

Министерство образования Республики Беларусь
БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОЛИТЕХНИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ

Кафедра "Инженерная графика строительного профиля"

А. А. Селицкий

**ТЕХНИЧЕСКИЙ РИСУНОК
С ЗАДАЧАМИ И УПРАЖНЕНИЯМИ**

Учебно-методическое пособие
для студентов строительных специальностей

Минск 2001

Министерство образования Республики Беларусь
БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОЛИТЕХНИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ

Кафедра "Инженерная графика строительного профиля"

А. А. Селицкий

**ТЕХНИЧЕСКИЙ РИСУНОК
С ЗАДАЧАМИ И УПРАЖНЕНИЯМИ**

Учебно-методическое пособие
для студентов строительных специальностей

Минск 2001

УДК 721.021.22 (075.8)

Селицкий А.А. Технический рисунок с задачами и упражнениями: Учебно-методическое пособие для студентов строительных специальностей.-Мн.: БГПА, 2001.- 94с.

Второе издание учебно-методического пособия "Технический рисунок" дополнено изложением темы "Перспектива", упражнениями и задачами. В пособии изложены принципы и методика выполнения технического рисунка в аксонометрии и перспективе.

Пособие призвано служить практическим руководством для студентов строительных специальностей.

Оформитель пособия Касаткина О.Н.

Рецензент М.Н.Петрович

© Селицкий А.А., 2001

Введение

В практике обучения студентов первоначальным навыкам проекционного черчения возникает трудность перехода от пространственных форм предметов, наблюдаемых в натуре, к изображению в ортогональных проекциях. Они обусловлены недостаточным развитием пространственных представлений и пространственного воображения. Прямоугольные (ортогональные) проекции не обладают достаточной наглядностью, так как в них пространственная форма предмета получается условное изображение, расчлененное на отдельные проекции, по которым приходится воссоздавать его действительную форму. В этом отношении преимущество аксонометрических проекций очевидно. Они удачно сочетаются наглядностью изображений с хорошими измерительными свойствами, помогающими точно определить изображаемый предмет. Необходимо учитывать также, что в производственных условиях часто возникает необходимость в наглядном изображении предмета, сложные конструктивные формы которого иногда трудно представить при чтении чертежа. Кроме того, надо уметь пояснить, в случае необходимости, различные детали объекта подробными наглядными изображениями (эскизами, рисунками) для того, чтобы объект представлялся в полной ясности. Умение выполнять технические рисунки необходимо инженеру-архитектору, конструктору не только в заводской обстановке, на стройплощадке, но и при работе в конструкторском или технологическом бюро. Решение задач по проектированию и конструированию значительно облегчается и упрощается при предварительном выполнении эскизов, технических или перспективных рисунков. **Технический рисунок** - это наглядное изображение, выполненное на основе аксонометрических проекций (осей) от руки, на глаз, с соблюдением пропорций предмета. Наибольшее распространение получили три частных вида аксонометрии: прямоугольная изометрия, прямоугольная диметрия и косоугольная фронтальная диметрия. На техническом рисунке предмет изображают со всей объективностью, воспроизводящей его форму, объемность, основные пропорции и назначение. Следует отметить, что технический рисунок выполняют, применяя параллельное, а не центральное проецирование. В техническом рисунке предмет, как правило, изображают на условном фоне, т. е. изолированно от окружающей обстановки, что упрощает его построение. Для рельефности наносят светотень. Умение выполнять технический рисунок приобретает систематическими упражнениями.

При выполнении технического рисунка рисуют не "вообще", а строят рисунок, выдерживая размеры натуры путем сравнения и установления на глаз пропорциональной зависимости между ними.

Поэтому для успешного овладения техникой рисования, кроме знаний аксонометрии, нужны упражнения, которые постепенно приведут к выработке у студентов необходимых при рисовании навыков.

При рисовании нужно сидеть прямо, не напрягаясь. Положение корпуса должно быть прямым, со слегка наклоненной головой. Рука, опираясь на предплечье, должна иметь свободное движение в кисти (на ладонь не опираться). При подрагивании руки, можно опереться мизинцем (рис. 1). При обводке карандаш держат так, как при письме. Так же, как и при черчении, лист должен быть закреплен на чертежном столе. Свет должен падать с левой стороны (рис. 2). Карандаши, рекомендуемые для рисования, должны иметь твердость М-3М.

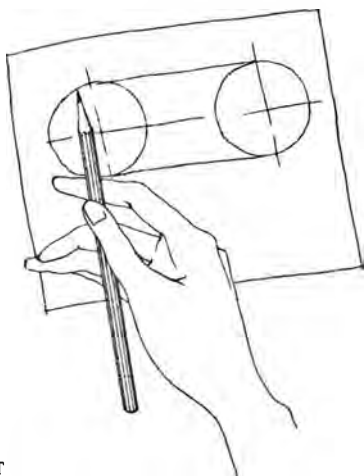


Рис.1. При рисовании

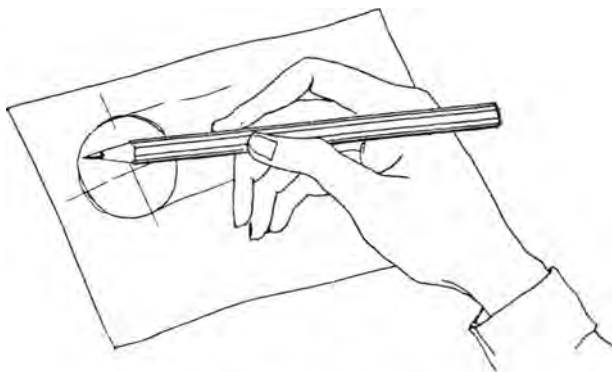


Рис.2. При обводке

РИСУНОК ПЛОСКИХ ФИГУР

Характер линий рисунка. Рисунок следует выполнять легкими, быстрыми линиями, которые могут быть различной толщины.

На первом этапе рационального построения линии должны быть тонкими, но четкими, сплошными, уверенными (рис.3). На втором этапе, после уточнения правильности построения изображения, рисунок обводят сплошной основной линией.

Вертикальные линии удобнее проводить сверху вниз, а горизонтальные - слева направо. Наклонные линии, которые приближаются более к вертикальным, проводят сверху вниз. Если же они направлены ближе к горизонтальным - то снизу вверх (рис. 4).

Правильно



Неправильно

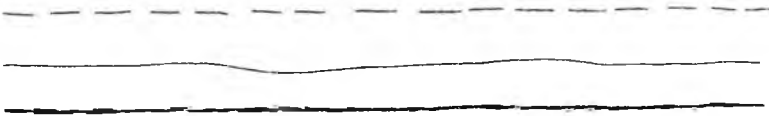


Рис. 3

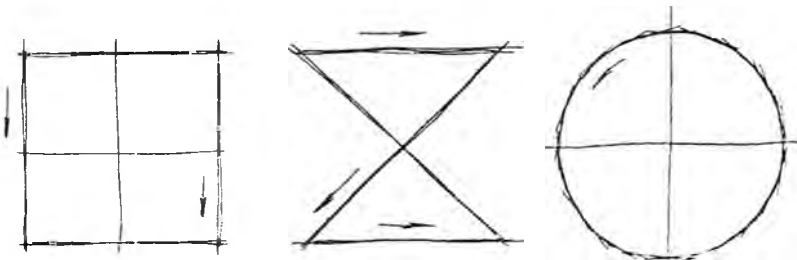
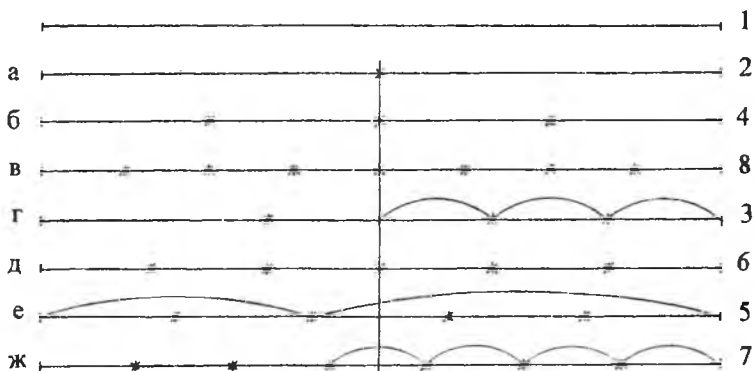


Рис. 4

При проведении вертикальных и наклонных линий бумагу поворачивать не допускается. Горизонтальные и вертикальные направления линий необходимо чаще проверять относительно соответствующих обрезов листа бумаги.

Деление отрезка на равные части. Прежде чем приступить к выполнению рисунка плоских фигур, необходимо выполнить ряд упражнений. Чтобы поделить отрезок на две, четыре и восемь равных частей, его сначала делят на глаз на две равные части (рис. 5а). Затем, проверив карандашом длину каждого отрезка, уточняют ее и снова последовательно делят на глаз: каждый отрезок - пополам и каждую четверть - еще раз пополам (рис. 5б, в).



Деление отрезка

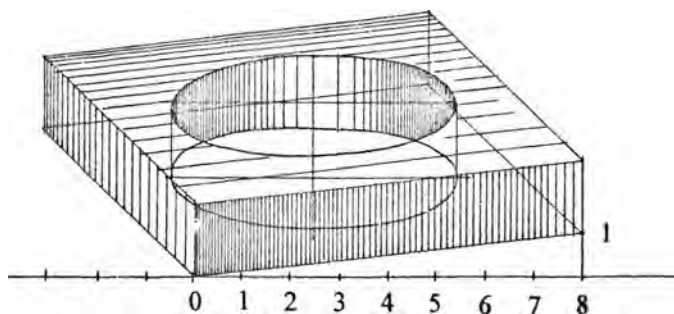


Рис. 5

Чтобы поделить отрезок прямой на три и шесть равных частей, его сначала на глаз делят на три равные части, а затем каждую из них пополам (рис. 5г, д). Деление на три равные части длинного отрезка удобнее начинать с выбора величины среднего отрезка так, чтобы его половина дважды укладывалась в крайней части отрезка.

Для деления отрезка на пять равных частей его сначала делят на глаз на две неравные части в отношении 2:3, затем меньшую часть делят пополам, а большую - на три части (рис. 5е), или сначала делят отрезок на три части так, чтобы средний отрезок равнялся половине крайних, которые затем делят пополам.

При делении отрезка на семь равных частей сначала выбирают длину среднего отрезка такой, чтобы он укладывался три раза в крайней части отрезка (рис. 5ж).

Проведение на заданном расстоянии одна от другой параллельных линий. Намечают на некотором расстоянии две точки А и В, а затем, глядя на точку В, проводят одним движением, не отрывая карандаш от бумаги, линию (стрелкой указано направление движения карандаша). Затем проводят параллельные линии (рис. 6а).

Построение углов. Для построения прямого угла рисуют горизонтальную линию и отмечают на ней точки А и В. Затем, на глаз, выбирают середину отрезка АВ и одним движением руки проводят прямую CD, перпендикулярную отрезку АВ (рис. 6б). При построении угла в 45° на прямую АВ опускают перпендикуляр (как указано в предыдущем упражнении), а затем от точки В на прямых АВ и ВС откладывают по три равных отрезка и соединяют точки А и С. Аналогична методика рисования углов 7° , 30° , 41° , 45° , необходимость в построении которых возникает при изображении аксонометрических осей (рис. 6в, г, д, е).

Рисование окружности. В практике технического рисования встречаются детали, представляющие собой совокупность тел вращения, в основе которых лежит окружность (или часть ее). В общем случае окружность в аксонометрии изображается эллипсом, в частных случаях окружностью, когда плоскость окружности расположена в плоскости координат или параллельно ей, например, в косоугольной фронтальной диметрии.

При рисовании окружности заданного радиуса R проводят взаимно перпендикулярные оси, на которых от точки О откладывают отрезки,

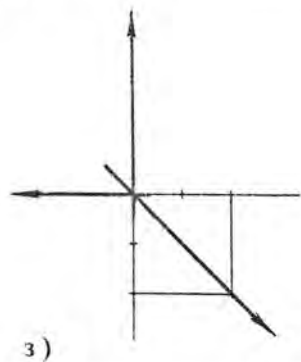
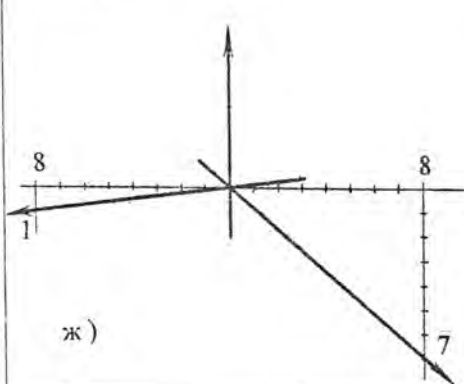
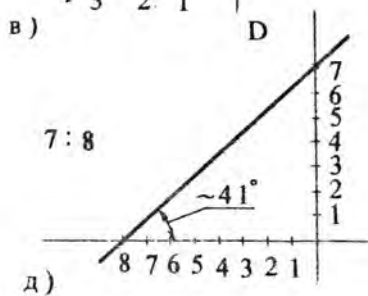
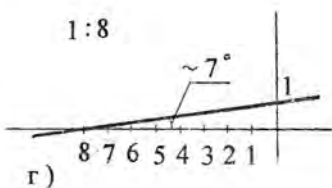
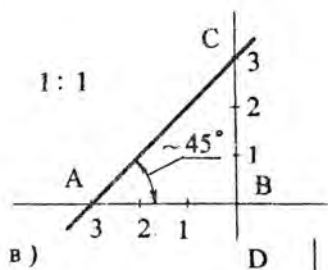
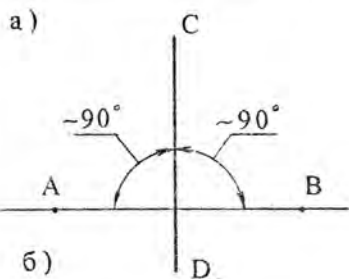
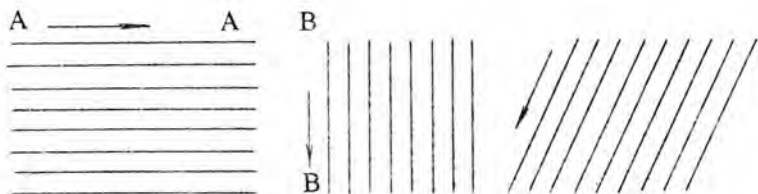


Рис. 6

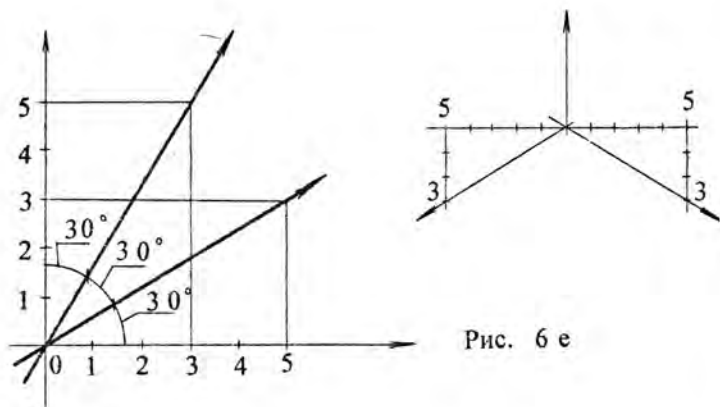


Рис. 6 е

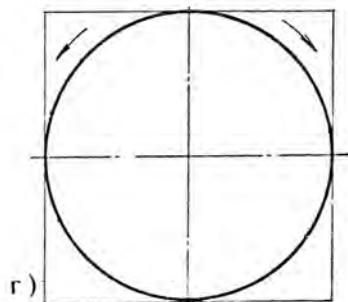
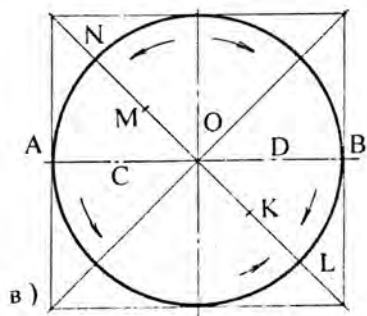
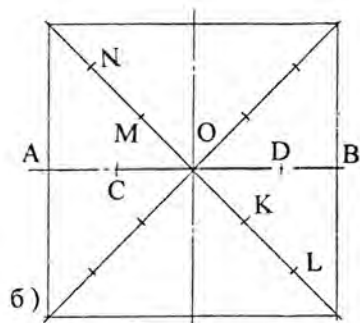
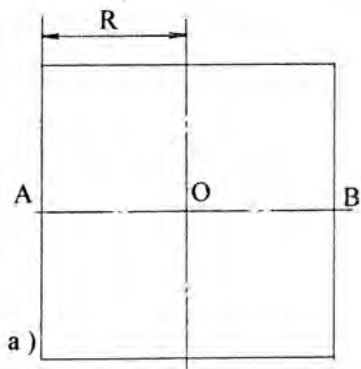


Рис. 7

равные R . Через концы отрезков проводят прямые, параллельные осям. В полученном квадрате проводят диагонали, на которых откладывают отрезки $OM=MN=OC=R/2$ (рис. 7 а, б). Через точки A, N, K и т. д. проводят дуги окружности. Обводят мягким карандашом и убирают вспомогательные линии (рис. 7в, г). Рисуя окружности, можно придерживаться способа построения блокировкой. При этом способе сначала проводят взаимно перпендикулярные оси симметрии, а через концы их блокирующие дуги (рис. 8 а, б). Затем углы, обрисованные пересечением дуг, постоянно срезают. В результате такого постепенного среза получается плавная кривая окружности (рис. 8 в, г).

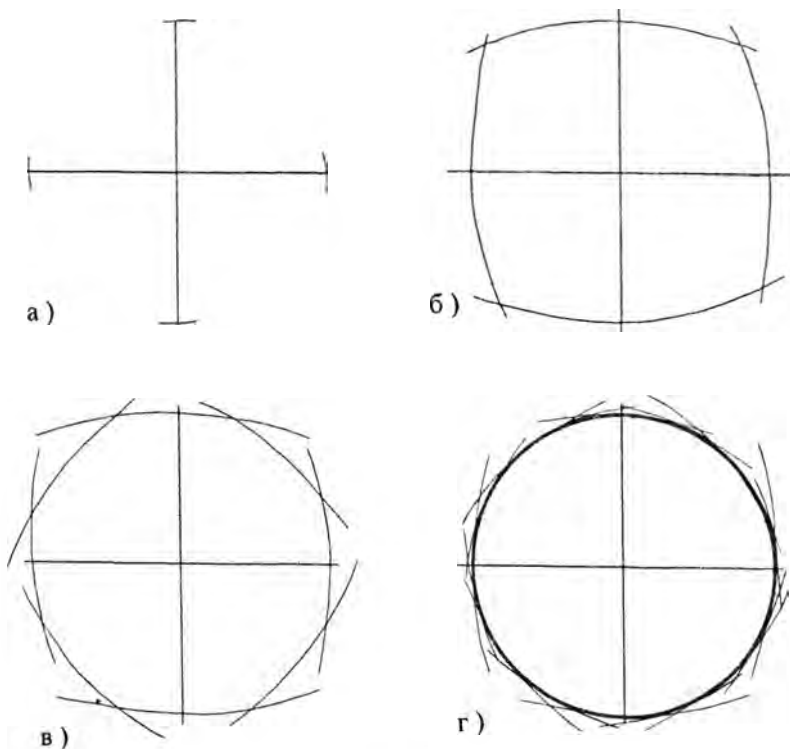


Рис.8

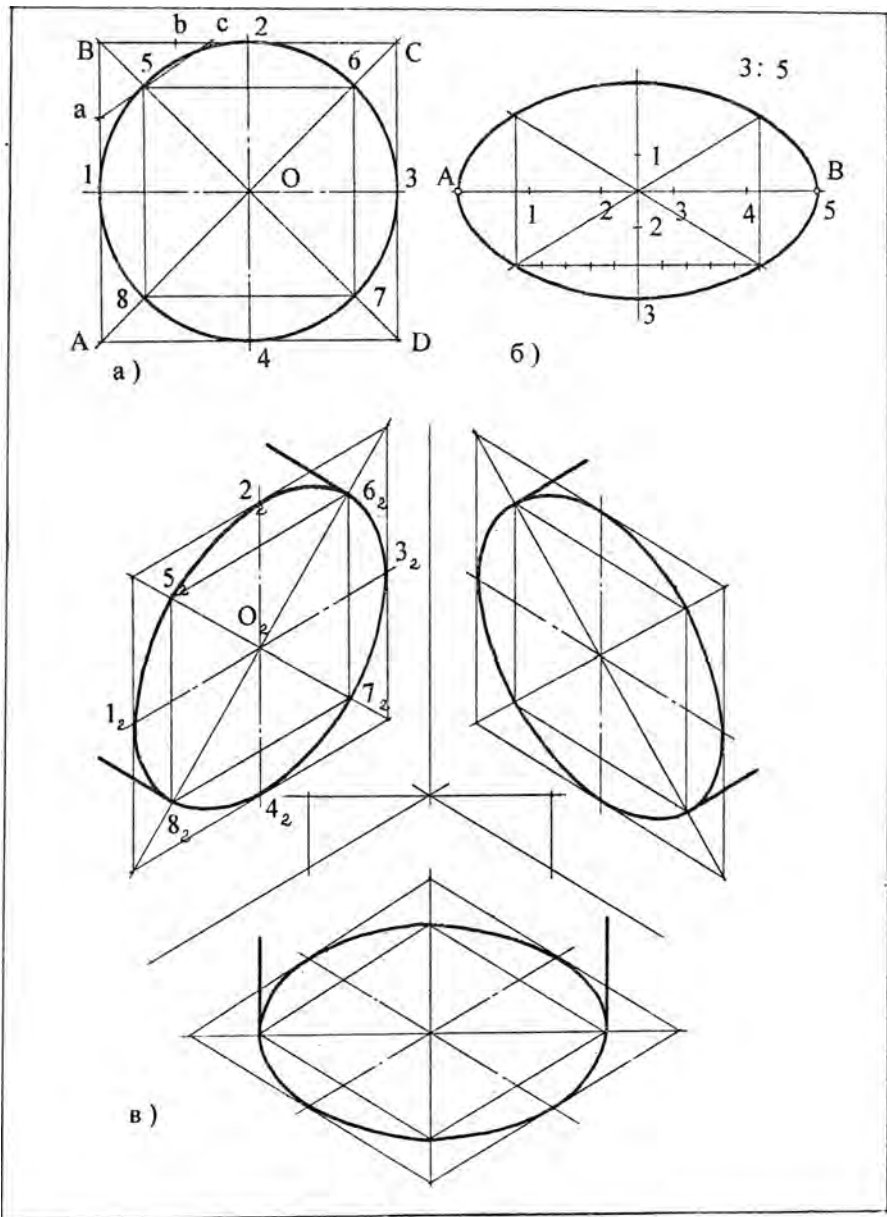


Рис. 9

Рисунок окружности в изометрической проекции. Вначале рисуют окружность в прямоугольных проекциях. Для этого проводят прямоугольные координатные оси с началом в центре окружности и строят квадрат ABCD со стороной, равной диаметру окружности, обозначают точки 1, 2, 3, 4 касания окружности со сторонами квадрата и проводят диагонали. Далее отрезки 1В и 2В делят пополам и получают точки а и б. Разделив отрезок 2б пополам, находят точку с, соединив которую с точкой а, получают по диагонали точку 5, а затем точки 6, 7, 8 (рис. 9 а).

Наносят изометрические оси и, как в предыдущем случае, строят точки $1_{\frac{1}{2}}$, $2_{\frac{1}{2}}$, $3_{\frac{1}{2}}$, $4_{\frac{1}{2}}$, $5_{\frac{1}{2}}$, $6_{\frac{1}{2}}$, $7_{\frac{1}{2}}$, $8_{\frac{1}{2}}$ окружности и соединяют их плавной кривой линией (рис. 9в).

Для приобретения навыков в рисовании плоских фигур криволинейной формы (окружностей, эллипсов) полезно знать несколько способов их построения и проводить эти линии попеременно сначала в одном направлении, затем в противоположном. Упражняясь в рисовании эллипсов, их следует изображать различными не только по способам построения, но и по размерам, пропорциям (изометрии, диметрии) и наклонам (т. е. в различных плоскостях проекций).

Эллипс рисуют способом блокирования (рис. 10 а, б) по заданным осям в такой же последовательности, как и окружность. Дуги, проведенные через концы малой оси эллипса, сначала проводят так, чтобы они выходили за концы его большой оси и сходились в точках 1, 2, взятых произвольно (в пропорциях относительно других частей детали), но симметрично.

Дуги, проведенные через концы большой оси, проводят как части сопряженных окружностей проведенных ранее дуг. Уточняя контур эллипса, необходимо методом сопоставления выдержать симметричность кривизны его правой части относительно левой, а нижней относительно верхней. Способ блокирования особенно полезен на первых этапах обучения. В дальнейшем полезно тренировать руку в построении криволинейных фигур свободным нанесением их контуров, придерживаясь пропорции детали (рис. 10 д, е, ж; 12 г, д. е).

Один из простых способов построения эллипса в изометрии - по сопряженным диаметрам окружности, отложенным на изометрических осях, размеры большой и малой осей эллипса графически определяют отношением отрезков соответственно 3:5 (рис. 9 б). Зная это соотношение, делят заданную большую ось АВ на пять равных частей и откладывают по направлению малой оси три такие части. Практиче-

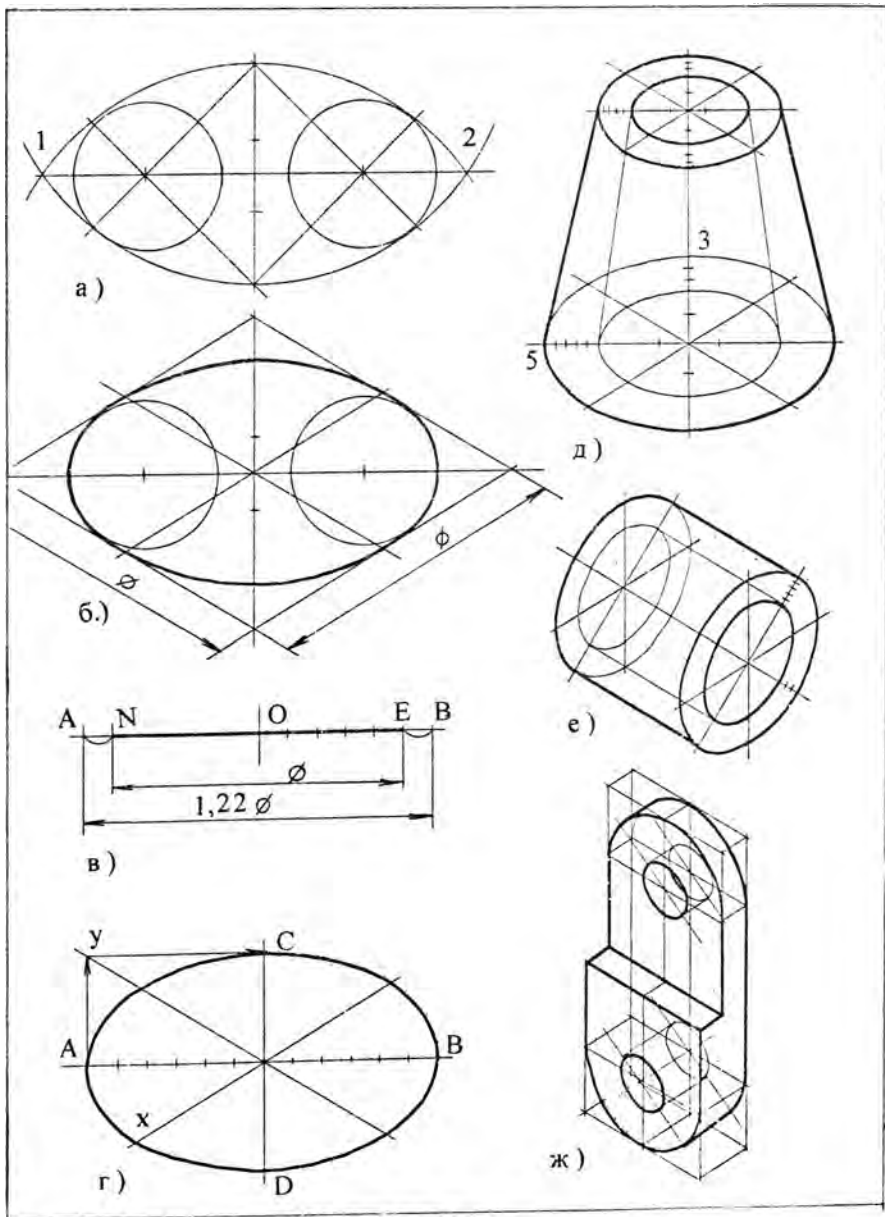


Рис. 10

ски соотношение частей берут на глаз, а затем уточняют при помощи карандаша. Эллипс рисуют далее способом блокирования.

Большую ось АВ (рис. 10 в) эллипса можно определить по заданному диаметру NE окружности так. На линии направления большой оси эллипса откладывают диаметр NE окружности, взятой с натуры. Затем его половину OE делят на пять равных частей и на $1/5$ OE увеличивают по обе стороны диаметр. Малую ось CD (рис. 10 г) затем определяют любым из рассмотренных способов (то ли в соотношении отрезков как 3:5, то ли проведенном прямых с конца большой оси параллельно осям АВ и CD до пересечения с изометрическими осями).

При рисовании в изометрии двух концентрических окружностей следует учесть, что расстояние между эллипсами по малой оси относится к расстоянию между ними по большой оси как 3:5 (рис. 10 д, е). Этим соотношением пользуются при упрощенном построении концентрических окружностей.

Рисование окружности в диметрической проекции. Методика выполнения рисунка окружности аналогична приведенной выше для построения окружности в изометрии (рис. 11в). Здесь нужно только учесть, что коэффициент искажения по оси y равен 0,5 и величины, откладываемые по этой оси, уменьшатся в два раза. Указанный способ можно несколько упростить при построении эллипса по сопряженным диаметрам. Длину осей 5-7 и 6-8 эллипса на передней грани Π_2 можно определить, разделив на три равные части радиусы $0,1_2, 0,2_2, 0,3_2, 0,4_2$. Через вторую точку деления проводят затем уже известные нам вспомогательные прямые до пересечения с диагоналями ромба для получения искомых точек $5_2, 8_2$ и т. д.

