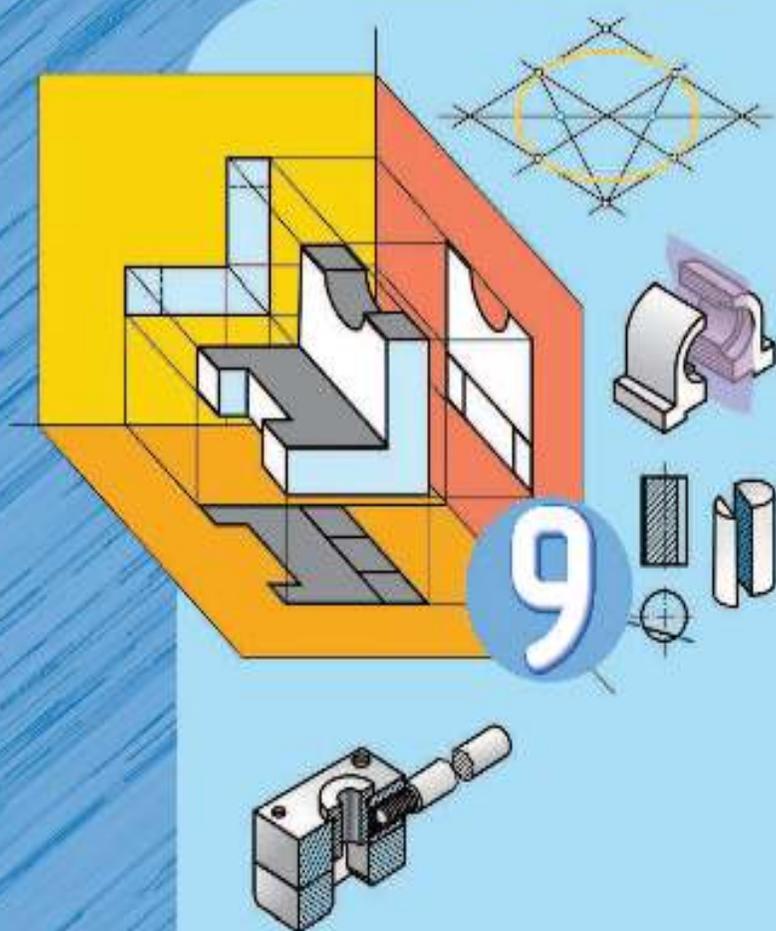


В. Н. Виноградов

# ЧЕРЧЕНИЕ



В. Н. Виноградов

# ЧЕРЧЕНИЕ

Учебник для **9** класса  
учреждений общего среднего образования  
с русским языком обучения

*Утверждено  
Министерством образования  
Республики Беларусь*

2-е издание, переработанное и дополненное



МИНСК  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ОБРАЗОВАНИЯ  
2014

Правообладатель Национальный институт образования

УДК 744(075.3)  
ББК 30.11я721  
В49

**Р е ц е н з е н т ы:**

кафедра «Инженерная графика и САПР» учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет» (доктор пед. наук, канд. техн. наук, проф., зав. кафедрой *Л. С. Шабeka*);

учитель трудового обучения и черчения высшей категории государственного учреждения образования «Грозовская средняя школа» Копыльского района Минской области *И. В. Дубина*

**Условные обозначения:**

-  — вопросы для повторения;  
 — задания;  
 — вспомогательный материал (для ознакомления);  
 — дополнительная информация (для самостоятельного изучения);  
 — графическая работа (номер, вариант)

**Принятые в учебнике  
математические обозначения:**

Точки —  $A, B, C \dots$  или  $1, 2, 3 \dots$ .

Прямые —  $a, b, c \dots$ .

Плоскости —  $\alpha, \beta, \gamma \dots$ .

Плоскости проекций —  $\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3 \dots$ .

Параллельность —  $\parallel$ .

Перпендикулярность —  $\perp$ .

Совпадения —  $\equiv$  или  $=$ .

Принадлежность —  $\in$ .

---

ISBN 978-985-559-323-3 © Виноградов В. Н., 2008  
© Виноградов В. Н., с изменениями, 2014  
© Оформление. НМУ «Национальный институт образования», 2014

Правообладатель Национальный институт образования

## Дорогие ребята!

Вы открываете учебник по новому предмету — «Черчение», который обеспечивает изучение различной графической информации об объектах и явлениях окружающего мира.

На основе научных представлений, системы конструкторской документации и других данных черчение дает человеку определенный минимум образования, позволяющий ему ориентироваться в разнообразном мире графических информационных средств. Оно формирует навыки графической деятельности, развивает пространственные представления, позволяет приобщиться к графической культуре общества.

Особое место в «Черчении» отведено чертежу как основному документу современного производства.

Черчение в IX классе — учебный предмет, систематизирующий полученную ранее информацию о графических изображениях. Его изучение поможет вам сформировать целостную систему знаний о правилах выполнения чертежей, эскизов, технических рисунков, овладеть способами чтения графической информации, встречающейся во многих сферах деятельности человека.

Учебный предмет «Черчение» даст вам возможность легче адаптироваться к продолжению обучения в средних специальных и высших учебных заведениях, к овладению в будущем инженерно-техническими, технологическими, экономическими, педагогическими и другими специальностями, к участию в практической работе, в изучении основ графического языка как средства человеческого общения.

Знания и умения, полученные на уроках черчения, необходимы также при изучении геометрии, географии и других учебных предметов.

В связи с тем что в черчении рассматриваются различные виды графической информации, ее применение в технике, в информационных технологиях и пр., можно наряду с наименованием предмета — «Черчение» — употреблять также название «*Техническая графика*».

Кроме основного текста и иллюстраций учебник содержит вспомогательный материал и дополнительную информацию.

Вспомогательный материал — это те сведения, которые вы получили ранее и которые необходимы вам для усвоения программы в IX классе. Дополнительная информация — она выделена другим шрифтом — содержит сведения, которые могут быть использованы для самостоятельного изучения.

Термины и понятия, к которым придется обращаться неоднократно, даны в Кратком терминологическом словаре (КТС). Большинство терминов имеют развернутое толкование понятий и могут быть использованы для повторения учебного материала.

Учебник содержит также задания для закрепления полученных знаний и выполнения графических работ. Звездочкой (\*) помечены наиболее сложные из них. Приведенные в учебнике задания рекомендуется выполнять в рабочей тетради.

Автор желает вам успехов в изучении графических средств информации!

*Профессор В. Н. Виноградов*

Правообладатель Национальный институт образования

# I. ГРАФИЧЕСКИЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ. ТЕХНИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ И ПРАВИЛА ИХ ОФОРМЛЕНИЯ

## § 1. Графические изображения. Чертежи

**1.1. Графическая информация.** Человека окружают различные предметы, которые можно описать словами, сфотографировать, нарисовать. Сведения об окружающих нас предметах и явлениях, их свойствах, состоянии называют **информацией**.

Информация, воспринимаемая зрением, — тексты, фотографии, рисунки, знаки — называется визуальной, т. е. зрительной. Любое изображение — это вид визуальной информации.

Визуальную информацию, представленную в форме графиков, чертежей, рисунков, схем и т. п., называют **графической**.



1. Какую информацию называют графической? Приведите примеры.
2. Какие другие виды информации, кроме графической, вы можете назвать?

**1.2. Графические изображения.** Изображения, состоящие из точек, линий, штрихов и выполненные карандашом, мелом, тушью, фломастером на бумаге, картоне, ткани, классной доске, являются **графическими**.

Некоторые графические изображения — рисунки, гравюры, плакаты — представляют собой образцы **художественной графики**, другие — чертежи, географические карты, графики, схемы,

диаграммы, развертки, эскизы, технические рисунки — могут быть производственными или учебными.

Дорожные и торговые знаки, логотипы — примеры **прикладной (практической) графики**.

Некоторые графические изображения приведены на рисунке 1.



1. Какие изображения, на ваш взгляд, относятся к графическим?
2. Приведите примеры графических изображений, дайте им характеристику.

**1.3. Чертежи.** На производстве, в учебных мастерских широко используют такие изображения, как чертежи.

Рассмотрите рисунок 2, на котором дан чертеж детали. Как видим, чертеж содержит изображения и различные надписи. По изображениям можно судить о геометрической форме данной детали и форме ее отдельных частей. По надписям — о названии детали, масштабе, в котором выполнены изображения, материале, из которого изготавливают деталь, и пр. Размерные числа дают возможность судить о величине детали в целом и ее отдельных частей. На чертеже содержатся данные о качестве обработки детали при ее изготовлении и другая информация.

Таким образом, чертеж представляет собой совокупность графических и знаковых компонентов, дающих вместе с поясняющим текстом разностороннюю характеристику изображенным на нем предметам. Посредством линий, символов, надписей, условных знаков он должен давать полное представление о детали.

## Примеры графических изображений

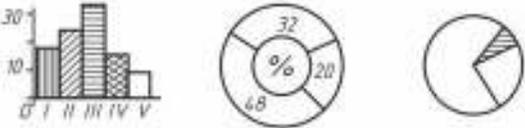
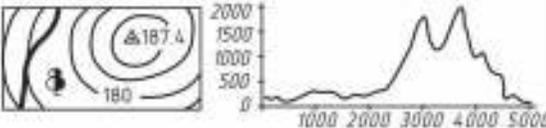
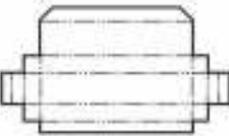
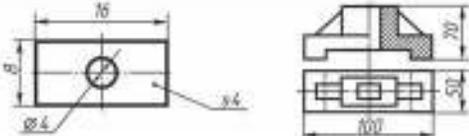
	Графики
	Карты
	Схемы
	Диаграммы
	Топографические чертежи
	Развертки
	Чертежи
	Рисунки

Рис. 1. Графические изображения

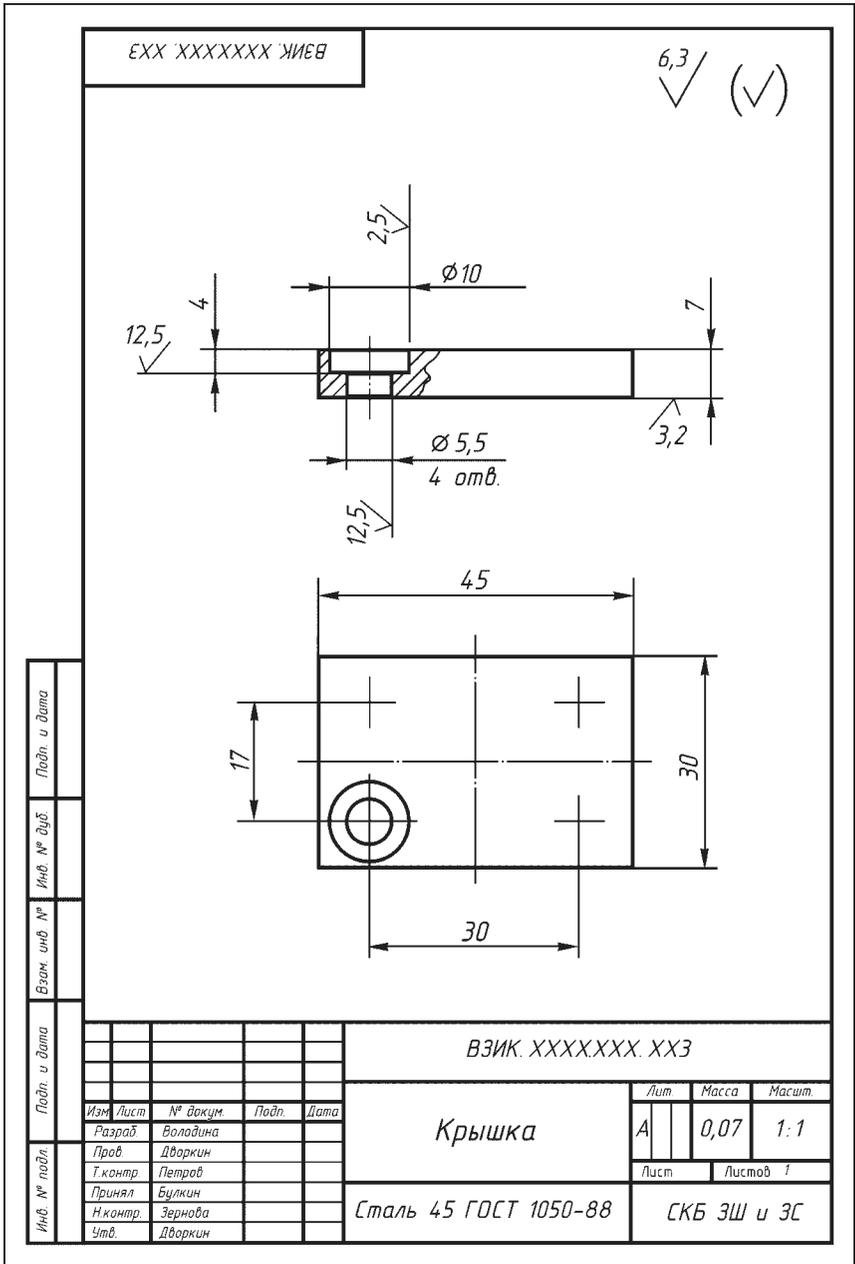


Рис. 2. Чертеж детали

Поэтому **чертеж** называют графическим документом того или иного изделия, содержащим необходимые данные для его разработки, изготовления, контроля, монтажа, эксплуатации и ремонта. С некоторыми из них мы познакомимся позже<sup>1</sup>.



1. Какие данные об изделии содержит чертеж?
2. Дайте определение чертежу.



1. Найдите в КТС определения следующих понятий: *чертеж, изделие, деталь, элементы детали.*



**1.4. Значение чертежей в практике.** Чертежи являются одним из основных видов графической информации. В современном производстве чертежу отводят особую роль. На заводах и фабриках, в мастерских изготавливают различные изделия: станки, автомобили, радиоустройства, бытовые приборы и многое другое. Создать все это нельзя без чертежей. По ним изготавливают отдельные детали машин, собирают из готовых деталей сложные приборы и механизмы, осуществляют их ремонт и контроль. Чертеж является лаконичным средством выражения технической мысли.

Для возведения зданий, сооружений, строительства плотин, шахт, прокладки шоссейных и железных дорог используют архитектурные и инженерно-строительные чертежи (см. приложение 8).

Но чертежи нужны не только в технике. Они являются постоянными спутниками многих профессий человека. По чер-

---

<sup>1</sup> На учебных чертежах допускается приводить не все данные, которые должны содержать производственные чертежи. В отдельных случаях чертежом мы будем называть только изображение детали.

тежам делают мебель, озеленяют города и поселки. Чертежи нужны врачу (для изучения медицинской техники), модельеру (для конструирования одежды и обуви) и многим другим специалистам.

Чертежи как вид графической информации пересылают с завода на завод, из страны в страну. Человек любой специальности, если он умеет читать чертежи, поймет их, изучит по ним устройство самой сложной машины. Поэтому, чтобы стать технически грамотным человеком, нужно хорошо знать основы графической информации.

Чертеж — это интернациональный графический язык. Он понятен любому специалисту независимо от того, на каком языке человек говорит.

Графический язык берет свое начало от первобытных рисунков — пиктограмм (от лат. *pictus* — нарисованный). С их помощью люди передавали сведения о происходящих явлениях, событиях, предметах и т. п.

В настоящее время принцип пиктографии как способ изображения предметов с помощью условных знаков находит широкое применение во вспомогательных средствах коммуникации (от лат. *communicatio* — сообщение, связь, путь). К ним относятся эмблемы предприятий и фирм, реклама и другие виды прикладной графики.

Современный чертеж прошел долгий путь развития. Минули столетия, прежде чем графические изображения обрели настоящий вид.



1. Как вы думаете, почему чертеж называют графическим языком?
2. Как используются чертежи в практической деятельности человека?



2. Прочитайте в приложении 7 сведения об истории развития чертежа.

Правообладатель Национальный институт образования

## § 2. Техника выполнения чертежей

**ВМ** **2.1. Чертежные материалы и принадлежности.** К чертежным материалам и принадлежностям относят бумагу, карандаши, резинки, кнопки, линейки, угольники, циркули и др.

Чертежи выполняют на *плотной белой нелинованной бумаге*. Такая бумага называется **чертежной**.

Для выполнения графических работ необходимы **карандаши** марки Т (твердые), М (мягкие) и ТМ (средней твердости). Иностранные карандаши обозначаются так: Н (твердые), В (мягкие), НВ (средней твердости). Чем больше число, стоящее рядом с буквой, тем тверже или мягче этот карандаш.

Правильно подготовленный к работе карандаш показан на рисунке 3.

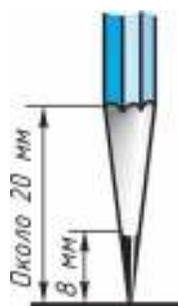


Рис. 3.

Правильно заточенный карандаш



1. Перечислите известные вам чертежные материалы.
2. Как обозначают степень твердости карандаша?

### 2.2. Как работать чертежными инструментами.

Прямые линии сначала проводят вдоль кромки линейки или угольника без нажима твердым остро заточенным карандашом, а затем обводят карандашом средней твердости. При этом карандаш немного наклоняют в сторону движения. Горизонтальные линии проводят слева направо, вертикальные и наклонные — снизу вверх. Приемы проведения линий при использовании линейки и угольника даны на форзаце I.



Рис. 4. Проведение окружности циркулем

Как правильно работать циркулем? Ножку циркуля с иглой ставят в центр окружности. Циркуль вращают за головку большим и указательным пальцами в направлении движения часовой стрелки (рис. 4). Короткая ножка с карандашной вставкой и игла циркуля в рабочем положении должны быть параллельны друг другу.



Как вы думаете, от чего зависит качество выполнения чертежей?



1. Повторите по КТС сведения о чертежных инструментах.
2. Найдите в Интернете сведения о чертежных приборах.

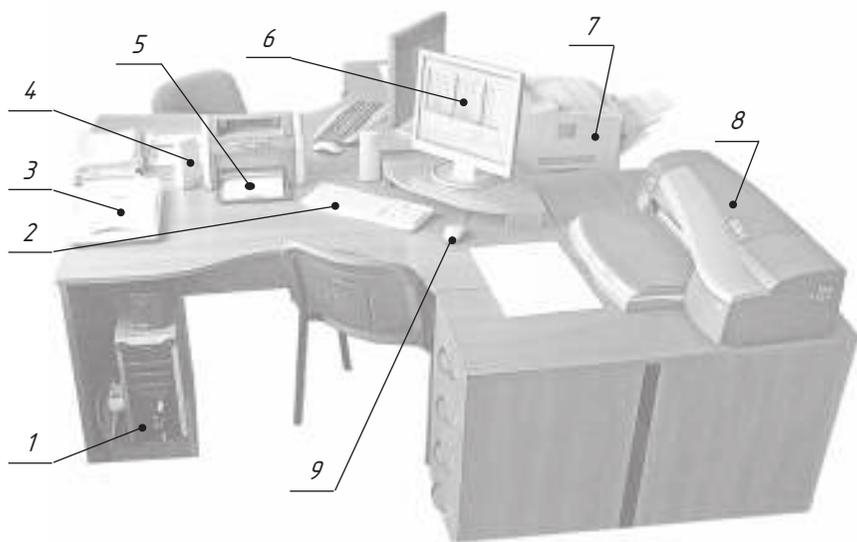


**2.3. Оборудование рабочего места конструктора.** Многие из вас знакомы с компьютерными играми. В то же время компьютер используется и как инструмент для рисования и черчения, создания рисунков, чертежей, схем и других изображений, являющихся образцами **компьютерной графики**.

Работа конструктора над чертежом весьма трудоемка. Поэтому для облегчения работы специалиста существует ряд устройств, которые по заданной программе автоматически выполняют все графические построения. Такие устройства для выполнения чертежей называют **графопостроителями**.

Для качественного проектирования изделий созданы целые **системы автоматизированного проектирования** (сокращенно САПР).

**Автоматизированное рабочее место** конструктора (АРМ) включает в единый комплекс персональный компьютер и графические устройства для выполнения различных изображений (рис. 5).



*Рис. 5.* Рабочее место конструктора:

- 1 — системный блок компьютера; 2 — клавиатура;  
3 — сканер; 4 — колонка; 5 — лазерный принтер;  
6 — монитор компьютера; 7 — струйный принтер;  
8 — принтер (плоттер) для широкоформатной печати;  
9 — компьютерная мышь



1. Как вы полагаете, с какой целью при проектировании изделий в конструкторских бюро используют графопостроители?
2. Что включает АРМ конструктора?



**2.4. Применение компьютерных технологий для выполнения чертежей.** Компьютерная графика представляет собой процесс создания, обработки, передачи, хранения и практического применения графических изображений с помощью вычислительной техники. Создавая на экране компьютера (мониторе) пространственную модель, ее можно поворачивать и видоизменять по своему желанию, что обеспечивает хорошие условия для творческого процесса при проектировании различных изделий.

Пространственная модель является наиболее наглядным, точным и полным источником информации об объекте. Ее использование позволяет формировать и оформлять разнообразную конструкторскую документацию. Процесс создания пространственной модели на экране опирается как на традиционные графические знания и умения, получаемые в черчении, так и на приобретаемые навыки работы с электронными средствами.

Одно из важнейших преимуществ выполнения чертежа с помощью компьютера — удобство исправления: легко «стирать» (убирать) лишние линии, при этом сделанные исправления незаметны; можно свободно передвигать изображения по полю, дублировать и пр. Другое преимущество — получение цветных чертежей, на которых, например, тонкие линии выполнены одним цветом, сплошные толстые — другим и т. д. Цветные чертежи легко читаются<sup>1</sup>.

Электронные чертежи удобно хранить в памяти компьютера, передавать практически в любую точку земного шара (тогда как для передачи бумажных чертежей требуется значительное время). Электронные чертежи легко размножать (тиражировать).

### § 3. Некоторые правила оформления чертежей

**ВМ** **3.1. Стандарты ЕСКД.** Представьте, что было бы, если бы каждый инженер или чертежник выполнял и оформлял чертежи по-своему, не соблюдая единых правил. Такие чертежи были бы непонятны другим. Чтобы этого избе-

---

<sup>1</sup> С процессом компьютерного изготовления чертежей вы можете познакомиться на факультативных занятиях по черчению (см. список литературы в конце учебника).

жать, во многих странах приняты и действуют государственные стандарты Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

**Стандарты ЕСКД** — это нормативные документы, которые устанавливают единые правила выполнения и оформления конструкторских документов во всех отраслях промышленности и производства. К конструкторским документам относят чертежи деталей, сборочные чертежи, схемы, некоторые текстовые документы и пр.

Стандарты установлены не только на конструкторские документы, но и на отдельные виды продукции, выпускаемой предприятиями. Государственные стандарты (сокращенно ГОСТ) обязательны для всех предприятий и организаций.

Каждый стандарт имеет соответствующее обозначение. Например, ГОСТ 2.301-68. Здесь цифра 2 указывает класс стандарта, 301 обозначает номер стандарта, а 68 — год его регистрации.

В Беларуси действует своя система стандартизации. Стандарты разработаны на многие виды изделий, информации и пр. Сокращенно стандарты Беларуси обозначают буквами СТБ.

Стандарты время от времени пересматривают. Изменения стандартов связаны с развитием промышленности и совершенствованием теории и практики выполнения графических изображений.



1. Что такое стандарт? Для чего он введен?
2. Как сокращенно обозначают стандарт?

**3.2. Форматы.** Чертежи и другие конструкторские документы нельзя выполнять на листах произвольных размеров.

Для экономного расходования бумаги, удобства копирования, хранения чертежей и пользования ими стандарт устанавливает строго определенные размеры листов — **форматы**.

На уроках черчения вы будете пользоваться листами чертежной бумаги, размеры сторон которых  $210 \times 297$  мм. Такой формат обозначают А4. Сведения о форматах даны на с. 168 в приложениях 1 и 2.

Каждый формат должен иметь **рамку**, которая ограничивает его рабочее поле, т. е. поле для выполнения чертежей (рис. 6). Линии рамки — сплошные толстые основные. Их проводят сверху, справа и снизу на расстоянии 5 мм от границы формата, а с левой стороны — на расстоянии 20 мм от нее. Эту полоску оставляют для подшивки чертежей.

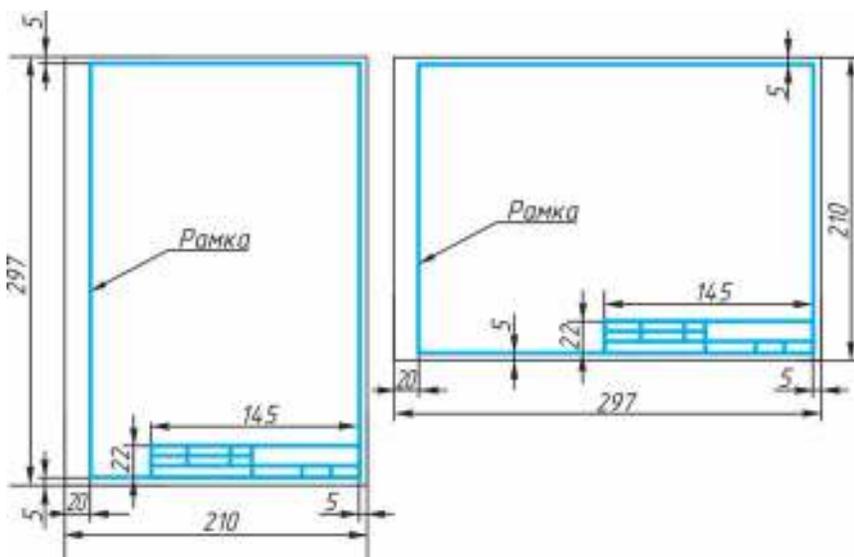


Рис. 6. Оформление листа формата А4  
Правообладатель Национальный институт образования

-  1. Какие размеры имеет лист формата А4?
2. На каком расстоянии от границы формата надо проводить линии рамки чертежа?
-  4. Какое максимальное количество форматов А4 можно получить путем деления формата А1 на равные части?

**3.3. Основные надписи чертежа.** На чертежах в правом нижнем углу располагают **основную надпись** (см. рис. 2). Ее форму, размеры и содержание устанавливает стандарт. На учебных чертежах вы будете выполнять основную надпись в виде прямоугольника со сторонами  $22 \times 145$  мм (см. рис. 6). Размеры ее отдельных граф даны в приложении 3. Образец заполненной основной надписи показан на рисунке 7. Производственные чертежи, выполняемые на листах формата А4, располагают только вертикально, а основную надпись на них — только вдоль короткой стороны. На чертежах других форматов основную надпись можно располагать как вдоль длинной, так и вдоль короткой стороны.

В виде исключения на учебных чертежах формата А4 основную надпись разрешено располагать как вдоль длинной, так и вдоль короткой стороны листа (см. рис. 6).

-  1. Где помещают основную надпись на чертеже? Назовите ее размеры.
2. Рассмотрите рисунок 7 и перечислите, какие сведения содержит основная надпись чертежа.

<i>Чертил</i>	<i>Василенок</i>		<i>Втулка</i>		
<i>Проверил</i>	<i>Климович</i>				
<i>Школа № 12, кл. 9 Б</i>			<i>Сталь</i>	<i>1 : 1</i>	<i>№ 3</i>

Рис. 7. Основная надпись на учебном чертеже

**3.4. Шрифты.** Все надписи на чертежах должны быть выполнены **чертежным шрифтом**. Шрифты делятся на прописные (заглавные) и строчные. Начертание букв и цифр чертежного шрифта устанавливается стандартом (см. приложение 4). Он определяет в миллиметрах высоту и ширину букв и цифр, толщину линий обводки, расстояние между буквами, словами и основаниями строк (см. приложение 5).

Пример построения одной из букв (**H**) на вспомогательной сетке показан на рисунке 8.

Шрифт может быть как с наклоном (около  $75^\circ$ ) (рис. 8, а), так и без наклона (рис. 8, б).

Стандарт устанавливает несколько размеров шрифта, например: 3,5; 5; 7; 10 и др. За *размер* ( $h$ ) шрифта принимается величина, определяемая высотой прописных (заглавных) букв в миллиметрах. Строчные буквы имеют высоту на размер меньше прописных.

Основную надпись вы будете заполнять шрифтом 3,5, название чертежа — шрифтом 5 или 7.

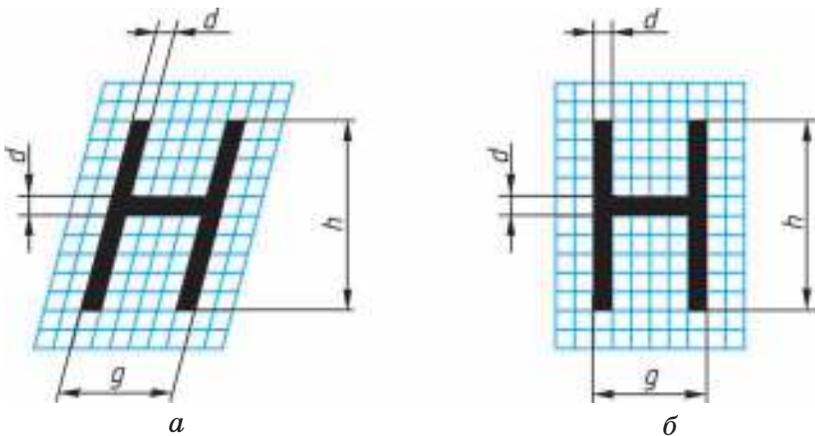


Рис. 8. Пример построения буквы чертежного шрифта

1. Как определяется размер шрифта?
2. Чему равна ширина прописных букв? (См. приложение 5.)
5. Выполните в рабочей тетради несколько надписей. Можете, например, написать свои фамилию, имя, домашний адрес.

## § 4. Линии, применяемые на чертежах

Обратимся к чертежу детали (рис. 9, а), наглядное изображение которой приведено на рисунке 9, б.

Как видите, чертеж содержит разные линии. Для того чтобы изображение было всем понятно, ГОСТ устанавливает определенное начертание и основное назначение линий для всех чертежей промышленности и строительства. Наименование линий, их начертание, назначение и толщина обводки даны на форзаце I.

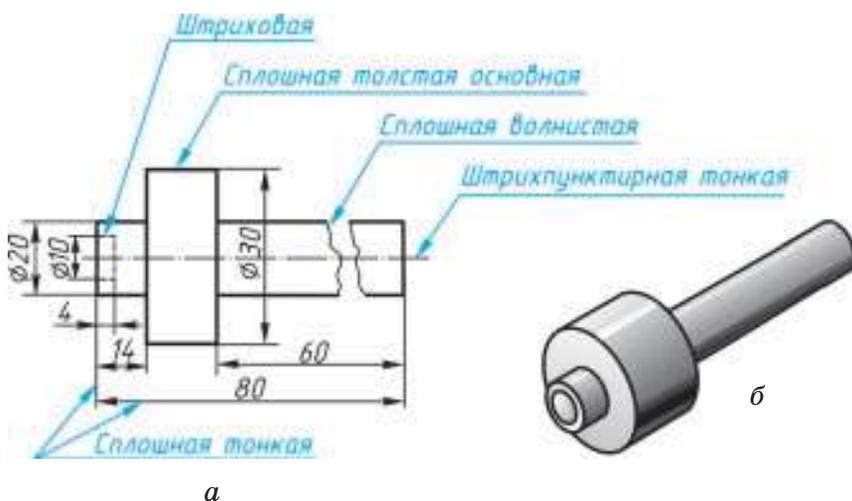


Рис. 9. Линии чертежа

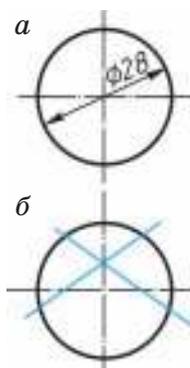


Рис. 10.  
Проведение  
центровых  
линий

Применяя разные линии при выполнении чертежей, следует иметь в виду некоторые особенности их начертания. Так, штрихи (черточки) штриховой линии должны быть одинаковой формы на всем чертеже. При использовании штрихпунктирной тонкой линии для указания центра дуг окружностей (рис. 10) положение центра должно определяться пересечением штрихов, как показано на рисунке 10, а, а не точкой, как на рисунке 10, б.

Концы осевых и центровых линий должны выступать за контуры изображения предмета, но не более чем на 5 мм.

При построении разверток используют штрихпунктирную с двумя точками линию для указания линии сгиба.

Толщина линий одного и того же типа должна быть одинакова для всех изображений на данном чертеже. Она должна быть не менее 0,3 мм, если чертеж выполняется карандашом.

- ?**
1. Каково назначение сплошной толстой основной линии?
  2. Какая линия называется штриховой? Где она используется? Какова толщина этой линии?
  3. Где используют на чертеже штрихпунктирную тонкую линию? Какова ее толщина?
  4. Для чего на чертеже используют сплошную тонкую линию? Какой толщины она должна быть?
- ▼**
6. Какую толщину должна иметь штриховая линия, если толщина сплошной толстой линии будет, например, 1,2 мм?

## ГР 1-1 Оформление формата

На листе чертежной бумаги формата А4 нарисуйте рамку и основную надпись. Заполните по указанию учителя отдельные графы надписи чертежным шрифтом. Подготовленный формат может быть использован при выполнении одной из последующих графических работ.

## § 5. Нанесение размеров

**ВМ** **5.1. Общие сведения.** Для определения величины изображенного изделия или какой-либо его части по чертежу на нем наносят размеры. Размеры разделяют на линейные и угловые. *Линейные* размеры характеризуют длину, ширину, толщину, высоту, диаметр или радиус измеряемой части изделия. *Угловые* размеры характеризуют величину углов.

Линейные размеры на чертежах указывают в миллиметрах, но обозначение единицы измерения не выносят. Угловые размеры указывают в градусах, минутах и секундах.

Общее количество размеров на чертеже должно быть наименьшим, но достаточным для изготовления и контроля изделия.

**?** В каких единицах выражают линейные размеры на машиностроительных чертежах?

**5.2. Правила нанесения размеров.** Такие правила установлены стандартом. Назовем их, пользуясь полученными ранее сведениями.

1. Размеры на чертежах указывают с помощью **выносных** и **размерных линий** и **размерных чисел**. Сначала проводят выносные линии перпендикулярно отрезку, размер которого указывают (рис. 11, *а*). Затем на расстоянии 10 мм и более от контура детали проводят параллельную ему размерную линию. Она ограничивается с двух сторон стрелками. Какой должна быть стрелка, показано на рисунке 11, *б*. Выносные линии выходят за концы стрелок размерной линии на 1...5 мм. Выносные и размерные линии проводят сплошной тонкой линией. Над размерной линией, ближе к ее середине, наносят размерное число.

2. Если на чертеже несколько размерных линий, параллельных друг другу, то ближе к изображению наносят меньший размер, чтобы выносные и размерные линии на чертеже не пересеклись. Расстояние между параллельными размерными линиями выбирают от 7 до 10 мм, чтобы между ними размещались размерные числа, не касаясь этих линий.

3. Для обозначения **диаметра** перед размерным числом наносят специальный знак — кружок, перечеркнутый линией (рис. 12, *а*). Если

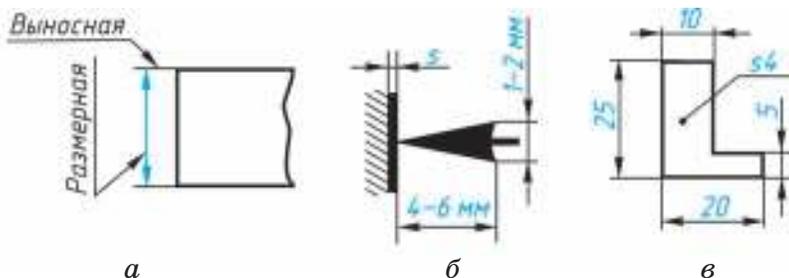


Рис. 11. Нанесение линейных размеров

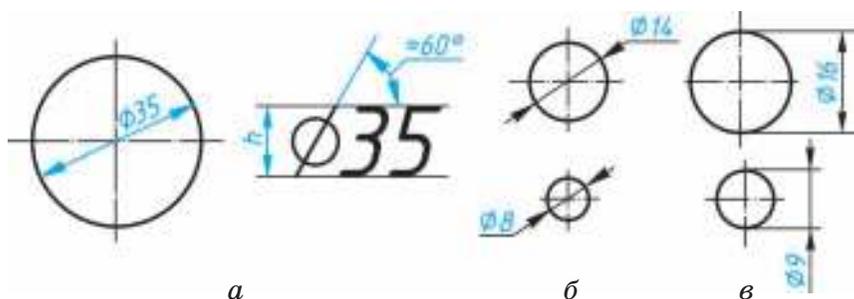


Рис. 12. Нанесение размеров окружностей

размерное число внутри окружности не помещается на рисунке, его выносят за пределы окружности, как показано на рисунке 12, б и в. Аналогично поступают при нанесении размера прямолинейного отрезка (см. рис. 11, в, размер 5).

4. Для обозначения **радиуса** перед размерным числом пишут прописью латинскую букву *R* (рис. 13, а). Размерную линию для указания радиуса проводят, как правило, из центра дуги и заканчивают с одной стороны стрелкой, упирающейся в точку дуги окружности.

5. При указании размера угла размерную линию проводят в виде дуги окружности с центром в вершине угла (рис. 13, б).

6. Если размерная линия расположена вертикально (независимо от того, с какой стороны кон-

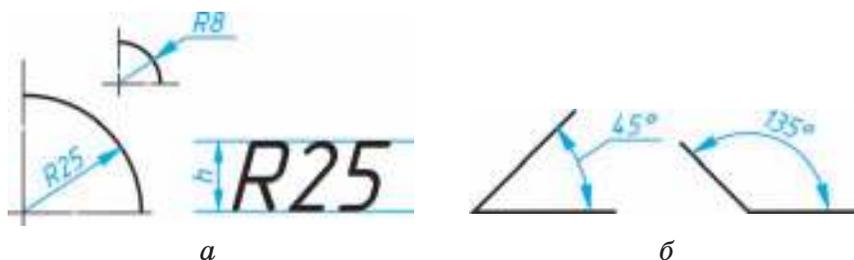


Рис. 13. Нанесение размеров дуг и углов

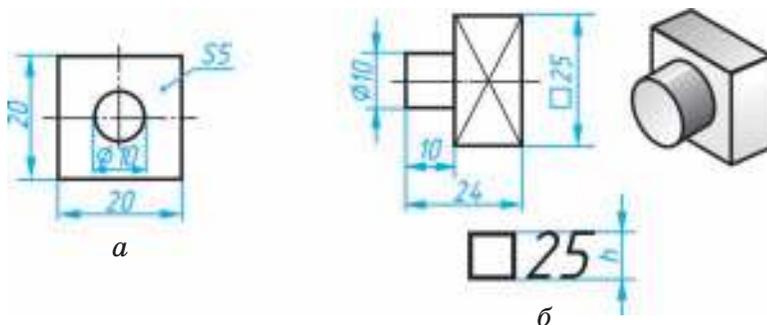


Рис. 14. Нанесение размеров квадрата

тура детали), то размерное число пишут слева от этой линии и читают снизу вверх (см. рис. 11, *в*, размеры 25; 5). При наклонных размерных линиях цифры располагают над линией (см. рис. 12, *а*, размер  $\varnothing 35$ ; рис. 13, *а*, размер  $R 25$ ).

7. Размеры квадрата ГОСТ рекомендует наносить так, как показано на рисунке 14, *а*. В то же время перед размерным числом, указывающим сторону квадратного элемента (отверстия и пр.), наносят знак квадрата  $\square$  (рис. 14, *б*). При этом высота знака должна быть равна высоте цифр.

8. При изображении плоских деталей в одной проекции толщина детали условно обозначается латинской строчной буквой *s*. Ее ставят перед размерным числом (см. рис. 11, *в*, *s4* и рис. 14, *а*, размер *s5*).



1. Какой толщины должны быть выносные и размерные линии?
2. Какое расстояние оставляют между контуром изображения и размерными линиями? между размерными линиями?
3. Какие знаки и буквы наносят перед размерным числом при указании величин диаметров и радиусов?



7. В КТС прочитайте сведения об окружности и ее элементах.

8. Перечертите в рабочую тетрадь, сохраняя пропорции и увеличивая примерно в 2 раза, изображение детали, данное на рисунке 15. Нанесите необходимые размеры, укажите толщину детали (она равна 4 мм).

9. Начертите в рабочей тетради окружности, диаметры которых равны 40, 30, 20 и 10 мм. Нанесите их размеры. Начертите дуги окружностей с радиусами 40, 30, 20 и 10 мм и нанесите размеры.

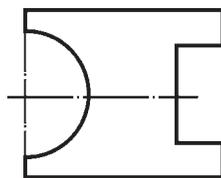


Рис. 15.

Задание для  
упражнений

ГР 1-2

### Чертеж детали

Выполните чертежи деталей «пластина» по имеющимся половинам изображений, ограниченных осью симметрии (рис. 16, а, б). Нанесите размеры, укажите толщину деталей (5 мм) надписью. Масштаб изображения 2:1. (О масштабе см. информацию в КТС.)

**У к а з а н и я.** На чертеже дана лишь половина изображения детали. Вам нужно представить, как будет выглядеть деталь полностью, помня о симметрии, выполнить сначала эскизно ее изображение на отдельном листе. Затем следует перейти непосредственно к выполнению требуемого чертежа.

На листе формата А4 начертите рамку и выделите место для основной надписи (22×145 мм). Определите центр рабочего поля чертежа и от него ведите построение изображения.

**П л а н п о с т р о е н и я:**

- 1) проведите оси симметрии;
- 2) постройте тонкими линиями прямоугольник, соответствующий общей форме детали;

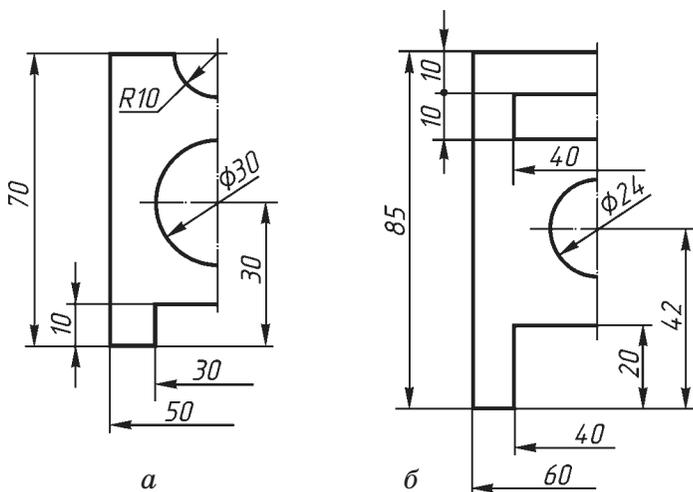


Рис. 16. Задание к графической работе № 1

3) разметьте изображения прямоугольных элементов детали;

4) определив положение центров окружности и полуокружности, проведите их;

5) нанесите размеры элементов детали и ее габаритные размеры (наибольшие по длине и высоте), укажите ее толщину;

6) обведите чертеж линиями, установленными стандартом: сначала — окружности, затем — горизонтальные и вертикальные прямые.

Заполните основную надпись и проверьте выполненный чертеж.



1. Для чего в черчении используют масштаб?

2. Назовите некоторые численные масштабы увеличения и уменьшения.



10. Какой размер должно иметь изображение детали длиной в 60 мм, если чертеж ее выполнен в масштабе 1:2.

11. Найдите в Интернете информацию по теме «Масштабы чертежей».

## II. СПОСОБЫ ПОСТРОЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ЧЕРТЕЖАХ

### § 6. Способы проецирования

**6.1. Общие сведения о проецировании.** Изображения предметов на чертежах в соответствии с правилами государственного стандарта выполняются по способу (методу) прямоугольного проецирования. *Проецированием* будем называть процесс получения проекций предмета.

Рассмотрим пример.

Возьмем в пространстве произвольную точку  $A$  и какую-нибудь плоскость. Обозначим эту плоскость, например, прописной буквой  $\Pi$  (пи) греческого алфавита с индексом один — т. е.  $\Pi_1$  (рис. 17). Проведем через точку  $A$  прямую так, чтобы она пересекла плоскость  $\Pi_1$  в некоторой точке  $A'$ . Тогда точка  $A'$  будет проекцией точки  $A$ . Проекции точек будем обозначать теми же буквами, что и сами точки, но со штрихом. Плоскость, на которой получается проекция, называется *плоскостью проекций*. Прямая  $AA'$  называется *проецирующим лучом*. С его помощью точка  $A$  проецируется на плоскость  $\Pi_1$ .

**Примечание.** Существуют и другие обозначения проекций точек —  $A_1, A_2, A_3$ , плоскостей проекций —  $H, V, W$ , а также  $\pi_1, \pi_2, \pi_3$  (греческая строчная буква  $\pi$  — пи).

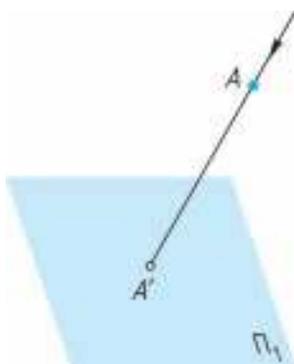


Рис. 17.  
Проецирование  
точки

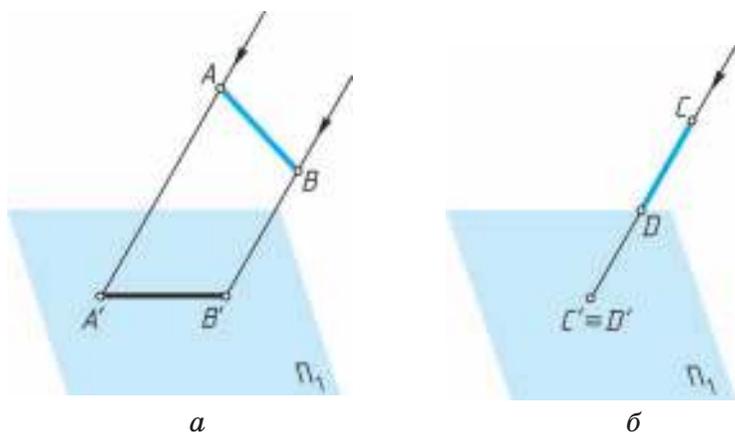


Рис. 18. Проецирование отрезков прямых

Указанным способом могут быть построены проекции всех точек любой фигуры. Так, чтобы получить проекцию  $A'B'$  отрезка  $AB$  прямой (рис. 18, а), необходимо провести проецирующие лучи через две точки отрезка —  $A$  и  $B$ . При этом, если прямая или ее отрезок совпадают по направлению с проецирующим лучом (отрезок  $CD$  на рис. 18, б), они проецируются на плоскость проекций в точку. На изображениях совпадающие проекции точек обозначают знаком  $\equiv$ , например:  $C' \equiv D'$ , как на рисунке 18, б.

