

Ю.П. Беженарь

**ТЕХНИЧЕСКАЯ  
ГРАФИКА  
И ПЕРСПЕКТИВА**

*Методические рекомендации*

2010

УДК 681.3(075.8)  
ББК 32.973.26-018.2я73  
Б38

Автор: старший преподаватель кафедры дизайна, декоративно-прикладного искусства и технической графики УО «ВГУ им. П.М. Машерова» **Ю.П. Беженарь**

**Р е ц е н з е н т ы:**

доценты кафедры дизайна, декоративно-прикладного искусства и технической графики  
УО «ВГУ им. П.М. Машерова», кандидаты педагогических наук  
*А.А. Альхименок, В.В. Кулененок*

Учебное издание содержит общие требования к выполнению графических работ по технической графике, методические рекомендации к решению задач и выполнению матриц по перспективе, образцы графических работ и индивидуальные задания к графическим работам.

Предназначается для студентов специальности 1-19 01 01 «Дизайн (предметно-пространственной среды)» специализации 1-19 01 00-0201 «Экспозиционный дизайн», 1-19 01 01-0202 «Дизайн интерьеров».

УДК 681.3(075.8)  
ББК 32.973.26-018.2я73

© Беженарь Ю.П., 2010  
© УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2010

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	4
<b>Часть 1. ТЕХНИЧЕСКАЯ ГРАФИКА</b> .....	5
<b>1.1. Общие указания</b> .....	5
<b>1.2. Графическое оформление чертежей</b> .....	7
<i>Графическая работа № 1</i> .....	7
<i>Графическая работа № 2</i> .....	11
<b>1.3. Геометрические построения</b> .....	14
<i>Графическая работа № 3</i> .....	14
<i>Графическая работа № 4</i> .....	14
<b>1.4. Изображения предметов</b> .....	28
1.4.1. <i>Виды (ГОСТ 2.305-68 ЕСКД)</i> .....	28
1.4.2. <i>Выносные элементы</i> .....	31
<i>Графическая работа № 5</i> .....	32
1.4.3. <i>Сечения (ГОСТ 2.305-68)</i> .....	36
<i>Графическая работа № 6</i> .....	38
1.4.4. <i>Разрезы</i> .....	44
<i>Графическая работа № 7</i> .....	49
<i>Графическая работа № 8</i> .....	54
<b>1.5. Аксонометрические проекции</b> .....	61
<i>Графическая работа № 9</i> .....	61
<b>1.6. Технический рисунок</b> .....	62
<i>Графическая работа № 10</i> .....	62
<b>Часть 2. ПЕРСПЕКТИВА</b> .....	69
<b>2.1. Основные понятия</b> .....	69
<b>2.2. Перспектива точки</b> .....	71
<b>2.3. Перспектива прямой</b> .....	71
<b>2.4. Перспектива плоских фигур</b> .....	74
<b>2.5. Способы построения перспективных изображений</b> ..	77
<b>2.6. Выбор рационального положения картины и точки зрения при построении перспективы</b> .....	80
<b>2.7. Тени в перспективе</b> .....	82
<b>2.8. Общие указания по выполнению матриц</b> .....	84
<i>Матрица 1. Построение перспективы геометрических тел</i> .....	85
<i>Матрица 2. Построение перспективы комплекта мебели</i> .....	86
<i>Матрица 3. Построение угловой перспективы комнаты</i> .....	87
<i>Матрица 4. Построение наклонной перспективы выставки</i> ...	88
<b>ЛИТЕРАТУРА</b> .....	89

## ВВЕДЕНИЕ

Курс «Техническая графика и перспектива», изучаемый студентами специальности «Дизайн» на художественно-графическом факультете, включает два раздела, рассчитанных на два семестра.

В первом семестре изучается раздел «Техническое черчение», где студентами выполняется ряд графических и самостоятельных работ, во втором семестре – «Перспектива», студенты выполняют четыре матрицы. В методических указаниях последовательно изложены требования к оформлению графических работ, основные принципы построения изображений видов, разрезов, сечений, выносных элементов, технического рисунка в соответствии с требованиями Единой системы конструкторской документации, представлен теоретический материал по перспективе, а также этапы ведения построения матриц по перспективе. В учебном издании даны варианты индивидуальных практических заданий с краткими методическими указаниями и примерами графических работ, что позволит эффективно организовывать самостоятельную работу студентов.

# ЧАСТЬ 1. ТЕХНИЧЕСКАЯ ГРАФИКА

## 1.1. Общие указания

1. Каждый студент выполняет вариант задания, соответствующий его порядковому номеру в журнале группы (1, 2, 3 и т.д.).

2. Перед выполнением заданий следует изучить соответствующий теоретический материал по рекомендуемой литературе.

3. Чертежи выполняют карандашом, тушью (либо на компьютере, по усмотрению преподавателя) на листах чертежной бумаги формата А 4 или А 3, установленного ГОСТ 2.301-68 (табл. 1, а), а также подписывается рамка (рис. 1.1, а).

Чертежи должны быть выполнены в соответствии с правилами, установленными государственными стандартами. Основные требования к чертежам устанавливает ГОСТ 2.109-73.

4. Чертеж должен быть оформлен с соблюдением требований стандартов, определяющих масштабы по ГОСТ 2.302-68, линии чертежа – по ГОСТ 2.302-68 (табл. 1, б), рис. 1.1, б) (и шрифты – по ГОСТ 2.304-81. Масштаб изображений студент выбирает самостоятельно (из ряда стандартных масштабов, табл. 2), с таким расчетом, чтобы поле чертежа было использовано наиболее полно. Изображения располагают на чертеже так, чтобы интервалы между ними, а также между ними и рамкой чертежа были примерно одинаковыми.

5. Каждый чертеж должен иметь буквенно-цифровое обозначение по ГОСТ 2.201-80.

Таблица 1 – Размеры основных форматов

Обозначение формата	Размеры сторон формата, мм
A0	841x1189
A1	594x841
A2	420x594
A3	297x420
A4	210x297

Таблица 2 – Установленные масштабы

Натуральная величина	1:1
Масштабы уменьшения	1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100;

	1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000
Масштабы увеличения	2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1

5. Все чертежи сшиваются в альбом и предъявляются на зачете или экзамене.

К зачету и экзамену допускаются студенты, выполнившие все графические работы.

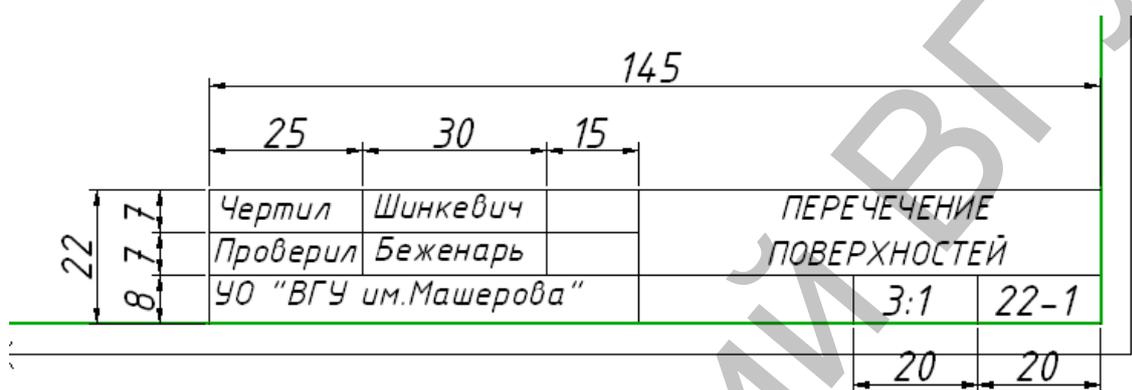


Рис. 1.1а).

Таблица 1, б – Линии чертежа (ГОСТ 2.303-68)

Наименование	Начертание	Толщина линии	Назначение
Сплошная толстая основная		S (0,5–1,4мм)	Линии видимого контура, линии перехода видимые
Сплошная тонкая		S/3 ... S/2	Линии выносные и размерные, линии штриховки, линии-выноски и др.
Сплошная волнистая		S/3 ... S/2	Линии обрыва, линии разграничения вида и разреза
Штриховая		S/3 ... S/2	Линии невидимого контура, линии перехода невидимые
Штрихпунктирная тонкая		S/3 ... S/2	Линии осевые и центровые и др.
Штрихпунктирная утолщенная		S/2 ... 2/3 S	Линии, обозначающие поверхности, подлежащие обработке или покрытию и др.
Разомкнутая		S ... 1 1/2 S	Линии сечений
Сплошная тонкая с изломами		S/3 ... S/2	Длинные линии обрыва
Штрихпунктирная с двумя точками		S/3 ... S/2	Линии сгиба на развертках, линии для изображений изделий в крайних положениях и др.

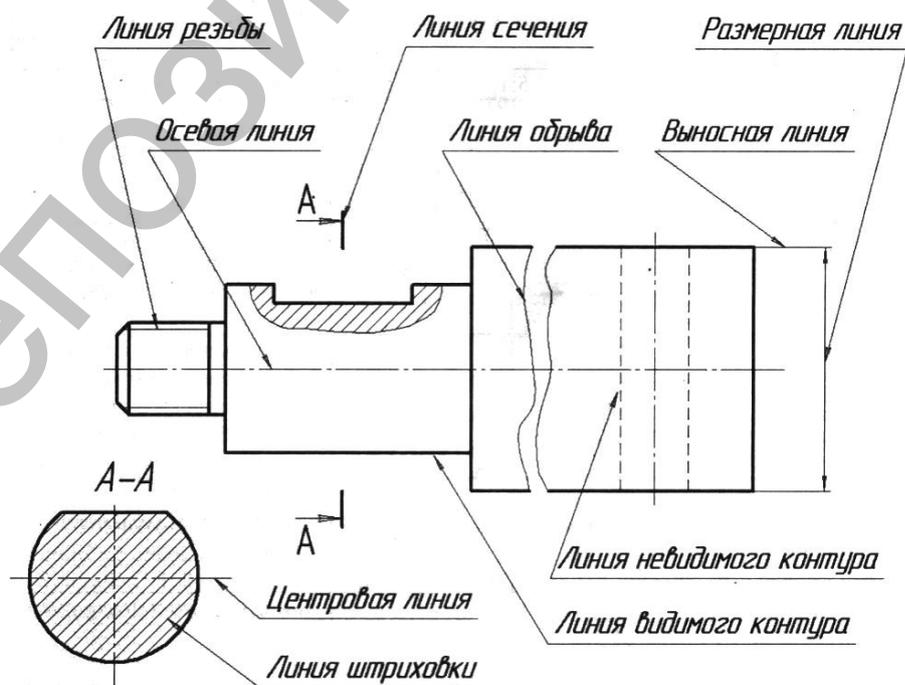


Рис. 1.1, б.

## 1.2. Графическое оформление чертежей

### *Графическая работа № 1*

Содержание. Шрифт чертежный. Выполнить титульный лист альбома чертежей.

Указания. При выполнении первой графической работы следует уделить особое внимание изучению конструкции букв, выработке рациональных приемов выполнения надписей на чертежах.

На первой стадии изучения шрифта и овладения навыками выполнения надписей необходимо точно и аккуратно соблюдать разметку каждой буквы, слова. При этом следует ознакомиться с методикой расчета и размещения надписи в целом, деления ее на строки и т.п.

Нужно помнить, что качественное выполнение разметки является фундаментом качественного выполнения надписи. Вспомогательная сетка, в которую вписываются буквы, наносится тонкими линиями, карандашом 2Т. Расстояние между параллельными линиями сетки берется в зависимости от толщины линий шрифта (рис. 1.2). Для определения размеров букв и цифр, а также расстояний между буквами, словами, строками следует пользоваться таблицей 3.

Шрифт \_\_\_\_\_ типа  
Б = ( $d = /\Gamma/10$ ).

Таблица 3 – Параметры шрифтов

№ п/п	Параметры шрифта	Обозначение	Относительный размер		Размер шрифта, мм			
					3,5	5	7	10
1 1.1	Прописные буквы и цифры: Высота букв и цифр	$h$	$(10/10)h$	$10d$	3,5	5,0	7,0	10,0
1.2	Ширина букв А, Д, М, Х, Ы, Ю	9	$(7/10)h$	$7d$	2,4	3,5	4,9	7,0
1.3	Ширина букв Б, В, И, Й, К, Л, Н, О, П, Р, Т, У, Ц, Ч, Ъ, Э, Я и цифры 4	9	$(6/10)h$	$6d$	2,1	3,0	4,2	6,0
1.4	Ширина букв Г, Е, З, С и цифр 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 0	9	$(5/10)h$	$5d$	1,7	2,5	3,5	5,0
1.5	Ширина букв Ж, Ф, Ш, Ъ	9	$(8/10)h$	$8d$	2,8	4,0	5,6	8,0
1.6	Ширина цифры 1	9	$(3/10)h$	$3d$	1,0	1,5	2,1	3,0
2 2.1	Строчные буквы: Высота букв, кроме в, д, р, у, ф	$c$	$(7/10)h$	$7d$	2,5	3,5	5,0	7,0
2.2	Высота букв б, в, д, р, у, ф	$c$	$(10/10)h$	$10d$	3,5	5,0	7,0	10
2.3	Ширина букв, кроме ж, з, м, с, т, ф, ш, щ, ы, ю	9	$(5/10)h$	$5d$	1,7	2,5	3,5	5,0
2.4	Ширина букв з, с	9	$(4/10)h$	$4d$	1,4	2,0	2,8	4,0
2.5	Ширина букв М, Ы, Ю	9	$(6/10)h$	$6d$	2,1	3,0	4,2	6,0
2.6	Ширина букв т, ж, ф, ш, щ	9	$(7/10)h$	$7d$	2,4	3,5	4,9	7,0
3	Расстояние между буквами и цифрами	$a$	$(2/10)h$	$2d$	0,7	1,0	1,4	2,0
4	Расстояние между основа- ниями строк	$b$	$(17/10)h$	$17d$	6,0	8,5	12,0	17,0
5	Минимальное расстояние между словами	$e$	$(6/10)h$	$6d$	2,1	3,0	4,2	6,0
6	Толщина линий шрифта	$d$	$(1/10)h$	$1d$	0,35	0,5	0,7	1,0

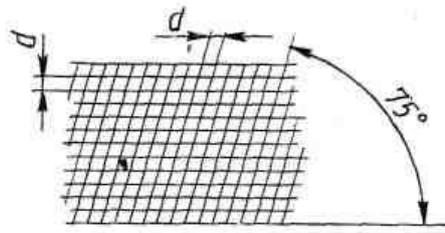


Рис. 1.2.

Обозначение различных элементов шрифта приведено на рис. 1.3.

Расстояние между смежными буквами ГА, АТ, РД, ТЛ, ГД, ГЛ, РА может быть уменьшено наполовину, т.е. на толщину  $d$  линии шрифта, или не делаться совсем (рис. 1.4). Расстояние между смежными буквами ЩЩ берется  $3d$ .

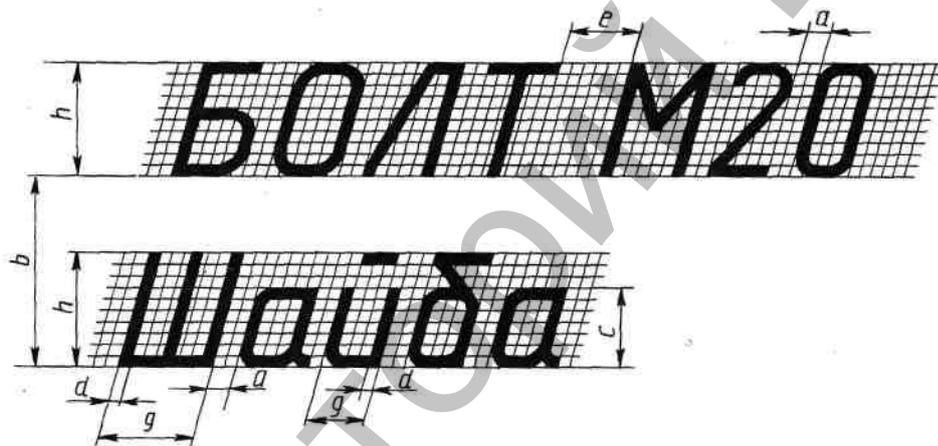


Рис. 1.3.

Минимальным расстоянием между словами –  $e$ , разделенными знаками препинания, является расстояние между знаком препинания и следующим за ним словом (рис. 1.5). Образец выполнения работы – рис. 1.6.

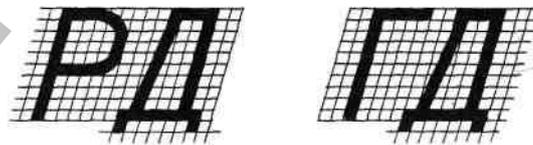


Рис. 1.4.

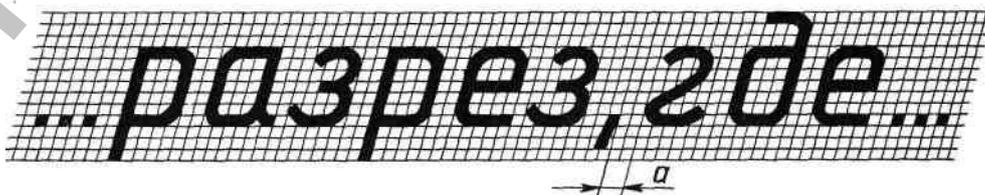


Рис. 1.5.

Репозиторий ВГУ

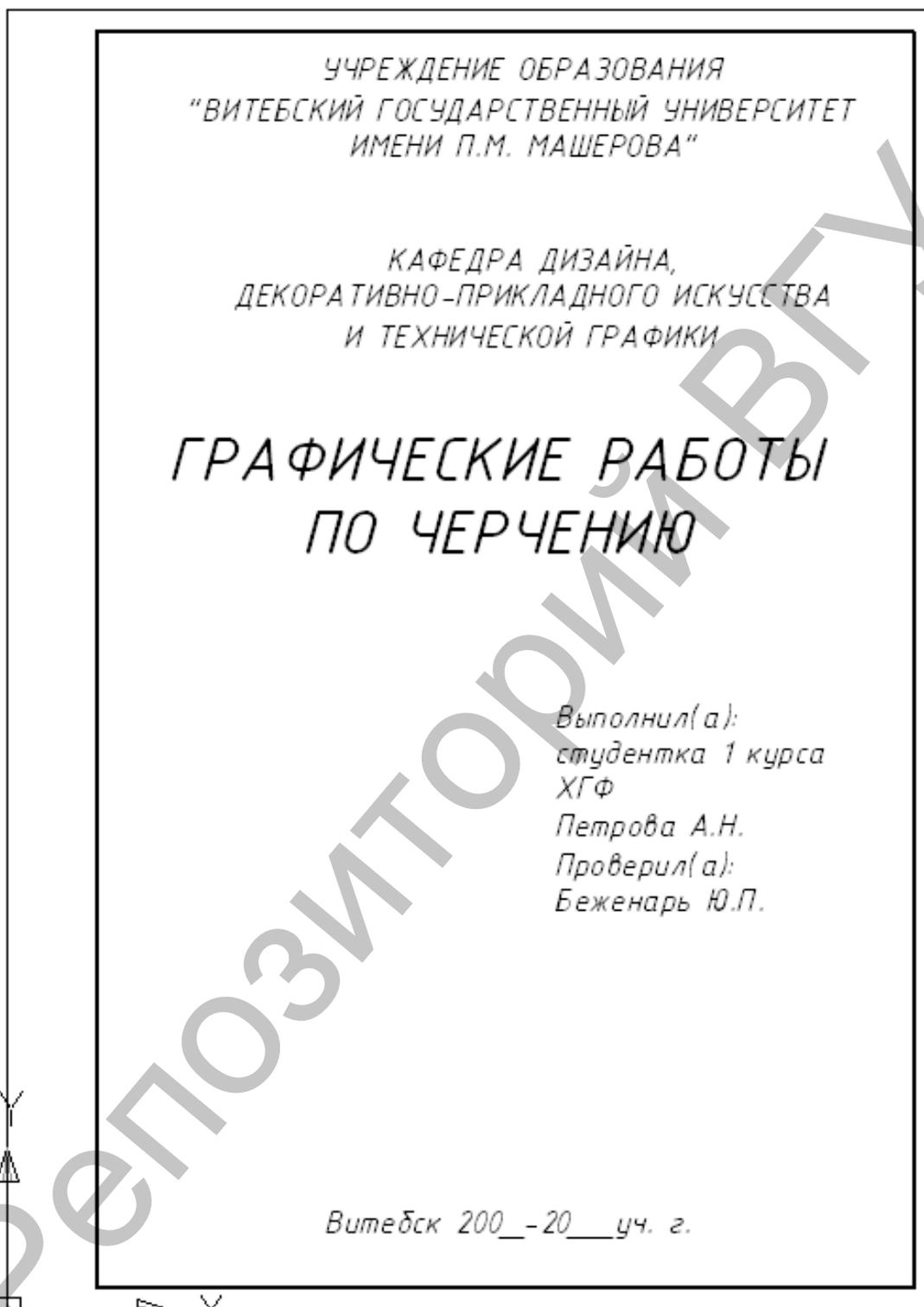


Рис. 1.6. Образец выполнения графической работы № 1.

## Графическая работа № 2

Содержание. Нанесение размеров на чертежах деталей.

Указания. При выполнении графической работы следует уделить особое внимание изучению конструкции букв, выработке рациональных приемов выполнения надписей на чертежах.

В каждом варианте дано по два примера, которые позволяют проработать основные принципы нанесения размеров на симметричную и несимметричную детали (табл. 4).

Таблица 4

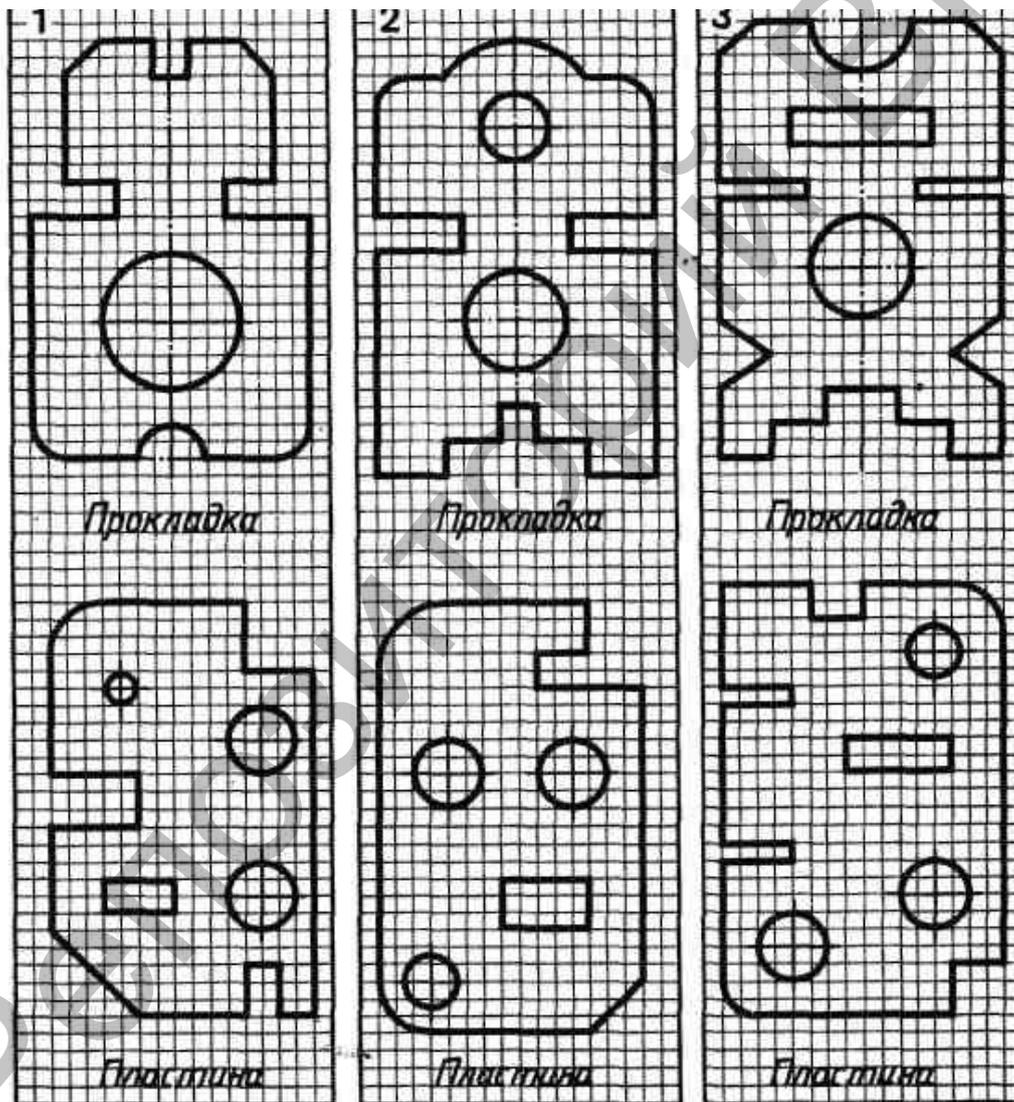
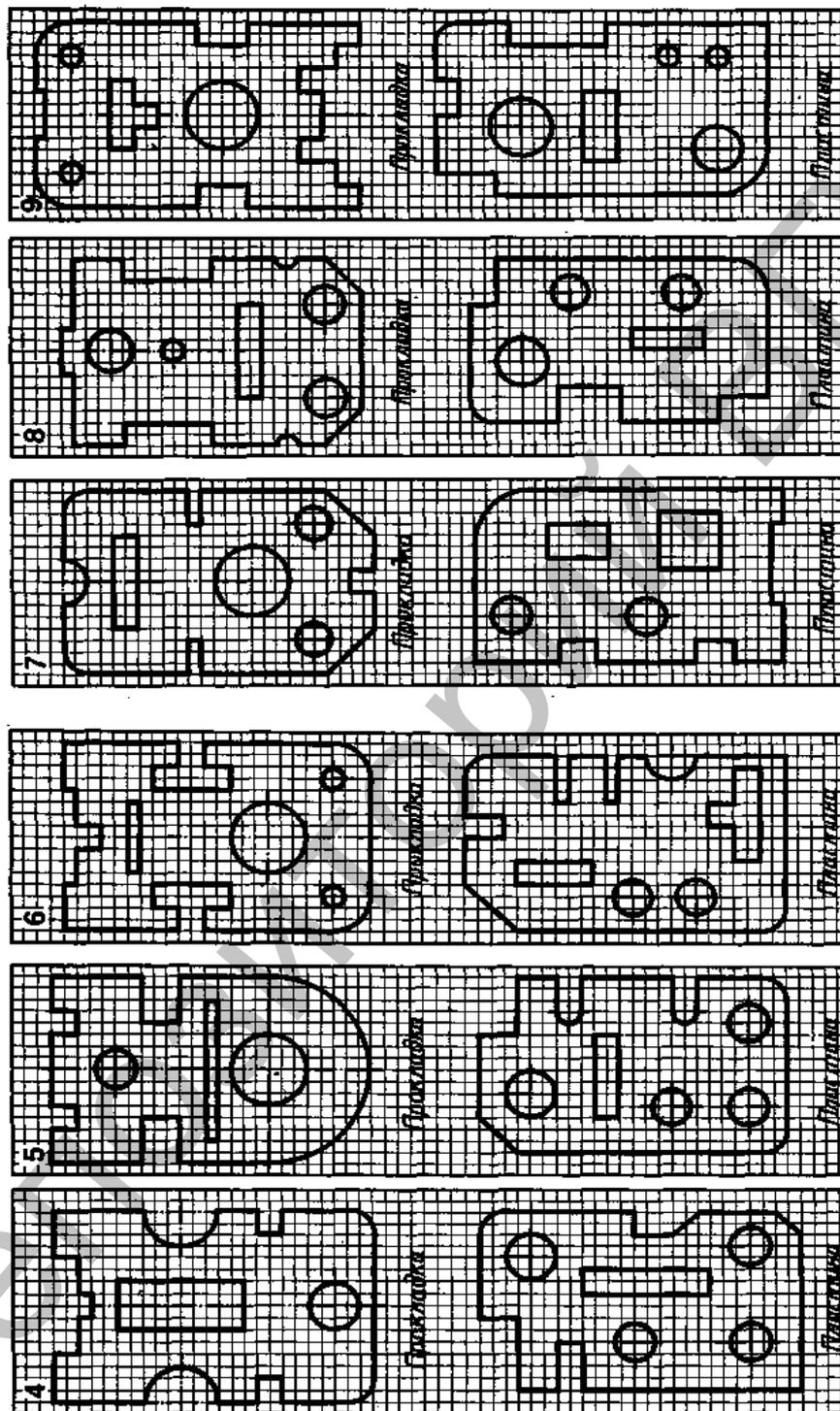


Таблица 4 (окончание)



Чертежи для упражнения выполнены на клетчатом фоне. Для определения размеров детали считать сторону клетки равной 5 мм – 10 мм. Размеры проставлять с точностью до 1 мм.

При выполнении этого упражнения особое внимание нужно обратить на нанесение размеров отдельных элементов прокладки и пластины (прямоугольных вырезов и пазов; цилиндрических и прямоугольных отверстий; скруглений и т. п.). При этом нужно решить следующие вопросы: какими размерами можно определить форму того или иного элемента; его местоположение по отношению к какой-то выбранной базе или другому элементу; как расставить размеры всех элементов на чертеже, как скомпоновать их; при этом нужно стремиться к тому, чтобы размеры одного и того же элемента были сосредоточены в одном месте (для удобства чтения) там, где этот элемент и его расположение наиболее наглядно и удобно читаются.

Полезно рассмотреть и сравнить различные варианты нанесения размеров одного и того же элемента и понять разницу в нанесении размеров некоторых элементов на деталях, имеющих ось симметрии и не имеющих ее (рис. 1.7).

Такой подход к нанесению размеров приучает с самого начала изучения курса анализировать изображаемые формы, разлагать их на простейшие составные элементы, а это очень важно, так как выполнение различных изображений по заданным размерам часто делается механически, без представления того, какие размеры заданы и почему.

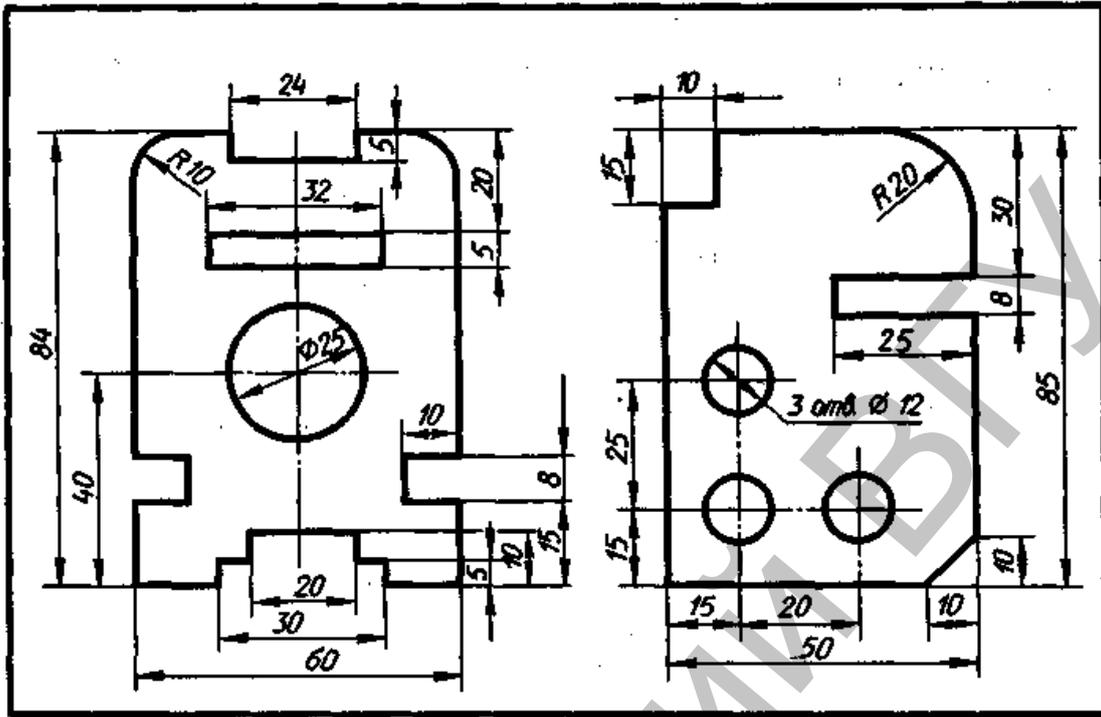


Рис. 1.7. – Пример выполнения упражнения на нанесение размеров.

### 1.3. Геометрические построения

Для того чтобы построить чертеж детали, провести плоскостную разметку для изготовления или обработки детали, необходимо выполнить ряд геометрических построений.

**Геометрическим построением** называют способ решения практической задачи, при котором все действия производятся чертежными или разметочными инструментами. К геометрическим построениям относятся: проведение перпендикуляра, построение угла, равного данному, деление отрезков и углов, деление окружностей, определение центра окружности и центра дуги, сопряжения, построение коробовых и лекальных кривых, построение уклона и конусности.

#### ***Графическая работа № 3***

Содержание. Графическая работа № 2 состоит из двух частей по темам: «Деление окружности» и «Сопряжения».

Указания. 1. Первая часть заключается в вычерчивании контуров деталей, применяя правила деления окружности на равные части, а вторая часть – в вычерчивании контуров деталей, применяя правила построения сопряжений.

2. Определить соответствующий масштаб изображения с учетом возможности нанесения размеров.

3. Индивидуальные задания к графической работе № 3 принимаются из табл. 5 и табл. 6. Образец выполненной работы на рис. 1.8.

#### ***Графическая работа № 4***

Содержание. Графическая работа № 3 «Построение уклонов и конусности», «Лекальные кривые» состоит из двух частей.

Указания. 1. Первая часть заключается в построении уклонов и конусности по заданным координатам, а во второй части необходимо вычертить контуры деталей, линии построения лекальной кривой сохранить.

2. Определить соответствующий масштаб изображения с учетом возможности нанесения размеров.

3. Индивидуальные задания к графической работе № 4 принимаются из табл. 7 и 8. Образец выполненной работы на рис. 1.9.

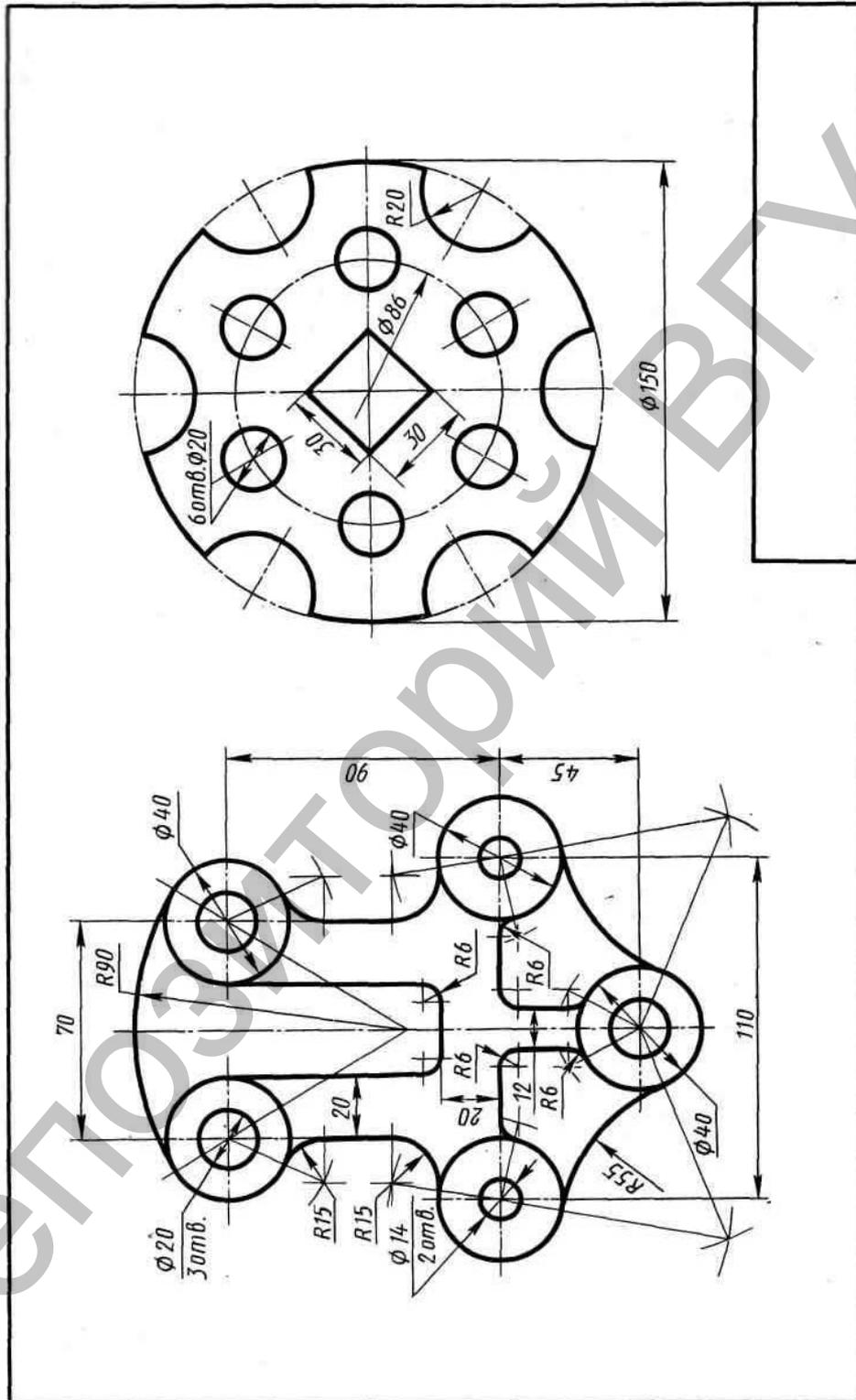


Рис.

