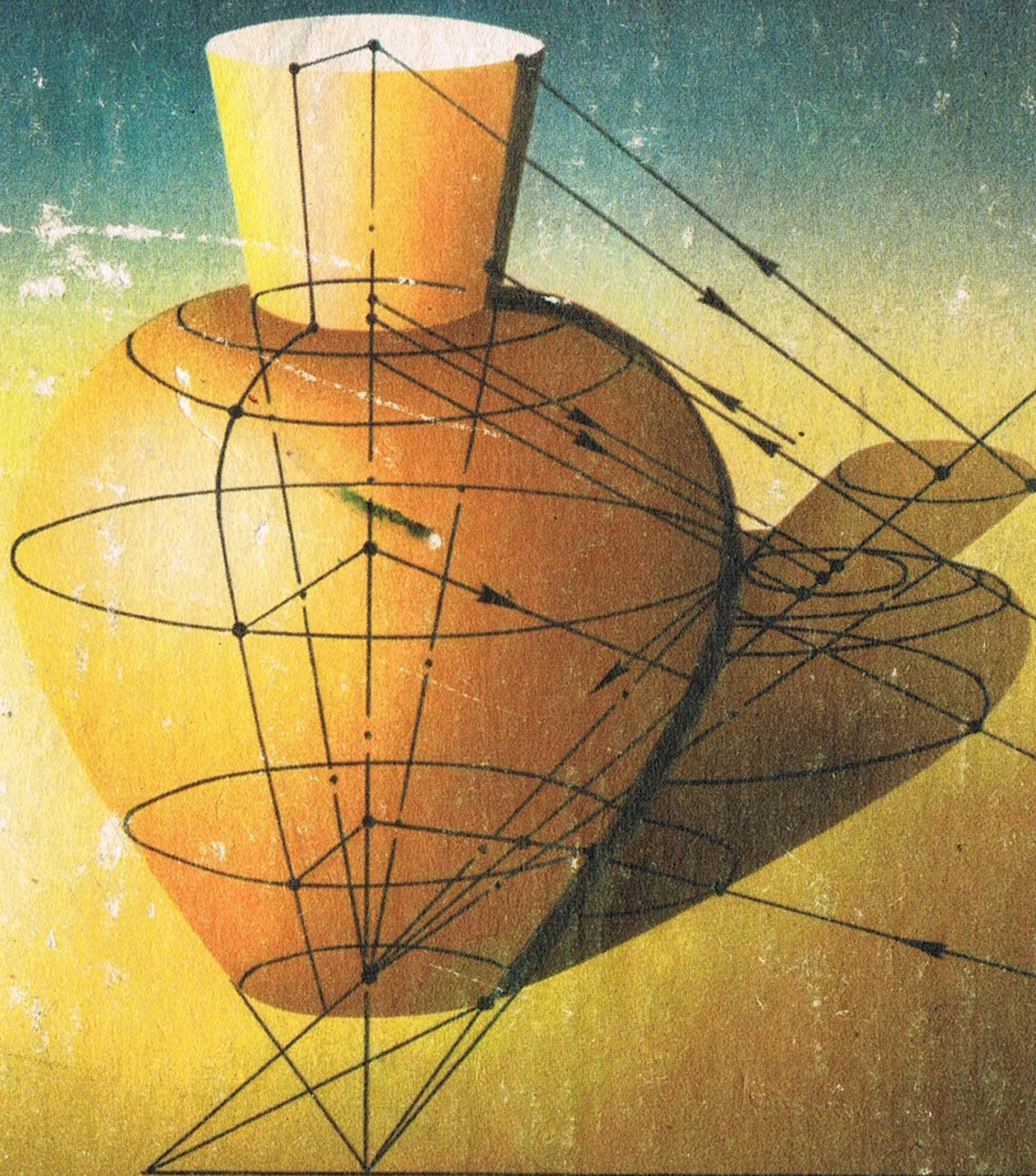


В. М. РАТНИЧИН

ПЕРСПЕКТИВА



В настоящее время перспектива как наука располагает весьма значительным арсеналом способов и приемов перспективного изображения. В данной книге изложены не все известные способы и приемы, а лишь те, которые отличаются простотой и применяются наиболее часто.

Автор будет весьма благодарен, если уважаемый читатель выскажет свои критические замечания и предложения, направленные на улучшение учебного пособия. Отзывы и пожелания направляйте по адресу: 252054, Киев-54, Гоголевская, 7, Головное издательство издательского объединения „Вища школа”, Редакция литературы по машиностроению и приборостроению.

ГЛАВА I. ВВЕДЕНИЕ В ТЕОРИЮ ПЕРСПЕКТИВЫ

§1. СУЩНОСТЬ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРОЕКЦИРОВАНИЯ

Чтобы построить проекцию точки, нужно провести через нее проецирующую прямую и определить точку ее пересечения с плоскостью проекций

Прямые, принадлежащие одной плоскости и проходящие через общую точку, называются пучком прямых

В основе перспективного изображения, близкого нашему зрительному восприятию, лежит метод центрального проецирования. Поэтому для более полного и глубокого понимания теории и практики перспективного изображения ознакомимся с его сущностью. Это тем более необходимо, что метод центрального проецирования соответствует принципу работы нашего зрительного аппарата, с помощью которого мы воспринимаем образы предметов окружающего мира.

Изображение точки. Пусть дана точка Z — центр проекций, плоскость Π — плоскость проекций и точки A_1, B_1, C_1, D_1 и E_1 . Нужно построить изображение этих точек на плоскости Π (рис. 1).

Для этого из точки Z через точку A_1 проведем луч, который будем называть *проецирующим лучом (проецирующей прямой)*, до пересечения с плоскостью Π в точке A . Точка A и есть изображение точки A_1 на плоскости Π , т. е. ее *проекция*. Таким же образом найдем и проекции других точек. Так, проекция точки B_1 совпадает с самой точкой ($B_1 = B$), поскольку точка B_1 лежит в плоскости Π . Точки C_1 и D_1 лежат на одном проецирующем луче, и потому их проекции совпадают. Проекция точки E_1 , находящейся дальше от плоскости, чем центр проекций, также будет определяться в пересечении проецирующей прямой E_1Z с плоскостью Π , т. е. в точке E . Лишь одна точка Z — центр проекций — не имеет определенного решения.

Следовательно, чтобы построить проекцию точки, нужно провести через нее проецирующую прямую и определить точку ее пересечения с плоскостью проекций.

Изображение прямой. Для изображения отрезка A_1E_1 прямой a_1 на плоскости Π (рис. 2) нужно из центра проекций Z через его точки провести проецирующие лучи до пересечения с плоскостью Π . Проекциями точек A_1, B_1, C_1, D_1 и E_1 соответственно будут точки $A, B, C_1 = C, D$ и E . Совокупность всех проецирующих лучей, проходящих через точки прямой, образует *проецирующую (лучевую) плоскость Q* . Она проходит через центр проекций Z . Прямые, принадлежащие одной плоскости и проходящие через общую точку, называются *пучком прямых*.

Проецирующая плоскость Q пересекает плоскость Π по прямой a , являющейся проекцией прямой a_1 на плоскость Π . Для изображения прямой достаточно найти проекции хотя бы двух несовпадающих точек. На рис. 2 видим, что прямая a_1 пересекает плоскость Π в точке $C_1 = C$, которая называется *следом прямой*. След прямой на плоскости Π определяется пересечением прямой a_1 с ее проекцией a .

Для построения изображения прямой нужно провести через нее проецирующую плоскость и определить линию ее пересечения с плоскостью проекций. Линия пересечения и есть изображение прямой на плоскости, т. е. ее проекция. След прямой находится в пересечении прямой с ее проекцией

Чтобы найти проекцию несобственной точки прямой на заданную плоскость, нужно из центра проекций провести прямую, параллельную заданной прямой, до пересечения с ее проекцией

Чтобы найти проекцию несобственной прямой пересечения двух параллельных друг другу плоскостей, достаточно найти проекции хотя бы двух принадлежащих ей несобственных точек

Итак, для построения изображения прямой нужно провести через нее проецирующую плоскость и определить линию ее пересечения с плоскостью проекций. Линия пересечения и есть изображение прямой на плоскости, т. е. ее проекция. След прямой находится в пересечении прямой с ее проекцией.

Несобственные элементы проективного пространства. Основываясь на представлениях евклидова пространства (элементарной геометрии), нельзя решить и объяснить некоторые задачи перспективных построений. Для их решения и объяснения евклидово пространство дополняют несобственными (бесконечно удаленными) элементами: точками, прямыми, плоскостью. Евклидово пространство, дополненное несобственными элементами, называется *проективным пространством*.

Несобственные точки. Пусть дан отрезок A_1B_1 прямой a_1 , пересекающий плоскость проекций Π в точке M , и проекция AB отрезка A_1B_1 , построенная из центра проекций Z (рис. 3). Проведем проецирующую прямую $ZE_{1\infty}$, параллельную прямой a_1 . В пересечении с AB получим точку E_{∞} . Найденная таким образом точка E_{∞} рассматривается как проекция бесконечно удаленной точки $E_{1\infty}$, принадлежащей и прямой a_1 . Действительно, если на продолжении прямой a_1 рассмотреть несколько точек, например C_1 и D_1 , удаляющихся от точки M , можно заметить, что их проекции C и D приближаются к точке E_{∞} и совпадут с ней, если их удалять в бесконечность. Таким образом, в пространстве каждая прямая, кроме собственных точек (A_1, M_1, B_1, C_1, D_1), имеет одну особую, бесконечно удаленную, или несобственную, точку $E_{1\infty}$, проекция E_{∞} которой обладает теми же свойствами, что и собственные.

Чтобы найти проекцию несобственной точки прямой на заданную плоскость, нужно из центра проекций провести прямую, параллельную заданной прямой, до пересечения с ее проекцией.

Очевидно, что и прямая $ZF_{1\infty}$, параллельная плоскости проекций, будет иметь проекцию F_{∞} несобственной точки $F_{1\infty}$, в которой она пересекается с плоскостью проекций. Но проекция несобственной точки уйдет в бесконечность и не может быть показана на рисунке.

Несобственные линии. Пусть даны две параллельные плоскости Q_1, Q_2 и лежащие в них параллельные прямые a_1 и a_2 (рис. 4). Поскольку две параллельные прямые a_1 и a_2 пересекаются в несобственной точке $F_{1\infty}$, то точка $F_{1\infty}$ принадлежит и обеим плоскостям. Подобных пар параллельных прямых можно провести множество. И каждая из них будет иметь несобственную точку, например $F_{2\infty}$ для прямых b_1 и b_2 . Совокупность этих несобственных точек и представляет собой несобственную прямую пересечения двух параллельных плоскостей. Очевидно, что эта несобственная прямая едина для всех плоскостей, проведенных параллельно заданным.

Две параллельные плоскости пересекаются по несобственной прямой. Чтобы найти проекцию несобственной прямой пересечения двух параллельных друг другу плоскостей, достаточно найти проекции хотя бы двух принадлежащих ей несобственных точек.

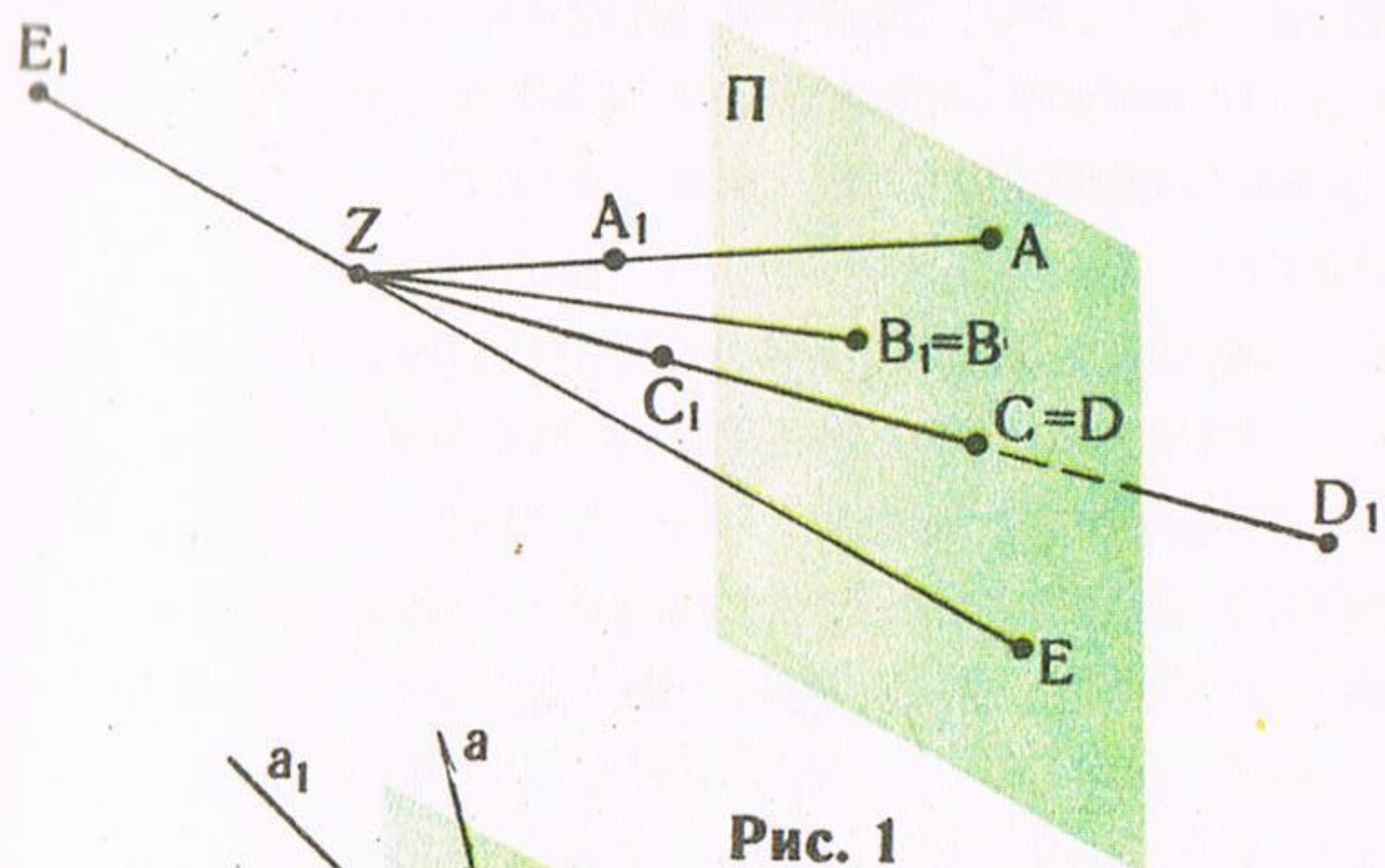


Рис. 1

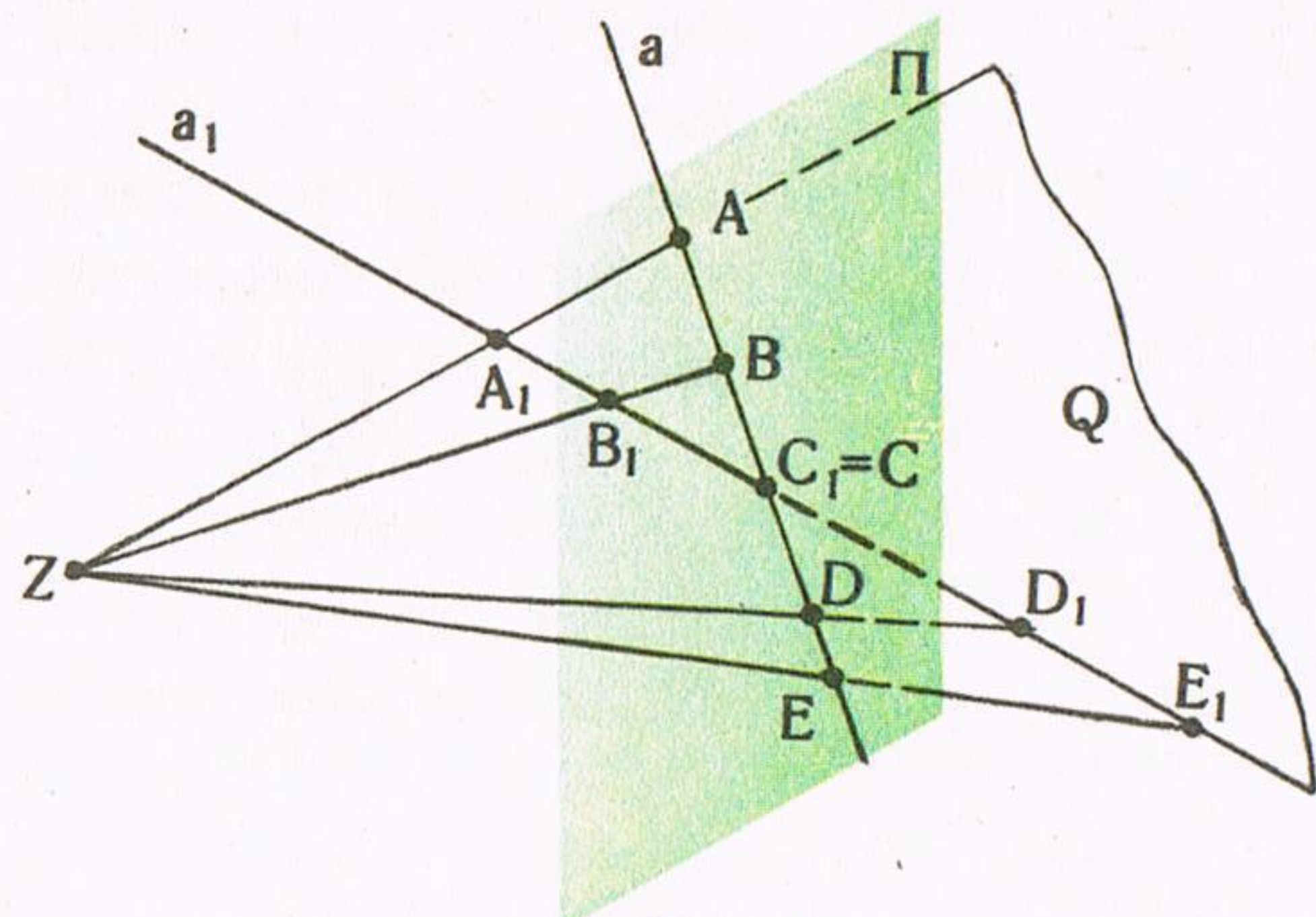


Рис. 2

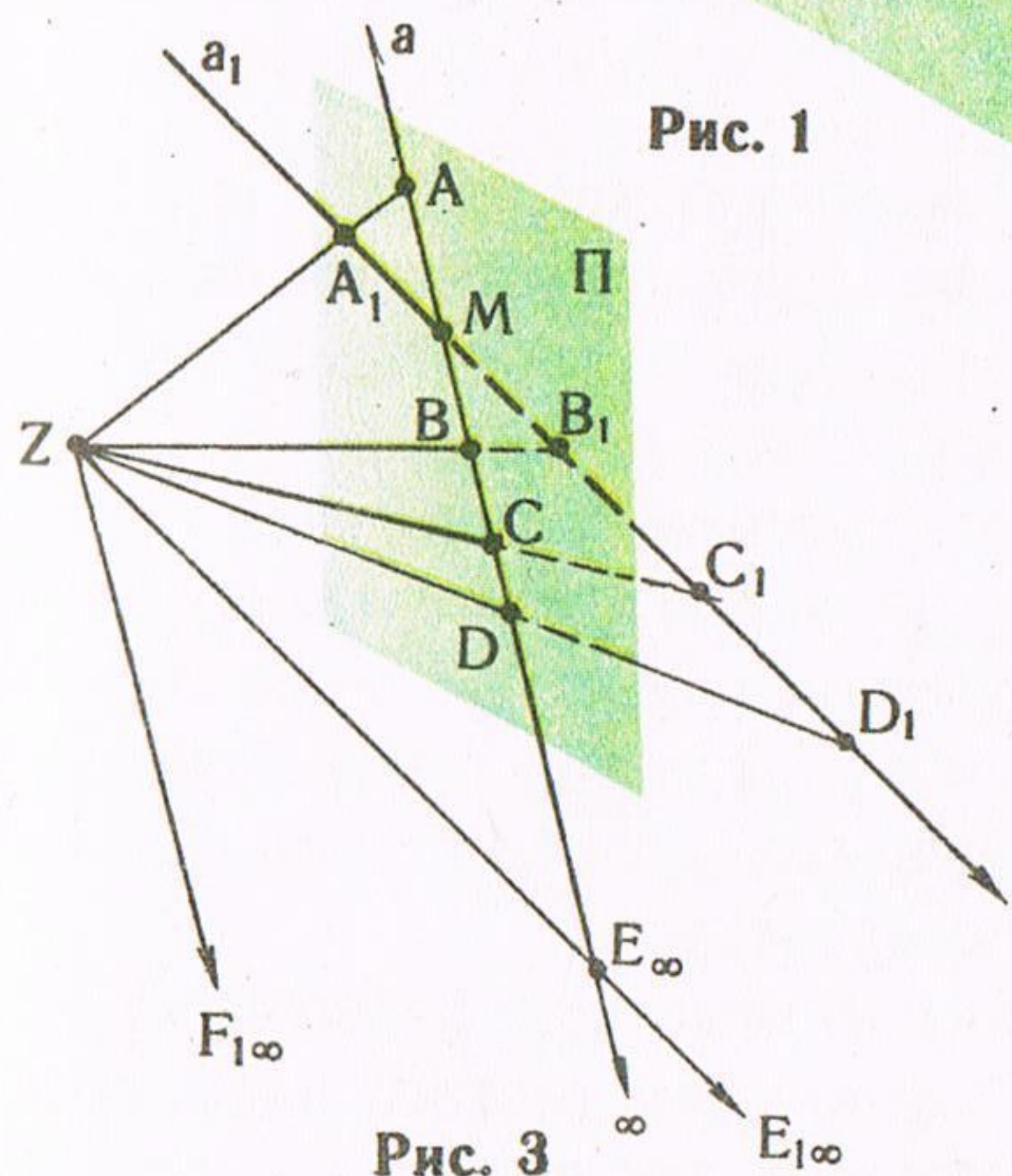


Рис. 3

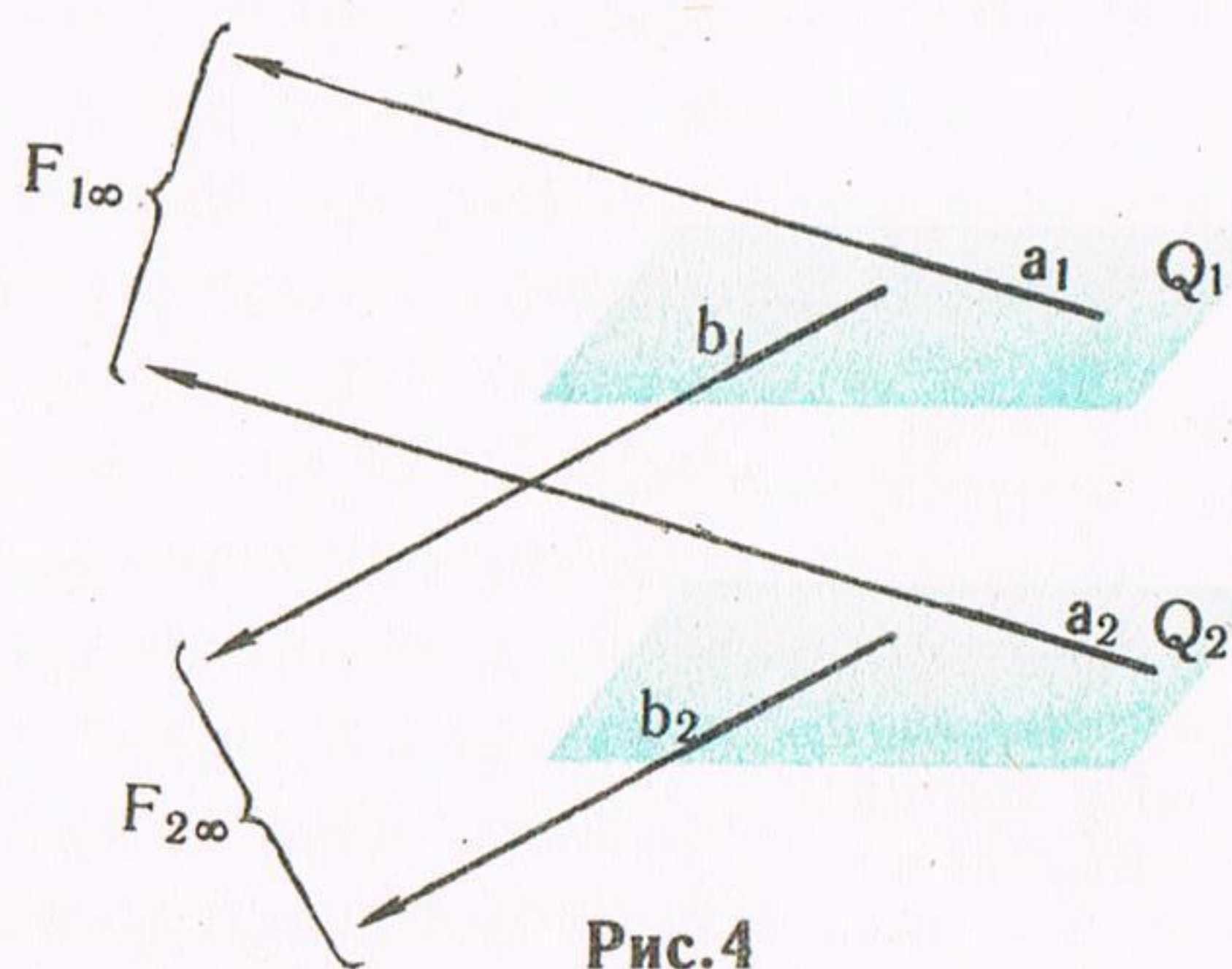


Рис. 4



Рис. 5

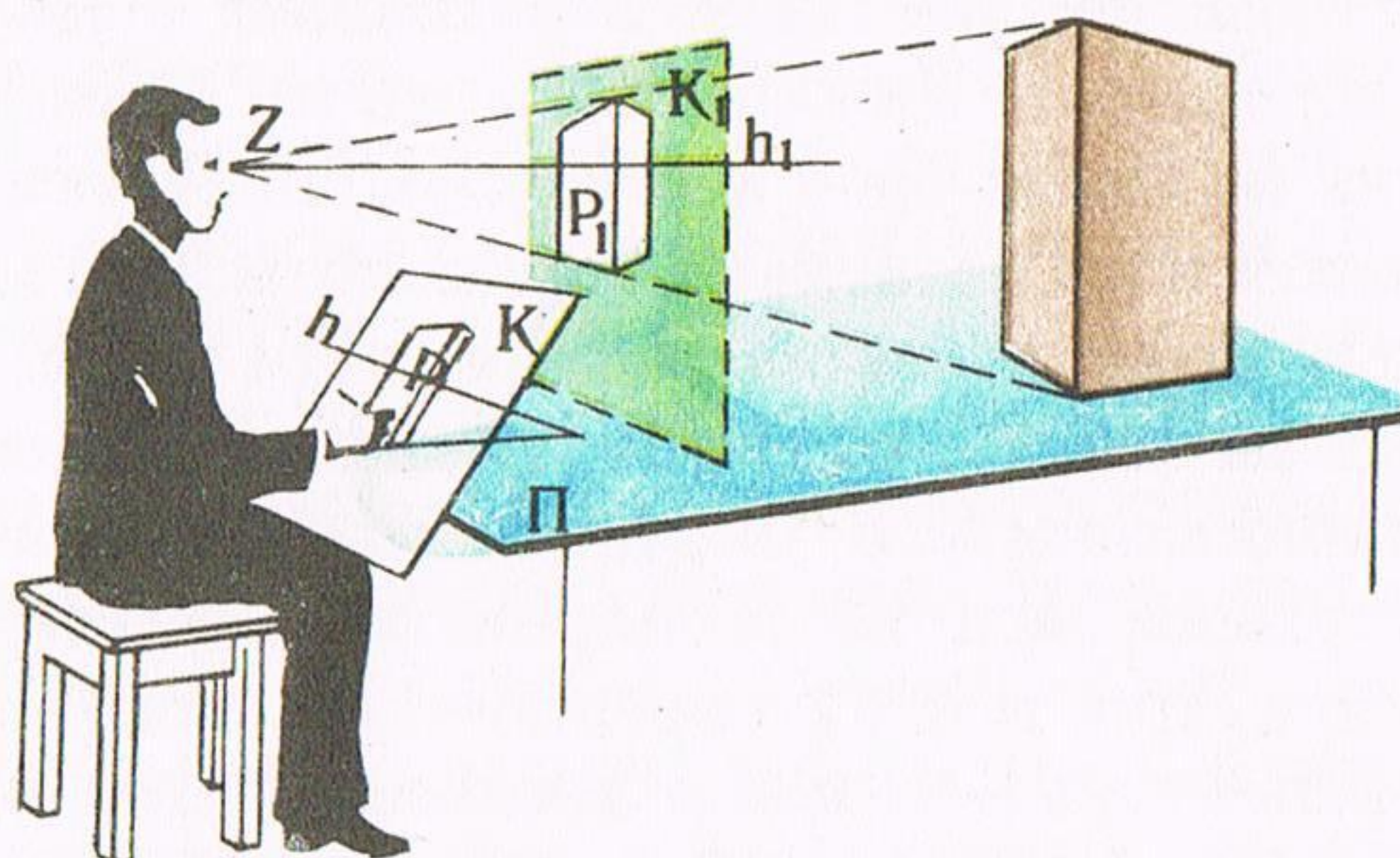


Рис. 6

§2. ПРЕДМЕТ ПЕРСПЕКТИВЫ

Задача перспективы как науки состоит в том, чтобы дать художнику такие методы и приемы, пользуясь которыми можно получать изображение, близкое нашему зрительному восприятию

Несобственная плоскость. Дополнение каждой прямой несобственной точкой, а каждой плоскости — несобственной прямой дает множество несобственных элементов пространства, которые в совокупности представляют собой несобственную плоскость.

