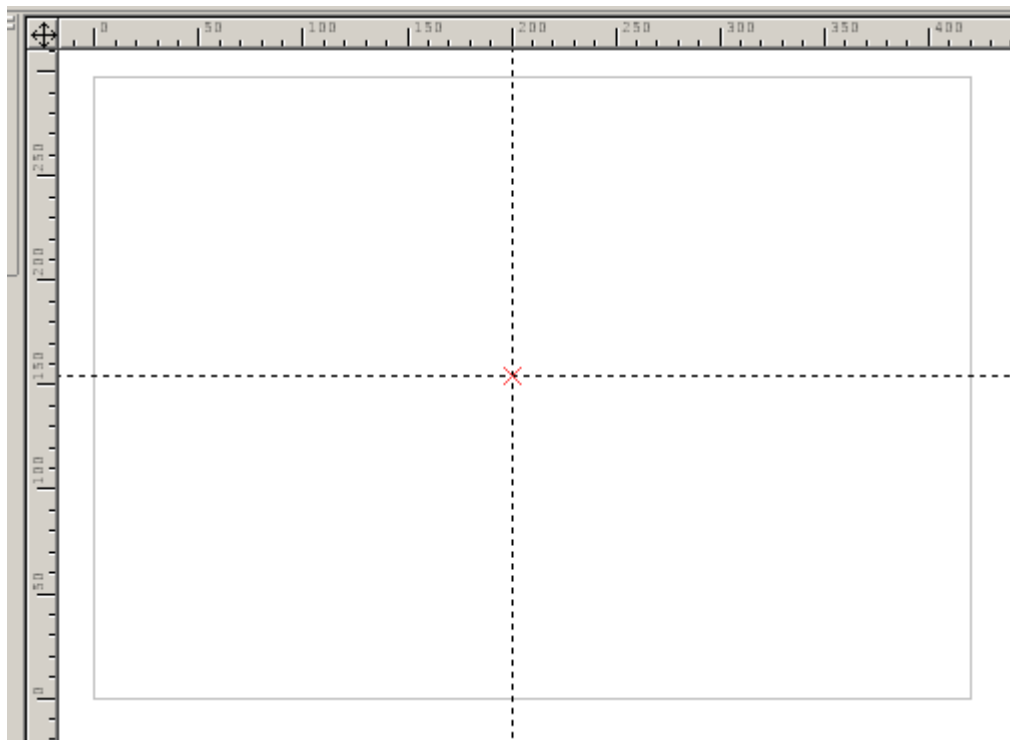



рис. 1

Теперь вызовем команду построения рабочих плоскостей (пиктограмма ). Выберите первую опцию (рис. 2) – создать стандартную рабочую плоскость.

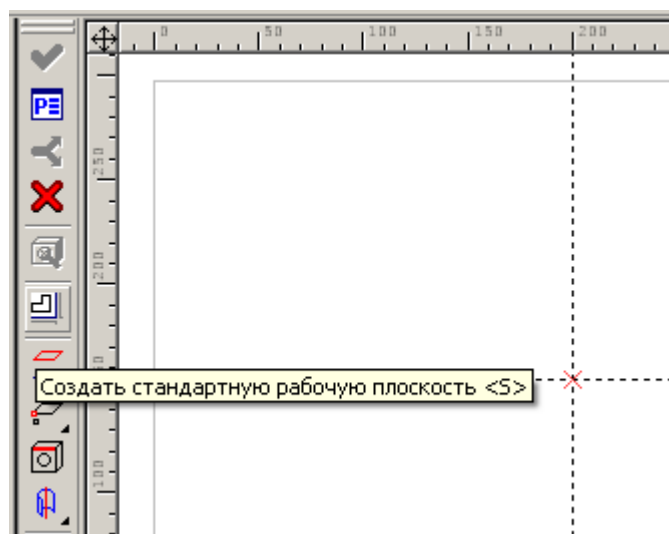


рис. 2

В диалоговом окне (рис. 3) отметьте галочку «Спереди».

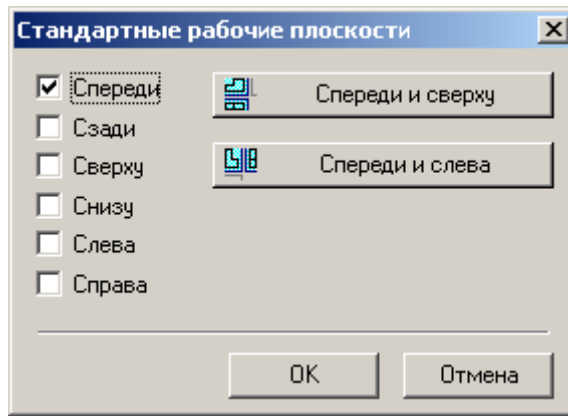


рис. 3

В качестве узла привязки укажите точку в центре (рис. 4)

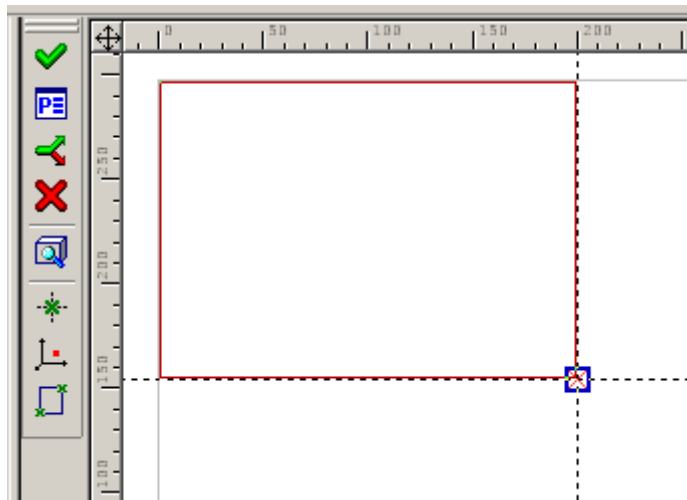


рис. 4

и нажмите зеленую галочку для создания образа фронтальной плоскости проекций на листе чертежа.

Таким же образом создайте плоскости «Сверху» и «Слева», для привязки укажите тот же узел в центре. Результат должен быть как на рис. 5.

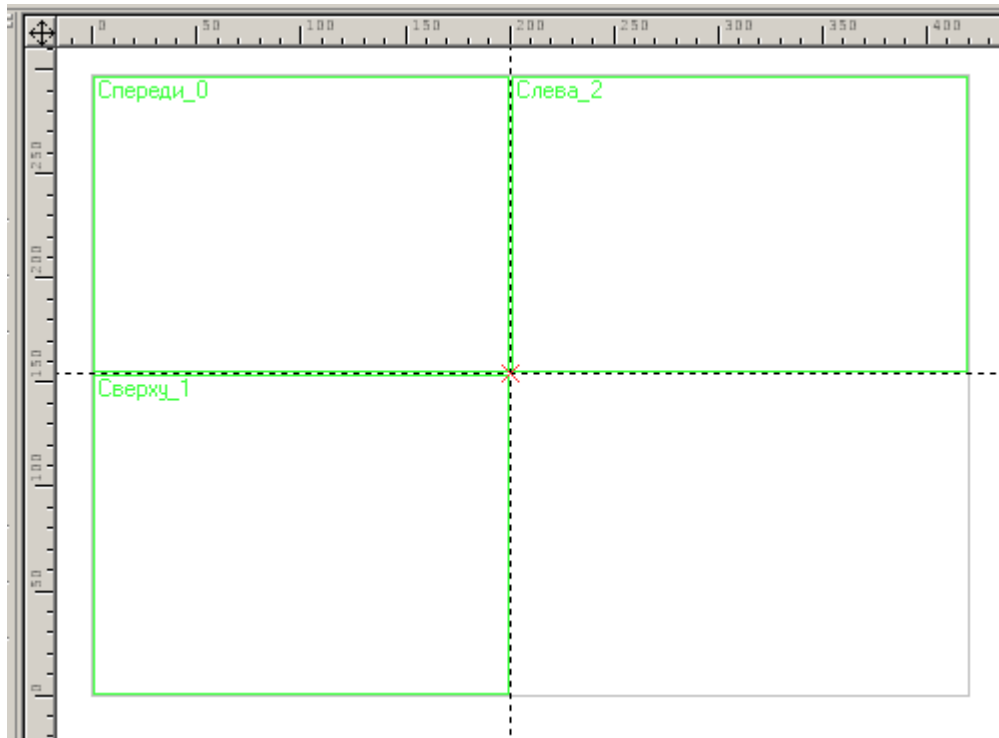


рис. 5

Мы получили развертку плоскостей проекции с точкой O в центре.
Построение призмы начнем на виде сверху. Строим вписанный шестиугольник (рис. 6).

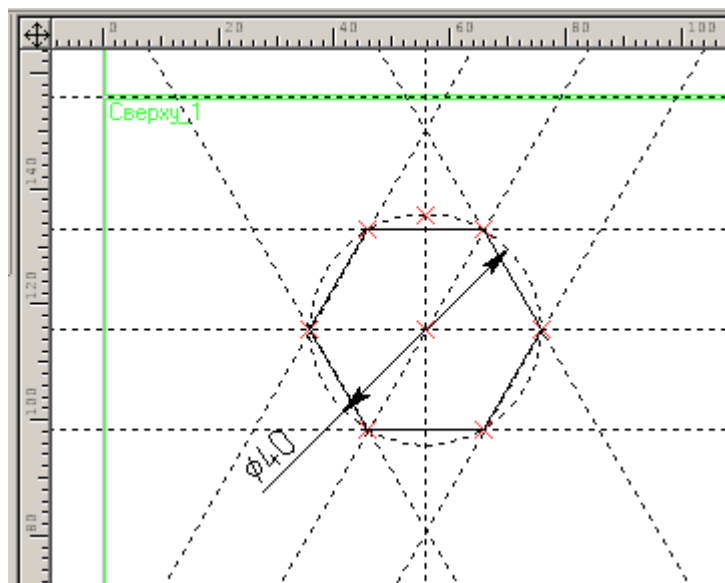


рис. 6

Через вершины проводим вертикальные линии проекции (рис. 7).

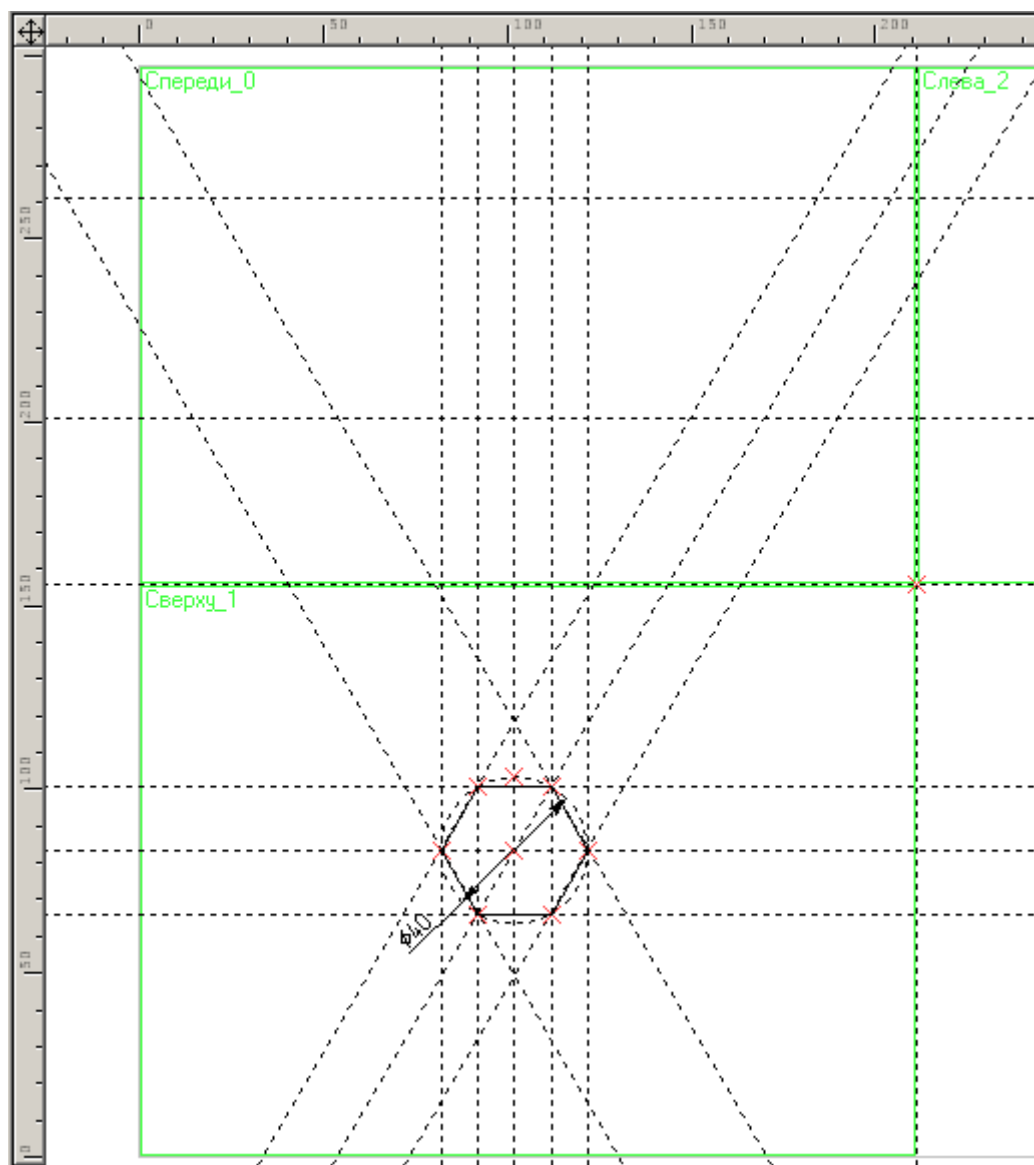


рис. 7

Далее строим линию связи и завершаем три проекции призмы (рис. 8).

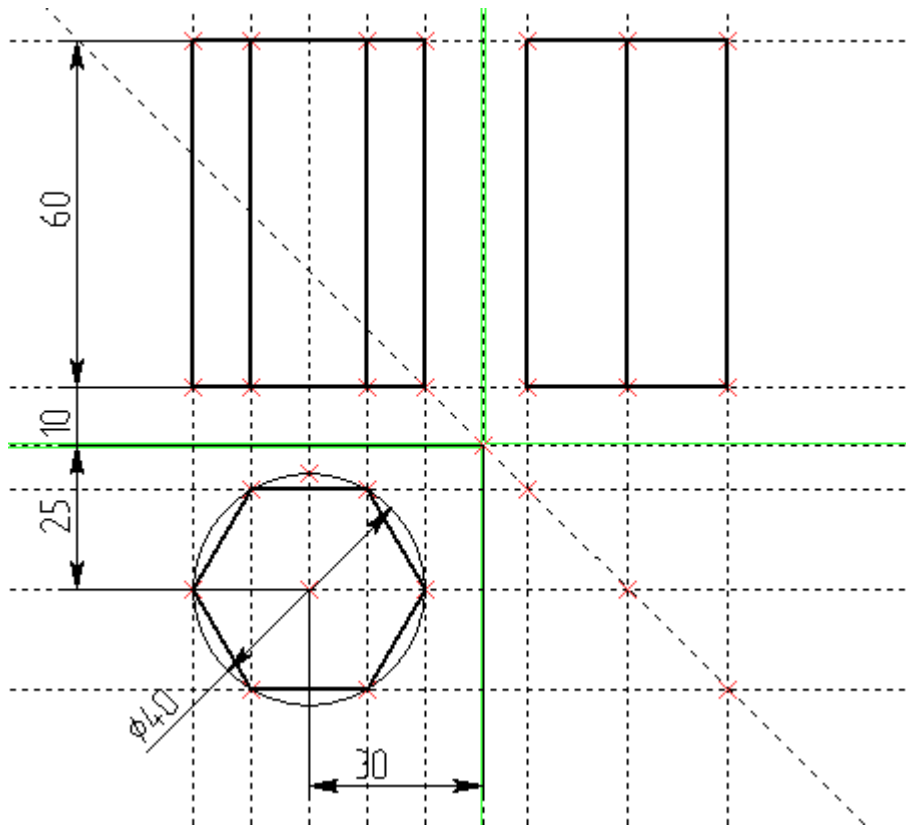


рис. 8

Варьируйте размеры и положение призмы и проверьте, все ли линии привязаны правильно (все три проекции должны меняться связанно).

Теперь найдем проекции точек А, В, принадлежащих граням призмы. Точку а' строим на виде спереди задав координаты x, z. Точку b'' на виде слева задав координаты z, y (рис. 9).

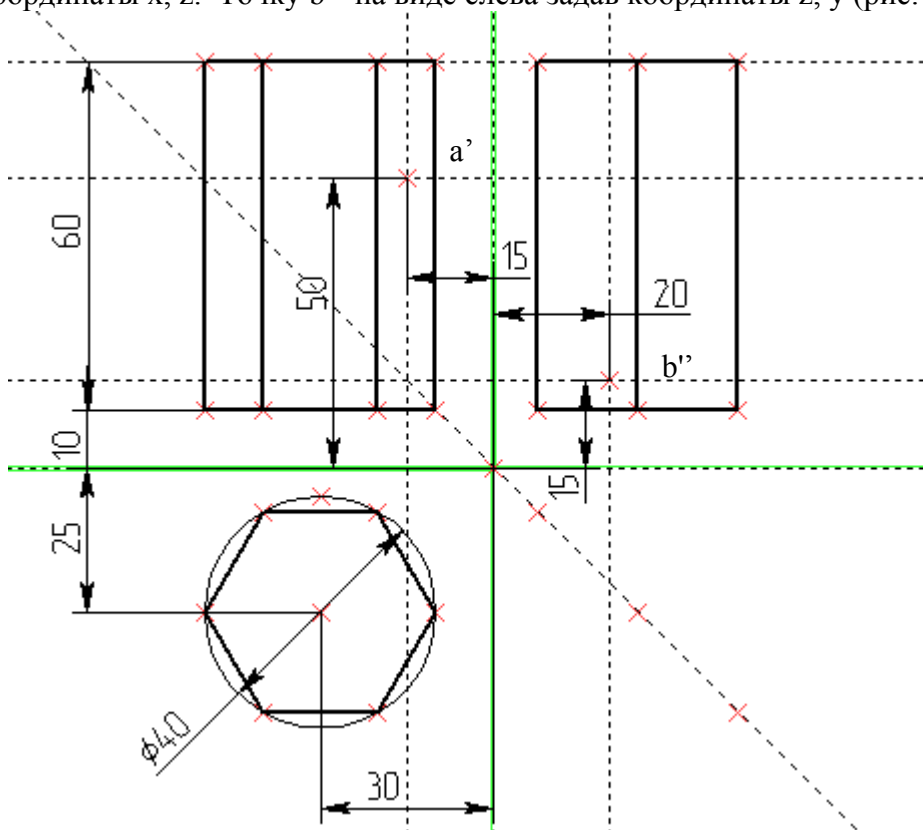


рис. 9

Для обозначения точек на чертеже научимся наносить текст. Для нанесения текста служит команда <TE> «Создать текст» - пиктограмма **A** на панели инструментов. Для привязки текста укажем узел, а для выравнивания текста относительно узла воспользуемся опцией, указанной на рис. 10. Зачерненный уголок пиктограммы указывает на то, что это выпадающий список – выберите необходимый тип положения текста относительно узла привязки.

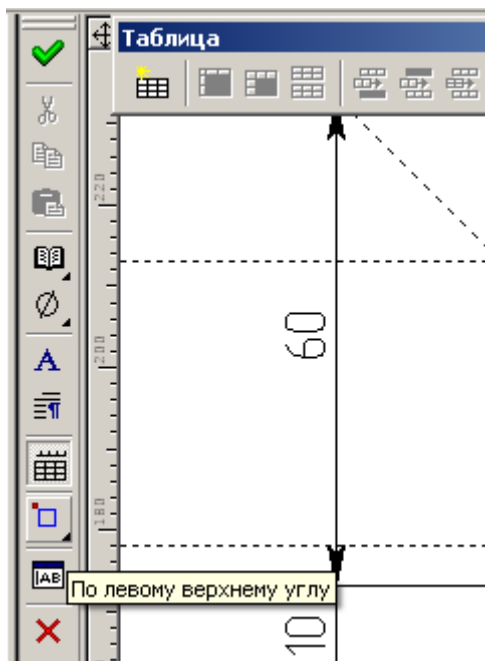


рис. 10

Находим две другие проекции точек (рис. 11).

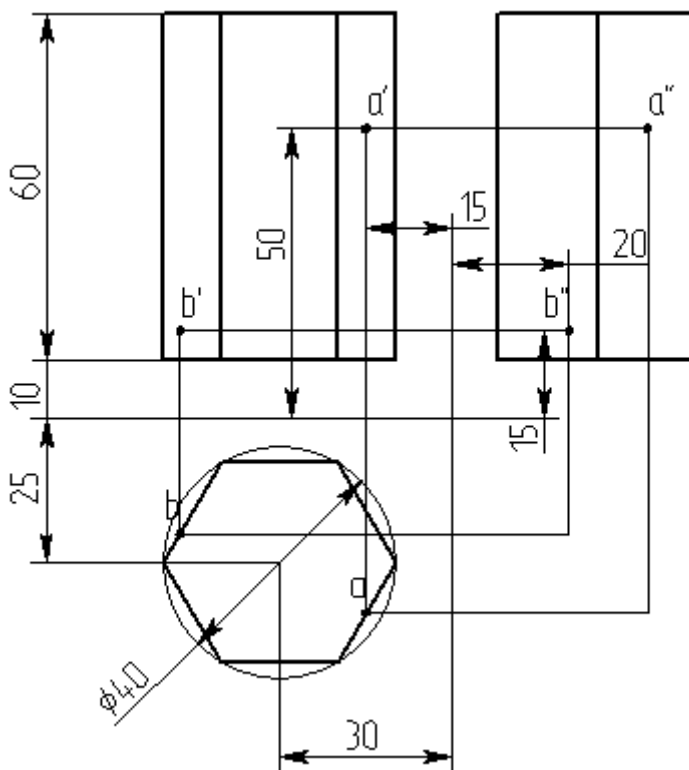


рис. 11

Поскольку мы начертили проекции точек в области соответствующих плоскостей проекций, то мы создали больше, чем просто плоскую проекцию фигуры на странице чертежа. Теперь мы прямо можем определить положение точек в пространстве модели по их проекциям на соответствующие

плоскости. Мы уже знаем как создавать двумерные узлы командой <N> на пересечении линий построения (в режиме связанного рисования). В пространстве узлы создаются командой <3N> «Построить 3D узел». Автоменю этой команды содержит опции, показанные на рис. 12.

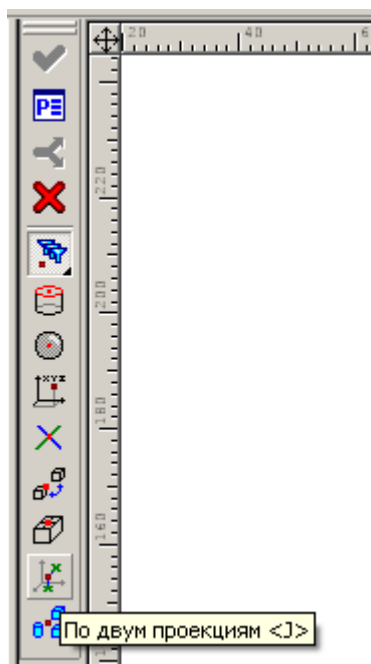


рис. 12

На рисунке выделена опция, которая нам понадобится – построить узел под двум проекциям. На чертеже призмы точки a , a' , a'' система отнесет к разным проекциям, т.к. они будут ассоциированы с рабочими плоскостями. Поэтому мы можем воспользоваться указанной опцией команды <3N> и выбрать, например, узлы a , a' . После активации опции система попросит указать первую проекцию (рис. 13)



рис. 13

Выберите точку a' – подсветится узел, а вместе с ним плоскость «Вид спереди» - это значит, что система отнесла выбранный узел на указанную плоскость проекций. Теперь выберите точку a – подсветятся две плоскости и по проекциям на эти плоскости система и построит точку A в пространстве модели. После выбора точек подтвердите выбор, нажав на зеленую галочку в автоменю. Узел будет создан, а команда перейдет в режим задания двух новых проекций. Создайте точку B , выбрав b , b'' и завершите команду <3N>. Откройте окно объемной модели (3D окно), выбрав Меню «Окно, Разделить по вертикали». Откроется диалог запроса (рис. 14). Выберите опцию 3D окно.

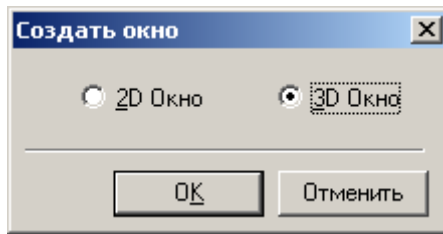


рис. 14

В открывшемся окне вы можете видеть две красные точки: узлы A и B, только что созданные нами. Для наглядности отобразим в окне рабочие плоскости. Активируем закладку 3D модель и в дереве модели раскроем список Рабочие плоскости: 3 (рис. 15). Щелкнем правой кнопкой Сверху_1 и в свойствах плоскости установим галочку «Показывать на 3D виде» (рис. 16).

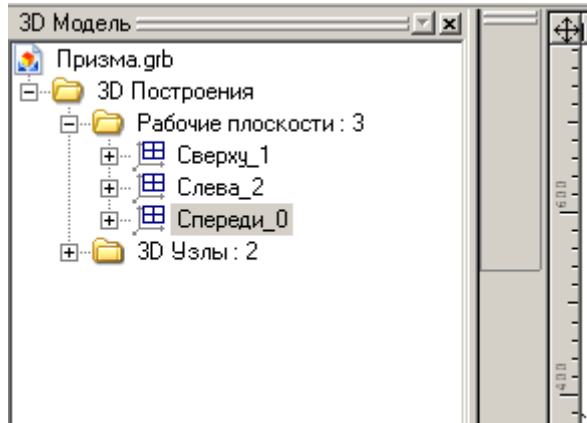


рис. 15

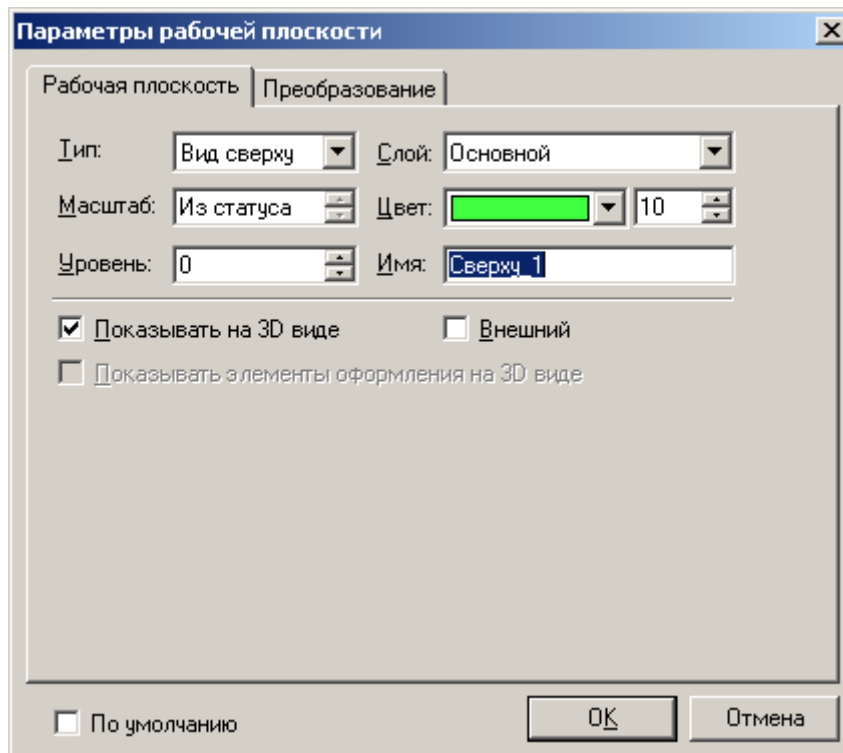


рис. 16

Таким же способом отобразим другие две плоскости (рис. 17).

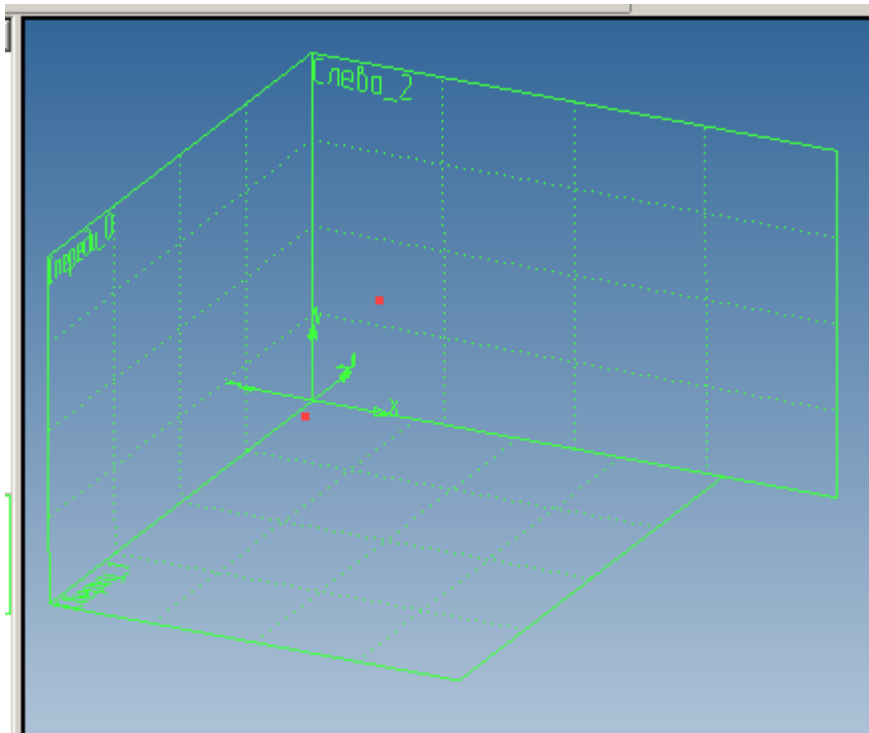



рис. 17

Теперь создадим объемную модель призмы и увидим наглядно положение этих точек на гранях. Объемные модели создаются движением замкнутого плоского контура вдоль траектории. Вид движения определяется соответствующей операцией (выталкивание, вращение, по траектории и др.). Вначале создадим замкнутый профиль операции: его заготовкой будет шестигранник на виде сверху. Однако заметим, что нижняя грань призмы не лежит в плоскости проекции, а находится выше ее на 10 мм. Профиль же создается (командой  «Построить 3D профиль») в плоскости, где лежат построения и располагается в системе координат плоскости. Для поднятия профиля шестигранника над плоскостью на 10 мм используем 3D узел. Создадим его как показано на рис. 18.

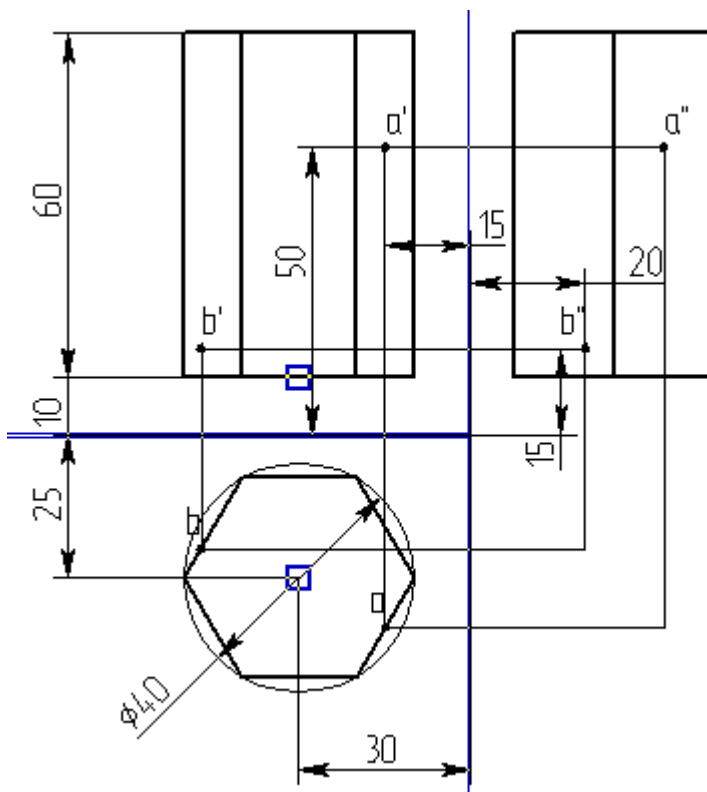


рис. 18

Нам так же понадобится еще один 3D узел, показанный на рис. 19.

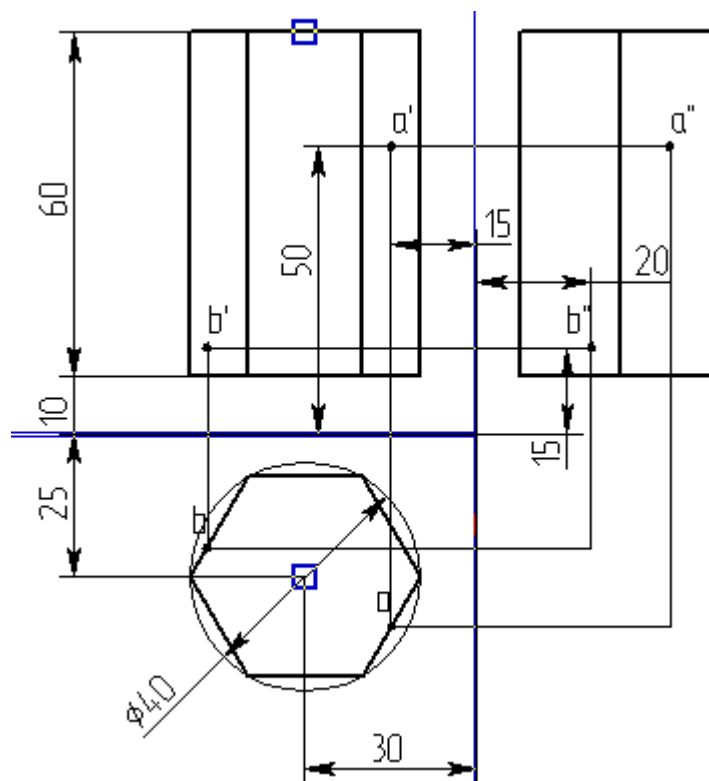



рис. 19

Заштрихуем шестигранник и вызовем команду  «Построить 3D профиль» и выберем штриховку. В пространстве модели появляется предварительный просмотр создаваемого профиля – он находится в плоскости «Вид сверху». Выберите 3D узел, созданный на рис. 18, указав либо его проекцию на чертеже или сам узел в пространстве модели – профиль становится на свое место (команда ожидает еще выбора 2D узла для перемещения профиля в его плоскости, но нам сейчас это не нужно). Завершаем создание профиля и выходим из команды (рис. 20).

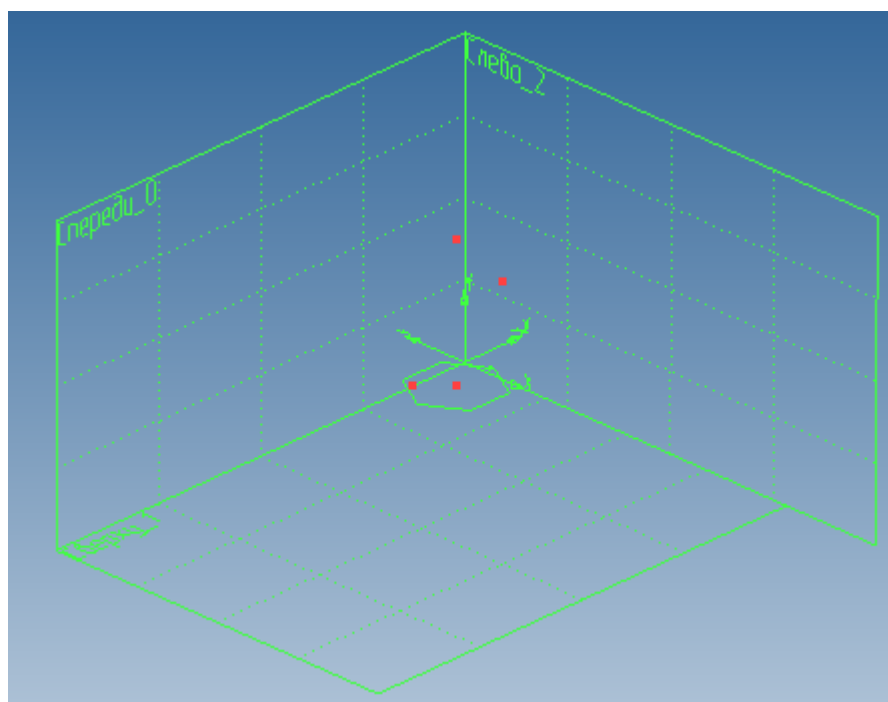


рис. 20

Теперь приступаем к созданию тела призмы движением профиля (выталкиванием на высоту призмы). Высота определится созданными 3D узлами на верхней и нижней гранях призмы.

Вызываем команду  «Создать выталкивание», вид автоматически показан на рис 21.

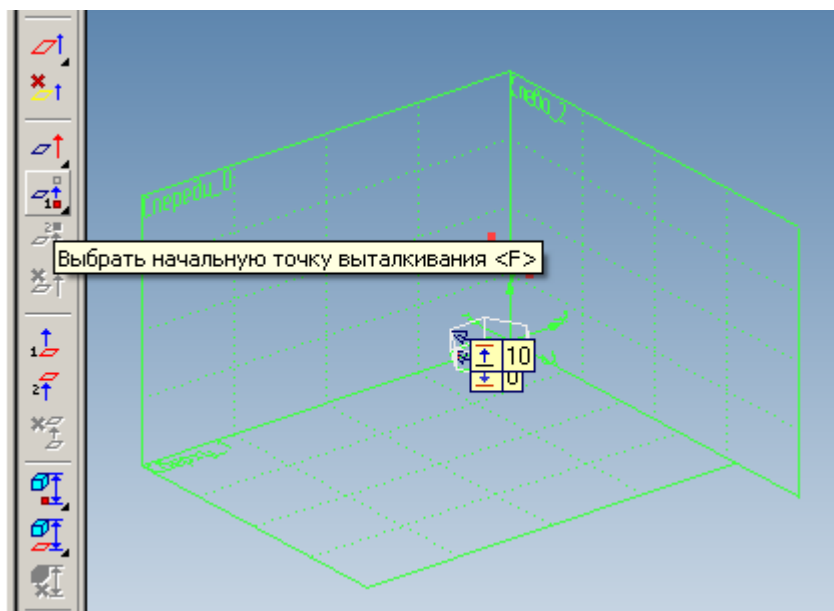




рис. 21

Хотя по умолчанию активна опция выталкивания на расстояние, мы воспользуемся опцией, показанной на рис. 21, т.к. нам надо определить связь модели и проекций. Если этого не сделать, то при изменении размеров на проекциях тело не будет повторять этих изменений, т.к. связь окажется нарушенной. Активируем опцию выбора начальной точки выталкивания и выбираем последовательно первую и вторую точки на нижней и верхней гранях и подтверждаем создание тела. Рассмотрите тело со всех сторон и проверьте, принадлежат ли точки А, В граням призмы. Попробуйте варьировать размеры на проекциях и следите, правильно ли изменяется тело в окне 3D сцены.

Теперь создадим изометрию призмы. Для создания проекций тел служит команда  «Создать 2D

проекцию» - при этом должно быть активно окно страницы чертежа. Воспользуемся опцией  - создать стандартный вид. В списке стандартных видов выберем «Изометрия». Укажем положение создаваемой проекции на странице чертежа и завершим команду (рис. 22).

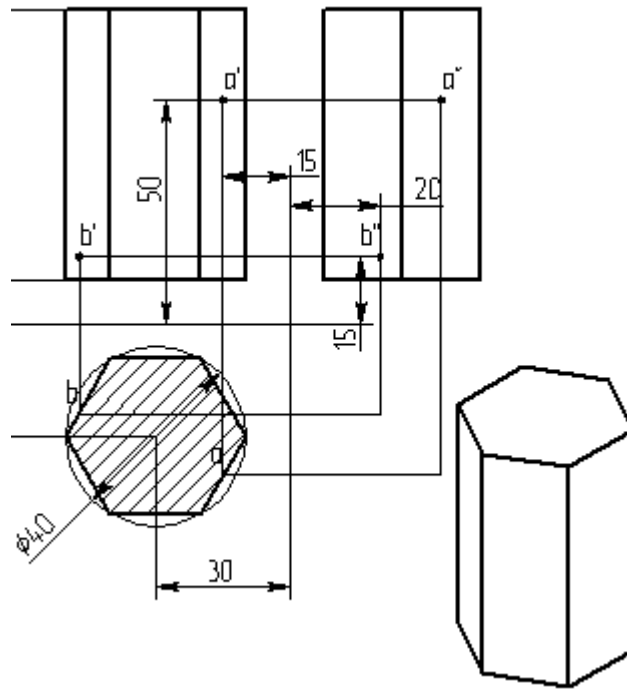
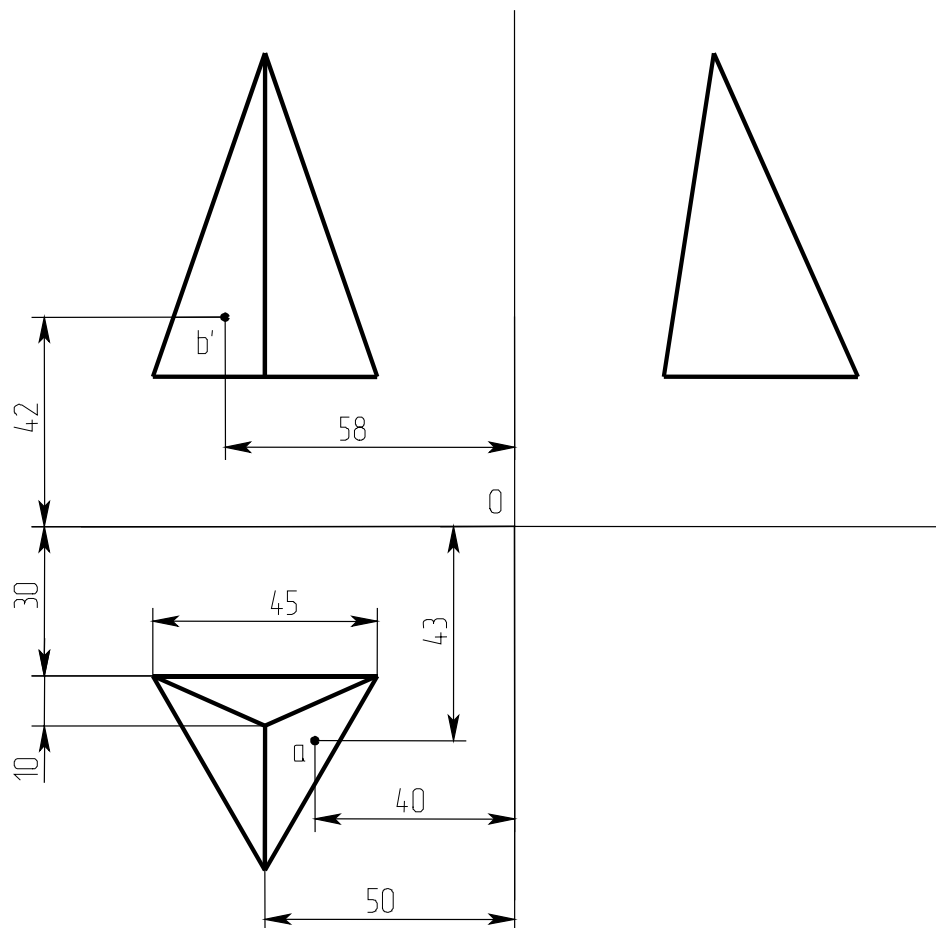


рис. 22

Теперь приступим к выполнению чертежа треугольной пирамиды.



Создаем на листе чертежа пирамиды те же три плоскости проекций. Построение так же начинаем на виде сверху с проекции основания пирамиды (рис. 23) (сначала откладываем линии с размерами 30 и 50, затем строим равносторонний треугольник – размер 45 на диаметре указываем от узла до узла, при этом вся фигура должна перестраиваться в соответствии с изменением размеров).

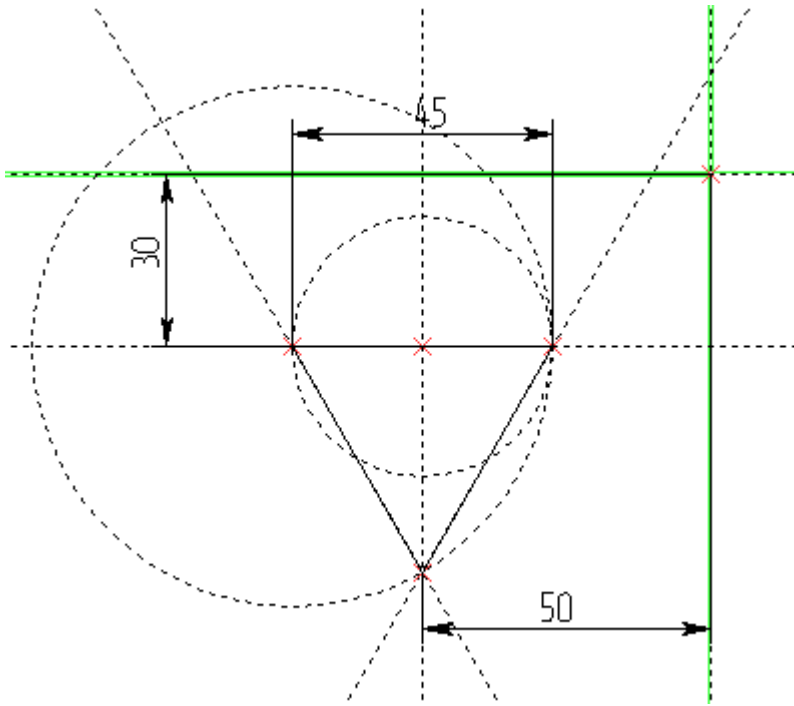


рис. 23

Находим проекцию вершины пирамиды (рис. 24).

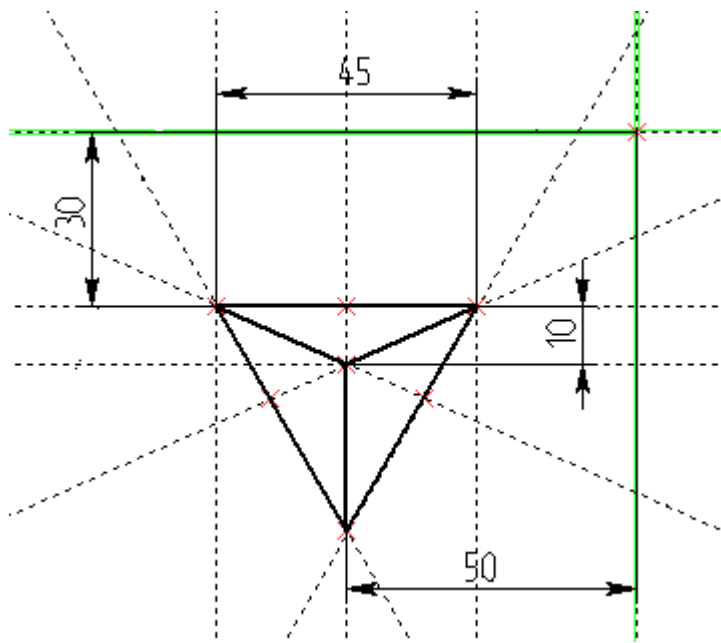


рис. 24

Строим две другие проекции пирамиды с указанием проекций точек А, В (рис. 25).

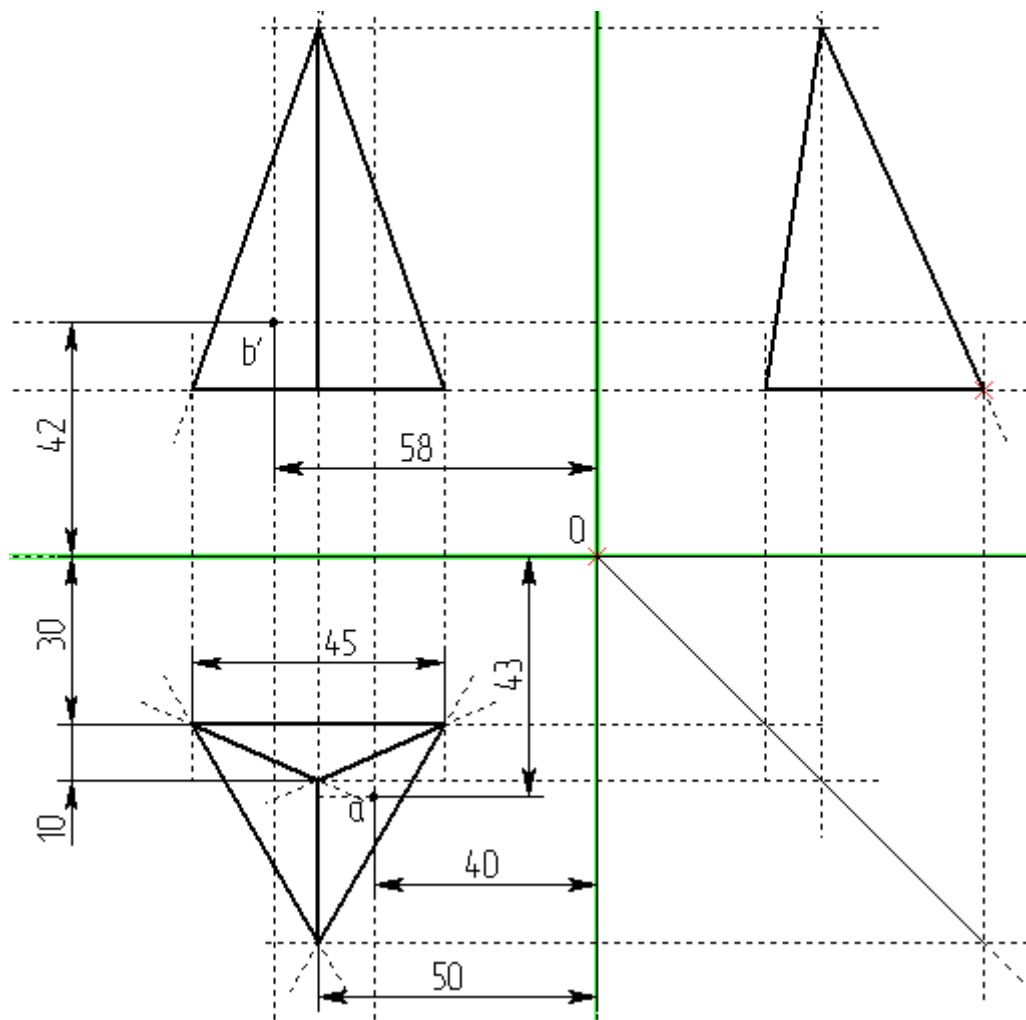


рис. 25

Завершите построение проекций точек как показано на рис. 26. Проверьте построение варьируя размеры.

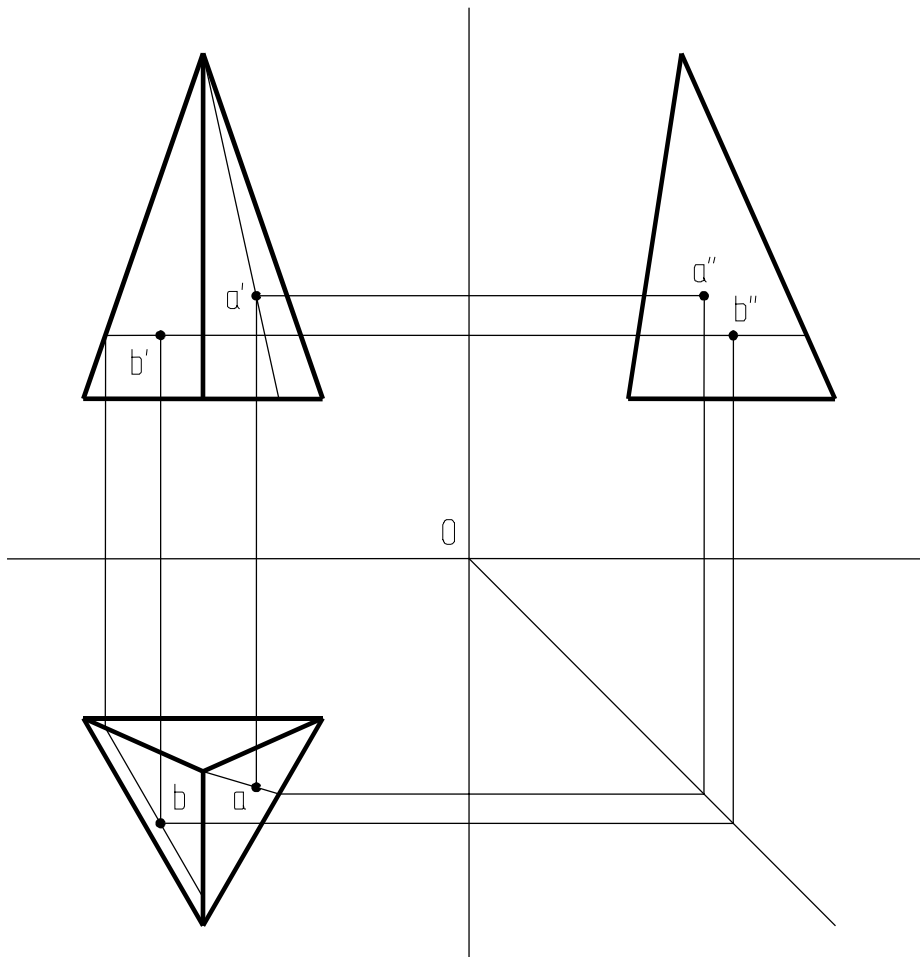


рис. 26

Постройте самостоятельно 3D узлы в точках А, В и дополнительно в вершине пирамиды и проекции вершины на основание. Отобразите рабочие плоскости в окне 3D сцены.

Для построения профиля треугольного основания создадим штриховку. Откажитесь от автоматического поиска контура и задайте контур штриховки по вершинам треугольника. Создайте профиль основания пирамиды, выбрав штриховку и проекцию 3D узла на виде спереди (рис. 27). Профиль займет положение по высоте, определенное по фронтальной проекции.

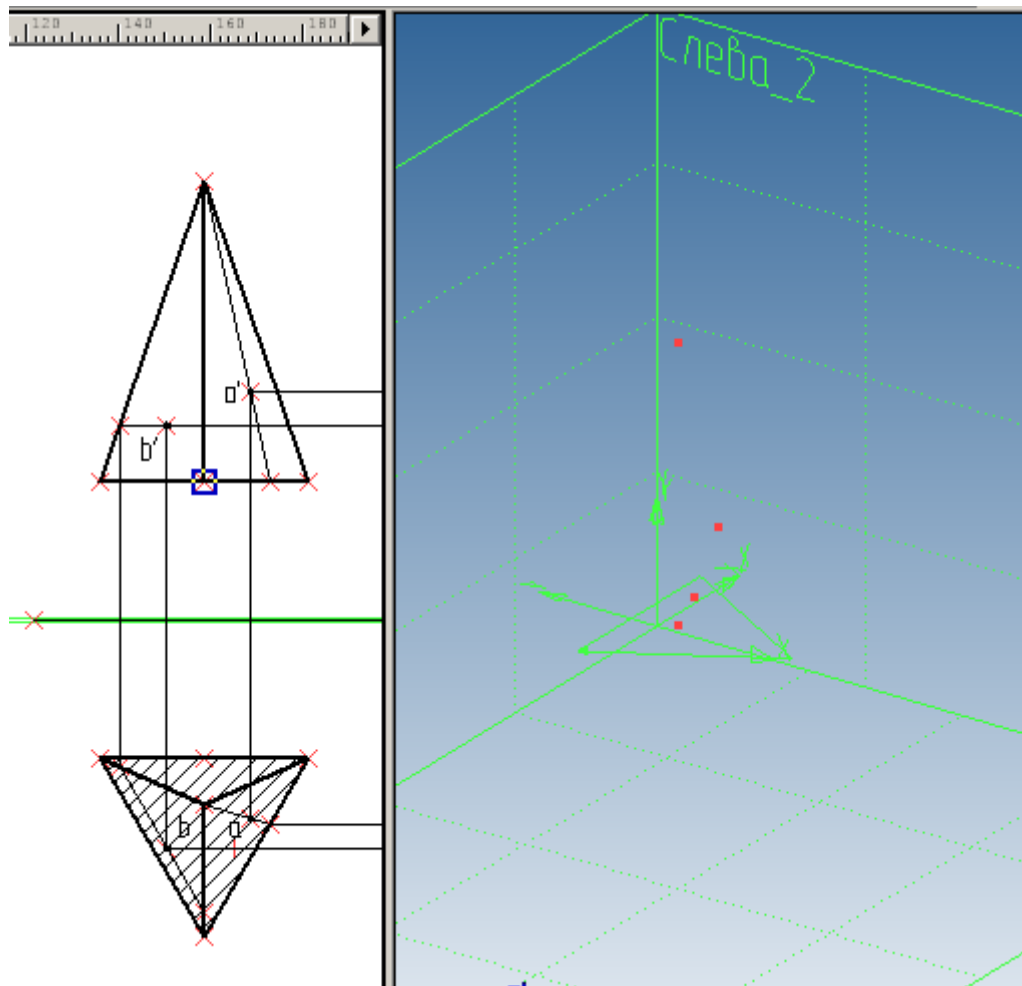




рис. 27

Для создания тела пирамиды воспользуемся командой «Тело по сечениям» (пункт Меню «Операции»,  По сечениям). В автоменю команды (рис. 28) активна опция выбрать сечения и дополнительная опция выбора профиля в качестве сечения (нажатая пиктограмма ). Выберем профиль основания в качестве первого сечения пирамиды.

