

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего профессионального образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

УТВЕРЖДАЮ

 Директор ИДО  
 \_\_\_\_\_ С.И. Качин

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2011 г.

## НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА ЧАСТЬ 1

Методические указания и индивидуальные задания  
 для студентов ИДО, обучающихся по направлению  
 140400 «Электроэнергетика и электротехника»

*Составители*

**Н.А. Антипина, Л.Д. Калабухова, Л.Н. Лебедева**

<b>Семестр</b>	<b>1</b>
Кредиты	2
Лекции, часов	4
Практические занятия, часов	6
Индивидуальные задания	№ 1, № 2
Самостоятельная работа, часов	90
Формы контроля	экзамен

Издательство  
 Томского политехнического университета  
 2011

УДК 515

Начертательная геометрия и инженерная графика. Часть 1: метод. указ. и индивид. задания для студентов ИДО, обучающихся по напр. 140400 «Электроэнергетика и электротехника» / сост. Н.А. Антипина, Л.Д. Калабухова, Л.Н. Лебедева; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 89 с.

Методические указания и индивидуальные задания рассмотрены и рекомендованы к изданию методическим семинаром кафедры начертательной геометрии и графики 16 сентября 2011 г., протокол № 14.

Зав. кафедрой НГГ

доцент, доктор технических наук \_\_\_\_\_ А.А. Захарова

### Аннотация

Методические указания и индивидуальные задания по дисциплине «Начертательная геометрия и инженерная графика. Часть 1» предназначены для студентов ИДО, обучающихся по направлению 140400 «Электроэнергетика и электротехника». Данная дисциплина изучается два семестра.

Приведено содержание основных тем дисциплины, указаны темы практических занятий и перечень. Приведены варианты заданий для индивидуальных домашних работ. Даны методические указания по выполнению индивидуальных домашних работ.

## 1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

«Начертательная геометрия и инженерная графика. Часть 1» является одной из дисциплин, составляющих основу инженерного образования. Необходимость ее изучения обусловлена тем, что ни один инженерный проект не может быть выполнен без соответствующего графического оформления.

Учебный курс «Начертательная геометрия и инженерная графика. Часть 1» является одной из основных дисциплин профессионального цикла (вариативная часть), обеспечивающая изучение проблем графического и геометрического моделирования конкретных инженерных изделий. Инженерная графика обеспечивает студента минимумом фундаментальных инженерно-геометрических знаний, навыками в области геометрического моделирования, на базе которых будущий бакалавр в области техники и технологий сможет успешно изучать прикладную механику; теоретическую механику; внутриреакторный контроль в процессе эксплуатации и другие конструкторско-технологические и специальные дисциплины, а также выполнять графическую часть курсовых и дипломных проектов.

«Начертательная геометрия и инженерная графика» изучается на 1 курсе (1, 2 семестры). Для ее освоения требуются знания школьных курсов «Черчение», «Информатика», «Геометрия», «Практикум на ЭВМ».

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ДИСЦИПЛИНЫ

### 1 СЕМЕСТР

#### Тема 1. Введение. Центральные и параллельные проекции

Краткий исторический очерк. Метод проецирования. Центральное и параллельное проецирование, их свойства. Пространственная модель координатных плоскостей проекций. Комплексный чертеж. Обратимость чертежа.

**Рекомендуемая литература:** [1, глава 1].

#### Методические указания

Необходимо усвоить правила методов проецирования, достоинства и недостатки, применения центральных и параллельных проекций.

#### Вопросы для самоконтроля

1. В чем заключается процесс проецирования?
2. Как строится проекция точки при центральном проецировании?
3. Как строится проекция прямой линии при параллельном проецировании?

#### Тема 2. Точка, прямая, плоскость

Проецирование точки на две и три плоскости проекций. Прямая. Задание и изображение на чертеже. Положение относительно плоскостей проекций. Взаимное положение двух прямых. Задание плоскости на чертеже. Положение относительно плоскостей проекций. Точка и прямая в плоскости. Взаимное положение прямой и плоскости. Взаимное положение двух плоскостей. Способ замены плоскостей проекций.

**Рекомендуемая литература:** [1, главы 2, 3, 4].

#### Методические указания

Освоить правила построения ортогонального и комплексного чертежа точки, прямой, плоскости. Изучить свойства проекций прямых и плоскостей частного и общего положения, взаимного положения прямых, плоскостей.

#### Вопросы для самоконтроля

1. При каком положении относительно плоскостей проекций прямая называется прямой общего положения?
2. Какие положения прямой линии в системе плоскостей  $H$ ,  $V$ ,  $W$  считаются частными?
3. Как определить по чертежу, принадлежит ли точка прямой?
4. Какая плоскость называется проецирующей?

5. Какая плоскость называется плоскостью уровня?
6. Как строится точка встречи прямой с плоскостью?

### Тема 3. Поверхности

Определение, задание и изображение на чертеже. Классификация. Понятие об определителе и очерке поверхности. Точки и линии на поверхности. Гранные поверхности. Поверхности вращения. Винтовые поверхности. Взаимное пересечение поверхностей.

**Рекомендуемая литература:** [1, глава 5]

#### Методические указания

Изучить правила построения проекций точек на поверхностях многогранников, поверхностях вращения. Освоить метод построения натуральной величины сечения поверхностей проецирующей плоскостью.

#### Вопросы для самоконтроля

1. Как образуются поверхности вращения?
2. Какие линии получаются при пересечении цилиндра, конуса, сферы плоскостями?
3. Какие точки линии пересечения называются характерными (опорными) точками?
4. Какие знаете способы построения сечения многогранников плоскостью?

### Тема 4. Аксонометрические проекции

Прямоугольная и косоугольная аксонометрические проекции. Стандартные аксонометрические проекции.

**Рекомендуемая литература:** [1, глава 6].

#### Методические указания

Изучить правила построения прямоугольной изометрии. Освоить способы построения эллипсов в прямоугольной изометрии, диметрии. Усвоить правила нанесения штриховки в аксонометрических вырезах.

#### Вопросы для самоконтроля

1. Как строятся оси в прямоугольной изометрии?
2. Чему равны большая и малая оси эллипсов в прямоугольной изометрии?
3. Чему равны коэффициенты искажения по осям в прямоугольной изометрии и диметрии?

## Тема 5. Изображения

Изображения – виды, разрезы, сечения. Выносные элементы. Условности и упрощения.

**Рекомендуемая литература:** [1, глава 8].

### Методические указания

Изучить основные правила выполнения чертежей. Ознакомиться с условностями и упрощениями при выполнении изображений. Изучить правила выполнения выносного элемента при видах и разрезах.

### Вопросы для самоконтроля

1. Каковы правила обозначения видов, расположенных вне проекционной связи с главным видом?
2. Какие виды называются основными?
3. Какое изображение называют разрезом, сечением?
4. Какие условности и упрощения применяют при выполнении изображений?

## Тема 6. Нанесение размеров на чертежах

Основные правила нанесения размеров на чертежах.

**Рекомендуемая литература:** [1, глава 9].

### Методические указания

Изучить правила нанесения размеров на чертежах, установленные ГОСТом 2.302–68. Усвоить упрощения при нанесении размеров на чертежах.

### Вопросы для самоконтроля

1. Учитывают ли масштаб при нанесении на чертеже размерных чисел?
2. Как обозначают уклон и конусность на чертежах?
3. Что означает запись «2,5x45<sup>0</sup>»?

## Тема 7. Соединения

Резьбы. Изображения и обозначения резьбы на чертежах. Резьбовые изделия и соединения. Соединения разъемные и неразъемные.

**Рекомендуемая литература:** [1, глава 10].

### Методические указания

Изучить назначение разъемных и неразъемных соединений. Ознакомиться с классификацией резьбы. Изучить правила изображения и обозначения резьбы.

### Вопросы для самоконтроля

1. Что называют резьбой?
2. Какие параметры характеризуют резьбу?
3. Как обозначается метрическая резьба с мелким и крупным шагом?

## 3. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ДИСЦИПЛИНЫ

### 1 СЕМЕСТР

#### 3.1. Тематика практических занятий

1. Точка, прямая, плоскость, поверхности многогранников. Поверхности вращения. Пересечение поверхностей (2 часа).
2. Контрольная работа на тему «Тела с вырезом» (1 час).
3. Аксонометрия. Виды, разрезы, сечения. Нанесение размеров (2 часа).
4. Контрольная работа на тему «Виды, разрезы, нанесение размеров» (1 час).

## 4. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ДОМАШНИЕ ЗАДАНИЯ

### 1 СЕМЕСТР

#### 4.1. Общие методические указания

#### Раздел 1. Начертательная геометрия

Для закрепления теоретических знаний при изучении курса и приобретения навыков в решении графических задач студенты выполняют индивидуальные домашние работы. В первой части дисциплины выполняются два индивидуальных домашних задания. Каждое выполненное индивидуальное домашнее задание высылается в университет на рецензию. Высылать задание по частям нельзя. Правильно выполненное задание вместе с рецензией возвращается студенту и хранится у него до экзамена (дифференцированного зачета, зачета). Индивидуальное домашнее задание, в котором есть ошибки, вместе с рецензией также возвращается студенту для исправления; замечания рецензента на листах работ стирать нельзя. Исправленное задание необходимо направить на повторную рецензию полностью, в том числе и ранее принятые листы (входящие в данное задание), с предыдущей на него рецензией.

В соответствии с учебным планом со студентами ИДО в период лабораторно-экзаменационной сессии проводятся учебные занятия (лекции и практические занятия). Для студентов, проживающих в Томске, преподаватель кафедры начертательной геометрии и графики раз в не-



делю проводит консультации. Остальные студенты могут получить консультацию по письменному запросу.

Студент выполняет тот вариант задания, номер которого соответствует двум последним цифрам номера студенческого билета (включительно до 25 номера). Например, если номер студенческого билета 3-5Б10/23, то необходимо выполнять 23-й вариант, а если номер студенческого билета Д-5Б10/27, то необходимо выполнять 2-й вариант (от двух последних цифр в студенческом билете вычитают 25). Если номер студенческого билета Д-5Б10/55, то необходимо выполнять 5-й вариант (если номер находится в диапазоне от 51–75, то от двух последних цифр студенческого билета отнимаем 50), а если номер студенческого билета Д-5Б10/78, то необходимо выполнять 3-й вариант (если номер находится в диапазоне от 76–100, то от двух последних цифр студенческого билета отнимаем 75).

Чертежи индивидуальных домашних заданий выполняются в соответствии с требованиями ГОСТ Единой Системы Конструкторской Документации (ЕСКД). Задания вычерчиваются на листах чертежной бумаги формата А3 (297x420мм). Длинная сторона листа располагается горизонтально. С трех сторон на расстоянии 5 мм от линии обреза листа проводится рамка поля чертежа. С левой стороны чертежа на расстоянии 20 мм от линии обреза проводится четвертая линия рамки. В правом нижнем углу формата вплотную к рамке выполняется основная надпись по форме 1 ГОСТ 2.104-68 (рис. 1). Для обозначения чертежа, повернутого на 180°, вверху вдоль длинной стороны вычерчивается дополнительная графа размером 70x14 мм.

В графах основной надписи необходимо указать:

в графе 1 – наименование изделия (задания) (размер шрифта – 7);

в графе 2 – обозначение чертежа (размер шрифта – 7):

$$\underbrace{\text{КГГ1}}_{\text{а}} \underbrace{\text{. XXXXXX}}_{\text{б}} \underbrace{\text{. 001}}_{\text{г}}$$

а – код кафедры начертательной геометрии и графики – КГГ;

б – номер задания;

в – классификационную характеристику изделия (для чертежа детали или сборочной единицы) или XXXXXX (для других чертежей);

г – номер варианта или последнюю цифру номера студенческого билета;

в графе 3 – материал детали (размер шрифта – 5);

в графе 4 – «У» (учебный чертеж) (размер шрифта – 5);



в графе 6 – масштаб чертежа (на эскизе не указывается) (размер шрифта – 5);

в графе 7 – порядковый номер листа (на заданиях, состоящих из одного листа, графу не заполняют);

в графе 8 – общее количество листов задания (графу заполняют только на первом листе);

в графе 9 – ТПУ, ИДО, номер группы (размер шрифта – 3,5);

в графе 10 – фамилию студента;

в графе 11 – фамилию преподавателя;

в графе 12 – подпись студента;

в графе 13 – дату выполнения чертежа.

Все остальные графы не заполняются.

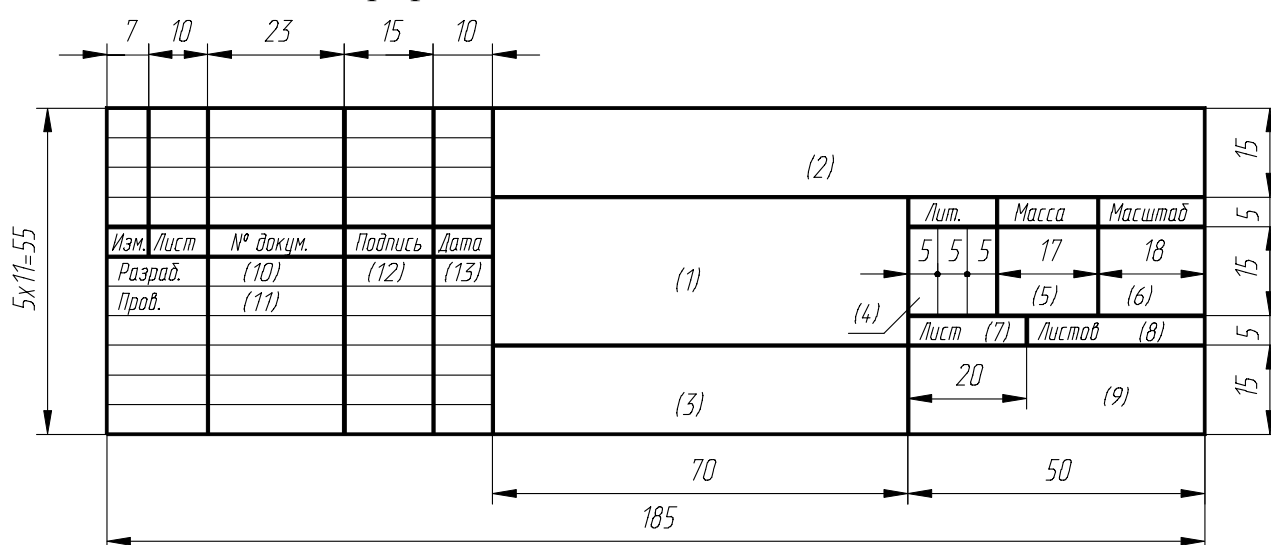


Рис. 1. Основная надпись (форма 1)

Чертежи заданий вычерчиваются в заданном масштабе и размещаются с учетом равномерного заполнения формата чертежа. Чертежи выполняются с помощью чертежных инструментов. На тщательность выполнения необходимо обратить серьезное внимание. Небрежно выполненные построения не только снижают качество чертежа, но и приводят к неправильным результатам. Надписи на поле чертежа, как и отдельные обозначения в виде букв и цифр, выполняются шрифтом 5 в соответствии с ГОСТ 2.304–81 «Шрифты чертежные».

При выполнении чертежей в тонких линиях рекомендуется применять карандаши твердости 2Т (2Н). При окончательной обводке, когда характер и толщина линий должны соответствовать ГОСТ 2.303–68 «Линии», используются карандаши 2Т (2Н) (для тонких и штрихпунктирных линий) и Т (Н) или F (для основных и штриховых линий). Толщину основной линии рекомендуется брать 0,8...1,0 мм.

Каждый чертеж сопровождается пояснительной запиской, в которой на листе писчей бумаги формата А4 кратко излагаются план решения задачи, последовательность графических построений. Этот лист бумаги приклеивается с левой стороны чертежного листа на полосе между краем листа и рамкой.

Для удобства пересылки контрольных работ на рецензию чертежи можно складывать до формата А4.

## 4.2. Варианты индивидуальных домашних заданий и методические указания

### 4.2.1. Индивидуальное домашнее задание № 1

Индивидуальное домашнее задание № 1 охватывает темы 1–3 и состоит из трех заданий (3 листов).

#### Индивидуальное домашнее задание № 1 (лист 1)

1. Определить натуральную величину одного из треугольников ( $ABC$  или  $DEK$ ) способом замены плоскостей проекций (табл. 1).

2. Построить точку встречи прямой ( $EF$ ) с плоскостью треугольника  $ABC$ , заданных координатами, представленных в таблице 1 и определить видимость прямой.

Прежде, чем вы приступите к выполнению работы, необходимо изучить соответствующий теоретический материал по учебнику. Для лучшего усвоения материала параллельно с чтением текста в рабочей тетради выполняйте необходимые построения. Выполненные построения мысленно представьте в пространстве. Закончив изучение темы, рекомендуется ответить на вопросы, приведенные в учебнике или в методических указаниях по данной теме для самопроверки. Это дает возможность проверить, все ли разделы темы хорошо усвоены.

При записи плана решения задачи введем следующие символические обозначения:

1. знак  $\perp$  – перпендикуляр;
2. знак  $\in$  – принадлежность точки геометрической фигуре;
3. знак  $\parallel$  – параллельности;
4. знак  $\subset$  – принадлежность геометрической фигуры плоскости, поверхности;
5. знак  $\cap$  – пересечение множеств;
6. знак  $=$  – совпадение, равенства;
7. знак  $\rightarrow$  – отображение;
8.  $(\cdot)A, B, C, D, \dots$  – обозначение точек пространства заглавными буквами латинского алфавита;

9.  $a, b, c, d, \dots$  – обозначение проекций точек пространства на чертеже;

10.  $\Delta$  – знак треугольника;

11.  $|AB|$  – прямые скобки обозначают натуральную величину геометрической фигуры;

12.  $V$  – фронтальная плоскость проекций;

13.  $H$  – горизонтальная плоскость проекций;

14.  $W$  – профильная плоскость проекций.

