

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
Казанский национальный исследовательский технологический университет  
Бугульминский филиал**

**РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ  
ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ**

**Методические указания  
к выполнению контрольной работы**

**Бугульма  
2014**

УДК 514  
ББК 30.11  
М 24

Составитель И.А. Мутугуллина

Решение задач по инженерной графике: метод. указания / И.А. Мутугуллина. – Бугульма: , 2014. – 33 с.

Составлены в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению 151000 «Технологические машины и оборудование», учебным планом и рабочей программой по дисциплине.

Рассмотрены основные требования по оформлению чертежей. Даны варианты индивидуальных заданий, содержание задач, алгоритм их решения и примеры выполнения задач.

Предназначены для студентов заочной формы обучения, изучающих дисциплину «Инженерная графика»

Подготовлены на кафедре технологических машин и оборудования БФ ФГБОУ ВПО «КНИТУ».

Печатаются по решению методической комиссии Бугульминского филиала ФГБОУ ВПО «КНИТУ»

Рецензенты:

к.т.н., доцент кафедры ХТОМ БФ ФГБОУ ВПО «КНИТУ»  
Старшов М.И.

к.т.н., заведующий лабораторией техники и технологии  
глубокой очистки воды ООО «НТЦ Татнефть» Буслаев  
Е.С.

© Мутугуллина И.А.

## ВВЕДЕНИЕ

Инженерная графика начала развиваться очень давно, примерно в середине XVII в., и дошедшие до нас некоторые чертежи и рисунки свидетельствуют о высоком искусстве их выполнения.

С начала XVIII в. технический рисунок все более уступает место чертежу. Уже в то время требовались чертежи достаточно сложных изделий и сооружений, для выполнения которых нужна была специальная подготовка.

Все окружающие нас предметы (например, машины, приборы, строительные сооружения или их части) можно изображать так, как они представляются нашему глазу, с помощью рисунков и фотографий. В технике же принят другой способ их изображения - в виде чертежей. Предмет изображается на чертеже видимым с разных сторон. Это позволяет передать на чертеже форму предмета и указать все размеры, необходимые для его изготовления.

На чертеже форму предмета передают, как правило, несколькими изображениями. Каждое изображение на чертеже дается только с какой-либо одной стороны предмета. Чтобы представить себе, изучая чертеж, форму предмета в целом, надо мысленно объединить его отдельные изображения.

По чертежу с проставленными размерами можно изготовить изображенный на нем предмет.

*Чертежом* называется графическое изображение объекта (например, изделия) или его части на плоскости (чертежной бумаге, экране монитора и др.), передающее с определенными условностями в выбранном масштабе его геометрическую форму и размеры. В техническом черчении, объектами которого являются изделия и сооружения, применяются разные виды чертежей, представляющие собой отдельные конструкторские документы. Правила выполнения основных видов этих чертежей регламентируются государственными стандартами.

В нашей стране введена в действие Единая система конструкторской документации (ЕСКД), представляющая собой комплекс государственных стандартов, содержащих единые требования к выполнению, оформлению и обращению документации для всех отраслей промышленности и строительства.

Правильное и единообразное оформление чертежей облегчает их выполнение, экономит время при чертежной работе, упрощает дальнейшую обработку чертежей и, что особенно важно, их понимание (чтение). Уметь читать чертежи это значит, уметь по изображениям предмета представить себе его пространственную форму, размеры и др.

В контрольную работу входят 5 заданий. Всего 5 форматов А3.

## 1. ОФОРМЛЕНИЕ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

### 1.1. Линии, применяемые на чертеже





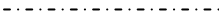
При выполнении любого чертежа основными его элементами являются линии. Чтобы чертеж был более выразителен и понятен для чтения, его выполняют разными линиями, начертание и назначение которых для всех отраслей промышленности и строительства установлены государственным стандартом.



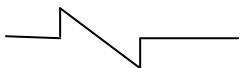
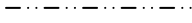
При выполнении чертежей применяют линии различной толщины и начертания. Каждая из них имеет свое назначение (табл. 1.1).

Качество чертежа в значительной степени зависит от правильного выбора типа линий, соблюдения одинаковой толщины обводки, длины штрихов и расстояния между ними, аккуратности их проведения.

Наименование, начертание, основные назначения и толщину линий по отношению к толщине сплошной основной линии на чертежах всех отраслей промышленности устанавливает ГОСТ 2.303-80 (табл. 1.1).

Таблица 1.1. Линии чертежа

Наименование	Начертание	Толщина линии по отношению к толщине основной линии	Основное назначение
1. Сплошная толстая основная		s	Линии видимого контура. Линии перехода видимые. Линии контура сечения (вынесенного и входящего в состав разреза).
2. Сплошная тонкая		от s/3 до s/2	Линии контура наложенного сечения. Линии размерные и выносные. Линии штриховки. Линии-выноски. Полки линий-выносок и подчеркивание надписей. Линии для изображения пограничных деталей («обстановка»). Линии ограничения выносных элементов на видах, разрезах и сечениях. Линии перехода воображаемые Следы плоскостей. Линии построения характерных точек при специальных построениях.
3. Сплошная волнистая		от s/3 до s/2	Линии обрыва. Линии разграничения вида и разреза.
4. Штриховая		от s/3 до s/2	Линии невидимого контура. Линии перехода невидимые.
5. Штрихпунктирная гонкая		от s/3 до s/2	Линии осевые и центровые. Линии сечений, являющиеся осями симметрии для наложенных или вынесенных сечений.

6. Штрихпунктирная утолщенная		от $s/3$ до $\frac{2}{3} s$	Линии, обозначающие поверхности, подлежащие термообработке или покрытию Линии для изображения элементов, расположенных перед секущей плоскостью («наложенная проекция»)
7. Разомкнутая		от $S$ до $1\frac{1}{2} s$	Линии сечений
8. Сплошная тонкая с изломами		от $s/3$ до $s/2$	Длинные линии обрыва
9. Штрихпунктирная с двумя точками		от $s/3$ до $s/2$	Линии сгиба на развертках. Линии для изображения частей изделий в крайних или промежуточных положениях. Линии для изображения развертки, совмещенной с видом

*Примечание:* толщина линии  $S/3$  допускается только для чертежей, выполненных тушью, на форматах А4, А3, А2.

Толщина сплошной основной линии  $S$  должна быть в пределах от 0,5 до 1,4 мм в зависимости от величины и сложности изображения, а также от формата чертежа.

При выполнении учебных чертежей надо учитывать, что от правильного применения линий по их назначению, правильного выбора их толщин, качественного выполнения штриховых и штрихпунктирных линий в большой мере зависит удобство пользования чертежом, пригодность его для репрографии (изготовления копий) и микрофильмирования.

Основным линиям (линиям видимого контура) следует при обводке придавать толщину 0,8 - 1,0; линиям штриховым (линиям невидимого контура) - 0,4-0,5; остальным - 0,25-0,3 мм.

Разомкнутой линии лучше придавать толщину, равную  $1,5S$ , а не  $S$ .

Желательно научиться различать толщину линий с точностью до 0,1...0,15 мм.

Расстояние между двумя любыми параллельными линиями не должно быть меньше 0,8 мм, а лучше - 1,0-1,2 мм.

## 1.2. Форматы

Чертежи выполняют на листах определенных размеров, установленных ГОСТом. Это облегчает их хранение, создает другие удобства.

Форматы листов определяются размерами внешней рамки (выполненной тонкой линией). Каждый чертеж имеет рамку, которая ограничивает поле чертежа. Рамку проводят сплошными основными линиями: с трех сторон - на расстоянии 5 мм от внешней рамки, а слева - на расстоянии 20 мм; широкую полосу оставляют для подшивки чертежа.

Формат с размерами сторон 841x1189 мм, площадь которого равна  $1 \text{ м}^2$ , и другие форматы, полученные их последовательным делением на две равные части параллельно меньшей стороне соответствующего формата, принимаются за основные.

Таблица 1.2. Форматы чертежа

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

Меньшим обычно является формат А4, его размеры 210×297 мм. Чаще всего вы в учебной практике будете пользоваться именно форматом А4. При необходимости допускается применять формат А5 с размерами сторон 148×210 мм.

Каждому обозначению соответствует определенный размер основного формата. Например, формату А3 соответствует размер листа 297×420 мм.

Форматы листов определяются размерами внешней рамки, выполненной тонкой линией. Форматы листов чертежей, схем и текстовых документов выбирают в соответствии с требованиями стандарта, при этом предпочтительными являются основные форматы. При выборе форматов необходимо учитывать объем и сложность проектируемого изделия, степень детализации данных, обусловленную назначением чертежа или схемы. Выбранный формат должен обеспечивать компактное выполнение чертежа без нарушения их наглядности и удобства пользования.

### 1.3. Основные надписи

Каждый конструкторский документ должен иметь основную надпись, содержащую общие сведения об изображаемых объектах. Формы, размеры, содержание, порядок заполнения основных надписей и дополнительных граф к ним в конструкторских документах устанавливает ГОСТ 2.104-68. Основные надписи на чертежах и схемах должны соответствовать форме 1 (рис. 1), выполняться основными и сплошными тонкими линиями по ГОСТ 2.303-68.

Основные надписи располагают в правом нижнем углу конструкторских документов, вплотную к рамке (см. рис. 1). Пример выполнения основной надписи приведено на рис. 2.

На листах формата А4 по ГОСТ 2.301-68 основные надписи располагают только вдоль короткой стороны листа.

Форма 1 ГОСТ 2.104-68

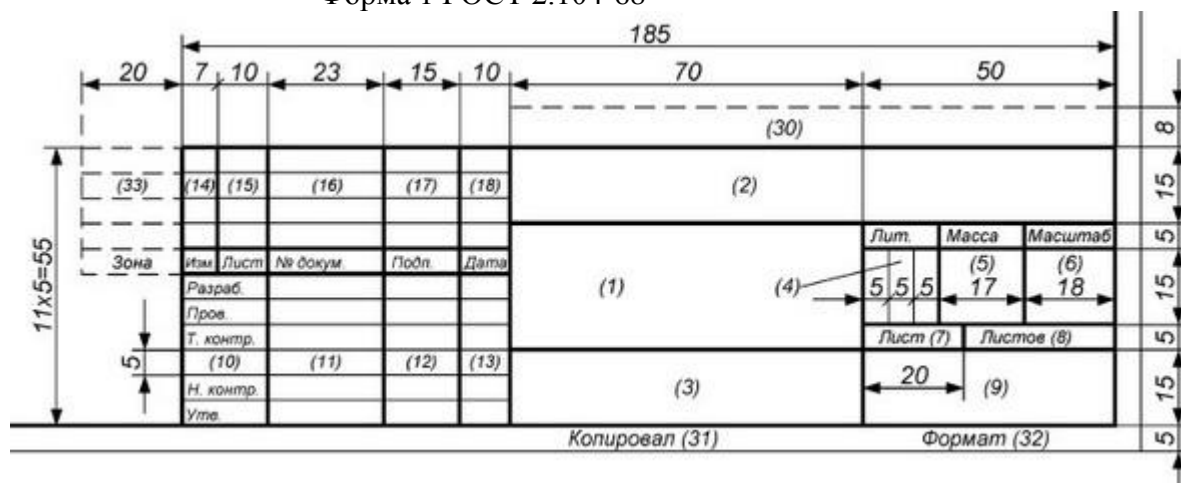


Рис. 1

### Пример выполнения основной надписи на чертежах

НАЗВАНИЕ КАФЕДРЫ					ШИФР СПЕЦИАЛЬНОСТИ					НОМЕР ВАРИАНТА				
					КТМО 151000					001				
Изм.	Лист	N Докум.	Подп.	Дата	ЭПЮР 1					Литер.	Масса	Масштаб		
Разраб.	Иванов												1:1	
Проверил	Мутугуллина				НАЗВАНИЕ РАБОТЫ					Лист	Листов			
Н.контр.					Материал изделия					БФ КНИТУ, гр. 1402				
										НОМЕР ГРУППЫ				

Рис. 2.

## 2. ТОЧКА, ПРЯМАЯ, ПЛОСКОСТЬ

**Объем и оформление работы.** Выполнить графическое решение задачи 1 на формате А3 (297х420) в масштабе 2:1. Координаты точек взять из таблицы 2.1. Вариант задания соответствует сумме двух последних цифр студенческого билета или зачетной книжки. Чертежи и надписи выполнить соответствии с ГОСТ 2.303-68 (линии) и ГОСТ 2.304-68 (шрифты чертежные). Исходные данные и результат вычертить сплошной основной линией. Линии построения, оси, линии связи, вспомогательные линии сплошной тонкой линией. Обозначения точек, прямых, плоскостей, алгоритм решения выполнить шрифтом размера 5. В правом верхнем углу поместить таблицу с координатами точек, заполнить ее цифрами шрифтом 7.

**Общие сведения.** Решение задач эпюра осуществляется на основании следующих положений элементарной и начертательной геометрии.

1. Прямая перпендикулярна плоскости, если она перпендикулярна двум пересекающимся прямым плоскости. На эпюре проекции перпендикуляра перпендикулярны одноименным проекциям линий уровня  $n \perp \Delta ABC$ , если  $n_1 \perp h_1$ ,  $n_2 \perp f_2$  (рис.3).

2. Две плоскости параллельны между собой, если две пересекающиеся прямые одной плоскости соответственно параллельны двум пересекающимся прямым другой плоскости. При этом проекции параллельных прямых параллельны (рис.4).

3. Чтобы найти точку пересечения прямой с плоскостью необходимо:

- а) через прямую провести вспомогательную проецирующую плоскость;
- б) найти линию пересечения вспомогательной и заданной плоскостей;
- в) определить искомую точку на пересечении полученной линии и данной прямой (рис.5).

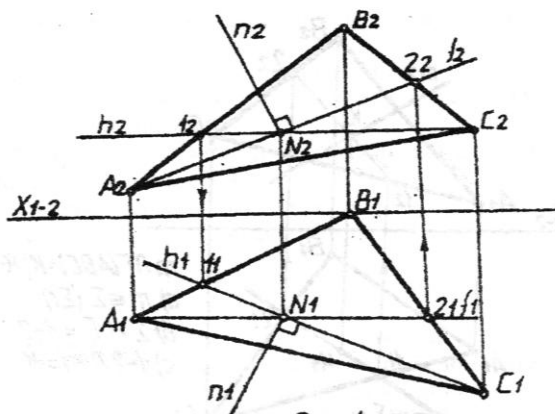


Рис. 3

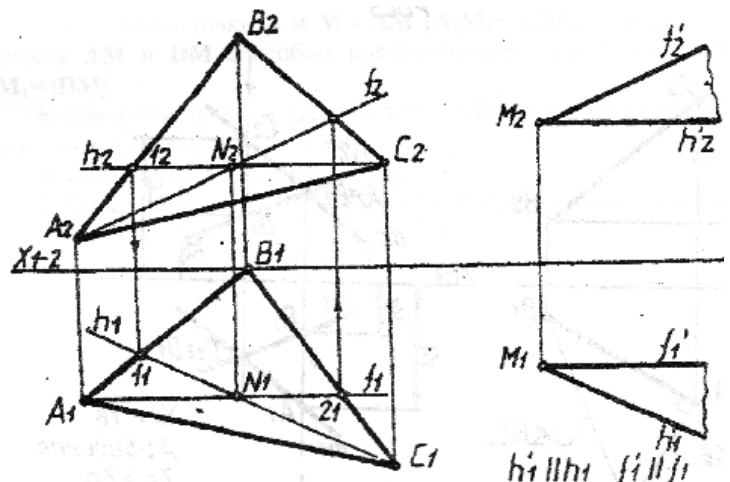


Рис. 4

4. Для определения величины отрезка способом прямоугольного треугольника необходимо через конец одной из проекций отрезка провести под прямым углом линию и отложить на ней разность координат концов отрезка, взятых с другой проекции. Гипотенуза будет характеризовать величину отрезка (рис. 6).