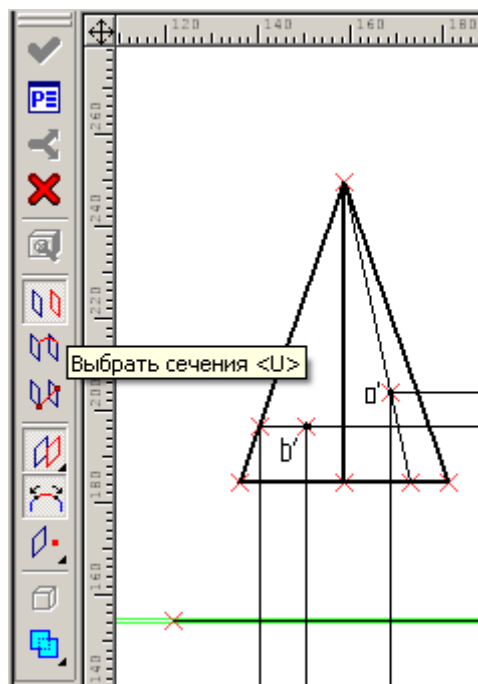



рис. 28

Второе сечение будет вырожденным в точку (в вершине пирамиды), поэтому для выбора вершины активируем опцию  «выбрать 3D точку». Подтверждаем выбор нажатием на зеленую галочку и создаем пирамиду (рис. 29).

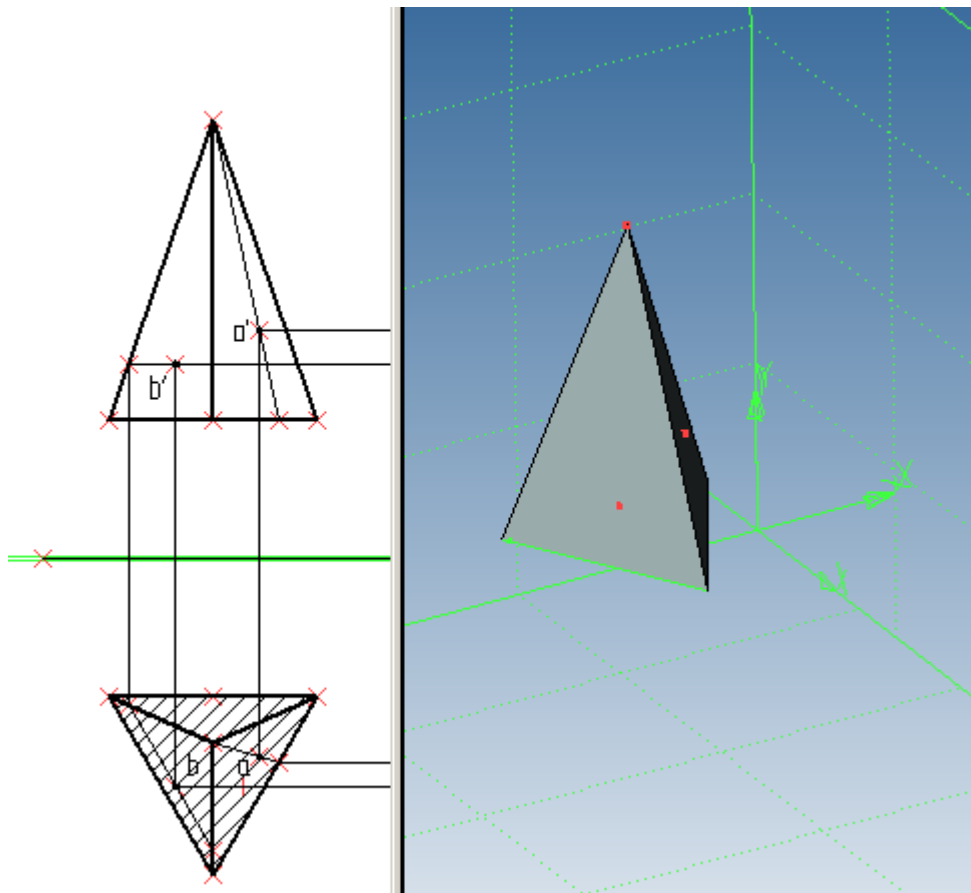
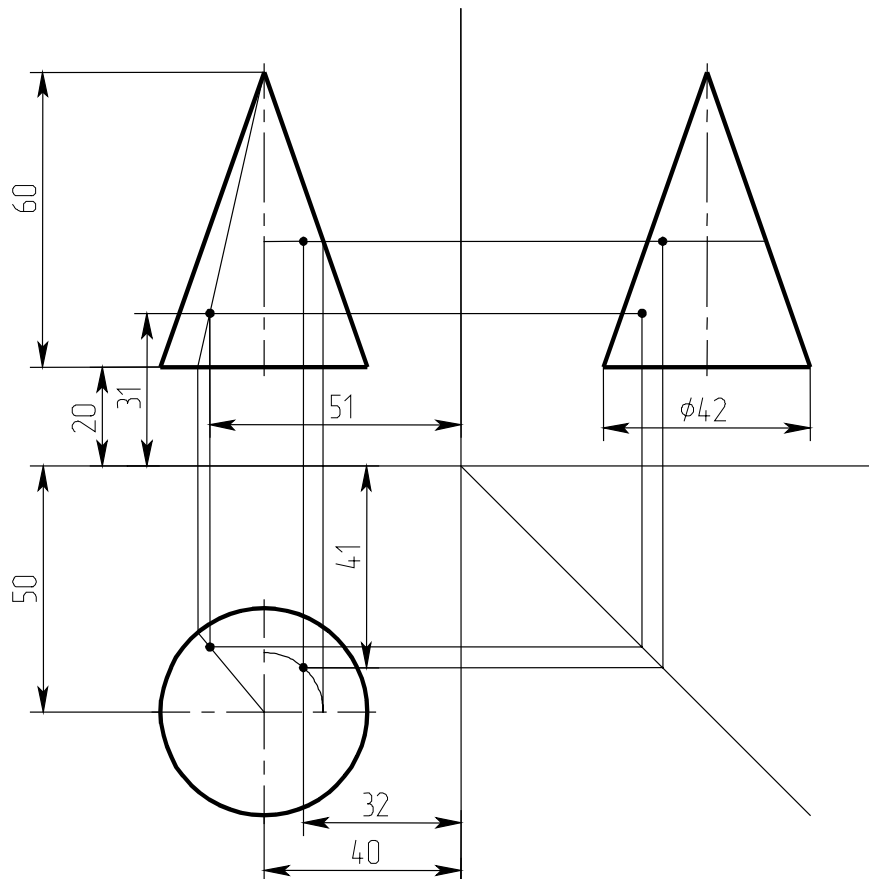
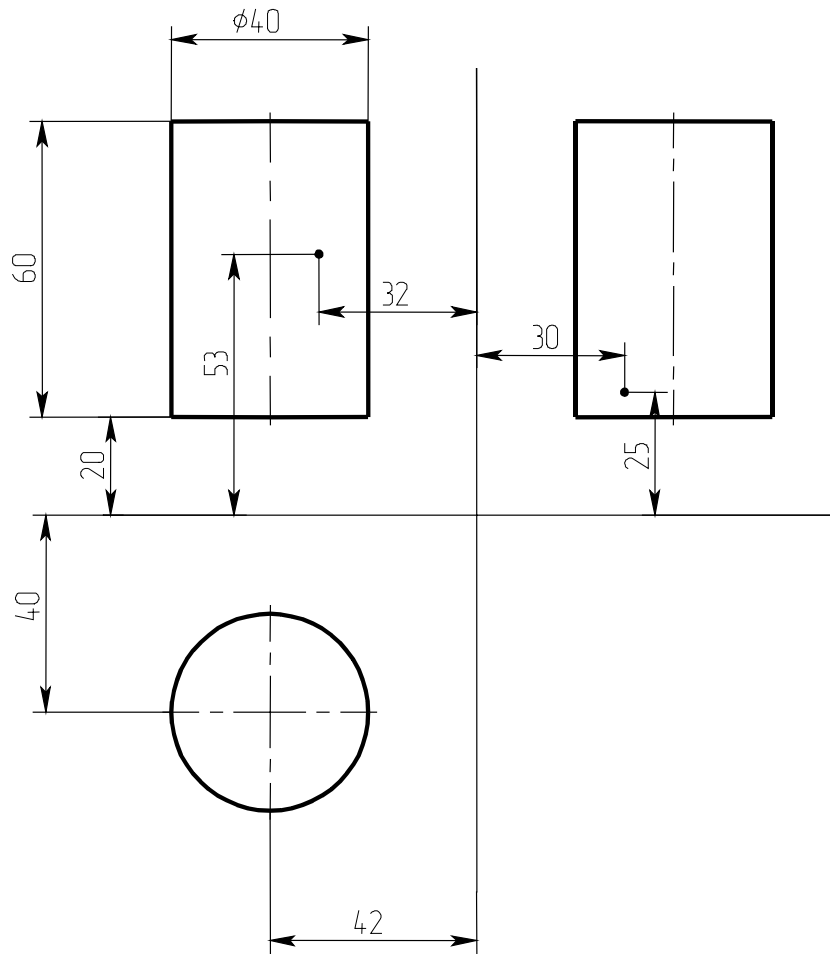


рис. 29

Создайте самостоятельно изометрию пирамиды.



Далее перечертите три проекции цилиндра и конуса (проекции должны меняться связанно), постройте принадлежащие поверхностям точки А, В и выполните изометрию.



Лабораторная работа 8

Выполнить проекции группы геометрических тел и изометрию

Указания к выполнению работы:

Постройте развертку плоскостей проекций на Странице1. На этой странице допустимо выполнять вспомогательные построения, определяющие размеры и положение штриховок – заготовок для 3D профилей и необходимых проекций 3D узлов, а также размеры, полностью определяющие все значимые элементы построения, максимально лаконично и упрощенно, не выполняя сами проекции во всех деталях. После создания в 3D сцене тел, для их проецирования создайте новую страницу (Меню «Настройка», «Страницы...»). На этой странице создайте три стандартные проекции (опция  команды  - создать 2D проекцию). Для отображения невидимых линий установите соответствующую галочку в свойствах проекции (на закладке тип линий) – рис. 1 (по умолчанию снята).

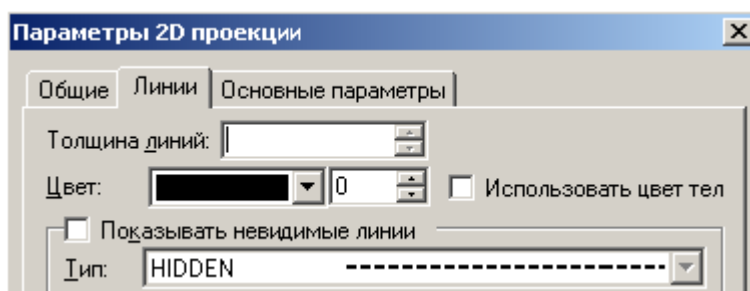



рис. 1

Другой вариант – создайте проекцию «Вид спереди» опцией  «Создать стандартный вид». От этого вида постройте виды, находящиеся в проекционной связи с ним, выбирая курсором вид спереди (за курсором будет следовать синий прямоугольник) и относя курсор вниз для создания вида сверху и вправо для создания вида слева (для создания видов, в проекционной связи с существующими видами, а также разрезов и видов по стрелке, для которых создано обозначение вида или разреза не надо активировать никакую опцию).

Пример выполнения работы показан на рис. 2

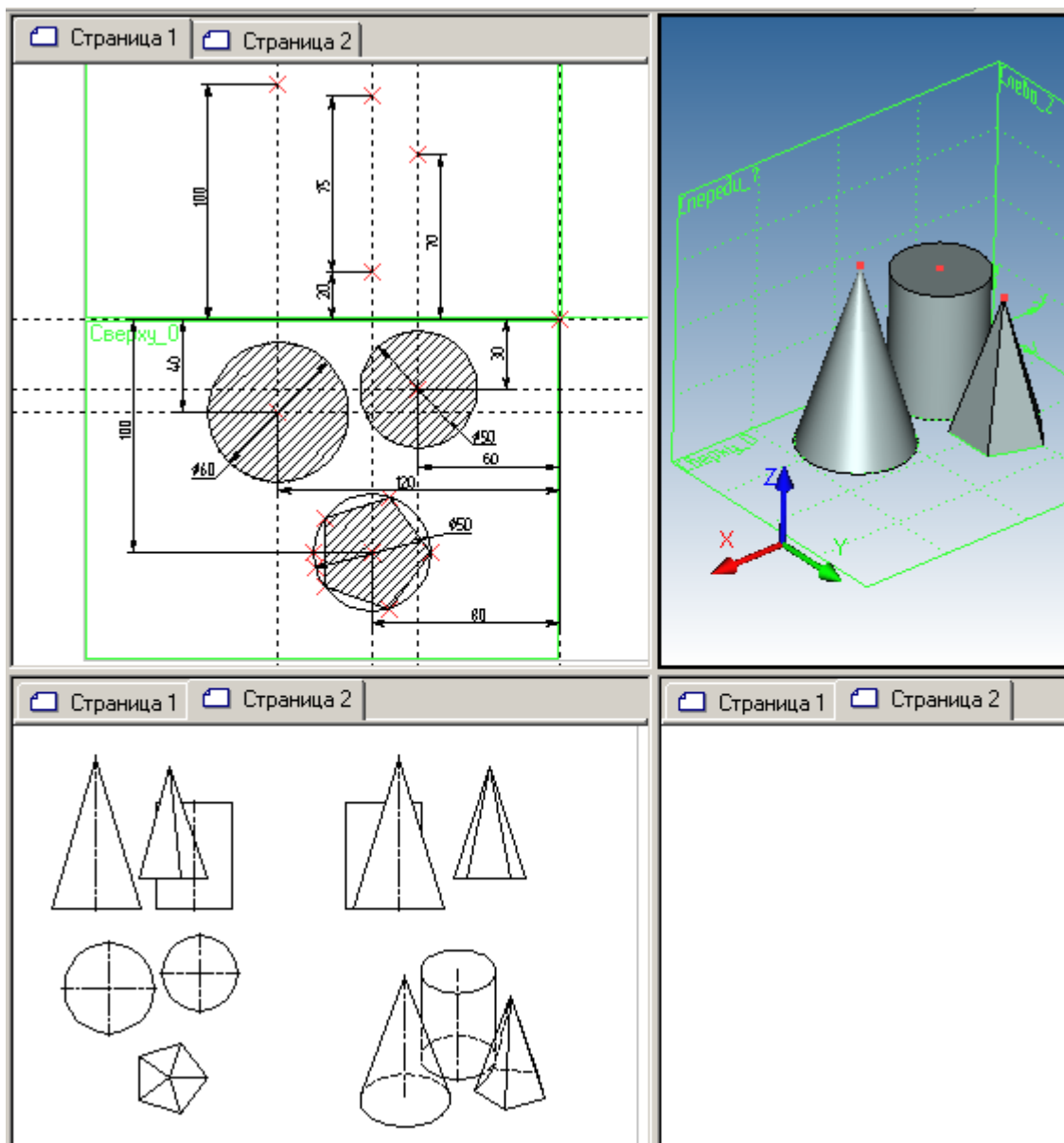
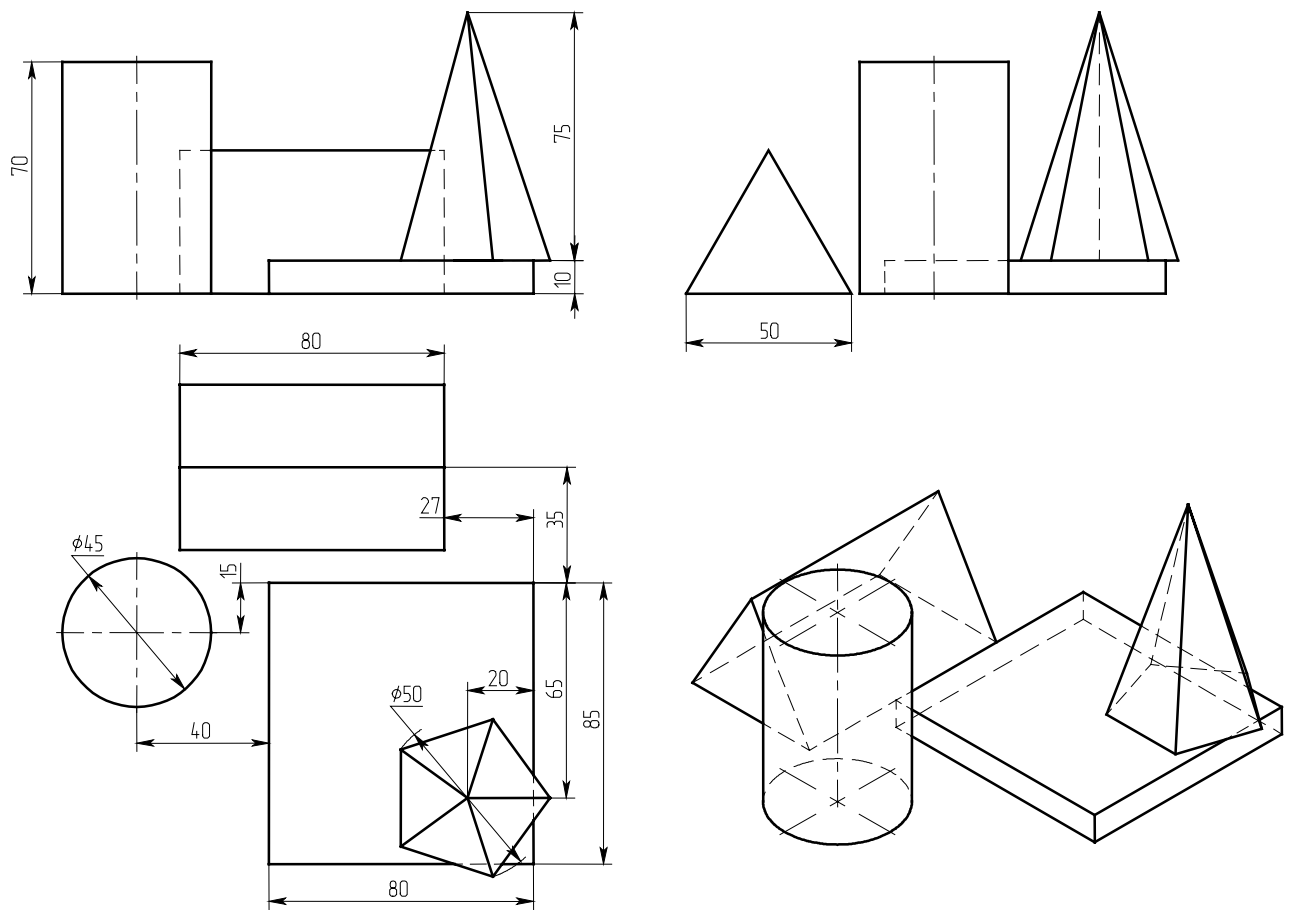
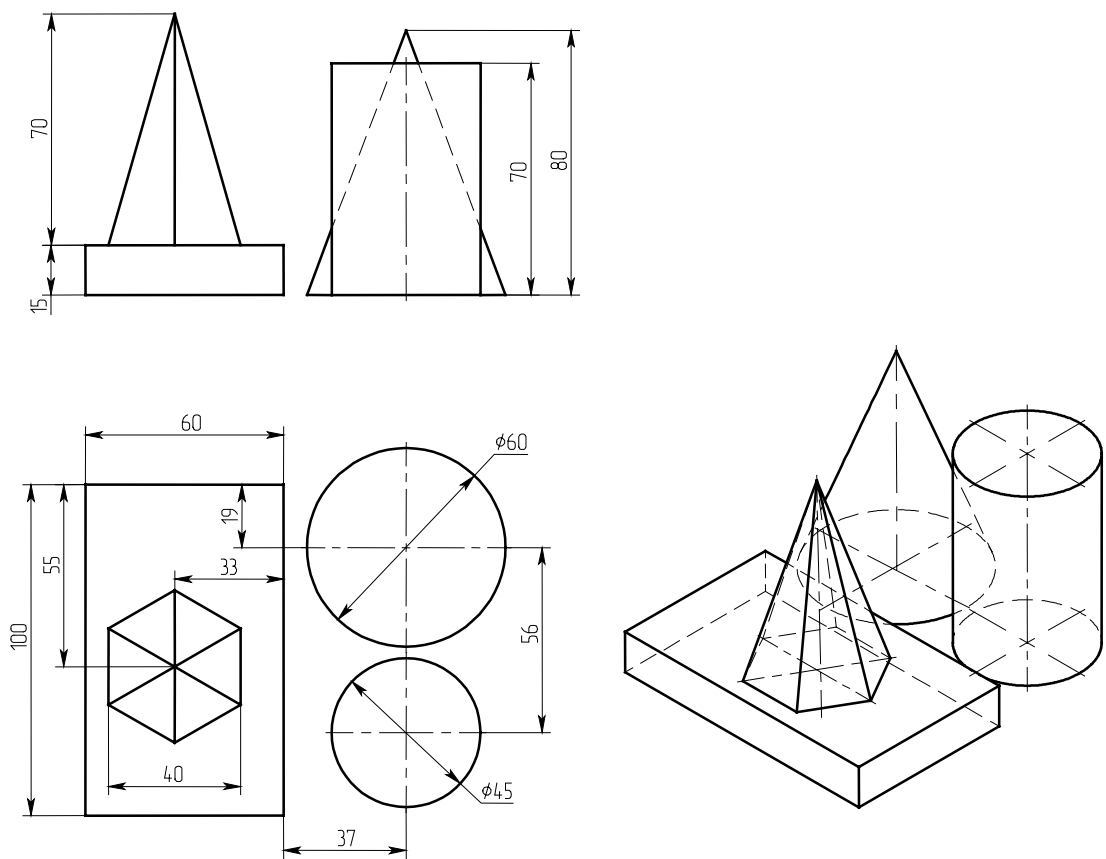


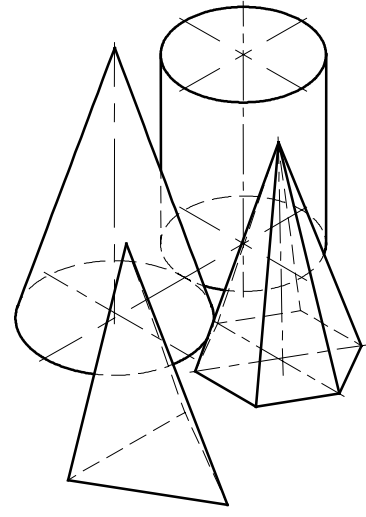
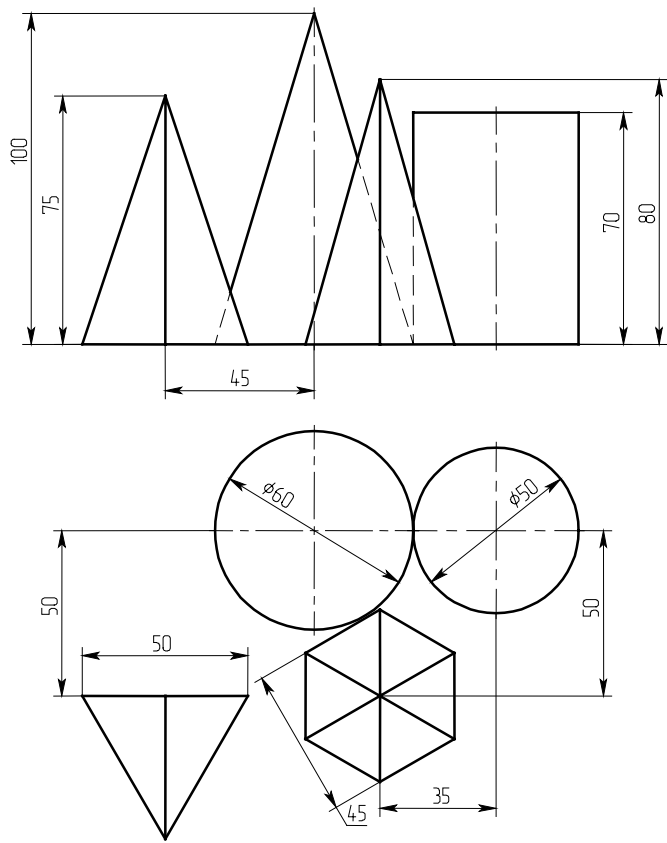
рис. 2



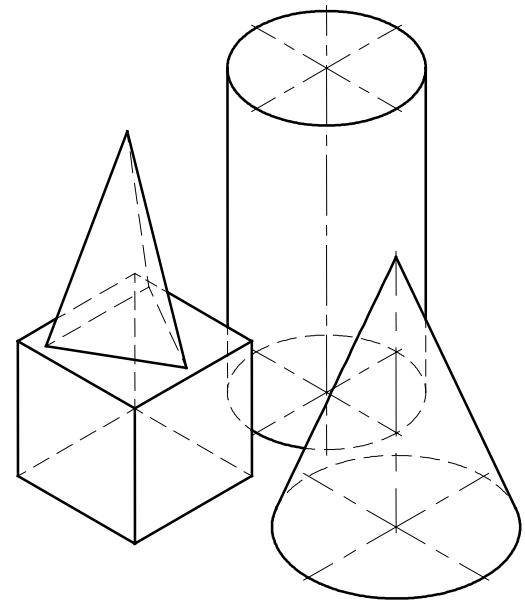
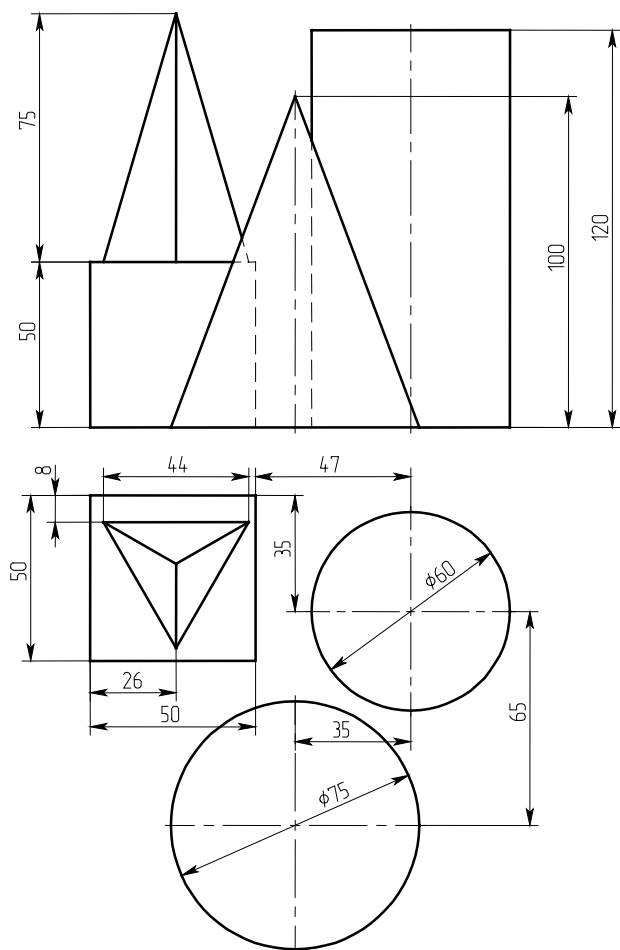
фиг. 1



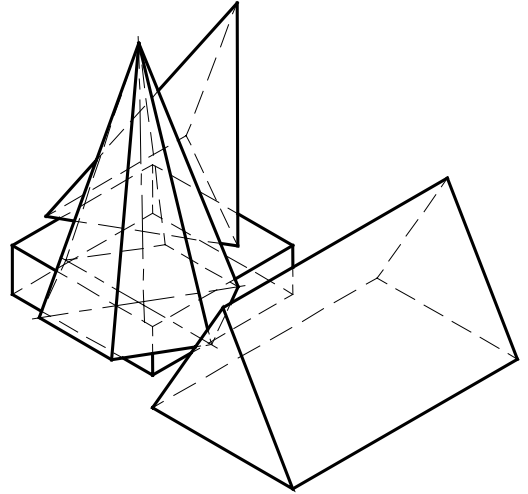
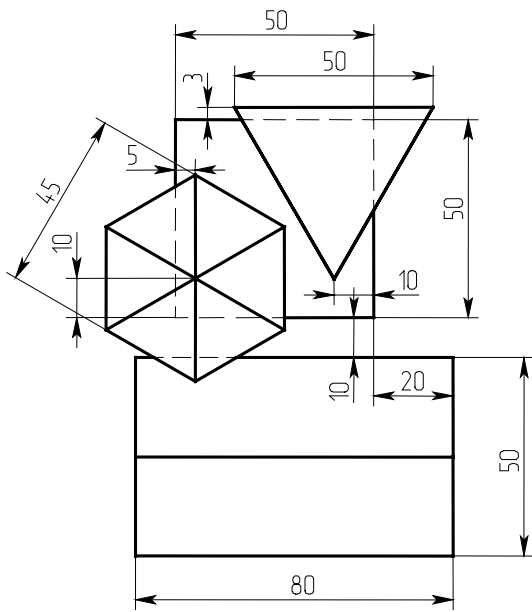
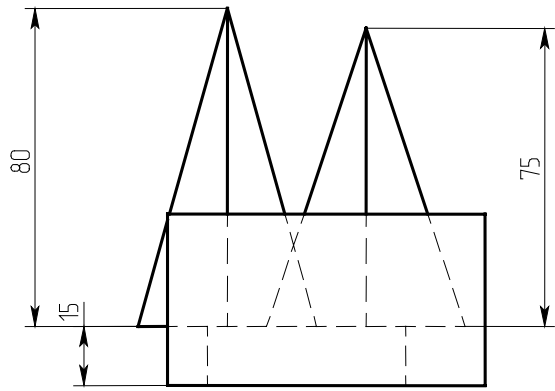
фиг. 2



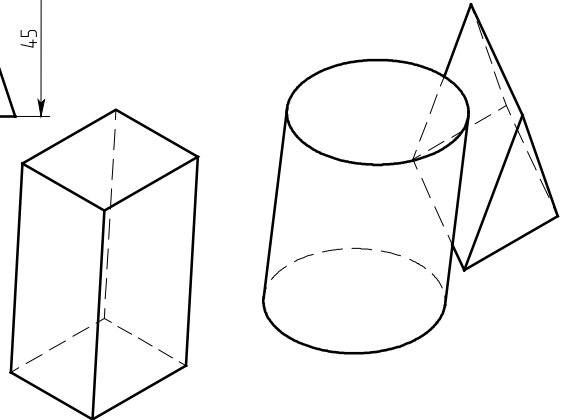
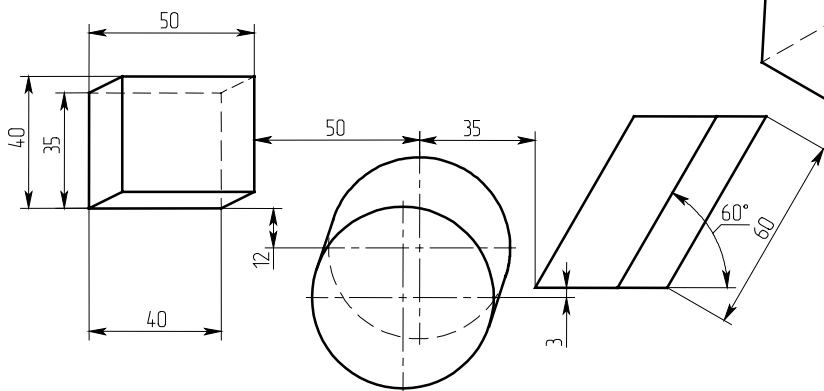
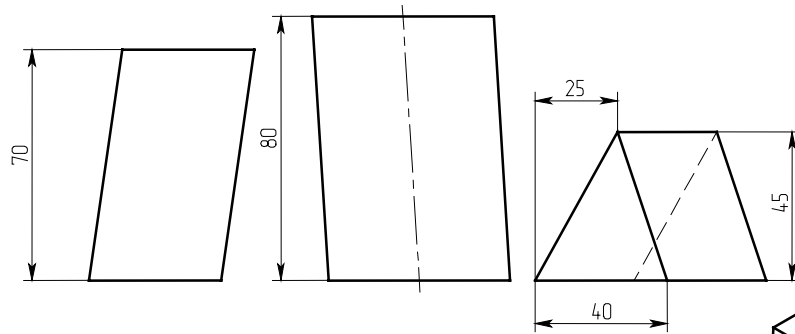
фиг. 3



фиг. 4



фиг. 5



фиг. 6

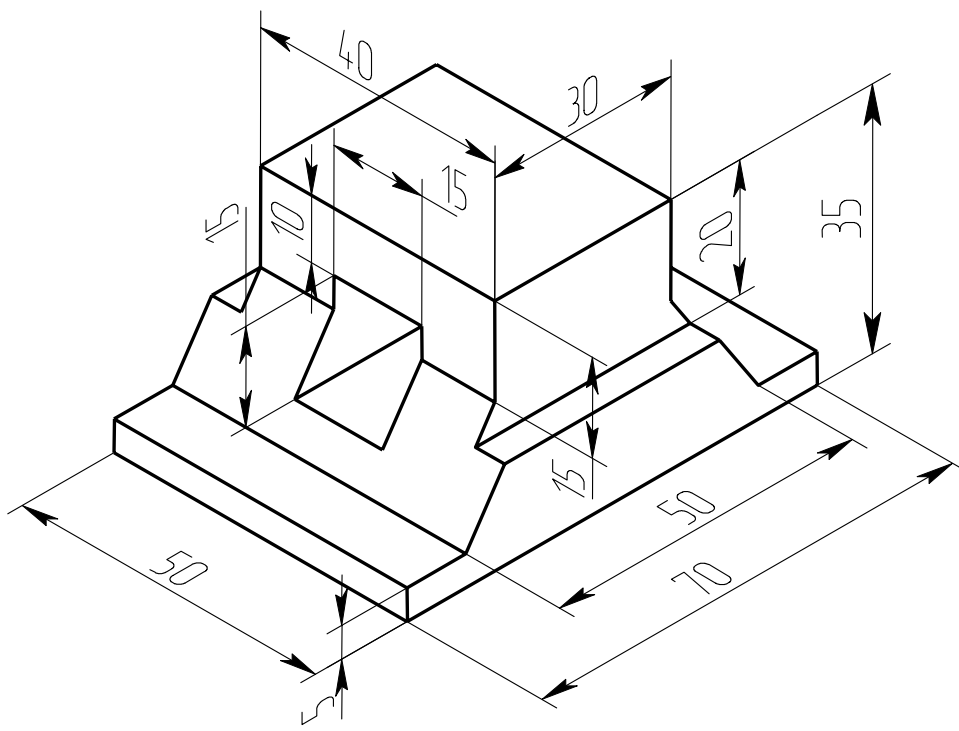
Лабораторная работа 9


Построение объемных тел

Пример выполнения работы

В этом занятии мы построим объемное тело двумя различными способами: уже известным нам способом основываясь на проекциях и непосредственно в пространстве трехмерной модели, что расширит наши возможности построений в трехмерном пространстве.

Сначала построим тело на рисунке первым методом.



Построим на листе чертежа развертку двух рабочих плоскостей: вида спереди и слева. Перед выбором центральной точки привязки плоскостей вы можете задать свойства создаваемых плоскостей, для этого нажмите <P> или щелкните  в автоменю и установите галочки «Показывать на 3D виде» и «По умолчанию» (рис. 1).

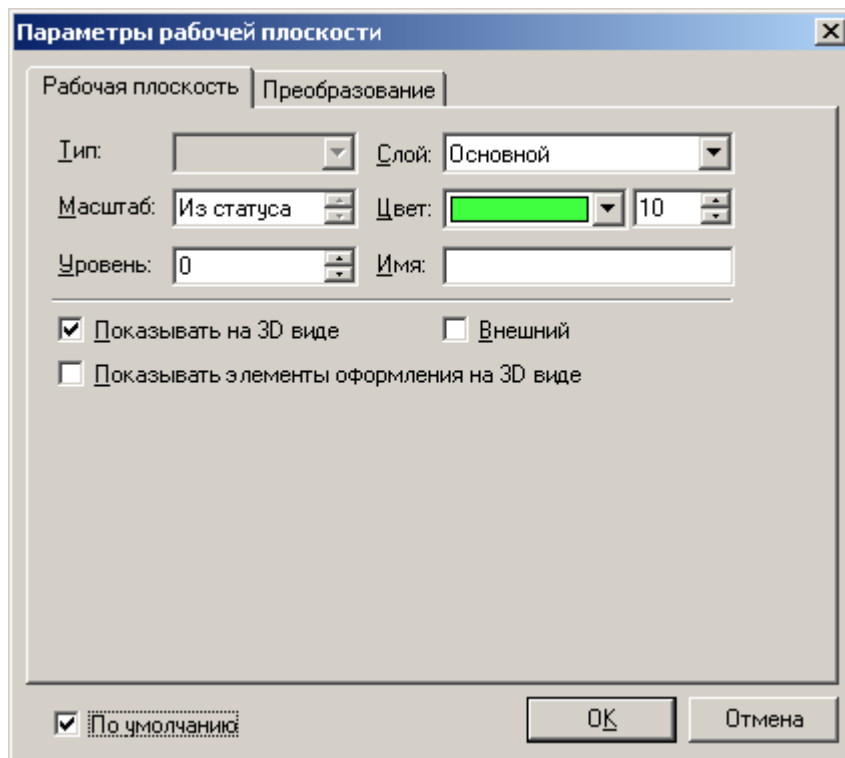


рис. 1

Построим проекцию детали на виде спереди. Отложим от координатных осей плоскостей базовые оси симметрии детали и основываясь на них построим контур проекции (откладывая элементы в направлении задания размеров).

Построим в проекционной связи вид слева (рис 2).

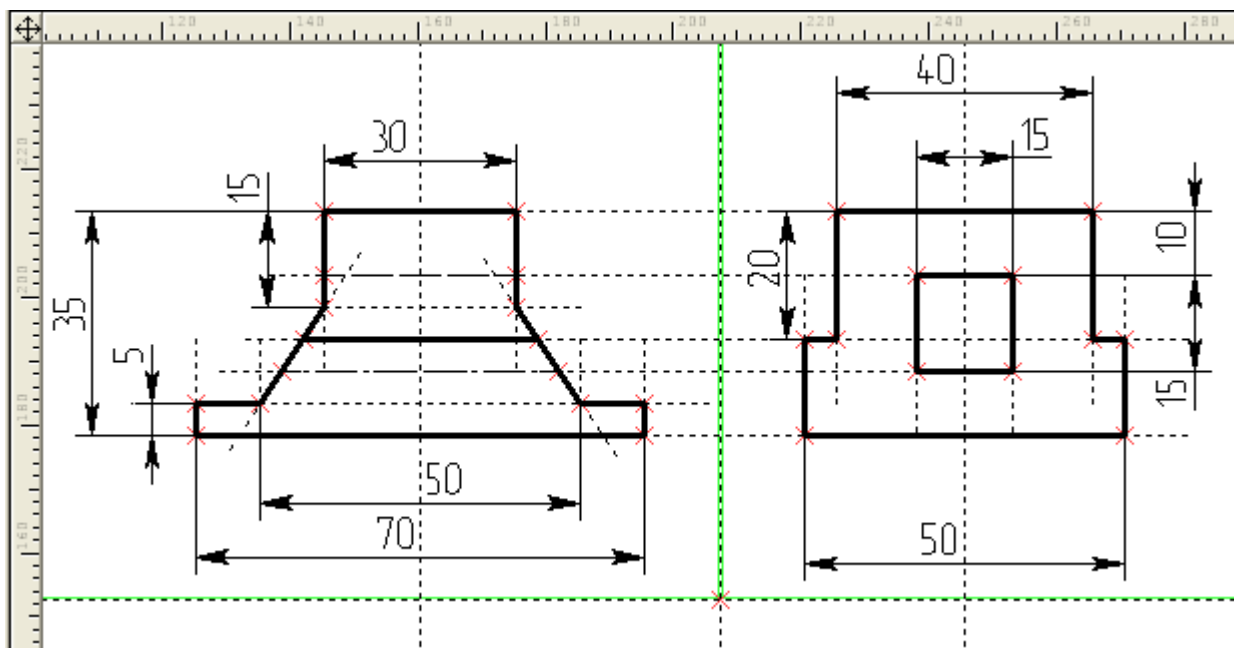


рис. 2

Теперь создадим три 3D узла для привязки контуров профилей в пространстве и определения направления и величины выталкивания, используя опцию «по двум проекциям» команды <3N> по 2D узлам, указанным на рис. 3 (создадим недостающие 2D узлы командой <N> в середине нижней грани).

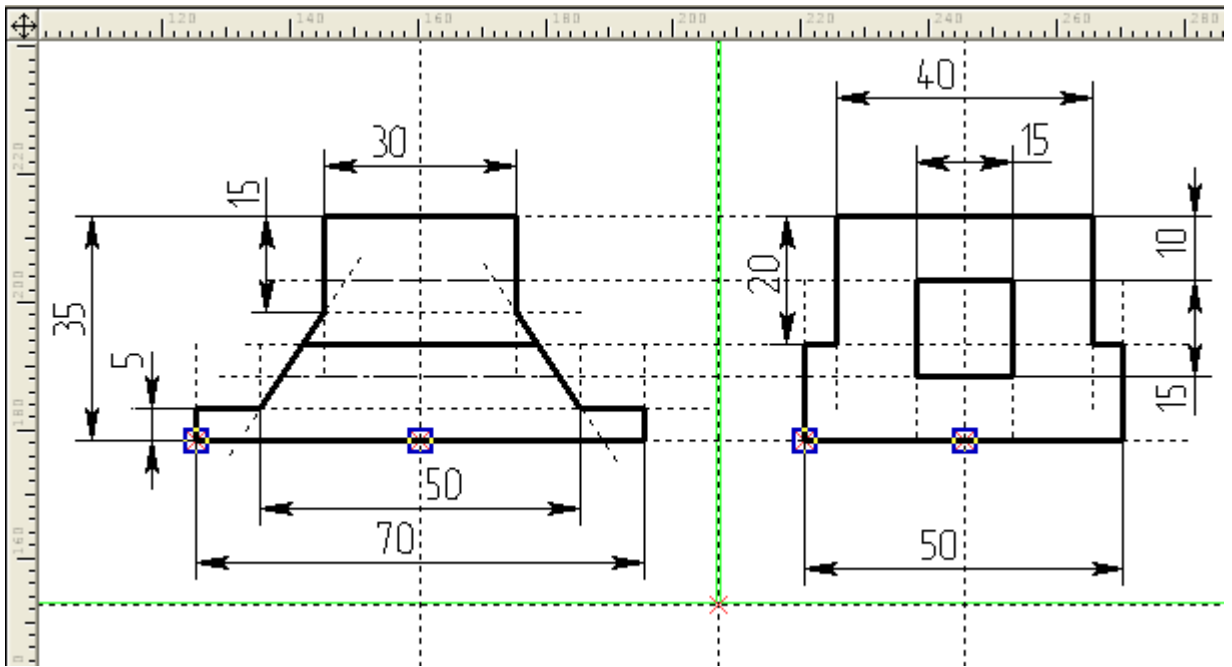


рис. 3

Указываем проекции первого узла (рис. 4)

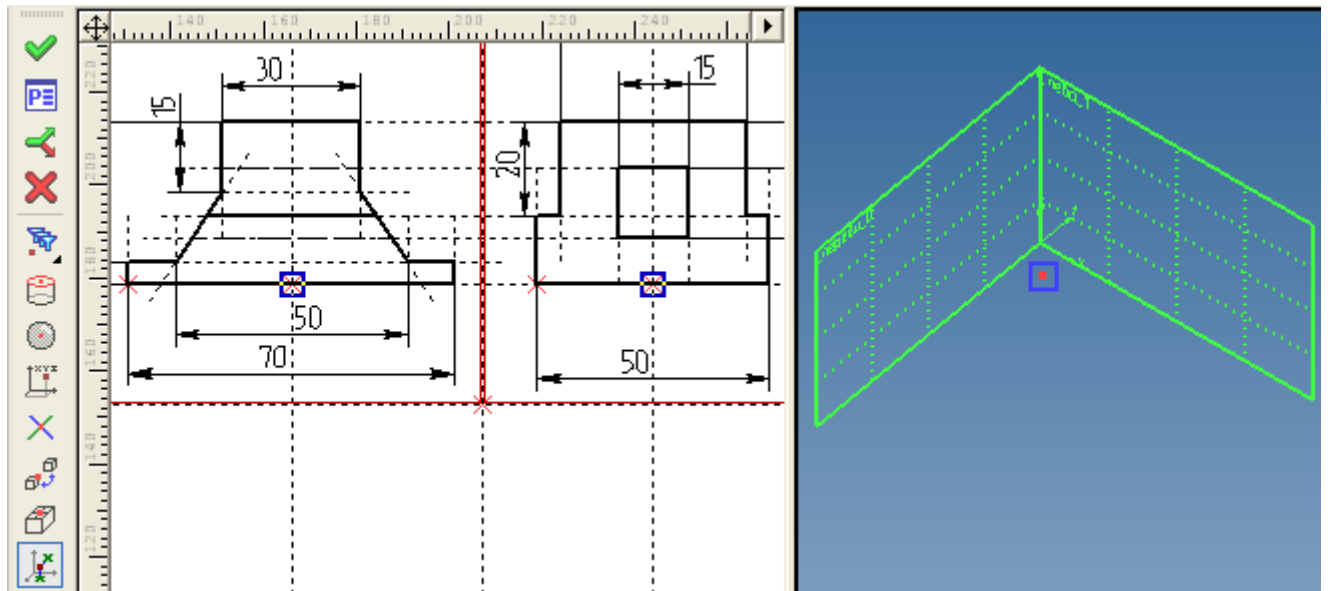


рис. 4

затем второго (рис. 5)

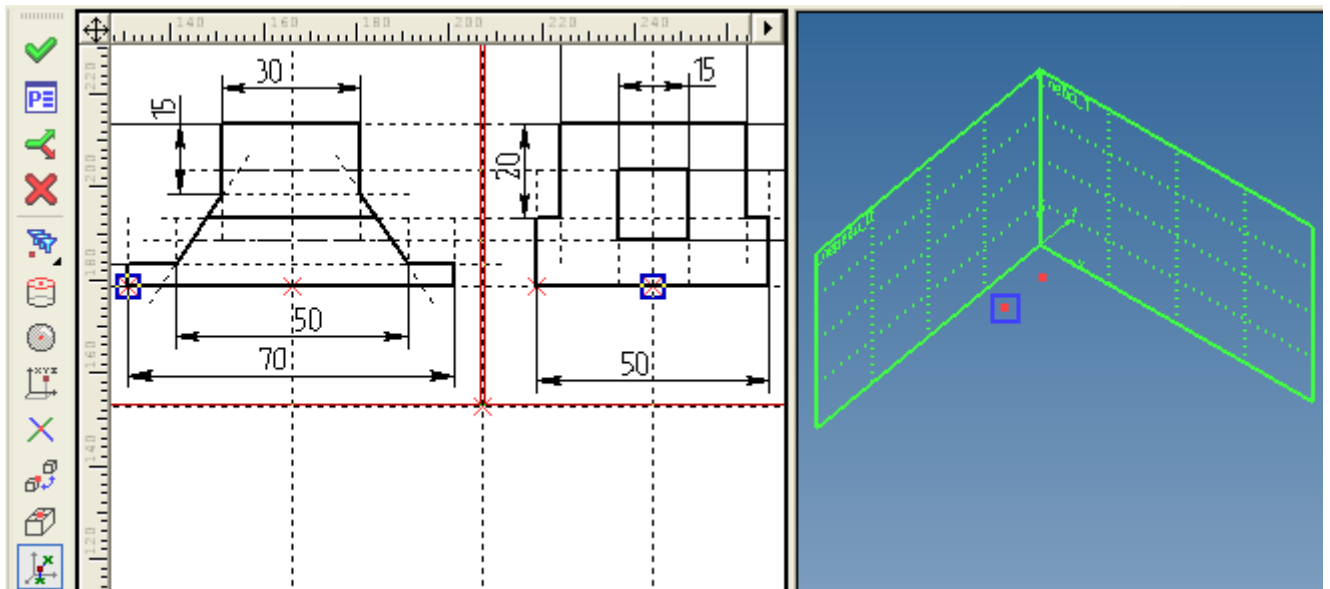


рис. 5

затем третьего (рис. 6).

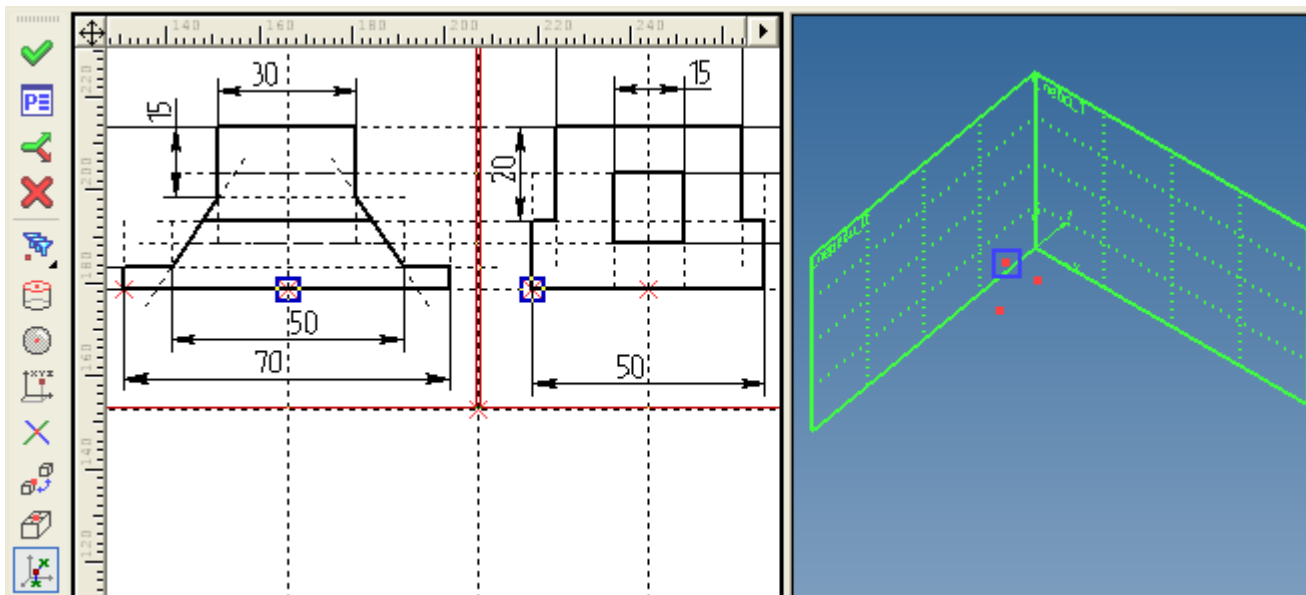


рис. 6

Теперь создаем штриховки для профилей: на виде слева используем автоматический поиск контура, на виде спереди задаем контур вручную (рис. 7).

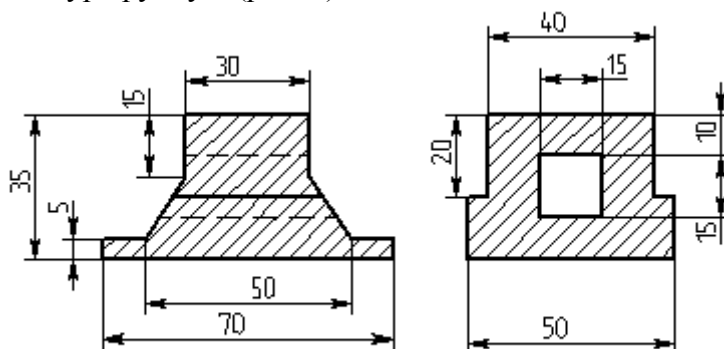


рис. 7

При создании профилей привязываем оба профиля к первому созданному нами узлу (рис. 8).

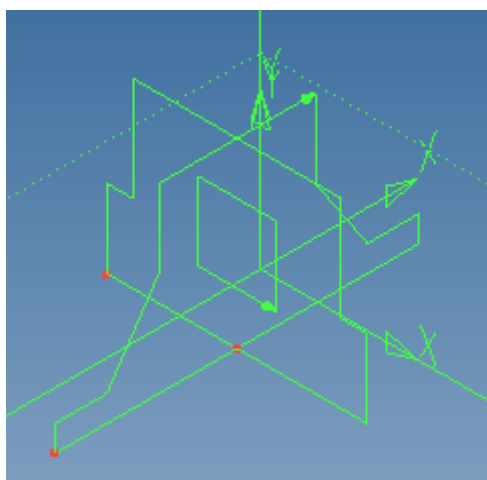


рис. 8

Выполним выталкивание первого профиля: в команде «Создать выталкивание» выбираем профиль «вид слева». Устанавливаем следующие опции выталкивания: «Выбрать первую точку выталкивания», выбираем точку на рис. 9, затем вторую точку (рис. 10)

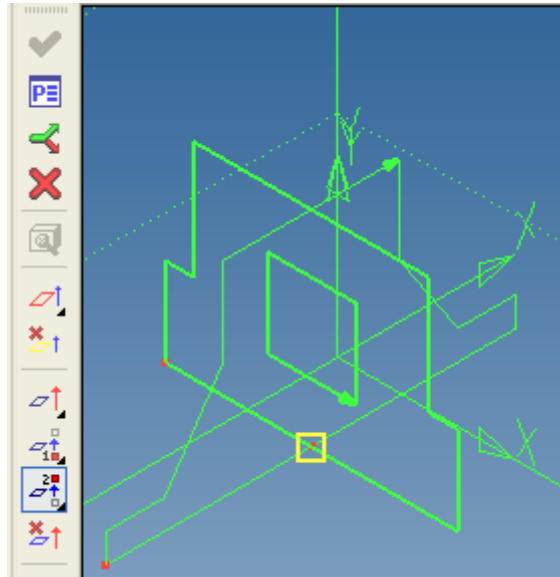


рис. 9

и из списка «В обратном направлении» в окне параметров операции выбираем «Симметрично» (рис. 10).

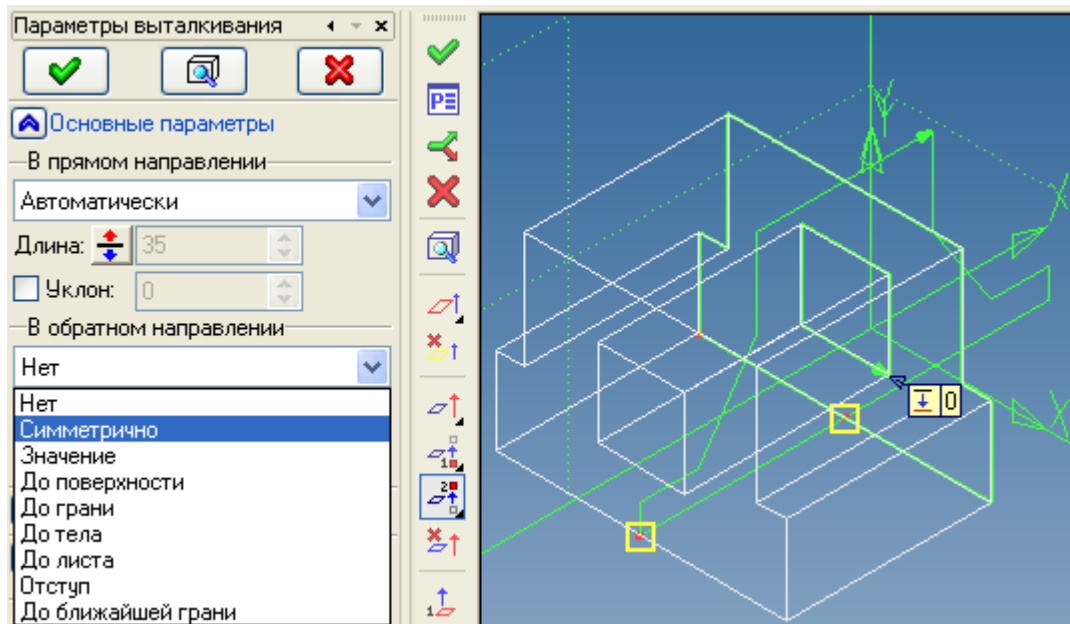


рис. 10

Результат выталкивания на рис. 11.

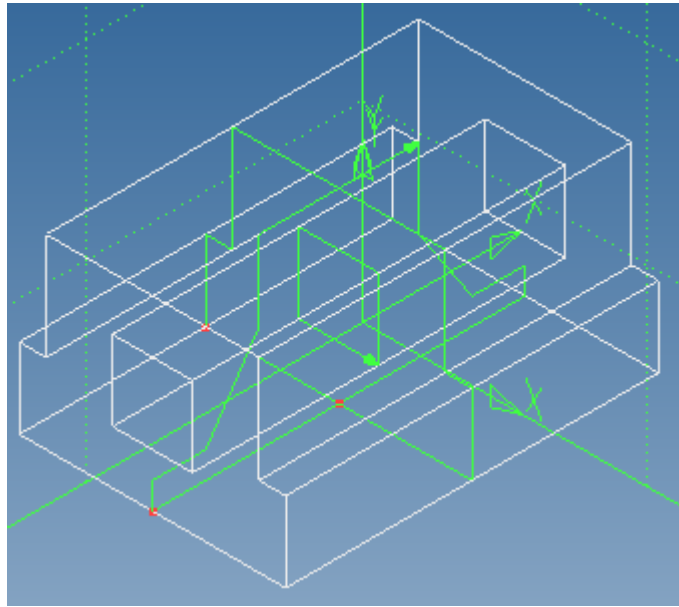


рис. 11

Команда выталкивание перешла в режим ожидания ввода следующего профиля – выбираем второй профиль, указываем точки начала и конца выталкивания (рис. 12).

