

Перегуд М.В.

Технический рисунок



Репозиторий

УДК 744 (075.8)

ББК 30.11Я 73

П27

*Автор: М.В. Перегуд*

*Рецензент: кандидат педагогических наук, доцент кафедры начертательной геометрии и технической графики А.А. Альхименок*

Данное пособие рекомендовано для студентов, обучающихся по специальности «Технология (Обслуживающий труд)» с сокращенным сроком обучения. В пособии изложены правила выполнения технических рисунков плоских фигур, геометрических тел, формирующие у будущих специалистов навыки наглядного изображения изделия, выполненного от руки в произвольном масштабе, в котором правильно передана конструктивная форма объекта, верно найдены пропорциональные соотношения. Рассмотрены способы передачи светотени, позволяющие передать конструктивные особенности и объем изделия. Пособие содержит программный материал, аудиторные задания и примеры их выполнения.

УДК 744 (075.8)

ББК 30.11Я 73

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время нелегко указать на такой вид человеческой деятельности, где бы в большей или меньшей степени не приходилось прибегать к помощи графических изображений. Рождающаяся в сознании человека новая идея, возникшая неожиданно, требует немедленного графического закрепления.

Графическая грамотность и культура, свободное выражение своих мыслей средством рисунка особенно важны в работе учителя. В процессе изучения графических дисциплин формируется способность наглядно и правильно отобразить информацию на доске, для иллюстрации сообщения в ходе проведения занятия. Кроме того, методическая работа учителя сопряжена с выполнением различного рода средств наглядности (изображение на доске, технологическая карта и т.д.), которые выполняются с применением технического рисунка.

Техническое рисование дополняет и совершенствует процесс формирования профессиональных умений и навыков будущего учителя труда общеобразовательной школы.

Основная цель изучения данной дисциплины заключается в овладении студентами-заочниками специальности «Технология (обслуживающий труд)» знаний приемов и способов технического рисования, а также в совершенствовании умений и навыков выполнения графических изображений различных объектов без применения чертежных инструментов.

Наглядный, быстрый и простой способ графического изображения – рисунок – активизирует творческую мысль человека и дает ей свободу в процессе работы над изделием. Порой только через большое количество набросков человек приходит к воплощению своего замысла в реальный образ. Такого рода наброски относят к одному из видов графических изображений - техническому рисунку.

Недостаточно понять общие принципы технического рисования и знать, как выполняется тот или иной технический рисунок предмета; необходимо уметь его выполнить. Необходимые навыки и умение приобретаются главным образом систематическим выполнением технических рисунков. Поэтому студентам рекомендуется выполнение заданий творческого характера по техническому рисованию, связанных непосредственно с их профессиональной деятельностью.

Навыки, приобретаемые в процессе технического рисования, способствуют развитию у студентов глазомера, твердой руки, эстетического вкуса и способности пространственно мыслить. В процессе рисования развиваются также наблюдательность и память.

## ПОНЯТИЕ О ТЕХНИЧЕСКОМ РИСУНКЕ

Технический рисунок – это наглядное графическое изображение предмета, выполненное от руки в произвольном масштабе, в котором ясно раскрыта технологическая идея объекта, правильно передана его конструктивная форма и верно найдены пропорциональные соотношения. Для придания объекту большей наглядности используют оттенение.

Техническим рисунком пользовались еще задолго до появления чертежа. Даже на современном этапе, в период развития компьютерной эры, технический рисунок оказывает неоценимую услугу в развитии производства и строительства. Новейшие программные графические системы дают возможность формировать на экране монитора изображения объектов. Поэтому знание правил выполнения и владение навыками построения технического рисунка карандашом помогут правильно использовать средства машинной графики.

Очень часто технический рисунок путают с художественным рисунком, поэтому необходимо перечислить характерные признаки технического рисунка, отличающие его от рисунка в изобразительном искусстве (см. рис. 1,2) и чертежа.

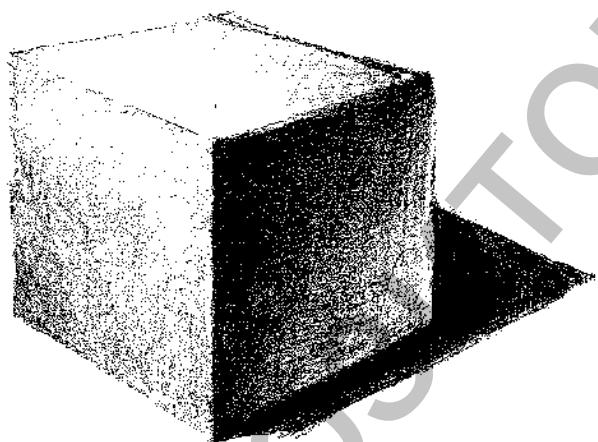


Рис. 1 *Рисунок куба*

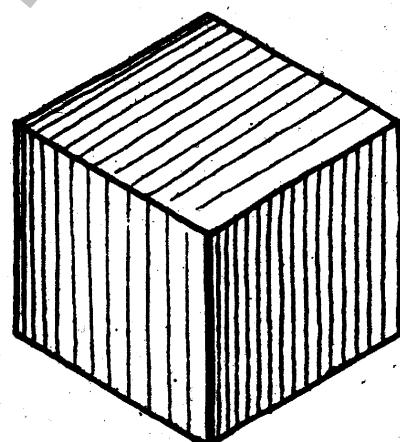


Рис. 2 *Технический рисунок куба*

1. В техническом рисунке контурная линия изображается как ребро или образующая изображаемого объекта. В художественном рисунке линия есть предел видимой формы предмета, она не только образует пластическую форму, но и вызывает иллюзию пространственной глубины.

2. При выполнении технического рисунка всегда условно предполагают, что источник света расположен немного сзади от рисующего, слева и сверху от него и лучи составляют  $45^\circ$  с горизонтальной плоскостью.

3. На техническом рисунке не показывают собственную тень предмета.

4. Технический рисунок в большинстве случаев выполняется по правилам параллельного проецирования, но могут выполняться и с применением правил линейной перспективы.

5. Технический рисунок обводится линией разной толщины и яркости, т.е. контурная линия не везде одинаковая, как на чертеже.

6. Вид аксонометрической проекции выбирают в зависимости от формы изображаемого изделия.

Очень широко технический рисунок применяется в быту, когда нет необходимости выполнять чертеж нужной детали, конструкции или изделия. Форму и размеры необходимого объекта представляют в виде наглядного изображения, которое может довольно полно передавать необходимую информацию об изделии (см. рис. 3).

В практической деятельности учителя технологии очень часто возникают ситуации, когда необходимо при помощи графического изображения проиллюстрировать технический или технологический процесс, творческую мысль (см. рис. 4). Кроме того, процесс рисования воспитывает качества, необходимые для творческой работы: зрительную память, глазомер, чувство пропорции, профессиональную наблюдательность, пространственное мышление, художественный вкус.

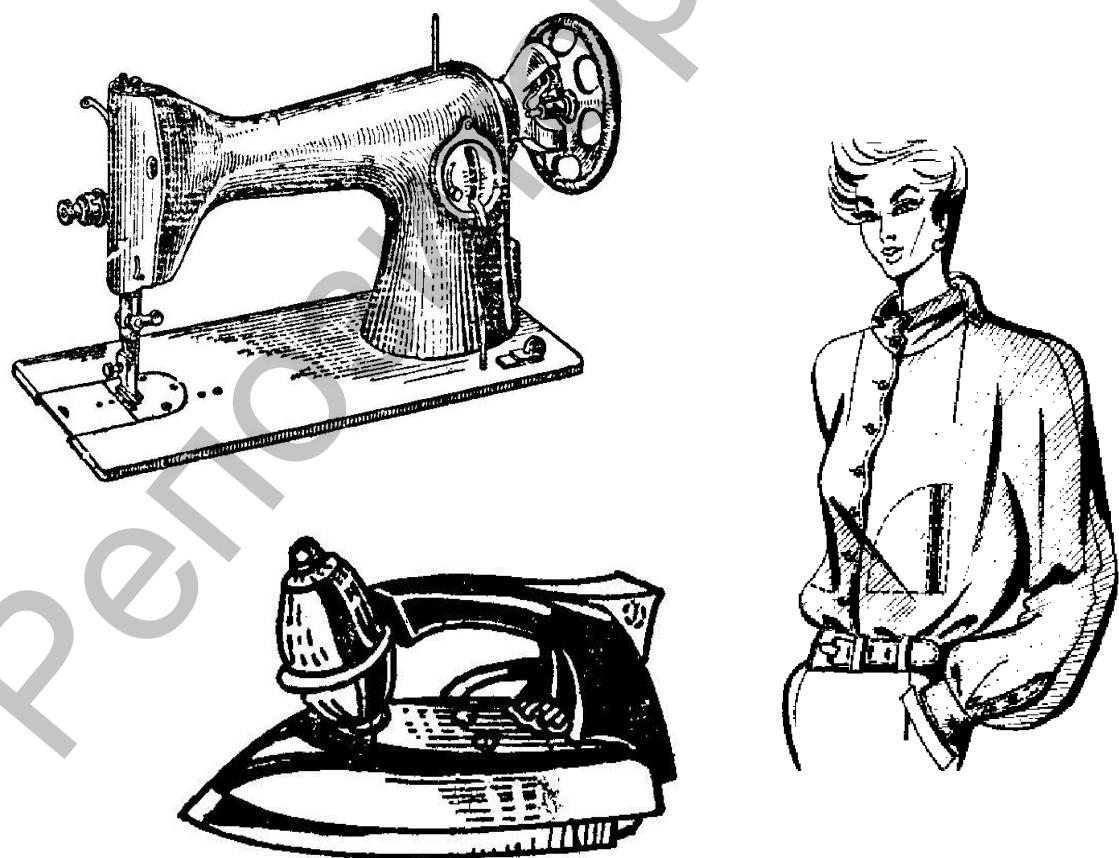


Рис. 3

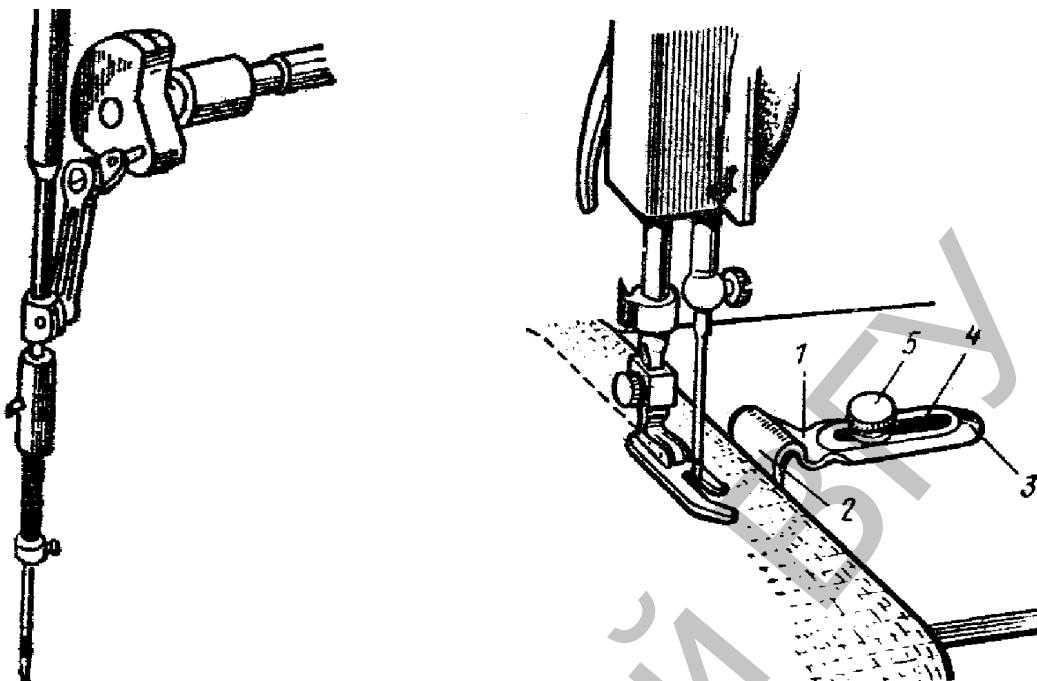


Схема исполнительного механизма

Ограничительная линейка

Рис. 4

Для грамотного овладения приемами технического рисования рекомендуется постоянно и систематически выполнять наброски и зарисовки, рисунки по памяти и представлению.

## МАТЕРИАЛЫ И ПРИНАДЛЕЖНОСТИ ДЛЯ РИСОВАНИЯ

Еще раз напомним, технические рисунки должны выполняться только от руки без помощи каких-либо чертежных инструментов. К принадлежностям для рисования относятся бумага, карандаши и резинка, мольберт или чертежная доска, кнопки.

Бумагу для технического рисунка рекомендуется использовать плотную рисовальную или чертежную форматом А3 (297x420) и А4 (210x297). Карандаши выбираются в зависимости от качества бумаги: чем выше сорт бумаги, тем тверже должен быть карандаш. Для обычновенной чертежной бумаги среднего качества годен карандаш средней твердости марки «ТМ» или мягкий «М» (марки импортных карандашей «НВ», «В»). Для менее плотной бумаги используют мягкие карандаши «М», «2М» (импортные «В», «2В» и выше). Степень твердости или мягкости на маркировке карандашей указывается цифрой, стоящей перед буквой, например «2М». Чем больше цифра, тем тверже или мягче грифель. Заточку карандаша выполняют в виде конуса, общая высота которого 26-30 мм, а выступающая часть графита равна 6-8 мм. Притупившийся графит удобно оттачивать на мелкозернистой наждачной бумаге, наклеенной на фанеру или картон.

Для корректировки изображений используют резинку. Предпочтение отдается мягким сортам резинок, не повреждающих покровов бумаги. Резин-

ку следует использовать как можно реже, в основном для вы светления тона штриховки и бликов. Существует два приема стирания резинкой: движением по бумаге и прикладыванием к бумаге. При стирании линий движение резинки направляется в сторону от руки, поддерживающей бумагу, чтобы избежать ее смятия или разрыва. Стирать надо осторожно, в одном направлении. Для ослабления тона пользуются способом прикладывания резинки к бумаге: легко прижимая несколько раз резинку к изображению, снимают излишек графита.

Кнопки применяются для прикрепления листа к мольберту или чертежной доске.

## ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА

Работа над рисунком начинается с организации рабочего места с учетом освещения и постановки модели.

Приступая к работе над рисунком с натуры, необходимо учесть освещение не только модели, но и самого рисунка. Источник света должен находиться слева сверху. Рисунок следует располагать так, чтобы на него не падала тень рисующего или посторонних предметов. Нельзя рисовать, если лучи солнца попадают на рисунок или яркая лата светит в глаза.

Бумагу крепят к мольберту или планшету, который ставится под небольшим наклоном, чтобы плоскость доски была перпендикулярна лучу зрения. Планшет с бумагой желательно располагать прямо перед собой, на линии между глазом и натурой, но так, чтобы он не заслонял объект рисования. Рисовать можно стоя или сидя при условии, чтобы расстояние между глазом и бумагой равнялось вытянутой руки. Не допускается располагать планшет с бумагой горизонтально или вертикально, так как в этом случае рисунок будет искажаться.

## ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ПОСТРОЕНИЯ

Важнейшими условиями при рисовании являются умения четко и свободно проводить от руки прямые линии (параллельные и перпендикулярные), которые являются одним из основных элементов рисунка. А также делить отрезки прямых и дуги окружностей на равные части и достаточно точно от руки рисовать окружности и эллипсы.

