

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Учреждение образования  
«Витебский государственный технологический университет»

## **КОНСТРУИРОВАНИЕ**

Методические указания по выполнению практических работ  
для студентов специальности  
1-19 01 01-02 «Дизайн (предметно-пространственной среды)»

В двух частях  
Часть 1

Витебск  
2021

УДК 621.01

Составители:

Е. В. Белов, А. С. Ковчур, Р. В. Окунев

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом УО «ВГТУ», протокол № 4 от 28.12.2020.

**Конструирование** : методические указания по выполнению практических работ : в 2 ч. Ч.1 / сост. Е. В. Белов, А. С. Ковчур, Р. В. Окунев. – Витебск : УО «ВГТУ», 2021. – 48 с.

В методических указаниях рассмотрены примеры конструкций, узлов, интерьерных элементов. Даны справочные данные, теоретические сведения и индивидуальные задания.

УДК 621.01

© УО «ВГТУ», 2021

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ТЕМА 1. ОСНОВЫ ЧЕРЧЕНИЯ. ЧЕРЧЕНИЕ И ЕГО ЗАДАЧИ.....	5
1.1 Общие правила выполнения чертежей, форматы.....	5
1.2 Масштабы.....	6
1.3 Линии.....	6
1.4 Правила нанесения размеров, обозначений и надписей.....	8
1.5 Графическое обозначение материалов.....	10
1.6 Виды, разрезы, сечения.....	10
1.7 Развернутый вид.....	13
1.8 Аксонометрические проекции.....	14
ТЕМА 2. ВИДЫ СОЕДИНЕНИЙ И ИХ КОНСТРУКЦИИ.....	17
2.1 Виды соединений.....	17
2.2 Соединения, применяемые в мебельной промышленности.....	19
ТЕМА 3. СТАНДАРТНЫЕ УЗЛЫ И СОЕДИНЕНИЯ.....	22
3.1 Соединения шпонками.....	22
3.2 Валы, оси, опоры.....	23
ТЕМА 4. КОНСТРУИРОВАНИЕ ЛЕСТНИЦ.....	27
4.1 Выбор конструкции.....	27
4.2 Угол подъема лестницы.....	27
4.3 Конструкции лестничных элементов.....	28
4.4 Типы лестниц.....	30
4.5 Открытые и закрытые лестницы.....	31
4.6 Типы лестниц по материалу несущей конструкции.....	31
4.7 Составные элементы конструкций лестниц.....	32
ТЕМА 5. КОНСТРУИРОВАНИЕ ПОТОЛКОВ.....	34
5.1 Конструкции подвесных потолков.....	34
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	40
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Варианты индивидуальных заданий.....	41

## ВВЕДЕНИЕ

Художественное конструирование в нашей стране получило широкое признание и развитие. Увеличилась потребность в специалистах данного профиля, повысились требования к их обучению.

Художественно-конструкторское образование усложнилось, соединив в себе различные области знаний: эстетику, технику, технологию, эргономику, бионику, экономику и др. Дисциплина «Основы конструирования» является неотъемлемой частью, базой для изучения художественного конструирования.

В данных методических указаниях представлена методика конструирования основных элементов технических систем и конструктивных элементов предметов интерьера.

В методических указаниях изложены принципы конструирования простейших элементов технических систем, без которых невозможно создание сложных дизайнерских объектов, а также законы конструирования и назначение стандартных элементов, применяемых при конструировании технических систем. Показано на примерах, что процесс конструирования – это не просто абстрактное творчество, а регламентированный и структурированный процесс, подчиняющийся законам конструирования и реализации.

## ТЕМА 1. ОСНОВЫ ЧЕРЧЕНИЯ. ЧЕРЧЕНИЕ И ЕГО ЗАДАЧИ

**Цель работы:** приобретение навыков чтения чертежей, а также практическое выполнение чертежей деталей в соответствии с требованиями ГОСТа.

**Задание:** по двум видам чертежа детали выполнить третий вид, затем выполнить чертеж детали в аксонометрии с разрезом.

### Порядок выполнения работы:

1. В соответствии с номером в журнале преподавателя взять задание из приложения А.
2. Проверить необходимость и достаточность размеров на чертеже.
3. На основании двух ортогональных проекций выполнить чертеж третьего вида, затем выполнить аксонометрический чертеж детали в изометрии или диметрии.
4. Проставить размеры на чертеже с заполнением штампа.

### 1.1 Общие правила выполнения чертежей, форматы

Чертежи выполняются на листах бумаги определенных форматов, размеры которых устанавливает ГОСТ 2.301-68.

Формат листа определяется размерами внешней рамки, выполненной тонкой линией (рис. 1.1), по которой производится его обрезка. Обозначения и размеры форматов, принятых за основные, приведены в таблице 1.1.

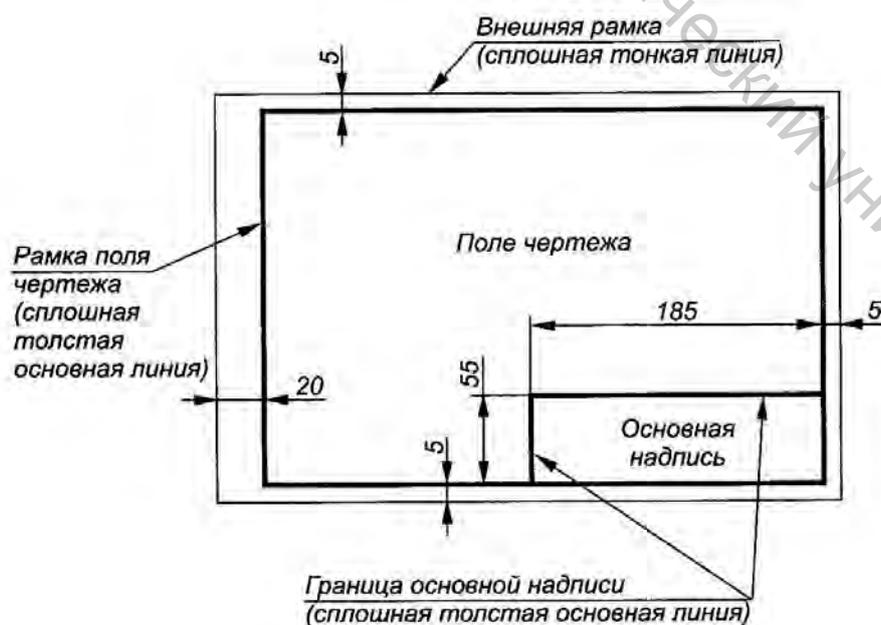


Рисунок 1.1 – Формат чертежа

Таблица 1.1 – Обозначение размеров основных форматов

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

Допускается при необходимости применять формат A5 с размерами сторон 148 x 210 мм. Формат A0 имеет площадь 1 м<sup>2</sup>.

## 1.2 Масштабы

Масштабом называют отношение линейных размеров изображения объекта на чертеже к действительным размерам объекта.

Масштабы изображений на чертежах выбирают из следующих рядов.

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.

Натуральная величина: 1:1.

Масштабы увеличения: 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1.

Допускается применять масштабы уменьшения на чертежах генеральных планов крупных объектов 1:2000; 1:5000; 1:10 000; 1:20 000; 1:25 000; 1:50 000 и масштабы увеличения 100л: 1, где л – целое число.

На чертежах масштаб обозначают в соответствующей графе основной надписи по типу 1:1, 1:2, 2:1 и т. д., на поле чертежа – по типу M1:2, M2:1 и т. д.

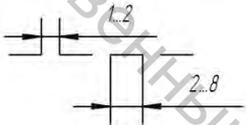
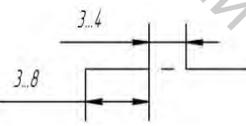
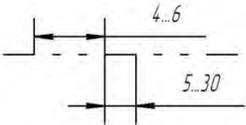
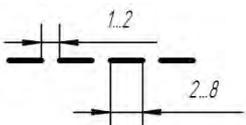
## 1.3 Линии

Все чертежи выполняются с помощью линий, причем каждая линия имеет свое начертание и назначение.

Начертания и основные назначения линий на чертежах всех отраслей промышленности установлены (табл.1.2). Специальные назначения линий (изображения резьбы, шлицев, границы зон с различной шероховатостью и т.д.) определены в соответствующих стандартах ЕСКД.

Толщина сплошной основной линии  $S$  должна быть в пределах от 0,5 до 1,4 мм в зависимости от размеров и сложности изображения, а также от формата чертежа. Толщина линий одного и того же типа должна быть одинакова для всех изображений на данном чертеже, вычерчиваемых в одинаковом масштабе.

Таблица 1.2 – Начертания и основные назначения линий на чертежах

№	Наименование	Начертание	Толщина	Назначение
1	Сплошная толстая основная		$S$	Линии видимого контура, линии перехода видимые, контура сечения (вынесенного и входящего в состав разреза)
2	Сплошная тонкая		$S/3 \dots S/2$	Линии размерные и выносные, штриховки, контура наложенного сечения, для изображения пограничных деталей («обстановка»), ограничения выносных элементов на видах, разрезах и сечениях, линии перехода воображаемые, подчеркивание надписей, линии-выноски и их полки, следы плоскостей, линии построения характерных точек при специальных построениях
3	Сплошная волнистая		$S/3 \dots S/2$	Линии обрыва, разграничения вида и разреза
4	Сплошная тонкая с изломом		$S/3 \dots S/2$	Длинные линии обрыва
5	Штриховая		$S/3 \dots S/2$	Линии невидимого контура, перехода невидимые
6	Штрихпунктирная		$S/3 \dots S/2$	Линии осевые и центровые, сечений, являющиеся осями симметрии для наложенных и выносных сечений
7	Штрихпунктирная с двумя точками		$S/3 \dots S/2$	Линии сгиба на развертках
8	Штрихпунктирная утолщенная		$S$	Линии, обозначающие поверхности, подлежащие термообработке или покрытию, для изображения элементов, расположенных перед секущей плоскостью («наложенная проекция»)
9	Разомкнутая линия		$S \dots 1,5S$	Линии сечений

Длину штрихов в штриховых и штрихпунктирных линиях следует выбирать в зависимости от величины изображения. Штрихи в линии должны быть приблизительно одинаковой длины. Промежутки между штрихами в линии должны быть приблизительно одинаковой длины. Штрихпунктирные линии должны пересекаться и заканчиваться штрихами. Штрихпунктирные линии, применяемые в качестве центровых, следует заменять сплошными тонкими линиями, если диаметры окружности или размеры других геометрических фигур в изображении менее 12 мм.

## 1.4 Правила нанесения размеров, обозначений и надписей

Величину изображенного изделия и его элементов устанавливают нанесенные на чертеже размерные числа. Размерные числа располагают у размерных линий, на полках линий-выносок, в таблицах, технических требованиях, используют с условными знаками.

Общее количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия. Не допускается повторять размеры одного и того же элемента на разных изображениях, в технических требованиях, основной надписи и спецификации, за исключением справочных размеров.

**Единицы линейных и угловых размеров.** Линейные размеры на чертежах указывают в миллиметрах без обозначения единицы. Размеры, приводимые в технических требованиях и надписях на поле чертежа, обязательно указывают с единицей измерения.

Угловые размеры указывают в градусах, минутах и секундах с обозначением единицы, например,  $4^\circ$ ;  $4^\circ 30'$ ;  $12^\circ 45' 30''$ ;  $0^\circ 18'$ ;  $0^\circ 0' 30''$ .

Отметки уровней (высоты, глубины) конструкции или ее элементов от уровня, принятого за «нулевой», указывают в метрах с точностью до третьего десятичного знака, без обозначения единицы.

**Размерные и выносные линии.** Размерные линии проводят между выносными, осевыми, центровыми линиями, а также непосредственно к линиям видимого контура. Их предпочтительно наносить вне контура изображения. Размерную линию ограничивают стрелками с обоих концов.

Размеры стрелок выбирают в зависимости от толщины линий видимого контура и вычерчивают приблизительно одинаковыми на всем чертеже.

Подробные правила нанесения размеров установлены в ГОСТ 2.307-68. На рисунке 1.2 а–з представлены некоторые из правил нанесения размеров на чертежах.

Витебский государственный технологический университет

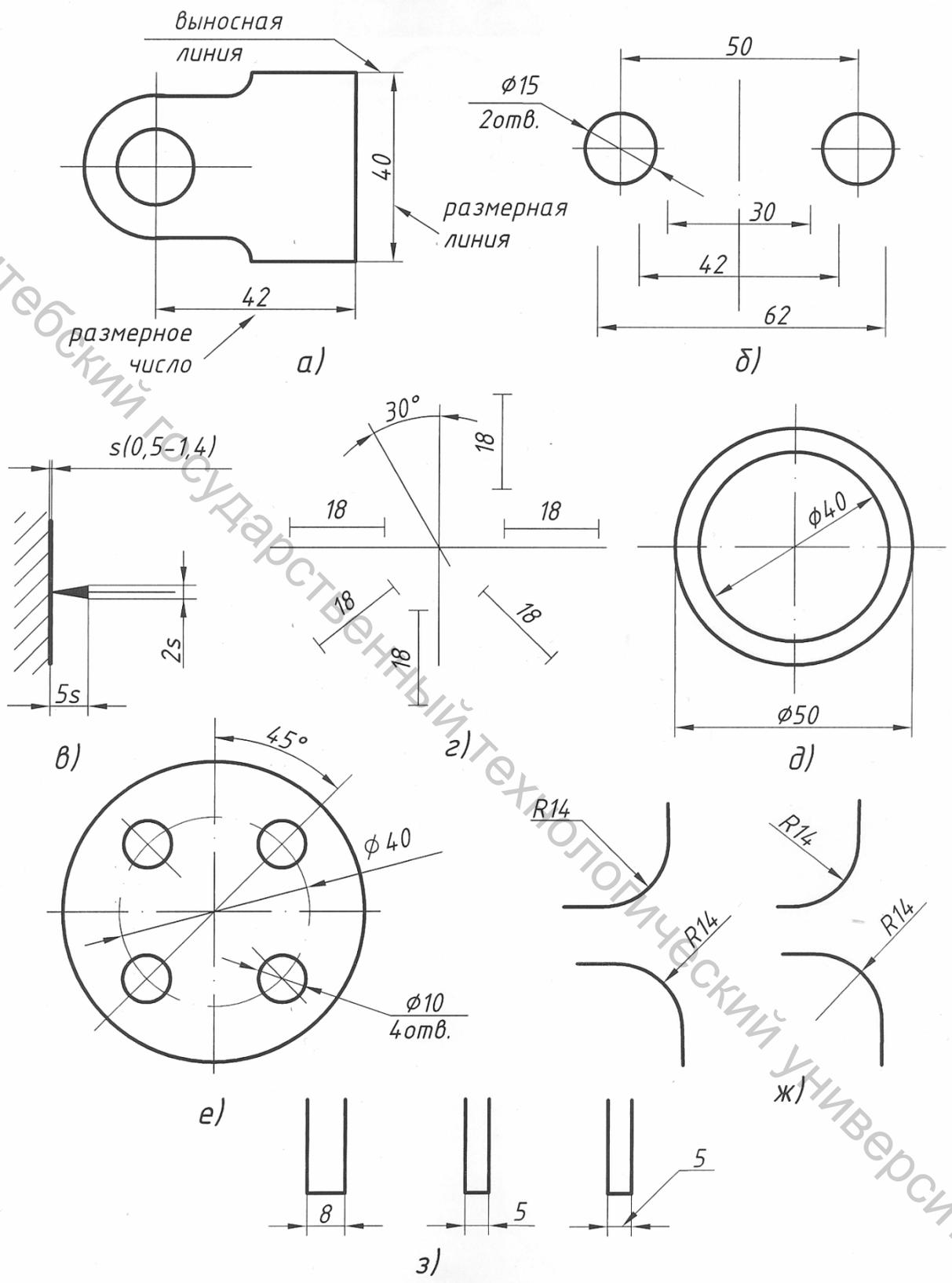


Рисунок 1.2 – Правила нанесения размеров на чертежах

## 1.5 Графическое обозначение материалов

Графические обозначения материалов в сечениях и на видах (фасадах), а также правила нанесения их на чертежах, приведены на рисунке 1.3, согласно ГОСТу 2.414-75.

Общее графическое обозначение материала в сечении независимо от вида материала – равномерная штриховка сплошными.

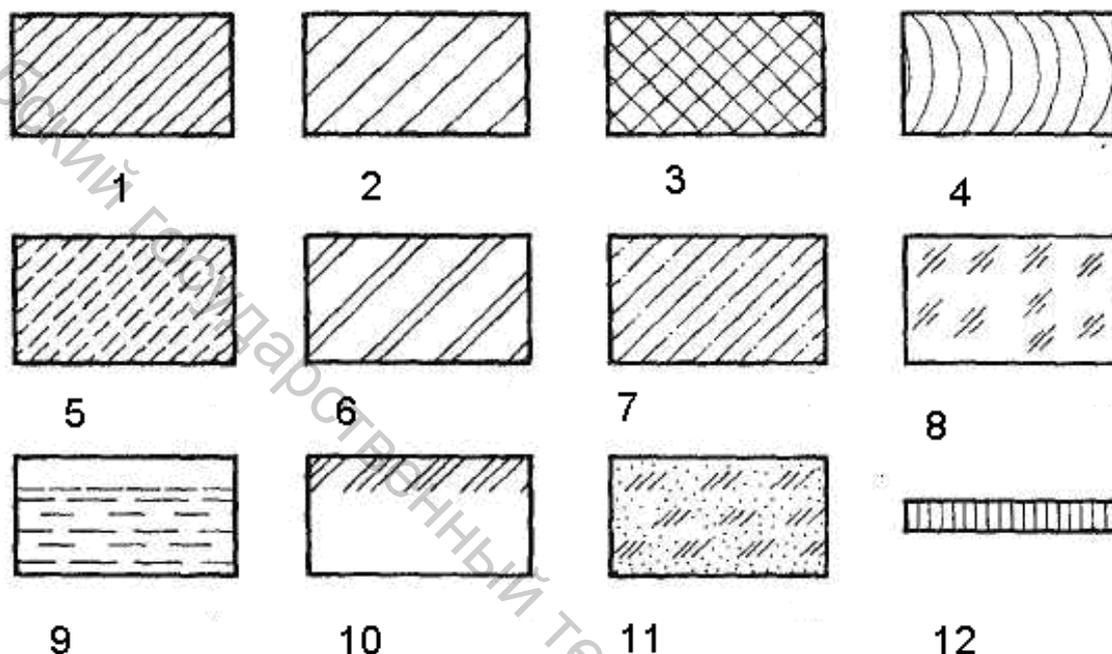


Рисунок 1.3 – Графические обозначения материалов и сетки в сечениях:  
1 – общее обозначение независимо от материала; 2 – металлы и твердые сплавы; 3 – неметаллические материалы, в том числе волокнистые монолитные и плитные (прессованные), за исключением указанных ниже; 4 – дерево; 5 – камень естественный; 6 – керамика и силикатные материалы для кладки; 7 – бетон; 8 – стекло и другие светопрозрачные материалы; 9 – жидкости; 10 – грунт естественный; 11 – засыпка из любого материала; 12 – сетка с указанием невидимых частей и вид в положении, удобном для их изготовления

## 1.6 Виды, разрезы, сечения

Предметы, состоящие из нескольких частей, изображают в функциональном положении. Предметы, используемые в любом положении, изображают в положении, удобном для их изготовления. Предметы, функциональное положение которых наклонное, изображают в вертикальном или горизонтальном положении. Длинные (высокие) предметы, функциональное положение которых вертикальное (мачты, колонны, столбы), можно изображать в горизонтальном положении, причем нижнюю часть предмета помещают справа.