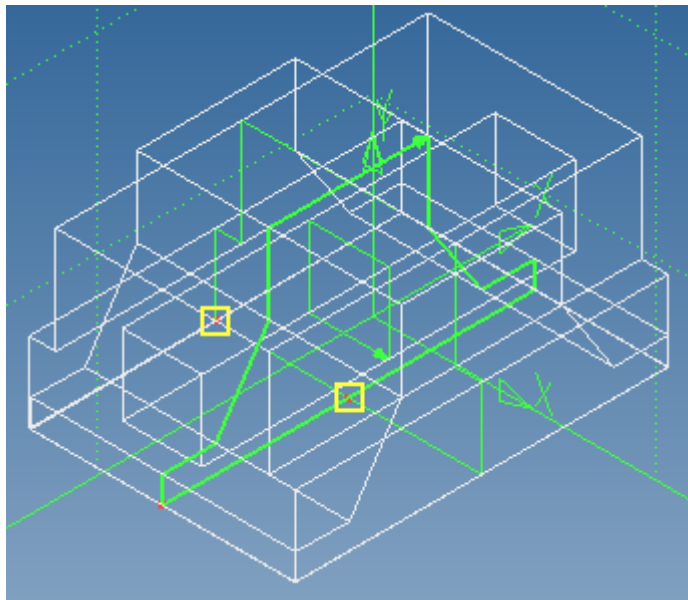


рис. 12

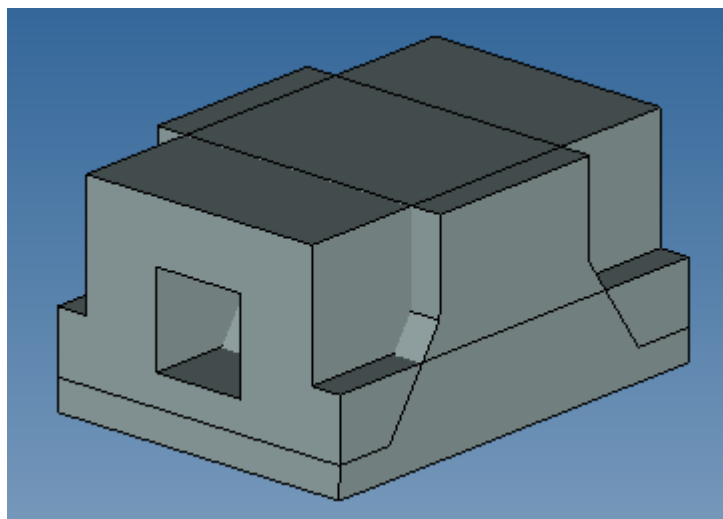



рис. 13

Для завершения детали найдем общий объем текущего и предыдущего выталкивания используя булеву операцию (пиктограмма  на панели инструментов): результат пересечения на рис. 14.

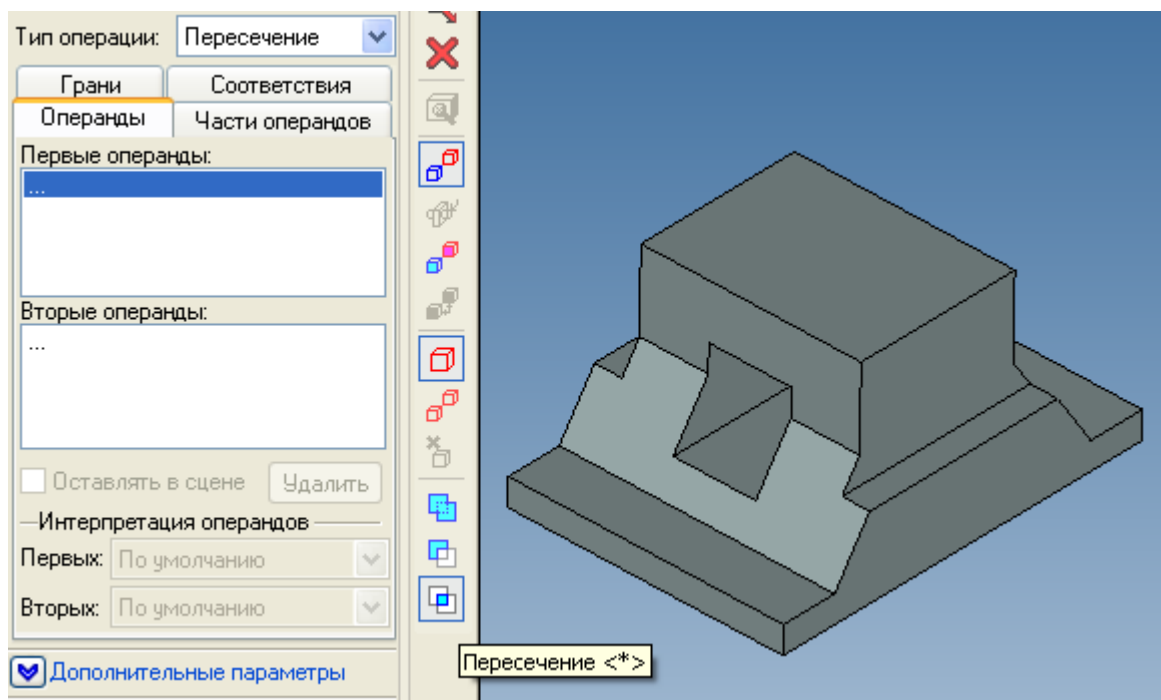

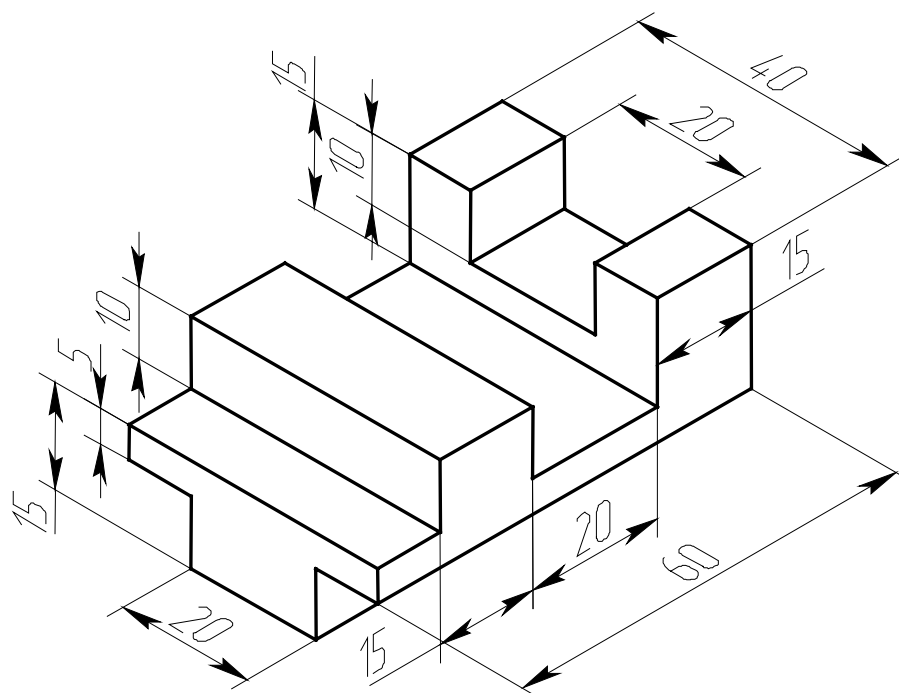


рис. 14

Мы видели, т.о., что для создания сложных тел необходимо комбинировать простые тела, созданные за одну операцию, с помощью булевых операций, которые находят: сумму объемов (сложение тел), разность объемов (вычитание тел) или общий объем (пересечение тел). В предыдущем примере мы создали тело с помощью двух выталкиваний и одной булевой операции.

Для проверки построения попробуйте менять размеры на проекциях в 2D окне и следите за изменениями детали в 3D окне (нажимайте на пересчет модели ).

Вторую деталь выполним в пространстве модели.



Создадим новую 3D модель (Меню «Файл», «Новая 3D модель»), откроется окно 3D сцены с созданными в нем стандартными рабочими плоскостями. Создание детали начинаем с вычерчивания профиля на виде спереди (обратите внимание, что профиль содержит проекцию наружного контура детали, а не проекцию всей детали). Выбираем правой кнопкой мыши плоскость «Вид спереди» и в контекстном меню выбираем пункт «Чертить на плоскости». Сначала наносим перекрестье базовых линий в точке 0,0 плоскости. Основываясь на этих базах строим контур профиля (рис. 15).

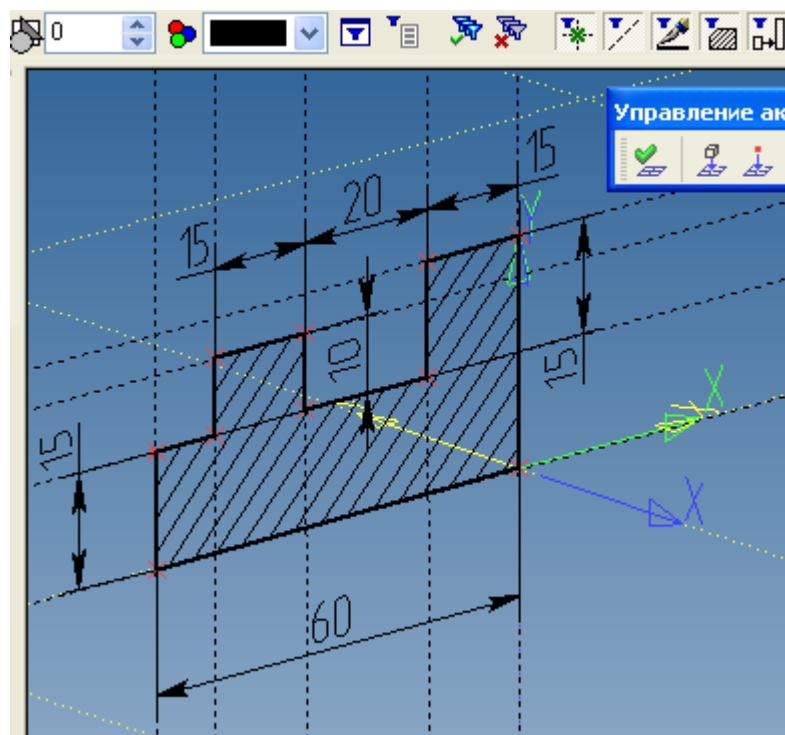


рис. 15

Заметим, что положение некоторых элементов контура на виде слева связано с линиями контура на виде спереди, например, все вертикальные размеры, кроме размера 5 уже определены на виде спереди. Эти размеры следует спроецировать из плоскости «Вид спереди» на плоскость «Вид слева», чтобы не переопределять модель дублированием построений на разных плоскостях. Для этого нам понадобятся два 3D узла, построенные по 2D узлам в передней плоскости (рис. 16).

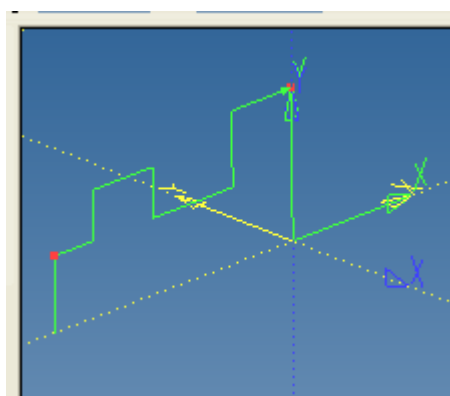


рис. 16

Щелчком правой кнопки мыши в свободном поле 3D окна вызываем контекстное меню, в котором выбираем пункт «Завершить черчение на рабочей плоскости» (рис. 17).

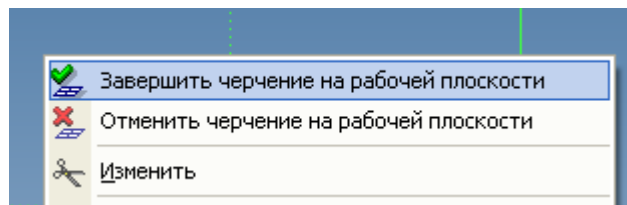


рис. 17

Теперь выберем для черчения плоскость «Вид слева». Ставим базовые оси в точке 0,0. Для дальнейшего построения необходимо спроецировать 3D узлы на текущую плоскость. В панели управления текущей рабочей плоскостью (рис. 18) есть пункт «Спроецировать на рабочую плоскость 3D узел или вершину». При активации этого пункта автоматически активируется кнопка на той же панели, которая позволяет вращать 3D сцену для выбора узлов в режиме черчения на рабочей плоскости.

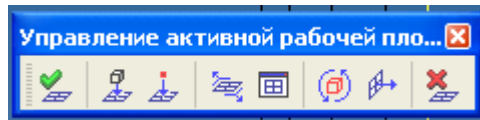


Рис 18

Далее выбираем 3D узлы для проецирования, в качестве проекций 3D узлов на рабочей плоскости создаются 2D узлы, к которым можно привязывать конструктивные линии. Через проекции 2D узлов проводим горизонтали, к которым привязываем зависимые элементы и завершаем контур (рис. 19).

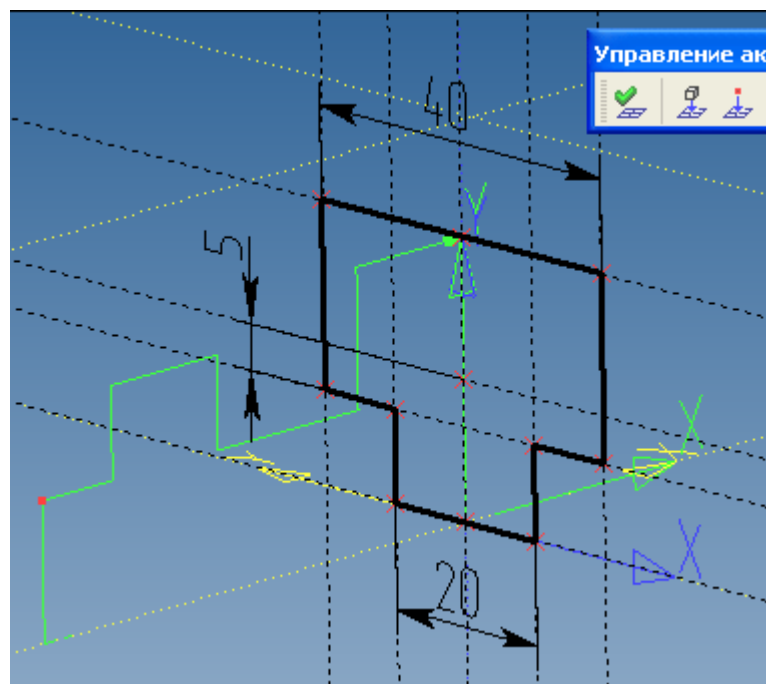


рис. 19

Теперь можно создавать выталкивания, однако для задания величины выталкивания в размер 40/2 нужно создать один узел на плоскости «Вид слева» (рис. 20).

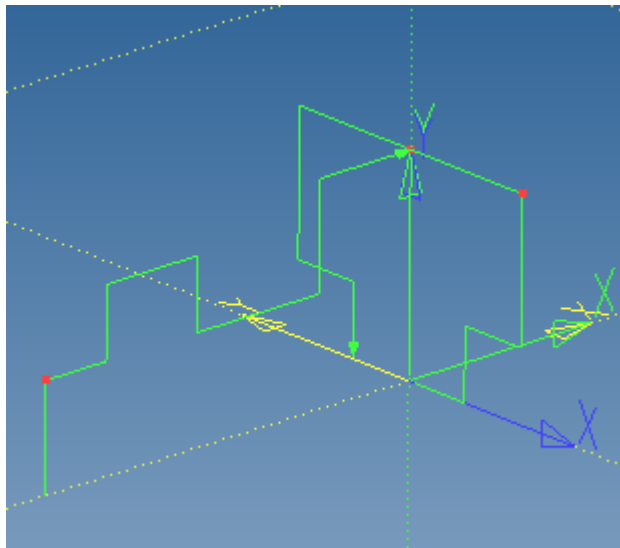



рис. 20

Выталкиваем первый профиль, используя уже известные опции «Выбрать первую точку» и в обратном направлении «Симметрично» (рис. 9-10). Примечание – пиктограмма  имеет в правом нижнем углу зачерненный треугольник – это означает, что если нажать и подержать левую кнопку мыши на этой пиктограмме, то выпадет список фильтров (рис. 21) выбора типов объектов. Установите, например, галочку как на рис. 21, чтобы не выбиралась середина ребра профиля, а выбирался узел.

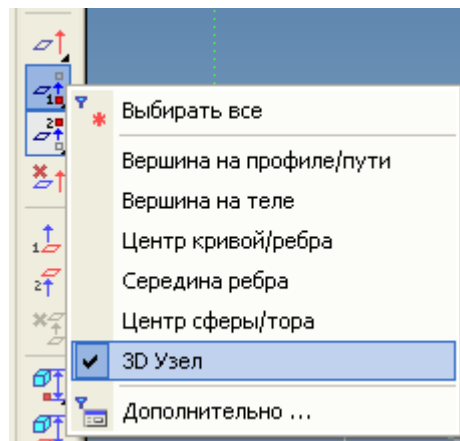


рис. 21

Второе вытакивание выполним с помощью опции «Выбрать точку задания длины вытакивания» (рис. 22).

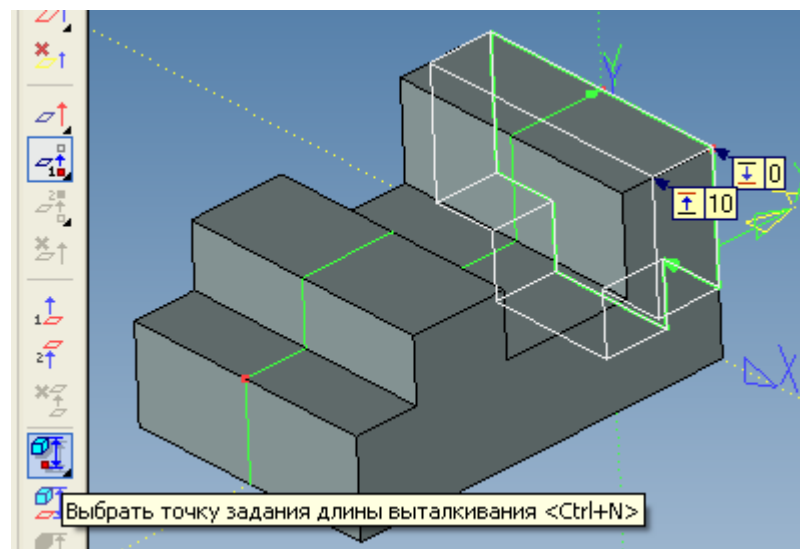


Рис. 22

Выберите узел на рис. 22 и в меню параметров установите отступ 0 (вместо -50 по умолчанию – рис.23).

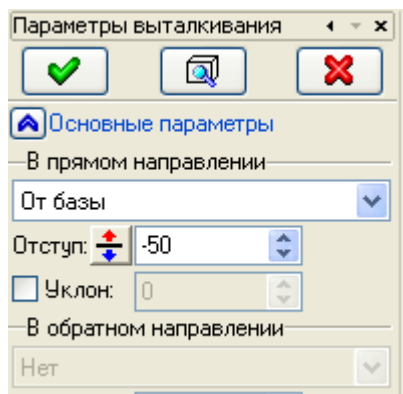


рис. 23

Результат на рис. 24.

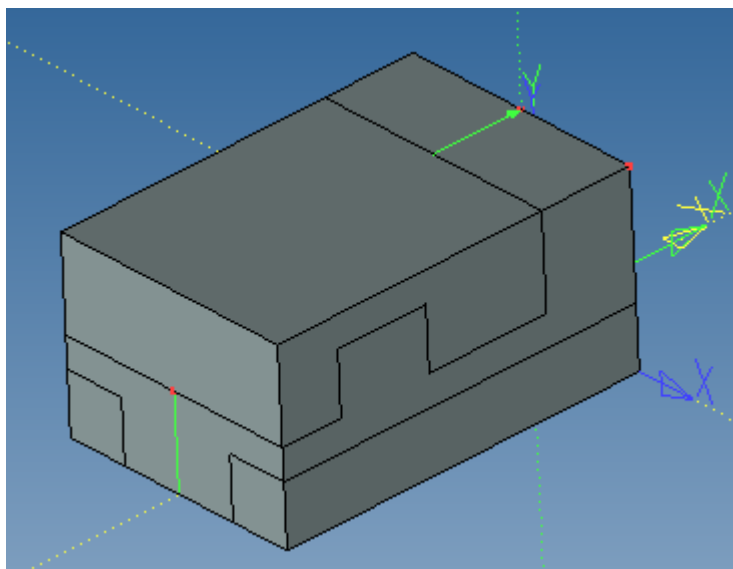
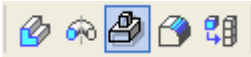


рис. 24

С помощью булевой операции (пиктограмма  на панели инструментов) выполним операцию пересечение (рис. 25).

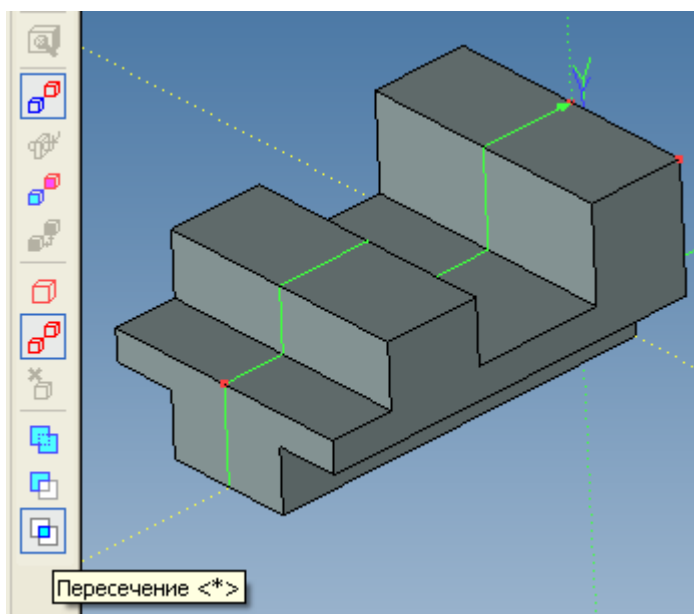


рис. 24

Основание детали теперь готово, осталось доработать вырез 20x10 на задней стенке. Развернем деталь в окне 3D сцены, чтобы была видна задняя грань и щелчком правой кнопки мыши (рис.26)

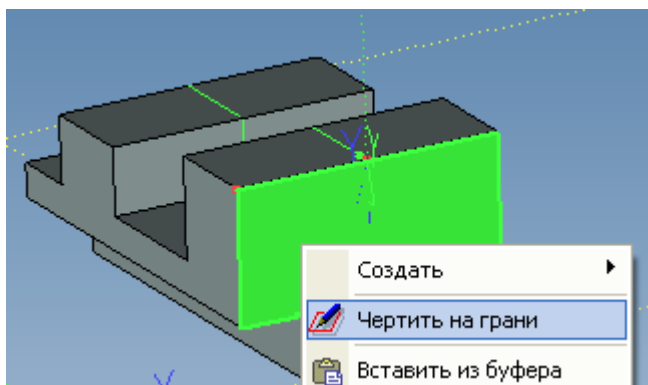



рис. 26

выбираем «Чертить на грани». Система автоматически создает рабочую плоскость на основании выбранной грани и проецирует контур грани на эту плоскость (найдите эту плоскость в дереве модели). Для привязки эскиза к контуру грани надо создать линии построения на основе линий изображения – проекции грани. Для удобства развернем деталь как показано на рис. 27 используя опцию  панели управления рабочей плоскостью. В команде <L> выбираем линии проекции грани и по ним создаются линии построения, завершаем контур профиля (рис. 27).

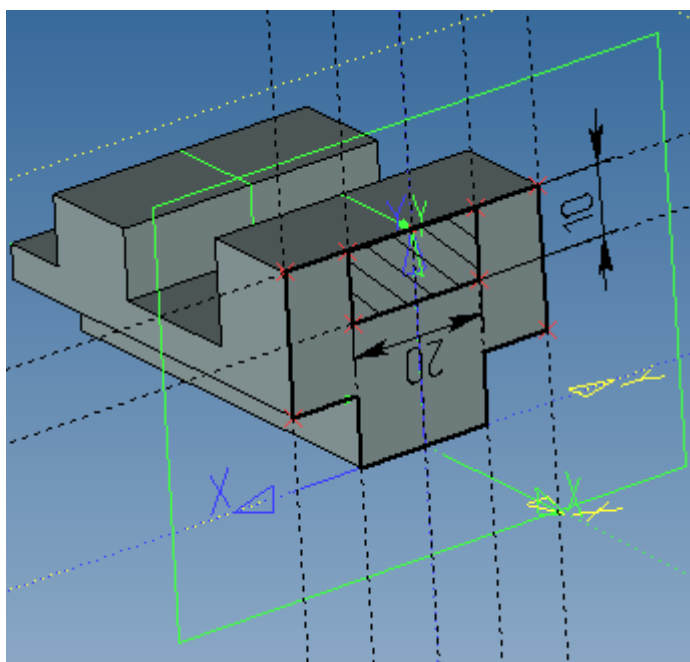


рис. 27

Для выталкивания этого профиля воспользуемся опцией «Выбрать вторую границу выталкивания» (рис. 28).

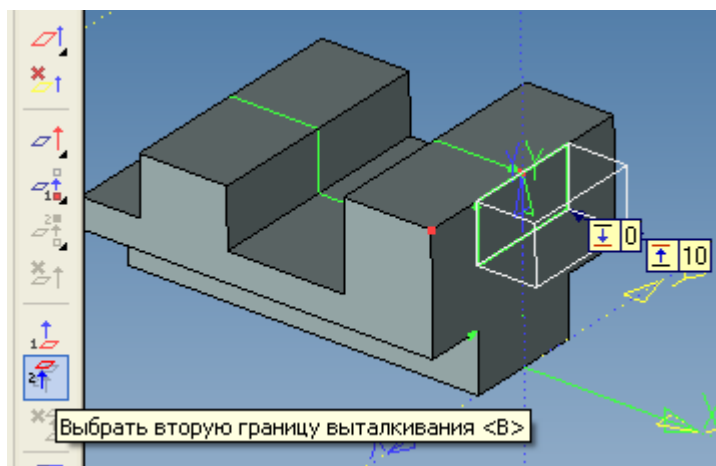


рис. 28

Указываем в качестве границы выталкивания грань на рис. 29 и завершаем команду. Далее вычитаем полученное прямоугольное тело из основания детали.

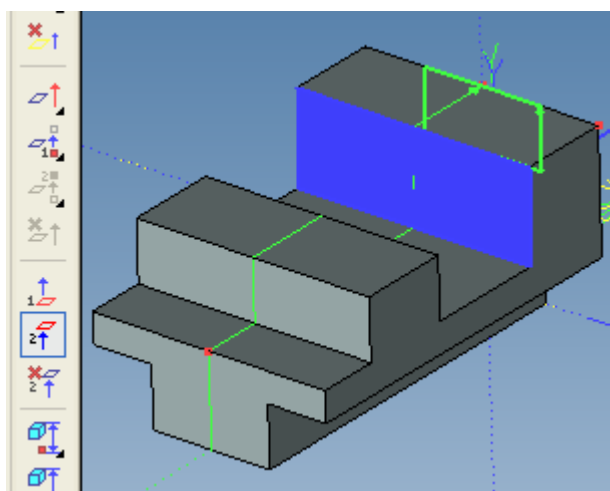


рис. 29

Теперь можно щелкнуть правой кнопкой мыши плоскость «Вид спереди» и в контекстном меню выбрать пункт «Показать размеры в 3D» (рис. 30).

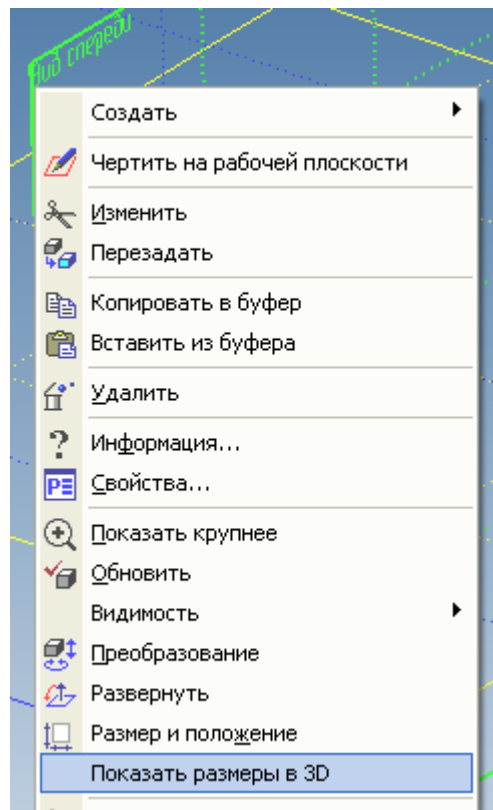


рис. 30

Для изменения значения размера надо щелкнуть правой кнопкой на цифре размера и выбрать пункт «Задать значение» (рис. 31)

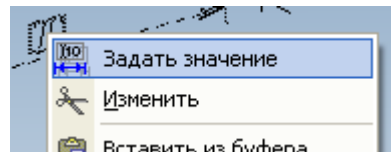


рис. 31

Теперь попробуйте выставить значения размеров как на рис. 32.

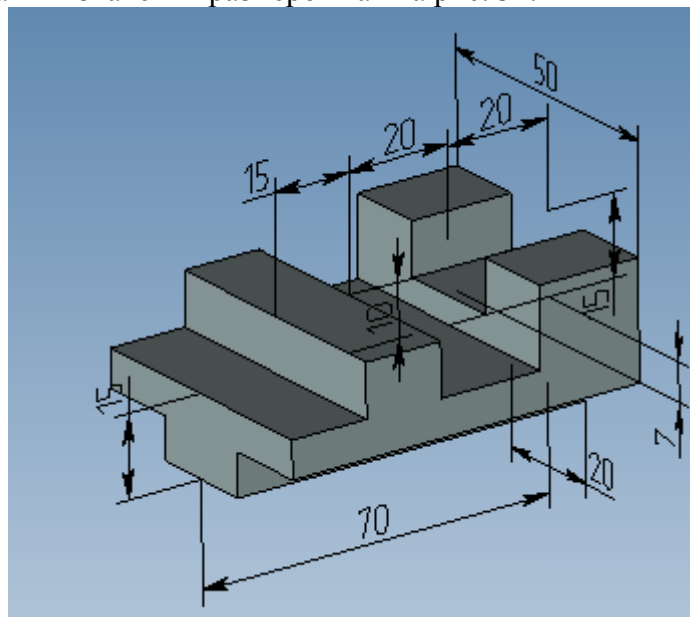


рис. 32

Если построение выполнено правильно, должен получиться тот же результат.

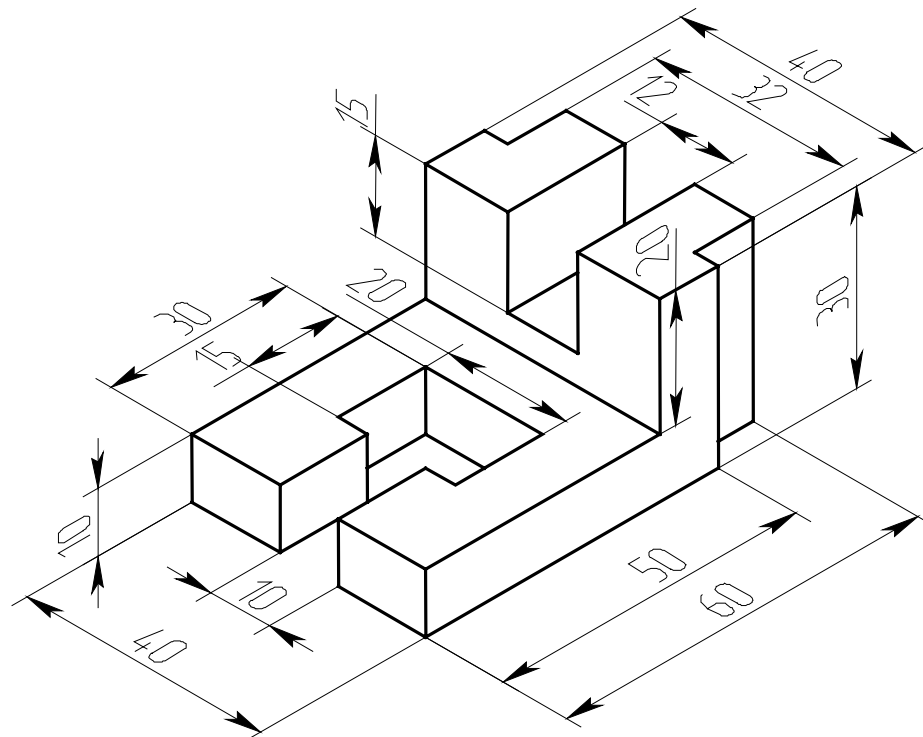
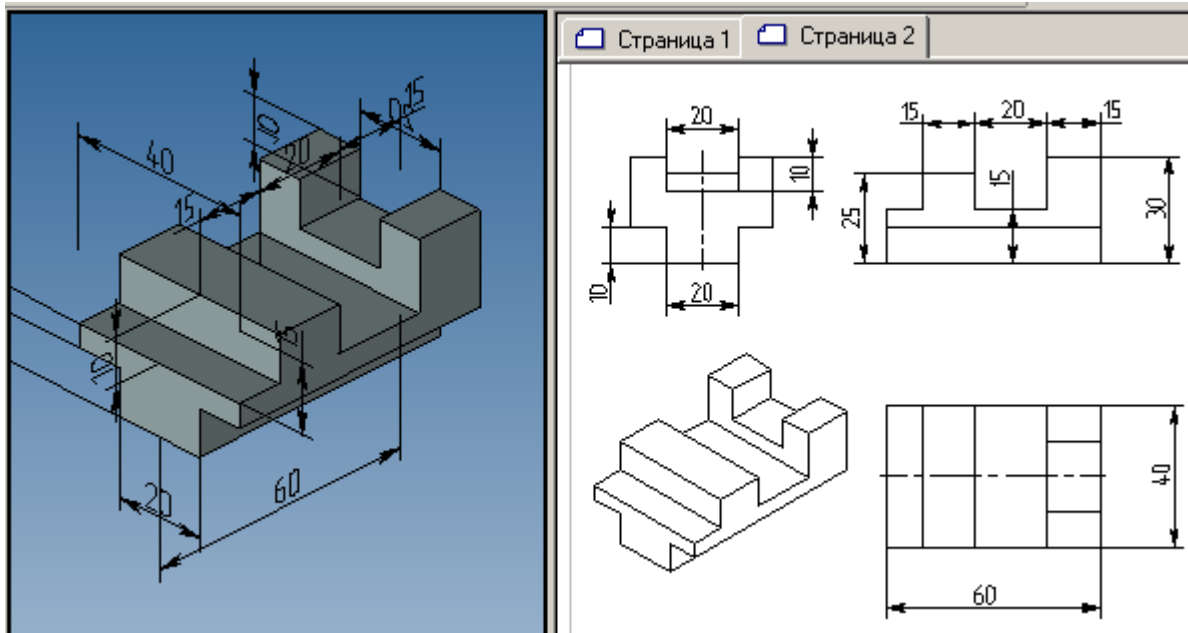
Лабораторная работа 10

Построение объемных тел

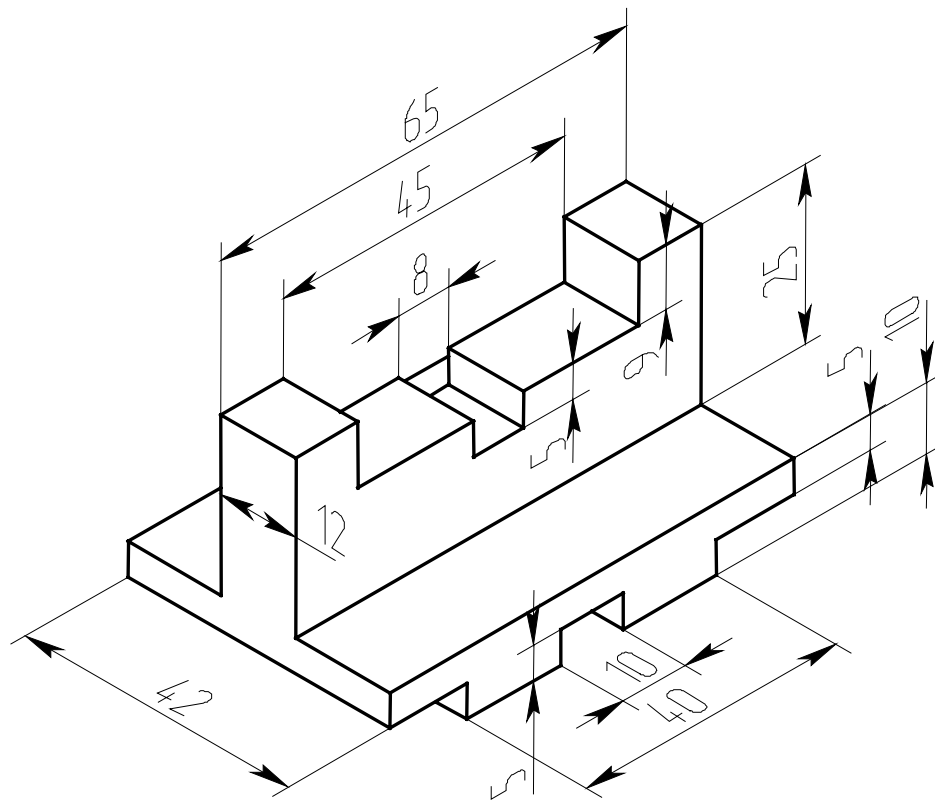
Выполнить объемные модели тел двумя способами (по проекциям и в окне 3D сцены). Выполнить 3 стандартных вида и изометрию, проставить размеры. Для контроля качества построения модели отобразите размеры в окне 3D сцены и варьируйте 3-4 размера по заданию преподавателя.

Указание к выполнению заданий: основание детали, как правило, выполняется пересечением выталкиваний профилей в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

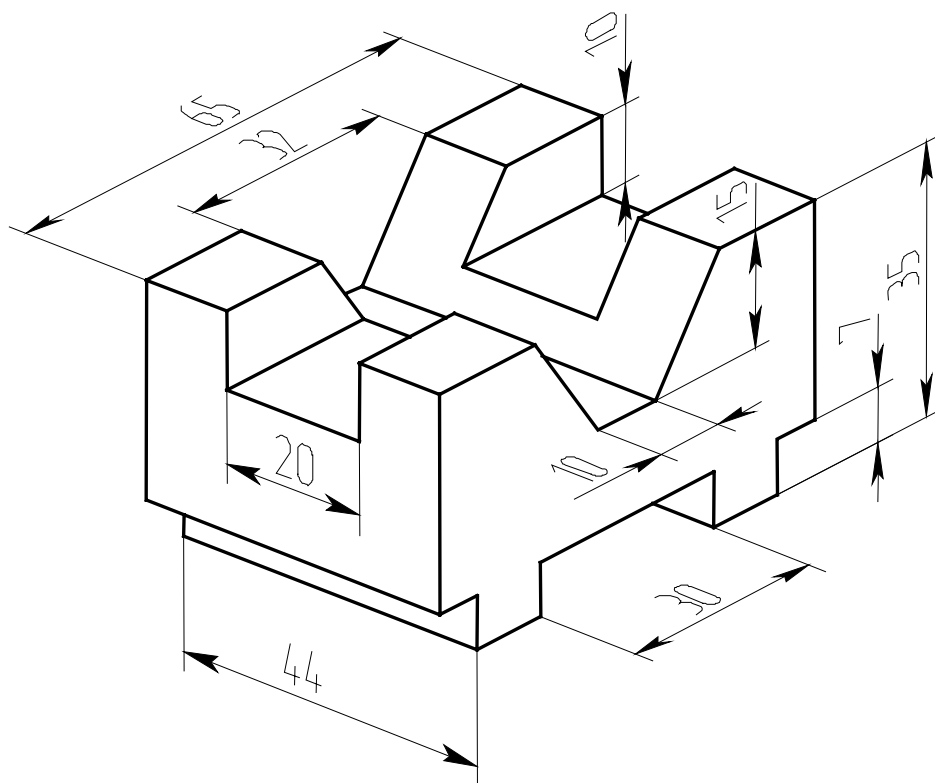
Пример выполнения работы:



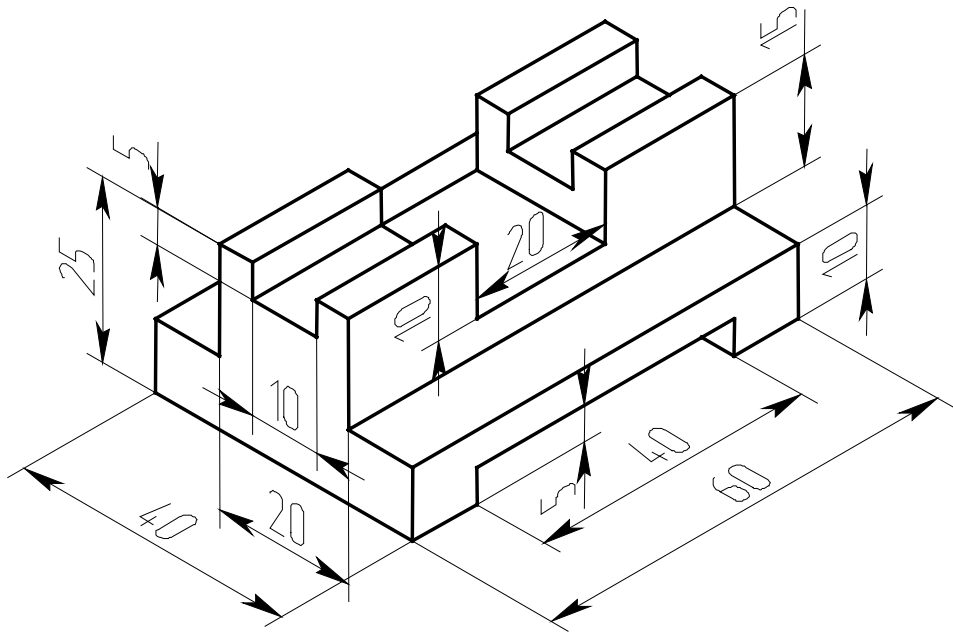
фиг. 1



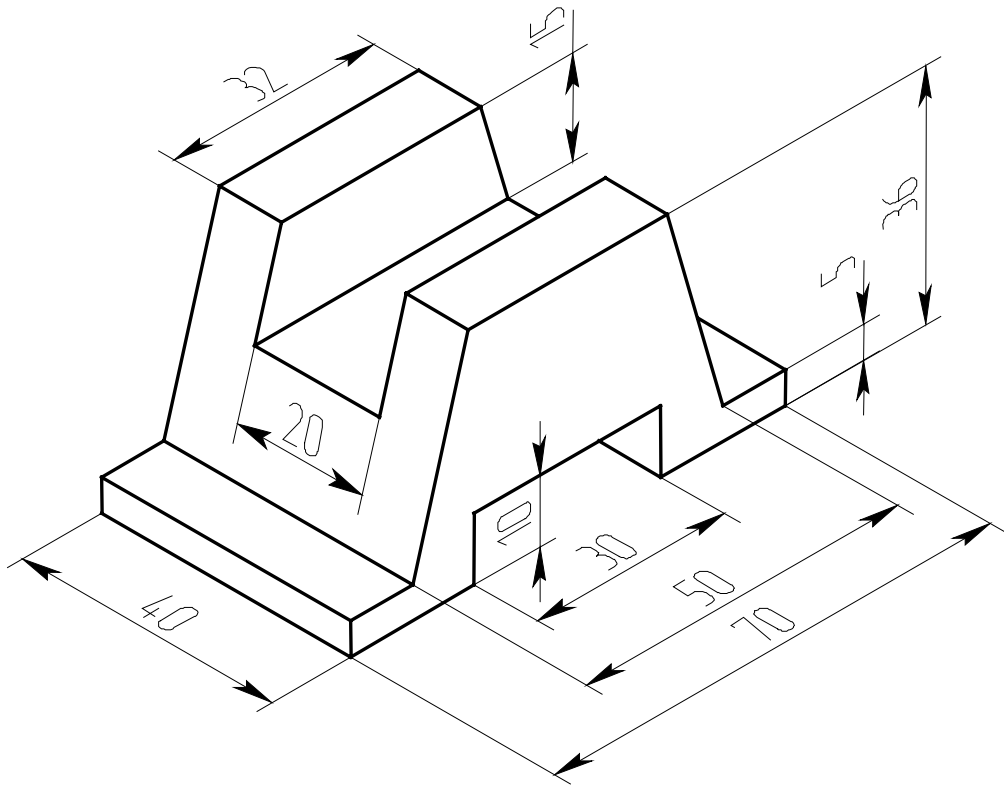
фиг. 2



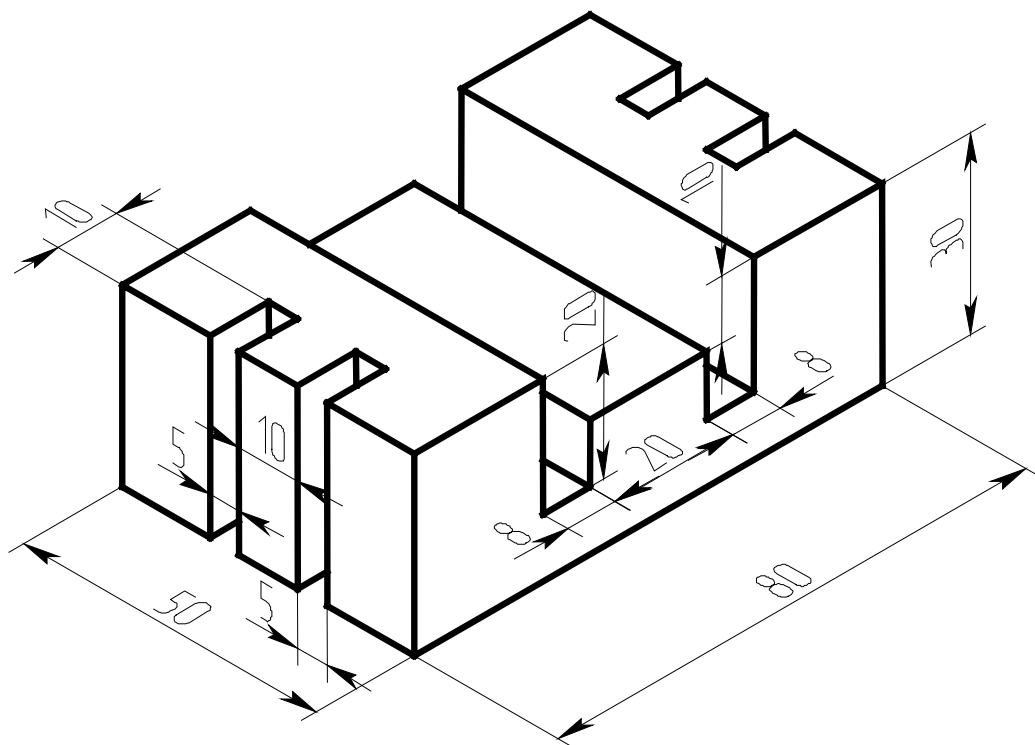
фиг. 3



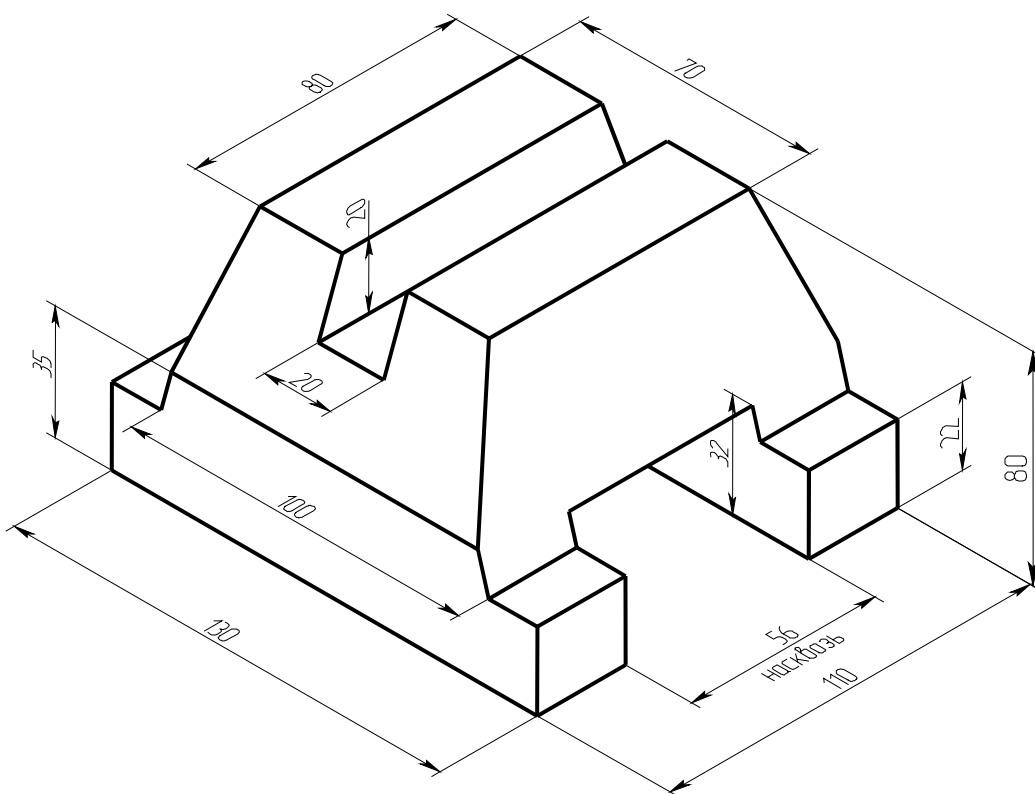
фиг. 4



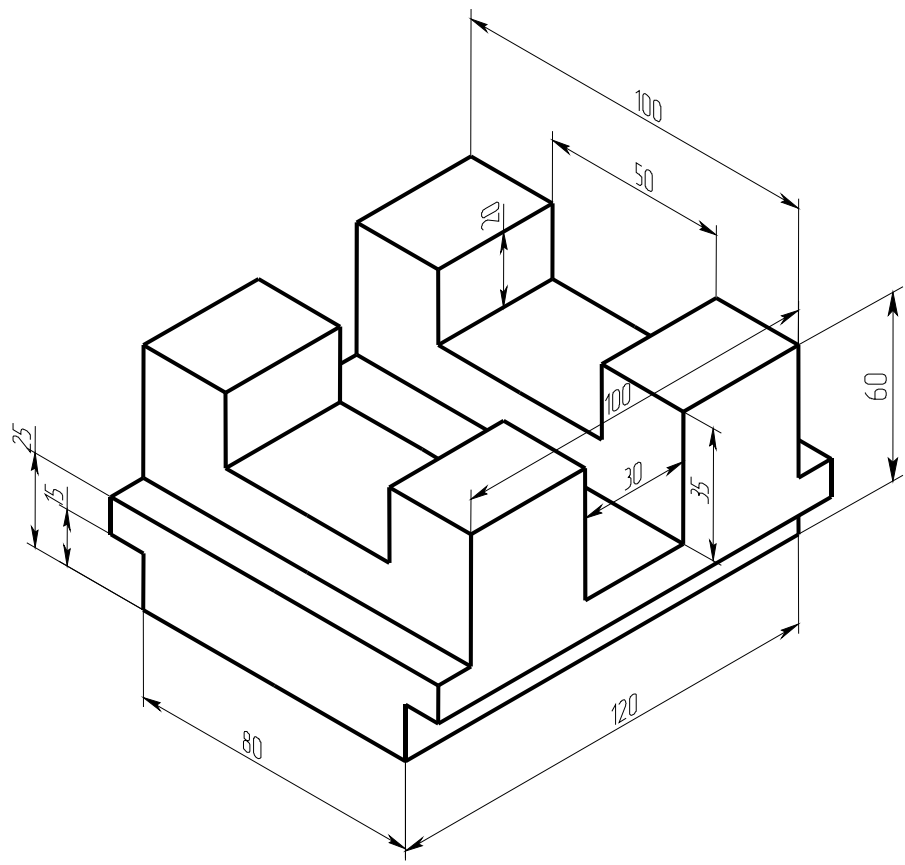
фиг. 5



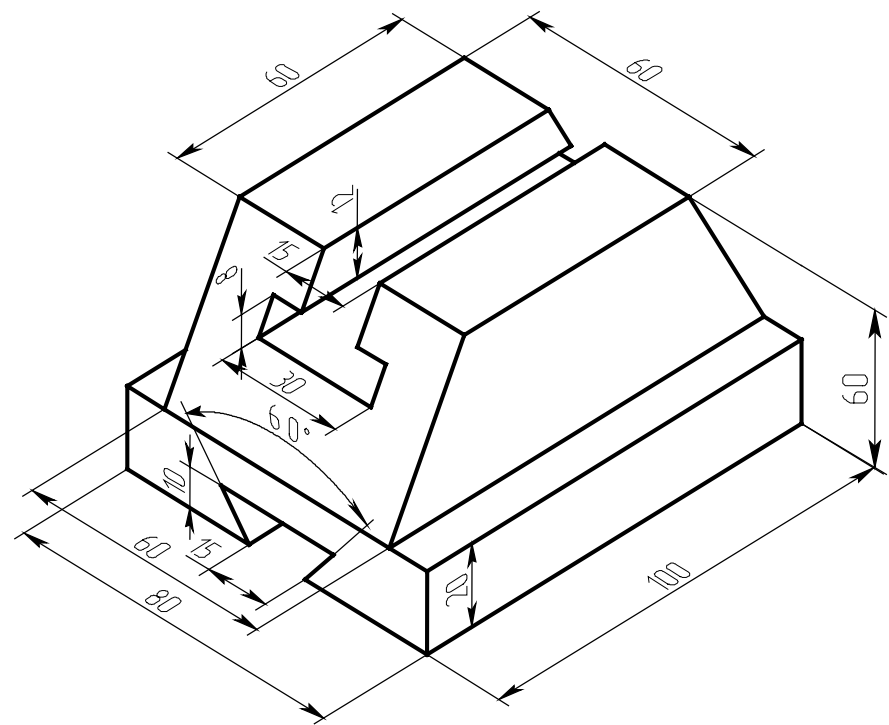
фиг. 6



фиг. 7



фиг. 8

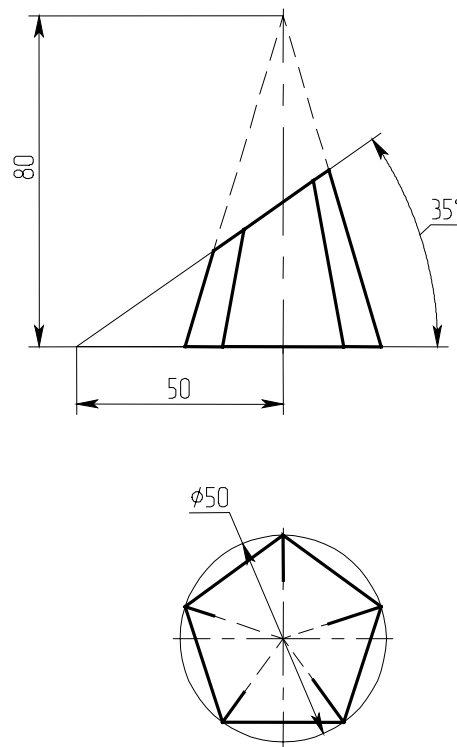


фиг. 9

Лабораторная работа 11

Пересечение тел плоскостями и построение разверток

Построим тело, полученное отсечением пятиугольной пирамиды плоскостью, а так же построим натуральную величину сечения, развертку и изометрию.



Пирамиду можно выполнить, основываясь на ее проекциях на три стандартные плоскости, либо непосредственно в окне 3D сцены. Рассмотрим подробнее второй метод. Активируем плоскость «Вид сверху» (правым щелчком, пункт «Чертить на рабочей плоскости») и строим контур пятиугольника с привязкой к нулевой точке. Получившийся профиль будет основанием пирамиды (рис. 1).

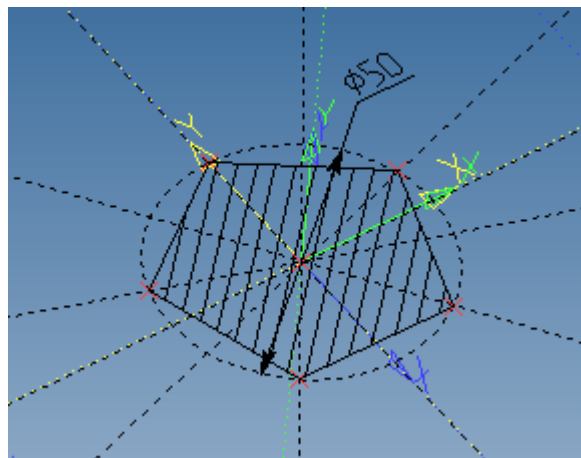



рис. 1

Для нахождения вершины пирамиды воспользуемся более общим методом: построим вспомогательную рабочую плоскость, параллельно плоскости «Вид сверху» на расстоянии 80 от нее и в этой плоскости разместим вершину. Для построения рабочей плоскости используем уже знакомую нам команду построения рабочих плоскостей (пиктограмма ) , и не активируя никаких опций, просто выберем плоскость «Вид сверху» (рис. 2)

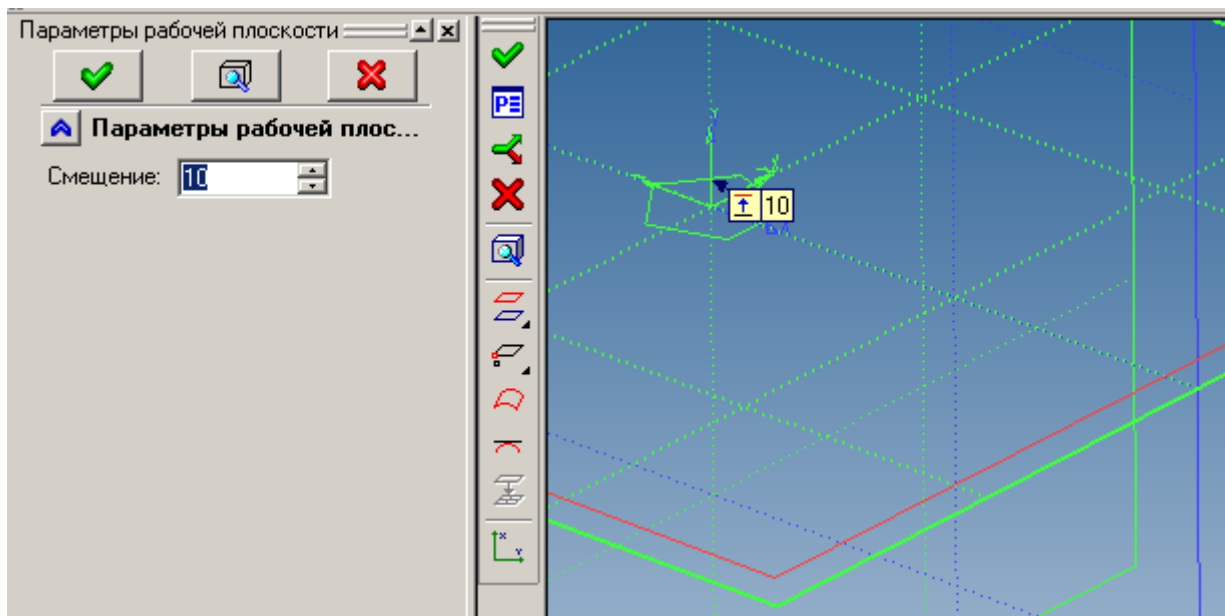
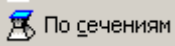



рис. 2

На рисунке показан вид предварительного просмотра строящейся параллельной плоскости на расстоянии 10 (по умолчанию). Введем параметр рабочей плоскости 80 и завершим команду нажатием на зеленую галочку. Активируем новую плоскость и построим на ней 3D узел (в нулевой точке). Для этого построим две пересекающиеся прямые линии и узел в нулевой точке, а по этому 2D узлу создадим 3D узел. Для построения пирамиды используем команду «Тело по сечениям» (пункт Меню «Операции», , в качестве первого сечения указываем основание, а вместо второго сечения выбираем вершину пирамиды (для этого активируем опцию  «выбрать 3D точку»).