При выполнении технического рисунка карандаш рекомендуется держать как при письме (рис. 5), и дальше от заточенной части карандаша (рис. 6). Карандаш надо держать в руке свободно, так, чтобы в работе участвовали не только пальцы, но и вся кисть. В таком положении руки рисующий может легко поворачивать карандаш в разные стороны и получать разные по толщине линии.

Для того чтобы лучше увидеть правильно ли намечены точки, проведены линии и дуги, необходимо отодвинуть рисунок на расстояние вытянутой руки. Во время рисования карандаш находится под острым углом к

бумаге. Надо научиться проводить линию сразу, общим свободным движением, не останавливаясь и не прибегая к поправлению.

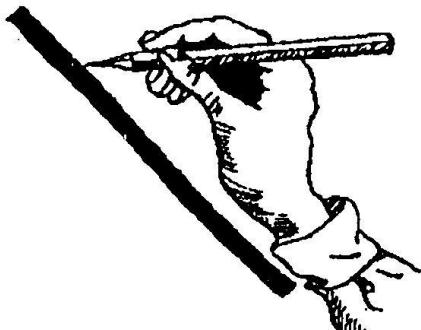


Рис. 5

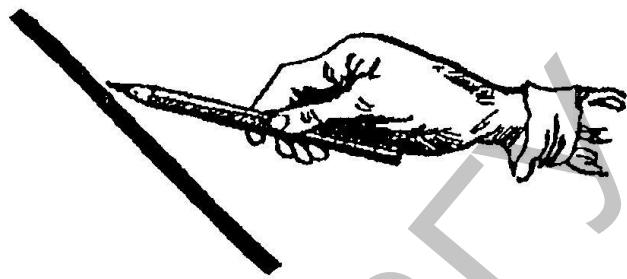


Рис. 6

При окончательной прорисовке и обводке карандаш держат ближе к отточенному концу, так же устойчиво, как при письме. Кисть руки прижата к бумаге. Это позволит провести и обвести линии.

Кроме того, необходимо уметь правильно определять на глаз размеры и соотношения частей, разделять линии и плоскость листа на пропорциональные части.

### Рисование линий

Для того чтобы провести ровную прямую горизонтальную линию необходимо наметить точки, отстающие на одинаковом расстоянии от верхнего края листа и выполнить несколько движений рукой слева направо по воздуху, как бы соединяя намеченные точки. Затем провести быстрым движением карандаша тонкую линию. При этом линия может получиться неровной. В таком случае ее не стирают, а проводят по ней другую линию, выравнивающую ее, и только после этого удаляют лишнее резинкой.

Вертикальную линию рисуют движением руки сверху вниз, используя те же правила, что и при рисовании горизонтальных линий (рис. 7).

Кривую линию рисуют движением руки по направлению изгиба кривой (рис. 8).

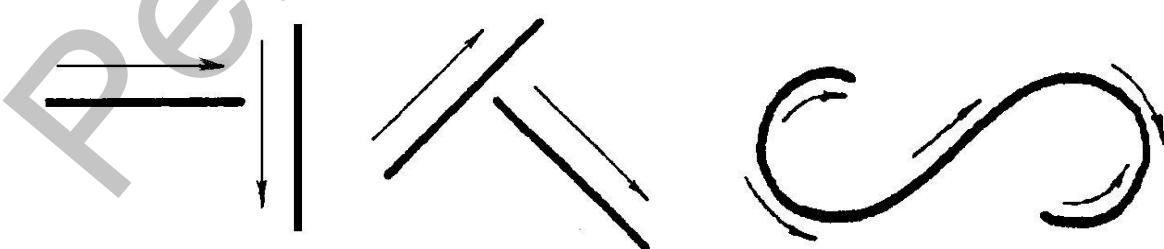


Рис 7

Рис 8.

На рисунках 7 и 8 стрелками указано направление движения карандаша при проведении различных типов линий.

### Деление отрезка на равные части

Данный отрезок  $AB$  необходимо разделить на две равные части (рис. 9.). Для этого необходимо определить на глаз середину отрезка и отметить ее точкой  $O$ . Проверку точности деления осуществите с помощью карандаша. Выполняется это следующим образом: конец карандаша прикладывают к точке  $O$ , а точку  $B$  отмечают на карандаше ногтем большого пальца или изгибом указательного и сравнивают полученные величины отрезков  $AO$  и  $OB$ . Если точка  $O$  находится не по середине, то ее перемещают влево и вправо, пока обе части не получатся равными.

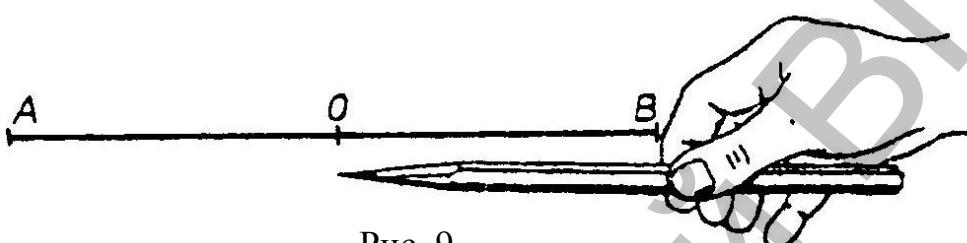


Рис. 9

Если необходимо разделить на четыре равные части, то каждую половину делят еще пополам.

Для того чтобы разделить отрезок на пять равных частей, сначала его делят на две неравные части так, чтобы одна его часть была в полтора раза больше другой. Затем большой отрезок также на глаз делят на три равные части, а меньший пополам.

### Рисование углов

Прямой угол ( $90^\circ$ ) рисуют, проводя от руки две взаимно перпендикулярные прямые (рис. 10а), и сравнивают смежные углы. Если углы не равны, то, не стирая линий, вносят поправку, т.е. рисуют перпендикуляр более точно, а затем удаляют ненужные линии и обводят стороны угла основными линиями.

Угол  $45^\circ$  рисуют, руководствуясь следующим алгоритмом (рис. 10б):

- 1) проводят горизонтальную прямую и отмечают на ней произвольную точку  $A$ ;
- 2) на произвольном расстоянии от точки  $A$  по прямой отмечают точку  $B$ , через которую проводят перпендикуляр;
- 3) откладывают на перпендикуляре отрезок  $BD$ , равный отрезку  $AB$ ;
- 4) соединив точки  $A$  и  $D$  отрезком прямой, получаем искомый угол  $45^\circ$ .

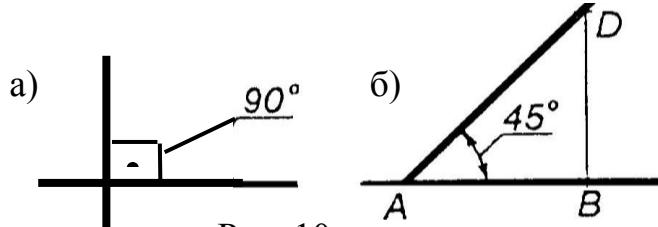


Рис. 10

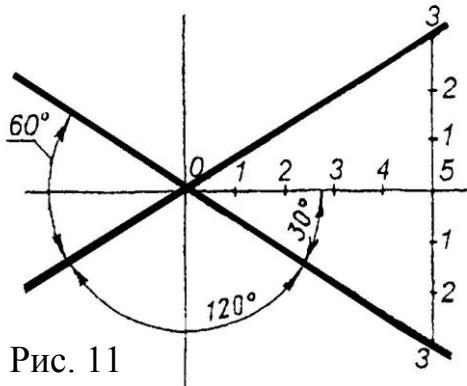


Рис. 11

Углы  $30^\circ$ ,  $60^\circ$  и  $120^\circ$  строят следующим образом (рис. 11):

1) проводят горизонтальную прямую и отмечают на ней точку  $O$ ;

2) через точку  $O$  проводят перпендикуляр к прямой;

3) от точки  $O$  вправо откладывают на горизонтальной прямой пять произвольных, но равных между собой, отрезков;

4) через последнее пятое деление проводят вертикальную линию;

5) от точки 5 вверх и вниз на вертикальной линии откладывают три равных отрезка, которые в свою очередь равны отрезку предыдущего деления ( $1/5$ ).

6) из точек 3, расположенных выше и ниже точки 5, проводят прямые через точку  $O$ . Они будут составлять по отношению к горизонтальной прямой угол примерно  $30^\circ$ .

Для того чтобы нарисовать углы  $7^\circ$  и  $41^\circ$  для осей координат прямоугольной диметрической проекции необходимо предпринять следующие действия (рис. 12):

1) проводят две взаимно перпендикулярные прямые с центром в точке  $O$ ;

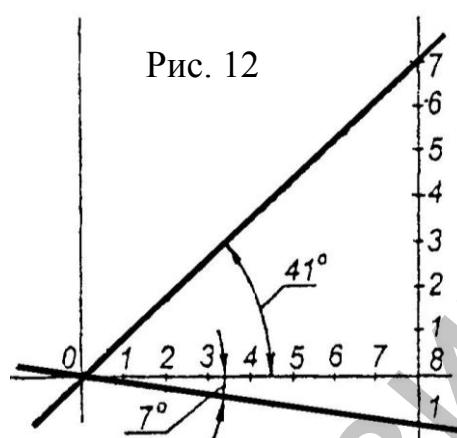
2) вправо от точки  $O$  на прямой откладывают восемь одинаковых произвольных отрезков;

3) через точку 8 проводят вертикальную линию и откладывают на ней вверх от точки 8 семь таких же отрезков;

4) точки 7 и  $O$  соединяют отрезком прямой и продолжают вниз, полученная прямая  $7O$  образует угол  $41^\circ$  с горизонтальной линией;

5) от точки 8 вниз откладывают отрезок равный одному делению  $8-1$ ;

6) проводят прямую через точки 1 и  $O$ . Прямая  $1O$  будет направлена к горизонтальной линии под углом  $7^\circ$ .



## ПОСТРОЕНИЕ РИСУНКОВ ПЛОСКИХ ФИГУР

### Построение рисунка квадрата

Рисунок выполняется тонкими линиями в следующем порядке:

1) нарисуйте прямой угол, на сторонах которого от вершины  $A$  отложите одинаковые отрезки  $AB=AD$ ;

2) через точки  $B$  и  $D$  проведите прямые, параллельные сторонам прямого угла, на пересечении которых получите вершину  $C$ . (рис. 13 а).

Прежде чем обвести квадрат, необходимо проверить, равны ли его стороны и углы. Обнаруженные неточности следует исправить, не стирая контура рисунка, затем удалить резинкой лишние линии и обвести контур.

Построим рисунок этого квадрата в прямоугольной изометрической проекции, приняв, что сторона  $AD$  располагается параллельно оси  $x$ , а сторона  $AB$  параллельна оси  $y$ . Для этого необходимо:

- 1) нарисовать изометрические оси  $x$ ,  $y$  и  $z$  с центром в точке  $O$ ;
- 2) отложить по осям  $x$  и  $y$  от точки  $O$ , отрезки  $O-1 = O-2 = O-3 = O-4$ , равные половине стороны квадрата;
- 3) через полученные на осях точки  $1, 2, 3, 4$  провести прямые, параллельные осям  $x$  и  $y$ ;
- 4) в пересечении этих прямых получаются углы квадрата  $ABCD$  в изометрической проекции (рис. 13, б).

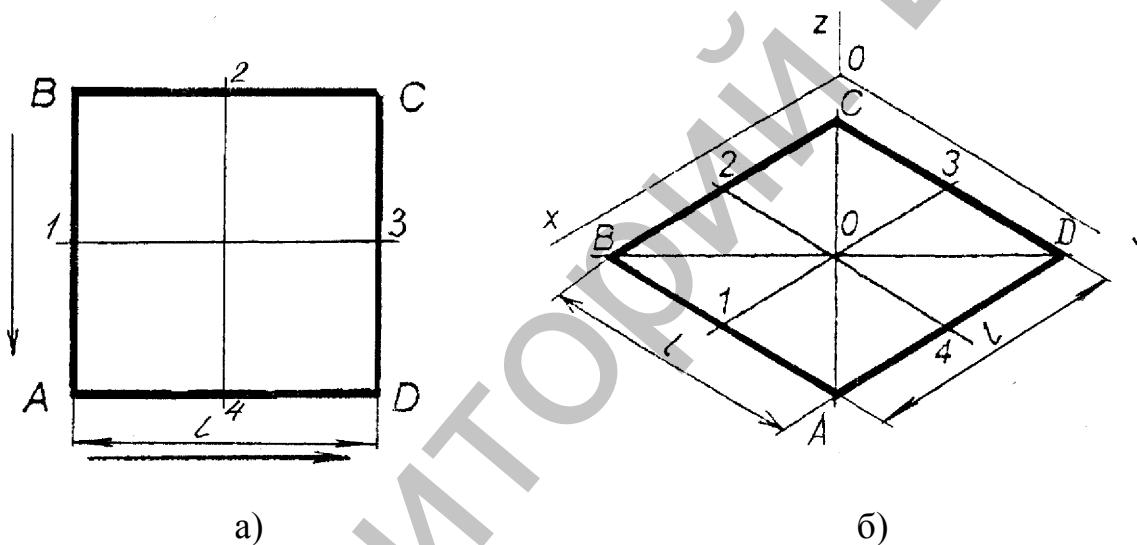


Рис. 13

Квадраты, расположенные параллельно фронтальной и профильной плоскостям, рисуют тем же способом.

### Построение рисунка окружности

Окружность рекомендуется рисовать вместе с квадратом, в который она вписывается.

Чтобы нарисовать окружность необходимо выполнить следующие действия (рис 14):

- 1) построить рисунок квадрата  $ABCD$  со стороной, равной диаметру окружности, и проведем в нем диагонали;
- 2) через середину квадрата (точку  $O$ ) провести две взаимно перпендикулярные линии;
- 3) точки  $1, 2, 3$  и  $4$  принадлежат окружности;
- 4) для определения промежуточных точек окружности необходимо:
  - а) разделить отрезок  $B-2$  в точке  $E$  пополам;
  - б) разделить отрезок  $E-2$  в точке  $F$  пополам;

- в) разделить отрезок  $B-1$  в точке  $G$  пополам;  
 г) соединить прямой полученные точки  $G$  и  $F$ ;

5) прямая  $GF$  пересекает диагональ  $BD$  в точке 5. Точка 5 принадлежит окружности;

6) через точку 5 провести горизонтальную прямую до пересечения с диагональю  $AC$  в точке 6;

7) через каждую из полученных восьми точек проводим такие дуги, которые наметят форму окружности.

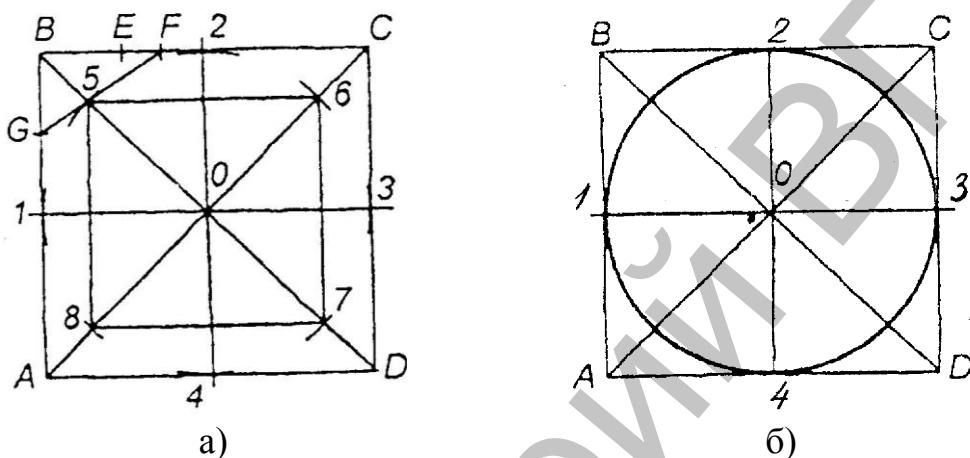


Рис. 14

Для того чтобы лучше увидеть, правильно ли намечены точки, надо отодвинуть от себя рисунок на расстояние вытянутой руки, затем внести поправки и убрать резинкой ненужные линии. В заключении обведем окружность основной линией.