Изображения на чертеже в зависимости от их содержания разделяют на виды, разрезы, сечения.

*Вид* – изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета. Для уменьшения количества изображений допускается на видах показывать необходимые невидимые части поверхности предмета с помощью штриховых линий, рисунок 1.4.

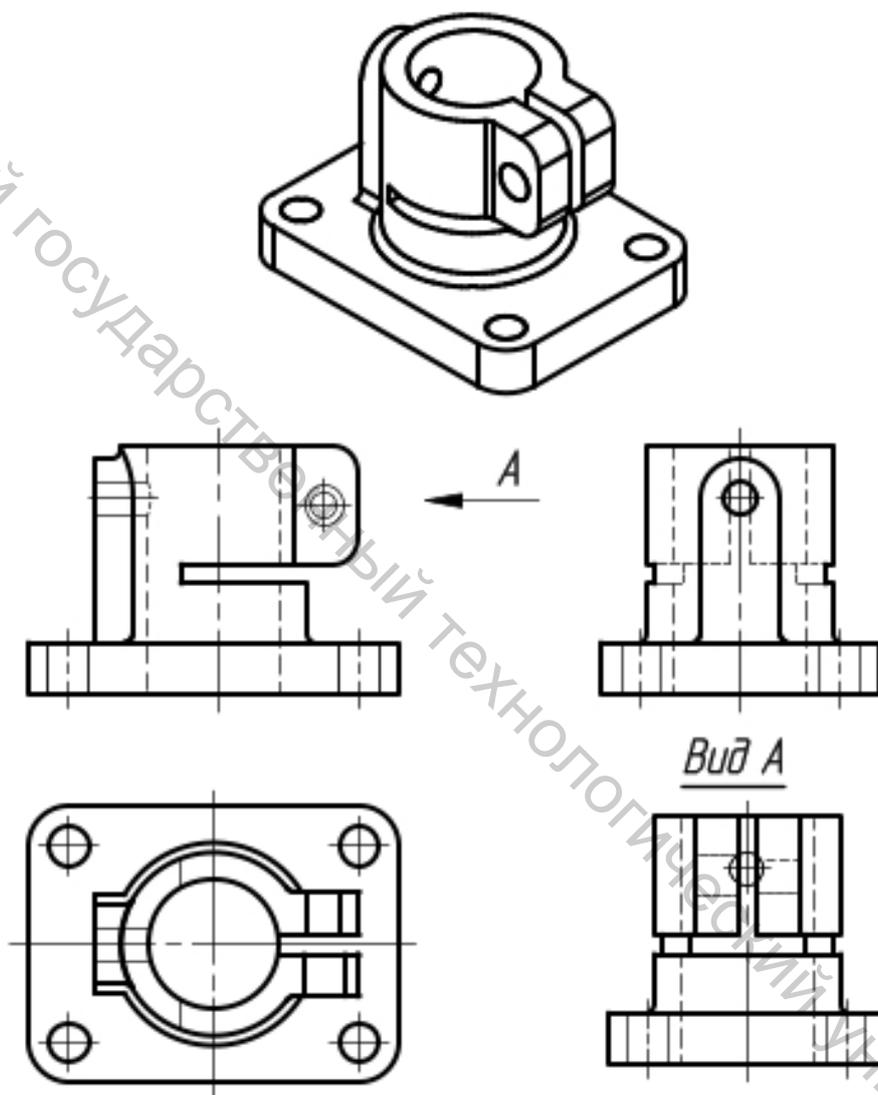


Рисунок 1.4 – Вид

*Сечение* – изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями (рис. 1.5). Допускается в качестве секущей применять цилиндрическую поверхность, разворачиваемую затем в плоскость.

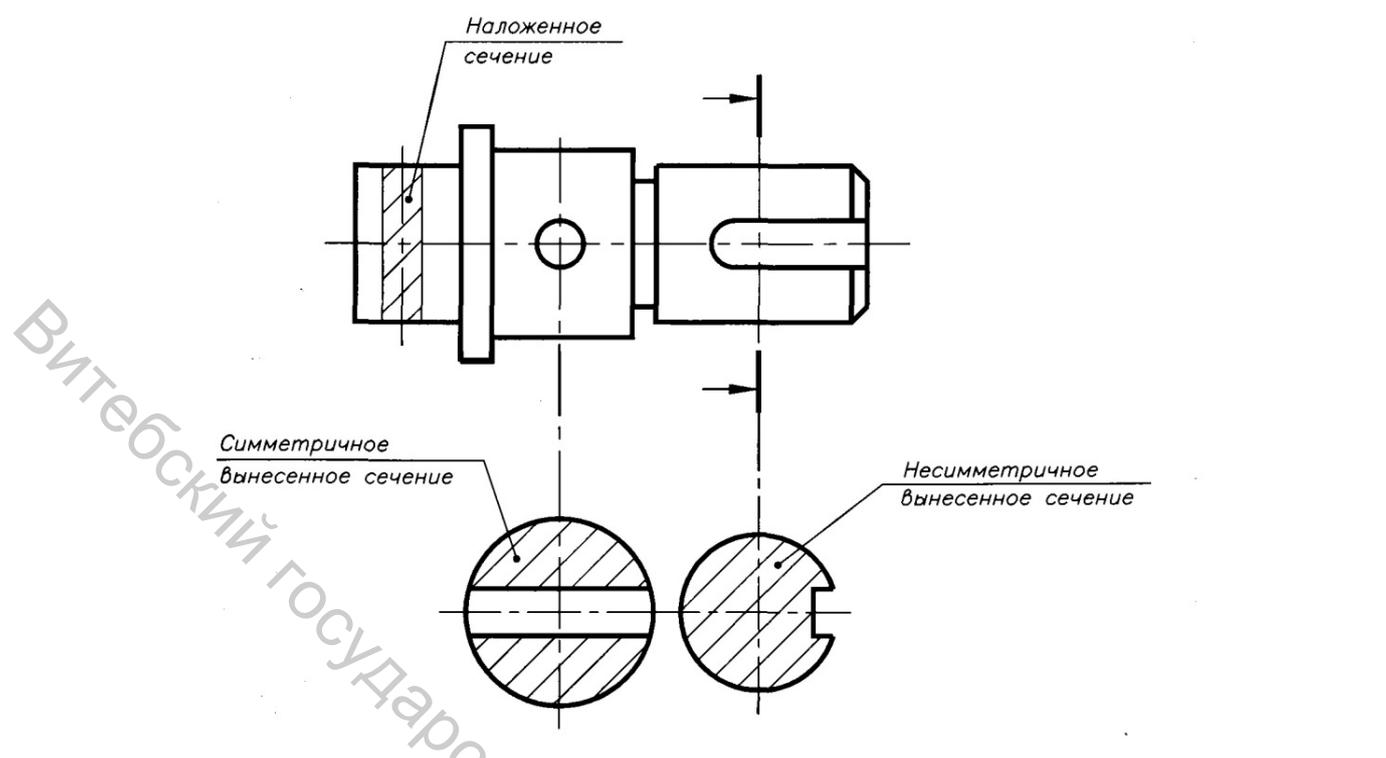


Рисунок 1.5 – Сечение

*Разрез* – изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями, при этом мысленное рассечение предмета относится только к данному разрезу и не влечёт за собой изменения других изображений того же предмета. На разрезе показывают то, что получается в секущей плоскости и что расположено за ней (рис. 1.6).

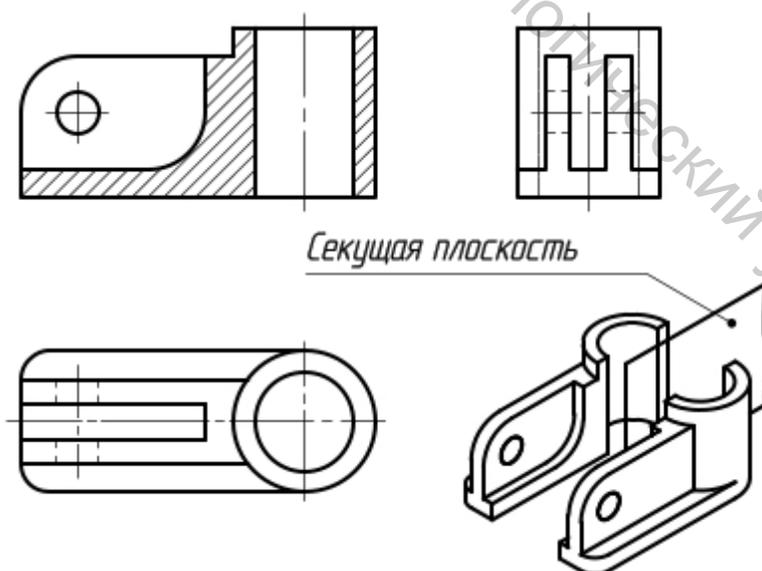


Рисунок 1.6 – Разрез

Количество изображений (видов, разрезов, сечений) на чертеже должно быть наименьшим, но обеспечивающим полное представление о предмете при применении стандартных условных обозначений, знаков и надписей.

## 1.7 Развернутый вид

Чертеж предмета нужно выполнять таким образом, чтобы по нему можно было с исчерпывающей полнотой судить о форме, размерах и других данных, необходимых для изготовления изображенного предмета и его контроля.

Для этого пользуются методом прямоугольного проецирования на плоскость. При этом предмет располагается между наблюдателем и плоскостью проецирования.

За основные плоскости проекций принимаются шесть граней куба, грани (плоскости проекций) совмещают с плоскостью, как показано на рисунке 1.7.

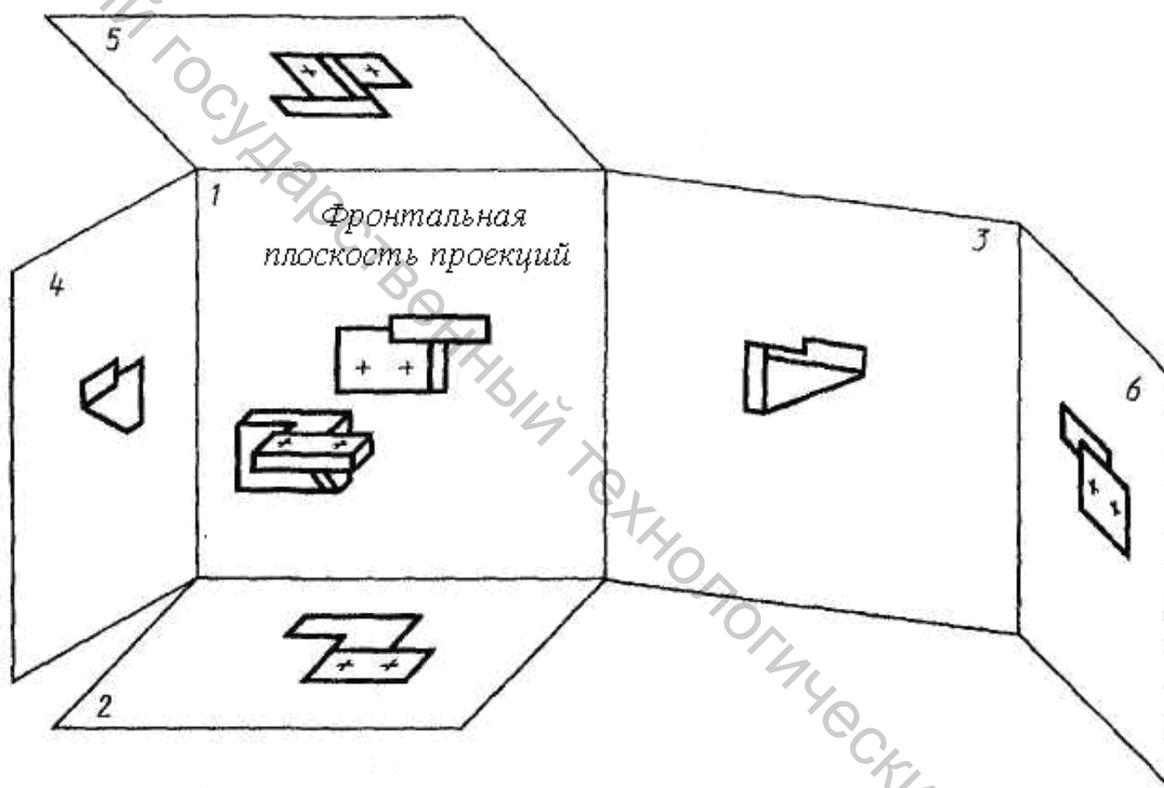


Рисунок 1.7 – Совмещение граней куба с плоскостью чертежа

Из шести плоскостей проекции наиболее часто используют три: фронтальную – 1, горизонтальную – 2, профильную – 3. Этот способ называется *европейским*, существует еще и *американский*.

При американском методе между наблюдателем и предметом находится прозрачная плоскость проекций, а проецирующие лучи направлены на наблюдателя.

В зависимости от направления проецирования установлены согласно ГОСТу 2.305-68 следующие названия основных видов, получаемых на основных плоскостях проекций (рис. 1.8): 1 – вид спереди, 2 – вид сверху, 3 – вид слева, 4 – вид справа, 5 – вид снизу, 6 – вид сзади. Вид спереди принимается за главный.

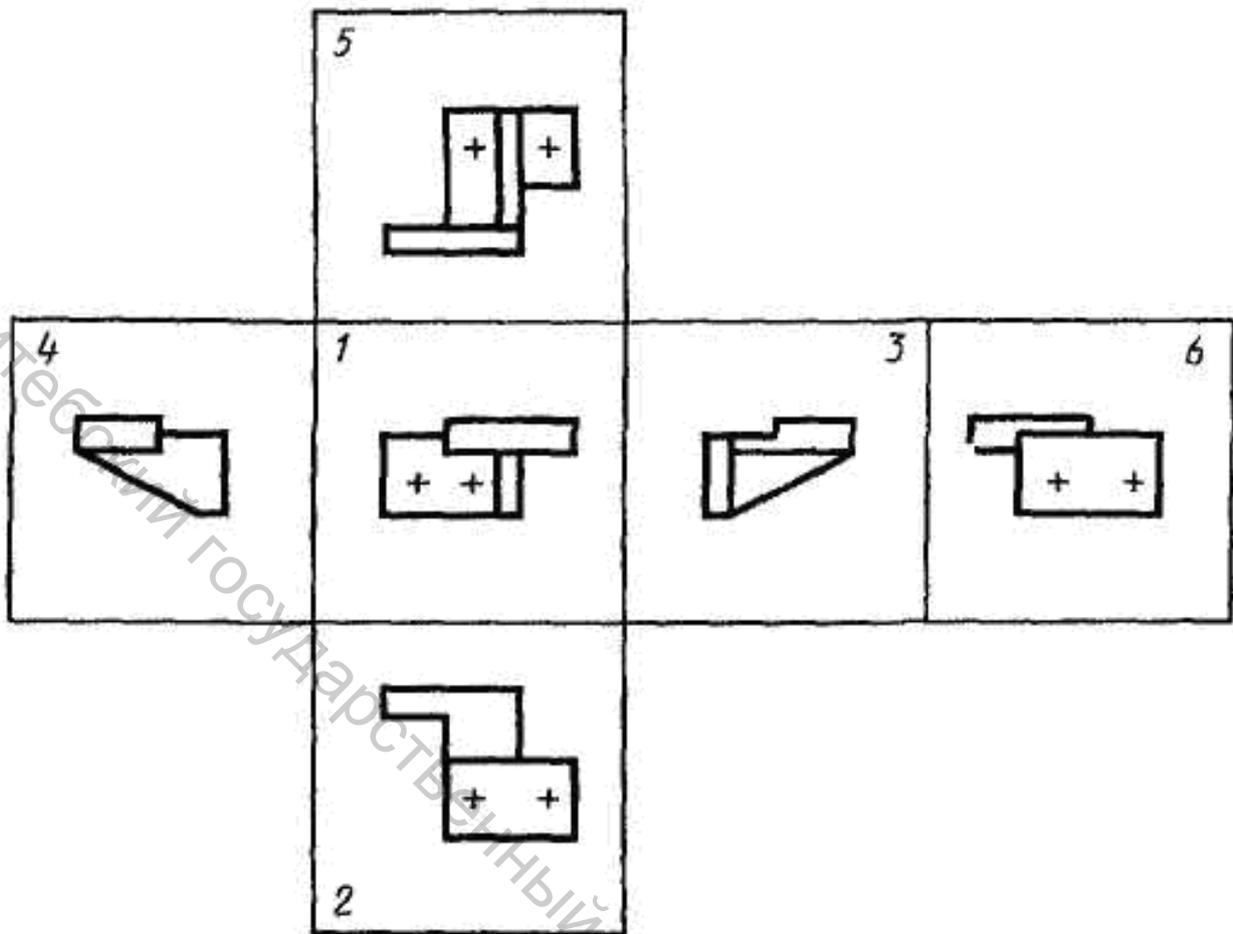


Рисунок 1.8 – Основные виды

Кроме основных видов существуют местные виды и дополнительные. Они предназначены для более наглядного представления объекта.

### 1.8 Аксонометрические проекции

На практике бывает необходимо наряду с чертежом предмета иметь его наглядное изображение. Такой способ построения чертежа называется *аксонометрическим*, а полученное с его помощью однопроекционное изображение – *аксонометрией*.

Наибольшее распространение получили два вида аксонометрий: *диметрия* и *изометрия* (рис. 1.9, 1.10).