Для построения проекции какой-либо фигуры необходимо через ее точки провести воображаемые проецирующие лучи до пересечения их с плоскостью проекций. Проекция всех точек фигуры на плоскости и образуют проекцию заданной фигуры.

Рассмотрим, например, получение проекции такой геометрической фигуры, как треугольник (рис. 19).

Проекцией точки  $A$  на заданную плоскость  $\Pi_1$  будет точка  $A'$  как результат пересечения проецирующего луча  $AA'$  с плоскостью проекций. Проекциями точек  $B$  и  $C$  будут точки  $B'$  и  $C'$ . Соединив на плоскости точки  $A'$ ,  $B'$  и  $C'$  отрезками прямых, получим фигуру  $A'B'C'$ , которая и будет проекцией заданной фигуры.

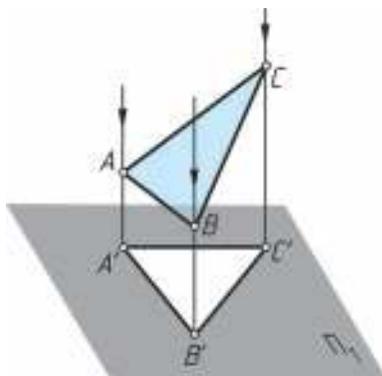


Рис. 19. Проецирование фигуры

В дальнейшем под термином *проекция* мы будем понимать изображение предмета на плоскости проекций.

Слово «проекция» латинское. В переводе оно означает «бросать (отбрасывать) вперед».

Положите на бумагу какой-нибудь плоский предмет и обведите его карандашом. Вы получите изображение, соответствующее проекции этого предмета. Примерами проекций являются фотографические снимки, кинокадры и др.

Изображения предметов, полученные путем проецирования, будем называть **проекционными**.

- ?** 1. Что представляет собой проецирование?  
 2. Как строить на плоскости проекцию точки? проекцию фигуры?

- ▼** 12. В КТС прочитайте сведения о геометрических фигурах и телах.

**6.2. Центральное и параллельное проецирование.** Если проецирующие лучи, с помощью которых строится проекция предмета, исходят из одной точки, проецирование называется **центральным** (рис. 20). Точка, из которой исходят лучи, называется **центром проецирования**. Полученная при этом проекция — **центральной**.

Центральную проекцию часто называют перспективной. Примерами центральной проекции являются фотоснимки и кинокадры, тени, отбросенные от предмета лучами электрической лампочки, и др. Центральные проекции применяют в рисовании с натуры.

Если проецирующие лучи параллельны друг другу (рис. 21), то проецирование называется **параллельным**, а полученная проекция — **параллельной**. Параллельной проекцией можно условно считать солнечные тени предметов. Примеры параллельного проецирования приведены на рисунках 18, а и 19.

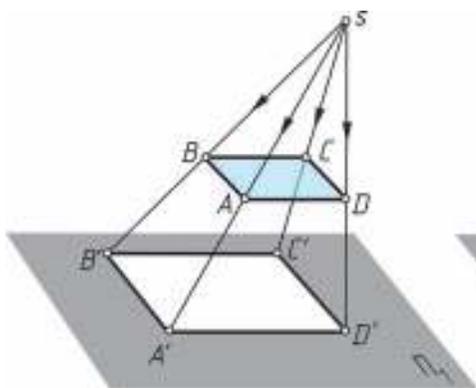


Рис. 20. Центральное проецирование

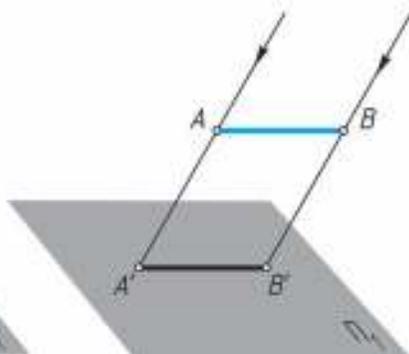


Рис. 21. Параллельное проецирование отрезка

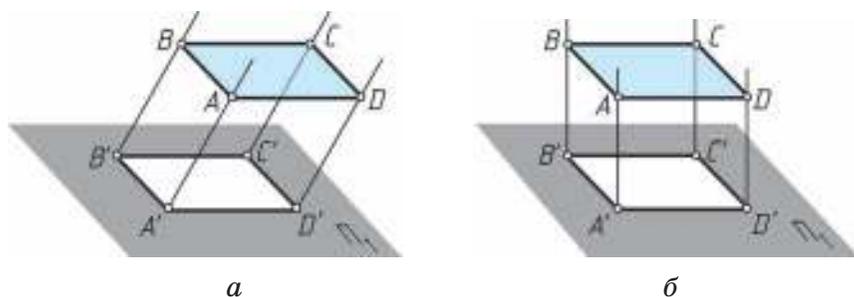


Рис. 22. Параллельное проецирование:  
*а* — косоугольное; *б* — прямоугольное

Строить изображение предмета при параллельном проецировании проще, чем при центральном. Так, если отрезок  $AB$  (см. рис. 21) или любая плоская фигура, как, например, на рисунке 22, параллельны плоскости проекций, то их проекции и сами проецируемые фигуры равны.

При параллельном проецировании все лучи падают на плоскость проекций под одинаковым углом. Если это любой угол, который не равен  $90^\circ$ , как на рисунке 22, *а* или на рисунке 18, *а*, то проецирование называется **косоугольным**.

В том случае, когда проецирующие лучи перпендикулярны плоскости проекций (рис. 22, *б*), т. е. составляют с ней угол  $90^\circ$ , проецирование называется **прямоугольным** (см. рис. 19). Полученная при этом проекция называется **прямоугольной**. Прямоугольное проецирование широко используется при построении изображений на чертежах.



1. Какое проецирование называется центральным? параллельным? косоугольным? прямоугольным?
2. Дайте обоснование, почему строить изображение в параллельной проекции проще, чем в центральной.



**6.3. Получение аксонометрических проекций.** В технической графике особую группу составляют проекции, которые получены путем параллельного проецирования предмета вместе с осями  $x$ ,  $y$  и  $z$  пространственной системы прямоугольных координат на произвольную плоскость (рис. 23). Обозначим ее  $\Pi_0$ . Полученную таким образом проекцию на плоскости  $\Pi_0$  называют **аксонометрической**. В зависимости от направления проецирования по отношению к плоскости проекций аксонометрические проекции могут быть как прямоугольными, так и косоугольными.

Слово «аксонометрия» — греческое. В переводе оно означает «измерение по осям».

Проекции  $x^0$ ,  $y^0$  и  $z^0$  осей координат на плоскости проекций называют **аксонометрическими**. Когда строят аксонометрические проекции предметов, размеры откладывают по осям или параллельно им.

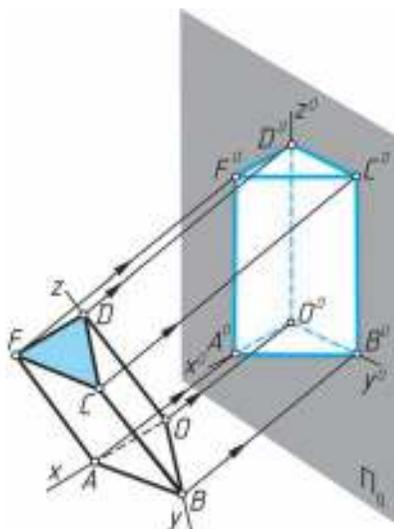


Рис. 23. Получение аксонометрической проекции

Правообладатель Национальный институт образования

Аксонометрические проекции относят к числу наглядных изображений. По ним можно легко получить общее представление о внешней форме предмета.

Однако на аксонометрических проекциях предметы получают с искажениями. Например, окружности проецируются в эллипсы, прямые углы — в тупые или острые. Искажаются и некоторые размеры предмета. Поэтому такие проекции применяют в основном при выполнении технических рисунков.

Для получения изображений на чертежах используют метод

прямоугольного проецирования на одну, две и более плоскости проекций.

1. Какие проекции называют аксонометрическими?  
 2. Какие аксонометрические проекции получаются в зависимости от направления проецирования?
13. В КТС найдите дополнительную информацию об аксонометрических проекциях.

## § 7. Чертежи в системе прямоугольных проекций

**7.1. Прямоугольное проецирование на одну плоскость проекций.** Пусть необходимо построить прямоугольную проекцию заданного предмета (рис. 24, а). Выберем для этой цели некоторую вертикальную плоскость проекций так, чтобы она была расположена перед зрителем. Такую плоскость называют *фронтальной* (от фр. *frontal*, что означает «обращенный лицом к зрителю»). Обозначим ее буквой  $\Pi$  с индексом два —  $\Pi_2$ . Будем теперь строить проекцию предмета на эту

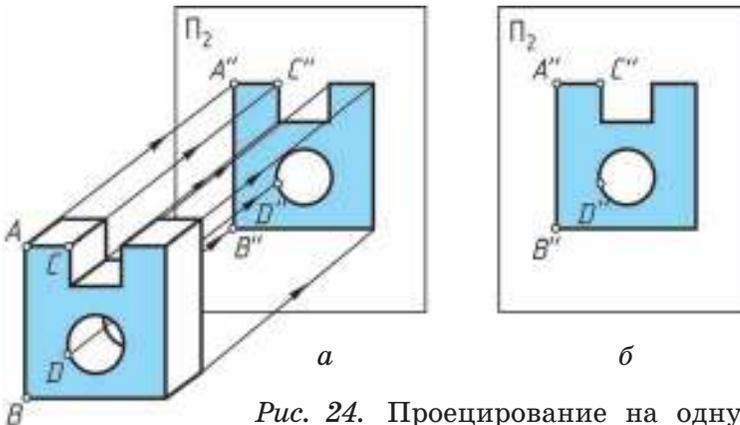


Рис. 24. Проецирование на одну плоскость проекций

плоскость, рассматривая предмет спереди. Для этого мысленно через характерные точки предмета, например вершины  $A, B, C$  и др., и точки отверстия проведем проецирующие лучи, перпендикулярные плоскости проекций  $\Pi_2$ . Отметим точки  $A'', B'', C''$  пересечения их с плоскостью  $\Pi_2$  и соединим прямыми, а точки окружности — кривой линией. Мы получим проекцию предмета на плоскости  $\Pi_2$  (рис. 24, б).

Заметьте, что предмет был расположен перед плоскостью проекций так, что две его грани — передняя и задняя — оказались параллельными этой плоскости и спроецировались на нее без искажения. Другие грани, например перпендикулярные к плоскости проекций, изобразились в виде линий.

По полученной проекции мы сможем судить лишь о двух измерениях предмета — высоте и ширине, о диаметре отверстия, других элементах. А какова толщина предмета? Пользуясь полученной проекцией, мы этого сказать не можем. Значит, одна проекция не выявляет третьего измерения предмета. Чтобы по такому изображению можно было полностью судить о величине детали, его дополняют указанием толщины ( $s$ ) детали (рис. 25, а). Так поступают, если предмет имеет простую форму, не содержит выступов, впадин и пр., т. е. его условно можно назвать «плоским».

Проставив другие размеры, мы будем иметь чертёж предмета, содержащий одну прямоугольную проекцию (рис. 25, б). Границы плоскости проекций при этом не показывают.

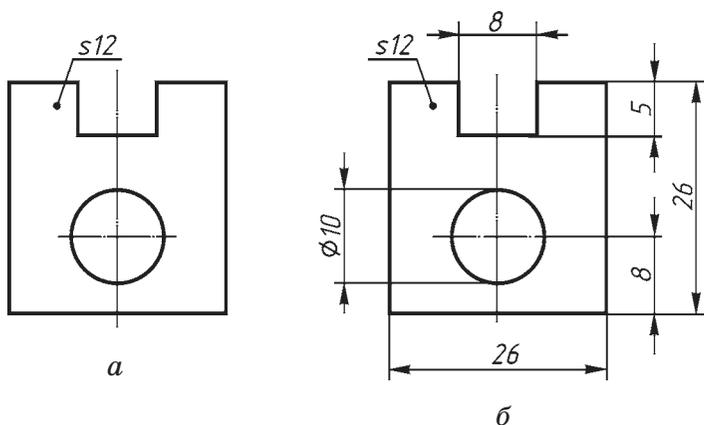


Рис. 25. Чертеж детали

**ДИ** Проекции, на которых высоты различных частей объекта указаны числом, называют **проекциями с числовыми отметками**. С ними вы уже встречались на уроках «Человек и мир» и «География».

- ?**
1. Какую плоскость проекций называют фронтальной? Как ее обозначают?
  2. Для чего используются проекции с числовыми отметками?

**7.2. Прямоугольное проецирование на две плоскости проекций.** Одна проекция не всегда однозначно определяет геометрическую форму предмета. Например, по одной проекции, данной на рисунке 26, *a*, можно представить предметы такими, как они показаны на рисунке 26, *б* и *в*. Можно мысленно подобрать и другие предметы, которые также будут иметь своей проекцией изображение, данное на рисунке 26, *a*. Кроме того, на таком изображении не отражено третье измерение предмета.

Все эти недостатки можно устранить, если построить не одну, а две прямоугольные проекции

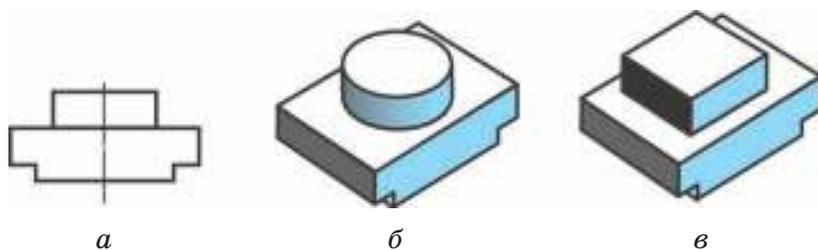


Рис. 26. Неопределенность формы предмета на изображении

предмета на две взаимно перпендикулярные плоскости (рис. 27, а): фронтальную  $\Pi_2$  и горизонтальную  $\Pi_1$ .

Чтобы получить проекцию на фронтальной плоскости  $\Pi_2$ , предмет рассматривают спереди, а на горизонтальной плоскости  $\Pi_1$ , — сверху. Проекцию на плоскости  $\Pi_2$  называют *фронтальной*, на плоскости  $\Pi_1$  — *горизонтальной*. Линию пересечения этих плоскостей (она обозначена  $x$ ) называют *осью проекций*.

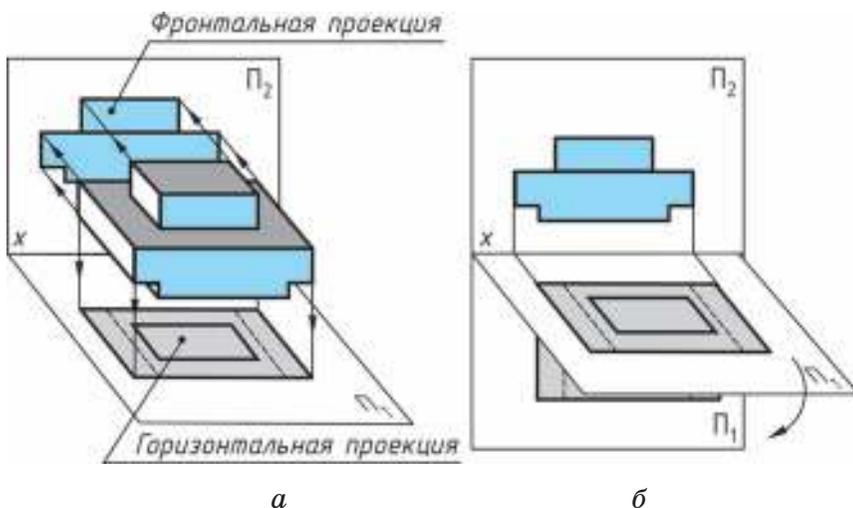


Рис. 27. Проецирование на две плоскости проекций

Построенные проекции оказались расположенными в пространстве в разных плоскостях (горизонтальной и вертикальной). Изображения же предмета обычно выполняют на одном листе, т. е. в одной плоскости. Поэтому для получения чертежа предмета обе плоскости совмещают в одну (рис. 27, б). Для этого поворачивают горизонтальную плоскость проекций вокруг оси  $x$  вниз на  $90^\circ$  так, чтобы она совпала с вертикальной плоскостью. Обе проекции окажутся расположенными в одной плоскости (рис. 28).

На совмещенных плоскостях фронтальная и горизонтальная проекции предмета располагаются в проекционной связи, т. е. горизонтальная проекция будет находиться точно под фронтальной (рис. 28, а). Прямая, которая соединяет (т. е. связывает) на чертеже две проекции одной и той же точки, называется *линией связи*. Так, фронтальные и горизонтальные проекции точек

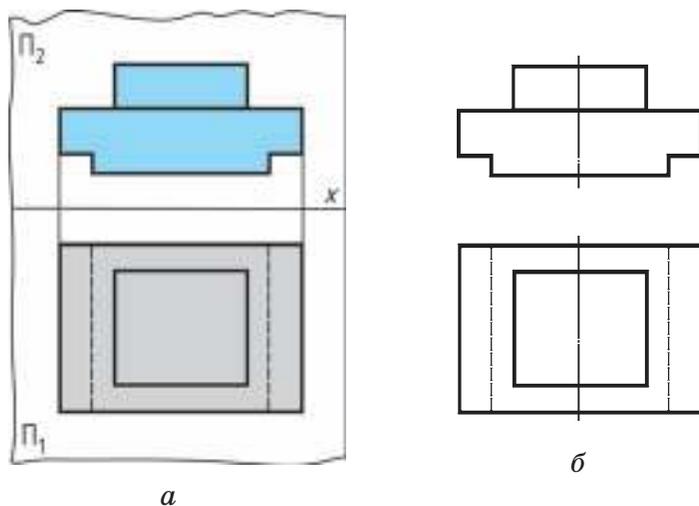


Рис. 28. Две проекции предмета  
Правообладатель Национальный институт образования

связаны вертикальными линиями связи. На рисунке 28, *а* такие линии для примера приведены только для точек крайних граней предмета.

Границы плоскостей проекций на чертеже можно не показывать, не наносят также и проекции проецирующих лучей и линию пересечения плоскостей проекций, т. е. ось проекций (рис. 28, *б*), если в этом нет необходимости.

Обратите внимание, что нижний выступ предмета оказался невидимым на горизонтальной проекции, поэтому он показан штриховыми линиями.

**ДИ** Способ прямоугольного проецирования на две взаимно перпендикулярные плоскости был разработан французским ученым-геометром Гаспаром Монжем в конце XVIII в. Поэтому такой способ часто называют **методом Монжа**.

Гаспар Монж положил начало развитию науки об изображении предметов — **начертательной геометрии**. Начертательная геометрия является теоретической основой черчения.

- ?**
1. Всегда ли достаточно на чертеже одной проекции предмета?
  2. Как называются плоскости проекций  $\Pi_1$  и  $\Pi_2$ ?
  3. Как называются проекции, полученные при проецировании предмета на две плоскости проекций? Как должны располагаться эти плоскости относительно друг друга?

- ▼** 14. Найдите в Интернете биографические данные о Гаспаре Монже.

**7.3. Прямоугольное проецирование на три плоскости проекций.** Рассмотрим еще один пример. По чертежу на рисунке 29, *а* мы легко представим общую форму детали. Но форма выемки в вертикальной части остается невыявленной (рис. 29, *б*). Чтобы увидеть форму выемки,

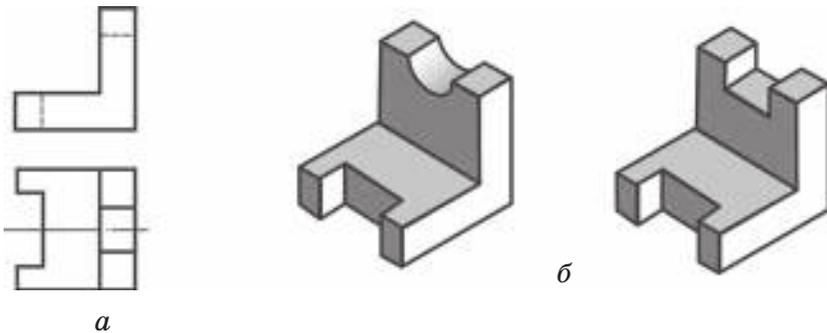


Рис. 29. Неопределенность формы предмета на изображении

надо построить проекцию еще на одну плоскость. Ее располагают перпендикулярно плоскостям проекций  $\Pi_1$  и  $\Pi_2$  (рис. 30, *a*) и обозначают буквой  $\Pi_3$ .

Третью плоскость проекций называют *профильной*, а полученную на ней проекцию — *профильной проекцией* предмета (от фр. *profil*, что означает «вид сбоку»). Проецируемый предмет помещают в пространстве трехгранного угла, образо-

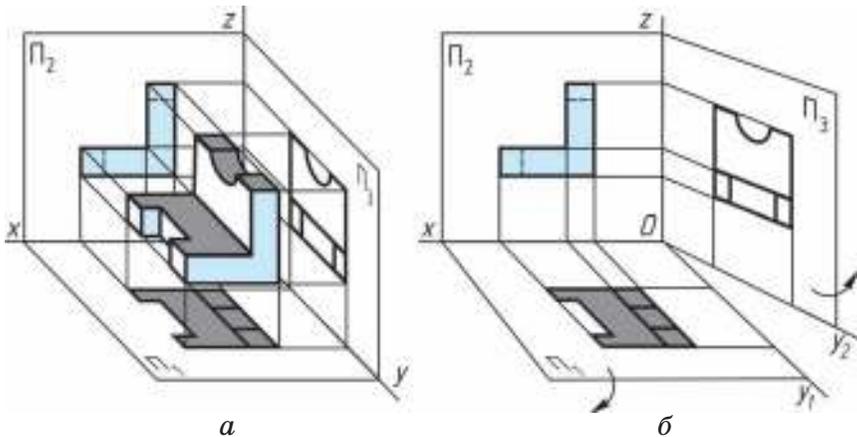


Рис. 30. Проецирование на три плоскости проекций

ванного плоскостями  $\Pi_1$ ,  $\Pi_2$  и  $\Pi_3$ , и рассматривают с трех сторон — спереди, сверху и слева. Через характерные точки предмета проводят проецирующие лучи до пересечения с плоскостями проекций. Точки пересечения соединяют прямыми или кривыми линиями. Полученные фигуры будут проекциями предмета на плоскостях  $\Pi_1$ ,  $\Pi_2$  и  $\Pi_3$ .

Профильная плоскость проекций — вертикальная. Она перпендикулярна одновременно горизонтальной и фронтальной плоскостям проекций. В пересечении с плоскостью  $\Pi_1$  она образует ось  $y$ , а с плоскостью  $\Pi_2$  — ось  $z$ .

Для получения чертежа предмета плоскость  $\Pi_3$  поворачивают на  $90^\circ$  вправо, а плоскость  $\Pi_1$  — на  $90^\circ$  вниз (рис. 30, б). Полученный таким образом чертеж содержит три прямоугольные проекции предмета: фронтальную, горизонтальную и профильную (рис. 31, а). Линии связи на рисунке 31, а показаны только для точек, лежащих на крайних гранях предмета.

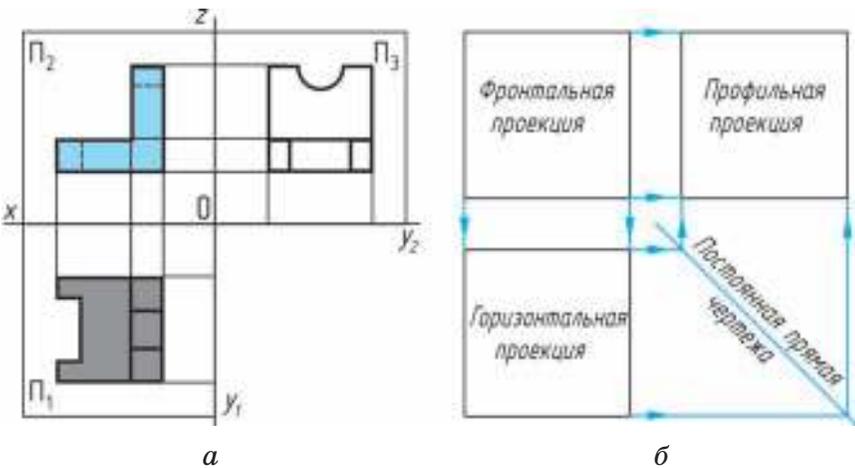


Рис. 31. Три проекции предмета  
 Правообладатель Национальный институт образования

На рисунке 31, б приведена упрощенная схема расположения трех проекций на чертеже. Из нее видно, что профильную проекцию располагают в проекционной связи с фронтальной проекцией справа от нее. Линии, связывающие одни и те же точки фронтальной и профильной проекций, — горизонтальные.

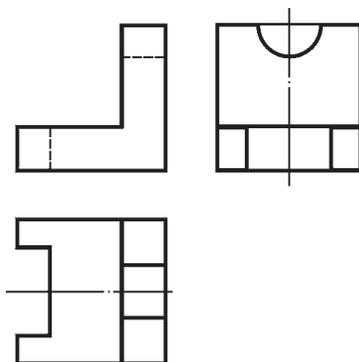


Рис. 32. Чертеж предмета

При проведении линий связи между горизонтальной и профильной проекциями используют прямую, расположенную под углом  $45^\circ$  к любой вертикальной или горизонтальной линии на чертеже или рамке чертежа. Ее называют **постоянной прямой чертежа**.

Рисунок 32 содержит чертеж изображаемого нами предмета. Чертеж состоит из трех построенных проекций. Оси проекций и линии связи на чертеже не показаны.

**ДИ** Чертеж, состоящий из нескольких прямоугольных проекций, называют чертежом в системе прямоугольных проекций, или комплексным. В зависимости от сложности геометрической формы предмета на чертеже он может быть представлен одной, двумя и более проекциями. Для краткости чертеж в системе прямоугольных проекций будем называть просто чертежом.

- ?**
1. Какую проекцию называют фронтальной?
  2. Как называют чертеж, состоящий из нескольких прямоугольных проекций?

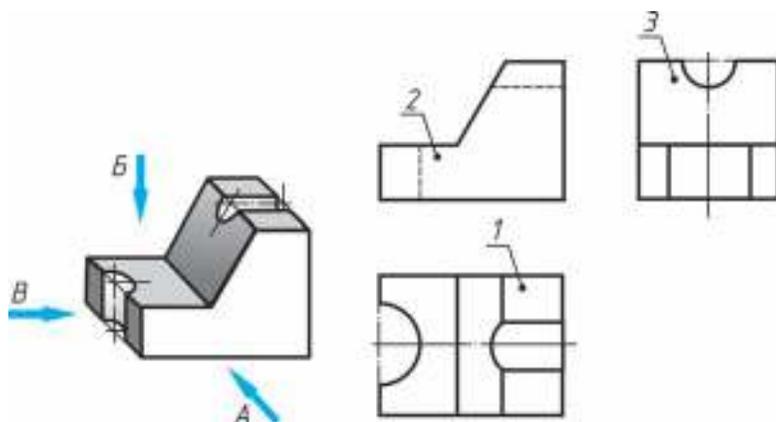


Рис. 33. Задание для упражнений



15. В КТС прочитайте материал «Изображение точки на чертеже».

16. На рисунке 33 дано наглядное изображение и комплексный чертеж детали — угольника. На наглядном изображении стрелками показаны направления проецирования. Проекция детали обозначены цифрами: 1, 2, 3. Вам нужно, не перечерчивая чертеж, записать в рабочей тетради:

- 1) какой проекции (обозначенной цифрой) соответствует каждое направление проецирования (обозначенное буквой);
- 2) названия проекций 1, 2 и 3.

## § 8. Построение изображений предметов на технических чертежах

**8.1. Основные виды.** Согласно стандарту ЕСКД изображения на технических чертежах, полученные по методу прямоугольного проецирования, называют видами.

**Вид** — это изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета.

Устанавливаются следующие названия видов, полученных на основных плоскостях проекций

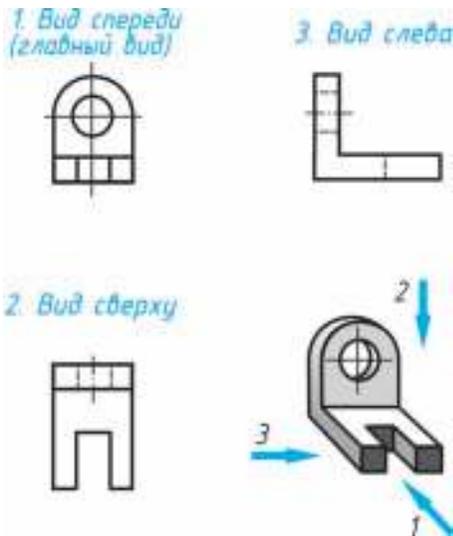


Рис. 34. Расположение и наименование видов детали

(рис. 34): *1 — вид спереди* (или *главный вид*) — на фронтальной плоскости; *2 — вид сверху* — на горизонтальной плоскости; *3 — вид слева* — на профильной плоскости. Могут быть построены *виды справа, снизу* и *сзади*. Вид спереди является *основным*. Под ним расположен вид сверху. Справа от главного вида и на одной с ним высоте — вид слева. Названия видов на чертеже не подписывают.

Количество видов, других изображений на чертеже должно быть наименьшим, но достаточным для полного выявления формы предметов. Использование знаков, различных условностей, надписей позволяет уменьшить количество изображений. С этой целью на видах допускается, например, показывать при помощи штриховых линий невидимые части предмета.



1. Дайте определение вида. Перечислите названия видов.
2. Как вы считаете, какое количество изображений должно быть на чертеже?
3. С какой целью на чертежах используют условные знаки, надписи? Приведите примеры.

**8.2. Местные виды.** В некоторых случаях на чертеже вместо полного вида можно показать его часть. Это упрощает построение изображения предмета.

Изображение отдельного, ограниченного места поверхности предмета называется **местным видом**. Его применяют в том случае, когда требуется показать форму и размеры отдельных элементов детали, например шпоночной канавки (рис. 35) и др.

Местный вид может быть ограничен линией обрыва, осью симметрии и пр. Располагают местный вид либо в проекционной связи с другими изображениями (см. рис. 35), либо на свободном поле чертежа. В последнем случае его отмечают буквой русского алфавита.

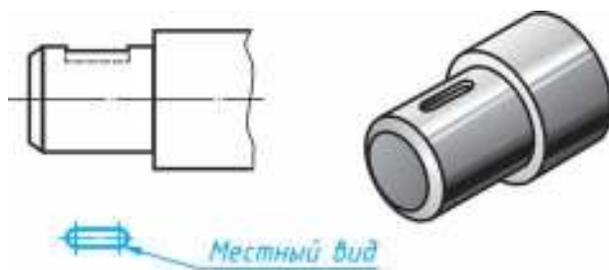


Рис. 35. Местный вид детали



17. На рисунке 36 даны расположенные в беспорядке изображения детали: в одном из рядов — главные виды, в другом —

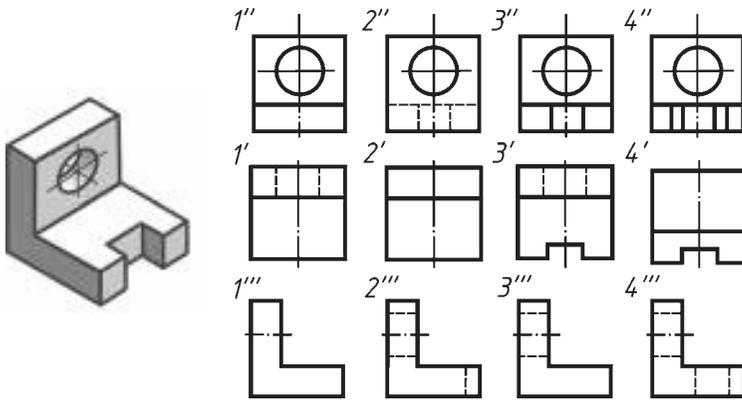


Рис. 36. Задание для упражнений

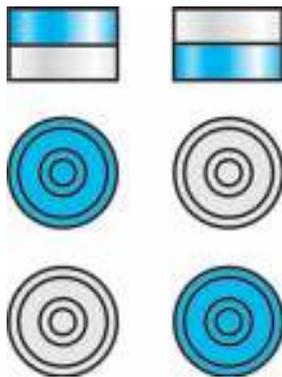


Рис. 37. Занимательные задачи

виды сверху, в третьем — виды слева. Из четырех изображений в ряду лишь одно соответствует данной детали. Найдите правильные виды по имеющимся номерам.

18. На столе лежат шашки, как показано на рисунке 37. Сосчитайте по чертежу, сколько шашек находится в первых, ближних к вам, столбиках. Сколько всего шашек лежит на столе? Если вы затрудняетесь сосчитать их по чертежу, попробуйте сначала сложить шашки в столбики, пользуясь чертежом. Теперь попробуйте правильно ответить на вопросы.

### III. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОСТРОЕНИЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЧЕРТЕЖЕЙ

#### § 9. Деление отрезков и окружностей на равные части

Простейшие графические построения осуществляются с помощью чертежных инструментов. В математике такие построения называют *геометрическими*. Примерами подобных построений могут служить задачи на проведение параллельных и взаимно перпендикулярных прямых, деление отрезков, углов и окружностей на равные части и пр. Широкие возможности для графических построений открылись с появлением компьютеров.

Одни и те же графические построения могут быть выполнены различными приемами и с помощью различных инструментов. Рассмотрим некоторые из них.

**ВМ** 9.1. Деление отрезков и построение углов. Чтобы разделить отрезок  $AB$  на несколько равных частей, из его конца, например из точки  $A$ , проводят под любым углом к нему прямую произвольной длины (рис. 38,  $a$ ). Из точки  $A$  по ней откладывают циркулем или линейкой столько равных частей, на сколько нужно разделить отрезок, например четыре. Соединяют точку  $4$  с точкой  $B$  прямой и проводят параллельные ей другие прямые через точки  $3, 2, 1$ . Полученные точки  $1_0, 2_0, 3_0$  делят отрезок  $AB$  на четыре равные части.

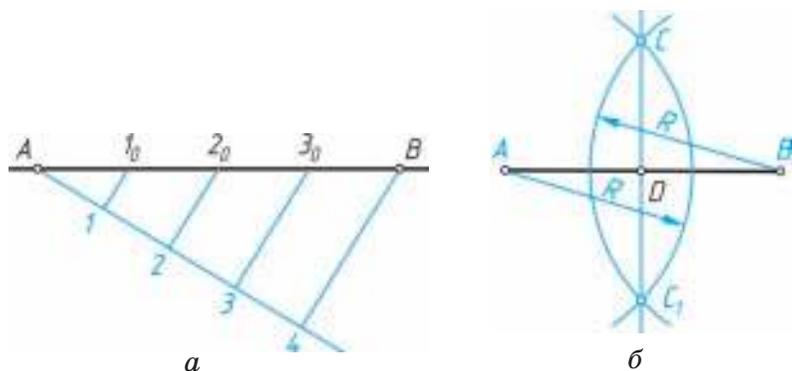


Рис. 38. Деление отрезков

Разделить отрезок на две равные части можно с помощью циркуля и линейки (рис. 38, б). Для этой цели из точек  $A$  и  $B$  радиусом больше половины отрезка проводят дуги до их взаимного пересечения в точках  $C$  и  $C_1$ . Соединив эти точки прямой, получим в пересечении ее с отрезком  $AB$  точку  $D$ , которая является серединой заданного отрезка.

Построение различных углов, например в  $45^\circ$ ,  $60^\circ$ , лучше выполнять с помощью угольников. Но строить углы, как и делить их на равные части, можно и с помощью других инструментов. Такие графические построения рассматриваются в геометрии.



1. Какие графические построения необходимо произвести, чтобы разделить отрезок на несколько равных частей?
2. Какие углы можно построить с помощью угольников?



19. В рабочей тетради разделите отрезок, равный 60 мм, в отношении 2:1. Какой длины оказались отрезки?
20. С помощью угольников постройте углы в  $45^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $120^\circ$ ,  $150^\circ$  (см. приложение 10).

**9.2. Деление окружности на равные части.** Некоторые детали имеют равномерно расположенные окружности или другие элементы, для построения которых нужно делить заданную окружность на равные части.

Для того чтобы разделить окружность на *три* равные части, нужно принять за центр точку пересечения окружности с одним из диаметров и провести из нее дугу, радиус которой  $R$  равен радиусу изображенной окружности (рис. 39, *а*). Полученные точки 1 и 3 вместе с точкой 2 разделяют заданную окружность на три равные части. Соединив точки 1, 2 и 3 прямыми, получим вписанный треугольник (рис. 39, *б*).

Два взаимно перпендикулярных диаметра делят окружность на *четыре* равные части. Соединив точки 1, 2, 3 и 4 прямыми (рис. 40), получим вписанный четырехугольник.

На *шесть* равных частей окружность делят так. Приняв за центры дуг точки пересечения одного из диаметров с окружностью —  $A$  и  $B$ , проводят две дуги радиусом  $R$ , равным радиусу изображенной окружности (рис. 41, *а*). Эти дуги

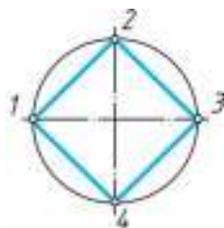
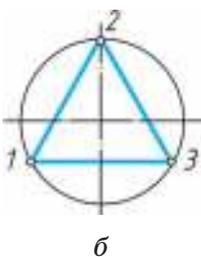
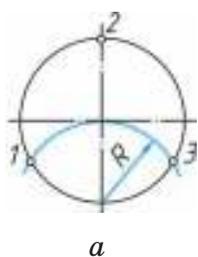


Рис. 39. Деление окружности на три части

Рис. 40. Деление окружности на четыре части

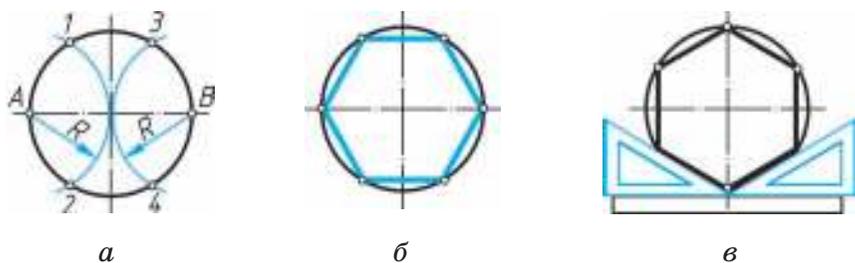


Рис. 41. Деление окружности на шесть частей

пересекают окружность в четырех точках 1, 2, 3 и 4. Вместе с точками A и B они делят окружность на шесть равных частей (рис. 41, б). Ту же задачу можно решить при помощи угольника с углами  $30^\circ$  и  $60^\circ$  и линейки (рис. 41, в).

На рисунке 42, а показано деление окружности на *восемь* равных частей. Для этой цели дуги 1—3, 3—5 и др. делят пополам точками 2, 4 и т. д. или делят на две равные части отрезки 1—3, 3—5 и т. д. Можно поступить так: провести через центр окружности две пары взаимно перпендикулярных диаметров (рис. 42, б).

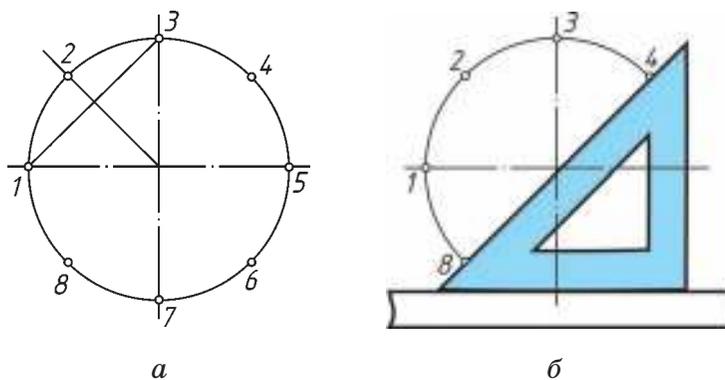


Рис. 42. Деление окружности на восемь частей

**ДИ** На *пять* равных частей окружность можно разделить с помощью транспортира (рис. 43). Пятой части окружности соответствует угол в  $72^\circ$  ( $360^\circ : 5 = 72^\circ$ ).

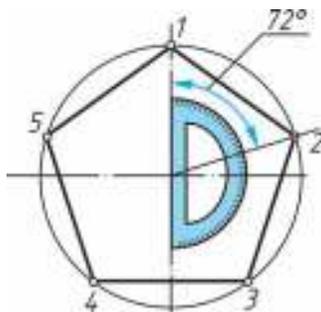


Рис. 43. Деление окружности на пять частей

- ?**
1. Как разделить окружность на три, четыре, шесть и восемь равных частей?
  2. С помощью каких инструментов и как можно разделить окружность на пять равных частей?
- ▼** 21. Перечертите в масштабе 2:1 изображения деталей «пластина» (рис. 44, а и б), применяя правила деления окружности на равные части. Размеры можно не проставлять.

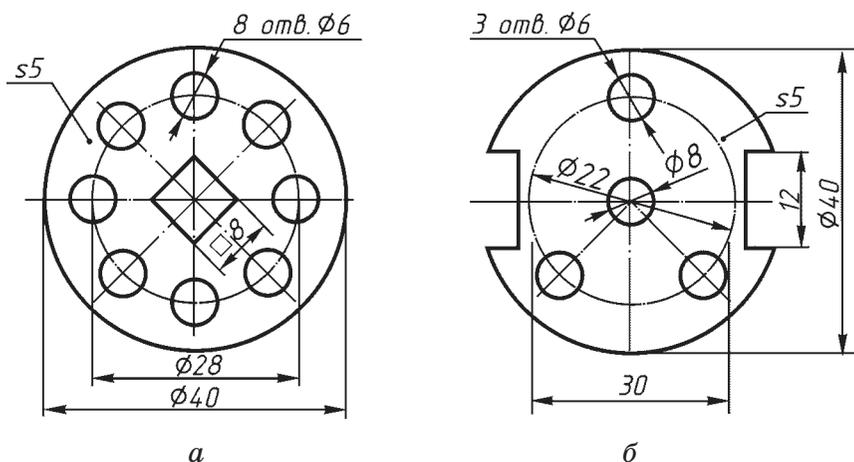


Рис. 44. Задание для упражнений  
 Правообладатель Национальный институт образования

22. Используя знания по изобразительному искусству, постройте в «полоске» или в «круге» орнамент, применяя различные графические построения. Раскрасьте орнамент.

## § 10. Построение сопряжений линий

Контуры многих деталей (рис. 45) имеют **плавные переходы** одной линии в другую — кривой в прямую, одной кривой в другую и др. Такие плавные переходы называют **сопряжениями**. Точки, в которых одна линия переходит в другую, называют **точками сопряжений** (точки *A* и *B* на рис. 46). Центры, из которых проводят дуги для построения сопряжений, называют **центрами сопряжений**. Радиус дуги, с помощью которой осуществляют построение сопряжения, называют **радиусом сопряжения**.

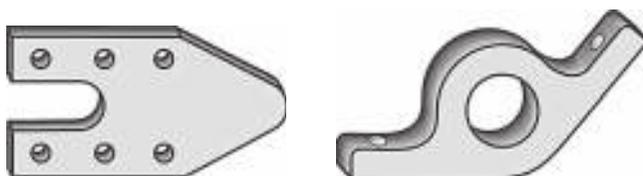


Рис. 45. Детали с плавными переходами

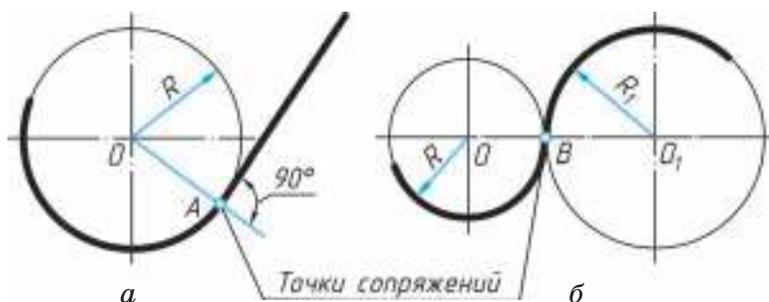


Рис. 46. Сопряжение линий

Рассмотрим некоторые примеры.

Для построения сопряжения двух прямых линий, пересекающихся под любым углом (рис. 47), необходимо выполнить следующие построения.

1. Н а й т и ц е н т р с о п р я ж е н и я — точку  $O$ . Она лежит на расстоянии радиуса сопряжения ( $R$ ) от заданных прямых и является точкой пересечения двух прямых, проведенных параллельно заданным прямым.

В точке пересечения этих прямых и находится центр сопряжения  $O$ . Величина радиуса  $R$  задается в условии задачи.

2. Н а й т и т о ч к и с о п р я ж е н и я. Для этого проводят перпендикуляры из центра сопряжения  $O$  к заданным прямым. Полученные точки  $A$  и  $B$  являются точками сопряжений.

3. П р о в е с т и д у г у з а д а н н о г о радиуса между точками сопряжений  $A$  и  $B$ , поставив опорную ножку циркуля в точку  $O$ .

При построении сопряжений следует иметь в виду, что переход от прямой к окружности будет плавным в том случае, если прямая касается окружности (рис. 46, а). Точка сопряжения  $A$  лежит на радиусе, перпендикулярном данной прямой.

