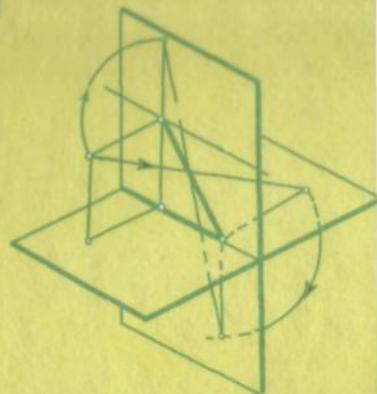
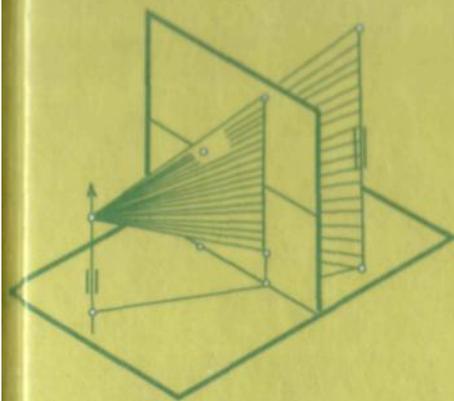
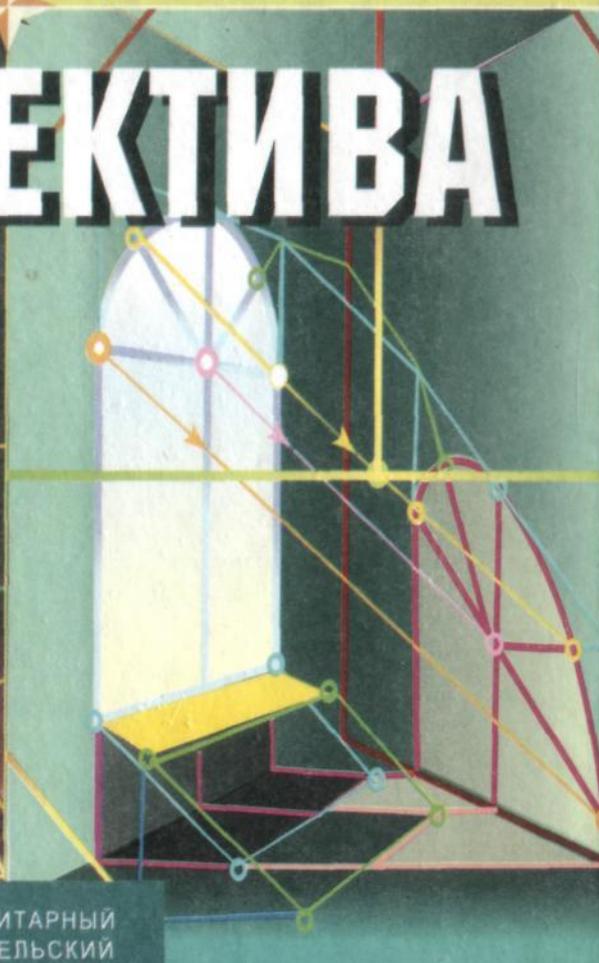
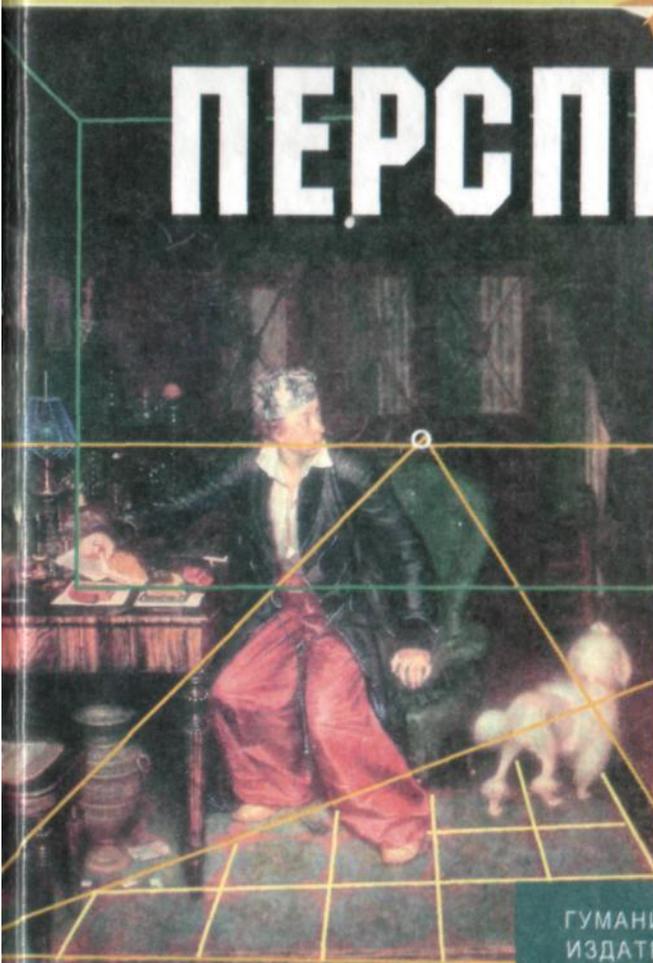


Н.С. ЖДАНОВА



ПЕРСПЕКТИВА



ГУМАНИТАРНЫЙ
ИЗДАТЕЛЬСКИЙ
ЦЕНТР



ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
Глава I. ВВЕДЕНИЕ В ТЕОРИЮ ПЕРСПЕКТИВЫ	7
1. Основные понятия линейной перспективы	7
2. Построение и использование проецирующего аппарата	14
3. Перспектива точки.....	23
Глава II. ПЕРСПЕКТИВА ПРЯМОЙ И ПЛОСКОСТИ	30
1. Перспектива отрезка прямой.....	30
2. Перспектива прямой общего положения	36
3. Перспектива прямых частного и особого положения	38
4. Перспектива параллельных прямых	47
5. Перспектива плоскости.....	52
Глава III. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МАСШТАБЫ	57
1. Общие понятия	57
2. Перспективный масштаб широт.....	62
3. Перспективный масштаб высот.....	64
4. Перспективный масштаб глубин. Дистанционная точка.....	68
5. Перспективный масштаб на прямой произвольного направления	71
6. Деление и увеличение отрезка в перспективе.....	74
Глава IV. ПЕРСПЕКТИВА ПЛОСКИХ ФИГУР	80
1. Перспектива углов.....	80
2. Перспектива элементов городского пейзажа	87
3. Перспектива многоугольников	94
4. Перспектива окружности.....	101
Глава V. ПЕРСПЕКТИВА ОБЪЕМНЫХ ТЕЛ.....	107
1. Перспектива многогранных геометрических тел	107
2. Перспектива круглых тел.....	114
3. Перспектива тел в различных положениях	121
4. Анализ построения перспектив с натуры.....	127
Глава VI. ПОСТРОЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ.....	132
1. Способ перспективных сеток	132
2. Способ малой и большой картин	136
3. Способ архитекторов	140
4. Способ совмещения предметной плоскости с картинной	149
5. Перспектива интерьера	152

Глава VII. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ ЯВЛЕНИИ ОСВЕЩЕНИЯ.....	16*
1. Основные положения	1"!
2. Тени при искусственном освещении	100
3. Тени при естественном освещении	1' 1
4. Тени предметов в интерьере	x °
Глава VIII. ЗАКОНЫ ПОСТРОЕНИЯ ЗЕРКАЛЬНЫХ ОТРАЖЕНИЙ И АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ИСКУССТВЕ	195
1. Построение отражений в зеркальной поверхности.....	195
2. Перспективные изображения в картинах художников	204
Глава IX. ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ КАК НАУКИ	215
Литература	223

ВВЕДЕНИЕ

Современный учитель изобразительного искусства и черчения должен владеть теорией и практикой изображения пространственных форм на плоскости. В учебной работе, технике и искусстве широко используются рисунки, чертежи, фотографические снимки, картины. Все эти виды изображений имеют разнообразное назначение. Одни применяются в качестве иллюстраций учебного и научного материалов, другие — в виде инженерно-строительных чертежей, третьи — как произведения изобразительного искусства, отражающие эпоху, представления людей об окружающем мире и о самих себе.

Всякий чертеж, рисунок, картина представляют собой сочетание на плоскости точек, линий и цветовых пятен, сгруппированных так, что при рассматривании они формируют представление о тех или иных пространственных формах.

Проблема построения изображений трехмерного пространства на двухмерной плоскости листа всегда стояла перед художниками и учеными. Во времена Античности и Средневековья ее решали интуитивно, следуя в основном зрительным впечатлениям, здравому смыслу и традиции. Эпоха Возрождения создала математически строгое учение о способах передачи пространства, назвав его перспективой.

В основе перспективы лежит принцип проекций, который соответствует принципу получения изображения на сетчатке глаза человека, связанному со зрительным восприятием пространственных форм. Изучение в XX в. закономерностей зрительного восприятия и участия в этом процессе мозга человека во многом расширило наши представления о перспективных изображениях и позволило по-иному взглянуть на историю изобразительного искусства.

В данном учебном пособии рассматриваются правила и приемы линейной (ренессансной) перспективы, как наиболее разработанной системы,

апробированной многими поколениями художников, даны общие положения этой науки, приведены некоторые приемы построения перспективы плоских фигур и объемных тел в различных ракурсах, интерьеров и экстерьеров жилых и общественных зданий, а также собственных и падающих теней.

Знание перспективы поможет студентам в освоении теории изобразительного искусства, в глубоком понимании разных изобразительных систем. Умение использовать перспективу помогает не только при рисовании с натуры, но и при создании живописных композиций, скульптурных и архитектурных комплексов по представлению, а также является основой для реконструкции образов давно исчезнувших памятников искусства, дошедших до нас в развалинах.

Приведенные в этом пособии схемы с картин известных художников показывают практическое применение закономерностей перспективных построений в изобразительном искусстве.

Также в качестве примеров использованы гравюры и офорты художника А. Шибанова.

Глава I

ВВЕДЕНИЕ В ТЕОРИЮ ПЕРСПЕКТИВЫ

1. Основные понятия линейной перспективы

Восприятие формы любого предмета изменяется в зависимости от точки зрения художника, от его местоположения. Например, через окно в комнате можно увидеть вдали несколько больших многоэтажных сооружений, и только часть соседнего небольшого дома, расположенного в нескольких метрах от окна. Зеркальное восприятие зависит от строения нашего органа зрения — глаза и его способности воспринимать свет, отраженный от рассматриваемого нами освещенного предмета.

Понятие перспектива (франц. — *perspective* — насквозь видеть, внимательно рассматривать) отражает методический прием рассматривания предметов через прозрачную плоскость картины, на которой строятся все перспективные изображения. Перспективное изображение может быть построено на поверхности любой формы. В связи с этим перспектива подразделяется на несколько видов. Перспективное изображение, построенное на плоскости, называется **линейной перспективой**. В зависимости от назначения перспективных изображений плоскость может быть расположена вертикально, наклонно и даже горизонтально (рис. 1). Треугольник ABC проецируется на вертикальную K_1 и наклонную K_2 плоскости, в обоих случаях изображение разное, но построенное по законам линейной перспективы. Изображение треугольника на цилиндрической поверхности строится по законам **панорамной перспективы**. **Купольная перспектива** позволяет построить изображение на поверхности сферы K_3 или эллипсоида K_4 .

Учение о методах построения перспективных изображений основывается на использовании основных понятий и правил элементарной геометрии, на правилах ортогонального и центрального проецирования (части

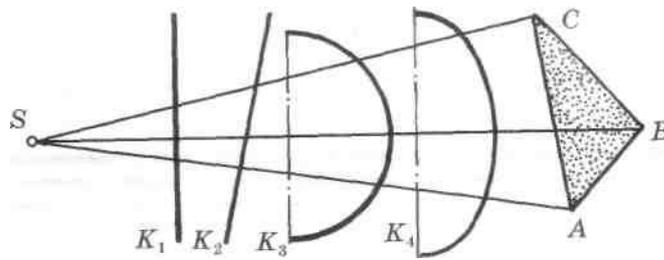


Рис. 1

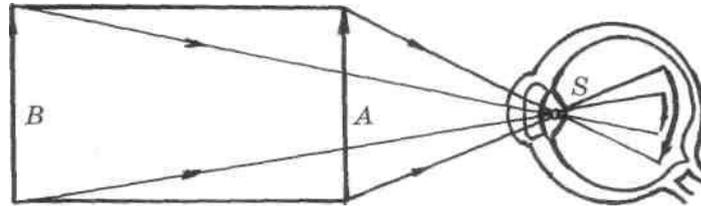


Рис. 2

начертательной геометрии) и на некоторых сведениях из физики (оптика), анатомии и физиологии органов зрения.

Анатомия и физиология органов зрения раскрывают и разъясняют процесс видения как действие отраженных от предмета лучей света на сетчатую оболочку глаза.

Способность глаза обобщенно и детально видеть принята неперменным условием при рисовании и является основой профессии художника.

Глаз имеет сложное строение (рис. 2). Передняя часть глазного яблока представляет собой принимающее устройство глаза и состоит из прозрачной роговицы и хрусталика (оптической линзы). Хрусталик обладает способностью при помощи специальных мышц — радужной оболочки — менять свою кривизну, фокусируя изображения на сетчатке, расположенной на дне глазного яблока. В центре радужной оболочки находится отверстие — зрачок, диаметр которого изменяется. Наиболее четкое изображение образуется на небольшой части сетчатки, расположенной напротив зрачка, — желтом пятне. Лучи, отраженные от всех точек предмета, проходят через хрусталик — оптический центр (S) и попадают на внутреннюю, чувствительную к свету сетчатку, где возникает перевернутое изображение предмета. Полученное раздражение по главному нерву передается в мозг. Мозг перерабатывает информацию и корректирует зрительный образ. Лучи, соединяющие глаз зрителя с отдельными точками наблюдаемого объекта, принято называть *лучами зрения*. На рис. 2 показаны две одинаковые по размеру стрелки, расположенные на разном расстоянии от глаза. Стрелка А находится ближе и на сетчатке глаза отображается большим изображением, чем стрелка Б, расположенная даль-

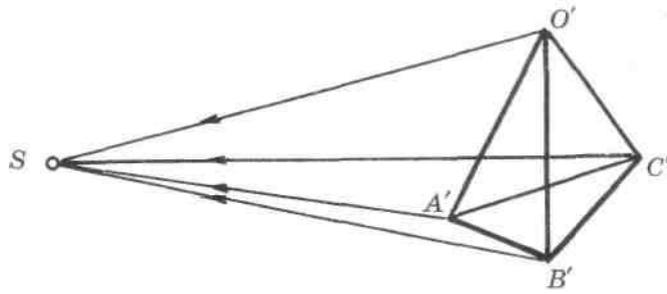


Рис.3

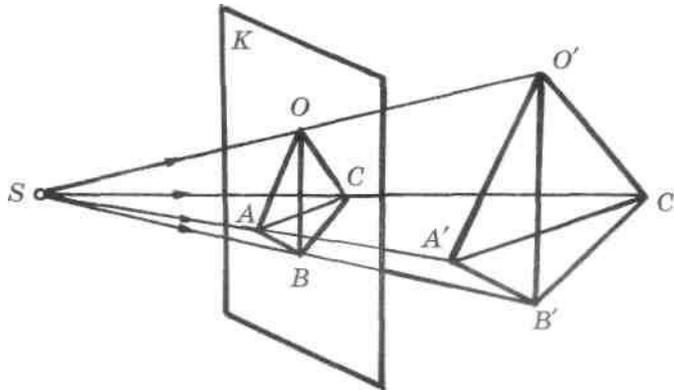


Рис. 4

ше. При значительном удалении предмет просматривается хуже, его отдельные детали могут быть неразличимы.

Теория линейной перспективы и основной метод ее построения возникли из творческой практики художников и развились в точную науку, которая помогает современным художникам, архитекторам и дизайнерам строить изображения, совпадающие в достаточной степени со зрительным восприятием.

Перспектива предмета строится из геометрических элементов — точек, линий, плоскостей по **методу центрального проецирования** или **центральных проекций**. Этот метод прост и удобен в применении, а потому незаменим в практической работе. Перспективное изображение получается на плоскости при помощи проецирующих лучей, проведенных из **центра проекций**.

Для построения трехгранной пирамиды $O'A'B'C$ по методу центрального проецирования проведем проекционные лучи из центра проекций S к предмету (рис. 3, 4). Совокупность лучей зрения SA' , SB' , SC , SO' , объединенных центром S , называют **лучевым пучком**. Чтобы получить центральную проекцию, введем между центром S и предметом прозрачную плоскость K , которая пересечет лучевой пучок и определит проекцию пирамиды $ABCO$.

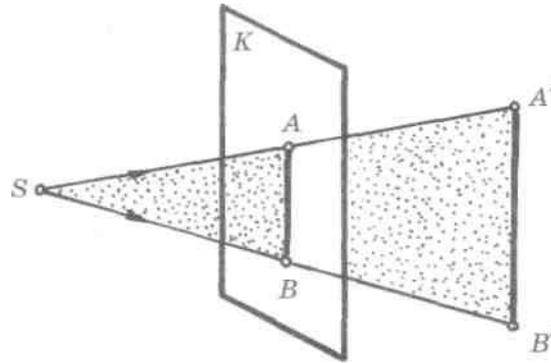


Рис. 5

Для того, чтобы получить центральную проекцию отрезка $A'B'$ на заданной плоскости K (рис. 5) проведем из точки зрения S лучи к концам данного отрезка. Центральную проекцию отрезка AB называют **перспективным изображением** или **перспективой**. Данное перспективное изображение получилось в результате движения проекционных лучей в одной плоскости. Лучевой пучок может быть плоскостью, пирамидой или конусом, в зависимости от формы рассматриваемого объекта (рис. 6,7). Из трех перечисленных вариантов, конус следует считать наиболее общим видом, так как основание конуса — замкнутая кривая — будет пределом какого угодно замкнутого многоугольника.

Следует заметить, что перспективные изображения, выполненные при помощи метода центрального проецирования, не соответствуют полностью действительной картине видения реального мира в естественных условиях зрительного восприятия двумя глазами. Смотрение одновременно двумя глазами (бинокулярное зрение) дает на сетчатых оболочках глаз две отличные друг от друга позиции наблюдаемого объекта. В сознании изображения суммируются. Человек не просто видит одну центральную проекцию вместо двух, но в дополнение к этому ощущает в некоторых пределах объемность наблюдаемого объекта. Слияние двух изображений воедино, сопровождающееся ощущением объема, называется **стереоскопическим эффектом**.

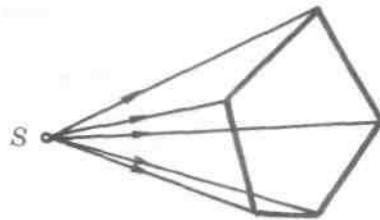


Рис. 6

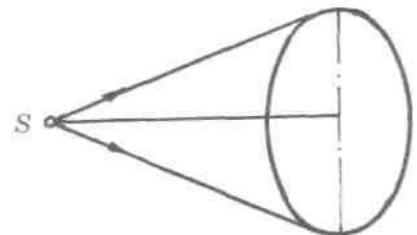


Рис. 7

В тех случаях, когда предмет расположен слишком близко к нам, при бинокулярном зрении возникает эффект обратной перспективы. Форма и размеры предмета резко искажаются. Все объекты при достаточном удалении их от зрителя теряют четкость деталей, резкость контуров и зрительно воспринимаются не объемными, а плоскими.

Существует три независимых друг от друга категории зрительного восприятия различной четкости, predeterminedенные анатомическим строением и физиологией глаза. К первой категории относится зрительное восприятие, обеспечивающее наивысшую степень четкости видения, ко второй — достаточно высокую степень четкости видения. Обе эти категории зрительного восприятия вызываются лучами, которые, преломляясь, попадают в пределы желтого пятна. К третьей категории относится зрительное восприятие, не обеспечивающее надлежащей четкости, необходимой для нормального зрения. Третья категория лучами, падающими на сетчатую оболочку глаза за пределы желтого пятна, и дает большие визуальные искажения.

Категории зрительного восприятия схематически изображены в виде трех конусов видимости с одной геометрической осью (рис. 8). При пересечении конусов видимости с плоскостью картины перпендикулярной оси получится фигура сечения, ограниченная эллипсоидной линией. Полученное сечение называют *полем зрения*, оно состоит из трех частей. Самая маленькая часть в центре, обозначенная цифрой I, — поле наивысшей степени ясного зрения; часть, обозначенная цифрой II, — поле достаточно ясного зрения, третья часть — III — поле неясного зрения.

Деятельность мозга, контролируя и корректируя зрительные впечатления, выбирает из сплошного пучка лучей зрения, заключенных внутри конической поверхности, лишь тот луч, который вызывает наивысшую четкость и ясность видения — **главный луч зрения**. Главный луч зрения обеспечивает целостное и достаточно четкое зрительное восприятие пространства и обладает способностью перемещаться, за счет вращения глаза, поворота головы и тела зрителя.

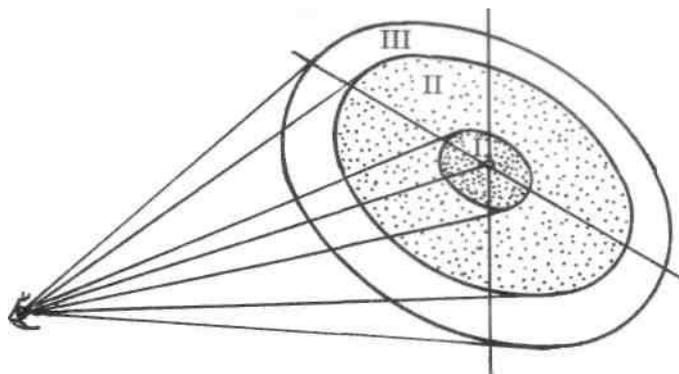


Рис.8

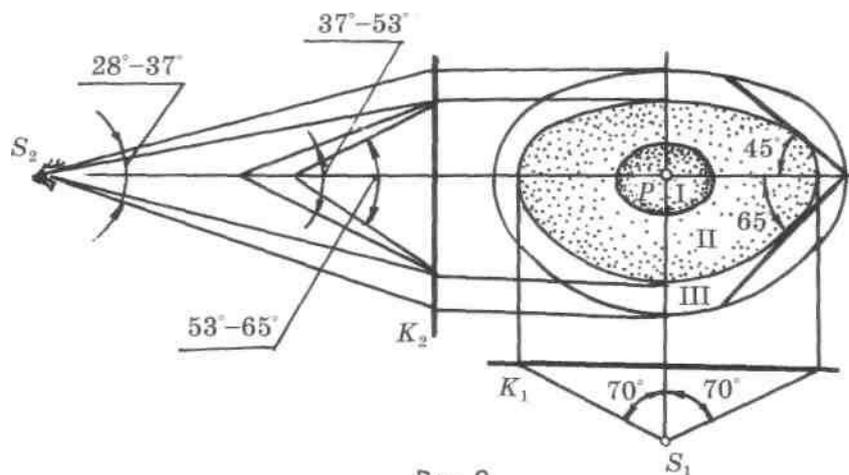


Рис. 9

Если через главный луч зрения провести вертикальную K_2 и горизонтальную K_x плоскости, то поле ясного зрения разделится на симметричные, но не равные части (рис. 9). Верхняя часть будет несколько меньше, чем нижняя. Это становится очевидно, если измерить углы, образованные крайними периферическими лучами зрения. Они будут равны соответственно 110° и 140° . При этом верхний луч с оптической осью составляет угол 45° , нижний — 65° , а два боковых — по 70° .

Конус видимости в продольном разрезе выявляет *угол зрения*. На основе исследований физиологов и психологов доказано, что четкое восприятие предметов глазом человека возможно при угле ясного зрения 28° — 37° , а достаточная видимость — при угле 53° . Если человек подойдет к предмету очень близко, зрительное расстояние уменьшится, угол зрения увеличится.

При небольшом зрительном расстоянии предметы первого плана не попадают в поле ясного зрения и проецируются в поле неясного зрения, что приводит к большим искажениям формы. При угле зрения до 65° они не сильно заметны, хотя уже влияют на общее восприятие объекта.

Если точка зрения расположена далеко от картины, то предметы попадут в поле ясного зрения. Перспективные изменения будут едва заметны. Если написать пейзажный этюд в ясный день и изобразить на нем только «туманные» дали, то зритель примет его за изображение не ясного, а туманного дня или удивится, что очертания расплывчаты и краски блеклы даже на переднем плане картины.

Важно правильно выбрать расположение картинной плоскости. Чтобы перспективное изображение соответствовало наилучшему зрительному восприятию, вся картина должна находиться в пределах поля ясного зрения (рис. 10), так как за границей поля ясного видения четкость видимости ослабевает.

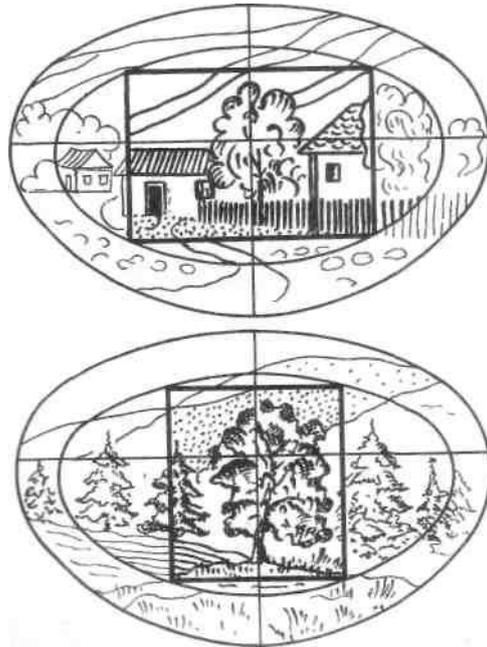


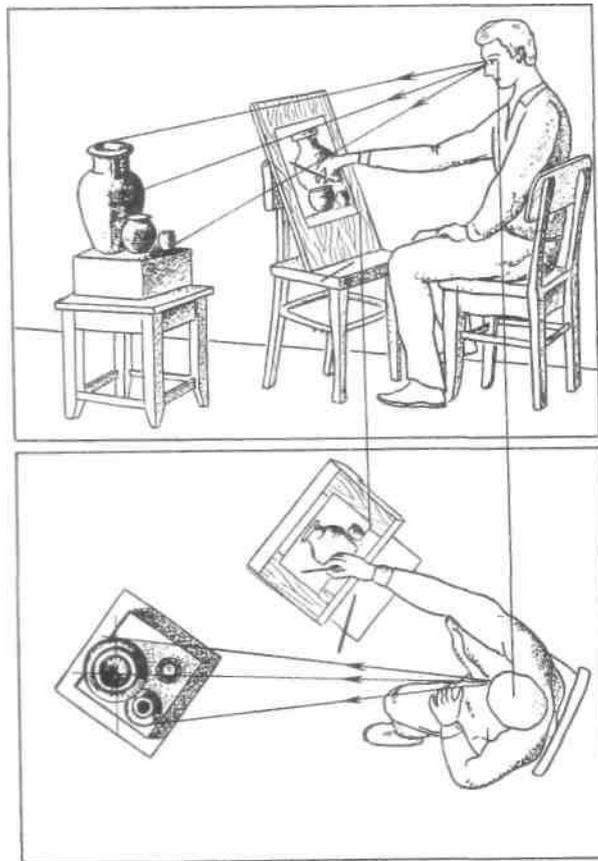
Рис. 10

Увеличение или уменьшение угла ясного зрения, а также неудачное расположение главного луча зрения в некоторых случаях приводит к несоответствию зрительного образа с изображением. Существует несколько практических приемов определения поля ясного зрения, один из которых был изобретен итальянскими художниками еще в эпоху Возрождения. При рисовании натюрморта художник раздвигает крайние пальцы (большой и мизинец) вытянутой вперед руки. Расстоянием между их концами определит радиус окружности, соответствующей полю ясного зрения. При этом конец одного пальца должен совпадать с центром окружности, т. е. с главной точкой картины.

Учение о центральных проекциях представляет одну из составных частей теоретической основы предмета рисования и является наиболее обобщенным учением о проекциях как графическом методе построения изображений. Теория центральных проекций дает возможность овладеть методом построения изображений не только на основе непосредственного наблюдения предметов (рисование с натуры), но и по представлению, на основе словесного описания изображаемого объекта. Последнее особо необходимо учителю изобразительного искусства, принимая во внимание его иллюстративную работу, как неотъемлемую часть урока изобразительного искусства, и большую работу оформительского характера, проводимую в школе.

2. Построение и использование проецирующего аппарата

Модель проецирующего аппарата разработана на основе метода центрального проецирования. На ней удобно изучать законы и способы построения на плоскости картины фигур, заданных в предметном пространстве. Однако данная модель лишь условно отражает процесс восприятия природы и изображения ее на плоскости листа. Условимся, что картина располагается строго между объектом и наблюдателем. Однако, чтобы она не закрывала изображаемый объект, сдвинем ее чуть-чуть в сторону от рисующего (рис. 11). При проецировании многоугольника на три плоскости проекций, расположенных под произвольным углом к зрителю, изображения, полученные на каждой из плоскостей, являются центральными проекциями



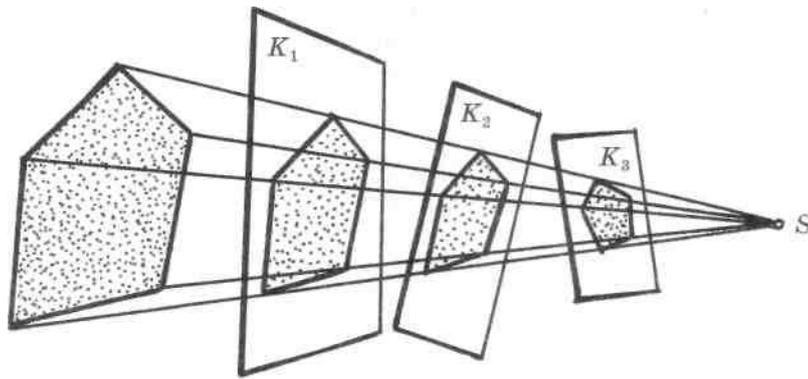


Рис. 12

объекта при единой точке зрения (рис. 12). Чтобы задача на построение перспективы предмета имела только одно решение, примем, что картинная плоскость перпендикулярна главному лучу зрения.

Посмотрим проецирующий аппарат, с помощью которого определим основные термины и понятия. Изобразим горизонтальную плоскость и обозначим ее буквой Π (рис.13) . Это — **предметная плоскость**, которую будем считать безграничной. Такой плоскостью в интерьере может быть плоскость пола или, в условиях экстерьера, поверхность земли. Если предметная плоскость неровная, т. е. имеет углубления, впадины или

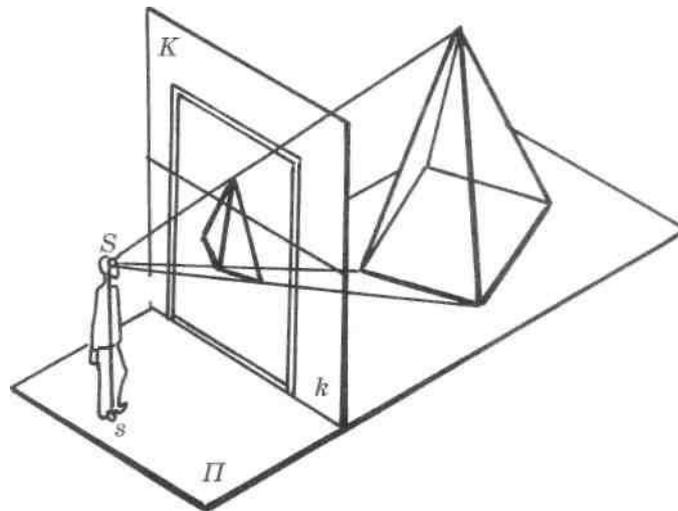


Рис. 13

возвышенности, следует задать воображаемую плоскость, расположенную ниже впадин — *опущенный план*, или выше выступающей поверхности земли, — *поднятый план*. На предметной плоскости располагаются зритель и наблюдаемый объект, в нашем случае четырехгранная пирамида.

Глаз зрителя находится над предметной плоскостью на расстоянии, которое соответствует его росту и определяет положение *точки зрения* (S). Эта же точка является центром проекций, через который проходят проекционные лучи ко всем точкам изображаемого объекта. Перпендикуляр, опущенный из глаза зрителя на предметную плоскость, определит положение *точки стояния* (s).

Между зрителем и объектом, строго перпендикулярно предметной плоскости, располагается *картинная плоскость* (K). Часть картинной плоскости, на которой строится изображение, называется *картиной*. Картинная плоскость пересекает предметную по прямой, которую называют *основанием картины* (In). Картинная плоскость делит пространство между зрителем и объектом на две части. Часть пространства, где находится зритель, называется *промежуточным* или *нейтральным пространством*. Если предмет расположен в промежуточном пространстве, то лучи, направленные в глаз зрителя от любой точки объекта, не пересекают картинную плоскость и, следовательно, не дают на ней никаких изображений. Пространство за картинной плоскостью называется *предметным*. Там располагаются объекты, подлежащие построению в перспективе.

Процирующий аппарат в упрощенном виде представлен на рис. 14: фигура человека изображена в виде вертикального отрезка, у которого точ-

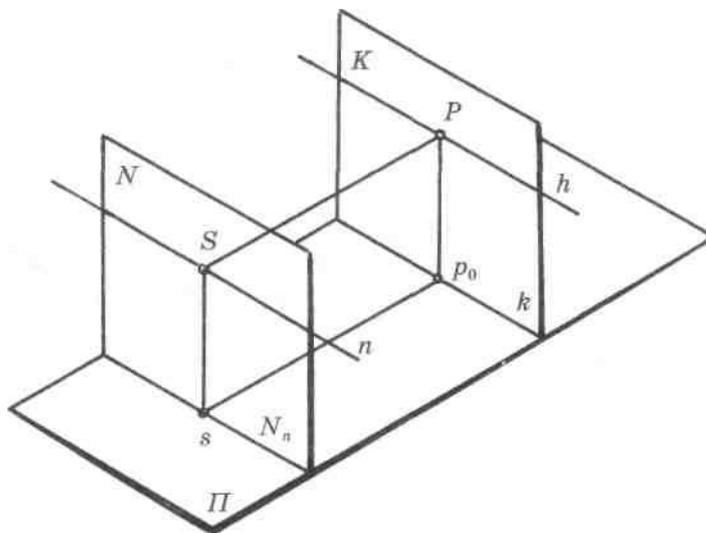


Рис. 14

ка S соответствует положению глаза, а точка s точке стояния. Длина этого перпендикуляра называется **высотой точки зрения** (Ss). Через высоту точки зрения параллельно картинной плоскости проходит **нейтральная плоскость** (N) или плоскость исчезновения. Все, что находится за ней, человек не видит. Линия пересечения нейтральной и предметной плоскостей называется **предметным следом нейтральной плоскости** (N_n). Безграничное пространство за нейтральной плоскостью, а значит и за зрителем, называется **мнимым пространством**.

Высота точки зрения определяет положение плоскости горизонта. **Плоскость горизонта** (H) — воображаемая плоскость, проходящая всегда горизонтально через глаз зрителя, параллельна предметной плоскости и всегда пересекает картинную плоскость по прямой **линии горизонта** (h). Реальное положение плоскости горизонта может быть установлено при помощи прибора, называемого **уровнем**.

Через точку зрения проходит только одна горизонтальная плоскость, а, следовательно, на плоскости картины линия горизонта может быть только одна. Линия горизонта делит поле зрения рисующего человека на две части и пересекает нейтральную плоскость по **нейтральной прямой** (n).

Главный луч зрения (SP) — перпендикуляр, проведенный из точки зрения к картине, всегда лежит в плоскости горизонта и определяет расстояние от зрителя до картины, так называемое **зрительное** или **дистанционное расстояние**. Главный луч зрения всегда совпадает с осью конуса нормального видения. Главный луч зрения иногда называют **главным перпендикуляром**.

Главная точка картины (P) находится в точке пересечения главного луча зрения с линией горизонта, p_0 — проекция главной точки картины на ее основание. Вертикальная плоскость, проходящая через главный луч зрения, делит промежуточное пространство на правую и левую части и называется **плоскостью главного луча зрения** ($sSPp_0$). Она пересекается с картиной по **главной линии картины** или **линии главного вертикала** (Pp_0) и служит началом отсчета всех измерений (рис. 15).

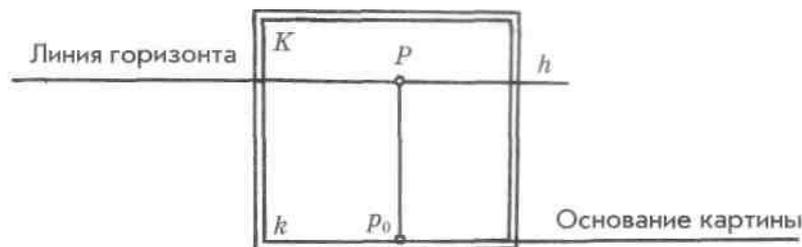


Рис. 15

Из всех перечисленных терминов, применяемых в теории перспективы, четыре являются основными, и их принято называть **главными элементами картины**, необходимыми для построения перспективного изображения:

- 1) SP — расстояние от зрителя до картины — главный луч зрения;
- 2) h — линия горизонта;
- 3) P — главная точка картины;
- 4) k — основание картины.

Главные элементы картины выбирают в зависимости от сюжета и композиционного замысла. Расстояние от зрителя до картины активно используют при перспективных построениях, совместив точку зрения с картинной плоскостью (рис. 16). Точка S перемещается вращением по вертикали в положение, совмещенное с картинной плоскостью — точку S_k . $SP = S_kP$. При вращении в горизонтальной плоскости точка S переместится в **дистанционные точки** (D_1 и D_2). $D_1P = D_2P = SJ^3$ (рис. 17).

Линия горизонта является необходимым элементом как для построения и проверки перспективных построений, так и при выполнении эскизов и рисунков по представлению. Человек, не меняя своего положения относительно картинной плоскости, рассматривает один и тот же предмет —

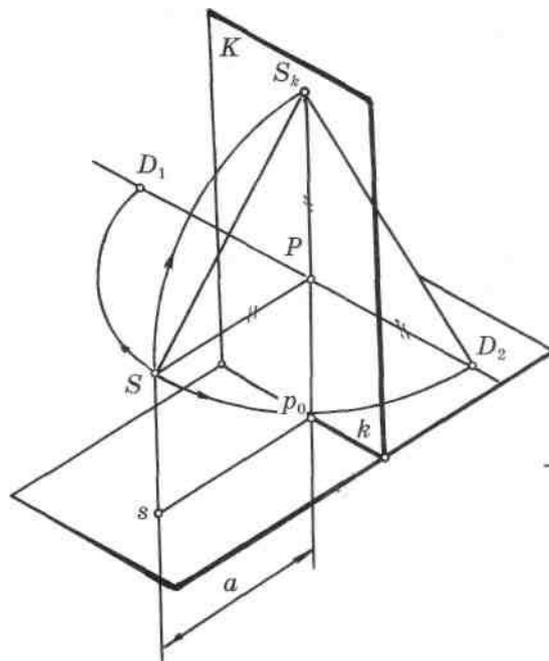


Рис. 16

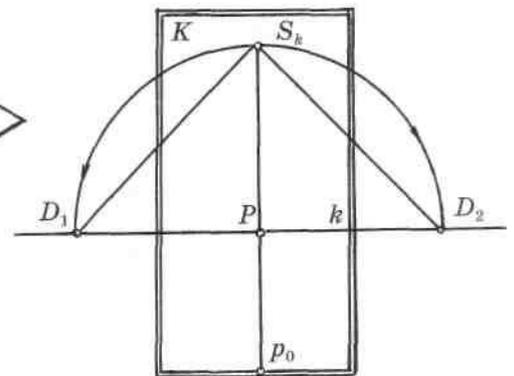


Рис. 17

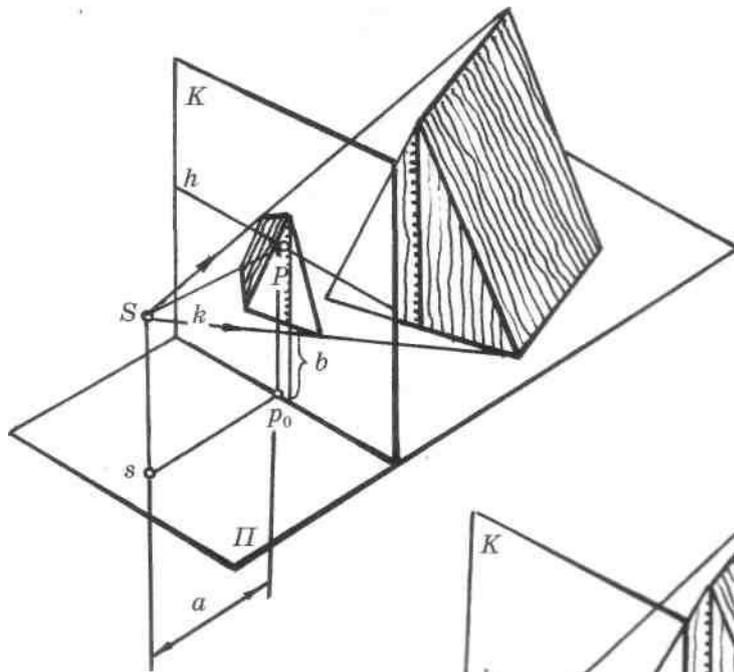


Рис. 18

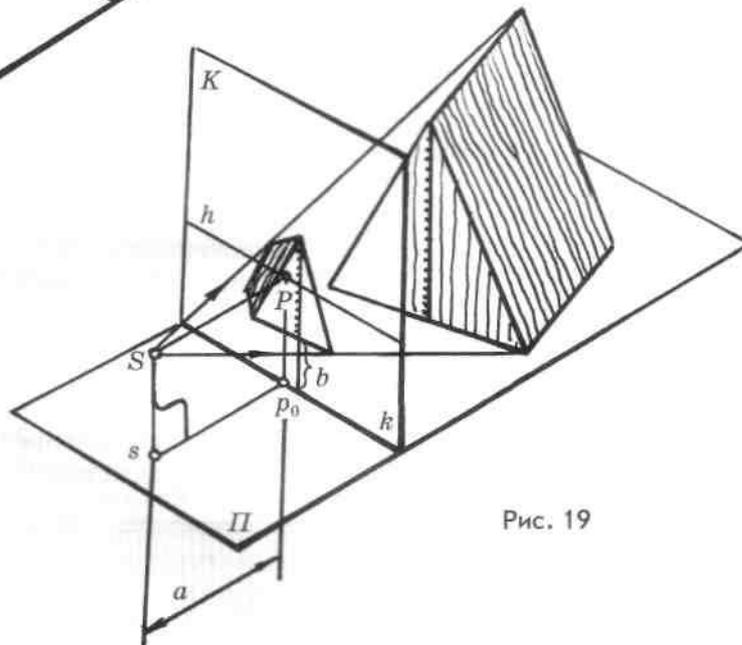


Рис. 19

треугольную призму, лежащую на боковой стороне и напоминающую по форме туристическую палатку (рис. 18, 19, 20). В первом случае наблюдатель стоит (рис. 18). Рост среднего человека составляет 1,65 м. Линия горизонта находится посередине картины. Если человек сядет, точка зрения понизится, линия горизонта займет низкое положение (рис. 19). Если человек встанет на подставку и будет рассматривать предмет сверху — горизонт высокий (рис. 20).

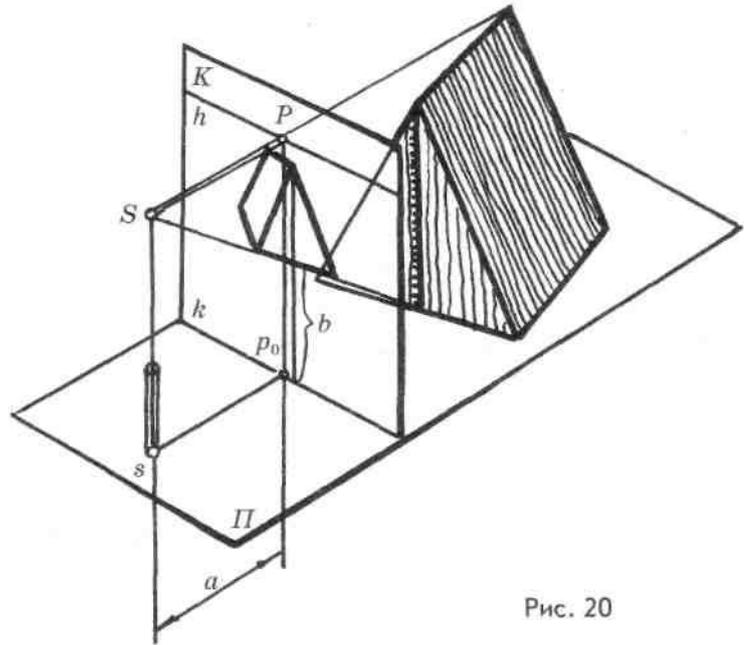


Рис. 20

Сравнив все три картины с изображением палатки (рис. 21) можно заметить, что размер изображений принципиально не меняется, а изменяется положение линии горизонта. Меняется и положение предмета относительно основания картины — увеличивается или уменьшается величина \mathcal{B} . При высоком горизонте объект перемещается вглубь, при низком — приближается к переднему плану картины.

Любое положение линии горизонта имеет свои преимущества в восприятии пространства и находящихся в нем предметов. Выбор зависит от ком-

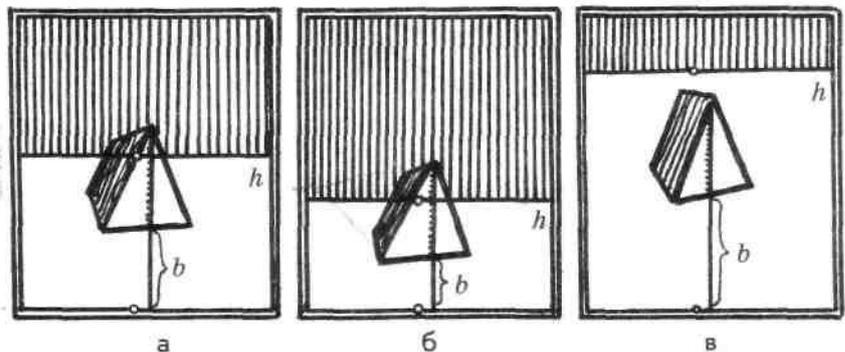


Рис. 21

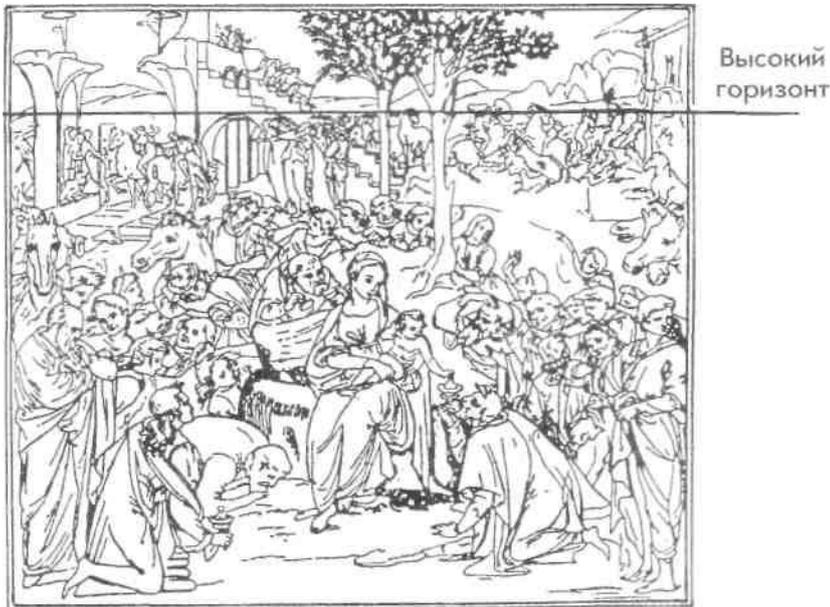


Рис. 22

позиционного замысла художника. Высокую линию горизонта применяют для показа необъятных просторов полей, лесных массивов, речных и морских далей, интерьеров с красивым рисунком паркета, в многофигурных композициях с охватом большой глубины пространства, например на первоначальном варианте картины Леонардо да Винчи «Поклонение волхвов» (рис. 22). Перед художником стояла задача показать грандиозность события, последующего после рождения Христа. Благодаря высокой линии горизонта он смог изобразить не только Марию, младенца и волхвов, но и десятки других фигур, свидетелей и участников этого важного события.

Русский художник К.А. Зеленцов в своей картине «Мастерская художника» хотел отобразить конкретный, хорошо знакомый ему интерьер, который он наблюдал каждый день (рис. 23). В этом случае расположение линии горизонта по середине картины вполне оправдано.

Низкий горизонт используют в картинах для придания монументальности сюжетной композиции, в пейзаже — для показа большей части неба с грозowymi облаками, разноцветной радугой, летящими самолетами и т.д. В интерьере низкий горизонт позволяет показать росписи на потолках, форму карнизов и рельефы, украшения стен.

При изображении интерьера церкви Санта Мария в Риме (рис. 24), для придания монументальности был использован низкий горизонт, что позволило показать конструкцию и рисунок потолка, верхние части колонн — капители, форму арки, карнизы и т. д.



Средний
горизонт

Рис. 23



Низкий
горизонт

Рис. 24

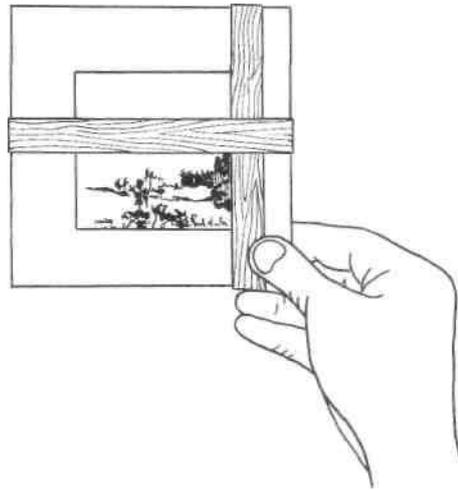


Рис. 25

Для определения удачного расположения на картине изображаемых объектов и линии горизонта используют видоискатель (рис. 25). Для его изготовления в листе плотной бумаги (или картона) вырезают прямоугольник со сторонами, пропорциональными сторонам будущей картины. Держа в руках, видоискатель направляют на выбранный объект и через прямоугольное отверстие фиксируют наиболее удачное композиционное расположение. Картину помещают на место, которое занимал видоискатель, и сразу обозначают на плоскости листа уровень линии горизонта. Иногда к видоискателю добавляют полоску, передвигающуюся по вертикали и горизонтали, что придает отверстию в видоискателе любую форму прямоугольника с различным соотношением его высоты и ширины.

Свободное владение законами перспективного изображения дает возможность художнику построить свой эскиз и разместить элементы композиции так, как они воспринимаются в натуре.

Проецирующий аппарат позволяет точно передать форму и расположение предметов в пространстве методом центрального проецирования.

3. Перспектива точки

Все без исключения перспективные изображения на плоскости картины строятся в результате последовательного выполнения необходимых подсобных геометрических построений, относительная точность которых обеспечивает достаточную правильность перспективного изображения, соответствующего зрительному восприятию. Значение и последовательность

подсобных геометрических построений рассмотрим на получении перспективного изображения точки методом центрального проецирования.

Точка является основным геометрическим элементом любого объекта, перспектива которого подлежит построению и проверке. Перспектива всякого отрезка прямой, ограниченного в своих линейных размерах конечными точками, всегда может быть построена по перспективам двух точек. Перспектива всякой плоскости, расположенной в предметном пространстве, строится по перспективам трех точек, лежащих в рассматриваемой плоскости и не находящихся на одной прямой. Перспектива поверхности, расположенной в предметном пространстве, строится по перспективам точек.

Метод построения рисунка с натуры и по представлению « по точкам » был принят и применен в преподавании П.П. Чистяковым. Позднее этот метод, существенно обогащенный педагогическим опытом, успешно применялся его преемником и последователем по академической школе В.Е. Савинским, который справедливо считал метод построения изображений « по точкам » принципом академического рисунка.

Положение всякой точки в пространстве может быть определено координатами X , Y и Z (рис. 26). За начало координат примем точку p_0 — осно-

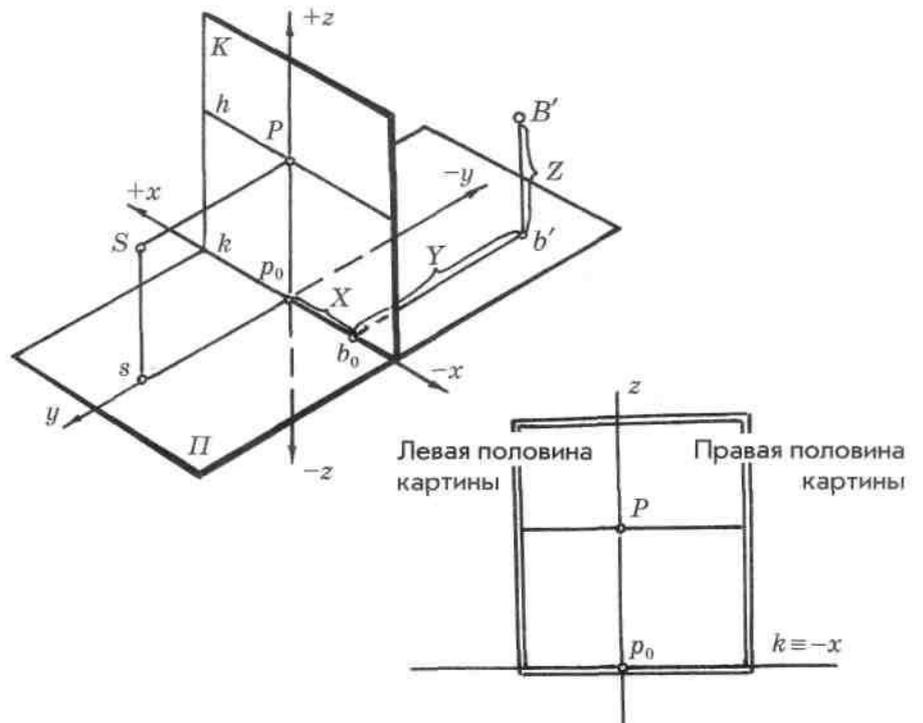


Рис. 26

вание главного вертикала. Ось X совпадает с основанием картины k , ось Z — с главным вертикалом картинной плоскости, ось Y перпендикулярна плоскости картины.

Лампочка электрического фонаря на улице (рис. 27) представляет в натуре точку A' , ее проекция — точка a' .

Рассмотрим расположение точки A' в системе проецирующего аппарата. В предметной плоскости зададим точку и ее основание (рис. 28). Через высоту точки зрения Ss и проецирующий луч SA' проведем вспомогательную плоскость T .

Необходимыми геометрическими элементами при построении перспективы точки A' будут:

— sa — линия пересечения вспомогательной плоскости T с предметной плоскостью Π . Эта линия, пересекая основание картины k , отмечает

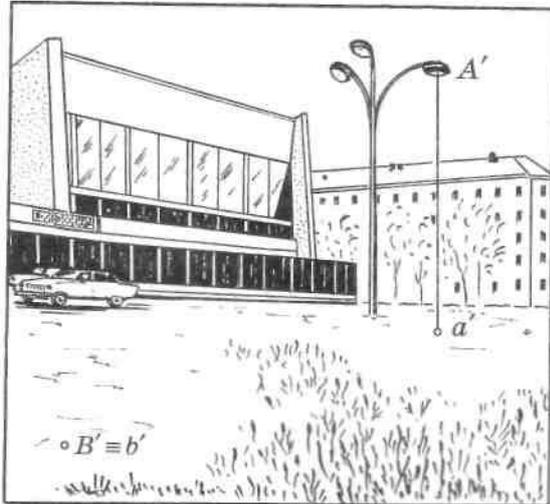


Рис. 27

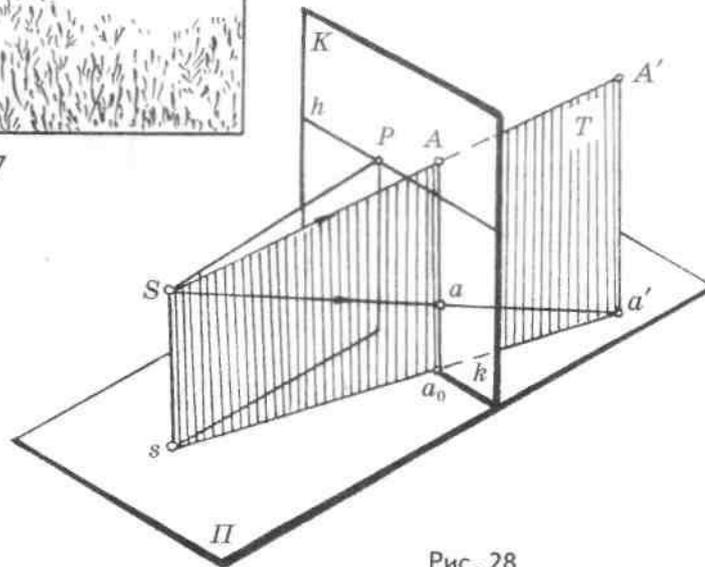


Рис. 28

на нем точку a_0 , связывая тем самым заданный объект A' и точку зрения S через проекции a' и s с основанием картины.

— Aa_0 — линия пересечения плоскости T с картинной плоскостью. Определяет прямую, на которой должна лежать перспектива точки A' — точка A

Определим местонахождение перспективы A на линии Aa_0 . Для этого проведем в плоскости Γ луч зрения SA' . Он пересечет линию Aa_0 и отметит на ней точку A , которая и является перспективой точки A' .

На картине (рис. 29) видно, что перспектива точки A и ее основание a расположились на одном перпендикуляре к линии горизонта и основанию картины.

Положение точки называется *общим*, если она расположена в предметном пространстве и находится на некотором расстоянии от предметной и картинной плоскостей. Точка A' является точкой общего положения.

Рассмотрим случай, когда пространственная точка B' лежит на земле (рис. 27). В проецирующем аппарате она располагается на предметной плоскости Π . Ее основание совпадает с самой точкой $B' = B''$ и расстояние до предметной плоскости равно 0 (рис. 30). Перспективу точки B' и ее основания B'' построим аналогичным способом. Перспектива точки B и ее основание B'' на картине лежат на одном перпендикуляре и совпадают ($B \equiv B''$) (рис. 31). Точка B находится ниже линии горизонта, справа от главного вертикала Pp_0 .

Положение точки называется *частным*, если она лежит в предметной или картинной плоскости, например, как точка B' . Точка E' лежит в картинной плоскости, об этом свидетельствует ее совпадение с перспективой $E' = E''$ (рис. 32, 33). Она находится выше линии горизонта, слева от главного вертикала. Точки $A' \equiv a'$ и $C' = c$ лежат в предметной плоскости на раз-

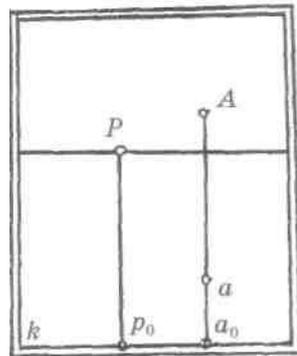


Рис. 29

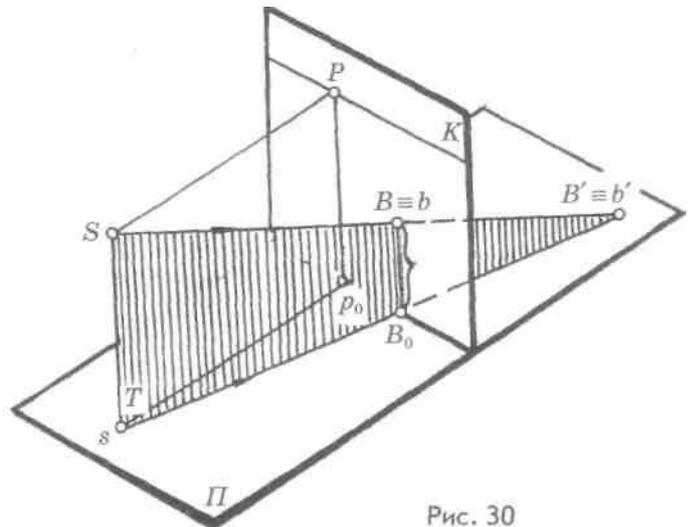


Рис. 30

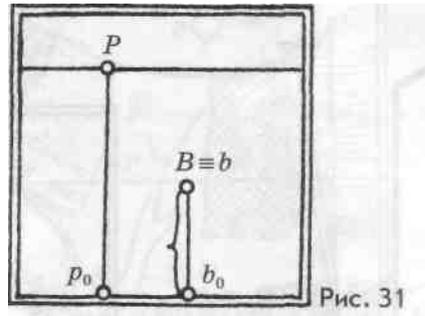


Рис. 31

ном расстоянии от картины. Точка C ближе точки A' , поэтому ее перпендикуляр короче. На картине точка $C = c$ находится ближе к основанию картины, чем $A \wedge a$.

Рассмотрим случай, когда точка общего положения расположена во мнимом пространстве, т. е. за спиной зрителя (рис. 34). Из точки зрения S проведем луч зрения через точку A' и продолжим его до пересечения с картинной плоскостью. Соединим точку стояния s с основанием a' и продолжим до пересечения с основанием картины, получим точку a_0 . Из точки a_0 восстановим перпендикуляр, пересечение которого с прямой $a'S$ опреде-

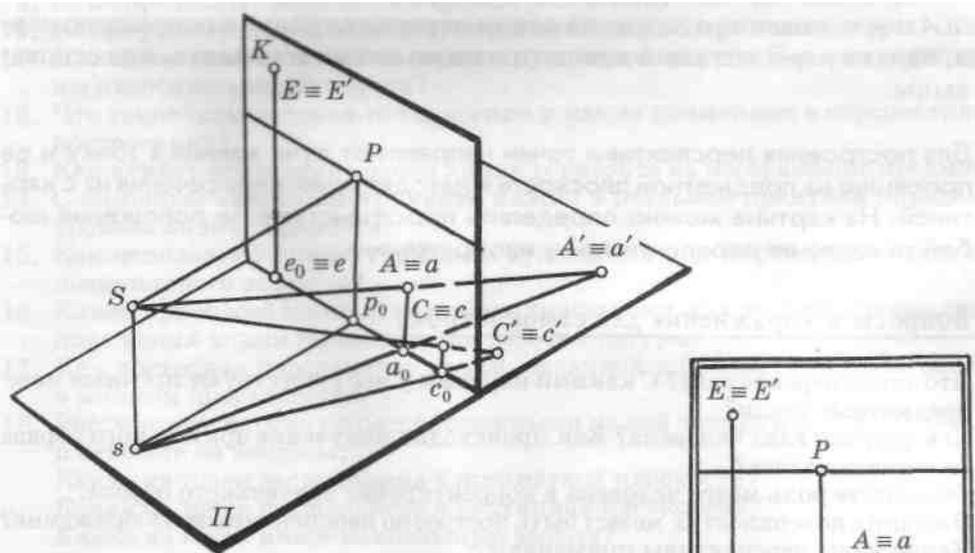


Рис. 32

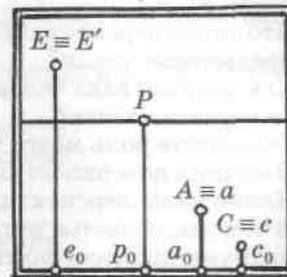


Рис. 33

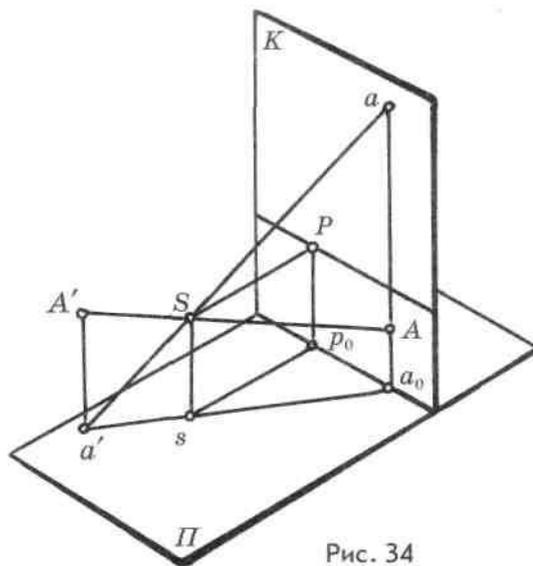


Рис. 34

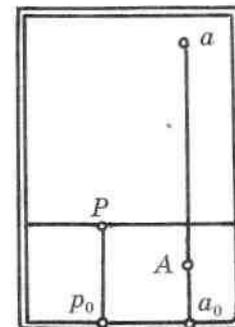


Рис. 35

лит точку a . На картине (рис. 35) из построений видно, что перспектива точки A и ее основание a лежат на одном перпендикуляре к основанию картины, однако перспектива A находится ниже линии горизонта, а ее основание выше.

Для построения перспективы точки направляют лучи зрения в точку и ее проекцию на предметной плоскости и находят точки пересечения их с картиной. На картине можно определить пространственное положение любой точки по ее перспективному изображению.

Вопросы и упражнения для самоконтроля

1. Что такое перспектива? С какими науками у нее существуют прочные межпредметные связи?
2. Как устроен глаз человека? Как происходит получение зрительного образа на сетчатке глаза?
3. Объясните роль мозга человека в корректировке зрительного образа.
4. На каких поверхностях может быть построено перспективное изображение?
5. Какие виды перспективы применяют?
6. В чем заключается метод центрального проецирования? Что общего и в чем отличия процесса восприятия образа и принципа центрального проецирования?
7. При каких условиях зрительный образ совпадает с центральной проекцией объекта наблюдения?

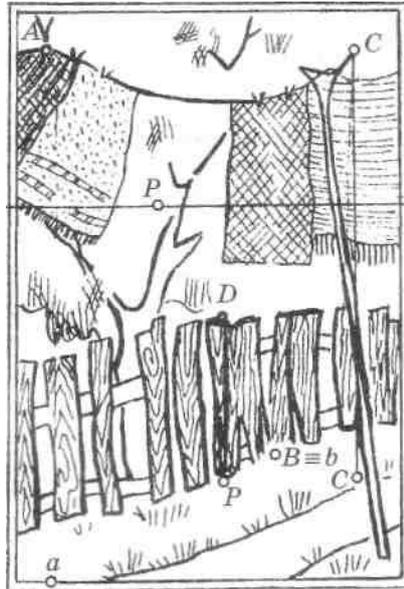


Рис.36

8. Как конусы видимости влияют на четкость восприятия?
9. Как определяют поле ясного зрения человека?
10. Какой угол зрения соответствует наилучшему восприятию природы?
11. Назовите главные элементы проецирующего аппарата. Как они расположены относительно друг друга?
12. Что такое совмещенная точка зрения и как ее применяют в перспективных построениях?
13. Как влияет изменение уровня линии горизонта на изображение предметов?
14. С помощью какого инструмента можно в реальной практике определить уровень линии горизонта?
15. Как используют линию горизонта художники для выражения своего композиционного замысла?
16. Какое приспособление используют художники для выбора оптимального положения линии горизонта при работе с натуры?
17. Как построить перспективу точки, заданной в предметном пространстве, в мнимом пространстве?
18. Рассмотрите картину с расположенными на ней точками A , B , C , D (рис. 36) и ответьте на вопросы:
 Какая из точек расположена в предметной плоскости? Какая из точек расположена в картинной плоскости? Какая из точек имеет наибольшую высоту? Какая из точек дальше всего удалена от зрителя? Какая пара точек удалена на одинаковое расстояние?

Глава II

ПЕРСПЕКТИВА ПРЯМОЙ И ПЛОСКОСТИ

1. Перспектива отрезка прямой

В предметном пространстве прямые могут занимать различное положение. Прямые, расположенные под произвольным углом к картине и к предметной плоскости, называются *прямыми общего положения*. Прямые, расположенные параллельно или перпендикулярно по отношению к картинной или предметной плоскости, называют *прямыми частного положения*.

Для построения перспективы прямой представим плоскость, составленную из лучей, идущих из точки зрения S к каждой точке заданной прямой. Эти лучи образуют, так называемую лучевую плоскость. Она пересечет картину по прямой. Следовательно, перспектива прямой на картине, в общем случае, есть прямая. В частном случае, когда прямая совпадает с направлением проецирующего луча, ее перспективным изображением будет точка.

Для изображения на картине отрезка прямой, достаточно построить перспективу двух ее точек (рис. 37). На прямой возьмем произвольно две точки A' и B' и построим их перспективу. Соединим точку зрения S с прямой $A'B'$ лучевой плоскостью T_1 , а с основанием прямой $a'b'$ лучевой плоскостью T_2 . Полученные на картине точки A и B соединим прямой, которую продолжим в обе стороны. Поскольку заданная прямая есть прямая общего положения, то перспектива ее не параллельна основанию картины k (рис. 38).

В предметной плоскости проецирующего аппарата (рис. 39) задана прямая L' . Перспектива прямой и ее основание совпадают $CE = ce$ и не параллельны линии основания картины k (рис. 40).

Если прямая пересекает картину, то точка пересечения заданной прямой с картиной называется *картинным следом*. Картинный след обозначается буквой соответствующей прямой, с добавлением к ней индекса k .

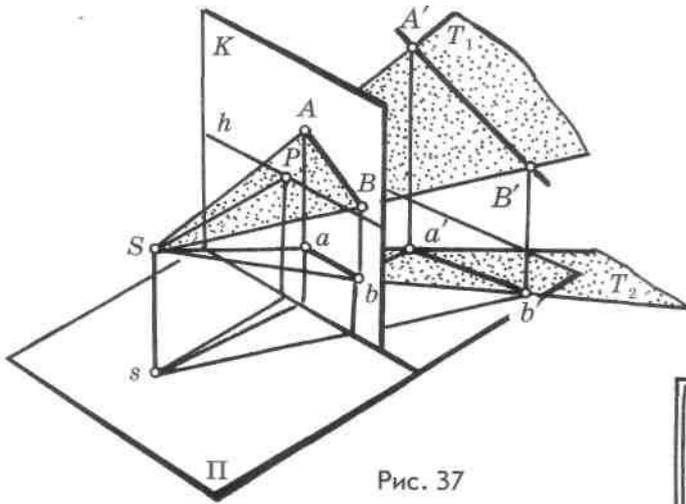


Рис. 37

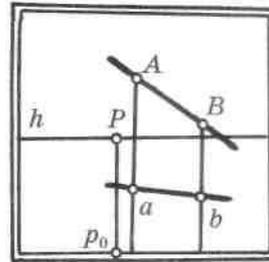


Рис. 38

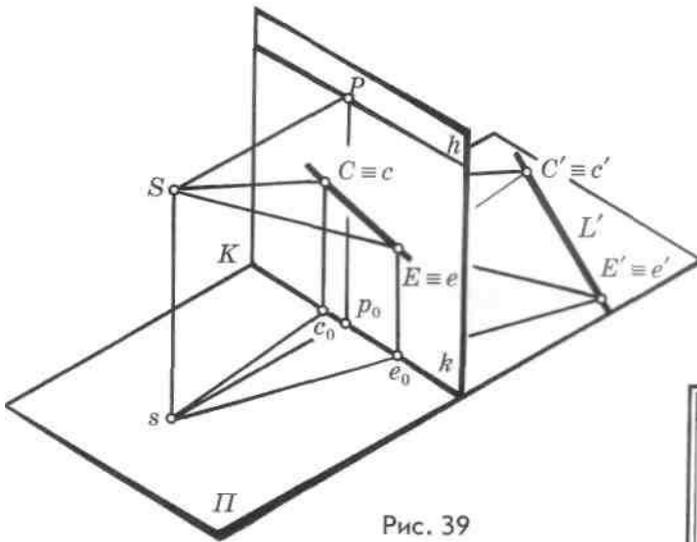


Рис. 39

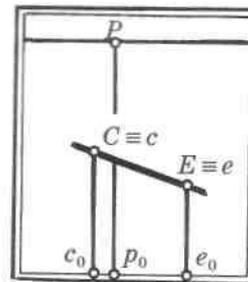


Рис. 40



Рис. 41

На сельском пейзаже изображена изгородь, определенный участок которой обозначен отрезком AB . Отрезок AB упирается в картинную плоскость и имеет с ней общую точку — картинный след (рис. 41).

