

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Амурский государственный университет

Л.А.Ковалева, Е.А.Гаврилюк

## НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Учебно-методическое пособие для студентов заочной и заочно-сокращенной  
форм обучения

Благовещенск  
Издательство АмГУ

2011

ББК

*Рекомендовано  
учебно-методическим советом университета*

*Рецензенты:*

Найденова Л.В., доц. кафедры декоративно-прикладного искусства ФИИД ДВГГУ, канд. пед. наук

Кафедра ДПИ ФИИД ДВГГУ

**Ковалева Л.А., Гаврилюк Е.А.**

Начертательная геометрия и инженерная графика : учебно-методическое пособие для студентов заочной и заочно-сокращенной форм обучения . – Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2011. – 152 с.

В методической разработке приводятся варианты заданий графической контрольной работы по курсу «Начертательная геометрия. Инженерная графика», а также краткие теоретические основы по дисциплине, методические указания к выполнению контрольной работы, примеры выполнения типовых заданий, выписки из ГОСТов ЕСКД.

Методическая разработка окажет помощь студентам при самостоятельном изучении дисциплины, выполнении контрольной работы и подготовке к экзамену или зачету.

Пособие предназначено для студентов всех специальностей заочной и заочно-сокращенной форм обучения, изучающих курс «Начертательная геометрия. Инженерная графика».

© Амурский государственный университет, 2011

©Ковалева, Л.А., Гаврилюк, Е.А., 2011

## ВВЕДЕНИЕ

Целью учебного курса «Инженерная графика. Начертательная геометрия» является развитие пространственного воображения, конструктивно-геометрического мышления и приобретение умений и навыков работы с графической документацией различного назначения, необходимых при подготовке специалистов инженерных направлений.

Для этого, кроме теоретических основ построения изображений пространственных объектов на плоскости, они должны овладеть основными положениями Государственных стандартов ЕСКД, устанавливающими нормы и правила оформления чертежей; выполнения технических и аксонометрических чертежей; изображений элементов деталей, стандартных деталей, оригинальных деталей и элементов конструкций деталей; нанесения на чертеже размеров и обозначений.

В комплекс графических работ, выполняемых студентами по курсу «Инженерная графика. Начертательная геометрия», входят задания: «Шрифты чертежные», «Пересечение двух плоскостей», «Пересечение многогранной поверхности плоскостью», «Пересечение многогранников», «Пересечение тел вращения», «Простые разрезы», «Сложные разрезы», «Резьбовые соединения», «Детализирование сборочного чертежа».

Для каждой РГР разработано по 18 вариантов заданий. Номер варианта задания студента совпадает с последней цифрой номера его зачетки.

Все РГР выполняются карандашом на листах ватмана стандартного формата. Чертежи оформляются в соответствии с требованиями ГОСТ ЕСКД.

Расчетно-графические работы выполняются на листах чертежной бумаги формата А3 (297x420) или А4 (210x297) (прил. А, табл. 1). Формат А4 нельзя располагать горизонтально, только вертикально! А3 может располагаться и горизонтально и вертикально.

На чертежах проводится рамка поля чертежа. В правом нижнем углу формата вплотную к рамке помещается основная надпись (прил.Б). В основной надписи указывается тема выполненного задания.

Задания должны быть сброшюрованы в альбом и снабжены титульным листом. Чертежи заданий вычерчиваются в заданном масштабе с учетом наиболее рационального размещения в пределах указанного формата.

Построения необходимо выполнять точно и аккуратно с помощью чертежных инструментов.

Характер и толщина линий должны соответствовать требованиям ГОСТ 2.303-68 (прил. А, табл. 2). Все видимые основные линии - сплошные основные  $s = 0,8-1,0$  мм. Осевые линии выполняются штрихпунктирной линией толщиной от  $s/2$  до  $s/3$  (0,4-0,3 мм). Линии построений и ливни связи должны быть сплошными тонкими ( $s/2 \dots s/3$ ). Линии невидимых контуров показывают штриховыми линиями, имея при этом в виду, что заданные плоскости и поверхности непрозрачны.

Все надписи, как и отдельные обозначения, в виде букв и цифр на чертежах должны быть выполнены стандартным шрифтом размером 3,5 или 5 в соответствии с требованиями ГОСТ 2.304-81(прил.А, табл. 3).

Чертежи должны быть выполнены в масштабе, регламентируемом ГОСТ 2.302-68 (прил. А, табл.4).

# 1 ТОЧКА И ПРЯМАЯ

## 1. 1 Чертеж точки

Положение точки в пространстве определяется ее проекциями на две или три взаимно перпендикулярные плоскости проекции, при этом проекционные лучи направлены перпендикулярно плоскостям проекций (прямоугольное или ортогональное проецирование).

На рисунке 1а представлено наглядное изображение трех взаимно перпендикулярных плоскостей проекций.

Линии пересечения этих плоскостей – координатные оси  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ . Чтобы получить плоский чертеж, повернем плоскость  $\pi_1$  вокруг оси  $X$  до совмещения с плоскостью  $\pi_2$ , а плоскость  $\pi_3$  – вокруг оси  $Z$  до совмещения с плоскостью  $\pi_2$ .

На рисунке 1б представлен комплексный чертеж точки. Точка  $A$  задана координатами  $A(20; 15; 25)$ . Первая координата  $X$  (абсцисса), вторая –  $Y$  (ордината), третья –  $Z$  (аппликата). Все размеры приведены в миллиметрах.

## 1. 2 Чертеж прямой

Построив проекции двух точек и соединив их, получим чертеж прямой. Отрезок прямой может занимать различное положение в пространстве относительно плоскостей проекций.

## 1. 2. 1 Прямые частного положения

Прямая линия, параллельная плоскости проекций, называется прямой уровня. На рисунке 2 представлено наглядное изображение прямых.

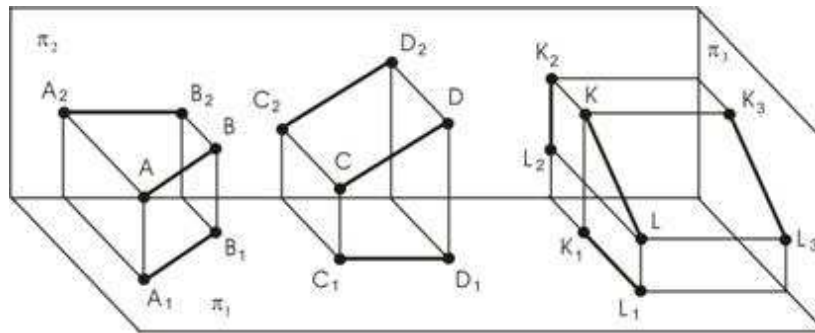


Рисунок 2 – Линии уровня

На рисунке 3 представлены чертежи этих прямых. Прямая  $AB$  параллельна плоскости  $\pi_1$  (горизонтальная прямая или горизонталь). Горизонтальная проекция  $A_1B_1$  является натуральной величиной этой прямой, а угол  $\beta$  составляет угол наклона прямой  $AB$  к фронтальной плоскости проекций. Прямая  $CD$  параллельна плоскости  $\pi_2$  (фронтальная прямая или фронталь). Фронтальная проекция  $C_2D_2$  является действительной величиной прямой, а угол  $\alpha$  составляет угол наклона  $CD$  к плоскости  $\Pi_1$ .

Прямая  $KL$  параллельна профильной плоскости проекций  $\Pi_3$  (профильная прямая или профиль), профильная проекция  $K_3L_3$  является натуральной величиной этой прямой. Углы наклона к плоскостям проекций обозначены как  $\alpha$  и  $\beta$ .

На рисунке 4 представлено наглядное изображение прямых, которые параллельны двум плоскостям проекций и перпендикулярны одной плоскости проекций. На рисунке 5 представлены чертежи этих прямых.

Прямая  $AB$  проецируется на горизонтальную плоскость проекций в виде точки, а на фронтальную плоскость – в натуральную величину.

Такие прямые называются проецирующими относительно той плоскости, где ее изображение проецируется в точку. В данном случае прямая  $AB$  – горизон-

тально- проецирующая,  $CD$  – фронтально- проецирующая,  $EF$  – профильно- проецирующая.

Рисунок 5а – Прямая общего положения

### 1. 2. 2 Прямые общего положения

Если отрезок прямой не параллелен и не перпендикулярен ни одной из плоскостей проекций, то она называется прямой общего положения (рис. 5а). Проекция этого отрезка на чертеже по величине меньше действительной величины прямой.

### 1. 2. 3 Взаимное положение прямых в пространстве

На рисунке 6 представлены чертежи взаимного положения прямых:

а) если прямые в пространстве параллельны, то и их одноименные проекции на чертеже также параллельны;

б) если прямые в пространстве пересекаются, то у них есть одна общая точка, на чертеже проекции этой точки будут находиться на одной линии связи;

в) если прямые в пространстве скрещиваются, то у них нет ни одной общей точки. На чертеже имеются проекции точек, которые называются конкурирующими.

Рисунок 7 – Чертеж восстановления перпендикуляра в точке В

Из двух конкурирующих точек будет видимой та, у которой соответствующая координата больше. На рисунке 6 точки  $C$  и  $D$  – горизонтально-

конкурирующие ( $C$  – видимая, т.к. координата  $Z$  больше), а точки  $A$  и  $B$  – фронтально-конкурирующие ( $A$  – видимая, т.к. координата  $y$  у нее больше).

### 1. 2. 4 Проецирование прямого угла

Для проецирования прямого угла в натуральную величину достаточно, чтобы одна из его сторон была параллельна плоскости проекций (т.е. чтобы одна из сторон являлась фронталью или горизонталью) (рис. 7).

### 1. 3 Вопросы для самопроверки

1. Какой чертеж называется комплексным?
2. Как называются и обозначаются основные плоскости проекций?
3. Что такое вертикальная и горизонтальная линия связи?
4. Что называют проекцией точки?
5. Что называют координатами точки?
6. Какие точки называются конкурирующими? Как определяется видимость по методу конкурирующих точек?
7. Какую прямую линию называют прямой общего положения?
8. Какие положения прямой линии относительно плоскостей проекций считают «особыми» или «частными»?
9. Как изображаются в системе  $\Pi_1$  и  $\Pi_2$ :
  - а) две параллельные прямые линии;
  - б) две пересекающиеся прямые линии;
  - в) две скрещивающиеся прямые линии.
10. При каком условии прямой угол проецируется на плоскости проекций без искажения?

## 2 ПЛОСКОСТЬ

### 2. 1 Изображение плоскости на чертеже

На чертеже (рис. 8) плоскость может быть задана проекциями:

- а) трех точек не лежащих на одной прямой;
- б) прямой и точкой вне ее;
- в) двух пересекающихся прямых;
- г) двух параллельных прямых;



- д) плоской фигурой;
- е) следами.

Рисунок 8 – Изображение плоскости на чертеже

На рисунке 9 представлено наглядное изображение, когда плоскость задана следами. *Следы плоскости* – это линии ее пересечения с плоскостями проекций, следовательно, следы лежат в плоскостях проекции.

Рисунок 9 – Следы плоскости

Следы плоскости можно обозначать как  $P_1$  и  $P_2$ , или как нулевая фронталь и нулевая горизонталь. Два следа сходятся в одной точке, лежащей на оси, которая называется *точкой схода следов*.

## 2. 2 Положение плоскостей в пространстве

Рассмотренные ранее положения плоскостей – не параллельные и не перпендикулярные ни к одной из плоскостей проекций – называются *плоскостями общего положения*.

Плоскости, перпендикулярные к одной из плоскостей проекций, называются *проецирующими*.

Из чертежа видно, что плоскость, перпендикулярная к плоскости проекций, составляет проекцию в виде прямой линии. Для задания проецирующих плоскостей достаточно выполнить ее одну проекцию.

Проецирующие плоскости обладают собирательным свойством – все, что находится в данной плоскости, совпадает со следом-проекцией.

Плоскость, заданная треугольником  $ABC \perp \pi_1$ , и на горизонтальной плоскости проекций изображается в виде прямой линии (рис. 10). Плоскости такого характера называются *горизонтально-проецирующими*. Плоскость, заданная параллельными прямыми  $m // n \perp \Pi_2$  – *фронтально-проецирующая* плоскость. Проекции всех точек и прямых, лежащих в проецирующей плоскости, будут

совпадать с вырожденными проекциями проецирующих плоскостей (проекция точки  $P$  ( $P_1$ ), проекция прямой  $KL$  ( $K_2L_2$ )).

Плоскости, параллельные плоскостям проекций, называются *плоскостями уровня*. На рисунке 11а плоскость  $ABCD$ , параллельна плоскости  $\Pi_1$  – горизонтальная плоскость уровня.

Все, что находится в такой плоскости, проецируется на горизонтальную плоскость проекций в натуральную величину (без искажений). На рисунке 11б представлен треугольник  $EFK$ , который параллелен плоскости  $\Pi_2$ . Следовательно, на плоскости  $\Pi_2$  находится проекция самого треугольника; все, что находится в треугольнике, на плоскость проекций  $\Pi_2$  проецируется без искажения.

## **2. 3 Взаимное положение прямой линии и плоскости, двух плоскостей**

Прямая и плоскость, а также плоскости между собой могут быть параллельными или пересекаться.

### **2. 3. 1 Параллельность прямой и плоскости и плоскостей**

Прямая параллельна плоскости, если она параллельна прямой, принадлежащей этой плоскости (рис. 12).

Признаком параллельности двух плоскостей является параллельность двух пересекающихся прямых одной плоскости, соответственно двум пересекающимся прямым второй плоскости (Рис.13).

### **2. 3. 2 Пересечение прямой и плоскости и плоскостей (частные случаи)**

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)
- 5)
- 6)
- 7)
- 8)
- 9)

- 1) Пересечение проецирующей прямой с плоскостью общего положения (рис. 14).

Прямая, перпендикулярная плоскости проекций, проецируется на нее в виде точки. Следовательно, с этой точкой совпадает соответствующая проекция точки пересечения заданной прямой с плоскостью. Построение другой проекции точки пересечения выполняется из условия принадлежности точки плоскости (на рис. 14 точка К принадлежит плоскости  $\alpha$ , так как она принад-

лежит ее прямой  $l_2$  ( $K_2$  находится как точка пересечения прямой  $l_2$  с прямой  $a_2$ ). Видимость прямой  $a$  определяется по видимости конкурирующих точек.

- 2) Пересечение прямой общего положения с проецирующей плоскостью (рис. 15).

Плоскость, перпендикулярная плоскости проекций, проецируется на нее в виде прямой линии. Следовательно, на этой прямой находится и соответствующая проекция точки пересечения заданной прямой с проецирующей плоскостью.

Построение другой проекции точки пересечения выполняется из условия принадлежности точки прямой (на рис. 15 точка  $K$  принадлежит прямой  $s$  ( $K_2$  находится на  $s_2$  по линиям связи)). Видимость прямой  $s$  определяется по видимости конкурирующих точек.

- 3) Пересечение проецирующей плоскости с плоскостью общего положения (рис. 16).

Плоскость, перпендикулярная плоскости проекций, проецируется на нее в виде прямой линии. Следовательно, на этой прямой находится и линия пересечения заданной плоскости с проецирующей плоскостью.

Построение другой проекции линии пересечения выполняется из условия принадлежности точки прямой (на рис. 16 точка  $M$  принадлежит прямой  $a$ , точка  $N$  – прямой  $b$ ). Видимость плоскостей определяется по видимости конкурирующих точек.

### **2. 3. 3 Пересечение прямой и плоскости и плоскостей (общие случаи)**

- 1) Пересечение прямой общего положения с плоскостью общего положения.

Если прямая и плоскость имеют общее положение (рис.17), то точка их пересечения определяется следующим образом:

- а) прямую необходимо заключить во вспомогательную проецирующую плоскость ( $P \perp \Pi_1, P_1 \equiv A_1C_1$ );
- б) построить линию пересечения заданной и вспомогательной плоскостей

$$(P \cap \alpha (a//v) = MN);$$

в) найти искомую точку на пересечении полученной линии с заданной прямой ( $MN \cap AC = K$ );

г) определить видимость по конкурирующим точкам (для определения видимости на  $\Pi_1$  взяты точки  $N_1 \equiv 3_1$ , точка 3 – видимая, значит прямая AC, которой она принадлежит, в  $\Pi_1$  будет видимой; для определения видимости в плоскости  $\Pi_2$  взяты точки  $1_2 \equiv 2_2$ , точка 2 – невидимая, значит прямая AC, которой она принадлежит, в  $\Pi_2$  будет невидимой).

2) Пересечение плоскостей общего положения (Рис. 18).

Точки, определяющие линию пересечения двух плоскостей общего положения, находятся с помощью двух вспомогательных плоскостей частного положения.

а) Для построения точки М использована горизонтально - проецирующая плоскость - посредник Q ( $Q_1$ ), в которую заключена прямая  $a$  плоскости  $\alpha (a//v)$ .

б) Строим линию пересечения (на чертеже она задана точками 1 и 2) плоскости-посредника Q ( $Q_1$ ) и плоскости ABC.

в) Находим точку М пересечения прямой 1 - 2 с прямой  $v$ . Найдена одна точка М искомой линии пересечения.

г) Для построения точки N использована горизонтально – проецирующая плоскость P ( $P_1$ ), в которую заключена прямая  $v$  плоскости  $\alpha (a//v)$ . Построения аналогичны предыдущим.

д) Определение видимости на плоскости  $\Pi_1$  выполнено с помощью горизонтально - конкурирующих точек 4 и 5.

Точка 4 расположена над точкой 5 ( $4_2$  и  $5_2$ ), поэтому на плоскости  $\Pi_1$  плоскости  $\alpha$  ( $a//e$ ), расположенная в сторону точки 4, закрывает собой часть треугольника  $ABC$ , расположенную от линии пересечения в сторону точки 5. С помощью пары фронтально - конкурирующих точек 6 и 7 определена видимость на плоскости  $\Pi_2$ .

## 2. 4 Способ плоскопараллельного перемещения

Способ плоскопараллельного перемещения – это один из способов преобразования комплексного чертежа, который основан на том, что при параллельном переносе геометрического тела относительно плоскости проекций проекция его на эту плоскость не меняет своей формы и размеров, хотя и меняет положение. При этом если точка перемещается в плоскости, параллельной  $\Pi_1$ , то ее фронтальная проекция изображается в виде прямой, параллельной оси  $ox$  ( $\Pi_2/\Pi_1$ ). Если же точка перемещается в плоскости, параллельной  $\Pi_2$ , то ее горизонтальная проекция изображается в виде прямой, параллельной той же оси.

Применяя способы преобразования комплексного чертежа, можно решать многие задачи, связанные с определением натуральной величины отрезков, углов, плоских фигур, а также заданием им нужного положения.

- 1) Определение натуральной величины отрезка прямой, занимающей общее положение (рис. 19).

Для этого требуется с помощью плоскопараллельного перемещения задать прямой такое положение, чтобы она была параллельна одной из плоскостей проекций, например  $\Pi_2$ . Через произвольную точку  $A_{11}$ , проводим прямую параллельную оси  $ox$ , и от этой точки на прямой откладываем отрезок  $A_{11} B_{11}$ , равный  $A_1 B_1$ . Из точки  $A_{11}$  проводим вертикальную линию связи, а из точки  $A_2$ , — горизонтальную линию, на пересечении которых и будет новое положение

фронтальной проекции  $A_{21}$ . Аналогично проведем вертикальную линию связи из точки  $B_{11}$  до пересечения с горизонтальной линией, проведенной из точки  $B_2$ .

Новое положение фронтальной проекции точки  $B$  получим на пересечении этих линий в точке  $B_{21}$ .

После преобразования чертежа горизонтальная проекция прямой  $AB$  стала параллельна плоскости  $\Pi_2$ , а значит, спроецировалась на эту плоскость в натуральную величину.

2) Определение натуральной величины плоскости общего положения (рис. 20).

Задача решается в два этапа. На первом этапе преобразовывают чертеж так, чтобы плоскость треугольника  $ABC$  стала перпендикулярна к одной из плоскостей проекций, т.е. должна в себе содержать прямую, перпендикулярную к этой плоскости. Для этого проводят в плоскости треугольника горизонталь  $h$  (фронтальная проекция  $A_21_2 // ox$ , а горизонтальная —  $A_11_1$ ).

Плоскость треугольника перемещается в пространстве до тех пор, пока горизонталь  $h_1$  треугольника не станет перпендикулярна к фронтальной плоскости проекций  $\Pi_2$ .

Для этого на произвольном расстоянии от оси  $x$  вычерчивают горизонтальную проекцию треугольника  $A_1V_1C_1$  с условием, что  $A_11_1 \perp \Pi_2$ , а значит  $A_{11}1_{11} \perp ox$ . При этом вершины треугольника в  $\Pi_1$  займут новое положение —  $A_{11}V_{11}C_{11}$ . Вершины треугольника в  $\Pi_2$ , перемещаясь каждая в своей плоскости  $//ox$ , займут новое положение —  $A_{21}V_{21}C_{21}$ . Соединив эти точки, получают новое

положение треугольника  $ABC$ , спроецированного на  $\Pi_2$  в линию, т.е. перпендикулярного к плоскости  $\Pi_2$ .

На втором этапе, чтобы получить натуральную величину треугольника  $ABC$ , его плоскость поворачивают до тех пор, пока она не будет параллельна одной из плоскостей проекций. В рассматриваемом решении фронтальную проекцию треугольника  $A_{21}B_{21}C_{21}$  располагают на произвольном расстоянии от оси  $x$  параллельно плоскости  $\Pi_1$ , получая при этом горизонтальную плоскость уровня (ее фронтальную проекцию  $A_{22}B_{22}C_{22}$ ). От нового положения фронтальной проекции  $A_{22}B_{22}C_{22}$  проводят линии проекционной связи до пересечения с линиями, проведенными от точек  $A_{11}B_{11}C_{11}$  параллельно оси  $ox$ . Соединив эти точки между собой, получают треугольник  $ABC$  в натуральную величину ( $A_{12}B_{12}C_{12}$ ).

## 2. 5 Вопросы для самопроверки

1. Назвать способы задания плоскостей.
2. Какие положения может занимать плоскость относительно плоскостей проекций, и как она будет называться в соответствии с этим?
3. Назовите условие принадлежности прямой линии и точки плоскости.
4. Какие положения может занимать прямая линия относительно произвольной плоскости?
5. Назовите условие параллельности прямой линии и плоскости.
6. Какие этапы построения точки пересечения прямой линии и плоскости?
7. Какой случай пересечения прямой и плоскости является общим?
8. Как могут располагаться в пространстве две плоскости относительно друг друга?
9. Назовите условие параллельности плоскостей.
10. Как можно по чертежу судить о взаимной параллельности двух плоскостей?
11. В чем суть способа плоскопараллельного перемещения?
12. Как определить истинную величину прямой общего положения?
13. Какие преобразования нужно осуществить чтобы определить истинную величину плоской фигуры общего положения?



### 3 Поверхности

#### 3. 1 Многогранники

Многогранником называется тело, ограниченное плоскими многоугольниками – гранями, пересекающимся по прямым, называемым ребрами. Многогранник называется правильным, если его грани являются правильными многоугольниками. Линия, ограничивающая проекцию многогранника, называется очерком.

##### 3.1.1 Точка и прямая на поверхности многогранника

Построение чертежей призм и пирамид сводится по существу к построению проекций точек (вершин) и отрезков прямых – ребер.

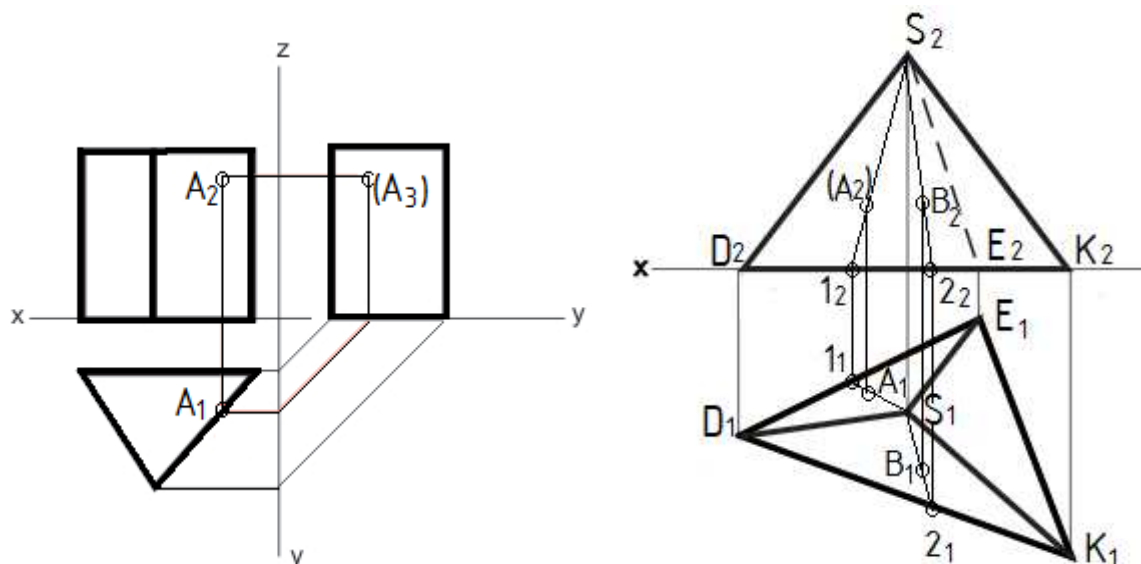


Рисунок 21 – Принадлежность точки поверхности многогранника

Чтобы построить проекции точки, принадлежащей поверхности многогранника, необходимо предварительно провести прямую, принадлежащую многограннику, а затем на проекциях этой прямой строить проекции точки.

Прямая принадлежит поверхности многогранника, если она проходит через две точки, принадлежащие грани многогранника.

На рисунке 21 недостающие проекции точек на поверхности призмы и пирамиды по заданным фронтальным проекциям строятся по принадлежности ребрам (прямым линиям) и граням (плоскостям).

##### 3.1.2 Пересечение многогранника с плоскостью

Линия пересечения плоскости и многогранника – плоский многоугольник, построение которого требует многократного решения задачи о нахождении точки пересечения прямой с плоскостью. Точки, в которых ребра многогранника пересекаются с заданной плоскостью, будут вершинами искомого многоугольника.

Тот же результат можно получить сведением задачи к построению линий пересечения плоскости с гранями тела.

На рисунке 22 изображена пирамида, которую пересекает фронтально-проецирующая плоскость  $P$ . Плоскость пересекает ребра  $AS$ ,  $CS$ ,  $BS$  в точках 1, 2, 3. Следовательно, фигурой сечения является треугольник 123. Проекции точек построены с помощью линий связи, исходя из условия принадлежности точек прямой (1 принадлежит прямой  $AS$ , 2 – прямой  $CS$ , 3 – прямой  $BS$ ).

На рисунке 23 изображена призма, которую пересекает фронтально-проецирующая плоскость  $\Phi$ . Плоскость пересекает пять боковых ребер в точках 1, 2, 3, 4, 5. Следовательно, фигурой сечения является пятиугольник 12345. Проекции точек построены с помощью линий связи, исходя из условия принадлежности точек прямой.

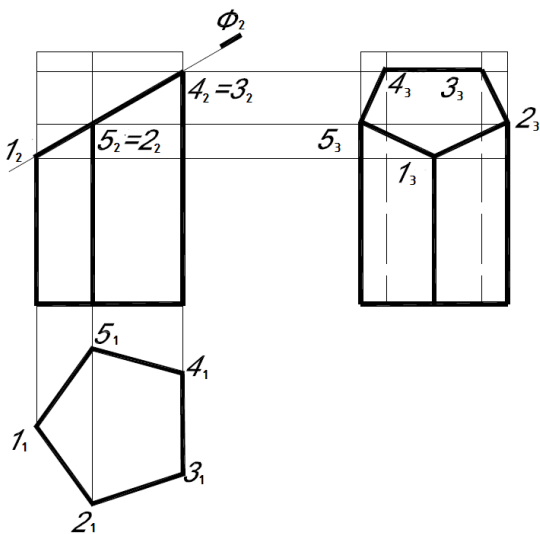


Рисунок 23 – Пересечение призмы  
проецирующей плоскостью

### 3.1.3 Пересечение прямой линии с многогранником

Задача определения точек пересечения прямой линии с многогранником сводится к нахождению точек пересечения прямой с плоскостями граней (рис. 24):

- 1) Прямую заключают во вспомогательную проецирующую плоскость ( $P \perp P_2, P_2 \equiv a_2$ );
- 2) Находят линию пересечения вспомогательной плоскости с поверхностью многогранника (линия 123);
- 3) Определяют точки входа и выхода прямой там, где полученная ломаная линия пересекает заданную прямую ( $1_1 2_1 3_1 \cap a_1 = K_1 M_1$ );
- 4) Определяют видимость прямой по видимости ребер и граней многогранника (участок КМ прямой  $a$  – невидимый).

### 3.1.4 Развертки многогранников

Разверткой называется плоская фигура, полученная при совмещении поверхности геометрического тела с одной плоскостью (без наложения граней или иных элементов поверхности друг на друга).

Поверхность называется развертывающейся, если она может быть совмещена с плоскостью без разрывов и складок. Многогранник – развертывающаяся поверхность.

Построение развертки боковой поверхности многогранника осуществляется в два основных этапа:

- 1) определением истинных размеров всех элементов каждой ее грани. Именно благодаря им можно построить изображение этой поверхности в натуральную величину;
- 2) последовательное построение каждой грани в натуральную величину исходя из найденных раньше элементов.

Для получения полной развертки призмы необходимо к развертке боковой поверхности пристроить верхнее и нижнее основания (рис. 25).

Для получения полной развертки пирамиды необходимо к развертке боковой поверхности пристроить основание. Боковая развертка строится по методу треугольников, т.е. совмещение всех треугольников, из которых состоят грани, в одну плоскость (рис. 26).

Построение развертки призмы начинают с развертки ее основания. На произвольно проведенной прямой откладывают последовательно все натуральные величины ребер основания. Затем от каждой полученной вершины основания перпендикулярно полученным отрезкам (т.к. призма прямая) откладывают натуральные величины боковых ребер. А уже затем пристраивают основания. Если призма усеченная, то длины ребер будут различными, а вместо верхнего основания пристраивают натуральную величину сечения.

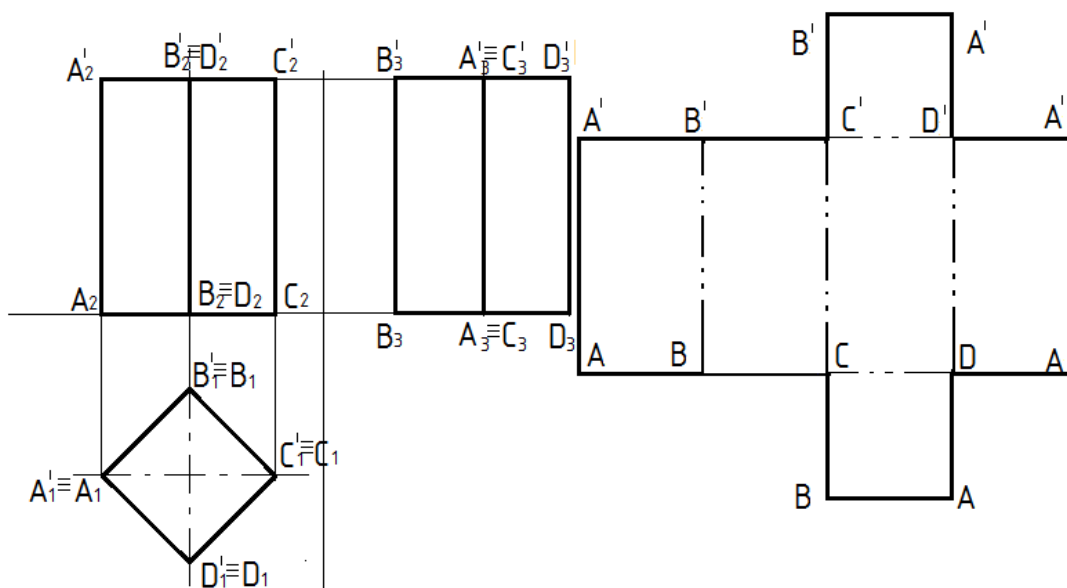


Рисунок 25 – Построение полной развертки прямой правильной призмы

Развертку пирамиды (рис. 26) начинают с построения вершины S. Затем в произвольном направлении откладывают длину первого ребра AS.

Так как пирамида правильная, то все ее боковые ребра равны между собой, поэтому можно из вершины  $S$  провести дугу радиусом  $AS$ , на которой будут лежать точки  $B, C, D$ . Для их нахождения на дуге от точки  $A$  последовательно откладывают отрезки, равные ребрам основания пирамиды. Затем к любому из полученных отрезков пристраивают основание пирамиды. Если на развертку необходимо нанести точку, лежащую на поверхности пирамиды, то через точку предварительно проводят вспомогательную прямую. На рисунке 26 показано построение точки  $E$ , лежащей на поверхности пирамиды.

### 3. 1.5 Взаимное пересечение многогранников

Линия пересечения двух многогранников может быть построена двумя способами: а) определением точек пересечения ребер одного многогранника с гранями другого; б) определением отрезков прямых, по которым пересекаются грани многогранников.

Преимущество отдается тому из способов, который дает более простое решение. Иногда эти два способа целесообразно комбинировать.

Если один многогранник частично пересекается другим, то линия их взаимного пересечения представляет собой одну замкнутую пространственную ломаную линию. Такое взаимное пересечение выпуклых многогранников называют неполным проницанием или врезкой.

Если один многогранник полностью пересекается вторым многогранником, то получают две линии их пересечения - линию входа одного многогранника в другой и линию выхода. Такое взаимное пересечение многогранников называют полным проницанием.

На рисунке 27 показаны графические построения при определении на эюре Монжа линии пересечения при полном проницании прямой треугольной призмы и треугольной пирамиды.

Призма своим основанием стоит на горизонтальной плоскости проекций  $\Pi_1$ . Горизонтальные проекции ее вертикальных ребер проецируются в точки. Грани боковой поверхности призмы в горизонтальной их проекции преобразу-

ются в отрезки прямых, т. е. эти грани представляют собой части горизонтально-проецирующих плоскостей.

Линия пересечения двух многогранников определяется по точкам пересечения ребер одного многогранника с гранями другого многогранника. Так, ребро  $AS$  пирамиды пересекает две грани призмы: одну - в точке  $K$  и вторую - в точке  $N$ . Ребро  $BS$  пирамиды пересекает две грани призмы в точках  $L$  и  $R$ ; ребро  $CS$  - в точках  $M$  и  $P$ . Из трех боковых ребер призмы только ребро  $FF'$  пересекает пирамиду.

### Рисунок 27 – Пересечение многогранников

Чтобы найти точки пересечения этого ребра с гранями пирамиды, через ребро и вершину  $S$  пирамиды проводим вспомогательную горизонтально-проецирующую плоскость  $\alpha$ . Она пересекает пирамиду по прямым линиям, которые пересекают ребро призмы в точках  $T$  и  $Q$ . Эти точки и являются точками пересечения ребра  $FF'$  с гранями пирамиды. Соединяя каждые две точки, принадлежащие одной и той же грани и у призмы и у пирамиды, отрезками прямых, получаем две линии пересечения многогранников. Одна из них представляет собой пространственный многоугольник  $NTPRQ$ , другая - треугольник  $KML$ . На проекциях видимы только те из отрезков многоугольников пересечения, которые принадлежат видимым граням многогранников; невидимые отрезки обозначают на чертеже штриховыми линиями.

### 3.2 Поверхности вращения

Поверхностью вращения называют поверхность, получающуюся от вращения некоторой образующей линии вокруг неподвижной прямой – оси поверхности. Они могут быть линейчатыми, например конус или цилиндр вращения, однополостный гиперболоид, тор и нелинейчатыми или криволинейными, например сфера, эллипсоид, параболоид и двухполостный гиперболоид.

Цилиндрическая и коническая поверхности вращения образуются путем вращения прямой линии вокруг оси. Сфера (шар) – поверхность, образованная вращением окружности вокруг своего диаметра. Тор – поверхность, образованная вращением окружности вокруг оси, лежащей в плоскости окружности, не проходящей через центр.

Среди криволинейных поверхностей вращения отметим эллипсоид, параболоид и двуполостный гиперболоид, образующиеся при вращении кривых линий, – эллипса, параболы, гиперболы. Указанные кривые линии располагаются симметрично относительно своей оси, которая является осью вращения. При вращении параболы вокруг своей оси образуется одна поверхность. При вращении же эллипса или гиперболы образуются по две поверхности, так как у этих кривых имеются по две оси.

### **3.2.1 Точка и прямая на поверхности вращения**

Линия принадлежит поверхности, если все ее точки принадлежат этой поверхности. Исключение составляет случай, когда линия представлена прямой, а поверхность — плоскостью. В этом случае для принадлежности прямой плоскости достаточно, чтобы хотя бы две точки ее принадлежали этой поверхности.

Точка принадлежит поверхности, если она лежит на линии, расположенной на этой поверхности.

Строить точку на поверхностях вращения удобнее всего с помощью параллелей поверхности (плоскость, параллельная плоскости проекции). На рисунке 28а через проекцию  $A_2$  проведена параллель, а на плоскости  $\Pi_1$  проводим окружность радиуса  $R$  (параллель на  $\Pi_1$  проецируется в окружность), на которую опускаем линию связи и находим  $A_1$ . Радиус параллели определяется как расстояние от оси до образующей.

Так как точка  $A$  во фронтальной плоскости невидимая, то ее горизонтальная проекция будет лежать на той стороне окружности, которая расположена

дальше от наблюдателя. Точку В находим аналогично, только радиус параллели будет  $R_1$  и точка В – видимая.

Положение точки на боковой поверхности конуса можно определить и с помощью образующей, проходящей через заданную точку (рис. 28 б). А точка С лежит на основании конуса, поэтому дополнительных построений не требуется.

### **3.2.2 Пересечение поверхности вращения проецирующей плоскостью**

При пересечении поверхности с плоскостью в сечении получают плоскую кривую линию.

Рисунок 28 – Построение точки на поверхности вращения

Рассмотрим случай пересечения поверхности плоскостью частного положения, так как в случае наличия секущей плоскости общего положения чертеж всегда можно преобразовать так, чтобы секущая плоскость стала проецирующей.