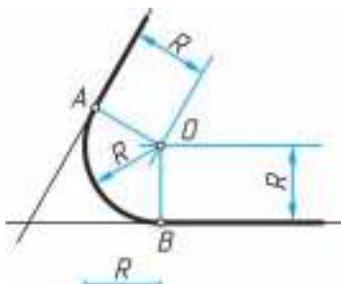


Рис. 47. Сопряжение двух пересекающихся прямых

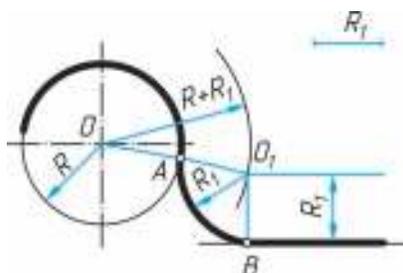


Рис. 48. Сопряжение окружности и прямой

Переход от одной окружности к другой будет плавным, если окружности касаются друг друга. Точка сопряжения  $B$  находится на прямой, соединяющей их центры (рис. 46, б).

Сопряжение окружности и прямой при заданном радиусе сопряжения  $R_1$  выполняют следующим образом (рис. 48).

1. Из центра окружности — точки  $O$  — проводят дугу вспомогательной окружности радиусом  $R + R_1$ .

2. Проводят на расстоянии  $R_1$  от заданной прямой параллельную ей прямую до пересечения с дугой радиуса  $R + R_1$  в точке  $O_1$ . Точка  $O_1$  будет центром сопряжения.

3. Соединяют прямой точки  $O$  и  $O_1$ , т. е. центры окружности и сопрягающей дуги, получают точку сопряжения  $A$ . Определяют вторую точку сопряжения  $B$ , проведя из точки  $O_1$  перпендикуляр к прямой.

4. Из центра сопряжения  $O_1$  дугой радиуса  $R_1$  соединяют точки сопряжения  $A$  и  $B$  и получают плавный переход от окружности к прямой.



Выполняя чертёж, следует определять последовательность геометрических построений. Такой процесс называют **анализом графического состава изображений**.

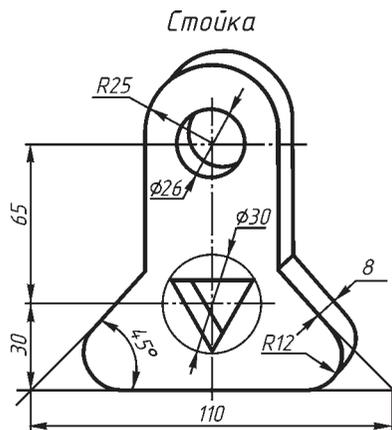


1. Что понимают под сопряжением линий?
2. Назовите графические построения, которые необходимо выполнить для построения сопряжений двух прямых, прямой с окружностью.

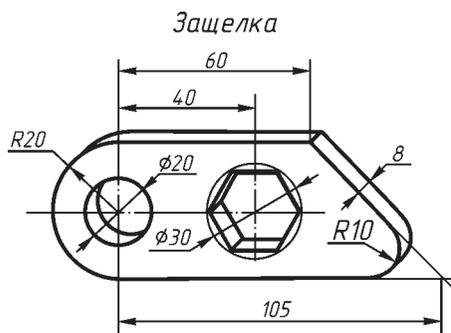
## ГР 2

### Чертеж детали

По наглядному изображению (рис. 49, а и б) постройте чертеж одной из деталей с применением сопряжений. Проставьте размеры.



а



б

Рис. 49. Задание к графической работе № 2  
 Правообладатель Национальный институт образования

## IV. ЧЕРТЕЖИ, ТЕХНИЧЕСКИЕ РИСУНКИ И ЭСКИЗЫ ПРЕДМЕТОВ

### § 11. Построение проекций некоторых элементов фигур на чертежах

Любое графическое изображение предмета состоит из точек, прямых или кривых линий. Каждая точка или линия на чертеже является проекцией того или иного элемента предмета: вершины, ребра, грани и т. п. Поэтому изображение предмета сводится к изображению его элементов.

**11.1. Изображение вершин.** Расположим предмет так, чтобы каждая из двух параллельных между собой граней была параллельна одной из плоскостей проекций (рис. 50). Проведем через вершины предмета проецирующие лучи, перпендикулярные плоскостям проекций, и отметим точки пересечения их с плоскостями  $\Pi_1$ ,  $\Pi_2$  и  $\Pi_3$ .

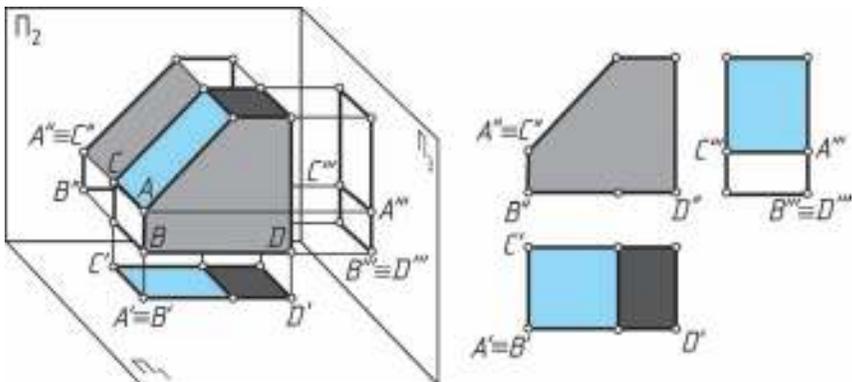


Рис. 50. Проекция элементов предмета  
Правообладатель Национальный институт образования

Из рисунка 50 видно, что на одном проецирующем луче оказалось по две вершины, поэтому их проекции слились в одну точку. Так, вершины  $A$  и  $B$  лежат на одном луче, перпендикулярном плоскости  $\Pi_1$ . Их горизонтальные проекции  $A'$  и  $B'$  совпали. Вершины  $A$  и  $C$  лежат на одном луче, проецирующем эти точки на плоскость  $\Pi_2$ . Их фронтальные проекции  $A''$  и  $C''$  также совпали. На профильной плоскости проекций  $\Pi_3$  в одну точку —  $B''' \equiv D'''$  — спроецировались две вершины —  $B$  и  $D$ .

Из двух совпадающих на изображении точек одна является изображением видимой вершины, другая — закрытой (невидимой). На горизонтальной проекции будет видимой та вершина, которая расположена в пространстве выше. Так, вершина  $A$  — видима, вершина  $B$  — невидима. На фронтальной проекции видимой будет та вершина, которая находится ближе к нам. Отсюда  $A''$  — изображение видимой вершины  $A$ ,  $C''$  — изображение невидимой вершины  $C$ , она закрывается при проецировании вершиной  $A$ . На изображении обозначения проекций видимых точек ставят первыми.



1. В каком случае совпадают проекции точек на изображении предмета?
2. Какая из двух точек, проекции которых на горизонтальной плоскости совпали, будет видимой?

**11.2. Изображение ребер.** Соединив попарно точки на фронтальной, горизонтальной и профильной проекциях, получим изображение ребер предмета. Например,  $A'C'$  — горизонтальная проекция ребра  $AC$ ,  $A''B''$  — фронтальная проекция ребра  $AB$ .

На рисунке 50 видно, что если ребро параллельно плоскости проекций, то оно на этой плоскости изображается без искажения, или, как говорят, в истинную (натуральную) величину. В этом случае проекция ребра и само ребро равны между собой. Например, проекция  $A''B''$  — истинная величина ребра  $AB$  на фронтальной, а проекция  $A'''B'''$  — на профильной плоскости проекций.

Если ребро перпендикулярно плоскости проекций, оно проецируется в точку. Так, на фронтальную плоскость проекций в точку спроецировалось ребро  $AC$ , на горизонтальную плоскость — ребро  $AB$ , на профильную — ребро  $BD$  и т. д.

Таким образом, каждая точка на чертеже — это проекция вершины предмета либо проекция ребра, перпендикулярного плоскости проекций.

 В каком случае отрезок прямой (ребро) проецируется в истинную величину? в точку?

**11.3. Изображение граней.** Построив проекции ребер, видим, что на изображении они ограничивают проекции граней. Как и ребро, грань, параллельная плоскости проекций, проецируется на нее без искажения. Например, на профильную плоскость проекций без искажения спроецировалась грань, в которой лежат точки  $A, B, C$ . На горизонтальную плоскость проекций спроецировались без искажения нижняя и верхняя грани и т. д. Найдите эти грани на чертеже предмета.

Если грань перпендикулярна плоскости проекций, она проецируется на нее в отрезок прямой.

Таким образом, каждый отрезок прямой на изображении — это проекция ребра или проек-

ция плоскости, перпендикулярной плоскости проекций. Ребра и грани предмета, наклоненные к плоскости проекций, проецируются на нее с искажением. Найдите такие ребра и грань на рисунке 50.

Следует помнить, что каждая проекция предмета — это изображение всего предмета, а не одной его стороны.

**?** В каком случае грань (часть плоскости) проецируется в отрезок прямой? В каком случае она проецируется в истинную величину?

**▼** 23\*. На рисунке 51 приведены чертеж и технический рисунок детали — крышки.

Запишите, какие буквенные обозначения элементов детали на рисунке соответствуют цифровым обозначениям этих же элементов на чертеже. Ответы запишите по следующей форме:

Рисунок	Чертеж		
	главный вид	вид сверху	вид слева
А	1	13	8

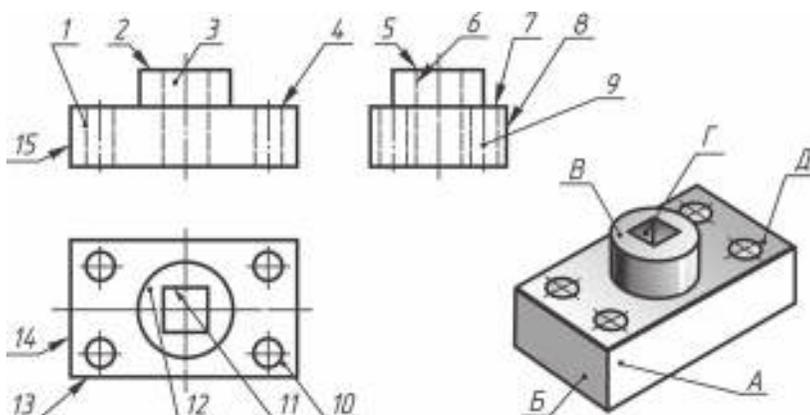


Рис. 51. Задание для упражнений  
 Правообладатель Национальный институт образования

**24\*.** По заданному чертежу предмета (рис. 52) определите:

- 1) сколько вершин имеет изображенный предмет;
- 2) сколько у него ребер и граней;
- 3) сколько у предмета ребер и граней, параллельных горизонтальной плоскости проекций (найдите их на проекциях);
- 4) сколько у предмета ребер и граней, перпендикулярных горизонтальной плоскости проекций (найдите их на изображении).

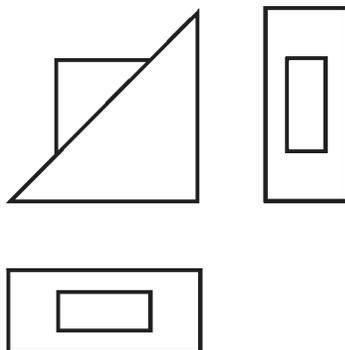


Рис. 52. Задание для упражнений

У к а з а н и я. Можете использовать обозначения вершин. Смотрите также рисунок 50. В случае затруднений нарисуйте указанный предмет.

## § 12. Прямоугольные проекции многогранников и тел вращения

**ВМ** 12.1. Общие сведения. *Многогранником* называют тело, поверхность которого состоит из плоских многоугольников. Таковы куб, призма, параллелепипед, пирамида и др.

Отдельные тела могут быть получены путем вращения прямой или кривой линии (образующей) вокруг какой-либо неподвижной линии (оси), лежащей в той же плоскости. Это — *тела вращения*. Примерами их являются цилиндр, конус, сфера и др.

Поскольку форма большинства предметов представляет собой сочетание различных геометрических тел или их частей, для построения чертежей этих предметов необходимо знать, как на нем изображается каждое геометрическое тело.

Поэтому рассмотрим сначала построение чертежей простых тел. Это тем более необходимо, так как в сложной форме любого предмета всегда можно выделить простые геометрические тела, которые помогают представить форму предмета по его чертежу.



Какие тела называют многогранниками? телами вращения?



25. Повторите по КТС сведения о многогранниках и телах вращения.

**12.2. Изображение многогранников.** Рассмотрим построение прямоугольных проекций призмы. Для примера возьмем треугольную (рис. 53) и шестиугольную (рис. 54) призмы. Их основания, параллельные горизонтальной плоскости проекций, изображаются на ней в натуральную величину, а на фронтальной и профильной плоскостях — отрезками прямых. Боковые грани изображаются без искажения на тех плоскостях проекций,

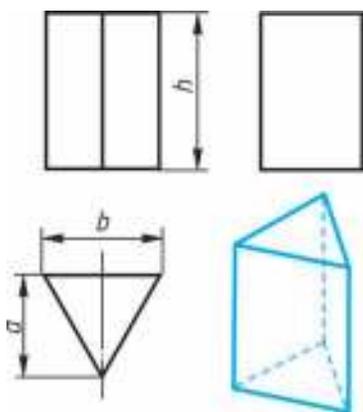


Рис. 53. Проекции  
треугольной призмы

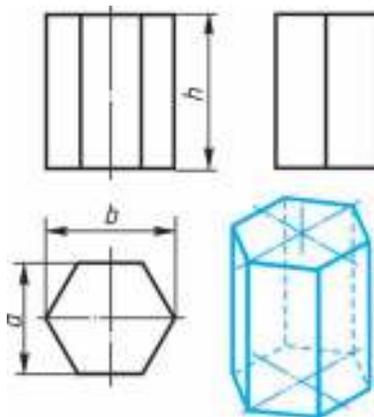


Рис. 54. Проекции  
шестиугольной призмы

которым они параллельны, и в виде отрезков прямых — на тех, которым перпендикулярны. Грани, наклонные к плоскостям, изображаются на них искаженными.

Размеры призм определяются их высотами и размерами фигур основания. Штрихпунктирными линиями на чертеже изображаются оси симметрии.

Рассмотрим, как изображают на чертеже правильную четырехугольную пирамиду (рис. 55). Основание пирамиды проецируется на горизонтальную плоскость проекций в натуральную величину. На нем диагоналями изображаются проекции боковых ребер, идущих от вершин основания к вершине пирамиды.

Фронтальная и профильная проекции пирамиды — равнобедренные треугольники.

Размеры пирамиды определяются длиной  $a$  двух сторон ее основания и высотой  $h$ .

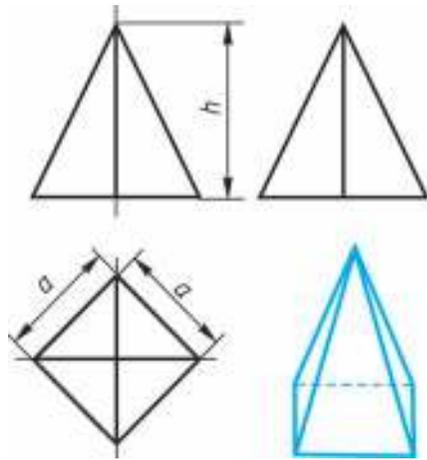


Рис. 55. Проекция пирамиды

**?** Какие фигуры являются проекциями призмы? пирамиды?

**12.3. Изображение тел вращения.** Если круги, лежащие в основаниях цилиндра и конуса, расположены параллельно горизонтальной плоскости проекций, их проекции на эту плоскость будут также кругами (рис. 56 и 57).

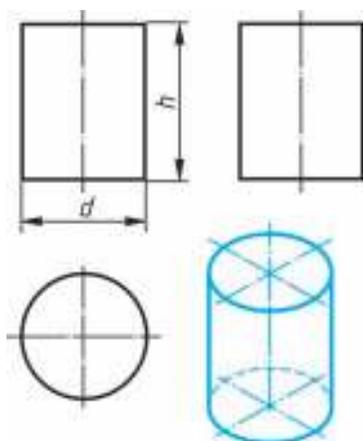


Рис. 56. Проекции цилиндра

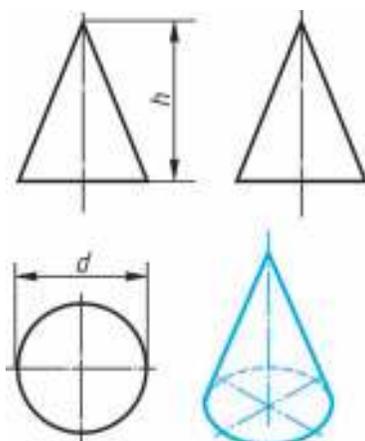


Рис. 57. Проекции конуса

Фронтальная и профильная проекции цилиндра в данном случае — прямоугольники, а конуса — равнобедренные треугольники.

На всех проекциях следует наносить оси симметрии, с проведения которых и начинают выполнение чертежей цилиндра и конуса.

Фронтальная и профильная проекции цилиндра одинаковы. То же можно сказать о проекциях конуса. Поэтому в данном случае профильные проекции на чертеже лишние. Кроме того, благодаря знаку диаметра  $\varnothing$  можно представить форму цилиндра и конуса даже по одной проекции (рис. 58, *a* и *б*). Отсюда следует, что в подобных случаях нет необходимости в трех проекциях. Размеры цилиндра и конуса определяются их высотой  $h$  и диаметром основания  $d$ .

Все проекции шара — круги, диаметр которых равен диаметру шара. На каждой проекции проводят центровые линии.

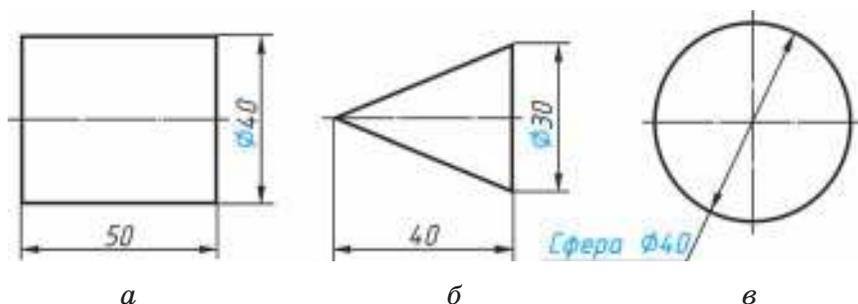


Рис. 58. Проекция тел вращения

Благодаря знаку  $\varnothing$  шар можно изображать в одной проекции (рис. 58, в). Но если по чертежу трудно отличить сферу от других поверхностей, то на чертеже добавляют слово «сфера», например: «Сфера  $\varnothing 40$ ».

**?** Как вы считаете, какие фигуры являются проекциями цилиндра? конуса? шара?

## § 13. Технические рисунки геометрических тел и деталей

**13.1. Построение осей фигур при выполнении технического рисунка.** *Технический рисунок* — это наглядное изображение предмета, на котором, как правило, показаны видимыми сразу три его стороны. Выполняют технические рисунки по правилам аксонометрических проекций, но от руки с приблизительным сохранением пропорций предмета.

На уроках черчения вы будете строить технические рисунки без использования аксонометрических проекций, применяя специальные графические приемы.

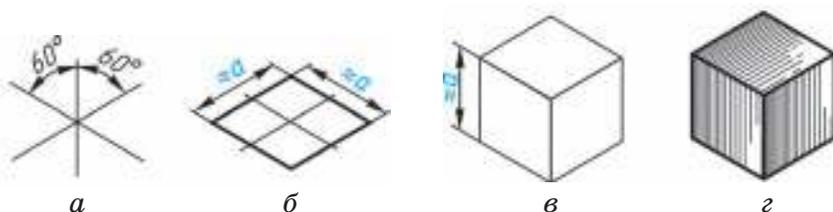


Рис. 59. Построение технического рисунка куба

Построение технического рисунка геометрического тела, как и любого предмета, начинают с основания. Для этой цели вначале проводят оси плоских фигур, лежащих в основании этих тел.

Оси строят, используя следующий графический прием. Произвольно выбирают вертикальную линию, задают на ней любую точку и проводят через нее две пересекающиеся прямые под углами  $60^\circ$  к вертикальной прямой (рис. 59, а). Эти прямые и будут осями фигур, расположенных в горизонтальной плоскости.

Рассмотрим примеры. Пусть необходимо выполнить технический рисунок куба. Основание куба — квадрат со стороной, равной  $a$ . Проводим линии сторон квадрата параллельно построенным осям (рис. 59, б и в), выбирая их величину примерно равной  $a$ . Из вершин основания проводим вертикальные линии и на них откладываем отрезки, примерно равные высоте многогранника (для куба она равна  $a$ ). Затем соединяем вершины, завершая построение куба (рис. 59, г). Аналогично строят рисунки других предметов.



1. По правилам каких проекций выполняют технический рисунок?
2. С какого элемента предмета необходимо начинать выполнение технического рисунка?

**13.2. Технические рисунки окружностей.** Технические рисунки окружностей удобно строить, вписывая их в рисунок квадрата (рис. 60). Рисунок квадрата можно условно принять за ромб, а изображение окружности — за овал. Овал — фигура, состоящая из дуг окружности, но в техническом рисовании она выполняется не циркулем, а от руки. Сторона ромба примерно равна диаметру изображаемой окружности  $d$  (рис. 60, *a*).

Для того чтобы вписать в ромб овал, проводят дуги сначала между точками 1—2 и 3—4 (рис. 60, *б*). Их радиус примерно равен расстоянию  $A3$  ( $A4$ ) и  $B1$  ( $B2$ ). Затем проводят дуги 1—3 и 2—4 (рис. 60, *в*), завершая построение технического рисунка окружности.

Для изображения цилиндра необходимо построить рисунки его нижнего и верхнего оснований, расположив их по оси вращения на расстоянии, примерно равном высоте цилиндра (рис. 60, *г*).

Для построения осей фигур, расположенных не в горизонтальной плоскости проекций, как дано на рисунке 60, а в вертикальных плоскостях, достаточно на взятой вертикальной прямой через произвольно выбранную точку провести одну прямую под углом  $60^\circ$  к вертикальной линии, направив ее вниз влево для фигур, параллельных фронтальной плоскости проекций, или

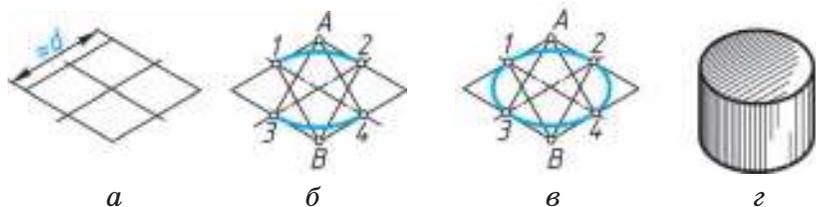


Рис. 60. Построение технического рисунка цилиндра

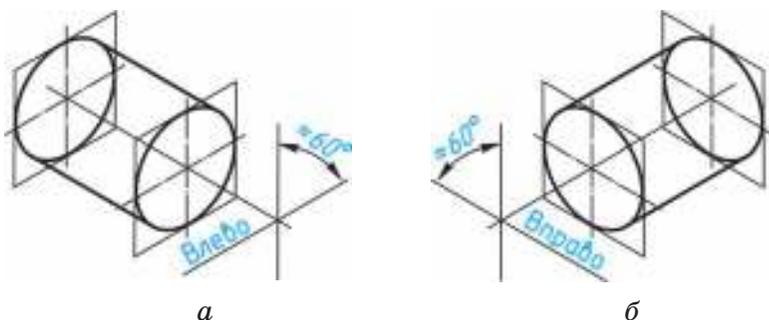


Рис. 61. Построение осей фигур, расположенных в вертикальных плоскостях

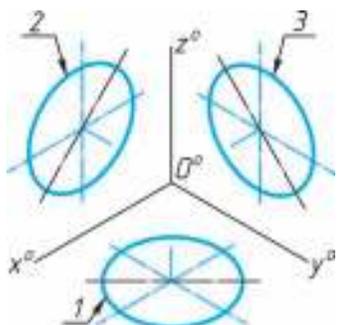


Рис. 62. Технические рисунки окружностей

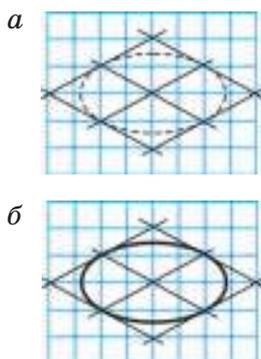


Рис. 63. Технические рисунки окружностей на бумаге в клетку

вниз вправо — для фигур, параллельных профильной плоскости проекций (рис. 61, а и б).

Размещение овалов при выполнении технических рисунков окружностей, расположенных в различных координатных плоскостях, дано на рисунке 62, где 1 — горизонтальная плоскость, 2 — фронтальная и 3 — профильная.

Технические рисунки удобно выполнять на бумаге в клетку (рис. 63).



Какой прием упрощает процесс построения технического рисунка окружности?

Правообладатель Национальный институт образования

**13.3. Способы выявления объема предметов на технических рисунках.** Для придания техническому рисунку большей наглядности применяют различные способы передачи объема предмета. Ими могут быть *линейная штриховка* (рис. 64, а), *шрафировка* (штриховка «клеточкой» — рис. 64, б), *точечное оттенение* (рис. 64, в) и др. (см. также рис. 65). При этом предполагается, что свет на поверхность падает слева сверху. Освещенные поверхности оставляют светлыми, а затененные покрывают штрихами, которые гуще там, где темнее та или иная часть поверхности предмета.

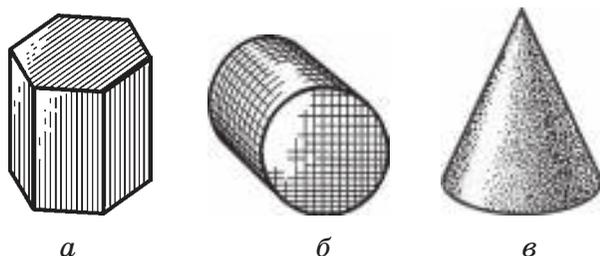


Рис. 64. Примеры технических рисунков геометрических тел



Рис. 65. Способы передачи объема предмета на техническом рисунке

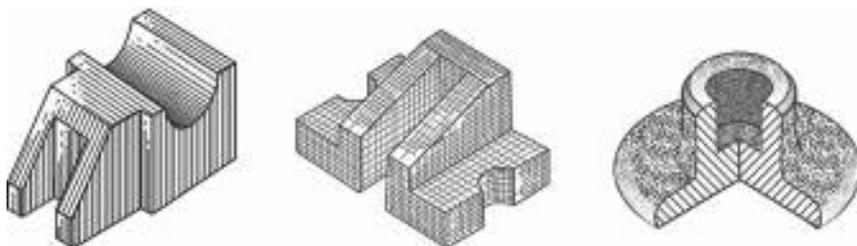


Рис. 66. Примеры технических рисунков деталей

На рисунке 66 показаны технические рисунки более сложных деталей с использованием штриховки, шрафировки и точечного оттенения.



С какой целью на техническом рисунке применяют способы передачи объема предметов? Назовите их.



26. Выполните в рабочей тетради технические рисунки деталей по чертежу в прямоугольных проекциях (рис. 67.1 и 67.2).

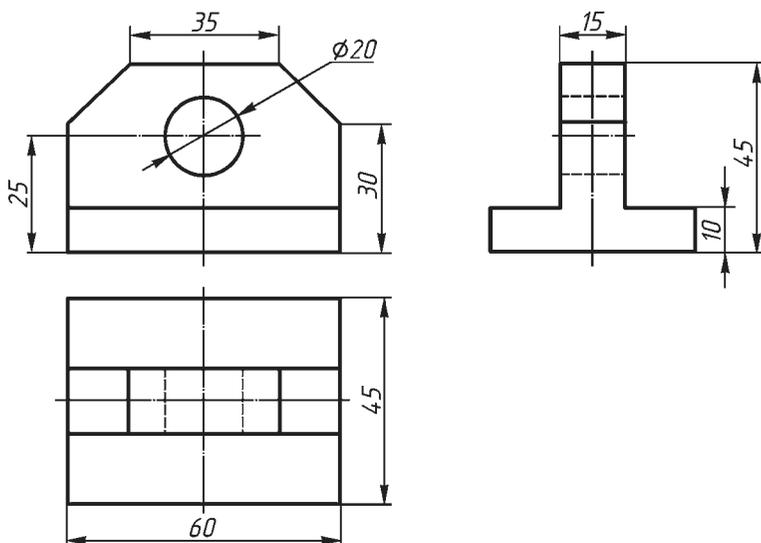


Рис. 67.1. Задание для упражнений  
 Правообладатель Национальный институт образования

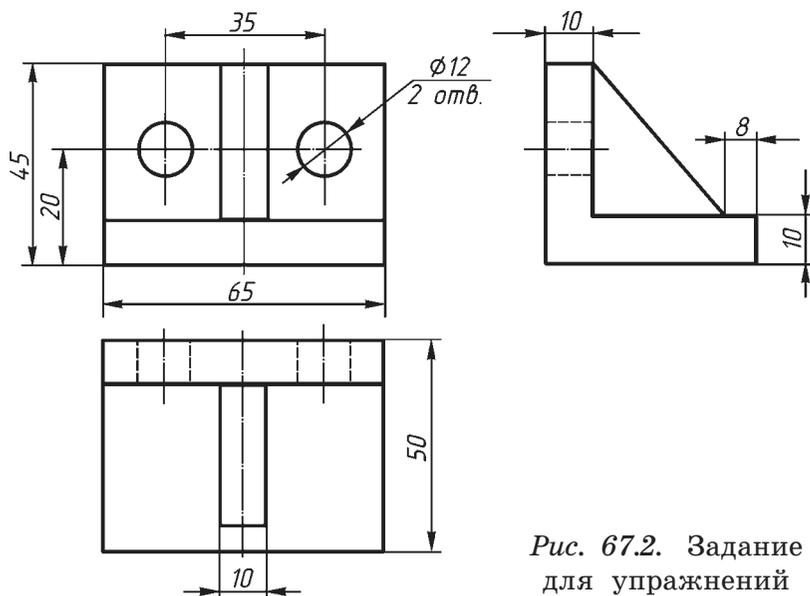


Рис. 67.2. Задание для упражнений

**ГР 3-1**

**Технический рисунок детали**

По чертежу в прямоугольных проекциях выполните на формате технический рисунок одной из деталей «кронштейн» (рис. 68). Деталь выполнена из стали.

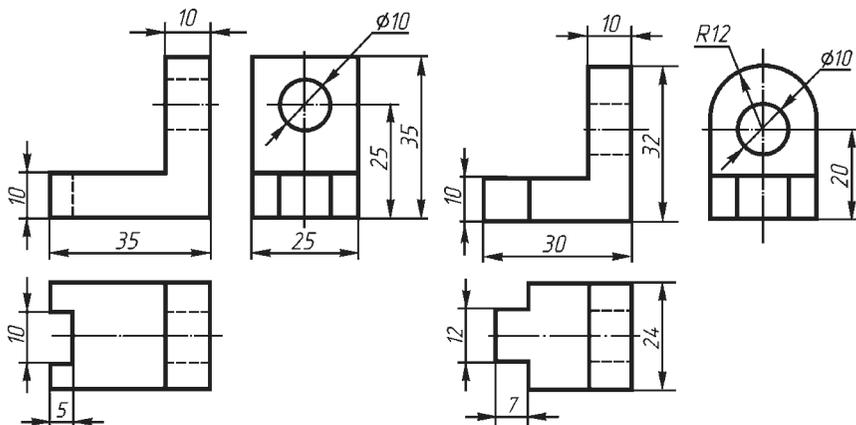


Рис. 68. Задание к графической работе № 3

## § 14. Построение проекции точек на поверхностях тел и деталей

**14.1. Проекция точек, лежащих на ребрах геометрических тел.** Пусть на линии, являющейся проекцией ребра треугольной пирамиды (рис. 69), задана фронтальная проекция  $A''$  точки  $A$ . Поскольку точка  $A$  принадлежит ребру пирамиды, то проекции точки должны лежать на проекциях этого ребра. Следовательно, нужно сначала на чертеже найти проекции данного ребра, а затем при помощи линий связи отыскать на них проекции точки.

При этом пользуются следующим правилом: если точка лежит на прямой (рис. 70, а), то на чертеже ее проекции лежат на одноименных проекциях этой прямой (рис. 70, б), т. е. горизонтальная проекция  $A'$  точки  $A$  лежит на горизон-

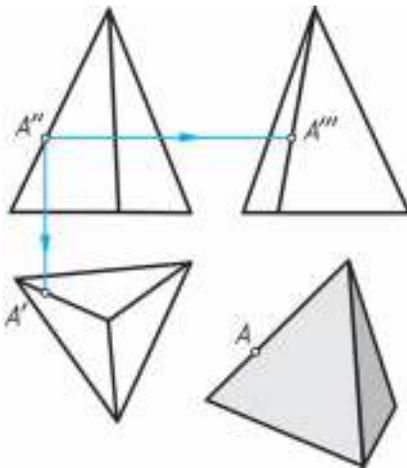


Рис. 69. Проекция точки на изображении пирамиды

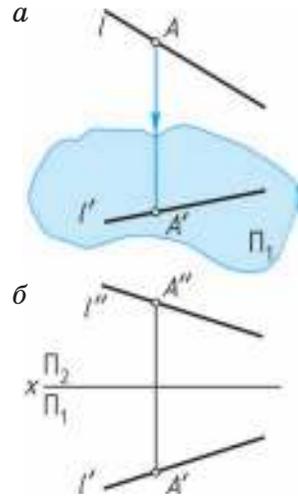


Рис. 70. Проекция точки на прямой

тальной проекции  $l'$  прямой  $l$  и т. д. Обе проекции точки соединяет одна линия связи.

Горизонтальная проекция  $A'$  точки  $A$  должна лежать на горизонтальной проекции ребра, поэтому проводим из точки  $A''$  вертикальную линию связи (см. рис. 69). В месте ее пересечения с проекцией ребра находится точка  $A'$  — горизонтальная проекция точки  $A$ . Профильная проекция  $A'''$  точки  $A$  лежит на профильной проекции ребра.

Так находят проекции любых точек, лежащих на ребрах предметов.

**14.2. Проекция точек, лежащих на гранях предметов.** Иногда приходится строить проекции точек, лежащих на гранях. Чтобы по одной проекции точки, лежащей на грани предмета, найти остальные, нужно прежде всего найти проекции этой грани. Затем при помощи линий связи надо отыскать проекции точки, которые должны лежать на проекциях грани.

Пусть на чертеже предмета (рис. 71, *а*) заданы горизонтальная проекция  $A'$  точки  $A$ , а также фронтальные проекции  $B''$  и  $C''$  точек  $B$  и  $C$ . Точки  $A$  и  $B$  лежат на видимых гранях предмета,  $C$  — на невидимой.

По вертикальной линии связи найдем сначала фронтальную проекцию  $A''$  точки  $A$  (рис. 71, *б*), а затем, пользуясь постоянной прямой чертежа (см. п. 7.3), на профильной проекции грани найдем профильную проекцию  $A'''$  точки  $A$ .

Линию связи сначала проводят к той проекции, на которой грань изображается в виде отрезка прямой.

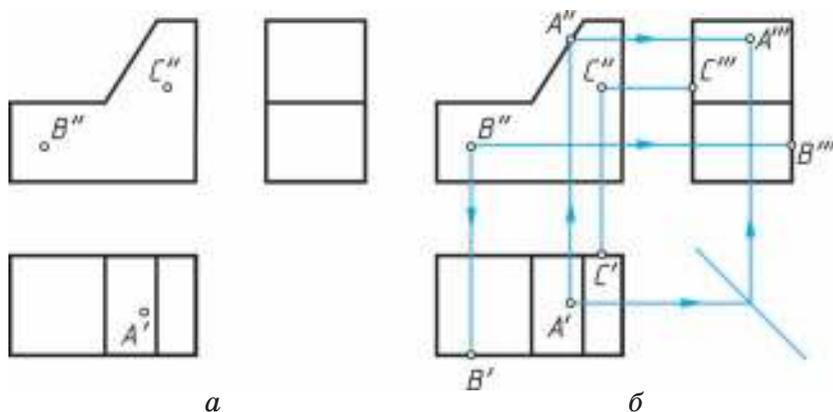


Рис. 71. Построение проекций точек, принадлежащих предмету

Последовательность построения проекций точек  $B$  и  $C$  показана линиями связи со стрелками (см. рис. 71, б). Аналогично могут быть построены проекции других точек.

**?** Как построить проекции точки, если она принадлежит ребру многогранника? грани многогранника?

**▼** 27. На рисунках 72, 73, 74 даны чертежи в системе прямоугольных проекций и наглядные изображения этих предметов.

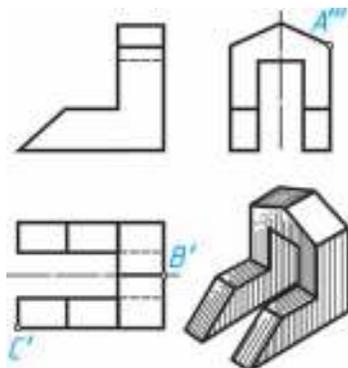


Рис. 72. Задание для упражнений

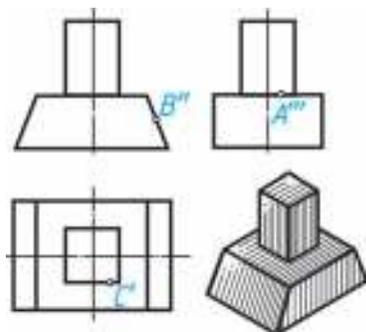


Рис. 73. Задание для упражнений

На чертежах заданы проекции точек, лежащих на вершинах, ребрах и гранях предметов. Все точки видимые. Перечертите или перенесите на кальку заданные изображения, а также:

1) обозначьте буквами остальные проекции вершин  $A$ ,  $B$  и  $C$  (рис. 72), найдите эти вершины на наглядном изображении и обозначьте их буквами;

2) постройте недостающие проекции точек  $A$ ,  $B$  и  $C$ , заданных на ребрах предмета (рис. 73); выделите цветом проекции ребер (для каждого ребра — свой цвет), на которых лежат заданные точки; нанесите точки на наглядное изображение и выделите ребра теми же цветами, что и на чертеже;

3) постройте недостающие проекции точек, заданных на гранях поверхности (рис. 74); выделите цветом проекции граней, на которых лежат точки (для каждой грани — свой цвет); выделите эти грани предмета на наглядном изображении теми же цветами, что и на чертеже, и нанесите проекции точек.

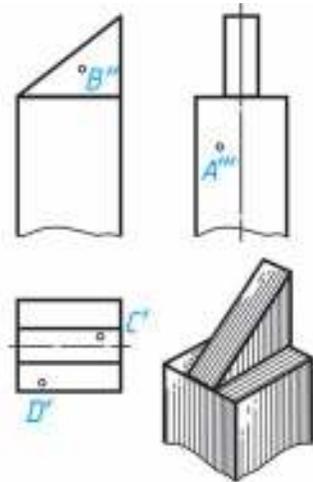


Рис. 74. Задание для упражнений

## § 15. Примеры построения чертежей деталей

**15.1. Анализ геометрической формы предмета по чертежу.** Изображенный на чертеже предмет (рис. 75, а) представляет собой группу геометрических тел (рис. 75, б).

Вспоминая отличительные признаки, характерные для изображений в прямоугольных проекциях геометрических тел, и сопоставляя все три вида — главный, сверху и слева, можно устано-

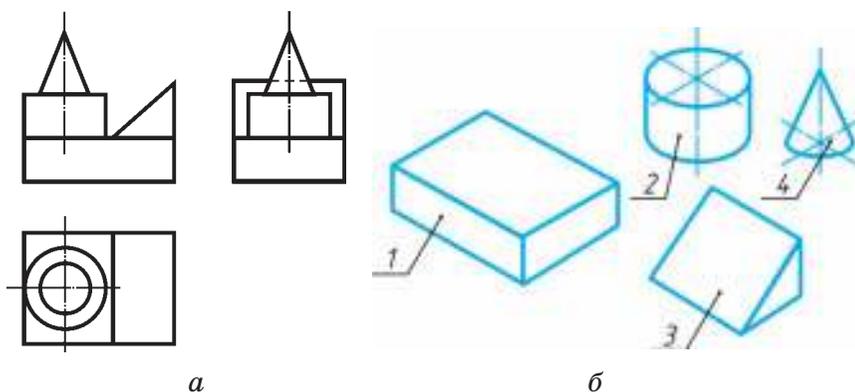


Рис. 75. Изображение предмета и его элементов

вить, что: нижняя часть предмета (назовем ее основанием) представляет собой прямоугольный параллелепипед 1, на нем установлены цилиндр 2 и треугольная призма 3, на верхнем основании цилиндра установлен конус 4.

Основные геометрические тела можно выявить в форме любой детали или предмета. Так, на рисунке 76, а в прямоугольной проекции изображена деталь, называемая валиком (от слова «вал»). В ней можно выделить такие геометрические те-

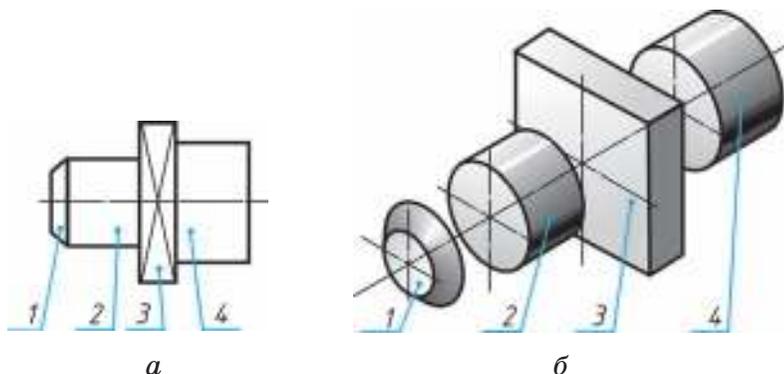


Рис. 76. Проекция предмета и его составляющие элементы

ла (рис. 76, б), как усеченный конус 1, цилиндр 2, параллелепипед 3 и еще один цилиндр большего диаметра 4.

Чтобы представить по чертежу общую форму любой детали, необходимо выявить форму всех ее элементов. Для этой цели сложную по форме деталь мысленно разделяют на отдельные конструктивные части, имеющие форму различных геометрических тел. Мысленное разделение предмета на основные геометрические тела называют **анализом геометрической формы предмета**. Используя изображение детали, размерные числа, условные знаки и надписи, можно воссоздать образ детали, т. е. представить по чертежу ее пространственную форму.

 С какой целью используют анализ геометрической формы предмета по чертежу?

 28. Сосчитайте по чертежу (рис. 77), сколько геометрических тел образуют форму детали. Назовите их.

29. Выполните чертеж детали по следующему ее описанию. Деталь называется втулкой. Она состоит из усеченного конуса и правильной четырехугольной призмы. Общая длина детали 60 мм. Диаметр одного основания конуса равен 30 мм, другого — 50 мм. Призма присоединена к большему основанию конуса и имеет размеры 50×50 мм,

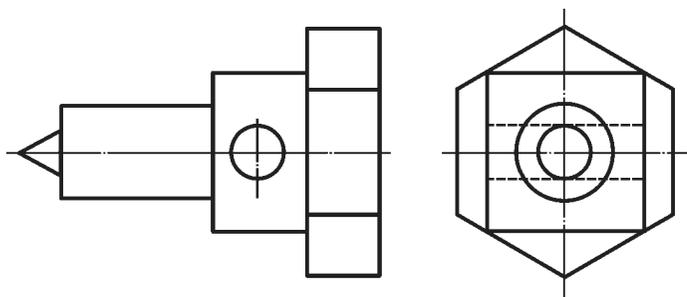


Рис. 77. Задание для упражнений

высота ее равна 20 мм. Вдоль оси втулки просверлено сквозное цилиндрическое отверстие  $\varnothing 20$  мм. Определите необходимое количество видов, проставьте размеры.

**15.2. Нанесение размеров на основе анализа формы предмета.** С основными правилами нанесения размеров мы уже познакомились. Выясним теперь, как, анализируя геометрическую форму предмета, нужно наносить его размеры на чертеже. Рассмотрим пример.

Деталь, заданную на чертеже (рис. 78), можно мысленно разделить на параллелепипед 1 с отверстием 2, имеющим тоже форму параллелепипеда, и цилиндр 3. Размеры этих тел и наносят на чертеже. Для параллелепипеда и призмы (она четырехугольная) указывают длину, ширину и высоту, для цилиндра — диаметр основания и высоту. Найдите эти размеры на чертеже (см. рис. 78).

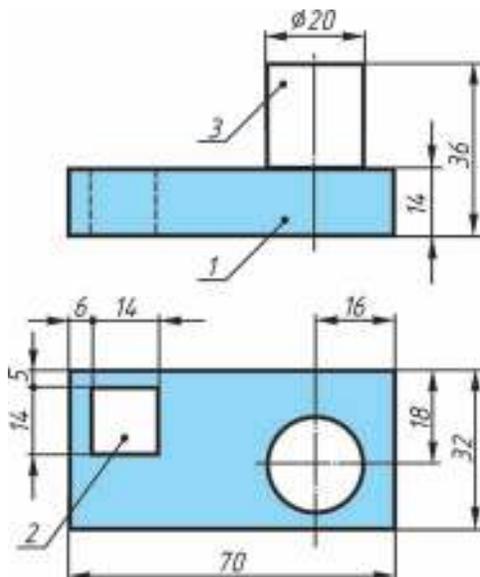


Рис. 78. Чертеж детали

Однако нанесенных размеров будет недостаточно для изготовления детали. Необходимо еще иметь размеры, которые определяют взаимное положение ее частей. Такие размеры можно назвать координирующими. На рисунке 78 ими являются размеры 16 и 18, 5 и 6 мм.

Размеры 16 и 18 мм определяют положение центра цилиндрического отверстия в детали, размеры 5 и 6 мм — положение призматического отверстия.