Таблица 1

№ вар	A			B			C			E			F		
	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
1	80	60	10	30	10	60	10	40	30	0	20	0	65	50	40
2	10	20	40	50	60	10	70	10	60	70	60	70	35	0	0
3	75	50	60	5	20	40	100	5	10	90	0	50	20	35	30
4	10	70	20	50	10	80	90	25	10	80	65	45	25	0	0
5	60	55	50	15	25	0	95	0	15	15	15	35	55	40	0
6	25	10	60	100	20	20	40	65	10	80	60	60	40	0	0
7	90	10	20	60	70	70	10	40	20	100	80	60	20	30	40
8	10	50	0	25	0	60	85	20	15	50	50	50	20	0	0
9	100	40	60	10	80	70	40	10	10	90	70	30	0	40	60
10	110	35	0	45	0	50	20	45	10	95	45	50	10	0	20
11	85	50	10	55	10	50	0	10	20	90	10	0	30	30	45
12	100	10	15	60	55	50	10	20	0	20	10	10	95	40	10
13	90	5	25	5	5	65	50	45	0	20	0	0	80	40	40
14	95	20	0	55	0	50	10	50	20	105	30	15	20	10	5
15	50	10	0	90	40	60	10	55	45	15	30	60	85	55	0
16	10	15	65	85	5	25	10	60	5	80	0	10	5	55	50
17	80	25	40	35	15	75	10	75	5	85	40	35	10	30	40
18	80	10	0	80	60	50	0	45	15	90	45	25	10	30	40
19	80	35	45	45	10	15	20	80	75	90	55	10	10	10	65
20	75	0	5	20	70	5	20	15	60	55	65	0	0	0	40
21	95	0	10	55	45	40	5	20	10	15	0	30	85	20	10
22	85	15	25	10	25	55	45	70	0	75	55	10	35	15	30
23	85	20	15	30	90	80	30	40	15	15	35	40	70	75	0
24	80	5	35	45	45	0	5	15	35	10	25	0	80	35	50
25	80	65	0	40	10	50	10	30	10	80	30	5	0	30	40



## Методические указания к индивидуальному домашнему заданию № 1 (задача 1, лист 1)

Для определения натуральной величины треугольника  $ABC$ , необходимо выполнить преобразование комплексного чертежа так, чтобы он (треугольник) стал параллелен плоскости проекций. Это преобразование комплексного чертежа выполним способом замены плоскостей проекций. Суть этого способа заключается в том, что последовательно заменяются плоскости проекций на новые. При этом перпендикулярность их сохраняется, а геометрический образ остается неизменным в пространстве, т.е. преобразование комплексного чертежа ставит своей целью перейти от произвольного положения геометрического образа в пространстве к частному.

Чтобы определить натуральную величину треугольника, необходимо выполнить две замены плоскостей проекций – вначале преобразовать плоскость общего положения в проецирующую, а затем в плоскость уровня. Для этого:

1) заменяем плоскость  $V$  на  $V_1$ , располагая ее перпендикулярно плоскости  $H$  (горизонтальной) и плоскости треугольника  $ABC$ , при этом  $A1$  – горизонталь плоскости  $\Delta ABC$  будет перпендикулярна плоскости  $V_1$ . Фронтальная проекция горизонтали –  $a'1'$  параллельна оси  $x$ .

Новую ось  $x_1$  проводим перпендикулярно  $a1$  – горизонтальной проекции горизонтали. Из горизонтальных проекций точек  $a, b, c$ , проводят перпендикуляры (линии связи) к новой оси  $x_1$ , и на этих перпендикулярах от новой оси  $x_1$  откладывают расстояния от заменяемых проекций точек –  $a', b', c'$  до предыдущей оси –  $x$ , т.е.  $z$ -вые координаты точек. Соединяют новые проекции точек –  $a_1', b_1', c_1'$  и получают новую фронтальную проекцию треугольника, а так как плоскость  $V_1$  перпендикулярна треугольнику, то новая проекция его на плоскости  $V_1$  будет прямая под углом к оси ( $x_1$ ).

2) При второй замене – плоскость  $H_1$  располагаем параллельно плоскости треугольника  $ABC$ , при этом  $V_1 \perp H_1$ . На основании свойства проекций плоскостей уровня, одна проекция данной плоскости параллельна оси, проводим ось  $x_2$  параллельно прямой  $a_1' b_1' c_1'$  и строим новые горизонтальные проекции точек. Из проекций точек  $a_1'; b_1'; c_1'$  проводим линии связи перпендикулярно новой оси  $x_2$  и от новой оси  $x_2$  откладываем расстояние от заменяемой проекции точек до предыдущей оси, т.е.  $Y_{1A}; Y_{1B}; Y_{1C}$ .

Полученные новые горизонтальные проекции точек соединяем и построенная проекция треугольника равна его натуральной величине.



Все вспомогательные построения должны быть обязательно показаны на чертеже в виде тонких линий и обозначены буквами латинского алфавита или цифрами.

### Методические указания к индивидуальному домашнему заданию № 1 (задача 2, лист 1)

Чтобы определить точку пересечения прямой  $EF$  с плоскостью треугольника  $ABC$ , решение выполняем по следующему плану (рис. 2):

1. Через прямую ( $EF$ ) проводим горизонтально – проецирующую плоскость  $P(P_H)$ .

$$P(P_H) \supset (EF); P \perp H;$$

2. Строим линию пересечения плоскости  $P$  и плоскости треугольника  $ABC$ .

$$P \cap \Delta ABC = (12);$$

3. Так как прямая пересечения  $(12) \subset P$  и  $(EF) \subset P$ , то прямая

$$(12) \cap (EF) = (\cdot)M.$$

На пересечении фронтальных проекций прямых ( $e'f'$ ) и ( $1'2'$ ) определяем фронтальную проекцию точки  $M$  ( $1'2'$ ) $\cap$ ( $e'f'$ )= $(\cdot)m'$ ), проводим линию связи из  $(\cdot)m'$  и находим на ( $ef$ ) горизонтальную проекцию точки  $M(m)$ .

4. Считая треугольник не прозрачным, определяем видимость ( $EF$ ) на проекциях при помощи конкурирующих точек.

Конкурирующие точки – точки принадлежащие разным прямым, но лежащие на одном проецирующем луче.

Для определения видимости на горизонтальной проекции рассмотрим две скрещивающиеся прямые ( $AC$ ) и ( $EF$ ).

Точки 2,3 – горизонтально конкурирующие, это точки, расположенные на одном горизонтально проецирующем луче. Свойство проекций этих точек – горизонтальные проекции их совпадают, а по расположению фронтальных проекций определяют какая точка выше к наблюдателю. Так точка  $2 \in (AC)$ ,  $(\cdot)3 \in (EF)$ , так как  $z_2 > z_3$  значит ( $AC$ ) выше ( $EF$ ), поэтому прямая ( $EF$ ) на горизонтальной проекции между точками 3- $m$  невидима, в точке  $m$  до точки  $e$  видимая.

5. Для определения видимости ( $EF$ ) на фронтальной проекции необходимо рассмотреть фронтально конкурирующие точки.

Например точки 4,5( $EF$ ) и ( $BC$ ) скрещивающиеся прямые) – фронтально конкурирующие:

$$(\cdot)4 \in (EF); (\cdot)5 \in (BC),$$

так как  $Y_5 > Y_4$  значит  $(BC)$  ближе  $(EF)$ , поэтому фронтальная проекция прямой  $EF(f'm')$  – невидимая, а  $EF(m'e')$  – видимая.

**Индивидуальное домашнее задание № 1**  
**(задача 1, лист 2)**

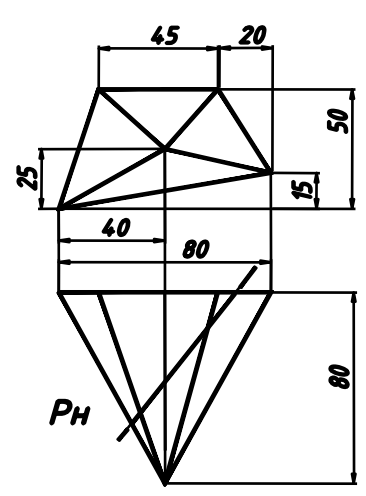
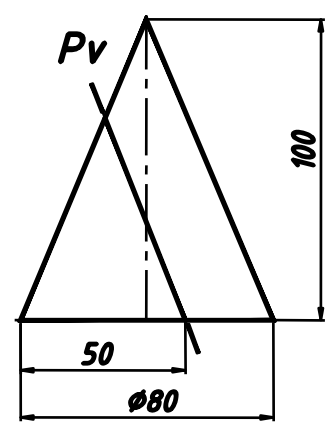
1. Построить три изображения многогранника и сечения многогранника плоскостью. Определить натуральную величину сечения.

2. Построить три изображения поверхности вращения и сечения поверхности плоскостью. Определить натуральную величину сечения.

Задание выполняется на листе формата А3. Пример выполнения задания приведен на рис. 8. Варианты заданий на стр. 15–27.

Обе задачи выполняются на одном листе формата А3. В тонких линиях в масштабе 1:1 строим три изображения геометрического тела. Анализируем условие задачи – какая линия пересечения получается при пересечении данной поверхности плоскостью. Отмечаем необходимые точки линии пересечения и находим их на всех трех проекциях. Соединяем точки линии пересечения, соблюдая видимость. Обводим чертеж и заполняем основную надпись.

**Варианты индивидуального домашнего задания № 1 (лист 2)**

1	Вариант № 1	2
		

1	Вариант № 2	2
1	Вариант № 3	2

1	Вариант № 4	2
1	Вариант № 5	2

1	Вариант № 6	2
1	Вариант № 7	2

1	Вариант № 8	2
1	Вариант № 9	2



1	Вариант № 10	2
1	Вариант № 11	2

1	Вариант № 12	2
1	Вариант № 13	2

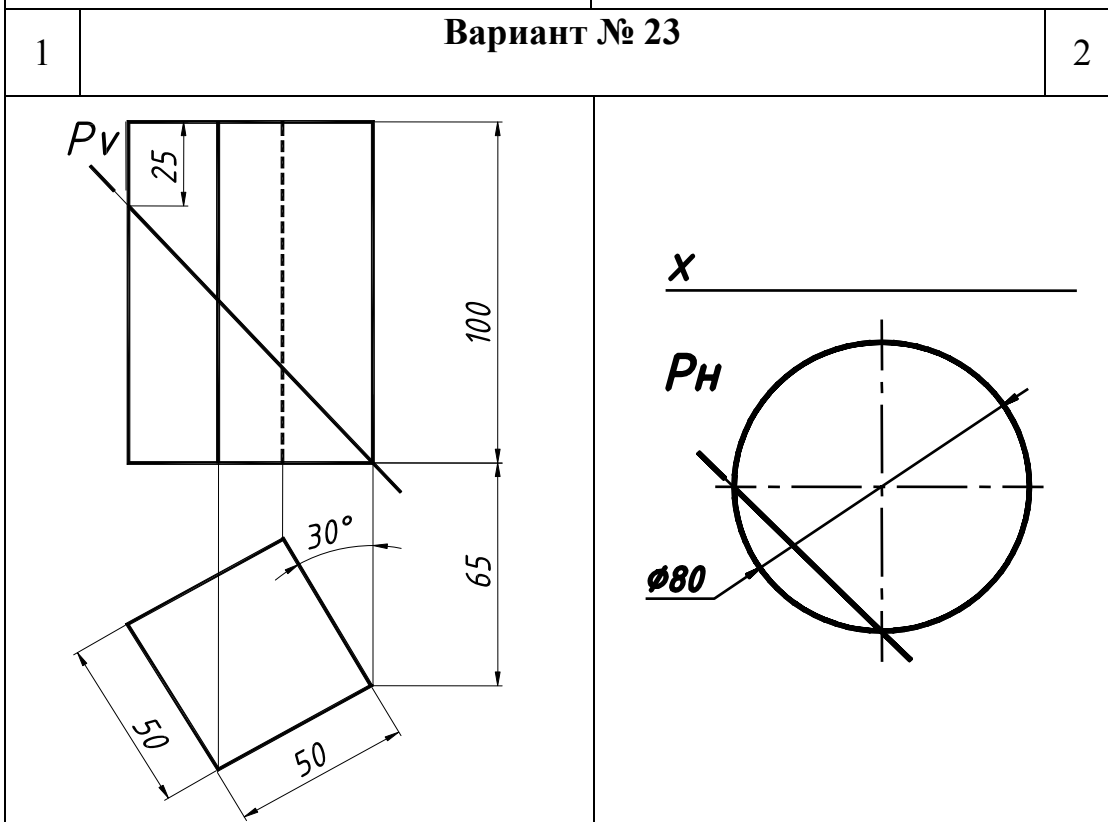
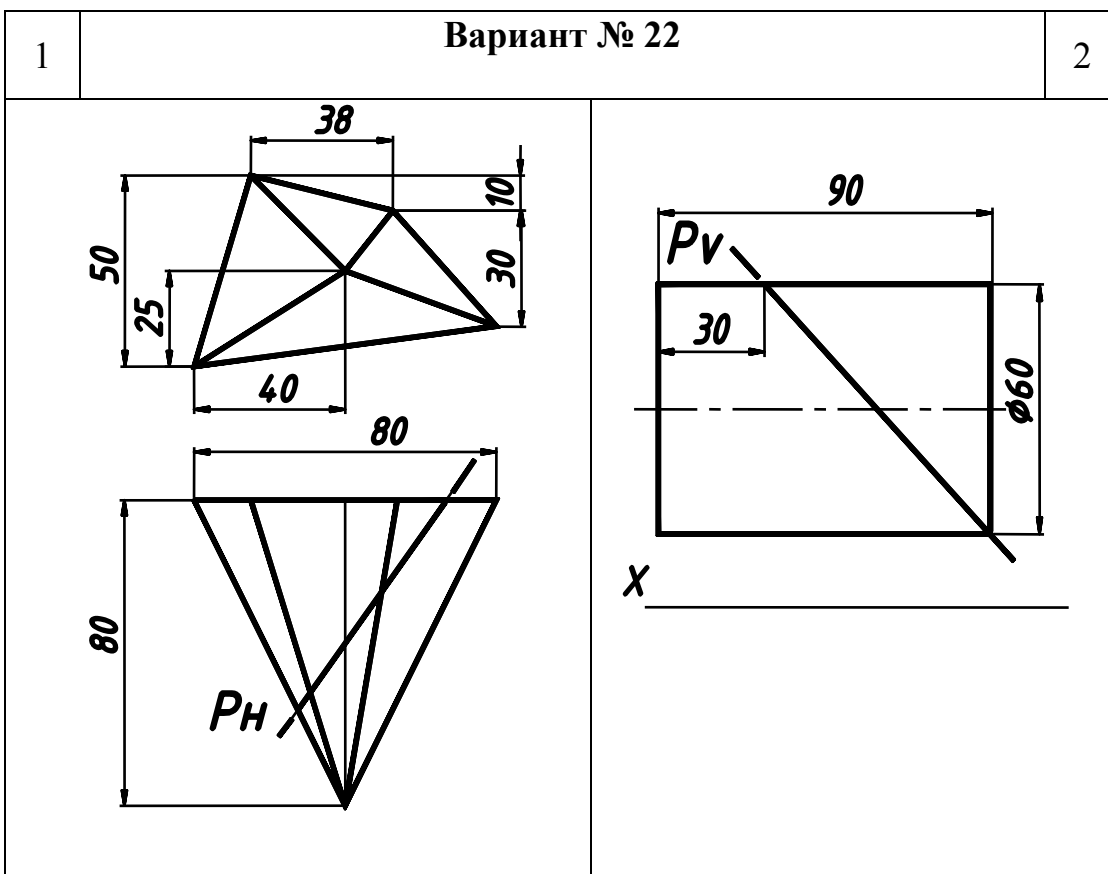
1	Вариант № 14	2
1	Вариант № 15	2

1	Вариант № 16	2
1	Вариант № 17	2

1	Вариант № 18	2
1	Вариант № 19	2

1	Вариант № 20	2
1	Вариант № 21	2





1	Вариант № 24	2
1	Вариант № 25	2

## Методические указания к индивидуальному домашнему заданию № 1 (задачи 1, 2, лист 2)

Так как секущая плоскость задана проецирующей и она обладает свойством собирать все, что ей принадлежит, в прямую линию на плоскость проекций, которой плоскость перпендикулярна, то одна проекция линии пересечения определена. Отсюда задача сводится к задаче на принадлежность точек данной поверхности.

Рассмотрим примеры нахождения точек, принадлежащих данной поверхности. Через точку на поверхности проводят простейшую линию – прямую или окружность.

**Прямая призма** (это призма, у которой ребра перпендикулярны основанию) – проецирующая поверхность, т.е. каждая грань призмы проецирующая плоскость и одна из ее проекций будет проецироваться на основание.

### Пример № 1

Построить недостающие проекции точек  $E$  и  $K$ , принадлежащие поверхности призмы (рис.3).

Анализ: так как поверхность призмы проецирующая и каждая грань призмы – это горизонтально проецирующая плоскость, то горизонтальные проекции точек будут принадлежать горизонтальным проекциям граней (прямым  $ab$  и  $ac$ ). Третью проекцию точек находим, откладывая на соответствующей линии связи от оси  $z$  – координату  $Y_E$  и  $Y_K$ .

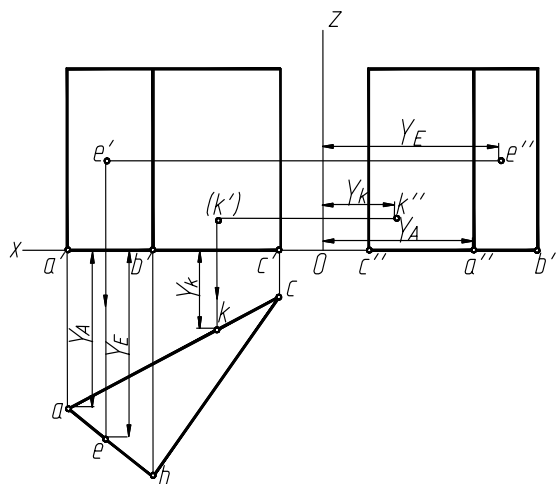


Рис. 3

### Пример № 2

Построить недостающие проекции точек  $N$  и  $E$ , принадлежащие поверхности пирамиды (рис. 4).