1.8. Пример выполнения графической работы № 3.

Таблица 5

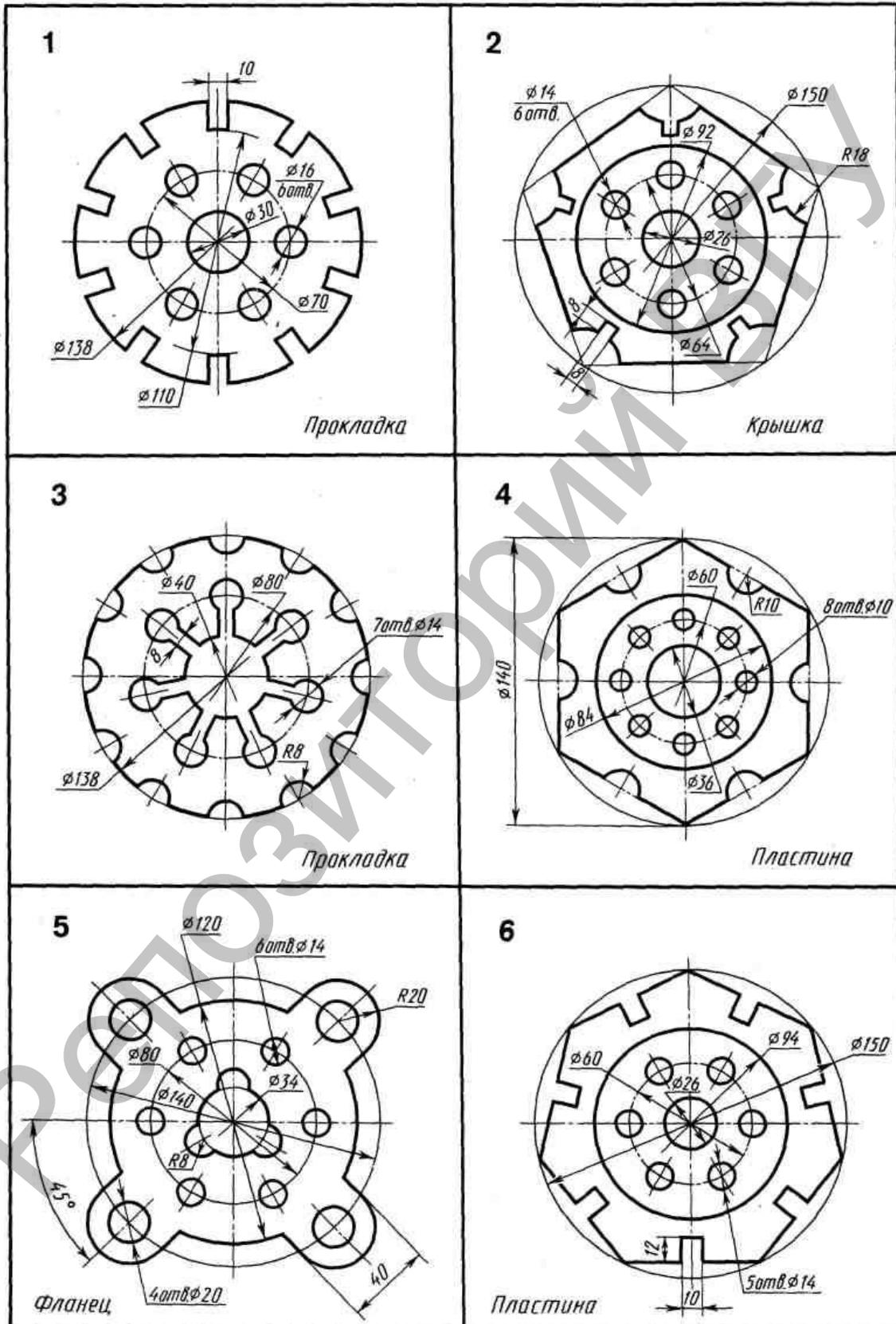


Таблица 5 (продолжение)

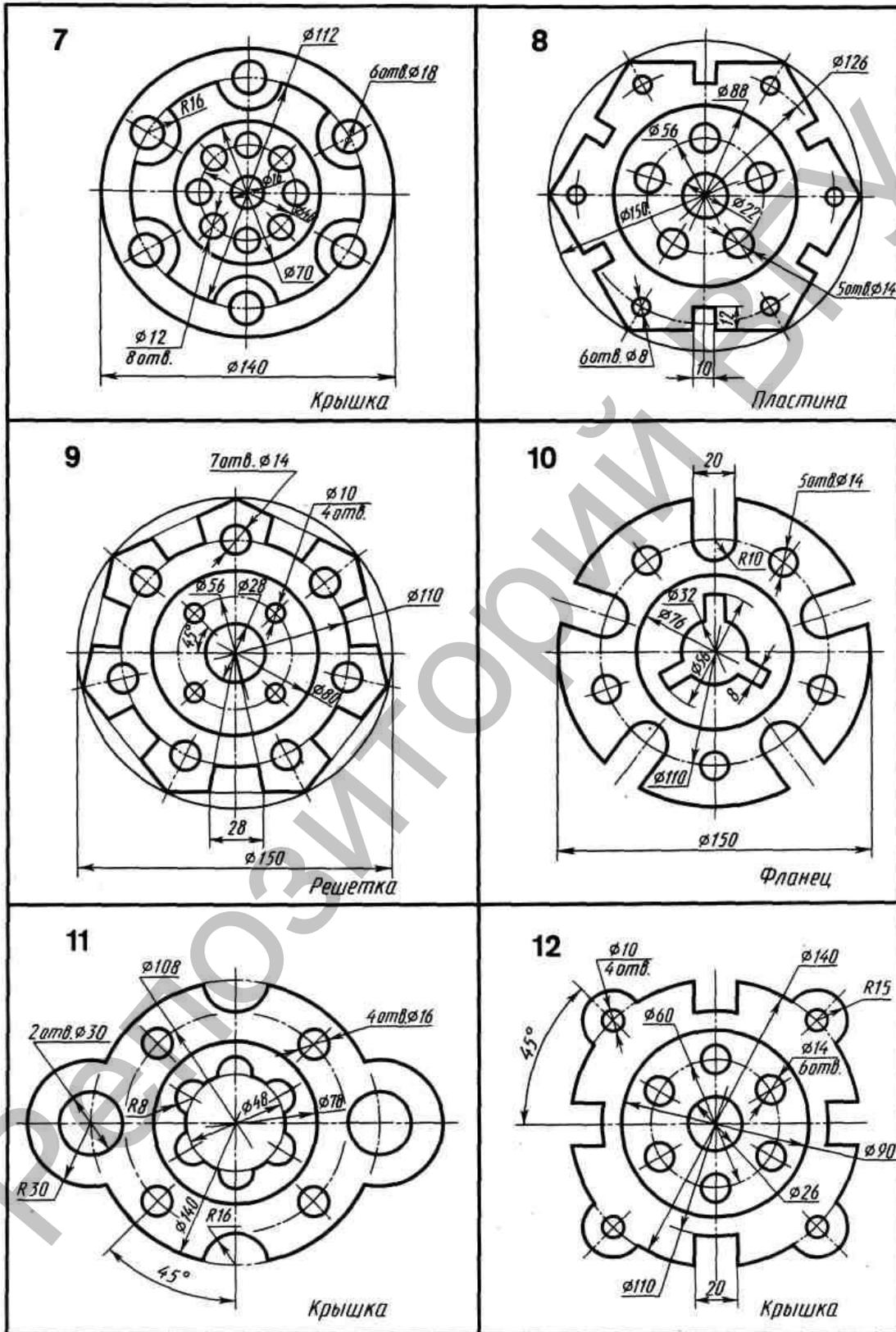


Таблица 6

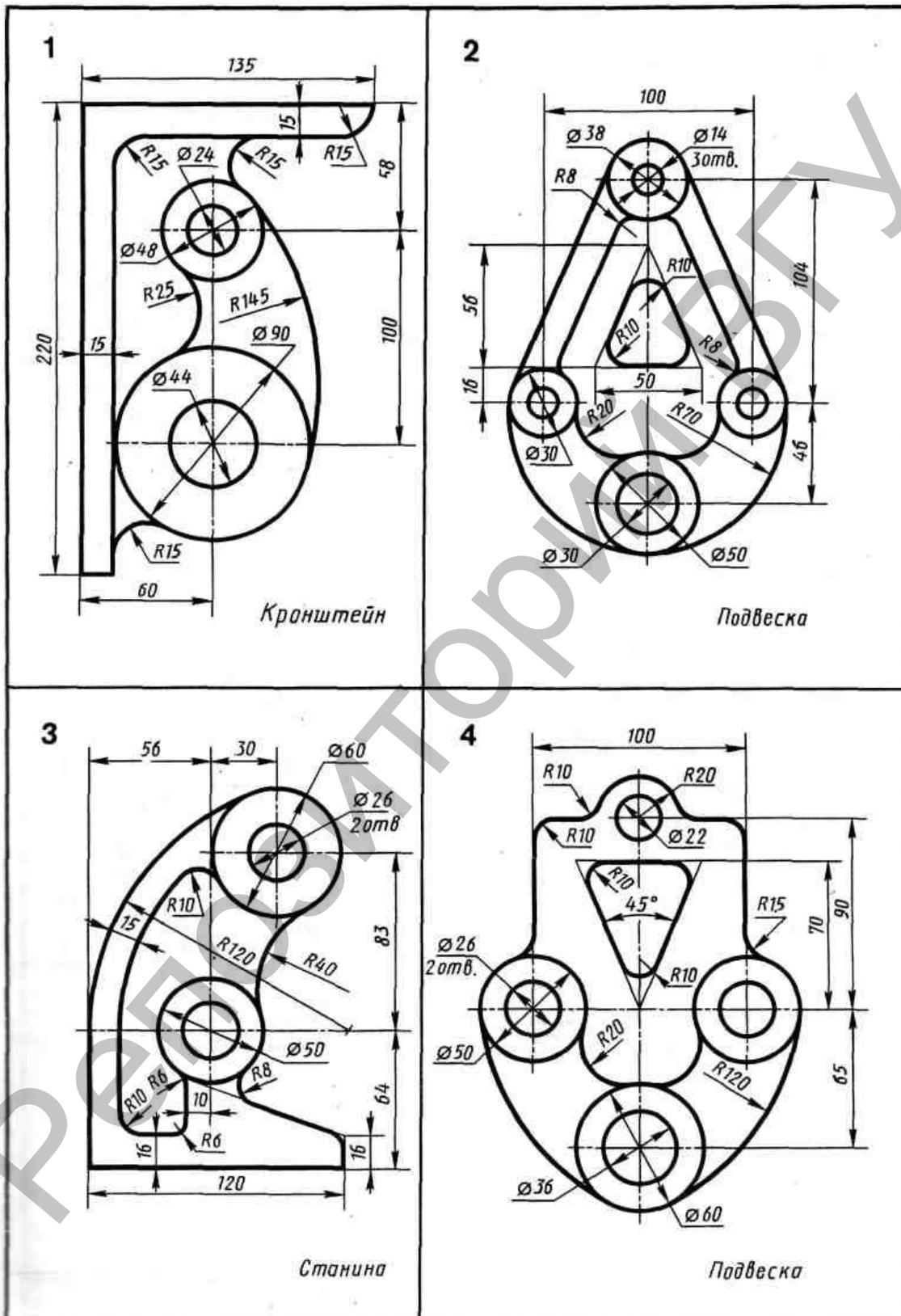
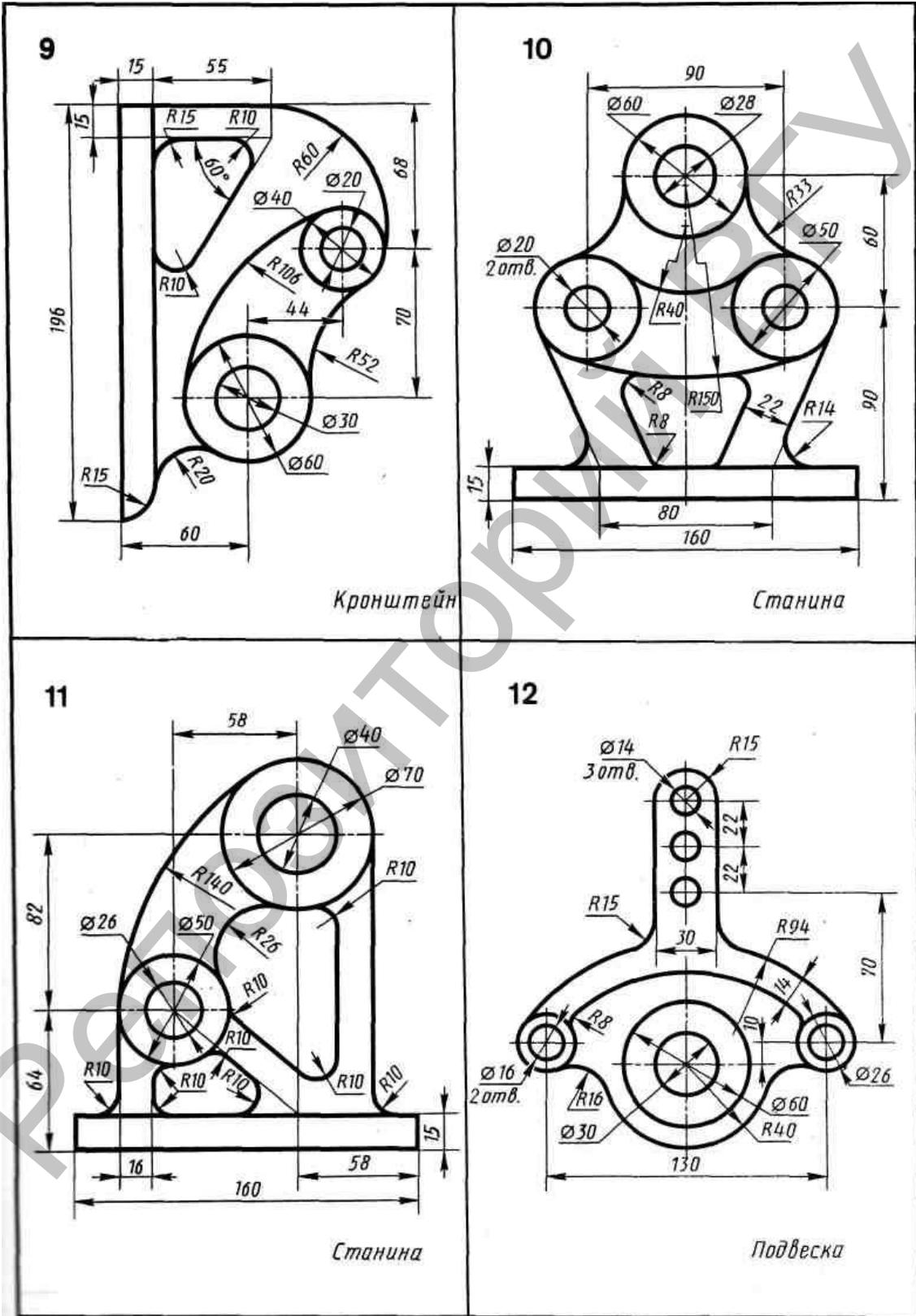




Таблица 6 (окончание)



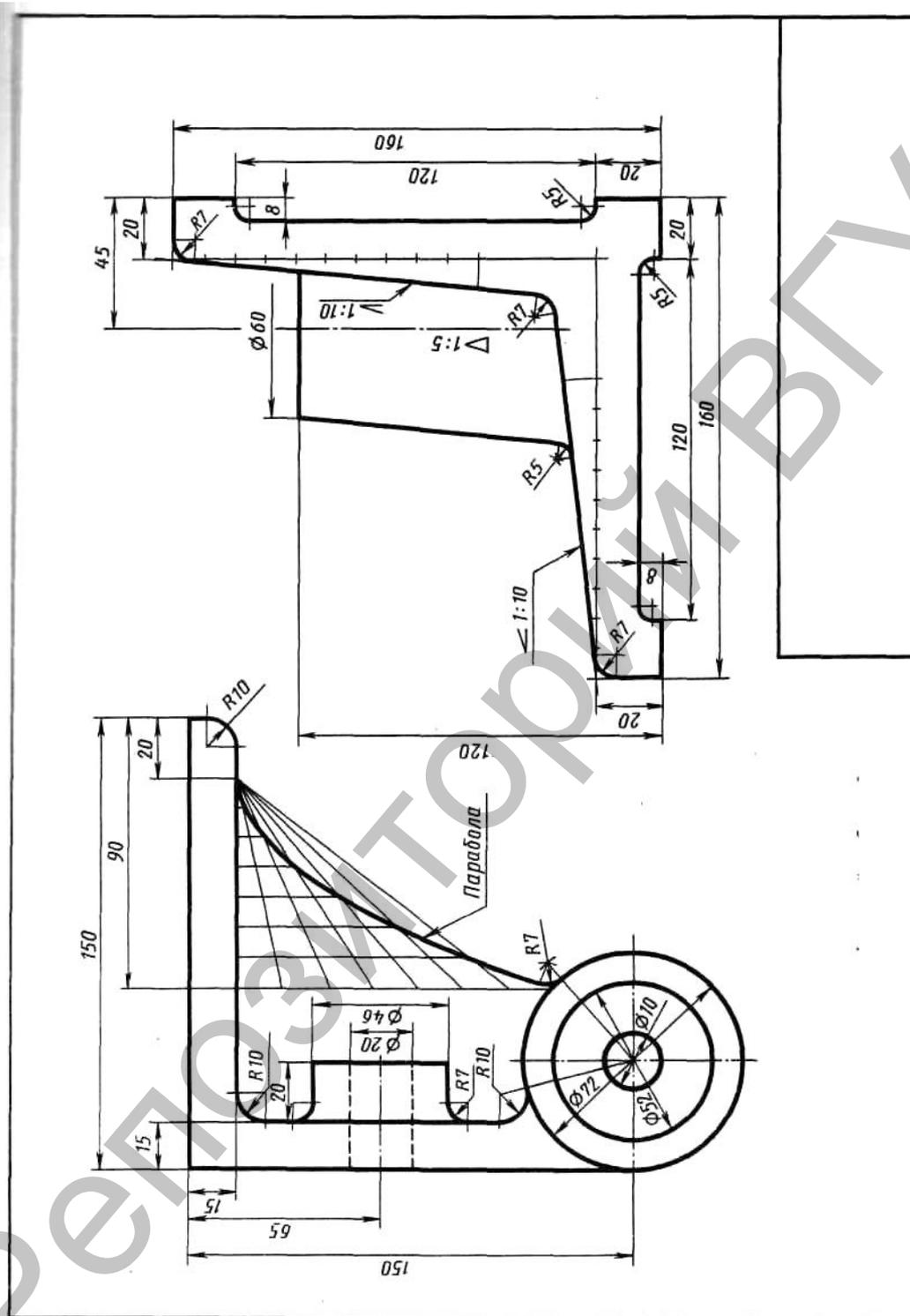


Рис. 1.9. Пример выполнения графической работы № 3.

Таблица 7

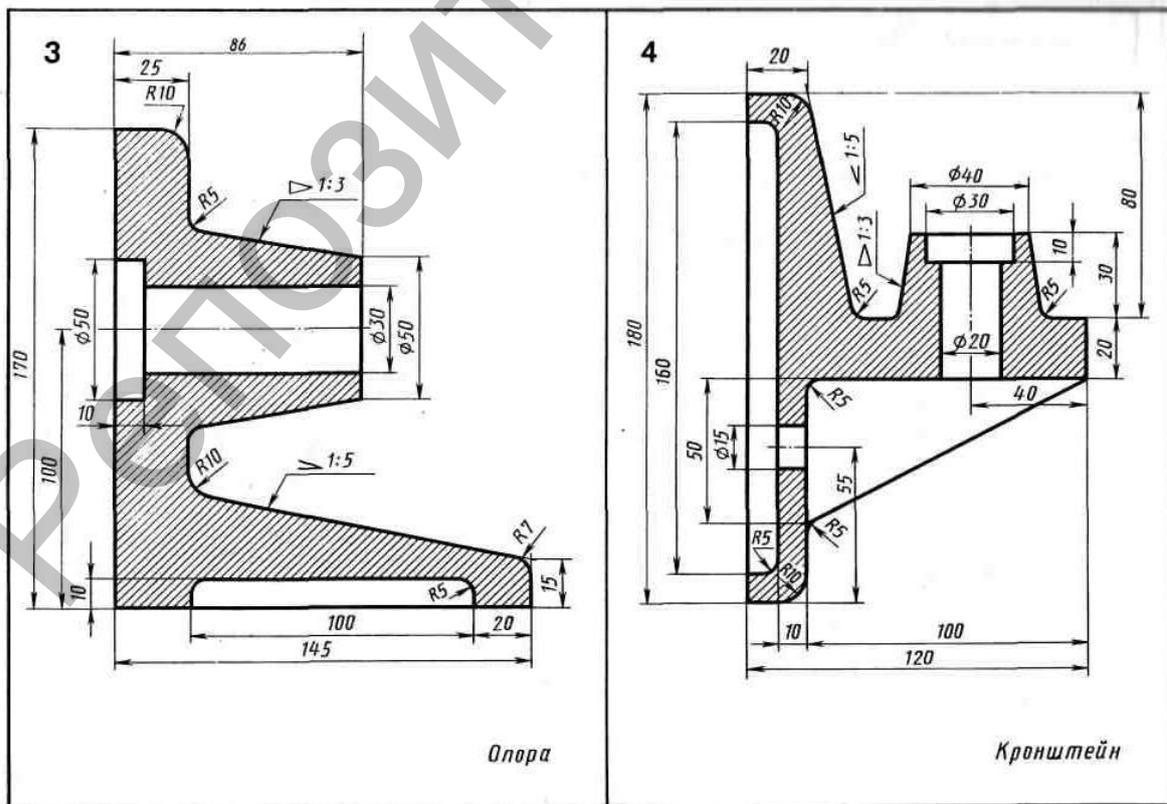
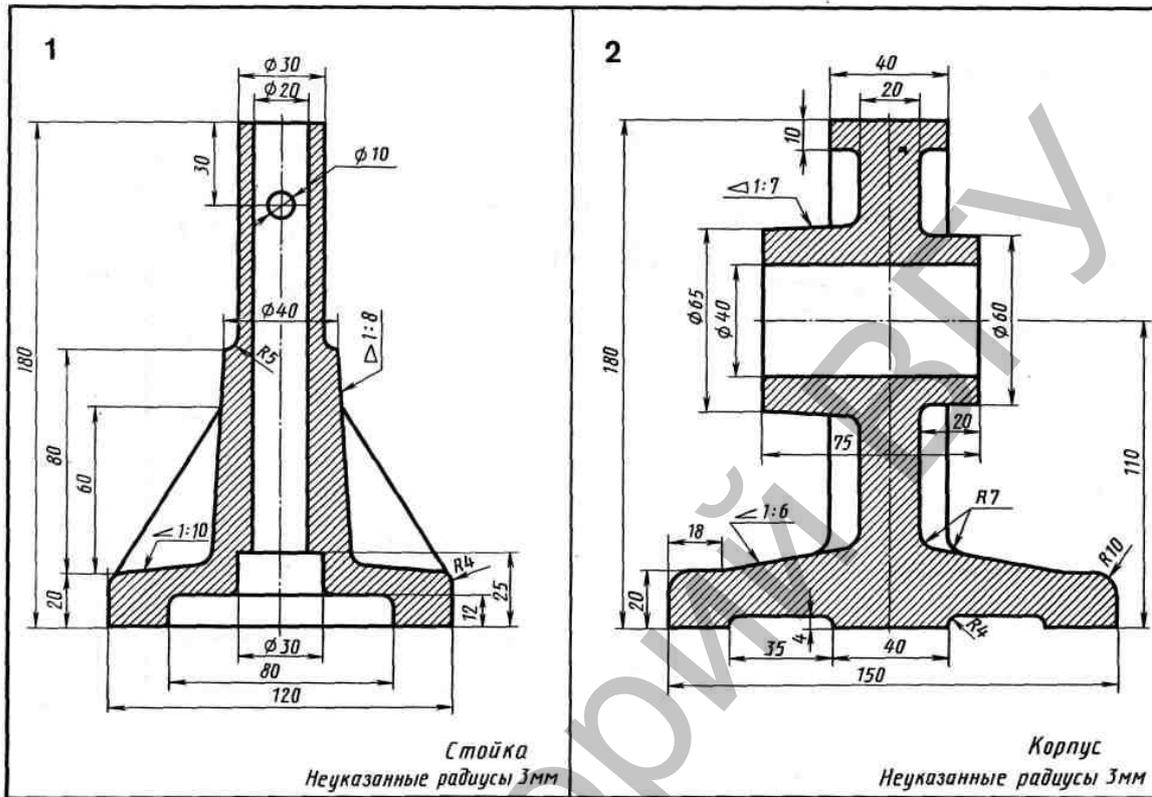


Таблица 7 (продолжение)

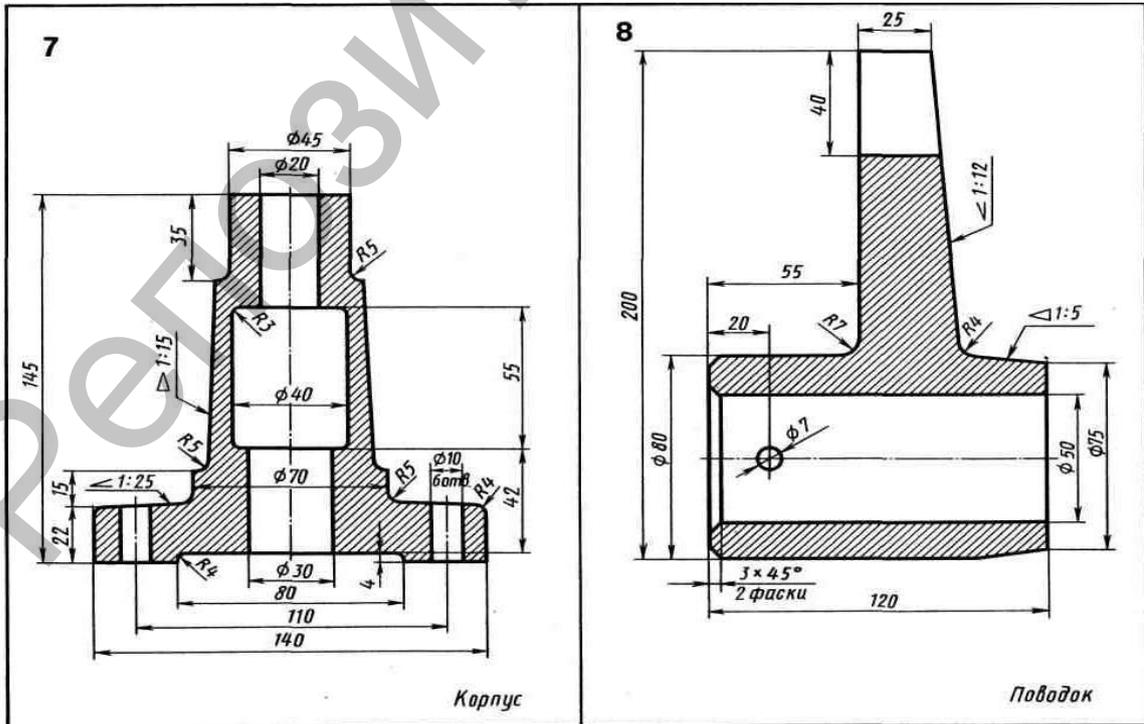
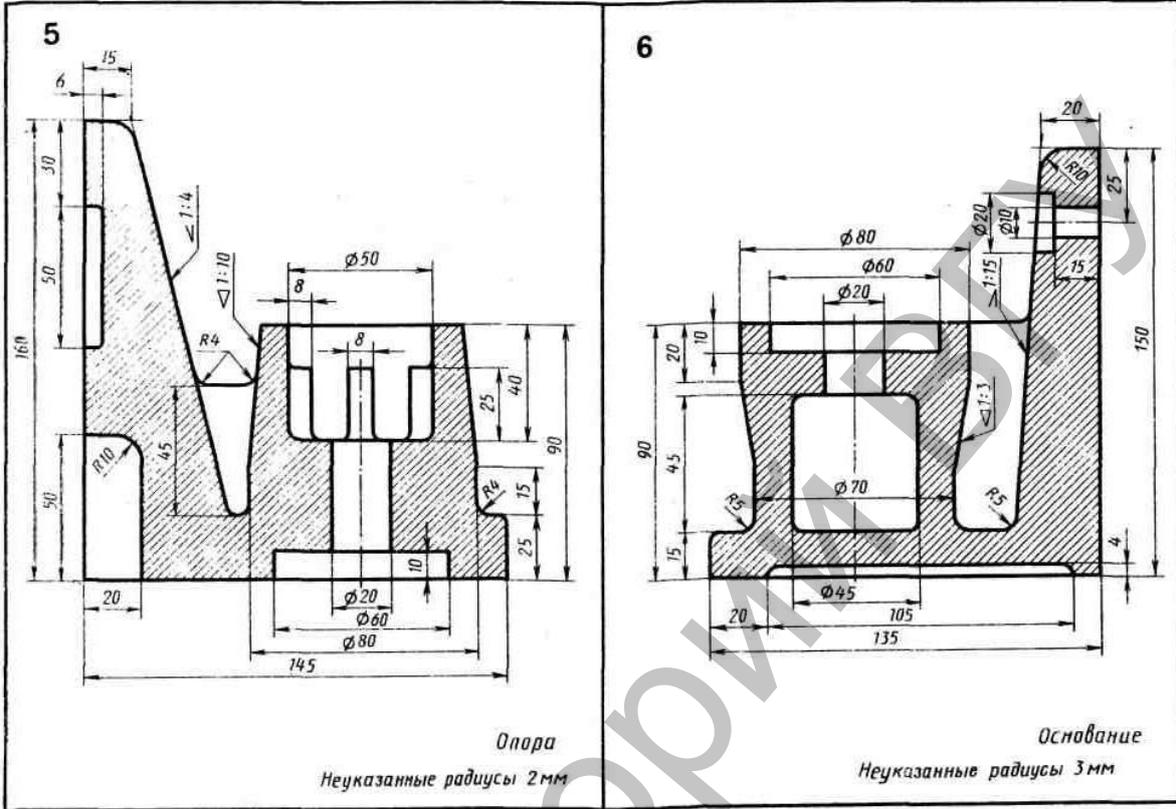


Таблица 7 (продолжение)

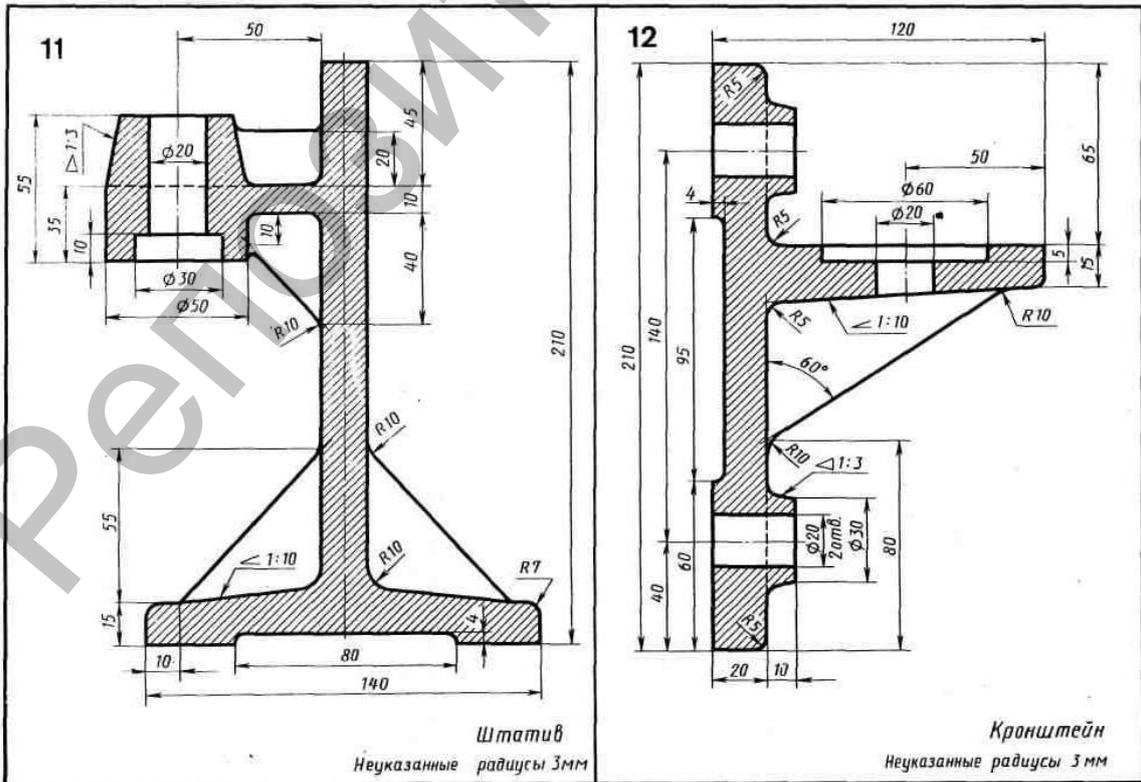
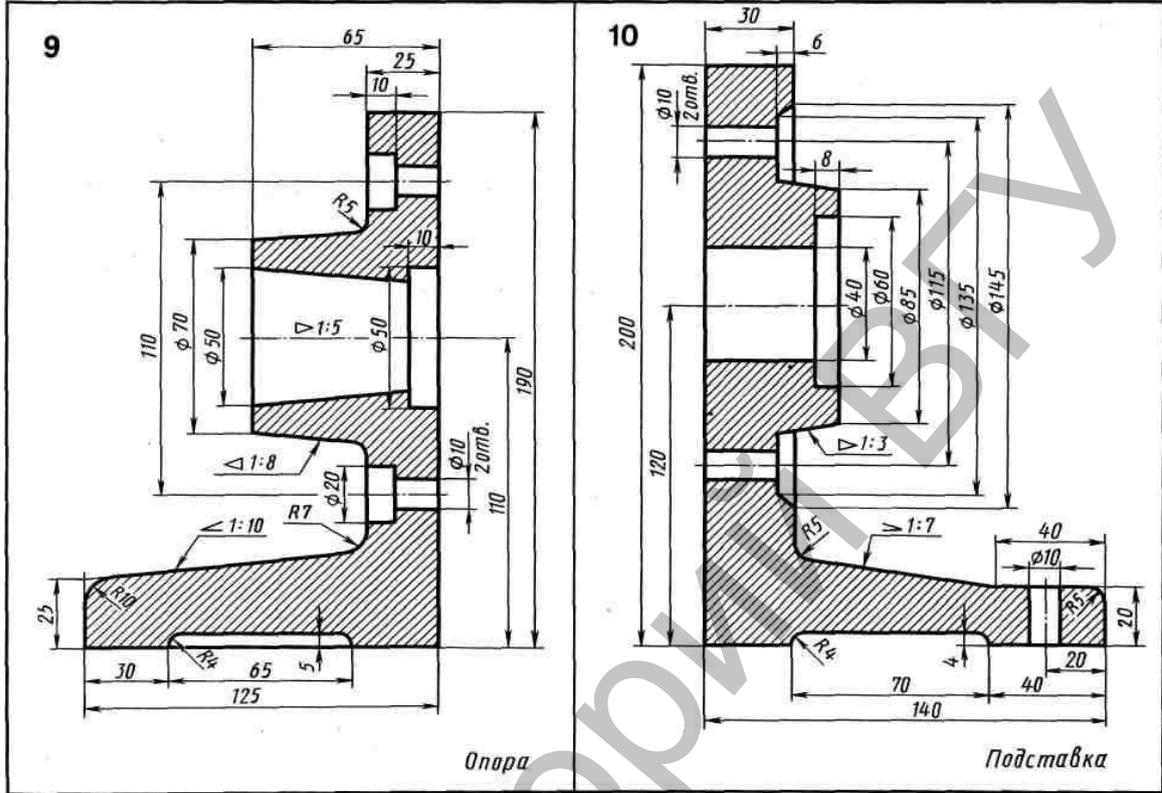




Таблица 8 (продолжение)