Из тех знаний перспективы, которые были получены в средней школе, нетрудно заметить, что главная точка картины, точки схода и линии схода (см. далее) — по своей природе не что иное, как проекции несобственных элементов пространства. Поэтому ознакомление с ними поможет глубже понять смысл точек схода и линий схода, которые в перспективном изображении имеют очень важное значение.

Мы ознакомились с сущностью метода центрального проецирования (§ 1), пользуясь которым решают задачи по изображению предметов. При этом результат может быть самым непривычным для нашего зрительного восприятия. *Задача перспективы как науки состоит в том, чтобы дать художнику такие методы и приемы, пользуясь которыми можно получать изображение, близкое нашему зрительному восприятию.* Поэтому в перспективе метод центрального проецирования ограничен следующими предварительными условиями (объяснены далее):

- 1) изображаемые предметы должны находиться в поле ясного зрения и как правило в предметном пространстве;
- 2) плоскость проекций (картина) располагается перед центром проекций (точкой зрения) перпендикулярно к предметной плоскости;
- 3) удаление точки зрения от картины допускается в определенных пределах;
- 4) главный луч зрения перпендикулярен к картине.

Построение перспектив на наклонной картине в книге не рассматривается.

Сущность построения перспективного изображения иллюстрирует гравюра Альбрехта Дюрера (рис. 5). Рисующий с неподвижной точки зрения на прозрачном стекле обводит контуры видимых предметов. Термин „перспектива” (французское — perspective) происходит от латинского слова *perspicio* — „ясно вижу”. Метод рисования, требующий специального станка и прозрачной картины, сложен, и им сейчас не пользуются.

Процесс перспективного рисования с натуры (рис. 6) заключается в передаче на плоскости K того изображения, которое представляется на воображаемой вертикальной плоскости K_1 , находящейся между глазом и изображаемым предметом. При этом плоскость K_1 должна располагаться на таком расстоянии от глаза, чтобы размеры получающегося на ней изображения в точности совпадали с размерами рисунка на плоскости K . В отличие от прибора Дюрера здесь, т. е. на плоскости картины, надо не „копировать” изображение с воображаемой плоскости, а строить его по правилам перспективы.

Перспектива — наука о законах изображения предметов на плоскости или на любой другой поверхности в соответствии с теми кажущимися сокращениями размеров, очертаний формы и свето-теневых от-

Перспектива — наука о законах изображения предметов на плоскости или на любой другой поверхности в соответствии с теми кажущимися сокращениями размеров, очертаний формы и свето-теневых отношений, которые наблюдаются в натуре

ношений, которые наблюдаются в натуре. В то же время перспектива — это центральная проекция, ограниченная возможностями нашего зрительного восприятия.

Различают два вида перспективы: линейную и воздушную.

Линейная перспектива изучает методы и приемы перспективного изображения предметов на плоскости или на любой другой поверхности при помощи построения перспектив точек, линейных отрезков и плоскостей, очерчивающих данный предмет. Линейная перспектива может быть собственно *линейной* — построенной на вертикальной плоскости. Линейная перспектива, построенная на внутренней или внешней цилиндрической или конической поверхности, называется *панорамной*. Перспектива, построенная на плоской, цилиндрической или сферической поверхности потолка, называется *плафонной* перспективой. Линейная перспектива, используемая для построения перспективно-пространственных изображений в скульптуре, называется *рельефной*. Частным случаем рельефной перспективы является театральная перспектива, дающая теоретические основы и практические рекомендации для построения декораций.

Воздушная перспектива рассматривает вопросы, связанные с изображением цветовых и свето-теневых взаимоотношений предметов в зависимости от условий освещения, состояния окружающей среды, местоположения предмета и пр. Решение задач воздушной перспективы требует знания законов физики, раскрывающих сущность оптических явлений, учета психологии и физиологии зрительного восприятия человеком окружающего пространства, которые зависят в известной степени от способностей художника-живописца и его индивидуального опыта.

В этом курсе рассматриваются теоретические и практические вопросы построения линейной перспективы и даются лишь некоторые сведения о воздушной перспективе.

§3. КРАТКИЙ ИСТОРИЧЕСКИЙ ОЧЕРК РАЗВИТИЯ ПЕРСПЕКТИВЫ КАК НАУКИ

Перспектива как наука базируется на основных положениях геометрии, возникшей в связи с решением задач изображения трехмерного пространства на плоскости. Эти задачи вызывались потребностями материальной и культурной жизни человеческого общества. Постройка жилищ, храмов, землемерие требовали теоретической разработки соответствующих законов и правил. Поэтому начала геометрии и перспективы встречаются уже в трудах многих древнегреческих и римских математиков: Менехена (IV в. до н. э.), Евклида и Аполлония Пергского (III в. до н. э.), Витрувия (I в. до н. э.), Менелая (I в.), Гелиодора, Паппа Александрийского (III в.) и др. Способы построения изображений, приближающихся к перспективным, были известны античности. Так, из трактата Витрувия видно, что римляне при составлении архитектурно-строительных чертежей уже пользовались перспективой.

Но подлинный расцвет теории перспективы относится к эпохе Возрождения и совпадает с блестящим периодом развития инженерного дела, живописи и скульптуры. Виднейшие архитекторы и художники

архитекторами предстала необходимость разработки учения о живописной перспективе на геометрической основе. Для этого вводятся такие понятия, как центр проецирования, картинная плоскость, главная точка, дистанция (зрительное расстояние), линия горизонта, дистанционные точки (точки отдаления). Многие архитекторы и художники эпохи Возрождения создали выдающиеся труды с изложением геометрических и механических способов и правил построения перспектив. Так, итальянский ученый, теоретик искусства Леон Баттиста Альберти (1404 — 1472), обобщая опыт мастеров античного и современного ему изобразительного искусства теоретической разработкой основ перспективы, подвел под нее математическую основу. В своих трактатах „О живописи” и „О зодчестве” Альберти разработал учение о точках схода и способ построения перспективы при помощи сетки. К эпохе раннего Возрождения относятся и труды по перспективе таких авторов, как Антонио Аврелиано Филарете („Трактат об архитектуре”), Пьеро делла Франческа („О живописной перспективе”) и др.

Гениальный итальянский ученый и художник Леонардо да Винчи (1452 — 1519) в сочинении „Трактат о перспективе” систематизировал основные законы перспективных построений, а также описал метод проецирования высоких фигур на цилиндрический потолок и тем заложил основы построения панорамной перспективы. Вопросами линейной, панорамной и купольной перспективы занимались Микеланджело (1475 — 1564), Рафаэль (1483 — 1520) и др. Немецкий художник Альбрехт Дюрер (1471 — 1528) в сочинении „Руководство для измерений циркулем и правилом” привел ряд графических способов построения плоских и пространственных кривых, а также предложил способ построения перспектив по прямоугольным проекциям, получивший в литературе название „способа Дюрера”, который не утратил своего значения и до настоящего времени. Это сочинение Дюрера было первым практическим пособием для художников.

Большое теоретическое значение имела книга итальянского ученого Гвидо Убальди (1545 — 1607) „Перспектива” (1600). В ней Убальди, используя опыт предшественников, разработал общее учение о точках схода, изложил 23 правила построения перспектив и способы установления по ним истинной формы предмета. Убальди положил начало научному обоснованию рельефной перспективы, построения теней и пр. Значительный вклад в дальнейшую разработку теории изображений внес французский геометр и архитектор Жерар Дезарг (1593 — 1662). В сочинении „Общий метод изображения предметов в перспективе” (1636) он разработал способ построения перспектив с помощью координат.

Английский математик Тейлор (1685 — 1731) разработал способы решения основных позиционных задач и определения свойств оригинала по его перспективному изображению. Немецкий геометр Ламберт (1728 — 1777) применил метод перспективы к графическому решению задач элементарной геометрии. Рассматривая, например, инструменты, упрощающие построение перспектив, Ламберт предлагает поль-

зоваться пропорциональным циркулем. Большое внимание он уделял и решению обратной задачи перспективы — задачи реконструкции объекта по чертежу, выполненному в перспективе. Эта часть работы Ламберта „Вольная перспектива” содержит принципы, на которых основывается современная фотограмметрия.

Таким образом, к концу XVIII в. был накоплен большой опыт практического применения способов и приемов построения перспектив в изобразительном искусстве.

Быстрое развитие науки и техники в XIX и XX вв. поставило перед перспективой новые практические задачи, которые требовали быстрее решения. Это задачи измерительной перспективы, необходимой для обработки данных аэрофотосъемки. Были созданы такие новые разделы перспективы, как киноперспектива, стереоперспектива и др.

Большой вклад в разработку теории перспективы внесли наши соотечественники. Уже в XVI в. в России грамотно выполняли изображения методом центрального и параллельного проецирования. Русские художники XVIII в. М. Шибанов, И. Фирсов и другие хорошо владели теорией перспективы и применяли ее с большим мастерством. Первые труды по перспективе принадлежат Я. А. Севостьянову. В период 1830 — 1831 гг. он написал ряд работ по линейной, воздушной перспективе и теории теней. Значительный вклад в разработку методов изображений внесли такие выдающиеся ученые, как Н. И. Макаров (1824 — 1904), В. И. Курдюмов (1853 — 1904). В это же время были переведены на русский язык сочинения по перспективе иностранных авторов, например таких, как Лавита (1834), Тено (1852), Кассань (1886) и др.

После Великой Октябрьской социалистической революции дальнейшие научные исследования теории изображений проводили такие известные ученые, как Н. А. Рынин (1877 — 1942), Д. И. Каргин (1880 — 1949), А. И. Добряков (1895 — 1947). Так, Н. А. Рынин исследовал вопросы практического применения теории изображений в различных областях науки и искусства. Им написаны книги „Перспектива” (1918) для художников с подробным анализом ее видов, „Киноперспектива” (1936) и др. Д. И. Каргин написал ряд работ по теории аксонометрии и перспективы. Всеобщее признание получила его книга „Методы изображения” (1931 — 1932). А. И. Добряков в „Курсе начертательной геометрии” (1942) много внимания уделил вопросам теории перспективы и теории теней.

Вопросам применения перспективы в практической работе художников посвящена работа А. П. Барышникова „Перспектива” — учебное пособие для студентов высших художественных учебных заведений. В последние годы изданы учебники и учебные пособия по перспективе для студентов художественных и педагогических институтов Г. А. Владимирского, В. В. Щербины (на украинском языке), В. Е. Петерсона. Богато представлена литература по перспективе для архитекторов.

Вопросами теории изображений занимаются такие видные советские ученые, как академик А. Н. Колмогоров, профессора Н. Ф. Четверухин, Н. А. Глаголев, Н. В. Ефимов, Н. С. Кузнецов и др. Достижения наших ученых вывели советскую науку в авангард мировой науки.

ГЛАВА II. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

§4. ЭЛЕМЕНТЫ ПЕРСПЕКТИВНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

При построении линейных перспектив пользуются как основными, так и вспомогательными плоскостями, линиями и точками. К ним относятся следующие элементы (рис. 7).

1. *Предметная плоскость* Π — плоскость с находящимися на ней изображаемыми предметами, рисующим (точкой стояния) и картиной. Если изображается интерьер, предметной плоскостью является пол, если экстерьер или пейзаж, — предметной плоскостью является поверхность земли. Предметная плоскость предполагается горизонтальной.

2. *Картинная плоскость* K обычно располагается между рисующим и изображаемыми предметами перпендикулярно к предметной плоскости. Прямая k пересечения картинной плоскости с предметной называется *основанием картины*. Она и определяет положение картинной плоскости на предметной. Часть картинной плоскости, на которой строят перспективное изображение, называется *картиной*. Ее, как и картинную плоскость, также будем обозначать буквой K .

3. *Точка зрения* Z_1 является центром проекций, который определяет положение глаз рисующего (зрителя) относительно картины и предметной плоскости. Прямоугольная проекция z_1 точки зрения Z_1 на предметную плоскость называется *точкой стояния*, а длина перпендикуляра $Z_1 z_1$ — *высотой точки зрения*. Высота точки зрения зависит от положения рисующего. Так, в положении сидя высота точки зрения колеблется в пределах 110 — 130 см, в положении стоя — 150 — 170 см в зависимости от роста рисующего. Высота точки зрения может быть и большей, если рисующий находится на возвышении. Например, если рисующий строит перспективу экстерьера из окна второго этажа жилого здания, то высота точки зрения равна высоте пола второго этажа над предметной плоскостью (земной поверхностью) плюс расстояние до глаз от поверхности пола. Таким образом, высота точки зрения при рисовании с натуры всегда может быть определена достаточно точно. При работе над композицией художник задается высотой точки зрения в соответствии с замыслом.

4. *Главная точка картины* P является прямоугольной проекцией точки зрения Z_1 на картинную плоскость. Расстояние от точки зрения до картины называется *зрительным расстоянием* d , а сам перпендикуляр $Z_1 P$ — *главным лучом зрения*.

5. *Плоскость горизонта* H — плоскость, проведенная через точку зрения параллельно предметной плоскости.

6. *Линия горизонта* h — прямая пересечения плоскости горизонта с картиной. Она проходит через главную точку картины P параллельно линии основания картины на расстоянии от нее, равном высоте точки зрения $Z_1 z_1$. Расстояние L от линии горизонта до основания картины называется *высотой горизонта*. Линия горизонта на картине всегда на-

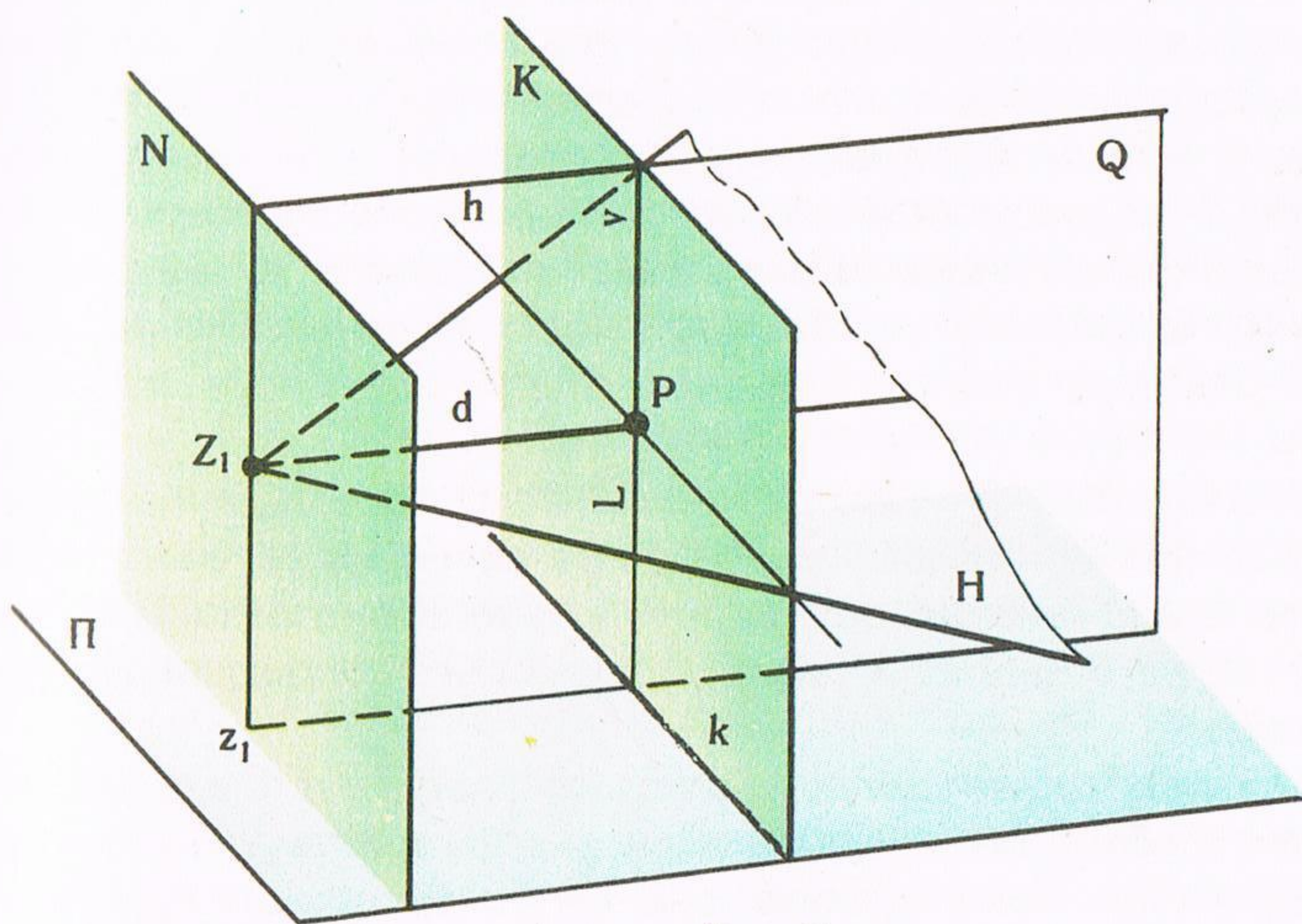


Рис. 7

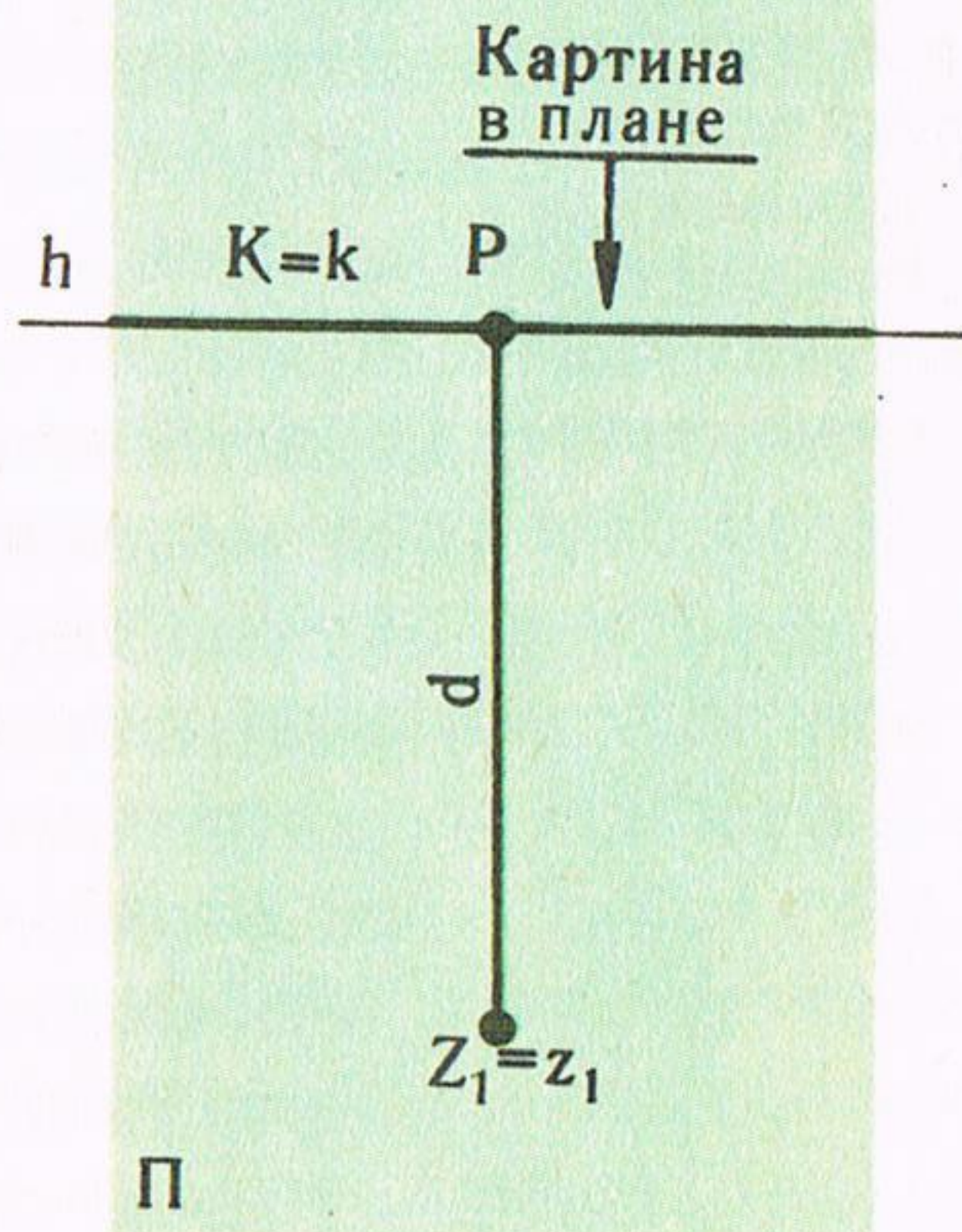


Рис. 8

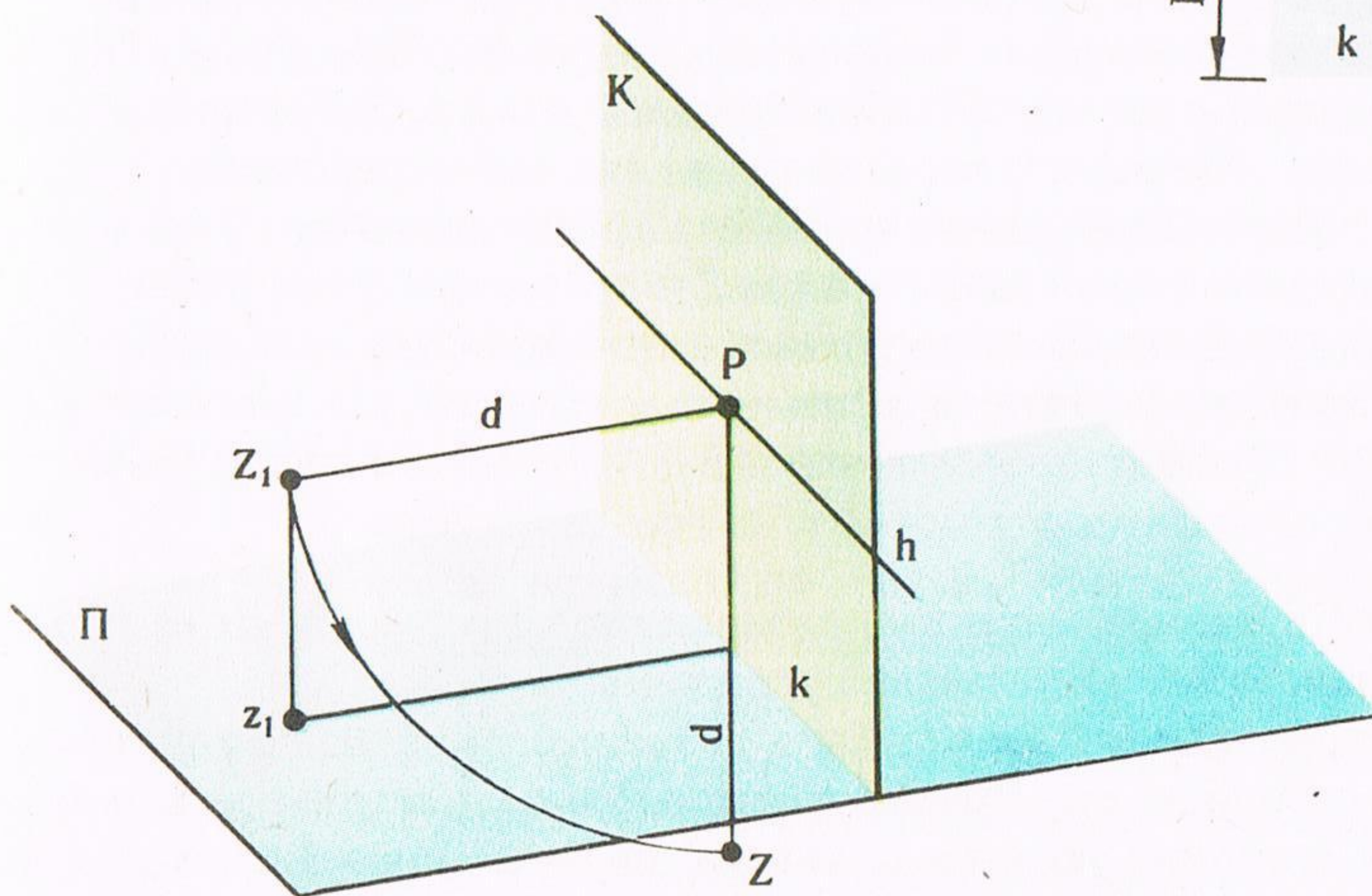


Рис. 9

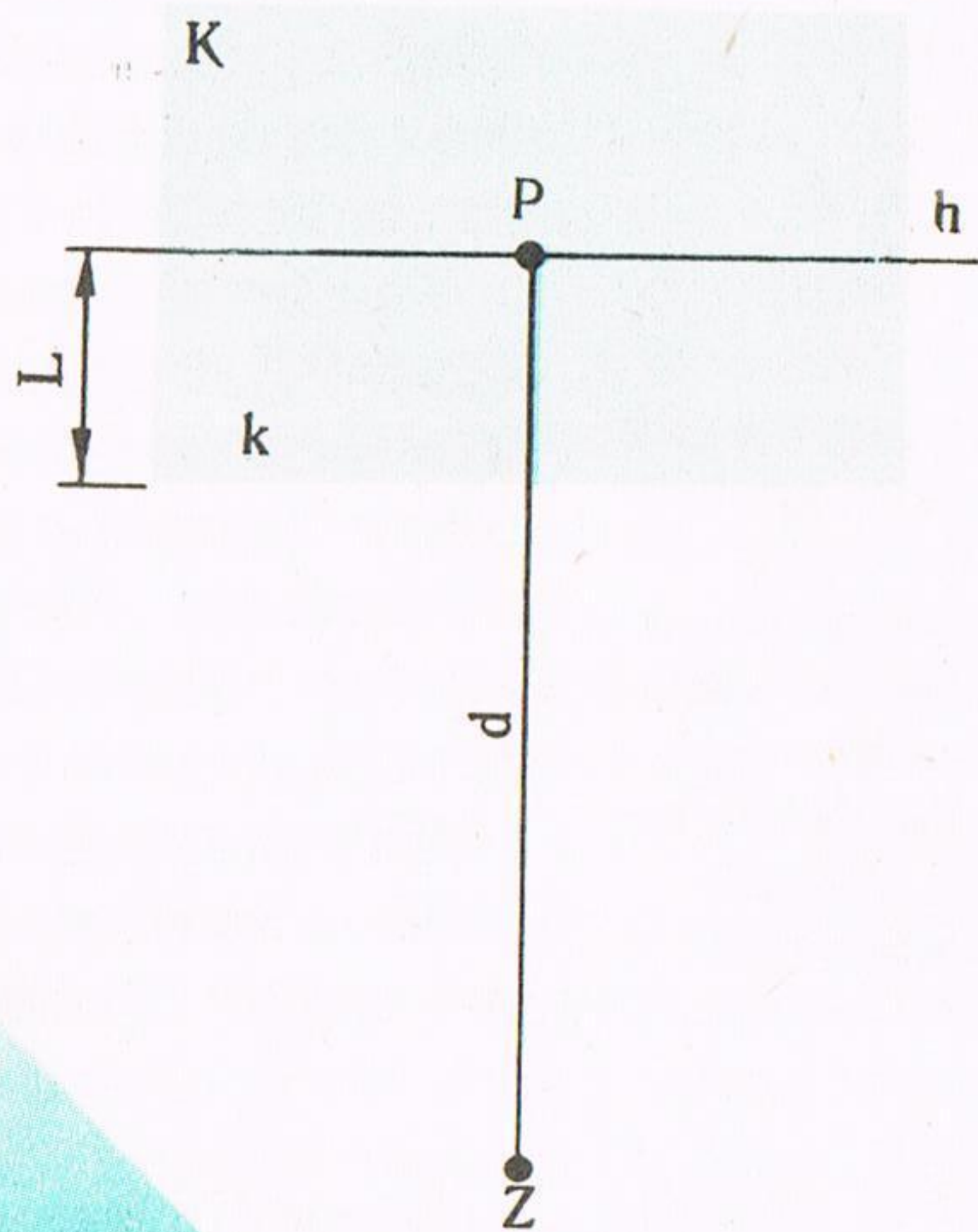


Рис. 10

Линия горизонта
есть изображение
бесконечно удален-
ной линии пересече-
ния всех плоско-
стей, проведенных
параллельно пред-
метной плоскости

Для построения пер-
спективных изобра-
жений необходимо
задаваться формой
и размерами карти-
ны, положением
и высотой линии го-
ризонта, главной
точкой и зритель-
ным расстоянием

§5. ВЫБОР ФОРМЫ И РАЗМЕРОВ КАРТИНЫ

ходится на высоте глаз рисующего и совпадает с изображением линии географического горизонта, так как в центральной проекции параллельные плоскости пересекаются по несобственной (бесконечно удаленной) прямой.