Анализ: так как грань пирамиды – это плоскость, то исходя из условия принадлежности точки плоскости, через точку плоскости проводим в ней любую прямую. Например:  $(\cdot)N \in (1-2); (1-2) // (AC)$ . Через точку  $E$  в грани  $SBC$  проведем прямую  $(S3)$ , фронтальная проекция которой невидима. Третьи проекции точек находим, откладывая на соответствующих линиях связи от оси  $z$  – координаты  $Y_N$  и  $Y_E$ .

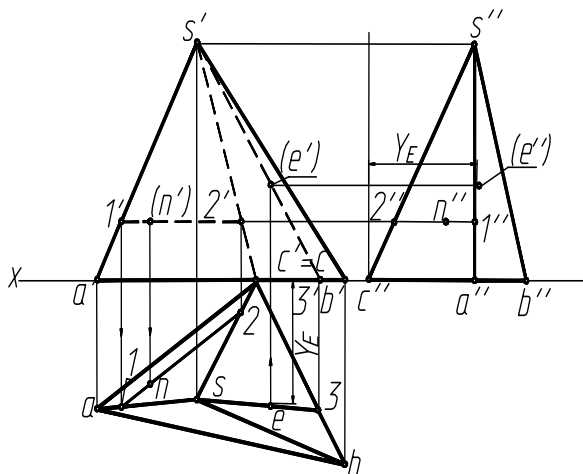


Рис. 4

### Пример № 3

Построить недостающие проекции точек  $M$  и  $K$ , принадлежащие поверхности цилиндра (рис. 5).

Анализ решения. Прямой цилиндр (ось цилиндра перпендикулярна основанию) – проецирующая поверхность, т.е. одна из проекций цилиндра – окружность, то все точки на поверхности цилиндра будут принадлежать этой окружности.

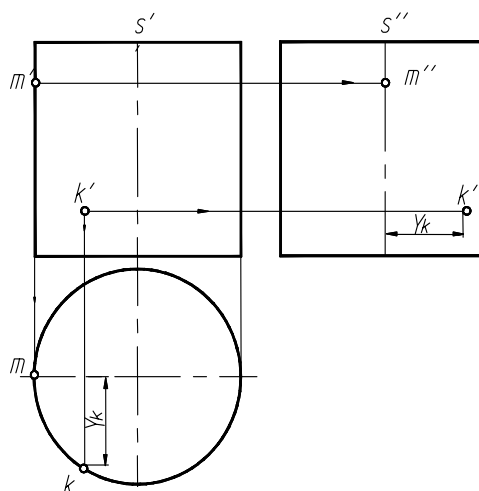


Рис. 5

### Пример № 4

Построить недостающие проекции точек  $E$ ,  $M$  и  $N$  принадлежащие поверхности конуса (рис. 6).

**Анализ решения.** Прямой конус (ось конуса перпендикулярна основанию). Через точку на поверхности конуса можно провести две простейшие линии – прямую или окружность, которая параллельна основанию.

Например:  $(\cdot)N(n') \in$  окружности радиуса  $r$ ,

$(\cdot)M \in (S1); m' \in (s'1'), m \in (s1).$   $(\cdot)E \in (S2); e' \in (s'2'), e \in (s2).$

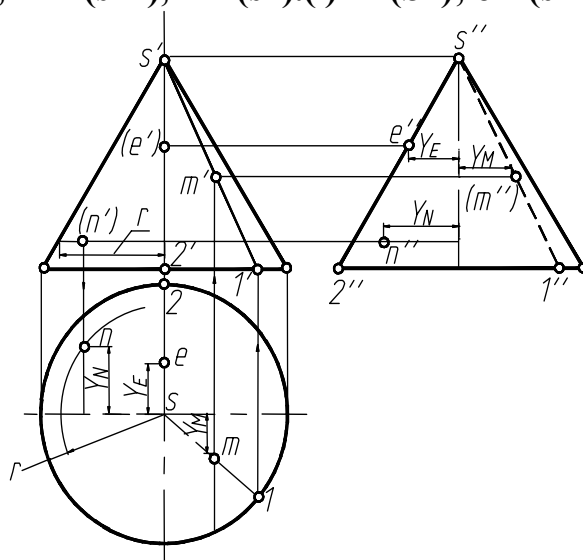


Рис. 6

### Пример № 5

Построить недостающие проекции точек  $E$ ,  $K$ ,  $M$  и  $N$ , принадлежащие поверхности сферы (рис. 7).

**Анализ решения.** На поверхности сферы можно провести через точку только одну простейшую линию – окружность, плоскость которой должна быть параллельна плоскости проекции. Радиус этой окружности определяется от оси проекции до очерка.

- $(\cdot)E(e') \in$  экватору;
- $(\cdot)K(k'') \in$  главному меридиану;
- $(\cdot)N(n') \in$  главному меридиану;
- $(\cdot)M \in$  окружности  $r$ .

Видимость точек на проекциях определяют по проекциям главного меридиана, профильного меридиана, экватора. Так, например, для сферы:

- все точки, расположенные выше фронтальной проекции экватора на горизонтальной проекции видимы;
- все точки, расположенные на передней проекции сферы до горизонтальной проекции главного меридиана, на фронтальной проекции видимы;
- все точки, расположенные на левой части проекции сферы до фронтальной и горизонтальной проекции профильного меридиана, на профильной проекции видимы.

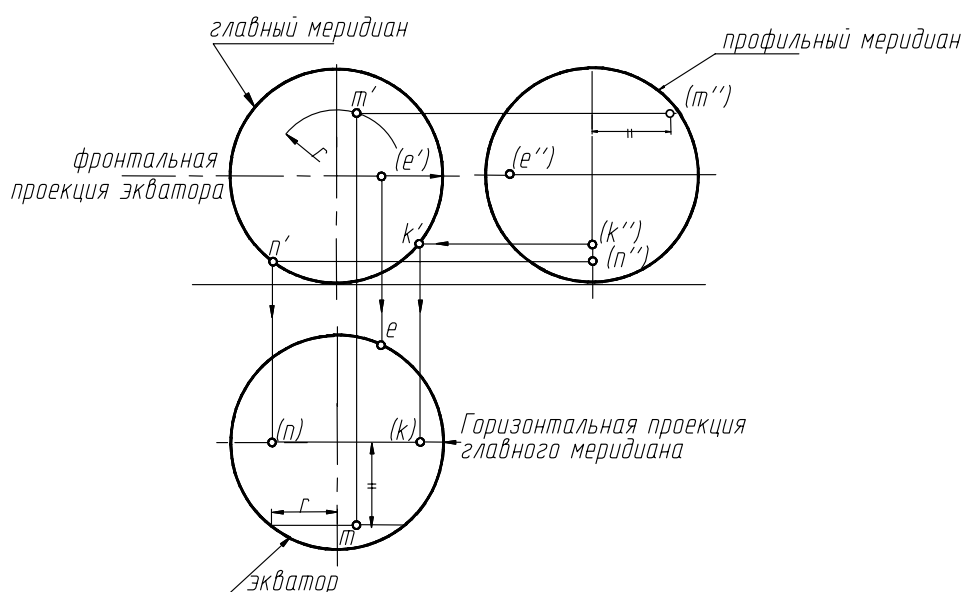


Рис. 7

Рассмотрим первую задачу (рис. 8, лист 2, задача 1). Построить три изображения многогранника и линию пересечения многогранника фронтально-проецирующей плоскостью  $Q(Q_V)$ . Определить натуральную величину сечения.

Секущая плоскость  $Q(Q_V)$  пересекает поверхность пирамиды по пятиугольнику 1-2-3-4-5. Отмечаем точки сечения: ребра пирамиды пересекаются с плоскостью  $Q(Q_V)$  в одной точке, а плоскость основания пирамиды с плоскостью  $Q(Q_V)$  по прямой (4-5).

Натуральную величину сечения определяем методом замены плоскостей проекций:  $x = \frac{V}{H} \rightarrow x_1 = \frac{V}{H_1}$ ;  $V \perp H_1$ ;  $H_1 \parallel Q$ ;  $x_1 \parallel Q_V$  или  $x_1$  можно перенести или повернуть на свободном месте листа (см. рис. 8). От новой оси  $x_1$  откладываем  $Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, Y_5$ . Пятиугольник –  $|1_0, 2_0, 3_0, 4_0, 5_0| = |1, 2, 3, 4, 5|$ .



Рассмотрим вторую задачу (рис. 8, лист 2, задача 2): построим три проекции сферы и сечения ее с фронтально-проецирующей плоскостью. Определить натуральную величину сечения.

Так как в сечении сферы плоскостью всегда получается окружность, проекции которой могут быть: окружность, если секущая плоскость параллельна плоскости проекции; эллипс, если секущая плоскость наклонена к любой оси под углом меньшим  $90^\circ$  и т.д. В данном случае фронтально проецирующая плоскость  $P(P_V)$  пересекает сферу по окружности диаметром –  $d_2$ , проекция которой будет эллипсом на двух плоскостях проекций. Отмечаем точки сечения. Точки 1, 2 принадлежат главному меридиану; (·) 4, 5 ∈ профильному меридиану – они определяют видимость кривой на профильной проекции; (·) 8, 9 ∈ экватору и определяют видимость кривой на горизонтальной проекции; (·) 2, 3 ∈ окружности  $r$ ; (·) 10, 11 ∈ окружности  $r_1$ ; (·) 7, 6 - определяют большие оси эллипсов на горизонтальной и профильной проекциях, и равны диаметру –  $d$ .

Натуральная величина сечения – окружность диаметра –  $d$ .

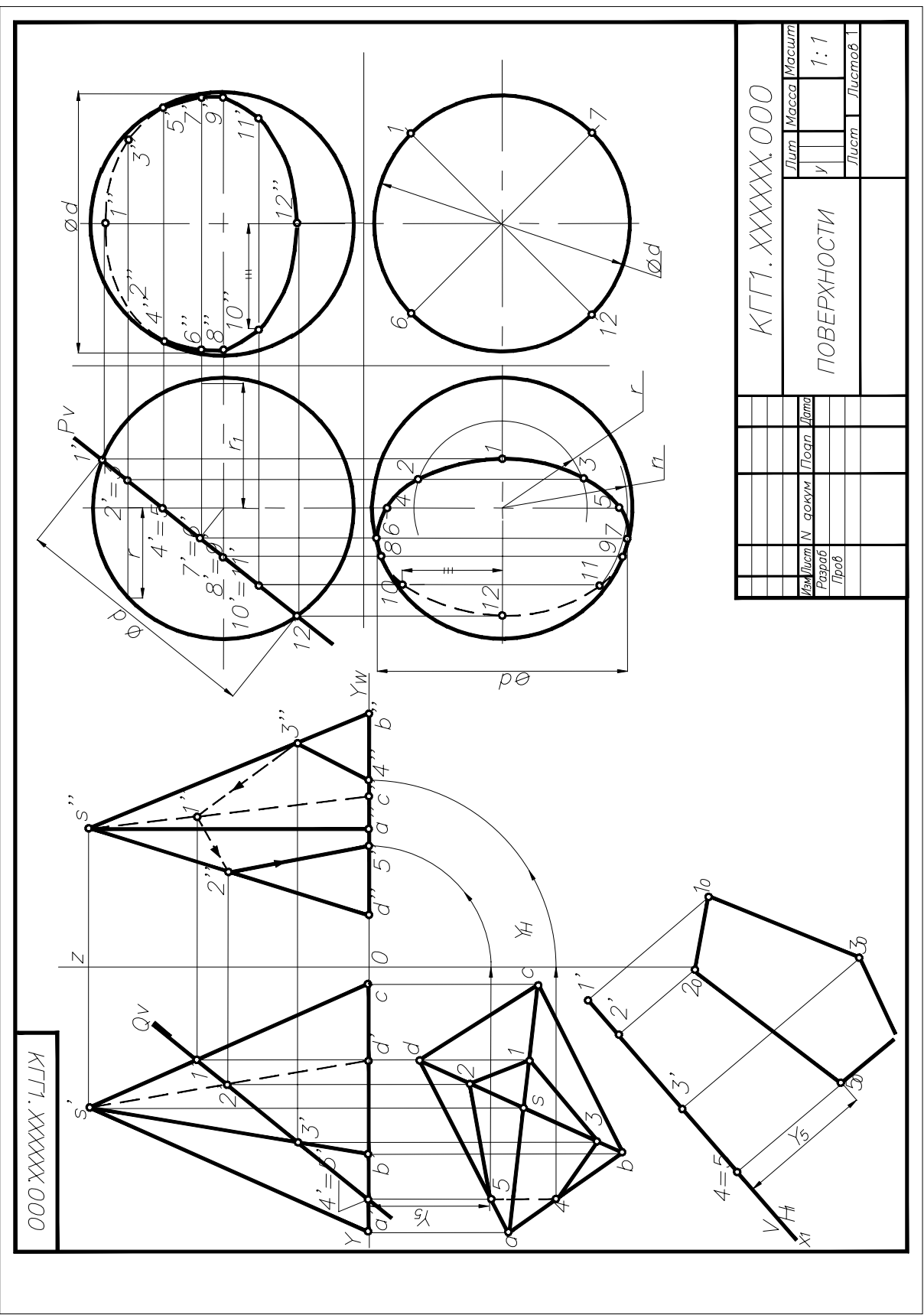


Рис. 8

### Индивидуальное домашнее задание № 1 (лист 3)

1. Построить три изображения многогранника с вырезом.
2. Построить три изображения поверхности вращения с вырезом.

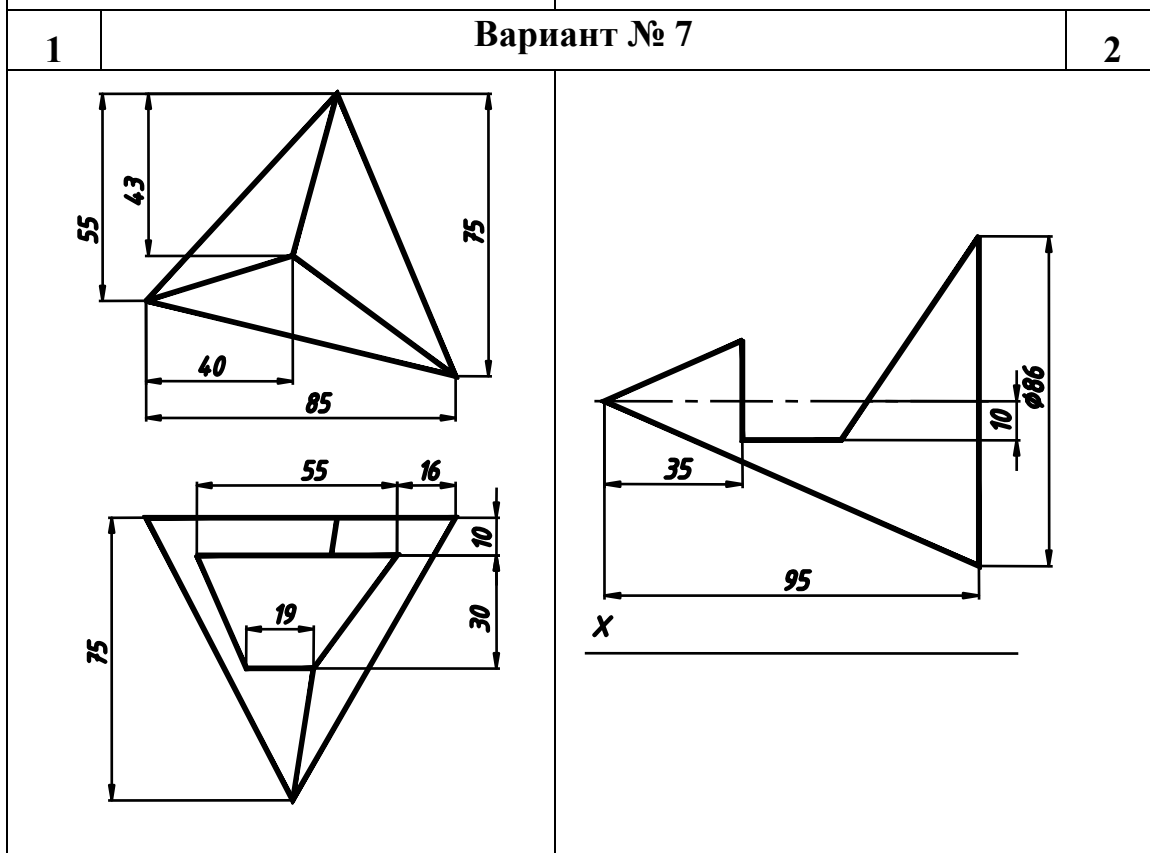
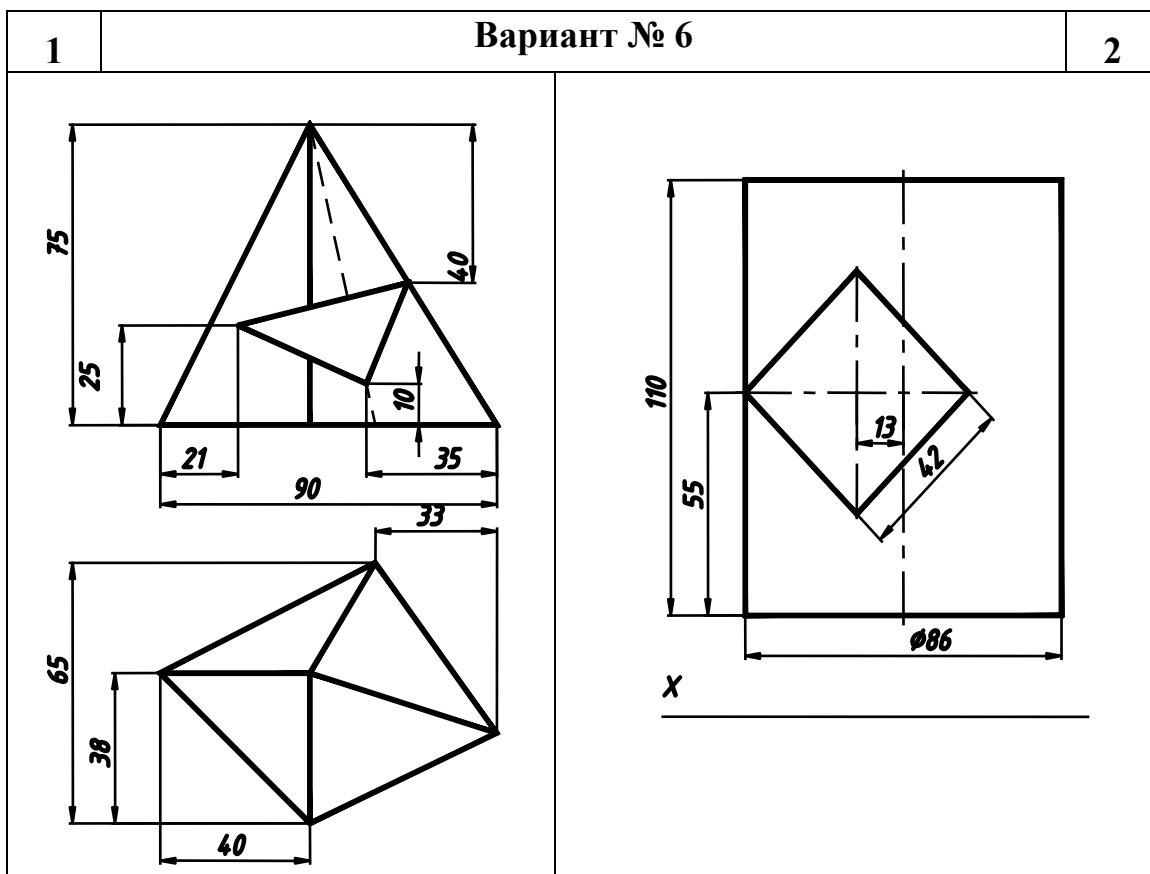
Задание выполняется на листе формата А3. Пример выполнения задания приведен на рис. 12, варианты заданий – на стр. 34–46.