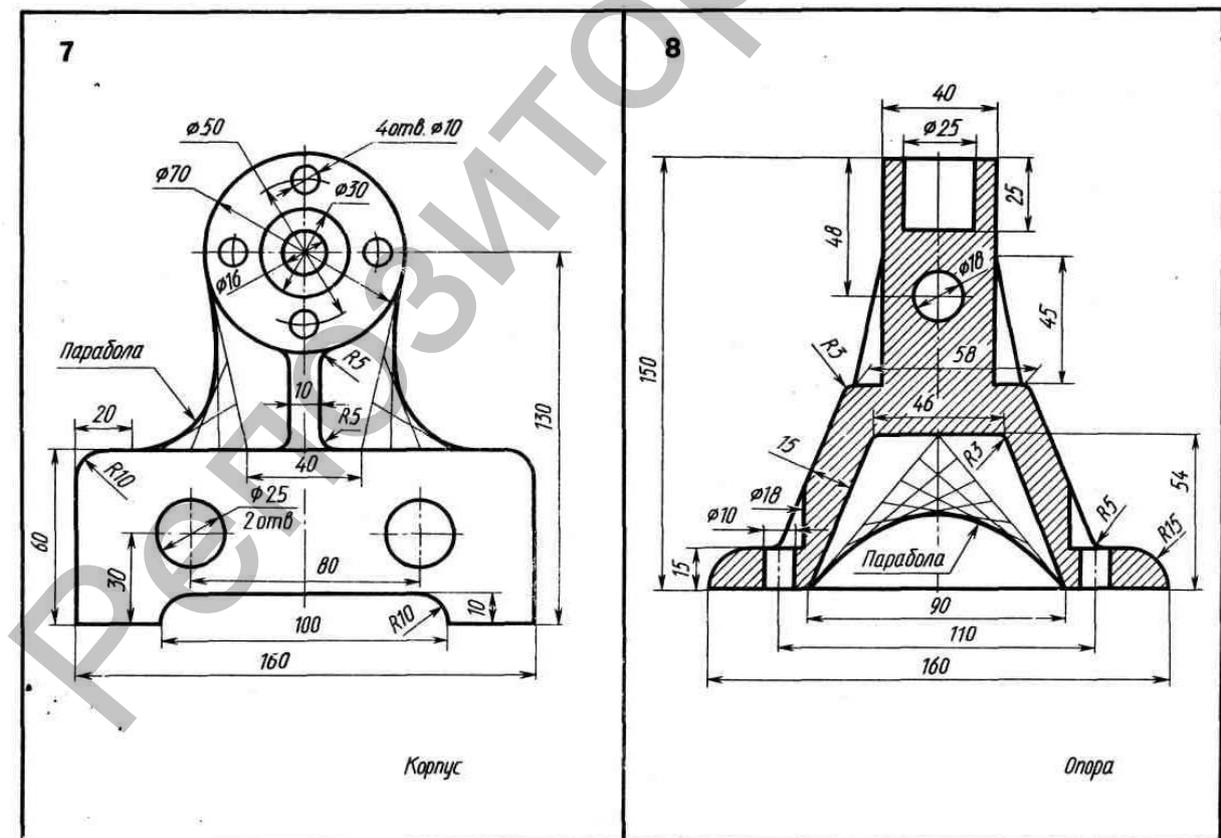
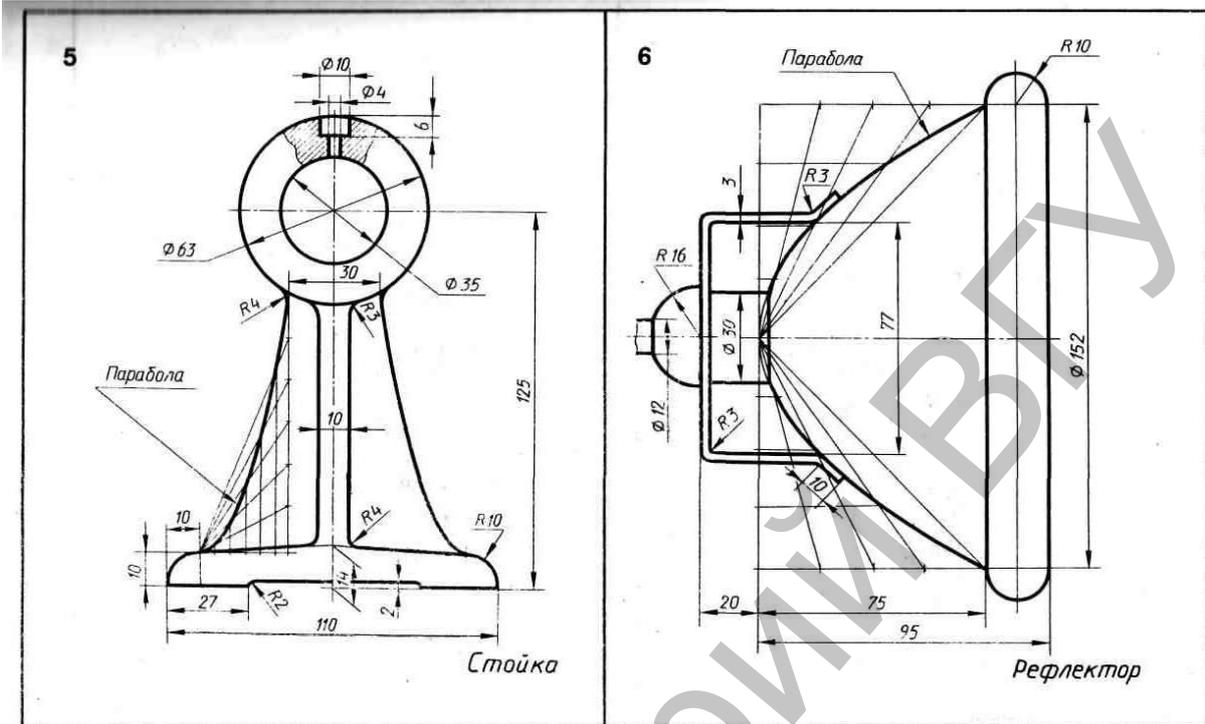
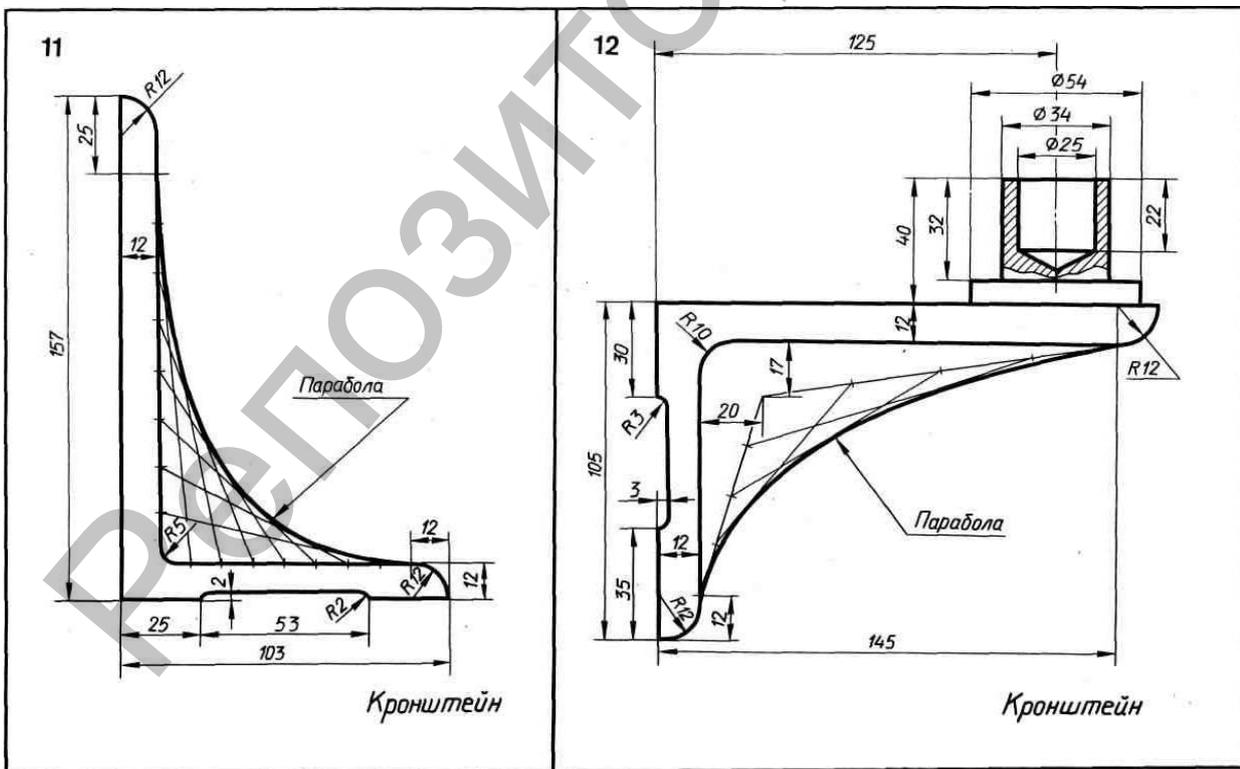
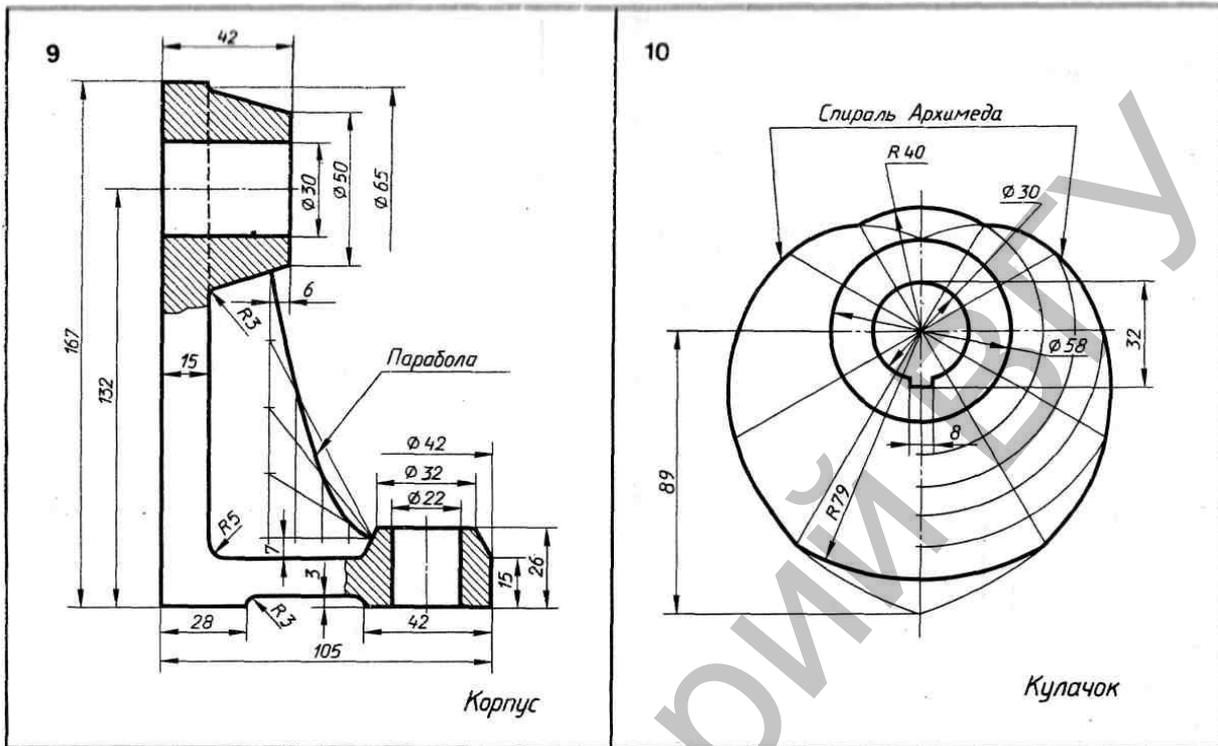


Таблица 8 (продолжение)



## 1.4. Изображения предметов

Изображения предметов выполняются по методу прямоугольного проецирования, предполагая, что предмет располагается между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций. За основные плоскости проекций принимают шесть граней куба, которые затем совмещают в одну плоскость. В зависимости от содержания изображения разделяют на виды, разрезы и сечения.

### 1.4.1. Виды (ГОСТ 2.305-68)

**Основные виды.** Правила изображения предметов (изделий, сооружений и их составных элементов) на чертежах всех отраслей промышленности и строительства устанавливает **ГОСТ 2.305-68**. Изображения предметов должны выполняться по методу прямоугольного (ортогонального) проецирования на плоскость. При этом предмет располагают между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций. Следует обратить внимание на различие, существующее между изображением и проекцией предмета. Не всякое изображение является проекцией предмета. Между предметом и его проекцией существует взаимно однозначное точечное соответствие, которое состоит в том, что каждой точке предмета соответствует определенная точка на проекции и наоборот.

При построении изображений предметов стандарт допускает применение условностей и упрощений, вследствие чего указанное соответствие нарушается. Поэтому получающиеся при проецировании предмета фигуры называют не проекциями, а изображениями. В качестве основных плоскостей проекций принимают грани пустотелого куба, в который мысленно помещают предмет и проецируют его на внутренние поверхности граней. Грани совмещают с плоскостью, как показано на рис. 1.10.

Изображение на фронтальной плоскости принимается на чертеже в качестве главного. Предмет располагают относительно фронтальной плоскости проекций так, чтобы изображение на ней давало наиболее полное представление о форме и размерах предмета. Изображения на чертеже в зависимости от их содержания разделяются на виды, сечения, разрезы.

**Вид** – изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета. Для уменьшения количества изображений допускается на видах показывать необходимые невидимые части поверхности при помощи штриховых линий. Однако, следует иметь в виду, что наличие большого количества штриховых линий затрудняет

чтение чертежа, поэтому их использование должно быть ограничено. Виды разделяются на основные, местные и дополнительные.

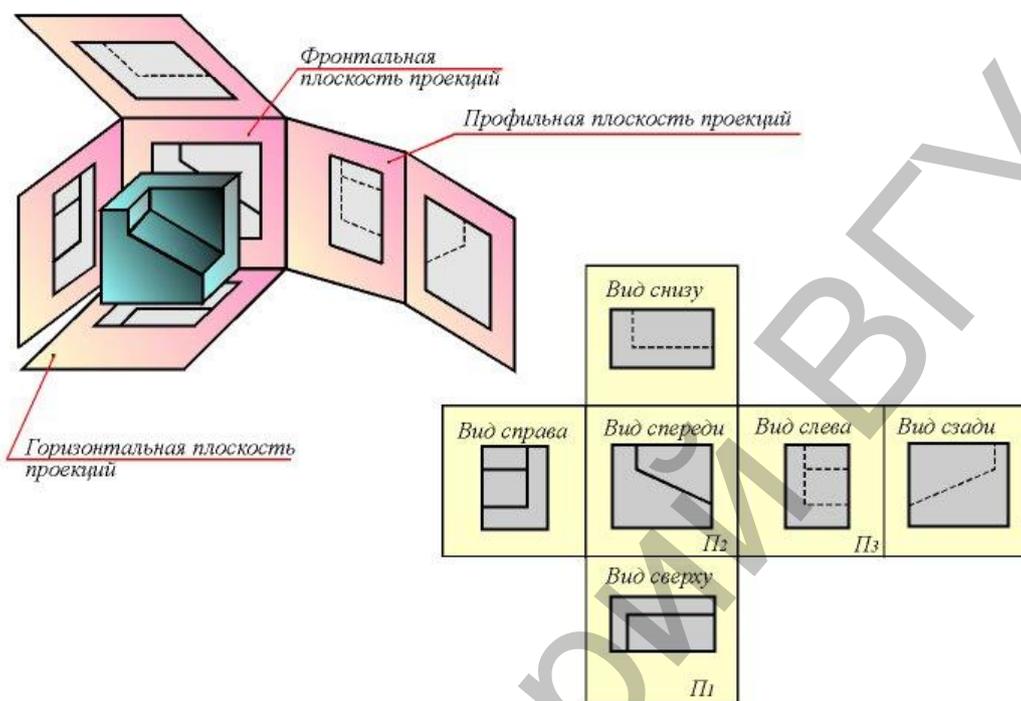


Рис. 1.10.

**Основные виды** – изображения, получаемые на основных плоскостях проекций – гранях куба (рис. 1.10):

- 1 – вид спереди (**главный вид**);
- 2 – вид сверху;
- 3 – вид слева;
- 4 – вид справа;
- 5 – вид снизу;
- 6 – вид сзади.

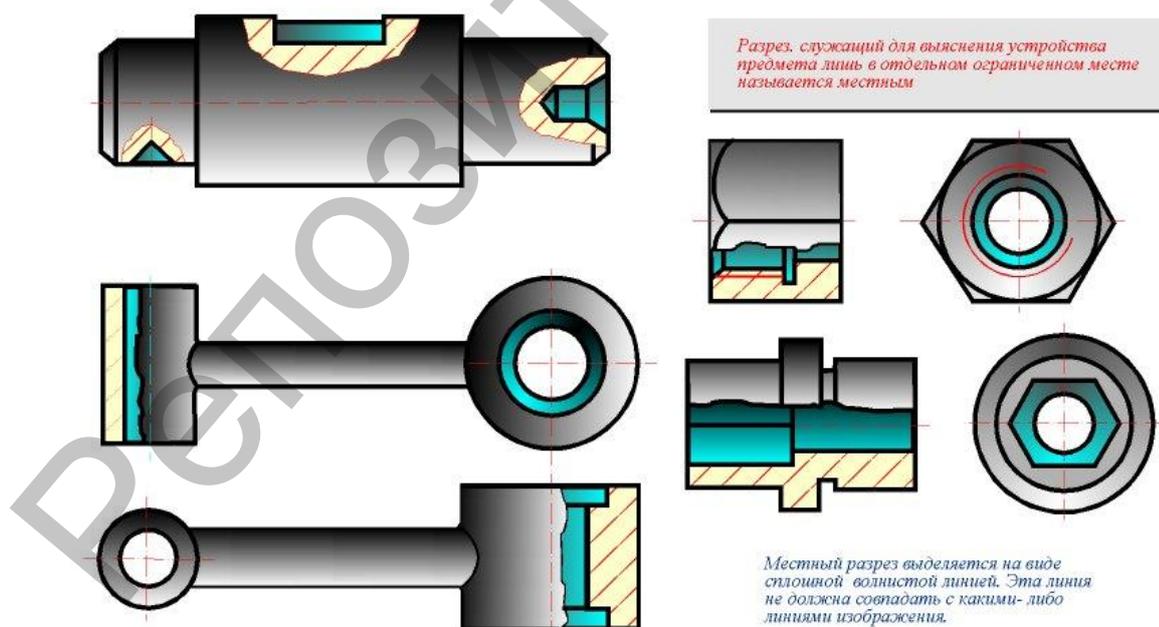
Название видов на чертежах не надписываются, если они расположены, как показано на рис. 1.10, т.е. в проекционной связи. Если же виды сверху, слева и справа не находятся в проекционной связи с главным изображением, то они отмечаются на чертеже надписью по типу «А». Направление взгляда указывается стрелкой, обозначаемой прописной буквой русского алфавита. Когда отсутствует изображение, на котором может быть показано направление взгляда, название вида надписывают.

**Местный вид** – изображение отдельного ограниченного места поверхности предмета на одной из основных плоскостей проекций.

Местный вид можно располагать на любом свободном месте чертежа, отмечая надписью типа «А», а у связанного с ним изображения предмета должна быть поставлена стрелка, указывающая направление взгляда, с соответствующим буквенным обозначением (рис. 1.11).

Местный вид может быть ограничен линией обрыва, по возможности в наименьшем размере, или не ограничен (рис. 1.11).

**Дополнительные виды** – изображения, получаемые на плоскостях, непараллельных основным плоскостям проекций. Применяются в тех случаях, если какую-либо часть предмета невозможно показать на основных видах без искажения формы и размеров. Дополнительный вид отмечается на чертеже надписью типа «А» (рис. 1.12), а у связанного с дополнительным видом изображения предмета ставится стрелка с соответствующим буквенным обозначением (стрелка А, рис. 2.12), указывающая направление взгляда. Когда дополнительный вид расположен в непосредственной проекционной связи с соответствующим изображением, стрелку и надпись над видом не наносят (рис. 1.12). Дополнительный вид можно повернуть, сохраняя при этом положение, принятое для данного предмета на главном изображении. При этом к надписи «А» добавляется знак «повернуто» (рис. 1.12). Основные, местные и дополнительные виды служат для изображения формы внешних поверхностей предмета. Удачное их



сочетание позволяет избежать штриховых линий или свести их количество до минимума.

Рис. 1.11.

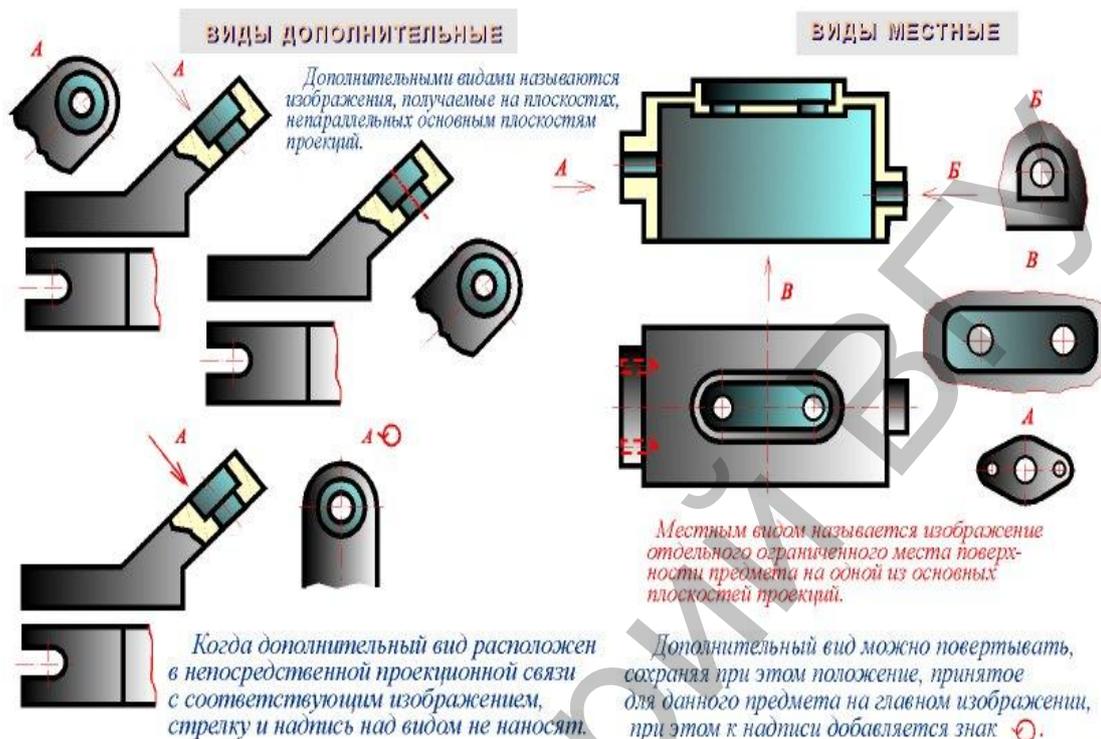


Рис. 1.12.

#### 1.4.2. Выносные элементы (ГОСТ 2.305-68)

Если отдельные элементы деталей имеют малые размеры и на чертеже трудно показать их геометрические, технологические и другие характеристики, то следует применять так называемые «выносные элементы».

**Выносным элементом** называется дополнительное изображение части предмета, выполненное в большем по сравнению с основным изображением масштабе. В виде выносных элементов выполняют сложные контуры деталей, проточки, галтели, профиль специальной резьбы и т.п.

Часть изделия, изображаемую в виде выносного элемента, обводят замкнутой сплошной тонкой линией в виде окружности, овала и т.п. и обозначают прописной буквой или сочетанием прописной буквы с арабской цифрой на полке линии-выноски (рис. 1.13, 1.14, 1.15). Над изображением выносного элемента указывается обозначение и рядом в круглых скобках масштаб изображения, например, *A (5:1)*.

Выносные элементы следует располагать возможно ближе к поясняемым частям предмета.

На выносных элементах, кроме формы, задают размеры и другие данные, необходимые для изготовления изделия, не повторяемые на проекциях, к которым относятся выносные элементы. Выносной элемент может отличаться по содержанию от проекции, к которой он относится.

На основных и дополнительных видах те части изображений, которые выполняются в виде выносных элементов, могут изображаться упрощенно (рис. 1.14) и условно.

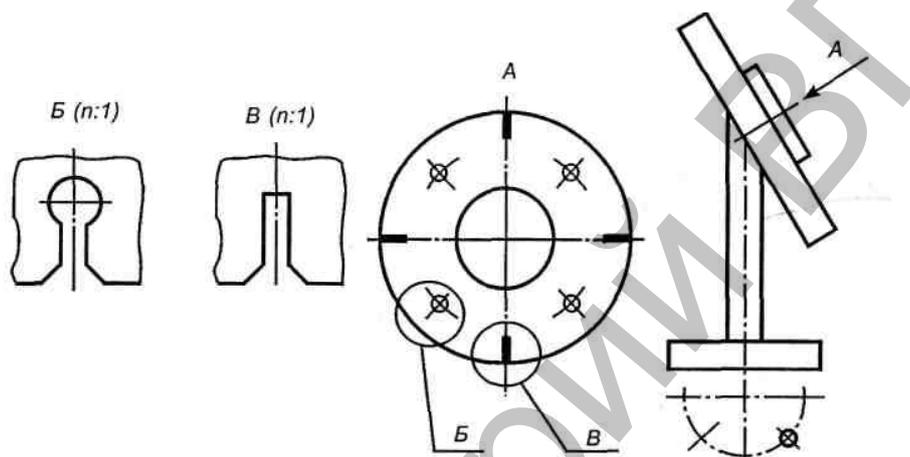


Рис. 1.13.

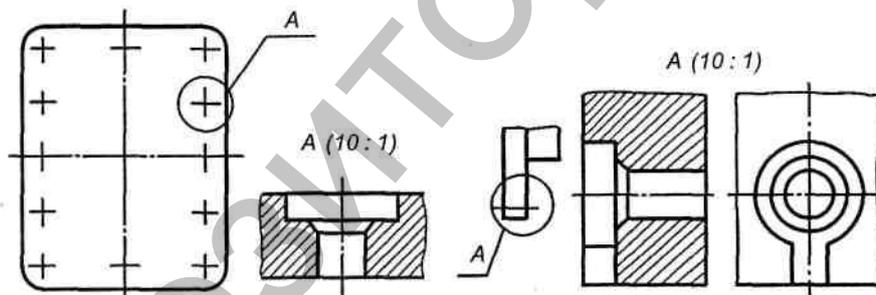


Рис. 1.14.

Рис. 1.15.

### **Графическая работа № 5**

**Содержание.** Построить три вида модели. Главный вид взять по стрелке *A*. Проставить размеры.

**Указания.** 1. Определить соответствующий масштаб изображения с учетом возможности нанесения размеров.

2. Индивидуальные задания к графической работе № 5 принимаются из табл. 9.

Таблица 9

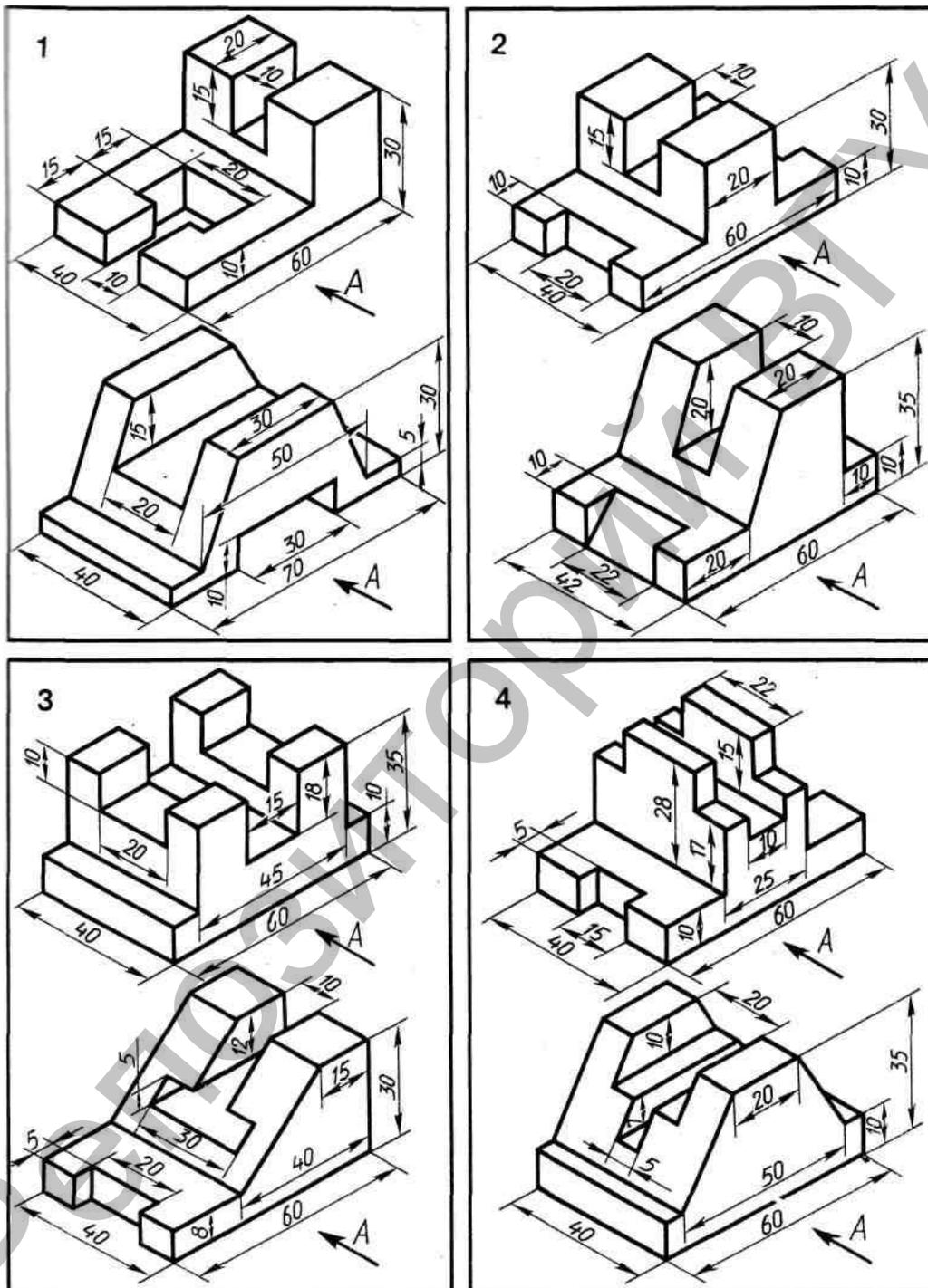


Таблица 9 (продолжение)

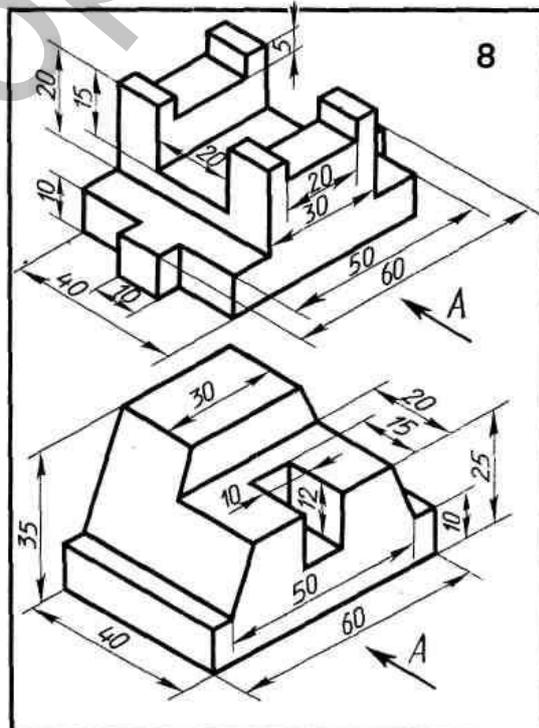
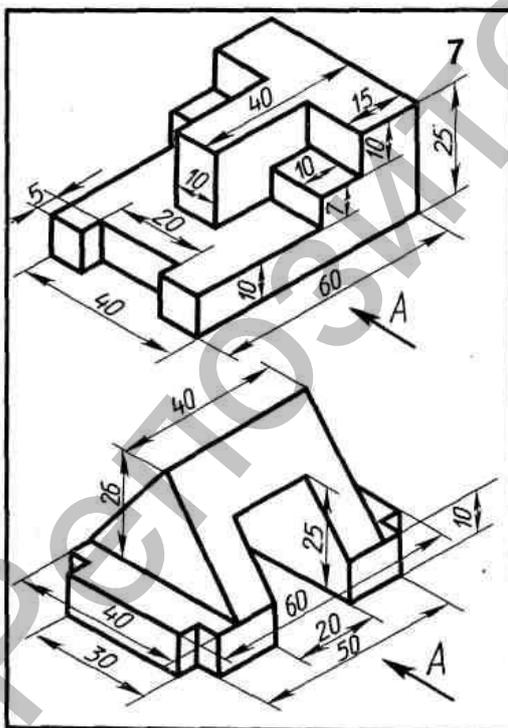
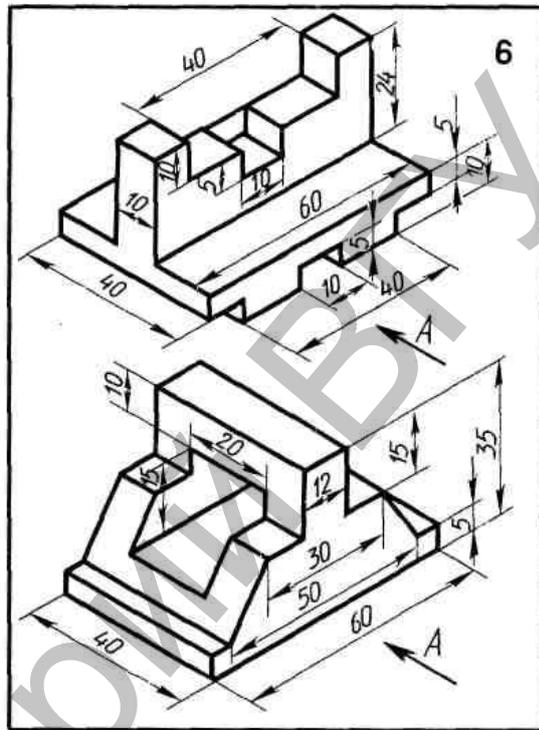
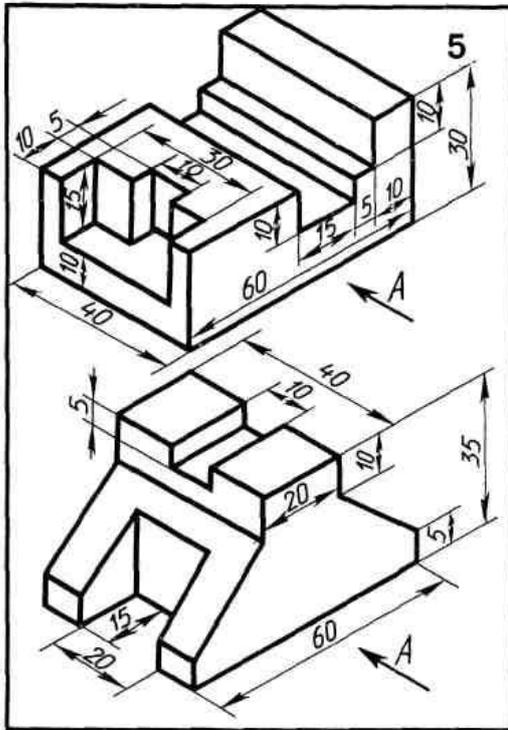
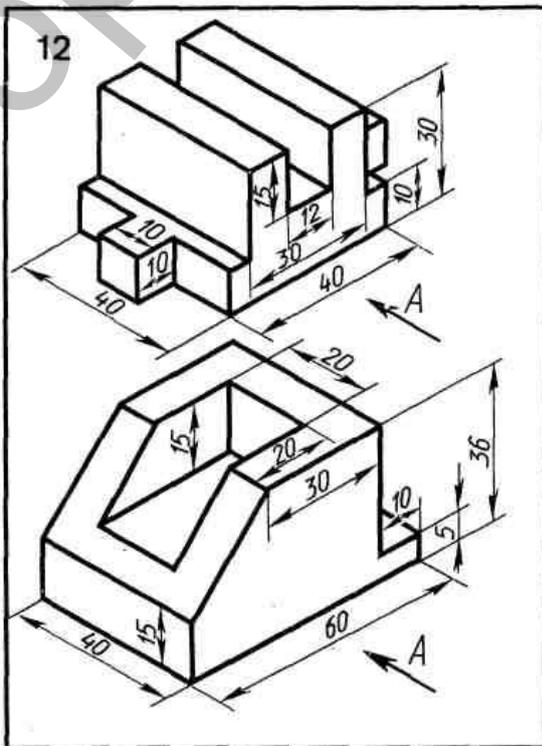
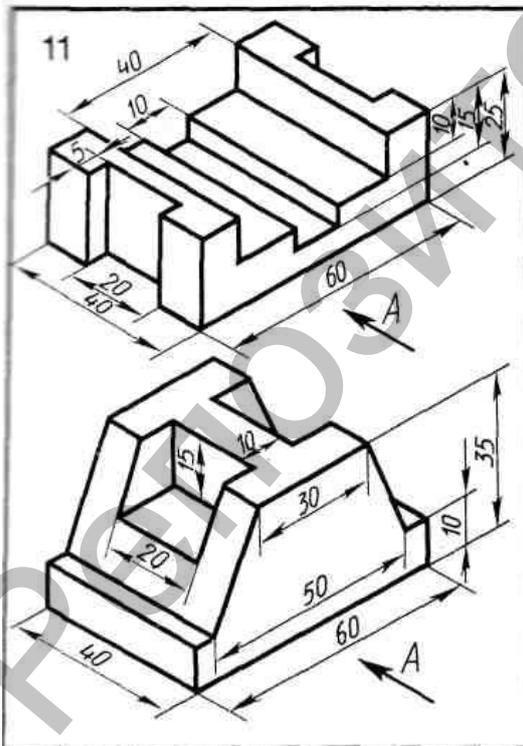
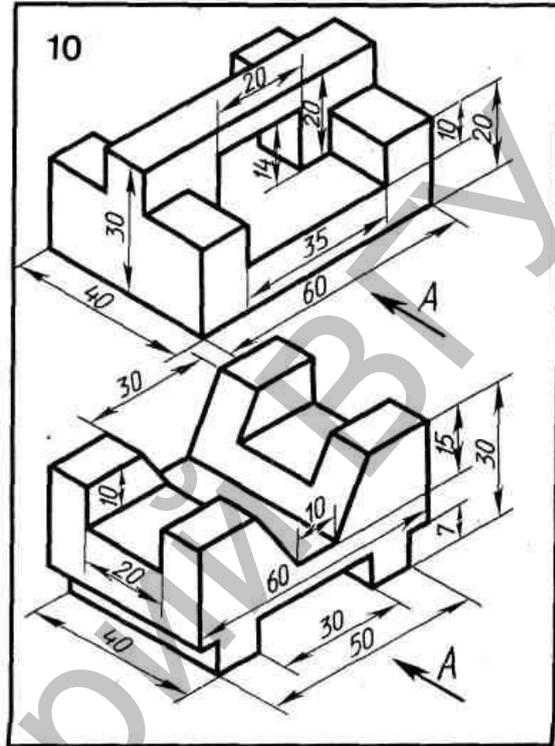
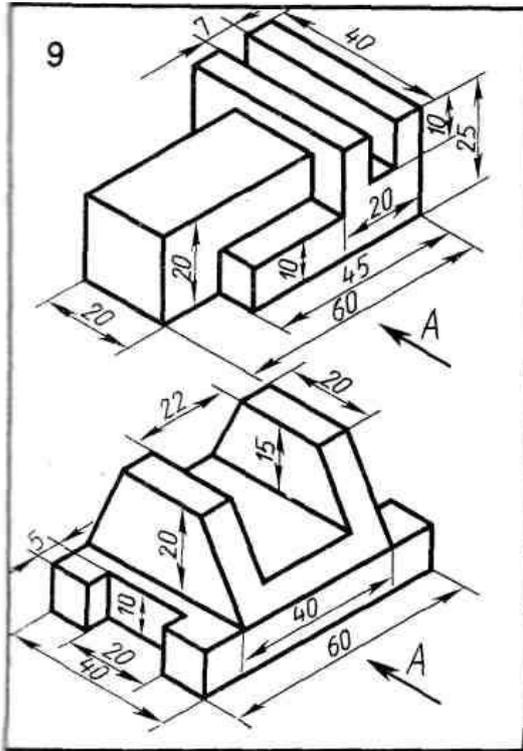


Таблица 9 (окончание)



### 1.4.3. Сечения (ГОСТ 2.305-68)

**Виды сечений.** Выявление формы внутренних поверхностей предмета при помощи штриховых линий значительно затрудняет чтение чертежа, создает предпосылки для неправильного его толкования, усложняет нанесение размеров и условных обозначений. Поэтому для выявления внутренней (невидимой) конфигурации предмета применяют условные изображения – сечения и разрезы.