Для построения перспективы картинного следа прямую AB заключим в плоскость (рис. 42). Построим линию пересечения вспомогательной плоскости с картинной. Поскольку вспомогательная плоскость перпендикулярна предметной плоскости, линия пересечения перпендикулярна основанию картины. Картинный след и его проекция будут располагаться на одном перпендикуляре к основанию картины. Сам след A_k получится на пересечении этого перпендикуляра с продолжением прямой.

Для построения на картине картинного следа отрезка AB построим перспективное изображение отрезка AB и его основания — aB (рис. 43).

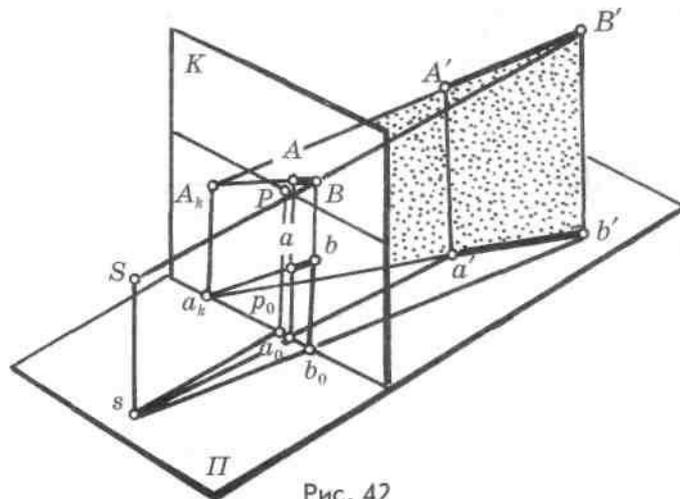


Рис. 42

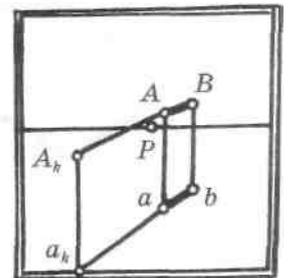


Рис. 43



Рис. 44

Продолжим aB до пересечения с основанием картины и обозначим точку a_k . Из нее восстановим перпендикуляр. Прямая AB пересечет перпендикуляр в точке A_k — в картинном следе.

Точка пересечения заданной прямой с предметной плоскостью называется *предметным следом*. Для построения перспективы предметного следа продолжим заданную прямую до пересечения с предметной плоскостью. Предметный след обозначается буквой соответствующей прямой с добавлением к ней индекса n . На переднем плане лесного пейзажа (рис. 44) виден ствол поваленного дерева. Его можно рассматривать как прямую, одним концом упирающуюся в землю, а значит в предметную плоскость.

Найдем предметный след для прямой N' , на которой расположены точки A' и B' (рис. 45). Заключим прямую во вспомогательную плоскость, которая пересечет предметную плоскость по прямой, совпадающей с основанием отрезка AB' . Продолжим прямую N' до пересечения с предметной плоскостью, точка N'_n будет лежать на продолжении отрезка $a'B'$.

Построим на картине перспективу отрезка AB и его основание aB . При продолжении эти прямые пересекутся в точке N_n — в предметном следе (рис. 46).

Точку, находящуюся на бесконечно далеком расстоянии от зрителя и расположенную на прямой, принято называть *предельной точкой прямой*. Следовательно, предельной точкой называется перспектива бесконечно удаленной точки прямой (рис. 47). Прямая AB на земле может рассматриваться как бесконечно удаленная прямая, на которой расположены точки A и B .

Рис. 46

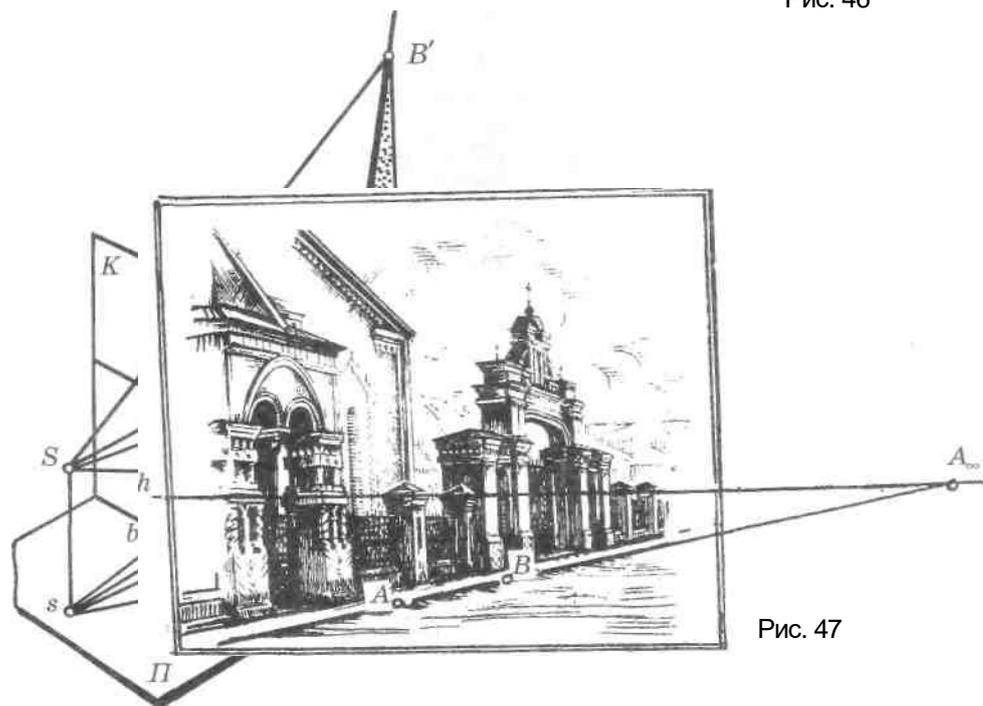


Рис. 47

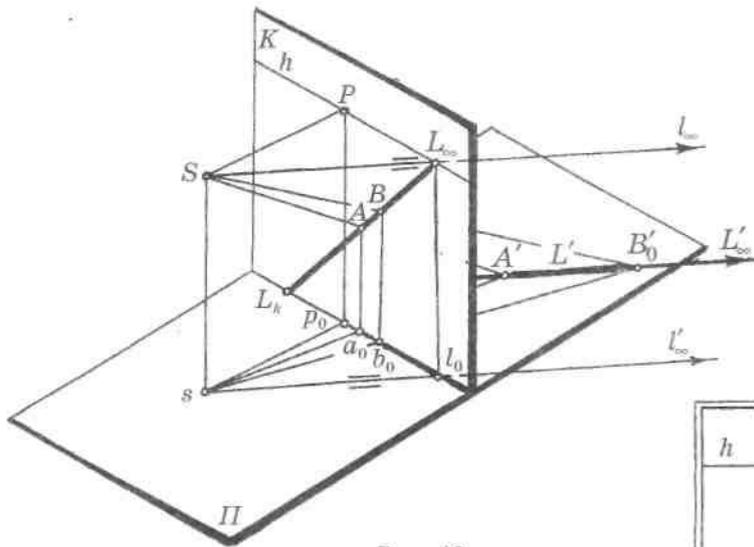


Рис. 48

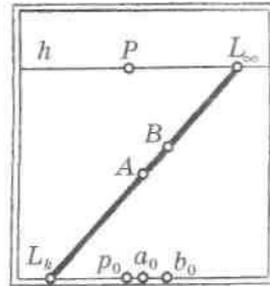


Рис. 49

В предметной плоскости проецирующего аппарата (рис. 48) задана прямая L' , расположенная под произвольным углом к картине. Требуется построить перспективу предельной точки прямой.

На прямой отметим две точки A' и B' и построим их перспективу. Полученные на картине перспективы точек соединим прямой и продолжим до пересечения с основанием картины. Полученная точка L_k будет картинным следом, который можно также получить, продолжив прямую до пересечения с картиной. Картинный след L_h будет началом перспективы прямой L' .

Если на продолжении прямой L' задать точки дальше точек A и B и строить их перспективы, то на картине они будут располагаться выше точек A , B . Проецирующие лучи, проведенные из точки зрения в заданные точки на прямой L' , будут подниматься вверх. Когда проецирующий луч примет горизонтальное положение, т. е. станет параллелен заданной прямой L' , перспектива предельной точки L^\wedge будет расположена на высоте точки зрения Ss , т. е. на линии горизонта. Предельная точка строится с помощью луча зрения, проведенного параллельно заданной прямой L' , до пересечения с картиной в точке L^\wedge .

На картине (рис. 49) предельная точка L_∞ — точка пересечения продолжения перспективы отрезка AB с линией горизонта.

Для построения перспективы прямой необходимо построить перспективу двух точек, лежащих на этой прямой, а для бесконечно продолженной прямой — картинный след и ее предельную точку.

2. Перспектива прямой общего положения

Прямая общего положения в зависимости от направления может быть восходящей и нисходящей. *Восходящей* называется такая прямая, точки которой по мере удаления от картины удаляются от предметной плоскости. *Нисходящей* называется прямая, точки которой по мере удаления от картины приближаются к предметной плоскости. Обходные лестницы на входе в многоквартирный дом (рис. 50) отмечены отрезками AB и CD . Отрезок AB направлен сверху вниз — нисходящая прямая, отрезок CD — снизу вверх — восходящая прямая.



Рис. 50

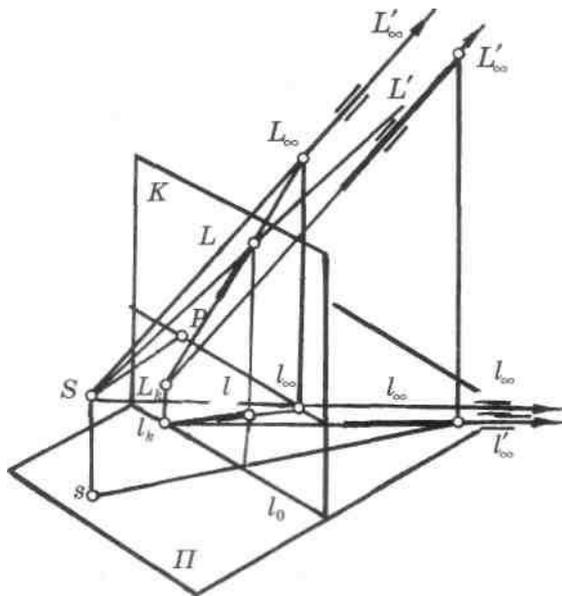


Рис.51

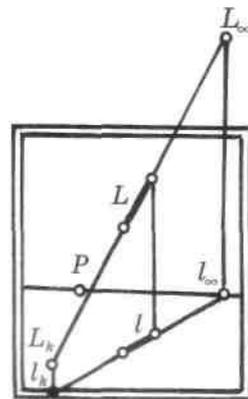


Рис.52

В предметном пространстве проецирующего аппарата задана восходящая прямая $L'L^A$ и ее проекция ΓC на предметную плоскость (рис. 51). Для построения перспективы восходящей прямой $L'L^A — L L^A$ построим перспективу ее проекции на предметную плоскость, т. е. перспективу точки V и предельной точки C . Для определения перспективы точки C из точки зрения S параллельно прямой $I'II$, направим луч $S'II \parallel L'C$ до пересечения с линией горизонта.

Для построения перспективы точки L , из точки зрения S направим параллельно прямой $I'II$, луч SL^A . Перспектива точки L^A будет лежать на перпендикуляре, восстановленном из точки I^A к линии горизонта.

Соединив точки l и Z^A получим перспективу восходящей прямой $L'Ll$ (рис. 52).

Восходящая прямая общего положения в перспективе имеет предельную точку над линией горизонта.

В предметном пространстве проектирующего аппарата задана прямая $A'A^A$, и ее проекция $a'al$ на предметную плоскость (рис. 53).

Для построения перспективы нисходящей прямой $A'A^A — A A^A$ построим перспективу прямой aa_x , т. е. точек a и a' . Найдем перспективы предельных точек $D1$ и a'^A . Для построения перспективы точки cC проведем луч зрения SA^A параллельно прямой $a'al$. На пересечении луча зрения с линией горизонта отметим предельную точку $a_{те}$ проекции нисходящей прямой.

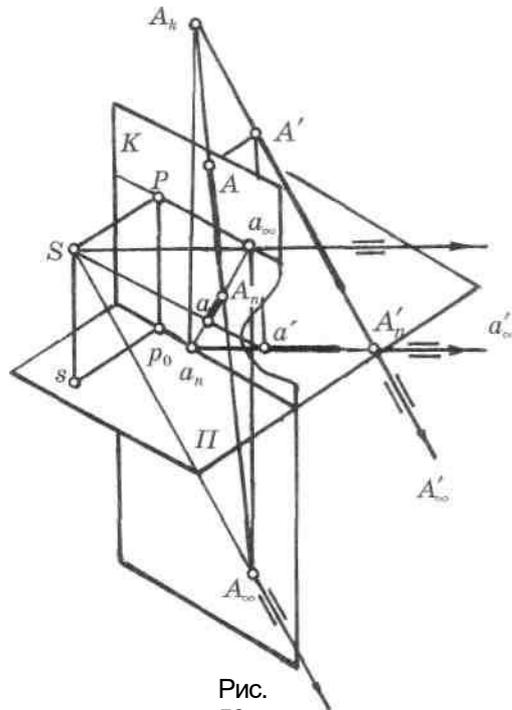


Рис. 53

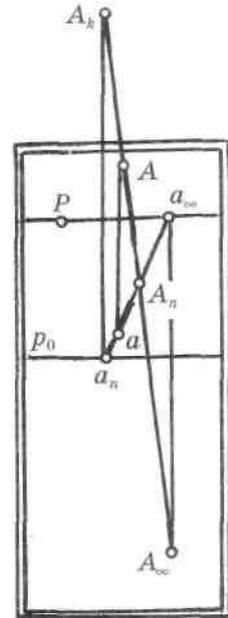


Рис.54

Для определения перспективы точки A^{\wedge} проведем луч зрения $SA^{\wedge} \parallel A'a!$ • Точка D_{∞} — точка пересечения луча зрения SA^{\wedge} с перпендикуляром, восстановленным из точки a^{\wedge} к линии горизонта.

Соединив точки A с A^* , и a с a_x получим перспективное изображение нисходящей прямой общего положения (рис. 54).

Нисходящая прямая общего положения в перспективе имеет предельную точку под линией горизонта.

Прямые общего положения — восходящие и нисходящие — в перспективе ограничены своими предельными точками, лежащими на перпендикулярах, проведенных через предельные точки проекции этих прямых.

3. Перспектива прямых частного и особого положения

При построении внешнего и внутреннего вида зданий чаще всего используются прямые частного положения. Они расположены параллельно или перпендикулярно к предметной или картинной плоскостям.

Прямые, лежащие в предметной плоскости или ей параллельные, называются *горизонтальными*. Относительно картинной плоскости горизон-



Рис. 55

тальные прямые могут быть расположены по-разному: параллельно, перпендикулярно и под произвольным углом. Высотные дома на гравюре А. Шибанова, удаляясь от зрителя, уменьшаются в размерах, но их вертикальные стены остаются перпендикулярными к земле, а значит предметной плоскости (рис. 55). Карнизы домов параллельны земле, хоть и направлены под произвольным углом к картине, также являются горизонтальными линиями.

Рассмотрим прямые частного положения. Задана горизонтальная прямая $A'B'$ (рис. 56), параллельная картинной плоскости. Для построения ее перспективы проведем лучевую плоскость, параллельную предметной плоскости. Перспектива AB будет параллельна линии пересечения двух плоскостей, т.е. основанию картины. На картине характерным признаком параллельности горизонтальной прямой и картинной плоскости является параллельность перспективы данной прямой и ее проекции основанию картины (рис. 57).

Горизонтальная прямая, параллельная картинной плоскости, определяет одно из главных направлений — ширину измерения. Несколько таких прямых, одинаковых по длине и лежащих на разном расстоянии от картинной плоскости, расположено в предметном пространстве (рис. 58).

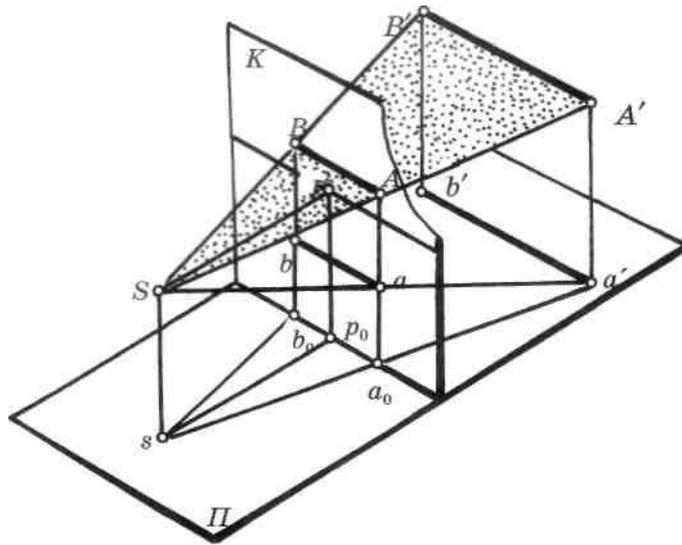


Рис. 56

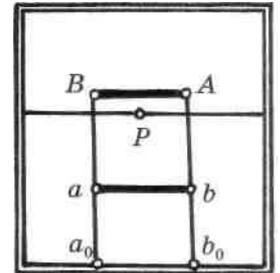


Рис. 57

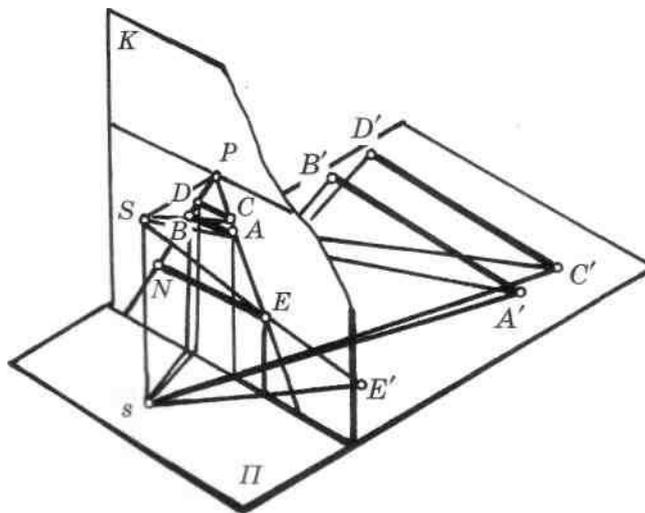


Рис. 58

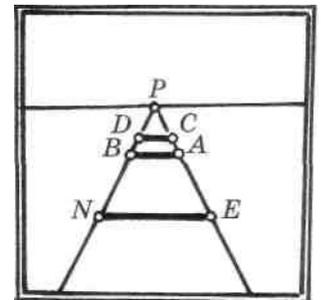


Рис.59

На картине хорошо видно изменение размеров горизонтальных прямых в зависимости от удаленности каждой прямой (рис. 59).

На переднем плане городского пейзажа (рис. 60) изображены плиты квадратного тротуара. Стороны квадратных плит, параллельные основанию картины, по мере удаления уменьшаются по ширине.



1 Рис 60

В предметном пространстве проецирующего аппарата задана горизонтальная прямая $A'B'$, перпендикулярная картине, а, следовательно, и к ее основанию (рис. 61). Такая прямая имеет предельную точку, совпадающую с главной точкой картины P . Характерным признаком на картине бесконечно продолженной горизонтальной прямой, перпендикулярной картинной плоскости, является совпадение предельной точки прямой с главной точкой картины.

На рис. 60 таких прямых несколько: перпендикулярные картине стороны плит тротуара, линии ограждений, карнизы домов и т. д. Все они, при продолжении, стремятся в главную точку картины — P .

Прямую, параллельную предметной плоскости и перпендикулярную картинной, называют *глубинной*. Она определяет одно из главных направлений пространства — глубину измерения (рис. 62).

Для изображения ограды парка (рис. 63) использована горизонтальная прямая, расположенная и под произвольным углом к картинной плоскости.

На картинной плоскости проецирующего аппарата задана горизонтальная прямая A_kA^{\wedge} , расположенная под произвольным углом к картине

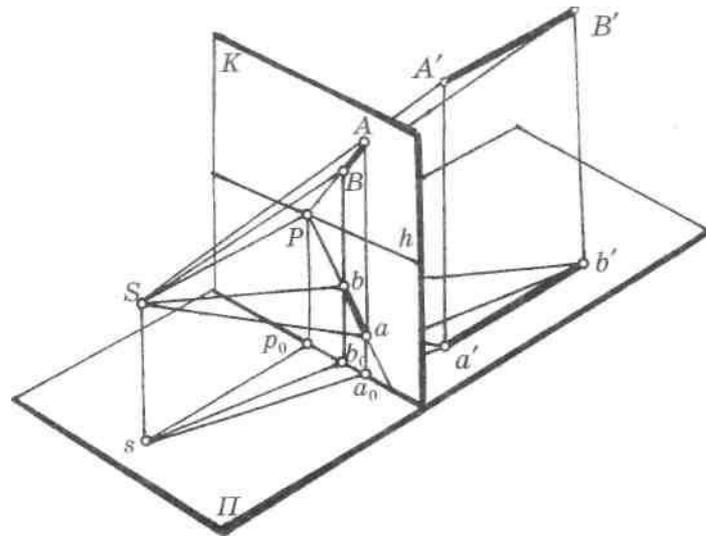
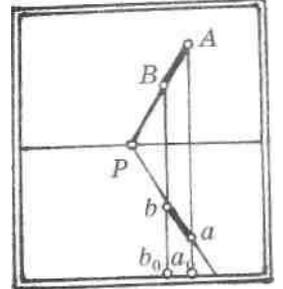


Рис.61

Рис. 62



(рис. 64). Местоположение предельной точки прямой A_kAL на линии горизонта зависит от ее направления ($SA^\wedge \parallel A_kA^\wedge$). Характерным признаком на картине (рис. 65) такой прямой является наличие предельной точки на линии горизонта в любом месте, кроме главной точки картины P .

В перспективных изображениях часто используют горизонтальные прямые под углом 45° к картинной плоскости, например плиты дорож-

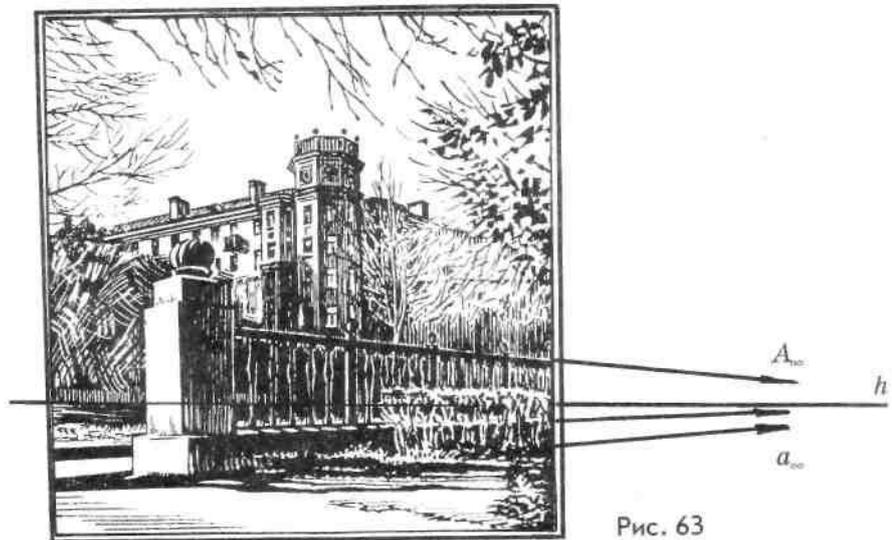


Рис. 63

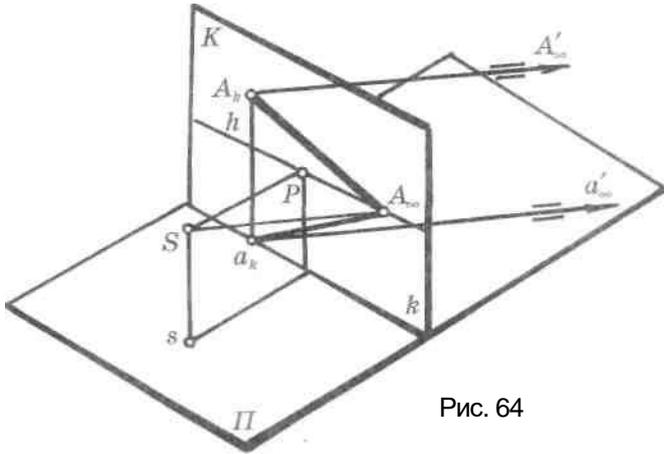
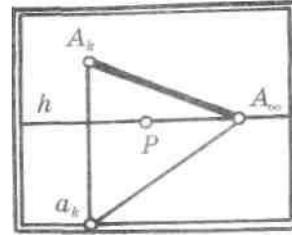


Рис. 64

Рис. 65



ки (рис. 66). Предельные точки сторон плит лежат на линии горизонта. Диагонали этих квадратов сходятся в точке P .

Для построения предельной точки такой прямой на проецирующем аппарате (рис. 67), проведем параллельно ей луч зрения SD . В плоскости го-

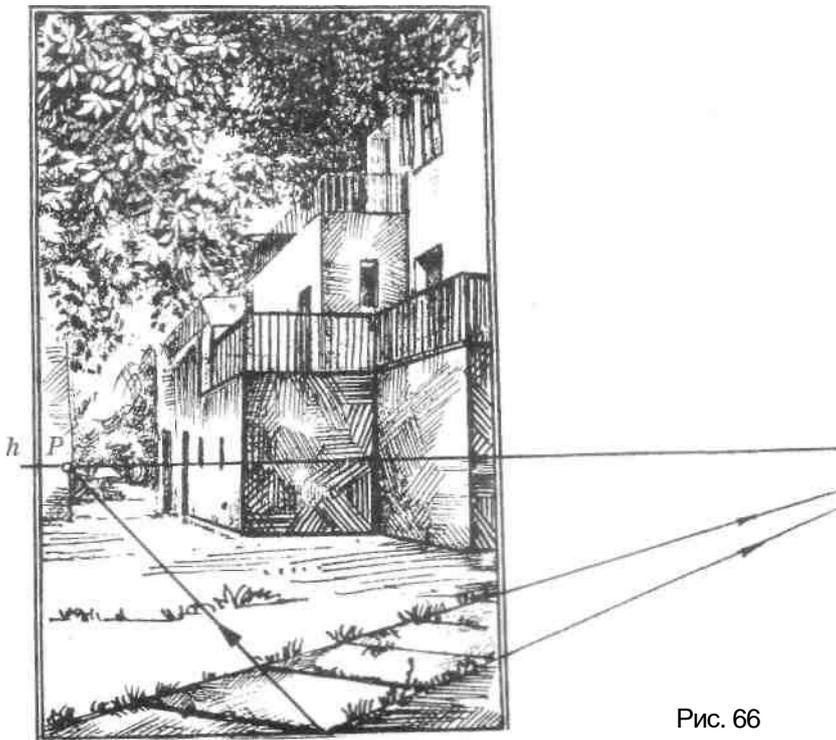


Рис. 66

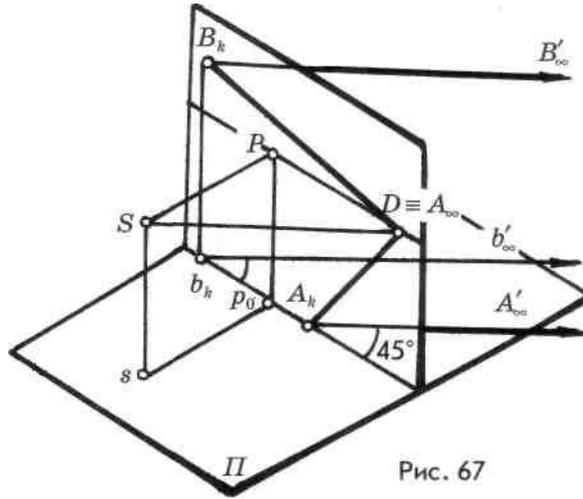


Рис. 67

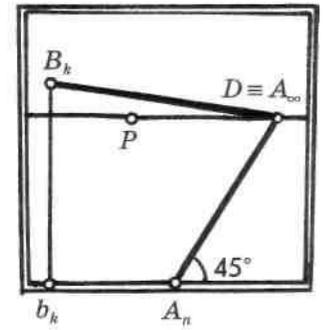


Рис. 68

ризонта образуется прямоугольный треугольник SPD , угол при вершине P — 90° , при вершине S — 45° (по построению). Третий угол этого треугольника будет также равен 45° . Следовательно, данный треугольник прямоугольный и равнобедренный, третья вершина D является дистанционной точкой.

Характерным признаком на картине (рис. 68) горизонтальной прямой, расположенной параллельно предметной плоскости и под углом 45° к картине, является наличие предельной точки совпадающей с дистанционной (D).

▶ Предельной точкой горизонтальной прямой, расположенной под углом 45° к картинной плоскости, в перспективе является дистанционная точка.

Прямые, перпендикулярные к предметной плоскости, а следовательно, параллельные картине, называются вертикальными.

В предметном пространстве проецирующего аппарата задана вертикальная прямая AB перпендикулярная предметной плоскости, а следовательно и основанию картины (рис. 69). При построении перспективы предельной точки вертикальной прямой проецирующий луч Ss займет положение, параллельное вертикальным прямым, т. е. окажется в нейтральной плоскости N и будет параллелен картинной плоскости K . Следовательно, построение на картинной плоскости предельной точки невозможно.

Характерным признаком на картине (рис. 70) такой прямой является перпендикулярность перспективного изображения прямой основанию картины. Прямая AB определяет одно из главных направлений — высоту измерения. Сокращение высот в зависимости от удаления от зрителя показано на проецирующем аппарате (рис. 71), где представлено четыре верти-

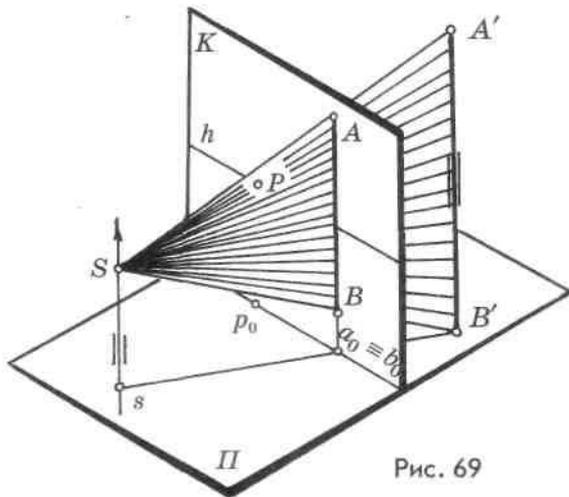


Рис. 69

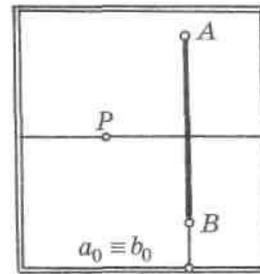


Рис. 70

кальных отрезка $A'B'$, $C'E'$, $L'M'$ и $N'O'$ равных по высоте и расположенных на одинаковом расстоянии друг от друга. Полученные перспективные изображения также выстроились в ряд вертикальных отрезков, но на разных расстояниях. Сокращения расстояний и высот ясно видно на изображении этого ряда отрезков на картине (рис. 72). Примером использования вертикальных прямых для передачи иллюзии пространства может служить рис. 60, где хорошо видно уменьшение размера осветительных фонарей прямоугольной формы, установленных на высоких бордюрах.

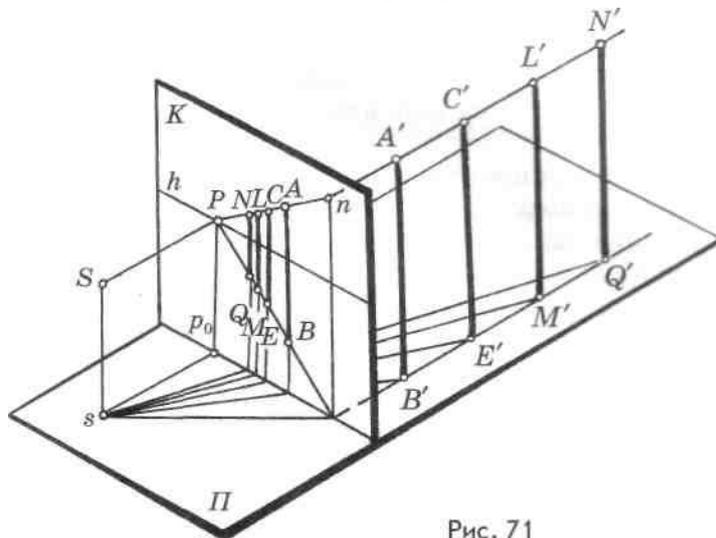


Рис. 71

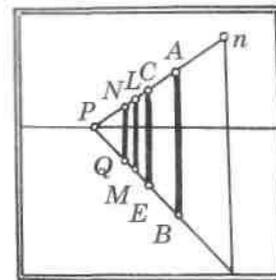


Рис. 72

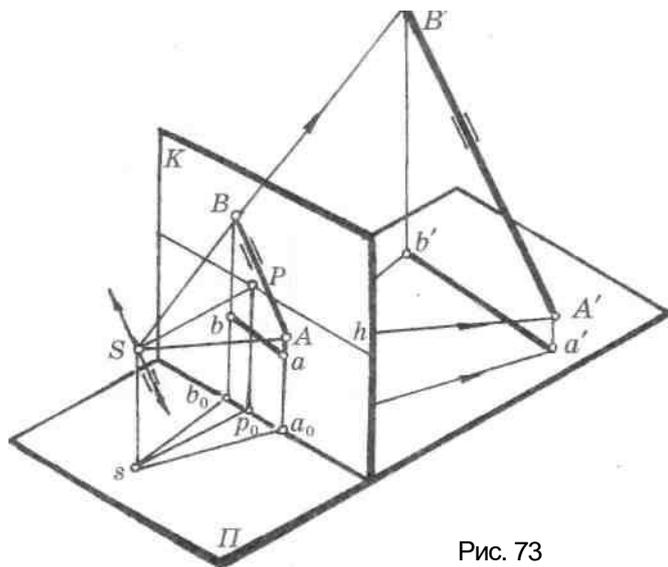


Рис. 73

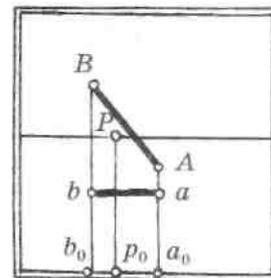


Рис. 74

Прямые, параллельные картине и наклоненные под произвольным углом к предметной плоскости, называются **фронтальными**.

В предметном пространстве проецирующего аппарата задан фронтальный отрезок $A'B'$ (рис. 73). Проекция фронтальной прямой на предметную плоскость — $a'b'$ — расположена параллельно основанию картины. Следовательно, характерным признаком на картине (рис. 74) фронтальной прямой является параллельность перспективы проекции прямой основанию картины.

Из построений видно, что перспективное изображение отрезка AB параллельно самому отрезку AB . Следовательно, при построении перспективы сохраняется натуральная величина угла наклона фронтальной прямой к предметной плоскости.

Прямая может находиться под произвольным углом к предметной и картинной плоскостям и, в то же время, быть параллельна плоскости главного луча зрения. Тогда ее проекция на предметную плоскость будет глубиной прямой с предельной точкой P .

На проецирующем аппарате (рис. 75) видно, что предельная точка B_x восходящей прямой находится на линии главного вертикала и над горизонтом ($P_6 = ВД$) а нисходящей — на той же линии под горизонтом ($P_H = AJ$). Предельной точкой проекций этих прямых будет главная точка картины — P . Такое положение восходящих и нисходящих прямых особое.

Прямая, расположенная под произвольным углом к предметной и картинной плоскостям и параллельная плоскости главного луча зрения, называется **прямой особого положения**. Она по расположению относительно

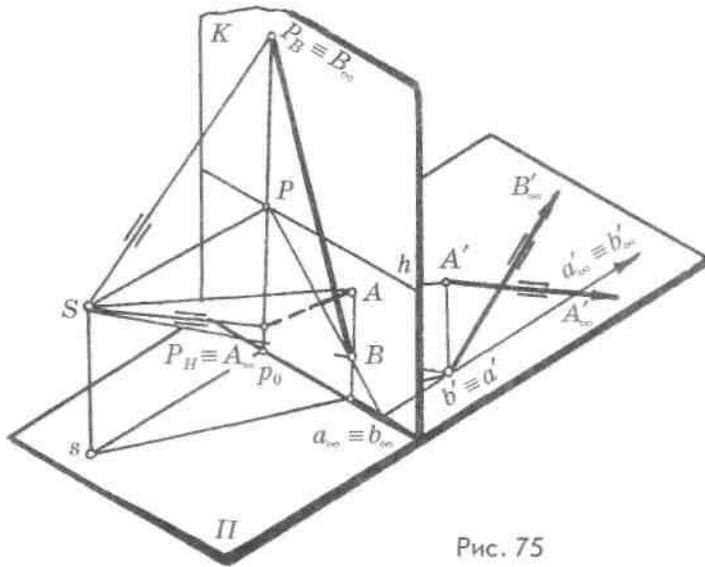


Рис. 75

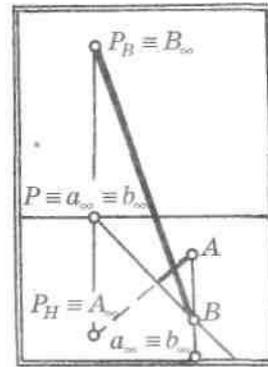


Рис. 76

предметной и картинной плоскостей является прямой общего положения, так как находится к ним под произвольным углом. По признакам изображения на картине она является прямой частного положения, так как предельная точка этой прямой, а также её проекция находится на линии главного вертикала (рис. 76).

В перспективных изображениях часто используют прямые частного и особого Ирг положения, которые на картине определяются по характерным признакам.

4. Перспектива параллельных прямых

Относительно друг друга прямые могут быть параллельными, пересекающимися, скрещивающимися. Из практики перспективы известно, что параллельные прямые кажутся нам сходящимися в одной точке. Например, если встать на железной дороге, то увидим, что по мере удаления от нас расстояние между рельсами будет сокращаться, и они будут сходить в одной точке (рис. 77). То же самое можно наблюдать на станции «Кропоткинская» Московского метрополитена (рис. 78). Линии пола и колонн сходятся в одной точке, расположенной на линии горизонта — это глубинные прямые.

Построим на проецирующем аппарате перспективу пучка параллельных прямых $A^{\wedge}A^{\wedge}$, BQV^{\wedge} и прямой $E'oE'x$, лежащих в предметной плоскости и произвольно расположенных к картине (рис. 79). Построим перспективу каждой прямой. Для этого воспользуемся имеющимися точками

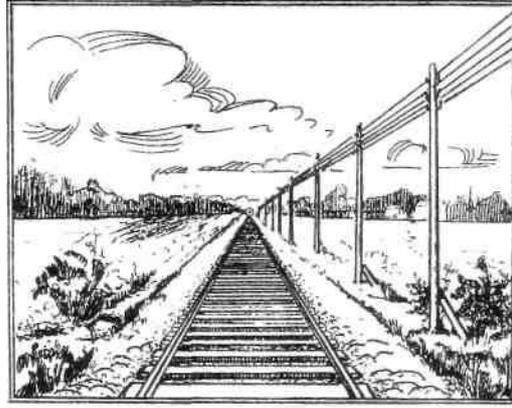


Рис. 77

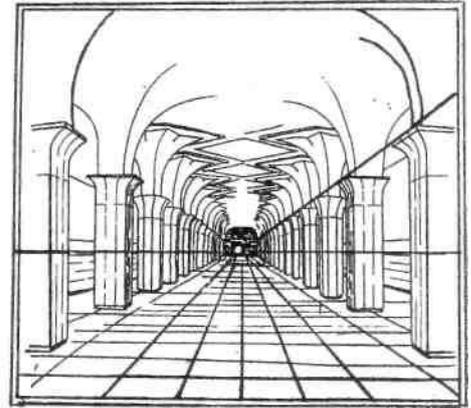


Рис. 78

$(A^\wedge = A_k) (BQ = B_k) (E_0 = E_k)$, т. е. картинными следами этих прямых. Определим предельную точку каждой прямой. Для всех заданных прямых она будет общая — A^* , так как определяется одним и тем же лучом зрения SA^\wedge , проведенным параллельно им до пересечения с линией горизонта.

Произвольно направленные горизонтальные параллельные прямые на картине изображаются пучком прямых, сходящихся в одной предельной точке. Общая предельная точка произвольно расположенных горизонтальных параллельных прямых находится на линии горизонта и называется **точкой схода** (рис. 80). Заметим, что данная точка схода может лежать в любом месте на линии горизонта в зависимости от направления прямых (рис. 81).

Рассмотрим построение перспективы восходящих параллельных прямых общего положения $A_k A^\wedge$, и $B_k B'^\wedge$, (рис. 82). Если восходящие прямые параллельны, то их проекции на предметную плоскость $a_0 a'^\wedge$ и $b_0 b'^\wedge$, также параллельны. Проекции параллельных прямых лежат в предметной плоскости, поэтому имеют общую предельную точку a^\wedge — точку схода на линии горизонта. Точка схода A^\wedge восходящих параллельных прямых лежит на перпендикуляре, проведенном к линии горизонта через точку схода их проекции — a^\wedge (рис. 83).

Восходящие параллельные прямые общего положения имеют точку схода, расположенную над линией горизонта в произвольном месте и лежащую на одном перпендикуляре с точкой схода проекций этих прямых (рис. 84).

Аналогично строят изображения нисходящих параллельных прямых. Разница лишь в том, что их точка схода $B_{тe}$ располагается в произвольном месте под линией горизонта (рис. 85).

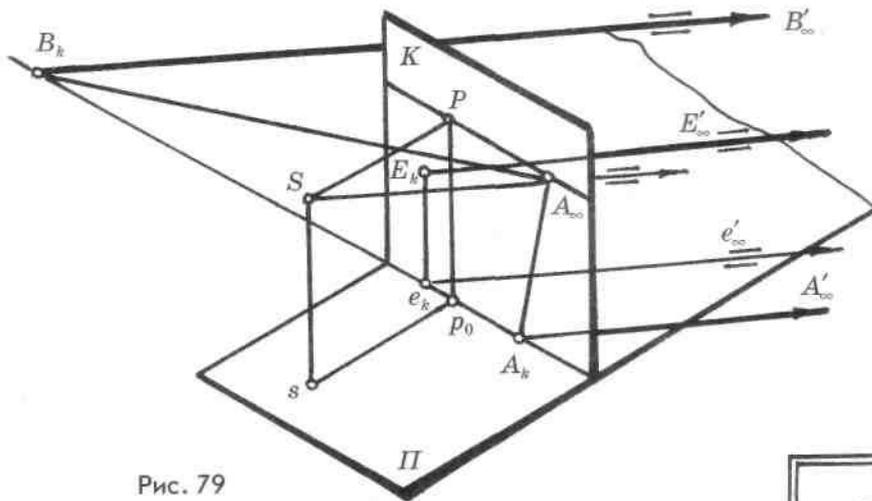


Рис. 79

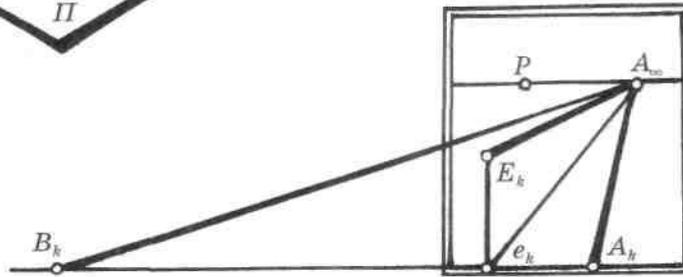


Рис. 80



Рис. 81

Рис. 82

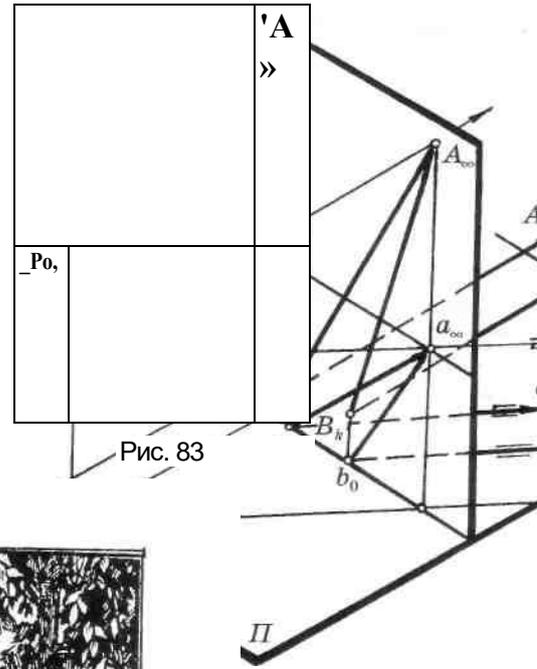


Рис. 83

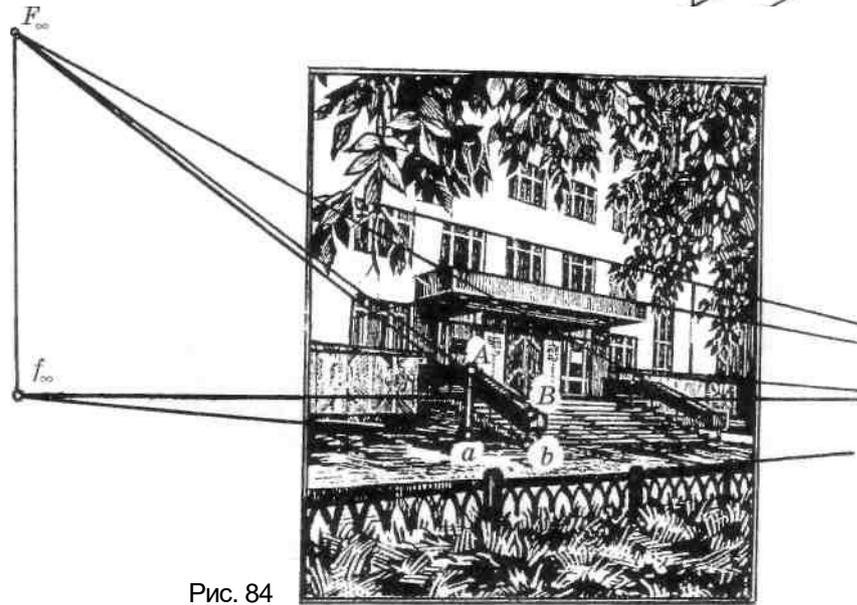


Рис. 84

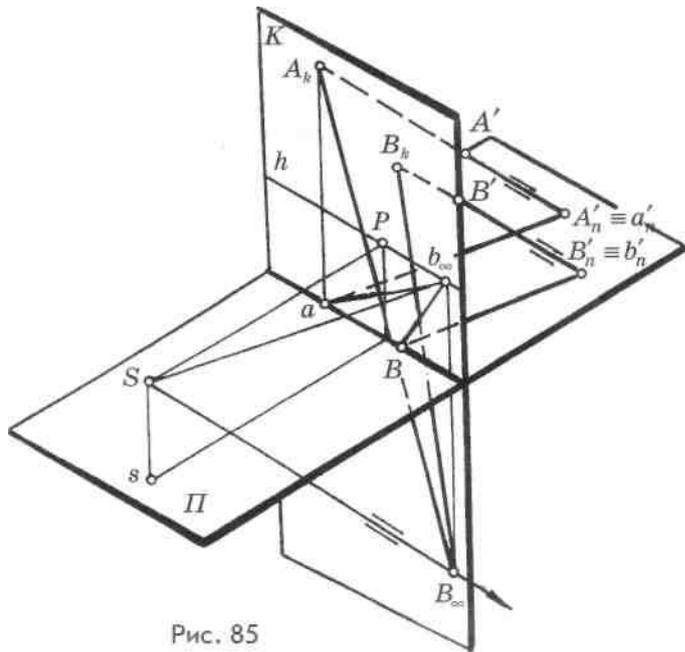


Рис. 85

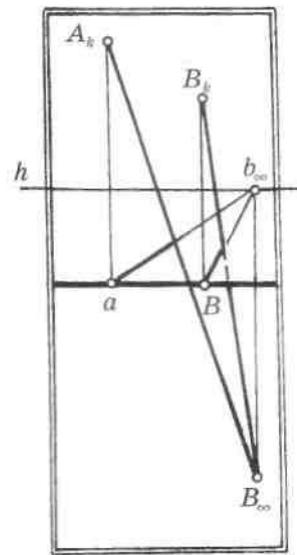


Рис. 86

к Признаком параллельности прямых общего положения, изображенных на картине, является расположение на одном перпендикуляре точек схода прямых и их проекций. При этом точка схода проекций параллельных прямых должна лежать на линии горизонта (рис. 86).

Прямые, параллельные картине, изображаются на ней параллельными.

Если параллельные прямые фронтальные, то в перспективе они остаются параллельными, а их проекции параллельны основанию картины, поскольку и прямые, и их проекции не имеют предельных точек, например прямые AB и CE на рисунке художника А. Шибанова (рис. 87).

Если параллельные прямые вертикальные, то в перспективе они остаются вертикальными и параллельными между собой, так как не имеют предельной точки — прямые KN и LM .

Если параллельные прямые горизонтальные (параллельные картинной и предметной плоскостям), то в перспективе они и их проекции остаются параллельны друг другу и основанию картины, например линии крыши TQ и OR .

Знание закономерностей изображения параллельных прямых помогает ■ передать трехмерное пространство на плоскости листа.

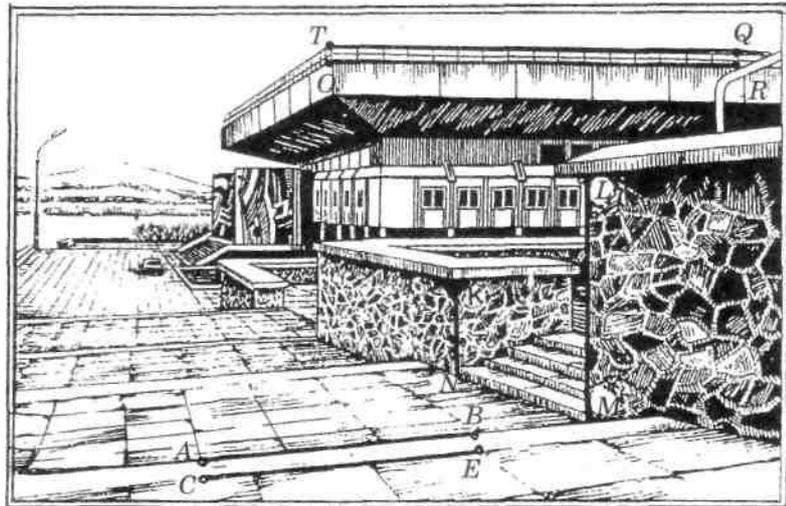


Рис. 87

5. Перспектива плоскости

Форма предметов узнается благодаря правильному изображению перспективы плоскостей. Плоскость может быть задана различными способами — тремя точками, не лежащими на одной прямой, прямой и точкой не лежащей на этой прямой, двумя пересекающимися прямыми, геометрической фигурой. На практике для большей наглядности и удобства плоскость задается следами.

В перспективе *следом плоскости* называют линию пересечения ее с предметной или картинной плоскостью. Линию пересечения с предметной плоскостью называют *предметным следом плоскости*, а линию пересечения с картиной — *картинным следом плоскости*.

Плоскость, расположенную в предметном пространстве не параллельно картине и предметной плоскости, называют *плоскостью общего положения*. Если плоскость расположена в предметном пространстве перпендикулярно к картине или предметной плоскости, или параллельно картине или предметной плоскости, то такая плоскость называется *плоскостью частного положения*.

На проецирующем аппарате задана плоскость Q общего положения двумя следами: Q_k — картинным следом и Q_n — предметным следом (рис. 88).

Определим для плоскости Q предельную прямую. Предельная прямая плоскости есть перспектива бесконечно удаленной плоскости. Поскольку плоскость общего положения имеет два следа, построим предельную прямую для каждого следа плоскости. На картине изображение картинного следа совпадает с самим следом.

Для изображения предметного следа построим две точки. Первая — пересечение следов — Q_0 , принадлежит одновременно предметному и картинному следу. Вторая — предельная точка $Q_{то}$, которую получим в точке пересечения линии горизонта с лучом $S QL$, проведенном параллельно предметному следу Q_n .

Перспектива предметного следа Q_n ограничена точками Q_0 и Q^\wedge , тогда как картинный след может быть продолжен вверх и вниз за картину. Перспектива бесконечно удаленной плоскости на картине представлена предельной прямой этой плоскости.

Если на проецирующем аппарате через точку зрения S провести пучок лучей в бесконечно удаленные точки плоскости Q , направив каждый луч параллельно плоскости, то они образуют лучевую плоскость, параллельную плоскости Q . Линия пересечения лучевой плоскости с картинной является предельной прямой плоскости Q . Следовательно, предельная прямая плоскости Q параллельна картинному следу Q_k плоскости Q , так как прямые получены в результате пересечения двух параллельных плоскостей (лучевой и плоскости Q) с плоскостью картины. Предельная прямая проходит через предельную точку предметного следа плоскости Q — QL , так как эта точка есть перспектива одной из предельных точек заданной плоскости.

▶ Для построения перспективы предельной линии плоскости достаточно провести через предельную точку предметного следа — точку QU — прямую, параллельную картинному следу $S2_k$. Любая прямая, принадлежащая плоскости Q , имеет свою предельную точку на предельной прямой этой плоскости (рис. 89).

В случае, когда плоскость Q будет перпендикулярна предметной плоскости (рис. 90), предметный след плоскости на картине изобразится прямой $Q_0 Q_M$, а предельная прямая будет параллельна картинному следу Q_k и перпендикулярна основанию картины (рис. 91).

Изображение плоскости геометрической фигурой — наиболее распространенный случай. В перспективе особенно важно уметь изображать плоскость, заданную прямоугольным четырехугольником.

Задана плоскость T , аналогичная плоскости Q из предыдущего примера (рис. 92). Края ее ограничены и плоскость имеет прямоугольное очертание. В этом случае картинный след остается перпендикулярным основанию картины, предметный след стремится к предельной точке T_x . Проведем из точки зрения S луч в дальний угол плоскости. На предельной прямой получим величину дальней стороны. На картине получился четырехугольник, у которого две стороны перпендикулярны основанию картины, а две стремятся в предельную точку T_x (рис. 93).

На картине изображены три плоскости частного положения, заданные прямоугольными четырехугольниками (рис. 94). Плоскость T перпенди-

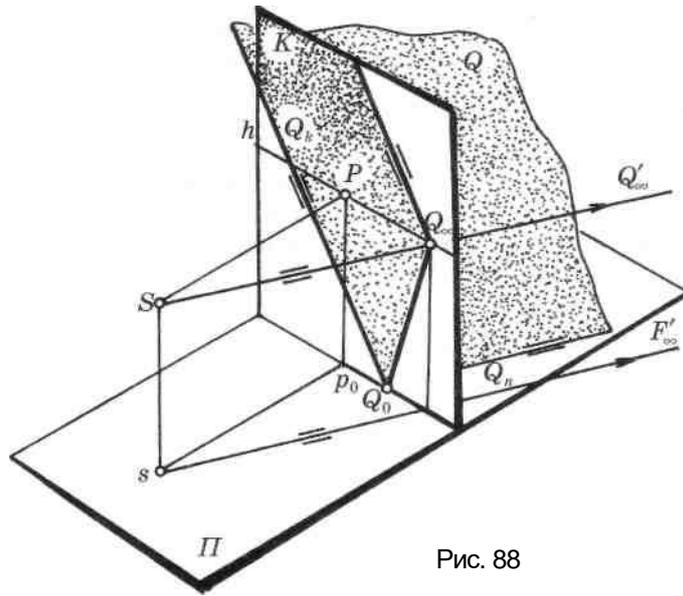


Рис. 88

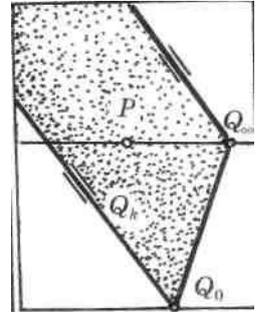


Рис. 89

◆99999
999999

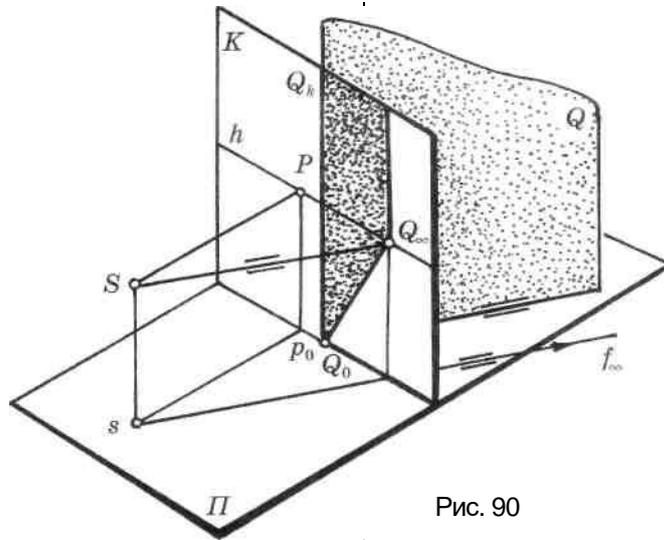


Рис. 90

Q^*	ИЛ* -н. ST7.~* ::
p	If (L
	ш
"	/Qo

Рис. 91

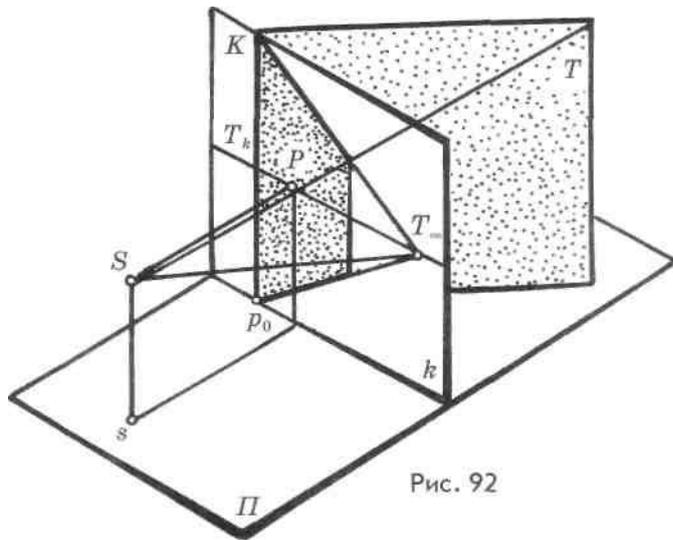


Рис. 92

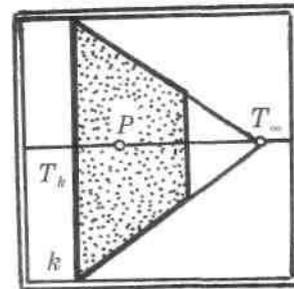


Рис. 93

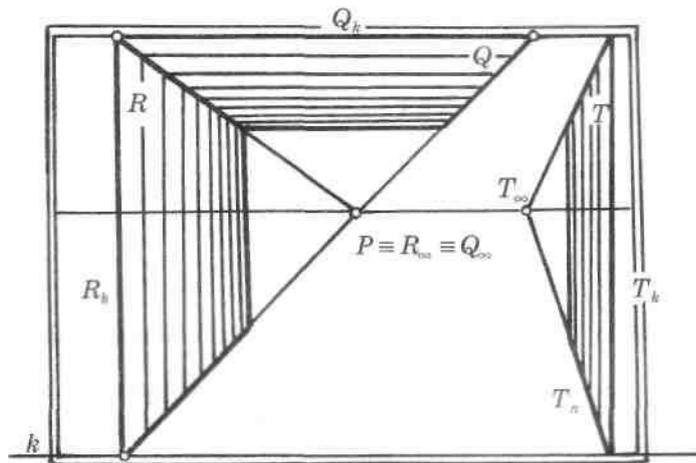


Рис. 94

кулярна предметной плоскости, о чем свидетельствует перпендикулярность картинного следа основанию картины. Предельная точка T_m предметного следа T_n находится на линии горизонта. Картинный след плоскости R также перпендикулярен основанию картины, предельной точкой плоскости является главная точка картины $P = D_{ге}$.

Плоскость Q — горизонтальная плоскость, ее картинный след Q_k параллелен основанию картины, а предельная точка совпадает с главной точкой картины $P = Q^\wedge$.

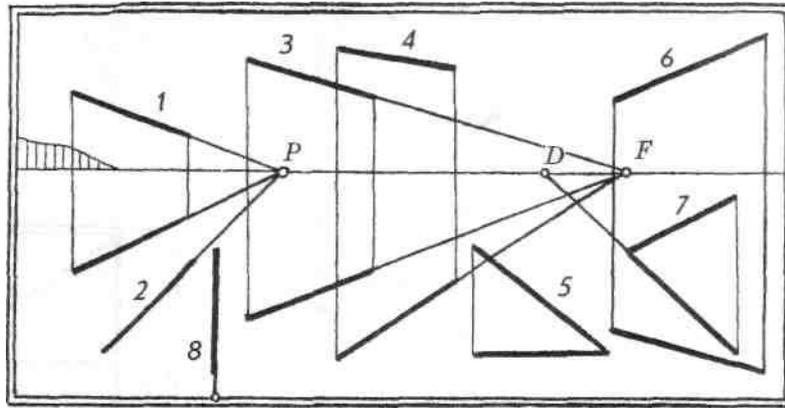


Рис. 95

▶ В перспективе плоскость может быть частного и общего положения, а ее следы дают полное представление о ее положении относительно картинной и предметной плоскостей.

ИД Вопросы и упражнения для самоконтроля

1. Как построить перспективу отрезка?
2. Какое положение отрезка называется частным, общим, особым?
3. Что называется предельной точкой прямой? Какие прямые не имеют точек схода?
4. Определите, как расположены прямые, заданные на рис. 95? Как они называются?
5. Что называется следом прямой? Какие следы имеет прямая на картине? Как построить на картине следы прямой?
6. Сколько и какие следы имеют прямые: восходящие и нисходящие общего и особого положения, горизонтальные, фронтальные, вертикальные?
7. Что называется точкой схода прямых?
8. Где находится точка схода глубинных прямых?
9. Где находится точка схода восходящих и нисходящих прямых общего положения?
10. Как расположены в пространстве прямые, сходящиеся в дистанционную точку?
11. При каком положении параллельные прямые не имеют точек схода и остаются параллельными?
12. Что называется следом плоскости?
13. Сколько и какие следы имеет плоскость общего положения?
14. Какое положение плоскости на картине называют частным? Какие признаки на картине указывают на плоскость частного положения? Назовите плоскости частного положения.

Глава III

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МАСШТАБЫ

1. Общие понятия

Из наблюдений природы известно, что форма и величина окружающих нас предметов зрительно изменяются в зависимости от положения в пространстве и расстояния до зрителя. Эти изменения происходят по законам, определяющим метрические свойства предметов. Задачи с метрическими условиями, взаимное расположение и величина пространственных фигур, называются *метрическими*. Решая метрическую задачу, можно построить в перспективе изображение предмета по заданным размерам (прямая задача) и, наоборот, определить натуральную величину предмета по изображению на картине (обратная задача).

Применение масштабов — один из основных путей решения метрических задач.

Масштаб — отношение линейных размеров объекта, изображенного на чертеже, техническом рисунке или наброске, к действительным размерам в натуре. В зависимости от размеров проектируемого объекта его изображение может составлять $1/2$; $1/4$; $1/10$; $1/20$; $1/25$; $1/50$; $1/100$ (и т.д.) части от действительных размеров объекта. Подобные дроби и представляют собой так называемые *численные масштабы изображений*.

Графически изображенный численный масштаб принято называть *линейным*. Линейный масштаб нагляден, прост по построению, удобен для непосредственных измерений изображения и позволяет установить соотношение между натуральными и перспективными размерами изображаемых предметов.

Спроецируем прямоугольник на несколько плоскостей (рис. 96). Для наглядности и простоты он расположен параллельно этим плоскостям. Натуральные размеры прямоугольника обозначены *аиb*. Сравним получен-

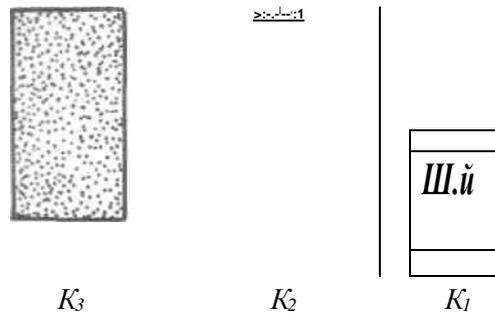


Рис. 96

ные на трех плоскостях изображения по величине. Заметим, что размеры прямоугольника уменьшаются по мере удаления картинной плоскости от изображаемого объекта. На картине K_x оно значительно меньше, чем на картинах K_2 и K_3 .

Изображение на картине K_3 ближе всего по своим размерам к натуральным. Если картинную плоскость максимально приблизить к изображаемому объекту, то изображение совпадет по размерам с контуром самого объекта. В этом случае натюрморт написан в натуральную величину.

Изображение, полученное на картинной плоскости K_2 , в два раза меньше натуральной величины, линейный масштаб равен 1:2. Отношение единицы измерения на картине к единице измерения в натуре называется *масштабом картины*. При обучении рисованию с натуры не рекомендуют изображать предметы больше натуральной величины, хотя в изобразительном искусстве таких примеров немало. В монументальной живописи изображение фигуры может быть в несколько раз больше реального роста человека.

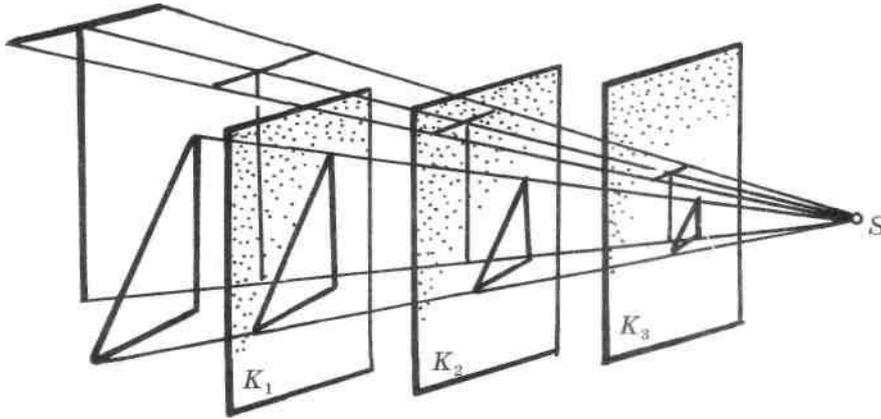


Рис. 97

При проецировании двух предметов на совершенно одинаковые по размерам картинные плоскости, по отношению к зрителю расположенные на разном расстоянии (рис. 97), видно, что чем ближе картина к зрителю и дальше от предмета, тем меньше изображение на ней, охват изображаемого пространства увеличивается. На картине K_1 Т-образный столб не попадает на плоскость картины и его границы показаны штриховыми линиями. На картине K_2 он упирается в край рамы, а на K_3 — виден полностью. Более того, на картине K_3 много свободного места для предметов в пространстве за столбом и вокруг него. Значит, при одном и том же размере картины, если меняется охват пространства, неизменно меняется и масштаб изображения.

Масштаб картины выбирает сам художник в зависимости от композиционного замысла. Рассмотрим эскизы В.И. Сурикова к картине «Боярыня Морозова», увидим, что при первоначальном замысле художника изображение поместилось на формате 6,5 x 3,5 см. Однако, как только он начал заполнять холст действующими лицами, разворачивать в пространстве композиционные построения, эскиз начал увеличиваться в размерах и, в конечном счете, на картине многие фигуры первого плана выполнены близкими к натуральной величине.

Масштаб картины можно определить по выполненному художником изображению. Для этого на картине выбирают за исходное измерение какой-либо предмет с известными размерами. Например, на схеме с картины А.П. Толстого имеется стол высотой 0,75 м, а точка зрения находится на высоте 1,5 м (рис. 98). Высоту линии горизонта определим, удвоив размер высоты стола. Определим высоту 1 метра (единицу измерения на картине), составляющего $2/3$ размера от основания картины до линии горизонта.

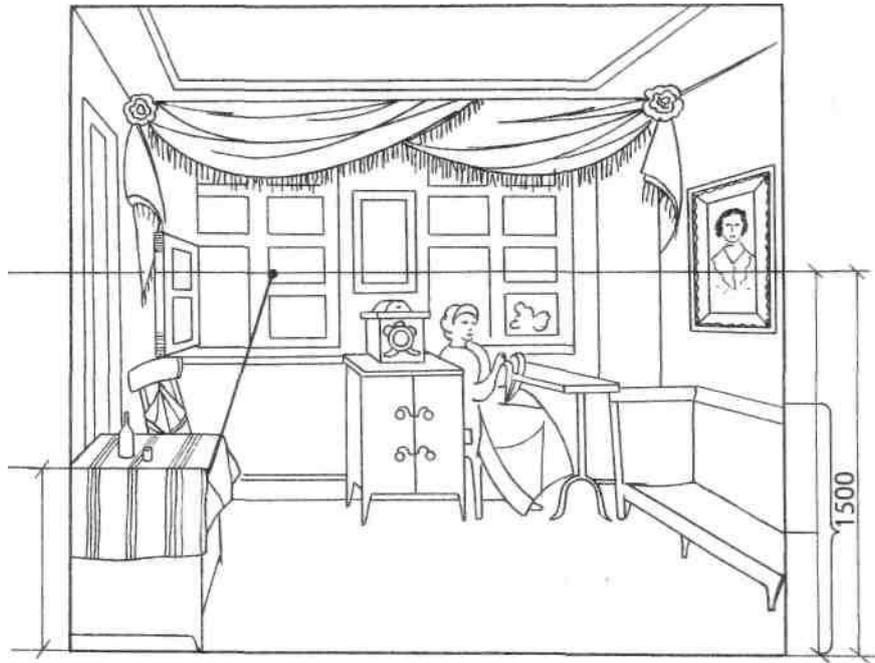


Рис. 98

Рассмотрим способы построения на картине линейного перспективного масштаба. В предметном пространстве проецирующего аппарата задан прямолинейный отрезок $A[B]$, расположенный параллельно картинной плоскости (рис. 99). Если его повернуть в лучевой плоскости, вокруг точки B , то получим бесконечное множество положений этого отрезка в пространстве. Траекторией движения верхнего конца отрезка станет дуга $A[A']$. Зафиксируем положение отрезка $B[A']$, повернутого на произвольный угол.

