

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

**ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА:  
ВИДЫ, РАЗРЕЗЫ И СЕЧЕНИЯ**

Учебное пособие  
для иностранных слушателей подготовительного отделения ВГТУ

*Составители:*

*Н. Л. Золотарева, Л. В. Менченко*

Воронеж 2020

УДК 744.4(07)  
ББК 22.151.3я729  
И622

***Составители:***

*Н. Л. Золотарева, Л. В. Менченко*

**Инженерная графика: виды, разрезы и сечения:** учебное  
И622 пособие для иностранных слушателей подготовительного  
отделения ВГТУ / сост.: Н. Л. Золотарева, Л. В. Менченко;  
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический  
университет». — Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2020. — 112 с.

ISBN 978-5-7731-0838-2

В учебном пособии излагаются основы инженерной графики, включающие элементы начертательной геометрии, геометрического и проекционного черчения с вариантами учебных графических заданий.

Настоящее издание предназначено для иностранных слушателей подготовительного отделения ВГТУ, обучающихся техническим специальностям.

Ил. 86. Табл. 5. Библиогр.: 17 назв.

УДК 744.4(07)  
ББК 22.151.3я729

***Рецензенты:***

кафедра промышленной экологии, оборудования химических  
и нефтехимических производств ВГУИТ;  
канд. техн. наук, доцент С. М. Санникова

*Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Воронежского государственного технического университета*

ISBN 978-5-7731-0838-2

© Золотарева Н. Л., Менченко Л. В.  
(составление), 2020

© ФГБОУ ВО «Воронежский государственный  
технический университет», 2020

## ВВЕДЕНИЕ

Учебное пособие «Инженерная графика» соответствует требованиям существующих нормативных документов и предназначено для иностранных слушателей подготовительного отделения ВГТУ, изучающих дисциплину «Инженерная графика» на этапе довузовской подготовки.

Формирование у иностранных граждан уровня базовой общеинженерной образованности на неродном (русском) языке необходимо им для усвоения графического языка и успешного осуществления учебно-познавательной деятельности в условиях российского вуза.

Издание содержит основные разделы инженерной графики, включающие построение видов детали по ее аксонометрическому изображению; построение третьего вида детали по двум данным; изображение простых сложных разрезов и сечений; выполнение аксонометрических изображений.

Учебное пособие содержит пять разделов.

В первом разделе «Изображение предметов — виды» представлена информация о методах проецирования геометрических тел.

Во втором разделе «Простые разрезы» излагаются виды разрезов, теоретические основы построения простых разрезов, обозначение и правила их выполнения на чертежах.

В третьем разделе «Построение аксонометрических проекций детали» рассматриваются способы построения аксонометрических проекций детали.

В четвертом разделе «Сложные разрезы» рассматриваются теоретические основы построения сложных разрезов, обозначение и правила их выполнения на чертежах.

В пятом разделе «Сечения» рассматриваются виды сечений, их особенности и правила выполнения на чертежах.

## РАЗДЕЛ 1. ИЗОБРАЖЕНИЕ ПРЕДМЕТОВ — ВИДЫ

В инженерной графике под предметом (деталью, прибором или устройством) принято понимать неделимую общность составляющих его простых геометрических тел и ограничивающих частей поверхности. Для изображения на чертеже геометрической формы детали требуемого функционального назначения необходимо построить проекционное изображение всех точек и линий, определяющих эту форму.

Для построения на чертежах деталей и изделий всех областей промышленности и строительства в Российской Федерации используются стандарты ЕСКД и СПДС. В учебном пособии правила построения предметов рассматриваются в порядке, принятом в ЕСКД.

### 1.1. Основные понятия и определения

Построение фигур различного очертания и на их основе простейших деталей в начертательной геометрии выполнялось прямоугольным проецированием на фронтальную, горизонтальную и профильную плоскости проекций, потому что при этом на чертеже точно передаются форма и размеры изображаемых предметов.

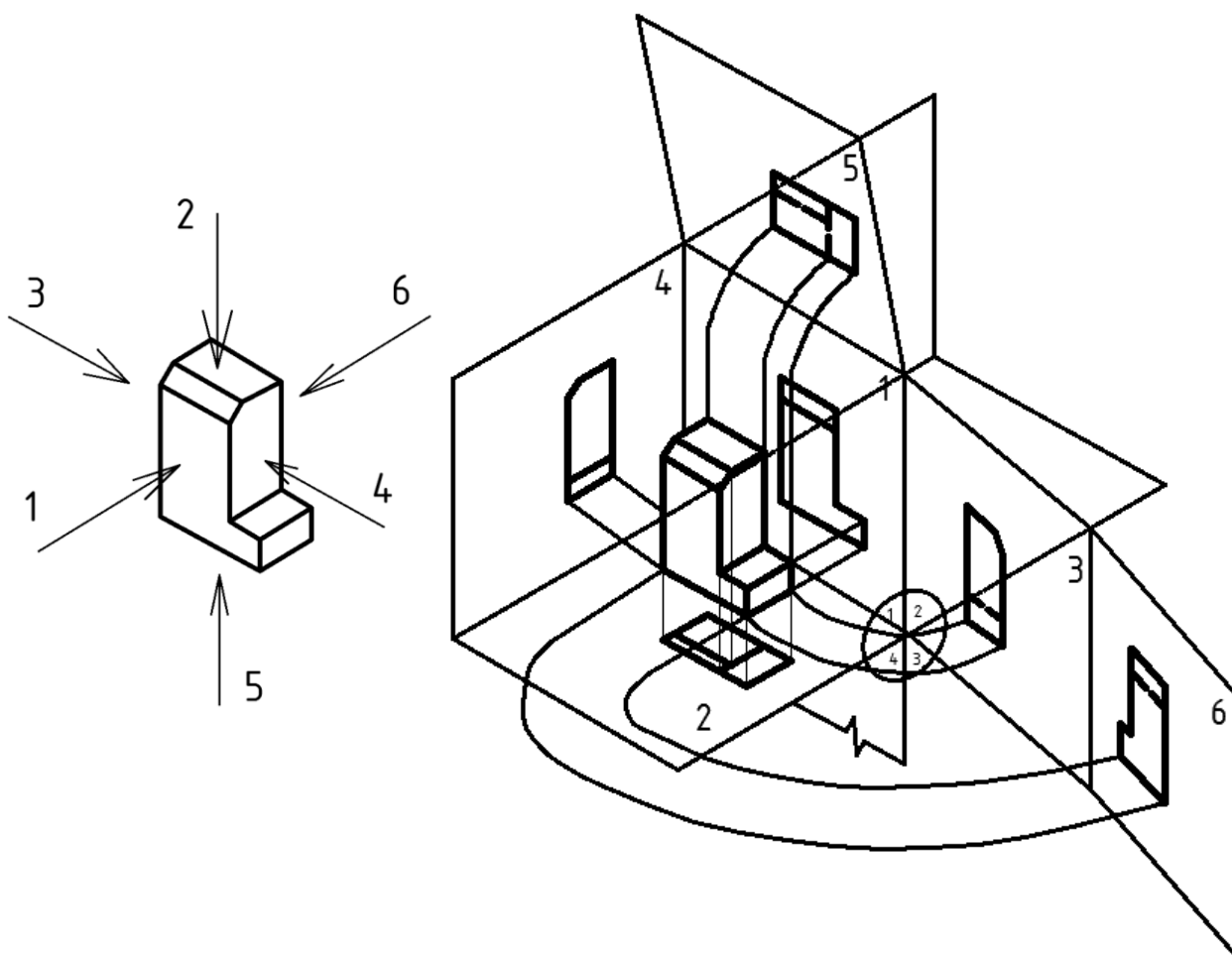
При выполнении различных технических чертежей предметов (деталей, приборов и других устройств) в процессе их построения фронтальная, горизонтальная и профильная плоскости проекций могут не обеспечить наиболее полного представления об этих изделиях. В связи с этим при построении такого рода чертежей дополнительно применяют ряд некоторых правил.

Для изображения предметов на технических чертежах используют *метод ортогонального (прямоугольного) проецирования* на плоскости проекций, расположенные под прямым углом друг к другу. Согласно этому методу деталь как бы помещают внутри пустотелого куба, имеющего шесть граней, которые принимаются за основные плоскости проекций. В этот же куб помещается также и наблюдатель. Находясь внутри куба, наблюдатель проецирует предмет на внутренние поверхности его граней. Затем куб как бы разрезается по ребрам и его грани разворачиваются до совмещения с задней гранью. Эта грань является фронтальной плоскостью проекций.

Для того чтобы изображение предмета давало наиболее полное представление о его конфигурации, предмет располагают относительно фронтальной плоскости проекций определенным образом. Поэтому основные грани предмета должны быть расположены параллельно плоскостям проекций.

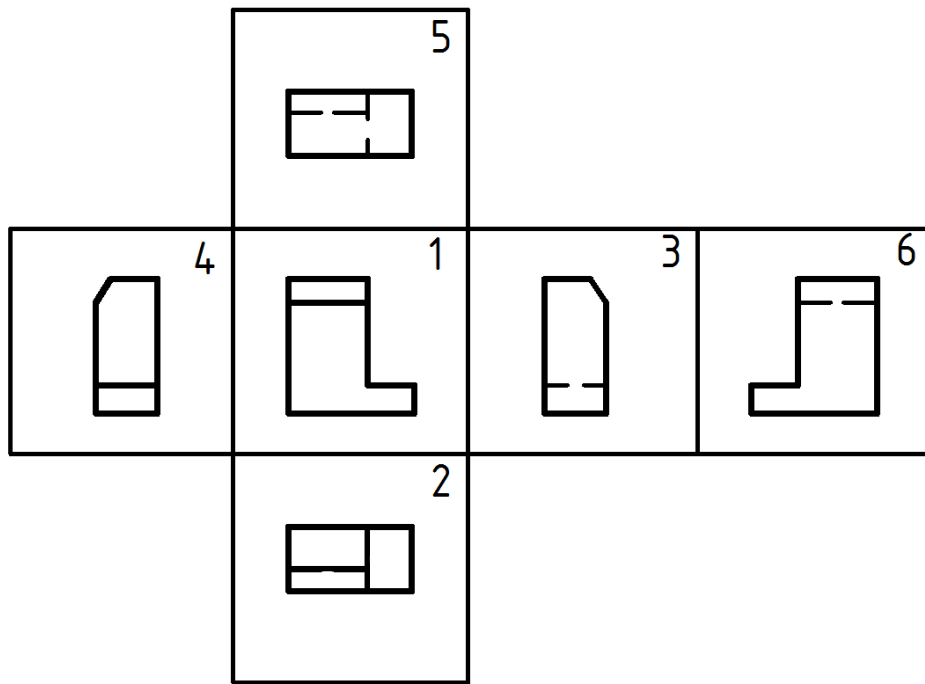
В зависимости от расположения предмета внутри куба различают две разновидности метода прямоугольного проецирования.

*Метод первого угла* (метод Е) — изображаемый предмет предполагается расположенным между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций (рис. 1). Предметы следует изображать в функциональном положении, то есть положении, удобном для их изготовления (рис. 2). Такой метод проецирования принят в России и большинстве стран Европы.



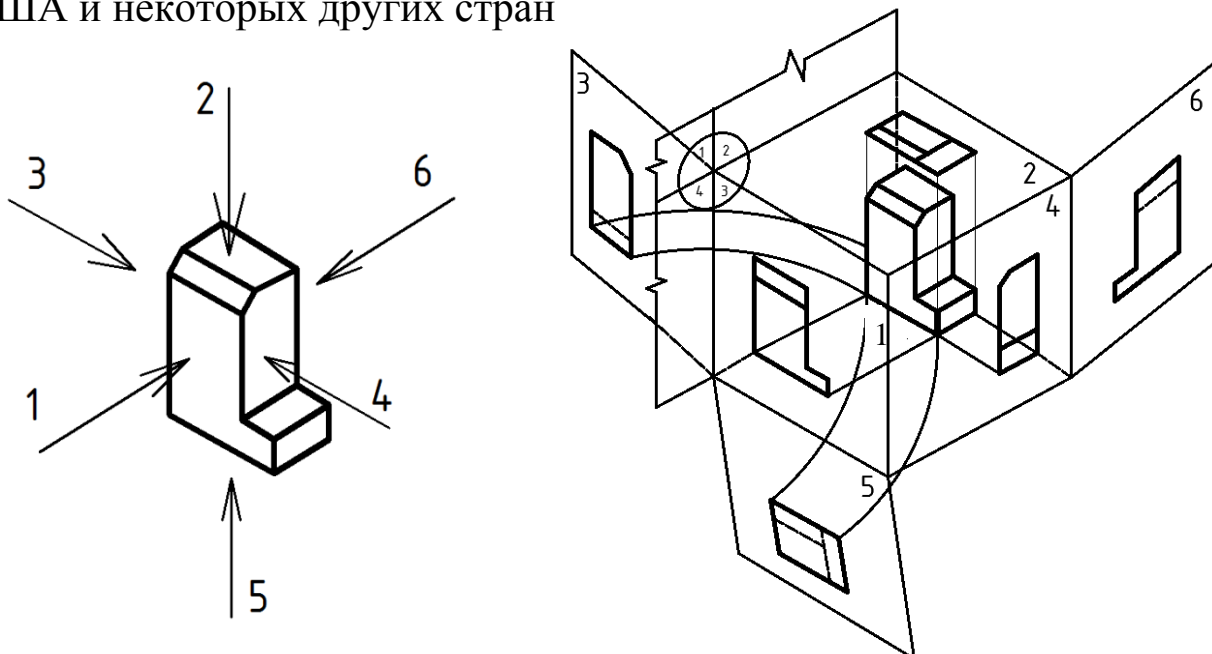
**Рис. 1.** Проецирование предмета на шесть граней пустотелого куба методом первого угла:

1 – вид спереди; 2 – вид сверху; 3 – вид слева;  
4 – вид справа; 5 – вид снизу; 6 – вид сзади



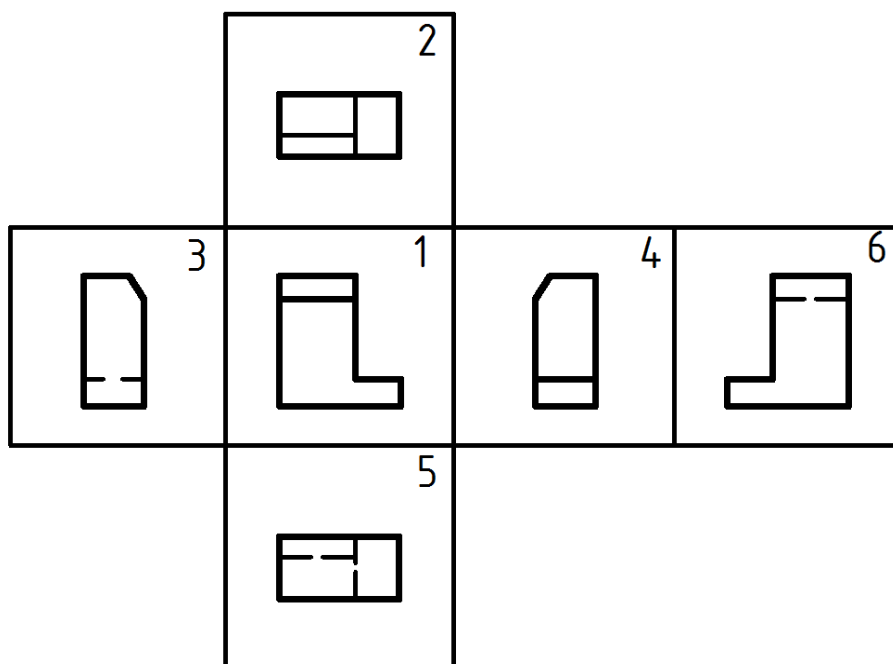
**Рис. 2.** Расположение проекций предмета на внутренних гранях куба

*Метод третьего угла* (метод А) — плоскость проекций располагают между наблюдателем и изображаемым предметом (рис. 3). Расположение проекций предмета на прозрачных гранях куба представлено на рис. 4. Такой метод проецирования принят в Англии, США и некоторых других стран



**Рис. 3.** Проецирование предмета на шесть граней пустотелого куба методом третьего угла:

1 – вид спереди; 2 – вид сверху; 3 – вид слева;  
4 – вид справа; 5 – вид снизу; 6 – вид сзади



**Рис. 4.** Расположение проекций предмета на прозрачных гранях куба методом третьего угла

В учебном процессе при изображении проекций предмета на чертеже применяется метод первого угла.

## 1.2. Виды

### 1.2.1. Главный и основные виды

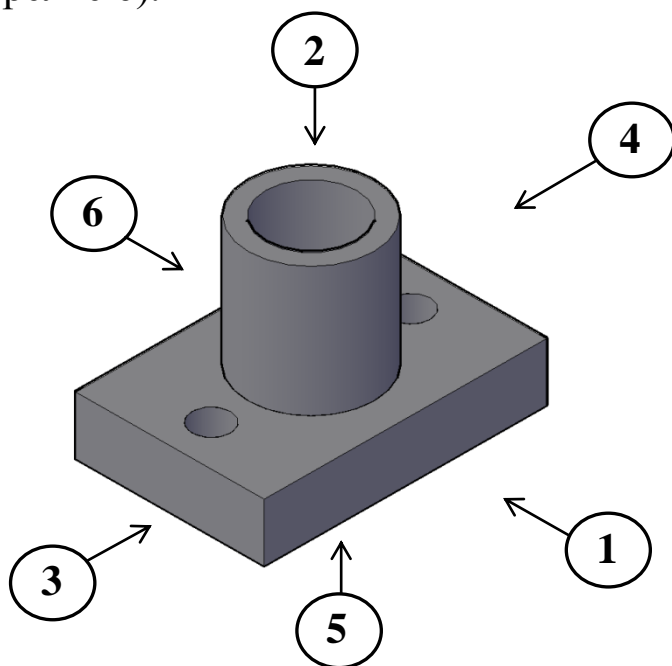
**Вид** — это изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета. На чертежах вида предмета можно показывать штриховые линии, если это позволит уменьшить количество изображений.

*Главный* вид позволяет в полном объеме представить конфигурацию и размеры предмета и располагается на фронтальной плоскости проекций.

*Основными* называются виды, полученные проецированием предмета на шесть основных плоскостей проекций. Каждый вид имеет название в зависимости от направления проецирования.

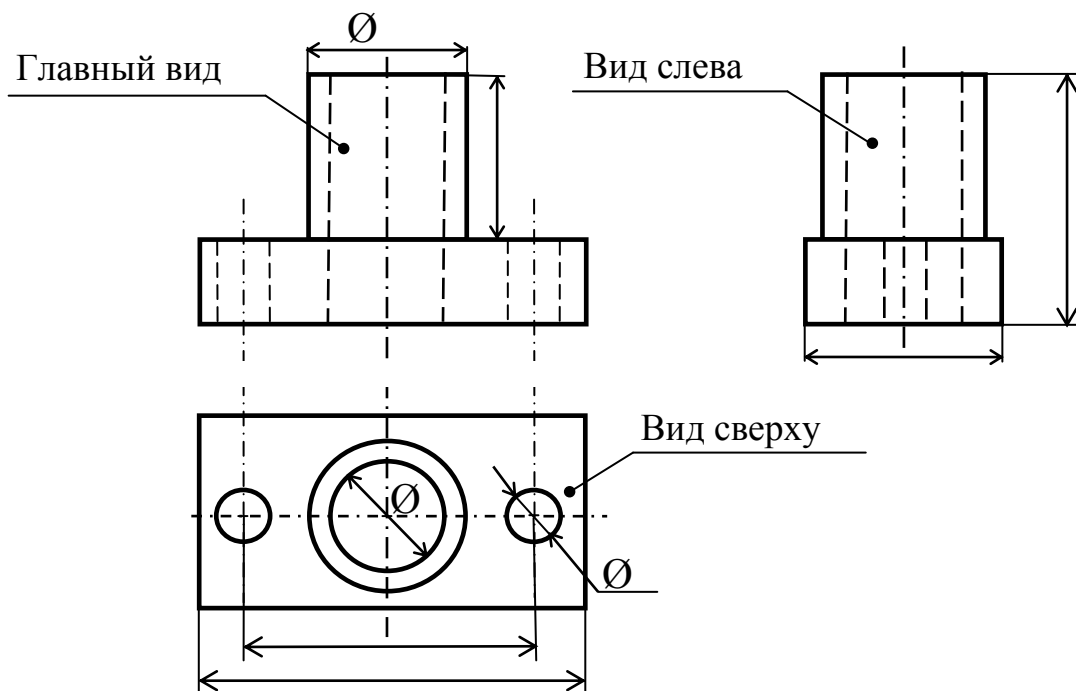
Для видов, получаемых на шести основных плоскостях проекций, установлены следующие названия (рис. 5): 1) вид спереди (по стрелке 1) — главный вид — фронтальная проекция (наиболее полно отражает форму детали); 2) вид сверху (по стрелке 2) — гори-

горизонтальная проекция; 3) вид слева (по стрелке 3) — профильная проекция; 4) вид справа (по стрелке 4); 5) вид снизу (по стрелке 5); 6) вид сзади (по стрелке 6).



**Рис. 5.** Пример определения названия видов некоторой детали

В учебном процессе необходимо изображать не более трех проекций детали: фронтальную, горизонтальную и профильную. В качестве примера на рис. 6 приведены три основных вида детали.



**Рис. 6.** Пример выполнения трех основных видов некоторой детали



Если виды расположены на чертежах в соответствии с рис. 2, то их названия на чертежах не подписывают.

Если вид расположен в проекционной связи с главным, то этот вид не обозначают.

Виды, расположенные вне проекционной связи с главным, обозначают, то есть указывают стрелкой направление проецирования. Над стрелкой ставят прописную букву (например, А) и такую же букву наносят над видом (рис. 7).

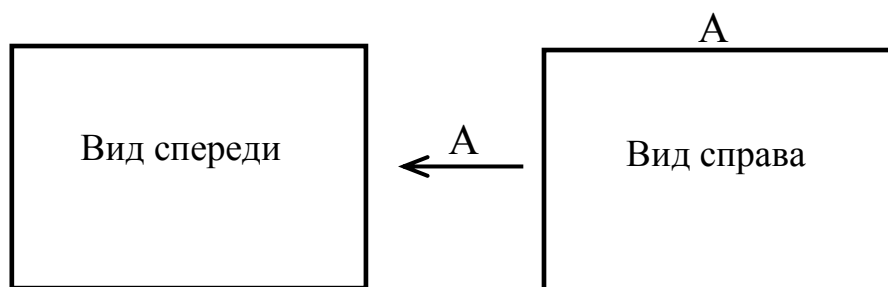
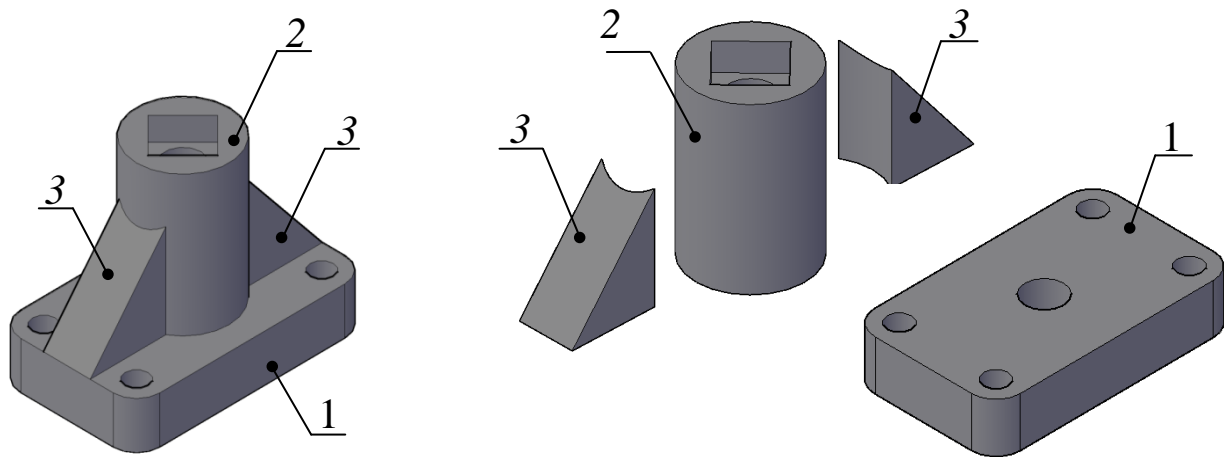


Рис. 7. Обозначение вида, расположенного вне проекционной связи с главным видом

### 1.2.2. Анализ геометрической формы детали

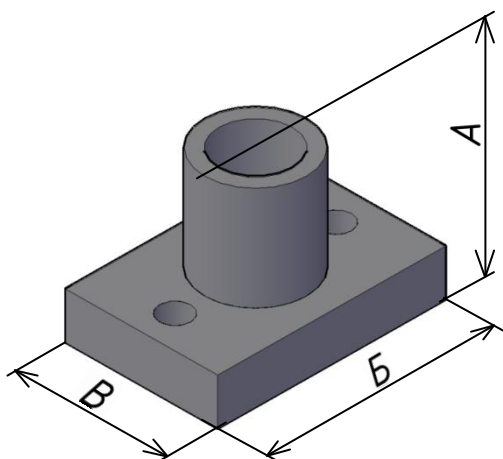
Геометрическая форма детали может быть представлена как форма простого геометрического тела. Мысленно разделить предмет на простые геометрические тела — это значит выполнить *анализ геометрической формы предмета*. Применение этого анализа позволяет правильно составлять и читать чертежи.

Рассмотрим, например, как осуществляется анализ геометрической формы предмета по наглядному изображению детали, представленной на рис. 8. Она состоит из прямоугольного параллелепипеда 1 с пятью сквозными цилиндрическими отверстиями. Углы параллелепипеда закруглены по дуге окружности. В центре верхней грани прямоугольного параллелепипеда расположен цилиндр 2 со сквозным цилиндрическим отверстием, ось и диаметр которого совпадают с осью и диаметром отверстия детали 1. Вдоль оси цилиндра проходит на некоторую глубину детали призматическое отверстие. Параллелепипед и цилиндр соединены между собой двумя ребрами жесткости 3, имеющими форму треугольных призм, обеспечивающих устойчивость их крепления. По вертикальным граням ребер жесткости сделаны цилиндрические выемки для плотного прилегания ребер к поверхности цилиндра.



**Рис. 8.** Пример анализа геометрической формы детали

### 1.2.3. Компоновка чертежа детали

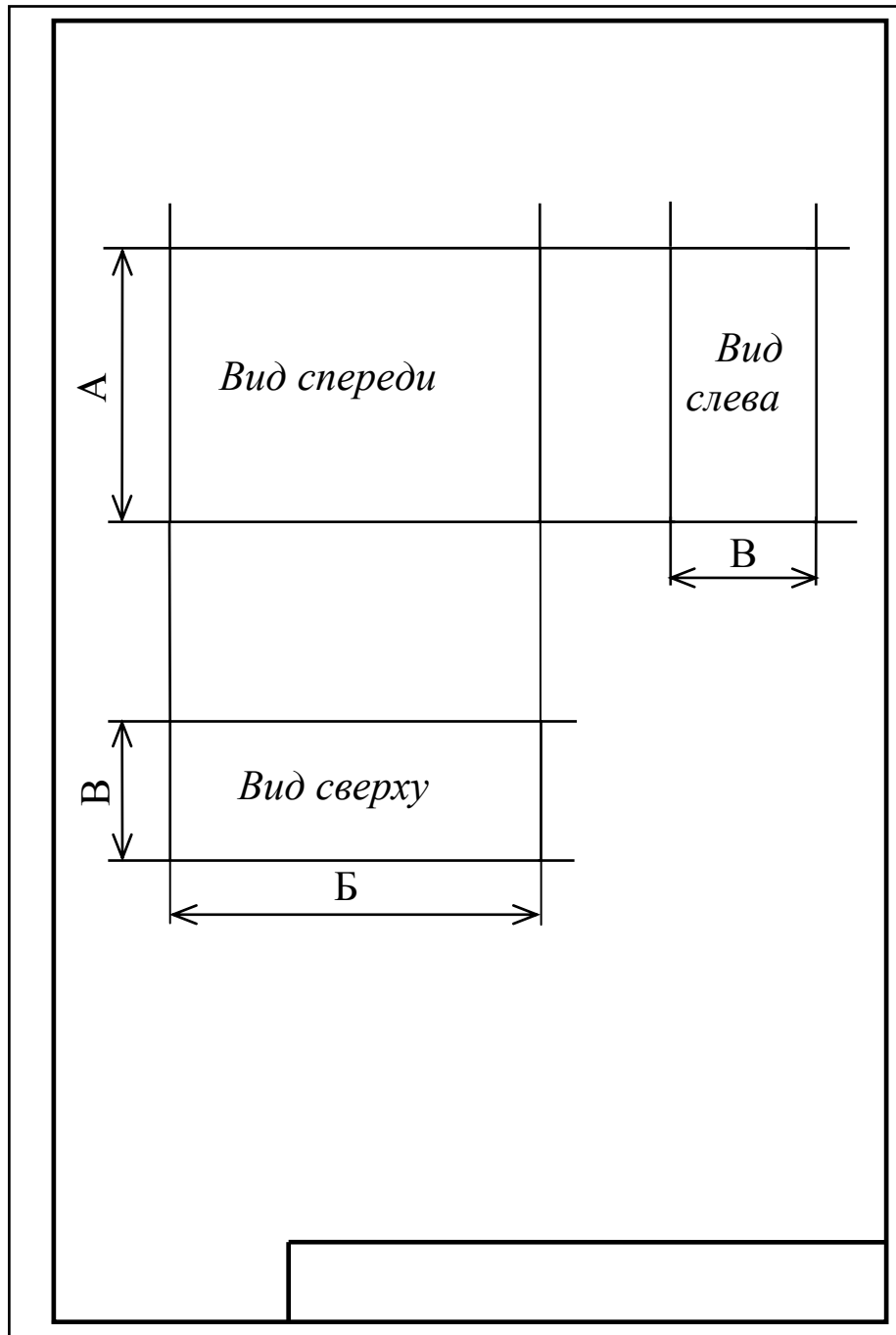


**Рис. 9.** Определение габаритных размеров детали

Выполняя чертеж детали, необходимо обратить внимание на его компоновку — размещение видов на поле чертежа. При этом следует определить для каждого вида основные габаритные размеры (рис. 9): для *вида спереди* — длину (Б) и высоту (А), для *вида сверху* — длину (Б) и ширину (В), для *вида слева* — высоту (А) и ширину (В). Далее, зная размеры изображаемого предмета, масштаб и число проекций, необходимо на-

чертить тонкими линиями *габаритные прямоугольники*. Такие прямоугольники на листе должны располагаться с равномерной плотностью с учетом места для размеров. Изображение должно занимать примерно 75 % пространства поля чертежа.

Рассмотрим пример. Если высота детали равна размеру А, длина — размеру Б, а ширина — размеру В, то на поле чертежа двумя тонкими горизонтальными параллельными линиями на расстоянии А, равном высоте вида спереди, обозначим границу *вида спереди* и *вида слева*. Проведя две вертикальные параллельные линии на расстоянии Б, равном длине вида сверху или спереди, обозначим границу *вида спереди* и *вида сверху*. Ширина *вида слева* равна размеру В (рис. 10).



**Рис. 10.** Пример компоновки чертежа детали

Далее между начерченными линиями без нарушения проекционной связи и с учетом места для размеров размещают габаритные прямоугольники. При необходимости их можно мысленно перемещать между этими линиями. В пределах габаритных прямоугольников и строят изображения детали.

#### 1.2.4. Предлагаемый порядок выполнения чертежа детали

Изображение, наиболее полно выявляющее конфигурацию детали, будет определять вид детали спереди.

Построение *несимметричной* детали сначала начинают на горизонтальной плоскости проекций ( $\pi_1$ ) с ее основания. При этом размер одной из сторон принимается за основу, и от нее строят контурные линии всего основания. Такие же основные линии выбирают и на других проекциях, а от них откладывают размеры для построения очерка изображения. В качестве основы в данном случае можно использовать любую удобную для отсчета размеров линию или несколько линий.

Построение *симметричной* детали начинают с проведения осей симметрии на фронтальной, горизонтальной и профильной плоскостях проекций и, как правило, с ее основания. Оси симметрии в данном случае будут основными линиями для построения проекций детали. После предварительного анализа формы детали на каждой плоскости проекций последовательно чертят изображения видов этой детали.

Для вычерчивания изображений используется твердый карандаш типа Н или 2Н. Построения выполняют без сильного надавливания (тонкими линиями) для того, чтобы можно было корректировать чертеж. На выполненном чертеже проставляют размеры, а затем окончательно обводят его контур карандашом типа НВ или В.

#### 1.2.5. Рекомендации по последовательности построения третьего вида детали

Разместив на чертеже в проекционной связи вид спереди и вид сверху, рассмотрим возможные построения третьего вида детали.

Известно, что чертеж, содержащий оси координат, называется *осным* (рис. 11, а, б), а чертеж, построенный без осей координат — *безосным* (рис. 11, в, г). На осном и безосном чертежах все виды находятся в проекционной связи.

На осном чертеже профильная проекция между осями  $Y\pi_1$  и  $Y\pi_3$  строится при помощи линий связи, которые проводятся с горизонтальной плоскости проекций на профильную ( $\pi_3$ ) (см. рис. 11, а).

Также профильную проекцию можно строить с помощью *постоянной прямой*, являющейся биссектрисой прямого угла  $Y_{\pi_1} O Y_{\pi_3}$  (см. рис. 11, б).

Иногда постоянной прямой пользуются и при построении безосного чертежа (см. рис. 11, в). Можно связь изображений на плоскостях  $\pi_1$  и  $\pi_3$  устанавливать посредством определения опорной точки А, которой может служить, например, точка пересечения оси симметрии детали с габаритным прямоугольником вида сверху и слева (см. рис. 11, з).

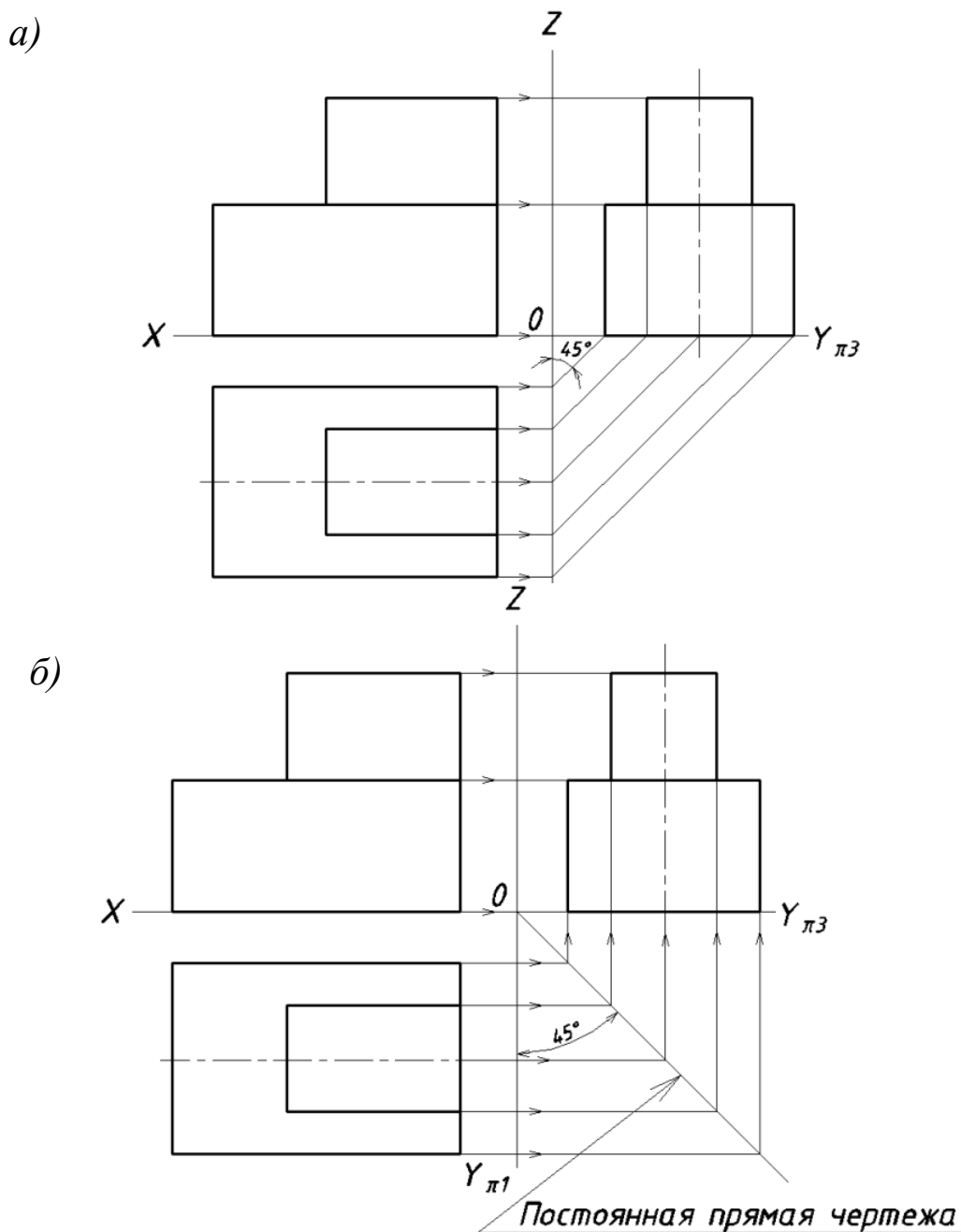
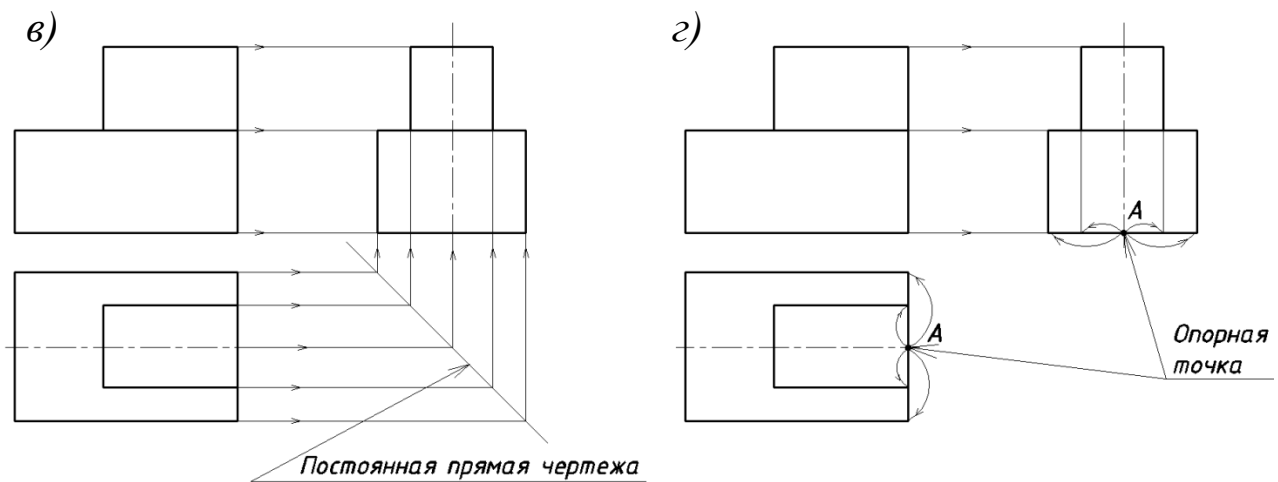


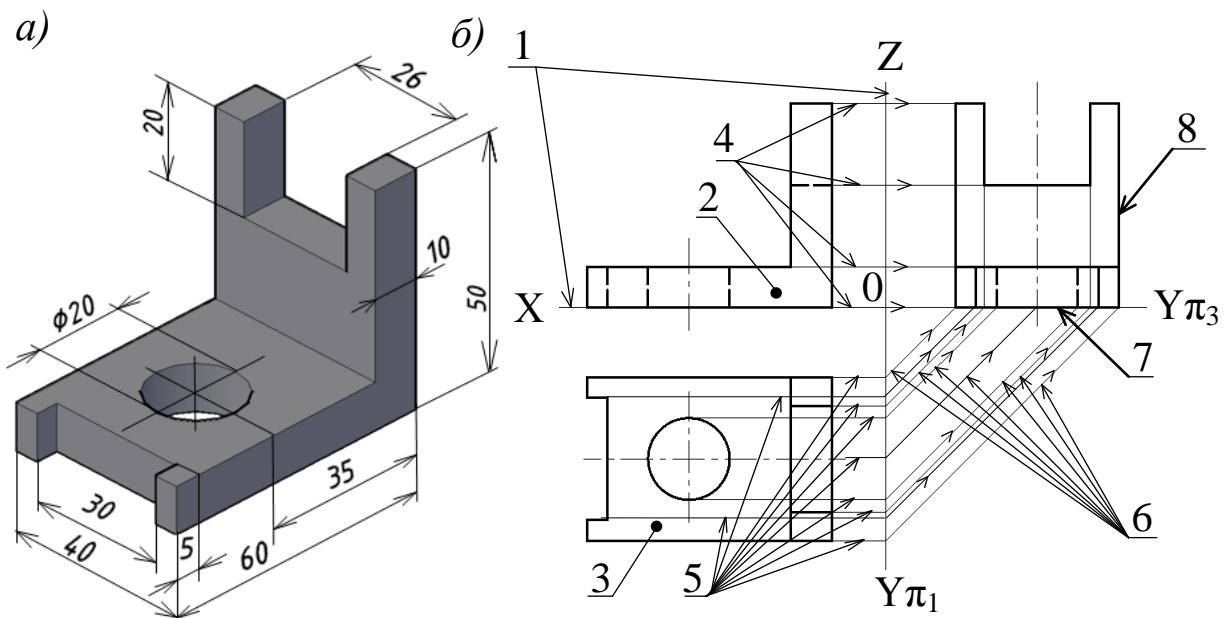
Рис. 11 (а, б). Варианты построения третьей проекции детали на основном чертеже



**Рис. 11 (в, г).** Варианты построения третьей проекции детали на безосном чертеже

### 1.2.6. Рекомендации по построению трех видов детали по ее аксонометрическому изображению

При изучении темы «Виды» слушатели вырабатывают умение изображать три вида детали по ее аксонометрическому изображению. В качестве примера на рис. 12 иллюстрируется аксонометрическое изображение некоторой детали и построение трех ее видов.



**Рис. 12 (а, б).** Аксонометрическое изображение несложной детали (а) и ее трех видов (б), построенных с использованием осей координат

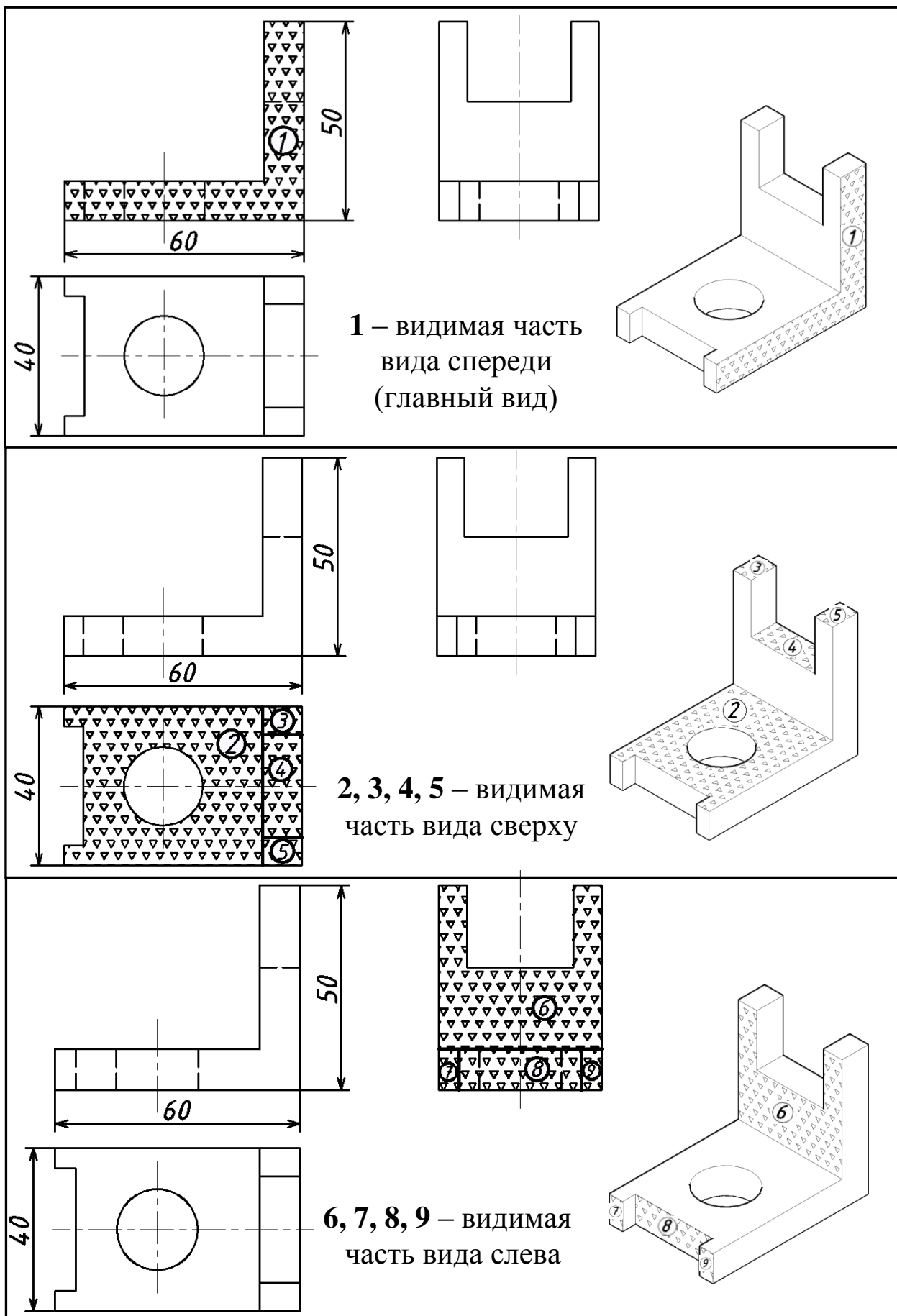


Рис. 12 (в). Графический состав видов детали

Рекомендуемый алгоритм построения видов детали (рис. 12, б) по ее аксонометрическому изображению (рис. 12, а, в) представлен в табл. 1.