5. Для определения видимости проекций пользуются конкурирующими точками. На горизонтальной плоскости проекций видимой из конкурирующих точек является та, которая имеет большую высоту, т.е. координату Z. На фронтальной плоскости проекций видимой является точка с большей глубиной, т.е. координатой Y (рис. 7)

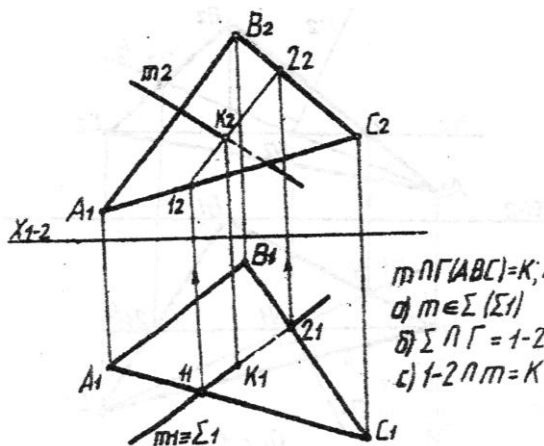


Рис. 5

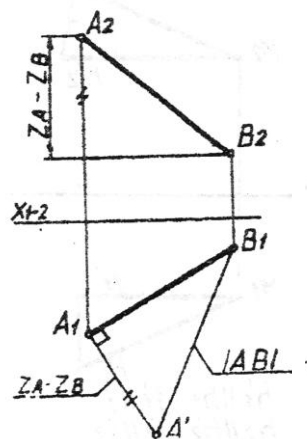


Рис. 6

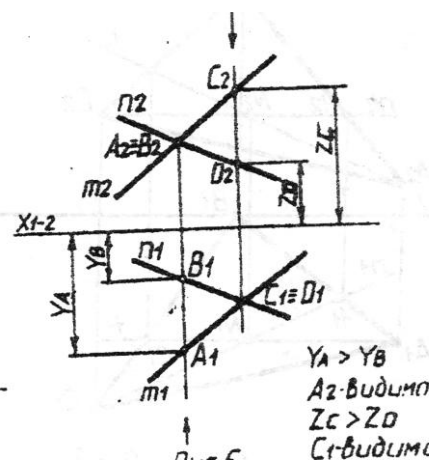


Рис. 7

**ЗАДАЧА 1.** Определить величину угла между прямой **AD** и плоскостью треугольника **ABC** (рис. 8).

Приведем поэтапное решение задачи.

Искомый угол  $\varphi$  - это угол между прямой **AD** и ее проекцией на плоскость треугольника **ABC**.

1. В треугольнике **ABC** проведем горизонталь **h** ( $h_1h_2$ ) и фронталь **f** ( $f_1f_2$ ).  $B \in h$ ;  $h_2 \parallel OX$ ;  $A \in f$ ;  $f \parallel OX$ .

2. Из точки пересечения горизонтали и фронтали **N** ( $N_1, N_2$ ) восставим перпендикуляр **n** ( $n_1, n_2$ ) к плоскости треугольника **ABC**,  $n \perp \Delta ABC$ , если  $n_1 \perp h_1$ ,  $n_2 \perp f_2$ .

3. Из точки **D** ( $D_1, D_2$ ) проведем прямую **m**, параллельную перпендикуляру **n**.

4. Найдем точку пересечения прямой **m** с плоскостью треугольника **ABC**. Для этого проведем через прямую **m** вспомогательную горизонтально



проецирующую плоскость  $\Sigma(\Sigma_1)$ . Построим линию пересечения плоскости  $\Sigma$  с плоскостью треугольника  $ABC$ .  $\Sigma \cap \Delta ABC = 3-4$ . На пересечении линии 3-4 и прямой  $m$  получим точку  $M$ .

5. Соединим точки  $A$  и  $M$  –  $AM$  ( $A_1M_1 \cdot A_2M_2$ ). Определим величины отрезков  $AM$  и  $DM$  способом прямоугольного треугольника  $A'M_1 = |AM|$ ,  $D'M_1 = |DM|$ .

6. Построим по двум катетам  $AM$  и  $MD$  (на свободном месте листа  $A3$ ) прямоугольный треугольник  $AMD$ .

Угол  $DAM$  есть искомый угол  $\varphi$ .

7. Определим видимость элементов, используя конкурирующие точки.

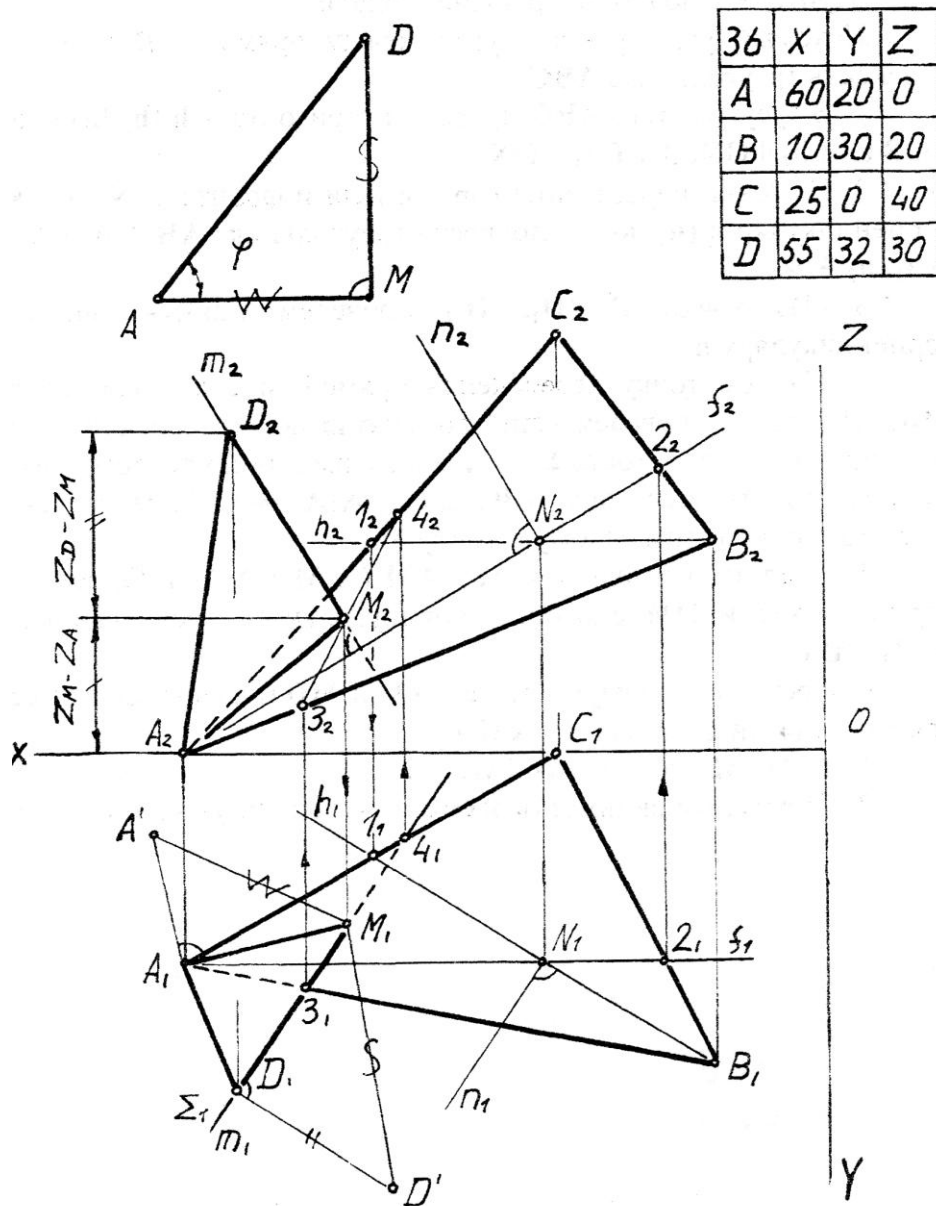


Рис. 8

Таблица 2.1

Координаты точек А, В, С, D в миллиметрах по вариантам заданий

Точка	№ варианта	X	Y	Z	№ варианта	X	Y	Z	№ варианта	X	Y	Z	№ варианта	X	Y	Z
A	1	65	10	20	2	70	0	60	3	70	60	45	4	65	20	0
B		10	20	0		45	50	10		40	0	55		40	5	55
C		0	60	60		0	20	10		0	45	10		0	50	5
D		35	70	5		20	50	55		65	15	0		70	65	55
A	5	60	60	10	6	60	65	20	7	65	15	0	8	60	65	30
B		45	15	55		45	20	50		40	0	55		45	10	60
C		0	5	25		5	10	10		0	40	20		5	10	20
D		10	45	55		70	20	10		55	60	50		75	15	10
A	9	75	25	0	10	80	20	10	11	65	20	55	12	75	5	25
B		30	5	50		45	0	70		20	5	5		35	55	65
C		10	60	20		0	45	20		0	50	25		0	25	0
D		60	55	55		10	0	15		60	55	10		65	55	0
A	13	80	0	40	14	70	10	20	15	65	20	10	16	70	60	0
B		0	20	70		50	45	50		10	0	20		45	10	50
C		30	45	0		0	25	10		0	50	60		0	10	20
D		70	55	65		60	55	0		35	5	75		20	55	50
A	17	70	45	60	18	65	0	20	19	60	10	60	20	60	20	65
B		40	55	0		40	55	5		45	55	15		45	50	20
C		0	10	45		0	5	50		0	25	5		5	10	10
D		65	0	15		70	55	65		10	55	45		70	10	20
A	21	65	0	5	22	60	30	65	23	75	20	0	24	80	10	20
B		40	55	0		45	60	10		30	50	5		45	70	0
C		0	20	40		5	20	10		10	20	60		0	40	45
D		55	50	60		75	10	15		60	55	55		10	15	0
A	25	65	55	20	26	75	25	5	27	80	40	0	28	85	35	0
B		25	5	5		35	65	55		0	70	20		0	60	20
C		0	25	50		0	0	25		30	0	45		30	0	50
D		60	10	55		65	0	55		70	65	55		60	70	45
A	29	70	50	0	30	75	50	0	31	65	15	65	32	70	5	10
B		0	60	25		0	65	25		50	60	20		40	60	5
C		40	0	45		35	0	45		5	30	10		5	25	45
D		60	55	50		75	60	50		15	60	45		55	50	65

### 3. СПОСОБЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЧЕРТЕЖА

**Объем и оформление работы.** Выполнить три задачи на двух или трех листах формата А3 (297х420) в масштабе 1:1. Координаты точек взять из таблицы 2.1. Вариант задания соответствует сумме двух последних цифр студенческого билета или зачетной книжки. Чертежи и надписи выполнить в соответствии с ГОСТ 2.303-68 (линии) и ГОСТ 2.304-68 (шрифты чертежные). Исходные данные и результат вычертить сплошной основной линией. Линии построения, оси, линии связи и вспомогательные линии - сплошной тонкой линией. Обозначения точек, прямых, плоскостей, алгоритм решения выполнить шрифтом размера 5.

**Общие сведения.** Решение задач эпюра осуществляется применением способов преобразования чертежа.

Пользуясь способами преобразования чертежа, можно перейти от общих положений прямых линий и плоских фигур к частным. Достигается это:

1) заменой системы плоскостей проекций на новую систему плоскостей проекций, чтобы объект, оставаясь неподвижным, оказался в частном положении по отношению к новой системе:

2) перемещение объекта в пространстве (способ вращения, параллельного перемещения).

**ЗАДАЧА 2.** Определить величину двугранного угла, образованного треугольниками ABC и ABD способом замены плоскостей проекций (рис. 9).

Двугранный угол измеряется линейным углом, если его спроецировать на плоскость, перпендикулярную к ребру АВ. Необходимо сделать две замены плоскостей проекций. При первой замене переходим от системы  $\Pi_2/\Pi_1$  с осью  $X_{1-2}$  к системе  $\Pi_1/\Pi_4$  с осью  $X_{1-4}$ . Выберем  $\Pi_4 \parallel AB$ . Тогда ось  $X_{1-4} \parallel A_1B_1$ . Находим новые проекции точек  $A_4, B_4, C_4, D_4$ . Для этого проведем от проекций  $A_1, B_1, C_1, D_1$  линии связи перпендикулярно к оси  $X_{1-4}$  и отложим на них от новой оси  $X_{1-4}$  расстояния, замеренные от заменяемой оси  $X_{1-2}$  до заменяемых проекций  $A_2, B_2, C_2, D_2$ . Соединяем соответствующие построенные проекции точек. Проекция  $A_4B_4$  будет характеризовать величину ребра АВ.

При второй замене переходим от системы  $\Pi_1/\Pi_2$  с осью  $X_{1-4}$  к системе  $\Pi_4/\Pi_5$  с осью  $X_{4-5}$ . Выбираем  $\Pi_5 \perp \Pi_4$  и  $\Pi_5 \perp AB$ ; ось  $X_{4-5}$  будет перпендикулярна к  $A_4B_4$ . Находим новые проекции точек  $A_5, B_5, C_5, D_5$ . Для этого проведем от проекций  $A_4, B_4, C_4, D_4$  проведем линии связи перпендикулярно к  $X_{4-5}$  и отложим на них от новой оси  $X_{4-5}$  расстояния, замеренные от заменяемой оси  $X_{1-4}$  до заменяемых проекций  $A_1, B_1, C_1, D_1$ . Ребро АВ проецируется в точку  $A_5 \equiv B_5$ . Соединяем ее с  $D_5$  и  $C_5$ , получим величину искомого двугранного угла  $\angle C_5A_5D_5 = \varphi$ .

**ЗАДАЧА 3.** Определить кратчайшее расстояние между двумя скрещивающимися прямыми АВ и CD способом замены плоскостей проекций. Найти проекции этого отрезка (рис.10).

Кратчайшим расстоянием между двумя скрещивающимися прямыми является их общий перпендикуляр. Если одна из прямых будет перпендикулярна к плоскости проекций, то она спроецируется на нее точкой. Перпендикуляр, построенный из этой точки на проекцию второй прямой, будет искомой величиной. Необходимо сделать две замены плоскостей проекций, аналогично тем, что сделали в предыдущей задаче

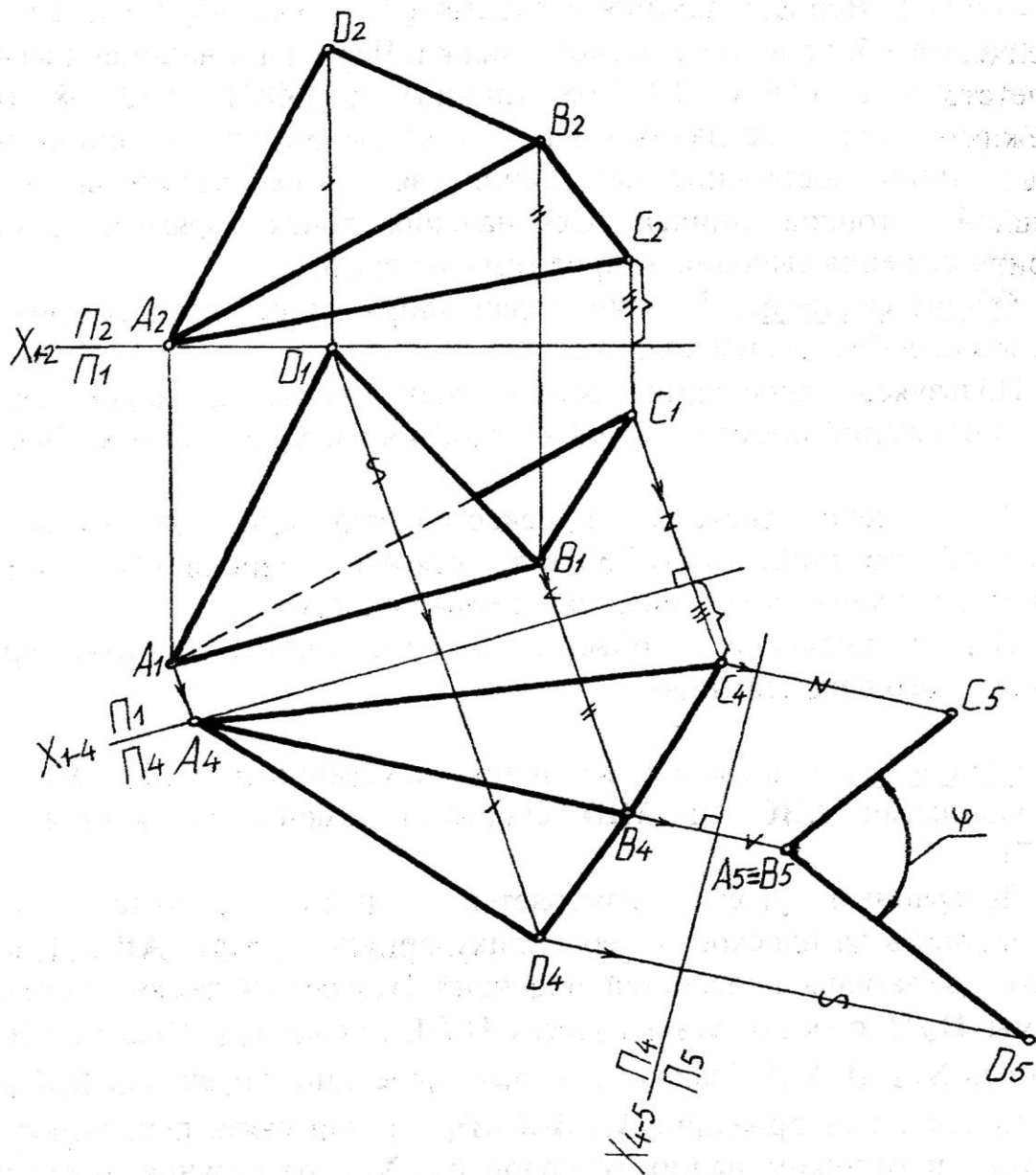


Рис. 9.