Витебский государственный технологический университет

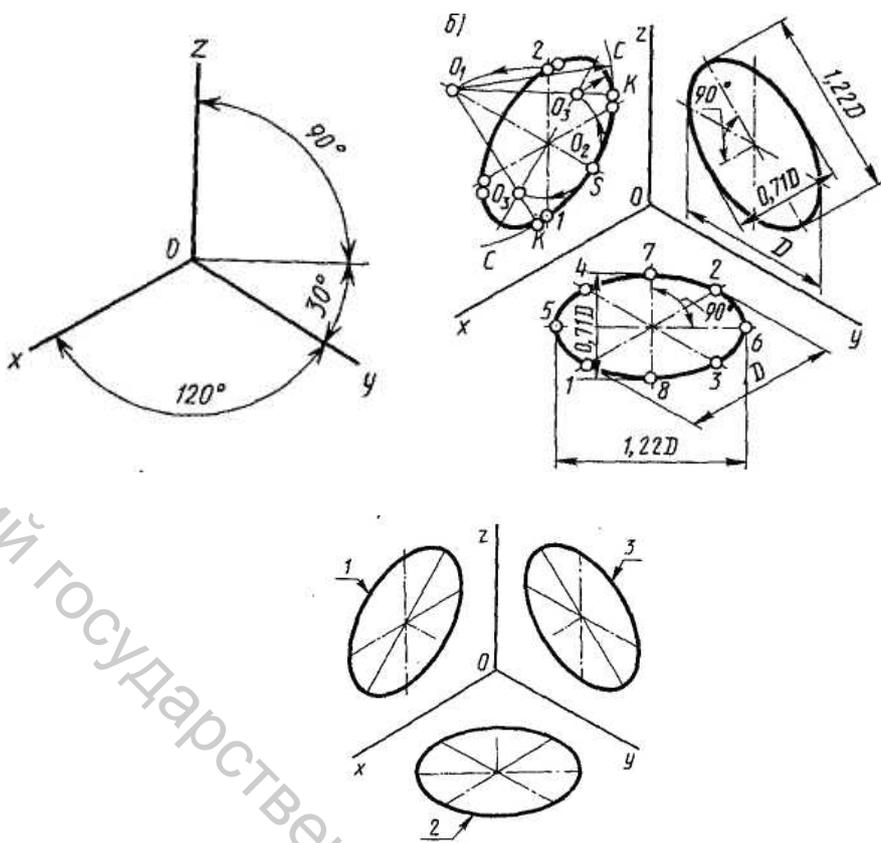


Рисунок 1.9 – Изометрия

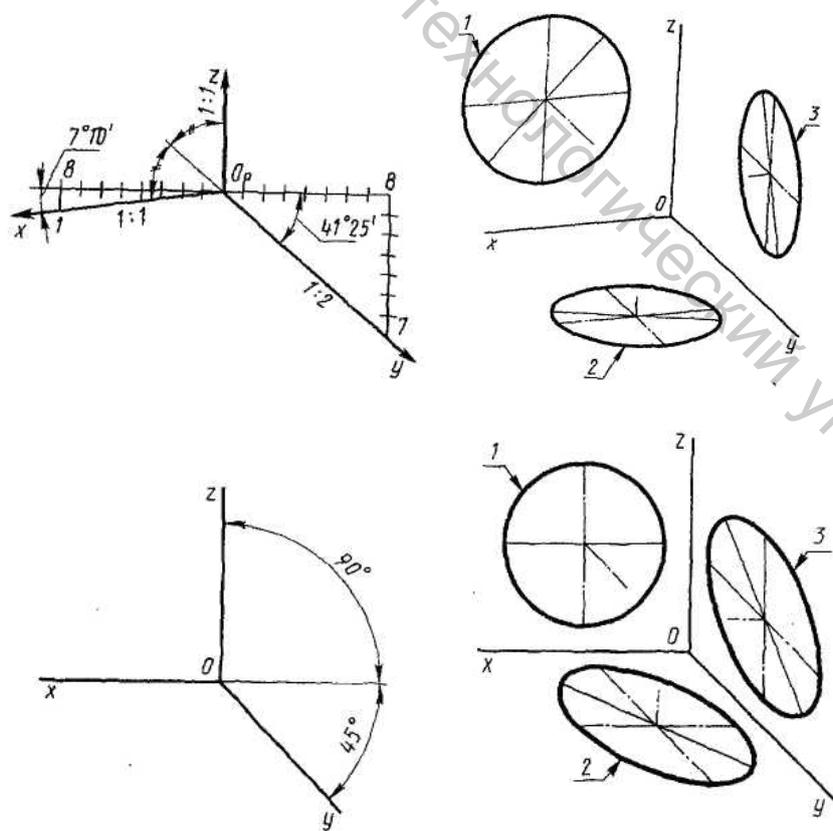


Рисунок 1.10 – Диметрия

При построении аксонометрических проекций часто приходится наносить штриховку на разрезы, чтобы акцентировать объем изделия.

Линии штриховки разрезов и сечений в аксонометрических проекциях наносят параллельно одной из диагоналей квадратов, лежащих в соответствующих координатных плоскостях, стороны которых параллельны аксонометрическим осям. Направление штриховки разрезов в аксонометрии показано на рисунке 1.11 а–в.

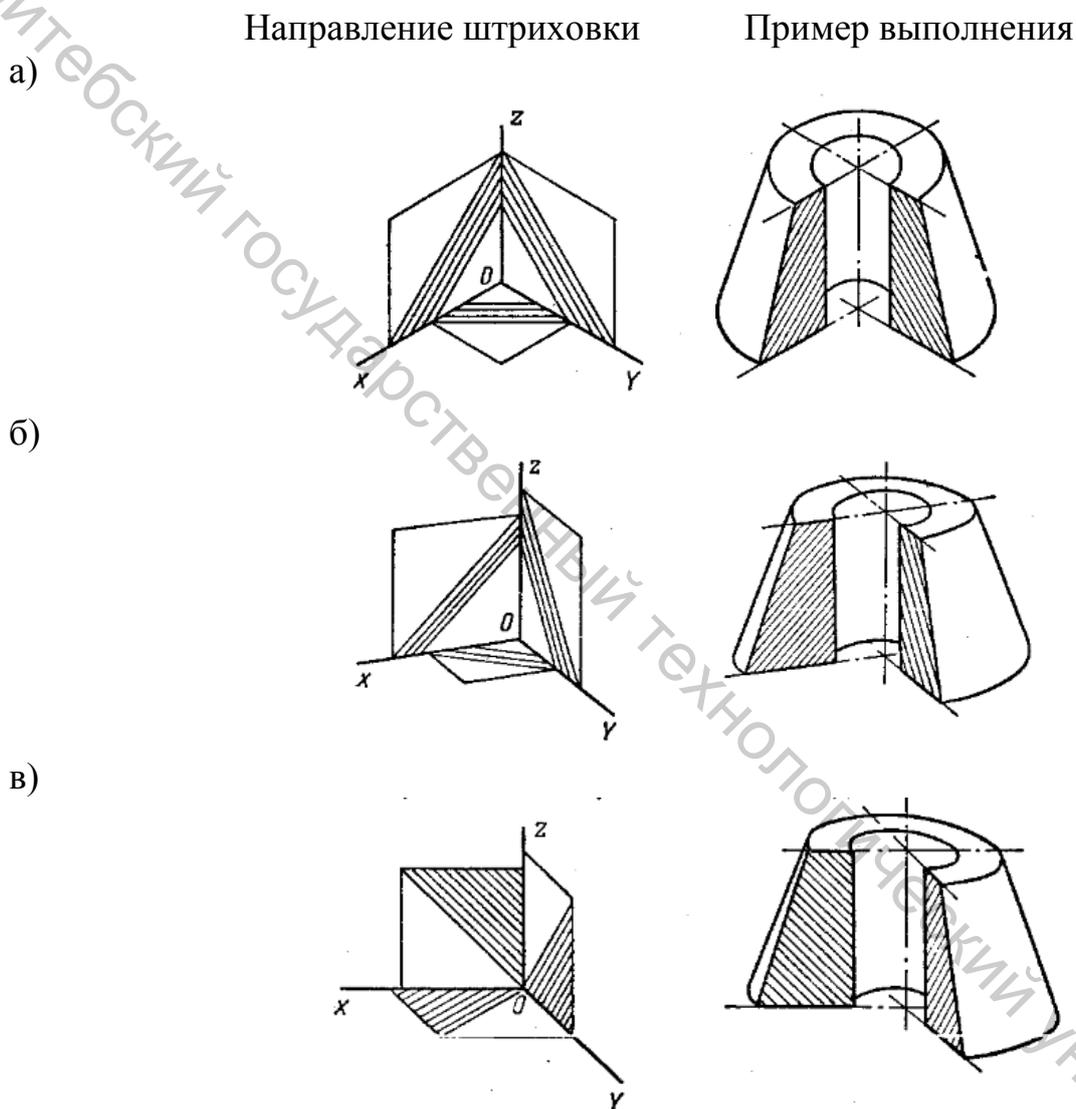


Рисунок 1.11 – Направление штриховки разрезов в аксонометрии:

а – прямоугольная изометрическая проекция; б – прямоугольная диметрическая проекция; в – косоугольная диметрическая проекция

### ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Что такое черчение? Его роль в процессе конструирования.
2. Понятие проекции в черчении.
3. Виды аксонометрических проекций.

## ТЕМА 2. ВИДЫ СОЕДИНЕНИЙ И ИХ КОНСТРУКЦИИ

**Цель работы:** ознакомиться с основными видами крепежных элементов. Изучить конструкцию разъемных и неразъемных соединений.

**Задание:** вычертить все виды крепежных соединений.

### Порядок выполнения работы:

1. Выполнить эскизы всех видов разъемных соединений.
2. Начертить соединения в собранном виде.
3. Проставить размеры на чертеже с заполнением штампа.

### 2.1 Виды соединений

В промышленности для соединения различных деталей используются специальные крепежные элементы. Все виды соединений можно разделить на две большие группы: неразъемные соединения и разъемные соединения.

К неразъемным соединениям относятся: сварка, склеивание, заклепочные соединения, пайка, сбивание гвоздями.

К разъемным соединениям относятся:

- а) болтовые соединения;
- б) шпилечные соединения;
- в) винтовые соединения.

Рассмотрим подробнее разъемные соединения, используемые в промышленности.

#### *Болтовое соединение*

Встречается во многих механизмах, машинах и сооружениях и состоит из болта, гайки, шайбы и скрепляемых деталей.

В комплект болтового соединения (рис. 2.1) входят следующие крепежные детали (крепежные изделия): 1 – болт, 2 – шайба 3 – гайка. Указанные крепежные детали имеют различную форму и размеры. При конструировании применяют, как правило, только стандартизованные крепежные детали.

Крепежные детали с метрической резьбой обладают свойством самоторможения, так как угол подъема винтовой линии меньше угла трения. Это условие обеспечивает стабильность соединения при действии статической нагрузки.

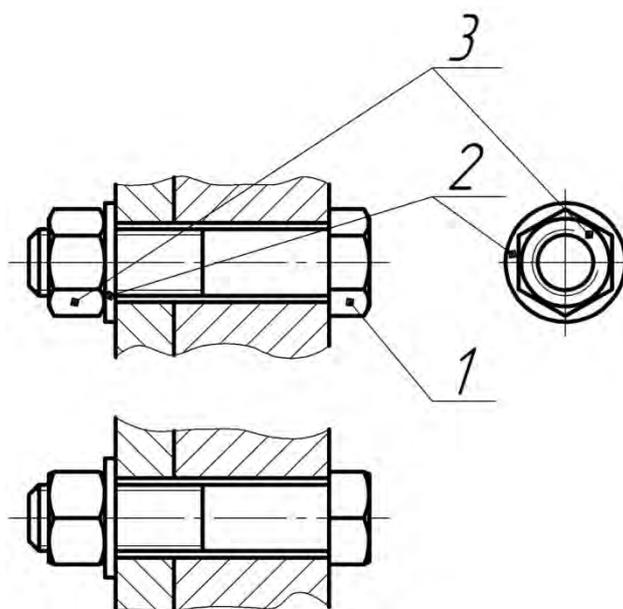


Рисунок 2.1 – Болтовое соединение:  
1 – болт, 2 – шайба 3 – гайка

### *Шпилечное соединение*

Шпилечное соединение состоит из шпильки, гайки, шайбы и скрепляемых деталей. В отличие от болтового соединения, шпилька не имеет головки под ключ. Она ввинчивается в одну из деталей. Как правило, корпус. На рисунке 2.2 показано конструктивное изображение шпилечного соединения.

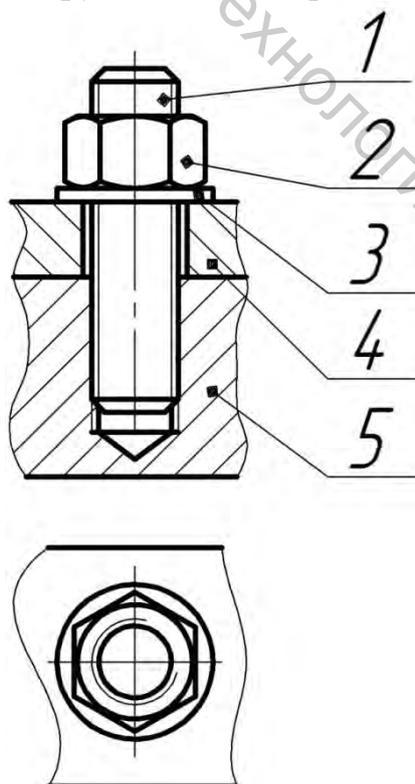


Рисунок 2.2 – Шпилечное соединение:  
1 – шпилька; 2 – гайка; 3 – шайба; 4 – крышка; 5 – корпус

### *Винтовое соединение*

Винтовое соединение отличается от двух предыдущих тем, что в качестве крепежного элемента используют винт. На рисунке 2.3 а–в представлены виды винтовых соединений в конструктивном изображении.

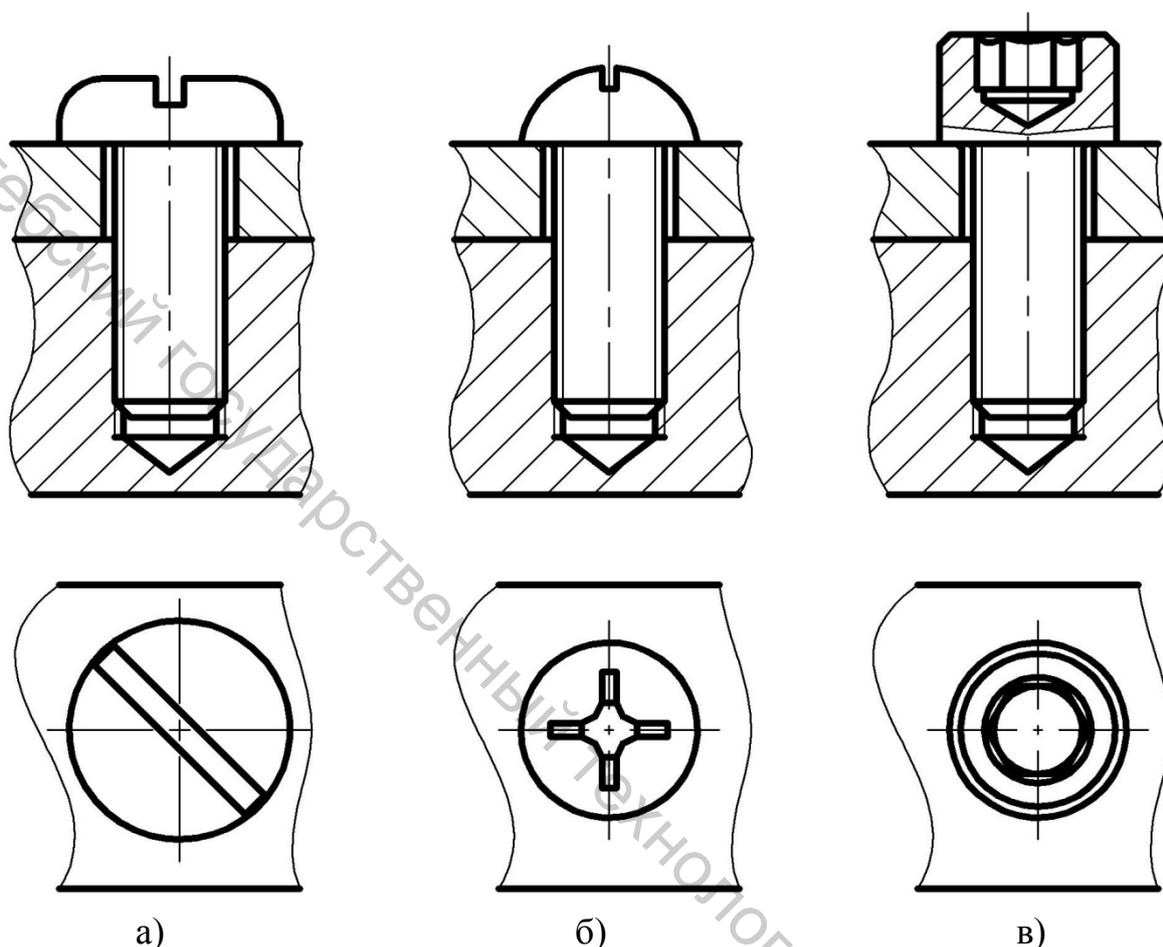


Рисунок 2.3 – Винтовые соединения:

- а – винтом с цилиндрической скругленной головкой с прямым шлицем;
- б – винтом с полукруглой головкой с крестообразным шлицем; в – винтом с цилиндрической головкой и звездообразным углублением под ключ

## **2.2 Соединения, применяемые в мебельной промышленности**

Изделия мебели состоят из деталей, которые соединяются между собой разными способами. От правильного выбора конструктивного решения, типа и вида соединения зависят прочность изделия, его жесткость, формоустойчивость, экономичность изготовления и долговечность эксплуатации.

Наиболее распространенные соединения регламентируются ГОСТ 9330-2016 «Детали из древесины. Основные соединения. Типы и размеры».

Соединения, представленные в ГОСТе 9330-2016 делятся на следующие группы: УК – угловые концевые; УС – угловые серединные; УЯ – угловые ящичные; К – по кромке; Ду – по длине на «ус».

Некоторые из основных типов соединений приведены на рисунке 2.4.

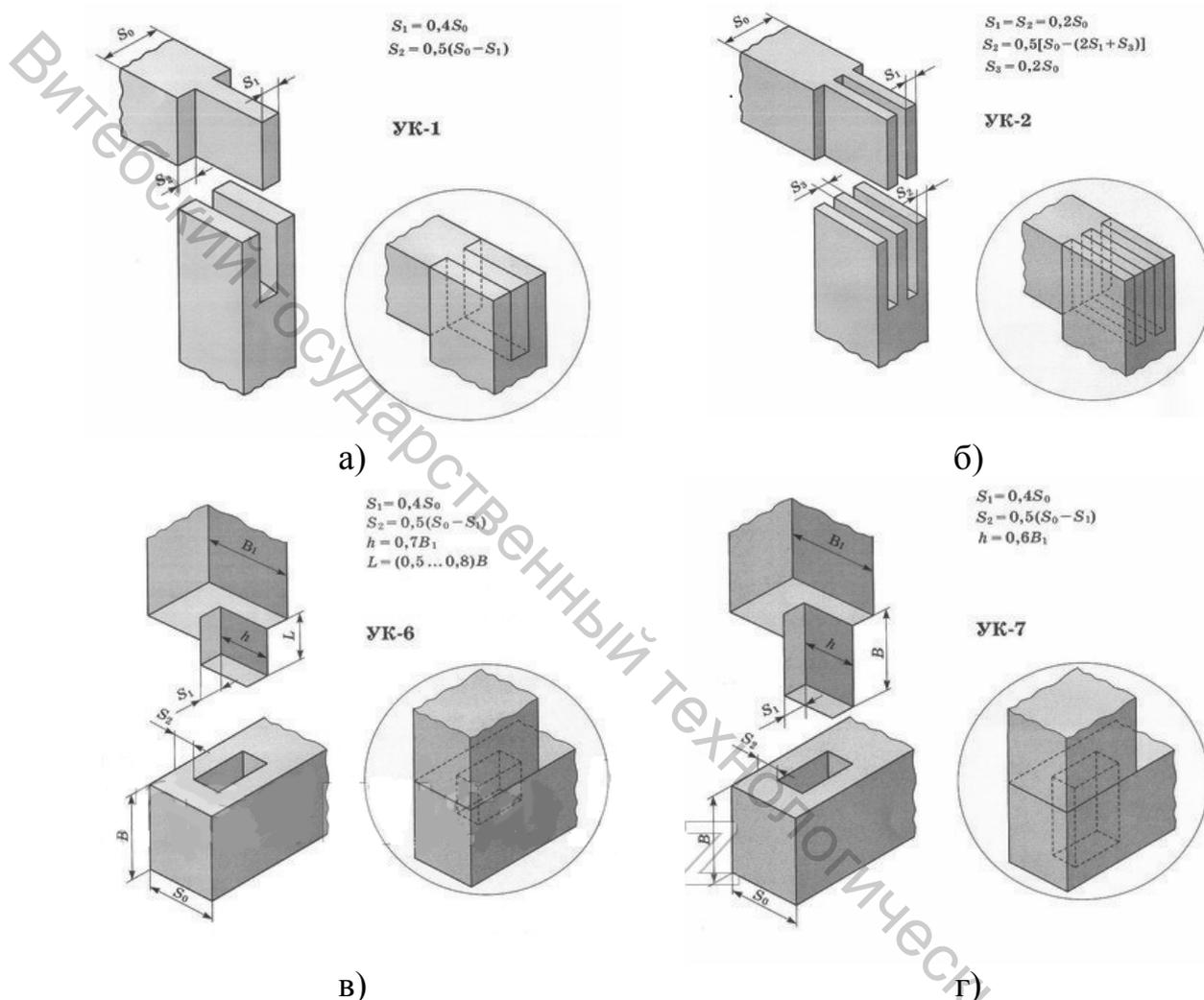


Рисунок 2.4 – Типы соединений:

а – одинарный шип; б – двойной шип; в – шип с потемком;  
г – сквозной шип с потемком

В настоящее время мебель изготавливают не только из массива древесины, но и из МДФ, ЛДСП некоторые примеры соединения деталей из этих материалов представлены на рисунках 2.5–2.8.