Таблица 1

Алгоритм построения трех видов детали по ее аксонометрическому изображению с использованием осей координат

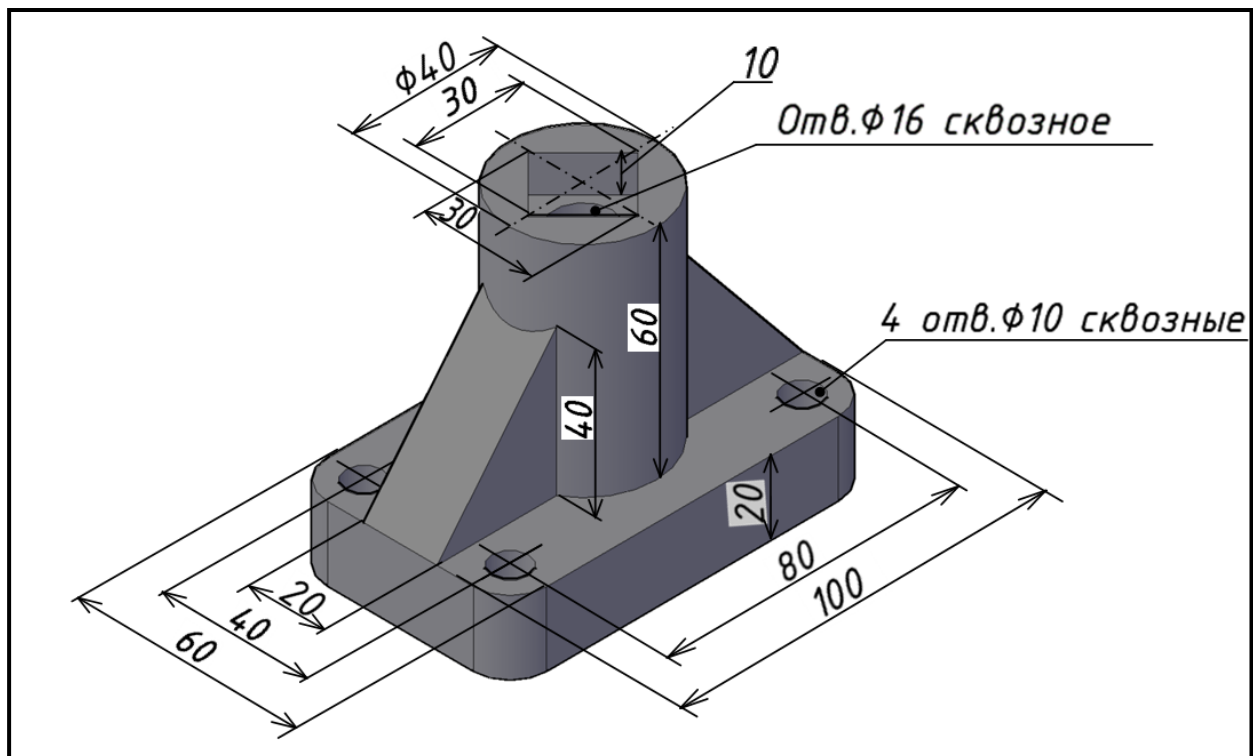
Этап 1	Анализ геометрической формы и симметричности детали по ее наглядному изображению (рис. 12, а)
Этап 2	Установление главного вида, видов сверху и слева, анализ их графического состава и симметричности (рис. 12, а, в)
Этап 3	Построение осей координат X, Y, Z (позиция (п.) 1 на рис. 12, б)
Этап 4	Построение главного вида детали (п. 2 рис. 12, б) и вида сверху (п. 3 рис. 12, б)
Этап 5	Построение вида слева: а) определить размер высоты изображения вида слева и его частей, для чего провести линии связи от главного вида (п. 4 рис. 12, б); б) определить на виде слева ширину изображения и его частей, для чего: - провести линии связи от вида сверху до оси $Y\pi_1$ (п. 5 рис. 12, б); - перенести точки с оси $Y\pi_1$ на ось $Y\pi_3$ прямыми линиями под углом $45^\circ$ (п. 6 рис. 12, б); - построить плоские геометрические фигуры, составляющие вид слева нижнего прямоугольника (п. 7 рис. 12, б), затем верхнего прямоугольника (п. 8 рис. 12, б)
Этап 6	Нанести размеры
Этап 7	Обвести чертеж

Изображение трех видов сложной детали по ее аксонометрическому чертежу осуществляется аналогично изложенному для простой детали (рис. 12). Пример аксонометрического изображения сложной детали приведен на рис. 13.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Методы проецирования предметов на технических чертежах.
2. Дать определение понятия «вид».
3. Расположение видов на чертежах.
4. Дать определение понятия «главный вид».





**Рис. 13.** Аксонометрическое изображение сложной детали

Для закрепления знаний теоретического материала по тематике первого раздела пособия и приобретения практических навыков по разработке чертежей слушателям предлагается выполнить вариант задания 1, заключающегося в отработке двух чертежных листов с тремя видами детали (спереди, сверху и слева).

#### ЗАДАНИЕ 1 (лист 1, лист 2).

Лист 1. Чертеж несложной детали на формате А4 по одному из вариантов 1–16 (рис. 16).

Лист 2. Чертеж сложной детали на формате А3 по одному из вариантов 1–18 (рис. 17).

Масштаб чертежей 1:1. На листах должны быть рамка и основная надпись, вычерчены невидимые линии и проставлены необходимые размеры. Номер варианта каждому слушателю задается преподавателем индивидуально.

Образцы выполнения чертежей приведены на рис. 14 и рис. 15 соответственно.

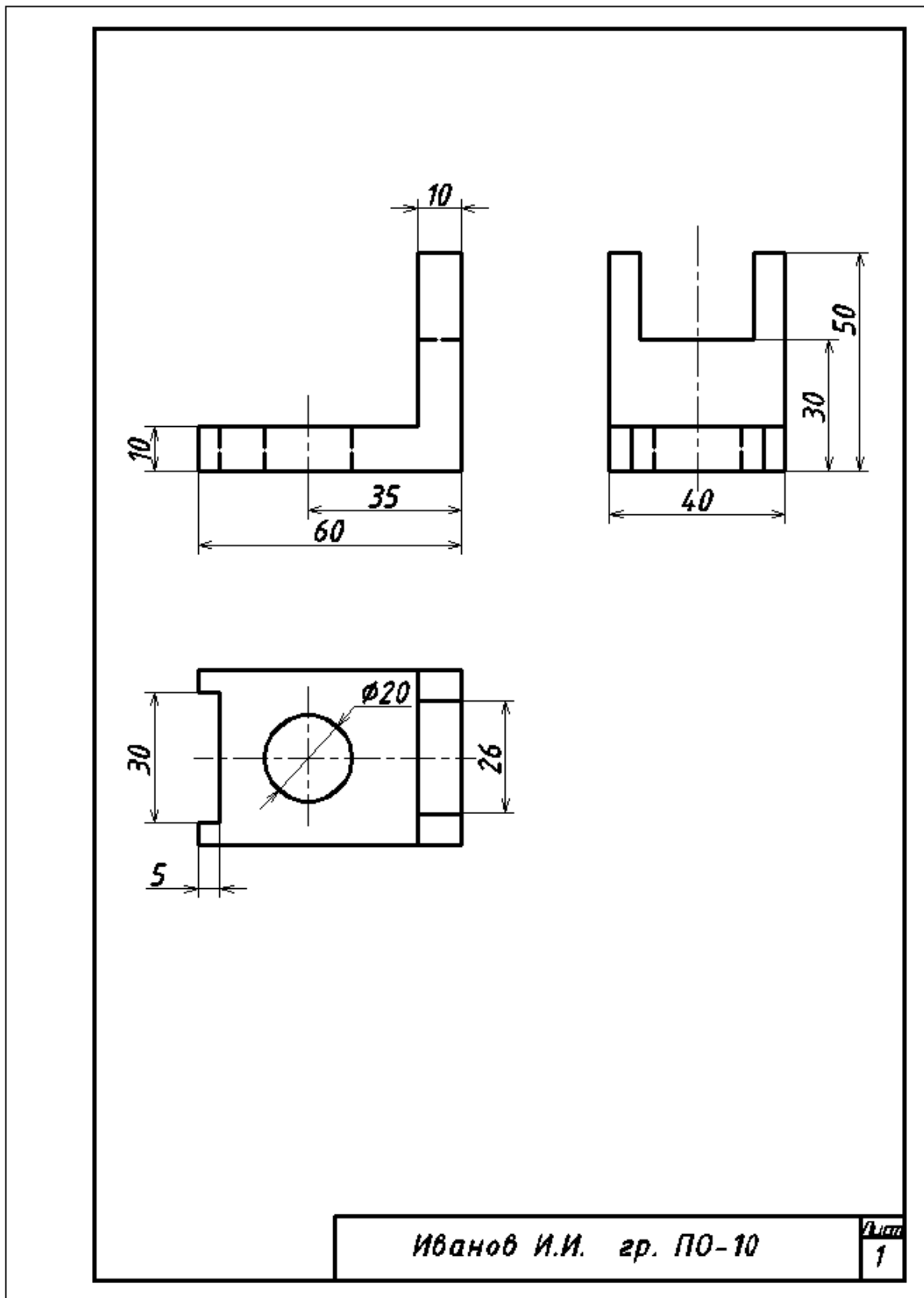


Рис. 14. Образец выполнения задания 1, лист 1

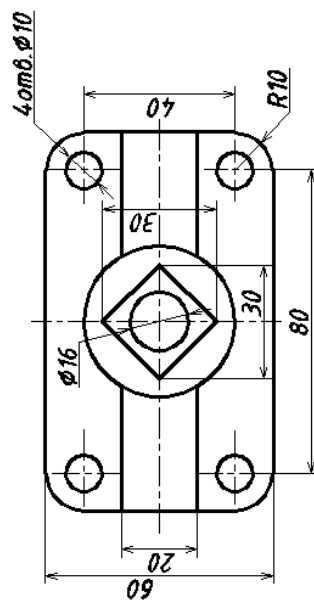
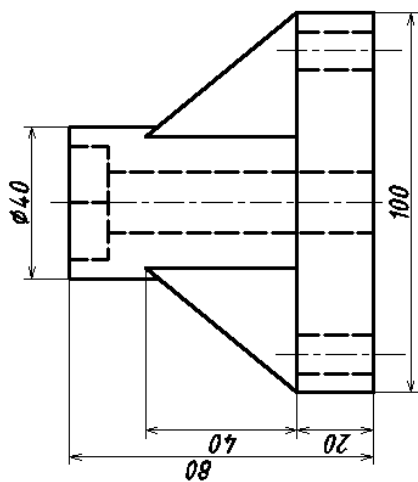
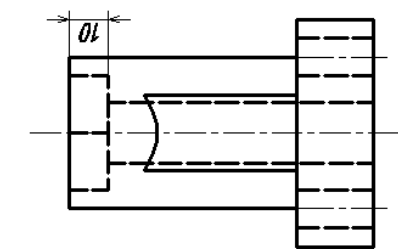


Рис. 15. Образец выполнения задания 1, лист 2

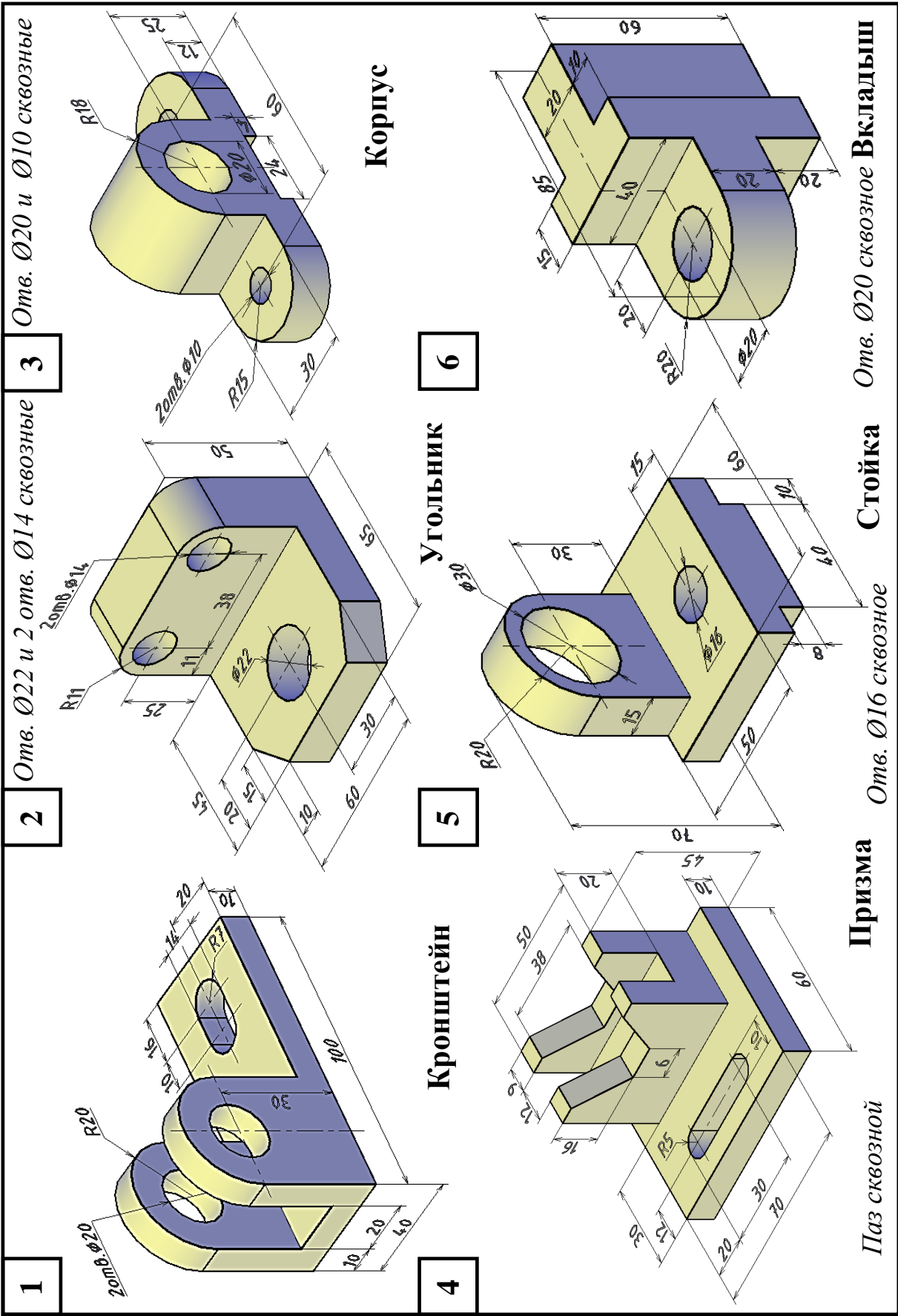


Рис. 16 (а). Варианты 1–6 задания 1, лист 1

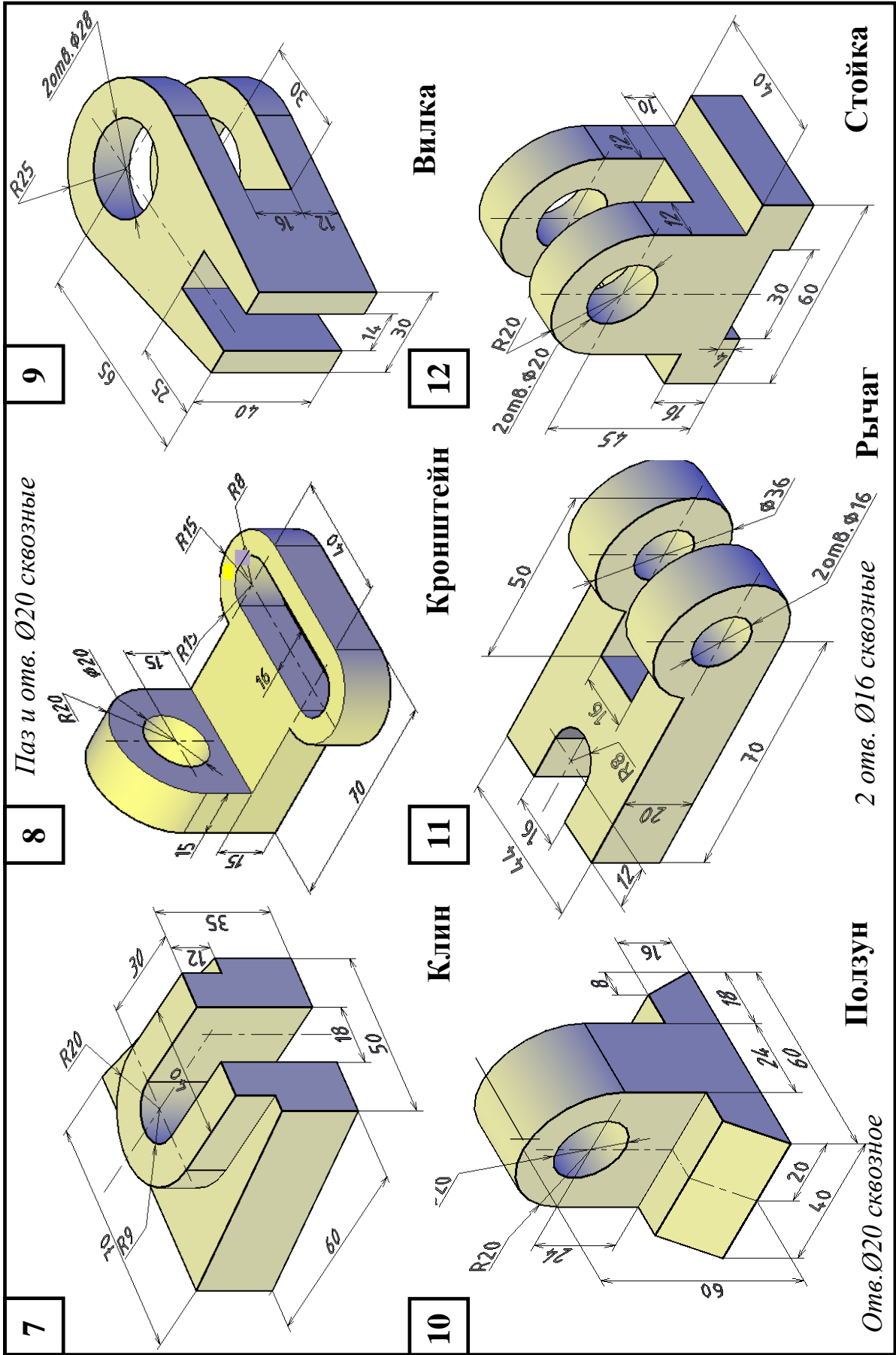


Рис. 16 (б). Варианты 7–12 задания 1, лист 1

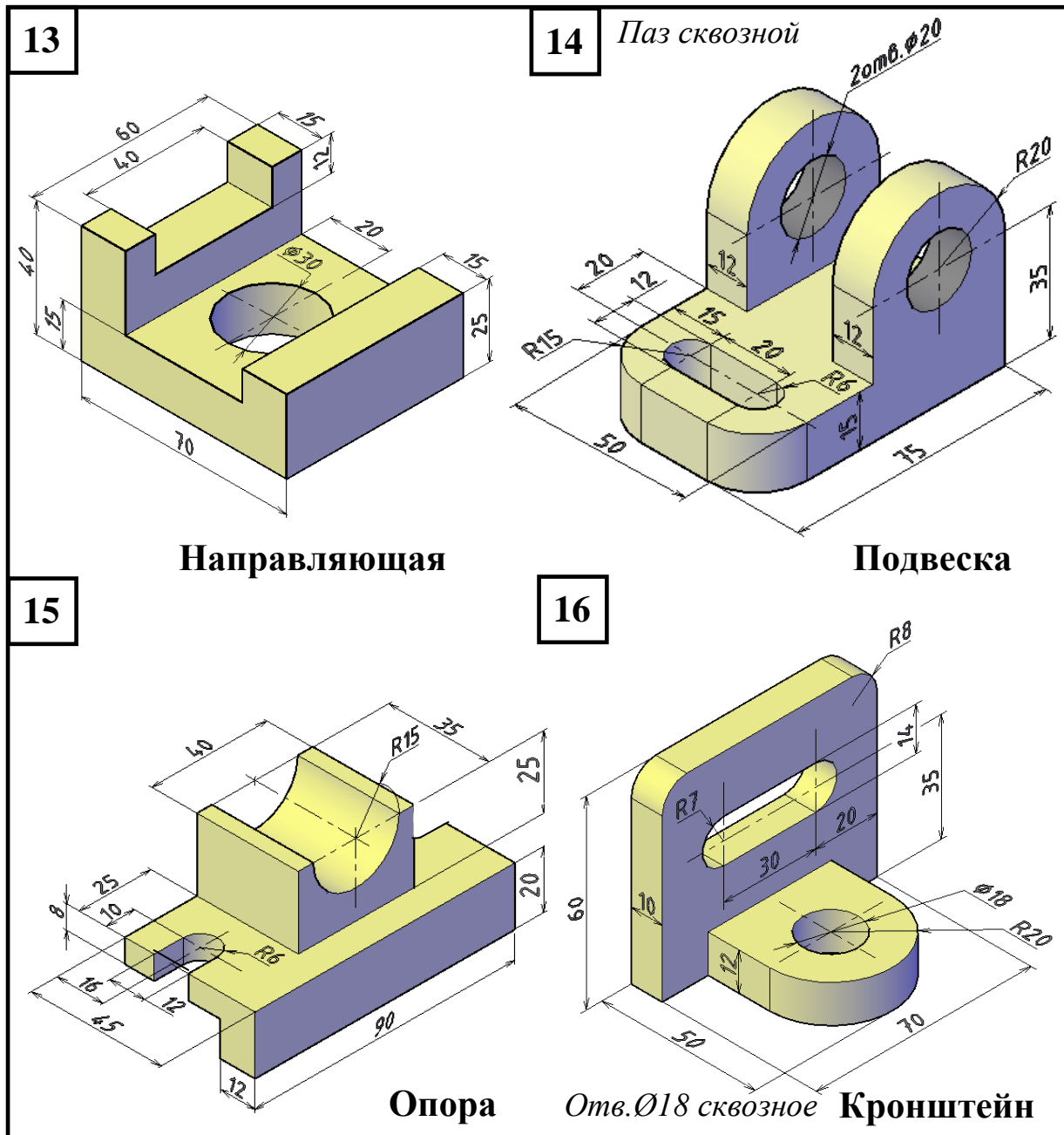


Рис. 16 (в). Варианты 13–16 задания 1, лист 1

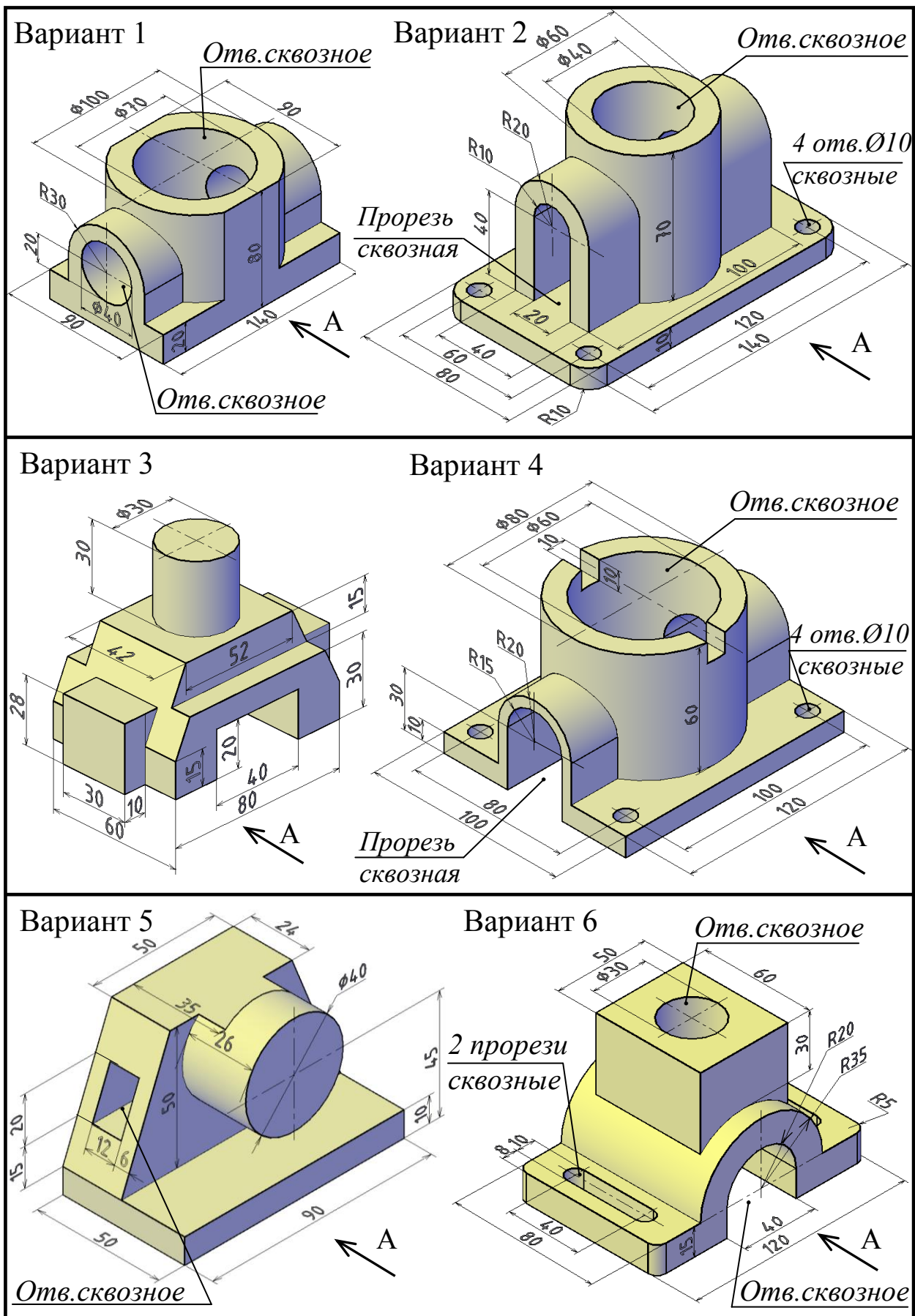


Рис. 17 (а). Варианты 1–6 задания 1, лист 2

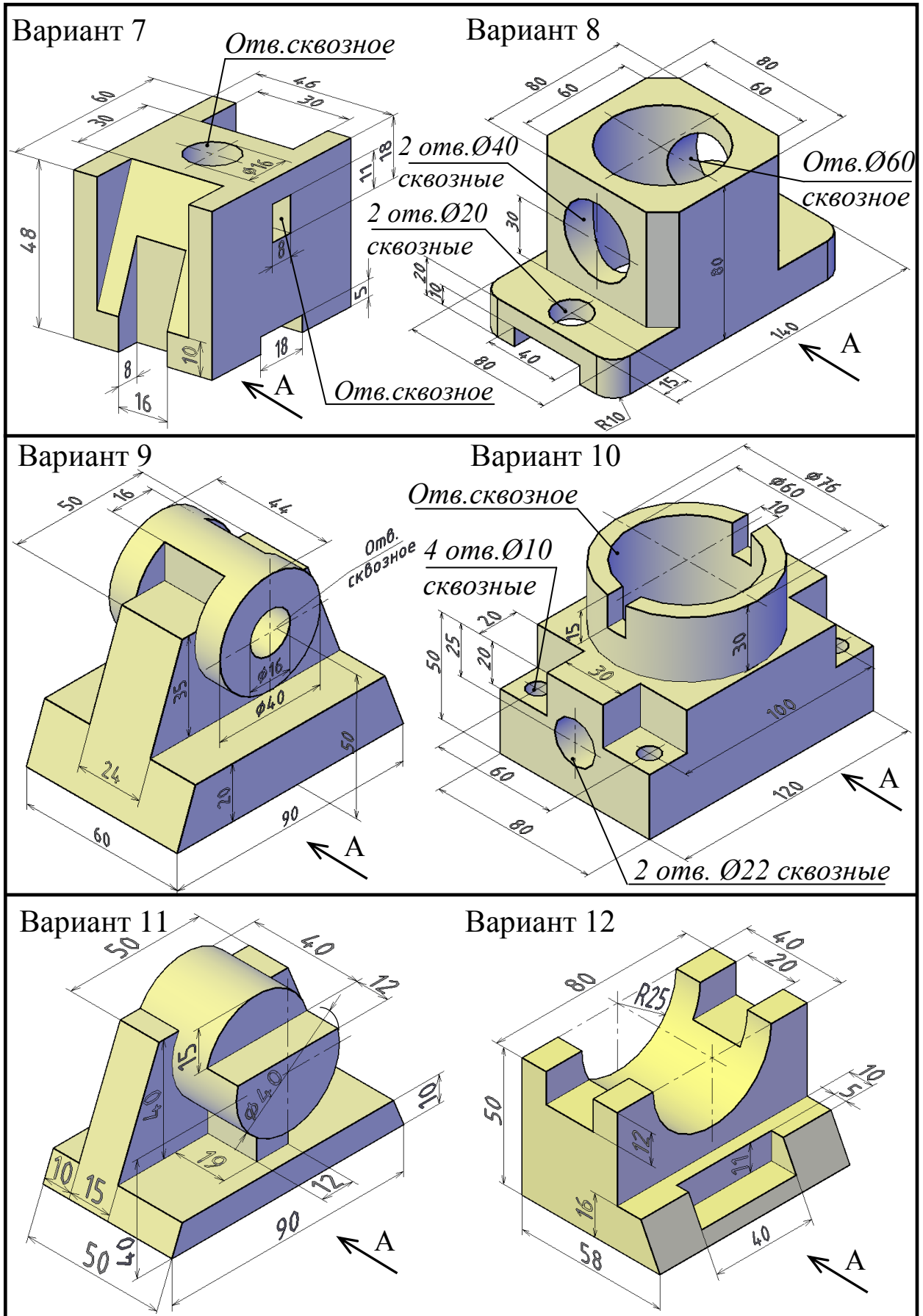


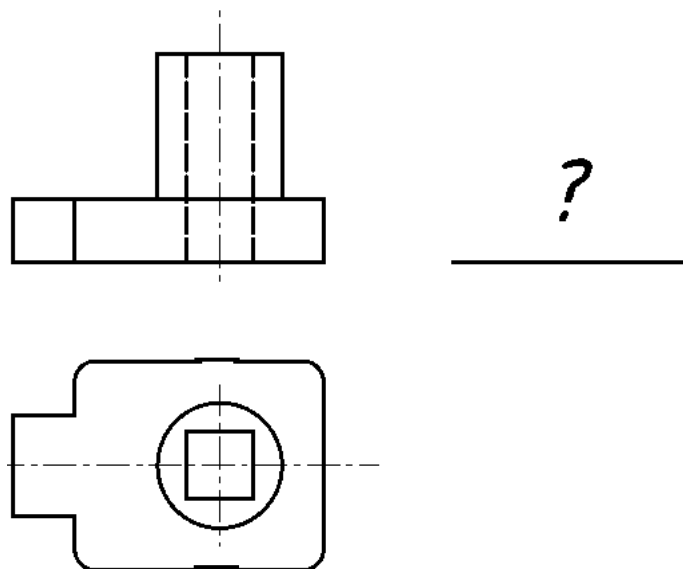
Рис. 17 (б). Варианты 7–12 задания 1, лист 2





### 1.2.7. Рекомендации по построению третьего вида детали по двум данным видам

В курсе инженерной графики существуют задания, связанные с построением по двум видам детали ее третьего вида. Причем отсутствовать на чертеже может вид слева, сверху или спереди, то есть главный вид. Последовательность выполнения этих задач рассмотрим на следующем примере (рис. 18).



**Рис. 18.** Пример задания на построение третьего вида детали по двум заданным (отсутствует вид слева)

Алгоритм решения задачи включает в себя *шесть этапов*. Первые три этапа — аналитическая часть работы.

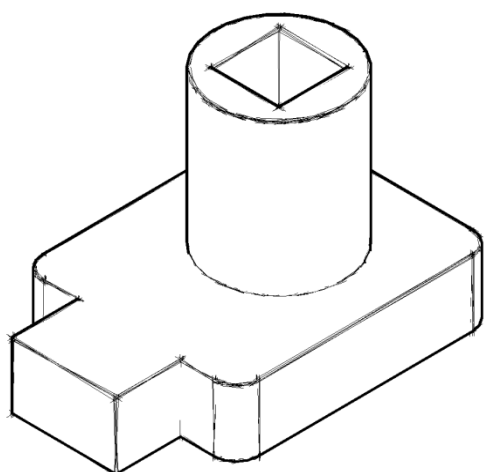
На *первом этапе* надо самостоятельно установить, какие виды изображены на чертеже: фронтальный и горизонтальный, фронтальный и профильный, горизонтальный и профильный. В данном примере чертеж представлен двумя видами — главным видом и видом сверху. Необходимо построить вид слева.

На *втором этапе* надо мысленно представить форму детали и попытаться нарисовать ее наглядное изображение, то есть выполнить технический рисунок (рис. 19). Необходимо учесть, что высота детали берется с вида спереди, а ширина — с вида сверху.

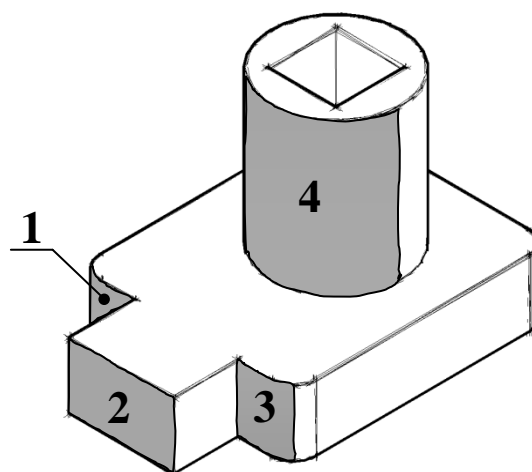
В нашем примере основанием детали является прямоугольный параллелепипед, углы которого закруглены по дуге радиусом 5 мм. В левой торцевой грани основания имеется выступ (шип) в виде пря-

моугольного параллелепипеда. На верхней грани детали, в правой ее части, вертикально расположен цилиндр с внутренним сквозным призматическим отверстием, проходящим перпендикулярно основанию детали. Деталь симметрична относительно одной плоскости симметрии, которая проходит по длине детали (см. рис. 18).

На *третьем этапе* надо мысленно представить вид детали слева. В нашем примере вид слева представлен горизонтально расположенным основанием в виде прямоугольника, состоящего из трех прямоугольников, из которых два, размещенные по краям, одинаковые. Над серединой среднего прямоугольника расположен прямоугольник (проекция цилиндра на профильную плоскость проекций). На рис. 20 затемненные участки указывают на видимую часть вида слева. Внутри этого прямоугольника расположен вертикальный невидимый прямоугольник меньшего размера, проходящий на всю высоту изображения детали. У вида слева одна ось симметрии.



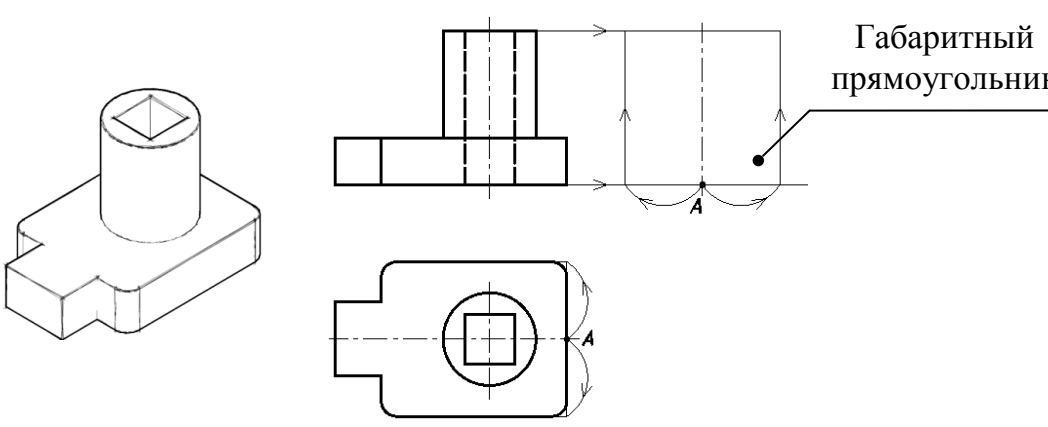
**Рис. 19.** Технический рисунок детали

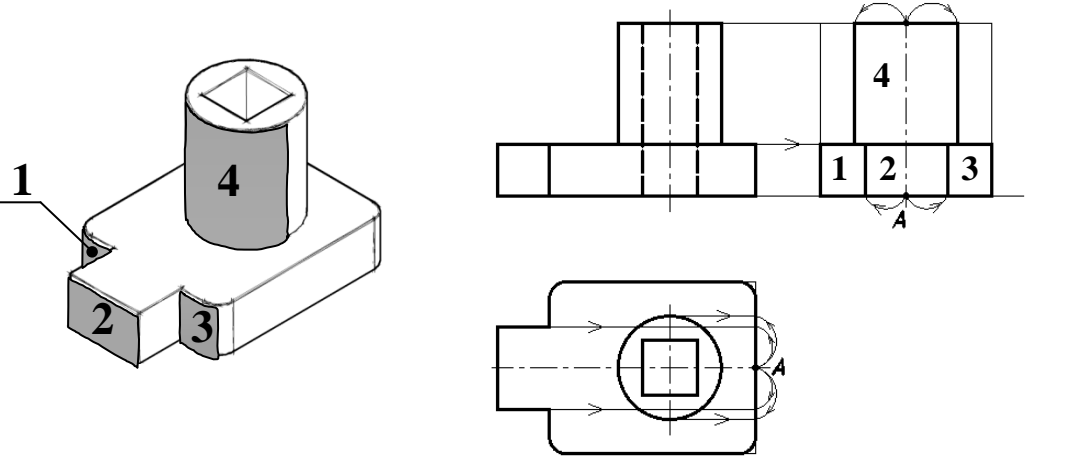
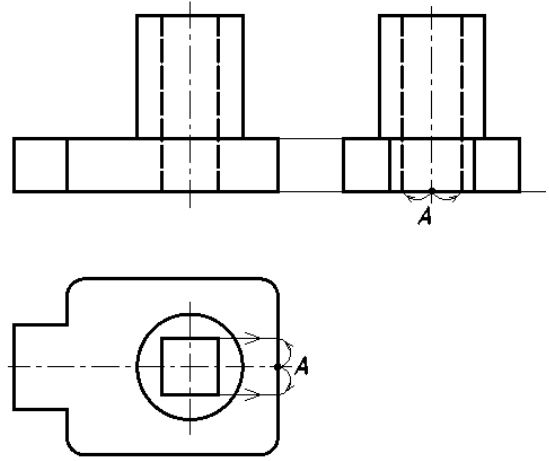


**Рис. 20.** Видимая часть вида слева

На *четвертом этапе* (основном) выполняется графическое построение недостающего вида детали. Для этого нужно определить на рабочем поле чертежа место для каждой проекции детали. Проекция детали рекомендуется строить постепенно по отдельным геометрическим формам ее составляющих, которые строятся на всех проекциях. Затем следует переходить к вычерчиванию другой формы. В табл. 2 и 3 представлены этапы построения недостающего вида детали с применением безосного чертежа и с использованием постоянной прямой чертежа.

Алгоритм построения недостающего вида детали  
с применением безосного чертежа

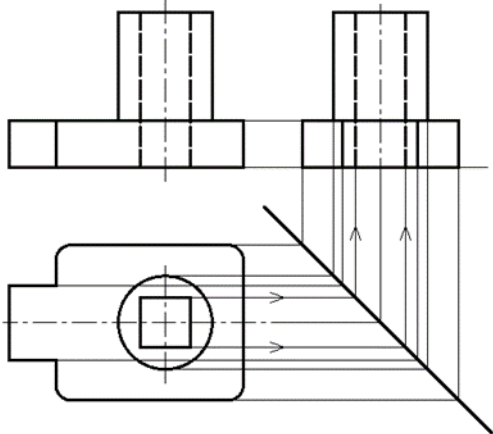
Этап 1	Установить, какими видами представлен чертеж, какой вид необходимо построить
Этап 2	Проанализировать геометрическую форму и симметричность детали (представить ее наглядное изображение)
Этап 3	По заданным видам проанализировать графический состав и симметричность отсутствующего вида
Этап 4	<p>Построить недостающий вид детали:</p> <p>4.1. Начертить габаритный прямоугольник, провести ось симметрии:</p> <p>а) провести линии проекционной связи с одного из заданных видов, определяющих один из размеров габаритного прямоугольника;</p> <p>б) выбрать опорную точку, например <i>A</i>, на втором заданном виде и измерить второй размер габаритного прямоугольника;</p> <p>в) построить габаритный прямоугольник недостающего вида от опорной точки, провести ось симметрии.</p>  <p>4.2. Построить видимые линии недостающего вида от опорной точки:</p> <p>а) нижней части детали;</p> <p>б) верхней части детали.</p>

	 <p data-bbox="343 716 1300 761">4.3. Построить невидимые очертания недостающего вида</p> 
Этап 5	Нанести размеры
Этап 6	Обвести чертеж

Таким образом, для построения габаритного прямоугольника вида слева надо знать его параметры — высоту и ширину. Размер по высоте переносим с главного вида, размер по ширине — с вида сверху (табл. 2, этап 4.1). Далее строим все видимые элементы (табл. 2, этап 4.2). Прежде всего строим на виде слева основание детали: высоту переносим с главного вида, ширину трех прямоугольников — с вида сверху. Затем строим верхнюю часть детали на виде слева — профильную проекцию цилиндра, взяв его ширину с вида сверху. Далее строим невидимые элементы детали на виде слева, то есть проекции сквозного призматического отверстия (табл. 2, этап 4.3).

Алгоритм построения недостающего вида детали  
с использованием постоянной прямой чертежа

Этап 1	Установить, какими видами представлен чертеж, какой вид необходимо построить
Этап 2	Проанализировать геометрическую форму и симметричность детали (представить ее наглядное изображение)
Этап 3	По заданным видам проанализировать графический состав и симметричность отсутствующего вида
Этап 4	<p>Построить недостающий вид детали:</p> <p>4.1. Построить габаритный прямоугольник недостающего вида, используя постоянную прямую, и провести оси симметрии.</p>  <p>4.2. Построить видимые очертания детали на недостающем виде посредством линий проекционной связи.</p> 

	<p>4.3. Построить невидимые очертания детали посредством линии проекционной связи</p> 
Этап 5	Нанести размеры
Этап 6	Обвести чертеж

Размер основания отверстия переносим с вида сверху. Далее наносим размеры и обводим чертеж (табл. 2, этап 5, этап 6).

При построении недостающего вида детали с использованием постоянной прямой чертежа (табл. 3) алгоритм решения остается прежним с обязательной аналитической частью работы над первыми тремя этапами, однако последовательность действий по построению недостающего вида, начиная с этапа 4, изменяется. Этап 5 и этап 6 остаются без изменений.

### Вопросы для самопроверки

1. Название видов изображения на чертеже детали (рис. 21).

2. Что означает штриховая линия на виде слева?

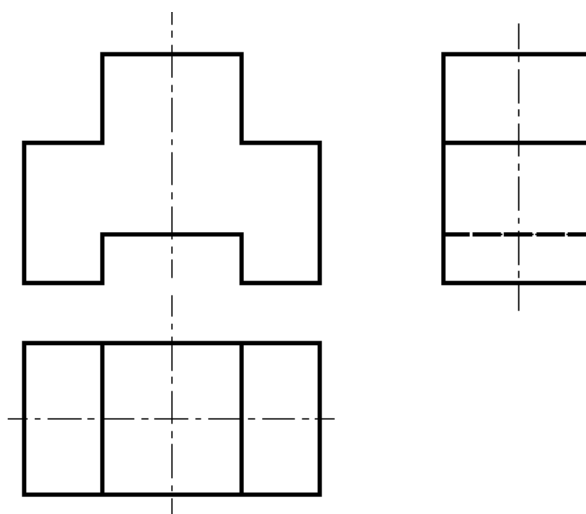


Рис. 21. Чертеж детали

2. По наглядному изображению детали (рис. 22) найти соответствующий главный вид и вид сверху. Ответ записать в тетради по форме, представленной в табл. 4.

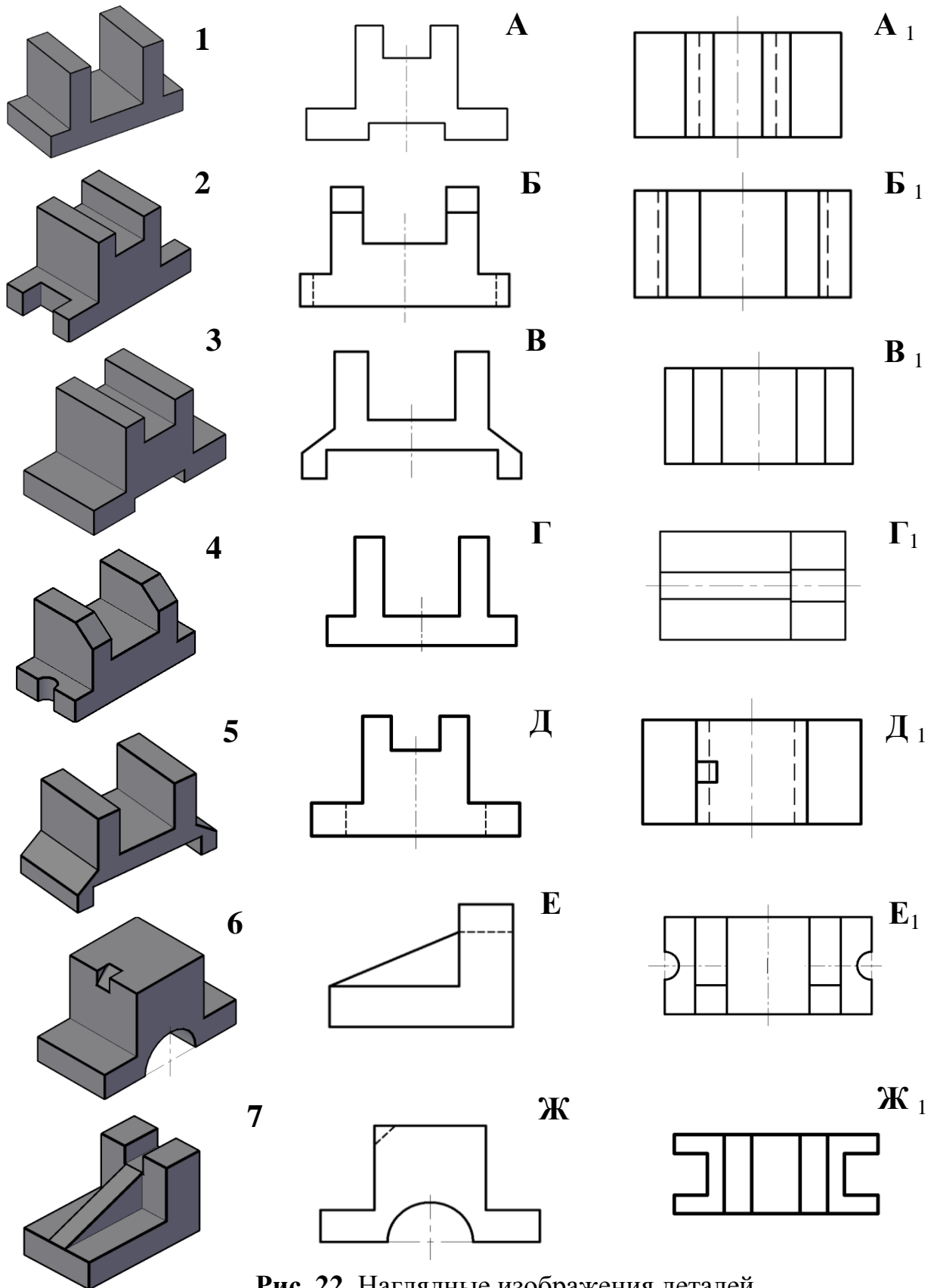


Рис. 22. Наглядные изображения деталей



## Форма записи ответа

Рисунок	1	2	3	4	5	6	7
Главный вид	<b>Г</b>						
Вид сверху	<b>В<sub>1</sub></b>						

## ЗАДАНИЕ 1 (лист 3).

Для практической отработки темы слушателям необходимо на формате А4 построить чертеж третьего вида варианта детали по двум заданным видам.

Варианты видов деталей представлены на рис. 25 (варианты 1–28). На листах должны быть рамка и основная надпись, вычерчены невидимые линии и проставлены необходимые размеры в масштабе 1:1. Номер варианта каждому слушателю выдается преподавателем индивидуально.