Построим перспективы всех полученных отрезков. Перспективные изображения отрезков указывают на то, что длина их изменяется в зависимости от угла наклона к картинной плоскости. Наибольшую величину имеет вертикальный отрезок A_xB^{\wedge} , самую маленькую — горизонтальный — A_sB_1 .

Задано три одинаковых вертикальных отрезка, параллельных картине $A[B]$, $A_2B'_2$, A_gB_g , и расположенных на разном расстоянии от плоскости картины (рис. 100). Отрезок $A[B]$ лежит в картинной плоскости и совпадает со своей натуральной величиной ($A^{\wedge}=A_x$, $B^{\wedge}=B_1$). Перспективные изображения отрезков $A[B]$, A_2B_2 , $A'_2B'_2$ показывают, что их длина изменяется в зависимости от расстояния между отрезком и плоскостью картины.

Следовательно, длина перспективы отрезка прямой в зависимости от расстояния между ним и плоскостью картины и угла наклона к предмет-

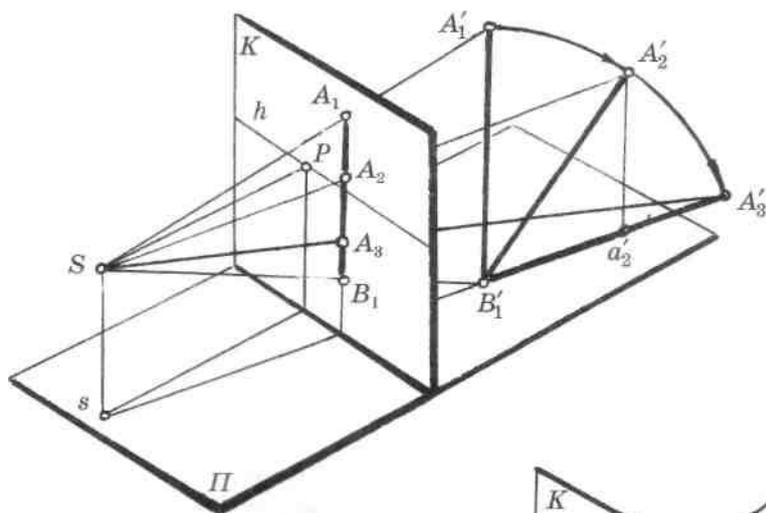


Рис. 99

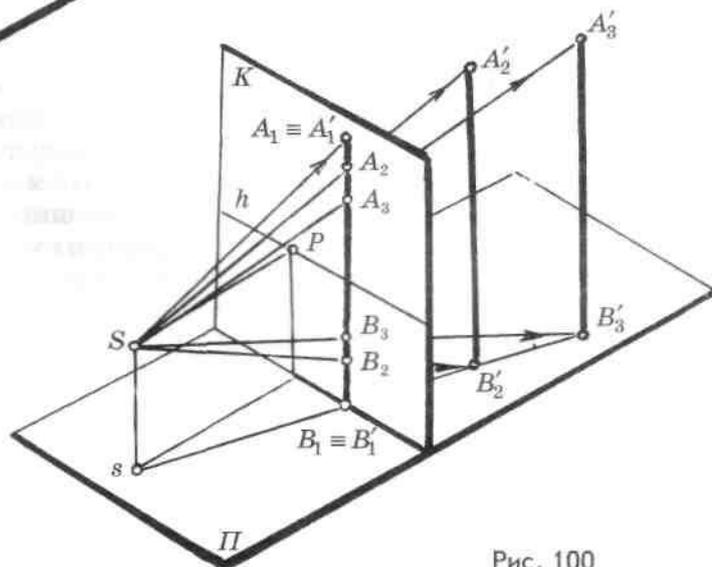


Рис. 100

ной плоскости является величиной переменной, которая определяется перспективным масштабом.

Построение перспективных масштабов рассмотрим в трех основных направлениях предметного пространства:

1. Направление прямых, параллельных основанию картины — направление ширины.
2. Направление прямых, перпендикулярных предметной плоскости — направление высоты.
3. Направление прямых, перпендикулярных к плоскости картины — направление глубины.

Для построения перспективных изображений задают или определяют натуральную единицу измерения для данной картины и в соответствии с главными направлениями строят перспективные масштабы.

2. Перспективный масштаб широт

Масштаб, построенный на прямой, параллельной основанию картины, называют *масштабом широт*. Рассмотрим его построение на проецирующем аппарате (рис. 101). Проведем в предметной плоскости отрезок $A'B'$ параллельно основанию картины. Перенесем этот отрезок при помощи глубинных прямых на основание картины в положение A_0B_0 . Перспектива AB отрезка $A'B'$ — результат пересечения перспектив глубинных прямых A_0A' и B_0B' с проецирующими прямыми SA' и SB' .

На картине отрезок AB является перспективой отрезка $A'B'$, а отрезок $A_0B_0 = A'B'$ (по построению) (рис. 102). Следовательно, отрезок AB в натуре равен отрезку A_0B_0 . Так устанавливается связь между перспективным и натуральным размерами, т. е. соотношение между перспективным и натуральным линейными размерами — натуральный масштаб.

Для построения перспективного масштаба широт натуральный масштаб с основания картины переносят на заданную прямую с помощью линий

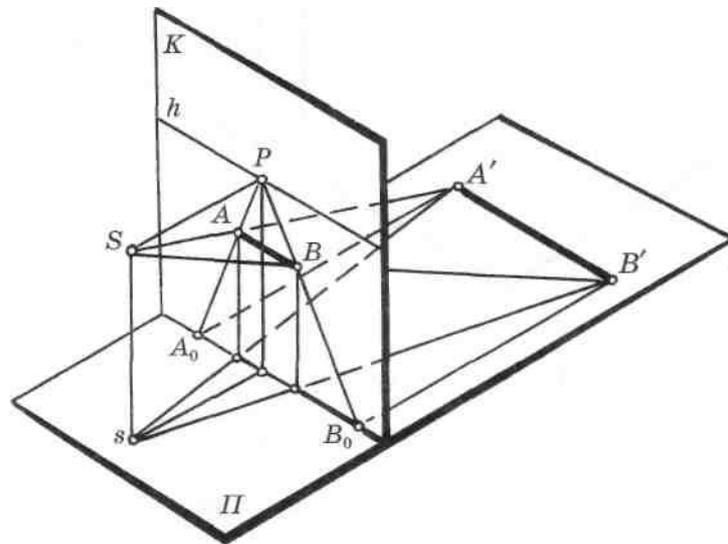


Рис. 101

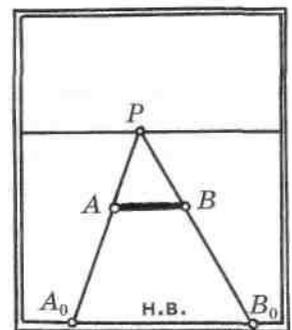


Рис. 102

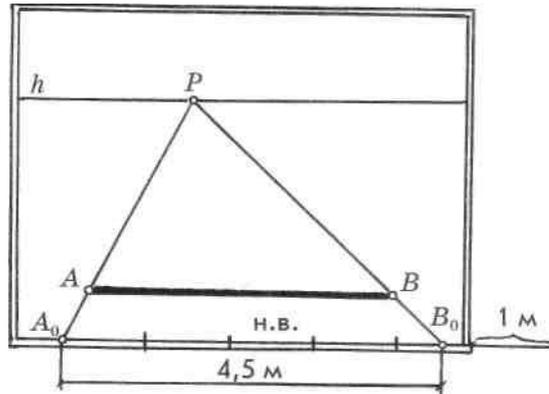


Рис. 103

переноса, задав их точку схода произвольно на горизонте или используя главную точку картины.

Для определения натуральной величины отрезка, расположенного параллельно основанию картины, берут на линии горизонта главную или любую точку схода линий переноса. Через нее и концы заданного отрезка проводят линии переноса, которые в пересечении с основанием картины определяют натуральную величину искомого отрезка.

На картине, параллельно ее основанию, задана прямая с точкой A на ней (рис. 103). Требуется от точки A отложить отрезок, равный по величине $4,5$ м в масштабе картины. Для этого используем точку P , которую соединим глубиной прямой с точкой A и продолжим до основания картины. Получим точку A_0 , отложим от нее на основании картины $4,5$ м (точка B_0). Точку B_0 соединим с точкой P . Данная линия переноса в пересечении с заданной прямой определит отрезок AB , равный в перспективе натуральному — величине A_0B_0 в масштабе картины.

На схеме картины голландского художника Питера де Хооха (рис. 104) определим натуральную величину дверного проема или отрезка AB , расположенного параллельно основанию картины. Для этого через главную точку P и концы отрезка A и B проведем линии переноса до пересечения с основанием картины. Отрезок A_0B_0 и есть натуральная величина дверного проема в масштабе картины.

Натуральная величина заданного отрезка не зависит от того, какая точка используется в качестве точки схода вспомогательных прямых (рис. 105), а перспективное сокращение отрезка зависит от положения точки схода и глубины расположения (рис. 106).

Для построения натуральной величины отрезка, расположенного на картине параллельно ее основанию, достаточно взять на линии горизонта лю-

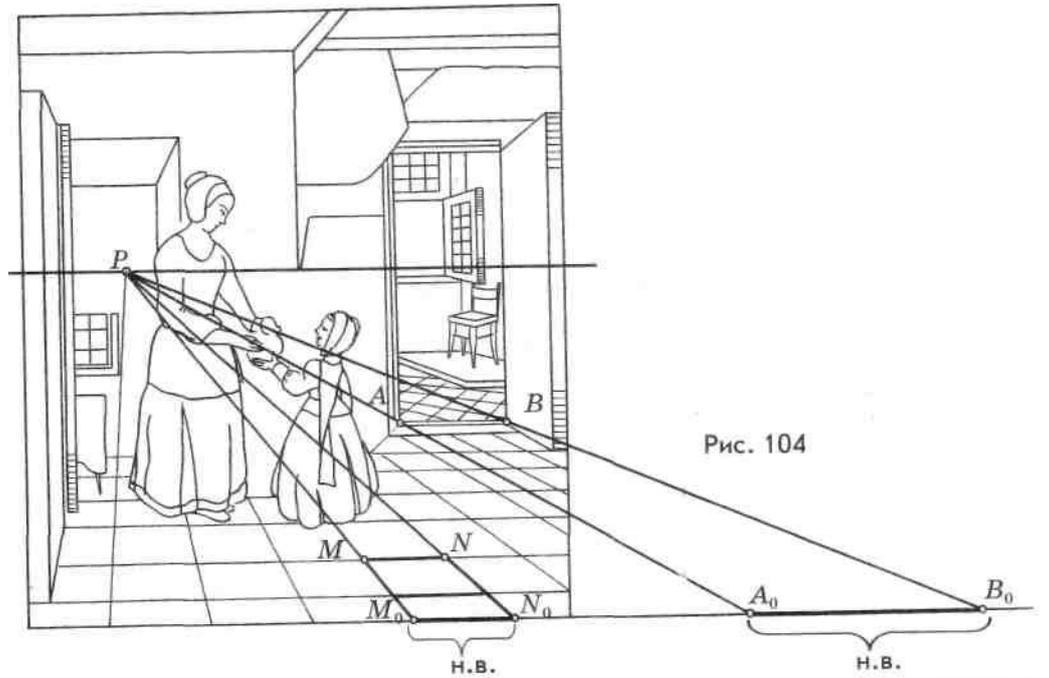
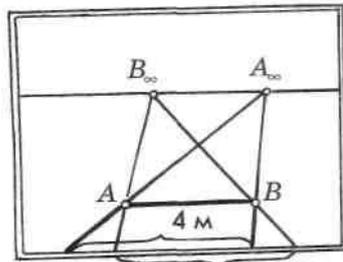


Рис. 104



4 м

Рис. 105

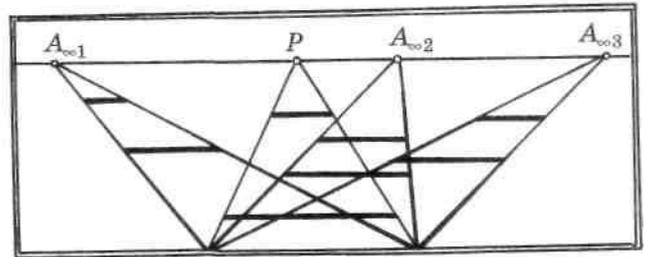


Рис. 106

бую точку схода линий переноса и из нее через концы данного отрезка провести прямые, которые и отметят на основании картины натуральную величину искомого отрезка.

3. Перспективный масштаб высот

Масштаб, построенный на прямой, перпендикулярной к предметной плоскости, называют *масштабом высот*. Рассмотрим его построение на

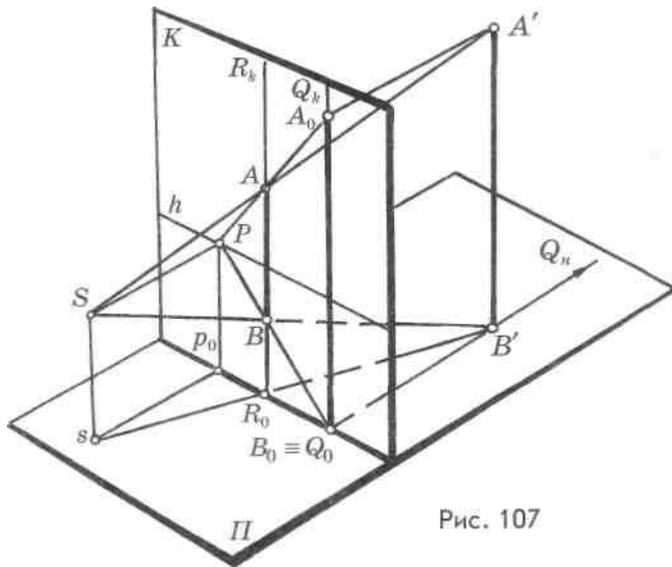


Рис. 107

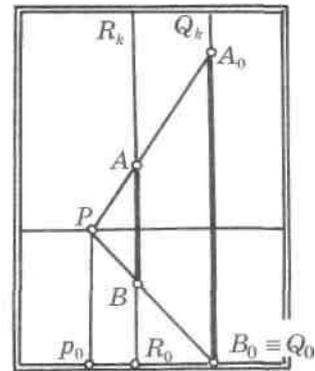


Рис. 108

проецирующем аппарате (рис. 107). Проведем в предметном пространстве вертикальный отрезок $A'B'$ и через него проведем вспомогательную плоскость Q_h , перпендикулярную к плоскости картины. Перенесем при помощи глубинных прямых отрезок $A'B'$ на картинный след Q_k вспомогательной плоскости и обозначим полученный отрезок — A_0B_0 . Построим перспективу AB отрезка $A'B'$ как результат пересечения перспектив глубинных прямых A_0A' и B_0B' с проекционными лучами SA' и SB' , идущими в концы заданного отрезка.

На картине (рис. 108) отрезок AB является перспективой отрезка $A'B'$, а отрезок $A_0B_0 = A'B'$ (по построению). Следовательно, мы установили связь и получили соотношение между перспективными и натуральными линейными размерами — построили масштаб.

Рассмотрим построение перспективы отрезка AB по заданной натуральной величине (рис. 109). Предельной точкой предметного следа вспомогательной плоскости является точка P . Однако, если прямую заключить в другую плоскость, где предельной точкой будет A_0 , то результат построения масштаба не изменится, так как перспектива отрезка AB является линией пересечения этих вспомогательных плоскостей.

Для построения перспективного масштаба высот заданную вертикальную прямую заключают в горизонтально-проецирующую плоскость и натуральные отрезки откладывают на картинном следе этой плоскости. Затем переносят их с помощью линий переноса, для которых точкой схода будет являться предельная точка предметного следа этой плоскости.

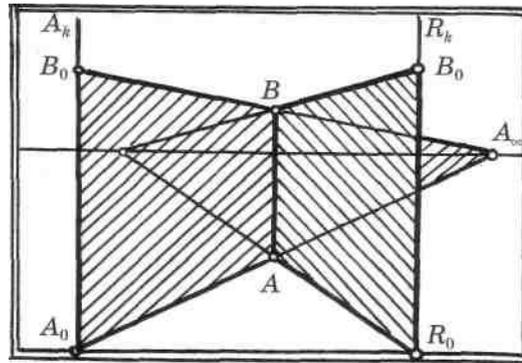


Рис. 109

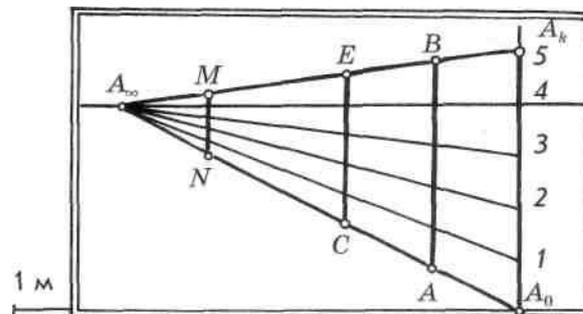
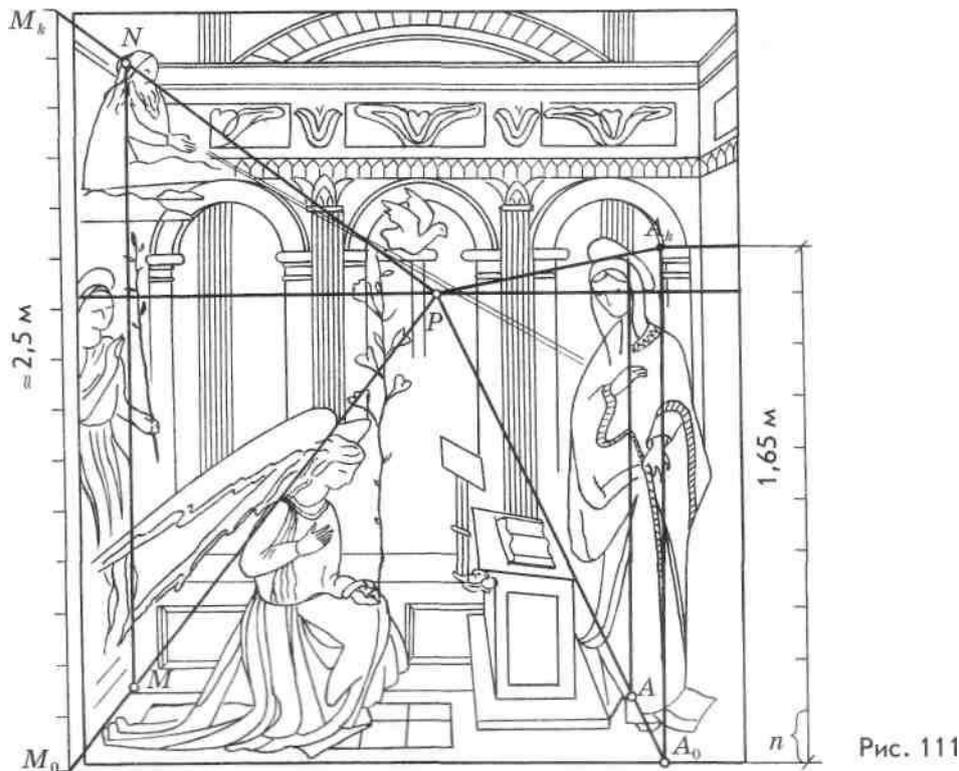


Рис.110

На картине (рис. 110) задана вертикальная прямая с точкой A на ней. Требуется отложить на прямой от точки A величину, равную 5 м, при заданной натуральной единице масштаба (1 м) на картине. Заданную прямую заключим в произвольную горизонтально-проецирующую плоскость и проведем через точку A предметный след AA_0 . Через полученную на основании картины точку A_0 восстановим вертикально картинный след A_gA_k . На картинном следе отложим пять отрезков, равных 1 м. Через последнее деление проведем линию переноса в предельную точку A_x на линии горизонта, которая позволит получить второй конец отрезка — точку B . Отрезок AB в перспективе будет равен 5 м. Все отрезки, находящиеся в этой горизонтально-проецирующей плоскости и ограниченные прямыми DD^{\wedge} и A/A^{\wedge} будут равны 5 м.

На схеме картины итальянского художника Фра-Филиппо Липпи «Благовещение» события развиваются в интерьере, натуральную высоту которого определим путем вывода размера боковой стены на основании карти-



ны (рис. 111). В данном случае целесообразно использовать точку P как предельную точку схода предметного следа горизонтально-проецирующей плоскости, которая проходит через боковую стену, а значит и отрезок MN . Отрезок M_0M_k — натуральная величина высоты комнаты в масштабе картины. Для того, чтобы определить реальные размеры стен комнаты, можно использовать стоящую фигуру Марии. Определим натуральную величину ее роста в масштабе картины. Она равна отрезку DA , который для наглядности вынесен за пределы картины на свободное поле листа. Средний рост человека 1,65 м, допустим, что эта величина соответствует росту Марии. Разделим отрезок на 10 равных частей. Одна часть $n = 16,5$ см. Измерим величину стены этой же мерой, она составит 15 частей, значит примерно 2,5 м.

к Для определения натуральной величины отрезка, заданного в перспективе, его заключают в горизонтально-проецирующую плоскость, отмечают предельную точку ее предметного следа на линии горизонта. Затем проводят горизонтальные линии переноса через концы отрезка и предельную точку до пересечения с картинным следом плоскости, где и определится натуральная величина этого отрезка.

4. Перспективный масштаб глубин. Дистанционная точка

Масштаб, построенный на прямой, перпендикулярный к плоскости картины, называется *масштабом глубин*. Рассмотрим его построение на проецирующем аппарате (рис. 112). Проведем в предметной плоскости отрезок AQB' перпендикулярно к плоскости картины и перенесем этот отрезок на основание картины. Для этого через точку B' проведем прямую под углом 45° к основанию картины, отметим точку пересечения N_0 и обозначим отрезок N_0A_0Q . Направим луч зрения параллельно отрезку N_0B' , т. е. под углом 45° , найдем точку его пересечения с линией горизонта. Это будет точка D_2 .

Построим перспективы прямых $A^{\wedge}B'$ и N_0B' . Прямая A_0P является перспективой глубинной прямой $A^{\wedge}B'$ с предельной точкой P . Отрезок N_0D_2 — перспектива отрезка N_0B' . Перспективу B точки B' получим как результат пересечения перспективы глубинной прямой $A^{\wedge}B'$ и перспективы прямой N_0B' , лежащей к основанию картины под углом 45° (по построению). Отрезок A_0B — перспектива отрезка $A^{\wedge}B'$. Так устанавливается соотношение между размерами отрезка AQB в перспективе и отрезка AQB' в натуре, т. е. получили масштаб глубин. К такому же результату можно прийти, если исследовать треугольник N_0BA_0Q .

Прямая A_0P — перспектива глубинной прямой $A^{\wedge}B'$. Следовательно, угол при вершине A_0 треугольника N_0BA_0 есть перспектива прямого угла треугольника $N_0B'A_0Q$. Прямая N_0D_2 — перспектива прямой N_0B' , лежащей под углом 45° к основанию картины (по построению). Следовательно, углы при вершине N_0 и B есть перспективы угла в 45° . Треугольник N_0BA_0 на картине является перспективой прямоугольного равнобедренного треугольника $N_0B'A_0Q$. Отрезок $A^{\wedge}B$ в перспективе соответствует отрезку N_0A_0B в натуре, а отрезок $N_0A_0Q = AQB'$ по построению, как стороны равнобедренного треугольника. Так установили соотношение между размерами отрезка $A^{\wedge}B$ в перспективе и размером отрезка $A^{\wedge}B'$ в натуре, т. е. нашли масштаб.

Точку схода горизонтальных прямых, идущих слева на право под углом 45° к плоскости картины, обозначают D_{15} справа налево — D_2 и называют — *дистанционными точками* (рис. 113).

С помощью дистанционных точек можно сравнить величину различных отрезков, идущих в точку схода P . На картине (рис. 114) даны два отрезка AB и CE . Из точки D_1 через точки A, B, C, E проведем линии переноса до пересечения с основанием картины в точках A_0 и B_0, C_0 и E_0 . На линии основания картины определим натуральные величины A_0B_0 и C_0E_0 соответствующих отрезков AB и CE . Натуральные величины обоих отрезков равны n , значит и изображенные отрезки тоже равны между собой.

В данном примере дистанционная точка расположена за пределами картины, в некоторых случаях она может быть значительно удалена от нее,

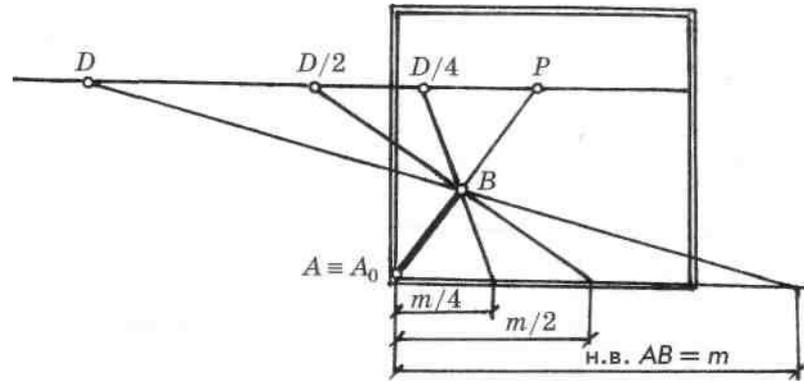


Рис.115

Если расстояние от точки P до D разделить пополам и провести линию переноса через конец отрезка точку B до пересечения с основанием картины, получим расстояние в два раза меньшее, чем имеющаяся величина m . Если на основании картины отложить отрезок $m/4$ и соединить с тем же концом отрезка точкой B , а затем продолжить до пересечения с линией горизонта, то получим дробную дистанционную точку $D/4$ ($PD/4 = D/4D/2$).

Диагональ плит на схеме с гравюры советского графика А.П. Остроумовой-Лебедевой, где изображен вид Петербурга «Нева сквозь колонны биржи» (рис. 116), представляет собой прямую, расположенную под углом 45°

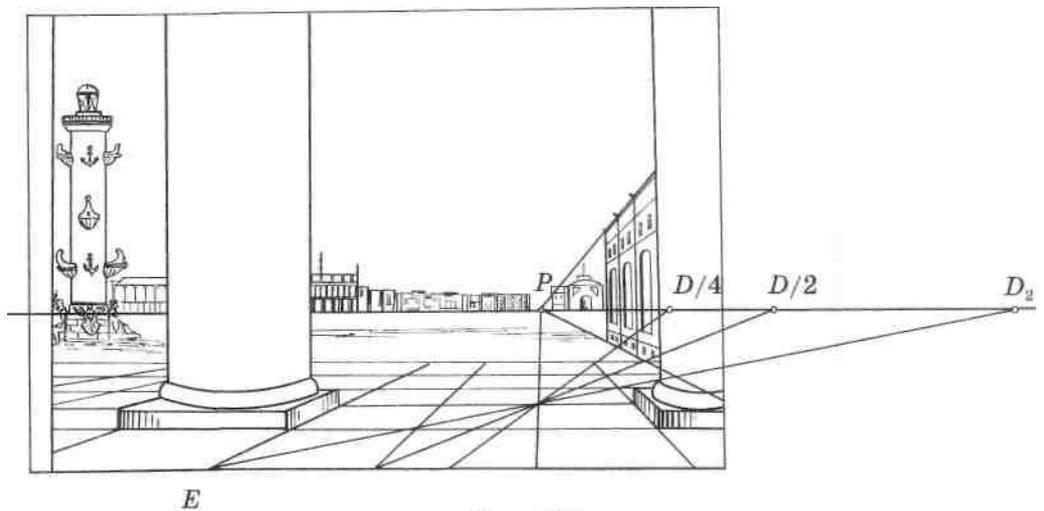


Рис. 116

к картинной плоскости. Через один угол квадратной плиты, обозначен точкой E ; проведена диагональ до пересечения с линией горизонта в точке D_2 , которая лежит достаточно далеко за пределами картины. Точка $D/4$ располагается на картине. В практической перспективе использование дробных точек облегчает построение перспективных изображений отрезков и определение их величин.

► Для получения натуральной величины перспективы глубинного отрезка, изображенного на картине, достаточно провести линии переноса из дистанционной точки, через концы глубинного отрезка, до пересечения с основанием картины.

5. Перспективный масштаб на прямой произвольного направления

Относительно картинной и предметной плоскостей прямые могут располагаться совершенно произвольно под любым углом. Масштаб, построенный на произвольно направленной прямой, называется *масштабом в произвольном направлении*. Рассмотрим построение перспективного масштаба в наиболее часто встречающемся случае — на произвольно направленной, горизонтальной прямой (рис. 117).

Прямая $ДД1$ лежит в предметной плоскости. Требуется на ней построить перспективный масштаб.

На основании картины, начиная от точки A_0 , построим натуральный масштаб и перенесем его деления с основания картины на прямую $A^{\wedge}A^{\wedge}$ при помощи прямых $1_01'$, $2_02'$, $3_03'$. Эти прямые параллельны, поскольку между ними, по построению, лежат попарно равные отрезки. Заметим, что каждая из этих прямых образует равные углы с основанием картины и с прямой A_0A^{\wedge} , вследствие чего треугольники $1_0^{\wedge}1'$, $2_0^{\wedge}2'$, $3_0^{\wedge}3'$ с общим углом при вершине A_0 будут равнобедренными ($A_01_0 = A_01'$; $A_02_0 = A_02'$; $A_03_0 = A_03'$) и подобными между собой.

Из точки зрения проведем лучи $SA^{\wedge} \parallel A^{\wedge}A^{\wedge}$ и $SM \parallel 1_01'$ и находим на линии горизонта предельную точку A_{∞} , прямой $A^{\wedge}A^{\wedge}$ и точку схода линий переноса $M_{те}$, после чего построим на картине заданную прямую с нанесенным на нее перспективным масштабом.

Треугольник $SA^{\wedge}M^{\wedge}$, образовавшийся в плоскости горизонта, подобен треугольнику $1_0 \setminus 1'$, (вследствие параллельности сходственных сторон) и потому является равнобедренным ($SA^{\wedge} = M^{\wedge}J$).

Повернем треугольник $A^{\wedge}SM^{\wedge}$ вокруг линии горизонта и совместим его с плоскостью картины. Точка зрения S при совмещении с картиной будет находиться на перпендикуляре, проведенном из главной точки P к линии горизонта, и на расстоянии $SP = S^{\wedge}$.

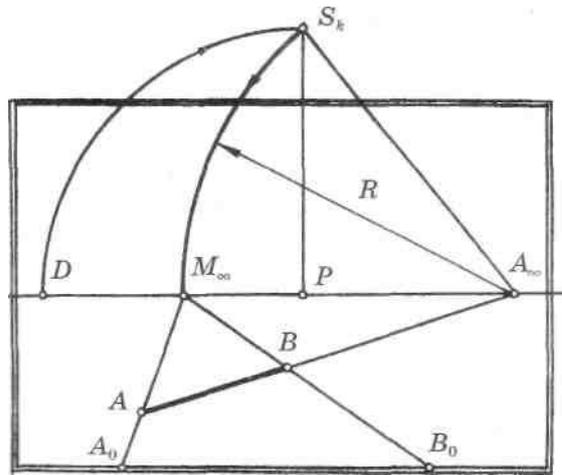


Рис. 119

Определим натуральную величину отрезка AB произвольно направленной прямой. Для этого на картине продолжим отрезок до пересечения с горизонтом и найдем предельную точку A_{∞} этой прямой (рис. 119). Определим масштабную точку для данной прямой. Для этого построим совмещенную точку зрения S_k , отложив $PD = PS_k$. Циркулем расстояние $A_x S_k$ перенесем на линию горизонта ($A \ll M_{\infty} = A \wedge S_k$). Полученную масштабную точку M_{∞} соединим линиями переноса с концами отрезка AB и продолжим до пересечения с основанием картины. AQB_0 — натуральная величина отрезка AB , заданного в масштабе данной картины.

Для всякой прямой произвольного направления может быть построена только одна масштабная точка перспективного масштаба. Две непараллельные прямые произвольного направления имеют разные масштабные точки.

На схеме картины Яна Вермеера Дельфского (рис. 120) требуется определить в масштабе картины натуральную величину кофемолки, отмеченную как отрезок AB . Кофемолка повернута к зрителям под произвольным углом, поэтому отрезок AB может рассматриваться как часть произвольно направленной прямой. В этом случае натуральную величину отрезка AB найдем способом, показанным на рис. 119.

Для построения на картине перспективного масштаба на произвольно направленной горизонтальной прямой находят масштабную точку и, с помощью линий переноса, пройденных из масштабной точки, переносят отрезки натурального масштаба на заданную прямую.

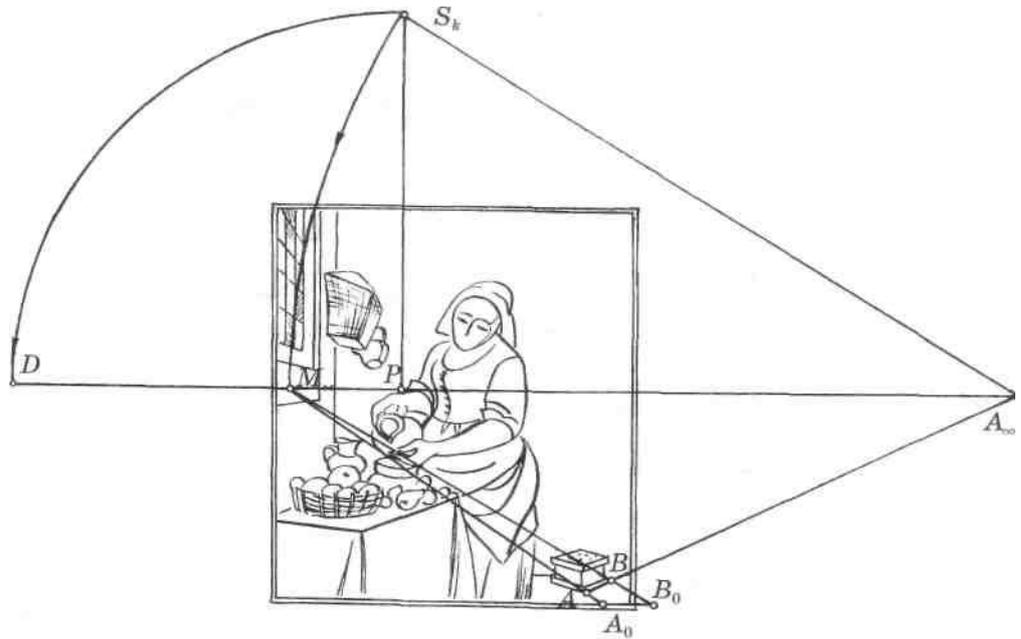


Рис. 120

6. Деление и увеличение отрезка в перспективе

Метрические задачи могут быть решены как с помощью перспективного масштаба, так и геометрическим способом. Рациональный выбор способа позволяет достигнуть изображения с наименьшими графическими построениями.

При решении любой задачи метрического характера следует проверить наличие в условии всех необходимых элементов картины. Рассмотрим простейшие метрические задачи и способы их решения.

Деление отрезка на равные части особенно часто применяют на практике построения перспективных изображений.

На картине (рис. 121) задан в предметной плоскости произвольно расположенный отрезок AE . Требуется разделить его на три равных части.

Через точку A проведем в предметной плоскости фронтальную прямую и отложим на ней от точки A три произвольных равных отрезка $AI, I-2, 2-3$. Построим на линии горизонта предельную точку E^{\wedge} прямой $E^{\wedge}Z$. Через деления I и 2 проведем линии переноса, которые будут стремиться в предельную точку E^{\wedge} . Они разделят отрезок AE при его пересечении на три равные части. В натуре отрезок $AB = BC = CE$.

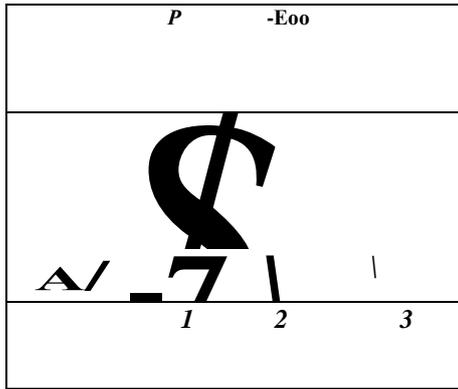


Рис. 121

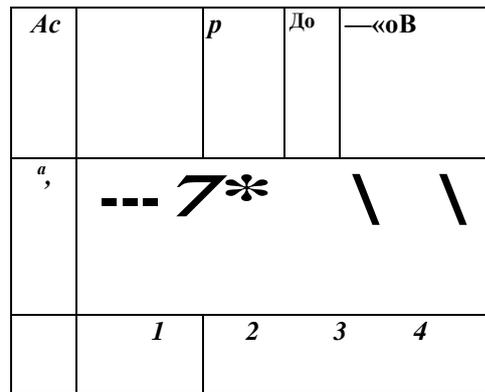


Рис. 122

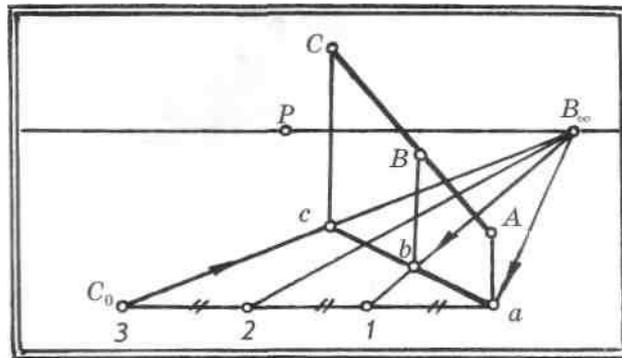


Рис.123

На картине (рис. 122) задан произвольно расположенный в предметном пространстве отрезок AB . Требуется разделить его на четыре равных части.

Построение начнем с деления проекции aB отрезка AB на четыре равных части. Для этого через точку a в предметной плоскости проведем фронтальную прямую, отложим на ней четыре равные части и определим предельную точку B_m . Деления $1, 2, 3$ соединим с предельной точкой B_0 линиями переноса, которые разделят проекцию отрезка на четыре равные части. Вертикальными линиями перенесем деления на отрезок AB , расположенный в предметном пространстве.

На картине (рис. 123) задан отрезок AB . Требуется увеличить его в три раза.

Через проекцию a точки A проведем фронтальную прямую и, с помощью произвольной точки схода B_0 , перенесем на нее проекцию aB отрезка — точка 1 . На полученной прямой от точки 1 отложим еще два таких же от-



Рис.124

резка ($al = 1-2 = 2-3$) и отметим точку C_0 . Точку C_0 соединим с предельной точкой B_M . Из полученной на пересечении проекции aB и отрезке $C^A B^A$ проекции c проведем вертикальную прямую, найдем положение точки C . Определим искомый отрезок $AC = ZAB$.

На картине (рис. 124) показан городской пейзаж, на переднем плане которого изображен ограждающий тротуар забор, состоящий из равных прямоугольных секций. Задача, стоявшая перед художником по изображению этих равномерно удаляющихся секций, аналогична построениям, показанным на рис. 125. Дано два вертикальных столба AB и CE . Требуется в пределах картины построить еще несколько таких же столбов на одинаковом расстоянии друг от друга.

Соединим основания столбов и проведем прямую, предельная точка, которой будет лежать на линии горизонта. Оба заданных столба разделим пополам и проведем через их середины горизонтальную прямую, которая будет иметь ту же точку схода на линии горизонта. Через верхний конец первого столба и середину второго проведем диагональ, конец которой отметит на линии оснований начало третьего столба.

Этот же способ применяют для построения прямоугольников, лежащих в предметной плоскости (рис. 126). Дана дорожка, покрытая прямоуголь-

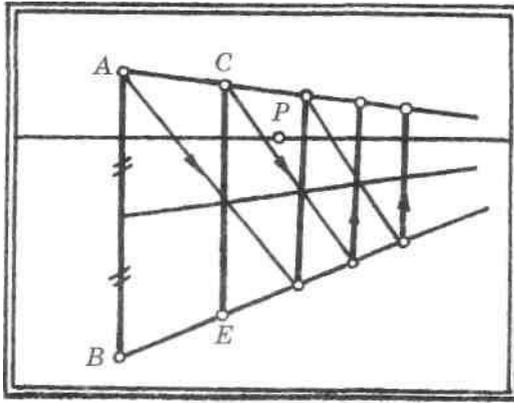


Рис. 125



Рис. 126

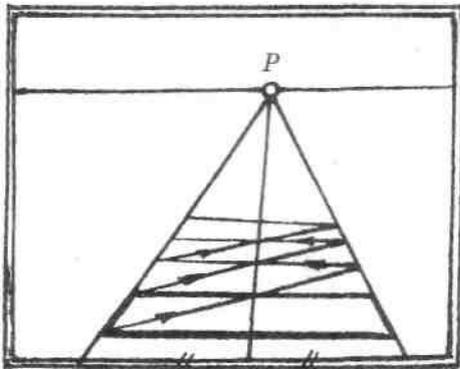


Рис. 127

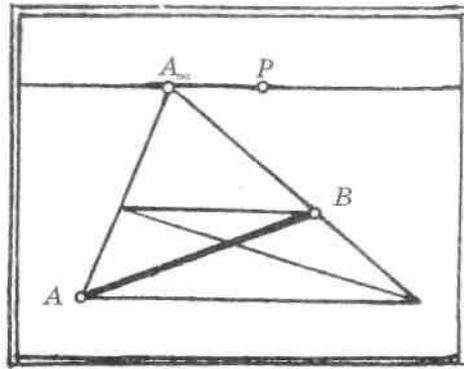


Рис. 128

ными плитами, одна из которых задана на чертеже. Требуется построить еще несколько таких же плит.

Глубинные прямые продолжим до пересечения с линией горизонта в точке P (рис. 127). Фронтальную сторону разделим пополам и проведем еще одну глубинную прямую в точку P . Через один конец первой стороны и середину второй проведем диагональ, которая отметит следующую сторону прямоугольника.

На картине (рис. 128) задан отрезок AB , лежащий в предметной плоскости под произвольным углом. Требуется разделить его пополам.

В этом случае целесообразно использовать свойства диагоналей, которые делятся пополам в точке их пересечения. В перспективе построим параллелограмм, проводя через концы отрезка A и B горизонтальные прямые, параллельные основанию картины. Через точки A и B проведем параллельные прямые AA_x и BA_x , точка схода которых — A^* , взята произвольно на линии горизонта. В построенном параллелограмме отрезок AB является диагональю, которая разделится второй пополам.

Вышеперечисленные способы позволяют делить и увеличивать любой отрезок, заданный в предметной плоскости и пространстве.

Зопросы и упражнения для самоконтроля

1. Что называется масштабом картины?
2. Как влияет выбранный масштаб на изображение в картине?
3. На рис. 129 представлены две работы разных художников. В каком случае охват пространства больше? Как это влияет на масштаб изображения?



Рис.129

4. Для чего применяются перспективные масштабы?
5. Что называется масштабом высот, глубин и широт?

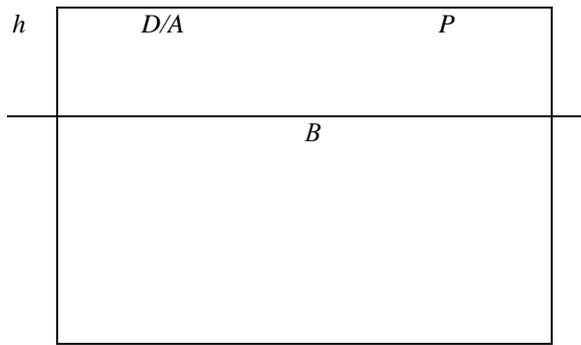


Рис. 130

6. Что такое масштабная точка? В каких случаях она применяется?
7. Для чего на картине применяют дробные дистанционные точки?
8. Определите длину отрезка AB (рис. 130).
9. Как можно объяснить, что все изображенные фигуры имеют одинаковый рост (рис. 131)?

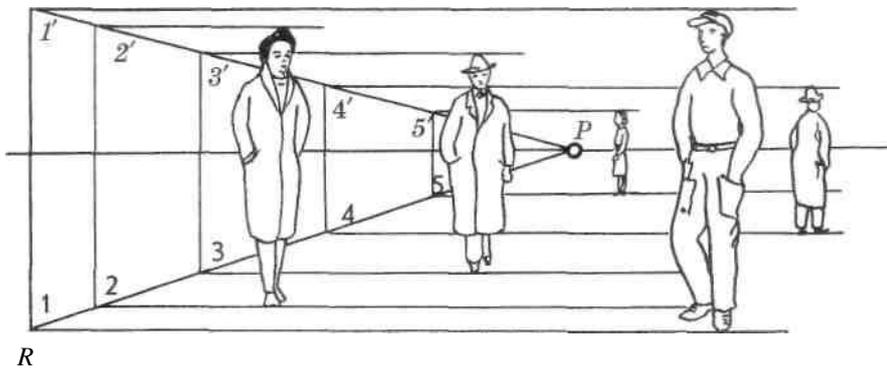


Рис. 131

Глава IV

ПЕРСПЕКТИВА ПЛОСКИХ ФИГУР

1. Перспектива углов

Часто на картинах изображают объекты, имеющие прямые углы, которые в перспективных построениях таковыми не являются, вместе с тем визуально соответствуют действительности. Угол многоэтажного здания (рис. 132) изображен тупым, между тем нет сомнений, что здание имеет прямоугольную форму. Построение перспективы угла выполняется на основе общего правила построения перспективы прямых. Удобнее строить перспективу прямой по двум точкам: картинному следу и предельной точке прямой.

Рассмотрим построение перспективы некоторого угла a' на проецирующем аппарате (рис. 133). Для упрощения доказательств угол расположим в предметной плоскости. Определим для каждой прямой предельную точку, для чего проведем лучи зрения SA^{\wedge} и SB_{χ} параллельно лучам A' и B' до пересечения с картиной на линии горизонта.

Соединим точки A_0 и B_0 с соответствующими предельными точками $A_{ге}$ и $B_{ге}$. Угол a , полученный в результате пересечения прямых $AQA_{ге}$ с прямой $B_0B_{ге}$, будет равен заданному натуральному углу a' и является его перспективой.

эй.

На проецирующем аппарате угол $B^{\wedge}SA^{\wedge}$, образованный в плоскости горизонта, равен заданному a' (по построению). Для объяснения некоторых будущих построений на картине осуществим преобразования на проецирующем аппарате. Повернем плоскость угла $B_{\chi}SA_{\chi}$ вокруг линии горизонта до совмещения с плоскостью картины. Тогда на картине угол $B_{ге}SA_{ге}$ изобразится в натуральную величину и будет равен заданному углу a' . Его вершина совпадет с совмещенной точкой зрения $S_{ге}$, а стороны будут опираться на линию горизонта в предельных точках $A_{ге}$ и $B_{ге}$.

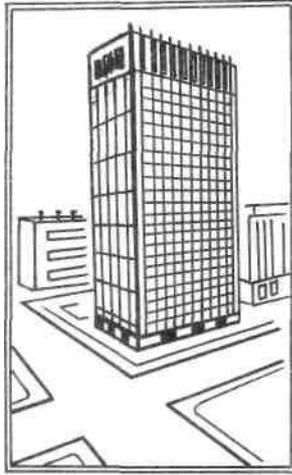


Рис. 132

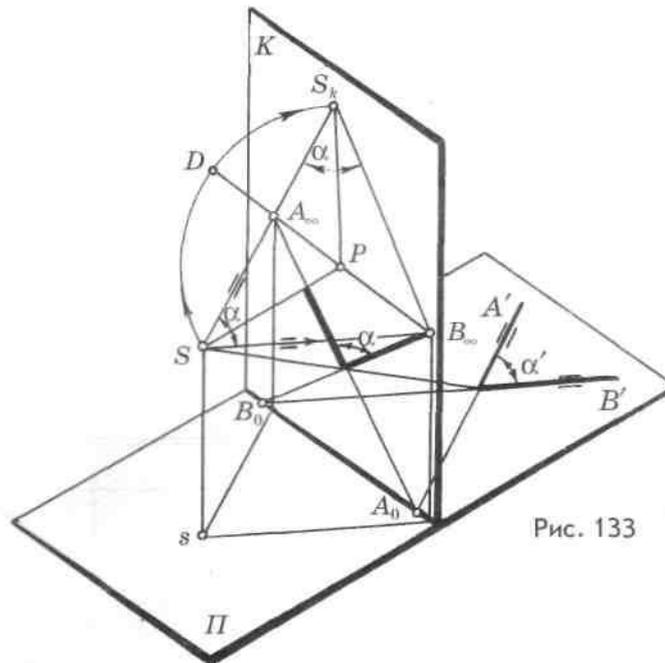


Рис. 133

Для построения перспективы на картине (рис. 134) при совмещенной точке зрения S_k зададим натуральную величину угла α и продолжим его стороны до пересечения с линией горизонта. Полученные точки A_∞ и B_∞ являются предельными точками сторон заданного в перспективе угла α . Начертим перспективу угла α , используя картинные следы A_0 и B_0 .

к Для построения перспективы угла, лежащего в горизонтальной плоскости задают его натуральную величину при совмещенной точке зрения и продолжат стороны до пересечения с линией горизонта. Полученные точки пересечения будут предельными точками сторон искомого угла с заданной вершиной.

На картине (рис. 135) задана перспектива стороны угла EA . Требуется построить перспективу угла, натуральная величина которого задана графически рядом и равна α .

Используя картинные следы A_0 и B_0 начертим перспективу угла α .

Определим положение совмещенной точки зрения S_k . Для этого из главной точки картины P проведем перпендикуляр к линии горизонта и отло-

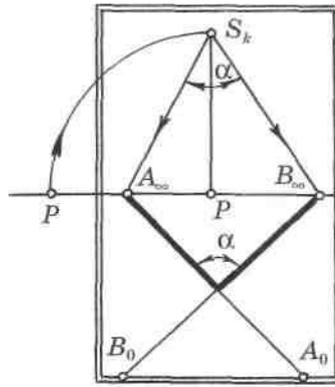


Рис. 134

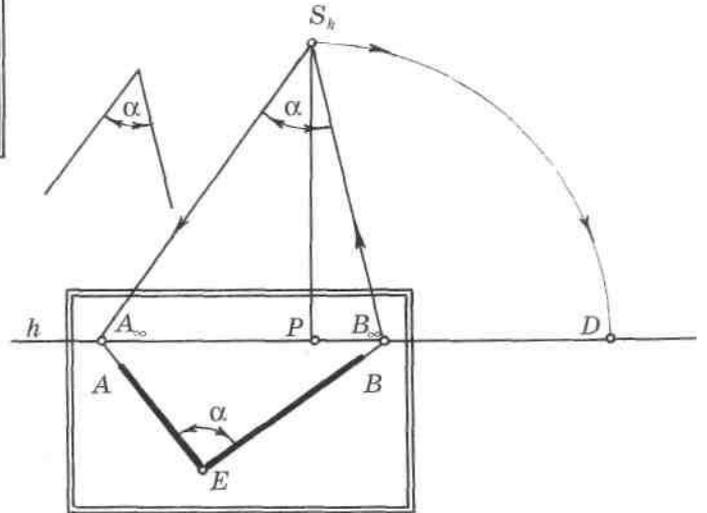


Рис.135

жим на нем дистанционное расстояние $PS = PD$. Продолжим прямую EA до пересечения с линией горизонта. Отметим предельную точку A_x заданной стороны угла. Соединим полученную точку $A_{тс}$ с совмещенной точкой зрения S_k . Отложим натуральный угол α из вершины S_k от стороны S_kA_x и продолжим вторую сторону угла до пересечения с линией горизонта. Получим предельную точку B^{\wedge} . Соединим заданную вершину E с полученной предельной точкой B_{∞} , и проведем вторую сторону угла EB_{∞} . Угол $B_{\infty}EA_{\infty}$ является перспективой заданного угла α .

Данная задача может быть решена другим способом. Для этого произведем преобразование проецирующего аппарата. Предметную плоскость совместим с картиной, вращая ее вниз на 90° вокруг основания картины k (рис. 136). Плоскость горизонта вместе с точкой зрения и главным лучом зрения повернем вокруг линии горизонта на угол 90° до совмещения с картиной. Таким образом, получим совмещенными с картиной две плоскости: плоскость горизонта и предметную.

При совмещении плоскости горизонта с картиной точка зрения в совмещенной плоскости обозначается с индексом S_k . Главная точка P и дис-

тансионные точки остаются на месте, так как они находятся на оси вращения. Прежде чем выполнить построение перспективы угла по заданной стороне рассмотрим, как будет изображаться перспектива точки, расположенной в совмещенной предметной плоскости.

Зададим на предметной плоскости Π точку A' (рис. 137). Построим сначала ее перспективу, выполним преобразования проецирующего аппарата и проследим как будет определяться точка A' в совмещенной плоскости.

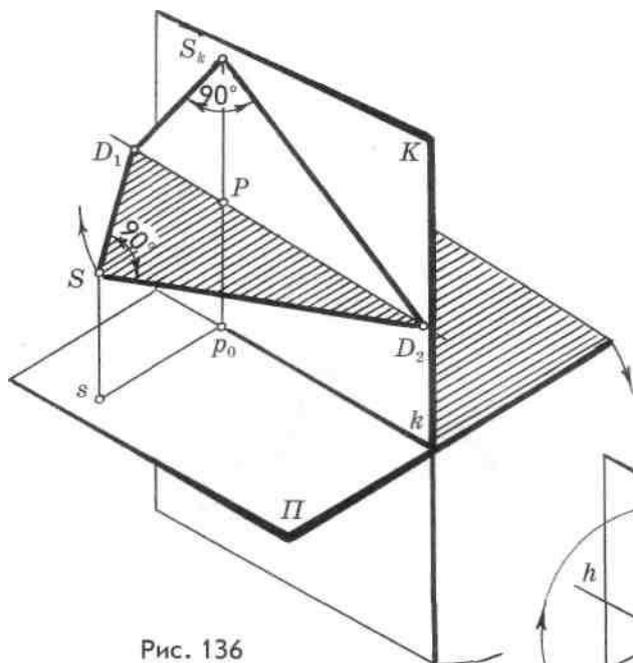


Рис. 136

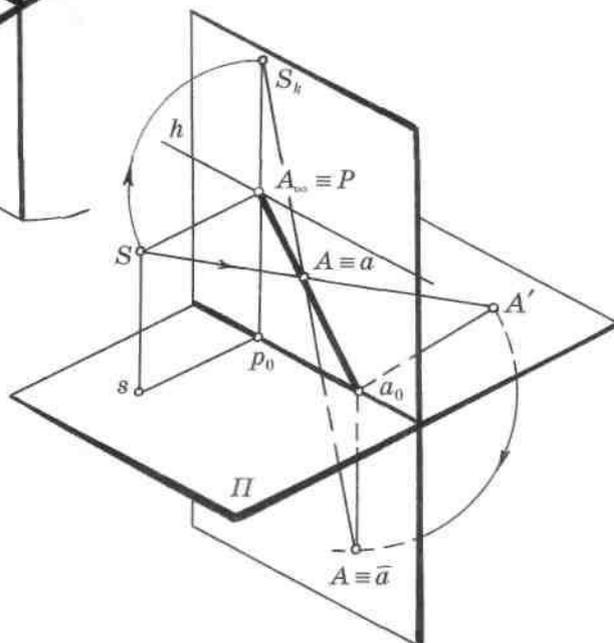


Рис. 137

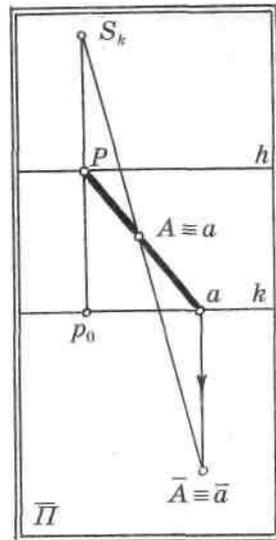


Рис. 138

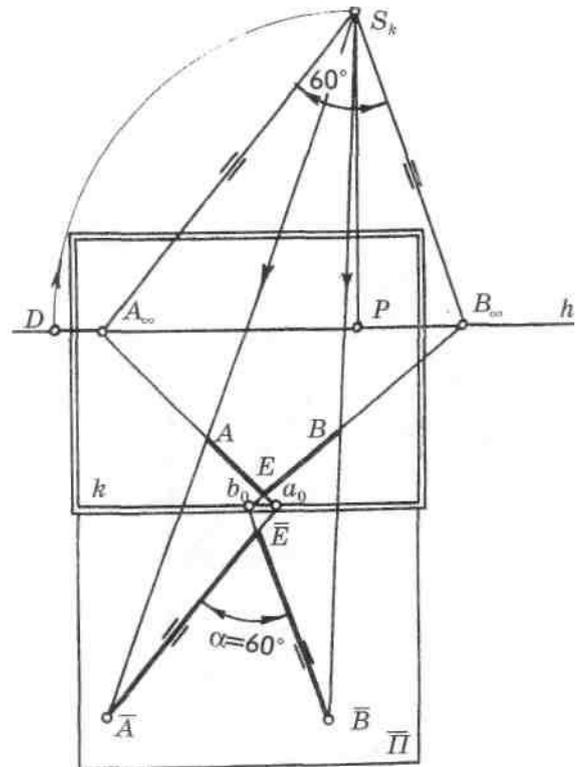


Рис. 139

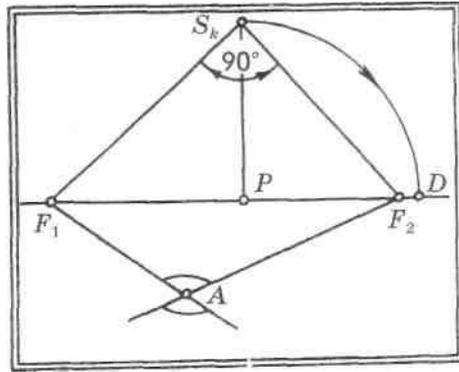
Из заданной точки A' проведем перпендикуляр $A'a_0$ на основание картины. Прямая $A'a_0$ параллельна главному лучу зрения SP , значит предельной точкой для нее будет точка P . Построим перспективу точки A' .

Произведем преобразование плоскостей проецирующего аппарата. При вращении предметной плоскости вместе с ней повернется и точка $A = a$, которая расположится на перпендикуляре a^A . Если из совмещенной точки S_h провести луч в точку A , он пересечется с прямой a_0P в точке A . Следовательно, между точкой A' на предметной плоскости Π и изображением на картине установилось так называемое перспективное соответствие.

На совмещенных плоскостях (рис. 138) перспектива точки A' строится в той же последовательности, как и на проецирующем аппарате.

► На совмещенной предметной плоскости можно задавать точки, прямые углы и плоские фигуры и строить их перспективы на картине.

Необходимо построить перспективу угла $\alpha = 60^\circ$, лежащего в совмещенной предметной плоскости (рис. 139).



Зададим элементы картины: ее основание, линию горизонта, главную точку P и дистанционное расстояние. Определим картинные следы сторон угла AE и BE , продолжив их до пересечения с основанием картины. Определим предельные точки сторон заданного угла. Для этого построим совмещенную точку зрения S_k и из нее проведем две прямые, параллельные сторонам заданного угла. Эти прямые пересекут линию горизонта в точках A_x и $B_{те}$, т. е. будут предельными точками сторон угла a .

Определим перспективу угла $a = 60^\circ$ которая получится в результате пересечения прямых $A_m a_0$ и $B_m b_0$. Точки A и B определяются при пересечении прямых $A_m a_0$ и $B_m b_0$ с лучами $S_f A$ и $S_f B$. Из построения видно, что перспектива угла a получилась перевернутой, поскольку угол был задан в совмещенной предельной плоскости Π .

При рисовании предметов часто возникает необходимость в построении перспективы прямого угла, лежащего в предметной или горизонтальной плоскости. Прямой угол, так же как и любой другой, строим сначала при совмещенной точке зрения. Продолжив стороны угла до пересечения с линией горизонта, определим предельные точки его сторон (рис. 140). Задав любую точку A в предметной плоскости и соединив ее с предельными точками сторон прямого угла, получим перспективу угла 90° . Предельные точки сторон прямого угла будем отмечать латинскими буквами F_1 и F_2 . В данном примере наклон плоскости прямого угла к основанию картины произволен. Решим обратную задачу: по изображенному на картине прямоугольному предмету требуется определить углы наклона его сторон к картинной плоскости.

На схеме картины французского художника Филиппа де ла Гура «Астрономические приборы» (рис. 141) изображены книги, повернутые под разными углами к зрителю. Требуется определить натуральные величины углов поворота одной из книг.

Продолжив стороны угла, определим их предельные точки F_1 и F_2 . Разделив расстояние между точками схода пополам, очертим дугу. Из главной

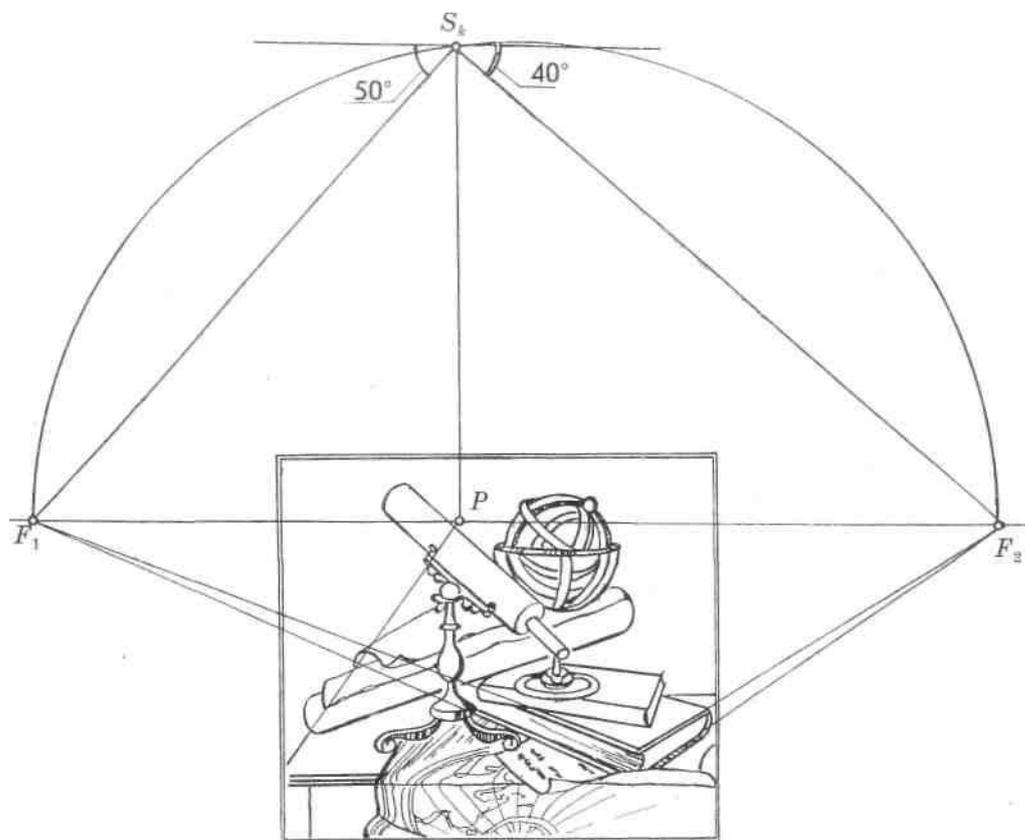


Рис. 141

точки картины P восстановим перпендикуляр до пересечения с дугой, получим совмещенную точку зрения S_k . Соединим точку S_k с точками F_1 и F_2 . Угол $F_1S_kF_2$ с вершиной в совмещенной точке зрения является прямым, составляет 90° , а искомые углы — левый равен 50° , правый — 40° .

► Для определения натуральной величины угла, лежащего в горизонтальной плоскости, по его изображению на картине строят предельные точки сторон угла, продолжив их до пересечения с линией горизонта. Полученные предельные точки соединяют с совмещенной точкой зрения. Угол при совмещенной точке зрения будет натуральной величиной угла, заданного на картине.

2. Перспектива элементов городского пейзажа

Проанализируем закономерности линейных сокращений, которые наиболее сильно влияют на изображение городского пейзажа.

В современной архитектуре большинство домов имеют прямоугольные очертания. Дано изображение улицы со зданиями, развернутыми под произвольным углом к зрителю, который стоит на перекрестке двух улиц (рис. 14 2). Местонахождение точек схода горизонтальных линий фасада дома F_1 и F_2 определим, продолжив стороны основания дома до пересечения с линией горизонта. Такое изображение называют *угловой перспективой* улицы.

При изображении городского пейзажа художники часто изображают марши лестниц, спуски и подъемы гор и городских улиц. Все эти случаи требуют определения угла наклона восходящих и нисходящих плоскостей. Профиль городской улицы состоим из четырех отрезков, три из которых имеют определенные углы подъема и спуска (рис. 143).

Угол наклона восходящей и нисходящей плоскостей к предметной плоскости определяют линейным углом.

В предметном пространстве проецирующего аппарата (рис. 144) заданы восходящая $P_в$ и нисходящая $P_н$ плоскости. Условно «расщепив» предметную плоскость по глубинной прямой $A'A^{\wedge}$, отметим углы наклона к ней восходящей (α') и нисходящей (β') плоскостей.

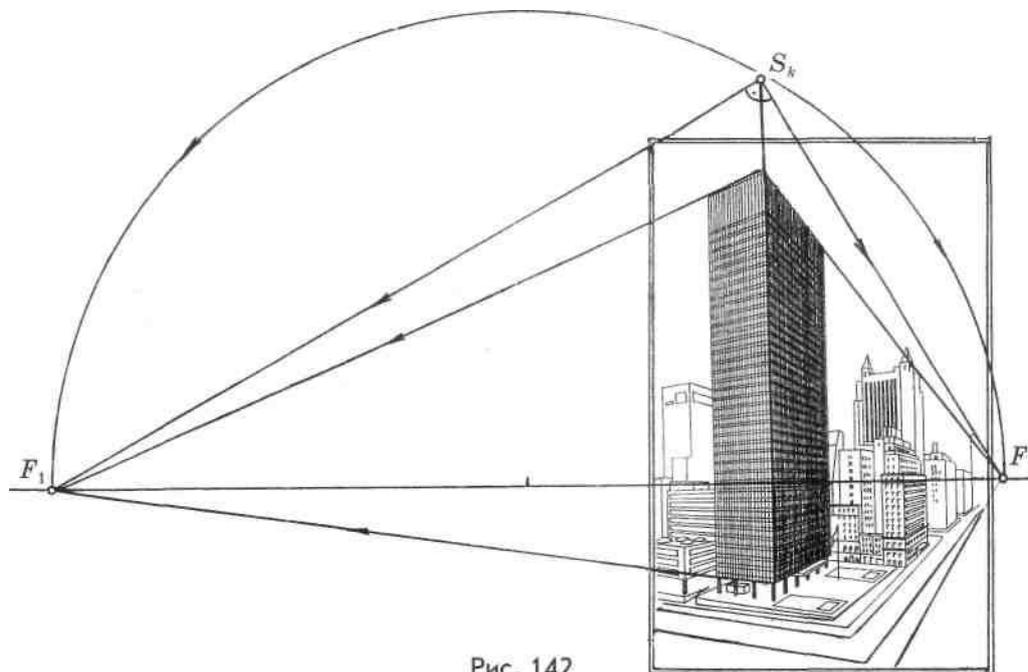


Рис. 142

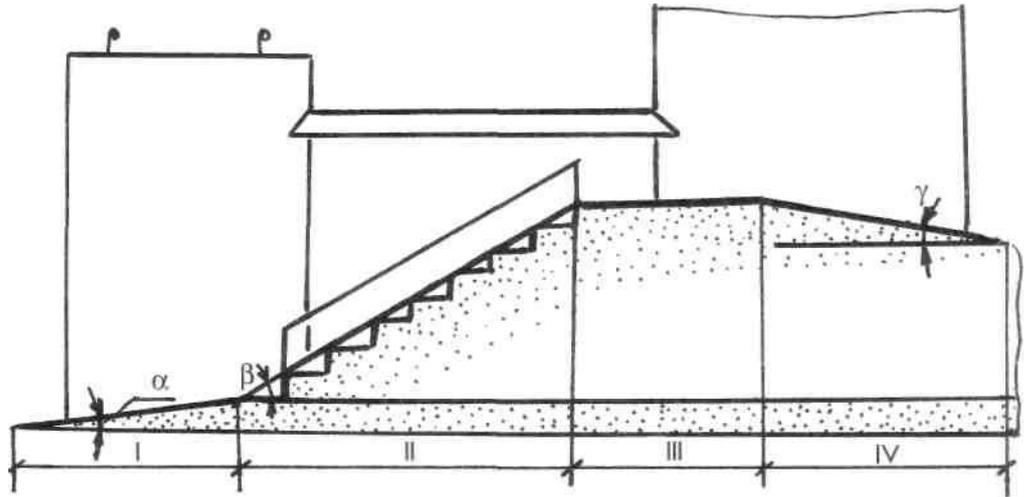


Рис. 143

Построим перспективное изображение линейных углов плоскостей на картине. Для этого из точки зрения проведем лучи SP_B и SP_H параллельно прямым $A'A'_B$ и $A'A'_H$ соответственно.

Через точку зрения направим пучок лучей, образующих лучевые плоскости параллельно восходящей и нисходящей плоскостям. Линии пересечения лучевых плоскостей с картиной будут проходить параллельно линии горизонта через предельные точки P_B и P_H сторон линейных углов. Таким образом на картине определены предельные прямые восходящей (h_B) и нисходящей (h_H) плоскостей особого положения и их предметный след $П_k$, проходящий через точку A параллельно картинному следу.

Необходимо определить на картине углы наклона этих плоскостей к предметной плоскости, т. е. линейные углы, которые образуются прямыми особого положения. Для этого рассмотрим в плоскости главного луча зрения треугольники P_BPS и P_HPS . Заметим, что они прямоугольные, имеют общий катет PS , а углы при точке зрения равны углам наклона восходящей ($a' = a$) и нисходящей ($B' = B$) плоскостей. Сделаем преобразования и повернем треугольники вокруг линии главного вертикала до совмещения с картиной. Тогда они займут положение $PD|P_B$ и PB_cP_H , а вершины линейных углов наклона плоскостей будут находиться в дистанционной точке D_l . При этом натуральная величина угла наклона для восходящей плоскости расположена над линией горизонта, а для нисходящей — под линией горизонта.