**Сечением** называется изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями (рис. 1.16). На сечении показывают только то, что получается непосредственно в секущей плоскости (рис. 2.16).

Секущие плоскости выбирают так, чтобы получить нормальные поперечные сечения. Сечения делятся на: **1) входящие в состав разреза, 2) не входящие в состав разреза.** Не входящие в состав разреза делятся на: **1) вынесенные, 2) наложенные** (рис. 1.16).

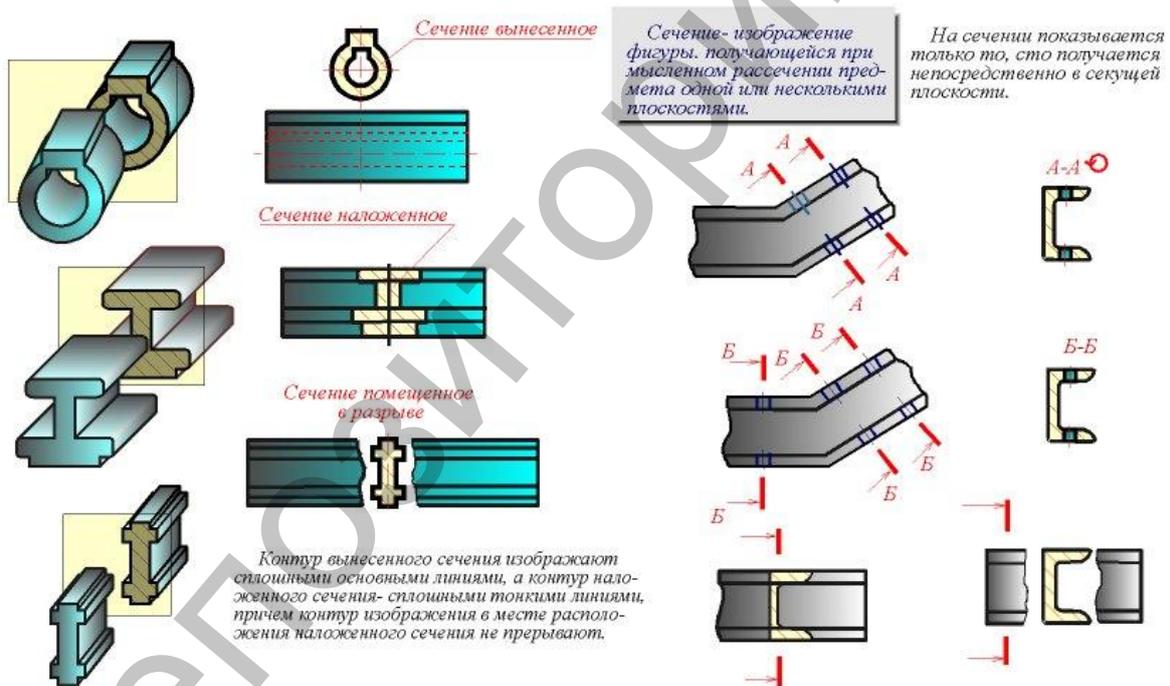


Рис. 1.16.

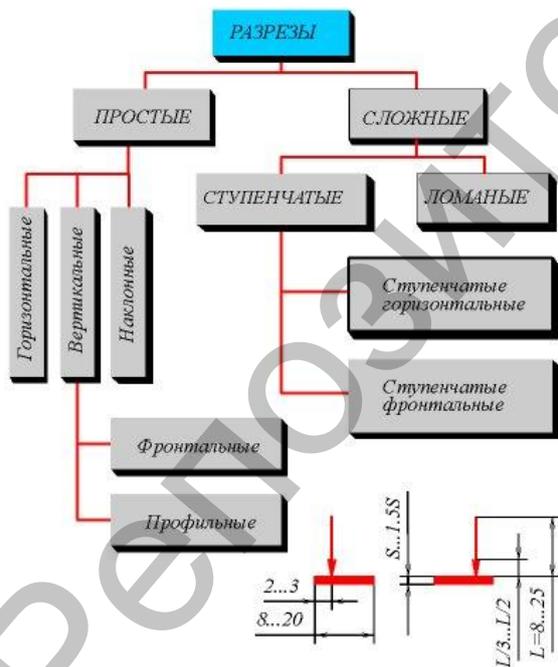
Вынесенные сечения являются предпочтительными и их допускается располагать в разрыве между частями одного и того же вида (рис. 1.16) на продолжении следа секущей плоскости при симметричной фигуре сечения, на любом месте поля чертежа, а также с поворотом (рис. 1.16).

### Обозначение сечений.

Положение секущей плоскости указывают на чертеже линией сечения. Для линии сечения применяют разомкнутую линию со стрелками, указывающими направление взгляда, и обозначают секущую плоскость одинаковыми прописными буквами русского алфавита. Сечение сопровождается надписью по типу А-А (рис. 1.17). Соотношение размеров стрелок и штрихов разомкнутой линии должны соответствовать рис. 1.17.

Начальный и конечный штрихи не должны пересекать контур изображения (рис. 1.17).

Буквенные обозначения присваивают в алфавитном порядке без повторения и, как правило, без пропусков. Размер шрифта буквенных обозначений должен быть больше размера цифр размерных чисел приблизительно в два раза. Буквенное обозначение располагают параллельно основной надписи, независимо от положения секущей плоскости. В случаях, подобных указанным на рис. 1.17, при симметричной фигуре линию сечения не проводят и сечение надписью не сопровождают.



ОБОЗНАЧЕНИЕ СЕЧЕНИЙ (РАЗРЕЗОВ)

ОБЪЕКТ ОБОЗНАЧЕНИЯ	СПОСОБ ОБОЗНАЧЕНИЯ	
Положение секущей плоскости и направление взгляда		
Сечение (разрез)	А-А	А-А (2:1)
Сечение (разрез) с поворотом	А-А	А-А (5:1)

ОБОЗНАЧЕНИЕ СЛОЖНЫХ РАЗРЕЗОВ

Тип разреза	Указание положения секущих плоскостей и направление взгляда	Обозначение разреза
Ступенчатый		А - А
Ломанный		Б - Б

Рис. 1.17.

Для несимметричных сечений, расположенных в разрыве (рис. 1.17), или наложенных, линию сечения проводят со стрелками, но буквами не обозначают. Для нескольких одинаковых сечений

одного и того же предмета линии сечения обозначают одной буквой и вычерчивают одно сечение (рис. 1.17). Если при этом секущие плоскости направлены под разными углами, то знак «повернуто» не наносят.

#### **Выполнение сечений.**

Сечение по построению и расположению должно соответствовать направлению, указанному стрелками (рис. 1.16). Контур вынесенного сечения, а также сечения, входящего в состав разреза, изображают сплошными основными линиями, а контур наложенного сечения – сплошными тонкими линиями, причем контур изображения в месте расположения наложенного сечения не прерывают (рис. 1.16).

Ось симметрии вынесенного или наложенного сечения указывают штрихпунктирной тонкой линией. На чертеже сечения выделяют штриховкой. Вид ее зависит от графического обозначения материала детали и должен соответствовать ГОСТ 2.306-68. Металлы и твердые сплавы в сечениях обозначают наклонными параллельными линиями штриховки, проведенными под углом  $45^\circ$  к линии контура изображения или к его оси, или к линиям рамки чертежа. Если линии штриховки, проведенные к линиям рамки чертежа под углом  $45^\circ$ , совпадают по направлению с линиями контура или осевыми линиями, то вместо угла  $45^\circ$ , следует брать угол  $30^\circ$  или  $60^\circ$ . Линии штриховки должны наноситься с наклоном влево или вправо, как правило, в одну и ту же сторону на всех сечениях, относящихся к одной и той же детали. Если секущая плоскость проходит через ось поверхности вращения, ограничивающей отверстие или углубление, то контур отверстия или углубления в сечении показывают полностью (рис. 1.16). Если секущая плоскость проходит через некруглое отверстие и сечение получается состоящим из отдельных самостоятельных частей, то следует применять разрезы.

#### ***Графическая работа № 6***

Содержание. Начертить главный вид вала, взяв направление взгляда по стрелке *A*. Выполнить три сечения. Сечение плоскостью *A* расположить на продолжении следа секущей плоскости; сечение плоскостью *B* – на свободном месте чертежа; сечение плоскостью *B* – в проекционной связи.

Указания. 1. Определить соответствующий масштаб изображения с учетом возможности нанесения размеров.

2. Индивидуальные задания к графической работе № 6 принимаются из табл. 10.

Репозиторий ВГУ

Таблица 10

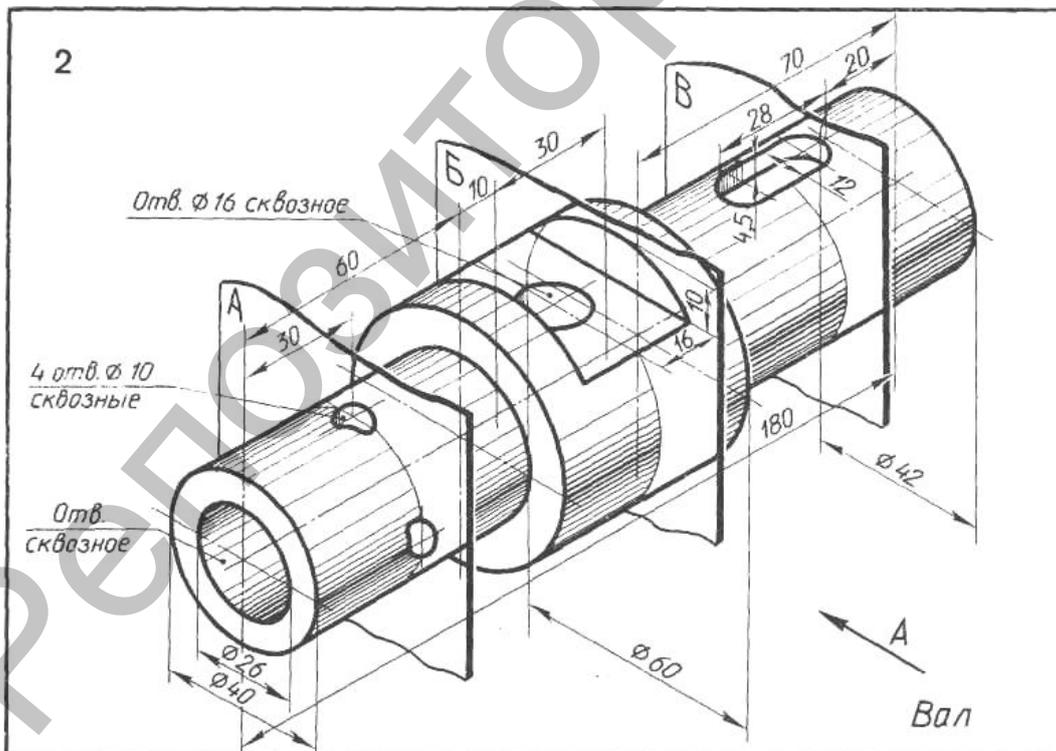
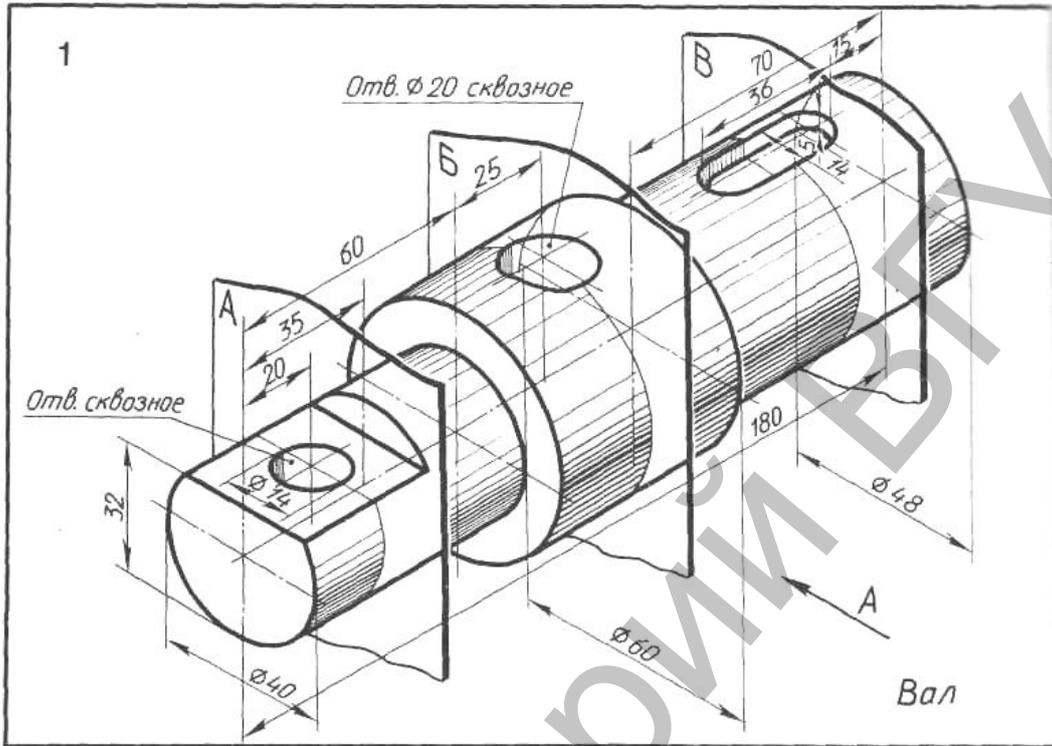




Таблица 10 (продолжение)

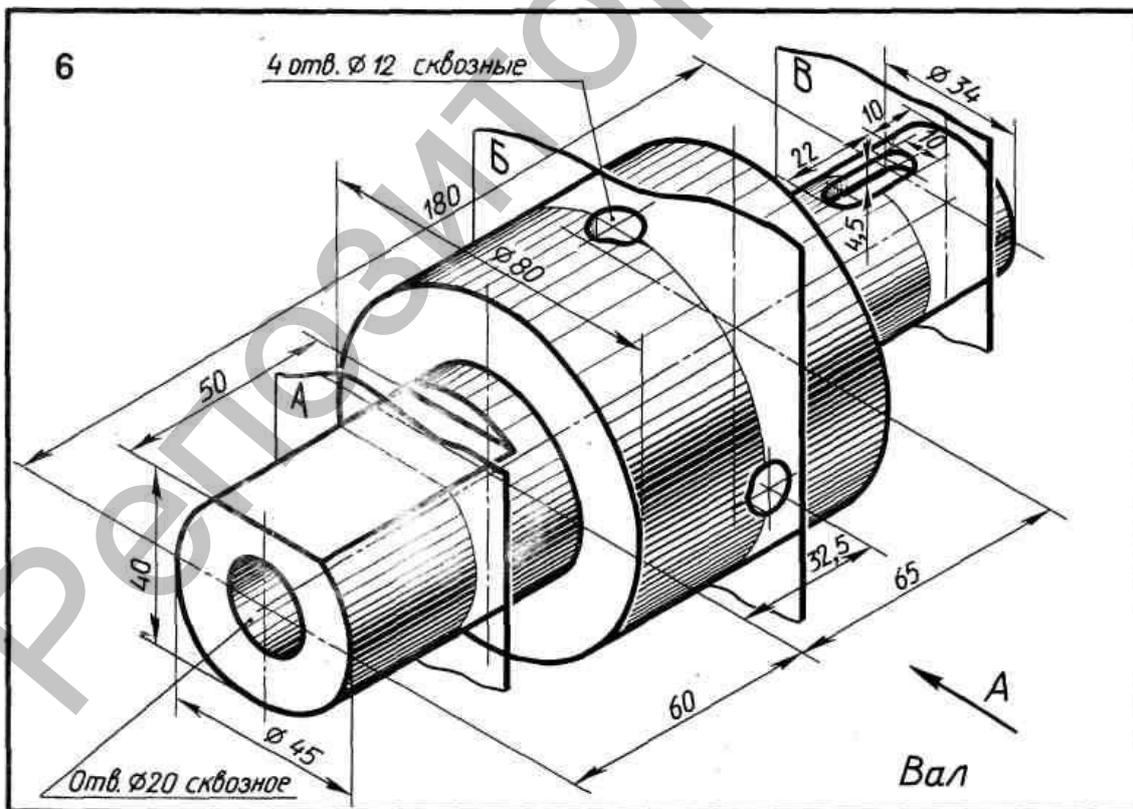
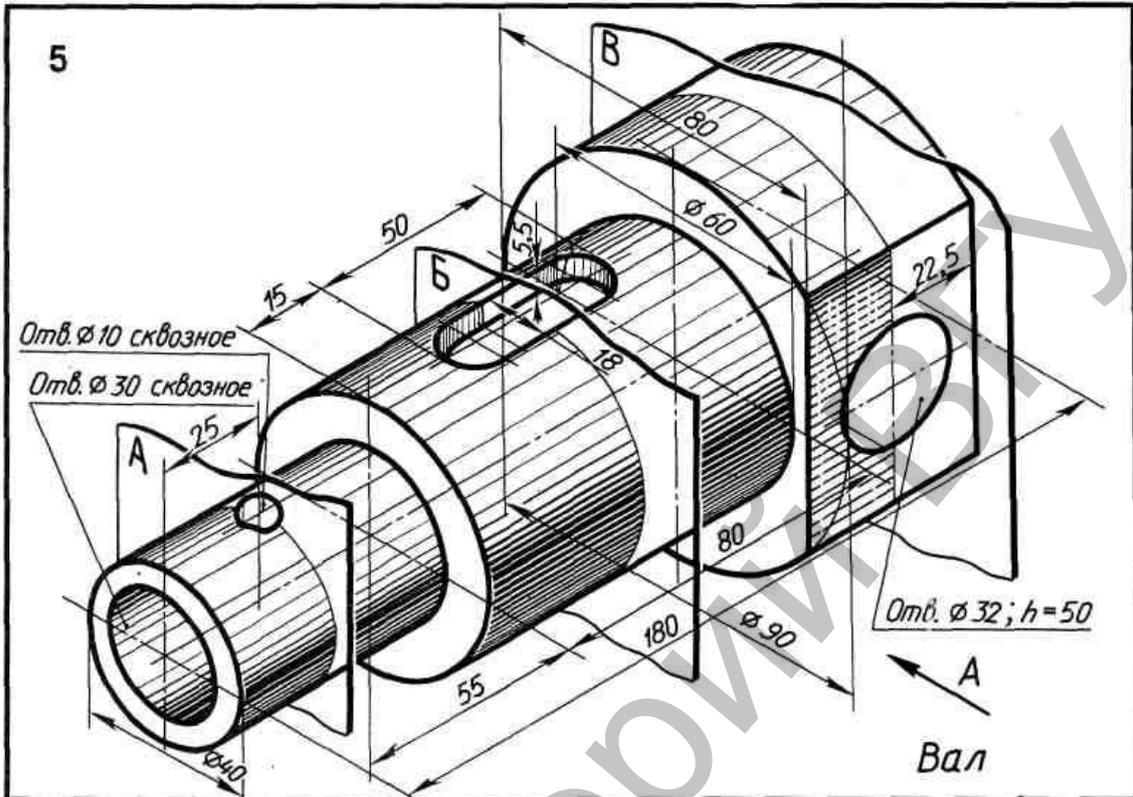


Таблица 10 (продолжение)

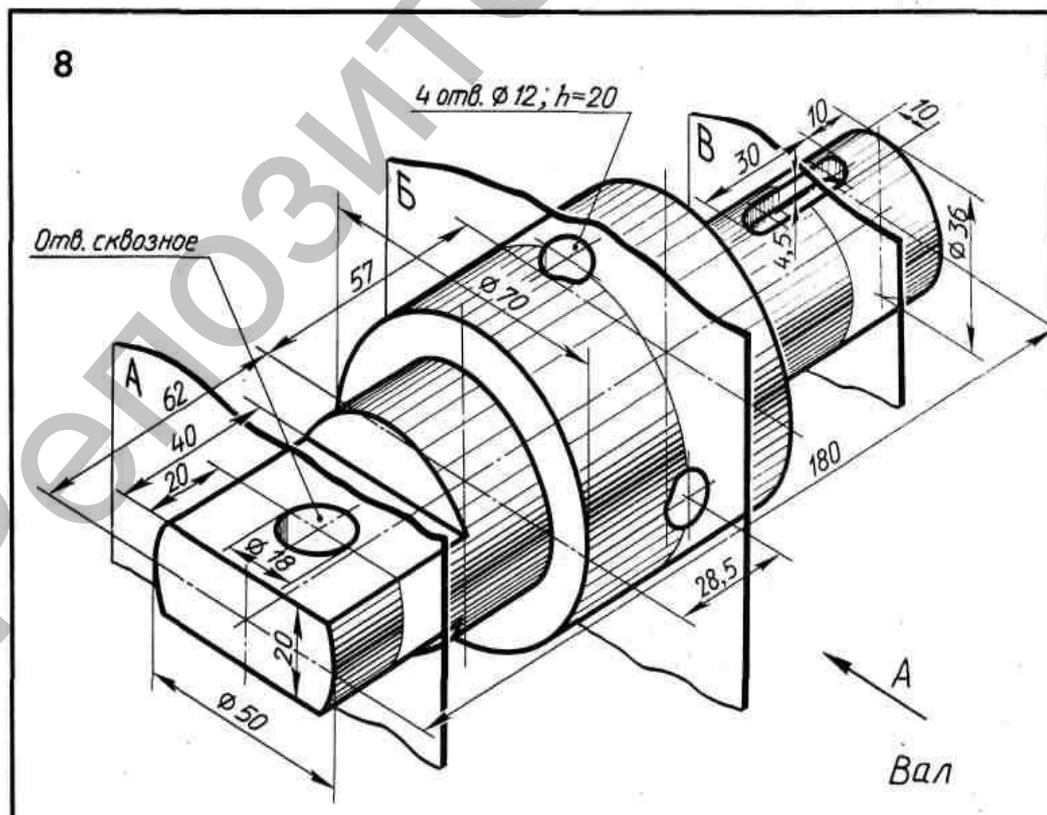
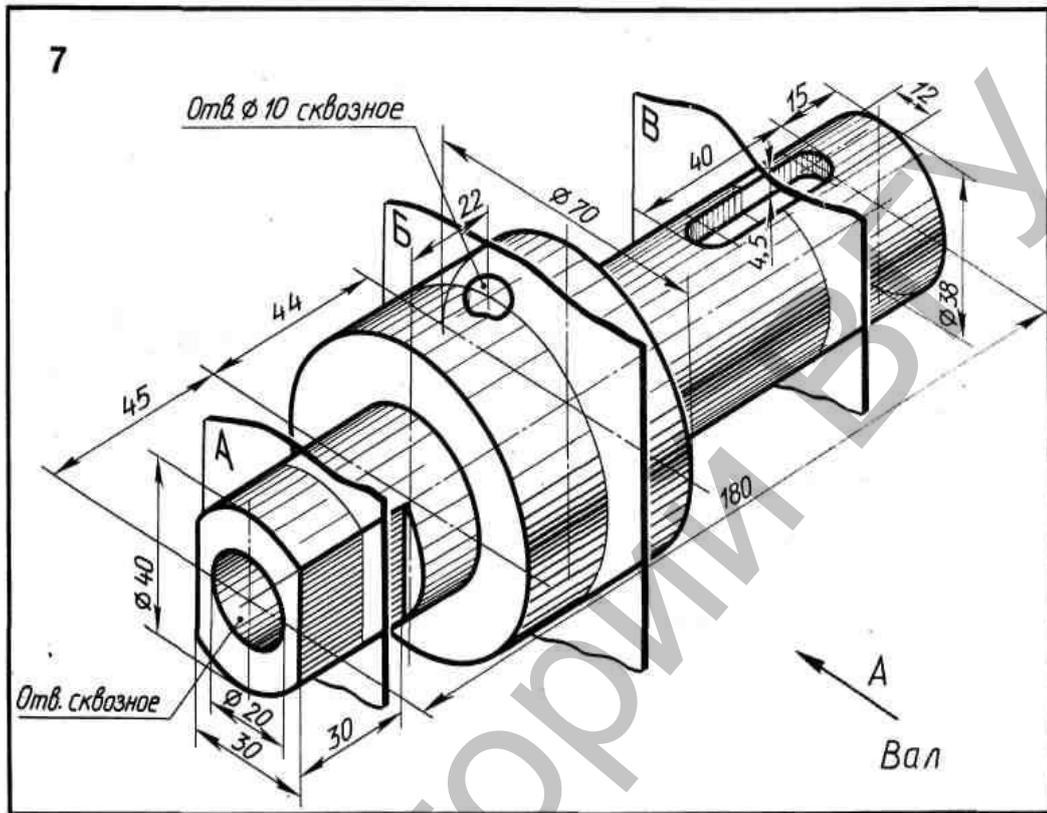


Таблица 10 (продолжение)

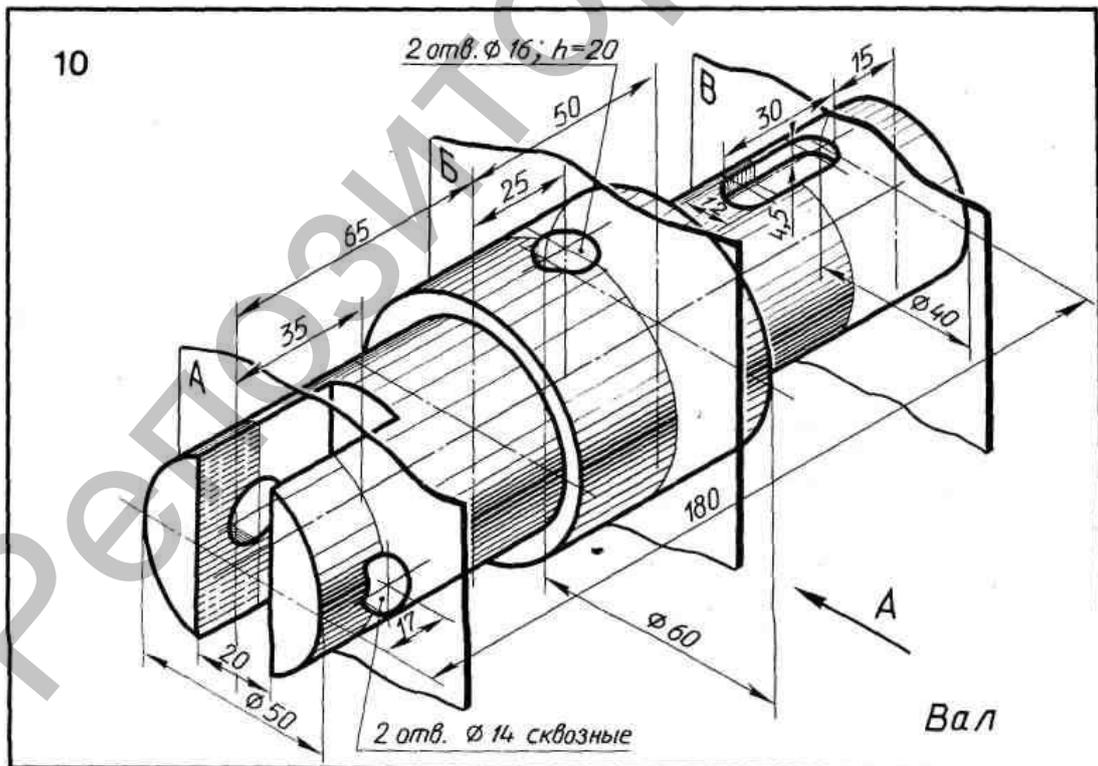
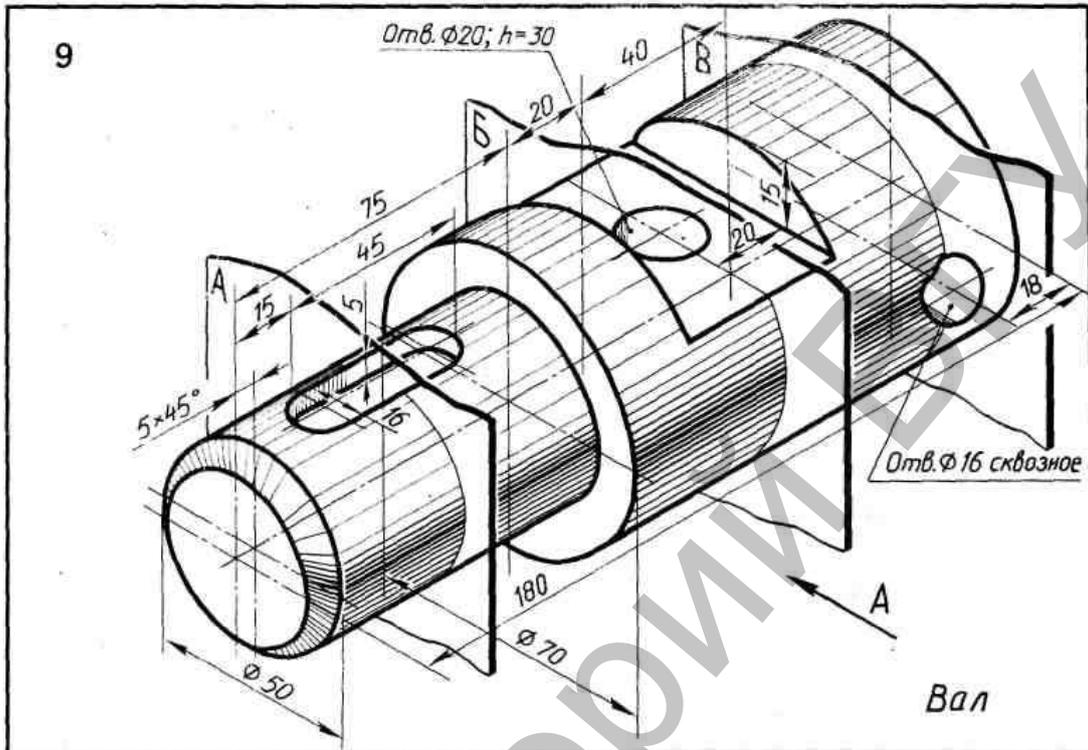
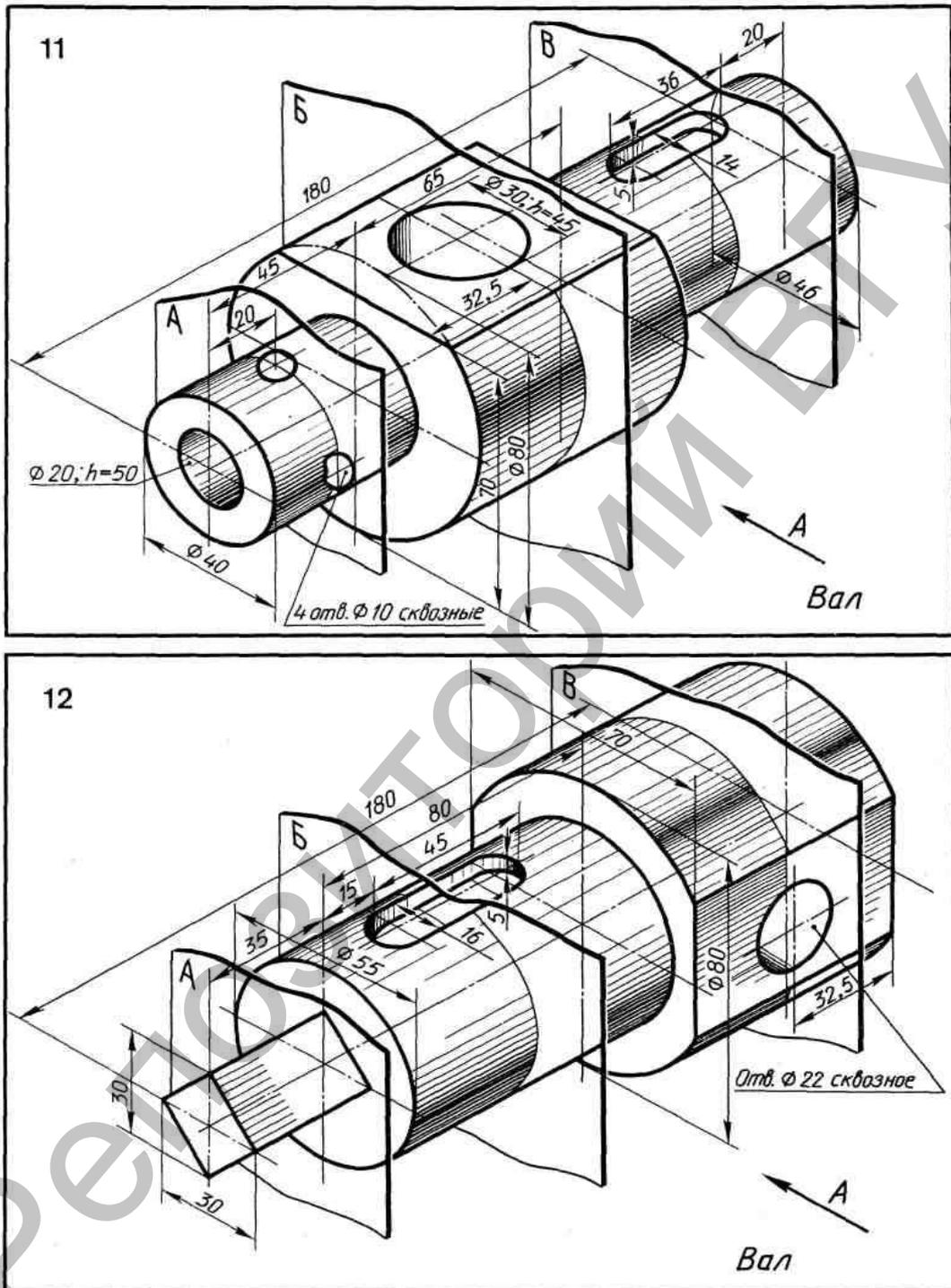


Таблица 10 (окончание)



#### 1.4.4. Разрезы

**Виды разрезов.** *Разрезом* называется изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями. На разрезе показывают то, что получается в секущей плоскости и что

расположено за ней (рис. 1.18). Таким образом, разрез состоит из **сечения** (рис. 1.18, элемент «а») и **вида** части предмета, расположенной за секущей плоскостью (рис. 1.18, элемент «б»).