В изометрической проекции окружность изображается в виде эллипса. Нарисуем, например, изометрическую проекцию окружности, расположенной параллельно плоскости  $xOy$  (рис 15).

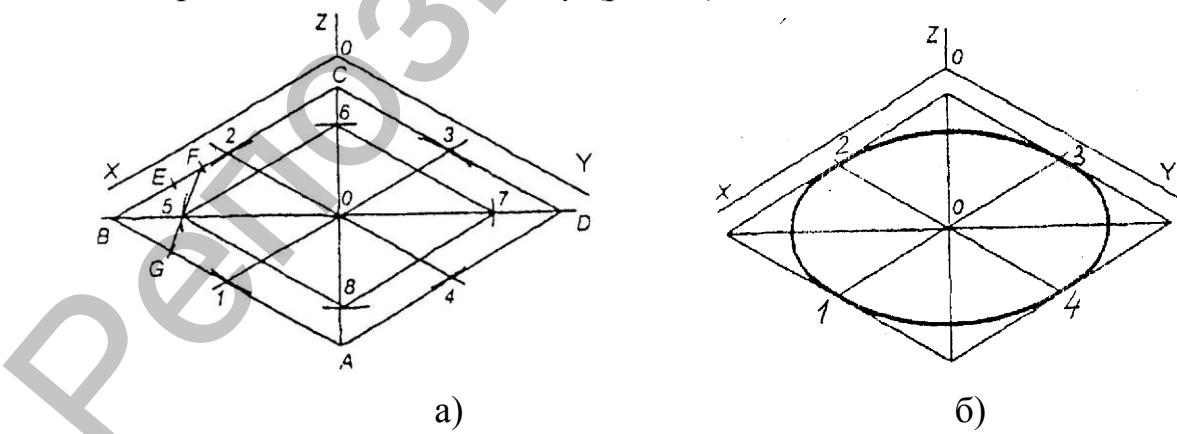


Рис. 15

Для этого необходимо:

1) построить изометрические оси  $xOy$ , определить положение центра  $O$  окружности;

2) нарисовать изометрическую проекцию квадрата со стороной, равной диаметру окружности, и центром в точке  $O$ ;

3) определить промежуточные точки 5,6,7 и 8, соединив которые получим эллипс – изометрическую проекцию окружности.

Изометрические проекции окружностей, лежащих в плоскостях, параллельных фронтальной и профильной плоскостям проекций, строятся по такому же алгоритму, что и пример описанный выше (см. рис. 16).

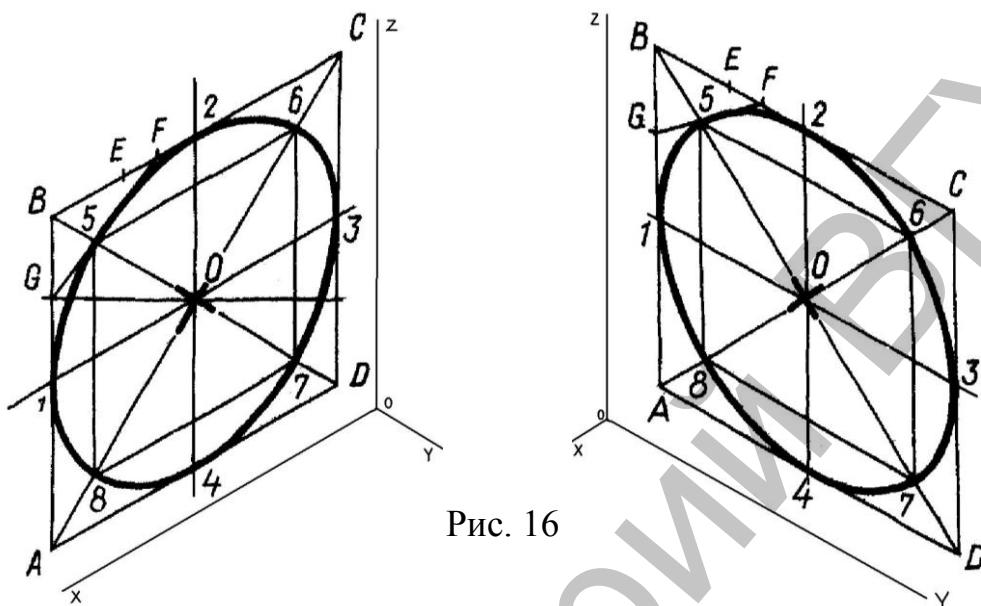


Рис. 16

Изометрическую проекцию окружности можно построить и другим способом. Известно, что величина сопряжения диаметра эллипса относится к величине большой оси эллипса и к величине малой оси эллипса как 4:5:3. Нарисуем окружность, лежащую в плоскости, параллельной профильной плоскости. Порядок построения рисунка будет следующий (рис. 17):

- 1) через центр эллипса  $O$  необходимо провести сопряженные диаметры (прямые, параллельные осям  $z$  и  $x$ );
- 2) далее отложить на них от точки  $O$  отрезки  $O1$ ,  $O2$ ,  $O3$ ,  $O4$ , равные радиусу окружности;
- 3) разделить отрезок  $O2$  на четыре равные части;
- 4) через точку провести прямую, параллельную оси  $x$ , на ней в обе стороны отложить по три одинаковых отрезка, равных  $OA$ , таким образом, построим направление и величину малой оси эллипса (отрезок 6-5);
- 5) через точку  $O$  провести прямую, перпендикулярную малой оси, и отложить на ней в обе стороны от точки  $O$  пять отрезков, равных  $OA$ , крайние точки обозначить цифрами 7 и 8. Отрезок 7-8 является большой осью эллипса;

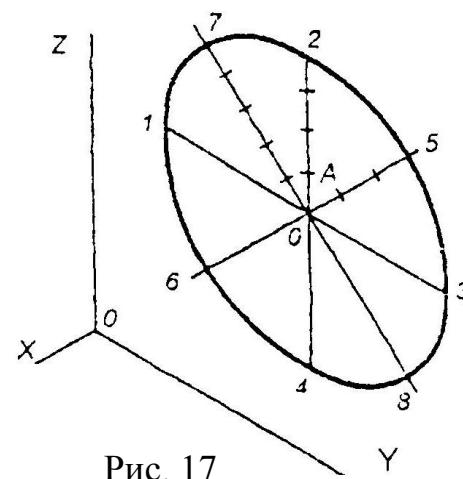


Рис. 17

6) по найденным восьми точкам нарисовать эллипс.

В прямоугольной диметрической проекции при изображении окружности получаются два вида эллипса (рис 18): широкий и узкий. Принцип определения промежуточных точек для широкого эллипса ничем не отличается от рассмотренного выше первого способа построения эллипсов в изометрической проекции. При этом не надо забывать, что сторона ромба равна диаметру окружности. Соотношение осей этого эллипса получится равным 10:9.

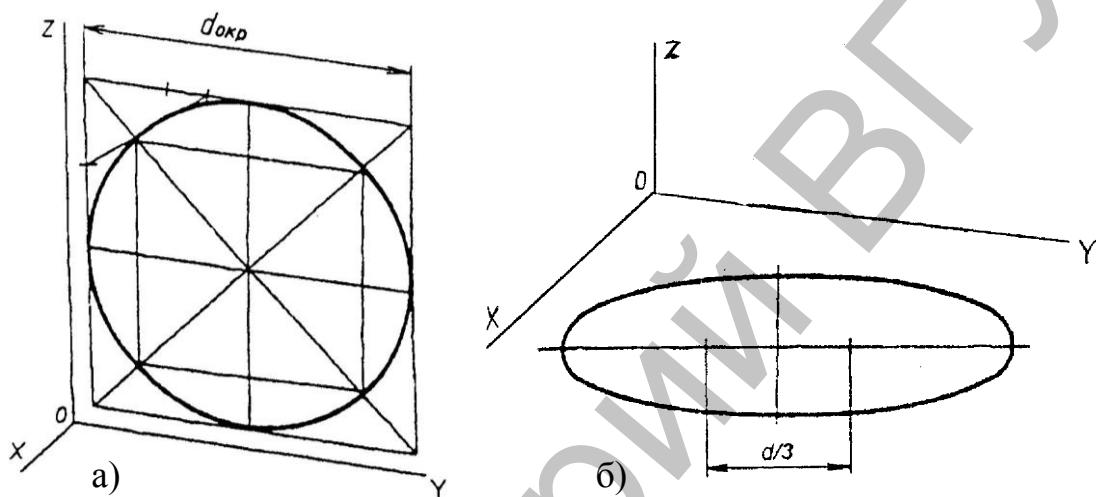
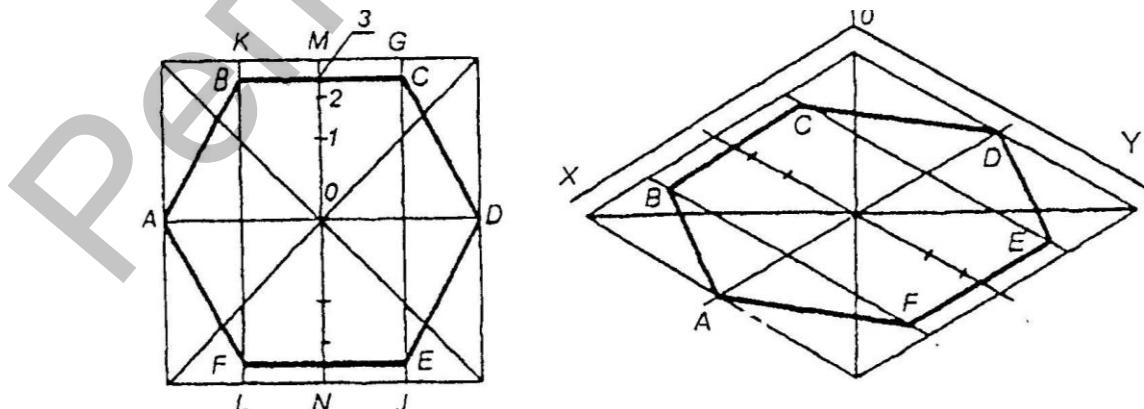


Рис. 18

Рисунок узкого эллипса выполняется по четырем точкам без дополнительных построений. В техническом рисовании отношение малой оси эллипса к большой равно 1:3, т.е. большая ось будет равна диаметру окружности, а малая ось третьей части диаметра.

## Построение рисунков правильных многоугольников

Для того чтобы нарисовать правильный шестиугольник воспользуемся дополнительными построениями (рис. 19):



1) тон- а) кими Рис. 19 ли- б) ниями нарисуй-  
те квадрат, прове- дите диагонали и

найдите центр  $O$ ;

2) через точку  $O$  проведите две взаимно перпендикулярные прямые  $AD$  и  $MN$ , считаем, что  $AD$  – диагональ шестиугольника;

3) отрезки  $AO$  и  $OD$  разделим пополам вертикальными прямыми  $KL$  и  $GJ$ ;

4) разделите отрезок  $OM$  на две равные части в точке  $1$ ;

5) отрезок  $M1$  в точке  $2$  разделите также на две равные части;

6) разделите пополам отрезок  $M2$  в точке  $3$ ;

7) через точку  $3$  проведите горизонтальную прямую, которая пересечет прямые  $KL$  и  $GJ$  в точках  $B$  и  $C$ ;

8) соединив отрезками прямых точки  $A$  и  $B$ ,  $C$  и  $D$ , получите рисунок верхней половины фигуры шестиугольника;

9) аналогично нарисуйте нижнюю половину.

На рис. 19 б показано построение изображения того же шестиугольника в прямоугольной изометрической проекции, расположенного параллельно горизонтальной плоскости проекций.

Начинать рисунок надо с построения квадрата в изометрической проекции, в который вписан шестиугольник, считая  $AD$  диагональю, расположенной параллельно оси  $x$ .

Шестиугольники, расположенные параллельно фронтальной и профильной плоскостям, рисуются аналогично. Способ построения рисунка правильного пятиугольника показан на рис. 20.

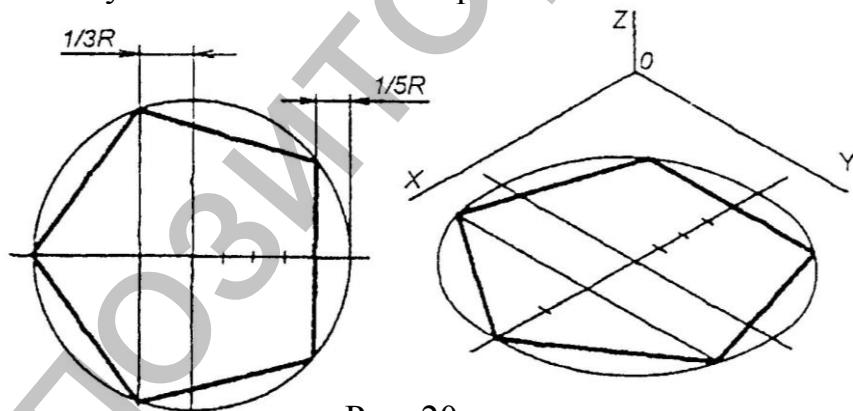


Рис. 20

## ПОСТРОЕНИЕ РИСУНКОВ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ

Построение рисунков геометрических тел базируется на навыках построения рисунков геометрических фигур.

### Построение рисунка параллелепипеда

Предположим, что необходимо выполнить технический рисунок параллелепипеда, у которого основание имеет форму квадрата и совпадает с горизонтальной плоскостью проекций. Ранее мы рассматривали правила изображения квадрата, с рисования которого и начинает построение. Если необходимо выполнить технический рисунок без нанесения линий неви-

димого контура, построение удобнее начинать с верхнего основания, если возникает необходимость изображения таких линий – с нижнего (рис 21а).

1) наметив положение осей  $x$ ,  $y$  и  $z$ , постройте верхнее (или нижнее) основание параллелепипеда, которое в аксонометрической проекции выглядит в виде ромба;

2) из полученных вершин  $ABCD$  проведите вертикальные прямые и отложите на них равные по длине отрезки ребер параллелепипеда;

3) соедините концы отрезков прямыми линиями, параллельными верхнему основанию параллелепипеда, получите технический рисунок.

На рис. 21 б показано построение рисунка того же параллелепипеда в прямоугольной диметрической проекции. Ребра параллелепипеда параллельны осям  $y$  и сокращены по длине вдвое.

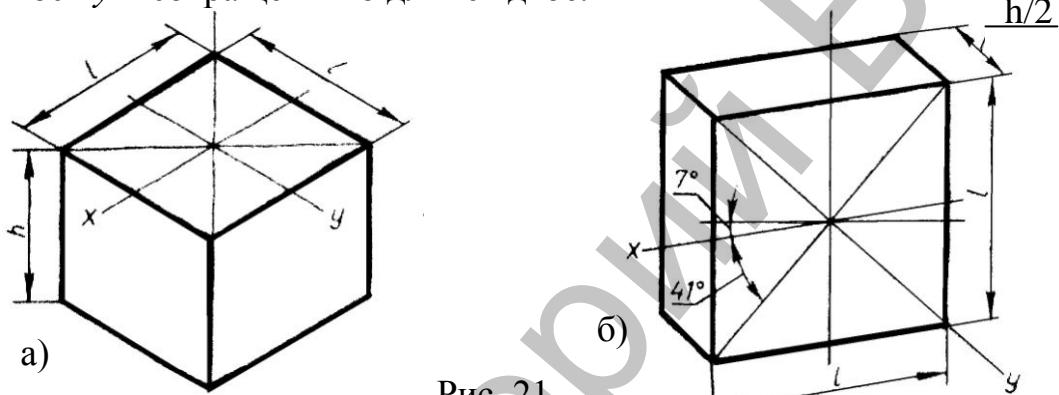


Рис. 21

### Построение рисунка призмы

При построении рисунка призмы в прямоугольной изометрической проекции вначале выполняют рисунок ее основания. Если боковые ребра призмы расположены вертикально, то удобнее начинать построение с рисунка верхнего основания, при горизонтальном же их расположении – с переднего.