Линию пересечения строят по отдельным точкам. Сначала выявляют и строят опорные точки (левая и правая – очерковые, высшая и низшая, ближняя и дальняя, а также точки видимости, расположенные на контурных линиях и делящие линию пересечения на видимую и невидимую части). В тех случаях, когда проекция линии пересечения не полностью определяется этими точками, строят дополнительные, промежуточные точки, расположенные между опорными.

Чтобы найти промежуточные точки кривой и точки, не лежащие на очерке, применяют метод проведения вспомогательных плоскостей-посредников. Метод проведения вспомогательных плоскостей заключается в нижеследующем.

1. Через известную проекцию точки проводят вспомогательную плоскость-посредник  $Q$  так, чтобы линию пересечения ее с данной поверхностью можно было легко построить (рис. 31). Если ось вращения поверхности перпен-



дикулярна плоскости проекций, то в качестве посредника выбирают плоскость уровня.

2. Строят линию пересечения вспомогательной плоскости с заданными поверхностями. Для поверхностей вращения любая плоскость, перпендикулярная оси вращения, будет пересекать данную поверхность по окружности;

3. Выполнив несколько вспомогательных плоскостей, определяют необходимое количество точек сечения таким образом, чтобы искомую кривую можно было строить с помощью лекала.

### **3.2.3 Пересечение поверхности вращения прямой линией**

В тех частных случаях, когда поверхность тела вращения перпендикулярна одной из плоскостей проекций, применять вспомогательные проецирующие плоскости нецелесообразно, так как одна из проекций точек входа и выхода уже выявлена на чертеже (рис. 32а).

Рисунок 31 – Пересечение поверхности вращения с плоскостью

В тех частных случаях, когда прямая, пересекающая поверхность тела, перпендикулярна одной из плоскостей проекций, также одна из проекций точек входа и выхода уже выявлена на чертеже, а другую находят с помощью параллели, проведенной через точку или при помощи дополнительной образующей, проведенной через точку (рис. 32б).

Нахождение точек пересечения прямой общего положения с поверхностью конуса решается при помощи вспомогательной плоскости, проходящей через заданную прямую и вершину конуса.

Для примера возьмем прямой круговой конус и прямую  $a$  общего положения, пересекающую его коническую поверхность (рис. 33). Для определения точек пересечения достаточно вершину конуса  $S$  соединить прямой с произ-

вольной точкой 1, находящейся на прямой  $a$ , найти горизонтальный след этой прямой  $M$  и данной прямой  $N$ .

Соединяя проекции следов  $M_1$  и  $M_1'$  прямой, получим точки 2 и 3 вспомогательной плоскости, которая пересечет конус по двум образующим  $S_2$  и  $S_3$ . Пересечение горизонтальной проекции прямой  $a$  с проекциями образующих даст горизонтальные проекции  $A_1$  и  $B_1$  искомых точек входа и выхода. Затем при помощи линий связи находим их фронтальные проекции.

### 3.2.4 Развертки поверхностей вращения

По возможности развертываться в плоскость кривые поверхности делятся на развертываемые и условно-развертываемые. К развертываемым поверхностям относят цилиндрические, конические и поверхности с ребром возврата.

Развертки линейчатых развертываемых поверхностей выполняют как *приближенные*. Развертки неразвертываемых поверхностей выполняют *условно*.

Разверткой прямого кругового цилиндра является прямоугольник шириной, равной высоте цилиндра и длиной, равной длине окружности основания  $\pi d$ . Сверху и снизу к прямоугольнику пристраивают верхнее и нижнее основание – окружности диаметром  $d$  (рис. 34).

Можно также построить развертку цилиндра способом аппроксимации (приближенная замена отсеков неразвертываемой поверхности отсеками развертываемой поверхности), когда вписывают в основание цилиндра правильный 12-угольник (на рис. показаны только его вершины 1, 2, 3, 4, ... 12). Затем проводят прямую, на которой засекают последовательно 12 дуг, хорды которых равны стороне 12-угольников. Таким образом, развертку боковой поверхности прямого кругового цилиндра заменяют с достаточной для практики точностью разверткой правильной 12-угольной призмы, вписанной в данный цилиндр. К боковой развертке пристраивают верхнее и нижнее основание.

Задача на построение развертки конической поверхности решается так же, как в случае построения развертки пирамиды способом треугольника.

Рисунок 34 – Развертка цилиндра

Если задана поверхность прямого кругового конуса, то развертка его боковой поверхности представляет собой круговой сектор, радиус которого равен длине образующей конической поверхности  $l=|S12|$ , а центральный угол при вершине  $\varphi=360r/l$ , где  $r$  — радиус окружности основания конуса (рис.35).

Чтобы избежать вычислений, связанных с определением длины дуги сектора или угла  $\varphi$ , обычно вписывают в основание конуса правильный 12-угольник (на рис. показаны только его вершины 1, 2, 3, 4, ... 12). Затем описывают из произвольной точки  $S_0$  дугу радиуса  $r$ , засекают последовательно 12 дуг, хорды которых равны стороне 12-угольников. Таким образом, развертку боковой поверхности прямого кругового конуса заменяют с достаточной для практики точностью разверткой правильной 12-угольной пирамиды, вписанной в данный конус (способ аппроксимации). К боковой развертке пристраивают основание.

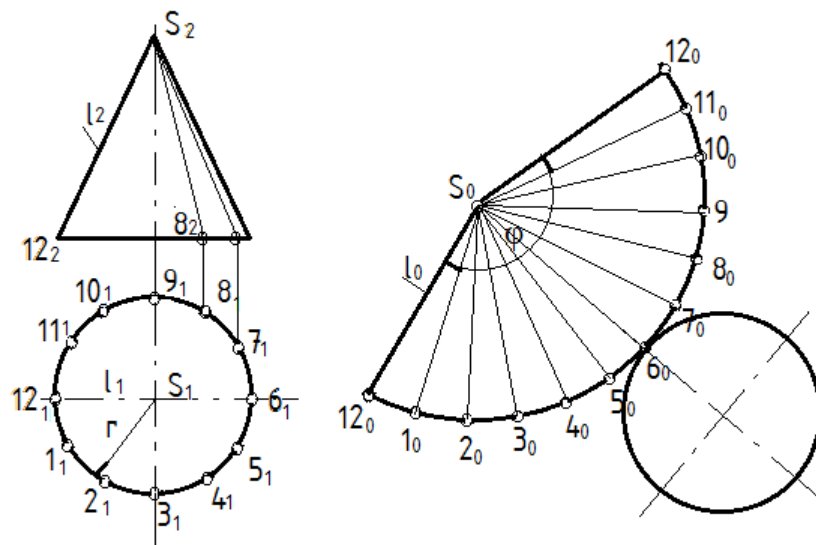


Рисунок 35 – Развертка конуса

### 3.2.5 Пересечение кривых поверхностей

Линия пересечения двух поверхностей в общем виде представляет собой пространственную кривую, которая может распадаться на две части и более. Строится линия пересечения при помощи вспомогательных плоскостей или кривых поверхностей, которые называются посредниками. Выбор вспомога-

тельной поверхности (посредника) определяется формой и положением пересекающихся поверхностей. В качестве посредников могут использоваться проецирующие плоскости, плоскости уровня, плоскости общего положения, цилиндрические, конические и сферические поверхности. Следует по возможности подбирать такие вспомогательные поверхности, которые в пересечении с данными поверхностями дают простые для построения линии (например, прямые или окружности).

Обычно линию пересечения двух поверхностей строят по отдельным точкам. При этом нужно иметь в виду, что проекция линии пересечения всегда располагается в пределах площади наложения, т.е. общей площади проекций двух пересекающихся поверхностей. Общее правило построения линии пересечения поверхностей заключается в следующем:

- определяют опорные точки в пересечении контурных линий каждой поверхности;
- выбирают вид вспомогательных поверхностей;
- строят линии пересечения вспомогательных поверхностей с заданными поверхностями;
- находят точки пересечения построенных линий и соединяют их между собой.

Способ вспомогательных секущих плоскостей следует применять в том случае, когда оси пересекающихся поверхностей вращения параллельны между собой и занимают относительно плоскостей проекций частное положение. Тогда линии пересечения каждой поверхности вспомогательной плоскостью будут изображаться в виде простых линий – окружностей или прямых. В качестве примера рассмотрим построение линии пересечения прямого кругового цилиндра и конуса (рис. 36).

Поскольку цилиндр находится в проецирующем положении относительно фронтальной плоскости проекций, то проекция линии пересечения на плоскость  $\Pi_2$  совпадает с фронтальной проекцией цилиндра. Линия пересечения распадается на две части, так как фронтальная проекция цилиндра накла-

дывается на очерк конуса только частично – верхняя часть и нижняя, а боковые части выходят за пределы конуса.

Отметим опорные точки нижней части линии пересечения, пользуясь ее фронтальной проекцией. Точки 3 и 4 – крайняя левая и правая точки линии пересечения. Их проекции на плоскость  $\Pi_2$  ( $3_2$  и  $4_2$ ) лежат на пересечении очерковых образующих конуса и цилиндра. Чтобы определить их положение на плоскости  $\Pi_1$ , необходимо опустить линии связи на горизонтальную ось конуса. Аналогично определяем левую и правую точки верхней части линии пересечения (точки 1 и 2).

Точки 10 и 9 являются соответственно ближней и дальней точками нижней части линии пересечения. Их проекции на плоскость  $\Pi_2$  ( $10_2$  и  $9_2$ ) лежат на вертикальной оси конуса (осью вращения), совпадающей с осью цилиндра. Чтобы определить их проекции на плоскость  $\Pi_1$  ( $10_1$  и  $9_1$ ) необходимо использовать плоскость-посредник. В качестве посредника целесообразно использовать горизонтальную плоскость  $P$ , которая пересечет конус по окружности радиуса  $r$ . В пересечении горизонтальной проекции окружности радиуса  $r$  и линий связи, опущенных из точек 9 и 10 на горизонтальную плоскость, получим проекции  $10_1$  и  $9_1$ . Аналогично определяем ближнюю и дальнюю точки верхней части линии пересечения (точки 12 и 11). Для этого используем посредник  $S$ .

### Рисунок 36 – Пересечение тел вращения

Полученных точек недостаточно для выявления проекций линии пересечения на плоскости  $\Pi_1$ , поэтому построим ряд промежуточных точек. Пересечем цилиндр и конус плоскостью-посредником  $H$ , которая пересекает контур цилиндра на фронтальной плоскости в точках  $5_2, 6_2, 7_2, 8_2$ . При этом на горизонтальной плоскости плоскость  $H$  проецируется в окружность радиуса  $r'$ , опуская на которую линии связи, получаем точки  $5_1, 6_1, 7_1, 8_1$ .

Соединяя полученные точки плавными кривыми, получаем на  $\Pi_1$  две части искомой линии пересечения, представляющих собой эллипсы, причем

внутренний эллипс (верхняя часть на  $\Pi_2$ ) – видимая линия, а внешний (нижняя часть на  $\Pi_2$ ) – невидимая.

### 3.3 Вопросы для самопроверки

1. Что представляет собой сечение многогранника?
2. Как построить линию сечения многогранника плоскостью?
3. В чем состоит алгоритм построения сечения линейчатой поверхности?
4. Какие линии получаются при сечении прямого кругового цилиндра плоскостью?
5. Какие линии получаются при сечении конуса плоскостью?
6. Какие линии получаются при сечении сферы плоскостью и какие могут быть проекции этих линий?
7. Как построить линию пересечения двух многогранников?
8. Какую линию представляет собой линия пересечения двух многогранников?
9. Какую линию представляет собой линия пересечения двух кривых поверхностей?
10. В чем заключается способ посредников при построении точек, общих для двух пересекающихся поверхностей?
11. Какие геометрические объекты могут быть использованы в качестве посредников?
12. Каков алгоритм нахождения точек пересечения прямой с поверхностью?
13. Как определяется видимость точек пересечения прямой с поверхностью геометрических тел различного вида?
14. С каких точек начинают построение линии пересечения тел вращения?
15. Что такое развертка?
16. Что такое многогранник?
17. Какие вы знаете правильные выпуклые многогранники?
18. Что такое кривая поверхность?

19. Что такое тело вращения?
20. Как построить развертку пирамиды?
21. Как построить развертку призмы?
22. Как построить развертку конуса?
23. Как построить развертку цилиндра?

## **4 РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПО НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ**

### **4. 1 Графическая работа №1 «Шрифты чертежные»**

В работе необходимо, пользуясь приложением 5, чертежным шрифтом выполнить титульный лист для оформления альбома с расчетно-графическими работами. Титульный лист должен быть выполнен стандартным чертежным шрифтом 3,5 или 5, прямым или с наклоном  $75^{\circ}$ . Выполнять работу «от руки», остро заточенным карандашом ТМ или НВ. Работа выполняется на плотном листе формата А4. Образец выполнения в приложении 6. Если изучаемая дисциплина разбита на 2 семестра (2 контрольных работы), то необходимо делать 2 альбома – по начертательной геометрии в 1-м семестре и по инженерной графике – во 2-м. А если вся дисциплина изучается в одном семестре (1 контрольная работа), то надо выполнить один общий титульный лист, но на нем следует сделать заголовок «Контрольная работа по начертательной геометрии и инженерной графике».

### **4. 2 Графическая работа №2 «Пересечение двух плоскостей»**

#### **4. 2. 1 Задание**

Построить линию пересечения треугольников АВС и DEK, показать их видимость. Определить натуральную величину треугольника АВС. Данные для своего варианта взять из таблицы 1. Задание выполняется на формате А3. Шифр в основной надписи: Д.НГ.— 02.01.02, где Д.НГ. – дизайн, начертательная геометрия; 02 - № работы по методичке, 01- № варианта, 02 - № листа (после титульного).

*Таблица 1*

Данные к графической работе №2

№ вар.	X <sub>A</sub>	Y <sub>A</sub>	Z <sub>A</sub>	X <sub>B</sub>	Y <sub>B</sub>	Z <sub>B</sub>	X <sub>C</sub>	Y <sub>C</sub>	Z <sub>C</sub>	X <sub>D</sub>	Y <sub>D</sub>	Z <sub>D</sub>	X <sub>E</sub>	Y <sub>E</sub>	Z <sub>E</sub>	X <sub>K</sub>	Y <sub>K</sub>	Z <sub>K</sub>
1	117	90	9	52	25	79	0	83	48	68	110	85	135	19	36	14	52	0
2	120	90	10	50	25	80	0	85	50	70	110	85	135	20	35	15	50	0
3	115	90	10	52	25	80	0	80	45	64	105	80	130	18	35	12	50	0
4	120	92	10	50	20	75	0	80	46	70	115	85	135	20	32	10	50	0
5	117	9	90	52	79	25	0	48	83	68	85	110	135	36	19	14	0	52
6	115	7	85	50	80	25	0	50	85	70	85	110	135	20	20	15	0	50
7	120	10	90	48	82	20	0	52	82	65	80	110	130	38	20	15	0	52
8	116	8	88	50	78	25	0	46	80	70	85	108	135	36	20	15	0	52
9	115	10	92	50	80	25	0	50	85	70	85	110	135	35	20	15	0	50
10	18	10	90	83	79	25	135	48	82	67	85	110	0	36	19	121	0	52
11	20	12	92	85	89	25	135	50	85	70	85	110	0	35	20	120	0	52
12	15	10	85	80	80	20	130	50	80	70	80	108	0	35	20	120	0	50
13	16	12	88	85	80	25	130	50	80	75	85	110	0	30	15	120	0	50
14	18	12	85	85	80	25	135	50	80	70	85	110	0	35	20	120	0	50
15	18	90	10	83	25	79	135	83	48	67	110	85	0	19	36	121	52	0
16	18	40	75	83	117	6	135	47	38	67	20	0	0	111	48	121	78	86
17	18	75	40	83	6	107	135	38	47	67	0	20	0	48	111	121	86	78
18	117	75	40	52	6	107	0	38	47	135	0	20	86	48	111	15	68	78

#### 4. 2. 2 Указания к решению

1) В левой половине листа формата А3 намечаются оси координат и из табл. 1 согласно своему варианту берутся координаты точек А, В, С, D, Е, К вершин треугольников. Стороны треугольников и другие вспомогательные прямые проводятся вначале тонкими сплошными линиями. Линия пересечения треугольников строится по точкам пересечения сторон одного треугольника с другим или по точкам пересечения каждой из сторон одного треугольника с другим порознь. Такую линию можно построить, используя и вспомогательные секущие проецирующие плоскости.

2) Видимость сторон треугольников определяется способом конкурирующих точек. Видимые отрезки сторон треугольников выделяют сплошными



жирными линиями, невидимые следует показать штриховыми или тонкими линиями.

3) Плоскопараллельным перемещением (вначале горизонтальная проекция треугольника произвольно сдвигается и поворачивается так, чтобы ее горизонталь стала перпендикулярна оси  $Ox$ ) треугольник  $ABC$  приводится в положение проецирующей плоскости, и далее вращением вокруг проецирующей прямой треугольник  $ABC$  приводится в положение параллельное оси  $Ox$  (плоскости  $\Pi_1$ ) и, когда он будет параллелен плоскости проекций, на  $\Pi_1$  определяется натуральная величина треугольника  $ABC$ .

4) Заполнить основную надпись.

Все вспомогательные построения должны быть показаны на чертеже в виде тонких линий.

#### 4. 2. 3 Пример выполнения задания

Пример выполнения задания показан на рисунке 37.

Рассмотрим решение этой задачи:

1) Для построения точки  $M$  использована горизонтально проецирующая плоскость – посредник  $\alpha$  ( $\alpha_1$ ), в которую заключена сторона  $AB$  треугольника  $ABC$ .

2) Строим линию пересечения (на чертеже она задана точками 1 и 2) плоскости-посредника  $\alpha$  ( $\alpha_1$ ) и плоскости  $DEK$ .

3) Находим точку  $M$  пересечения прямой 1 - 2 с прямой  $AB$ . Найдена одна точка  $M$  искомой линии пересечения.

4) Для построения точки  $N$  использована фронтально - проецирующая плоскость  $\beta$  ( $\beta_2$ ), в которую заключена сторона  $DK$  треугольника  $DEK$ . Построения аналогичны предыдущим.

5) Определение видимости на плоскости  $\Pi_2$  выполнено с помощью фронтально- конкурирующих точек 5 и 6. Точка 5 расположена ближе к наблюдателю, а точка 6 - дальше, значит 5 закрывает собой 6, следовательно, 6 – невидимая точка, а 5 - видимая. Т.к. 5 принадлежит прямой  $AB$  треугольника  $ABC$ , то

его часть, расположенная в сторону точки 5 от линии пересечения треугольников MN, тоже видима и закрывает собой часть треугольника DEK.

6) С помощью пары горизонтально - конкурирующих точек 7 и 8 определена видимость на плоскости  $\Pi_1$ .

7) Определяем натуральную величину треугольника ABC .

Плоско - параллельным перемещением треугольник ABC приводится в положение проецирующей плоскости. Для этого в треугольнике ABC из вершины C проводят горизонталь  $h$  (при этом  $h_2 // ox$ ), поворачивают его в новое положение, при котором проекция горизонтали  $h_1$  становится  $\perp$  сои  $x$  ( $h_{11}$ ), при этом все длины сторон треугольника сохраняют свою длину.

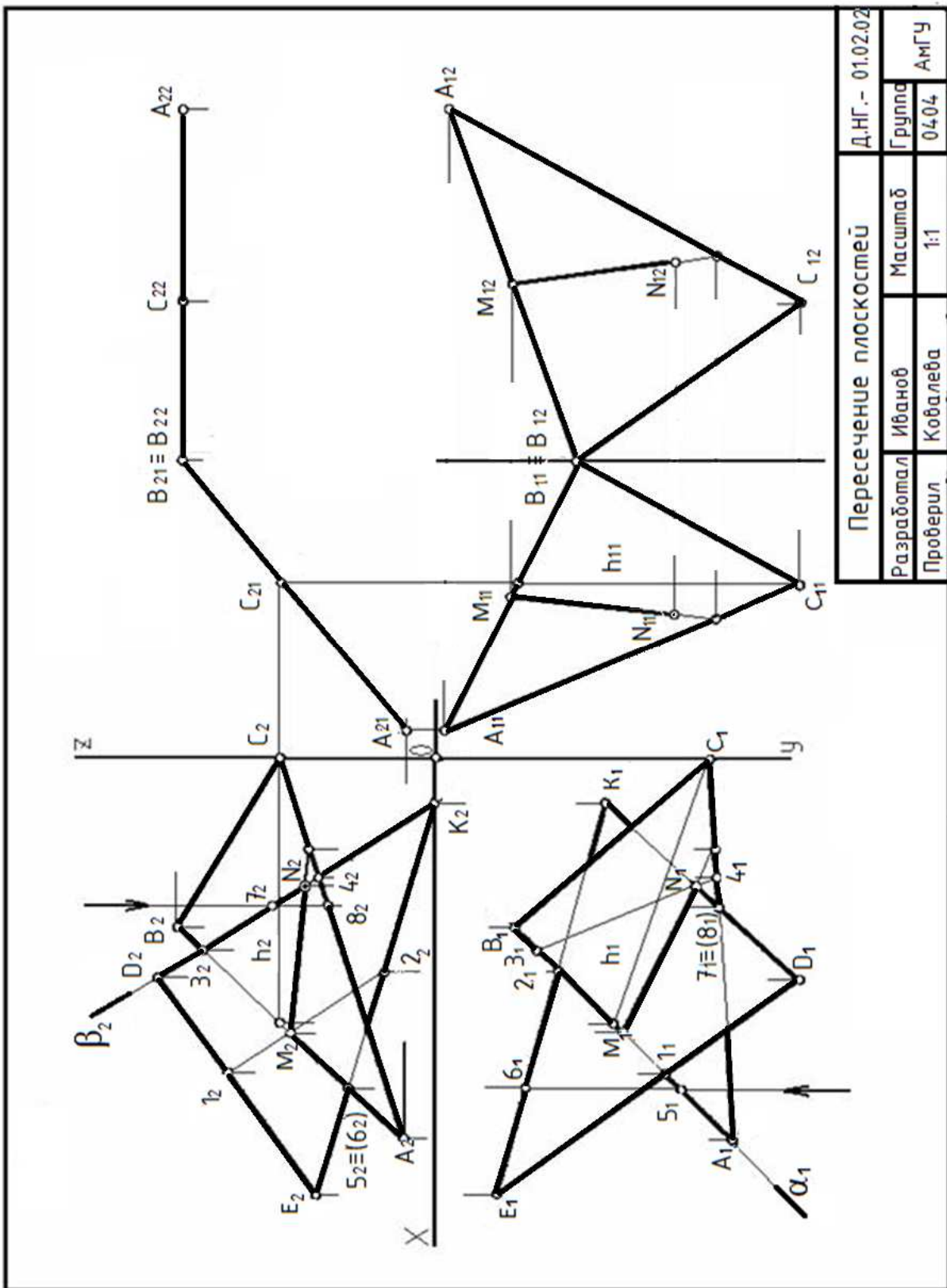
В плоскости  $\Pi_2$  треугольник ABC проецируется в прямую линию. Далее вращением вокруг проецирующей прямой треугольник приводится в положение, когда он будет параллелен плоскости проекции  $\Pi_1$  (для этого полученную проекцию  $A_{21}B_{21}C_{21}$  поворачивают // оси  $ox$ ). На плоскости  $\Pi_1$  получаем натуральную величину треугольника ABC. В треугольнике ABC следует показать и линию пересечения MN его с треугольником DEK .

### **4. 3 Графическая работа № 3**

#### **«Пересечение многогранника плоскостью»**

##### **4.3. 1 Задание**

По данным таблицы 2 на листе формата А3 вычертить фронтальную и горизонтальную проекции усеченной призмы. Построить ее профильную проекцию. Построить сечение призмы заданной плоскостью. Определить истинную величину сечения. Построить аксонометрическую проекцию и развертку усеченной призмы. Все размеры даны в мм. Задание выполняется на формате А3. Шифр в основной надписи: Д.НГ.— 03.01.03, где , где Д.НГ. – дизайн, начертательная геометрия; 03 - № работы по методичке, 01- № варианта, 03 - № листа (после титульного).



Пересечение плоскостей		Д.НГ.- 01.02.02	
Разработал	Иванов	Масштаб	
Проверил	Ковалева	1:1	АМГУ

Рисунок 37 – Пересечение плоскостей

Таблица 2

Данные к графической работе № 3

Обозначение	№ варианта																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<b>d</b>	50	55	60	50	56	60	52	55	60	54	55	62	50	56	60	52	56	58
<b>h</b>	55	60	65	55	62	65	55	60	70	56	62	65	55	60	70	56	62	75
<b>a</b>	37	60	46	38	66	42	36	66	35	38	65	40	37	60	35	38	62	40
<b><math>\alpha</math></b>	45	30	45	45	30	45	45	30	45	45	30	45	45	30	45	45	30	45

### 4.3. 2 Указания к решению

Пример выполнения задания показан на рисунке 38.

1) Разделить левую половину рабочего поля чертежа примерно пополам и посередине, отметить начало координат и провести оси  $X$ ,  $Y$  и  $Z$ . В плоскости  $\Pi_1$  наметить центр окружности заданного диаметра  $d$ . В тонких линиях вычертить окружность и разделить ее при помощи циркуля на 6 равных частей. При этом раствор циркуля берется равным радиусу заданной окружности. Получив на окружности 6 точек, соединить их линиями и получаем горизонтальную проекцию призмы.

2) Поднять линии связи на плоскость  $\Pi_2$  и на оси  $OX$  получить проекции точек нижнего основания прямой призмы, которое будет проецироваться в линию, находящуюся на оси  $OX$ . Из каждой полученной вершины вертикально вверх достроить боковые ребра, высота которых (по оси  $Z$ ) составляет  $h$ . От центральной оси призмы влево отложить расстояние  $a$ . От полученной точки провести угол  $\alpha$ . Таким образом, получится фронтально-проецирующая плоскость, отсекающая часть призмы. Эту оставшуюся часть обвести сплошными основными линиями.

3) Построить профильную проекцию призмы. Для этого из каждой вершины на фронтальной плоскости провести горизонтальные линии связи, на которых от оси  $Z$  откладывают расстояния, измеренные от оси  $X$  до каждой из вершин. Соединяя полученные точки, получить профильную проекцию усеченной призмы. Определить видимость ребер.

4) Найти натуральную величину сечения призмы способом плоскопараллельного перемещения. Для этого линию, в которую проецируется сечение в

плоскости  $\Pi_2$ , повернуть так, чтобы она стала параллельна плоскости  $\Pi_1$  (оси ОХ). Из вершин, полученных в новом положении, провести вниз линии связи. А из вершин в плоскости  $\Pi_1$  провести линии параллельно оси ОХ. На пересечении этих линий с линиями связи получатся горизонтальные проекции вершин в новом положении. Соединив их, получаем натуральную величину сечения.

5) Построить изометрическую проекцию усеченной призмы. Сначала проводят аксонометрические оси и строят основание призмы (горизонтальную проекцию). Далее из точек горизонтальной проекции проводят прямые, параллельные оси  $Z$ , на которых откладывается высота вертикальных ребер. Она принимается равной их действительному значению, взятому с фронтальной или профильной проекций. В результате определяются аксонометрические проекции точек 1, 2, 3..., принадлежащие вершинам верхнего основания призмы — контуру сечения.

Аксонометрические оси следует располагать на линиях пересечения основания многогранника (или тела вращения) с его осями симметрии, линиях пересечения осей симметрии и пр. Для несимметричных тел и предметов аксонометрические оси располагают в направлениях, параллельных большинству элементов данного предмета (ребра, грани, осевые и центровые линии).

6) Построить полную развертку усеченной призмы. Сначала развернуть основание призмы в прямую, на которой последовательно отложить все стороны многоугольника основания. Из каждой полученной точки вертикально вверх отложить отрезки, равные усеченным боковым ребрам (длины отрезков берут с фронтальной или с профильной проекции призмы). Так как призма усеченная, то вместо верхнего основания, к боковой развертке причерчивают натуральную величину сечения.

7) Заполнить основную надпись.

Рисунок 38 – Пересечение многогранника плоскостью

#### 4.4 Графическая работа № 4 «Пересечение многогранников»

#### 4. 4. 1 Задание

Построить линию пересечения пирамиды с прямой призмой. Исходные данные (координаты точек вершин) приведены в таблице, где точки А, В, С и D – вершины пирамиды, а точки Е, К, G и U – вершины нижнего основания призмы, h – высота призмы. Задание выполняется на формате А4. Шифр в основной надписи: Д.НГ.— 04.01.04, где , где Д.НГ. – дизайн, начертательная геометрия; 04 - № работы по методичке, 01- № варианта, 04 - № листа (после титульного).

#### 4. 4. 2 Указания к решению

Пример выполнения задания приведен на рисунке 39.

1) Разделить рабочее поле чертежа примерно пополам и посередине провести горизонтальную линию (ось X). В 10-15 мм от правого края чертежа отметить начало координат и провести оси Y и Z.

2) Построить на чертеже вершины пирамиды, заданные точками ABCD, соединить их. Далее построить вершины нижнего основания прямой призмы, заданного точками EGKU, соединить их и достроить боковые ребра, высота которых (по оси Z) составляет h.

3) Найти линию пересечения данных многогранников, которая определяется по точкам пересечения ребер каждого из них с гранями другого многогранника или построением линий пересечения граней многогранников. Соединяя пары точек одних и тех же граней отрезками прямых, получаем линии пересечения многогранников.

4) Определить видимость ребер многогранников и линии пересечения. Видимыми являются только те стороны многоугольника пересечения, которые принадлежат видимым граням многогранников. Их следует показать сплошными основными линиями. Невидимые отрезки пространственной ломаной линии – штриховыми линиями. Все вспомогательные построения на эюре сохранить и показать их тонкими линиями.

5) Заполнить основную надпись.

*Таблица 3*

Данные для выполнения работы №4

№ вар.	E			K			G			U			h
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	
1	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
2	40	50	0	67	20	0	115	20	0	86	95	0	85
3	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
4	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
5	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
6	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
7	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
6	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
9	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
10	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	93	0	85
11	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
12	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
13	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
14	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
15	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
16	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
17	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	45	0	85
18	100	55	0	80	20	0	16	20	0	55	95	0	85
№ вар.	A			B			C			D			
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	
1	141	75	0	122	14	77	87	100	40	0	50	40	
2	0	70	0	20	9	77	53	95	40	141	45	40	
3	0	80	0	20	19	77	53	111	40	141	55	40	
4	0	68	0	20	7	77	53	93	40	141	143	40	
5	0	68	0	20	7	77	53	93	40	141	143	40	
6	0	75	0	20	14	77	53	100	40	141	50	40	
7	0	82	0	20	21	77	53	112	40	141	57	40	
8	0	85	0	20	24	77	53	115	40	141	60	40	
9	0	90	0	20	29	77	53	120	40	141	65	40	
10	0	85	0	15	30	80	55	120	40	141	60	40	
11	141	70	0	122	9	77	87	95	40	0	45	40	
12	141	80	0	122	19	77	87	110	40	0	55	40	
13	143	68	0	122	7	77	87	93	40	0	43	40	
14	141	82	0	122	21	77	87	112	40	0	57	40	
15	141	85	0	122	24	77	87	115	40	0	60	40	
16	141	90	0	122	29	77	87	120	40	0	65	40	
17	135	75	0	116	14	77	83	100	40	0	50	40	
18	145	75	0	126	14	77	91	100	40	0	50	40	

4. 5 Графическая работа № 5 «Пересечение тел вращения»

#### 4. 5. 1 Задание

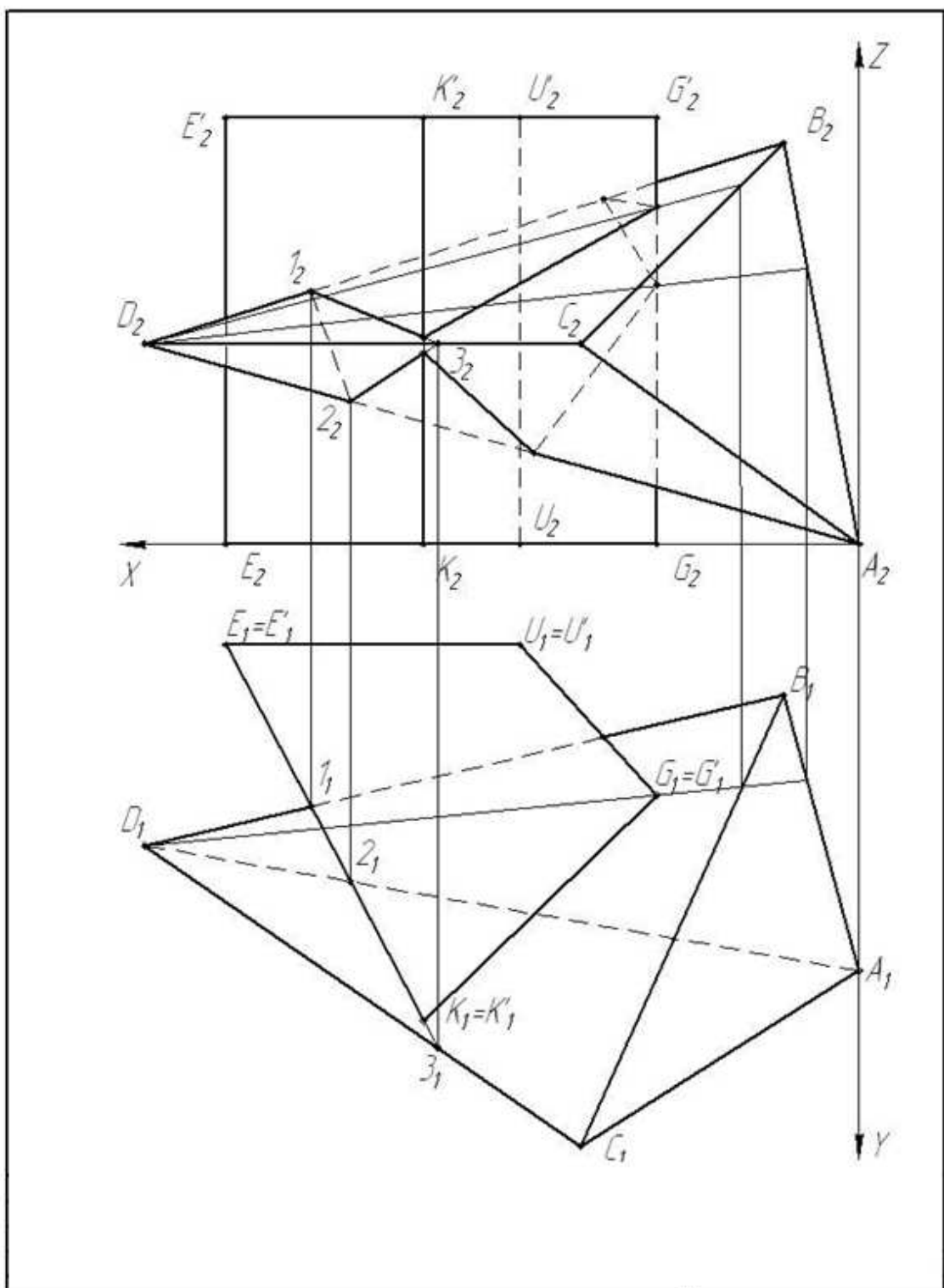
Построить линию пересечения конуса и цилиндра. Исходные данные (величины, которыми задаются поверхности конуса вращения и цилиндра вращения) приведены в таблице 4. Работа выполняется на листах формата А4. Шифр в основной надписи: Д.НГ.— 05.01.05, где , где Д.НГ. – дизайн, начертательная геометрия; 05 - № работы по методичке, 01- № варианта, 05 - № листа (после титульного).

#### 4. 5. 2 Указания к решению

Образец выполнения задания представлен на рисунке 40.

- 1) Разделить рабочее поле чертежа примерно пополам и посередине провести горизонтальную линию (ось X). В 10-15 мм от правого края чертежа отметить начало координат и провести оси Y и Z.
- 2) Определяют центр (точка K) окружности радиусом R основания конуса вращая в горизонтальной координатной плоскости. На вертикальной оси на расстоянии h от плоскости уровня и выше ее определяют вершину конуса вращения.
- 3) Ось цилиндра вращения является фронтально-проецирующей прямой и на плоскости  $\Pi_2$  проецируется в точку  $E_2$ , основаниями цилиндра являются окружности радиусом R1. Образующие цилиндра вращения имеют длину, равную  $3R1$ , и делятся пополам фронтальной меридиональной плоскостью конуса вращения.
- 4) С помощью вспомогательных секущих плоскостей определяются точки пересечения очерковых образующих одной поверхности с другой и промежуточные точки линии пересечения поверхностей. Проводя вспомогательную секущую фронтальную меридиональную плоскость конуса вращения, определяют точки пересечения главного меридиана (очерковых образующих) конуса вращения с параллелью (окружностью) проецирующая цилиндра.





Пересечение многогранников			Д.НГ.- 03.02.04	
Разработал	Иванов	Масштаб	Группа	АМГУ
Проверил	Ковалева	1:1	0404	

Рисунок 39 – Пересечение многогранников

Данные для выполнения работы №5

№ вар.	X <sub>к</sub>	Y <sub>к</sub>	Z <sub>к</sub>	R	h	X <sub>е</sub>	Y <sub>е</sub>	Z <sub>е</sub>	R1
1	80	70	0	45	100	50	70	32	35
2	80	70	0	45	100	50	70	32	30
3	80	72	0	45	100	53	72	32	32
4	80	72	0	45	100	60	72	35	35
5	70	70	0	44	102	50	70	32	32
6	75	70	0	45	98	65	70	35	35
7	75	70	0	45	98	70	70	35	35
8	75	72	0	45	98	75	72	35	35
9	75	72	0	43	98	80	72	35	35
10	75	75	0	44	102	50	75	35	35
11	80	75	0	43	102	85	75	36	36
12	80	75	0	43	102	85	75	40	35
13	80	75	0	42	102	80	75	40	35
14	80	70	0	42	102	80	70	40	32
15	80	70	0	42	100	75	70	40	32
16	70	72	0	43	100	75	72	42	32
17	70	72	0	44	100	70	72	40	32
18	70	74	0	44	100	70	74	36	32

4) С помощью вспомогательных секущих плоскостей определяются точки пересечения очерковых образующих одной поверхности с другой и промежуточные точки линии пересечения поверхностей. Проводя вспомогательную секущую фронтальную меридиональную плоскость конуса вращения, определяют точки пересечения главного меридиана (очерковых образующих) конуса вращения с параллелью (окружностью) проецирующая цилиндра.