Пример варианта задания 1, лист 3 и образец его выполнения показаны на рис. 23 и рис. 24 соответственно.

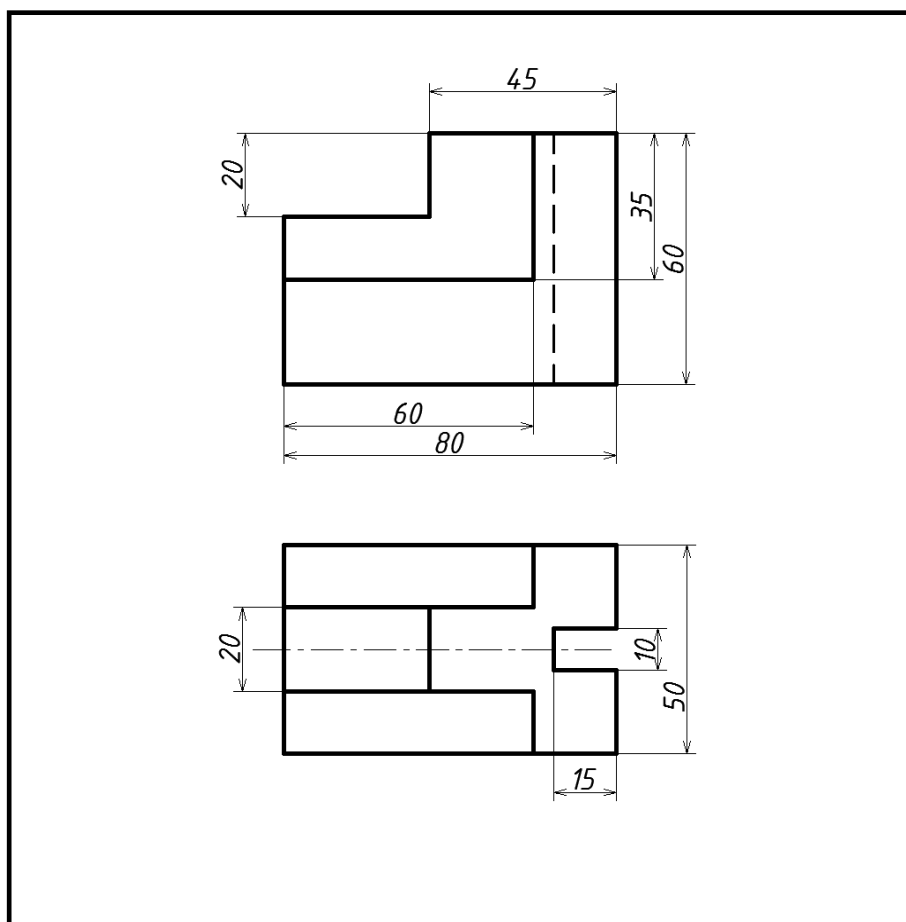


Рис. 23. Пример варианта задания 1, лист 3

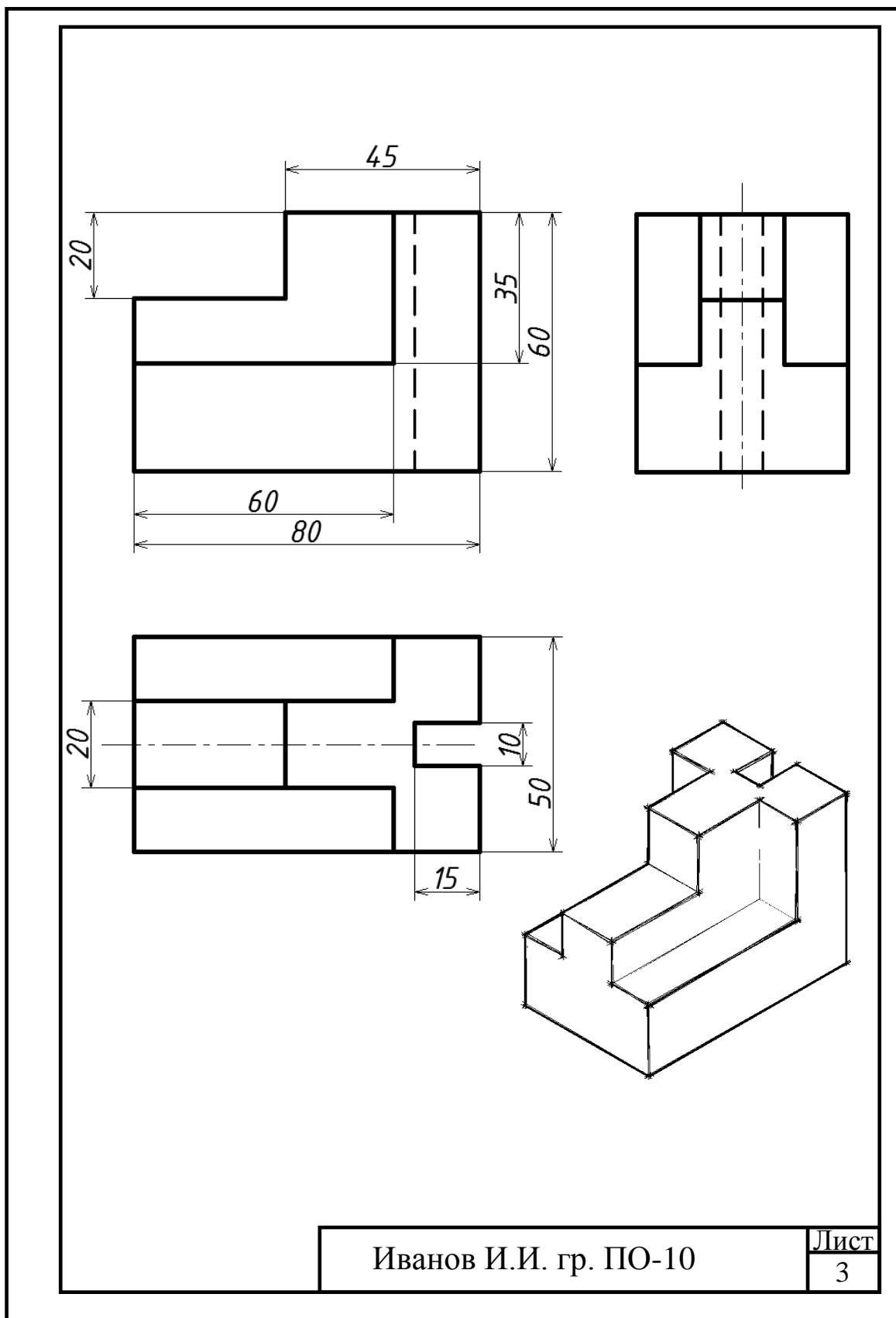


Рис. 24. Образец выполнения задания 1, лист 3

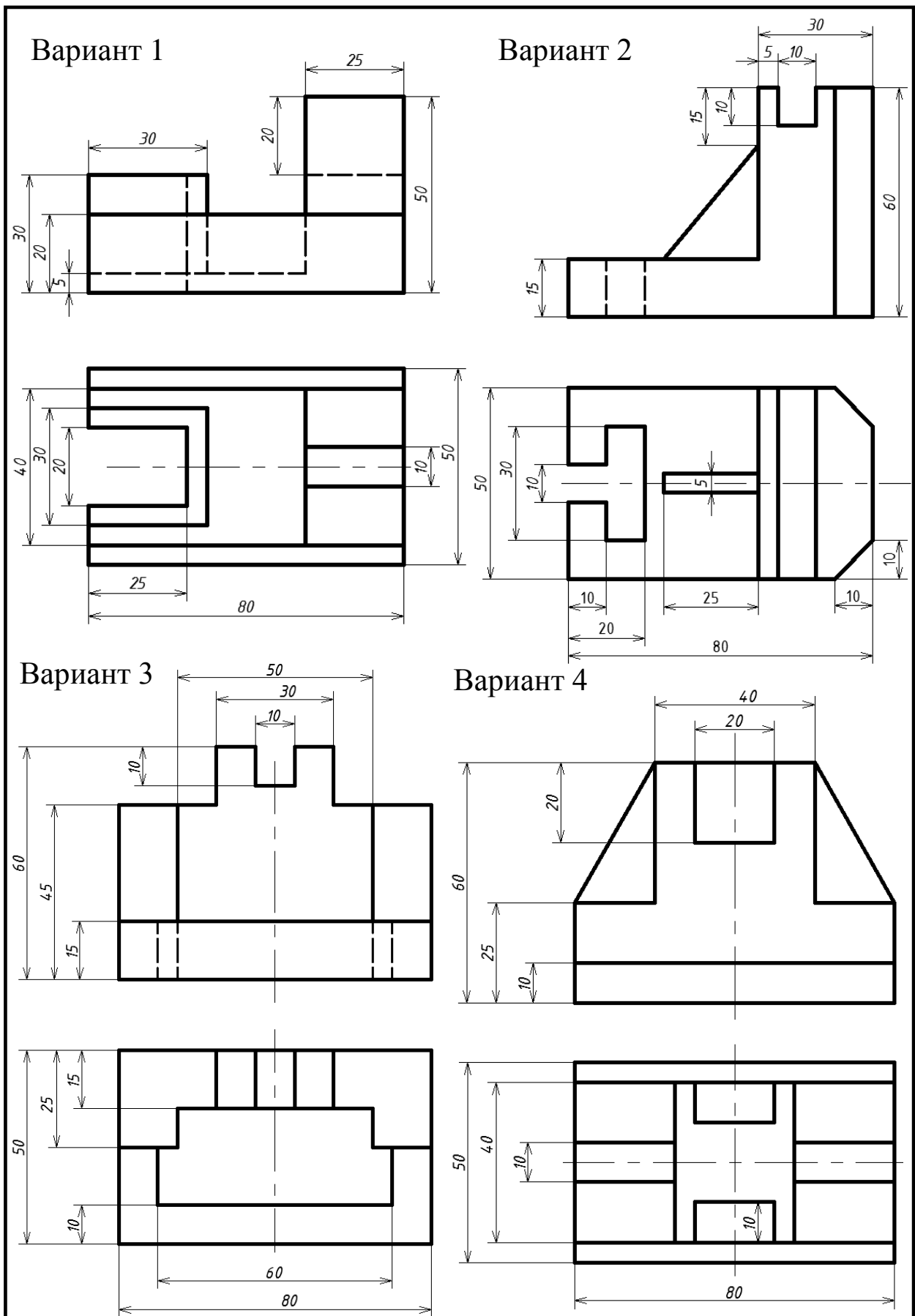


Рис. 25 (а). Варианты 1–4 задания 1, лист 3

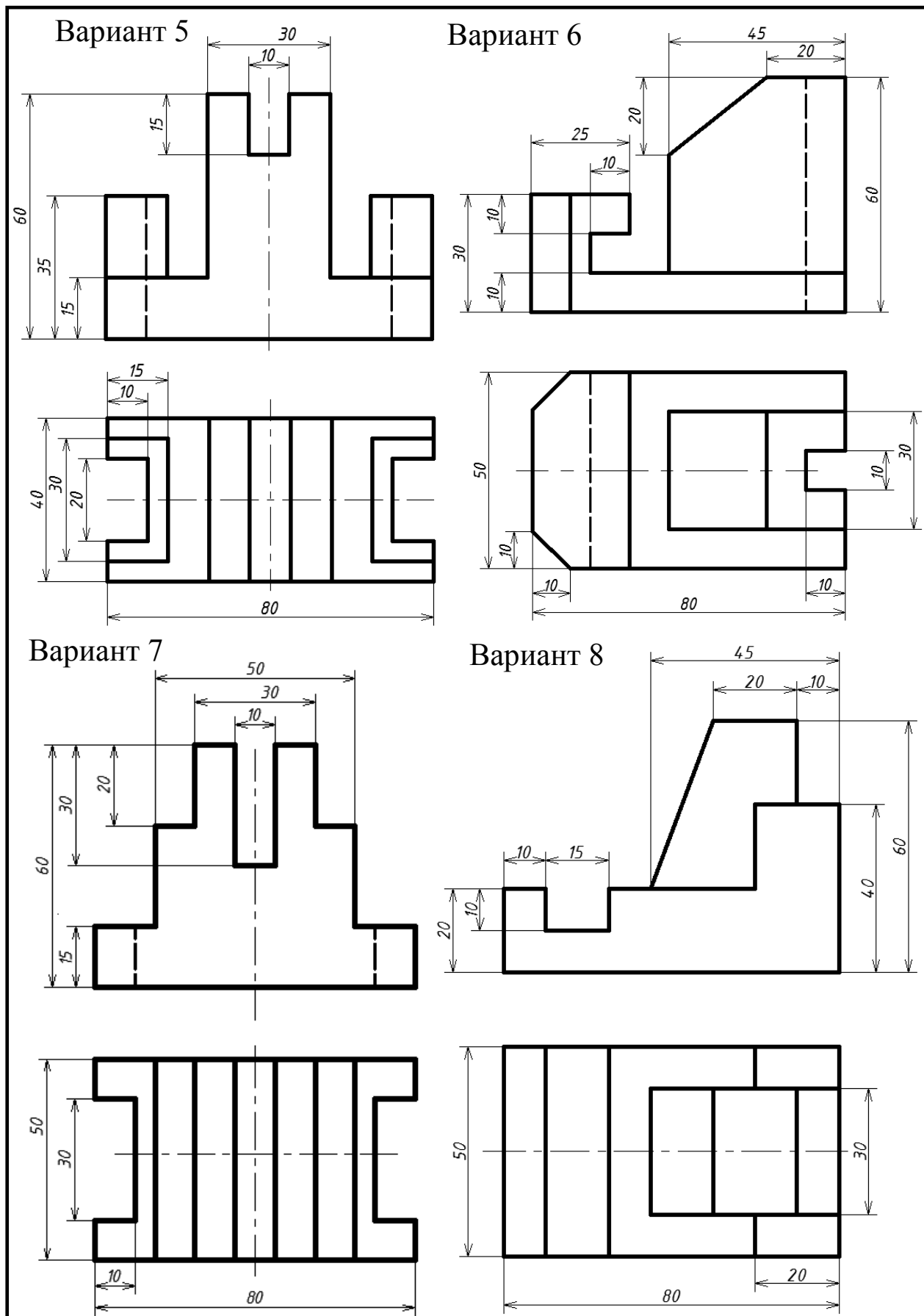


Рис. 25 (б). Варианты 5–8 задания 1, лист 3

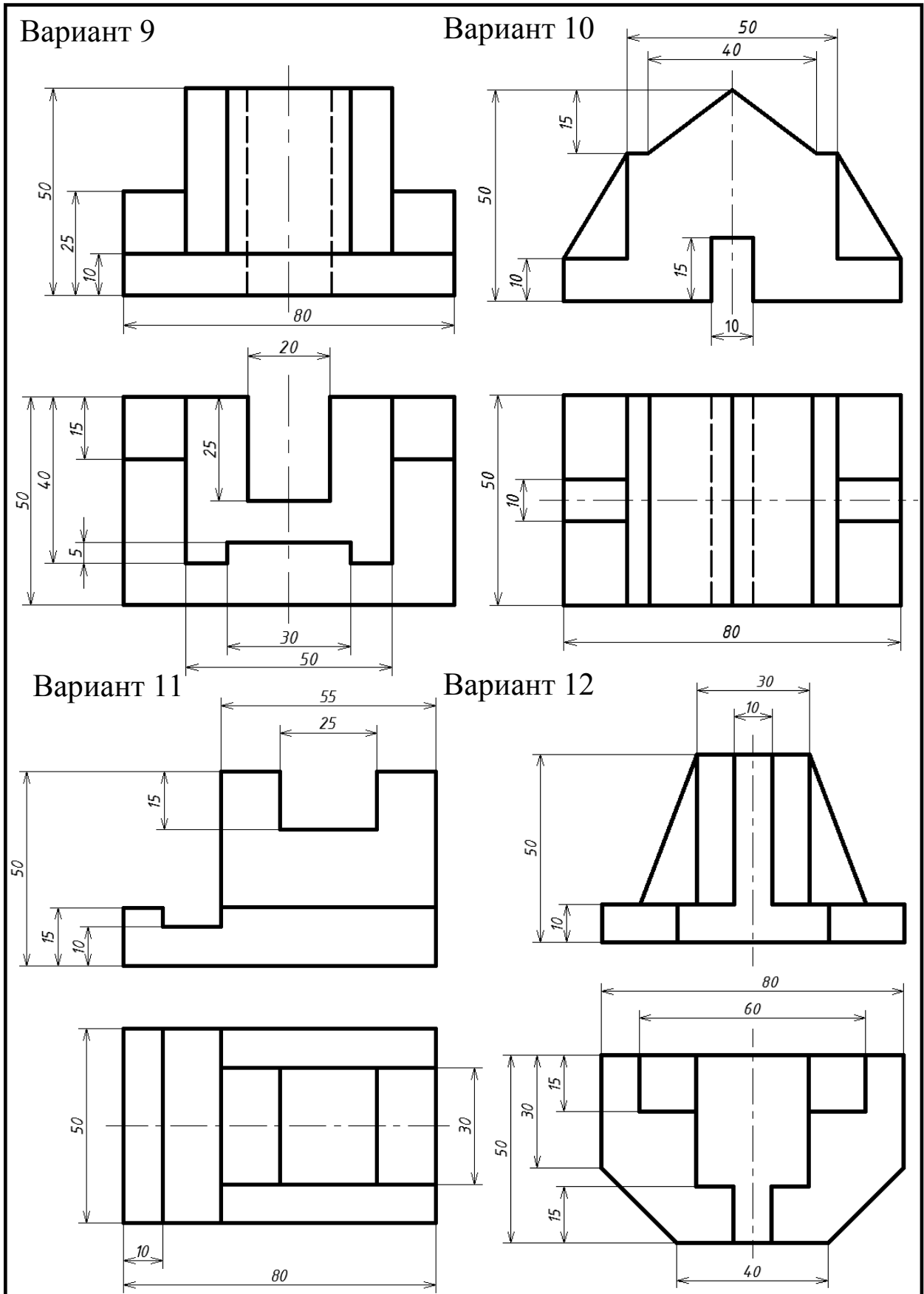


Рис. 25 (в). Варианты 9–12 задания 1, лист 3

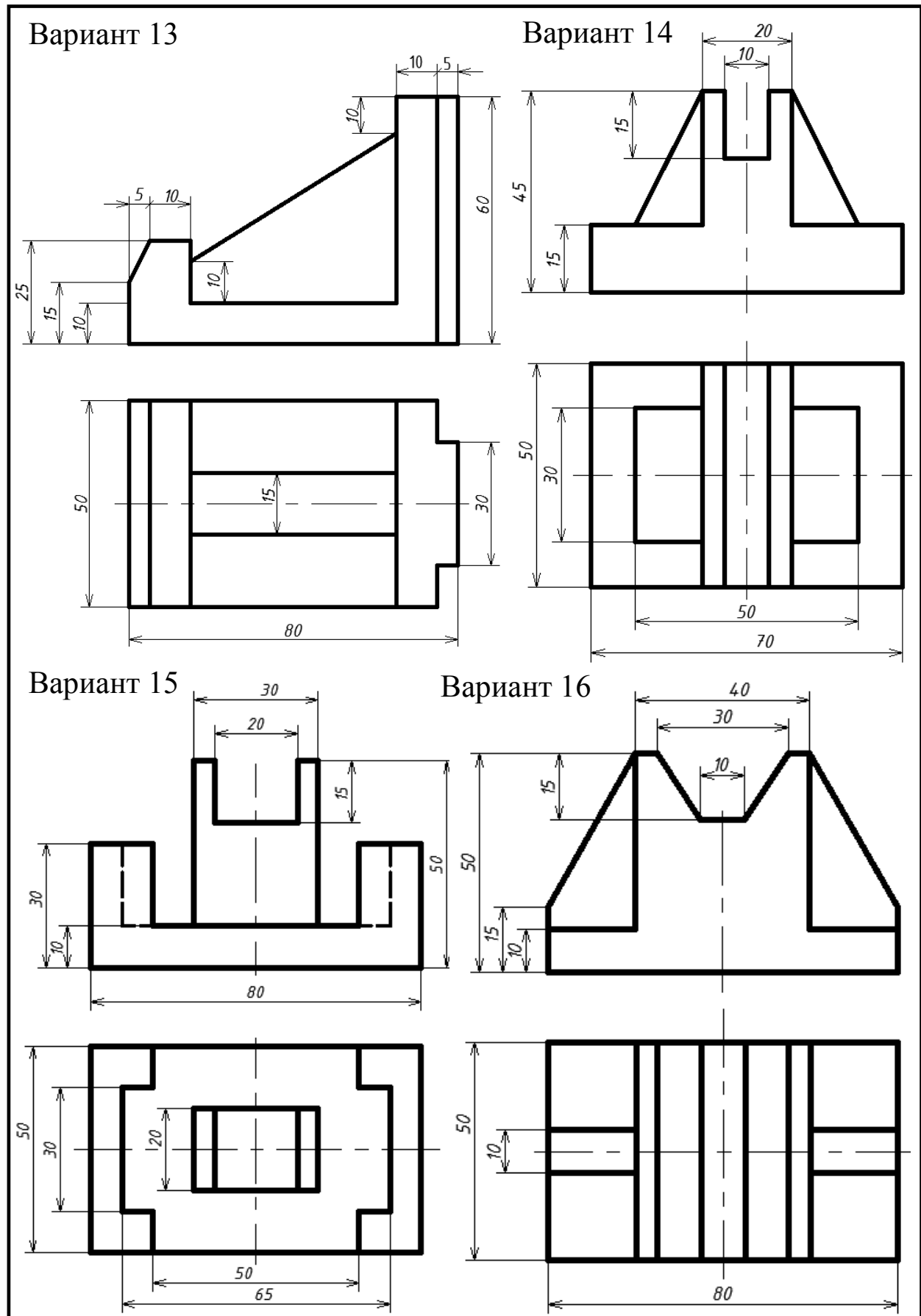


Рис. 25 (г). Варианты 13–16 задания 1, лист 3

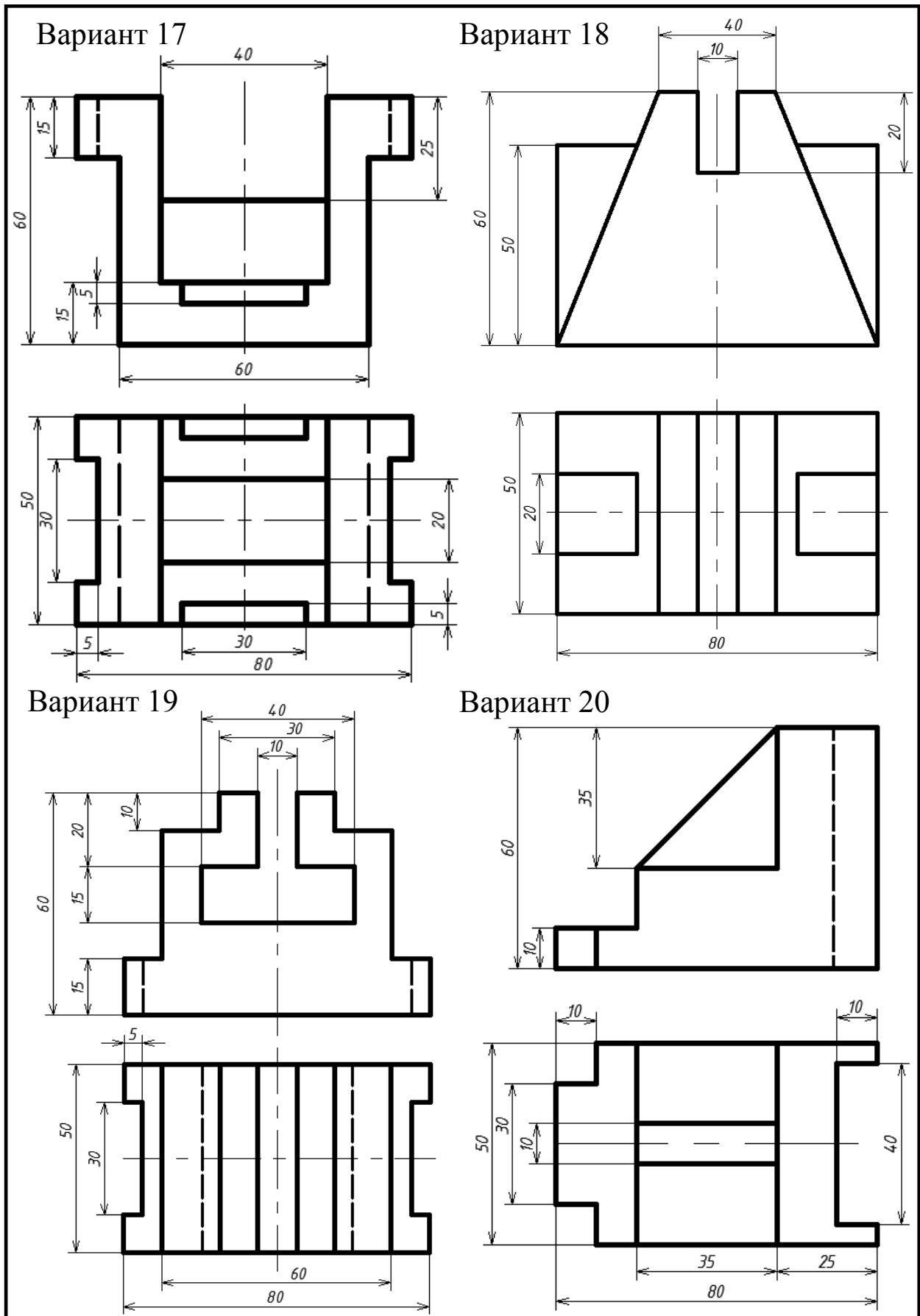


Рис. 25 (д). Варианты 17–20 задания 1, лист 3

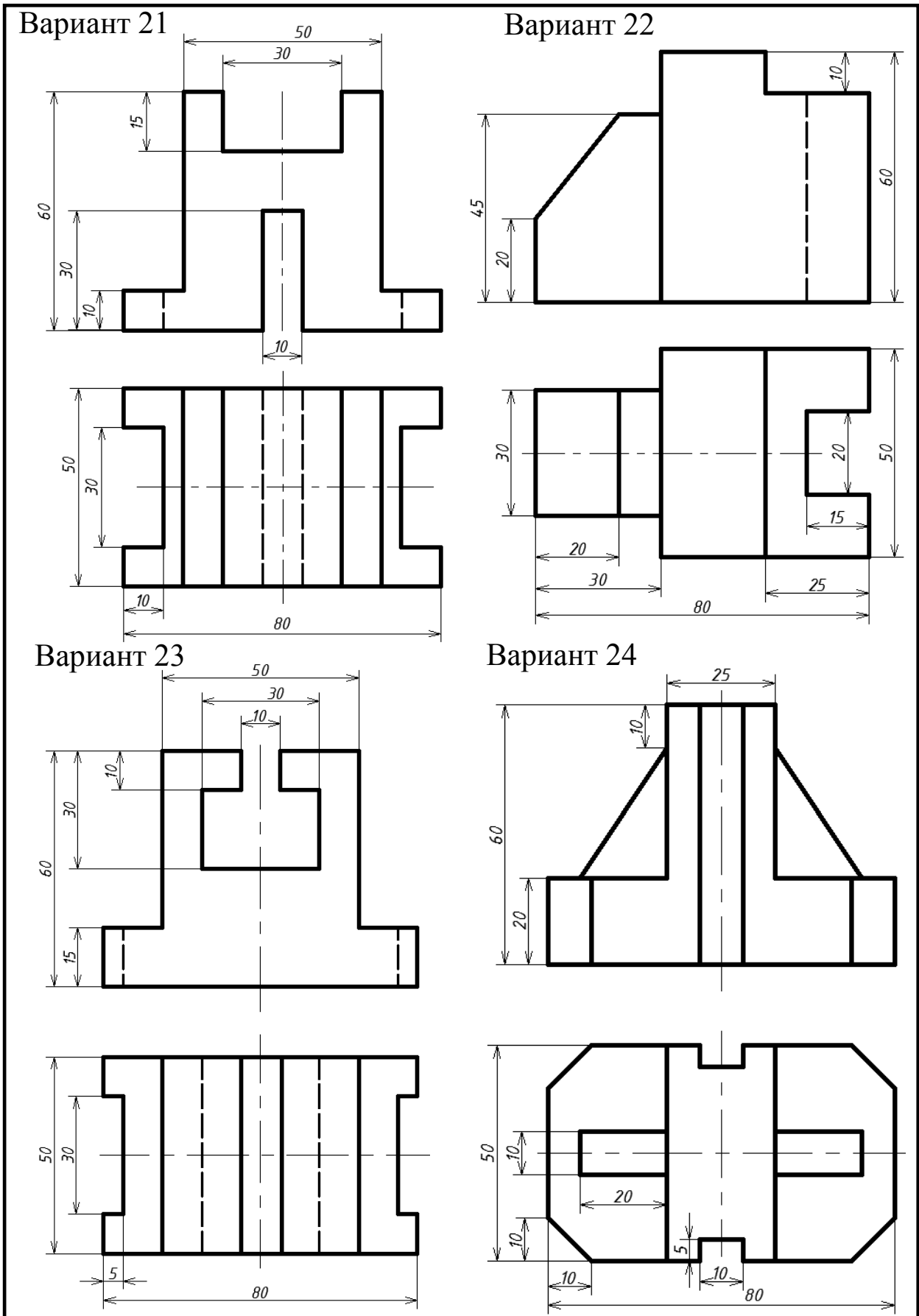


Рис. 25 (е). Варианты 21–24 задания 1, лист 3



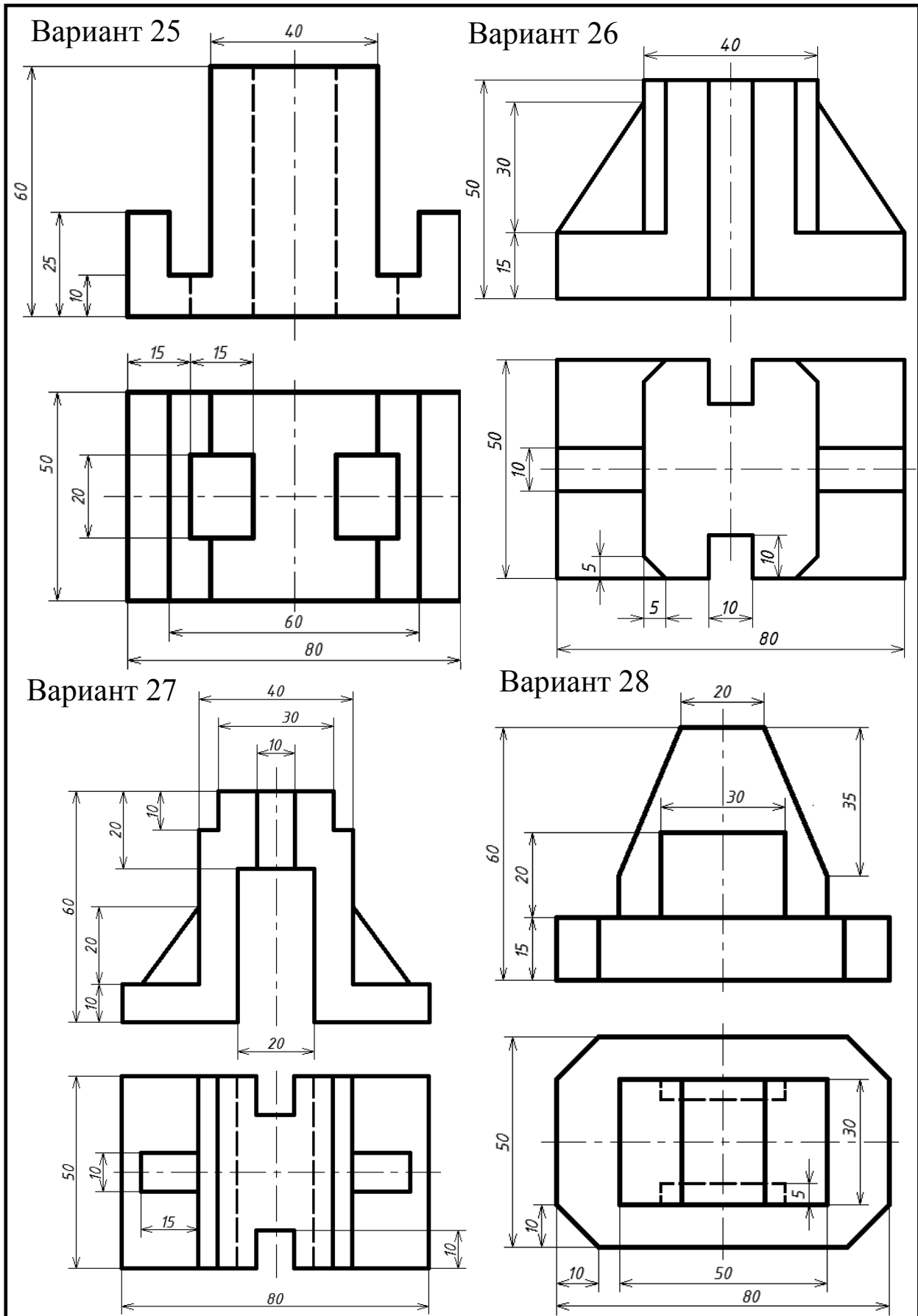


Рис. 25 (ж). Варианты 25–28 задания 1, лист 3

## РАЗДЕЛ 2. ПРОСТЫЕ РАЗРЕЗЫ

### 2.1. Получение разреза

В конструкции детали могут присутствовать отверстия, пустоты и углубления различных конфигураций. На чертежах они выполняются линиями невидимого контура, затрудняя при этом понимание чертежа и простановку размеров. Для того чтобы по чертежу четко представлять внутреннее устройство предмета, используют некоторые условности. К одной из таких условностей относят выполнение на чертежах *разрезов*.

**Разрезом** называется изображение, полученное при мысленном рассечении предмета секущей плоскостью и спроецированное на плоскость параллельную плоскости разреза. При этом часть предмета, расположенная перед секущей плоскостью, предполагается удаленной.

*Секущую плоскость* разреза (плоскость мысленного рассечения предмета) выбирают так, чтобы можно было детально отобразить внутренние формы предмета. На чертеже разреза вычерчивается часть предмета, которая находится в секущей плоскости (сечение), и та часть, которая расположена за ней. Таким образом, сечение входит в состав разреза и заштриховывается.

Изображение разреза обводится сплошной основной толстой линией. Если секущая плоскость сечет пустоту, то штрихование этой области не выполняется. Штриховку выполняют с помощью тонких линий с интервалом между штрихами 2...2,5 мм под углом 45°. Необходимо отметить, что если на чертеже детали присутствуют несколько разрезов, то все они должны быть вычерчены с одинаковым направлением наклона штриховки и одинаковым интервалом между линиями штриховки.

Количество разрезов и сечений должно быть минимальным, но способным дать полное представление об изображаемом предмете. При выполнении чертежа разреза необходимо также учесть требования, предъявляемые к ним стандартами: условные обозначения, знаки и надписи.

На рис. 26, *a* плоскость разреза *a* показана прозрачной плоскостью, пересекающей цилиндрическую деталь. Часть детали, находящейся между плоскостью разреза и наблюдателем, удалена, а полу-

ченое при этом сечение заштриховано. Направление взгляда здесь указано стрелкой. В результате видно внутреннее строение детали. Линии невидимого контура (рис. 26, б) обводят сплошной толстой линией (рис. 26, в).

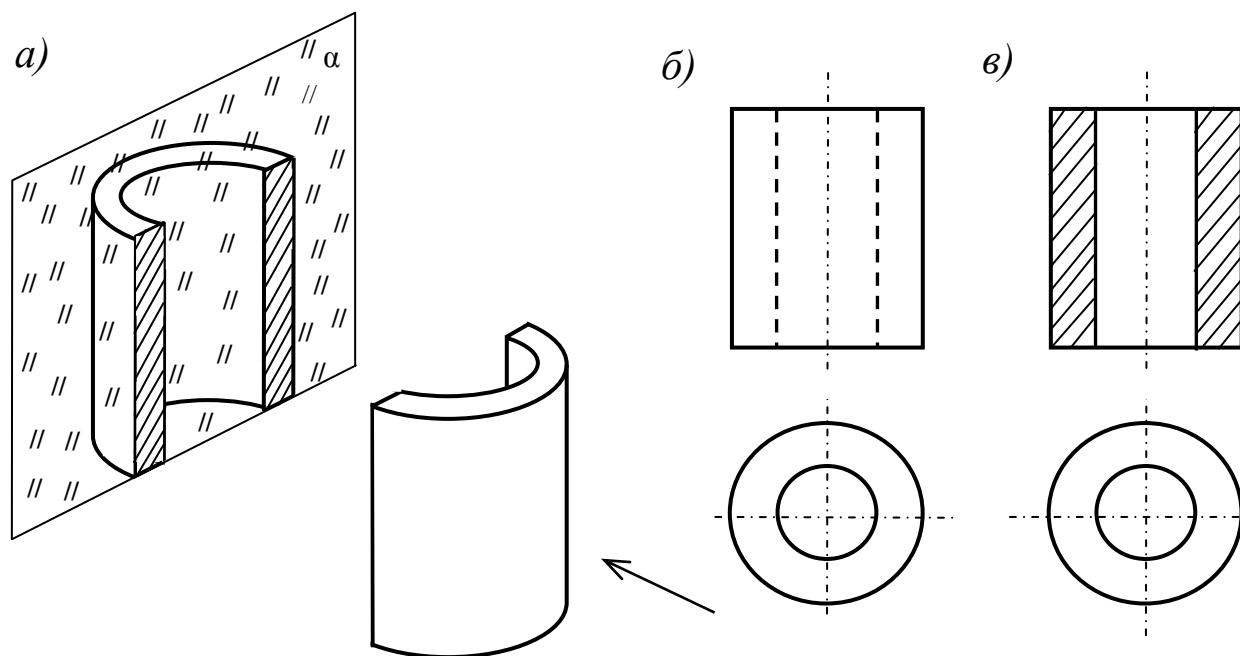


Рис. 26. Пример выполнения разреза

## 2.2. Классификация разрезов

В зависимости от количества секущих плоскостей разрезы подразделяют на простые и сложные. Если деталь рассекается одной секущей плоскостью, то разрез называют *простым*, а если несколькими, то *сложным*. Разрезы также бывают *местные* и *развернутые*.

В зависимости от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекций простые разрезы делят на:

- 1) **горизонтальные** — секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций;
- 2) **вертикальные** (фронтальные и профильные) — секущая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций;
- 3) **наклонные** — секущая плоскость не параллельна ни одной из основных плоскостей проекций.

При **фронтальном разрезе** секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций, а при **профильном** — профильной плоскости проекций.

### 2.3. Правила выполнения разрезов

При выполнении разрезов следует учитывать следующие правила.

1. Разрезы могут выполняться в проекционной связи с другими изображениями чертежа.

2. Разрезы могут быть выполнены *на месте* соответствующего вида, например:

- фронтальный разрез — на месте вида спереди;
- горизонтальный разрез — на месте вида сверху;
- профильный — на месте вида слева.

3. При построении любого разреза другие виды изображений у предмета не изменяются.

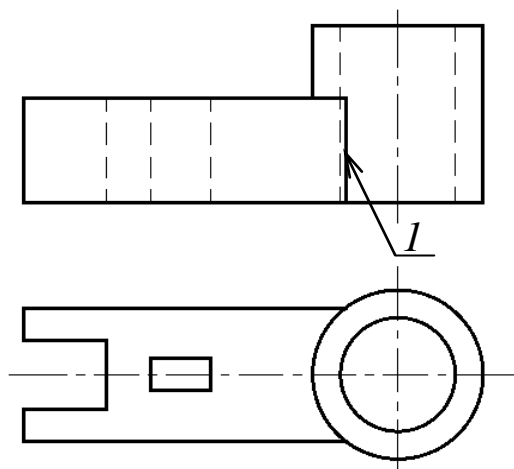
4. Если при выполнении горизонтального и профильного разрезов внешняя конфигурация детали становится неясной (удаляется вместе с той частью, которая расположена между глазом и секущей плоскостью), то виды остаются на своих местах, а разрезы (горизонтальный, фронтальный или профильный) выносятся на свободное место поля чертежа с обязательным обозначением их по общим правилам.

Рассмотрим изображения детали, приведенные на рис. 27. Невидимые контуры на виде спереди показаны штриховыми линиями. На рис. 28 на месте вида спереди (главного вида) выполнен фронтальный разрез этой детали. Направление проецирования указано стрелкой. Передняя часть детали *a*, находящаяся между глазом наблюдателя и секущей плоскостью *P*, мысленно удалена (рис. 29), а оставшаяся часть детали *б* спроецирована на фронтальную плоскость проекций (см. рис. 28). При этом часть детали, находящаяся непосредственно в секущей плоскости (сечение), заштрихована, а та часть детали, которая расположена *за секущей плоскостью* на виде спереди, изображена, но не заштрихована.

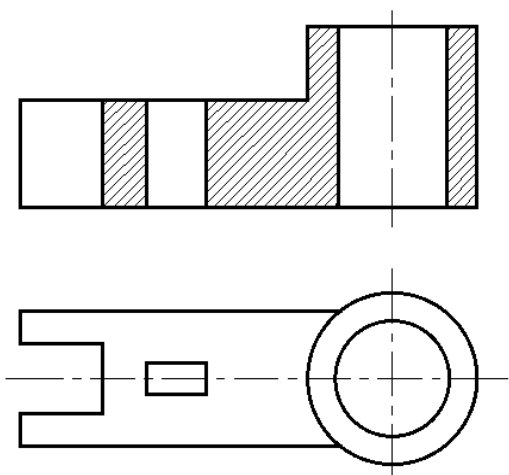
Сравнивая изображения, приведенные на рис. 27 и рис. 28, можно заметить, что штриховые линии на виде спереди, обозначающие два сквозных отверстия и вырез в левой части, на разрезе заменены сплошными; линия, обозначенная на рис. 27 цифрой *1*, на разрезе отсутствует, так как передняя часть детали в данном случае не показана.

На рис. 30 показано образование горизонтального разреза. Направление проецирования указано стрелкой. На рис. 31 горизонтальный разрез выполнен на месте вида сверху. Верхняя часть детали, находящаяся между глазом наблюдателя и секущей плоскостью, мысленно удалена.

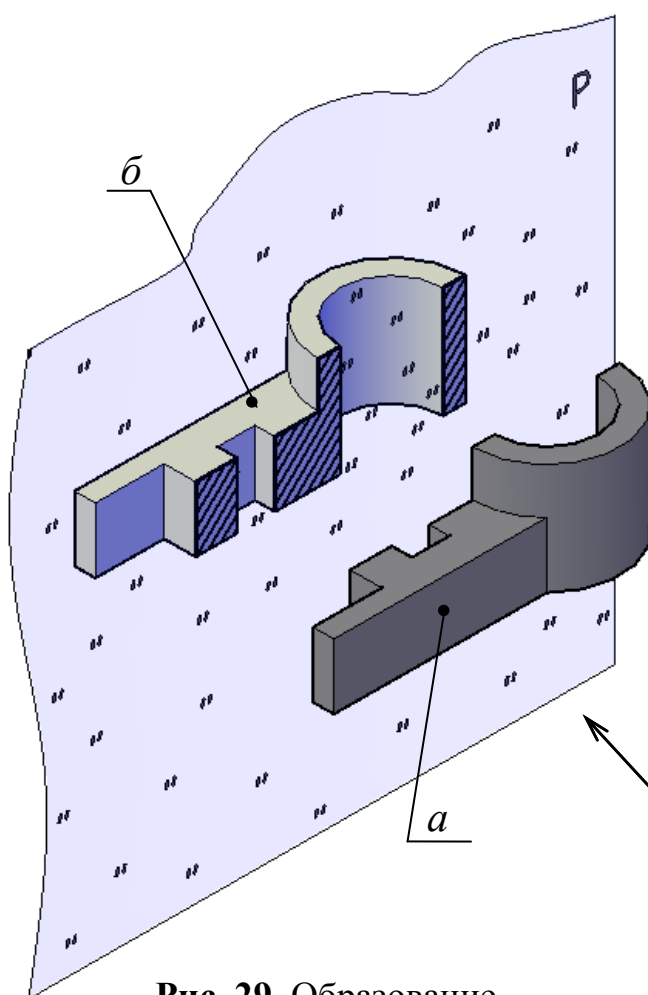
На рис. 32 показано образование профильного разреза. Направление проецирования указано стрелкой. На рис. 33 профильный разрез выполнен на месте вида слева. Левая часть детали, находящаяся между глазом наблюдателя и секущей плоскостью, мысленно удалена.



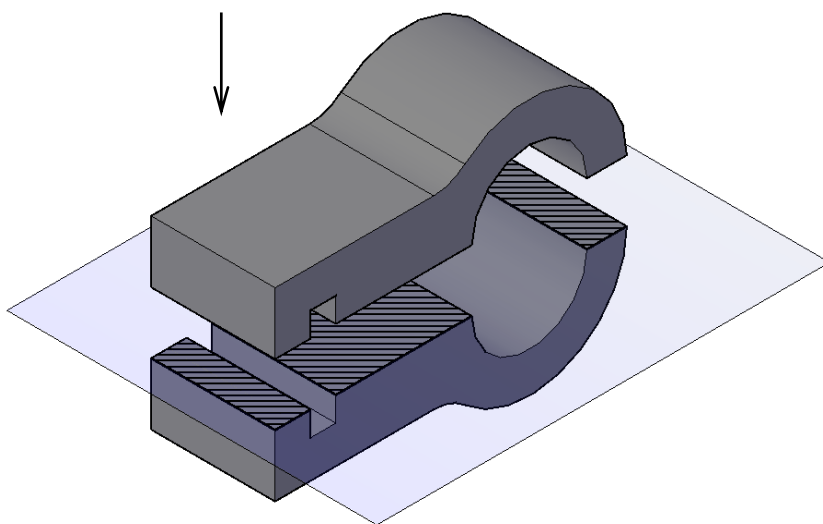
**Рис. 27.** Виды детали спереди и сверху



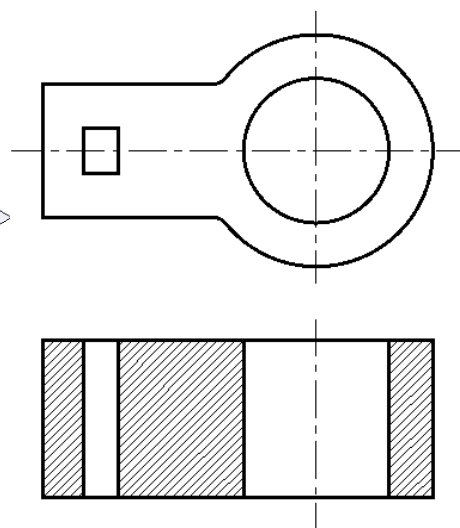
**Рис. 28.** Фронтальный разрез детали и ее вид сверху



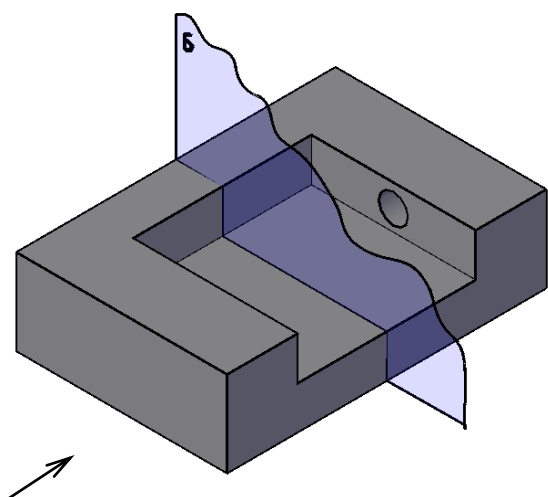
**Рис. 29.** Образование фронтального разреза



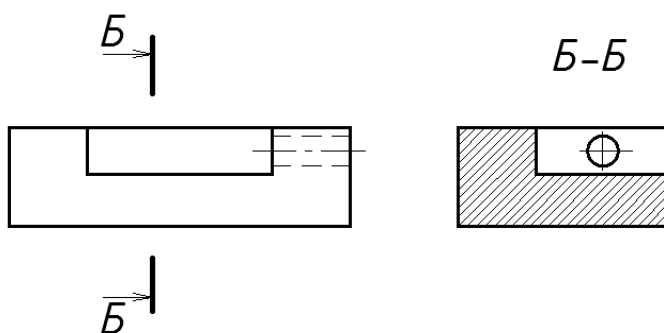
**Рис. 30.** Образование горизонтального разреза



**Рис. 31.** Горизонтальный разрез детали и ее вид спереди



**Рис. 32.** Образование профильного разреза



**Рис. 33.** Профильный разрез детали и ее вид спереди

## 2.4. Правила обозначения разрезов

Разрезы на чертежах обычно обозначаются. Однако в некоторых случаях разрез не обозначается. Существуют следующие требования при обозначении разрезов:

1. Разрез *обозначают*, когда секущая плоскость не совпадает с плоскостью симметрии вида детали (рис. 34). При этом положение секущей плоскости обозначают линией сечения, которая представляет собой две разомкнутых линии толщиной от  $S$  до  $1,5S$  (где  $S$  —

толщина основной линии). Длина каждой линии — 8...20 мм (на учебных чертежах предлагается брать 8...12 мм). Разомкнутые линии секущей плоскости наносят так, чтобы они не пересекали контур детали и размерные линии.