Размеры, определяющие высоту цилиндра и глубину отверстия, наносить не нужно. При изготовлении детали высоту цилиндра легко определить как разность между общей высотой детали (36 мм) и толщиной основания (14 мм). Она равна 22 мм. Глубина отверстия равна высоте основания, т. е. 14 мм.

Каждый размер на чертеже указывают только один раз. Например, если на главном виде (см. рис. 78) нанесен размер основания цилиндра  $\varnothing 20$ , то на виде сверху его наносить не следует. В то же время чертеж должен содержать все размеры, необходимые для изготовления детали.

На чертежах обязательно наносят **габаритные размеры**, определяющие предельные величины внешних очертаний предметов. На рисунке 78 это размеры 70, 32, 36 мм. Габаритные размеры располагают дальше от изображения, чем остальные.

Меньшие размеры располагают ближе к изображению, а большие — дальше, благодаря чему удается избежать лишних пересечений размерных и выносных линий.



Размеры *фасок* под углом  $45^\circ$  наносят записью, например  $2 \times 45^\circ$ , где 2 — высота фаски (рис. 79, а),  $45^\circ$  — угол, под которым сделана фаска. Размеры фасок под другими углами указывают линейным и угловым размерами (рис. 79, б).

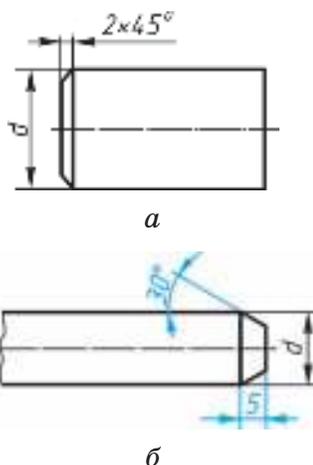


Рис. 79. Нанесение размеров фаски



1. В какой степени анализ формы детали позволяет определить размеры, необходимые для нанесения на чертеже?
2. Какие размеры являются габаритными? Обязательно ли указывать их на чертеже?
3. Как наносят на чертеже размеры фасок? (Изображение фаски см. на форзаце II.)



### Чертеж детали

По наглядному изображению одной из деталей «угольник» постройте ее чертеж в прямоугольных проекциях (рис. 80). Нанесите на чертеже проекции точек *A*, *B* и *C*. Укажите размеры. Деталь изготовлена из стали.

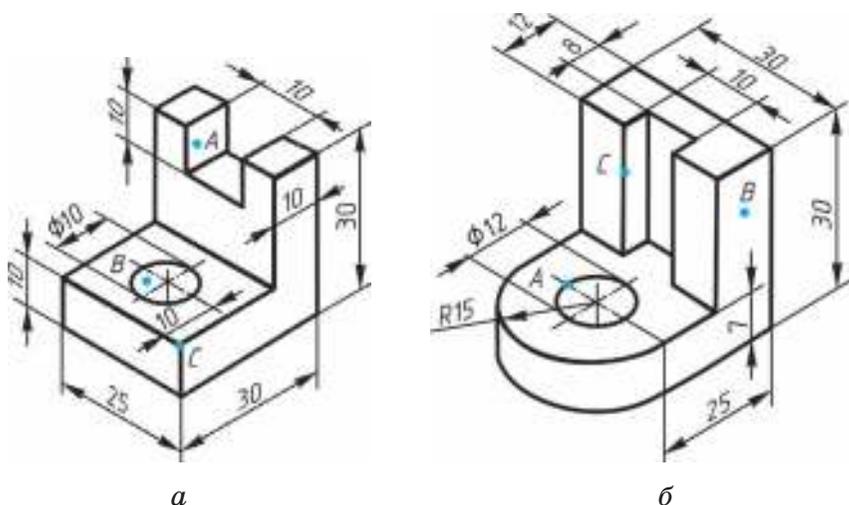


Рис. 80. Задание к графической работе № 3

## § 16. Выполнение эскизов деталей

**ВМ** 16.1. Назначение эскизов. К *эскизам* относят чертежи, предназначенные для разового использования в производстве. Изображение предмета на эскизе выполняется по правилам прямоугольного проецирования, но от руки, с соблюдением на глаз пропорций между частями изображаемого предмета.

Эскизами пользуются конструкторы при проектировании, например, новых машин. Эскизы применяются также при ремонте оборудования, когда вместо вышедшей из строя детали надо изготовить новую. Тогда с натуры выполняют эскиз детали.

На производстве часто приходится непосредственно по эскизу изготавливать деталь, поэтому к нему следует относиться как к важному техническому документу.

Эскизы должны быть выполнены в соответствии со стандартами ЕСКД ровными и четкими линиями. Все надписи следует делать чертежным шрифтом.

Эскиз выполняют обычно на бумаге в клетку, это удобнее и быстрее. По клеткам легко проводить перпендикулярные и параллельные линии, соблюдать пропорциональность частей предмета при построении изображений. Дуги окружностей можно провести циркулем, а потом обвести их от руки. Выполняют эскиз мягким карандашом (М или 2М).

Для обмера детали при выполнении эскиза с натуры используют различные измерительные инструменты.

Измерение линейных величин выполняют при помощи линейки. Для более точных измерений (с погрешностью не более  $0,1 \dots 0,05$  мм) используют штангенциркуль (рис. 81).

Штангенциркулем измеряют линейные размеры, диаметры цилиндрических элементов (наружных и внутренних), а также глубину отверстий и углублений.



Рис. 81. Измерение штангенциркулем

В практике применяют и другие измерительные инструменты.



1. Какой чертеж называется эскизом?
2. Каким требованиям должен удовлетворять эскиз?

**16.2. Порядок выполнения эскиза.** Приступая к выполнению эскиза, прежде всего надо внимательно ознакомиться с деталью: по возможности выяснить ее назначение, четко уяснить общую геометрическую форму детали, форму ее отдельных частей. При этом полезно мысленно разделить деталь на части, имеющие форму геометрических тел. Затем следует установить, сколько видов необходимо для полного выявления формы и размеров детали, выбрать главный вид. Он должен давать наиболее полное представление о форме и размерах детали. На главном виде должно быть по возможности меньше штриховых линий.

Помните, что число видов можно сократить, используя знаки  $\varnothing$  (диаметр) и  $\square$  (квадрат), условное обозначение толщины детали ( $s$ ) и др.

Строят изображения детали на эскизе в такой последовательности (рис. 82).

1. Чертят на листе выбранного формата внешнюю рамку и рамку, ограничивающую поле чертежа. Размечают и вычерчивают графы основной надписи.

2. Определяют, как лучше разместить изображения на поле чертежа, и вычерчивают тонкими линиями габаритные прямоугольники. При необходимости проводят осевые и центровые линии (рис. 82, а).

3. Наносят на видах внешние (видимые) контуры детали (рис. 82, б).

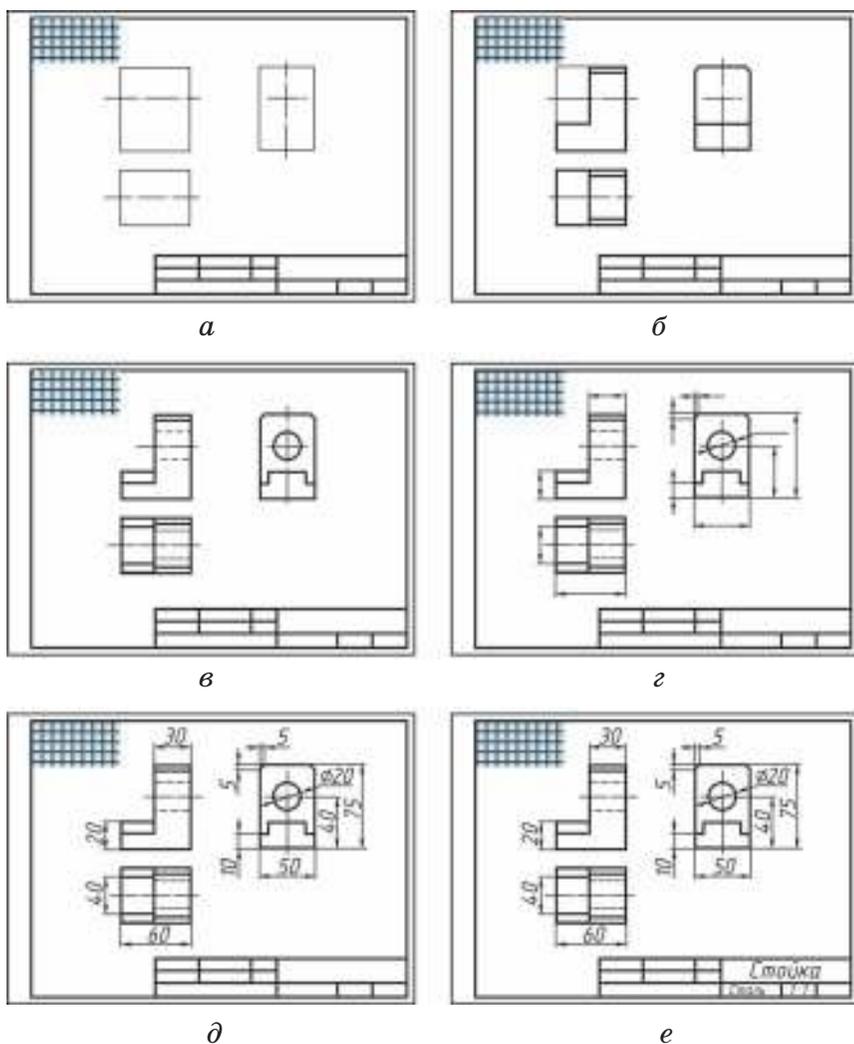


Рис. 82. Последовательность выполнения эскиза детали

4. Штриховыми линиями изображают невидимые части и элементы детали (рис. 82, в). Обводят эскиз.

5. Наносят необходимые выносные и размерные линии (рис. 82, г).

6. Обмеряют деталь, наносят размерные числа и, в случае необходимости, требуемые надписи (рис. 82, *д*).

7. Заполняют основную надпись (рис. 82, *е*), где указывают название детали, материал, из которого она изготовлена, другие сведения.

В заключение проверяют эскиз. При этом необходимо убедиться, что:

а) изображения построены правильно и в проекционной связи;

б) главный вид детали выбран удачно;

в) видов достаточно, для того чтобы выявить форму детали;

г) размеры нанесены правильно;

д) сделаны необходимые поясняющие надписи;

е) правильно заполнена основная надпись.

 1. Из каких основных этапов складывается работа по снятию эскиза с натуре?

2. Какова последовательность выполнения эскиза?

 30. Выполните в рабочей тетради эскизы деталей по их наглядным изображениям (рис. 83, а и б).

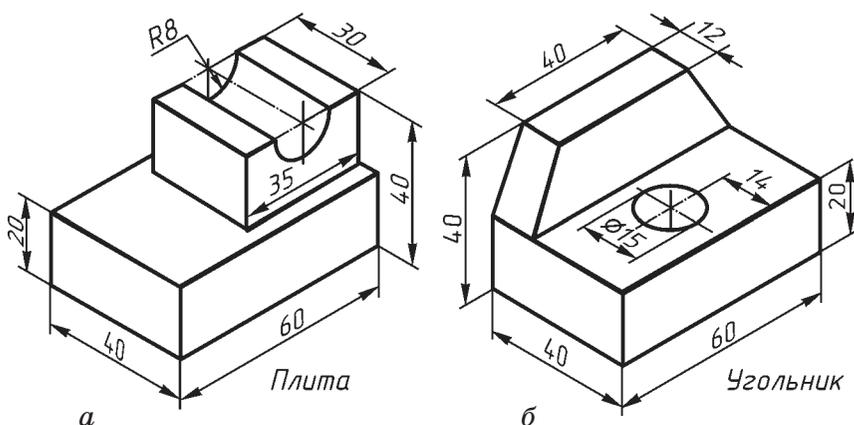


Рис. 83. Задание для упражнений

**ГР 3-3****Эскиз детали**

По заданию учителя выполните на формате эскиз детали с натуры или по наглядному изображению (рис. 84, а и б).

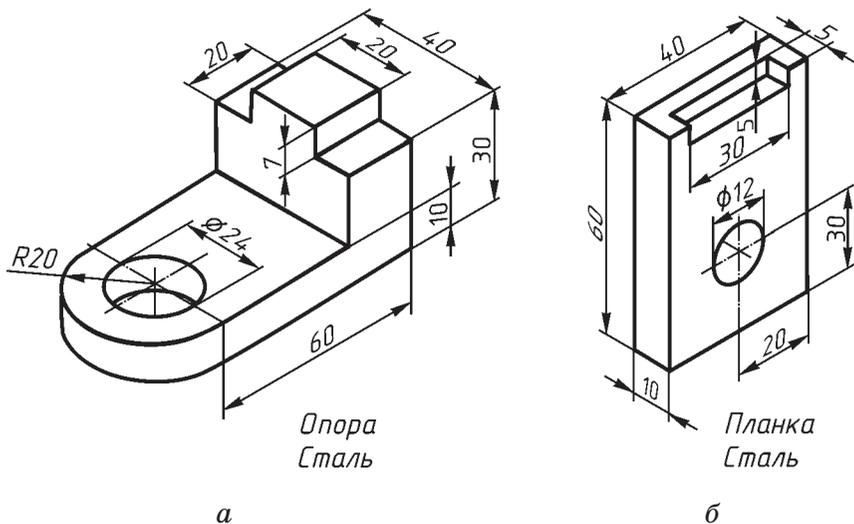


Рис. 84. Задание к графической работе № 3

## V. ЧТЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ В ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ПРОЕКЦИЯХ

### § 17. Порядок чтения чертежей

**17.1. Общие сведения о чтении чертежей.** Представление объемной формы предмета по плоским изображениям, определение его размеров, получение другой информации о предмете по чертежу — это процесс, который называют *чтением чертежа*.

Чтение чертежа является составной частью производственной деятельности рабочих многих специальностей: техников, конструкторов, инженеров. Каждый из них должен уметь давать словесную характеристику предмета по чертежу.

В процессе чтения чертежа образ реального предмета возникает в результате изучения всех имеющихся изображений, размерных чисел, надписей, условных знаков, других данных чертежа.

Для определения геометрической формы предмета используют ее анализ. Вначале разделяют предмет на составляющие части, устанавливают их форму, а затем мысленно объединяют полученную информацию в единый пространственный образ.



1. Что представляет собой процесс чтения чертежа?
2. С какой целью при чтении чертежа анализируют геометрическую форму предмета?

-  31. Запишите в рабочей тетради: какой номер (1—8) наглядного изображения детали соответствует буквенным обозначениям (А—Е) чертежей (рис. 85).

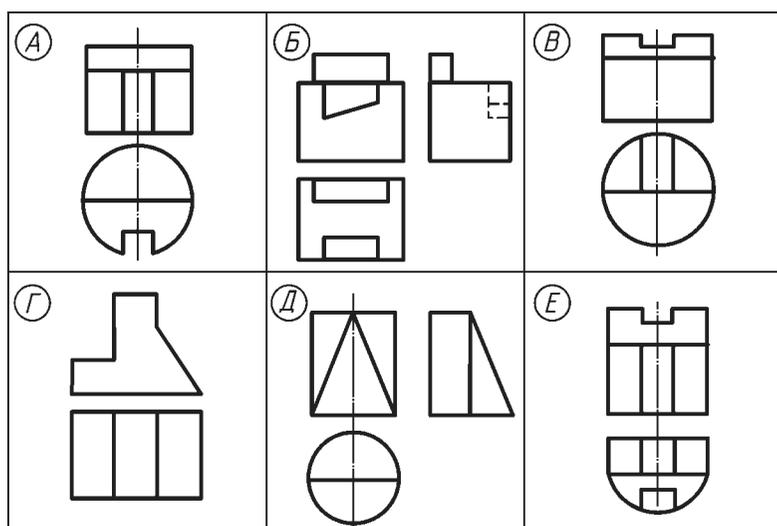
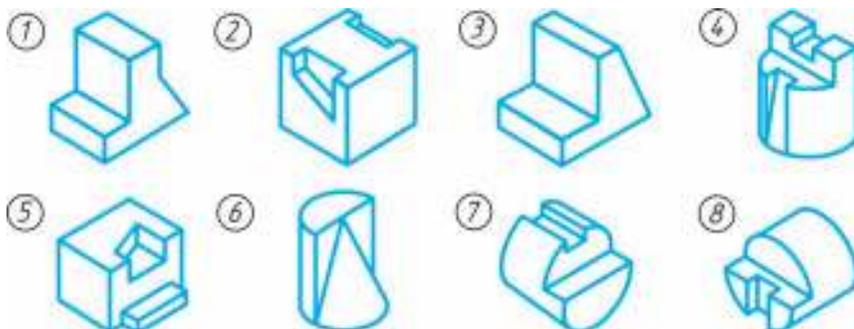


Рис. 85. Задание для упражнений

32. На рисунке 86 приведены чертеж и наглядное изображение детали, называемой «основание». Основание предназначено для непосредственного восприятия нагрузки от машины или иного сооружения.

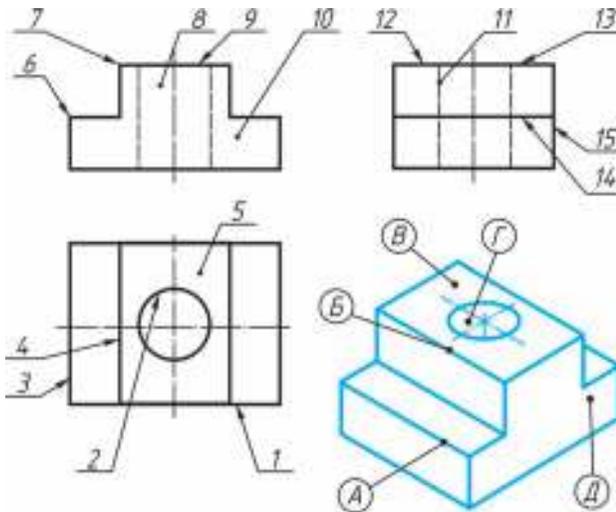


Рис. 86. Задание для упражнений

Заполните в рабочей тетради таблицу, указав наименования элементов детали и соответствие между буквенными обозначениями точки на детали и цифровыми обозначениями этой точки на проекциях.

Элемент детали		Чертеж		
Обозначение	Наименование	главный вид	вид сверху	вид слева
А	ребро	6	3	14

33. 1. Сочетанием каких геометрических тел образована форма детали, показанной на рисунке 87? Запишите ответ в тетрадь в такой форме: 1 — полушар; 2 — ... и т. д.

2. Сделайте рисунки каждого из этих элементов детали.

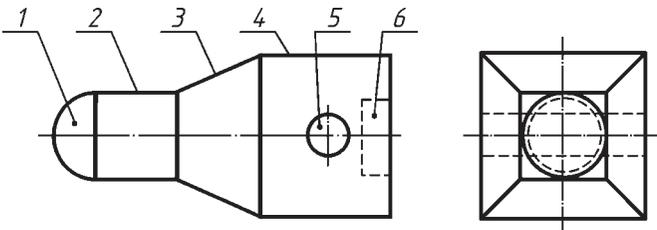


Рис. 87. Задание для упражнений

34. Выполните технический рисунок предмета, который может плотно проходить через все три отверстия в пластине (рис. 88, а — вариант 1; рис. 88, б — вариант 2).

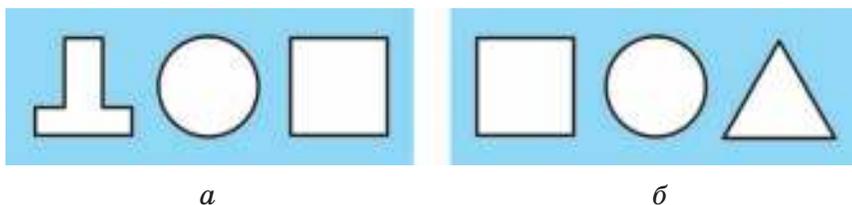


Рис. 88. Занимательные задачи

**17.2. Последовательность чтения чертежей деталей.** Чтобы получить по чертежу информацию о детали, т. е. прочесть ее чертеж, необходимо соблюдать определенную последовательность (порядок) действий.

1. Прочитать основную надпись чертежа: выяснить название и назначение детали, наименование материала, из которого она изготовлена, масштаб изображений.

2. Установить, какие виды, другие изображения детали даны на чертеже, какой вид является главным.

3. Изучить виды и другие изображения в их взаимной связи, выяснить очертания детали, взаимное расположение и форму ее частей. Представив по чертежу форму каждой части детали, мысленно объединить их в единый целостный образ.

4. Определить размеры детали и размеры ее элементов.

Читая чертеж детали, можно сформулировать для себя вопросы, дающие представление о ней:

- а) как называется деталь;
- б) из какого материала она изготовлена;

- в) в каком масштабе выполнен чертеж;
- г) какие виды содержит чертеж;
- д) сочетанием каких геометрических тел образована форма детали;
- е) какова ее общая форма;
- ж) каковы габаритные размеры детали и размеры отдельных ее частей.

Рассмотрим пример. На рисунке 89 дан чертеж детали, который необходимо прочитать. Какую информацию мы можем получить о детали из этого чертежа? Пользуясь только что приведенной последовательностью чтения чертежа, можно установить, что деталь называется «пробка», она изготовлена из стали. Масштаб — 1:1, т. е. изображение выполнено в натуральную величину.

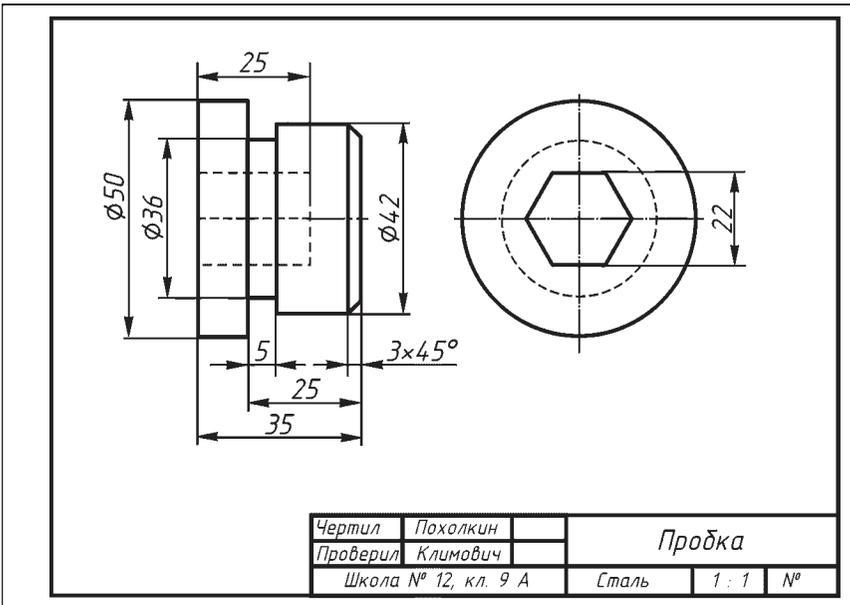


Рис. 89. Чертеж детали  
 Правообладатель Национальный институт образования

Чертеж содержит два вида — главный вид и вид слева. Других изображений нет. Пользуясь видами, определяем форму детали и ее частей.

Сопоставляя виды, можно установить, что форма детали образована несколькими поверхностями вращения — цилиндрами. Один из них имеет диаметр 50 мм, а высоту — 10 (35 – 25) мм. Оси вращения цилиндров совпадают и расположены параллельно горизонтальной плоскости проекций. Второй цилиндр имеет диаметр 42 мм, высоту — 20 (25 – 5) мм. Между этими цилиндрами находится элемент детали — проточка, которая имеет форму цилиндра диаметром 36 мм и длиной 5 мм. На цилиндре диаметром 42 мм есть конической формы фаска, ее размеры  $3 \times 45^\circ$ , т. е. высота фаски 3 мм, а выполнена она под углом в  $45^\circ$ .

Вдоль оси вращения поверхностей, образующих форму детали, расположено углубление. Оно имеет форму шестиугольной призмы и показано на главном виде штриховыми линиями. Глубина отверстия — 25 мм, а расстояние между двумя параллельными гранями — 22 мм. На деталях такой размер называют размером «под ключ», он определяет расстояние между «губками» ключа.

Габаритные размеры детали: 35 мм и  $\varnothing 50$  мм.

Таким образом, чтение чертежа сводится к получению всей имеющейся на чертеже информации о предмете. При этом обязательно учитывается как графическая, так и текстовая информация. Только вместе они дают однозначное представление о форме предмета, его размерах, материале, т. е. вызывают пространственный об-

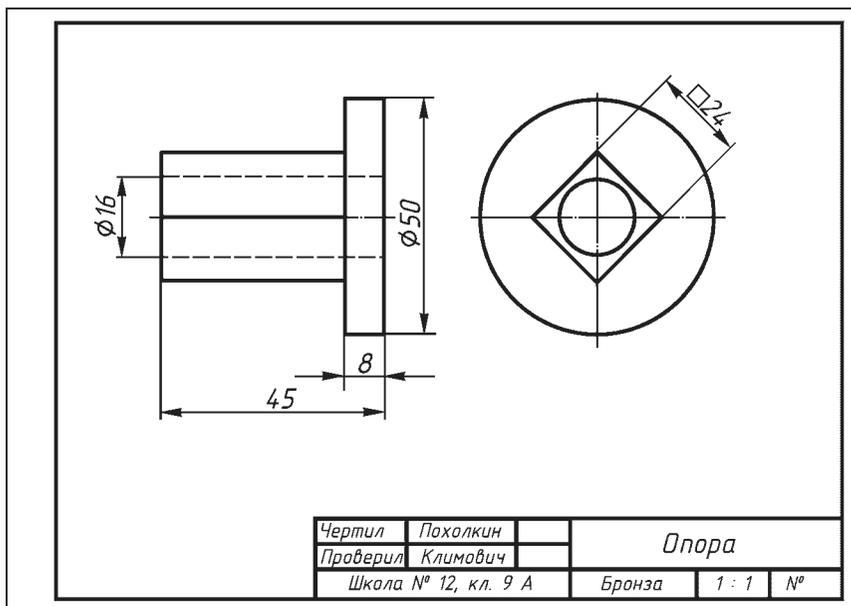
раз предмета по его плоскому изображению, выполненному на бумаге или классной доске.

**?** Как вы считаете, в какой последовательности необходимо читать чертеж детали?

**▼** 35. Прочитайте чертеж детали, заданный на рисунке 90.

*Вопросы к чертежу*

1. Как называется деталь?
2. Из какого материала она изготовлена?
3. Какой масштаб изображений?
4. Какие виды заданы на чертеже?
5. Сочетанием каких геометрических тел образована форма детали?
6. Какой элемент детали показан на главном виде штриховыми линиями? Какой он формы?
7. Изображением какого элемента детали является окружность  $\varnothing 50$  мм? Назовите все размеры этого элемента.
8. Каковы габаритные размеры детали?



**Рис. 90.** Задание для упражнений

Правообладатель Национальный институт образования

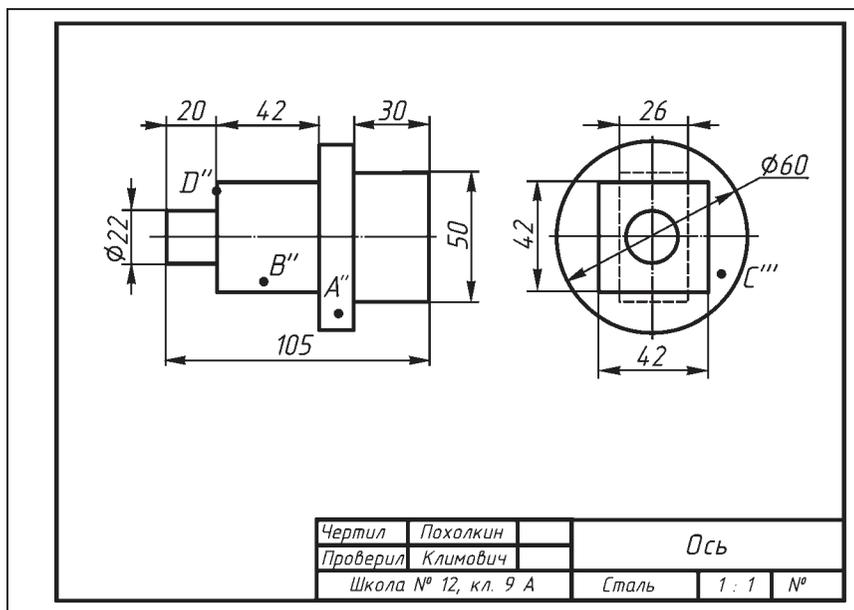


Рис. 91. Задание для упражнений

36. На рисунке 91 дан чертеж технической детали.

#### Задания к чертежу

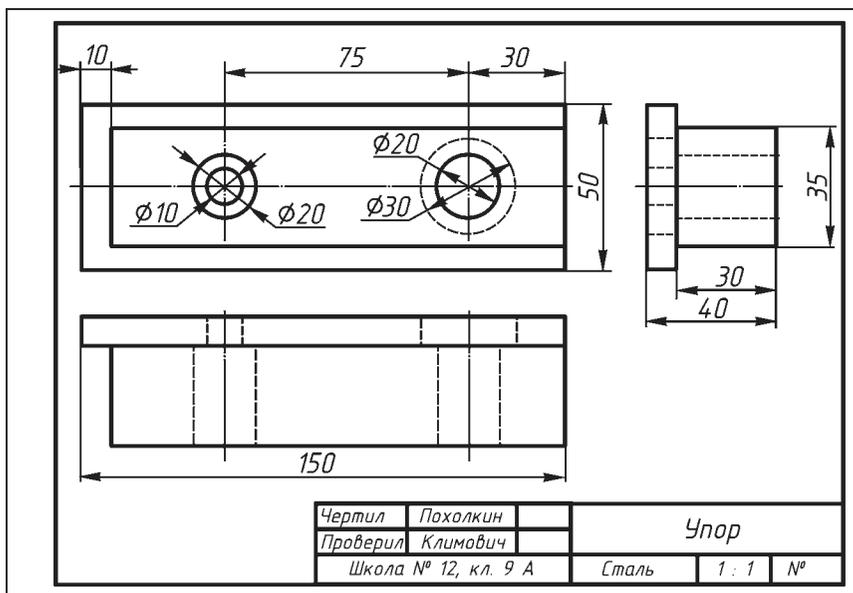
1. Прочитайте чертеж, используя рассмотренную выше последовательность.

2. На видимых частях поверхности детали на одном из видов заданы проекции точек. Не перечерчивая изображений, определите положение проекций этих точек на другом виде.

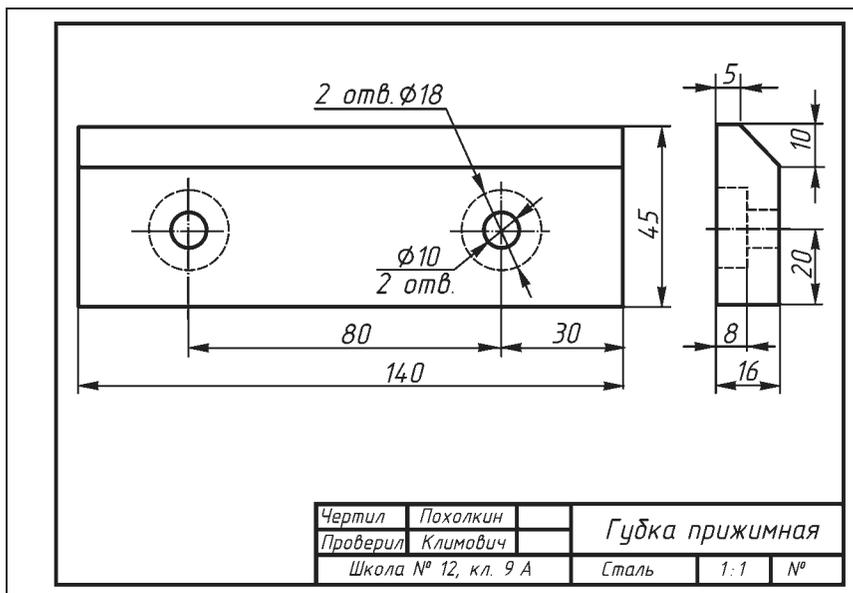
3. Выясните, совпадает ли с вершиной какая-нибудь из заданных точек (A, B и т. д.); какая из них лежит на ребре, грани или на поверхности вращения детали.

4. В рабочей тетради запишите: наименование детали, материал, из которого она изготовлена; масштаб; количество изображений и их названия; число геометрических тел, образующих форму детали, и их названия; габаритные размеры детали.

37. Прочитайте чертежи деталей (рис. 92, а и б).



а



б

Рис. 92. Задание для упражнений

## VI. ГРАФИЧЕСКИЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ФИГУР

### § 18. Преобразование изображений на чертежах

В учебной практике, в производственной деятельности встречаются графические задачи, решение которых связано с преобразованием различных геометрических фигур. Преобразования предполагают замену одной фигуры другой, полученной из первой по определенным правилам.

Рассмотрим некоторые из преобразований применительно к решению конкретных графических задач.

**18.1. Дополнение изображений отсутствующими линиями. Реконструкция изображений.** В процессе проверки и исправления чертежа иногда возникает необходимость нанести на том или ином виде отсутствующую линию, какие-либо знак, обозначение и изображение элемента детали. Иногда необходимо снять линии, не дающие ничего нового для выявления формы детали. Как первое, так и второе важно в практике выполнения разрезов, детализирования чертежей и др.

Пусть на чертеже (рис. 93, а) на виде сверху отсутствуют некоторые линии. Если известно, что отверстие в детали сквозное, то, чтобы это стало ясно из чертежа, необходимо показать отверстие на виде сверху (рис. 93, б), т. е. провести недостающие штриховые линии.

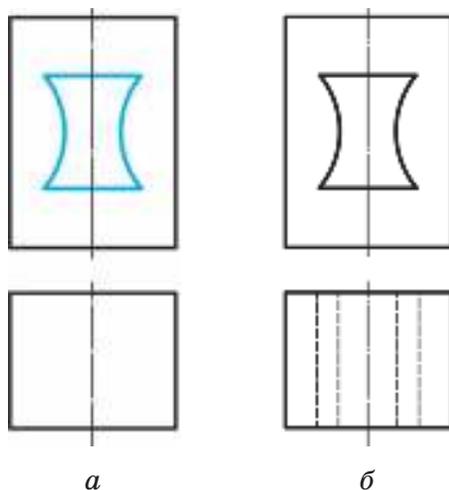


Рис. 93. Дополнение чертежа линиями

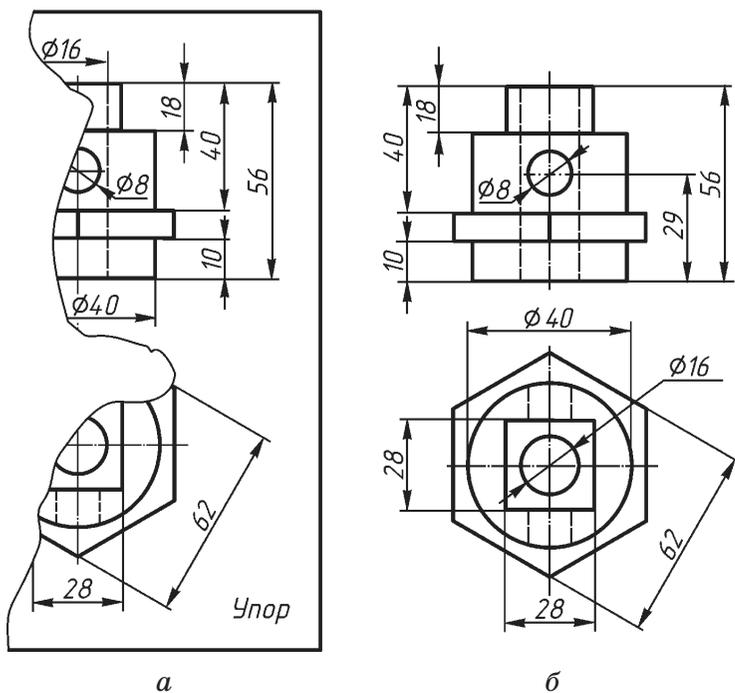


Рис. 94. Реконструкция изображений

Дополнение чертежа некоторыми линиями связано с таким видом графической деятельности, как реконструкция изображений. **Реконструкция** — воссоздание (восстановление) целостности изображения по его части или частям. Например, необходимо восстановить «поврежденный» чертеж (рис. 94, а). В этом случае по оставшимся частям изображений (два вида) нужно реконструировать исходные данные чертежа и выполнить чертеж полностью (рис. 94, б).



1. Когда возникает необходимость в дополнении чертежа некоторыми линиями?
2. Что представляет собой реконструкция изображений?



38. На чертеже не дочерчен вид слева (рис. 95). Перечертите заданные изображения, дополнив вид слева необходимыми линиями. Какие элементы детали изображают эти линии?

39\*. Дополните виды предмета, заданные на чертеже, недостающими линиями (рис. 96).

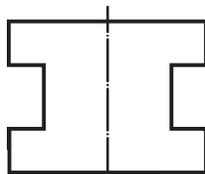
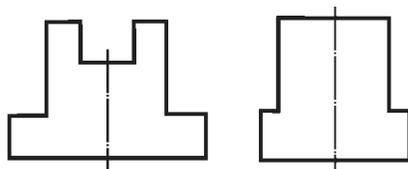
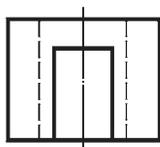
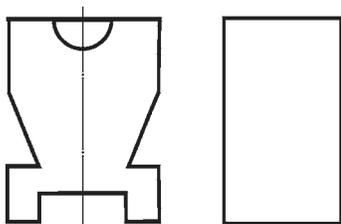


Рис. 95. Задание для упражнений

Рис. 96. Задание для упражнений

40. Реконструируйте чертеж (рис. 97).

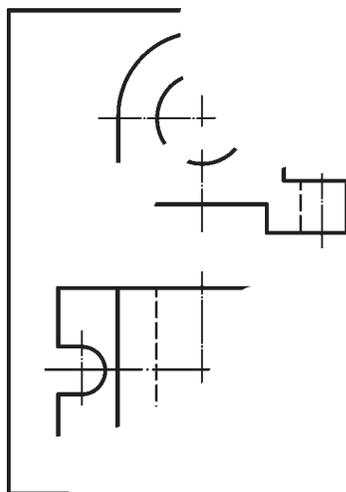


Рис. 97. Задание для упражнений

**18.2. Изменение количества изображений на чертеже.** В учебной практике иногда приходится выполнять задания, связанные с увеличением или уменьшением количества изображений на чертеже, например строить третий вид по двум имеющимся.

Построение третьего вида предмета сводится к построению отсутствующих проекций его отдельных элементов (точек, линий, плоских фигур) и отдельных частей. Для этой цели, изучая чертеж, определяют форму, размеры и положение этих частей на предмете. Таким образом, вначале осуществляется чтение чертежа. После этого приступают к графическим построениям, вычерчивая последовательно один за другим те или иные элементы предмета.

На рисунке 98 показана последовательность построения вида слева по двум заданным: главному и сверху. Перенос размеров с вида сверху на достраиваемый вид осуществлен с помощью постоянной прямой чертежа.

Иногда при построении отсутствующего на чертеже вида применение постоянной прямой не обязательно. Для переноса размеров с одного вида на другой можно воспользоваться циркулем или линейкой (например, см. рис. 98, размер, обозначенный звездочкой).

В заключение нужно удалить линии построения и обвести чертеж.

В практике используются задачи и на уменьшение количества изображений. С такими задачами вы встретитесь позже.

**?** Приведите примеры задач на изменение количества изображений на чертеже.

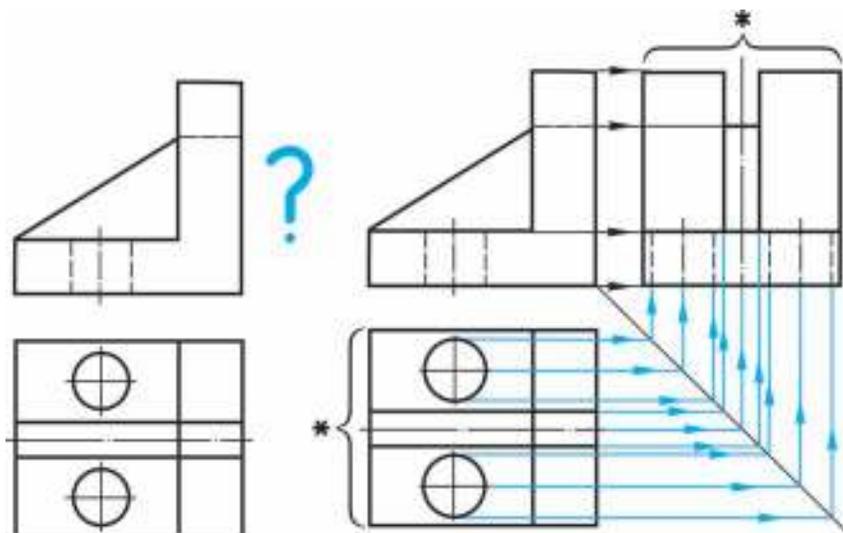


Рис. 98. Построение вида слева детали

**41.** Постройте третий вид детали по двум заданным (рис. 99, а и б).

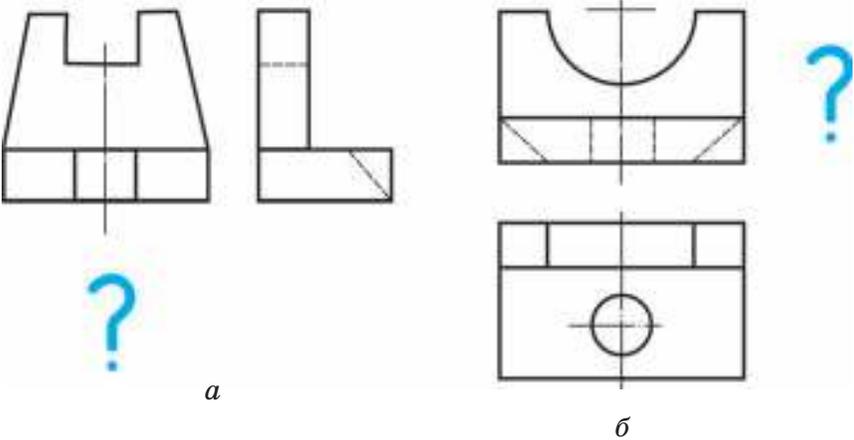


Рис. 99. Задание для упражнений

**ГР 4-1**

**Чертеж детали**

Постройте третий вид детали по двум заданным (условие задачи предлагает учитель).

**§ 19. Построение чертежей разверток**

**ВМ** Для изготовления многих изделий из листового материала необходимо выполнить их **развертки**. Развертываемыми поверхностями называются такие поверхности, которые могут быть совмещены всеми своими точками с плоскостью без образования складок и разрывов. Рассмотрим процесс построения разверток некоторых многогранников и кривых поверхностей (рис. 100).

1. Развертка поверхности любой прямой призмы, в том числе и куба, представляет собой плос-

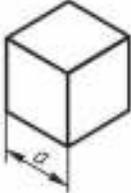
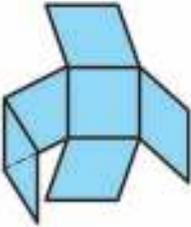
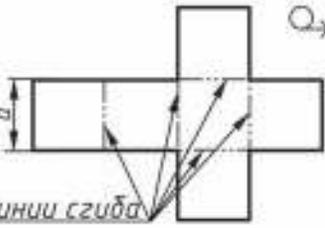
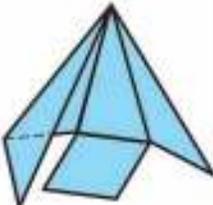
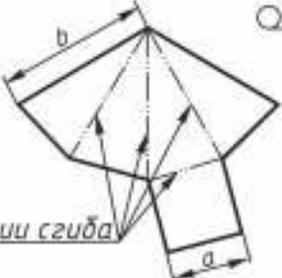
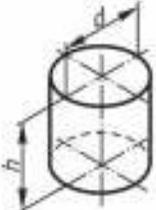
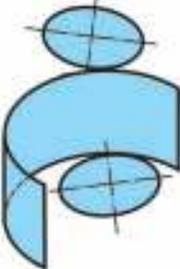
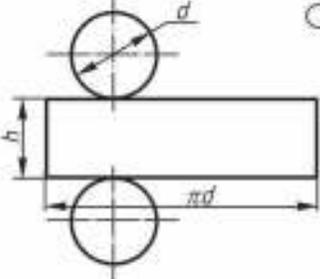
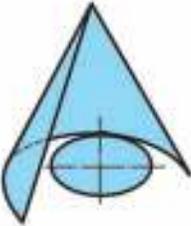
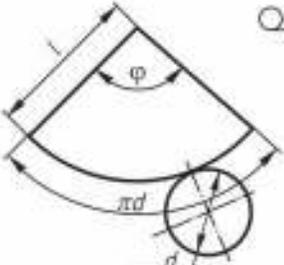
Поверхность	Начало разворачивания	Развертка поверхности
 <p data-bbox="227 526 277 560">Куб</p>		 <p data-bbox="631 479 794 514">Линии сгиба</p>
 <p data-bbox="194 842 325 876">Пирамида</p>		 <p data-bbox="631 804 794 838">Линии сгиба</p>
 <p data-bbox="199 1149 314 1183">Цилиндр</p>		
 <p data-bbox="216 1465 295 1499">Конус</p>		

Рис. 100. Развертки поверхностей геометрических тел

кую фигуру, составленную из боковых граней — прямоугольников и двух оснований — многоугольников.

Развертка пирамиды состоит из треугольников (их число равно числу граней пирамиды) и многоугольника основания.

2. Развертка поверхности цилиндра состоит из прямоугольника и двух кругов. Одна сторона прямоугольника равна высоте цилиндра, другая — длине окружности основания —  $\pi d$ . На чертеже к прямоугольнику пристраиваются два круга, диаметр которых равен диаметру оснований цилиндра.

3. Развертка поверхностей конуса представляет собой плоскую фигуру, состоящую из сектора — развертки боковой поверхности и круга — основания конуса.