Рисунок 2.5 – Пример соединения с помощью стяжек для столешниц

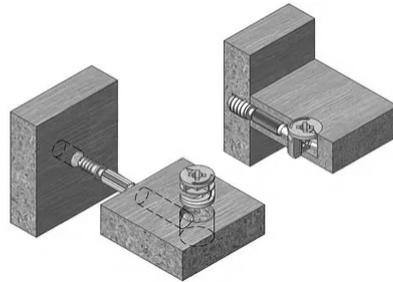


Рисунок 2.6 – Пример соединения эксцентриковой стяжкой (минификс)

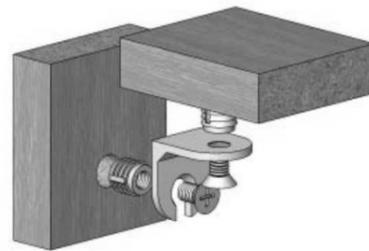


Рисунок 2.7 – Пример соединения угловой стяжкой



Рисунок 2.8 – Пример соединения стяжкой-евровинт с потайной головкой под шестигранник

## ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Какие виды соединений используются в промышленности?
2. Какие разновидности разъемных соединений Вы знаете?
3. Чем отличается болтовое соединение от шпилечного?
4. Какие виды соединений используются в мебельной промышленности?

## ТЕМА 3. СТАНДАРТНЫЕ УЗЛЫ И СОЕДИНЕНИЯ

**Цель работы:** ознакомить студентов со стандартными узлами и соединениями, используемыми в машиностроении.

**Задание:** изучить стандартные узлы и соединения, используемые в машиностроении. Вычертить представленные узлы и соединения.

### Порядок выполнения работы:

1. Изучить представленные в методических указаниях стандартные узлы и соединения.
2. Вычертить шпоночные соединения, стандартные узлы и подпятники.
3. Проставить размеры на чертеже с заполнением штампа.

### 3.1 Соединения шпонками

*Шпонкой* называется деталь, устанавливаемая в пазах соединяемых деталей для предотвращения их относительного перемещения при передаче крутящего момента.

Достоинствами шпоночного соединения являются простота конструкции, низкая стоимость, удобство сборки-разборки, вследствие чего их широко применяют во всех отраслях машиностроения. К недостаткам шпоночного соединения можно отнести ослабление вала и ступицы шпоночными пазами. Шпоночный паз не только уменьшает поперечное сечение, но и вызывает значительную концентрацию напряжений. Шпоночные соединения не рекомендуют для быстроходных динамически нагруженных валов.

Шпоночные соединения можно разделить на две группы: ненапряженные и напряженные. К ненапряженным относят соединения призматическими и сегментными шпонками, к напряженным – соединения клиновыми шпонками.

Стандартами предусмотрено изготовление призматических, клиновых и сегментных шпонок.

Шпонки стандартизованы:

- призматические шпонки – ГОСТ 23360-78;
- сегментные шпонки – ГОСТ 24071-97;
- клиновые шпонки – ГОСТ 24068-80;
- тангенциальные клиновые шпонки – ГОСТ 24069-97, 24070-80.

В машиностроении наибольшее распространение нашли ненапряженные неподвижные шпоночные соединения как более простые в изготовлении, клиновые шпонки применяются редко.

Примеры соединения шпонками представлены на рисунке 3.1

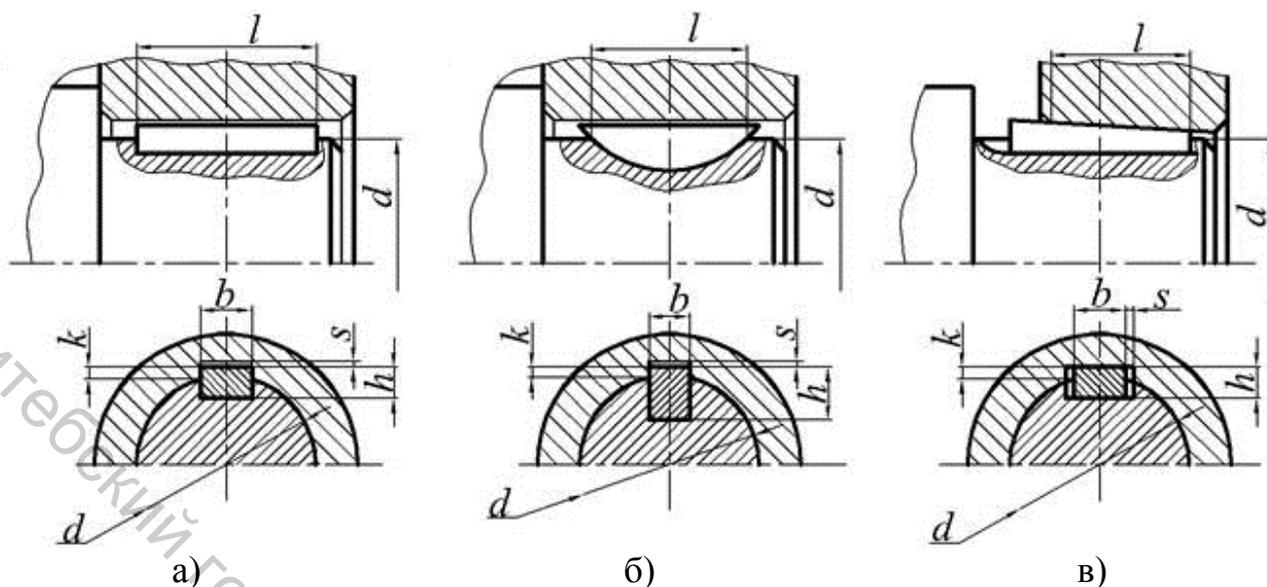


Рисунок 3.1 – Соединение шпонкой:  
 а – призматической; б – сегментной; в – клиновидной

### 3.2 Валы, оси, опоры

Зубчатые колеса, шкивы, звездочки муфты направляются и поддерживаются в пространстве при помощи валов и осей. Своими ступицами эти детали закрепляются на посадочных местах валов и осей. Валы всегда вращаются и обязательно передают вращающий момент по всей длине вала или на некоторой части. Оси не передают вращающий момент, они могут вращаться или быть неподвижными. Валы и оси в большинстве случаев имеют форму тел вращения. Основными материалами изготовления валов и осей служат углеродистые и легированные стали.

Вал – деталь, являющаяся звеном механизма, передающая крутящий момент и вращающаяся совместно с закрепленными на нем элементами. Основные виды валов представлены на рисунке 3.2 а–е.

Обычно вал представляет из себя цельную деталь, однако он может быть и составным, состоящим из нескольких частей. Основные конструктивные элементы вала представлены на рисунке 3.3.

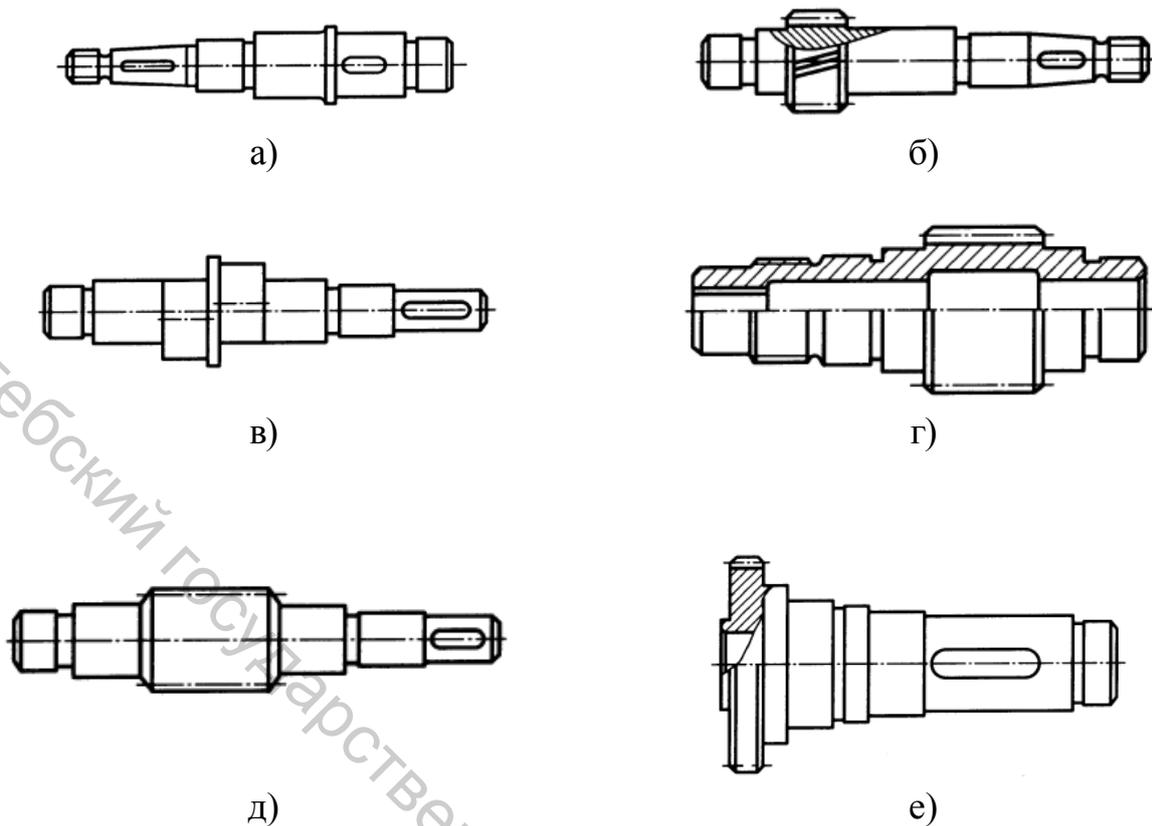


Рисунок 3.2 – Основные виды валов:

а – ступенчатые; б – вал-шестерня (входной вал цилиндрического редуктора);  
 в – эксцентриковый вал (вал генератора волн волновой зубчатой передачи);  
 г – полый вал; д – вал-червяк; е – вал с зубчатой полумуфтой

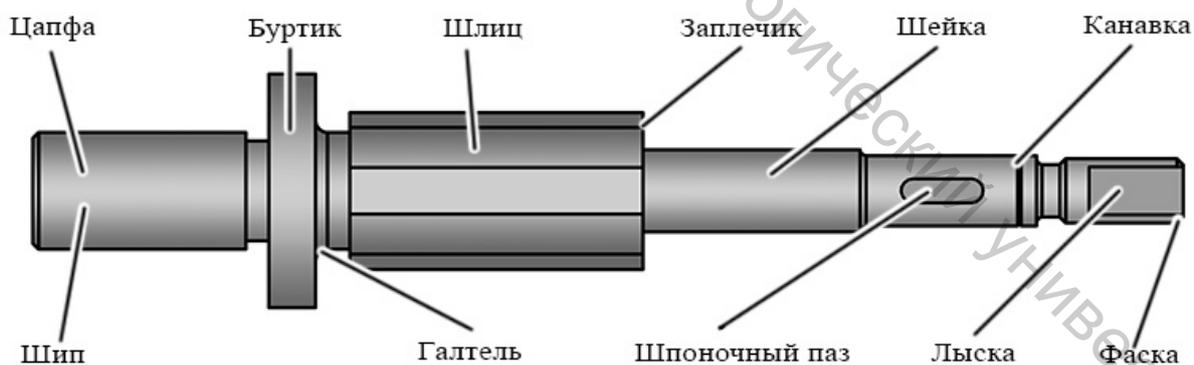


Рисунок 3.3 – Основные конструктивные элементы вала

Основные элементы конструкции вала:

Цапфа – опорная часть вала, цапфа может быть цилиндрической, конической или сферической.

Шейка – промежуточная цапфа.

Шип – цапфа, расположенная на конце вала, предназначенная для восприятия, радиальной нагрузки.

Пята – цапфа, расположенная на конце вала, предназначенная для восприятия осевой нагрузки.

Заплечик – торцевая поверхность вала поверхность, предназначенная для упора деталей, подшипников качения и т. п.

Буртик – утолщение вала, предназначенная для упора деталей.

Канавка – углубление на поверхности вала, предназначенная для выхода режущего инструмента, установки стопорного кольца и т. д.

Галтель – плавный переход от меньшего сечения вала, к поверхности заплечика или буртика. Размер галтели определяется диаметром вала согласно ГОСТу 12080-66.

Фаска – скошенная часть поверхности вала. Фаска облегчает установку деталей на валу при сборке. Размер фасок стандартизован ГОСТом 12080-66.

Шпоночный паз – углубление, предназначенное для установки шпонки.

Шлиц – паз на валу, в который входит зуб сопрягаемой детали.

Лыска – плоская поверхность вала, получаемая путем удаления части металла фрезой.

Ось – деталь, предназначенная только для поддержания вращающихся, качающихся или перемещающихся по ней деталей.

На рисунке 3.4 а–е представлены различные виды осей.

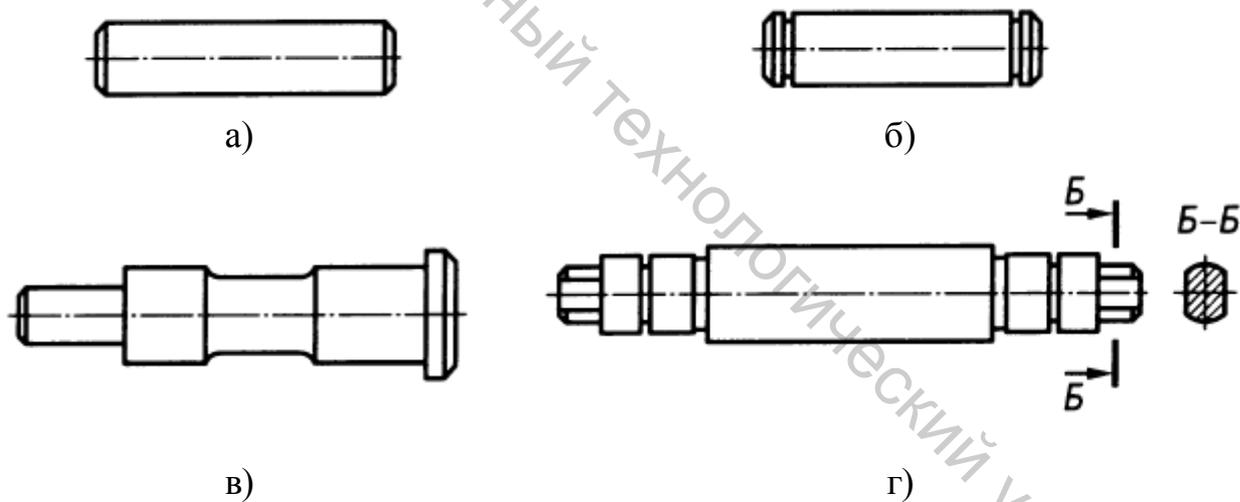


Рисунок 3.4 – Виды осей:  
а, б – гладкие; в, г – ступенчатые

Части валов и осей, опирающиеся на неподвижные опоры, носят общее название цапфы. В зависимости от места расположения на валу они подразделяются на шипы, шейки и пяты.

Варианты монтажа концов валов в механизмах представлены на рисунке 3.5

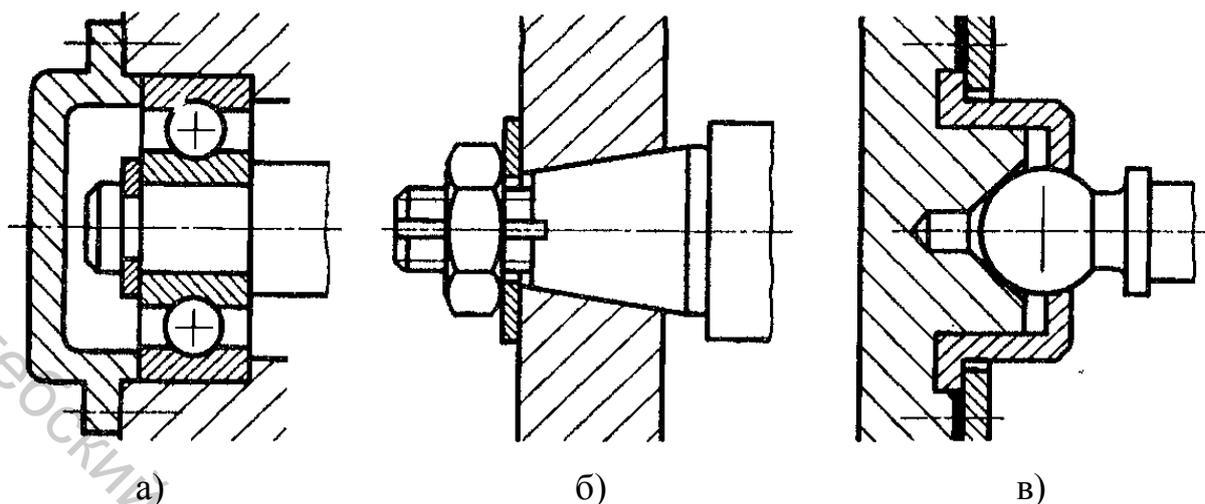


Рисунок 3.5 – Формы шипов (цапф) на концах валов:  
 а – цилиндрическая; б – коническая; в – шаровая

Варианты опор концов вала в механизмах и устройствах представлены на рисунке 3.6.

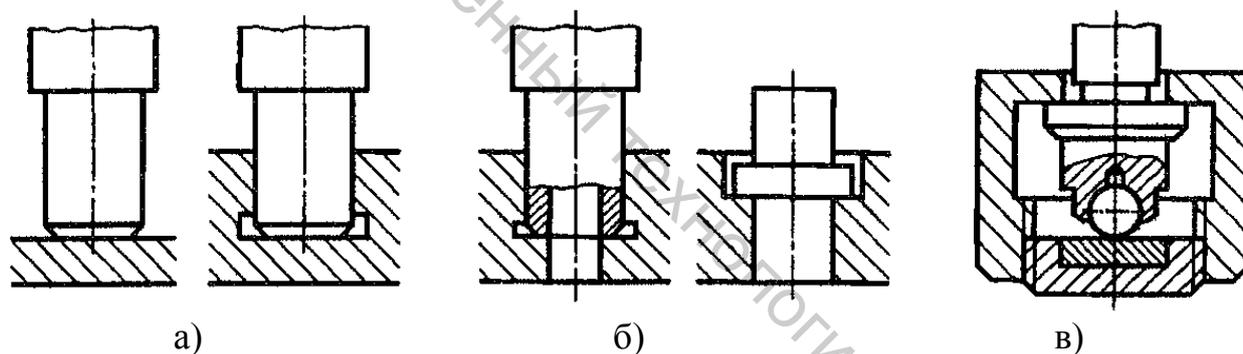


Рисунок 3.6 – Формы пят валов:  
 а – сплошная; б – кольцевая; в – точечная

### ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Что такое шпоночное соединение?
2. Что такое призматическая шпонка?
3. Что такое клиновья шпонка?
4. Что такое сегментная шпонка?
5. Чем отличается вал от оси?
6. Как подразделяются цапфы?