Линия горизонта есть изображение бесконечно удаленной линии пересечения всех плоскостей, проведенных параллельно предметной плоскости.

7. *Нейтральная плоскость N* — плоскость, проведенная через точку зрения Z_1 параллельно картине. Картинная и нейтральная плоскости делят все пространство на три части: предметное, промежуточное, или нейтральное, и мнимое. *Предметное пространство* есть пространство за картиной, в котором обычно располагаются изображаемые предметы. Пространство, заключенное между картинной и нейтральной плоскостями, называется *нейтральным*, или *промежуточным*, *пространством*. Пространство позади нейтральной плоскости называется *мнимым*.

8. *Осевая плоскость Q* — это вертикальная плоскость, проведенная через точку зрения перпендикулярно к картине. Она пересекает картину по осевой линии v , перпендикулярной к линии горизонта. Пересечение осевой линии с линией горизонта определяет положение главной точки картины P .

При построении перспективного рисунка с натуры и при работе над композицией необходимо представлять и уметь строить элементы перспективного изображения в плане, т. е. в прямоугольных проекциях на виде сверху. В плане (рис. 8) точка зрения Z_1 совпадает с ее проекцией z_1 ; с плоскостью картины K , изображаемой прямой линией, совпадают линия горизонта h , главная точка картины P и линия основания картины k .

Чтобы получить элементы перспективного пространства на картине (рис. 9), повернем главный луч зрения вокруг линии горизонта вверх или вниз до совмещения с плоскостью картины. В результате получим совмещенную с картиной точку зрения Z . На рис. 10 показаны все необходимые элементы для построения линейной перспективы: форма и размер картины K , линия горизонта h , главная точка P , высота горизонта L , совмещенная точка зрения Z и зрительное расстояние d .

Таким образом, для построения перспективных изображений необходимо задаваться формой и размерами картины, положением и высотой линии горизонта, главной точкой и зрительным расстоянием.

Форму и размер картины выбирают в зависимости от ее целевого назначения, сюжета и замысла художника.

По форме картина может быть прямоугольной, овальной, круглой, многоугольной и пр. Прямоугольная форма картины может быть с большей стороной по высоте или по ширине. Для изображения явлений и предметов, вытянутых по фронту (параллельно картине), картину выбирают обычно в форме прямоугольника с большим размером по ширине. Если же изображаемое явление разворачивается на боль-

шой глубине или изображаемые предметы вытянуты по вертикали, прямоугольная форма берется с большей стороной по высоте. Круглая, эллиптическая, многоугольная и другие формы картины чаще всего встречаются в монументальной, портретной и миниатюрной живописи.

Размер картины произволен, но во многом зависит от ее целевого назначения. Если картину пишут для экспонирования в небольшом помещении, ошибочно было бы брать ее размер большим. В заключение отметим, что гигантомания при выборе размера картины, к которой иногда стремятся студенты и молодые художники, часто не дает положительных результатов не потому, что молодой художник плохо подготовлен, а потому, что большой размер картины требует известного опыта, большого напряжения силы воли, труда по времени, чего как раз и не хватает не только студентам, но и молодым художникам. При выборе размера картины нужно иметь в виду, что ценность художественного произведения не зависит от его размера. Более того, не размером определяется величие картины, а идеей и мастерством ее воплощения, силой эмоционального воздействия на зрителя. Посмотрите на репродукцию картины В. А. Серова „Петр Первый” (рис. 11). Величина картины представляется громадной, хотя действительный ее размер по диагонали равен 112 см.

§6. ВЫБОР ПОЛОЖЕНИЯ И ВЫСОТЫ ЛИНИИ ГОРИЗОНТА, ГЛАВНОЙ ТОЧКИ

Правильный выбор положения линии горизонта на картине и высоты горизонта как превышения точки зрения над предметной плоскостью дает возможность художнику наилучшим образом осуществить свой творческий замысел. Так, для изображения в пейзажной живописи глубины земных просторов положение линии горизонта, как правило, берут выше средней линии по высоте; для изображения в пейзаже большого пространства неба линию горизонта располагают ниже средней линии. Высота же горизонта в обоих случаях может быть одной и той же, меняется лишь масштаб изображения. Другой пример: если изображается интерьер и художник хочет в большем ракурсе показать плоскость пола с находящимися на нем предметами, линию горизонта нужно брать выше средней линии картины; наоборот, чтобы, например, показать лепные украшения потолка, линию горизонта нужно расположить ниже средней линии. Высота горизонта в обоих этих случаях также может быть одной и той же. В жанровых композициях, когда изображаются события на большой глубине пространства, линию горизонта располагают выше фигур первого плана, чтобы не заслонить фигуры второго и последующих планов. Примером может служить картина В. И. Сурикова „Покорение Сибири Ермаком” (рис. 12).

Для придания монументальности изображениям фигур первого плана линию горизонта обычно берут ниже голов фигур, а фигуры второго и последующих планов вписывают в промежутки между фигурами первого плана [см., например, картины И. Е. Репина „Бурлаки на Волге” (рис. 13) и „Арест пропагандиста” (рис. 14)].



Рис. 11

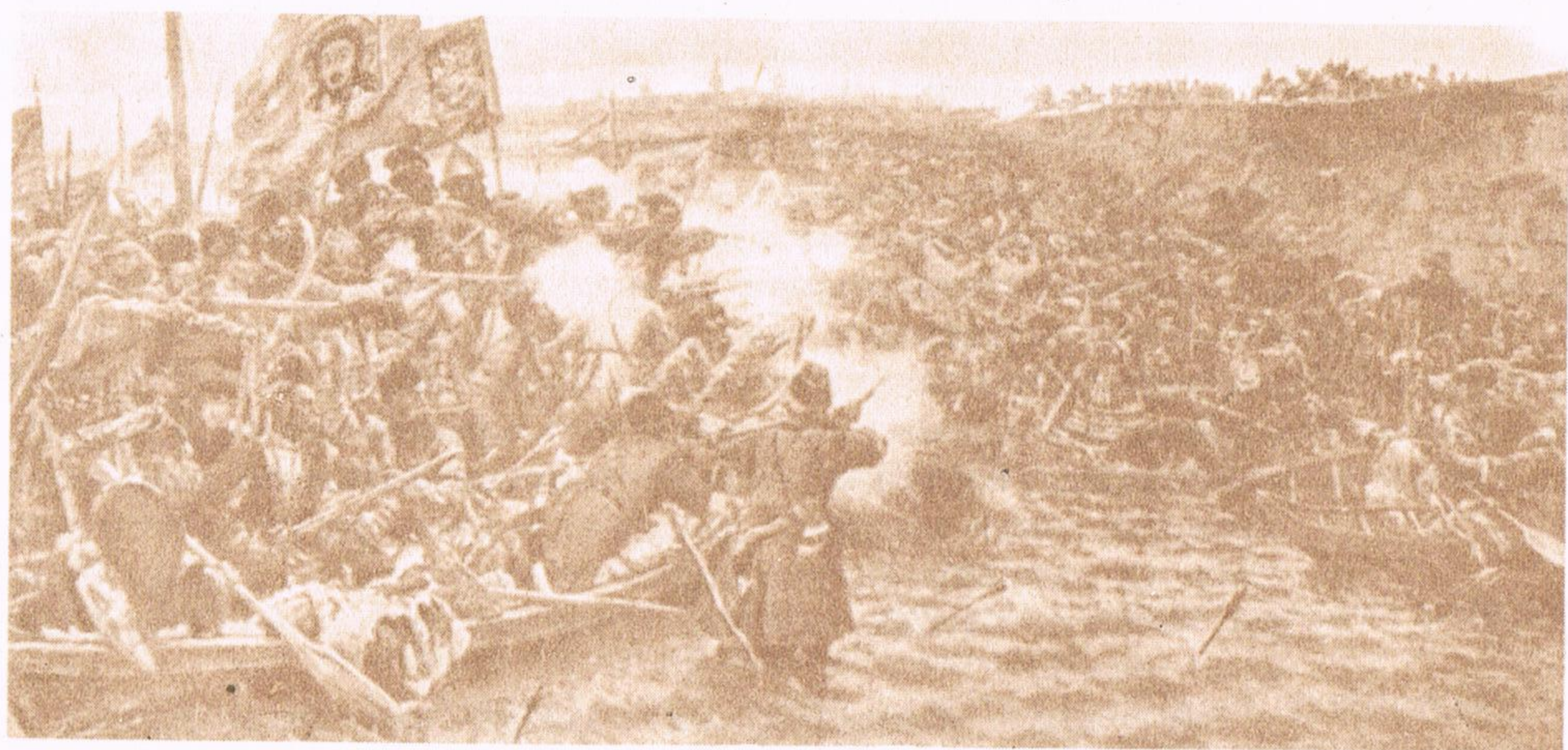


Рис.12



Рис. 13



Рис. 14

Высокое положение линии горизонта на картине в сочетании с большой высотой горизонта увеличивает глубину изображаемого пространства, его многоплановость, и, наоборот, низкое положение линии горизонта и малая высота горизонта уменьшают глубину изображаемого предметного пространства, затрудняют многоплановость изображения

§7. ВЫБОР ЗРИТЕЛЬНОГО РАССТОЯНИЯ

При заданном положении линии горизонта большой эффект может быть достигнут выбором высоты горизонта. Так, чтобы показать большую глубину изображаемого предметного пространства, его многоплановость, высоту горизонта нужно брать большей, а при рисовании с натуры художник должен находиться на каком-либо возвышении. Если же художник намерен показать большое пространство неба с узорами облаков и другими предметами, высоту горизонта нужно брать небольшой, а при рисовании с натуры располагаться ближе к предметной плоскости.

Итак, высокое положение линии горизонта на картине в сочетании с большой высотой горизонта увеличивает глубину изображаемого пространства, его многоплановость (рис. 15), и, наоборот, низкое положение линии горизонта и малая высота горизонта уменьшают глубину изображаемого предметного пространства, затрудняют многоплановость изображения (рис. 16).

Главную точку картины следует располагать на линии горизонта и лучше в пересечении ее с осевой вертикальной линией картины, потому что зритель будет рассматривать картину, находясь напротив ее середины. В практике изобразительного искусства допускаются отклонения главной точки от вертикальной осевой линии в пределах средней трети ширины картины. Например, в картине П. А. Федотова „Сватовство майора” (рис. 17) главная точка смещена влево на лицо невесты как на центр смыслового значения картины; в картине Ф. П. Толстого „Семья художника” главная точка смещена вправо (рис. 18) по отношению к центру картины.

Точку зрения необходимо выбирать так, чтобы изображаемые предметы не закрывали друг друга, а горизонтальные плоскости не совпадали с плоскостью горизонта.

Предмет перспективы мы определили (гл. I) как центральную проекцию, ограниченную возможностями зрительного восприятия. И действительно, с некоторым приближением можно считать, что глаз человека работает по принципу центрального проецирования. Оптический центр хрусталика является центром проецирования, сетчатка — плоскостью проекций (рис. 19). Отраженные от рассматриваемых предметов лучи (проецирующие прямые), попадая в глаз, вызывают на сетчатке перевернутое изображение в виде раздражения светочувствительных клеток. Эти раздражения по глазному нерву передаются в головной мозг, который и синтезирует в нашем сознании образ предмета.

Расположение светочувствительных клеток (палочек и колбочек), образующих желтое пятно, неравномерно по всей сетчатке. Наибольшее их количество находится напротив зрачка. Поэтому наиболее отчетливо мы видим те предметы, которые находятся вдоль оптической оси глаза. При удалении предметов от глаза размеры изображения на сетчатке уменьшаются и потому мы видим их уменьшенными.

Световые лучи, отраженные от предметов, образуют в точке зрения (хрусталике) вершину конуса зрения. Этот конус бесконечен в глуби-