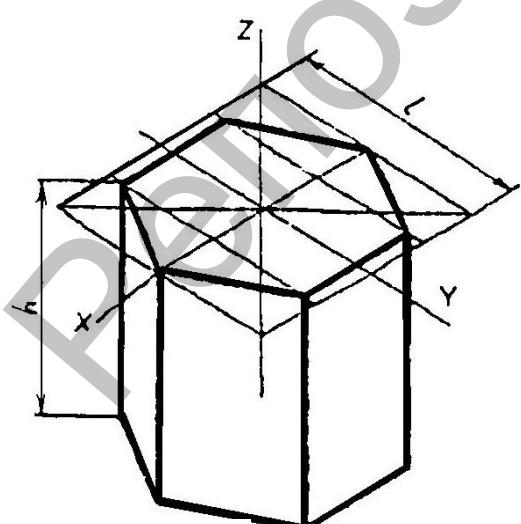


Рис. 22

В качестве образца предлагаем вам рисунок шестиугольной призмы, стоящей вертикально (рис. 22). Размеры призмы примем условные: диагональ шестиугольника  $l$ , высота ребра  $h$ . Рисунок необходимо выполнять в следующей последовательности:

1) постройте рисунок квадрата со стороной  $l$  в изометрической проекции;

2) в полученный ромб впишите шестиугольник, считая, что диагональ его параллельна оси  $x$ ;

3) проведите через каждую вершину шестиугольни-

ка вертикальные прямые, на которых отложите длину ребра  $h$ ;

4) через концы отрезков проведите прямые, параллельные верхнему основанию призмы.

### Построение рисунка цилиндра

Чтобы построить прямой круговой цилиндр в изометрической проекции с основанием, параллельным горизонтальной плоскости проекций, необходимо (рис. 23):

1) нарисовать вертикальную ось, на которой откладывают размер заданной высоты цилиндра, далее необходимо провести через полученные точки горизонтальные прямые;

2) нарисовать верхнее и нижнее основание цилиндра, т.е. нарисовать ромб со сторонами, равными  $d$ , и вписать в них эллипсы;

3) провести вертикальные прямые, касательные к эллипсам.

Если основания цилиндра будут расположены параллельно вертикальным плоскостям проекций (фронтальной или профильной), принцип построения рисунка цилиндра остается таким же (см. рис. 24).

В прямоугольной диметрической проекции рисунок цилиндра выполняют в той же последовательности, что и в изометрии.

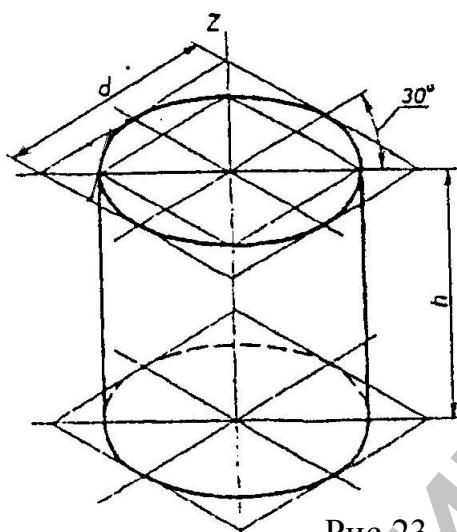


Рис 23

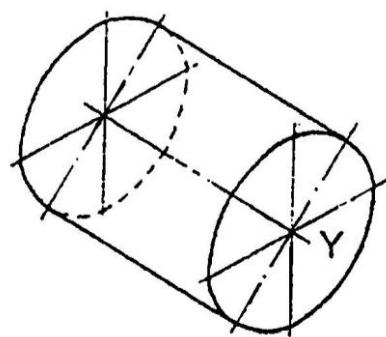
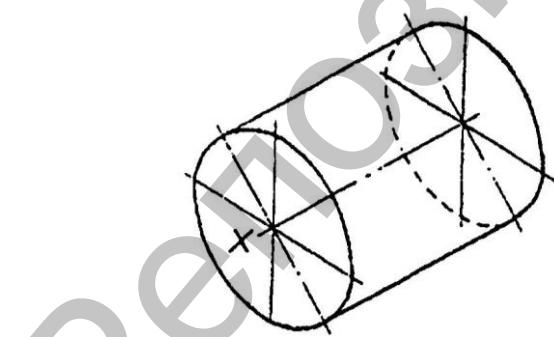
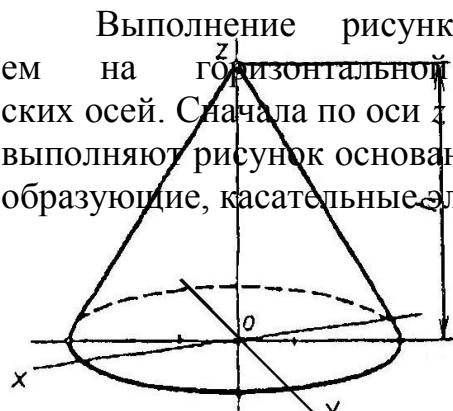


Рис. 24

### Построение рисунка конуса

Выполнение рисунка прямого кругового конуса, стоящего на горизонтальной плоскости, начинают с построения осей. Сначала по оси  $z$  откладывают заданную высоту конуса  $h$ . Затем выполняют рисунок основания – эллипс. Из вершины конуса проводят две образующие, касательные к эллипсу.



На рисунке 25 показано построение рисунка конуса в прямоугольной диметрической проекции.

Рис. 23

Рис. 25

### Построение рисунка шара (сферы)

Рисунок шара в прямоугольных аксонометрических проекциях всегда имеет форму окружности.

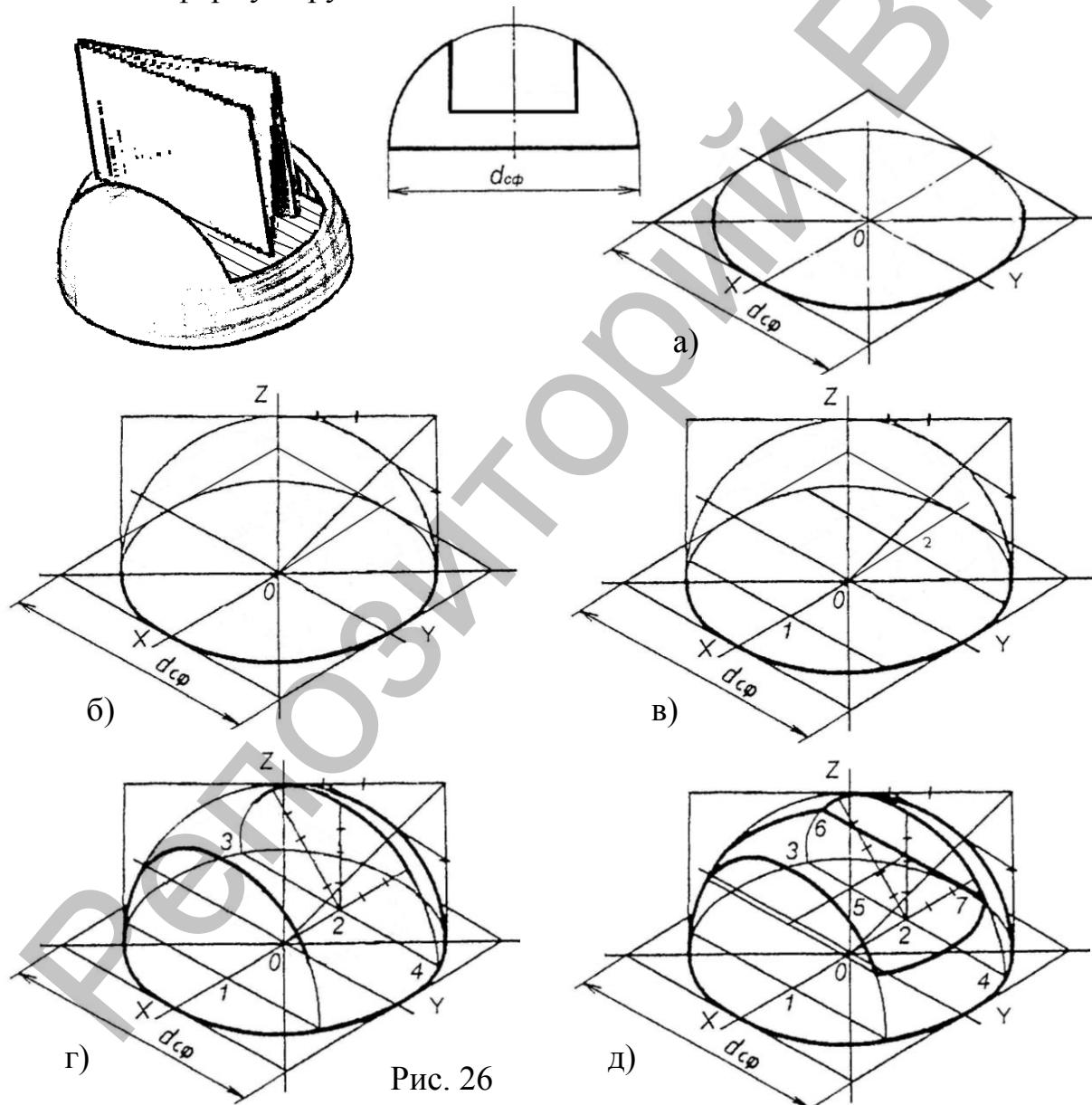


Рис. 26

Рассмотрим пример выполнения рисунка подставки для салфеток, которая представляет собой полусферу с призматическим вырезом, огра-

ниченным двумя вертикальными и одной горизонтальной плоскостями (см. рис. 26):

- 1) нарисуйте экватор шара, т.е. эллипс, вписанный в ромб со стороной, равной диаметру шара, используя, таким образом, один из способов построения эллипсов (рис. 26а);
- 2) нарисуйте окружность, касательную к экватору, вписывая ее в квадрат со стороной, равной большой оси эллипса (рис. 26б);
- 3) вдоль оси  $x$  отложите ширину паза (рис. 26в);
- 4) через точки 1 и 2 проведите линии, параллельные оси  $u$  до пересечения с экватором;
- 5) нарисуйте два эллипса, получаемых от пересечения вертикальных плоскостей паза со сферой, используя, например, другой способ построения эллипсов: когда величина сопряженного диаметра (отрезок 3-4) относится к величине малой оси и к величине большой оси как 4:3:5 (этот способ применяется только для прямоугольной изометрической проекции) (рис. 26г);
- 6) по оси  $z$  вверх от точки 0 отложите отрезок (0-5), равный расстоянию от центра сферы до горизонтальной плоскости паза;
- 7) через точку 5 проведите линию, параллельную оси  $x$ , и отложите на ней ширину паза. Через концы этого отрезка проведите прямые, параллельные оси  $u$ , до пересечения с эллипсами в точках 6 и 7;
- 8) нарисуйте эллипс, полученный от пересечения горизонтальной плоскости паза со сферой с центром в точке 5 и проходящий через точки 6 и 7, одним из способов, взяв величину сопряженного диаметра с комплексного чертежа сферы (рис. 26д).

## ОБЪЕМ В ТЕХНИЧЕСКОМ РИСУНКЕ

Чтобы придать рисунку большую наглядность и выразительность в техническом рисовании применяются условные средства передачи объема с помощью светотеней – оттенения. Светотенью называется распределение света на поверхности предмета.

Закономерности распределения света на поверхности геометрических тел должен хорошо знать каждый рисующий, так как при построении конструкции любого предмета мы расчленяем его на хорошо знакомые геометрические формы.

Объемная форма предмета в соответствии с его конструктивным строением определяется игрой света и тени. Как известно, что все, что мы видим и различаем, связано с физической природой света, способного давать благодаря отражательной способности материальных тел определенные сигналы нашему глазу, который реагирует на них замечательным свойством – цветоощущением.

Излучение света дает световой поток, который распространяется в одном направлении, достигает предмета и выявляет светлоту его поверх-

ности. В зависимости от яркости световых лучей светлота предмета становится контрастной. Под словом «светлота» следует понимать светоотражающую способность поверхности предмета. Само собой разумеется, что светлота определяется прежде всего особенностью поверхности предмета в отражении света.

В техническом рисовании условно принято считать, что источник света находится сверху слева сзади рисующего. Световые лучи составляют с горизонтальной плоскостью угол  $45^\circ$ , т.е. свет на рисунке всегда будет слева, а тень - справа.

Определившись с источником и направлением световых лучей необходимо знать из каких элементов состоит светотень (собственной тени, рефлекса, полутона, света и блика).

Собственной тенью называется тень, находящаяся в неосвещенной части предмета. Тень, отбрасываемая предметом на какую-нибудь поверхность (падающая тень), на техническом рисунке обычно не показывается.

Свет - наиболее освещенная часть поверхности объекта.

Полутон - слабо освещенные места на поверхности. При помощи полутона осуществляется плавный переход от тени к свету.

Рефлексом называется отраженный свет на поверхности предмета в неосвещенной его части, иначе говоря, происходит высветление собственной тени за счет отраженных лучей света. Рефлекс всегда светлее тени, но темнее полутона. С помощью его создается впечатление выпуклости.

Блик - самое светлое пятно на поверхности вращения.

Прежде чем приступить к нанесению светотеней, необходимо тщательно проверить пропорции рисунка, параллельность линий, правильность построения конструкции. Наглядность зависит не только от правильного изображения формы и пропорций предмета, но и от верного распределения на его поверхности светотени. В противном случае светотень усилит допущенные ошибки, и рисунок получится искаженным.

Технический рисунок может быть линейным (рис. 27 а) и объемно - пространственным (рис. 27 б, в). Показать объем предмета можно разными способами: штриховкой, точечным оттенением, шраффировкой, заливкой и отмывкой акварельными красками и тушью.



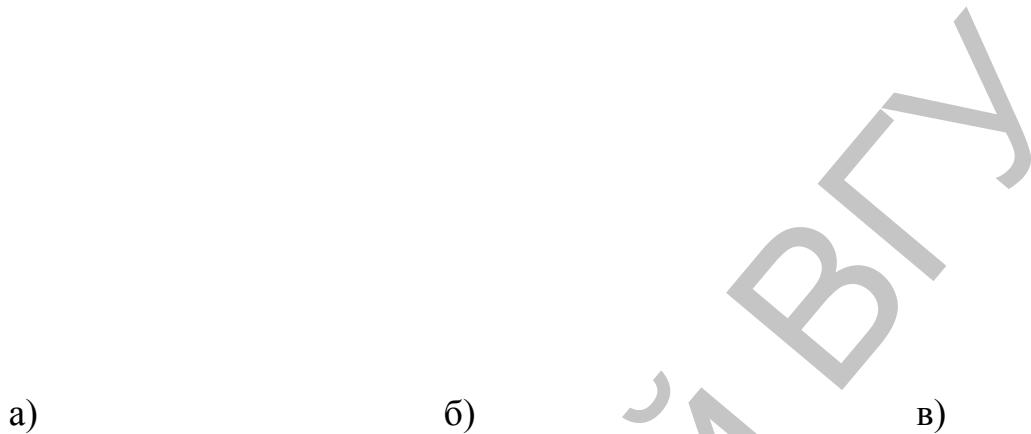


Рис. 27

### Способы передачи светотени

В техническом рисунке контуры изображаемого объекта обводятся линиями различной толщины и яркости. Вначале рисунок выполняют тонкими линиями, а затем в затемненных местах контуры усиливают более толстыми и темными линиями.