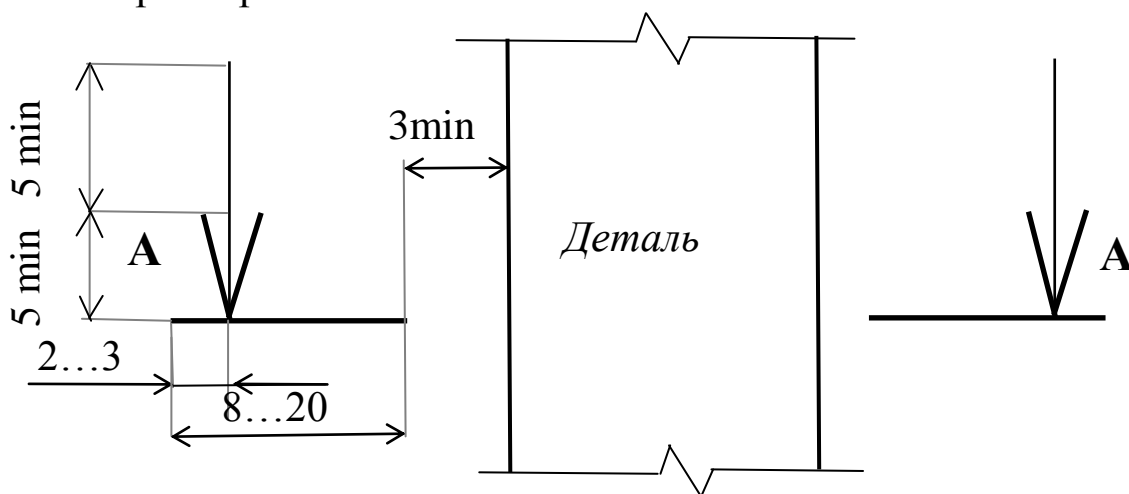


Рис. 34. Обозначение секущей плоскости на чертеже

На начальном и конечном штрихах линии сечения необходимо ставить стрелки, указывающие направление проецирования (направление взгляда). Линии со стрелками должны быть несколько тоньше линий сечения.

Буквы или цифры ставят у начала и конца штрихов секущей плоскости, таким образом, чтобы стрелки размещались между буквой (цифрой) и изображением. Буквы должны быть на один размер больше, чем цифры размерных чисел на чертеже.

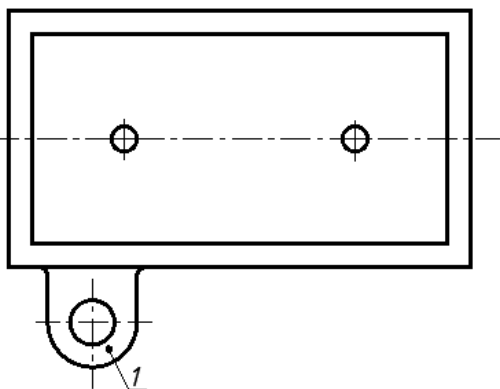
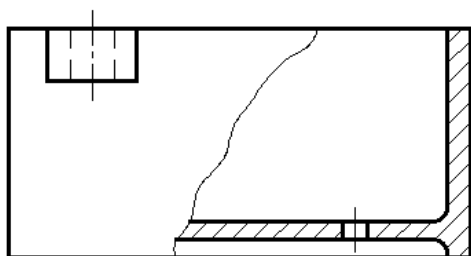
Над разрезом делают надпись по типу А-А или 1-1 (в надписи проставляют те же буквы или цифры, которыми обозначены стрелки).

2. Если секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии детали и соответствующие разрезы расположены на одном чертеже в непосредственной проекционной связи и не разделены никакими другими изображениями (см. рис. 28, рис. 31), то в этом случае для горизонтальных и вертикальных разрезов штрихи плоскости сечения не показывают и разрез не обозначают.

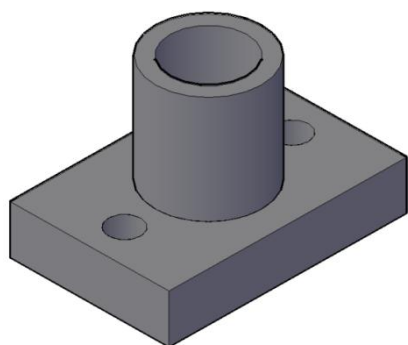
## 2.5. Соединение части вида с частью разреза

Существуют некоторые предметы, форма которых не может быть показана только видом или только разрезом. Часто для отображения формы деталей требуется, например, и вид спереди, и фронтальный

разрез. Выполнить же на чертеже одновременно два этих изображения — нерационально. В этом случае применяют соединение двух изображений: части вида и части соответствующего разреза, то есть секущую плоскость проводят не через всю деталь, а лишь через ее часть.



**Рис. 35.** Соединение части вида и части разреза на чертеже



**Рис. 36.** Наглядное изображение детали

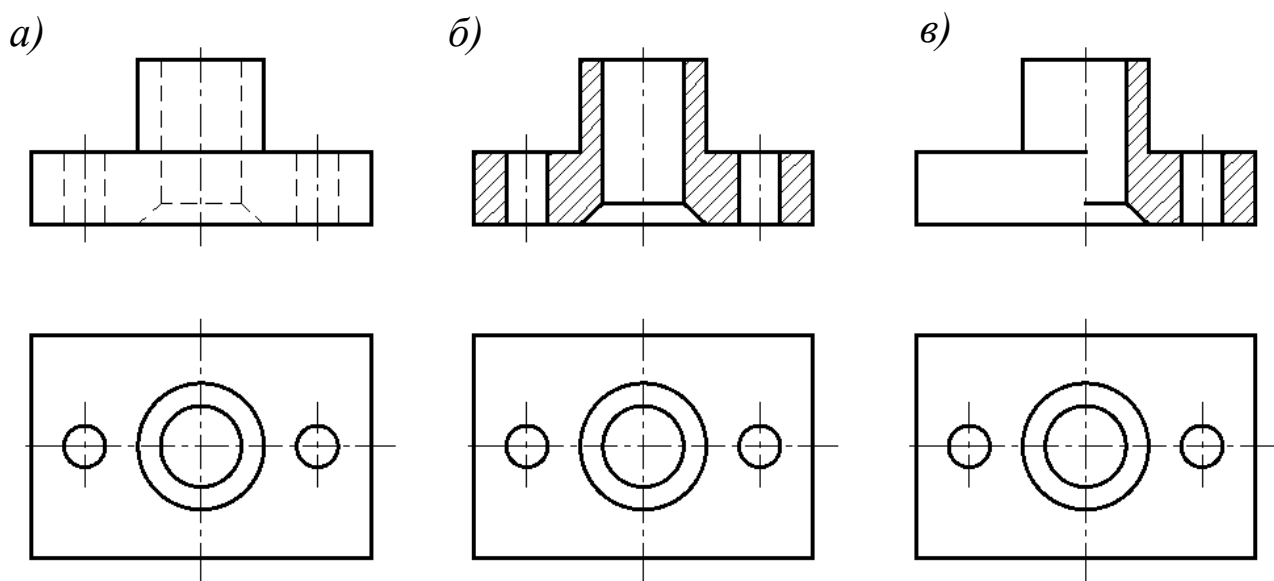
Например, если на месте главного вида (рис. 35) поместить фронтальный разрез детали, то по одному виду сверху нельзя будет судить о форме и размерах элемента, обозначенного цифрой 1, поскольку этот элемент отпадет вместе с удаленной частью детали. В данном случае удобно воспользоваться соединением на чертеже части вида и части соответствующего разреза.

На чертеже оба эти изображения разделены тонкой сплошной волнистой линией.

Если вид и разрез являются симметричными изображениями детали (рис. 36, рис. 37, а, б), то на чертеже соединяют половину вида с половиной разреза (рис. 37, в). В этом случае линией, разделяющей вид и разрез, будет являться ось симметрии, которая проводится штрихпунктирной тонкой линией. Вид сверху оставлен без изменений.

Если на симметричных изображениях контуры детали совпадают с осями симметрии, допускается соединять часть вида и часть соответствующего разреза, разделяя их сплошной волнистой линией так, чтобы линия контура осталась видна на чертеже.

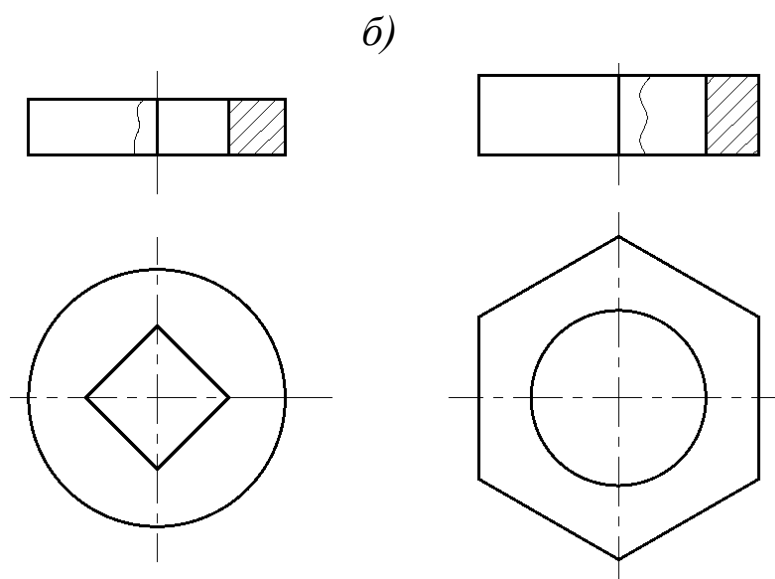




**Рис. 37.** Изображение детали:

- а) два вида; б) фронтальный разрез и вид сверху;  
 в) половина вида спереди в соединении с половиной фронтального разреза  
 и вид сверху

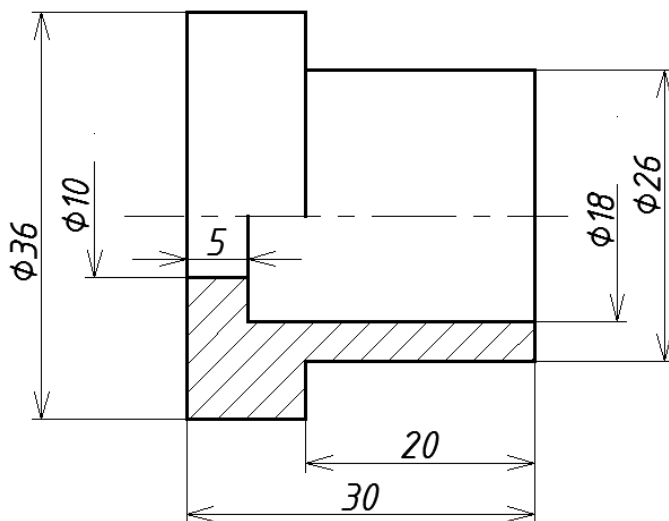
Если с осью симметрии совпадает сплошная толстая линия, относящаяся к контуру детали и расположенная в отверстии, то в этом случае на чертеже показывают больше половины разреза (рис. 38, *а*). Если же она расположена на наружной поверхности детали, то показывают большую часть вида (рис. 38, *б*).



**Рис. 38.** Соединение части вида и части разреза

При выполнении изображений симметричных деталей, содержащих соединения вида с разрезом, необходимо соблюдать следующие *правила*:

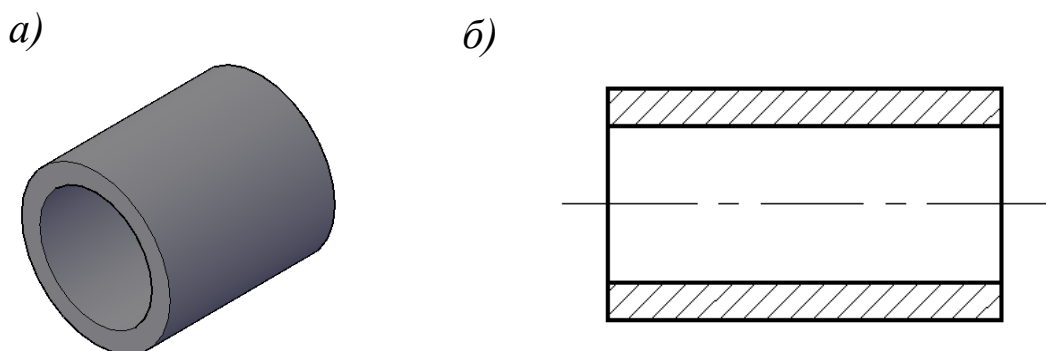
1) половина разреза или часть разреза на чертеже располагают *справа* от оси симметрии (рис. 38, *а, б*), либо *под* ней (рис. 39);



**Рис. 39.** Соединение половины вида и половины разреза

2) на половине вида или части вида внутренняя форма предмета не отображается, то есть линии невидимого контура не показывают, поскольку они на виде лишь повторили бы очертания внутреннего контура, видимого на разрезе (рис. 37, *в*);

3) простые цилиндрические и конические детали типа втулок, несмотря на симметрию вида, следует резать полностью, то есть не соединять вид с разрезом (рис. 40);



**Рис. 40.** Изображение цилиндрической детали:  
а – наглядное; б – фронтальный разрез

4) существуют правила *нанесения размеров* на чертеже, содержащем разрез. На чертеже (см. рис. 39) выполнено соединение половины главного вида с половиной фронтального разреза. При этом сквозные цилиндрические отверстия оказались видны не полностью. В этом случае размерную линию вычерчивают так, чтобы она немного заходила за ось симметрии и с этой стороны ее не ограничивают стрелкой;

5) если размерные числа наносят на разрезе, линии штриховки следует прерывать (рис. 41).

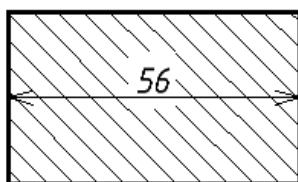


Рис. 41. Нанесение размерных чисел на разрезе детали

## 2.6. Особые случаи разрезов

В технике многие детали содержат в себе такие конструктивные элементы как ребра жесткости, тонкие стенки и спицы маховичков.

При выполнении разрезов для таких деталей соблюдают следующие правила.

1. Если секущая плоскость пересекает ребро жесткости или спицу маховичка *вдоль* оси симметрии или длинной стороны, то на разрезе их следует оставить неразрезанными, а следовательно, незаштрихованными. От основной части детали их отделяют сплошной основной линией. На рис. 42 *а, б* секущая плоскость  $P$ , параллельная фронтальной плоскости проекций, пересекает ребро жесткости *вдоль* оси. На фронтальном разрезе ребро не заштриховано и отделено от остальной части сплошной основной линией.

Такие детали, как спицы, могут содержать колеса или маховики. На рис. 43 приведен чертеж маховичка. Эту деталь можно увидеть на водопроводных кранах. На чертеже помещен фронтальный разрез и вид слева. Секущая плоскость направлена по основной оси спиц. Штриховка в данном случае будет наноситься только на изображение *обода* и центральной части маховичка, называемой *ступицей*. Спицы тоже попали в секущую плоскость, но в данном случае они не заштриховываются.

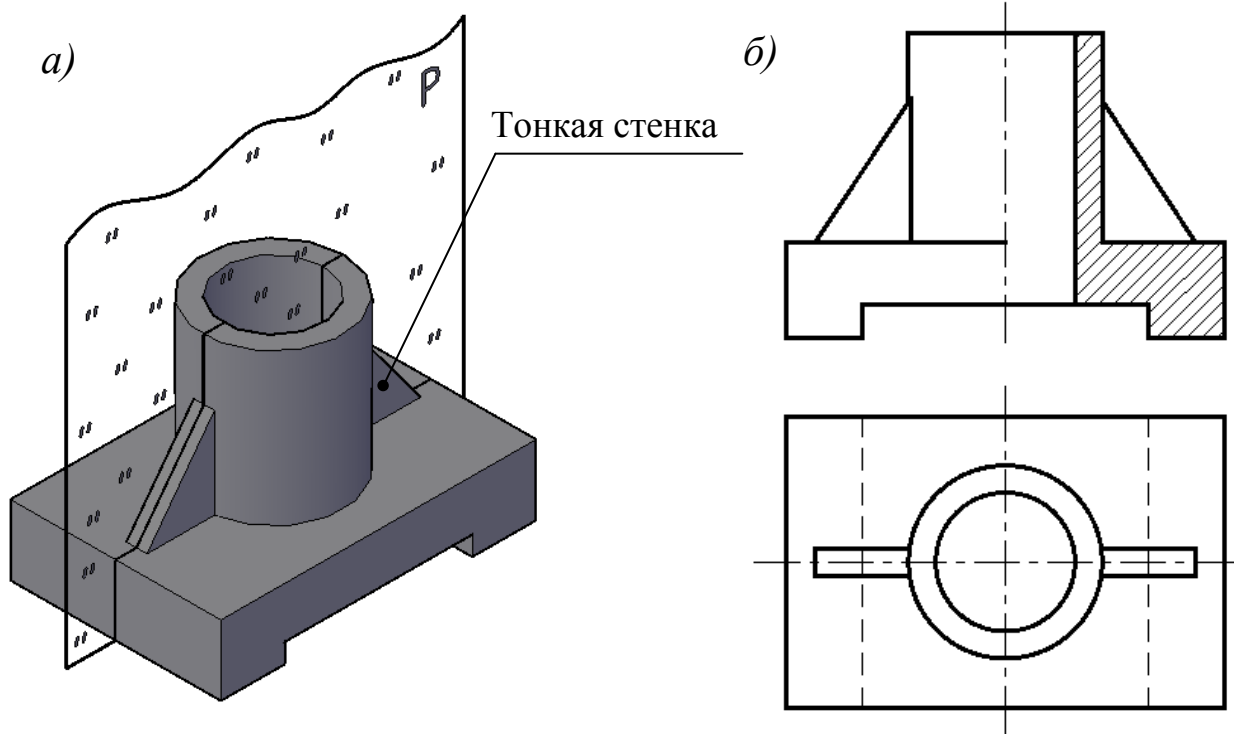


Рис. 42. Разрез детали вдоль тонкой стенки

В разрезах маховиков со спицами предполагается, что секущая плоскость проходит через осевую линию спиц даже в том случае, когда спица повернута под углом к секущей плоскости. На рис. 43 секущая плоскость в верхней части маховичка проходит между спицами, однако спица показана так же, как и на нижней половине чертежа, на которой плоскость разреза прошла через спицу.

2. Если плоскость разреза проходит *поперек* тонкой стенки, ребра жесткости, спицы маховичка, то на разрезе они показываются разрезанными (рис. 44), то есть заштриховываются.

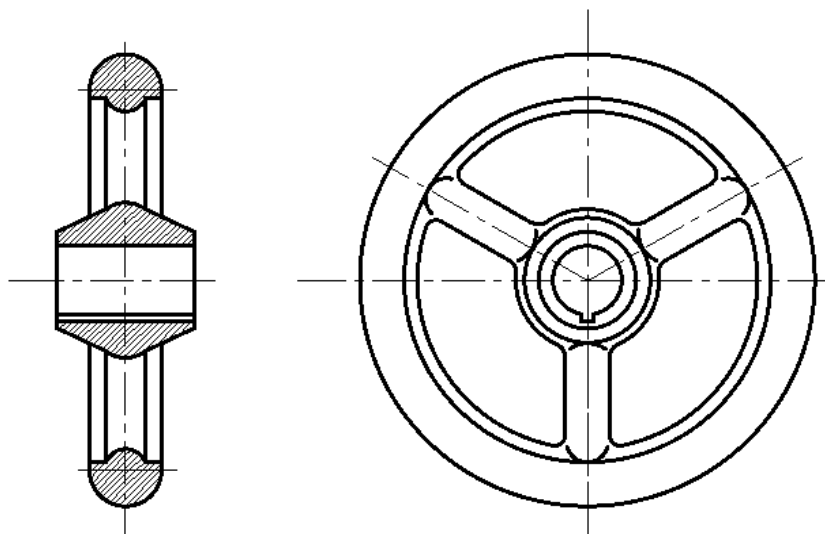


Рис. 43. Чертеж маховичка водопроводного крана

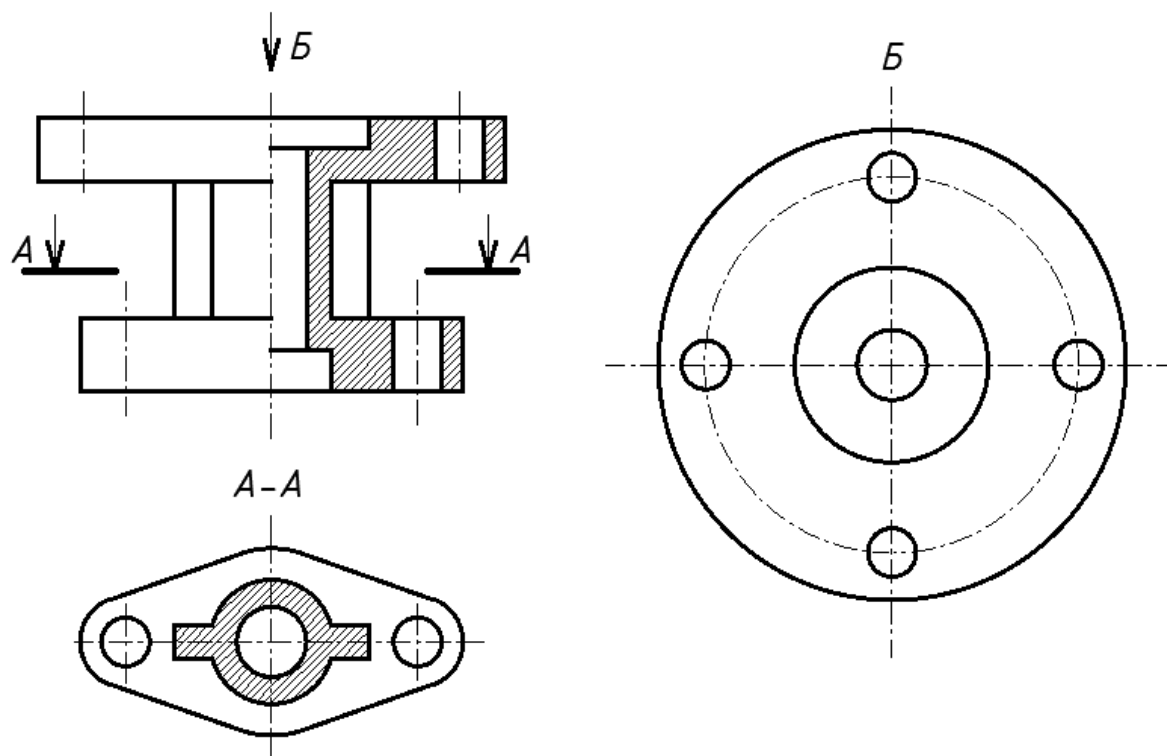
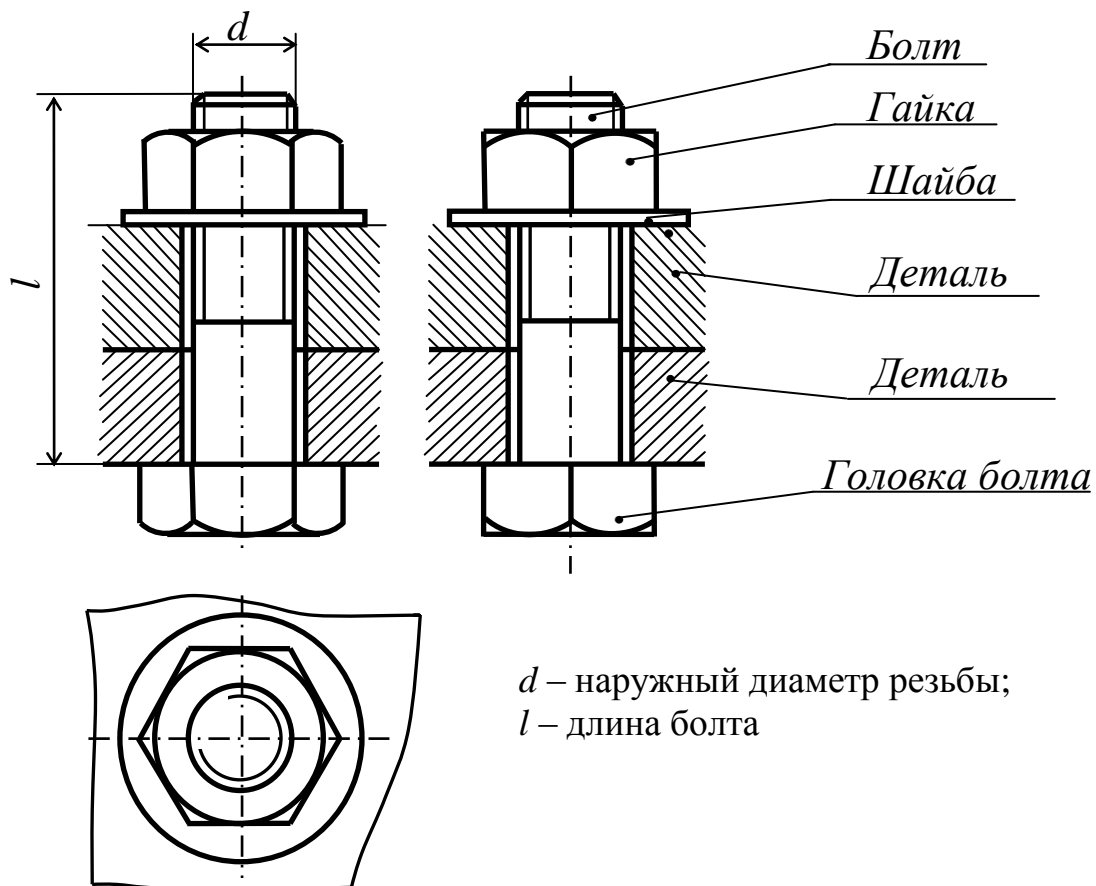


Рис. 44. Условности при изображении разрезов

3. Тела, не имеющие отверстий и пустот, в разрезах не заштриховывают, если секущая плоскость проходит вдоль оси этих тел. К ним относятся болты, винты, шпильки, шпонки, заклепки, непустотелые валы и оси, рукоятки, звенья цепи. Как правило, гайки и шайбы на сборочных чертежах также показывают нерассеченными (рис. 45).

4. В разрезах можно изображать не все, что расположено за секущей плоскостью, если при этом не ухудшается понимание устройства предмета. Некоторые элементы детали могут быть изображены с наклоном относительно какой-либо плоскости проекций, например, два ребра *A* и *B* на рис. 46. Если на разрезе показать все, что расположено за секущей плоскостью, то ребро *A* окажется выполненным в искаженном виде и поэтому оно не показывается.

5. Для сокращения числа изображений на разрезе допускается показывать при помощи утолщенной штрихпунктирной линии (линии наложенной проекции) и ту часть предмета, которая находится между глазом наблюдателя и секущей плоскостью (рис. 47).



**Рис. 45.** Сборочный чертеж

### ЗАДАНИЕ 2 (лист 1).

Для практической отработки материалов раздела слушателям необходимо на листе формата А3 выполнить:

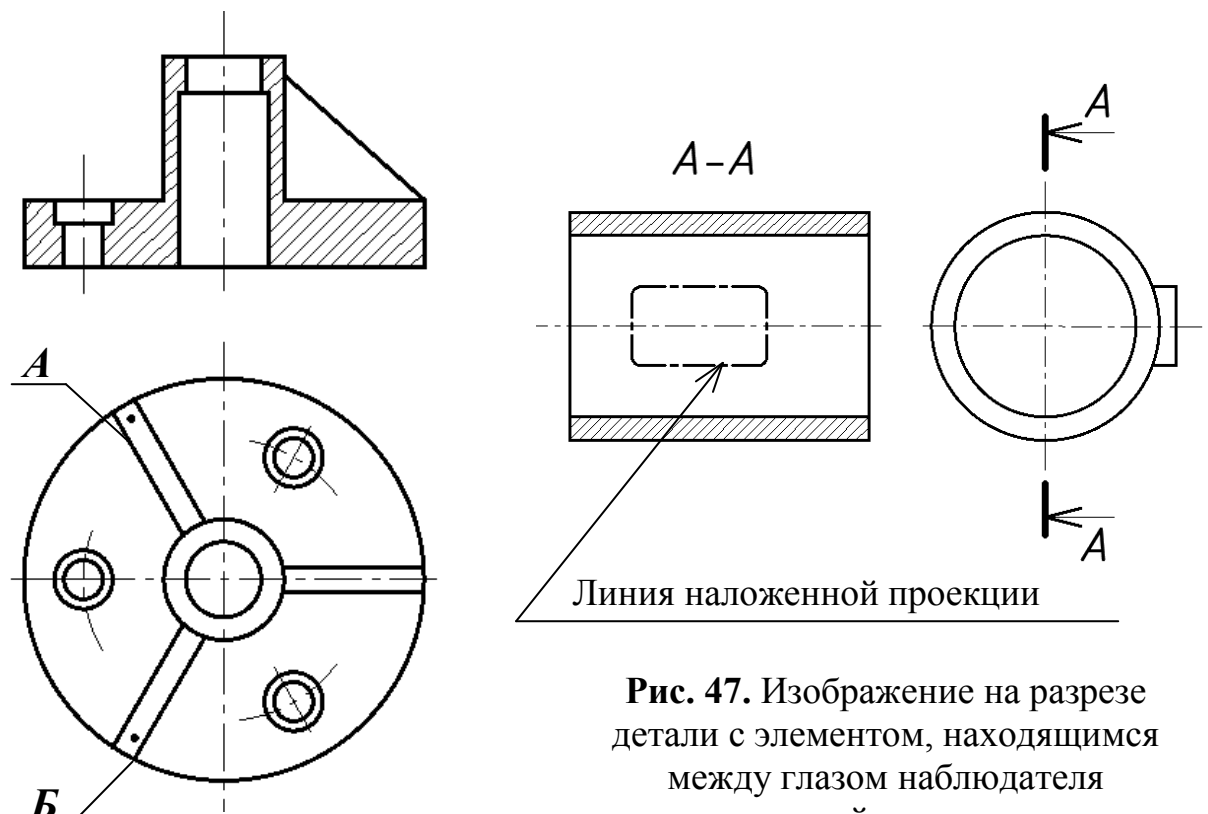
1. Недостающий вид детали по двум заданным.
2. Построить простой полный фронтальный разрез детали.
3. Совместить вид слева и профильный разрез.

Варианты видов деталей представлены на рис. 49 (варианты 1–18). На листах должны быть рамка и основная надпись, вычерчены невидимые линии и проставлены необходимые размеры в масштабе 1:1. Номер варианта каждому слушателю выдается преподавателем индивидуально.

Образец выполнения задания 2 лист 1 представлен на рис. 48.

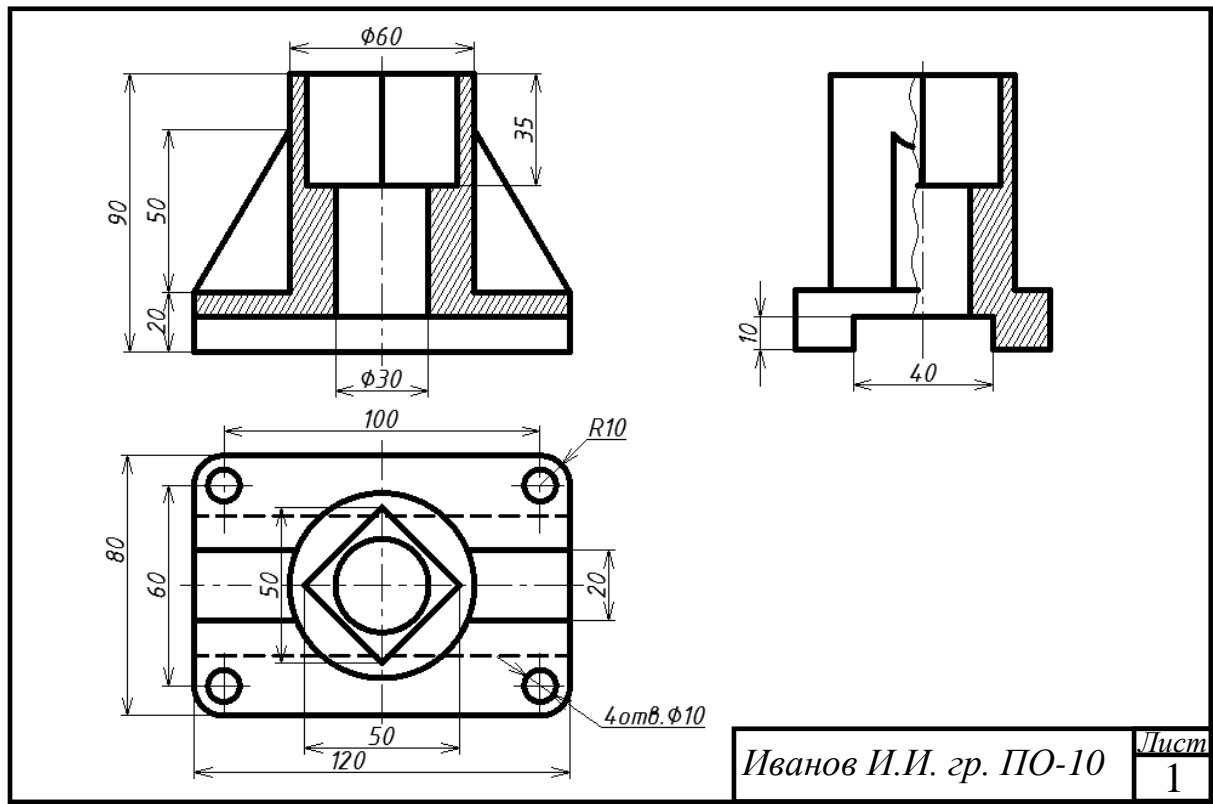
### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назначение простых разрезов и их виды. Изображение разрезов на чертеже. Правила обозначения разрезов на чертеже.
2. Основные особенности выполнения разрезов.



**Рис. 46.** Изображение на разрезе детали, содержащей наклонные элементы

**Рис. 47.** Изображение на разрезе детали с элементом, находящимся между глазом наблюдателя и секущей плоскостью



Иванов И.И. гр. ПО-10 

Лист
1

**Рис. 48.** Образец выполнения задания 2, лист 1

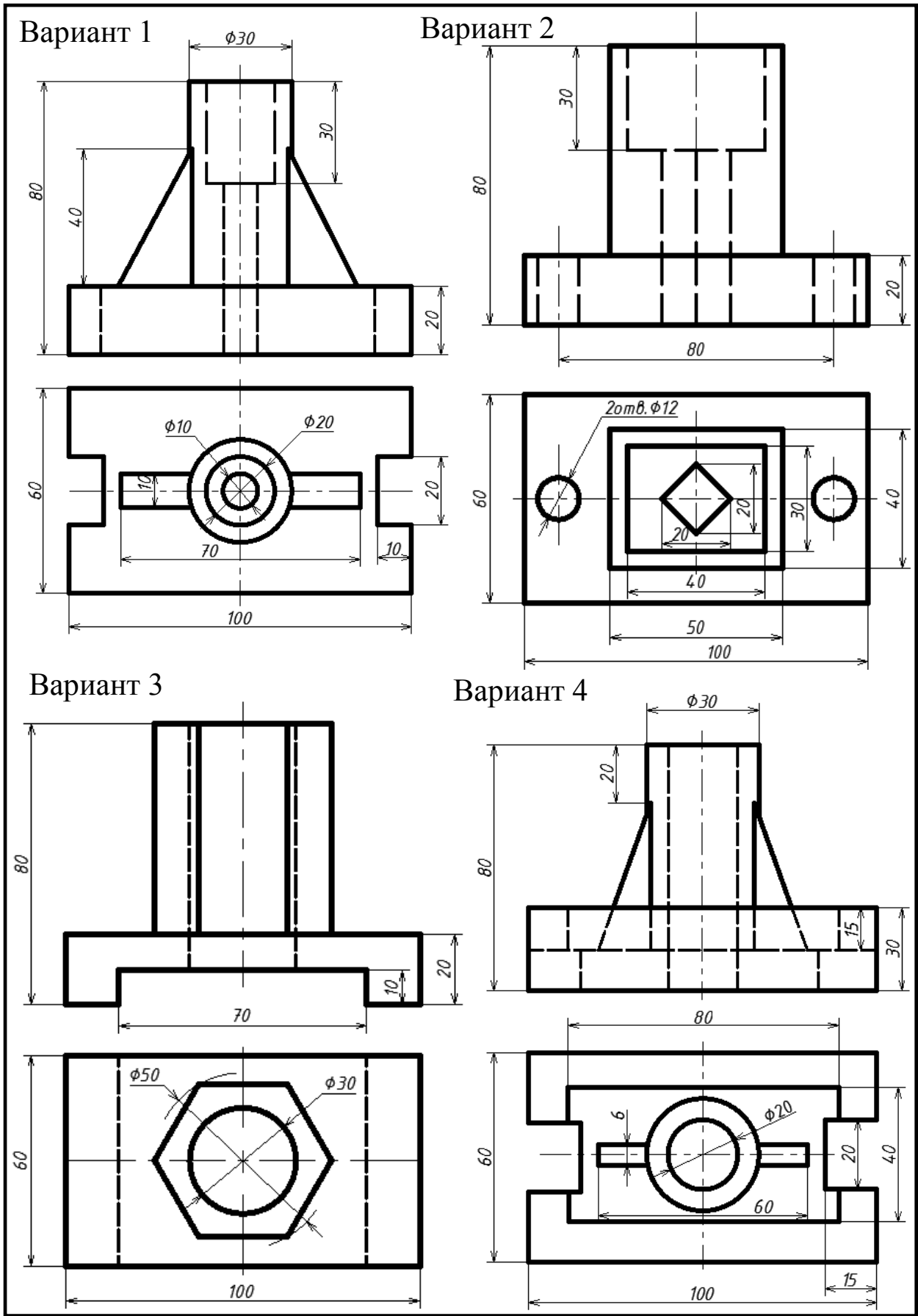


Рис. 49 (а). Варианты 1–4 задания 2, лист 1



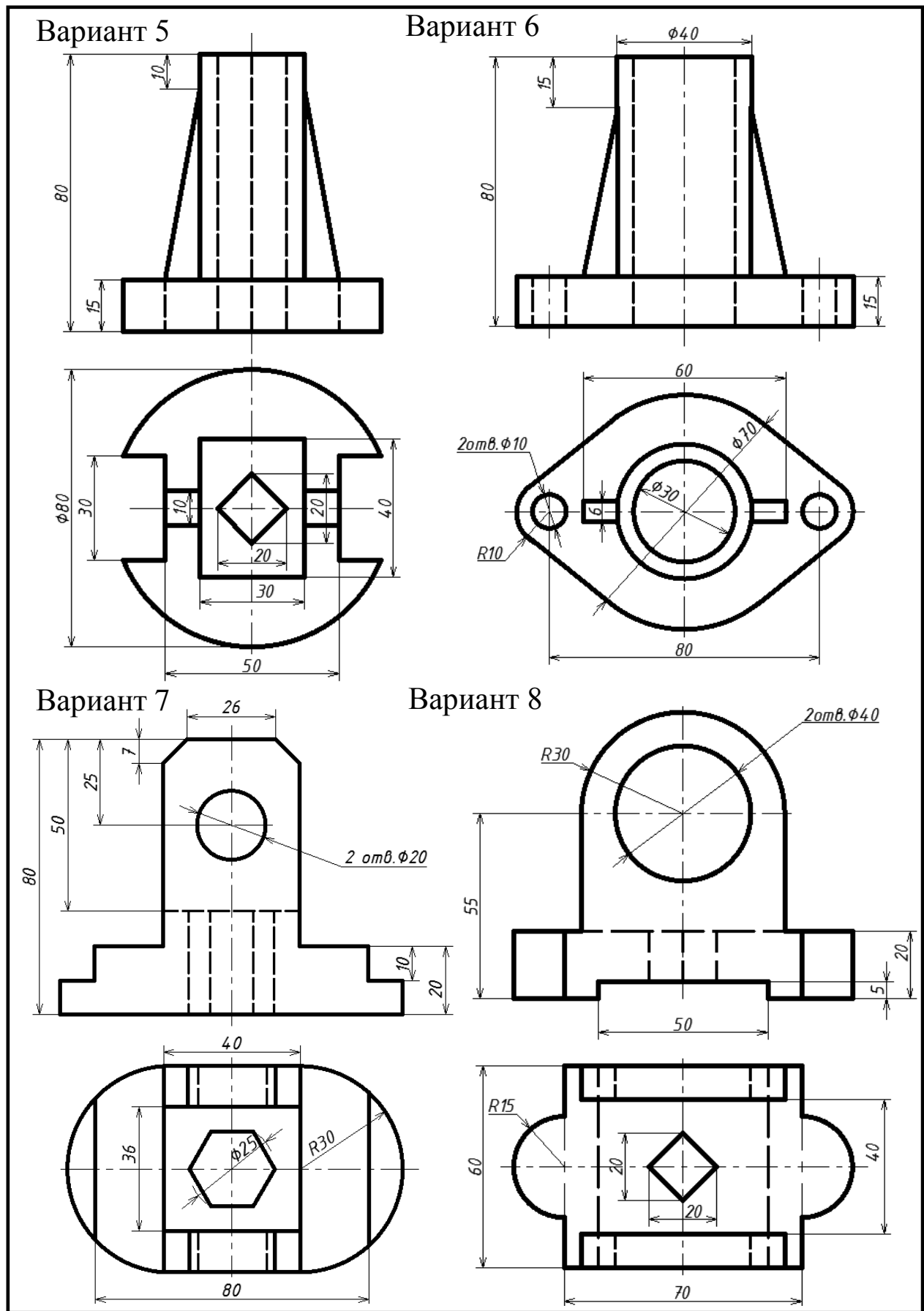


Рис. 49 (б). Варианты 5–8 задания 2, лист 1

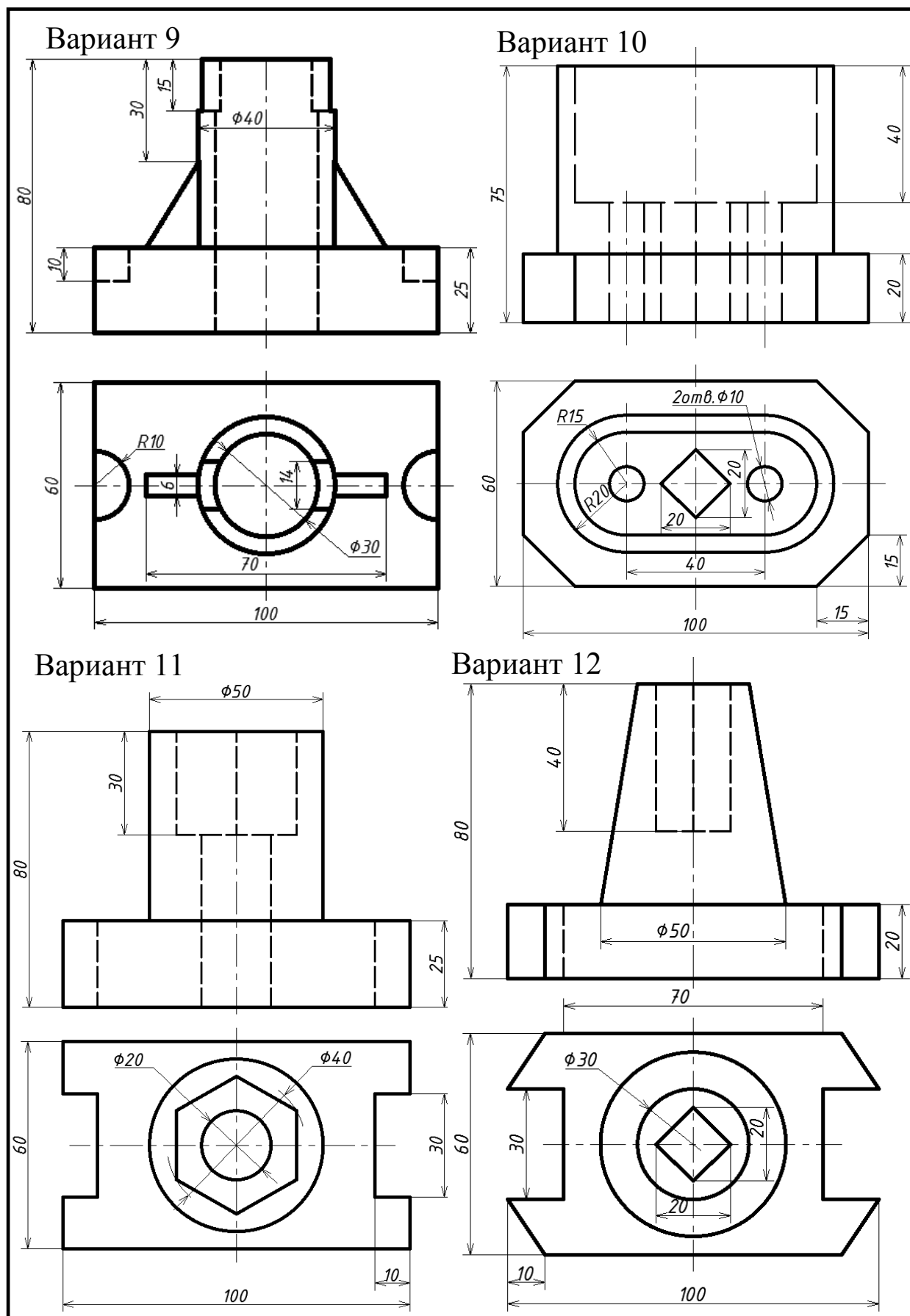


Рис. 49 (в). Варианты 9–12 задания 2, лист 1

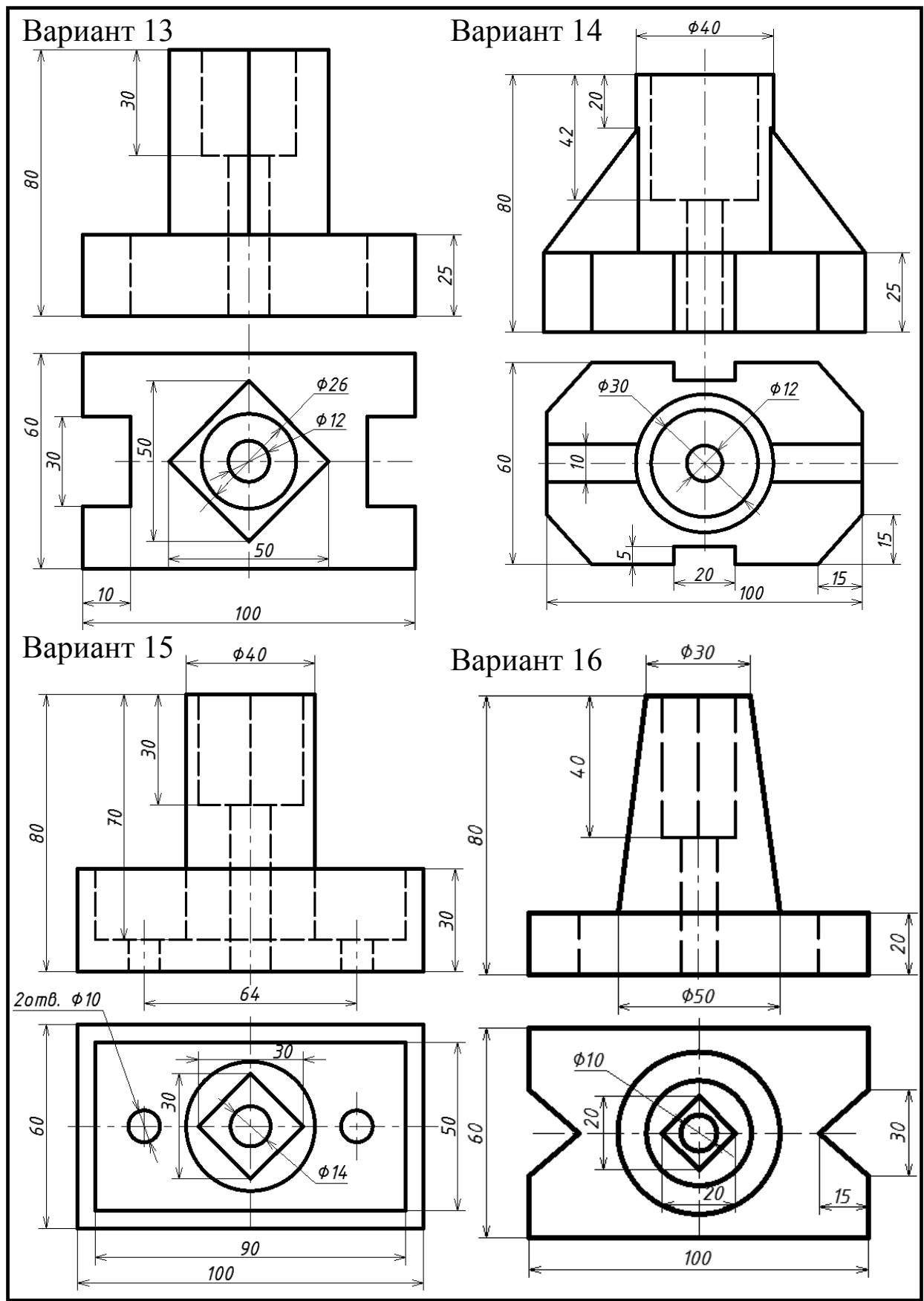


Рис. 49 (г). Варианты 13–16 задания 2, лист 1

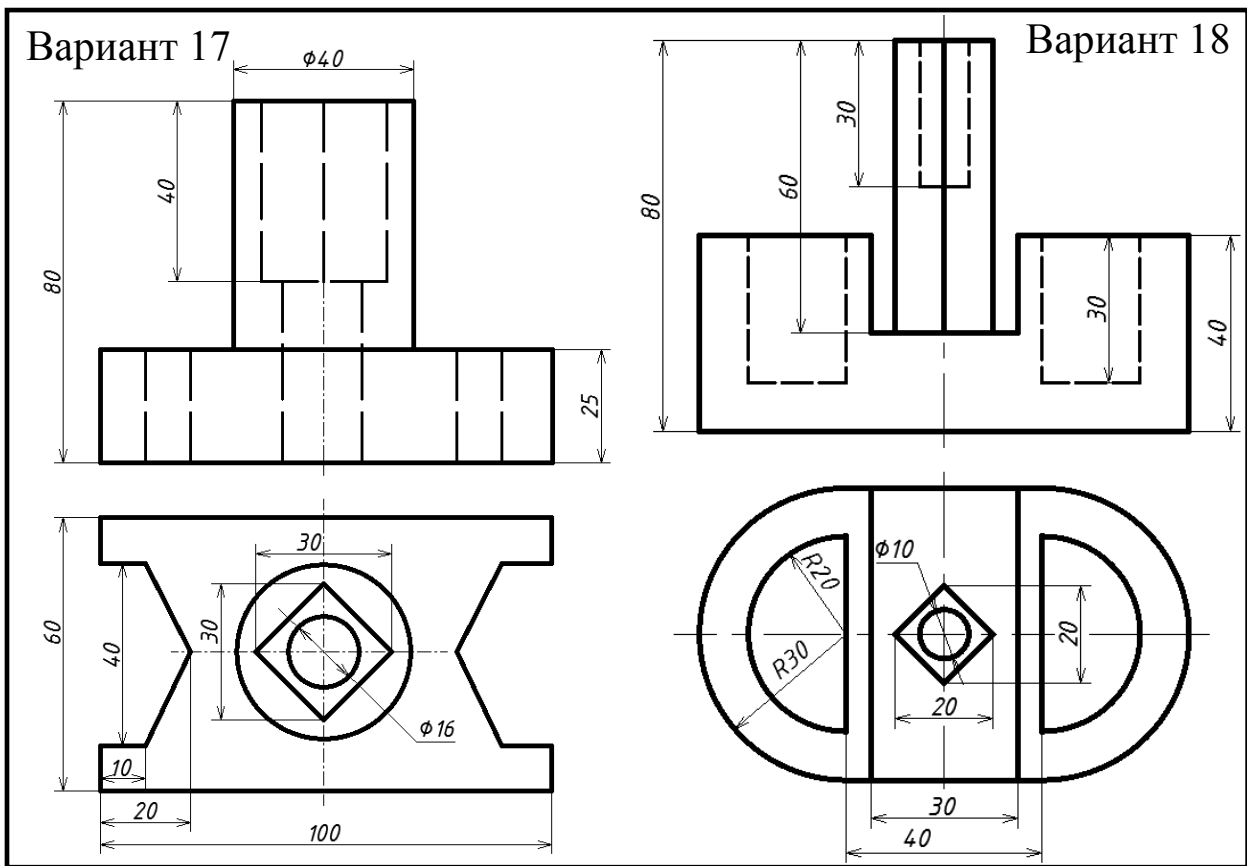


Рис. 49 (д). Варианты 17–18 задания 2, лист 1

### Тесты для проверки знаний

Укажите, какой из приведенных на рис. 50, а, б вариантов чертежа разреза правильно выполнен.