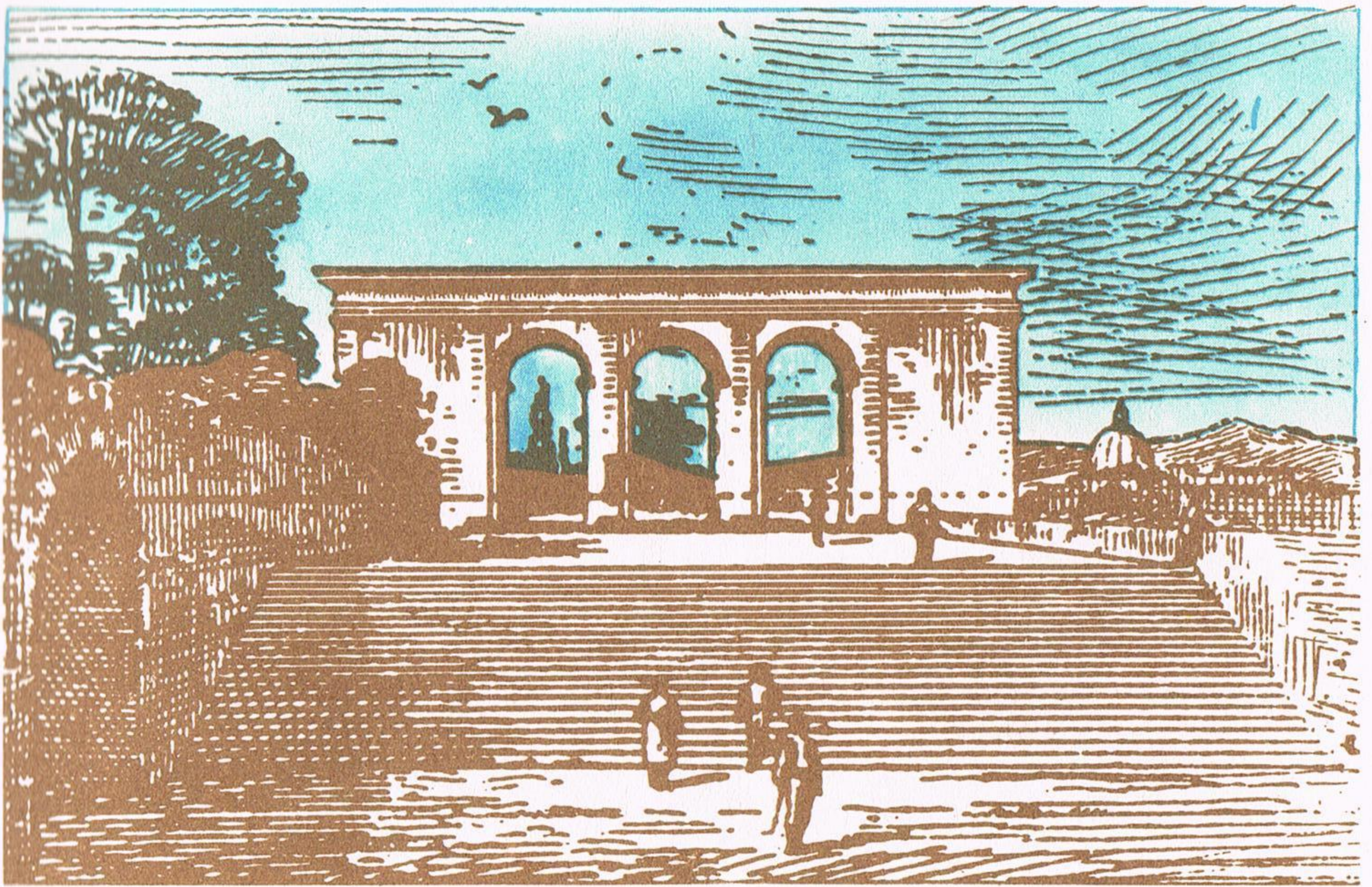


Рис. 15

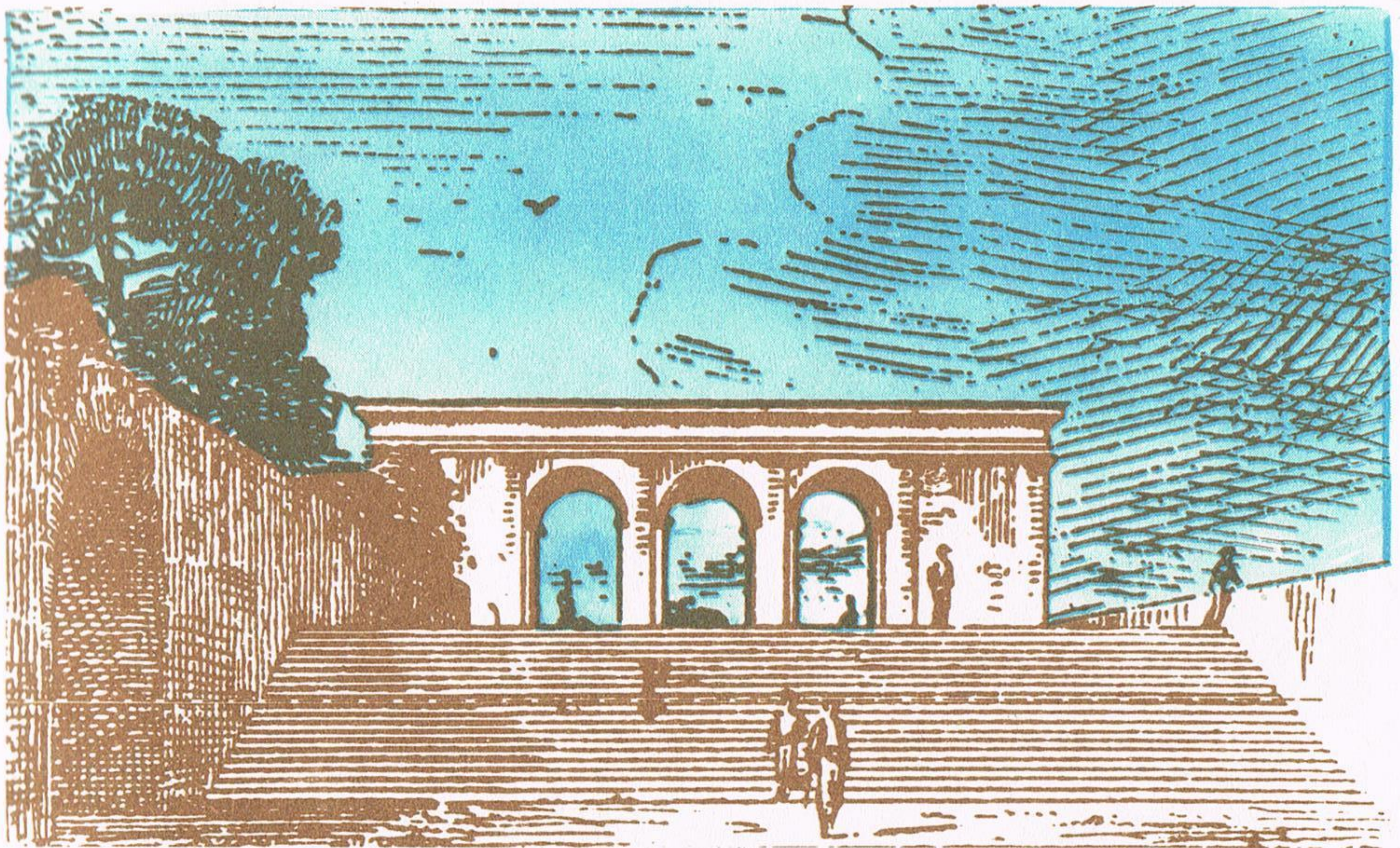


Рис. 16



Рис. 17

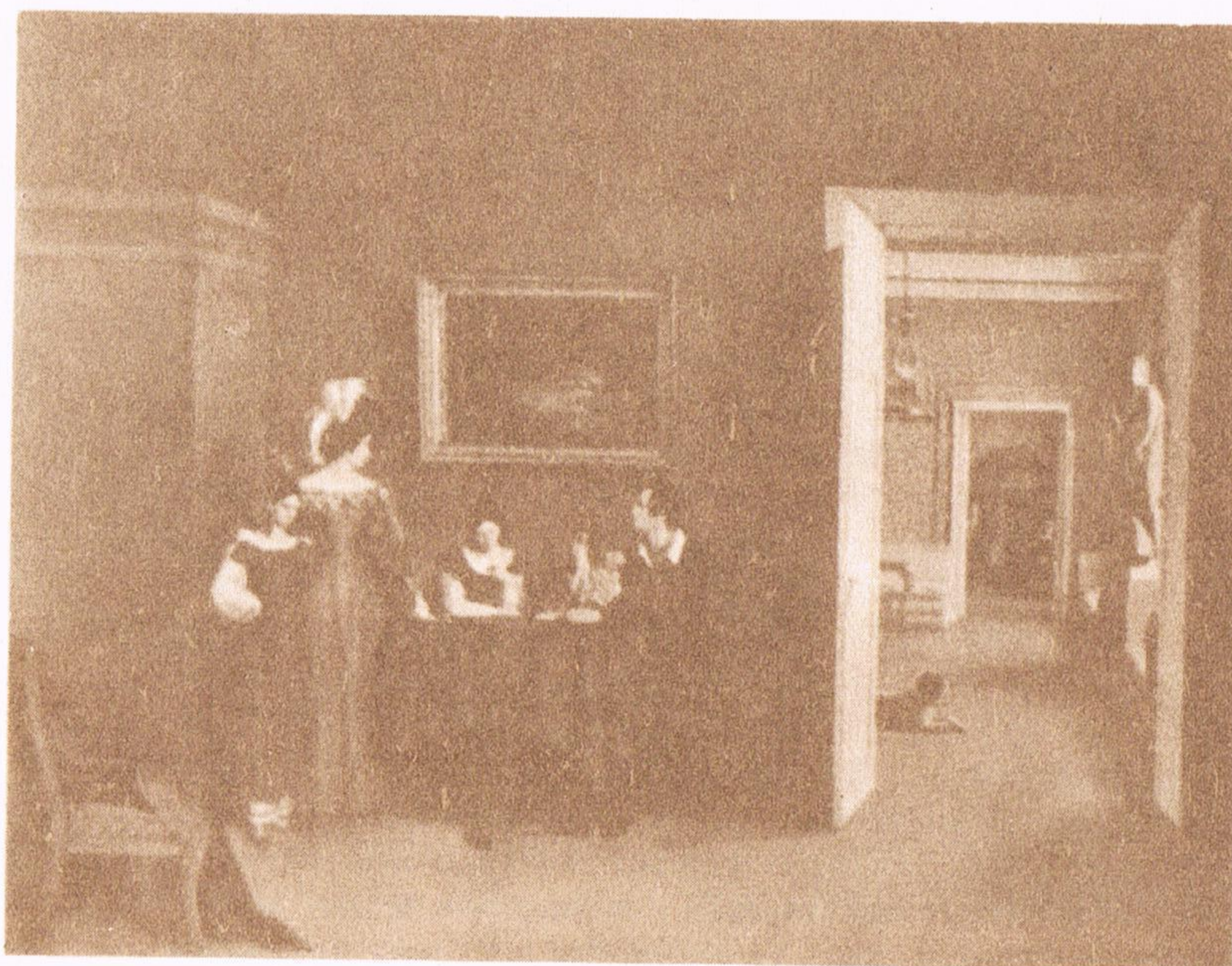


Рис. 18

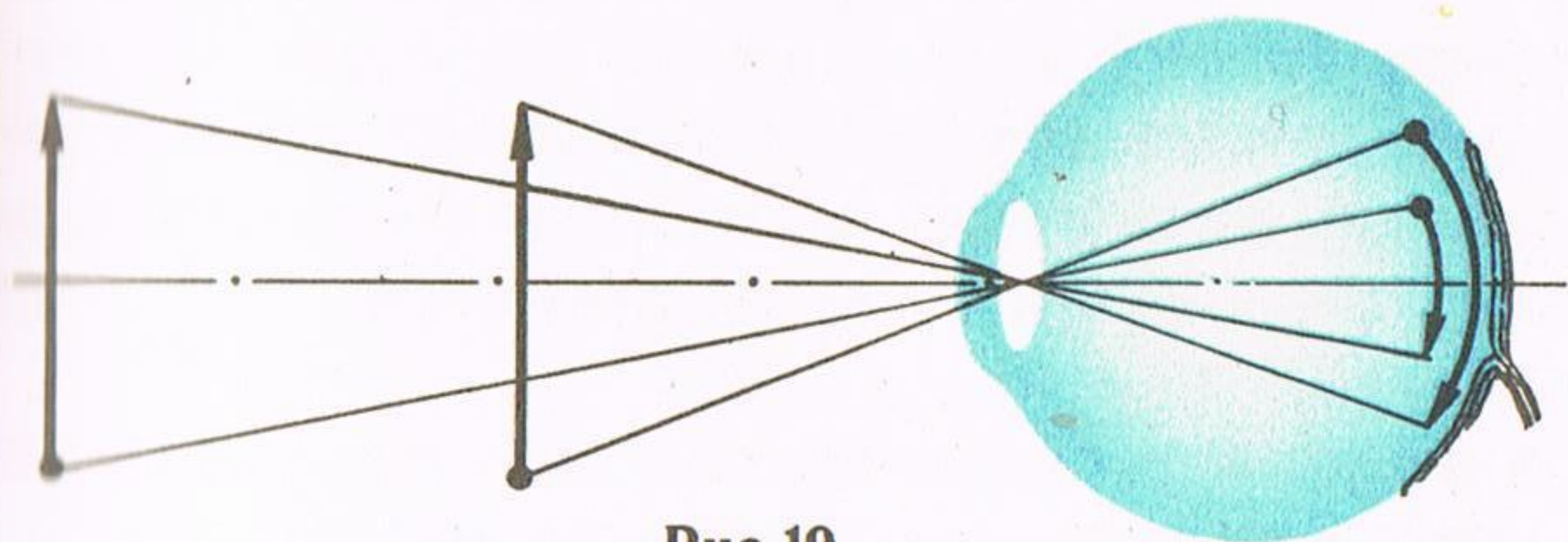


Рис.19

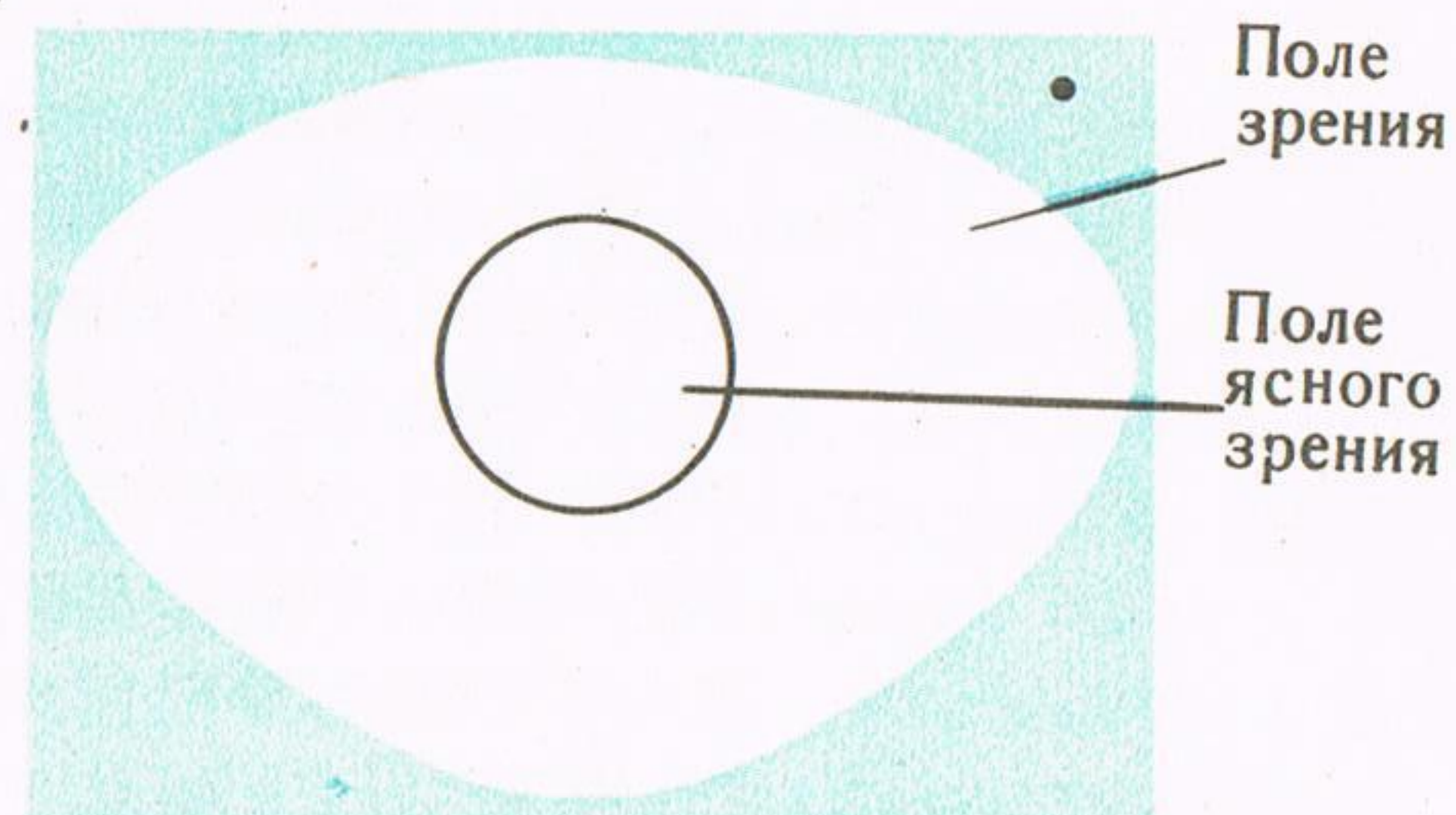


Рис. 20

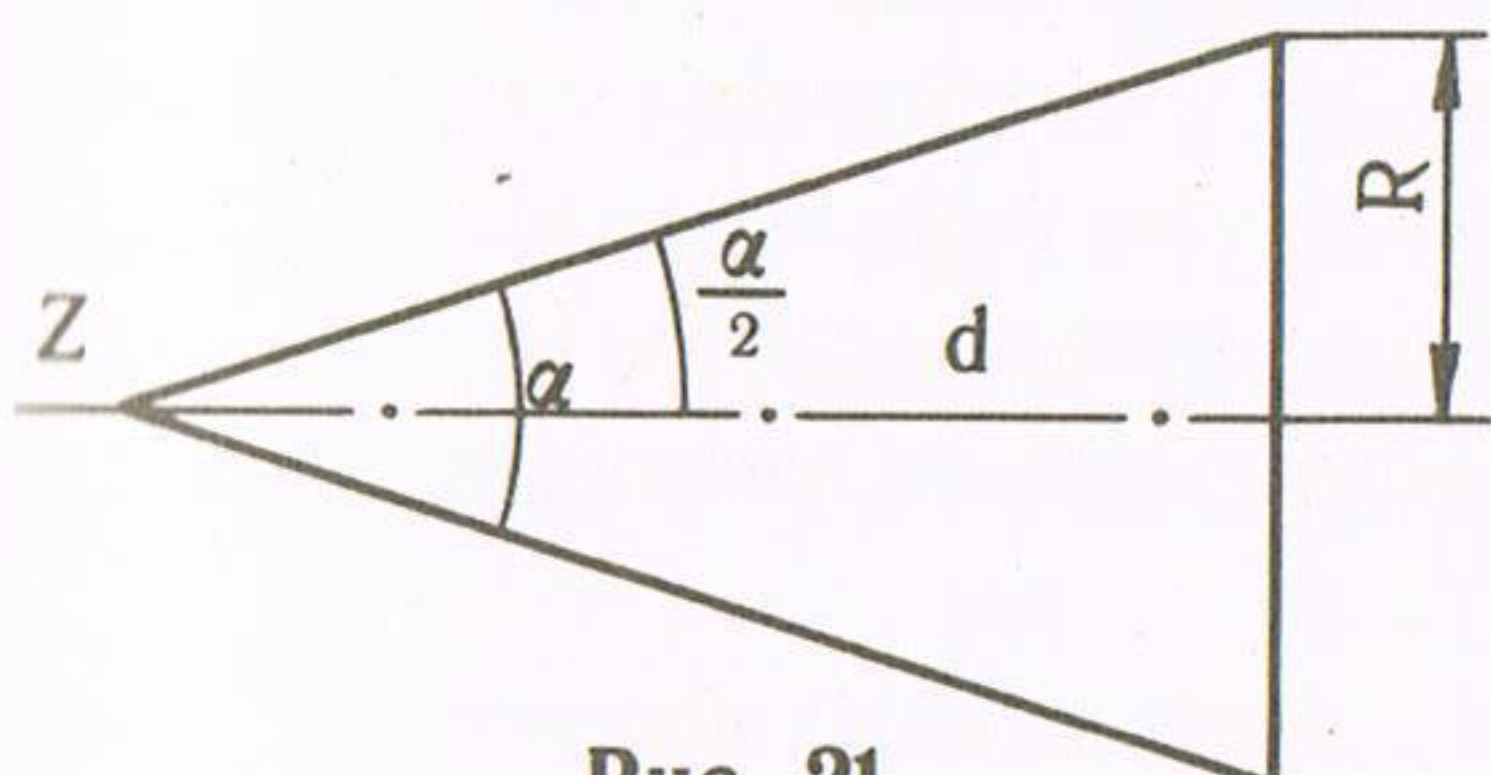


Рис. 21

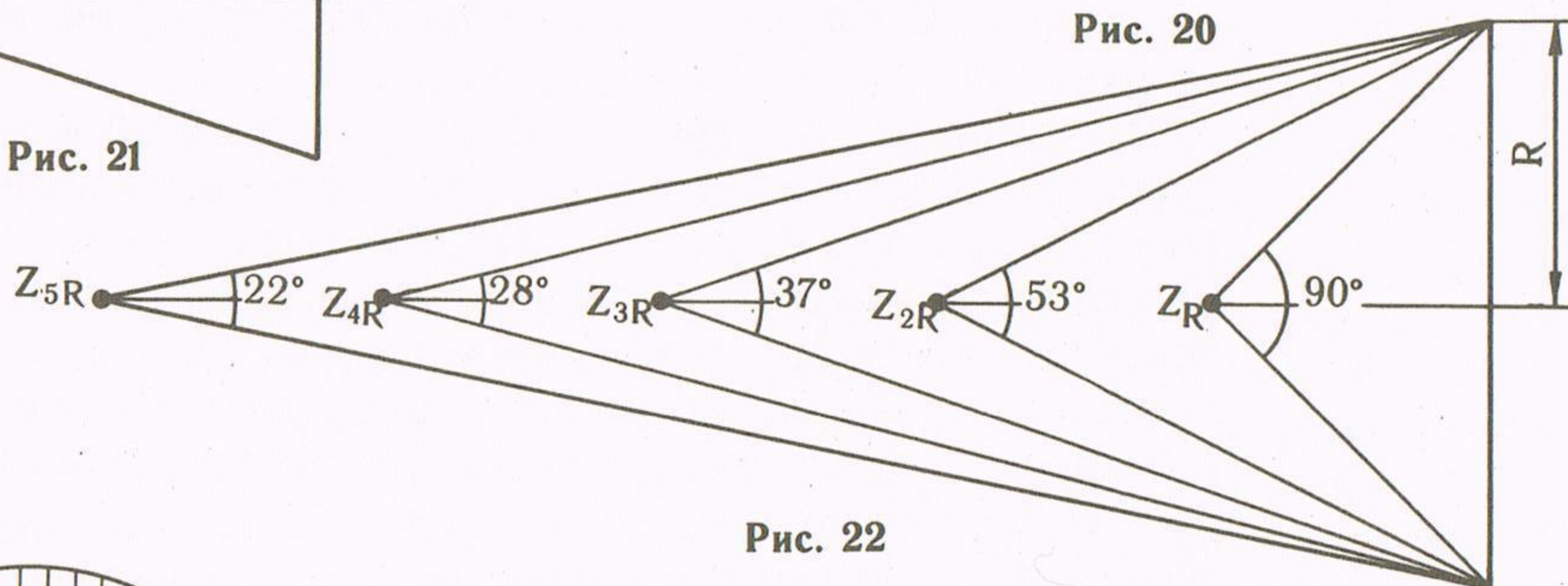
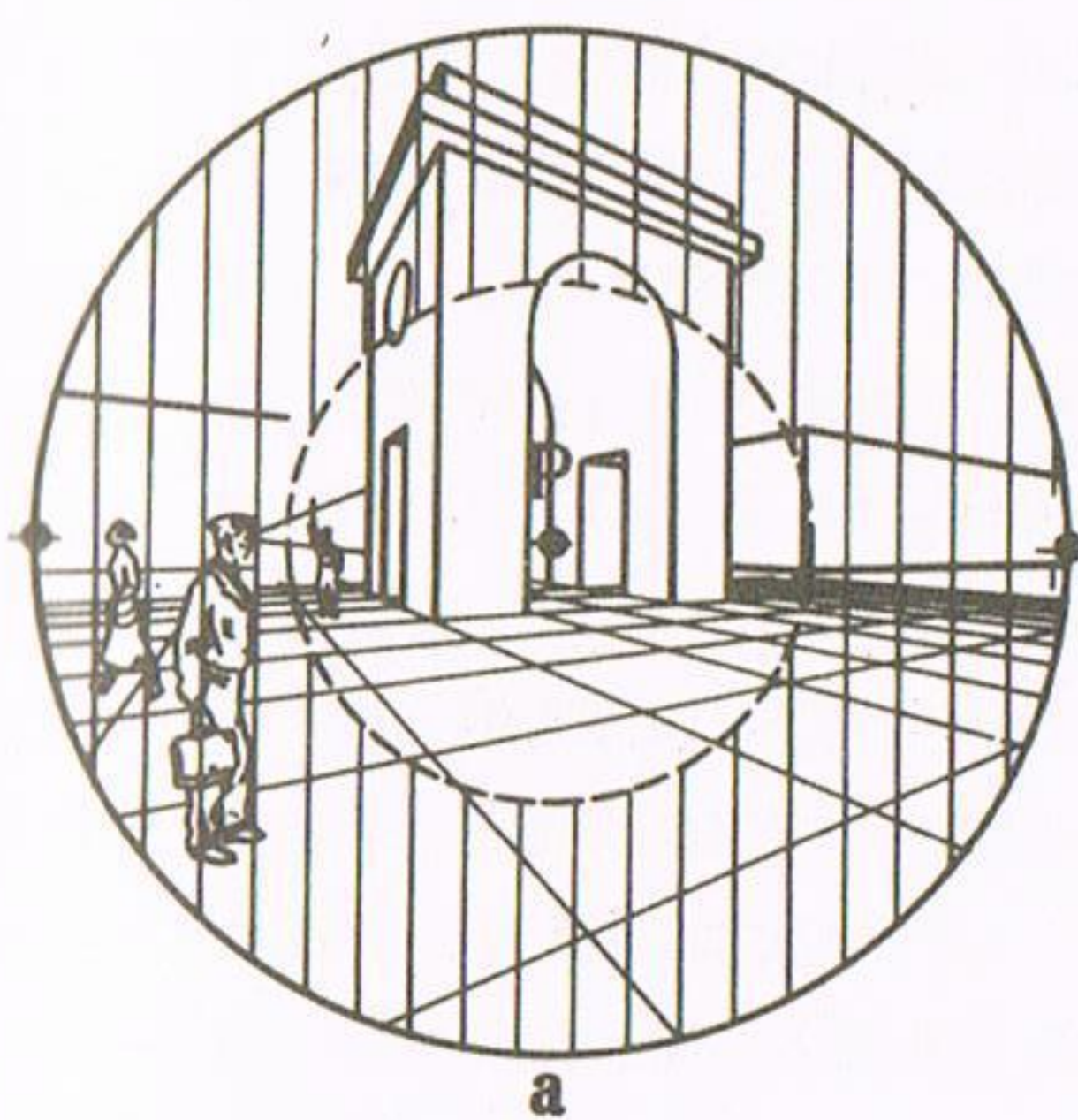
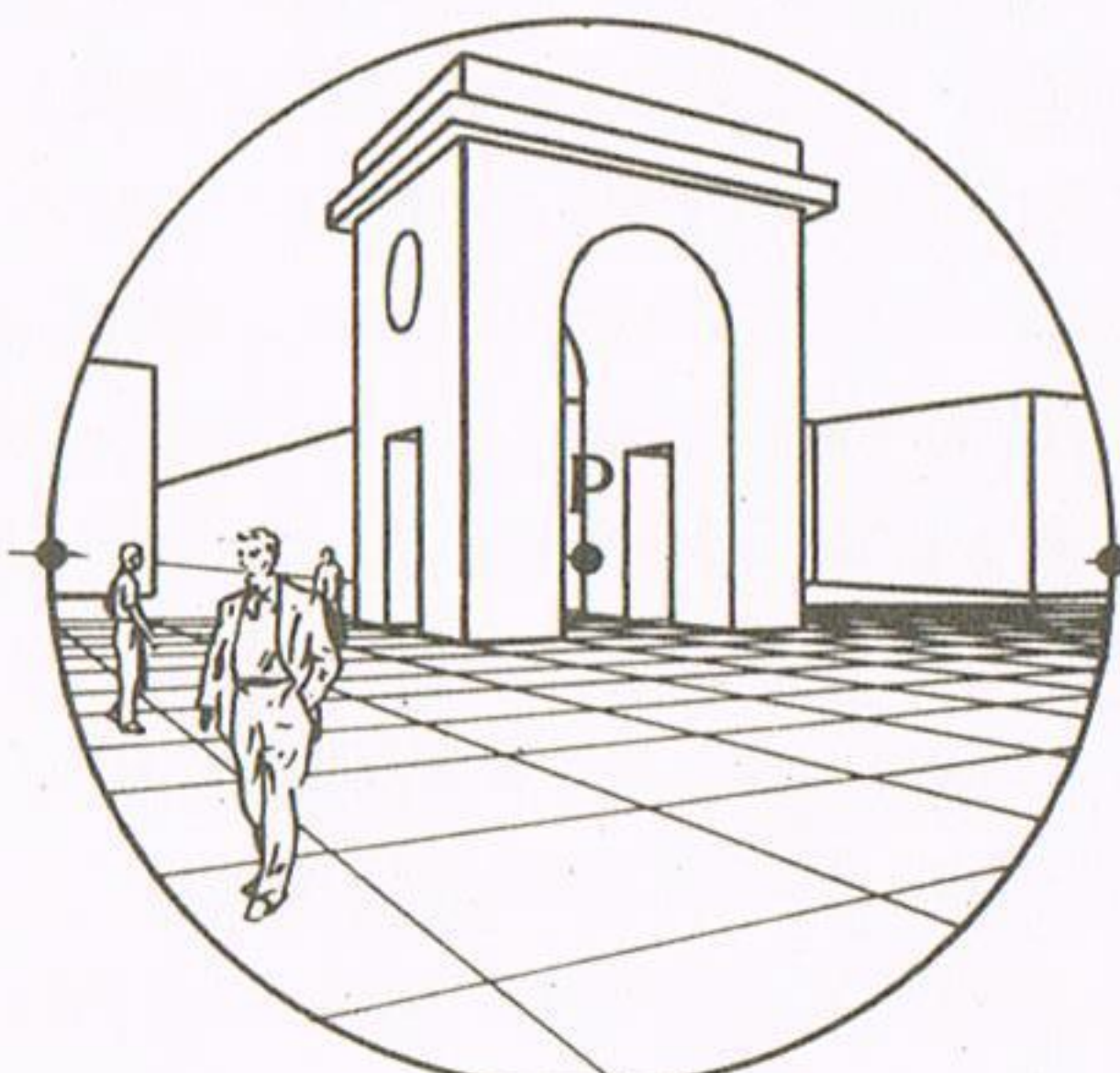


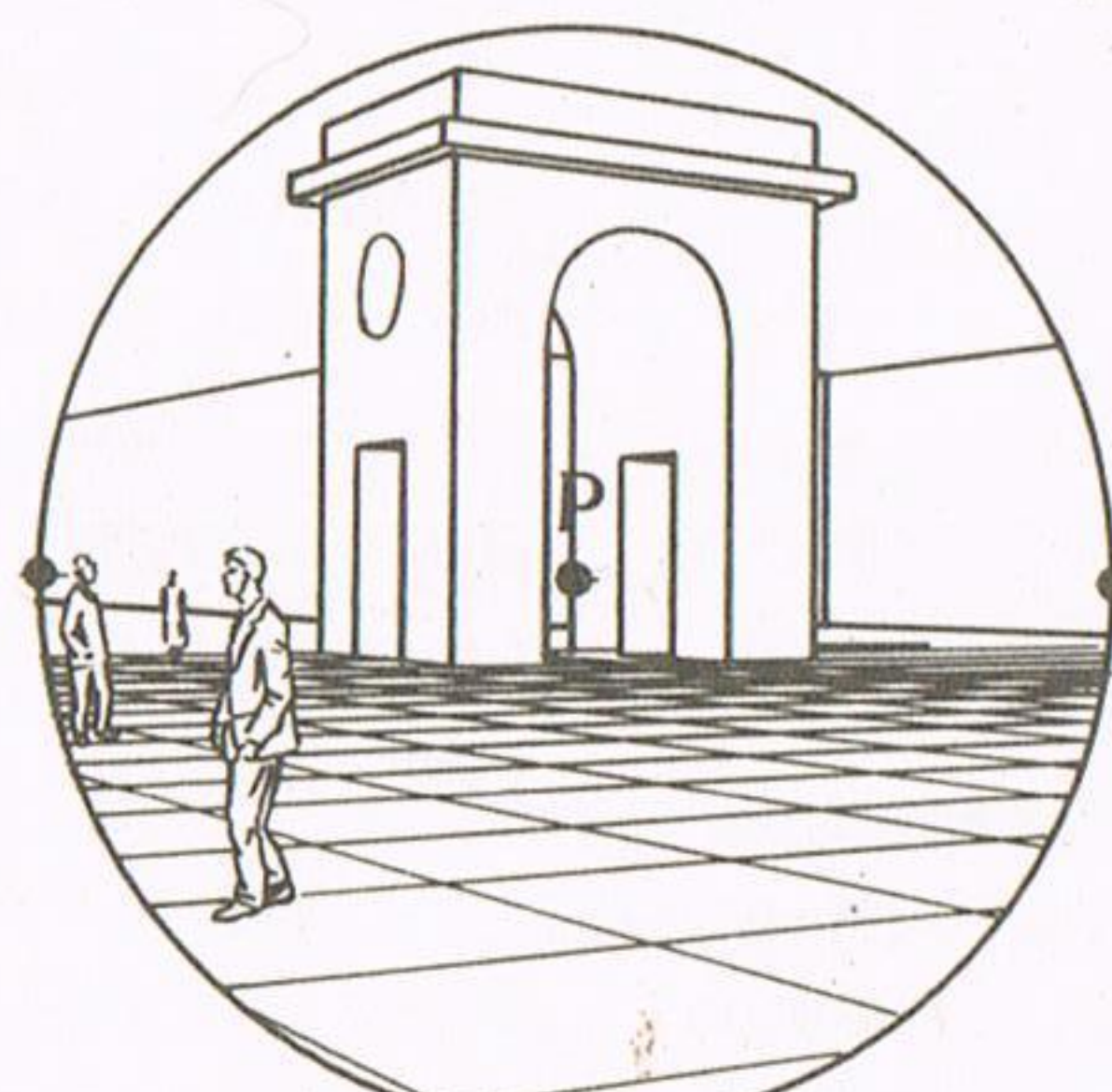
Рис. 22



а



б



в

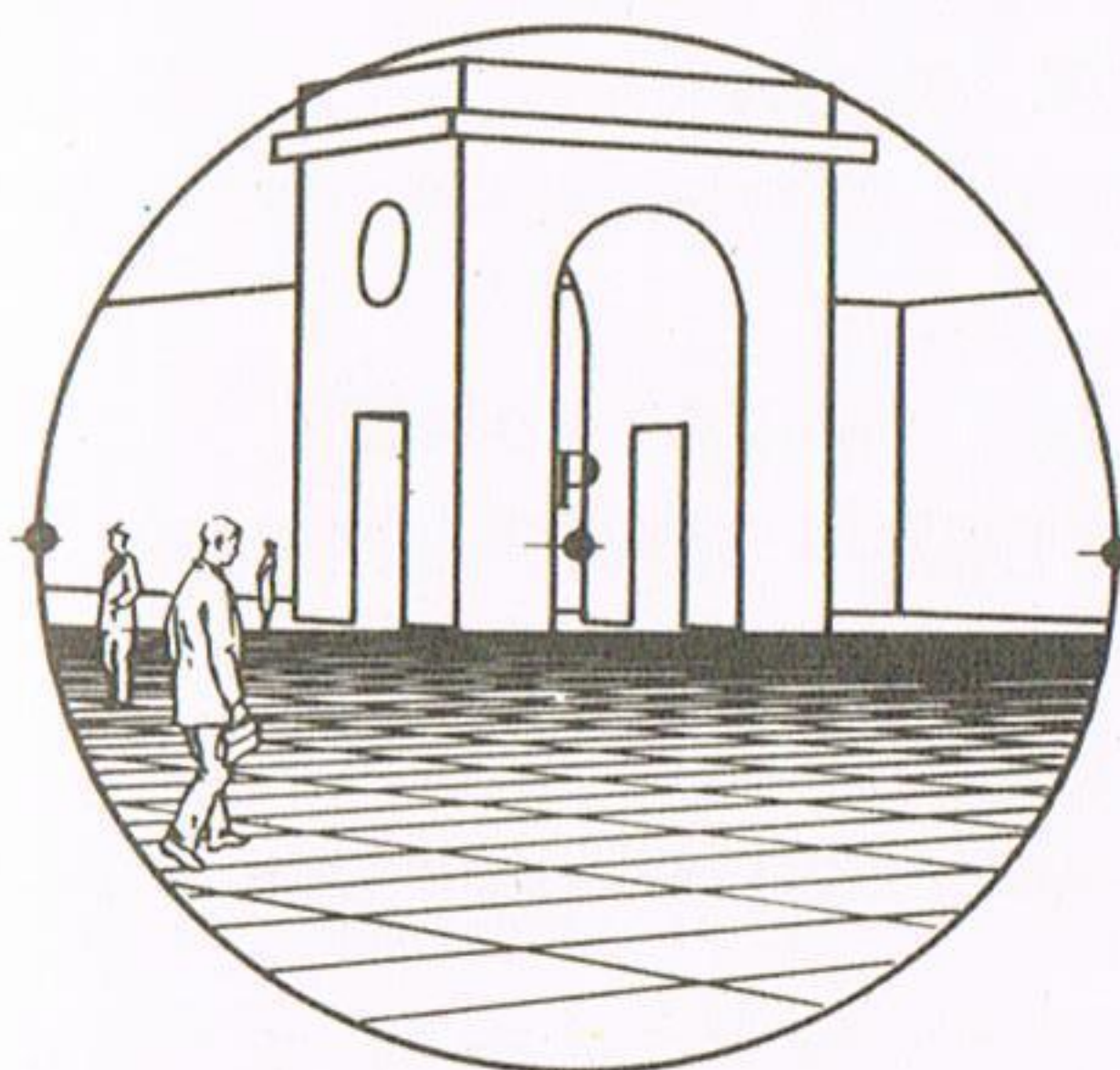
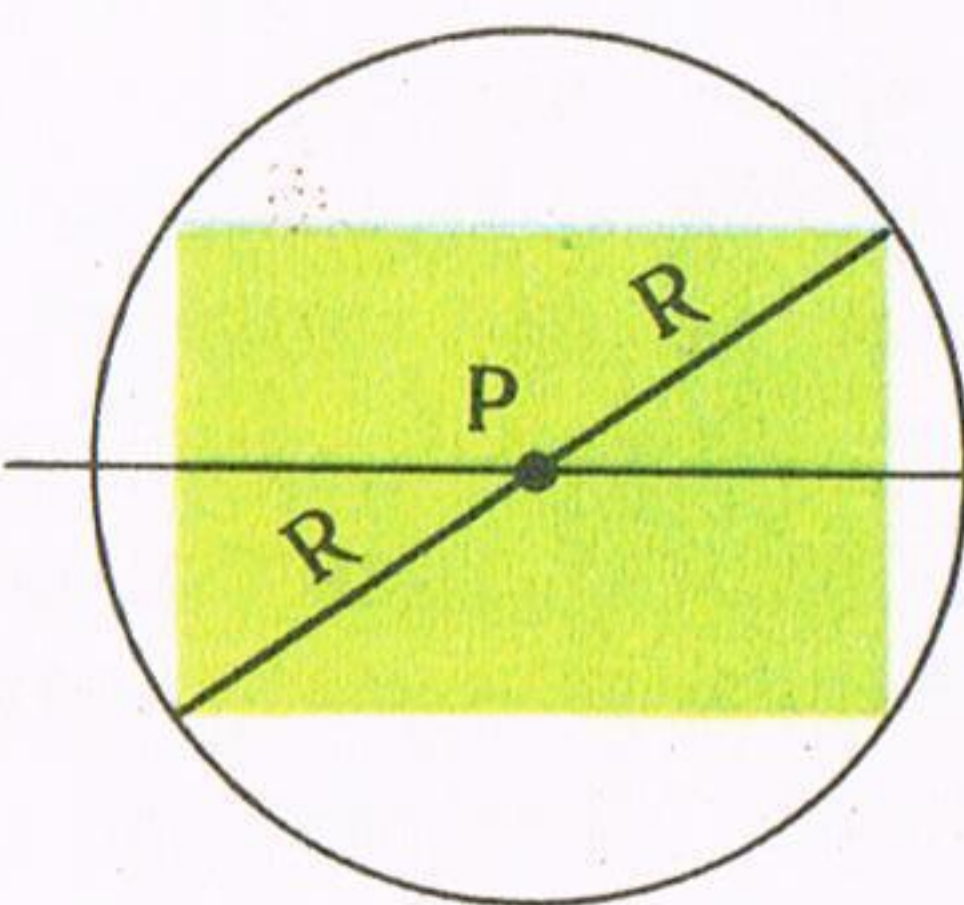
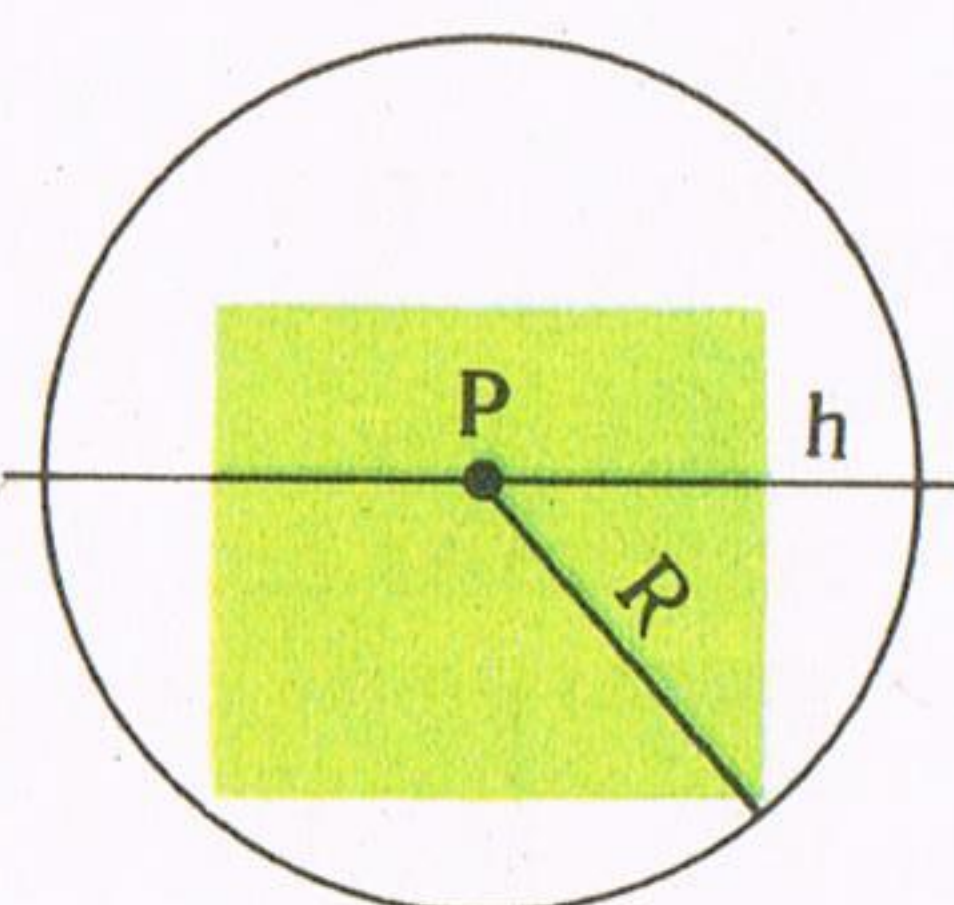