Последовательность построения эллипса по сопряженным диаметрам в плоскостях Π_1 и Π_3 следующая. На линии, проходящей через середину параллелограмма, откладывают сопряженный диаметр EN, равный удвоенной ширине заданного параллелограмма (рис. 12 в). Через середину EN (точку O) проводят второй сопряженный диаметр ML и горизонтальную линию l . Симметрично точкам E, M, L, N относительно прямой l отмечают дополнительные точки E_1, M_1, L_1, N_1 . Через точки E_1, M_1, L_1, N_1 и точки E, M, L, N₁ проводят дуги большой, затем меньшей кривизны. Проверяют плавность сопряжения и выполняют обводку основной линией контура (рис. 12 в, г). В диметрии эллипсы изображают по сопряженным диаметрам в тех случаях, когда их необходимо вписать в заданные на рисунке параллельные

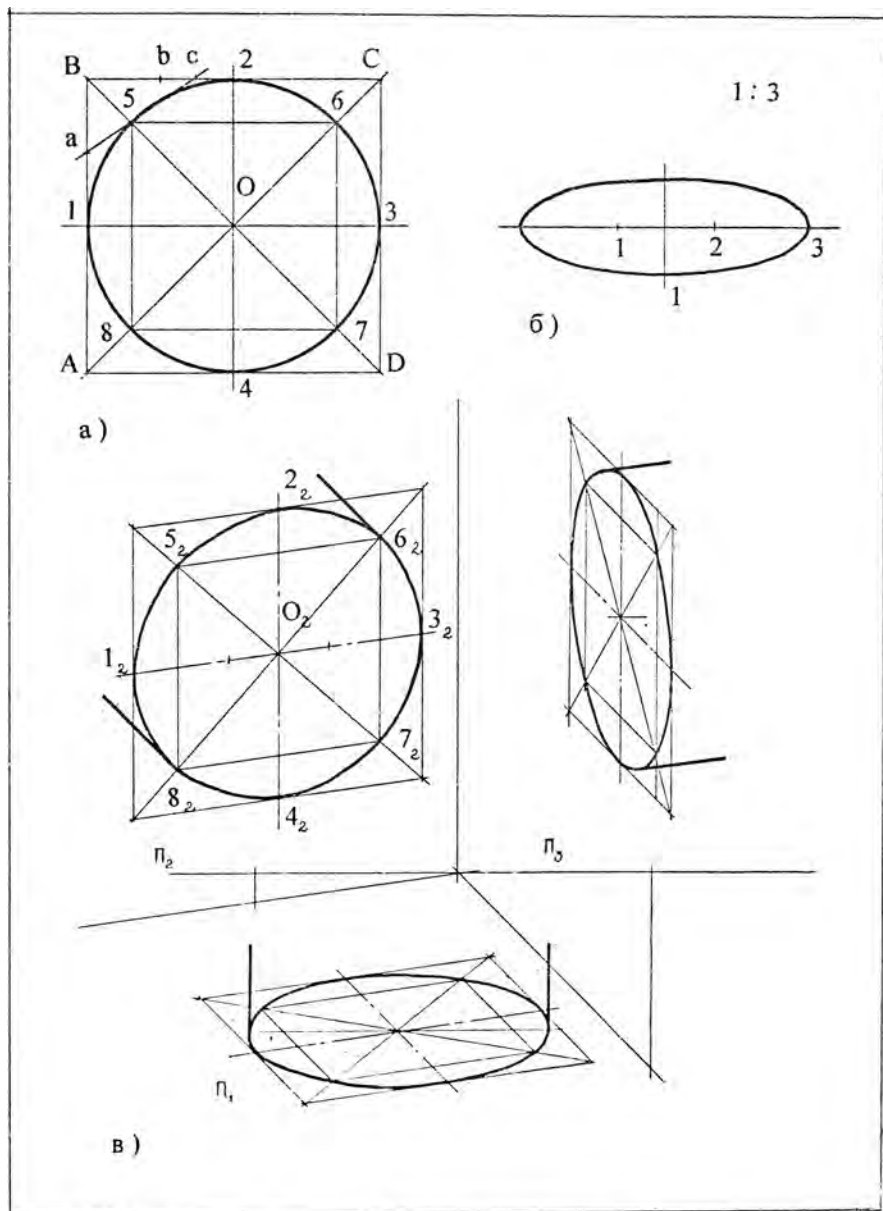


Рис. 11

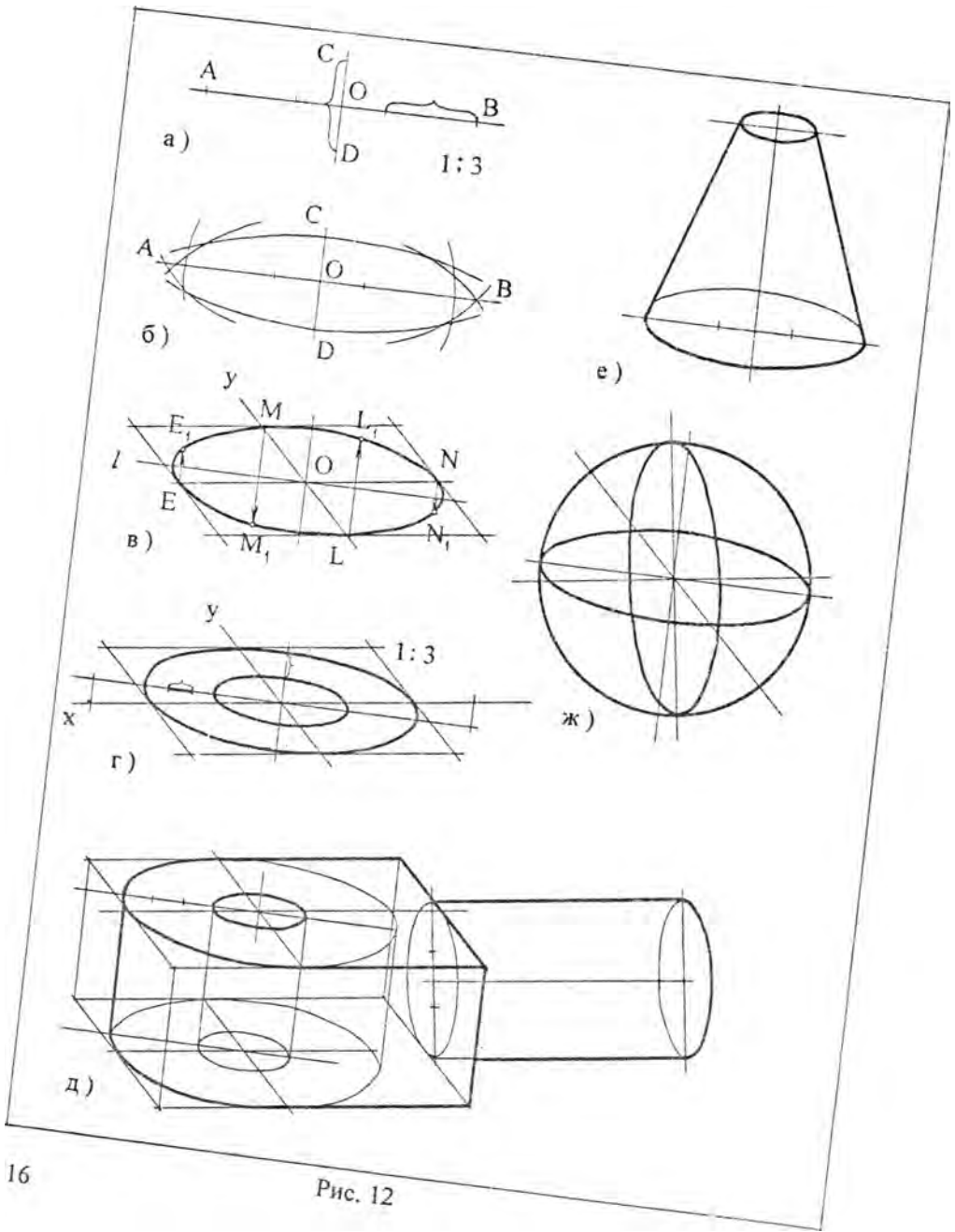


Рис. 12

линии (рис. 12 г, д) или округлить прямой угол дугой заданного радиуса.

Рассмотрим последовательность построения эллипса по его большой оси. Малую ось CD эллипса берут на $1/3$ меньше от его большой оси AB (рис. 12 а). По осям AB и CD способом блокирования рисуют эллипс (рис. 12 б). При построении концентрических окружностей пользуются отношением $1:3$ (рис. 12 г).

Рисование в изометрии равностороннего треугольника. Центр равностороннего треугольника O делит высоту в отношении $1:3$. Отрезок ON приближенно равен $3/5$ отрезка NI , а отрезок $O-3=2 \cdot ON$. Используя эти отношения, построим треугольник по его заданной высоте $N3$ или стороне $1-2$, (рис. 13 а).

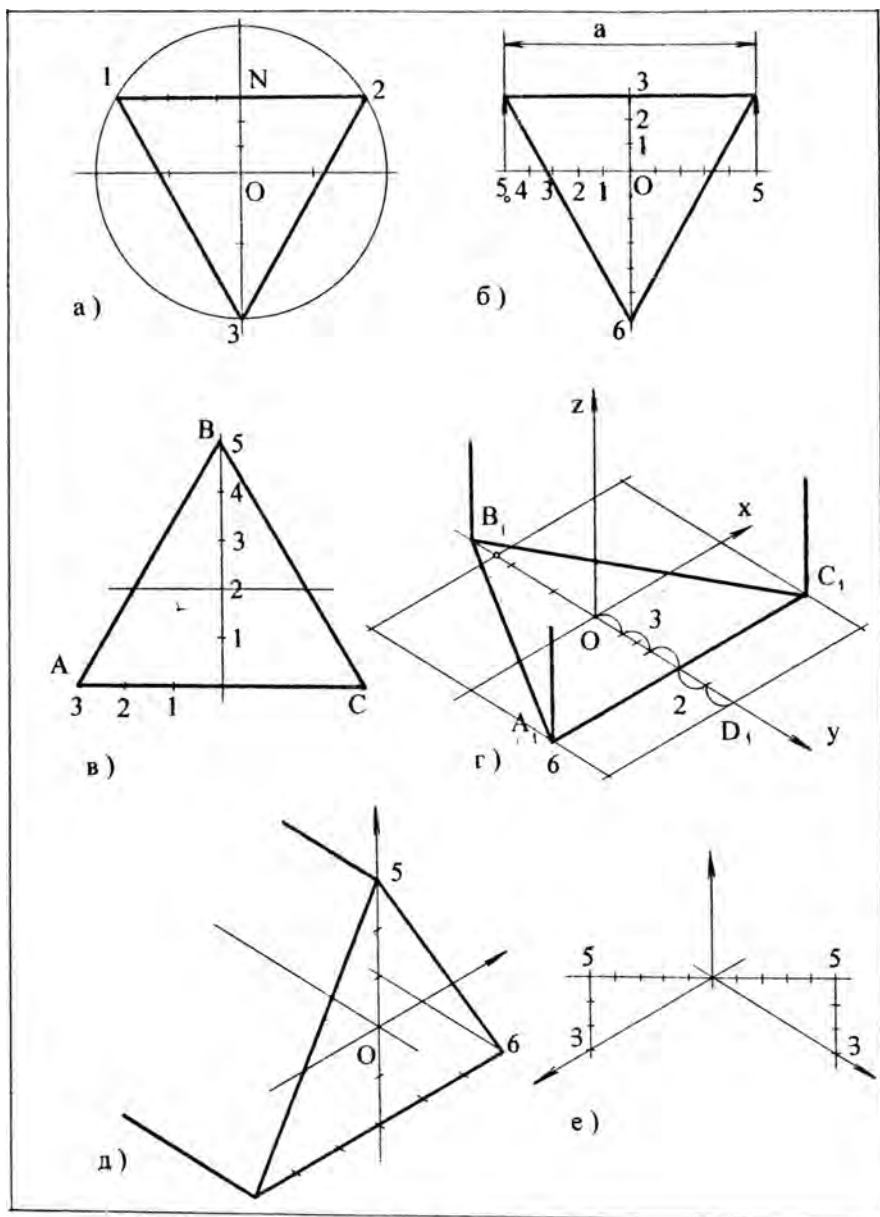
На горизонтальной линии, проведенной через заданный на рисунке центр O , откладывают сторону 5_5 треугольника (рис. 13 б). Делят $O-5_5$ на пять равных частей. Затем на вертикальной линии отмечают $O-3$ равной $3/5$ отрезка $O-5_5$ и через точку 3 проводят основание треугольника стороны a , равной 5_5 . Отрезок $O-6$ берут вдвое больше отрезка $O-3$. Если треугольник строят по заданной высоте $3-6$, то на рисунке высоту берут так, чтобы заданный центр O поделил ее в отношении $1/3$ (рис. 13 а, б).

При рисовании в изометрии проводят изометрические оси X, Y, Z , используя метод построения треугольника с отношением катетов $3/5$ (см. построение осей, рис. 6е, 13е). В плоскостях Π_1, Π_2, Π_3 проводят параллельно изометрическим осям биссектрису BO треугольника ABC , затем от точки O влево и вправо откладывают параллельные осям отрезки ребер призмы, деленные пополам (рис. 13 г, д).

Следующий способ - рисунок в изометрии равностороннего треугольника по заданной стороне, когда строят квадрат относительно заданного центра O . Затем половину высоты, отрезок OD , делят на пять равных частей и через $3/5 OD$ проводят сторону треугольника. Вершина B будет выходить за квадрат на $1/5 OD$, (рис. 13 г).

Рисование в изометрической проекции квадрата $ABCD$ со стороной, равной величине a . Вначале рисуют квадрат в прямоугольных проекциях. Для этого проводят две взаимно перпендикулярные оси (см. построение углов, рис. 6 б) и откладывают на них от точки пересечения O отрезки $O1=O2=O3=a/2$. Через точки $1, 2$ и т. д. проводят параллельные осям стороны квадрата (рис. 14 а, б).

Наносят изометрические оси, затем намечают оси квадрата параллельно соответствующим изометрическим осям (рис. 14 в). На осях



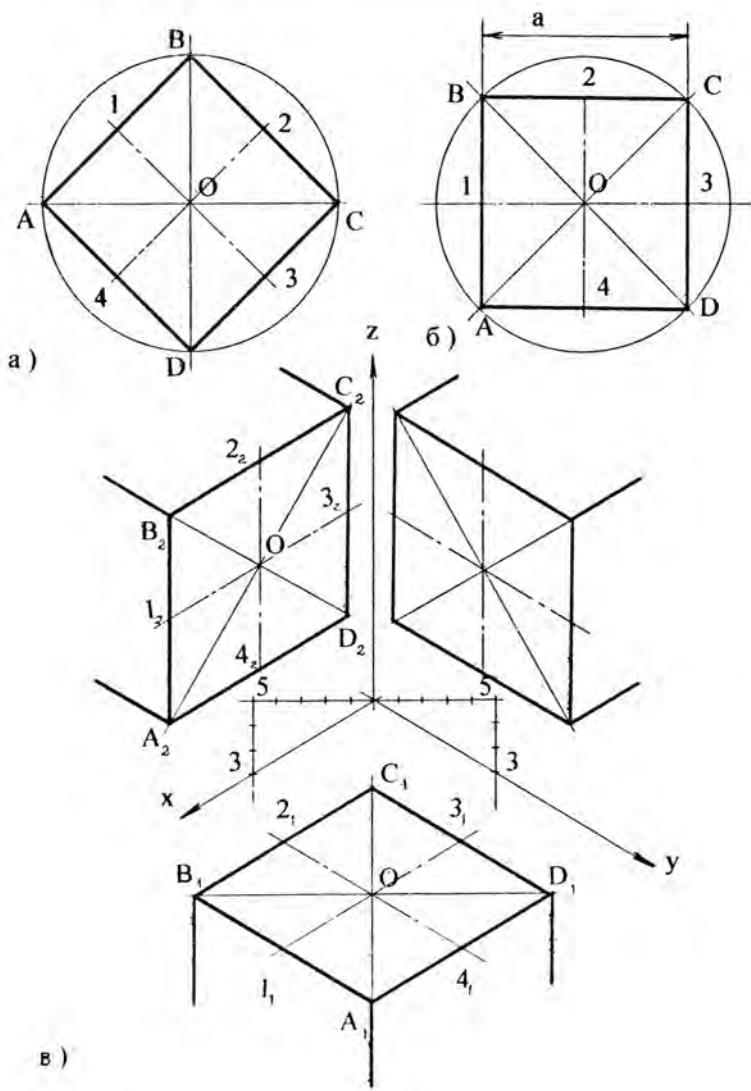


Рис. 14

квадратов отмечают точки 1 и 3 ($O1=O3=a/2$), 2 и 4 и через эти точки параллельно осям проводят стороны квадрата. Предполагая, что квадрат является основной 4-гранной призмы, из каждой вершины проводят отрезки прямых параллельно изометрическим осям (рис. 14).

Аналогично в изометрии строится прямоугольник ABCD.

Построение пятиугольника по заданному диаметру описанной окружности (рис. 15 а). Через заданный центр O на рисунке проводят вертикаль, на которой откладывают величину $OE=ON=1/2$ заданного диаметра. На этом диаметре определяют точки M и K. Если за единицу измерения взять $1/5$ радиуса описанной окружности, то точка M поделит радиус ON в отношении $1/5$. Отрезок OK составит 1,5 единицы (можно брать $1/3$ OE). Через точки M и K проводят горизонтальные линии, на которых откладывают $MA=MB=3$ единицам или 2 OK и отрезки $A_0C=B_0D=1,75$ единицы. Соединив точки A, B, D, E, C получают пятиугольник. На рис. 15 б дан пример построения пятиугольника указанным способом.

Рисование в изометрии пятиугольника. Наносят изометрические оси, в соответствии с ними проводят вспомогательные линии, облегчающие построение фигуры, как показано на рис. 15 в.

Построение шестиугольника по заданной его стороне, диагонали или расстоянию между противоположными сторонами. В основу построения берут отношение элементов шестиугольника. Известно, что величина стороны шестиугольника равна половине его диагонали (рис. 16 а, б), а сторона 5-6 делит радиус описанной окружности OM приблизительно в отношении $1/6$ (или $1/8$).

При построении шестиугольника по заданной его стороне на осях симметрии откладывают в обе стороны от заданного на рисунке центра O длину стороны шестиугольника: получают диагональ 1-4. На радиусе $OM=O4$ находят точку K, которая делит его в отношении $1/6$. Симметрично ей откладывают точку K_1 . Через точки K и K_1 проводят прямые, параллельные диагонали 1-4, а через точки N и N_0 (середины отрезков $O1$ и $O4$)-прямые, параллельные линии (KK_0) . Взаимное пересечение их дает искомые вершины шестиугольника (рис. 16 б).

Построение шестиугольника по заданной диагонали начинают с деления ее на четыре равные части и отрезок OM, равный $O1$, на котором определяют точку K_0 (рис. 16 б).

При рисовании с натуры может возникнуть ситуация, требующая построения шестиугольника по расстоянию (KK_0) между противоле-

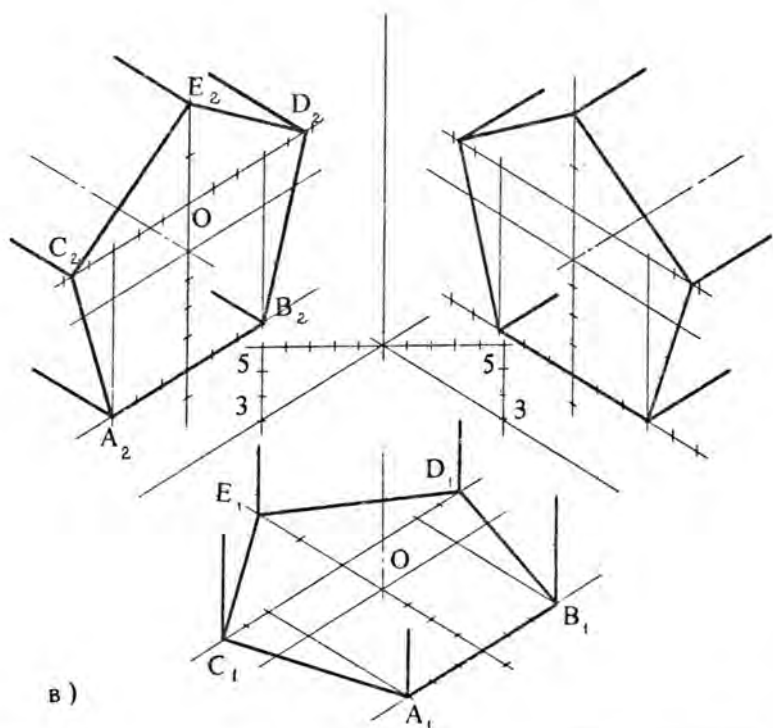
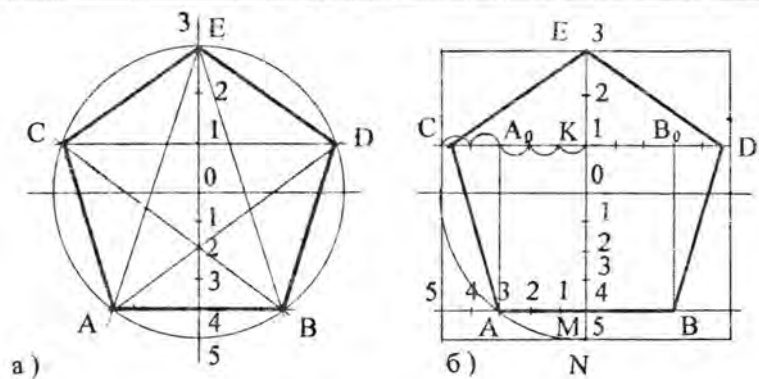
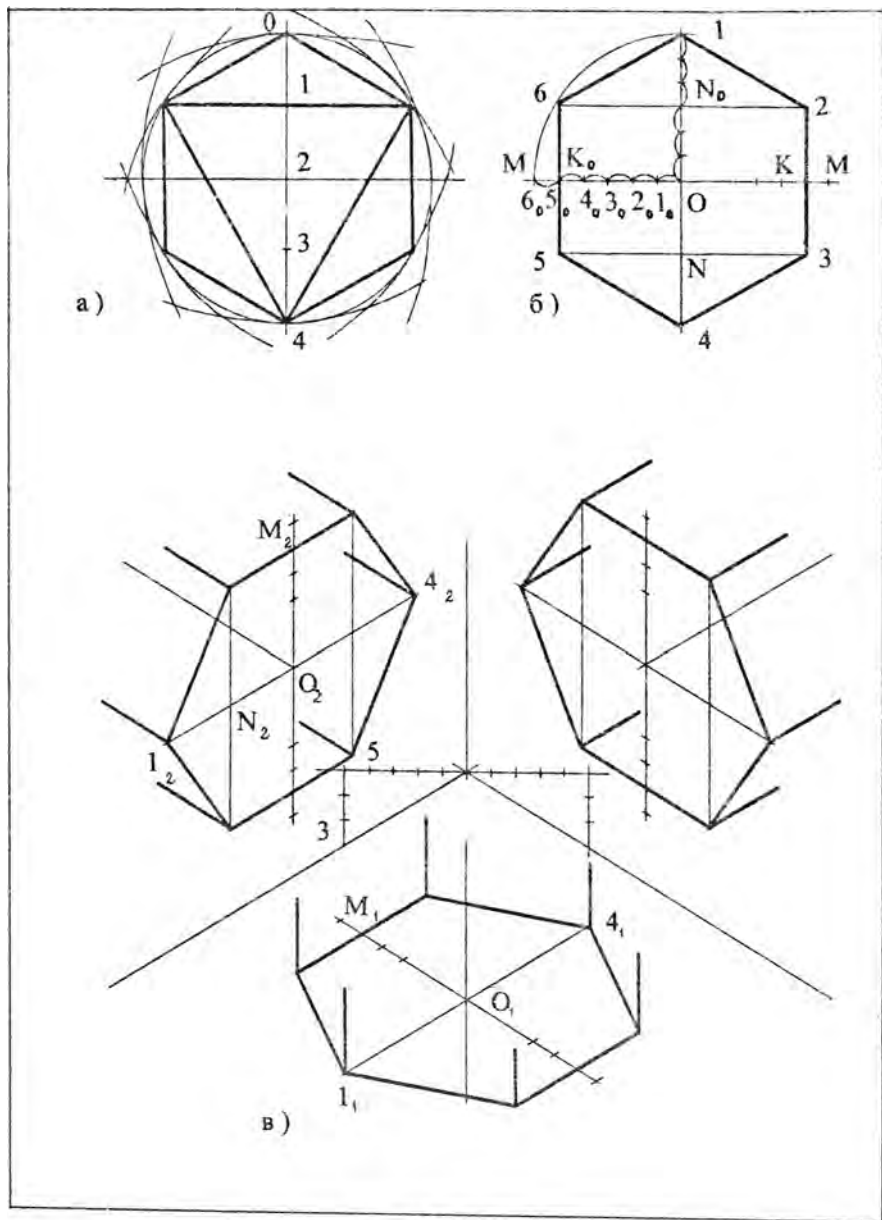


Рис. 15



жащими его сторонами. В этом случае удобнее отрезок ОК делить не на семь частей, а на пять (рис. 5 е). Тогда отрезки ON и ON₀ будут равными $\frac{3}{4}$ ОК (или $\frac{4}{7}$ ОК). Стороны 2-3 и 6-5 равны NN₀. Вершины 1 и 4 удалены от точек N и N₀ на $\frac{1}{2}$ NN₀.

Рисование в изометрии шестиугольника начинают с рисунка изометрических осей, соответственно им намечают оси и вспомогательные линии шестиугольника. В конце из каждой вершины намечают ребра предполагаемой шестигранной призмы параллельно изометрическим осям (рис. 16 в).

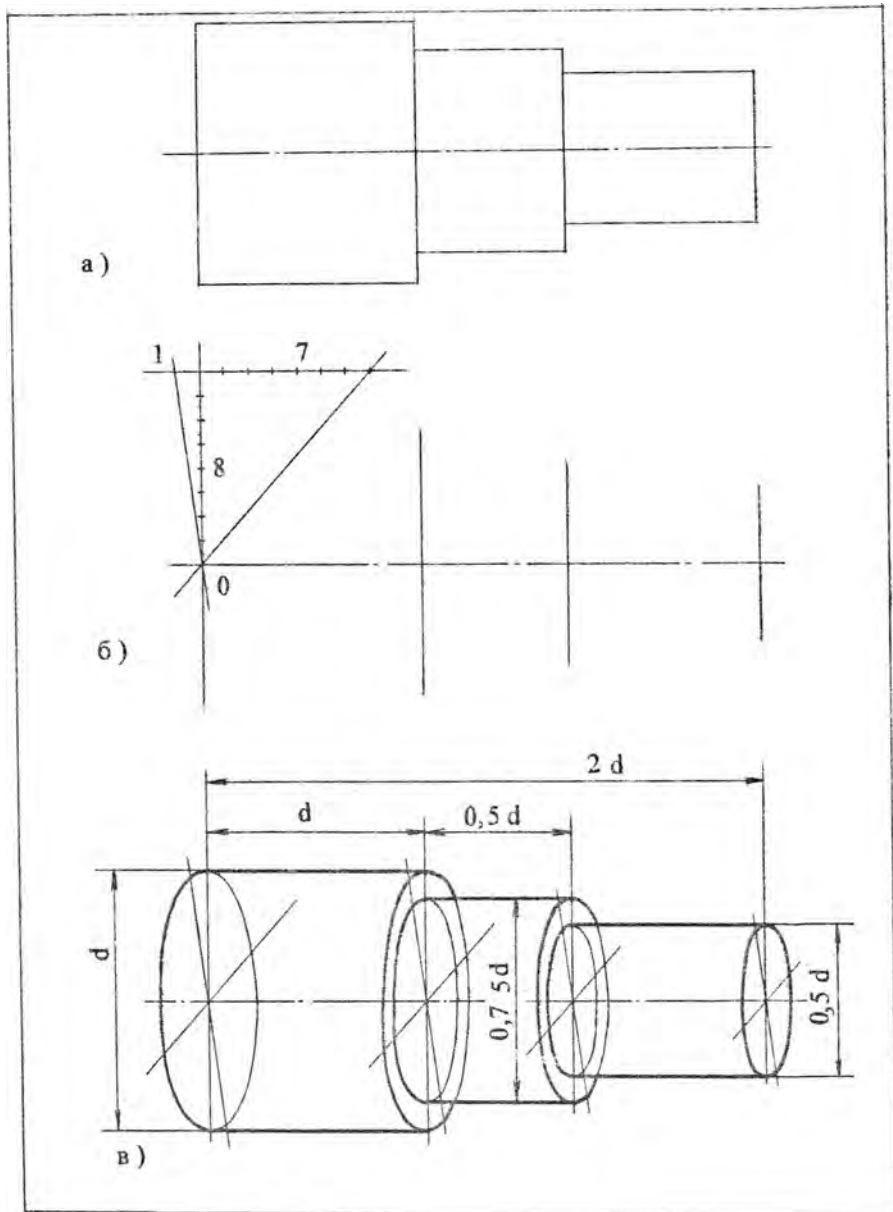
РИСУНОК ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ

При рисовании геометрических тел большое значение имеет соблюдение пропорций, т. е. определение отношений высоты изображаемого предмета к ширине и отдельных его элементов между собой и к целому предмету. Для этого пользуются взаимным сравнением размеров. Вначале сравнивают высоту и ширину предмета, выбирая один из размеров за единицу измерения. На приведенном рисунке (рис. 17) за единицу измерения выбрана величина диаметра d . Линейные размеры отдельных элементов геометрического тела выражены через величину d .

Точность определения пропорций зависит от глазомера. Для более точного определения пропорций можно пользоваться методом визирувания. Сущность метода заключается в сравнении размеров изображаемого предмета с помощью карандаша, который держат в вытянутой руке. Измерять можно только по вертикальному или горизонтальному направлению (рис. 17 в).

Рисунок правильной шестиугольной пирамиды в изометрической проекции (рис. 18). Последовательность построения: проводят изометрические оси и строят основание пирамиды; откладывают по осям высоту h и, построив верхнее основание пирамиды, соединяют вершины оснований прямыми линиями (ребра) (рис. 18 б).

Рисунок усеченного конуса в изометрической проекции (рис. 19 а, б). Строят нижнее основание конуса (рис. 19 а, б). Затем из центра O проводят прямые, параллельные изометрическим осям, и на них откладывают величину h высоты конуса. Рисуют верхнее основание конуса и проводят образующие, касательные к основаниям (рис. 19 б).