Для построения предельной прямой восходящей или нисходящей плоскости особого положения с заданным углом наклона к предметной плоскости его задают при дистанционной точке на линии горизонта и продолжа-

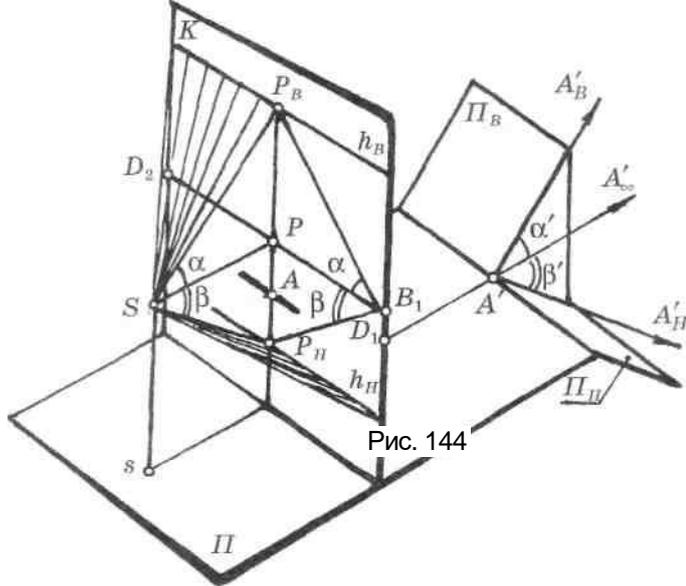


Рис. 144

$p, -$	
$\backslash \text{Of } y > 1$	
A	$/ S >$
P_H	

Рис. 145

ют сторону угла до пересечения с линией главного вертикала. Предельная прямая плоскости пройдет через полученную точку параллельно линии горизонта для восходящей плоскости над ней, для нисходящей — под ней.

На картине (рис. 145) при точке D к линии горизонта построены углы a для восходящей плоскости и p для нисходящей. Пересечение сторон углов с линией главного вертикала определяет положение точек P_B и P_H через которые, параллельно линии горизонта, проходят предельные прямые восходящей и нисходящей плоскостей.

Параллельно картине задан профиль лестницы (рис. 146). Изображения ребер ступеней будут сходиться в точке P . Лестница состоит из вертикальной части — подступенка и горизонтальной — проступи (в современных лестницах проступь всегда больше подступенка). При построении лестницы (рис. 147) использовали углы ребер, ограничивающих ее ступени. Величину подступенка можно найти с помощью масштаба высот.

На картине (рис. 148, б) построено изображение лестницы, которая имеет сходы на три стороны. На плане лестницы (рис. 148, а) показана конструкция и величины проступеней. Высота ступеней задана на масштабе высот в нижнем левом углу картины и отмечена точками $1_0, 2_0, 3_0$ и 4_0 . Постро-

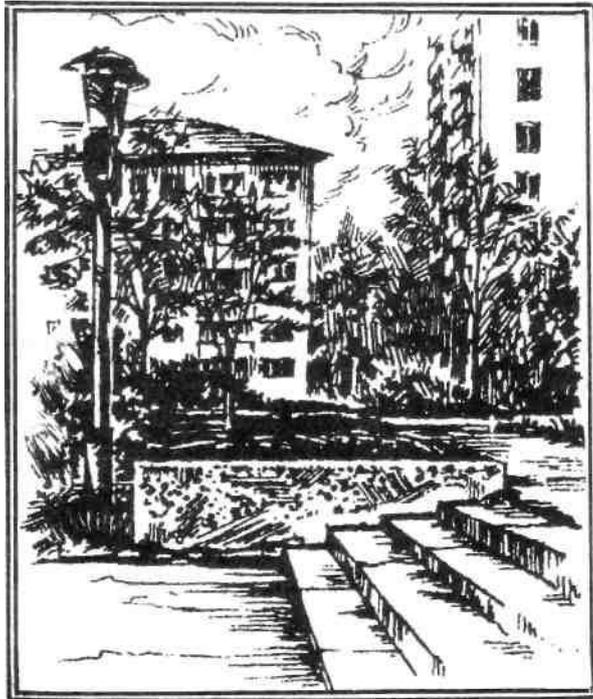


Рис. 146

<i>P</i>	<i>Л</i>										
<p><i>jfi:<J\$r.:</i></p> <table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;">•^</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4'</td> <td></td> </tr> </table>	•^		4'		<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;">I ^^^R.V</td> <td style="text-align: center;">■.-&-!*3 </td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">S^^UX</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">Xl» *'*/. *.,".'</td> </tr> </table>	I ^^^R.V	■.-&-!*3		S^^UX		Xl» *'*/. *.,".'
•^											
4'											
I ^^^R.V	■.-&-!*3										
	S^^UX										
	Xl» *'*/. *.,".'										

Рис. 147

3'	90	I ^^^R.V	Xl» *'*/. *.,".'
W			

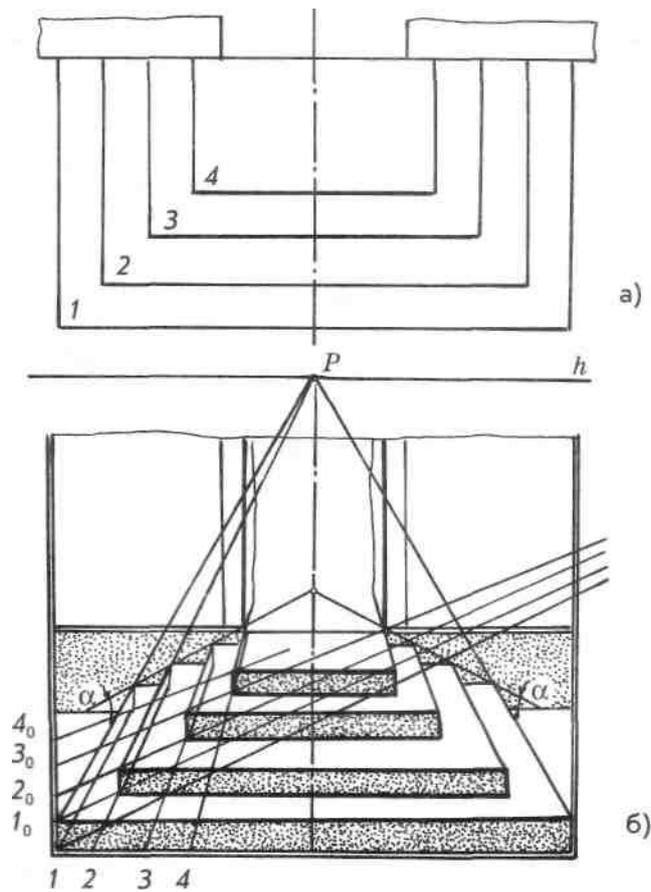


Рис. 148

им основные элементы картины — линию горизонта, главную и дистанционные точки, которые в данном случае не изображены на рисунке, а заданы лишь направления сходящихся прямых. На основании картины зададим размеры, взятые с плана лестницы. Угол α показывает угол наклона ребер тех ступеней, которые перпендикулярны картинной плоскости.

При изображении улиц городов, улицу, где горизонтальные линии фасадов домов стремятся в главную точку схода, называют *центральной перспективой* (рис. 149). В этом случае торцовые части зданий изображают параллельными основанию картины.

При центральной перспективе улицы главная точка картины находится в середине картины, а наблюдатель как бы стоит на ее проезжей части. Если главная точка расположена ближе к краю картины, то зритель стоит на тротуаре. В этом случае он видит одну сторону улицы более сокращен-

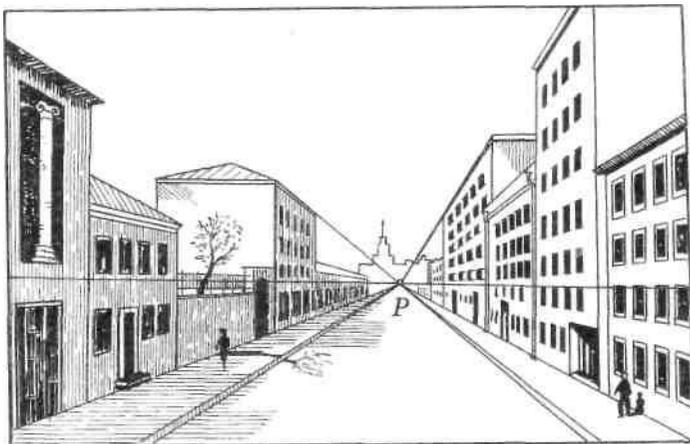


Рис. 149

ной, а на противоположной может рассмотреть все архитектурные детали зданий.

Некоторые улицы имеют спуски и подъемы. Для правильного изображения таких улиц необходимо помнить правила построения восходящих и нисходящих плоскостей. Горизонтальные фризы, карнизы, цоколь фундаментов и края окон на фасадах домов, выходящих на улицу, сохраняют глубинное направление с главной точкой схода *P*. Стены домов с торца также расположены параллельно основанию картины (рис. 150, 151).

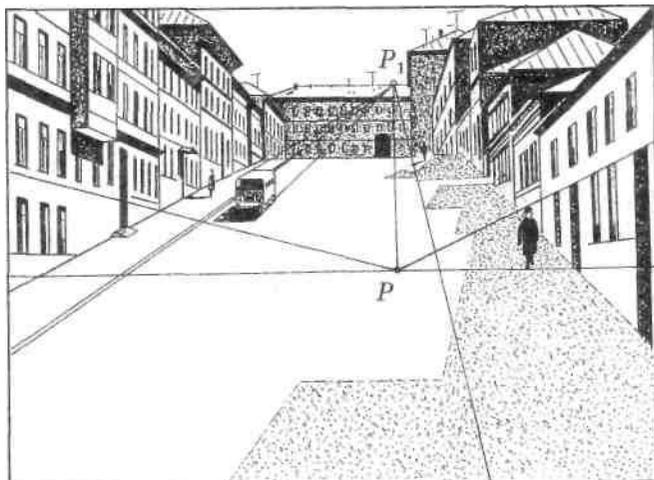


Рис. 150



Рис. 151

Линии пересечения домов с восходящей и нисходящей поверхностью улиц направлены в точки схода на линии главного вертикала. Чем круче подъем или спуск, тем больше расстояние между точкой схода линий восходящих или нисходящих плоскостей и главной точкой картины. Если сравнить рис. 150 и 151, то легко заметить, что подъем гораздо круче спуска. Расстояние от P до P_x на рис. 150 больше соответствующей величины на рис. 151.

На восходящей и нисходящей улицах границы тротуара, а также прямые, проведенные через основания и верхние концы фонарей и деревьев, имеют точки схода, расположенные на линии главного вертикала. Эти же правила относятся к изображению идущего по улице транспорта.

Изображение, на котором точки схода горизонтальных линий фасадов зданий последовательно перемещаются вправо или влево по линии горизонта, называют *улицей с поворотом* (рис. 152). Улица имеет сложный рельеф. Кроме спуска у нее еще два поворота дороги, по краям которой располагаются здания. На линии горизонта точки P и P_1 являются точками схода прямых, расположенных на горизонтальной поверхности земли, а точки P_2 и P_3 — для глубинных прямых зданий, развернутых под разными углами к зрителю.

В изображении улиц возможно еще более сложные сочетания различных направлений. В любом случае, восходящая или нисходящая улицы с поворотом изображаются так, что горизонтальные линии фасадов зданий

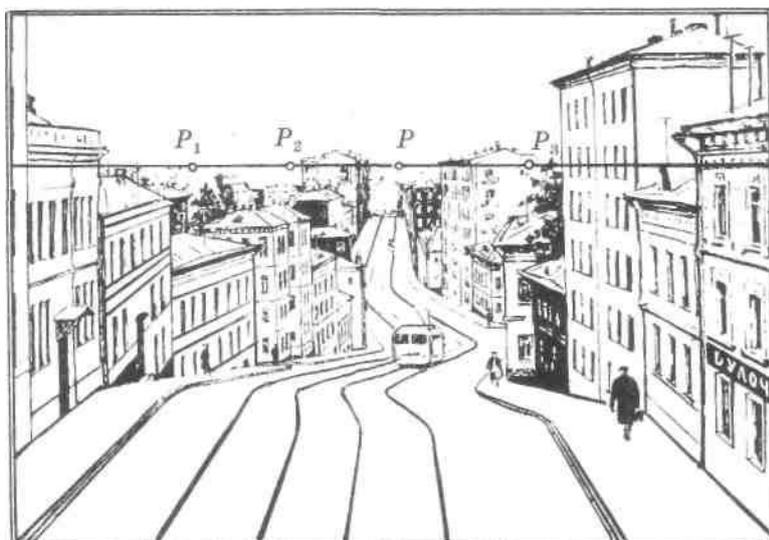


Рис. 152

в зависимости от направления будут иметь различные точки схода на линии горизонта. Края же тротуаров и оснований зданий будут иметь точки схода, расположенные выше линии горизонта над точками схода соответствующих горизонтальных направлений.

При изображении восходящих и нисходящих плоскостей городских улиц их глубинные линии будут сходиться в точках схода, лежащих на линии главного вертикала.

3. Перспектива многоугольников

Предметы окружающего мира в основе имеют форму простейших геометрических тел. При рисовании даже сложные формы человеческого тела могут быть упрощены до простых геометрических поверхностей. На первых этапах обучения рисованию рекомендуется начинать с простых геометрических тел, где легче проследить перспективные и визуальные искажение формы в пространстве.

Рассмотрим примеры построения перспективы многоугольников, расположенных в различных положениях по отношению к картинной плоскости при доступных и недоступных точках схода.

На картине (рис. 153) параллельно ее основанию задана сторона AB квадрата. Требуется построить квадрат, расположенный в предметной плоскости.

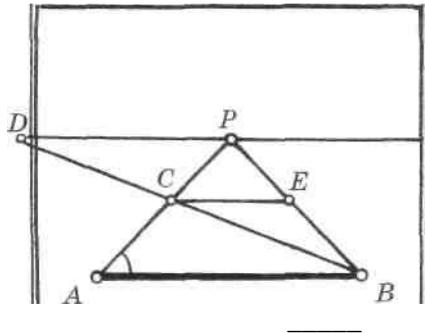


Рис. 153

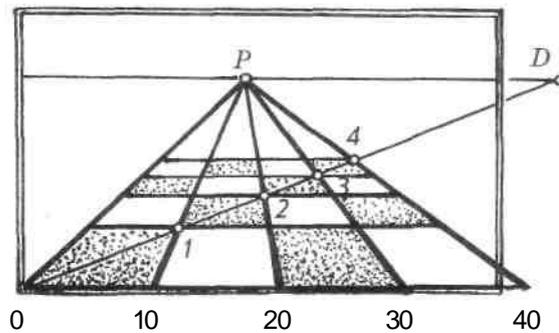


Рис. 154

При вершинах A и B построим прямые углы, для чего проведем глубинные прямые AP и BP . Через вершину A (или B) проведем диагональ, предельной точкой которой является дистанционная. Точка C на прямой AP определит положение стороны CE искомого квадрата.

Изображение квадратов таким способом используется при построении паркетов прямоугольной формы.

На основании картины (рис. 154) заданы стороны 01_0 , 1_02_0 , 2_03_0 , 3_04 квадратных плит. Требуется построить перспективное изображение части пола, выложенного такими плитками.

Построим глубинные прямые сторон квадрата с главной точкой схода P . Через точку 0 и D проведем диагональ квадратов, которая в пересечении с каждой глубинной прямой отметит точки $1, 2, 3, 4$. Через отмеченные точки проведем горизонтальные прямые, параллельные основанию картины. Они определяют перспективу квадратных плит, расположенных в плоскости пола.

Поскольку предметную плоскость можно поворачивать и совмещать с картиной как вверх, так и вниз, то можно задать форму и размеры паркета в совмещенной плоскости внизу листа (рис. 155). Паркет может иметь более сложный рисунок, который хорошо вписывается в квадрат.

На картине (рис. 156) задана вертикальная сторона AB квадрата. Требуется построить квадрат, который расположен перпендикулярно картинной и предметной плоскости.

Направлением сторон прямого угла при вершинах A и B будут глубинные прямые AP и BP . Чтобы отложить на них стороны квадрата, приведем AB в горизонтальное положение AB_1 и перенесем его величину при помощи дистанционной точки на глубинную прямую AP . Точка C определит конец стороны CE квадрата.

На картине (рис. 157) сторона AB квадрата вертикальная. Требуется построить квадрат, расположенный перпендикулярно к предметной плоскости и под произвольным углом к картине.

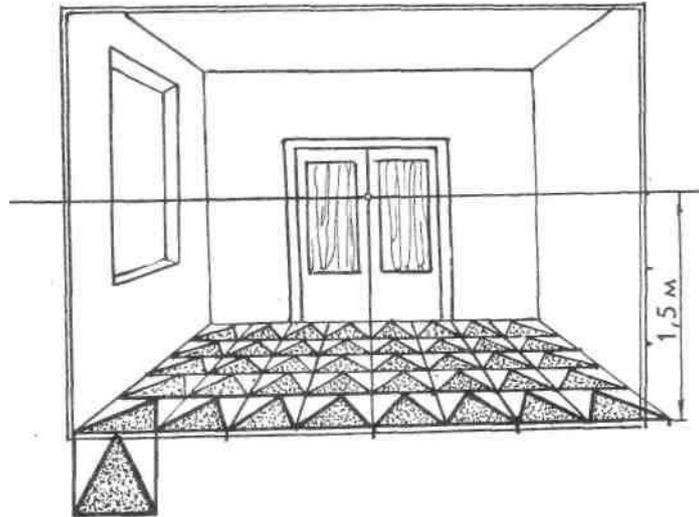


Рис.155

Стороны квадрата, перпендикулярные к AB , лежат на прямых, предельной точкой которых может быть любая точка линии горизонта, например A^\wedge . Величину стороны BC квадрата определим при помощи масштабной точки M_{∞} . Затем через точку C проведем вертикальную сторону CE квадрата.

Эти приемы построения квадрата можно использовать при изображении треугольников в вертикальных плоскостях (рис. 158). Оба квадрата имеют одну и ту же предельную и масштабную точки. При сравнении они производят разное визуальное впечатление, хотя имеют одинаковые геометрические параметры.

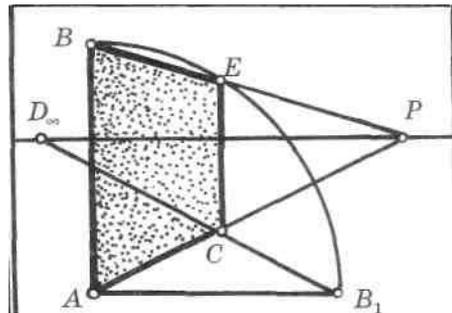


Рис. 156

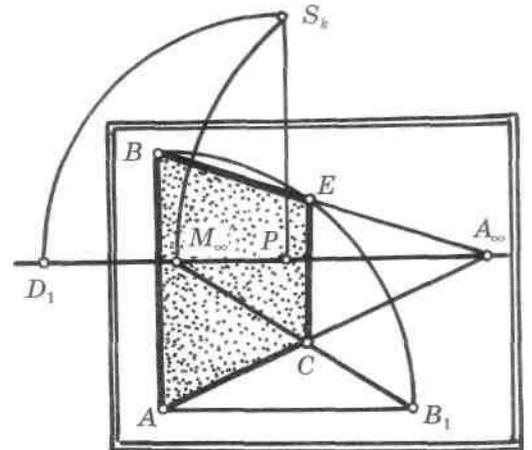


Рис.157

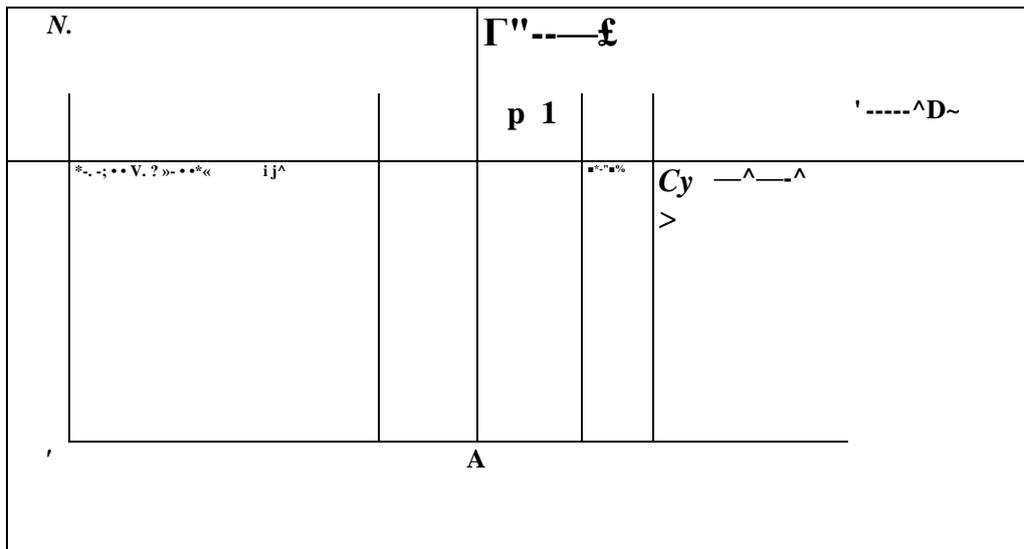


Рис. 158

На картине (рис. 159) сторона AB квадрата лежит в предметной плоскости. Ее предельной точкой является дистанционная точка D_2 . Требуется построить квадрат, лежащий в предметной плоскости.

Стороны прямых углов при вершинах A и B лежат на прямых с точкой схода D_x . Чтобы определить положение четвертой стороны квадрата, найдем вершину C . Она лежит на диагонали квадрата с предельной точкой P .

На картине (рис. 160) задана большая сторона AB прямоугольника с предельной точкой D_2 . Требуется построить прямоугольник, лежащий в предметной плоскости.

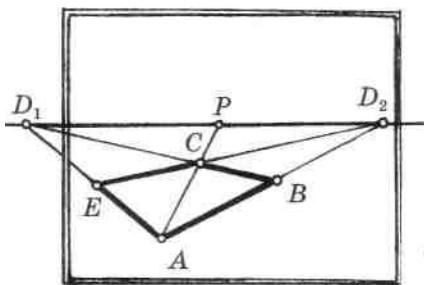


Рис. 159

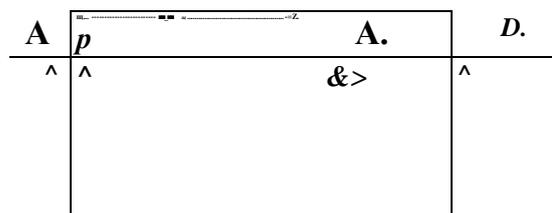


Рис. 160

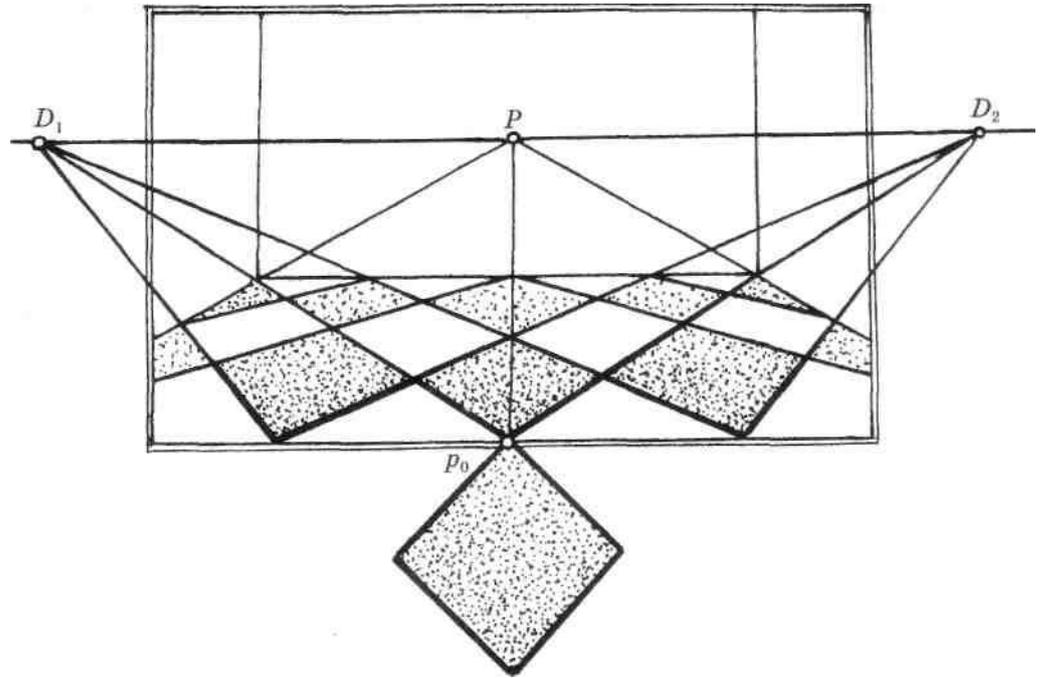


Рис. 161

73

Построение прямоугольника аналогично построению квадрата. Здесь предельной точкой диагонали квадрата будет любая точка A , на линии горизонта и справа от главной точки P .

Этим построением можно воспользоваться при построении паркета, выложенного прямоугольными плитами или елочкой. Форма и размеры паркета заданы в совмещенной плоскости внизу листа (рис. 161).

При построении перспективы паркета форма плитки может быть разной, но принцип построения одинаковый (рис. 162), даже если паркет имеет форму правильного шестиугольника, который необходимо изобразить с учетом перспективных сокращений.

При построении шестиугольника, лежащего в предметной плоскости и параллельного одной стороной основанию картины, угол при совмещенной точке зрения S_k образуется прямыми параллельными сторонам этого шестиугольника и составляет 60° (рис. 163).

Однако, в перспективе часто приходится изображать треугольники, которые расположены в предметной плоскости с произвольно расположенными сторонами. В этом случае целесообразней применять способ совмещения.

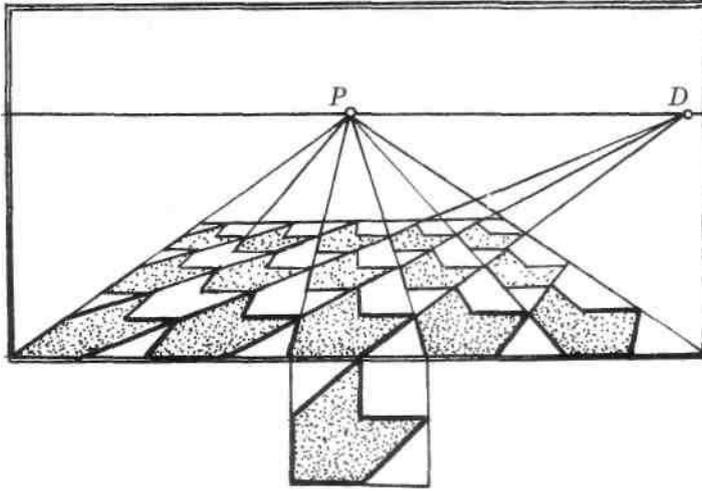


Рис. 162

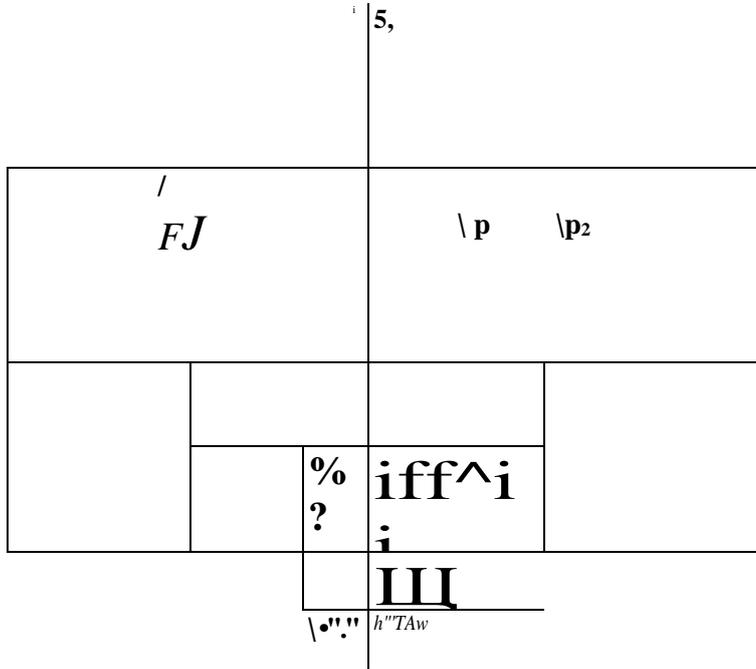


Рис. 163

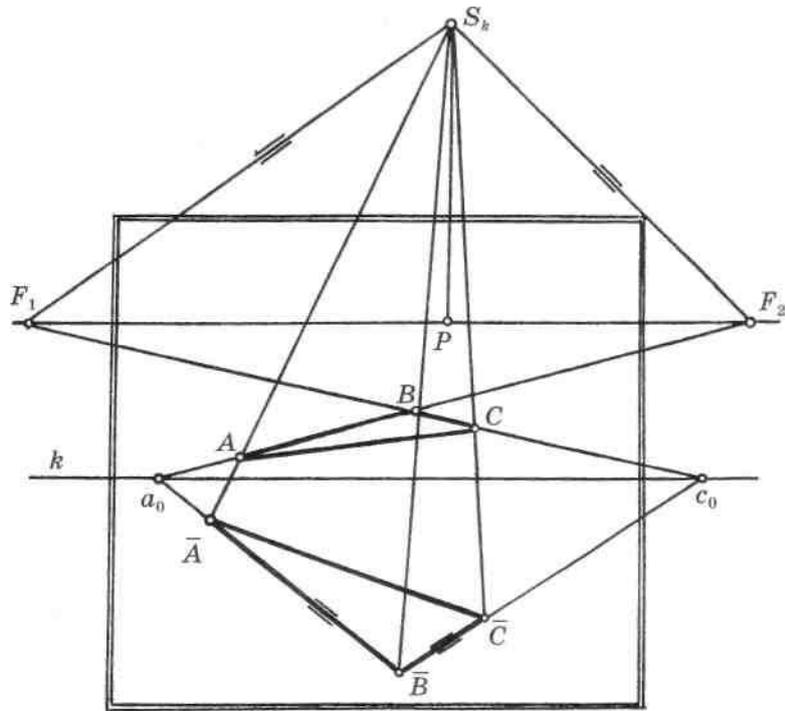


Рис. 164

Построим треугольник ABC , натуральная величина которого задана в совмещенной плоскости (рис. 164). Проведем несовмещенной точки зрения прямые параллельные сторонам треугольника AB и BC , $S_k F_1 \parallel AB$ и $S_k F_2 \parallel BC$, и получим точки схода F_1 и F_2 . Для построения перспективного изображения треугольника продолжим стороны AB и BC до пересечения с основанием картины в точках a_0 и c_0 . Соединим полученные точки с точками схода. Из совмещенной точки зрения S_k проведем лучи зрения в каждую вершину треугольника ABC . При пересечении прямых $a_0 F_2$ и $S_k A$ получим вершину A перспективного изображения треугольника. Аналогично получим все остальные вершины.

► Построение плоских фигур может осуществляться разными способами, из которых выбирают самый оптимальный, требующий меньше построений и дающий больше наглядности.

4. Перспектива окружности

В перспективе изображение окружности может иметь различное начертание. Это зависит от того, как расположена плоскость окружности относительно картины и точки зрения.

В частном случае, когда окружность расположена в плоскости, параллельной картине, и ее геометрический центр совпадает с точкой P , перспективой будет окружность. Другой частный случай перспективы окружности — прямолинейный отрезок — окружность лежит в плоскости горизонта и на картине совпадает с линией горизонта (рис. 165).

Чаще всего перспективой окружности является лекальная кривая — эллипс. В зависимости от высоты горизонта меняется и форма перспективы окружности. Построение перспективы окружности можно выполнить с помощью перспективы квадрата, в который вписывают данную окружность.

Начертим в совмещенной предметной плоскости окружность. Впишем ее в квадрат (рис. 166). В квадрате проведем диаметры и диагонали. Окружность имеет с квадратом четыре общих точки касания на перпендикулярах, проходящих через середины сторон, т. е. 2, 4, 6, 8 VL четыре точки пересечения диагоналей с окружностью 1, 3, 5, 7.

Для построение перспективы окружности начертим линию горизонта L , определим положение точек P VL D . Построим перспективу квадрата $ABCE$, у которого сторона AB лежит на основании картины. Точки A и B соединим с точкой P . Проведем диагональ квадрата AC , которая должна быть направлена в дистанционную точку D . Вершина C определится на пересечении прямых BP и AD . Проведем вторую диагональ в перспективе

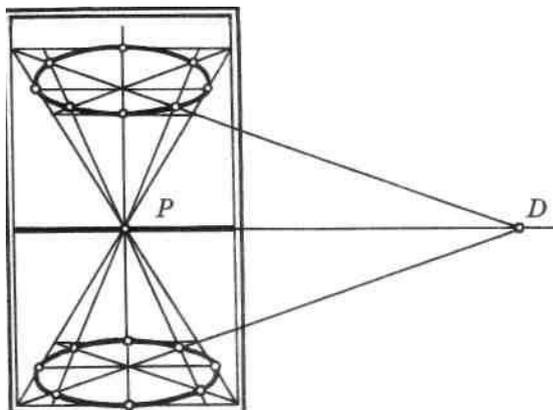


Рис. 165

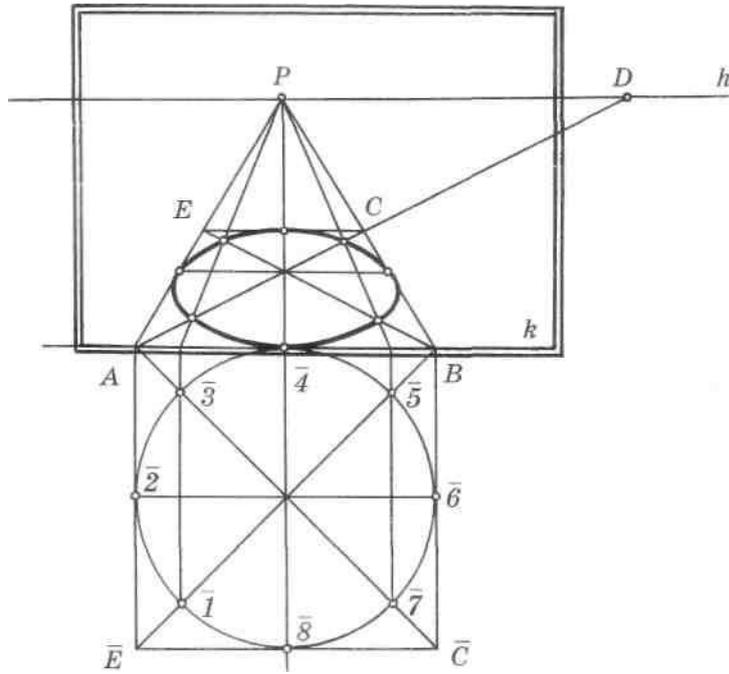


Рис. 166

квадрата и определим перспективу восьми точек. Полученные точки обведем сначала тонкой линией от руки, затем — по лекалу.

Построение перспективы окружности, расположенной в вертикальной проецирующей плоскости (рис. 167) выполнено аналогичным способом, хотя используется половина окружности, которая вписана в половину квадрата, расположенную сбоку при картинном следе. На картине в вертикальной плоскости построим перспективу квадрата с заданной стороной AB и определим лежащие на его сторонах четыре точки эллипса ($1, 2, 4, 6$). На фронтальном положении квадрата найдем точки $3, 5$ пересечения диагоналей квадрата с окружностью. Перенесем полученные величины на картинный след, а оттуда при помощи вспомогательных прямых, которые на картине являются глубинными, в перспективное изображение.

Если окружность расположена много левее или правее точки P (рис. 168), перспектива окружности будет иметь значительные искажения. Поэтому прежде чем строить перспективу окружности, необходимо выбрать точку P так, чтобы она располагалась в пределах диаметра окружности.

В практике часто применяют другой способ построения перспективы окружности — по точкам. Все построения выполняют непосредственно на самой картине (рис. 169).

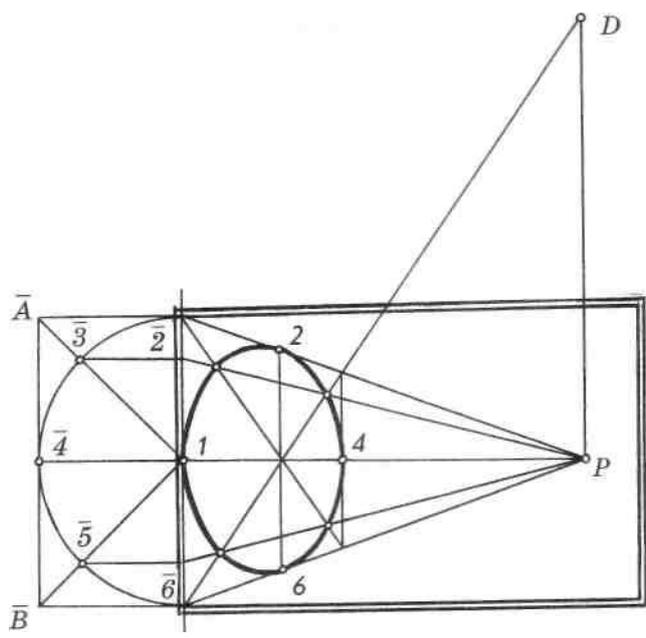


Рис. 167

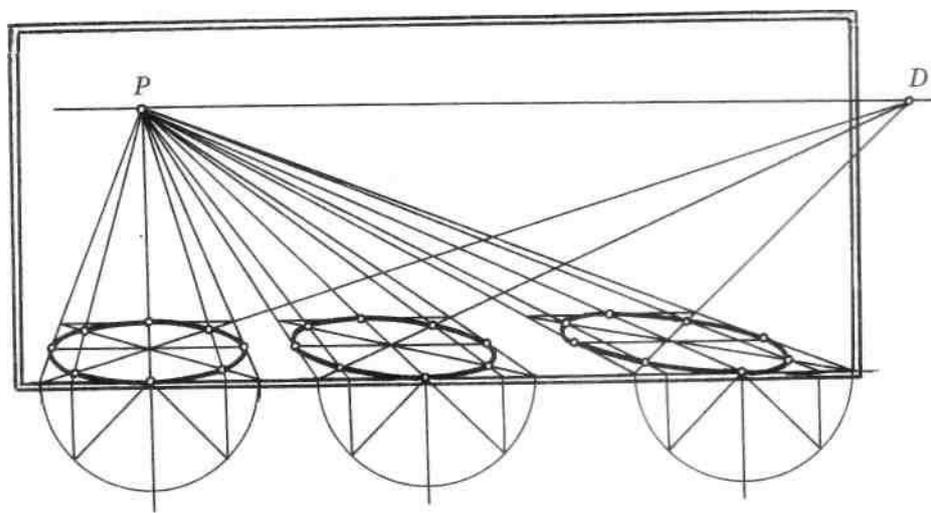


Рис. 168

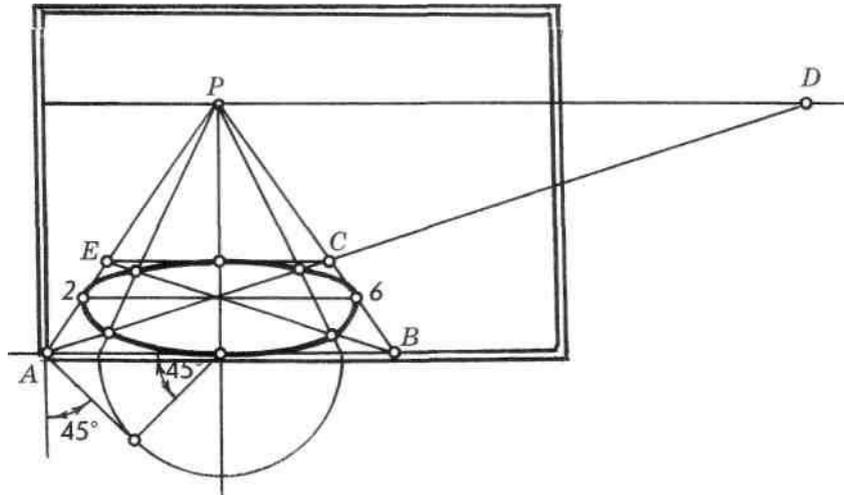


Рис. 169

На основании картины задан диаметр AB окружности, расположенной на предметной плоскости.

Точки A и B соединим с точкой P . Прямую AB разделим пополам и через ее середину проведем прямую в точку P . Прямая, направленная в дистанционную точку из точки A , определит центр окружности и вершину C , через которую проведем прямую, параллельную AB до пересечения ее с прямой AP в точке E . Определив перспективу стороны CE , построим перспективу квадрата $ABCE$, используя для этого свойства его диагоналей.

Из вершины A и середины стороны AB опустим перпендикуляры и разделим полученные прямые углы пополам с помощью биссектрис. Точка пересечения биссектрис будет вершиной равнобедренного треугольника. Из середины AB радиусом, равным катету равнобедренного треугольника, опишем полуокружность, которая пересечет AB в двух точках, через которые проведем прямые в точку P . Так получим четыре промежуточные точки, расположенные на диагоналях квадрата. Обведем от руки тонкой линией фигуру эллипса по восьми точкам, а затем толстой линией по лекалу.

На схеме картины Т.Н. Яблонской «Утро» (рис. 170) изображена часть круглого стола. При наличии линии горизонта, главной точки P и дистанционной точки D , можно достроить недостающую часть и определить натуральную величину стола в масштабе картины. Для этого построим квадрат, в который вписана окружность. Найдем точки касания горизонтальных и глубинной прямых и определим точки $1, 2, 3$. Проверим правильность расположения точек 1 и 3 , соединив их прямой, которая должна проходить через точку P . С помощью, дистанционной точки, найдем центр стола, который позволит определить точку 4 и сторону AB . Перенесем размер квад-

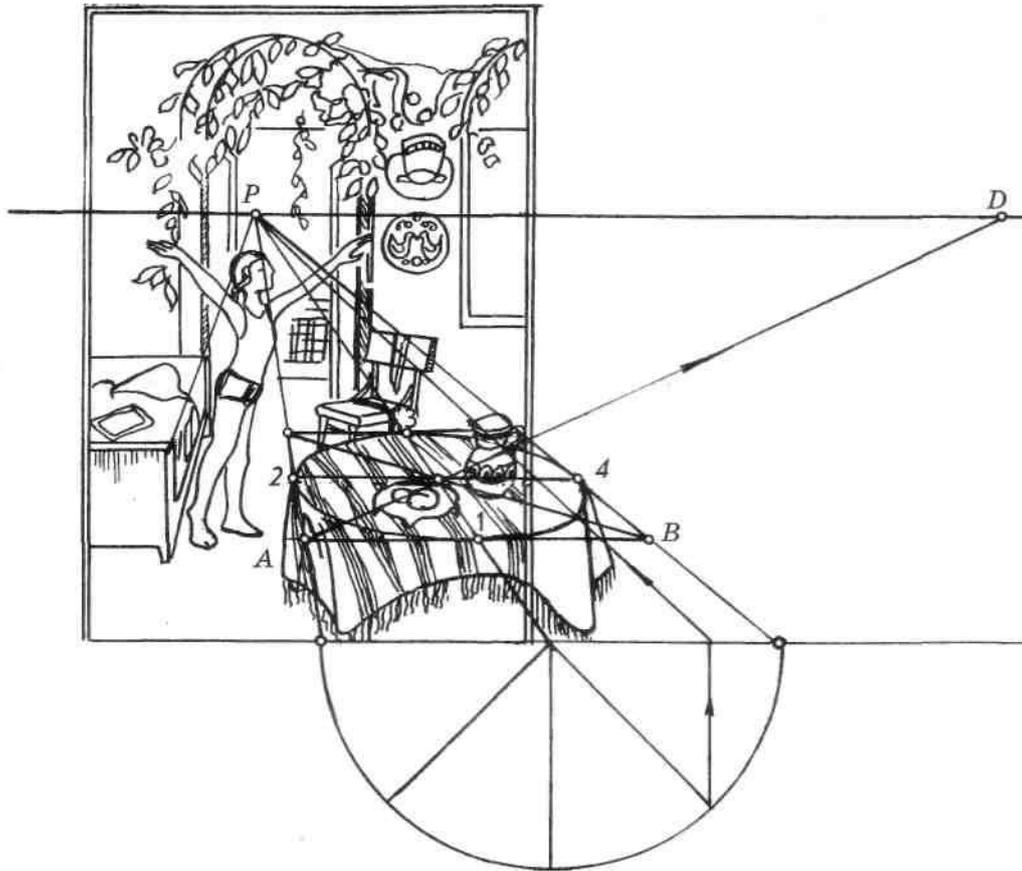


Рис. 170

рата на основе картины и построим натуральную величину окружности стола в масштабе картины. Диагонали, проведенные в совмещенном квадрате, определяют недостающую точку для построения перспективы полной окружности стола.

В перспективе в общем случае окружность изображается эллипсом. Легче всего его можно построить с помощью перспективы квадрата, в который вписывают данную окружность.

Вопросы и упражнения для самоконтроля

1. Как строится перспектива угла, лежащего в предметной плоскости?
2. Как строится перспектива угла 30° по заданной одной его стороне?

3. Как строится перспектива прямого угла при условии, что одна из его сторон направлена в точку D?
4. Как располагаются здания в угловой перспективе улицы? Куда направлены карнизы, линии окон и крыш в изображенных зданиях?
5. Как располагаются здания при изображении центральной перспективы улицы? Где находится точка схода?
6. Где находится точка схода линий дороги на улице с подъемом? Как определить угол этого подъема?
7. Как будут перемещаться точки схода у улицы с поворотом?
8. Что необходимо знать, чтобы построить перспективу паркетного пола, составленного из плиток прямоугольной формы?
9. Какую форму принимает окружность в перспективе?
10. Ответьте на вопросы к схеме картины Питера де Хооха «Девушка, подметающая в комнатах» (рис. 171):



Рис. 171

В какой перспективе изображена комната? По каким линиям можно определить главную точку схода? Как определить расстояние между двумя стульями? С помощью какого масштаба можно определить рост служанки? Как можно достроить второй квадрат паркета, какие элементы картины для этого потребуются? Как определить углы разворота стула, стоящего у задней стены, и какие элементы картины для этого потребуются? Каким способом можно достроить вторую картину на боковой стене, если задана одна ее сторона и она равна первой?

Глава V

ПЕРСПЕКТИВА ОБЪЕМНЫХ ТЕЛ

1. Перспектива многогранных геометрических тел

Мир, окружающий человека, состоит из различных предметов самой разной формы. К наиболее простым формам относятся геометрические тела, такие как, куб, параллелепипед, призма, пирамида, цилиндр, конус, шар, тор.

В работе над перспективным изображением какой-либо сложной формы, в том числе и человеческого тела, художнику помогает умение ассоциировать изучаемые формы с геометрическими телами. На первом этапе рисования, табурет, лежащий на полу (рис. 172), ассоциируется с изображением прямоугольной призмы, которая выстраивается в тонких линиях с учетом расположения точки зрения, линии горизонта и перспективных сокращений. На последующих этапах рисования уточняются формы отдельных элементов — наклонное направление ножек, перекладин, вводятся светотень, определяются собственные и падающие тени с учетом направления световых лучей и законов воздушной перспективы.

Табурет и стул (рис. 173, 174) изображены в более привычном положении, стоящие на полу. Частично показаны линии построения, которые позволяют более точно судить о местонахождении зрителя и перспективных сокращениях. Оба предмета прямоугольной формы и их перспективы строятся по одним и тем же закономерностям.

Построение перспективы геометрических тел основывается на умении строить перспективу плоских фигур с применением перспективных масштабов. Геометрические тела, в том числе куб, могут располагаться на картине ниже или выше линии горизонта, а также пересекать горизонт в зависимости от композиционного замысла художника (рис. 175).

Построим перспективу куба, если задана сторона, равная l , при условии, что две грани его должны быть параллельны картине. На картине за-



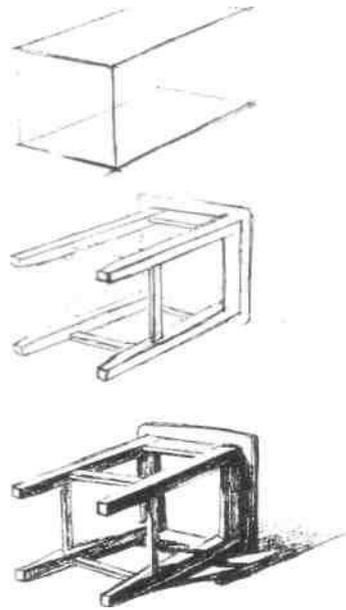


Рис. 172

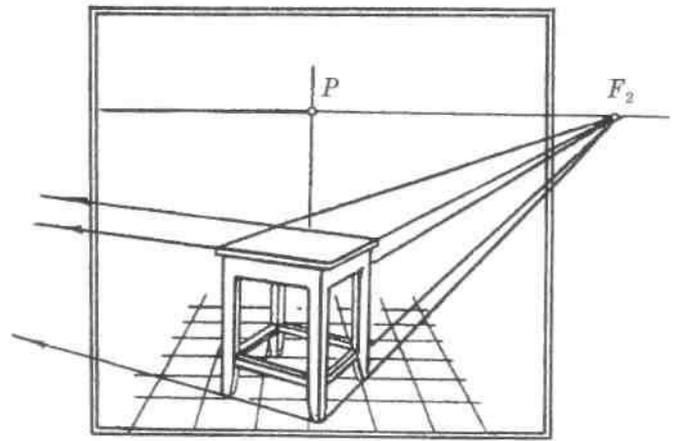


Рис. 173

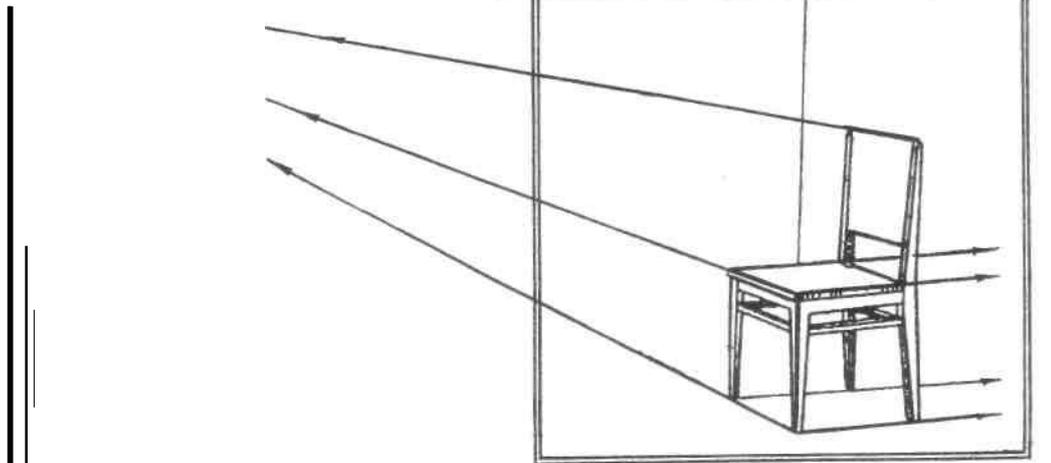


Рис. 174

дана вершина $A = a$, через которую должна пройти передняя грань куба (рис. 176).

Перспективу геометрических тел начинают строить с нижнего основания, в нашем случае квадрата $ABCE$. Так как по условию две грани должны быть параллельны основанию картины, следовательно, две другие грани перпендикулярны к картине и будут сходиться в точке P .

Проведем прямую через точки A и P до пересечения с основанием картины в точке D . От этой точки отложим отрезок A_0B_0 , равный длине I . Точку B_0 соединим с точкой P . Через точку A проведем прямую, параллельную основанию картины, до пересечения с прямой B_0P в точке $B = \tilde{B}$. Точку A соединим с дистанционной точкой D . Данная прямая пересечет прямую B_0P в точке C . Через точку C проведем вторую прямую, параллельную основанию картины, которая пересечет прямую A_0P в вершине $E = e$. Перспектива основания куба построена.

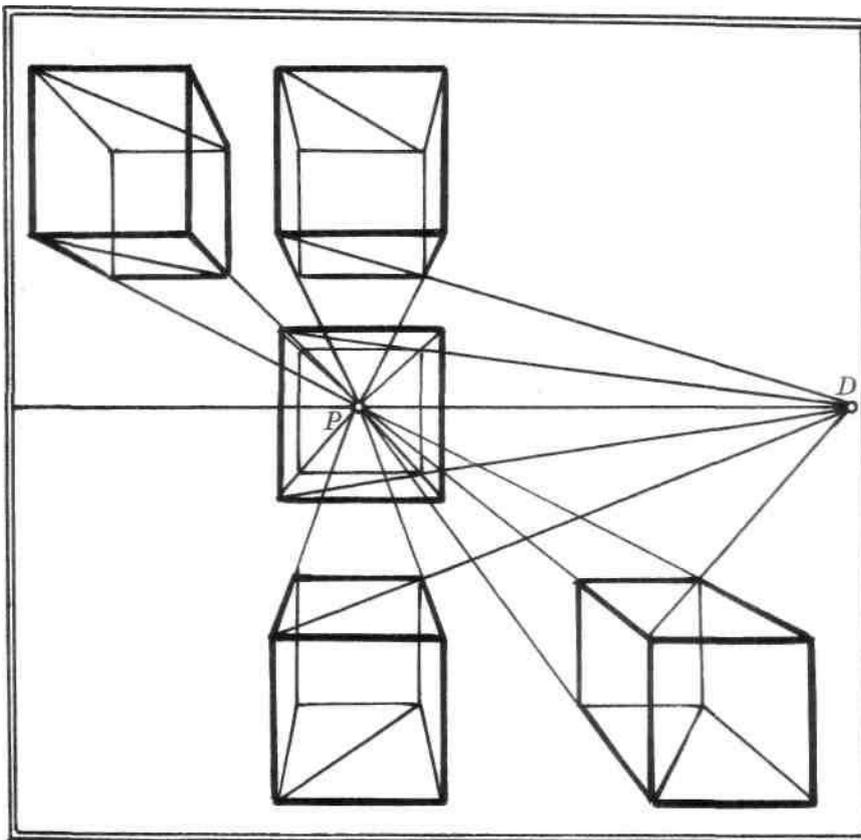
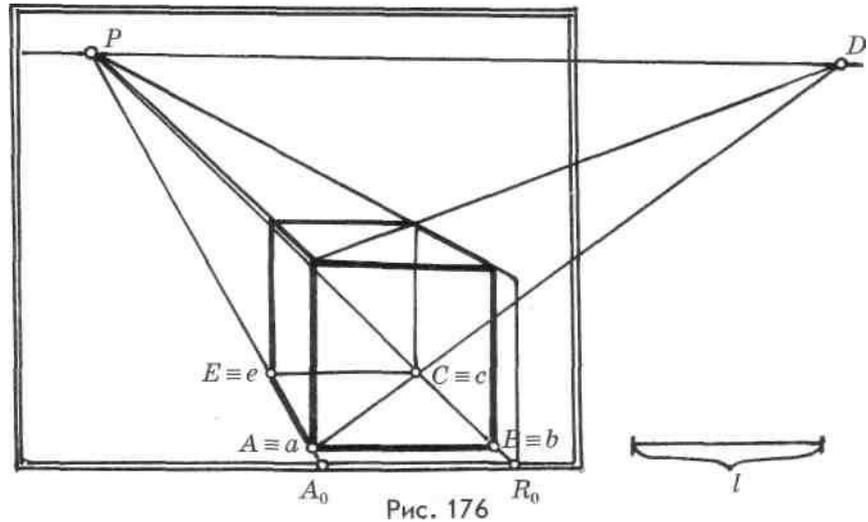


Рис.175



Чтобы построить верхнее основание куба, надо из каждой вершины основания куба провести перпендикуляры. Фронтальная грань будет иметь высоту, равную стороне AB . Построив переднюю грань, начертим остальные грани куба. Два верхних ребра будут сходиться в точке P .

Куб может иметь иное положение по отношению к линии горизонта и точке схода, т. е. может быть развернут под произвольным углом к картине (рис. 177).

Построим параллелепипед, который развернут под произвольным углом к картине (рис. 178). Параллелепипед имеет размеры, мм — длина 50, ширина 40, высота 20.

На картине зададим перспективу прямой произвольного направления D, F_2 и на ней отметим точку $A=a$ — одну из вершин параллелепипеда. Определим совмещенную точку зрения S_k . Построим при ней угол 90° и определим точку F_x на линии горизонта. Точку A соединим прямой с точкой схода F^\wedge . Перспектива угла F_1AF_2 равна 90° . Циркулем найдем масштабные точки M_x и M_2 .

Для построения стороны AB воспользуемся точкой M_2 и через нее и точку A проведем прямую до пересечения с основанием картины в точке 3_0 . От этой точки отложим вправо отрезок 3_0-4_0 , равный 50 мм. Точку 4_0 соединим с точкой M_2 . Прямая 4_0M_2 пересечется с прямой A_1F_2 в точке $B = b$.

Для построения перспективы другой стороны основания параллелепипеда воспользуемся другой масштабной точкой M_x . Соединим ее прямой с вершиной A и продолжим до пересечения с основанием картины в точке 1_0 . От точки 1_0 влево отложим отрезок 1_02_0 , равный 40 мм. Точку 2_0 соединим прямой с точкой M_x . На пересечении прямых AF_1 и 2_0M_0 получим вершину $E = e$. Зная направление двух сторон основания параллелепипеда, построим перспективу всего основания. Для этого вершину B соединим с точкой схода F_u а E с F_2 . На пересечении прямых EF_2 и BF_2 получим четвертую

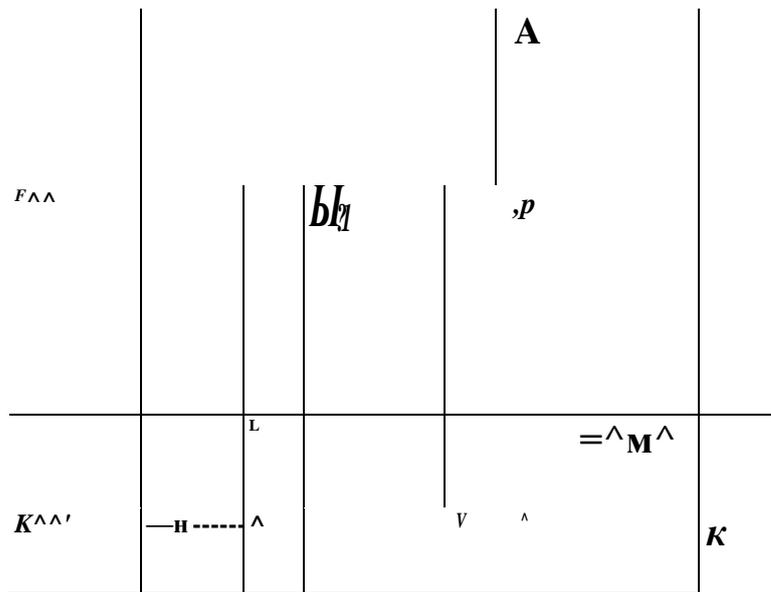


Рис. 177

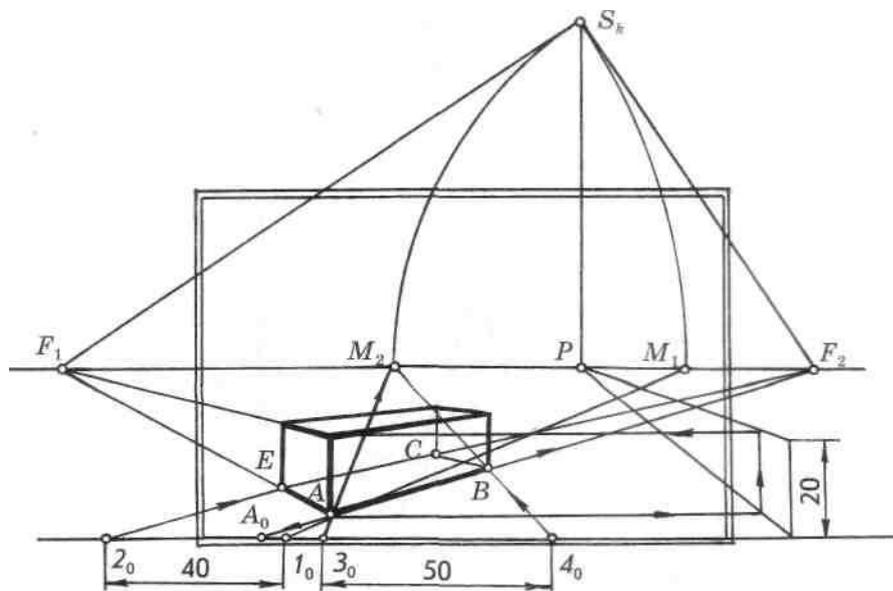
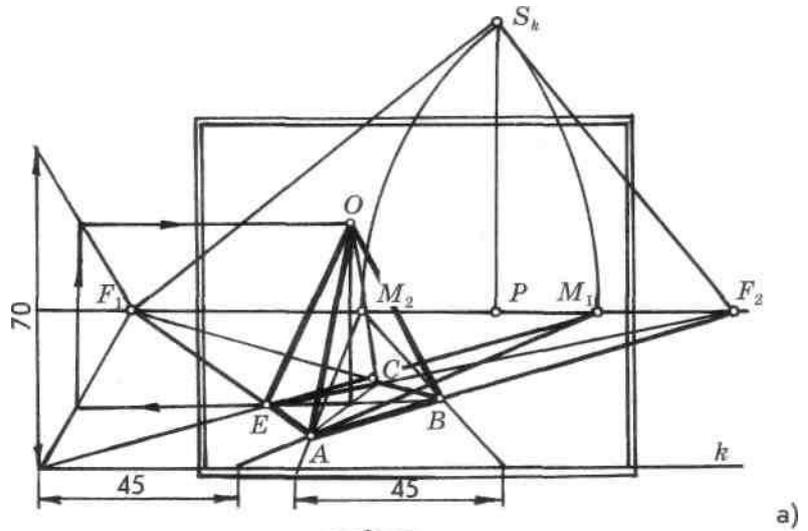


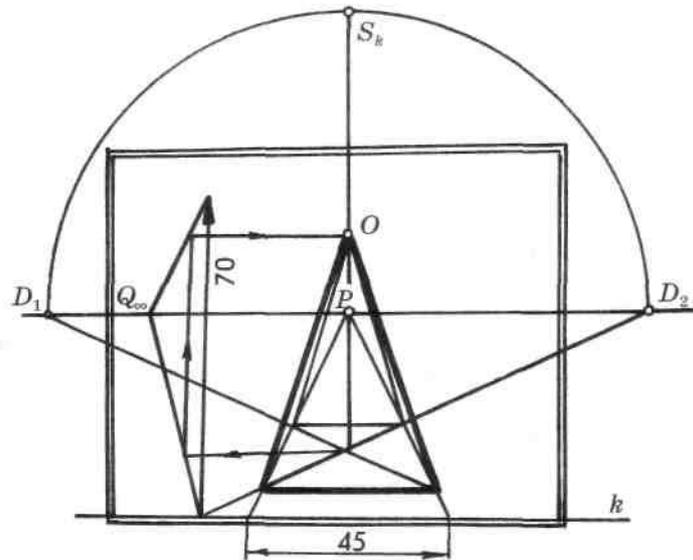
Рис. 178

вершину C а c . Из каждой вершины проведем вверх перпендикуляры и по масштабу высоты определим верхнее основание параллелепипеда.

Последовательность построения призмы аналогична построению параллелепипеда. Построим перспективу правильной четырехугольной пирамиды $SABCE$, стоящей на горизонтальной плоскости под произвольным углом к картине. Основание пирамиды имеет форму квадрата. Высота пирамиды 70 мм. На картине задана перспектива стороны AB (рис. 179,а).



а)



б)

Рис. 179

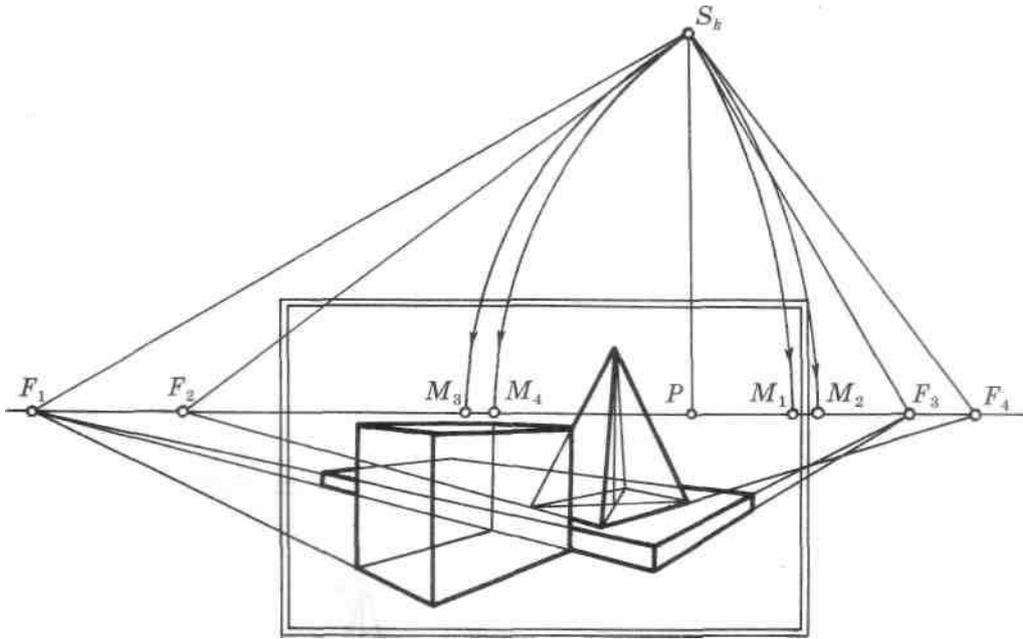


Рис. 180

Построим перспективу основания пирамиды, т. е. квадрат $ABCE$, используя при этом масштабные точки M_1 и M_2 . В основании квадрата проведем диагонали. Из точки пересечения диагоналей восстановим вверх перпендикуляр и по масштабу высоты определим вершину пирамиды O . Пирамида, две стороны основания которой параллельны основанию картины, визуально воспринимается крупнее, а ее перспективные построения проще (рис. 179,6).

Знание перспективных построений простых геометрических тел помогает правильно строить натюрморты, в которых они часто используются (рис. 180). Два параллелепипеда развернуты под одинаковыми углами к зрителю и потому имеют одни и те же точки схода F_2 и F_3 , которые позволяют установить местонахождение совмещенной точки зрения S_k . Для пирамиды, имеющей иное направление сторон, необходимо определить свои точки схода и, следовательно, пару своих масштабных точек M_2 и M_4 .

Построение перспективы геометрических тел основывается на приемах изображения плоских фигур с применением перспективных масштабов.

2. Перспектива круглых тел

Тела, имеющие круглые очертания форм (цилиндрические своды перекрытий, арки мостов, стол, вазы), строятся на основе правил построения перспективы окружности. Единственным геометрическим телом, которое принято изображать в художественных произведениях не изменяющимся по форме во всех положениях по отношению к горизонту, является шар. Вместе с тем его тоже не рекомендуется сильно сдвигать вправо или влево от главной точки зрения, потому что в этом случае, при построениях получается некоторое искажение его формы.

Рассмотрим построение перспективы прямого кругового конуса, стоящего на горизонтальной плоскости (рис. 181). Построим перспективу квадрата, в который вписан по восьми точкам эллипс — основание конуса. Из середины основания конуса проведем вверх перпендикуляр, на котором по

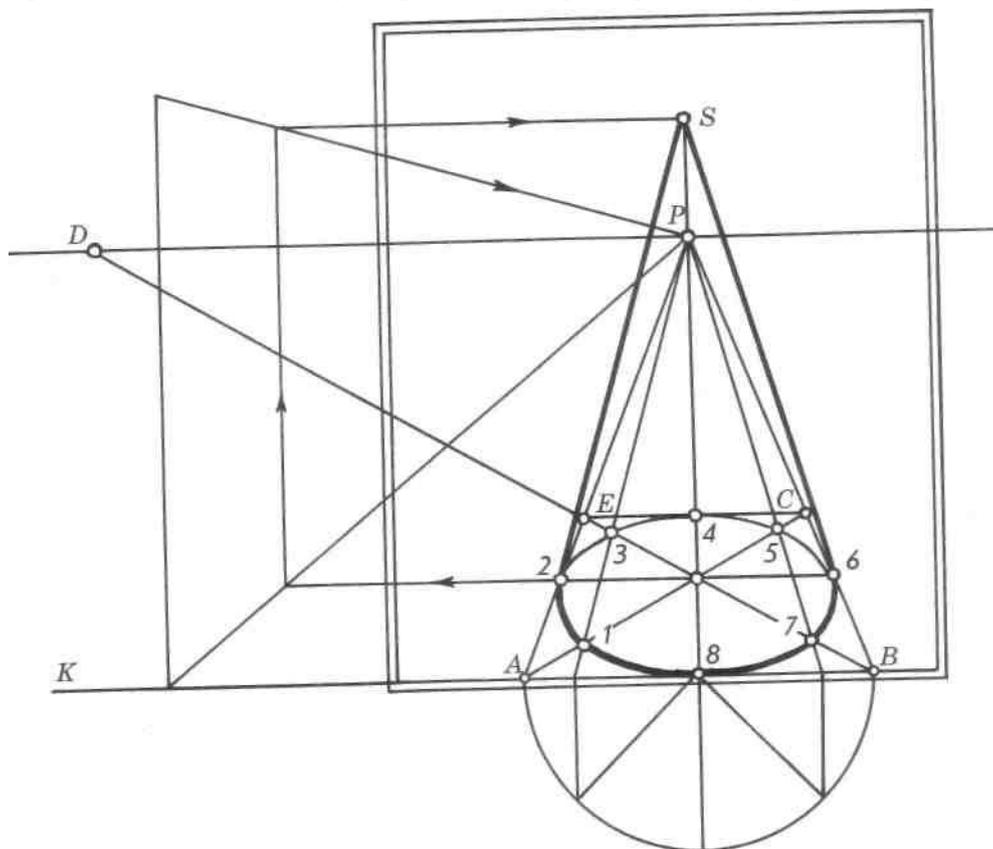


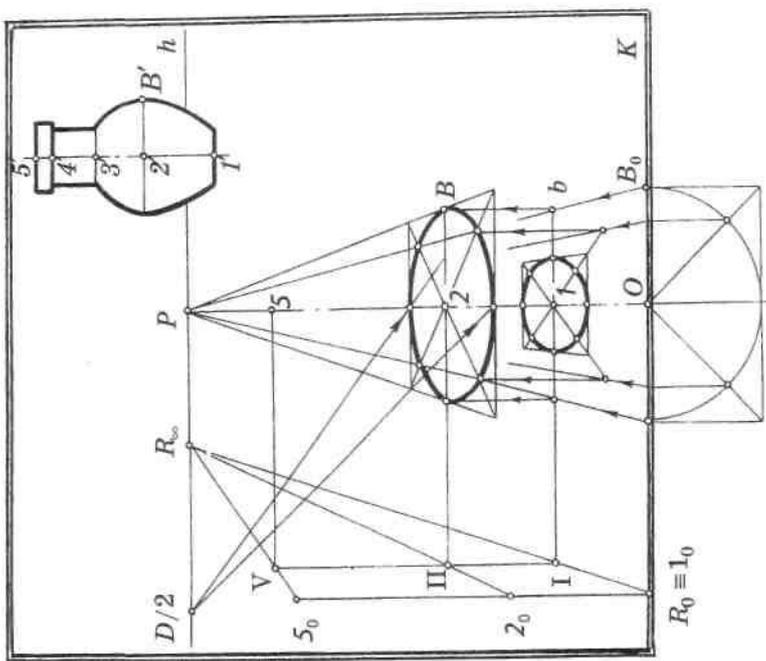
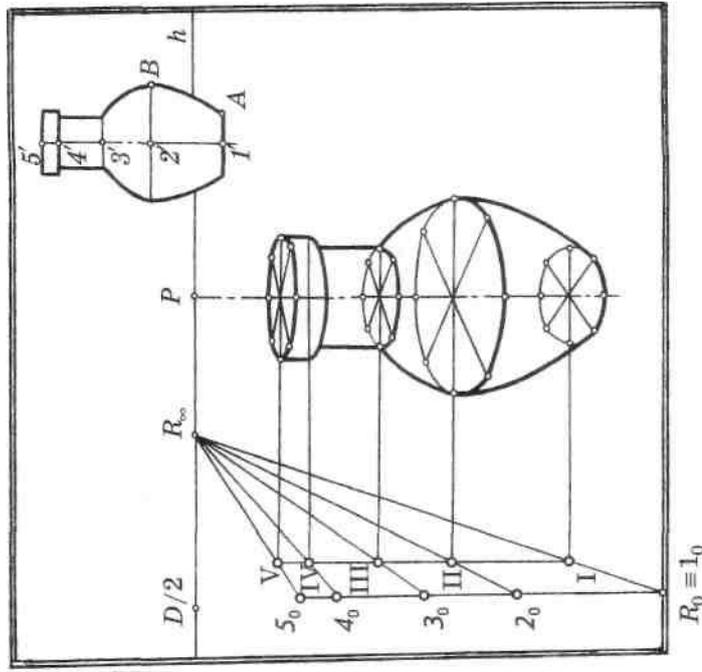
Рис.181

Рис. 182

масштабу высоты определим вершину. Из вершины конуса — точки S проведем две касательные к основанию конуса.