Рис. 23



а



б

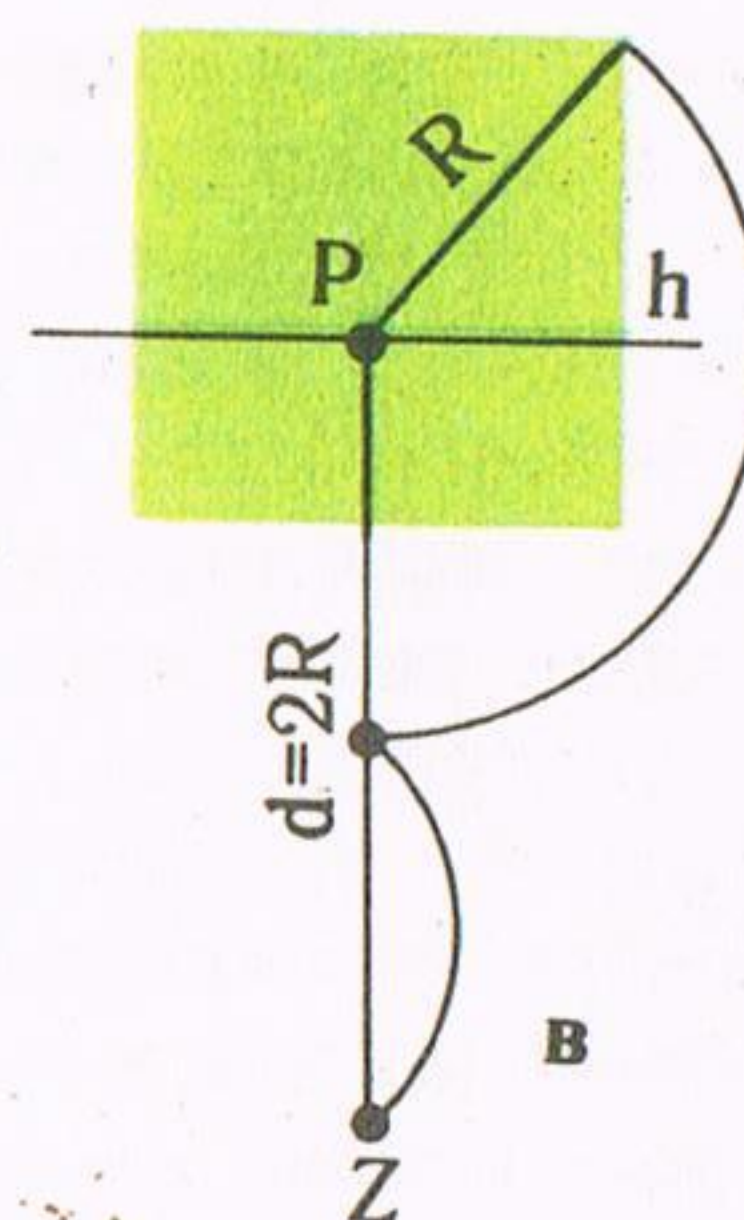


Рис. 24

ну, но ограничен для двух глаз крайними образующими по ширине до 140° и по высоте до 110° . Если конус зрения пересечь плоскостью картины перпендикулярно к оптической оси, то в сечении получим фигуру овоидной формы, называемой *полем зрения* (рис. 20). В пределах поля зрения четко мы видим лишь небольшую его часть в виде круга с центром в точке пересечения главного луча с картиной. Этот круг называется *полем ясного зрения*.

Физиологические возможности глаза позволяют в неподвижном положении достаточно четко видеть предметы при угле зрения около 7° . Поэтому при чтении книги с расстояния 25 — 30 см четко мы видим лишь 3 — 4 буквы. Но наш глаз не неподвижен. Его оптическая ось совершает „ощупывающее” движение по рассматриваемому предмету, и поскольку зрительное восприятие является психическим процессом, то благодаря таким его свойствам, как константность и целостность, в нашем сознании формируется образ рассматриваемого предмета при значительно большем угле зрения.

Исследованиями и практикой изобразительного искусства установлено, что четко воспринимать зрительный образ предметов человек способен при угле зрения $28 - 37^\circ$, а умеренно — при угле до 53° . Очевидно, чем больше угол зрения, тем меньшее зрительное расстояние необходимо как при изображении тех или иных событий, так и при восприятии получаемого изображения. Художник, пишущий картину с близкого зрительного расстояния, и зритель, рассматривающий ее, становятся как бы участниками изображенного события. Вот почему абсолютное большинство жанровых картин известных нам мастеров изобразительного искусства написаны с минимально допустимого зрительного расстояния, соответствующего углу зрения $45 - 55^\circ$. Минимально допустимое зрительное расстояние дает художнику возможность наилучшим образом передать характеры персонажей и детали предметов. При угле зрения $28 - 37^\circ$ зрительное расстояние до изображаемых предметов увеличивается, художник изображает данное событие как бы со стороны, не являясь его непосредственным участником.

Таким образом, изображения в перспективе ограничиваются пределом удаления точки зрения от картины, и, чтобы получить изображение, близкое нашему зрительному восприятию, нужно исходить из возможности нашего зрения отчетливо видеть и предметы и их изображения. Поэтому следует выбирать такое зрительное расстояние, при котором вся картина и изображаемые на ней предметы находились бы в поле ясного или умеренного зрения.

Лучи, проведенные на окружность поля ясного зрения, образуют конус ясного зрения, который характеризуется углом зрения α , образованным при его вершине двумя противоположными образующими, зрительным расстоянием d и радиусом круга поля ясного зрения R (рис. 21). Радиус круга поля ясного зрения, зрительное расстояние и угол зрения связаны между собой зависимостью $R : d = \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$.

За единицу зрительного расстояния удобно брать радиус круга по-

Изображения в перспективе ограничиваются пределом удаления точки зрения от картины, и, чтобы получить изображение, близкое нашему зрительному восприятию, нужно исходить из возможности нашего зрения отчетливо видеть и предметы и их изображения. Поэтому следует выбирать такое зрительное расстояние, при котором вся картина и изображаемые на ней предметы находились бы в поле ясного или умеренного зрения

ля ясного зрения. Из формулы $d = R : \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$ следует (рис. 22): если точка зрения удалена от картины на величину одного радиуса поля ясного зрения, угол зрения равен 90° ; если же на величину двух радиусов — 53° ; трех радиусов — 37° ; четырех радиусов — 28° ; пяти радиусов — 22° и т. д.

При среднем нормальном зрении углом поля ясного зрения принято считать $28 - 37^\circ$, а углом допустимого умеренного видения — угол до 53° . Поэтому зрительное расстояние целесообразно выбирать в пределах 2 — 4 радиусов круга поля ясного зрения. Перспектива экспоньеры с разных зрительных расстояний построена на рис. 23 (из книги Х. Теодору „Перспектива”). Зрительное расстояние на рис. 23, а равно одному радиусу круга поля ясного зрения, что соответствует углу зрения 90° . Пунктирная окружность определяет границу поля ясного зрения. Заштрихованная часть круга входит в зону неясного зрения. Малое зрительное расстояние привело к искаженному изображению квадратных плит и триумфальной арки. Рис. 23, б, в построены соответственно с двух и четырех радиусов круга поля ясного зрения. На рис. 23, г зрительное расстояние равно шести радиусам, угол зрения — 18° . Слишком большое зрительное расстояние привело к тому, что изображение арки слилось с окружающими предметами.

Умелый выбор зрительного расстояния — необходимое условие для выполнения перспективного рисунка. Выбирая зрительное расстояние, нужно исходить из того, чтобы вся картина находилась в поле ясного или умеренного зрения. В тематических картинах, как правило, зрительное расстояние принимают минимально допустимым, т. е. близким двум радиусам круга поля ясного зрения. Этого достигают следующим образом:

- 1) если линия горизонта проходит по середине картины, а главная точка P совпадает с геометрическим центром картины, минимальное зрительное расстояние равно диагонали картины, т. е. $2R$ (рис. 24, а);
- 2) если линия горизонта проходит выше или ниже середины картины, минимальное зрительное расстояние равно диаметру такого круга, радиус R которого равен расстоянию от главной точки P до наиболее удаленного угла картины (рис. 24, б).

Практически, выбирая зрительное расстояние, нужно: в соответствии с замыслом провести линию горизонта h и наметить положение главной точки картины P (рис. 24, в); измерив расстояние от точки P до наиболее удаленного угла картины, получить радиус R круга поля ясного зрения; отложив от главной точки P два радиуса на перпендикуляре к линии горизонта, получить положение совмещенной точки зрения Z и зрительное расстояние $d = 2R$.

Следует иметь в виду, что зрительное расстояние, равное двум радиусам круга поля ясного зрения, соответствует максимально допустимому углу зрения 53° , поэтому при построении перспективного изображения возможны искажения. Особенно заметны в этом случае искажения на переднем плане при изображении предметов, имеющих

Выбирая зрительное расстояние, руководствуются следующими правилами:

- 1) зрительное расстояние при выполнении рисунка с натуры и работе над композицией нужно брать равным не менее чем двум радиусам круга поля ясного зрения;
- 2) при рисовании с натуры рисующий должен находиться от изображаемого предмета на расстоянии не менее двух его наибольших размеров. В практике

обучения рисунку с натуры наилучшим зрительным расстоянием считается удаление от изображаемого предмета, равное трем его наибольшим размерам; 3) при рассматривании картины нужно стремиться определить удаление точки зрения. Если это окажется затруднительным, то зритель должен находиться от картины на расстоянии не меньшем двух радиусов поля ясного зрения или одной диагонали картины

правильные геометрические формы (паркет, ковер, стол и пр.). Поэтому при построении перспектив с минимального зрительного расстояния необходимо или избегать изображения на переднем плане предметов правильных геометрических форм, или сознательно „закрывать” их (хотя бы частично) бесформенными предметами (скатертью или ковром со складками, наброшенным куском материи и пр.).

Чтобы получить перспективное изображение без недопустимых искажений, зрительное расстояние нужно брать в пределах трех—четырех радиусов, что соответствует углу зрения $37 - 28^\circ$.

Итак, выбирая зрительное расстояние, руководствуются следующими правилами:

1) зрительное расстояние при выполнении рисунка с натуры и при работе над композицией нужно брать равным не менее чем двум радиусам круга поля ясного зрения;

2) при рисовании с натуры рисующий должен находиться от изображаемого предмета на расстоянии не менее двух его наибольших размеров. В практике обучения рисунку с натуры наилучшим зрительным расстоянием считается удаление от изображаемого предмета, равное трем его наибольшим размерам;

3) при рассматривании картины нужно стремиться определить удаление точки зрения. Если это окажется затруднительным, то зритель должен находиться от картины на расстоянии не меньшем двух радиусов поля ясного зрения или одной диагонали картины.

ГЛАВА III. ИЗОБРАЖЕНИЕ ТОЧЕК, ПРЯМЫХ И ПЛОСКОСТЕЙ В ПЕРСПЕКТИВЕ

Любой изображаемый предмет, какой бы сложной формы он ни был, можно заключить в простейшую геометрическую фигуру, образованную точками (вершинами углов), прямыми (ребрами) и плоскостями (гранями). Построение перспектив предметов обычно и начинается с построения перспектив описанных вокруг них простейших геометрических форм, в которые затем вписываются изображаемые предметы со всеми деталями. Поэтому умение построить перспективу точек, прямых и плоскостей составляет одну из основных задач изучения перспективы для практического применения ее как при рисовании с натуры, так и при работе над композицией.

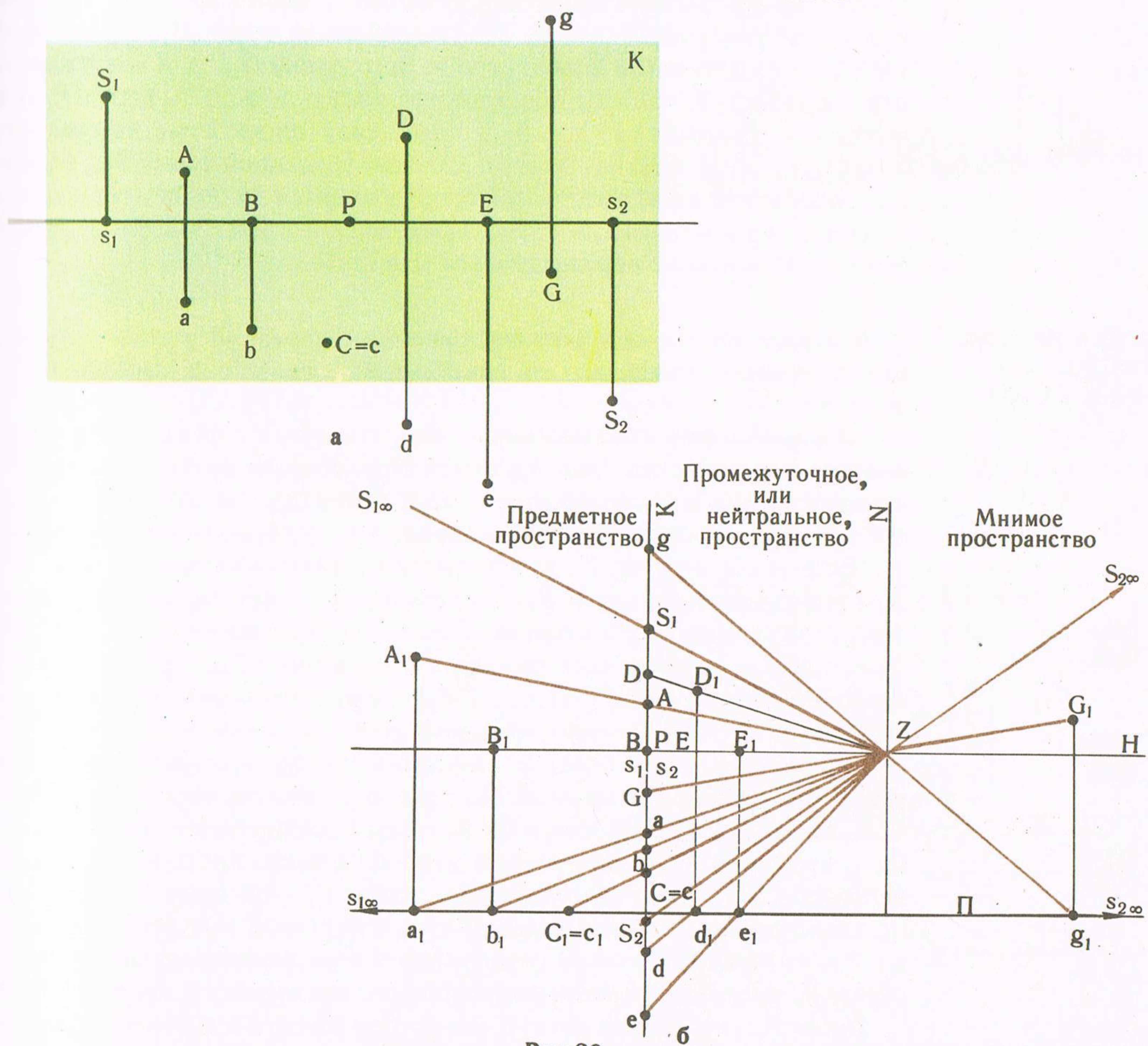
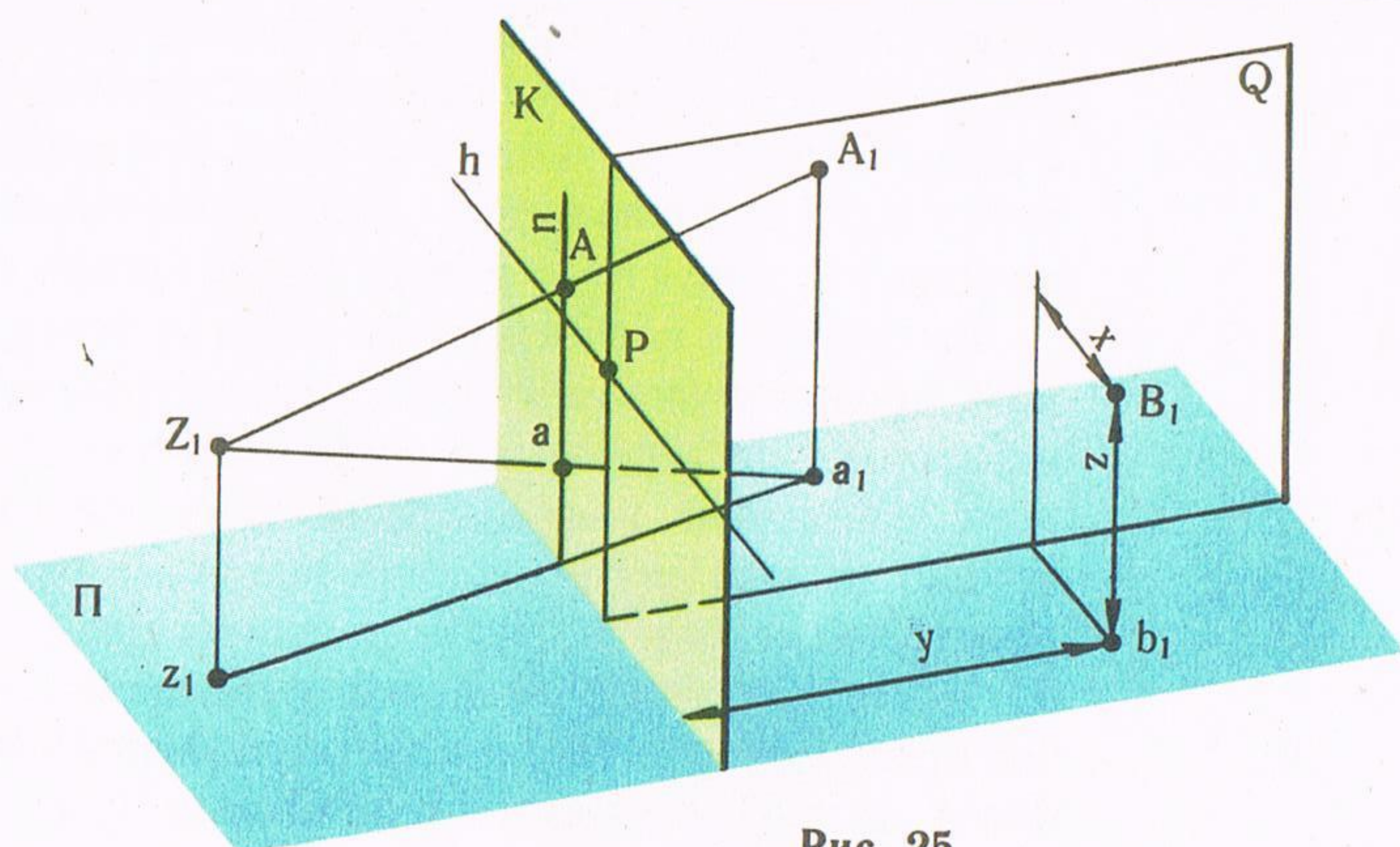
§8. ПЕРСПЕКТИВА ТОЧЕК

Для построения перспективы точки нужно найти ее положение в пространстве. Это положение можно определить двумя способами:

1) самой точкой A_1 и ее проекцией a_1 на предметную плоскость (рис. 25);

2) тремя координатами относительно трех взаимно перпендикулярных плоскостей — предметной, картинной и осевой. Так, точка B_1 имеет координаты: абсциссу x , ординату y и аппликату z .

Перспектива точки, заданной самой точкой и ее проекцией на предметную плоскость, определяется как точка пересечения с картиной зрительного (проецирующего) луча, проведенного через заданную точку. Для этого через точку зрения и изображаемую точку проводят вертикальную лучевую плоскость, предметный след которой проходит



через точку стояния z_1 и горизонтальную проекцию a_1 точки A_1 . Лучевая плоскость пересечет картину по вертикальной прямой n , перпендикулярной к линии горизонта. Лучи, проведенные из точки зрения Z_1 в точку A_1 и ее проекцию a_1 , в пересечении с прямой n и определяют перспективу A точки A_1 и ее вторичную проекцию a .

Рассмотрим положение перспектив точек, находящихся в предметном, промежуточном и мнимом пространствах; перспективы точек и их вторичных проекций показаны на рис. 26, *а*. С помощью профильного положения картины и нейтральной плоскости (рис. 26, *б*) нетрудно по изображению определить их действительное положение в пространстве. Так, в предметном пространстве находятся такие точки: S_1 — перспектива бесконечно удаленной точки $S_{1\infty}$ (солнца), вторичная проекция s_1 которой находится на линии горизонта; A — на расстоянии A_1a_1 над предметной плоскостью Π ; B — в плоскости горизонта и $C = c$ — на предметной плоскости. В промежуточном пространстве расположены следующие точки: D — перспектива точки D_1 , возвышающейся над предметной плоскостью на расстоянии D_1d_1 ; E — в плоскости горизонта. В мнимом пространстве лежат: точка G — перспектива точки G_1 , возвышающейся над предметной плоскостью на расстоянии G_1g_1 ; S_2 — перспектива бесконечно удаленной точки $S_{2\infty}$ (солнца), вторичная проекция s_2 которой находится на линии горизонта.

Построение перспектив точек, заданных координатами, рассмотрим при ознакомлении с перспективным масштабом.

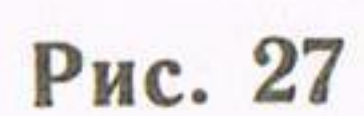
§9. ПЕРСПЕКТИВА ПРЯМЫХ. ТОЧКИ СХОДА

В общем случае перспектива прямой — прямая. В частном случае, когда прямая совпадает со зрительным лучом, она изображается точкой.

В перспективе изображаемые предметы обычно находятся в предметном пространстве. Если провести бесконечную прямую, пересекающую картину и не проходящую через точку зрения, то часть ее, расположенная в предметном пространстве, изображается отрезком.

Пусть даны картина K , точка зрения Z и расположенный в предметном пространстве отрезок B_1C_1 прямой a (рис. 27). Продолжим отрезок до пересечения с картиной. Точка A — картинный след прямой. Продолжив отрезок в бесконечность предметного пространства, возьмем на нем ряд точек $C_1, D_1, \dots, F_{1\infty}$ и проведем через них проецирующие лучи. В пересечении с картиной получим точки $B, C, D, \dots, F_{\infty}$. Проецирующие лучи лежат в одной плоскости, которая пересекает плоскость картины по прямой. Поэтому перспектива отрезка есть прямая. По мере удаления точек от картины проецирующие лучи образуют с отрезком все более острые углы α и, когда проецирующий луч направлен в бесконечно удаленную точку $F_{1\infty}$, он становится параллельным прямой a . В пересечении луча с картиной тогда получим точку F_{∞} , которая и является перспективой бесконечно удаленной точки отрезка, продолженного в бесконечность предметного пространства.

Точка F_{∞} называется *точкой схода*. Она является проекцией несобственной точки пересечения всех прямых, параллельных данной.



Для построения перспективы прямой достаточно найти хотя бы две принадлежащие ей точки. Одной из них может быть след прямой или любая другая точка, а второй — точка схода. След прямой находят в пересечении прямой с картинной плоскостью. Точку схода определяют в пересечении с картиной зрительного луча, проведенного параллельно изображаемой прямой.

Таким образом, для построения перспективы прямой достаточно найти хотя бы две принадлежащие ей точки. Одной из них может быть след прямой или любая другая точка, а второй — точка схода. След прямой находят в пересечении прямой с картинной плоскостью. Точку схода определяют в пересечении с картиной зрительного луча, проведенного параллельно изображаемой прямой.

Относительно картины прямые могут быть параллельными, перпендикулярными и наклонными. Рассмотрим правила их изображения в перспективном рисунке с натуры и при работе над композицией. Перспектива прямых, параллельных картине. Точки схода параллельных картине прямых расположены в бесконечности, так как зрительный луч, проведенный параллельно им, пересекает картинную плоскость в несобственной точке. Поэтому параллельные картине прямые в перспективном рисунке изображаются параллельно самим прямым. Действительно, любая плоская фигура и линейный угол, образованные параллельными картине прямыми, лежат в плоскостях, параллельных картине, и изображаются подобными фигурами (рис. 28). Из этого вытекают такие правила для рисования:

- 1) прямые, перпендикулярные к предметной плоскости, изображаются перпендикулярными к линии горизонта;
- 2) горизонтальные прямые, параллельные картине, изображаются параллельными линии горизонта;
- 3) прямые, параллельные картине, наклоненные к предметной плоскости, изображаются параллельно самим прямым, т. е. их перспектива имеет тот же угол наклона α к линии горизонта, что и они сами к предметной плоскости.

Перспектива прямой, лежащей в плоскости картины, совпадает с самой прямой. Отрезок такой прямой изображается в натуральную величину. Это позволяет использовать отрезки прямых, лежащих в плоскости картины, в качестве масштабов: горизонтальные прямые — как масштаб широт, вертикальные — как масштаб высот.

Перспектива прямых, перпендикулярных к картине. Точка схода перпендикулярных к картине прямых находится в главной точке P , так как зрительный луч, проведенный параллельно перпендикулярным к картине прямым, пересекает картину в главной точке. Поэтому для изображения перпендикулярной к картине прямой нужно найти перспективу какой-либо второй ее точки. Удобнее такой точкой находить точку пересечения прямой с картиной — картинный след. Поскольку первичная проекция (проекция на предметную плоскость) перпендикулярной к картине прямой также перпендикулярна к картине и имеет точку схода также в главной точке картины P , то для определения картинного следа, например прямой AB (рис. 29), достаточно ее первичную проекцию продолжить до основания картины в точку c_0 , которая и является вторичной проекцией картинного следа C_0 . Таким образом, видим (рис. 29), что перспектива перпендикулярных к картине прямых представляет собой связку прямых, сходящихся в главной точке картины P .