### Варианты индивидуального домашнего задания № 1 (лист 3)

1	Вариант № 1	2

1	Вариант № 2	2
1	Вариант № 3	2

1	Вариант № 4	2
1	Вариант 5	2



1	Вариант № 8	2
1	Вариант № 9	2



1	Вариант № 10	2
1	Вариант № 11	2

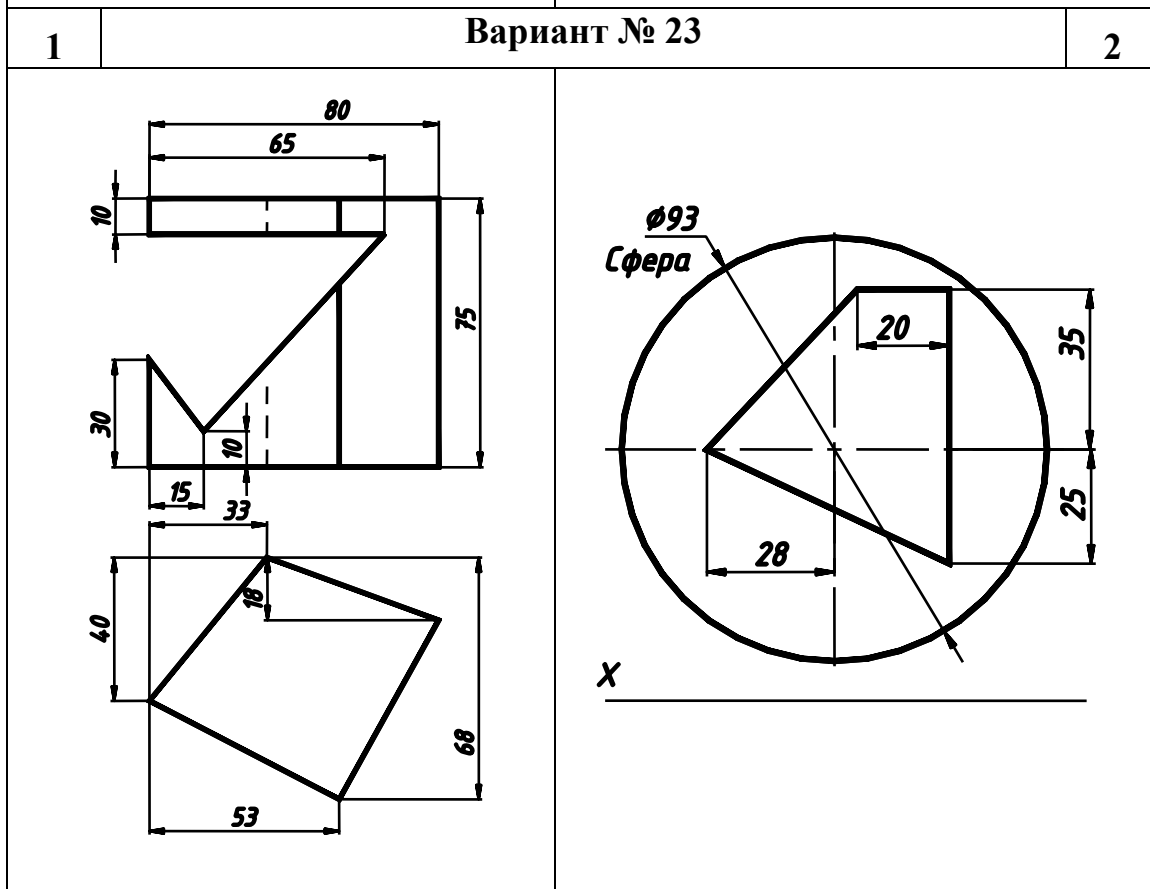
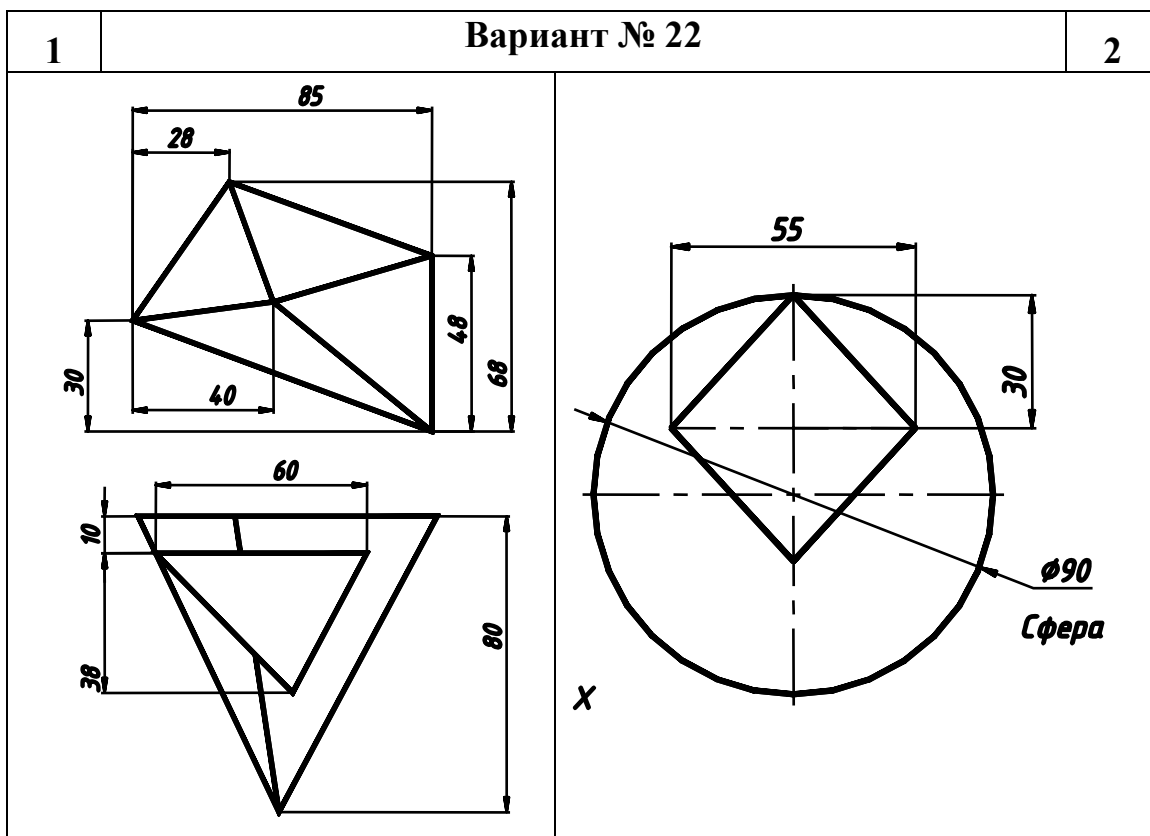
1	Вариант № 12	2
1	Вариант № 13	2

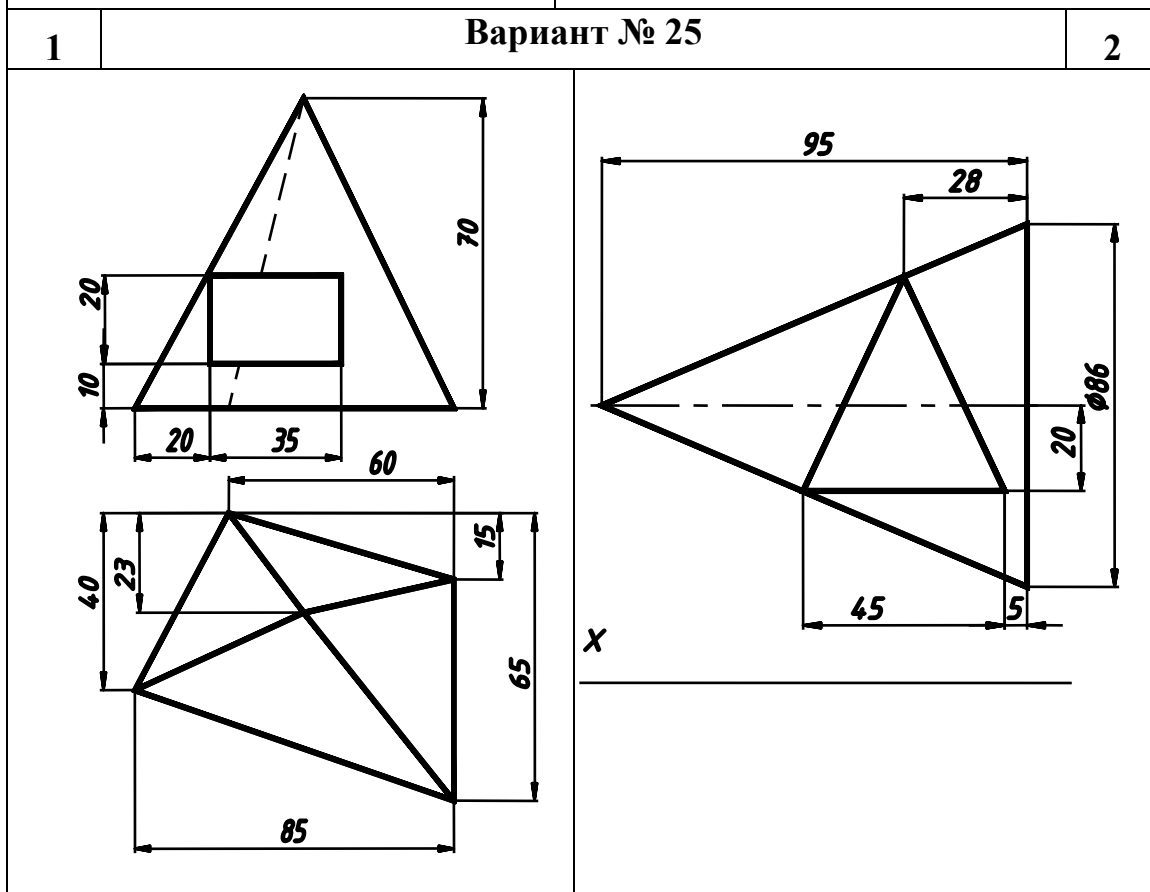
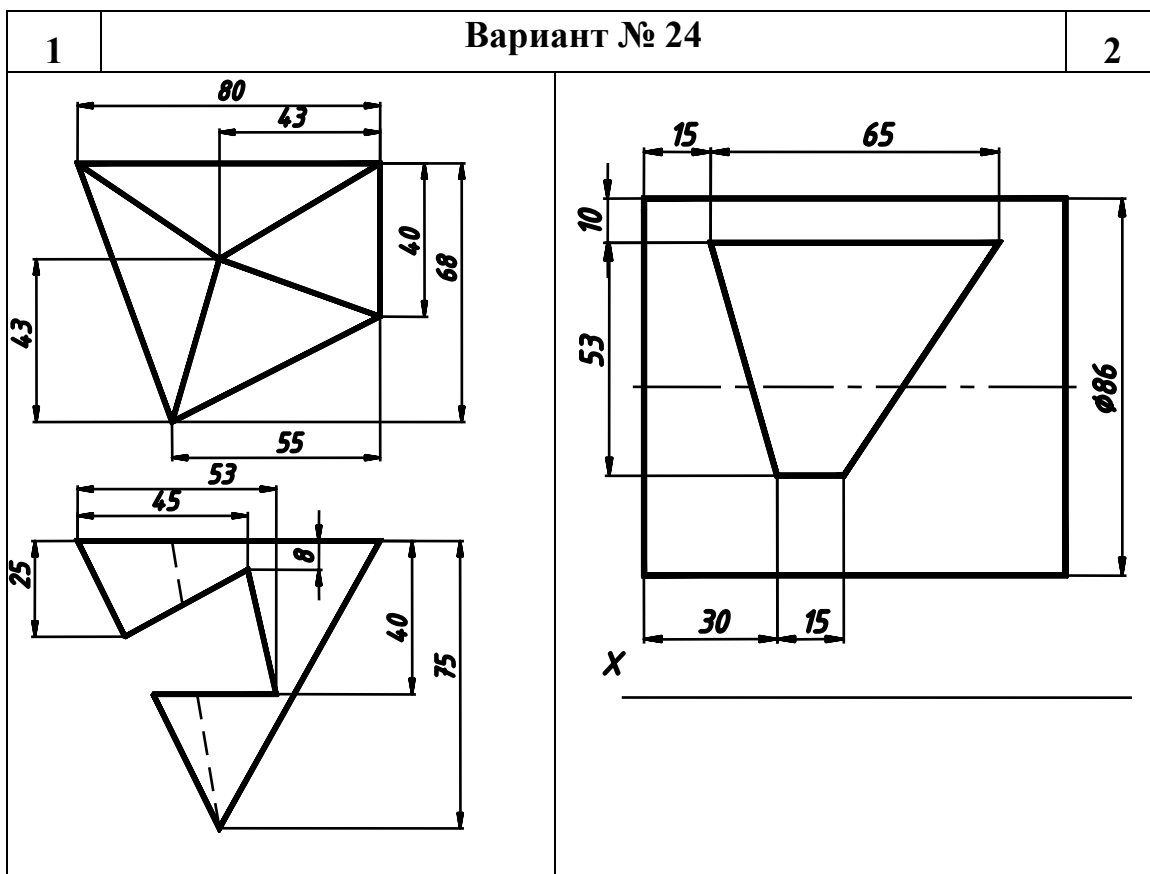
1	Вариант № 14	2
1	Вариант № 15	2

1	Вариант № 16	2
1	Вариант № 17	2

1	Вариант № 18	2
	<p><math>\phi 90</math> Сфера</p> <p>X</p>	
1	Вариант № 19	2
	<p><math>\phi 90</math> Сфера</p> <p>X</p>	

1	Вариант № 20	2
1	Вариант № 21	2







## Методические указания к индивидуальному домашнему заданию № 1 (задачи 1, 2, лист 3)

Обе задачи выполняются на одном листе формата А3. В тонких линиях в масштабе 1:1 строим три изображения геометрического тела. Анализируем условие задачи, определяем характер линий выреза, отмечаем необходимые точки, выполняем окончательную обводку чертежа.

Нахождение точек линий пересечения выполняем, пользуясь условием принадлежности точек поверхности, рассмотренные ранее на страницах 28–32.

Рассмотрим один из вариантов решения задания.

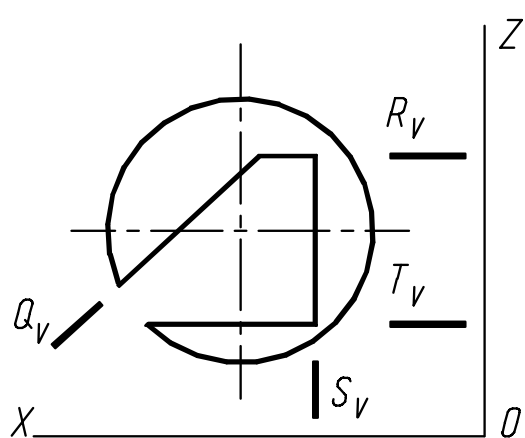


Рис. 9

*Задача.* По данной фронтальной проекции построить три проекции шара с призматическим вырезом (рис. 9). Анализ условия задачи показывает, что вырез сделан четырьмя плоскостями частного положения. Следовательно, решение задачи можно разделить на следующие части – построить линию пересечения шара: фронтально-проецирующей плоскостью  $Q(Qv)$ ; профильно-проецирующей плоскостью  $S(Sv)$ ; горизонтальными плоскостями  $R(Rv)$  и  $T(Tv)$ .

Любая плоскость пересекает шар (сферу) по окружности. Если секущая плоскость параллельна плоскости проекций, то окружность проецируется на эту плоскость в натуральную величину. Если секущая плоскость не параллельна ни одной из плоскостей проекций, проекциями окружности являются эллипсы. Величина малой оси зависит от угла наклона секущей плоскости к плоскости проекций.

Окружности, образованные в пересечении шара плоскостями, перпендикулярными к его вертикальной оси, называются *параллели*. Наибольшая параллель, проходящая через центр шара, называется *экватором*. Окружности, образованные в пересечении шара плоскостями, проходящими через вертикальную ось вращения, называются *меридианы*. Плоскости, проходящие через ось, и параллельные плоскостям  $V$  и  $W$  дают в сечении фронтальный и профильный меридианы, которые называются *главными*.