5) Выбирая горизонтальную секущую плоскость, проходящую через ось цилиндра вращения, определяют две точки пересечения очерковых образующих ци-

линдра с поверхностью конуса. Высшую и низшую, а также промежуточные точки линии пересечения поверхностей находят с помощью вспомогательных горизонтальных плоскостей – плоскостей уровня. По точкам строят линию пересечения поверхностей конуса вращения с цилиндром вращения и устанавливают ее видимость в проекциях. Все вспомогательные построения на эюре сохранить и показать их тонкими линиями.

6) Заполнить основную надпись.

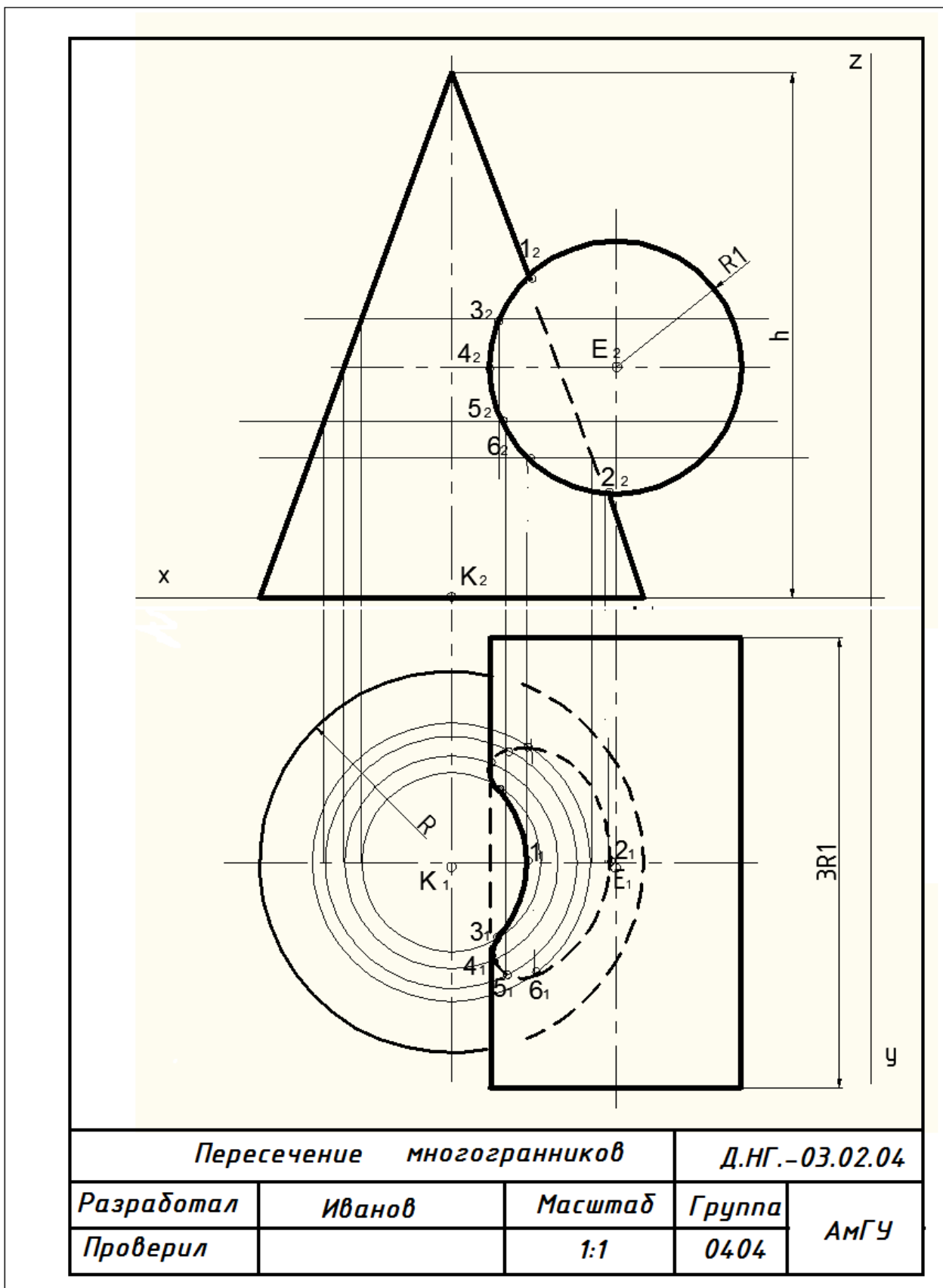


Рисунок 40 – Пересечение кривых поверхностей

## 5 ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

### 5.1 Нанесение размеров

Все изображения сопровождаются нанесением размеров. При нанесении размеров руководствуются основными положениями ГОСТ 2.307-68.

На чертеже проставляются размеры истинной величины детали независимо от масштаба, в котором выполнены изображения. Линейные размеры указываются в мм без обозначения единицы измерения, угловые — в градусах, минутах и секундах с обозначением единицы измерения.

Для нанесения на чертеже размеров проводят выносные и размерные линии (сплошные тонкие линии  $S/3 - S/3$ ). Размерную линию проводят параллельно измеряемому отрезку, а выносные линии — перпендикулярно размерным. Размерные линии предпочтительно наносить вне контура изображения. Необходимо избегать пересечения размерных и выносных линий. Размерную линию ограничивают с обоих концов стрелками, упирающимися в выносные линии, выходящие за концы стрелок размерной линии на 1...5 мм (рис. 43).

Минимальное расстояние размерной линии от параллельной ей линии контура должно быть 10мм, а минимальное расстояние между параллельными размерными линиями — 7мм (рис.41).

Размерные числа наносят над размерной линией возможно ближе к ее середине. При нанесении нескольких параллельных размерных линий на небольшом расстоянии друг от друга размерные числа располагают в шахматном порядке. Размеры диаметров можно наносить различными способами (рис. 41, 42). При указании диаметра окружности независимо от того, изображена она полностью или частично, допускается проводить размерные линии с обрывом.

#### Рисунок 41 – Размерные и выносные линии

Обрыв делают за центром окружности (рис. 41в). Размеры нескольких одинаковых элементов изделия наносят один раз с указанием на полке линии-выноски или под ней количества этих элементов (рис. 41 а). Если несколько отверстий расположены равномерно по окружности, то указывают

диаметр одной из них и их количество, а если неравномерно, то кроме диаметра, указывают и угловой размер параметра положения (рис. 41 б).

а

б

в

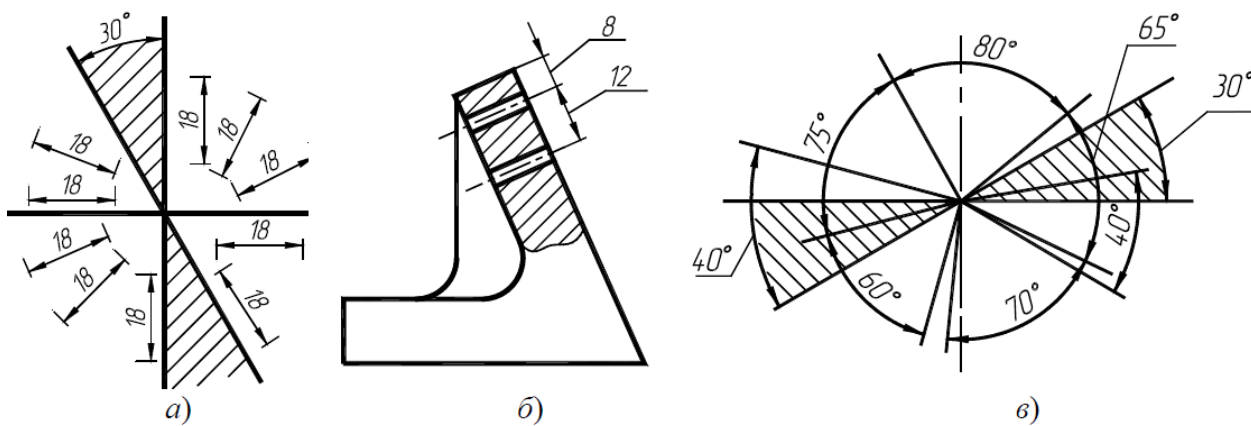
#### Рисунок 41– Варианты нанесения размеров окружностей

Если для нанесения стрелок и размерных чисел недостаточно места, то их наносят одним из способов, показанных на рисунке 42.

#### Рисунок 42 –Способы нанесения стрелок и размерных чисел при недостатке места

Если размерные линии при этом расположены цепочкой, стрелки допускается заменять насечками, наносимыми под углом  $45^{\circ}$  к размерным линиям или четко наносимыми точками (рис. 43).

#### Рисунок 43 – Виды стрелок



При простановке размеров скруглений, указывают их радиус, как показано на рисунке 45. При проведении нескольких радиусов или диаметров из одного центра размерные линии любых двух радиусов или диаметров не располагают на одной прямой (рис. 46).

Линейные размеры при различных наклонах размерных линий и угловые размеры при различных положениях углов наносят так, как показано на рисунке 44.

Общее количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия. Размеры одного и того же элемента на чертеже повторять не допускается.

Квадрат на чертеже определяют двумя размерами его сторон или одним размером со знаком  $\square$ . Диагонали, проведенные тонкими линиями, условно обозначают плоскость (ГОСТ 2.305-68). Размеры фасок под углом  $45^\circ$  и фасок под другими углами наносят, как показано на рисунке 46.

На технических чертежах не допускается наносить размеры в виде замкнутой цепи, за исключением случая, когда один из них — справочный (размер 35\* на рис. 46).

## 5.2 Сопряжения линий

**Сопряжением** называется плавный переход от одной линии к другой, выполняемый с помощью сопрягающего элемента. Промежуточные дуги называют **дугами сопряжения**, их радиусы – **радиусами сопряжения**, центры – **центрами сопряжения**.

**Построить сопряжение** – значит **найти центр сопряжения и точки сопряжения (точки касания линий)**.

**Центр сопряжения** - точка, равноудаленная от сопрягаемых линий. А общая для этих линий точка называется **точкой сопряжения**.

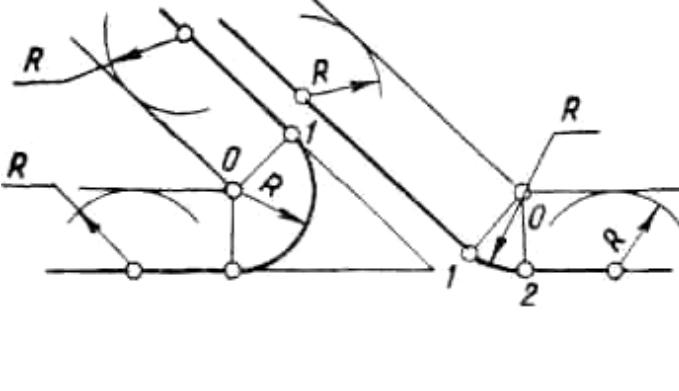
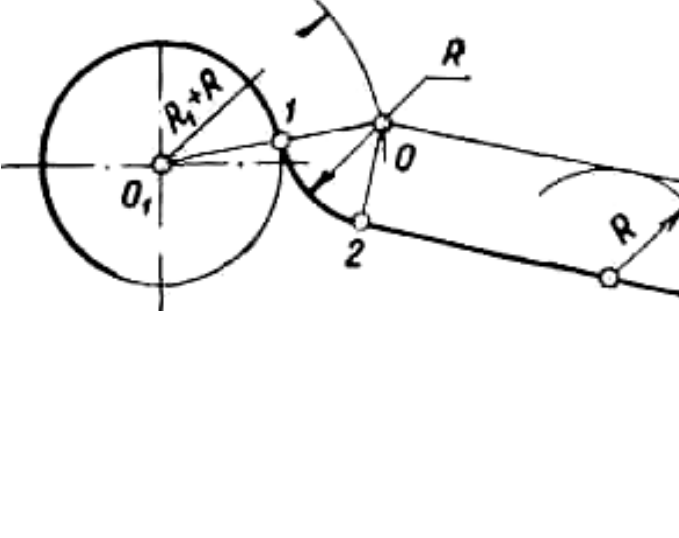
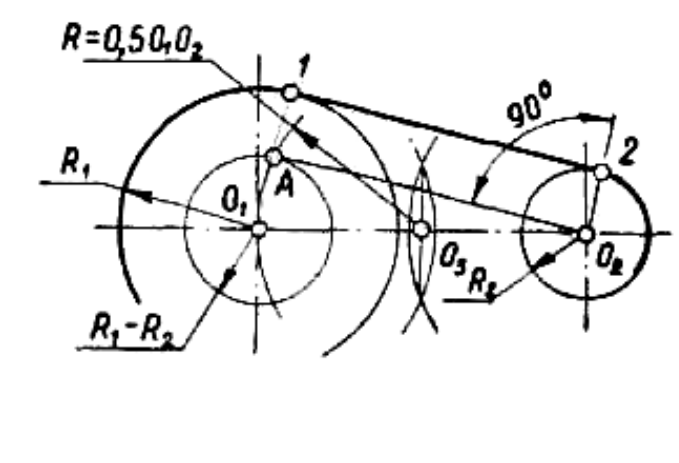
Построение сопряжений выполняется с помощью циркуля.

В таблице 5 даны основные виды сопряжений, показаны построения и даны краткие объяснения к построениям простых сопряжений.

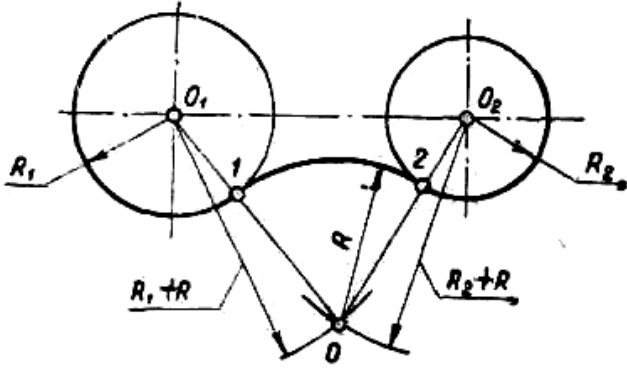
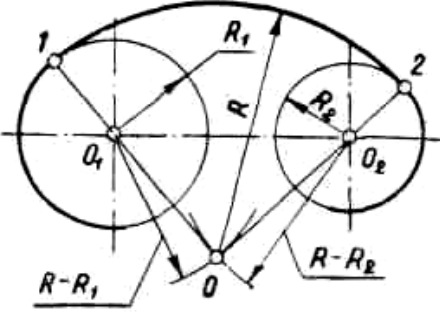
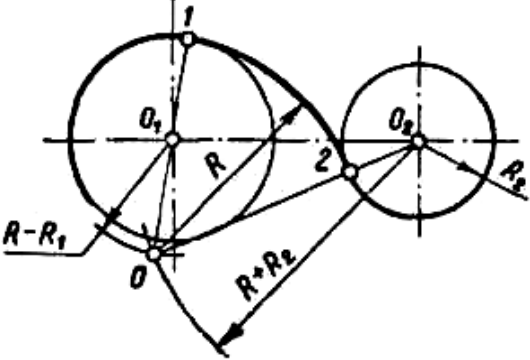
## 5.3 Вопросы для самопроверки

1. Как обозначают центровые линии окружности небольшого диаметра (менее 12 мм)?
2. В каких единицах измерения проставляют размерные числа на чертежах?
3. На каком расстоянии от контура рекомендуется проводить размерные линии?
4. В каких случаях стрелку размерной линии заменяют точкой или штрихом?
5. Какие проставляют размеры при выполнении чертежа в масштабе, отличном от 1:1?
6. Что такое сопряжение?
7. Перечислите элементы сопряжений.

## Простые сопряжения

Пример простых сопряжений	Графическое построение сопряжений	Краткое объяснение к построению
1	2	3
<p>1. Сопряжение пересекающихся прямых с помощью дуги заданного радиуса <math>R</math>.</p>		<p>Провести прямые, параллельные сторонам угла на расстоянии <math>R</math>. Из точки <math>O</math> взаимного пересечения этих прямых, опустив перпендикуляры на стороны угла, получим точки сопряжения 1 и 2. Радиусом <math>R</math> провести дугу.</p>
<p>2. Сопряжение дуги окружности и прямой с помощью дуги заданного радиуса <math>R</math>.</p>		<p>На расстоянии <math>R</math> провести прямую, параллельную заданной прямой, а из центра <math>O_1</math> радиусом <math>R+R_1</math> — дугу окружности. Точка <math>O</math> — центр дуги сопряжения. Точку 2 получим на перпендикуляре, проведенном из точки <math>O</math> на заданную прямую, а точку 1 — на прямой <math>OO_1</math>.</p>
<p>3. Сопряжение дуг двух окружностей радиусов <math>R_1</math> и <math>R_2</math> прямой линией.</p>		<p>Из точки <math>O_1</math> провести окружность радиусом <math>R_1 - R_2</math>. Отрезок <math>O_1O_2</math> разделить пополам и из точки <math>O_3</math> провести дугу радиусом <math>0,5O_1O_2</math>. Соединить точки <math>O_1</math> и <math>O_2</math> с точкой <math>A</math>. Из точки <math>O_2</math> опустить перпендикуляр к прямой <math>AO_2</math>. Точки 1, 2 — точки сопряжения.</p>



1	2	3
<p>4. Сопряжение дуг двух окружностей радиусов <math>R_1</math> и <math>R_2</math> дугой заданного радиуса <math>R</math> (внешнее сопряжение).</p>		<p>Из центров <math>O_1</math> и <math>O_2</math> провести дуги радиусов <math>R+R_1</math> и <math>R+R_2</math>. Получаем точку <math>O</math> — центр дуги сопряжения. Соединить точки <math>O_1</math> и <math>O_2</math> с точкой <math>O</math>. Точки <math>1</math> и <math>2</math> являются точками сопряжения.</p>
<p>5. Сопряжение дуг двух окружностей радиусов <math>R_1</math> и <math>R_2</math> дугой заданного радиуса <math>R</math> (внутреннее сопряжение).</p>		<p>Из центров <math>O_1</math> и <math>O_2</math> провести дуги радиусов <math>R-R_1</math> и <math>R-R_2</math>. Получаем точку <math>O</math> — центр дуги сопряжения. Соединить точки <math>O_1</math> и <math>O_2</math> с точкой <math>O</math> до пересечения с заданными окружностями. Точки <math>1</math> и <math>2</math> — точки сопряжения.</p>
<p>6. Сопряжение дуг двух окружностей радиусов <math>R_1</math> и <math>R_2</math> дугой заданного радиуса <math>R</math> (смешанное сопряжение).</p>		<p>Из центров <math>O_1</math> и <math>O_2</math> провести дуги радиусов <math>R-R_1</math> и <math>R+R_2</math>. Получаем точку <math>O</math> — центр дуги сопряжения. Соединить точки <math>O_1</math> и <math>O_2</math> с точкой <math>O</math> до пересечения с заданными окружностями. Точки <math>1</math> и <math>2</math> —</p>
		<p>точки сопряжения.</p>

8. Назовите виды сопряжений.

9. В чем состоит построение сопряжения дуг окружностей прямой линией?

10. В чем состоит построение сопряжения двух прямых дуг заданного радиуса?

11. В чем состоит построение сопряжения двух окружностей дугой заданного радиуса?

12. В чем состоит построение сопряжения двух окружностей прямой линией?

13. В чем состоит построение сопряжения окружности с прямой линией дугой заданного радиуса?
14. Каковы основные правила нанесения размеров?
15. Какие условные знаки и надписи применяют при указании размеров?

## 6 ПРОЕКЦИОННОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

### 6.1 Виды

**Видом** называется изображение обращенной к наблюдателю *видимой части поверхности* предмета.

Для уменьшения количества изображений допускается на видах показывать необходимые невидимые части поверхности предмета при помощи штриховых линий.

Виды разделяются на основные, местные и дополнительные.

**Основные виды** - изображения, получаемые на основных плоскостях проекций - гранях куба (рис. 48): 1 - вид спереди (главный вид); 2 - вид сверху; 3 - вид слева; 4 - вид справа; 5 - вид снизу; 6 - вид сзади.

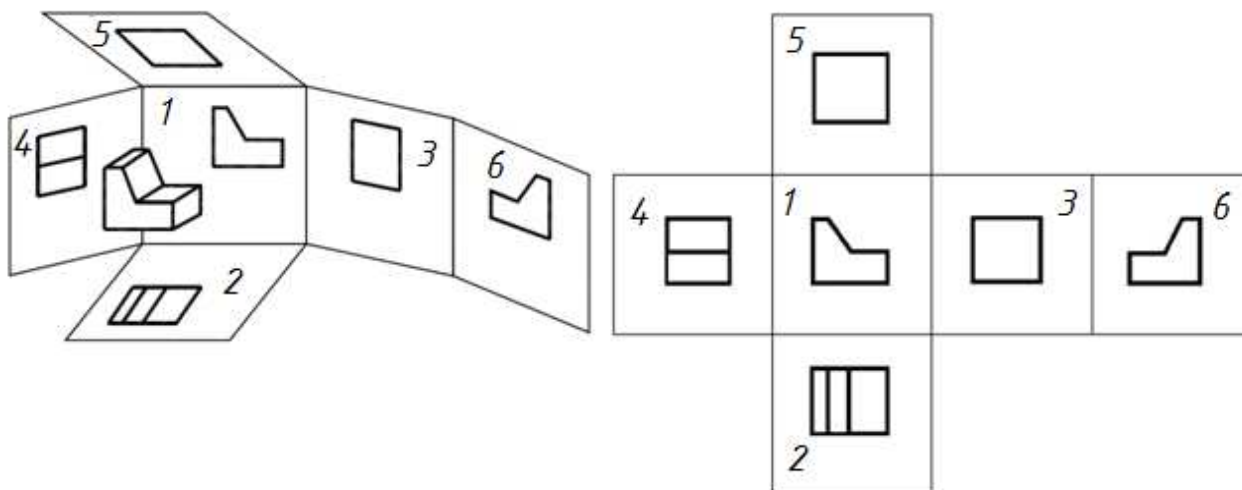


Рисунок 48 – Основные виды

*Главный вид* должен давать наиболее полное и ясное *представление о форме и размерах* детали или изделия. Относительно главного вида в установленном порядке размещают все остальные виды предмета. При этом между изображе-

ниями предмета необходимо строго соблюдать проекционную связь и рационально заполнять лист бумаги выбранного формата.

Название видов на чертежах не надписываются, если они расположены, как показано на рисунке 48, т.е. в проекционной связи. Если же виды сверху, слева и справа не находятся в проекционной связи с главным изображением, то они отмечаются на чертеже надписью по типу "А" (рис. 49).

Направление взгляда указывается стрелкой, обозначаемой прописной буквой русского алфавита. Когда отсутствует изображение, на котором может быть показано направление взгляда, название вида надписывают.

**Местный вид** - изображение отдельного ограниченного места поверхности предмета на одной из основных плоскостей проекций. Местный вид можно располагать на любом свободном месте чертежа, отмечая надписью типа "А", а у связанного с ним изображения предмета должна быть поставлена стрелка, указывающая направление взгляда, с соответствующим буквенным обозначением (рис. 50 в, г, виды Б и В).

Местный вид может быть ограничен линией обрыва, по возможности в наименьшем размере, или не ограничен (рис. 50).


**Дополнительные виды** - изображения, получаемые на плоскостях, непараллельных основным плоскостям проекций. Применяются в тех случаях, если какую-либо часть предмета невозможно показать на основных видах без искажения формы и размеров. Дополнительный вид отмечается на чертеже надписью типа "А", а у связанного с дополнительным видом изображения предмета ставится стрелка с соответствующим буквенным обозначением (стрелка А, рис. 50 а), указывающая направление взгляда. Дополнительный вид можно повернуть, сохраняя при этом положение, принятое для данного предмета на главном изображении. При этом к надписи "А" добавляется знак  (повернуто) (рис. 50 б).

Рисунок 51 – Изображение местного или дополнительного вида в проекционной связи с изображением

Когда дополнительный или местный вид расположен в непосредственной проекционной связи с соответствующим изображением, стрелку и надпись над видом не наносят (рис. 51).

## 6.2 Разрезы

Для выявления внутренней (невидимой) конфигурации предмета применяют условные изображения - сечения и разрезы.

**Разрезом** называется изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями. На разрезе показывают то, что получается в секущей плоскости и что расположено за ней (рис. 52, 53).

Положение секущей плоскости указываются на чертеже *линией сечения*. Для линии сечения применяется разомкнутая линия (рис. 52).

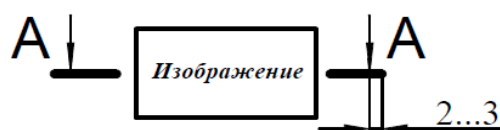


Рисунок 52 – Обозначение разреза

Обозначают разрезы прописными буквами русского алфавита. Размер шрифта буквенных обозначений должен быть больше размера цифр размерных чисел приблизительно в два раза. Буквенное обозначение располагают параллельно основной надписи, независимо от положения секущей плоскости.

В зависимости от определенных условий разрезы подразделяют, как показано на рисунке 53.

Вертикальные разрезы называются:

- а) фронтальными, если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций;
- б) профильными, если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций.

Сложные разрезы разделяются на:

- а) ступенчатые, если секущие плоскости параллельны (ступенчатые горизонтальные, ступенчатые фронтальные);
- б) ломаные, если секущие плоскости пересекаются.

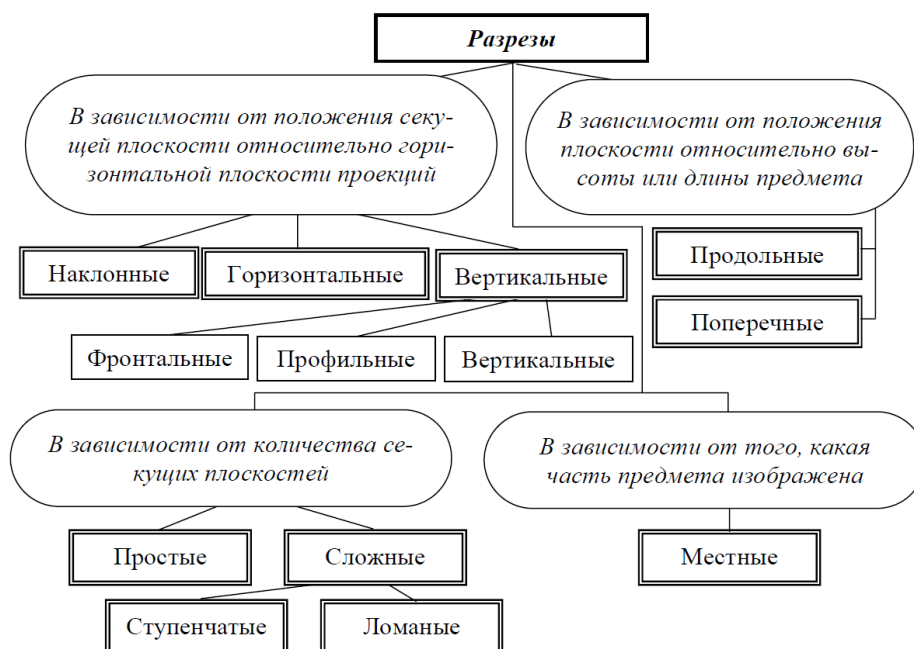



Рисунок 53 – Классификация разрезов

### 6.2.1 Простые разрезы

Простой разрез на чертеже не обозначается, если выполняются одновременно два следующих условия:

- 1) секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии детали;
- 2) в проекционной связи на месте основного вида горизонтальный разрез – на месте вида сверху, фронтальный – вида спереди, профильный – вида слева (рис. 54 справа).

Если не выполняется хотя бы одно из этих условий, то разрез обозначается, как показано на рисунке 54 слева.

Наклонный разрез должен строиться и располагаться в соответствии с направлением, указанным стрелками. Такой разрез допускается располагать на любом месте чертежа, с поворотом и добавлением к надписи А-А знака  (рис. 55).

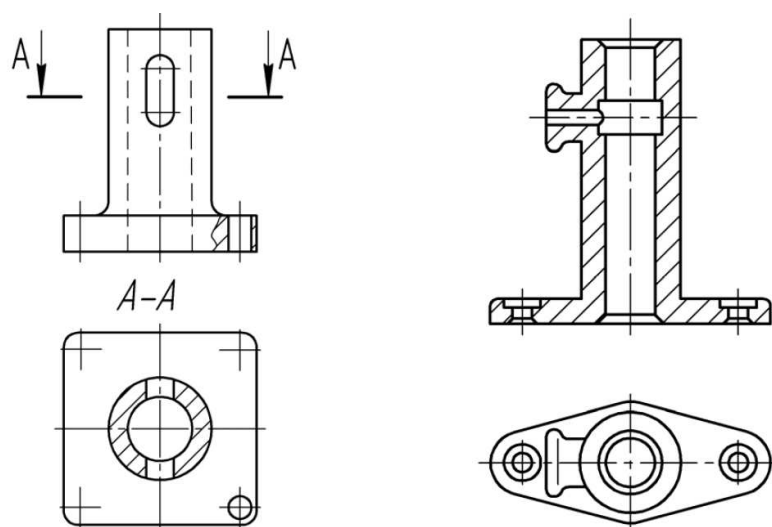


Рисунок 54 – Изображение разрезов

Разрезы, служащие для выяснения устройства предмета лишь в отдельных, ограниченных местах, называются **местными** (рис. 56). Местные разрезы выделяются на виде сплошными волнистыми линиями.

Если вид и соответствующий ему разрез симметричны относительно одной и той же оси, то симметричные их части рекомендуют соединять в одно изображение. Границей между видом и разрезом в этом случае является ось симметрии (рис. 57а). Если ось симметрии вертикальна, то обычно левее оси показывают вид, а правее - разрез. Если ось симметрии горизонтальна, то обычно вид располагается выше оси, а разрез - ниже.

Нельзя соединять половину вида с половиной разреза, если какая-либо линия изображения совпадает с осевой линией, например, ребро. В этом случае соединяют большую часть вида с меньшей частью разреза (рис. 57б) или большую часть разреза с меньшей частью вида (рис. 57в) с помощью тонкой линии обрыва.

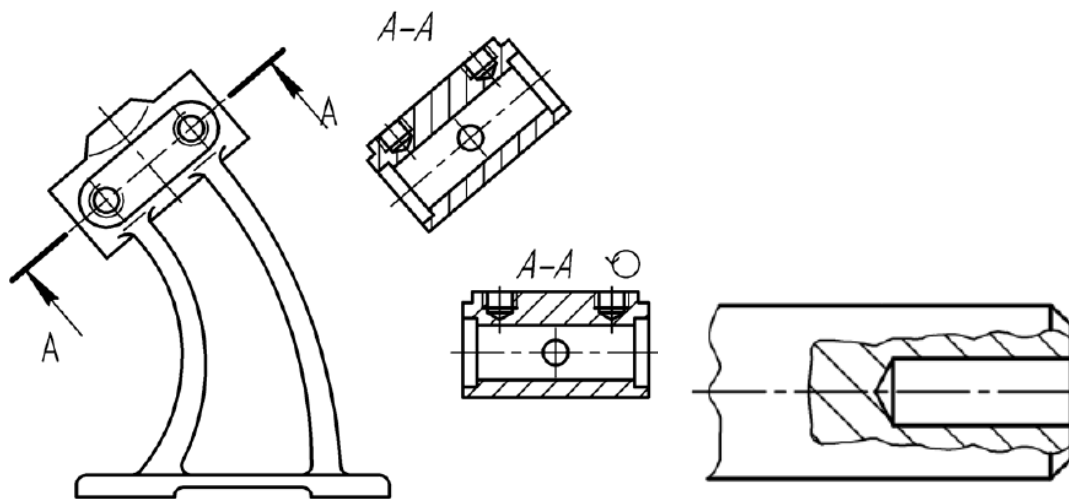
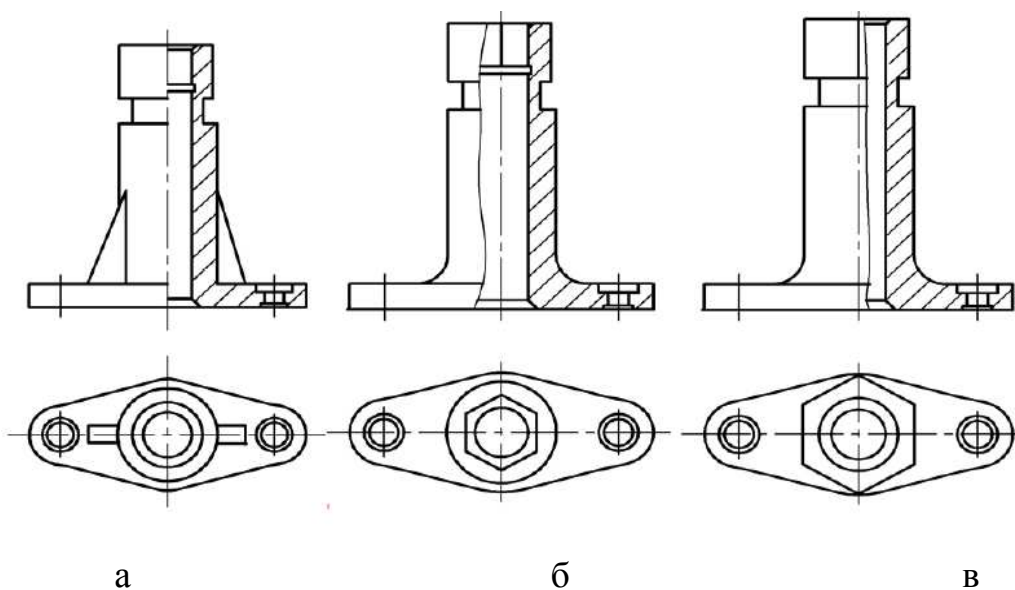


Рисунок 55 – Наклонный разрез

Рисунок 56 – Местный разрез



а

б

в

Рисунок 57 – Совмещение вида с разрезом

### 6.2.2 Сложные разрезы

Сложный ступенчатый разрез помещают на месте соответствующего основного вида (рис. 58) или в любом месте чертежа. При ломаных разрезах секущие плоскости условно поворачивают до совмещения в одну плоскость, при этом направление поворота может не совпадать с направлением взгляда. Если совмещенные плоскости окажутся параллельными одной из основных плоскостей проекций, то ломаный разрез допускается помещать на месте соответствующего вида (рис. 59). При повороте секущей плоскости элементы предмета, расположенные за ней, вычерчивают так, как они проецируются на соответствующую плоскость, с которой производится совмещение.

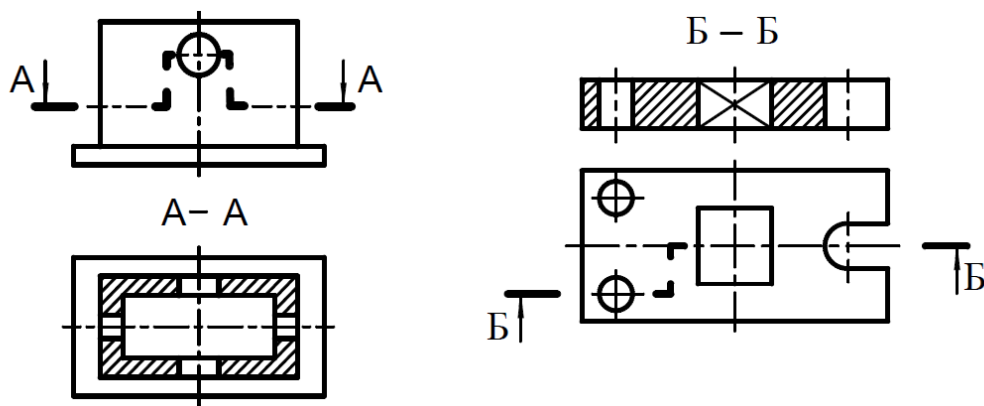


Рисунок 58 – Ступенчатые разрезы

При ломаных разрезах секущие плоскости условно поворачивают до совмещения в одну плоскость, при этом направление поворота может не совпадать с направлением взгляда. Если совмещенные плоскости окажутся параллельными одной из основных плоскостей проекций, то ломаный разрез допускается помещать на месте соответствующего вида (рис. 59). При сложном разрезе штрихи также проводят у мест пересечения секущих плоскостей для ломаных разрезов (рис. 59) или у мест перехода от одной секущей плоскости к другой для ступенчатых разрезов (рис. 58).

Рисунок 59 – Ломаный разрез

### 6.3 Сечения

**Сечением** называется изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями. На сечении показывают только то, что получается непосредственно в секущей плоскости.

Сечения делятся на:

- 1) вынесенные (рис. 60);
- 2) наложенные (рис. 61).

Вынесенные сечения являются предпочтительными и их допускается располагать на любом месте поля чертежа (рис. 60а), в разрыве между частями одного и того же вида (рис. 60б) на продолжении следа секущей плоскости при симметричной фигуре сечения (рис. 60в).

Положение секущей плоскости указывают на чертеже линией сечения. Для линии сечения применяют разомкнутую линию со стрелками, указываю-



щими направление взгляда, и обозначают секущую плоскость одинаковыми прописными буквами русского алфавита. Сечение сопровождается надписью по типу А-А (рис. 60).

Для симметричных сечений, расположенных в разрыве (рис. 60 б) или наложенных (рис. 61а) линию сечения не проводят и сечение надписью не сопровождают. Если сечение расположено на продолжении следа секущей плоскости, то его также не обозначают (рис. 61в).

### Рисунок 60 – Вынесенные сечения

Для несимметричных сечений, расположенных в разрыве, или наложенных (рис. 61 б), линию сечения проводят со стрелками, но буквами не обозначают.

а

б

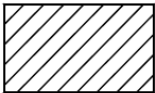

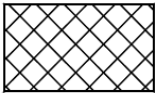
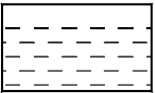
### Рисунок 61 – Наложённые сечения

Контур вынесенного сечения, а также сечения, входящего в состав разреза, изображают сплошными основными линиями, а контур наложенного сечения – сплошными тонкими линиями, причем контур изображения в месте расположения наложенного сечения не прерывают.

Если секущая плоскость проходит через ось поверхности вращения, ограничивающей отверстие или углубление, то контур отверстия или углубления в сечении показывают полностью (рис. 60а). Графическое обозначение материалов в сечениях в зависимости от вида материалов должно соответствовать приведенным в таблице 6.