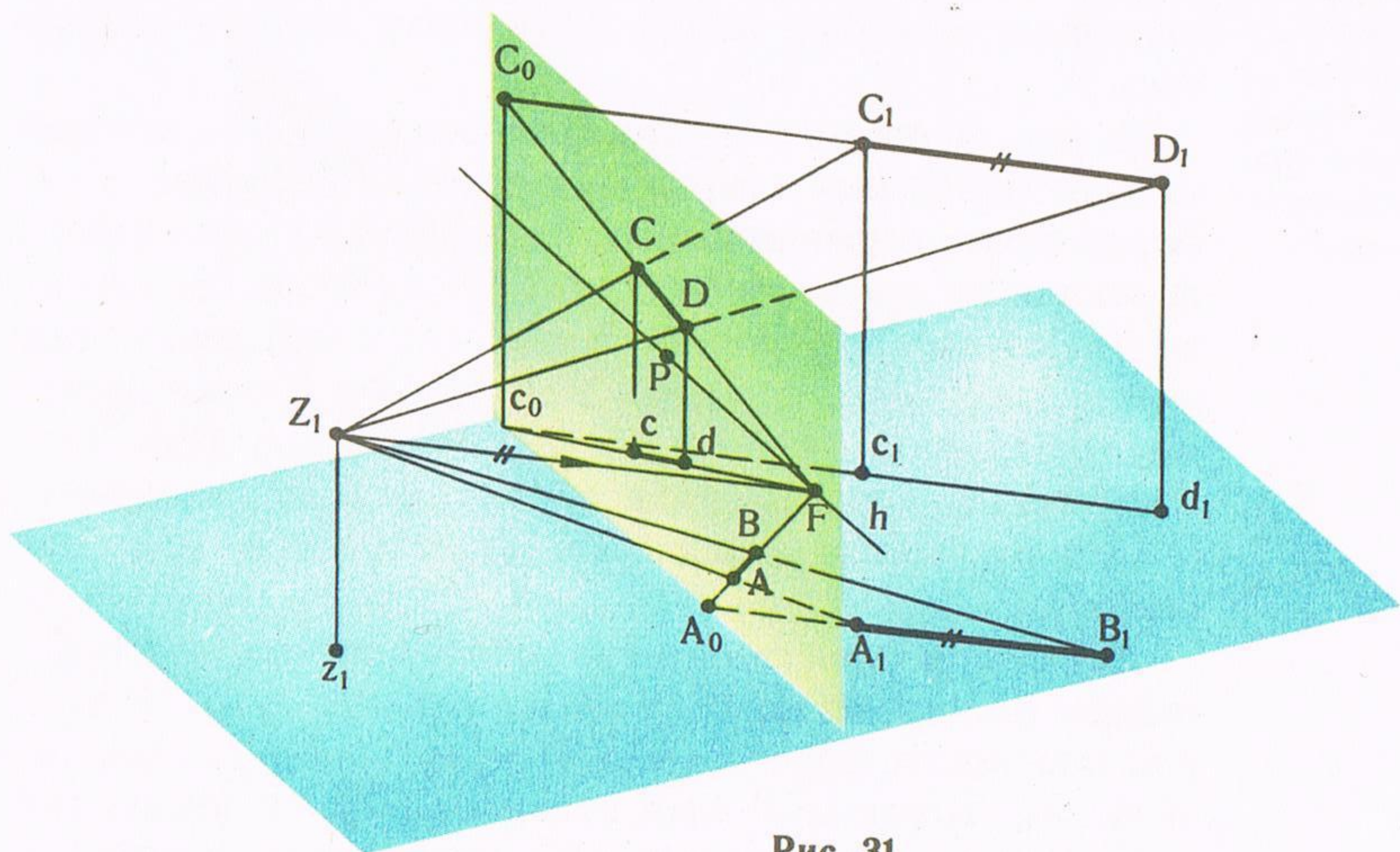


Рис. 31

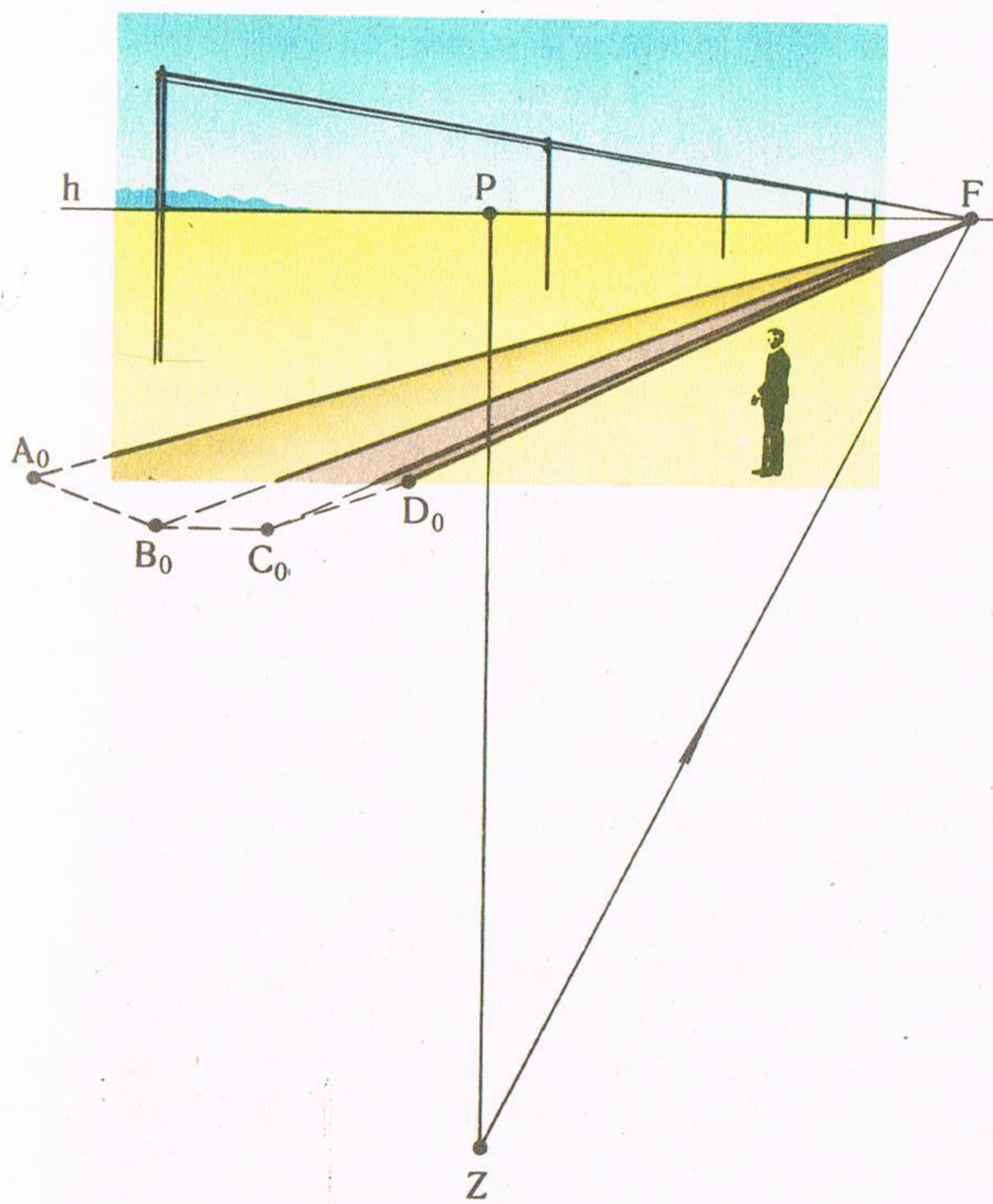


Рис. 32

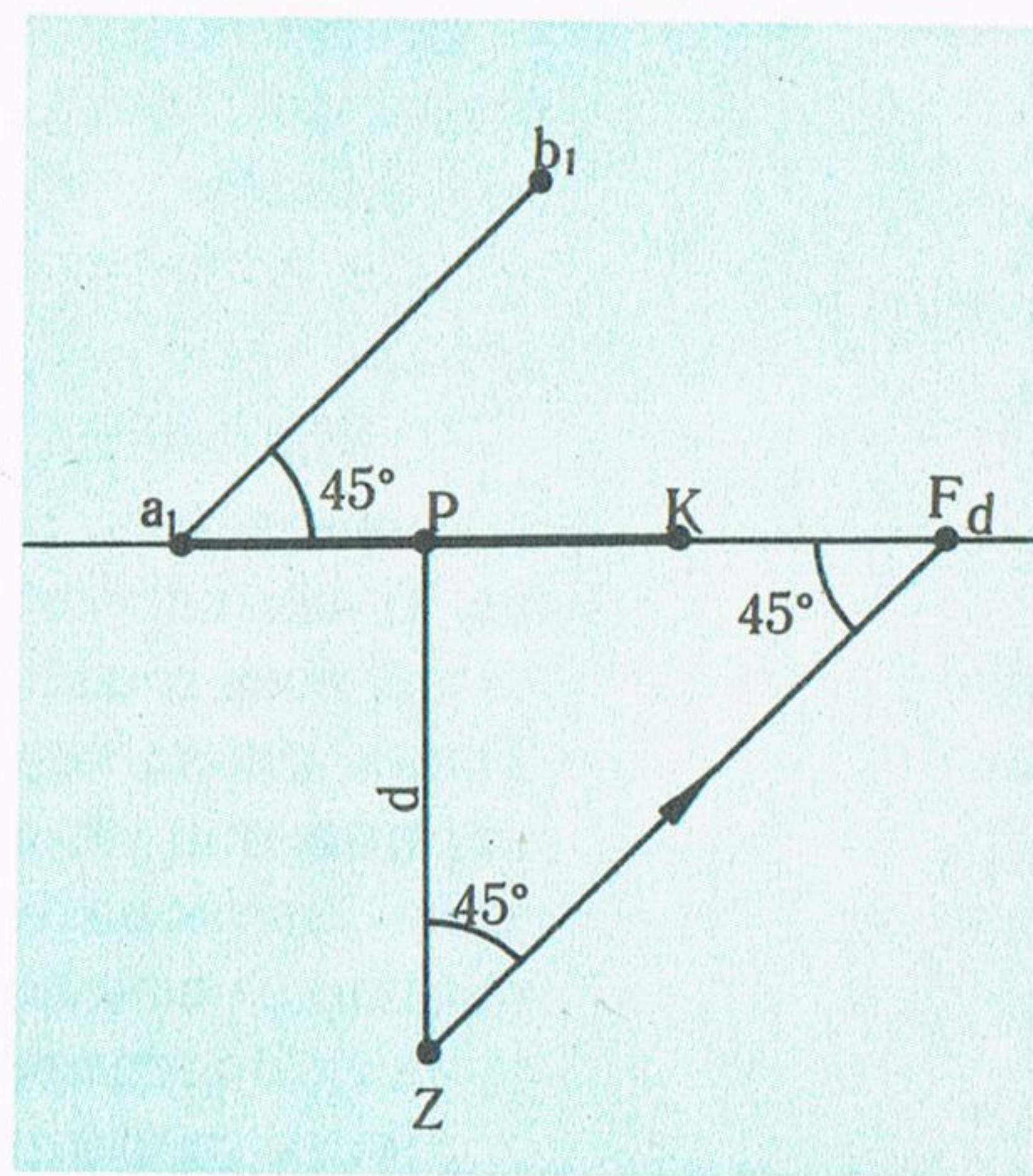


Рис. 33

Перспективы прямых, перпендикулярных к картине, и их вторичные проекции имеют одну точку схода — главную точку картины P

Итак, перспективы прямых, перпендикулярных к картине, и их вторичные проекции имеют одну точку схода — главную точку картины P .

На рис. 30 показано построение перспективы с использованием прямых, параллельных и перпендикулярных к картине.

Перспектива горизонтальных прямых. Горизонтальные прямые и их проекции на предметную плоскость параллельны плоскости горизонта H . Поэтому зрительный луч, проведенный параллельно изображаемой прямой, лежит в плоскости горизонта и пересекает картину на линии горизонта h в точке F (рис. 31). Таким образом, точка F является точкой схода для данных параллельных горизонтальных прямых A_1B_1 , C_1D_1 и их вторичных проекций ab , cd и всегда находится на линии горизонта.

Для построения перспектив параллельных горизонтальных прямых найдем их картинные следы. След прямой A_1B_1 , лежащей в предметной плоскости, определяется в пересечении с основанием картины в точке A_0 . Картинный след прямой C_1D_1 , возвышающейся над предметной плоскостью, находится в пересечении прямой с перпендикуляром, восстановленным в плоскости картины к следу c_0 ее первичной проекции, так как прямая C_1D_1 и ее первичная проекция c_1d_1 лежат в вертикальной плоскости. Построение перспективы CD отрезка C_1D_1 и его вторичной проекции c_1d_1 , а также перспективы AB отрезка A_1B_1 показано на рис. 31.

Удаление точки схода F от главной точки картины P зависит от угла наклона горизонтальной прямой к картине. Чем меньше этот угол, тем дальше точка F располагается от точки P .

Чтобы найти точку схода перспектив параллельных горизонтальных прямых при рисовании с натуры, нужно определить положение этих прямых относительно картины, провести из точки зрения Z луч, параллельный им, до встречи с линией горизонта в точке F , которая и станет точкой схода для данной группы прямых. На рис. 32 показано, как найдена точка схода проведением луча ZF из совмещенной точки зрения и построены перспективы параллельных прямых с помощью следов A_0, B_0, C_0, D_0 и точки схода F .

Чтобы найти точку схода горизонтальных параллельных прямых в композиции, достаточно продолжить одну из них до линии горизонта. Точка пересечения этой прямой с линией горизонта и будет точкой схода всех прямых, параллельных проведенной.

Точки схода перспектив горизонтальных прямых, расположенных к картине под углом 45° . При построении перспективного рисунка очень часто приходится пользоваться точками схода для горизонтальных прямых, расположенных к картине под углом 45° . Рассмотрим правила их определения.

Пусть дан отрезок a_1b_1 горизонтальной прямой (рис. 33), наклоненной к картине под углом 45° в плане (на виде сверху). Проведя из точки зрения Z проекцию луча параллельно a_1b_1 до встречи с картиной, получим точку схода F_d . Из прямоугольного треугольника

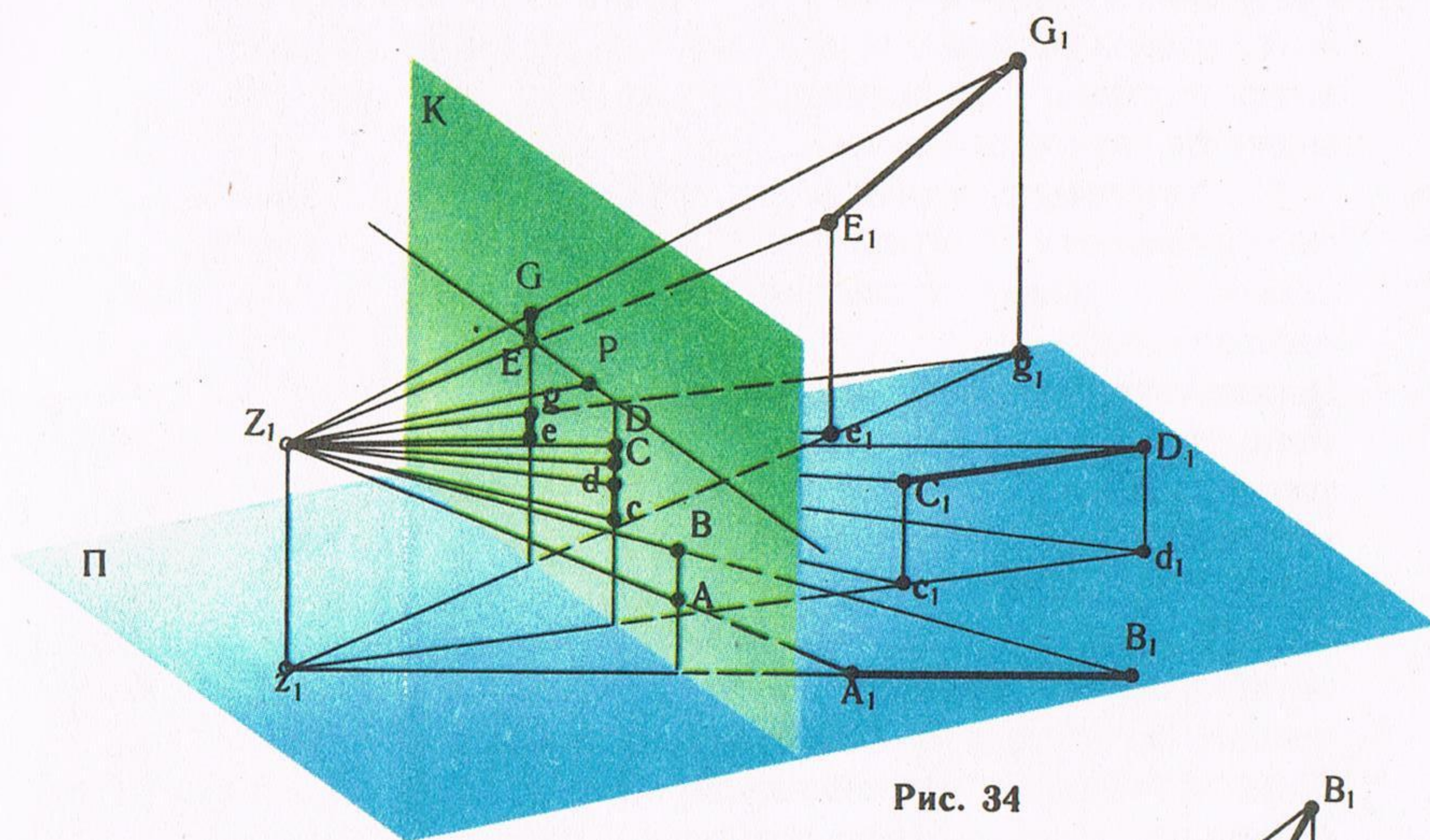


Рис. 34

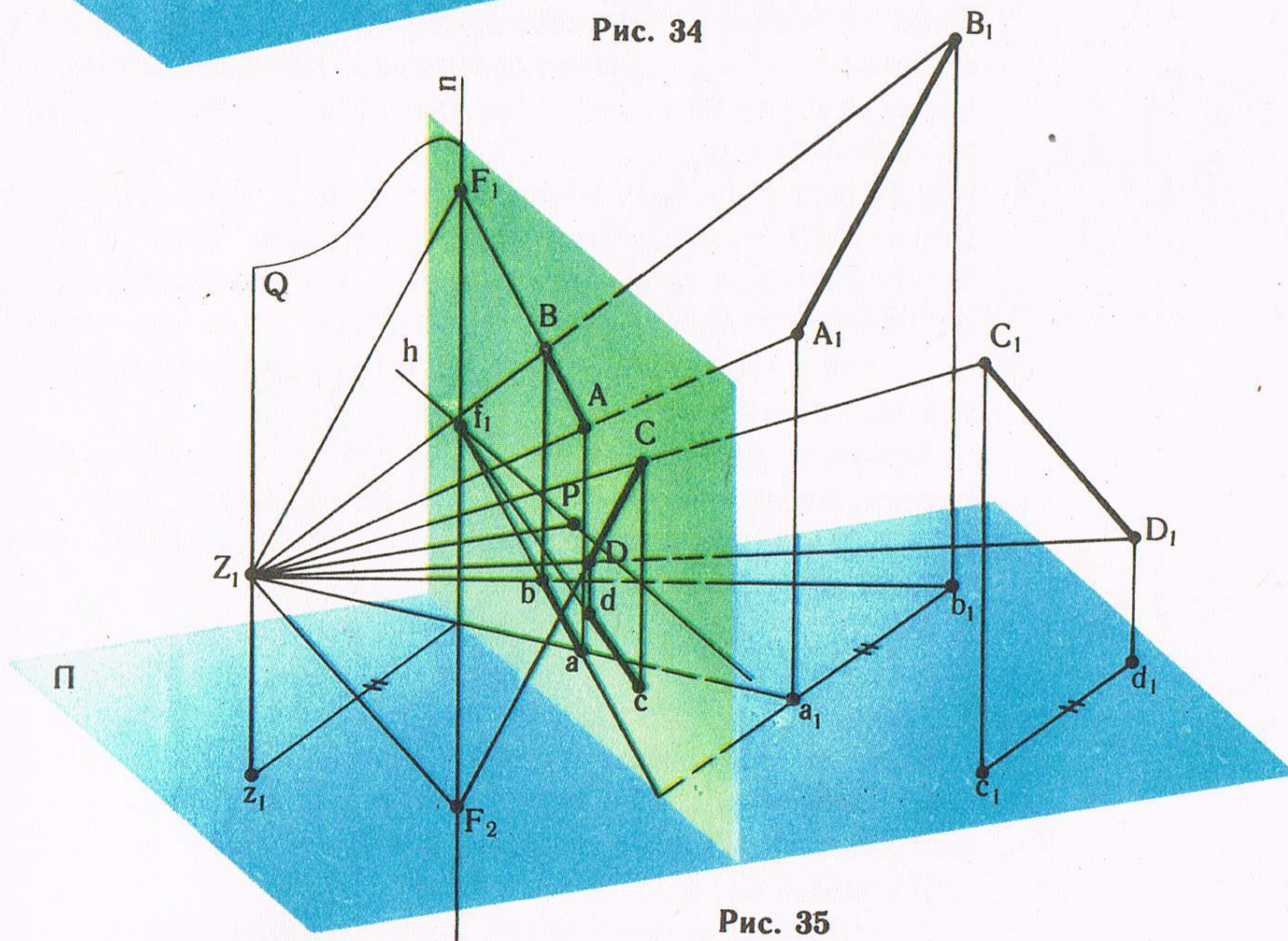


Рис. 35

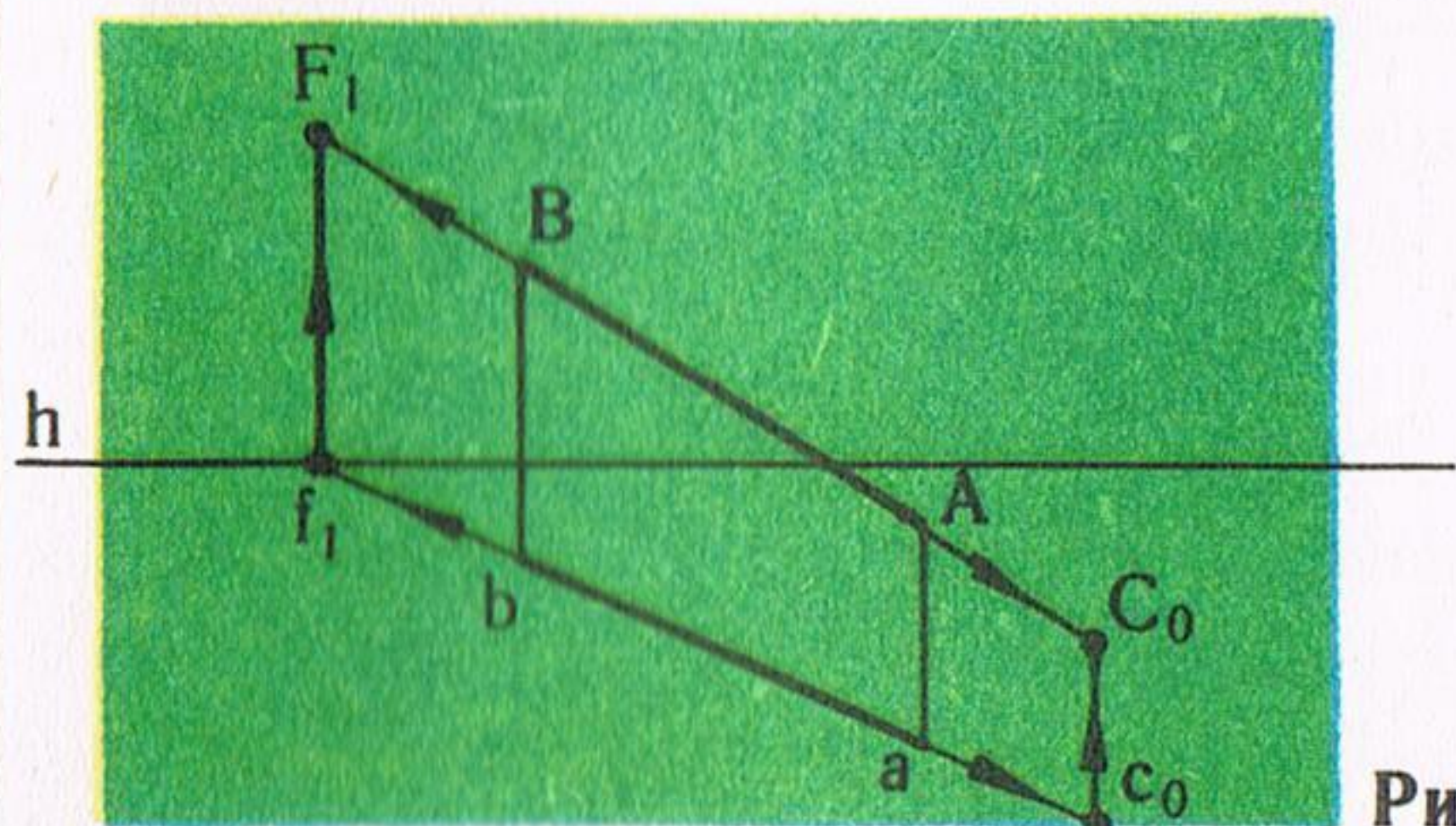


Рис. 36

Чтобы найти точку схода горизонтальных прямых, расположенных к картине под углом 45° , нужно на линии горизонта вправо или влево от главной точки картины P отложить зрительное расстояние d

PZF_d имеем: $PZ = d = PF_d$, т. е. точка схода для горизонтальных прямых, расположенных к картине под углом 45° , удалена от главной точки картины P на величину зрительного расстояния d . Точка F_d называется *точкой отдаления*.

Следовательно, чтобы найти точку схода горизонтальных прямых, расположенных к картине под углом 45° , нужно на линии горизонта вправо или влево от главной точки картины P отложить зрительное расстояние d .

Перспектива прямых, первичные проекции которых проходят через точку стояния. Прямые A_1B_1 , C_1D_1 и E_1G_1 , первичные проекции которых c_1d_1 , e_1g_1 проходят через точку стояния z_1 (рис. 34), на картине изображаются вертикальными прямыми, перпендикулярными к линии горизонта, так как лежат в вертикальных проецирующих плоскостях, перпендикулярных к предметной плоскости и проходящих через точку стояния. Поэтому при рисовании, например, круга, разделенного на сектора, с точкой стояния в центре стороны секторов изображаются прямыми, перпендикулярными к линии горизонта, и не будут восприниматься зрителем правильно. Изображая такого рода прямые в перспективном рисунке, нужно точку стояния располагать вне центра их пересечения.

Перспектива прямых общего положения. Прямые общего положения могут быть восходящими и нисходящими. Если по мере удаления от зрителя прямая линия поднимается, она называется *восходящей*, если опускается — *нисходящей*. Восходящие и нисходящие прямые применяются при рисовании маршей лестниц, крыш зданий, дорог на холмистой местности и пр.

Прямые общего положения и их первичные проекции лежат в плоскостях, перпендикулярных к предметной плоскости Π . Чтобы найти точки схода перспектив восходящих и нисходящих прямых и их вторичных проекций, нужно через точку зрения Z_1 и точку стояния z_1 провести лучевую плоскость Q , параллельную плоскости $A_1a_1b_1B_1$ (рис. 35). Плоскость Q пересечет картину по прямой n . В пересечении n с линией горизонта h получим точку схода f_1 для вторичных проекций, а в пересечении с линией n луча Z_1F_1 , проведенного параллельно A_1B_1 , получим точку схода F_1 перспектив всех прямых, параллельных данной. Таким же образом найдем точку схода F_2 для нисходящей прямой C_1D_1 .