Вариант а

А-А

Вариант б

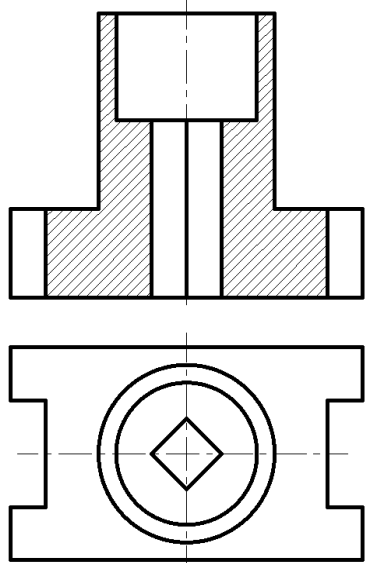
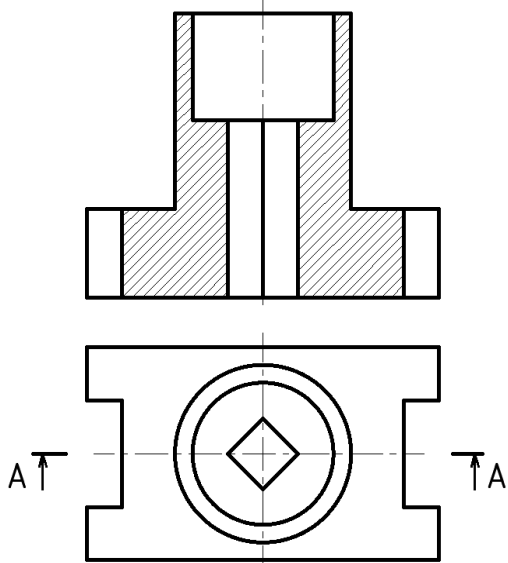


Рис. 50. Варианты оформления чертежа разреза

### РАЗДЕЛ 3. ПОСТРОЕНИЕ АКСОНОМЕТРИЧЕСКИХ ПРОЕКЦИЙ ДЕТАЛИ

Изготовление деталей машин, строительство зданий и инженерных сооружений, как правило, производится по чертежам, выполненным методом ортогональных проекций. Однако ортогональные проекции не дают полного представления о наглядном изображении предмета.

В инженерной графике применяется несколько видов наглядных изображений предметов: технический рисунок, перспектива и аксонометрия.

*Технический рисунок* — это наглядное графическое изображение предмета, выполненное от руки в глазомерном масштабе, в котором правильно передана его форма и верно показаны пропорции.

*Перспектива* — изображение пространственных предметов на какой-либо поверхности или плоскости с помощью центральных проекций в соответствии с изменениями очертаний формы, которые наблюдаются в натуре.

*Аксонометрические проекции* — это вид наглядных изображений, с помощью которых можно легко представить форму объекта. «Аксонометрия» — греческое слово, которое в переводе означает «измерение по осям». Построение аксонометрического изображения предмета, скрепленного с осями прямоугольных координат, осуществляется параллельным проецированием на *одну* плоскость проекций —  $\pi'$  (рис. 51). При этом направление проецирования *не совпадает* с направлением координатных осей  $X, Y, Z$ , а определяется вектором  $S$ , который указывает направление проецирования на картину  $\pi'$ .

Спроецируем, например, на картину точку  $A$ .

На чертеже изображены: ортогональные ( $A_x, A_y, A_z$ ) и аксонометрические ( $A_x', A_y', A_z'$ ) проекции точки  $A$ , жестко связанной с координатными осями  $X, Y, Z$ ;

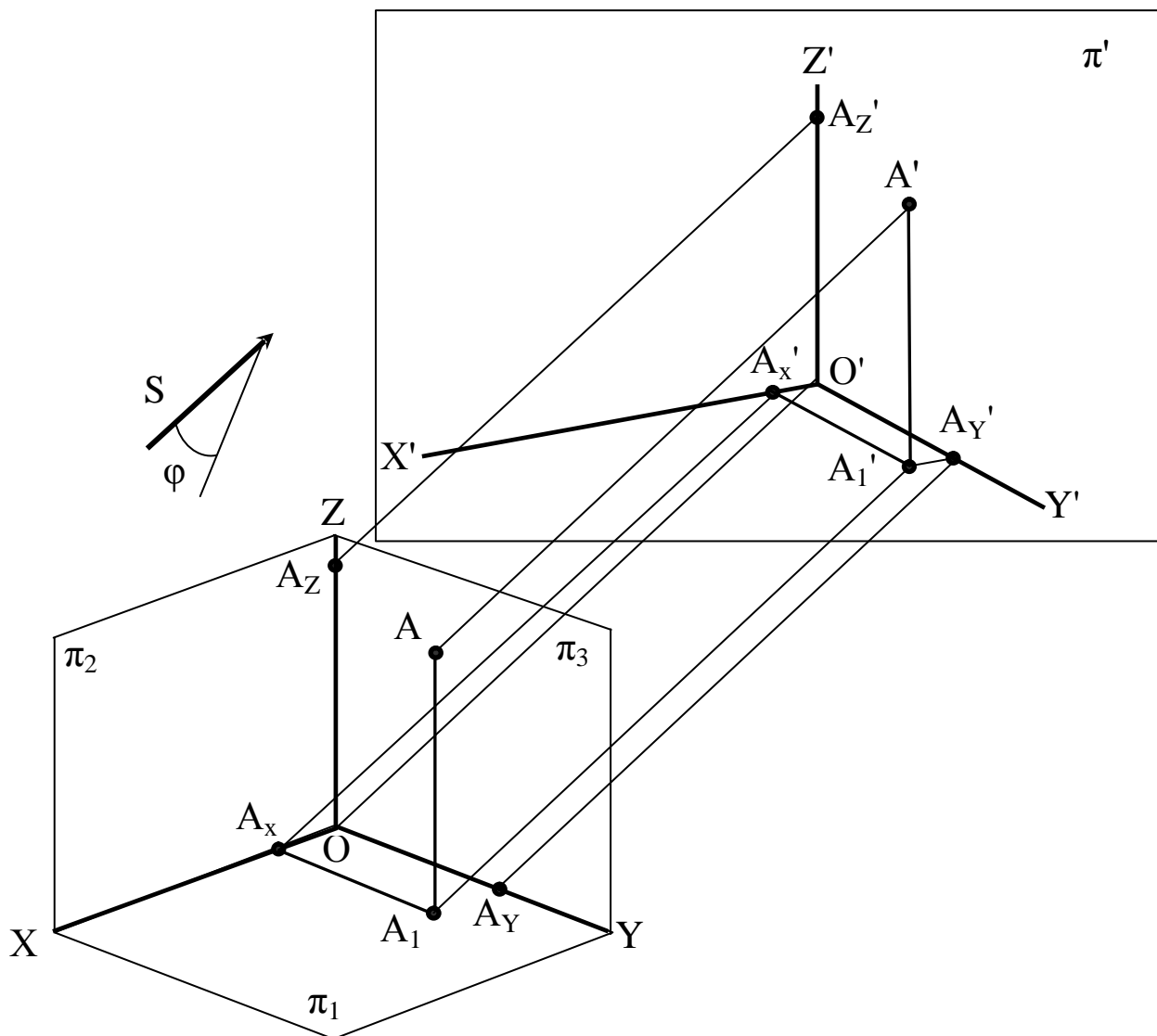
$\pi'$  — аксонометрическая или картинная плоскость (картина);

$O'$  — аксонометрическая проекция начала координат;

$X', Y', Z'$  — аксонометрические оси координат;

$A'$  — аксонометрическая проекция точки  $A$ . Получена в результате пересечения проецирующего луча (вектор  $S$ ) с картиной  $\pi'$ . Ее также называют *первичной* проекцией точки;

$A_1$  — горизонтальная проекция точки  $A$ ;  
 $A_1'$  — аксонометрическая проекция горизонтальной проекции точки  $A$ .



**Рис. 51.** Пример построения аксонометрической проекции точки  $A$

При построении аксонометрии предмета чаще применяют горизонтальную проекцию точки  $A$ , которую также называют *вторичной проекцией* точки  $A$  или *основанием* точки  $A$ . Вторичную проекцию строят для того, чтобы обеспечить взаимосвязь между точками пространства и аксонометрическими проекциями точек. То есть  $A'$  и  $A_1'$  определяют положение точки в пространстве.

Проекции прямых, параллельных в ортогональных проекциях осей проекций, в аксонометрии будут также параллельны соответствующим аксонометрическим осям ( $A_x A_1 \parallel OY$  и  $A_x' A_1' \parallel O'Y'$ ).

Поскольку проецирующие лучи не параллельны координатным осям  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ , то при построении, например, куба в аксонометрии он будет виден с трех сторон, что обеспечит более полную наглядность изображения.

### 3.1. Коэффициент искажения

Если плоскость аксонометрических проекций ( $\pi'$ ) не параллельна ни одной из координатных осей  $X$ ,  $Y$  и  $Z$ , то любые отрезки, расположенные в пространстве параллельно осям, проецируются на плоскость  $\pi'$  с некоторым *искажением*. Например, аксонометрические координаты точки  $A'$  будут не равны натуральным координатам точки  $A$ .

Эти изменения величины отрезков при проецировании их на плоскость  $\pi'$  характеризуются *коэффициентом искажения*.

*Коэффициентом* (или *показателем*) *искажения* по осям называют отношение длины аксонометрической проекции отрезка к его истинной длине.

Возьмем эти отношения по всем осям:

По оси  $X'$ :  $O'A_x'/OA_x = U$ ;

По оси  $Y'$ :  $O'A_y'/OA_y = V$ ;

По оси  $Z'$ :  $O'A_z'/OA_z = W$ .

Коэффициенты искажения для удобства построений принимаются округленными до целого, то есть *приведенными*.

В зависимости от соотношения коэффициентов искажения, основные аксонометрические проекции можно разделить на три группы:

1) коэффициенты искажения по всем трем осям равны между собой, то есть  $U=V=W$ , такой вид аксонометрии называется *одномерной* или *изометрической*;

2) коэффициенты искажения равны между собой только по двум осям, то есть  $U=W \neq V$ , такой вид аксонометрии называется *двухмерной* или *диметрической*;

3) коэффициенты искажения различны по всем трем осям, то есть  $U \neq W \neq V$ , такой вид аксонометрии называется *трехмерной* или *триметрической*.

В зависимости от угла ( $\varphi$ ), образованного проецирующим лучом  $S$  с аксонометрической плоскостью проекций, *аксонометрические проекции делятся на два вида*:

1. **Прямоугольная** аксонометрия, если угол ( $\varphi$ ), образованный проецирующим лучом с аксонометрической плоскостью проекций, составляет  $90^\circ$ .

2. **Косоугольная** аксонометрия, если угол ( $\varphi$ ), образованный проецирующим лучом с аксонометрической плоскостью проекций, не равен  $90^\circ$ .

### 3.2. Виды аксонометрических проекций

#### 3.2.1. Прямоугольная изометрия

Для построения аксонометрического изображения предметов, в соответствии с ГОСТ 2.317-69, рекомендуется применять прямоугольную изометрию.

Расположение осей в прямоугольной изометрии иллюстрируется на рис. 52.

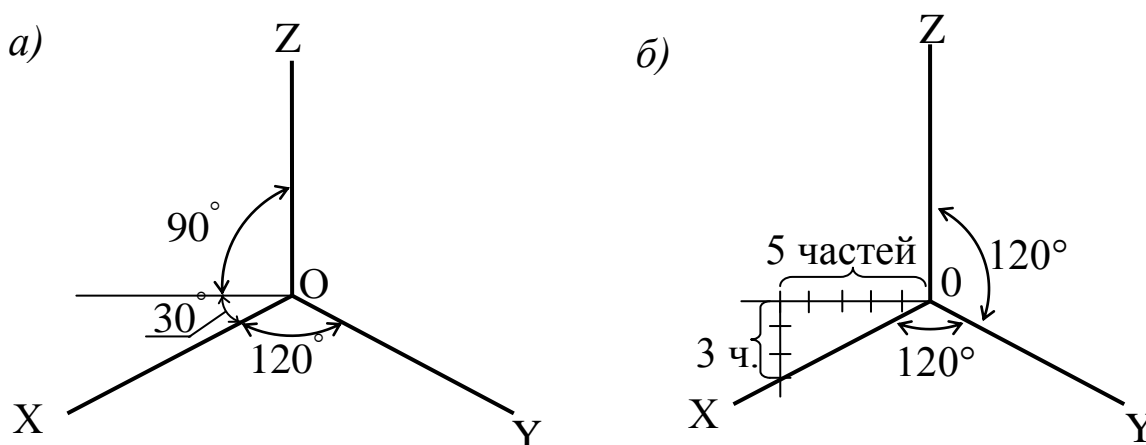


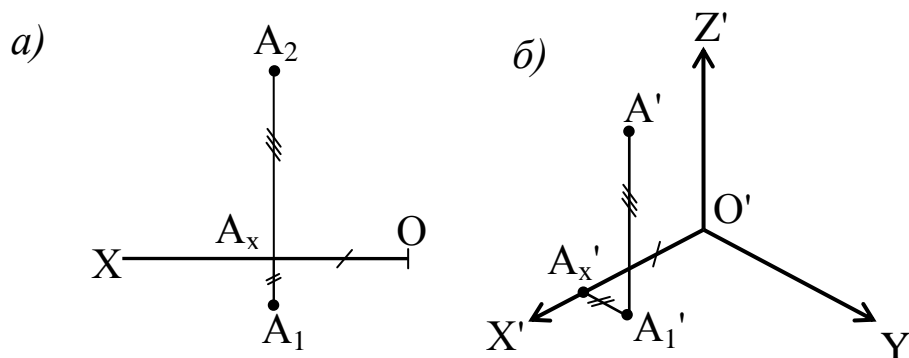
Рис. 52. Расположение осей в прямоугольной изометрии

Коэффициенты искажения в этом виде аксонометрии приняты равными по всем осям и составляют  $0,82$ . Теоретическое обоснование этой цифры дается в курсе начертательной геометрии [12]. Соответственно, размеры предмета по всем осям сокращаются в  $0,82$  раза. Если использовать эти коэффициенты, то аксонометрическое изображение будет называться *нормальным* или *точным*. В учебных целях, в соответствии с рекомендациями ГОСТ, коэффициент искажения принимают равным  $1$  и называют *приведенным*. Аксонометрическое

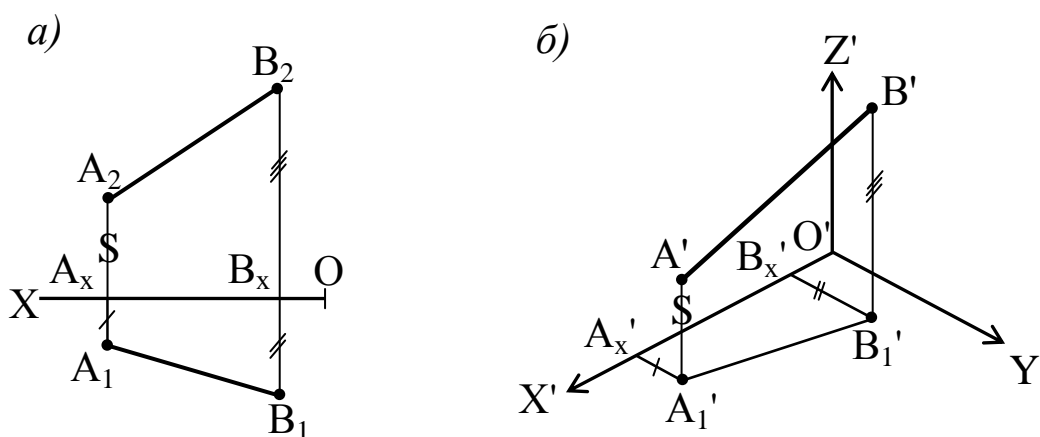


изображение в этом случае получается также увеличенным. При этом оно будет подобно изображаемому предмету и сохранять все его пропорции.

Это иллюстрируется на рис. 53 и рис. 54, где показаны ортогональные (а) и изометрические (б) проекции точки А и отрезка АВ, соответственно, с использованием приведенных коэффициентов.



**Рис. 53.** Построение точки А с использованием приведенных коэффициентов



**Рис. 54.** Построение отрезка АВ с использованием приведенных коэффициентов

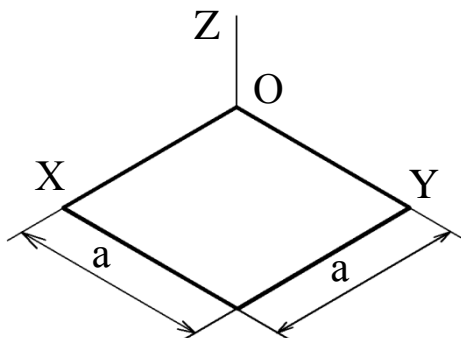
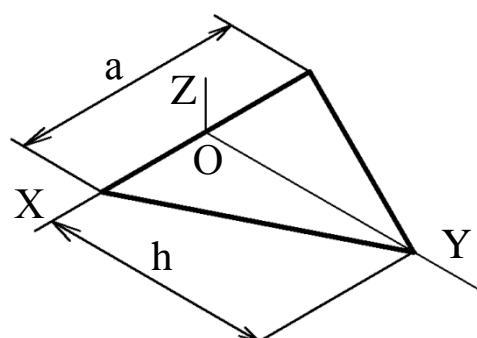
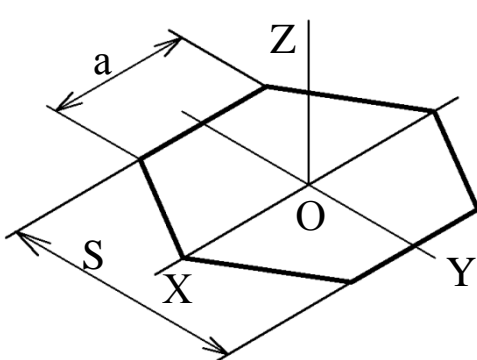
В учебном процессе при построении чертежей в аксонометрических проекциях приняты следующие условности:

- 1) ось Z проводится вертикально;
- 2) используются только приведенные коэффициенты искажения;
- 3) при обозначении аксонометрических осей и аксонометрических проекций точек индексы (штрихи) не проставляются.

### 3.2.2. Способы построения аксонометрических проекций плоских фигур

Существуют различные способы построения аксонометрических изображений. В некоторых случаях построение удобно начинать с построения фигуры основания. Порядок построения аксонометрических проекций плоских геометрических фигур, расположенных горизонтально, иллюстрируется в табл. 5.

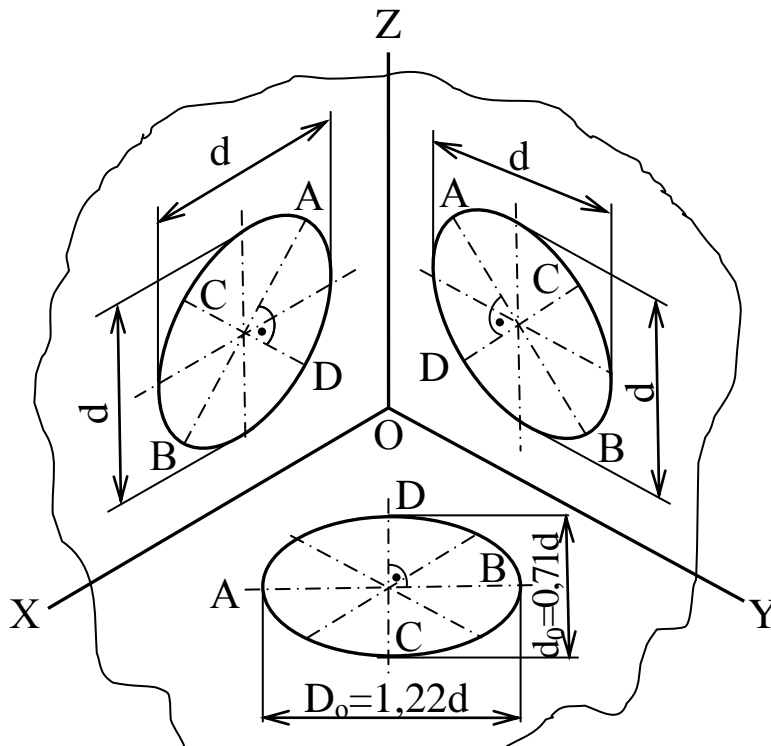
Таблица 5

Порядок построения	Изометрическая проекция
<p style="text-align: center;"><b>Квадрат</b></p> <p>Вдоль осей <math>X</math> и <math>Y</math> откладывают сторону квадрата (<math>a</math>). Полученные точки соединяют отрезками прямых</p>	
<p style="text-align: center;"><b>Треугольник</b></p> <p>Симметрично точке <math>O</math> — начало осей — откладывают по оси <math>X</math> половину стороны треугольника (<math>a</math>), а по оси <math>Y</math> — его высоту (<math>h</math>). Полученные точки соединяют отрезками прямых</p>	
<p style="text-align: center;"><b>Шестиугольник</b></p> <p>По оси <math>X</math> вправо и влево от точки <math>O</math> откладывают отрезки, равные стороне шестиугольника (<math>a</math>). По оси <math>Y</math> симметрично точке <math>O</math> откладывают отрезки, равные половине расстояния между противоположными сторонами (<math>S</math>) шестиугольника. От точек, полученных на оси <math>Y</math>, проводят вправо</p>	

и влево параллельно оси X отрезки, равные половине стороны шестиугольника. Полученные точки соединяют отрезками прямых	
--	--

### 3.2.3. Изображение окружности в аксонометрии. Построение изометрического овала

Изометрическая проекция окружности на одну из аксонометрических плоскостей в общем случае представляет собой эллипс (лекальную кривую). При этом все три эллипса, изображающие изометрические проекции окружности в плоскостях  $XOY$  ( $\pi_1$ ),  $XOZ$  ( $\pi_2$ ) и  $YOZ$  ( $\pi_3$ ), одинаковые (рис. 55).



**Рис. 55.** Изображение окружности в прямоугольной изометрии

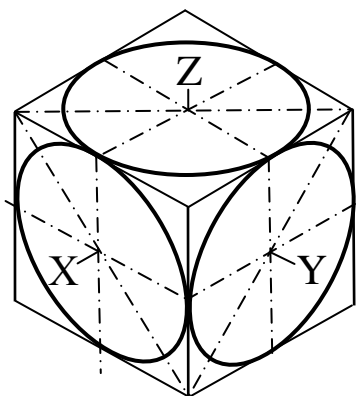
Направление большой оси эллипса  $AB$  в изометрии всегда перпендикулярно той оси, которая отсутствует в плоскости изображаемой окружности. В плоскости  $XOY$   $AB \perp Z$ ; в плоскости  $XOZ$   $AB \perp Y$ ; в плоскости  $YOZ$   $AB \perp X$ .

Размеры осей эллипсов при вычерчивании по приведенным коэффициентам принимаются равными: большая ось  $D_0=AB=1,22d$ ; малая ось  $d_0=CD=0,71d$ , где  $d$  — диаметр изображаемой окружности.

Эллипсы строят по точкам, которые потом соединяют и обводят по лекалу, что в практике черчения неудобно. Поэтому эллипсы заменяют *овалами* (циркульными кривыми).

### 3.2.4. Построение овала, вписанного в ромб

Проекцией квадрата в изометрии является ромб. Окружности, вписанные в квадраты, расположенные на гранях куба (рис. 56), вычерчивают в виде овалов. Построение овалов в плоскостях  $XOY$ ,  $XOZ$ ,  $YOZ$  рекомендуется осуществлять в следующей последовательности.



**Рис. 56.** Изображения в изометрической проекции окружностей, вписанных в грани куба

Построение овала в плоскости  $XOY$  (рис. 57):

1. Строят ромб со стороной, равной диаметру изображаемой окружности (рис. 57, а).

Для этого через точку  $O$  проводят изометрические оси  $X$  и  $Y$ . На них от точки  $O$  откладывают отрезки, равные радиусу изображаемой окружности. Через точки их пересечения ( $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$ ) с окружностью проводят прямые, параллельные осям, и получают ромб.

2. Вписывают в ромб овал (рис. 57, б).

Для этого из вершин тупых углов (точек  $A$  и  $B$ ) описывают дуги. Их радиус  $R$  равен расстоянию от вершины тупого угла (точки  $A$  или  $B$ ) до точек  $a$ ,  $b$  или  $c$ ,  $d$  соответственно.

3. Проводят через точки  $B$  и  $a$ ,  $B$  и  $b$  прямые (рис. 57, в).

В пересечении прямых  $Ba$  и  $Bb$  с большой диагональю ромба находят точки  $C$  и  $D$ . Они будут центрами малых дуг. Их радиус  $R_1$  равен  $Ca$  (или  $Db$ ). Дугами этого радиуса сопрягают (плавно соединяют) большие дуги овала.

Овалы, находящиеся в плоскостях  $XOZ$  и  $YOZ$ , строят в том же порядке. Только для овала, находящегося в плоскости  $XOZ$ , постро-

ние ведут на осях X и Z (рис. 58, а), а для овала, находящегося в плоскости YOZ, — на осях Y и Z (рис. 58, б).

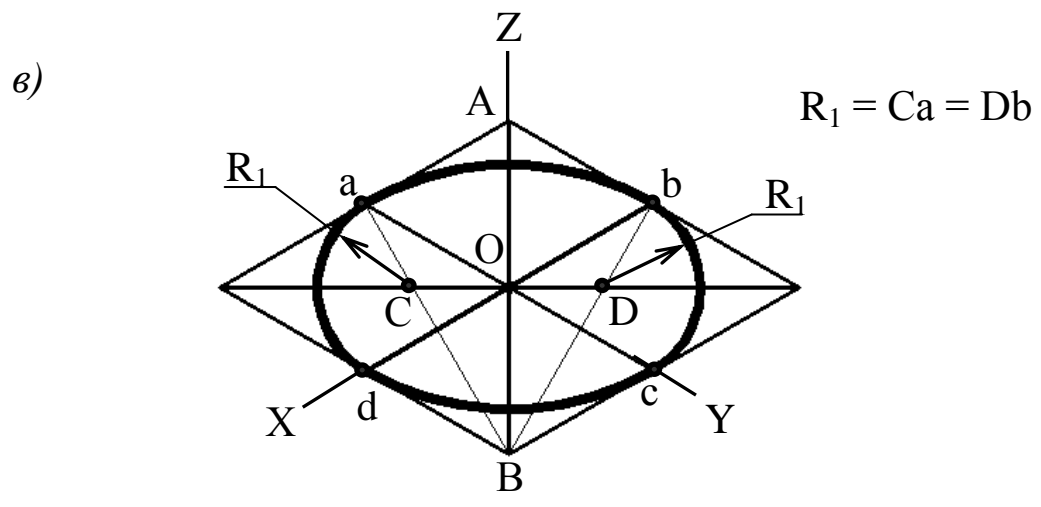
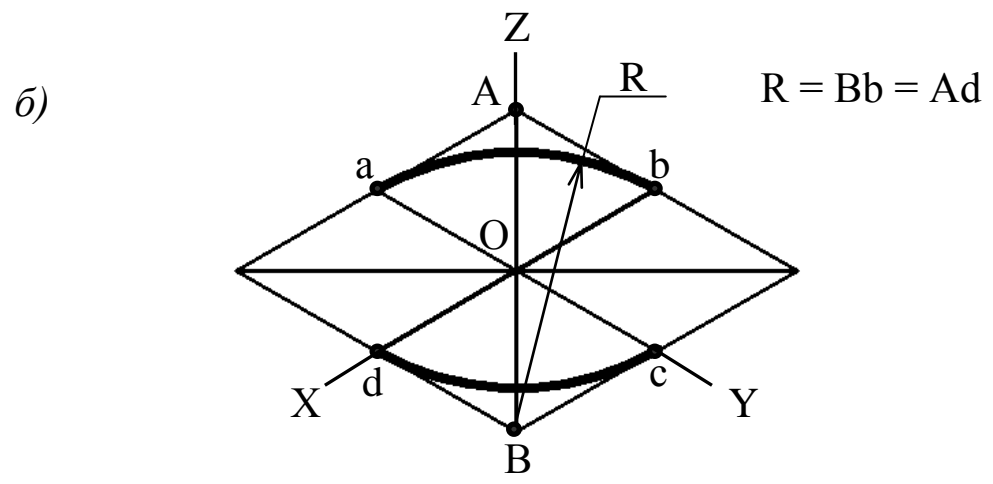
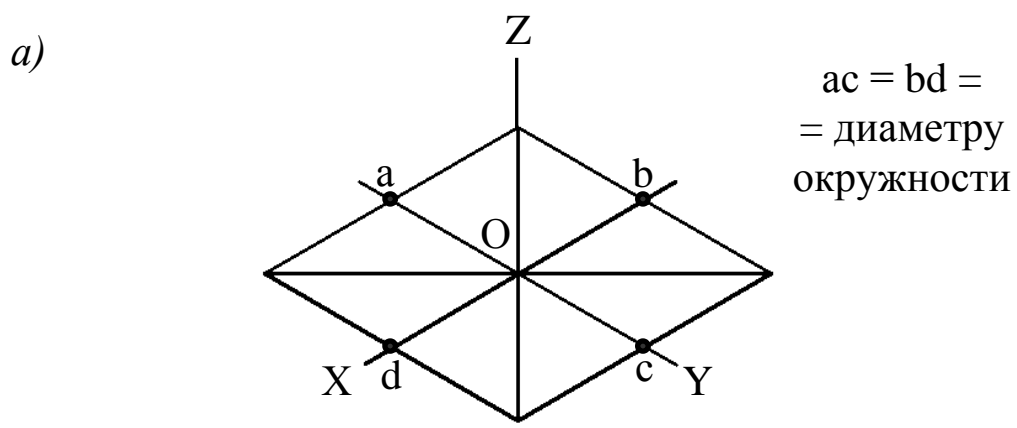
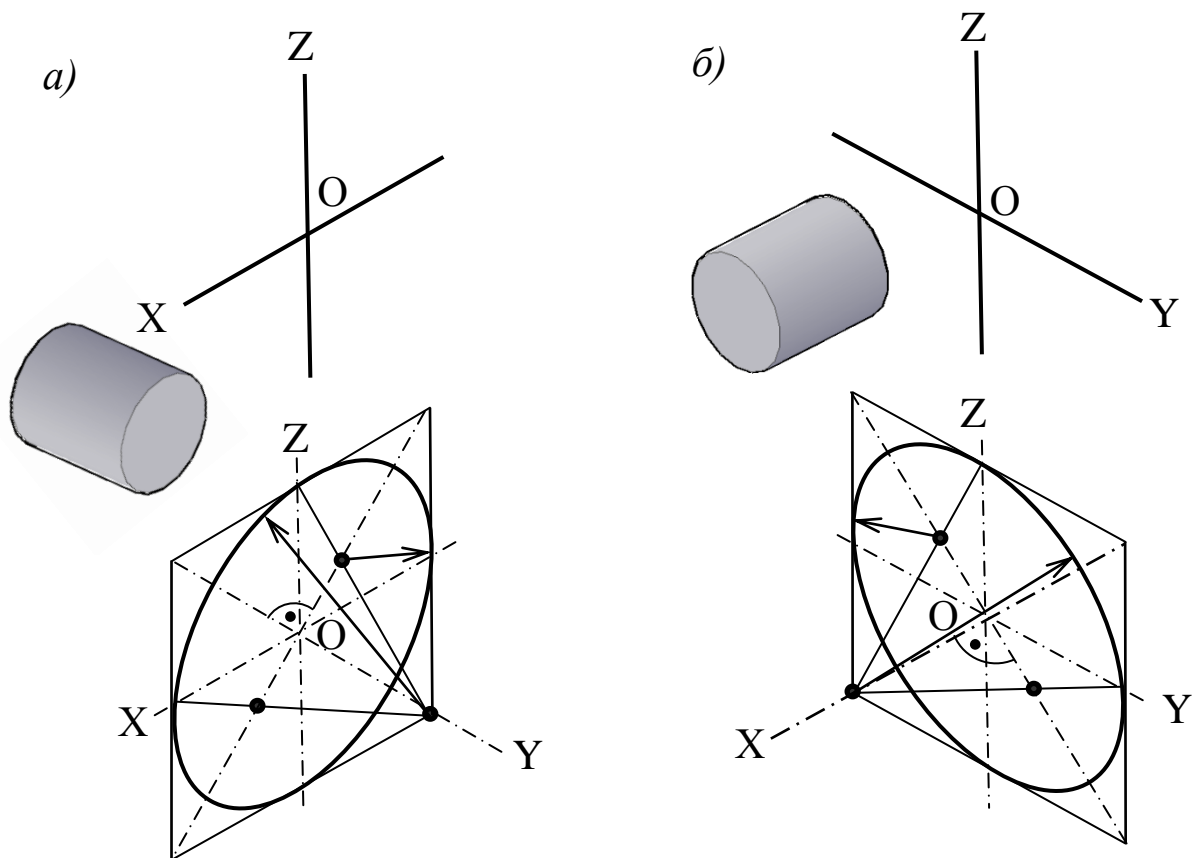


Рис. 57. Построение овала в плоскости XOY



**Рис. 58.** Построение овалов:  
*a* – в плоскости, перпендикулярной оси *Y*;  
*б* – в плоскости, перпендикулярной оси *X*

### 3.2.5. Построение цилиндра и конуса

Для изображения изометрии цилиндра и конуса необходимо построить изометрию окружностей его оснований (рис. 59, *a*). Высота цилиндра, проведенная из точки *O*, откладывается на линии параллельно оси *OZ*. Верхняя окружность цилиндра (эллипс) вычерчивается по аналогии с нижней окружностью основания, а затем они соединяются при помощи касательных к выпуклым частям эллипсов.

Изображение изометрии конуса вычерчивается по аналогии с цилиндром: сначала строится основание (эллипс), затем откладывается высота и проводятся касательные (образующие) к основанию конуса (рис. 59, *б*).

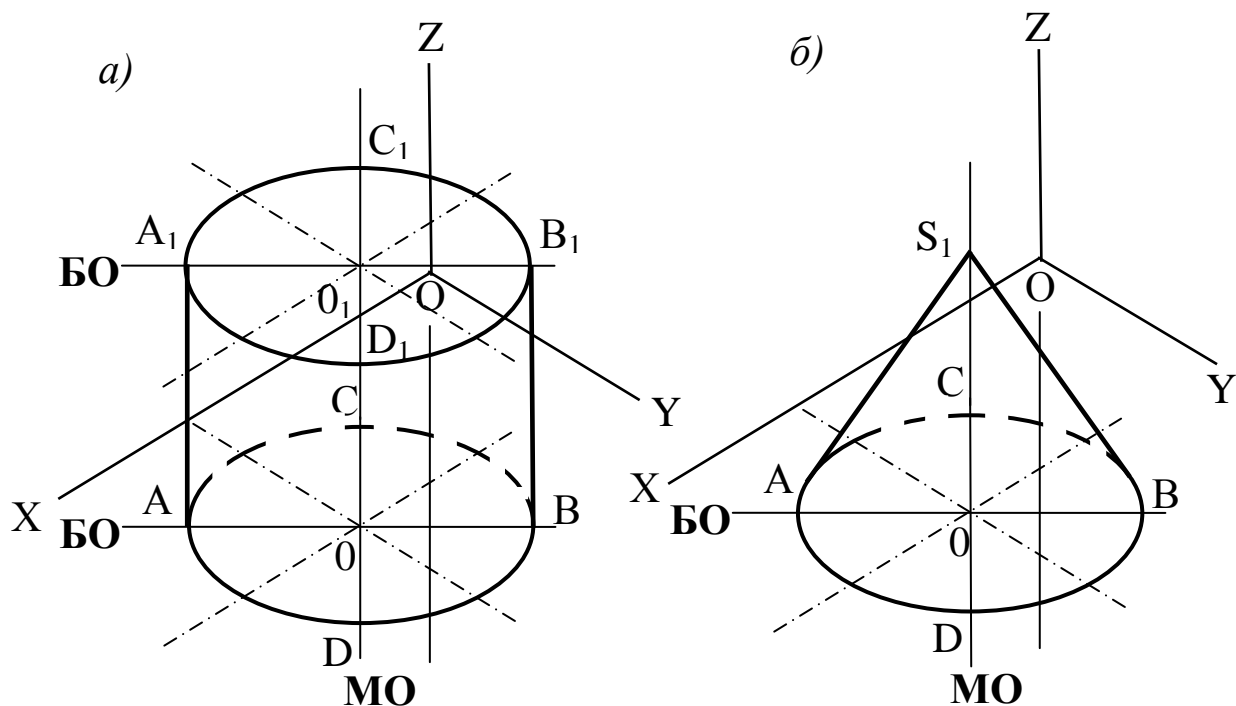


Рис. 59. Построение изометрии цилиндра (а) и конуса (б)

### 3.2.6. Изображение аксонометрических проекций деталей, имеющих поверхности круглого очертания

На рис. 60 представлена изометрическая проекция бруска. Изображение в нем отверстия цилиндрической формы, просверленного под углом  $90^\circ$  к передней грани в ее центре, осуществляется в следующем порядке.

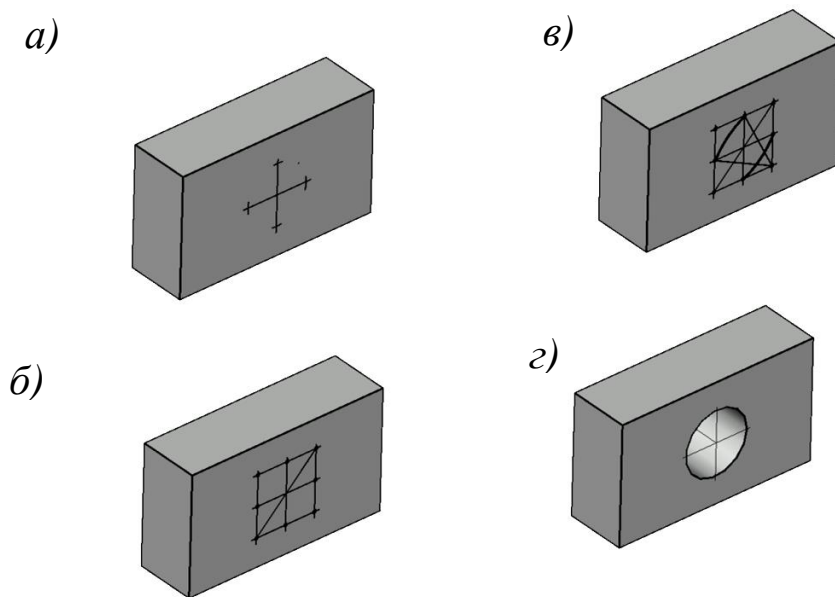


Рис. 60. Построение изометрической проекции детали с цилиндрическим отверстием

1. Находят центр отверстия для вычерчивания ромба (см. рис. 56). В центре отверстия изображают изометрические оси (рис. 60, *а*), на которых отмечают отрезки, равные радиусу окружности.

2. Изображают ромб и вычерчивают в нем большую диагональ (рис. 60, *б*).

3. Для нахождения центров малых дуг (рис. 60, *в*) сначала вычерчивают большие дуги.

4. Малые дуги (рис. 60, *г*) вычерчивают из полученных центров.

### 3.3. Аксонометрия детали с вырезом одной четверти

Рассмотрим деталь, представляющую собой призму, в основании которой находится четырехугольник с расположенным на нем цилиндром (рис. 61). Через поверхности призмы и цилиндра перпендикулярно к ним проходит внутреннее цилиндрическое отверстие. На верхней плоскости основания расположены два ребра жесткости (тонкие стенки), имеющие форму трехгранной призмы. Треугольники основания этих призм расположены параллельно плоскости  $\pi_2$ . Аксонометрия детали строится по ее ортогональным проекциям.