*Таблица 6*

### Графические обозначения материалов в сечениях

Обозначение	Материал	Обозначение	Материал
	Металлы и твердые сплавы		Стекло и другие прозрачные материалы
	Неметаллические материалы		Жидкости

## 6.4 Аксонометрические проекции

ГОСТ 2.317-68 устанавливает следующие аксонометрические проекции:

Прямоугольные проекции и косоугольные.

### 6.4.1 Прямоугольные проекции

Изометрическую проекцию (расположение осей рис.62, а) для упрощения выполняют без искажения по осям  $x, y, z$ . Окружности (рис. 62, б), лежащие в плоскостях, параллельных плоскостям проекций, изображаются эллипсами, у которых направление малой оси совпадает с направлением оси, не входящей в плоскость, а большая ей перпендикулярна. При этом малая ось равна 0,71 диаметра окружности, а большая - 1,22.

Диметрическая проекция (рис. 63, а) выполняется без искажения по осям  $x$  и  $z$ , с коэффициентом искажения 0,5 по оси  $y$ . Окружности (рис. 63, б), лежащие в плоскостях проекций, проецируются в эллипсы, у которых большая ось равна 1,06 диаметра окружности, а малая ось в плоскости  $xz$  (или ей параллельной) - 0,95, а в других плоскостях 0,35. Направление осей определяется так же, как в изометрии: направление малой оси совпадает с направлением оси, не входящей в плоскость, а большая ей перпендикулярна.

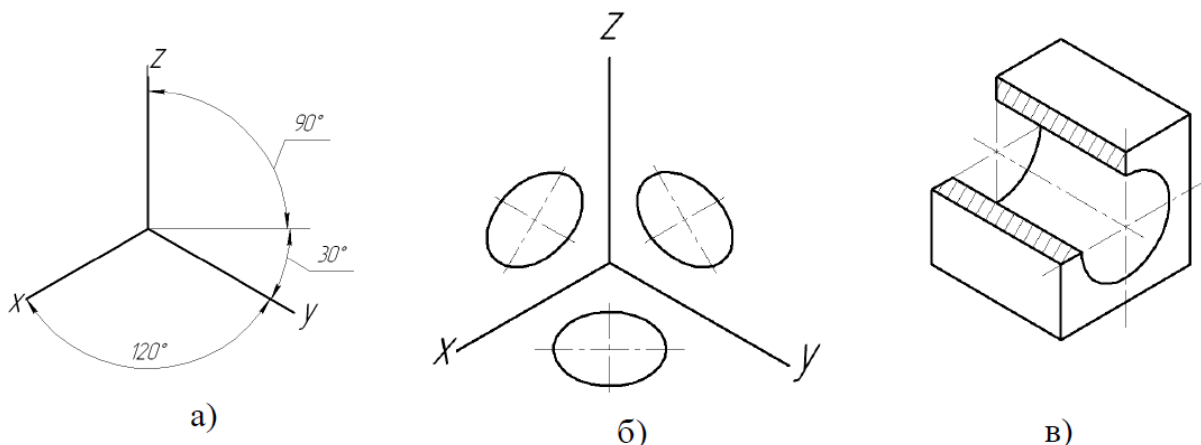


Рисунок 62 – Прямоугольная изометрия

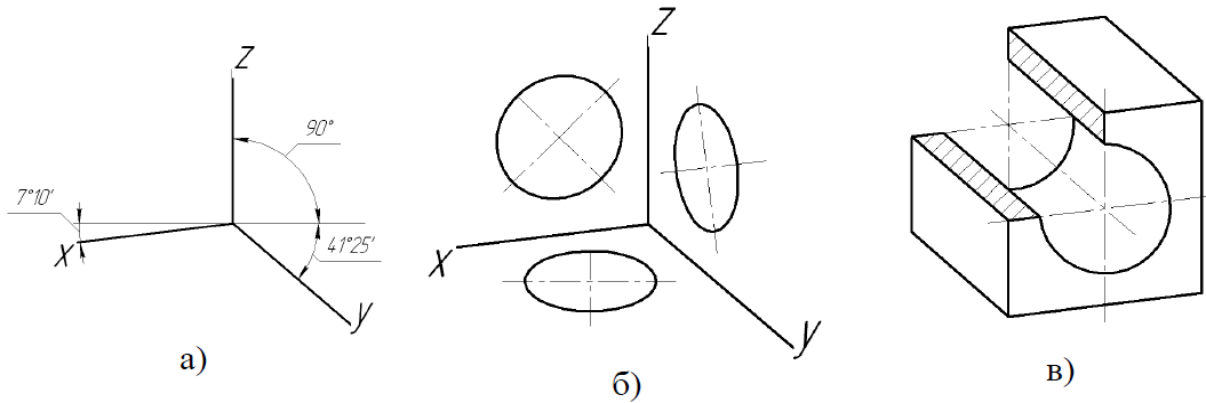


Рисунок 63 – Прямоугольная диметрия

### 6.4.2 Косоугольные проекции

Фронтальная изометрическая проекция (рис. 64, а, б, в) выполняется без искажения по осям  $x$ ,  $y$  и  $z$ . Допускается применять с углом наклона оси  $y$  -  $30^\circ$  и  $60^\circ$ . Окружности (рис. 64, б), лежащие в плоскостях проекций, параллельных фронтальной плоскости, проецируются в окружности, а окружности, лежащие в плоскостях проекций, параллельных горизонтальной и профильной плоскостям проекций, проецируются в эллипсы. Большая ось эллипсов равна  $1,3$ , а малая ось -  $0,54$  диаметра окружности. Большая ось эллипса плоскости  $xu$  составляет с осью  $x$  угол  $22^\circ$ , большая ось эллипса плоскости  $uz$  составляет  $22^\circ$  с осью  $z$ .

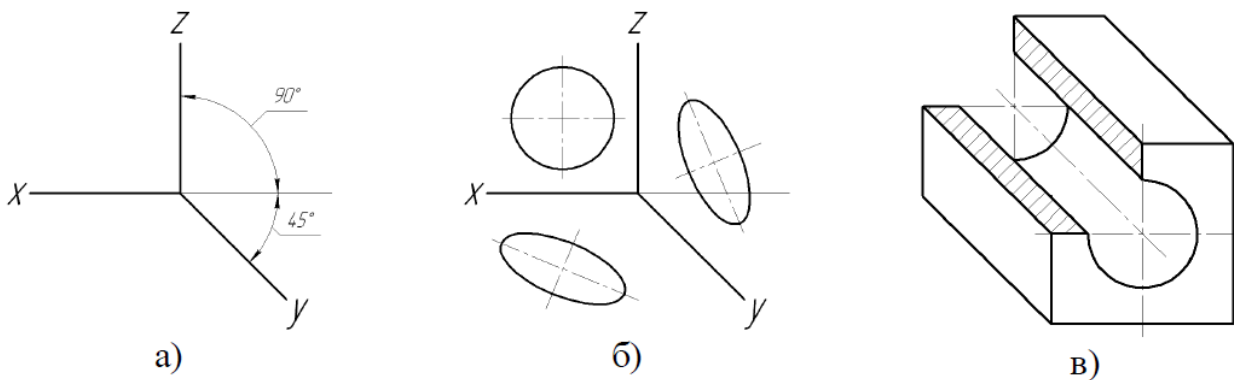


Рисунок 64 – Фронтальная изометрия

Горизонтальная изометрическая проекция (рис. 65) выполняется без искажения по осям  $x$ ,  $y$  и  $z$ . Допускается применять с углом наклона оси  $y$  -  $45^\circ$  и  $60^\circ$  сохраняя угол между осями  $x$  и  $y$   $90^\circ$ . Окружности (рис. 65, б), лежащие в плоскостях проекций, параллельных горизонтальной плоскости, проецируются в окружности, а окружности, лежащие в плоскостях проекций, параллельных

фронтальной и профильной плоскостям проекций, проецируются в эллипсы. Большая ось эллипсов равна 1,37, а малая ось - 0,37 диаметра окружности. Большая ось эллипса плоскости  $xz$  составляет с осью  $z$  угол  $15^\circ$ , большая ось эллипса плоскости  $yz$  составляет  $30^\circ$  с осью  $z$ .

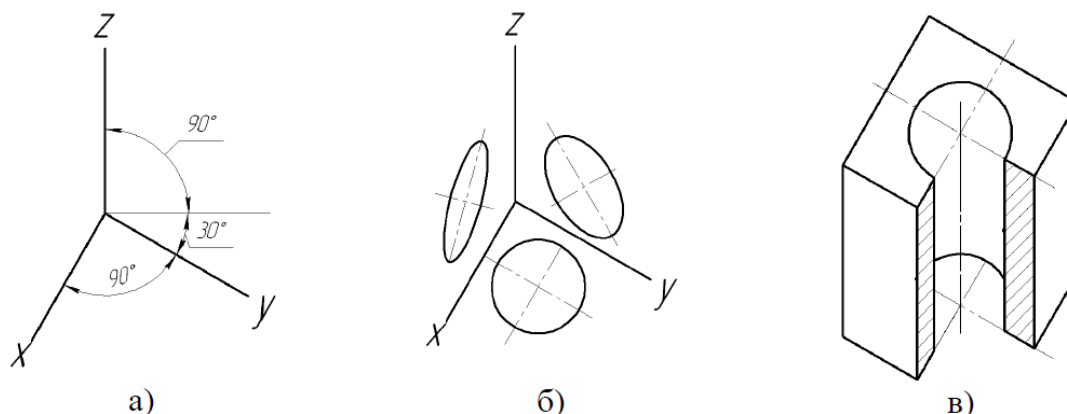


Рисунок 65 – Горизонтальная изометрия

Фронтальная диметрическая проекция (рис. 66) выполняется без искажения по осям  $x$ , и  $z$ , по оси  $y$  равен 0,5. Окружности (рис. 66, б), лежащие в плоскостях проекций, параллельных фронтальной плоскости, проецируются в окружности, а окружности, лежащие в плоскостях проекций, параллельных горизонтальной и профильной плоскостям проекций, проецируются в эллипсы. Большая ось эллипсов равна 1,07, малая ось - 0,33 диаметра окружности.

Большая ось эллипсов плоскости  $xu$  составляет с осью  $x$  угол  $7^\circ$ , большая ось эллипса плоскости  $yz$  составляет  $7^\circ$  с осью  $z$ .

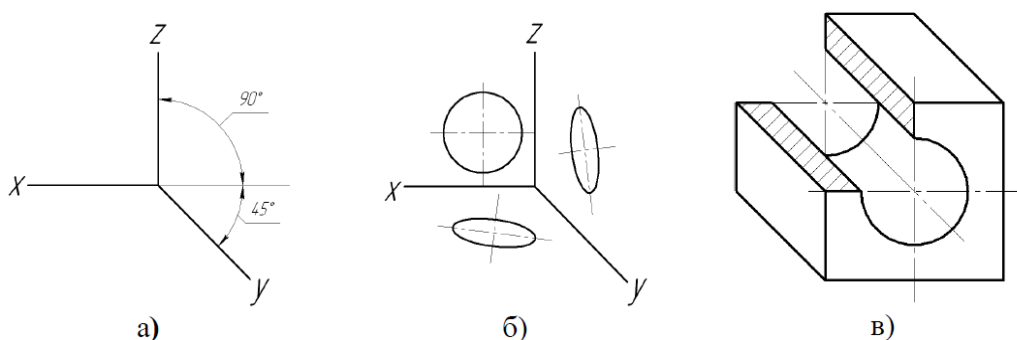


Рисунок 66 – Фронтальная диметрия

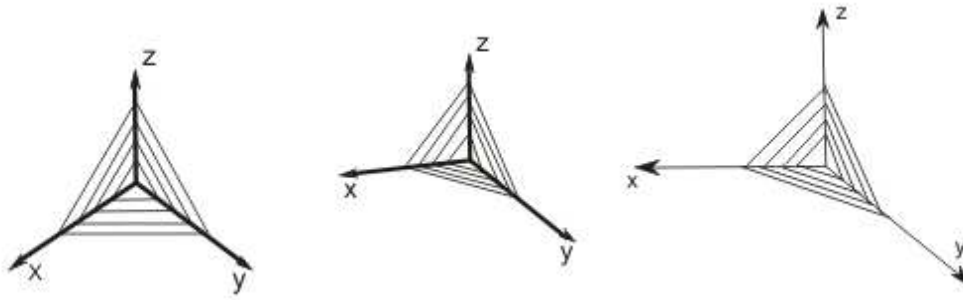


Рисунок 67 – Направление штриховки в аксонометрии

Линии штриховки (рис. 67) сечений наносят параллельно одной из диагоналей проекций квадрата, лежащих в соответствующих координатных плоскостях, стороны которого параллельны аксонометрическим осям.

### 6. 5 Вопросы для самопроверки

1. Как располагают основные виды относительно друг друга? Как они называются?
2. На какой плоскости изображают дополнительный вид, в каких случаях он применяется?
3. Как оформляют на чертеже дополнительный вид?
4. В каких случаях выполняют местный вид?
5. В каком месте чертежа располагают местный вид, как он оформляется?
6. Что такое выносной элемент и где его применяют?
7. Как оформляют выносной элемент?
8. Сколько условных плоскостей участвует при выполнении простого разреза и сколько при выполнении сложного?
9. Что изображают в разрезе детали?
10. Как располагают условные секущие плоскости при ступенчатом и ломаном разрезах?
11. Каким образом на чертеже изображают и обозначают след секущей плоскости, сложный разрез?
12. Чем сечение отличается от разреза?
13. Какие виды сечений применяют в черчении?
14. Как располагают и обозначают сечения?
15. В каких случаях сечение не обозначают?

16. Что такое аксонометрическая проекция?
17. Виды аксонометрических проекций?
18. Как располагаются координатные оси в прямоугольной изометрии?
19. Как располагаются координатные оси в прямоугольной диметрии?
20. Как располагаются координатные оси во фронтальной диметрии?
21. Какие коэффициенты искажения по осям в аксонометрии?
22. Как построить окружность в аксонометрии?
23. Направление штриховки в аксонометрии?

## **7 МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ**

### **7.1 Разъемные соединения**

Все соединения деталей делят на разъемные и неразъемные.

Разъемными называют такие соединения, которые позволяют производить многократную сборку и разборку конструкции без разрушения ее составных частей. К ним относят соединения, собранные с помощью специальных стандартных дополнительных деталей (болтов, винтов, гаек, шайб, шпилек, шплинтов, шпонок и др.), а также соединения шлицевые и др.

Все крепежные детали изготавливаются в соответствии со стандартами на размеры и технические требования к ним и имеют строгое, установленное стандартами, обозначение. В учебном процессе используется упрощенная (сокращенная) схема условных обозначений стандартных крепежных деталей. Поэтому в условное обозначение студентам рекомендуется включать только наименование, вариант исполнения, основные размеры и номер соответствующего стандарта.

Согласно ГОСТ 2.315-68 крепежные детали: болт, винт, гайка, шайба, шпилька, шплинт и штифт в соединениях (на чертежах сборочных единиц) изображаются упрощенно или условно, когда диаметры стержней деталей на чертеже 2 мм и менее. Такие крепежные детали как шпонка и заклепка, а также элементы шлицевого соединения изображаются с упрощениями, предусмотренными ГОСТ 2.109-73.

Соединения болтом, винтом и шпилькой осуществляются при помощи резьбы и называются резьбовыми.

## 7.2 Резьба

### 7.2.1 Основные параметры резьбы

Резьбы предназначены для преобразования движения (вращательного в поступательное или наоборот) и для соединения отдельных деталей в сборочные единицы. ГОСТ 11708-82 устанавливает термины и определения основных понятий для цилиндрических и конических резьб.

Резьба – поверхность, образованная при винтовом движении плоского контура по цилиндрической или конической поверхности. Цилиндрическая резьба - резьба, образованная на цилиндрической поверхности. Коническая резьба - резьба, образованная на конической поверхности.

*Резьба наружная* – резьба, образованная на наружной цилиндрической или конической поверхности.

*Резьба внутренняя* – резьба, образованная на внутренней цилиндрической или конической поверхности. В резьбовом соединении внутренняя резьба является охватывающей поверхностью и выполняется на поверхности отверстия.

*Профиль резьбы* – плоский контур выступа и канавки резьбы в плоскости осевого сечения.

*Сбег резьбы*– участок в зоне перехода резьбы к гладкой части детали, на которой резьба имеет неполный профиль (рис. 68).

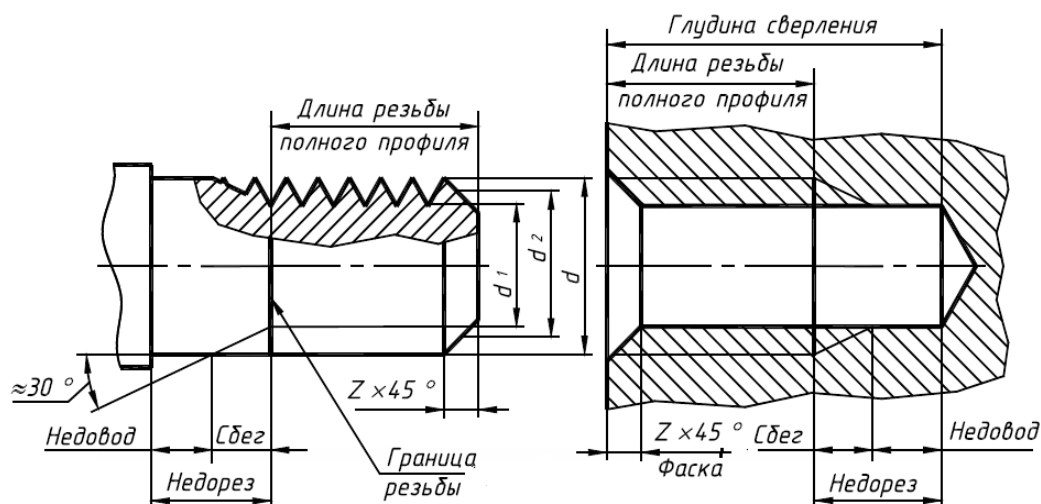


Рисунок 68 – Основные параметры резьбы

*Номинальный диаметр резьбы  $d$*  – диаметр, условно характеризующий размеры резьбы и используемый при ее образовании (рис. 68).

*Шаг резьбы  $P$*  (рис. 70, 71) – расстояние по линии параллельной оси резьбы, между средними точками ближайших одноименных сторон ее профиля, лежащими в одной осевой плоскости по одну сторону от оси резьбы.

*Ход резьбы* (рис. 70) – это величина относительного осевого перемещения гайки (винта) за один оборот. В однозаходной резьбе ход равен шагу ( $P_h = P$ ), в многозаходной – произведению шага  $P$  на число заходов  $Z$  ( $P_h = P Z$ ).

### 7.2.2 Классификация резьбы

Резьбы классифицируются по разным признакам:

*По числу заходов.* Резьба, образованная одним выступом резьбы, называется *однозаходной*, а двумя или более равномерно расположенными выступами – *многозаходной* (рис. 69);

*по направлению* – левая (резьба, образованная контуром, вращающимся против часовой стрелки и перемещающимся вдоль оси в направлении от наблюдателя), и правая (резьба, образованная контуром, вращающимся по часовой стрелки и перемещающимся вдоль оси в направлении от наблюдателя);

Рисунок 69 – Однозаходная и двухзаходная резьба

*по профилю резьбы* (рис. 70) – на треугольную (а, б), трапецеидальную(г), упорную (в), прямоугольную (д) и круглую (е);

*по назначению* – крепежные и ходовые. Крепежные резьбы применяют для соединения деталей конструкций машин и механизмов.

Ходовые резьбы используют для передачи движения. Наиболее распространенная крепежная резьба - метрическая. Она стандартизована (ГОСТ 9150-81 и 8724-81) и имеет профиль равностороннего треугольника.



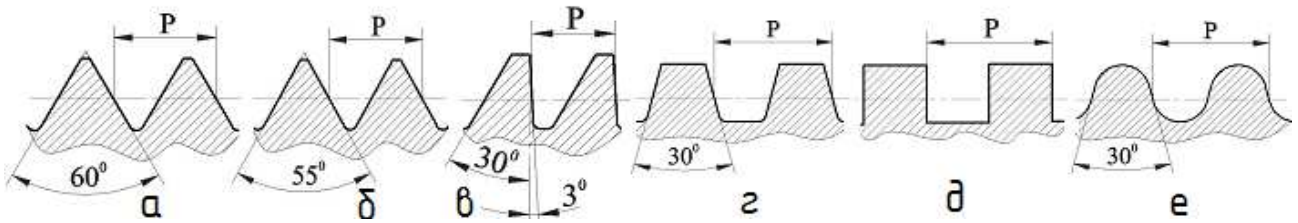


Рисунок 70 – Профили резьбы

### 7.2.3 Изображение и обозначение резьбы на чертежах

На чертежах резьба, как правило, изображается условно, так как изображение ее действительной формы очень трудоемко. По ГОСТ 2.311-68 резьба на стержне изображается сплошными основными линиями по наружному диаметру и сплошными тонкими линиями - по внутреннему. В отверстии – сплошными основными по внутреннему диаметру, а тонкими – по наружному.

На разрезах, параллельных оси отверстия, сплошную тонкую линию по наружному диаметру резьбы проводят на всю длину резьбы без сбега, а на изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную оси отверстия, по наружному диаметру резьбы проводят дугу, приблизительно равную 3/4 окружности, разомкнутую в любом месте (рис. 71).

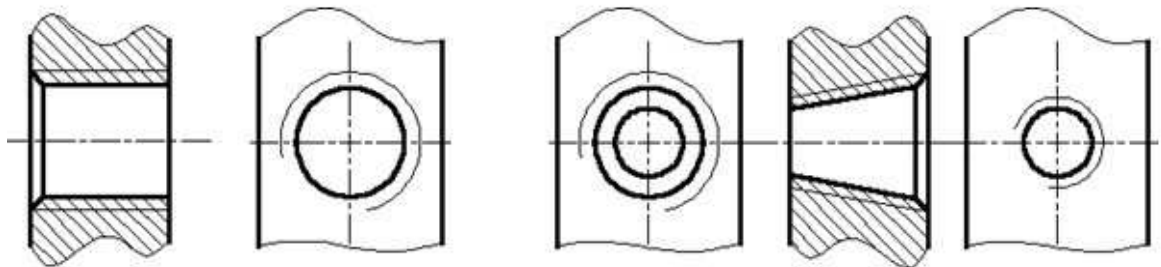


Рисунок 71 – Изображение резьбы в отверстии

Резьбу, показываемую как невидимую (рисунок 72), изображают штриховыми линиями одной толщины по наружному и по внутреннему диаметру.

Линию, определяющую границу резьбы, наносят на стержне и в отверстии с резьбой в конце полного профиля резьбы (до начала сбега).

Границу резьбы проводят до линии наружного диаметра резьбы и изображают сплошной основной или штриховой линией, если резьба невидимая (рисунки 72, 73). Штриховку в разрезах и сечениях проводят до линии наружного

диаметра резьбы на стержнях и до линии внутреннего диаметра в отверстии, т.е. в обоих случаях до сплошной основной линии (рис. 74).

Рисунок 73 - Изображение границы резьбы

Рисунок 74 – Изображение резьбы в разрезе

Допускается изображать недорез резьбы, как показано на рисунке 75.

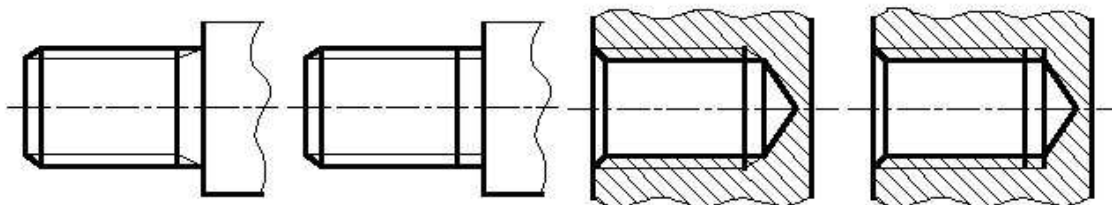


Рисунок 75 – Изображение недореза резьбы

На чертежах, по которым резьбу не выполняют, конец глухого резьбового отверстия допускается изображать, как показано на рисунке 76.

Рисунок 76 – Упрощение в изображении резьбы

Фаски на стержне с резьбой и в отверстии с резьбой в проекции на плоскость, перпендикулярную оси стержня или отверстия, не изображают (рис. 71, 73). Сплошная тонкая линия изображения резьбы на стержне должна пересекать линию границы фаски.

Для изготовления резьбы полного профиля делают *проточку*, диаметр которой больше номинального диаметра резьбы в отверстии и меньше – на стержне (рис. 77).

Обозначение резьбы указывают по соответствующим стандартам на размеры резьбы и относят их для всех видов резьбы, кроме конической и трубной цилиндрической, к наружному диаметру, как показано на рисунках 77 и 79.

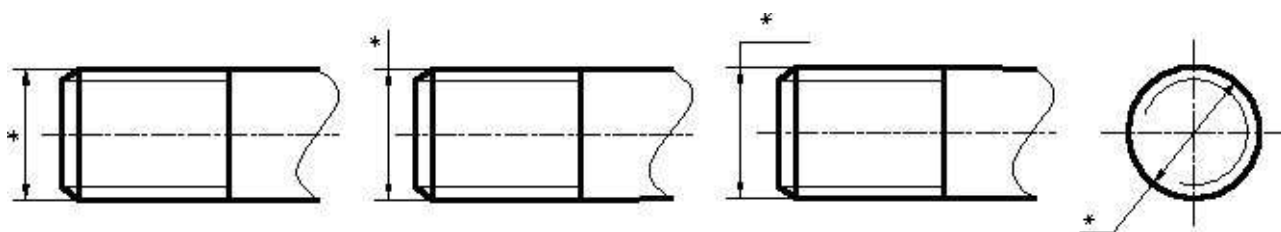


Рисунок 77 – Обозначение наружной резьбы

Обозначение конической и трубной цилиндрической резьбы наносят, как показано на рисунке 80 на полке с выносной линией, оканчивающейся стрелкой. Размер трубной резьбы задается по внутреннему диаметру трубы, на который рассчитывается пропускная способность (условный диаметр).

Рисунок 78 – Изображение проточки и фаски на резьбе

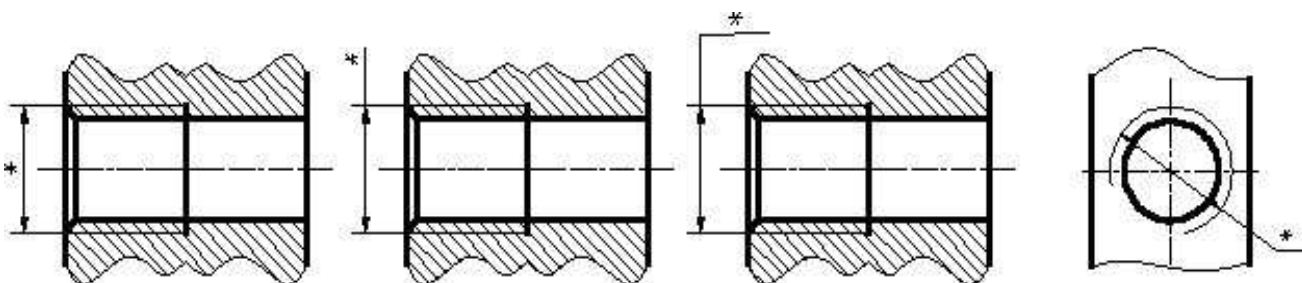


Рисунок 79 – Обозначение внутренней резьбы

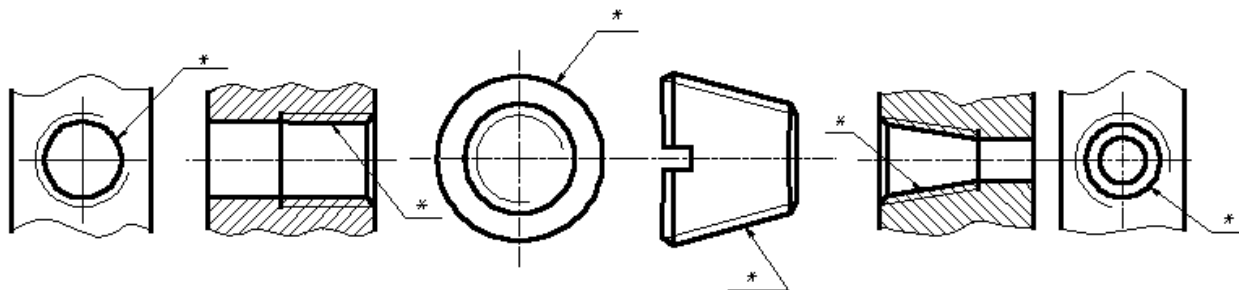


Рисунок 80– Обозначение трубной цилиндрической и конической резьбы

Все резьбы, кроме трубной и дюймовой, измеряются в мм. На чертеже резьба задается своим основным параметром - наружным диаметром, а трубная – диаметром условного прохода, т.е. диаметром внутреннего отверстия присое-

диняемой трубы. Перед числом пишется буквенное обозначение. Крупный шаг резьбы не наносится. В обозначении резьбы с мелким шагом указывают также и величину шага, поскольку у мелкой резьбы шаг может быть различным при одном и том же диаметре резьбы. Буквенные обозначения резьбы: М– метрическая цилиндрическая, МК – метрическая коническая; Тг – трапецеидальная; S– упорная; G – трубная цилиндрическая; R – трубная коническая; R<sub>c</sub> – внутренняя трубная коническая; R<sub>p</sub> – внутренняя трубная цилиндрическая; Кр – круглая; Сп-специальная.

На рисунках 77, 79 и 80 вместо обозначения показаны \*. Примеры обозначений:

*M16*– Метрическая цилиндрическая резьба, с наружным диаметром 16 мм, крупным шагом, однозаходная, правая;

*M16x1,5* – Метрическая цилиндрическая резьба, с наружным диаметром 16 мм, мелким шагом 1,5 мм, однозаходная, правая;

*M16x 3(P1,5)LH*– Метрическая цилиндрическая резьба, с наружным диаметром 16 мм, ходом 3 мм и шагом 1,5 мм, двухзаходная, левая;

$R1\frac{3}{4}$  – Коническая наружная резьба размера условного прохода  $1\frac{3}{4}$  дюйма(это диаметр внутреннего отверстия в трубе), (для внутренней конической вместо R пишется R<sub>c</sub>);

$G\frac{3}{4}$  –Трубная цилиндрическая резьба с размером условного прохода  $\frac{3}{4}$  дюйма;

$G\frac{3}{4} LH$ – Трубная цилиндрическая левая резьба с размером условного прохода  $\frac{3}{4}$  дюйма.

Рисунок 81 – Чертеж детали с прямоугольной резьбой

Для нестандартной резьбы – прямоугольной не существует стандартного обозначения и частично на чертеже показывают местным разрезом ее профиль с размерами (рис. 81).

При изображении резьбы в соединении деталей резьба стержня всегда перекрывает собой резьбу отверстия (рис. 82). При изображении резьбового соединения в разрезе стержень, не имеющий полостей, не штрихуют.

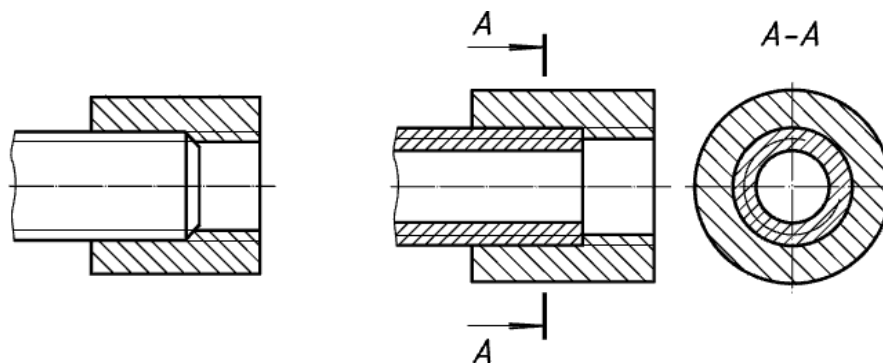


Рисунок 82 – Разрез резьбового соединения

#### 7.2.4 Соединение деталей болтом

В состав болтового соединения входят: болт, гайка, шайба и соединяемые детали со сквозными цилиндрическими отверстиями, диаметры которых при выполнении данного задания рекомендуется принять равными  $1,1d$ , где  $d$  - номинальный (наружный) диаметр резьбы болта и гайки. Длину болта ( $l$ ) приближенно можно определить по формуле

$$l = A + S + h + K,$$

где  $A$  - сумма толщин соединяемых деталей (в данном случае  $B_1 + B_2$ );

$S$  - толщина шайбы,  $H_G$  - высота гайки,  $K$  - высота выступающей части болта,  $d$  - диаметр резьбы болта и гайки.

Рассчитанная по формуле длина болта уточняется по ряду длин, установленному ГОСТ 7798-70, из которого следует выбрать значение, ближайшее к расчетному.

$d$  - по варианту;

$H = 0,8 d$ ;

$h = 0,7 d$ ;

$D = 2d$ ;

$D_{ш} = 2,2 d$ ;

$S_{ш} = 0,1 d$ ;

$K = 0,3d$ ;

$l$ -по ГОСТ

На рисунке 83 изображено упрощенное болтовое соединение, которое может рассматриваться как простейший сборочный узел. На сборочных чертежах болтовые соединения изображаются упрощенно или условно. При упрощенном изображении зазоры между стержнем и отверстием не показывают. Дуги скругления фасок на головке болта и гайки, а также фаски на стержне, не вычерчивают. Линию границы резьбы на стержне не показывают, а тонкую линию внутреннего диаметра резьбы проводят по всей длине стержня болта.

### **7.2.5 Соединение шпилькой**

Шпилька представляет собой цилиндрический стержень с резьбой на обоих концах. Шпилечное соединение состоит из шпильки, гайки и шайбы. В одной из соединяемых деталей просверливают глухое отверстие. В этом отверстии нарезают резьбу диаметром  $d$ . Шпильку резьбовым посадочным концом  $L_1$  заворачивают в отверстие. Затем в присоединяемой детали просверливают отверстие диаметром  $(1,05-1,1) d$  и надевают ее на шпильку.

После этого на шпильку надевают шайбу и навинчивают гайку (рис. 84). Размеры деталей упрощенного изображения соединения берутся в зависимости от диаметра резьбы шпильки. Упрощения на чертеже аналогичны упрощениям на болтовом соединении.

Длина ввинчиваемого (посадочного) конца шпильки L1 выбирается из таблицы 7 в зависимости от области применения.

Таблица 7

Область применения шпилек нормальной точности

ГОСТ на шпильку	Длина посадочного конца шпильки	Материал нижней детали
<b>22032-76</b>	$l_1 = d$	Сталь, бронза, латунь
<b>22034-76</b>	$l_1 = 1,25d$	Ковкий и серый чугун
<b>22038-76</b>	$l_1 = 2d$	Лёгкие сплавы

**7.2.6 Соединение винтом**

Винтовое соединение состоит из самого винта и двух соединяемых деталей. В одной из них просверлено глухое отверстие с резьбой. Винт свободно проходит сквозь отверстие присоединяемой детали и ввинчивается в глухое резьбовое отверстие другой детали, причем, коническая головка винта не должна выступать над поверхностью детали (рис. 85). Размеры деталей упрощенного изображения соединения берутся в зависимости от диаметра резьбы винта.

Длина ввинчиваемого (посадочного) конца винта L1 зависит от материала детали, имеющей резьбовое отверстие, и выбирается из таблицы 8.

Таблица 8

Область применения винтов

Длина ввинчиваемой части винта	Материал нижней детали
$l_1 = 1,25d$	Сталь, бронза, латунь
$l_1 = 2d$	Ковкий и серый чугун
$l_1 = 2,5d$	Лёгкие сплавы

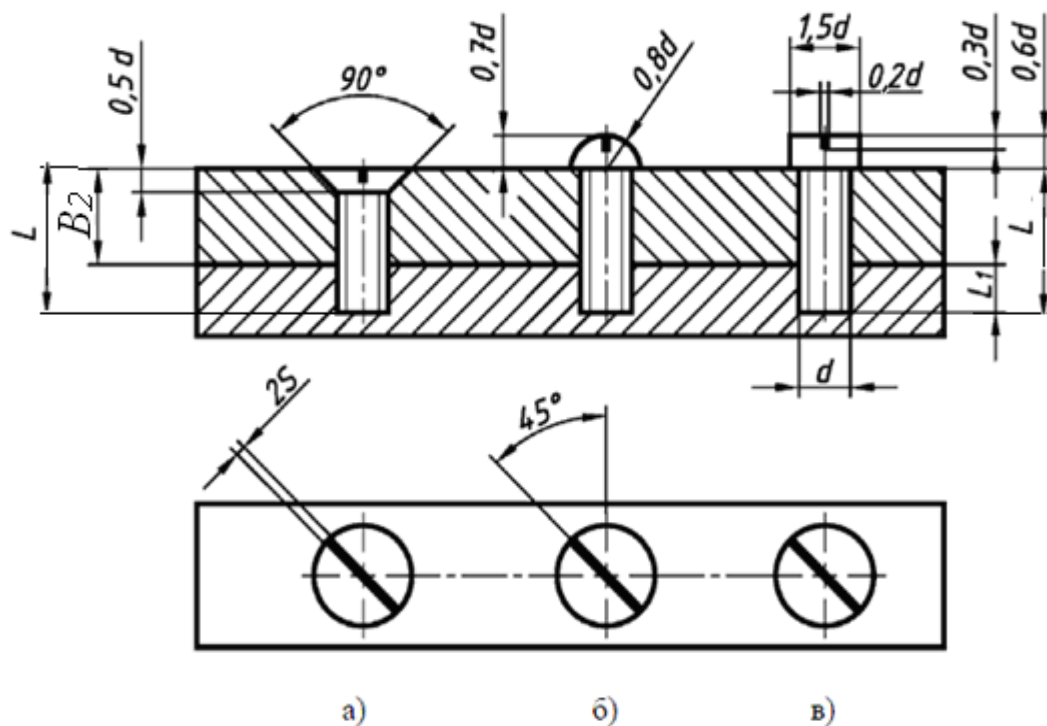


Рисунок 85 – Упрощенное изображение винтового соединения:

- а) винт с потайной головкой ГОСТ 17475–80;
- б) винт с полукруглой головкой ГОСТ 17473–80;
- в) винт с цилиндрической головкой ГОСТ 1491–80

Пример условного обозначения стандартных изделий – болтов, винтов и шпилек: **Болт М12×60 ГОСТ 7798–70** – болт с диаметром резьбы  $d = 12$  мм, длиной  $L = 60$  мм;

**Винт М8×50 ГОСТ 1491–80** – винт с цилиндрической головкой, с диаметром резьбы  $d = 8$  мм, длиной  $L = 60$  мм;

**Шпилька М16×120 ГОСТ 22032–76** – шпилька с диаметром резьбы  $d = 16$  мм, длиной  $L = 120$  мм.

### 7.3 Неразъемные соединения

Неразъемными называют соединения, которые могут быть разобраны лишь путем разрушения одного или более элементов конструкции (например, сварные, паяные, клеевые и др.).