Угол  $\varphi$  можно вычислить и по формуле:

$$\varphi = \frac{360^\circ \cdot d}{2 \cdot l},$$

где  $d$  — диаметр окружности основания;  $l$  — длина образующей конуса.

На чертеже развертки над изображением ставят специальный знак  $\bigcirc \searrow$ . От линий сгиба, где они есть (а их проводят штрихпунктирной с двумя точками), проводят линии-выноски и пишут на полке «Линии сгиба».



1. Какие плоские фигуры представляют собой развертки призмы? цилиндра? конуса?
2. Какой знак должен сопровождать чертежи разверток?

## § 20. Выполнение чертежей предметов с изменением их формы

**20.1. Построение чертежей предметов со срезами.** В практике часто встречаются детали, форма которых представляет собой геометрическое тело с плоскими срезами или с наклонными гранями (рис. 101). *Срез* — это результат сечения поверхности многогранника или тела вращения какой-либо плоскостью.

Фигура, полученная в результате сечения многогранника, — *многоугольник*. В сечении тела вращения плоскостью получают фигуры, ограниченные кривыми или прямыми линиями в зависимости от того, как расположена в пространстве секущая плоскость относительно поверхности тела или плоскости проекций.

Сечения поверхностей плоскостью рассматривают в геометрии. Здесь же приведены лишь некоторые графические построения, с помощью которых можно получить чертежи предметов, имеющих плоские срезы.

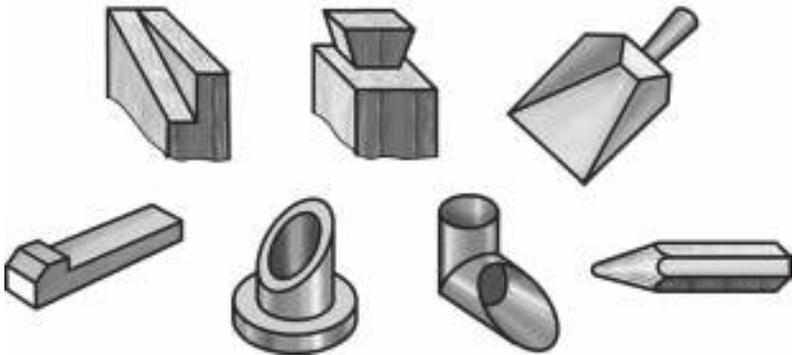


Рис. 101. Изображения предметов со срезами

На рисунке 102, *a* изображена часть призмы. Очевидно, что призма такой формы получится в результате пересечения ее боковой поверхности плоскостью  $\alpha$ , перпендикулярной фронтальной плоскости проекций<sup>1</sup>.

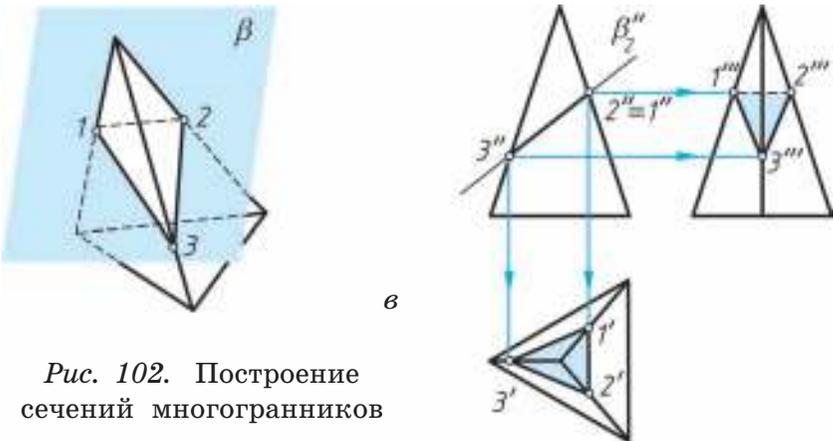
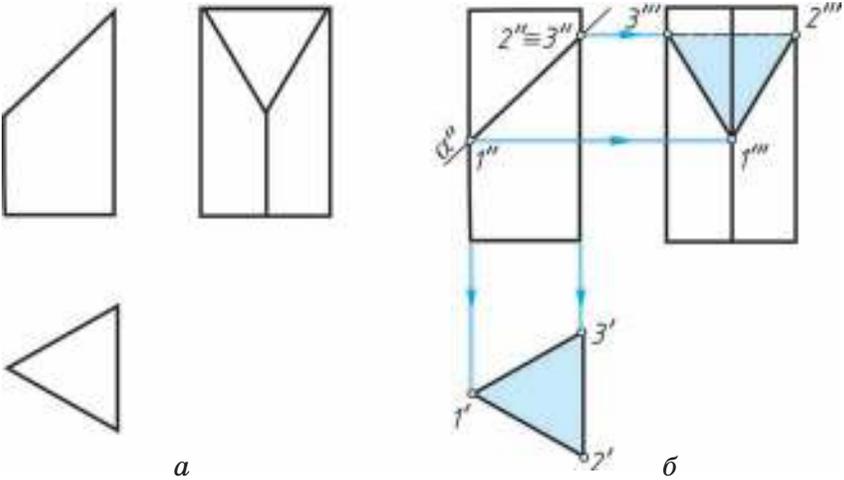


Рис. 102. Построение сечений многогранников

<sup>1</sup> Секующие плоскости будем обозначать строчными буквами греческого алфавита:  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  и др. Проекции этих плоскостей будем дополнять знаком «'» — «штрих»: горизонтальная —  $\alpha'$ , фронтальная —  $\alpha''$ , профильная —  $\alpha'''$  и т. д.

Рассмотрим последовательность построения проекций фигуры сечения (рис. 102, б). Фронтальная проекция фигуры сечения совпадает с фронтальной проекцией секущей плоскости (линия  $1'' - 2'' \equiv 3''$ ), горизонтальная — с горизонтальной проекцией основания призмы ( $1' - 2' - 3'$ ). Профильную проекцию фигуры сечения находим, исходя из свойств принадлежности точек фигуры сечения ребрам призмы ( $1''' - 2''' - 3'''$ ). Их проекции строят с помощью линий связи.

Аналогично может быть построена фигура сечения пирамиды плоскостью, перпендикулярной фронтальной плоскости проекций (рис. 102, в).

На рисунке 103 показано построение проекций фигуры сечения пирамиды плоскостью, перпендикулярной профильной плоскости проекций. Рассмотрите этот пример самостоятельно.

В сечении цилиндра плоскостью могут получаться следующие фигуры: прямоугольник, круг, эллипс (рис. 104). В первом случае секущая плоскость должна быть параллельна оси вращения

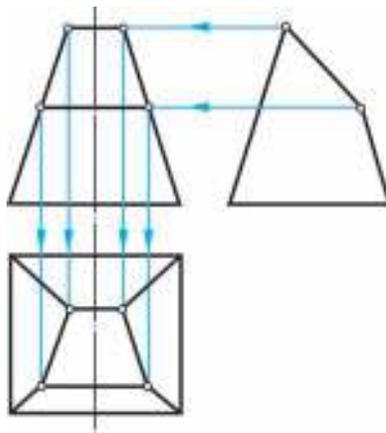


Рис. 103. Построение сечения пирамиды

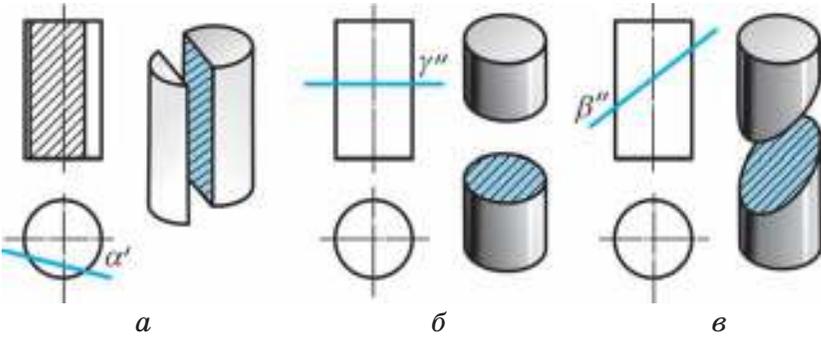


Рис. 104. Построение сечений цилиндра

цилиндра (рис. 104, а), во втором — направлена перпендикулярно ей (рис. 104, б), в третьем — наклонена к оси вращения под любым углом, не равным  $90^\circ$  (рис. 104, в).

Фигуры, ограниченные прямыми или кривыми линиями, получают и в сечении конуса плоскостью, в зависимости от ее положения относительно оси вращения тела или его образующих. В частности, сечение конуса плоскостью, перпендикулярной оси вращения, — это круг (рис. 105).

Сечение шара — всегда круг.

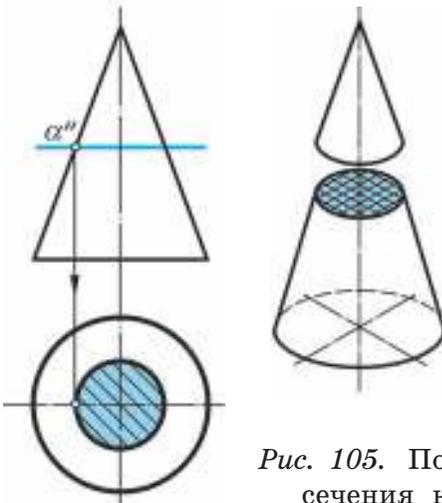


Рис. 105. Построение сечения конуса



1. Какие фигуры получаются в результате сечения многогранника плоскостью?
2. Какие фигуры получаются в результате сечения цилиндра плоскостью?



**42\*.** Постройте чертежи призмы, пирамиды, цилиндра и конуса (рис. 106), форма которых изменена в результате сечения плоскостями, перпендикулярными фронтальной плоскости проекций. Чертежи должны содержать два или три вида (по заданию учителя). Лишние линии удалите.

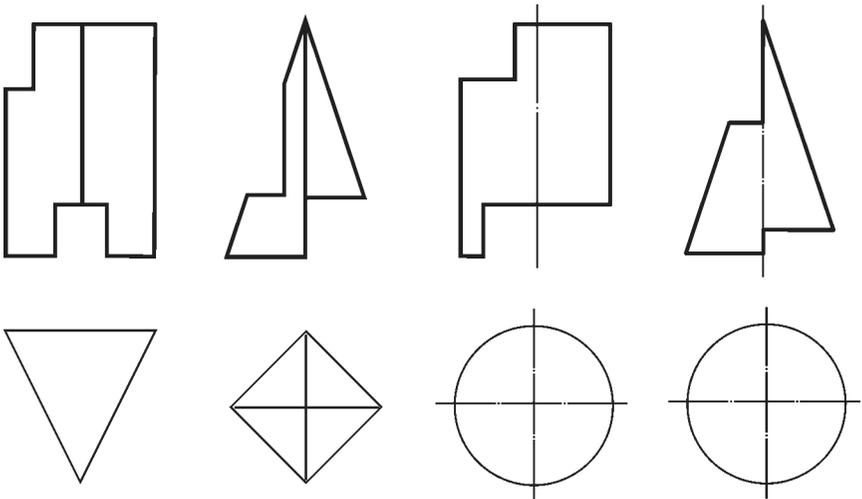


Рис. 106. Задание для упражнений

**20.2. Построение вырезов на геометрических телах.** В практике встречается много деталей и других предметов, геометрическая форма которых изменена различными вырезами (рис. 107). Чтобы выполнить или прочитать чертеж такого предмета, нужно представить его первоначальную форму и форму выреза.

Рассмотрим некоторые примеры.

На рисунке 108, *a* дан чертеж пробки. Изучив его, устанавливаем, что деталь изготовлена из за-

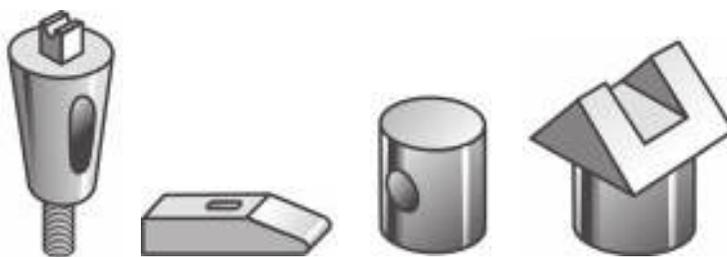


Рис. 107. Изображение предметов с вырезами

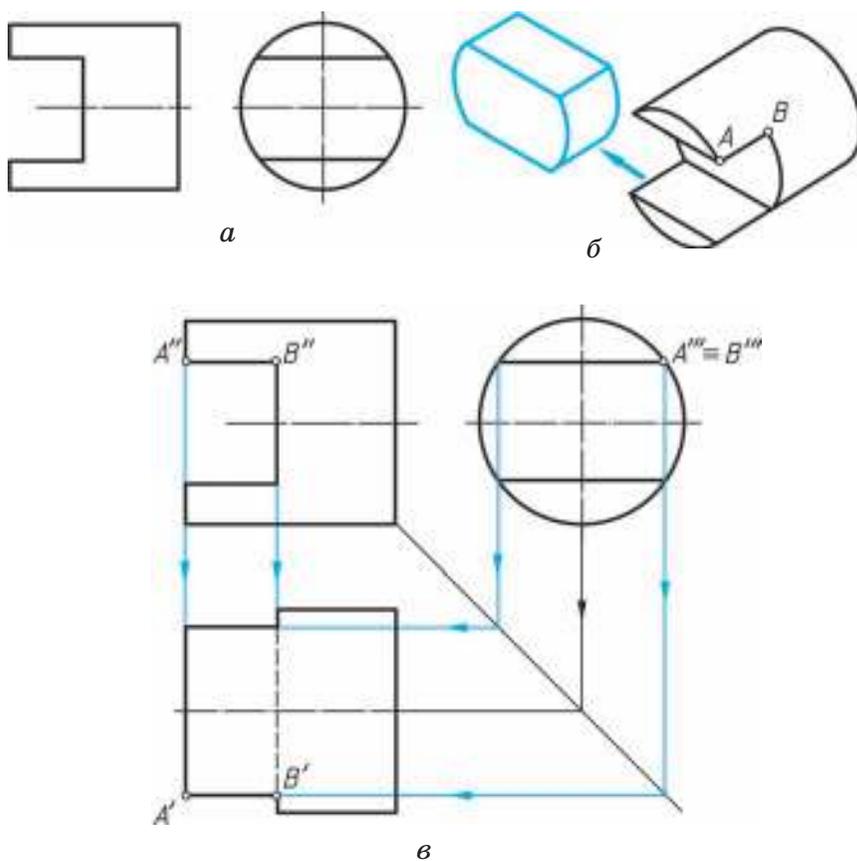


Рис. 108. Построение проекций выреза на чертеже детали

готовки цилиндрической формы, в которой сделан вырез прямоугольной формы (рис. 108, б).

Чтобы построить вид сверху детали, сначала изображают прямоугольник — вид цилиндра сверху, являющийся исходной формой детали. Затем строят проекцию выреза. Обозначим некоторые характерные точки ( $A''$ ,  $B''$  и  $A''' \equiv B'''$ ), которые определяют проекции выреза, и по ним с помощью линий связи построим горизонтальные проекции  $A'$ ,  $B'$  этих точек и им симметричных (рис. 108, в).

Установив форму выреза, легко решить, какие линии на виде сверху надо обводить сплошными толстыми основными, какие — штриховыми линиями, а какие — удалить.

Линию, ограничивающую вырез на поверхности предмета, можно представить и как линию взаимного пересечения двух поверхностей, одна из которых удалена. Такой удаленной поверхностью на рисунке 109 является поверхность горизонтально расположенного цилиндра.

**?** Посмотрите вокруг себя и найдите в предметах быта и труда различные поверхности, видоизмененные вырезами.



Рис. 109. Изображение линий пересечения поверхностей двух тел



**43\*.** Постройте чертежи призмы и цилиндра (рис. 110, а и б), форма которых изменена вырезами. Отверстия в деталях сквозные. Чертеж должен содержать три вида.

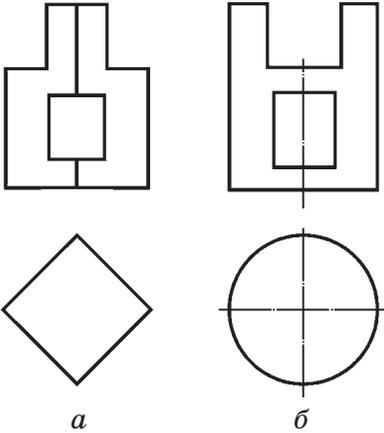


Рис. 110. Задание для упражнений

**44.** Нарисуйте части детали (рис. 111), удаленные посредством вырезов. Сколько их? Постройте вид сверху детали.

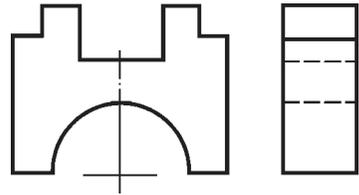


Рис. 111. Задание для упражнений

**20.3. Преобразование формы предмета по чертежу.** В решении ряда практических и учебных задач часто возникает необходимость выполнить чертеж предмета, изменив, т. е. преобразовав его заданную геометрическую форму. Такие задачи называют **задачами на конструирование**. Преобразование формы детали может осуществляться посредством удаления ее отдельных частей, изменения их положения, наращивания, поворота, движения и пр.

Например, на рисунке 112, а изображена деталь — корпус. На изображении точками и тонкими линиями нанесена разметка, по которой преобразуют поверхность детали с целью придания ей необходимых в производстве формы и размеров. На рисунке 112, б приведено изобра-

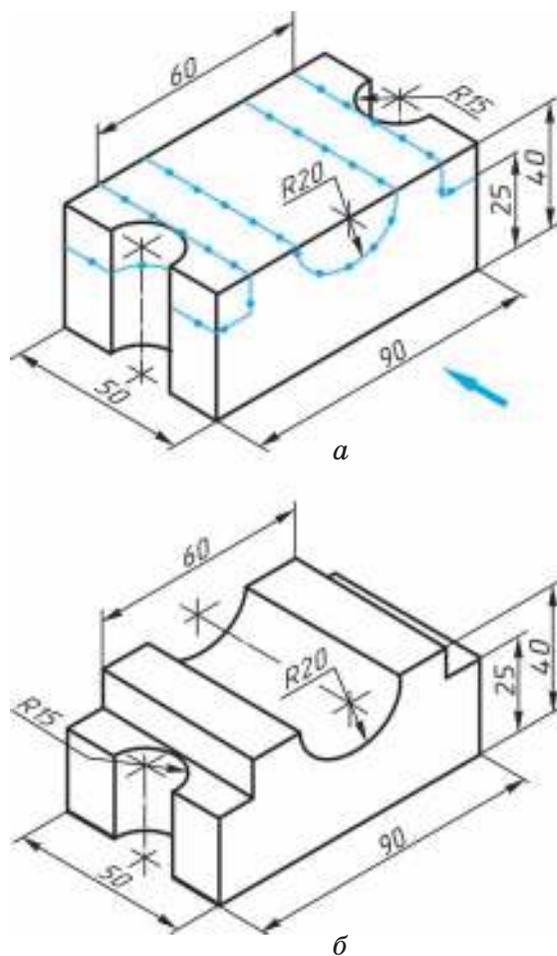


Рис. 112. Изменение формы детали по разметке

жение детали после указанного на чертеже изменения ее формы.



Как вы понимаете выражение «изменение формы детали»?



**45\*.** Выполните эскиз детали (рис. 113), мысленно удалив выступы на детали (они указаны стрелками), сделав вместо них выемку и отверстие на том же месте таких же формы и размеров.

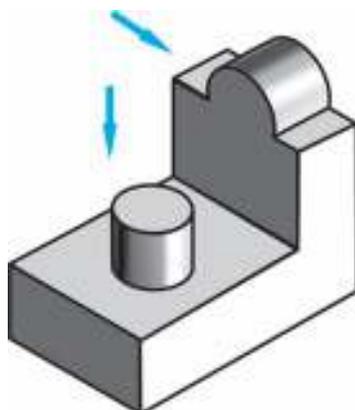


Рис. 113. Задание для упражнений

**ГР 4-2**

### Чертеж детали

Выполните чертеж детали, у которой следует удалить части по нанесенной разметке (рис. 114).

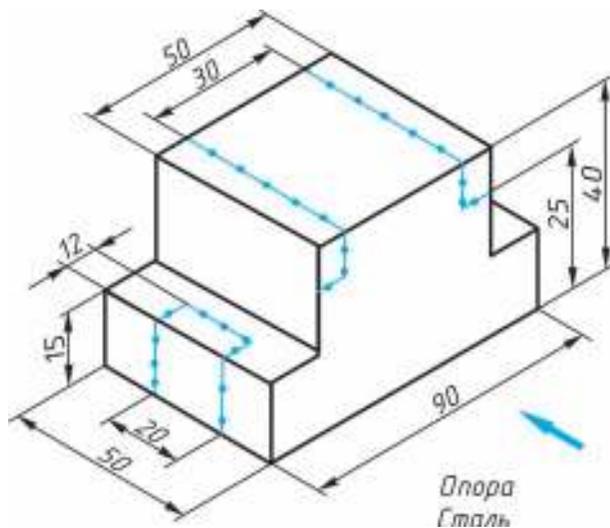
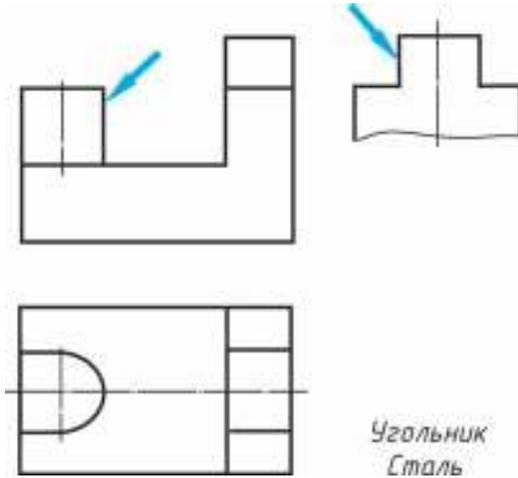


Рис. 114. Задание к графической работе № 4

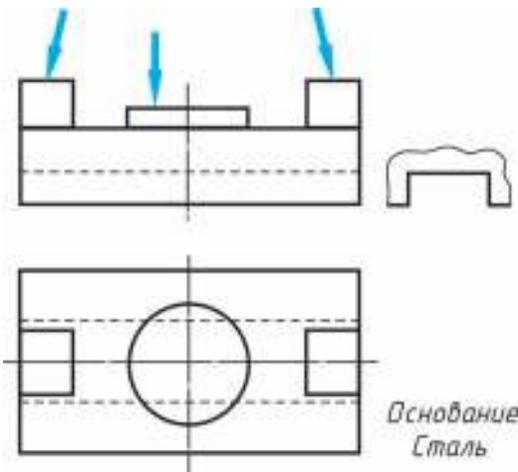
ГР	4-3
----	-----

### Чертеж детали

Выполните чертежи деталей, сделав вместо выступов, отмеченных стрелками, выемки таких же



а



б

Рис. 115. Задание к графической работе № 4

формы и размеров (рис. 115, *а* и *б*). Постройте третий вид деталей.

Изображение детали при построении чертежа увеличьте в 2 раза по сравнению с заданным. Нанесите размеры, взяв их с чертежа.



46. С целью получения целостной системы представлений о построении чертежей в прямоугольных проекциях повторите по учебнику § 8 и материал в КТС «Вид».

## VII. ПОСТРОЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ, СОДЕРЖАЩИХ СЕЧЕНИЯ И РАЗРЕЗЫ

На производстве и в быту встречаются детали сложной формы, когда применения только видов (как средств графического изображения внешней формы предметов на чертежах) бывает недостаточно. В этом случае для выявления геометрической формы детали, и в первую очередь ее внутреннего очертания, применяют такие изображения, как *сечения* и *разрезы*.

### § 21. Чертежи, содержащие сечения

**21.1. Назначение сечений.** *Сечением* называют изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета плоскостью. Такое изображение наряду с видами применяют на чертежах для деталей, когда возникает необходимость в показе их поперечной формы или пояснении формы какого-нибудь элемента.

Рассмотрите наглядное изображение детали, называемой валом (рис. 116, а). Форма детали представляет собой в целом сочетание цилиндров разных диаметров и конической фаски. В детали имеются различные углубления, отверстия. Чертеж такой детали (рис. 116, б), даже если имеется ее аксонометрическая проекция, не дает достаточно полного представления об элементах детали, их форме и размерах.

С целью полного показа формы детали можно увеличить количество видов на чертеже, но от

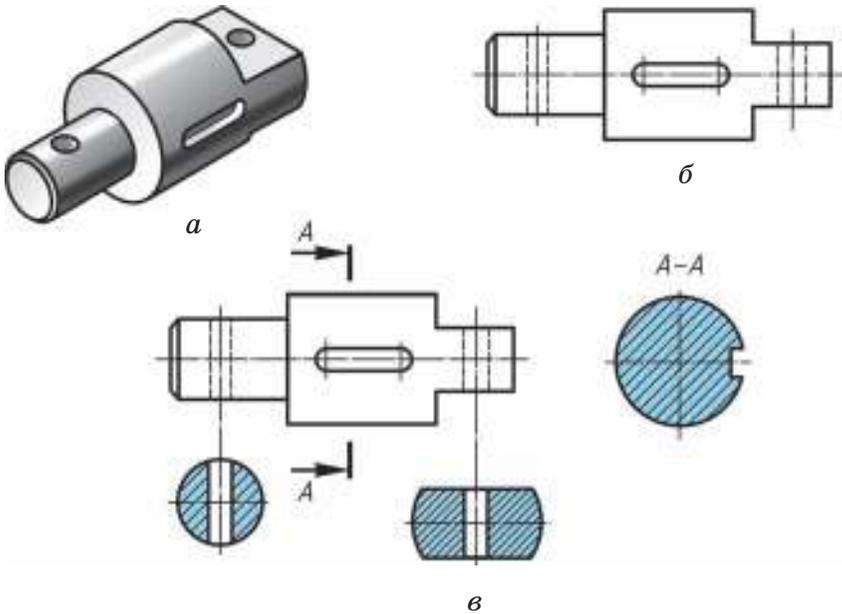


Рис. 116. Применение сечений

этого чертеж станет громоздким и малопонятным. Для выявления геометрической формы указанной детали, а также с целью уменьшения количества изображений на чертеже применены сечения (рис. 116, в).

- ?** 1. Какое изображение называют сечением?  
 2. Для чего применяют сечения?

**21.2. Получение сечений.** ГОСТ определяет сечение как изображение фигуры, полученной в результате мысленного рассечения предмета плоскостью. Плоскость, которую используют для получения сечения, называют **секущей**.

На рисунке 117 показан пример получения сечения для выявления в детали формы выемки, которую называют шпоночной канавкой.

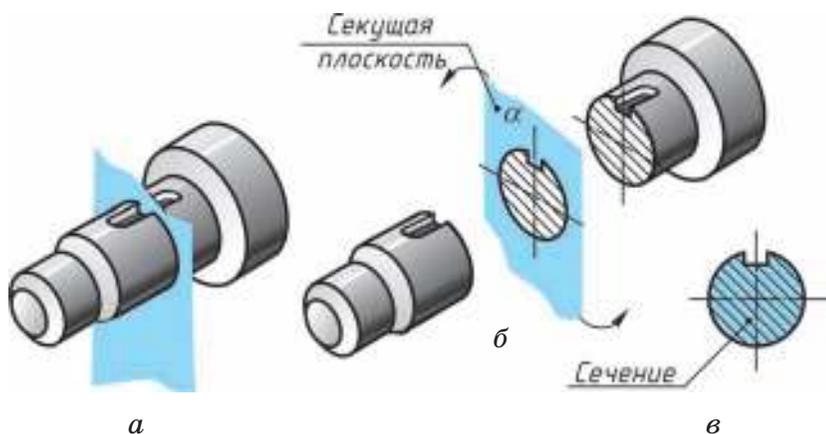


Рис. 117. Получение сечений

Деталь в месте ее мысленного рассечения плоскостью условно разъединена. Секущая плоскость вместе с фигурой сечения повернута до ее совмещения с плоскостью чертежа (см. стрелки на рис. 117, б).

В сечении показывают только ту фигуру, которая получается непосредственно в секущей плоскости (рис. 117, в). На чертеже ее условно выделяют *штриховкой тонкими линиями* под углом  $45^\circ$  к горизонтальной линии.



1. Как называется плоскость для получения сечения?
2. Как выделяют сечения на чертеже?

**21.3. Размещение и обозначение сечений на чертеже.** Сечения можно располагать на свободном месте формата или наложенными на изображения детали. Исходя из этого, в зависимости от места расположения на чертеже сечения делят на вынесенные и наложенные.

**Вынесенные сечения** располагают вне контура изображения детали на любом месте поля чертежа (см. рис. 117, в). Их считают предпочтительными, так как они не загромождают изображение лишними линиями.

Контур вынесенного сечения обводят сплошной толстой основной линией такой же толщины ( $s$ ), как толщина линии, принятой для видимого контура изображения.

Чтобы показать, в каком месте проходит секущая плоскость, ее иногда обозначают условно (см. форзац I).

Для обозначения вынесенного сечения, как правило, проводят разомкнутую линию — два утолщенных штриха (рис. 118). Стрелки, указывающие направление взгляда, располагают у внешних концов разомкнутой линии. С внешней стороны стрелок наносят одинаковые прописные буквы русского алфавита. Сечения обозначают по типу А—А или В—В (см. рис. 116, в).

Если сечение представляет собой симметричную фигуру и расположено на продолжении линии сечения (штрихпунктирной), то стрелки и буквы не наносят (см. рис. 116, в).

Вынесенные сечения допускается располагать в разрыве одного и того же вида, т. е. между его частями (рис. 119). Условный разрыв детали показывают сплошной волнистой

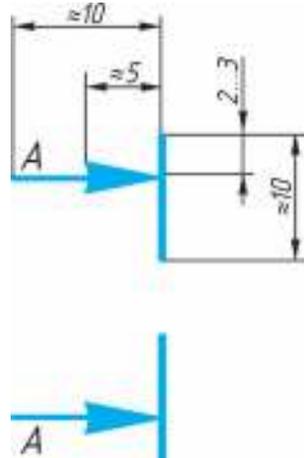


Рис. 118. Линия обозначения сечений

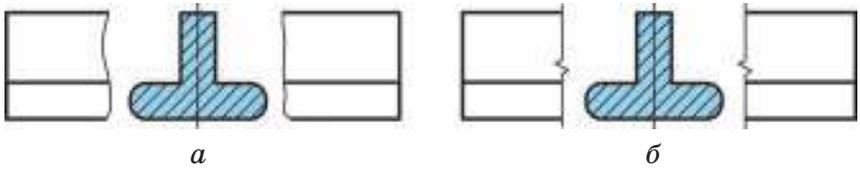


Рис. 119. Вынесенные сечения

линией (рис. 119, а) или сплошной тонкой линией с изломом (рис. 119, б).

По построению и расположению сечение должно соответствовать направлению, которое указано стрелками. Однако вынесенные сечения допускается располагать и с поворотом, добавляя при этом к надписи А—А или В—В условный графический знак  $\odot$ , что означает «повернуто» (рис. 120).

Для нескольких одинаковых сечений одной и той же детали вычерчивают одно сечение, а линии сечений обозначают одной и той же буквой (см. рис. 120).

Если секущая плоскость проходит через ось поверхности вращения, представляющей собой отверстие или углубление, то контур этого отверс-

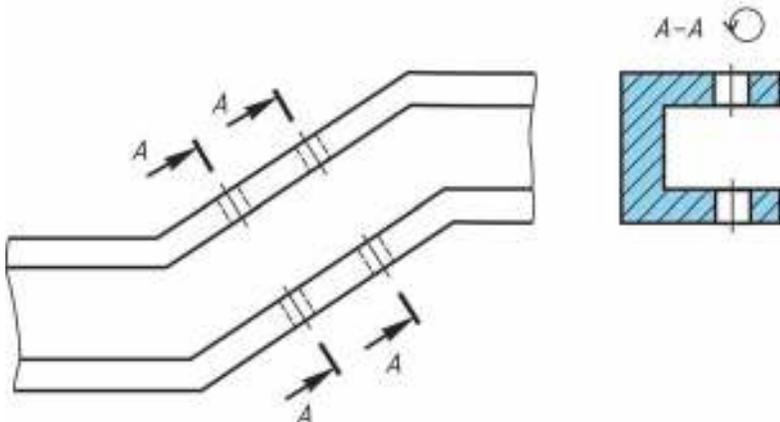


Рис. 120. Вынесенные сечения с поворотом

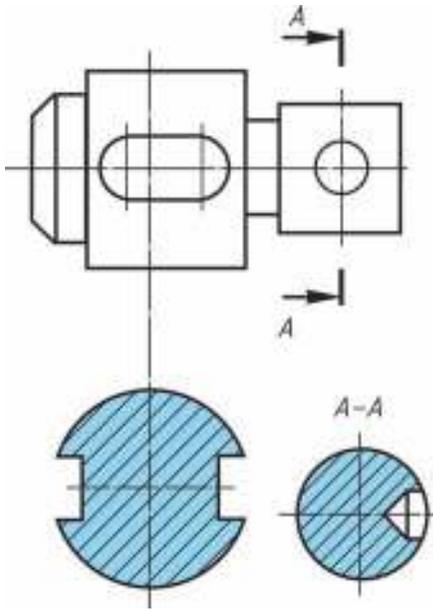


Рис. 121. Вынесенные сечения

тия или углубления в сечении показывают полностью (рис. 121, сечение А—А).

**Наложенные сечения** совмещают с видом (рис. 122). Контур изображения на месте расположения наложенного сечения не прерывают. Такие сечения не обозначают (рис. 122, а). И лишь в случае, когда сечение представляет

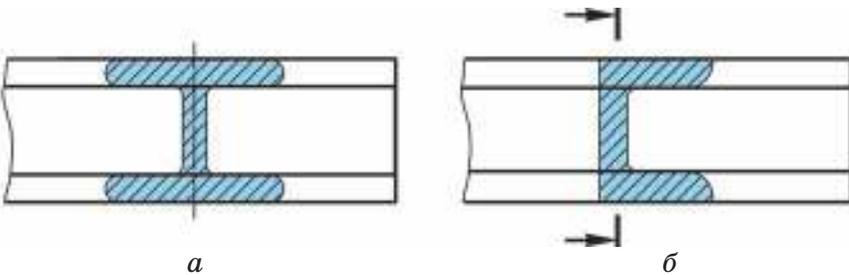


Рис. 122. Наложённые сечения

собой несимметричную фигуру, проводят штрихи разомкнутой линией и стрелки, но буквами его не обозначают (рис. 122, б).

Контур наложенного сечения обводят сплошными тонкими линиями толщиной от  $s/3$  до  $s/2$ .



1. Какое сечение называют вынесенным? наложенным? Где они располагаются на чертеже?
2. Какой линией обводят вынесенное сечение? наложенное сечение?
3. Как обозначают сечение?

**21.4. Графические обозначения материалов в сечениях.** Детали, другие изделия изготавливают из различных материалов: металла, древесины, пластмасс, стекла, резины и др. В стандарте ЕСКД предусмотрены графические обозначения материалов в сечениях. Некоторые из них приведены на рисунке 123.

Так, для изображения металлов и твердых сплавов используют штриховку наклонными параллельными тонкими линиями под углом  $45^\circ$  к линии контура изображения или его оси. Наклон линий может быть принят вправо или влево, но, как правило, в одну и ту же сторону во всех сечениях, относящихся к чертежу изображенной детали.



Рис. 123. Графические обозначения материалов в сечении

Расстояние между линиями штриховки (шаг, или частота) выбирают 1...10 мм в зависимости от размеров площади штриховки. Частота штриховки должна быть одинаковой и равномерной для всех сечений данной детали. На учебных чертежах формата А4, в рабочей тетради это расстояние может быть равно 2...4 мм.

- ?** 1. С какой целью используют графическое обозначение материалов в сечении?  
2. Как выполняют штриховку металла в сечении?

- ▼** 47. Пользуясь наглядным изображением предметов, заданных на рисунке 124, начертите в рабочей тетради главный вид (по направлению, указанному стрелкой) с наложенным сечением. Размеры возьмите произвольные.

48. Выполните эскиз детали (с натуры) с применением сечений. Эскиз детали может быть выполнен и по наглядному изображению (рис. 125, а и б). Размеры возьмите произвольные.

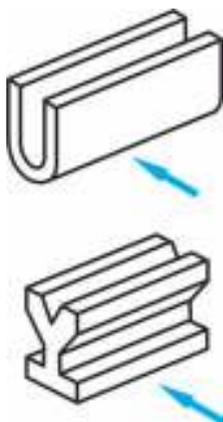


Рис. 124. Задание для упражнений



Рис. 125. Задание для упражнений

## § 22. Чертежи, содержащие разрезы

**22.1. Назначение разрезов.** Некоторые детали, как и изделия в целом, имеют очень сложную внутреннюю геометрическую форму. Большое количество штриховых линий, если их использовать на чертеже для показа всех невидимых элементов детали, создает дополнительные трудности в восприятии ее формы (рис. 126, *a*). Для уяснения внутренней формы детали по чертежу, выявления ее отдельных частей и элементов применяют разрезы.

**Разрез** — это изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями. При этом часть предмета, расположенная

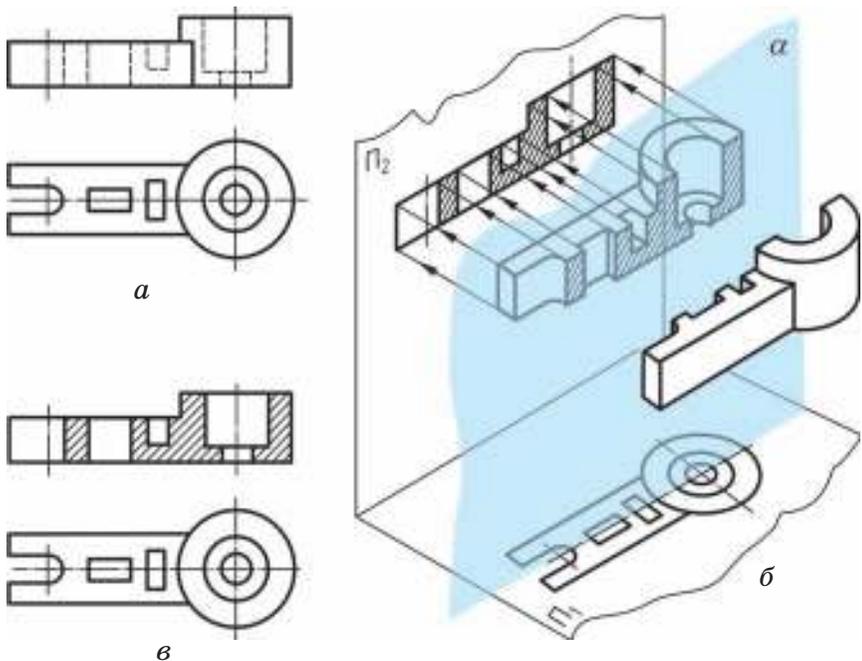


Рис. 126. Получение фронтального разреза

между наблюдателем и секущей плоскостью, мыслится удаленной (рис. 126, б). На разрезе показывают то, что находится в секущей плоскости и за ней (рис. 126, в).

Рассмотрим пример более подробно. Пусть секущая плоскость  $\alpha$  расположена параллельно плоскости  $\Pi_2$ . Плоскость  $\alpha$  будем считать прозрачной. Если удалим условно часть детали, расположенную между наблюдателем и секущей плоскостью  $\alpha$  (например, «сдвинем» на себя), то на изображении увидим фигуру сечения (она выделена штриховкой) и те части детали, которые находятся за секущей плоскостью.

Как изменился чертеж детали после использования разреза? Как видите, вид сверху на чертеже не изменился (см. рис. 126, в). В то же время штриховые линии, которыми на главном виде были изображены внутренние очертания, теперь обведены сплошными основными линиями, так как они стали видимыми. Фигура сечения, входящая в разрез, заштрихована. Но штриховка нанесена только там, где сплошные части детали попали в секущую плоскость.

Линии, находящиеся на передней (видимой), т. е. неизображенной, части детали, на разрезе не показаны.



1. Дайте определение разреза.
2. Укажите назначение разрезов.
3. Как изменится изображение после выполнения разреза?
4. Укажите отличия разреза от вида.
5. Входит ли сечение в состав разреза?
6. Как выделяется фигура сечения, входящего в разрез?

**22.2. Название и обозначение разрезов.** Разрез детали, показанный на рисунке 126, в, получен с помощью одной плоскости. Такие разрезы называют **простыми**. Секущая плоскость в данном случае расположена параллельно фронтальной плоскости проекции. Поэтому разрез называют **фронтальным**.

Разрез, полученный при рассечении предмета плоскостью, параллельной горизонтальной плоскости проекций (рис. 127), называют **горизонтальным**. Если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций (рис. 128), разрез называют **профильным**.

Разрезы могут быть и **наклонными** (рис. 129). Такие разрезы получают плоскостями, расположенными под некоторым (отличным от  $90^\circ$ ) углом к горизонтальной плоскости проекций.

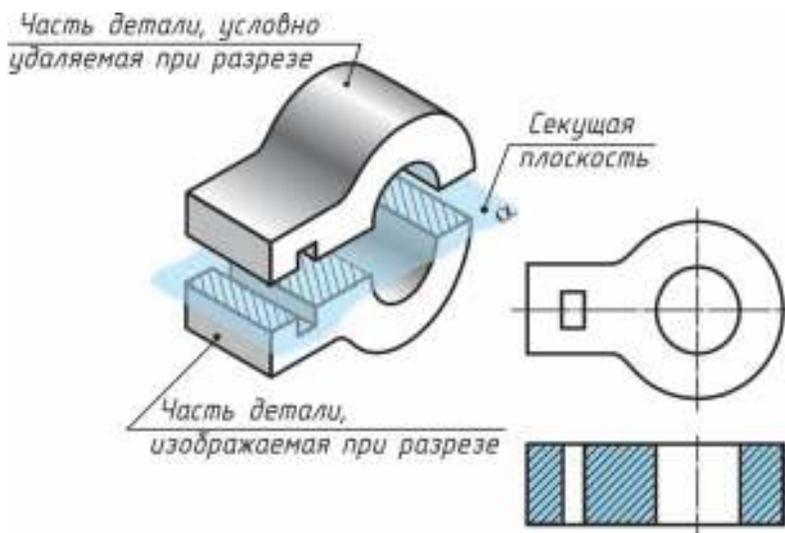


Рис. 127. Получение горизонтального разреза

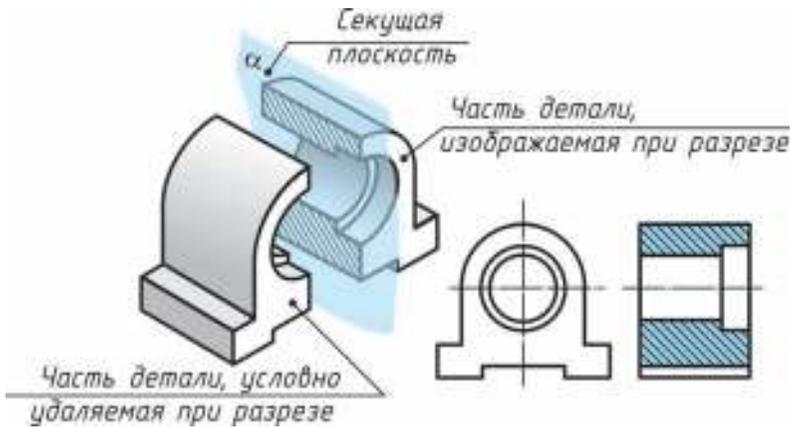


Рис. 128. Получение профильного разреза

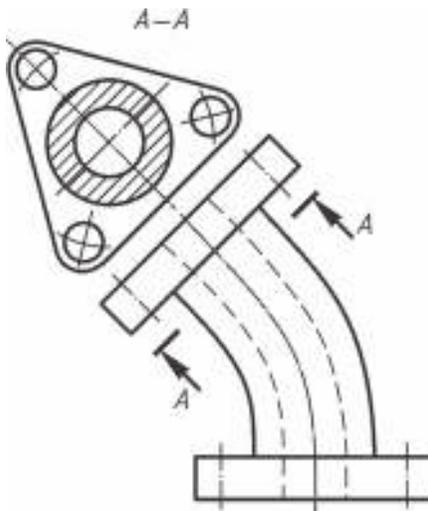


Рис. 129. Наклонный разрез

На одном чертеже детали может быть несколько разрезов. Применение каждого из них должно быть целесообразным и оправданным.

Разрезы обычно располагают в проекционной связи: фронтальный — на месте главного вида,

профильный — на месте вида слева, а горизонтальный — на месте вида сверху.

В том случае, когда секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии детали и разрез расположен в проекционной связи, его не обозначают.

Если секущая плоскость не совпадает с плоскостью симметрии, разрезы обозначают так же, как сечения, — разомкнутой линией. Стрелки с буквами показывают направление взгляда. Над разрезом пишут те же буквы через тире (рис. 130).