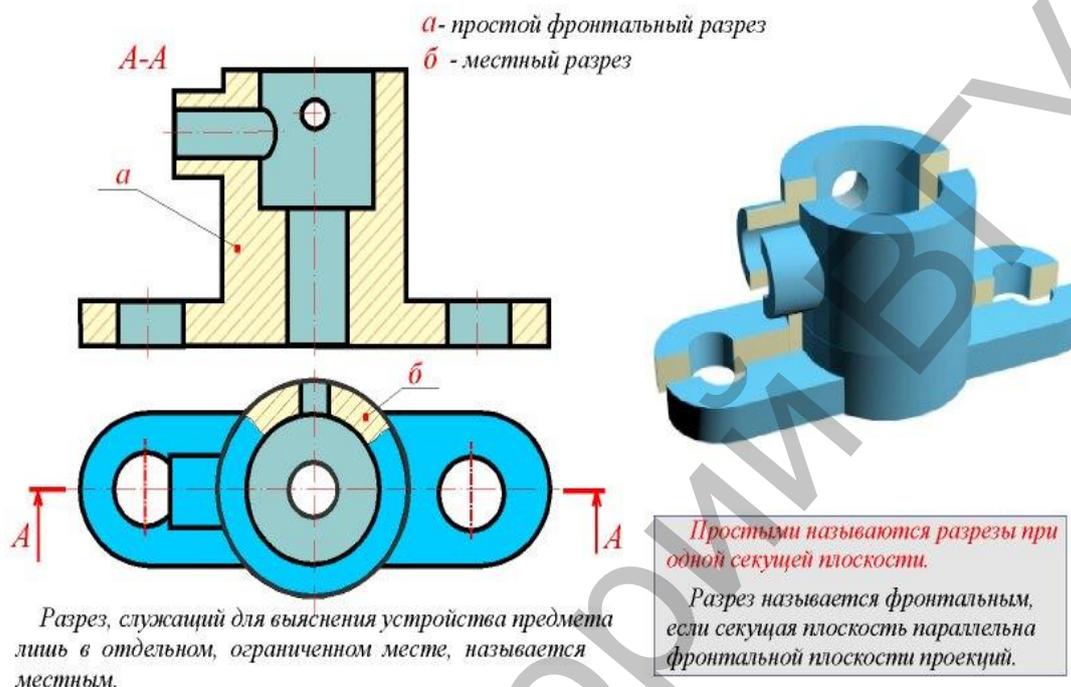


Рис. 1.18.

**Классификация разрезов** (рис. 1.17). В зависимости от числа секущих плоскостей разрезы разделяются на: а) **простые** – при одной секущей плоскости; б) **сложные** – при нескольких секущих плоскостях. В зависимости от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекций разрезы разделяются на: а) **горизонтальные** – секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций; б) **вертикальные** – секущая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций; в) **наклонные** – секущая плоскость составляет с горизонтальной плоскостью проекций угол, отличный от прямого. Вертикальные разрезы называются: а) **фронтальными**, если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций; б) **профильными**, если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций. Сложные разрезы разделяются на: а) **ступенчатые**, если секущие плоскости параллельны (ступенчатые горизонтальные, ступенчатые фронтальные); б) **ломаные**, если секущие плоскости пересекаются.

Разрезы называются: а) **продольными**, если секущие плоскости направлены вдоль длины или высоты предмета (рис. 1.19);

б) **поперечными**, если секущие плоскости направлены перпендикулярно длине или высоте предмета.

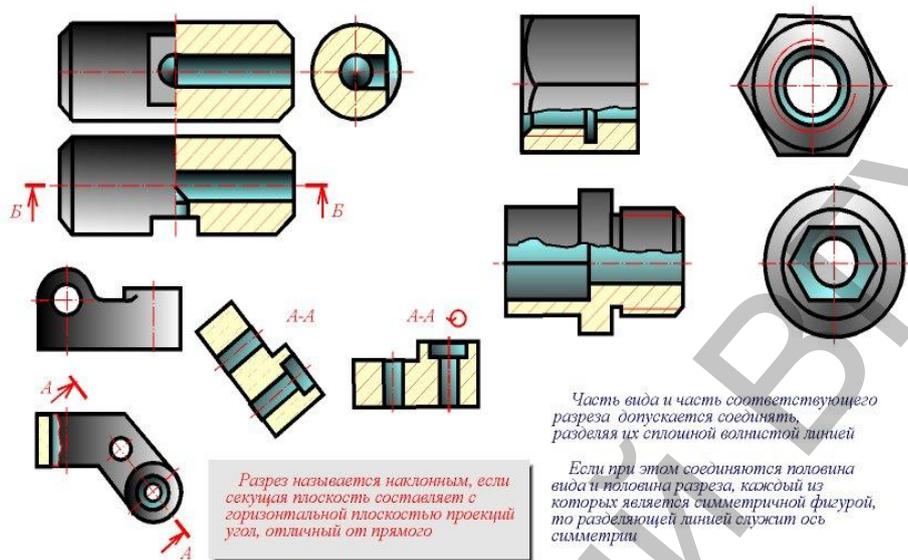


Рис. 1.19.

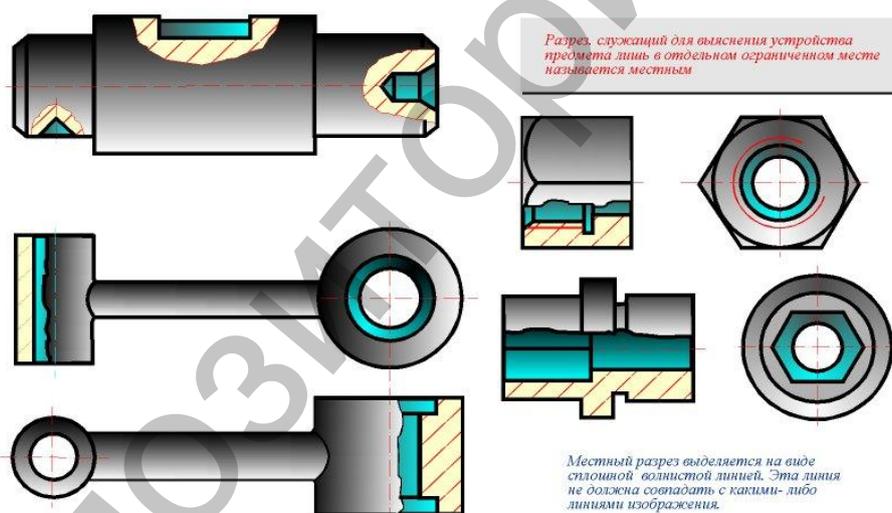


Рис. 1.20.

Разрезы, служащие для выяснения устройства предмета лишь в отдельных, ограниченных местах, называются **местными** (рис. 1.20).

**Выполнение простых разрезов.** Горизонтальные, фронтальные и профильные разрезы могут быть расположены на месте соответствующих основных видов (рис. 1.21). Местные разрезы выделяются на виде сплошными волнистыми линиями. Эти линии не должны совпадать с какими-либо другими линиями изображения (рис. 1.22, а).

Часть вида и часть соответствующего разреза допускается соединять, разделяя их сплошной волнистой линией (рис. 1.22). Она не должна совпадать с какими-либо другими линиями изображения.

Если при этом соединяются половина вида и половина разреза, каждый из которых является симметричной фигурой, то разделяющей линией служит ось симметрии (рис. 1.21). Нельзя соединять половину вида с половиной разреза, если какая-либо линия изображения совпадает с осевой (например, ребро). В этом случае соединяют большую часть вида с меньшей частью разреза (рис. 1.21 справа) или большую часть разреза с меньшей частью вида.

Допускается разделение разреза и вида штрихпунктирной тонкой линией, совпадающей со следом плоскости симметрии не всего предмета, а лишь его части, если она представляет тело вращения (рис. 1.22, б). При соединении половины вида с половиной соответствующего разреза, разрез располагают справа от вертикальной оси и снизу от горизонтальной (рис. 1.21).

**Обозначение простых разрезов.** Положение секущей плоскости, направление взгляда и сам разрез обозначают в соответствии с табл. (рис. 1.17). Положение секущей плоскости не отмечают и разрез надписью не сопровождают, если одновременно выполняются три условия: а) секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии предмета в целом; б) разрез расположен в непосредственной проекционной связи с соответствующим изображением; в) разрез является горизонтальным, фронтальным или профильным (рис. 1.21).

Вертикальный разрез, когда секущая плоскость непараллельна фронтальной или профильной плоскостям проекций, а также наклонный разрез, допускается выполнять с поворотом до положения, соответствующего принятому для данного предмета на главном изображении. В этом случае к обозначению должен быть добавлен знак «повернуто», как показано на рис. 1.21.

**Обозначение сложных разрезов.** Сложные разрезы всегда обозначают на чертеже в соответствии с табл. (рис. 1.17).

**Выполнение сложных разрезов.** Фигуры сечения, полученные различными секущими плоскостями сложного разреза, не разделяют одну от другой никакими линиями (рис. 1.23 и рис. 1.24). Сложный ступенчатый разрез помещают на месте соответствующего основного вида (рис. 1.24) или в любом месте чертежа. При ломаных разрезах секущие плоскости условно поворачивают до совмещения в одну плоскость, при этом направление поворота может не совпадать с направлением взгляда. Если совмещенные плоскости окажутся

параллельными одной из основных плоскостей проекций, то ломаный разрез допускается помещать на месте соответствующего вида (рис. 1.24). При повороте секущей плоскости элементы предмета, расположенные за ней, вычерчивают так, как они проецируются на соответствующую плоскость, с которой производится совмещение.

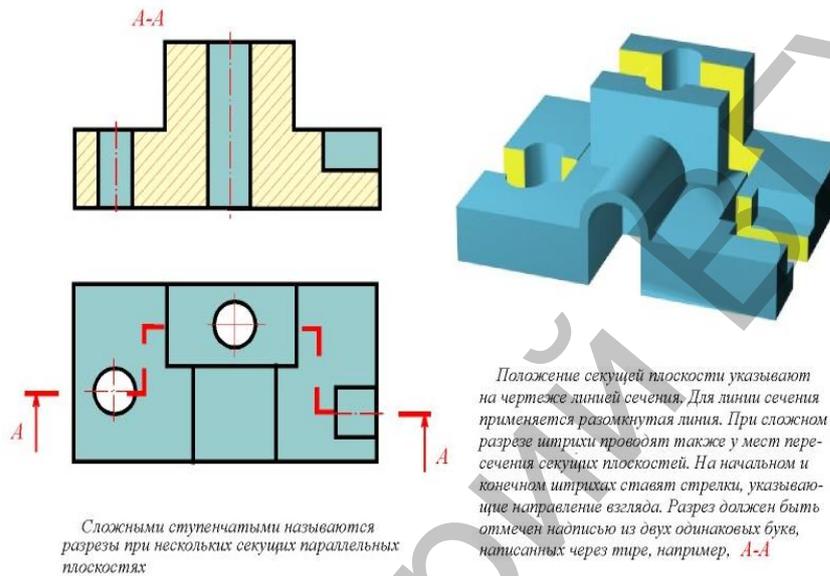


Рис. 1.23.

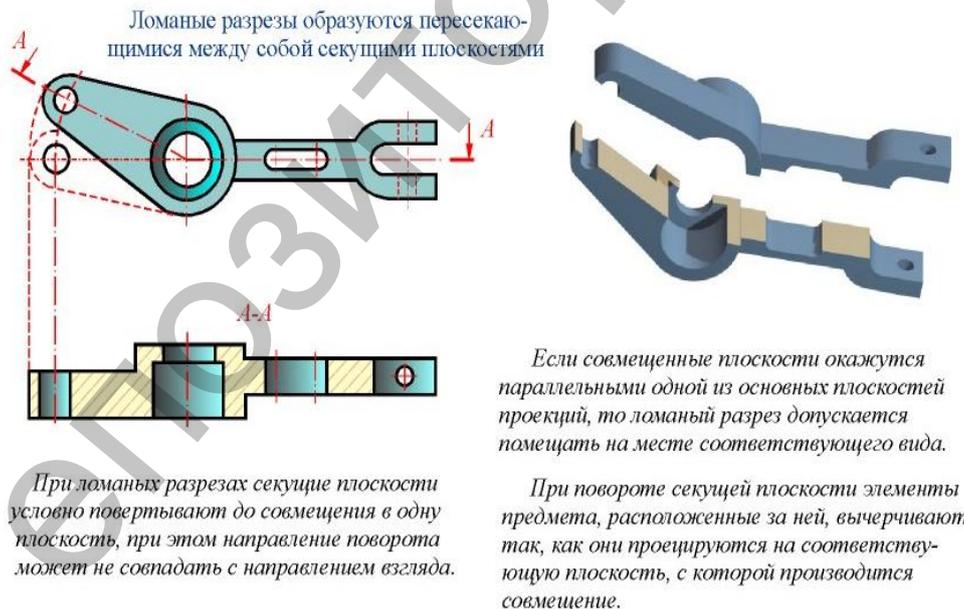


Рис. 1.24.

Допускается соединение ступенчатого разреза с ломаным в виде одного сложного разреза.

Допускается соединять четверть вида и четверти трех разрезов; четверть вида, четверть одного разреза и половину другого и т.п. при условии, что каждое из этих изображений в отдельности симметрично.

### **Графическая работа № 7**

**Содержание.** По двум видам детали построить вид слева, выполнить простые разрезы, нанести размеры.

**Указания.** 1. Варианты индивидуальных заданий выбираются из таблицы 11.

2. Установить, какие и сколько нужно выполнить разрезов. Если возможно, соединять половину разреза с половиной соответствующего вида.

3. При нанесении размеров помнить, что должны быть использованы все изображения чертежа.

4. Пример выполнения графической работы дан на рис. 1.25.

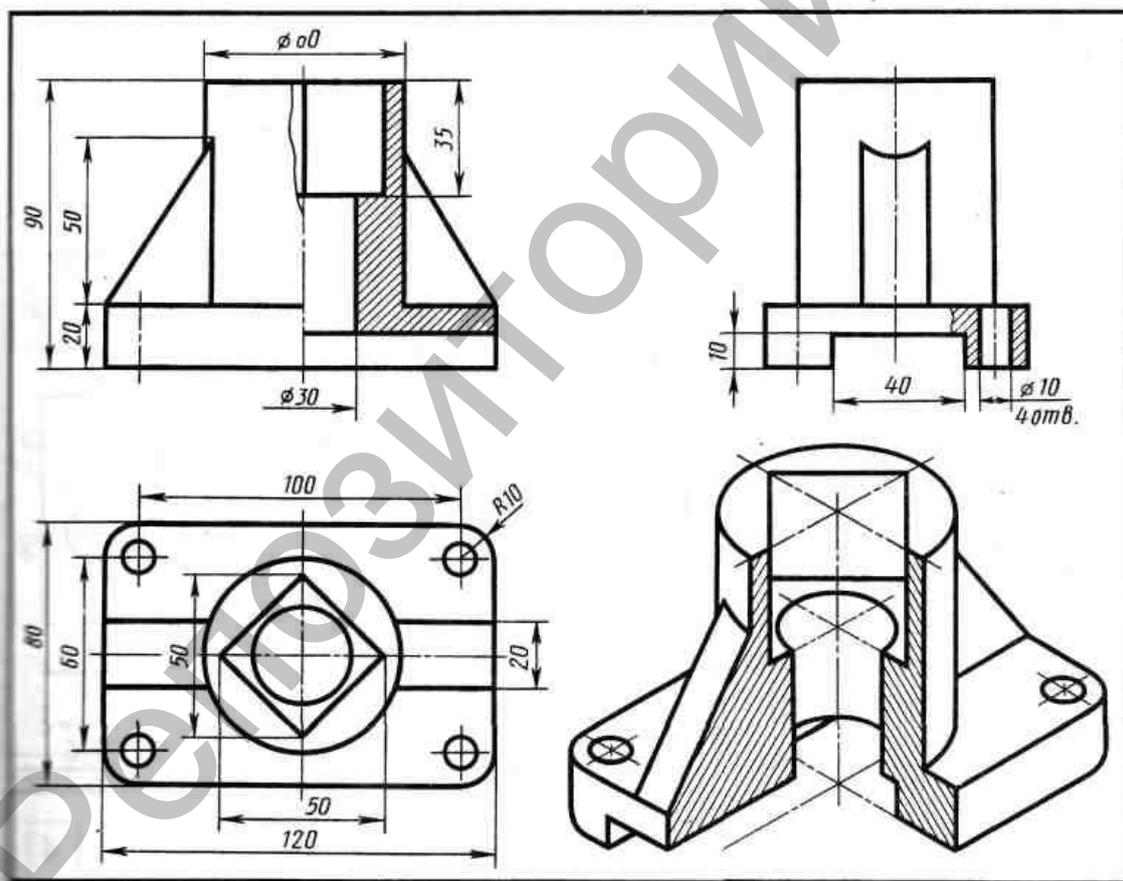


Рис. 1.25. Пример выполнения графической работы № 7.

Таблица 11

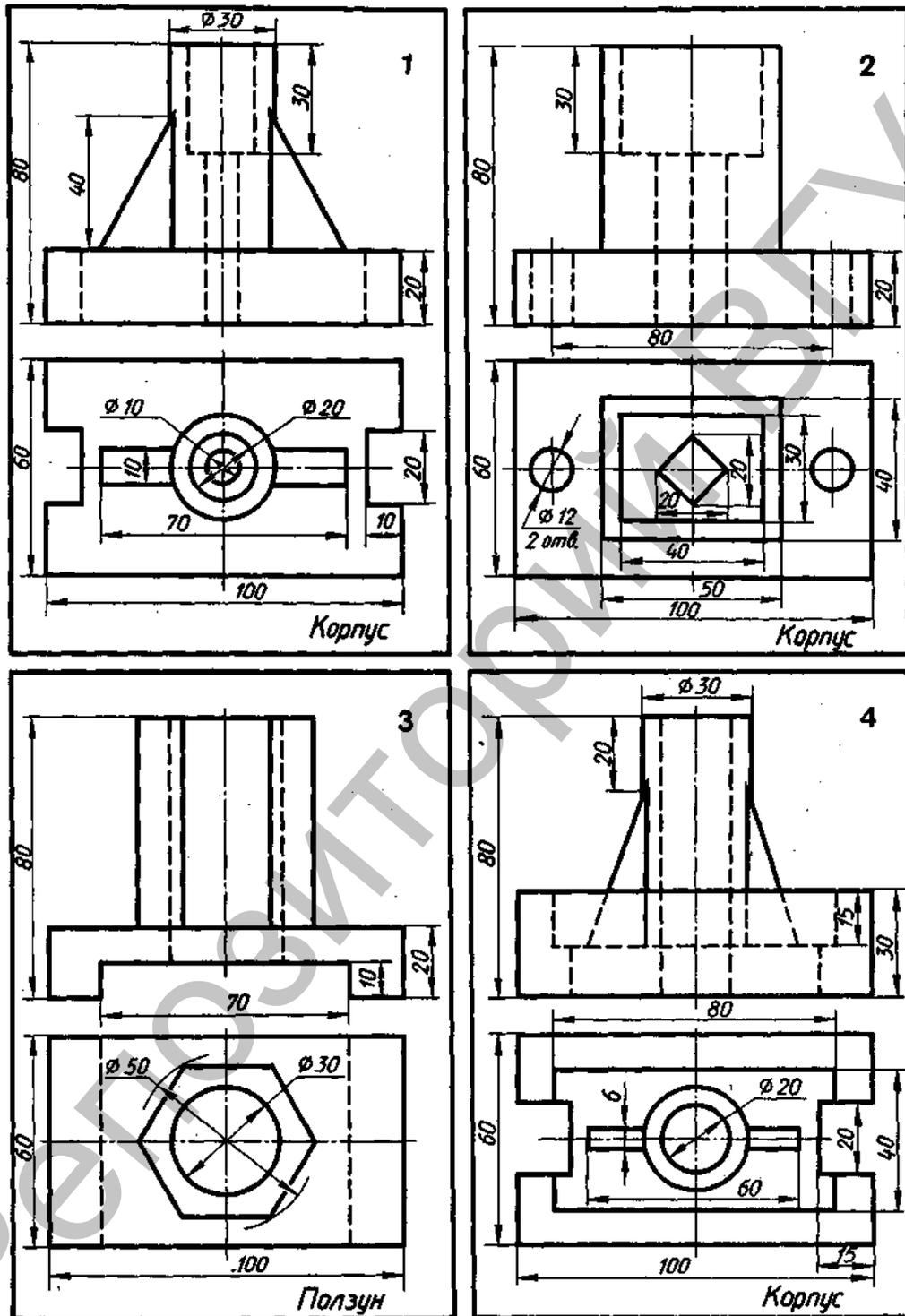


Таблица 11 (продолжение)

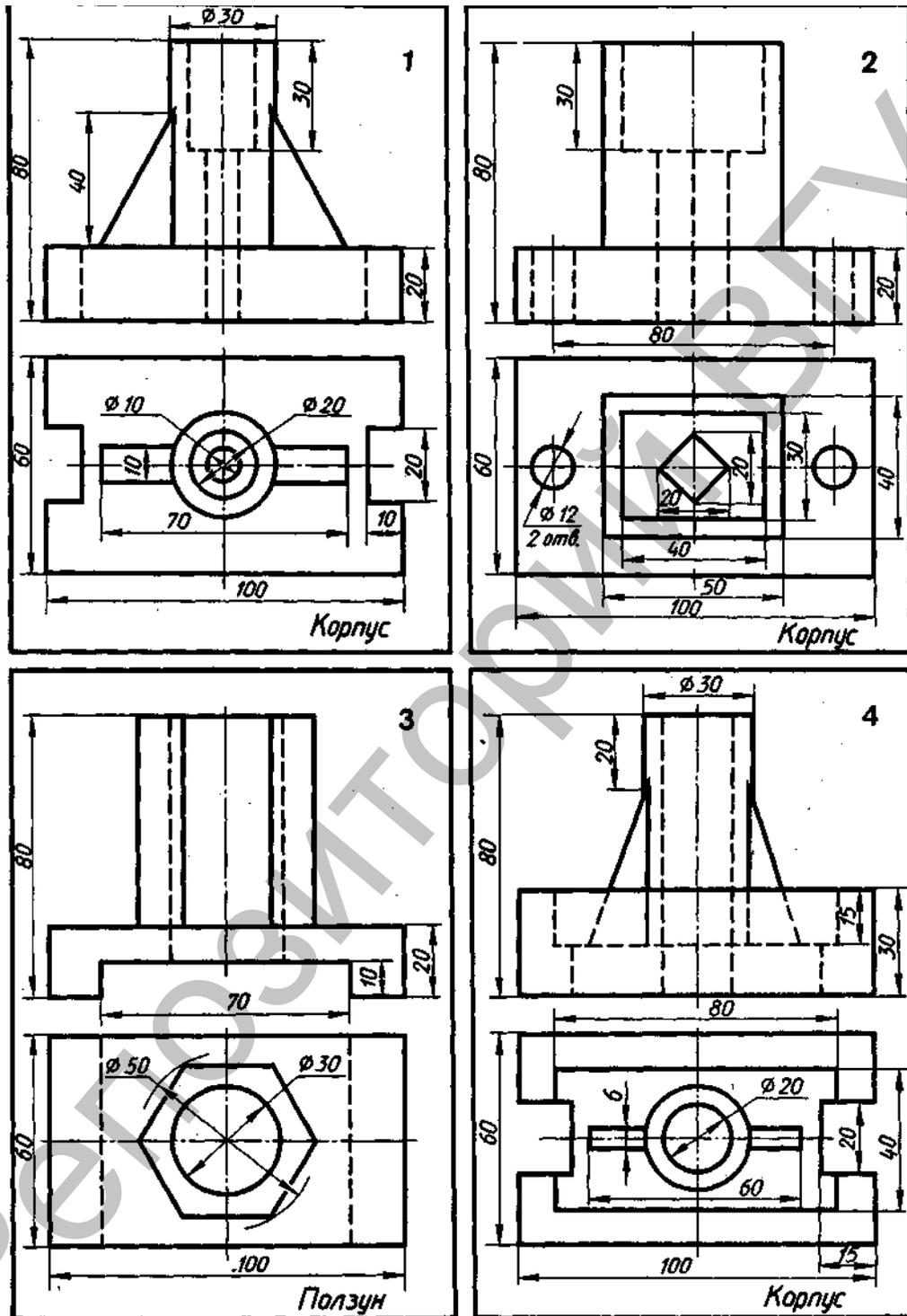


Таблица 11 (продолжение)

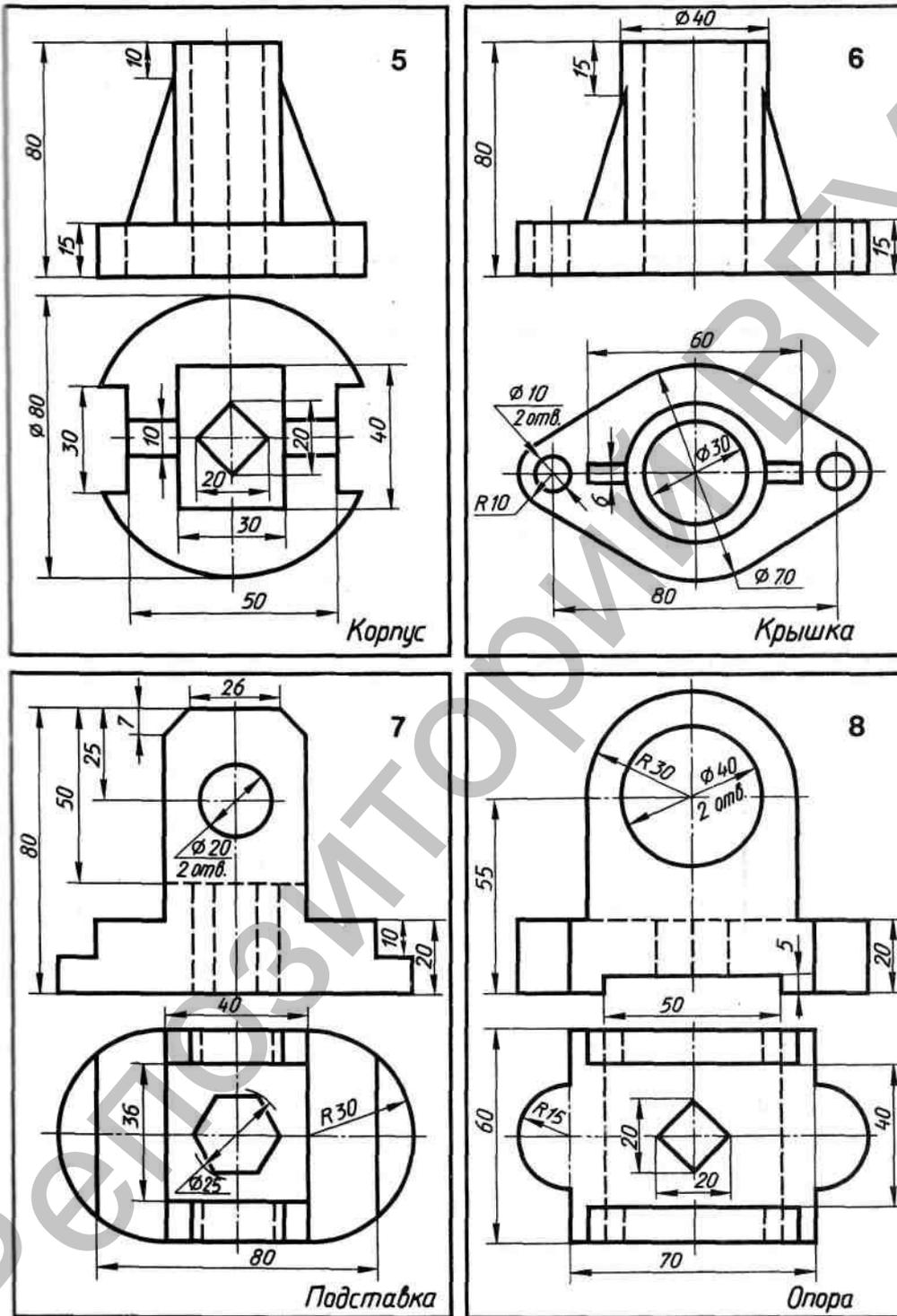
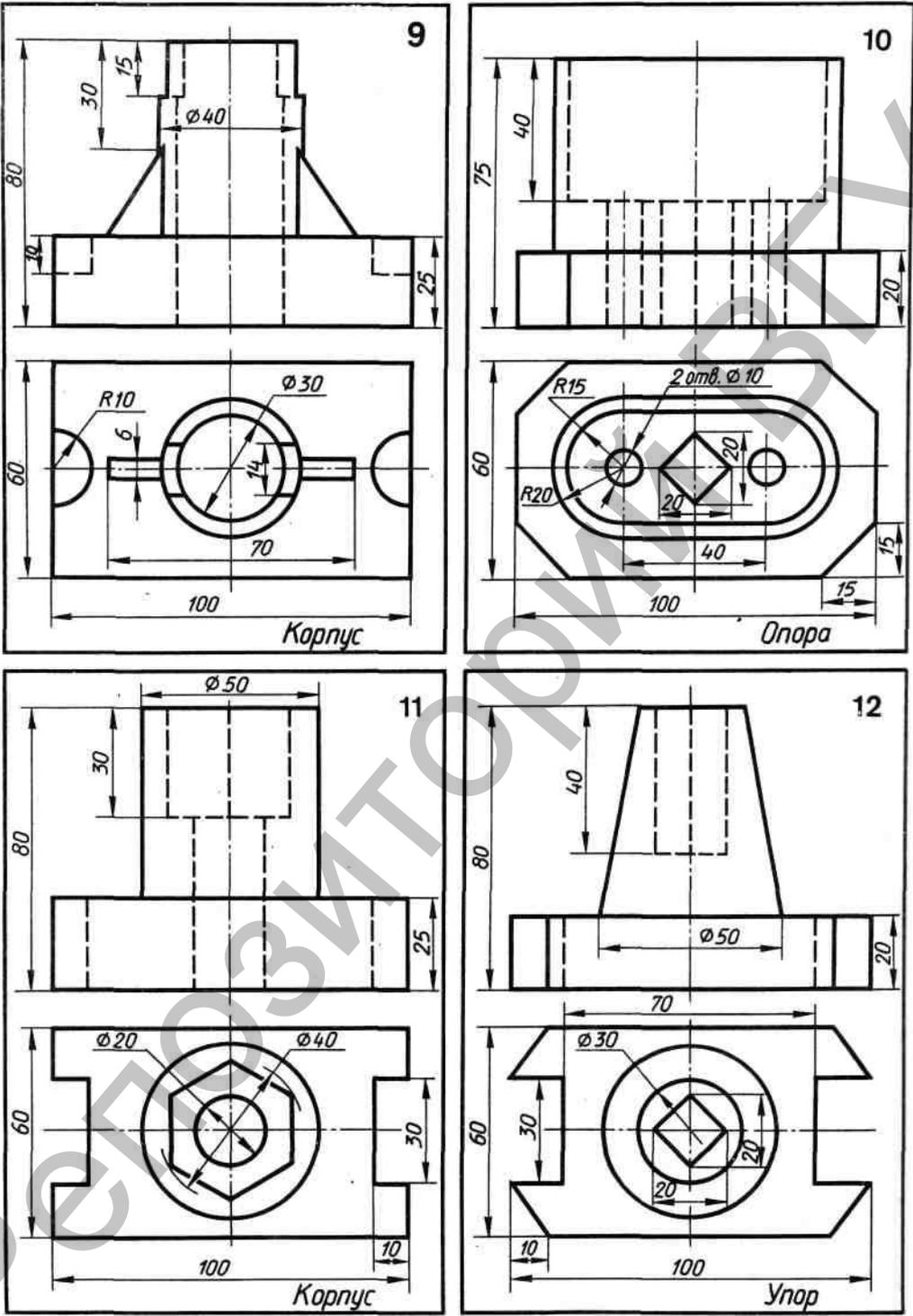


Таблица 11 (окончание)



### Графическая работа № 8

Содержание. По двум заданным видам детали построить вид слева, выполнить сложные разрезы, проставить размеры.

Указание. 1. В зависимости от варианта выполнить ступенчатый или ломанный разрез, а также целесообразные простые или местные разрезы.

2. Индивидуальные задания выбрать из табл. 12.