**Неразъемные соединения** могут быть получены сваркой, пайкой, склеиванием, клепкой.

**Сварка.** Различают соединения (рис. 86): *стыковое*(а), *нахлесточное*(г), *угловое* (б) и *тавровое*(в), обозначаемые символами *С*, *Н*, *У*, *Т* соответственно.



Кромки свариваемых деталей могут быть подготовлены различным способом: без скосов, со скосом одной кромки, со скосом двух кромок, с двумя симметричными скосами одной кромки, с отбортовкой кромок и др. Для их различия к соответствующему буквенному символу добавляется еще цифровое обозначение вида подготовленных кромок:  $C1, C2, C3$  и т.д.;  $U1, U2, U3, \dots$ ;  $H1, H2, H3, \dots$ ;  $T1, T2, T3, \dots$

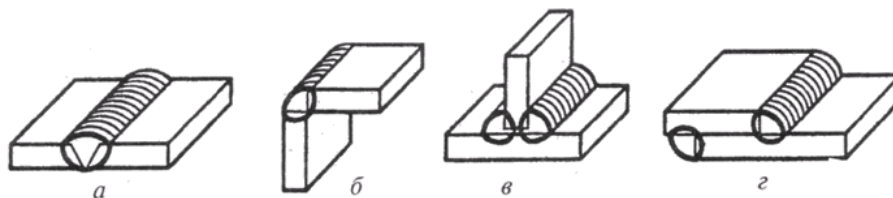


Рисунок 86 – Сварные соединения

Шов может быть односторонним и двусторонним, непрерывным или прерывистым с цепным или шахматным расположением свариваемых участков, точечным и др. Шов может выполняться при монтаже изделия по замкнутой или незамкнутой линии, на флюсовой подушке, на стальной или флюсомедной подкладке, в среде защитного газа, с плавящимся или неплавящимся электродом и т.д. Все это находит отражение в условных обозначениях швов сварных соединений, в соответствующих стандартах.

Правила обозначения швов сварных соединений, выполняемых ручной дуговой сваркой, изложены в ГОСТ 5264–80; выполняемых сваркой под флюсом – в ГОСТ 8713–79; выполняемых дуговой сваркой в защитном газе – в ГОСТ 14771–76 и т.д. Следовательно, чтобы правильно обозначить шов сварного соединения надо знать вид сварки (дуговая или газовая, ручная или автоматическая и т.д.), тип шва (С, Н, У, Т), форму подготовки кромок.

Согласно ГОСТ 2.312–72, *видимый шов* изображают *сплошной основной линией*, а *невидимый* – *штриховой линией* (рис. 87а). Условное обозначение шва наносят или над полкой линии-выноски, проведенной от изображения шва или одиночной сварной точки с лицевой стороны, или под полкой линии-выноски, проведенной от изображения шва с оборотной стороны, причем на линии выноске делается *односторонняя стрелка*. За лицевую сторону одностороннего

шва принимают сторону, с которой производят сварку. Вспомогательный знак – треугольник и размеры катета проставляют согласно стандарту на данный шов. Знак выполняется сплошными тонкими линиями. Высота знака должна быть одинаковой с высотой цифр, входящих в обозначение шва.

**Пайка. Склеивание.** Правила изображения швов, получаемых пайкой, склеиванием изложены в ГОСТ 2.313–82 "Условное изображение неразъемных соединений". Согласно стандарту, место соединения элементов, начерченных в разрезе и на видах, показывают толстой сплошной линией, толщиной  $2s$ .

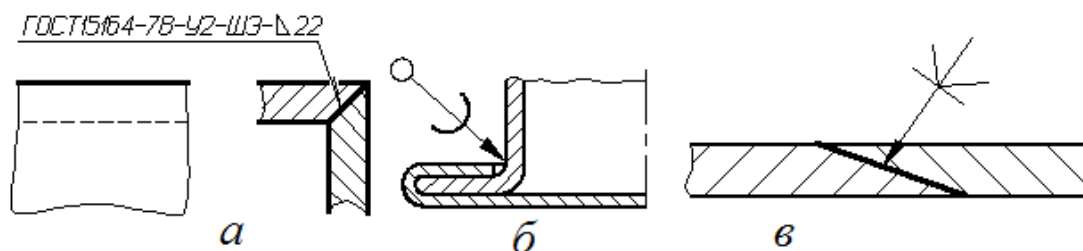


Рисунок 87 – Изображение неразъемных соединений (а – сварное, б – паяное по замкнутой линии, в – клеевое)

От места пайки проводится начинающаяся *двусторонней стрелкой* тонкая линия – выноска. На линии-выноске, между стрелкой и полкой, наносится сплошной основной линией символ пайки ( ( ) выпуклостью к двусторонней стрелке симметричной формы или символ склеивания (**К**). Для обозначения на чертеже швов по периметру, линию-выноску заканчивают окружностью, диаметром 3 ... 4 мм (рис. 87б, в).

**Клепка.** При соединении заклепками скрепляемые листы или накладывают один на другой – соединение *внахлестку*, или стыкуют один к другому – соединение *встык*, и ставят одну или две накладки, затем в соединяемых деталях просверливают отверстия, вставляют заклепку и ударами, или сильным давлением расклепывают свободный конец, создавая вторую головку. По числу рядов заклепок швы делят на *однорядные* и *многорядные*, а по расположению заклепок – на *параллельные* и *шахматные*.

По ГОСТ 2.313–82 швы заклепочных соединений могут изображаться условно. В проекциях на плоскость, перпендикулярную к оси, заклепки должны изображаться условными знаками "+", нанесенными тонкими линиями (рис.88).

Рисунок 88 – Соединение заклепкой

Если изделие, изображенное на чертеже, имеет клепаный шов, то одну или две (крайние) заклепки в сечении и на виде следует показывать условно, а остальные центровыми или осевыми линиями.

#### **7.4 Конструкторская документация**

Конструкторская документация – это совокупность конструкторских документов, содержащих данные, необходимые в общем случае для разработки, изготовления, контроля, приемки, поставки и эксплуатации изделия, включая ремонт. ГОСТ 2.102 – 68 подразделяет конструкторские документы (КД) на графические и текстовые. Графические – это чертежи различного вида (сборочные СБ, общего вида ВО, габаритные ГЧ, теоретические ТЧ, монтажные МЧ) и схемы. Текстовые – это спецификации, таблицы, пояснительные записки, технические условия, расчеты, инструкции.

#### **7.5 Сборочный чертеж**

*Сборочный чертеж* – это документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля (прил. 3). Содержание и правила оформления сборочных чертежей устанавливает ГОСТ 2.109-73. Сборочный чертеж должен содержать:

- изображение сборочной единицы, дающее представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу, и обеспечивающее возможность осуществления сборки и контроля изделия;
- номера позиций составных частей, входящих в изделие;
- размеры: и другие параметры, которые должны быть выполнены и проконтролированы по данному сборочному чертежу; указания о методах выполнения неразъемных соединений (паяных, сварных и др.);
- техническую характеристику изделия (при необходимости).

Изображение сборочной единицы должно давать представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу.

*Сборочная единица* – это изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями (свинчиванием, сочленением, клепкой, сваркой, опрессовкой и т.п.).

Различают сборочный чертеж и *чертеж общего вида*.

На сборочном чертеже нет необходимости выявлять форму всех деталей, поэтому он может содержать меньшее количество изображений, чем чертеж сборочной единицы общего вида, где должны быть выявлены технические формы всех деталей. Для выполнения этого требования часто дают ряд дополнительных изображений для групп деталей или отдельных деталей.

Некоторые изображения могут быть выполнены в увеличенном или уменьшенном масштабе по отношению к главному виду. Смежные детали в разрезах и сечениях выделяют разной по направлению и плотности штриховкой, одинаковой для каждой детали на всех изображениях. Соединения резьбовые изображают упрощенно по ГОСТ 2.315-68.

### **7.5.1 Проставление позиций на сборочном чертеже**

На сборочном чертеже все составные части сборочной единицы нумеруют в соответствии с номерами позиций, указанных в спецификации. Номера, позиций наносят на полках линий-выносок, проводимых от изображений составных частей (прил. ).

Линии – выноски и полки на чертежах выполняют сплошной тонкой линией, длина полок – 6...8 мм. Линию - выноску заканчивают точкой на изображении соответствующей части устройства. Линии – выноски по возможности не должны пересекаться между собой и не должны быть параллельны линиям штриховки и линиям основной надписи.

Номера позиций располагают параллельно основной надписи чертежа вне контура изображения и группируют в колонку или строчку по возможности на одной линии. Размер шрифта номеров позиций должен быть на один-два но-

мера больше, чем размер шрифта размерных чисел. Номера позиций указывают на тех изображениях, на которых соответствующие части проецируются как видимые, как правило, на основных видах и разрезах. Номера позиций наносят на чертеже, как правило, один раз. Допускается делать общую линию – выноску с вертикальным расположением номеров позиций для группы крепежных деталей, относящихся к одному и тому же месту крепления.

### **7.5.2 Простановка размеров на сборочном чертеже**

На сборочных чертежах проставляют следующие размеры: габаритные, монтажные, установочные, присоединительные.

*Габаритными* называются размеры, определяющие предельные внешние очертания изделия. Если изделие имеет наружные перемещающиеся части, изменяющие его габарит, то допускается их изображать в крайних или промежуточных положениях с соответствующими размерами.

*Монтажные размеры* – размеры, необходимые при сборке изделия (расстояния между осевыми линиями).

*Установочные размеры* – размеры, указывающие место установки одной детали относительно другой при сборке изделия.

*Присоединительные размеры* – размеры элемента, по которому данное изделие присоединяется к другому. Например, диаметр выходного отверстия, размер резьбы и т.п. Любой из этих размеров может быть справочным и отмечен на чертеже звездочкой (\*).

В технических требованиях на чертеже делается запись: «\* Размеры для справок». К ним относятся, например, размеры, перенесенные с чертежей деталей, входящих в изделие, и используемые в качестве установочных и присоединительных; размеры, определяющие предельные положения перемещающихся частей (ход поршня, ход штока клапана); габаритные размеры, если они перенесены с чертежей деталей или являются суммой размеров нескольких деталей.

### **7.5.3 Условности и упрощения при выполнении сборочного чертежа**

Допускается:

- изображать упрощенно резьбовые и другие крепежные соединения по ГОСТ 2.315-68;
- не показывать фаски, скругления, проточки, углубления, выступы, насечки и другие мелкие элементы, а также зазоры между стержнем и отверстием;
- помещать изображения пограничных (соседних) изделий («обстановки») сплошными тонкими линиями;
- типовые, покупные и другие широко применяемые изделия (например, маслоленки) изображать внешними очертаниями;
- не показывать составные части изделия, закрывающие другие части изделия и затрудняющие чтение чертежа (маховики, кожухи, рукоятки, перегородки). При этом над изображением делают соответствующую надпись, например «*Маховик поз. 11 не показан*»;
- детали, изготовленные из прозрачного материала, вычерчивать как непрозрачные;
- сплошные валы, шпиндели, рукоятки, стандартные изделия изображаются в продольных разрезах не рассеченными. Также не рассеченными показывают составные части, на которые выпущены самостоятельные чертежи, например затвор вентиля;
- детали, расположенные за винтовой пружиной, изображенной лишь сечениями витков, показывают до осевой линии сечений витков;
- сварное, паяное, клепаное и т.п. изделия в сборе штрихуются в разрезах в одну сторону, причем границы между деталями) вычерчиваются сплошными основными линиями;
- подвижные части сборочного узла, как правило, показывают в рабочем положении. Крайние или промежуточные положения изображаются по контуру штрихпунктирной линией с двумя точками.

#### 7.5.4 Спецификация

**Спецификация** – это основной конструкторский документ на сборочную единицу. Она определяет состав сборочной единицы и необходима для изготовления и комплектования конструкторских документов.

В спецификацию вносят все составные части, входящие в специфицируемое изделие, а также конструкторские документы, относящиеся к этому изделию и его составным частям.

Спецификация – это текстовый стандартный документ табличного вида, выполняемый по ГОСТ 2.108-68\* на формате А4 (прил.3). Первый лист спецификации содержит основную надпись по форме 2, все последующие – по форме 2 а (прил. Б).

Спецификация состоит из разделов, которые располагают в следующей последовательности:

- документация;
- сборочные единицы;
- детали;
- стандартные изделия;
- прочие изделия;
- материалы.

Наличие или отсутствие тех или иных разделов определяется составом изделия. Наименование каждого раздела указывают в виде заголовка. Заголовок отделяют снизу пустой строкой и подчеркивают сплошной тонкой линией. Разделы отделяются свободными строками (не менее одной).

В разделе «*Документация*» в графу «*Наименование*» вносят конструкторские документы, составленные на все изделие в целом. Например, сборочный чертеж. В графе «*Обозначение*» указывается буквенно-цифровое обозначение записываемых документов, в графе «*Формат*» – обозначение формата, на котором выполнен данный документ.

В раздел «*Сборочные единицы*» записывают наименование сборочных единиц, предварительно собранных и входящих в состав данного изделия; в графе «*Обозначение*» – обозначение сборочного чертежа этой единицы, а в графе «*Формат*» – обозначение формата чертежа.

В раздел «*Детали*» записывают наименование всех нестандартных деталей данного изделия; в графе «*Обозначение*» – обозначение чертежа детали;

заполняют соответствующую графу «*Формат*».

В раздел «*Стандартные изделия*» вносят обозначения стандартных изделий, входящих в сборочную единицу, с указанием соответствующих им ГОСТов. Например: Болт М12х1,25х40.58 ГОСТ 7798-70. Запись производят по группам изделий, объединенных по их функциональному назначению (например, подшипники, крепежные изделия и т.п.), в пределах каждой группы – в алфавитном порядке наименований изделий, в пределах каждого наименования – в порядке возрастания обозначений стандартов, а пределах каждого обозначения стандарта – в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия. Графы «*Обозначение*» и «*Формат*» не заполняют.

Спецификацию составляют на отдельных листах формата А4 (210х297 мм).

### **7.5.5 Чтение сборочного чертежа**

Прочитать сборочный чертеж — это значит представить форму и конструкцию изделия, понять его назначение, принцип работы, порядок сборки, а также выявить форму каждой детали в данной сборочной единице.

При чтении сборочного чертежа рекомендуется придерживаться следующей последовательности:

1. Изучить содержание основной надписи, выяснив название сборочной единицы и масштаб ее изображения.
2. Рассмотреть на сборочном чертеже виды, разрезы, сечения и представить форму и размеры изображенного на нем изделия.
3. Используя спецификацию, определить, из скольких деталей состоит изделие, выяснить название каждой из них и материал, из которого они изготовлены.
4. Определить форму каждой детали, рассмотрев их изображения на сборочном чертеже.
5. Выявить виды соединений деталей, использованные в изделии.
6. Установить принцип работы и последовательность сборки изделия.

### **7.6 Рабочий чертеж детали**



*Деталь* – это изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала, без применения сборочных операций.

*Рабочий чертеж детали* – конструкторский документ, содержащий изображение сборочной единицы и других данных, необходимых для ее изготовления и контроля. Этот документ содержит данные о материале, шероховатости поверхностей, технические требования и др. Таким образом, рабочий чертеж включает в себя как графическую, так и текстовую часть.

Рабочие чертежи деталей разрабатываются по снятым с натуры эскизам или по сборочному чертежу изделия.

Эскиз – это документ временного характера, содержащий изображение детали и другие данные для ее изготовления и выполненный от руки без точного соблюдения масштаба, но с соблюдением пропорций. Эскизы выполняются на листах писчей бумаги в клетку или на миллиметровке стандартного формата.

Выполняют эскизы деталей, входящих в состав узла, не считая стандартных (болта, гайки, винта, шпильки и т. п.). Для стандартных деталей параметры брать по таблицам соответствующих ГОСТов, которые приведены в справочниках по машиностроительному черчению.

Процесс выполнения рабочих чертежей деталей, входящих в изделие, по сборочному чертежу изделия, называется *детализацией*. Порядок выполнения рабочего чертежа детали из сборочного чертежа аналогичен выполнению чертежа детали с натуры. При этом формы и размеры детали определяются при чтении сборочного чертежа. Для выполнения детализации необходимо: прочитать описание устройства и принцип работы данного узла; ознакомиться с содержанием спецификации и получить представление о его форме и форме составных частей; определить необходимое количество изображений выполняемых деталей, наметить главный вид и необходимые размеры; определить масштаб изображения сборочной единицы, уточнить масштабы изображений для деталей. Расположение изображений данных деталей на рабочих чертежах не должно быть обязательно таким же, как на сборочном чертеже. Все виды, разрезы, сечения и другие изображения выполняются по ГОСТ 2.305 – 68.

Небольшие проточки, выступы, углубления и т. п. следует изображать в виде выносных элементов в большем масштабе.

Главный вид детали выбирается, исходя из общих правил, а не из расположения ее на сборочном чертеже. Например, детали, обрабатываемые на токарных станках (валы, оси, втулки), на чертеже изображаются в горизонтальном положении. Число и содержание изображений детали может не совпадать со сборочным чертежом. Если деталь простая, то достаточно меньшего числа видов, и наоборот. На рабочем чертеже должны быть показаны и те элементы детали, которые на сборочном чертеже совсем не изображены или изображены условно или упрощенно. К ним относятся: литейные радиусы, уклоны, проточки, канавки, фаски на резьбах, гнезда под винты, шпильки, болты, гайки и т. д., размеры которых определяются из соответствующих стандартов. Общие размеры детали определяются путем замеров по сборочному чертежу исходя из масштаба изображения.

Рабочие чертежи выполняют почти на все детали, входящие в состав изделия (кроме стандартных), — на стандартные изделия чертежи не выполняются, т. к. все сведения о них можно найти в справочнике. При выполнении чертежа детали со сборочного чертежа следует помнить, что размеры сопрягаемых поверхностей должны быть одинаковыми, а размеры деталей нельзя снимать посредством простых измерений изображений сборочного чертежа. Чтобы найти размеры деталей, не указанные на сборочных чертежах, необходимо вначале определить, как соотносится размер, проставленный на чертеже, к соответствующему размеру, полученному при измерении изображения. Например, на чертеже обозначен размер 35 мм, а замер соответствующего отрезка дает величину 10 мм, следовательно, отношение этих величин равно 3,5. Затем измеряют любую искомую длину на чертеже, полученный результат умножают на 3,5 и получают искомый размер.

На чертеж детали наносят все размеры, необходимые для ее изготовления, в соответствии с ГОСТ 2.307-68. Кроме изображения предмета с размерами чертеж может содержать: а) текстовую часть, состоящую из технических

требований и (или) технических характеристик; б) надписи с обозначениями изображений, а также относящиеся к отдельным элементам изделия; в) таблицы с размерами и другими параметрами, техническими требованиями, условными обозначениями и т.д. Выполнение основной надписи чертежа должно производиться в соответствии с требованием ГОСТ 2.104-68 и ГОСТ 2.109-68. Содержание текста должно быть кратким и точным, не должно быть сокращений слов за исключением общепринятых и установленных в стандартах. Текст на поле чертежа, таблицы, надписи, как правило, изображают параллельно основной надписи чертежа. Около изображений на полках линий-выносок наносят только краткие надписи, например, указание о количестве элементов (отверстий, канавок и т.п.). Линию - выноску, пересекающую контур изображения и не отводимую от какой-либо линии, заканчивают точкой. Линию-выноску, отводимую от линии видимого и невидимого контура, изображенного основной и штриховой линией, заканчивают стрелкой. На конце линий-выносок, отводимых от всех других линий, не должно быть ни стрелки, ни точки. Линии-выноски не должны пересекаться между собой, быть непараллельными линиями штриховки. По возможности, они не должны пересекать размерные линии и элементы изображения. Допускается выполнять линии-выноски с одним изломом, а также проводить от одной полки две и более линии-выноски. Надписи, относящиеся к изображению, могут содержать не более двух строк, располагаемых над полкой линии-выноски и под ней. Текстовую часть, помещенную на поле чертежа, располагают над основной надписью. Между текстовой и основной надписями не допускается помещать изображения, таблицы и т.п. На листах формата более А4 допускается размещение текста в две и более колонки. Ширина колонки должна быть не более 185 мм. Таблицы размещают на свободном поле чертежа (за исключением тех случаев, где стандартом это место установлено, например, для зубчатых колес, червяка, шлицевого вала и т.п.) справа от изображения или ниже его и выполняют по ГОСТ 2.105-68. Для обозначения на чертеже изображений (видов, разрезов, сечений), поверхностей, размеров и других элементов изделия применяют прописные буквы русского алфавита, за исключением букв

Й, О, Х, Ъ, Ь, Ы. Размер шрифта буквенных обозначений должен быть больше размера цифр размерных чисел, примерно в два раза. Масштаб изображений на чертеже, отличающийся от указанного в основной надписи, указывают непосредственно под надписью, относящейся к изображению, например:

А - А (1:2); Б (5:1); В (2:1).

В отличие от эскиза рабочий чертеж детали выполняют чертежными инструментами и в определенном масштабе (по ГОСТу 2.302-68).

### **7. 7 Вопросы для самопроверки**

1. Что такое резьба?
2. Классификация резьбы?
3. Что относится к основным параметрам резьбы?
4. Что называется шагом и ходом резьбы?
5. Как условно изображается резьба на чертежах?
6. Каково условное изображение резьбы на стержне и в отверстии?
7. В чём отличие в обозначениях метрической и трубной резьбы?
8. Как изображается и обозначается резьба с нестандартным профилем?
9. Какая резьба называется специальной?
10. Какие детали входят в состав болтового соединения?
11. Какие детали входят в состав шпилечного соединения?
12. Какие детали входят в состав трубного соединения?
13. В чём отличие в изображении упрощенных и неупрощенных изображений болтовых и шпилечных соединений?
14. В каких случаях в обозначении метрической резьбы указывается ее шаг?
15. Какими линиями изображают наружный и внутренний диаметры резьбы на стержне и в отверстии?
16. Как проставляют размер резьбы?
17. Что такое недорез? Что такое фаска? Какую роль играет фаска на деталях, имеющих резьбу?
18. Для чего на резьбовой детали выполняют проточки?
19. Что такое сбег резьбы?

20. Какие вы знаете виды соединений деталей?
21. В чем различие между соединениями разъемными и неразъемными?
22. Какие соединения относятся к разъемным подвижным соединениям? неподвижным соединениям?
23. Что такое неразъемные соединения?
24. Как на чертеже изображается сварное соединение?
25. Как на чертеже изображается клеевое и паяное соединение?
26. Обозначение сварного соединения?
27. Обозначение клеевого и паяного соединения?
28. Какое изделие называется деталью?
29. Что такое эскиз детали? Что такое рабочий чертеж детали?
30. Каким требованиям должен удовлетворять эскиз и рабочий чертеж детали?
31. Какое изделие называется сборочной единицей?
32. Каким требованиям должен удовлетворять чертеж сборочной единицы?
33. Как подразделяется конструкторская документация (КД) в зависимости от стадии проектирования?
34. Каким требованиям должен удовлетворять сборочный чертеж, что он должен содержать?
35. Перечислите основные разделы спецификации.
36. Как надо располагать на поле чертежа номера позиций?

## **8 РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ**

### **8.1 Графическая работа №6 «Геометрическое черчение»**

#### **8. 1.1 Задание**

Пользуясь правилами выполнения сопряжений, выполнить чертеж контура детали «Рычаг». Проставить размеры. Изображение детали для своего варианта взять из приложения Г. Задание выполняется на листе чертежной бумаги формата А4. Шифр в основной надписи: Д.ИГ.— 06.01.06, где Д.ИГ. – дизайн, инженерная графика; 06 - № работы по методичке, 01- № варианта, 06 - № листа (после титульного).

### **8.1.2 Указания к выполнению работы**

Пример выполнения задания на рисунке 89.

1. Изучить ГОСТ 2.301-68 "Форматы", ГОСТ 2.303-68 "Линии", ГОСТ 2.307-68 "Нанесение размеров".
2. Ознакомиться с правилами построения сопряжений.
4. Выполнить рамку и основную надпись на чертеже.
5. Наметить места расположения заданий и надписей к ним.
6. Выполнить чертежи в тонких линиях, проставить размеры (шрифт 3,5), выполнить надписи (шрифт 5; 3,5). Построения выполняют чертежными инструментами при максимальной четкости и аккуратности.
7. После проверки чертежа преподавателем обвести линии по ГОСТ 2.303-68 (0,8 - 1,00 мм).
8. Очистить поле чертежа от лишних линий и загрязнений (при этом вспомогательные построения следует сохранить).

Рисунок 89 – Пример выполнения графической работы №6

## **8.2 Графическая работа №7**

### **«Проекционное черчение. Простые разрезы»**

#### **8.2.1 Задание**

1. Перечертить заданные изображения.
2. Построить по двум изображениям детали третье с «полезными» разрезами (соединение вида с разрезом).
3. Проставить размеры.
4. Построить наглядное изображение детали в аксонометрической проекции с вырезом четверти.

Задание для своего варианта взять из приложения Д. Задание выполняется на листе чертежной бумаги формата А3 или А3 и А4. Шифр в основной над-

писи: Д.ИГ.— 07.01.07, где Д.ИГ. – дизайн, инженерная графика; 07 - № работы по методичке, 01- № варианта, 07 - № листа (после титульного).

### **8.2.2 Указания к выполнению работы**

Пример выполнения задания на рисунке 90.

1. Изучить ГОСТ 2.305-68 «Изображения – виды, разрезы, сечения», ГОСТ 2.307-68 «Нанесение размеров», «ГОСТ 2.317-68 « Аксонометрические проекции» и рекомендуемую литературу.

2. Выделить на листе бумаги соответствующую площадь для каждого вида детали. Проекционную связь между видами устанавливают с помощью связанной с предметом системы координат, оси которой проецируют вместе с ним на плоскости проекций. Положение проекций координатных осей на чертеже обычно не указывают. Виды предмета на формате рекомендуется располагать так, чтобы расстояния между ними и от видов до рамки чертежа были примерно одинаковы

3. Начать построение тонкими линиями ( $s/3$ ), применяя штриховые линии для невидимого внутреннего контура предмета. После построения трех видов необходимо выполнить разрезы. При заданных формах предмета потребуется выполнить два разреза: фронтальный и профильный. Правила обозначения и изображения разрезов должны соответствовать ГОСТ 2.305-68 (СТ СЭВ 363-76).

## Рисунок 90 – Простые разрезы

При симметричных изображениях следует обязательно соединять половину вида с половиной разреза (такой разрез по СТ СЭВ называется половинчатым). При этом на виде не показывают штриховыми линиями внутренний контур. Выполнить штриховку в разрезах.

4. Нанести размеры в соответствии с ГОСТ 2.307—68. Необходимо обратить внимание на то, что ни один из размеров одного изображения не должен повто-



ряться на других изображениях. За основу нанесения размеров нужно взять параметры геометрических поверхностей.

5. Построить наглядное изображение в диметрической прямоугольной или изометрической прямоугольной проекции. При этом необходимо сделать вырез  $\frac{1}{4}$  части детали. Выполнить штриховку.

Штриховка в разрезах и сечении на комплексных чертежах выполняется, как для твердых материалов, с наклоном  $45^\circ$ , (в аксонометрии штриховка выполняется по правилу треугольника или диагонали ромба). Наклон штриховки для всех разрезов и сечений одной и той же детали выполнять в одну сторону. Линейные размеры на чертеже задавать высотой 3,5 мм, надписи (шрифт 5; 3,5). Построения выполняют чертежными инструментами при максимальной четкости и аккуратности.

6. Выполнить рамку и основную надпись на чертеже.

7. После проверки чертежа преподавателем обвести линии по ГОСТ 2.303-68 (0,8 - 1,00 мм).

8. Очистить поле чертежа от лишних линий и загрязнений (при этом вспомогательные построения следует сохранить).

### **8.3 Графическая работа №8**

#### **«Проекционное черчение. Сложные разрезы»**

##### **8.3.1 Задание**

1. Построить по двум заданным изображениям детали третье (формат А3).

2. Выполнить горизонтальный (А-А) и профильный (Б-Б) сложные ступенчатые разрезы (разрез А-А показан, а Б-б надо выбрать самим).

3. Проставить размеры.

4. Построить наглядное изображение детали в аксонометрической проекции с вырезом четверти (формат А4 или А3).

Задание для своего варианта взять из приложения Е. Задание выполняется на двух листах чертежной бумаги формата А3 или А3 и А4. Шифр в основной надписи: Д.ИГ.— 08.01.08, где Д.ИГ. – дизайн, инженерная графика; 08 - № работы по методичке, 01- № варианта, 08 - № листа (после титульного).

### 8.3.2 Указания к выполнению работы

Пример выполнения задания на рисунках 91, 92.

Последовательность выполнения сохраняется та же, что и в работе «Простые разрезы».

При выполнении ступенчатых разрезов следует обратить внимание на то, что в образовании разреза А-А участвуют только плоскости уровня, параллельные фронтальной плоскости проекций, а в образовании разреза Б-Б – только плоскости, параллельные профильной плоскости проекций. Так как разрез детали этими плоскостями производится мысленно, условно, то переходы с одной плоскости на другую на соответствующих изображениях не показываются. Линии невидимого контура на разрезах не показывать.

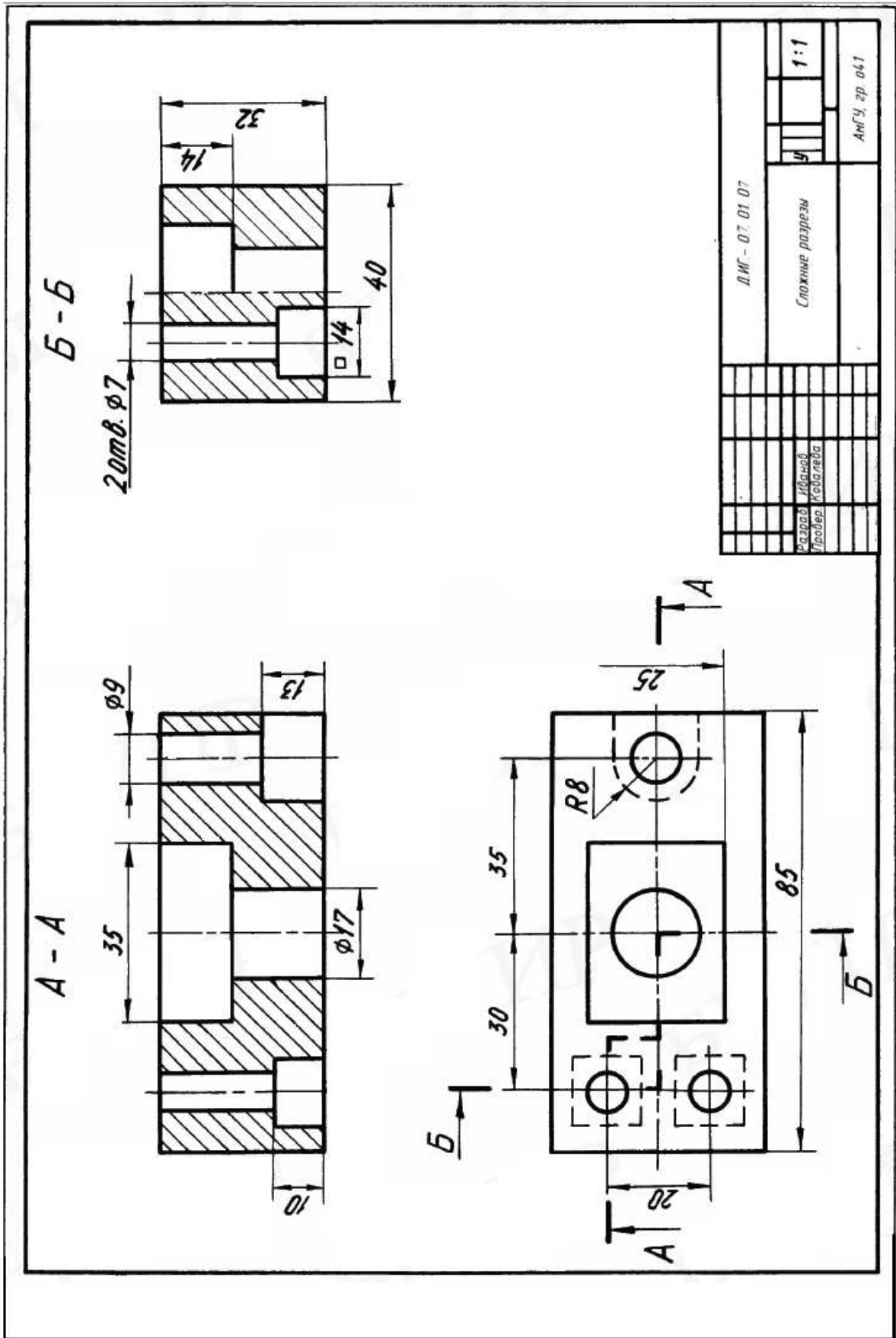


Рисунок 91 – Пример выполнения графической работы № 8 (Лист 1)



## 8.4 Графическая работа № 9 «Резьбовые соединения».

### 8.4.1 Задание

Работа включает в себя и включает в себя выполнение упрощенного изображения резьбовых соединений – болтового, шпилечного и винтового, оформленного как сборочный чертеж, и выполнение спецификации. Задание взять из таблицы 12. Работа выполняется на двух листах чертежной бумаги форматов А3 и А4. Шифр в основной надписи: Д.ИГ.— 09.01.10, где Д.ИГ. – дизайн, инженерная графика; 09 - № работы по методичке, 01- № варианта, 10 - № листа (после титульного).

#### 8.1.2 Указания к выполнению работы

Пример выполнения задания на рисунках 93,94.

Изображение соединяемых деталей перечерчивается с увеличением примерно в 1,5 раза по исходным данным индивидуального варианта (прил. Ж).

Длины болтов и шпилек подбираются в зависимости от толщины соединяемых деталей. Исходные данные для вычерчивания резьбовых изделий приведены в таблице 12. Чертеж «Резьбовые соединения» оформляется как сборочный чертеж.

Таблица 12

Исходные данные для изображения резьбовых изделий

Вариант	Резьбовые изделия	ГОСТ	Диаметр отверстия, мм
1	2	3	4
1	Шпилька Винт Болт	22034–76 1491–80 7798–70	М 12 М 8 10,5
2	Шпилька Винт Болт	22034–76 1491–80 7798–70	М 10 М 10 13
3	Шпилька Винт Болт	22034–76 1491–80 7798–70	М 8 М 10 10,5
4	Шпилька Винт Болт	22034–76 1491–80 7798–70	М 10 М 8 13

1	2	3	4
5	Шпилька Винт Болт	22038-76 1491-80 7798-70	М 8 М 6 10,5
6	Винт Шпилька Болт	17473-80 22034-76 7798-70	М 8 М 12 10,5
7	Винт Шпилька Болт	17473-80 22034-76 7798-70	М 8 М 10 13
8	Винт Шпилька Болт	17473-80 22036-76 7798-70	М 8 М 10 13
9	Винт Шпилька Болт	17473-80 22036-76 7798-70	М 10 М 8 10,5
10	Винт Шпилька Болт	17473-80 22034-76 7798-70	М 8 М 10 10,5
11	Болт Винт Шпилька	7798-70 17475-80 22034-76	13 М 10 М 8
12	Болт Винт Шпилька	7798-70 17475-80 22032-76	10,5 М 8 М 10
13	Болт Винт Шпилька	7798-70 17475-80 22032-76	8,4 М 6 М 8
14	Болт Винт Шпилька	7798-70 17475-80 22036-76	10,5 М 8 М 8
15	Болт Винт Шпилька	7798-70 17475-80 22036-76	13 М 10 М 10
16	Шпилька Винт Болт	22034-76 1491-80 7798-70	М 8 М 6 8,4
17	Шпилька Винт Болт	22034-76 1491-80 7798-70	М 10 М 8 8,4
18	Шпилька Винт Болт	22036-76 1491-80 7798-70	М 8 М 10 10,5

### Последовательность выполнения работы:

1. Из приложения Ж в соответствии с индивидуальным заданием перечерчивают тонкими линиями контуры соединяемых деталей с увеличением примерно в 1,5 раза, оставляя место для изображения гаек, головки болта и обозначения крепежных изделий.
2. Наносят осевые линии в местах расположения стандартных изделий – винта, шпильки и болта.
3. Из таблицы 12 согласно варианту индивидуального задания выбирают диаметр сквозного гладкого цилиндрического отверстия под болт и номер стандарта последнего. Т.к. чертеж упрощенный, то диаметр сквозного отверстия приравнивают к заданному диаметру резьбы болта. Болтовое соединение, в которое входят болт, гайка и шайба, вычерчивают по относительным размерам, приведенным на рисунке 84. При этом длину болта  $L$  следует уточнить по стандартному ряду чисел, принимая ближайшее большее значение, пользуясь справочниками ([6 ], [7]).
4. Из таблицы 12 согласно варианту индивидуального задания выбирают диаметр и номер стандарта шпильки, по которым из таблицы 7 определяют длину ее посадочного конца. Все остальные размеры рассчитывают по тем же формулам, что и для болтового соединения.
5. Исходный диаметр и номер стандарта винта выбирают из таблицы 12 и вычерчивают винт по относительным размерам, приведенным на рисунке 86. Из таблицы 8 определяют длину ввинчиваемой части винта.
6. Наносят размеры, согласно требованиям к простановке размеров на сборочных чертежах (тема 7.5.2).
7. На поле чертежа проставляют номера позиций, входящих в соединение деталей.
7. Заполняют основную надпись по форме 1.
8. Составляют спецификацию (тема 7.5.1) на отдельных листах формата А4 (210x297 мм) и по форме 2 (прил.А ) заполняют основную надпись. Рекомендуется группу крепежных изделий в спецификации записывать в такой последо-

вательности: болты, винты, гайки, шайбы, шпильки. Шрифт номеров позиций должен быть на 1-2 порядка больше шрифта размерных чисел. Номера позиций указываются только один раз и должны располагаться либо по одной горизонтали, либо по вертикали в одну колонку. Пересекать выносками размерные линии запрещается. Выноски должны заканчиваться точкой.