## ТЕМА 4. КОНСТРУИРОВАНИЕ ЛЕСТНИЦ

**Цель работы:** приобретение знаний устройства лестниц и практическое изучение составных элементов лестниц, их конструкций.

**Задание:** изучить составные конструктивные элементы лестниц, а также особенности конструкций соединительных решений. Выполнить чертежи составных элементов конструкций лестниц.

### **Порядок выполнения работы:**

1. Получить методические указания у преподавателя и ознакомиться с теоретической частью.
2. Выполнить чертежи составных элементов конструкций лестниц.
3. Проставить размеры на чертеже с заполнением штампа.

### **4.1 Выбор конструкции**

Современные лестницы характеризуются удобством, надежностью и высокой эстетикой. Большое значение придается конструктивному решению и декоративной отделке лестниц. Многие лестницы делают открытыми, поэтому очень важны их формы, пропорции, отделка, цветовое решение и освещение. Выбор типа лестницы зависит от планировки и стиля здания, помещения или квартиры.

Конструкция лестницы определяется по пяти основным признакам:

1. Угол подъема лестницы.
2. Конструкция лестничных элементов.
3. Выбор типа лестницы в пределах одного этажа.
4. Наличие подступёнка (открытая или закрытая лестница).
5. Материал, из которого изготовлена несущая конструкция лестницы.

### **4.2 Угол подъема лестницы**

Важный параметр при классификации лестничных конструкций – угол подъема. Каждый тип лестниц (межэтажные, специальные) имеет определенный угол наклона, обусловленный назначением лестницы.

Типы лестниц по крутизне угла подъема представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Типы лестниц по крутизне угла подъема

Тип лестницы	Угол подъема, град	Место применения
Пологие пандусы	0–5	Сады, парки
Обычные пандусы	5–10	Промышленные и общественные здания
Откосные рампы	10–15	Промышленные и общественные здания
Садовые лестницы	15–20	Сады, парки
Лестницы для массового передвижения	20–30	Общественные здания и сооружения.
Внутренние лестницы	30–40	В жилых домах, дачах с небольшим движением
Внутренние и внешние лестницы	35–45	В жилых домах, дачах с небольшим движением
Чердачные лестницы	45–60	В нежилых помещениях, в домах, дачах, квартирах.
Стремянки трапы	60–75	Переносные и временные лестницы
Пожарные, приставные и верёвочные лестницы	75–90	Внутри и снаружи служебных помещений, жилых домах, дачах, коттеджах

### 4.3 Конструкции лестничных элементов

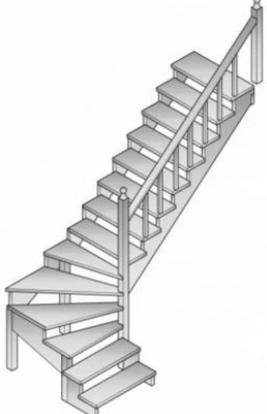
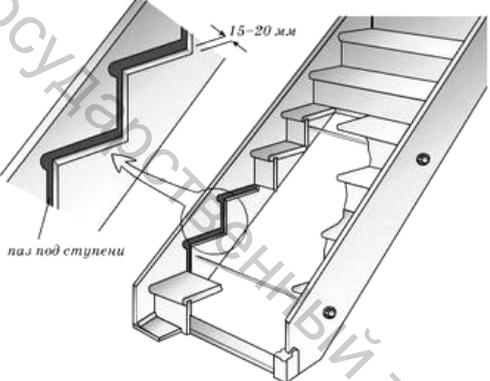
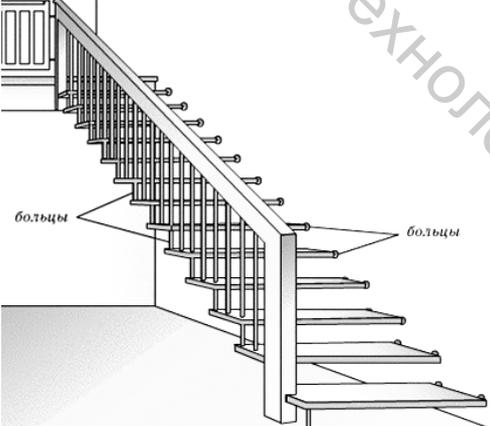
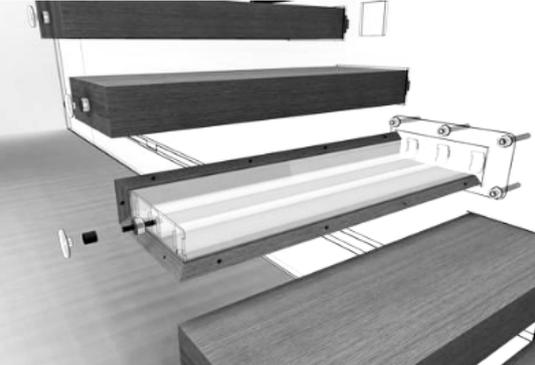
Типы лестниц по конструкции лестничных элементов основывается на типах несущего элемента лестничного марша, и выделяется четыре основных типа:

1. Лестницы на косоурах.
2. Лестницы на тетивах.
3. Лестницы на больцах.
4. Консольные лестницы.

*Марш* – это наклонная часть лестницы, по которой осуществляется подъем или спуск на определенные уровни здания или сооружения. Разделительными конструктивными элементами между маршами служат лестничные площадки, располагающиеся горизонтально в начале или в конце марша и служащие для входа на марш и выхода с него.

Классификация лестниц по конструкции лестничных элементов дана в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Классификация лестниц по конструкции лестничных элементов

Тип лестницы	Внешний вид, схема	Описание
На косоуре		<p>Косоур – самый распространенный тип несущего элемента лестниц, это связано с тем, что его проще устанавливать и ремонтировать. Количество косоуров в лестнице может быть от 1 и более.</p>
На тетивах		<p>Основным отличием от косоурных лестниц является отсутствие на несущем элементе (тетиве) выступов под ступени. Считается более сложной конструкцией, так как делаются пазы с внутренней стороны тетивы для монтажа ступеней.</p>
На больцах		<p>Нагрузка в таких лестницах распределена между ступенями по средствам больцев (болт — немц.) и балясин.</p>
На консолях		<p>Несущим элементом консольных лестниц является стена, в которую монтируются ступени.</p>

#### 4.4 Типы лестниц

При выборе лестницы, необходимо учесть, что предпочтение должно быть отдано такому ее типу, который отвечал бы характеру предполагаемого движения по ней, наличию свободной площади и высоте помещения. Сама же форма выбирается в зависимости от её назначения и местоположения, архитектурного оформления помещения и сооружения в целом.

Примеры типов лестниц приведены на рисунке 4.1.

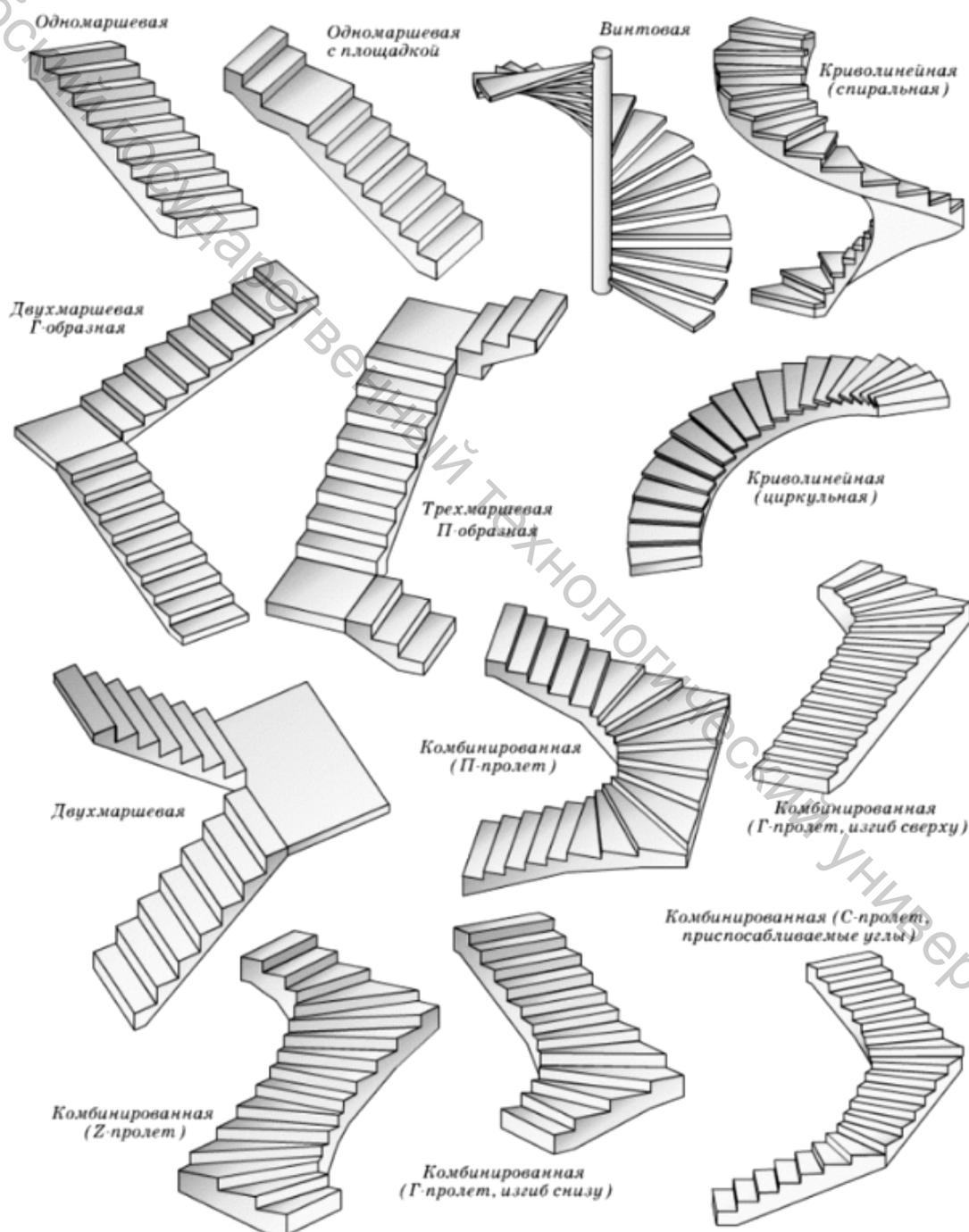


Рисунок 4.1 – Типы лестниц

## 4.5 Открытые и закрытые лестницы

Этот признак лестницы определяется наличием подступёнка или подступка. Если есть подступёнок, значит лестница закрытая, без подступёнка – лестница открытая.

Примеры типа лестницы по подступенку приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Типы лестницы по подступенку

Тип лестницы по подступенку	Внешний вид, фото
Открытая лестница без подступёнка	 A 3D rendering of a wooden staircase with open treads. The treads are supported by a central vertical post and do not have a nosing (undercut edge). The risers are also visible, and the overall structure is open.
Закрытая лестница с подступёнком	 A 3D rendering of a wooden staircase with closed treads. Each tread has a nosing (undercut edge) that covers the gap between the treads. The risers are also visible, and the overall structure is more enclosed.

## 4.6 Типы лестниц по материалу несущей конструкции

Материал для лестницы может быть самым разнообразным, главное чтобы его физические свойства обеспечивали необходимую прочность конструкции. Самые распространённые материалы, из которых делают лестницы: дерево; металл; бетон; железобетон; камень – мрамор, гранит и т. п.; стекло; пластик.

## 4.7 Составные элементы конструкций лестниц

На рисунках 4.2 а–г, 4.3 показаны конструкции основных видов деревянных лестниц: на тетивах и на косоурах.

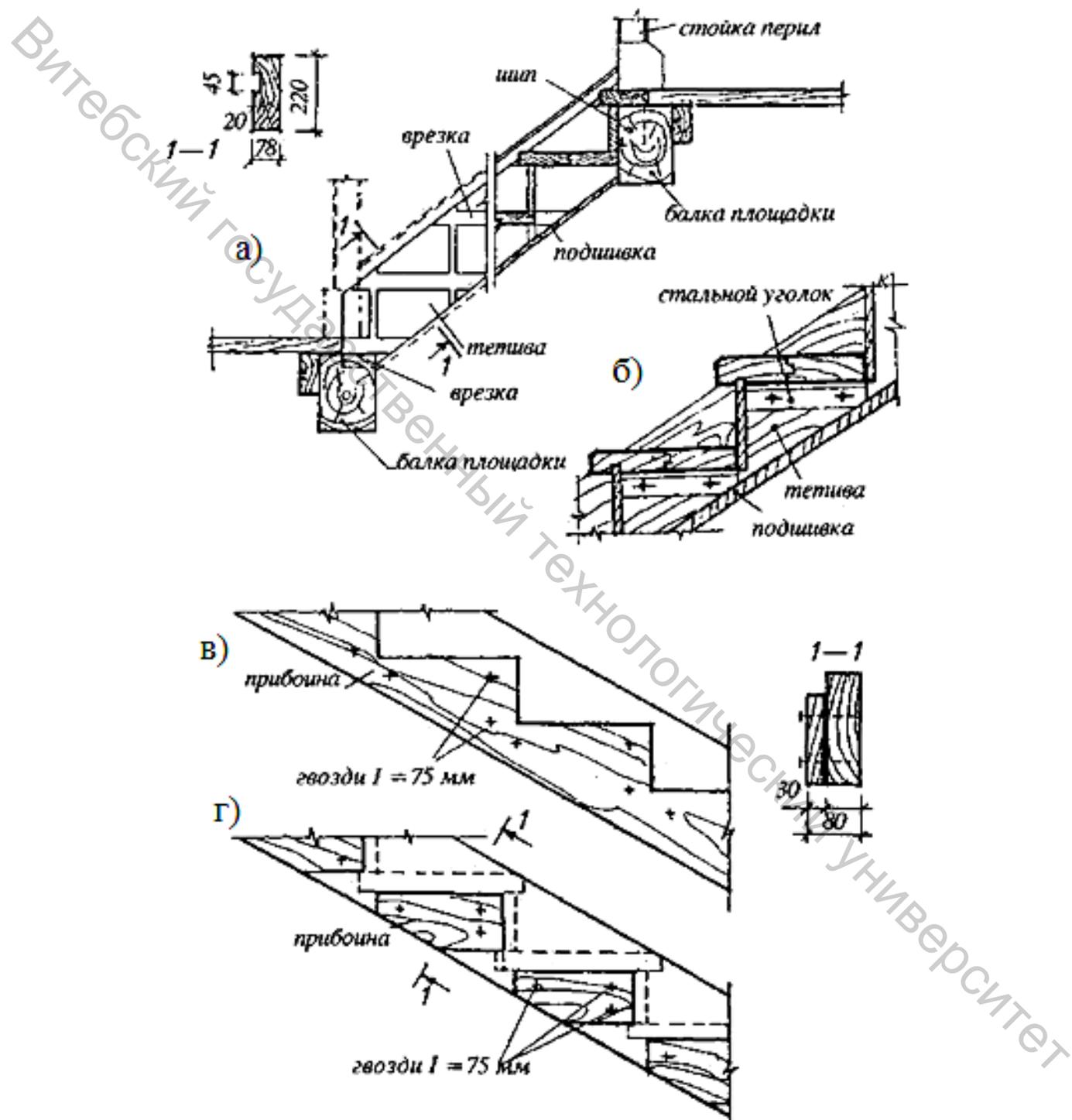


Рисунок 4.2 – Конструкции деревянных лестниц на тетивах:  
а – с врезными ступенями; б – с креплением ступеней на стальных уголках;  
в – со сплошной пилообразной прибойной при  $\alpha > 40^\circ$ ; г – с прибойнами при  $\alpha < 40^\circ$

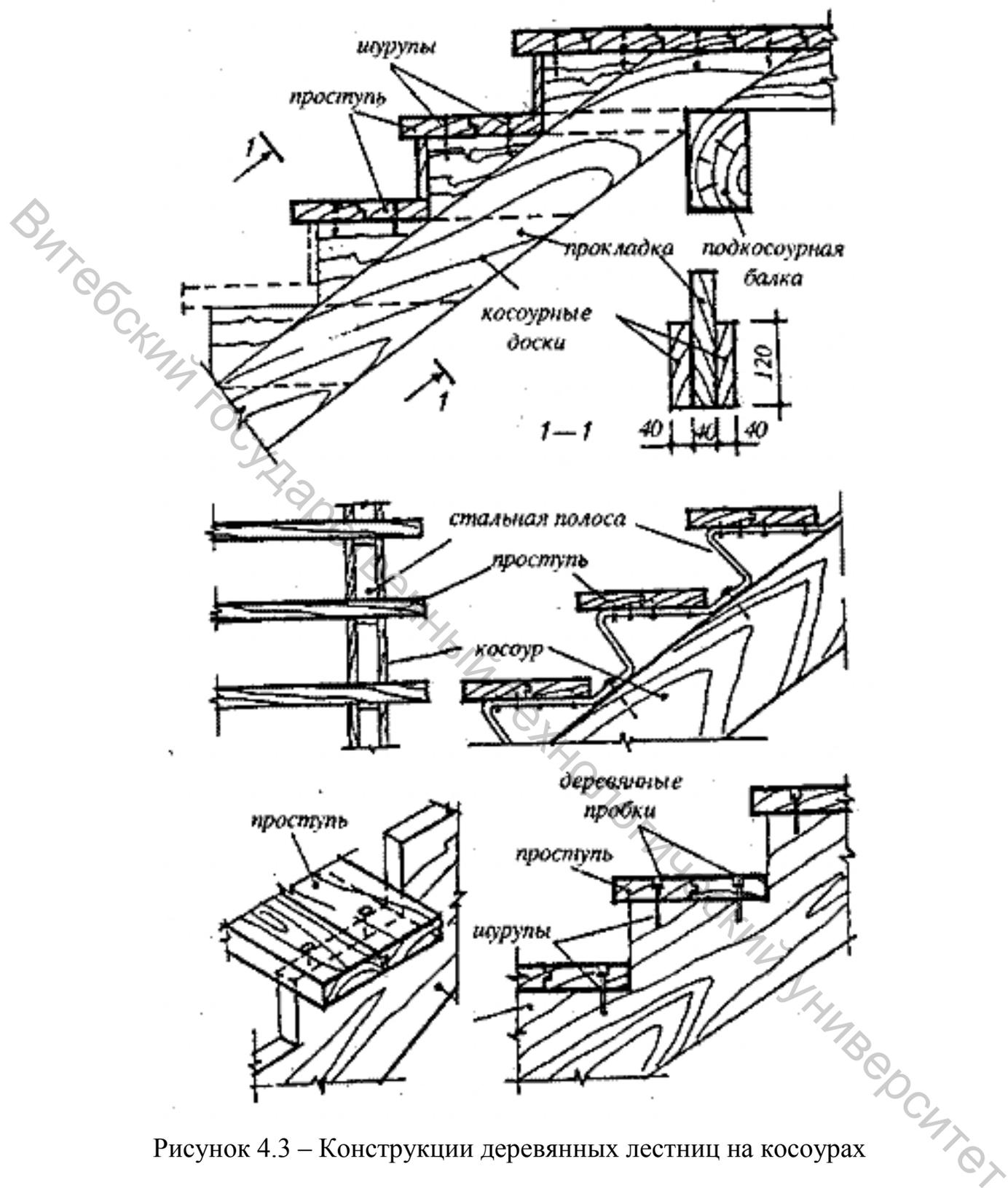


Рисунок 4.3 – Конструкции деревянных лестниц на косоурах

### ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Что такое лестница и для чего она служит?
2. Какие виды маршей Вы знаете?
3. Из каких элементов состоит лестница?