Какое различие между разрезом и сечением? Внимательно рассмотрите рисунок 131, где изоб-

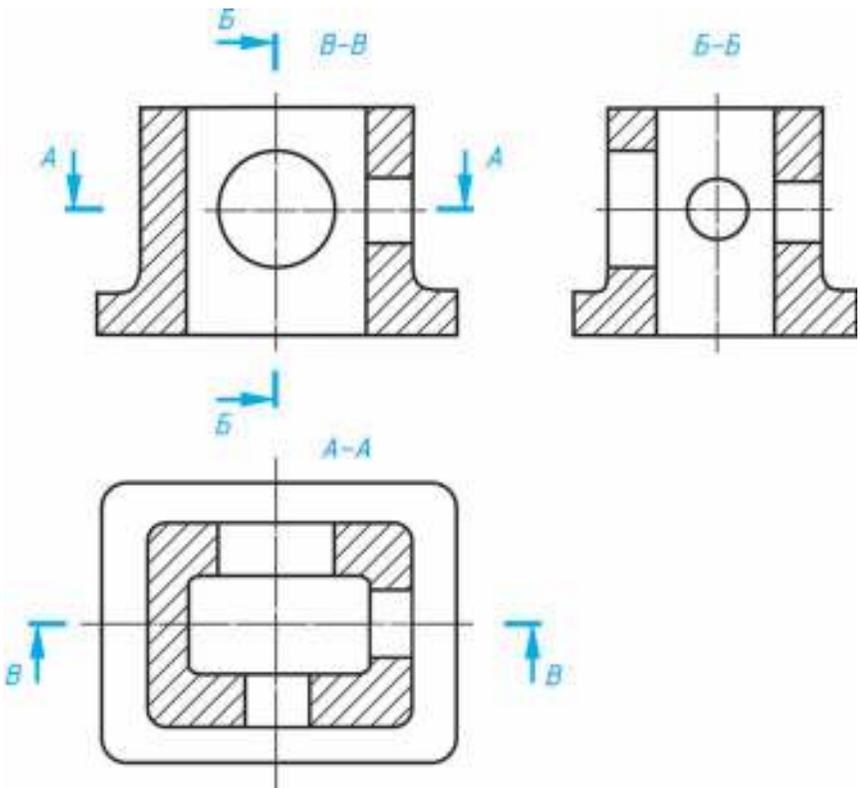


Рис. 130. Обозначение разрезов  
 Правообладатель Национальный институт образования

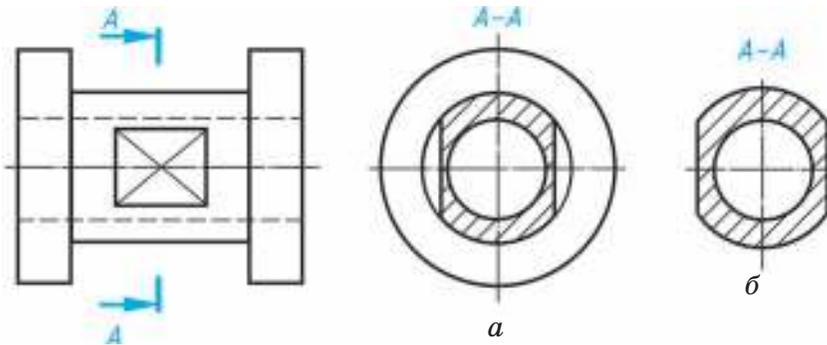


Рис. 131. Различие между разрезом и сечением

ражены разрез (рис. 131, а) и сечение (рис. 131, б) одной и той же детали. Как видите, на сечении показано лишь то, что расположено непосредственно в секущей плоскости. При построении разреза необходимо вместе с фигурой сечения давать изображения и тех частей детали, которые расположены за секущей плоскостью.



1. Какие разрезы называют простыми?
2. Какие разрезы называют горизонтальными? фронтальными? профильными?
3. В каких случаях разрезы не обозначают?

**22.3. Местные разрезы.** Для более четкого выявления формы детали в каком-нибудь ограниченном месте используют разрез, называемый **местным** (рис. 132). На чертеже с помощью та-

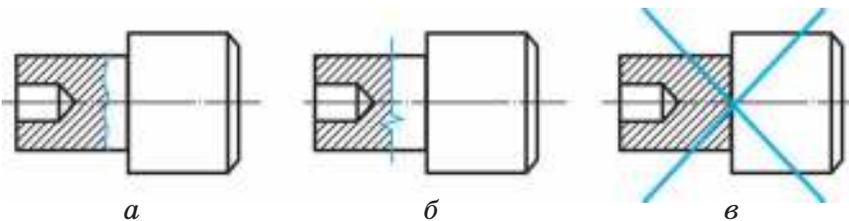


Рис. 132. Местные разрезы  
 Правообладатель Национальный институт образования

кого разреза показаны форма и глубина отверстия детали. В этом случае достаточно ограничиться разрезом лишь той части детали, где находится данный элемент (например, отверстие).

Местный разрез на виде выделяют сплошной волнистой линией, толщина которой — от  $s/3$  до  $s/2$  (рис. 132, а), или сплошной тонкой линией с изломом (рис. 132, б). Эти линии не должны совпадать с другими линиями на изображении. На рисунке 132, в такая линия совпадает с линией контура: данное изображение неверное.



1. Какой разрез называют местным?
2. Когда применяют местный разрез?
3. Какими линиями ограничивают местный разрез?



49. Пользуясь тремя видами детали (рис. 133), постройте фронтальный разрез. Нанесите на чертеже недостающие проекции точек. Все точки видимые.

50. Выполните чертеж детали по ее наглядному изображению с применением разрезов (рис. 134). Нанесите на чертежах обозначения точек, расположенных на поверхностях деталей.

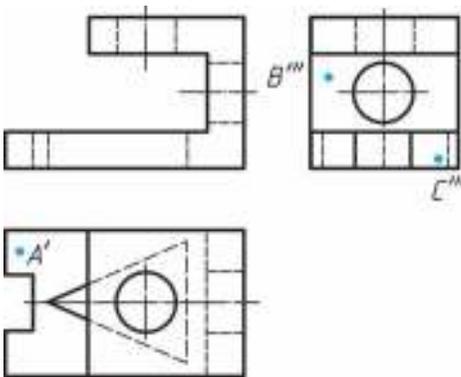


Рис. 133. Задание для упражнений

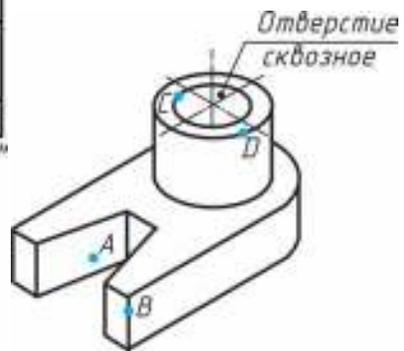


Рис. 134. Задание для упражнений

## § 23. Соединение на чертеже вида и разреза

### 23.1. Соединение части вида и части разреза.

Для выявления одновременно внутренней и наружной форм детали допускается соединять на одном изображении часть вида и часть соответствующего разреза (рис. 135). Эти изображения разделяют сплошной волнистой линией, которую проводят от руки, или сплошной тонкой линией с изломом.

Чем же вызвана необходимость применения именно таких изображений? Рассмотрите рисунок 135. Если на чертеже выполнить полный фронтальный разрез, то по одному виду сверху нельзя будет судить о форме и высоте верхнего ушка. На фронтальном разрезе оно не будет показано. Поэтому в данном случае лучше соединить часть вида и часть разреза.

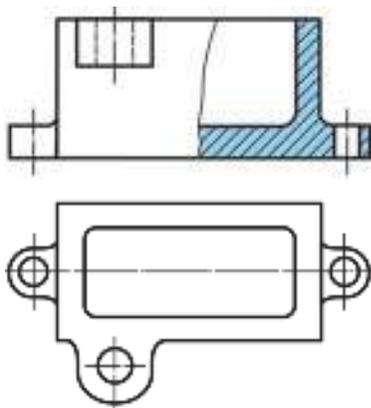


Рис. 135. Соединение части вида и части разреза

**?** С какой целью на чертеже используют часть вида и часть разреза? Какой линией их разделяют?

**23.2. Соединение половины вида и половины разреза.** Если вид и располагаемый на его месте разрез представляют собой симметричные фигуры, можно соединить половину вида и половину разреза.

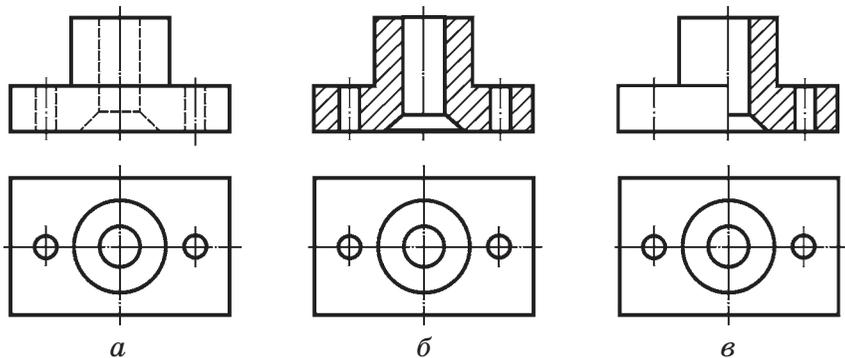


Рис. 136. Соединение половины вида и половины разреза

На рисунке 136, *а* даны главный вид и вид сверху детали. По этим изображениям можно судить в основном о внешней форме детали. Рисунок 136, *б* содержит фронтальный разрез и вид сверху. По этим изображениям легче судить о внутреннем устройстве детали, сложнее — о внешней форме. Если же объединить эти два изображения, т. е. соединить половину вида спереди (главного вида) с половиной фронтального разреза, то можно судить как о внешней, так и о внутренней форме детали (рис. 136, *в*).

При выполнении таких изображений следует иметь в виду, что границей между видом и разрезом служит ось симметрии, т. е. штрихпунктирная линия. Разрез на чертеже располагают справа от оси симметрии или под ней. На половине вида штриховые линии, изображающие контур внутренних очертаний, не проводят.

Если линия контура совпадает с осью симметрии, то соединяют часть вида и часть разреза, разделяя их сплошной тонкой волнистой линией так, чтобы контурная линия, о которой идет речь, не исчезла с чертежа (рис. 137).

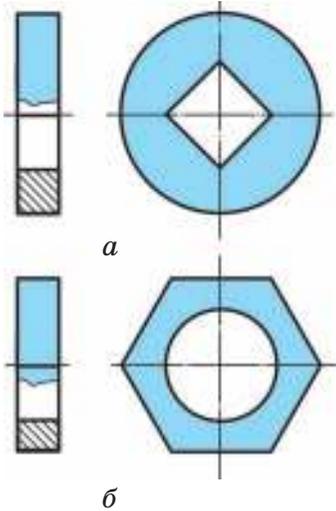


Рис. 137. Соединение части вида и части разреза

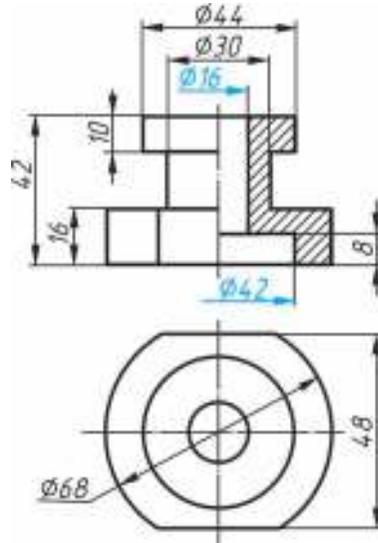


Рис. 138. Нанесение размеров при соединении половины вида и половины разреза

Если на изображении, где соединены половина вида и половина разреза, необходимо нанести размеры, то размерные линии, относящиеся к элементу детали, вычерченному только до оси симметрии (например, отверстия), проводят несколько дальше оси и ограничивают стрелкой с одной стороны. Размер же указывают полный ( $\varnothing 16$ ,  $\varnothing 42$  на рис. 138). Размеры внешней формы детали указывают со стороны вида, внутренней — со стороны разреза.



1. В каких случаях можно соединять половину вида и половину разреза? Какой линией их разделяют?
2. Показывают ли на половине вида внутренние очертания предмета?

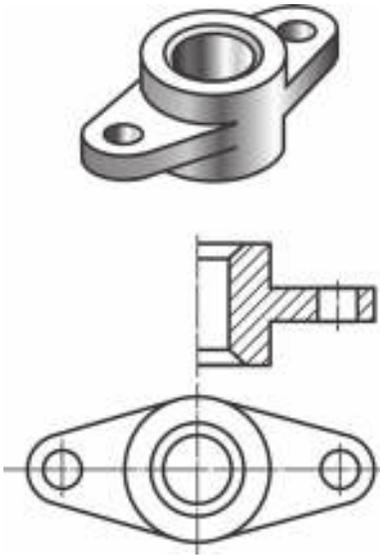


Рис. 139. Задание для упражнений



51. Пользуясь наглядным изображением детали, видом сверху и половиной разреза (рис. 139), дочертите на главном изображении половину вида.

52. По заданным двум видам детали (рис. 140) выполните чертеж, состоящий из половины вида и половины разреза (вид слева не вычерчивайте). Нанесите размерные линии.

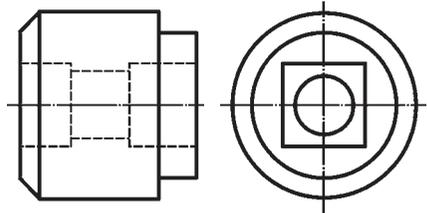


Рис. 140. Задание для упражнений

## § 24. Некоторые особые случаи применения разрезов

**24.1. Изображение тонких стенок и спиц на разрезе.** Существует ряд условностей при выполнении разрезов. Так, если секущая плоскость проходит вдоль тонкой стенки (ребра жесткости) детали, то на чертеже ее показывают рассеченной, но незаштрихованной (рис. 141).

Не заштриховывают также спицы колес, если секущая плоскость проходит не поперек, а вдоль них. Рассмотрите рисунок 142. На нем приведен чертеж маховичка. Как видите, заштрихованными на разрезе показаны только обод и цент-

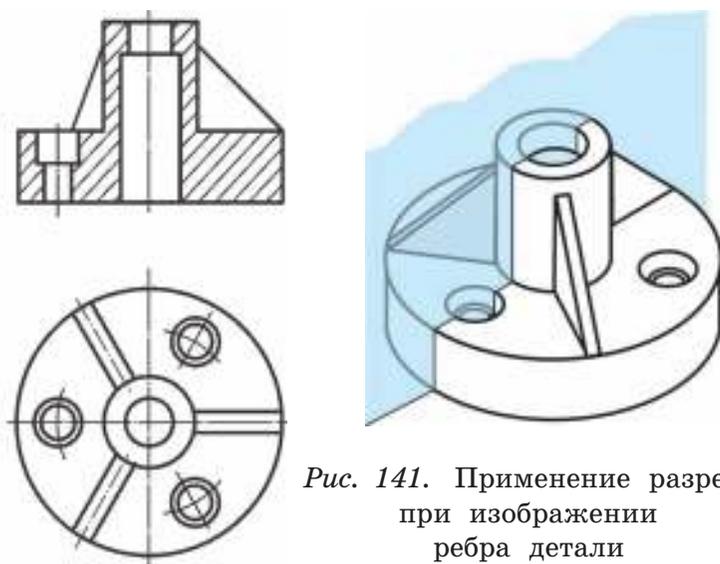


Рис. 141. Применение разреза при изображении ребра детали

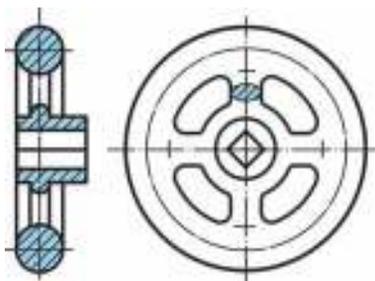


Рис. 142. Применение разреза при изображении спиц колес

ральная часть маховичка, называемая ступицей. Спицы остались незаштрихованными, хотя и попали в секущую плоскость.

При поперечном расположении секущей плоскости выполнено наложенное сечение спицы и нанесена штриховка.



1. В чем особенность изображения в разрезе деталей с тонкими стенками?
2. В чем особенность изображения спиц в разрезе?

## **ДИ** 24.2. Применение разрезов на технических рисунках.

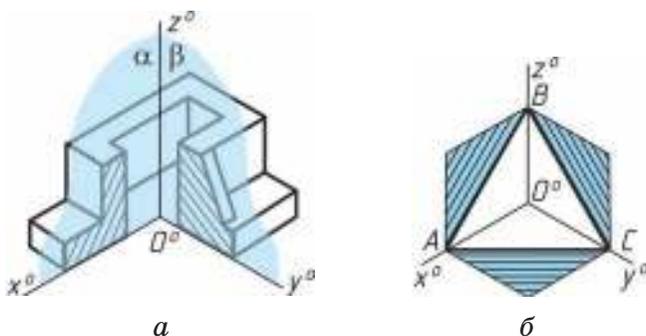
Разрезы можно использовать и при выполнении технических рисунков. В этом случае они служат для выявления внутренних очертаний предмета. С этой целью для построения разреза используют две секущие плоскости, совпадающие с плоскостями симметрии предмета (рис. 143, а).

Линии штриховки сечений наносят параллельно диагонали проекции квадрата, лежащей в соответствующей координатной плоскости, как показано на рисунке 143, б. Стороны квадратов параллельны осям.

Фигуры сечений, расположенные параллельно фронтальной и профильной плоскостям проекций, штрихуют под углом  $60^\circ$  к горизонтальной прямой, а расположенные параллельно горизонтальной плоскости проекций — горизонтальными прямыми.

**Примечание.** На техническом рисунке спицы маховичков и шкивов, ребра жесткости и подобные элементы, попавшие в разрез, штрихуют.

**?** Как располагают секущие плоскости при изображении внутренней формы детали на техническом рисунке?



**Рис. 143.** Использование разрезов на технических рисунках

 53. По чертежу детали (рис. 144) постройте фронтальный разрез, необходимое количество местных разрезов и сечение А—А.

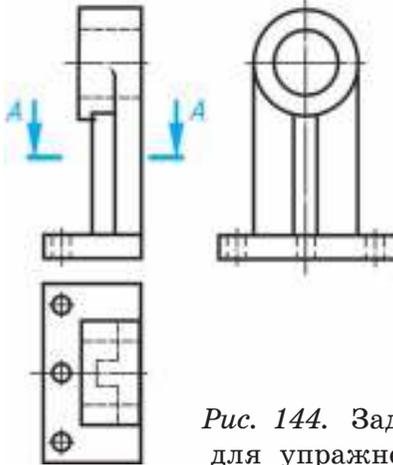


Рис. 144. Задание для упражнений

**ГР 5-1**

**Эскиз детали**

Выполните с натуры (или по наглядному изображению — рис. 145) эскиз детали с применением необходимых разрезов.

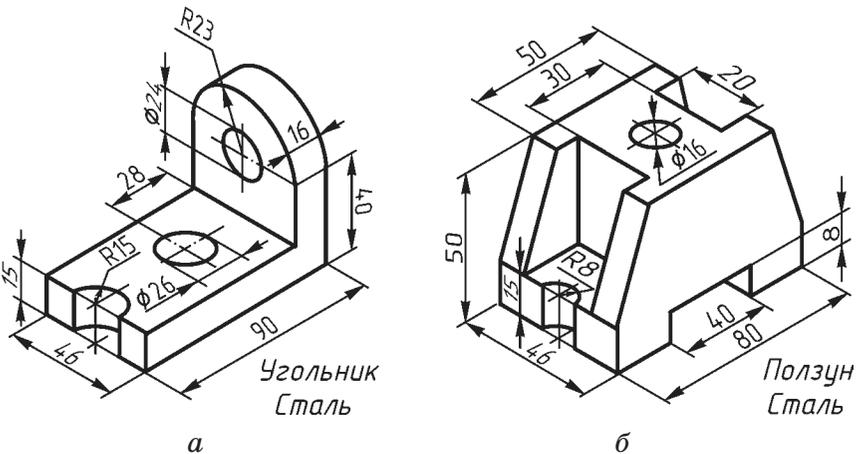


Рис. 145. Задание к графической работе № 5

### ГР 5-2

### Чертеж детали

На чертеже выполните необходимые разрезы детали (рис. 146). Нанесите размерные линии, постройте недостающие проекции точек. Точка  $D$  — невидимая.

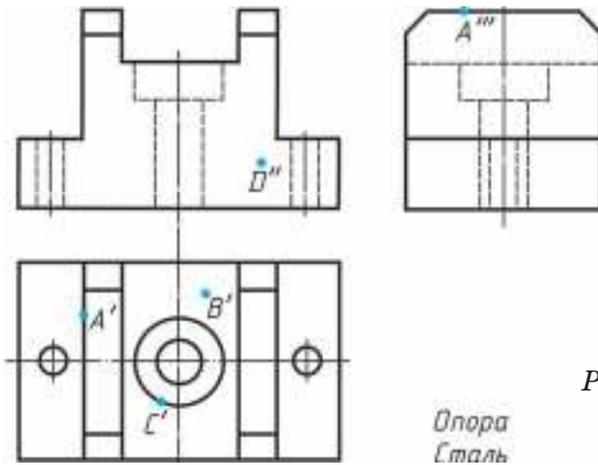


Рис. 146. Задание к графической работе № 5

### ГР 5-3

### Чертеж детали

Постройте вид слева детали и выполните на чертеже целесообразные разрезы (рис. 147).

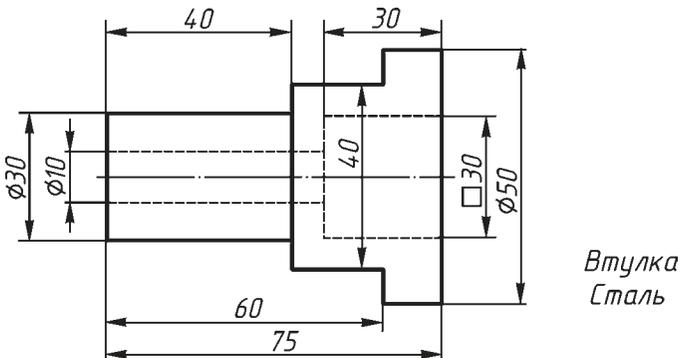


Рис. 147. Задание к графической работе № 5

## VIII. ЧТЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ, СОДЕРЖАЩИХ УСЛОВНОСТИ И УПРОЩЕНИЯ

### § 25. Условности, упрощения и обозначения на чертежах деталей

**ВМ** 25.1. Выбор на чертеже главного изображения. При построении чертежей важно выбрать такое количество изображений, которое позволяет получить достаточную информацию об изделии. При этом следует стремиться к наименьшему числу изображений, дающему необходимую характеристику изображенному предмету.

Количество изображений на чертеже зависит от сложности конструктивной формы предмета. Часто для обеспечения полного представления о форме детали достаточно одного изображения — вида или разреза с применением установленных знаков и надписей (например, знаков диаметра, квадрата, указания толщины и длины детали и др.). Примеры таких изображений приводились в учебнике ранее.

Для выявления формы детали на чертеже большое значение имеет правильный выбор главного изображения. Таким изображением может быть вид, разрез или их соединение.

Главное изображение должно давать наиболее полное представление о форме детали, форме ее частей и их размерах, т. е. наиболее полную информацию. От правильного выбора главного изображения зависит и количество изображений на

чертеже. С этой целью предмет стараются располагать относительно плоскостей проекции так, чтобы бóльшая часть его элементов на главном виде изображалась как видимая.

Обычно на чертеже деталь показывают в том положении, которое она занимает при обработке. Так, например, ось деталей, получаемых на станке точением, на чертеже располагают горизонтально (втулки, валы и другие детали).



1. Вспомните, какое изображение называют главным и почему.
2. Какими принципами следует руководствоваться при выборе главного изображения?

**25.2. Неполные изображения.** При выполнении на чертеже видов и разрезов разрешается применять *неполные изображения*. Так, если вид или разрез представляют собой симметричную фигуру, то допускается вычерчивать половину детали до осевой линии (вид сверху на рис. 148, а)

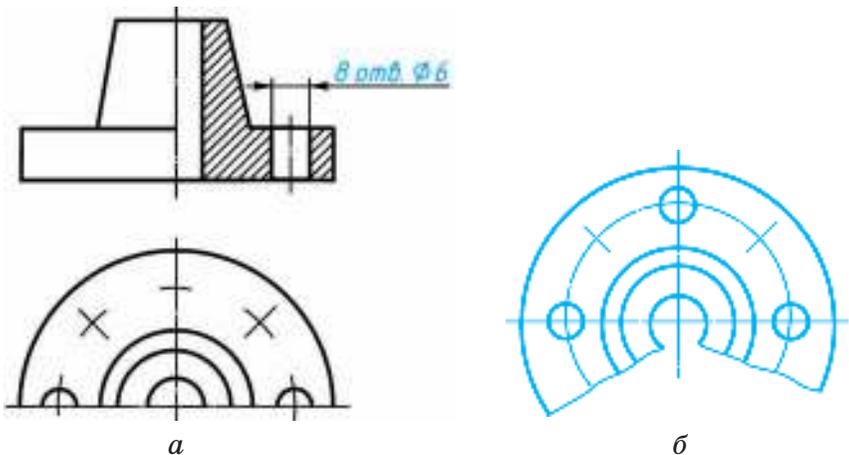


Рис. 148. Неполные изображения деталей

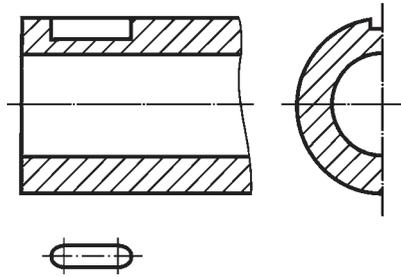


Рис. 149. Условности при неполных изображениях детали

или несколько больше половины с проведением линии обрыва (рис. 148, б).

Разрешается вместо полного вида показывать на чертеже лишь отдельные элементы детали, если при этом хорошо читается ее форма. На рисунке 149 вместо вида сверху приведено изображение только шпоночной канавки.

Если на детали имеются симметрично или равномерно расположенные элементы (например, отверстия), то на чертежах допускается показывать один или два из них, а для остальных намечать лишь центры (рис. 150 и 151). Перед размерным числом указывают их количество.

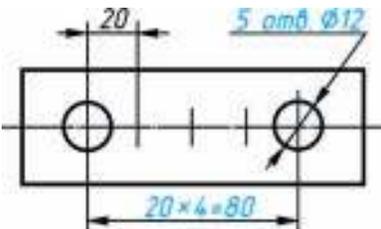


Рис. 150. Изображение равномерно расположенных элементов детали

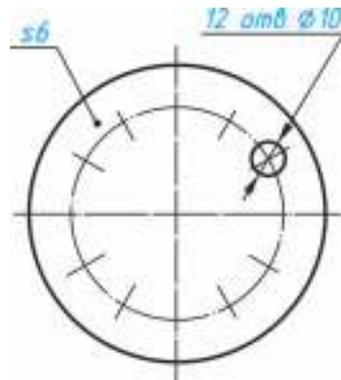


Рис. 151. Изображение равномерно расположенных элементов детали

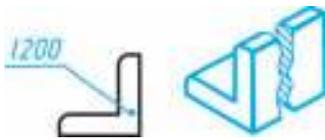


Рис. 152. Обозначение длины детали на изображении

При изображении предмета в одной проекции допускается условно обозначать его длину. В этом случае перед размерным числом пишут латинскую строчную букву *l* (рис. 152). Длинные детали, имеющие постоянное (рис. 153, а) или закономерно изменяющееся поперечное сечение (рис. 153, б), можно показывать с разрывом. Размерную линию при этом не прерывают, размерное число должно соответствовать действительному размеру детали.

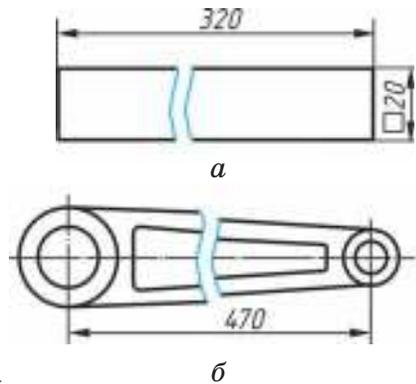


Рис. 153. Чертежи деталей с разрывом изображения

- ?**
1. Как вы думаете, какое изображение можно назвать неполным и почему?
  2. Какие неполные изображения можно применять на чертежах? Приведите примеры.

**ДИ** **25.3. Дополнительные виды.** Стандарт разрешает использовать кроме основных плоскостей проекций дополнительные — для изображения таких элементов деталей, которые проецируются на основные плоскости с искажением. Дополнительную плоскость располагают параллельно поверхности элемента детали, изображение которого необходимо выполнить (рис. 154, а). Полученное на этой плоскости изображение (рис. 154, б) называют **дополнительным видом**.

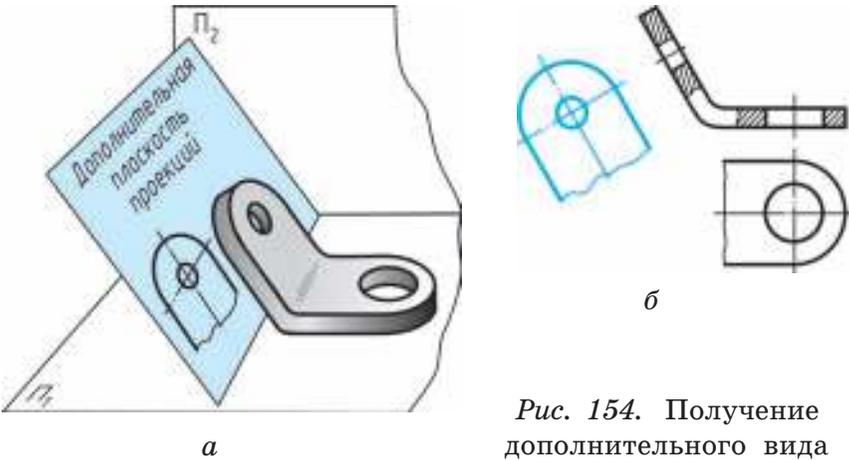


Рис. 154. Получение дополнительного вида

- ?** 1. В каких случаях используют дополнительный вид?  
 2. Как выбирают плоскость для построения дополнительного вида?

**ДИ 25.4. Текстовая и знаковая информация на чертежах.**

Чертеж, как было установлено раньше, представляет собой совокупность графических и знаковых компонентов, дающих полную информацию об изделии. Кроме изображения, размеров детали, названия материала на некоторых чертежах наносят и данные о ее обработке.

Известно, что при любом способе изготовления детали ее поверхность не будет совершенно гладкой. Совокупность всех неровностей, образующих рельеф поверхности, называют **шероховатостью**. Степень шероховатости поверхности на чертеже обозначают специальными знаками:  $\surd$ ,  $\surd$ ,  $\surd$  и др. Вместе со знаком указывают значение параметра или числовое значение шероховатости (см. рис. 2).

На технических чертежах можно заметить и размерные числа с дополнительными записями:  $+0,5$ ;  $\varnothing 60 \pm 0,02$  и др. Что они означают?

Изготовить деталь с абсолютно точными размерами практически невозможно. В результате размеры будут несколько ины-

ми, чем заданные. Поэтому на чертеже рядом с размерным числом указывают отклонение размера от заданного или предельные числа, между которыми могут колебаться размеры.

ГОСТ устанавливает также и другие знаки, дающие характеристику детали или поясняющие ее геометрическую форму.



1. Какие надписи могут содержаться на чертежах?
2. Какие условные знаки используются на чертежах для указания шероховатости поверхности?

## § 26. Изображение и обозначение резьбы



**26.1. Общие сведения.** Многие детали имеют на своей поверхности *резьбу*. С помощью резьбы осуществляется соединение деталей. Резьба содержится, например, на таких деталях, как болт, гайка, винт и др. Резьбу, предназначенную для соединений деталей, называют *крепежной*.

Резьба может использоваться и для передачи движения. Такую резьбу называют *ходовой*. Ходовую резьбу можно видеть в домкрате, тисках, на винтовом подъемном стуле и пр.

Резьбу нарезают на станках или с помощью метчиков и плашек. От профиля резца зависит и профиль резьбы. Наиболее распространена *метрическая* резьба (рис. 155, а), имеющая треугольный профиль с углом  $60^\circ$  при вершине. Линейные размеры ее выражены в миллиметрах.

Существуют и другие виды резьбы: прямоугольная, трапецеидальная и т. п.

Большинство применяемых видов резьбы стандартизовано.

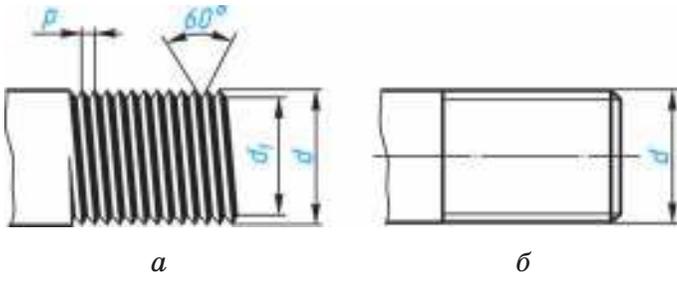


Рис. 155. Изображение метрической резьбы



1. Какую резьбу называют крепежной? Какие детали имеют такую резьбу?
2. Какой профиль может иметь резьба? Какую резьбу называют метрической?

**26.2. Изображение резьбы.** На чертежах резьбу изображают условно и вычерчивают упрощенно по правилам, установленным государственными стандартами (рис. 155, б).

На стержне резьбу по наружному (бóльшему) диаметру ( $d$ ) изображают сплошными толстыми основными линиями как на виде спереди, так и на виде слева (рис. 156), а по внутреннему ( $d_1$ ) — сплошной тонкой линией. При этом на виде слева по внутреннему диаметру резьбы проводят тонкой линией дугу, приблизительно равную  $3/4$  окружности. Эта дуга может быть разомкнута в любом месте, но не на центровых ли-

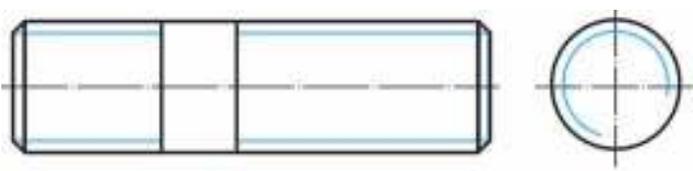


Рис. 156. Изображение резьбы на стержне  
 Правообладатель Национальный институт образования

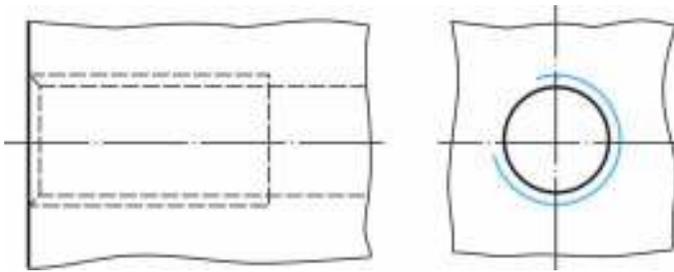


Рис. 157. Изображение резьбы в отверстии

ниях. Фаску при этом на виде слева не показывают (см. рис. 156). Сплошную тонкую линию на виде спереди проводят до конца изображения, т. е. она пересекает линию границы фаски.

Внутренний диаметр резьбы  $d_1$  при ее вычерчивании условно принимают равным  $0,85$  от наружного диаметра ( $d$ ).

Если резьба показывается как невидимая (например, в отверстии), то она изображается штриховыми линиями и по наружному, и по внутрен-

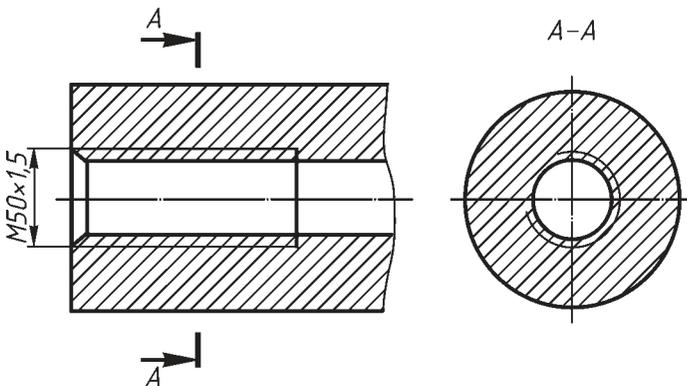


Рис. 158. Изображение резьбы в отверстии на разрезе. Обозначение резьбы

нему диаметрам (рис. 157). Резьбу в отверстии на разрезе (рис. 158) показывают сплошными тонкими линиями по наружному и сплошными толстыми основными — по внутреннему диаметру.

Штриховку на разрезе всегда доводят до сплошной толстой линии. Границу видимой резьбы проводят до линии ее наружного диаметра и изображают сплошной толстой основной линией (см. рис. 158).

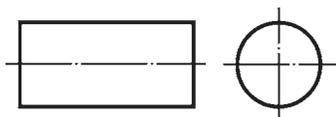
 Как условно изображают резьбу на стержне и в отверстии?

**26.3. Обозначение резьбы.** Тип резьбы и основные размеры — наружный диаметр  $d$  и шаг  $p$  (**шаг резьбы** — это расстояние между ее соседними витками) — указывают на чертежах надписью. Эту надпись называют **обозначением резьбы**. Например, надпись  $M50 \times 1,5$  означает: резьба метрическая, наружный диаметр — 50 мм, шаг — 1,5 мм. Причем в обозначении указывают только мелкий шаг резьбы, а крупный — не указывают. Сведения о диаметрах и шагах резьбы приведены в таблицах ГОСТа.

При обозначении резьбы выносные линии проводят от наружного диаметра (см. рис. 158).

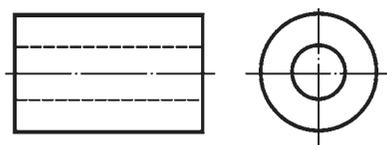
 Какие данные входят в обозначение резьбы?

 **54.** На рисунке 159 изображен цилиндрический стержень. Выполните в рабочей тетради эскиз детали, показав на половине длины стержня метрическую резьбу.



*Рис. 159.* Задание для упражнений

**55.** Выполните в рабочей тетради эскиз втулки (рис. 160), показав на внутренней цилиндрической поверхности детали резьбу. Вместо вида спереди используйте разрез.



*Рис. 160.* Задание для упражнений

## IX. ЧЕРТЕЖИ СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ

### § 27. Чертежи соединений деталей

**ВМ** 27.1. Общие сведения о соединениях деталей. Для сборки изделий из готовых деталей применяют различные виды соединений. Соединения могут быть как **разъемными**, которые можно разобрать без разрушения и повреждения, так и жесткими, **неразъемными** (см. приложение 11).

Примерами разъемных соединений являются резьбовые. Они получаются навинчиванием одной детали на другую или посредством крепежных деталей: **болтов, гаек, шпилек, винтов** (рис. 161) и др. К разъемным относятся также шпоночные, штифтовые, шплинтовые и другие соединения.



Рис. 161. Крепежные детали  
Правообладатель Национальный институт образования

Неразъемные соединения: сварные, заклепочные, соединения пайкой, склеиванием.

Соединения, многократно встречающиеся в механизмах различных машин, называют *типовыми*.

Конструкция крепежных деталей, их размеры определены стандартом, т. е. стандартизованы. Это обстоятельство позволяет заменять одну деталь другой. Свойство деталей, создающее возможность их замены во время эксплуатации или ремонта без индивидуальной подгонки и обработки, называют *взаимозаменяемостью*.

Данные о стандартных деталях приводят в специальных таблицах. Поскольку конструкция этих деталей определена стандартом, это обстоятельство позволяет изготавливать их на специализированных предприятиях.



Какие соединения называются разъемными? Приведите примеры таких соединений. Назовите неразъемные соединения.

**27.2. Изображение крепежных деталей на чертежах.** Соответствующие стандарты устанавливают и правила изображения крепежных деталей. Так, вычерчивая их на сборочном чертеже, можно не показывать фаски на шестигранных и квадратных головках болтов и гаек, а также фаски на стержне болта, шпильки, винта. Резьбу на болте, шпильке и винте показывают по всей длине стержня. Такое изображение называют *упрощенным* (рис. 162).

На сборочных чертежах болтовое, шпильчное и винтовое соединения выполняют по относительным размерам. Это значит, что величину от-

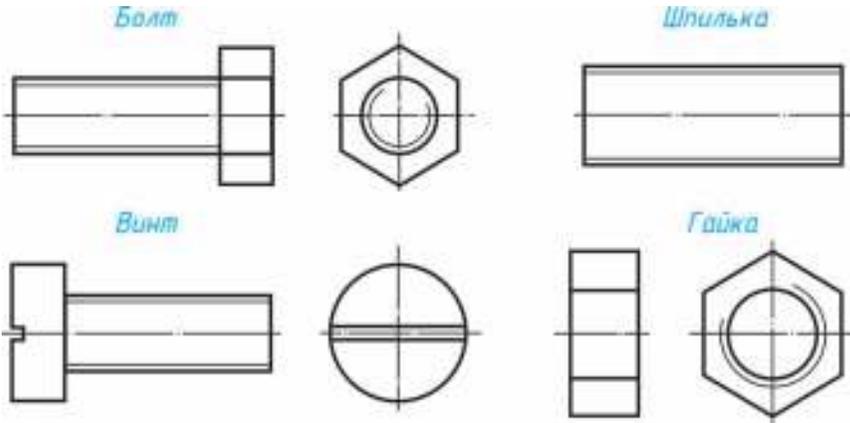


Рис. 162. Изображение крепежных деталей

дельных элементов деталей определяют в зависимости от размера наружного диаметра ( $d$ ) резьбы. В этом случае значительно ускоряется работа по выполнению чертежа. Необходимые данные для построения получают из справочников.

Размеры крепежных деталей на сборочных чертежах не наносят. Соответствующие данные о них записывают в специальной таблице — спецификации.

На разрезе в месте соединения двух деталей (рис. 163) в отверстии показывают только ту часть резьбы, которая не закрыта стержнем, при этом сплошные толстые основные линии, соответствующие выступам резьбы на стержне, переходят в сплошные тонкие линии, соответствующие впадинам резьбы в отверстии. Сплошные тон-

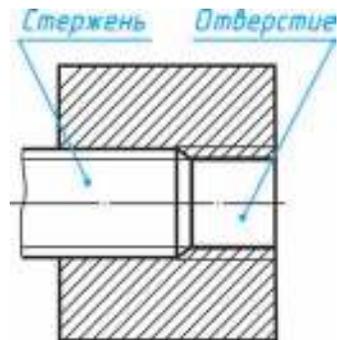


Рис. 163. Изображение соединения двух деталей на разрезе

кие линии, соответствующие впадинам резьбы на стержне, переходят в сплошные толстые основные линии, соответствующие выступам резьбы в отверстиях.

Стандарт устанавливает также правила изображения и обозначения неразъемных соединений. Эти данные приводятся в справочных таблицах.



Как изображается резьба в отверстиях на разрезе?

**27.3. Изображение болтовых, шпилечных и винтовых соединений.** Соединение болтом показано на рисунке 164, а. Для соединения двух деталей (дет. 1 и дет. 2) в них просверливают отверстия немного большего размера, чем размер диаметра болта. В болтовое соединение входят болт (5), гайка (4) и шайба (3). Шайба — подкладка под гайку, предохраняющая поверхности соединяемых деталей от повреждений и служащая для других целей. Типы и размеры шайб установлены ГОСТом.

Чертеж соединения болтом дан на рисунке 164, б. Изображенный на нем зазор между стержнем болта и отверстием можно не показывать.

Обратите внимание, что на разрезе соединяемые детали (дет. 1 и дет. 2) заштрихованы в разные стороны. Болты, если секущая плоскость направлена вдоль их осей, на чертеже показывают нерассеченными. Нерассеченными изображают гайки и шайбы.

В спецификации для болтов указывают наружный диаметр и тип резьбы, длину стержня и номер стандарта. Например, запись «Болт М12×1,25×60» означает: болт с метрической резьбой  $\varnothing 12$  мм,

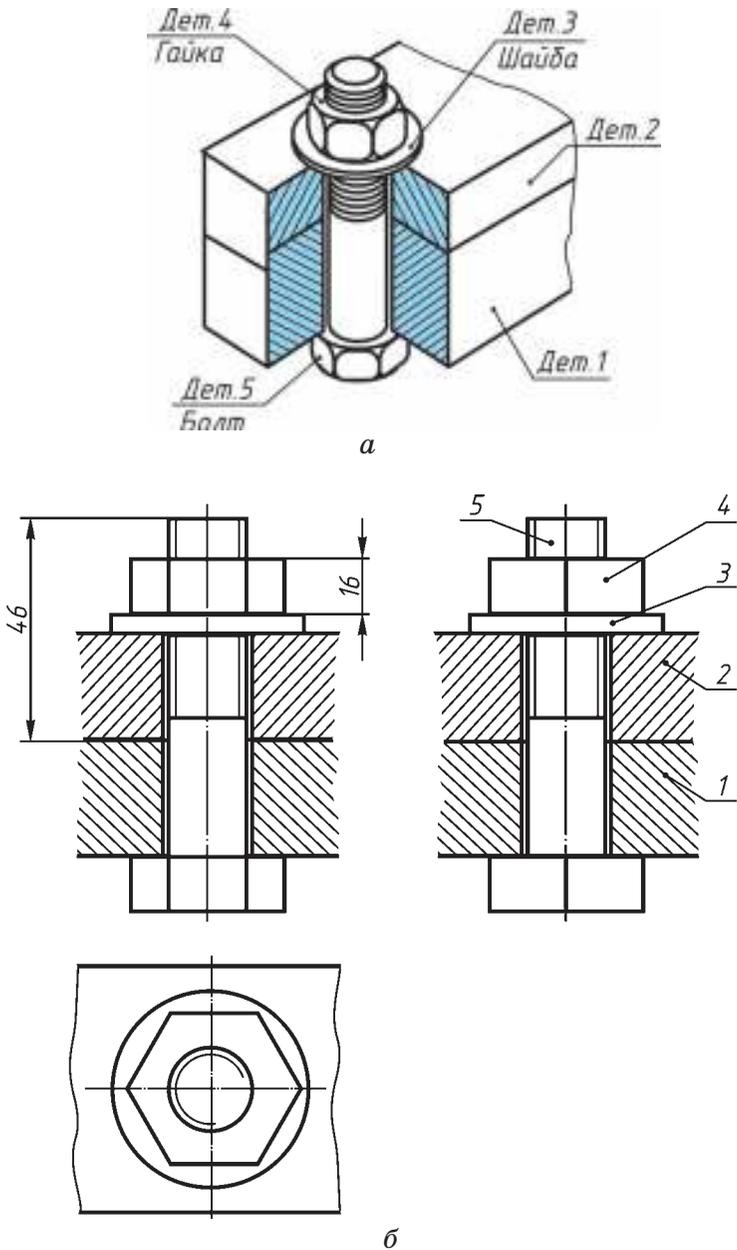


Рис. 164. Упрощенное изображение болтового соединения

шаг — 1,25 (мелкий), длина стержня — 60 мм. (Здесь и далее для упрощения записи номера стандартов на крепежные детали не приведены.)