Для построения прямого кругового цилиндра (рис. 182), стоящего на горизонтальной плоскости, построим перспективу его нижнего основания (в той же последовательности, как и при построении перспективы конуса), а затем верхнее. Оба основания построим по восьми точкам. Для оптимизации построений воспользуемся масштабом высоты. Из каждой найденной перспективы точки нижнего основания проведем вверх перпендикуляр и по масштабу высоты определим высоту образующих и начертим верхнее основание цилиндра — эллипс.

Тор в перспективе строится с помощью секущих плоскостей, перпендикулярных к оси вращения тела. На картине (рис. 183,а) показан первый этап построения керамической вазы, часть которой по форме представляет собой торовую поверхность. Зададим очертания формы вазы в верхнем углу



листа. При построении перспективы воспользуемся масштабом $M2 : 1$. Построим масштаб высот. На вертикале 1_05_0 отложим натуральную величину и определим высоту отдельных частей вазы. Отмеченные размеры на масштабной шкале перенесем на ось $1\ 5$ вазы, заданной на картине с учетом глубины ее расположения.

Для получения на картине размеров горизонтальных диаметров окружностей в каждой части ширины вазы изобразим перспективу квадратов, в которые вписаны окружности. Проведем диагонали в квадратах и найдем точки, необходимые для построения эллипсов, лекальные кривые построим на видимой поверхности вазы. Соединим эллипсы и получим очертание внешней формы вазы в перспективе (рис. 183,6).

На картине (рис. 184) изображен натюрморт, состоящий из трех предметов разной формы: ваза, разделочная доска и яблоко. Для построения этих предметов определим линию горизонта и главную точку картины P . Горизонт проходит через горлышко вазы, что придает ей монументальность. Точки схода разделочной доски находятся за пределами картины, что чаще всего соответствует реальному восприятию натюрморта. В изображении вазы даны все формообразующие эллипсы, хорошо видны изменения их

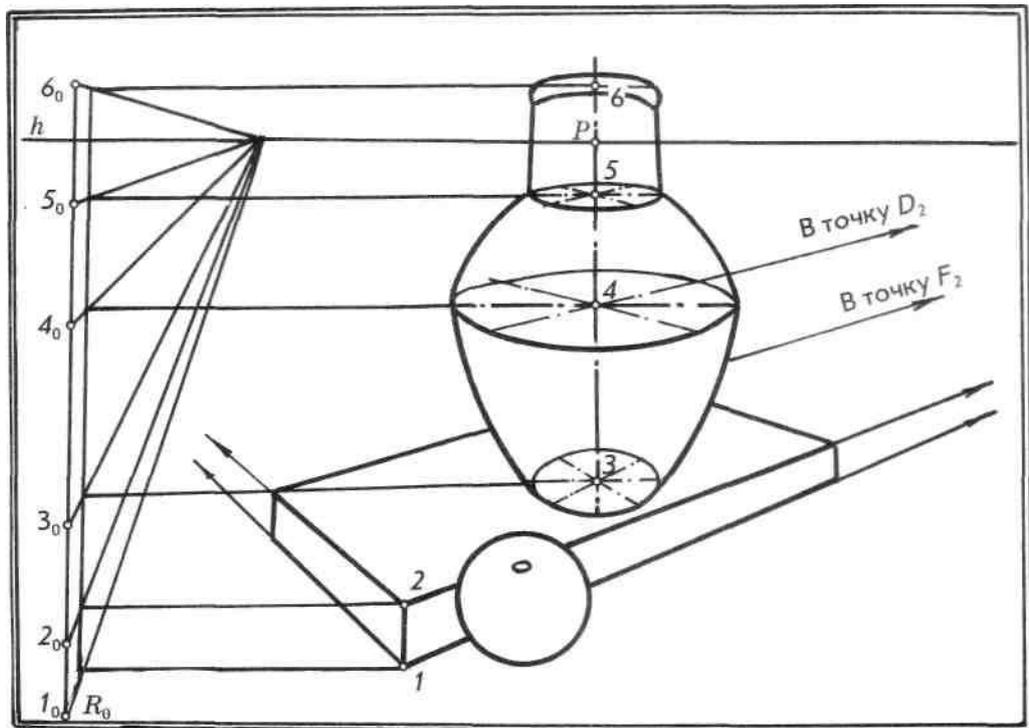


Рис. 184

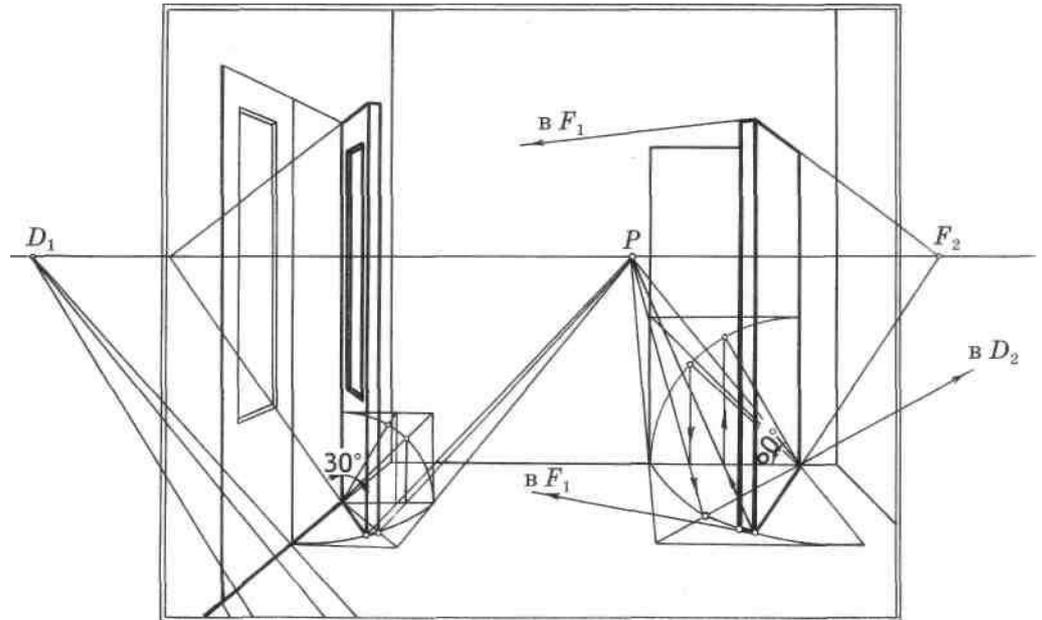


Рис. 185

величин в зависимости от положения относительно линии горизонта. С помощью масштаба высот определим размеры вазы и доски. Яблоко условно представим шаром.

На картине (рис. 185) показано построение полуоткрытых дверей на фронтальной и боковой стенах комнаты. Зададим ширину дверного проема на фронтальной стене. Чтобы изобразить дверь, открытую на угол 60° , построим $1/4$ часть окружности, которую описывает дверь на полу при движении. Эту часть окружности впишем в соответствующую часть описанного квадрата. Построим четвертую часть квадрата во фронтальном положении, задав угол 60° , конец радиуса перенесем на перспективное изображение окружности (эллипса) с помощью глубинной прямой. Направление нижнего края двери в пересечении с линией горизонта определим точку схода F_2 ■ Построим линию верхнего края двери, соединив ее конец с той же точкой схода. Чтобы определить направление торцевой стороны двери, построим прямой угол при совмещенной точке зрения и найдем точку схода F_1 . Аналогично построим приоткрытую на угол 30° дверь на боковой стене комнаты.

Так можно определить на картине углы поворота приоткрытых створок окон и дверей. На схеме картины Сильвестра Щедрина «Неаполитанская сценка» две створки окна открыты на разные углы, которые по величине больше 90° (рис. 186,а). Изобразим в увеличенном виде левую створку

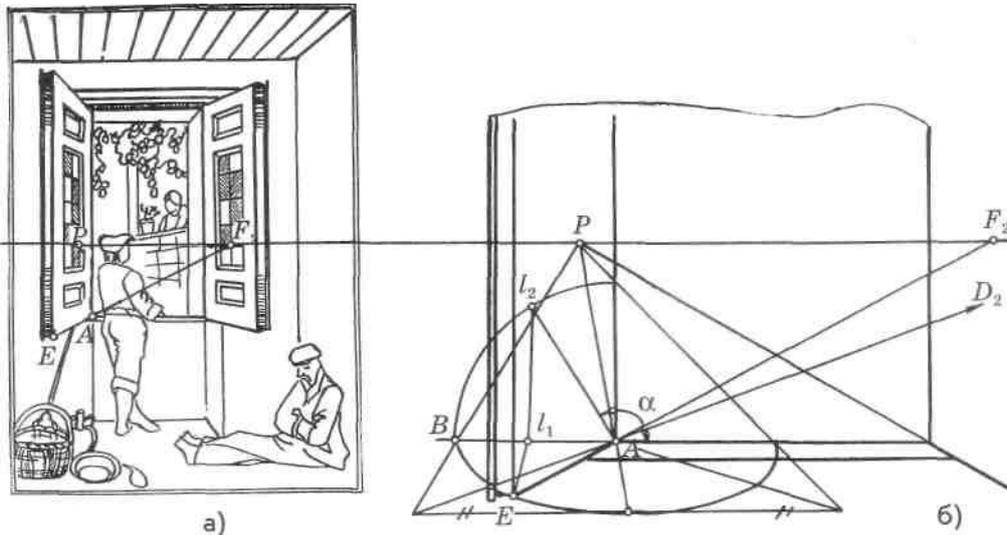


Рис. 186

окна (рис. 186,б), в соответствующем масштабе перенесем на линию горизонта точки P и F_2 . Построения начнем с точки A , которая является началом рамы окна и оси вращения створки. При полном повороте створка описывает полуокружность, которая изображена половиной эллипса. На этой кривой лежит точка E , определяющая угол поворота створки. На прямой AB построим фронтальное положение четверти окружности, на которую перенесем положение точки E . Тупой угол α соответствует углу, на который открыто окно.

Окружность может изображаться в вертикальной плоскости, например арочные перекрытия с полуцилиндрическими очертаниями (рис. 187). Изображенные арки находятся в произвольно направленной вертикальной плоскости дома, имеющей удаленную точку схода. В построении арок используются полуквадраты, в которые вписываются окружности. Представлены две плоскости: фронтальная, расположенная параллельно картинной плоскости, и глубинная с точкой схода в точке P (рис. 188). Необходимо построить одинаковые арки при заданном радиусе окружности.

Ширину фронтальной арки можно определить с помощью масштаба широт, воспользовавшись главной точкой картины. Отложим натуральные величины окружности $0_0 \sim 1_0 = 1_0 \sim 5_0$ на основании картины от боковой стенки. Для нахождения величины боковой арки воспользуемся масштабом глубины и дробной дистанционной точкой $2_0 \sim 3_0 = 3_0 \sim 4_0$. Высоту арок определим

Рис. 187

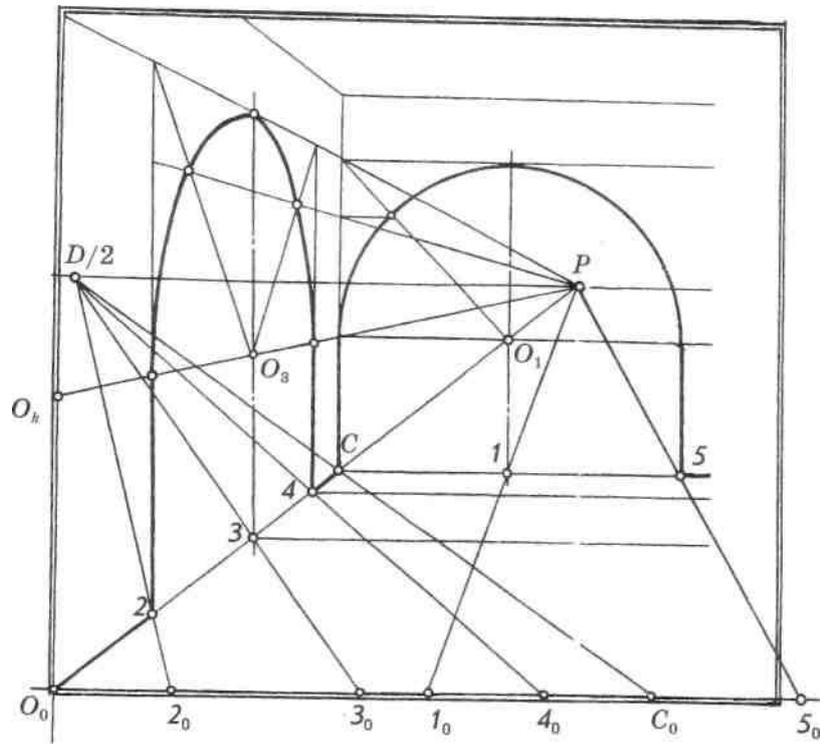


Рис. 188

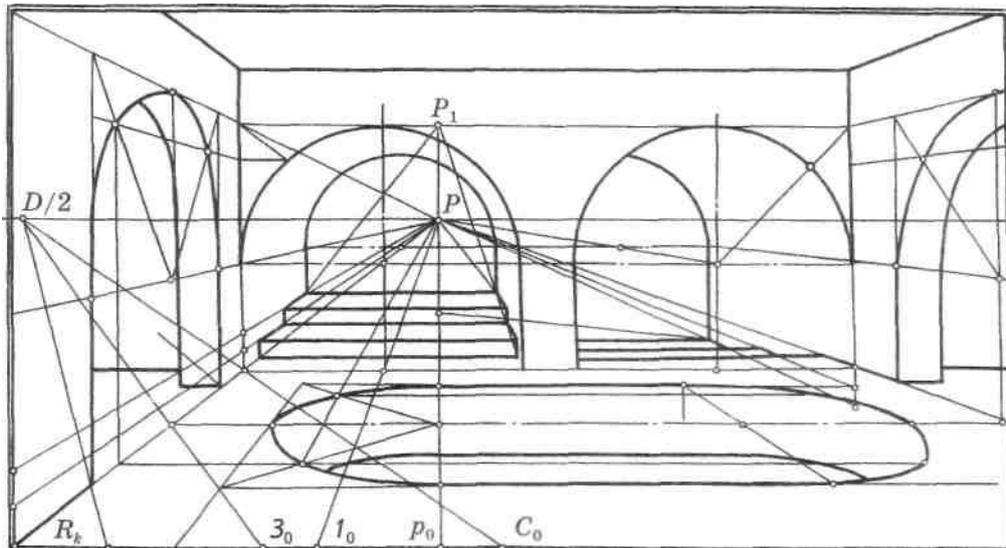


Рис. 189

при помощи масштаба высот. Перспектива арочного дворика с бассейном (рис. 189) выполнена на основе этих же приемов.

Построение перспективы круглых предметов основано на правилах и приемах построения окружности и использовании перспективных масштабов.

3. Перспектива тел в различных положениях

В учебных постановках и натюрмортах часто приходится изображать тела в различных положениях — ракурсах (рис. 190, 191).

На картине (рис. 192) показано построение горизонтально лежащего цилиндра, у которого заданы диаметр основания и высота (длина). Оба основания цилиндра параллельны картинной плоскости, т. е. расположены фронтально. В этом случае для построения окружности способ описанного квадрата остается наиболее простым и удобным.

Отметим в предметной плоскости произвольно точку A и восстановим из нее перпендикуляр, на котором будет находиться вертикальный диаметр. Диаметр цилиндра определим с помощью масштаба высот, для этого на основании картины проведем натуральную величину окружности и отметим ее центр. Перенесем размеры на картину и построим квадрат, в который впишем полную окружность и определим на ней точки C и E .

Используя дистанционную точку на основании картины, отложим натуральную величину длины цилиндра и определим это расстояние в глуби-

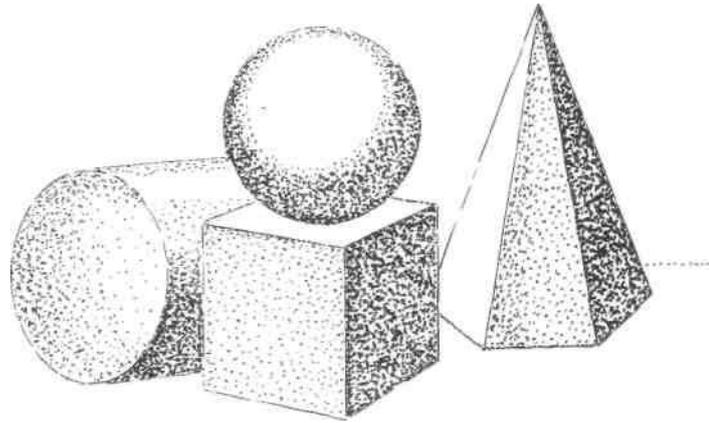


Рис. 190

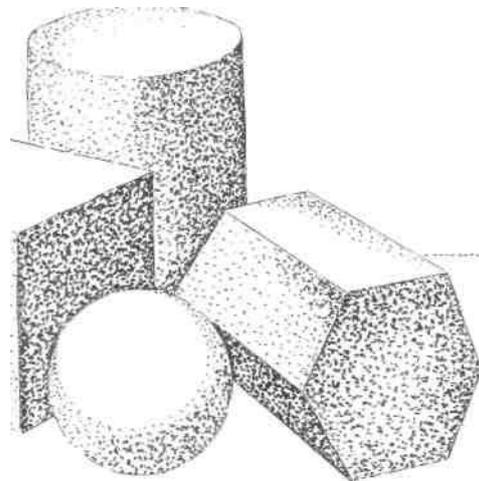


Рис.191

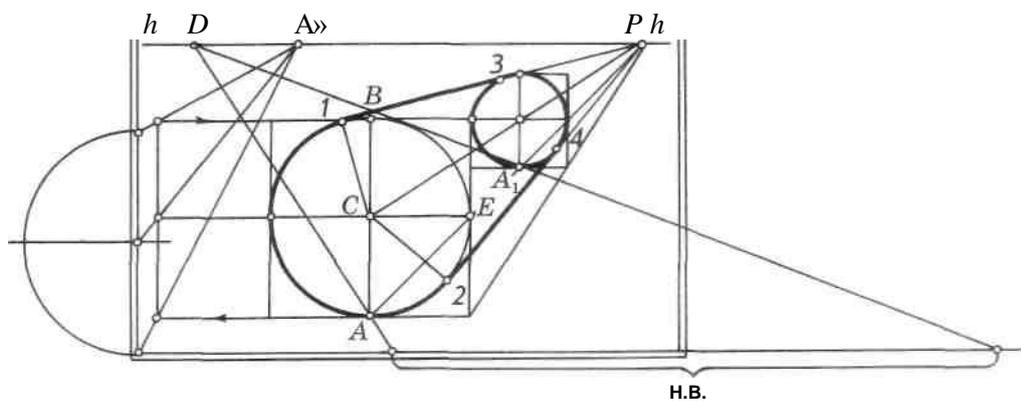


Рис. 192

не картины. Найдем точку A_1 . Построим второй квадрат и впишем в него окружность, получив необходимое количество точек. Проведем очерковые прямые, которые являются касательными к окружностям и соприкасаются с ними в точках $1, 2, 3, 4$.

В случае, когда основания цилиндра расположены перпендикулярно к картинной плоскости тоже используется способ вписанных окружностей. Построим четырехугольную призму, а затем в нее впишем цилиндр.

На картине (рис. 193) в предметной плоскости отметим произвольно точку A и найдем диаметр вертикального основания цилиндра с помощью масштаба высот. Соединив главную точку картины P с основанием A полу-

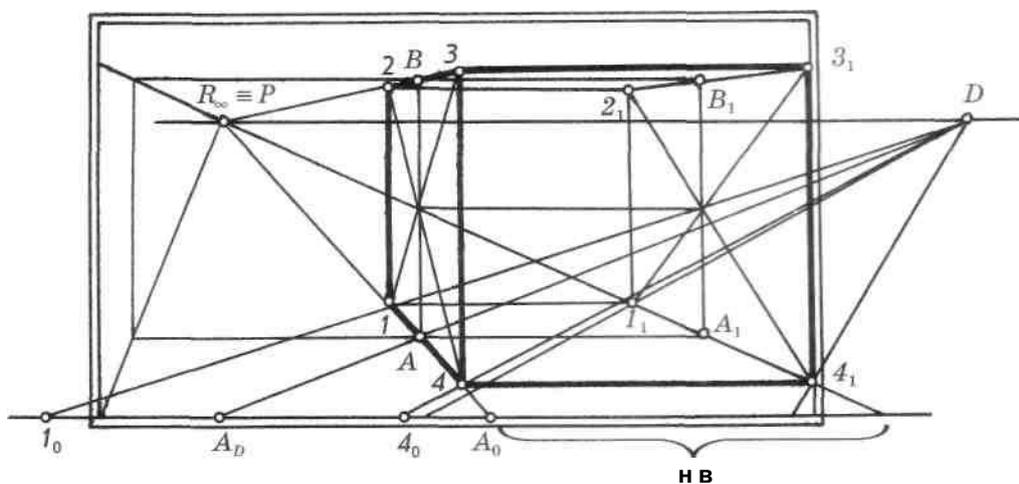


Рис. 193

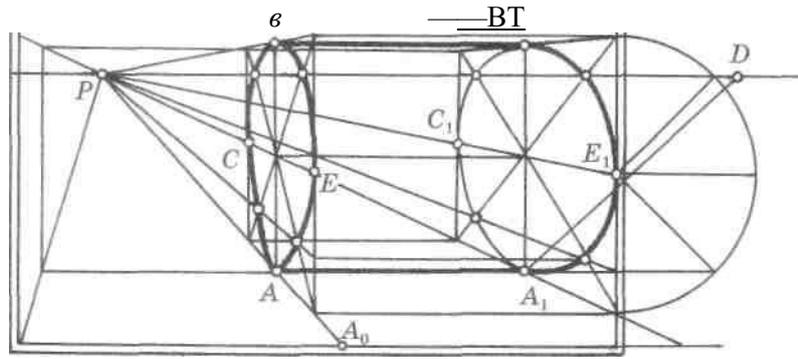


Рис. 194

чим картинный след AQ . Отложим на основании картины от точки D , натуральную величину высоты цилиндра, соединим с точкой P , получим точку A_x . Для построения основания $1-4-4^1-1^1$ четырехугольной призмы соединим точку A с дистанционной точкой D и продолжим до основания картины. Получим точку A_b от которой по обе стороны отложим отрезки $IQAD = A_bA_0$, равные радиусу основания цилиндра. Соединим точку I_0 и 4_0 с дистанционной точкой. Получим точки I и 4 , как точки пересечения прямых IQD и 4_0D с прямой AJP соответственно. Аналогично найдем точки 1_1 и 4_1 . Построим основание $2-3-3_1-2_1$ и получим призму.

Построим в совмещенном положении половину окружности, найдем точки на диагоналях, перенесем их на оба основания призмы и построим цилиндр (рис. 194).

Более сложным случаем построения многогранников считается перспективное изображение треугольной пирамиды, у которой задана высота и основание (рис. 195).

На совмещенной плоскости вычерчена натуральная величина основания ABC правильной треугольной пирамиды, вписанной в окружность. С помощью совмещенной точки зрения S_k найдем вершины A , B , C и центр основания, которые получаются на пересечении лучей зрения, опущенных из точки S_k и глубинных прямых, направленных в точку P . С помощью масштаба высоты определим вершину и проведем ребра пирамиды.

Построение призмы основано на построении цилиндра (рис. 196).

В предметной плоскости (рис. 197) задана произвольно точка A — середина ребра шестиугольного основания призмы и направление бокового ребра. Определим точку схода F_t для чего построим прямой угол при совмещенной точке зрения S_k . Соединим точку F_t и A и продолжим до пересече-

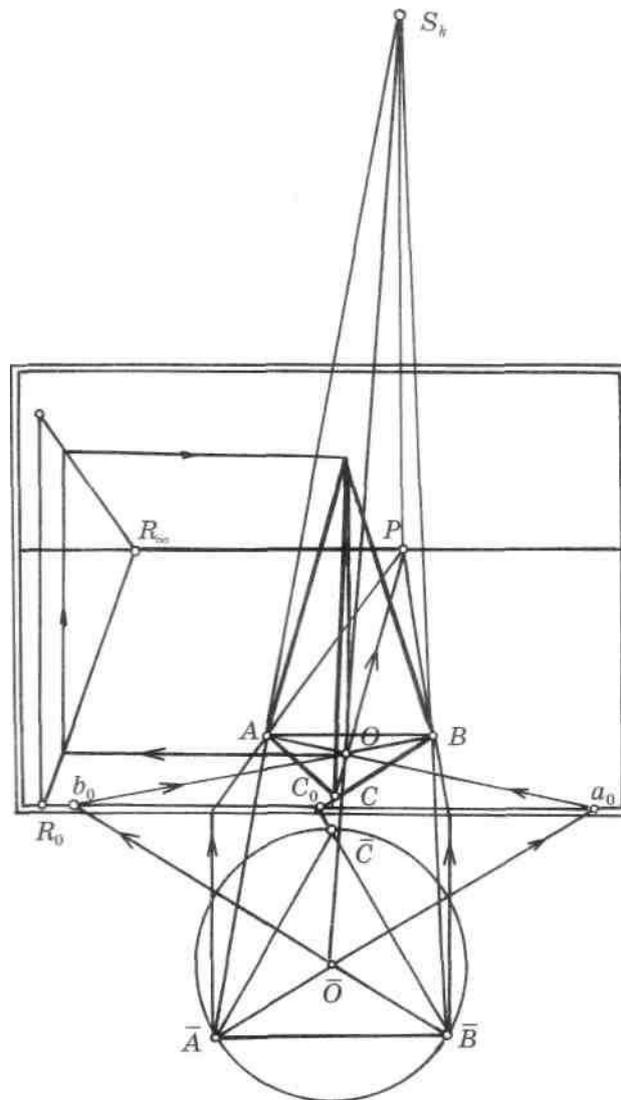


Рис. 195

ния с основанием картины в точке A_2 , от которой отложим натуральную величину длины (высоты) призмы.

Продолжим прямую FzA и получим точку A_0 на основании картины. Построим половину натуральной величины шестиугольника, вписанного в окружность. Центр O и высоту шестиугольного основания определим, используя формулу $AQO_0 = 0,8 d$.

ч^

	ев.	
/		
vv ol<		os J

Рис. 196

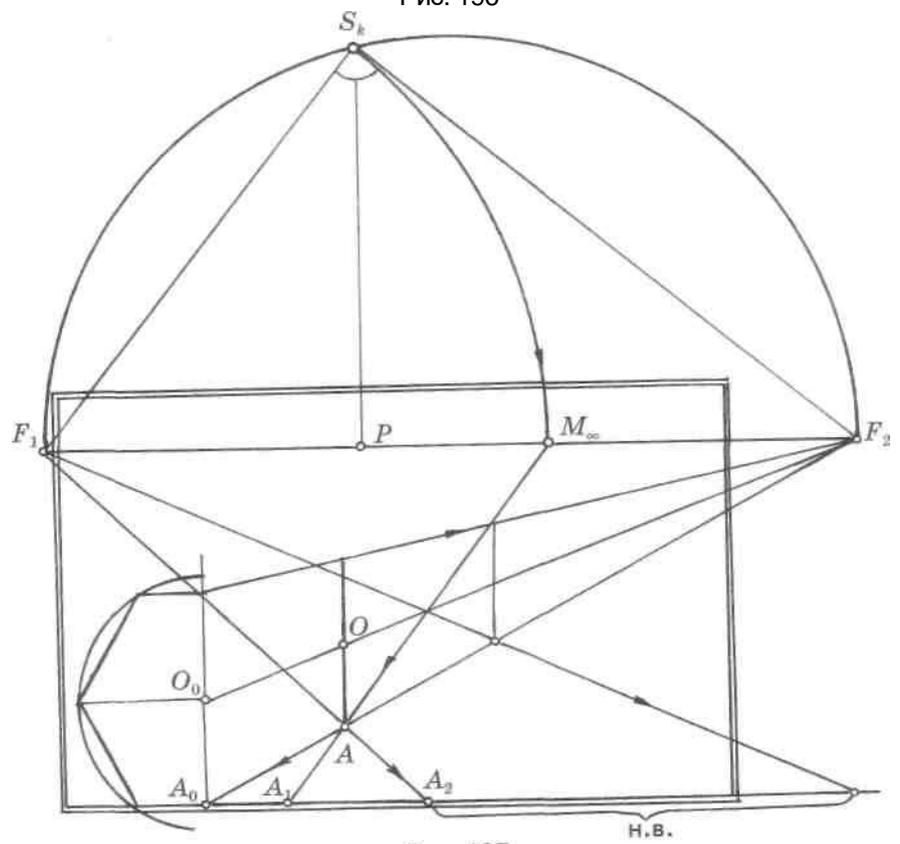


Рис. 197

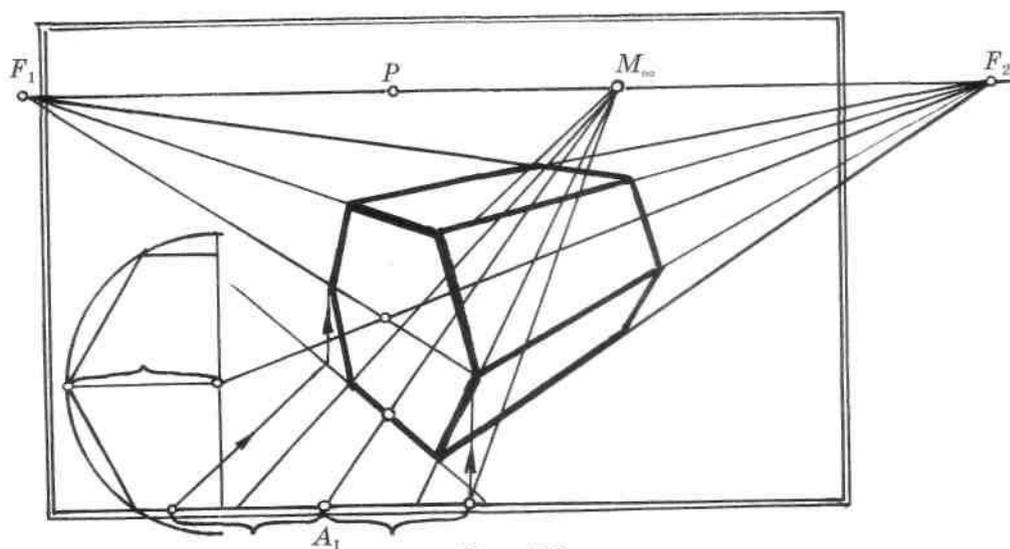


Рис. 198

Построим масштабную точку M , и выведем на основание картины точку A_1 . Отложим в обе стороны от нее натуральные величины радиусов описанной вокруг шестиугольника окружности (рис. 198). Полученные точки соединим с масштабной, и найдем ширину шестиугольника в перспективе.

Построение геометрических тел в перспективе основано на приемах построения плоских фигур и перспективных масштабов.

4. Анализ построения перспектив с натуры

В практике рисования с натуры или по памяти рисующий должен проверить на глаз точность перспективного построения изображенной им фигуры. Существуют различные способы проверки построения перспективных изображений, ниже приведены наиболее простые и удобные.

Для последующего анализа изображений рассмотрим пример построения параллелепипеда. На картине (рис. 199) заданы ребра параллелепипеда AB , BC и BE . Требуется дочертить его перспективу, не выходя за рамку картины.

Достроим левую грань параллелепипеда. Для этого используем способ построения перспективы пучка параллельных прямых при недоступных точках схода. Проведем через вершину C горизонтальную прямую. На линии горизонта возьмем произвольную точку схода F . Из вершин A и B по-

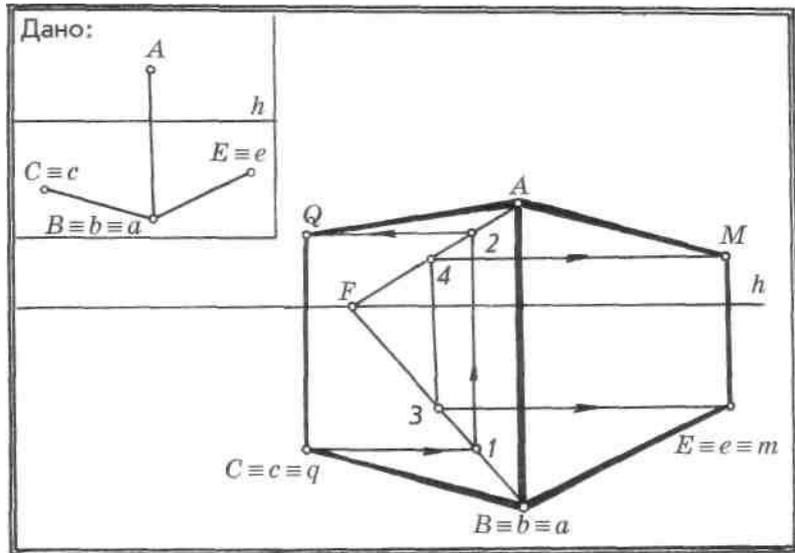


Рис. 199

строим глубинные прямые в точку схода F . Горизонтальная прямая, проведенная через точку C , пересечется с прямой BF в точке 1 . Через точку 1 построим вверх вертикальную прямую до пересечения с прямой AF в точке 2 . Отрезок 12 равен отрезку AB по масштабу высот. Через точку 2 проведем влево горизонтальную прямую до пересечения ее с прямой, построенной вверх через точку C . Получим точку Q , являющуюся вершиной прямоугольника $ABCQ$.

Достроим правую грань параллелепипеда. Для этого используем уже имеющийся масштаб высот. Любой отрезок, расположенный между прямой AF и BF параллельно ребру AB равен самому отрезку AB . Проведя горизонтальную прямую через вершину E до пересечения с прямой BF в точке 3 , определим по масштабу высот ребро EM .

На основе вышеописанного способа можно произвести анализ изображений, выполненных с натуры. На картине (рис. 200) изображен параллелепипед. Требуется проверить, верно ли выполнено перспективное изображение его относительно линии горизонта.

Проверим, как построена перспектива левой грани параллелепипеда. Для этого вершины параллелепипеда обозначим цифрами $1, 2$ и т. д. Через точки 3 и 4 проведем горизонтальные прямые. Пересечем эти прямые вертикальной прямой, проведенной в произвольном месте между ребрами $1-2$ и $3-4$. Получим точки 7 и 8 . Чтобы проверить правильность перспективного построения, проведем две прямые $1-8$ и $2-7$, которые пересекутся в точ-

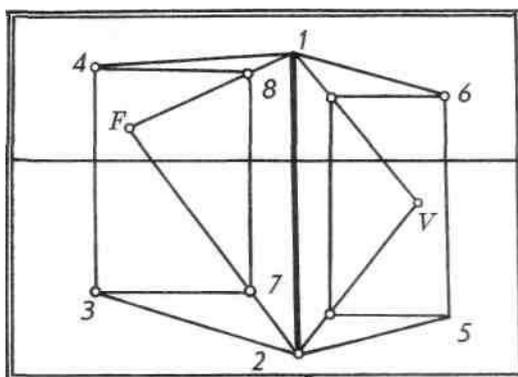


Рис. 200

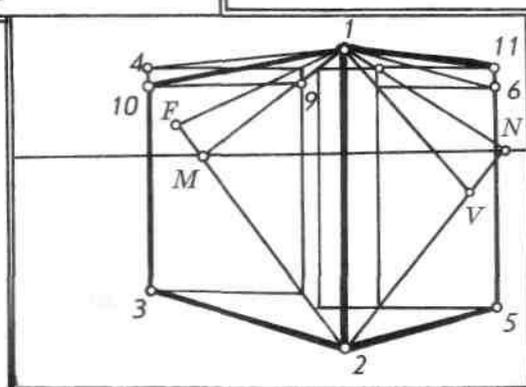


Рис. 201

ке F . Точка F должна лежать на линии горизонта при верном изображении перспективы параллелепипеда. В данном примере построение грани параллелепипеда выполнено неверно. Аналогичным способом проверим правую грань параллелепипеда $1-2-5-6$. Как видно из построения, правая грань также изображена неверно, поскольку точка V не попала на линию горизонта. Очевидно, что одна точка схода сторон параллелепипеда находится ниже, а другая выше линии горизонта.

Исправление изображения параллелепипеда должно начинаться с проверки по натуре. Необходимо выявить то ребро, которое по отношению к линии горизонта изображено более правильно. Предположим, что ребро $2-3$ изображено верно. Тогда на пересечении прямой $2F$ с линией горизонта (рис. 201) возьмем точку M и соединим ее прямой с вершиной 1 . Прямая $M1$ пересечет вертикальную прямую $7-8$ в точке 9 ниже точки 8 . Через точку 9 проведем горизонтальную прямую до пересечения с ребром $3-4$ в точке 10 . Теперь ребро $1-10$ изображено верно.

Аналогичным образом исправим правую грань параллелепипеда. В результате построений получим точку 11 и ребро $1-11$.

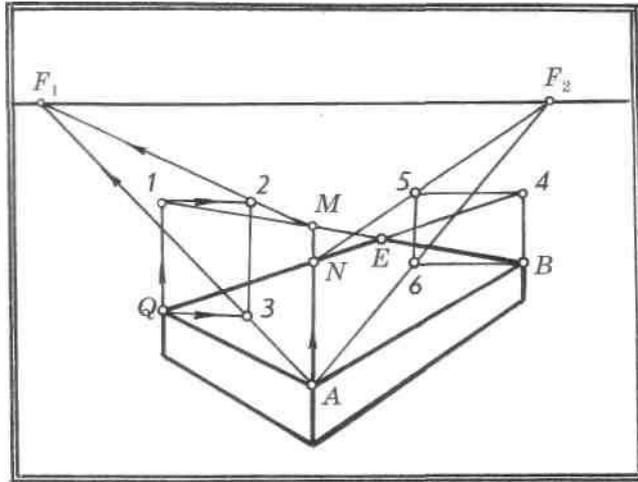


Рис. 202

В случае, когда перспектива параллелепипеда находится ниже линии горизонта, необходимо проверить правильность построения верхнего основания, а затем боковых граней параллелепипеда (рис. 202).

Требуется проверить правильность построения верхнего основания параллелепипеда, т.е. прямоугольника $ABEQ$. Проверим параллельность построения сторон AQ и BE относительно линии горизонта. Для этого продолжим сторону BE влево, через вершину A проведем вверх вертикальную прямую до пересечения ее с продолжением BE в точке M . На линии горизонта возьмем произвольную точку схода F_x и соединим ее прямыми с концами отрезка AM . Получим перспективу параллельных прямых AF_1 и MF_1 . Из вершины Q проведем вверх вертикальную прямую до пересечения ее с продолженной стороной BE в точке I . Через нее и вершину Q проведем горизонтальные прямые до пересечения с прямыми Af_1 и AF_1 в точках 2 и 3 соответственно. Отрезки AM и $2-3$ будут равны, поскольку они параллельны друг другу и расположены между параллельными прямыми AF_x и MF_1 .

Аналогичным образом на рисунке выполнена проверка параллельности сторон AB и EQ . Так как точки схода сторон прямоугольника $ABEQ$ лежат на линии горизонта, значит построение перспективы верхнего основания параллелепипеда выполнена верно.

► Рассмотренные способы дают возможность вносить исправления в рисунки, с натуры или по памяти, причем проверка может осуществляться в пределах рамки картины.

Вопросы и упражнения для самоконтроля

Постройте в перспективе по заданным размерам в масштабе данной картины геометрические тела: куб, параллелепипед, треугольную и шестиугольную призмы, грани которых расположены вертикально. Что такое ракурс и как он влияет на изображение предметов? Приведите примеры.

Постройте в перспективе (с натуры или по памяти) по заданным размерам цилиндр в различных положениях: ось вертикальная; горизонтальная и параллельная картинной плоскости; горизонтальная и перпендикулярная картинной плоскости.

На чем основывается построение перспективы группы геометрических тел? Сделайте проверку перспективного построения предметов, изображенных на рис. 203.

- 4.
- 5.

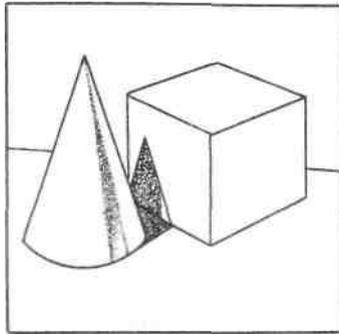


Рис. 203

6. Подберите фотографию или репродукцию натюрморта и на кальке проверьте перспективные построения каждого предмета.

Глава VI

ПОСТРОЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

1. Способ перспективных сеток

Все изображения, полученные при помощи перспективных сеток, являются приближенными, но поскольку число геометрических построений невелико, то способ широко применяется на практике. Сущность способа заключается в построении на картине с помощью масштабов широт, высот и глубин перспективной сетки из квадратов (или прямоугольников), расположенных в простейшем положении: две его стороны параллельны, а две другие перпендикулярны основанию картины. На сетку переносят изображения, заданные в такой же сетке, но расположенные фронтально.

Перспективные сетки рекомендуются к применению при построении перспективы сложных криволинейных орнаментов в горизонтальных, вертикальных и наклонных плоскостях; при построении ориентировочных перспектив архитектурных комплексов, точные объемно-пространственные характеристики которых не имеют значения для основной темы композиции; при построении перспектив заранее известных станковых или монументальных картин, вводимых в композицию. Чаще всего это случаи воспроизводства в интерьере ковров или наклонно расположенных картин.

Построим орнамент сложной конфигурации. Для более точного построения орнамента число квадратов увеличим, а следовательно, уменьшим величину их сторон (рис. 204). Проведем диагональ в точку D , которая в пересечении с глубинными прямыми определит положение горизонтальных сторон квадратов. Характерные точки орнамента с фронтального рисунка перенесем на перспективное изображение и последовательно соединим их линиями, соответствующими рисунку.

Построим перспективу линейного орнамента, расположенного в сетке из 12 прямоугольников (рис. 205). Вертикальные стороны клеток прове-

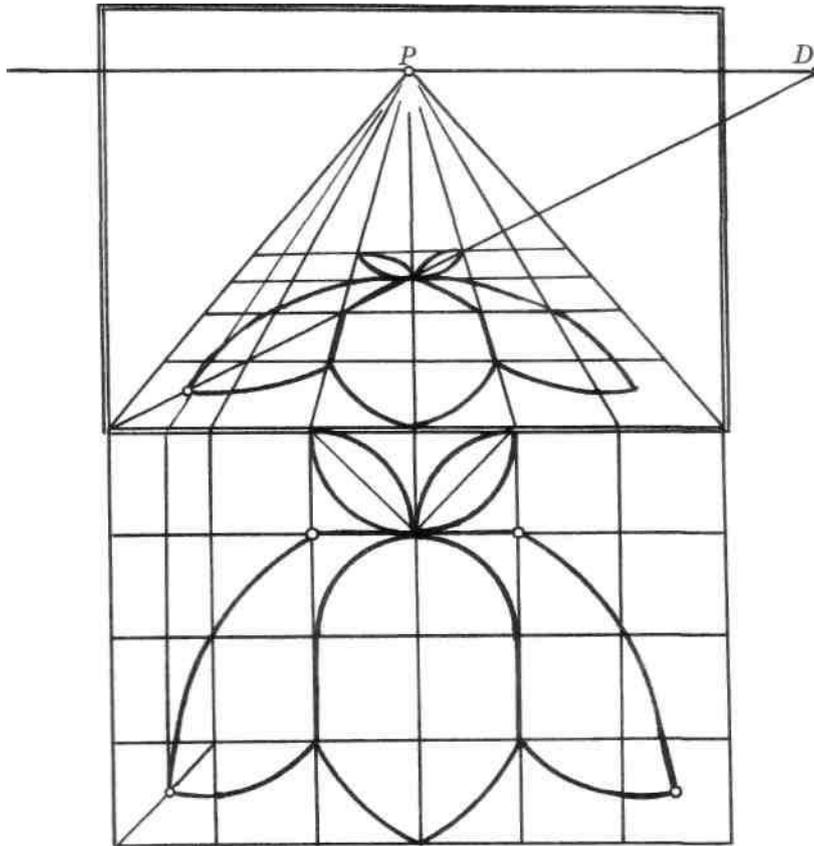


Рис. 204

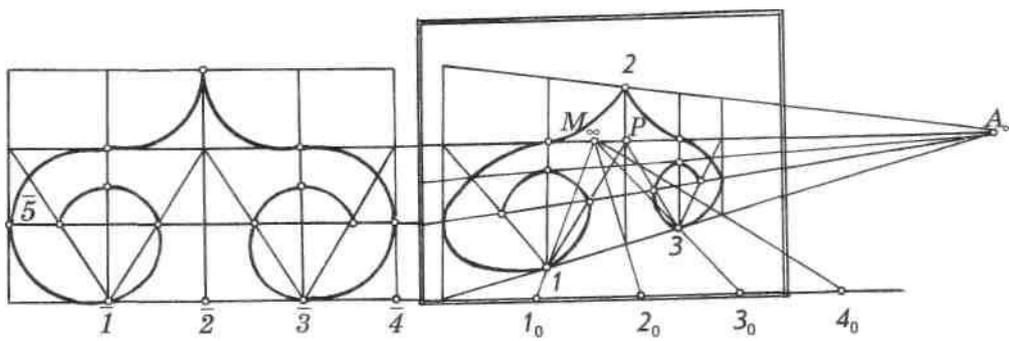


Рис. 205

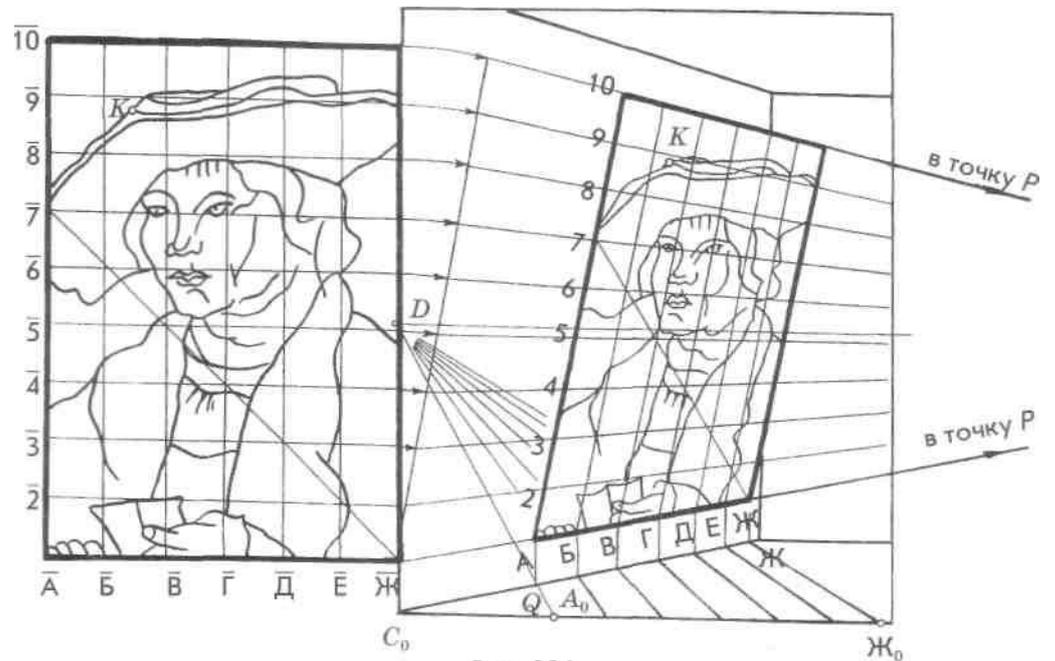


Рис. 206

дем с помощью линий переноса и масштабной точки $M_{\text{с}}$, а горизонтальные — с помощью точки схода $A_{\text{тс}}$. Отметим на перспективной сетке характерные точки узора и соединим их плавной линией, соответствующей заданному рисунку орнамента.

Аналогично, с помощью перспективной сетки, выполняют рисунок на наклонной плоскости, перпендикулярной картине (рис. 206). Этот способ используется для переноса изображения на картину, висящую на боковой стене комнаты. Зададим при боковой стороне рамки фронтально расположенную картину прямоугольной формы с изображением молодого человека, художника А. Дюрера. Разделим ее, например, на 54 квадрата. Под заданным углом наклона к стене построим изображение рамки картины в перспективе с учетом глубины и высоты ее расположения в комнате. С помощью масштаба глубин определим ширину A_0J_0 прямоугольника. Высоту прямоугольника A_0I_0 перенесем на его наклонную сторону без искажения, так как угол ее наклона к стене натуральный. Проведем диагональ I_0J_0 , которая в пересечении с глубинными прямыми определит положение наклонных сторон квадратов. Характерные точки рисунка перенесем с фронтального на перспективное изображение и последовательно соединим их.

Способ построения перспективы с помощью перспективной сетки применяют для изображения какого-либо участка местности, например улиц,

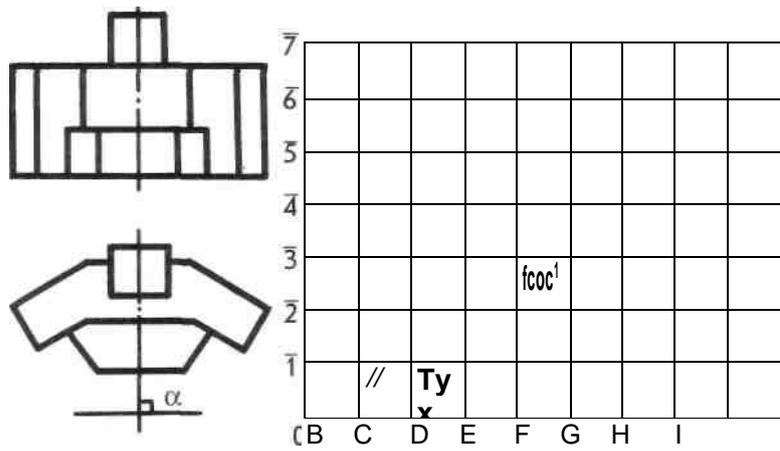


Рис. 207

зданий сложной конфигурации, комплексов зданий с асимметричной планировкой с высоты птичьего полета. Для этого на генеральном плане вычертим сетку, приняв сторону квадрата за единицу длины (рис. 207). На картине построим перспективу этой сетки с высоким горизонтом и для большей наглядности увеличим сторону квадрата в два и более раза (рис. 208).

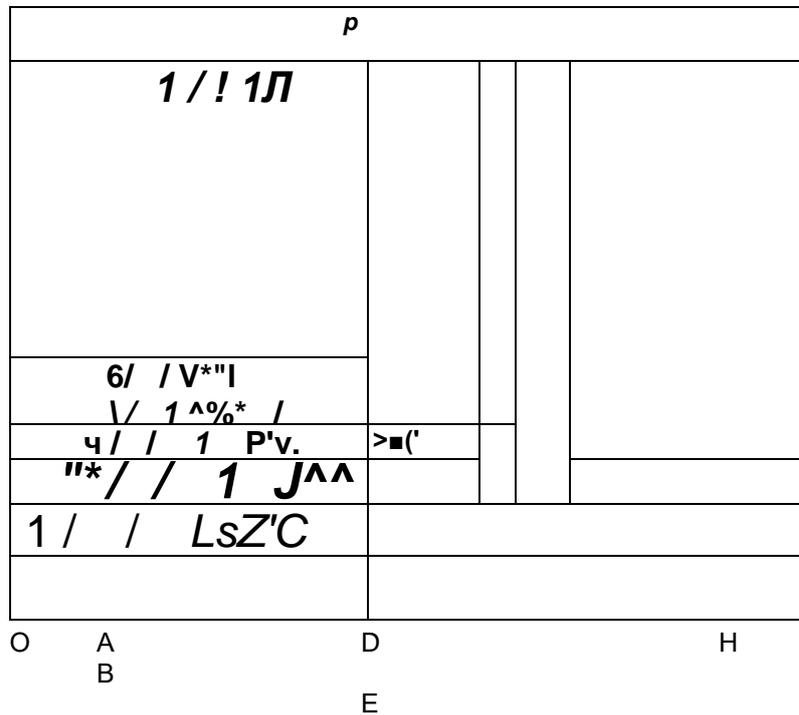


Рис. 208

Квадраты на плане и на картине одинаково нумеруем, по одной стороне буквами, а по другой — цифрами. В соответствующих квадратах в перспективе нанесем контуры плана. Высоту изображаемого объекта отложим в масштабе, который соответствует стороне квадрата, параллельной картине и расположенной на данной глубине.

Метод построения перспективы с помощью перспективной сетки позволяет художникам и архитекторам переносить построенное изображение в различные плоскости, уменьшать или увеличивать его до нужного размера с учетом перспективных искажений, а также делать копии с картин.

2. Способ малой и большой картин

Построение перспективных изображений осложняется, если точки схода не помещаются в пределах чертежа. Используя метод малой картины все вспомогательные построения можно получить в пределах заданного формата.

Сущность способа состоит в том, что заданный объект сначала изображают в уменьшенном виде на малой картине, а затем переносят на основную (большую) картинную плоскость. Перспективные изображения, построенные таким способом, могут быть увеличены в нужное число раз, так как увеличение определяется коэффициентом подобия, полученным из отношения расстояний от точки зрения до плоскости большой и малой картины.

На проецирующем аппарате (рис. 209) даны две картинные плоскости K и K_1 . Картина K_1 равна по величине и параллельна картине K . В предмет-

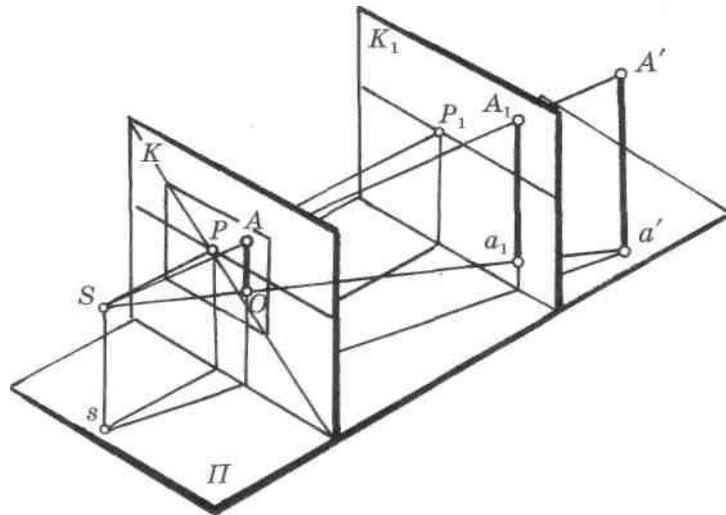


Рис. 209

ном пространстве за картиной K_1 располагается вертикальный отрезок $A a$. Построим перспективу плоскости K_x на картине K , а перспективу отрезка на обеих картинах.

Перспективное изображение, полученное на картине K , показывает, что обе картинные плоскости подобны. Коэффициент подобия определяется отношением расстояний от точки зрения до картинных плоскостей KmK_1 . Примем расстояние от точки зрения S до плоскости картины K вдвое меньше, чем до K_{1e} т. е. $1 : 2$. В связи с этим линейные размеры картины K вдвое больше плоскости K_x . Если совместить плоскость K и K_{1f} перемещая их параллельно друг другу в направлении главного луча зрения, то можно увидеть, что их изображения на картине подобны, центр подобия в точке P (рис. 210).

При переходе от одной картины к другой необходимо руководствоваться следующими свойствами подобных фигур:

- 1) две соответствующих точки подобных фигур лежат на одной прямой, проходящей через центр подобия;
- 2) два соответствующих отрезка параллельны между собой;
- 3) отношение расстояний от одноименных вершин фигур до центра подобия точки P равно коэффициенту подобия.

При совмещении картинных плоскостей K и K_x видно, что для картины K_x изменится и дистанционное расстояние, а именно уменьшится вдвое и расстояние от вершин фигуры до предельных точек F_x и F_2 (рис. 211).

Способ малой картины применяют для построения параллельных линий при недоступных точках схода. Это особенно эффективно при изображении интерьеров или отдельных предметов в них. На (основной) большой картине (рис. 212) в предметной плоскости задана натуральная величина угла комнаты с направлением одного плинтуса $a A$. Отрезок AB определяет натуральную высоту комнаты. В малой картине даны главная точка P и

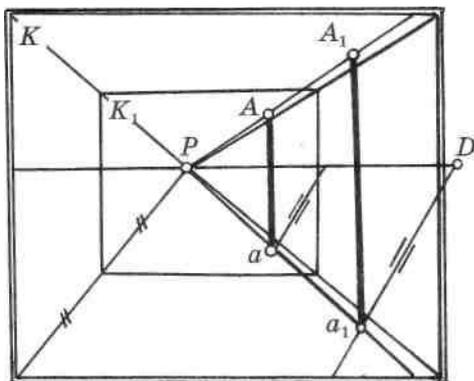


Рис.210

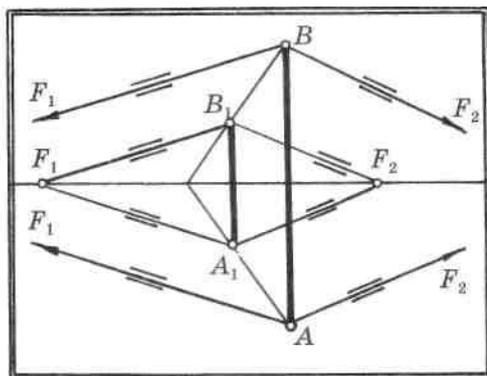


Рис.211

совмещенная точка зрения S_k . Требуется достроить угловую перспективу интерьера комнаты, если коэффициент подобия равен 1:3.

Примем точку P за центр подобия, соединим ее с точкой A и разделим отрезок AP на три равных части согласно коэффициенту подобия (рис. 213). Получим точку A_1 — пересечение плинтусов на малой картине. Через нее

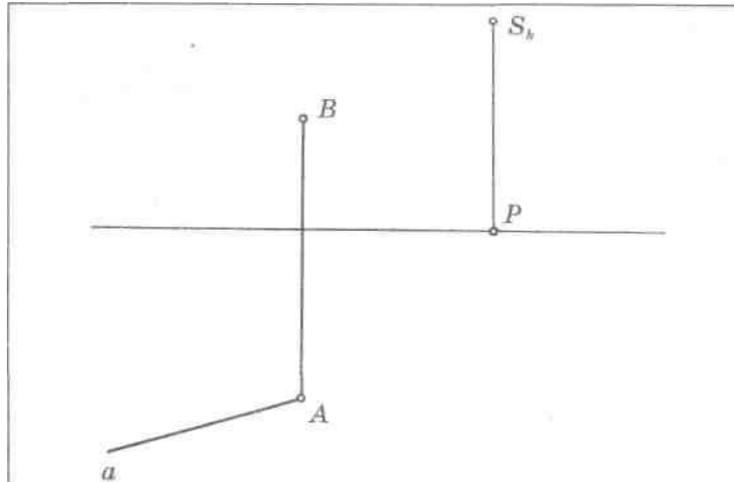


Рис. 212

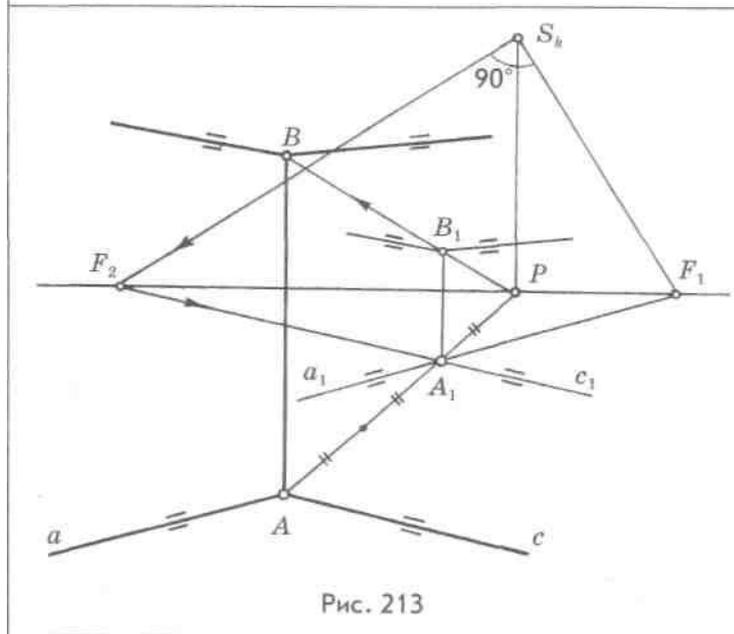


Рис. 213

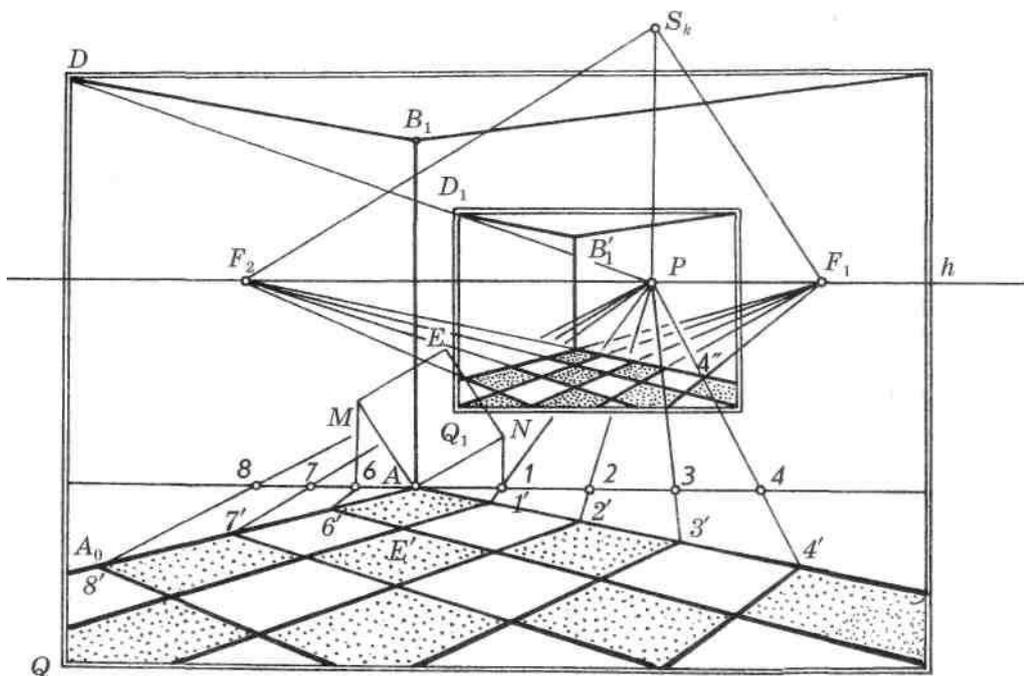


Рис.214

проведем прямую $a_1l|a$ до пересечения с линией горизонта в точке F_x . Для определения второй точки схода F_2 соединим точку F_1 с точкой S_k и построим при ней прямой угол F^{\wedge} . Соединив точку F_2 с точкой A_{15} получим направление второго плинтуса c_1 на малой картине. Через точку A проведем прямую c , параллельную c_2 . Определим высоту комнаты на малой картине. Для этого соединим точки B и P и получим высоту комнаты на малой картине $A^{\wedge}B^{\wedge}$. Имея точки схода F_1KF_2 , определим направление линий пересечения стен комнаты с потолком на малой картине. Перенесем построения соответственно на большую картину.

Малую картину ограничим рамкой в зависимости от композиционного замысла художника (рис. 214). В данном случае акцентируем внимание на пол, на плиты квадратного паркета. Натуральная величина плиты задана на большой картине при точке A , ее стороны параллельны стенам комнаты $AM \parallel S_kF_1$ и $AN \parallel S_kF_2$. Опустим перпендикуляры Mb и Nl на «поднятое» основание картины и получим перспективные величины сторон квадрата $AMEN$. От точки A вправо и влево отложим полученные величины и получим точки $1, 2, 3, 4, 6, 7, 8$. Соединив точки $1, 2, 3, 4$ с главной точкой P , на малой картине получим соответствующие деления на правом плинтусе и соединим их прямыми с точкой F^{\wedge}

Аналогично найдем деления на левом плинтусе, проведем прямые в точку схода F_z и получим квадраты паркета. Для изображения паркета на большой картине найдем точки $1', 2', 3', 4', 5', 6', 7', 8'$ на плинтусах и проведем через них параллельные прямые.

Способ малой и большой картин позволяет выполнять перспективные построения при недоступных точках схода.

3. Способ архитекторов

В практике построения перспективы предметов, интерьеров и экстерьеров получил широкое применение способ архитекторов — построение перспективы по плану и фасаду с учетом положения точки зрения. В основе способа лежит свойство параллельных прямых в перспективе сходиться в одну точку.

Перспективное изображение выполняют в несколько этапов:

1. Выбор точки зрения в зависимости от композиционного замысла.
2. Построение перспективы плана объекта.
3. Построение перспективы точек высоты объекта с применением способа боковой стены.
4. Изображение окружающей среды (антуража) вокруг объекта с применением способа перспективной сетки.
5. Построение солнечных теней и графическое выявление светотени с применением способа отмывки.

Рассмотрим подробнее этапы построения перспективного изображения объекта, заданного на чертеже планом и фасадом (рис. 217).

Найти удачное композиционное решение на листе можно, выполнив нескольких предварительных эскизов (набросков). При этом следует учитывать расположение зрителя относительно объекта. Выбор точки зрения и положения картины при построении перспективы должны обеспечить наилучшую наглядность изображенного объекта. Перспективное изображение, дающее полное представление об относительном размере, форме, позиционных свойствах и пропорциях частей, соответствующих натуре, называется наглядным.

Точка зрения задается на чертеже объекта, представленного планом и фасадом. Определим положение главного луча зрения, исходя из композиционного решения изображаемого объекта, и отметим главную точку картины — P - место пересечения главного луча зрения с картиной. Как правило, чтобы избежать резких искажений изображения формы объекта, главный луч зрения должен проходить через его середину. Если у изображаемого объекта примерно одинаковые размеры по всем сторонам, то главный луч зрения целесообразно направлять на ближайшее ребро (рис. 215,а). Если в изображении объекта большое пространствен-

ное развитие имеет главный фасад, то главный луч зрения смещают к этой части здания (рис. 215,б).

Определим расстояние от точки зрения до объекта. Для построения перспективы, обеспечивающей отчетливое восприятие изображения, рекомендуется брать расстояние от точки зрения до предмета примерно в два раза больше наибольшего размера объекта. Такое расстояние позволяет художнику при неподвижном положении головы и глаз окинуть одним взглядом весь предмет.

Для выбора точки S и угла зрения можно воспользоваться шаблоном, изготовленным из картона или бумаги (рис. 216). Вырежем угол 30° , вершину которого примем за точку зрения. Через нее проведем биссектрису угла и продолжим до противоположного края шаблона, где зафиксируем точку T прорезью в картоне. Эта точка поможет восстановить направление главного перпендикуляра. Наложим шаблон на план здания так, чтобы линии выреза касались крайних точек объекта. Проведенные на шаблоне части прямой, обозначающей основание картины k помогут установить его направление, перпендикулярное к главному лучу зрения.