## ТЕМА 5. КОНСТРУИРОВАНИЕ ПОТОЛКОВ

**Цель работы:** приобретение знаний по устройству подвесных потолков и практическое изучение их составных элементов.

**Задание:** изучить составные конструктивные элементы подвесных потолков различных конструкций, а также особенности конструктивных решений их крепления. Выполнить чертежи составных элементов конструкций подвесных потолков.

### **Порядок выполнения работы:**

1. Получить методические указания у преподавателя и ознакомиться с теоретической частью.
2. Выполнить чертежи составных элементов конструкций подвесных потолков.
3. Проставить размеры на чертеже с заполнением штампа.

### **5.1 Конструкции подвесных потолков**

Потолок всегда открыт, и вид его в значительной степени определяет интерьер в целом. Многие годы традиционный потолок представлял собой гладкую поверхность, окрашенную известковыми, меловыми или поливинилацетатными составами. К этому иногда добавлялись украшения лепниной, а в последнее время в жилых помещениях потолки стали оклеивать обоями.

В настоящее время рынок отделочных материалов изобилует новыми материалами и технологиями, позволяющими придать пространству потолка качественно новые свойства и эстетические достоинства.

Подвесные потолки применяются для обеспечения необходимого акустического режима в помещениях, для размещения осветительных и светорассеивающих устройств, а также в качестве декоративных элементов интерьеров помещений, закрывающих несущие конструкции перекрытий и разводки различных коммуникаций, размещаемых под перекрытиями.

Конструкции подвесных потолков можно разделить на две группы. К первой группе относятся подвесные потолки над большепролетными залами, подвешиваемые к несущим фермам и другим конструкциям покрытия. Над подвесными потолками может располагаться технический чердак для размещения и обслуживания технического оборудования.

Ко второй группе относятся подвесные потолки междуэтажных перекрытий и покрытий помещений небольшой высоты, где между перекрытиями и подвесным потолком создается пространство высотой не более 50–60 см, используемое для разводки различных коммуникаций. Кроме того, с

помощью варьирования различными уровнями потолков можно включать их в общую композицию или зонирование интерьера.

В общем виде подвесной потолок состоит из стальных подвесок, закрепляемых к конструкциям покрытия или перекрытия, прикрепленных к ним горизонтальных каркасов из стальных, алюминиевых или профильных брусков, ограждающих элементов потолков.

Примеры конструкций подвесных потолков традиционного вида показаны на рисунках 5.1–5.3.

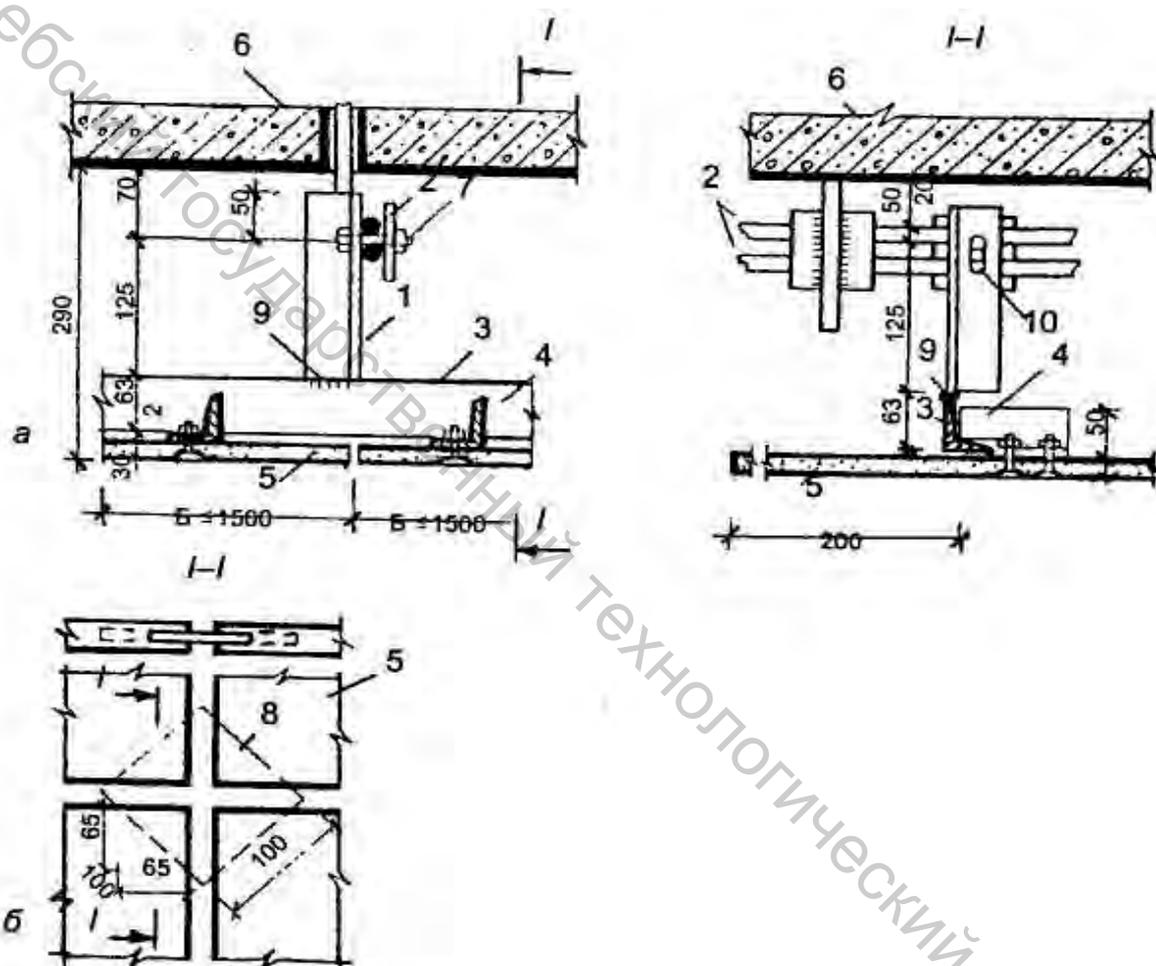


Рисунок 5.1 – Подвесной потолок с креплением плит с помощью крепежных уголков:

а – деталь узла подвески потолка; б – деталь установки шпонки в месте стыка

четырех плит; 1 – подвески; 2 – основной каркас 2, Ø16;

3 – дополнительный каркас из уголков 63x40x5;

4 – крепежные уголки 50x5;

5 – плита потолка;

6 – плита перекрытия; 7 – болты 18x60;

8 – стальная шпонка; 9 – сварка;

10 – отверстие

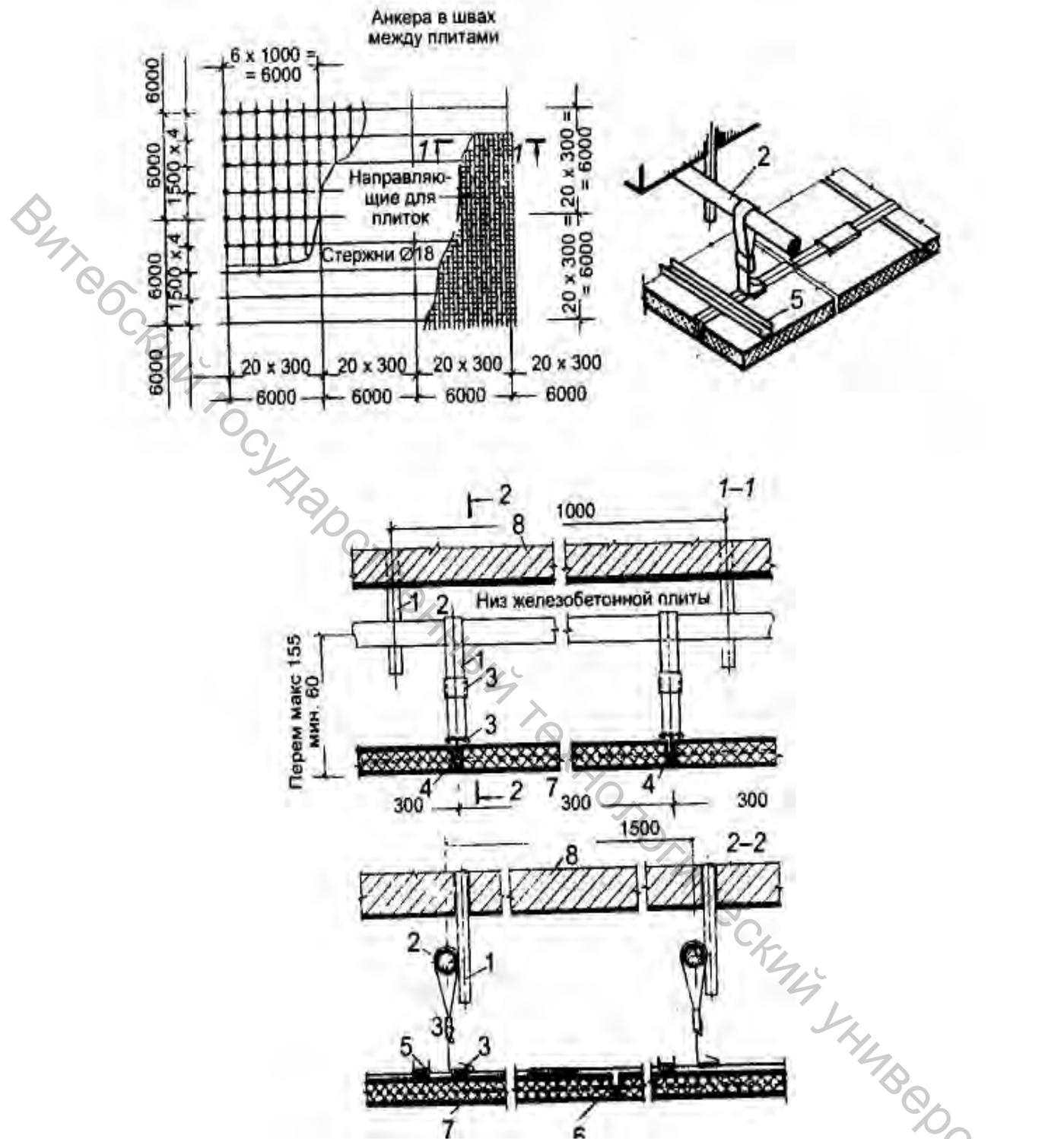


Рисунок 5.2 – Подвесной потолок с опиранием плит по двум сторонам:

- 1 – подвеска; 2 – основной каркас, Ø18; 3 – «наездник»;
- 4 – дополнительный каркас из направляющих; 5 – фиксатор;
- 6 – шпонка из фибры; 7 – плита потолка; 8 – плиты перекрытия

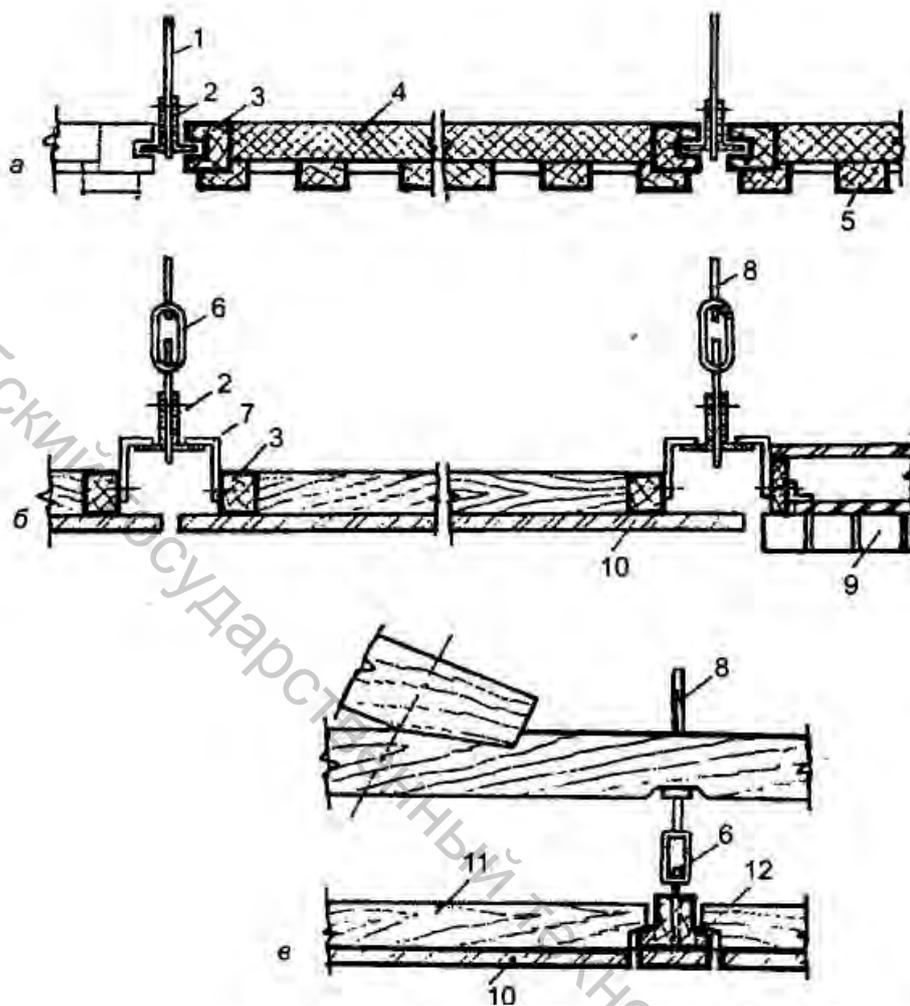


Рисунок 5.3 – Конструктивные решения щитов подвесного потолка и способов их подвески:

- а, б – подвешиваемые к железобетонным или металлическим фермам, балкам и железобетонным плитам, в – подвешиваемые к деревянным фермам и балкам,  
 1, 8 – подвески; 2 – металлический уголок; 3 – деревянная коробка;  
 4 – утеплитель; 5 – декоративные бруски; б – натяжная муфта; 7 – угольник;  
 9 – осветительная панель; 10 – облицовочные плиты; 11 – деревянные банки;  
 12 – черепной брусок

В качестве ограждающих элементов потолка применяются разнообразные декоративные и акустические потолочные плиты: минераловатные на битумном вяжущем с несквозной перфорацией или без перфорации размером  $500 \times 500 \times 20$  мм; плиты «Акмигран» из гранулированной минеральной ваты размером  $300 \times 300 \times 20$  мм; стекломаты с несквозной перфорацией размером  $1200 \times 1200 \times 8$  мм. Применяются также алюминиевые перфорированные коробчатые кассеты размером  $600 \times 600 \times 0,8$  мм, перфорированные гипсовые плиты  $500 \times 500 \times 6$  мм.

Подвесной потолок открытого и закрытого типа представлен на рисунках 5.4–5.5. Конструктивной основой такого потолка служат

рейки-направляющие, прикрепленные к стенам, обычно продольным. В поперечном направлении укладываются декоративные доски, и своеобразие подвесного потолка определяется геометрией досок – прямоугольных или более сложной формы с включением криволинейных участков. Поверхность подвесного потолка в этом случае создается параллельными рейками. Доски первого ряда могут служить опорой для досок в перпендикулярном направлении, и поверхность потолка будет представлять собой решетку.

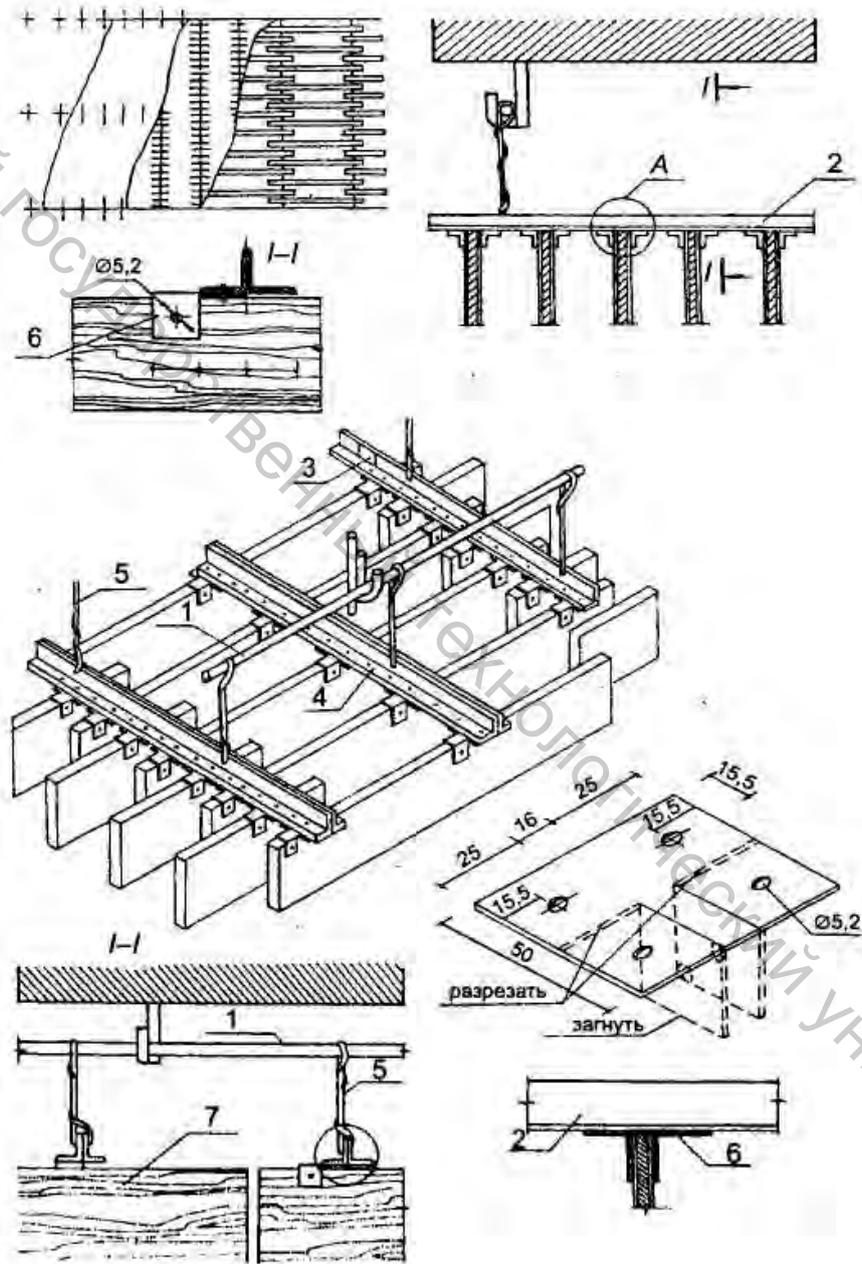


Рисунок 5.4 – Объемный подвесной потолок открытого типа:  
 1 – несущая арматура; 2 – направляющая; 3 – накладка соединительная;  
 4 – поперечный элемент; 5 – подвеска из проволоки; 6 – деталь крепления;  
 7 – ДСП 200x1400x10