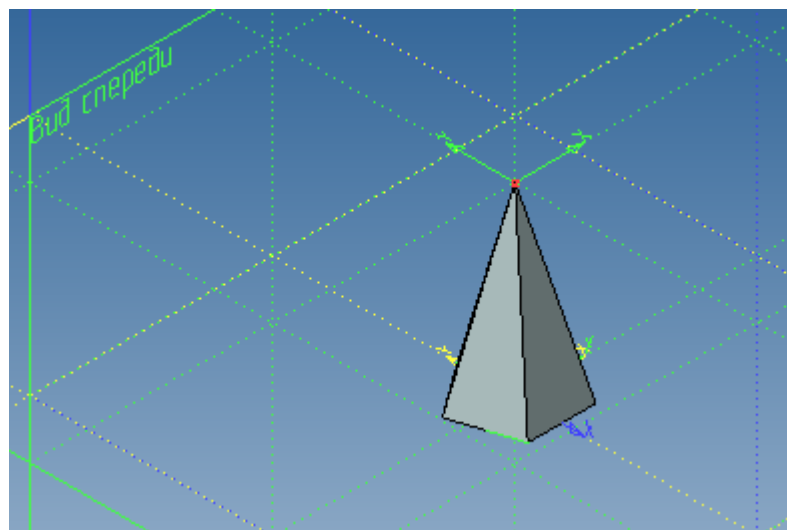


рис. 3

Для построения плоскости отсечения пирамиды создадим рабочую плоскость, перпендикулярную «Виду спереди» и под углом к «Виду сверху». Заготовим два 3D узла на плоскости «Вид спереди», через которые проведем нашу плоскость. Активируем эту плоскость и выполним построения согласно рис. 4. Создадим 3D узлы в отмеченных точках.

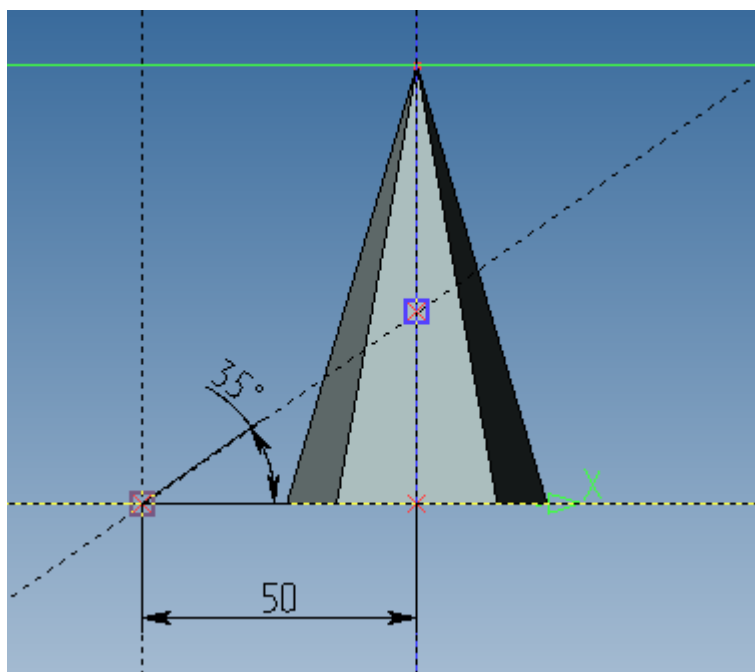


рис. 4

Включим реберное отображение модели для того, чтобы увидеть внутренний узел. Для создания искомой плоскости в команде построения рабочей плоскости выберем два узла (рис. 5), не активируя никаких опций. Угол 0 (от нормали) нас устраивает, поэтому завершаем команду.

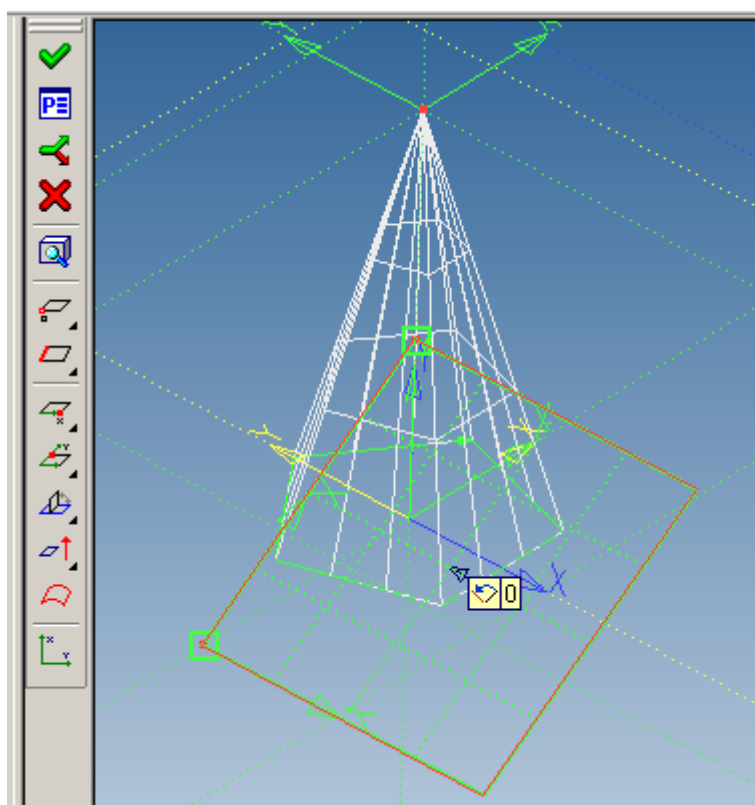


рис. 5

Для наглядности (хотя это несущественно) можно изменить размер только что созданной плоскости, для этого выберем ее правой кнопкой и в контекстном меню выберем пункт «Размер и положение» (рис. 6).

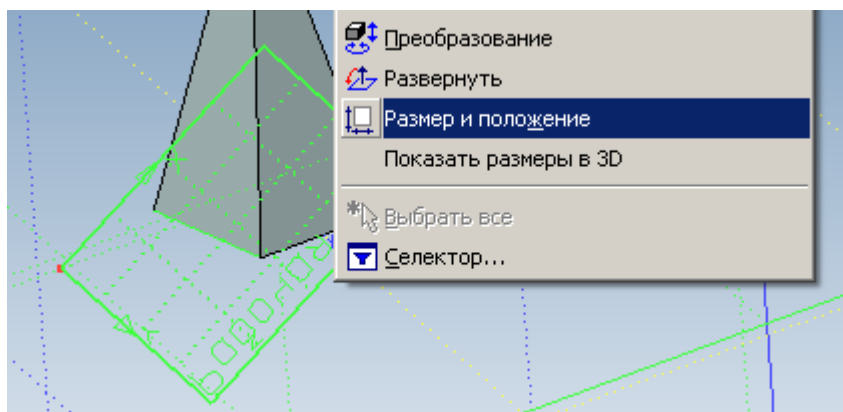

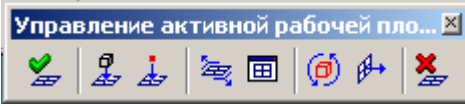


рис. 6

Теперь, перетаскивая манипуляторы, (квадратики в углах и серединах прямоугольника) изменим размеры плоскости (рис. 7). Этим самым мы изменили только размеры прямоугольника, используемого для визуализации плоскости. Они так же влияют на границу области, в пределах которой видны линии на этой плоскости в окне 3D сцены, т.е. за пределами указанного прямоугольника линии на рабочей плоскости могут быть не видны. Чтобы их увидеть надо либо изменить границы прямоугольника либо открыть страницу, связанную с рабочей плоскостью, нажав

на кнопку  в панели управления рабочей плоскостью .

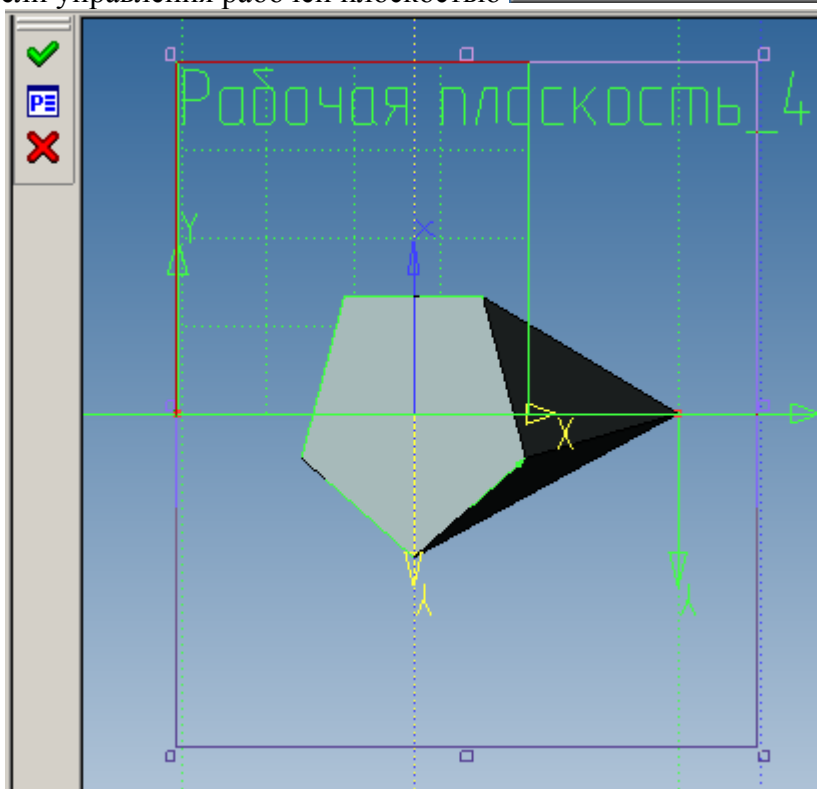


рис. 7

Теперь выполним отсечение пирамиды указанной рабочей плоскостью. Для этого воспользуемся командой «Отсечение» в меню «Операции» (рис. 8)

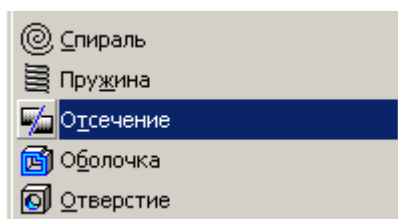


рис. 8

После выбора тела воспользуемся опцией, указанной на рис. 9.

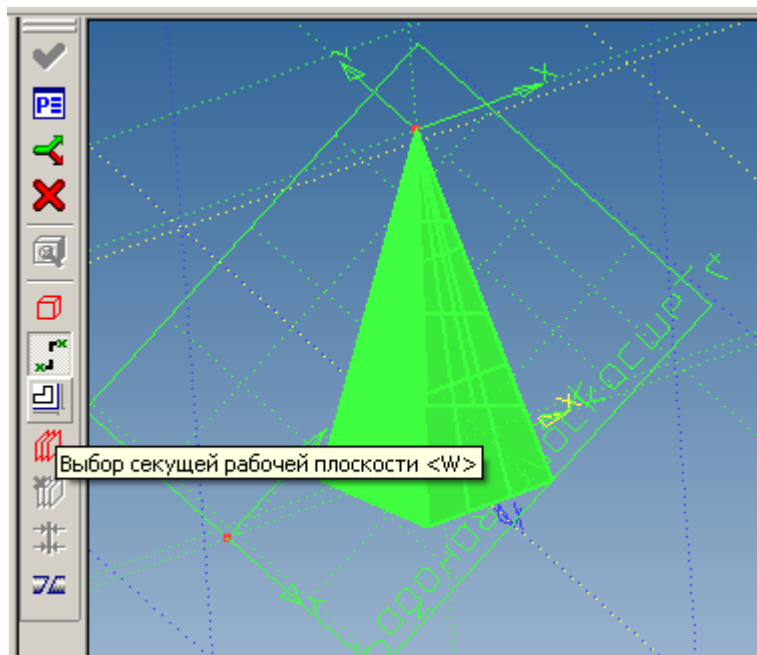


рис. 9

Активируем эту опцию и выбираем наклонную плоскость в качестве секущей. Появляются синие стрелки, привязанные к плоскости сечения, которые указывают часть тела, которая останется после отсечения (рис. 10).

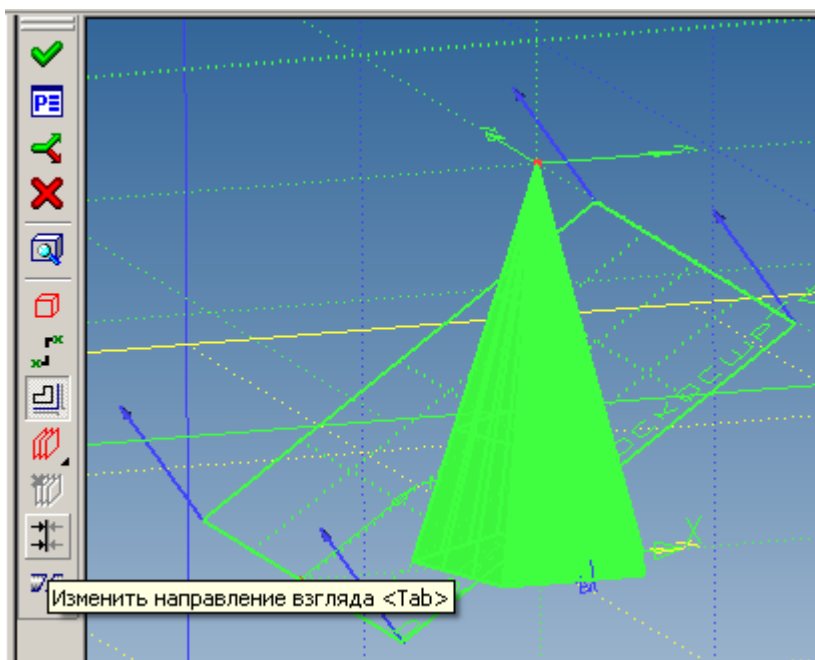


рис. 10

Нам нужна другая часть пирамиды, поэтому нажимаем <Tab> для изменения направления взгляда. Результат отсечения на рис. 11.

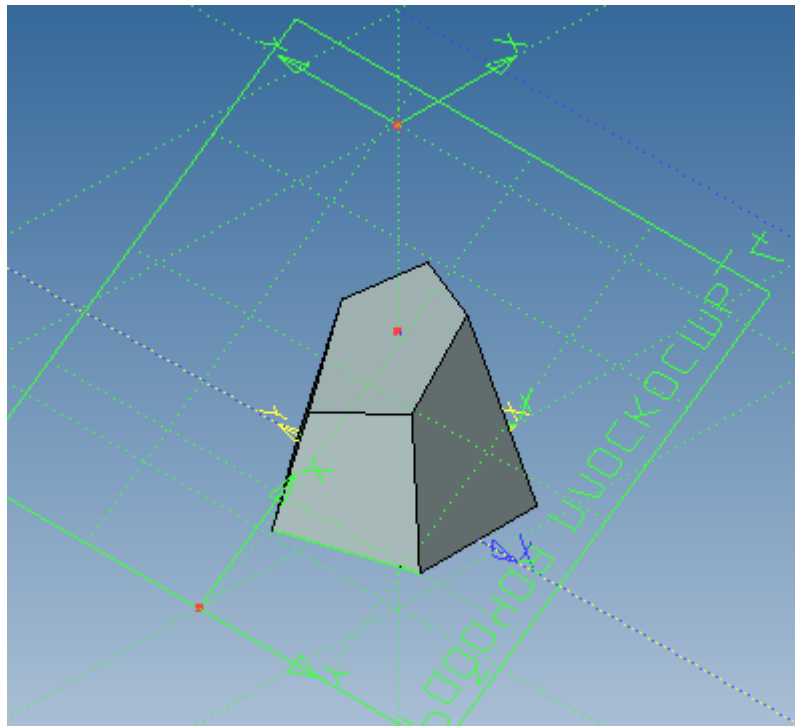


рис. 11

Откроем 2D окно и построим в нем три стандартных проекции и изометрию (с отображением невидимых линий см. свойства проекции). Для изменения свойств или редактирования проекции ее можно выбрать в дереве 3D модели (рис. 12).

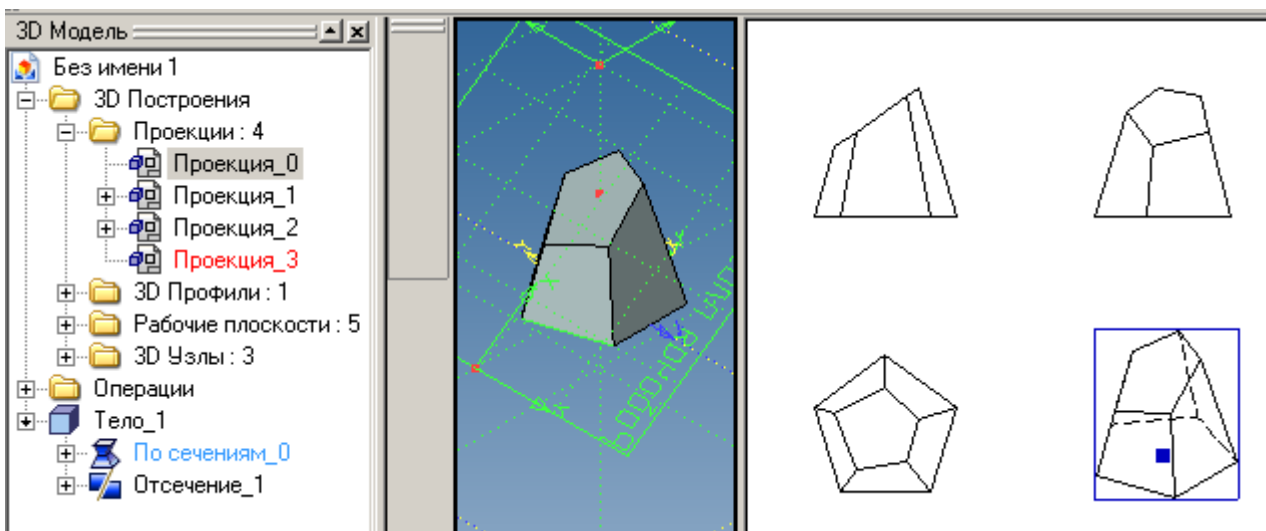


рис. 12

Построим след секущей плоскости на виде спереди. Для этого построим прямые линии, привязанные к линиям изображения проекции «Вид спереди». В команде <L> выберем линии изображения как на рис. 13.

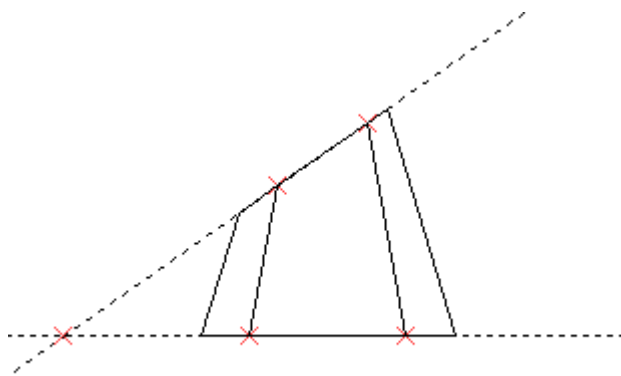

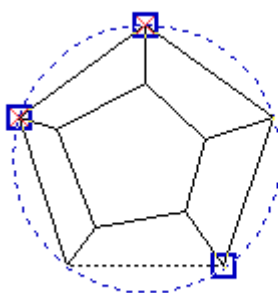


рис. 13

Аналогично построим на виде сверху описанную окружность по трем узлам (опция  команды <C>.



Узел элемента "Линия изобр

рис. 14

Смысл этих построений в том, что, в общем случае, мы можем находить нужные геометрические элементы на самих проекциях и по ним продолжать построения. Однако в нашем случае дополнительные построения на проекциях нужны для правильной привязки элементов оформления. Научимся теперь находить центр окружности. Для этого надо построить 2D узел, привязанный к центру: в команде <N> подводим курсор к линии окружности и последовательно выбираем ее два раза клавишей <C>, <C>. Постройте узел в центре окружности на рис. 14. Теперь привяжем вертикальную линию к центру окружности и образмерим след плоскости сечения на виде спереди (рис. 15).

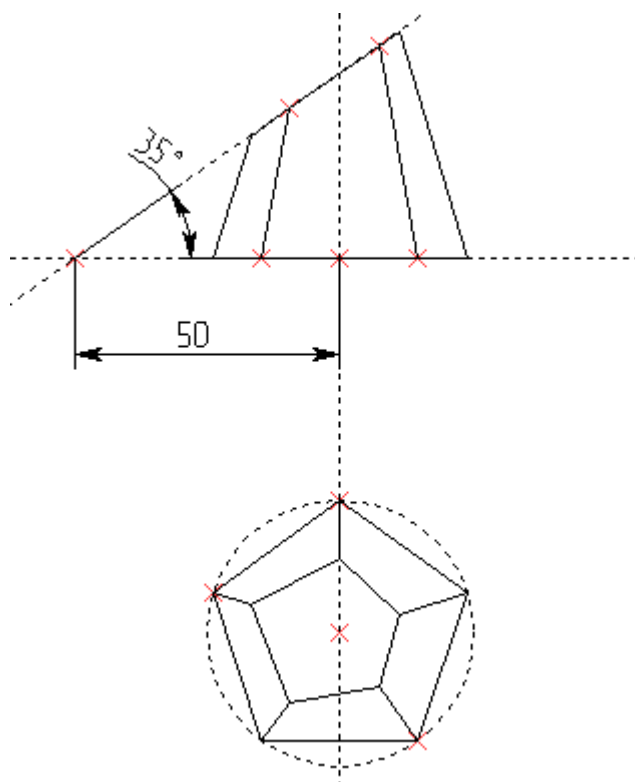


рис. 15

Для нахождения натуральной величины сечения построим элемент оформления – вид по стрелке (Меню «Чертеж», «Обозначение вида») на виде спереди.

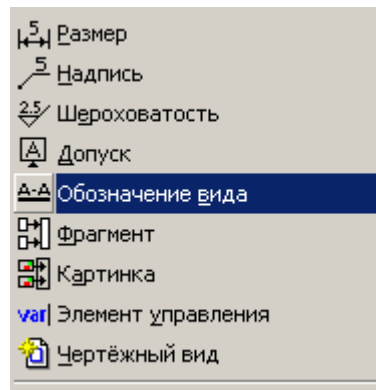



рис. 16

Чтобы определить направление вида по стрелке построим прямую, перпендикулярную наклонной грани, а точнее построенной на ее основе прямой под углом 35° . Чтобы стрелка всегда указывала в середину линии проекции грани познакомимся с новым способом построения прямой линии: проходящей между двух узлов посередине (или в произвольном отношении) между ними –

опция  команды <Line>. Доступ к этой опции становится возможен после выбора узла привязки, через который проходит прямая линия. Теперь вместо выбора второго узла, через который прошла бы прямая, активируем эту опцию и только теперь выберем второй узел (рис. 17). В параметрах прямой (рис. 17) указан коэффициент, делящий расстояние между точками. Введем 0,5 – прямая встанет посередине между узлами.

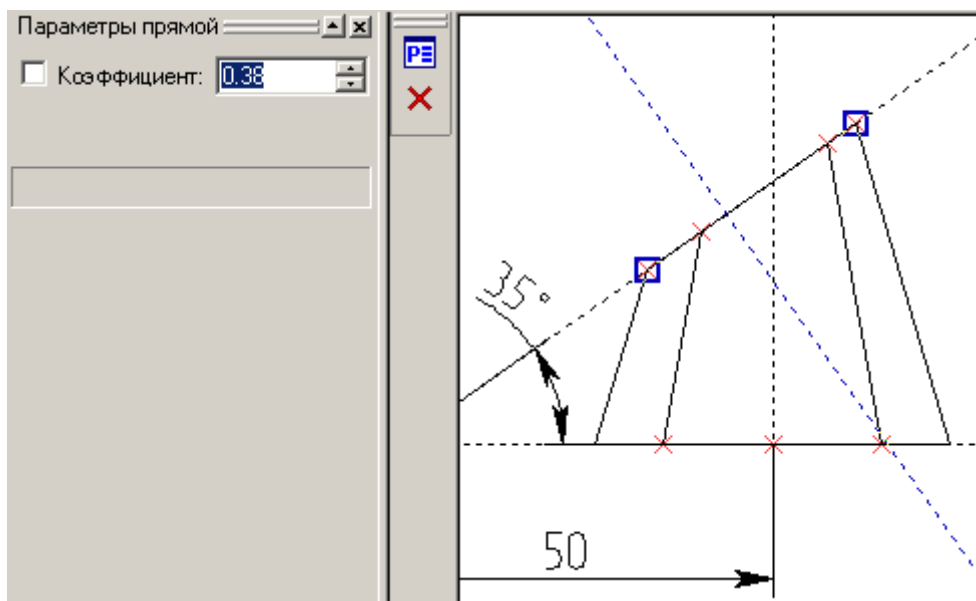


рис. 17

Теперь можно создавать вид по стрелке командой «Обозначение вида» (вид автоменю на рис. 18).

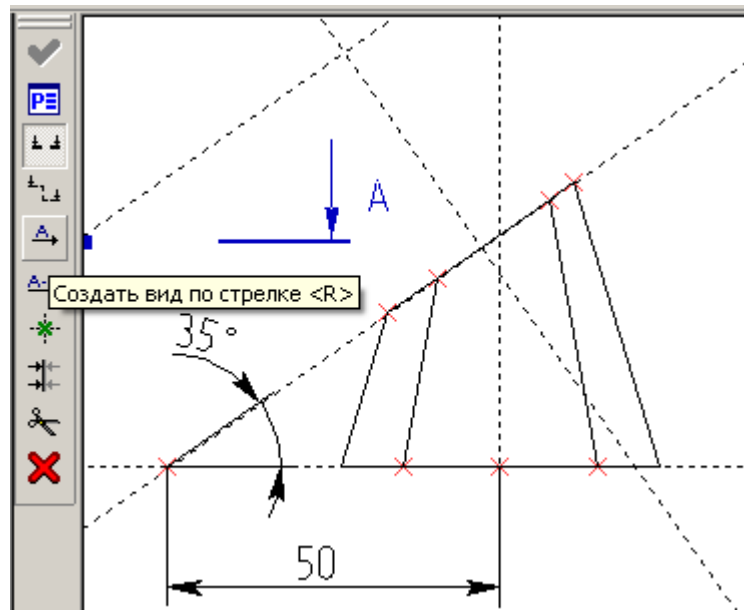


рис. 18

Воспользуемся опцией «Создать вид по стрелке» (рис. 18). Вид автоматически снова меняется – см рис. 19. По умолчанию активна опция создания горизонтального вида по стрелке (за курсором следует синяя стрелка), а нам нужен произвольный. Поэтому нажимаем на пиктограмму «Задать первый узел привязки» (рис. 19) и выбираем верхнюю точку на рис. 20.

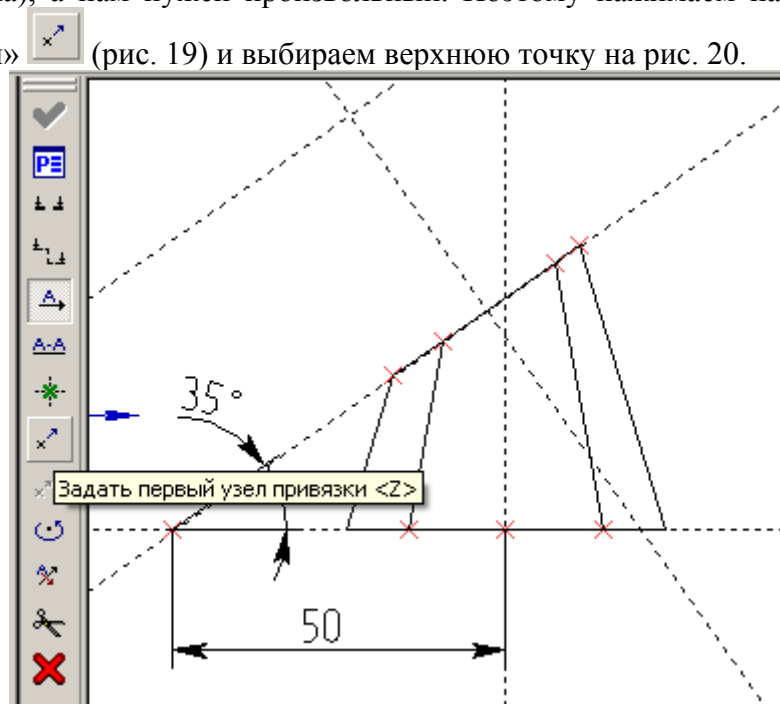


рис. 19

Затем указываем второй узел и завершаем команду

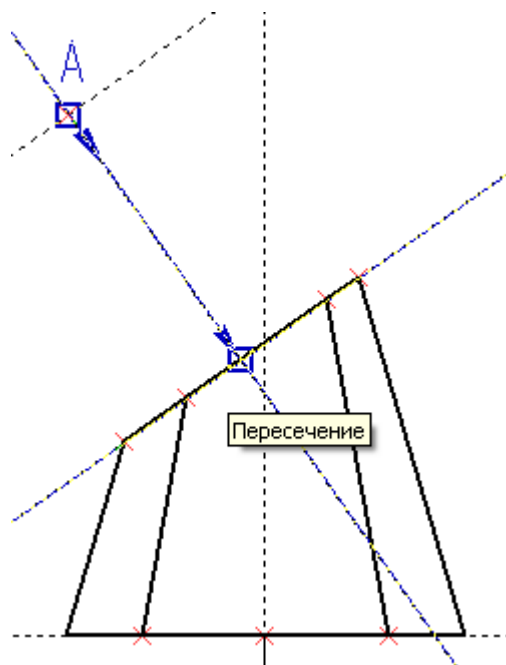



рис. 20

Обозначение вида по стрелке создано, теперь можно создать проекцию на основе этого обозначения. Снова запускаем команду «Создать 2D проекцию» и, не активируя никаких опций, выбираем курсором только что созданное нами обозначение вида по стрелке (рис. 21). Обратите внимание на то, что при этом подсветилась синим прямоугольником ближайшая к виду по стрелке проекция (вид спереди). Это значит, что именно по ней и будет строиться текущая проекция. За курсором теперь следует синий прямоугольник, закрепим его положение щелчком мыши и завершим команду (если необходимо разорвать привязку проекции, чтобы разместить ее в произвольном месте листа отожмите кнопку  на рис. 21).

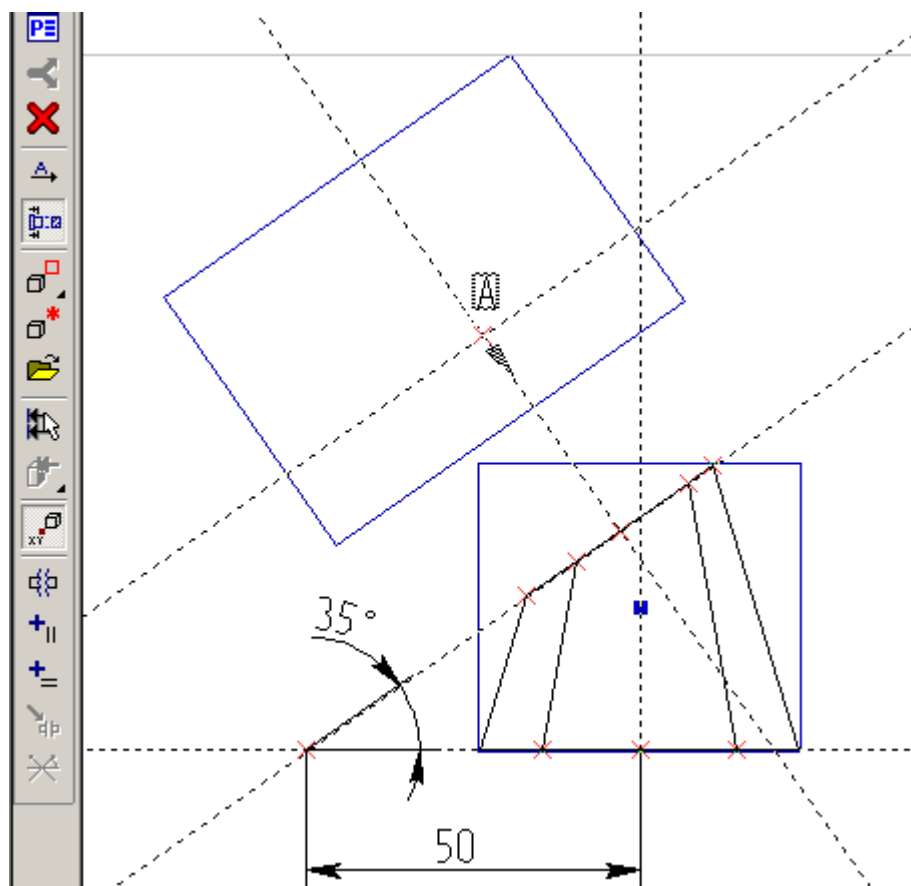


рис. 21

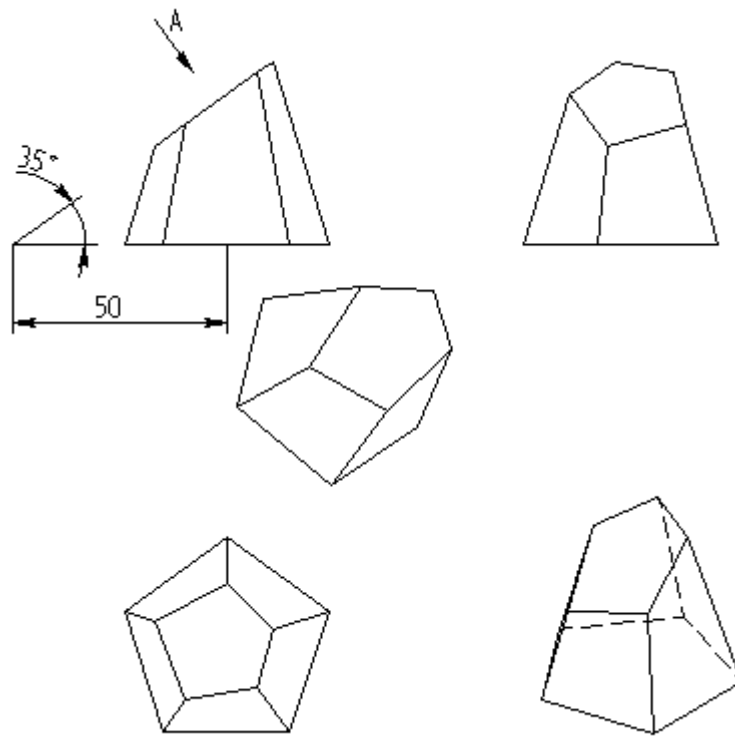


рис. 22

Теперь создадим сечение Б-Б (рис. 23). Вызываем команду «Обозначение вида» (см. рис. 16). В автоменю (рис. 18) активна опция «Создать простое сечение» и за курсором следует обозначение сечения Б-Б. Для привязки сечения выбираем крайние узлы и раздвигаем стрелки в стороны движением курсора. Щелчком закрепляем положение стрелок (направление взгляда меняем клавишей <Tab>) и завершаем команду.

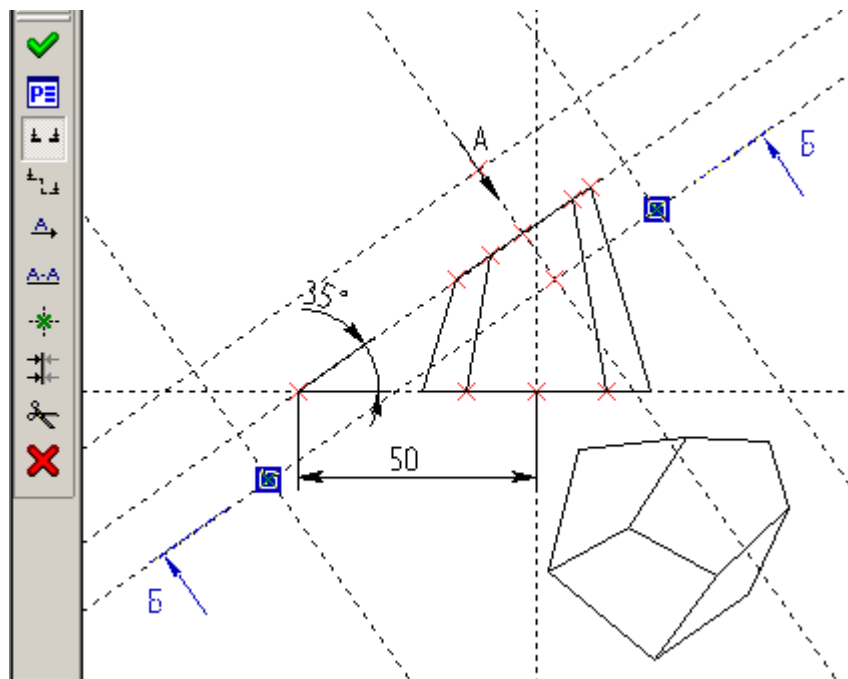


рис. 23

Снова запускаем команду «Создать 2D проекцию» и, не активируя никаких опций, выбираем курсором только что созданное нами обозначение сечения. Так же как в предыдущем случае определяем положение будущего сечения (в списке «использовать сечения» см. рис 24 установите «сечение») и завершаем команду.

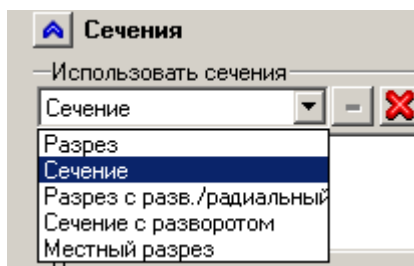


рис. 24

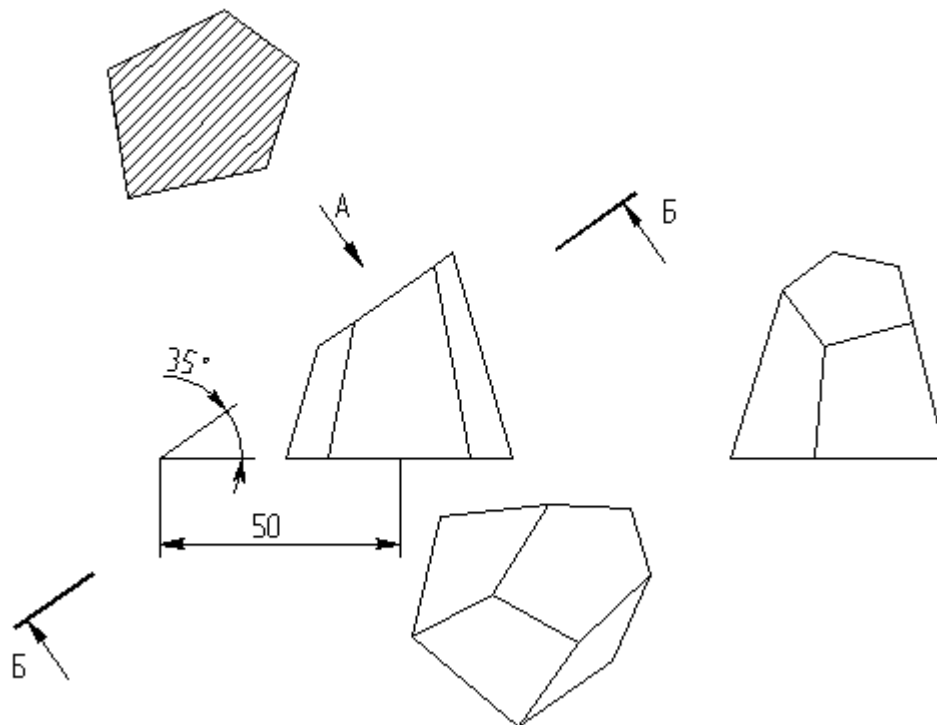


рис. 25

Теперь можно менять положение сечения Б-Б и обновлять проекции через меню «Сервис» «Полный пересчет».

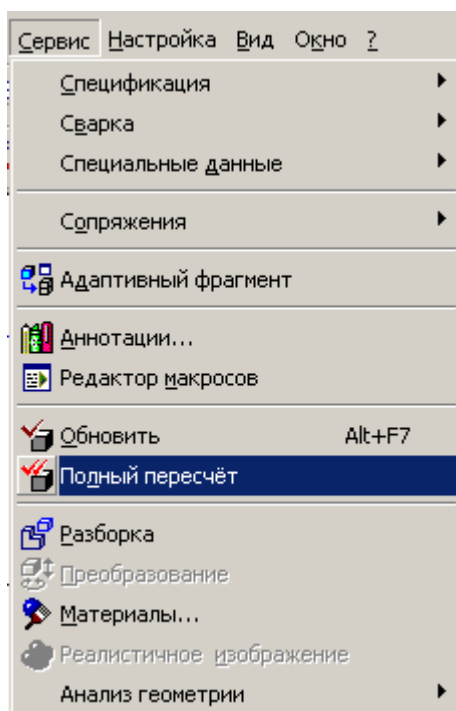


рис. 26

Нам осталось построить развертку пирамиды, для этого используем особую опцию команды «Построить 3D профиль». Откроем окно 3D сцены и вызовем эту команду. Последняя опция

(рис. 27)

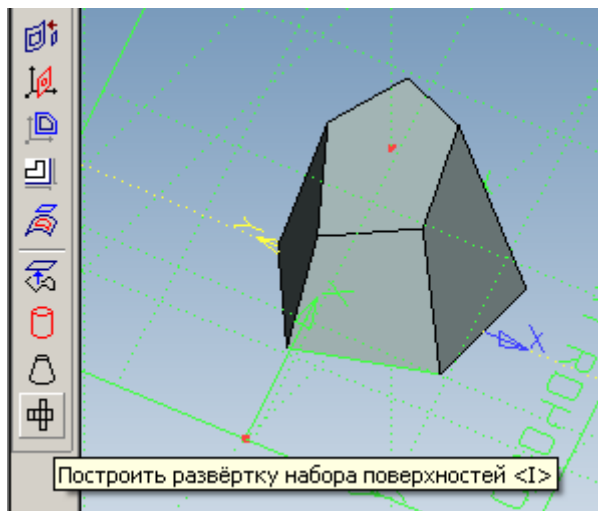


рис. 27

позволяет построить развертку граней пирамиды. После активирования этой опции вид автоматически становится как на рис. 28. Выбираем последовательно все грани пирамиды. Затем активируем опцию «Выбор неразрывных ребер» (рис. 28). Поэкспериментируйте с выбором неразрывных ребер, пока не добьетесь нужного результата. Затем необходимо активировать опцию «Выбрать точку на профиле» и выбрать вершину или ребро (точка определится в середине ребра). От выбора этой точки зависит, с какой гранью совместится плоскость профиля.

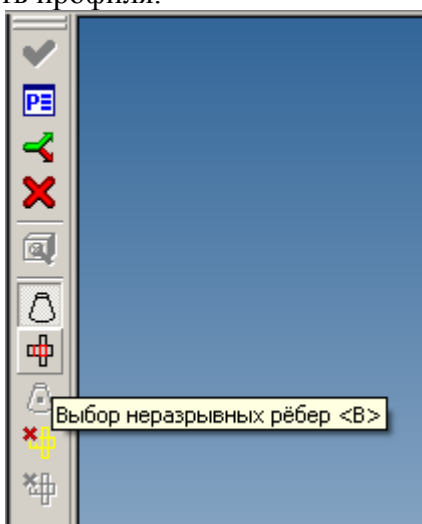


рис. 28

Результат построения профиля развертки на рис. 29

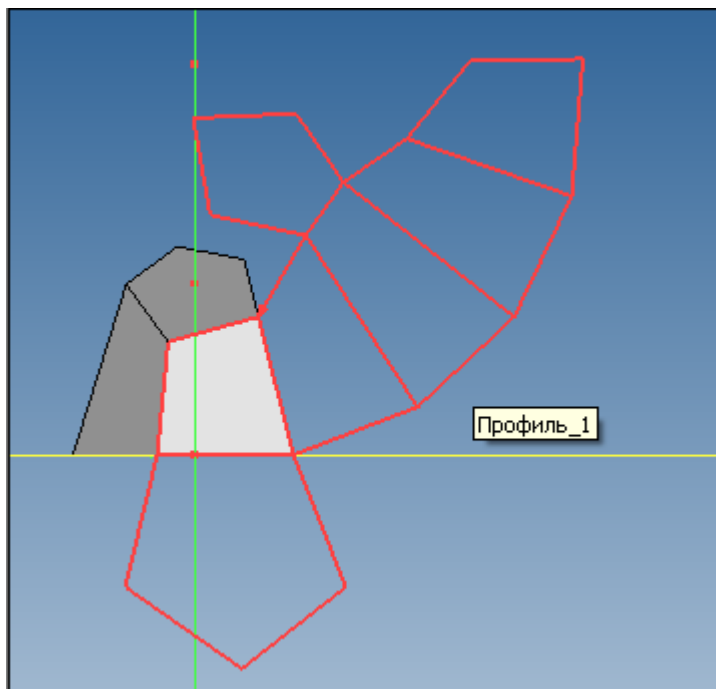


рис. 29

Создадим теперь проекцию этого профиля на листе чертежа. Активируем 2D окно и вызываем команду «Создать 2D проекцию», в которой нам нужна последняя опция «Произвольный вид»
рис. 30.

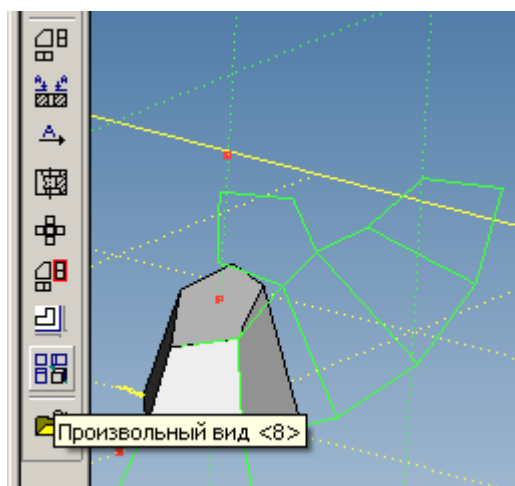


рис. 30

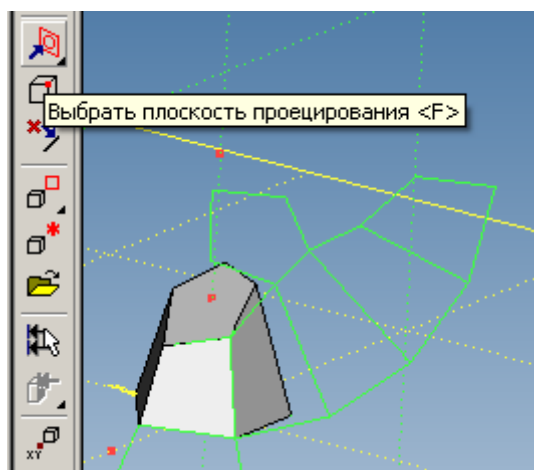


рис. 31

Активируем первую опцию «Выбрать плоскость проецирования» (рис. 31) и в качестве такой плоскости выберем обращенную к нам грань пирамиды или сам профиль. Далее раскроем фильтр опции «Выбрать элементы модели для проецирования» (рис. 32).

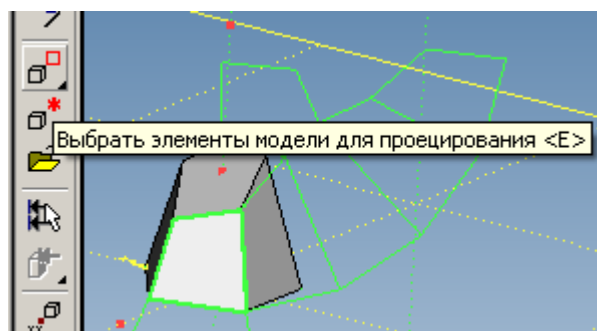


рис. 32

В раскрытом фильтре (рис. 33) выберем пункт 3D профиль.

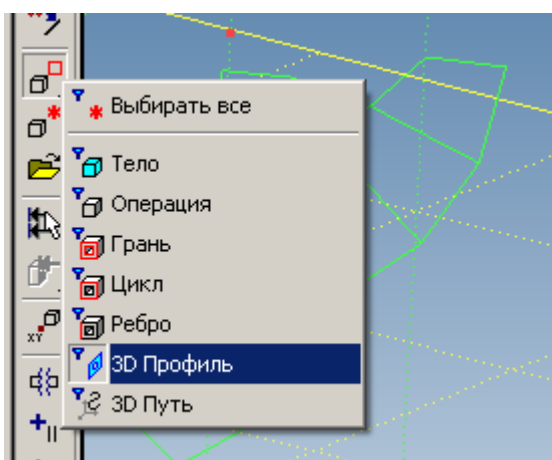


рис. 33

Теперь в качестве элемента 3D сцены, на основе которого будет построена 2D проекция выберем Профиль_1 либо в окне 3D сцены, либо в дереве модели (активировав закладку 3D Модель). Далее, как обычно, закрепляем положение синего прямоугольника на листе чертежа и завершаем создание проекции профиля (рис. 34). Линии сгиба можно нанести командой <G>, установив тип линии «тонкая».

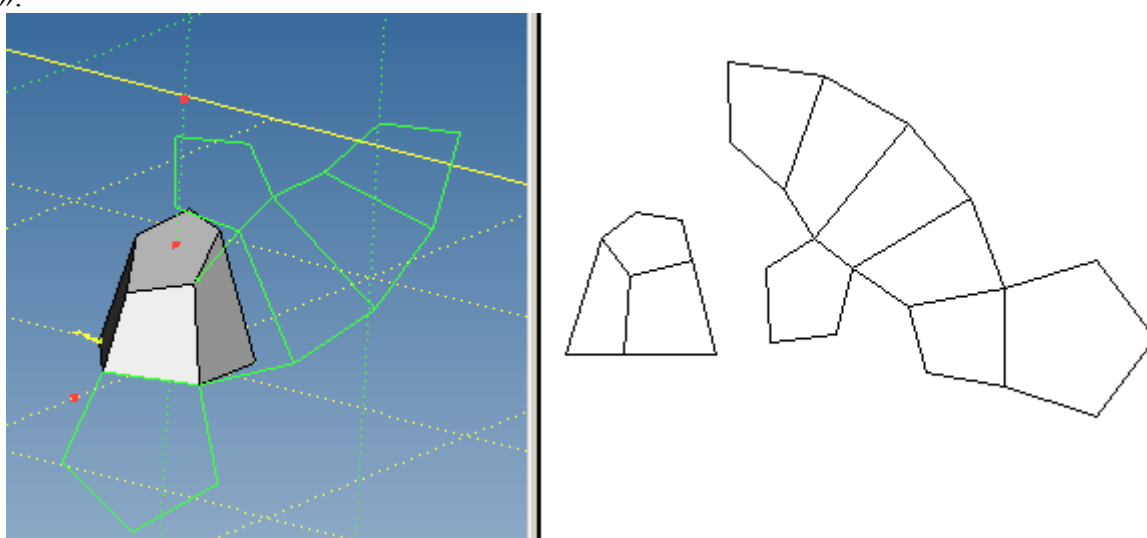


рис. 34

Чтобы развернуть проекцию развертки выставим в свойствах проекции угол 270° (рис. 35).

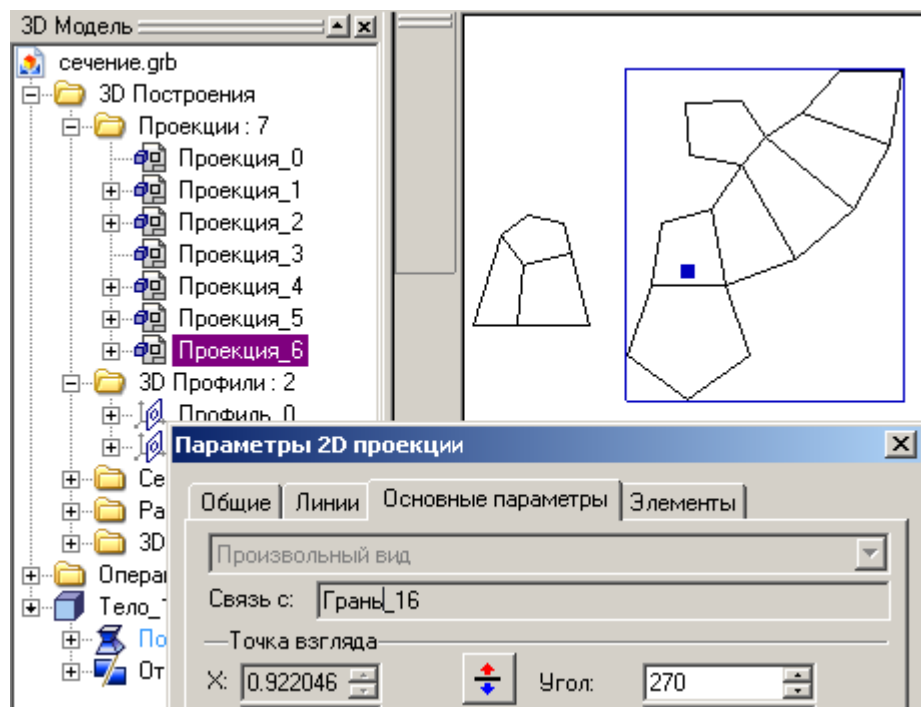


рис. 35

На рис. 36 показаны три проекции пирамиды, изометрия, вид со стороны плоскости отсечения и развертка.

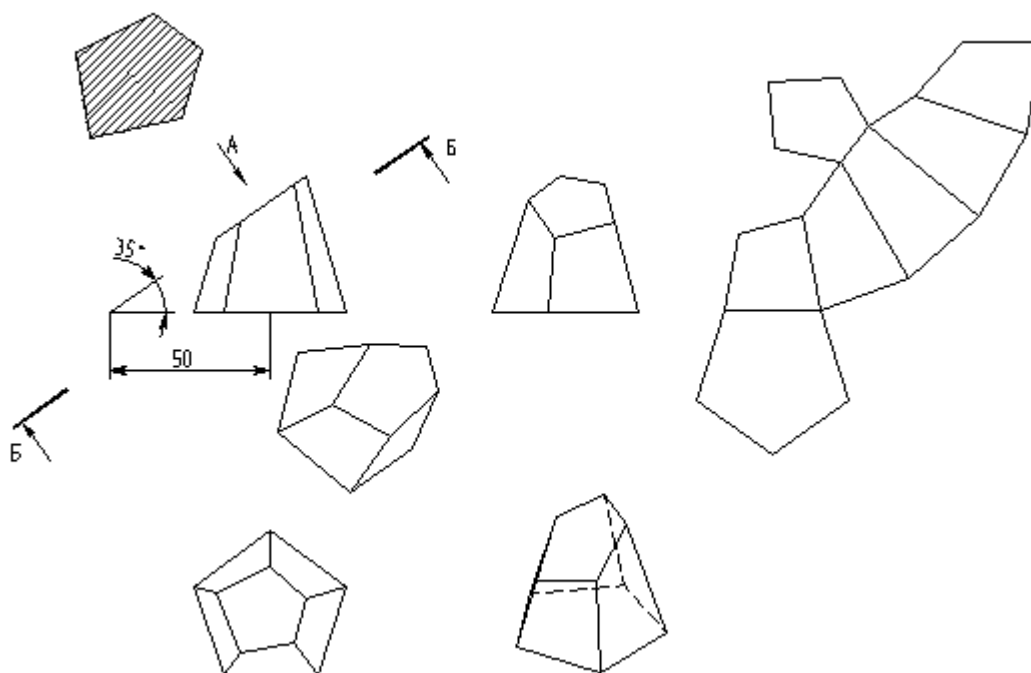
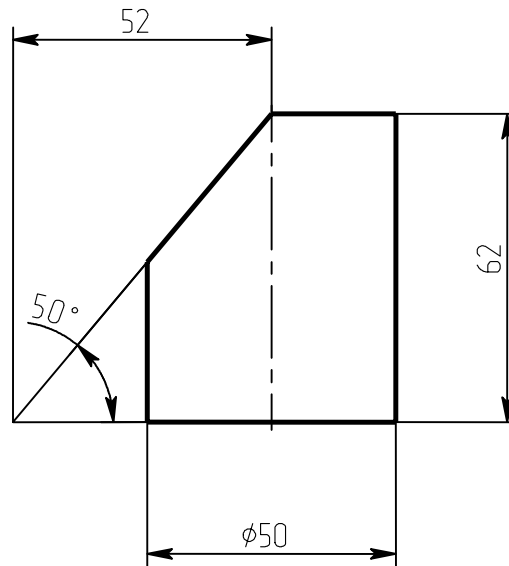


рис. 36

Лабораторная работа №12

Пересечение тел плоскостями и построение разверток (продолжение)

Построим тело, полученное отсечением цилиндра плоскостью, а так же построим натуральную величину сечения, развертку и изометрию.



Сначала построим цилиндр. Для построения плоскости отсечения цилиндра создадим рабочую плоскость, перпендикулярную «Виду спереди» и под углом к «Виду сверху». Заготовим два 3D узла на плоскости «Вид спереди», через которые проведем нашу плоскость (как в предыдущем занятии). Завершив тело отсечением плоскостью, выполним три стандартных вида, вид А и изометрию (рис. 1).