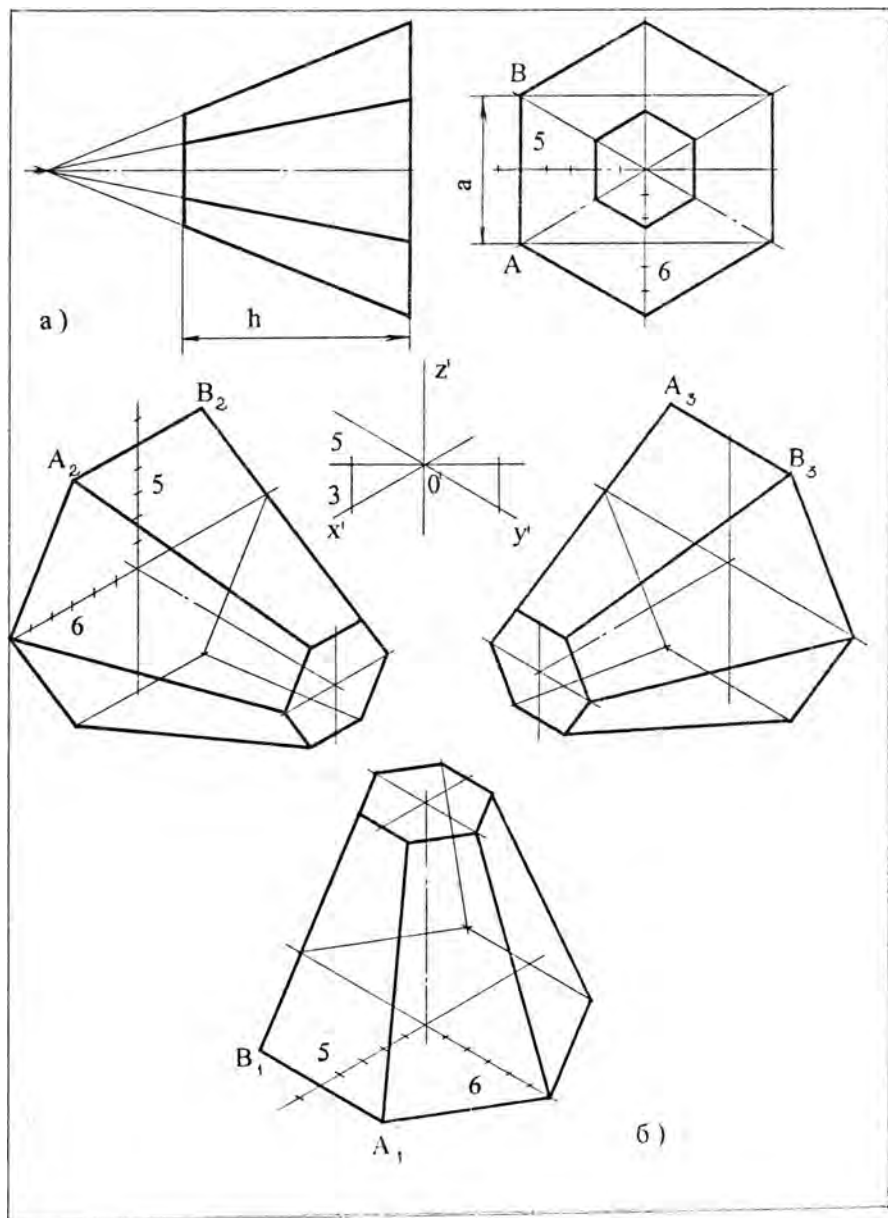


Рис. 18

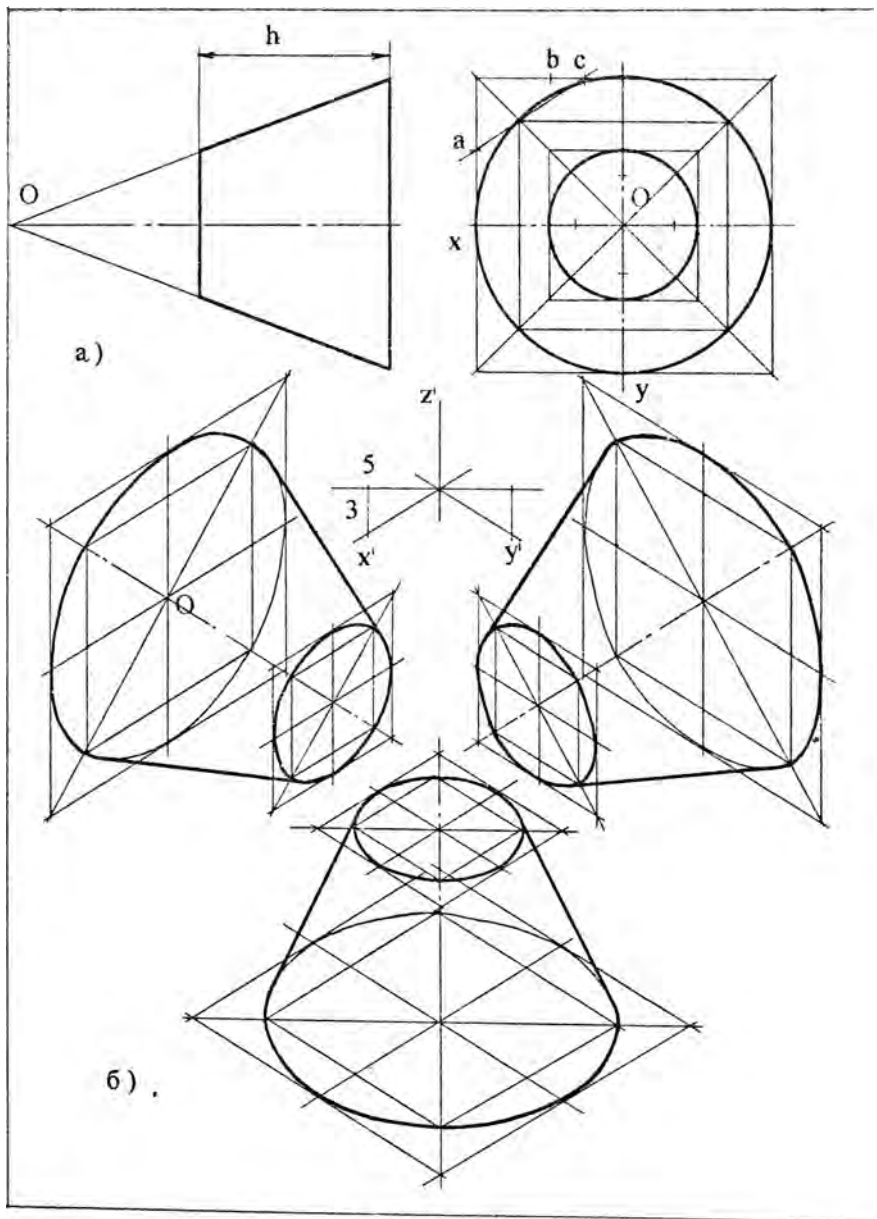


Рис. 19

СВЕТОТЕНЬ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ

Распределение света на поверхности предмета называют светотенью, которая как бы "лепит" форму предмета на плоскости и придает изображению рельефность (выпуклость, отчетливость) и наглядность. Светотень - причина видимых очертаний предмета и условие восприятия его объемной формы. В техническом рисовании применяют три способа нанесения светотени:

1. Параллельная штриховка. Наносится параллельно образующей или направляющей изображаемой поверхности (рис. 20). Применяется наиболее широко (пример см. рис. 20 г; 22 г; 23 б).

2. Штриховка сеткой - шрафировка. Изображение интенсивности освещения или затенения достигается за счет изменения частоты и толщины линий штриховки (рис. 21 а, г; 24 б).

3. Точечный способ, применяемый при изображении металлических необработанных деталей, а также мягких, сыпучих материалов. Густота точек характеризует степень освещенности предмета (рис. 21 б, в).

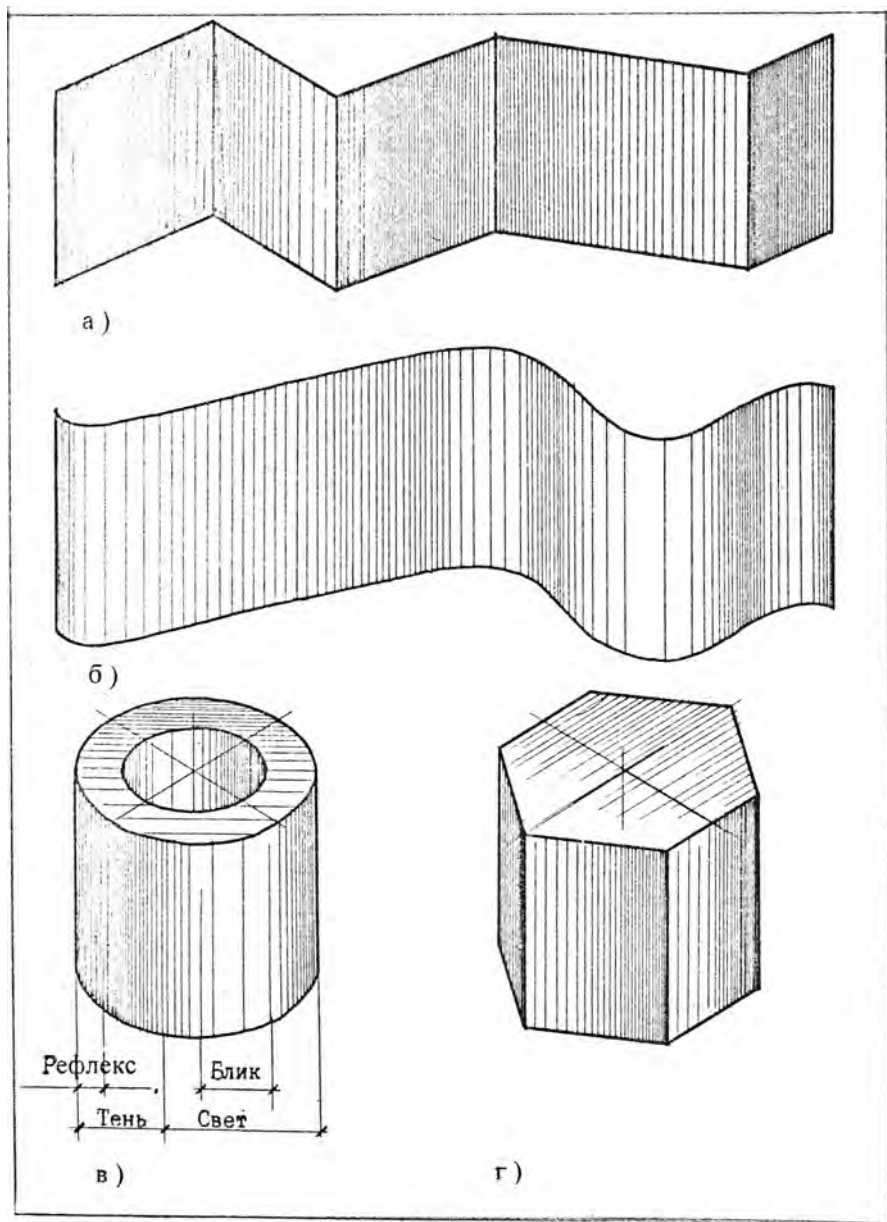
Направление световых лучей выбирается произвольно, но так, чтобы верхние и левые грани (стороны) предмета были светлыми, а нижние и правые темными (рис. 21 в, г; 22 г; 23 б).

Лучи света, падая на изображаемый предмет, освещают приблизительно $\frac{2}{3}$ его поверхности, которая условно называется светом (рис. 20 в; 21 в). Неосвещенная $\frac{1}{3}$ часть поверхности называется собственной тенью или просто тенью. Более светлые места тени называются рефлексом. Часть освещенной поверхности на блестящих предметах, отражающих световые лучи, называют бликом (рис. 20 в; 21 в). Все указанные градации света и тени при выполнении рисунка не отделяют специальными линиями, а показывают их более "мягкой" штриховкой.

При рисовании многогранников штриховку или шрафировку наносят так, чтобы создать контраст у ребер граней (рис. 20 г; 21 г).

МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ РИСУНКА ТЕХНИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ

По внешнему виду технические детали имеют призматическую, цилиндрическую, коническую, сферическую, торовую или комбинированную форму, состоящую из разнообразных соединений геометрических тел, различно размещенных между собой. В зависимости от конструк-



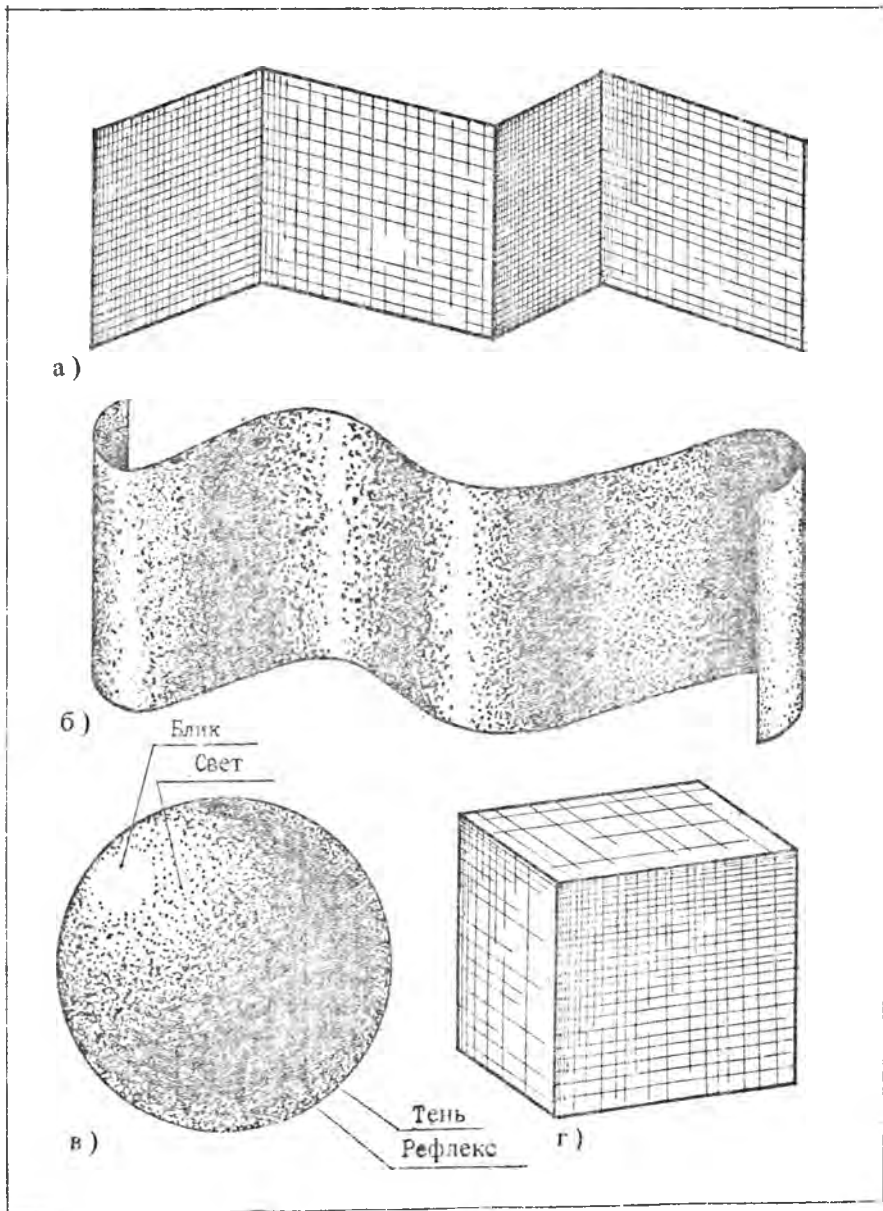


Рис. 21

тивной формы детали могут быть применены различные способы рационального построения наброска рисунка. Наиболее распространенными являются три способа:

1. Построение рисунка детали, совокупность геометрических элементов которой размещена на одной конструктивной внутренней оси (способ общей прямой), пример - детали типа вала (рис. 17).

2. Построение геометрических тел детали, основания или грани которых размещены в одной плоскости (способ общей плоскости), пример - детали, имеющие призматическую или цилиндрическую формы, детали типа крышки (рис. 22).

3. Дистраивание отдельных более мелких элементов детали к ее основной части (способ последовательного наращивания), пример - детали типа корпуса или узлы конструкций ферм (рис. 23).

Последовательность выполнения технического рисунка. В целях упрощения построения рисунка следует располагать изображение так, чтобы его основные измерения были параллельными аксонометрическим осям. Это позволяет строить изображение, откладывая размеры (или координаты) по направлениям соответствующих осей с учетом показателей искажения. Изображая симметричные предметы, целесообразно одну из аксонометрических осей совмещать с осью симметрии предмета.

В процессе выполнения рисунка переводят объемную форму предмета в плоскостное изображение (пример - построение по ортогональным проекциям детали). Необходимо разобраться в общей форме предмета и правильно понять ее. Для облегчения этой задачи можно применить способ обобщения (упрощения формы). Суть его заключается в том, что любую сложную форму рассматривают как простейшую геометрическую. Такой способ построения рисунка помогает правильно понять и изобразить объемный трехмерный предмет, развивает пространственное представление и облегчает работу. Работу над рисунком необходимо начинать с больших обобщений, с решения общей задачи, постепенно переходя к решению частных второстепенных задач, которые в конечном результате не должны нарушать впечатление целого; больше внимания уделять главному в предмете. Пример последовательного выполнения рисунка показан на рис. 22 б, в. На рис. 22а модель задана двумя изображениями в системе прямоугольных проекций. Вначале выбирают вид аксонометрии, в системе координат которой наиболее наглядно можно представить данную модель. Аксонометрические оси наносят так, чтобы рисунок был ком-

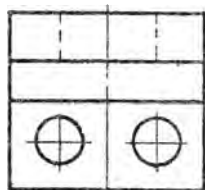
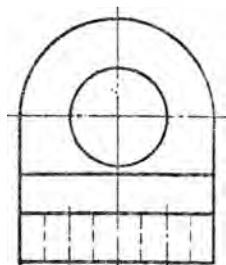
позиционно правильно размещен на листе бумаги (занимал примерно 75% площади листа бумаги и размещался примерно в середине). Наносят основные очертания модели (четырёхгранная призма (рис.22 б)). Выполняют срезы, удаляют лишние линии построения, намечают оси отверстий (рис. 22 б, в). Прорисовывают округления отверстия, как видимые, так и невидимые их контуры. Уточнив общую форму, построив элементы, убирают линии построения, проверяют построение всей модели. Заключительный этап - нанесение светотени на поверхность модели (рис. 22 г).

Нанесение светотени на поверхность технических деталей. Технический рисунок деталей или узлов различного назначения должен быть ясным, простым, отчетливо передающим изображаемую форму. Штриховка или шрафировка является на рисунке не художественной отделкой, а средством передачи рельефности и выразительности изображения. Светотеневую обработку контурного изображения следует выполнять лишь после того, как был проведен тщательный анализ формы детали и взаимного расположения отдельных ее частей.

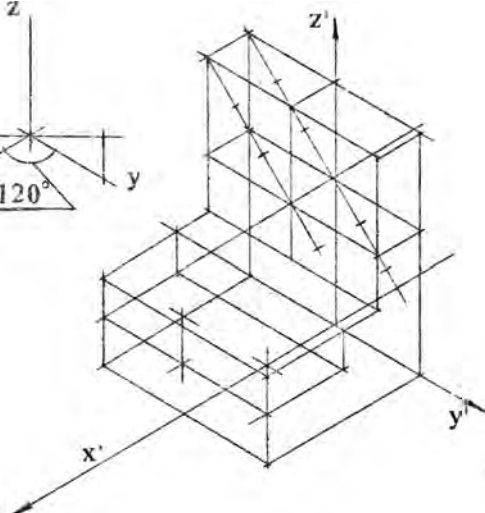
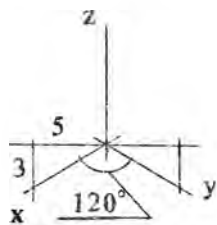
Уяснив пространственную форму детали, приступают к последовательной штриховке или шрафировке отдельных ее поверхностей. Зная распределение светотени на плоских, цилиндрических, конических и сферических поверхностях, можно разобраться в светотени сложных по форме предметов (рис. 23б).

От характера расположения и отношения элементов светотени на изображении зависит наглядность рисунка и правильность передачи формы детали (сравнить рис. 23 и рис. 24). "Рисовать - это рассуждать... В искусстве рисунок-разум, а эффект, светотень-чувство", - говорил виднейший русский художник-педагог П. П. Чистяков. Рассуждения особенно необходимы как в процессе построения изображения объемной формы предмета, так и при светотеневой проработке технического рисунка.

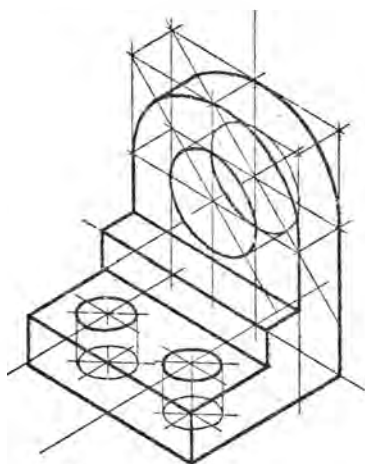
Под "рассуждением" в рисунке следует понимать ясный, последовательный анализ формы натуры, умение видеть целостность ее, а также пропорции всех частей, что в полной мере относится и к техническому рисунку.



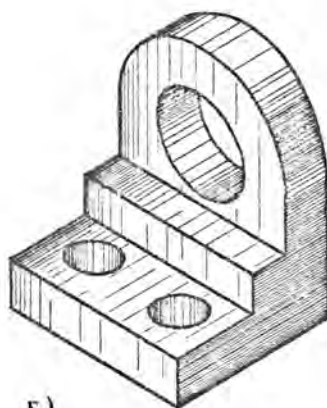
а)



б)



в)



г)

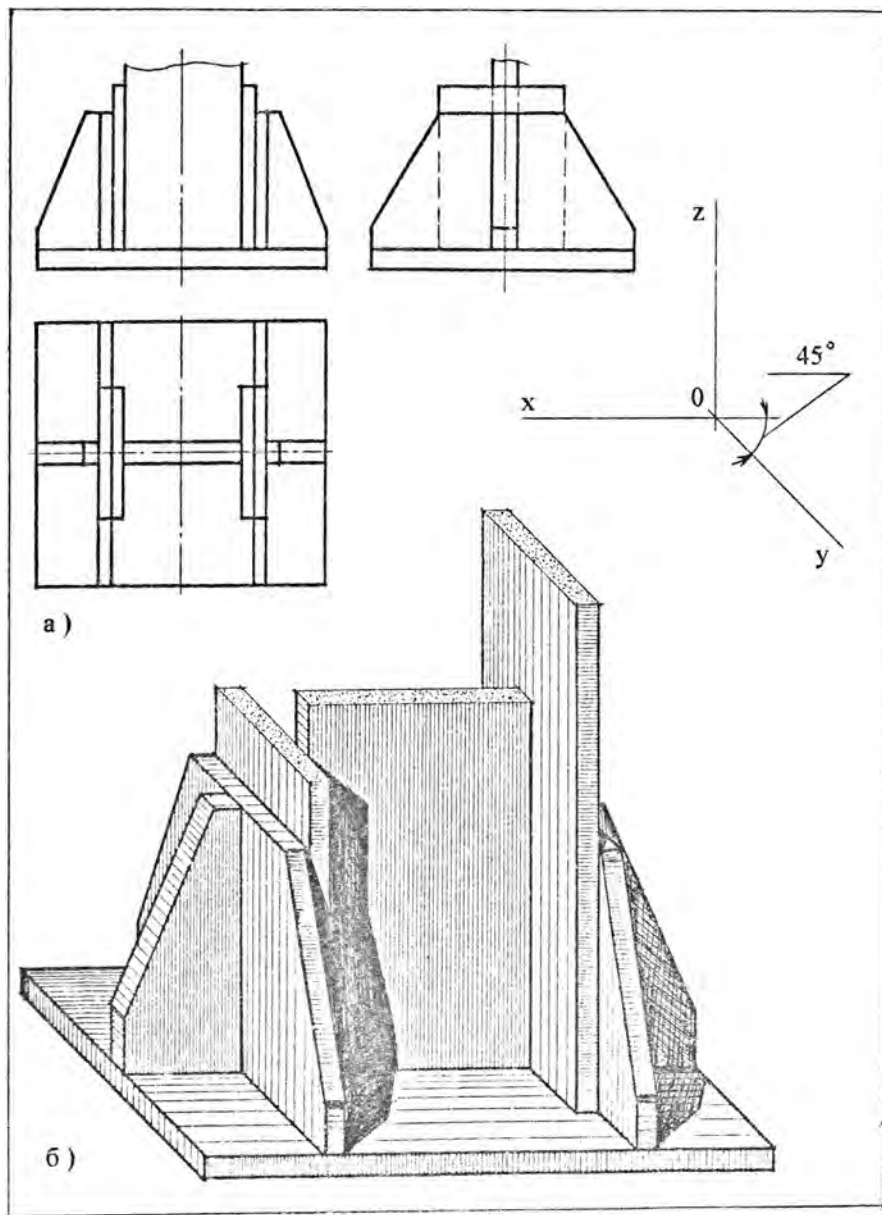
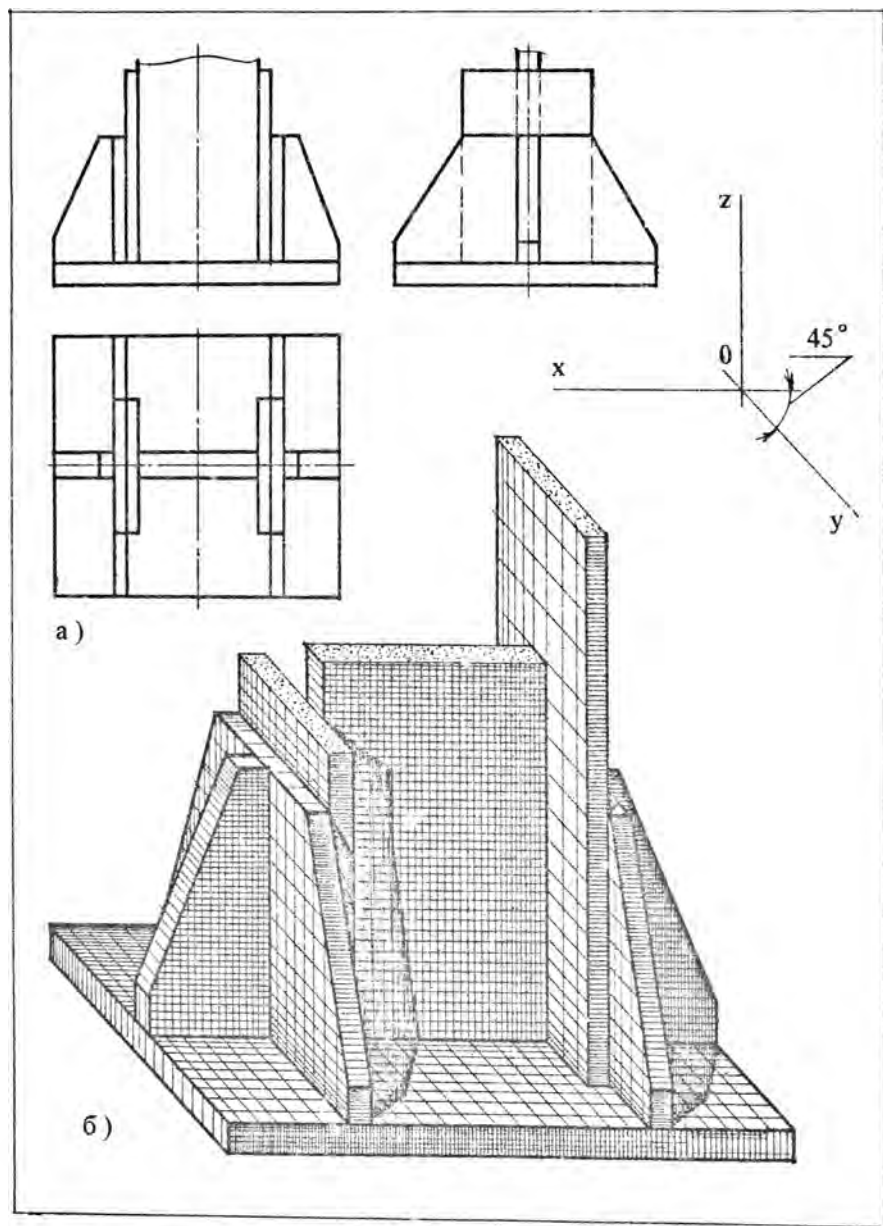


Рис. 23



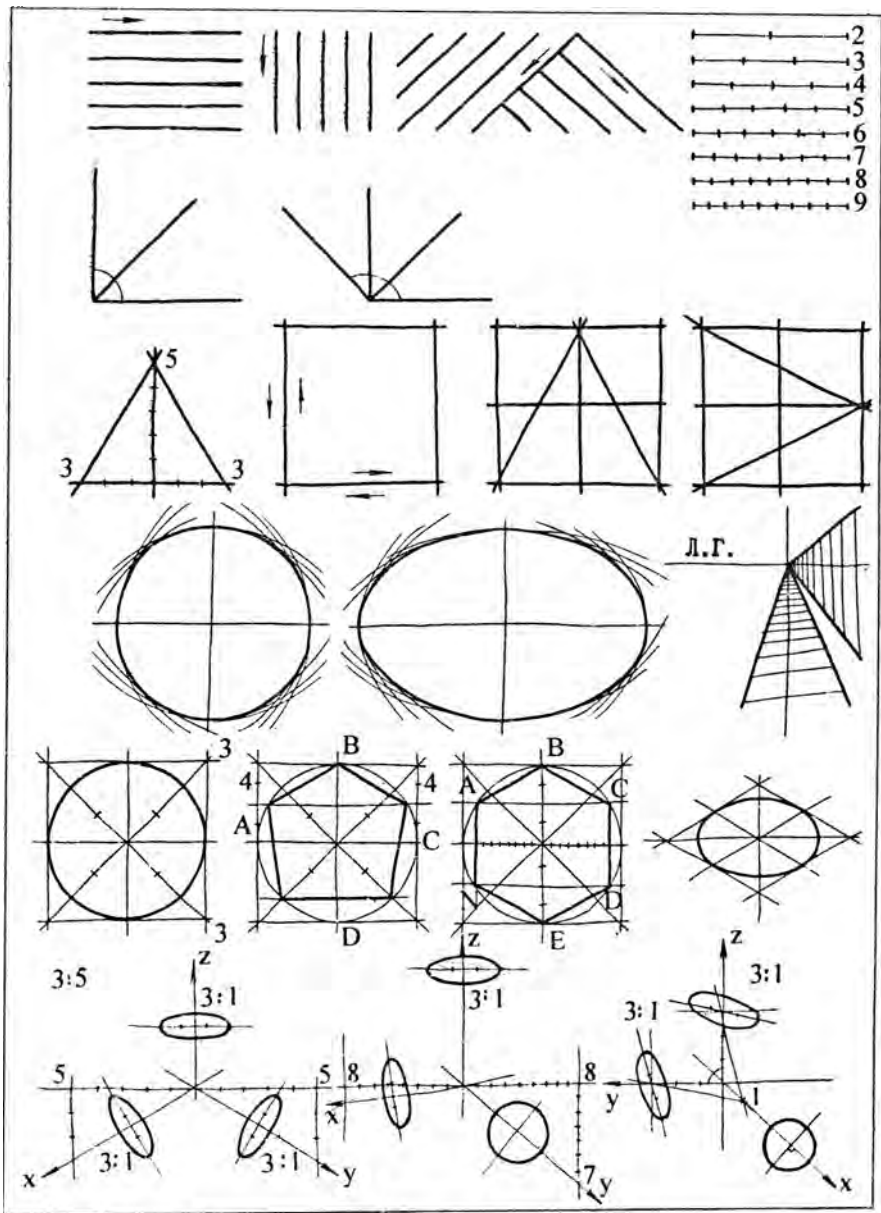


Рис. 25

ПЕРСПЕКТИВА

Для того чтобы изобразить предметы такими, какими их видит человек, необходимы некоторые познания перспективы. Глаз человека устроен так, что предметы, находящиеся ближе к наблюдателю, кажутся большими, а по мере их удаления от наблюдателя или наблюдателя от предметов они становятся все меньшими и наконец исчезают. Перспективой называют метод изображения пространственных предметов на плоскости (рисунке), которые соответствуют зрительному восприятию. Точка, в которой сходятся две, уходящие от наблюдателя, параллельные линии, называется точкой схода и лежит она на линии горизонта (рис. 26). Линия горизонта находится на уровне глаз наблюдателя. Значительную роль при этом играет высота точки зрения. Чем выше находится наблюдатель, тем линия горизонта выше и дальше (горизонт расширяется), и наоборот. Линию горизонта можно легко определить, если лист бумаги, размещенный горизонтально, поднять на уровень глаз, чтобы он слился в одну линию. Линия эта укажет высоту горизонта на окружающих предметах. Точка схода может быть одна или несколько в зависимости от положения наблюдателя по отношению к предмету и конфигурации самих предметов (рис. 27). Точки схода не всегда лежат в плоскости картины. Чаще всего они находятся за его пределами (рис. 28). Поэтому законы перспективы должны быть соблюдены на глаз. В этом заключается одна из сложностей выполнения рисунка. Правила перспективы постигаются в процессе обучения рисунку. Это основа изобразительной грамоты.