9. После предъявления на проверку и исправления по замечаниям преподавателя чертеж обводят и завершают его окончательное оформление в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД (приложение Б).

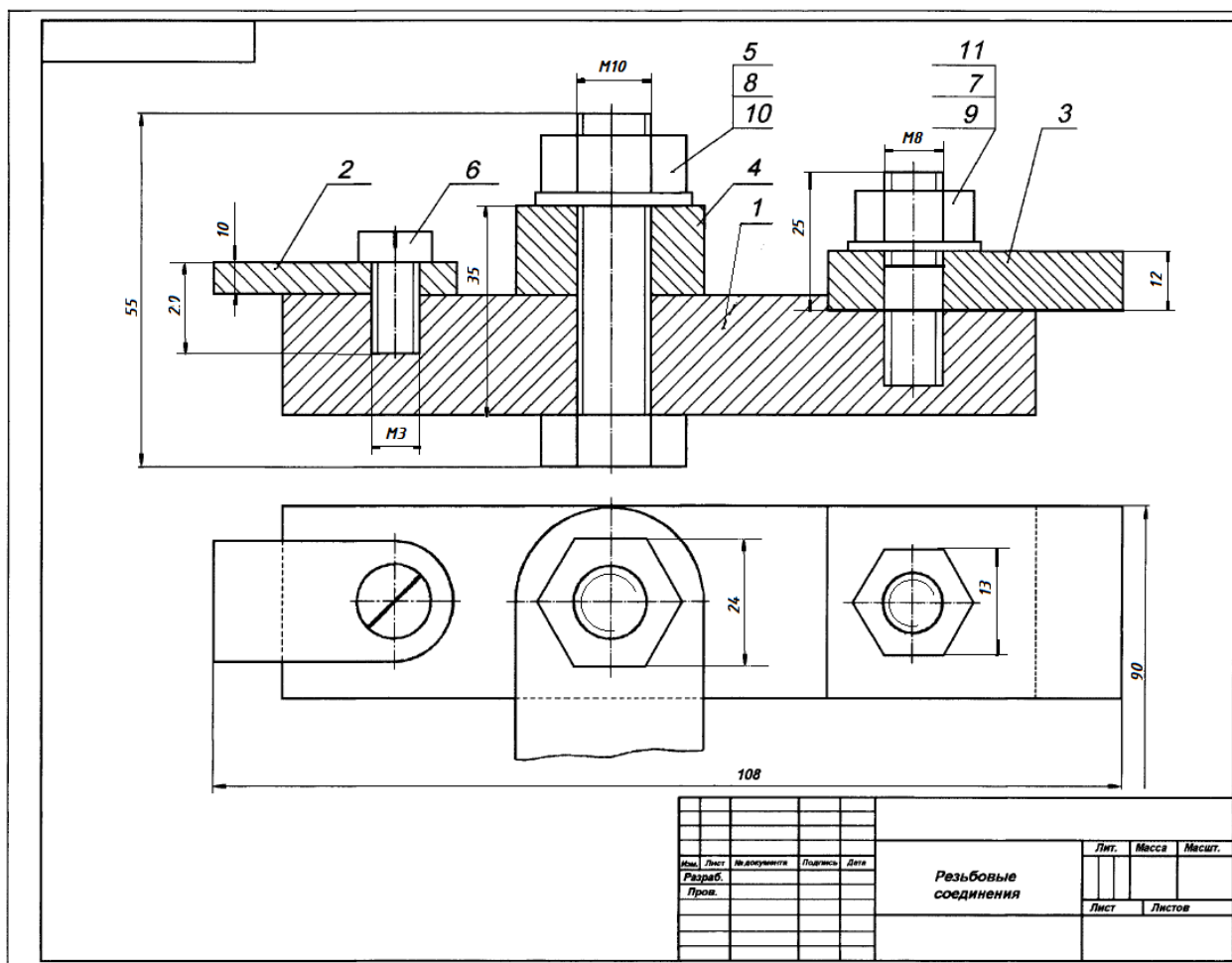


Рисунок 93 – Образец графической работы № 9





## **8.5 Графическая работа № 10 «Детализирование сборочного чертежа».**

### **8.5.1 Задание**

Каждый вариант задания состоит из сборочного чертежа, спецификации к нему, описания сборочной единицы и названия детали, входящей в сборочную единицу, на которую необходимо выполнить рабочий чертеж. Изображение сборочного чертежа для своего варианта взять из приложения 3.

В задании необходимо: выполнить рабочий чертеж указанной детали (лист А3 или А4), проставить размеры, выполнить фронтальную диметрию детали (А3 или А4). Шифр в основной надписи: Д.ИГ.— 10.01. 11. 005, где Д.ИГ. – дизайн, инженерная графика; 10 - № работы по методичке, 01- № варианта, 11 - № листа (после титульного), 005 – номер детали по спецификации.

### **8.5.2 Указания к выполнению работы**

1. Читая описание изображенного изделия и чертеж, установить назначение, устройство и принцип действия изделия, виды примененных соединений, разобраться во взаимодействии деталей, определить порядок сборки и разборки изделия. Представить форму детали, чертеж которой предстоит выполнить.

2. Выбрать число изображений (видов, разрезов, сечений) детали. Главное изображение - на фронтальной плоскости проекций - должно давать наиболее полное представление о форме и размерах изображенного предмета.

3. Узнать из основной надписи масштаб изображенной сборочной единицы. Чертежи, размноженные для учебных целей, могут иметь масштаб, не соответствующий номинальному. Как определить искажения выданного чертежа объяснялось в теме 7.6.

4. Выбрать для вычерчиваемой детали масштаб. Мелкие детали обычно чертят крупнее, в масштабе увеличения. При этом иметь в виду, что на размерные линии нужно оставить примерно столько же места, сколько занимают изображения.

5. Определить необходимое количество изображений выполняемых деталей, наметить главный вид и необходимые разрезы. Расположение изображений данных деталей на рабочих чертежах не должно быть обязательно таким же,

как на сборочном чертеже. Все виды, разрезы, сечения и другие изображения выполняются по ГОСТ 2.305 - 68. Помнить, что сборочный чертеж предусматривает некоторые упрощения, такие элементы, как фаски и проточки на нем не показывают. На рабочем чертеже их необходимо показать. Размеры проточек взять из приложения Е. Для очень мелких частей детали, требующих пояснений, необходимо выполнять выносной элемент.

6. Выполнить тонкими линиями требуемый чертеж.

7. Нанести размеры.

8. Внимательно просмотреть выполненный чертеж и аккуратно обвести линии видимого контура толщиной от 0,8 до 1,0 мм; линии невидимого контура толщиной от 0,4 до 0,5 мм; осевые, выносные, размерные - от 0,2 до 0,3 мм (ГОСТ 2.303-68) .

8. Заполнить основную надпись чертежным шрифтом по форме 1 (прил.А).



## Приложение А

### Общие правила выполнения чертежей

*Таблица 1*




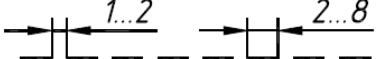
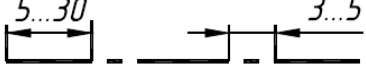
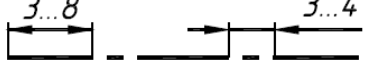
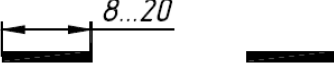

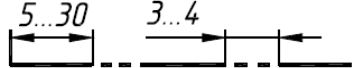
#### Форматы по ГОСТ 2. 301–68

Обозначение формата	A0	A1	A2	A3	A4
Размеры сторон формата	1189 × 841	594 × 841	594 × 420	297 × 420	297 × 210

*Таблица 2*

#### Типы линий по ГОСТ 2. 303–68

##### Линии

Наименование	Начертание	Толщина линии
1. Сплошная основная		<b>S</b>
2. Сплошная тонкая		<b>S/3... S/2</b>
3. Сплошная волнистая		<b>S/3... S/2</b>
4. Штриховая		<b>S/3... S/2</b>
5. Штрихпунктирная тонкая		<b>S/3... S/2</b>
6. Штрихпунктирная утолщенная		<b>S/2... 2S/3</b>
7. Разомкнутая		<b>S... 1,5S</b>
8. Сплошная тонкая с изломами		<b>S/3... S/2</b>
9. Штрихпунктирная с двумя точками тонкая		<b>S/3... S/2</b>

*Таблица 3*

#### Шрифты чертежные (тип Б) по ГОСТ 2. 304–81

Параметры шрифта типа Б ( $d=h/10$ )

Параметры шрифта	Обозначение	Относительный размер		Размеры, мм						
				2,5	3,5	5,0	7,0	10	14	20
Высота прописных букв	h	$(10/10)h$	10d	2,5	3,5	5,0	7,0	10	14	20
Высота строчных букв	c	$(7/10)h$	7d	1,8	2,5	3,5	5,0	7	10	14
Расстояние между буквами	a	$(2/10)h$	2d	0,5	0,7	1,0	1,4	2	2,8	4
Минимальный шаг строк (высота вспомогательной сетки)	b	$(17/10)h$	17d	4,3	6,0	8,5	12	17	24	34
Минимальное расстояние между словами	e	$(6/10)h$	6d	1,5	2,1	3,0	4,2	6	8,4	12
Толщина линии шрифта	d	$(1/10)h$	d	0,25	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2
Ширина букв и цифр шрифта типа Б										
Прописные буквы	Широкие	Ж, Ф, Ш, Щ, Ъ								8d
	Промежуточные	А, Д, М, Х, Ы, Ю								7d
	Узкие	Б, В, И, Й, К, Л, Н, О, Ц, П, Т, Р, Ч, Ч, Ъ, Э, Я, Г, Е, С, З								6d
Строчные буквы	Широкие	ж, т, ф, ш, щ								7d
	Промежуточные	м, ю, ы								6d
	Узкие	а, б, в, г, д, е, и, ъ, к, л, о, н, ц, п, р, у, х, ч, ь, э, я, ь								5d
		с, з								4d
Цифры	Все (кроме цифр 1 и 4)								5d	
	4								6d	
	1								3d	

Таблица 4

Написание шрифта чертежного



Таблица 5

Масштабы по ГОСТ 2. 302–68

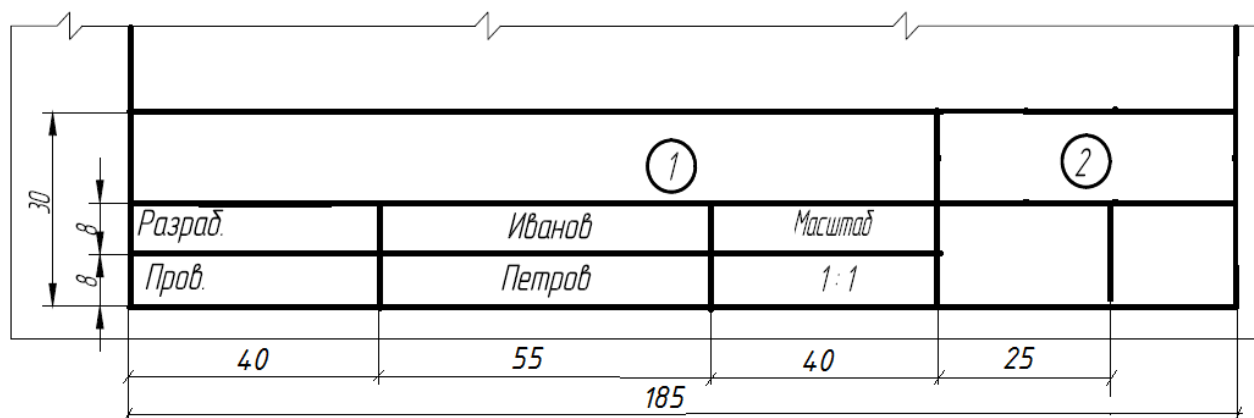
**Масштабы**

Масштабы уменьшения	<b>1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000</b>
Натуральная величина	<b>1:1</b>
Масштабы увеличения	<b>2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1</b>

Приложение Б

Основные надписи

## Основная надпись для чертежей по начертательной геометрии



## Основная надпись для чертежей по инженерной графике

### Основная надпись (форма 1) по ГОСТ 2. 104–68

1 – обозначение (шифр) чертежа (напр. Д. ИГ. – 01. 04. 02, где Д.ИГ. – это Дизайн, Инженерная Графика, далее цифры – это № работы, № варианта, № листа в подшивке после титульного)

2 – наименование изделия или расчетно-графической работы

3 – масштаб

4 – фамилия студента

5 – подпись студента

6 – дата сдачи

7 - фамилия преподавателя

8 – подпись преподавателя

9 – дата проверки

10 – обозначение материала деталей (только для рабочих чертежей детали)

11 – лист (заполняется, если в данной работе более 2-х листов)

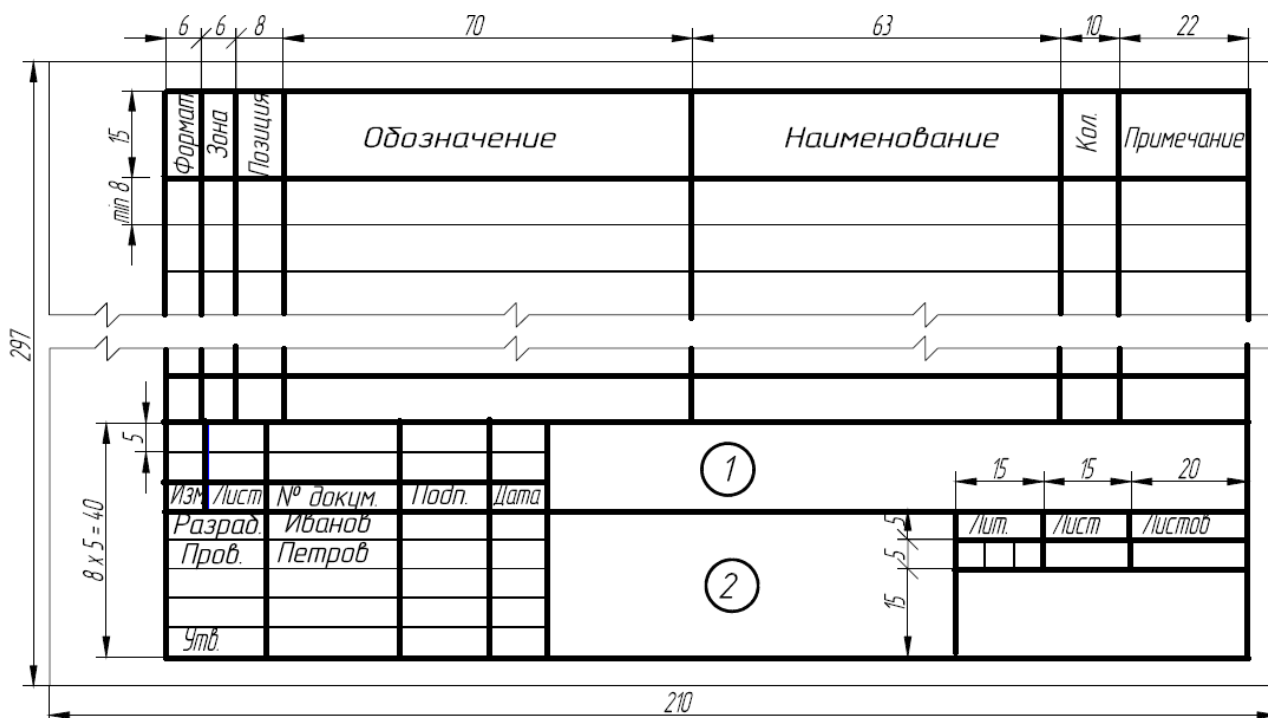
12 – листов (указывается количество листов в данной работе)

13 – наименование учебного заведения и номер группы

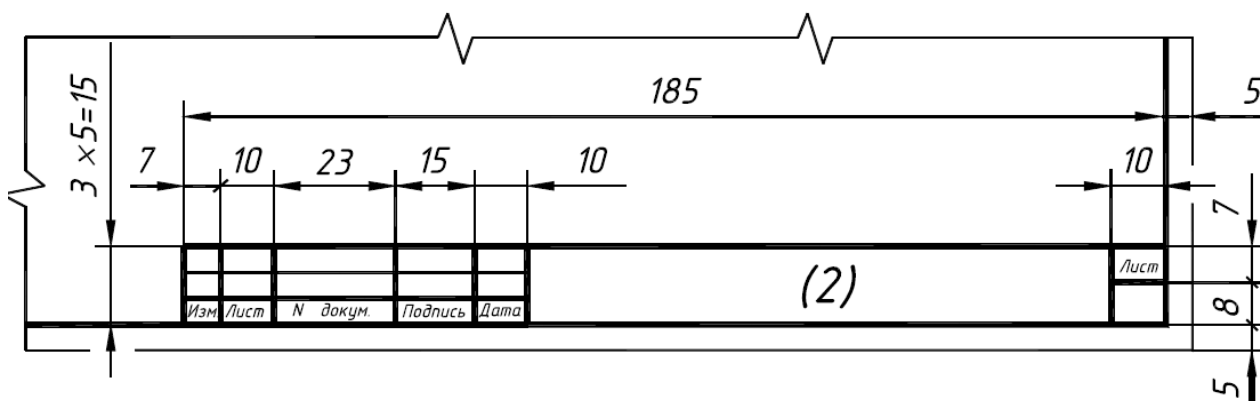
*Продолжение приложения Б*

### Основная надпись по форме 2 (для спецификации) и размеры спецификации





**Основная надпись по форме 2а (для последующих листов спецификации)**



*Приложение В*

Образец выполнения титульного листа к альбому с графическими работами

*Министерство образования и науки Российской Федерации*  
*АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ*

*Кафедра дизайна*

**РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ  
ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ**

*Выполнил студент гр. 913 - с*  
*Проверила доцент*

*Гайдук А.Н.*  
*Ковалева Л.А.*

*Благовещенск*  
*2010*

*Приложение Г*

Варианты заданий для графической работы № 6

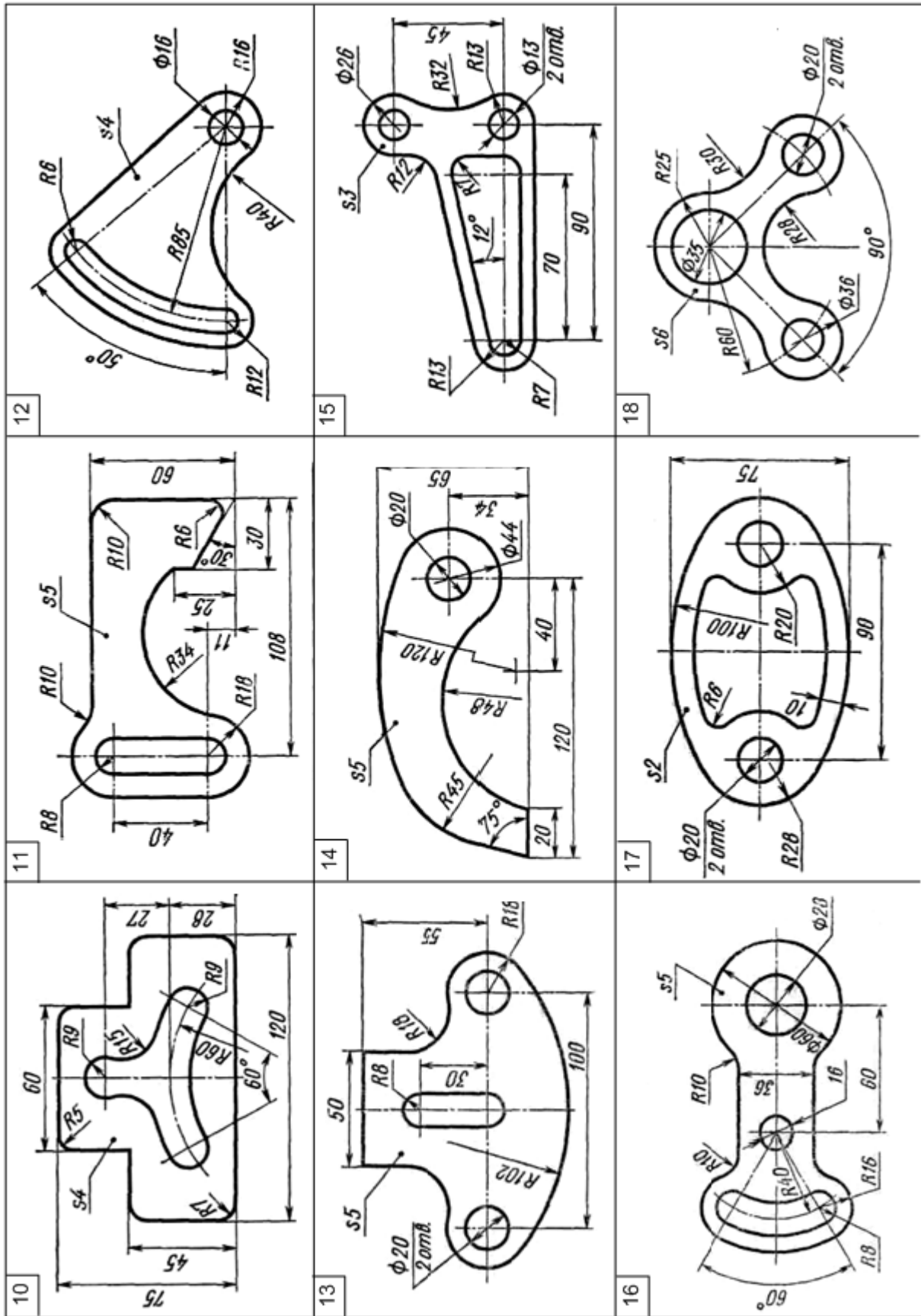
Рычаг

Таблица 2

РЪНАГ

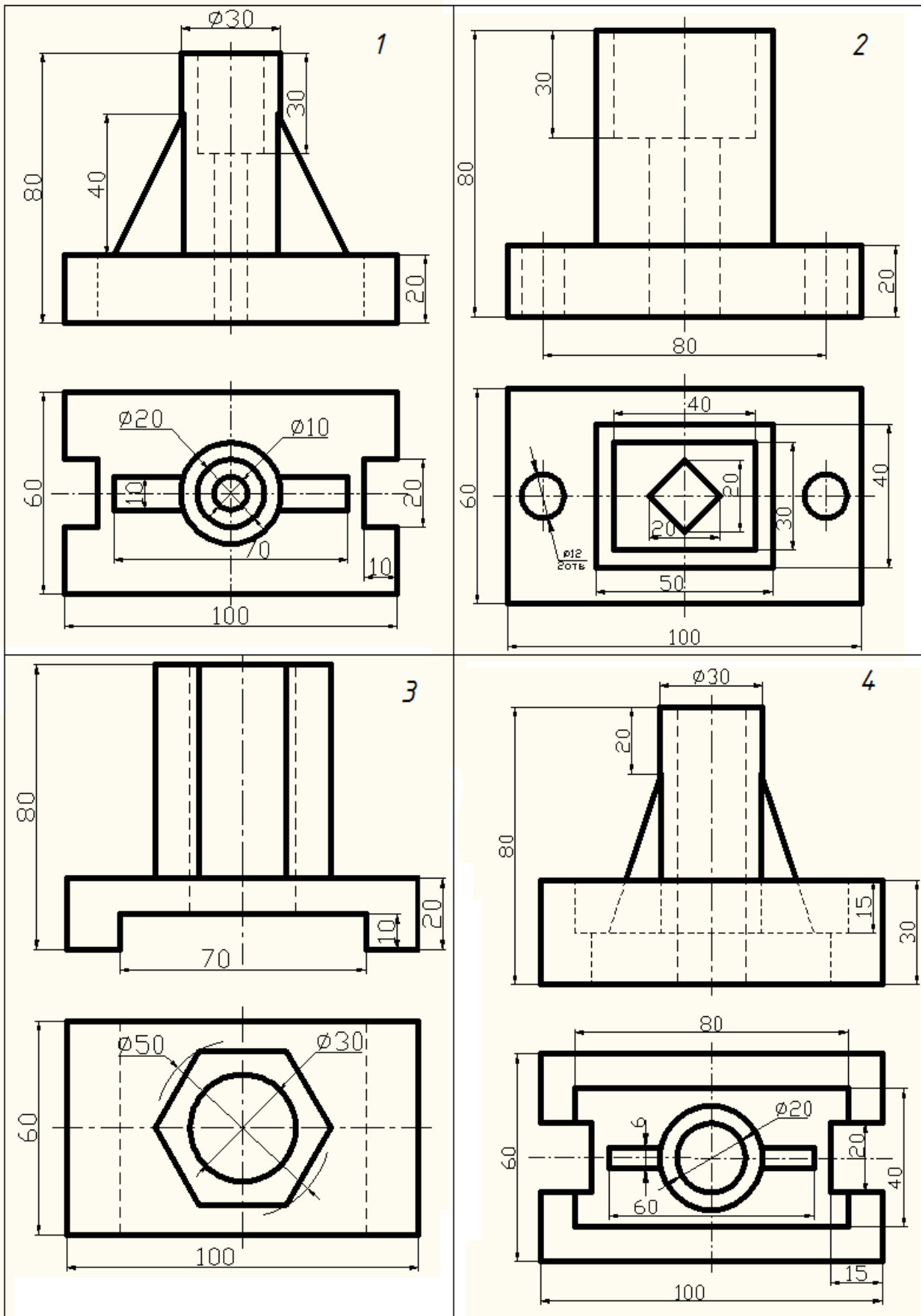
1			
4			
7			

Продолжение приложения Г

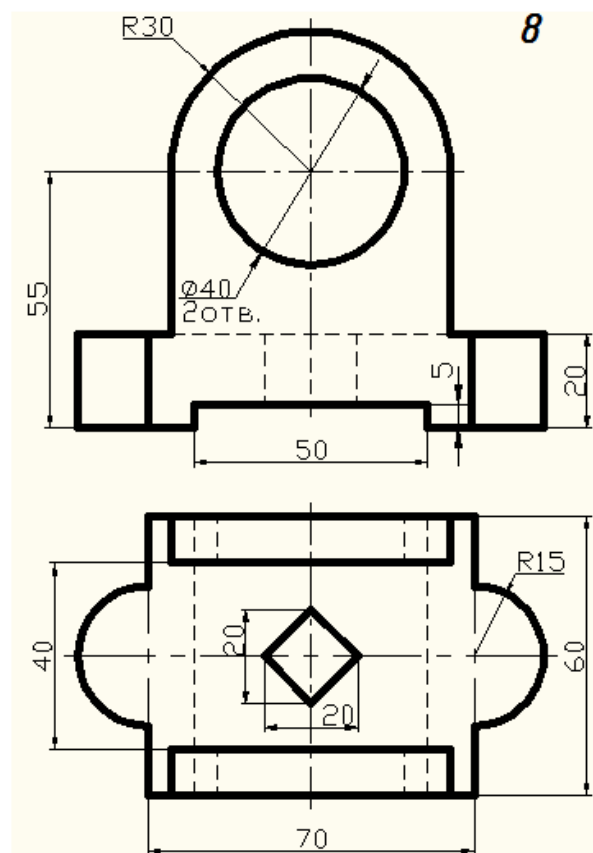
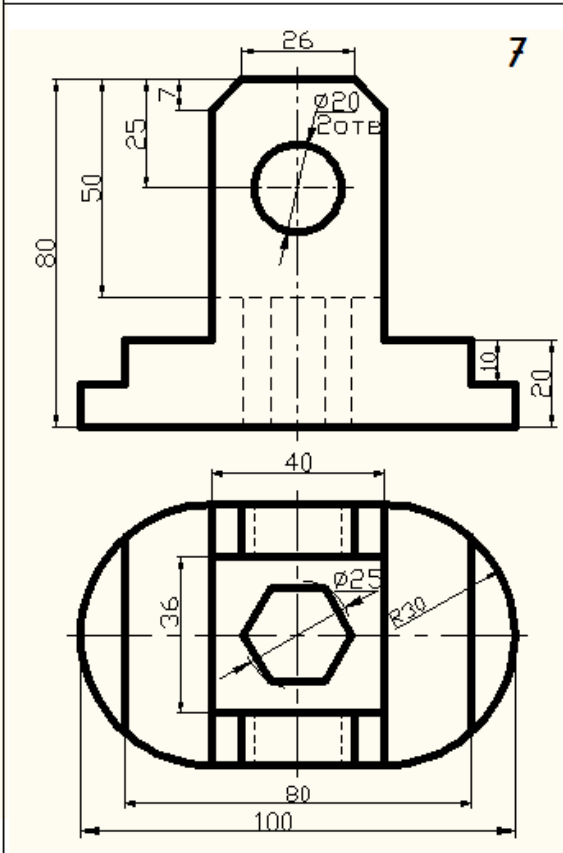
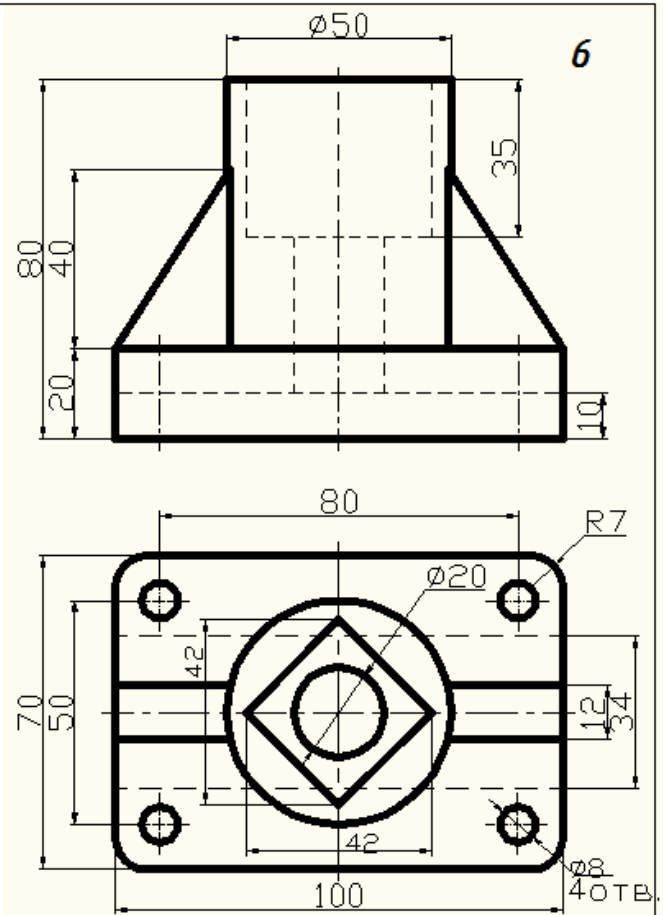
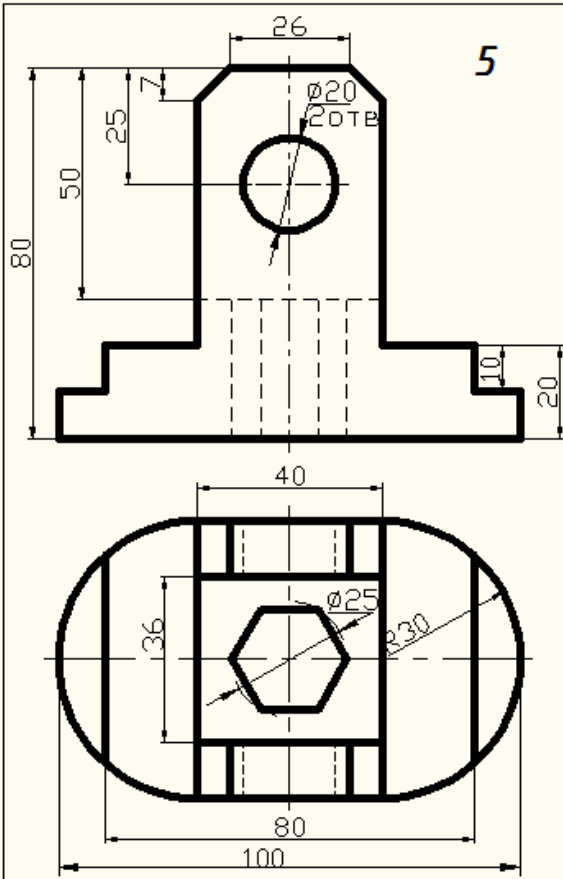


Приложение Д

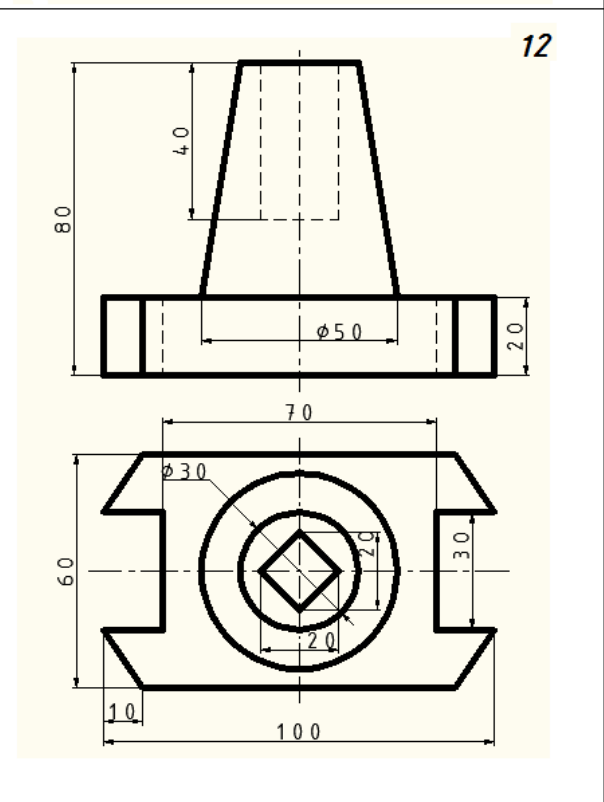
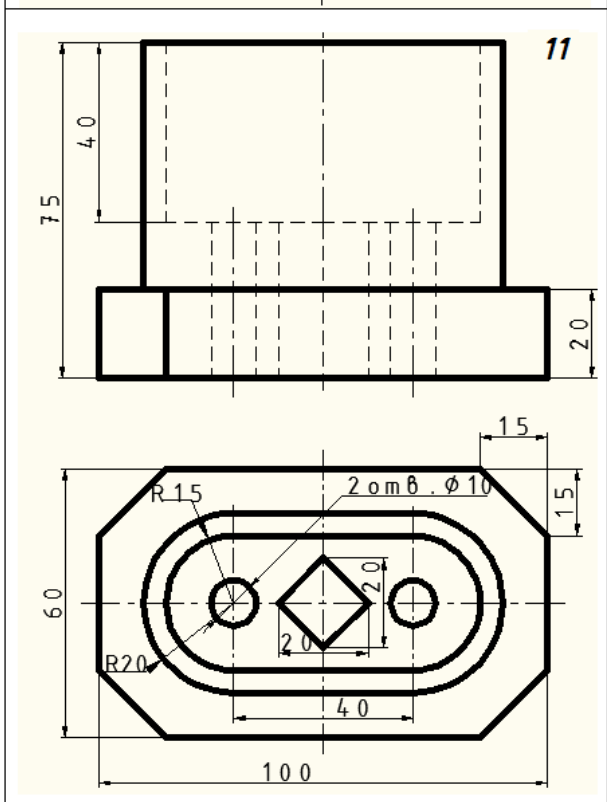
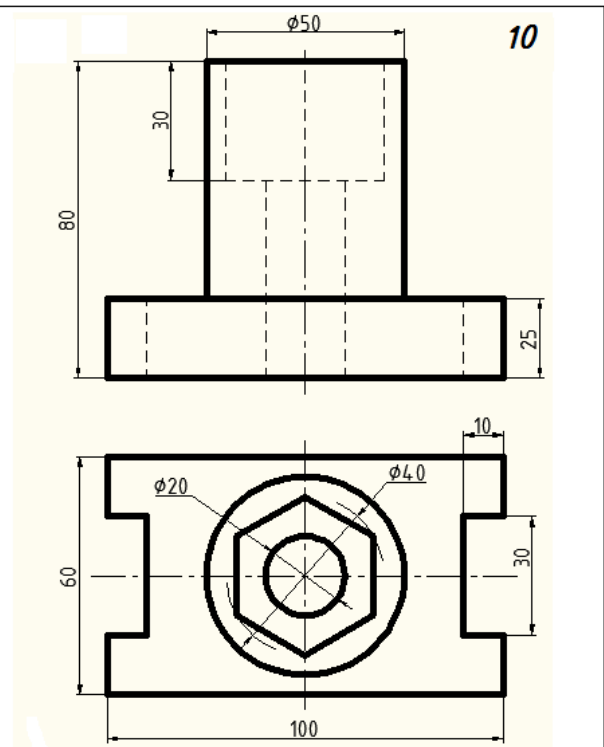
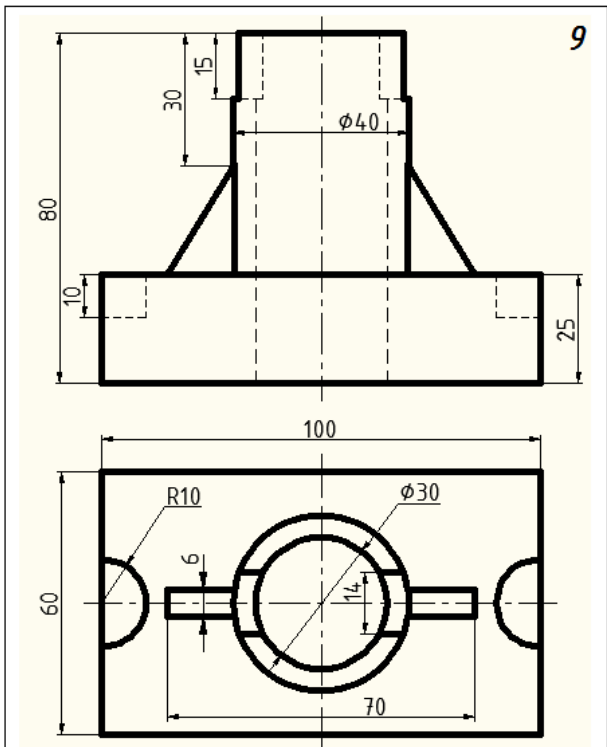
Варианты задания для работы №7 «Простые разрезы»