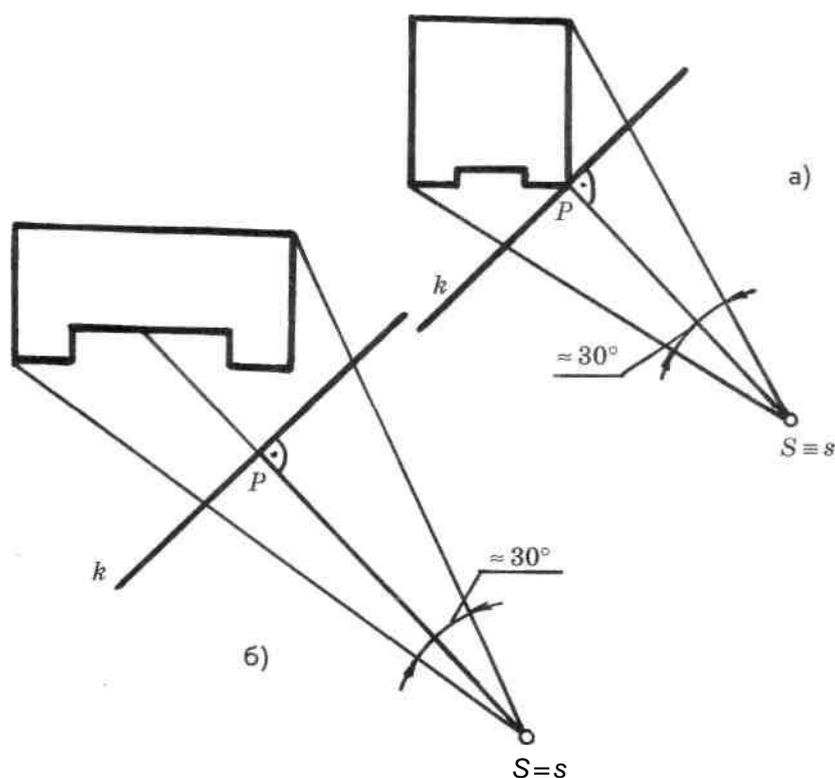


Рис.215

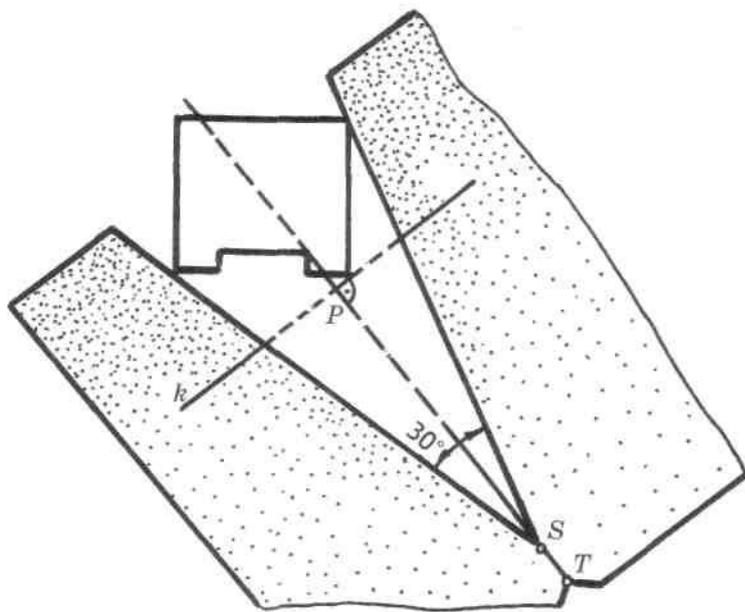


Рис. 216

Зададим точку зрения на чертеже архитектурного объекта (рис. 217).

Построим перспективу плана объекта. На плане чертежа обозначим цифрами все точки, определяющие форму данного объекта. На основании картины отметим точки $1_0, 2_0, \dots, 8_0$ — точки пересечения ее с прямыми, проведенными ко всем видимым вершинам объекта, определяющими его контур. Полученные прямые — следы вертикальных лучевых плоскостей.

Отмечаем точки пересечения прямых, проведенных из точки зрения параллельно главным направлениям сторон объекта на плане чертежа с основанием картины — f_1 и f_2 .

Приступим к построению плана объекта в перспективе, в масштабе 2:1 (рис. 218). На свободном поле чертежа построим основание картины k . Отметим основание главной точки P_0 . Циркулем перенесем все отмеченные на плане точки $1_0, 2_0, \dots, 8_0$ и точки схода главных направлений D и f_2 .

Зададим положение линии горизонта. При высоком горизонте построение плана в перспективе упрощается. С основания картины перенесем на линию горизонта с помощью вертикальных линий главную точку P , а также точки схода F_1 и F_2 .

Для получения точки l'_0 в перспективе найдем точку l'_0 на ортогональном чертеже (рис. 217), как точку пересечения основания картины k и прямой $l-l'_0$, параллельной SF_{100} .

На картине соединим точки I_0 и \wedge . Взяв величину отрезка I_0P с ортогонального чертежа, отложим ее в масштабе на картине из основания главной точки картины P_0 . Через точку I_0 проведем картинный след луча — перпендикуляр к основанию картины. Пересечение этого перпендикуляра с прямой I_0F_1 даст точку I в перспективе. Построив точки 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 аналогично, получим основание здания.

Построим точки высоты объекта (рис. 219). Если для их построения применить масштаб высот, то перспективное изображение объекта будет иметь большое количество дополнительных линий. Для упрощения построений используем вспомогательную вертикальную плоскость, которая может быть перпендикулярна к картине или расположена под произвольным углом к ней. В первом случае горизонтальные линии этой плоскости будут сходиться в главной точке картины — P , а во втором — в произвольной точке схода $R_{,,}$. Вспомогательную вертикальную плоскость R расположим на чертеже так, чтобы линии построения не накладывались на перспективное изображение. На картине она задана следам картинным RoR_k и предметным $RoR_{,,}$. На картинном следе вспомогательной плоскости отложим натуральные высоты вершин объекта и через них проведем горизонтальные прямые в точку схода R_x . На предметный след R_0R^\wedge вспомогательной плоскости R с помощью горизонтальных линий, параллельных основанию картины, перенесем те точки плана, от которых откладывают вертикальные ребра, определяющие высоту здания в перспективном изображении.

Применение вспомогательной вертикальной плоскости называют способом **боковой стены**.

В натуре здание имеет определенное окружение — антураж и воспринимается вместе с ним. Антураж активно влияет на композицию всего изображения и на правильное его восприятие. Для приближения перспективного изображения к натуральному, показывают фигуры людей, кустарники, деревья, осветительные фонари, автомобили и т. д. Как правило, их изображение в перспективе дают схематично, но обязательно с сохранением масштабности в зависимости от глубины изображения.

Для построения антуража удобнее применять способ перспективной сетки. Он позволяет отобразить в перспективе окружающую среду, которая имеет в предметной плоскости множество кривых линий, не подчиняющихся какой-либо закономерности. Это могут быть излуины рек, берега озер и прудов, сложные конфигурации горных склонов, на которых располагается архитектурное здание. Способ сетки позволяет также воспроизводить сложные изображения на вертикальных плоскостях в виде мозаичных панно на фасадах и торцах зданий и сооружений.

Построение солнечных теней и выявление светотени с применением отмывки или штриховки являются дополнительными элементами изображения объекта в перспективе (рис. 220). Построение теней на архитектур-

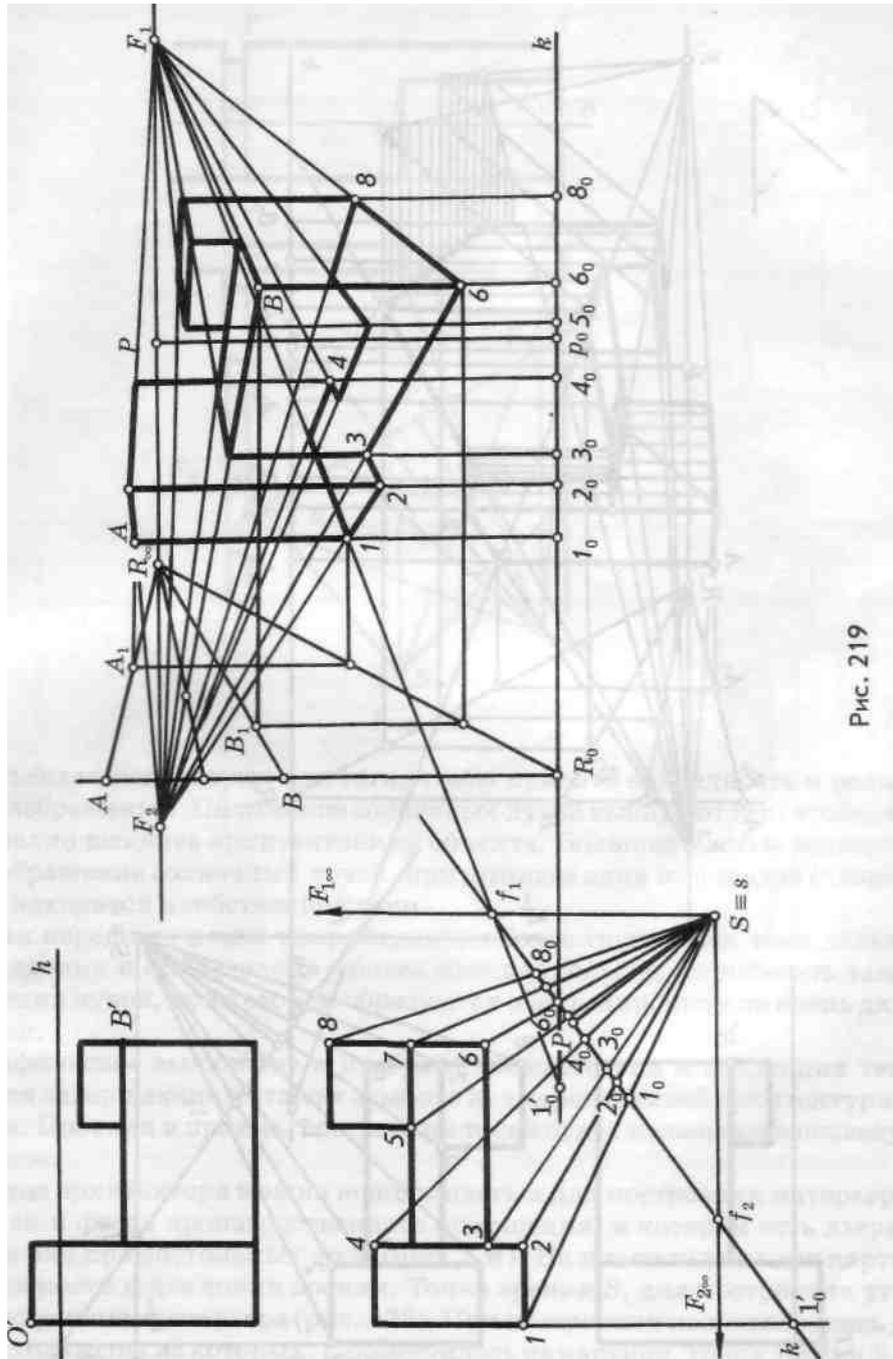


Рис. 219

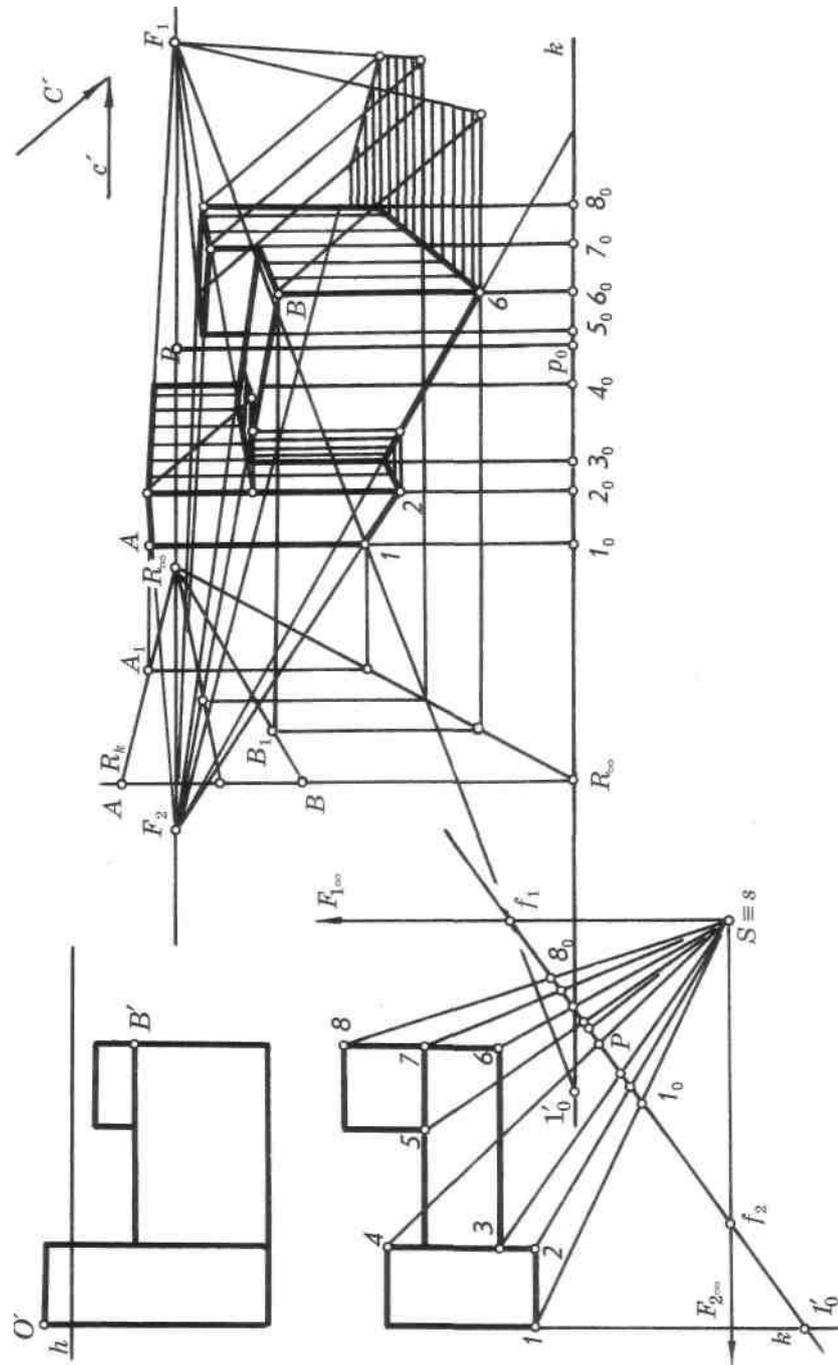


Рис. 220

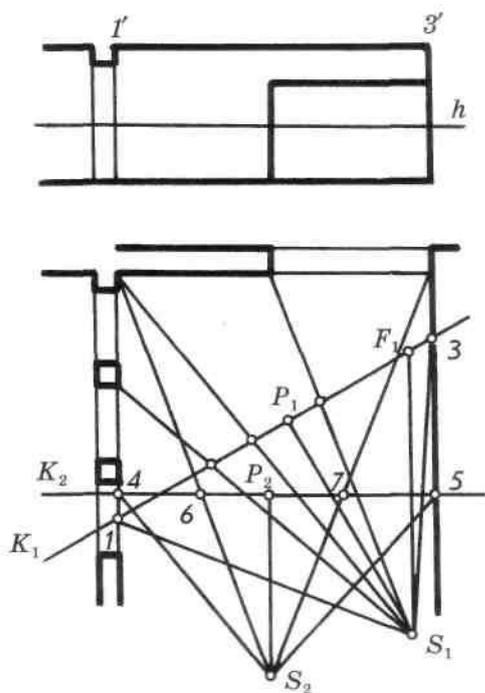


Рис. 221

ных объектах используют для того, чтобы придать наглядность и рельефность изображению. Положение солнечных лучей выбирают так, чтобы наиболее полно выявить архитектуру объекта. Большой частью задают такое изображение солнечных лучей, при котором один из фасадов (чаще боковой) находится в собственной тени.

Тени переднего плана прорабатывают более тщательно, тени дальних частей здания и его деталей — более обобщенно. Следует избегать такого положения лучей, при котором образуются очень широкие или очень длинные тени.

Графическое выявление и изображение светотени и падающих теней является завершающим этапом в работе над перспективой архитектурного объекта. Правила и приемы построения теней будут изложены в последующей главе.

Метод архитектора можно использовать и для построения интерьеров. Дан план и фасад производственного помещения, в котором есть дверной проем и ряд прямоугольных арок (рис. 221). На плане заданы две картинные плоскости и две точки зрения. Точка зрения S_x для построения угловой перспективы интерьера (рис. 222). При построении использовались две точки схода, одна из которых, f_t поместилась на картине. Точка зрения S_2 —

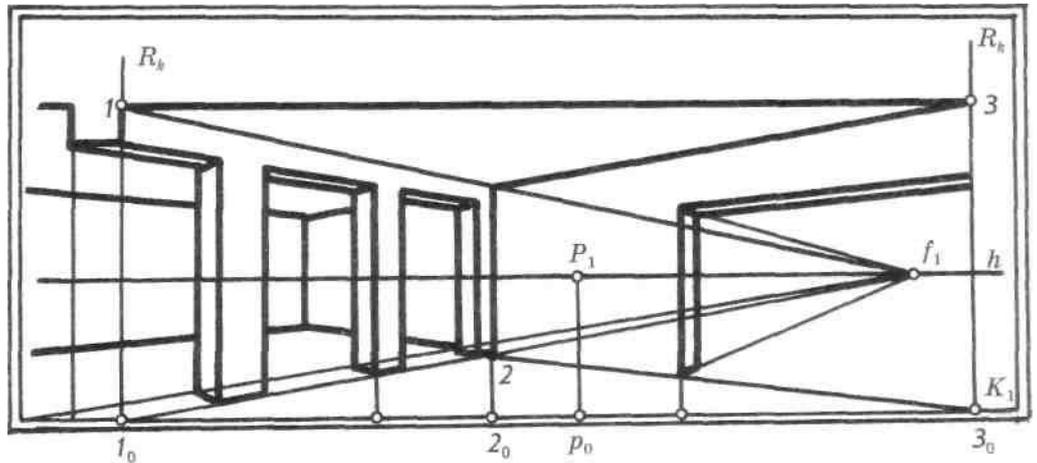


Рис. 222

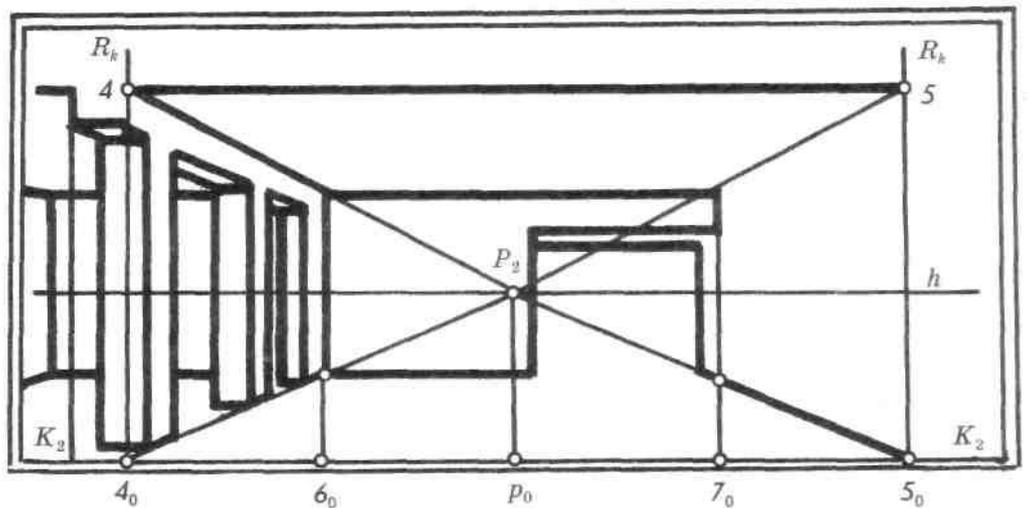


Рис. 223

для построения фронтальной перспективы интерьера (рис. 223), где точкой схода является главная точка картины P .

В зависимости от композиционного замысла художник выбирает один из вариантов.

Метод архитектора позволяет при правильном выборе основных элементов картины, изображать архитектурные объекты без сильных перспективных искажений, близкими к визуальному восприятию окружающей среды.

4. Способ совмещения предметной плоскости с картинной

Этот способ применяется для решения многих метрических задач и при построении перспективных изображений предметов, расположенных на предметной плоскости, развернутой к зрителю под произвольным углом. Такой способ часто встречается при изображении натюрмортов, стоящих на предметных столиках. Стороны предметов могут произвольно располагаться относительно краев стола. Сущность способа заключается в том, что часть предметной плоскости вращают вокруг основания картины вниз до совмещения с картинной плоскостью.

Задана картина с ее элементами и совмещенное положение стола, плотно придвинутого в угол комнаты (рис. 224). На столе находится два геометрических тела — параллелепипед и четырехугольная пирамида. Стороны параллелепипеда параллельны сторонам стола, а стороны основания пирамиды располагаются произвольно относительно стен комнаты.

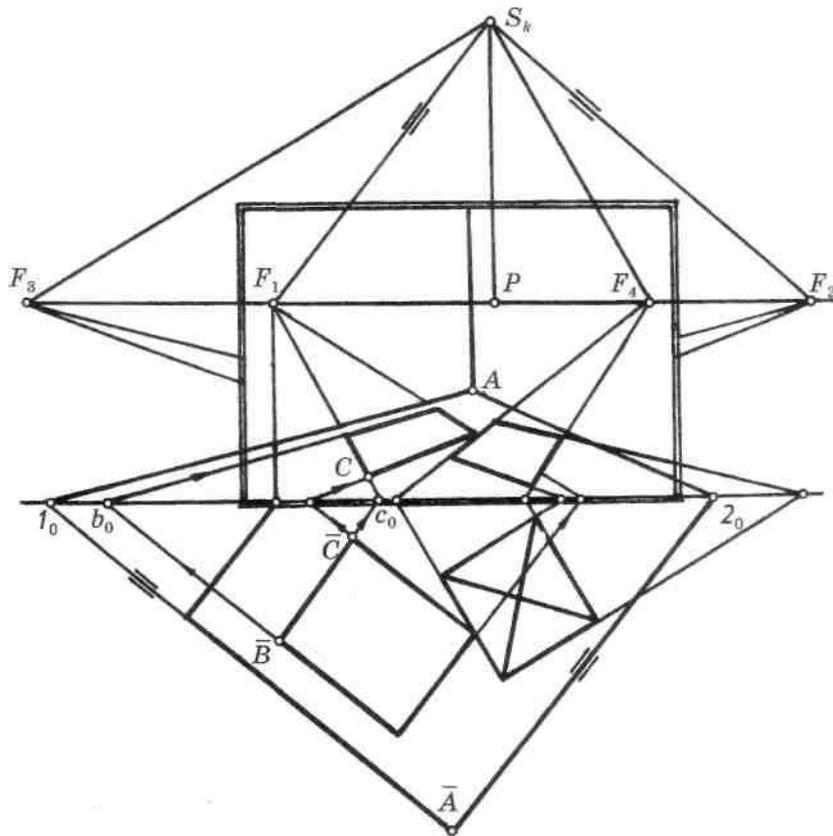


Рис. 224

Для определения перспективы угла A продолжим стороны стола до пересечения с основанием картины в точках 1_0 и 2_0 . Через совмещенную точку зрения S_k проведем стороны SF_{\pm} и SF_2 прямого угла параллельно $A1_0$ и $A2_0$ и отметим точки схода F_1 и F_2 . На пересечении прямых F_12_0 - aF_2l_0 найдем точку A . Поскольку стороны параллелепипеда параллельны краям стола, они будут иметь те же точки схода F_1 и F_2 . Продлим стороны до пересечения с основанием картины в точках b_0 и c_0 , соединим их с точками схода, получим перспективное изображение стороны BC , а затем всего основания параллелепипеда.

Для определения местоположения пирамиды построим при совмещенной точке зрения S_k новый прямой угол F_3SbF_4 , стороны которого параллельны сторонам пирамиды, и определим новые точки схода F_3 и F_4 . Построение основания пирамиды выполним, используя полученные точки схода F_3 и F_4 , аналогично построению основания параллелепипеда.

Высоту предметов определим с помощью масштаба высот (рис. 225).

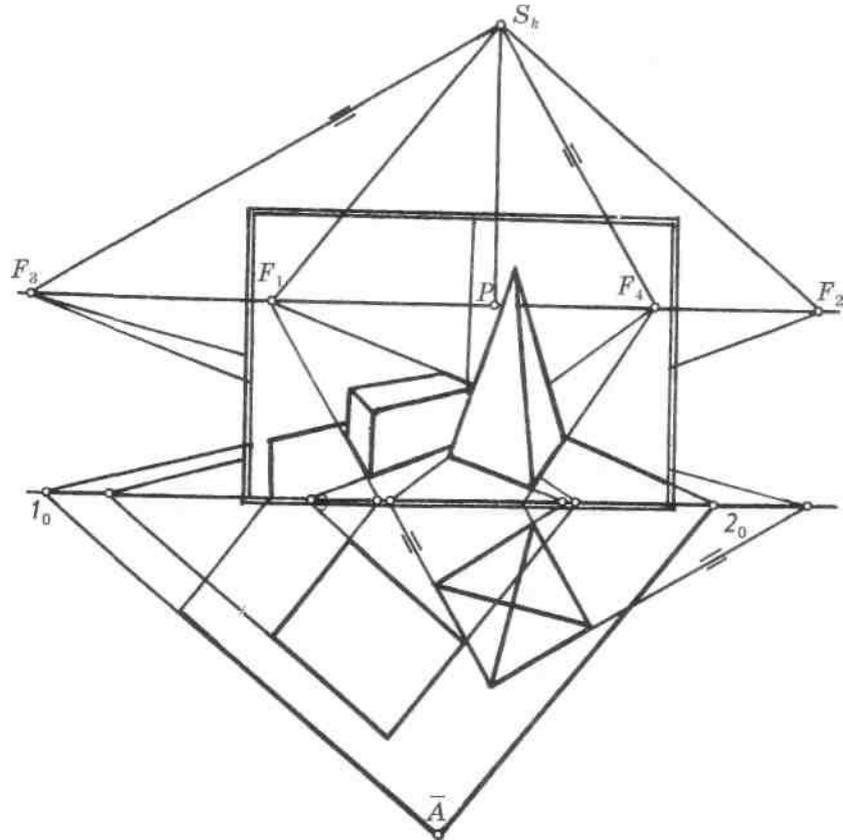


Рис.225

Этим же способом построен натюрморт, где изображен конус, стоящий на плоской доске, произвольно расположенной на предметном столике (рис. 226). Для построения окружности построим квадрат, в который будет вписана окружность.

Способ совмещения картинной и предметной плоскостей позволяет строить предметы различной формы на горизонтальной плоскости, края которой произвольно расположены относительно зрителя.

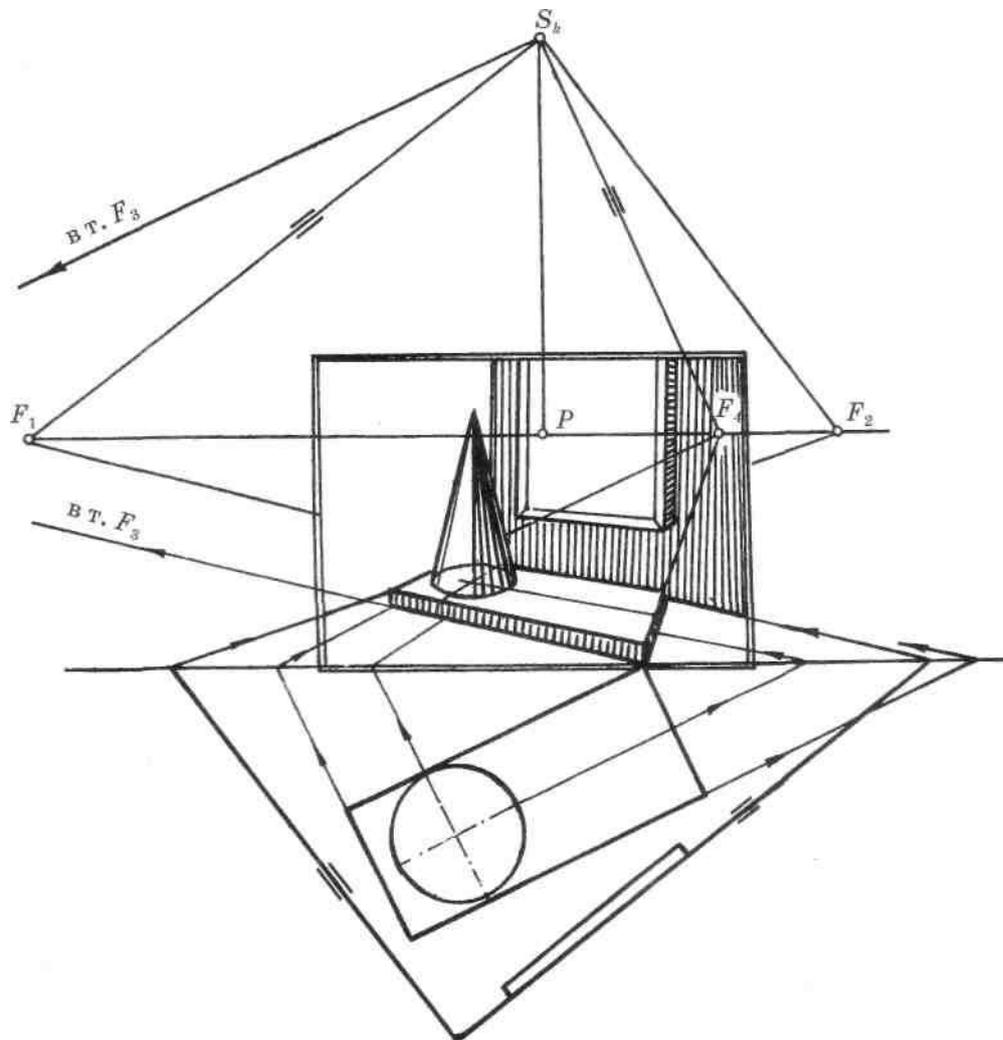


Рис. 226

5. Перспектива интерьера

Художники разных эпох изображали на картинах внутренние пространства помещений, в XVI в. выделился отдельный жанр изобразительного искусства — интерьер.

Композиция перспективы интерьера зависит от замысла художника и в соответствии с ним от выбора положения элементов картины: высоты линии горизонта и главной точки картины.

Перспективное изображение интерьера, у которого одна из стен расположена параллельно картине, а другие перпендикулярно, называется *фронтальной перспективой*. Примеры фронтальной перспективы можно встретить в композициях картин художников И.И. Фирсова «Юный живописец», И.Е. Репина «Арест пропагандиста», Ф.П. Решетникова «Опять двойка» и т. д.

Перспективное изображение интерьера, у которого две пересекающиеся стены расположены под произвольным углом к картине, называется *угловой перспективой*. Примером могут служить картины И.Е. Репина «Иван Грозный и сын его Иван 16 ноября 1581 г.», Н.Н. Ге «Петр Первый допрашивает царевича Алексея», «Тайная вечеря».

При построении перспективы интерьера важное значение имеет композиционное решение на картине стен, пола, потолка, окон дверей, а также выбор линии горизонта и главной точки картины. При высокой линии горизонта будет хорошо просматриваться сверху мебель, паркетный пол. Низкая линия горизонта позволяет лучше показать на картине монументальность помещения, колонны, лепные украшения, росписи потолка и т. д.

Если главная точка картины P расположена в центре, изображение делится поровну на две, относительно главной линии картины, части — левую и правую, симметрично расположенные (рис. 227,6). Однако, в изобразительном искусстве такое расположение главной точки зрения используется редко.

Если сместить точку P вправо, то левая часть картины будет больше правой (рис. 227,а) и наоборот (рис. 227,в).

Примеры углового интерьера (рис. 228,а—в) показывают зависимость перспективного изображения от положения линии горизонта и главной точки картины.

Выбор способа построения перспективного изображения интерьера зависит, прежде всего, от конструкции и внешнего облика самого интерьера. Умение строить перспективу интерьера во многом способствует грамотному рисованию внутренних помещений с натуры или по памяти.

Рассмотрим построение центральной фронтальной перспективы комнаты площадью 9 м^2 с использованием перспективных масштабов (рис. 229, а~б). Длина комнаты равна ширине и равна 3 м. Высота комнаты — 2,2 м.

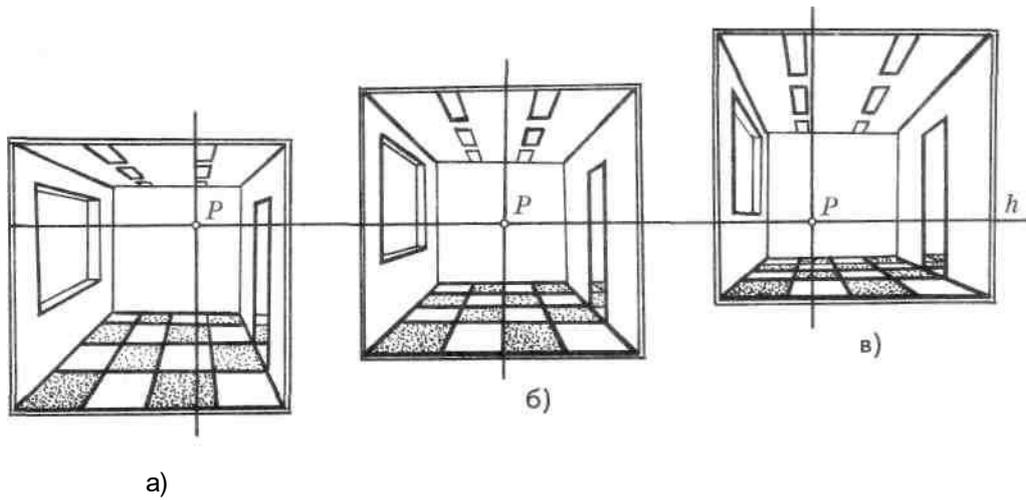


Рис. 227

Ширина двери 1 м, высота — 2 м. Дверь расположена на левой стене на расстоянии 0,5 м от основания картины. Ширина окна 2,1 м, высота — 1,75 м, расположено оно на центральной стене на расстоянии 0,75 м от пола. У правой стены находится трюмо, нижняя тумба которого шириной 0,5 м, высота трюмо — 1,85 м. На картине задана линия горизонта на высоте 1,5 м.

Построение перспективы интерьера начнем с определения линейного масштаба. Отрезок, определяющий высоту линии горизонта, разделим на три равные части. Под основанием картины начертим линейный масштаб. Построим перспективу пола комнаты. Определив линейный масштаб, наметим на основании картины 3 м, обозначим каждое деление цифрами 1,0.

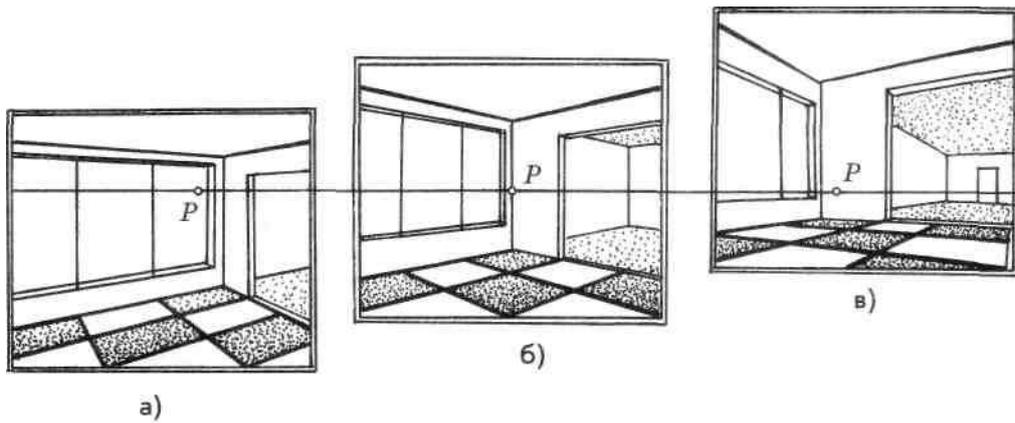


Рис. 228

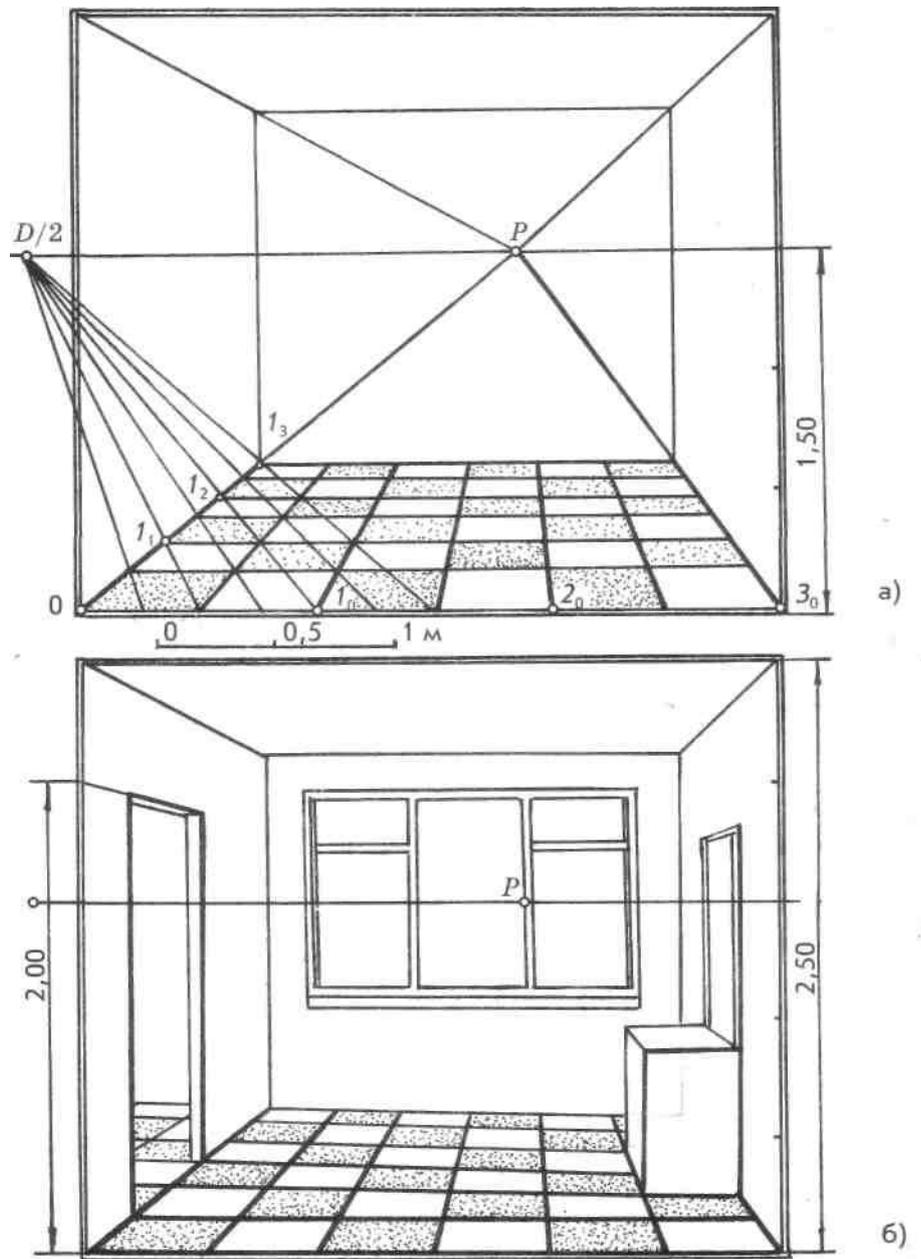


Рис. 229

$2_0, 3_0$ Через эти точки проведем глубинные прямые в точку P . Воспользуемся дробной дистанционной точкой $D/2$, размеры, откладываемые на основании картины, будут уменьшаться в два раза.

По масштабу глубин построим глубину комнаты 3 м. На основании картины отложим 1 м от левого угла картины и разделим этот отрезок на две равные части. При дробной дистанционной точке, каждое деление будет соответствовать 1 м. Каждую полученную точку соединим с дробной дистанционной точкой прямой, которая пересечет левую сторону комнаты в точках I_x и I_2 , что составляет 2 м. Для нахождения точки I_3 , необходимо отложить вправо от точки I_0 еще один отрезок. Через точку I_3 проведем вправо горизонтальную прямую до пересечения с прямой 3_0P . Получим второй угол комнаты. Построив перспективу пола комнаты, проведем через ее углы вертикальные прямые. С помощью масштаба высот определим высоту потолка — 2,5 м. Начертим фронтальные стены комнаты.

Для удобства дальнейшего построения перспективы окна и двери весь пол комнаты разобьем на квадраты. По сетке квадратов определим место расположения двери и окна. Высоту окна отложим на вертикальной стороне картины и проведем линии переноса до пересечения с фронтальной стеной. Аналогично найдем местоположение и размер трюмо.

При больших площадях помещений и насыщенности их предметами обстановки, необходимо оптимально выбирать величину квадратов — при слишком мелкой сетке происходит загромождение чертежа линиями, при очень крупной — трудно установить точное местоположение предметов, особенно, если они расположены под произвольными углами.

Рассмотрим построение угловой перспективы методом совмещения предметной плоскости с картинной. Задана картина с ее элементами и совмещенное положение угла склада со шкафами у стены и произвольно расположенной на полу коробкой (рис. 230,а). Определим перспективу угла A , для этого продолжим плинтуса до пересечения с основанием картины в точках I_0 и 2_0 . Через совмещенную точку зрения S_k проведем стороны S^{\wedge} и S_kF_2 прямого угла параллельно прямым Al_0 и $A2_0$ и отметим точки схода F_1 и F_2 . На пересечении прямых P_2I_0 и F_22_0 отметим точку A . Используя точки схода F_x и F_2 построим все остальные вершины оснований шкафов, приставленных к стене склада.

Для определения местоположения коробки на полу склада построим при совмещенной точке зрения S_k прямой угол $F_3S_kF_4$ со сторонами, параллельными сторонам коробки. Через точки схода $F^{\wedge}viF^{\wedge}$ построим прямоугольное основание коробки.

Для упрощения построения перспективы интерьера способ совмещения можно сочетать с координатным методом, определяя положение каждой точки предмета на полу с помощью масштаба глубин. Построим перспективы точек $BжE$ (рис. 230,б). Из точки B опустим перпендикуляр на основание картины и получим точку B_0 . С помощью циркуля отложим на осно-

вании картины расстояние, равное отрезку BB_0 , получим точку B_0 . Прямая BQD пересечет глубинную прямую BdP в точке B — перспективе вершины B . Этим же способом построим перспективу точки E . Соединив точки B и E , получим направление одной стороны основания коробки. Аналогично найдем все остальные вершины. Высоту предметов по заданным размерам построим с помощью масштаба высот.

Способ совмещения в сочетании с координатным методом применяют и для решения обратных задач, когда требуется определить натуральные размеры предметов, заданных в перспективе, в том числе при анализе картин художников.

Рассмотрим построение центральной фронтальной перспективы методом гомологии¹ (рис. 231). Этот метод удобно применять для построения перспективы интерьера с предметами, расположенными под произвольным углом и когда одна из точек схода расположена далеко за картинной плоскостью. На картине задана линия горизонта, главная точка P и совмещенная точка зрения S_k . План комнаты дан в совмещенной с картинной предметной плоскости. В комнате на фронтальной стене расположено окно, на правой стене дверь с двумя полуоткрытыми створками. У левой стены стоит шифоньер с антресолюю. По середине комнаты находится стол, произвольно расположенный по отношению к стенам комнаты.

Найдем глубину комнаты. Для этого внесем точку A , обозначающую угол комнаты, на основание картины и получим точку a_0 . Поскольку стены комнаты перпендикулярны, точку a_0 следует соединить с точкой P , и определим направление плинтуса. Из совмещенной точки зрения S_k проведем луч в точку A , который пересечет прямую a_0P в точке A . Построим фронтальную стену комнаты. Для определения высоты комнаты воспользуемся масштабом высот.

Этим же способом построим перспективное изображение шифоньера. Для построения открытых створок дверей на плане вычертим полуокружности, определяющие траекторию движения створок и зададим угол, на который они открыты. Определим ширину дверного проема, соединив точки C и G с совмещенной точкой зрения S_k .

Конец створки точку B перенесем на основание картины; полученную точку B_0 соединим глубинной прямой с точкой P . Отрезок CB продлим до пересечения с основанием картины в точке B_2 . Прямой соединим точки B_2 и C , до пересечения B_2C с глубинной прямой a_0P — точка B — перспектива основания торца створки.

Для построения стола воспользуемся точкой схода F_2 , которая помещается на листе. При совмещенной точке зрения построим прямой угол со сторонами, параллельными сторонам стола. Найдем точки t_0 и t_1 и соединим их с точкой схода F_2 . Перспективное изображение получим в результате

¹ Гомология (греч.) — согласие, согласованность.

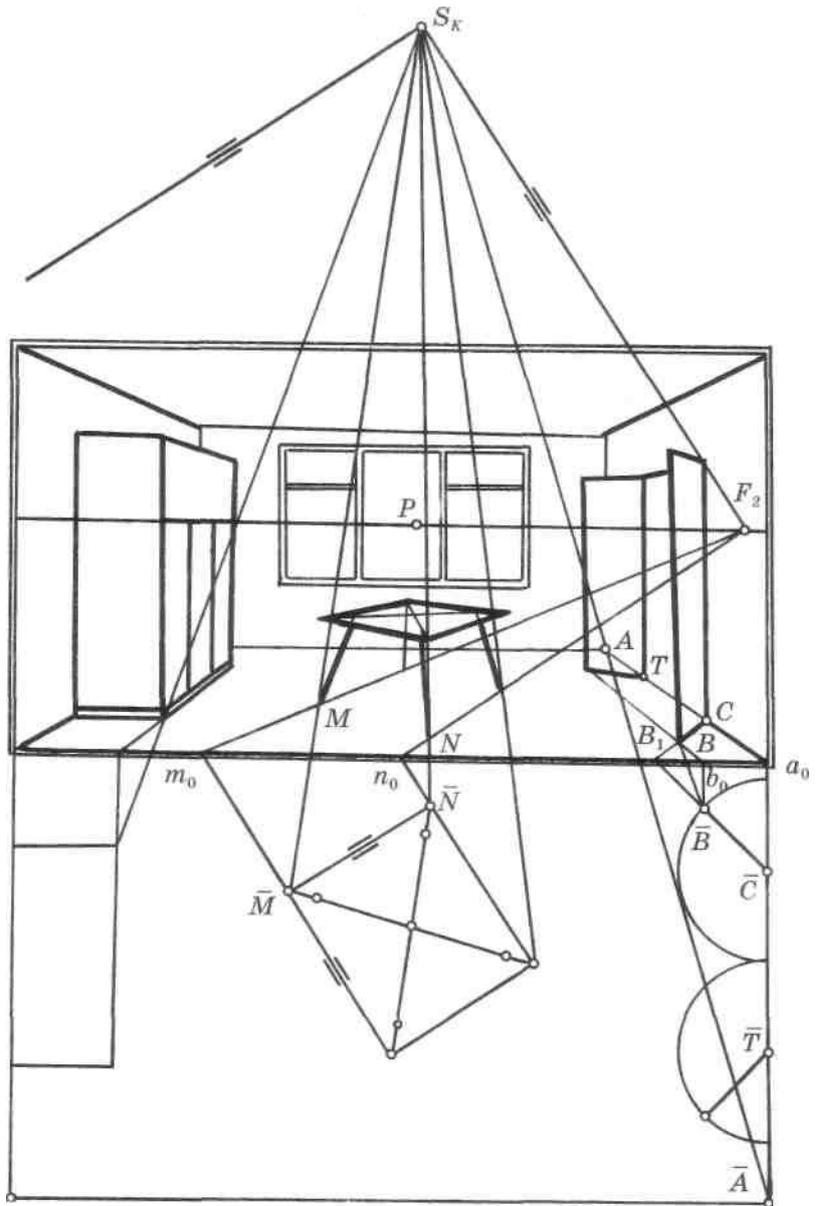


Рис.231

пересечения прямых $m_0.F_2$ и $n_0.F_2$ с лучами, проведенными из совмещенной точки зрения S_k , в соответствующие края стола MmN .

Интерьер может быть построен и другими способами, описанными выше — методом архитектора и методом малой картины.

к Построение интерьера может осуществляться разными способами. Оптимальный выбор обеспечивает наилучшую видимость конструкции и художественную выразительность изображаемого помещения.

Вопросы и упражнения для самоконтроля

1. В чем заключается метод перспективной сетки? Где и в каких случаях его используют?
2. В чем заключается способ малой картины? В каких случаях его применяют?
3. Дайте определение способу архитектора. Как следует выбирать точку зрения для объекта с большой протяженностью фасада?
4. Как следует выбирать точку зрения для высокого объекта? Каков допустимый угол зрения в методе архитектора?
5. Каковы этапы построения перспективы объекта способом архитектора?
6. Как определяются точки схода для построения методом архитектора заданного объекта?
7. Постройте методом архитектора фронтальную перспективу интерьера, заданного на рис. 232.

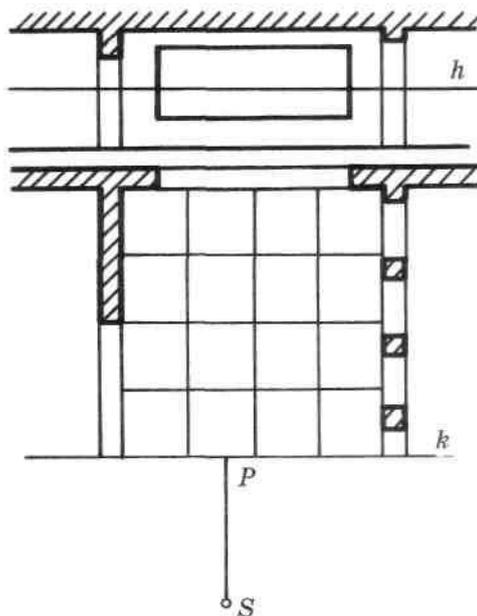


Рис. 232

8. В чем заключается способ совмещения предметной плоскости с картинной?
9. Какие виды перспективы при изображении интерьеров вы знаете?
10. Будет ли меняться перспективное изображение интерьера, если перемещать линию горизонта вверх (вниз)?
11. Как будет меняться перспективное изображение интерьера при перемещении точки зрения влево или вправо от центра картины?
12. В каких случаях целесообразней применять координатный метод при построении интерьеров?
13. В чем заключается способ гомологии? Постройте этим способом перспективу интерьера жилой комнаты с 3—4 предметами обстановки.

Глава VII

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ ЯВЛЕНИЙ ОСВЕЩЕНИЯ

1. Основные положения

Изображение теней в перспективе часто играет решающую композиционную роль и подчеркивает сюжетное содержание картины. В реалистической живописи, начиная с эпохи Возрождения, светотень становится одним из главных изобразительных средств. Накопленный веками опыт изображения особенностей освещения позволил художникам разработать правила, с помощью которых можно грамотно передавать в рисунке и живописи объемную форму предмета. Одна и та же модель будет выглядеть на рисунке неодинаково, если брать для нее различное освещение, например, направить сначала свет сверху, затем снизу, потом сбоку, спереди и сзади. Есть немало примеров в изобразительном искусстве, когда художник с помощью света и тени сосредотачивает внимание зрителя на главном персонаже, освещая в натуре одни фигуры и погружая в тень другие, например картины «Анкор, еще Анкор» П.А. Федотова, «Неравный брак» В.В. Пукерева, «Московский дворик» В.Д. Поленова и др.

Предметы называются освещенными, когда на них падают лучи непосредственно от источника света. В воздушной среде лучи света всегда направлены по прямым линиям.

Рассматривая окружающие предметы легко заметить, что степень освещенности их частей неодинакова. Повернутые к источнику света стороны предметов освещены, а противоположные поверхности, куда лучи света не попадают, находятся в тени. Различная освещенность частей предмета позволяет судить о его пространственной форме и рельефе поверхности. Художники передают освещенность посредством штрихов, тушевки или наложением тоновых или цветовых пятен на соответствующие его части.

Закономерностями распределения светотени и способами их построения занимается **тональная перспектива**.

Дан источник света С, два предмета и плоскость (рис. 233,а). От источника света исходят световые лучи и падают на плоскость (экран), но на их пути находится непрозрачный предмет (шар), который задерживает их. Пространство между освещенным предметом и плоскостью, в которое не попадают световые лучи от данного источника света, называют **тенью**. Тень может иметь следующие формы в зависимости от освещаемого объекта:

- а) точка — теневая линия;
- б) прямая — теневая плоскость;
- в) многогранник — теневая пирамида;
- г) разнообразная форма — теневой конус или цилиндр.

Касательные лучи света, попадая на экран, образуют линию контура тени и ограничивают между предметом и экраном затемненное пространство, которое в нашем случае представляет собой **конус тени**. В результате часть экрана остается неосвещенной. Эта часть называется **падающей тенью предмета**. Второй шар находится в конусе тени первого, поэтому их тени имеют одинаковую форму. На этом же рисунке видно, что второй шар в несколько раз больше первого, однако это никак не сказывается на размерах тени. Значит чем ближе предмет к источнику света, тем больше его падающая тень.

Если источник света удален в бесконечность, то лучи света идут параллельно и затемненное пространство значительно меньше, хотя и сохраняет ту же форму (рис. 233,б). Световые лучи образуют цилиндр тени, в котором шар может свободно перемещаться, но размер и форма падающей тени, не изменится.

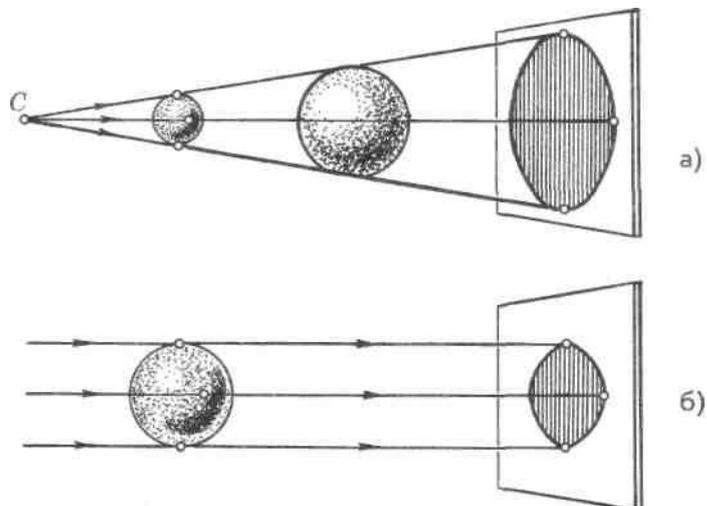


Рис. 233

Поверхность самого предмета разделяется на освещенную и затемненную части. Затемненная часть называется *собственной тенью предмета* и отделена от освещенной *линией светораздела* или *линией собственной тени*. Рядом с границей светораздела находятся наиболее темные части тени. Практически невозможно полностью учесть все явления, влияющие на интенсивность света и тени. Можно лишь выделить ряд общих положений.

Границы падающей тени зависят от формы предмета, образующего эту тень, а также от угла падения лучей света. Наблюдая силу света на отдельных гранях прямой призмы (рис. 234), можно заметить, что, наиболее освещенной будет та грань, по отношению к которой лучи света перпендикулярны, а по мере уменьшения угла между лучом света и гранью, степень ее освещенности уменьшается. Это объясняется тем, что на первую грань призмы приходится большее количество лучей света, чем на грань, смежную с ней.

Контур падающей тени изменяется в зависимости от формы поверхности, на которую она ложится (вогнутая, выпуклая и т. д.). Освещенность предмета зависит от яркости света и от свойств поверхности, на которую свет падает. Наиболее освещенными бывают поверхности объекта, которые расположены более близко к источнику света. Предметы с блестящими поверхностями в освещенной части имеют особенно ярко высветленное место — *блик*.

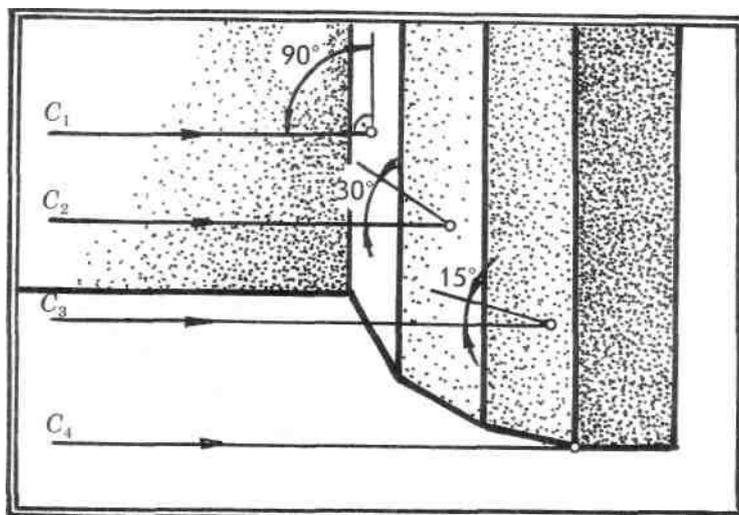


Рис. 234

Наиболее темной является часть поверхности предмета, на которую лучи света не попадают. Если бы лучи света проходили в безвоздушном пространстве, и кругом не было бы других освещенных предметов, то затемненные поверхности их казались бы черными. Однако в жизни этого не наблюдается, потому что на неосвещенных поверхностях есть *световые рефлексы* отраженных лучей атмосферы, а также окружающих освещенных предметов. На картинах и рисунках больших мастеров тени не производят впечатления темных провалов, а кажутся прозрачными, хотя во многих случаях они написаны темными красками.

Рефлексы могут быть разными по светосиле в зависимости от освещенности и цвета отбрасывающих их поверхностей. Попадая на собственную тень, рефлекс ослабляет ее. Этим объясняется тот факт, что снизу предметы кажутся более светлыми, чем сверху, так как рефлекс земной поверхности по мере удаления ее, ослабевает (рис. 235). Световые рефлексы тем заметнее, чем ярче освещена отбрасывающая их поверхность, чем она больше и находится ближе к поверхности, от которой на нее падает рефлекс. При этом на глянцевых поверхностях рефлексы гораздо заметнее, чем на матовых.

Падающая тень ослабевает по мере удаления от предмета и источника света. Граница тени тем четче, чем ближе источник света и чем меньше сама тень. Если тень велика, то границы удаленной от предмета части тени становятся менее четкими, расплывчатыми.

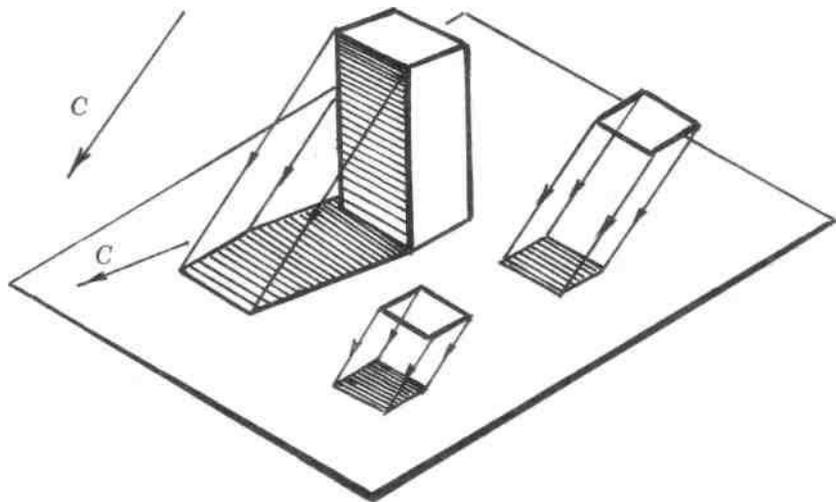


Рис. 235

Построение падающей и собственной тени предмета зависит от источника освещения, который может быть искусственным или естественным. Расположение теней от одних и тех же предметов на картине будет различным при естественном и искусственном свете. Искусственный источник света, как правило, расположен на небольшом расстоянии от предмета, и его называют точечным. Примером искусственного точечного источника света могут быть электрическая лампочка в комнате, настольная лампа, фонарь на улице, факел, пламя свечи или спички и др. От искусственного источника света лучи расходятся радиально. В выше рассмотренном примере (рис. 233,а) на экран попадает пучок расходящихся лучей.

Естественный источник света — это лучи солнца и луны. Условно предполагается, что он находится в бесконечности и потому лучи, падающие на экран считаются параллельными (рис. 233,б).

Работая с натуры нельзя изменять положение источника света, так как это обязательно нарушит расположение теней. Когда с натуры рисуют предметы, освещенные солнцем, тени намечают одновременно, чтобы избежать ошибок, в их распределении, которые могут быть из-за того, что солнце непрерывно перемещается.

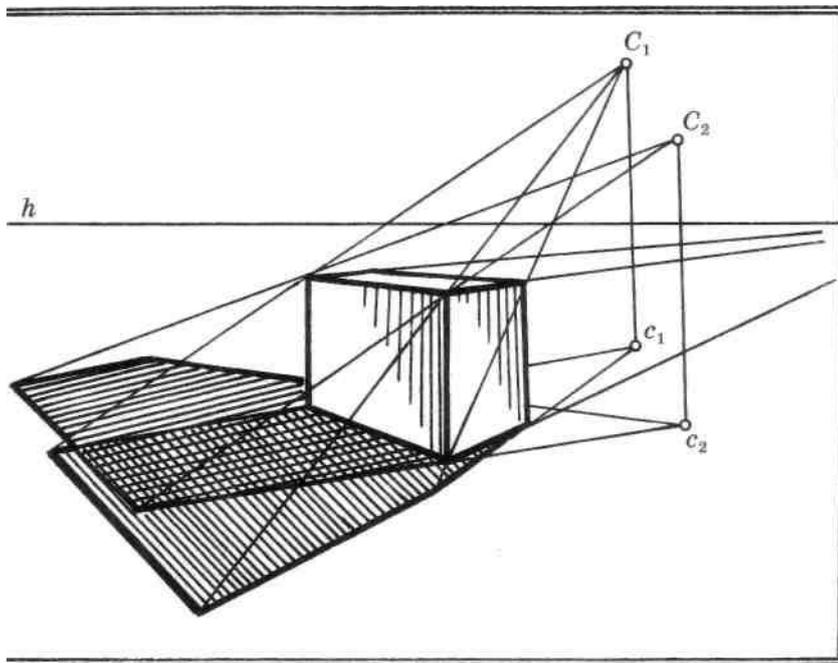


Рис. 236

В практике возможны построения теней от нескольких источников света. В этом случае образуются две падающие тени, которые могут быть наложенными. Общая часть двух падающих теней, полностью затененная от двух источников света, называется полной тенью предмета. Несовпадающие части теней называются падающими полутенями. Они менее интенсивные, чем полная тень, так как лучи каждого из двух источников света освещают тень, образуемую другим источником (рис. 236).

Собственные тени на предметах обычно изображают более светлыми, чем падающие, из-за рефлексов от земли и окружающих предметов, а падающие тени по мере удаления от источника света ослабевают и теряют четкие контуры.

2. Тени при искусственном освещении

Построение теней в перспективе является позиционной задачей, которая сводится к нахождению теневой поверхности, или точки пересечения светового луча с поверхностью, на которую падает тень.

Если рисовать пейзаж или интерьер ночью при свете фонаря или костра, то контрастные тени, падающие от предметов? будут расходиться во все стороны по радиусам соответственно лучам света, постепенно угасая при удалении от источника света. Если комната освещена настольной лампой или свечой, от небольшого предмета, находящегося близ лампы, вырастает огромная тень на стене и потолке; если же этот предмет отодвинуть от лампы подальше, тень, падающая от него, будет значительно меньше.

Рассмотрим построение падающей тени при искусственном точечном освещении от вертикально стоящего отрезка AB , перпендикулярного к предметной плоскости (рис. 237). Источник света отмечен точкой C и имеет основание c . Для построения падающей тени на предметную плоскость направим световые лучи ко всем точкам предмета. В данном случае предмет прямолинейный и световые лучи образуют теневую плоскость. Она пересечет предметную плоскость и определит прямую линию отрезка AB . Следовательно, достаточно найти падающую тень от верхнего A и нижнего B концов предмета. Тень от точки, определяющий нижний конец, совпадает с ней самой ($B = B^*$). Тень от верхнего конца A находится в точке A^* — точке пересечения светового луча с предметной плоскостью.

Рассмотрим построение падающей тени от предметов при точечном источнике света.

На картине (рис. 238) заданы вертикальная пластина и предмет в виде горизонтального прямолинейного отрезка AB , от которого падает тень на эту пластину точечного источника света. Требуется построить тень от отрезка AB .

Построим тень от двух вертикальных ребер пластины и, соединив полученные точки A^* и B^* , определим контур искомой тени. Заметим, что верхняя сторона AB пластины параллельна предметной плоскости, падающая тень A^*B^* от нее должна быть параллельна этой стороне и потому в перспективе имеет с ней общую точку схода $A_{тe}$. Это положение дает возможность упрощать сложные построения, а также проверять и уточнять правильность определения контура тени в перспективе всего предмета.

На картине (рис. 240) заданы вертикальная плоскость, предмет в виде прямолинейного отрезка AB , от которого падает тень, и точечный источник света C .

Для построения тени найдем линию пересечения теневой плоскости с вертикальной и предметной плоскостями. Проведем луч света через точку A , и проекцию этого луча через точку a . Вертикальный участок тени определим как линию пересечения двух горизонтально-проецирующих плоскостей.

На картине (рис. 241) заданы перспектива параллелепипеда, стоящего на предметной плоскости и источник света C . Требуется построить собственную и падающую тень от параллелепипеда.

Построим падающую тень от трех ребер параллелепипеда: ребра A , B и E . Границей собственной тени параллелепипеда будут ребра A и E , поскольку источник света и его основание расположены справа от параллелепипеда. Построив падающие тени от ребер A , B и E , проведем прямые A^*B^* и B^*E^* и получим падающую тень от параллелепипеда.

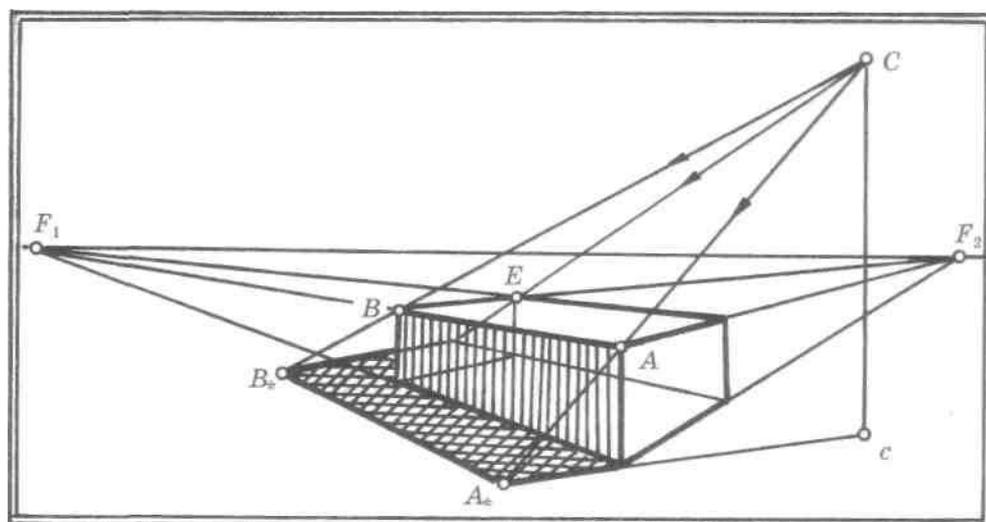


Рис. 241

На картине (рис. 242) заданы прямой конус, стоящий на предметной плоскости и источник света. Требуется построить собственную и падающую тени конуса.

Источник света находится слева и спереди от конуса, поэтому падающая тень будет направлена в сторону линии горизонта. Основание источника света соединим с основанием высоты конуса и продлим прямую в сторону горизонта. Через вершину конуса проведем луч до пересечения с полученной прямой в точке L^* . Из этой точки проведем касательные к основанию конуса и тем самым определим контур падающей тени. Собственная тень получится в результате соединения точки касания на основании с вершиной конуса.

На картине (рис. 243) заданы неправильная четырехугольная призма, лежащая на одной из своих боковых граней, вертикальный шест AB и источник света. Требуется построить падающие тени вертикального отрезка.

Найдем линию пересечения теневой плоскости с предметной плоскостью и гранями призмы. Для этого проведем луч света через точку A , а через точку B проекцию этого луча. Теневая плоскость отсечет часть призмы. Линия пересечения теневой плоскости с верхней гранью призмы 13 даст направление тени на наклонной поверхности призмы.

На картине (рис. 244) заданы вертикально стоящая четырехугольная пирамида, параллелепипед, лежащий на предметной плоскости и источник света. Требуется построить собственные и падающие тени фигур.

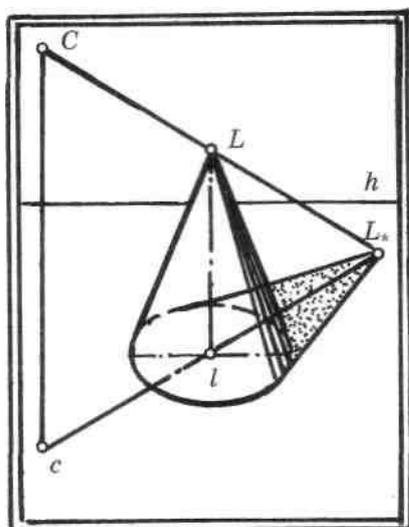


Рис.242

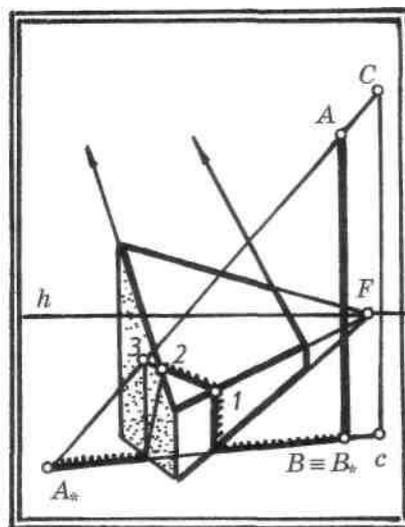


Рис. 243

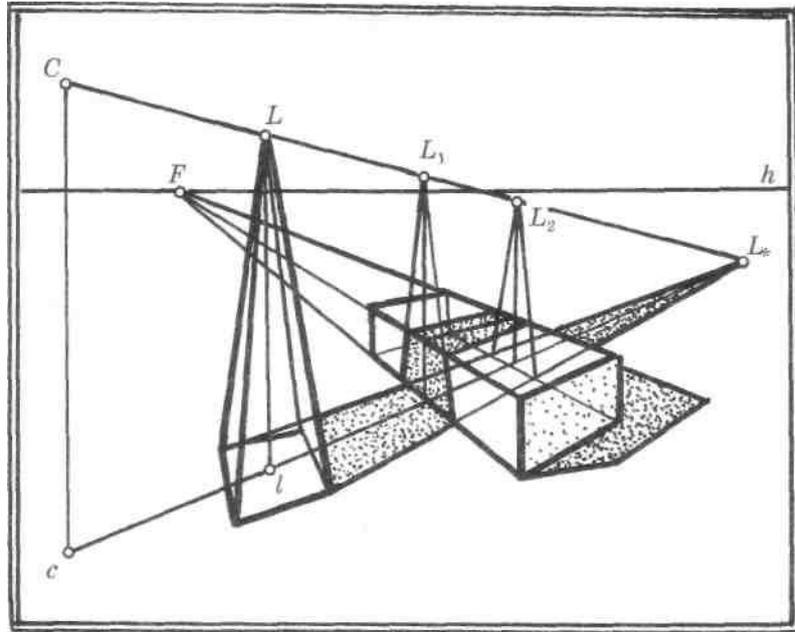


Рис. 244

Построим падающую тень от пирамиды. Для этого проведем теньевую плоскость через высоту BI пирамиды и найдем точку пересечения светового луча CL и его проекции в точке L^* . Соединим точку L , со сторонами основания пирамиды и получим ее тень на плоскости.