1.  $X_{1-2} \frac{\Pi_2}{\Pi_1} \rightarrow X_{1-4} \frac{\Pi_1}{\Pi_4}; \Pi_4 \perp \Pi_1; \Pi_4 \parallel AB; X_{1-4} \parallel A_1B_1,$
2.  $X_{1-4} \frac{\Pi_1}{\Pi_4} \rightarrow X_{4-5} \frac{\Pi_4}{\Pi_5}; \Pi_5 \perp \Pi_4; \Pi_5 \perp AB; X_{4-5} \perp A_4B_4,$

При построении новых проекций точек расстояние от заменяемой оси до заменяемой проекции откладывается по линиям связи от новой оси. Из  $A_5 \equiv B_5$  построим перпендикуляр на  $C_5D_5$ . Это и есть величина кратчайшего расстояния между скрещивающимися прямыми  $AB$  и  $CD$ . Остальные проекции точек  $K$  и  $L$  определяем по линиям связи и принадлежности  $K \in C_4D_4, L_4K_4 \parallel X_{4-5}, L_4 \in A_4B_4$  и т.д.

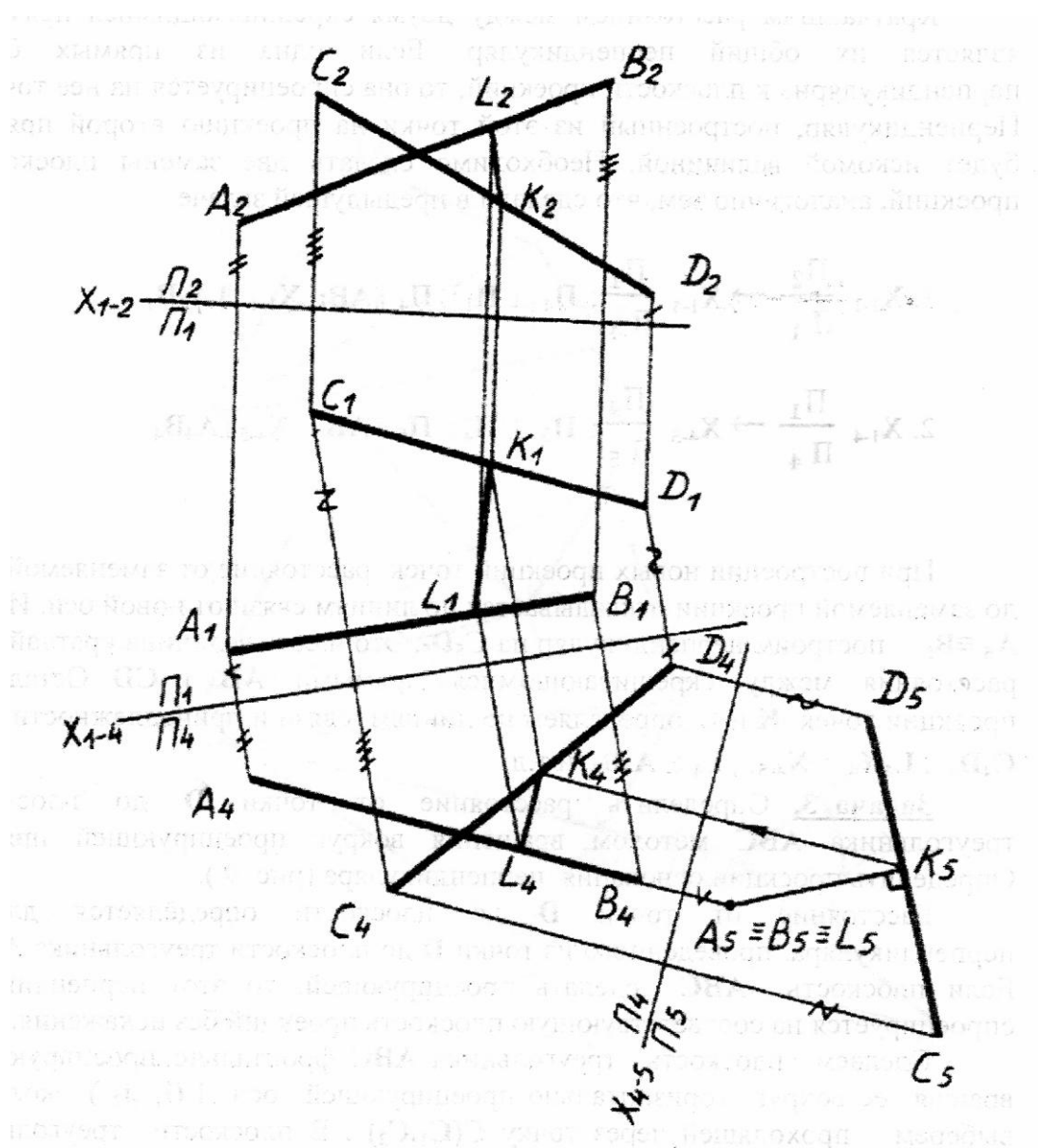


Рис. 10

**ЗАДАЧА 4.** Определить расстояние от точки D до плоскости треугольника ABC методом вращения вокруг проецирующей прямой. Определить проекции основания перпендикуляра (рис. 11).

Расстояние от точки D до плоскости определяется длиной перпендикуляра, проведенного из точки D до плоскости треугольника ABC. Если плоскость ABC сделать проецирующей, то этот перпендикуляр спроецируется на соответствующую плоскость проекций без искажения.

Сделаем плоскость треугольника ABC фронтально проецирующей, вращая ее вокруг горизонтально проецирующей оси  $i$  ( $i_1, i_2$ ), которую выберем проходящей через точку C ( $C_1, C_2$ ). В плоскости треугольника ABC проведем горизонталь  $h$  ( $h_2, h_1$ ). Повернем ее до положения перпендикулярной к фронтальной плоскости проекций. Проекция центра вращения  $O_1$  совпадает с  $i_1$ , радиус вращения  $R$  равен  $O_1I_1$ . Построим треугольник  $A_1B_1C_1$ , затем повернутую проекцию точки D-D<sub>1</sub>. Построение проекций  $A_1, B_1, C_1, D_1$  сделаем засечками относительно проекции горизонтали  $h$ . Фронтальные проекции точек  $A_2, B_2, C_2, D_2$  будут перемещаться по горизонтальным линиям, на пересечении их с линиями связи, приведенными из  $A_1, B_1, C_1, D_1$ . В итоге получается

$A_2^1, B_2^1, C_2^1, D_2^1$ . Соединим  $A_2^1, B_2^1, C_2^1$ . Из  $D_2^1$  построим перпендикуляр к  $A_2^1, B_2^1, C_2^1$ . Обозначим проекцию его основания  $E_2^1$ . Отрезок  $D_2^1 E_2^1$  - искомое расстояние от точки D до плоскости треугольника ABC. Проекцию  $E_1$  находим на пересечении линии связи, проведенной из  $E_2^1$ , с перпендикуляром построенным из  $D_1$  к проекции  $h_1$ . Проекции  $E^1$  и  $E_2$  находим обратным вращением.

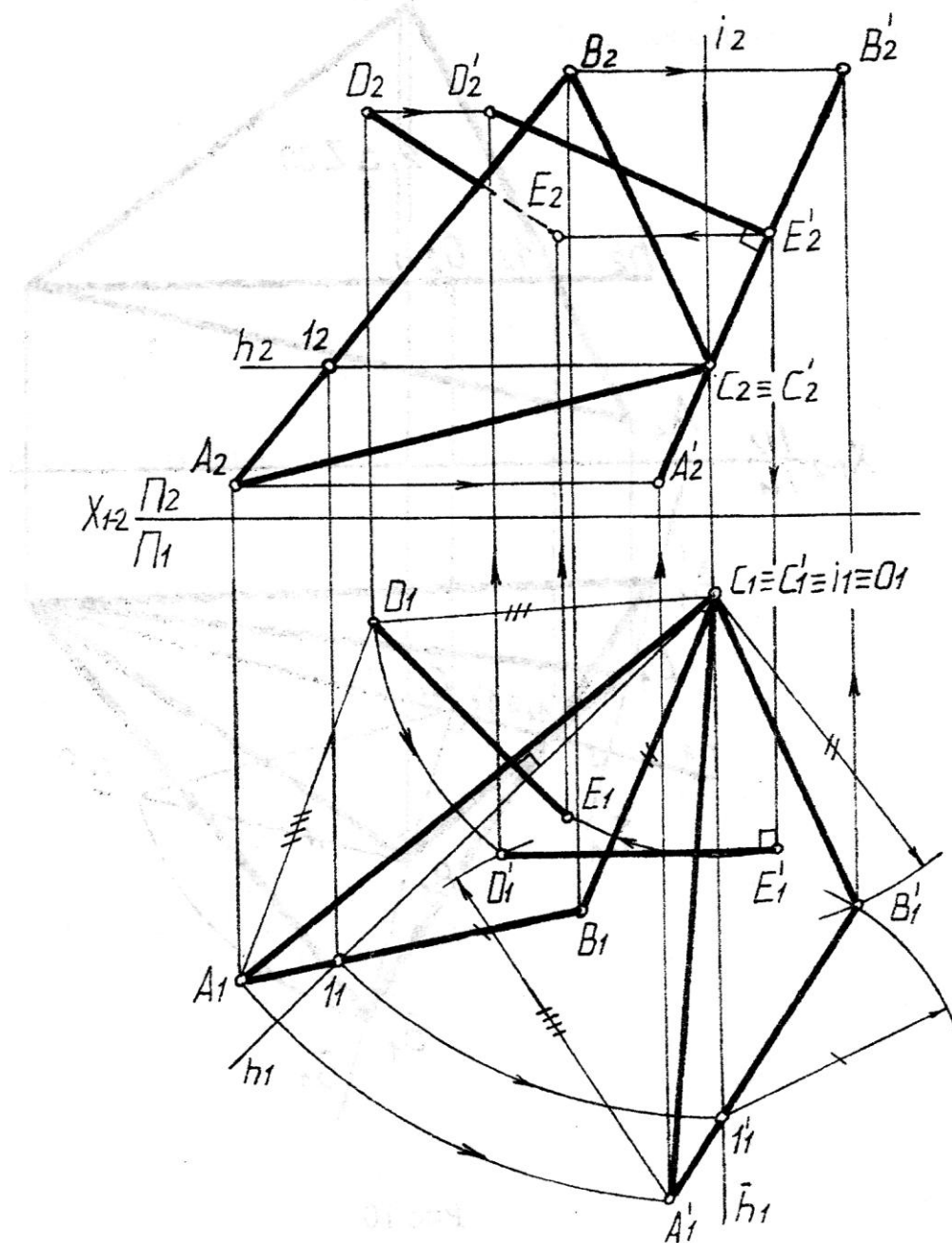


Рис. 11.

#### 4. ПРОЕКЦИОННОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

**Объем и оформление работы.** По усмотрению преподавателя (или в соответствии с номером варианта) студент получает индивидуальное задание, состоящее из двух задач. Расчетно-графическая работа выполняется на 2 листах формата А3 (297х420) в масштабе 1:1.

##### **ЗАДАЧА 5.**

1) начертить геометрическую форму (призму, шар) в трех проекциях (видах) с построением линии пересечения по заданным размерам в масштабе 1:1. При построении соблюдать проекционные связи;

2) проставить (нанести) размеры;

3) выполнить разрезы, видо-разрезы (по указанию преподавателя);

4) в одной из задач (кроме шара) выполнить сечение фигуры плоскостью, указанной на фронтальной проекции чертежа.

Виды: вид спереди (фронтальная проекция), вид сверху (горизонтальная проекция), вид слева (профильная проекция).

##### **Общие сведения. Призма**

Многогранник, две грани которого представляют собой равные многоугольники с взаимно параллельными сторонами — основаниями, называют *призмой*.

На чертеже правильную призму характеризуют высотой призмы и диаметр окружности, в которую вписаны верхнее и нижнее основания призмы.

При пересечении призмы секущей плоскостью, в зависимости от её положения, в сечении призмы, например правильной четырехгранной, можно получить следующие фигуры (рис. 12):

1) если секущая плоскость *А-А* параллельна основанию призмы, в сечении получаем четырехгранник, параллельный и равный основанию;

2) если секущая плоскость *Б-Б* параллельна ребру призмы, в сечении получаем прямоугольник;

3) если секущая плоскость *В-В* наклонена к ребрам призмы в сечении получаем многоугольник, не равный и не подобный основанию.

На рис.13 дана прямая четырехгранная призма со сквозным отверстием в виде трехгранной призмы. Имеем случай пересечения двух многогранников. Линией пересечения будет пространственная ломаная линия.

Рассматривая положение призмы относительно плоскостей проекций, видим, что каждая грань призмы перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций и, следовательно, является горизонтально проецирующей плоскостью.

На рис.13 видно, что каждая из граней трехгранного отверстия перпендикулярна фронтальной плоскости, т.е. занимает фронтально проецирующее положение.

Проецирующая плоскость изображается прямой линией (следам-проекций) на перпендикулярной к ней плоскости проекций. Следы-проекции проецирующих плоскостей обладают собирательным свойством. Это свойство заключается в том, что проекции точек, линий, фигур, принадлежащих проецирующим плоскостям, совпадают с их следами-проекциями.

Сквозное призматическое отверстие занимает фронтально проецирующее положение. Поэтому проекции линии пересечения на виде спереди совпадают с контуром отверстия.

Боковые грани призмы вместе с лежащими на них отрезками линии пересечения на горизонтальной плоскости проекций (вид сверху) совпадают с проекциями оснований и изображаются в виде четырехугольника.