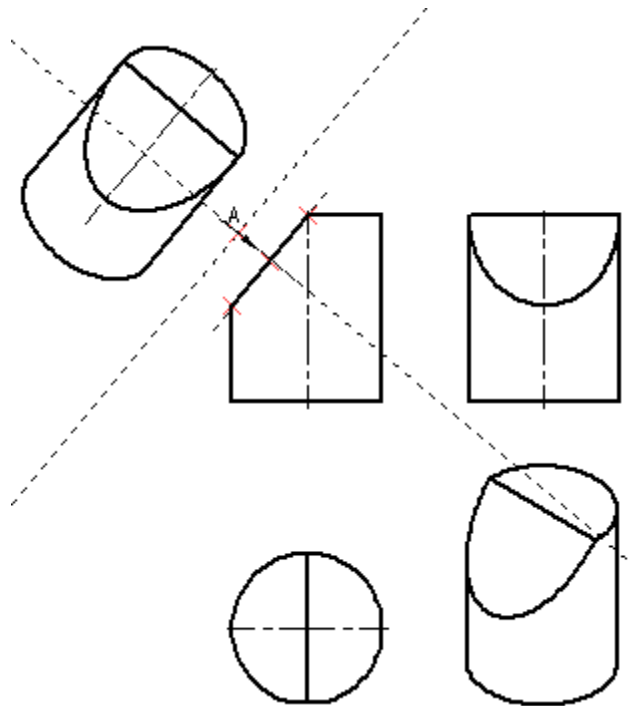




рис. 1

Далее необходимо построить развертку цилиндрической поверхности и набора плоских граней, ограниченных дугами эллипсов и окружностями. Для построения разверток воспользуемся командой «Построить 3D профиль».

Построим отдельно развертку цилиндрической грани, используя опцию  команды  (рис. 2).

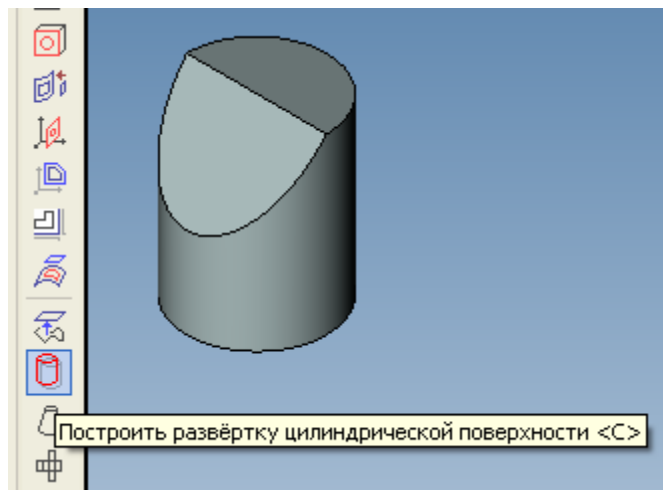


рис. 2

После активирования этой опции выбираем цилиндрическую грань (рис. 3)

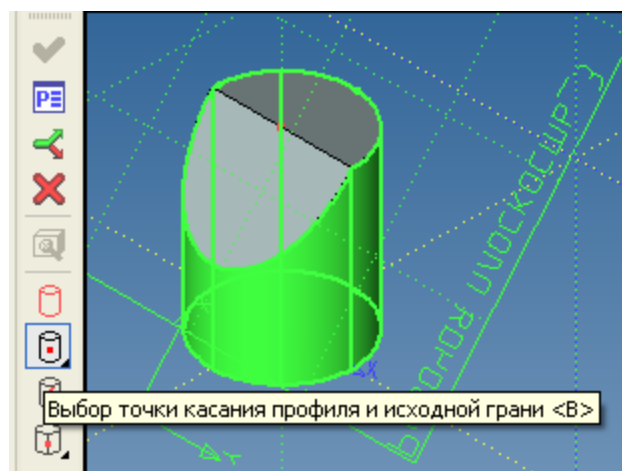



рис. 3

Затем надо указать точку на цилиндрической грани, через которую пройдет плоскость профиля (касательно к цилиндру в этой точке). Хотя мы не строили на поверхности цилиндра ни одного 3D узла, система распознает характерные точки ребер (концы, середину, точку начала замкнутого профиля и др.). Список доступных точек можно увидеть, если раскрыть фильтр опции . (рис. 4).

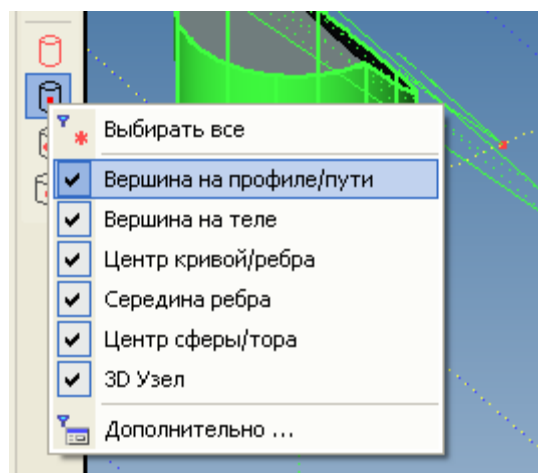


рис. 4

В нашем случае воспользуемся вершиной на рис. 5.

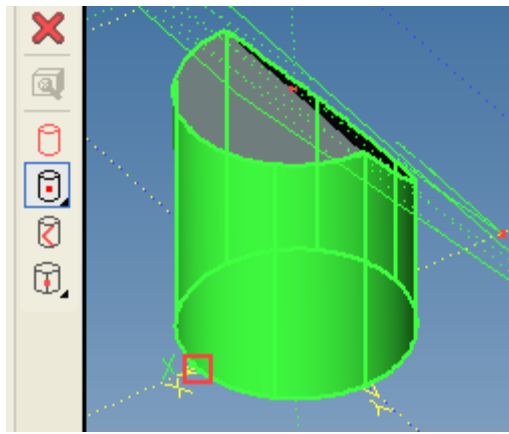


рис. 5

Затем активируем опцию на рис. 6 для задания линии разреза развертки.

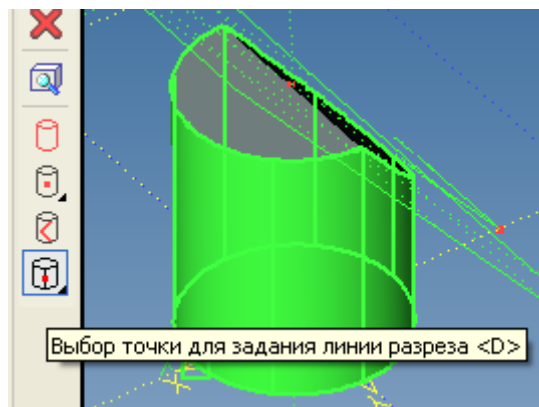


рис. 6

В качестве такой точки выберем ту же вершину, что на рис. 5. Результат построения на рис. 7.

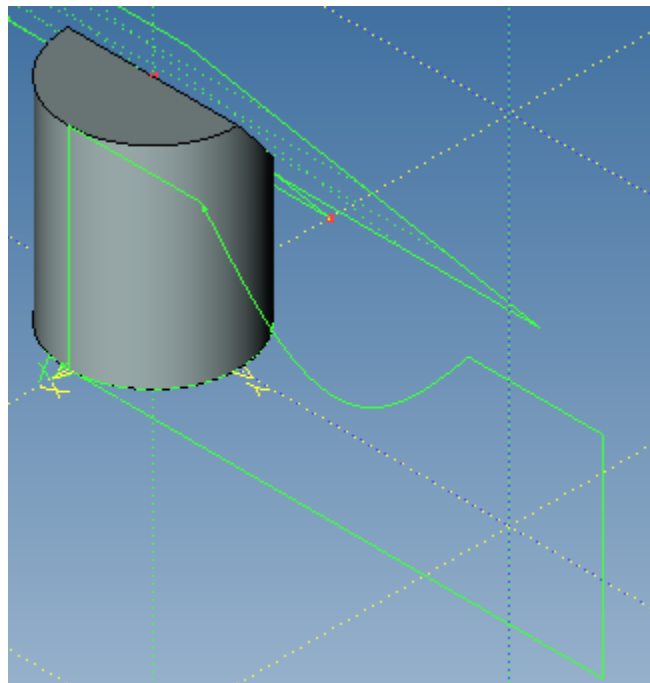


рис. 7

Построим развертку двух смежных граней (верхней плоскости цилиндра и плоскости среза) - как в предыдущем занятии (рис. 8).

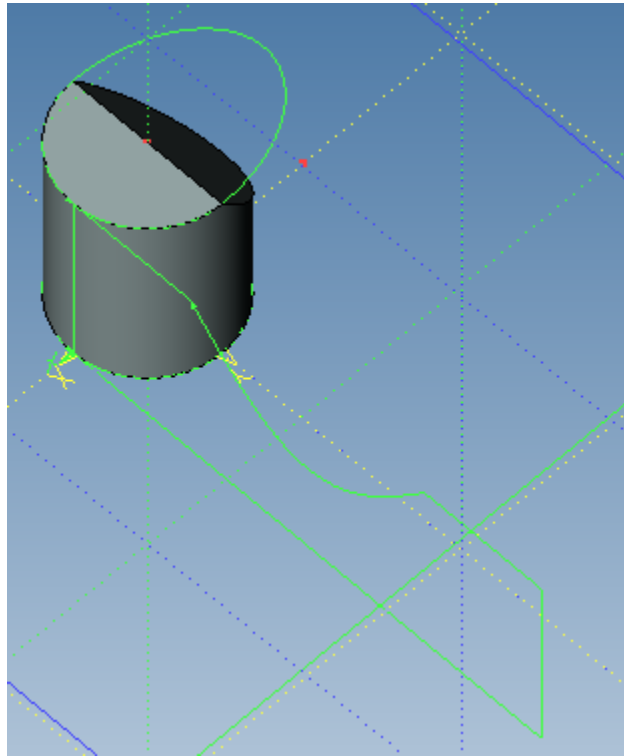





рис. 8

Развертку нижней грани можно не строить, а прямо спроецировать саму грань.

Теперь можно разместить проекции наших разверток на плоскости чертежа. Построим проекцию профиля развертки цилиндрической грани: в команде  выберем опцию  - произвольный вид.

В качестве объекта 3D сцены для проецирования выберем профиль (раскройте фильтр опции  для выбора профилей – рис. 9).

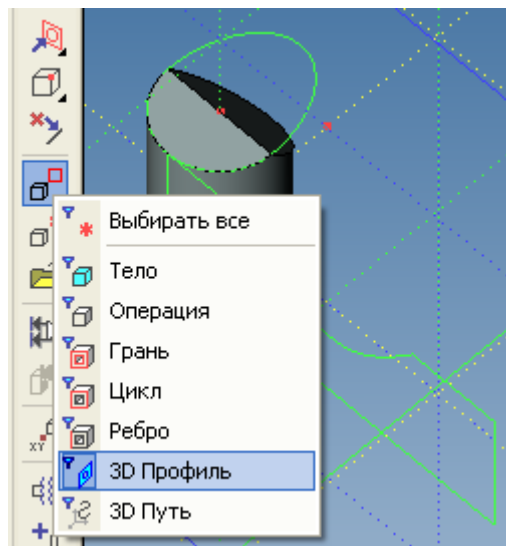



рис. 9

В качестве направления проецирования (опция ) укажем нормаль к самому профилю: для этого раскроем фильтр этой опции (рис. 10) и установим его в режим выбора профилей.

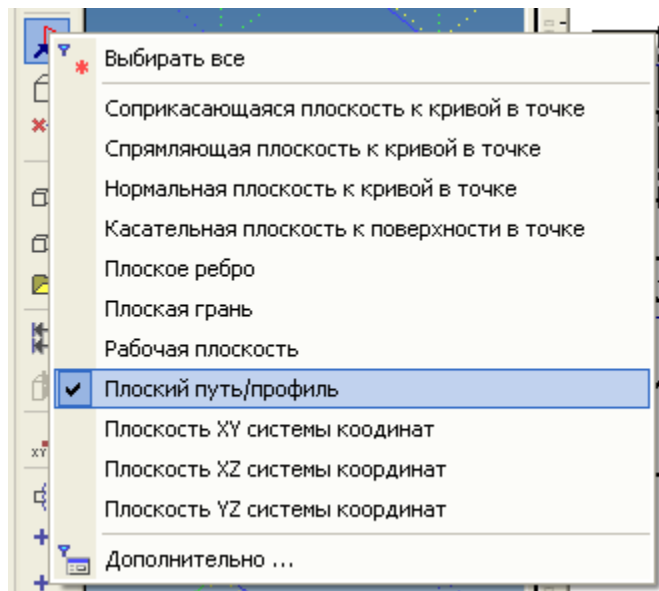


рис. 10

Остается разместить проекцию на странице чертежа (рис. 11) и подтвердить ее создание.

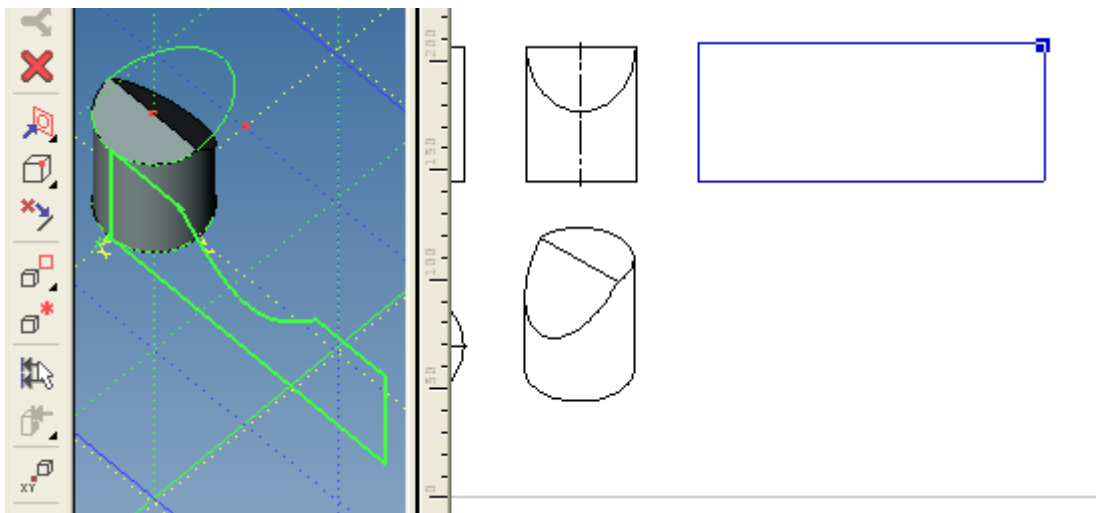


рис. 11

В свойствах проекции необходимо указать угол 180° для правильного расположения развертки на чертеже.

Аналогично создаем проекцию следующего профиля (указав в качестве объекта профиль на рис. 12 и его же в качестве плоскости проецирования).

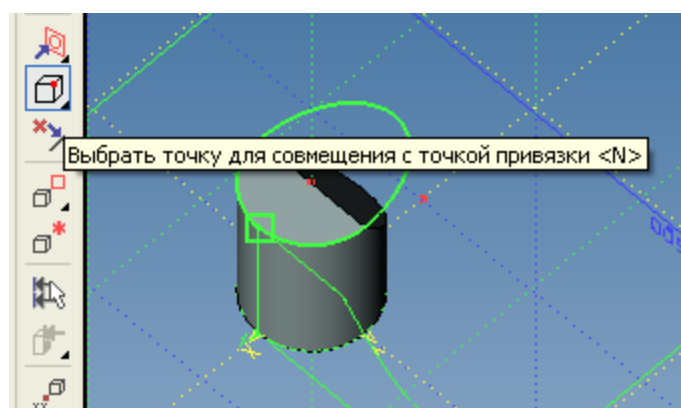



рис. 12

Кроме того, нам надо совместить указанную на рис. 12 точку профиля с этой же точкой на первом профиле как на рис. 14. Для этого воспользуемся опцией  - активируем ее и выбираем точку на рис. 12. В результате эта точка совмещается с узлом привязки проекции (рис. 13), и, привязав проекцию по этому узлу к первой развертке, мы добьемся совпадения точек (в свойствах проекции установим угол 270°).

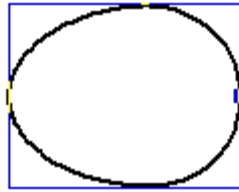


рис. 13

Привязываем проекцию к линии изображения на первой развертке (рис. 14), для этого надо

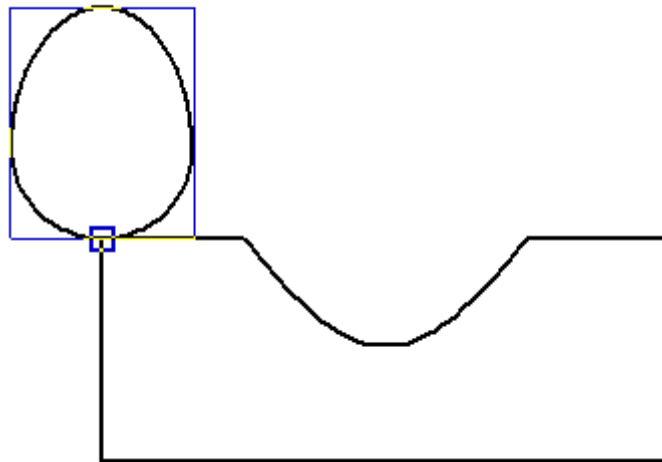


рис. 14

включить привязки (если они отключены) внизу окна (рис. 15).



рис. 15

Для завершения развертки всего цилиндра осталось привязать проекцию нижней грани к точке развертки цилиндрической грани как на рис. 17. Отличие в том, что в фильтрах опций на рис. 9, 10 надо установить «грань» и в качестве узла привязки указать вершину на рис. 16.

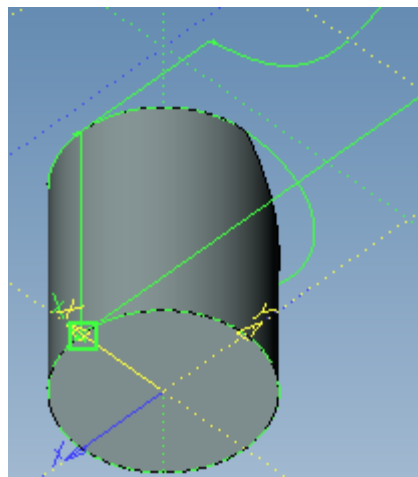


рис. 16

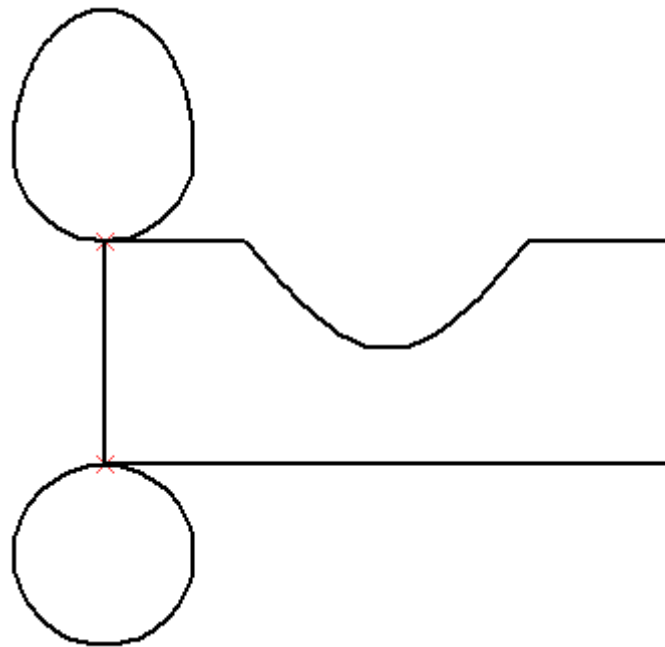


рис. 17

Общий вид построенный дан на рис. 18.

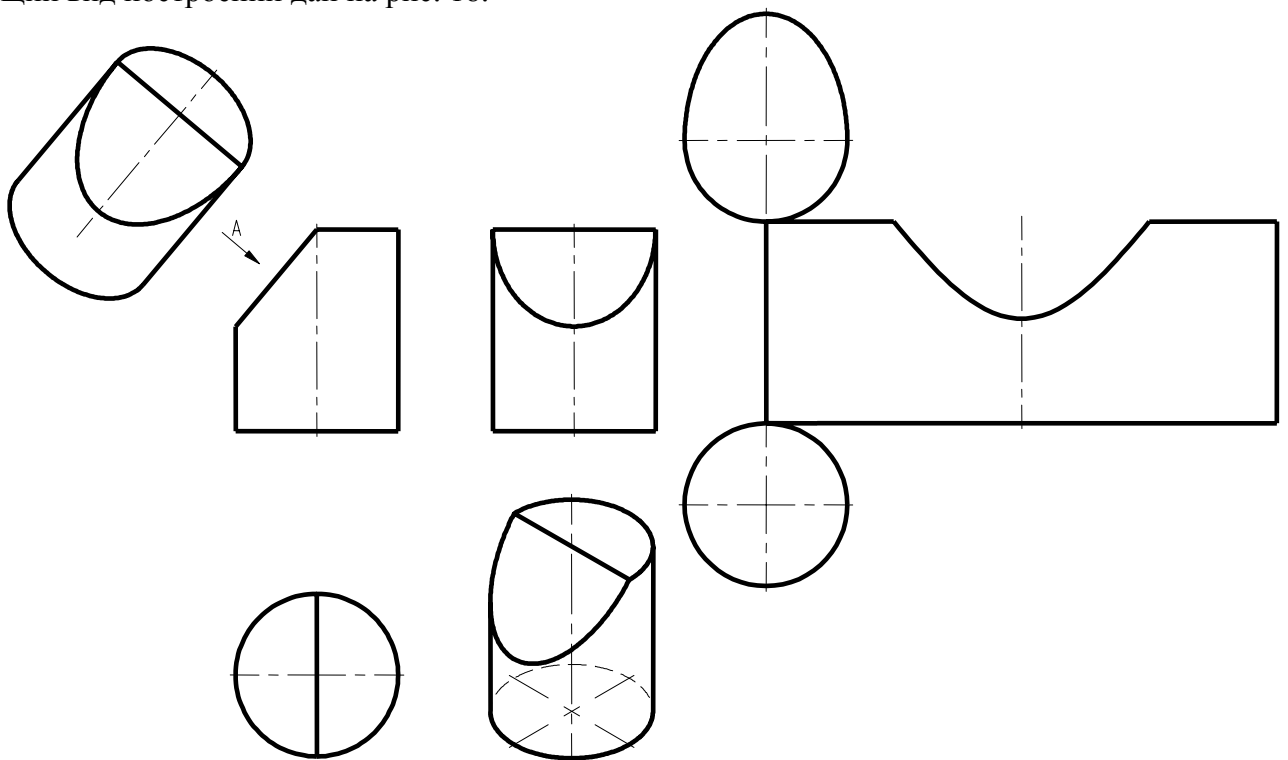
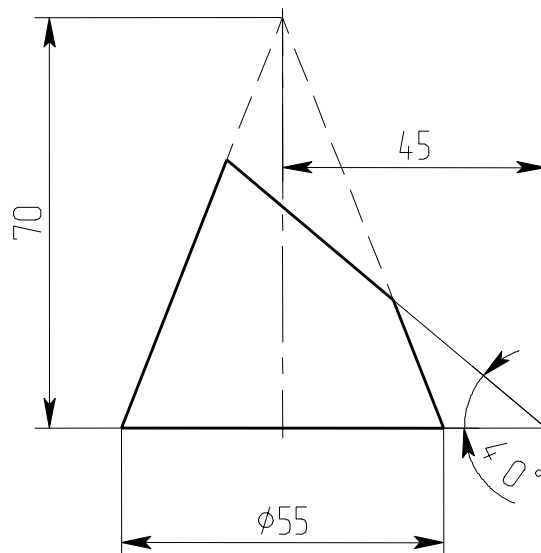



рис. 18

Далее построим три вида, изометрию, сечение и развертку конуса.



Конус проще всего построить вращением треугольного профиля вокруг вертикального ребра (опция  - выбрать ось вращения - рис. 19) .

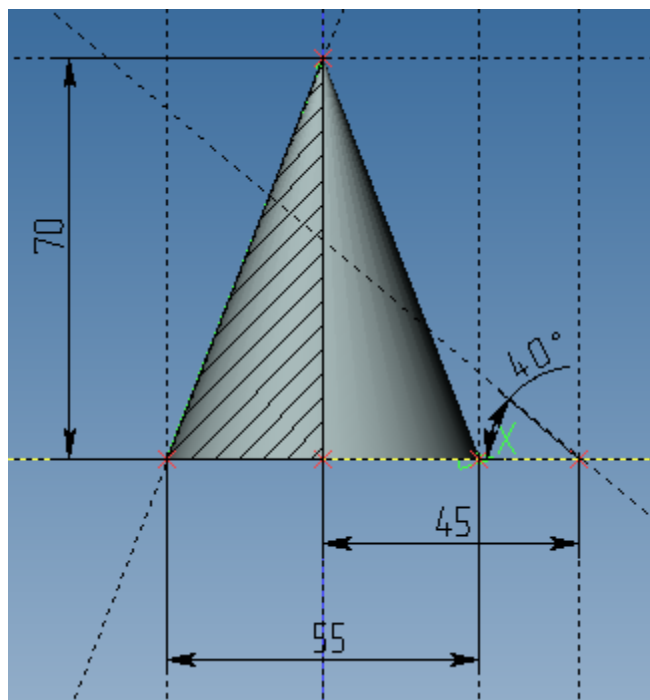


рис. 19

Построим отдельно развертку цилиндрической грани, используя опцию  команды  (рис. 20).

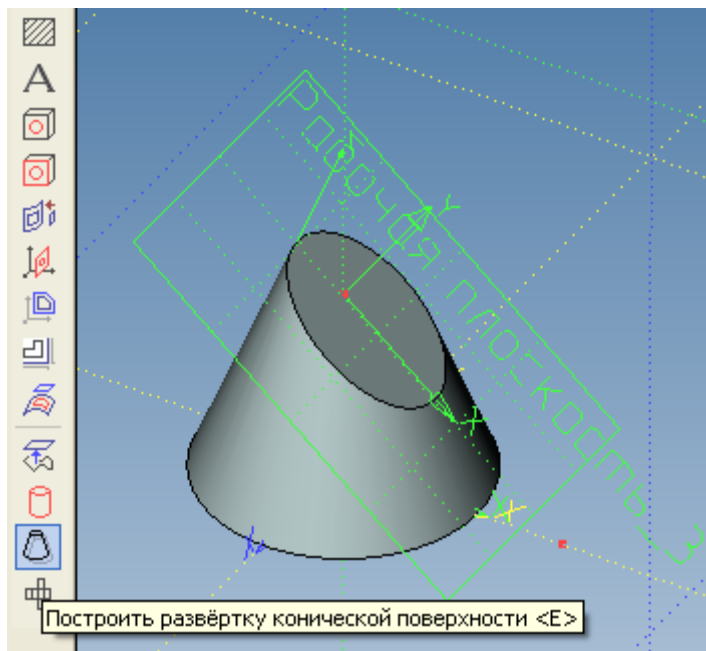


рис. 20

В качестве точки касания плоскости профиля выбираем вершину на рис. 21, ее же указываем как точку образующей линии разреза профиля.

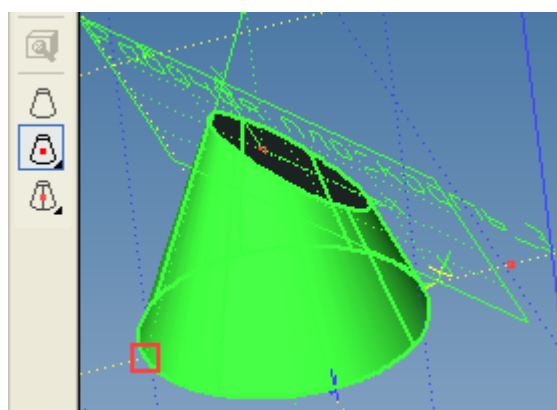


рис. 21

результат – на рис. 22.

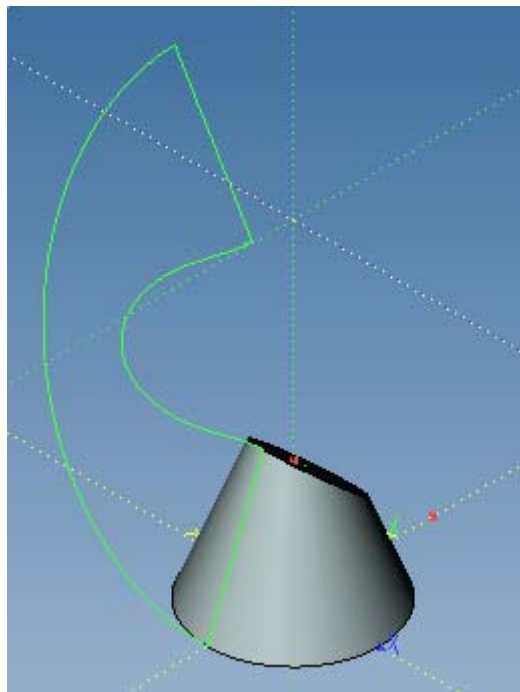


рис. 22

Для завершения развертки всего усеченного конуса строим проекции отдельных граней с привязкой их к точкам проекции развертки конической грани (рис. 23).

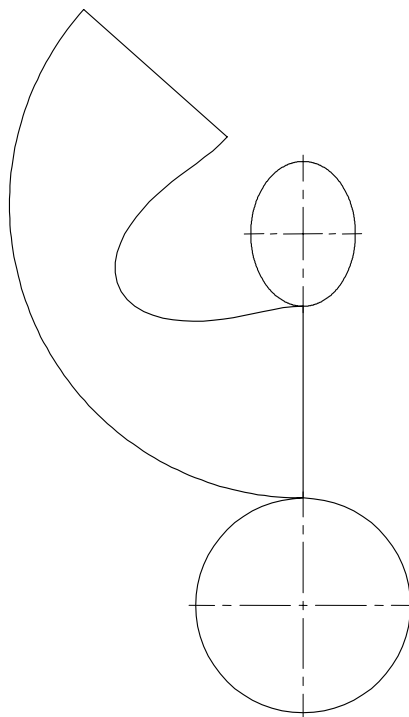


рис. 23

Общий вид построений показан на рис. 24. Меняйте положение разреза Б-Б (с полным обновлением 2D видов командой «полный пересчет») для получения разрезов параллельными плоскостями.

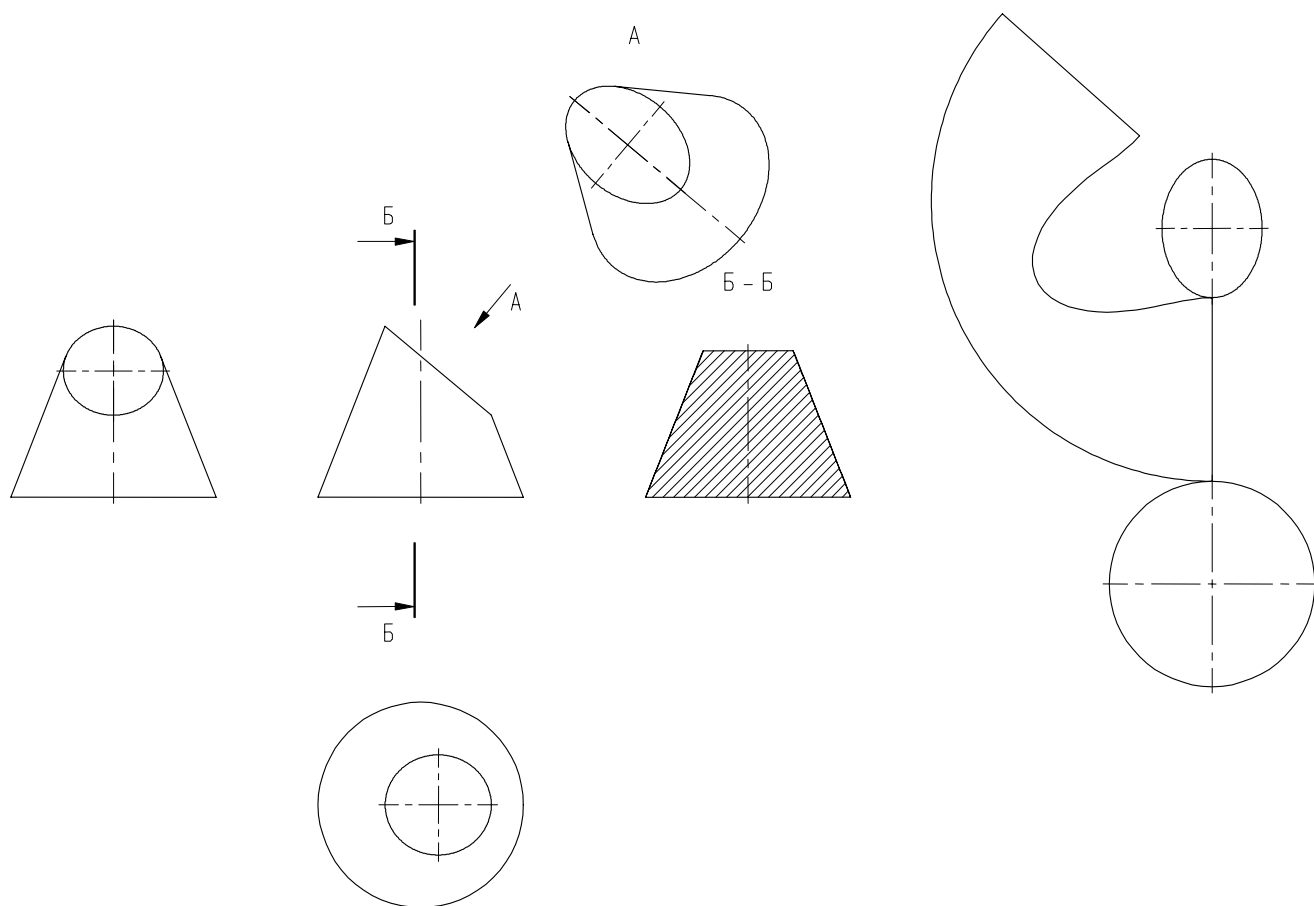


рис. 24

В заключение рассмотрим подробнее вопрос выбора начальной точки профиля развертки. Для примера построим на окружности основания профиля четыре 3D узла, разбивающие окружность на 4 равные части. Для построения первого узла запустим команду «Построить 3D узел» и выберем ребро – основание конуса (рис. 25).

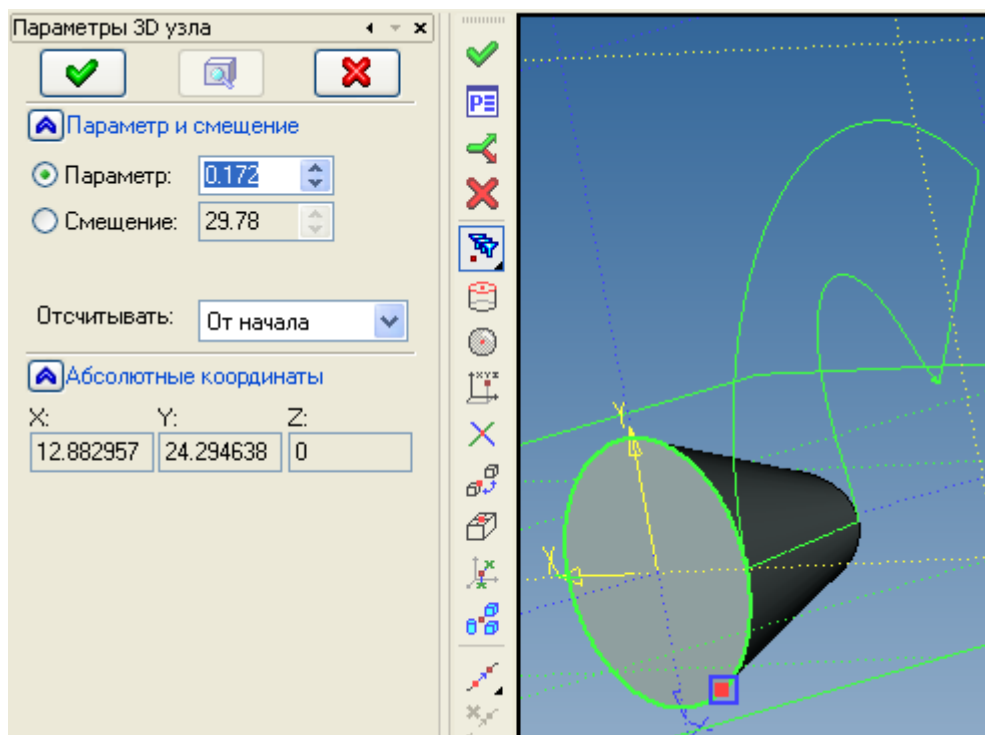


рис. 25

Команда строит предварительный узел, принадлежащий ребру в точке указания курсором, а положение узла определяется параметром 0,172 (рис. 25). Вводим вместо 0,172 параметр 0 – строится узел в начале профиля (рис. 26) (т.е. 0 – это расстояние узла от начала профиля). Подтверждаем его создание, нажав на зеленую галочку.

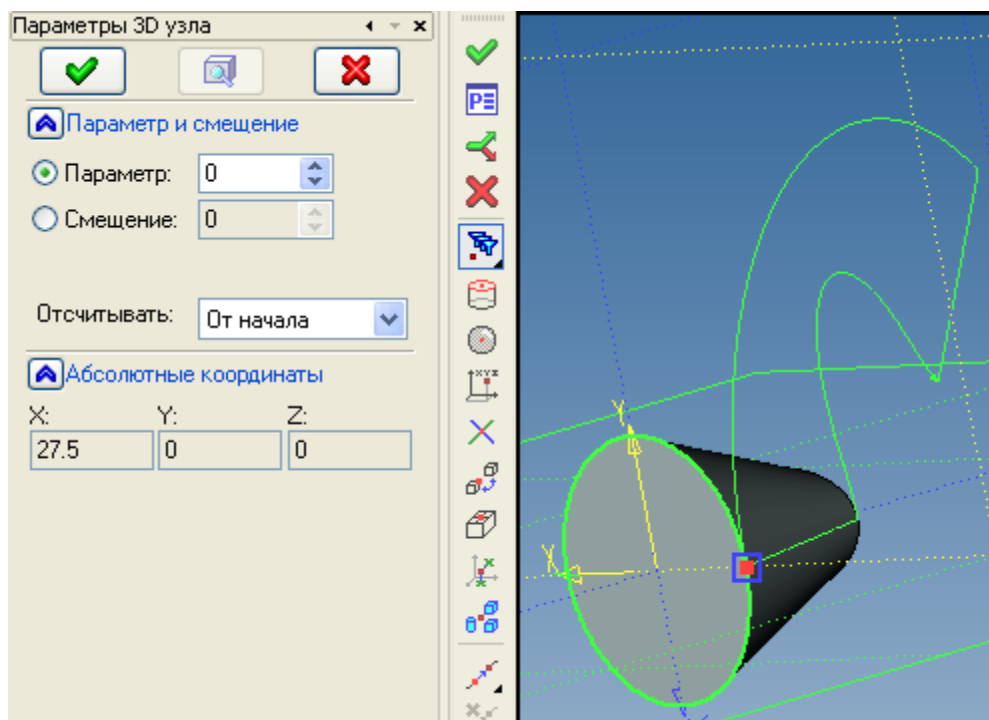


рис. 26

Аналогично построим три оставшихся узла, вводя параметр соответственно 0,25; 0,5; 0,75 (рис. 27).

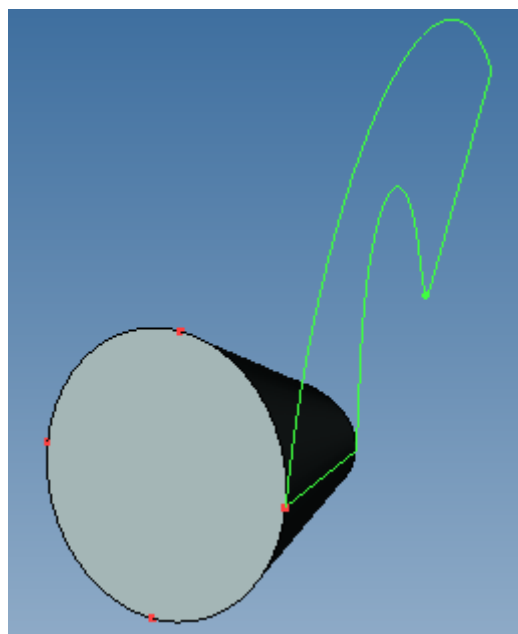


рис. 27

Построим теперь профили разверток в каждом узле (рис. 28). Далее создадим проекции этих профилей на странице чертежа (в качестве узла привязки проекции указана соответствующая точка квадранта окружности) (рис. 30).

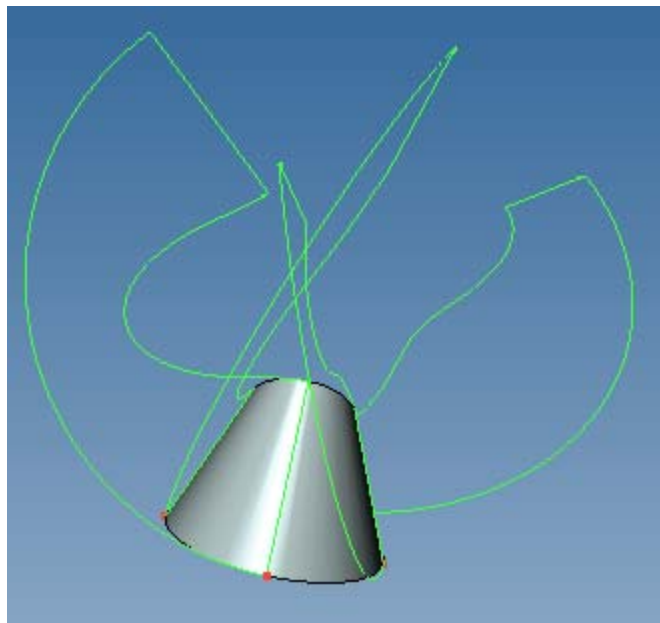


рис. 28

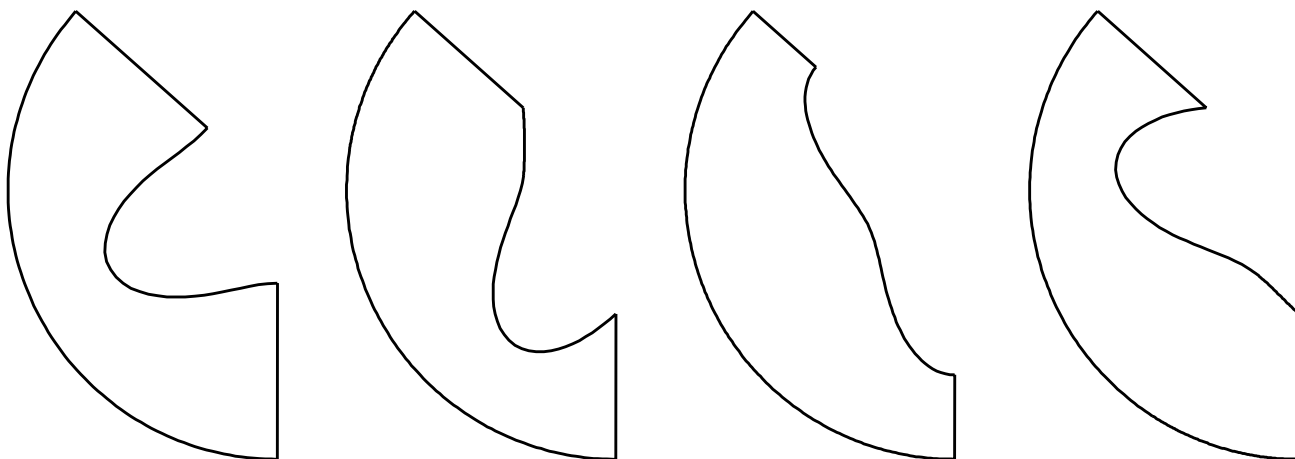
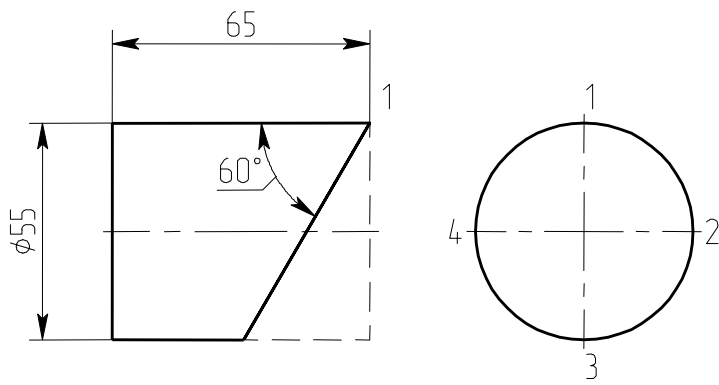


рис. 30

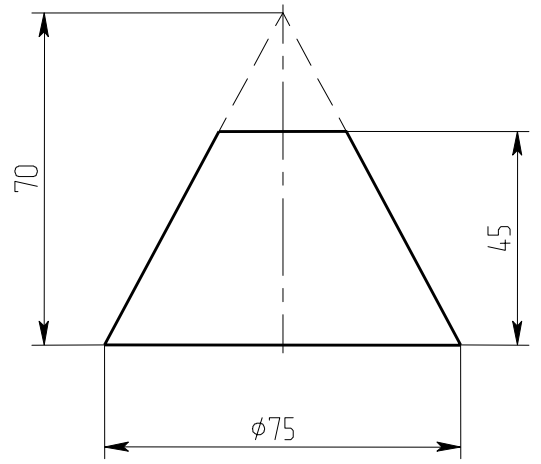
Задания для самостоятельного выполнения.

Построить отсечение тела указанной плоскостью, выполнить:

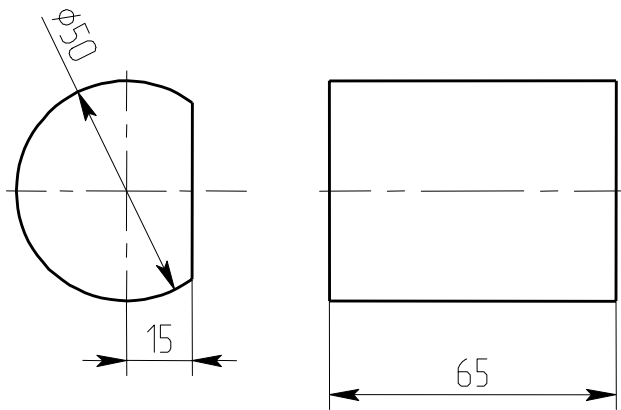
- стандартные виды и изометрию;
- проекцию грани отсечения тела плоскостью (линии среза);
- развертку всей поверхности тела;
- дополнительно развертку цилиндрической или конической поверхности с линией разреза в указанных точках 1, 2, 3, 4.



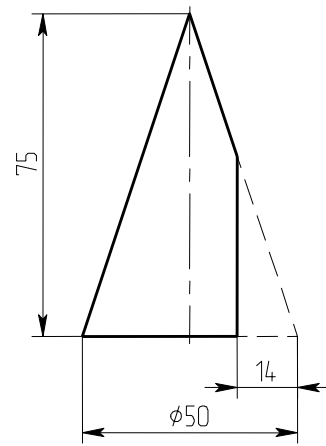
Фиг. 1



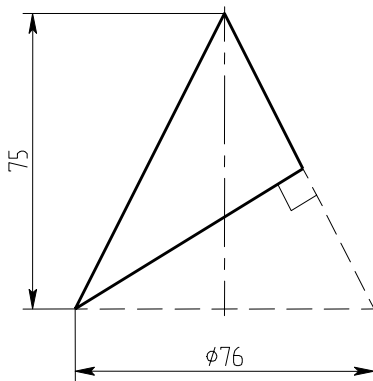
Фиг. 2



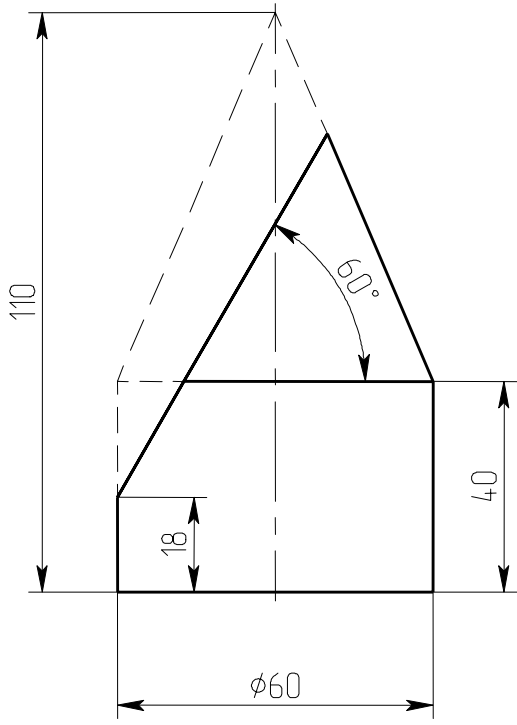
Фиг. 3



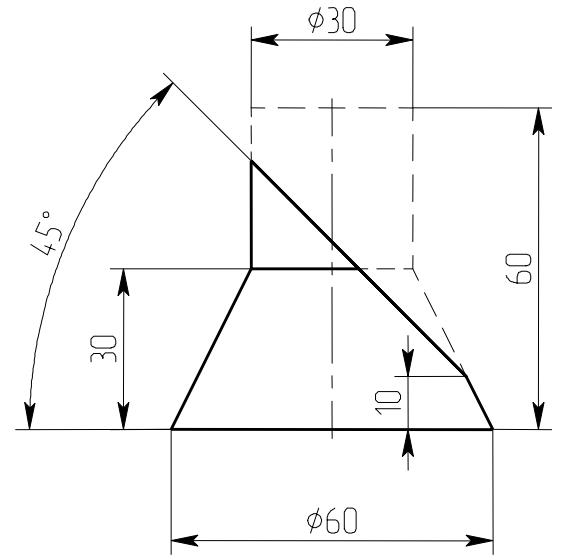
Фиг. 4



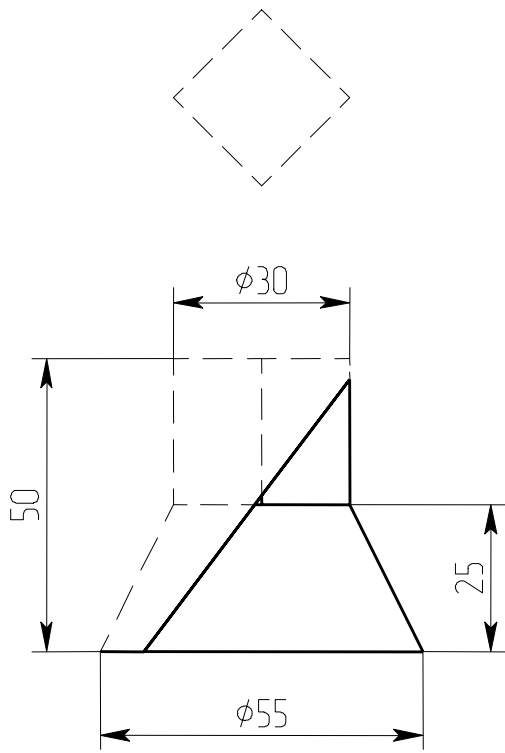
Фиг. 5



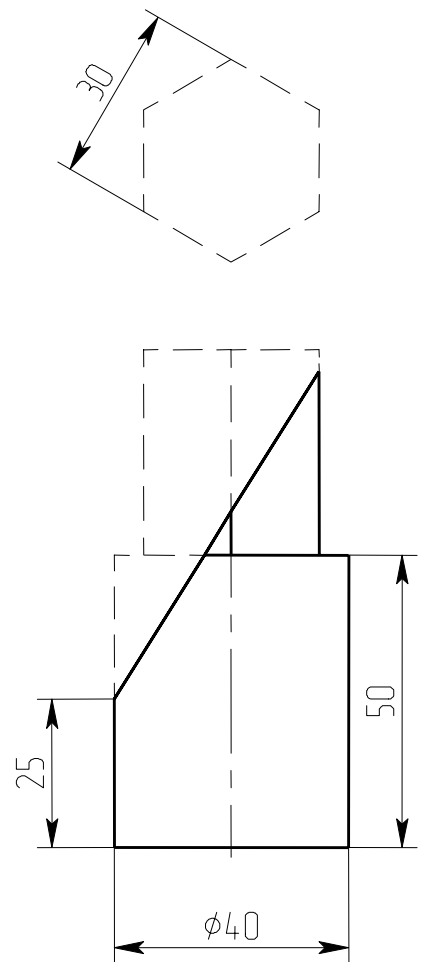
Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8



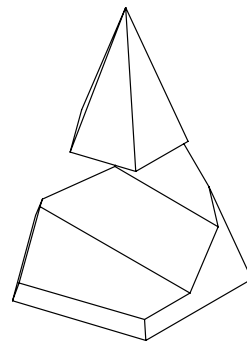
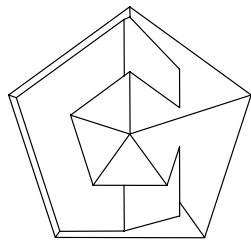
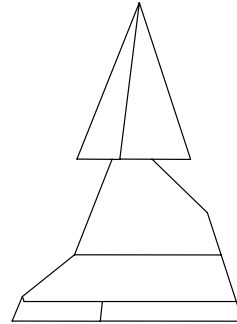
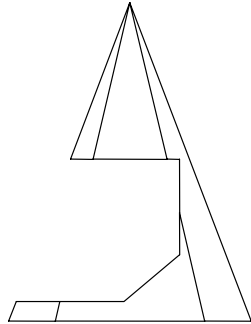
Фиг. 9

Лабораторная работа 13

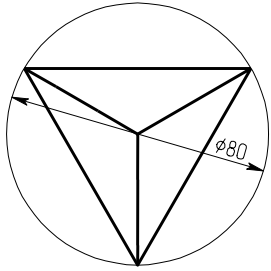
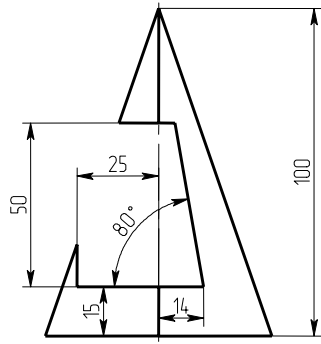
Построение объемных тел (продолжение)

Построить третью проекцию тела с вырезом методом секущих плоскостей (приемами 2d черчения). Затем построить объемную модель тела с вырезом и изометрию. Выполнить третий вид.