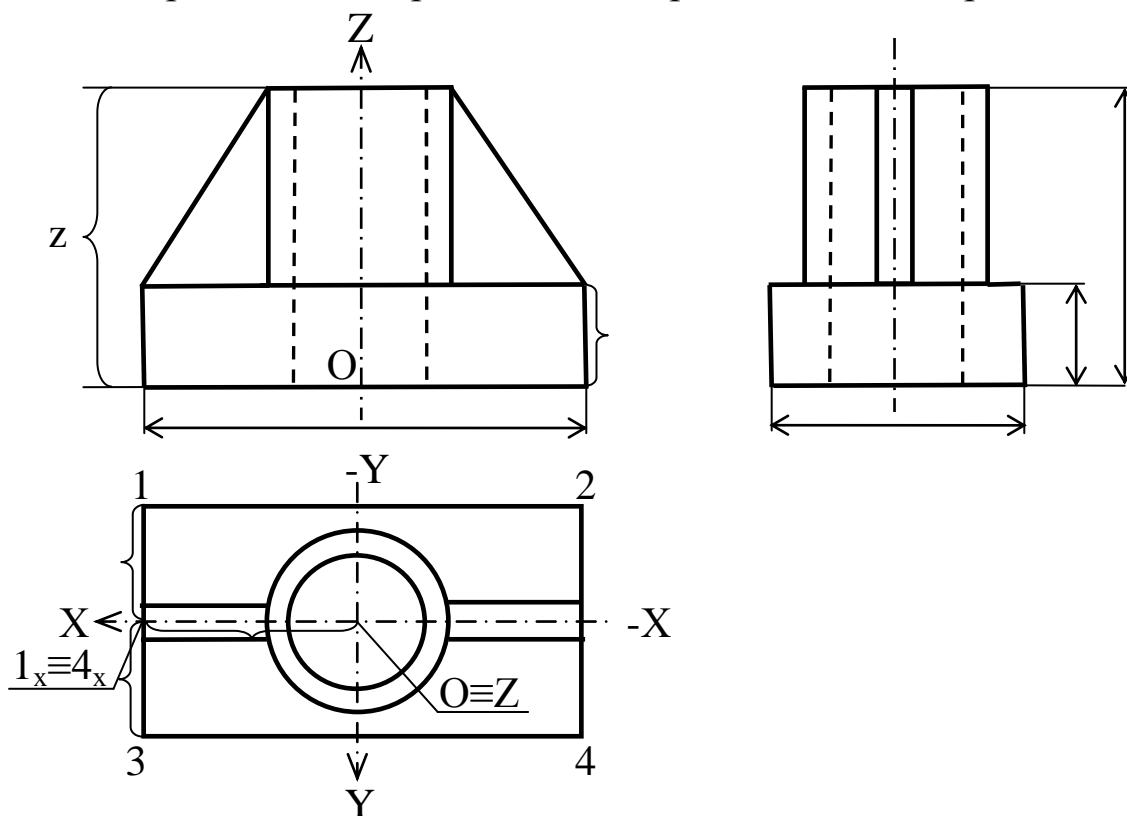
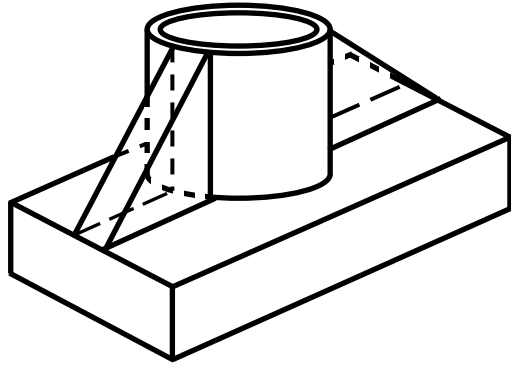


Рис. 61. Изображение детали в ортогональных проекциях





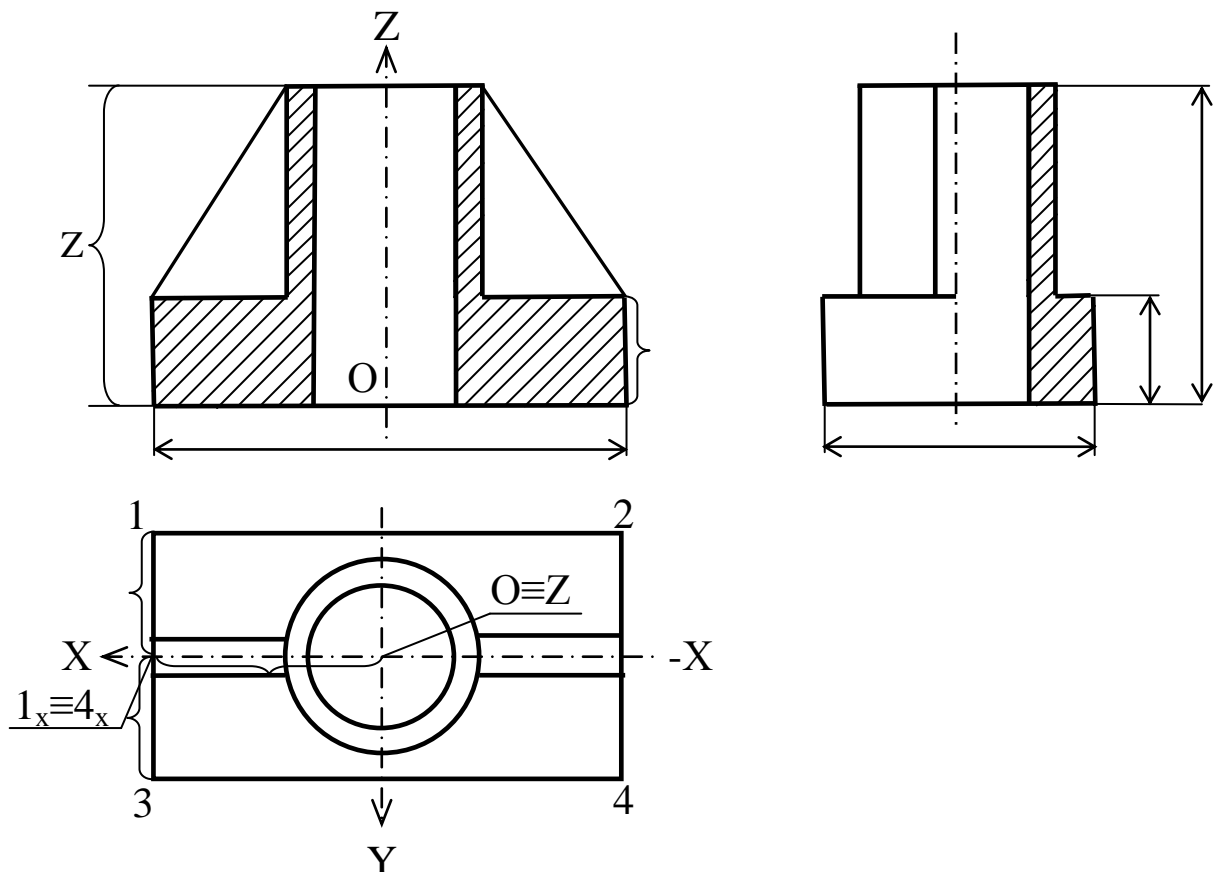
**Рис. 62.** Технический рисунок детали

Для облегчения вычерчивания аксонометрии детали рекомендуется предварительно выполнять ее технический рисунок.

Для наглядности на рис. 62 представлен технический рисунок детали, ортогональные проекции которой изображены на рис. 61.

Построение лучше начинать с основания детали и последовательно наращивать отдельные элементы.

Последовательность построения аксонометрии детали, изображенной на рис. 61–63, представлена на рис. 64. Аксонометрия детали сначала вычерчивается без выреза четверти.



**Рис. 63.** Ортогональные проекции детали с простыми разрезами

Построение изображения осуществляется в следующей последовательности.

1. Чертеж детали ориентируют по осям координат, начало которых берут в центре цилиндрического отверстия (см. рис. 61). На аксонометрии отмечают начало координат — точку  $O$ .

2. Из начала координат под установленными углами проводят аксонометрические оси.

3. Построение начинают с изображения *нижней* части призматического основания детали (рис. 64, *а*).

4. Изображают *верхнюю* часть призматического основания детали (рис. 64, *б*).

5. Наносят аксонометрическое изображение внутреннего цилиндрического сквозного отверстия (рис. 64, *в*). При этом используют правила построения эллипса и цилиндра, представленные на рис. 57, рис. 59.

6. Вычерчивают аксонометрическое изображение цилиндра, расположенного на призме (рис. 64, *г*).

7. Достраивают ребра жесткости (рис. 64, *д*).

Внутреннее устройство детали в аксонометрических проекциях показывают с помощью выреза ее передней части. Для изображения выреза какой-либо части детали нужны чертежи ортогональных проекций детали с простыми разрезами (см. рис. 63).

Построение аксонометрии детали с вырезом одной четверти осуществляется в следующей последовательности.

1. Построить полное изображение детали (ранее построено на рис. 64, *д*).

2. Наметить контуры, образуемые каждой секущей плоскостью. Для этого строятся сечения детали в плоскостях  $XOZ$  и  $YOZ$  (рис. 64, *е*). Координаты точек сечений, выполняемых в плоскостях  $XOZ$  и  $YOZ$ , выбирают, соответственно, на фронтальном и профильном разрезах чертежа (см. рис. 63).

3. Удалить изображение вырезанного элемента передней части детали, а остальные ее части обвести линиями требуемой толщины (рис. 64, *ж*).

4. Выполнить штриховку (рис. 64, *з*). Для этого части предметов, которые попадают в секущую плоскость, штрихуют. *Штриховку* для различных плоскостей наносят в разные стороны. При этом она

выполняется параллельно одной из диагоналей проекции квадратов, лежащих в соответствующих координатных плоскостях, стороны которых параллельны аксонометрическим осям. Все построения геометрических элементов должны быть сделаны тонкими линиями.

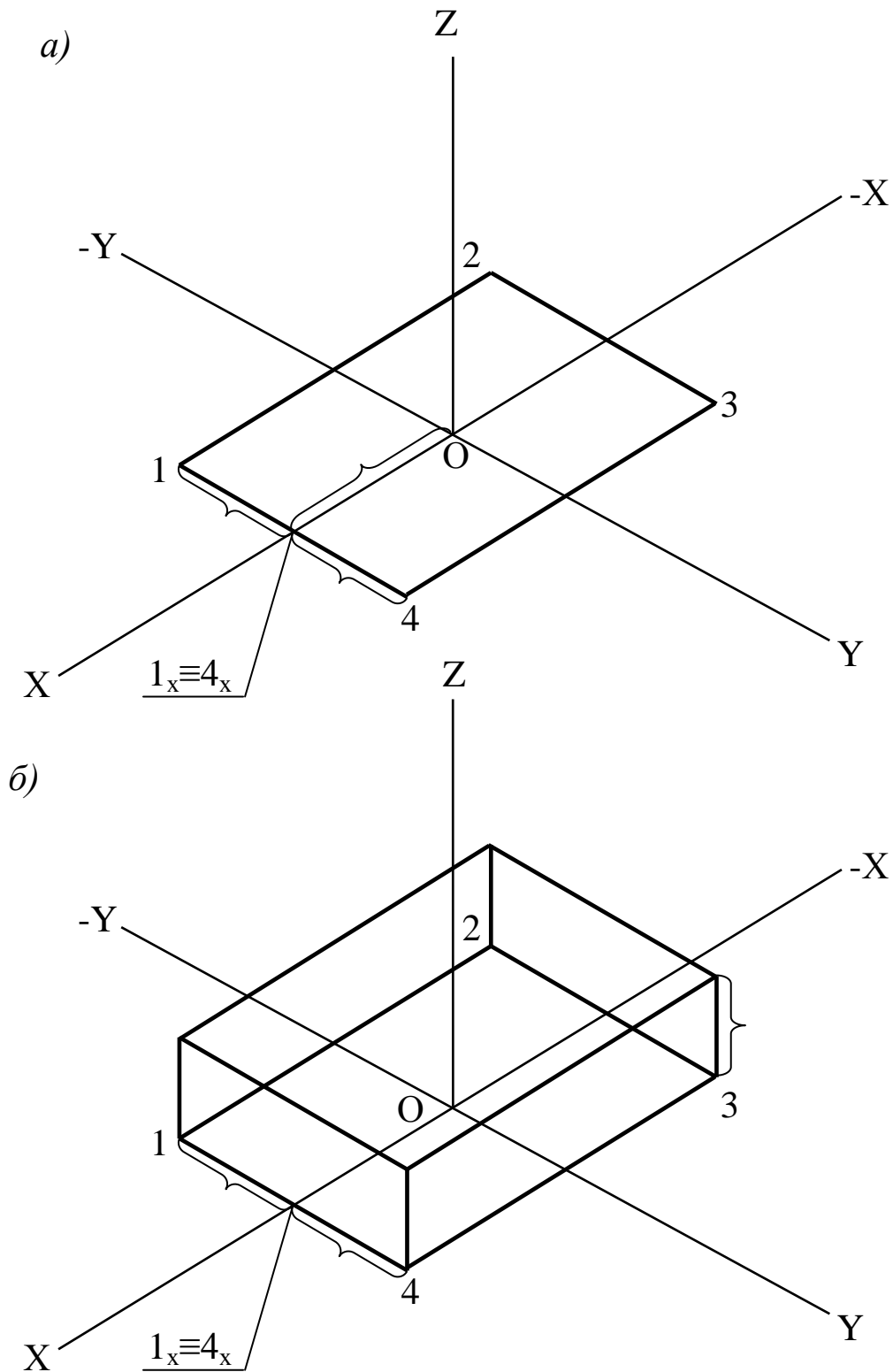


Рис. 64 (а, б). Пример построения аксонометрии детали

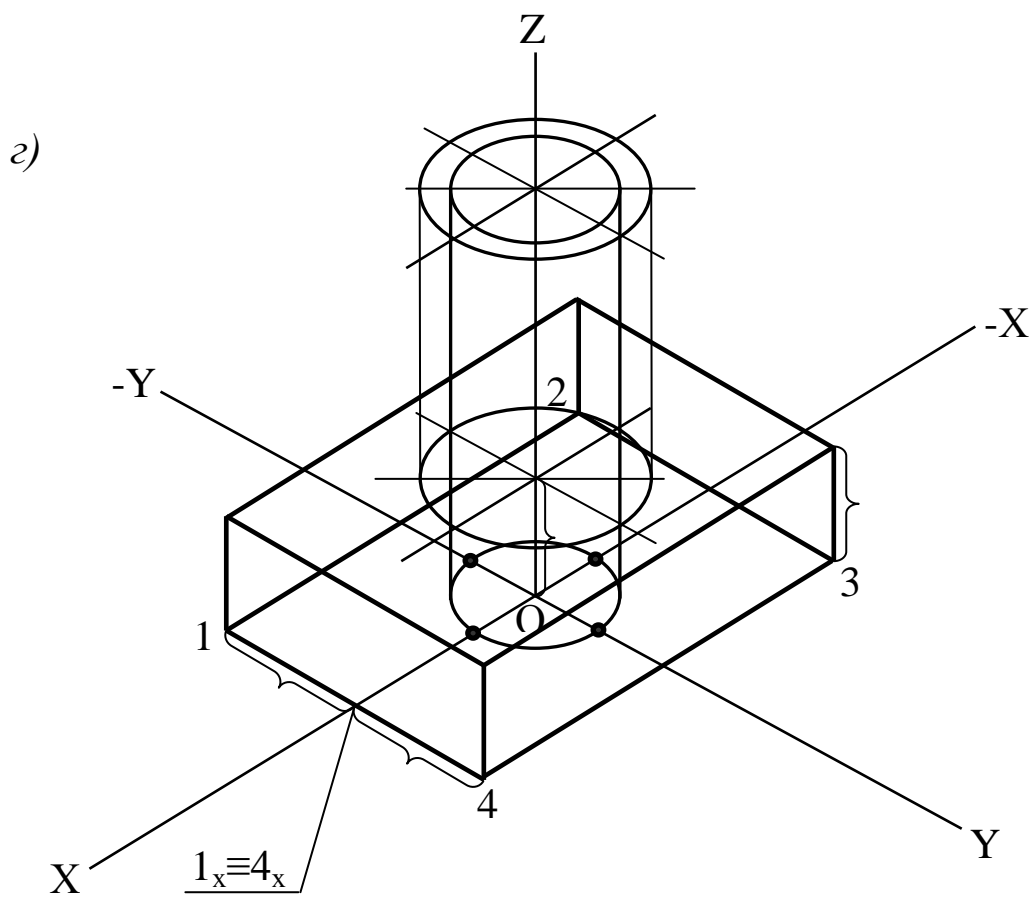
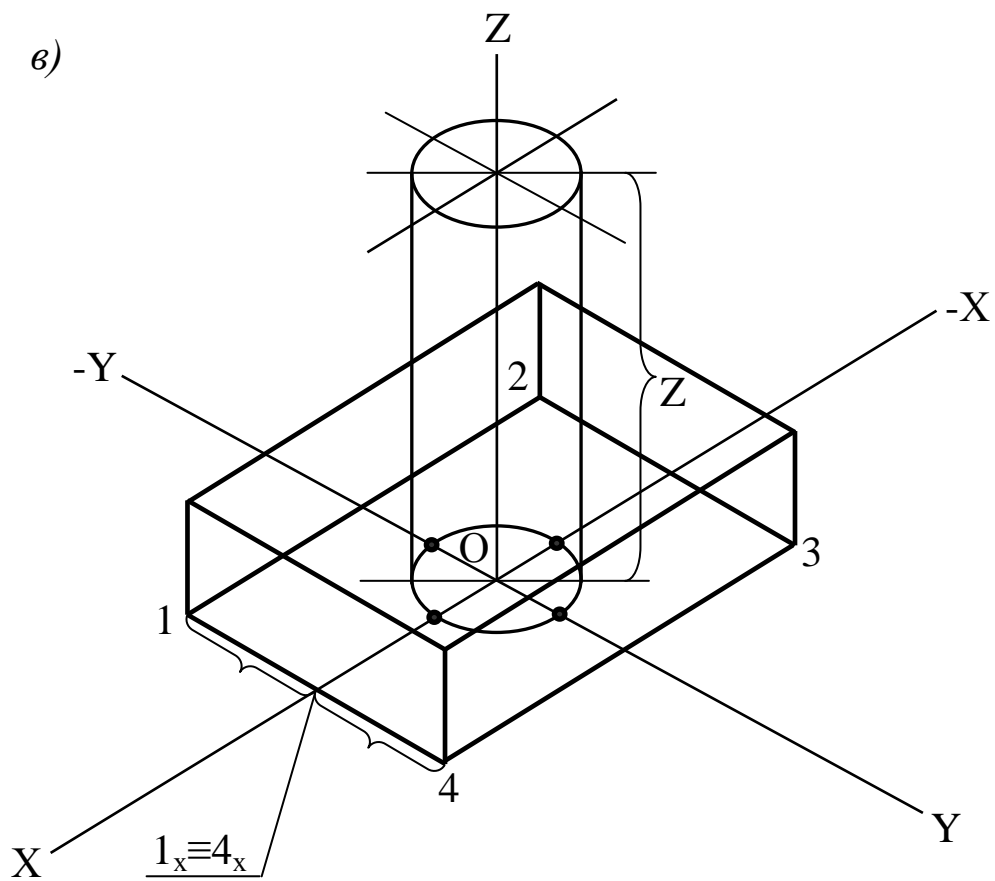


Рис. 64 (в, г). Пример построения аксонометрии детали

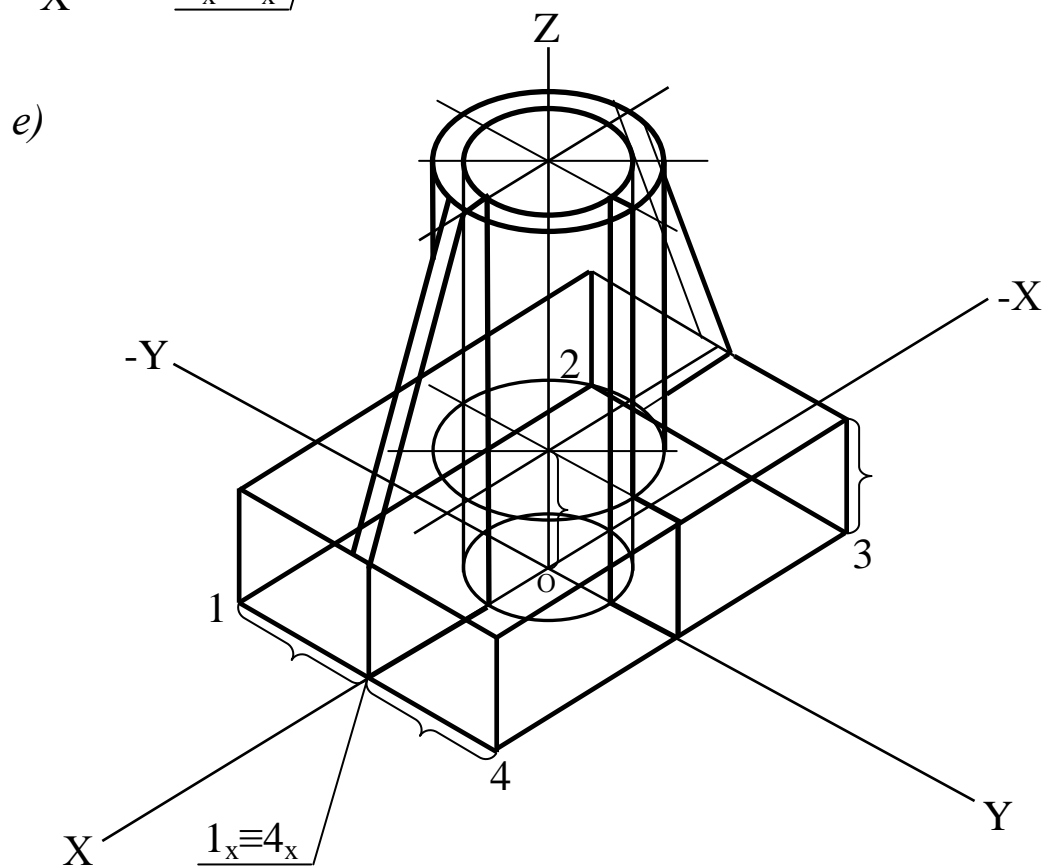
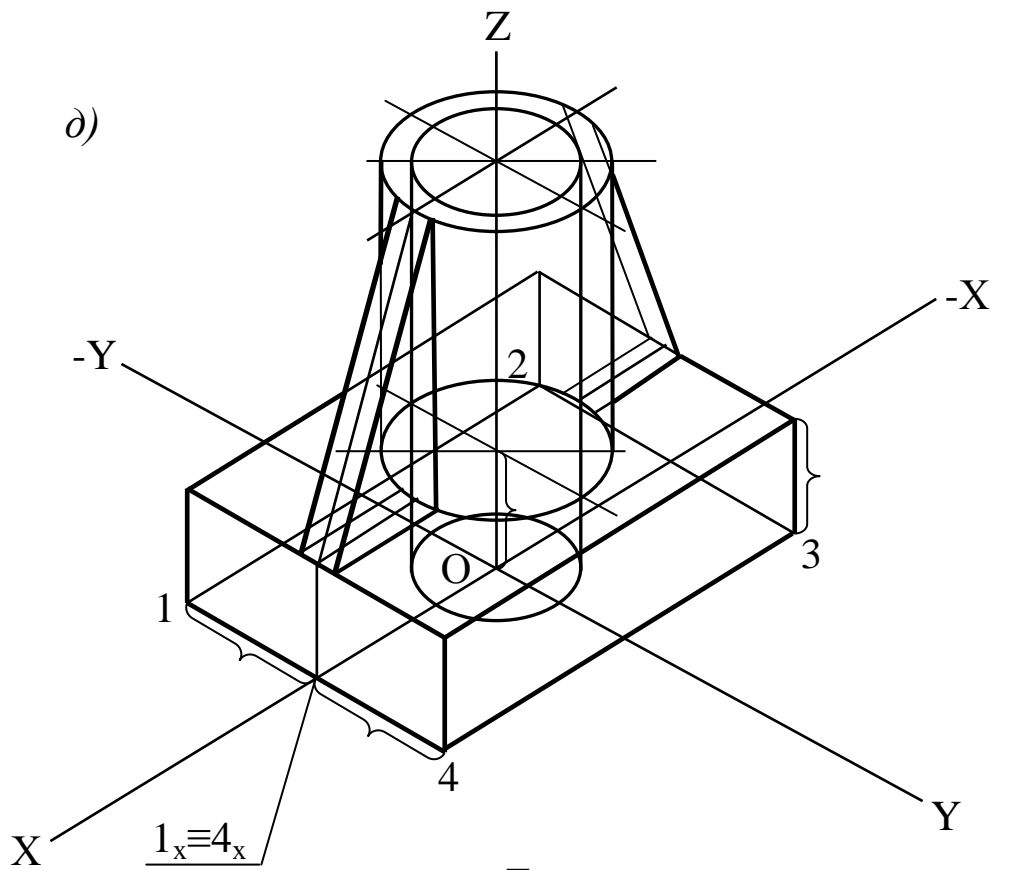


Рис. 64 (д, е). Пример построения аксонометрии детали

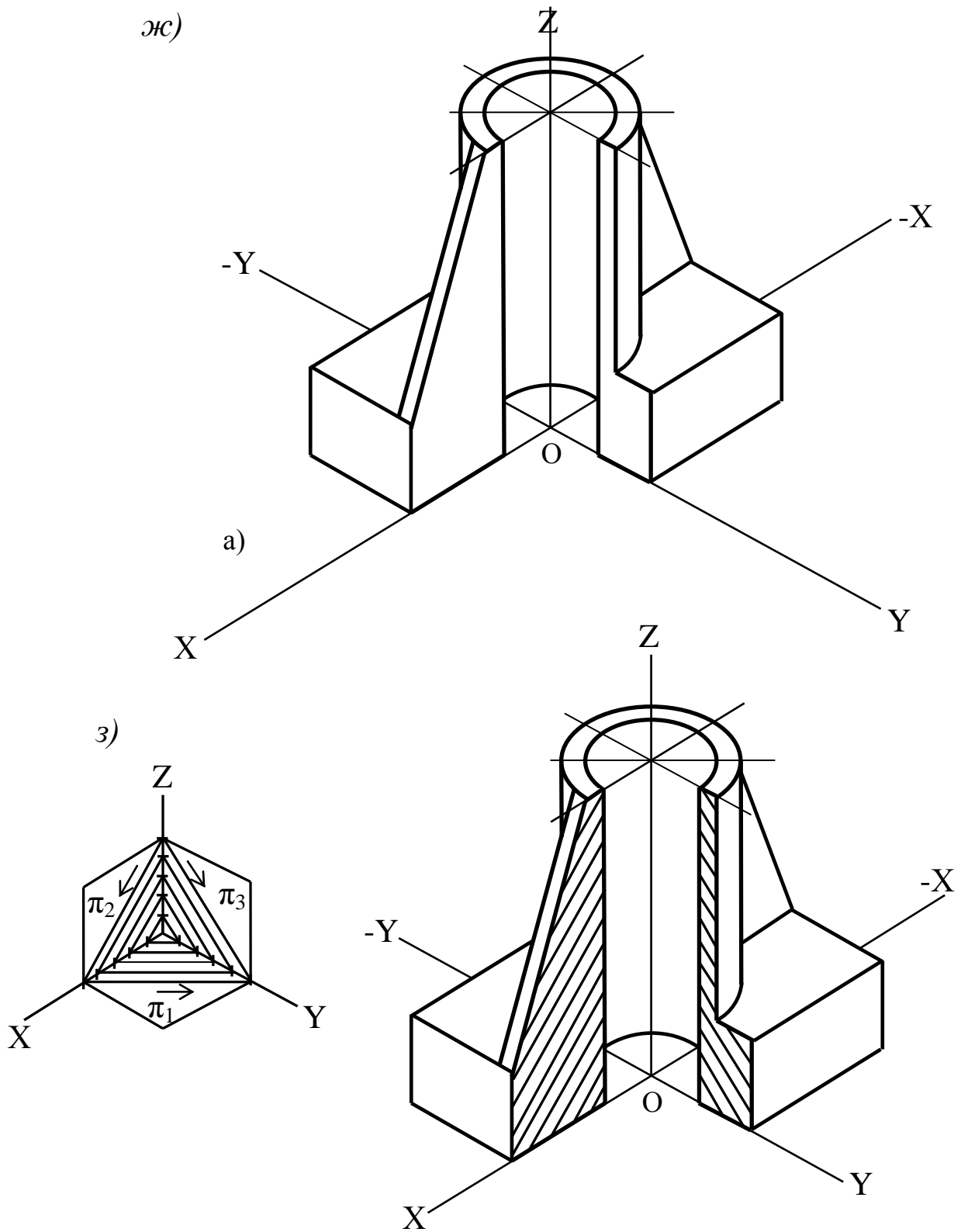


Рис. 64 (ж, з). Пример построения аксонометрии детали

## ЗАДАНИЕ 2 (лист 2).

На листе формата А4 построить в масштабе 1:1 аксонометрическое изображение детали с вырезом четверти.

Варианты видов деталей представлены на рис. 49 (варианты 1–18). На листах должны быть рамка, основная надпись и сохранены необходимые линии построения. Номер варианта каждому слушателю выдается преподавателем индивидуально.

Образец выполнения задания 2 (лист 2) представлен на рис. 65.

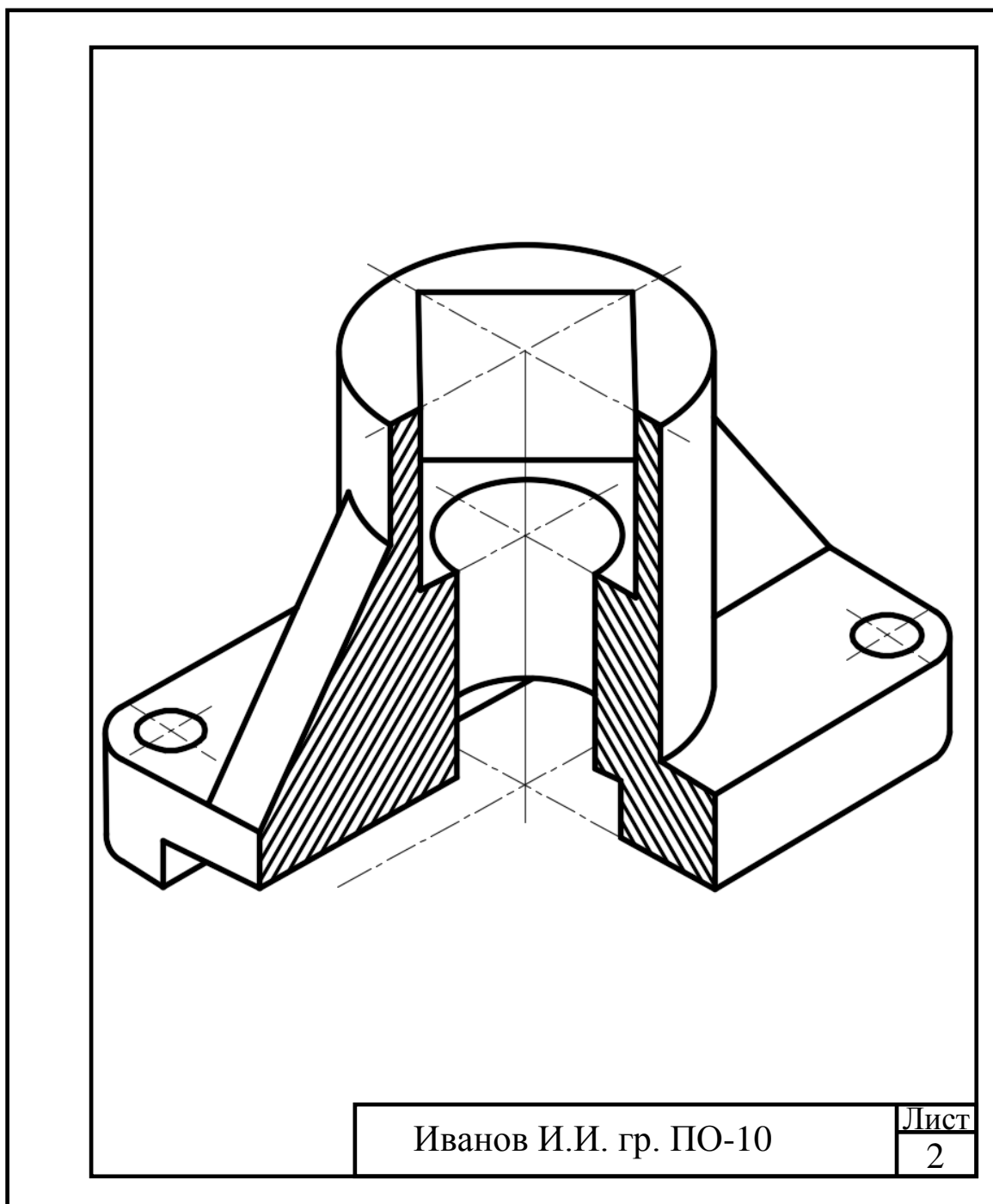


Рис. 65. Образец выполнения задания 2 лист 2

## РАЗДЕЛ 4. СЛОЖНЫЕ РАЗРЕЗЫ

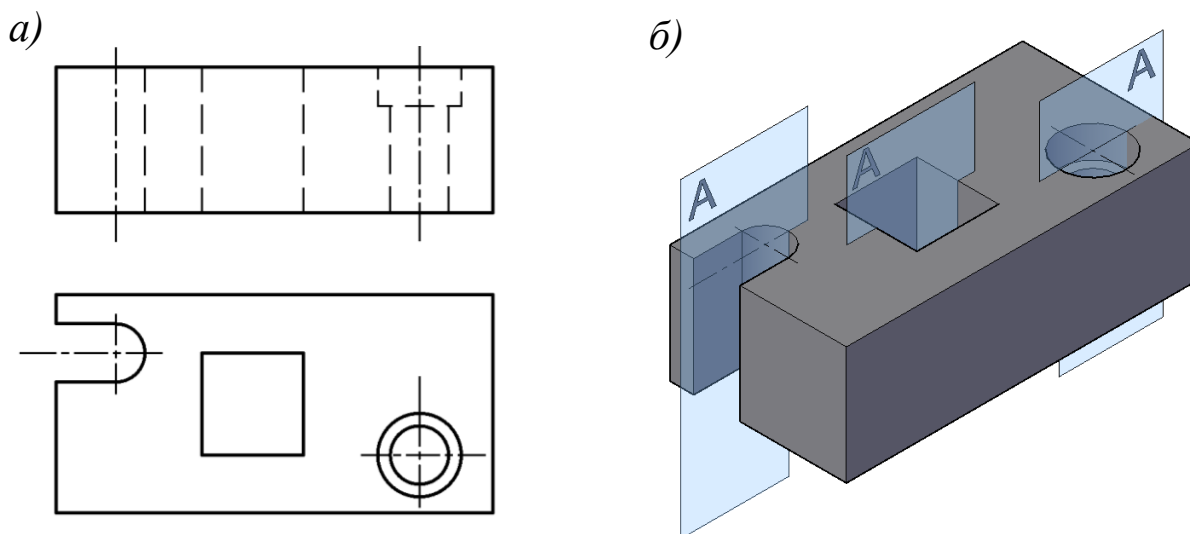
При разрезе деталей, имеющих сложную внутреннюю конфигурацию, бывает сложно понять их внутреннее строение, разрезая их с помощью только одной секущей плоскости. Поэтому разрезы этих деталей выполняют несколькими секущими плоскостями. Такие разрезы называют *сложными*.

При этом применяют секущие плоскости разного положения и, исходя из этого, разрезы подразделяют на *ступенчатые* и *ломаные*. Такие разрезы на чертежах всегда обозначают.

### 4.1. Ступенчатые разрезы

Разрез называется *ступенчатым*, когда секущие плоскости, разрезающие деталь, расположены параллельно друг другу.

Для определения конфигурации отверстий в детали (рис. 66, *а*) использованы три секущие плоскости, расположенные вдоль детали, и параллельно между собой (рис. 66, *б*).



**Рис. 66.** Положение секущих плоскостей при выполнении ступенчатого разреза

Первая секущая плоскость (левая) выявляет форму прорези, вторая (средняя) — призматического отверстия, третья (правая) — цилиндрического отверстия. Место, где расположены на чертеже секущие плоскости, показывают линией сечения (см. рис. 35). Секущие плоскости на чертеже вычерчивают разомкнутыми штрихами со стрелками, которые указывают направление взгляда, и прописными



буквами русского алфавита. При переходе одной плоскости разреза в другую линию сечения вычерчивают с перегибом в виде небольшого прямого угла. Они не должны пересекаться с контуром детали, размерными и выносными линиями. Перегибы линии сечения выполняют линиями той же толщины, что и штрихи линии сечения.

На разрезе перегибы линии сечения не отражаются, поскольку параллельные секущие плоскости, образующие разрез, мысленно соединяются друг с другом в одну плоскость.

Тип ступенчатого разреза (горизонтальный, фронтальный или профильный) определяется положением секущих плоскостей относительно горизонтальной плоскости проекций.

Например, на рис. 67 представлен фронтальный ступенчатый разрез, выполненный при помощи плоскости параллельной фронтальной плоскости проекций, расположенный на месте вида спереди. Разрез обозначают надписью по типу А–А, так же как и над простым разрезом. Ступенчатые разрезы допускается располагать на любом месте чертежа.

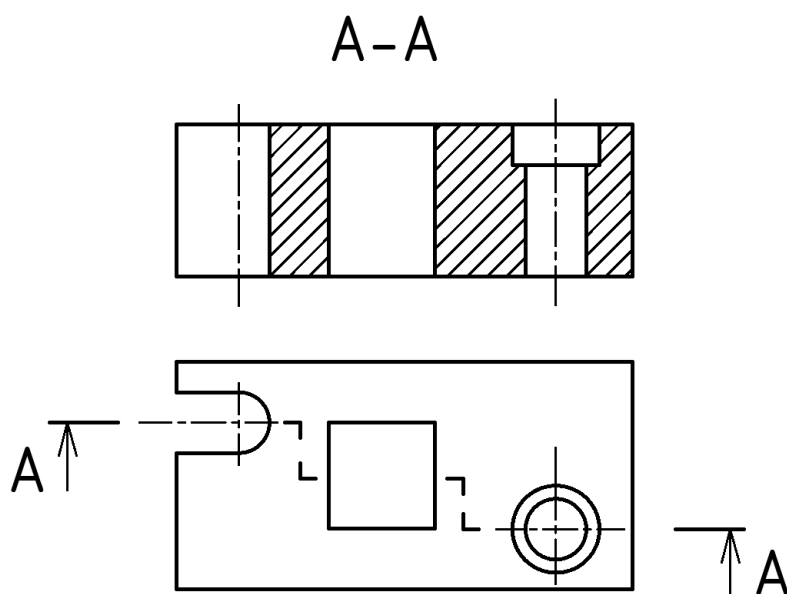


Рис. 67. Сложный ступенчатый разрез

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Отличие сложного разреза от простого.
2. Разновидности сложных разрезов.
3. Особенности ступенчатого разреза.

### ЗАДАНИЕ 3 (лист 1).

В соответствии с индивидуальным вариантом (рис. 69; варианты 1–18) выполнить на листе формата А4 в масштабе 1:1 ступенчатый разрез детали. На чертеже должны быть рамка, основная надпись и проставлены необходимые размеры.

Образец выполнения задания 3 (лист 1) представлен на рис. 68.