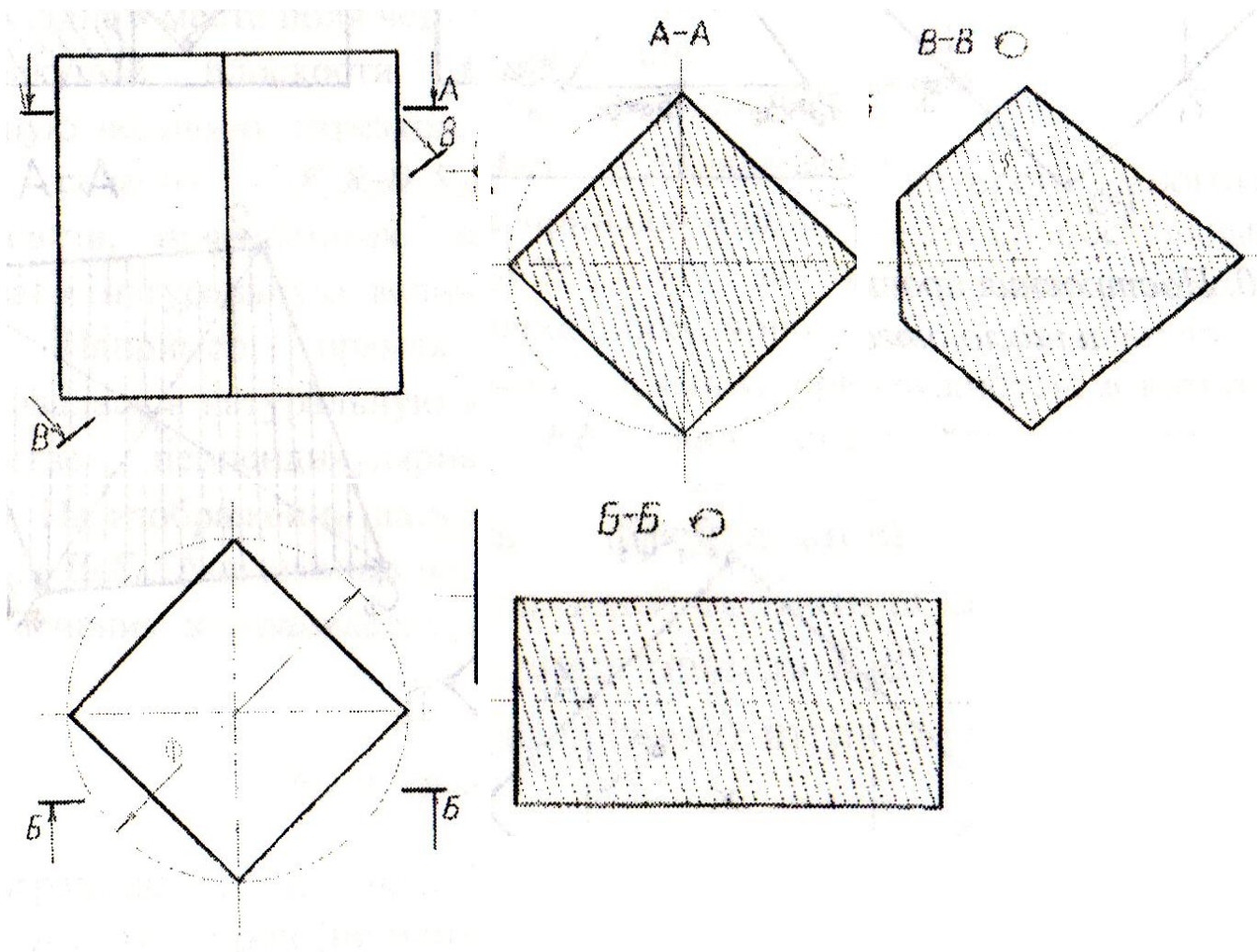


Рис. 12. Виды сечений призмы

### Построение проекций призмы со сквозным отверстием

Обозначим точки линии пересечения точками  $1, 2, 3, \dots$ , имея в виду, что линий пересечения будет две:  $1-3-5-7-1$  - пространственная ломаная линия, принадлежащая передней части призмы, линия  $2-4-6-8-2$  - линия, принадлежащая задней части призмы,

*Взять точку на поверхности* - значит определить проекции точки, лежащей на этой поверхности. Для построения проекции линии пересечения на виде спереди и виде сверху используем свойство проецирующих плоскостей, т.е. проекции  $1_2-3_2-5_2-7_2-1_2$  ( $2_2-4_2-6_2-8_2$ ) на чертеже имеются, по ним находим проекции  $1_1-3_1-5_1-7_1-1_1$ , ( $2_1-4_1-6_1-8_1-2_1$ ). По двум проекциям определяем профильные проекции точек  $1_3-3_3-5_3-7_3-1_3$  и  $2_3-4_3-6_3-8_3-2_3$ . Построение понятно из (рис.13). На примере точки 4 ( $4_1, 4_2, 4_3$ ). Соединяя точки  $1_3-3_3-5_3-7_3-1_3$  и  $2_3-4_3-6_3-8_3-2_3$  в той же последовательности, в каком они соединяются на главном виде, учитывая условие видимости.

*Видимость.* На виде сверху дано верхнее основание, линии  $1-2; 3-4; 7-8$ , расположенные под ним невидимы и изображаются на чертеже штриховой линией — линией невидимого контура, толщина которой в 2-3 раза меньше, чем толщина сплошной основной линии.

На виде спереди видна передняя часть призмы и все её точки, задняя половина призмы со всеми её точками невидима

На виде слева видна передняя (по отношению к профильной плоскости проекций) половина призмы со всеми расположенными на ней точками. Линии  $1-2; 3-4$ : линии невидимого контура.



Выполняя разрез  $A-A$ , совмещаем половину вида с половиной разреза. На виде слева выполняем местный разрез, сохраняя на чертеже ребро призмы.

### Построение наклонного сечения $A-A$

Натуральную величину сечения призмы плоскостью  $A-A$  рис. 11 можно построить:

- с помощью полного сечения, т.е. построить сечение призмы плоскостью  $A-A$ , предположив, что четырехгранная призма не имеет отверстия.

Параллельно следу секущей плоскости  $A-A$  на свободном месте поля чертежа проводим ось, на которой откладываем точку  $C_0$ , соответствующую проекции точки  $C_2$ , и точку  $D_2$ , соответствующую проекции точки  $D_2$ .

На перпендикуляре к оси  $C_0D_0$ , проходящем через точку (\*) на рис. 13 откладываем расстояния  $*M_1=*K_1$ . Четырехугольник  $C_0K_0D_0M_0$  является натуральной величиной сечения призмы плоскостью  $A-A$ .

С учетом отверстия в призме, выделяем участки, не принадлежащие призме;  
- способом замены плоскостей проекций.

На свободном месте поля чертежа проводим ось параллельно следу секущей плоскости  $A-A$ . Откладываем на ней натуральную величину отрезков, принадлежащих фронтальной проекции сечения  $C_2E_2R_2D_2S_2F_2C_2$ . На соответствующих линиях связи, проведенных перпендикулярно оси  $C_0D_0$ , откладываем натуральную величину прямых, принадлежащих сечению. Например, прямая  $EF$  (вид сверху  $E_1F_1$ ) спроецировалась в натуральную величину, так как прямая  $EF$  в пространстве перпендикулярна фронтальной плоскости проекций. На изображении натуральной величины сечения она обозначена  $E_0F_0$ . Аналогично найдена прямая  $R_0S_0$ . Очертание площади сечения достраивается до полного штрихпунктирными линиями.