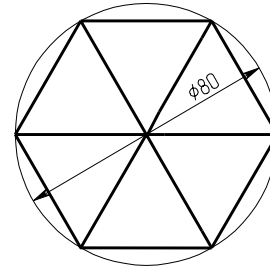
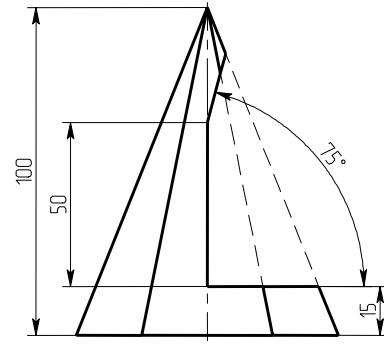
Пример выполнения работы



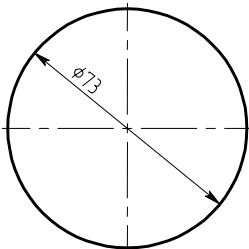
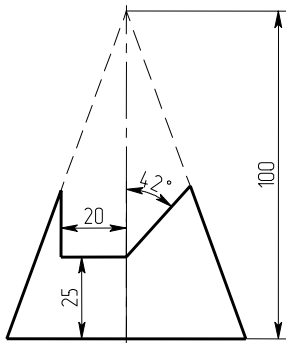
Фиг. 1



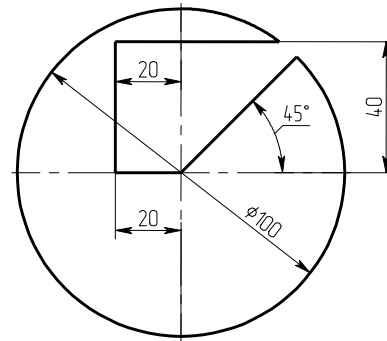
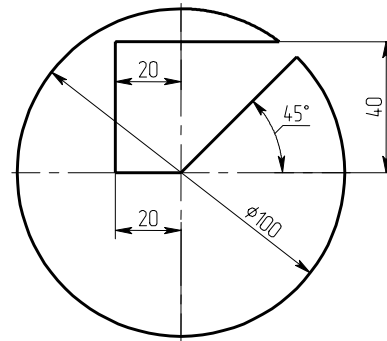
Фиг. 2



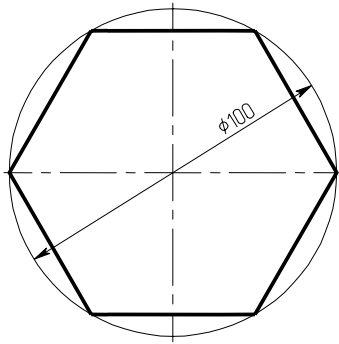
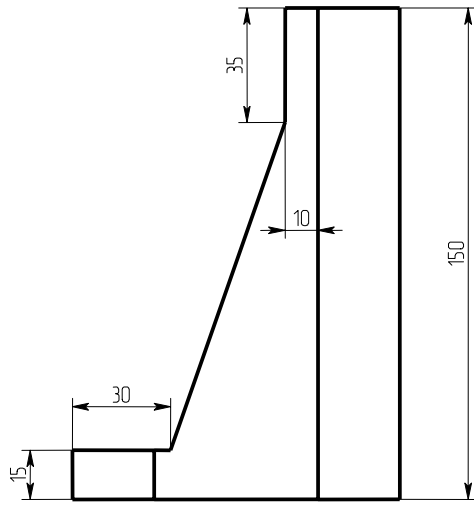
Фиг. 3



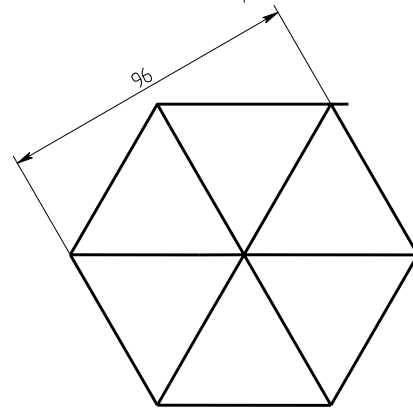
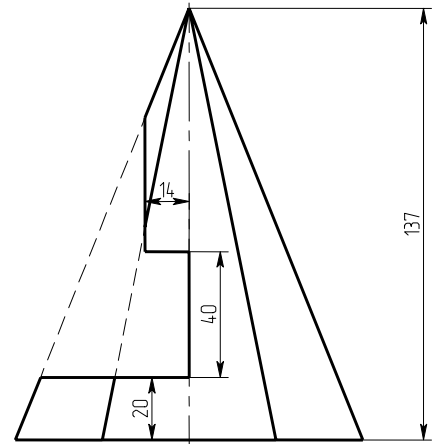
Фиг. 4



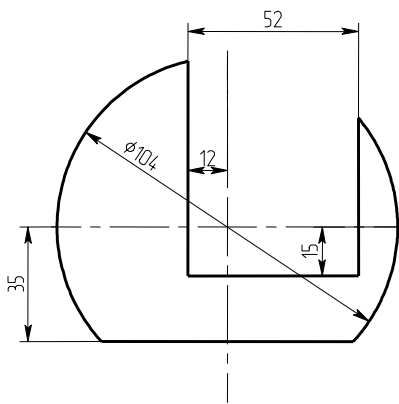
Фиг. 5



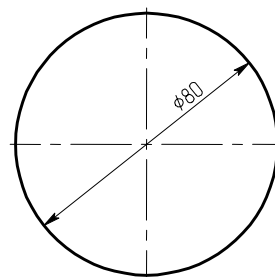
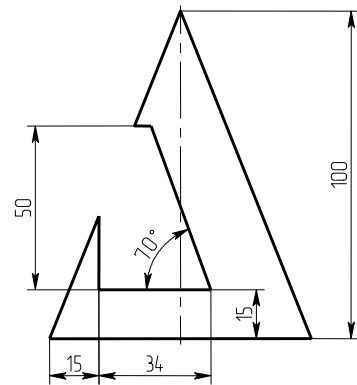
Фиг. 6



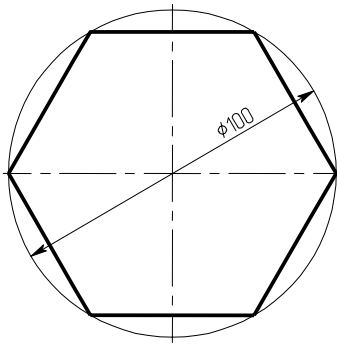
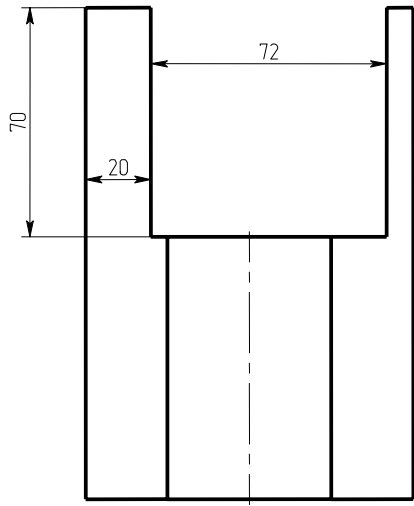
Фиг. 7



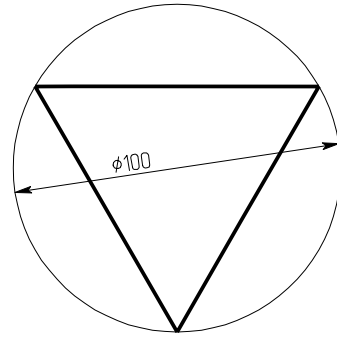
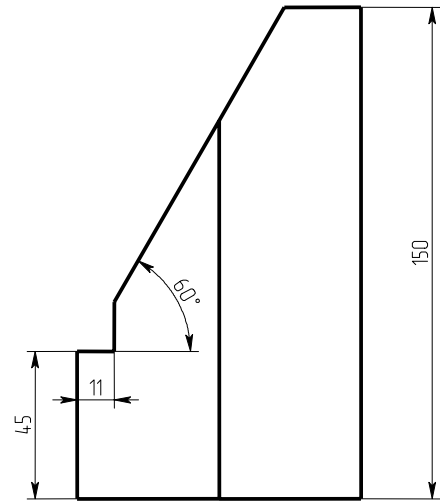
Фиг. 8



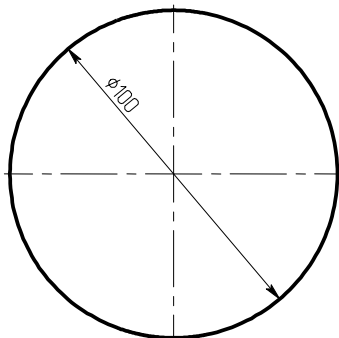
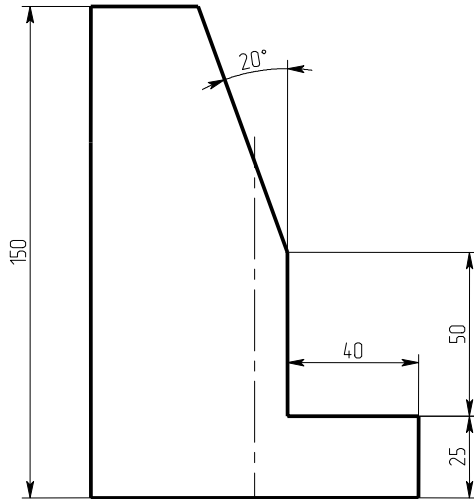
Фиг. 9



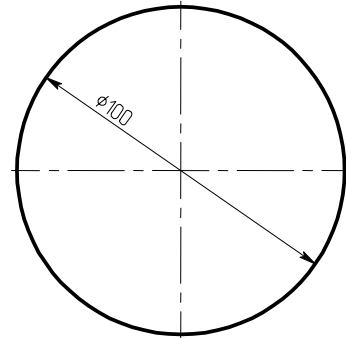
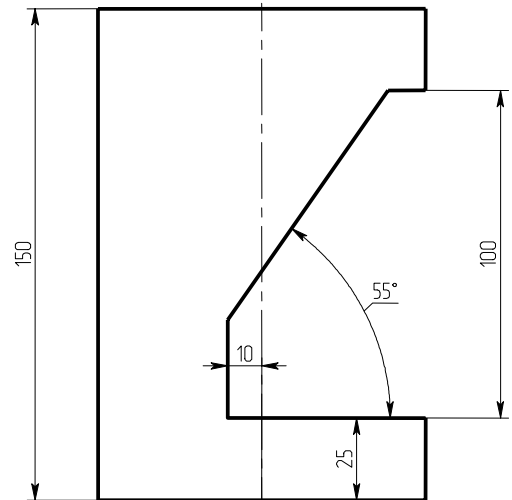
Фиг. 10



Фиг. 11



Фиг. 12

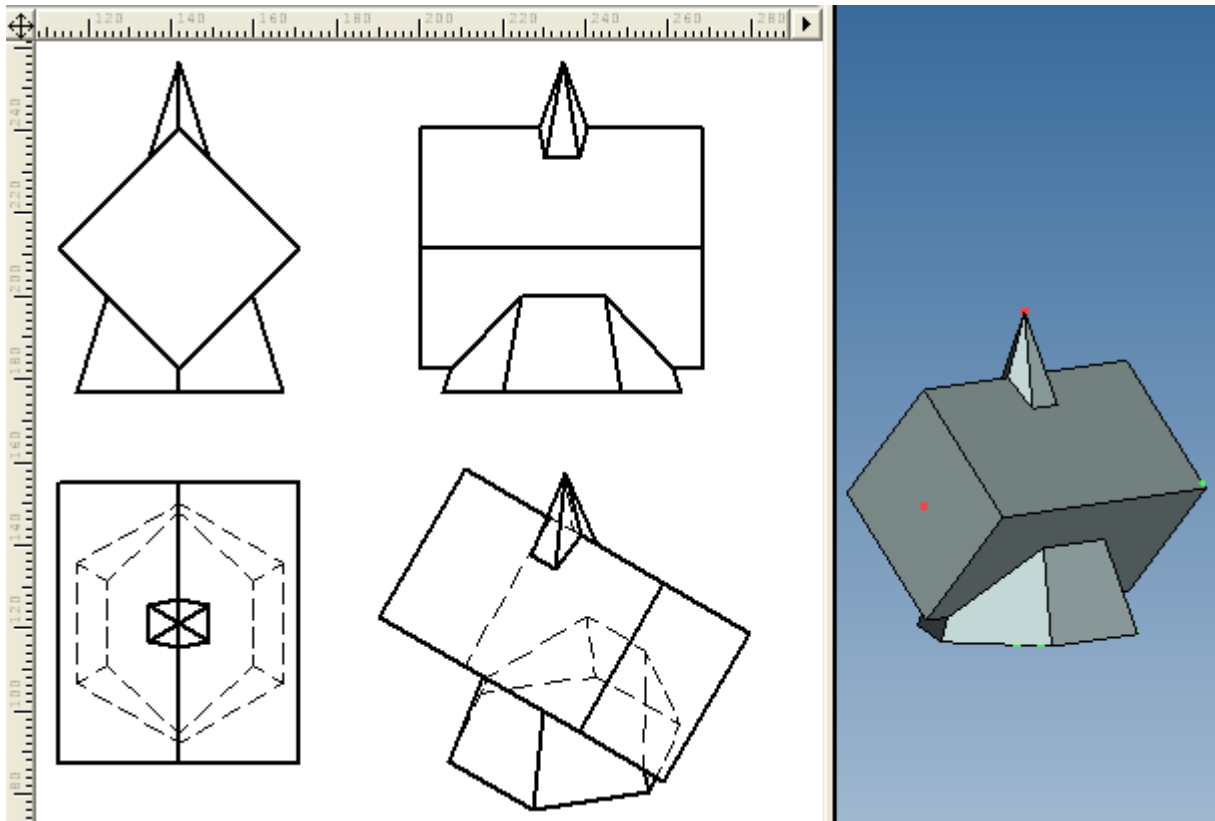
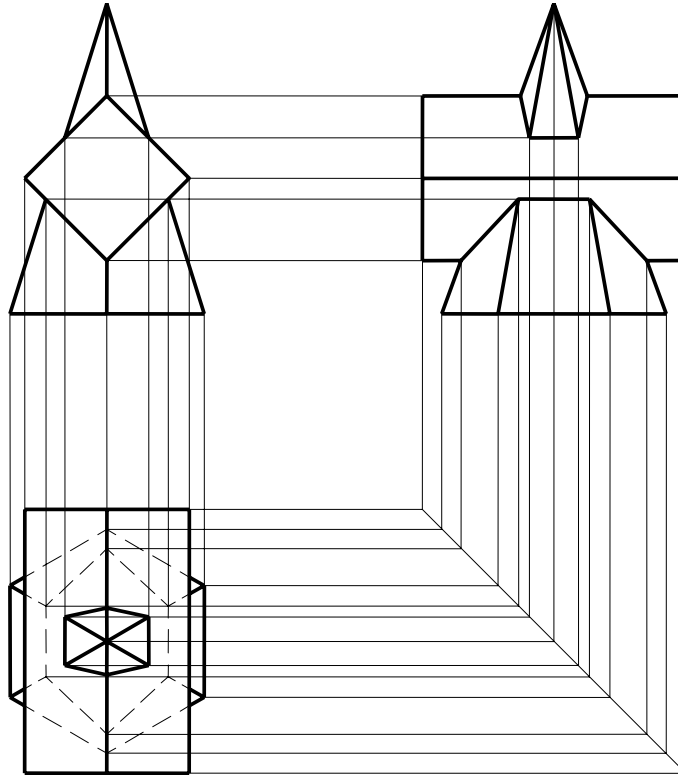


Лабораторная работа № 14

Взаимное пересечение геометрических тел, ограниченных плоскостями

Построить линию пересечения геометрических тел, ограниченных плоскостями (призм и пирамид) методом секущих плоскостей по 2D проекциям, затем проверить построение, выполнив объемные модели тел, и построив проекции линии пересечения и изометрию.

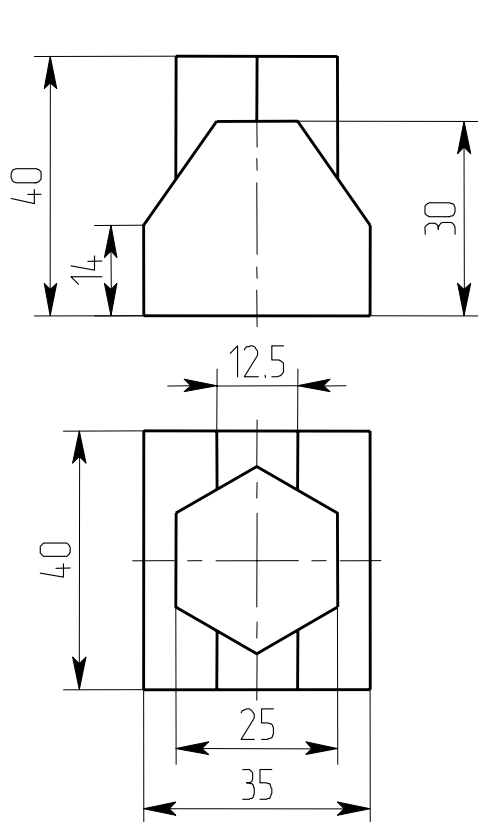
Пример выполнения работы



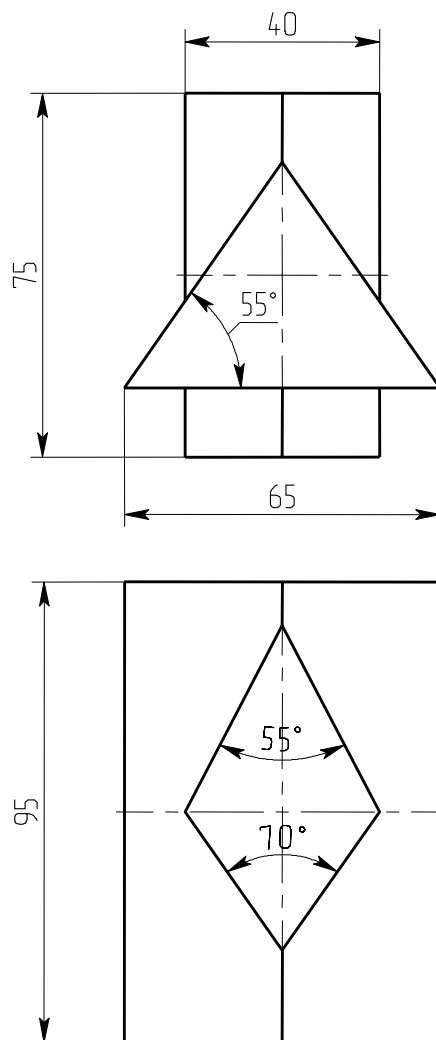
Задания для самостоятельного выполнения

Примечание - одно из тел на одной из проекций может быть показано пунктирной линией.

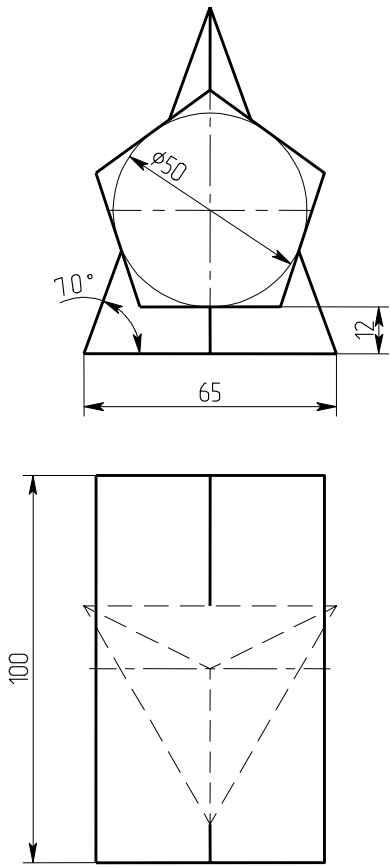
Для выполнения второй части задания построим объемную модель двух тел, ограниченных плоскостями по размерам, данным на двух проекциях. Построение удобнее всего вести, построив развертку плоскостей проекций на странице чертежа и определив на них взаимное расположение тел. Далее необходимо сложить тела для получения линии их пересечения. Необходимые виды получим, построив проекции как в предыдущих работах.



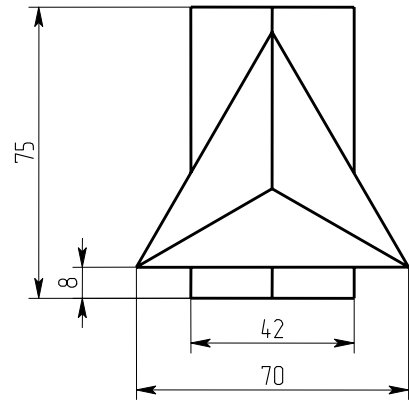
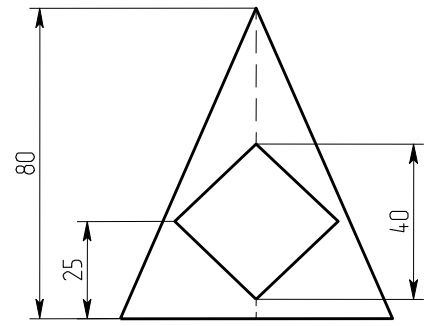
Фиг. 1



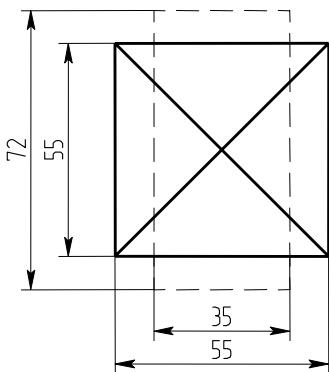
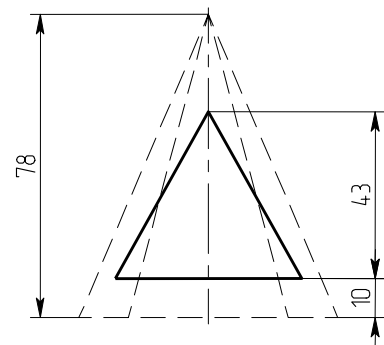
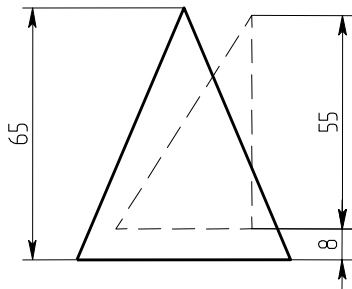
Фиг. 2



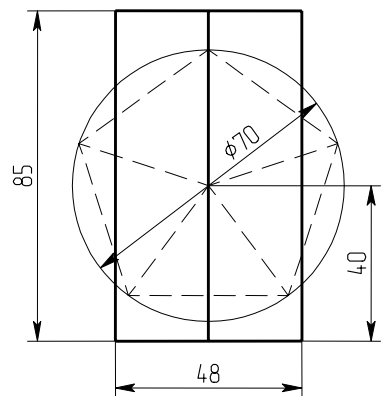
Фиг. 3



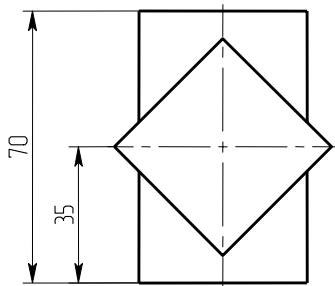
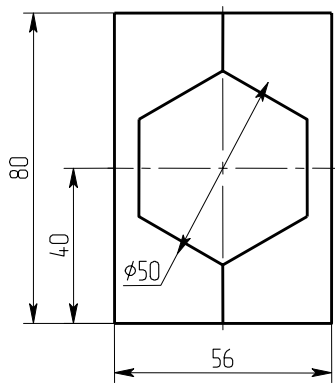
Фиг. 4



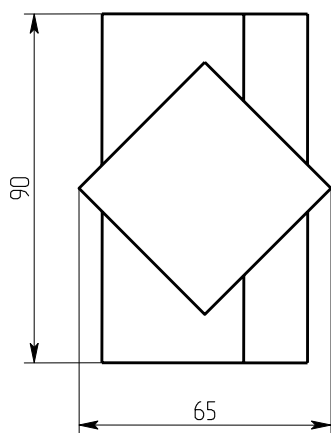
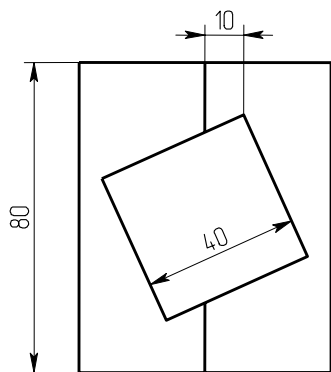
Фиг. 5



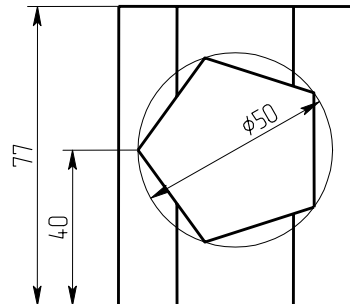
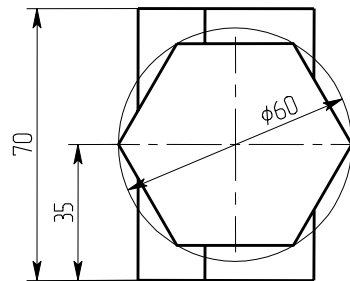
Фиг. 6



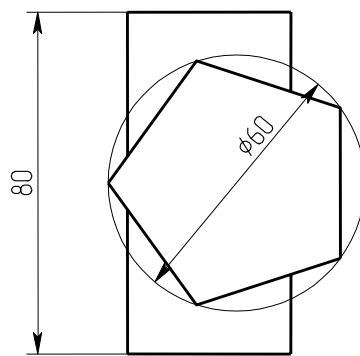
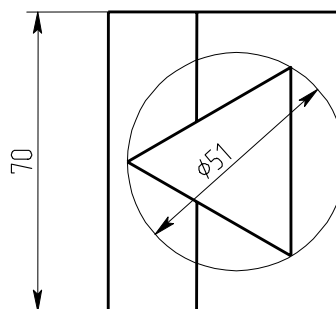
Фиг. 7



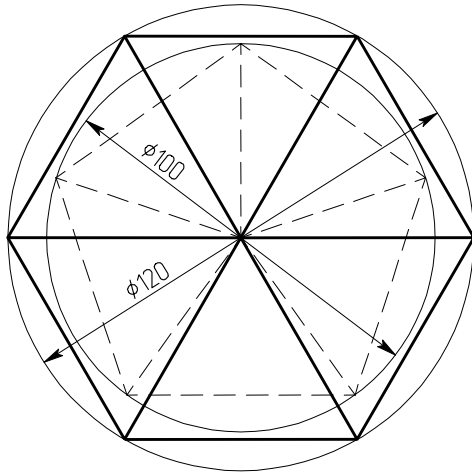
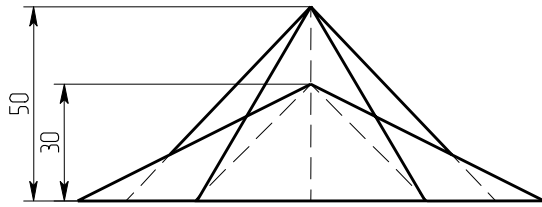
Фиг. 9



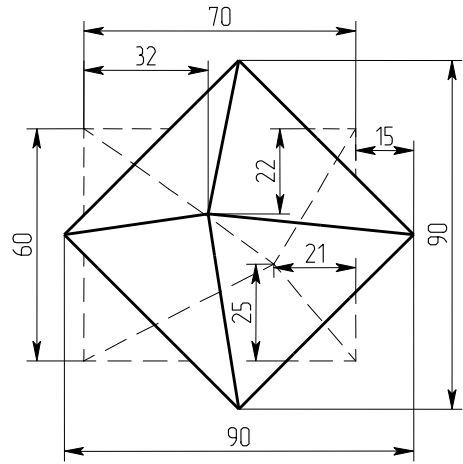
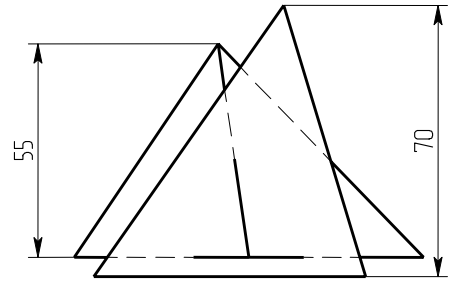
Фиг. 8



Фиг. 10



Фиг. 11



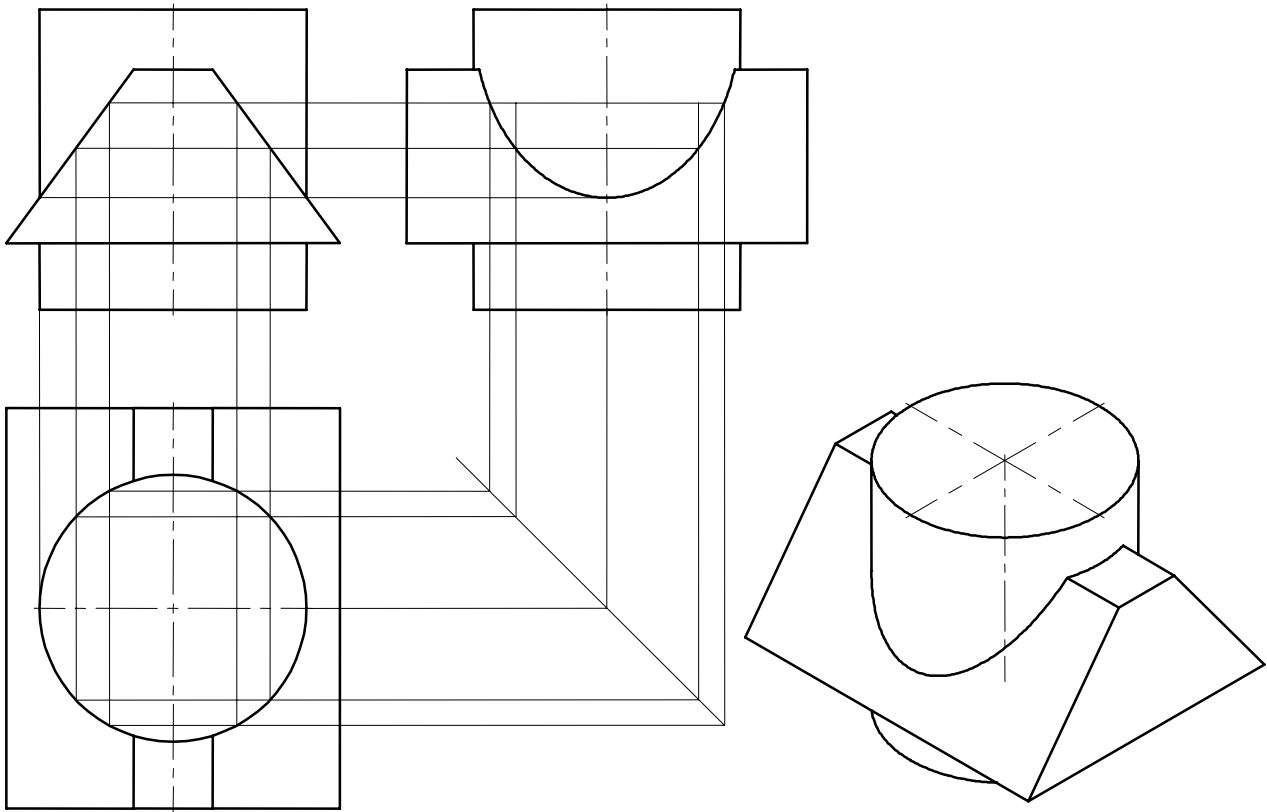
Фиг. 12

Лабораторная работа № 15

Взаимное пересечение многогранника и тела, ограниченного поверхностями вращения

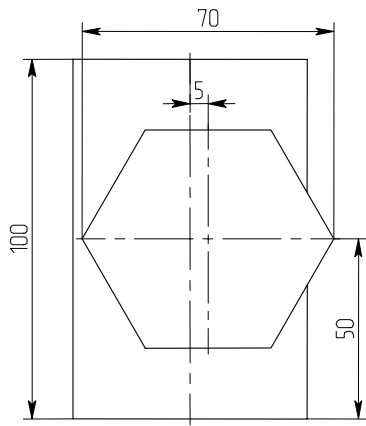
Построить линию пересечения геометрических тел методом секущих плоскостей (или сфер) по 2D проекциям, затем проверить построение, выполнив объемные модели тел, и построив проекции линии пересечения и изометрию.

Пример выполнения работы

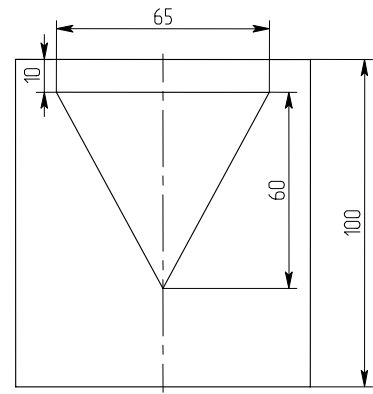
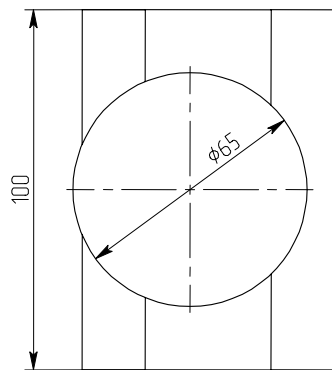


Задания для самостоятельного выполнения

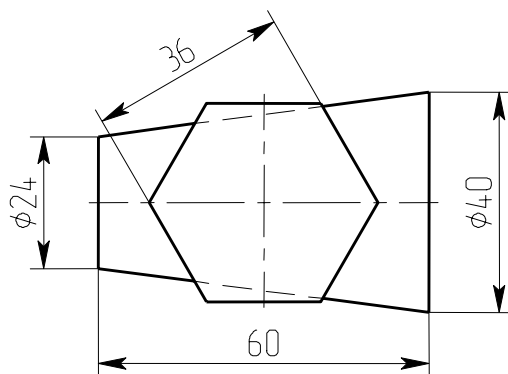
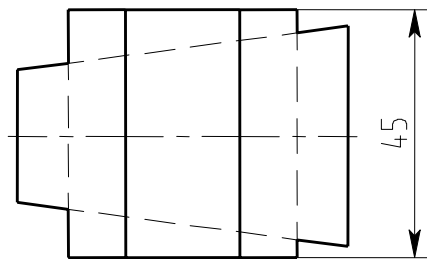
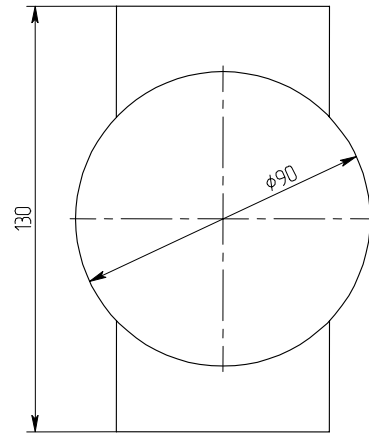
Для выполнения второй части задания построим объемную модель двух тел, по размерам, данным на двух проекциях. Далее необходимо сложить тела для получения линии их пересечения. Необходимые виды получим, построив проекции как в предыдущих работах.



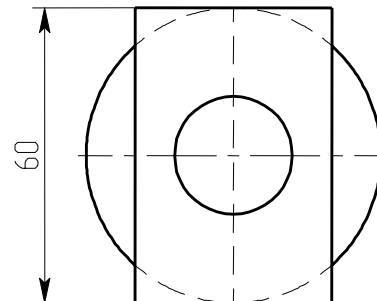
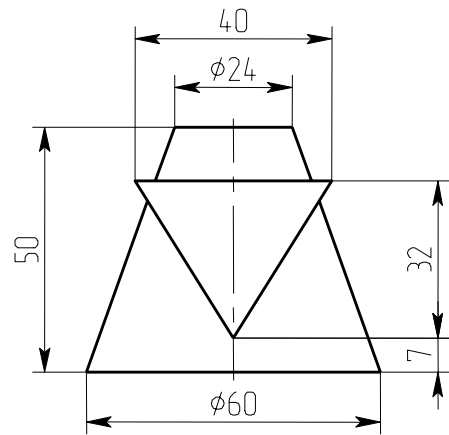
Фиг. 1



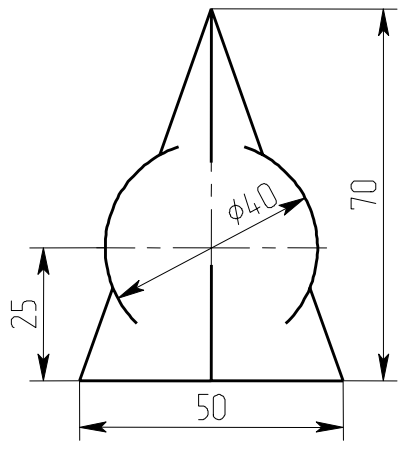
Фиг. 2



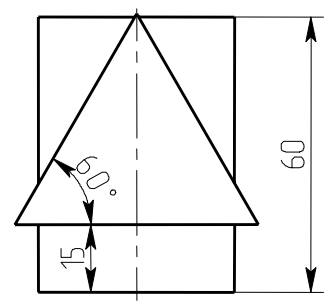
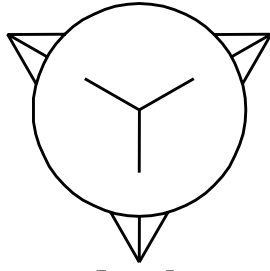
Фиг. 3



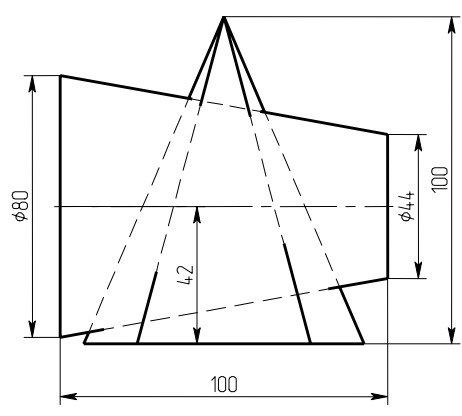
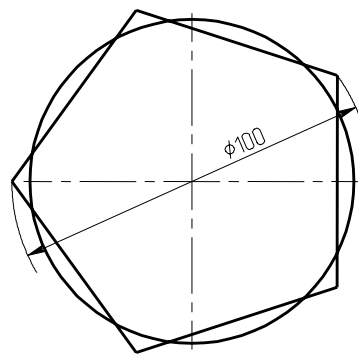
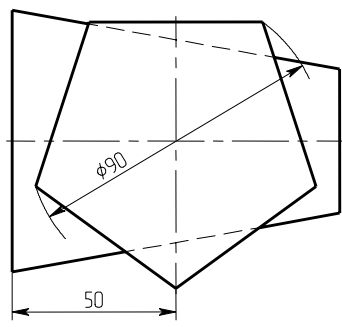
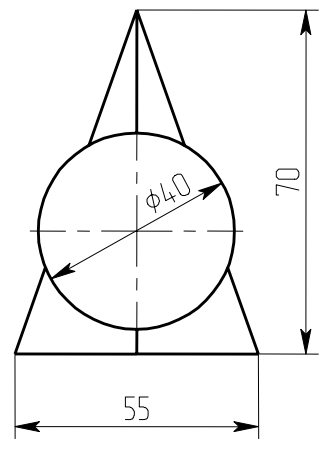
Фиг. 4



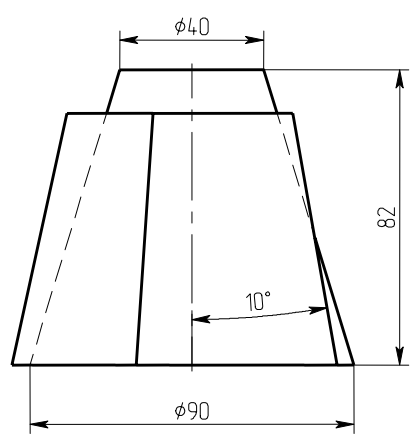
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



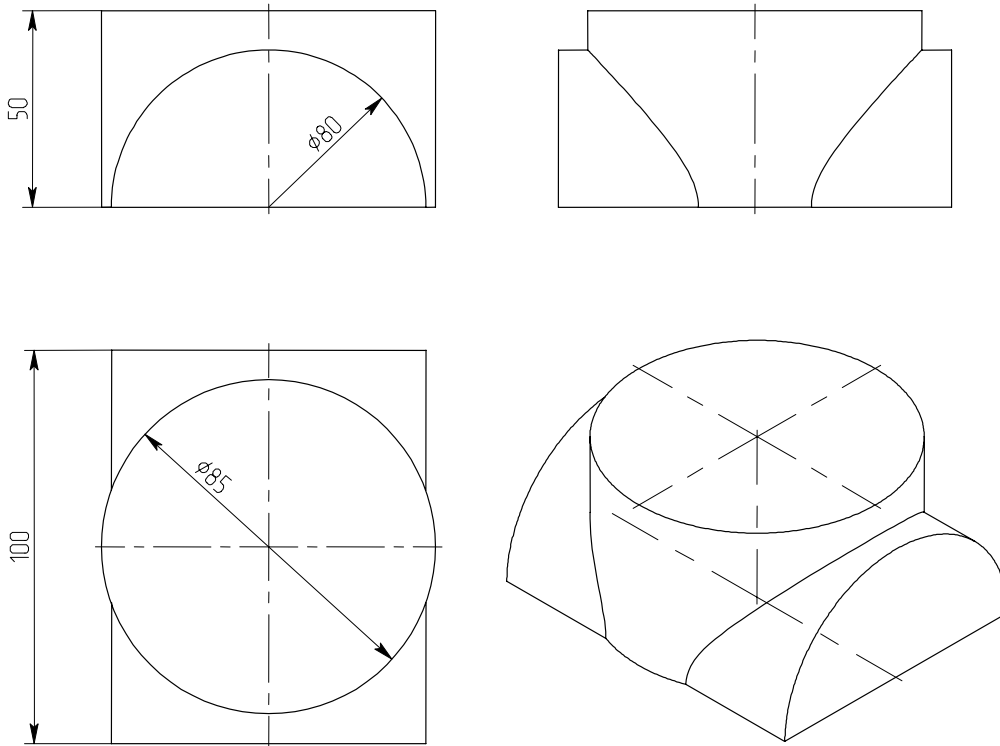
Фиг. 8

Лабораторная работа № 16

Взаимное пересечение геометрических тел, ограниченных поверхностями вращения

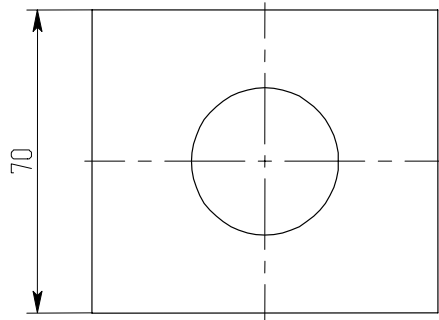
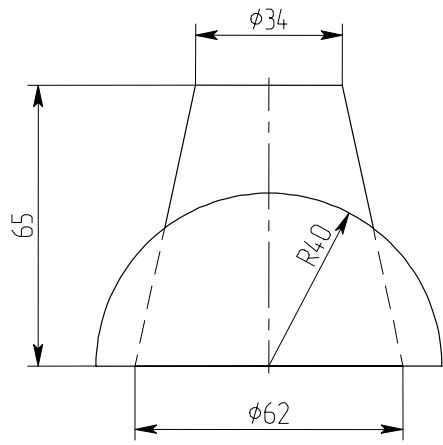
Построить линию пересечения геометрических тел, ограниченных поверхностями вращения методом секущих плоскостей по 2D проекциям, затем проверить построение, выполнив объемные модели тел, и построив проекции линии пересечения и изометрию.

Пример выполнения работы

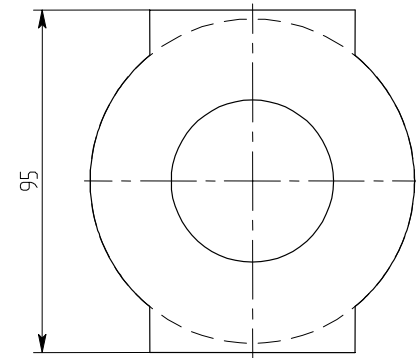
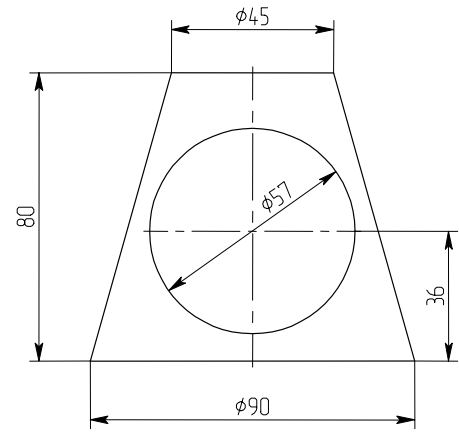


Задания для самостоятельного выполнения

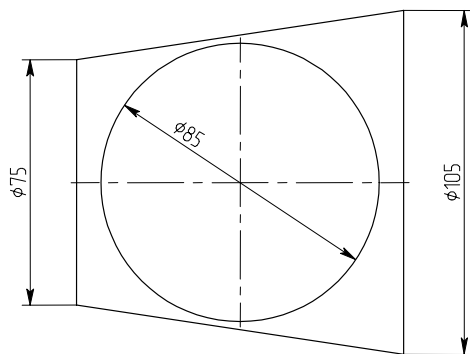
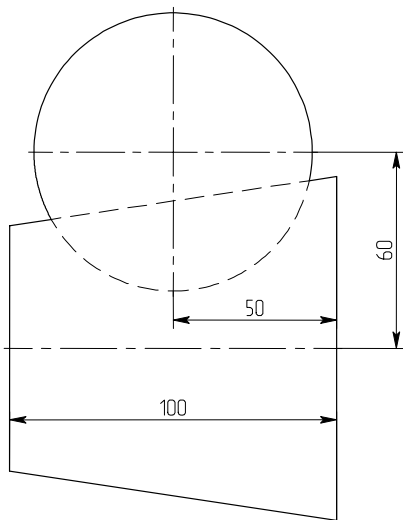
Для выполнения второй части задания построим объемную модель двух тел, ограниченных поверхностями вращения по размерам, данным на двух проекциях. Далее необходимо сложить тела для получения линии их пересечения. Необходимые виды получим, построив проекции как в предыдущих работах.



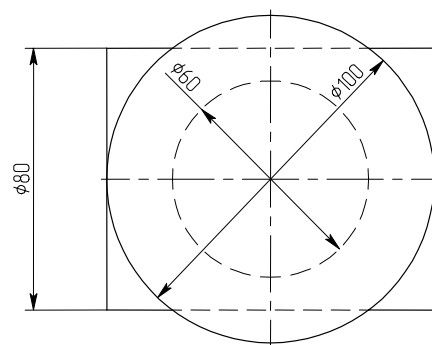
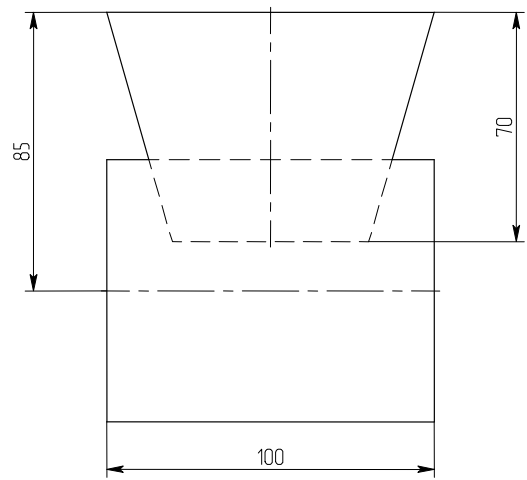
Фиг. 1



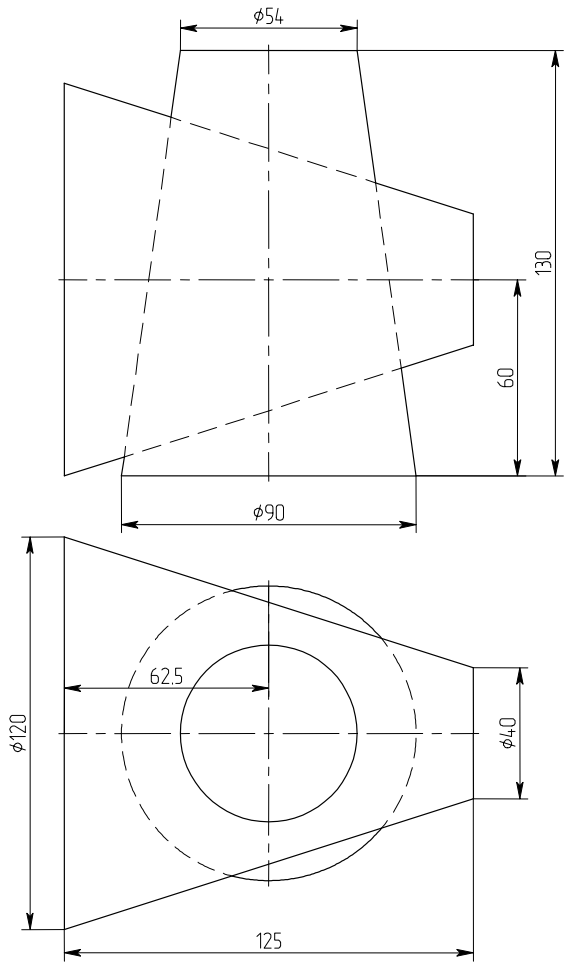
Фиг. 2



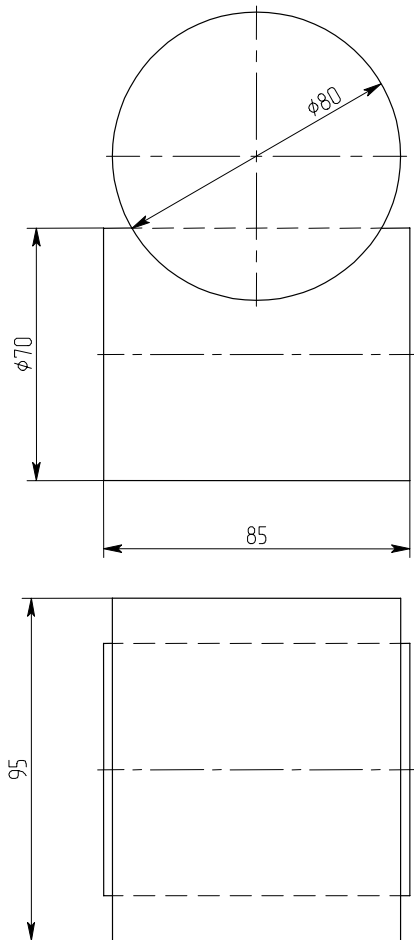
Фиг. 3



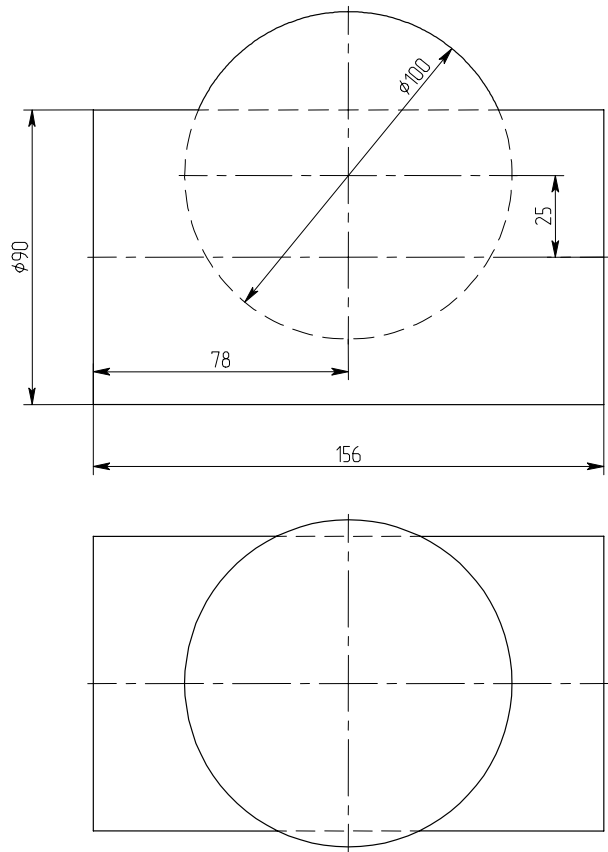
Фиг. 4



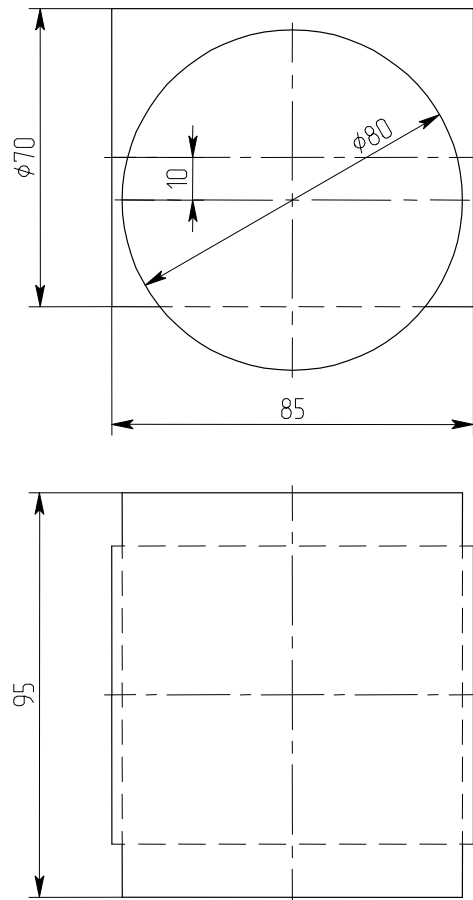
Фиг. 5



Фиг. 7



Фиг. 6



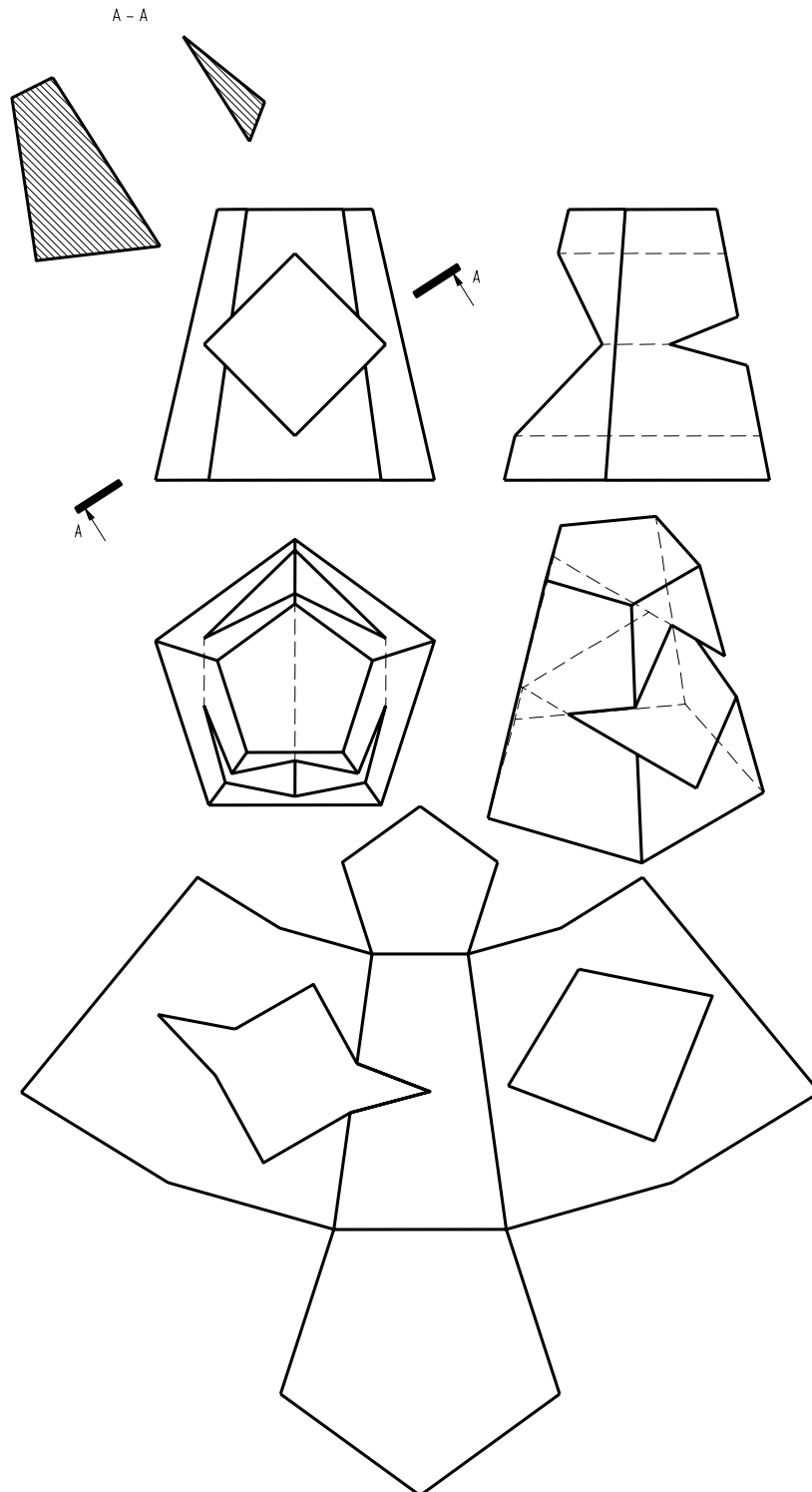
Фиг. 8

Лабораторная работа № 17

Построение тел с отверстием

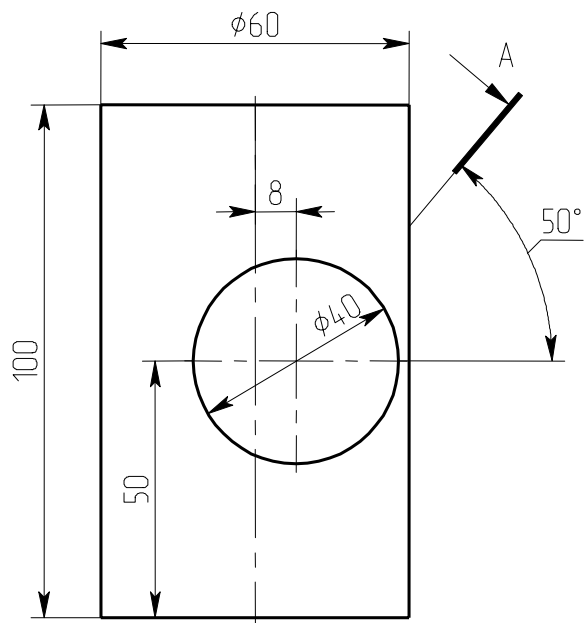
В этой работе необходимо выполнить три проекции тела с отверстием, выполнив линию перехода на каждой проекции методом секущих плоскостей (или сфер). Построить натуральную величину сечения. Построить развертку наружных граней тела. Затем проверить построение, выполнив объемную модель тела с вырезом и выполнив соответствующие виды и сечение.

Пример выполнения работы

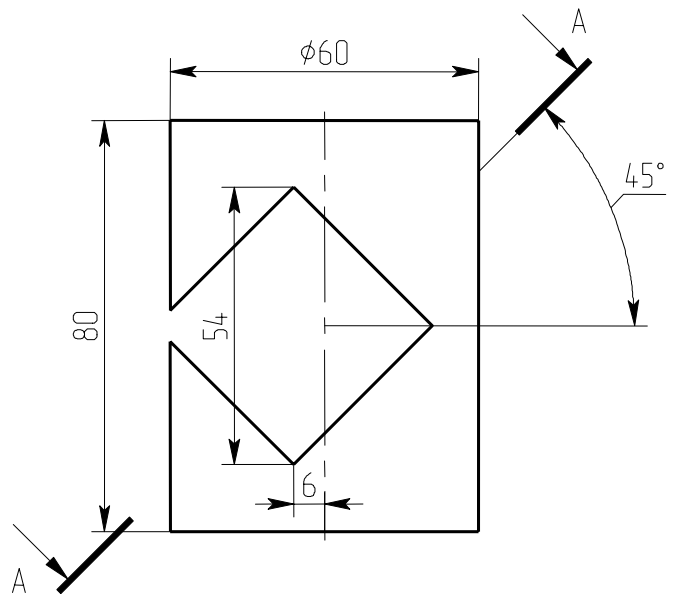


Варианты заданий

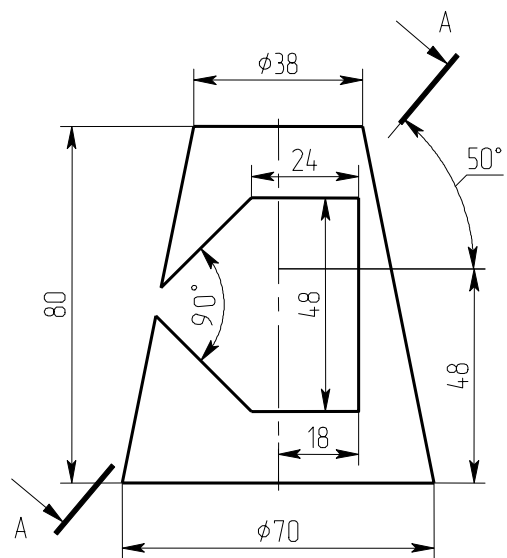
Примечание – отверстие всюду сквозное.