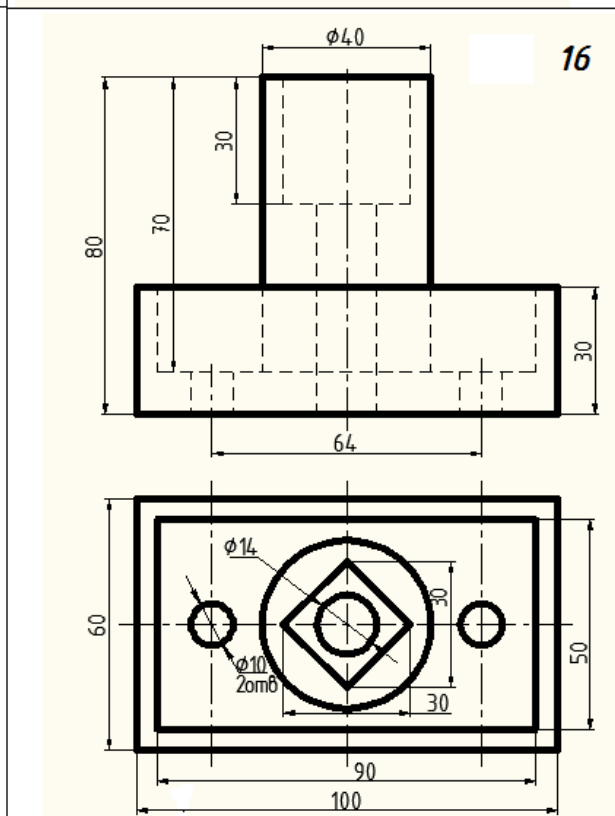
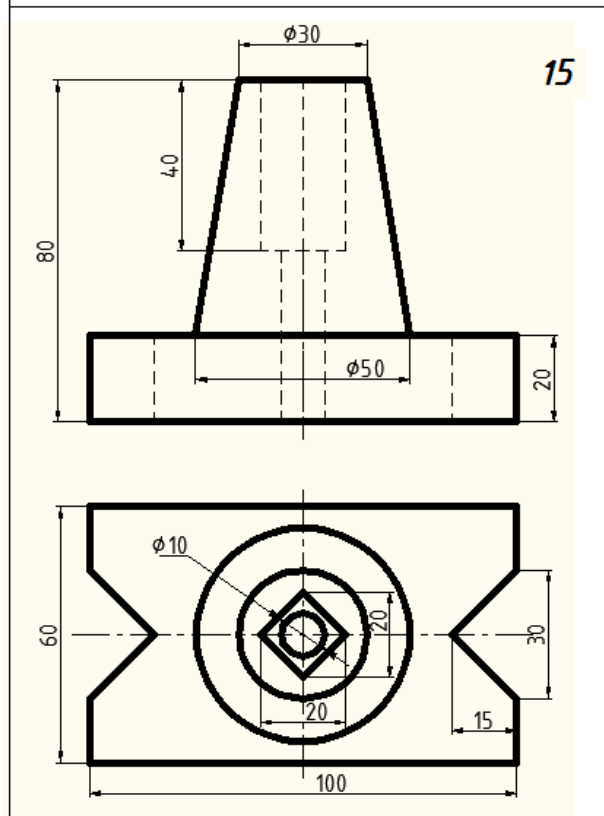
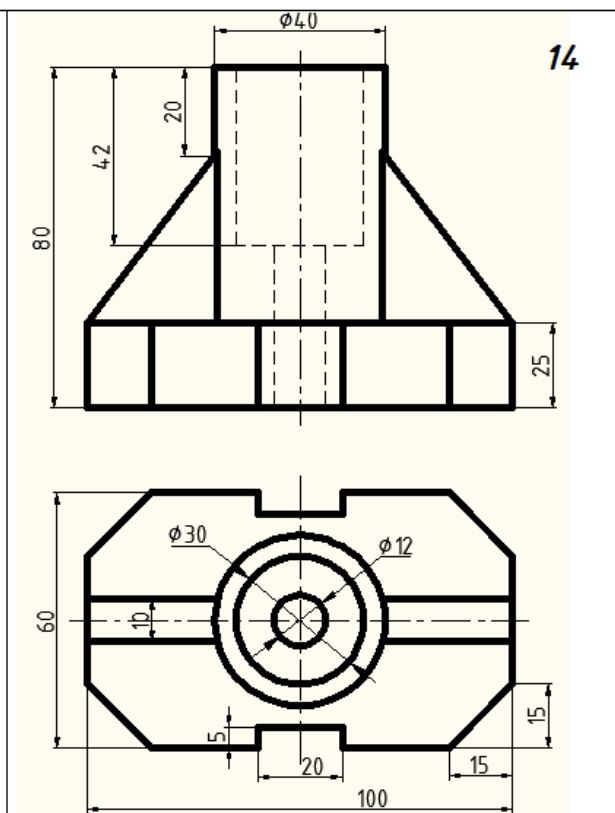
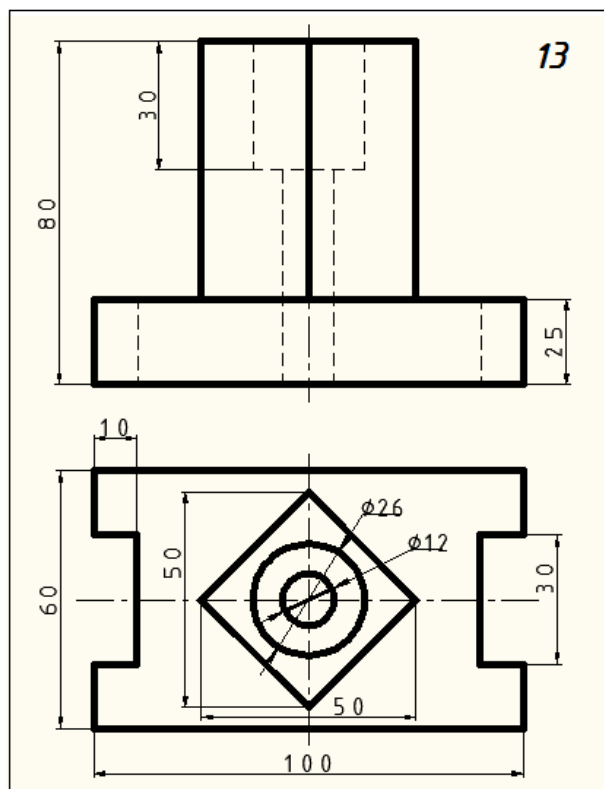
Продолжение приложения Д



Продолжение приложения Д

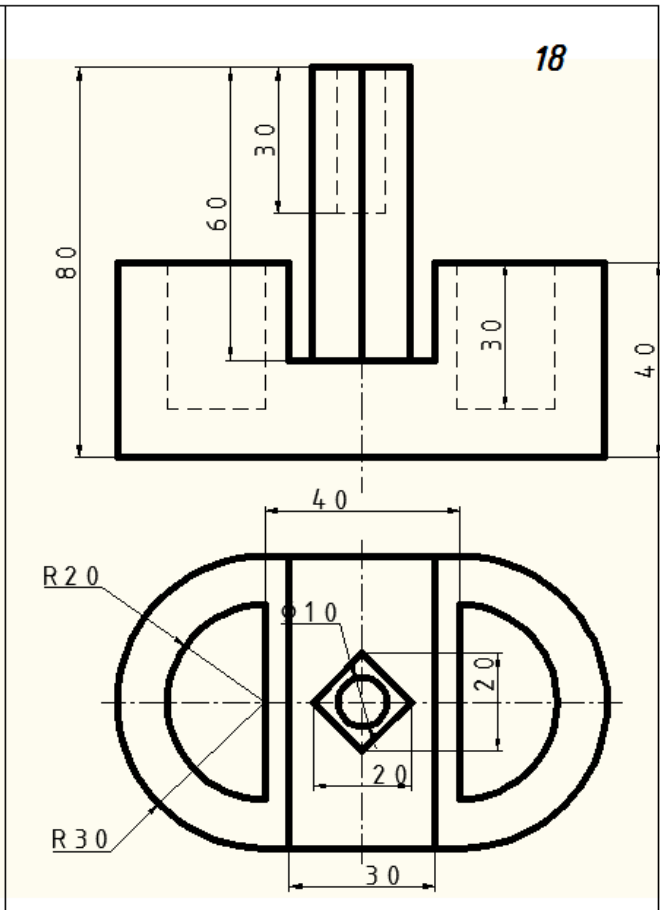
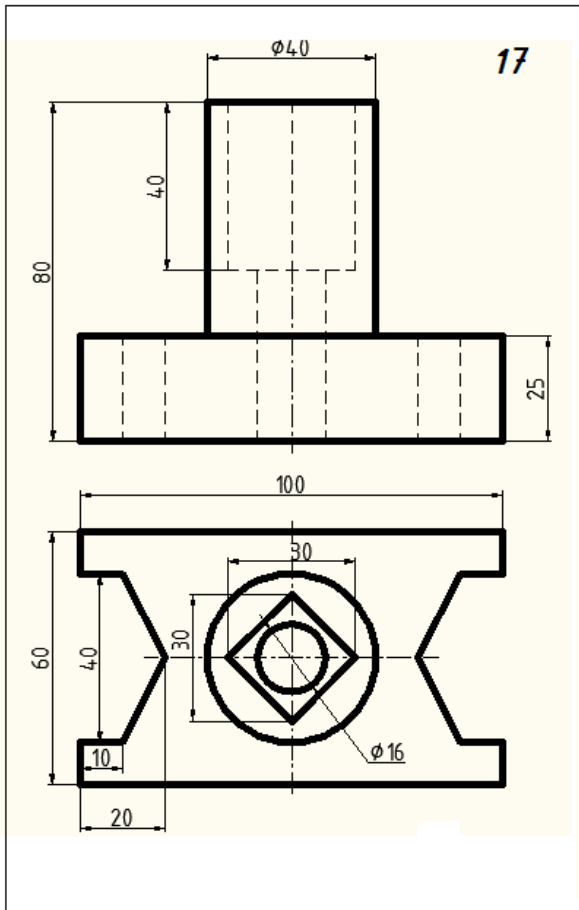


Продолжение приложения Д



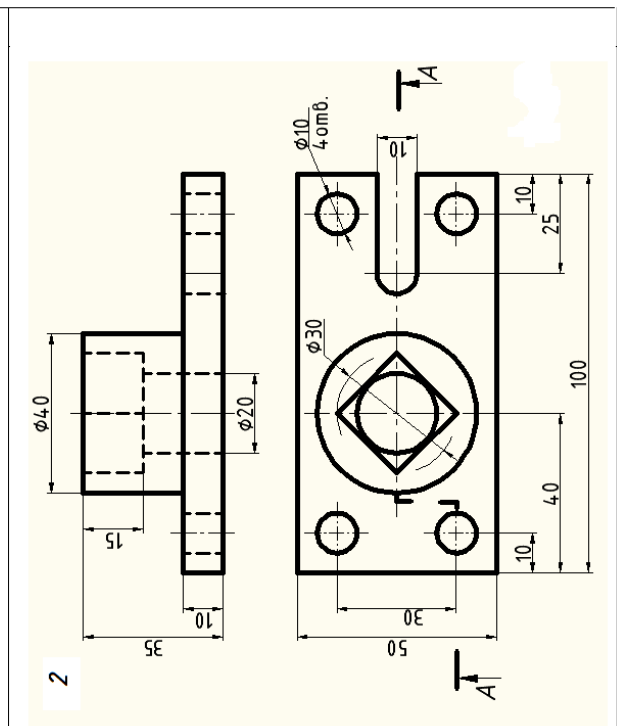
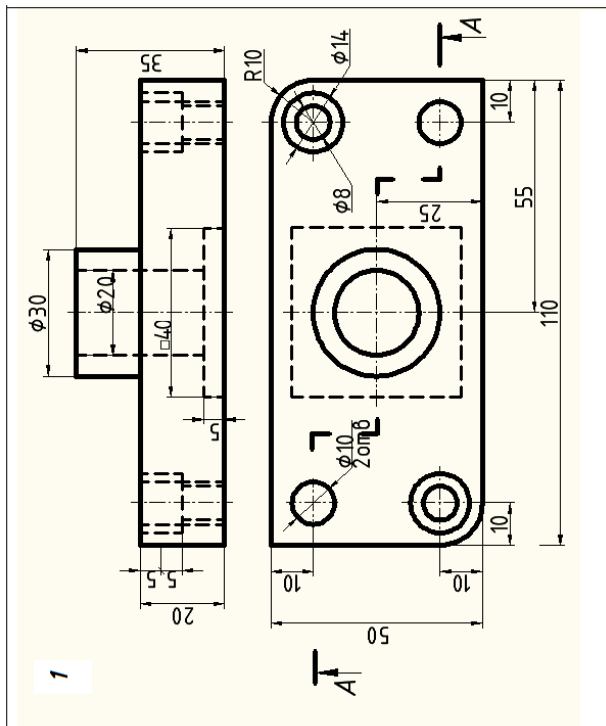
Продолжение приложения Д



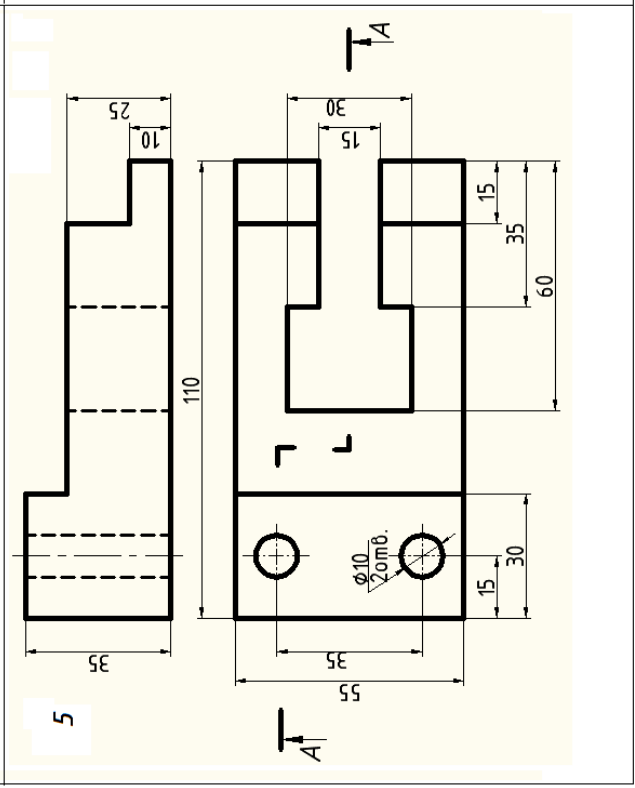
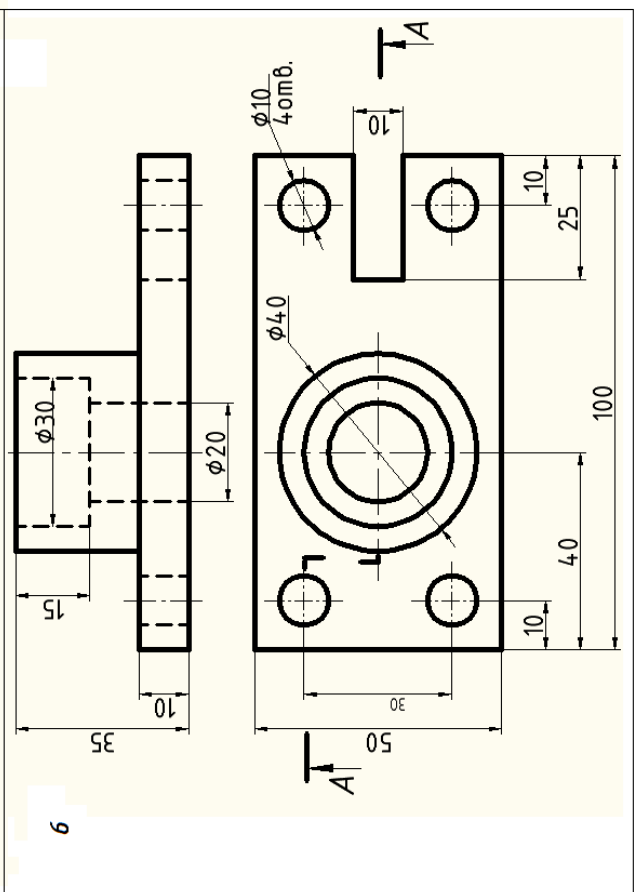
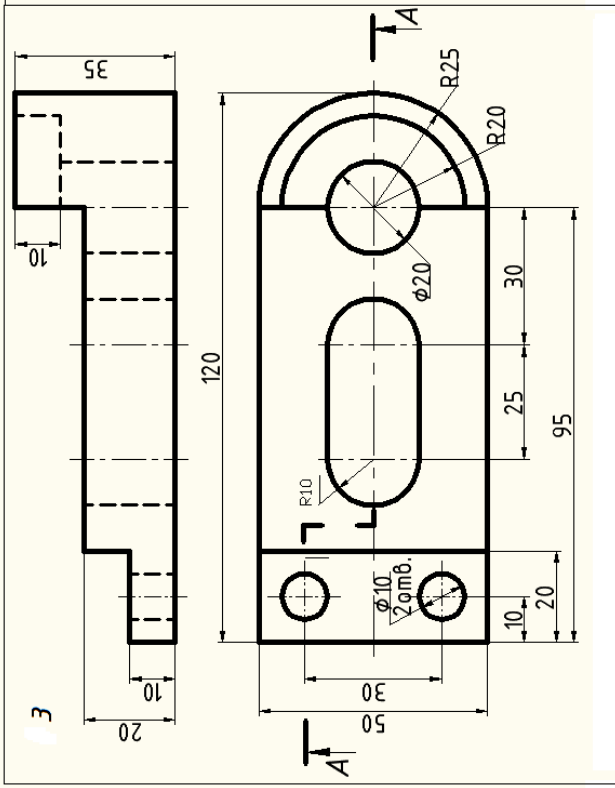
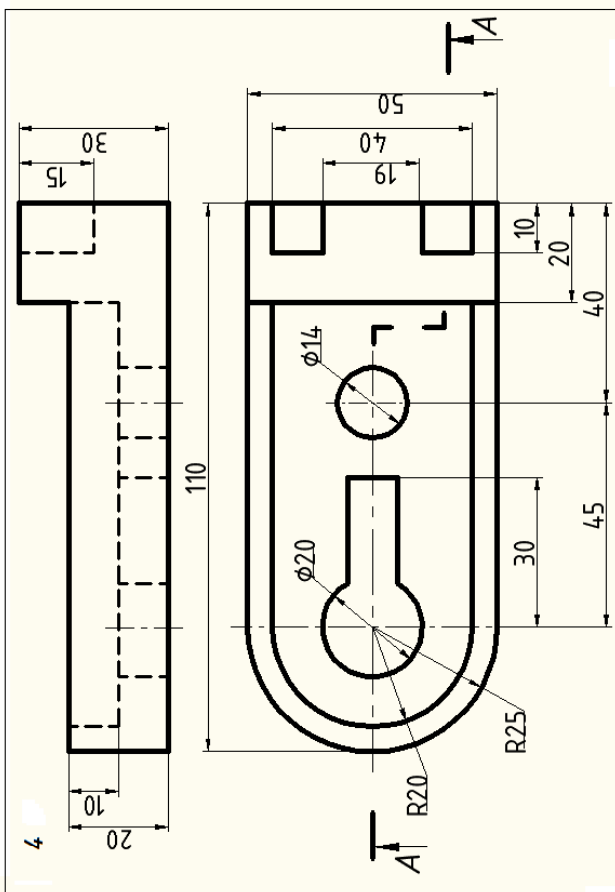


Приложение E

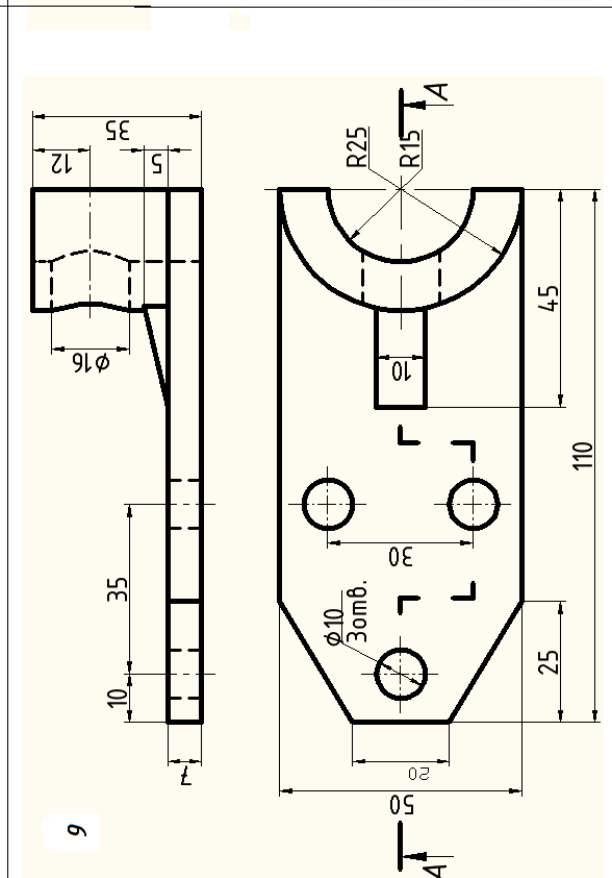
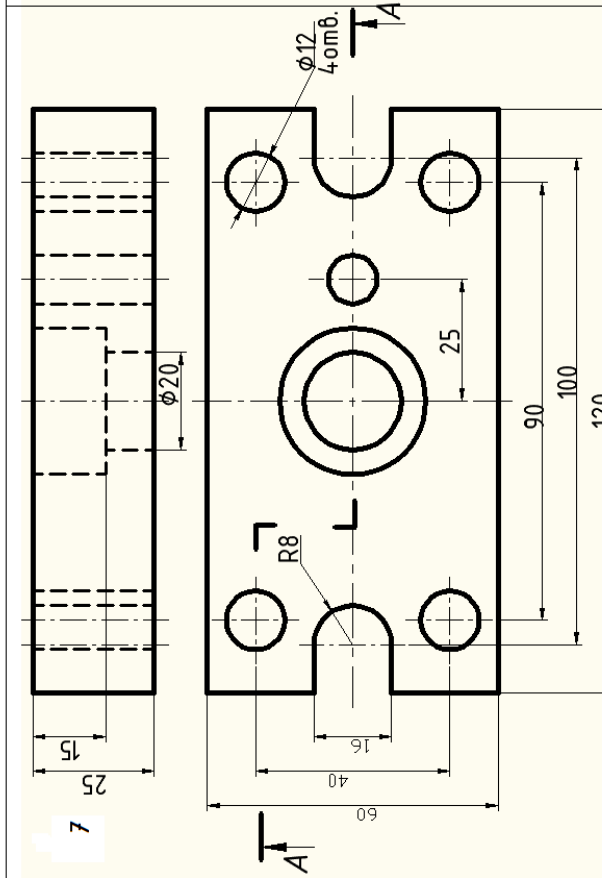
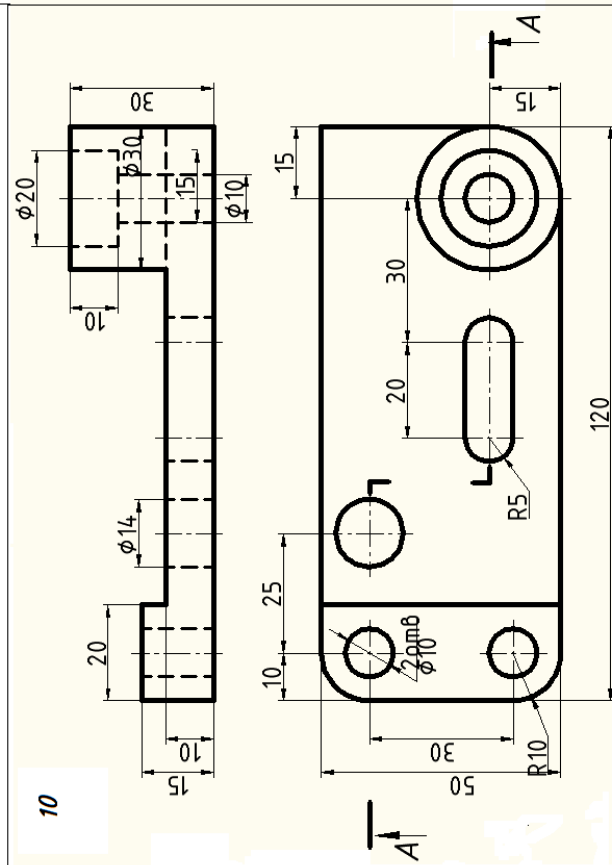
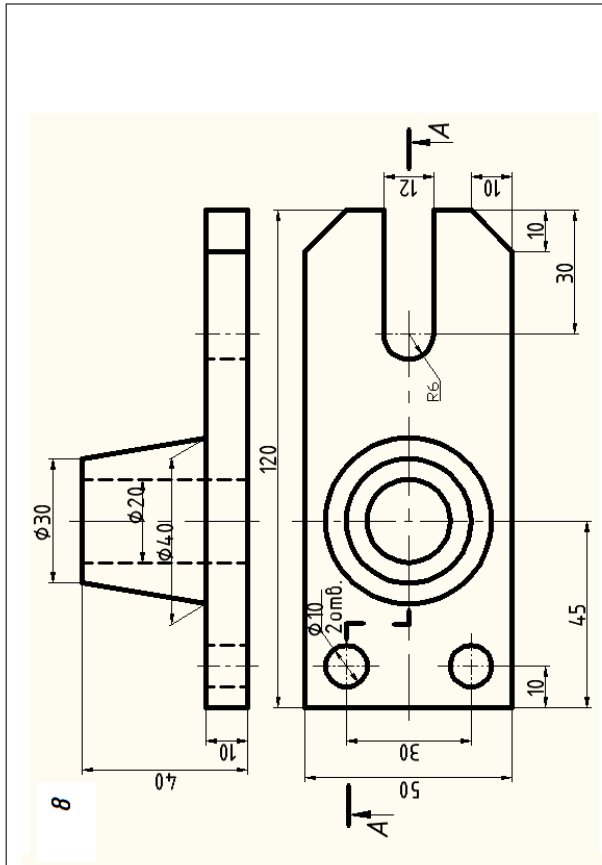
Варианты заданий к работе № 7



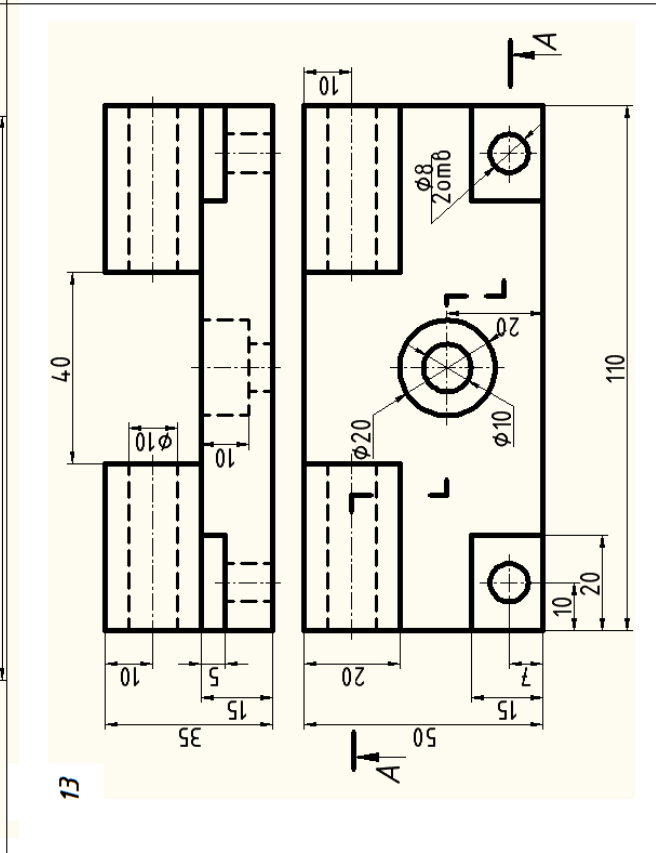
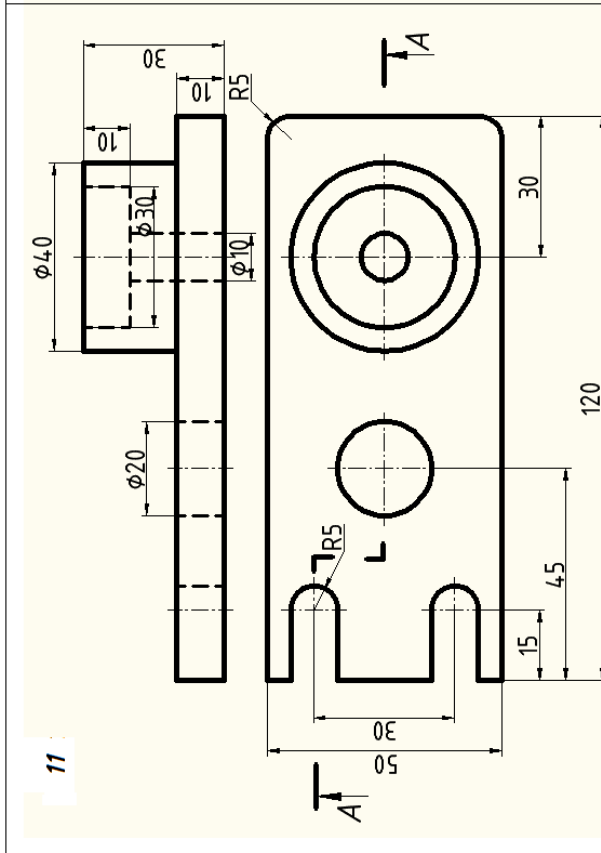
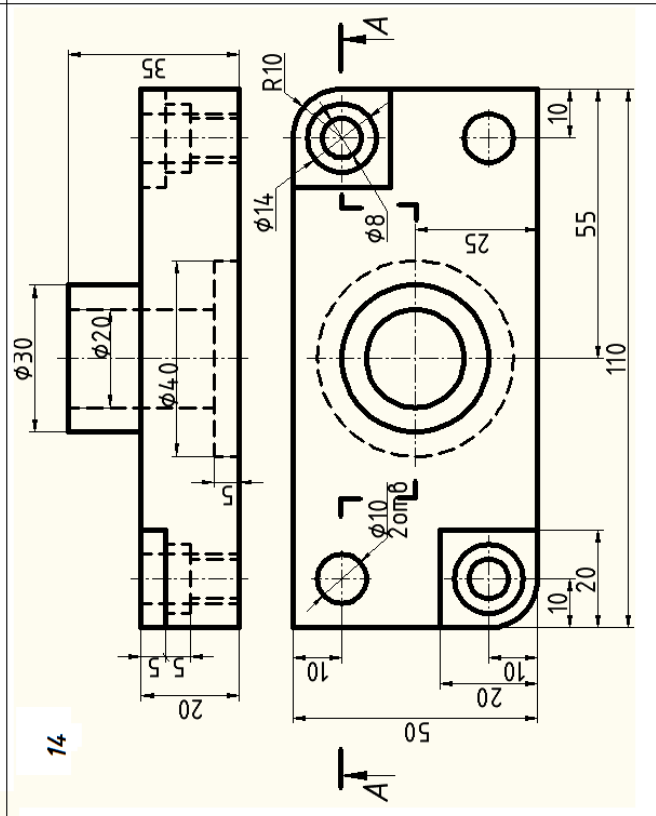
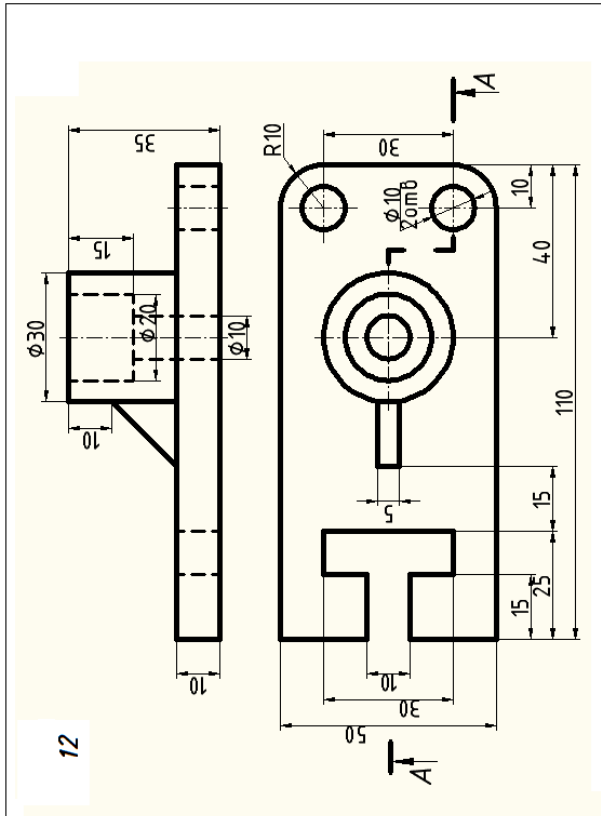
Продолжение приложения E



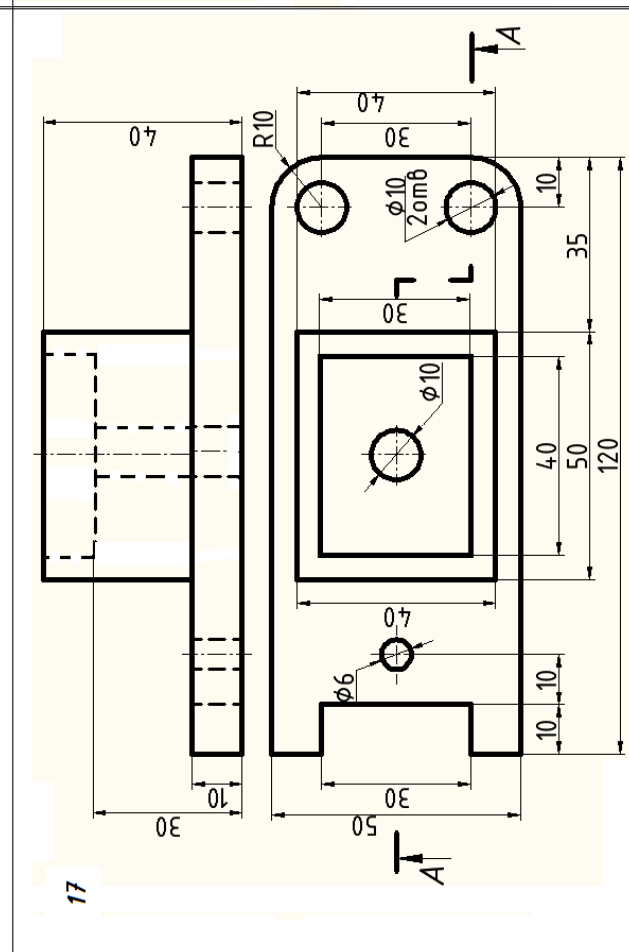
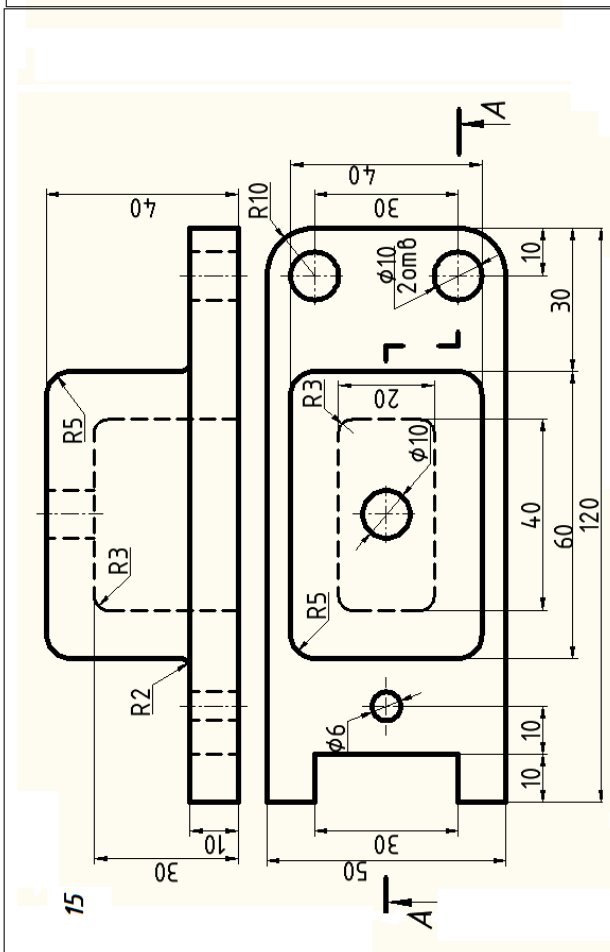
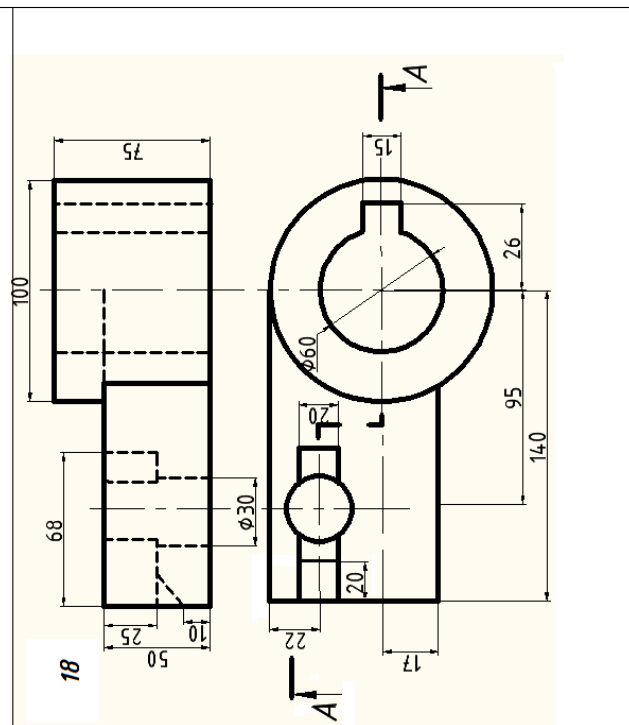
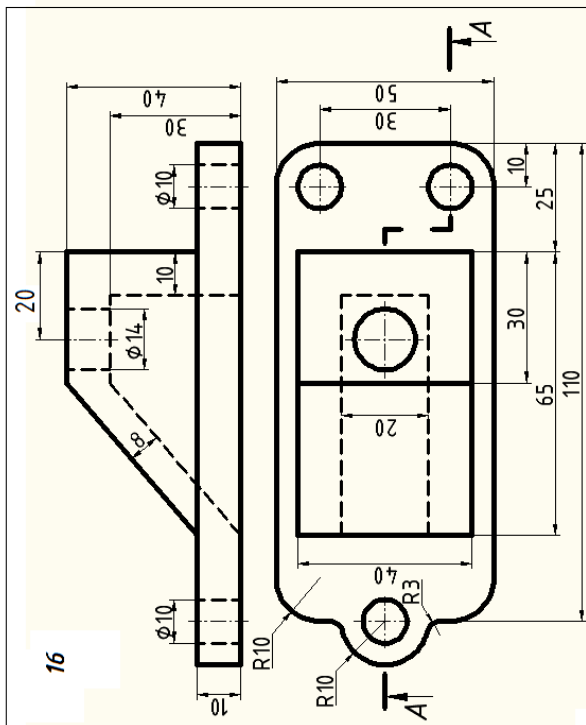
Продолжение приложения Е