РИСОВАНИЕ С НАТУРЫ ОТДЕЛЬНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ

Начинать рисовать полезно с натуры. При рисовании с натуры на плоскости изображают объемную форму предмета. В ходе рисования происходит активный процесс познания объекта изображения, его конструкции, формы и особенно того, как он нам видится в пространстве. Происходит процесс изучения и усвоения того, как изобразить это видимое пространство, объем и форму на плоскости листа, чтобы на изображении иллюзорно правильно воспринимались наблюдаемые качества натуры.

Рисуя с натуры трехмерный предмет (группу предметов), нельзя изображать его по частям, подрисовывая к одной законченной части другую. В таком случае изображение лишается цельности, отдельные части разномасштабны. Для правильного усвоения навыков рисунка необходимо придерживаться методических правил. Объекты для рисунка подбирать в определенной последовательности, от простого к сложному. Первыми моделями для рисования служат геометрические тела (куб, цилиндр, шар, призма, пирамида и др.). Рисование простейших геометрических тел занимает важное место в процессе познания законов перспективы. Изображая правильные геометрические тела, начинающий рисовать правильно усваивает закономерности распределения светотени на этих телах и вырабатывает практические навыки выражения формы и объема этих тел на рисунке.

Процесс рисования элементарных геометрических форм позволяет накопить необходимые знания для выполнения более сложных натуральных постановок. Формы сложных тел в большинстве своем состоят из простых - куб, шар, цилиндр, конус и др. Умея рисовать простые предметы, легко можно научиться рисовать более сложные, подходя к ним аналитически.

Итак, основная задача учебного рисунка состоит в точной передаче объемной формы предмета в перспективе. На рис. 28 показаны различные положения куба по отношению к линии горизонта и к рисующему. Вертикальные ребра куба остаются параллельными фронтальной плоскости, но различны по своей величине. Ребро, расположенное ближе к рисующему, будет всегда больше остальных, расположенных в глубине, так как по основному закону перспективы параллельные линии, в натуре уходящие от зрителя, должны сойтись в одной точке схода на линии горизонта.

Построение куба начинают с проведения вертикального ребра, находящегося ближе всего к рисующему (рис. 30 а). Карандаш следует держать так, как показано на рис. 29 в, линии должны быть тонкими, сплошными. Затем откладываем высоту куба, проводим остальные вертикальные ребра (и невидимые тоже), намечаем кажущиеся наклоны горизонтальных ребер, начиная с нижнего основания переднего ребра (рис. 30 б). Очень важно правильно определить наклон горизонтальных ребер. Для этого можно применить прием визирования (рис. 29 б). Для правильного определе-

ния наклона можно провести горизонтальные линии, проходящие через верхний и нижний передние углы. Определяем высоту вертикальных ребер куба на втором плане и намечаем горизонтальные ребра. Заметим при этом, что угол, складываемый вертикальным передним ребром и горизонтальным, острее внизу, чем вверху (рис. 30 б), так как линии горизонтальных нижних ребер, стремящихся к одной точке схода с верхними, поднимаются как бы стремительнее и круче. Поэтому и плоскость основания открыта больше, чем верхняя. Верхняя плоскость находится ближе к линии горизонта. Линии горизонтальных ребер можно продолжить, проследив, чтобы они сходились в перспективе, предотвратив этим возможные ошибки.

Прорисовав все видимые ребра куба и наметив невидимые, проверяем компоновку (т. е. размещение рисунка на листе бумаги). Изображение не должно быть слишком большим и слишком маленьким. Рисунок должен заполнять лист на 75%. Итак, если компоновка рисунка нормальная, приступаем к более тщательному построению. Проверяем соотношение частей в натуре и на рисунке, например, сколько раз видимая верхняя плоскость вмещается в высоте, меньшая боковая грань в большей и в высоте и т. д.

Намечаем слегка тени. Объемный рисунок легче воспринимается и на нем легче заметить ошибки. Все время проверяем построение и уточняем. Переходим к нанесению теней (рис. 30в, г). Определяем направление света и намечаем легкими штрихами собственную и падающую тень. При светотеневом решении надо показать, что неосвещенная грань куба темнее на границе с освещенной, а самое светлое место на освещенной поверхности располагается ближе к теневой части. Оконченный рисунок куба должен выглядеть примерно так, как показано на рис. 30, 32, 33.

Итак, при рисовании с натуры в перспективе геометрических тел отмечено три главных момента: компоновка рисунка на листе бумаги (занимает 75% листа); построение; выявление формы (штриховка) с постоянным уточнением пропорций.

Рисование с натуры натюрморта из простых геометрических тел (цилиндр, призма, шар). Выше было отмечено что, начиная рисовать с натуры предмет или группу предметов, следует рисовать его сразу, а не по частям. Отмечают общую высоту и ширину постановки, а потом уже отдельные детали, т. е., начиная с

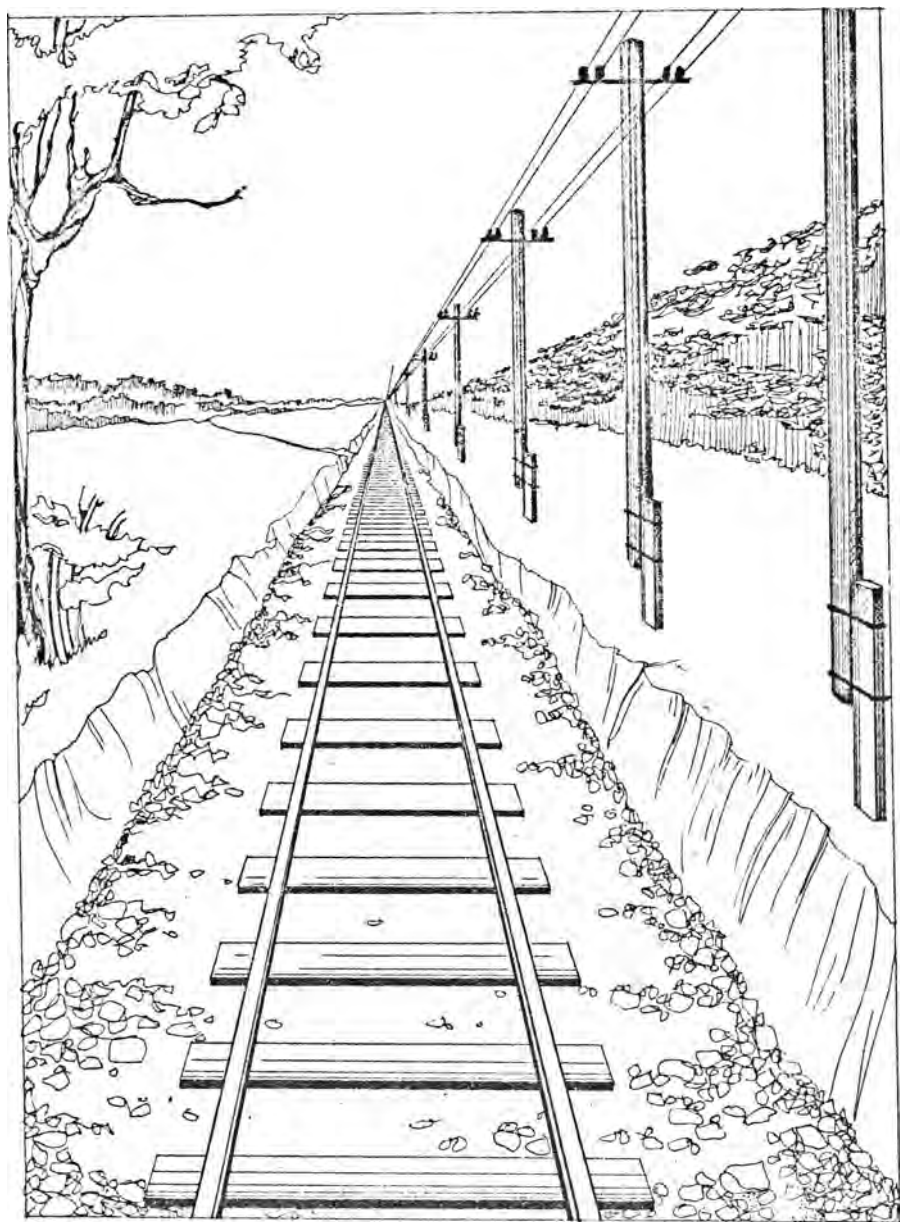
целого, идти от общего к частному.

Первый этап - решение общей массы предмета, компоновка (размещение) рисунка на листе бумаги. Определить размещение листа: по вертикали - если постройка большая по высоте, или по горизонтали - если постройка больше по ширине. Рисунок не должен быть особенно крупным, чтобы его контуры приближались к краям листа, но вместе с тем он не должен быть и мелким. После решения вопроса размещения рисунка на листе бумаги наносится основная форма постройки в обобщенном виде (рис. 34, 35). Легкими сплошными линиями наносят общую форму предметов.

Второй этап - построение объемной формы. Убедившись, что компоновка рисунка на листе бумаги нормальная, приступаем к более длительному и ответственному моменту - окончательно уточняем основные формы предметов, ранее только намеченные. Прорисовываем более мелкие части постройки, уточняем их отношение к основной массе. Уже при решении основной массы натюрморта легко намечают его объем. Для выражения формы предмета и передачи светотени пользуются штрихами (рис. 31).

Третий этап - детальная проработка постройки. Обобщение объемной формы. Параллельно с детальным построением рисунка постройки ведут и выявление их формы. При этом необходимо все время следить за взаимосвязью деталей между собой и с целым. Все время, уточняя построение, наносим падающие тени, прорабатываем фон с таким расчетом, чтобы лучше выделить рисунок постройки. При передаче светотени штриховкой надо постепенно прорабатывать рисунок по всей его площади и все время следить за правильностью соотношений - свет, тень, полу-тень, блик, определив при этом самое светлое и самое темное места (рис. 34, 35).

В завершающей стадии полезно отойти на некоторое расстояние от рисунка и взглянуть со стороны. На расстоянии легче выявить возможные ошибки как в построении, так и в обобщении формы постройки (рис. 34, 35).



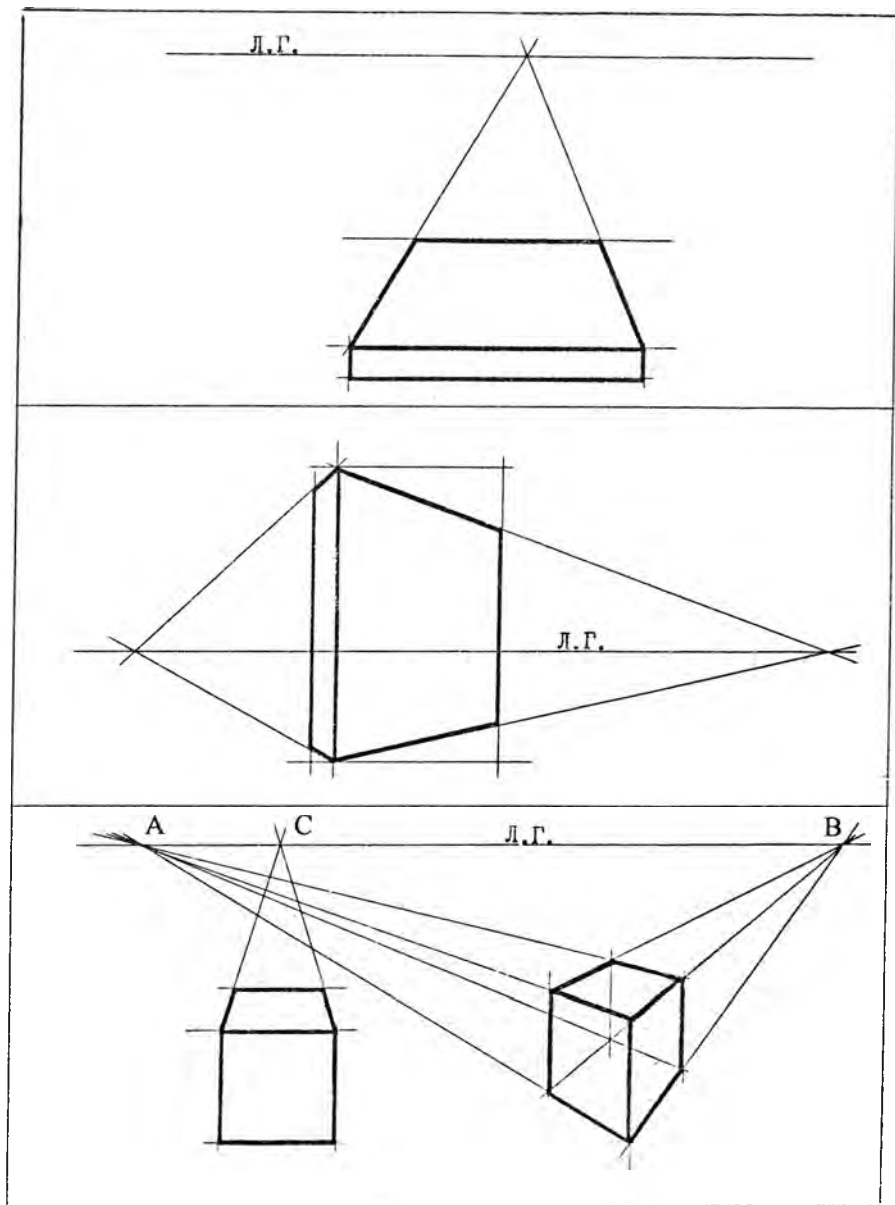


Рис. 27

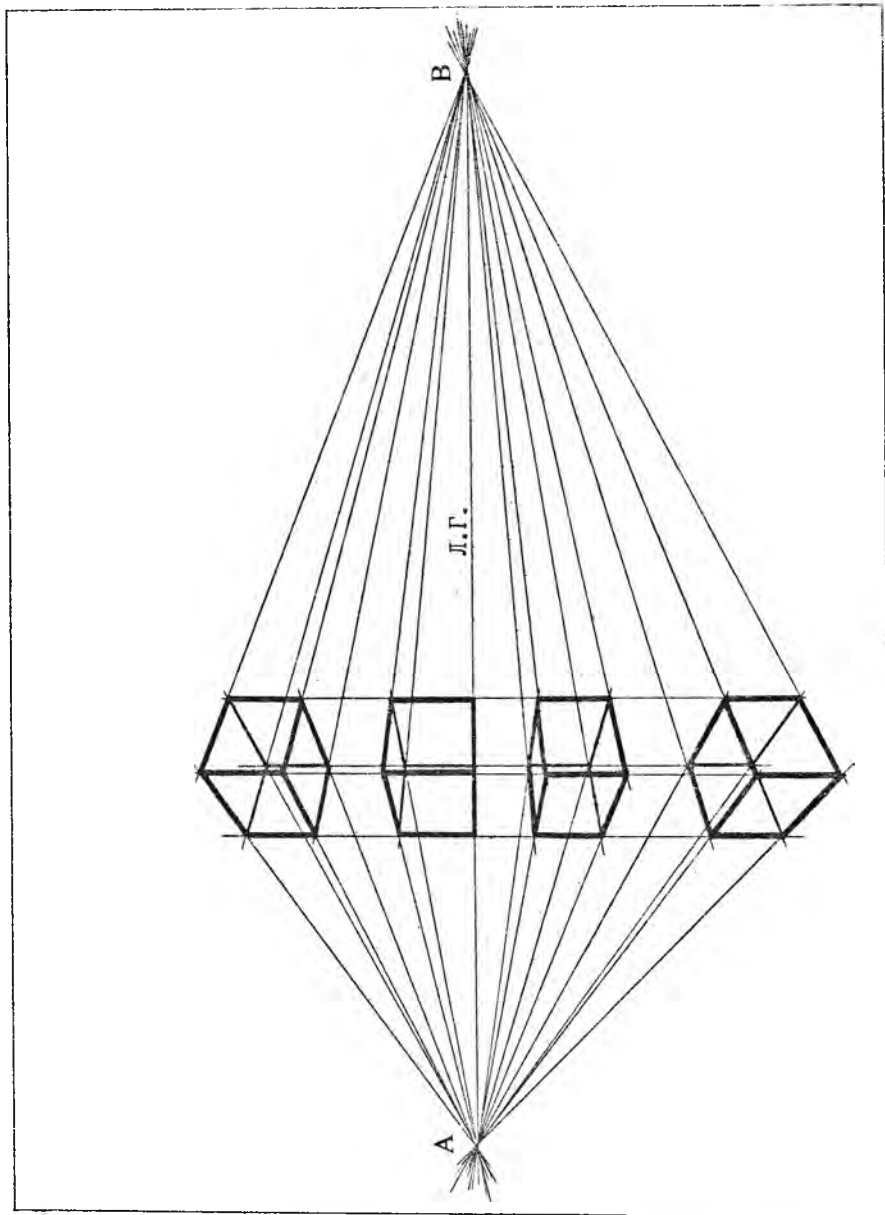


Рис. 28

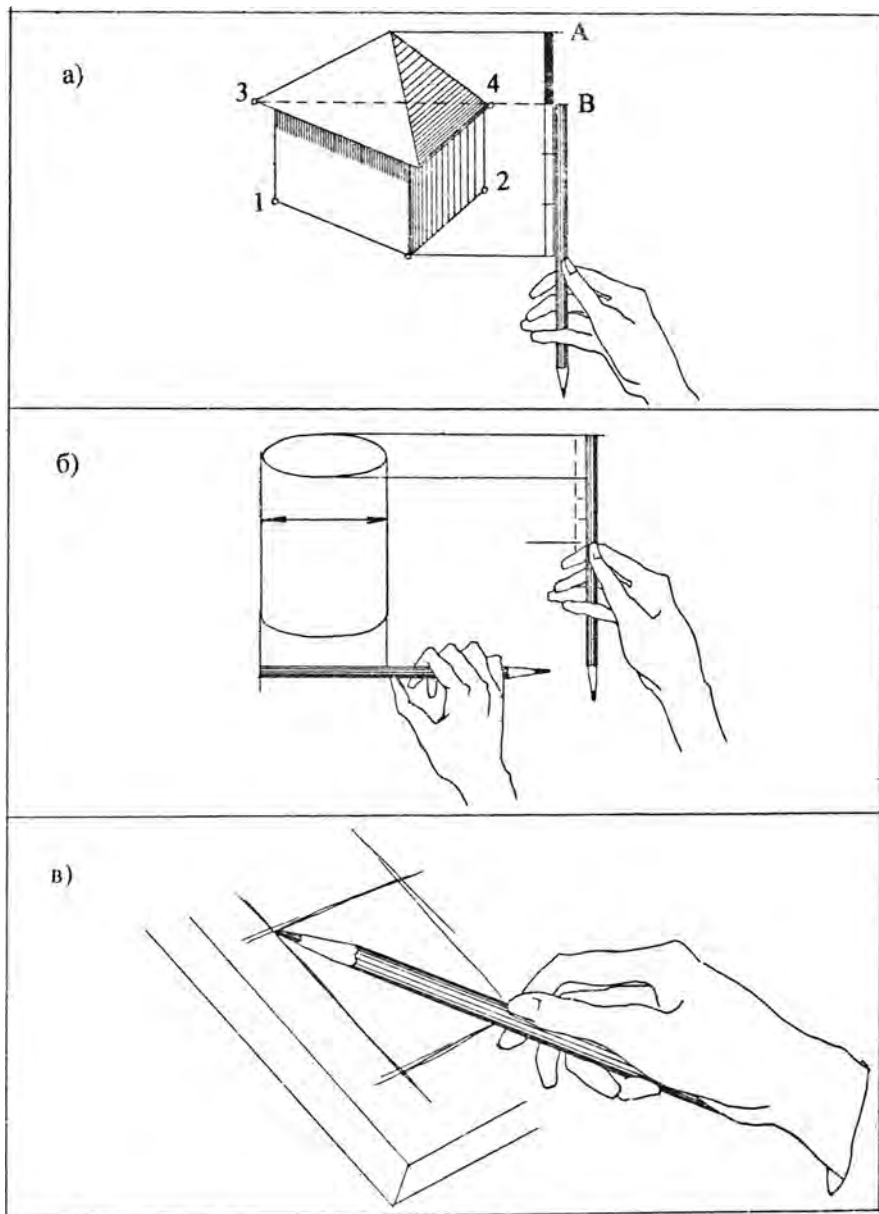
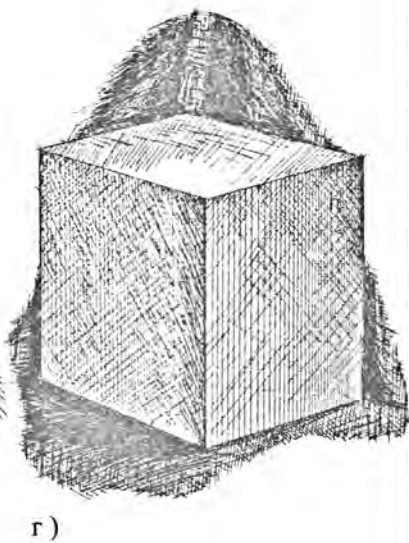
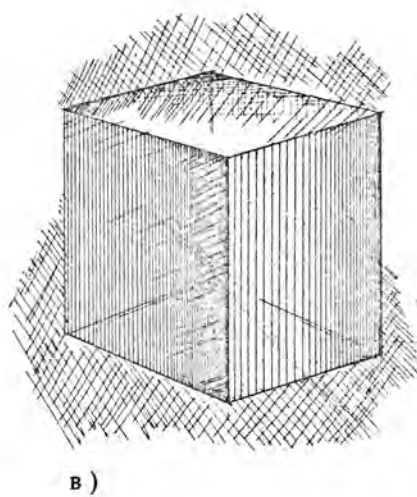
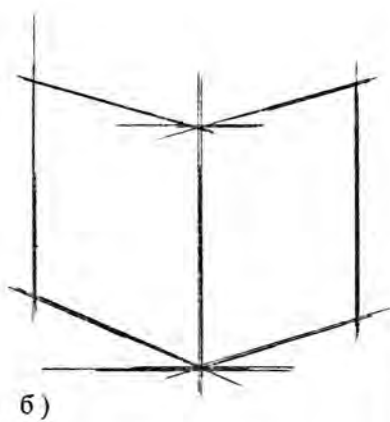
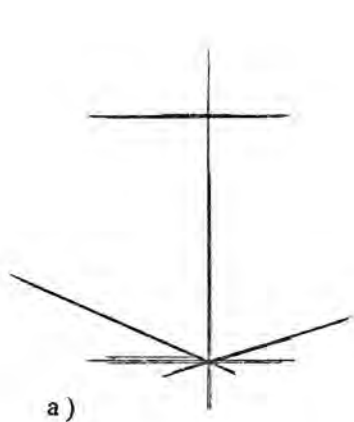


Рис. 29



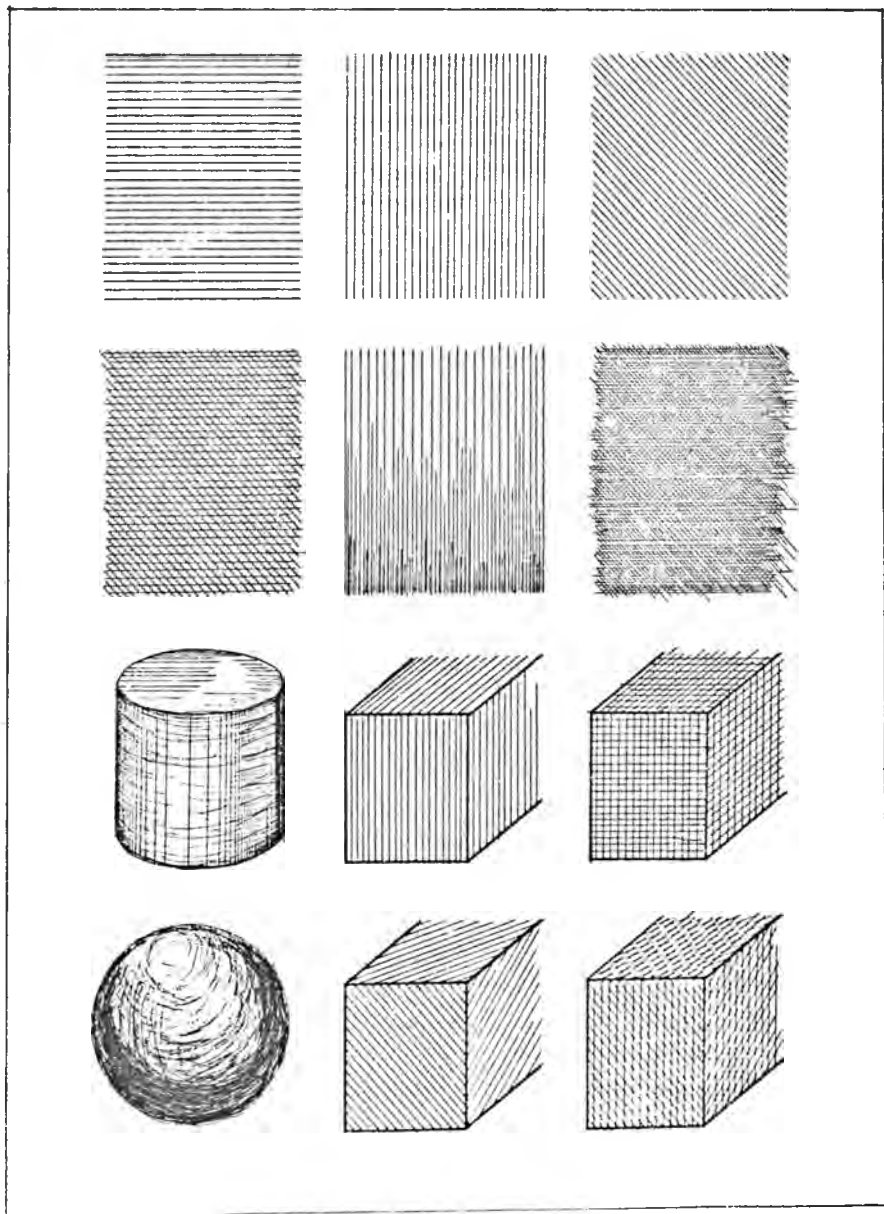
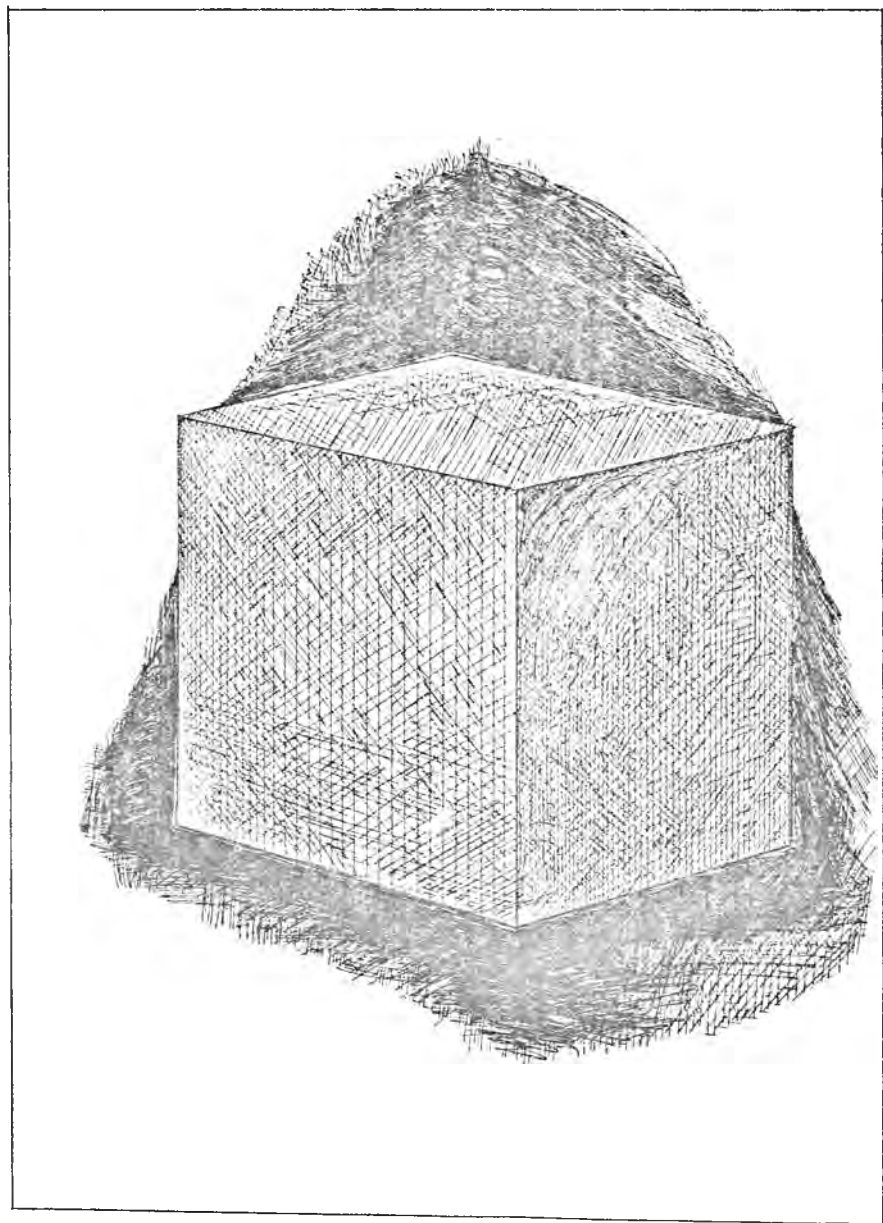
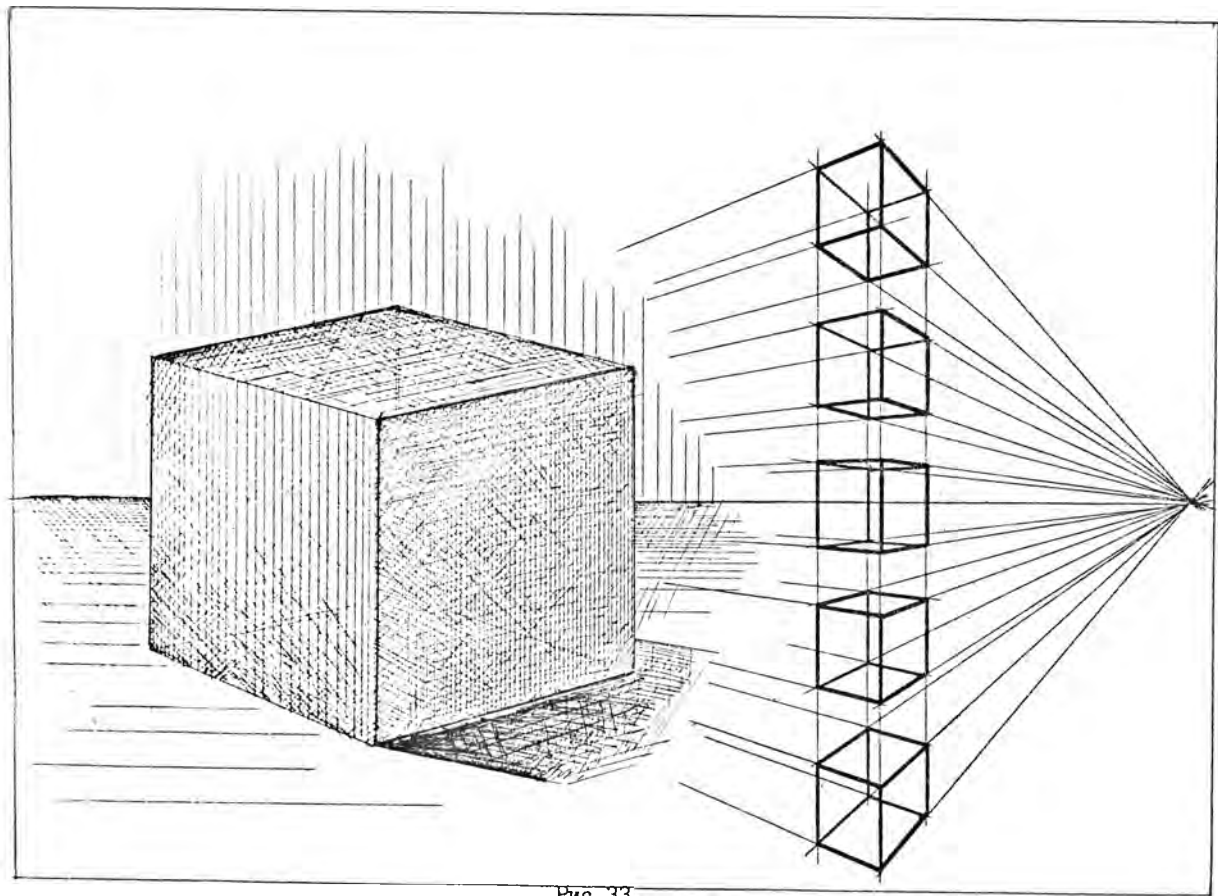
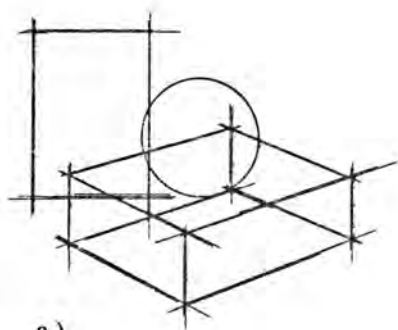