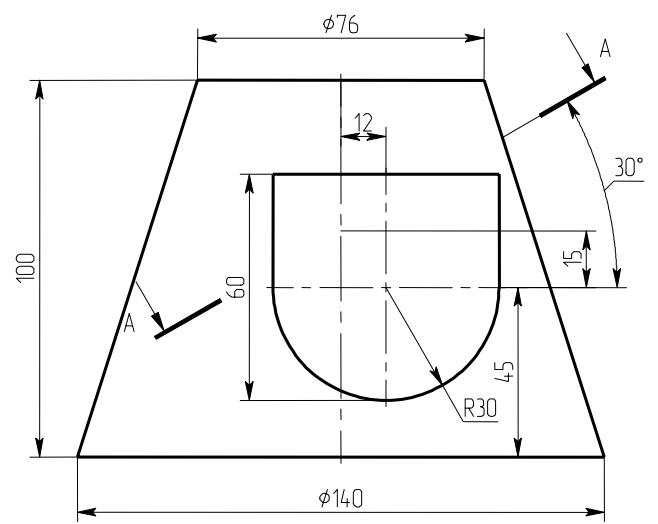
Фиг. 1



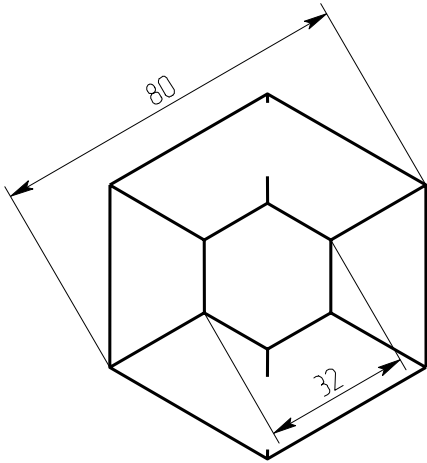
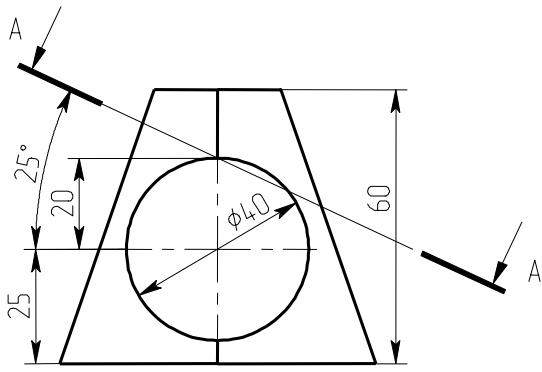
Фиг. 2



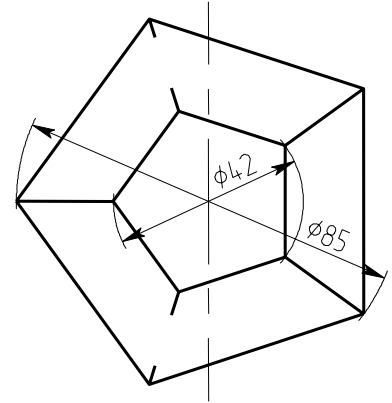
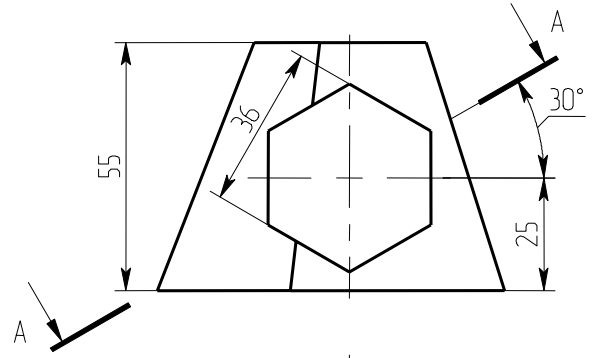
Фиг. 3



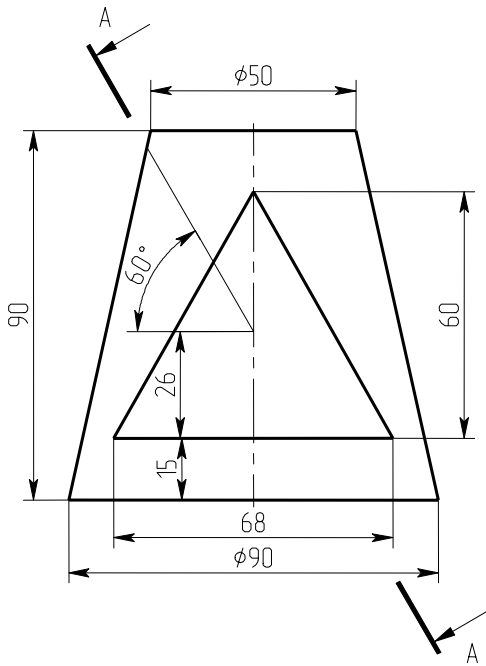
Фиг. 4



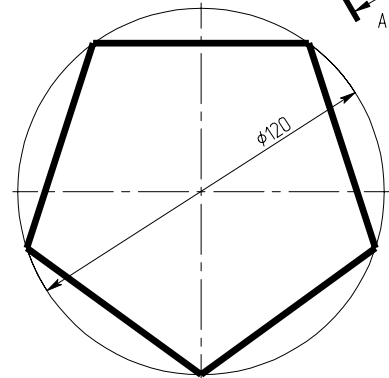
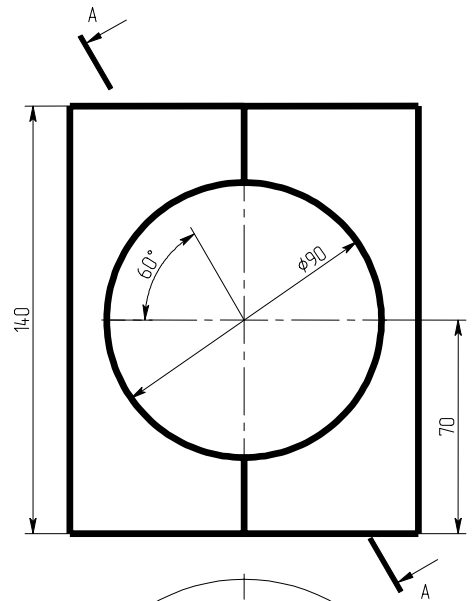
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7

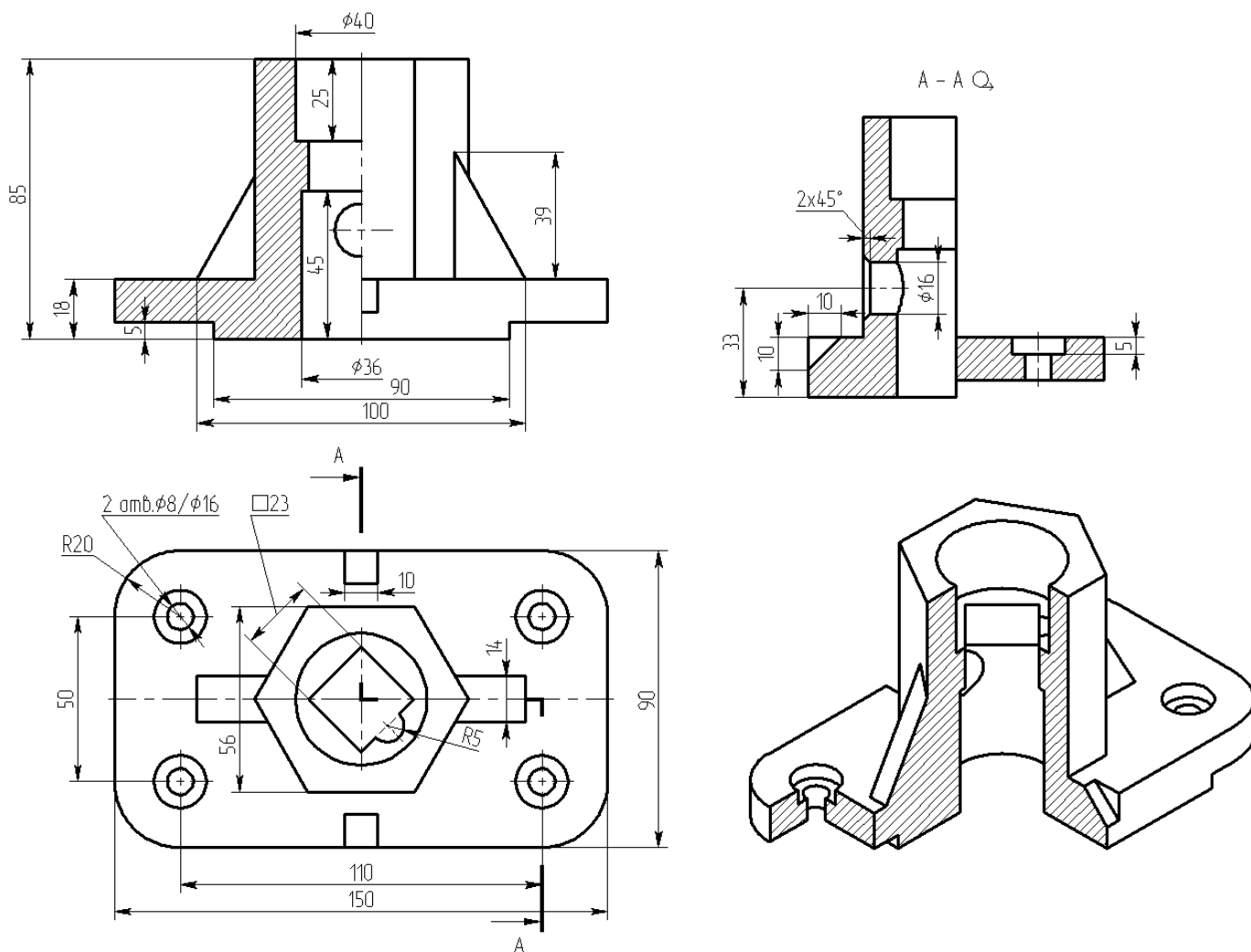


Фиг. 8

Построение моделей деталей и оформление чертежей



В этой и следующих лабораторных работах необходимо выполнить объемные модели учебных деталей и получить указанные стандартные, дополнительные виды и разрезы. Вводная теоретическая часть суммирует основные сведения о способах построения различных типов проекций на основе объемной модели детали.


Пример выполнения работы



Из предыдущих работ мы знаем, как выполнить стандартные и дополнительные виды. Подведем итог:

- Для создания стандартных видов можно либо воспользоваться опцией «Создать стандартный вид» команды 3J «Создать 2D проекцию» (см. рис. 1), либо выбрать название вида из списка на панели свойств команды 3J (см. рис. 2).
- Для создания проекции, связанной с другой проекцией, ее нужно выбрать и отнести привязанный к курсору синий прямоугольник в нужную сторону, затем закрепить его

положение щелчком мыши. Т.к. по умолчанию в автоменю нажата кнопка  «Установить/разорвать проекционную связь», то создаваемый вид находится в проекционной связи с выбранным. Для размещения созданного вида в свободном месте листа надо отжать эту кнопку. Если необходимо установить проекционную связь с одной из проекций, следует воспользоваться опцией  и выбрать проекцию, на основе которой будет установлена проекционная связь.

- Чтобы создать вид по стрелке, предварительно надо создать элемент оформления – выбрать из меню «Чертеж» пункт «Обозначение вида» и далее опцию «Создать вид по стрелке», далее можно указать точки вектора направления взгляда. После чего в команде создания 2D вида надо выбрать элемент оформления «Вид по стрелке». Т.к. по умолчанию в автоменю нажата кнопка , то создаваемый вид будет скользить вдоль направления стрелки в обе стороны. Для размещения созданного вида в свободном месте листа надо отжать эту кнопку. Для восстановления проекционной связи достаточно снова нажать эту кнопку во время редактирования 2D проекции.

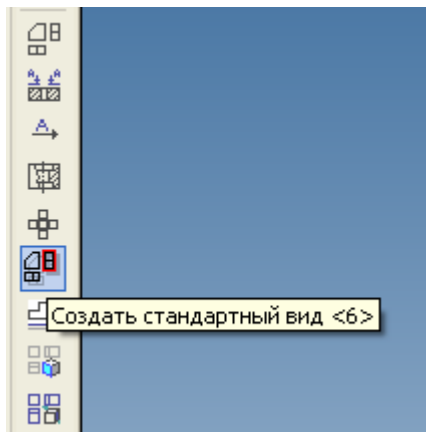


рис. 1

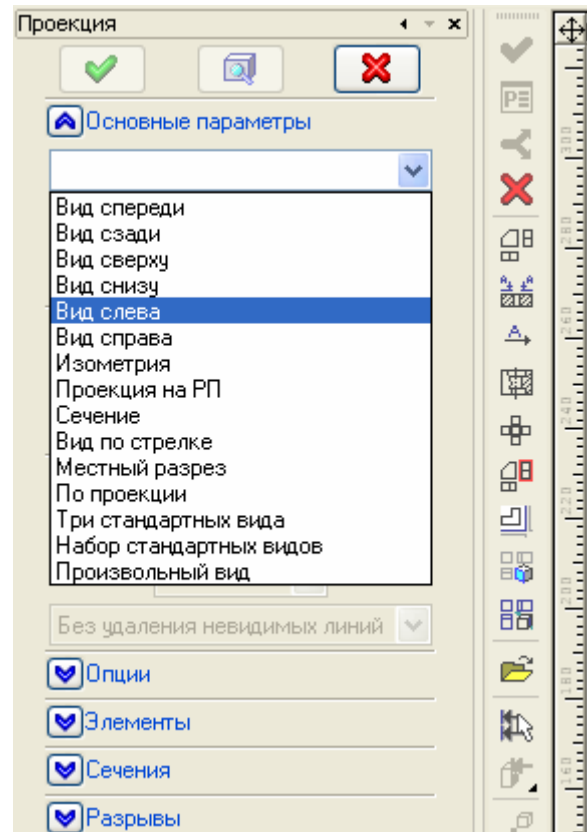


рис. 2

- Чтобы создать радиальный разрез надо создать элемент оформления – выбрать из меню «Чертеж» пункт «Обозначение вида» и далее опцию «Создать сложное сечение», затем (см. рис. 3) выбирать точки, через которые проходит линия разреза. После выбора последней точки необходимо нажать клавишу <End> или зеленую галочку в автоменю. При создании радиального разреза необходимо раскрыть закладку «Сечения» панели свойств команды «Создать 2D проекцию» (см. рис. 4), и в списке «Использовать сечения» выбрать значение «Разрез с разворотом/радиальный».

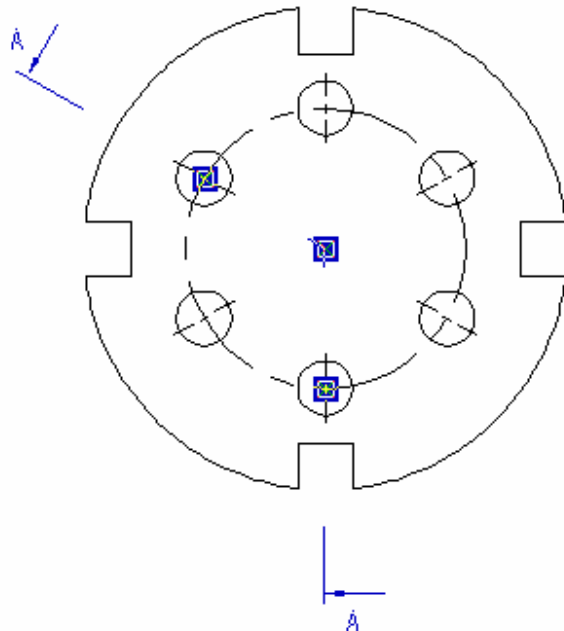


рис. 3

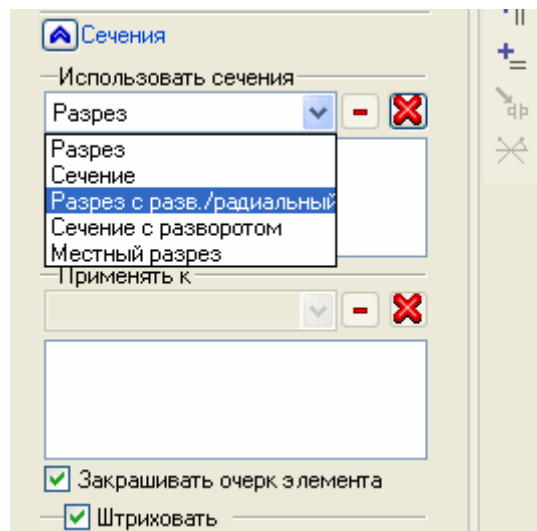


рис. 4

- Для создания изометрии с угловым вырезом необходимо создать в окне 3D сцены элемент построения – 3D сечение, соответствующее угловому вырезу (рис. 5),

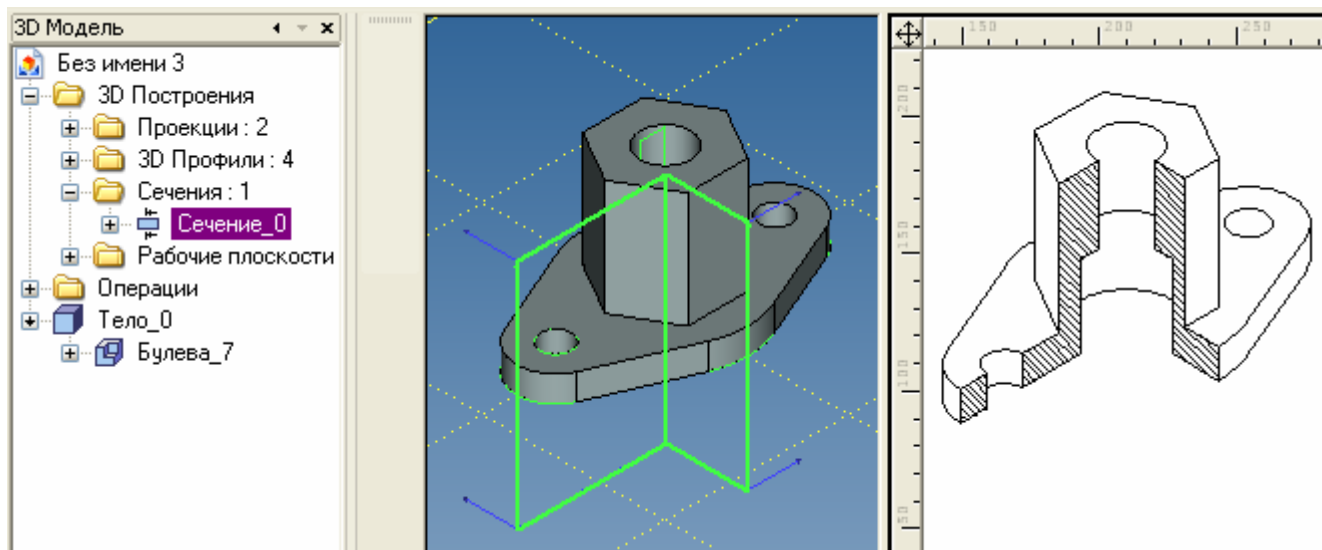


рис. 5

и затем применить это сечение во время создания 2D вида изометрии с помощью опции «Определить применяемые сечения» (см. рис. 6).

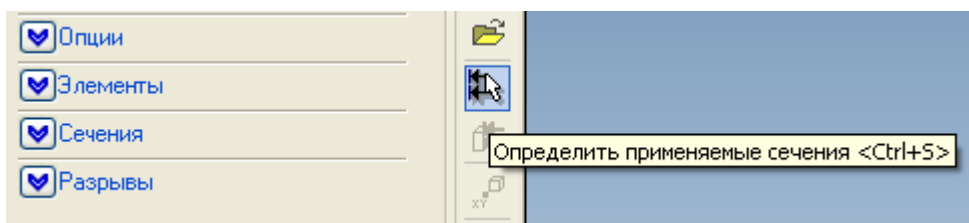


рис. 6

Создать 3D сечение удобнее всего командой 3SE «Построить сечение» на основе рабочей плоскости, аналогично команде SE при создании сложного сечения (см. рис. 3). Точки следует выбирать за пределами изображения (если необходимо, создав дополнительные построения), иначе тело дополнительно обрежется по границам 3D сечения. Если за основу создания 3D сечения взять 2D путь, то разрезать тело можно не только плоскими сегментами (рис. 7).

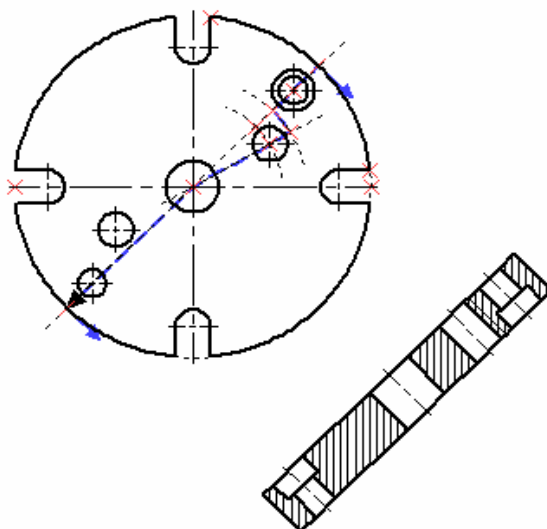


рис. 7

При этом в свойствах создаваемого сечения можно установить галочку «Показывать на 3D виде» (рис. 8)

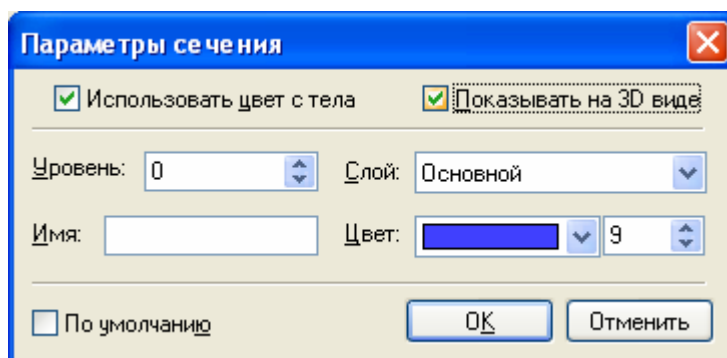



рис. 8

- Иногда необходимо совместить половину вида с половиной разреза. Для этого можно воспользоваться опцией «Создать местный разрез» . Местный разрез создается на основе существующей проекции, по контуру наложенной на нее штриховки. Кроме того, необходимо указать положение плоскости местного разреза по глубине. Это делается выбором точки, через которую проходит плоскость местного разреза (рис. 9).

Следует иметь в виду, что после применения местного разреза штриховка получает приоритет 1 и перекрывает собой линии 2D проекции. Из-за этого возникает побочный эффект: штриховка перекрывает размерные и осевые линии под собой. Чтобы их сделать видимыми необходимо при простановке размеров и осевых выставить приоритет выше 2 в их свойствах и отметить галочку «по умолчанию».

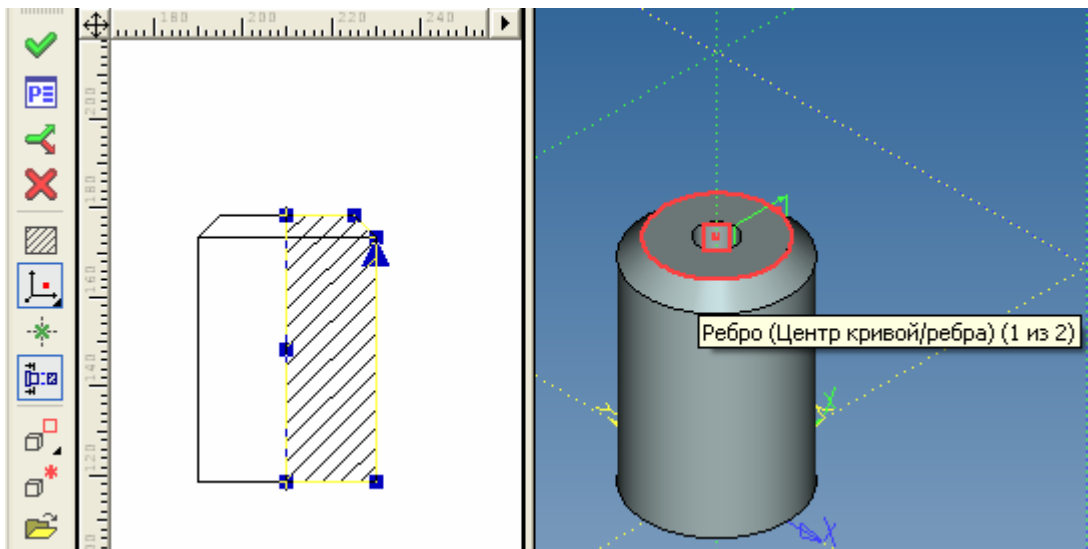


рис. 9

Результат применения местного разреза к виду спереди показан на рис. 10.

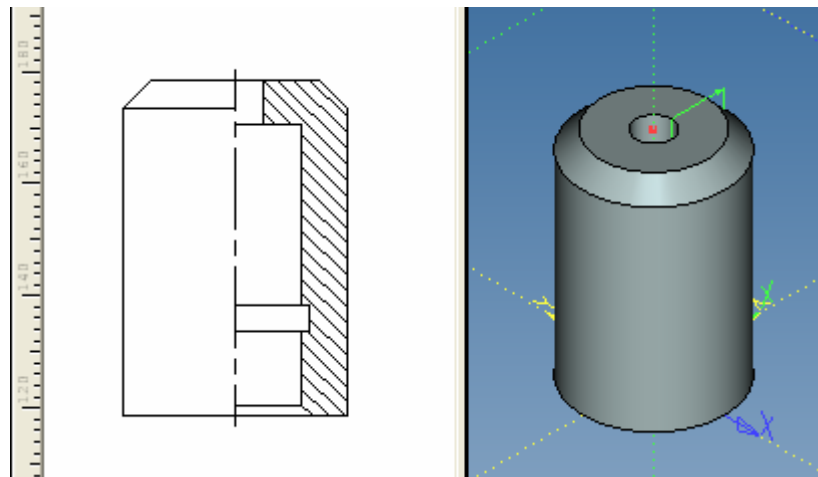

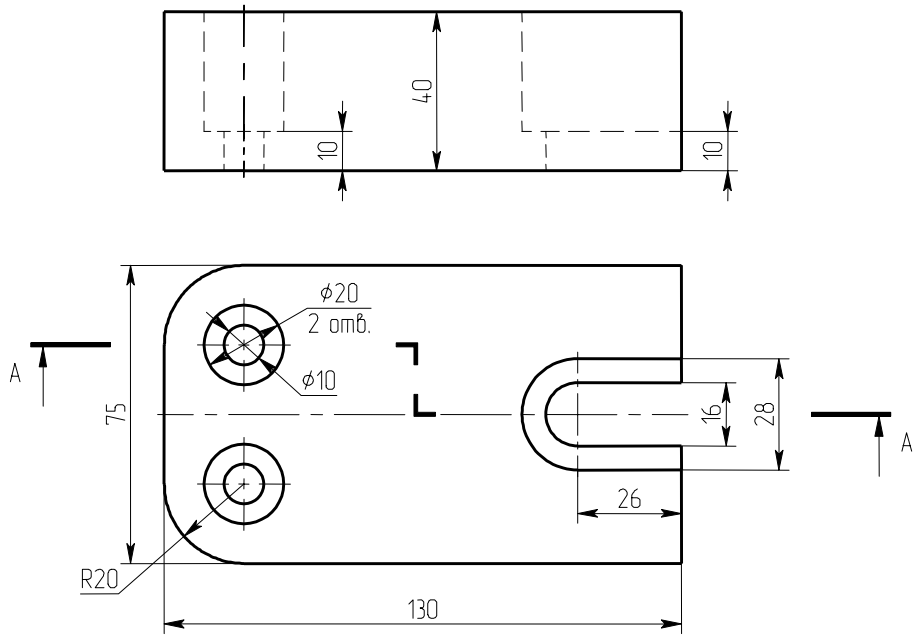


рис. 10

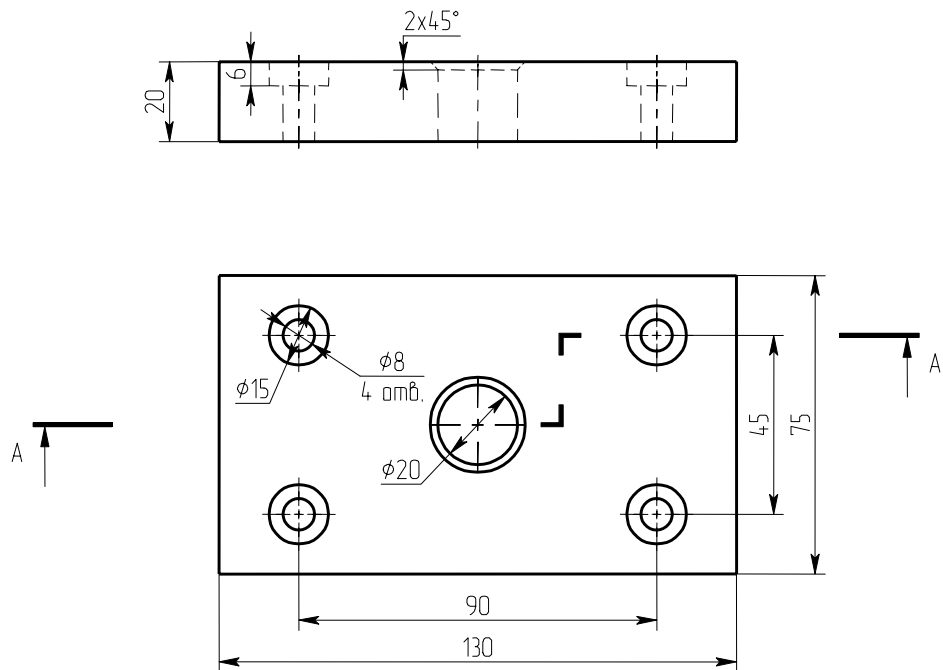
Напомним, что спроецировать или применить разрезы можно не только ко всему телу (детали), но и к отдельным граням, наборам граней или ребер. Делается это с помощью опции  «Выбрать элементы модели для проецирования».

Задания для самостоятельного выполнения.

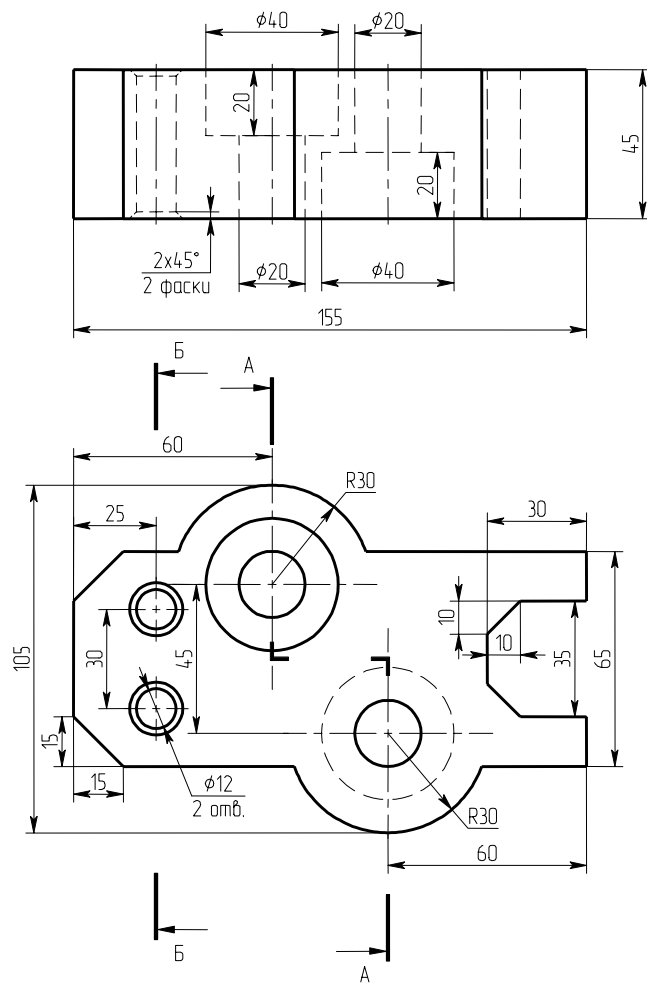
Выполнить объемные модели. Создать стандартные виды и изометрию с разрезом, как показано в примере выполнения работы (форму разреза, наиболее наглядно показывающую внутреннее строение детали определить самостоятельно). Выполнить указанные виды, разрезы.



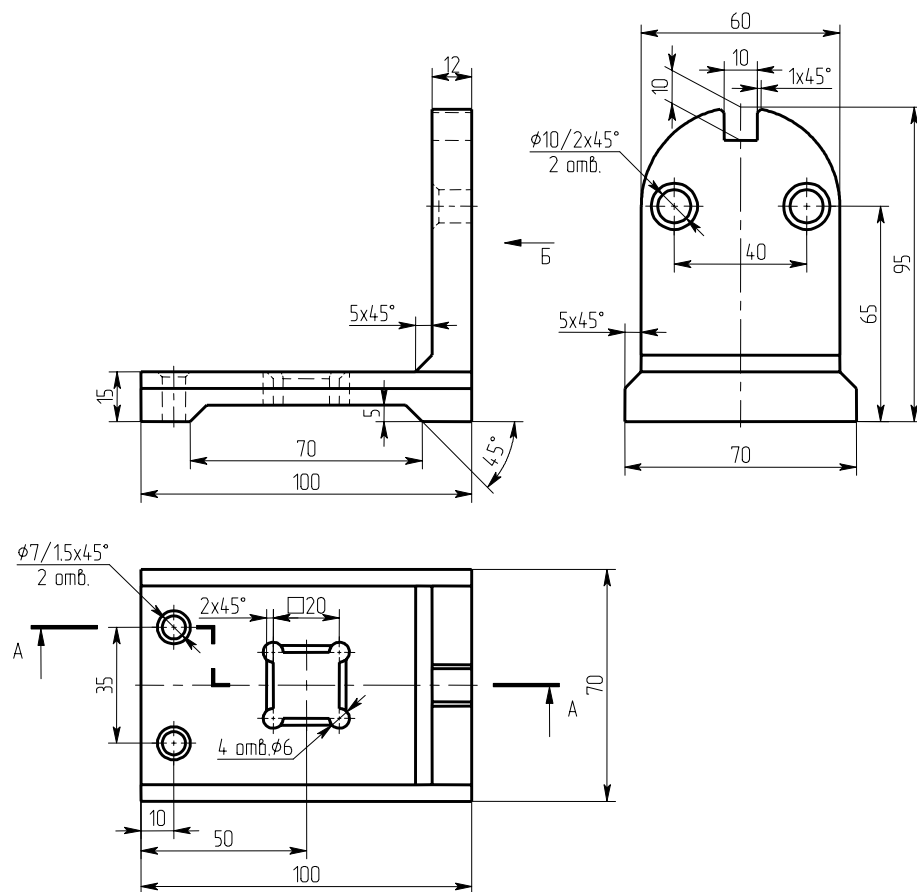
фиг. 1



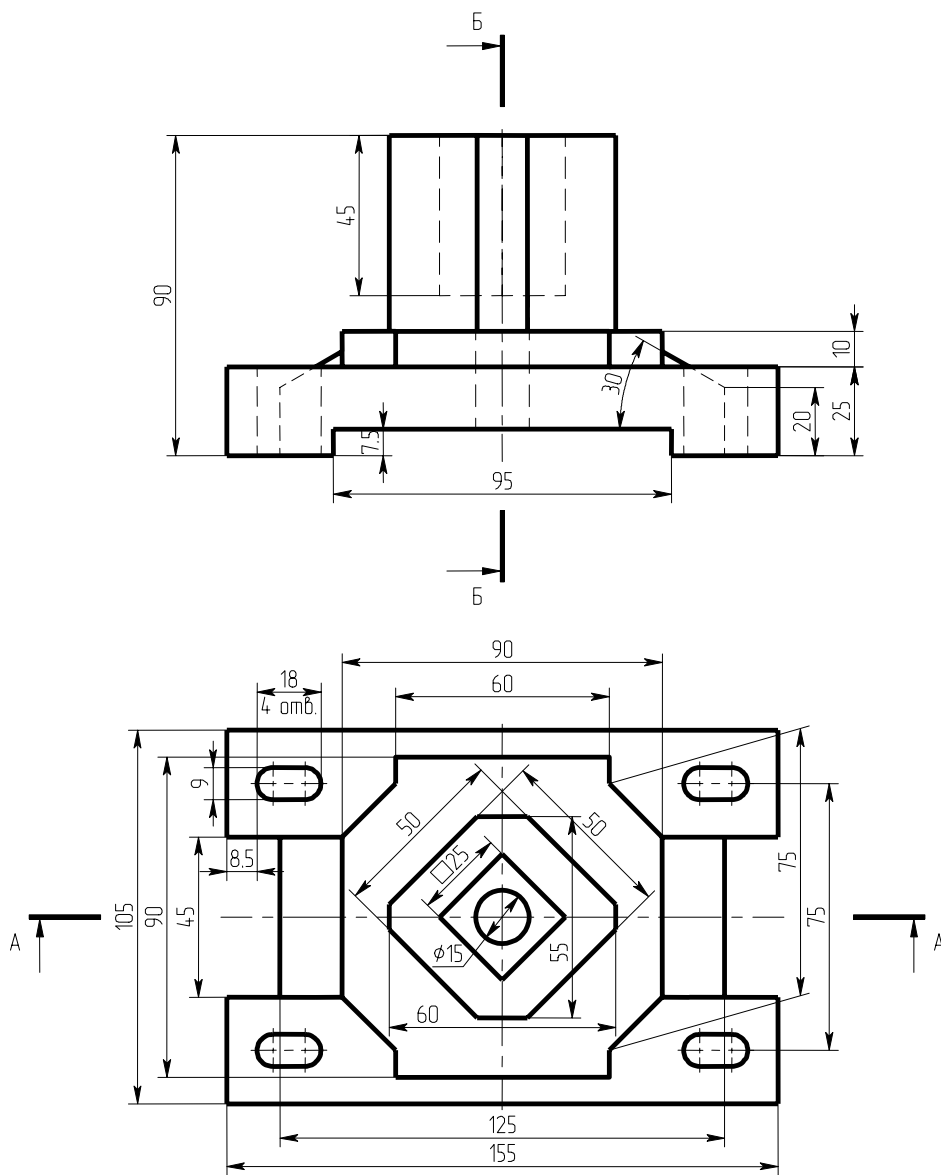
фиг. 2



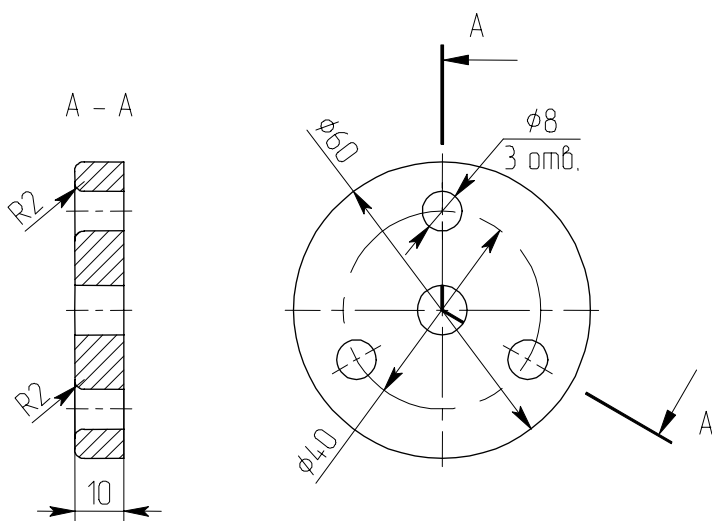
фиг. 3



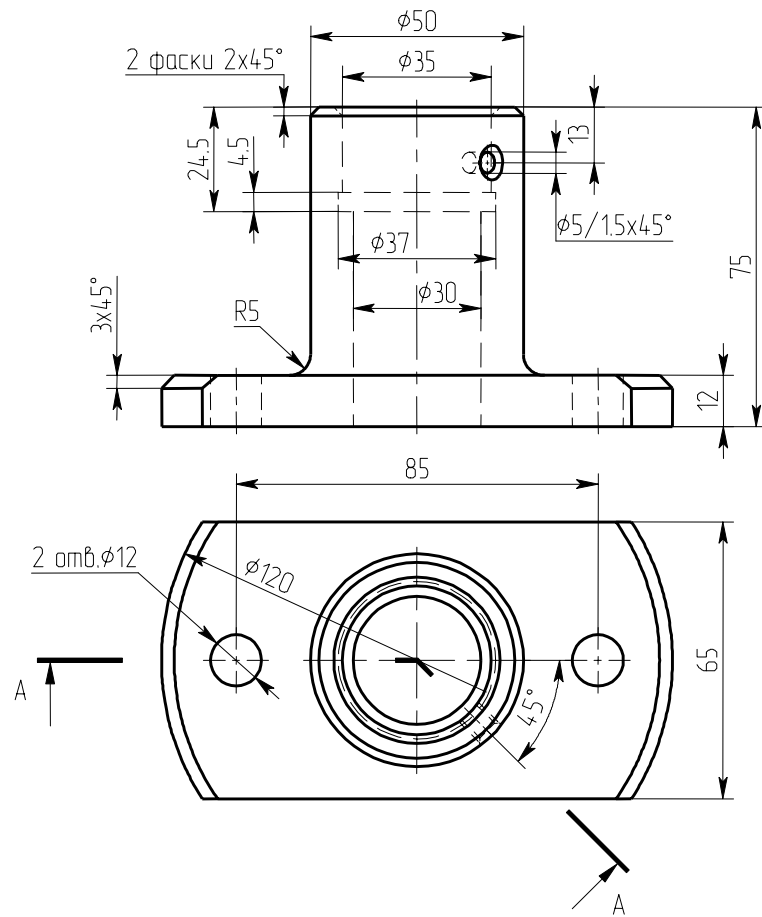
фиг. 4



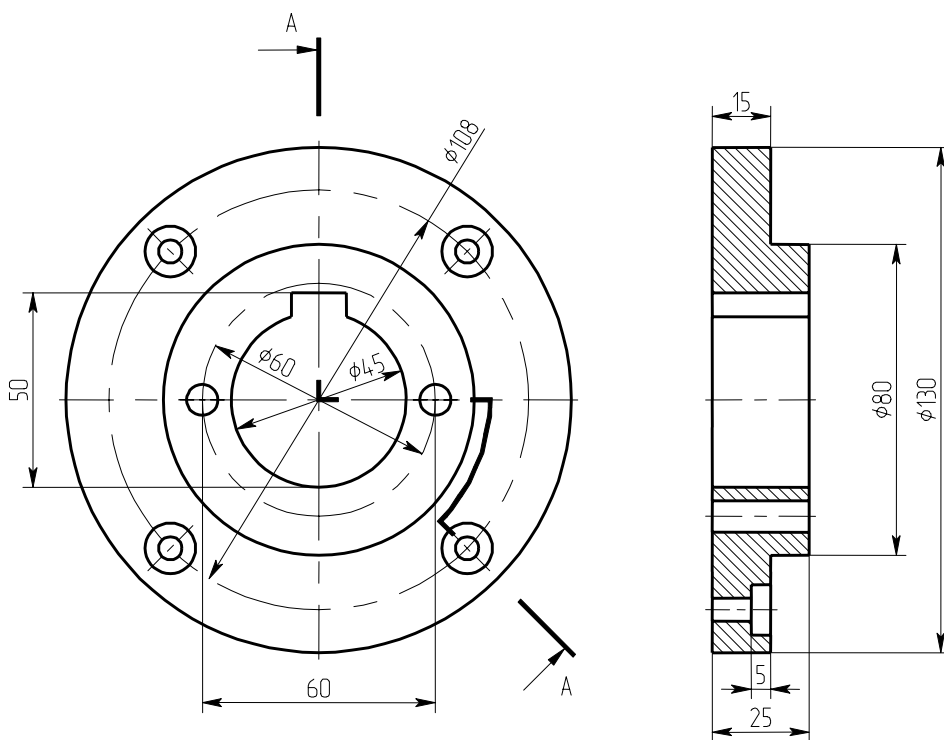
фиг. 5



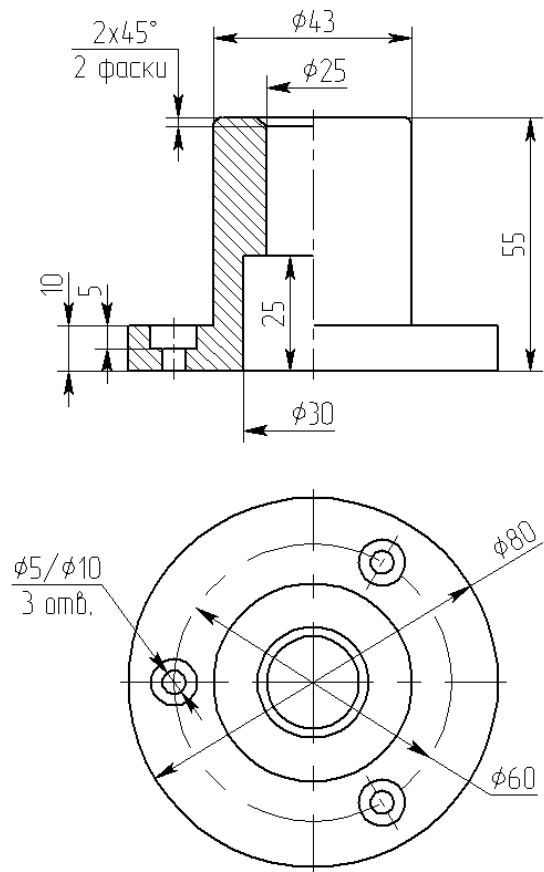
фиг. 6



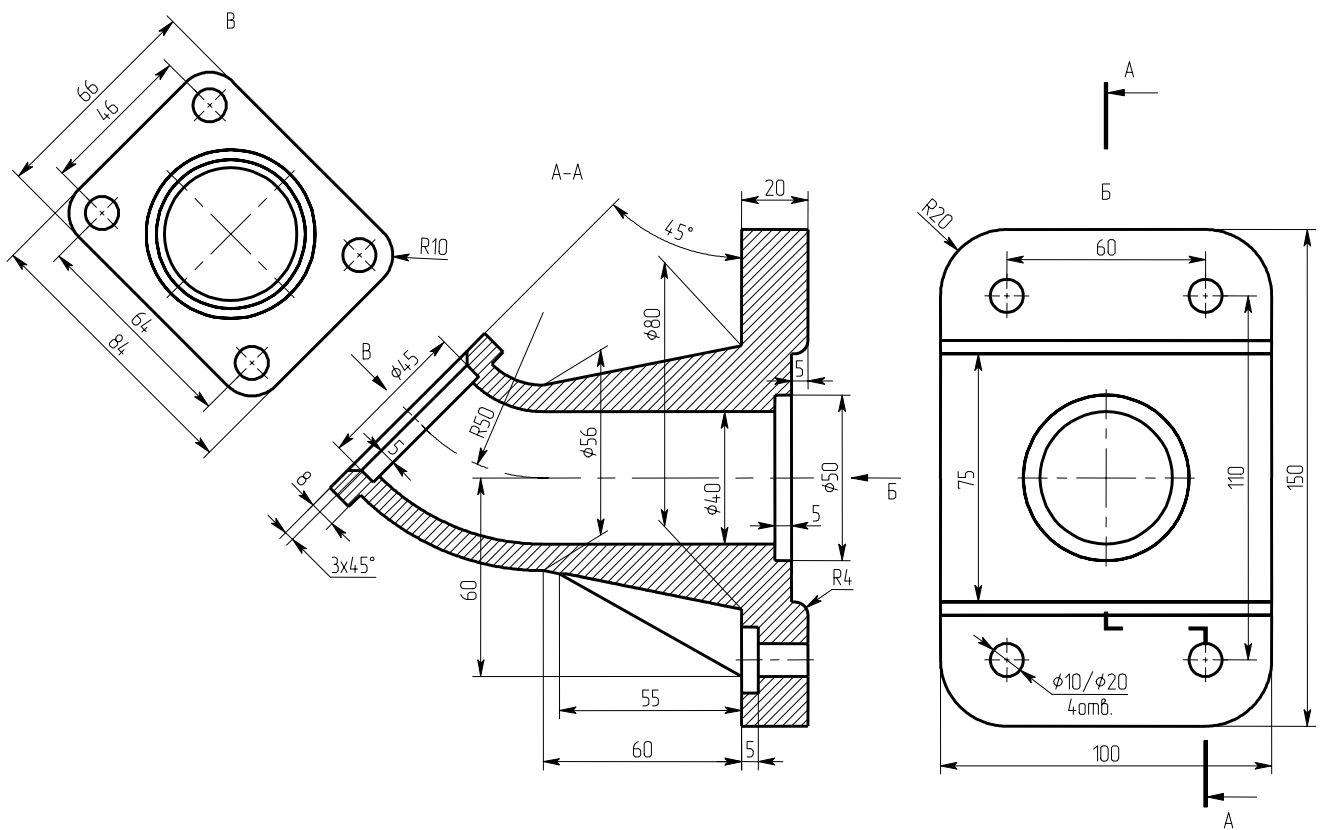
фиг. 7



фиг. 8



фиг. 9

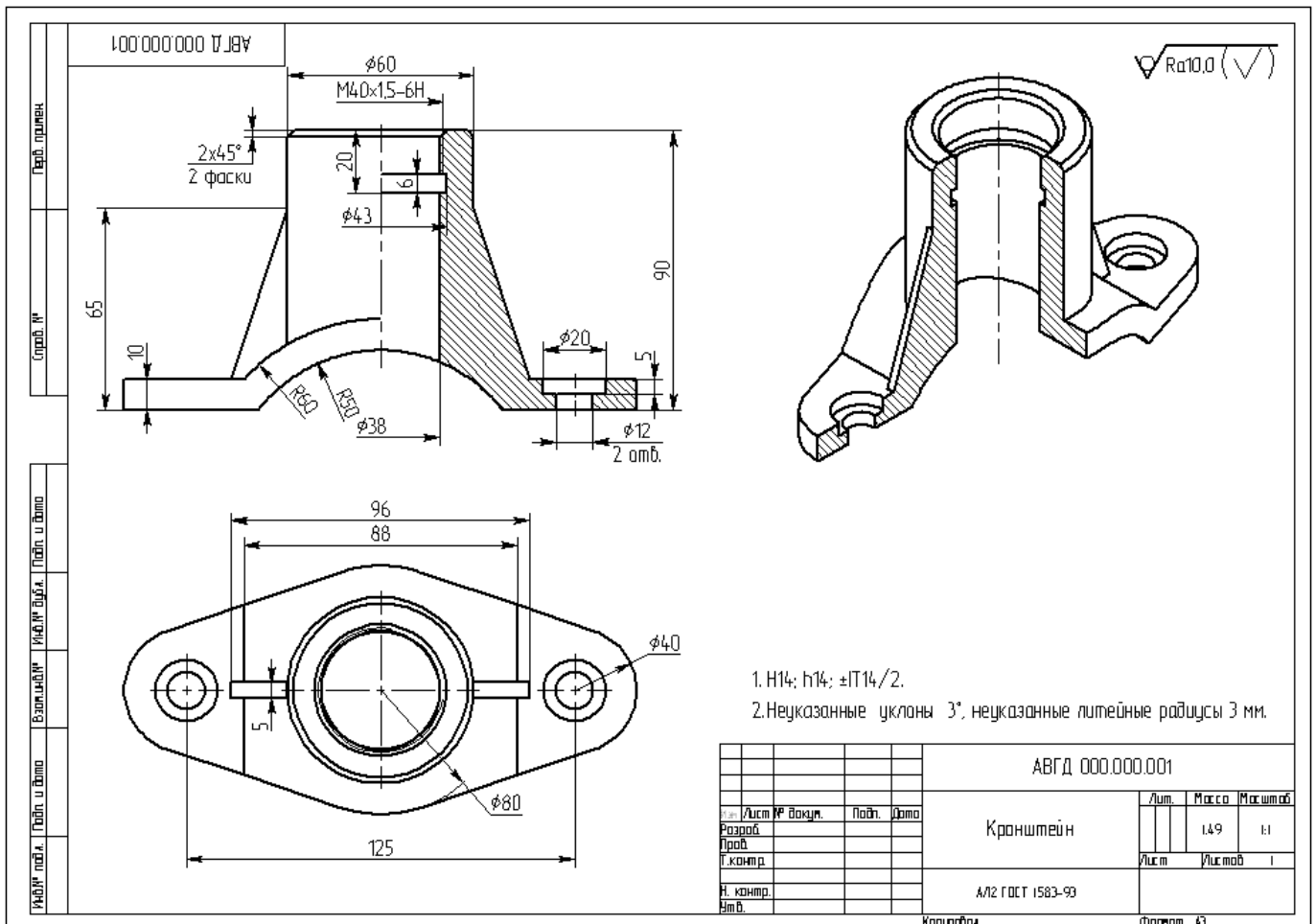


фиг. 10

Лабораторная работа 19

Построение объемных моделей типовых деталей

В этой работе необходимо выполнить объемную модель детали типа кронштейн и оформить рабочий чертеж. Основные приемы получения проекций, разрезов, видов и сечений были рассмотрены в предыдущей работе. Работу с другими элементами рабочего чертежа (нанесение основной надписи, технических требований, неуказанной шероховатости и др.) рассмотрим по ходу выполнения работы.



Начнем с анализа объемной модели. Нам необходимо мысленно разложить деталь «Кронштейн» на простые тела, затем создать их применением твердотельных операций к 3D профилям, расположенным на стандартных и (реже) дополнительных рабочих плоскостях и на заключительном этапе создания модели применить булевы операции к полученным простым телам. Заметим, что последовательность булевых операций существенно сказывается на результате, поэтому часто проще и нагляднее поступать следующим образом: сначала создавать отдельные «рабочие тела», а затем в окне 3D сцены определить последовательность применения булевых операций.

Деталь состоит из трех существенно различающихся по способу образования частей: центральный цилиндр с отверстием проще всего получить вращением; основание – выталкиванием с обрезкой по контуру и ребра жесткости простым симметричным выталкиванием. Заметим, что центральное отверстие проходит через основание и цилиндр, значит его необходимо выполнить после объединения цилиндра с основанием. Нижняя арка в основании должна ограничить поверхность

цилиндра, нижнюю грань основания и внутреннюю поверхность отверстия в цилиндре, ее можно выполнить как до так и после отверстия, но обязательно после объединения основания и цилиндра. Конечно, выполнить эту деталь можно многими способами (если задаваться булевыми операциями, то деталь будет раскладываться на разные «рабочие тела»), и возможно, указанный не самый простой.

Начнем с построения основания. Выполним на виде сверху следующий эскиз (рис. 1),

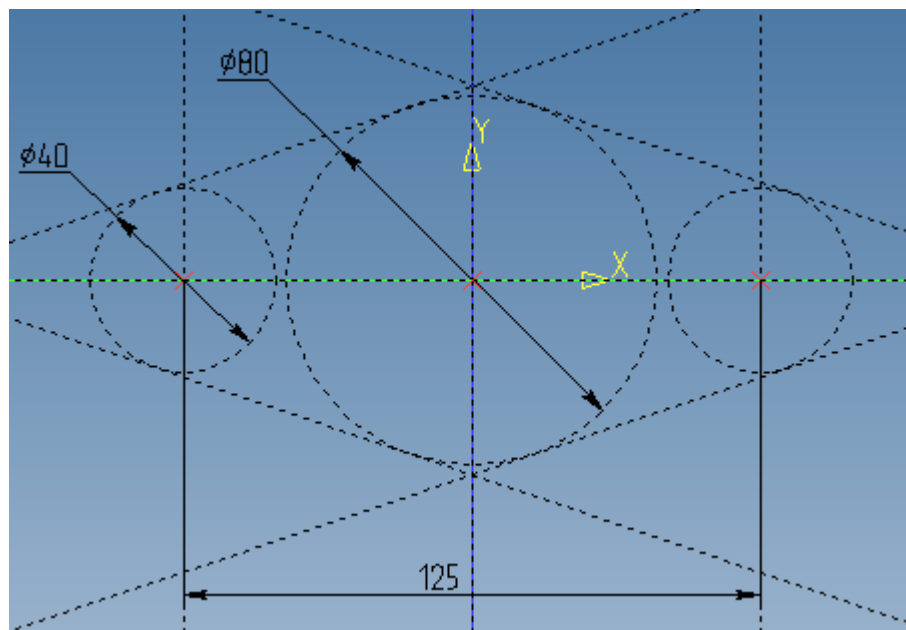



рис. 1

а на виде спереди как на рис. 2. Оба эскиза для взаимной связи проще всего привязать к нулевой точке координат соответствующих рабочих плоскостей. Для сохранения симметричности следует отразить линии построения относительно нулевой вертикали, пользуясь опцией  команд <L>, <C>.

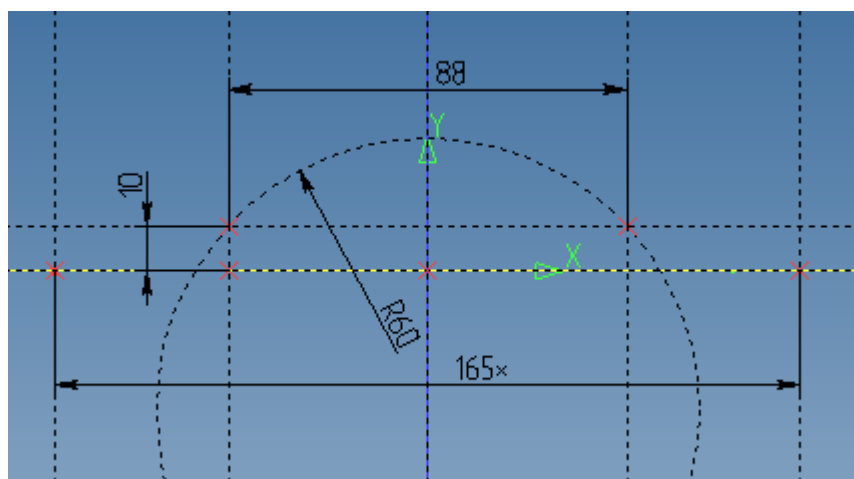



рис. 2

Обратите внимание, что на эскизах проставлены управляющие размеры и их минимум. На эскизе на рис. 2 размер 165* проставлен как справочный, он не является управляющим. Откуда взялось его значение? Этот размер определяет габарит основания и его значение можно было бы измерить по эскизу рис. 1, а затем проставить на эскизе рис. 2. Однако для сохранения параметрической связи эскизов, расположенных на разных плоскостях положение левой габаритной прямой определяется проекцией узла (рис. 3), а вторая прямая симметрична ей (напоминаем, что для проецирования узла на рабочую плоскость следует воспользоваться кнопкой  на панели управления текущей рабочей плоскостью).

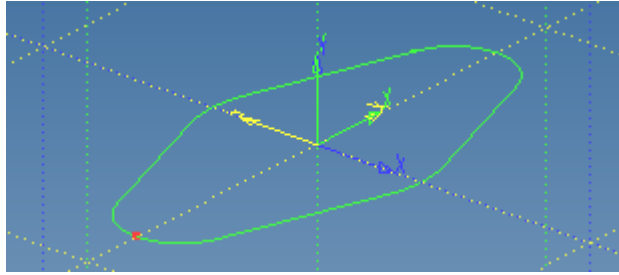


рис. 3

Если попробовать менять значение размера 165* или положение этой прямой, то построения должны стоять на месте. (Если Вам удастся их изменить, то это не правильно, т.к. размер 165* должен автоматически определяться из размеров 125 и $\varnothing 40$ на виде сверху).