Технический рисунок, построенный в объеме лишь линейно (рис. 27а), выглядит менее наглядно, чем рисунок, выполненный с применением способов оттенения рассматриваемых ниже (рис. 27 б,в).

Оттенение способом нанесения точек чаще всего применяют на рисунках, содержащих изображение объектов изготовленных из мягких, пористых, сыпучих материалов, а также с необработанной поверхностью (листье, штамповка и т.д.). Суть этого способа передачи объема заключается в нанесении на изображение системы точек, располагая их в определенной последовательности (ближе друг к другу или дальше) и, кроме того имеющих разную толщину, можно тем самым передать тон разной интенсивности (см. рис. 27 б). Схема расположения светотени на предметах в этом случае не отличается от схем при других способах оттенения (см. ниже). В теневой части предмета точки должны быть крупнее и располагаться чаще, в слабо освещенных местах – реже и мельче, на освещенной части – еще реже, на блике – отсутствовать полностью. При таком способе оттенения контуры изображаемого объекта не обводятся линией. Как правило, оттенение точками чаще всего выполняют пером, наполненным тушью, реже гелиевой или шариковой ручкой. Точки наносят одновременно на все затемненные части, постепенно сгущая их в теневых местах, а затем переходят к полутонау и свету.

Этот способ является очень трудоемким и требует большого внимания, аккуратности и затрат времени.

Способ оттенения параллельной штриховкой является самым простым и наиболее распространенным. Штриховку наносят от руки по форме изображаемого предмета, это продемонстрировано на рис. 28. Особое внимание следует обратить на изображение складок (рис. 28).



Рис. 28

Все вертикальные плоскости оттеняют вертикальными прямыми, горизонтальные плоскости - прямыми, параллельными аксонометрическим осям  $x$  или  $y$ . Плоскости, имеющие произвольный наклон, оттеняют штрихами, параллельными стороне угла наклона плоскости (рис 28). Расстояние между штрихами от 1 до 3 мм. Толщина штрихов при этом неодинаковая.

Перед тем как наносить штриховку, надо определить на рисунке самые темные и самые светлые поверхности предмета. Необходимо помнить, что все горизонтальные плоскости должны оттеняться светлее, чем поверхности вертикальные.

При нанесении светотени на вертикальные плоскости требуется учитывать, что при удалении поверхности от источника света яркая контрастная светотень на переднем крае будет постепенно ослабляться. Это достигается утончением штриховки и незначительным увеличением расстояния между ними. Необходимо знать, что в местах резких световых переходов,

как, например, на гранях куба, тень становится как бы «гуще», а свет - «бледнее».

Вначале тонкие штрихи наносятся на все поверхности, затем проверяют их параллельность и обводят с постепенным утолщением к теневой части предмета.

При оформлении технических рисунков в объеме необходимо учесть какого характера изделие, назначение его и его форма, а также материал, из которого оно изготовлено. Как правило, следует стремится достигнуть выразительности изображения целесообразным количеством штрихов, а также их интенсивность при оформлении фактуры и светотени предмета могут привести к неправильному графическому выявлению его цвета. Так, излишние штрихи на фарфоровом изделии могут «утемнить» белый цвет; с другой стороны, нельзя, например, при рисовании изделия из черной кожи ограничиться двумя-тремя штрихами. Особую аккуратность необходимо проявлять при рисовании объектов выполненных из стекла.

На практике для передачи светотени часто используют оттенение способом шраффировки.

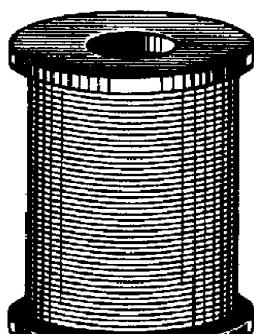
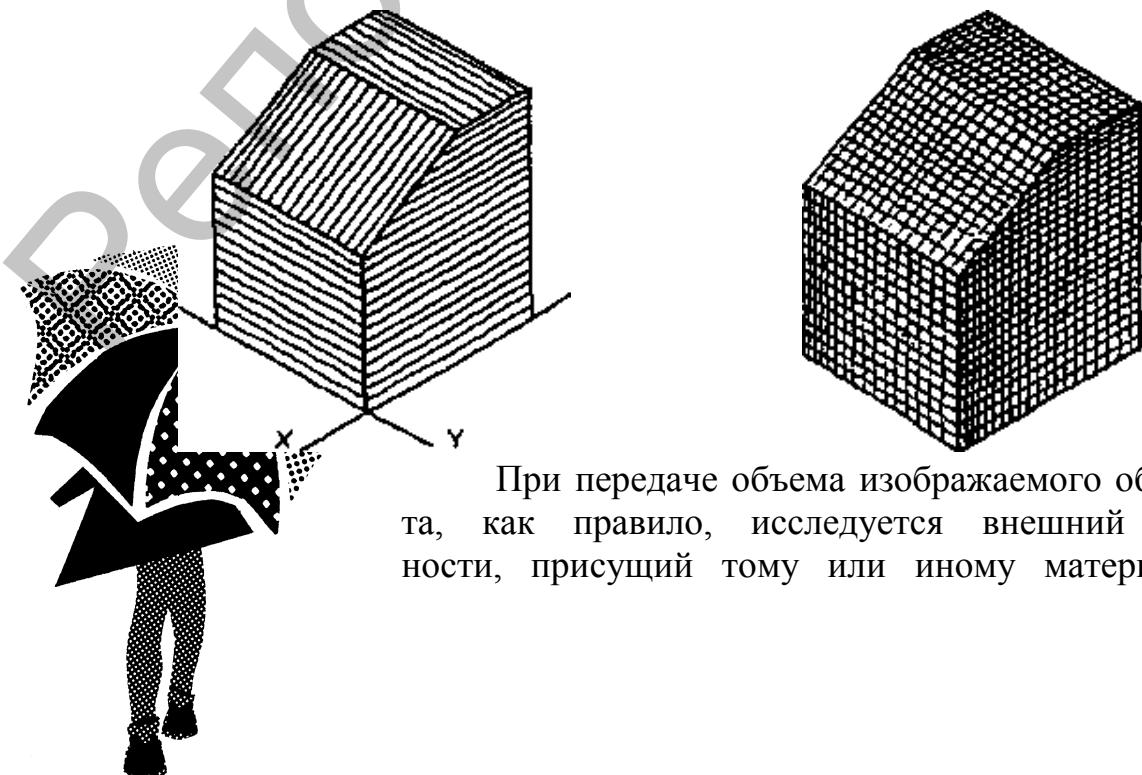


Рис. 29

Шраффировка - это сетчатая штриховка, средство передачи светотени для создания объемности изображаемого предмета. Выполнение оттенения предмета этим способом требует от рисующего большой аккуратности, внимания и точности исполнения (рис. 29).

Оттенение шраффировкой многогранников выполняют сначала штрихами, параллельными осям  $x$ ,  $y$ . Затем рисуют тонкие вертикальные штрихи. Далее, утолщая линии, обводят рисунок. На грани света и тени штрихи наносятся более гуще с последующим изменением расстояния между ними в большую сторону к светлым местам объекта (рис. 30).

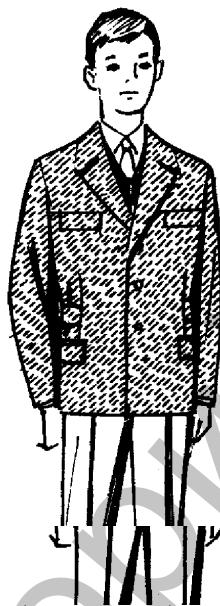


При передаче объема изображаемого объекта, как правило, исследуется внешний видности, присущий тому или иному материалу,

этому в процессе выполнения технического рисунка можно встретить и комбинированные способы отображения объема с передачей фактуры материала, из которого он изготовлен (рис. 31).

Для придания рисунку большей наглядности при изображении одежды выполненной из неоднотонного материала (полоска, клетка, растительный рисунок, орнамент и т.д.) так же применяются способы оттенения описанные выше (см. рис. 32).

Рис. 31



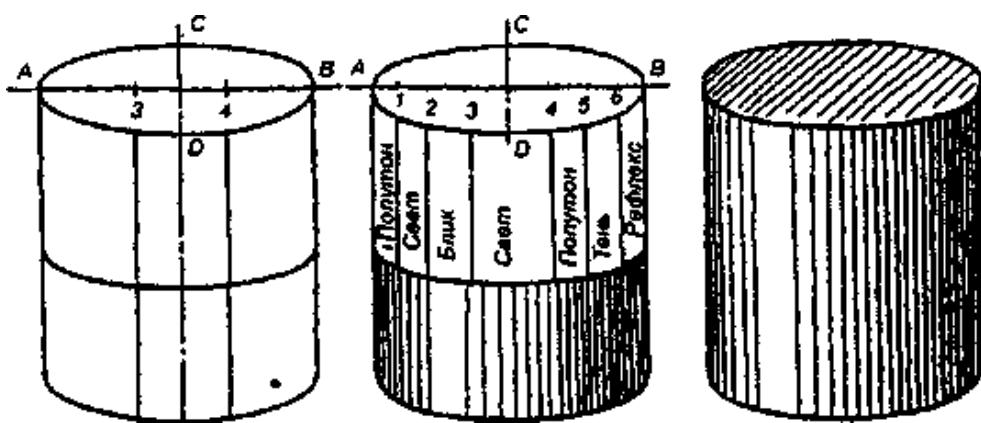
Чтобы правильно придать объем изображаемому объекту необходимо знать правила распределения светотени на геометрических телах.

На поверхностях вращения переход от света к тени осуществляется плавно, постепенно. Чтобы правильно нанести оттенение на поверхности вращения, надо знать условно принятую схему распределения на них элементов светотени.

Видимую поверхность цилиндра разделим на три равные части точками 3, 4 (рис. 33 а), отрезки  $A-3$  и  $4-B$  разделим каждый также на три равные части точками 1 и 2, 5 и 6 (рис. 33 б). Через полученные точки проведем образующие цилиндра, которые определяют границы элементов светотени на цилиндре. После этого приступают к нанесению параллельной штриховки в виде образующих различной толщины.

Обводку и нанесение светотени начинают с самой темной части предмета с постепенным ослаблением к свету. Место для блика оставляют незаштрихованным (рис. 33 в).

Распределение светотени на поверхности конуса происходит по тем же правилам, что и у цилиндра (рис. 34). При нанесении штриховки надо



стремиться, чтобы штрихи у вершины конуса не сливались.

а) б) в)

Рис. 33

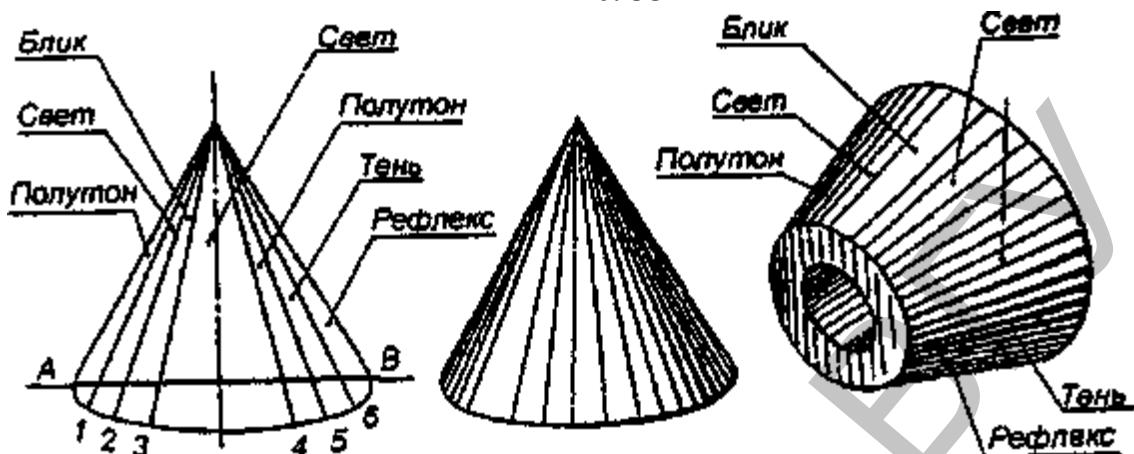


Рис. 34

Шраффировку на цилиндре и конусе (рис. 35) выполняют сначала горизонтальными штрихами в виде эллипсов, касательных к образующим. Чтобы эллипсы не получались перекошенными, сначала намечают несколько эллипсов на различной высоте, а затем между ними рисуют остальные. Затем по принципу нанесения штриховки наносят линии параллельно образующим.

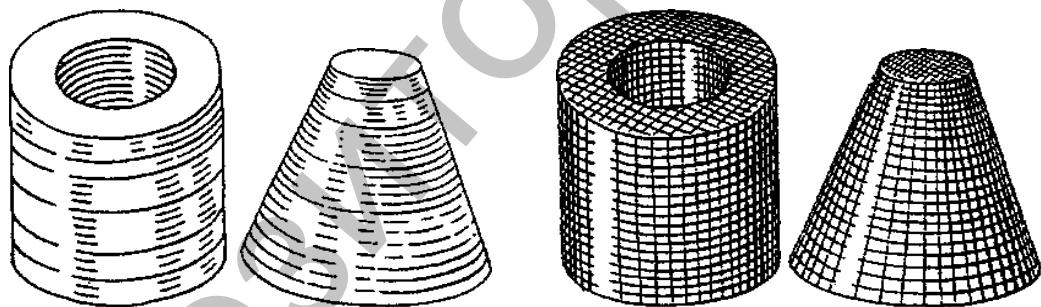


Рис. 35

Для того чтобы нанести оттенение на поверхность шара, необходимо определить границы эллипсов светотени следующим образом (рис. 36 а):

- 1) через центр шара проведите взаимно перпендикулярные диаметры,  $AB$  и  $CD$ , наклонные относительно горизонтали под углом  $45^\circ$ ;
- 2) диаметр  $AB$  разделите на четыре равные части точками 4, 8, 9;
- 3) нарисуйте эллипс, который пройдет через точки  $C, D, 4, 9$ . Он определит границу тени и полутона;
- 4) разделите отрезок  $A-8$  на восемь равных частей точками 1, 2, ..., 8;
- 5) отрезок  $9-B$  разделите на три равные части точками 10 и 11;
- 6) нарисуйте эллипс, проходящий через точки  $C, D, 1, 11$ . Он определит границу рефлекса;

7) нарисуйте еще три эллипса, малые оси которых будут равны отрезкам 1-3, A-5, 1-8, а большие оси относятся к малым как 2:1.

В результате построений получим границы распределения светотени на поверхности шара. Между этими пятью эллипсами нарисуем промежуточные так, чтобы расстояние между ними было равно 1...2 мм.

Для оттенения сферической поверхности шрафировкой сначала наносят наклонную штриховку, как рассказано выше, а затем рисуют горизонтальные штрихи. Их наносят по тому же принципу, что и наклонные (рис. 36б).

Существуют другие способы оттенения, например, такие, как отмывка, нанесение светотени точками и др., требующие высокой квалификации исполнителя. Принцип распределения теней на геометрических телах тот же самый, что и описан выше.