Таблица 12

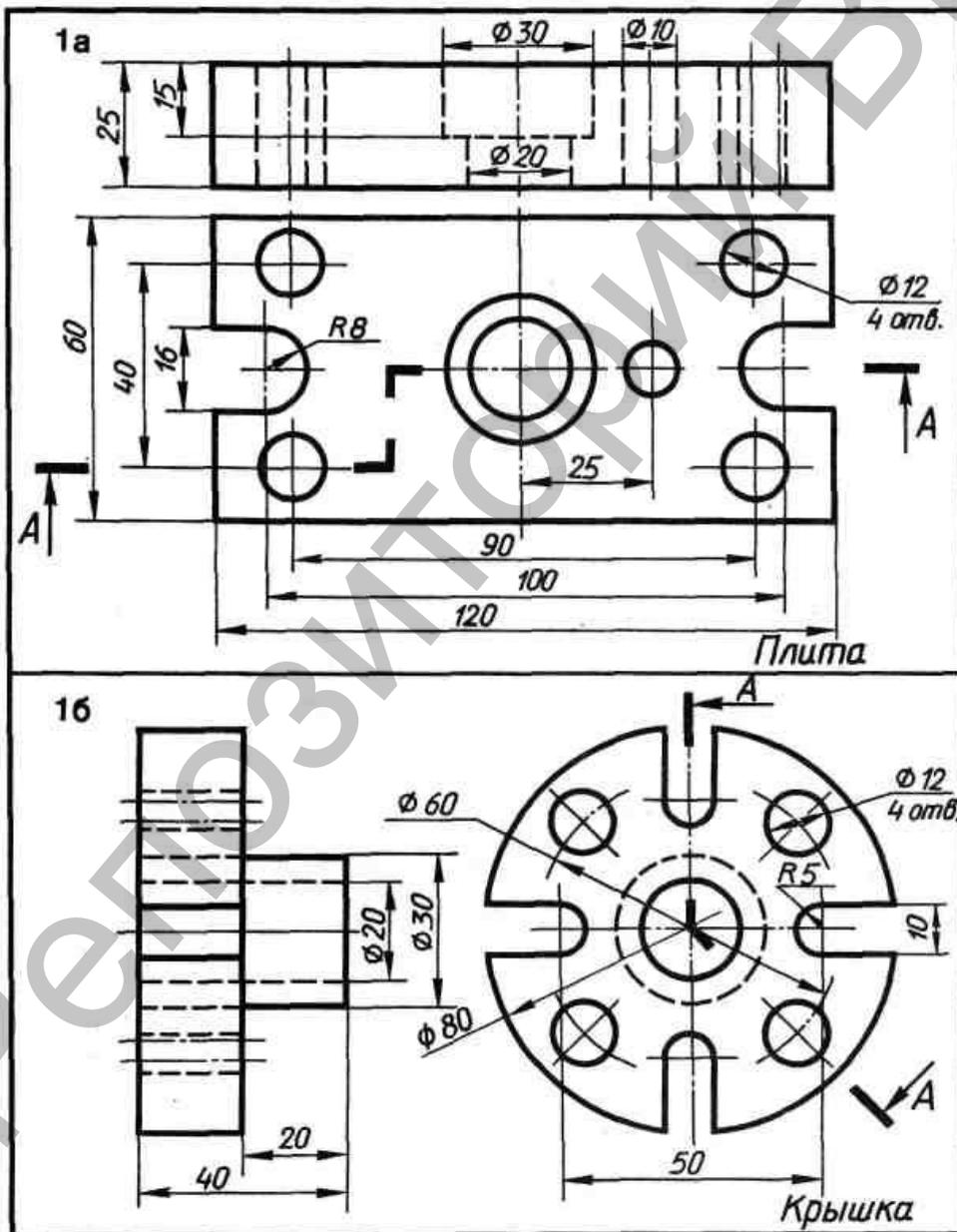


Таблица 12 (продолжение)

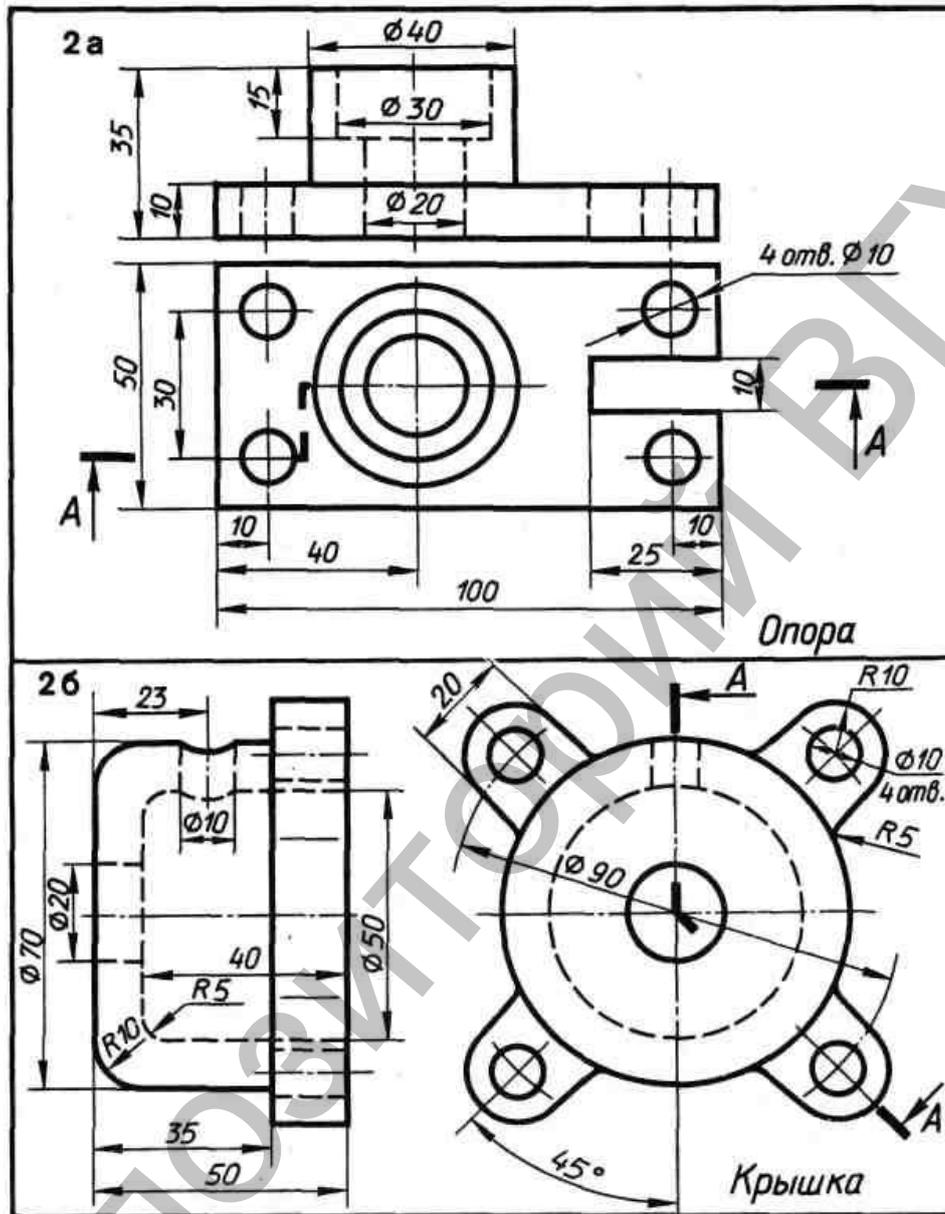


Таблица 12 (продолжение)

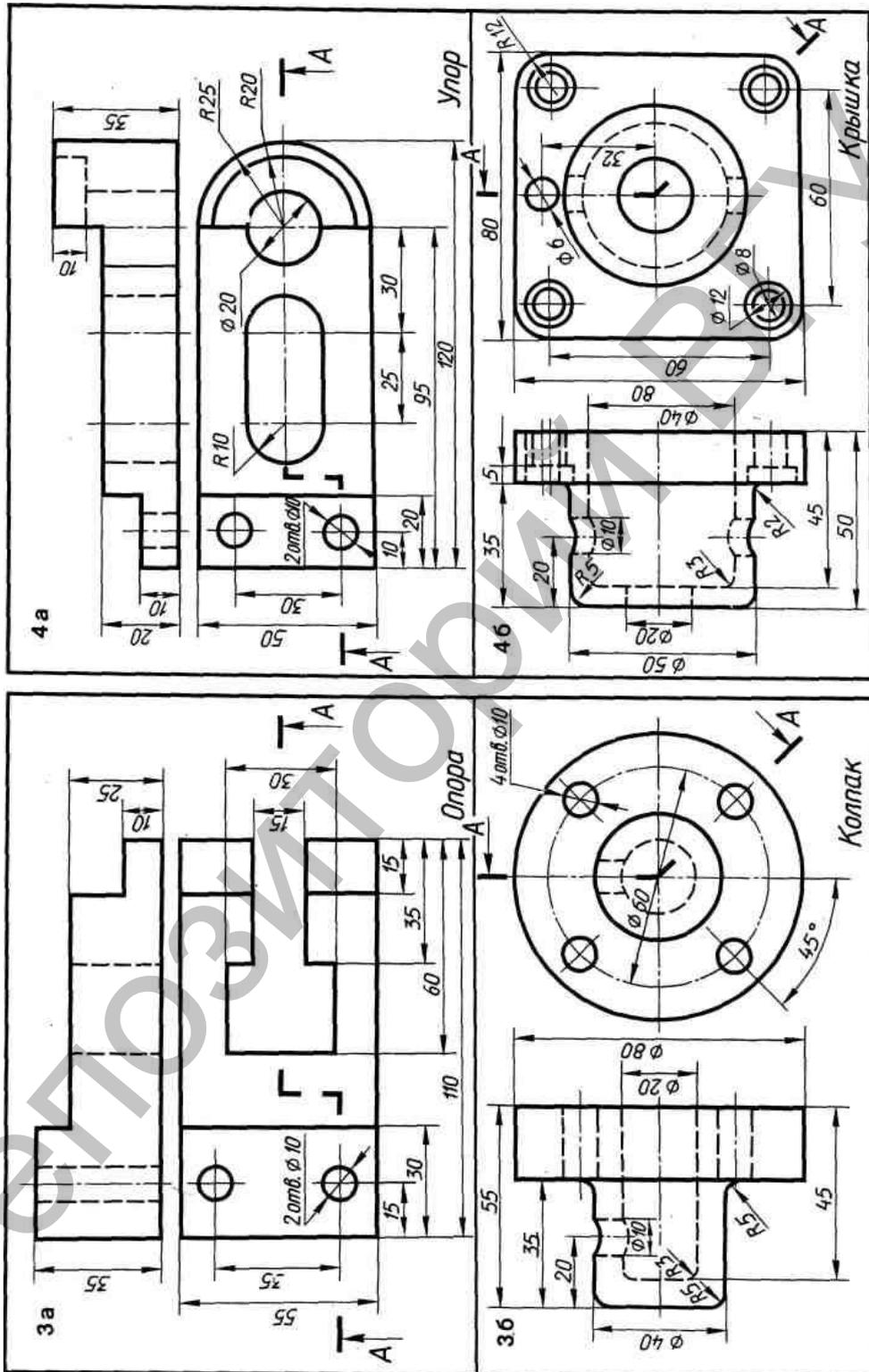


Таблица 12 (продолжение)

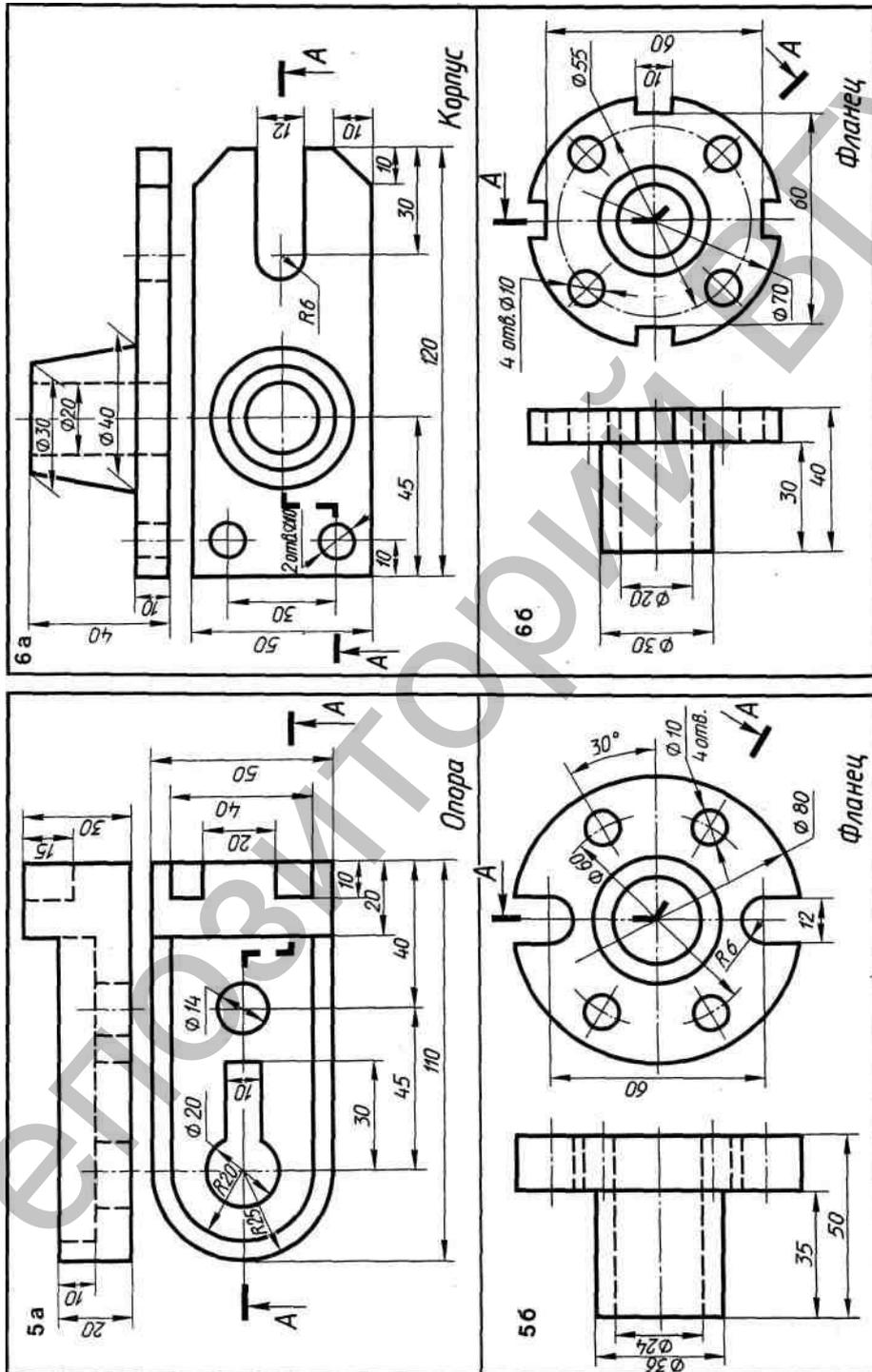




Таблица 12 (продолжение)

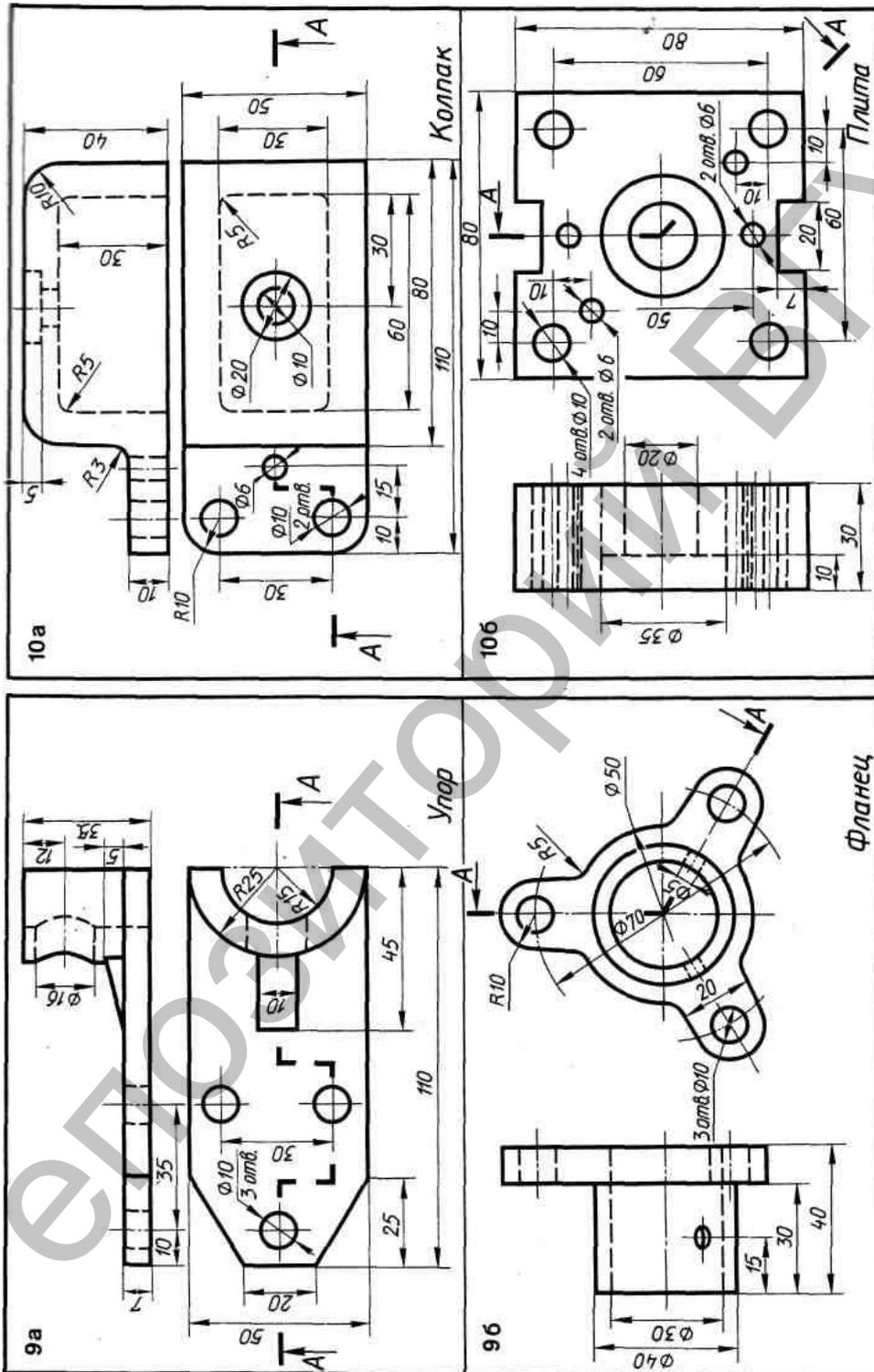
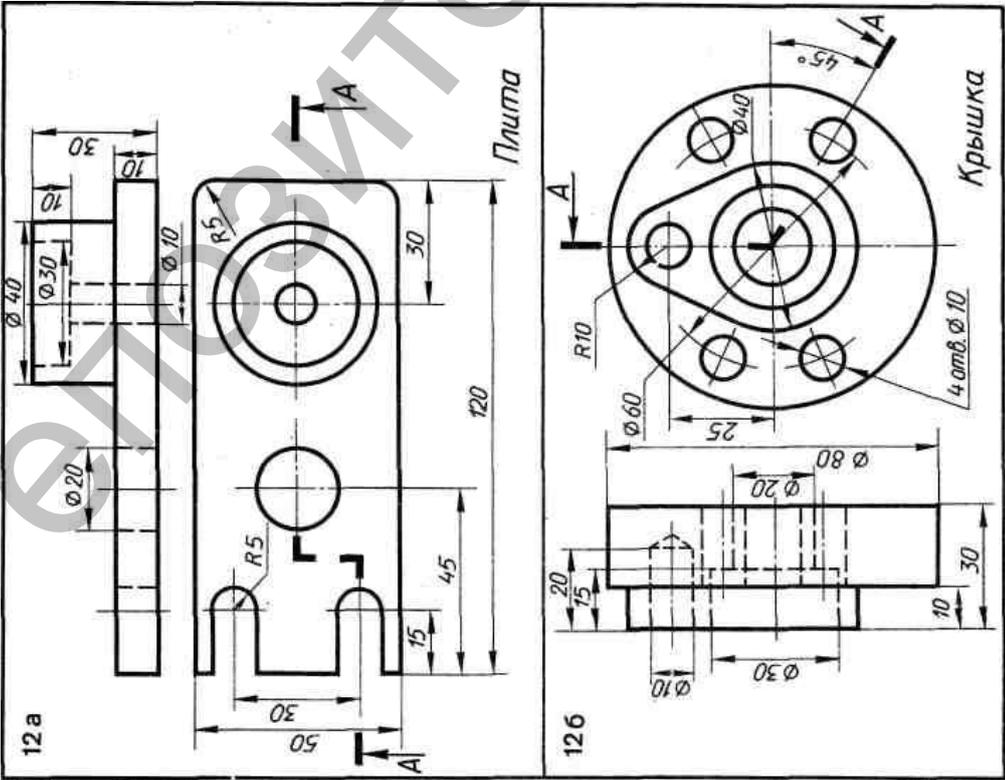
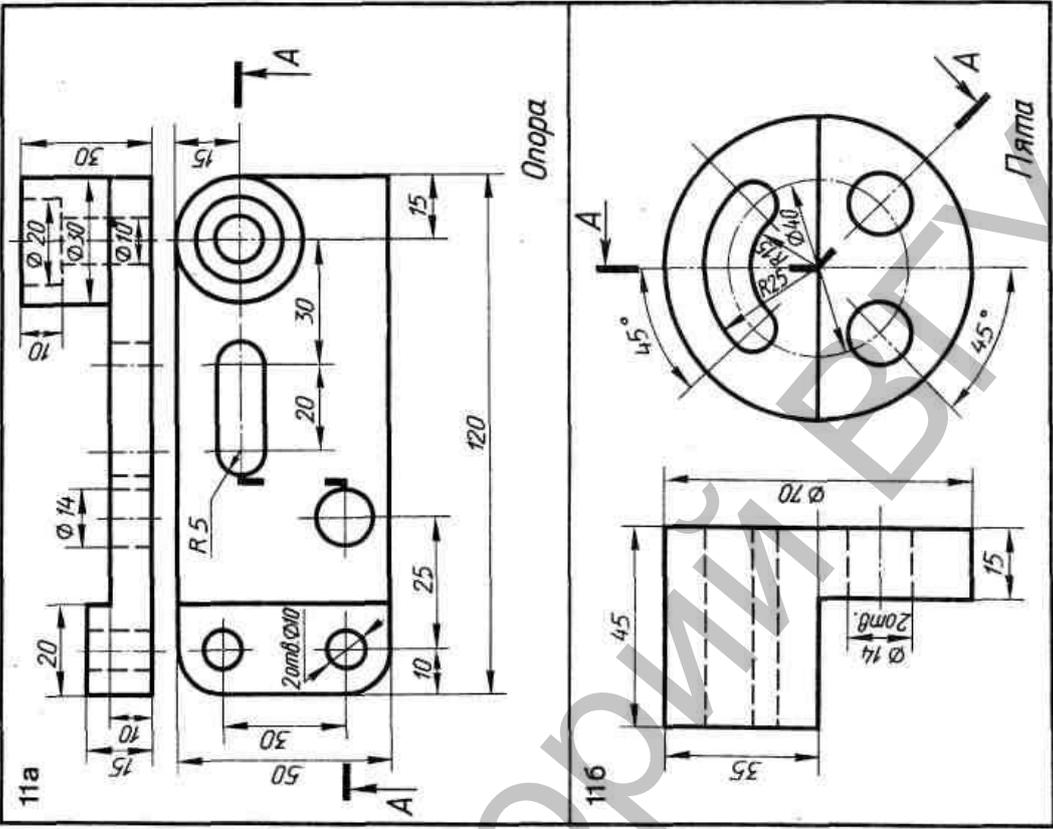


Таблица 12 (окончание)



### ***Вопросы для самопроверки***

1. Что называется видом?
2. Как обозначаются виды, расположенные не в проекционной связи с главным видом?
3. В каком случае применяют дополнительные виды?
4. Что называется разрезом?
5. Как выполняются ломаные разрезы?
6. Назовите виды разрезов.
7. Что называется сечением?
8. Чем сечение отличается от разрезов?
9. Как обозначаются материалы на сечениях?
10. Как классифицируют размеры на чертежах?
11. Что такое действительные размеры детали?
12. Как наносятся размеры на чертеже?

## **1.5. Аксонометрические проекции**

***Аксонометрической проекцией*** называется изображение, полученное проецированием параллельными лучами предмета на некоторую плоскость, называемую аксонометрической плоскостью проекций. Предмет в аксонометрии виден с трех сторон, поэтому изображение получается наглядным, но с искажением размеров. Величина искажения размеров зависит от показателей (коэффициентов) искажения, которые определяются отношением аксонометрических координатных отрезков к их натуральной величине. Окружность в аксонометрии проецируется в общем случае в эллипс.

ГОСТ 2.317-69 и СТ СЭВ 1979-79 устанавливают пять видов аксонометрических проекций, которые различаются положением аксонометрических осей и коэффициентами искажения: прямоугольная изометрия, прямоугольная диметрия, косоугольная фронтальная диметрия, косоугольная горизонтальная изометрия, косоугольная фронтальная изометрия.

### ***Графическая работа № 9***

**Содержание.** Построить аксонометрическую проекцию детали, изображение которой выполнялось в графической работе № 7.

**Указания** 1. Аксонометрическую проекцию детали построить в прямоугольной изометрии с целесообразным вырезом для изображения внутренней формы детали.

2. Аксонометрию детали выполнить на отдельном листе формата А3.

3. Пример выполнения аксонометрической проекции дан на

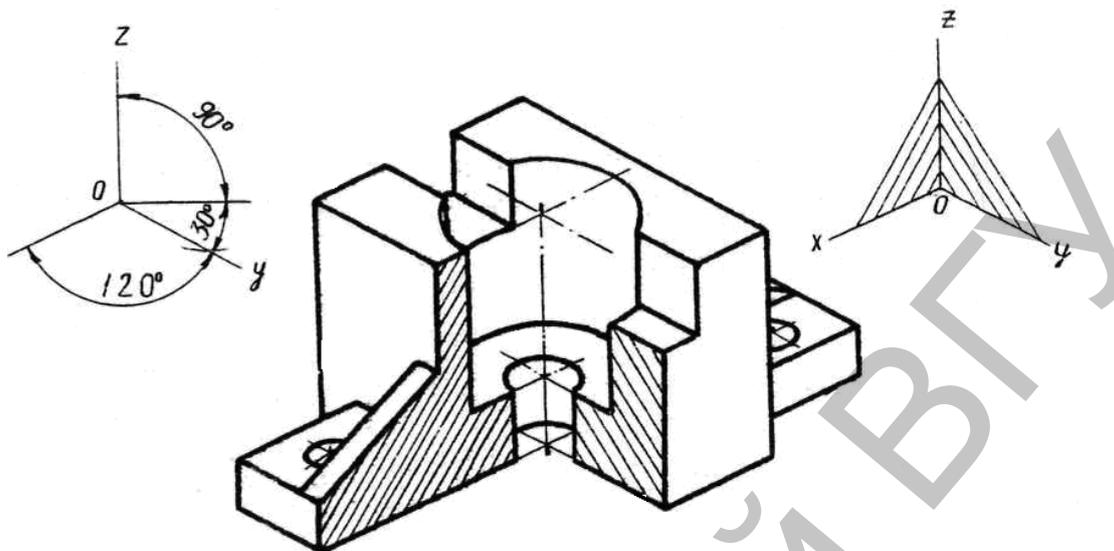


рис. 1.27.

Рис. 1.27. Пример выполнения графической работы № 9.

## 1.6. Технический рисунок

Овладение техникой зарисовки плоских фигур, расположенных в различных плоскостях, параллельных плоскостям проекций, позволяет легко перейти к рисованию геометрических тел.

Выполняя упражнения по рисованию геометрических тел, нужно придать рисунку рельефность, т.е. выявить форму геометрического тела с помощью светотени. Можно рассмотреть различные способы выявления формы: тоном, шрафировкой, штриховкой.

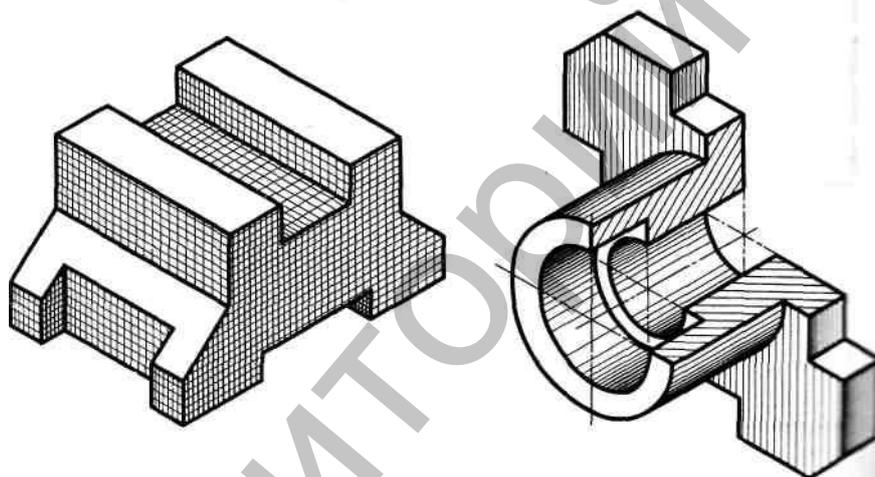
### *Графическая работа № 10*

Содержание. По двум видам детали выполнить технический рисунок.

Указания. 1. При выполнении графической работы по техническому рисованию – по двум заданным видам детали выполнить технический рисунок – нужно помнить, что наглядность технического рисунка детали зависит от выбора положения детали по отношению к аксонометрическим осям.

2. Индивидуальные задания выбрать согласно номеру варианта из таблицы 13.

2. Технический рисунок детали *Б* выполняется с вырезом четверти, а детали *А* – без выреза. Форма детали выявляется с помощью светотени.



3. Пример выполнения задачи на рис. 1.28.

Рис. 1.28. Пример выполнения графической работы № 10.



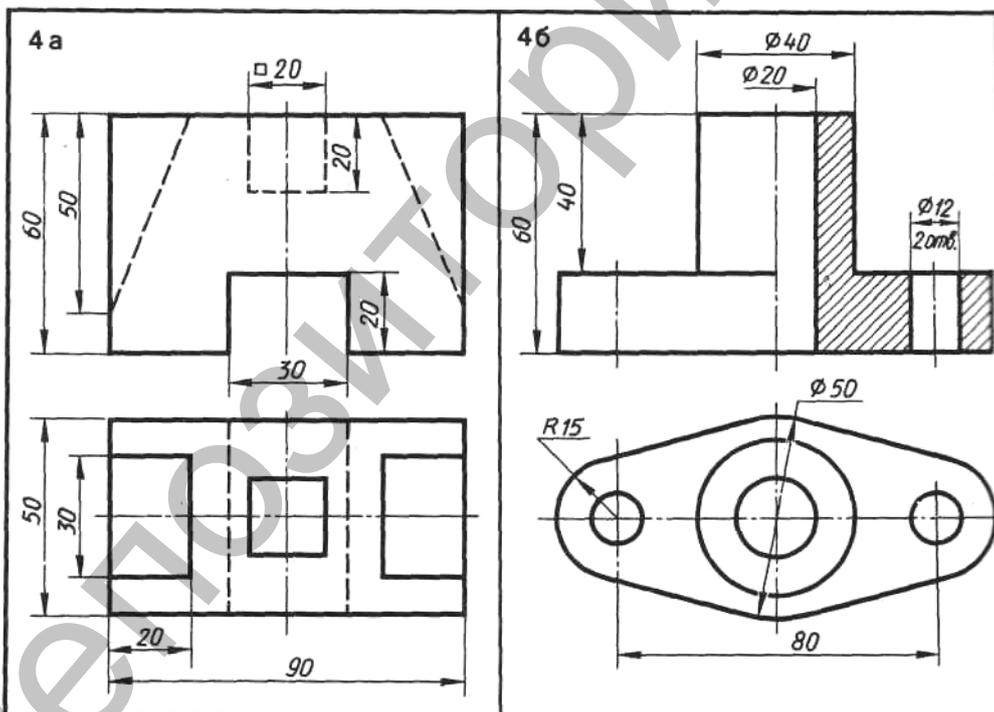
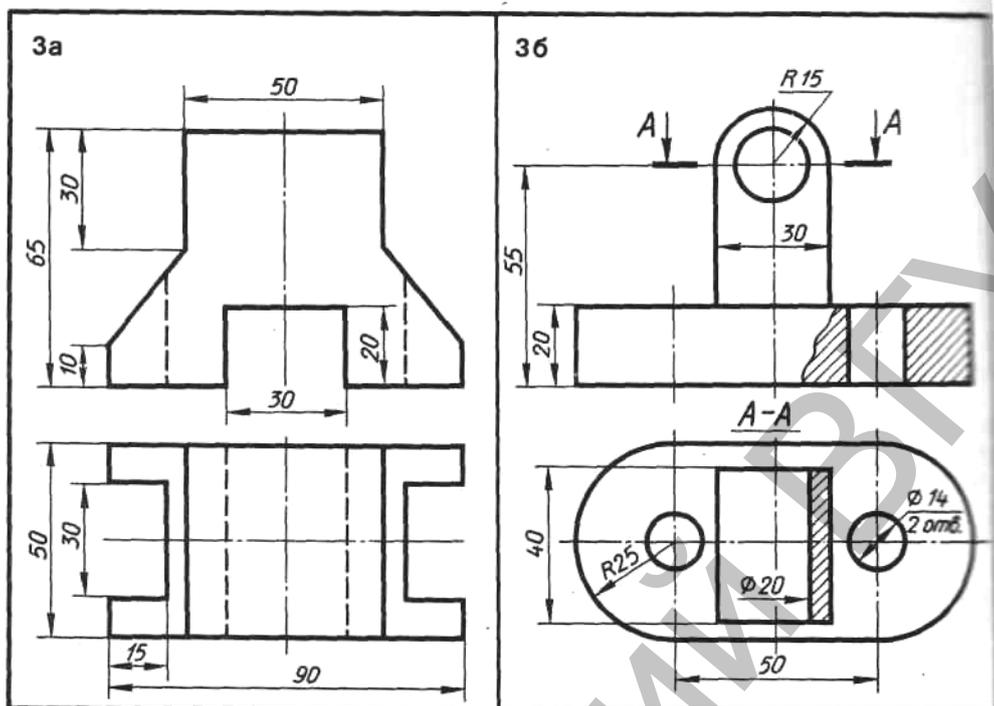


Таблица 13 (продолжение)

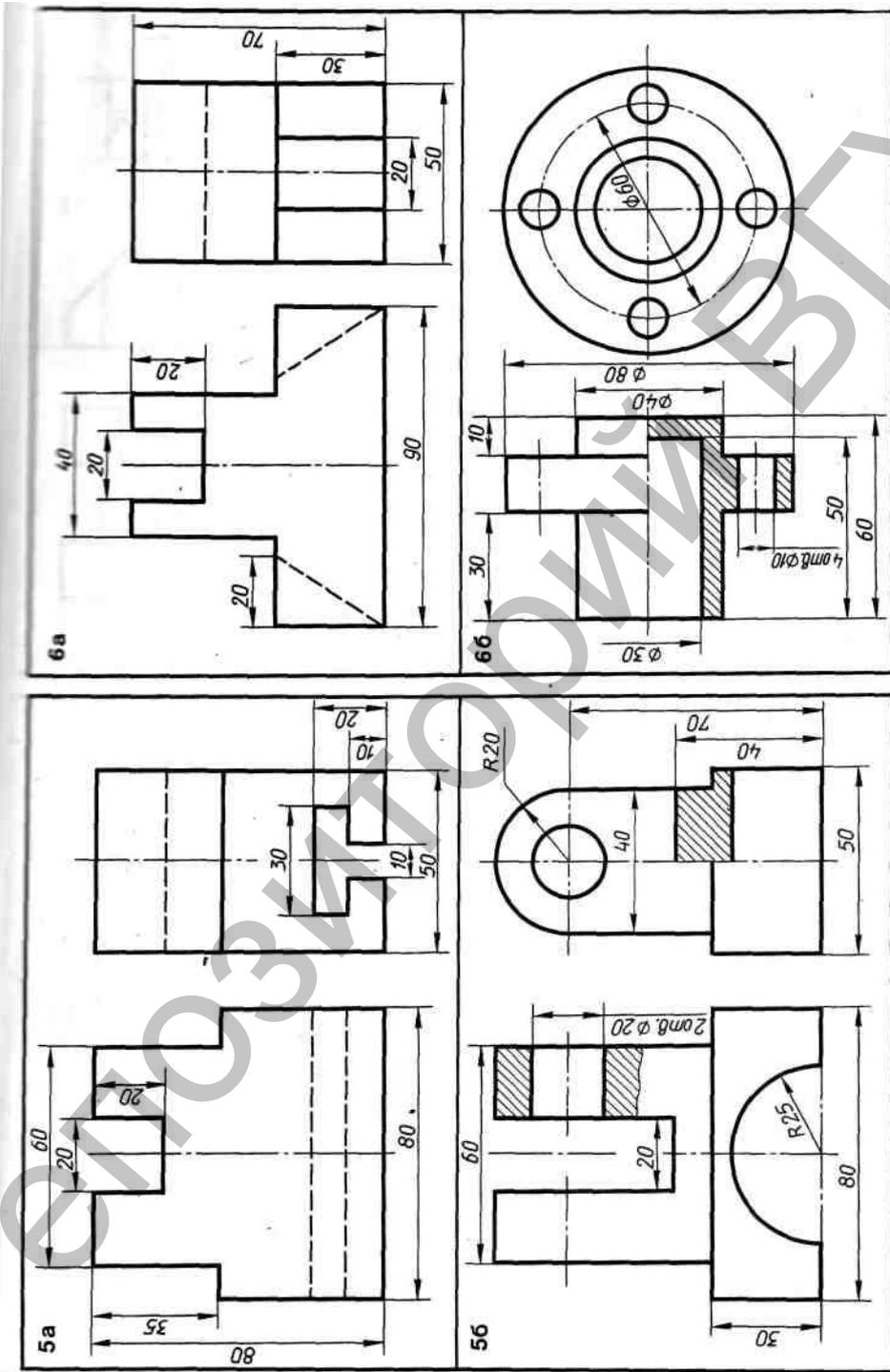


Таблица 13 (продолжение)

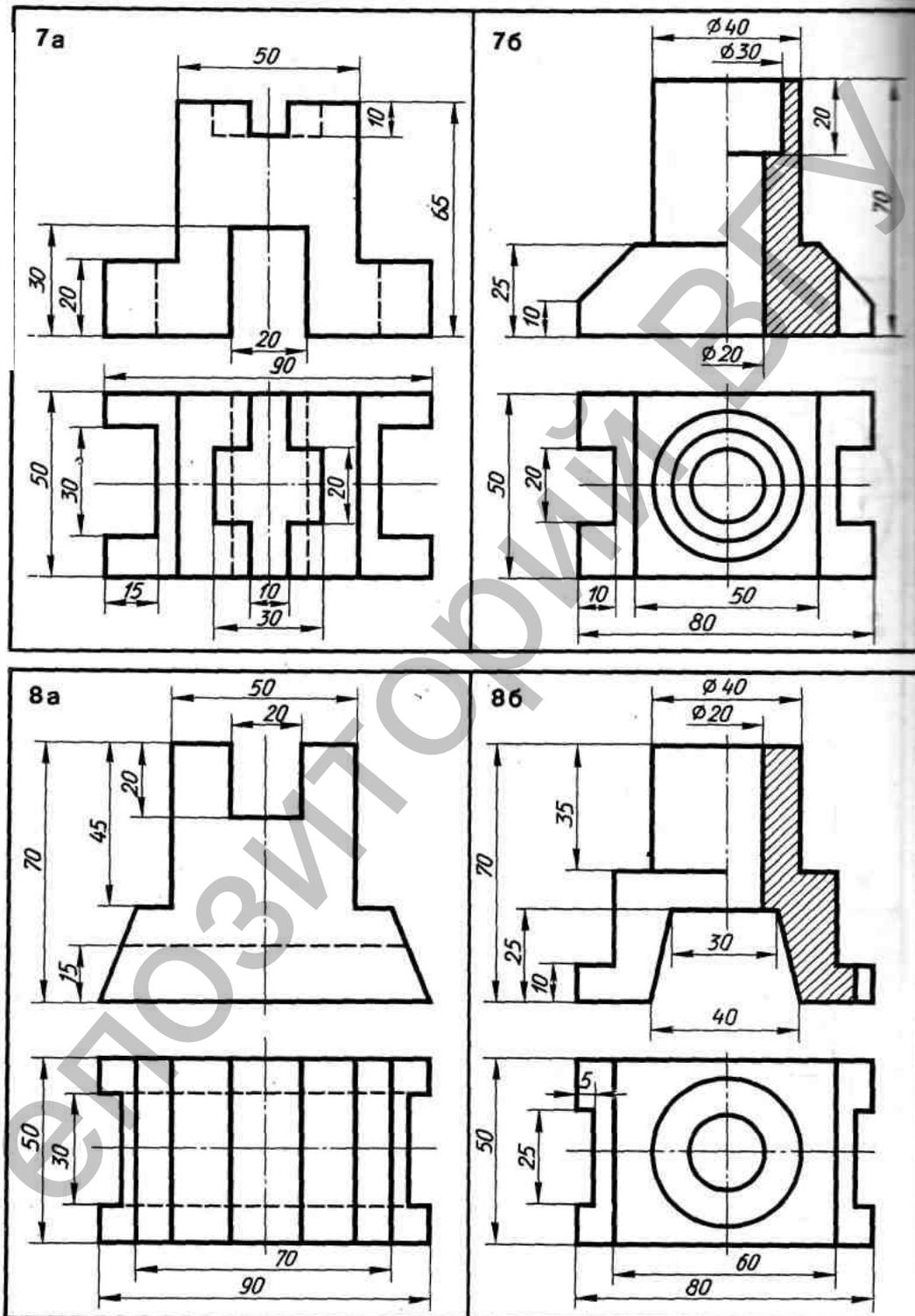
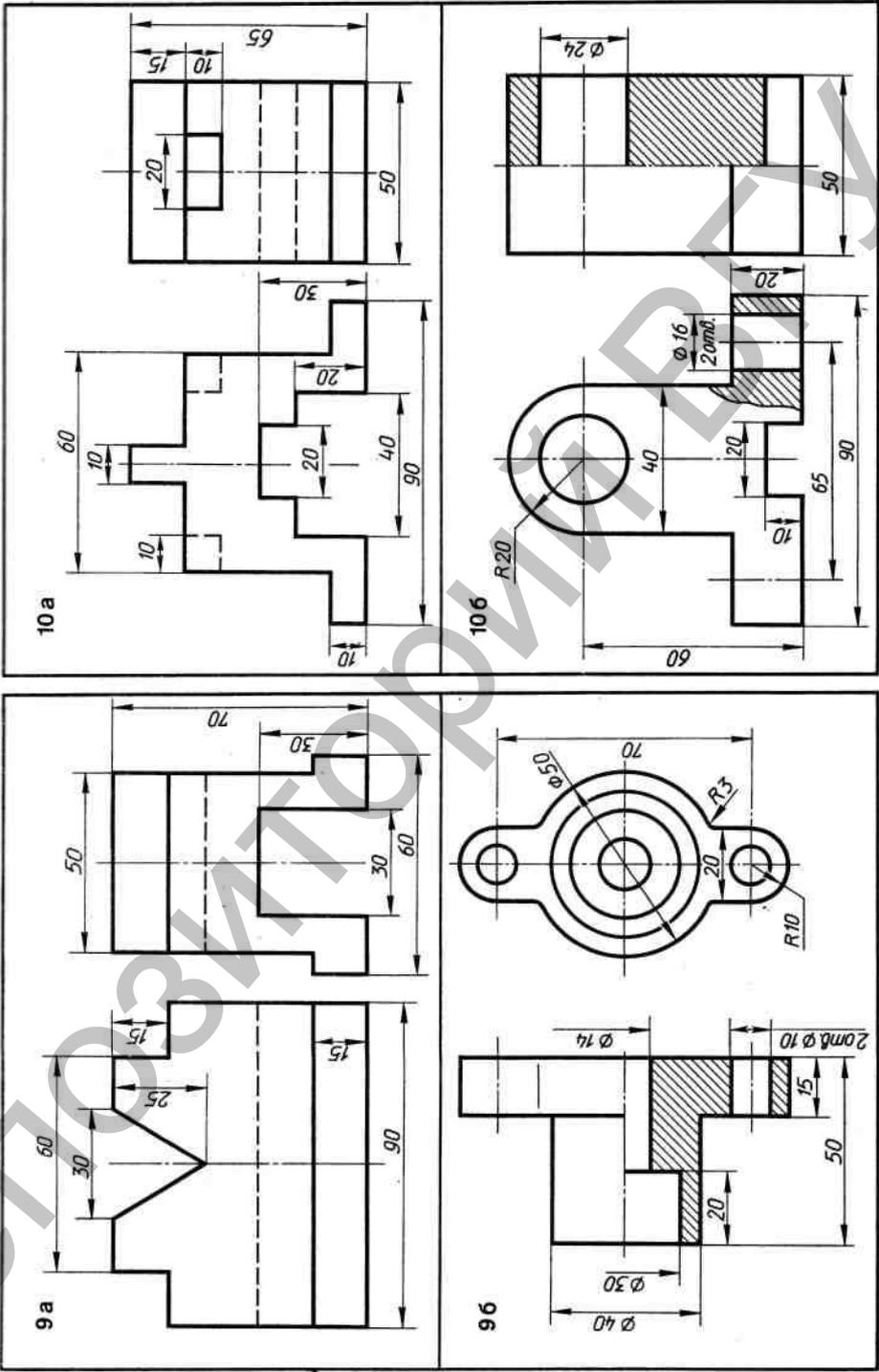


Таблица 13 (окончание)



**Вопросы для самопроверки:**

1. Как располагаются оси фронтальной диметрической проекции? По какой оси сокращаются размеры?
2. Какова последовательность построения фронтальной диметрической проекции?
3. В какие фигуры проецируются во фронтальной диметрической проекции окружности, вписанные в грани куба? Как это влияет на выбор положения детали для проецирования?
4. Как располагаются оси изометрической проекции? Производится ли сокращение размеров по ее осям?
5. Как строят овалы, заменяющие эллипсы в изометрии?
6. Что называется техническим рисованием?
7. Как располагаются оси при выполнении технических рисунков?