Рассмотрим первую часть задачи: – *построить линию пересечения шара (сферы) фронтально проецирующей плоскостью (рис. 10).*

Плоскость  $Q$  пересекает шар по окружности, фронтальная проекция которой совпадает с отрезком  $a'b'$  фронтального следа  $Q_V$ . На горизонтальную и профильную плоскости проекций окружность проецируется в эллипсы. Положение малой оси эллипсов на плоскостях  $H$  и  $W$  ( $ab$  и  $a''b''$ ) определим, найдя точки  $A$  и  $B$ , как точки пересечения плоскости  $Q$  с фронтальным меридианом.

Большая ось эллипсов проецируется на плоскость  $V$  в точку  $c'=d'$  (расположенную в середине отрезка  $a'b'$ ). На плоскости  $H$  большая ось проходит через середину малой оси и ей перпендикулярна. По величине большая ось равна отрезку  $a'b'$  (рис. 10). Аналогично находим положение большой оси эллипса на плоскости  $W$ .

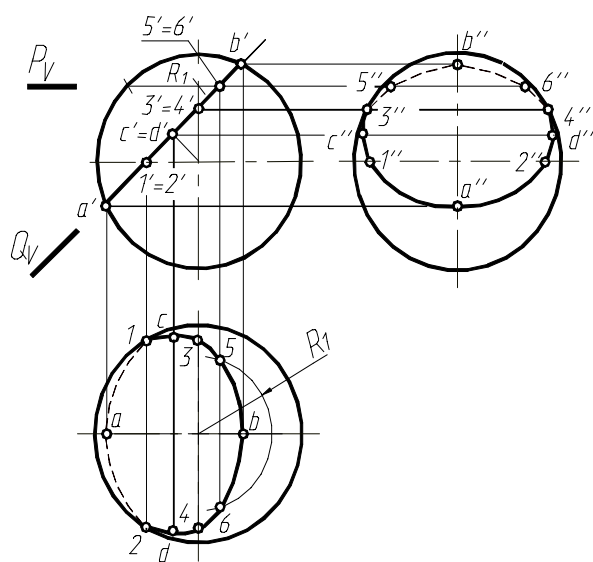


Рис. 10

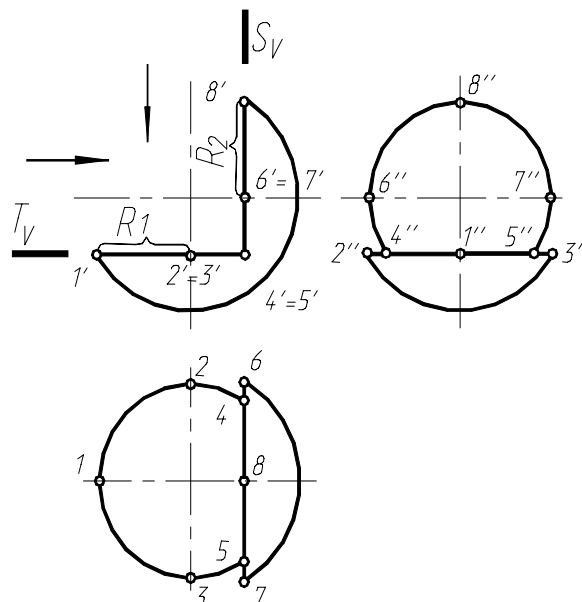


Рис. 11

Для определения видимости линии пересечения на плоскости  $H$  определяем точки  $1$  и  $2$  как точки пересечения плоскости  $Q$  с экватором шара. Все точки, лежащие на поверхности шара выше экватора, на горизонтальной проекции будут видимы, ниже - невидимы.

Точками границы видимости на плоскости  $W$  будут точки  $3$  и  $4$ . Промежуточные точки  $5$  и  $6$  определены с помощью параллели, полученной при проведении дополнительной плоскости  $P$ . Эта плоскость пересекает шар по окружности радиуса  $R_1$ . Строим горизонтальную проекцию этой окружности. Точки  $5$  и  $6$  будут находиться на пересечении линии связи (проведенной из точки  $5' = 6'$ ) с этой окружностью.

Решение второй и третьей части задачи рассмотрим на примере:

- *построить три изображения шара с вырезом, сделанным горизонтальной плоскостью  $T(T_V)$  и профильной плоскостью  $S(S_V)$  (рис. 11).*

Плоскость  $T$  пересекает шар по окружности, которая проецируется в натуральную величину на горизонтальную плоскость. Радиус окружности равен  $R_1$  (рис. 11). На фронтальную и профильную плоскости проекций эта окружность проецируется в прямые линии.

Плоскость  $S$  пересекает шар по окружности с радиусом  $R_2$ , которая проецируется в натуральную величину на профильную плоскость проекций. На горизонтальную и фронтальную плоскости эта окружность проецируется в прямые линии.

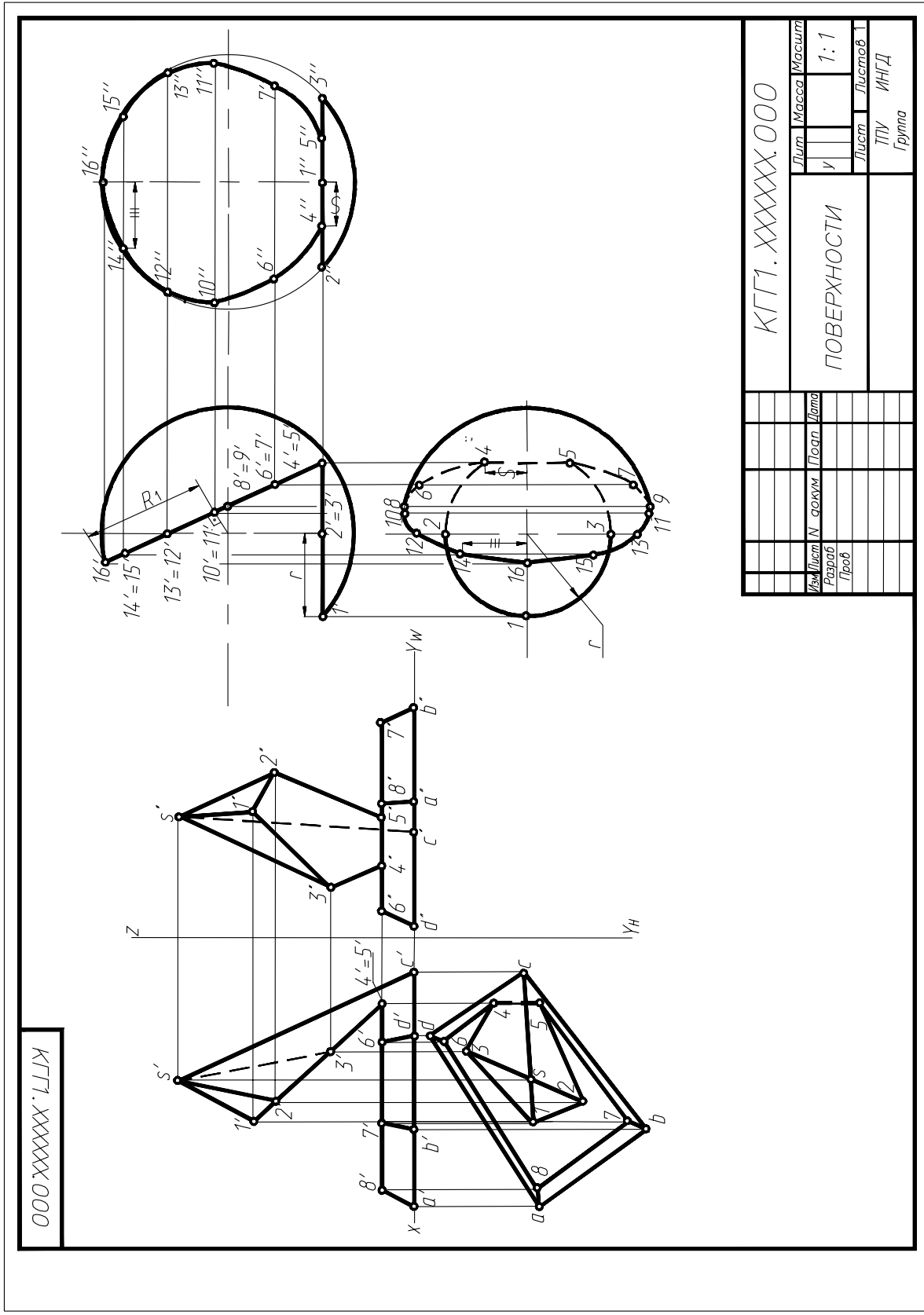


Рис. 12

### 4.2.2. Индивидуальное домашнее задание № 2 (листы 1, 2, 3)

#### Раздел 2. Основы инженерной графики (черчение)

Индивидуальное домашнее задание № 2 охватывает темы 4-7 и состоит из трех заданий.

#### Индивидуальное домашнее задание № 2 (листы 1, 2)

1. По двум данным построить три изображения детали, выполнить рациональные разрезы, нанести размеры. Построить прямоугольную изометрию детали с вырезом ее части (лист 1).

2. По двум данным построить три изображения детали, выполнить рациональные разрезы, нанести размеры. Построить сечения детали заданной наклонной плоскостью (лист 2).

Примеры выполнения задания приведены на рис. 18 и 19, варианты заданий – на стр. 51–63.

#### Варианты для индивидуального домашнего задания № 2 (листы 1, 2)

1	Вариант № 1		2
<p><b>Основание</b></p>	<p><b>Сталь 45</b></p>	<p><b>Корпус</b></p>	<p><b>СЧ 15</b></p>

1	Вариант № 2		2
	<p><b>Корпус</b></p> <p><b>Сталь 45</b></p>		<p><b>Основание</b></p> <p><b>СЧ 15</b></p>
1	Вариант № 3		2
	<p><b>Основание</b></p> <p><b>Сталь 45</b></p>		<p><b>Корпус</b></p> <p><b>СЧ 15</b></p>

1		Вариант № 4		2	
				<p><b>Корпус</b>                      <b>Сталь 45</b>                      <b>Основание</b>                      <b>СЧ 15</b></p>	
1		Вариант № 5		2	
				<p><b>Основание</b>                      <b>Сталь 45</b>                      <b>Корпус</b>                      <b>СЧ 15</b></p>	

1	Вариант № 6		2
Корпус		Сталь 45	Основание
СЧ 15		СЧ 15	
1	Вариант № 7		2
Основание		Сталь 45	Корпус
СЧ 15		СЧ 15	



1		Вариант № 8		2	
				<p><b>Корпус</b>                      <b>Сталь 45</b>                      <b>Основание</b>                      <b>СЧ 15</b></p>	
1		Вариант № 9		2	
				<p><b>Основание</b>                      <b>Сталь 45</b>                      <b>Корпус</b>                      <b>СЧ 15</b></p>	

1	Вариант № 10		2
	<p><b>Корпус</b></p> <p><b>Сталь 45</b></p>		<p><b>Основание</b></p> <p><b>СЧ 15</b></p>
1	Вариант № 11		2
	<p><b>Основание</b></p> <p><b>Сталь 45</b></p>		<p><b>Корпус</b></p> <p><b>СЧ 15</b></p>

1	Вариант № 12		2
<b>Корпус</b>	<b>Сталь 45</b>	<b>Основание</b>	<b>СЧ 15</b>
1	Вариант № 13		2
<b>Основание</b>	<b>Сталь 45</b>	<b>Корпус</b>	<b>СЧ 15</b>

1	Вариант № 14		2
	<p><b>Корпус</b></p> <p><b>Сталь 45</b></p>		<p><b>Основание</b></p> <p><b>СЧ 15</b></p>
1	Вариант № 15		2
	<p><b>Основание</b></p> <p><b>Сталь 45</b></p>		<p><b>Корпус</b></p> <p><b>СЧ 15</b></p>

1	Вариант № 16		2
<b>Корпус</b>	<b>Сталь 45</b>	<b>Основание</b>	<b>СЧ 15</b>
1	Вариант № 17		2
<b>Основание</b>	<b>Сталь 45</b>	<b>Корпус</b>	<b>СЧ 15</b>

1	Вариант № 18		2
<b>Корпус</b>	<b>Сталь 45</b>	<b>Основание</b>	<b>СЧ 15</b>
1	Вариант № 19		2
<b>Основание</b>	<b>Сталь 45</b>	<b>Корпус</b>	<b>СЧ 15</b>

1	Вариант № 20		2
<b>Корпус</b>	<b>Сталь 45</b>	<b>Основание</b>	<b>СЧ 15</b>
1	Вариант № 21		2
<b>Основание</b>	<b>Сталь 45</b>	<b>Корпус</b>	<b>СЧ 15</b>

<b>1</b>	<b>Вариант № 22</b>	<b>2</b>
<b>Корпус</b>	<b>Сталь 45</b>	<b>Основание</b>
<b>1</b>	<b>Вариант № 23</b>	<b>2</b>
<b>Основание</b>	<b>Сталь 45</b>	<b>Корпус</b>
		<b>СЧ 15</b>



<b>1</b>	<b>Вариант № 24</b>		<b>2</b>
<b>Корпус</b>		<b>Сталь 45</b>	<b>Основание</b>
<b>СЧ 15</b>			
<b>1</b>	<b>Вариант № 25</b>		<b>2</b>
<b>Основание</b>		<b>Сталь 45</b>	<b>Корпус</b>
<b>СЧ 15</b>			

## Методические указания к индивидуальному домашнему заданию № 2 (листы 1, 2)

Прежде, чем приступить к выполнению индивидуального домашнего задания, необходимо изучить разделы:

- Изображения – виды, разрезы, сечения (ГОСТ 2.305–68).
- Обозначения графических материалов и правила их нанесения на чертежах (ГОСТ 2.306–68).
- Нанесение размеров на чертежах (ГОСТ 2.307–68).
- Аксонометрические проекции (ГОСТ 2.317–69).

На формате А3, располагая его горизонтально, проводите линии рамки чертежа и отмечаете место для основной надписи и графы дополнительной надписи.

Выделяете на чертеже соответствующую площадь для каждого изображения детали, учитывая их проекционную связь и равномерное заполнение формата чертежа. Между изображениями необходимо предусмотреть свободное место для нанесения размеров. Изображение детали выполняется в масштабе 1:1.

Проводите осевые линии каждого изображения и стройте тонкими линиями три изображения детали (вид спереди, сверху и слева) в проекционной связи, учитывая линии видимого и невидимого контура.

Выполняете рациональные разрезы и наносите штриховку в разрезах под углом  $45^\circ$  к линиям рамки чертежа. Расстояние между штрихами в пределах от 2 до 4 мм. Проводите необходимые выносные и размерные линии и наносите размерные числа.

Выполняете прямоугольную изометрию детали (задание 2, лист 1) и сечение детали (задание 2, лист 2).

### Построение аксонометрической проекции

На аксонометрическом изображении деталь рекомендуется располагать так, чтобы на переднем плане были более низкие элементы.

В аксонометрии обычно выполняют вырез  $\frac{1}{4}$  части детали, при этом вырез не всегда повторяет разрез, выполненный на ортогональном изображении. Угол, образованный секущими плоскостями, должен быть раскрыт.

На рис. 13–16 показано поэтапное выполнение изометрии детали с вырезом  $\frac{1}{4}$  части. Для удобства построений будем считать, что нижняя плоскость детали совпадает с горизонтальной плоскостью проекций, а ось  $z$  – с осью конической и цилиндрических поверхностей.

Выполнение задания начинаем с построения аксонометрических осей и очертания плоских фигур, полученных при сечении детали вер-

тикальными плоскостями, проведенными по осям симметрии детали (рис. 13).

Отмечаем центры окружностей усеченного конуса и цилиндров – точки  $O_1, O_2, O_3, O_4$  и строим изометрические проекции тех частей окружностей, которые остались после выполнения выреза (рис. 14). Заканчиваем построение прямоугольных очертаний детали (рис. 15). Выполнив штриховку плоских фигур, образовавшихся при сечении детали вертикальными плоскостями (проводя линии штриховки параллельно направлениям, показанным на рисунке), обводим контур детали (рис. 16).

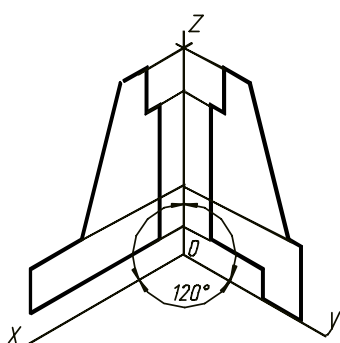


Рис. 13

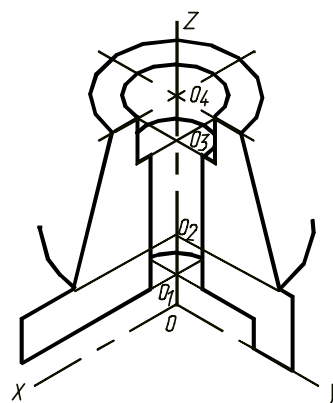


Рис. 14

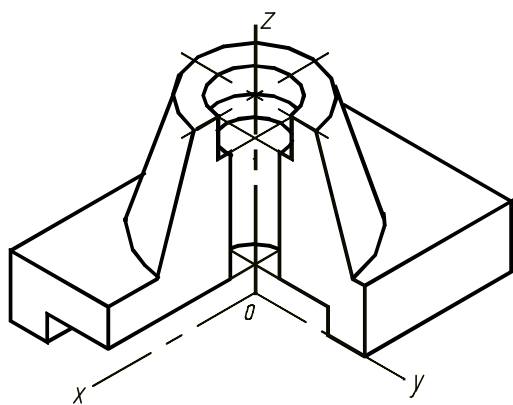


Рис. 15

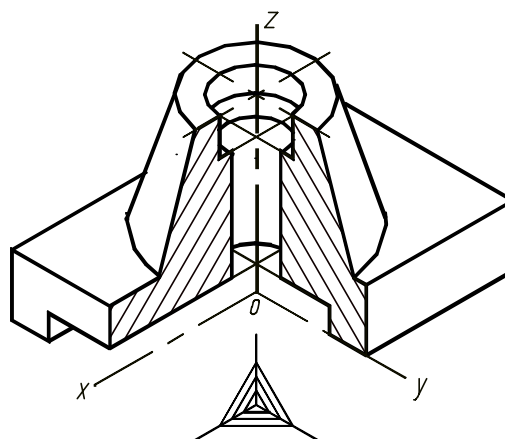


Рис. 16

После проверки всех построений окончательно обводите чертеж, соблюдая характер и толщину линий. Обводку рекомендуется начинать с построения кривых линий.