Точка схода F перспектив параллельных друг другу прямых общего положения и точка схода f их вторичных проекций лежат на одном перпендикуляре к линии горизонта h . Точка схода восходящих прямых располагается выше линии горизонта, а нисходящих — ниже линии горизонта.

При рисовании с натуры и при работе над композицией точки схода для восходящих и нисходящих прямых находят так. Определив положение изображаемой прямой в пространстве, проводят на картине перспективу AB прямой и ее вторичную проекцию ab (рис. 36). Продолжают вторичную проекцию до линии горизонта h в точке f_1 . Восставив

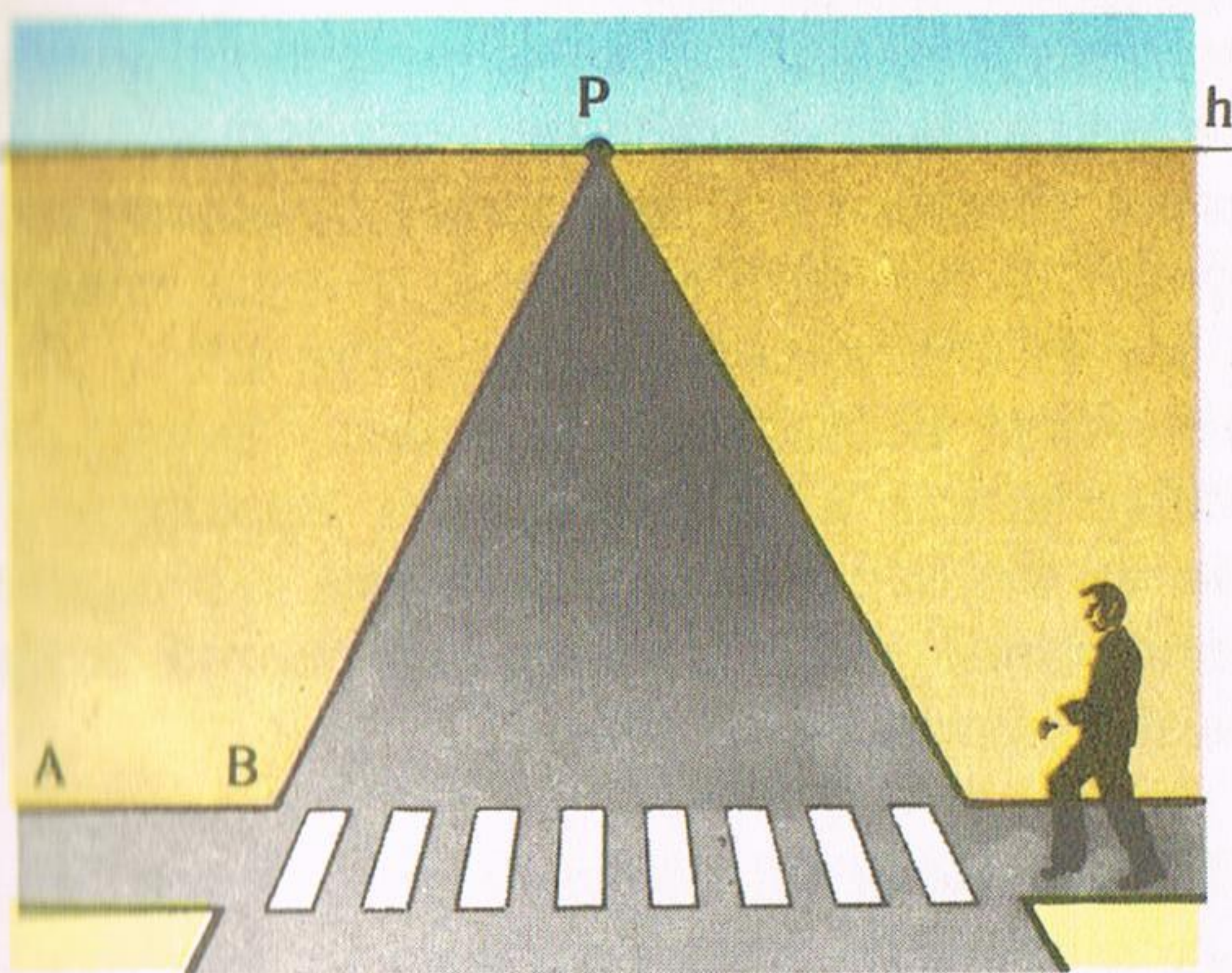


Рис. 37

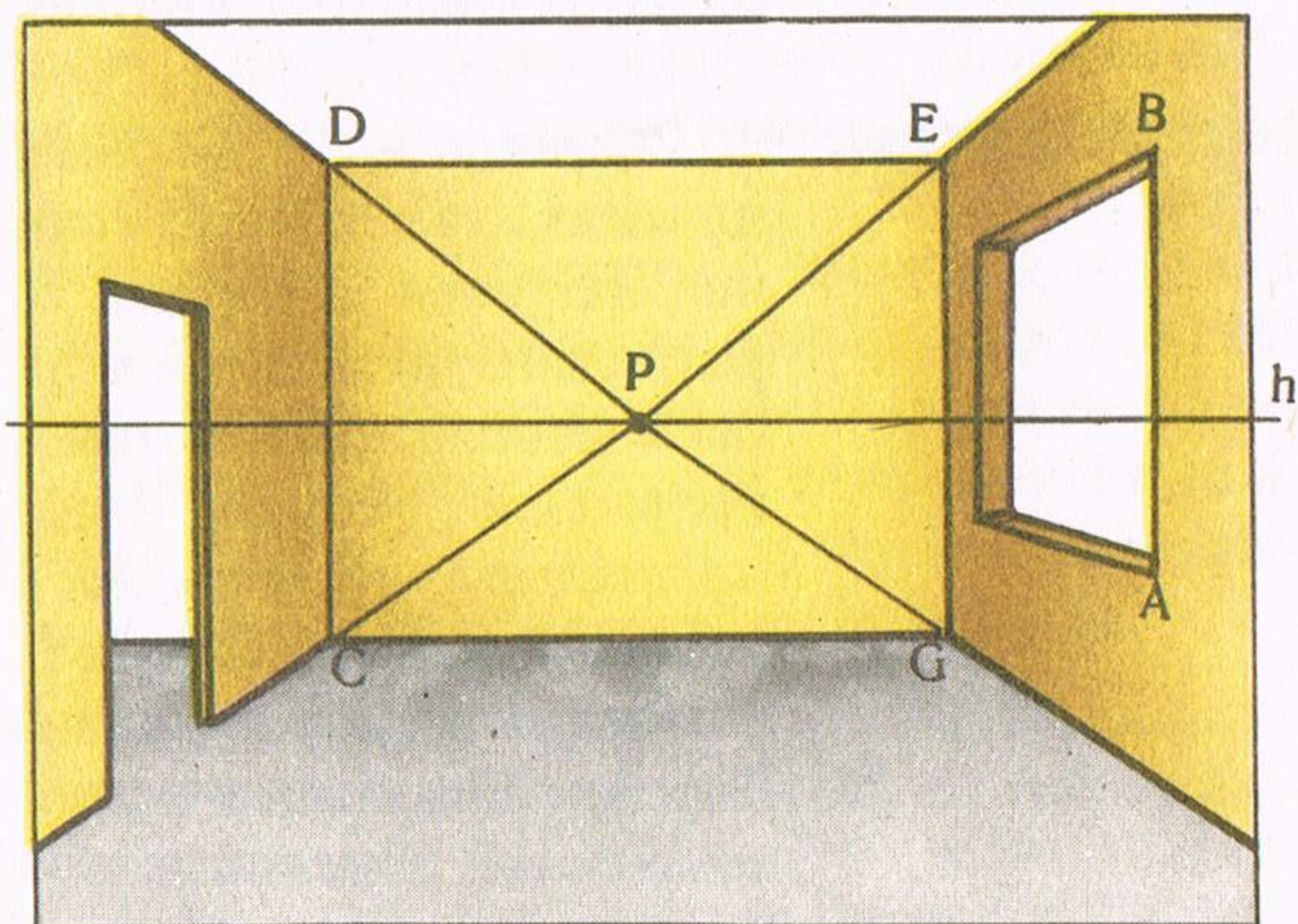


Рис. 38

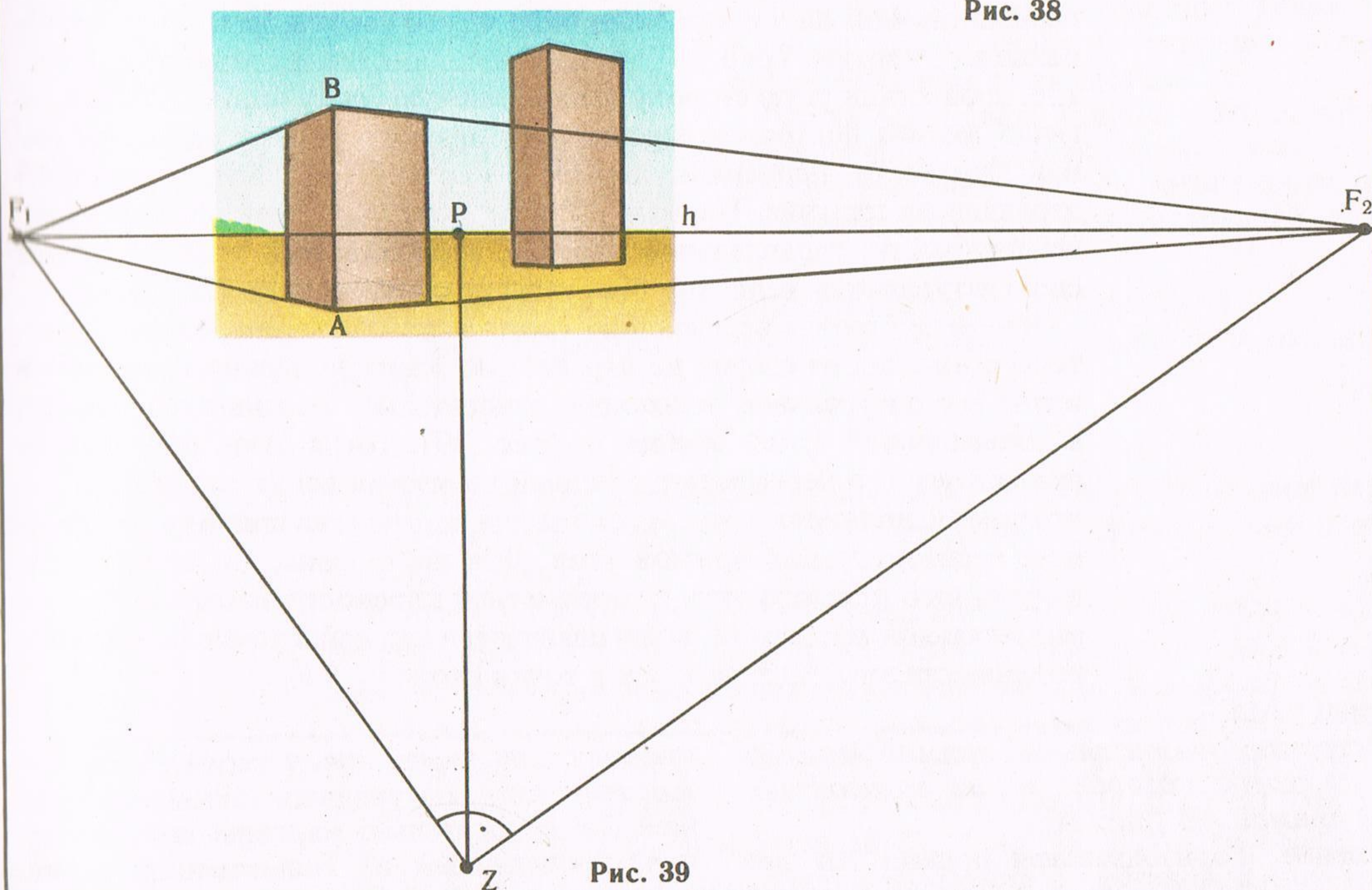


Рис. 39

в точке f_1 перпендикуляр к линии горизонта, в пересечении с продолжением прямой AB получают точку схода F_1 . Для построения картинного следа прямой AB нужно продолжить вторичную проекцию ab до пересечения с линией основания картины и в этой точке c_0 восставить перпендикуляр к линии горизонта до пересечения с продолжением прямой в точке C_0 . Точка C_0 и есть картинный след прямой AB .

В заключение отметим, что, если восходящие или нисходящие параллельные друг другу прямые лежат в вертикальных плоскостях, перпендикулярных к картине, их точки схода находятся на вертикальной осевой линии картины, проходящей через точку P , а точкой схода их вторичных проекций является точка P .

§10. ПЕРСПЕКТИВА УГЛОВ

Впечатление о форме изображаемых на рисунке предметов как плоских, так и многогранных форм во многом зависит от изображения их углов. В перспективном рисунке углы, если их стороны не параллельны картине, изображаются искаженными. Любой угол может быть изображен и острым, и тупым, и прямым. Все зависит от того положения, которое изображаемый угол занимает в пространстве относительно точки зрения и картины. Поэтому умение правильно рисовать, а если необходимо, то и построить тот или иной угол составляет важную задачу художника.

Перспектива прямого угла. Если одна из сторон прямого угла на горизонтальной плоскости параллельна картине, то другая — перпендикулярна к ней. Поэтому, чтобы построить перспективу прямого угла на горизонтальной плоскости, если одна из его сторон, например AB , параллельна картине (рис. 37), достаточно провести перпендикуляр к ней, т. е. провести другую сторону угла в главную точку картины P . Аналогично можно построить перспективу прямого угла и на вертикальной плоскости, перпендикулярной к картине (рис. 38). Прямая AB параллельна картине. Прямые AP и BP образуют с ней прямые углы. На плоскости, параллельной картине, изображаемый угол сохраняет свою натуральную величину (см. углы прямоугольника $CDEG$).

Чтобы построить перспективу горизонтального прямого угла, у которого ни одна из сторон не параллельна картине, нужно построить в плане его натуральное положение относительно картины с вершиной в совмещенной точке зрения Z (рис. 39). Тогда лучи, образующие прямой угол, в пересечении с линией горизонта дадут точки F_1 и F_2 , которые и являются точками схода для перспектив прямых, образующих горизонтальный прямой угол. Для построения, например, горизонтального прямого угла на предметной плоскости в точке A и на горизонтальной плоскости, возвышающейся над ней в точке B , достаточно провести лучи из этих точек в точки схода F_1 и F_2 .

ПРИМЕР 10.1.

Построить горизонтальный прямой угол, одна из сторон которого задана горизонтальной прямой AB (рис. 40).

Решение. Горизонтальная прямая AB при

продолжении имеет точку схода F_1 на линии горизонта. Натуральное положение прямой AB относительно картины показывает луч, проведенный из совмещенной точки

зрения Z в точку F_1 . Построим при совмещенной точке зрения натуральную величину прямого угла F_1ZF_2 . Точка F_2 и будет точ-

кой схода для всех горизонтальных прямых, образующих с отрезком AB прямые углы. Горизонтальный прямой угол построен.

Биссектриса прямого угла. С помощью биссектрисы прямого угла можно упростить многие перспективные построения. Так, перспективу квадрата можно построить по ее диагонали, которая одновременно является и биссектрисой двух его противоположных углов. Рассмотрим положение биссектрисы прямого угла в перспективном рисунке.

Если в горизонтальном прямом угле F_1ZF_2 при совмещенной точке зрения Z (рис. 41) проведем биссектрису и продолжим ее до линии горизонта, получим точку схода F_6 (биссекторную). Прямая AF_6 и есть перспектива биссектрисы прямого угла, делящей в натуре угол F_1AF_2 пополам.

Перспектива тупых и острых углов. В рисунке с натуры и при работе над композицией приходится изображать не только прямые, но и острые и тупые углы. Для построения перспективы горизонтального угла нужно построить его натуральную величину с вершиной в совмещенной точке зрения, а затем, продлив стороны до пересечения с линией горизонта, получить точки схода для перспектив его сторон.

ПРИМЕР 10.2.

Нарисовать стену с арочным проемом, размещенную к картине под углом 30° (рис. 42).

Решение. Выбрав на картине точку A , через которую пройдет направление стены, найдем точку схода для горизонтальных прямых, расположенных к картине под углом 30° .

Для этого из совмещенной точки зрения Z проведем луч, параллельный направлению стены, до пересечения с линией гори-

зонта в точке F_1 . В этом случае удобнее проводить луч под углом 30° к нейтральной плоскости, так как углы при Z и F_1 равны как внутренние накрест лежащие. Точка F_1 и будет точкой схода направления стены при изображении ее на картине.

Чтобы нарисовать боковые стены арки, составляющие с направлением стены угол 90° , найдем точку схода F_2 , куда и проведем прямые верхнего и нижнего оснований арки.

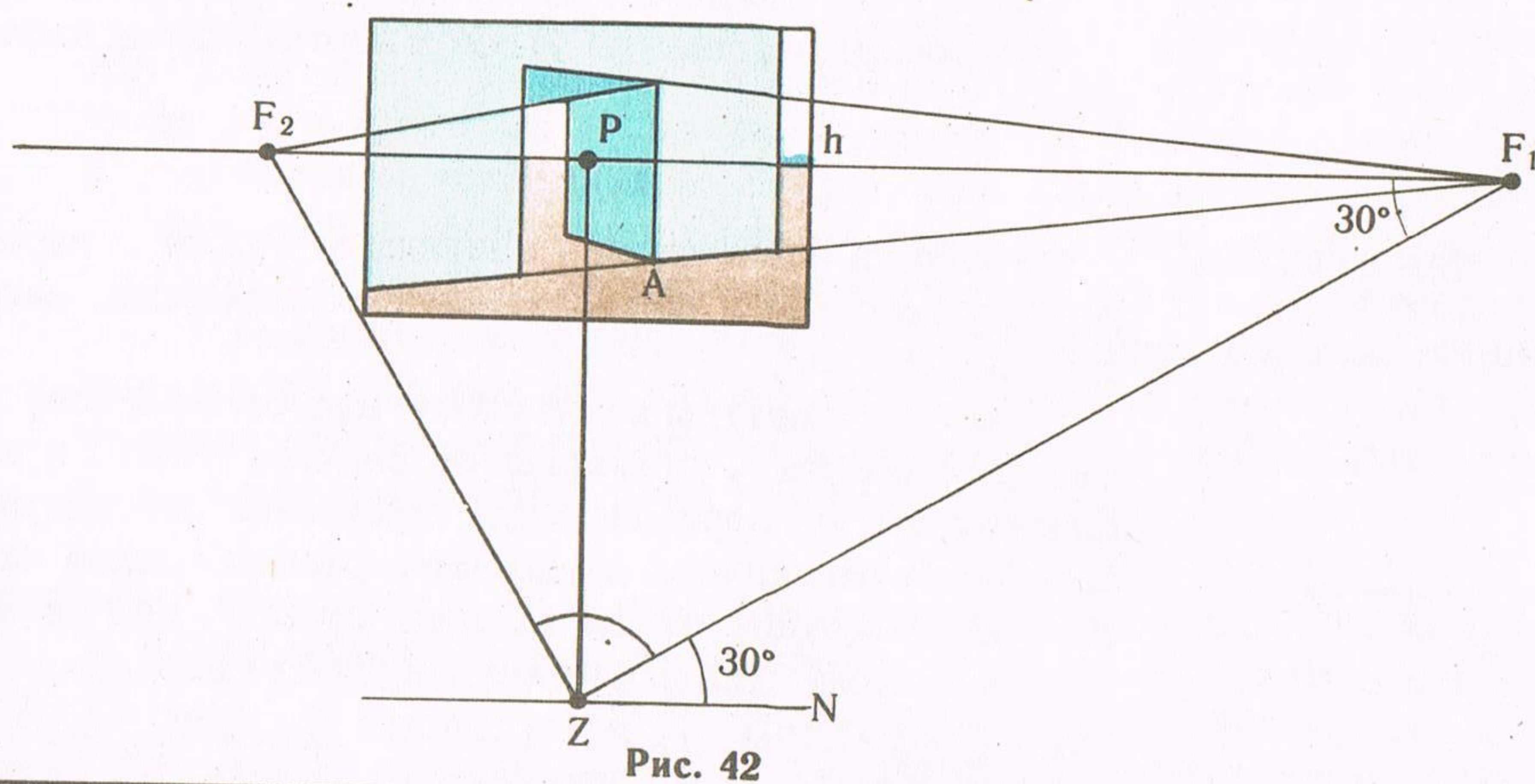
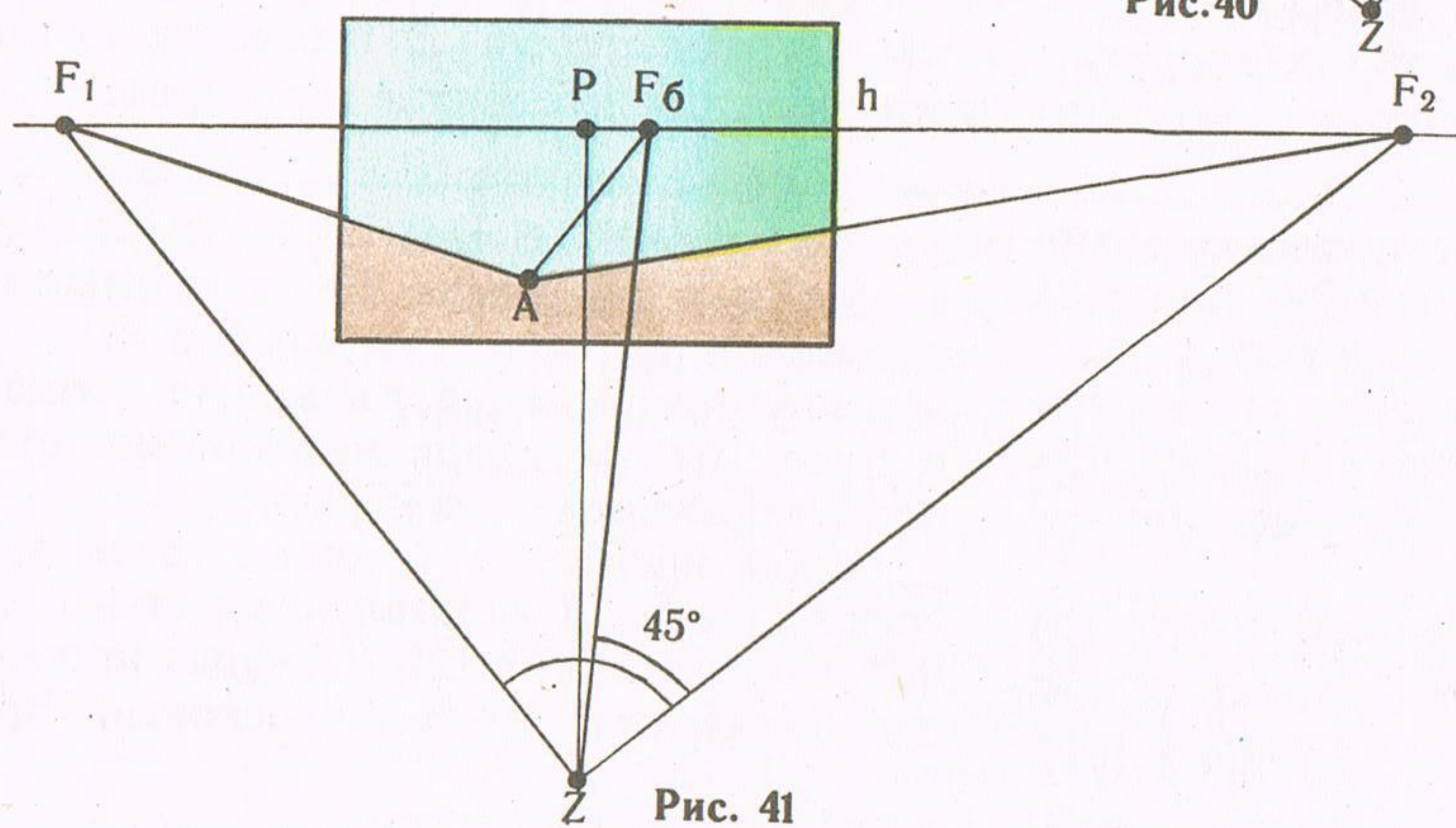
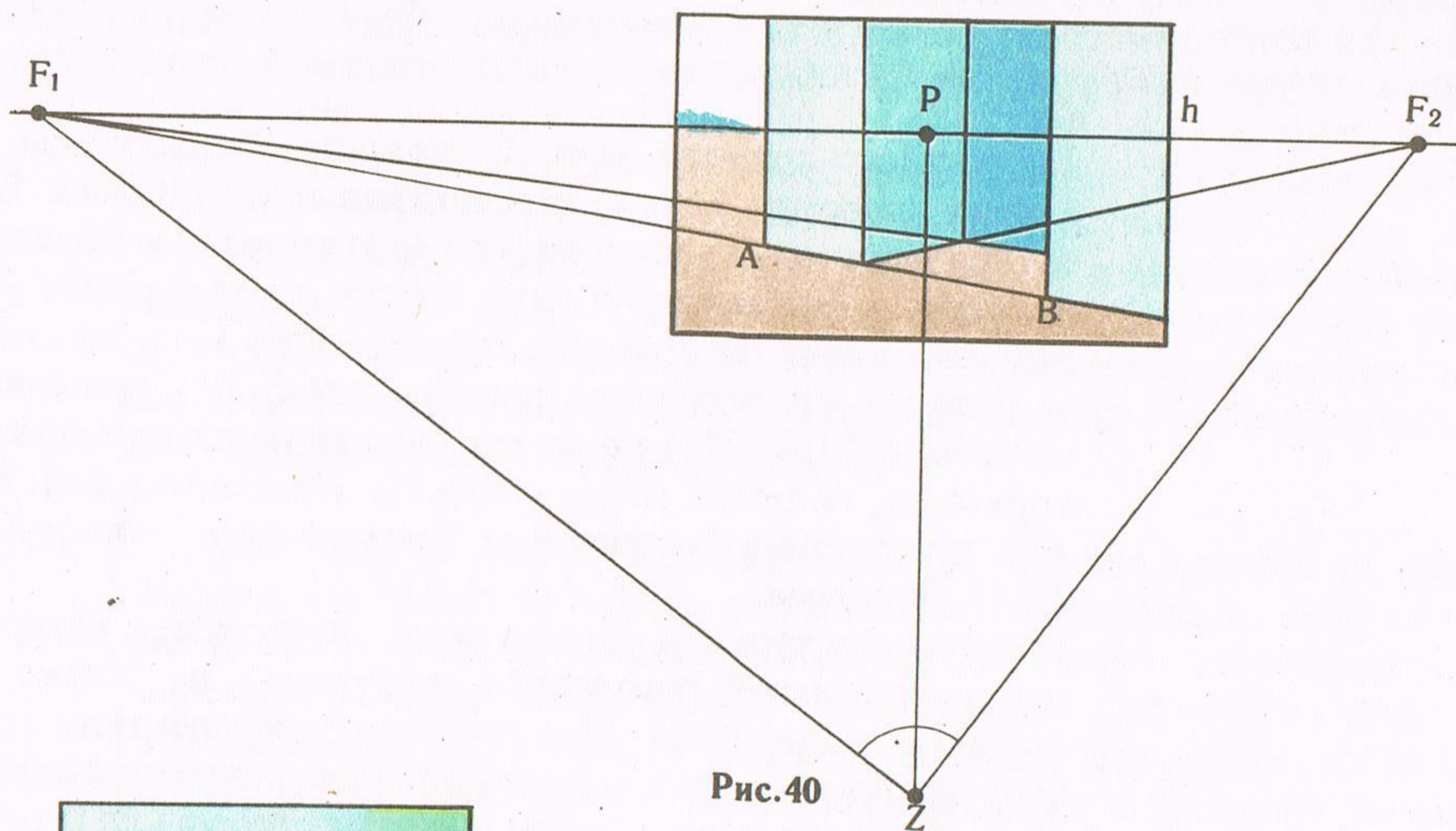
Аналогично можно построить любой горизонтальный угол.

Построение перспектив углов в вертикальных плоскостях рассмотрено в § 11.