## Часть 2. ПЕРСПЕКТИВА

### 2.1. Основные понятия

**Перспективной проекцией** (перспективой) называется центральная проекция пространственного объекта на специально выбранную поверхность. Само слово «перспектива» происходит от латинского глагола «perspicere» – видеть насквозь.

Перспектива является одним из методов построения наглядных изображений пространственных предметов.

В зависимости от того, на какой поверхности строят перспективу, различают следующие ее виды:

- 1) **линейная перспектива** – изображение на плоскости;
- 2) панорамная перспектива – изображение на цилиндрической поверхности;
- 3) купольная перспектива – изображение на сферической поверхности.

Получение перспективного изображения можно представить следующим образом. Если пучок лучей, идущих от глаза наблюдателя по направлению к предмету, пересечь плоскостью, то полученное сечение будет перспективным изображением предмета. Перспектива подчиняется законам и правилам, по которым можно изображать предметы так, как они представляются нашему глазу в пространстве.

Система проецирования для построения перспективного изображения включает в себя следующие элементы (рис. 2.1):

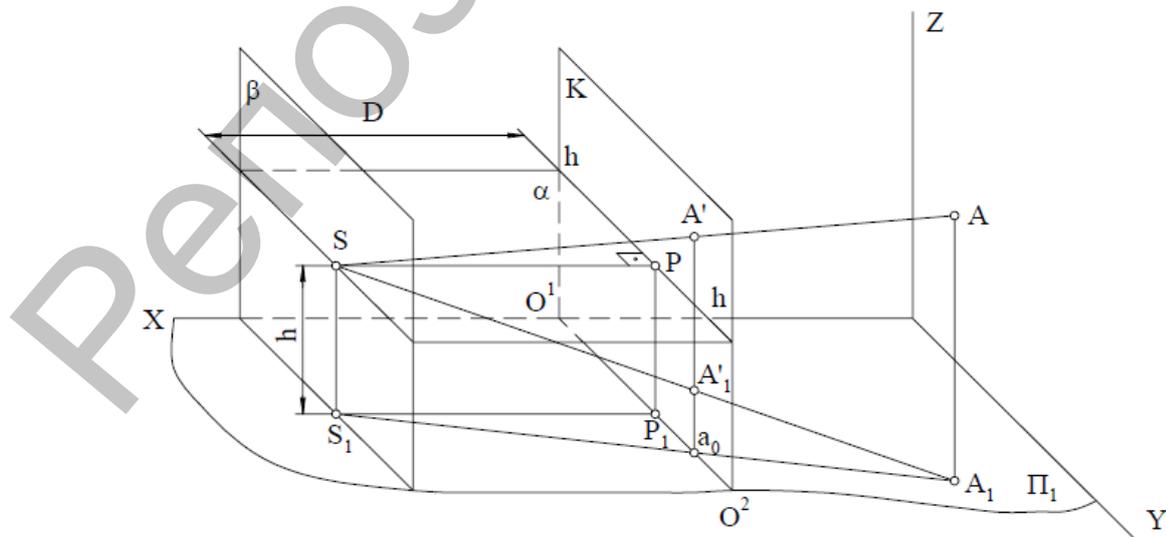


Рис. 2.1.

- предметная плоскость  $\Pi_1$  – горизонтальная плоскость проекций, на которой располагается объект проецирования (на рис. 2.1 как объект проецирования показана точка  $A$ );
- картинная плоскость  $K$  или картина – перпендикулярна предметной плоскости, служит для получения на ней перспективного изображения;
- основание картины – линия пересечения картинной и предметной плоскостей, обозначается  $O_1O_2$ ;
- центр проекций  $S$  – точка, в которой располагается глаз наблюдателя, называется точкой зрения;
- точка стояния  $S_1$  – проекция точки зрения на предметную плоскость; называется основанием точки зрения;
- главный луч  $SP$  – перпендикуляр, опущенный из точки зрения  $S$  на картинную плоскость  $K$ ; длина его называется главным расстоянием;
- главная точка картины  $P$  – точка пересечения главного луча с картиной;
- основание главной точки картины  $P_1$  – проекция главной точки  $P$  на предметной плоскости;
- центральная линия картины  $PP_1$ ;
- плоскость горизонта  $\alpha$  – горизонтальная плоскость, проходящая через точку зрения  $S$ ;
- линия горизонта  $h - h$  – линия пересечения плоскости горизонта с картинной плоскостью;
- нейтральная плоскость  $\beta$  – плоскость, проходящая через точку зрения  $S$  параллельно картинной плоскости  $K$ .

Картинная и нейтральная плоскости делят все пространство на три части:

- предметное пространство, которое находится за картинной плоскостью, в котором располагаются проецируемые предметы;
- промежуточное пространство – между картинной и нейтральной плоскостями;
- мнимое пространство расположено по другую сторону от нейтральной плоскости.

Горизонтальные проекции точек на предметную плоскость  $\Pi_1$  называются основаниями этих точек и обозначаются так же, как горизонтальные проекции точек в ортогональных проекциях:  $A_1$  – основание точки  $A$ , расположенной в предметном пространстве.

## 2.2. Перспектива точки

Для того чтобы построить перспективу точки  $A$ , расположенной в предметном пространстве (см. рис. 2.1), необходимо из точки зрения  $S$  провести луч через точку  $A$ . Точка пересечения этого проецирующего луча ( $SA$ ) с картинной плоскостью  $K$  определит перспективу точки  $A$ , т.е. точку  $A'$ . Аналогично можно найти и перспективу основания точки  $A$  – перспективу  $A_1$ . Точка пересечения луча  $SA_1$  с картинной плоскостью определит перспективу точки  $A_1$ , т.е. точку  $A_1'$ . Точка  $A_1'$  называется перспективой основания точки  $A$  или вторичной перспективной проекцией точки  $A$  (первичной проекцией считается ортогональная проекция этой точки –  $A_1$ ).

Для того чтобы обеспечить взаимно-однозначное соответствие между точками пространства и их перспективными проекциями строят на картинной плоскости перспективную проекцию точки  $A$  ( $A'$ ) и ее вторичную проекцию  $A_1'$ .

Таким образом, положение точки в пространстве может быть определено, если на изображении заданы перспективы точки ( $A'$ ) и ее основания ( $A_1'$ ).

## 2.3. Перспектива прямой

Перспективой прямой линии является прямая. Для построения перспективы заданного прямолинейного отрезка необходимо построить перспективы двух его точек.

Представим бесконечную прямую, заданную отрезком  $AB \parallel \Pi_1$  (рис. 2.2). В перспективном изображении прямая имеет две характерные точки – начальную и конечную. Начальная точка  $N$  является следом прямой на картинной плоскости  $K$ . Для того чтобы найти конечную точку  $F$ , построим изображение в перспективе промежуточных точек прямой.

Возьмем на заданной прямой несколько точек –  $A, B, D, E$  и т. д. Проведя лучи от точки зрения  $S$  к каждой точке прямой, видим, что чем дальше точка прямой  $AB$  от картины, тем острее угол, образуемый лучом с этой линией. Постепенно лучи будут приближаться к положению, параллельному данной прямой. Луч, проведенный в точку на прямой, удаленную на бесконечно большое расстояние от картины, пройдет параллельно самой прямой и пересечет картину в точке  $F$ , расположенной на линии горизонта. Прямая  $NF$  будет полной перспективой рассматриваемой прямой  $AB$ , параллельной предметной плоскости. Точка  $F$  на линии горизонта

называется точкой схода. Лучи  $AS$  и  $BS$  ограничивают на полной перспективе прямой перспективное изображение  $A'B'$  отрезка  $AB$ .

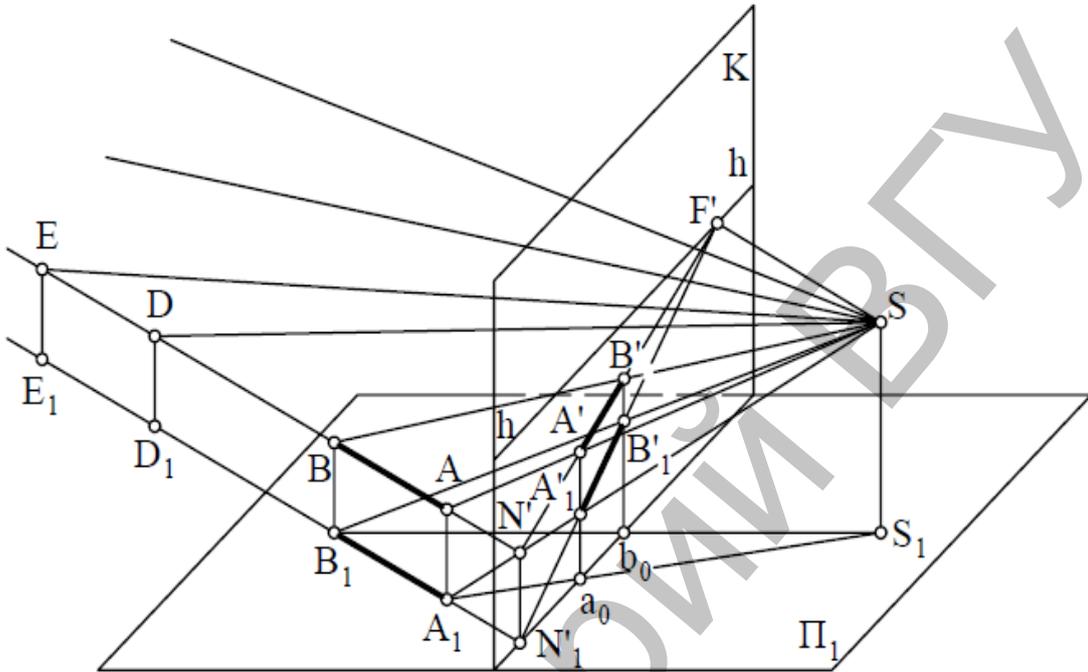


Рис. 2.2.

Можно для получения перспективного изображения отрезка  $AB$  воспользоваться горизонтальными проекциями лучей  $S_1A_1$  и  $S_1B_1$ , которые в пересечении с основанием картины дадут точки  $a_0$  и  $b_0$  (картинные следы).

Проведя перпендикуляры к основанию картины через эти точки, найдем на пересечении с полной перспективой прямой точки  $A'$  и  $B'$ . Для того чтобы перспективное изображение прямой было однозначно обратимым, необходимо перспективу  $(A'B')$  прямой  $AB$  дополнить перспективой  $(A_1'B_1')$  ее горизонтальной проекции  $A_1B_1$ .  $A_1'B_1'$  называется вторичной проекцией.

На рисунке 2.3 построена полная перспектива прямой, параллельной плоскости  $\Pi_1$ , заданной отрезком  $AB$  ( $A_1B_1, A_2B_2$ ) на ортогональном чертеже.

Горизонтальный след  $O_1O_2$  картины намечаем между горизонтальной проекцией отрезка  $A_1B_1$  и точкой стояния  $S_1$ . Проводим линию горизонта  $h-h$  и переносим на неё точку зрения  $S$  и главную точку картины  $P$ . Создав таким образом систему проецирования, строим перспективу прямой. Начальную точку  $N$  ( $N_1', N''$ ) находим, продолжая прямую в сторону картинной плоскости.

Конечную точку или точку схода  $F$  ( $F_1', F'$ ) получим, проведя луч  $SF$  параллельно  $AB$  до пересечения с картинной плоскостью в точке  $F$  ( $F_1', F'$ ).

Чтобы получить перспективу  $A'B'$  отрезка  $AB$ , необходимо провести проецирующие лучи  $SA$  ( $S_1A_1, S_2A_2$ ) и  $SB$  ( $S_1B_1, S_2B_2$ ) и найти точки их пересечения с картиной. Построение вторичной проекции  $A_1'B_1'$  показано на чертеже (см. рис. 2.3).

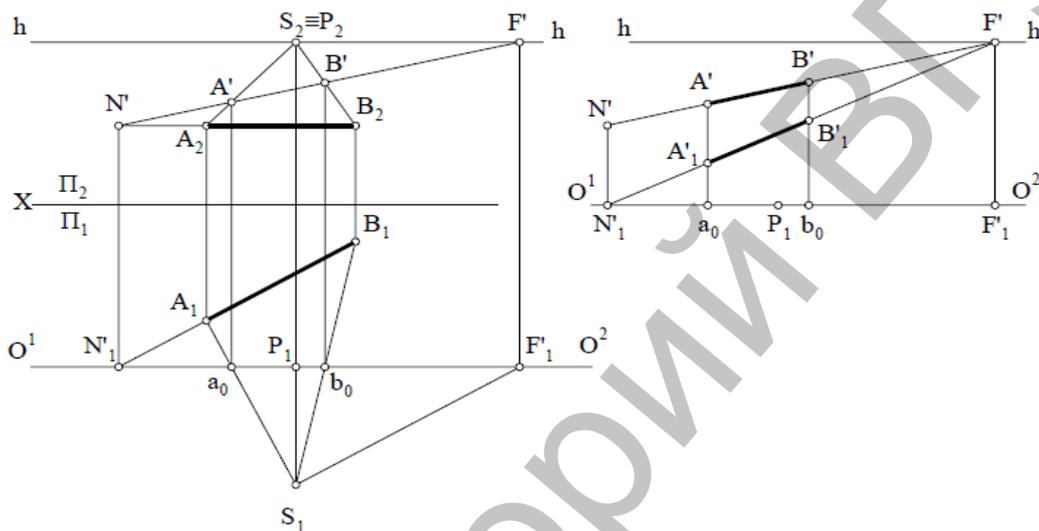


Рис. 2.3.

Приведем некоторые свойства прямых в перспективе:

- линии, параллельные между собой в пространстве, имеют в перспективе общую точку схода;
- линии, принадлежащие картинной плоскости, сохраняют в перспективе натуральную величину;
- горизонтальные прямые, не параллельные картинной плоскости, имеют точки схода на линии горизонта;
- горизонтальные прямые, расположенные под углом  $45^\circ$  к картине, имеют точку схода, лежащую на линии горизонта и удаленную от главной точки картины  $P$  на величину главного расстояния  $PF = SP = D$ ;
- точкой схода горизонтальных прямых, перпендикулярных картине, является главная точка картины  $P$ ;
- перспективы прямых, принадлежащих предметной плоскости  $\Pi_1$  и проходящих через основание точки зрения, перпендикулярны основанию картины  $O_1O_2$  и линии горизонта  $h - h$ ;
- перспективы прямых, параллельных картине, параллельны самим прямым. Отсюда следует, что вертикальные прямые изображаются в перспективе вертикальными прямыми.

## 2.4. Перспектива плоских фигур

Построим перспективу фигуры  $ABCEGHK$ , принадлежащей плоскости  $\Pi_1$ . Положение картинной плоскости определено ее основанием  $O_1O_2$ , положение точки зрения – точкой  $S_1$  и высотой горизонта  $h$ . Проведем линию горизонта и основание картины на заданном расстоянии  $h$  (рис. 2.4), определим положение точки  $P_1$  в плане

(рис. 2.5) и отметим ее в перспективе.

Фигура  $ABCEGHK$  ограничена, в основном, двумя группами параллельных линий. Одно из доминирующих направлений определяется прямыми  $BC$ ,  $GE$  и  $АН$ , другое – прямыми  $AB$ ,  $HG$  и  $CE$ . Определим для них точки схода  $F_1$  и  $F_2$ . Построим в перспективе на линии горизонта точки  $F_1$  и  $F_2$  на соответствующих расстояниях от точки  $P$ .

Начнем построение перспективы с точки  $E$ . Продолжим прямые  $GE$  и  $CE$  до основания картины и отметим точки  $1_0$  и  $2_0$ . Перспектива прямой  $GE$  проходит через точки  $1_0$  и  $F_1$ , прямой  $CE$  – через точки  $2_0$  и  $F_2$ . На пересечении этих прямых расположена перспектива точки  $E$ . Точка  $C$  лежит на прямой  $EC$ , перспектива которой уже построена. Поэтому проведем через точку  $C$  еще одну прямую, например, перпендикулярную основанию картины. Она пересекается с основанием картины в точке  $3_0$ .

Построим перспективу  $3P$  прямой  $C3$ . Точка  $G$  лежит на пересечении прямых  $GE$  и  $HG$ . Для построения ее перспективы нужно построить только перспективу прямой  $HG$ , так как перспектива прямой  $GE$  уже найдена. Отметив точку  $4_0$ , проведем через эту точку и  $F_2$  перспективу прямой  $HG$ .

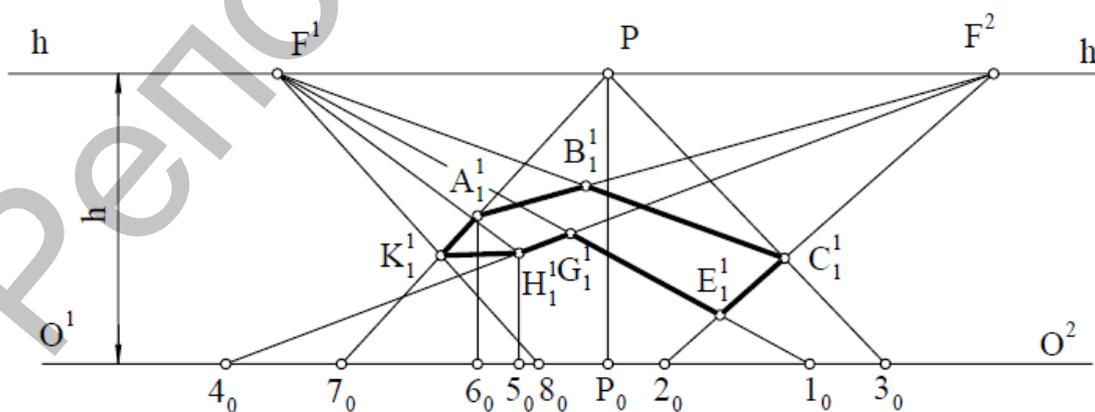


Рис. 2.4.

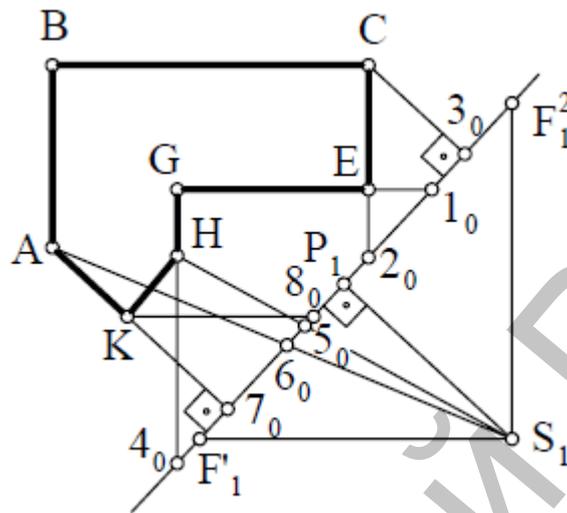


Рис. 2.5.

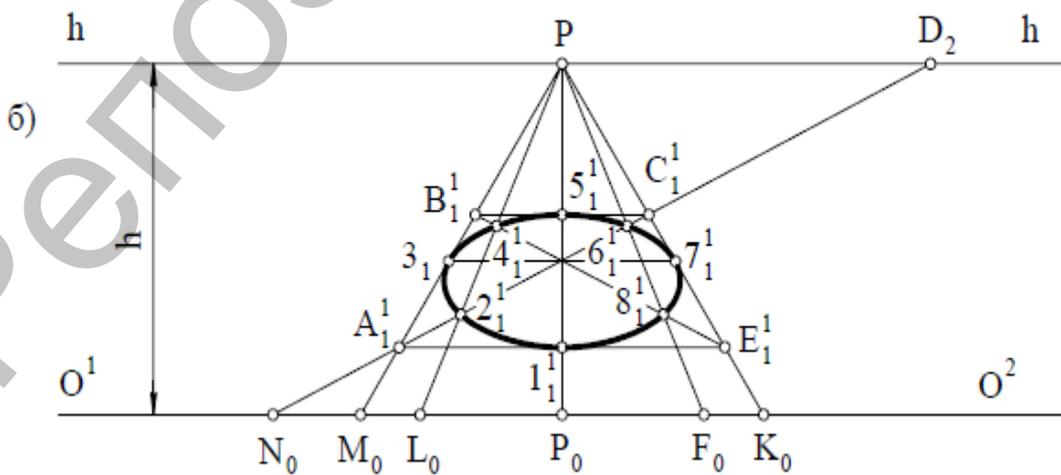
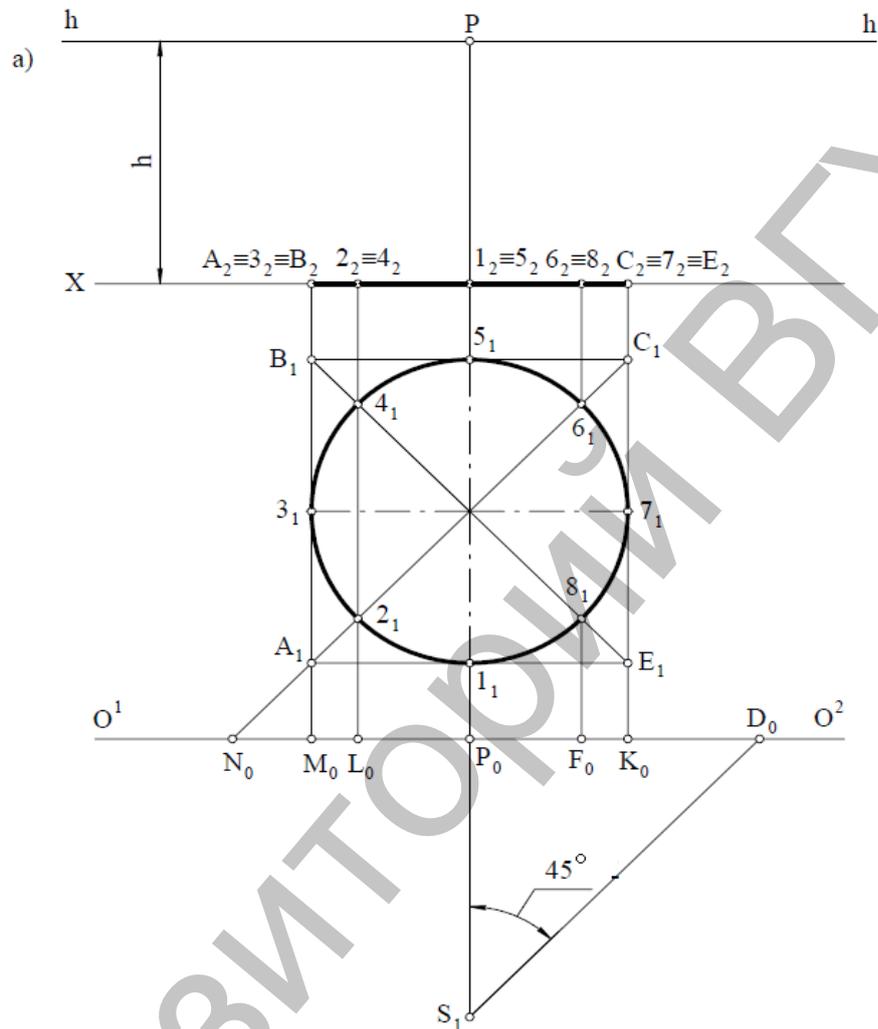
Найдем перспективу точки  $H$ . Воспользуемся, например, прямой, проходящей через эту точку и точку  $S_1$ . Перспектива такой прямой идет через точку  $5_0$  вертикально. В ее пересечении с перспективой  $HG$  отметим  $H$ . Перспектива точки  $K$  построена с помощью горизонтальных прямых  $K7_0$  и  $K8_0$ .

Проводим перспективы прямых  $AB$  и  $BC$  соответственно через точки  $F_1$  и  $F_2$  и получаем перспективу точки  $B$ . Перспектива точки  $A$  построена с помощью прямой  $A7_0$  и прямой, проходящей через точку  $A$  и точку  $S_1$ . Выбор прямых, с помощью которых строятся перспективы точек фигуры, зависит от конкретных условий задачи. В данном примере были использованы три типа горизонтальных прямых:

1) проходящих через точку  $S_1$ , 2) перпендикулярных основанию картины, 3) наклоненных к основанию картины.

Рассмотрим построение перспективы окружности (рис. 2.6, а, б). В перспективе изображение окружности строят чаще всего, вписывая ее в квадрат (в перспективное изображение квадрата). Расположим картинную плоскость фронтально. Тогда перспективы прямых  $AB$  и  $CE$  будут иметь точкой схода главную точку картины  $P$ , так как  $AB$  и  $CE$  перпендикулярны картине. Перспективу окружности, вписанной в квадрат, можно построить по восьми точкам. В четырех точках она касается сторон квадрата, а другие ее четыре точки располагаются на его диагоналях. В связи с тем, что диагонали располагаются под углом

45° к плоскости картины, точками их схода будут являться точки дальности (D1 и D2).



## 2.5. Способы построения перспективных изображений

Построение перспектив в строительном черчении и начертательной геометрии производится по прямоугольным проекциям. В качестве таких проекций здания выбирают его горизонтальную и фронтальную проекции, которые называют планом и фасадом.

Существует несколько способов построения перспектив геометрических тел и зданий по заданному чертежу в прямоугольных проекциях. Рассмотрим некоторые из них, имеющие наиболее широкое практическое применение.

**Способ перспективных координат**, разработанный Н.Л. Русскевичем, в литературе называют «способом ортогонального эюра».

Суть способа состоит в использовании прямоугольных проекций предмета для графического определения двух координат перспективы точки. Он отличается простотой и компактностью построения за счет отказа от использования точек схода.

Этот способ заключается в том, что на картинной плоскости выбирается новая система координат  $O_1X'Z'$ . За ось  $O_1X'$  принимается основание картины  $O_1O_2$ , начало координат  $O_1$  выбирается в произвольной точке (рис. 2.7. а). Перспектива точки  $A$  ( $A'$ ) на ортогональном эюре определяется как след луча, т.е. как точка пересечения луча  $SA$  с плоскостью  $K$  (точка  $A'$ , ее проекции  $A_1'$  и  $a_0$ ). В новой системе координат  $O_1X'Z'$  на плоскости  $K$  определяются координаты точки  $A'$ : координата  $X_{A'}$  и координата  $Z_{A'}$ . Эти координаты в выбранном масштабе откладываются на картине  $K$  и определяют положение перспективы точки  $A$  ( $A'$ ) (см. рис. 2.7. б, в).

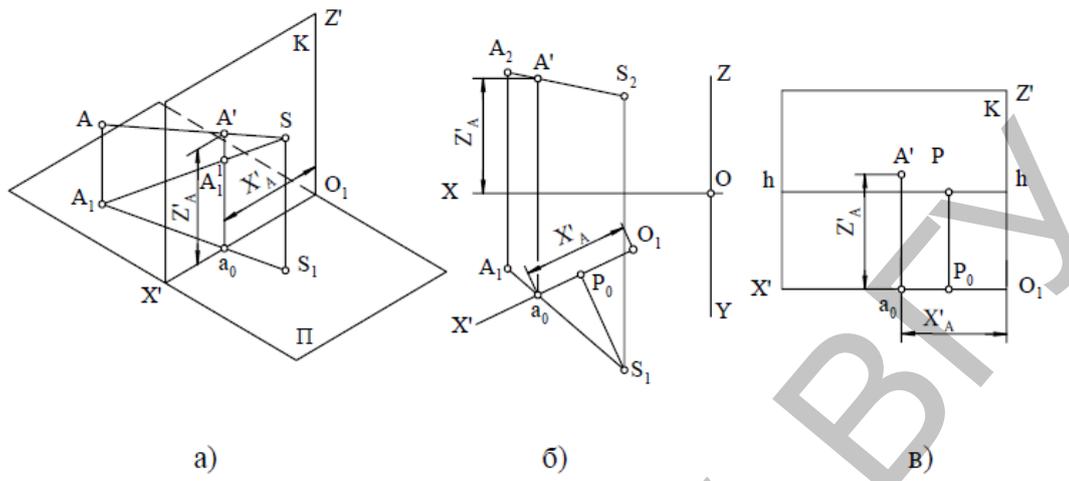


Рис. 2.7.

На рисунке 2.8 показано построение перспективы сооружения способом перспективных координат (перспективное изображение увеличено в два раза по сравнению с ортогональными проекциями).

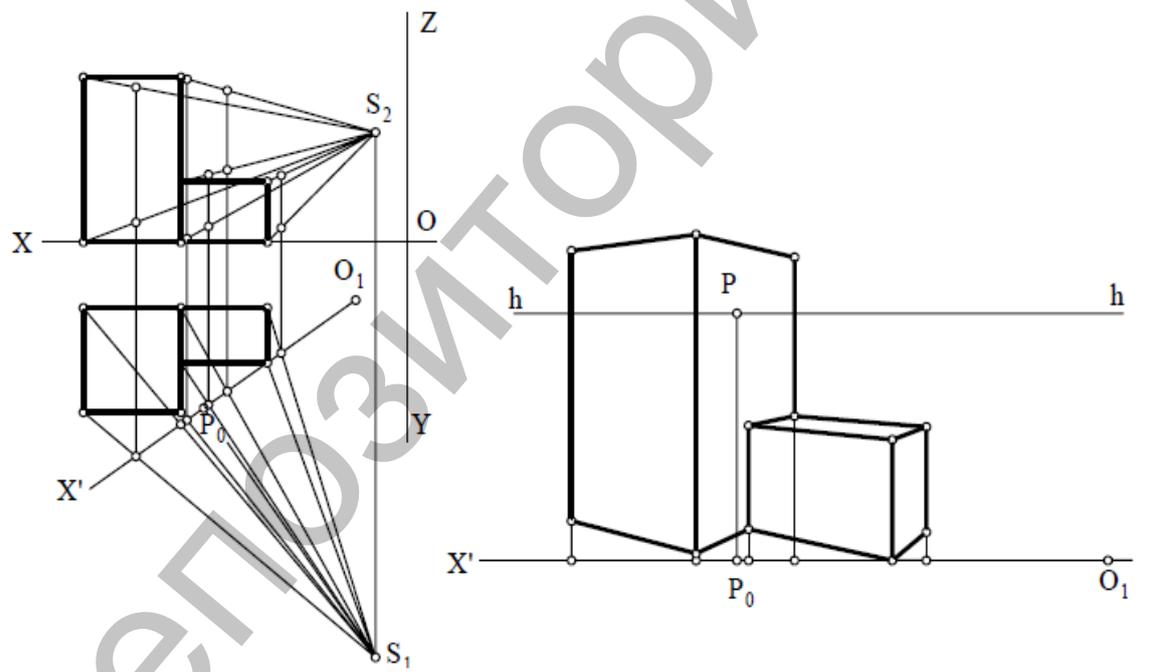


Рис. 2.8.

**Способ архитекторов.** В основу этого способа положено свойство параллельных прямых сходиться в перспективе в одной точке (точке схода F).

Этот способ применяется при построении перспективных изображений различных сооружений, которые в плане имеют два доминирующих направления линий.

Рассмотрим последовательность построения перспективы здания способом архитекторов. Для получения более выразительной перспективы след картинной плоскости проводим через один из углов здания и располагаем под углом  $30\text{--}40^\circ$  к направлению главного фасада. Точку зрения выбираем так, чтобы угол зрения, определяемый крайними лучами зрения, был равен  $30\text{--}40^\circ$ , и чтобы она лежала на перпендикуляре, восстановленном в средней третьей части ширины картины (рис. 2.9).

Точки схода для основных направлений плана найдутся, если провести прямые из точки  $S_1$  параллельно сторонам объекта до пересечения с основанием картины в точках  $F_{11}$  и  $F_{12}$ .

После установки точки зрения, картинной плоскости и нахождения точек схода проводятся лучи зрения из всех точек объекта и на следе картинной плоскости  $O_1O_2$  фиксируются все точки пересечения:  $1_0, 2_0, \dots, 6_0$  и т.д.