Выполняете основную надпись и дополнительную графу и заполняете их. При заполнении графы 2 основной надписи (обозначение чертежа) и дополнительной графы классификационная характеристика де-

талей по классификатору будет для корпуса – 731000, кронштейна – 734300, основания – 733500, плиты – 741000. Например, если Вы выполняете чертеж корпуса (вариант 1), то чертеж будет иметь обозначение: *КГГ4.731000.001*.

### Построение наклонного сечения

Наклонное сечение получается от пересечения предмета плоскостью, составляющей с горизонтальной плоскостью проекций угол, отличный от прямого.

На чертеже наклонные сечения выполняют по типу вынесенных сечений и в соответствии с направлением, указанным стрелками на линии сечения. При построении сечения не является обязательным строгое соблюдение проекционной связи между изображением, где задан след секущей плоскости, и фигурой сечения. Фигуру сечения можно расположить в любом удобном месте поля чертежа, рис. 17, б, в. При этом, если ориентация сечения на чертеже не соответствует направлению взгляда, указанному стрелками на штрихах линии сечения, то обозначение сечения должно сопровождаться знаком повернуто  $\ominus$ , рис. 17, в.

Перед построением наклонного сечения необходимо определить, какие поверхности ограничивают деталь, и какие линии получаются от пересечения этих поверхностей с секущей плоскостью. Наклонное сечение детали строится как совокупность наклонных сечений составляющих ее геометрических тел.

Деталь, изображенную на рис. 17, ограничивают призматические и цилиндрические поверхности. Мысленно расчленим ее на составляющие поверхности и строим поочередно пересечение плоскости с каждой из этих поверхностей. При сечении плоскостью призматического основания детали в сечении получаем прямоугольник, который ограничен точками 1, 2, 3, 4 (рис. 17, а). Пересекая верхнее основание призмы, секущая плоскость пересекает также в точках 5 и 6 образующие внешнего цилиндра. Сечение цилиндрической поверхности наклонной плоскостью есть эллипс. В данном случае эллипс будет неполным, так как секущая плоскость пересекает не все образующие цилиндра. Одновременно с внешней цилиндрической поверхностью секущая плоскость пересекает внутреннее цилиндрическое отверстие, имеющее переменный диаметр, и ребро жесткости призматической формы.

Обозначаем все точки, в которых линия сечения  $A - A$  пересекает очерковые линии наружных и внутренних поверхностей детали, а также осевые линии изображений (точки 1, 2, ..., 21, 22).

Находим горизонтальные проекции точек на виде сверху, используя линии связи и принадлежность их соответствующим поверхностям.

Фигура сечения имеет ось симметрии. На свободном месте чертежа проводим ось, параллельно следу секущей плоскости  $A - A$ . Из точек  $1', \dots, 22'$  перпендикулярно следу плоскости проводим линии связи. Из точек их пересечения с осью в обе стороны от нее откладываем у координаты точек, например,  $y_1$  и  $y_2$  для точек 1 и 2 (рис. 17, а), вначале для внешнего контура, а затем для внутреннего. Соединяем полученные точки и заштриховываем сечение.

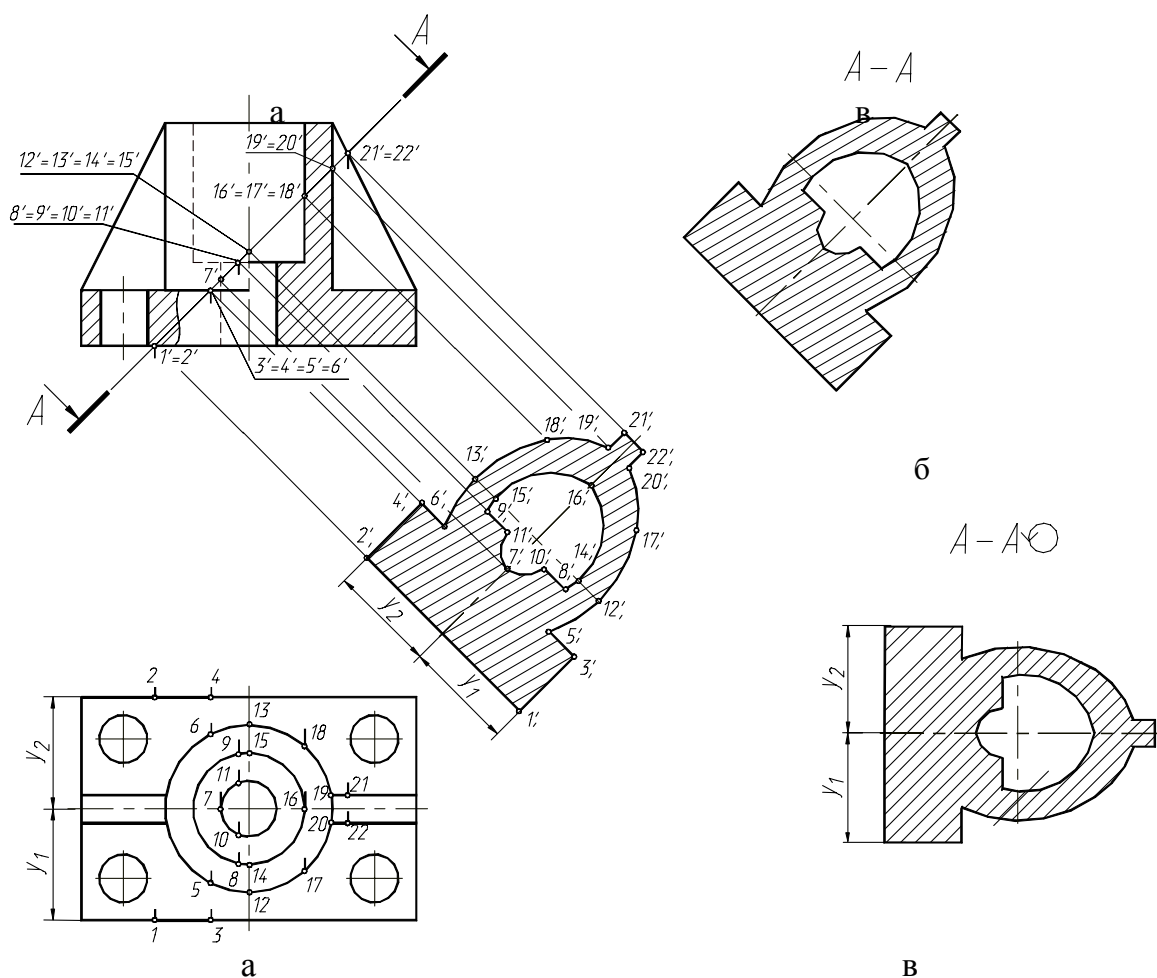


Рис. 17

Если Вы строите сечение, располагая его ось симметрии горизонтально (рис. 17, в), то на ней откладываете расстояния, равные расстояниям между фронтальными проекциями точек, и проводите линии, перпендикулярные к оси. На этих линиях откладываете у координаты точек, как и в первом случае. Соединяете полученные точки, заштриховываете сечение и обозначаете его.

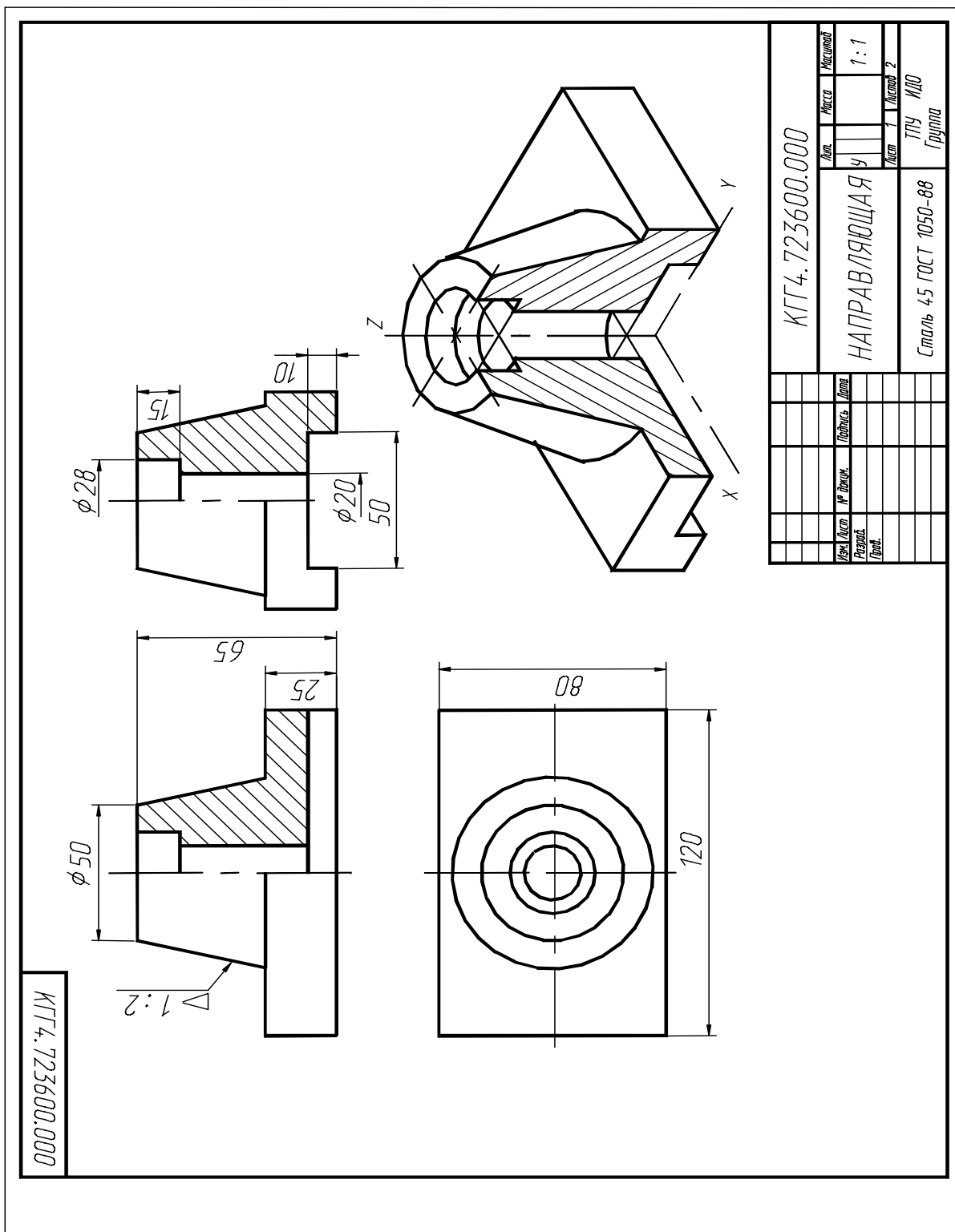


Рис. 18

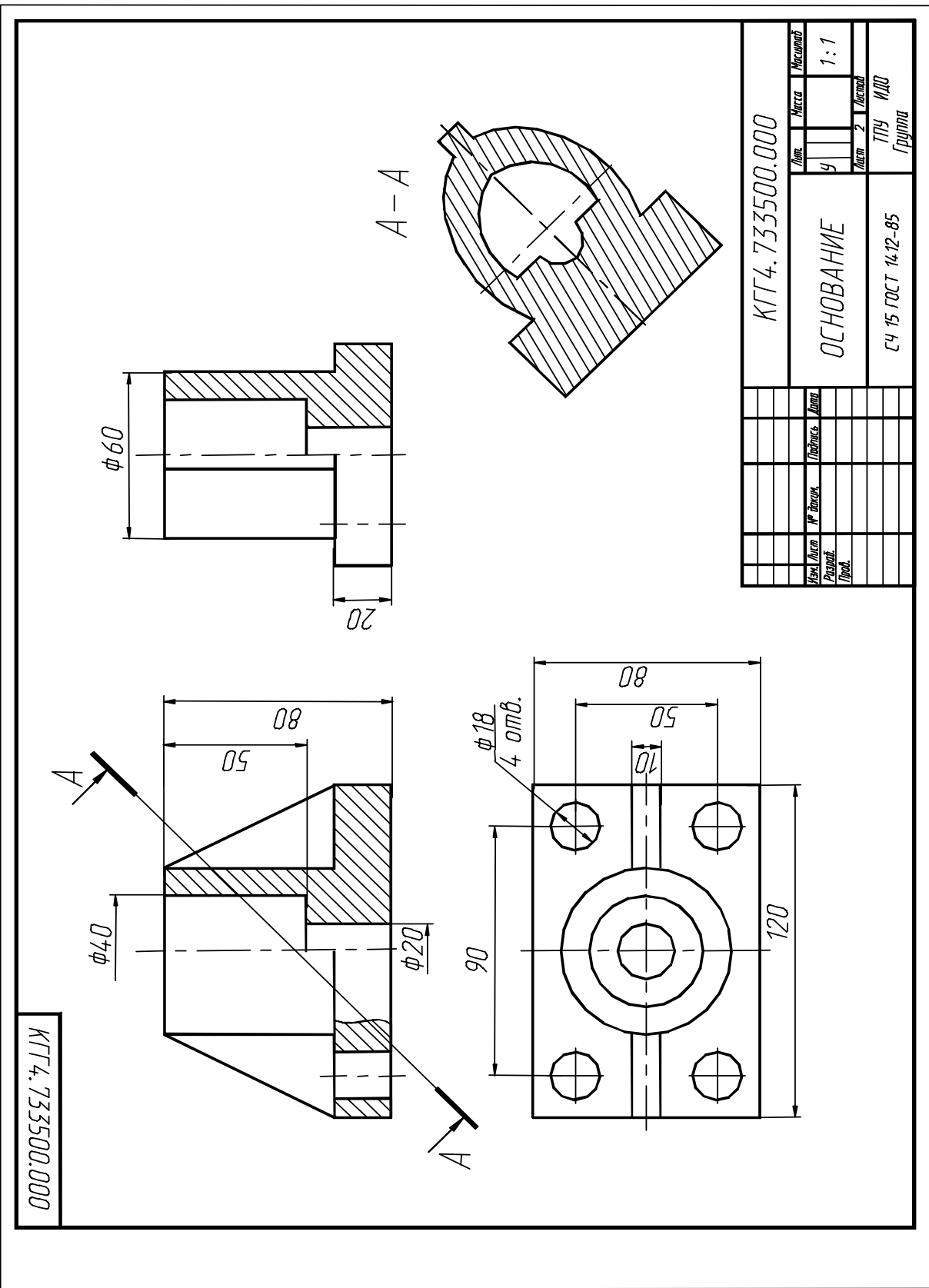


Рис. 19



### Индивидуальное домашнее задание № 2 (лист 3)

Выполнить два изображения соединения болтом по действительным размерам и упрощенное его изображение по ГОСТ 2.315–68.

Выполнить два изображения соединения шпилькой по действительным размерам и упрощенное его изображение по ГОСТ 2.315–68.

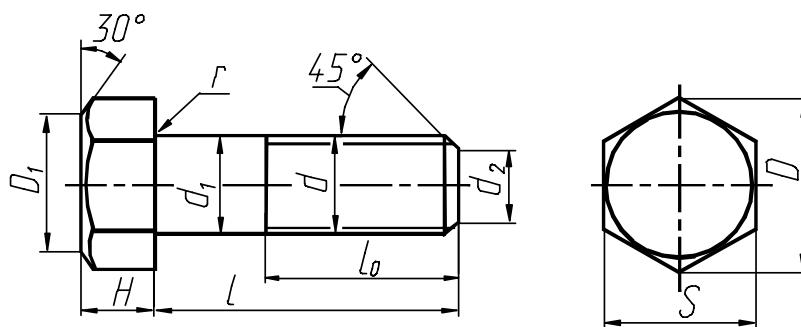
Пример выполнения задания приведен на рис. 32. Данные для выполнения задания приведены в табл. 2 для соединения болтом и в табл. 3 для соединения шпилькой.