Однако, эта тень будет преломляться на вертикальной и горизонтальной гранях параллелепипеда. Для построения тени на вертикальной и горизонтальной гранях найдем точки L_1 и L_2 , которая будет лежать на световом луче.

Падающая тень от параллелепипеда строится как показано на рис. 241.

▶ Для определения контура падающей от предмета тени строят тень от всех характерных его точек. Для этого проводят световые лучи и их проекции через источник света и точки предмета. Точка пересечения луча и его проекции определит падающую тень от каждой вершины предмета, а линия, соединяющая их, — очертание контура всей тени.

3. Тени при естественном освещении

При построении теней от предметов, освещенных солнцем или луной, примем:

1. Источник света примем в виде светящейся точки, хотя в реальности геометрические размеры небесных тел огромны.

2. Световые лучи параллельны друг к другу, их расхождение так мало, что не принимается во внимание.

Следовательно, источник света в перспективе может рассматриваться как предельная точка.

Относительно зрителя солнце может иметь три основных положения, в соответствии с этим может быть три основных направления солнечных лучей:

1. Солнце находится в предметном пространстве, т. е. перед зрителем.

Рассмотрим этот случай на проецирующем аппарате (рис. 245), где в предметном пространстве задан вертикальный отрезок AB . Солнечные лучи являются восходящими параллельными прямыми, стремящимися к своему бесконечно удаленному источнику. Точка схода солнечных лучей C^∞ над линией горизонта и определяется как точка пересечения луча SC' , с

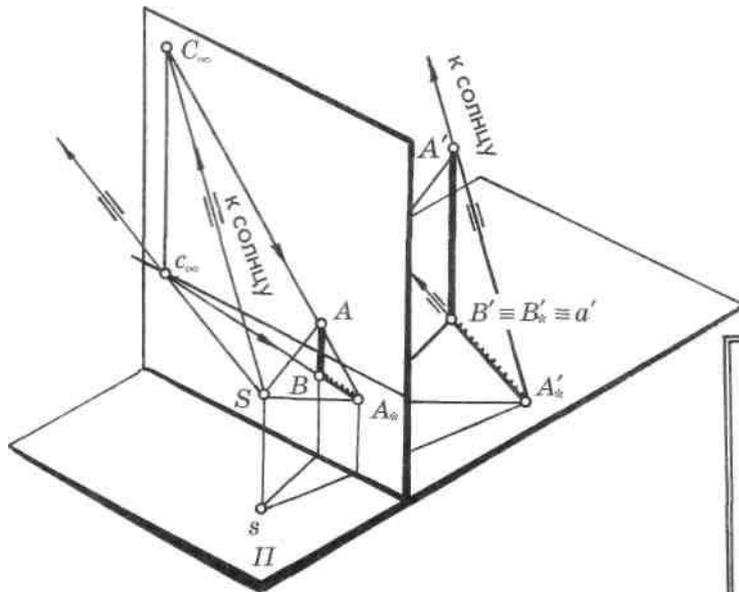


Рис. 245

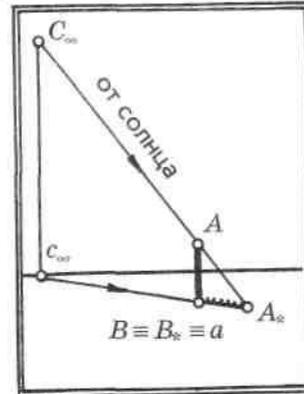


Рис. 246 171

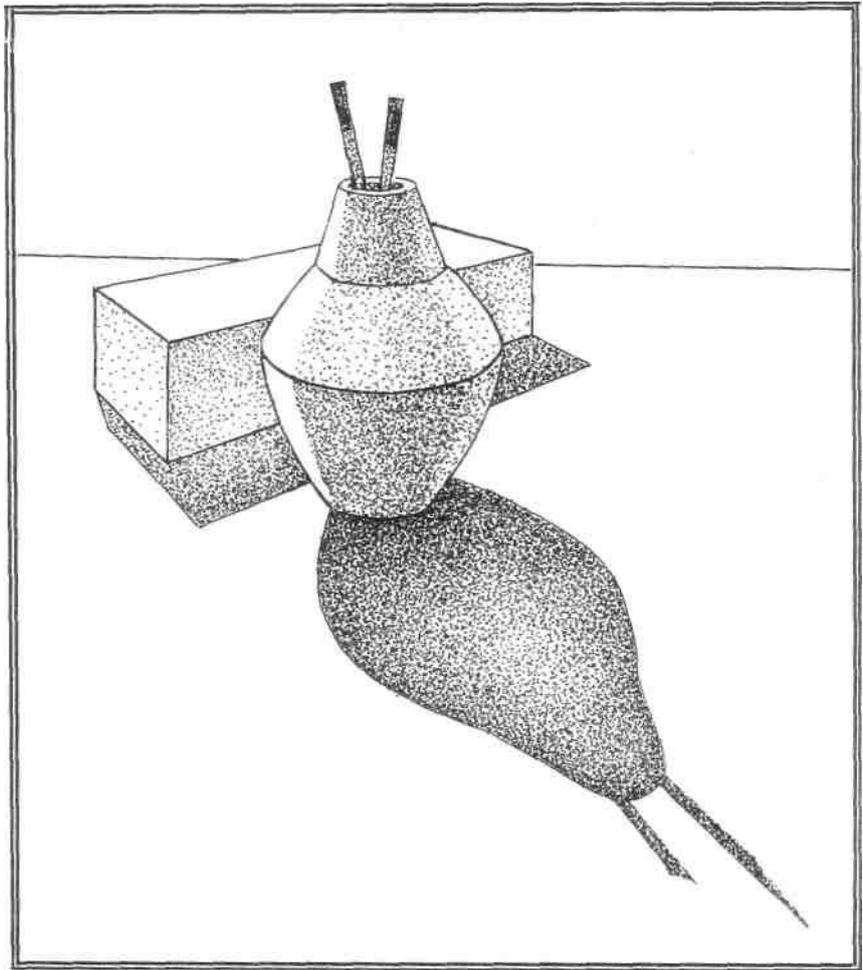


Рис. 247

картинной плоскостью. Ее проекция c^{\wedge} лежит на линии горизонта. На картине (рис. 246) тень от отрезка AB получается в результате пересечения солнечного луча его проекцией в точке A^* .

При таком расположении солнца падающая от предмета тень направлена в сторону зрителя, а сам предмет обращен к нему теневой стороной (рис. 247). Источник света для изображенного натюрморта располагается слева, тени стремятся в правый нижний угол картины. Такое освещение использовал русский художник Н.Н. Ге на картине «Что есть истина?», выделив угловатый контур фигуры Пилата, спина которого находится в полной тени. Диагональные тени от фигур и предметов подчеркивают драматизм происходящего.

Когда солнце в зените, тени от предметов, совпадают с их основанием. В полдень тень самая короткая. Чем выше точка схода солнечных лучей, тем ближе солнце к зениту, тем короче падающие тени. На восходе или закате солнце приближено к горизонту, расстояние между предельной точкой схода и ее проекцией сокращается, и тени увеличиваются в размерах.

2. Солнце находится в мнимом пространстве, т. е. за зрителем.

На проецирующем аппарате (рис. 248) задан вертикально стоящий отрезок $A'B'$. Солнечные лучи являются нисходящими параллельными прямыми, стремящимися к своему бесконечно удаленному источнику света. Точка схода солнечных лучей C_{∞} под линией горизонта. Ее проекция c_{∞} располагается на линии горизонта. На картине (рис. 249) тень от точки L получается в результате пересечения светового луча, проходящего через точ-

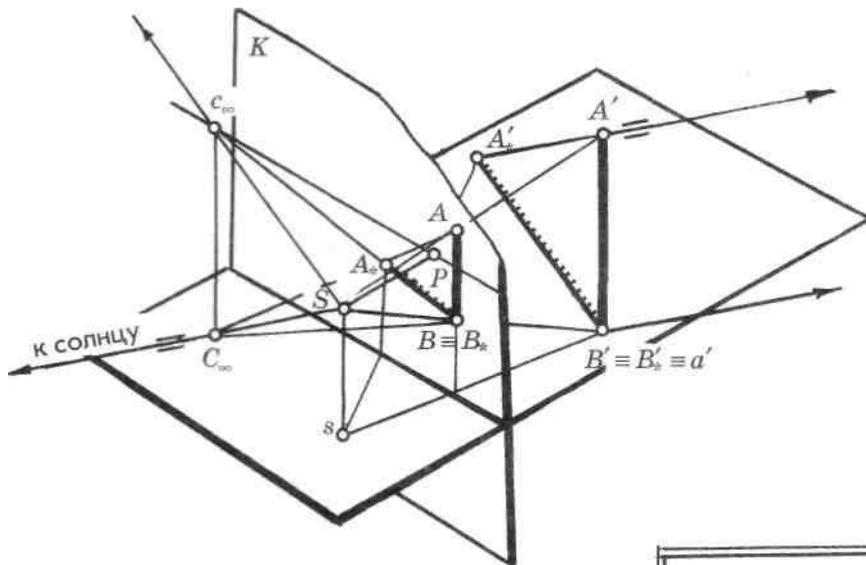


Рис. 248

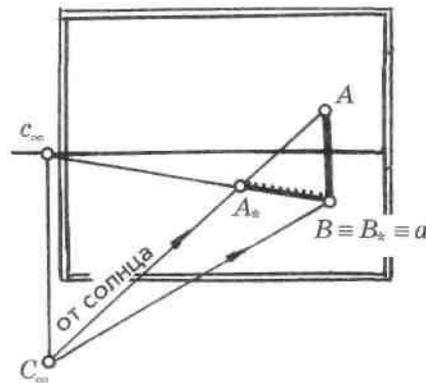


Рис. 249

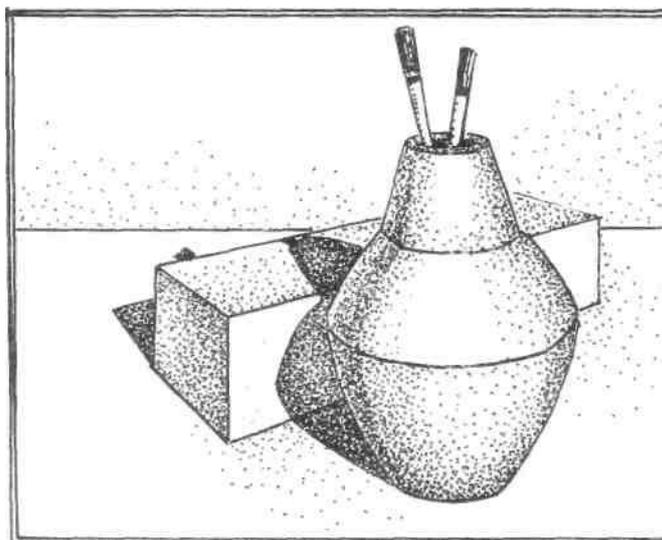


Рис. 250

ку A и проекцию луча, проходящего через основание отрезка точку B . Тень от отрезка AB — отрезок A^*B^* .

При таком расположении солнца падающая тень от предмета направлена от зрителя, а сам предмет обращен к нему своей освещенной стороной (рис. 250). Источник света в изображенном натюрморте справа от зрителя — тени стремятся в верхний левый угол картины.

В картине «У ворот Тамерлана», В.В. Верещагин, используя полуденное солнце, когда тени имеют минимальную длину и наибольшую интенсивность, выделил рельефно мощные фигуры воинов, охраняющих ворота во дворец.

3. Солнце расположено в промежуточном пространстве, т. е. сбоку от зрителя.

Рассмотрим этот случай на проецирующем аппарате (рис. 251), где задан вертикальный отрезок AB . Солнечные лучи параллельны плоскости картины и наклонены к предметной плоскости под произвольным или заданным углом. Так как они являются фронтальными прямыми, не имеют точки схода и остаются параллельными между собой. Их проекции на предметную плоскость параллельны основанию картины, что использовано для построения тени (рис. 252).

В этом случае предмет будет обращен к зрителю только частично освещенной стороной (рис. 253).

На картине Т.Н. Яблонской «Хлеб» художник выбрал боковое освещение, которое обеспечило длинные продольные тени, что выявляет объем и передает определенное эмоциональное настроение.

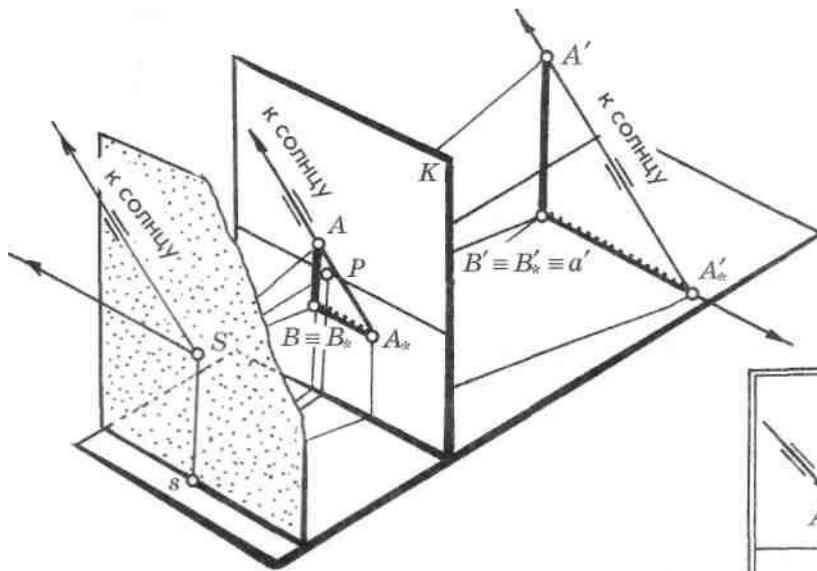


Рис. 251

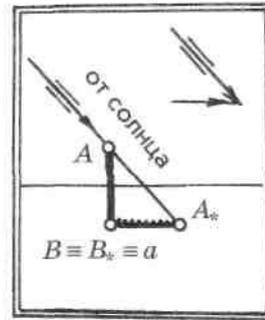


Рис. 252

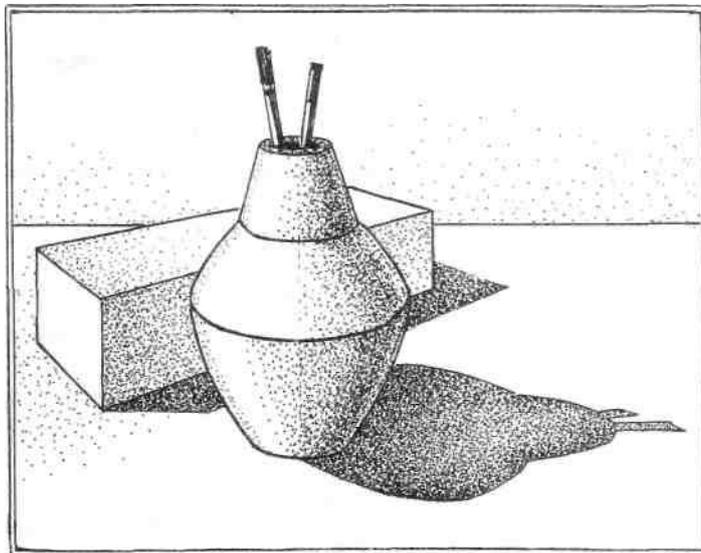


Рис. 253

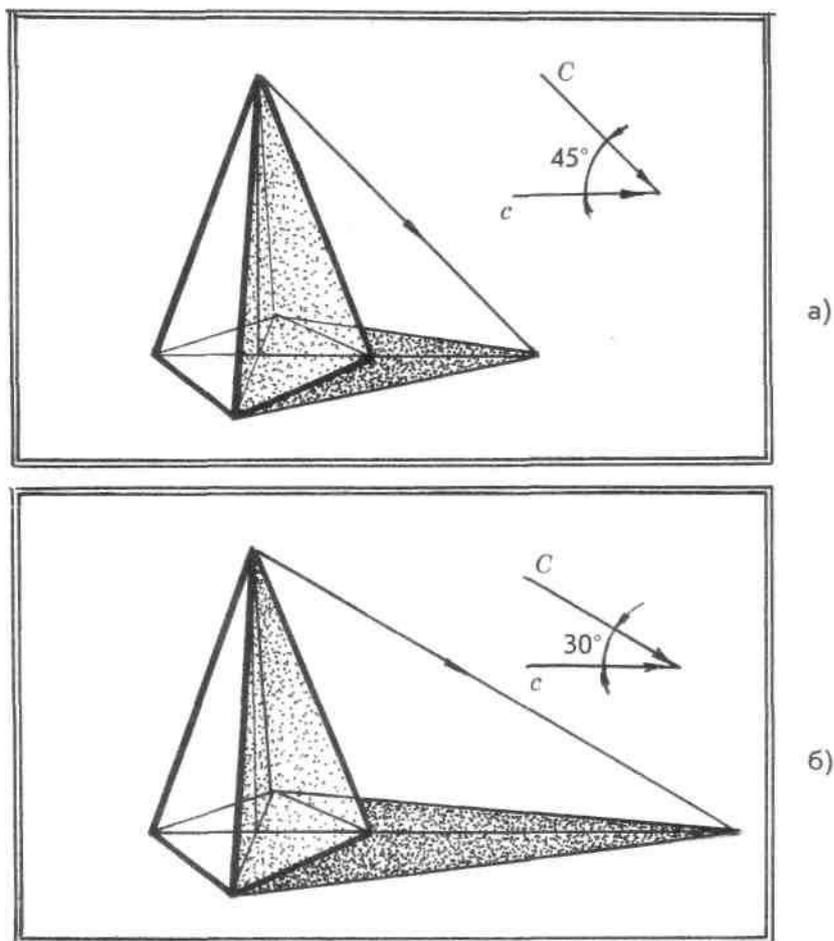


Рис. 254

Длина тени зависит от угла наклона солнечных лучей (рис. 254,а—б). При изображении архитектурных сооружений выбор угла наклона солнечных лучей зависит от предполагаемых условий расположения здания. На архитектурных чертежах часто выбирают угол от 30° до 45° . В перспективных изображениях, выполняемых методом архитектора, угол наклона лучей принимают равным 45° .

Рассмотрим построение тени от предметов при естественном освещении.

На картине (рис. 255) заданы вертикальная пластина прямоугольной формы, поставленная на предметную плоскость и источник света. Требуется построить тень от пластины.

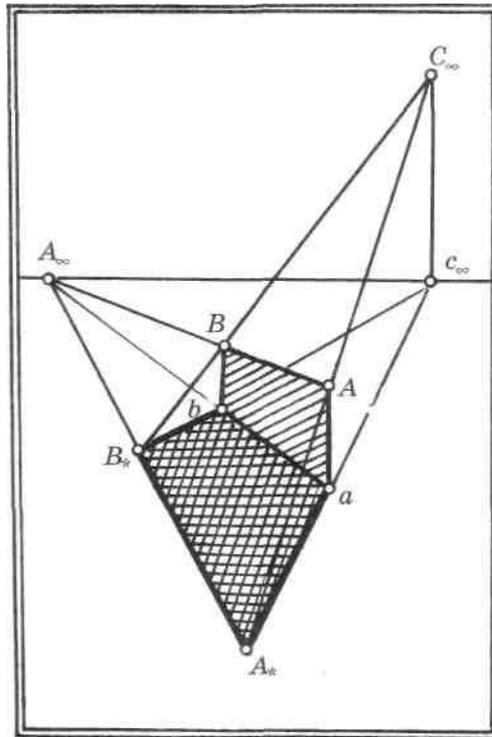


Рис. 255

Определим направление тени. Так как солнце расположено в предметном пространстве, о чем свидетельствует точка схода предельных прямых, которая находится над горизонтом, падающая тень будет направлена в сторону зрителя. Построим тень от двух вертикальных ребер пластины и, соединив полученные точки, определим контур тени пластины. Поскольку сторона АВ пластины параллельна предметной плоскости, падающая от нее тень $A \langle B^*$ будет ей параллельна. В перспективе прямые АВ и AJB^* будут сходиться в точке D_{∞} .

На картине (рис. 256) заданы прямой круговой конус, стоящий на предметной плоскости, и источник света. Требуется построить тень от конуса.

Определим направление тени. Так как солнце расположено в предметном пространстве и слева от зрителя, то падающая тень будет направлена в нижний правый угол картины.

Когда источник света находится очень далеко и не помещается на чертеже, рекомендуется применять дробные точки. Расстояние от источника света до его проекции $C^{\wedge}c^{\wedge}$ и высоту конуса разделим пополам.

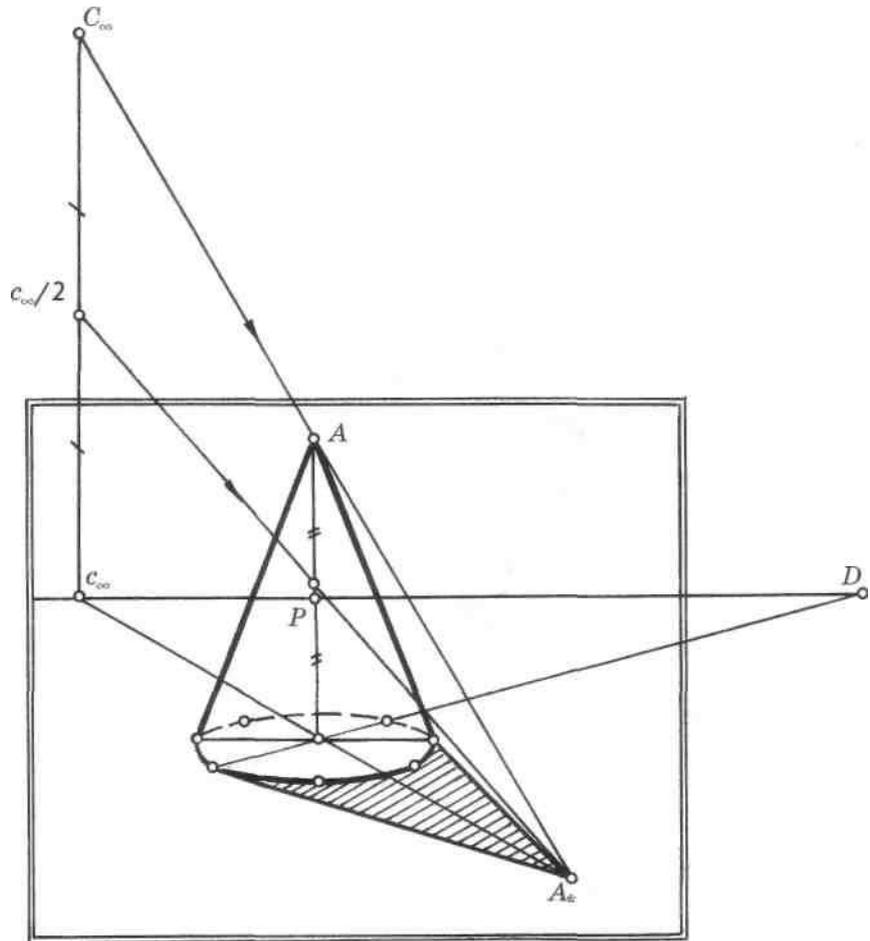


Рис. 256

Построим тень от вершины конуса, определим вершину A^* . Вершина тени A^* получится в результате пересечения луча света, проведенного как из точки $C_{ос}$, так и из точки $c_{ос}/2$ с его проекцией. Найдем форму тени, для этого проведем касательные прямые из вершины тени A^* к основанию конуса.

На картине (рис. 257,а) заданы изображение круглой вазы, стоящей на предметной плоскости и источник света. Требуется построить тень от вазы.

Солнце расположено в предметном пространстве слева, поэтому падающая тень будет направлена в сторону зрителя. Для композиционного решения формата прикинем длину всего изображения — построим тень от оси вазы, как от вертикального отрезка и найдем точку 0_4^* .

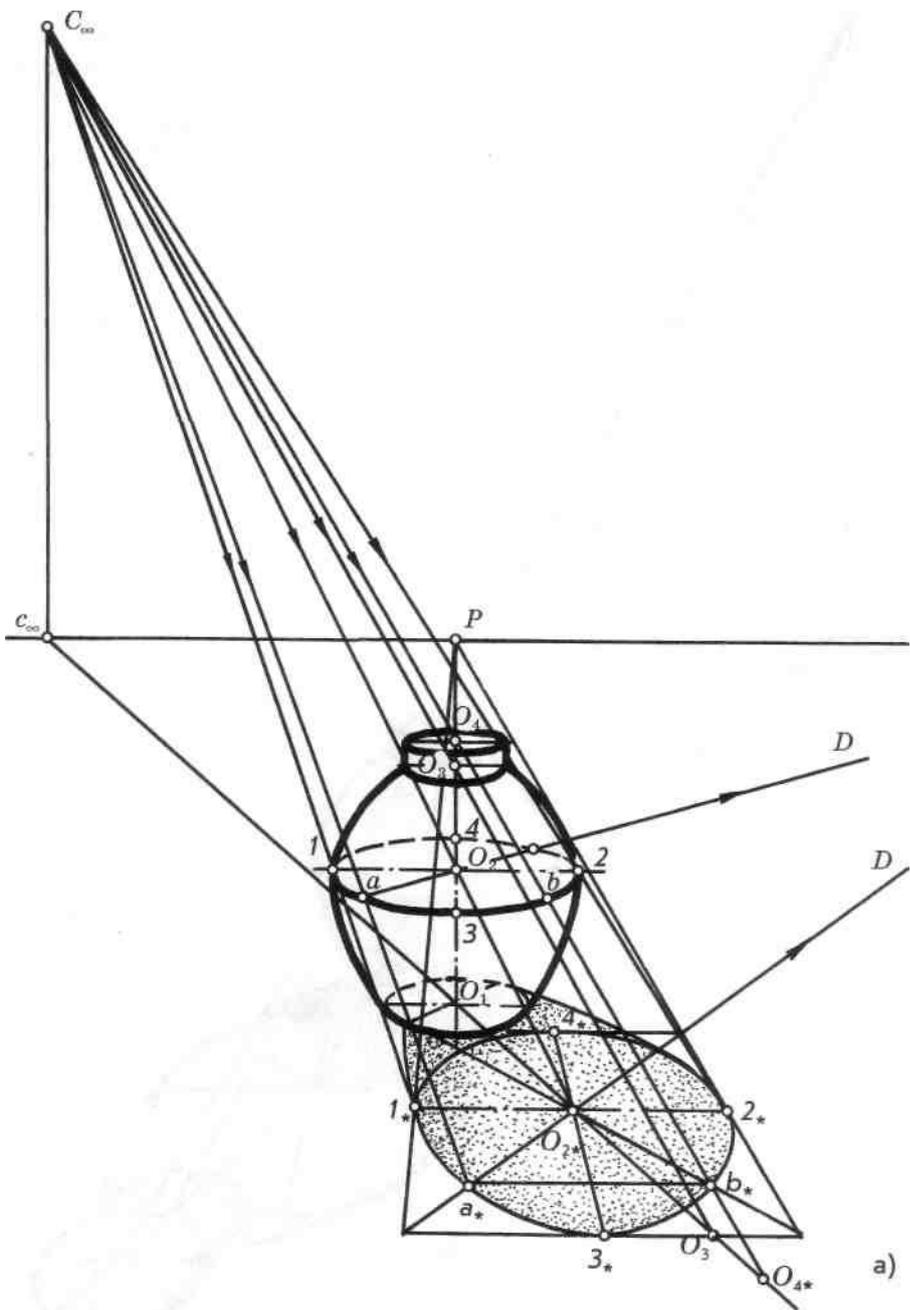


Рис. 257

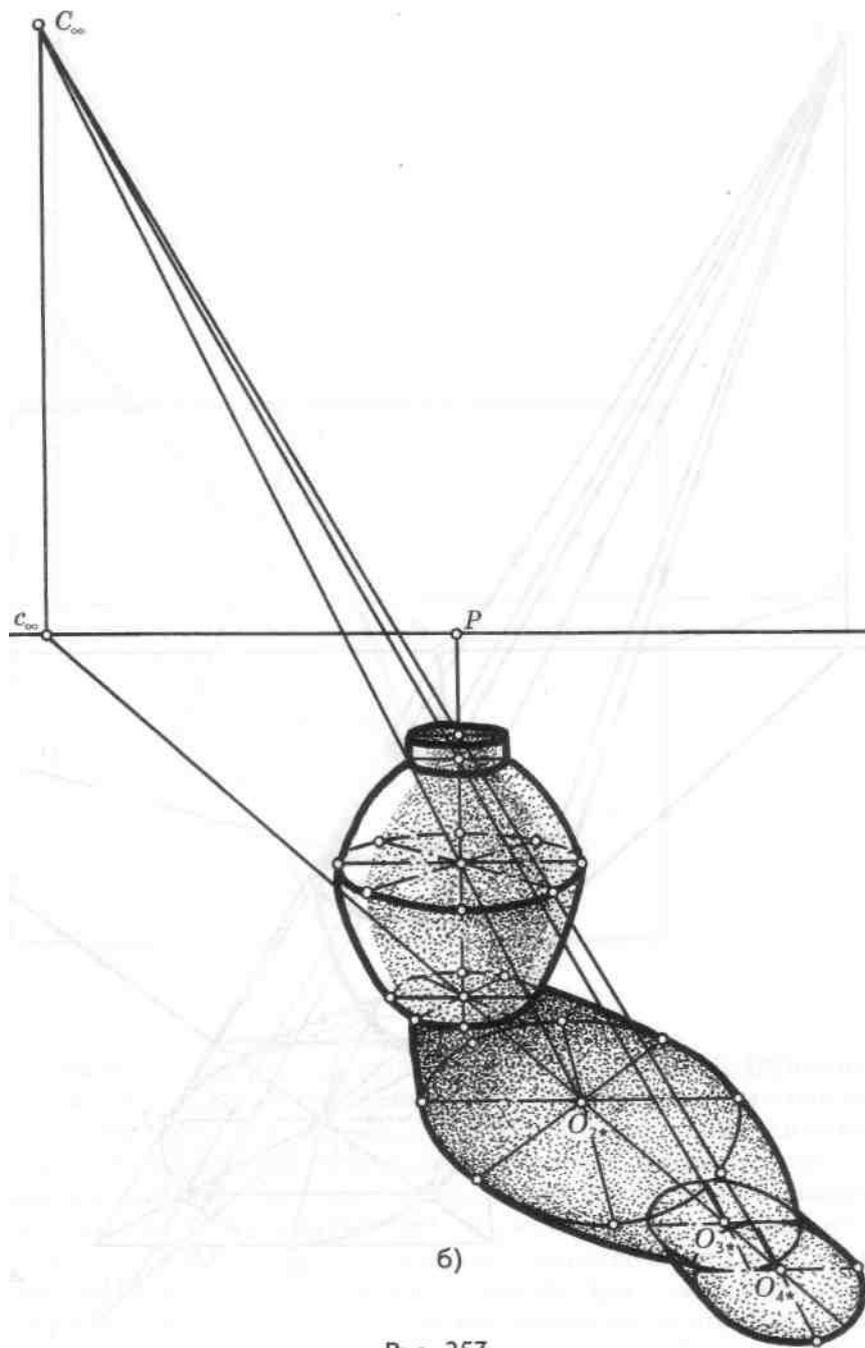


Рис. 257

Построение теней от сложной формы начинается с расчленение ее на простые геометрические тела. Ваза представляет собой комбинацию тел вращения, ее форму целесообразно мысленно разделить на три части. В сечении получатся четыре эллипса, определяющие форму и размеры всего силуэта. Основание совпадает со своей тенью, для определения тени от второго эллипса, на предметной плоскости построим перспективное изображение квадрата. На оси $O_c O_4^*$ найдем центр O_a^* и проведем горизонтальную ось. Чтобы определить ширину квадрата соединим точку C^{\wedge} с точками 1 и 2 и продолжим до пересечения с предметной плоскостью. Полученные точки $1^*, 2^*$ центр O_2^* соединим с точкой схода P , что даст направление двух сторон квадрата. Проведем диагональ и определим длину этих сторон квадрата. Восемь точек, определяющих размер и форму эллипса, получим в результате пересечения диагоналей и сторон квадрата со световыми лучами, проведенными через аналогичные точки на самой вазе.

Аналогично построим эллипсы на каждом сечении и соединим их линиями контура вазы (рис. 257,6).

На картине (рис. 258) заданы вертикальная пластина прямоугольной формы, поставленная на предметную плоскость и источник света. Требуется построить падающую тень.

Определим направление тени. Солнце расположено в мнимом пространстве, так как точка C_{∞} расположена ниже линии горизонта. Падающая тень будет направлена от зрителя. Построим тень от вертикальных ребер пластины и, соединив, полученные точки, определим контур искомой тени. Тень от горизонтальных сторон пластины будет стремиться в точку схода A^{\wedge} .

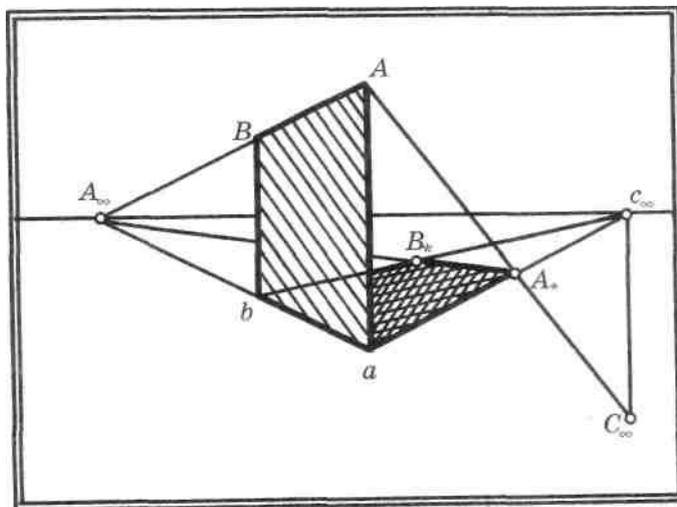


Рис. 258

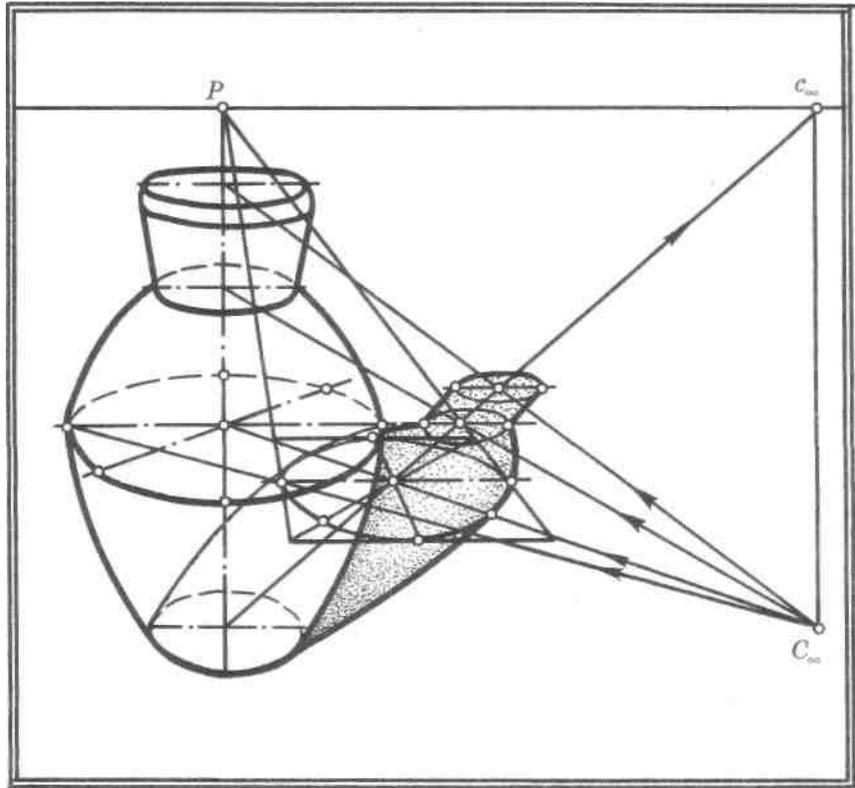


Рис. 259

На картине (рис. 259) заданы изображение круглой вазы, стоящей на предметной плоскости и источник света. Требуется построить собственные и падающие тени.

Солнце расположено в мнимом пространстве, о чем свидетельствует положение точки схода лучей $C_{то}$. Падающая тень будет направлена от зрителя. Ваза представляет собой комбинацию тел вращения. Расчленим ее на три составных части и построим эллипсы и контур тени. Найдем тень A, B^* от оси вращения AB и отметим точки пересечения лучей света с плоскостями эллипсов в характерных частях ее формы. Построим перспективу эллипсов и соединим их линиями контура вазы. Так как тень направлена к горизонту, геометрические размеры каждой части будут резко сокращаться, искажая общую форму тени.

На картине (рис. 260) заданы параллелепипед, стоящий на предметной плоскости и стрелками направление лучей света. Требуется построить падающие тени.

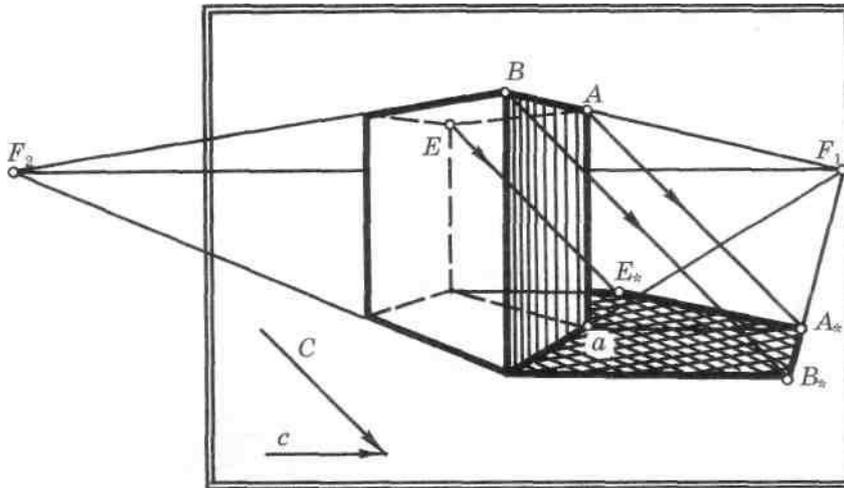


Рис. 260

Определим направление тени. Солнце расположено в промежуточном пространстве, так как проекция луча параллельна основанию картины. Падающая тень будет располагаться сбоку от предмета, выявляя его рельеф. Контур тени определим местоположением точек A^* , B^* и E^* , которые получим на пересечении лучей света и их проекций. Лучи проведем параллельно заданному направлению через вершины ребер, а проекции — через их основания.

На картине (рис. 261) заданы прямой цилиндр, стоящий на предметной плоскости и направление лучей света. Требуется построить падающие тени.

Солнце в промежуточном пространстве слева от зрителя. Через точки a и B нижнего основания цилиндра проведем касательные, параллельные проекции луча света C . Из точек касания проведем образующие цилиндра aA и BV и построим параллельно лучу света C падающие тени aA^* и BV^* . Образующие aA и BV будут границей собственной тени цилиндра. На верхнем основании цилиндра возьмем несколько произвольных точек $1, 2, \dots, E$, расположенных в теневой части цилиндра. Через точки 1 и 2 проведем образующие и построим падающие тени от каждой из них. Тени от точек соединим плавной кривой линией. Для более точного построения падающей от цилиндра тени нужно провести большее число образующих.

Тень можно построить и другим способом.

На предметной плоскости определим тень от квадрата, описанного вокруг верхнего основания цилиндра и впишем в нее эллипс по характерным точкам.

Комбинацию обоих способов используют при построении изображений, в которых происходит преломление теней в горизонтальных или вертикальных плоскостях.

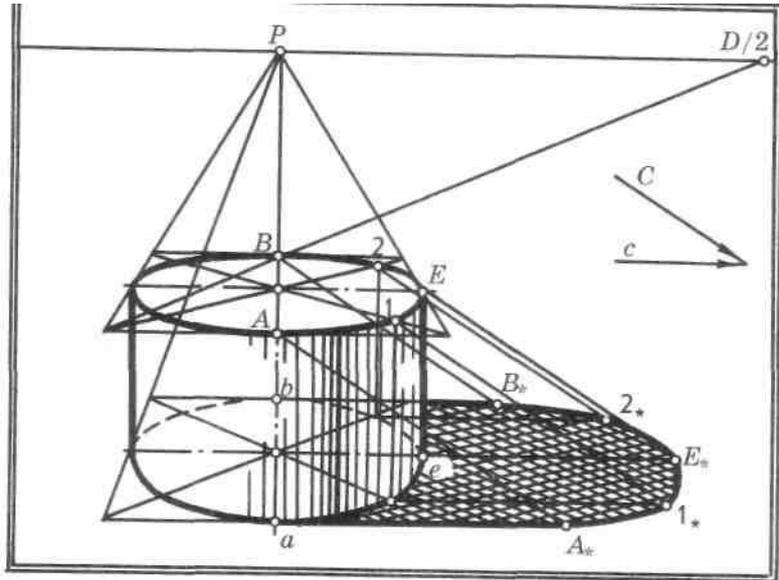


Рис. 261

Рассмотрим несколько примеров построения солнечных теней в изображении архитектурных объектов.

На картине (рис. 262) заданы архитектурный объект, состоящий из двух параллелепипедов, и стрелками направление световых лучей. Требуется построить падающую тень выступа.

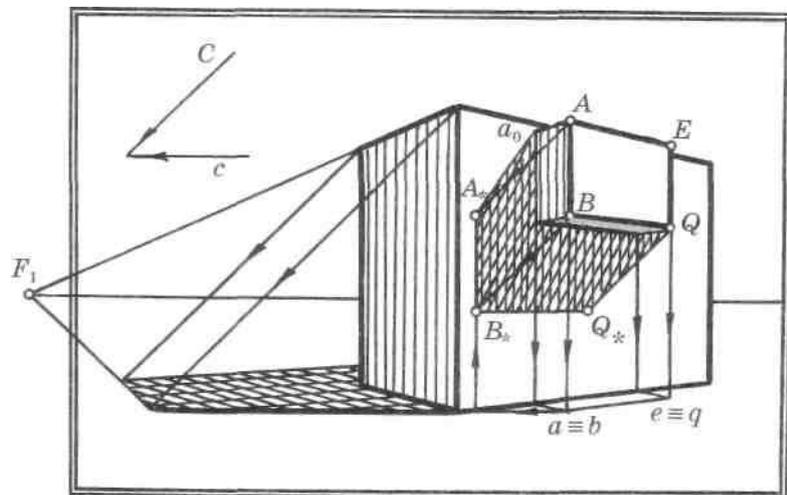


Рис. 262

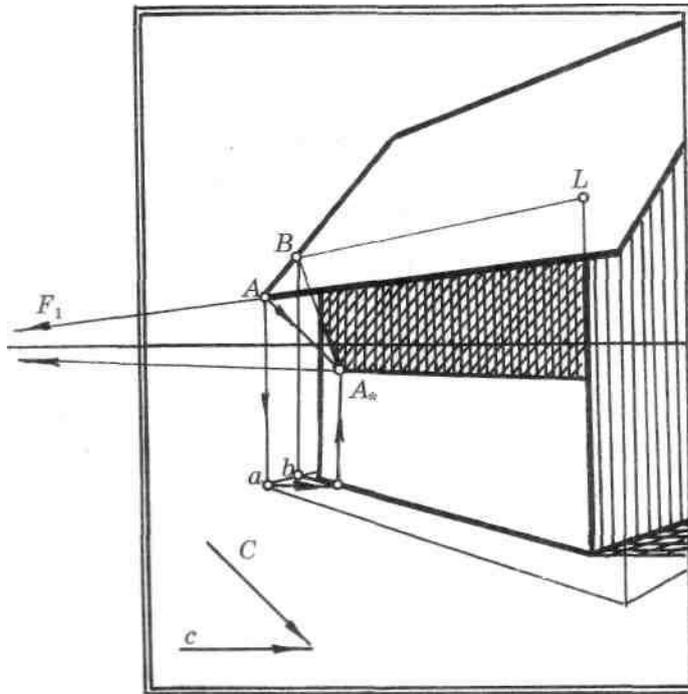


Рис. 263

Для определения тени выступа построим проекции его ребер AB и EQ на предметную плоскость, т.е. опустим перпендикуляры. Через точки $a = B$ проведем проекции лучей света, которые сначала пройдут горизонтально, а потом — вертикально до встречи с лучами AL и B^*B . От горизонтального отрезка Aa_0 тень упадет под углом от точки a_0 до A^* .

На картине (рис. 263) заданы часть архитектурного объекта и направление световых лучей. Требуется построить падающую тень крыши на вертикальную плоскость.

Найдем проекцию точки A на предметную плоскость. Через точку a проведем проекцию луча света горизонтально, после пересечения ее со стеной, далее вертикально до пересечения с лучом света AA_0 . Поскольку край крыши направлен в точку схода F_l то и тень от точки A тоже будет стремиться в эту точку схода.

Продлим основание стены влево и получим точку B . Проведем из точки B перпендикуляр вверх и определим точку пересечения продленной стены с крышей — B . Для определения тени навеса AB на вертикальной стене найдем линию пересечения стены и ската крыши — BL . Соединим точку B с теневой точкой A^* .

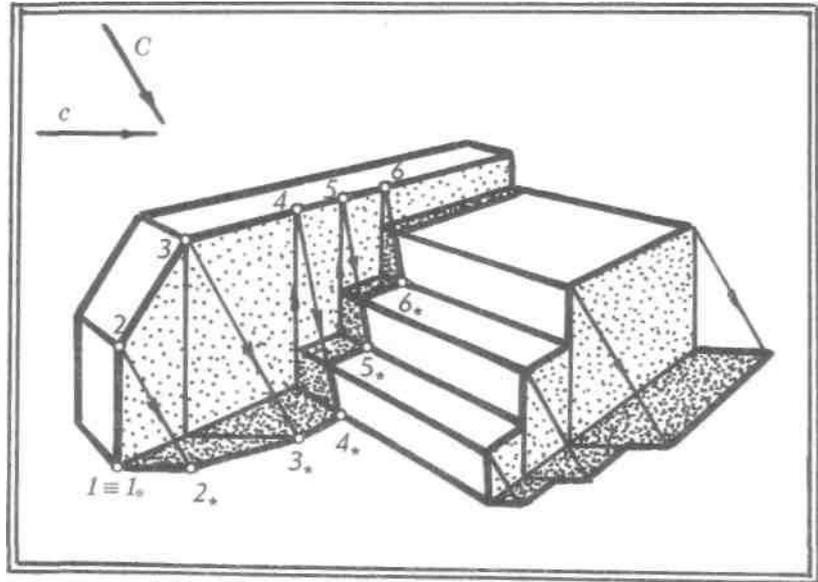


Рис. 264

На картине (рис. 264) заданы лестница из трех ступеней, парапет, состоящий из трех частей и направление световых лучей. Требуется построить падающие тени парапета.

Построим тень от вертикального ребра парапета $1\ 2$ и наклонной части $2\ 3$. Тень от горизонтального отрезка $3\ 6$ падает на землю и преломляется на ступенях. Поскольку в перспективе горизонтальная часть парапета стремится в точку схода F_2 , то и тень $3\ 4^*$ будет стремиться в ту же точку схода.

Для построения тени на подступенке, т. е. вертикальной части ступени, точку 4 соединим с точкой 4^* . Полученное направление тени будет сохраняться и для остальных подступенок.

Для построения контура тени лестницы на земле проведем лучи света и их проекции до взаимного пересечения и соединим полученные точки.

На картине (рис. 265) заданы полуцилиндрический портал (вход в здание) и направление световых лучей. Требуется построить падающую тень.

Перенесем центр полуокружности арки вглубь проема и определим новое положение осей. Найдем самую высокую точку тени 4 . Определим величину тени вертикальной части портала. Для этого из точки 1 проведем проекцию луча света до пересечения со стеной. Далее направление изменится на вертикальное до точки 2^* .

Найдем тень от верхней части арок. Для этого возьмем на полуокружности несколько произвольных точек, в частности точку 3 . Найдем ее про-

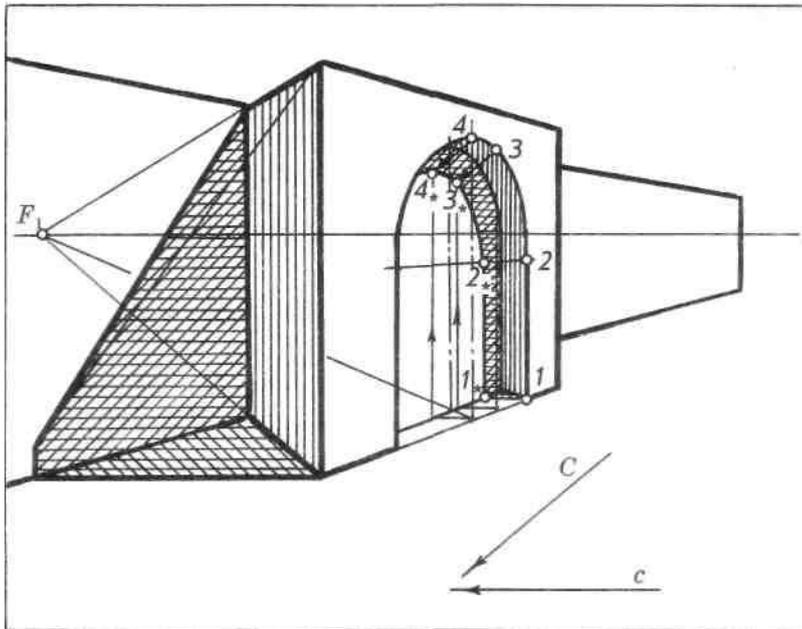


Рис. 265

екцию на земле и восстановим перпендикуляр до пересечения с лучом света в точке 3^* . Соединим полученные точки плавной кривой.

Тени при солнечном освещении зависят от расположения источника света и формы поверхности, на которую они падают.

4. Тени предметов в интерьере

Дан угол комнаты (рис. 266). При построении теней в интерьере источник света C и его проекцию c проецируют на стены комнаты. Для этого через источник света C проведем фронтальную плоскость. Линии пересечения этой плоскости с плоскостями потолка и пола параллельны основанию картины. С левой стеной комнаты введенная плоскость пересекается по вертикальной прямой. Определим проекцию c_2 источника света C на плоскость пола.

На картине (рис. 267) заданы часть комнаты, предмет прямоугольной формы, плотно придвинутый к двум стенам комнаты и источник света. Требуется построить собственные и падающие тени на полу и стене.

Верхнее основание параллелепипеда обозначим буквами A, B, E, K . Построим падающие тени ребер Aa — отрезок aA^* и AB — A^*B^* . Для построения

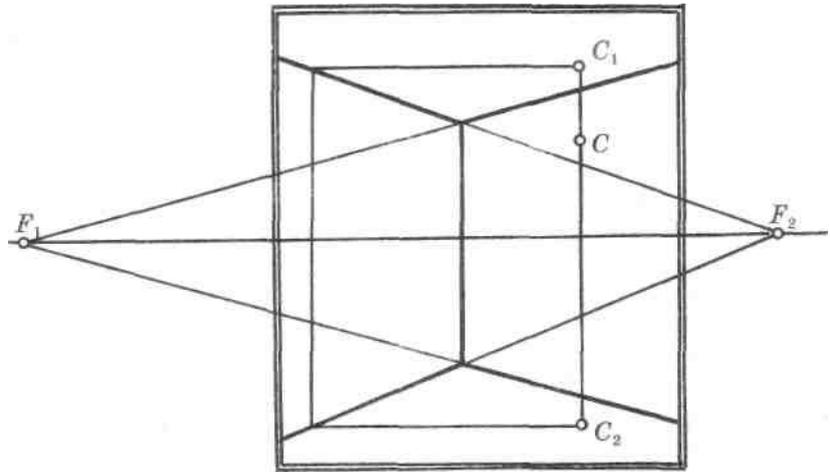


Рис. 266

падающей тени на боковую стену, найдем проекцию источника света на этой стене. Через точку C проведем фронтальную плоскость и найдем линии ее пересечения с полом и правой стеной. Через точку C_2 и вершину B проведем проекцию светового луча CA^* на правую стену комнаты.

На картине (рис. 268) изображена часть комнаты, на левой стене которой висит картина. Задан источник света (торшер), который стоит на полу. Требуется построить падающую тень картины.

Найдем проекцию вершины A на пол. Полученную точку a соединим с проекцией источника света c и проведем теньевую плоскость. Она пересечет

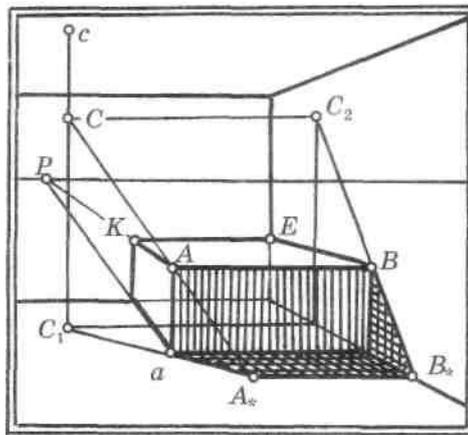


Рис. 267

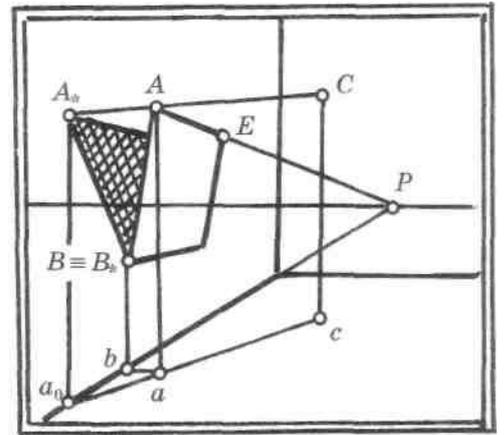


Рис. 268

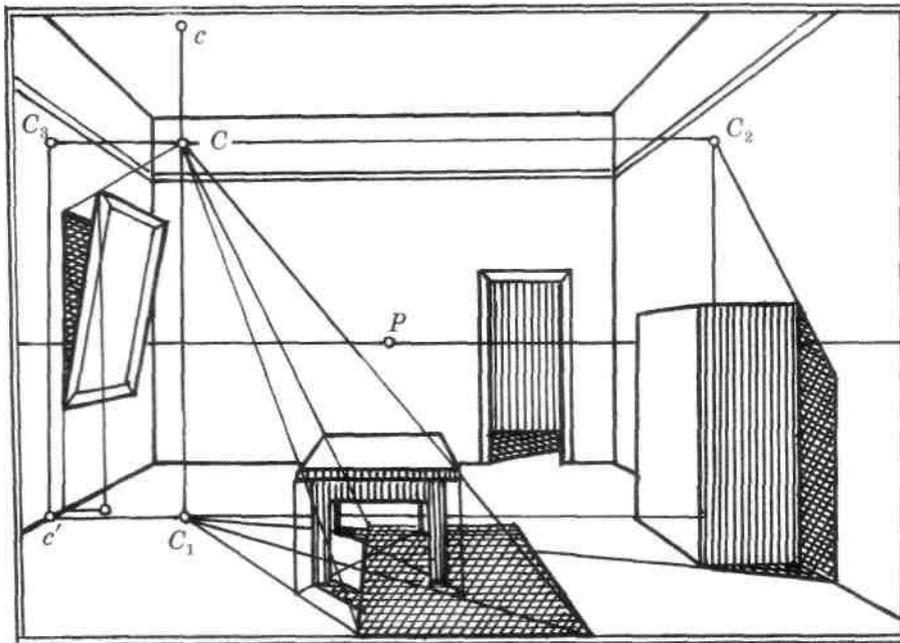


Рис. 269

пол до плинтуса по прямой aa_0 , а стену по вертикальной прямой $a^{\wedge}A^*$. Тень B^* совпадает с точкой B . Соединим A^* и B^* и получим тень прямой AB . Прямая AE стремится в точку схода P . Соединив точку A^* , с точкой схода P , получим тень второй стороны картины, определяющей форму тени картины.

На картине изображен интерьер комнаты, освещенной лампой (рис. 269). Требуется построить падающие тени предметов обстановки.

Поскольку тени от предметов падают на пол и две стены, построим проекции C_1 , C_2 и C_3 источника света C на все три плоскости, для чего опустим на них перпендикуляры из точки C . Тень от висячей картины построим в той же последовательности, что и в предыдущем примере.

Для построения тени стола найдем проекции вершин крышки стола на пол. Тень значительно сдвинется в сторону, поскольку источник света смещен в левый угол комнаты. Построим тень шкафа, для этого соединим проекцию источника света C_2 на правой стене комнаты с углом шкафа и определим форму тени на стене. Свет частично распространится в соседнюю комнату через дверной проем.

На картине (рис. 270) изображен угол комнаты с предметами обстановки и задан источник света. Требуется построить падающие тени предметов обстановки.

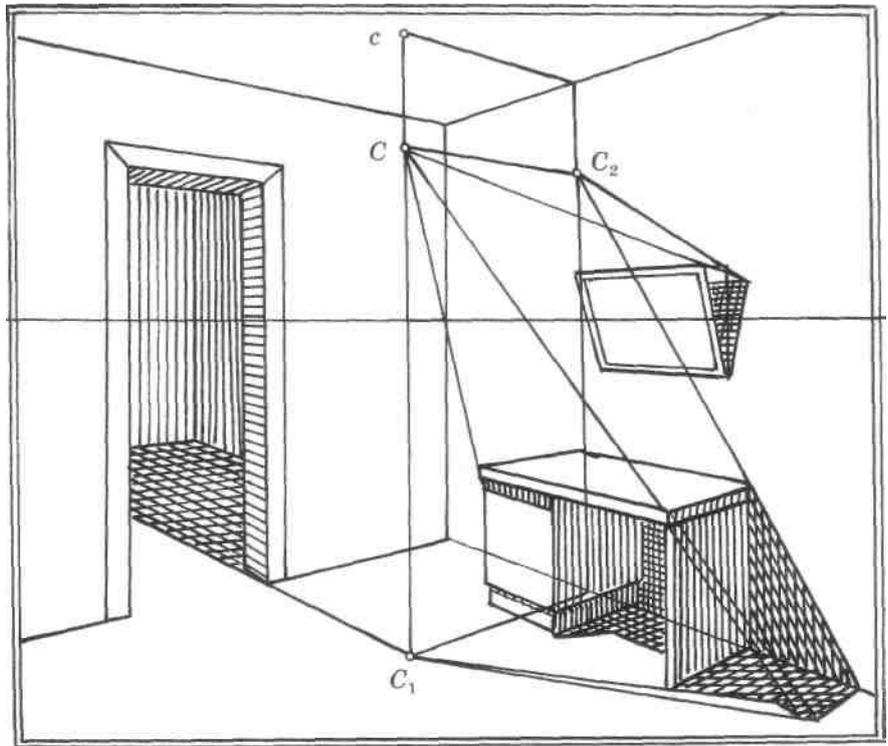


Рис. 270

Для построения тени от картины воспользуемся проекцией источника света на правой стене комнаты — точкой C_2 . Все остальные построения аналогичны построениям предыдущего примера.

На картине (рис. 271) задан угол комнаты с арочными проемами (толщина стены не задана и при построении тени не учитываются). Солнце находится слева от зрителя. Требуется построить контур солнечного пятна.

Расположим точки схода солнечных лучей и их проекции так, чтобы световые пятна полностью находились на полу.

Определим на полу точку A — тень от самой высокой точки A арочного проема. Для этого из предельной точки C^{\wedge} в точку A проведем луч света. Найдем проекцию точки A пола — a , соединим ее с проекцией предельной точки c_x и продолжим до пересечения с лучом света в точке A^* . Из точки c_x проведем проекции $c^{\wedge}*$ и $0^{\wedge}2^*$ солнечных лучей и определим направление сторон световых пятен от ближайшего арочного проема. Провести через точку A^* прямую в точку F_2 , получим четырехугольник, куда впишется световое пятно. Используя точку схода F_2 , построим тени точек 4 и 3. Лучи

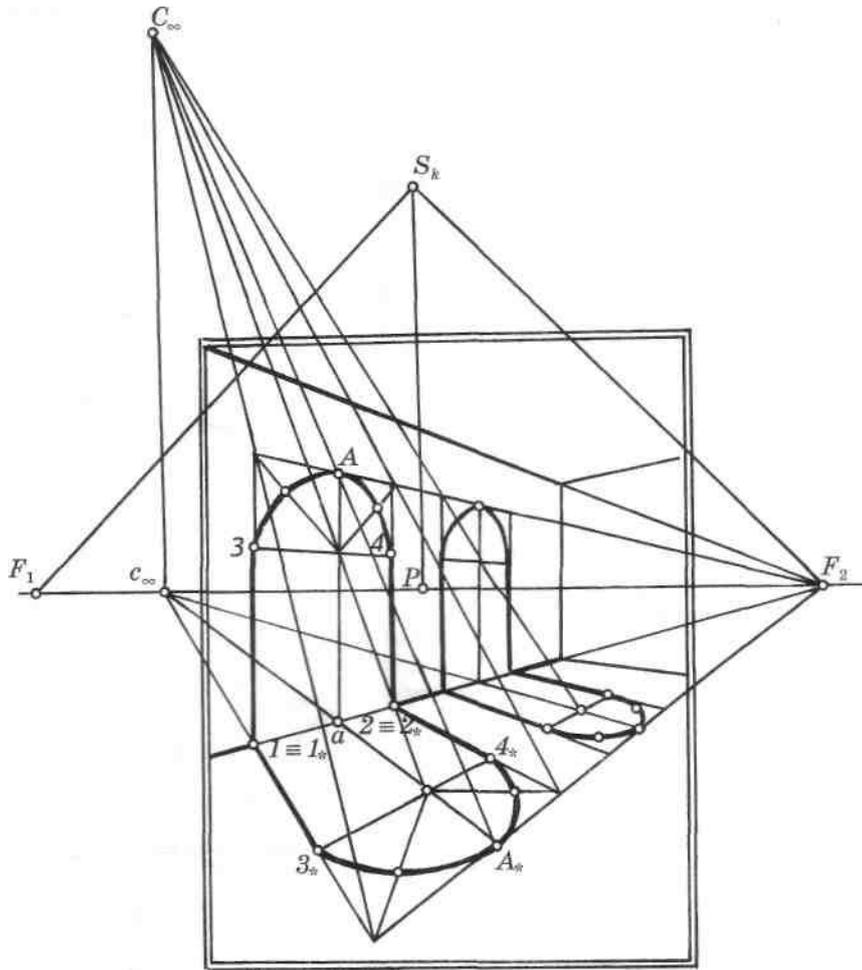


Рис. 271

света, проведенные через точки эллипса на диагоналях половины квадрата, определяют контур светового пятна от арочной части проема.

На картине (рис. 272) заданы угол комнаты с арочным окном и направление световых лучей. Угол наклона солнечных лучей невелик (положение солнца на закате), поэтому световое пятно от окна будет падать только на стену. Найдем величину оконного проема на плинтусе левой стороны комнаты, перенесем размер на плинтус правой стороны и восстановим перпендикуляры до пересечения со световыми лучами.

На картине (рис. 273) заданы угол комнаты с арочным окном и подоконником и направление световых лучей. Требуется построить световое пятно.

Определим ширину светового пятна, для чего проведем проекции лучей $1-1^*$, $2-2^*$, $3-3^*$ на пол параллельно проекции светового луча, на стену —

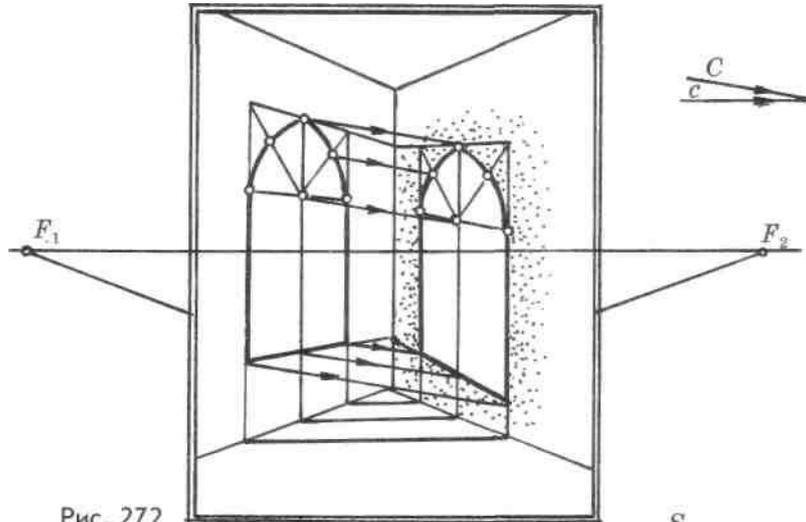


Рис. 272

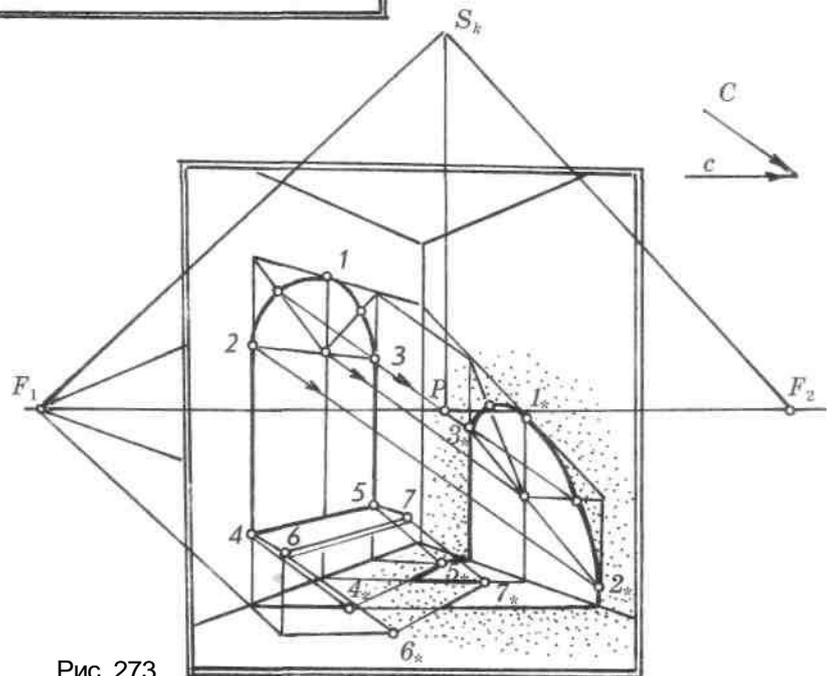


Рис. 273

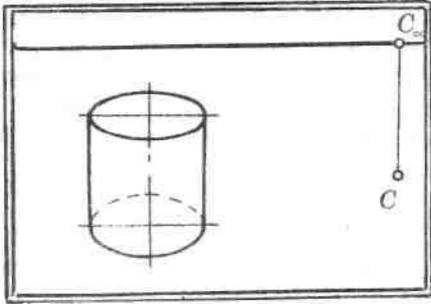


Рис. 274

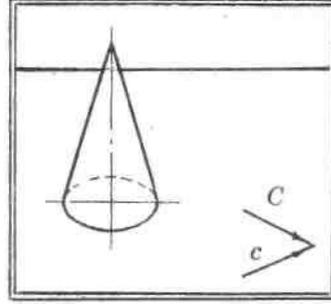


Рис. 275

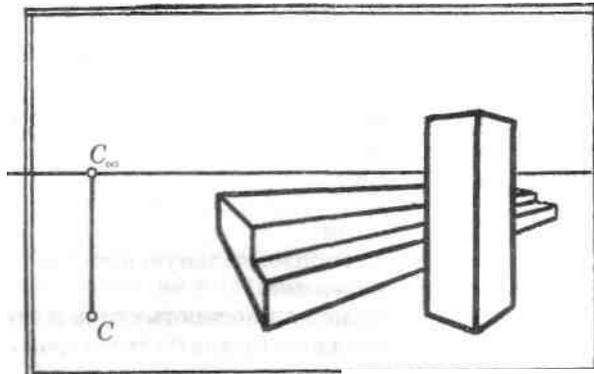


Рис. 276

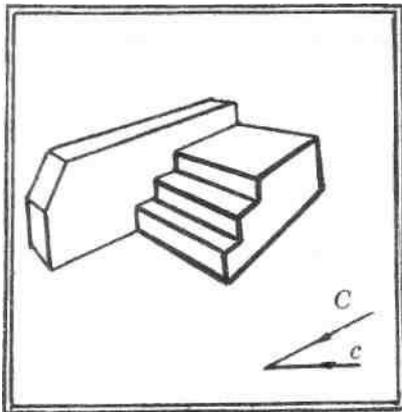


Рис. 277

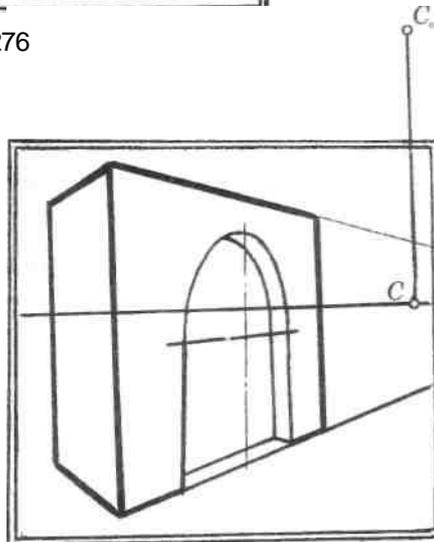


Рис. 278

вертикально. Световые лучи пересекут свои проекции в точках 1^* , 2^* и 3^* на стене, а в точках 4^* и 5^* на полу.

Тень подоконника перекроет часть светового пятна на полу комнаты. Через точку b проведем световой луч до пересечения с его проекцией.

Форма теней в интерьере зависит от положения источника света, а значит светового луча и проекции этого луча на пол и стены комнаты.

Вопросы и упражнения для самоконтроля

1. Как образуется светотень и как она располагается на многогранных и круглых предметах?
2. Как образуется собственная и падающая тени?
3. Какие бывают источники освещения? В чем особенности при построении теней?
4. В чем сущность способа построения падающих теней при точечном источнике освещения?
5. Почему падающие тени при удалении от источника света теряют интенсивность и четкость конфигурации?
6. Постройте собственные и падающие тени при точечном источнике света:
 - а) от вертикального предмета на горизонтальную плоскость, если источник света находится за этим предметом;
 - б) от вертикального предмета на горизонтальную плоскость, если источник света находится сбоку от этого предмета;
 - в) от настольной лампы, падающие на плоскость стола и стены комнаты;
 - г) от висячей картины, при освещении комнаты торшером.
7. В чем заключается сущность построения солнечной тени?
8. Какое положение может иметь солнце относительно зрителя и как оно влияет на формирование тени?
9. На каждой из картин (рис. 274, рис. 275, рис. 276, рис. 277, рис. 278) определите какое положение занимает солнце относительно зрителя и в какую сторону расположатся тени.
10. Постройте падающие тени от предметов, освещенных солнцем:
 - а) от бордюра на лестницу;
 - б) в полуцилиндрической нише.
11. Постройте световое пятно от прямоугольного окна на вертикальной стене в угловом интерьере.