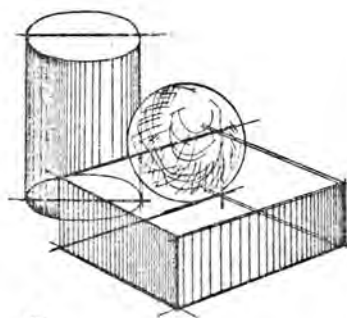
Рис. 31



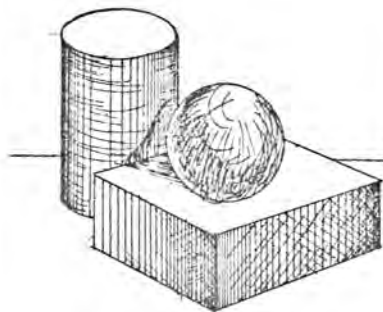




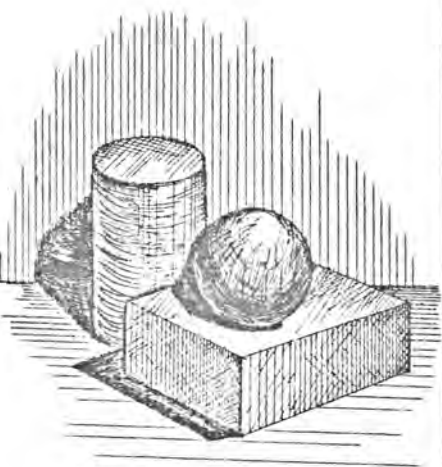
а)



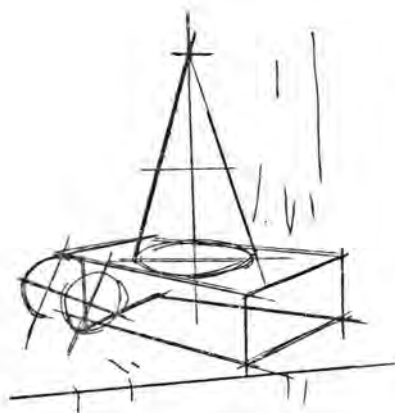
б)



в)



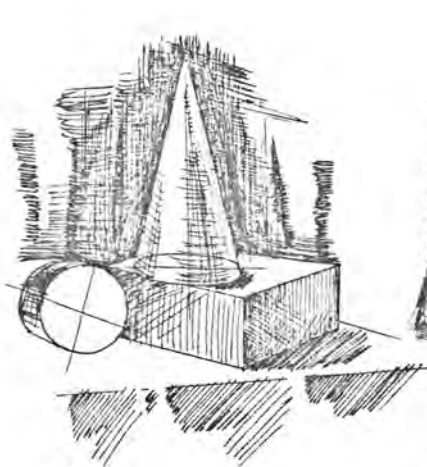
г)



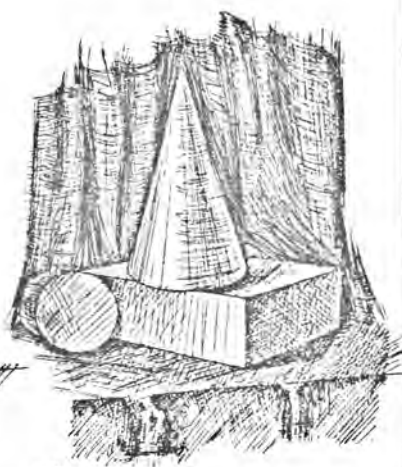
а)



б)



в)



г)

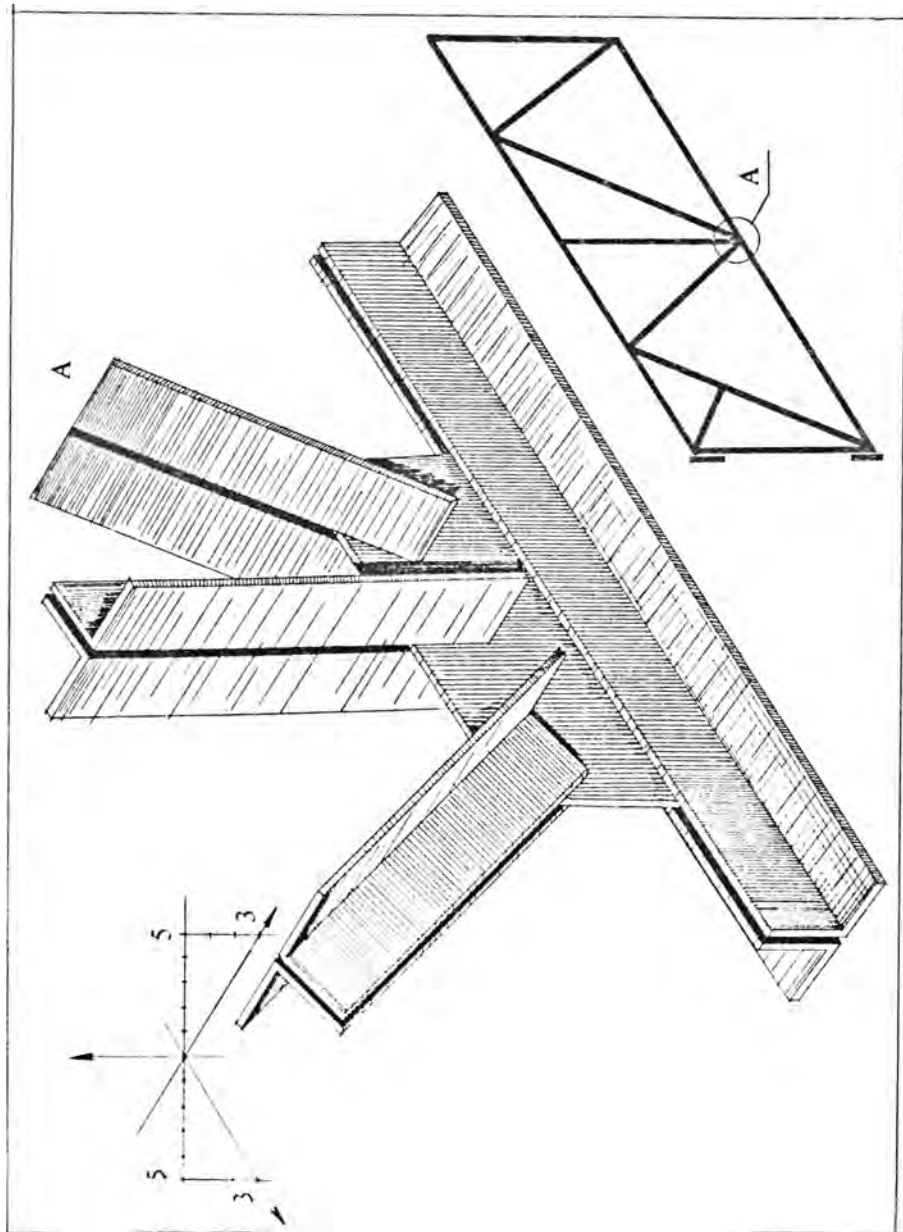


Рис. 36

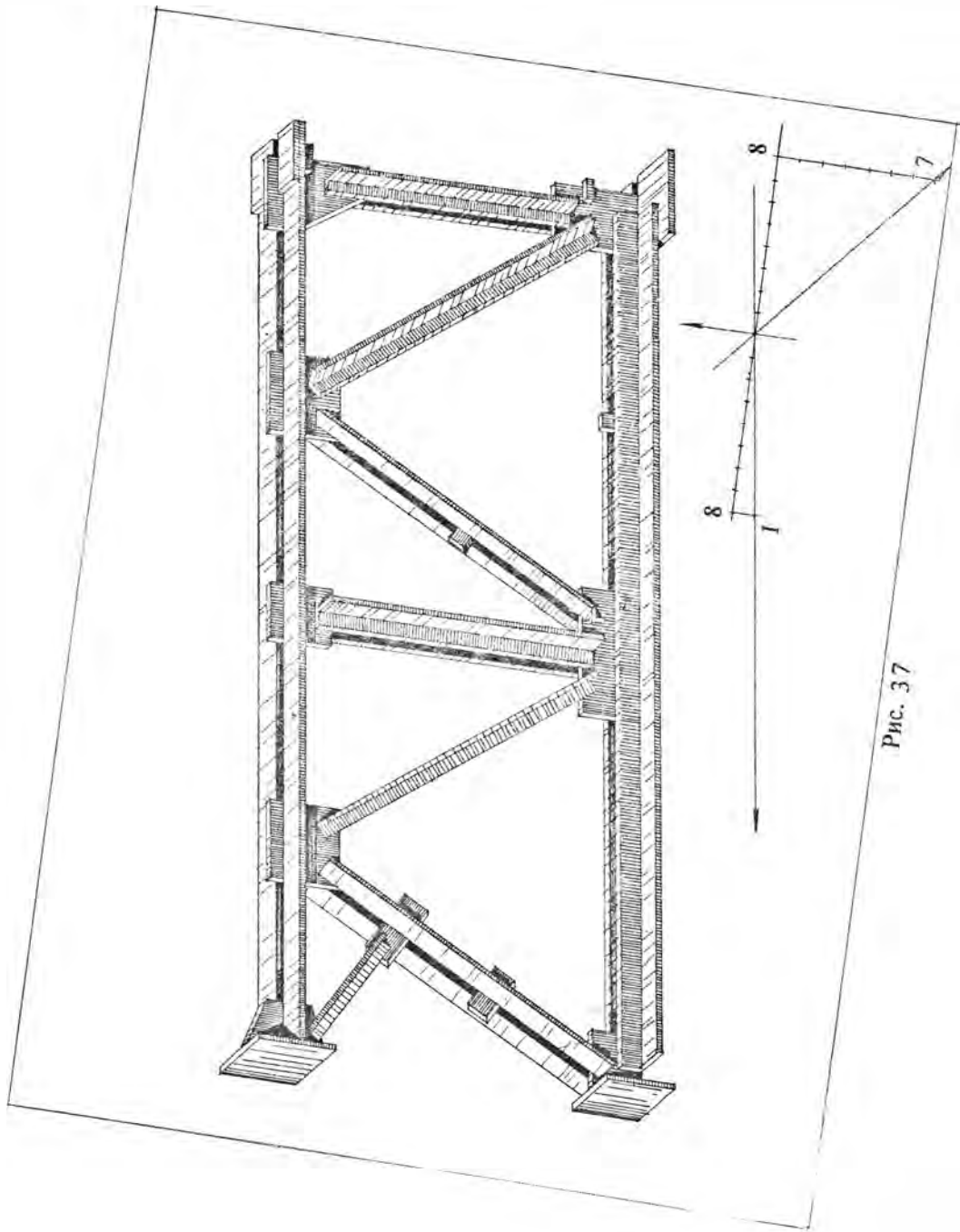


Рис. 37

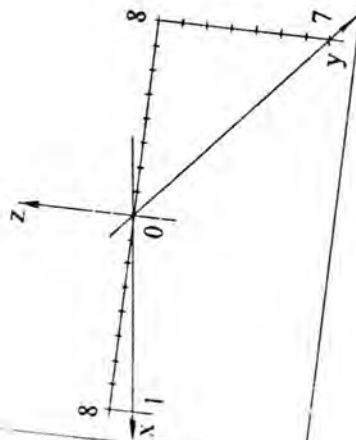
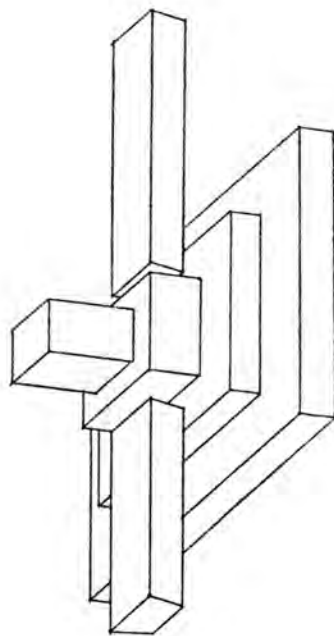
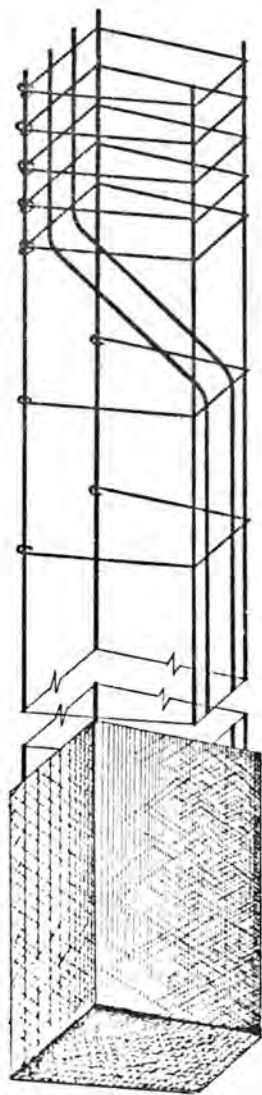


Рис. 38

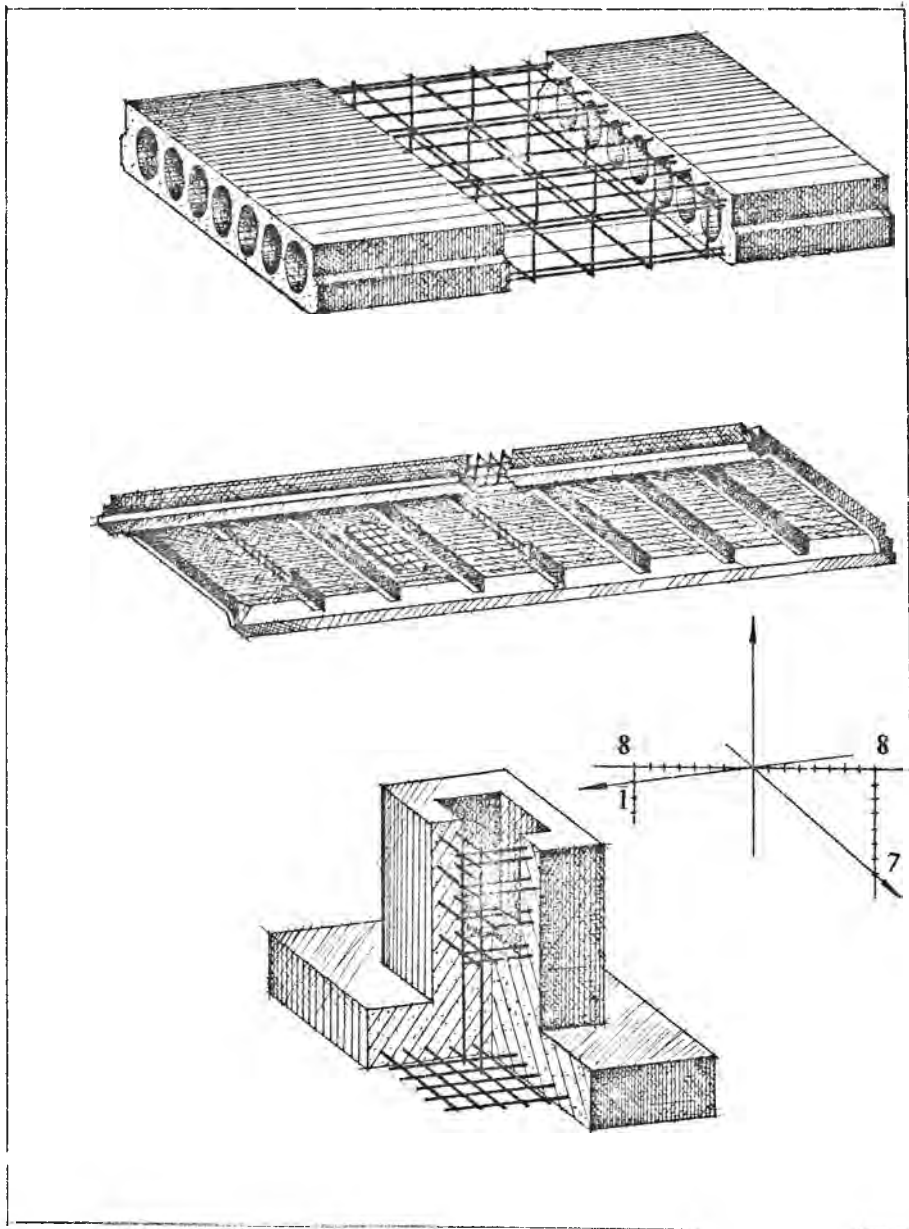
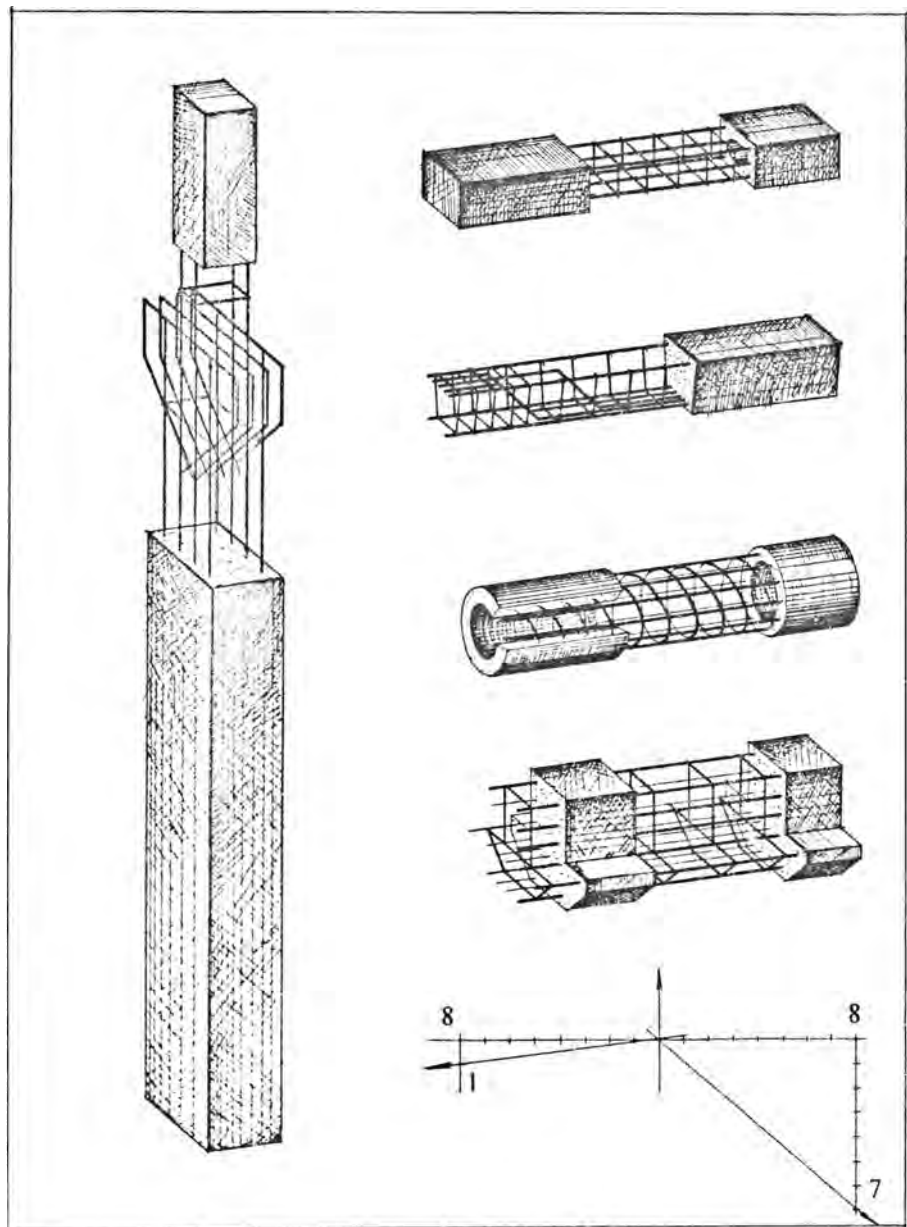


Рис. 39



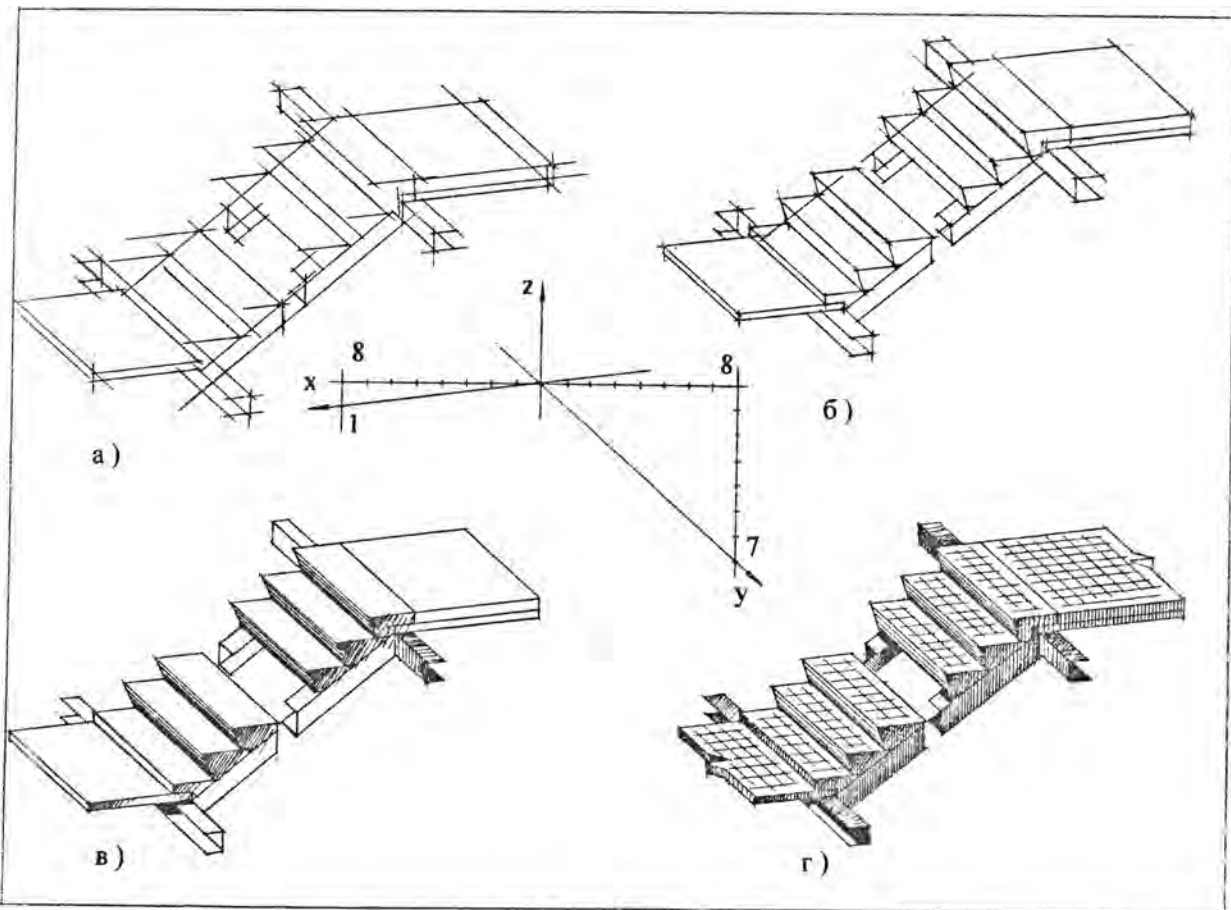


Рис. 41

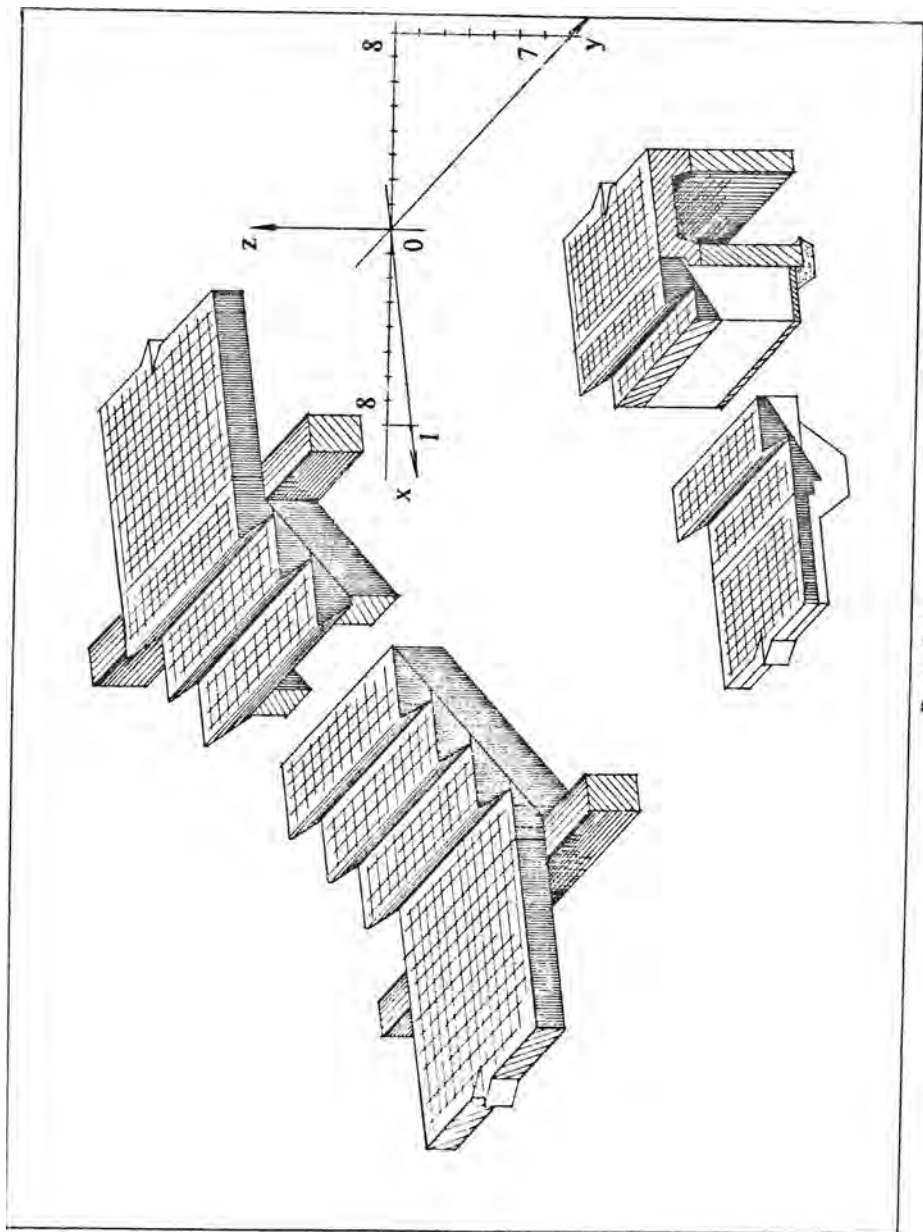


Рис. 42

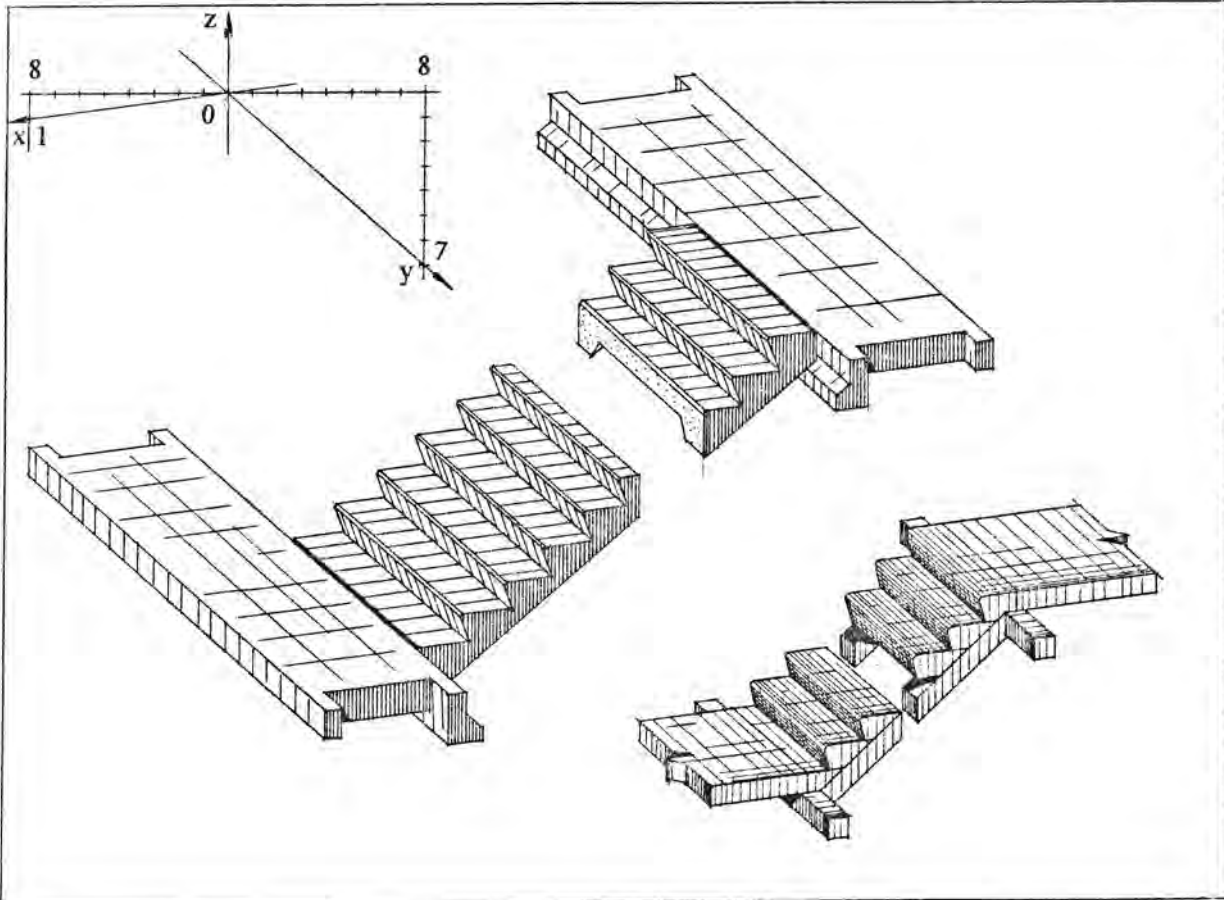
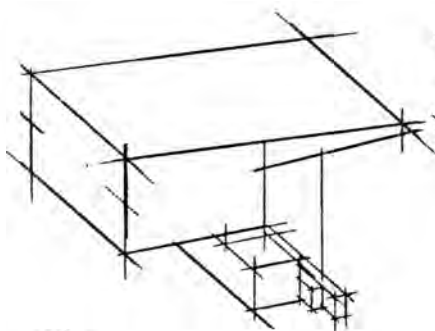
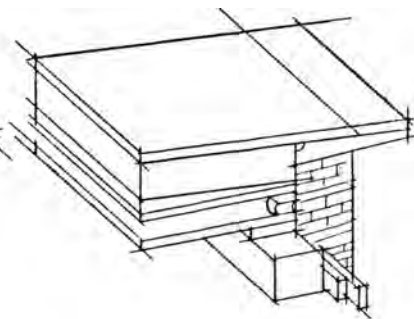