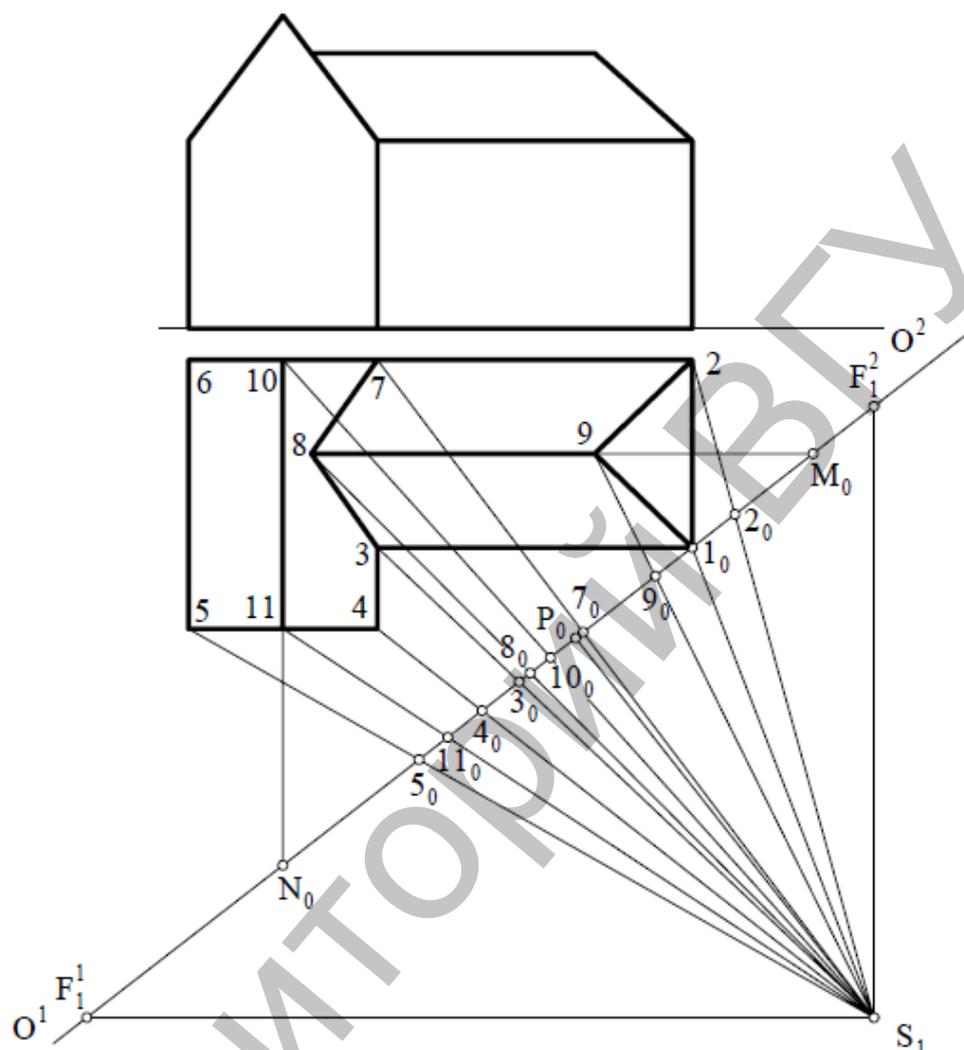


Рис. 2.9.

Для построения самой перспективы переносим след картинной плоскости со всеми нанесенными на нем точками, линию горизонта, главную точку картины и точки схода  $F_1$  и  $F_2$  на то пространство, где будем строить перспективу (рис. 2.10). Линию горизонта проводим параллельно основанию картинной плоскости  $O_1O_2$  на заданной высоте и на нее переносим точки схода с основания картинной плоскости.

Так как картинная плоскость проведена через ребро 1, то оно в перспективе изобразится в натуральную величину. Из точки  $1_0$  восстанавливаем перпендикуляр к следу картинной плоскости и на нем откладываем высоту ребра 1, взятую с фронтальной проекции ортогонального чертежа.

Нижнюю и верхнюю точки ребра 1 соединяем с точками схода  $F_1$  и  $F_2$ , получая направление сторон здания. Восстановив перпендикуляры из точек  $2_0$  и  $3_0$  до пересечения с лучами, идущими в точки схода, получим стороны здания 1–2 и 1–3. Таким же образом находим все ребра и стороны объекта в перспективе.

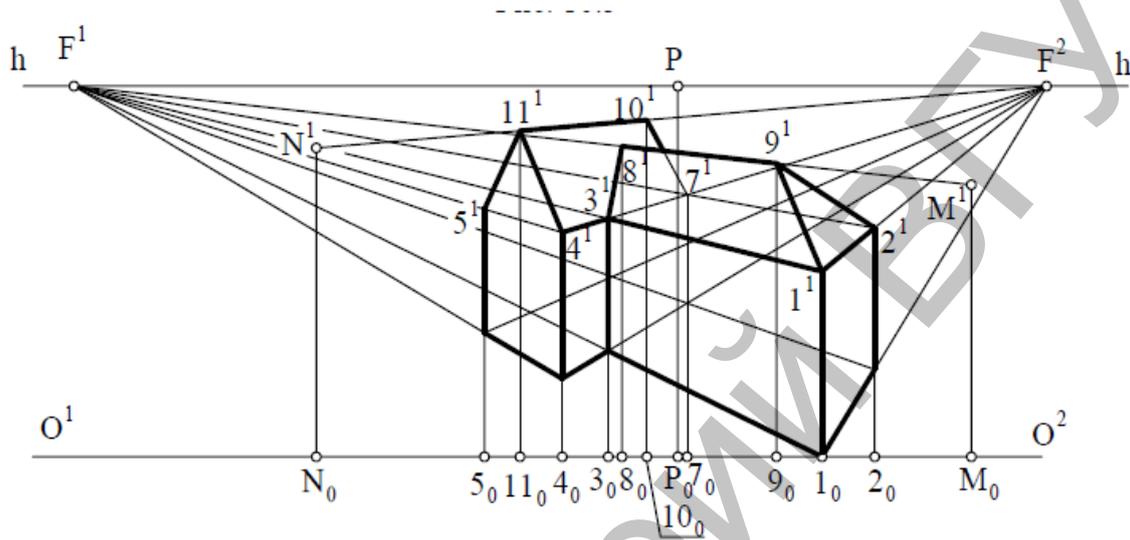


Рис. 2.10.

Для получения точек 8, 9, 10 и 11 в перспективе продолжим линию конька 11–10 до пересечения с картинной плоскостью  $O_1O_2$  в точке  $N_0$ , а линию 8–9 – до пересечения в точке  $M_0$  и переносим эти точки в перспективу. Из полученных точек восстанавливаем перпендикуляры, на которых откладываем высоты от земли до соответствующего конька. Соединяем точки  $N'$  и  $M'$  с точками схода и, пересекая полученные линии перпендикулярными прямыми, восстановленными из точек  $11_0$ ,  $10_0$ ,  $8_0$  и  $9_0$ , получим перспективное изображение прямых 11–10 и 8–9, принадлежащих конькам кровли. Найденные точки соединяем с соответствующими точками, согласно ортогональному чертежу, и получаем перспективное изображение кровли.

## 2.6. Выбор рационального положения картины и точки зрения при построении перспективы

Наглядность перспективных изображений зависит от правильности выбора положения картины и точки зрения.

Основание картинной плоскости ( $O_1O_2$ ) должно составлять с одной из сторон плана сооружения (чаще всего с главным фасадом)

угол  $\alpha^\circ = 25...35^\circ$  (рис. 2.11). Картинную плоскость обычно совмещают с одним из вертикальных ребер изображаемого объекта.

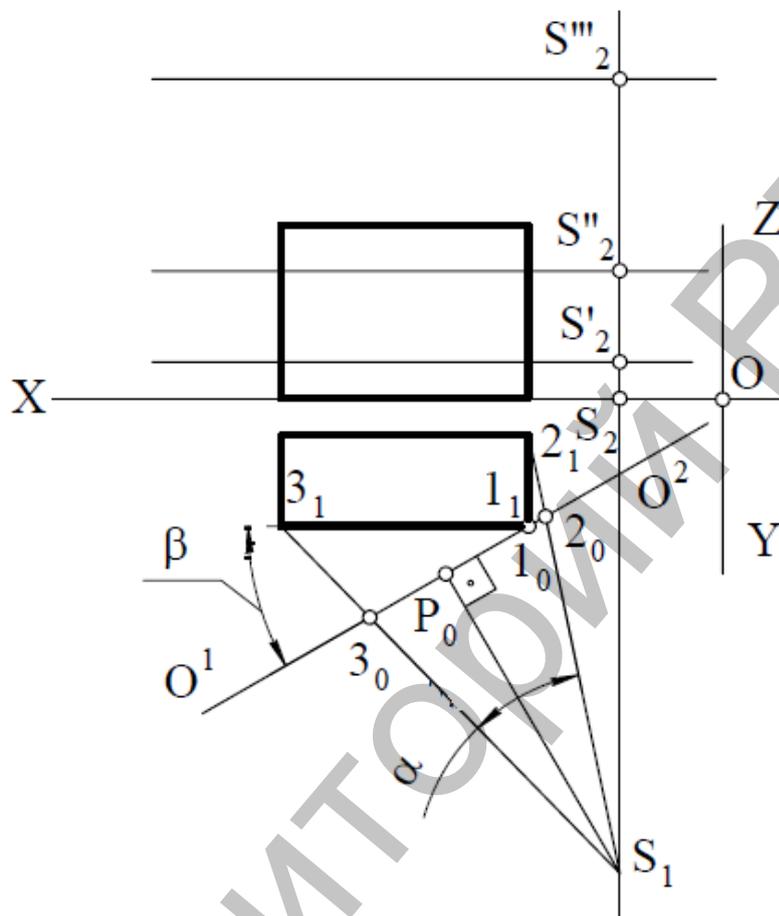


Рис. 2.11.

Точка зрения должна быть расположена так, чтобы соблюдались следующие условия:

1. Угол зрения  $\alpha^\circ$  должен быть в пределах  $20...60^\circ$  (наиболее наглядное перспективное изображение получается при угле зрения  $\varphi^\circ = 28...60^\circ$ ).
2. Главная точка картины  $P$  должна находиться в средней трети ширины изображаемого объекта (т.е. в средней трети отрезка  $2_03_0$ ).

Вид перспективного изображения зависит от высоты горизонта. Перспектива, полученная с точки зрения  $S'$ , расположенной на высоте человеческого роста ( $1,5...1,7$  м), называется перспективой с нормального горизонта (см. рис. 2.12, а).

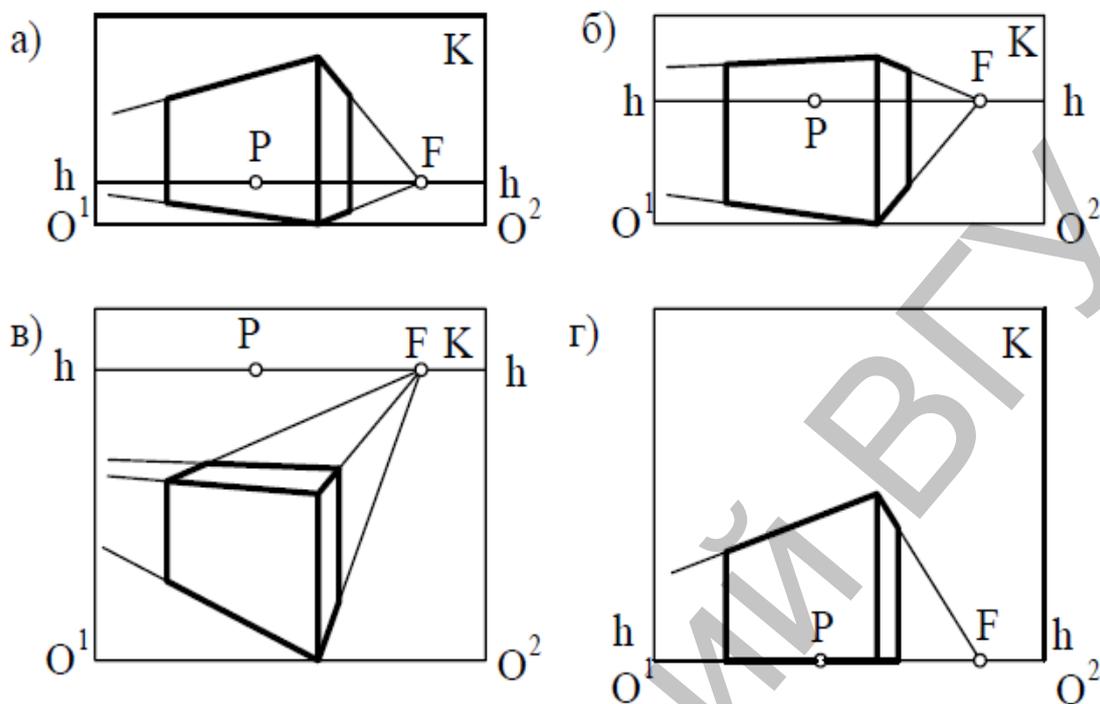


Рис. 2.12.

Если точка зрения  $S''$  (см. рис. 2.11) находится выше человеческого роста, в пределах средней трети высоты сооружения, то перспективу называют перспективой с повышенного горизонта (рис. 2.12, б).

Если точка зрения  $S'''$  (см. рис. 2.11) располагается выше изображаемого объекта, на высоте 100 метров и выше, тогда перспективу называют перспективой с птичьего полета (см. рис. 2.12, в).

Перспективой с нулевого горизонта (см. рис. 2.12, г) называется перспективное изображение при расположении точки зрения на предметной плоскости  $\Pi_1$  (точка  $S$  на рис. 2.11).

## 2.7. Тени в перспективе

При построении теней в перспективе в качестве источника света рассматривается естественный источник – солнце. Правила построения теней в перспективе точно такие же, как и в ортогональных проекциях.

Для упрощения построения считают, что световые лучи параллельны плоскости картины, тогда на картине перспективы оснований лучей будут параллельны основанию картины.

Если на картине задана перспектива  $A'$  точки  $A$  и перспектива  $A'_1$  ее основания  $A_1$ , то для построения тени от точки  $A$  на предметной плоскости (рис. 2.13) необходимо на картине через перспективу  $A'$  точки  $A$  провести перспективу луча света, а через перспективу  $A'_1$  ее основания – перспективу основания луча. В месте пересечения луча и его основания получим точку, которая и будет искомым тенью  $A'_T$  от точки  $A$  на предметной плоскости.

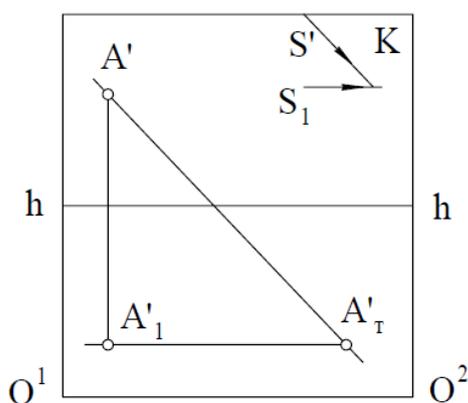


Рис. 2.13.

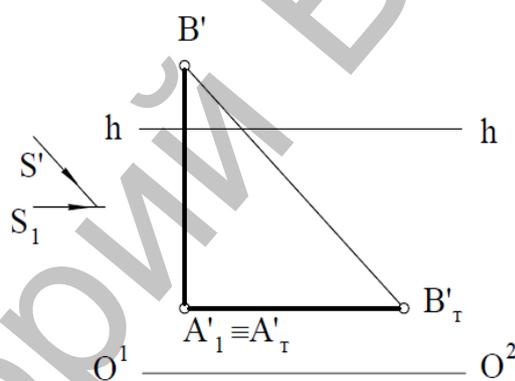


Рис. 2.14.

Построение тени от прямой сводится к построению тени от двух ее точек. При этом, если прямая перпендикулярна предметной плоскости (рис. 2.14), то тень от нее на этой плоскости совпадает с основанием луча, проведенного через основание прямой.

Тень от вертикальной прямой на вертикальной плоскости вертикальна. Если прямая параллельна предметной плоскости (горизонтальная прямая), то тень от нее на этой плоскости будет параллельна данной прямой (рис. 2.15) и направлена в точку схода.

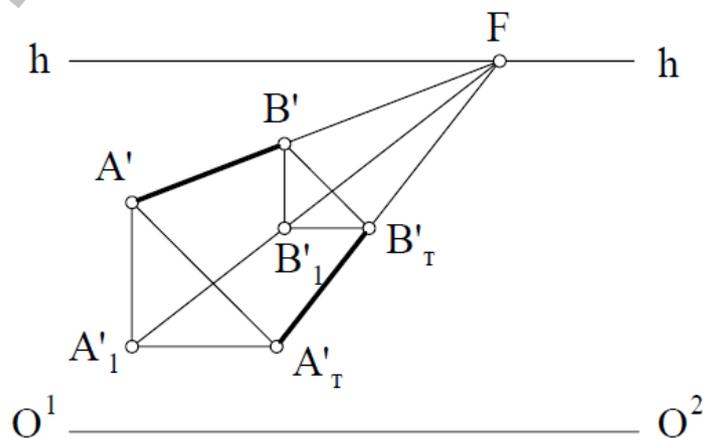


Рис. 2.15.

Тени в перспективе могут быть построены с различных точек расположения источника света. Направление лучей света может быть выбрано в зависимости от характера объекта и от желания показать его освещенным с той или другой стороны. Так, например, если источник света будет находиться позади предмета (рис. 2.16) или перед зрителем, но позади предмета (рис. 2.17), то для построения перспективы тени  $A'_T$  точки  $A$  на плоскость  $\Pi_1$  необходимо выполнить следующие действия: через точку  $A'$  и точку схода лучей  $S_0$  провести перспективу луча (прямую  $A'S_0$ ), а через ее вторичную проекцию  $A'_1$  – вторичную проекцию луча (прямую  $A'_1 S_{10}$ ). Пересечение перспективы луча его вторичной проекцией определит тень  $A'_T$  точки  $A$  на плоскость  $\Pi_1$ .

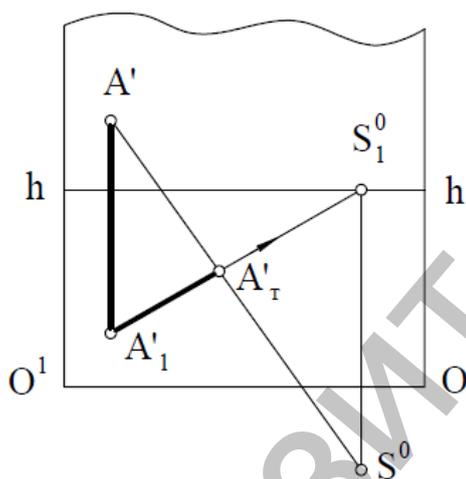


Рис. 2.16.

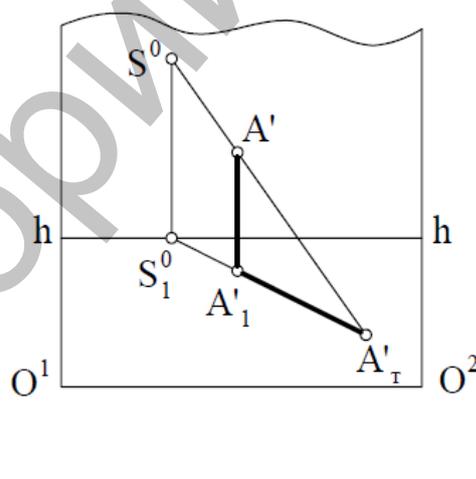


Рис. 2.17.

## 2.8. Общие указания по выполнению матриц

1. Каждый студент на практических занятиях выполняет четыре матрицы по темам: «Построение перспективы геометрических тел», «Построение перспективы комплекта мебели», «Построение угловой перспективы комнаты», «Построение наклонной перспективы выставки».

2. Матрицы с условием задания подготовлены преподавателем на электронном носителе.

3. Перед выполнением матрицы студент самостоятельно распечатывает ее содержание и изучает соответствующий теоретический материал по рекомендуемой литературе.

4. Матрицы выполняют карандашом, тушью, фломастерами, красками, цветными карандашами, по усмотрению студента.

5. Масштаб изображений студент выбирает самостоятельно, с таким расчетом, чтобы поле чертежа было использовано наиболее полно.

6. Каждый чертеж должен иметь буквенно-цифровое обозначение по ГОСТ 2.201-80.

### МАТРИЦА 1. ПОСТРОЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ

1. Выбрать из предложенных геометрических тел три для выполнения матрицы.
2. Составить из трех геометрических тел пространственную композицию и зарисовать 3–4 ее эскиза.
3. Построить две проекции вид спереди (главный) и вид сверху (план) лучшей, по вашему мнению, пространственной композиции, проставить размеры.
4. Построить перспективу пространственной композиции, подобрав масштаб изображения.
5. Построить падающую тень одного из геометрических тел.
6. Образец выполнения матрицы № 1 на рис. 2.18.

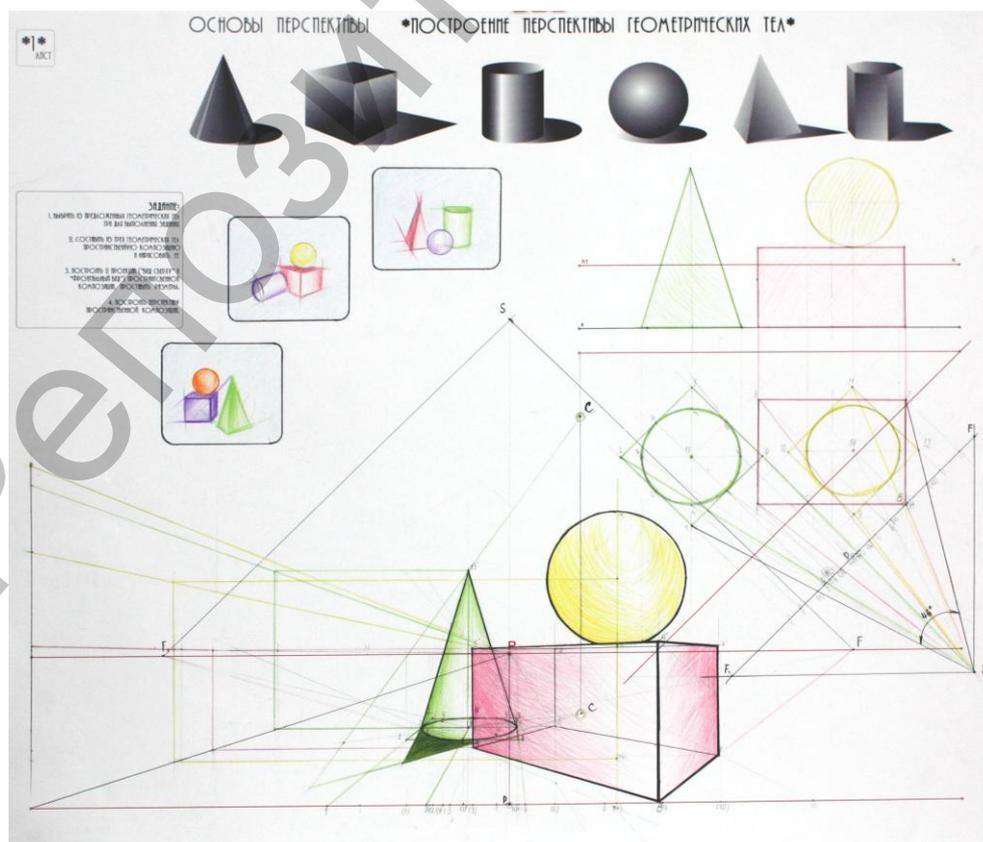


Рис. 2.18.

Репозиторий ВГУ

## МАТРИЦА 2. ПОСТРОЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ КОМПЛЕКТА МЕБЕЛИ

1. Самостоятельно подобрать фото офисной мебели, состоящей из 2–3-х элементов сложной геометрической формы.
2. Наклеить фото на матрицу.
3. Построить две проекции вид спереди (главный) и вид сверху (план) комплекта офисной мебели, проставить размеры.
4. Выбрать расположение картинной плоскости и точку зрения. Произвести необходимые построения для будущей перспективы.
5. Построить перспективу офисной мебели с тенью.
6. Образец выполнения матрицы № 2 на рисунке 2.19.

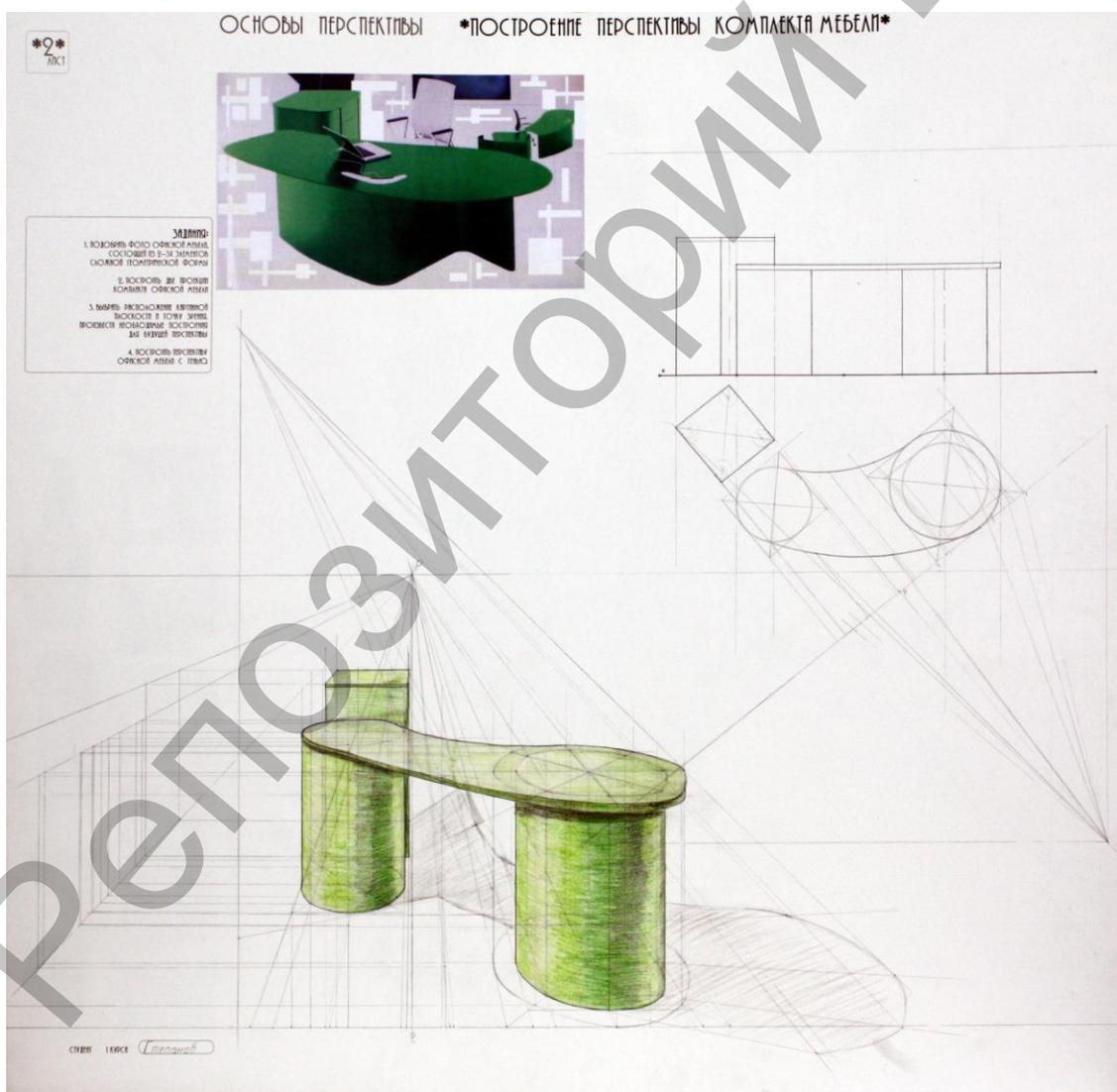


Рис. 2.19.

### МАТРИЦА 3. ПОСТРОЕНИЕ УГЛОВОЙ ПЕРСПЕКТИВЫ КОМНАТЫ

1. Самостоятельно подобрать фото комнаты (угловой) и ее план.
2. Построить план комнаты в нужном масштабе.
3. Выбрать расположение картинной плоскости и точку зрения. Произвести необходимые построения для будущей перспективы.
4. Построить перспективу комнаты.
5. Образец выполнения матрицы № 3 на рисунке 2.20.

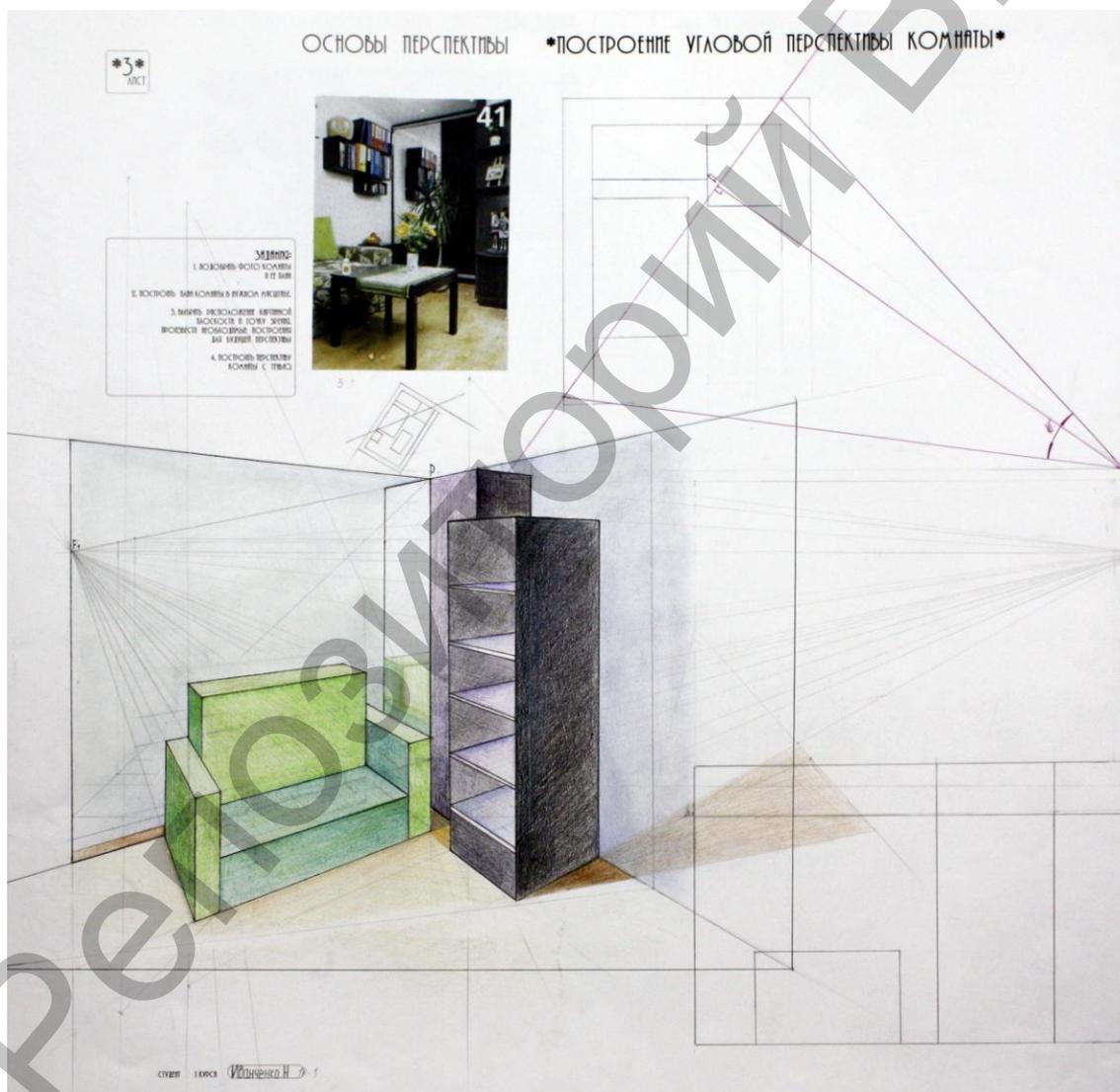


Рис. 2.20.

## МАТРИЦА 4. ПОСТРОЕНИЕ НАКЛОННОЙ ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫСТАВКИ

1. Подобрать из предложенных фото, 3–4-е оборудования для организации выставки.
2. Построить план выставки в нужном масштабе.
3. Выбрать расположение картинной плоскости и точку зрения. Произвести необходимые построения для будущей перспективы.
4. Построить наклонную перспективу выставки с тенью.
5. Образец выполнения матрицы № 4 на рис. 2.21.

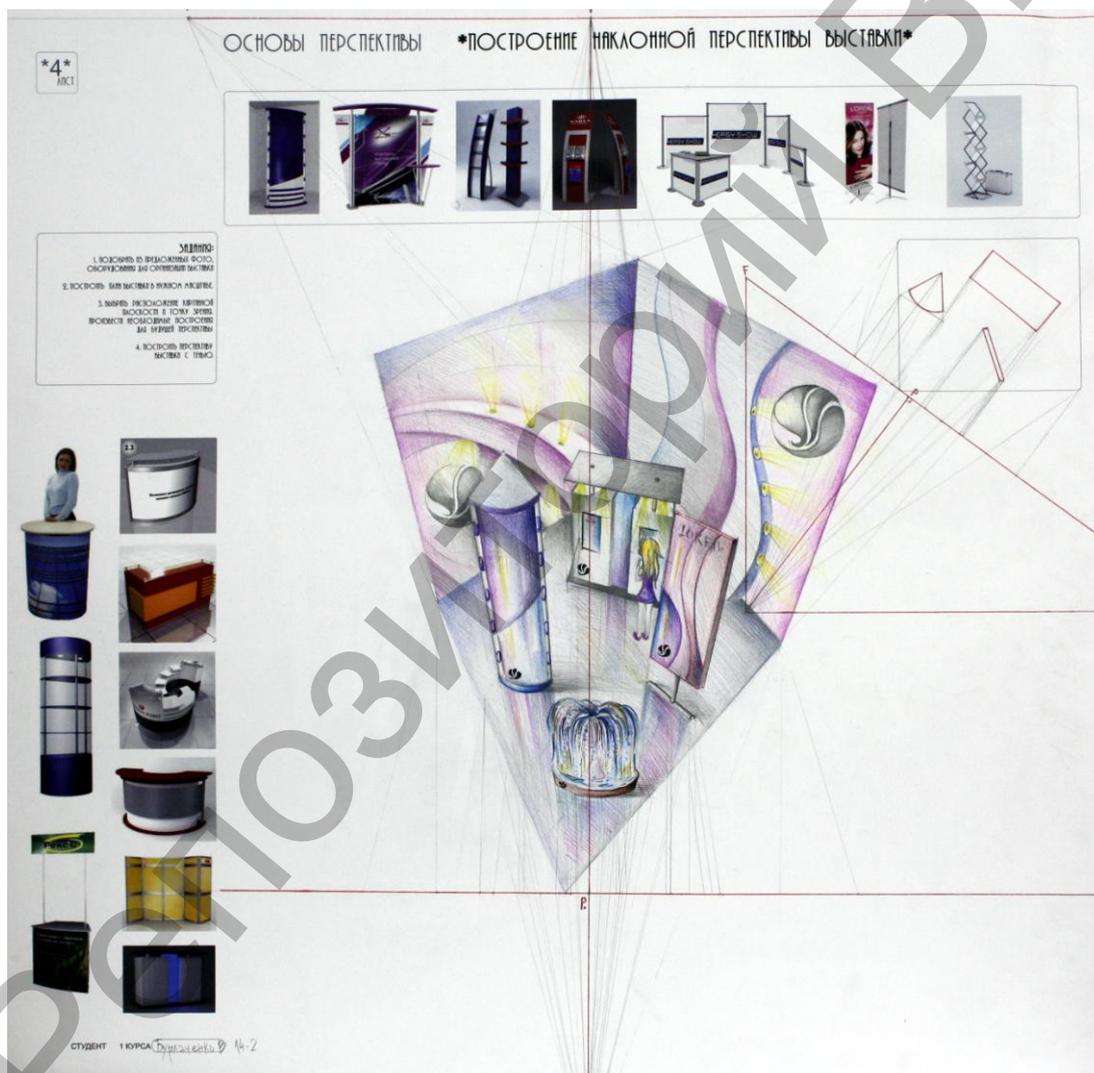


Рис. 2.21.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Вальков К.И., Дралин Б.И., Клементьев В.Ю. и др. Начертательная геометрия. Инженерная и машинная графика: учеб. для студ. строит. спец. вузов / под ред. К.И. Валькова. – М.: Высш. шк., 1997. – 495 с.
2. Виноградов В.Н. Начертательная геометрия: учебник / В.Н. Виноградов. – 3-е изд. перераб. и доп. – Мн.: Амалфея, 2007. – 368 с.
3. Конышева Г.В. Техническое черчение: учебник для колледжей, профессиональных училищ и технических лицеев. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2006. – 312 с.
4. Кузнецов Н.С. Начертательная геометрия. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1981 – 258 с.
5. Локтев О.В. Краткий курс начертательной геометрии: учеб. для вузов – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1985. – 136 с.
6. Миронова Б.Г. Сборник заданий по инженерной графике с примерами выполнения чертежей на компьютере: учеб. пособие / Б.Г. Миронов, Р.С. Миронова, Д.А. Пяткина, А.А. Пузиков – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Высш. шк., 2004. – 355 с.
7. Начертательная геометрия / под. ред. Н.Н. Крылова. – М.: Высш. шк., 1990. – 232 с.
8. Тарасов Б.Ф., Дудкина Л.А., Немолотов С.О. Начертательная геометрия: учеб. для вузов. – СПб.: Лань, 2001. – 249 с.

Репозиторий ВГУ