### Варианты индивидуального домашнего задания № 2 (лист 3)

Таблица 2

Болты с шестигранной головкой (нормальной точности) по ГОСТ 7798–70						
№ варианта	Диаметр резьбы, $d$	Шаг резьбы, $p$	Толщина соединяемых деталей		Исполнение	
			$l_1$	$l_2$	Гайки	Шайбы
1	8	1,25	20	14	2	2
2	10	1,5	16	16	1	1
3	12	1,75	20	14	2	1
4	16	2	24	15	2	2
5	20	2,5	25	20	1	1
6	30	3,5	24	20	2	1
7	36	4	40	35	1	2
8	42	4,5	35	30	2	2
9	8	1,25	25	14	2	1
10	10	1,5	20	12	1	1
11	12	1,75	15	14	1	2
12	16	2	24	20	2	1
13	20	2,5	30	20	2	2
14	30	3,5	34	20	2	1
15	36	4	35	30	2	2
16	42	4,5	30	25	1	1
17	8	1,25	22	12	1	2
18	10	1,5	20	17	2	2
19	12	1,75	24	10	2	1
20	16	2	20	14	1	1
21	20	2,5	30	25	1	2
22	30	3,5	40	24	2	1
23	36	4	30	25	1	1
24	42	4,5	40	25	2	2
25	8	1,25	20	14	2	2





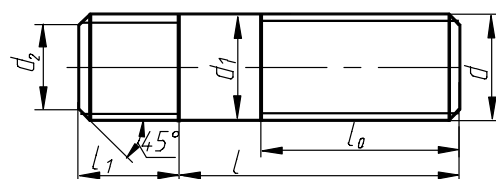
$$D_1 = (0,9 \dots 0,95) S$$

Таблица 3

Номинальный диаметр резьбы, $d$	8	10	12	16	20	30	36	42
Шаг резьбы, $P$	1,2 5	1,5	1,75	2	2,5	3,5	4	4,5
Размер «под ключ», $S$	13	17	19	24	30	46	55	65
Высота головки, $H$	6,5	8	10	13	16	24	29	34
Диаметр описанной окружности, $D$	14, 2	18,7	20,9	26,5	33,3	50,9	60,8	72,1
Диаметр фаски, $d_2$	5,5	7	8,5	12	15	23	28	32
Длина болта, $l$	Длина резьбы $l_0$ (знаком × отмечены болты с резьбой на всей длине стержня)							
45	22	26	30	38	×	×	-	-
50	22	26	30	38	×	×	×	-
55	22	26	30	38	46	×	×	×
60	22	26	30	38	46	×	×	×
65	22	26	30	38	46	×	×	×
70	22	26	30	38	46	×	×	×
75	22	26	30	38	46	66	×	×
80	22	26	30	38	46	66	×	×
90	22	26	30	38	46	66	78	×
100	22	26	30	38	46	66	78	×
110	22	26	30	38	46	66	78	90
120	22	26	30	38	46	66	78	90

Таблица 4

Шпилька для деталей с резьбовыми отверстиями (нормальной точности)						
ГОСТ	Длина ввинчиваемого конца		Материал детали			
22032-76	$l_1=d$		Сталь, бронза, латунь			
22034-76	$l_1=1,25d$		Ковкий и серый чугун			
22038-76	$l_1=2d$		Легкие сплавы, допускается сталь			
№ варианта	Номинальный диаметр резьбы, $d$	Шаг резьбы, $p$	Длина шпильки, $l$	Шпилька по ГОСТ	Исполнение	
					Гайки	Шайбы
1	24	3	90	22034-76	2	1
2	20	2,5	80	22038-76	1	1
3	16	2	80	22032-76	2	2
4	24	3	100	22038-76	2	1
5	20	2,5	90	22032-76	2	2
6	16	2	75	22034-76	1	1
7	24	3	110	22032-76	2	2
8	20	2,5	75	22034-76	1	2
9	16	2	60	22038-76	1	1
10	42	4,5	120	22034-76	1	1
11	36	4	110	22038-76	2	2
12	30	3,5	100	22032-76	1	1
13	12	1,75	75	22034-76	1	1
14	10	1,5	60	22038-76	2	1
15	42	4,5	120	22034-76	1	1
16	36	4	110	22038-76	2	2
17	30	3,5	100	22032-76	1	1
18	12	1,75	75	22034-76	1	1
19	10	1,5	60	22038-76	2	1
20	20	2,5	80	22038-76	1	1
21	16	2	80	22032-76	2	2
22	24	3	100	22038-76	2	1
23	20	2,5	90	22032-76	2	2
24	16	2	75	22034-76	1	1
25	24	3	80	22032-76	1	2



Номинальный диаметр резьбы, $d$	10	12	16	20	24	30	36	42
$l_1=d$	10	12	16	20	24	30	36	42
$l_1=1,25d$	12,5	15	20	25	30	37,5	45	52,5
$l_1=2d$	20	24	32	40	48	60	72	84
Диаметр фаски, $d_2$	7	8,5	12	15	18	23	28	32
Длина шпильки, $l$	Длина резьбового конца, $l_0$ (знаком x отмечены шпильки с $l_0=1-0,5d$ )							
60	26	30	38	46		X	-	-
70					X	X	-	
75					X	X	-	
80					X	X	X	
90					66	X	X	
100					66	78	X	
110					66	78	X	
120					66	78	90	

**Методические указания к индивидуальному домашнему заданию № 2 (лист 3)**

Выполнение чертежей резьбовых соединений связано с соблюдением правил и условностей, установленных требованиями стандартов. Основным элементом всех резьбовых соединений является резьба. Резьбой называется поверхность, образованная при винтовом движении плоского контура по цилиндрической или конической поверхности.

Номинальные размеры рассматриваемых параметров являются общими как для наружной (болты, винты и др.), так и для внутренней резьбы (гайки, гнезда и др.). В качестве основных параметров резьбы ГОСТ 11708–82 определяет следующие:

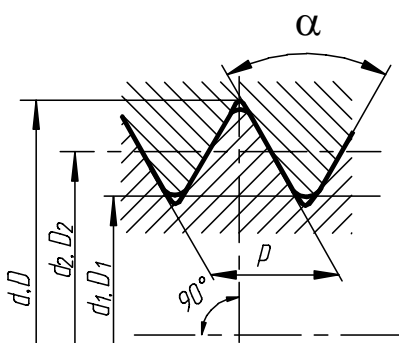


Рис. 20

$d, D$  – наружный диаметр резьбы (номинальный диаметр) – диаметр воображаемого прямого кругового цилиндра, описанного вокруг вершин наружной резьбы или впадин внутренней резьбы;

$d1, D1$  – внутренний диаметр резьбы – диаметр воображаемого прямого кругового цилиндра, описанного вокруг впадин наружной резьбы или вершин внутренней резьбы;

Профиль резьбы – контур сечения резьбы плоскостью, проходящий через ее ось (например, на рис. 20 профиль треугольный);

$\alpha$  – угол профиля резьбы – угол между смежными боковыми сторонами профиля;

$p$  – шаг резьбы – расстояние между одноименными точками двух соседних профилей;

$Ph$  – ход резьбы – величина осевого перемещения винта или гайки за один оборот;  $Ph = n \times p$ , где  $n$  – число заходов резьбы (для многозаходной резьбы) и  $Ph = p$  (для однозаходной резьбы).

В зависимости от направления винтовой линии резьбы подразделяют на правые (плоский контур вращается по часовой стрелке) и левые (плоский контур вращается против часовой стрелки).

Резьбу называют цилиндрической, если профиль перемещается по поверхности цилиндра вращения, и конической, если профиль перемещается по поверхности конуса вращения.

ГОСТ 2.311–68 устанавливает условное изображение резьб. Резьбу изображают:

*на стержне* – сплошными основными линиями по наружному диаметру резьбы и сплошными тонкими по внутреннему диаметру (рис. 21). На виде слева по внутреннему диаметру резьбы проводят дугу, приблизительно равную  $\frac{3}{4}$  окружности, разомкнутую в любом месте;

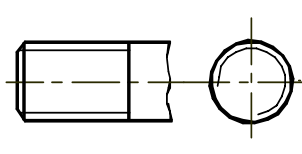


Рис. 21

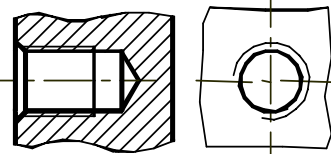


Рис. 22

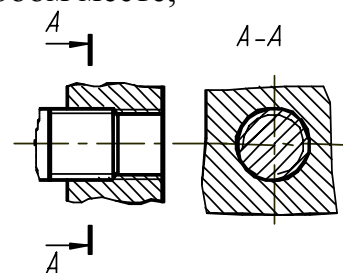


Рис. 23

*в отверстии* – сплошными основными линиями по внутреннему диаметру резьбы и сплошными тонкими по наружному диаметру (рис. 22). Дуга проводится на  $\frac{3}{4}$  окружности, разомкнутой в любом месте. При изображении резьбового соединения условно принимают, что резьба стержня закрывает резьбу отверстия (рис. 23).

### Соединение болтом

Соединение болтом состоит из соединяемых деталей с отверстиями под болт, болта, гайки и шайбы.

Болт – цилиндрический стержень, имеющий на одном конце резьбу под гайку, на другом – головку. Пример условного обозначения:

*Болт M16x70 ГОСТ 7798–70* – болт исполнения I (исполнение I не указывается), с метрической резьбой диаметром  $d=16$  мм, с крупным

шагом резьбы (крупный шаг в обозначении не указывается) и длиной болта  $l=70$  мм.

На чертеже болт выполняют в двух видах: на плоскость, параллельную оси болта и на плоскость, перпендикулярную оси, при этом на плоскости, параллельной оси болта, должно быть изображено три грани головки болта и три грани гайки.

Выполнение работы начинается с подсчета рабочей длины болта по формуле (рис. 24, 25):

$$l = l_1 + l_2 + H + S + K,$$

где  $l_1$  и  $l_2$  – толщины соединяемых деталей;

$H$  – высота гайки;

$S$  – толщина шайбы;

$K = (0,25 \dots 0,35)d$  – часть болта, выходящего за гайку, где  $d$  – номинальный диаметр болта.

В длину болта  $l$  высота головки не входит. После вычисления длина болта округляется до ближайшего значения по стандарту. Размеры болта, а также размеры гайки и шайбы берутся из таблиц соответствующих стандартов (табл. 4–5). Диаметр сквозного отверстия в соединяемых деталях берется равным  $1,1d$ .

Гайкой называется деталь с резьбовым отверстием, которая навинчивается на стержень болта или шпильки при осуществлении резьбового соединения деталей (рис. 28). Примеры условного обозначения:

*Гайка M16x1,25 ГОСТ 5915–70* – гайка исполнения 1 (исполнение 1 не указывается) с метрической резьбой  $d=16$  мм, с мелким шагом  $p = 1,25$  мм.

*Гайка 2M16 ГОСТ 5915–70* – гайка исполнения 2 с метрической резьбой  $d = 16$  мм, с крупным шагом (крупный шаг в обозначении не указывается).

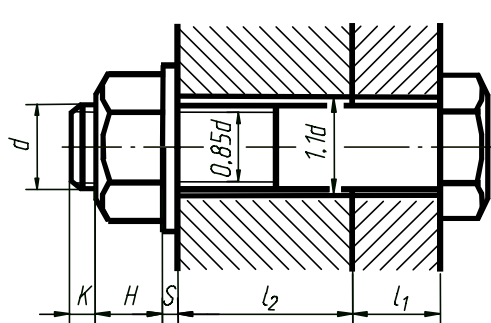
Шайба представляет собой плоское кольцо определенной толщины и конструкции. Шайбу устанавливают между гайкой и поверхностью детали для увеличения опорной поверхности и предохранения поверхности детали от повреждения при завинчивании гайки ключом, а также в тех случаях, когда наружная поверхность детали имеет неровность и возможен перекося гайки. Условное обозначение шайб рассмотрим на примере круглой шайбы (рис. 29).

*Шайба 16 ГОСТ 11371–78* – шайба нормальная, исполнение I (исполнение I не указывается) для крепежной детали с номинальным диаметром резьбы  $d = 16$  мм.

*Шайба 2.16 ГОСТ 11371–78* – то же, исполнение 2.

На чертеже болтового соединения (выполненного по действительным размерам) наносят условное обозначение резьбы, длину болта,

диаметр отверстия под болт, размер «под ключ» и толщины соединяемых деталей. Условные обозначения болта, гайки и шайбы наносят на полках линий – выносок (рис. 32).



$$l = l_1 + l_2 + S + H + K$$

$$K = (0.25 \dots 0.35) d$$

Рис. 24

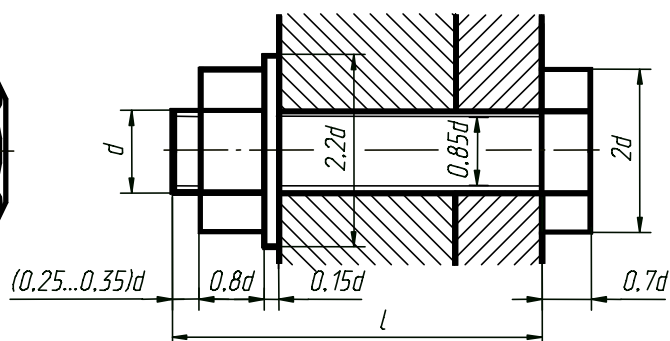
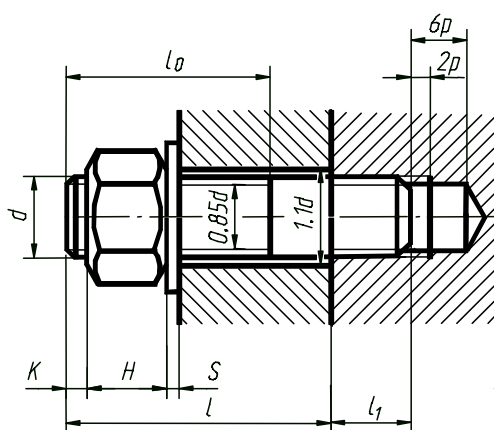


Рис. 25



$$K = (0.25 \dots 0.35) d$$

Рис. 26

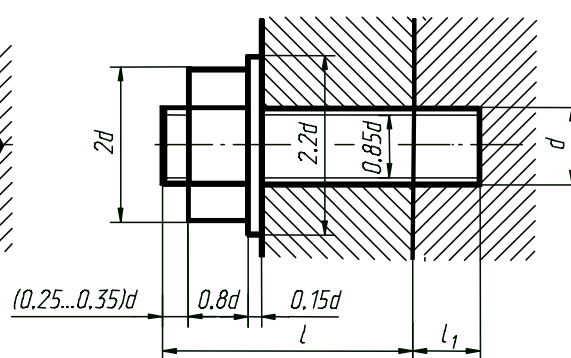


Рис. 27

Для ускорения работы при выполнении сборочных чертежей болтовые соединения вычерчивают не по действительным размерам, а упрощенно, по размерам, определяемым в зависимости от номинального диаметра резьбы болта (рис. 25). Фаски и зазоры на таком изображении не вычерчивают. Резьба условно изображается по всей длине стержня. На плоскости, перпендикулярной оси болта, линия внутреннего диаметра резьбы не изображается.

Наклон штриховки соединяемых деталей должен быть в разные стороны, причем выбранное направление необходимо сохранить на всех изображениях.

Таблица 4

Гайки шестигранные (нормальной точности) по ГОСТ 5915–70								
Номинальный диаметр резьбы, $d$	10	12	16	20	24	30	36	42
Размер «под ключ», $S$	17	19	24	30		46	55	65
Диаметр описанной окружности, $D$	18,7	20,9	26,5	33,3		50,9	60,8	72,1
Высота гайки, $H$	8	10	13	16		24	29	34

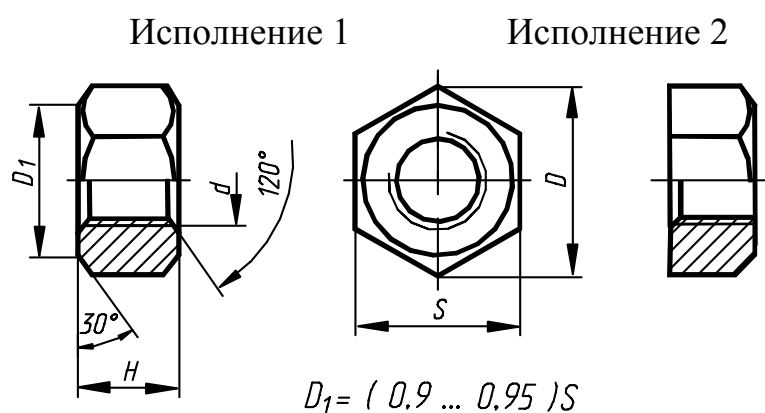


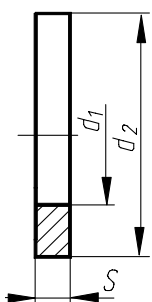
Рис. 28

Таблица 5

Шайбы нормальные по ГОСТ 11371–78									
Номинальный диаметр резьбы,		10	12	16	20	24	30	36	42
Внутренний диаметр, $d$		10,5	13	17	21	25	31	37	43
Наружный диаметр, $d_1$		21	24	30	37	44	56	66	78
Толщина, $d_2$		2	2,5	3	3	3,5	4	5	7
Фаска	$e$	0,5 1,0	0,6 1,2	0,75-1,5	0,75-1,5	от 1 до 2	2	1,2 2,5	1,7 3,5
	$x$	1,0	1,2	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,1



Исполнение 1



Исполнение 2

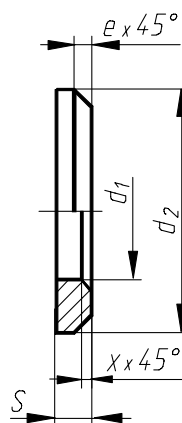


Рис. 29

### Соединение шпилькой

Соединение шпилькой применяется в тех случаях, когда одна из соединяемых деталей имеет значительную толщину или когда нет места для головки болта. Это соединение состоит из соединяемых деталей, шпильки, гайки и шайбы. В одной из соединяемых деталей изготавливают глухое отверстие с резьбой (гнездо под шпильку), в остальных сверлят сквозные отверстия для прохода шпильки.

Шпилька представляет собой цилиндрический стержень, имеющий на одном конце резьбу для ввинчивания в одну из соединяемых деталей (посадочный конец –  $II$ ), а на другом (стяжной конец) – резьбу для навинчивания гайки –  $IO$ . Длина шпильки  $l$  не включает длину посадочного конца  $II$ , так как эта величина зависит от материала детали, в отверстие (гнездо) которого завинчивается шпилька (рис. 26, 27).

Пример условного обозначения:

*Шпилька M16x50 ГОСТ 22032–76* – шпилька с метрической резьбой диаметром  $d=16$  мм с крупным шагом (крупный шаг в обозначении не указывается) и длиной  $l=50$  мм.

На чертеже выполняют два изображения соединения шпилькой – по действительным размерам и упрощенное его изображение (рис. 26 и 27). Толщину соединяемой детали Вы определяете, зная длину шпильки  $l$ , высоту гайки  $H$ , толщину шайбы  $S$  и коэффициент  $K$ .

При вычерчивании соединения по действительным размерам следует обратить особое внимание на изображение гнезда под шпильку. При изготовлении гнезда вначале высверливают гладкое отверстие, а затем в нем нарезают резьбу. Глубина сверления  $lc$  зависит от размера  $II$  – ввинчиваемого конца шпильки, запаса полного профиля резьбы



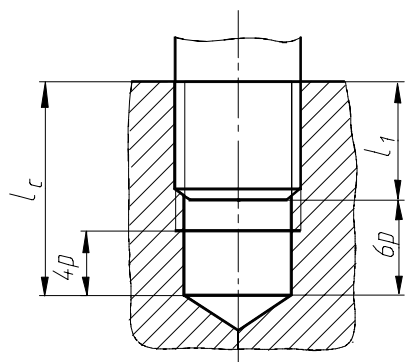


Рис. 30

в гнезде (равного двум шагам резьбы) и недореза (равного четырем шагам резьбы).