Рисунок 5.5 – Плоский подвесной потолок закрытого (а) и открытого (б) типа:  
 1 – уголок крепежный; 2 – брус крепежный деревянный; 3 – дополнительный монтажный деревянный брус (длина по величине зазора между панелями);  
 4 – панель подвесного потолка (рамочная конструкция); 5 – панель подвесного потолка (щитовая конструкция); 6 – брус (каркас панели); 7 – декоративный слой; 8 – многослойная фанера; 9 – крепежная деталь для соединения брусьев

### ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

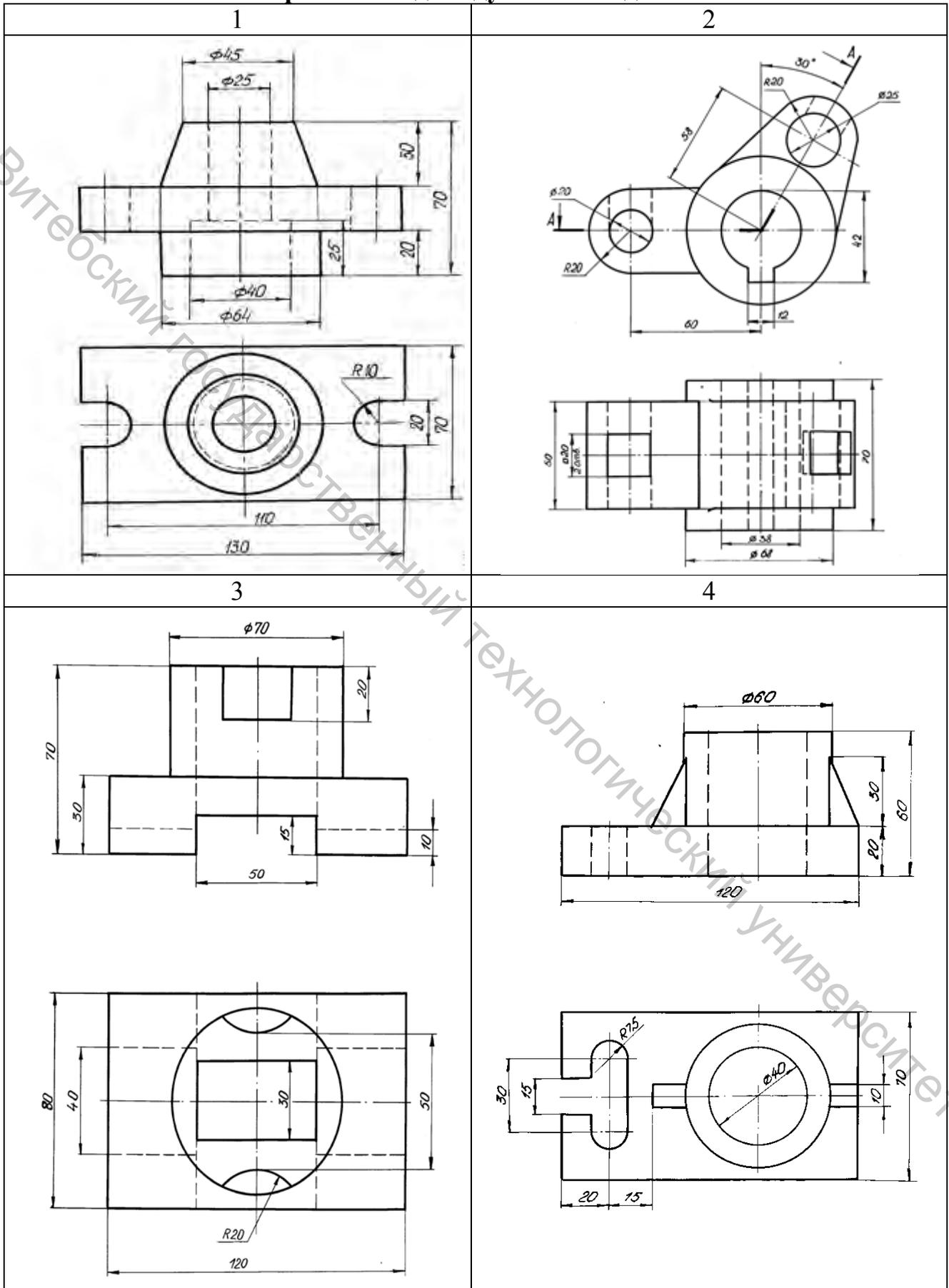
1. Что такое потолок и для чего он служит?
2. Какие виды потолков Вы знаете?
3. Из каких элементов состоит потолок?

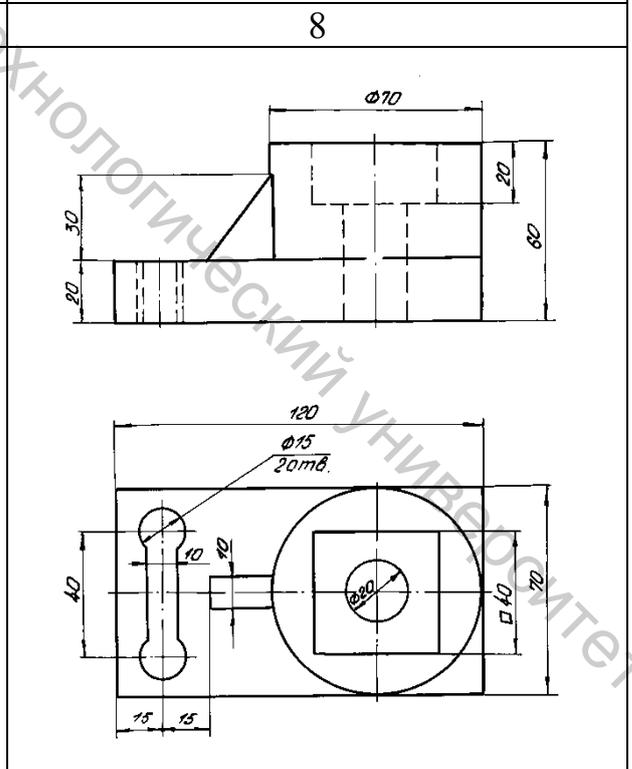
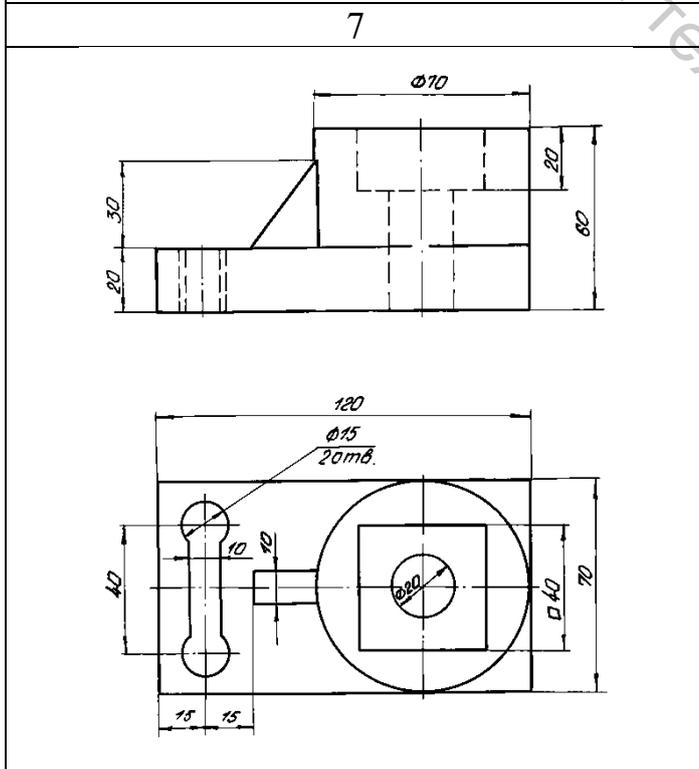
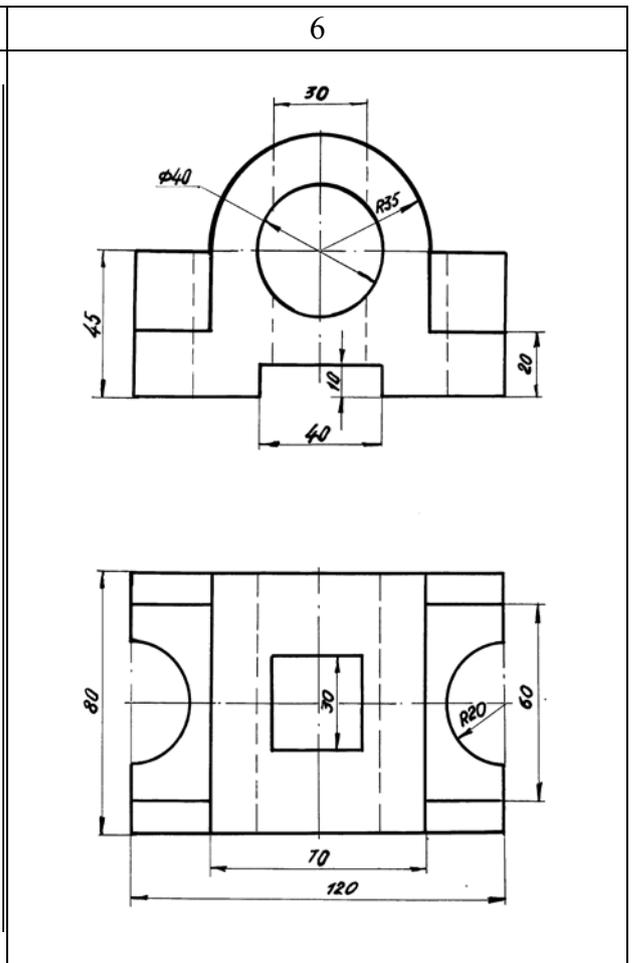
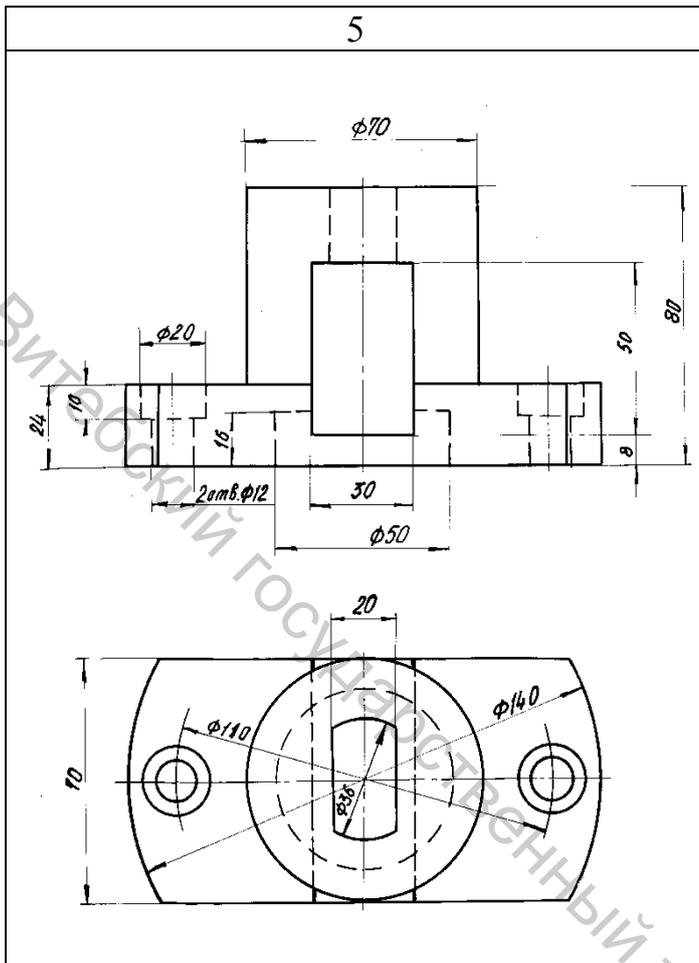
## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

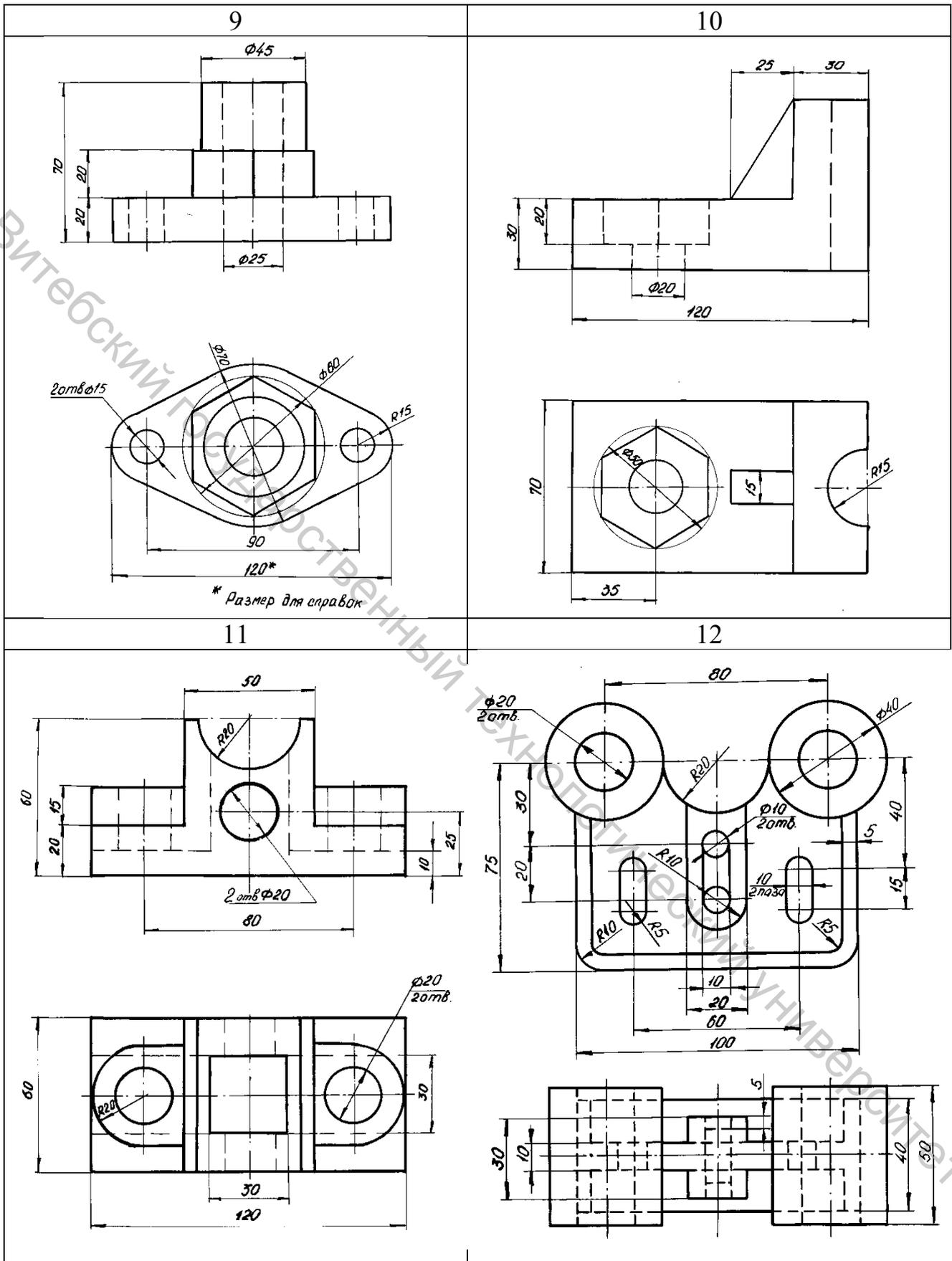
1. Квасов, А. С. Основы художественного конструирования промышленных изделий : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по спец. 052400 «Дизайн» / А. С. Квасов. – Москва : Гардарики, 2006. – 97 с.
2. Покатаев, В. П. Дизайнер-конструктор : учебное пособие / В. П. Покатева. – Ростов н/Д. : Феникс, 2006. – 384 с.
3. Быков, З. Н. Художественное конструирование. Проектирование и моделирование промышленных изделий : учебник для студентов художественно-промышленных вузов / З. Н. Быков [и др.]; под ред. З. Н. Быкова, Г. Б. Минервина. – Москва : Высшая школа, 1986. – 239 с.
4. Анурьев, В. И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 т. Т. 1 / под ред. И. Н. Жестковой. – 8-е изд., перераб. и доп. – Москва : Машиностроение, 2001. – 920 с.