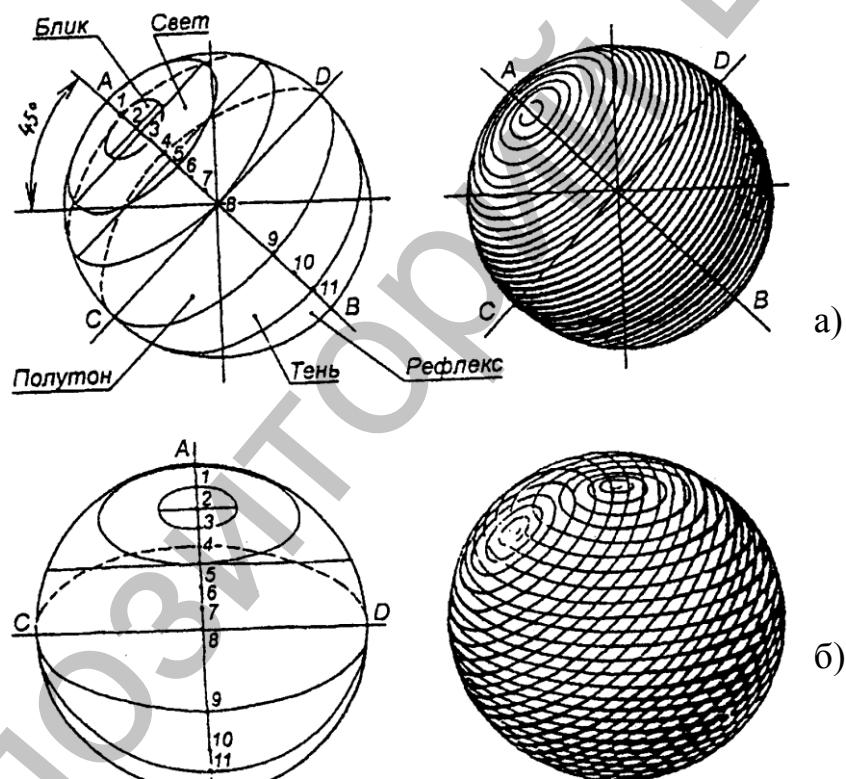


Рис. 36

### ВЫБОР АКСОНОМЕТРИЧЕСКИХ ПРОЕКЦИЙ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ РИСУНКОВ ИЗДЕЛИЙ

Правильный выбор аксонометрической проекции обеспечивает большую наглядность изображения и простоту построения рисунка предмета. Под наглядностью следует понимать наиболее отчетливую видимость на рисунке основных частей детали и наименьшее искажение ее формы.

Чтобы лучше представить, насколько важна наглядность изображения, продемонстрируем несколько рисунков таких предметов, которые хорошо известны учителю обслуживающего труда выполненных в разных аксонометрических проекциях.

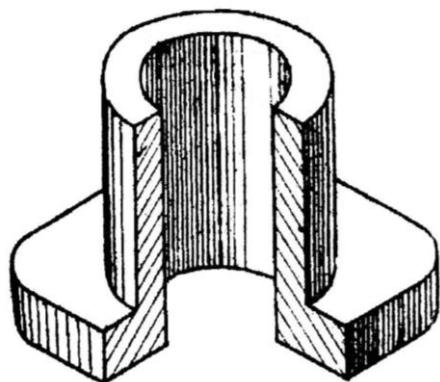


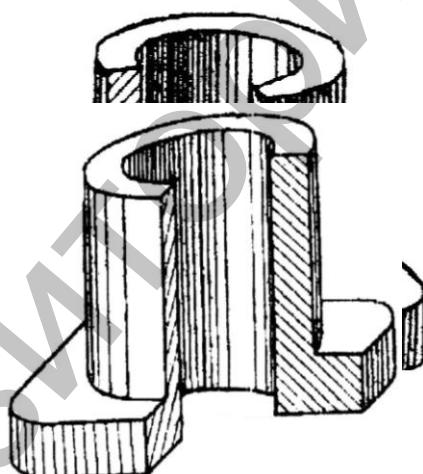
Рис. 37

стики предмета.

На рис. 37 изображена деталь в прямоугольной изометрической проекции. По всем трем направлениям координатных осей изображение объекта имеет одинаковое искажение. Рисунок в прямоугольной изометрии обладает достаточно хорошей наглядностью. Прямоугольную изометрию применяют в тех случаях, когда три стороны изображаемого объекта имеют примерно одинаковое количество элементов, необходимых для характеристики предмета.

Прямоугольную диметрию рекомендуется выбирать в тех случаях, когда большее количество характерных особенностей сосредоточено на одной из его сторон. В прямоугольной диметрической проекции размеры по координатной оси ( $y$ ) сокращены (рис. 38). Восприятие такого изображения близко к восприятию реального предмета, но все же применяется не так часто как прямоугольная изометрическая проекция.

Рис. 38



Фронтальную диметрию рекомендуется применять в тех случаях, когда целесообразно сохранить неискаженными фигуры, ограниченные кривыми линиями (окружностями, лекальными) и расположенные в плоскостях параллельных фронтальной плоскости проекций. На рисунке 39 изображена деталь в косоугольной фронтальной диметрической проекции. На этом рисунке изображение вертикального цилиндра не соответствует привычному зрителю образу цилиндра, оно кажется несколько искривленным.

В косоугольной горизонтальной изометрической проекции все рисунки обладают меньшей наглядностью, и строить их несколько сложнее и в практике работы учителей применяются крайне редко.

## ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ

Рис. 39

## ТЕХНИЧЕСКОГО РИСУНКА

Выполнение технического рисунка ведут в следующей последовательности (рис. 40):

- 1) делают анализ геометрической формы изображаемого объекта;
- 2) определяют положение изображаемого объекта, наиболее наглядно передающего его форму;
- 3) выбирают способ построения технического рисунка (изометрическая или диметрическая проекция);
- 4) строят оси;
- 5) выполняют построение общей формы предмета, уточняя формы ее элементов;
- 6) выбирают способ оттенения и его выполнение;
- 7) обводят технический рисунок.

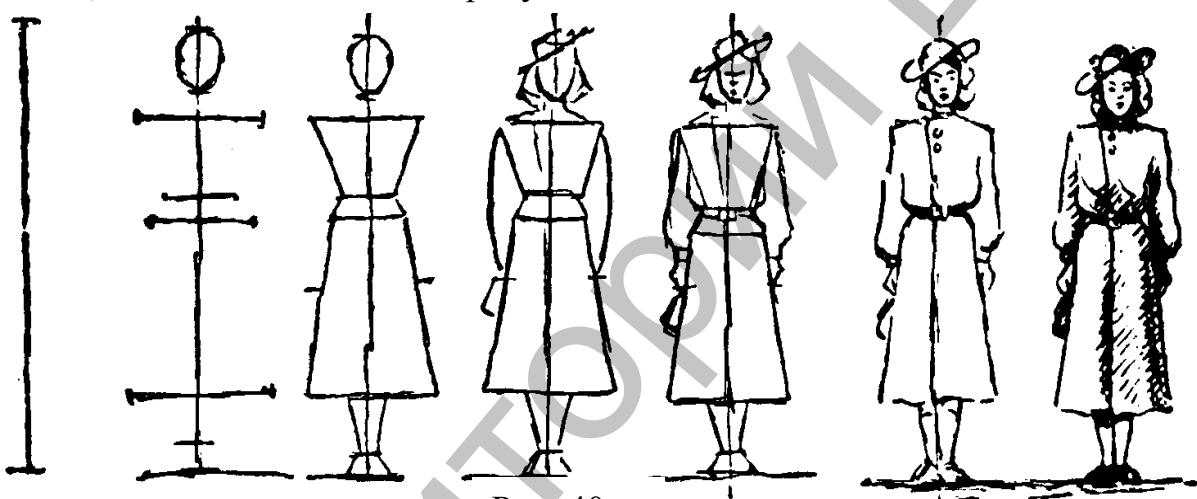
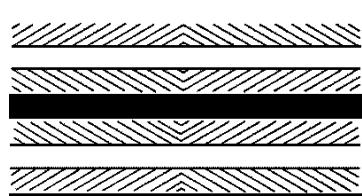
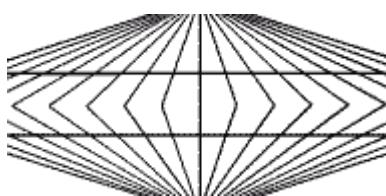


Рис. 40

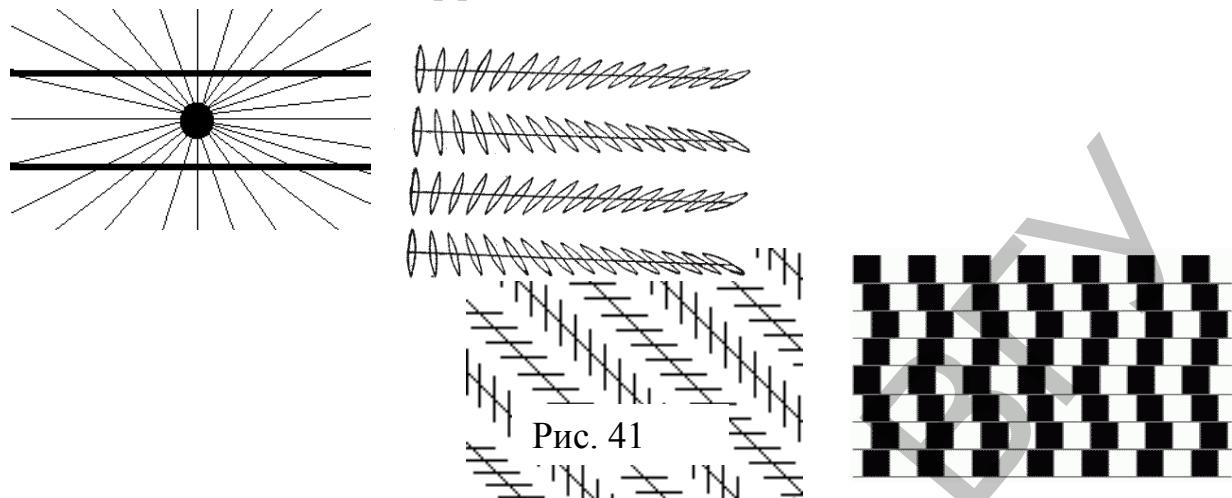
Рисующему необходимо общенную форму изображаемого объекта, в данном случае одетой фигуры человека. Нельзя изображать ее отдельными частями, т.е. пририсовывать одну часть к другой. Рисунок следует выполнять исходя из пропорций общей формы. Иначе говоря, следует работать, переходя от общего к частному, сравнивая пропорции отдельных частей между собой.

## ОПТИЧЕСКИЕ ИЛЛЮЗИИ В ТЕХНИЧЕСКОМ РИСУНКЕ

Оптическая иллюзия (лат. *illusio* ошибка, заблуждение) – явление, при котором видимое качество предмета не соответствует действительности. Причина этого явления как в физических свойствах изображаемого объекта, так и в оптических особенностях глаз человека, в его психике. При оформлении технических рисунков следует помнить, что правильно построенное изображение в результате оптических иллюзий может казаться построенным неверно, и это введет в заблуждение; в таких случаях рисующий должен намеренно исказить построение (изображение). В некото-

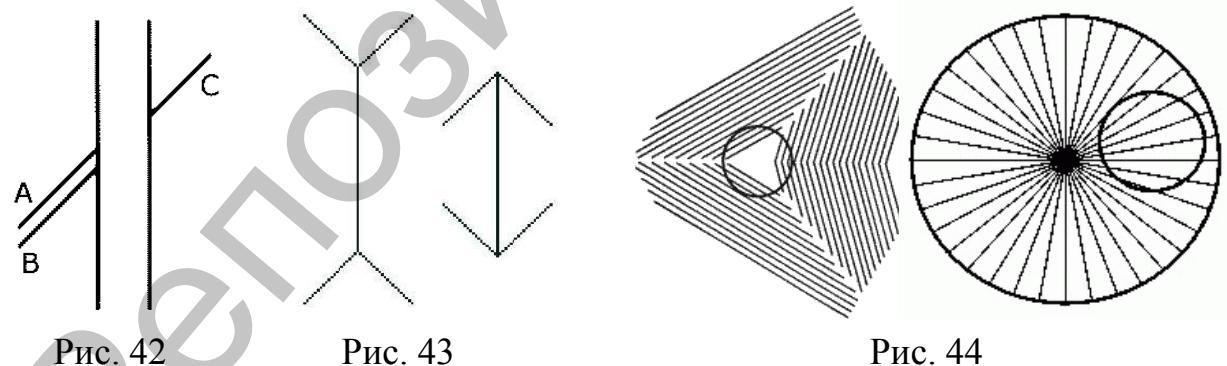


рых случаях оптическими иллюзиями можно пользоваться как средством создания того или иного эффекта.



На рисунке приведены характерные примеры оптических иллюзий: а) прямые, на самом деле, параллельны (рис. 41); б) на одной прямой лежат линии ВС, а не АС, как кажется (рис. 42); в) эти два отрезка равны, но кажется, что они разной длины (рис. 43); г) окружность в центре кажется искаженной; внутри колеса правильная окружность, а не эллипс (рис. 44).

Оперирование оптическими иллюзиями понадобится учителю технологии при объяснении темы «Моделирование швейных изделий», так как умело используя их, можно скрыть некоторые дефекты фигуры. Оптические иллюзии не только позволяют фигуре выглядеть более или менее идеально, но и обеспечат определенное эстетическое восприятие художественного образа модели.



С одной стороны, рисующий может придать фигуре определенный визуальный эффект (т.е. сделать полную фигуру стройнее, отвлечь внимание от проблемной зоны и т.д.) с помощью конструктивных и модельных линий (рис. 45). В этом случае широко используется свойство вертикальных линий (рельефов, декоративных швов и т.д.) и особое внимание уделяется моделированию воротников и выреза горловины, расположению мелких деталей (карманов, пат и т.д.). С другой стороны, того же эффекта можно достичь за счет использования свойств рисунка ткани (например,

вертикальные полосы придают фигуре стройность, крупная клетка расширяет). В этом случае конструктивные линии уходят на второй план.

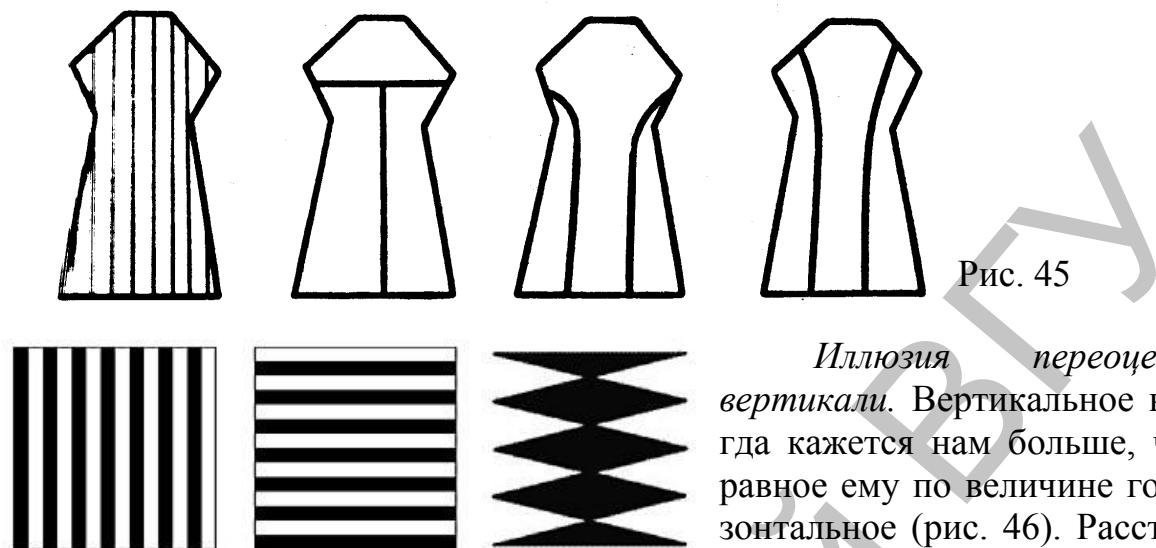


Рис. 46      *Иллюзия переоценки вертикали.* Вертикальное всегда кажется нам больше, чем равное ему по величине горизонтальное (рис. 46). Расстояния, находящиеся в верхней части поля нашего зрения, кажутся больше, чем расстояния, находящиеся в его нижней части. Эта иллюзия наиболее характерна для определения пропорций верхней и нижней частей одежды. Равные по длине юбка и блузка воспринимаются глазом как равные. Длина юбки зрительно сдвигается немноги вверх, и эта малая разница вносит беспокойство, так как глаза начинают сравнивать: что больше, а что меньше. Разница должна быть более явной, чтобы модель легко читалась глазом. То есть необходимо удлинить блузу или юбку.