Глава VIII

ЗАКОНЫ ПОСТРОЕНИЯ ЗЕРКАЛЬНЫХ ОТРАЖЕНИЙ И АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ИСКУССТВЕ

1. Построение отражений в зеркальной поверхности

Отражения в зеркальной поверхности при умелом использовании могут быть элементами композиции и сюжета картины. Зеркальное отражение интерьера выявляет особенности архитектуры помещений, глубину пространства, поскольку на картине видно даже то, что находится за зрителем. Этот прием использовал Веласкес на картине «Менины», где на задней стене помещения в зеркале отражена королевская пара, которая ему позировала. Мир роскошного ресторана отражен в зеркале за спиной молодой женщины на картине Эдуарда Мане «Бар в Фоли-Бержер». Отражение предметов в спокойной глади воды, подчеркивает красоту пейзажа и усиливает его эмоциональное воздействие. Примерами служат картины В.Э. Борисова-Мусатова «Водоем», В.М. Васнецова «Аленушка», А.А. Иванова «Явление Христа народу».

Законы зеркальных отражений необходимо знать и внимательно наблюдать при рисовании с натуры.

Лучи света, падающие на матовую поверхность, отражаются под углами с микроскопическими отклонениями, что сразу влияет на восприятие данного предмета. Чем меньше шероховатость поверхности, тем более упорядочен поток отраженных лучей, тем вероятнее получение отражения. На металлических предметах хорошо просматриваются очертания отраженного предмета, но плохо видны его детали. Сила света отраженных лучей будет тем сильнее, чем ярче источник света.

Лучи света, попадая на зеркальную поверхность, изменяют свое направление. Построение изображений лучей света, отраженных от плоской зеркальной поверхности (рис. 279), основано на следующих законах оптики:

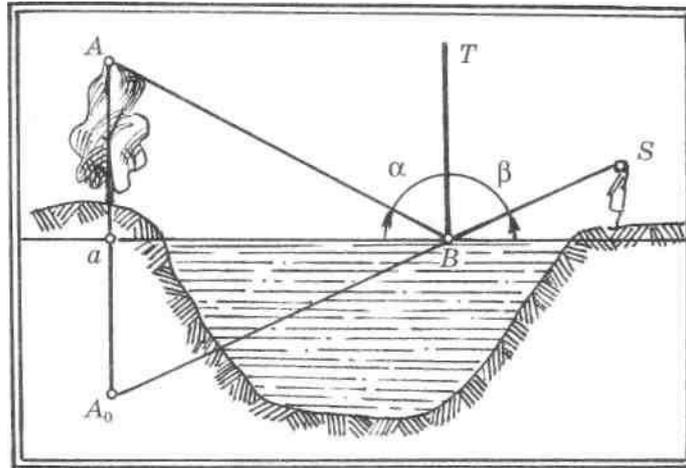


Рис. 279

1. Лучи, падающий (AB) и отраженный (BS), расположены в одной плоскости с перпендикуляром (BT), проведенным к зеркалу через точку падения (B).

2. Угол падения (α) равен углу отражения (β).

Рассмотрим закономерность образования отражений в зеркальной поверхности. Если провести плоскость, параллельную картинной, через вершину дерева — точку A , луч, падающий от точки A на поверхность воды под углом α к перпендикуляру BT , отразится под тем же углом и попадет в глаз наблюдателя в точке S . Отражение A_0 окажется на продолжении отраженного луча SB ниже уровня зеркальной поверхности на величину отрезка aA . Образовавшиеся прямоугольные треугольники BaA и BaA_0 будут равны, так как имеют по два одинаковых катета. Следовательно, изображения предметов в зеркальной поверхности располагаются ниже уровня зеркала в перевернутом виде на расстоянии, равном расстоянию от этих предметов до зеркала, т. е. симметрично.

Зеркала относительно картинной и предметной плоскости могут располагаться по-разному. Наиболее часто встречаются следующие положения:

- горизонтальное — зеркало параллельно предметной и перпендикулярно к картинной плоскости;
- фронтальное — зеркало параллельно картинной и перпендикулярно к предметной плоскости;
- вертикальное — зеркало перпендикулярно к предметной плоскости и под произвольным углом наклонено к картине.

Отражение предмета в спокойной глади воды — пример естественного горизонтального зеркала природы. Построим отражение предмета призма-

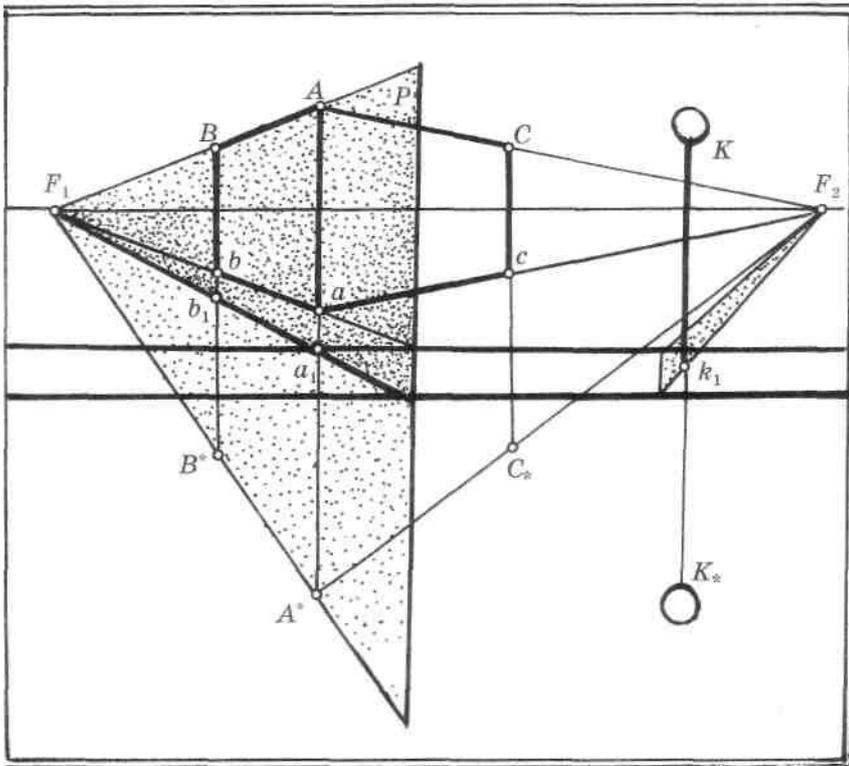


Рис. 280

тической формы $AaBb$ и точки K , расположенных на берегу (рис. 280). Начнем построение с ребра Aa , как наиболее приближенного к краю воды и проведем через него вспомогательную вертикальную плоскость P , совпадающую с гранью $AaBb$ и сходящуюся в точке F_1 . Построим на плоскости P линию раздела земли и воды a_1F_1 . Согласно закону отражения $Aa_2 = a_2A^*$. Стороны объекта и их отражения сходятся в соответствующие точки схода $F_1 \sim F_2$. В зависимости от расположения объектов одно отражение может перекрывать другое. В нашем примере построенная точка B^* будет перекрыта отражением набережной. Найдем отражение точки K , для этого воспользуемся точкой схода F_2 и проведем вспомогательную плоскость. Из точки K опустим перпендикуляр и отложим на нем расстояние $Kk_1 = \kappa_2 K$.

На картине (рис. 281) изображена набережная, расположенная под произвольным углом к зрителю. На ней находятся павильон и осветительные столбы, а в воде отражаются все предметы. Несмотря на разворот изображения, правила построения останутся прежними — для построения отражения предмета в зеркальной поверхности из всех характерных точек пред-

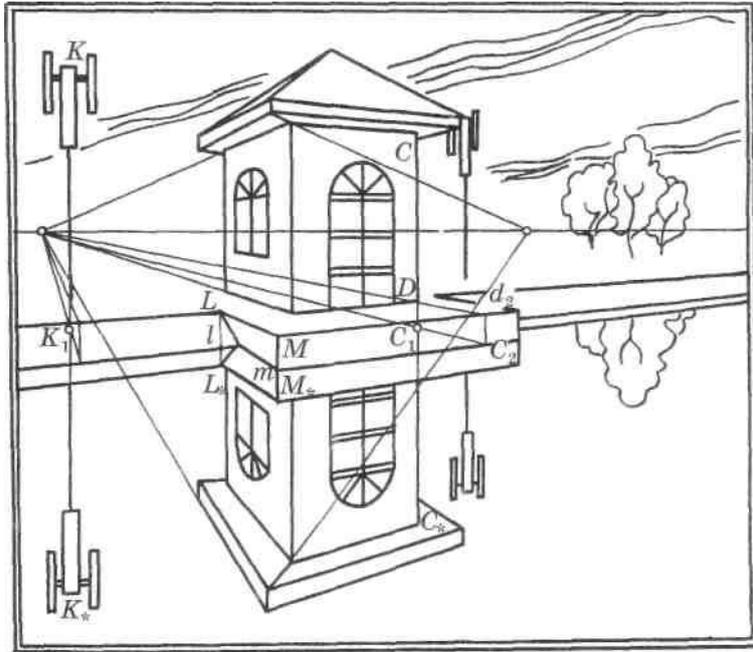


Рис. 281

мета опустим перпендикуляры к плоскости зеркала. На каждом перпендикуляре найдем точку раздела и от нее отложим расстояние, на какое удален данный элемент.

Отражение в горизонтальном зеркале равно отражающемуся предмету и подчинено тем же законам перспективного изображения, что и сам предмет.

Вертикальные зеркала используют как в жилых, так и общественных помещениях. Большие зеркальные поверхности визуально расширяют границы интерьеров и придают им парадность и монументальность.

На картине (рис. 282) изображено зеркало, перпендикулярное к предметной и картинной плоскостям, т. е. расположенное на боковой стороне стены, а также вертикальный отрезок AB . Требуется построить отражение отрезка в зеркале.

Через концы отрезка, т. е. точки A и B проведем горизонтальные прямые, перпендикулярные к плоскости зеркала. Проведенные прямые образуют фронтальную плоскость, которая пересечет зеркало по перпендикуляру $l-2$. От прямой $l-2$ в глубину зеркала отложим отрезки lA и lB , т. е. расстояние от заданного отрезка до зеркала. Полученные в зеркале точки A^* и B^* соединим прямой, получим отрезок A^*B^* — отражение отрезка AB в зеркале.

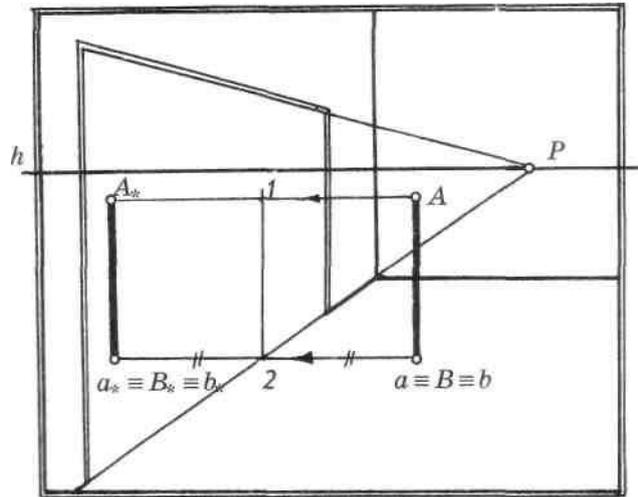


Рис. 282

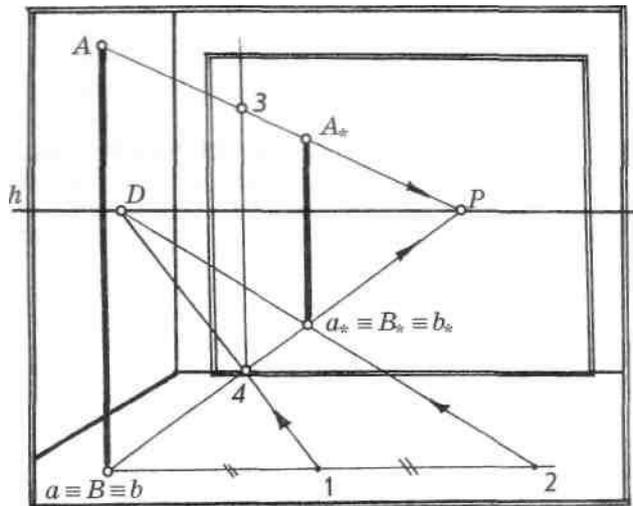


Рис. 283

Зеркало расположено фронтально (рис. 283) и необходимо построить отражение отрезка AB .

Используем масштаб глубин. Через концы отрезка проведем две параллельные прямые, сходящиеся в точку P , т. е. горизонтально проецирующую плоскость, перпендикулярную к зеркалу. Построим линию пересечения зеркала с проецирующей плоскостью, т. е. прямую $3-4$. С помощью ди-

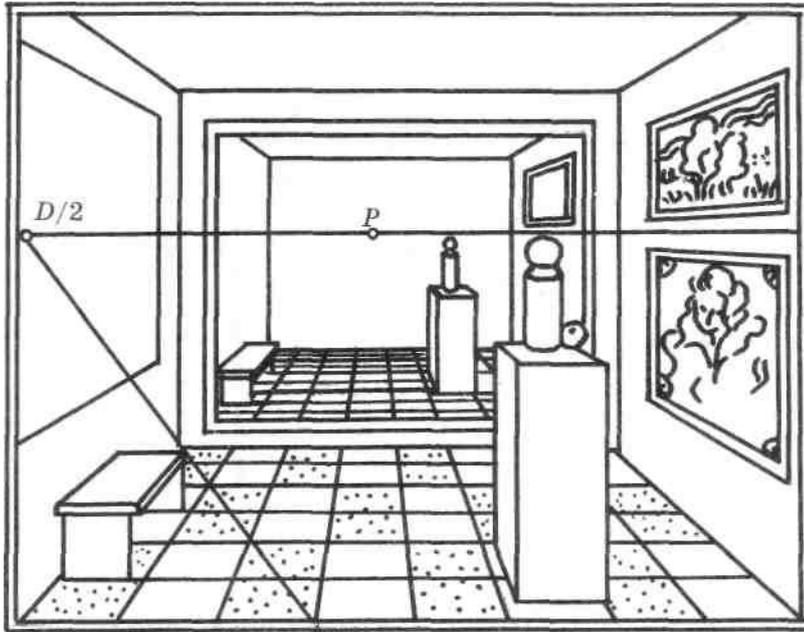


Рис. 285

след плоскости зеркала продолжим до пересечения с линией горизонта в точке F_2 . Точку F_2 соединим прямой с верхней линией зеркала. На картине при совмещенной точке зрения S_k построим прямой угол $F_2S_kF_1$. Через концы отрезка AB проведем прямые в точку F_1 . Плоскость ABF_1 будет перпендикулярна к плоскости зеркала, поскольку плоскость зеркала и плоскость ABF_1 проходят через общий перпендикуляр $1-2$ к предметной плоскости — линия пересечения плоскости зеркала с плоскостью ABF_1 . Отложим от прямой $1-2$ в глубину отрезок, равный отрезку $2-3$. Для этого на линии горизонта возьмем произвольную точку E и соединим ее с точкой B . Проведем горизонтальную прямую, проходящую через точку 2 . Эта прямая пересечется с прямой BF в точке 3 . Отрезок $2-3$ отложим на горизонтальной прямой от точки 2 в глубину зеркала. Из полученной точки 3_1 проведем прямую в точку E . Прямая 3_1E пересечется с прямой BF_1 в точке B^* . Из нее восстановим перпендикуляр до пересечения с прямой AF_1 в точке A^* . Полученный отрезок A^*B^* — отражение отрезка AB в зеркале. Из построения видно, что отраженный отрезок получится уменьшенным за счет перспективного сокращения.

Аналогично выполнено построение отражения в зеркале угловой перспективы комнаты, на одной стороне которой располагается два полуovalных окна (рис. 287).

Построим отражение вазы в вертикальном произвольно расположенном зеркале (рис. 288). Введем горизонтально-проецирующую плоскость и

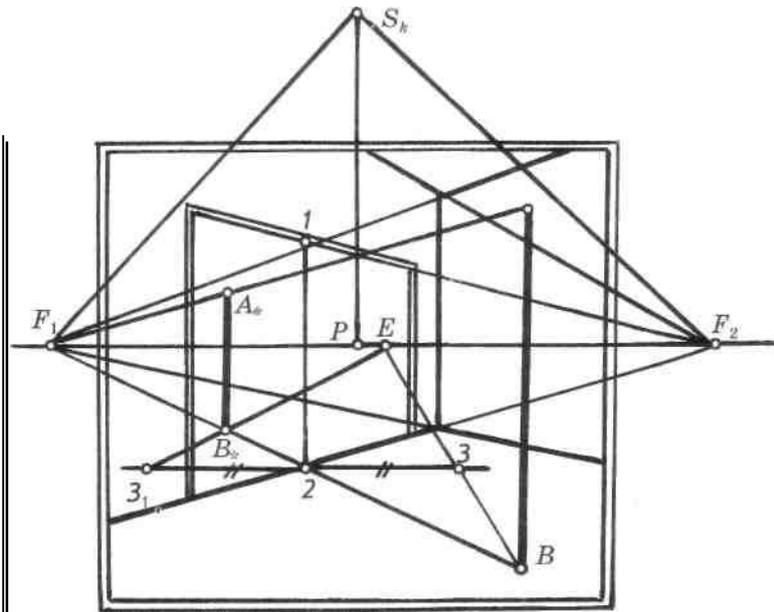


Рис. 286

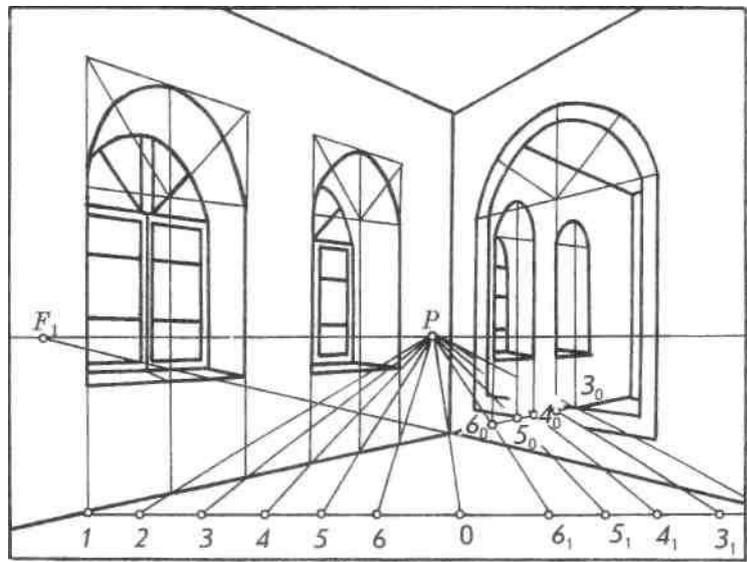


Рис. 287

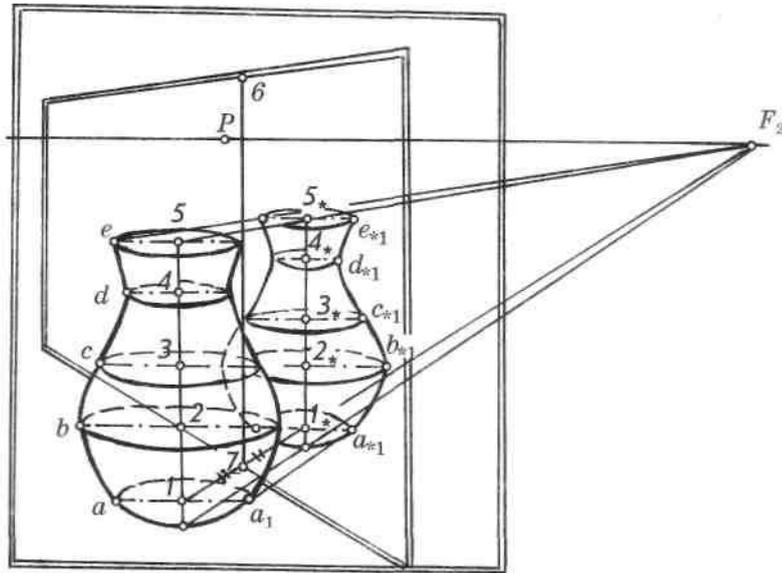


Рис. 288

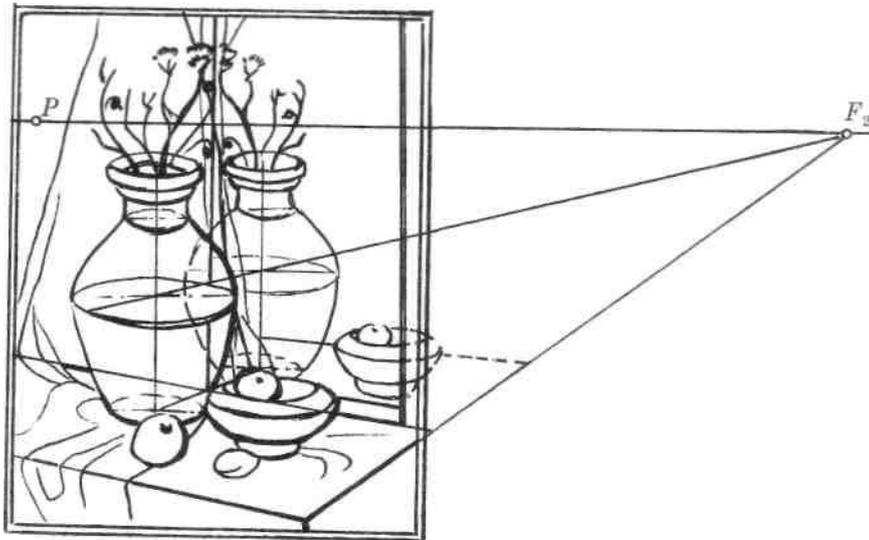


Рис. 289

найдем линию пересечения ее с поверхностью зеркала — 7-6. От прямой 7-6, отложим все расстояния вглубь зеркала. Найдем ось вращения вазы, для чего отложим равные отрезки $1-7 = 7-1^*$ и восстановим перпендикуляр.

Соединив прямой точку 5 с точкой схода F , на месте пересечения с перпендикуляром получим точку 5^* .

Можно построить ось и способом, показанным на рис. 284. Для получения контура вазы необходимо построить очерковые точки, определяя каждый раз направление и расстояние до зеркала (рис. 289).

▶ Отражение в вертикальных зеркалах всегда расположено на том же расстоянии от зеркала, что и сам отражающийся предмет.

2. Перспективные изображения в картинах художников

В истории изобразительного искусства сохранилось немало примеров, которые позволяют проследить процесс создания известных картин художников от первых схематичных рисунков до окончательной реализации замысла. Изучение подготовительных эскизов показывает, как художник использует не только цветовые и тоновые средства, но и перспективные построения. Интересны подготовительные рисунки В.И. Сурикова к картине «Боярыня Морозова» (рис. 290). Художник воспользовался известным

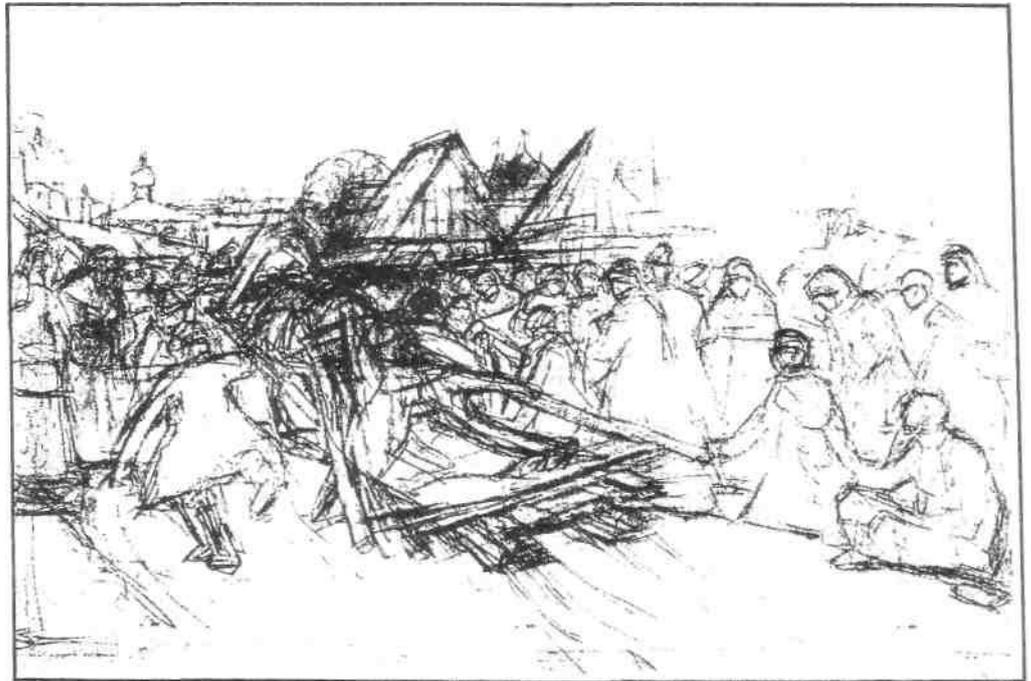


Рис. 290

способом изображения перспективных линий для направления внимания зрителя на определенное место картины — на композиционный центр. Как бы мы не рассматривали эту картину, взгляд обязательно пролетит по дороге к саням и остановится на лице и руке боярыни.

Другой распространенный прием можно наблюдать в картине И.И. Фирсова «Юный живописец». Для того, чтобы акцентировать внимание зрителя на композиционном центре картины, художник размещает его в главной точке картины, куда сходятся глубинные прямые. По этой же схеме написаны картины Ф.М. Славянский «На бал коне», В. И. Суриков «Меньшиков в Березове». Начинаящему художнику и педагогу очень полезно изучать эскизы к знаменитым картинам и исследовать путь, по которому художник прошел, создавая то или иное произведение искусств. Не менее полезно анализировать перспективные построения картин и знать некоторые теоретические положения, по которым определяют ее основные элементы.

Перспективный анализ — проверка формы и размеров изображаемых предметов, их положения относительно картины и предметной плоскости, взаимного расположения персонажей, связанных единством действий при выбранных художником параметрах перспективного изображения. Перспективный анализ осуществляют в следующей последовательности:

1. Найдем положение линии горизонта, главной точки картины.
2. Найдем положение точки зрения и величину угла зрения.
3. Определим перспективные масштабы в картине.
4. Проверим изображение формы и размеров предметов.
5. Проведем реконструкцию какого-либо предмета в картине.

Наиболее точный перспективный анализ возможен в тех случаях, когда художник в работе целенаправленно *пользовался законами линейной перспективы*.

Для анализа наиболее удобны те произведения живописи, на которых изображены предметы четкой геометрической формы: квадраты, прямоугольники, эллипсы, как изображение окружности в перспективе, или имеющие параллельные прямые или прямой угол. Они помогают восстановить основные элементы картины.

Проведем перспективный анализ нескольких известных работ художников. Определим линию горизонта и главную точку картины на схеме работы Д.Г. Левицкого «Портрет Демидова» (рис. 291). Русский аристократ и меценат изображен на открытой террасе своего дома. Половицы на полу — горизонтальные параллельные линии, перпендикулярные картинной плоскости, т. е. глубинные. Продолжение их позволяет определить главную точку картины, а значит и положение линии горизонта. Она находится на уровне глаз портретируемого человека, из этого следует, что художник писал портрет стоя. Все построения показаны на уменьшенной схеме. Продолжение сторон стула позволяет определить точки схода F_1 и F_2 и полуокружность, на которой лежит совмещенная точка зрения S_k .

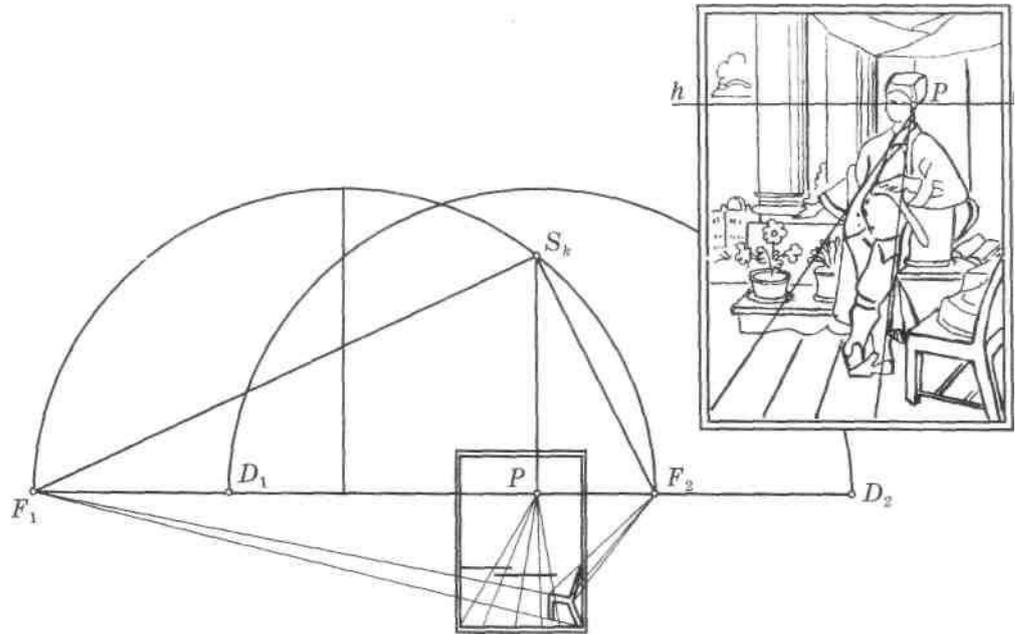


Рис. 291 Положение главной точки картины можно определить и по предметам с прямыми углами. Если одна сторона прямого угла параллельна основанию картины, то предельной точкой его второй стороны будет главная точка картины. Если фигура на картине является квадратом, то ее диагональ в пересечении с линией горизонта определит положение дистанционной точки, как показано на схеме с картины Яна Ван Эйка «Мадонна канцлера Ролена» (рис. 292).

Аналогично определяют основные элементы картины, если квадрат расположен вертикально и перпендикулярно к картинной плоскости — две стороны квадрата вертикальны и параллельны боковым сторонам картины как показано на схеме с картины испанского художника Диего Велас-киса «Менины» (рис. 293). На уменьшенной схеме видно, что горизонтальные стороны квадрата определяют главную точку картины P , через которую проходит линия горизонта.

Положение дистанционной точки можно определить двумя способами:

1. С помощью масштаба глубин. Отложим от точки A на горизонтальной прямой AB , сторону квадрата. Пересечение прямой Bfi с линией горизонта определит дистанционную точку D_2 .
2. С помощью диагонали квадрата. Через вершину BC квадрата проведем диагональ. Точка пересечения ее с линией главного вертикала определит совмещенную точку зрения S_k и дистанционное расстояние $PD_1 - PD_2$.

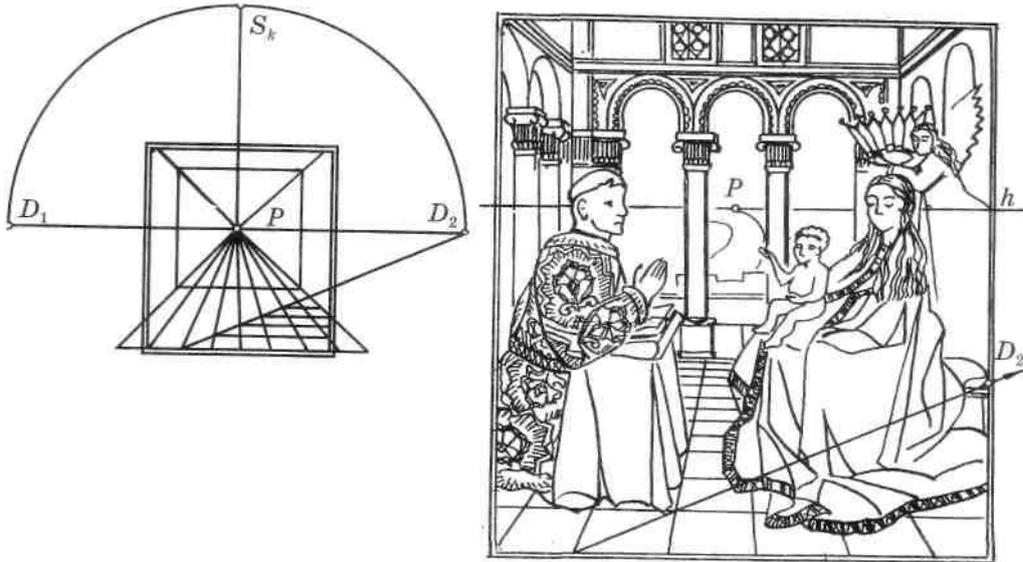


Рис. 292

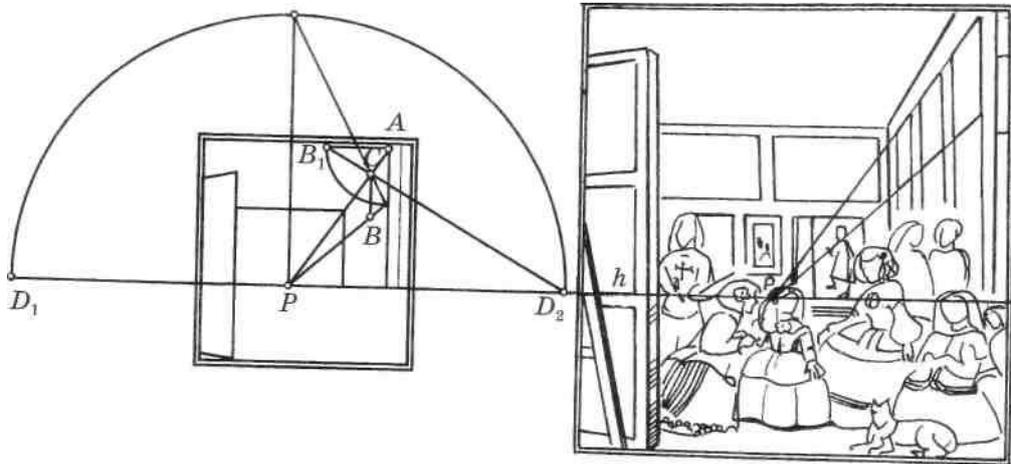


Рис. 293

Воспользуемся приемом, который предлагал А.П. Барышников для определения величины угла зрения при перспективном анализе картин (рис. 294). На картине проведем диагональ и найдем ее середину, которая одновременно является центром окружности, описанной вокруг этой кар-

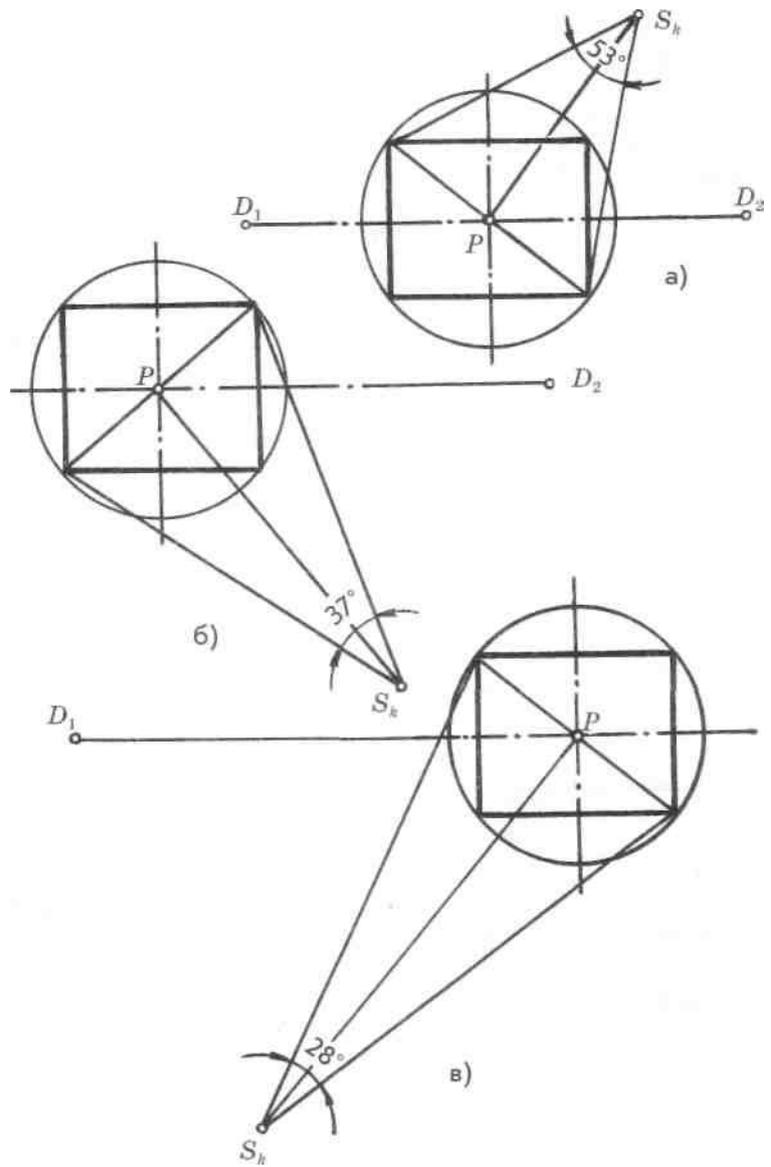


Рис. 294

тины. Из середины диагонали построим перпендикуляр, равный по величине дистанционному расстоянию, определим новое положение совмещенной точки зрения S_k . Прямые, соединяющие концы диагонали с точкой S_k , образуют при ней угол ясного зрения.

На рис. 294,а диаметр поля ясного зрения равен диагонали картины. Это возможно только тогда, когда линия горизонта проходит по середине картины, а главная точка совпадает с ее геометрическим центром, что встречается редко. Если дистанционное расстояние равно диагонали, то угол зрения равен 53° . Если дистанционное расстояние в полтора раза больше диагонали, то угол равен 37° (рис. 294,б). При длине срединного перпендикуляра, равной двум диагоналям картины, угол зрения составит 28° (рис. 294,в).

На схеме с картины Б.М. Кустодиева «Торговка овощами» (рис. 295) на переднем плане изображены под произвольным углом к зрителю ящики с помидорами и картофелем. Итак, на картинной плоскости имеются два прямых угла с различным направлением сторон. Этого достаточно для нахождения основных элементов картины. Определим точки схода сторон каждого прямого угла F_1, F_2 и F_3, F_4 и линию горизонта. При каждой паре точек схода проведем полуокружности. Точка пересечения полуокружностей — совмещенная точка зрения S_k , а перпендикуляр, опущенный на линию го-

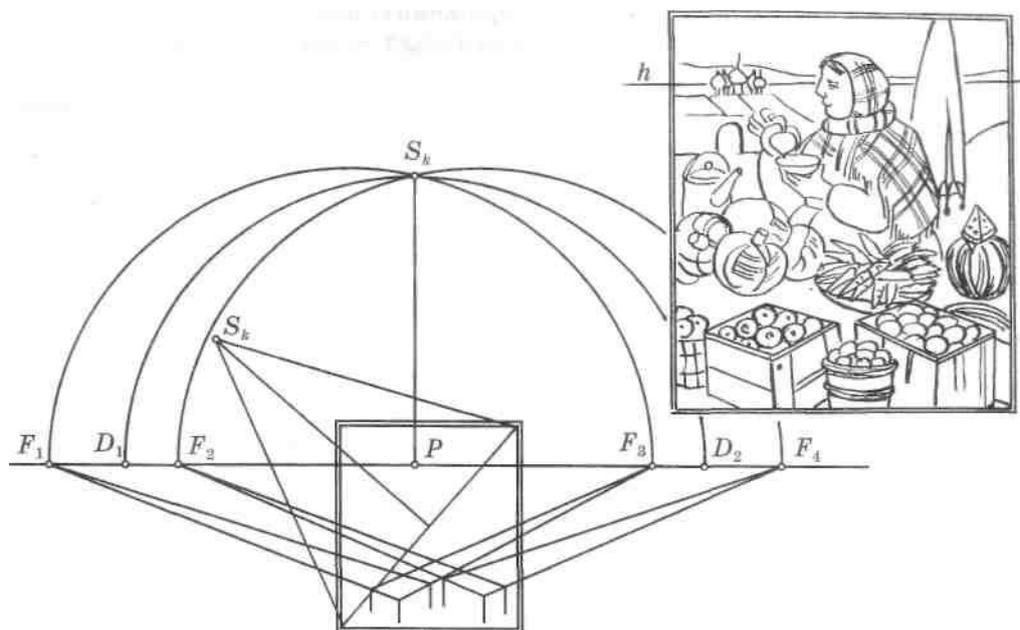


Рис. 295

горизонта определит главную точку картины P . Зная положение дистанционных точек Z_1 и D_2 , найдем угол ясного зрения. Расстояние PS_k больше диагонали картины, значит угол составит 50° .

Если задан интерьер комнаты с фронтальной стеной, то легко определить по направлению плинтусов и карнизов главную точку картины и линию горизонта. Если в такой комнате имеется полуоткрытая дверь или окно, то совмещенную точку зрения, а затем и дистанционное расстояние определим с помощью масштабной точки, как это показано на схеме с картины неизвестного русского художника «Биллиардная в Пущине, имении Стрекаловых» (рис. 296). Верхний и нижний края двери продолжим до пересечения с линией горизонта и получим точку схода F_x . Так как в натуре ширина двери и ее проема равны, то проведя линию переноса через угол полотна двери A и соответствующий угол A_1 в проеме, получим на линии горизонта масштабную точку M_x для произвольно направленной прямой, имеющую точку схода F_x . Масштабная точка определяется равенством расстояний $F_1S_k = F_1M_x$. Поэтому проведя дугу радиусом F_1M_x до пересечения с перпендикуляром, проведенным через точку P к линии горизонта, получим совмещенную точку зрения S_k . Отложив отрезок $PS_k = PD$, найдем дистанционные точки D_1 и D_2 . Угол ясного зрения превысит 60° , что бесспорно отрицательно влияет на зрительное восприятие картины.

Восстановление основных элементов картины и определение размеров предметов по их перспективному изображению называют *реконструкцией*. Однако во многих случаях перспективный анализ картин можно сде-

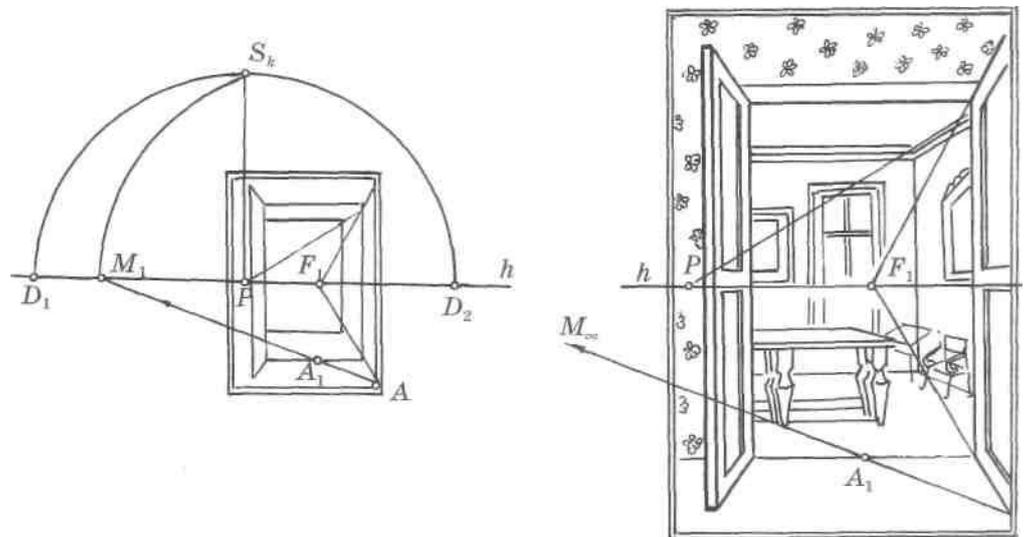


Рис. 296

лать приблизительно. Следует учесть, что иногда художник прибегает к умышленному нарушению законов перспективных построений и применяет несколько линий горизонта и главных точек.

При восстановлении элементов картины нужно уметь определять ее масштаб и натуральные размеры изображаемых предметов. Это можно сделать разными способами. Если требуется найти натуральную величину отдельного предмета безотносительно к другим, то проще это делать через перспективные масштабы, как показано на схеме с картины Жака Луи Давида «Клятва Горациев» (рис. 297). Натуральную величину аркады в масштабе картины найдем, используя перспективный масштаб.

Если сюжет картины связан с интерьером, в котором находятся фигура человека и предметы обстановки, то по их размерам можно определить высоту линии горизонта и натуральную единицу масштаба картины. Рост взрослого человека составляет 1,6—1,8 м. Эти данные дают возможность определить масштаб картины и размеры отдельных предметов. В картине Ж.Л. Давида линия горизонта совпадает с уровнем глаз стоящего человека, значит высота ее примерно 1,70 м, а величина арки — 2,50 м.

На схеме картины Алексея Гавриловича Венецианова «Утро помещицы» основные элементы найдены по-другому (рис. 298). Картина, написан-

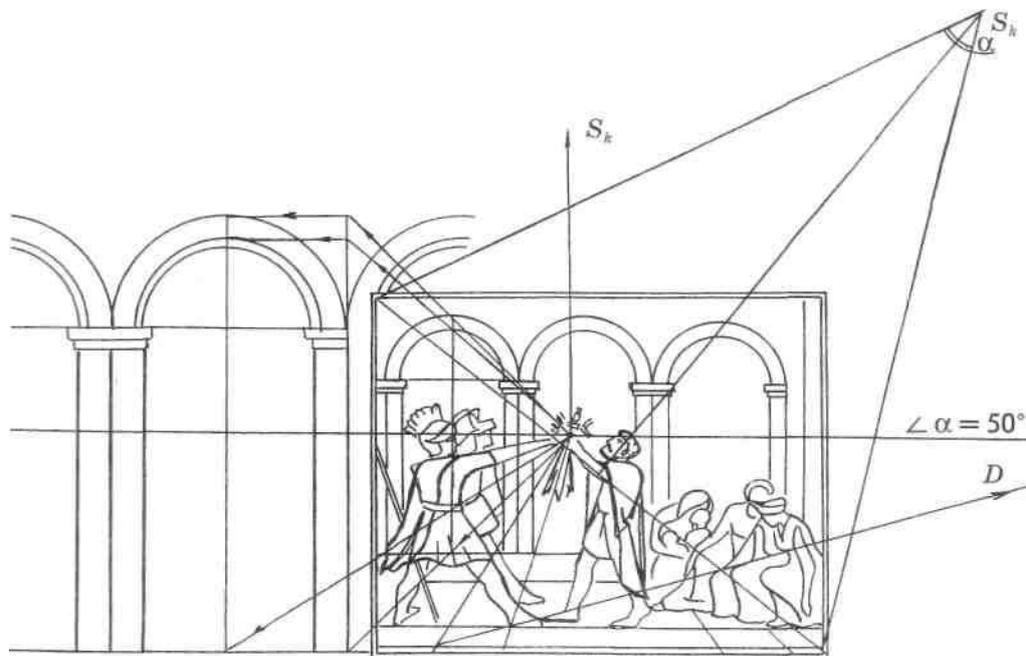


Рис. 297

ющих лиц, все остальные предметы погружены в прозрачную тень. Главная точка картины фактически совпадает с источником света (окно сверху прикрыто портьерой). Эта работа наилучшим образом демонстрирует достижения, которые были сделаны мастером в области нового понимания интерьера для реальной передачи сцен повседневной жизни.

Картина П.А. Федотова «Завтрак аристократа» выполнена также в бытовом жанре (рис. 299). Художник дает повествовательное раскрытие события, с едкой иронией представляет на первом плане главного персонажа, который пытается прикрыть кусок черного хлеба. Для выявления го-

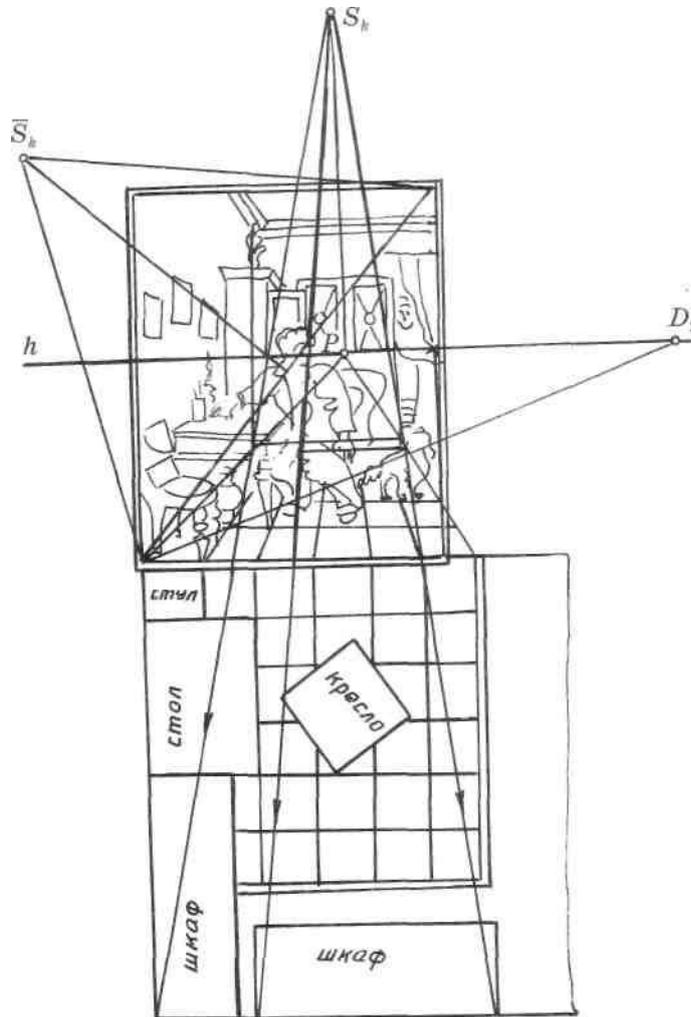


Рис. 299

ловы центральной фигуры используются линии стола, уходящие в глубину и позволяющие определить главную точку картины и линию горизонта. Диагональ квадрата на ковре позволяет сразу определить дистанционное расстояние, и совмещенную точку зрения.

Проще всего произвести реконструкцию стула, так как он максимально приближен к основанию картины и имеет вполне определенные размеры — величина от пола до сиденья составляет 0,45 м, у стола — высота 0,75 м. Определим высоту линии горизонта — 1,20 м и высоту комнаты — 3,75 м.

Точка зрения удалена на расстояние меньше диагонали картины, значит художник писал картину, как бы наблюдая сцену через окно, откуда падает свет на фигуру. Близкая к картине точка зрения вызвала подчеркнутые перспективные явления — крутой сход глубинных прямых в главную точку картины. Создается впечатление, что пол поднимается к дальней стене комнаты. Однако при общем восприятии картины эти искажения не очень заметны.

Поскольку задана фронтальная перспектива интерьера для определения взаимного положения предметов обстановки, воспользуемся методом гомологии, изложенным ранее. Из совмещенной точки зрения S_k проведем лучи зрения через дальние углы комнаты, и получим ее план. Ковер, в основе рисунка которого лежат квадраты, позволяет достаточно точно определить местоположение кресла и шкафов.

Приведенные примеры далеко не исчерпывают все возможные случаи использования художниками перспективных построений для решения композиционных задач, однако они дают общее представление о закономерностях передачи трехмерных изображений на плоскости листа.

Вопросы и упражнения для самоконтроля

1. Приведите примеры картин художников, где изображены отражения в воде или зеркалах.
2. На каких законах оптики основано построение отражений в перспективе?
3. В чем заключается сущность построения отражений предмета в плоском зеркале?

Глава IX

ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ КАК НАУКИ

В глубокой древности, на самых ранних этапах развития человеческого общества, человек изображал на двумерных поверхностях (стены пещеры, плоские кости и дерево) животных и различные предметы, которые окружали его. Рисунки имели магическое, информационное и декоративное значения.

Древнеегипетское искусство во многом близко детскому рисунку, поэтому его иногда называют наивным. Человек еще не умел передать пространство на плоскости, он стремился «распластать» объемные тела.

Возможность сделать следующий шаг в совершенствовании методов изображения пространственных фигур дала Античность. Поскольку греческая живопись не сохранилась, мы можем судить о ней только по древним литературным источникам.

Высокое развитие скульптуры свидетельствует, что стремление древнегреческих художников к правдивому изображению сильного, энергичного, отличающегося душевным равновесием человека требовало применения теоретических знаний изображения реальной формы, которые должны были отвечать законам зрительного восприятия. Во многом этому способствовало высокое развитие аксонометрии и математики в целом. Древнегреческий ученый Эсхил (около 525 — 456 гг. до н. э.) внес значительный для того времени вклад в развитие наблюдательной перспективы. Большое внимание построениям изображений на плоскости уделено в трактате «О геометрии» крупнейшего ученого, естествоиспытателя и мыслителя Древней Греции Демокрита (около 460—370 гг. до н. э.).

Способы построения перспективных изображений изложил в трактате «Десять книг об архитектуре» древнегреческий ученый и архитектор Витрувий (конец I в. до н. э.), где без теоретических обоснований сформулировал правила построения перспективных изображений и составления архи-

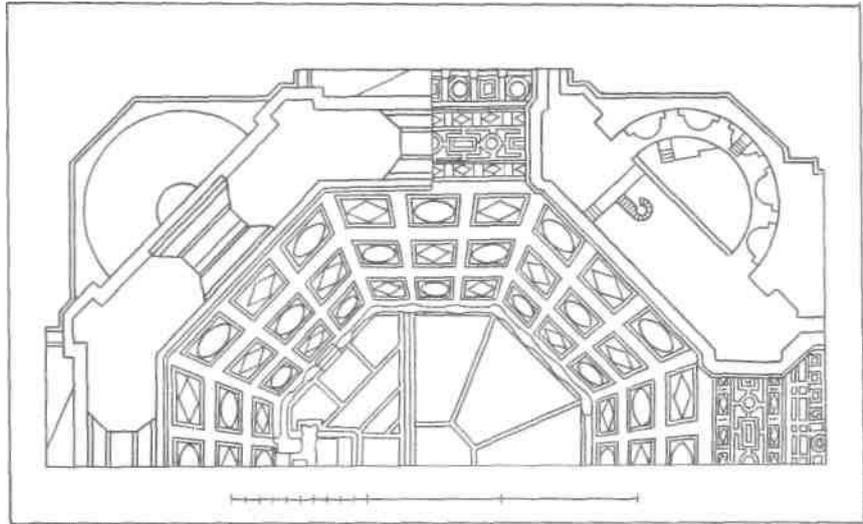


Рис. 300. План купола с перспективной передачей конструкции, выполненный Филиппо Брунеллески

тектурно-строительных чертежей планов и фасадов зданий. Эти трактаты использовали римские художники. В помпейских росписях появилась ось схода — «рыбья кость» — своеобразная предшественница точки схода в ренессансной системе перспективы.

В течение длительного времени (около тысячи лет) наука о построении графических изображений не получила дальнейшего развития. Для Средневековья характерно стремление к отвлеченному, мистическому, неземному искусству. Материально-чувственные изображения людей в произведениях греческих мастеров, воспевавших красоту тела, считались неприемлемыми. В иконописи широко использовалась обратная перспектива, когда дальние объекты изображались более крупными, чем ближние.

Эпоха Возрождения впервые создала математически строгое учение о способах передачи пространства, назвав его линейной перспективой. Считают, что перспектива как наука возникла в Италии в XV в. Открытие закономерностей в перспективе стало большим событием в области изобразительного искусства. Наука о перспективе внесла в произведения художников логический порядок и композиционную целостность.

Основоположником перспективы как науки считают итальянского теоретика искусства, архитектора и художника эпохи Возрождения Филиппо Брунеллески (1377—1446), который впервые стал применять правила перспективы в изображении архитектурных сооружений (рис. 300).

Итальянский ученый Леон Баттиста Альберти (1404—1472) — теоретик искусства Раннего Возрождения, одаренный математик, физик, замечательный зодчий, скульптор, философ, поэт и музыкант — обобщил опыт мастеров античного и современного ему изобразительного искусства. Теоретические положения о перспективе на математической основе изложены в его трудах « О живописи » и « О зодчестве ». В трактате « Десять книг о зодчестве » он сформулировал на научной основе теорию рисунка и перспективы, обосновал теорию пропорций по принципу греческой антропометрии¹.

Альберти предлагал строить процесс обучения на рисовании с натуры, где можно наблюдать изменения в размерах и измерять их. Для построения перспективных изображений он использовал способ перспективной сетки. Альберти применил масштабные точки, в которые сходятся диагонали квадратов. Правда, он не дал этому свойству теоретических обоснований, так как считал данные построения естественными и понятными с первого взгляда. Альберти также рассмотрел теорию нанесения теней на изображениях и обосновал необходимость покрытия освещенных поверхностей разными тонами красок, т.е. ввел впервые понятие светотени.

Теоретическое наследие Пьеро делла Франческа (около 1420—1492) отражает достижения флорентийской школы живописи. Он дал определение перспективы как проекции предмета, полученное в результате пересечения конуса видимости с картинной плоскостью в своих трактатах « О правильных телах » и « О живописной перспективе ». В своем искусстве он соединил совершенную перспективу и строгую пропорциональность форм с тонкой гармонией красок. Художники того времени считали его отцом линейной перспективы. Сохранились подготовительные рисунки к некоторым его работам, на которых видны линии построения и сильное сокращение боковой стены дома.

Леонардо да Винчи (1452—1519) соединил в себе черты экспериментатора и взыскательного теоретика, требующего самых обоснованных методов доказательств. Свои теоретические положения, в том числе правила перспективы, он изложил в трактате «О живописи». Леонардо да Винчи считал, что перспектива относится к «механическим наукам», которыми не должен пренебрегать ни один талантливый живописец. Он подчеркивал большое значение перспективы как науки в развитии живописи и указывал, что практика всегда должна быть построена на хорошей теории, для которой перспектива является руководителем и без нее ничто не может быть сделано хорошо в живописи.

Леонардо да Винчи делит перспективу на три основные части:

1. Линейная перспектива, изучает и излагает законы построения фигур по мере их удаления от наблюдателя.
2. Воздушная и цветовая перспектива, трактует об изменении цвета предметов в зависимости от расстояния от них до наблюдателя и о влиянии слоя воздуха на насыщенность и локальность цвета.

¹ Антропометрия (*греч.*) — наука о методах измерения человеческого тела.

3. Перспектива четкости очертания формы предметов анализирует изменение степени отчетливости границ фигур и контраста света и тени по мере удаления их в глубину пространства, изображаемого на картине.

Из трех разделов перспективы два последних не получили дальнейшего теоретического развития. Из-за сложности исследования цветовая и воздушная перспективы не имели аргументированных законов, поэтому художники используют их на практике на основе личного восприятия и опыта.

В художественном и научном наследии великого мастера сохранилось много рисунков и набросков, где изображения выполнены с использованием перспективных сокращений. Леонардо да Винчи предлагал строить улицы на разных уровнях с целью беспрепятственного движения на перекрестках.

Выдающийся немецкий ученый, математик, гравёр и художник, Альбрехт Дюрер (1471—1528) в своем сочинении «Руководство для измерения циркулем и правилом», изданном в 1523 г., описал графический способ построения перспективы предметов с использованием ортогональных проекций, получивший в литературе название «способ Дюрера». Дюрер изобрел приспособление для измерения пропорций фигуры человека. На одной из гравюр А. Дюрера изображен художник, рисующий музыкальный инструмент — лютню (рис. 301). Он смотрит на лютню одним глазом, сквозь очко и через раму с сеткой из квадратных ячеек. Рама с сеткой удалена от очка настолько, чтобы и раму, и лютню можно было увидеть целиком, не поворачивая головы, т. е. не перемещая точки зрения. На столе перед художником лежит лист бумаги с такой же сеткой из квадратов, на который мастер и переносит образ, увиденный через очко.

Хорошо зная математику, Дюрер предлагал фигуру человека вписывать в простейшую геометрическую форму, которую легко проверить законами перспективы, а затем детализировать мелкие части. Рисовальщик вначале

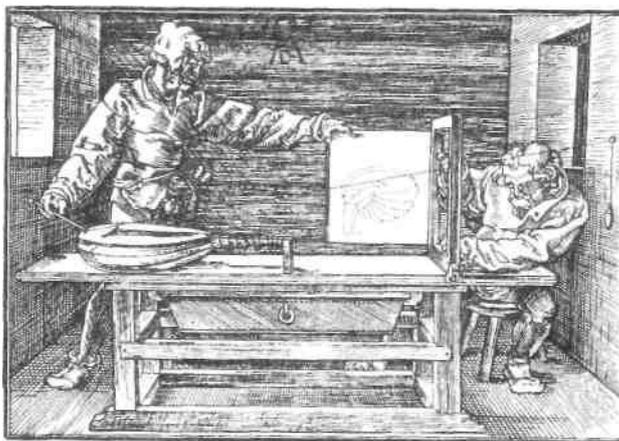


Рис. 301. Гравюра Альбрехта Дюрера

должен видеть большую форму, а затем подобно скульптору рубить ее с выявлением объемно-конструктивного строения. Большую ценность для рисования представляет учение Дюрера о фигурах и возникший на его основе так называемый «метод обобщения формы».

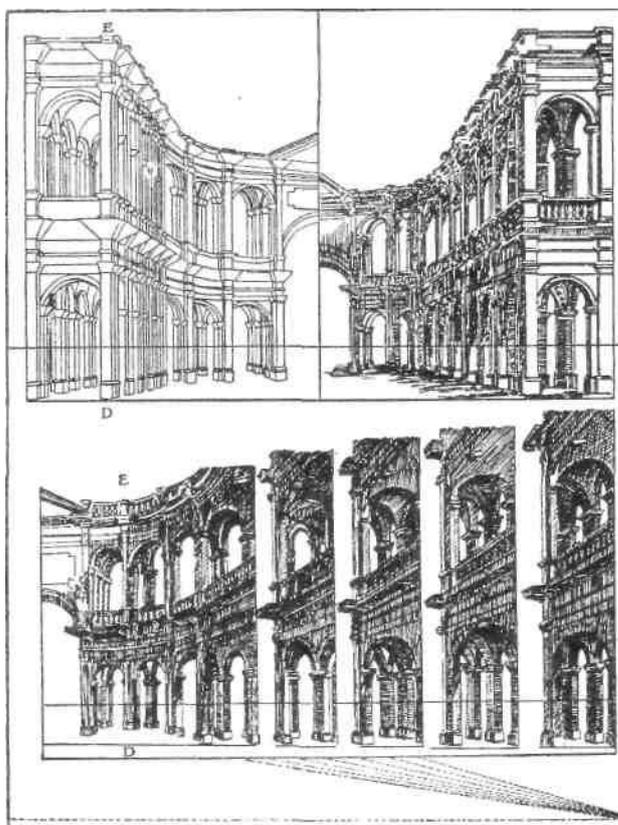
Геометрическая точность построения никогда не была самоцелью для художников-реалистов. Для них перспектива была лишь одним из средств художественной выразительности. Законы перспективы не сковывали их творческую инициативу, а позволяли при осмоттельном использовании их находить более сложные закономерности.

Анализ картин выдающихся художников Возрождения показывает, что отступление от сложившихся упрощенных геометрических принципов было не отрицанием математической логики, а было интуитивной корректировкой в сторону визуальной правильности передачи пространства. Наличие нескольких линий горизонта или точек схода для линий, идущих в глубину — эти отступления можно видеть в картинах Веронезе, Рафаэля, Леонардо да Винчи.

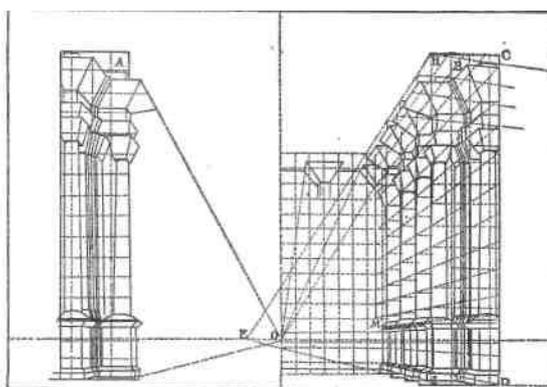
Итальянский ученый, архитектор и художник Андреа дель Поццо (1642—1709), описал теорию перспективы в работе «Перспектива архитекторов и живописцев, в которой излагается легчайший и быстрейший способ перспективного изображения всего, что относится к архитектуре» (Рим, 1693 г.). Название книги вполне оправдано, в ней приведены многочисленные и оригинальные примеры построения перспективных изображений по ортогональным чертежам (рис. 302, а, б). В этом же труде были даны, довольно полные для того времени, сведения о различных видах перспективы: линейной, рельефной и плафонной.

К концу XVIII в. была решена задача передачи переднего, среднего и дальнего планов (до горизонта, если это было необходимо), что чрезвычайно расширило возможности художников.

Однако перспективные изображения, несмотря на их наглядность, не дают полного представления о форме и размерах изображаемого предмета, они не могут быть использованы как проекты для осуществления каких-либо сооружений. Начало XIX в. ознаменовалось новыми открытиями в науке о методах изображения. Знаменитый французский ученый, геометр и инженер, общественный деятель эпохи Великой Французской революции Гаспар Монж (1746—1818) опубликовал в 1795 г. свою книгу «Начертательная геометрия», которая явилась первым систематизированным изложением метода изображения пространственных фигур на плоскости. В этой книге впервые были сделаны попытки построить тени на ортогональном чертеже — эюре и в перспективе. В ней изложены рекомендации, как выполнить тушевку предмета в соответствии с законами воздушной перспективы. Работы Гаспара Монжа явились своеобразным логическим завершением всего, что было сделано раньше, и началом нового этапа в развитии науки о построении графических изображений — начертательной геометрии.



a)



б)

Рис. 302. Рисунки из книги Андреа дель Поццо «Перспектива архитекторов и живописцев, в которой излагается легчайший и быстрейший способ перспективного изображения всего, что относится к архитектуре»

Первые сведения о перспективных изображениях в России относятся к концу XV в. и связаны со строительством соборов Московского Кремля. Итальянские архитекторы привезли в Россию перспективы храмов и соборов, однако на изобразительное искусство той эпохи они не повлияли в связи с сильными национальными художественными традициями. Долгое время перспективу использовали только для изображения архитектурных и технических сооружений.

Русские художники XVI—XVII вв. уже достаточно хорошо овладели теорией перспективы и применяли ее в своих картинах с большим мастерством. Это подготовило следующий этап в развитии теории и практики перспективы, который внесли русские художники-педагоги XVIII—XIX вв.

В 1822 г. Василий Козьмич Шебуев (1777—1855), воспитавший целую плеяду замечательных художников, написал трактат из четырех частей «Полный курс правил рисования и анатомии для воспитанников Академии художеств». Этот труд, в двух частях которого отводилось место перспективе, представлял собой строгую систему правил рисования фигуры человека и его частей тела, и содержал 150 учебно-методических рисунков-иллюстраций и методические советы по рисованию с натуры и применению знаний законов перспективы и пластической анатомии в академическом рисунке.

Значительный вклад в систему художественного образования внесли русские художники-педагоги XIX в. Алексей Гаврилович Венецианов (1780—1847) посвятил 20 лет жизни напряженным поискам закономерностей видения натуры на основе законов перспективы. Картины А.Г. Венецианова — лучшие иллюстрации к его теоретическим высказываниям. Большое значение имело учебно-методическое пособие А.П. Сапожникова «Полный курс рисования», изданного в 1834 году, который неоднократно переиздавался и изучался многими поколениями художников. Замечательный русский художник и педагог Николай Николаевич Ге (1831—1894) рекомендовал своим ученикам сделать перспективу всегдашним спутником своей работы, учить, овладевать и вносить в каждое произведение. Каждая картина П. А. Федотова, Н.Н. Ге, А.Г. Венецианова и других художников может рассматриваться как учебное пособие к курсу перспективы, по которому можно изучать применение перспективных построений для реализации композиционного замысла.

Выдающийся художник-педагог Павел Петрович Чистяков (1832—1919) считал, что форма предмета в пространстве не может быть нарисована с помощью «талантливого глаза», она требует строгой точной проверки, основанной на самых точных правилах, т. е. перспективе. Большим событием во второй половине XIX в. в России было введение в общеобразовательной школе учебных предметов по рисованию и черчению. В разработке программ по этим дисциплинам принимал участие и П.П. Чистяков. Система Чистякова получила широкое признание, у него учились почти все крупные художники-реалисты той эпохи, составившие славу русской школы.

В различных сферах человеческой деятельности к изображению объектов предъявляются неодинаковые требования. В изобразительном искусстве усилия художников направлены на изображение с наибольшей степенью наглядности. В технике важны расчетные характеристики, наглядности не придается столь серьезного значения. Для технических целей необходимы изображения, которые дают наиболее полную информацию о размерах объекта. Поэтому не случайно на протяжении всего XIX в. наблюдается параллельное развитие и изучение методов отображения окружающего мира в разных сферах деятельности. Метод ортогонального проецирования изучается в начертательной геометрии, которая становится самостоятельной наукой и вводится как обязательный предмет в высших технических учебных заведениях. Раздел перспективы изучается как специальный предмет в художественных учебных заведениях.

Первым русским профессором по начертательной геометрии, ее основоположником и основателем этой науки в России был Яков Александрович Севастьянов (1796—1849). Изданной им в 1821 г. учебник «Основания начертательной геометрии» стал первым учебником русского автора на русском языке и явился основным в течение 20 лет почти во всех высших учебных заведениях. Я.А. Севастьянов впервые ввел русскую терминологию, дал практическое приложение начертательной геометрии к техническому черчению, рисованию, перспективе и картографии. А.Я. Севастьянов написал ряд работ, среди которых наиболее известные: «Приложение начертательной геометрии к рисованию. Теория теней. Линейная перспектива. Оптические изображения», «Приложение начертательной геометрии к воздушной перспективе, к проекции карт и к гномонике».

Рубеж XIX—XX вв. ознаменовался новым подъемом в изобразительном искусстве. Появление картин, выполненных по законам «перцептивной» перспективы, с учетом кривизны прямых линий в среднем пространстве, свидетельствует о значительном продвижении человеческой мысли в процессе познания себя и окружающего мира. Творчество французского художника П. Сезана (1839—1906) и русского художника К.С. Петрова-Водкина (1878—1939) — лучшее тому подтверждение.

Крупнейшим теоретиком перспективы XX в. стал Борис Викторович Раушенбах (1915—2001), выдающийся ученый-математик, один из создателей отечественной ракетно-космической техники, философ, мыслитель, автор работ, посвященных богословским и искусствоведческим проблемам, где исследует вопросы зрительного восприятия человека, роли мозга и возможностей отражения трехмерного пространства на плоскости картины.

К началу XXI в. был накоплен огромный практический опыт, воплощенный многими поколениями художников в различных произведениях искусств; перспектива как наука определила свои закономерности, правила и исключения.