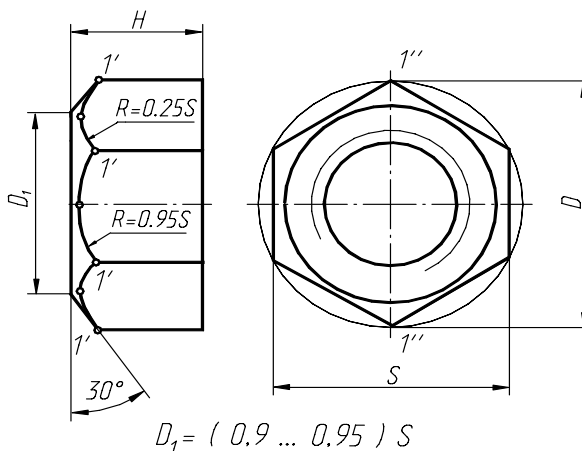
Следовательно,  $l_c = l_1 + 6p$ , где  $p$  шаг резьбы (рис. 30). Угол между образующими конической части гнезда изображают на чертеже равным  $120^\circ$ . Этот размер зависит от угла заточки сверла и на чертежах не обозначается. В глубину гнезда размер высоты конуса не входит.

На чертеже соединения шпилькой (выполненного по действительным размерам) наносят четыре размера: обозначение резьбы, длину шпильки, диаметр отверстия под шпильку, размер «под ключ». Условные обозначения шпильки, гайки и шайбы наносят на полках линий – выносок.

На сборочных чертежах соединения шпилькой вычерчивают упрощенно, по размерам, определяемым в зависимости от наружного диаметра резьбы. Фаски, зазоры и конец глухого отверстия с резьбой не вычерчивают. Резьба изображается по всей длине шпильки. На плоскости, перпендикулярной оси шпильки, внутренний диаметр резьбы не изображается. Наклон штриховки соединяемых деталей должен быть в разные стороны, причем выбранное направление необходимо сохранять на всех изображениях (рис. 32).

### Выполнение чертежа гайки и головки болта

По размерам гайки и головки болта ( $D, H$ ), взятым из таблиц 2 и 4, вычерчивают две проекции шестигранной призмы, для чего вначале в окружность диаметра  $D$  вписываем шестиугольник (рис. 31). На виде слева проводим окружность фаски  $D_1 = (0,9 \dots 0,95)S$ , где  $S$  – размер «под ключ».



$$D_1 = (0,9 \dots 0,95) S$$

Рис. 31

Находим проекцию этой окружности на главном виде. Крайние образующие конической фаски, проведенные под углом  $30^\circ$ , на пересечении с ребрами гайки или головки болта определяют точки I – пересечение этих ребер с конической поверхностью.

Гиперболы на изображениях гаек и головки болта, полученные в результате пересечения конической поверхности (фаски) с гранями гайки или головки болта, заменяются дугами окружностей, размеры которых даны на рис. 31.

Еще раз обращаем ваше внимание, что в задании 5 изображения соединения болтом и соединения шпилькой выполняются на одном листе формата А3 в масштабе 1:1. Лист располагается горизонтально, рис. 32.

Вначале все построения выполняются в тонких линиях. После их проверки чертеж обводится с соблюдением характера и толщины линий. Заполняются основная надпись и дополнительная графа. В графе 1 основной надписи указывается наименование работы – «Соединения», графа 3 (где указывается материал детали) не заполняется. Так как на одном листе выполняется два различных соединения деталей, при обозначении чертежа вместо классификационной характеристики изделия (графа 2) Вы пишете «XXXXXX». Например, при выполнении третьего варианта задания чертеж будет обозначаться – *КГГ5.XXXXXX.003*.



## 5. ИТОГОВЫЙ КОНТРОЛЬ

После завершения изучения 1 части дисциплины студенты сдают экзамен. При определении результата экзамена учитываются результаты индивидуального домашнего задания.

### 5.1. Вопросы для подготовки к экзамену

1. Назовите основные способы проецирования.
2. Назовите основные правила об ортогональных проекциях точки на плоскостном чертеже.
3. Какие прямые уровня и свойства их проекций вы знаете?
4. Какие проецирующие прямые и свойства их проекций вы знаете?
5. Как определяется натуральная величина отрезка прямой общего положения и углы наклона его к плоскостям проекций?
6. Как могут располагаться относительно друг друга две прямые?
7. Назовите свойства проекций скрещивающихся прямых.
8. Теорема о проецировании прямого угла.
9. Какие способы задания плоскости на чертеже вы знаете?
10. Частные случаи расположения плоскостей в пространстве и особенности их расположения на чертеже.
11. Условия принадлежности точки и прямой плоскости.
12. Прямые частного положения в плоскости.
13. Условия параллельности двух плоскостей.
14. Построение линии пересечения двух плоскостей общего положения.
15. Условие параллельности прямой и плоскости.
16. Определение точки пересечения прямой общего положения с плоскостью общего положения.
17. Способ замены плоскостей проекций.
18. Две основные задачи преобразования прямой.
19. Две основные задачи преобразования плоскости.
20. Линейчатые поверхности.
21. Поверхности вращения.
22. Винтовые поверхности.
23. Многогранники. Пересечение многогранников плоскостью. Определение натуральной величины фигуры сечения.
24. Линии пересечения, получаемые при пересечении прямого кругового цилиндра и конуса плоскостью.
25. Построение линии пересечения двух поверхностей. Что представляет собой линия пересечения двух кривых поверхностей?
26. Построение линий пересечения двух поверхностей способом вспомогательных проецирующих плоскостей.

27. Построение линий пересечения двух поверхностей способом сфер.
28. Возможные случаи пересечения кривых поверхностей.
29. Теорема о двойном касании, теорема Монжа.
30. Аксонометрия. Как получают аксонометрический чертеж точки?
31. Коэффициенты искажения в аксонометрии. Формула, показывающая взаимную связь коэффициентов между собой. Основная теорема аксонометрии.
32. Виды аксонометрических проекций в зависимости от сравнительной величины коэффициентов искажения и направления проецирования.
33. Стандартные виды аксонометрических проекций.
34. Изображение окружности в прямоугольной параллельной изометрии и диметрии.
35. Косоугольная аксонометрия.
36. Вид – определение, изображение, обозначение. Виды основные, дополнительные и местные.
37. Разрез – определение, изображение, обозначение. Для чего применяются разрезы?
38. Типы разрезов в зависимости от количества секущих плоскостей и от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекций.
39. Местный разрез – определение и изображение на чертеже.
40. Условности и упрощения, применяемые при выполнении видов, разрезов и сечений.
41. Сечение – определение, изображение, обозначение.
42. Выносной элемент – определение, изображение, обозначение.
43. Правила нанесения линейных и угловых размеров.
44. Правила выполнения на чертеже выносных и размерных линий.
45. Как рекомендуется наносить на чертеже повторяющиеся размеры радиусов скруглений, сгибов?
46. Нанесение на чертеже размеров окружности, сферы, квадрата.
47. Нанесение на чертеже размеров фасок.
48. Основные способы нанесения размеров, определяющих положение элементов изделия.
49. Справочные размеры. Как они отмечаются на чертеже?
50. Нанесение размеров, относящихся к какому-то одному конструктивному элементу детали.
51. Нанесение на чертеже размеров нескольких одинаковых элементов изделия.
52. Конусность и уклон.

53. Нанесение на чертеже размеров одинаковых элементов при их равномерном расположении по окружности.

54. Нанесение на чертеже размеров двух симметрично расположенных элементов изделия (кроме отверстий).

55. Дайте определение резьбы. Резьба цилиндрическая и коническая. Как на чертеже указывается направление резьбы?

56. Основные параметры резьбы. Зависимость между шагом и ходом резьбы.

57. Изображение наружной и внутренней резьбы (цилиндрической и конической). Изображение резьбы в соединении.

58. Резьбы крепежные и ходовые. Их краткая характеристика.

59. Обозначение на чертеже резьбы:

- *метрической с крупным и мелким шагом, с правым и левым направлением резьбы (цилиндрической и конической);*

- дюймовой и трубной (цилиндрической и конической);

- трапецеидальной и упорной (однозаходной и многозаходной, правой и левой);

- специальной;

- нестандартной (например, прямоугольной), однозаходной и многозаходной.

60. Винт – определение, изображение, обозначение. Типы винтов в зависимости от назначения и формы головки.

61. Болт – определение, изображение, обозначение. Типы болтов.

62. Гайка – определение, изображение, обозначение. Типы гаек.

63. Шайба – определение, изображение, обозначение. Типы шайб.

64. Шпилька – определение, изображение, обозначение. Что влияет на длину ввинчиваемого (посадочного) конца шпильки?

65. Шпонка – определение, изображение, обозначение. К какому виду соединений относится соединение шпонкой?

66. Соединения разъемные и неразъемные.

67. Изображение и обозначение на чертеже паяного и клееного соединений.

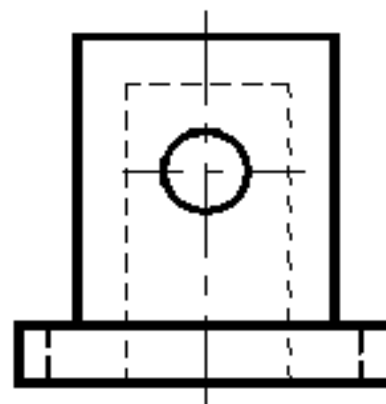
68. Изображение и обозначение на чертеже сварного соединения.



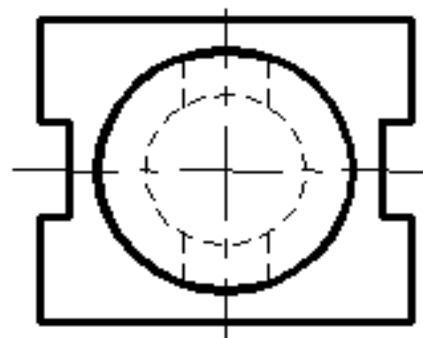
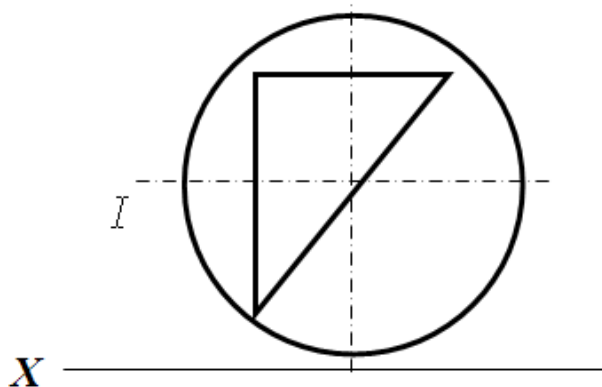
**Экзаменационная работа по инженерной графике для студентов,  
обучающихся по классической заочной форме обучения**

**Вариант 1**

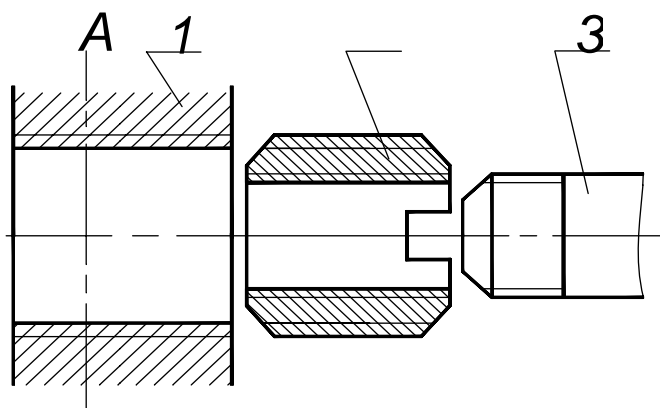
1. Выполнить 3-й вид детали.
2. Выполнить фронтальный и профильный разрезы.
3. Нанести размеры.



2. Построить 3 проекции шара с призматическим вырезом



3. Вычертите детали в сборке, вернув деталь 2 до линии A-A.



Составила: доц. \_\_\_\_\_ Антипина Н.А,

Зав. кафедрой доц. \_\_\_\_\_ Захарова А.А.

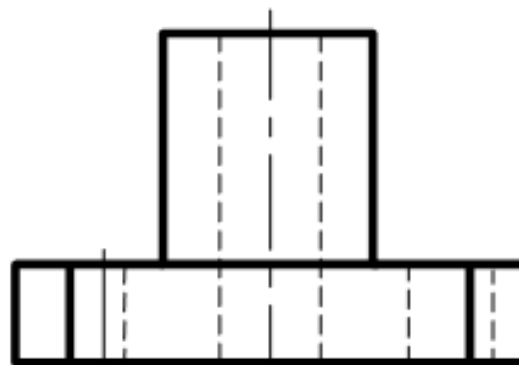
Дата создания 10.02.2011г.

**Экзаменационная работа по инженерной графике для студентов,  
обучающихся по классической заочной форме обучения**

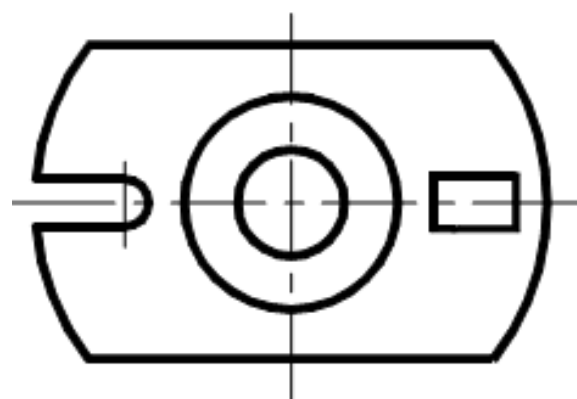
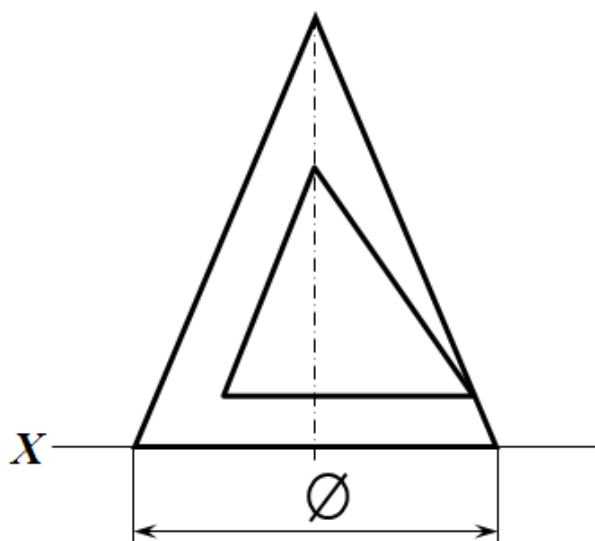
**Вариант 2**

Выполнить 3-й вид детали.

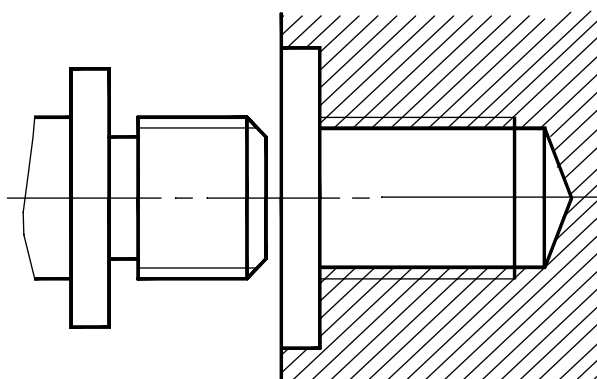
1. Выполнить фронтальный разрез.
2. Нанести размеры.



2. Построить 3 проекции конуса с вырезом.



3. Вычертите детали в сборке. Обозначьте резьбу, если она метрическая, наружный диаметр 15 мм, шаг мелкий 0,5 мм.



Составила: доц. \_\_\_\_\_ Антипина Н.А,  
Дата создания 10.02.2011г.

Зав. кафедрой доц. \_\_\_\_\_ Захарова А.А.



## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Литература обязательная

1. Антипина Н.А. Начертательная геометрия: учеб. пособие/ Н.А. Антипина, С.П. Буркова, Г.Ф. Винокурова, Р.Г. Долотова. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 233 с.
2. Антипина Н.А. Основы инженерной графики: учеб. пособие/ Н.А. Антипина, С.П. Буркова, Г.Ф. Винокурова, Р.Г. Долотова. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 188 с.
3. Чекмарев А.А. Инженерная графика: учебник для вузов. – 3-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2000. – 365 с.

### 6.2 Литература дополнительная

4. Гордон В.О. Курс начертательной геометрии: учеб. пособие/ В.О. Гордон, М.А. Семенцов-Огиевский. – М.: Высш. шк., 1998. – 272 с.
5. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей: учеб. для втузов – 4-е изд., испр. – М.: Высш. шк., 2000. – 422 с.
6. Машиностроительное черчение: учебник для втузов / Г.П. Вякин и др. – М.: Машиностроение, 1985. – 368 с.
7. Чекмарев А.А. Справочник по машиностроительному черчению. – 2-е изд., перераб. / А.А. Чекмарев, В.К. Осипов. – М.: Высш. шк., 2000. – 493 с.

Учебное издание

# НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА ЧАСТЬ 1

Методические указания и индивидуальные задания

*Составители*

АНТИПИНА Наталья Алексеевна  
КАЛАБУХОВА Лидия Дмитриевна  
ЛЕБЕДЕВА Людмила Николаевна

Рецензент

*кандидат технических наук,  
доцент кафедры НГГ ИК*

*С.П. Буркова*

*Редактор С.В. Ульянова*

*Компьютерная верстка Т.И. Тарасенко*

**Отпечатано в издательстве ТПУ в полном соответствии  
с качеством предоставленного оригинал-макета**


Подписано к печати . Формат 60x84/16. Бумага «Снегурочка».  
Печать Хегох. Усл.печ.л. 5,17 . Уч.-изд.л. 4,68.  
Заказ . Тираж экз.



Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
Система менеджмента качества

Издательства томского политехнического университета сертифицирована  
NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту BS EN ISO 9001:2008



ИЗДАТЕЛЬСТВО  ТПУ. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30.  
Тел/факс: 8(3822)56-35-35, www.tpu.ru