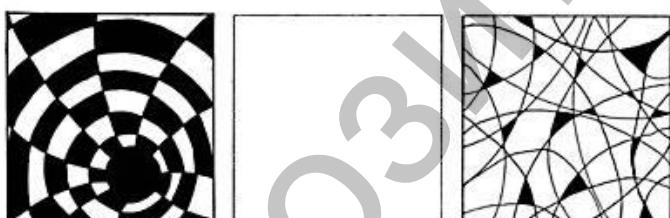
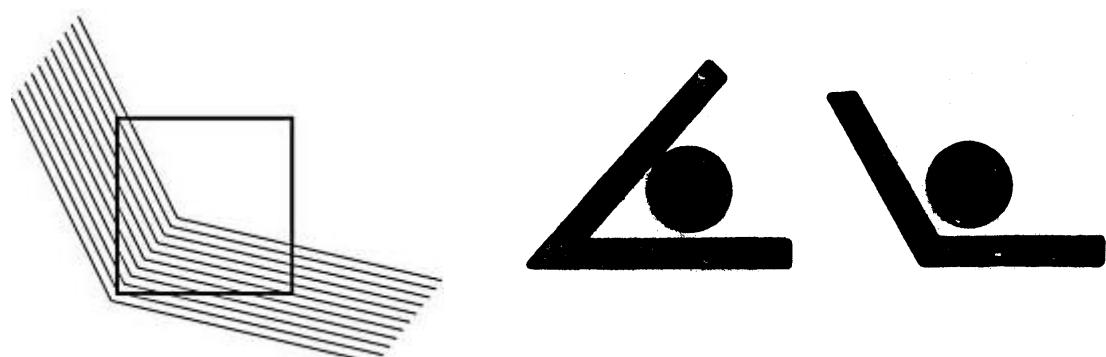


Рис. 47      *Иллюзия заполненного пространства.* Иногда случается так, что заполненное декором и деталями пространство изделия кажется больше, чем равное ему незаполненное (рис. 47). Поэтому лучше избежать нагромождения деталей в той части фигуры, размеры которой нежелательно увеличивать.

*Иллюзия переоценки острого угла.* Расстояние между сторонами острого угла кажется больше, чем оно есть на самом деле, а расстояние между сторонами тупого угла недооценивается (рис. 48). В основном это касается оформления горловины. Широкий треугольный вырез горловины делает широкие плечи уже, а узкий и длинный, наоборот, расширяет.



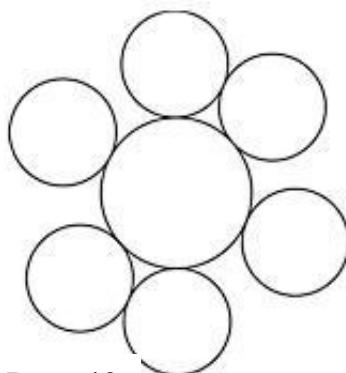


Рис. 49

Рис. 48

*Иллюзия контраста.* Маленькая форма рядом с большой еще больше уменьшается, а большая форма в окружении малых кажется еще больше (рис. 49).

В моделировании швейных изделий эта иллюзия используется очень широко. Например, в большой шляпе голова будет казаться меньше, чем в маленькой; тонкая шея, окруженная широким вырезом горловины, будет казаться еще тоньше, худая рука в широком рукаве - еще уже.

*Явление иррадиации.* Оно состоит в том, что светлые предметы на темном фоне кажутся увеличенными против своих настоящих размеров и как бы захватывают часть темного фона. На рис. 50 за счет яркости цветов белый квадрат кажется значительно большим, чем черный квадрат на белом фоне.

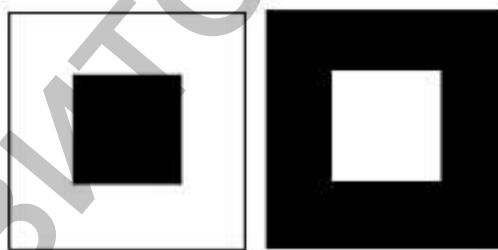


Рис. 50

## АУДИТОРНЫЕ ГРАФИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

*Лист 1.* 1. Выполнить задание на проведение прямых горизонтальных и вертикальных линий, наклонных кривых и комбинированных линий.

Практикуясь в проведении линий в различных направлениях, следует легко наметить две точки, обозначающие начало и конец линии. Если упражняющийся попытается сразу провести предполагаемую между этими точками линию, он может или не попасть в конечную точку, или, медленно проводя линию, будет прибегать к бесчисленным поправкам. Поэтому вначале необходимо, держа карандаш над бумагой, сделать несколько движений, соответствующих заданному направлению, и затем, постепенно опуская карандаш, легко прочертить линию; она должна получиться легкой, несколько шероховатой, отличающейся от гладкой чертежной линии.

Пример выполнения задания 1 на рис.51.

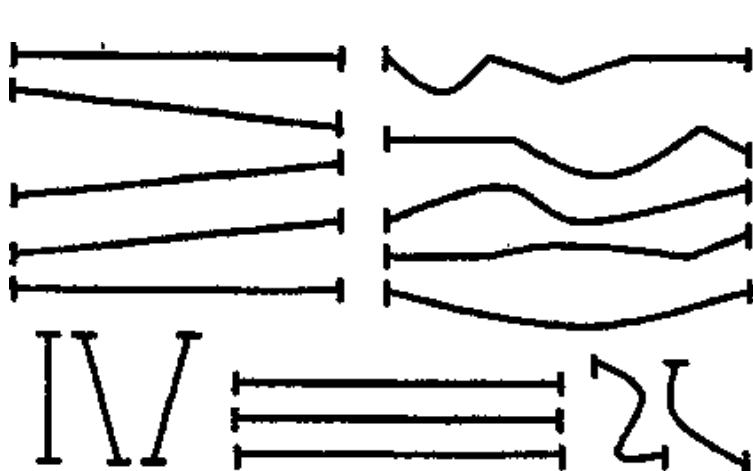


Рис. 51

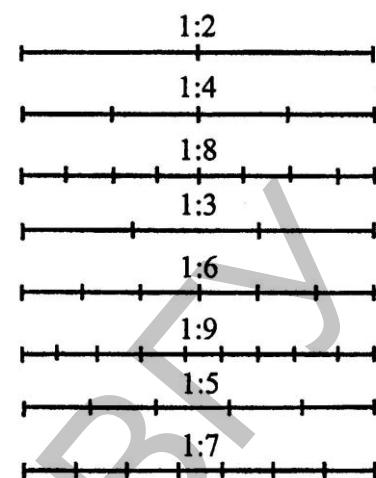
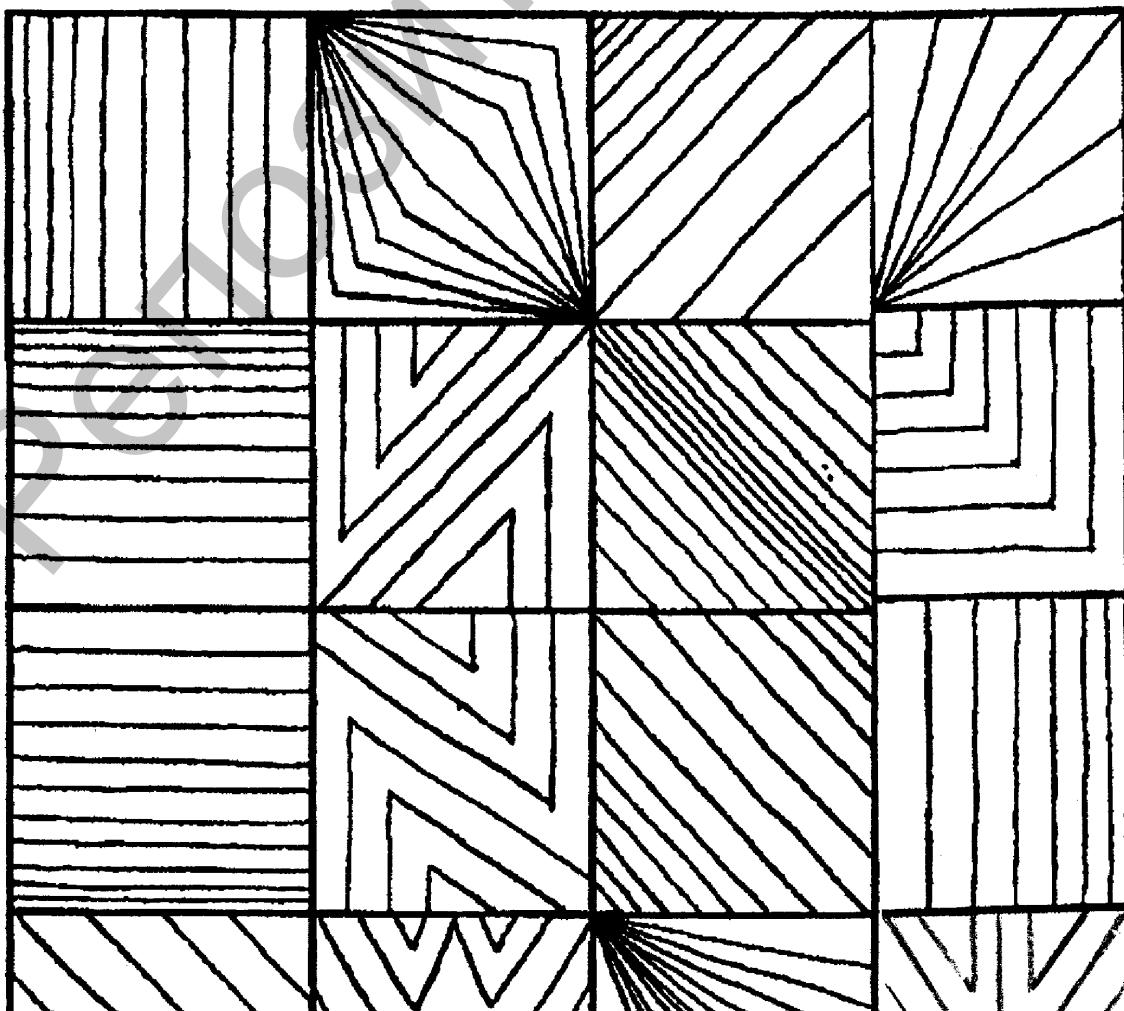


Рис. 52

2. Провести несколько линий и разделить их на глаз вначале на четные, а потом на нечетные части (рис. 52).

**Лист 2.** Заполнить поля, ограниченные квадратами, прямыми и ломаными линиями (рис. 53).



Репозиторий БГУ

Рис. 53

**Лист 3.** Не отрывая карандаша от бумаги, заполните поля, ограниченные окружностями, разными видами кривых линий, меняя их толщину (рис. 54).

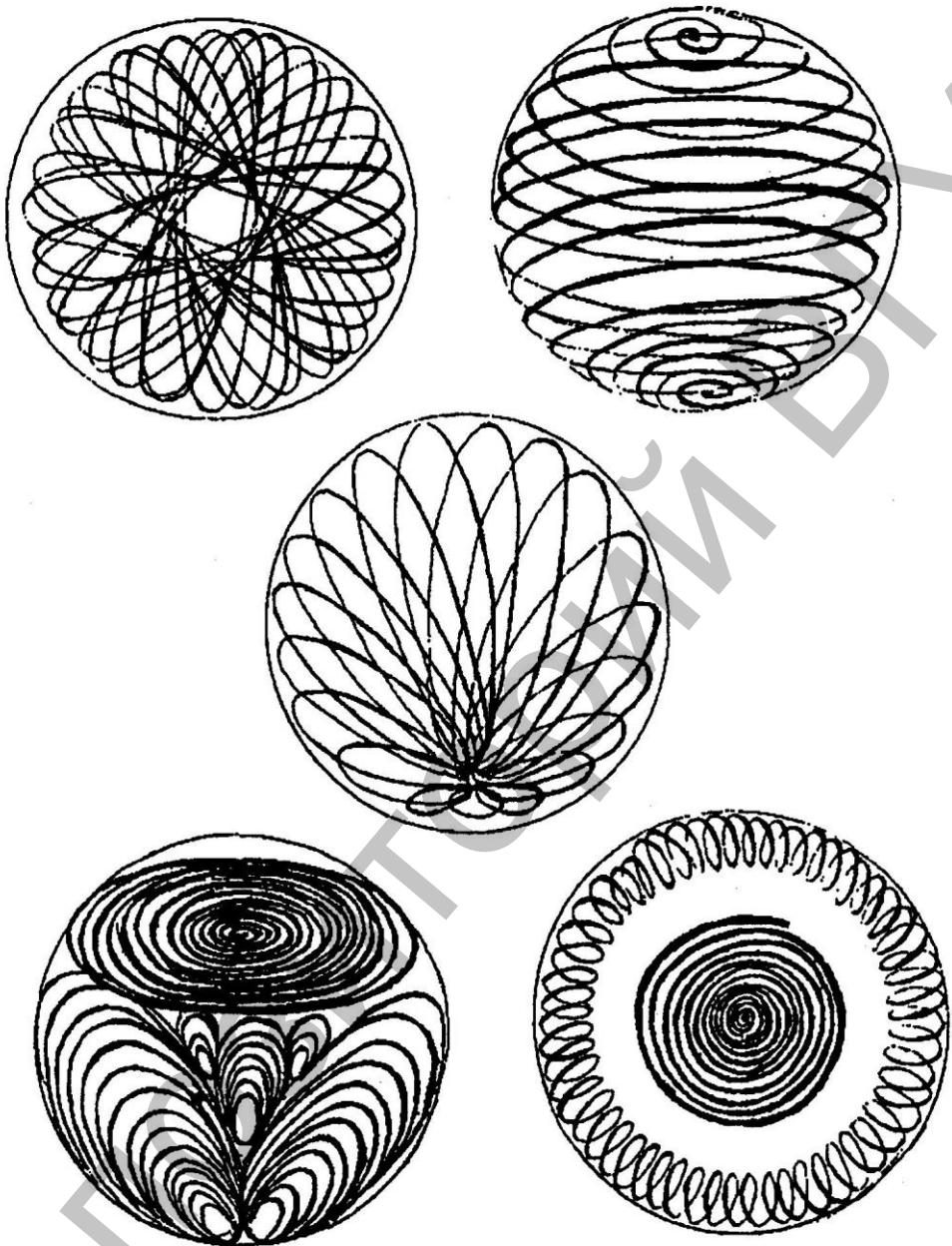


Рис. 54

**Лист 4.** Разработать и выполнить плоскостное изображение орнамента с оттенением. Показать область применения вашей разработки. Пример показан на рис. 55.