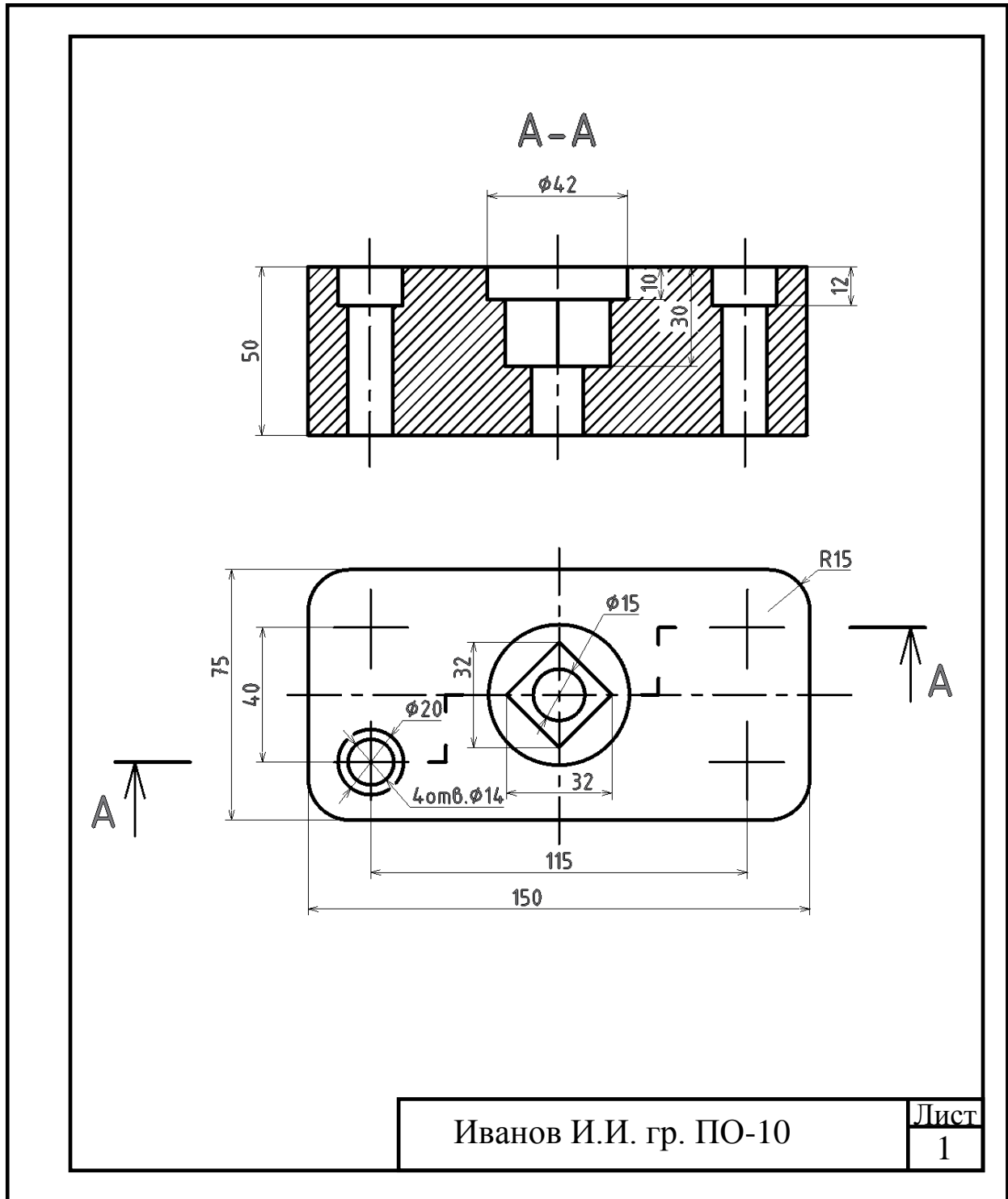


Рис. 68. Образец выполнения задания 3, лист 1

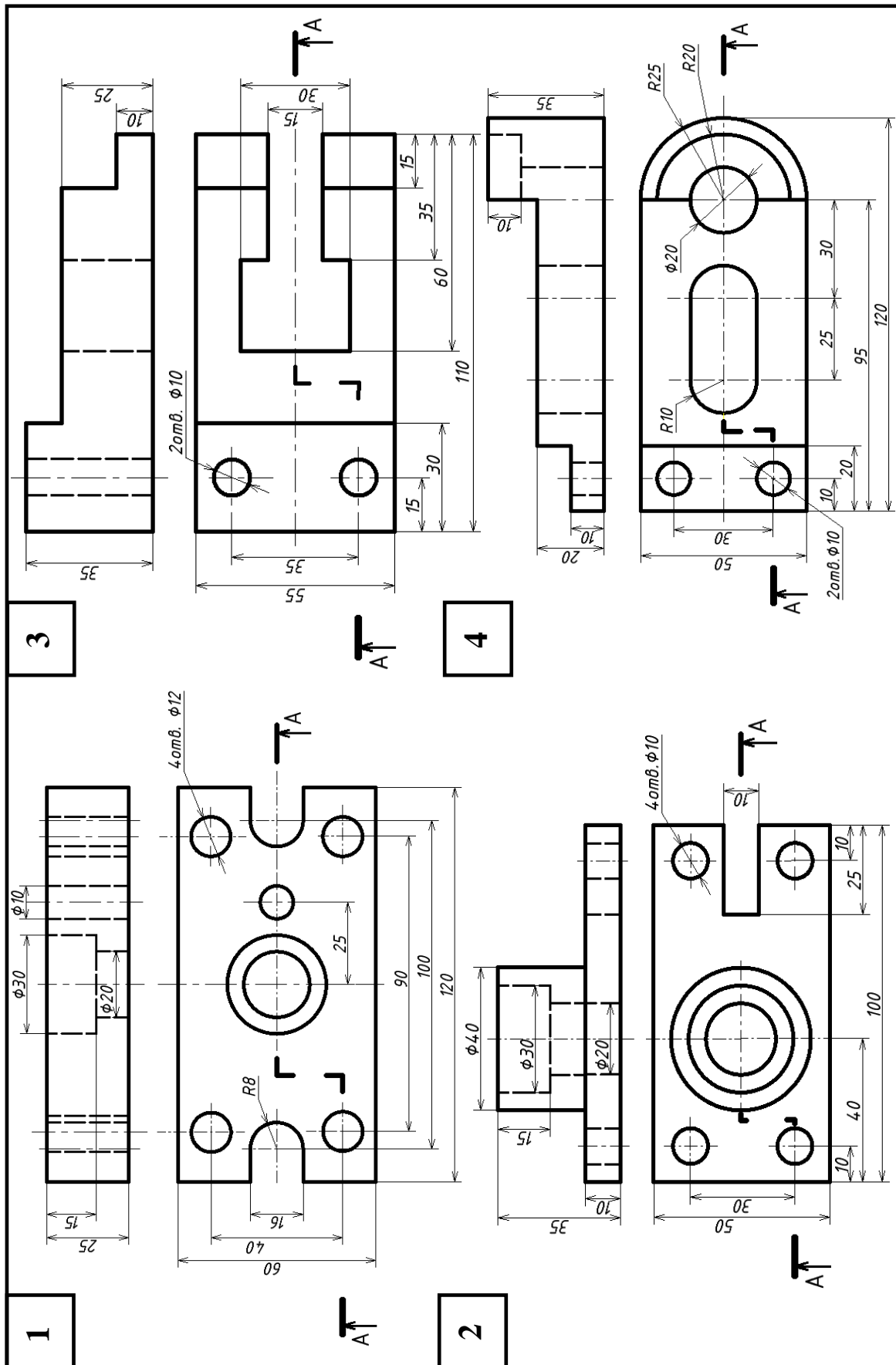


Рис. 69 (а). Варианты 1–4 задания 3, лист 1

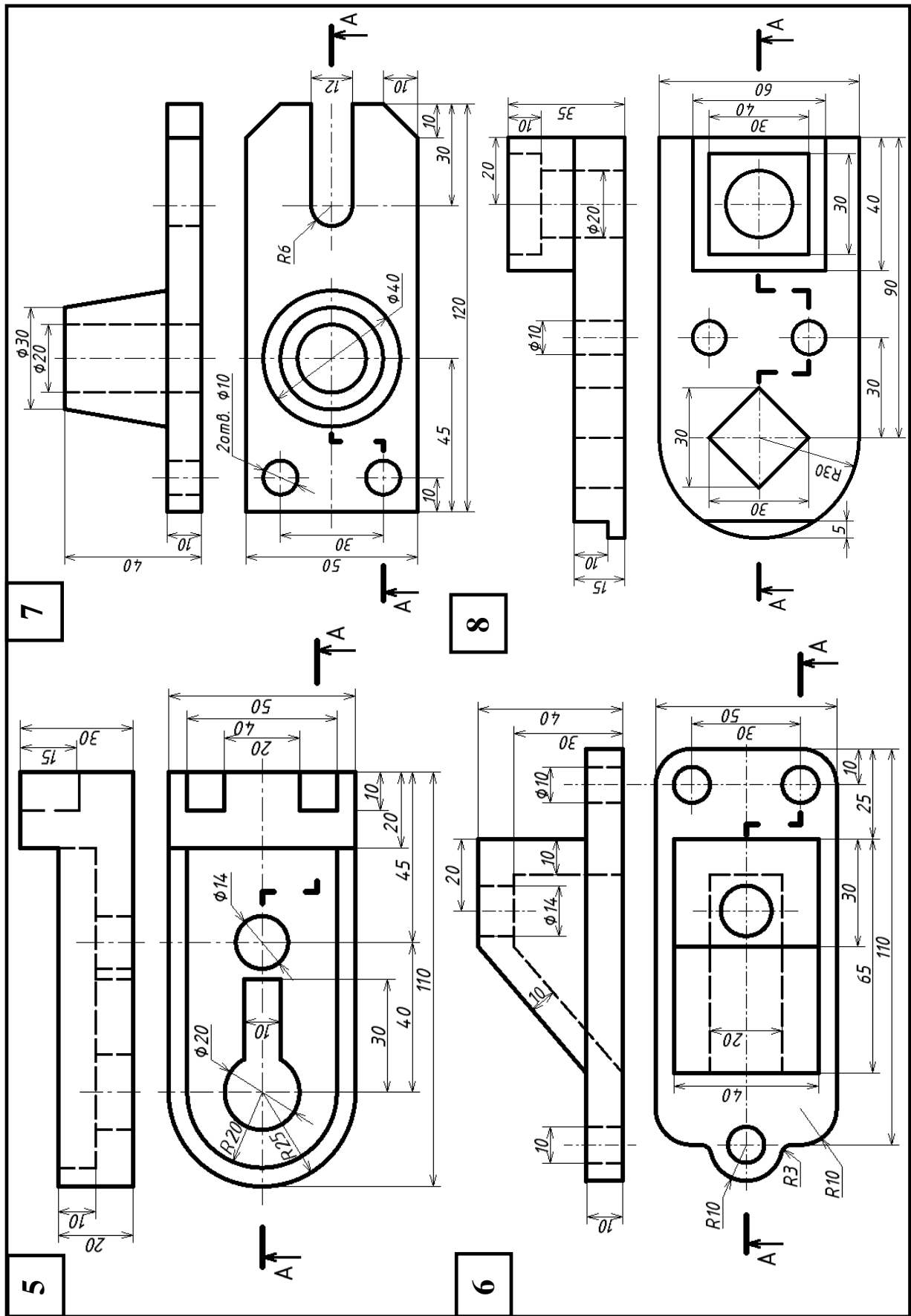


Рис. 69 (б). Варианты 5–8 задания 3, лист 1

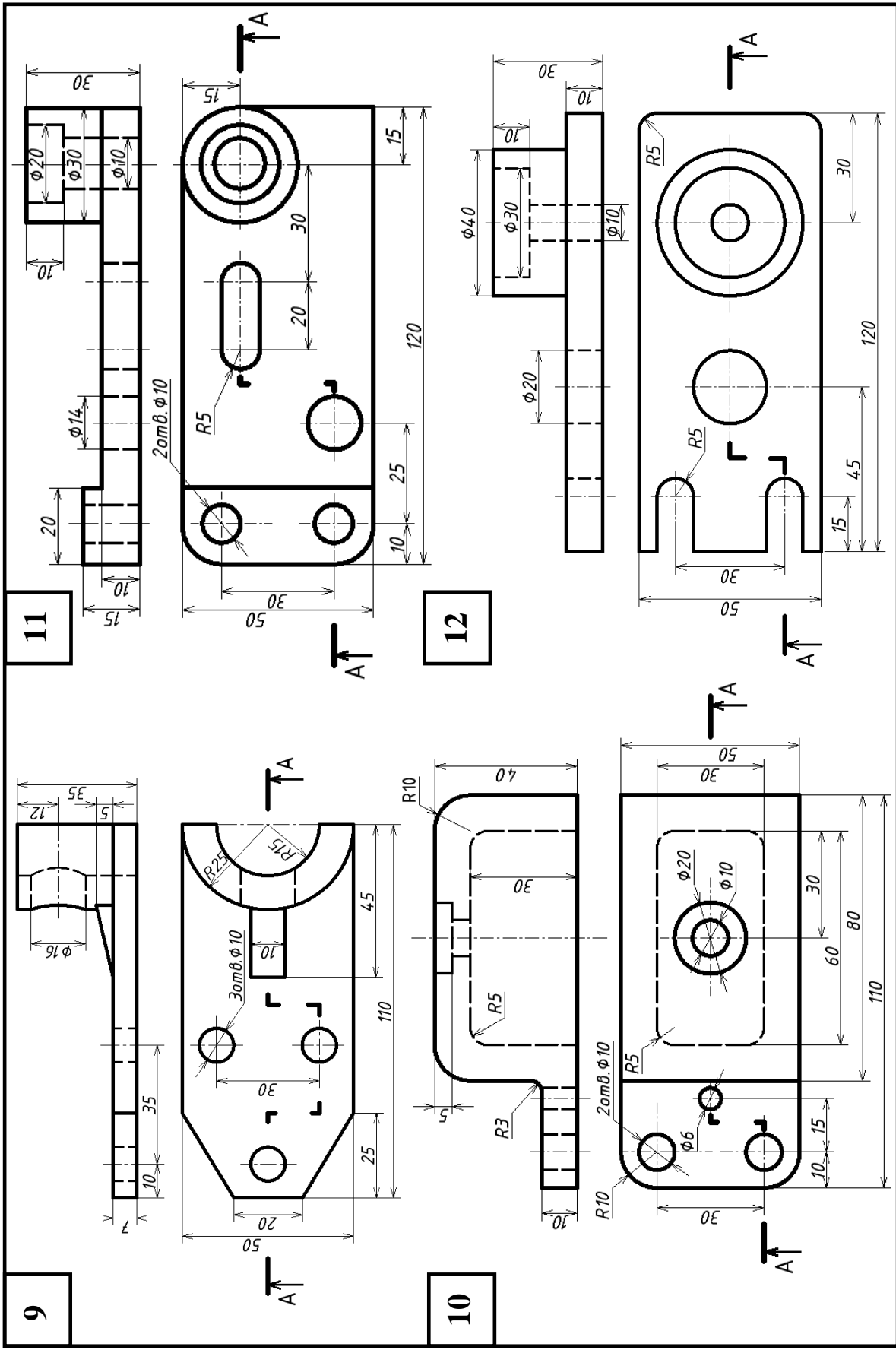


Рис. 69 (в). Варианты 9–12 задания 3, лист 1

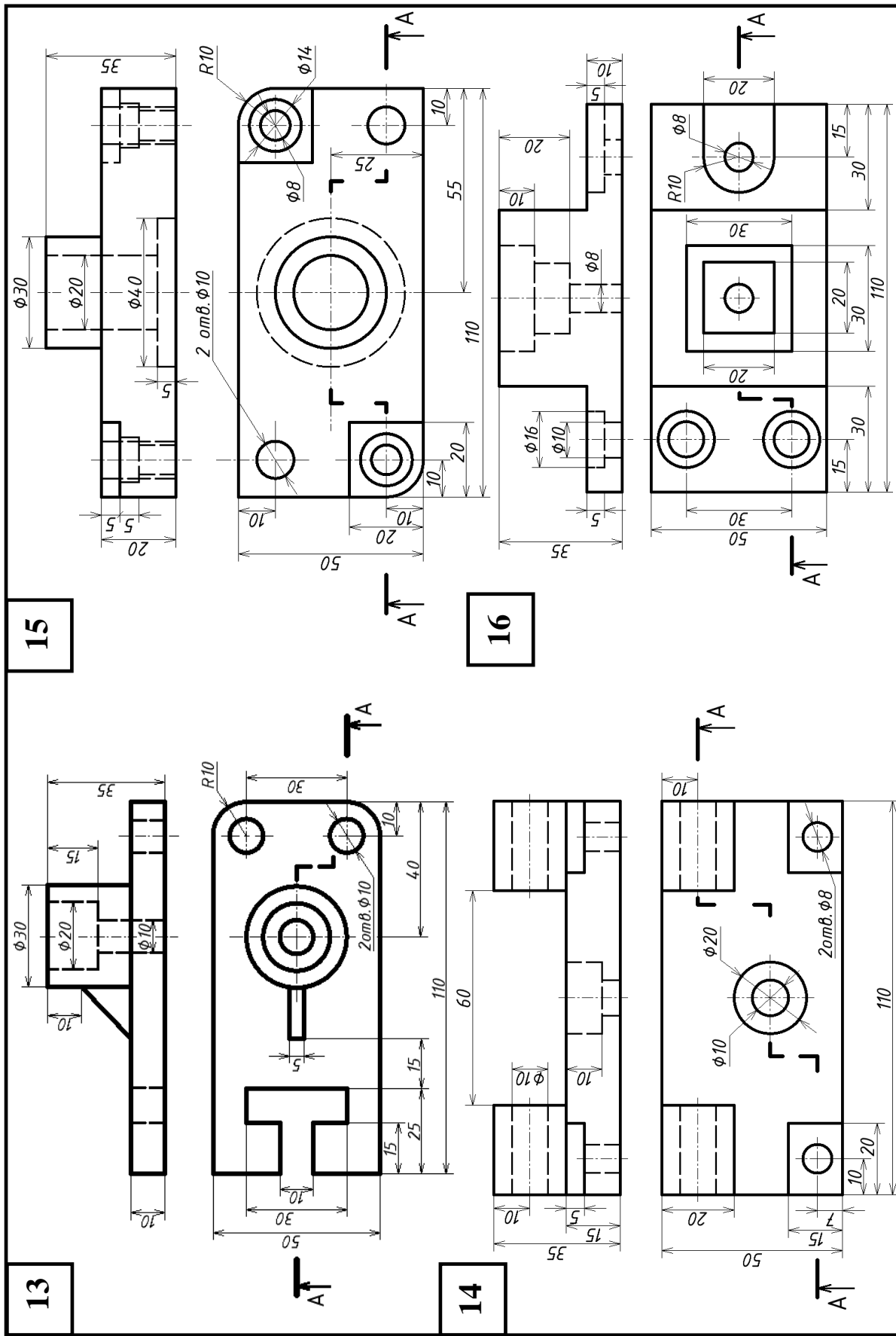


Рис. 69 (г). Варианты 13–16 задания 3, лист 1

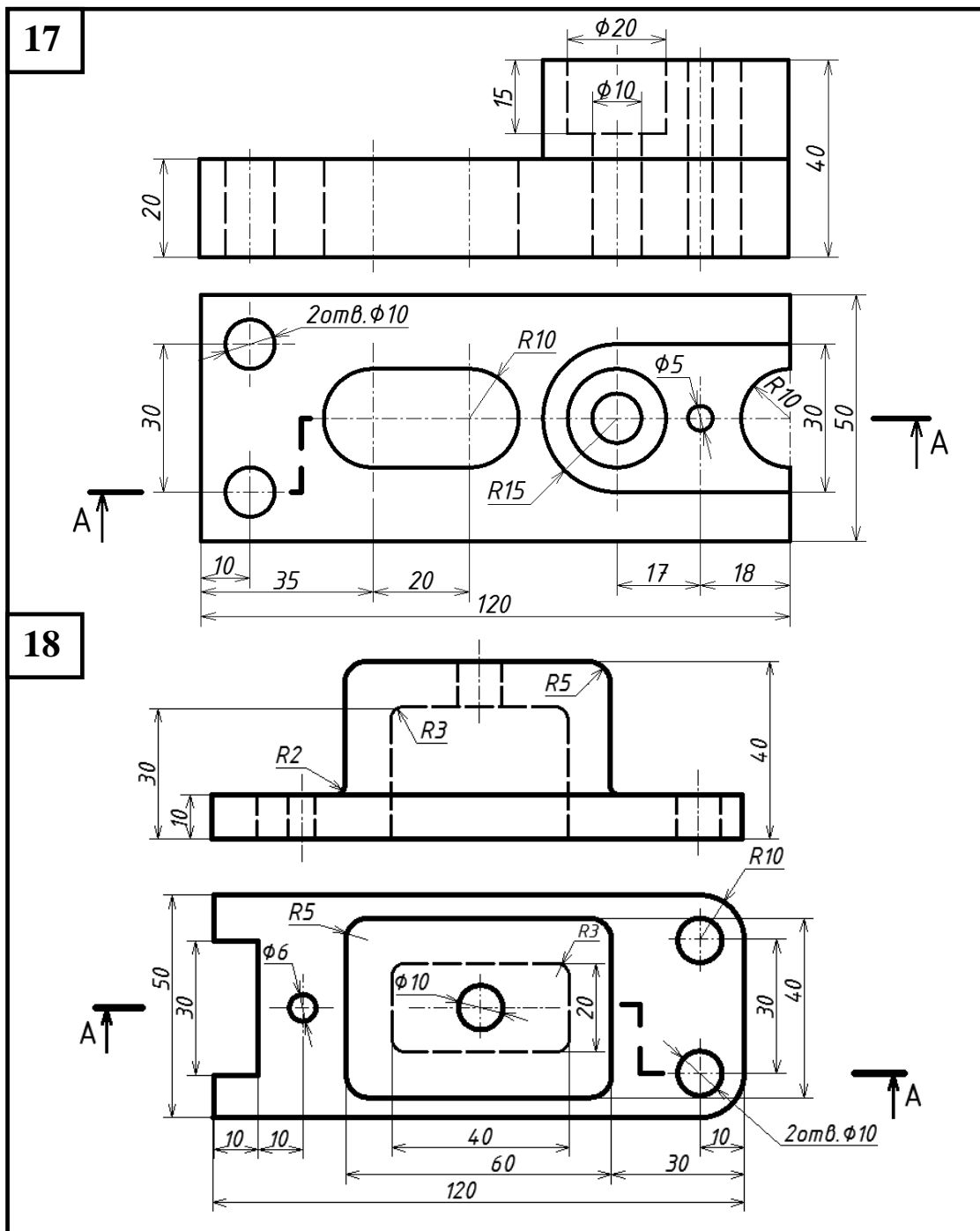
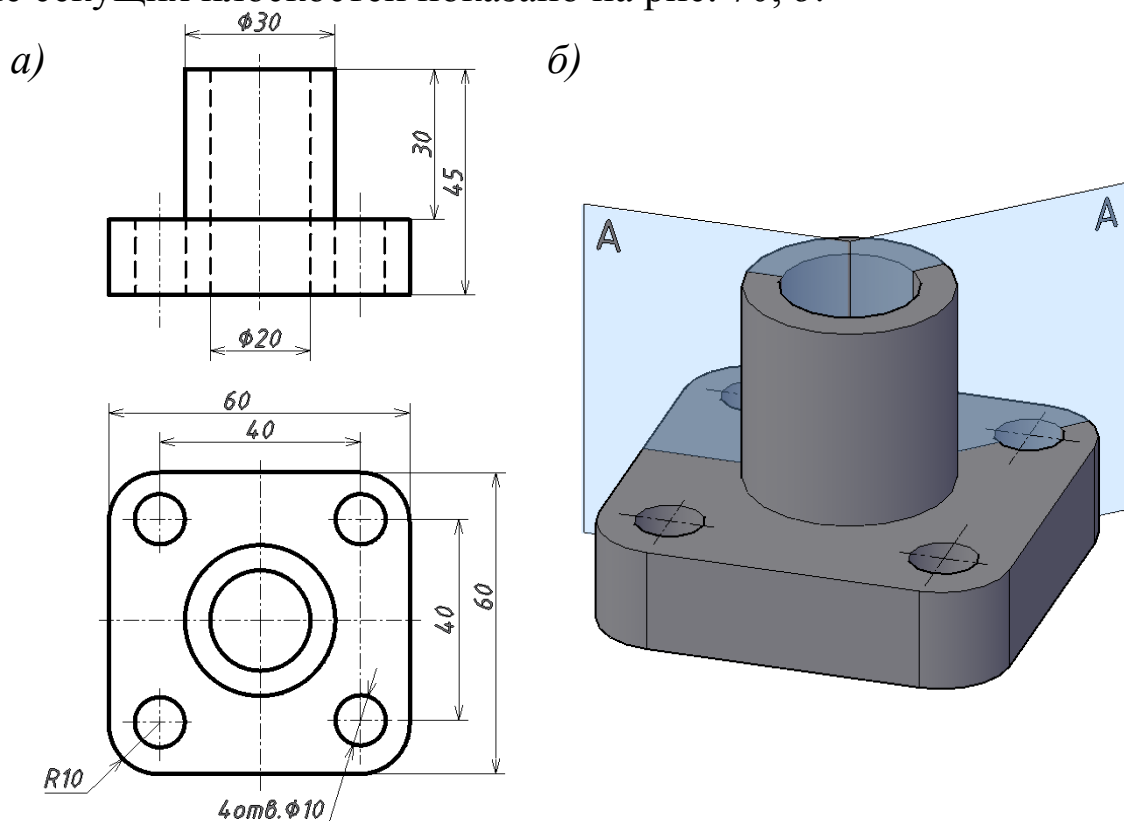


Рис. 69 (д). Варианты 17–18 задания 3, лист 1

## 4.2. Ломаные разрезы

*Ломаными разрезами* называют разрезы, выполненные секущими плоскостями, пересекающимися друг с другом под углом, не равным  $90^\circ$ . На рис. 70, а изображена деталь, внутреннее устройство которой выявляется с применением ломаного разреза. Положение секущих плоскостей показано на рис. 70, б.



**Рис. 70.** Положение секущих плоскостей при выполнении ломаного разреза

При выполнении ломаных разрезов детали одна из секущих плоскостей разрезает ее параллельно какой-либо одной из основных плоскостей проекций, а вторая секущая плоскость разворачивается до совмещения с первой. При этом поворот плоскости и направление взгляда могут не совпадать друг с другом. При повороте секущие плоскости будут совмещены. Они станут параллельны какой-либо плоскости проекций, и ломаный разрез при этом может быть помещен на месте соответствующего вида. Вместе с поворотом секущей плоскостью также происходит поворот расположенного в ней сечения.

Ломаный разрез, представленный на рис. 71, образован двумя пересекающимися плоскостями: фронтальной и горизонтально-



проецирующей. Горизонтально-проецирующую плоскость условно поворачивают до совмещения с фронтальной плоскостью проекций. В этом случае ломаный разрез размещен на месте вида спереди.

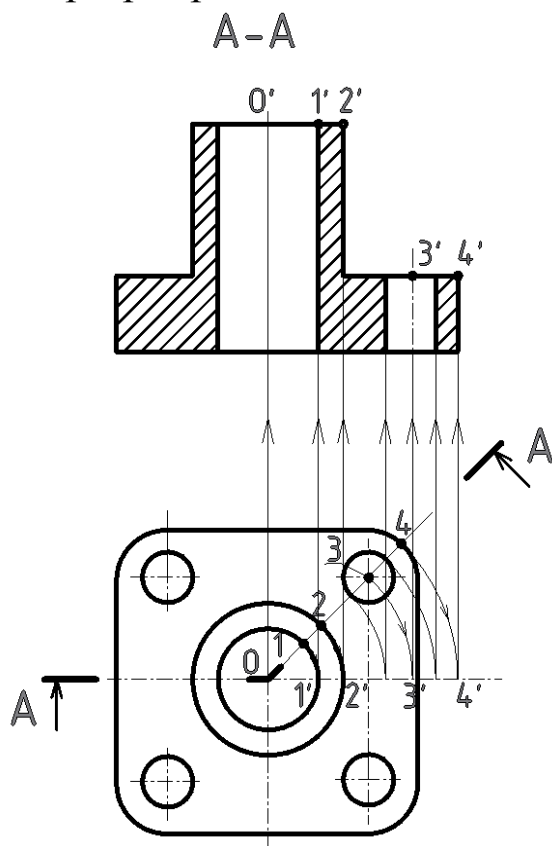


Рис. 71. Сложный ломаный разрез

Предлагается следующий порядок построения ломаного разреза (см. рис. 71):

1. Вычертить часть разреза детали, секущая плоскость которого расположена параллельно плоскости проекций, на которой изображают разрез. На представленном рисунке это часть детали слева, находящаяся во фронтальной плоскости.

2. На виде сверху поочередно измерить расстояния от точки  $O$  до точек 1, 2, 3 и 4 по следу секущей плоскости и отложить их на разрезе от точки  $O'$ .

3. Вычертить часть разреза детали справа.

Обозначение ломаного разреза осуществляют аналогично простому разрезу, изображенному не по оси симметрии.

Место, где расположены на чертеже секущие плоскости, показывают линией сечения. Секущие плоскости на чертеже вычерчивают разомкнутыми штрихами со стрелками, которые указывают направление взгляда, и прописными буквами русского алфавита. При

переходе одной плоскости разреза в другую линию сечения вычерчивают с перегибом в виде небольшого угла, отличного от прямого. Перегибы не должны пересекаться с контуром детали, размерными и выносными линиями. Перегибы линии сечения выполняют линиями той же толщины, что и штрихи линии сечения. Длина штрихов линии сечения с перегибом зависит от размера чертежа. Разрез обозначают надписью по типу А-А, так же как и над простым разрезом. Разрез может помещаться на свободном поле чертежа, если на виде нужно сохранить внешнюю конфигурацию изделия.

*Следует иметь в виду:* если соединенные секущие плоскости на сложных разрезах располагаются параллельно одной из основных плоскостей проекций, то разрез может заменить любой вид детали, если это не затруднит чтение чертежа.

### ЗАДАНИЕ 3 (лист 2).

В соответствии с индивидуальным вариантом (рис. 74; варианты 1–18) необходимо на листе формата А4 в масштабе 1:1 выполнить ломаный разрез детали. На чертеже должны быть рамка, основная надпись и проставлены необходимые размеры.

Пример варианта задания 3 (лист 2) и образец его выполнения представлены на рис. 72 и рис. 73 соответственно.

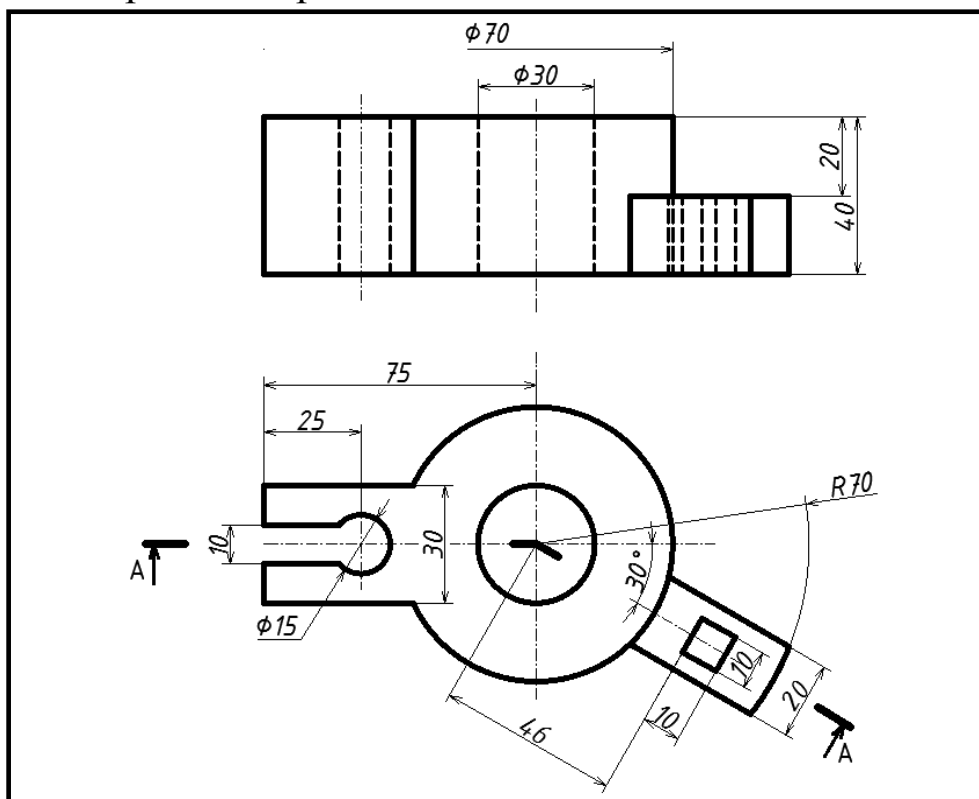
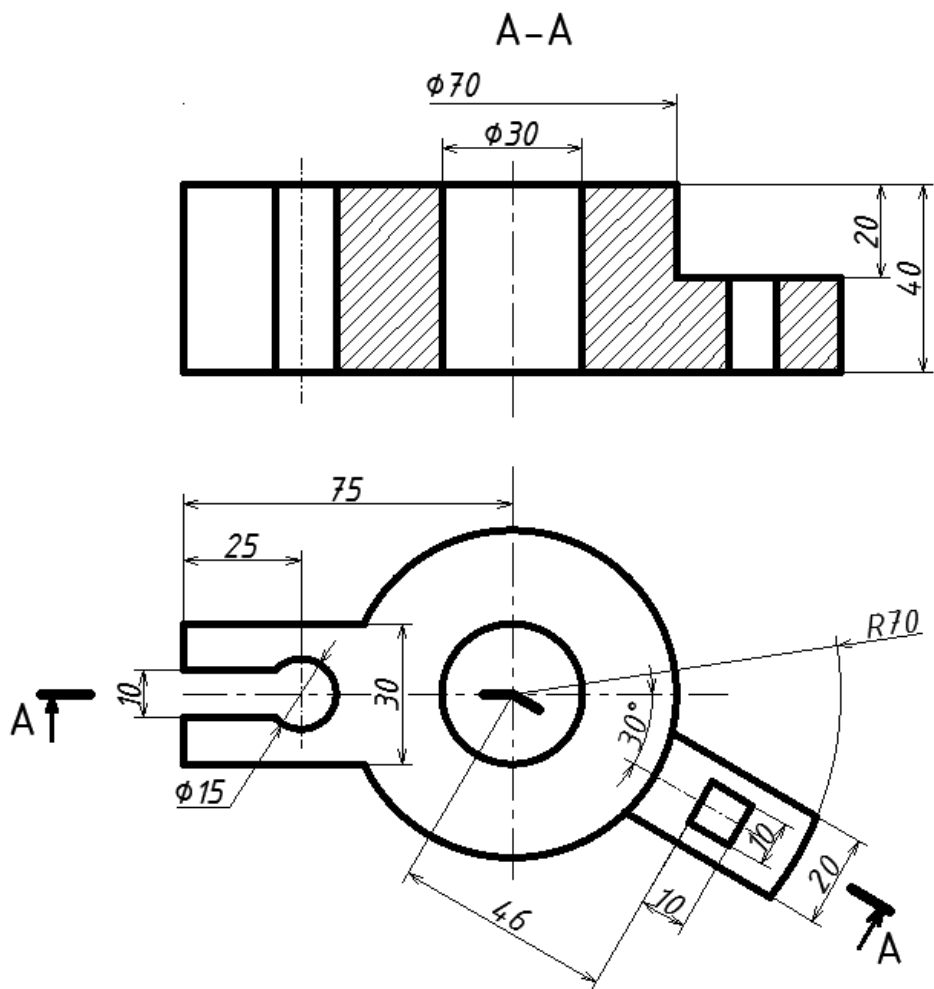


Рис. 72. Пример варианта задания 3, лист 2



Иванов И.И. гр. ПО-10

Лист  
2

Рис. 73. Образец выполнения задания 3, лист 2

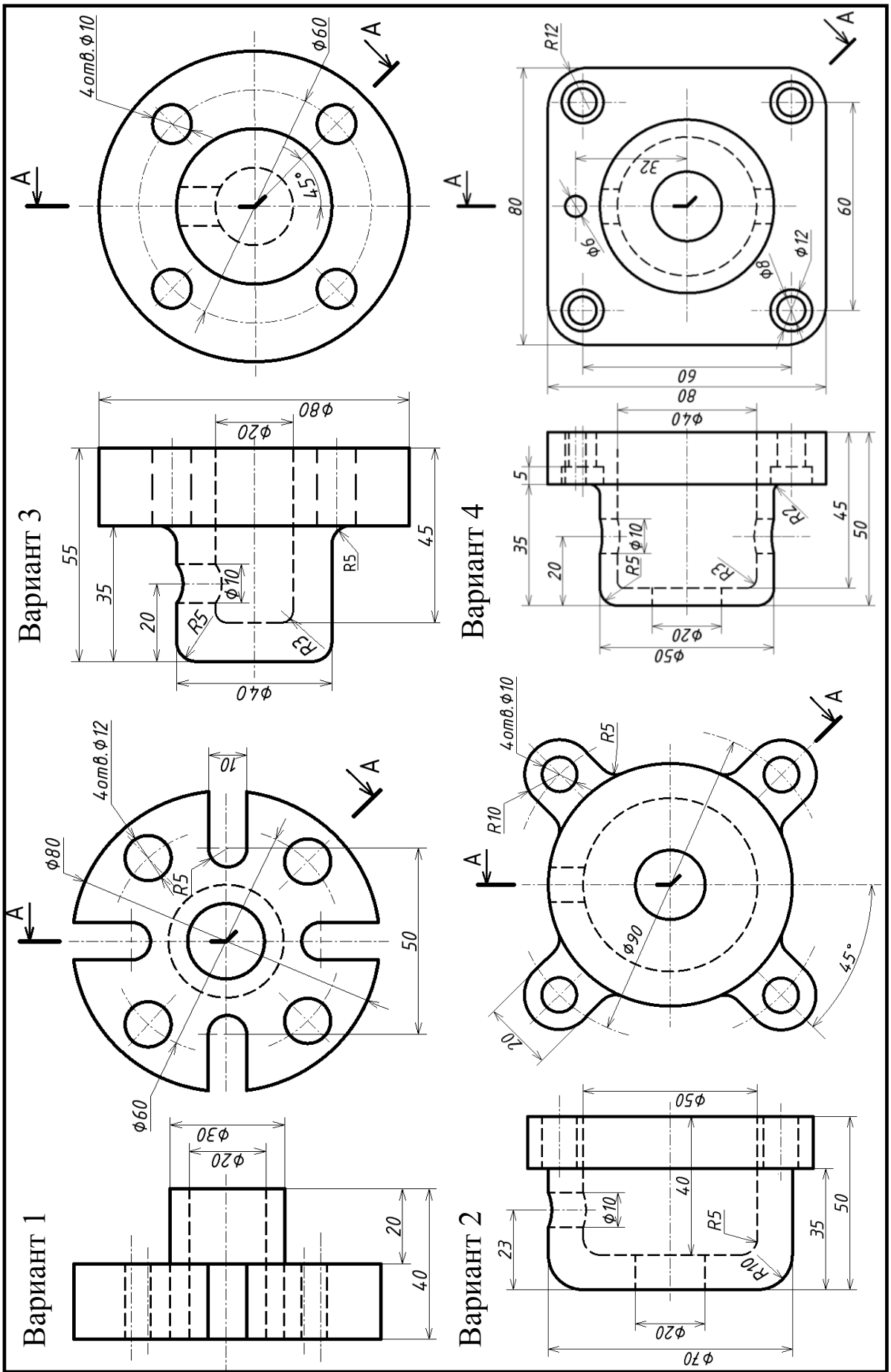
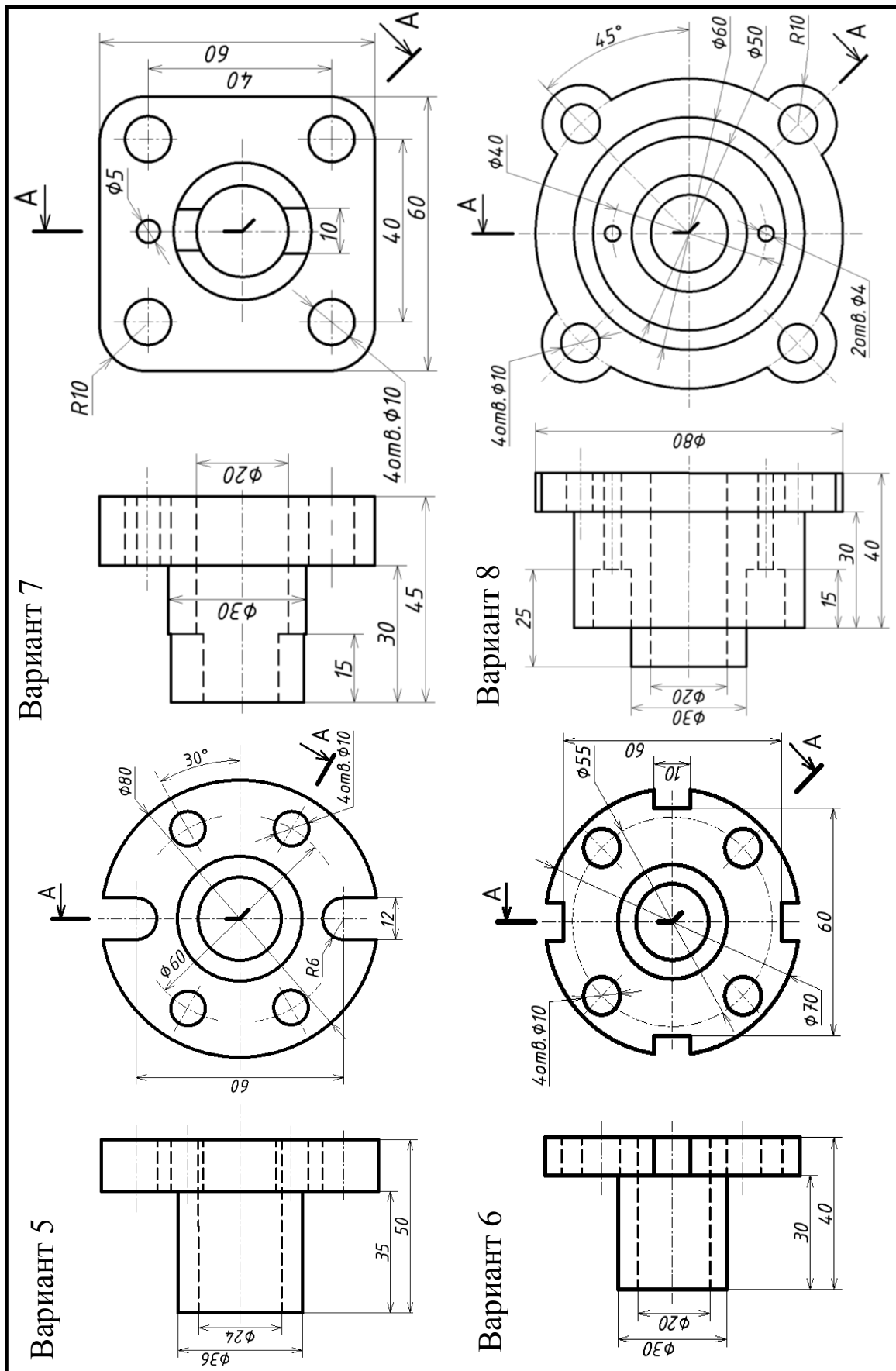


Рис. 74 (а). Варианты 1–4 задания 3, лист 2



Вариант 7

Вариант 8

Вариант 5

Вариант 6

Рис. 74 (б). Варианты 5–8 задания 3, лист 2

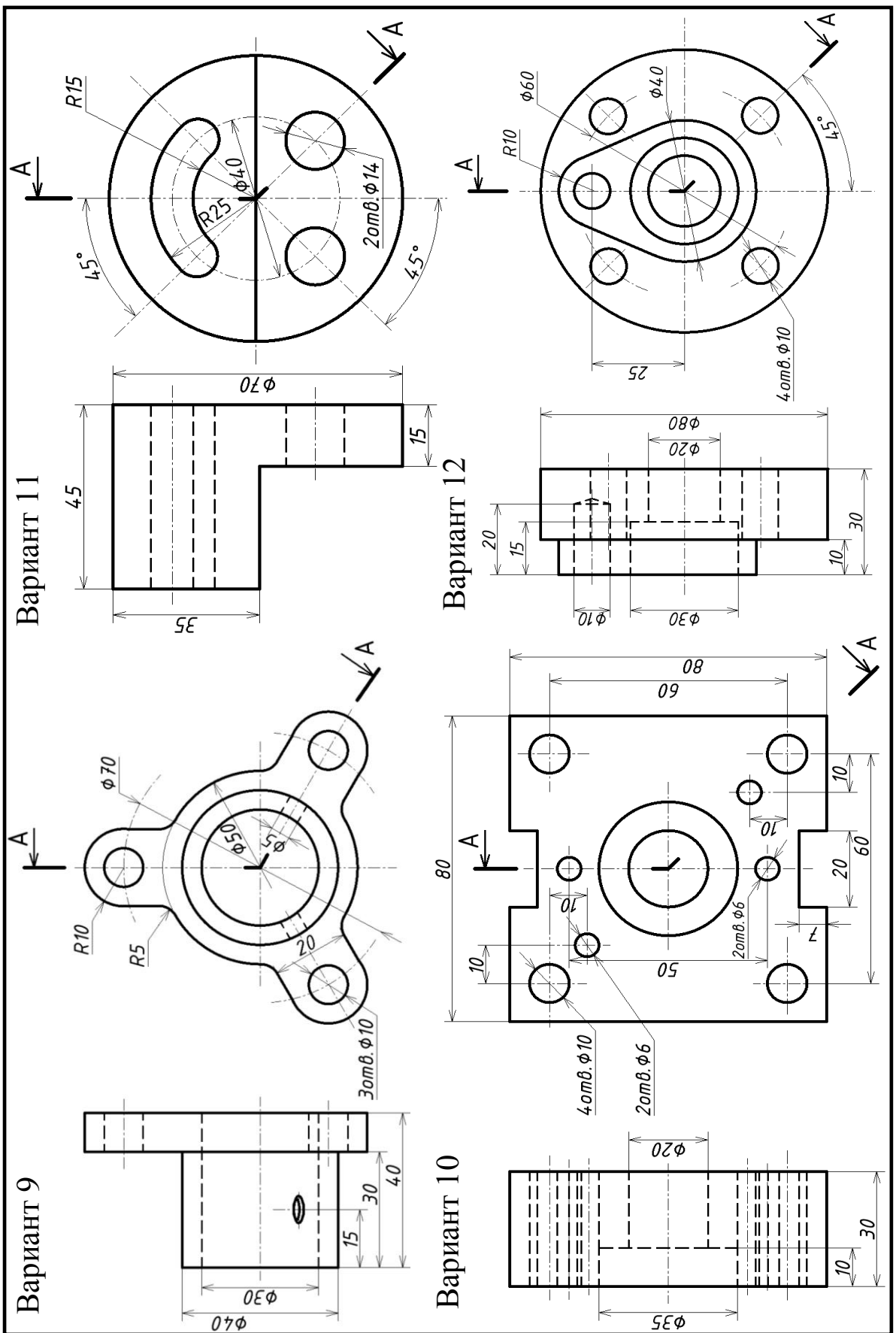


Рис. 74 (в). Варианты 9–12 задания 3, лист 2

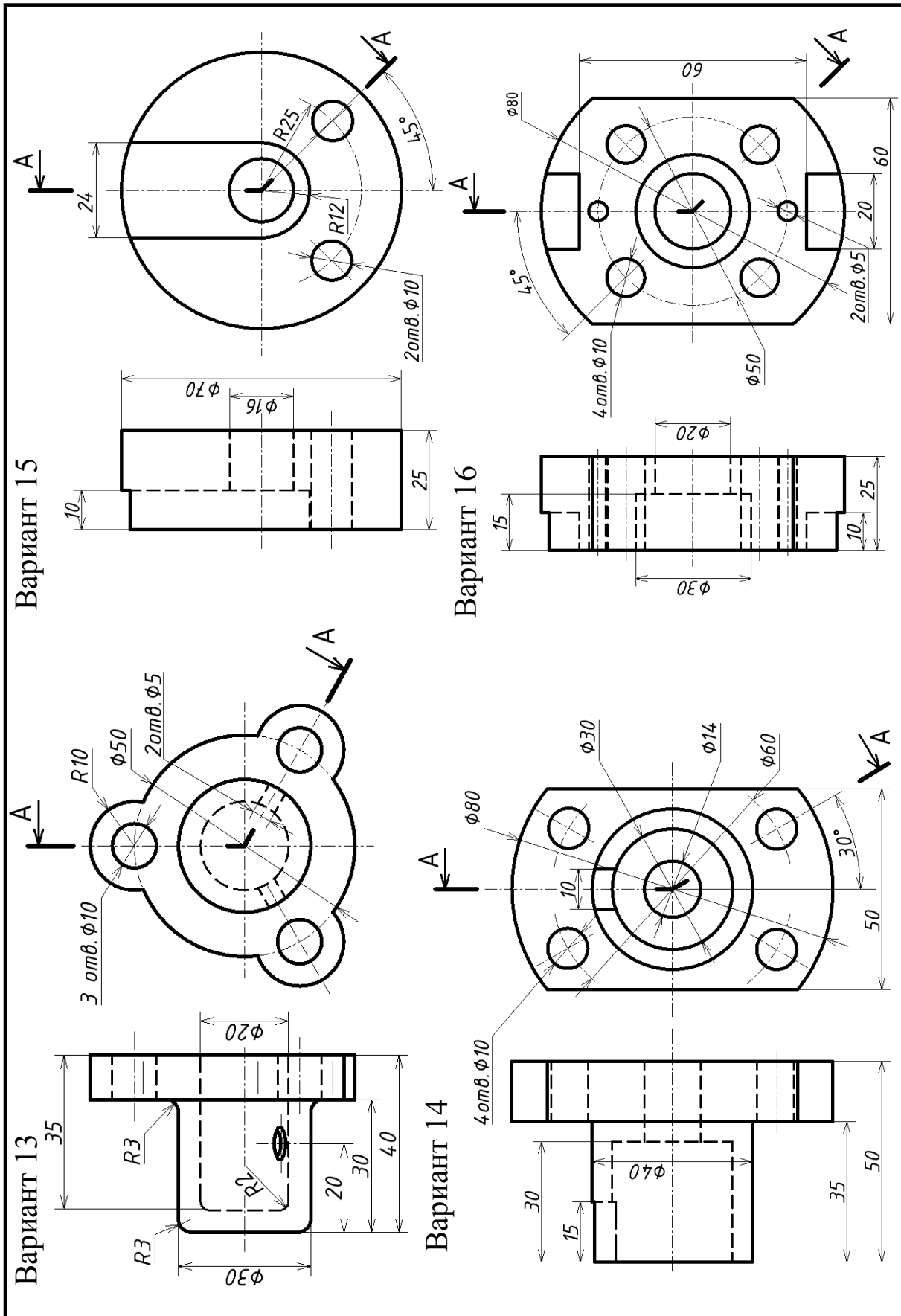


Рис. 74 (г). Варианты 13–16 задания 3, лист 2

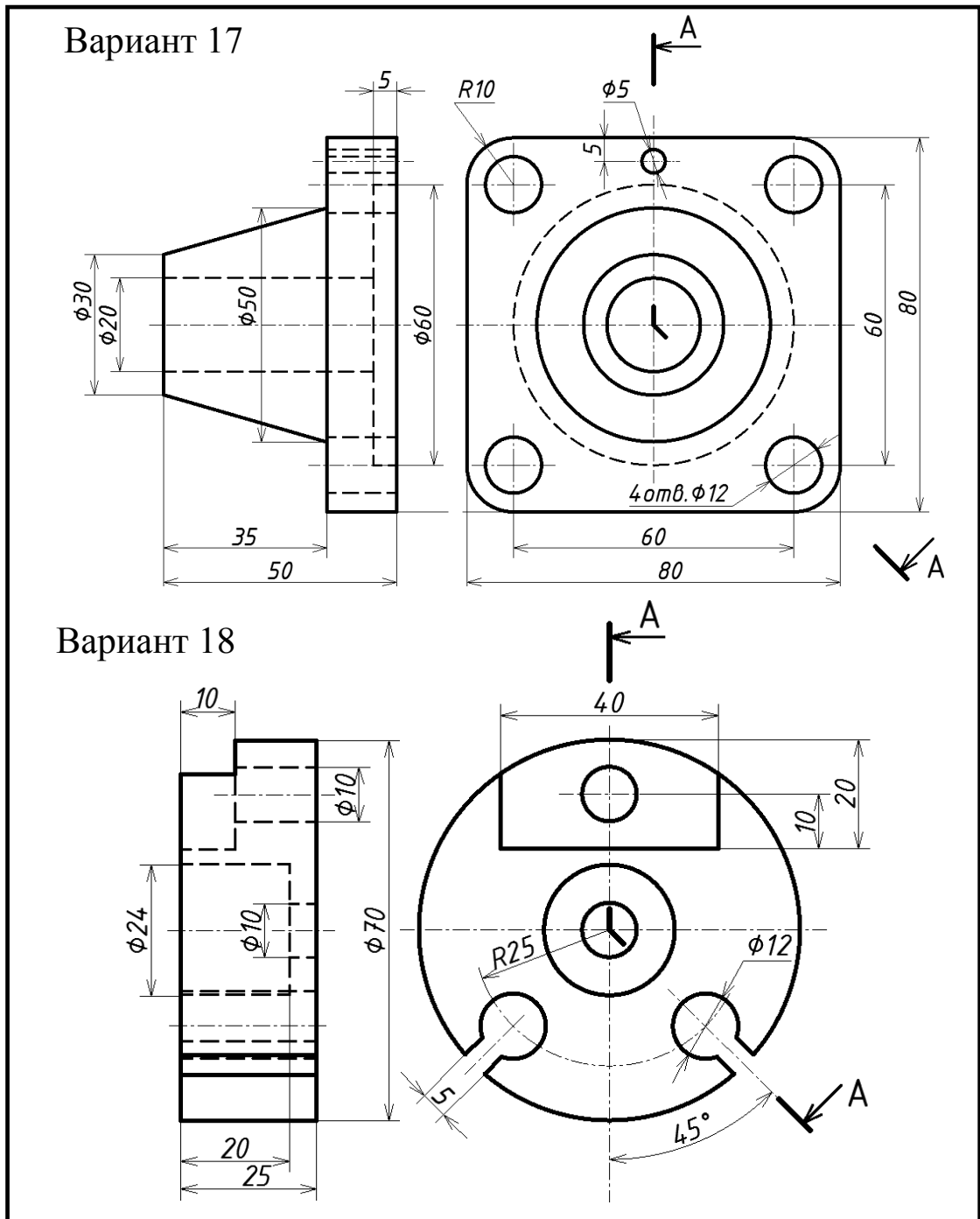


Рис. 74 (д). Варианты 17–18 задания 3, лист 2

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какой разрез называется ломаным?
2. Последовательность выполнения ломаного разреза.



## РАЗДЕЛ 5. СЕЧЕНИЯ

### 5.1. Понятие о сечении

Напомним из предыдущего материала, что разрез — это изображение предмета, полученное при его мысленном рассечении секущей плоскостью и спроецированное на плоскость, параллельную плоскости разреза. На чертеже разреза вычерчиваются часть предмета, которая находится в секущей плоскости (сечение), и та часть, которая расположена за ней.

Сечение — это, как правило, изображение поперечной формы детали, образованной при мысленном рассечении ее одной или несколькими плоскостями. На сечении изображается фигура, полученная только в секущей плоскости. Сечение является составной частью разреза. Контур сечения всегда заштриховывается.

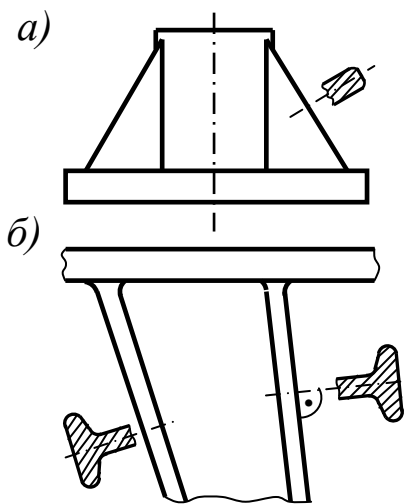


Рис. 75. Получение нормальных сечений детали

*Нормальные* поперечные сечения образуются секущими плоскостями, расположенными под прямым углом к продольной оси детали (рис. 75).