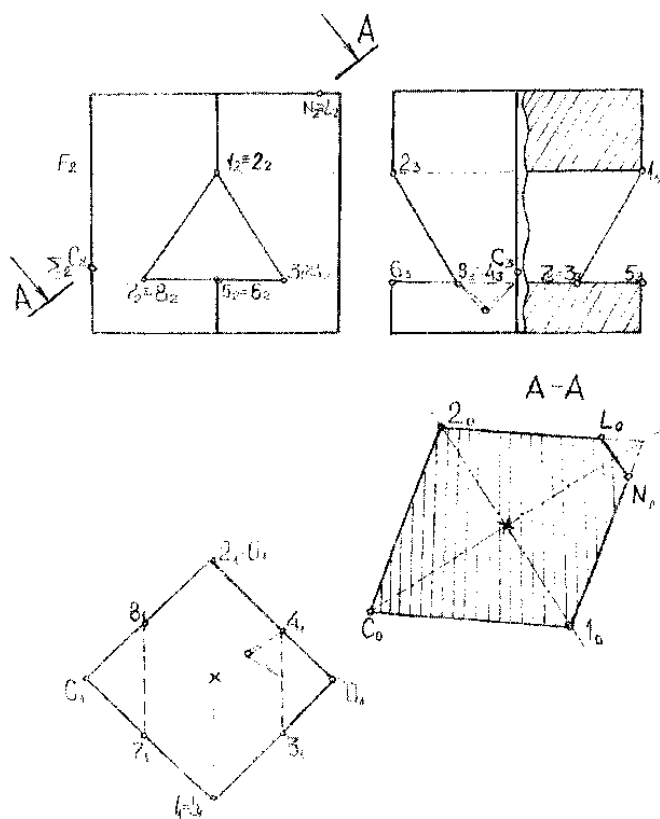
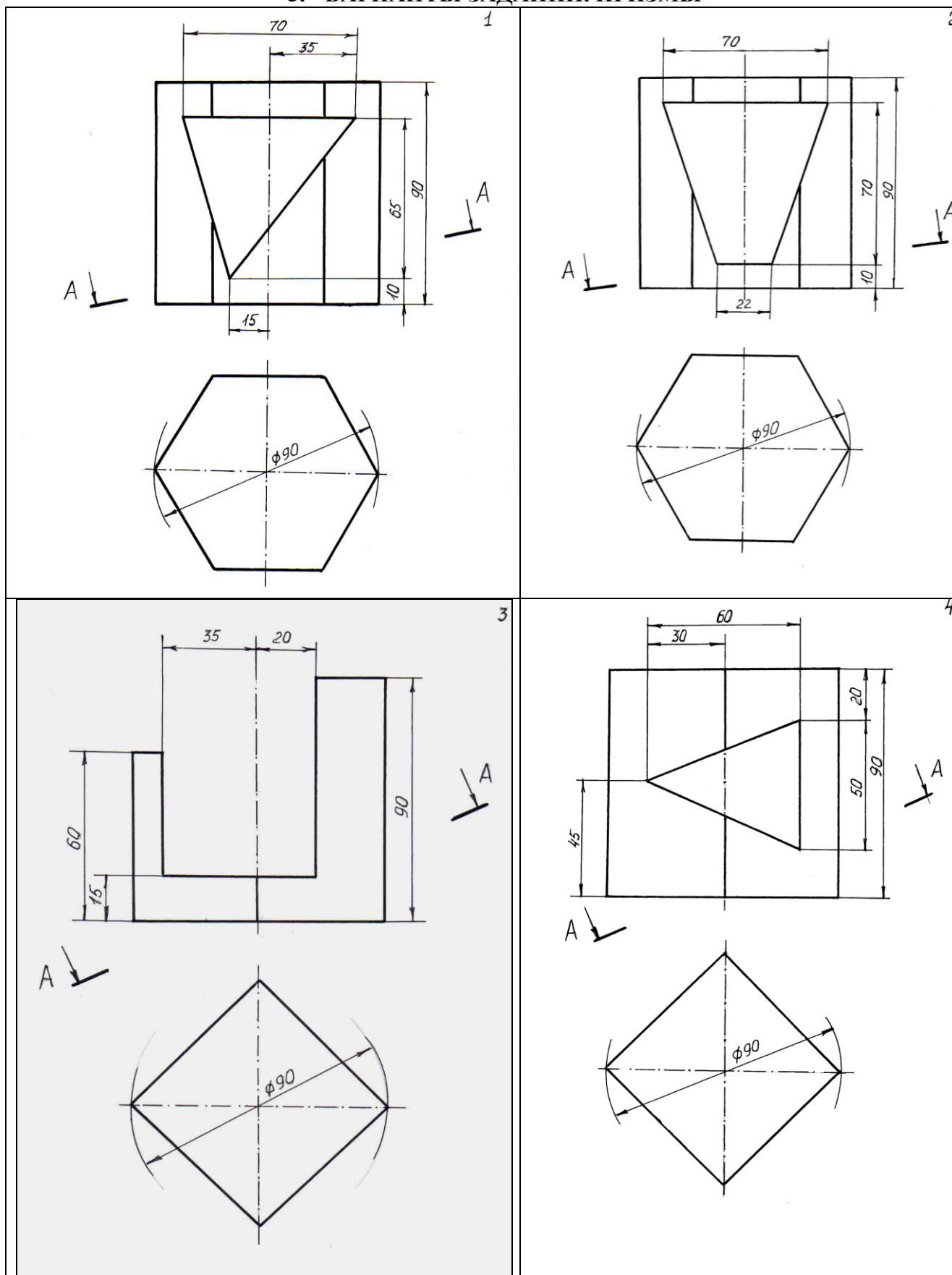
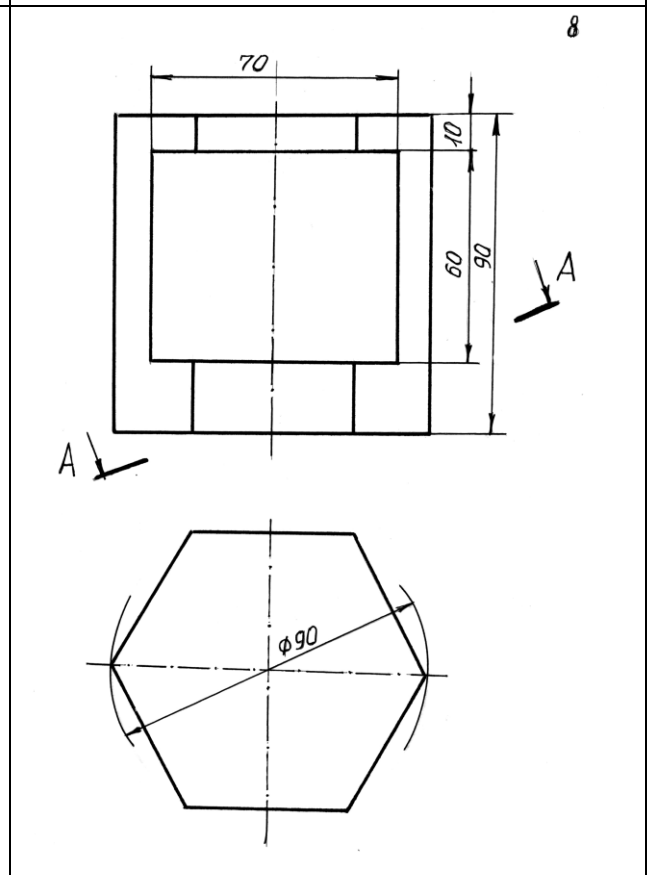
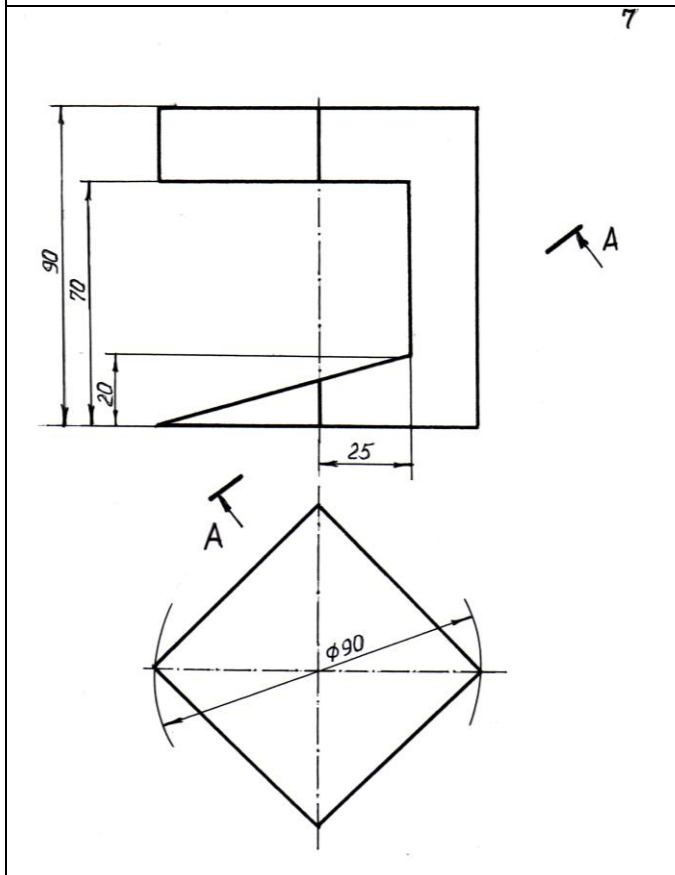
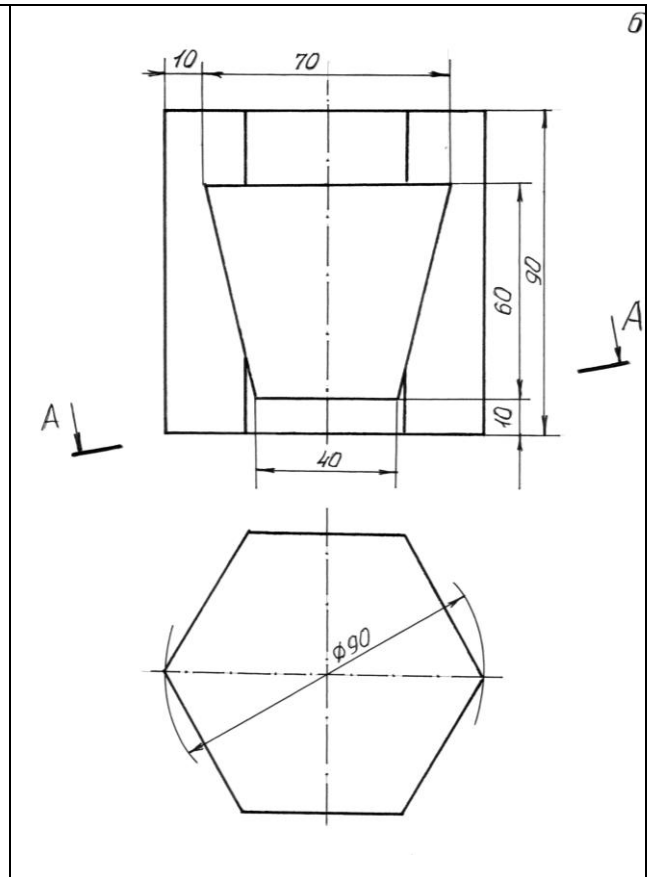
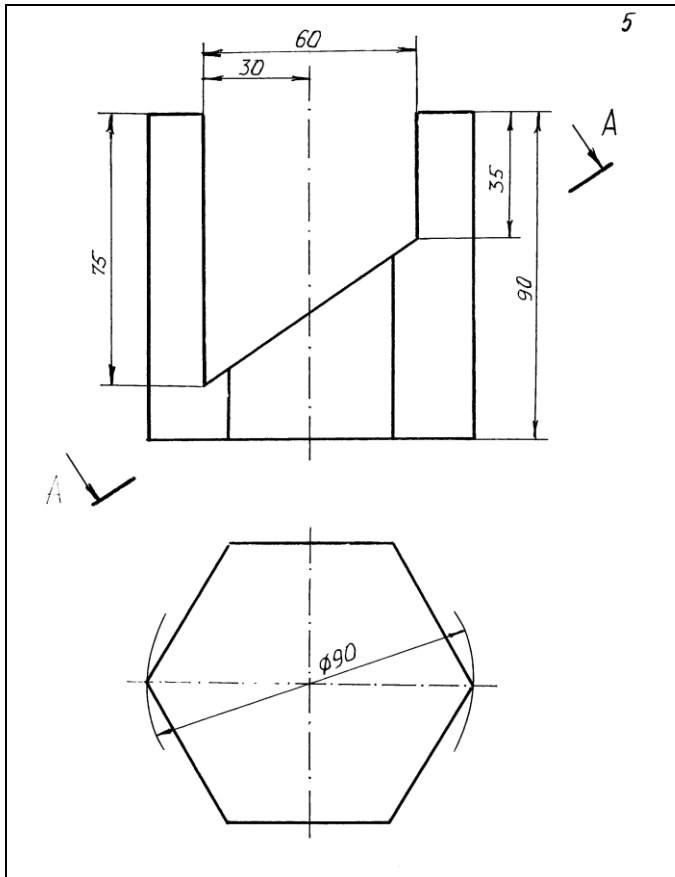
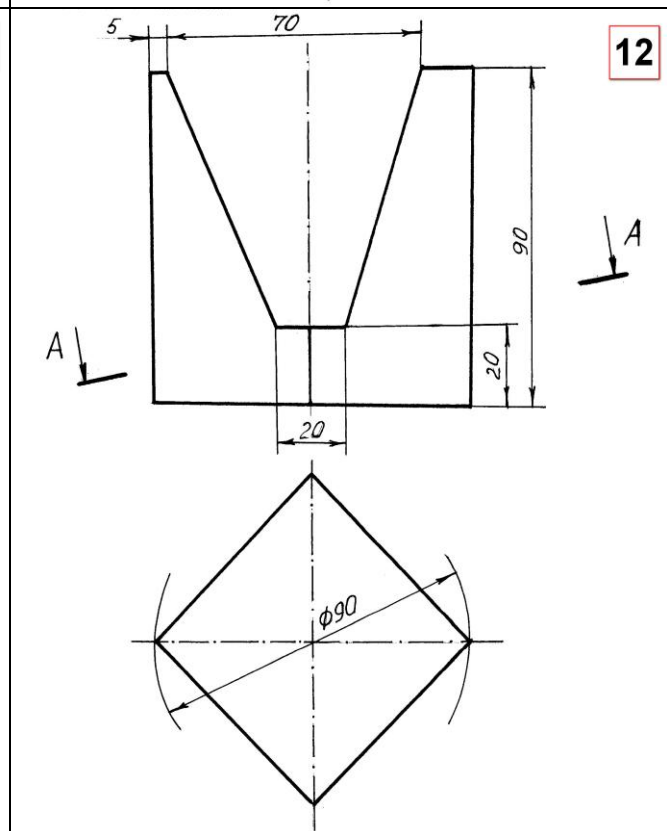
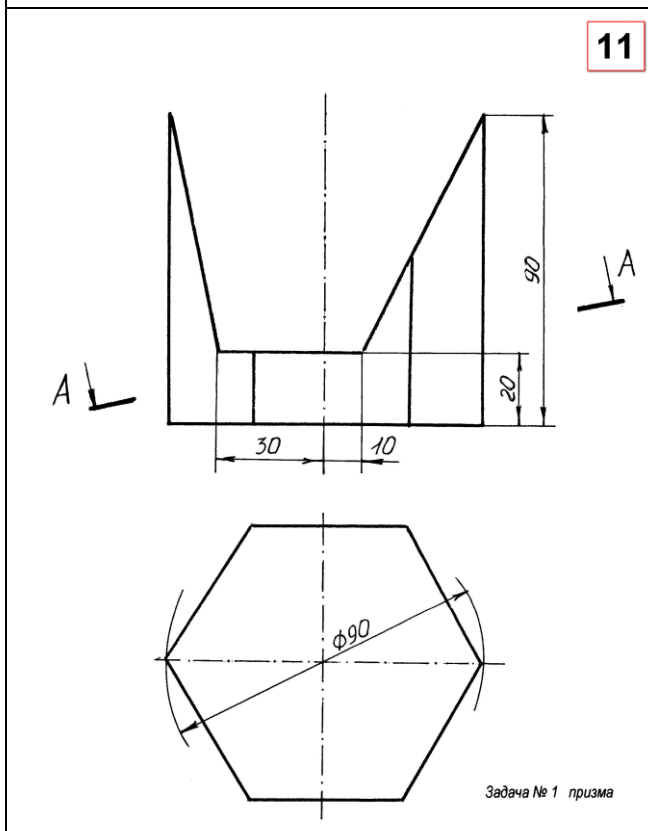
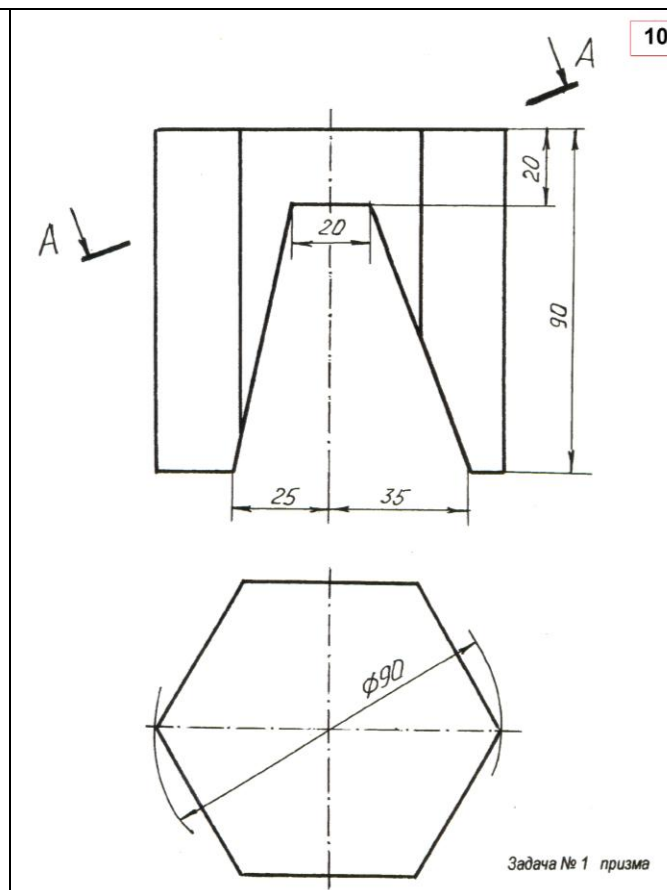
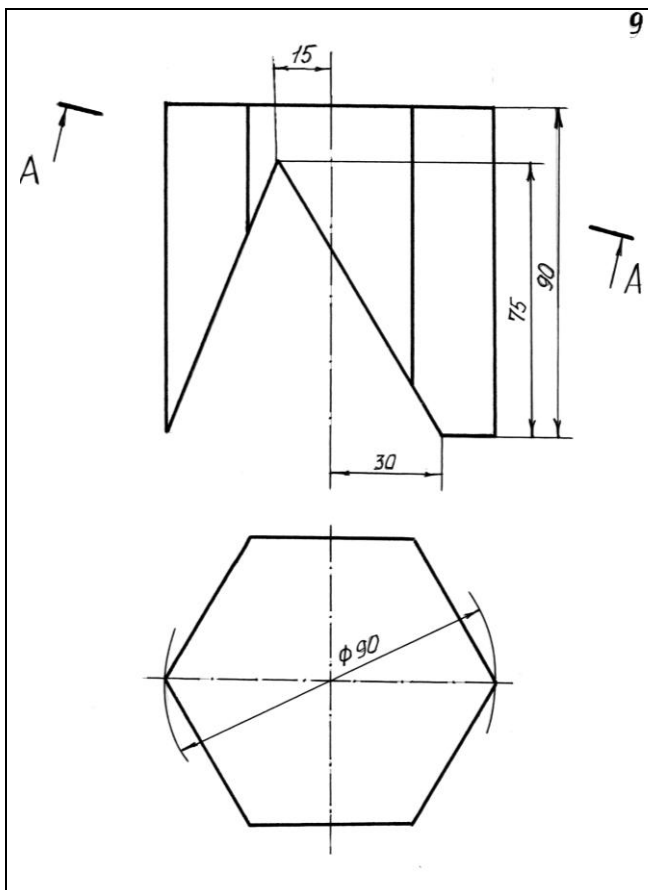


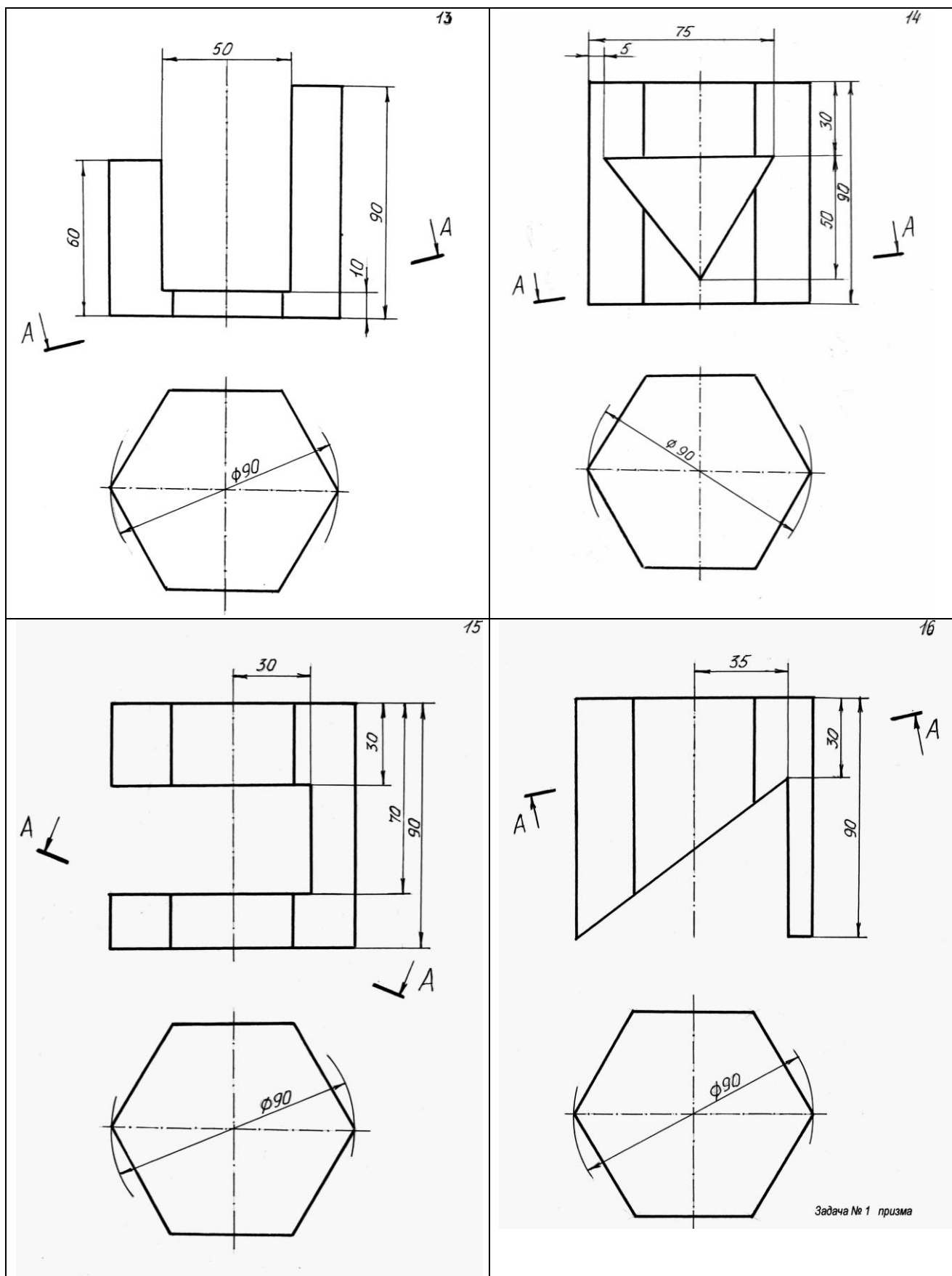
Рис. 13. Построения проекций призмы с отверстием и наклонного сечения  $A-A$