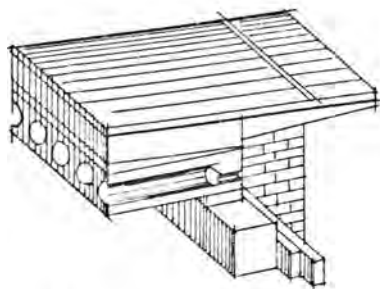
Рис. 4 3



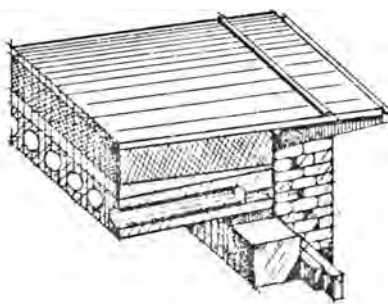
a)



б)



в)



г)

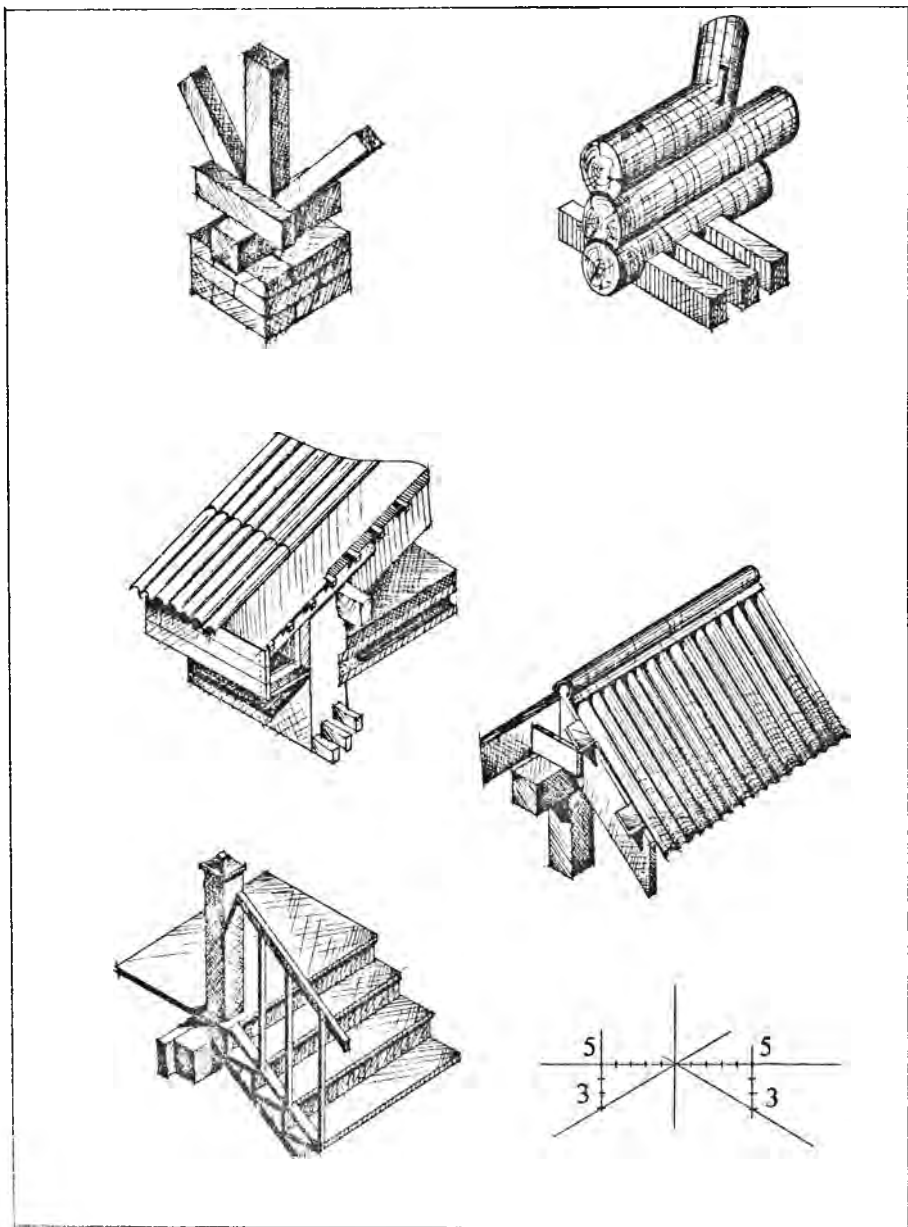


Рис. 45

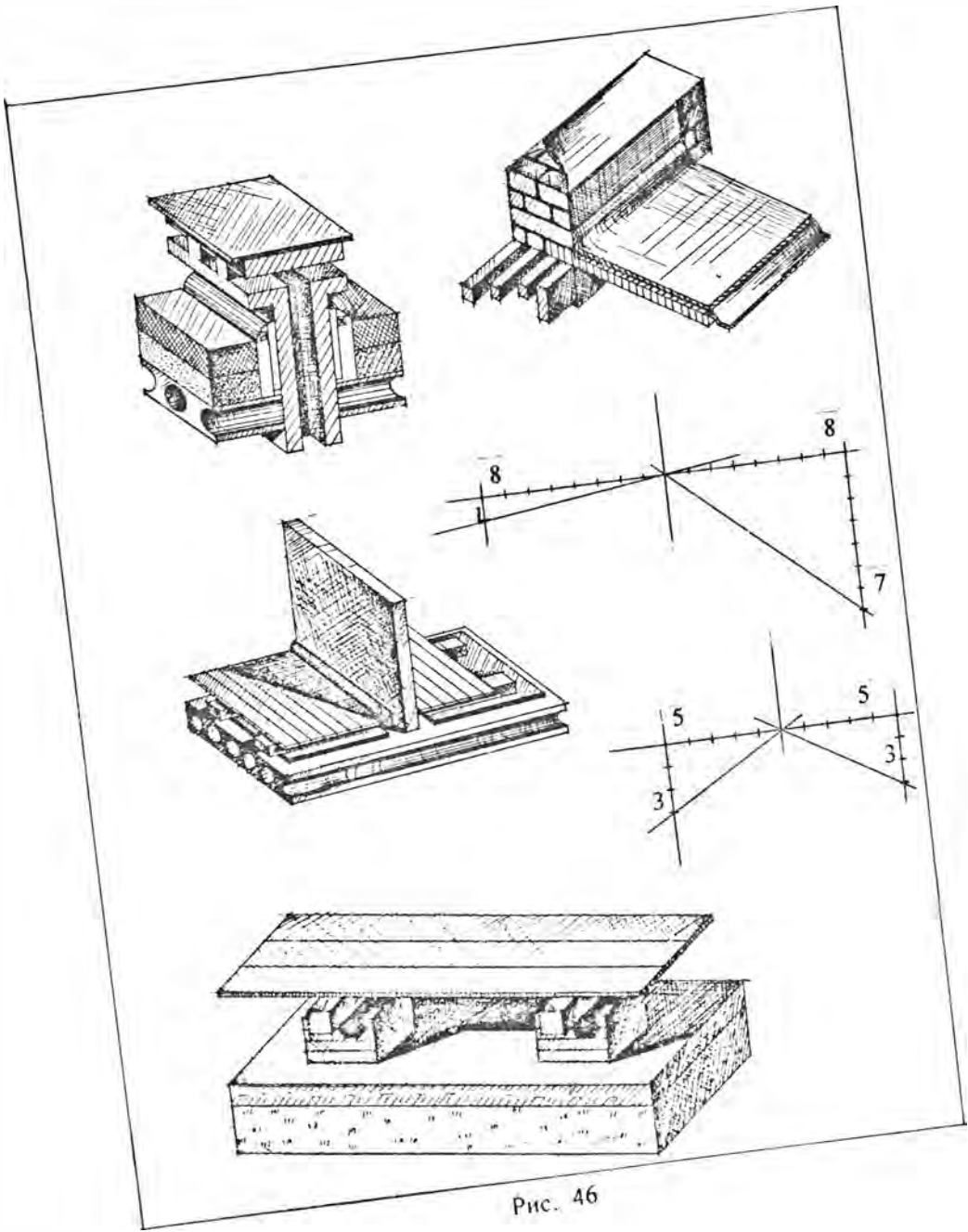


Рис. 46

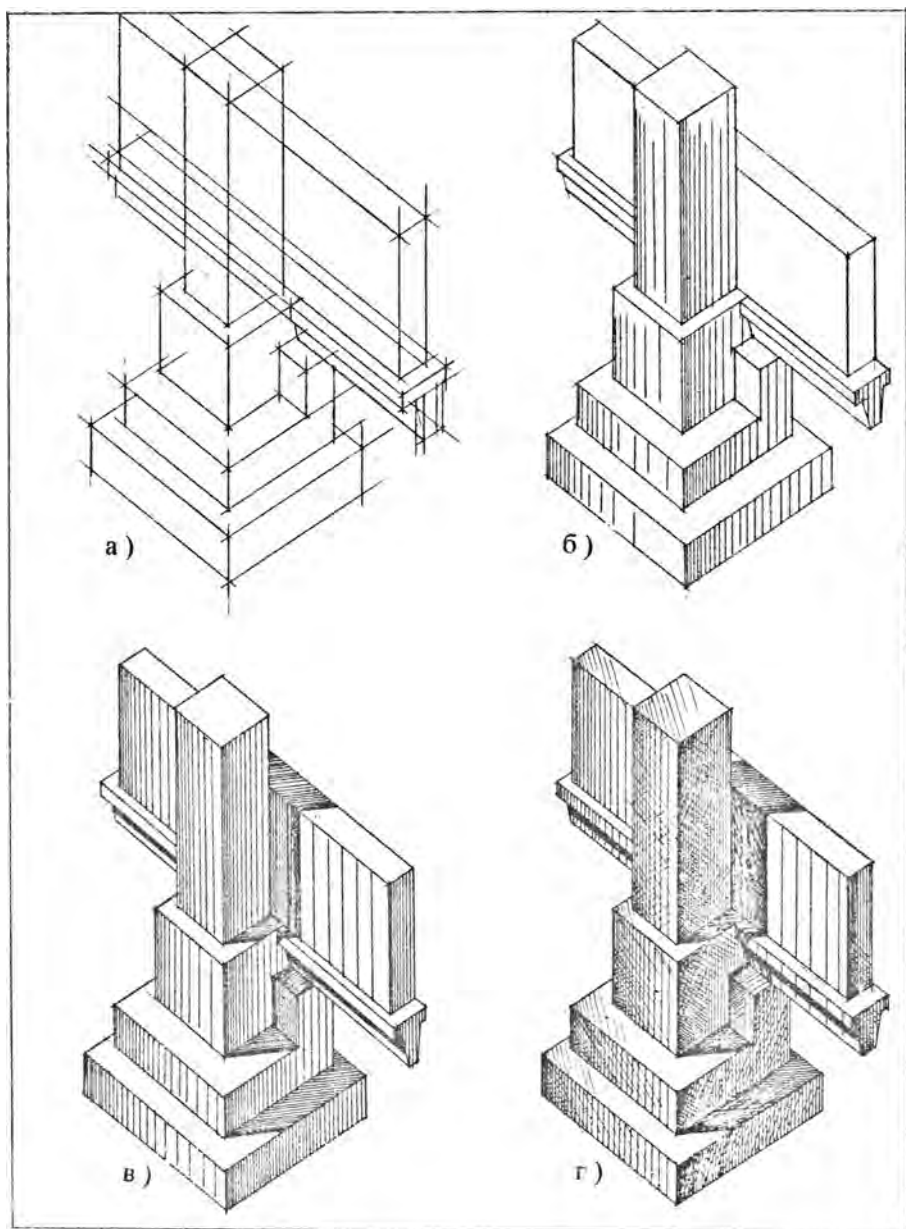
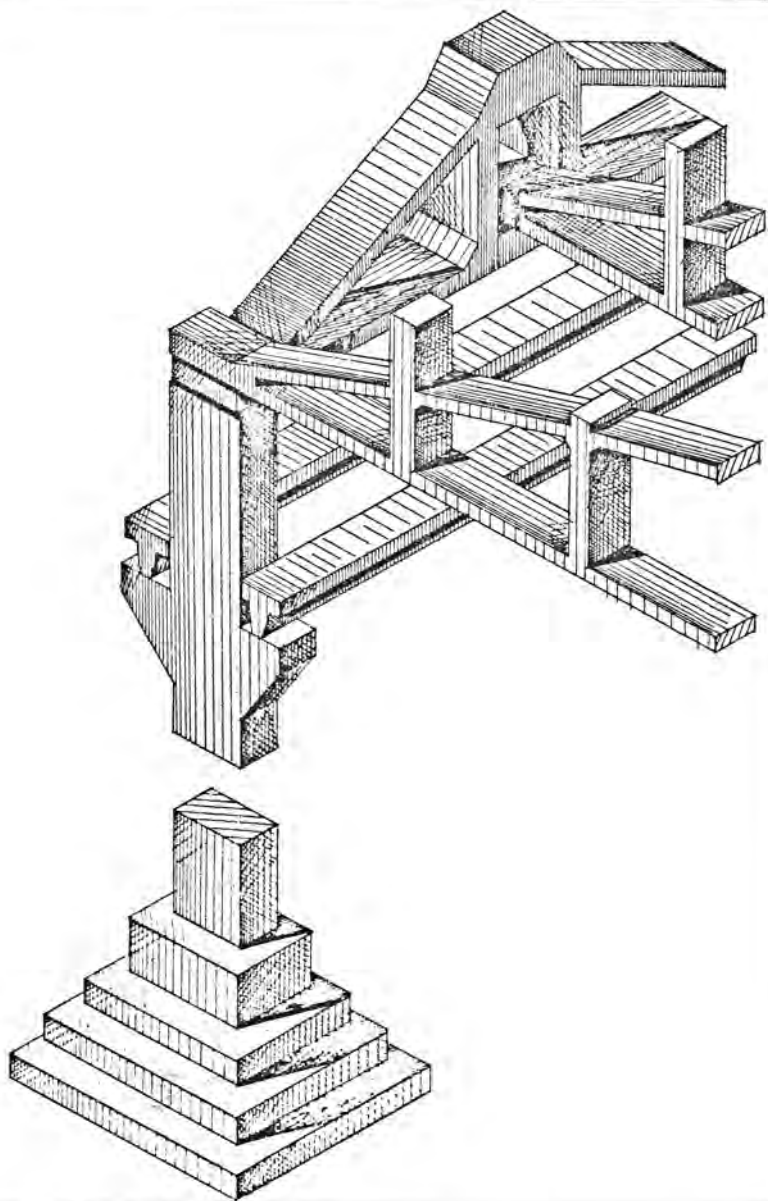
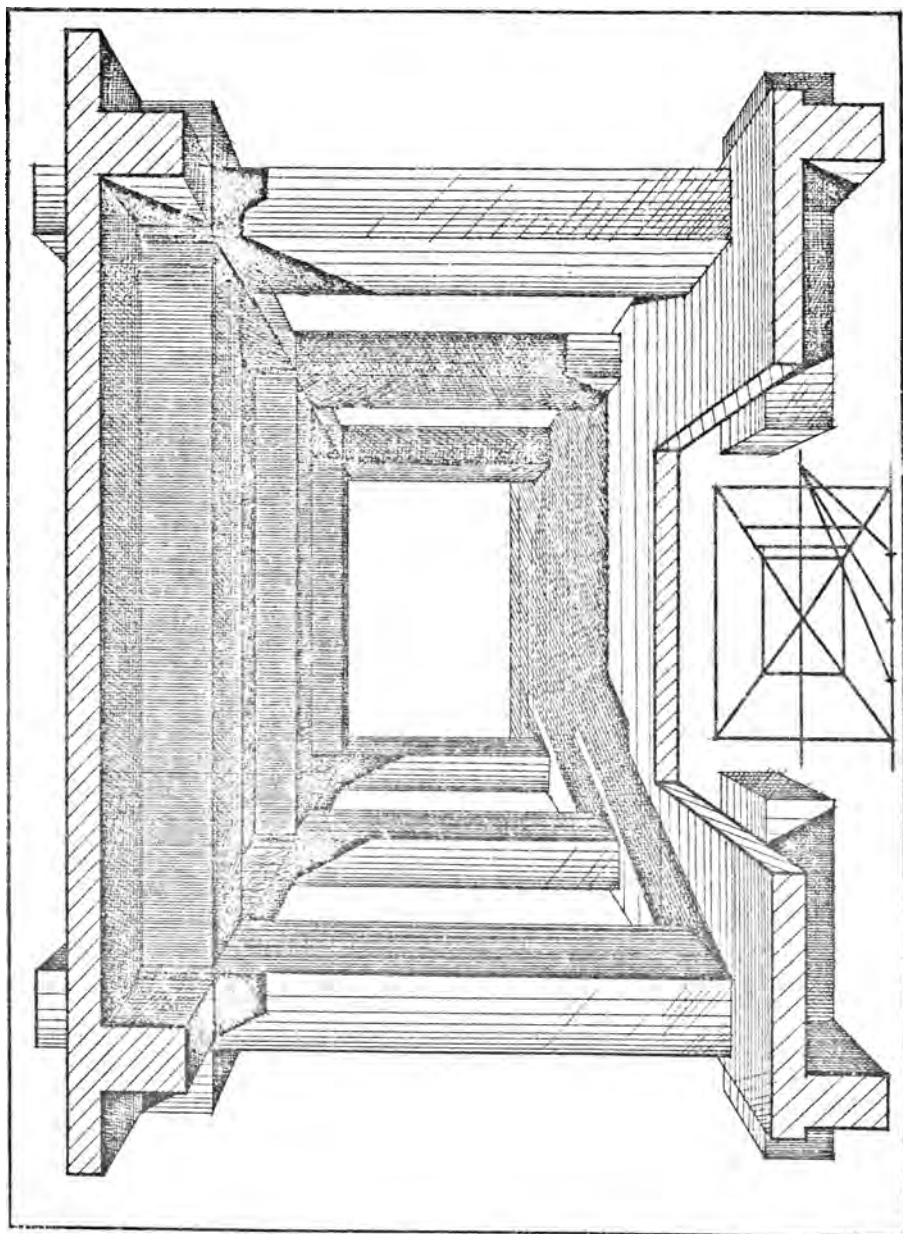
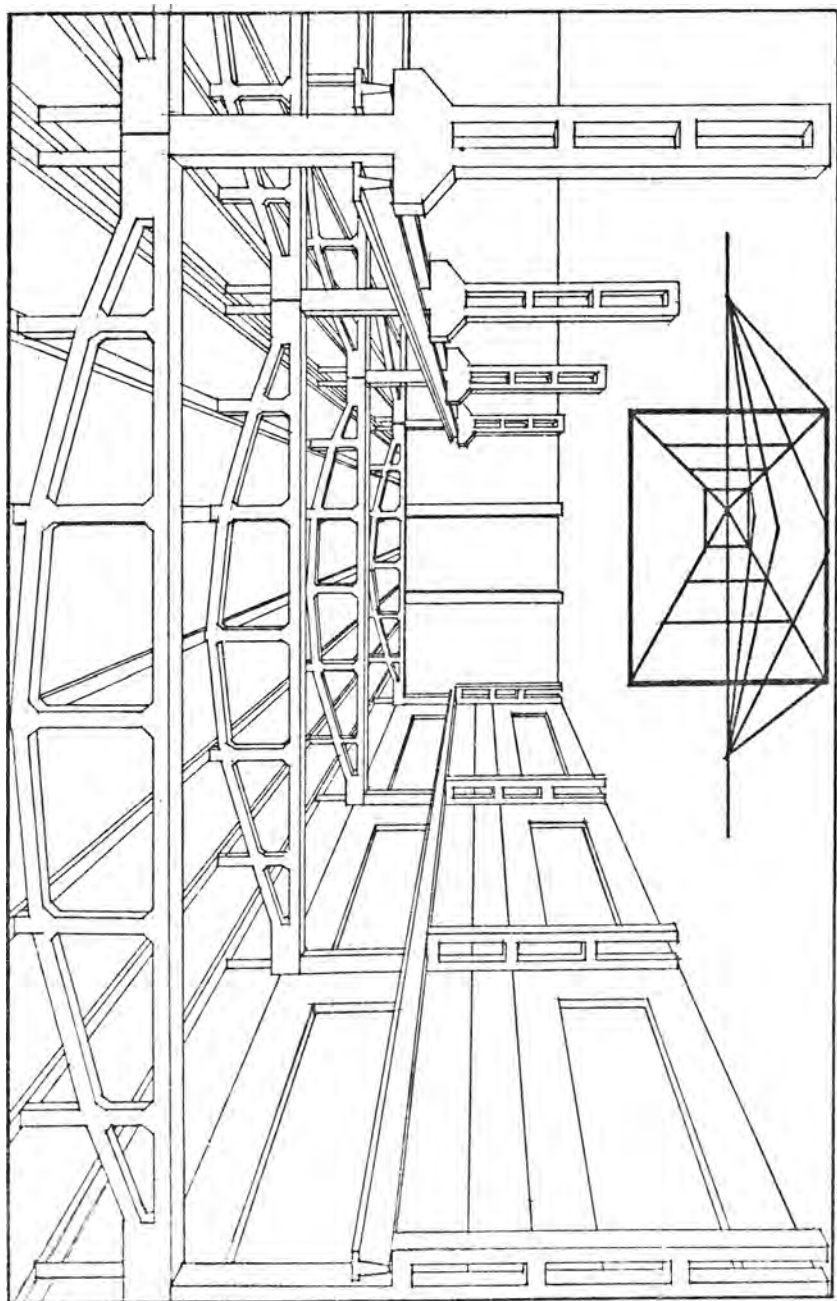
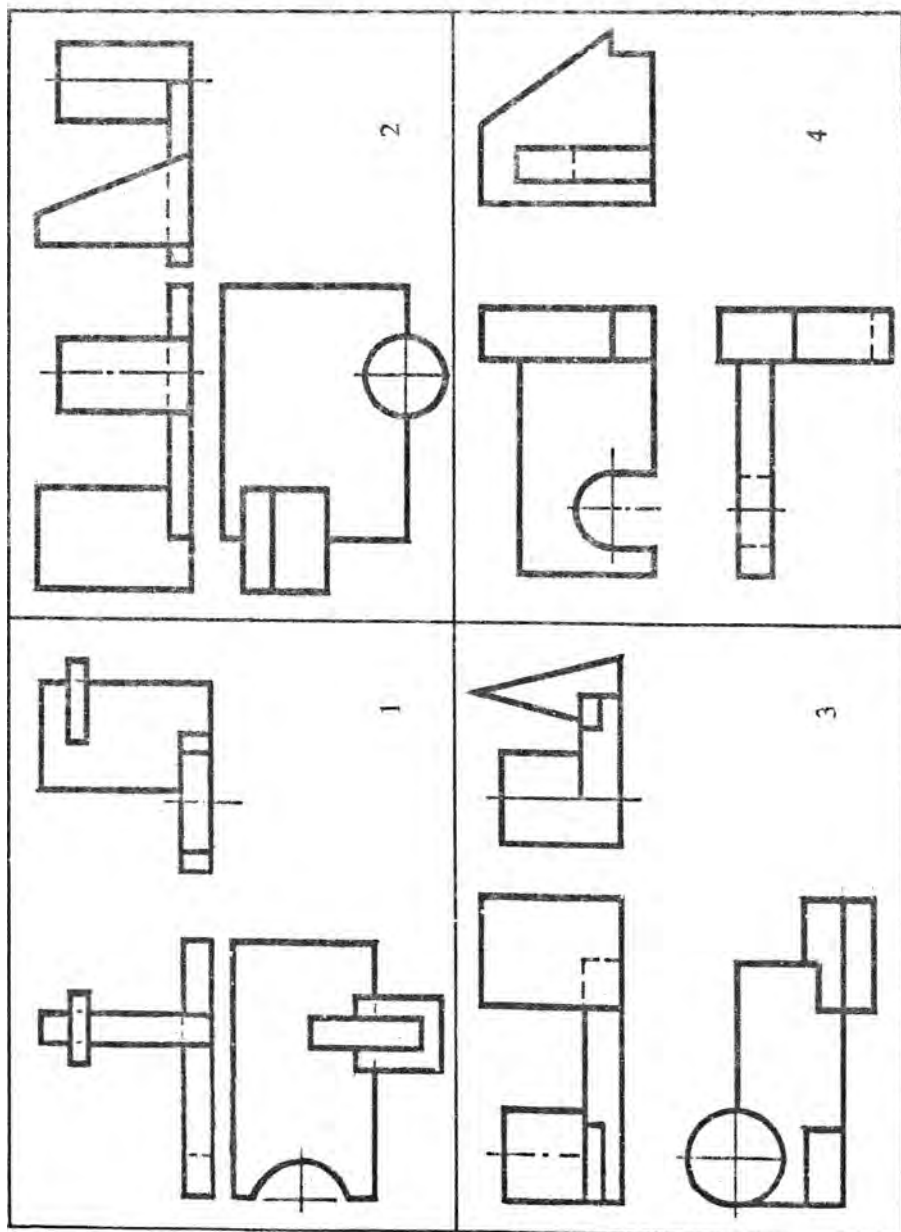


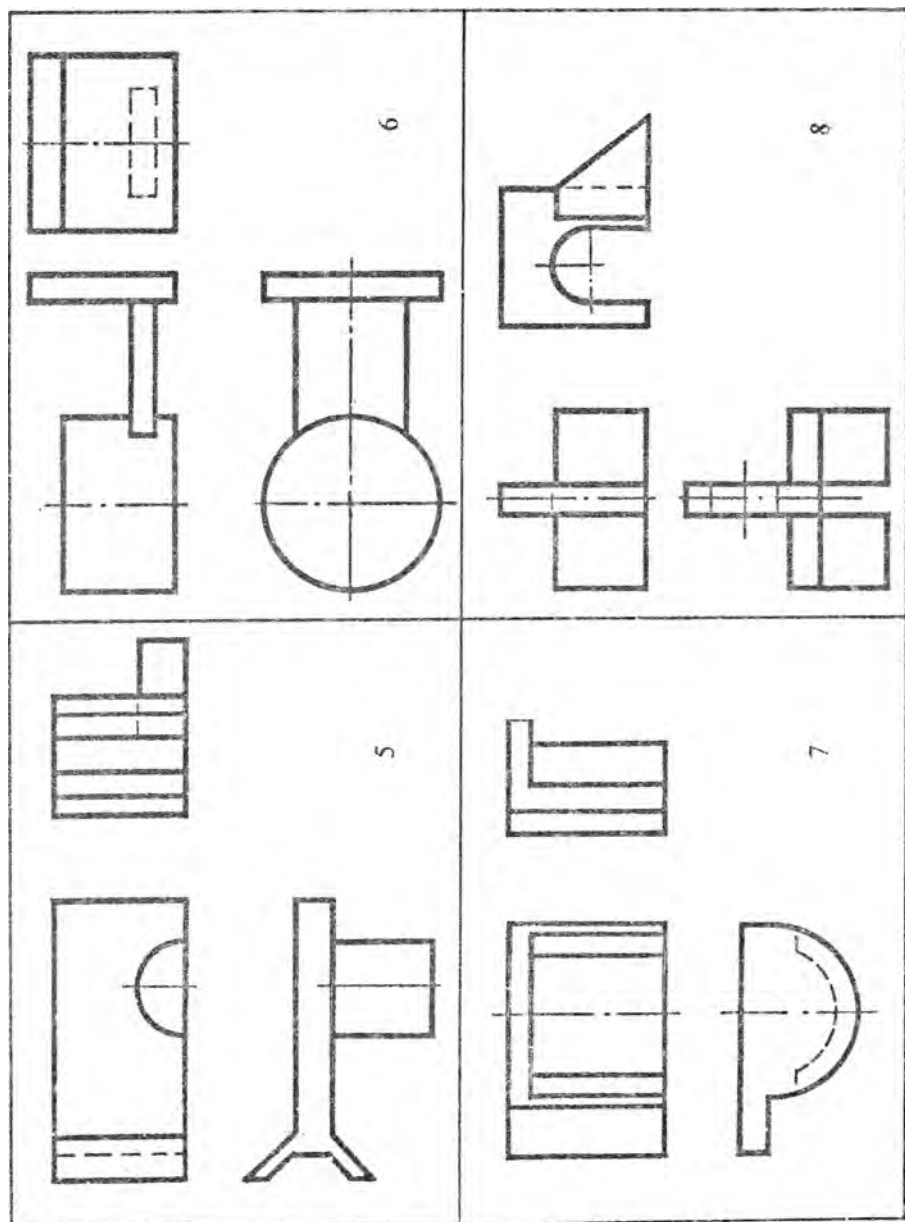
Рис. 47

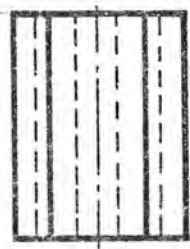
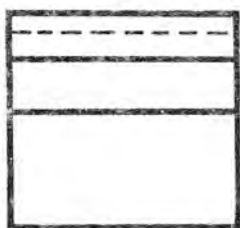
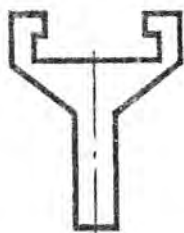




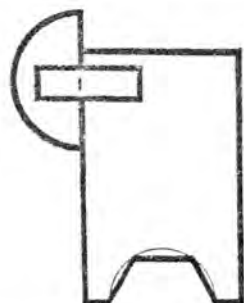
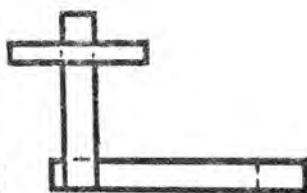