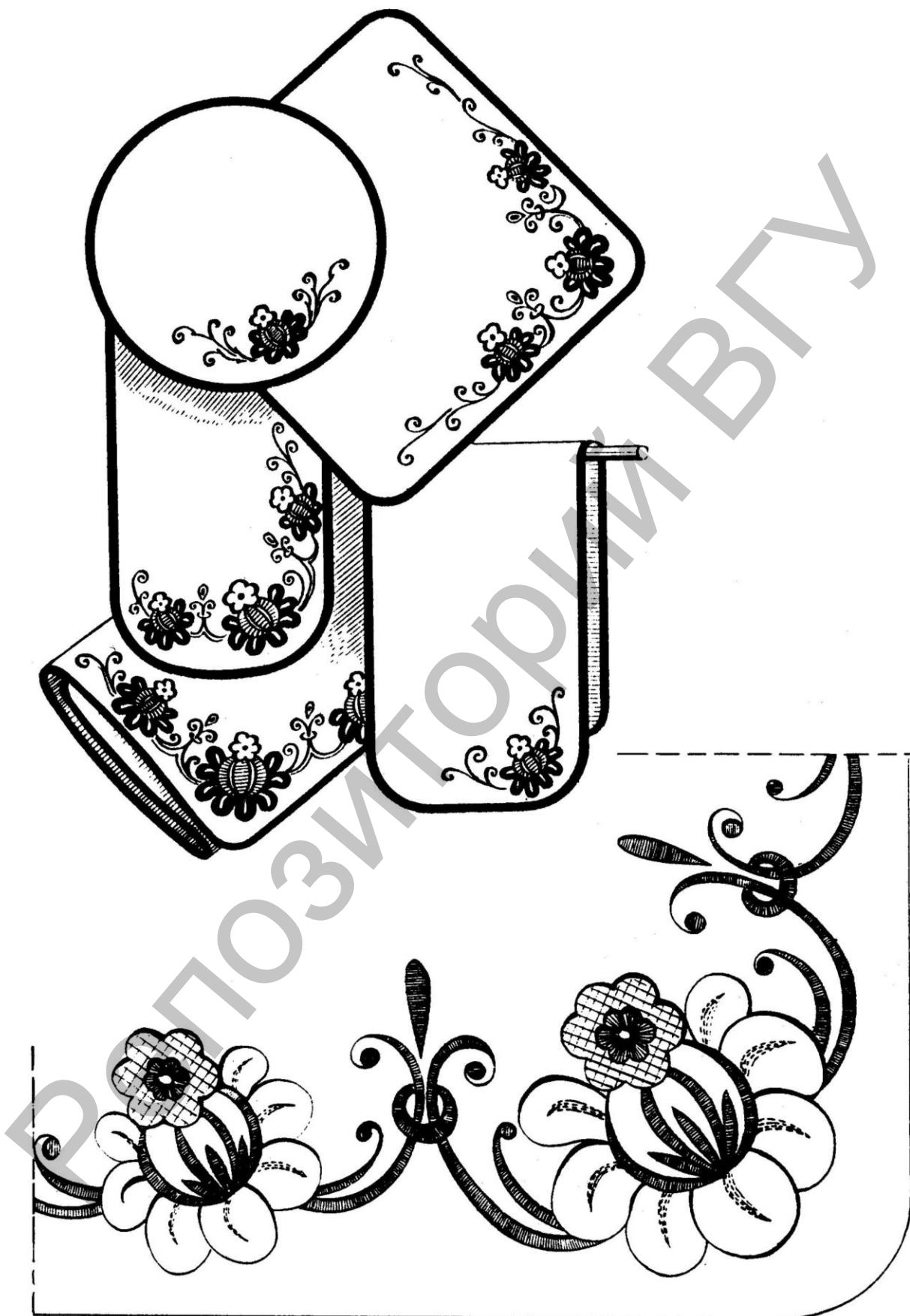


Рис. 55

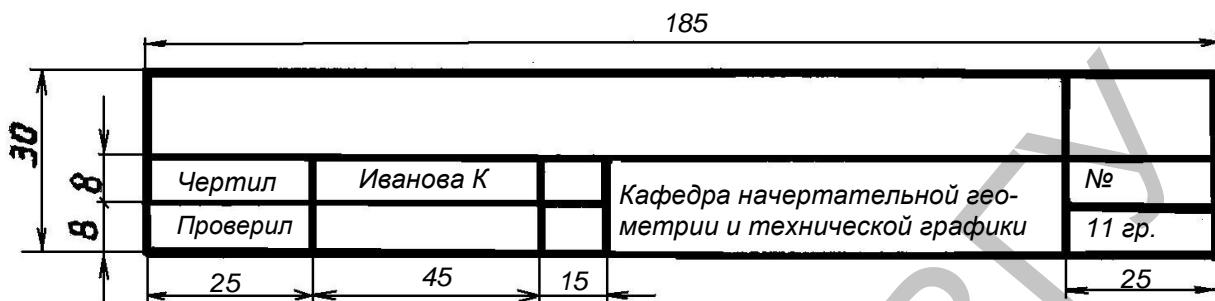
**Лист 5.** Выполнить технический рисунок предмета быта с нанесением светотени. Примеры показаны на рис. 56.



Рис. 56

## ОФОРМЛЕНИЕ РАБОТ

Все аудиторные работы выполняются на чертежной бумаге стандартного формата А4 (210x297), имеющие рамку и основную надпись.



### Вопросы к зачету

1. Определение технического рисунка. Отличие его от художественного (примеры). Область применения технического рисунка.
2. Рисование линий в техническом рисунке.
3. Деление отрезка на равные части в техническом рисунке.
4. Рисование углов в техническом рисунке.
5. Построение рисунка квадрата.
6. Построение рисунка окружности.
7. Построение рисунков правильных многоугольников.
8. Построение рисунка параллелепипеда.
9. Построение рисунка призмы.
10. Построение рисунка цилиндра.
11. Построение рисунка конуса.
12. Построение рисунка шара.
13. Передача объема в техническом рисунке.
14. Способы передачи светотени на геометрических телах.
15. Распределение светотени на поверхности цилиндра.
16. Распределение светотени на поверхности конуса.
17. Распределение светотени на поверхности шара.
18. Аксонометрические проекции в техническом рисунке.
19. Последовательность выполнения технического рисунка.

### Задание к зачету

1. Разработать и выполнить плоскостное изображение орнамента или вышивки, схемы для лоскутной техники или вязания, рисунка-основы в технике «изонить» и т.д.
2. Выполнить рисунок предмета быта или игрушки в объеме с оттением любым способом. Примеры показаны на рис. 57.
3. Представленные варианты задания содержат внешние очертания силуэтной формы одежды. Проанализируйте из каких геометрических тел

составлено задание вашего варианта. Выполните технический рисунок группы геометрических тел по представлению с применением любого вида оттенения (рис 58).

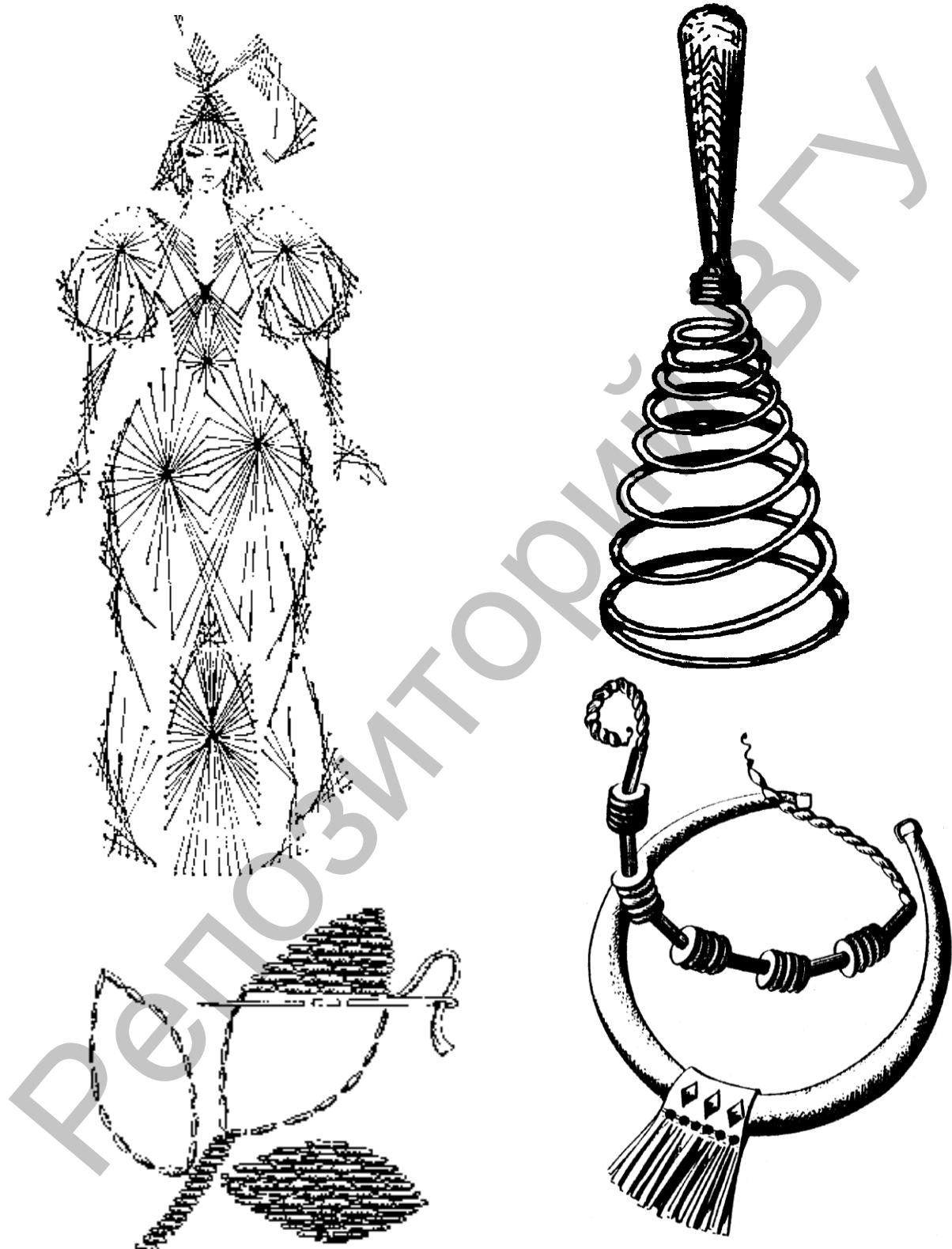
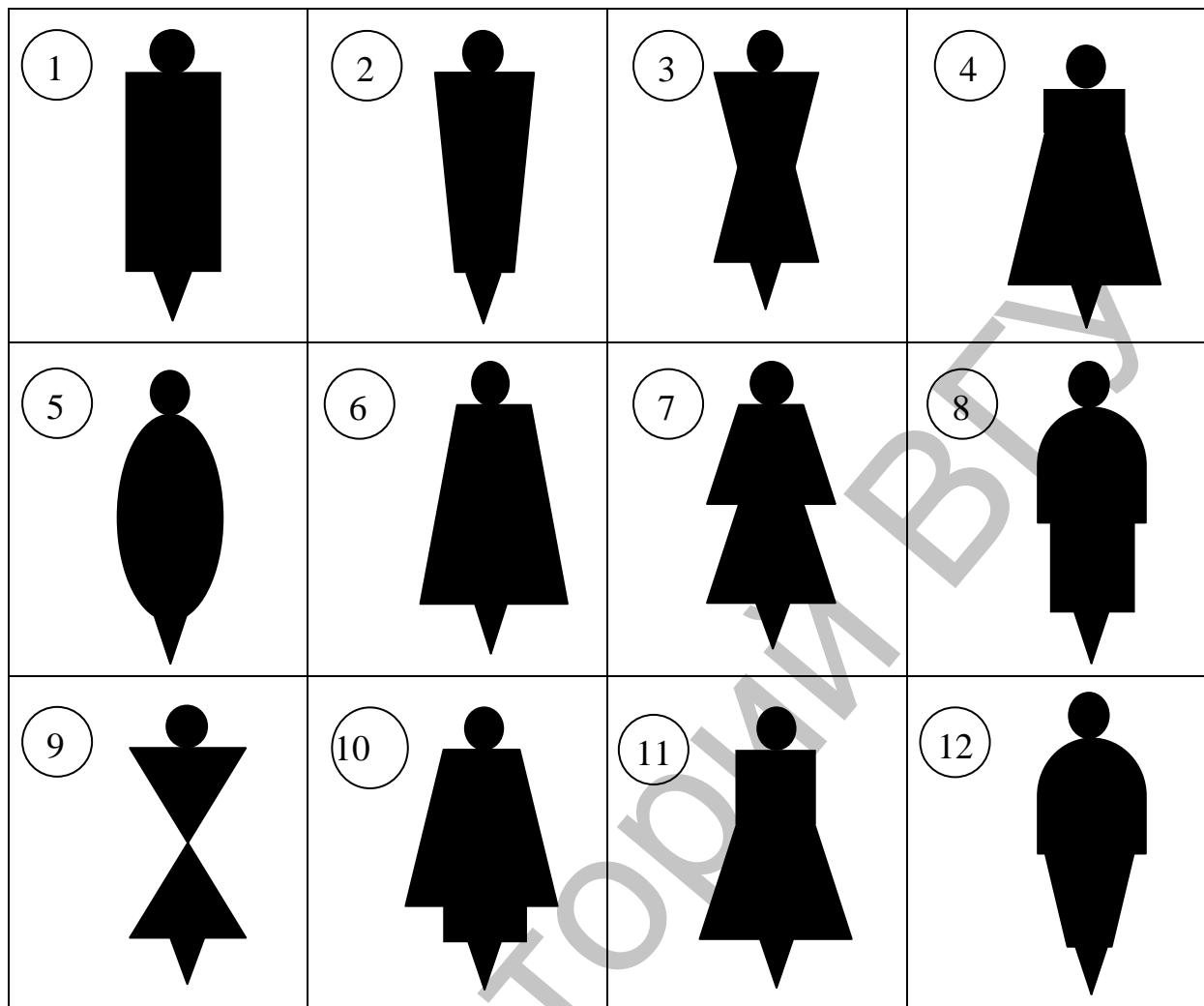
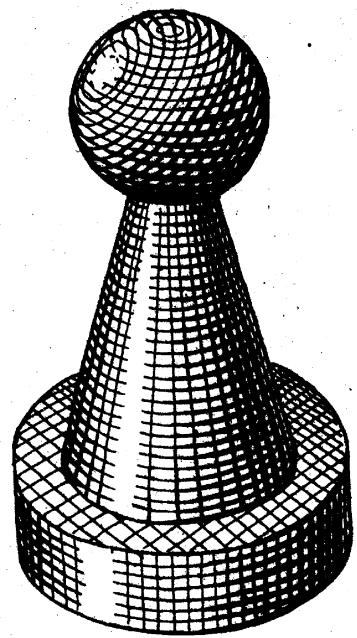


Рис. 57



Условие задания для построения рисунка группы геометрических тел



Пример выполнения задания

Рис. 58

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Гордеенко Н.А., Степакова В.В. Черчение 9 класс – М.: «АСТ-Астрель», 2004.
2. Кириллов А.Ф. Черчение и рисование – М.: «Высшая школа», 1987.
3. Короев Ю.И. Черчение для строителей – М.: «Высшая школа», 1982.
4. Павлова А.А., Жуков С.В. Черчение – М.: «Владос», 2003.
5. Преображенская Н.Г. и др. Черчение – М.: «Вента-Граф», 2005.
6. Пугачев А.С., Никольский Л.П. Техническое рисование – М.: «Машиностроение», 1976.
7. Ростовцев Н.Н., Соловьев С.А. Техническое рисование – М.: «Просвещение», 1979.
8. Черчение. Учебник для учащихся общеобразовательных учреждений./ Под ред. В.В. Степаковой – М.: «Просвещение», 2003.