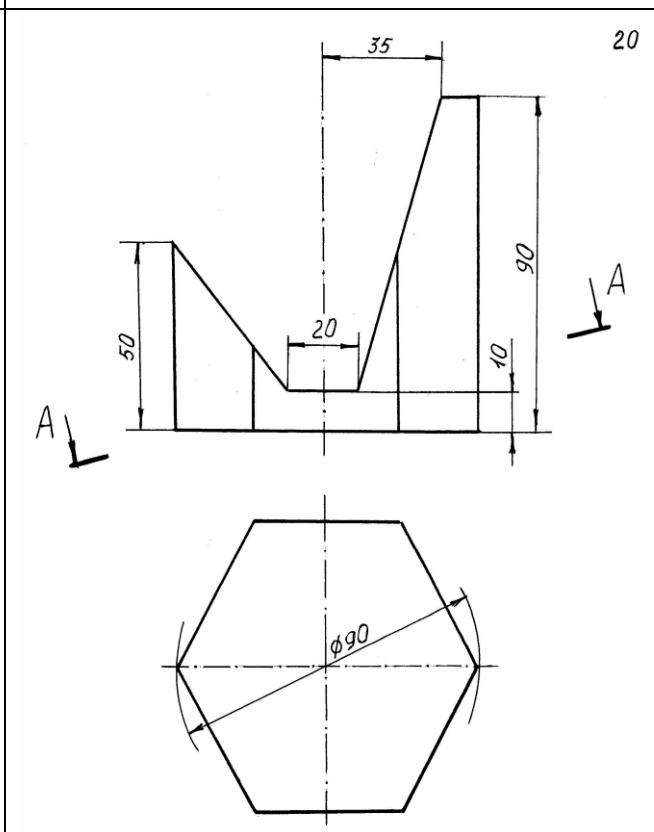
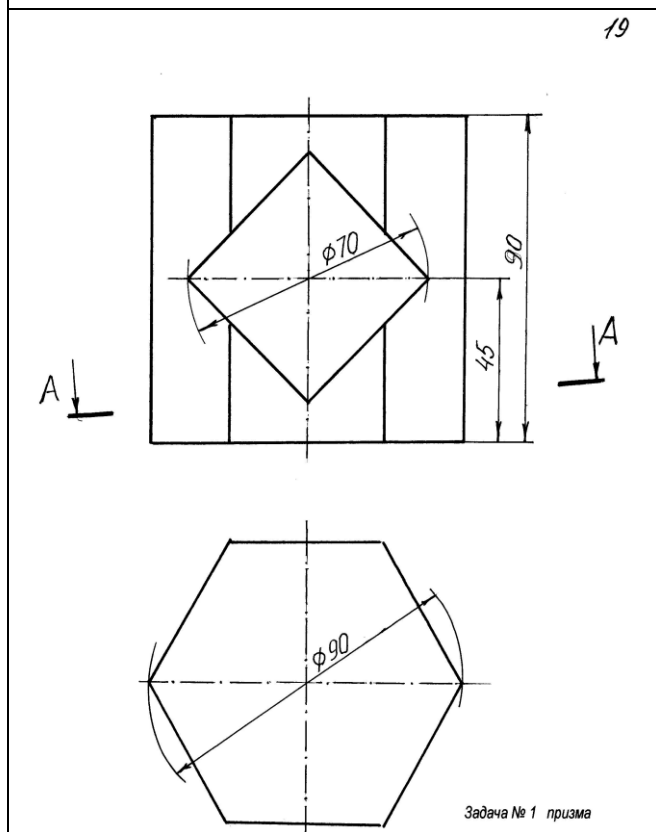
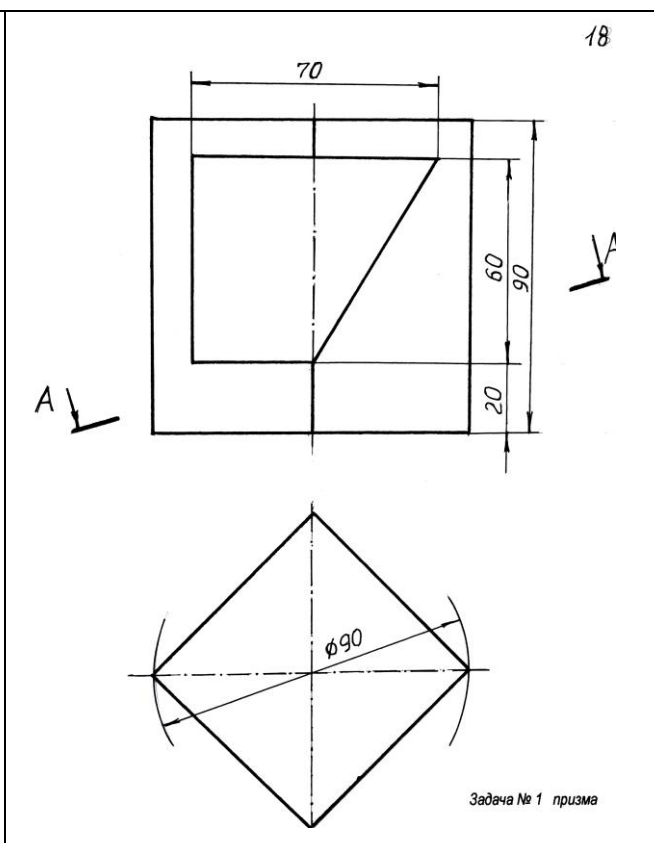
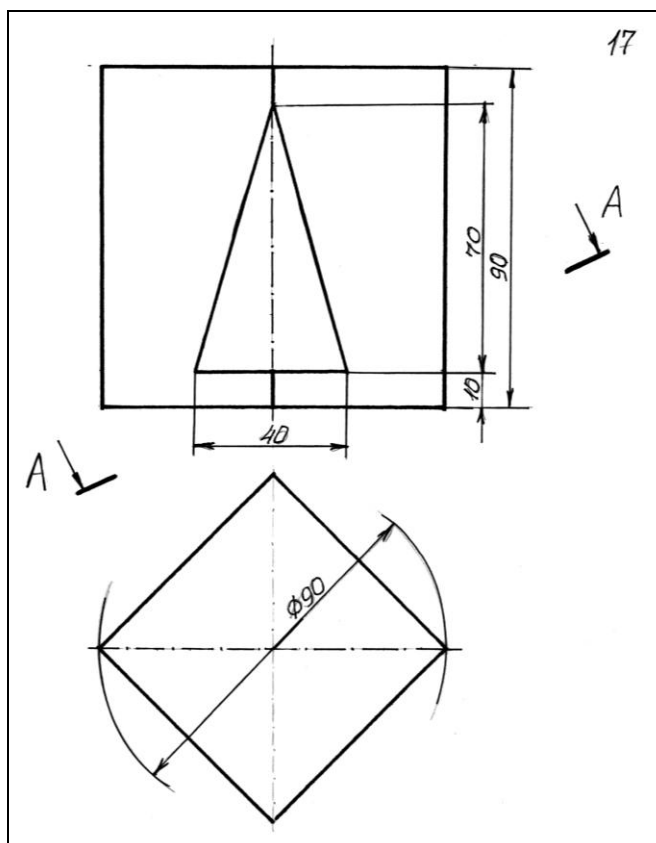
## 5. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ. ПРИЗМЫ

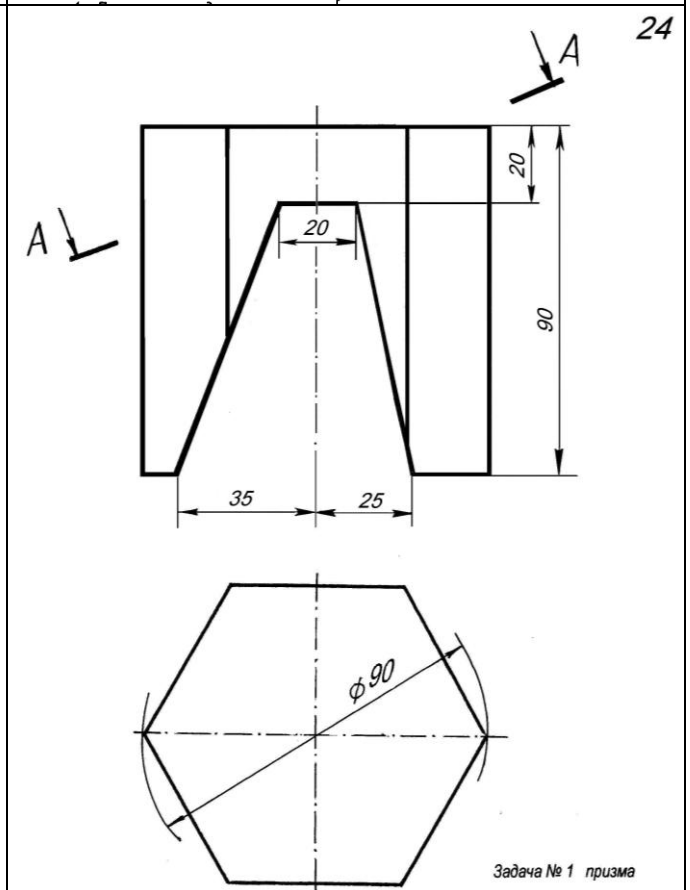
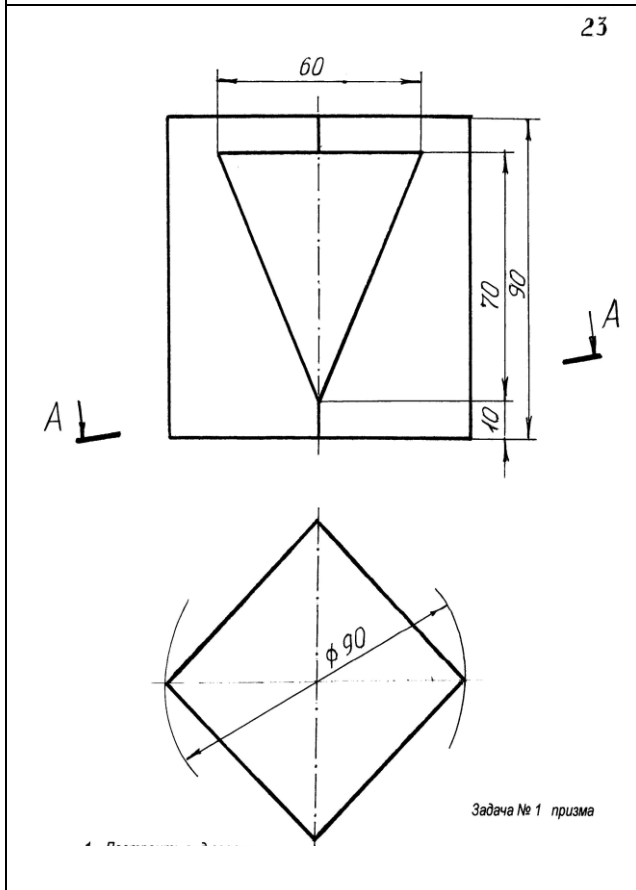
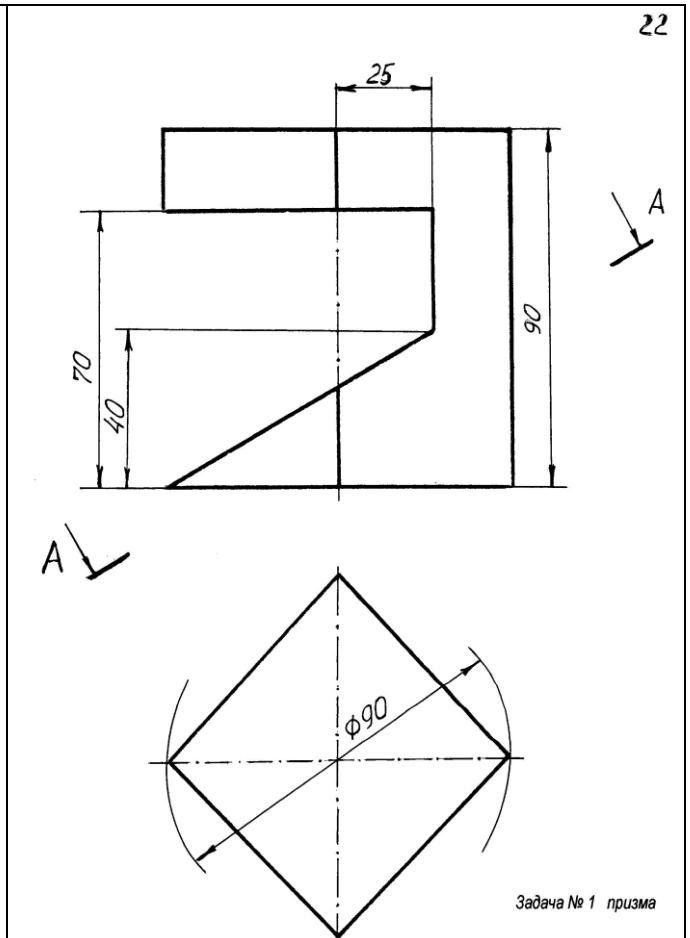
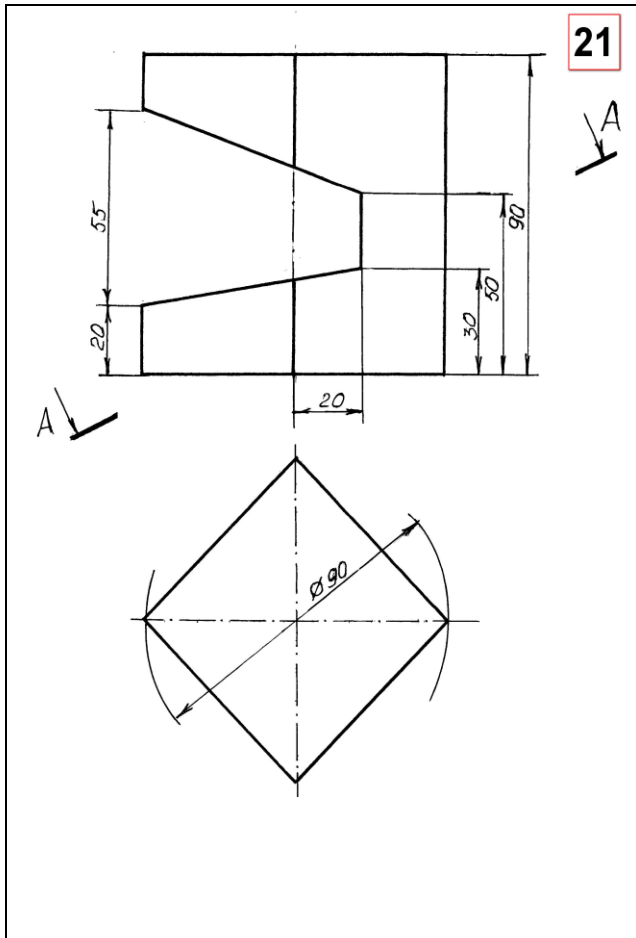


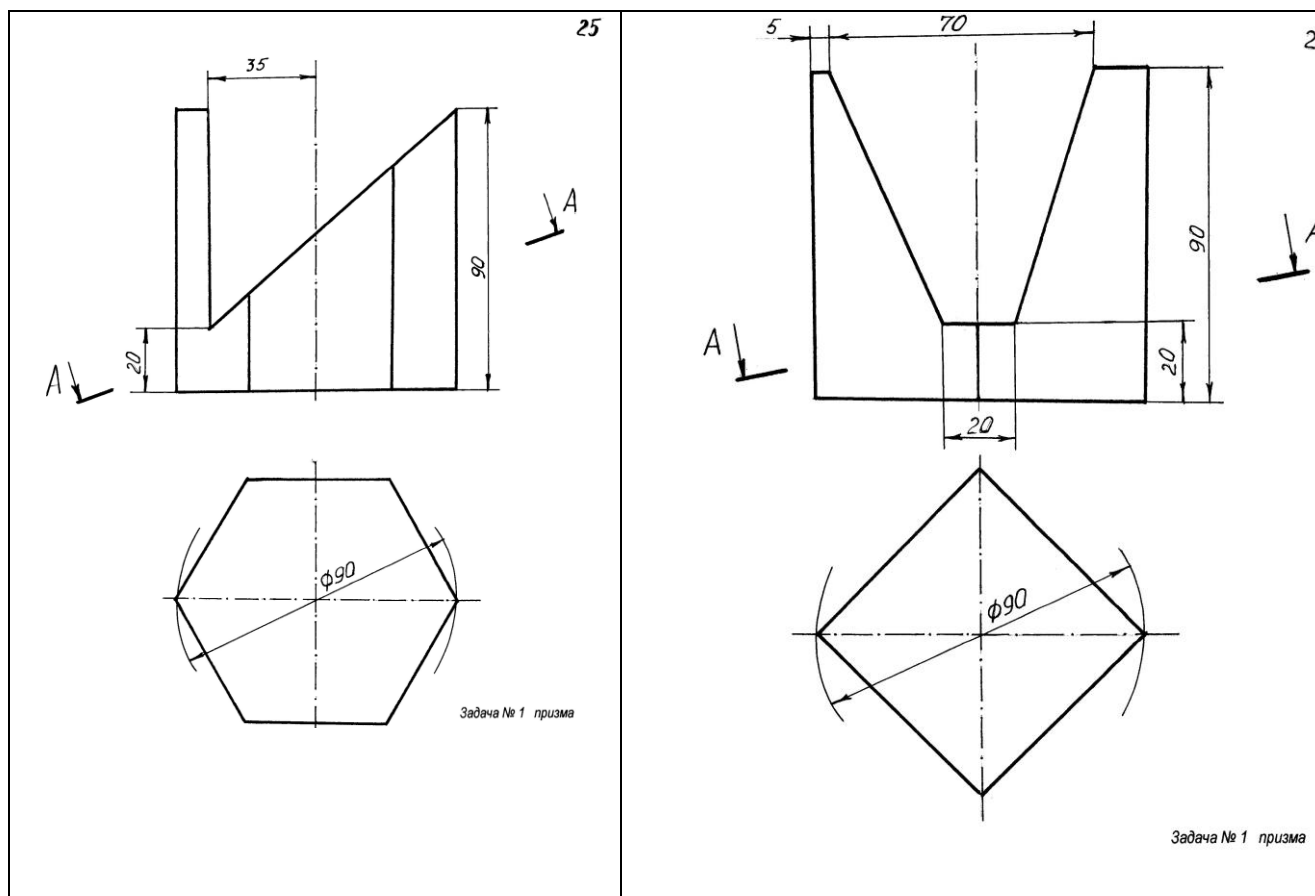












### Шар (сфера). Общие сведения

**Задача** - построить проекции шара с вырезкой (рис. 14).

По условию задачи видим, что на виде сверху проекцией шара является горизонтальная проекция экватора, на виде спереди - фронтальная проекция меридиана, на виде слева профильная проекция меридиана.