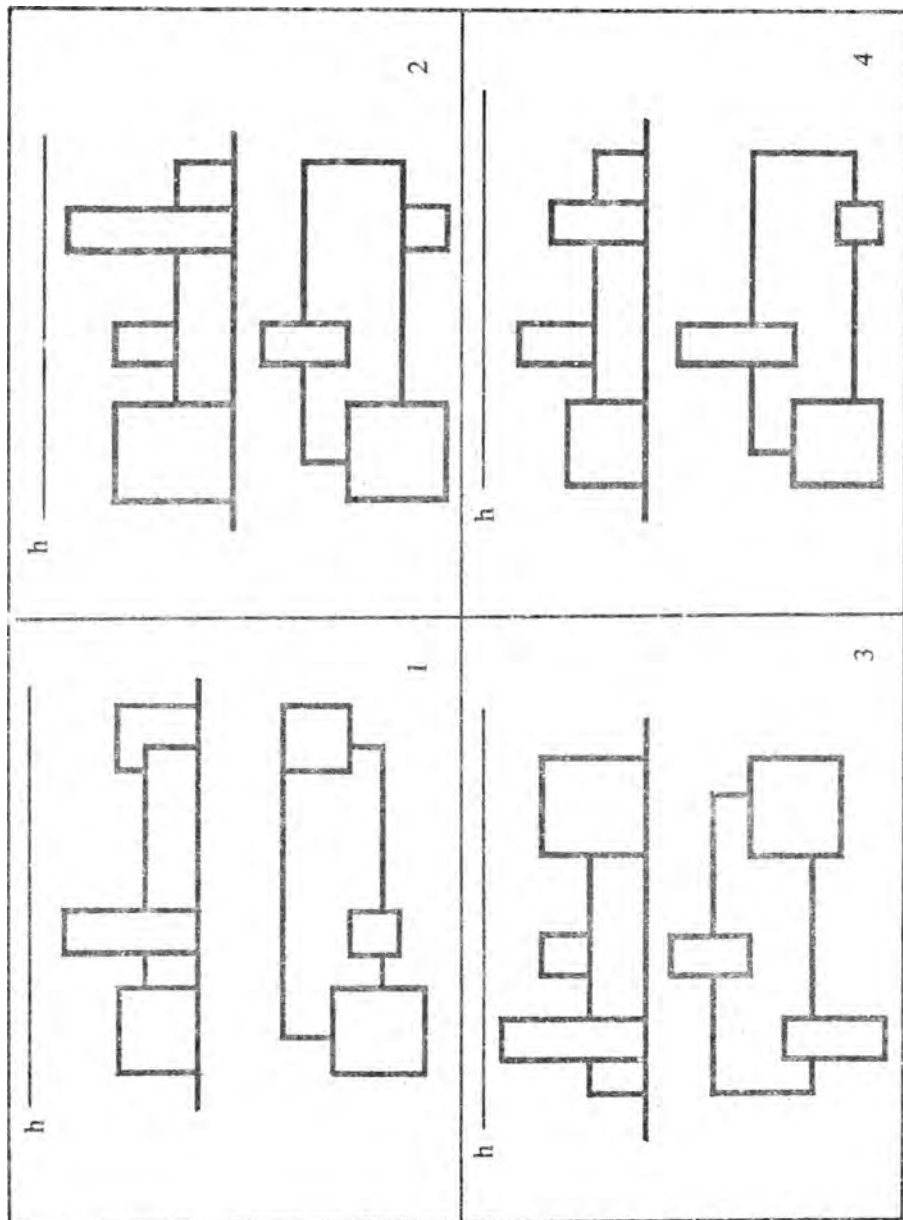




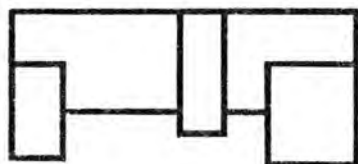
9



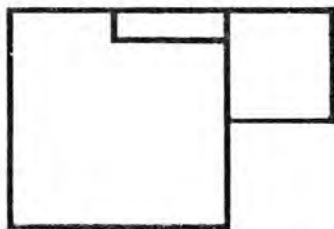
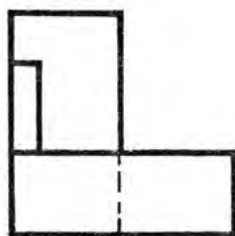
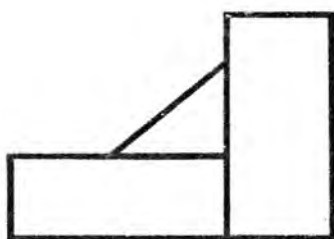
10



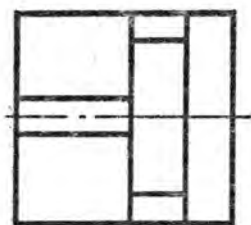
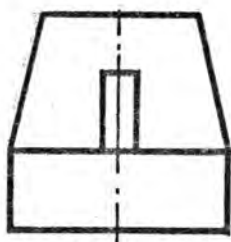
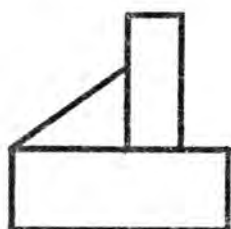
h _____



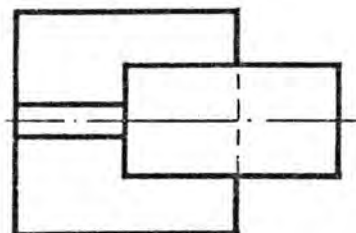
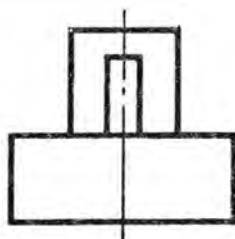
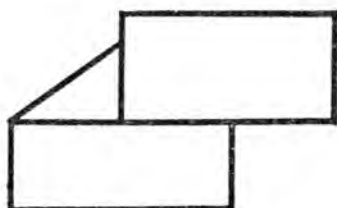
5



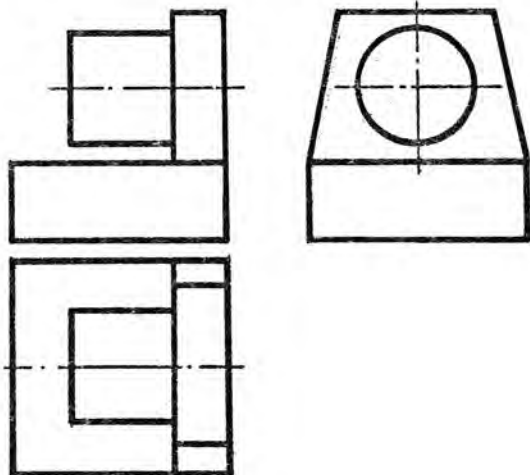
6



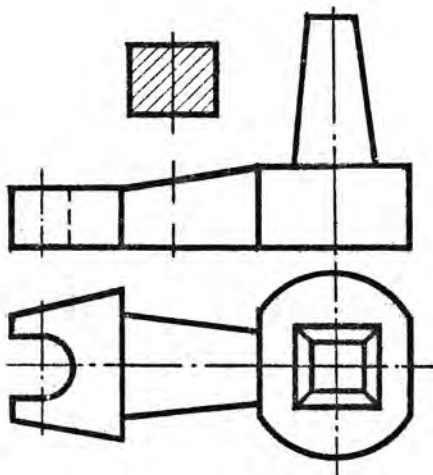
7



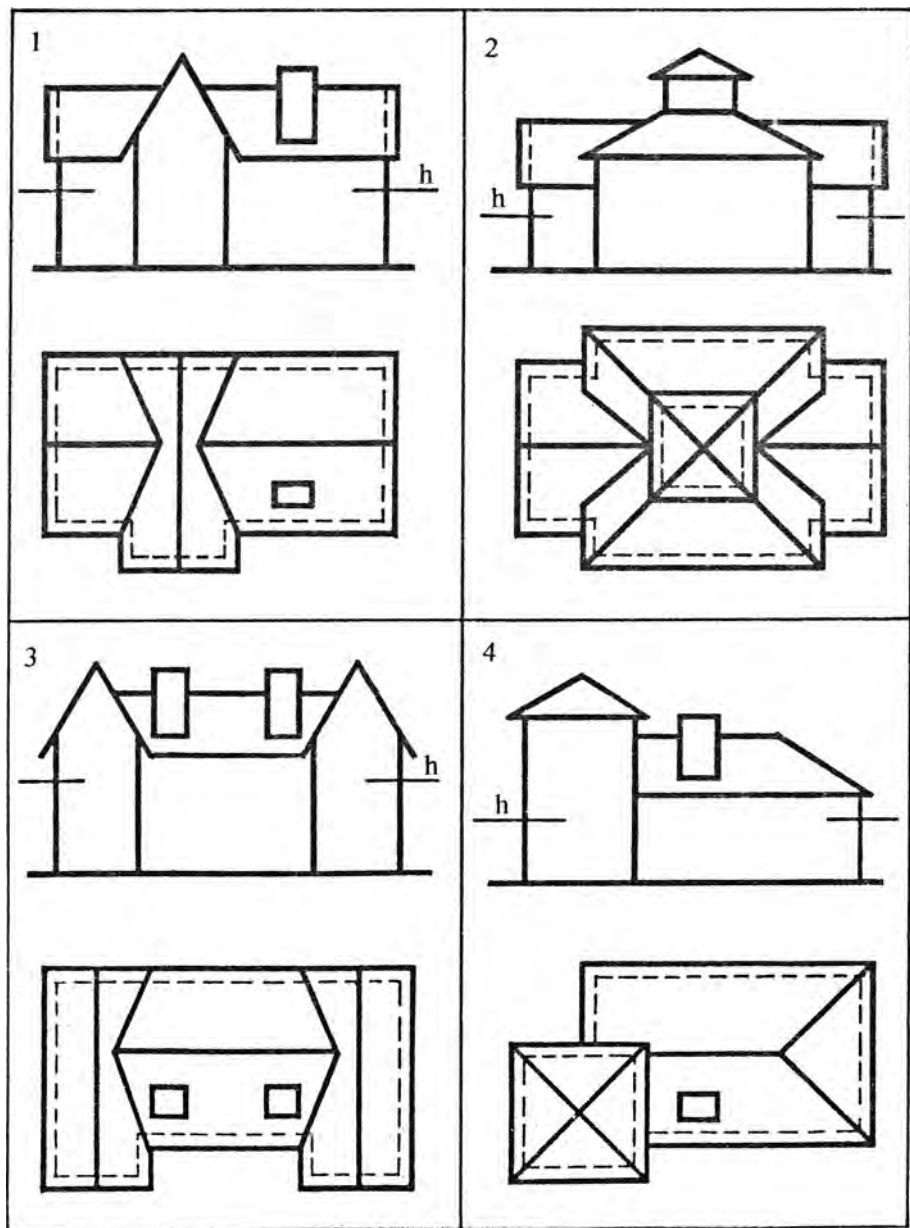
8



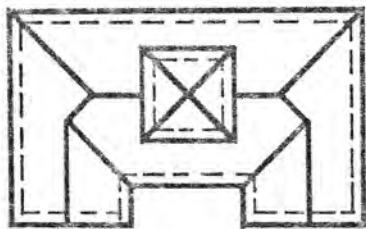
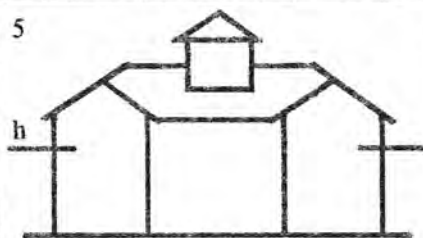
9



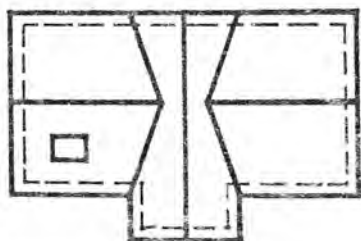
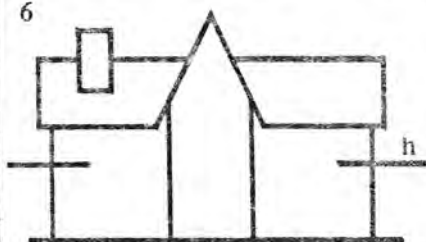
10



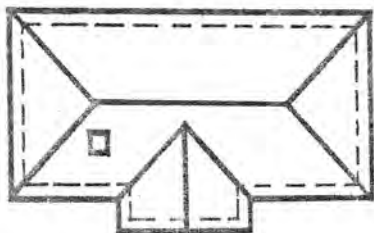
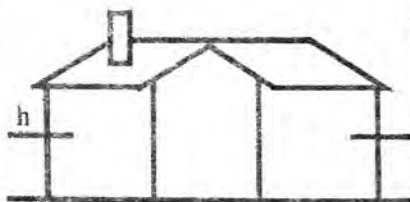
5



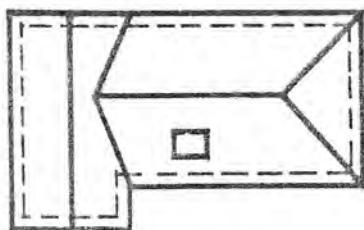
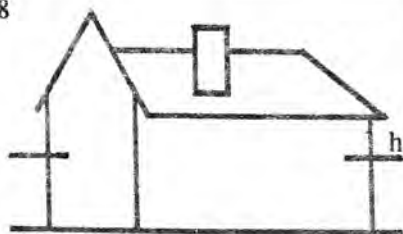
6

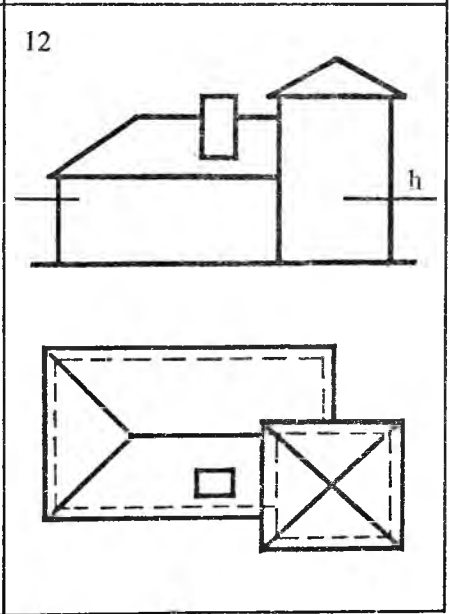
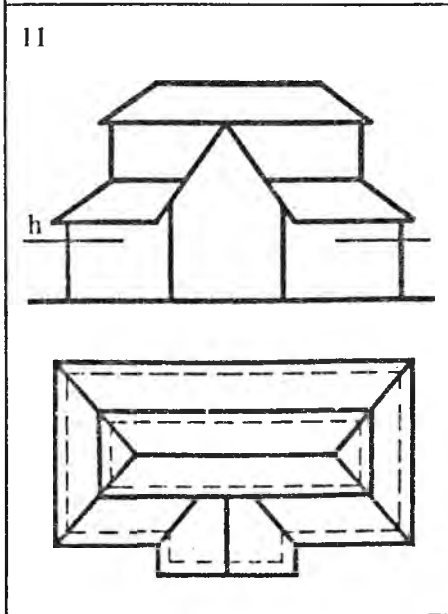
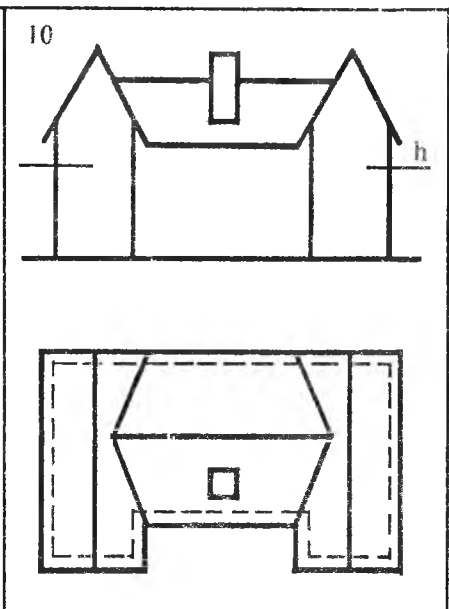
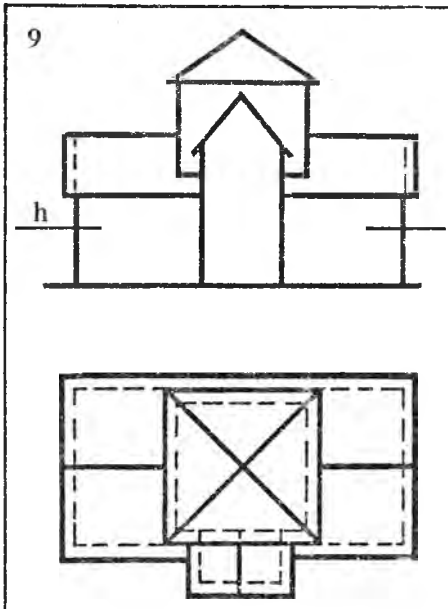