# ПРИЛОЖЕНИЕ А

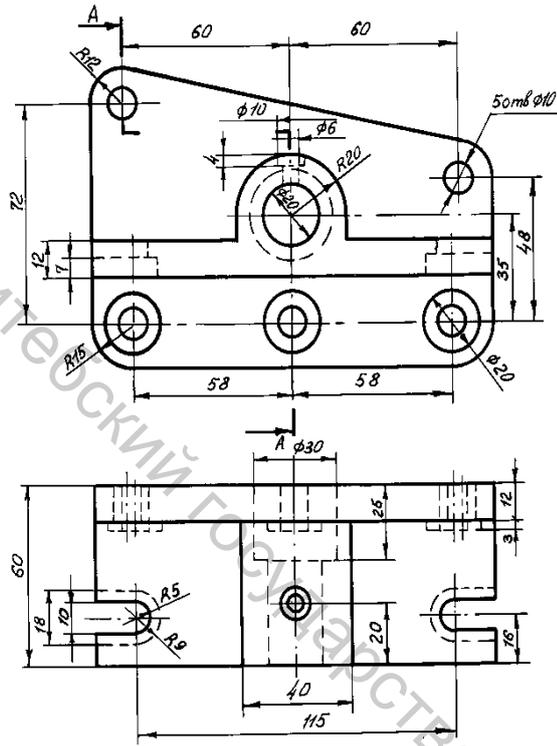
## Варианты индивидуальных заданий



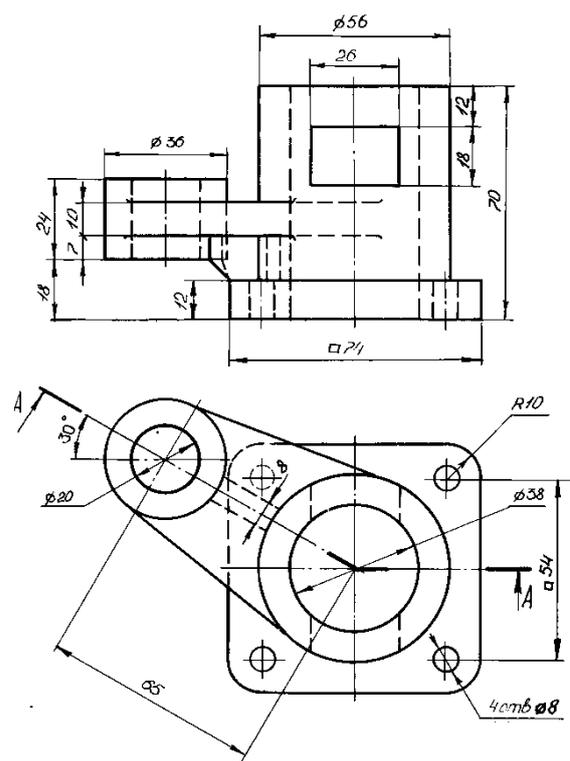




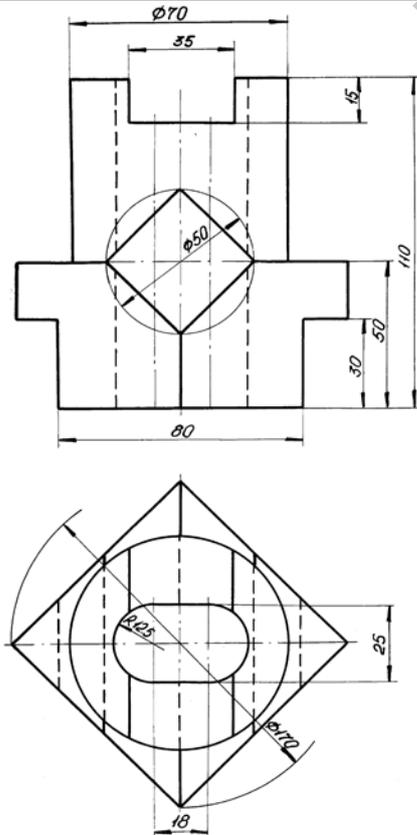
13



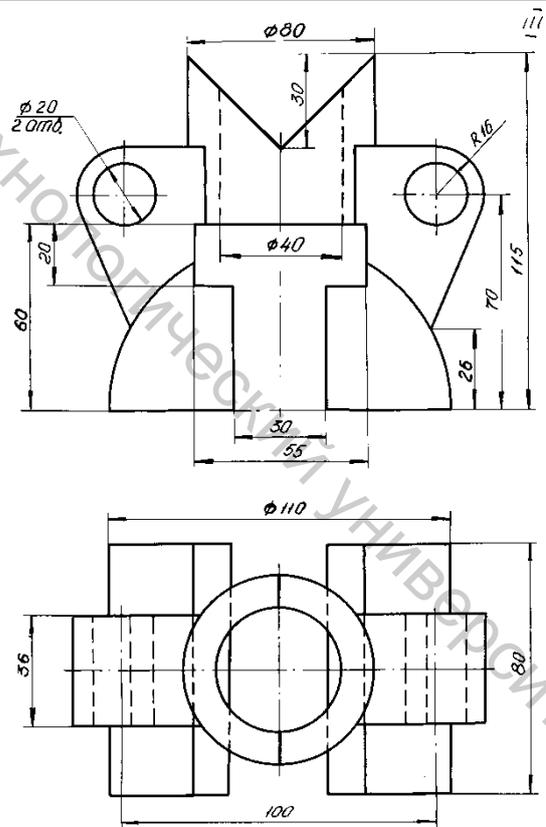
14

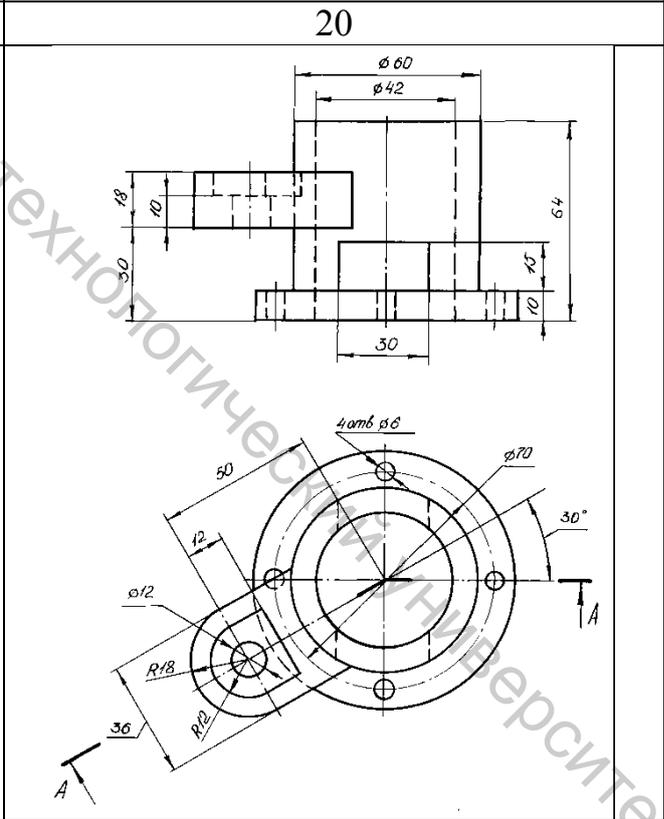
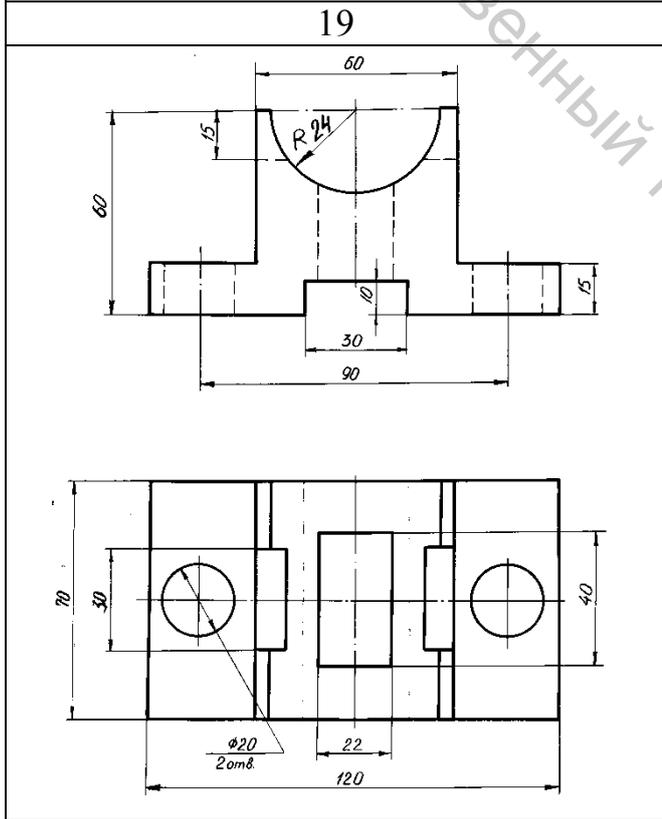
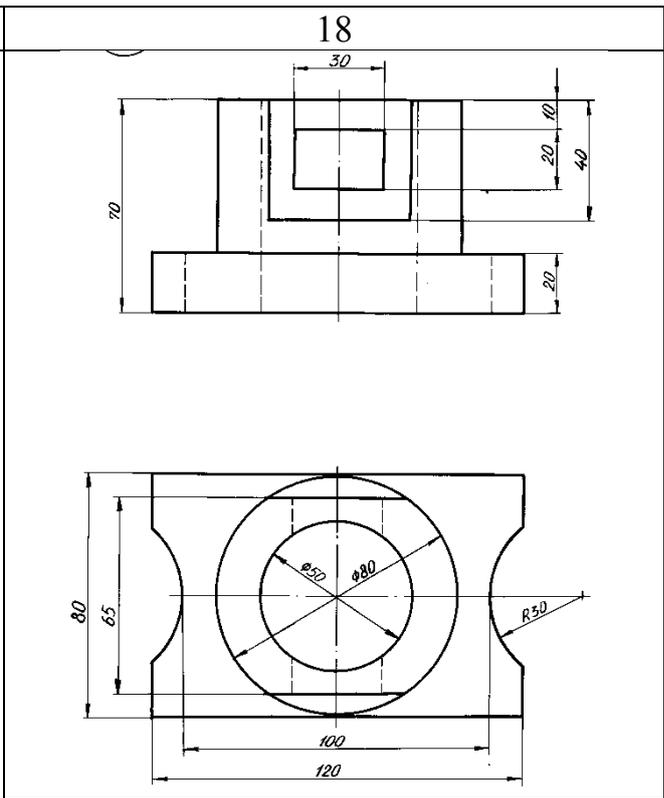
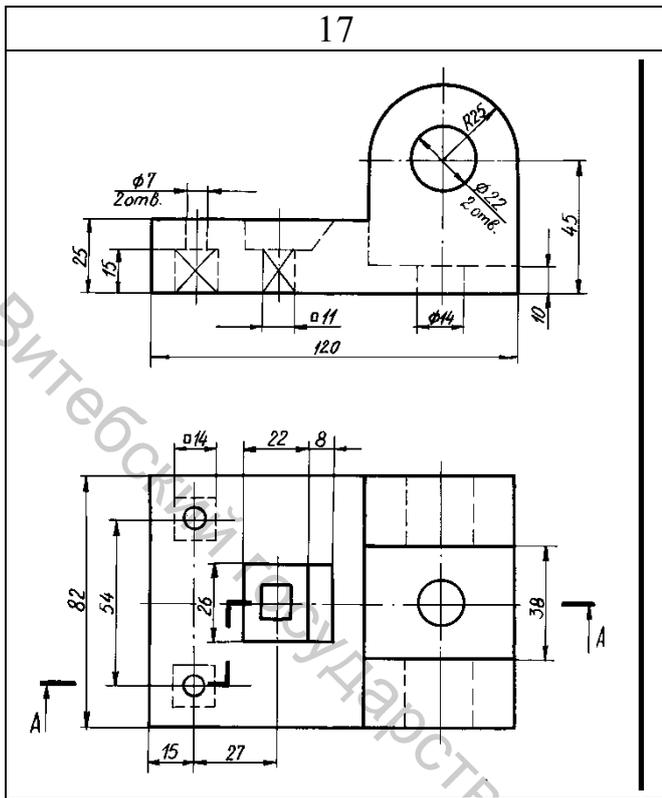


15

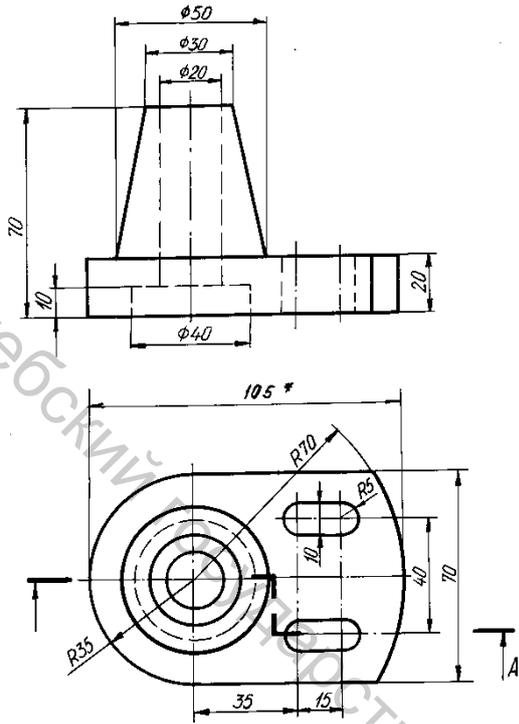


16



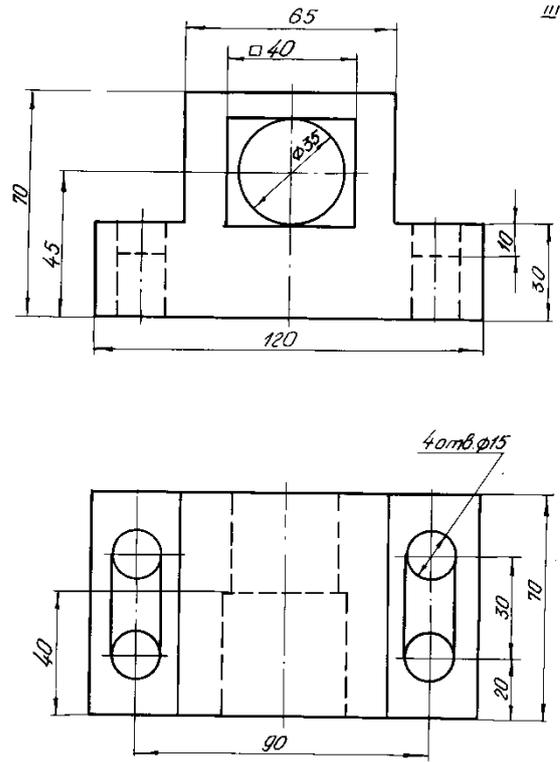


21

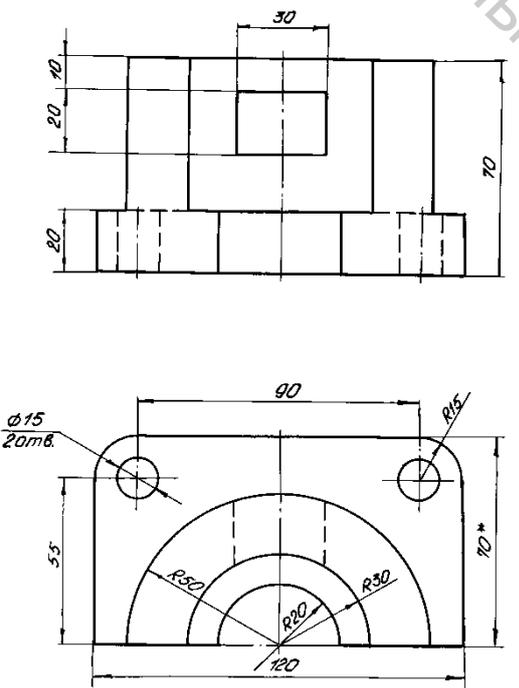


\* Размер для справок

22

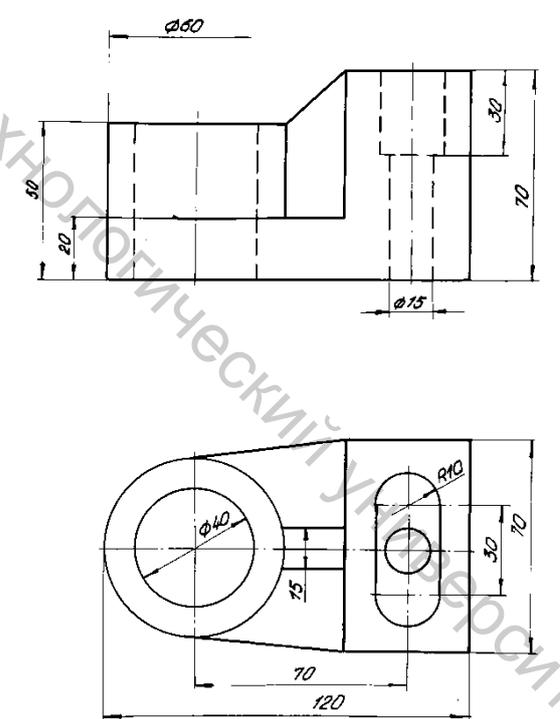


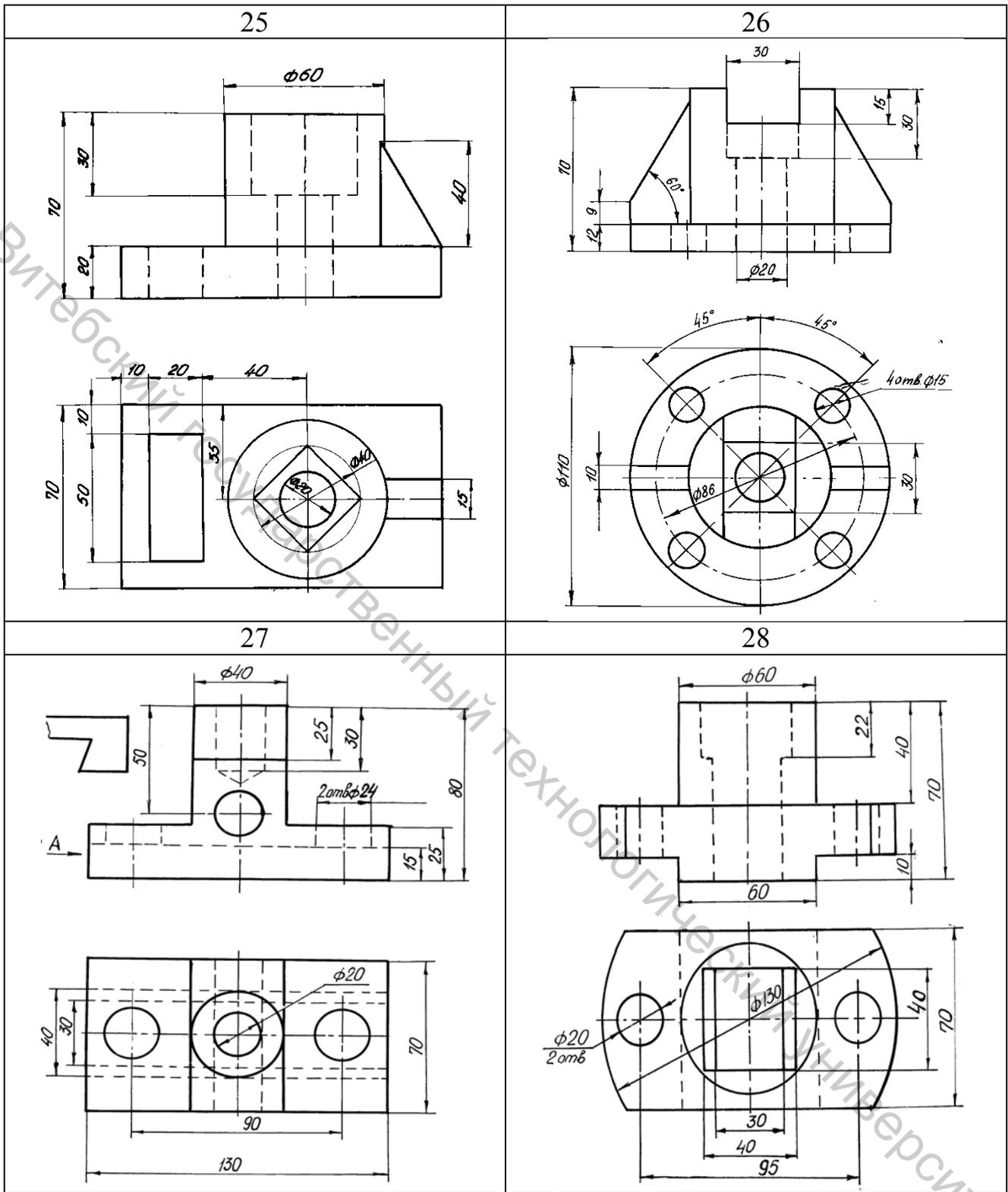
23



\* Размер для справок

24





Учебное издание

## КОНСТРУИРОВАНИЕ

Методические указания по выполнению практических занятий  
В двух частях  
Часть 1

Составители:

Белов Евгений Валентинович  
Ковчур Андрей Сергеевич  
Окунев Роман Владимирович

Редактор *Т.А. Осипова*  
Корректор *А.В. Пухальская*  
Компьютерная верстка *Р.В. Окунев*

---

Подписано к печати 04.01.2020. Формат 60x90<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Усл. печ. листов 3,0.  
Уч.-изд. листов 3,8. Тираж 35 экз. Заказ № 1.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»  
210038, г. Витебск, Московский пр., 72.

Отпечатано на ризографе учреждения образования

«Витебский государственный технологический университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий № 1/172 от 12 февраля 2014 г.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий № 3/1497 от 30 мая 2017 г.