Из рис.14 видно, что каждая из плоскостей вырезки занимает фронтально-проецирующее положение, поэтому проекции линии пересечения на виде спереди совпадают с контуром вырезки, т.е. фронтальные проекции точек линии пересечения имеются.

На чертеже имеются точки  $1_2 2_2 4_2 \dots$ , если точки линии пересечения вырезки с поверхностью шара обозначим  $1-2-4-6-8-10-12-11-9-7-5-3-1$ . Линия пересечения будет состоять из четырех участков окружности, которые сходятся между собой в углах вырезки.

*Опорными точками* будут все обозначенные точки линии пересечения.

На виде сверху проекции  $2_1; 3_1; 10_1; 11_1$  лежат на экваторе, проекции  $1_1; 12_1$  - на фронтальном меридиане.

Проекции точек  $4_1; 6_1; 8_1$  и  $5_1; 7_1; 9_1$  находим с помощью вспомогательной секущей плоскости  $\Gamma$  ( $\Gamma_2$ ), которая рассекает поверхность шара по окружности радиуса  $R$ .

На виде слева проекции точки можно найти:

- 1) координатным способом (рис.10);
- 2) методом вспомогательных секущих плоскостей.

Плоскость  $\Sigma$  ( $\Sigma_2$ ) рассекает поверхность шара по окружности радиуса  $R_1$ , на которой лежат проекции  $4_3-2_3-1_3-3_3 5_3$ . Плоскость  $Q$  ( $Q_2$ ) рассекает поверхность шара по окружности радиуса  $R_2$ , на которой лежат проекции точек  $8_3-10_3-12_3-11_3-9_3$ . Соединим проекции точек на виде сверху и на виде слева в той же последовательности, в какой они находятся на главном виде.



*Видимость.* На виде сверху экватор делит шар верхнюю видимую и нижнюю невидимую части.

На рис.14 форма вырезки позволяет дуги **4-6-8** и **3-7-9**, хотя они и лежат ниже экватора. На виде слева профильный меридиан отделяет левую видимую часть шара от правой невидимой. На виде слева выполняем разрез, совмещая половину вида с половиной разреза.

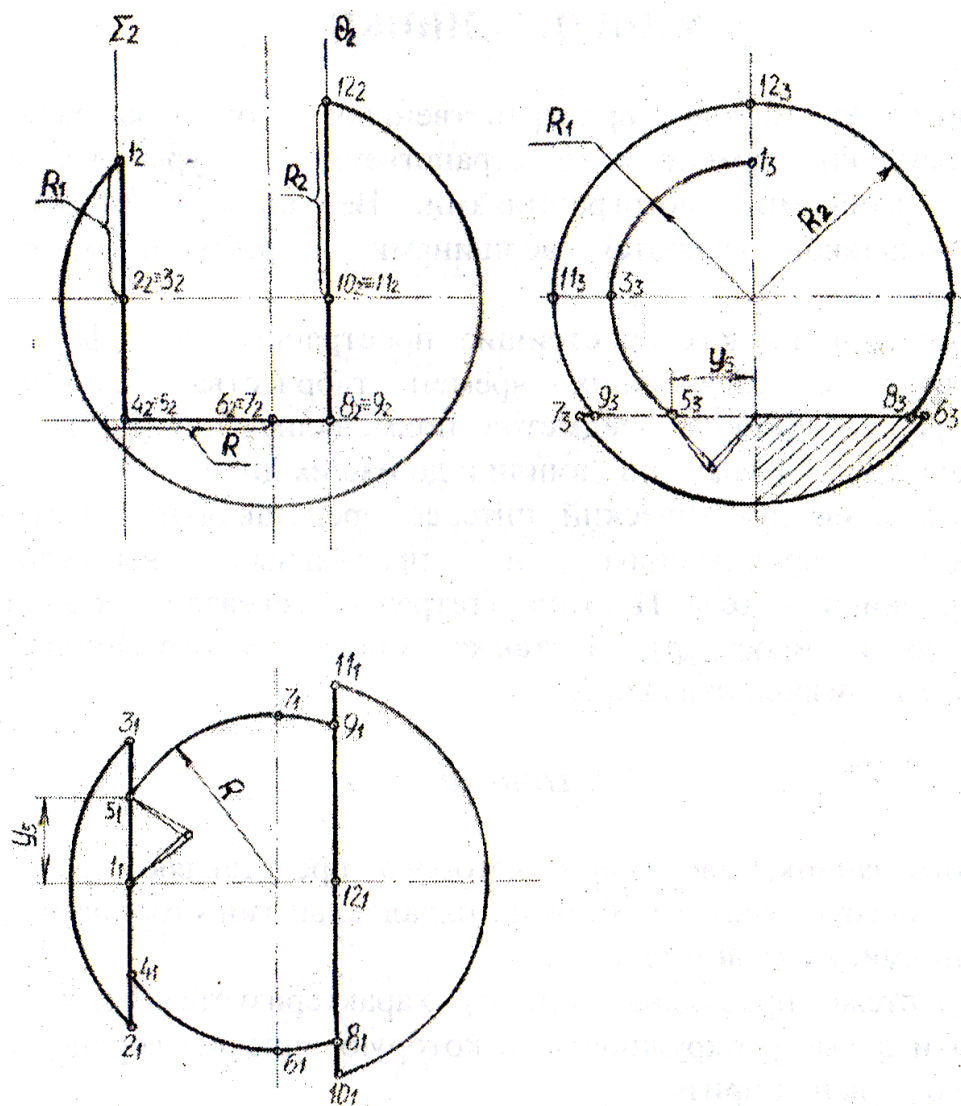
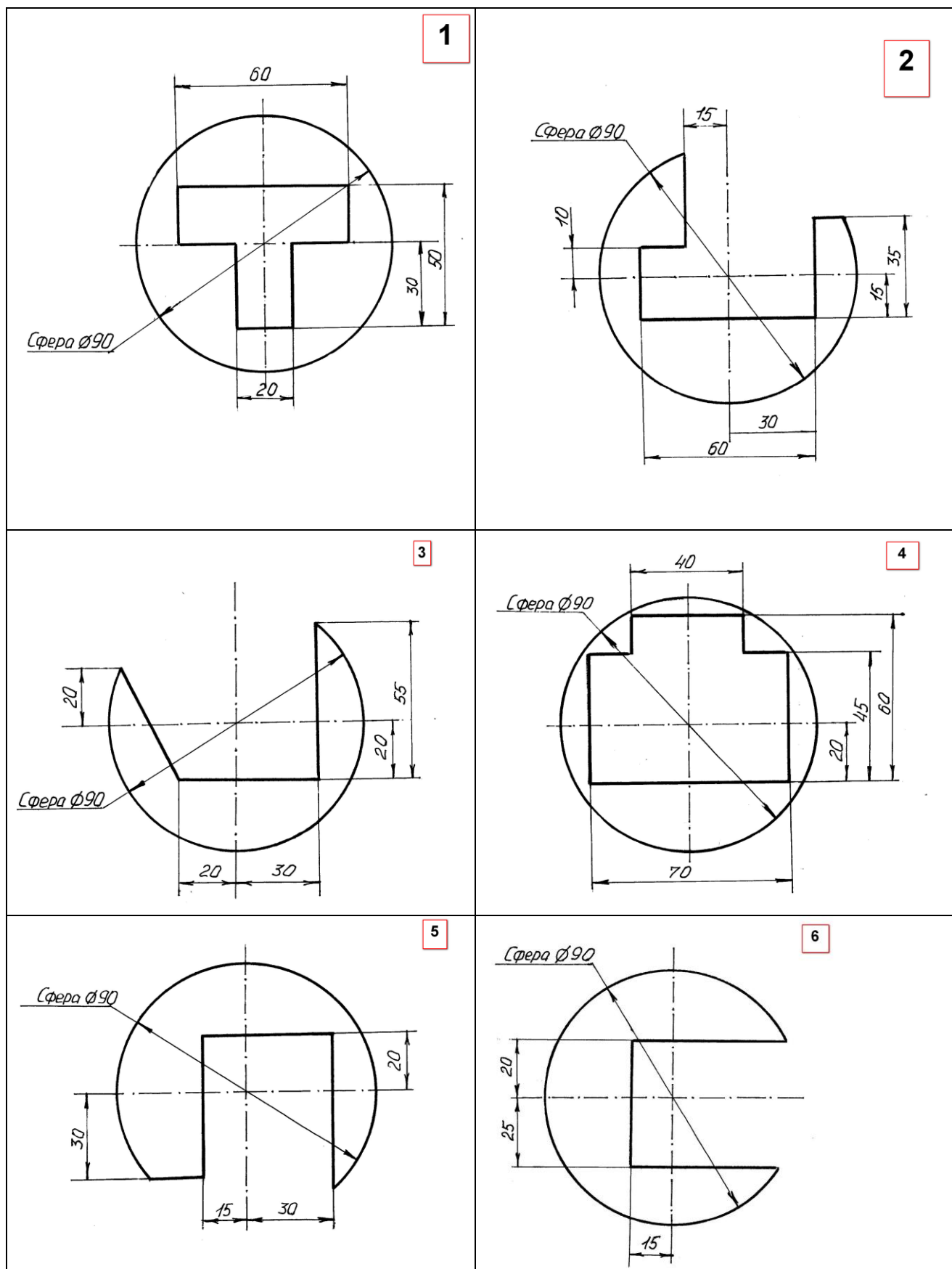
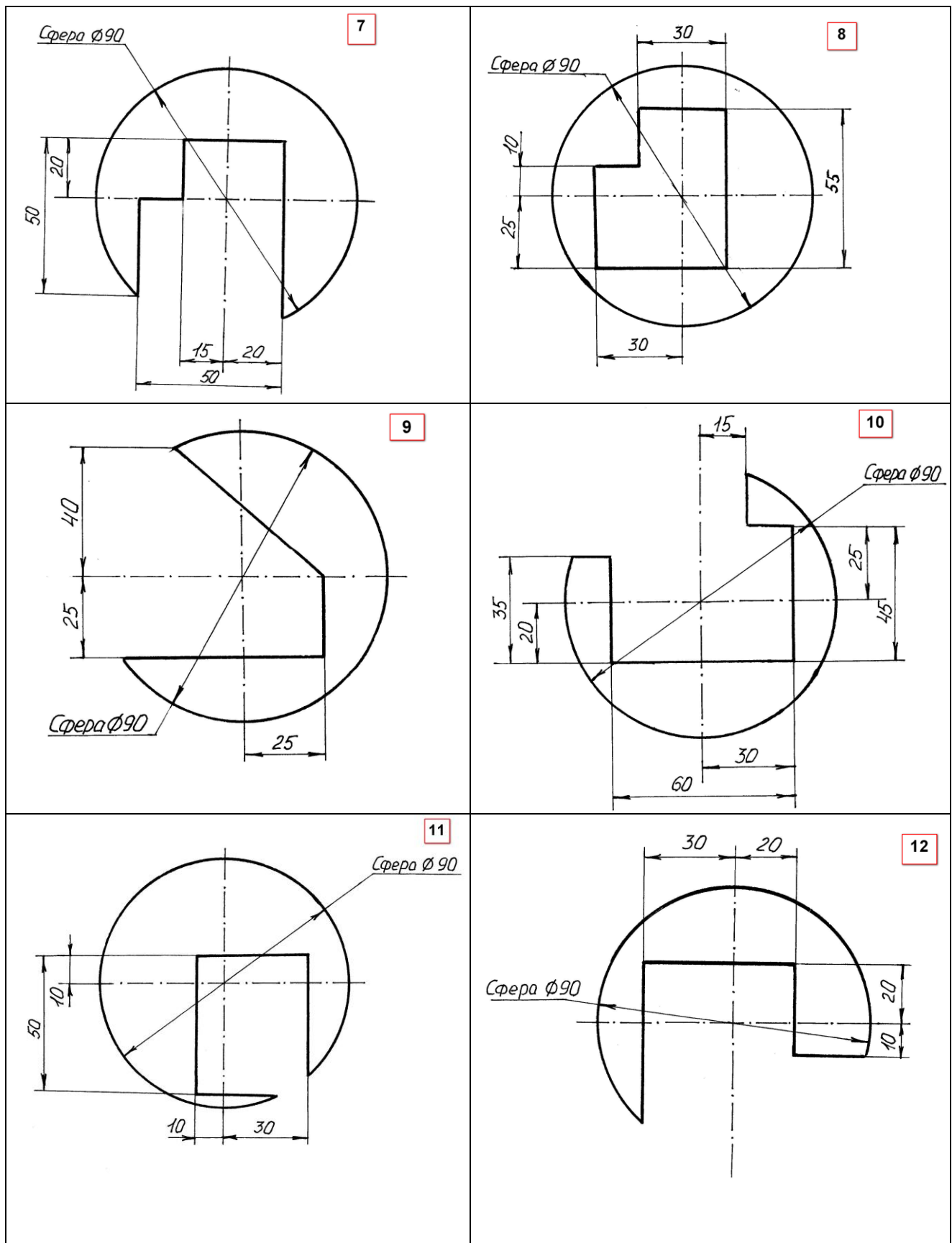
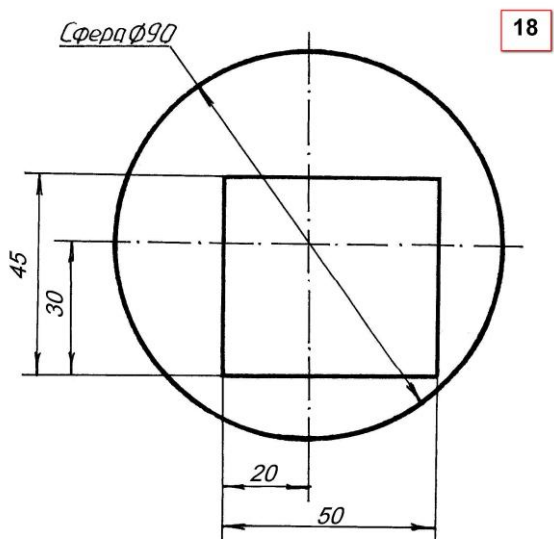
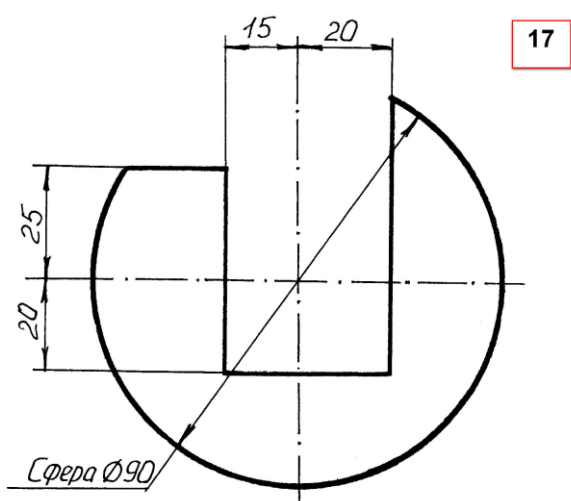
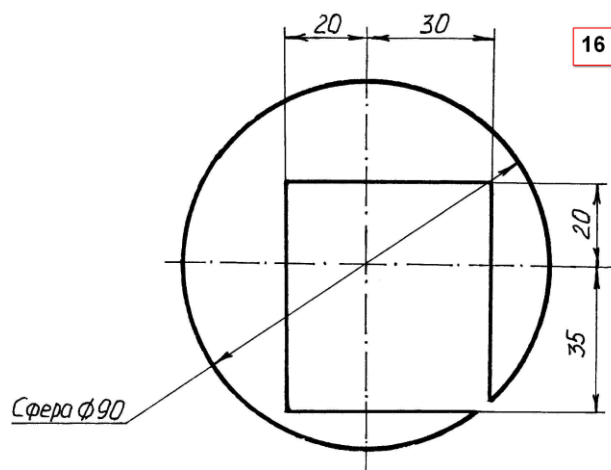
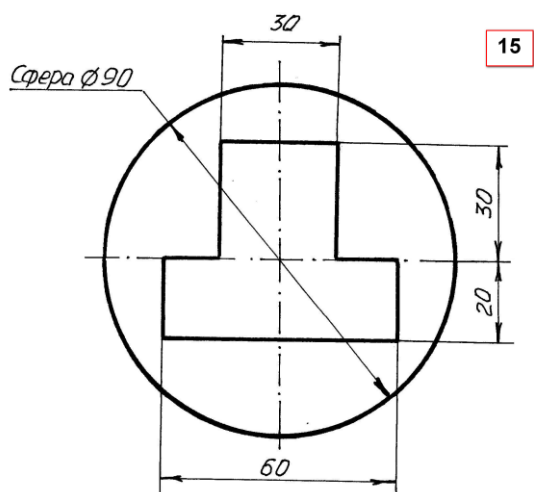
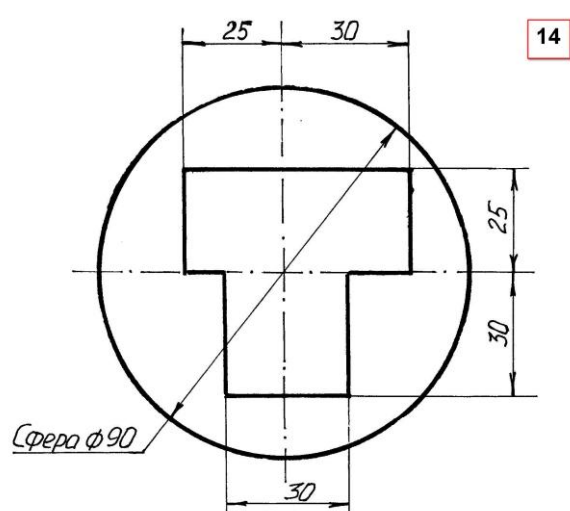
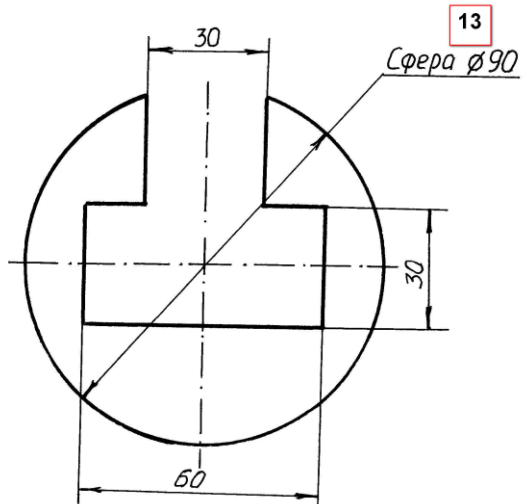