Для гайки указывают диаметр и тип резьбы. Так, запись «Гайка М16» означает: гайка с метрической резьбой, имеющая наружный диаметр 16 мм, шаг резьбы крупный. Для шайб указывают диаметр болта. Запись «Шайба 12» означает: шайба для болта с наружным диаметром 12 мм.

Соединение шпилькой приведено на рисунке 165, а. Как крепежная деталь шпилька представляет собой стержень, имеющий резьбу на обоих концах. Одним концом шпилька на всю длину резьбы ввинчивается в глухое (несквозное) отверстие с резьбой в детали (1). На другой конец навинчивают гайку, под которую подкладывают шайбу. Таким образом прижимают друг к другу скрепляемые детали (дет. 1 и дет. 2). Отверстие в детали (2) имеет немного больший диаметр, чем шпилька.

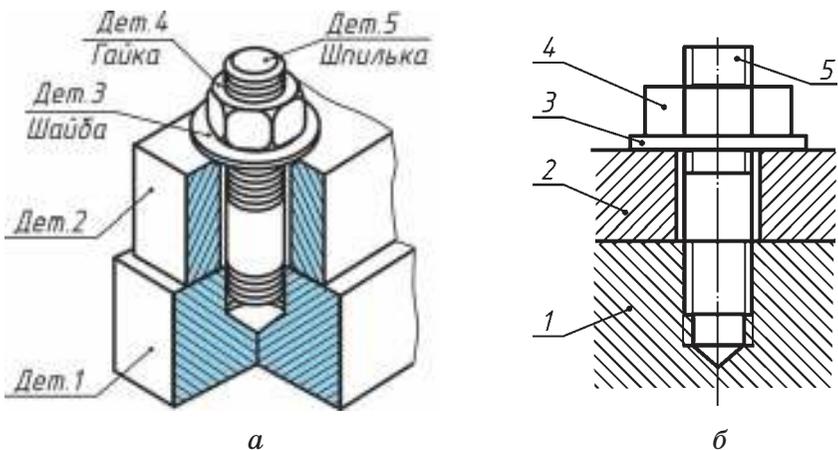


Рис. 165. Упрощенное изображение шпильчного соединения

Чертеж соединения шпилькой дан на рисунке 165, б.

Линию, определяющую границу резьбы на нижнем конце шпильки, всегда проводят на уровне поверхности детали, в которую ввернута шпилька (дет. 1). Штриховку доводят до сплошной толстой основной линии, а не до тонкой.

Обозначение «Шпилька М10×60» следует понимать так: шпилька имеет метрическую резьбу, наружный диаметр ее — 10 мм, длина — 60 мм (без ввинчиваемого конца).

Соединение винтом изображено на рисунке 166. Винт (1) вставляется через отверстие верхней детали (2) и ввинчивается в нижнюю деталь (3). Запись на чертеже «Винт М12×40» означает: винт с метрической резьбой, наружный диаметр которой — 12 мм, длина винта — 40 мм.

Форма головки винта бывает разной.

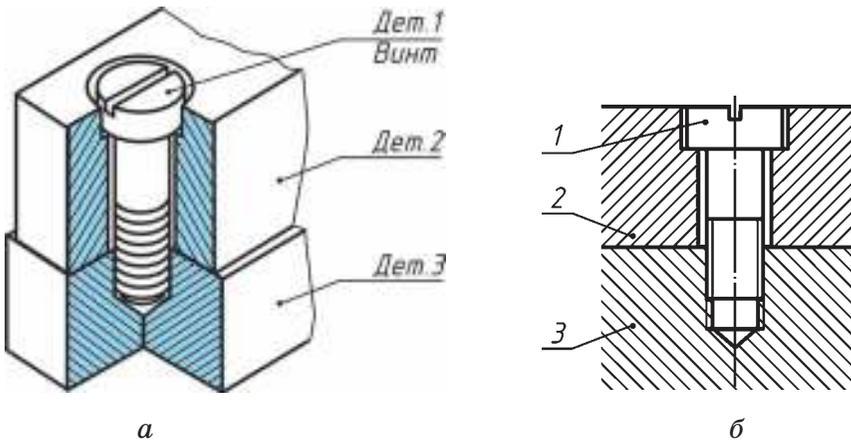


Рис. 166. Упрощенное изображение винтового соединения



1. Какие соединения называются болтовыми? шпильчатыми? винтовыми?
2. Назовите детали, входящие в болтовые, шпильчатые и винтовые соединения.



**27.4. Изображение шпоночных и штифтовых соединений.** *Шпонка* предназначена для соединения вала с посаженной на него деталью — шкивом, зубчатым колесом, маховиком и др.

Чтобы шкив вращался вместе с валом, в обеих деталях прорезают пазы (шпоночные канавки), в которые закладывают шпонку (рис. 167, а).

Чертеж шпоночного соединения приведен на рисунке 167, б. Некоторые виды шпонок показаны на рисунке 168. Как види-

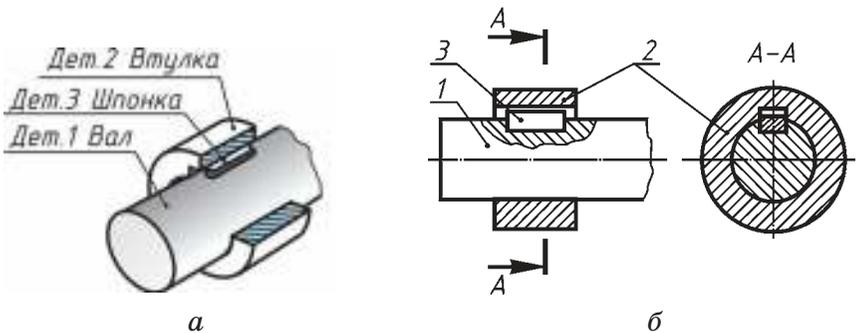


Рис. 167. Сборочный чертеж шпоночного соединения

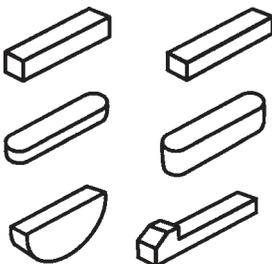


Рис. 168. Виды шпонок

те, шпонка может иметь призматическую форму (в том числе со скругленными торцами), клиновую, сегментную.

На сборочных чертежах шпонку показывают нерассеченной. Так поступают в том случае, когда секущая плоскость проходит вдоль сплошной (непустотелой) детали.

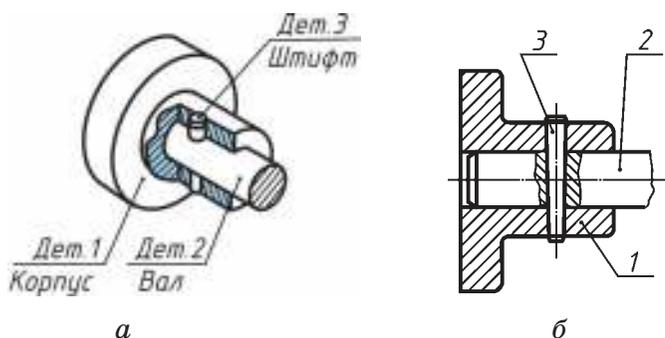


Рис. 169. Сборочный чертеж соединения штифтом

Размеры шпонок, как и размеры шпоночных канавок, стандартизованы.

**Штифт** — цилиндрический или конический стержень, используемый для закрепления и фиксации деталей. На рисунке 169, а показано штифтовое соединение деталей. Штифт (дет. 3) находится в отверстии, одновременно просверленном в корпусе (дет. 1) и в вале (дет. 2).

На сборочных чертежах штифты в разрезе показывают нерассеченными, если секущая плоскость проходит вдоль их оси (рис. 169, б).



1. С какой целью используются шпоночные и штифтовые соединения?
2. Как обозначается шпонка на чертеже?



56. Выполните, руководствуясь рис. 164, эскиз соединения болтом при условии, что скрепляемые детали имеют толщину по 15 мм, диаметр резьбы болта равен 10 мм и длина  $l$  стержня болта — 45 мм.

**П р и м е ч а н и е.** Для определения размеров крепежных деталей можно воспользоваться соотношениями элементов резьбовых деталей в зависимости от размера наружного диаметра резьбы ( $d$ ) (они даны в приложении 6). По ним можно вычертить болтовое соединение.

57. Прочитайте в Интернете информацию о соединении деталей.  
 Правообладатель Национальный институт образования

## § 28. Назначение и содержание чертежей сборочных единиц

**ВМ** 28.1. **Общие сведения об изделиях и конструкторских документах.** Ранее мы установили, что изделие — это предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии. Согласно стандарту изделия делят на детали, сборочные единицы и др.

С примерами деталей мы встречались неоднократно при построении и чтении чертежей. Теперь мы будем иметь дело и со сборочными единицами.

*Сборочной единицей* называют изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе путем сборочных операций. Такими сборочными операциями являются свинчивание, клепание, сварка, склеивание, пайка и др. Для изготовления изделия, определения его состава и устройства, а также данных для его эксплуатации, контроля, ремонта служат различные конструкторские документы.

*Конструкторские документы* могут быть *графическими* (чертежи, схемы и др.) и *текстовыми* (спецификации, технические условия, пояснительные записки и др.).

В зависимости от стадии разработки конструкторские документы подразделяют на *проектные* (чертежи общего вида, пояснительные записки) и *рабочие* (чертежи деталей, сборочные чертежи), предназначенные для изготовления, сборки, контроля изделий.



1. Дайте определение изделию, сборочной единице.
2. Для какой цели служат конструкторские документы?
3. Какие вы знаете виды конструкторских документов?
4. Какие чертежи относят к конструкторским документам?

**28.2. Сборочные чертежи.** *Сборочным чертежом* называют документ, который содержит изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки и контроля (рис. 170). По сборочному чертежу производят соединение (сборку) деталей в изделие (сборочную единицу) после того, как эти детали изготовлены по их рабочим чертежам.

На сборочном чертеже над основной надписью помещают таблицу, в которой указывают наименование всех составных частей сборочной единицы. На таком чертеже наносят номера позиций, под которыми значатся в таблице составные части изделия, т. е. заданной сборочной единицы.

Номера позиций (1, 2 и т. д.) размещают над короткими горизонтальными линиями-полками. Эти линии соединяются с изображением посредством линий-выносок, заканчивающихся точкой на изображении той детали, номер которой нанесен на линии-полке. Линии-выноски и линии-полки проводят сплошными тонкими линиями.

Чтобы найти изображение той или иной детали, входящей в изделие, определяют по таблице ее номер, отыскивают его на чертеже и по линии-выноске находят его изображение. Цифры, обозначающие позиции, должны быть крупнее цифр размерных чисел.

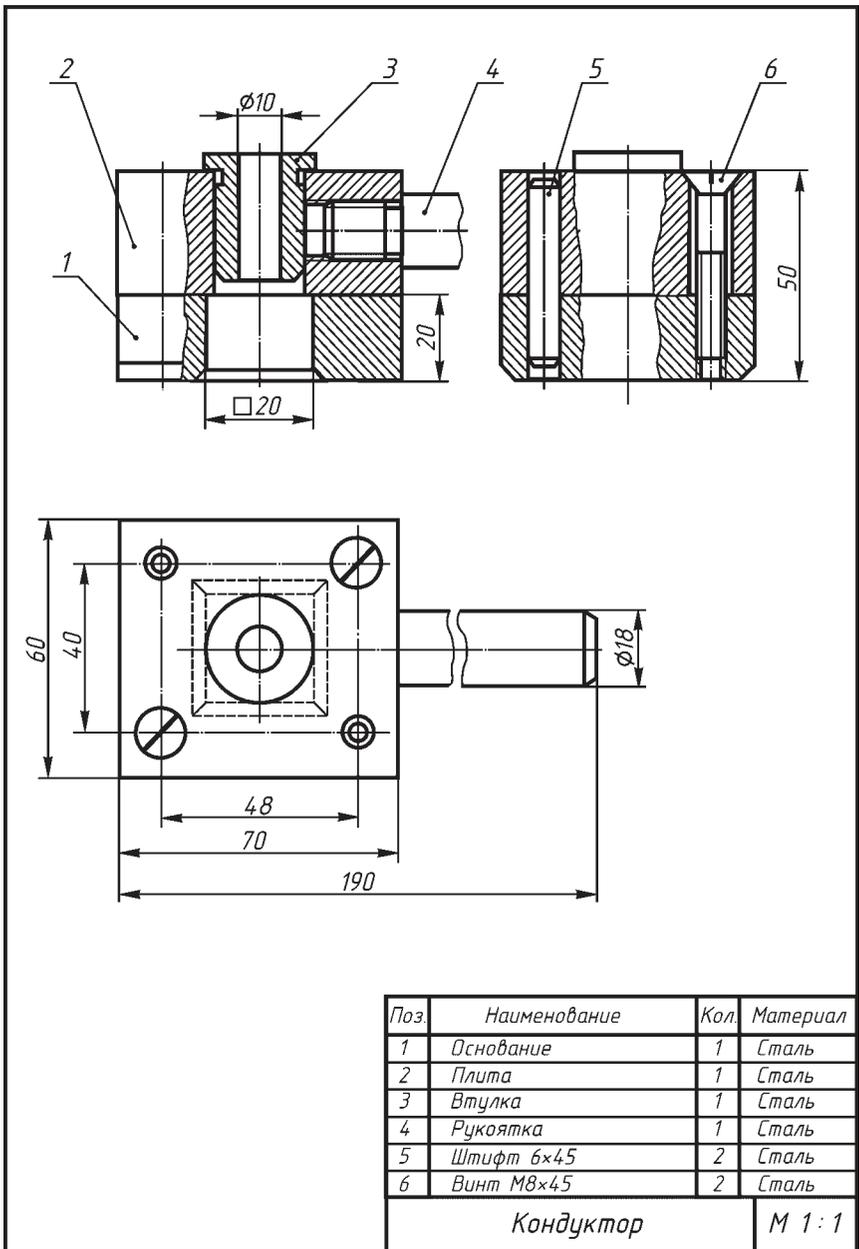


Рис. 170. Чертеж сборочной единицы  
«кондуктор»

Таблицу, содержащую основные данные о деталях, входящих в изделие, называют **спецификацией**. Ее выполняют на отдельном листе. На учебных чертежах мы будем применять упрощенную форму спецификации, размещая ее над основной надписью.



1. Какой чертеж называют сборочным?
2. Для чего служит спецификация? Как по спецификации отыскать на чертеже изображение нужной детали?

**28.3. Особенности сборочных чертежей.** Сборочный чертеж содержит только те сведения об изделии, которые необходимы специалисту (например, слесарю-сборщику), собирающему ранее изготовленные детали в заданном порядке в один узел или сборочную единицу, т. е. в механизм, машину и др.

Особенностью сборочных чертежей является то, что они должны содержать размеры, необходимые для правильного размещения деталей в изделии друг относительно друга, для установки изделия (установочные размеры), присоединения его к другому изделию (присоединительные размеры). Наносят также размеры, определяющие габариты изделия.

Сборочный чертеж наряду с видами содержит необходимое количество разрезов, других условностей. К таким условностям относятся изображения деталей в крайнем или промежуточном положении, изображения уплотнительных устройств, крепежных деталей, одинаковых элементов и др.

Пример сборочного чертежа показан на рисунке 170. Как читать такие чертежи, мы рассмотрим позже.

Иногда для ускорения изготовления простого изделия разрабатывают только сборочный чертеж, по которому выполняют чертежи деталей. В этом случае сборочный чертеж должен содержать такую информацию, пользуясь которой можно определить форму, размеры и другие данные нестандартных деталей и изготовить их чертежи.



Назовите особенности сборочных чертежей, которые отличают их от чертежей деталей.

## § 29. Чтение сборочных чертежей. Деталирование

**29.1. Чтение чертежей.** Процесс чтения чертежа сборочной единицы (т. е. сборочного чертежа) заключается в получении информации об изображенном на нем изделии. Эта информация включает данные о назначении, устройстве, принципе работы изделия и др.

Чтение чертежа должно проходить в следующей последовательности.

1. Устанавливают наименование изделия, масштаб изображения и другие данные, полученные из основной надписи, читают пояснительную записку, технические условия и др.

2. Знакомятся с изображениями, приведенными на чертеже, их составом (виды, разрезы, сечения и др.), назначением каждого изображения на чертеже изделия. При необходимости выясняют положение плоскостей, с помощью которых

выполнены разрезы и сечения, наличие местных и дополнительных видов и др.

3. Изучают составные части изделия. По спецификации определяют наименование деталей и их количество. По номерам позиций находят изображения деталей на чертеже, уясняют их форму. Чтобы по чертежу легче было представить себе форму отдельных частей изделия, штриховку рядом расположенных (т. е. смежных) деталей выполняют с наклоном в разные стороны или изменяют расстояние между штрихами.

4. Изучают конструкцию изделия. После определения геометрической формы отдельных деталей выясняют их взаимное расположение, способы и характер соединения между собой, места соединений и др.

5. Устанавливают порядок и последовательность сборки и разборки изделия.

Рассмотрим пример чтения чертежа. Обратимся к наглядному изображению сборочной единицы — кондуктора (рис. 171), чертеж которого приведен на рисунке 170.

Кондуктор — приспособление, с помощью которого получают (сверлят) отверстия в деталях. Он позволяет при работе точно направить инст-

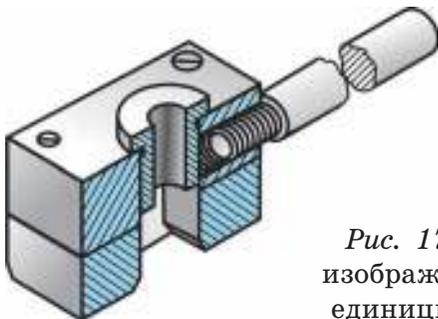


Рис. 171. Наглядное изображение сборочной единицы «кондуктор»

румент без предварительной разметки. Эту информацию можно получить из справочников, другой литературы.

Чертеж выполнен в масштабе 1:1. Он содержит главный вид и вид слева с местными разрезами, а также вид сверху. Местные разрезы использованы для показа характера соединений деталей, входящих в изделие.

Получим из чертежа информацию о составных частях изделия. Такими деталями в кондукторе являются основание (дет. 1) и плита (дет. 2). Основание и плита соединены двумя винтами (дет. 6) и двумя штифтами (дет. 5). Винты и штифты — стандартные детали, имеющие свои обозначения по ГОСТу.

В плиту впрессована направляющая втулка (дет. 3) и ввинчена ручка (дет. 4). Ручка соединена с плитой резьбой.

Пользуясь чертежом, можно определить геометрическую форму деталей, входящих в изделие.

Первоначальная форма основания — параллелепипед, в котором имеется 4 отверстия для присоединения детали к плите. Два из этих отверстий имеют резьбу М8. По центру основания проходит еще одно отверстие — оно имеет призматическую форму с фаской.

Форма плиты аналогична форме основания, но в ней есть цилиндрическое отверстие с резьбой, куда ввинчена ручка. Проходящее по центру отверстие — также цилиндрическое, но без резьбы.

Втулка имеет цилиндрическую форму с фаской и проточкой. Ручка (с резьбой) тоже цилиндрической формы с двумя фасками и проточкой (см. рис. 171).

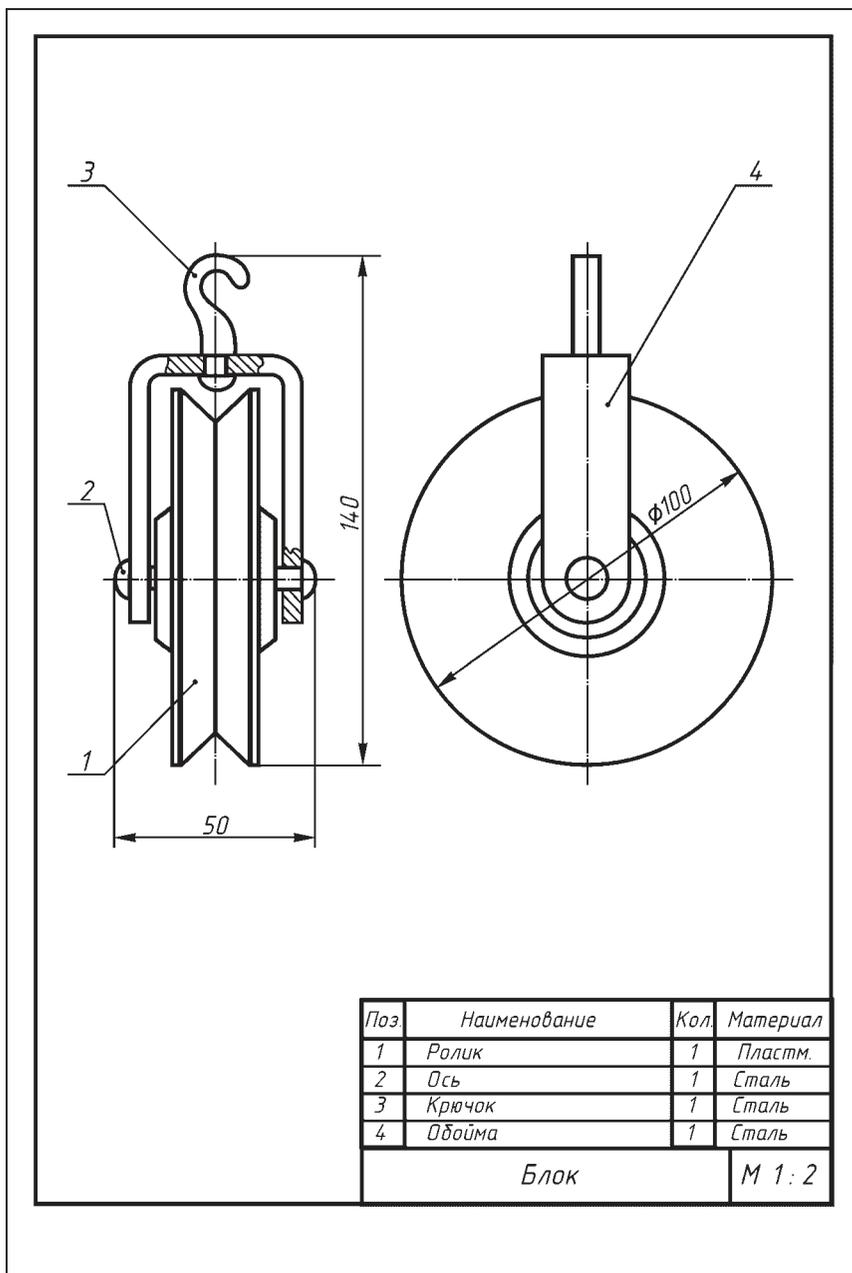


Рис. 172. Задание для упражнений

Габаритные размеры изделия  $190 \times 60 \times 50$  мм.

Получив эту информацию по чертежу, можно заключить, что при сверлении отверстий выступ обрабатываемой детали вставляют в отверстие основания, направляя сверло через втулку сверху.



В какой последовательности читают сборочные чертежи?



58. Найдите в Интернете материал о сборочных чертежах.

59. Прочитайте заданный на рисунке 172 чертеж, используя рассмотренную ранее последовательность.

**29.2. Детализование.** *Детализованием* называют процесс выполнения чертежей отдельных деталей по чертежу сборочной единицы.

Рассмотрим порядок детализования чертежа. Чертежи стандартных деталей не выполняются. Прежде чем приступить к выполнению чертежей нестандартных деталей, необходимо прочитать чертеж в той последовательности, которую мы рассмотрели ранее (см. п. 29.1).

Полезно мысленно «разобрать» изделие на составные части, выделить стандартные детали.

При детализовании каждую деталь вычерчивают на отдельном листе бумаги, формат которого зависит от сложности детали, необходимого количества изображений для выявления ее формы, применяемого масштаба изображения и пр. Размеры детали получают по чертежу, иногда прибегая к измерению их на изображении.

Перед выполнением чертежей необходимо выяснить, сколько изображений и каких (виды, разрезы, сечения) необходимо применить для по-

каза формы детали (какие местные виды и разрезы могут быть при этом использованы).

При выполнении чертежей деталей нельзя руководствоваться числом изображений, данным на чертеже сборочной единицы. На чертежах деталей их может быть и меньше, и больше.

Помните, что при выполнении чертежей деталей, особенно при нанесении размеров, необходимо пользоваться справочными пособиями. Так, размеры пазов (канавок) для шпонок, размеры резьбовых изделий выбираются в соответствии с ГОСТами.

Имея чертежи нестандартных деталей, их можно изготовить, а затем из них и из стандартных деталей по сборочным чертежам собрать готовое изделие.

-  1. Что представляет собой процесс деталирования?  
2. В какой последовательности выполняют деталирование?

-  60. Выполните чертежи (или эскизы) 2—3 деталей по заданному чертежу (см. рис. 172). Недостающие размеры определите путем измерения деталей на изображении.

## Заключение

Итак, вы познакомились с различными видами графических изображений (см. форзац II). Каждое изображение находит свое применение в той или иной сфере деятельности человека.

Аксонометрия, перспектива, чертеж в проекциях с числовыми отметками — изображения, полученные проецированием предмета на одну плоскость проекций. Чертеж в системе прямоугольных проекций образуется при проецировании предмета как на одну, так и на две и более взаимно перпендикулярные плоскости проекций.

Для изображения сложных деталей на чертежах при необходимости можно применять до шести основных плоскостей проекций.

Чертеж включает целый ряд условностей, упрощений, обозначений и пр. Некоторые из них мы рассмотрели. Отдельные при необходимости могут быть вами найдены в соответствующих стандартах.

Теоретические основы способов построения чертежей изучают в начертательной геометрии. В ней рассматривается два основных вида проекционных задач: 1) задачи, связанные со взаимным расположением точек, прямых, плоских и пространственных фигур. Это — позиционные задачи. Таковыми являются рассмотренные нами задачи на построение на чертеже линий среза, вырезов и др.; 2) задачи, связанные с измерением по чертежу величин отрезков, углов, рас-

стояний, определением размеров фигур и т. д. (например, задачи на построение разверток и др.). Это метрические задачи.

В технической графике чертежи занимают исключительное место, что связано с их ролью в производстве. Если в отдельных отраслях знаний чертеж играет лишь вспомогательную, иллюстративную роль, то в технической графике он является основным средством изучения предметов окружающего мира и имеет самостоятельное значение как конструкторский документ.

Чертеж, эскиз, технический рисунок, другие графические документы являются той совокупностью изобразительных и знаковых систем, которые и составляют основу графического языка. Этот язык (как вы убедились и в процессе изучения черчения) необходим для выражения технических идей, хранения и передачи информации, общения людей многих профессий и пр.

Завершив изучение курса черчения, вы не должны расстаться с графическими изображениями. Теперь они смогут быть вашими постоянными спутниками и надежными помощниками в повседневной практической жизни.

**Примечание.** С целью повторения изученного материала прочитайте всю информацию, содержащуюся в Кратком терминологическом словаре (с. 200—208).

# Приложения

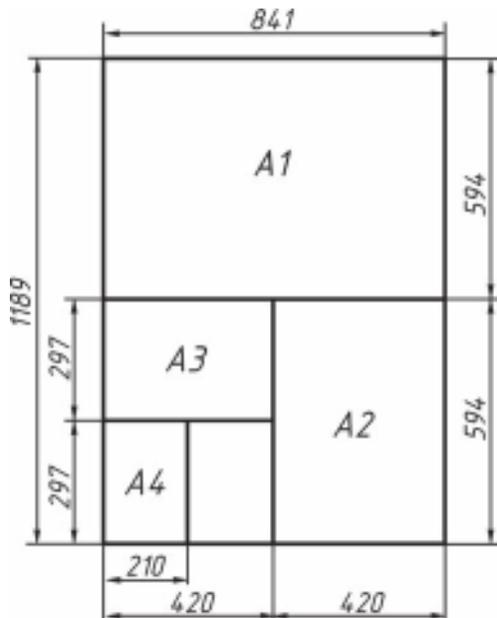
## Приложение 1

### ФОРМАТЫ ГОСТ 2.301-68

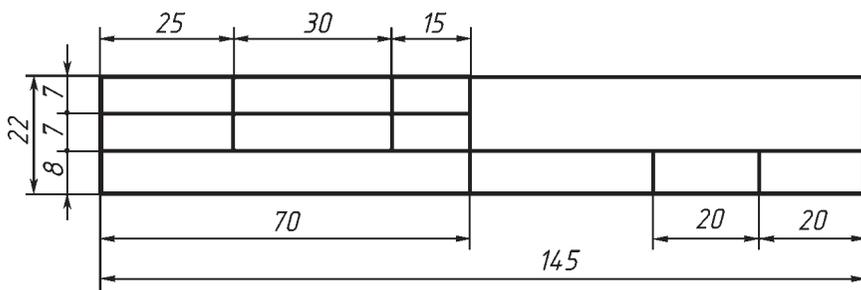
Обозначение формата	Размеры сторон формата, мм
A0	841×1189
A1	594×841
A2	420×594
A3	297×420
A4	210×297

## Приложение 2

### ОБРАЗОВАНИЕ ФОРМАТОВ



## Приложение 3

**РАЗМЕРЫ  
ОСНОВНОЙ НАДПИСИ ЧЕРТЕЖА**

## Приложение 4

## ШРИФТ ЧЕРТЕЖНЫЙ

ГОСТ 2.304-81

А Б В Г Д Е Ж З И Й К Л

М Н О П Р С Т У Ф Х Ц Ч

Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я

а б в г д е ж з и й к л м

н о п р с т у ф х ц ч ш щ

ь ы ь э ю я

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 3

I III IV VI VIII IX V

## Приложение 5

**СООТНОШЕНИЕ РАЗМЕРОВ БУКВ И ЦИФР  
РУССКОГО АЛФАВИТА  
ГОСТ 2.304-81**

Параметры шрифта	Соотношение размеров
<b>Прописные буквы и цифры</b>	
Высота букв и цифр	$h$
Толщина линий	$d = 0,1$
Ширина букв ( $g$ ) и цифр (кроме указанных ниже)	$6d$
Ширина букв А, Д, Ж, М, Ф, Х, Ц, Ш, Щ, Ъ, Ы, Ю	$7...8d$
Ширина букв Г, З, С	$5d$
Ширина цифры 1	$3d$
<b>Строчные буквы</b>	
Высота букв	$7/10h$
Толщина линий	$d$
Ширина букв (кроме указанных ниже)	$5d$
Ширина букв а, м, ц, ъ	$6d$
Ширина букв ж, т, ф, ш, щ, ы, ю	$7d$
Ширина букв з, с	$4d$
Расстояние между буквами и цифрами в словах	$2d$
Расстояние между словами и цифрами	$6d$
Расстояние между нижними линейками строк	$17d$

## Приложение 6

**ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ  
КРЕПЕЖНЫХ ДЕТАЛЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ  
ОТ НАРУЖНОГО ДИАМЕТРА РЕЗЬБЫ**

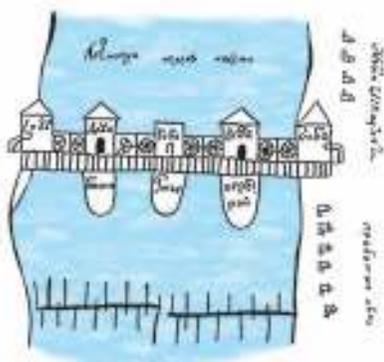
Название	Соотношение размеров
Размер наружного диаметра резьбы	$d$
Диаметр окружности, описанной вокруг шестиугольника для болта, гайки	$2d$
Высота головки болта	$0,7d$
Высота гайки	$0,8d$
Длина нарезной части болта	$\approx 2d$
Диаметр отверстия под болт	$1,1d$
Диаметр шайбы	$2,2d$
Высота шайбы	$0,15d$

## ИЗ ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ ГРАФИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

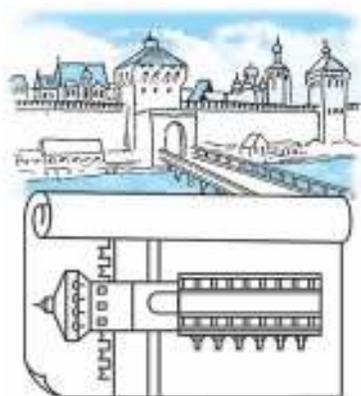
### Необходимость появления чертежей в практике

Появление изображений было связано с трудовой деятельностью человека — строительством укреплений, городских построек и пр. Сначала изображения выполняли на земле в том месте, где необходимо было вести строительство. Затем их стали выполнять на камне, глиняных плитах и пр.

Вначале разницы между чертежом и рисунком практически не было. Изображения выполнялись от руки, на глаз. Посмотрите на рисунок 173. На нем вы видите чертеж мельницы на реке Семь. Такой чертеж не содержал размеров, и су-



*Рис. 173.* Изображение мельницы на реке (XVII в.)



*Рис. 174.* Чертеж моста и сторожевой башни (XVII в.)

дить по нему об изображенных предметах можно лишь приблизительно. Этот чертеж нуждается в словесных пояснениях, поэтому на нем сделаны различные надписи.

Постепенно чертежи становились более совершенными. На рисунке 174 показан чертеж моста (как мы видели бы его сверху) и сторожевой башни (как мы видели бы ее спереди), относящийся к XVII в. Обратите внимание: он уже более точно передает очертания изображенных сооружений и выполнен с помощью чертежных инструментов.

Значительного расцвета достигла в России графика во времена Петра I. До нас дошли многие кораблестроительные чертежи того времени. Некоторые из них выполнены Петром I по правилам проецирования.

Чертежом пользовались многие выдающиеся изобретатели и инженеры. Известны чертежи универсальной паровой машины русского изобретателя XVIII в. И. И. Ползунова.

Талантливый русский механик, конструктор и изобретатель XVII в. И. П. Кулибин только для выполнения одного из своих шедевров — часов в форме куриного яйца — изготовил несколько десятков чертежей. Другим примером его деятельности служат чертежи моста через реку Неву. И Ползунов, и Кулибин задолго до появления «Начертательной геометрии» Г. Монжа пользовались проецированием на две взаимно перпендикулярные плоскости проекций.

Интересен чертеж паровоза (рис. 175) отца и сына Черепановых. Чертеж содержит две проекции.

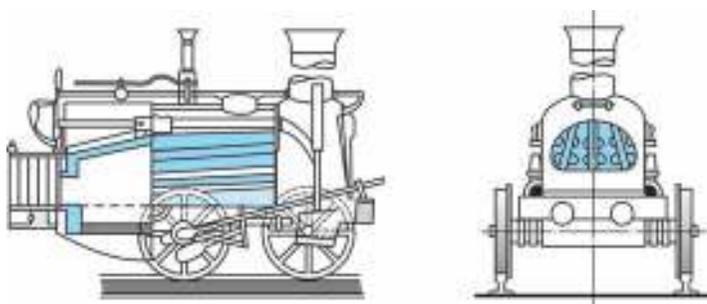


Рис. 175. Чертеж паровоза Черепановых (XIX в.)

Эти, как и другие, чертежи иллюстрируют не только высокий уровень развития инженерной графики того времени, но и не менее высокий уровень технической мысли.

На чертежах конца XVIII в. появляется масштаб. С этого времени и до 30-х гг. XX в. большинство чертежей раскрашивалось. Чертежи стали нести больше информации, но на их выполнение уходило много времени. Поэтому их стали постепенно упрощать, используя различные условности, надписи и др.

### **Графические изображения на территории Беларуси**

Белорусская земля известна многими замечательными памятниками истории, культуры, градостроительства, архитектуры и пр. К сожалению, многочисленные войны, полыхавшие на территории Беларуси, уничтожили как многие здания, так и графические изображения, которые использовались для их возведения. И все же сохранившиеся с XVI—XVII вв. рисунки и чертежи свидетельствуют о высоком уровне их графического исполнения.

Исключительную историческую ценность представляют гравюры славного полочанина Франциска Скорины, которыми были проиллюстрированы изданные им в XVI в. книги. На рисунке 176 приведен фрагмент (часть) его гравюры.

Рассматривая гравюры, на которых изображены города Гродно (рис. 177), Несвиж, Брест и др., можно обнаружить много интересных примеров выполнения изображений зданий.

В 1664 г. был выполнен «Чертеж города Витебска», представлявший план города второй половины XVII в. На чертеже нанесены Верхний, Нижний и Взгорский замки и монастыри с их внутренней планировкой (рис. 178). На территории замков показаны жилые сооружения, церкви и другие здания (рис. 179). Эти изображения по построению весьма близки к аксонометрическим проекциям. Полное описание объектов, изображенных на «Чертеже города Витебска», дано в так называемых сметных книгах.

Планы городов Минска, Могилева, Борисова, Орши, Быхова, Полоцка и др., выполненные в



Рис. 176. Гравюра  
Ф. Скорины (фрагмент,  
XVI в.)



Рис. 177. Гравюра  
города Гродно (XVI в.)



Рис. 178. Чертеж города Витебска (фрагмент, XVII в.)



Рис. 179. Изображение церкви на чертеже Витебска (XVII в.)

XVII—XVIII вв., также свидетельствуют о большом графическом искусстве их исполнителей.

В книге «Великое искусство артиллерии» белорусского ученого XVII в., изобретателя многоступенчатой ракеты Казимира Семеновича приведены изображения пороховых ракет и разных приспособлений к орудиям (рис. 180). Эти изображения по построению близки к используемым сейчас техническим рисункам либо к чертежам в прямоугольных проекциях.

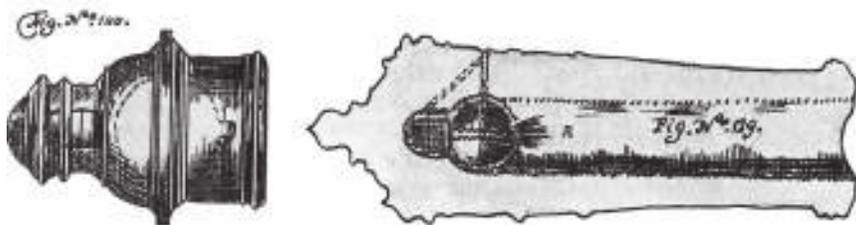
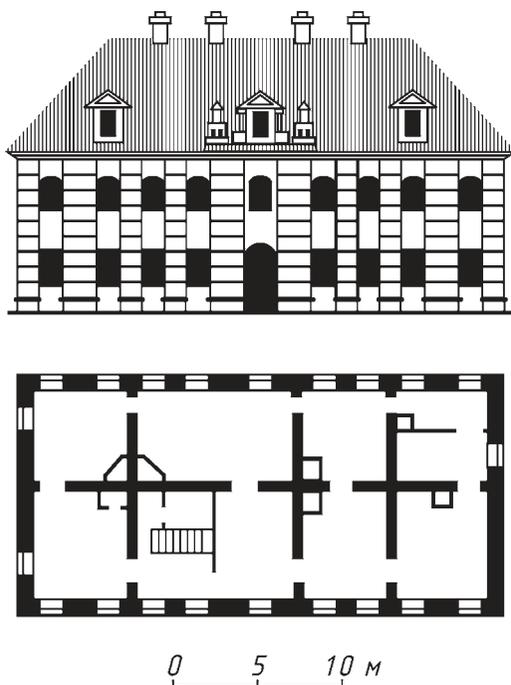


Рис. 180. Изображения приспособлений к орудиям (XVII в.)



*Рис. 181.* Чертеж здания города Слонима (XVIII в.)

До наших дней сохранился ряд архитектурно-строительных чертежей многих построек, возведенных в XVII—XVIII вв. в Гомеле и других городах. В них широко использовались проекционные способы построения изображений. Например, на рисунке 181 приведены фасад и планы одного из домов города Слонима (XVIII в.). Этот чертеж, как и другие дошедшие до нас графические изображения зданий, некоторых предметов быта, труда, является ярким примером наследия графического искусства белорусского народа.

## Приложение 8

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ ЧЕРТЕЖИ****Особенности архитектурно-строительных чертежей**

**Виды строительных чертежей.** Строительство зданий и сооружений осуществляется по документам, включающим чертежи, сметно-финансовые расчеты и др. Строительные чертежи определяют вид и конструкцию объекта. Они весьма разнообразны как по содержанию, так и по оформлению.

Разработка чертежей ведется в два этапа. Сначала определяется проектное задание без подробной проработки конструкций отдельных деталей. Затем выполняются рабочие чертежи, необходимые для изготовления строительных изделий и их монтажа.

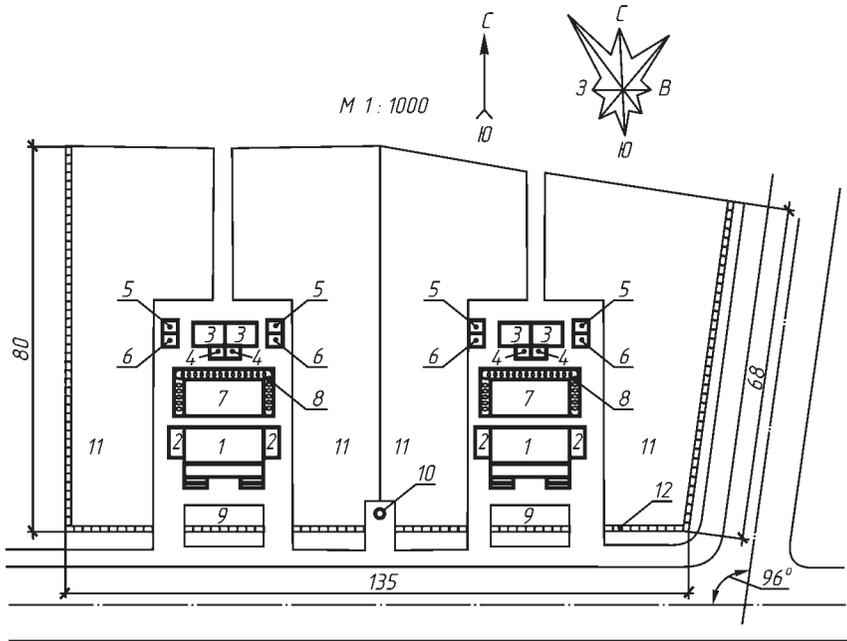
В зависимости от содержания строительные чертежи делят на:

*архитектурно-строительные* — чертежи жилых домов, заводских корпусов, школ, других общественных и производственных зданий;

*инженерно-строительные* — чертежи дорог, мостов, тоннелей;

*топографические* — чертежи участков земельной поверхности с изображением рельефа местности и расположенных на ней объектов и сооружений.

**Планы, фасады и разрезы зданий.** В состав архитектурно-строительных чертежей входит прежде всего **генеральный план** (рис. 182). Он содержит



### Экспликация

- |                       |                      |
|-----------------------|----------------------|
| 1 - Жилой дом         | 7 - Детская площадка |
| 2 - Гараж             | 8 - «Живая» изгородь |
| 3 - Сарай для скота   | 9 - Палисадник       |
| 4 - Сарай для топлива | 10 - Колодец         |
| 5 - Помойная яма      | 11 - Огород (сад)    |
| 6 - Туалет            | 12 - Забор           |

Рис. 182. Генеральный план

данные о размещении проектируемого здания на отведенном земельном участке, сведения о его примыкании к соседним зданиям, о подъездных дорогах, зеленых насаждениях, водоемах и др. На генеральном плане указывают направление сторон света при помощи стрелки с буквами С (север) и Ю (юг), направление господствующих ветров (диаграмма, называемая «роза ветров»), масштаб изображений (линейный) и др. Строения

на генеральном плане указывают в виде контуров. Здесь же размещают *экспликацию* — текст в виде таблицы, который поясняет значение принятых на плане условных обозначений.

Рабочие архитектурно-строительные чертежи включают планы, фасады, разрезы зданий, планы фундаментов, перекрытий и др. Так называемые детализировочные чертежи содержат изображения отдельных частей и деталей зданий: оконные и дверные блоки, лестницы и пр.

Изображения на строительных чертежах получают путем прямоугольного проецирования на фронтальную, горизонтальную и профильную плоскости проекций с применением разрезов. Эти изображения на строительных чертежах имеют свои названия.

Рассмотрим основные изображения, используемые на архитектурно-строительных чертежах. Возьмем для примера проект 4-комнатного мансардного садового домика со стенами из кирпича. Проект содержит перспективу здания (рис. 183), фасад, план этажа, разрез, другие изображения и экспликацию, где дан список всех имеющихся в здании помещений с указанием их площади (рис. 184, 185).

**Ф а с а д.** Фасад представляет собой изображение внешних сторон здания. На фасадах показывают расположение окон и дверей, архитектурных деталей здания, балконов и др. Фасады дают сведения об общих размерах здания и пропорциях его отдельных частей. Фасадом, как правило, выполняют несколько: главный, дворовой, боковые.



Рис. 183. Изображение в перспективе дома

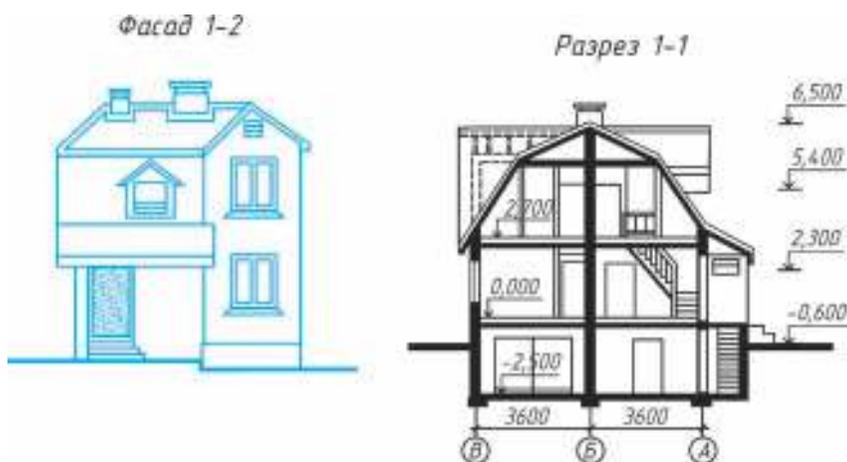


Рис. 184. Чертежи фасада и разреза здания

**Р а з р е з.** Разрез служит для выявления конструкции здания и высоты этажей. Получают его с помощью вертикальных секущих плоскостей, проходящих, как правило, по оконным и дверным проемам (рис. 184, разрез 1—1).