Сечения (не входящие в состав разреза) могут быть:

- 1) вынесенные — они располагаются вне изображения предмета;
- 2) наложенные — совмещаются с соответствующим видом.

Вынесенные сечения являются предпочтительными.

### 5.2. Вынесенные сечения

Изображение вынесенного сечения обводится сплошной толстой основной линией карандашом, имеющим твердость В.

Варианты размещения на чертежах вынесенных сечений могут быть следующими.

1. На следе секущей плоскости. При этом линия сечения должна совпадать с обозначенной на чертеже осью симметрии сечения.

Другими словами — на продолжении следа секущей плоскости располагают только симметричные сечения. Такое сечение никак не обозначается (рис. 76, а, б).

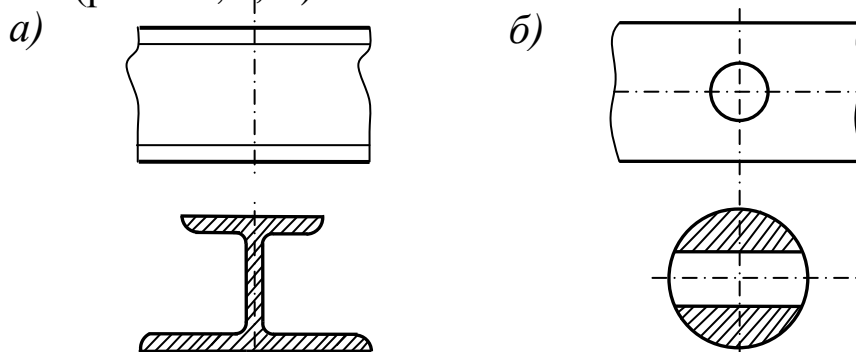


Рис. 76. Расположение на чертеже симметричных сечений

2. В промежутке между разорванными частями одного и того же вида детали.

Если сечение симметричное (рис. 77, а), то его не обозначают. В этом случае линию сечения не проводят, а также не показывают буквы и стрелки. На изображении сечения наносят только ось симметрии в виде штрихпунктирной тонкой линии.

Несимметричное сечение, в отличие от симметричного (рис. 77, б), обозначают. При этом проводят линию сечения и стрелки, показывающие взгляд, но без букв. Например, на рис. 77, б показано в разрыве сечение швеллера. При данном направлении взгляда оно изображается именно в таком виде (вид справа). При изменении направления взгляда сечение будет как бы повернуто — будет иметь другую форму (вид слева).

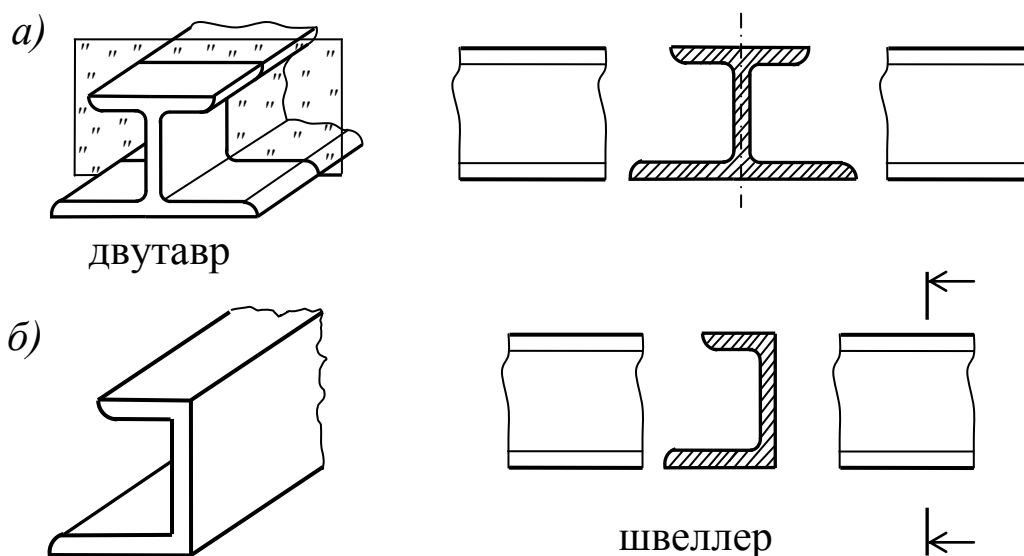
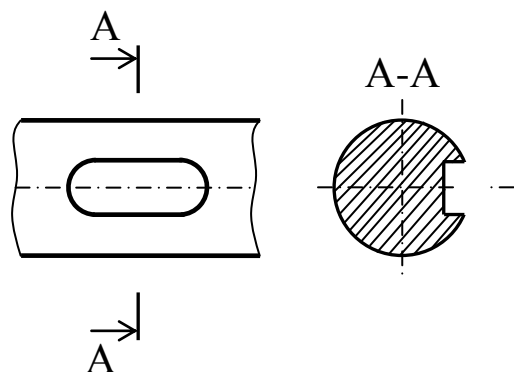


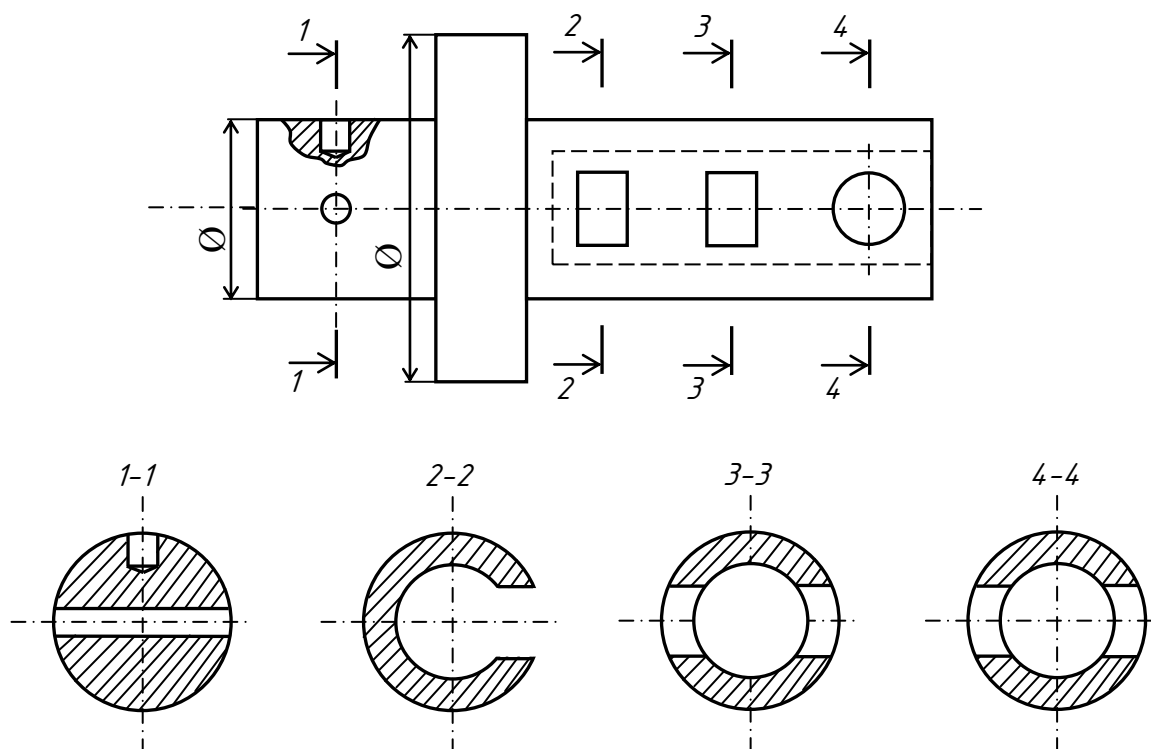
Рис. 77. Расположение на чертеже несимметричных сечений

3. В проекционной связи на месте одного из видов.  
 Например, на рис. 78 сечение А-А показано на месте вида слева.



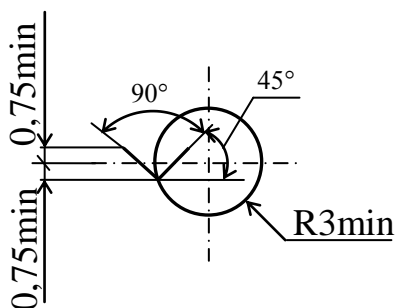
**Рис. 78.** Расположение сечений в проекционной связи на чертеже

4. На любом месте поля чертежа (рис. 79). **Линию сечения всегда обозначают** по типу разреза с помощью разомкнутой линии. При этом направление взгляда показывают стрелками. Обозначение также содержит одинаковые прописные буквы русского алфавита или цифры. Над сечением, соответственно, наносят надпись буквами по типу А-А или арабскими цифрами по типу 1-1.



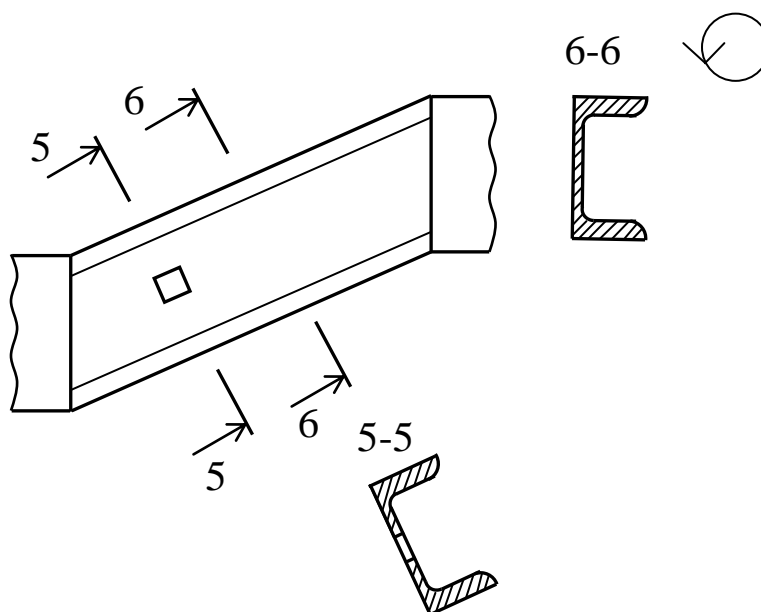
**Рис. 79.** Расположение сечений на любом месте поля чертежа

5. В зависимости от угла наклона секущей плоскости, наклонное сечение располагают так же — соответственно под углом к основной надписи. Допускается сечение располагать с поворотом. При этом к надписи следует добавлять значок  $\odot$ , который вычерчивается тонкой линией (рис. 80).



**Рис. 80.** Знак поворота для наклонных сечений

Сечение следует обозначать параллельно нижней стороне чертежа (например, сечение 5-5) (рис. 81).



**Рис. 81.** Расположение наклонных сечений

Из русского алфавита не следует применять буквы Й, О, Х, Ъ, Ы, Ь. Все разрезы и сечения одной детали заштриховываются в одном и том же направлении с одинаковым интервалом.

### 5.3. Правила выполнения сечений

1. Если деталь имеет углубления или сквозные отверстия в виде цилиндра или конуса и разрезается через их ось, то контуры этих углублений и отверстий должны быть вычерчены по типу разреза и показаны полностью. В качестве примера это изображение сечения, вычерченного на рис. 76, б, сечения 1-1, 4-4 на рис. 79 и сечения Б-Б на рис. 82.

2. Если деталь имеет углубления или сквозные отверстия призматической (некруглой) формы, то сечение должно быть вычерчено, как, например, сечение А-А на рис. 78 или сечение 2-2 на рис. 79. При этом края сечения не замыкают.

3. Если деталь имеет призматические отверстия и секущая плоскость проходит через них, образуя при этом в сечении отдельные самостоятельные части, то следует выполнять разрезы. В качестве примера это изображение сечения 3-3 на рис. 79 или 5-5 на рис. 81.

4. Если деталь имеет несколько одинаковых отверстий или углублений, то линии сечения обозначают одной и той же буквой или цифрой. При этом вычерчивают только одно сечение, например сечение Б-Б на рис. 82.

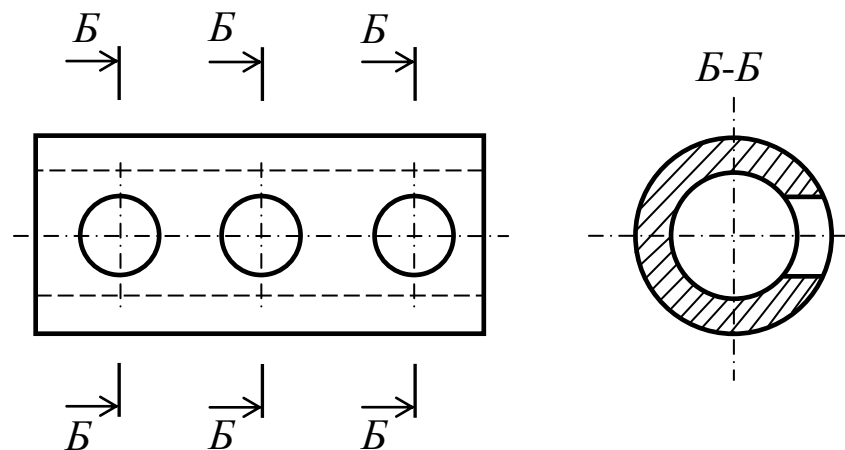


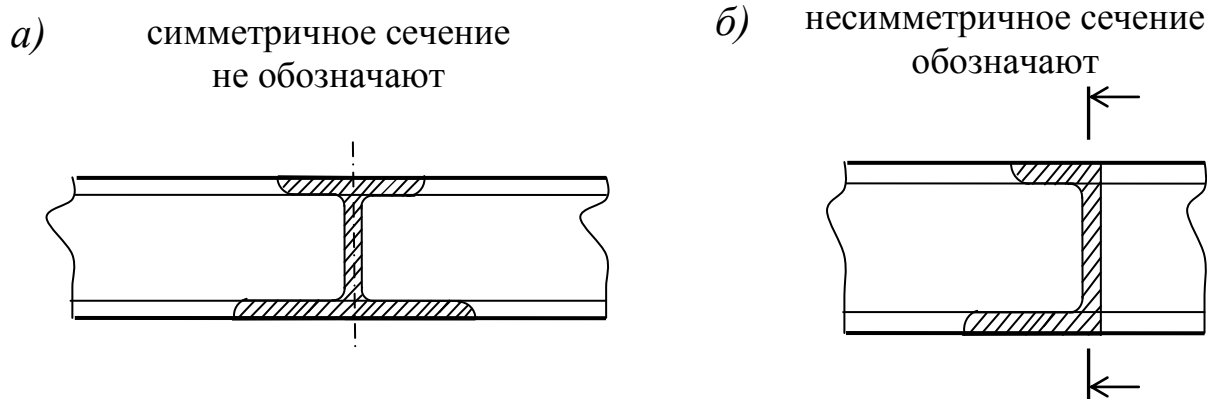
Рис. 82. Нанесение секущих плоскостей и построение сечения

### 5.4. Наложённые сечения

Если деталь имеет несложную конфигурацию, а на чертеже недостаточно места для вычерчивания ее сечения, то сечение располагают на изображении самой детали, не прерывая при этом ее контур. Такое сечение называется наложенным. При обводке сечения применяют тонкую сплошную линию.

К видам наложенных сечений относят симметричные (рис. 83, *а*) и несимметричные (рис. 83, *б*).

Если наложенное сечение несимметричное, то проводят линию секущей плоскости, указывая только направление взгляда стрелками. Буквы при этом не ставят.



**Рис. 83.** Расположение на чертеже наложенных сечений

#### ЗАДАНИЕ 4 (лист 1).

На листе формата А4 по варианту задания в масштабе 1:1 или 2:1 вычертить:

##### 1. Вид спереди и два сечения

*а)* если оба сечения симметричные, то хотя бы одно из них выполнить на продолжении следа секущей плоскости (такое сечение не обозначается);

*б)* если оба сечения несимметричные, то их выполнить на свободном поле чертежа (в любом месте);

*в)* если одно сечение симметричное, а другое несимметричное, то симметричное сечение выполнить на продолжении следа секущей плоскости. Такое сечение не обозначается.

2. Необходимые местные разрезы. То есть на виде спереди не должно быть штриховых линий.

На листе должны быть рамка, основная надпись, проставлены на сечениях необходимые размеры. Часть размеров указана на аксонометрическом изображении детали.

Пример варианта задания и образец его выполнения иллюстрируются рис. 84 и рис. 85 соответственно. Варианты задания 4 (лист 1) представлены на рис. 86 (варианты 1–30).

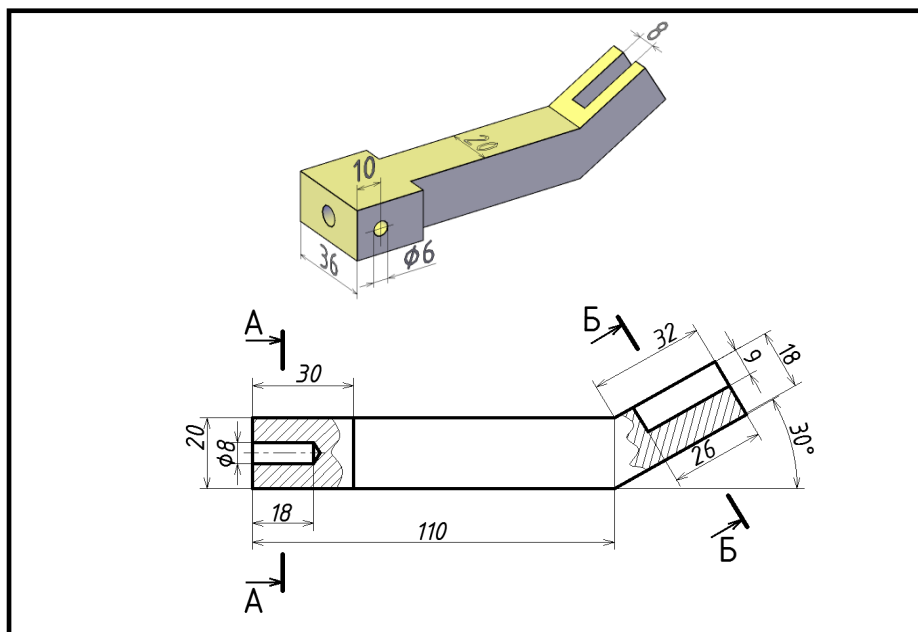


Рис. 84. Пример варианта задания 4, лист 1

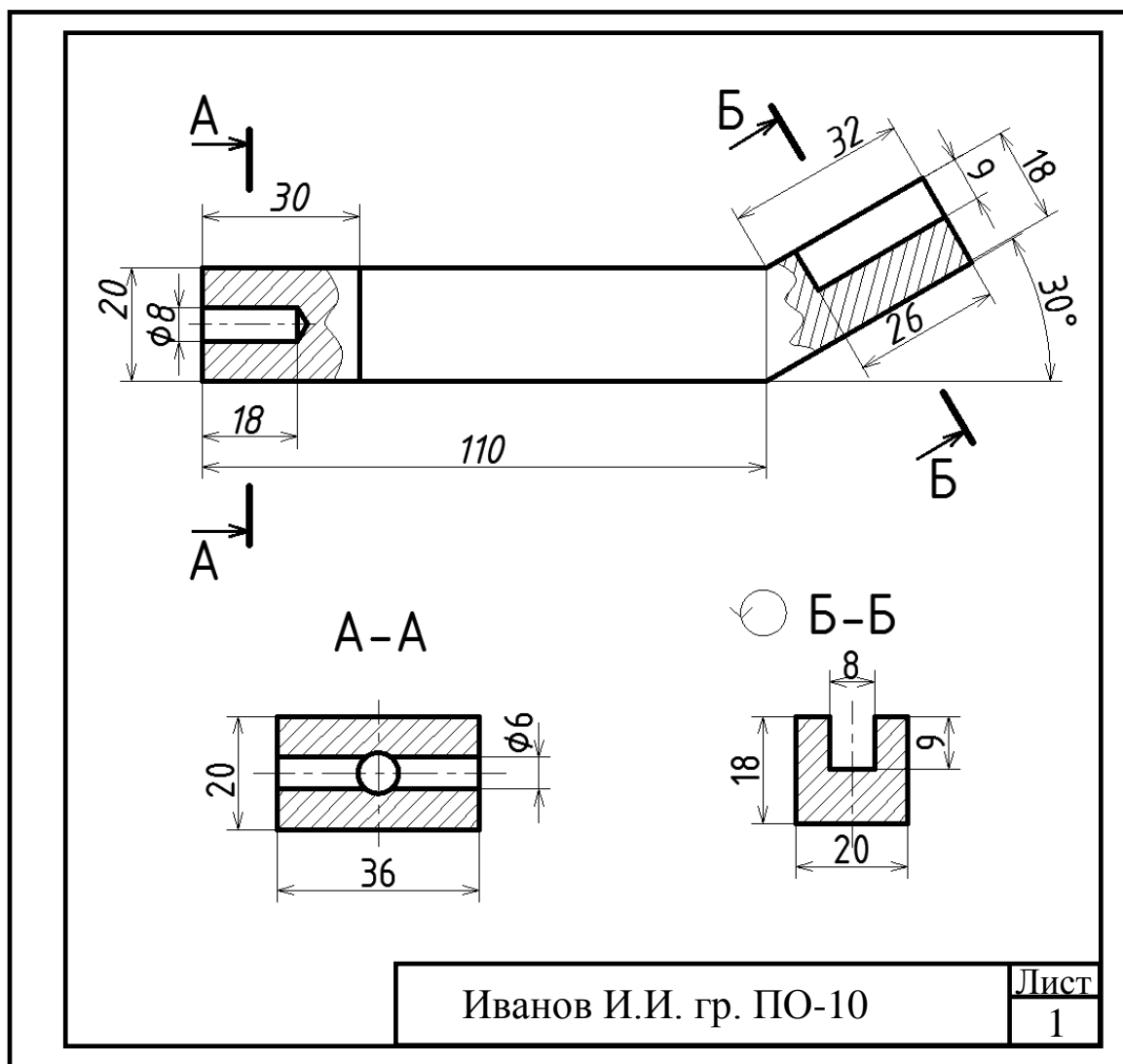


Рис. 85. Образец выполнения задания 4, лист 1

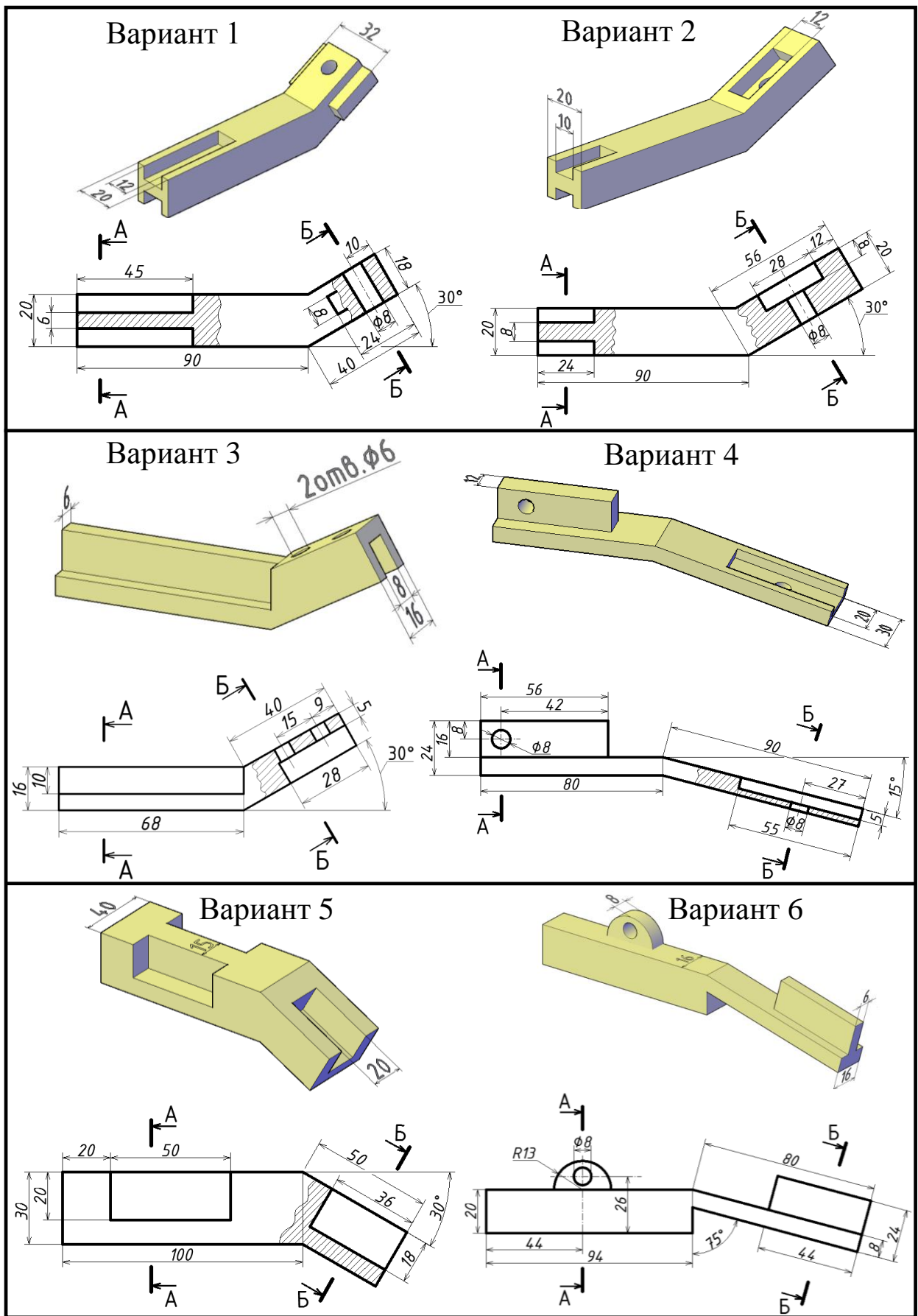


Рис. 86 (а). Варианты 1–6 задания 4, лист 1



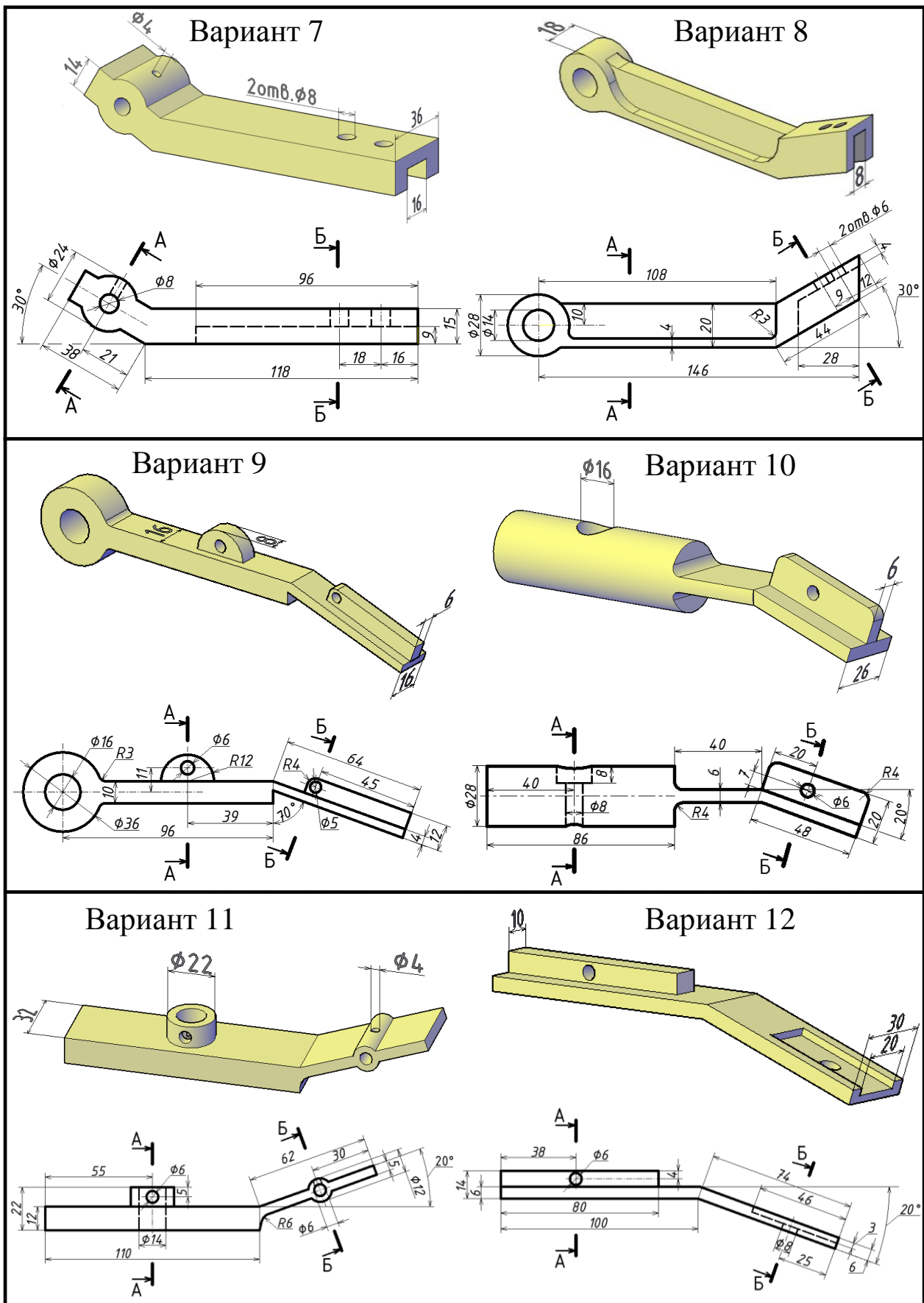


Рис. 86 (б). Варианты 7–12 задания 4, лист 1

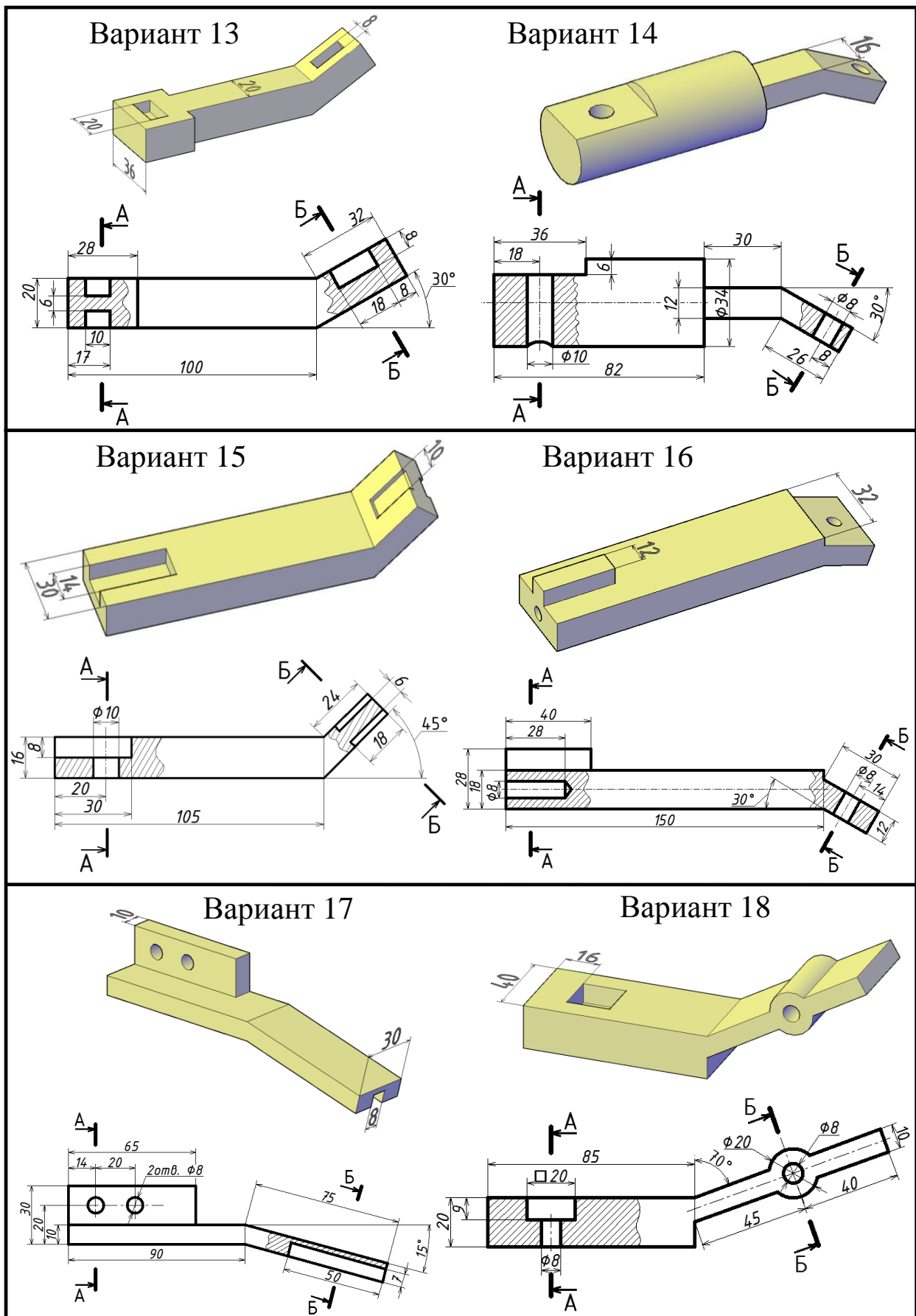


Рис. 86 (в). Варианты 13–18 задания 4, лист 1

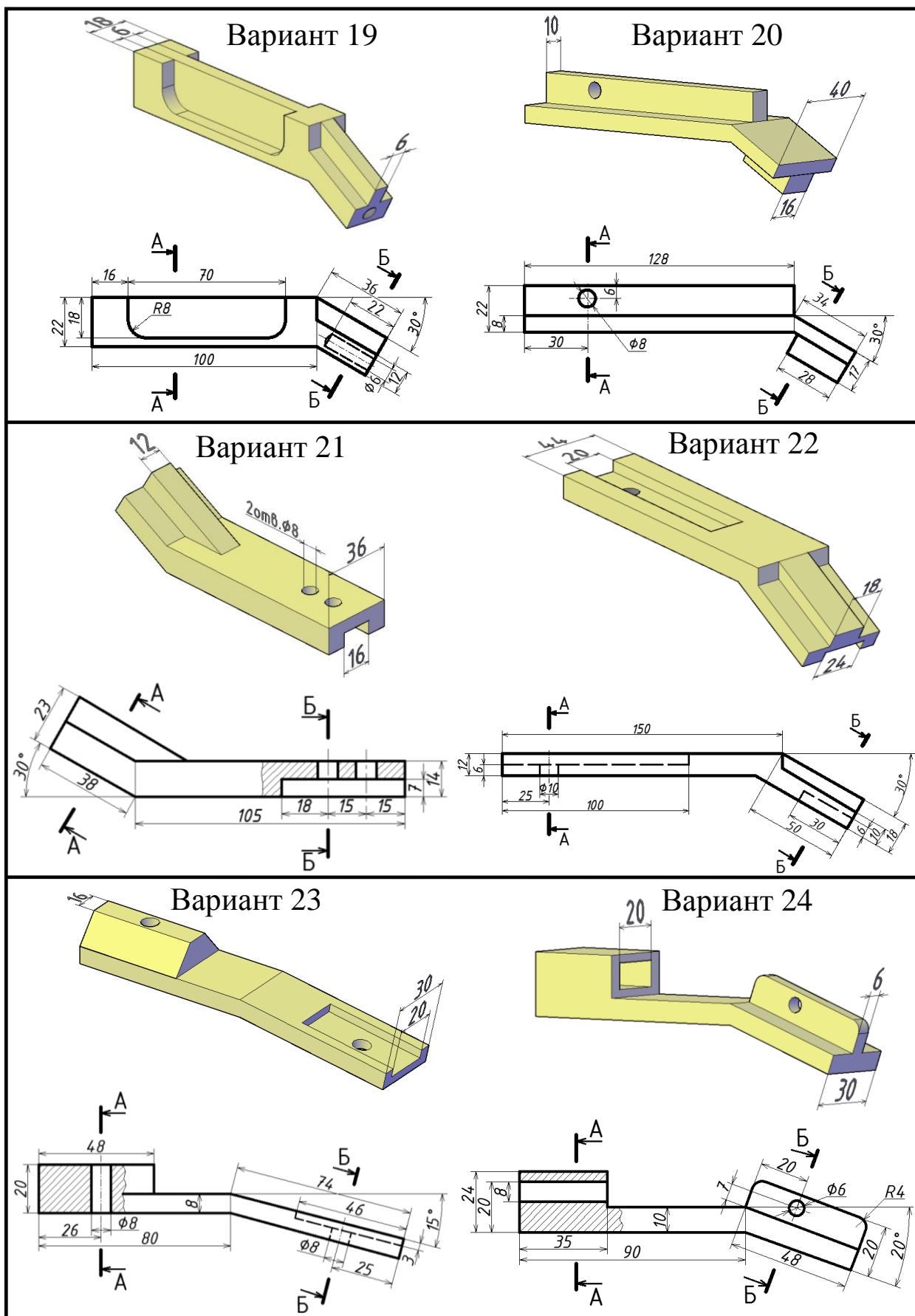


Рис. 86 (г). Варианты 19–24 задания 4, лист 1

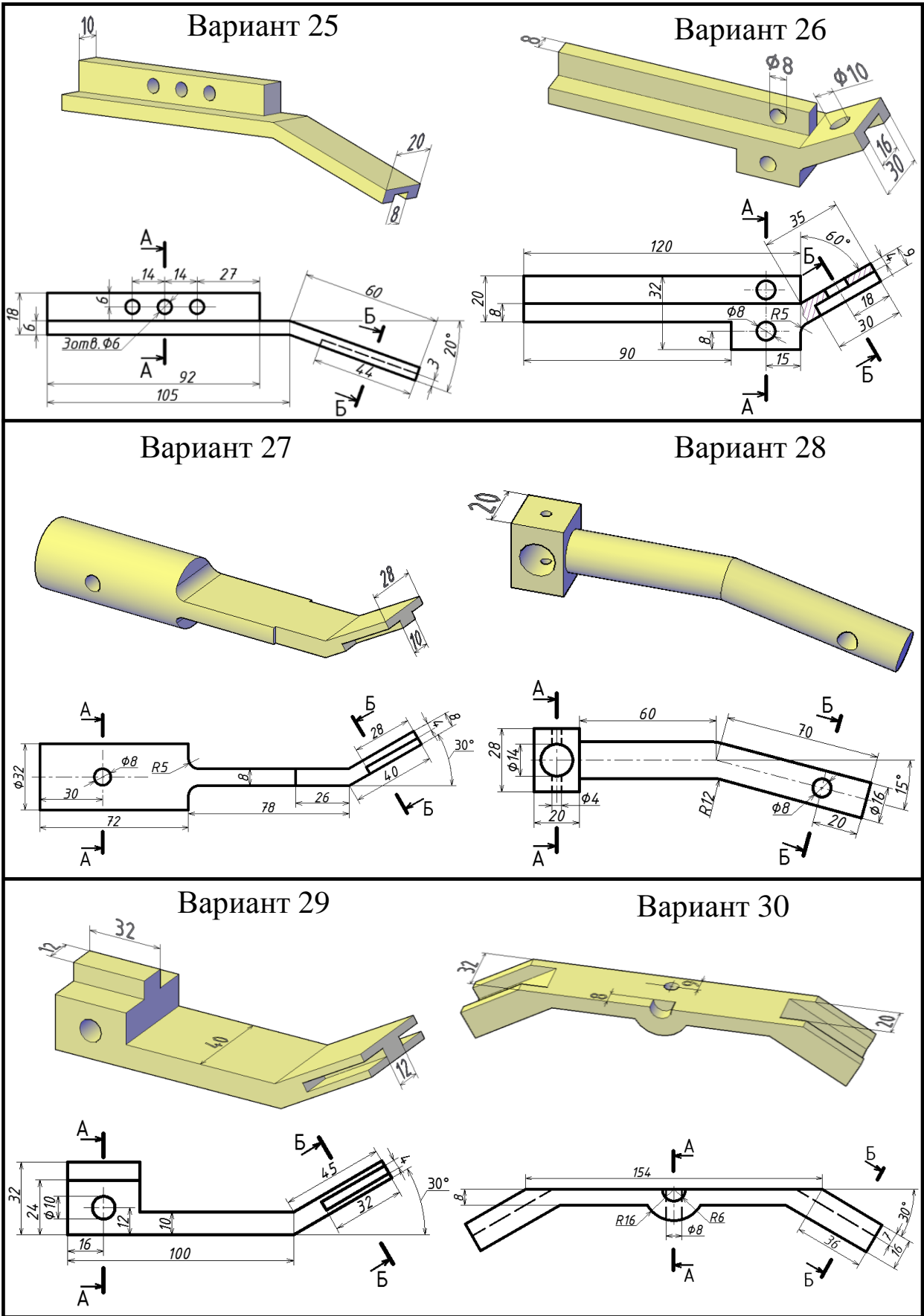


Рис. 86 (д). Варианты 25–30 задания 4, лист 1

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В учебном пособии собран и систематизирован обширный материал по учебной дисциплине «Инженерная графика», включающий теоретические основы построения видов, простых и сложных разрезов, аксонометрических изображений и сечений деталей, базирующийся на государственных стандартах ЕСКД РФ.

Пособие содержит большое количество иллюстративной информации, существенно облегчающей слушателям-иностранцам усвоение конкретных вопросов учебного плана на русском графическом языке.

Каждый раздел пособия завершается контрольными вопросами для самопроверки усвоения излагаемого материала и заданиями для его практической проработки.

Изучение слушателями теоретических разделов пособия и практическая отработка различных вариантов учебных графических заданий способствуют развитию у них инженерного пространственного мышления.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чекмарев А. А. Инженерная графика / А. А. Чекмарев. – Москва: Высшая школа, 1998. – 365 с.
2. ЕСКД. Государственные стандарты. – М., 1984.
3. Будасов Б. В. Строительное черчение / Б. В. Будасов, О. В. Георгиевский, В. П. Каминский. – Москва: Стройиздат, 2002. – 456 с.
4. Власов М. П. Инженерная графика / М. П. Власов. – Москва: Машиностроение, 1979. – 280 с.
5. Чекмарев А. А. Инженерная графика: учеб. для немаш. спец. вузов / А. А. Чекмарев. – Москва: Высшая школа, 2007. – 365 с.
6. Георгиевский О. В. Правила выполнения архитектурно-строительных чертежей / О. В. Георгиевский. – Москва: Интербук-бизнес, 1996. – 80 с.
7. Брилинг Н. С. Справочник по строительному черчению / Н. С. Брилинг, С. Н. Балягин, С. И. Симонин. – Москва: Стройиздат, 1887. – 448 с.

8. Золотарева Н. Л. Инженерная графика: учебное пособие / Н. Л. Золотарева, Л. В. Менченко; Воронежский ГАСУ. – Воронеж, 2013. – 111 с.
9. Каминский В. П. Чертежи строительные / В. П. Каминский; Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т. – Воронеж, 2002. – 186 с.
10. Каминский В. П. Начертательная геометрия. Курс лекций / В. П. Каминский; Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т. – Воронеж, 2006. – 142 с.
11. Короев Ю. И. Черчение для строителей / Ю. И. Короев. – Москва: Высшая школа, 1987. – 256 с.
12. Гордон В. О. Курс начертательной геометрии / В. О. Гордон, М. А. Семенцов-Огиевский. – Москва: Высшая школа, 1988. – 487 с.
13. Крылов Н. Н. Начертательная геометрия / Н. Н. Крылов. – Москва: Высшая школа, 1984. – 224 с.
14. Преображенская Н. Г. Черчение: учебник для 9 кл. / Н. Г. Преображенская. – Москва: Вентана-Граф, 2009. – 192 с.
15. Гордеенко Н. А. Черчение: учебник для 9 кл. / Н. А. Гордеенко, В. В. Степакова. – Москва: АСТ : Астрель, 2005. – 262 с.
16. Стандарты ЕСКД [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http:// www.swrit.ru/gost-eskd.html](http://www.swrit.ru/gost-eskd.html)
17. СПДС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mash-xxl.info/info/487549/>

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	3
<b>РАЗДЕЛ 1. ИЗОБРАЖЕНИЕ ПРЕДМЕТОВ — ВИДЫ</b> .....	4
1.1. Основные понятия и определения .....	4
1.2. Виды.....	7
1.2.1. Главный и основные виды.....	7
1.2.2. Анализ геометрической формы детали.....	9
1.2.3. Компонировка чертежа детали .....	10
1.2.4. Предлагаемый порядок выполнения чертежа детали .....	12
1.2.5. Рекомендации по последовательности построения третьего вида детали.....	12
1.2.6. Рекомендации по построению трех видов детали по ее аксонометрическому изображению.....	14
1.2.7. Рекомендации по построению третьего вида детали по двум данным видам .....	26
<b>РАЗДЕЛ 2. ПРОСТЫЕ РАЗРЕЗЫ</b> .....	42
2.1. Получение разреза .....	42
2.2. Классификация разрезов.....	43
2.3. Правила выполнения разрезов .....	44
2.4. Правила обозначения разрезов.....	46
2.5. Соединение части вида с частью разреза.....	47
2.6. Особые случаи разрезов.....	51
<b>РАЗДЕЛ 3. ПОСТРОЕНИЕ АКСОНОМЕТРИЧЕСКИХ ПРОЕКЦИЙ ДЕТАЛИ</b> .....	61
3.1. Коэффициент искажения .....	63
3.2. Виды аксонометрических проекций.....	64
3.2.1. Прямоугольная изометрия.....	64
3.2.2. Способы построения аксонометрических проекций плоских фигур.....	66
3.2.3. Изображение окружности в аксонометрии. Построение изометрического овала .....	67
3.2.4. Построение овала, вписанного в ромб .....	68
3.2.5. Построение цилиндра и конуса .....	70
3.2.6. Изображение аксонометрических проекций деталей, имеющих поверхности круглого очертания.....	71
3.3. Аксонометрия детали с вырезом одной четверти .....	72
<b>РАЗДЕЛ 4. СЛОЖНЫЕ РАЗРЕЗЫ</b> .....	80
4.1. Ступенчатые разрезы .....	80
4.2. Ломаные разрезы .....	88

<b>РАЗДЕЛ 5. СЕЧЕНИЯ</b> .....	97
5.1. Понятие о сечении.....	97
5.2. Вынесенные сечения.....	97
5.3. Правила выполнения сечений.....	101
5.4. Наложённые сечения.....	101
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	109
<b>БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК</b> .....	109



*Учебное издание*

**ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА:  
ВИДЫ, РАЗРЕЗЫ И СЕЧЕНИЯ**

Учебное пособие

для иностранных слушателей подготовительного отделения ВГТУ

Составители:

**Золотарева** Наталия Леонидовна  
**Менченко** Людмила Владимировна

Редактор Сахарова Д. О.

Подписано в печать 22.01.2020.

Формат 60×84 1/8. Бумага для множительных аппаратов.

Усл. печ. л. 6,6. Тираж 350 экз. Заказ № 3.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический  
университет»

394026 Воронеж, Московский проспект, 14

Участок оперативной полиграфии издательства ВГТУ

394026 Воронеж, Московский проспект, 14