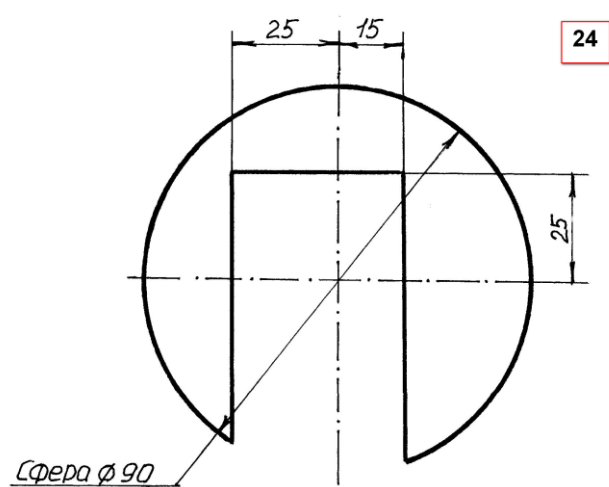
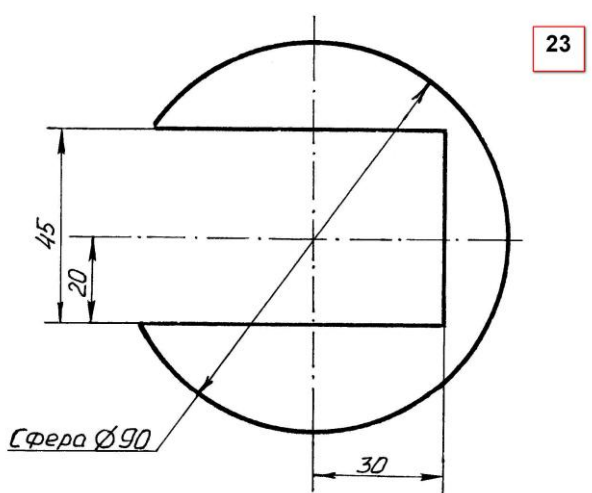
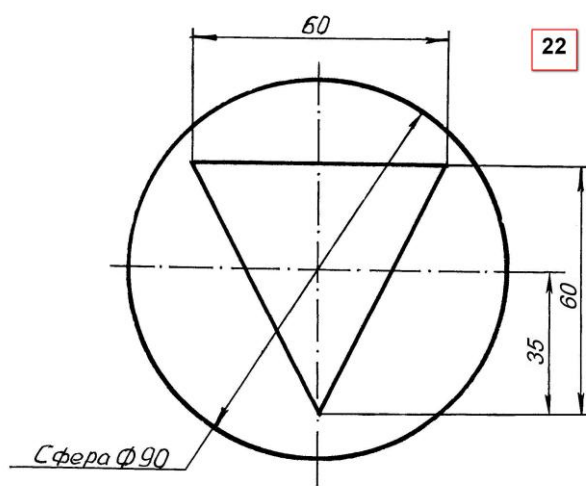
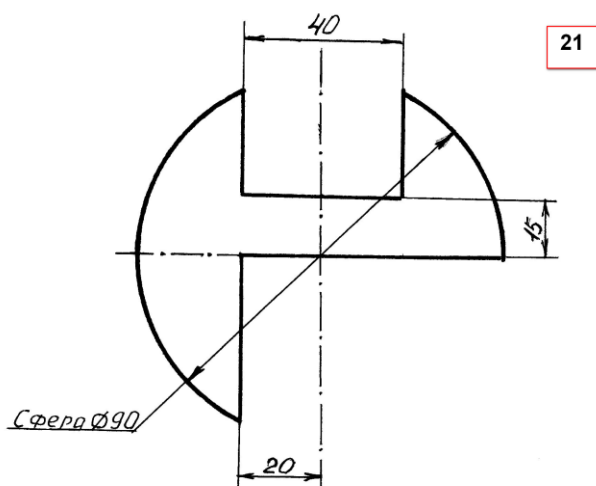
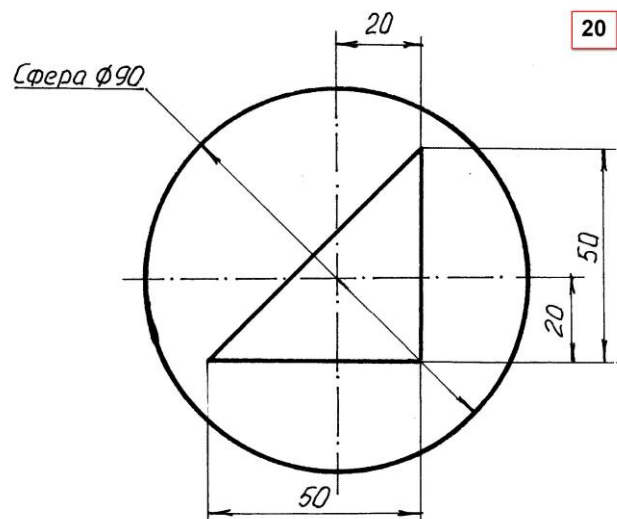
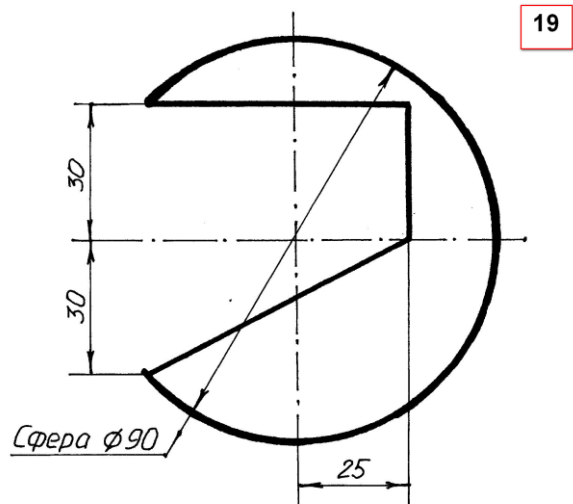
Рис. 14. Построение проекции шара с вырезкой

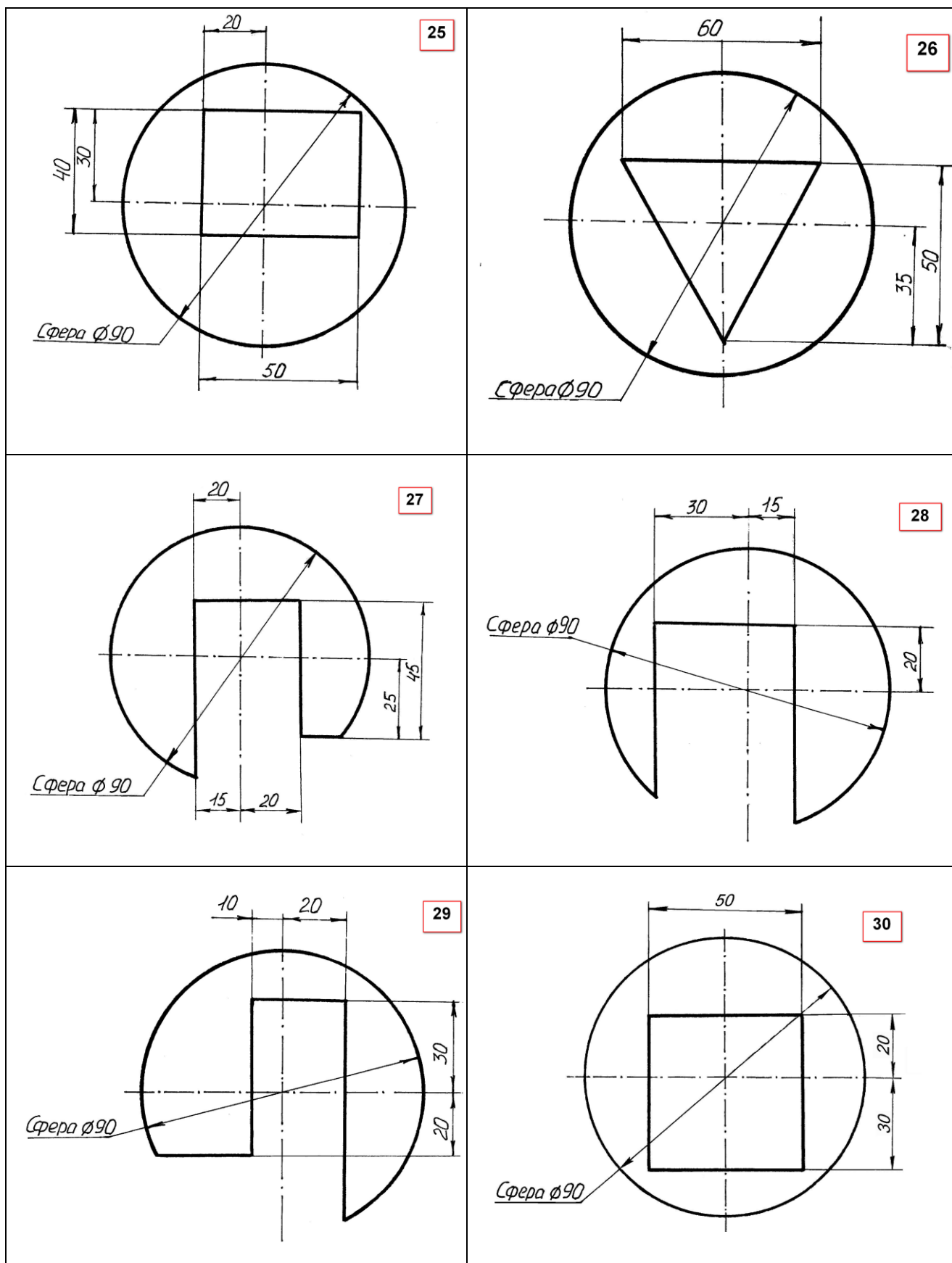
## 6. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ. СФЕРЫ











## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Миронова Р.С., Миронов Б.Г. Инженерная графика: Учебник. – 2-е изд., испр. ш доп. – М.: Высш. шк.; Издательский центр «Академия», 2001. – 288 с.
2. Начертательная геометрия. Эпюр № 1,2,3: методические указания и задания / И.П. Развалова и др. – Казань: Изд-во Казан. гос. технол. ун-та: 2009. – 52 с.
3. Проекционное черчение Казань: Изд-во Казан. гос. технол. ун-та: 2009. – 52 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ОФОРМЛЕНИЕ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ.....	3
1.1. Линии, применяемые на чертеже.....	3
1.2. Форматы.....	5
1.3. Основные надписи.....	6
2. ТОЧКА, ПРЯМАЯ, ПЛОСКОСТЬ .....	7
3. СПОСОБЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЧЕРТЕЖА.....	11
4. ПРОЕКЦИОННОЕ ЧЕРЧЕНИЕ.....	15
5. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ. ПРИЗМЫ.....	18
6. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ. СФЕРЫ.....	26
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	31

И.А. Мутугуллина, кандидат технических наук

**РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ  
ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ**

по курсу  
Инженерная графика  
(Кафедра Технологических машин и оборудования БФ «КНИТУ»)

Печатается в авторской редакции