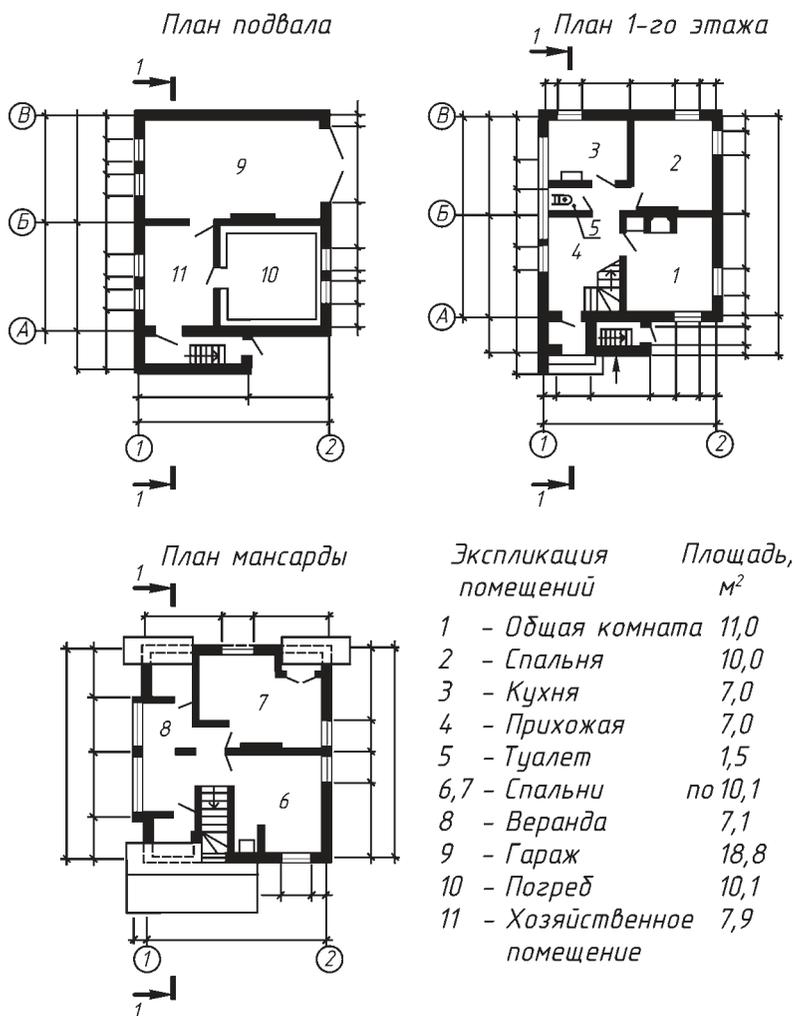


Рис. 185. Планы здания

Над фасадами и планами иногда делают надписи такого типа: «Фасад 1—2», «План 1-го этажа» и т. д.

**П л а н.** Планом называют разрез здания горизонтальной плоскостью на уровне немного выше подоконников. Планы выполняют для каждого этажа. На рисунке 185 даны планы подвала

и мансарды — жилого помещения на чердаке под скатом крыши.

На планах показывают взаимное расположение помещений, лестничных клеток, окон и дверей, наносят изображение санитарно-технического оборудования, указывают ширину и длину здания, расстояние между осями стен и колонн, размеры проемов и простенков, толщину стен и перегородок и др. Кроме того, указывают площадь (в квадратных метрах) всех помещений. Обычно ее записывают арабской цифрой, подчеркнутой снизу сплошной линией (см. рис. 191). На рисунке 185 площадь помещений указана не на планах здания, а в экспликации.

Сечения стен, выполненные из материала, являющегося для здания основным, не штрихуют (см. рис. 192) или выделяют заливкой (см. рис. 185, 191). Отдельные участки из другого материала выделяют штриховкой.

Вид на здание сверху будет являться планом кровли этого здания.

**Масштабы и размеры на строительных чертежах.** На строительных чертежах применяют следующие масштабы уменьшения: 1:100, 1:200, 1:400 и т. д. Для небольших зданий и фасадов применяют обычно масштаб 1:50. Поскольку масштаб разных изображений может быть различным, его обычно указывают около каждого из них.

Размерные линии на строительных чертежах ограничивают не стрелками, а короткими штрихами под углом  $45^\circ$  к размерной линии (см. рис. 185). Кроме отметок, размеры на строитель-

ных чертежах указывают в миллиметрах, иногда на отдельных чертежах — в сантиметрах.

Размеры на планах зданий наносят обычно с внешней стороны. В первом ряду в виде замкнутой цепочки указывают размеры оконных и дверных проемов, простенков. Во втором ряду наносят размеры между каждой парой смежных осей и тоже в виде замкнутой цепочки. В третьем ряду дают общий размер между крайними осями. Кроме того, наносят внутренние размеры помещений: длину, ширину и др.

На рисунке 185 приведены выносные и размерные линии, но размерные числа не показаны. (Их трудно написать на таком малом чертеже.) Буквами и цифрами в кружках обозначены продольные — *A, B, B* и поперечные — *1, 2* оси стен здания.

На фасаде и разрезе здания наносят обозначения высотных отметок (6,500; 5,400 и т. д. на рис. 184).

**Отметкой** называют число, указывающее высоту горизонтальной площадки над нулевой плоскостью. За нулевую отметку принимают уровень пола первого этажа. Отметки даются в метрах, записываются на линиях-полках. Они показывают, на сколько выше или ниже (со знаком «минус») нулевой отметки находится отмеченный уровень. Нулевую отметку записывают числом 0,000. Например, на рисунке 184 отметка 2,700 указывает на то, что поверхность пола мансарды находится на 2,7 м выше уровня пола первого этажа. Отметка -2,500 означает, что поверхность пола в подвале ниже пола первого этажа на 2,5 м.

## Условные изображения и обозначения на архитектурно- строительных чертежах

**Изображение элементов зданий.** Любое здание состоит из конструктивных элементов, имеющих свои название, назначение, форму, размеры и другие данные. На чертежах они обозначаются графически условно. Но прежде чем рассмотреть эти условные обозначения, посмотрите рисунок 186, где указаны некоторые части и элементы здания. Уяснив их функции, вам легче будет читать изображения этих элементов здания на чертежах.



Рис. 186. Части и элементы здания  
Правообладатель Национальный институт образования

А теперь приведем изображения некоторых элементов здания.

Оконные и дверные проемы. На рисунке 187 приведены условные графические обозначения и наглядные изображения оконных, дверных проемов на разрезах и планах зданий. Как видите, на разрезах стены изображают сплошными основными линиями, оконные проемы — сплошными тонкими линиями. На планах в местах дверных проемов линий не проводят, но показывают полотно двери и направление, куда открывается дверь. На вертикальных



*Рис. 187.* Условное изображение оконных и дверных проемов зданий

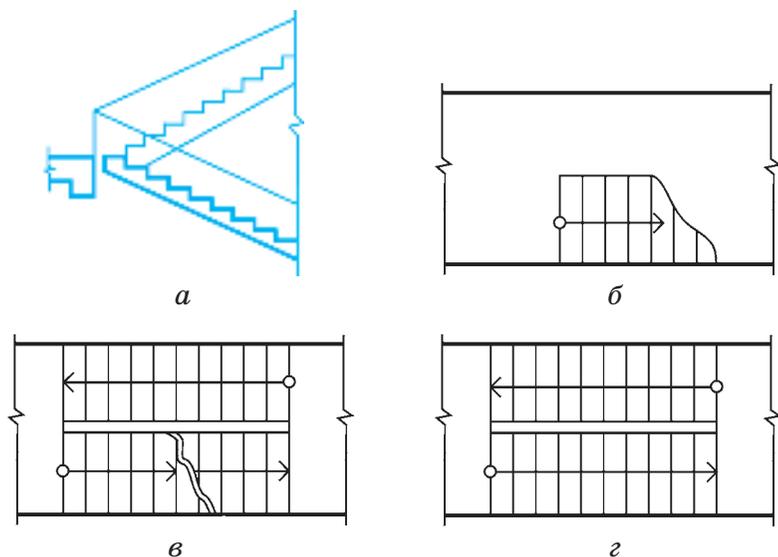


Рис. 188. Условное изображение лестниц

разрезах в местах дверных проемов проводят тонкие линии.

Обрыв стен показывают тонкими волнистыми линиями.

**Лестничные клетки.** На рисунке 188 приведено условное изображение лестницы: лестничный марш в сечении (рис. 188, *а*), нижний марш в плане (рис. 188, *б*), промежуточный марш (рис. 188, *в*), верхний марш (рис. 188, *г*).

Линия со стрелкой на конце показывает направление подъема лестничного марша. Начинается она кружком, расположенным на изображении площадки этажа.

**Обозначения на архитектурно-строительных чертежах.** При выполнении архитектурно-строительных чертежей применяют графические условные обозначения многих других элементов зданий,

	Дымоходы и вентиляционные каналы в плане
	Печи отопительные на твердом топливе, на газе
	Плита в плане
	Раковина
	Умывальник
	Мойка чугунная
	Унитаз
	Ванна
	Шкаф
	Диван-кровать
	Стол: прямоугольные, круглые
	Кресло
	Диван
	Кресло мягкое

Рис. 189. Условное изображение различных устройств и мебели

	Металлы и твердые сплавы
	Неметаллические материалы, в том числе волокнистые, монолитные и плитные
	Дерево
	Камень естественный
	Керамика и силикатные материалы для кладки
	Бетон
	Стекло и другие прозрачные материалы
	Жидкости
	Грунт естественный
	Засыпка из любого материала

Рис. 190. Условное обозначение материалов

дымовых и вентиляционных каналов, санитарно-технического, бытового и другого оборудования, мебели и др.

Все условные графические обозначения представляют собой упрощенные изображения внешнего вида оборудования. Рассмотрим некоторые примеры.

О т о п и т е л ь н ы е у с т р о й с т в а , с а н и т а р н о - т е х н и ч е с к о е о б о р у д о в а н и е. Рисунок 189 содержит условные обозначения и соответствующие поясняющие надписи отопительных устройств, санитарно-технического оборудования.

Все условные изображения обводят тонкими линиями. Выполняют их в принятом для данного чертежа масштабе.

О б о з н а ч е н и е м а т е р и а л о в в с е ч е н и я х. На рисунке 190 показаны установленные стандартом некоторые графические обозначения материалов в сечениях (в дополнение к тем, которые приведены на рис. 123).

В строительных чертежах допускается на сечениях небольшой площади любой материал обозначать как металл или вообще не применять обозначение, дав поясняющую надпись на поле чертежа.

### **Чертежи коммуникаций.**

#### **Чтение архитектурно-строительных чертежей**

**Чертежи коммуникаций** (от лат. *communicatio* — связь, путь сообщения) входят в состав документации на строительство каждого объекта. Они включают чертежи и схемы различных санитарно-технических устройств и электрического оборудования.

Чертежи и схемы коммуникаций выполняют на генеральных планах, вертикальных разрезах, планах этажей и пр. Они могут существовать и как самостоятельные документы.

На санитарно-технические работы выполняют чертежи и схемы отопления, вентиляции, водопровода, канализации, газоснабжения и др.; на электротехнические работы — схемы электроосвещения, радио- и телефонных сетей, размещения электрооборудования и др. На схемах таких коммуникаций используют установленные стандартом графические обозначения деталей трубопроводов, санитарно-технических приборов, аппаратуры, теплотехнических средств и т. п.

Внутренние (т. е. находящиеся в здании) сети водопровода, канализации и др. выполняют на отдельных чертежах. Часто схематическое изображение сетей сопровождают аксонометрической проекцией.

По условным графическим обозначениям определяют названия всех изображенных приборов, их назначение и размещение.

*Схема*, как и сборочный чертеж, содержит изображение составных частей того или иного изделия и существующих между ними связей. Но на схеме входящие в изделие детали показывают абстрактными графическими условными знаками. Схема — это тоже графический конструкторский документ. Его выполняют на листах стандартного формата с вычерчиванием рамки и основной надписи, но без соблюдения масштаба.

Схемы позволяют определить принципы работы изделия, его наладку, контроль за работой и пр. Схемы включают в технические описания и

в инструкции по эксплуатации приборов и механизмов, широко применяют для пояснения устройства и принципа действия различных бытовых приборов.

В зависимости от элементов, входящих в состав показываемых на схемах изделий, схемы делят на *кинематические, электрические, гидравлические* и др.

**Чтение чертежей.** Порядок и последовательность чтения тех или иных строительных чертежей зависит от типа чертежа. Чтение генерального плана начинают с определения его масштаба, границ участка, ориентации его относительно сторон света. По экспликации и чертежу выявляют наличие изображенных зданий, подъездов и пр.

Чертежи зданий и сооружений читают в такой последовательности.

1. По основной надписи определяют название здания или сооружения, его назначение.

2. По чертежам устанавливают количество изображений (фасады, планы, разрезы), их масштаб, общие конструктивные и архитектурные особенности здания.

3. По фасадам и разрезам определяют общую высоту здания, конструкцию крыши, фундамента, высоту этажей, дверей, окон, толщину стен, перекрытий, другую информацию о взаимном расположении и конструкции частей здания.

4. По плану выясняют расположение дверей, окон, санитарно-технического и другого оборудования в жилых и нежилых помещениях, их площади и пр.

Рассмотрим для примера чертеж летнего дачного домика из кирпича с мансардой (рис. 191).

Проект содержит фасад здания, план первого этажа, план мансарды, один из разрезов (1—1). Изучив чертежи, можно сделать вывод, что вход в дом осуществляется с открытого пространства (см. изображение крыльца на плане 1-го этажа). В мансарду можно попасть по винтовой лестнице с поворотом на 90°.

На первом этаже — две изолированные жилые комнаты площадью 8,85 и 7,65 м<sup>2</sup>. Вход в

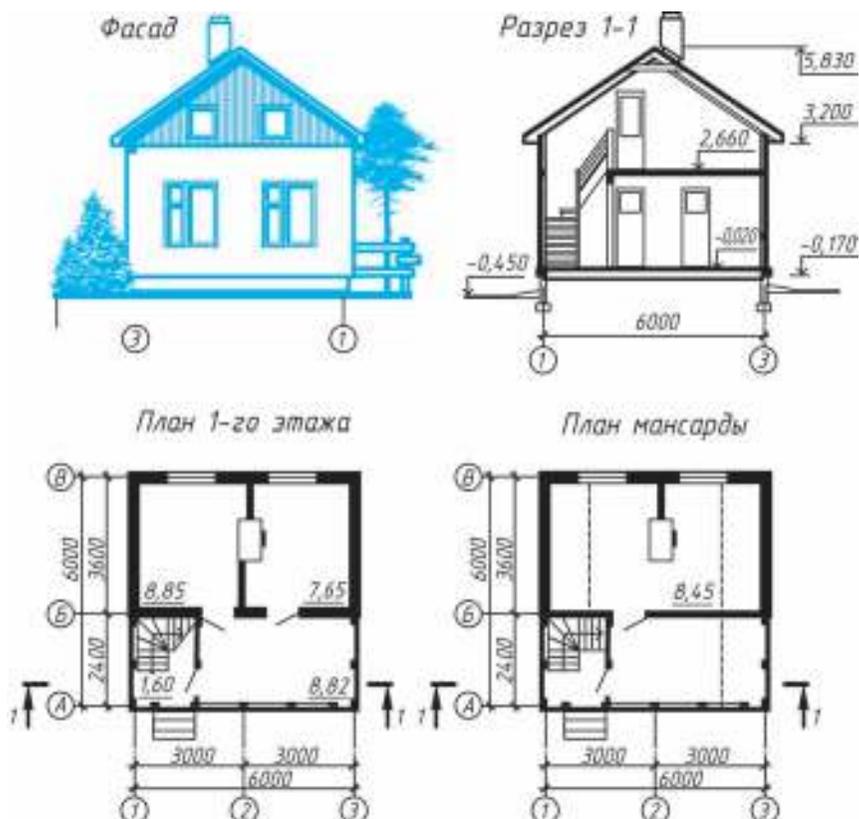
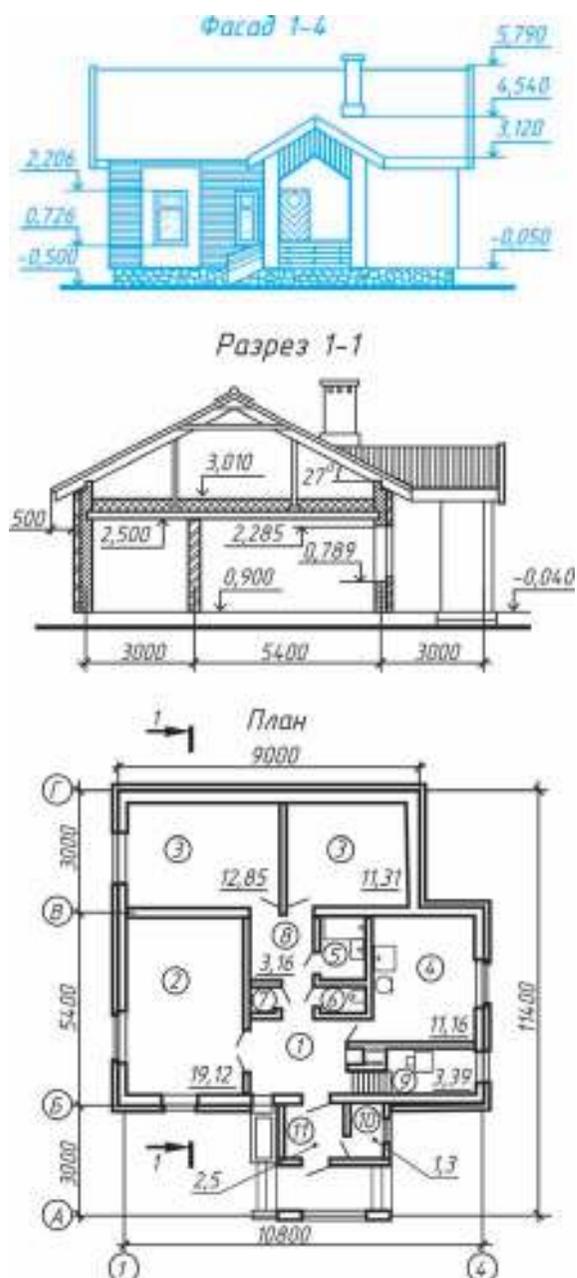


Рис. 191. Чертеж летнего домика



**Рис. 192.** Проект жилого дома  
 Правообладатель Национальный институт образования

них — с веранды, площадь которой равна 8,82 м<sup>2</sup>. На мансарде также есть жилая комната. Ее площадь — 8,45 м<sup>2</sup>.

Отопление печное. Под фундамент использованы ленточные монолитные блоки, перекрытие — из древесины, крыша — из мягкой черепицы.

Рассмотрите сами по фасаду, планам и разрезам расположение дверей, окон, определите габаритные размеры строения, его высоту, высоту пола мансарды и др. Обратите внимание, что на рисунке показан тот фасад дома, который дает его вид сзади.

Пользуясь рассмотренной ранее последовательностью, можно легко прочесть архитектурно-строительный чертеж (например, рис. 192), на котором дан проект одноэтажного одноквартирного трехкомнатного жилого дома.

На плане здания показаны: 1 — передняя, 2 — общая комната, 3 — спальни, 4 — кухня, 5 — ванная, 6 — туалет, 7 — кладовая, 8 — коридор, 9 — сушильный шкаф, 10 — топочная, 11 — холодная кладовая; а также указаны площади каждого помещения.

*Приложение 9***БУКВЫ ЛАТИНСКОГО АЛФАВИТА**

*ABCDEFGHIJKLMN*

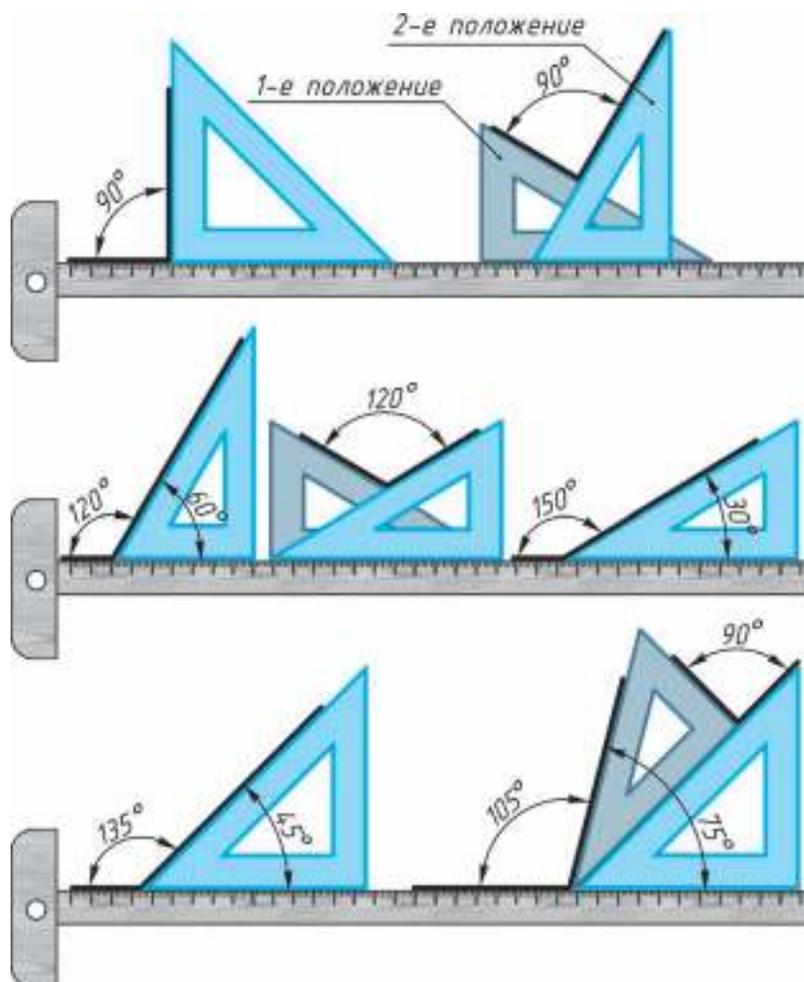
*OPQRSTUVWXYZ*

*abcdefghijklmnop*

*qrstuvwxyz*

## Приложение 10

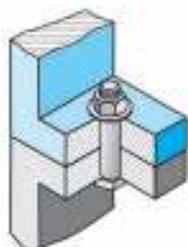
## ПРИЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ УГЛОВ



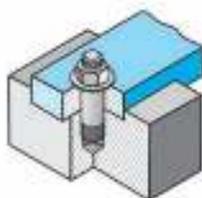
## Приложение 11

## СОЕДИНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

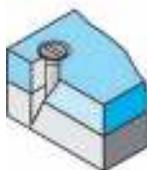
## РАЗЪЕМНЫЕ



Болтовое



Шпильчное



Винтовое

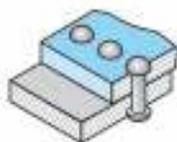


Шпоночное

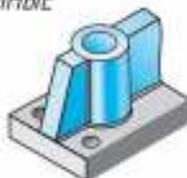


Штифтовое

## НЕРАЗЪЕМНЫЕ



Заклепочное



Сварное

## Литература для учащихся

*Виноградов, В. Н.* Сборник задач и упражнений по черчению (технической графике) : пособие для учащихся / В. Н. Виноградов, Е. А. Василенко, Л. Н. Коваленко. — Минск : Народная асвета, 2000. — 128 с.

*Виноградов, В. Н.* Словарь-справочник по черчению : книга для учащихся / В. Н. Виноградов [и др.]. — Москва : Просвещение, 1999. — 160 с.

*Коваленко, Л. Н.* Черчение с увлечением / Л. Н. Коваленко. — Минск : СЭР-ВИТ, 2004. — 240 с.

*Фролов, С. А.* Начертательная геометрия : Что это такое? / С. А. Фролов, М. В. Покровская. — Минск : Вышэйшая школа, 1986. — 208 с.

*Шабека, Л. С.* Занимательное графическое моделирование на компьютере, 9 кл. : пособие для учащихся / Л. С. Шабека, Ю. П. Беженарь. — Минск : СЭР-ВИТ, 2010. — 208 с.

*Шабека, Л. С.* Инженерная графика : учебно-методический комплекс : в 3 ч. / Л. С. Шабека [и др.] ; под ред. Л. С. Шабека. — Минск : БГАТУ, 2009. — Ч. 1. — Основы проекционного комплексного чертежа. — 168 с.

## Краткий терминологический словарь

**АксонOMETрические проекции** — проекции, полученные путем параллельного проецирования предмета вместе с системой прямоугольных координат на произвольно выбранную плоскость. При расположении аксонOMETрических осей под углом  $120^\circ$  друг к другу и размерами отрезков по осям в масштабе 1:1 аксонOMETрию называют *изометрической* (см. рисунок 193, а). Если размеры отрезков берут одинаковыми лишь по двум осям, аксонOMETрию называют *диметрической*. Углы между осями одной из них показаны на рисунке 193, б. Такую диметрическую проекцию называют фронтальной.

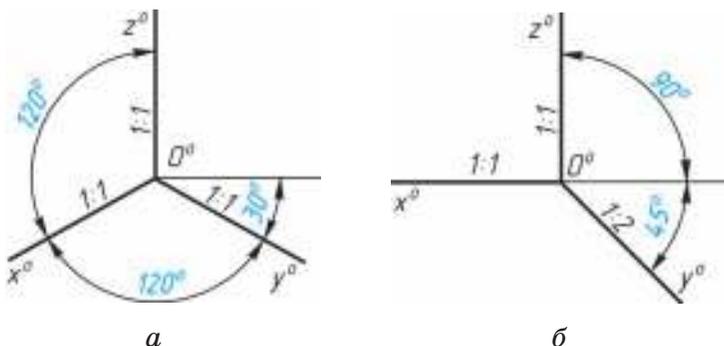


Рис. 193. Оси аксонOMETрических проекций

**Вид** — одно из изображений, используемых на чертеже для выявления геометрической формы предмета. Согласно стандарту, вид — это изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета. На видах допускается показывать и невидимые части поверхности с помощью штриховых линий. Виды на чертеже выполняются по способу прямоугольного проецирования. Существуют *основные виды* (их шесть), *местные* и *дополнительные*. Количество видов на чертеже должно

быть наименьшим, но достаточным для выявления геометрической формы изображаемого предмета.

**Геометрические фигуры и тела.** Под *фигурой* в математике понимают любую совокупность точек. Всякую сложную фигуру можно разделить на более простые.

Если все точки фигуры лежат в одной плоскости, фигуру называют плоской: треугольник, квадрат и др. Совокупность точек, расположенных в пространстве, образует пространственную фигуру: куб, цилиндр и др. Фигуры в пространстве называются *телами*.

**График** — графическое изображение для наглядного выражения количественной зависимости изменения одной величины от другой. График служит для показа этой зависимости в математике, физике, биологии, медицине, на производстве и пр.

**Деталь** — изделие, выполненное из одного материала без применения сборочных операций. Детали бывают *общего назначения* (болты, зубчатые колеса и пр.) и *специальные*, которые встречаются в некоторых изделиях.

**Диаграмма** — изображение, наглядно показывающее соотношение между различными величинами, каждая из которых выражается, например, прямолинейным отрезком, какой-либо геометрической фигурой (прямоугольник, круг и пр.) при избранной единице измерения. По форме диаграммы могут быть *ленточные*, *столбиковые*, *секторные*, *фигурные* и др.

**Документы конструкторские** — графические и текстовые документы, в которых устанавливаются устройство изделия, его состав, данные для эксплуатации и ремонта. Для деталей основным конструкторским документом является ее чертеж, для сборочных единиц — сборочный чертеж и спецификация.

**ЕСКД** — единая система конструкторской документации, включающая ряд стандартов, которые устанавливают правила выполнения, оформления чертежей и текстовых материалов, порядок их учета, хранения и пр. для

всех отраслей промышленности, строительства, транспорта. ЕСКД — это государственные стандарты, утвержденные соответствующими органами.

**Изделие** — предмет, состоящий из одной или нескольких деталей, изготовленный на предприятии, в мастерской. К изделиям относят детали, сборочные единицы, комплексы, комплекты.

**Изображение** — форма информации о предметах и явлениях, воспринимаемая зрением (фотография, чертеж и пр.). Изображения, состоящие из линий, точек, штрихов и пр. называют графическими. *Изображения на чертеже* — изображения, применяемые для построения чертежей деталей, сборочных единиц и пр. Изображения на чертеже делятся на виды, разрезы и сечения.

**Изображение точки на чертеже.** В прямоугольных проекциях точка изображается своими проекциями (рис. 194, а). Для однозначного определения положения точки (ее координат) на чертеже достаточно иметь две ее проекции (рис. 194, б и в). При этом фронтальная и горизонтальная проекции точки лежат на одной вертикальной линии связи (рис. 194, б), фронтальная и профильная — на горизонтальной (рис. 194, в). Чертеж, состоящий из нескольких проекций, называют *чертежом в системе прямоугольных проекций*, или *комплексным чертежом*.

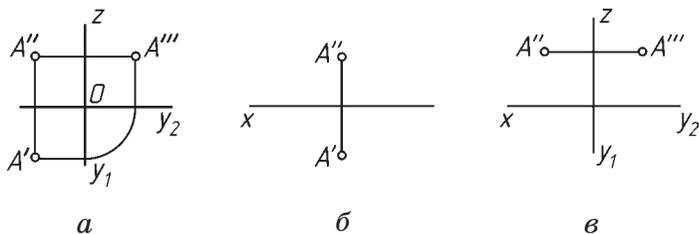


Рис. 194. Изображение точки в прямоугольных проекциях

**Инструменты чертежные** — приспособления для выполнения чертежей, схем и пр. конструкторских доку-

ментов. К чертежным инструментам относят линейки, угольники, циркули, лекала, трафареты, рейшины и пр.

*Рейшина* — линейка с головкой (неподвижной или поворотной), которая служит для проведения параллельных линий (рис. 195). Головку рейшины передвигают вдоль ребра чертежной доски.

Для выполнения чертежей в конструкторских бюро иногда используют прибор, называемый *кульман* (рис. 196). Он заменяет рейшину, угольник, транспортир и др.

Набор некоторых чертежных инструментов в специальном футляре называют *готовальней*.



Рис. 195. Чертежная доска и рейшина

Рис. 196. Чертежный прибор «кульман»

*Информация* — любые сведения о предметах и явлениях окружающего мира, об их свойствах, состоянии. Информацию в графической форме — чертежи, рисунки, графики, схемы и пр. — называют *графической*.

*Масштаб* — отношение размеров изображения к действительным размерам предмета. Масштабы бывают *численные* (например, в черчении), *линейные* (на географических картах), *пропорциональные* (для геометрических построений) и др. Масштабы, которые применяются при выполнении чертежей, устанавливает стандарт: уменьшения — 1:2, 1:5, 1:10 и др., увеличения — 2:1 и др.

**Многогранник** — это геометрическое тело, поверхность которого состоит из плоских многоугольников. Многоугольники образуют грани тела. Они пересекаются по прямым — ребрам. Вершины многоугольников называются вершинами многогранника.

Многогранник является *призмой*, если две его грани — равные многоугольники, расположенные в параллельных плоскостях, а другие грани — параллелограммы (рис. 197). Параллельные грани называются основаниями, расстояние между ними есть высота призмы. Призма называется *прямой*, если ее боковые ребра перпендикулярны основаниям.

*Параллелепипед* представляет собой призму, у которой основания — параллелограммы. *Куб* — это прямоугольный параллелепипед, все ребра и все грани которого равны между собой.

Многогранник называется *пирамидой*, если одна из его граней — многоугольник (основание), а другие грани — треугольники, имеющие общую вершину (рис. 197). Расстояние от основания до вершины есть высота пирамиды.

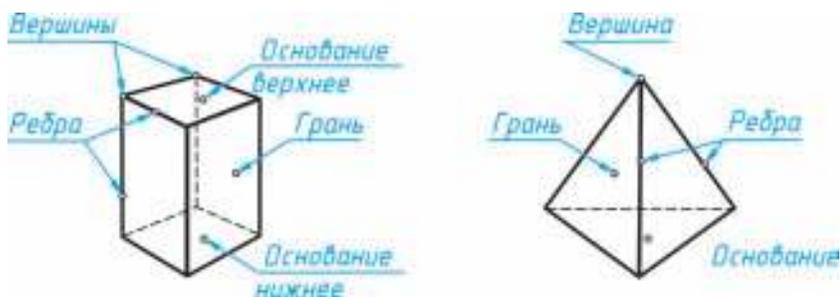


Рис. 197. Многогранники

**Окружность** — плоская кривая линия, расстояние всех точек которой до заданной точки — центра — равно данному отрезку — *радиусу* окружности.

Отрезок, соединяющий две точки окружности, называется *хордой*. Хорда, проходящая через центр, — это *диаметр* окружности. Прямая, имеющая с окружностью только одну общую точку, называется *касательной* к окружности.

**Проецирование** — процесс получения изображения предмета на плоскости (или какой-либо поверхности).

Различают *центральное* и *параллельное* проецирование. Параллельное проецирование, в свою очередь, подразделяется на прямоугольное и косоугольное. В технике используются такие изображения, которые получены при прямоугольном проецировании предмета на одну или несколько плоскостей проекций.

**Развертка** — плоская фигура, полученная совмещением всех точек какой-либо поверхности с плоскостью без образования на поверхности складок и разрывов. Развертываемые поверхности — многогранники, некоторые тела вращения. В целом кривые поверхности не развертываются и их развертки строят приближенно.

В технике разверткой называют заготовку или чертеж плоской заготовки, из которой получают объемную форму детали или конструкции путем изгиба.

**Разрез** — одно из изображений, используемых на чертеже для выявления в первую очередь внутренней геометрической формы предмета. Это изображение получают путем мысленного рассечения предмета одной или несколькими плоскостями. При этом часть детали, расположенную перед секущей плоскостью, мысленно удаляют и на чертеже показывают невидимые части предмета сплошными толстыми линиями, т. е. как видимые. На разрезе показывают все то, что попало в секущую плоскость (эти части детали выделяют штриховкой), и то, что расположено за секущей плоскостью. В зависимости от числа секущих плоскостей разрезы делят на *простые* (одна плоскость) и *сложные* (две и более плоскостей); в зависимости от положения секущих плоскостей — на *фронтальные*, *горизонтальные*, *профильные* и *наклонные*. В отдельных случаях разрезы на чертеже обозначают по установленным стандартам правилам.

**Рисунок технический** — наглядное изображение предмета, выполненное по правилам аксонометрических проекций. В отличие от перспективного рисунка, линии, па-

раллельные на предмете в натуре, остаются параллельными и на рисунке. Окружности и другие плоские фигуры в техническом рисунке изображаются с искажением. Выполняется технический рисунок от руки с приблизительным сохранением пропорций предмета. Для выявления объема предмета используется штриховка и другие приемы.

**Сечение** — одно из изображений на чертеже, полученное при мысленном рассечении детали плоскостью. Сечения используют, как правило, для выявления поперечной формы какой-либо части предмета либо отдельных его элементов. В сечении на изображении показывают только то, что непосредственно расположено в секущей плоскости. Фигуру сечения выделяют штриховкой. В зависимости от расположения на чертеже, сечения делят на *вынесенные* и *наложенные*. Отдельные сечения на чертеже обозначают, используя установленные стандартом правила.

**Сопряжение линий** — плавный переход одной линии в другую. Точка, общая для сопрягаемых линий, называется *точкой сопряжения*, или *точкой перехода*. Для построения сопряжений надо найти центр сопряжения и точки сопряжений.

**Спецификация** — текстовый конструкторский документ, определяющий состав сборочной единицы. Ее выполняют на отдельных листах формата А4. На учебных чертежах спецификацию располагают над основной надписью. В спецификации указывают порядковые номера деталей, входящих в изделие, их наименование, количество, марку материала и др.

**Схема** — изображение, на котором с помощью упрощенных символов и знаков показывают составные части изделия и их связи. Схемы выполняются без соблюдения масштаба. Условные обозначения для схем как графических документов устанавливаются стандартами. Схемы подразделяют на *кинематические*, *электрические*, *оптические* и др.

**Тела вращения** — геометрические фигуры, полученные путем вращения прямой или кривой линии (образующая)

вокруг какой-либо неподвижной линии (ось), лежащей в этой же плоскости. Это цилиндр, конус, сфера и другие тела.

Прямой круговой цилиндр (рис. 198, а) получается в результате вращения прямоугольника около одной из его сторон. Это тело ограничено двумя плоскостями (основания цилиндра) и боковой цилиндрической поверхностью.

Прямой круговой конус (рис. 198, б) получается при вращении прямоугольного треугольника около одного из катетов.

Шар получается при вращении окружности около одного из ее диаметров.



Рис. 198. Тела вращения

**Технология информационная** — процесс обработки, передачи и преобразования графической информации в соответствии с однозначно установленными правилами. Для осуществления таких технологий созданы многочисленные автоматизированные средства, включая приборы получения и построения графических изображений с помощью компьютеров. Информационная технология используется при выполнении и обработке различной графической информации.

**Чертеж** — графический документ, выполненный по установленным стандартам правилам и содержащий изображение изделия и другие данные, необходимые для изготовления этого изделия. Изображения предметов на чертежах выполняют по методу прямоугольного проецирования.

**Чертеж сборочный** — чертеж, содержащий изображения изделия (сборочной единицы) в соединении. В специальной таблице (спецификации) указывают перечень всех деталей, входящих в данное изделие. Спецификация определяет состав сборочной единицы. Сборочный чертеж должен содержать данные, необходимые для сборки (изготовления) изделия и контроля его качества.

**Чтение чертежа** — мысленная операция, позволяющая по изображению представить геометрическую форму предмета и, пользуясь данными чертежа, установить размеры предмета в целом и его отдельных частей, получить другую информацию, необходимую для изготовления этого предмета.

**Элементы детали** — части детали, имеющие определенное назначение (отверстие, резьба и др. — см. форзац II).

**Эскиз** — предварительный, неоконченный рисунок, набросок детали или предмета, выполненный по тем же правилам, что и чертеж, но от руки, с приблизительным сохранением пропорций предмета.

## Предметный указатель

Аксонометрия 32  
Анализ геометрической  
формы предмета 75  
АРМ 12

Бумага чертежная 11

Вид 42, 200  
— главный 43  
— дополнительный 140  
— местный 44  
— основной 43

Геометрия начертатель-  
ная 38, 166

Графика  
— компьютерная 12  
— техническая 4  
— художественная 5

Графопостроитель 12

Деление  
— окружностей 48  
— отрезков 46

Детализование 164

Деталь 201

Диаметр резьбы 143

Документы конструктор-  
ские 156, 201

Единица сборочная 156

ЕСКД 15, 201

Изделие 202

Изображения 202  
— графические 5  
— проекционные 29  
— упрощенные 148

Информация 5  
— визуальная 5  
— графическая 5, 203

Карандаш 11

Кульман 203

Лекало 203

Линия 19, 20  
— выносная 22  
— размерная 22  
— связи 37

Луч проецирующий 27

Масштаб 203

Метод Монжа 38

Многогранники 59, 204

Надпись основная 17

Нанесение размеров 21

Обозначение  
— диаметра 22  
— квадрата 24  
— радиуса 23  
— разреза 124  
— резьбы 145  
— сечения 116

Овал 65

- Окружность 204  
Оси  
— аксонометрические 200  
— проекций 36  
Основная надпись 17  
Отметка высотная 185
- Переход плавный 51  
План 183  
— генеральный 179  
— здания 183  
Плоскость  
— проекций 27  
— секущая 115  
Преобразование изображений 94  
Прибор «кульман» 203  
Проекция  
— аксонометрическая 32, 200  
— диметрическая 200  
— изометрическая 200  
— косоугольная 31  
— параллельная 30  
— прямоугольная 31  
— центральная 30  
Проекция с числовыми отметками 35  
Процирование 27, 30, 31, 32, 205  
Прямая постоянная чертежа 41
- Радиус сопряжения 51  
Развертка 99, 101, 205  
Размер  
— габаритный 77  
— линейный 21  
— угловой 21
- Размеры фасок 78  
Разрез 122, 205  
— горизонтальный 124  
— здания 182  
— местный 127  
— наклонный 124  
— простой 124  
— профильный 124  
— фронтальный 124  
Рамка чертежа 16  
Резьба 142  
— крепежная 142  
— метрическая 142  
— ходовая 142  
Рейсшина 203  
Реконструкция изображений 96  
Рисунок технический 63, 205
- САПР 12  
Сечение 116, 206  
— вынесенное 117  
— наложенное 119  
Соединение  
— болтом 150  
— винтом 153  
— шпилькой 152  
— шпонкой 154  
— штифтом 155  
Соединения  
— неразъемные 147  
— разъемные 147  
Сопряжение 51, 206  
Спецификация 159, 206  
Срез 102  
Схема 206  
Тело вращения 59, 206

- Технология информационная 207
- Точка сопряжения 51
- Транспортир 50
- Угольник чертежный 11
- Упрощения 137
- Фасад здания 181
- Формат 15, 168
- Фигуры геометрические 201
- Центр
- проецирования 30
  - сопряжения 51
- Циркуль 12
- Чертеж 9, 207
- в системе прямоугольных проекций 33
  - сборочный 157, 208
- Число размерное 22
- Чтение чертежа 85, 208
- архитектурно-строительного 192
  - детали 88
  - сборочного 160
- Шаг резьбы 145
- Шероховатость поверхности 141
- Шрафировка 67
- Шрифт чертежный 18
- Штриховка в сечениях 116
- Экспликация 181
- Элементы
- детали 208
  - здания 186
- Эллипс 104
- Эскиз 79, 208

# Содержание

## I. Графические изображения. Техника выполнения чертежей и правила их оформления

§ 1. Графические изображения. Чертежи .....	5
§ 2. Техника выполнения чертежей .....	11
§ 3. Некоторые правила оформления чертежей ....	14
§ 4. Линии, применяемые на чертежах .....	19
§ 5. Нанесение размеров .....	21

## II. Способы построения изображений на чертежах

§ 6. Способы проецирования .....	27
§ 7. Чертежи в системе прямоугольных проекций	33
§ 8. Построение изображений предметов на техни- ческих чертежах .....	42

## III. Геометрические построения при выполнении чертежей

§ 9. Деление отрезков и окружностей на равные части .....	46
§ 10. Построение сопряжений линий .....	51

## IV. Чертежи, технические рисунки и эскизы предметов

§ 11. Построение проекций некоторых элементов фи- гур на чертежах .....	55
§ 12. Прямоугольные проекции многогранников и тел вращения .....	59

§ 13. Технические рисунки геометрических тел и деталей .....	63
§ 14. Построение проекций точек на поверхностях тел и деталей .....	70
§ 15. Примеры построения чертежей деталей .....	73
§ 16. Выполнение эскизов деталей .....	79

#### **V. Чтение чертежей в прямоугольных проекциях**

§ 17. Порядок чтения чертежей .....	85
-------------------------------------	----

#### **VI. Графические преобразования геометрических фигур**

§ 18. Преобразование изображений на чертежах ....	94
§ 19. Построение чертежей разверток .....	99
§ 20. Выполнение чертежей предметов с изменением их формы .....	102

#### **VII. Построение чертежей, содержащих сечения и разрезы**

§ 21. Чертежи, содержащие сечения .....	114
§ 22. Чертежи, содержащие разрезы .....	122
§ 23. Соединение на чертеже вида и разреза .....	129
§ 24. Некоторые особые случаи применения разрезов	132

#### **VIII. Чтение чертежей, содержащих условности и упрощения**

§ 25. Условности, упрощения и обозначения на чертежах деталей .....	137
§ 26. Изображение и обозначение резьбы .....	142

#### **IX. Чертежи сборочных единиц**

§ 27. Чертежи соединений деталей .....	147
--	-----

§ 28. Назначение и содержание чертежей сборочных единиц .....	156
§ 29. Чтение сборочных чертежей. Детализирование .....	160
<b>Заключение</b> .....	166
<i>Приложения</i> .....	168
<i>Литература для учащихся</i> .....	199
<i>Краткий терминологический словарь</i> .....	200
<i>Предметный указатель</i> .....	209

- Виноградов, В. Н.**  
В49 Черчение : учебник для 9-го кл. учреждений общ. сред. образования с рус. яз. обучения / В. Н. Виноградов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Минск : Нац. ин-т образования, 2014. — 216 с. : ил.  
ISBN 978-985-559-323-3.

УДК 744(075.3)

ББК 30.11я721

Правообладатель Национальный институт образования

Учебное издание

**Виноградов Виктор Никонович**

**ЧЕРЧЕНИЕ**

Учебник для 9 класса  
учреждений общего среднего образования  
с русским языком обучения

2-е издание, переработанное и дополненное

Нач. редакционно-издательского отдела *Г. И. Бондаренко*

Редактор *Н. М. Кумагер*

Художественный редактор *И. А. Усенко*

Корректоры *В. П. Шкредова, Е. В. Шобик*

Подписано в печать 06.03.2014. Формат 60×90/16.  
Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 13,5.  
Уч.-изд. л. 10,3. Тираж 91 000 экз. Заказ

Научно-методическое учреждение «Национальный институт  
образования» Министерства образования Республики Беларусь.  
ЛИ № 02330/0494469 от 08.04.2009.  
Ул. Короля, 16, 220004, г. Минск

ОАО «Полиграфкомбинат им. Я. Коласа».

ЛП № 02330/0150496 от 11.03.2009.

Ул. Корженевского, 20, 220024, г. Минск

Правообладатель Национальный институт образования

---

(Название и номер учреждения общего среднего образования)

Учебный год	Имя и фамилия учащегося	Состояние учебника при получении	Оценка учащемуся за пользование учебником
20 /			
20 /			
20 /			
20 /			
20 /			
20 /			