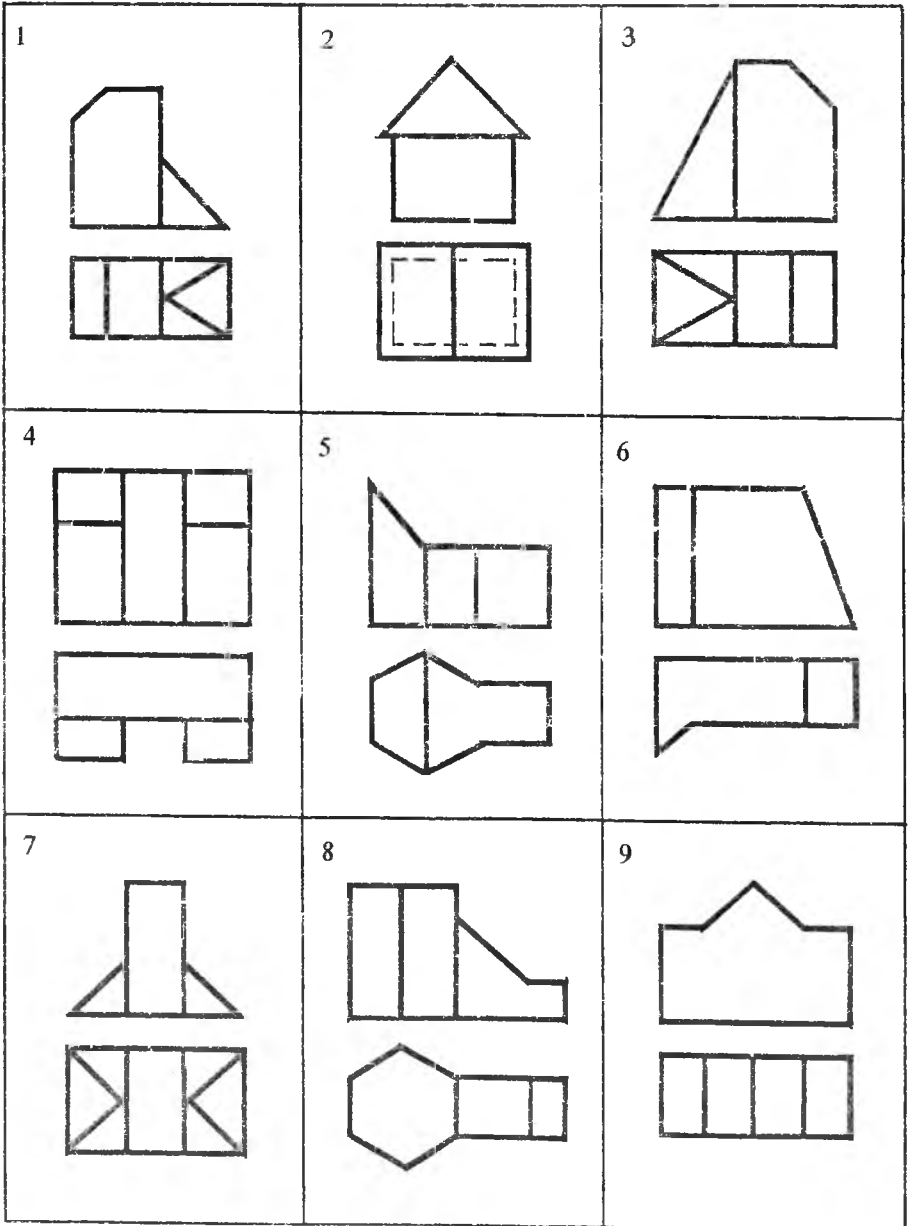
7



8



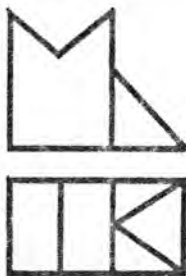




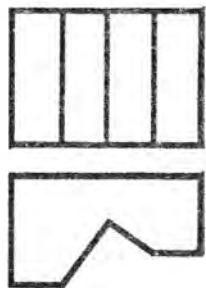
10



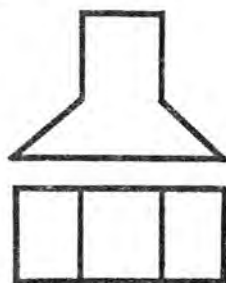
11



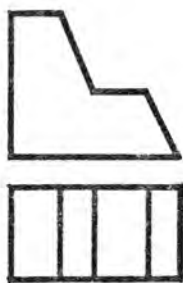
12



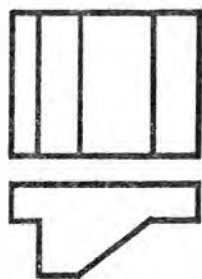
13



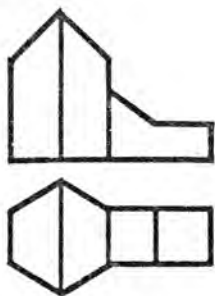
14



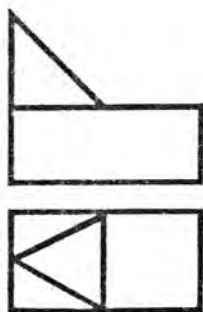
15



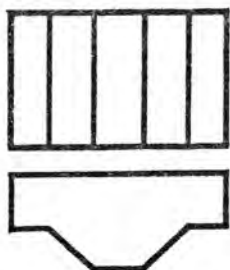
16



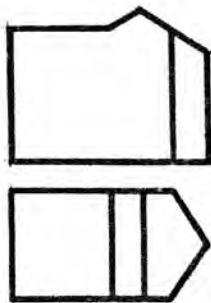
17



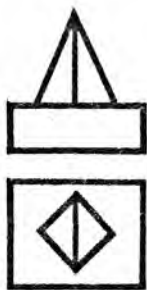
18



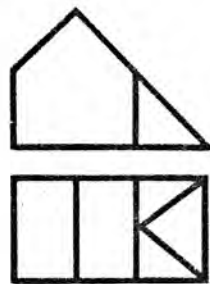
19



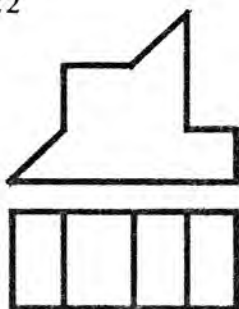
20



21



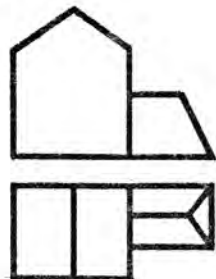
22



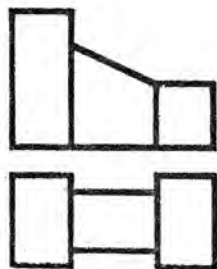
23



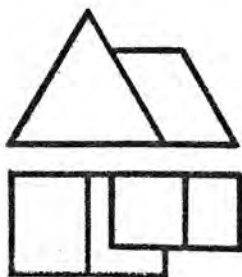
24



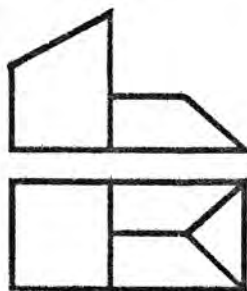
25



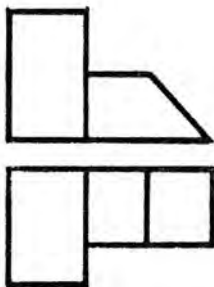
26



27



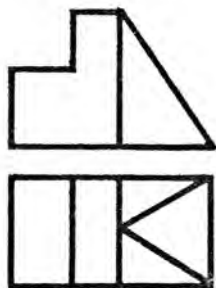
28



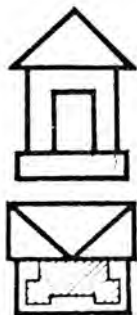
29



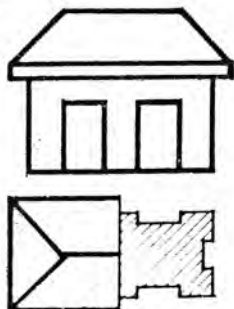
30



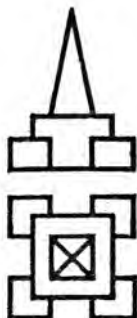
1



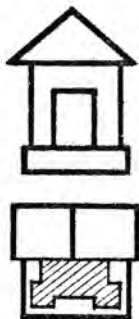
2



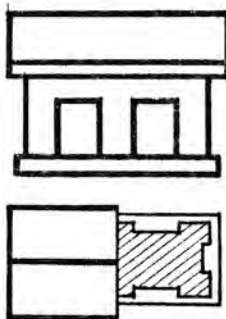
3



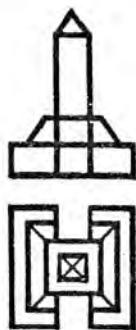
4



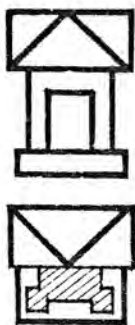
5



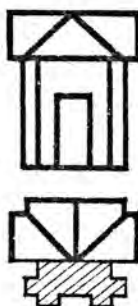
6



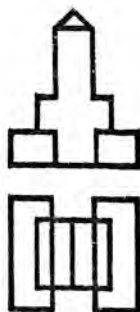
7



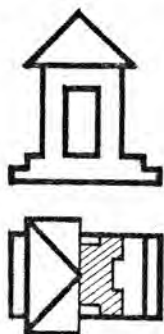
8



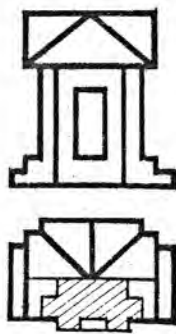
9



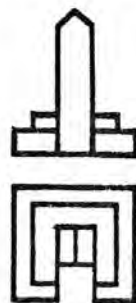
10

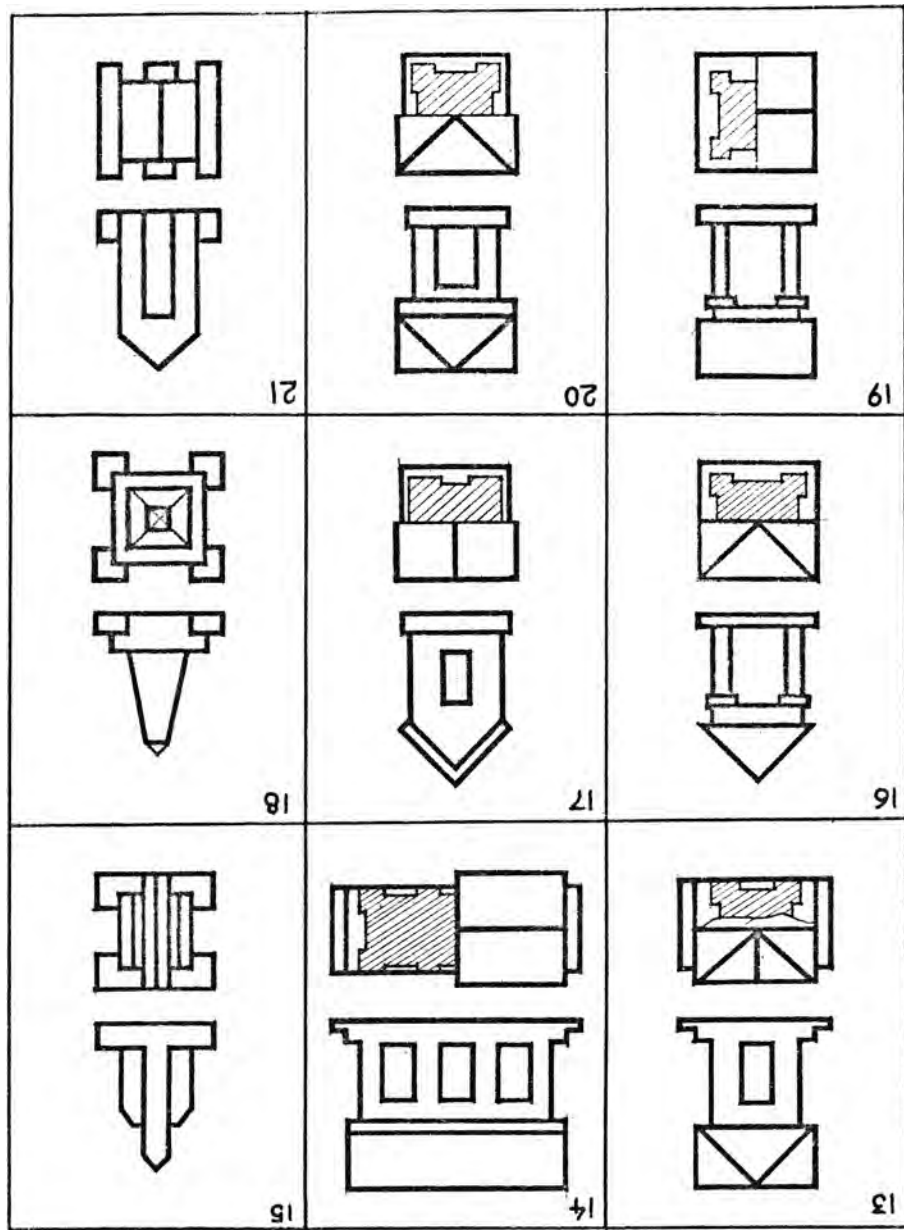


11



12

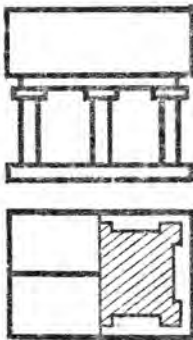




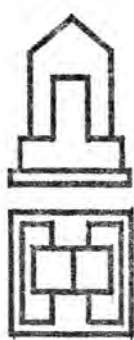
22



23



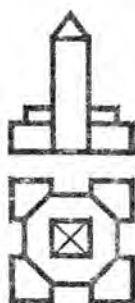
24



25



26



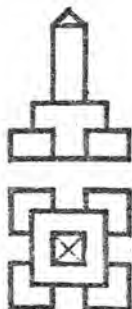
27



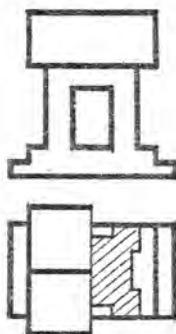
28

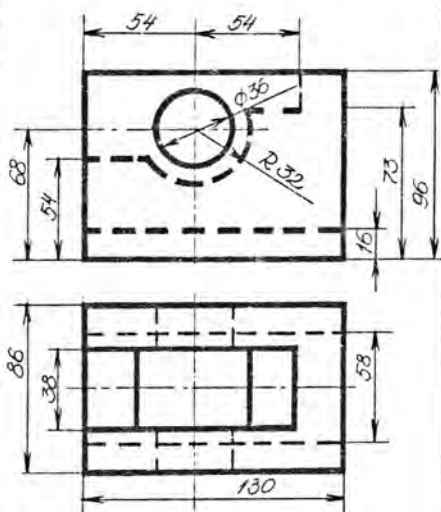


29

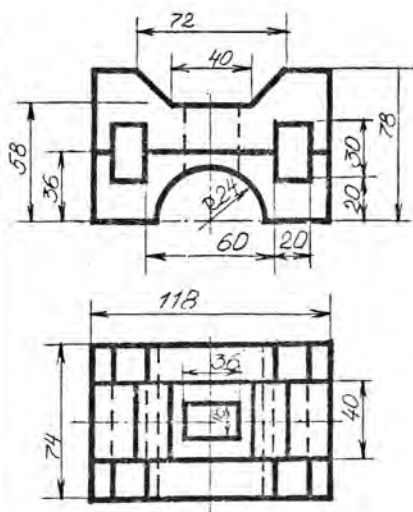


30

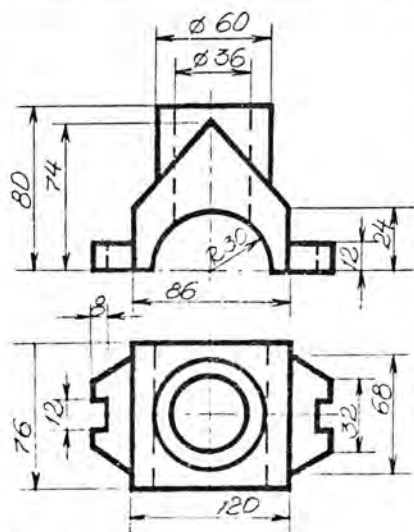




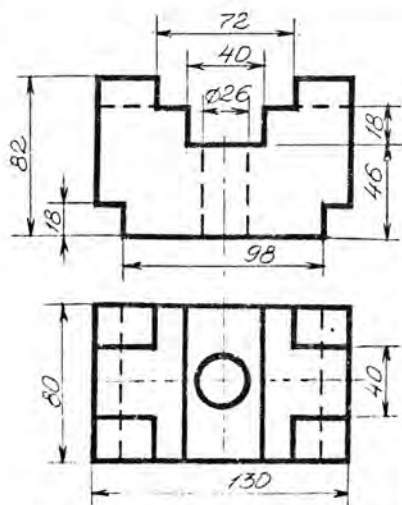
Опора



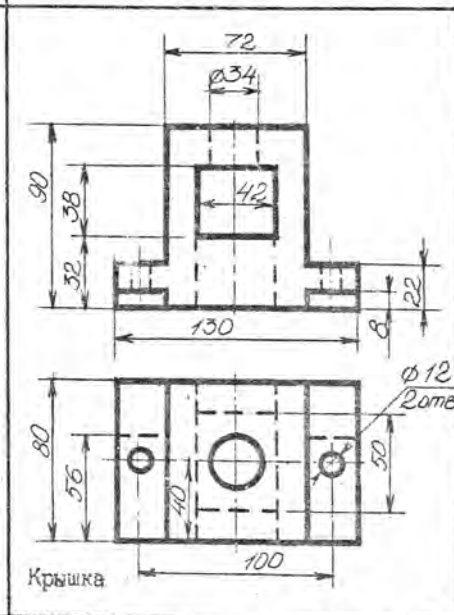
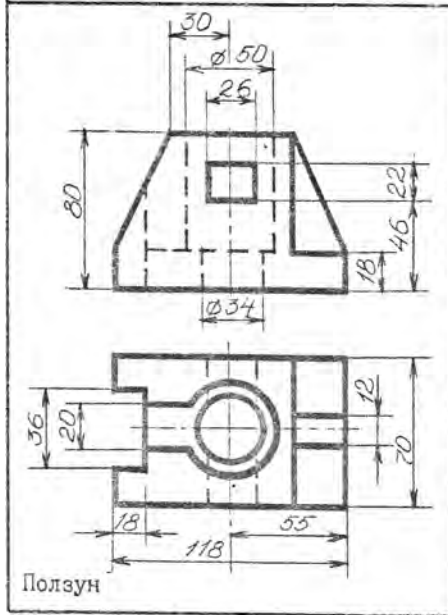
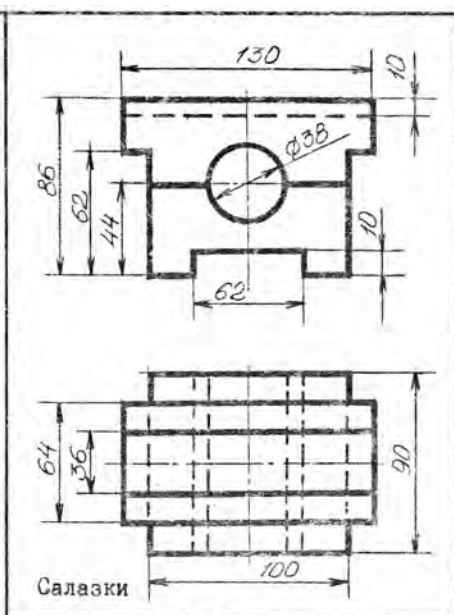
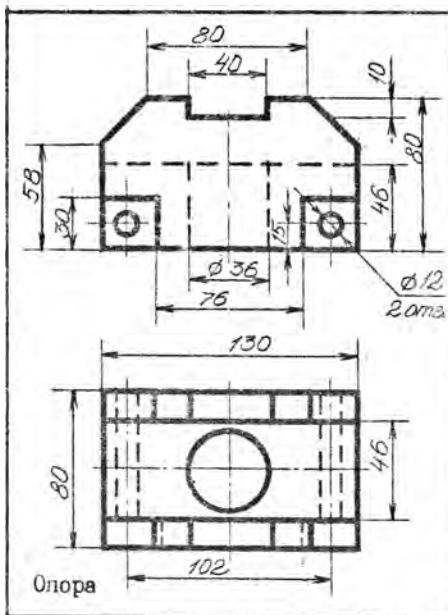
Призма

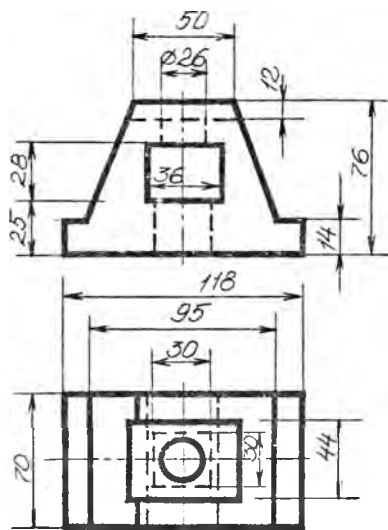


Прижим

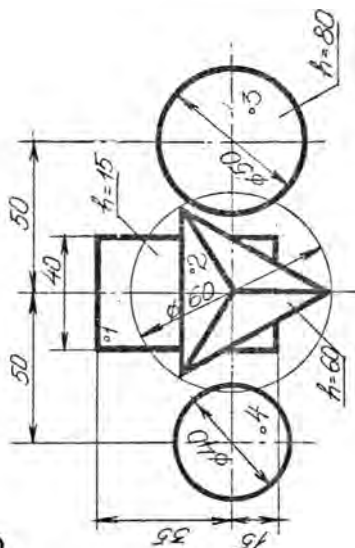


Призма

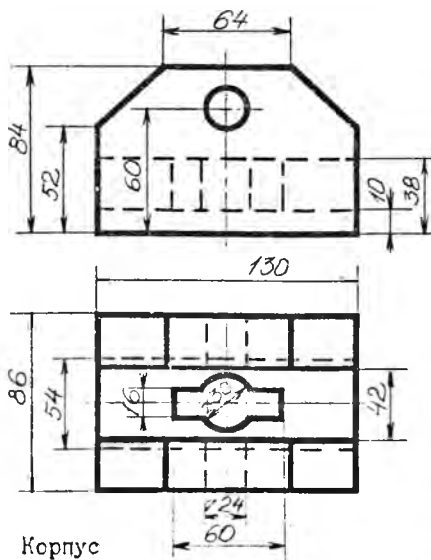




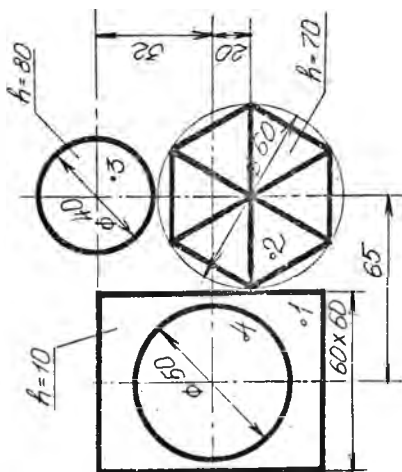
Опора



2

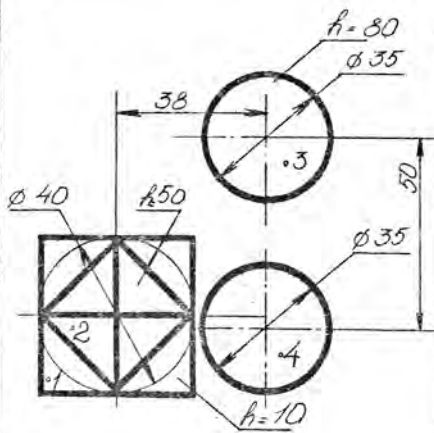


Корпус

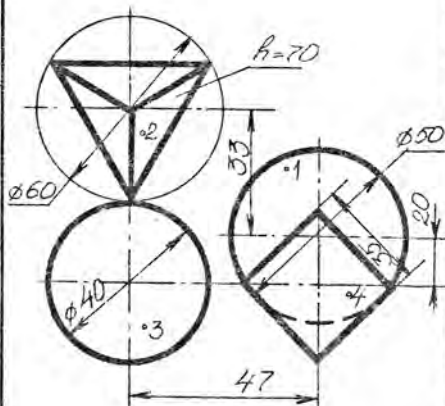


1

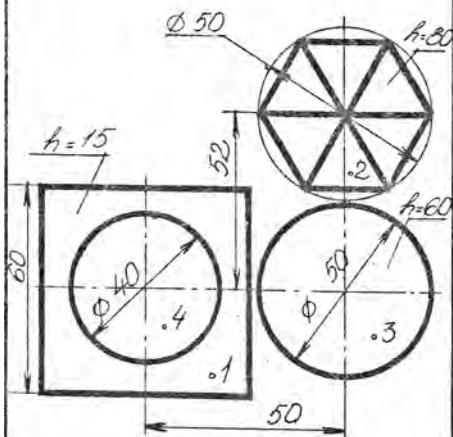
3



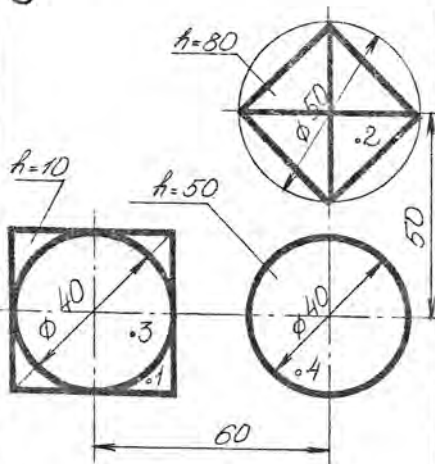
4

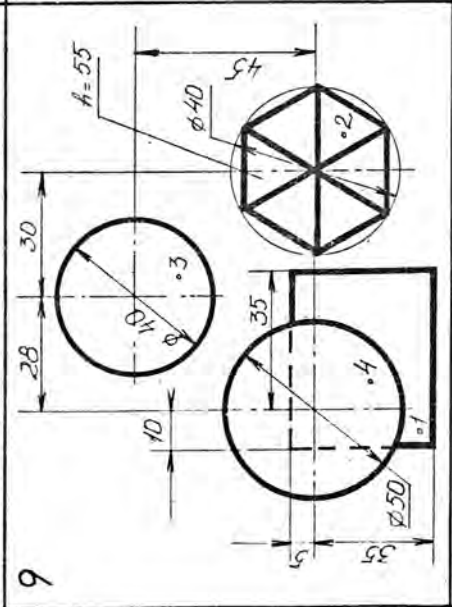
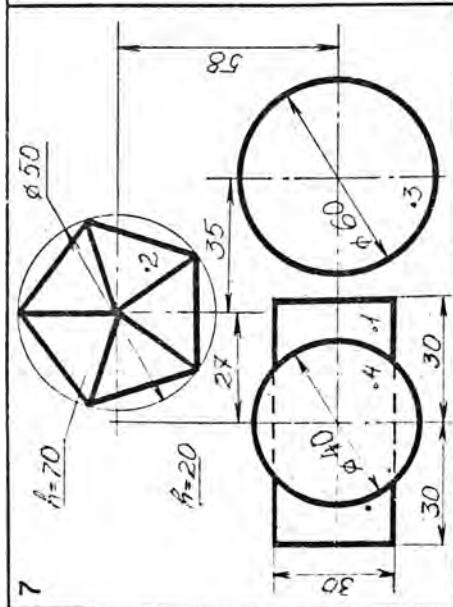
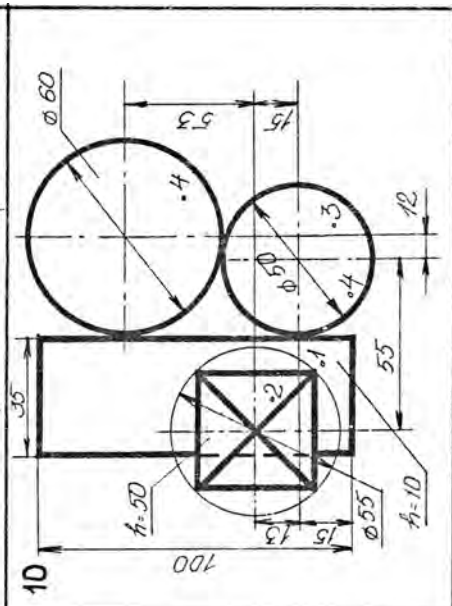
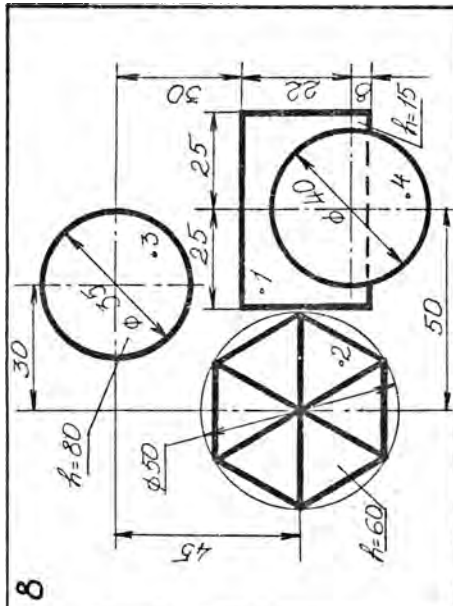


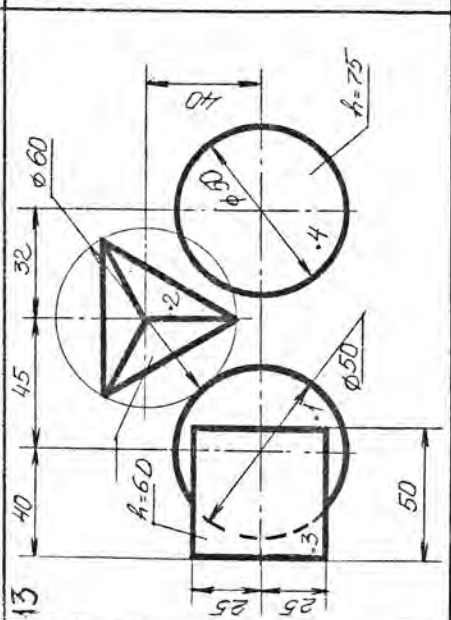
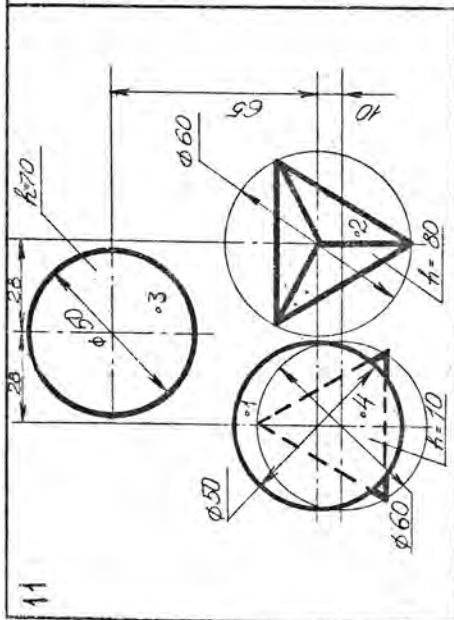
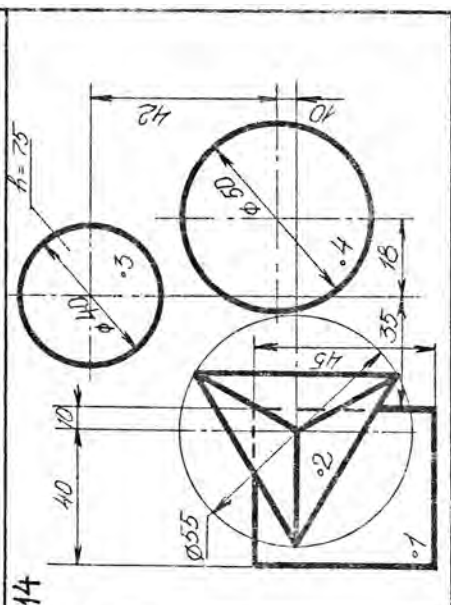
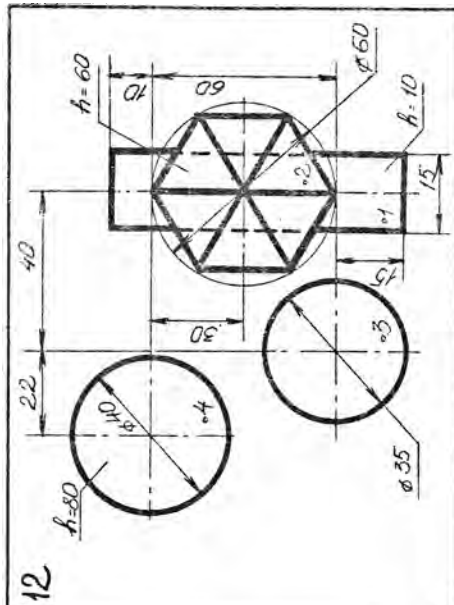
5



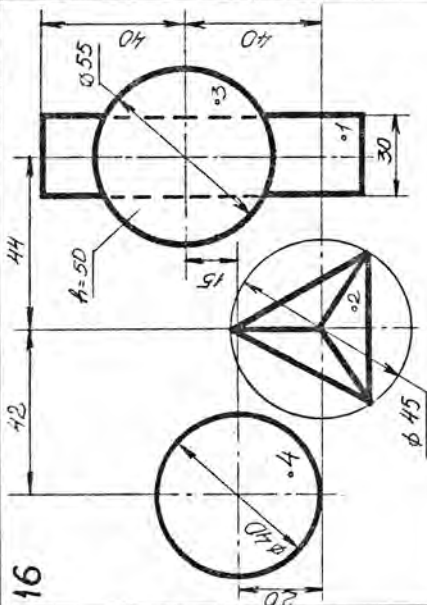
6



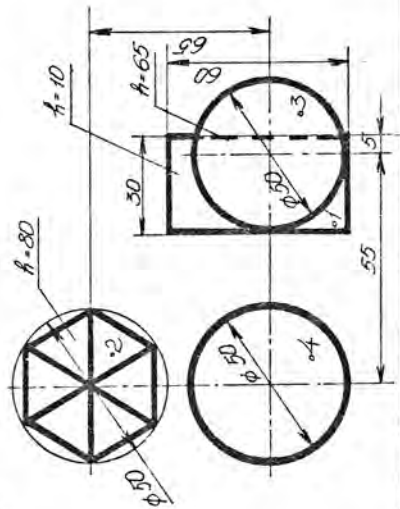




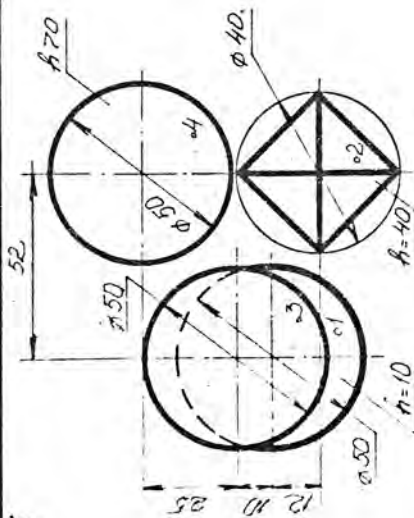
16



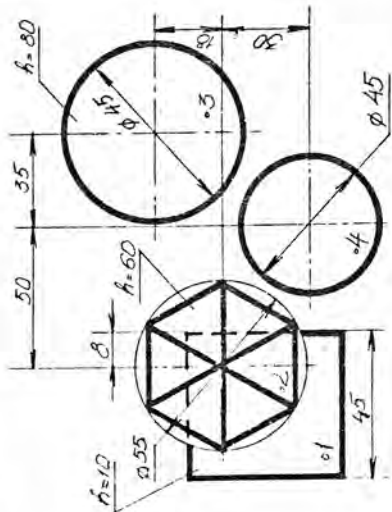
18



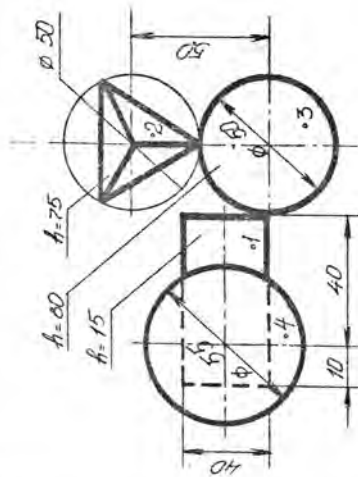
15



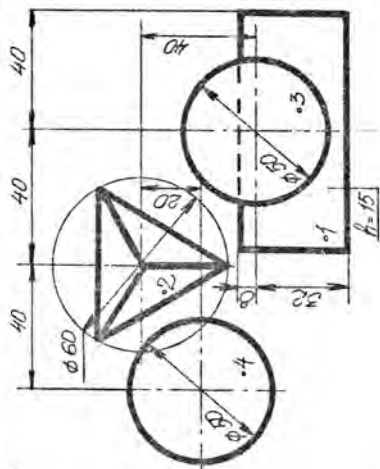
17



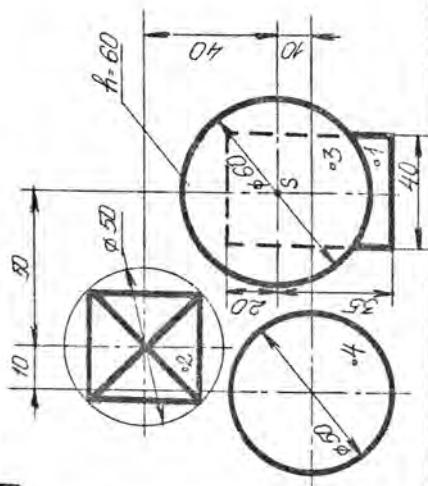
19



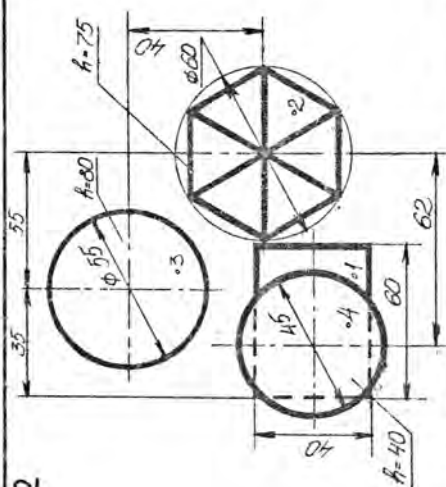
20

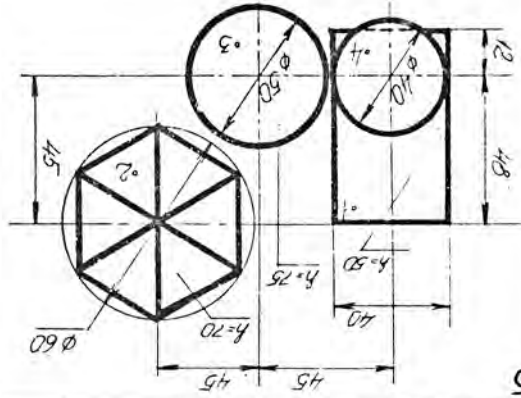


21

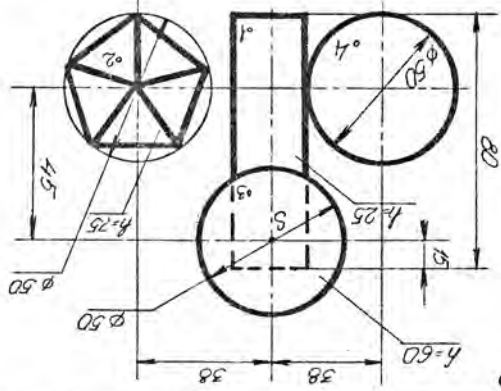


22

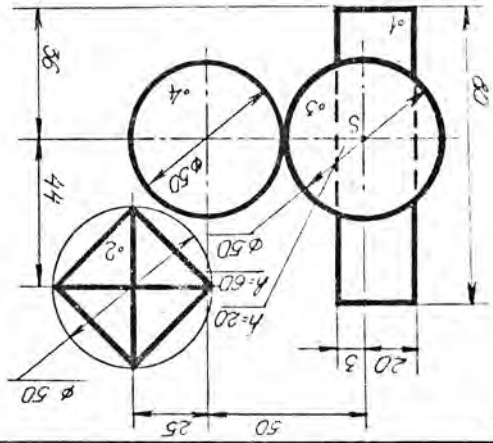




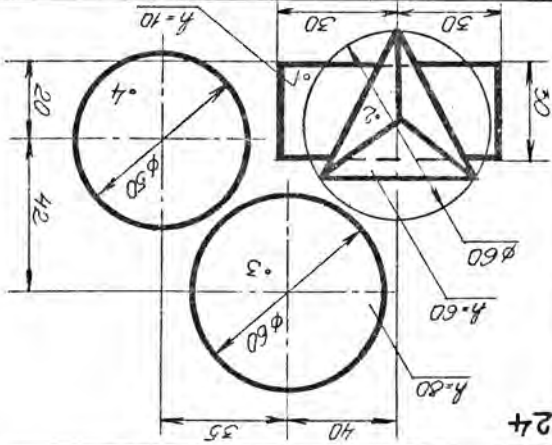
25



26

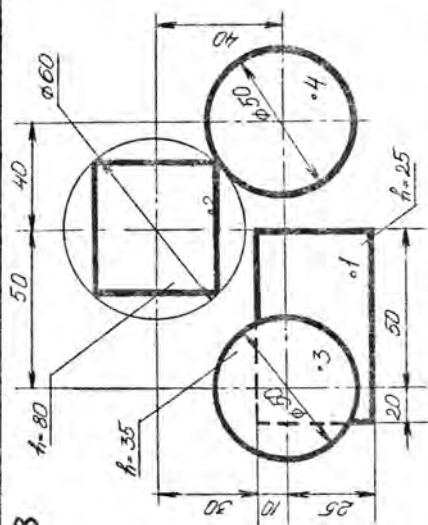


23

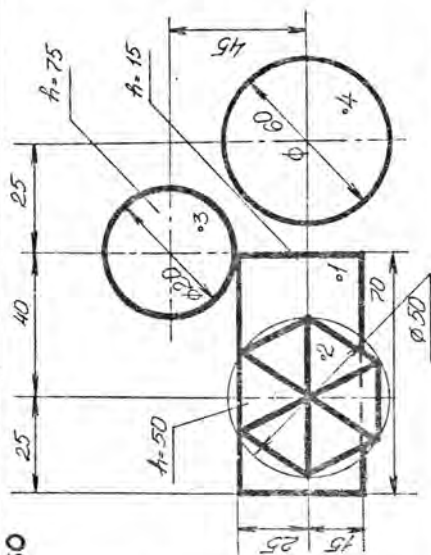


24

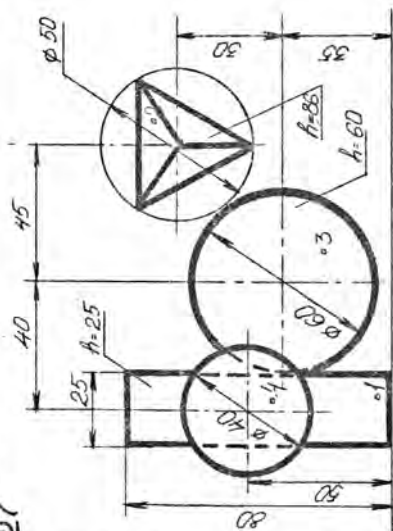
28



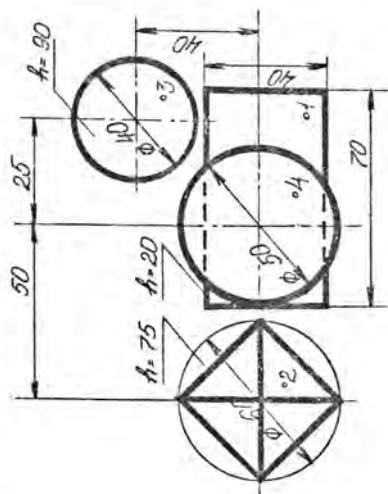
30



27



29



Л и т е р а т у р а

1. Анисимов Н. Н. Основы рисования. - М.: Стройиздат, 1974.-с.154
2. Бриллинг Н. С. Черчение. - М.: Стройиздат, 1989.-с. 114 - 129, 172 - 188.
3. Кириллов А. Ф., Соколовский М. С. Черчение и рисование. - М.: Высшая школа, 1983.-с. 178 - 192.
4. Короев Ю. И. Строительное черчение и рисование. - М.: Высшая школа, 1983.- с. 49 - 59; 244 - 277.
5. Пугачев А. С., Никольский Л. П. Техническое рисование. - М.: Машиностроение, 1976.-с. 160.
6. Пугачев А. С. Техническое рисование. - Л.: Судостроение, 1968.-с. 45 - 76; 82 - 100; 125 - 129.
7. Щербина В. В. Построение технического рисунка. - Киев: Вища школа, 1980.-с. 141.

С о д е р ж а н и е

Введение	3
Рисунок плоских фигур	5
Рисунок геометрических тел	23
Светотень на изображениях	27
Методика построения рисунка технических деталей	27
Перспектива	36
Рисование с природы отдельных геометрических тел	36
Приложение 1. Рисунки узлов	50
Приложение 2. Перспектива интерьера	63
Приложение 3. Задачи	65
Л и т е р а т у р а	92

Учебное издание

СЕЛИЦКИЙ Адольф Александрович

ТЕХНИЧЕСКИЙ РИСУНОК
С ЗАДАЧАМИ И УПРАЖНЕНИЯМИ
Учебно-методическое пособие
для студентов строительных специальностей

Корректор М. П. Антонова

Подписано в печать 16.05.2000.

Формат 60x84 1/16. Бумага тип. №2. Офсет. печать.

Усл. печ. л. 5,6. Уч. - изд. л. 4,4. Тираж 300. Заказ 155.

Издатель и полиграфическое исполнение:

Белорусская государственная политехническая академия.

Лицензия ЛВ № 155 от 30.01.98. 220027, Минск, пр. Ф. Скорины, 65.