Продолжение приложения Е

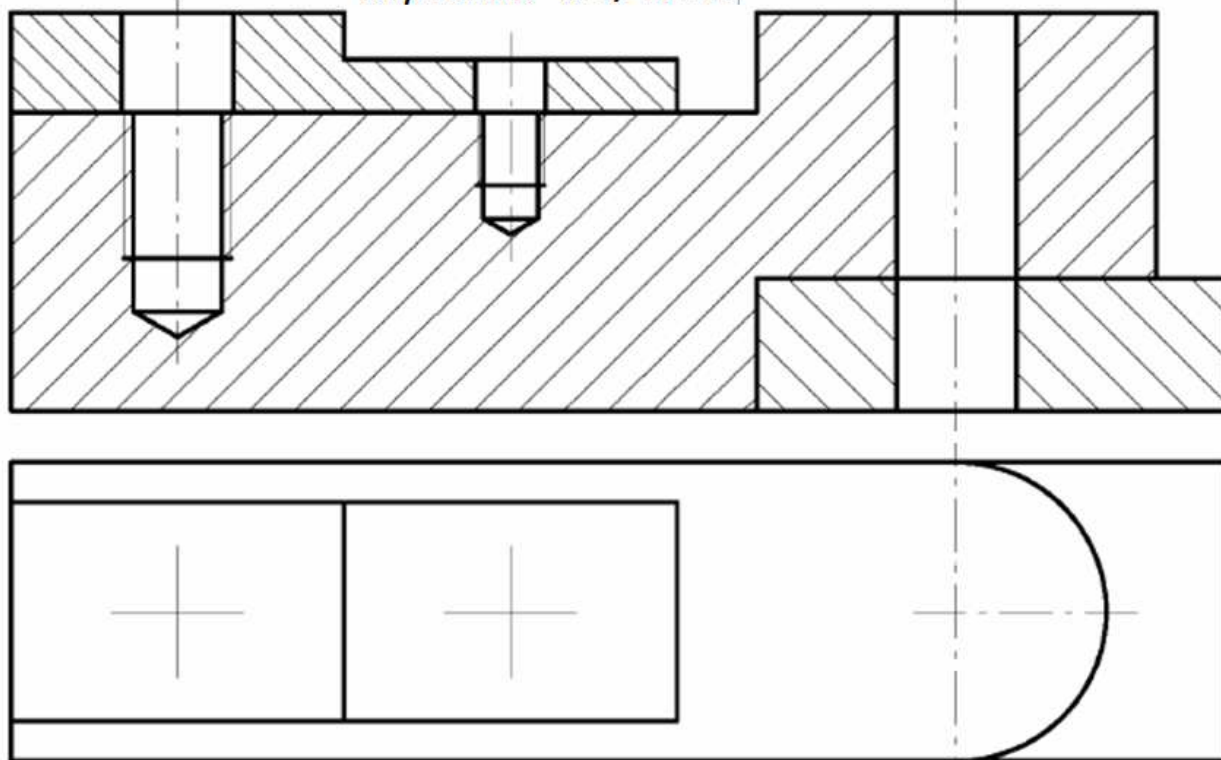


Продолжение приложения E

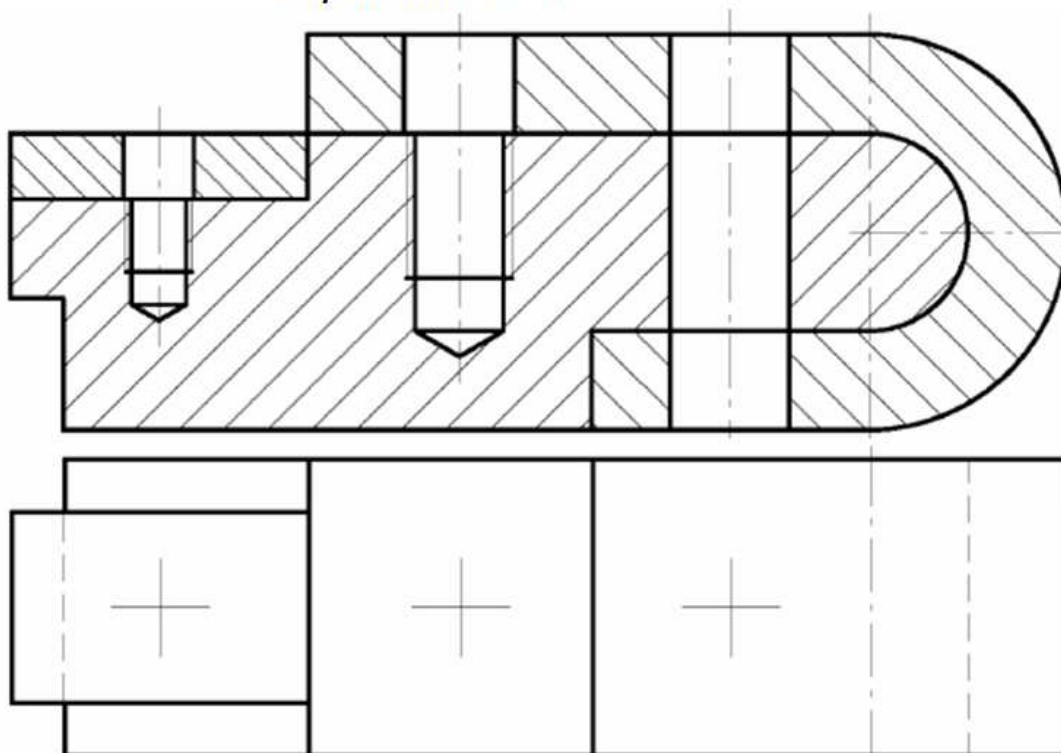


Варианты заданий к работе №8

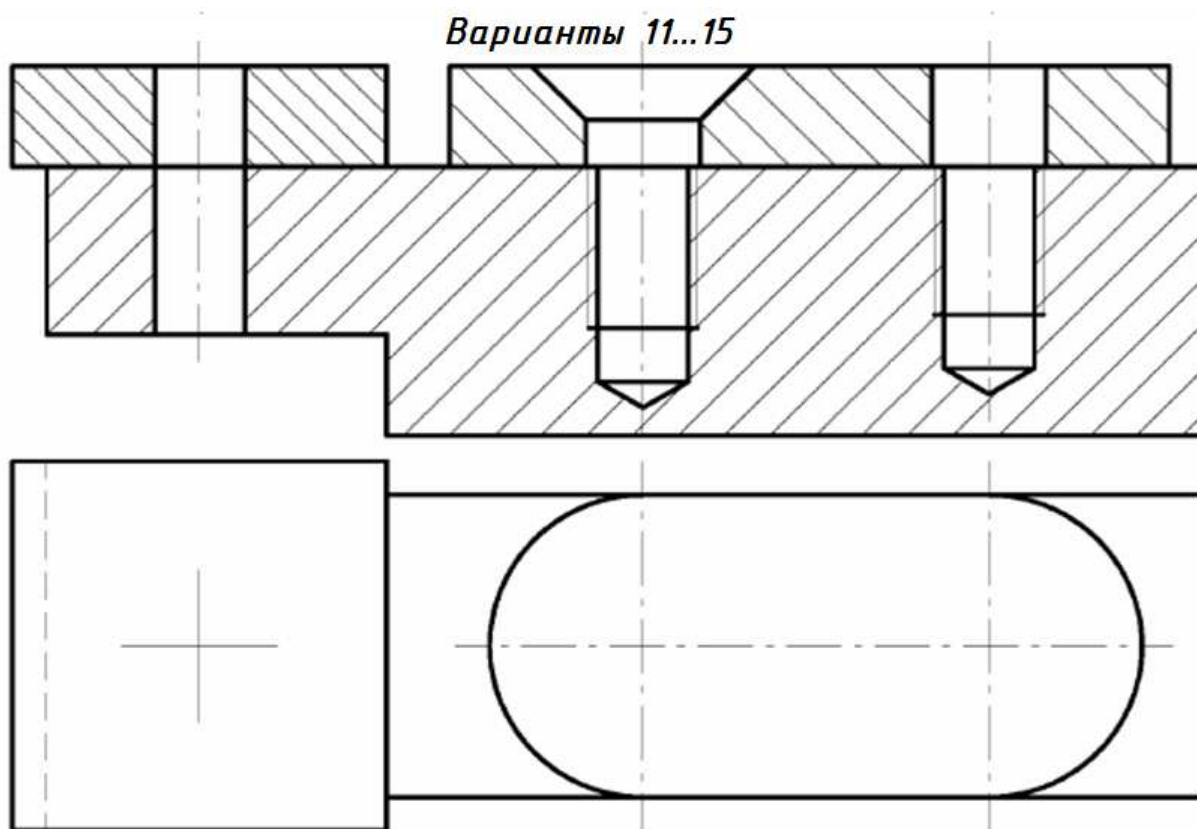
*Варианты 1...5, 16...18*



*Варианты 6...10*



*Продолжение приложения Ж*



*Приложение 3*

Варианты заданий к графической работе № 9

**В 1 (дет.4), 2 (дет.2) «Вентиль»**

Форм	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
			Д.ИГ.- 09.01.10.000 СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Детали</u>		
		1	Д.ИГ.- 09.01.10.001	Корпус	1	
		2	Д.ИГ.- 09.01.10.002	Гайка	1	
		3	Д.ИГ.- 09.01.10.003	Втулка	1	
		4	Д.ИГ.- 09.01.10.004	Гайка	1	
		5	Д.ИГ.- 09.01.10.005	Рукоятка	1	
		6	Д.ИГ.- 09.01.10.006	Клапан	1	
		7	Д.ИГ.- 09.01.10.007	Гайка клапана	1	
		8	Д.ИГ.- 09.01.10.008	Шайба	1	
		9	Д.ИГ.- 09.01.10.009	Кольцо	1	
		10	Д.ИГ.- 09.01.10.010	Кольцо	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		11		Гайка М8.5		
				ГОСТ 5915-70	1	
				<u>Материалы</u>		
		12		Шнур асбестовый		
				ШАОН 151		
				ГОСТ 1779-83	0,2	кг
			<b>Д.ИГ. - 09.01.10. 000</b>			
Чертил			Подп.	Дата	Лит.	Лист
Пров.						Листов
<b>Вентиль</b>				<b>АмГУ</b>		

Вентиль применяется для регулирования давления выпуска газа из баллона, с которым связан верхний резьбовой выступ корпуса.

Давление газа зависит от зазора между коническим концом клапана поз.6 и 120тверстием в корпусе поз.1. Зазор можно изменить вращением гайки клапана поз.7, перемещающей клапан вдоль оси. Вращательному движению клапана препятствуют два выступа на цилиндрической части, входящие в пазы внутри корпуса. Втулка поз.3 и гайка поз.2 предназначены для соединения вентиля с трубопроводом.

Материалы деталей поз.1, 2, 6, 7 – Сталь 15 ГОСТ 1050-88, деталей поз.3 – 5, 8, 9 – Сталь 20 ГОСТ 1050-88.

*Продолжение приложенияЗ*





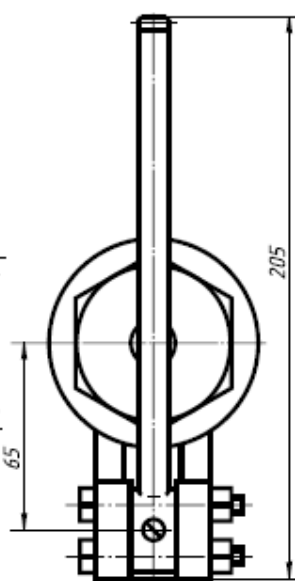
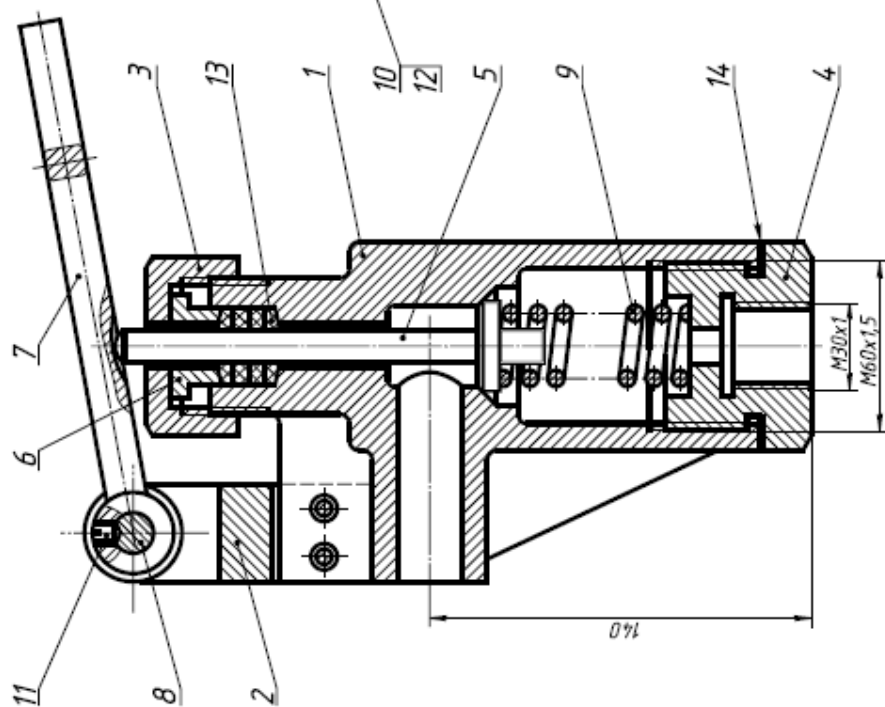
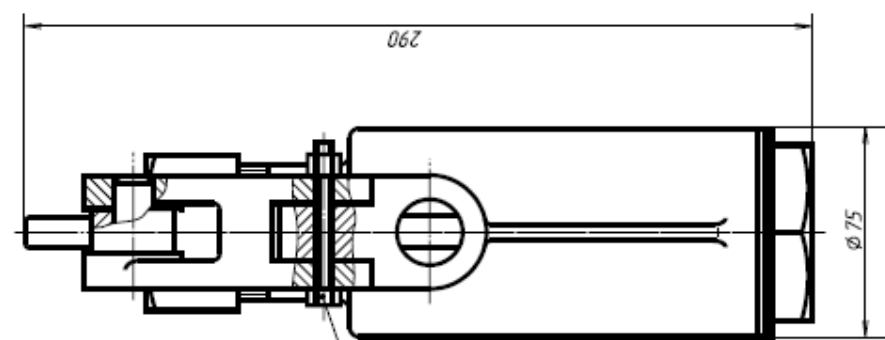
Форм	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
				<u>Документация</u>				
			Д.ИГ. - 10.01.10.000 СБ	Сборочный чертеж				
				<u>Детали</u>				
		1	Д.ИГ. - 10.01.10.001	Корпус	1			
		2	Д.ИГ. - 10.01.10.002	Вилка	1			
		3	Д.ИГ. - 10.01.10.003	Гайка	1			
		4	Д.ИГ. - 10.01.10.004	Пробка	1			
		5	Д.ИГ. - 10.01.10.005	Клапан	1			
		6	Д.ИГ. - 10.01.10.006	Втулка	1			
		7	Д.ИГ. - 10.01.10.007	Рычаг	1			
		8	Д.ИГ. - 10.01.10.008	Ось	1			
		9	Д.ИГ. - 10.01.10.009	Пружина	1			
				<u>Стандартные изделия</u>				
		10		Болт М8х60.58				
				ГОСТ 7798-70	2			
		11		Винт М6х14.58				
				ГОСТ 1476-84	1			
		12		Гайка М8.5				
				ГОСТ 5915-70	2			
		13		Кольцо СГ 23-14-5				
				ГОСТ 6418-81	4			
				<u>Материалы</u>				
		14		Картон Б 3				
				ГОСТ 6659-83	0,1	кг		
			Д.ИГ. - 10.01.10.000					
			Подп.	Дата				
Чертил			<b>Клапан питательный</b>			Лит.	Лист	Листов
Пров.						АМГУ		

Клапан предназначен для свободного периодического пропуска воды в одном направлении.

Для этого нажимают рычаг поз.7, который поворачивается вокруг оси поз.8. Клапан поз.5, плотно притертый к коническому гнезду корпуса поз.1, отойдет от гнезда вниз и откроет проход для воды. Пружина поз.9 при этом будет сжиматься. После снятия усилия с рычага пружина разожмется, в результате чего клапан закроет отверстие. В месте выхода клапана из корпуса предусмотрено сальниковое уплотнение из колец поз.13. Кольца поджимаются втулкой поз.6 и гайкой поз.3.

Материалы деталей поз.1 - 4 - Сталь 15 ГОСТ 1050-88, деталей поз.5 - 8 - Ст 5 ГОСТ 380-88, детали поз.9 - Сталь 65Г ГОСТ 1050-88.

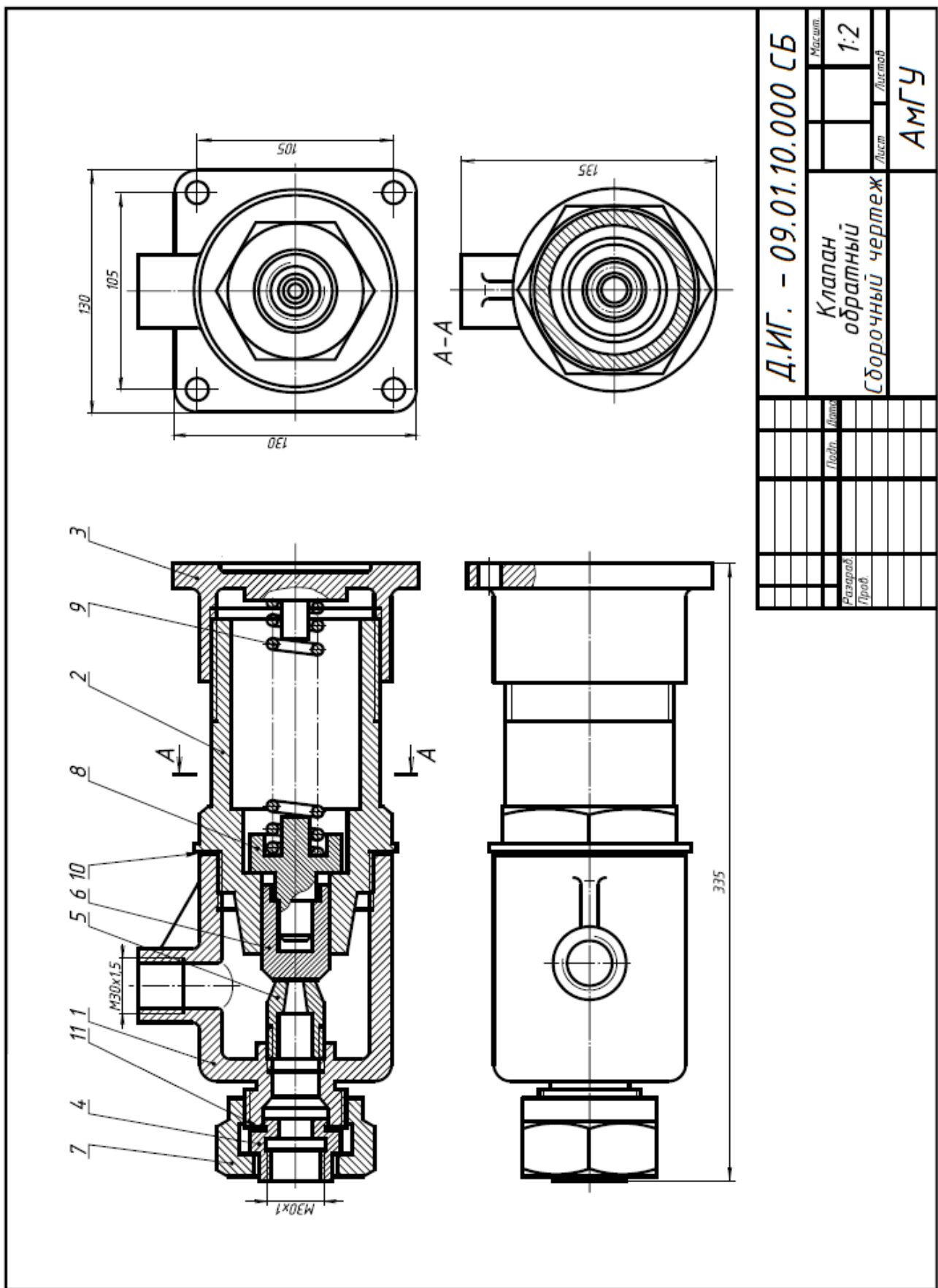
Продолжение приложения 3



Д.ИГ. - 09.01.10.000 СБ		Масштаб	1:2
		Лист	Листов
Клапан питательный Сборочный чертеж		Разработ.	
		Проб.	
АМГУ		Лист	
		Листов	

Продолжение приложения 3





Продолжение приложения 3  
**В 8 (дет.8), 9 (дет.2), 10(дет. 5) «Клапан механический»**



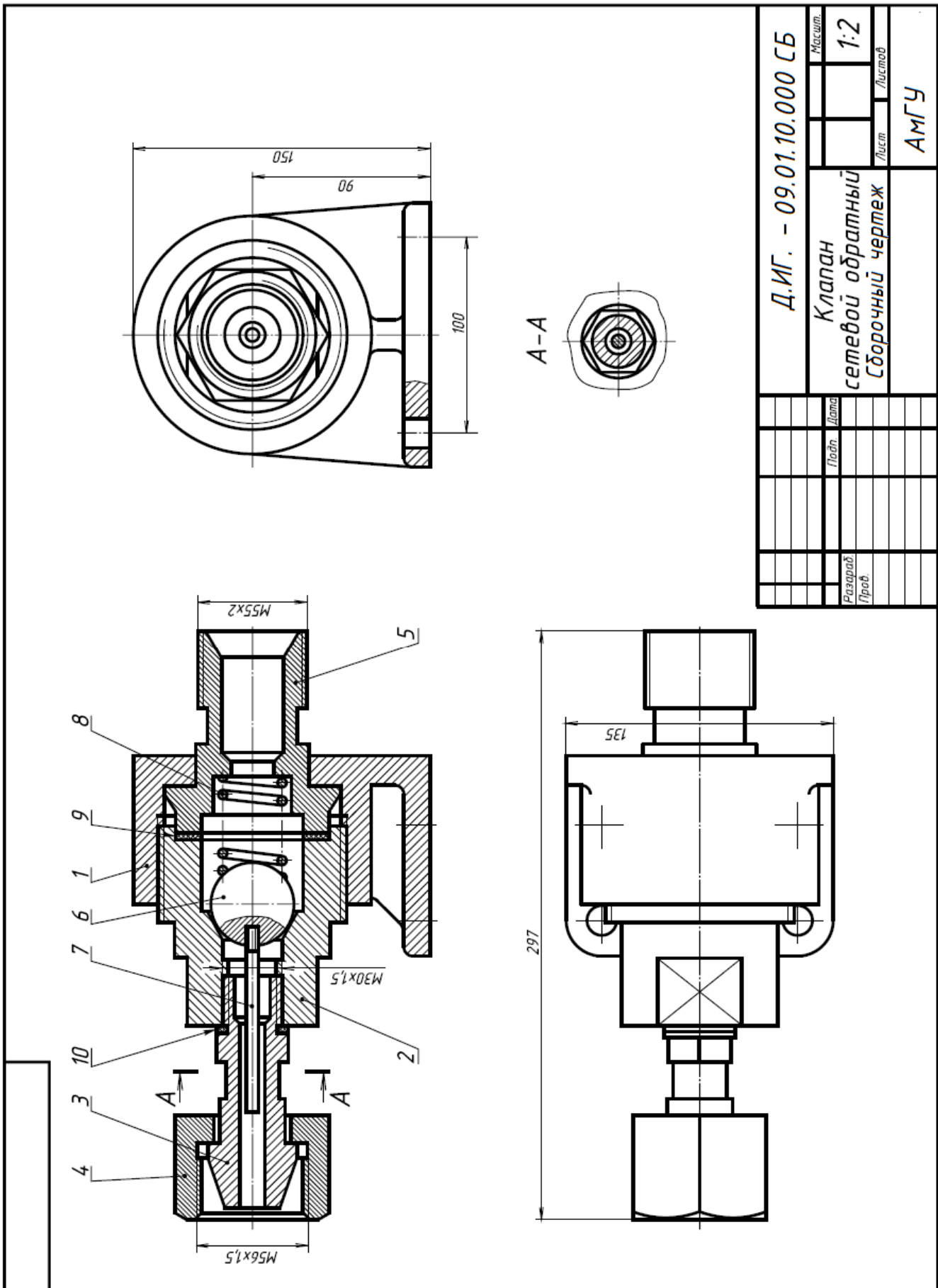












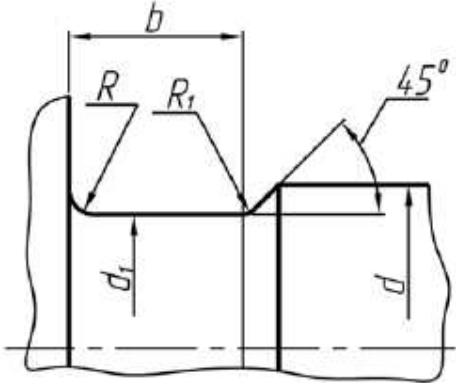
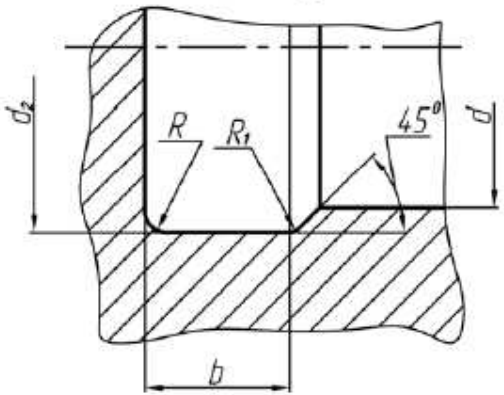
Продолжение приложения 3





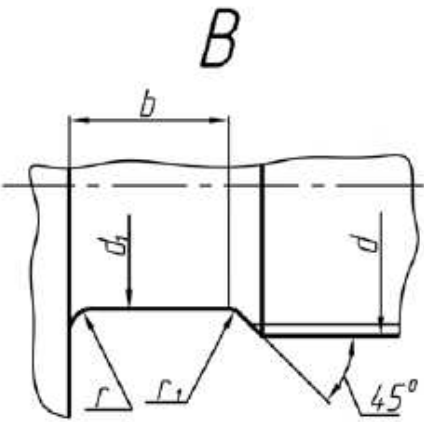
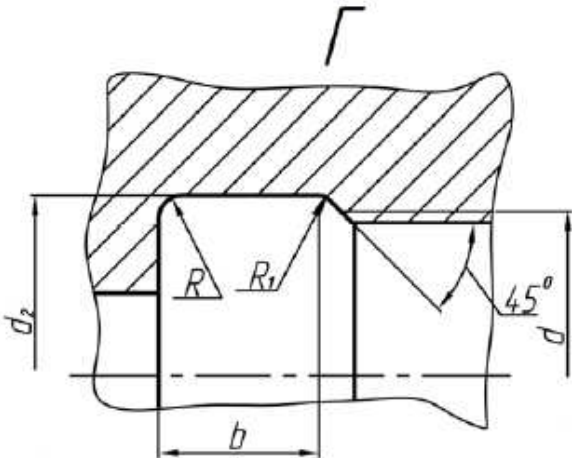
## Размеры элементов точеных деталей

*Канавки для выхода шлифовального круга, мм, ГОСТ 8820-69*

Шлифование по наружному цилиндру <b>А</b>			Шлифование по внутреннему цилиндру <b>Б</b>		
					
$d$	$b$	Наружное шлифование $d_1$	Внутреннее шлифование $d_2$	$R$	$R_1$
До 10	1	$d - 0,3$	$d + 0,3$	0,3	0,2
	1,6			0,5	0,2
До 10 Св. 10 до 50	2	$d - 0,5$	$d + 0,5$	0,5	0,3
	3			1,0	0,5

*Продолжение приложения И*

Размеры проточек для метрической резьбы, мм

Наружная резьба					Внутренняя резьба				
									
Шаг резьбы	$b$	$r$	$r_1$	$d_1$	Шаг резьбы	$b$	$R$	$R_1$	$d_2$
0,5	1,6	0,5	0,3	$d - 0,8$	0,5	2,0	0,5	0,3	$d + 0,3$
0,6	1,6	0,5	0,3	$d - 0,9$	0,6	-	-	-	-
0,7	2,0	0,5	0,3	$d - 1,0$	0,7	-	-	-	-
0,75	2,0	0,5	0,3	$d - 1,2$	0,75	3,0	1,0	0,5	$d + 0,4$
0,8	3,0	1,0	0,5	$d - 1,2$	0,8	-	-	-	-
1,0	3,0	1,0	0,5	$d - 1,5$	1,0	4,0	1,0	0,5	$d + 0,5$
1,0	3,0	1,0	0,5	$d - 1,5$	1,0	4,0	1,0	0,5	$d + 0,5$
1,25	4,0	1,0	0,5	$d - 1,8$	1,25	5,0	1,6	0,5	$d + 0,5$
1,5	4,0	1,0	0,5	$d - 2,2$	1,5	6,0	1,6	1,0	$d + 0,7$
1,75	4,0	1,0	0,5	$d - 2,5$	1,75	7,0	1,6	1,0	$d + 0,7$
2,0	5,0	1,6	0,5	$d - 3,0$	2,0	8,0	2,0	1,0	$d + 1,0$
2,5	6,0	1,6	1,0	$d - 3,5$	2,5	10,0	2,5	1,0	$d + 1,0$
3,0	6,0	1,6	1,0	$d - 4,5$	3,0	10,0	3,0	1,0	$d + 1,2$

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

#### **а) основная литература:**

1. Инженерная графика : учеб./ Н. П. Сорокин [и др.] ; под ред. Н. П. Сорокина. -СПб.: Лань, 2009. -392 с.:а-рис.
2. Лагерь А.И. Инженерная графика : учеб. : рек. Мин. обр РФ/ А. И. Лагерь. - 5-е изд., стер.. -М.: Высш. шк., 2008. -336 с.:а-рис.
3. Чекмарев А.А. Инженерная графика (машиностроительное черчение) : учеб. : рек. НМС/ А.А. Чекмарев. -М.: ИНФРА-М, 2009. -396 с.:а-ил.

#### **б) дополнительная литература:**

1. Волошин-Челпан Э.К. Начертательная геометрия. Инженерная графика : учеб. : рек. Мин. обр. РФ/ Э. К. Волошин-Челпан. -М.: Академический Проект, 2009. -184 с.:а-рис.
2. Гаврилюк Е.А. Геометрическое черчение: учеб. пособие/ Е. А. Гаврилюк, Л. А. Ковалева, А.В. Станийчук ; АмГУ, ФПИ. -Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2007. -30 с.:а-рис.
3. Гаврилюк Е.А. Эскизы деталей : учеб. пособие/ Е. А. Гаврилюк, Л. А. Ковалева ; АмГУ, ФПИ. -Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2007. -27 с.:а-рис.
4. Начертательная геометрия. Инженерная графика : учеб.-метод. комплекс для спец. 260704, 260901, 260902/ АмГУ, ФПИ; сост. Е. А. Гаврилюк. - Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2007. -103 с.
5. Фазлулин Э.М. Инженерная графика : учеб./ Э. М. Фазлулин, В. А. Халдинов. -2-е изд., испр.. -М.: Академия, 2008. -398 с.:а-рис.
6. Федоренко В.А. Справочник по машиностроительному черчению/ В. А. Федоренко, А. И. Шошин. -16-е изд., стер.. -М.: Альянс, 2007. -416 с.:а-рис.
7. Чекмарев А.А. Справочник по машиностроительному черчению/ А. А. Чекмарев, В. К. Осипов. -9-е изд., стер.. -М.: Высш. шк., 2009. -494 с.:а-ил.

## **ОГЛАВЛЕНИЕ**



ВВЕДЕНИЕ	3
1 ТОЧКА И ПРЯМАЯ	5
1.1 Чертеж точки	5
1.2 Чертеж прямой	5
1.2.1 Прямые частного положения	6
1.2.2 Прямые общего положения	7
1.2.3 Взаимное положение прямых в пространстве	7
1.2.4 Проецирование прямого угла	8
1.3 Вопросы для самопроверки	8
2 ПЛОСКОСТЬ	9
2.1 Изображение плоскости на чертеже	9
2.2 Положение плоскостей в пространстве	10
2.3 Взаимное положение прямой линии и плоскости, двух плоскостей	11
2.3.1 Параллельность прямой и плоскости и плоскостей	11
2.3.2 Пересечение прямой и плоскости и плоскостей (частный случай)	12
2.3.3 Пересечение прямой и плоскости и плоскостей (общий случай)	14
2.4 Способ плоскопараллельного перемещения	15
2.5 Вопросы для самопроверки	18
3 ПОВЕРХНОСТИ	18
3.1 Многогранники	18
3.1.1 Точка и прямая на поверхности многогранника	18
3.1.2 Пересечение многогранника с плоскостью	19
3.1.3 Пересечение прямой линии с многогранником	20
3.1.4 Развертки многогранников	21
3.1.5 Взаимное пересечение многогранников	23
3.2 Поверхности вращения	24
3.2.1 Точка и прямая на поверхности вращения	25
3.2.2 Пересечение поверхности вращения с проецирующей плоскостью	26
3.2.3 Пересечение поверхности вращения прямой линии	27

3.2.4	Развертки поверхности вращения	29
3.2.5	Пересечение кривых поверхностей	30
3.3	Вопросы для самопроверки	33
4	РГР ПО НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ	34
4.1	Графическая работа №1 «Шрифты чертежные»	34
4.2	Графическая работа №2 «Пересечение двух плоскостей»	34
4.2.1	Задание	34
4.2.2	Указания к решению	35
4.2.3	Пример выполнения задания	36
4.3	Графическая работа №3 «Пересечение многогранника плоскостью»	37
4.3.1	Задание	37
4.3.2	Указания к решению	39
4.4	Графическая работа №4 «Пересечение многогранников»	42
4.4.1	Задание	42
4.4.2	Указания к решению	42
4.5	Графическая работа №5 «Пересечение тел вращения»	44
4.5.1	Задание	44
4.5.2	Указания к решению	44
5	ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ	47
5.1	Нанесение размеров	47
5.2	Сопряжение линий	51
6	ПРОЕКЦИОННОЕ ЧЕРЧЕНИЕ	54
6.1	Виды	54
6.2	Разрезы	56
6.2.1	Простые разрезы	57
6.2.2	Сложные разрезы	59
6.3	Сечения	61
6.4	Аксонметрические проекции	63
6.4.1	Прямоугольные проекции	63
6.4.2	Косоугольные проекции	64

6.5 Вопросы для самопроверки	66
7 МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ	67
7.1 Разъемные соединения	66
7.2 Резьба	68
7.2.1 Основные параметры резьбы	68
7.2.2 Классификация резьбы	69
7.2.3 Изображение и обозначение резьбы на чертежах	70
7.2.4 Соединение деталей болтом	75
7.2.5 Соединение шпилькой	76
7.2.6 Соединение винтом	77
7.3 Неразъемные соединения	78
7.4 Конструкторская документация	81
7.5 Сборочный чертеж	81
7.5.1 Проставление позиций на сборочном чертеже	82
7.5.2 Проставление размеров на сборочном чертеже	83
7.5.3 Условности и упрощения при выполнении сборочного чертежа	83
7.5.4 Спецификация	84
7.5.5 Чтение сборочного чертежа	85
7.6 Рабочие чертежи деталей	86
7.7 Вопросы для самоконтроля	89
8 РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ	90
8.1 Графическая работа №6 «Геометрическое черчение»	90
8.1.1 Задание	90
8.1.2 Указания к выполнению работы	91
8.2 Графическая работа №7 «Проекционное черчение. Простые разрезы»	93
8.2.1 Задание	94
8.2.2 Указания к выполнению работы	94
8.3 Графическая работа №8 «Проекционное черчение. Сложные разрезы»	95
8.3.1 Задание	95
8.3.1 Указания к выполнению работы	96

8.4 Графическая работа № 9 «Резьбовые соединения»	99
8.4.1 Задание	99
8.4.2 Указания к выполнению работы	99
8.5 Графическая работа № 10 «Деталирование сборочного чертежа»	104
8.5.1 Задание	104
8.5.2 Указания к выполнению работы	104
9 ПРИЛОЖЕНИЯ	107
10 БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	142

Ковалева Людмила Альбертовна,  
*доцент кафедры дизайна АмГУ*

Гаврилюк Евгения Андреевна,  
*доцент кафедры дизайна АмГУ*

*Учебно-методическое пособие*  
**Инженерная графика. Часть 1.**

---

Усл. печ. л. . Тираж .