После выполнения эскизов в тонких линиях и связывания их через проекции узлов обведем контуры основной сплошной линией <G>. Т.к. на этих плоскостях в дальнейшем предполагается разместить несколько 3D профилей, то для различения их необходимо контуры будущих профилей заштриховать. В результате получим два связанных 3D профиля как на рис. 4.

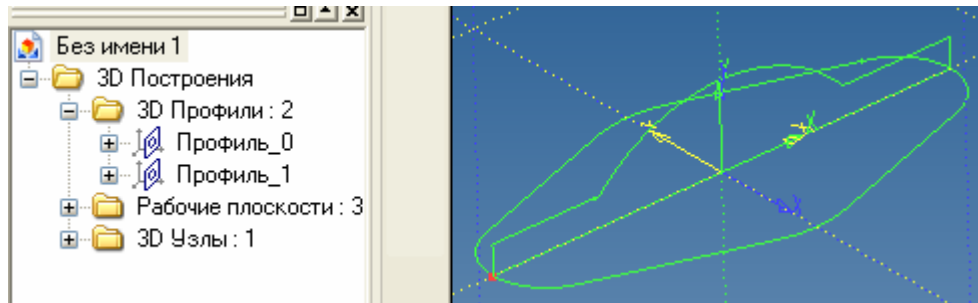


рис. 4

Теперь просто вытолкнем профили за границы друг друга (рис. 5).

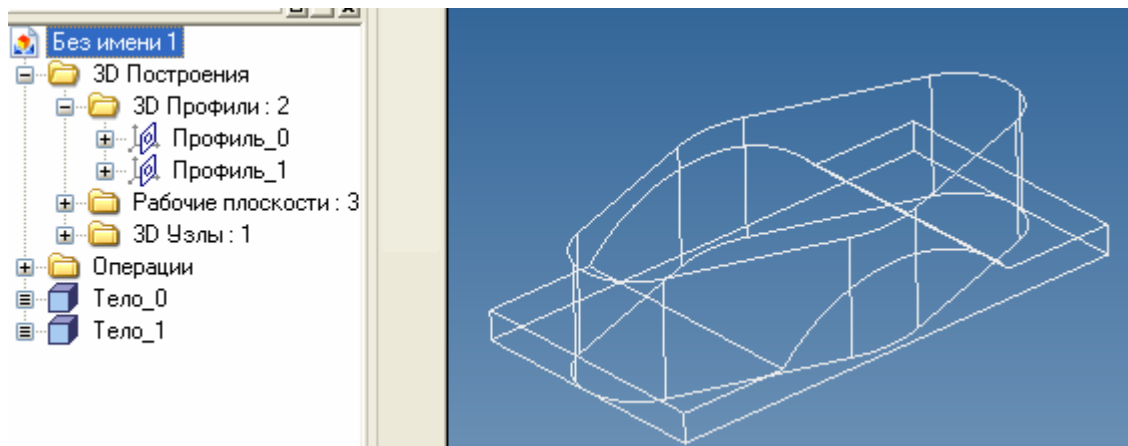


рис. 5

Объединив два тела булевой операцией *пересечение* получим заготовку основания (рис. 6).

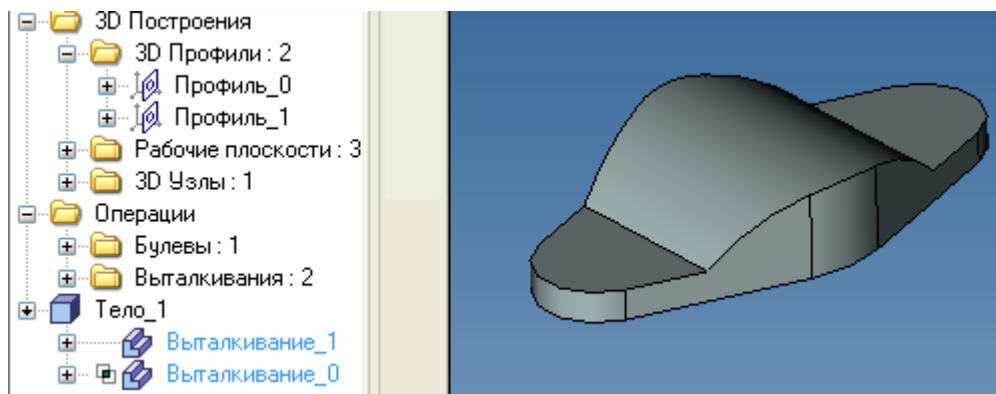


рис. 6

Следующим шагом построим цилиндр. Т.к. его высота задана от нижней грани, то профиль основания цилиндра можно выполнить на плоскости «Вид сверху» (рис. 7).

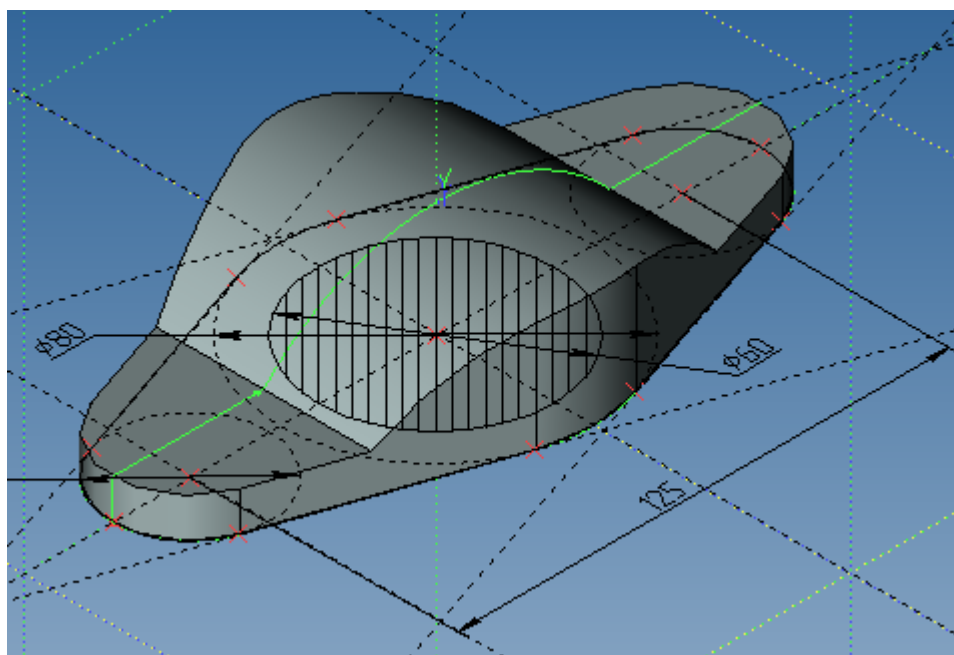


рис. 7

Вытолкнем этот профиль на высоту 90. Затем следует *объединить* тело цилиндра с телом основания (рис. 8).

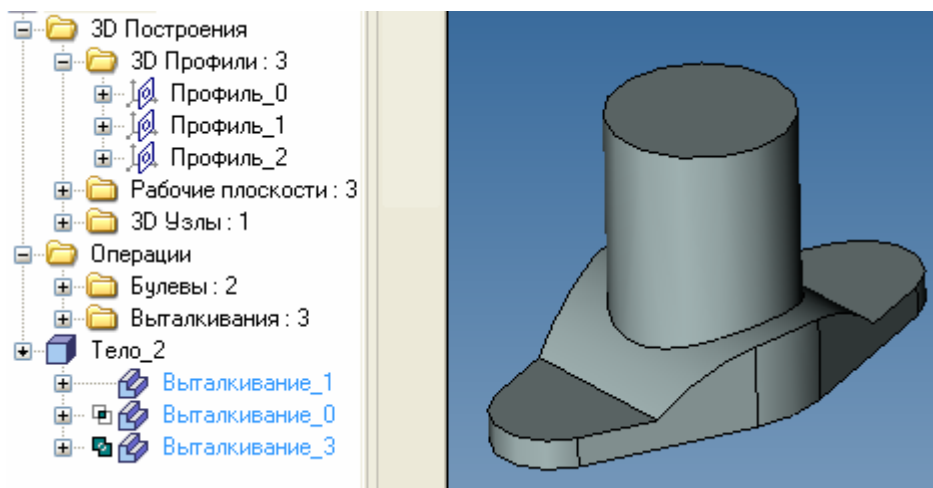


рис. 8

Как видно из дерева модели, деталь состоит из трех выталкиваний и двух булевых операций (каждая отмечена своим значком в дереве).

Теперь можно сделать полукруглый вырез в основании. Радиус арки известен (50). Кроме того, центр дуги арки совпадает с центром дуги R60 на рис. 2. Чтобы не искать, на какой плоскости расположен профиль, отталкиваясь от геометрии которого мы хотим продолжить построение можно воспользоваться приемом, показанным на рис. 9 - профиль выбран правой кнопкой

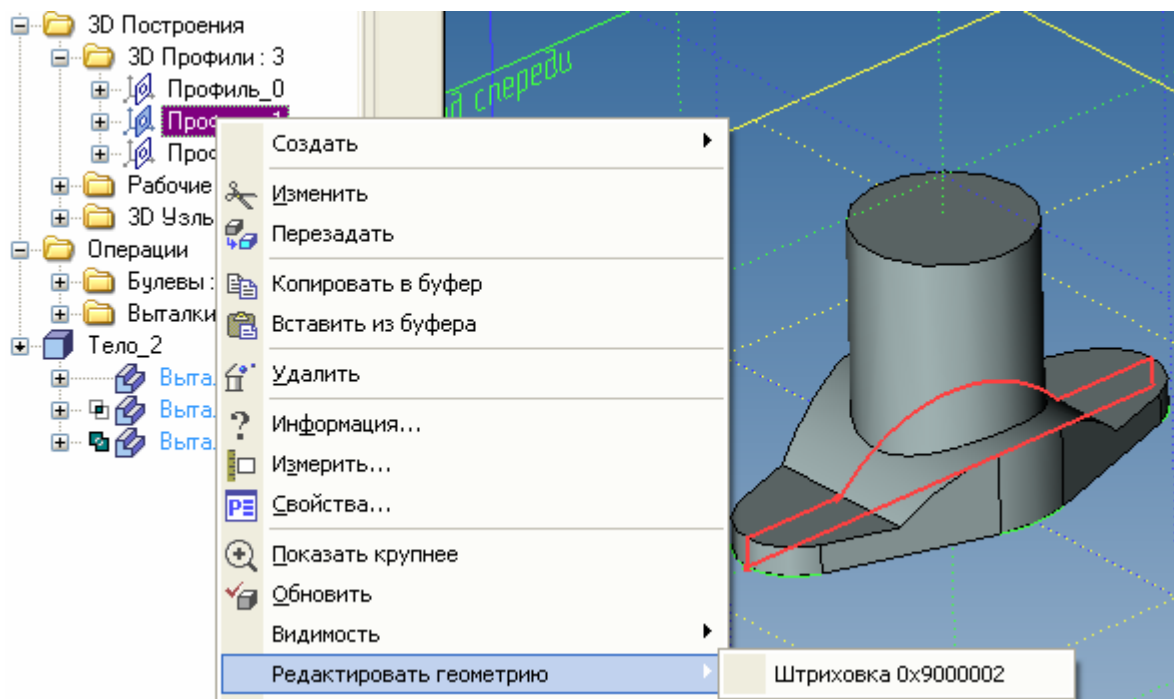


рис. 9

в дереве (он подсвечился красным в окне) и из контекстного меню выбран пункт «редактировать геометрию». При этом активируется плоскость, на которой создан профиль.

Запустим команду окружность <C>. Для того, чтобы центр новой окружности привязать к центру существующей окружности (рис. 10), надо навести курсор приблизительно на центр окружности, так, чтобы сработала привязка.

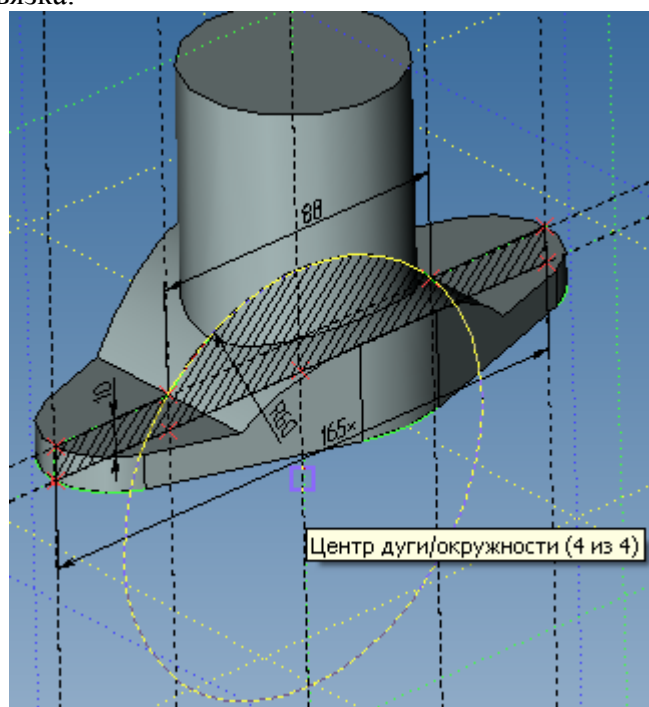


рис. 10

При этом надо проверить, чтобы на панели привязок внизу экрана (рис. 11) была включена привязка к центру (на рис. 11 выделена отдельно).



рис. 11

После создания окружности поставим размер, обязательно заштрихуем ее как на рис. 12 и здесь же нарисуем еще профиль ребер жесткости.

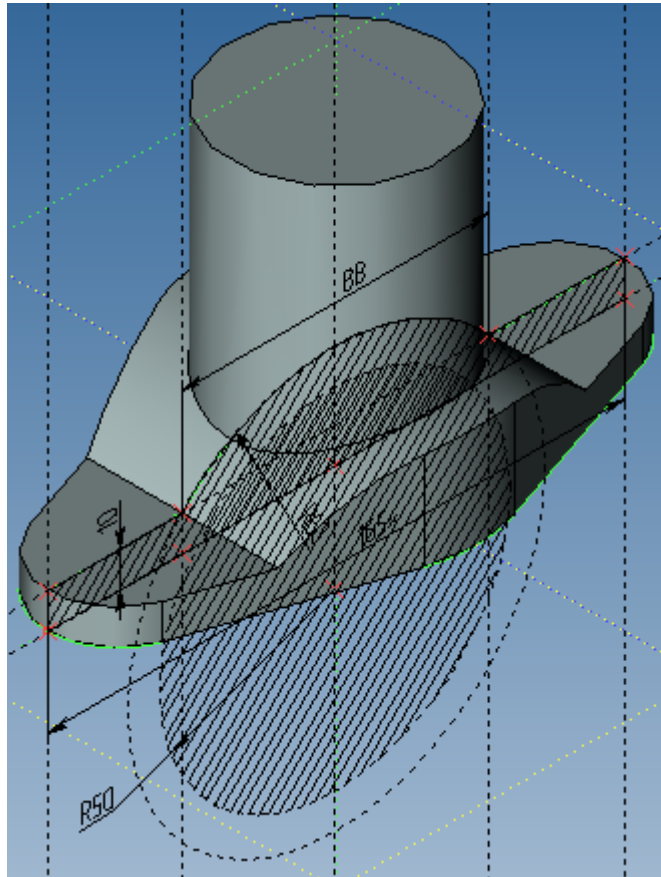



рис. 12

Размеры 65 и 96 нам известны. Осталось определить угол наклона ребер жесткости из условия, что вершина треугольника должна лежать на образующей цилиндра. Чтобы привязаться к этой образующей спроецируем цилиндрическую грань, используя пиктограмму  «Спроецировать элементы на рабочую плоскость» из панели управления рабочей плоскостью (рис. 13).

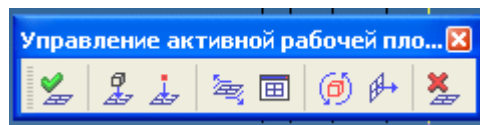


рис. 13

Выберем для проецирования цилиндрическую грань (рис. 14) .

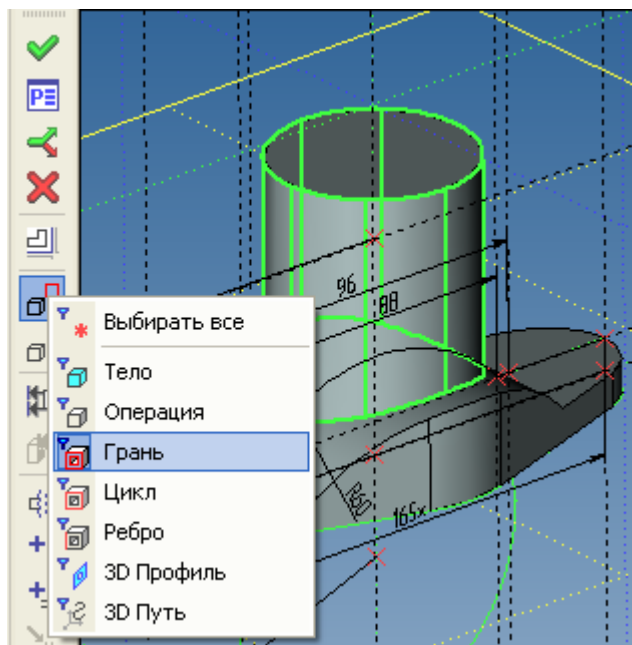


рис. 14

Результат проецирования на рис. 15 – система спроецировала верхнюю грань цилиндра и одну из образующих, которую используем для привязки к ней линии построения (для этого в команде <L> надо выбрать эту линию проекции, по ней создастся линия построения, проходящая через концы линии проекции).

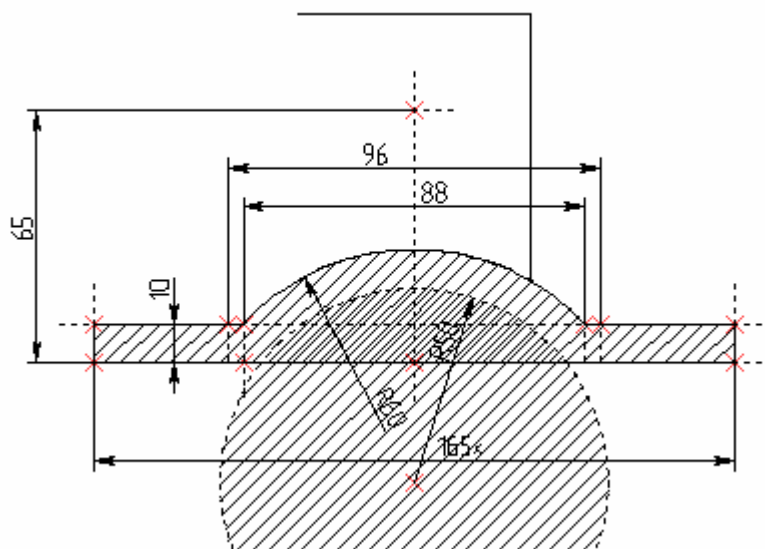


рис. 15

Теперь искомая вершина треугольника определена пересечением линий (рис. 16).

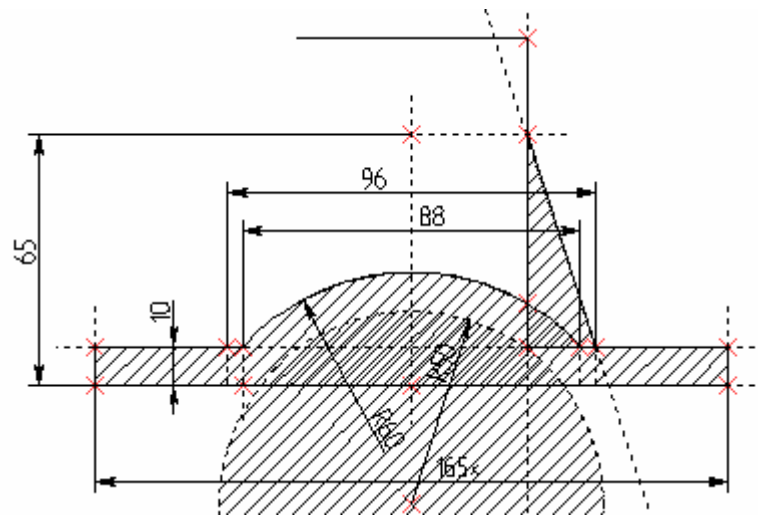


рис. 16

Штриховку можно отразить налево используя в качестве оси симметрии вертикальную линию построения. Вероятно, удобнее отразить не штриховку, а тело ребра жесткости после его выталкивания (в этом случае лучше проследить, чтобы заодно с выталкиванием не выполнялась булева операция, а получилось отдельное тело ребра), используя операцию «Симметрия». Теперь завершим черчение на плоскости. Профили арки и ребра жесткости показаны на рис. 17.

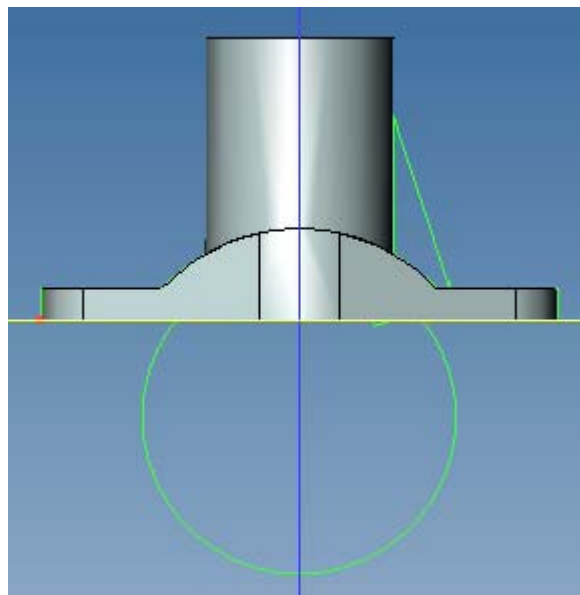


рис. 17

Вытолкнем симметрично профиль ребра жесткости (рис. 18).

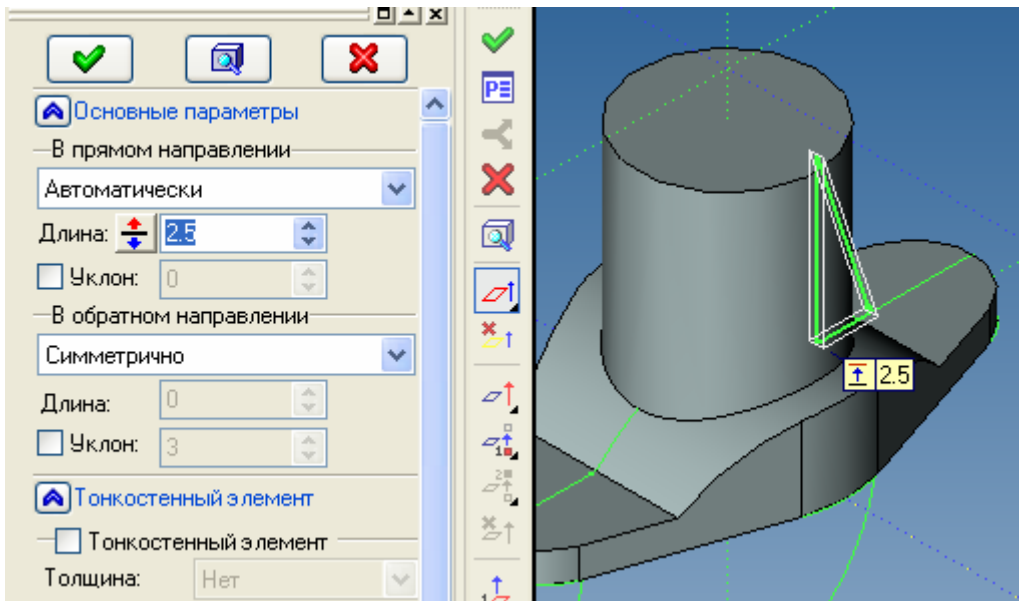


рис. 18

Необходимо еще грань, касающуюся цилиндра довести до поверхности цилиндра. Для этого вытолкнем *грань* ребра жесткости до поверхности цилиндра (рис. 19).

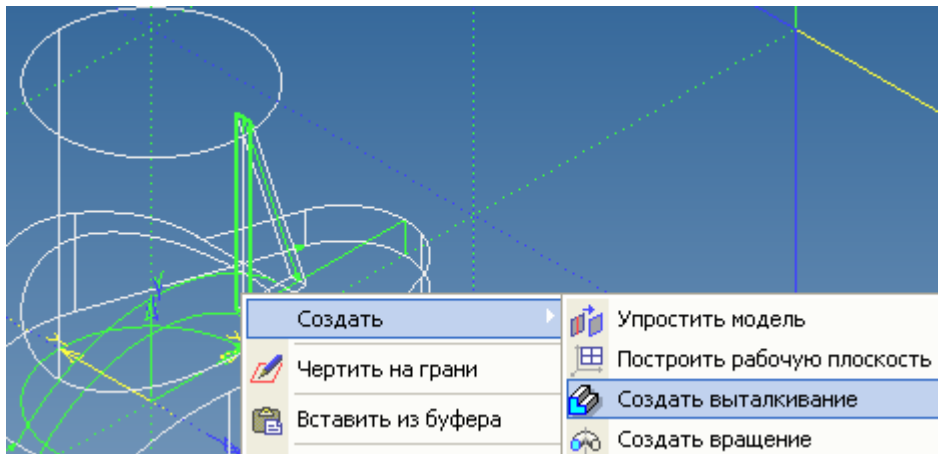


рис. 19

Установим опции выталкивания как на рис. 20 (тот же результат, если вытолкнуть «до тела»).

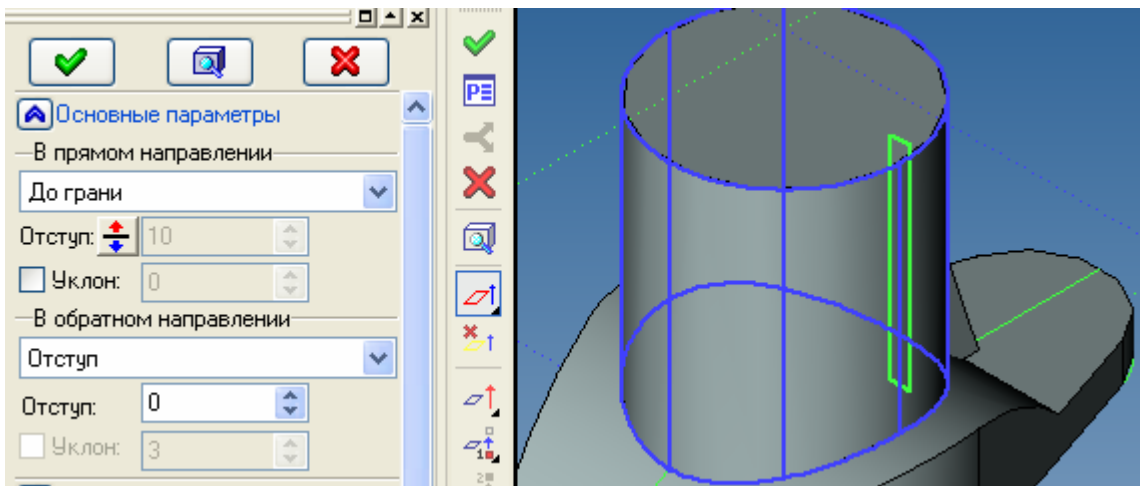


рис. 20

Сложим два кусочка ребра жесткости и отразим его командой «Симметрия» из Меню «Операции» относительно плоскости «Вид слева». Объединим ребра жесткости с телом кронштейна (рис. 21).

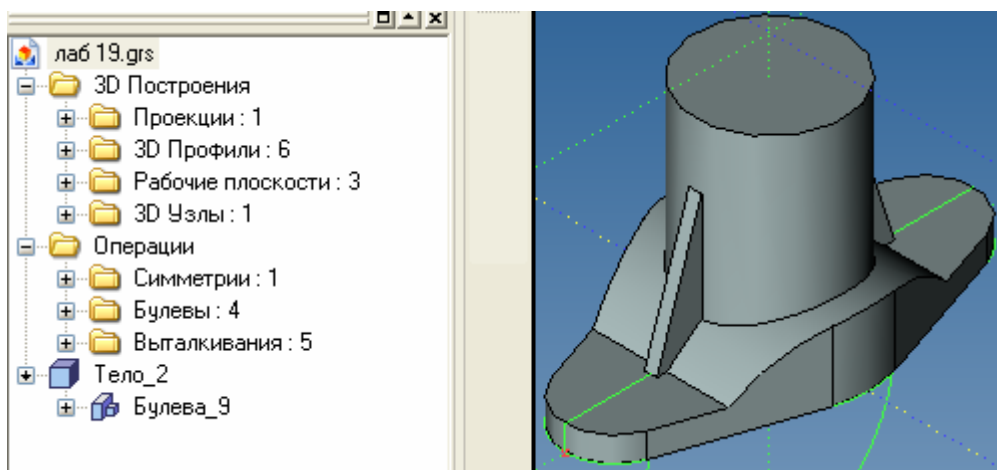


рис. 21

Затем выполним нижний арочный вырез, применив опцию «Через все» команды выталкивание.

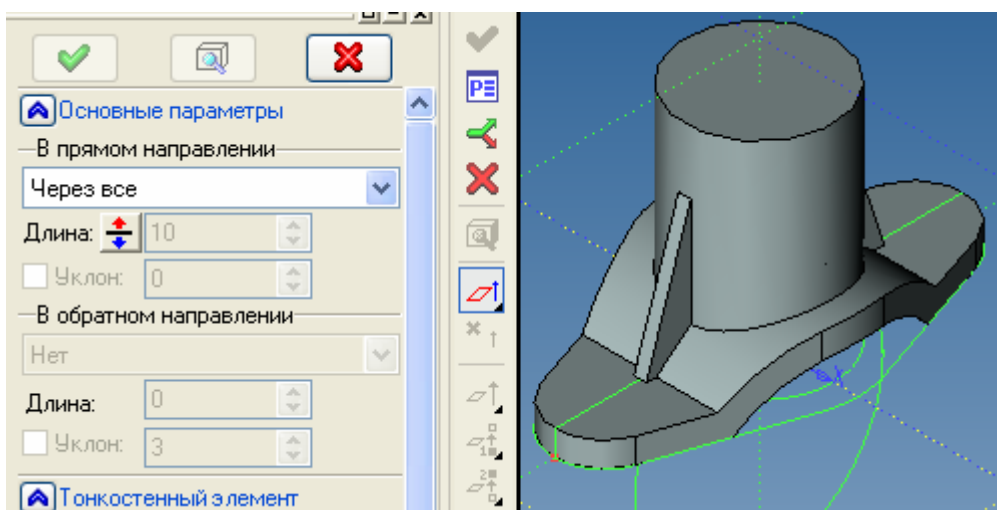



рис. 22

Теперь можно перейти к созданию отверстий – для этого служит специализированная команда  Отверстие.

Вид Автоменю и Панели свойств при запуске этой команды показан на рис. 23.

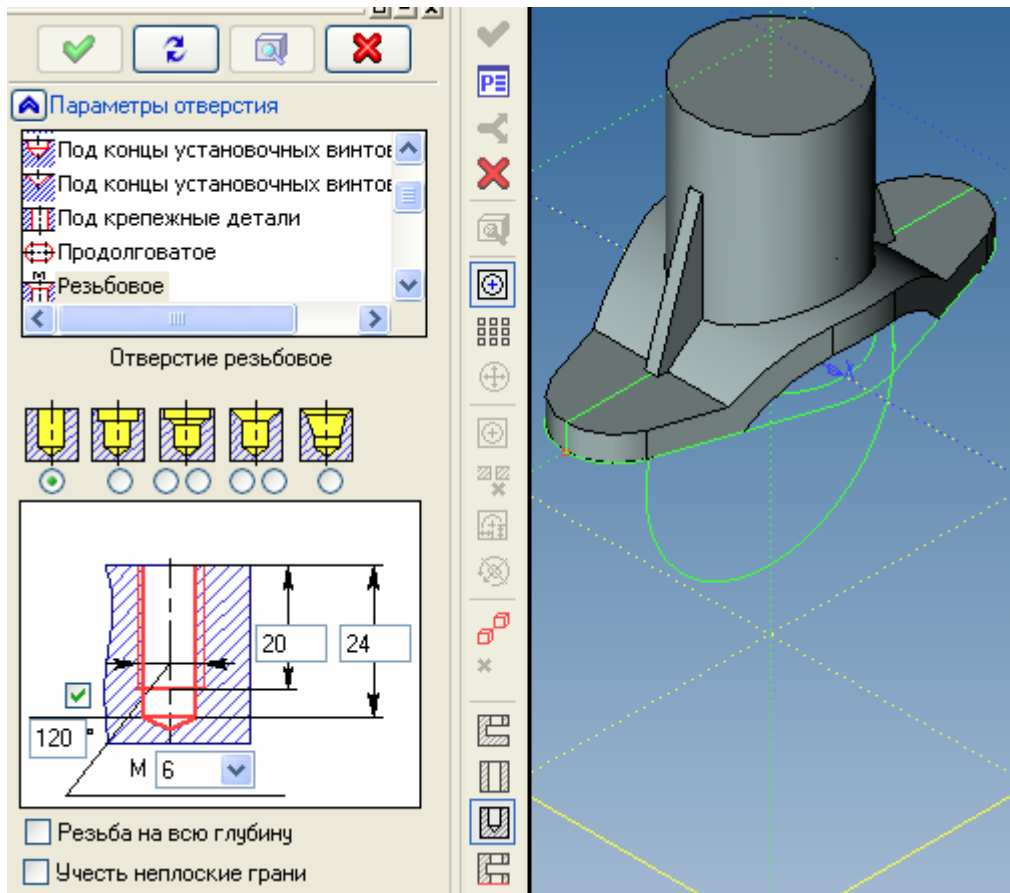


рис. 23

Выполним резьбовое отверстие М40 на глубину 20 и фаской 2х45° - для этого выставим опции как

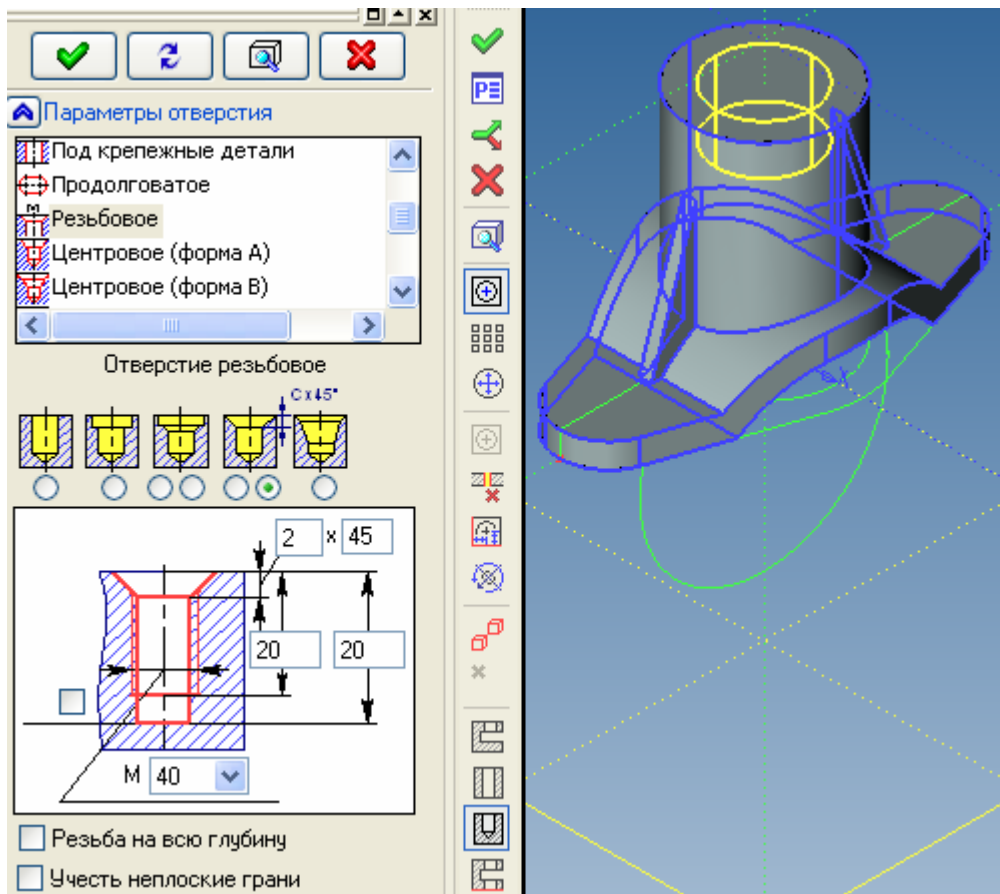


рис. 24

на рис. 24. Из списка «Параметры отверстия» выберем пункт «Резьбовое», снимем галочку конуса «120°» и выберем *ребро* (не грань !) для точного указания центра отверстия, соосного цилиндру.

Выполним центральное отверстие в цилиндре. Из списка «Параметры отверстия» выберем пункт «Под крепежные детали», введем диаметр 38, сквозное, и выберем *ребро* (не грань !) для точного указания центра отверстия, соосного цилиндру. Обязательно выставим галочку «Учесть неплоские грани» (рис. 25), иначе на нижней грани может возникнуть ошибка генерации тела вследствие «недореза».

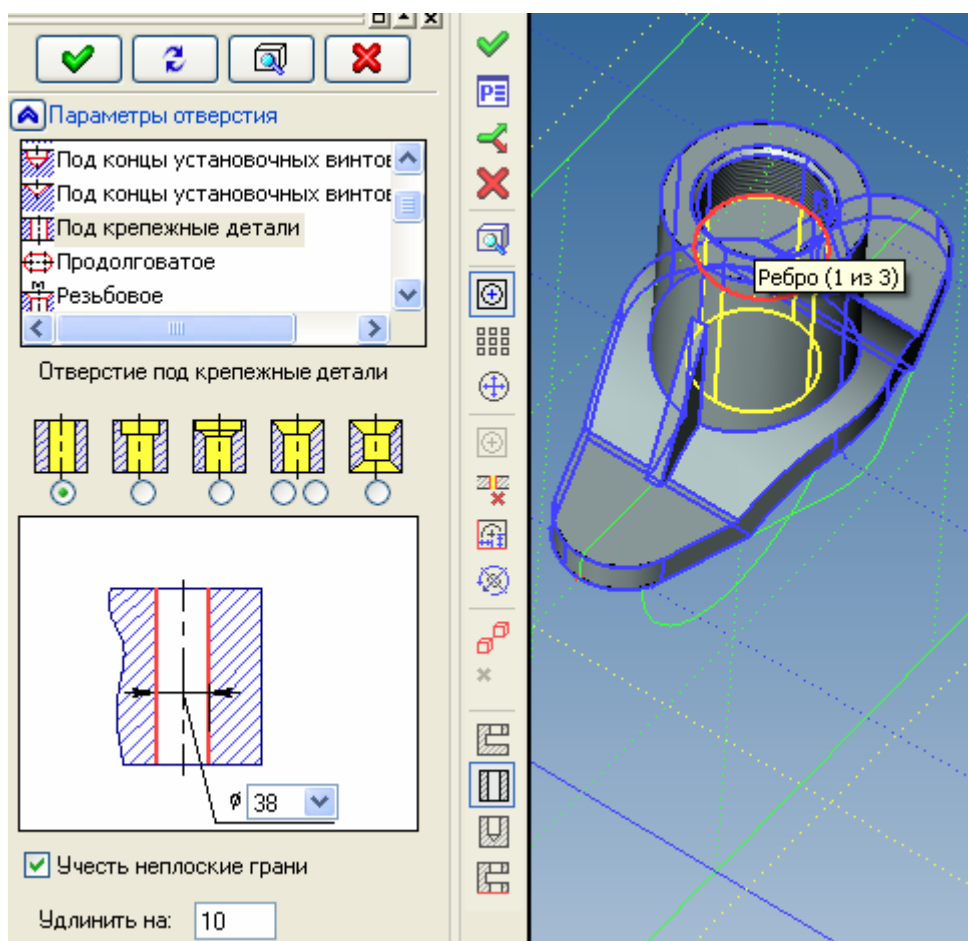


рис. 25

Для выполнения двух отверстий в основании выставим значения как на рис. 22 и выберем *два дуговых ребра*, указанных на рис. 26. Оба отверстия будут иметь одинаковые параметры и числиться в одной операции в дереве модели, т.е. будут меняться синхронно.

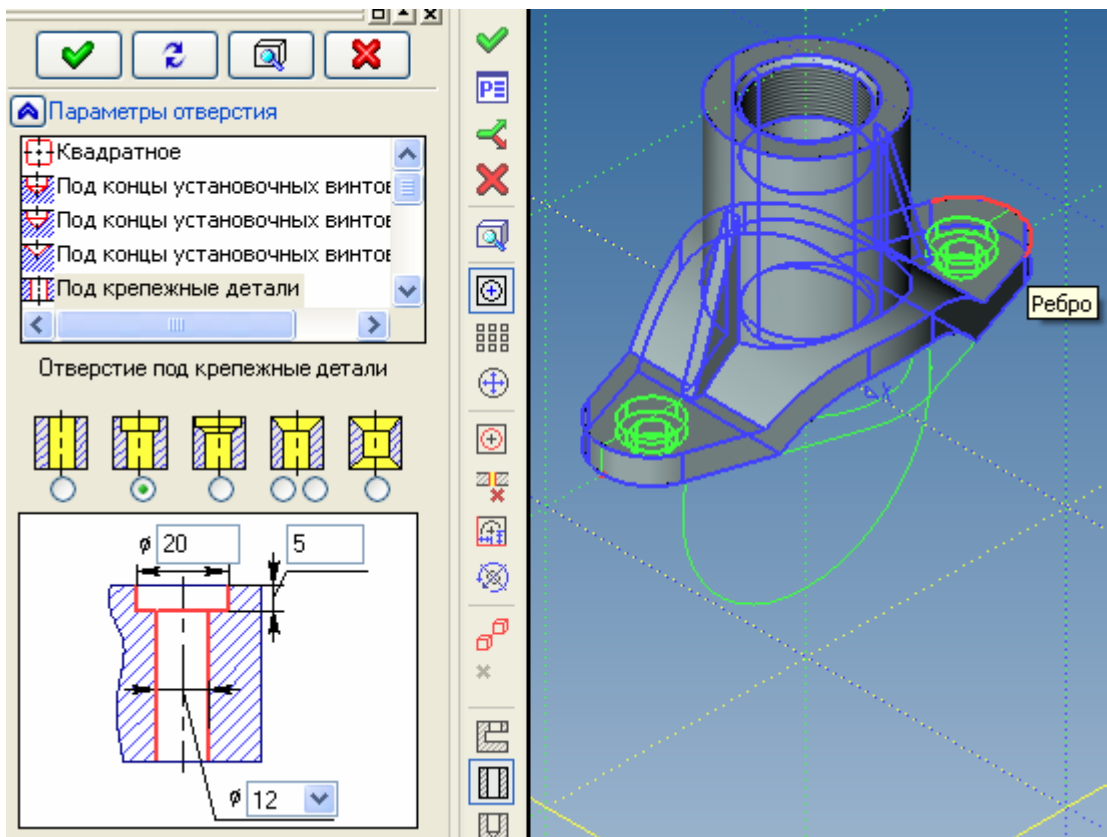


рис. 26

Остается выполнить проточку и фаску на наружном цилиндре, на чем не будем останавливаться подробно.

Оформление чертежа начнем с выбора формата, масштаба чертежа и нанесения рамок и основной надписи (форматки). Настройки основных параметров чертежа находятся в команде ST «Статус» (Меню «Настройка»). На закладке «Общие» (рис. 27)

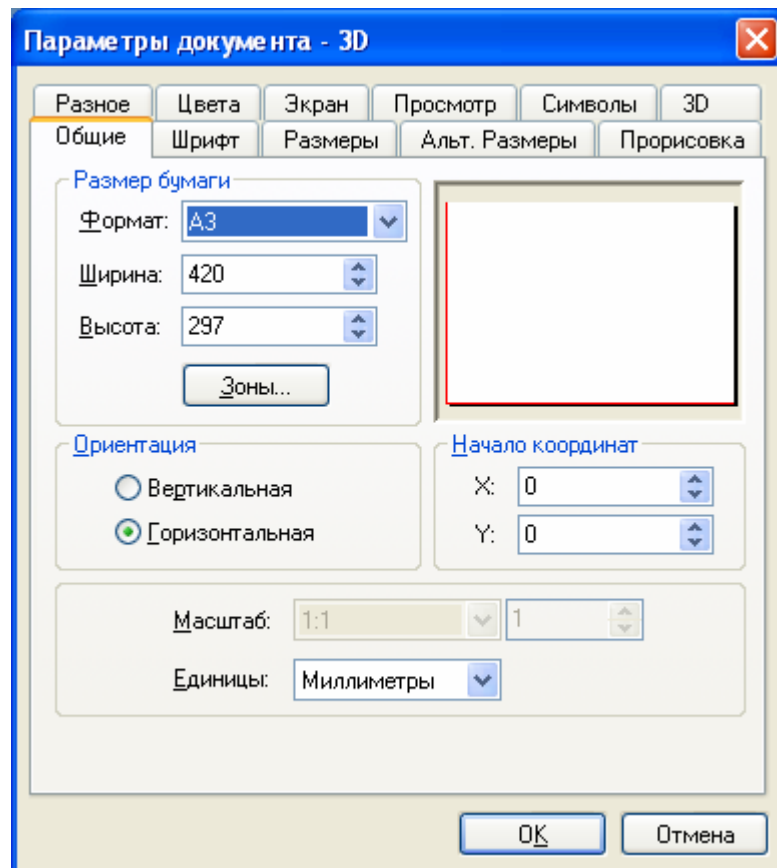


рис. 27

находятся настройки формата, масштаба чертежа. Определившись с этими настройками вставим основную надпись из Меню «Оформление». Рядом находится команда создания неуказываемой шероховатости и технических требований.

Рассмотрим приемы работы с основной надписью. Основная надпись является 2D фрагментом, поля основной надписи связаны с внешними переменными 2D фрагмента, как правило, текстовыми. Через переменные поля основной надписи связаны с данными для спецификации.

Заполним список часто вводимых фамилий: для этого активируем, например, поле «Разраб.» левым кликом и щелкнем в нем правой кнопкой мыши. Выберем пункт «Редактировать список» (рис. 28).

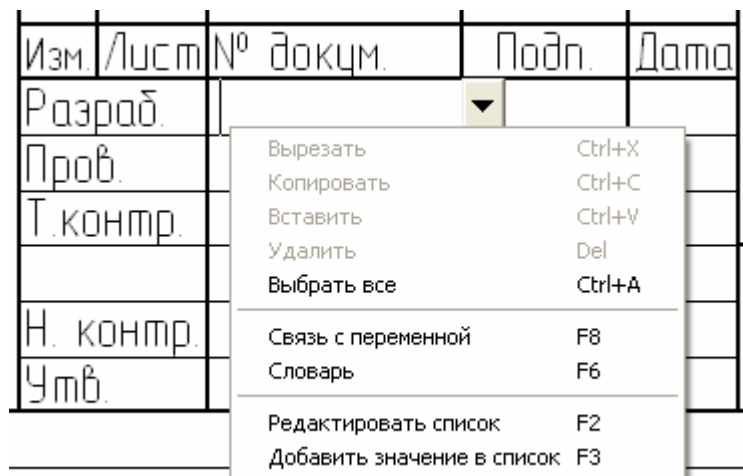


рис. 28

Заполним список (рис. 29).

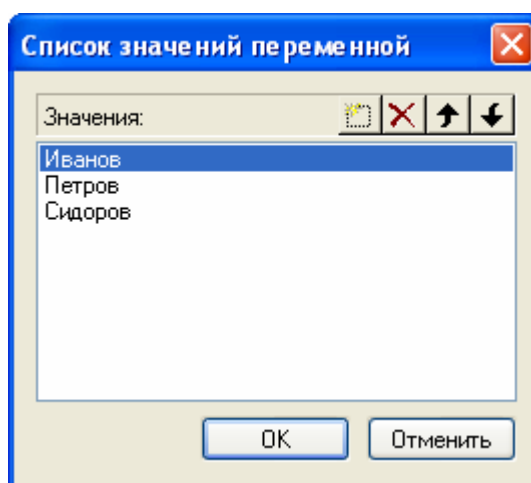


рис. 29

После этого значения списка появятся при активировании поля (рис. 30).

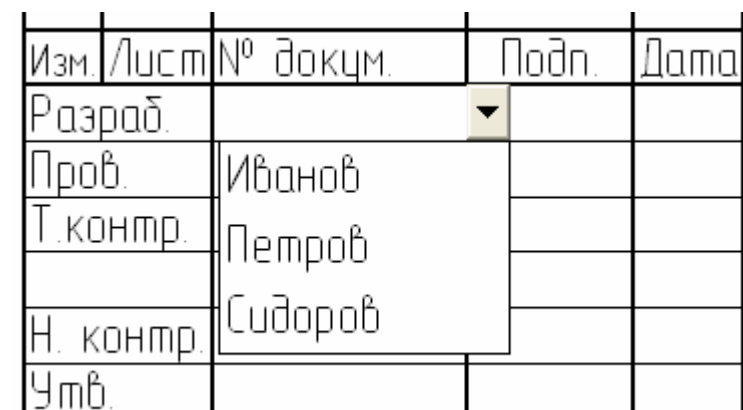


рис. 30

Эти значения сохраняются при следующем запуске программы. В дополнительных параметрах основной надписи (рис. 31) можно выставить наклон букв и показ зон.

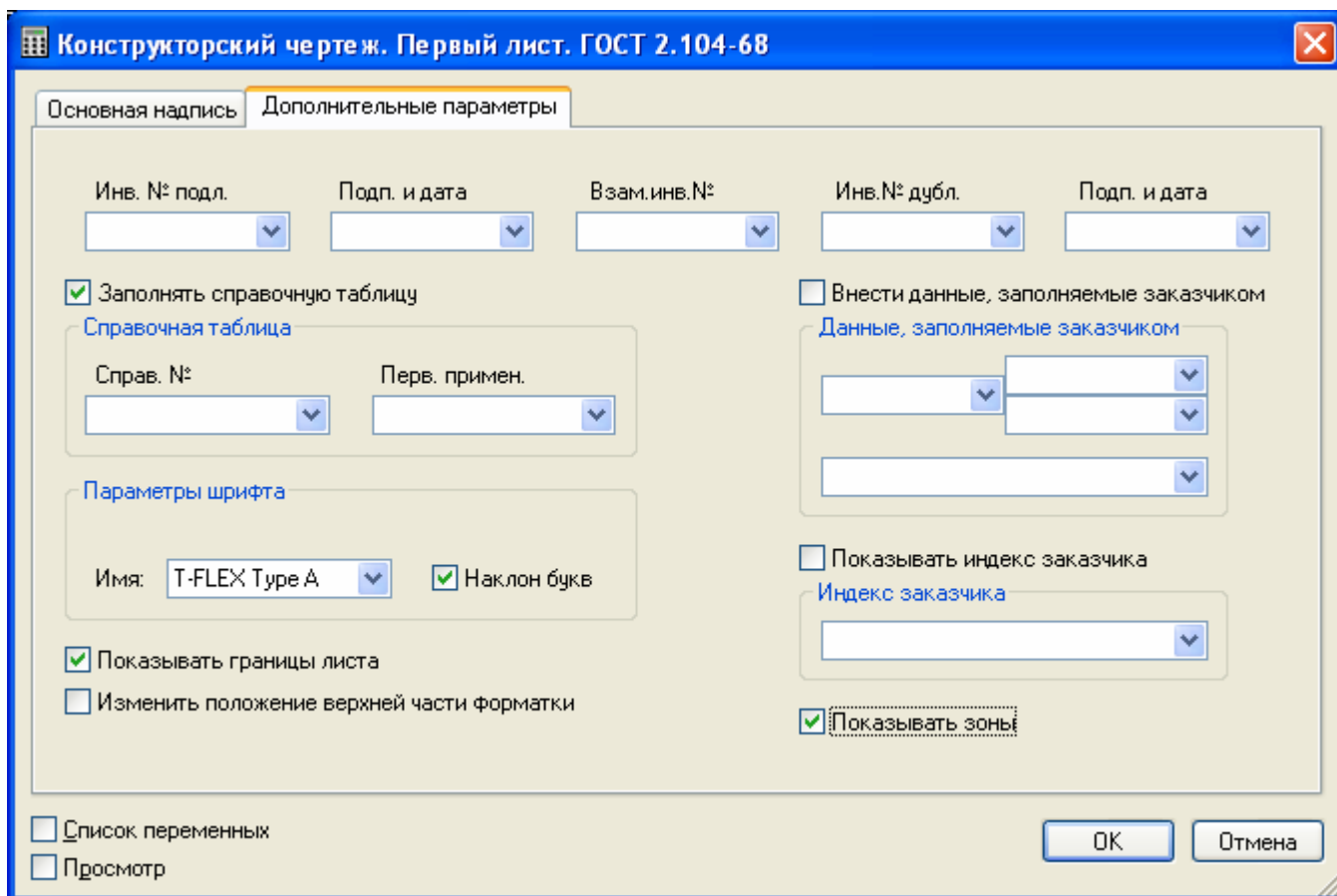


рис. 31

В меню «Оформление» имеется пункт «Настройка», содержащий полезные параметры основной надписи. Здесь можно пополнить список типов основных надписей кнопкой «Добавить» (рис. 32).

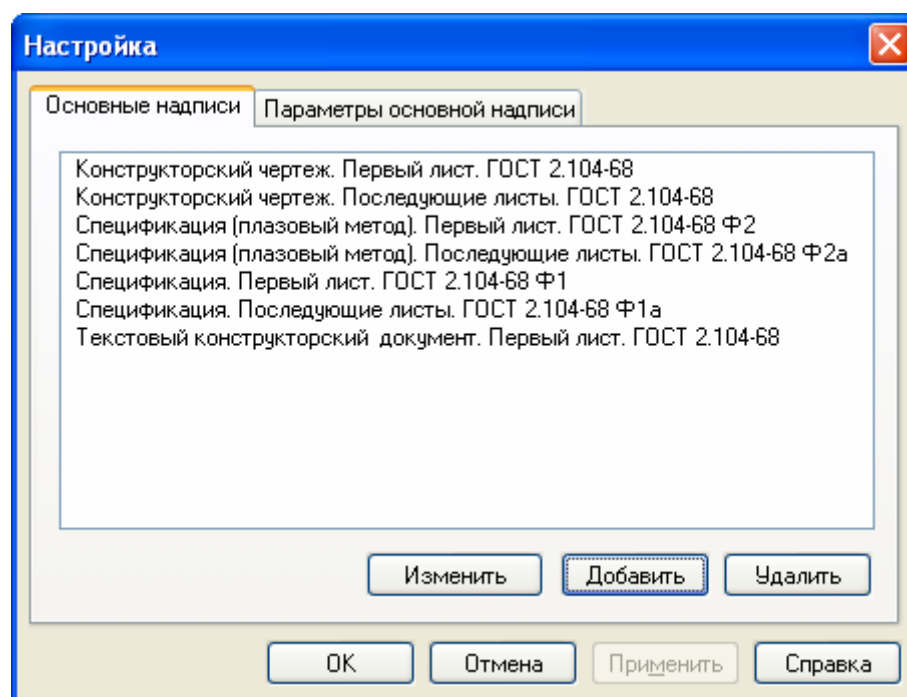


рис. 32

Следует иметь в виду, что файлы фрагментов основных надписей хранятся в каталоге C:\Program Files\T-FLEX\T-FLEX CAD 10\Библиотеки\Служебные\Форматки\.

В этой библиотеке содержится обширный список типов основных надписей (ведомости, извещения, лист регистрации изменений и др.), который можно пополнять своими заготовками.

На следующей закладке можно выставить такие параметры, как автоматическое заполнение даты или фамилий, после чего их не надо будет выбирать из списков (рис. 33).

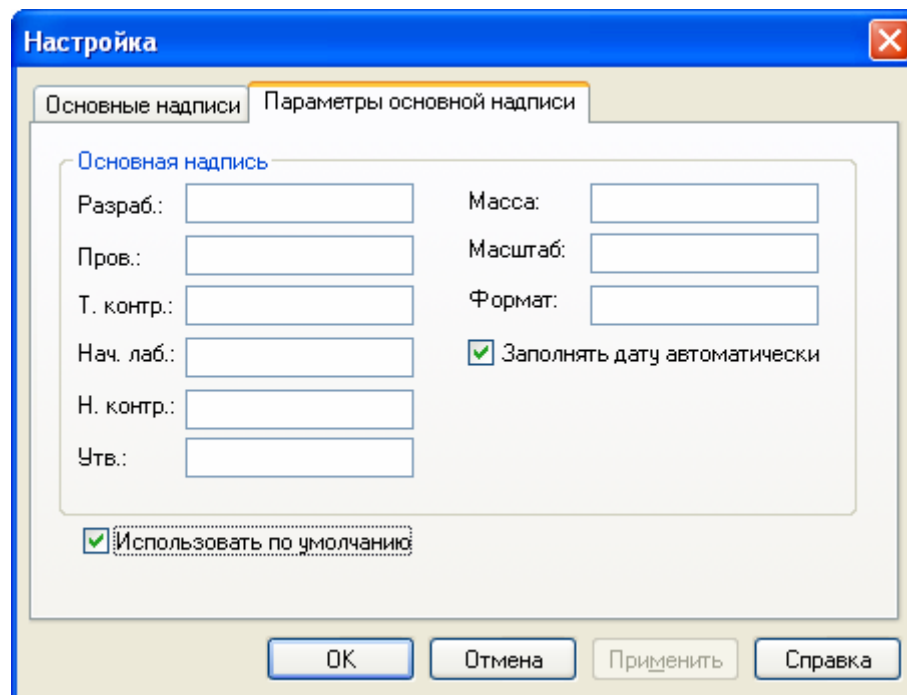


рис. 33

Далее оформите чертеж кронштейна по образцу в начале лабораторной работы, используя приемы работы с проекциями, рассмотренные в работе 18.