§ 11. ПЕРСПЕКТИВА ПЛОСКОСТЕЙ. ЛИНИИ СХОДА

Плоскости относительно картины могут быть параллельными, перпендикулярными и наклонными (восходящими, нисходящими и общего положения).

В рисунке с натуры и при работе над композицией перспектива плоскости строится с помощью перспектив точек, прямых линий или плоских фигур, определяющих положение плоскости в пространстве. Для более наглядного и удобного решения задач на построение перспектив плоскости будем задавать отсеком или двумя пересекающимися прямыми. Такими прямыми удобно использовать следы плоскости — предметный $Q_{\text{п}}$ и картинный $Q_{\text{к}}$ (рис. 43, а). *Картинным следом* называется линия пересечения плоскости с картиной, а *предмет-*



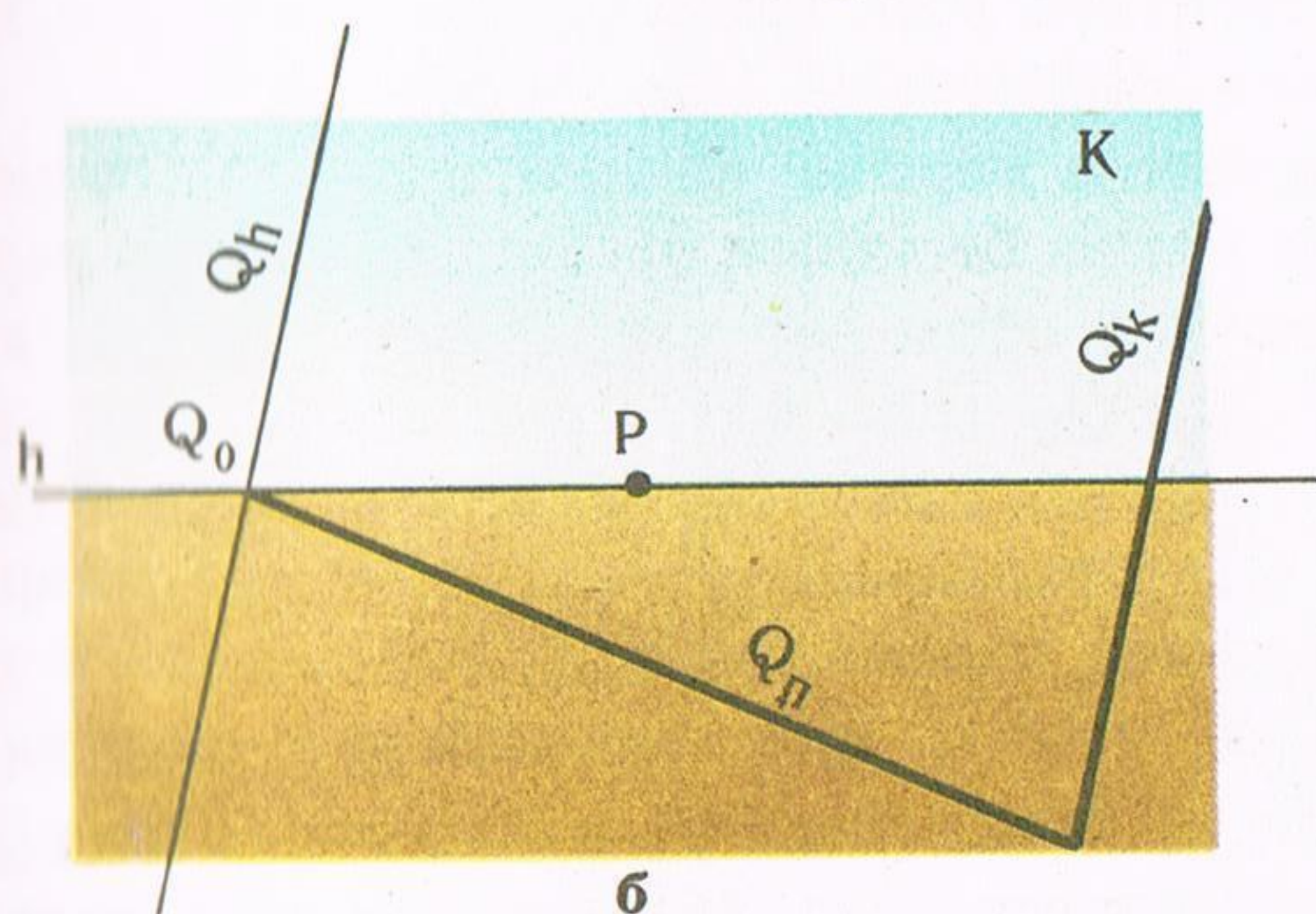
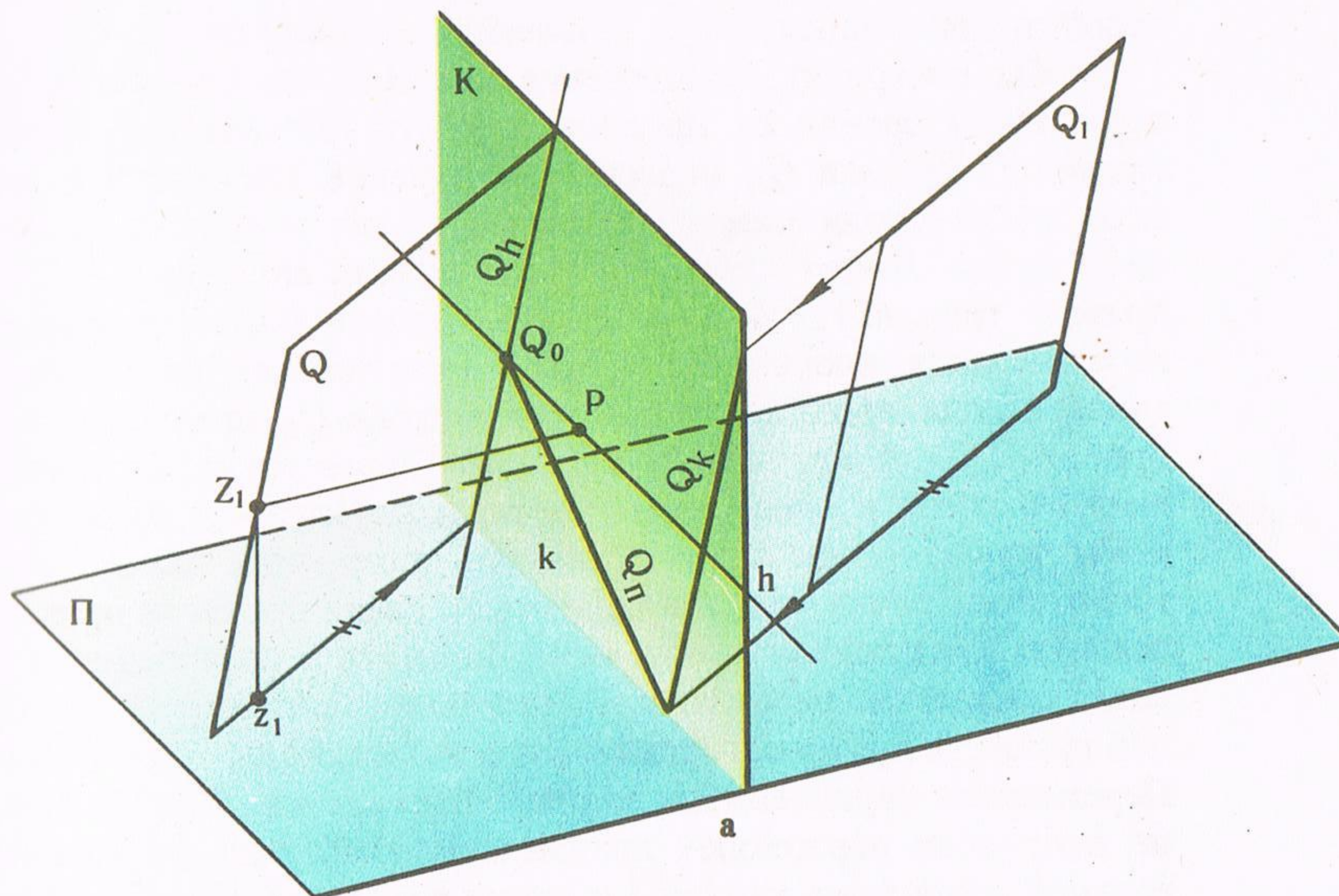


Рис. 43

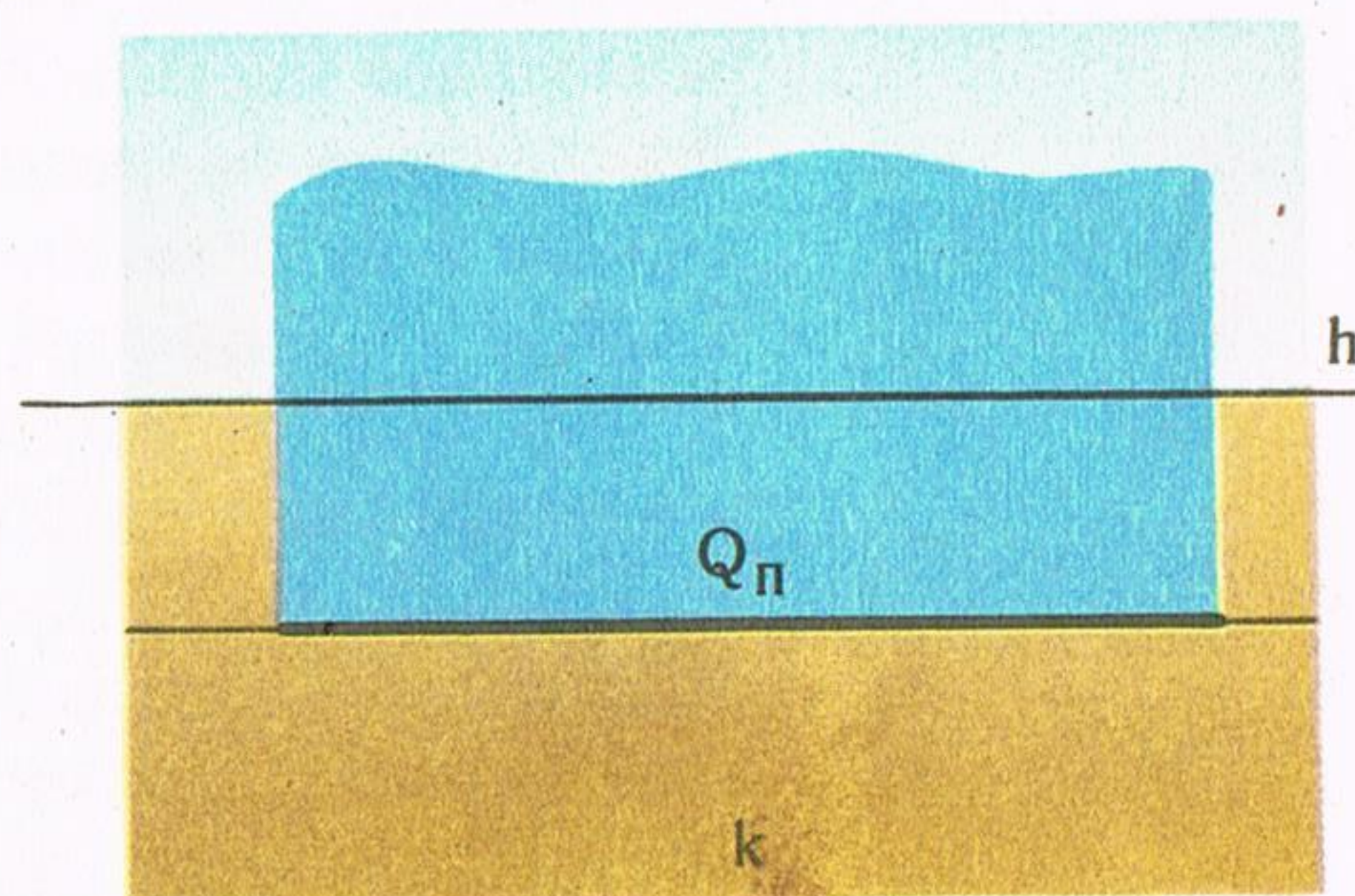


Рис. 44

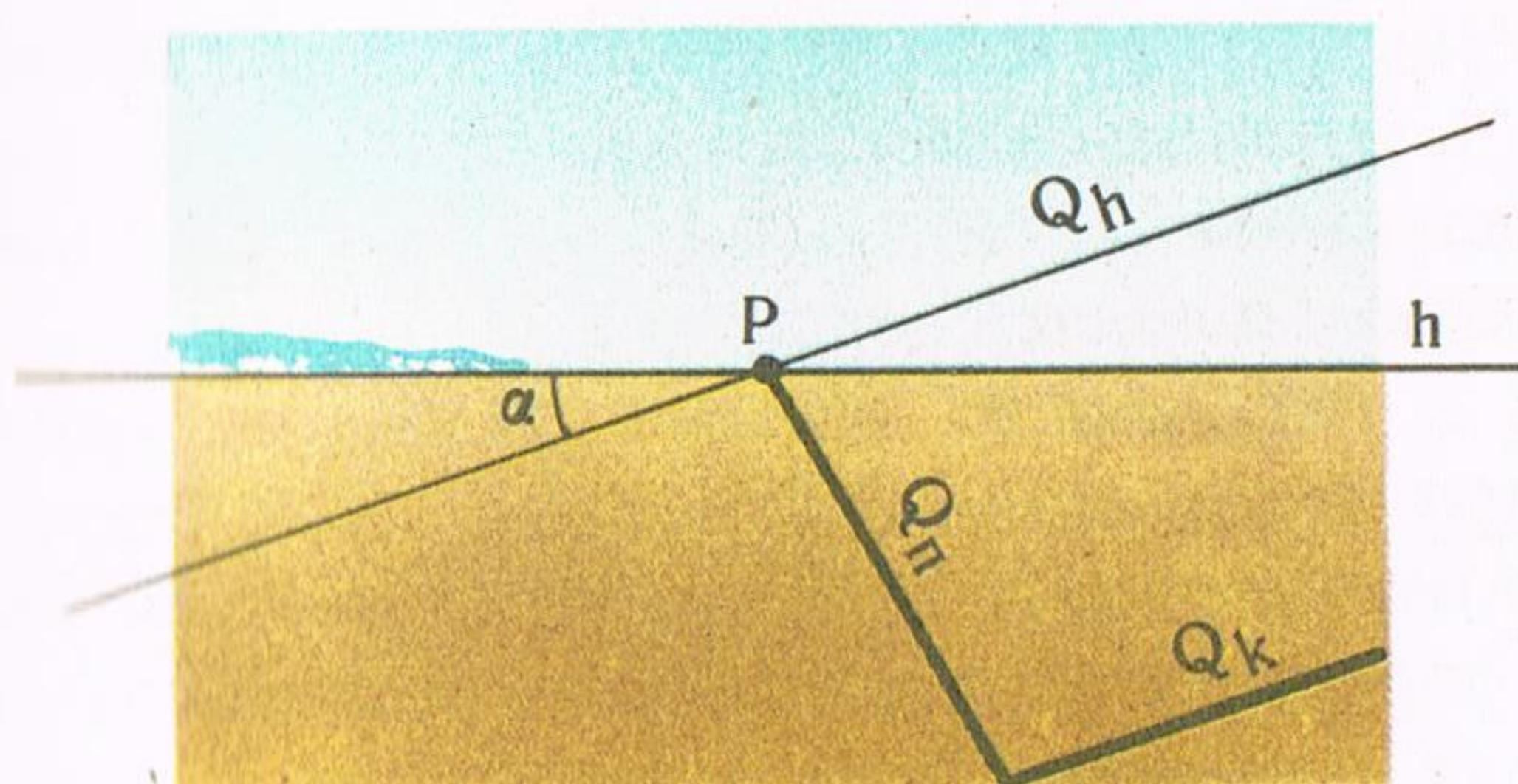


Рис. 45

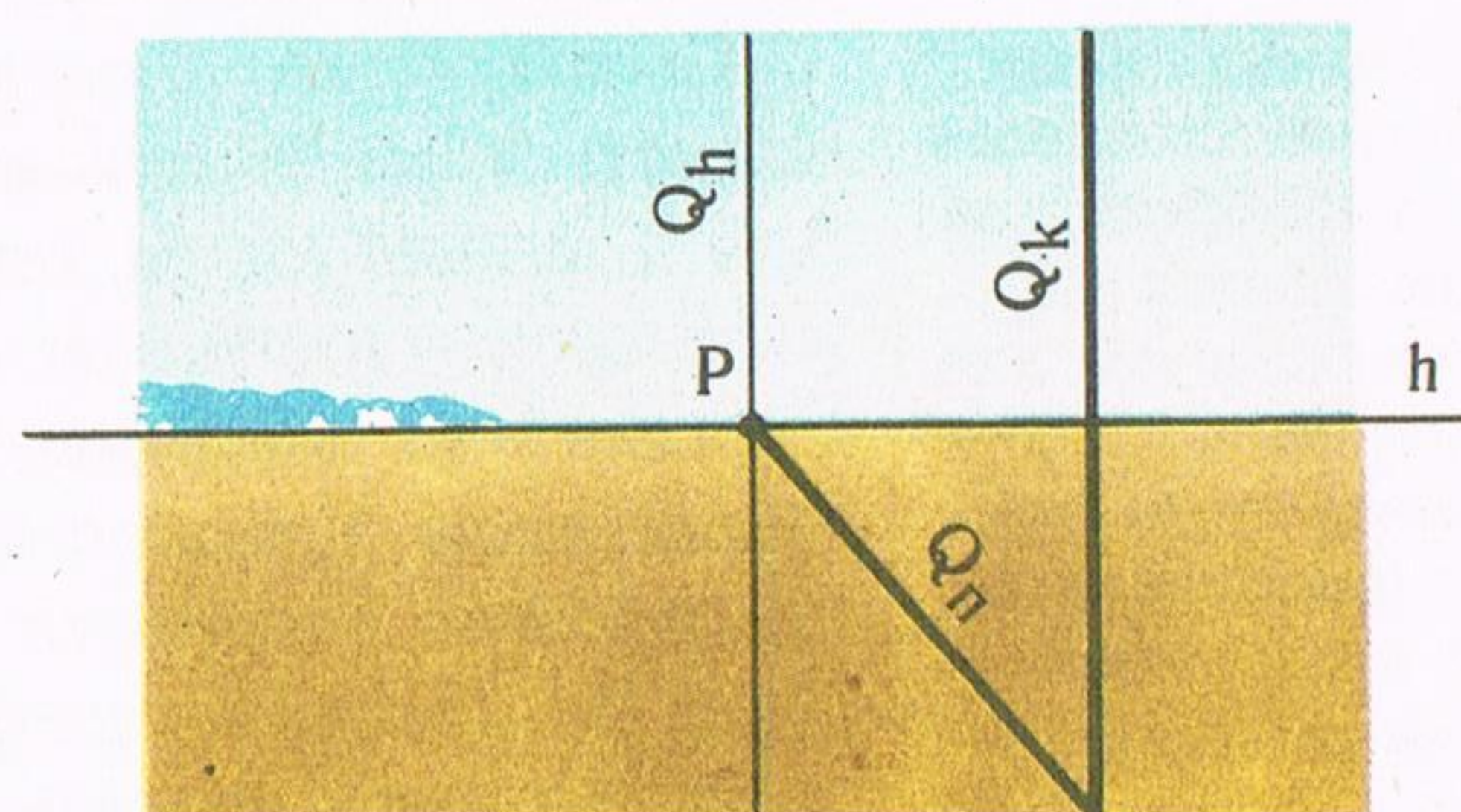


Рис. 46

ным — линия ее пересечения с предметной плоскостью. Плоскость Q_1 , продолженная в бесконечность, в перспективном изображении имеет несобственную прямую Q_h , называемую *линией схода*.

Чтобы построить изображение линии схода плоскости Q_1 , нужно через точку зрения Z_1 провести лучевую плоскость Q , параллельную заданной. Прямая Q_h пересечения лучевой плоскости с картиной и есть линия схода как плоскости Q_1 , так и всех параллельных ей плоскостей. Линия схода Q_h и картинный след Q_k — параллельные прямые (рис. 43), так как они являются прямыми пересечения двух параллельных плоскостей третьей (картинной) плоскостью. Линия схода всегда проходит через точку схода Q_0 предметного следа Q_n (рис. 43, б), а картинный след Q_k — через точку пересечения предметного следа с основанием картины k . Поэтому, имея предметный и картинный следы плоскости, для построения линии схода достаточно через точку схода предметного следа провести прямую, параллельную картинному следу, и, наоборот, для построения картинного следа достаточно через точку пересечения предметного следа с картиной провести прямую, параллельную линии схода.

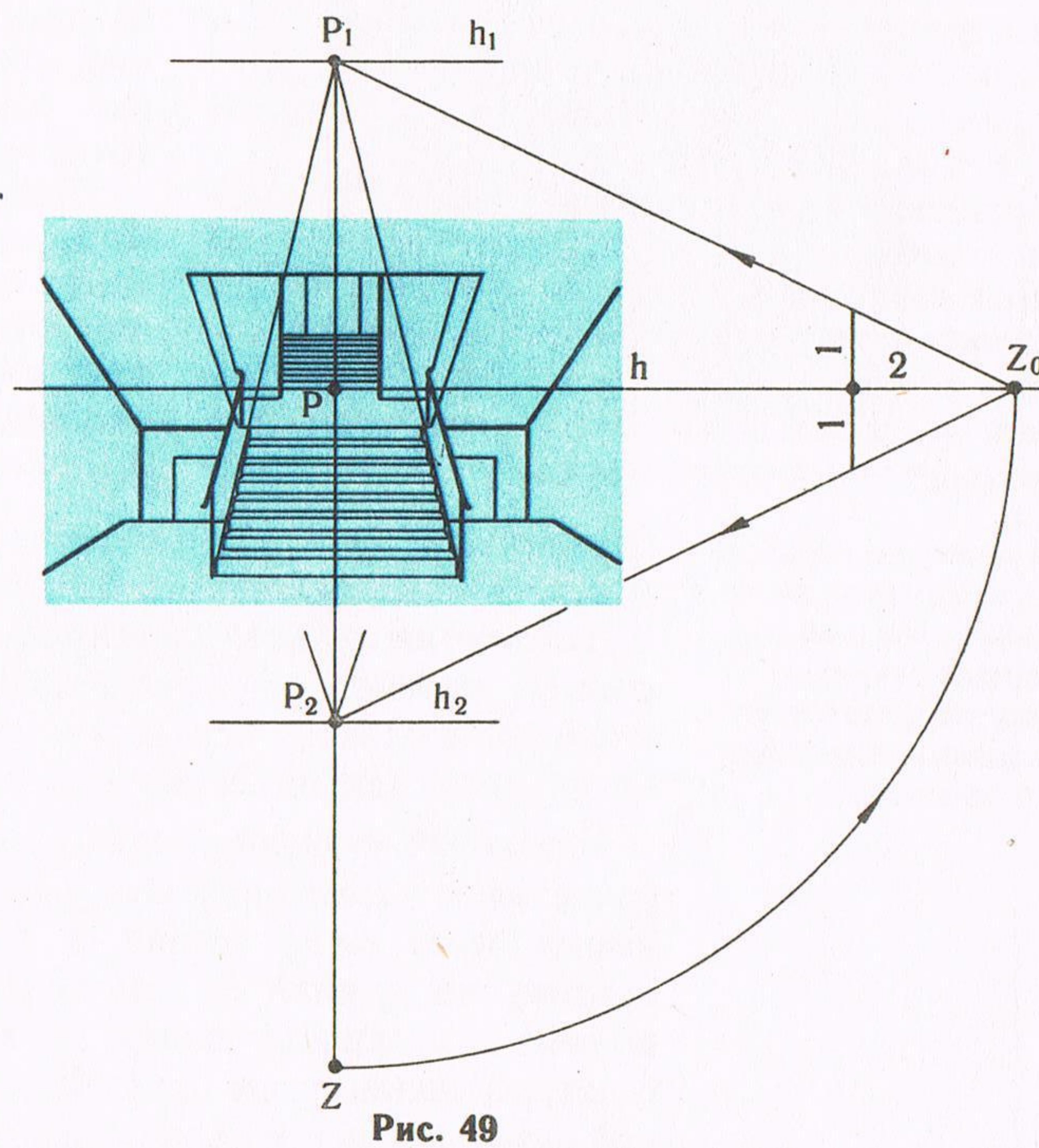
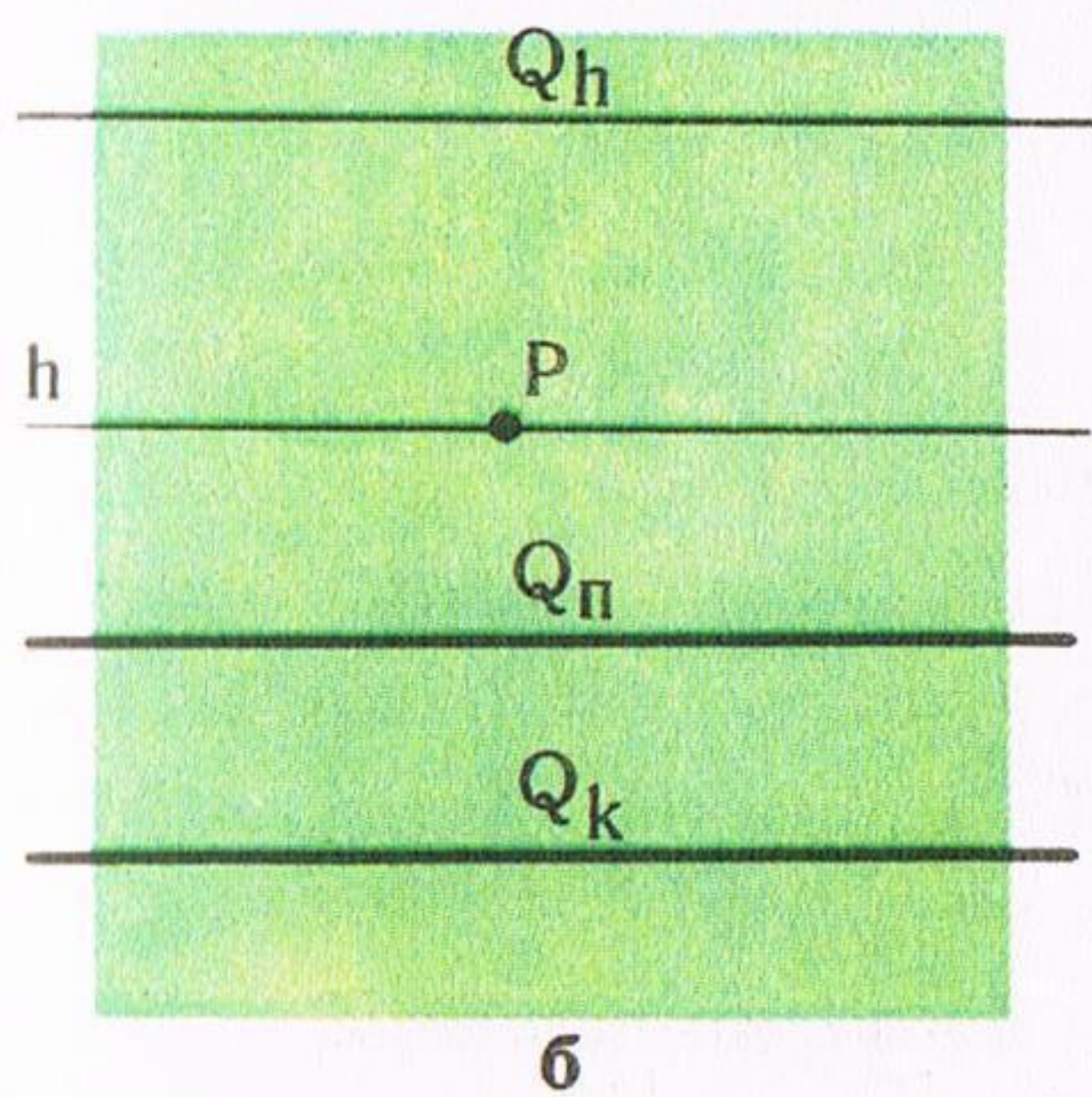
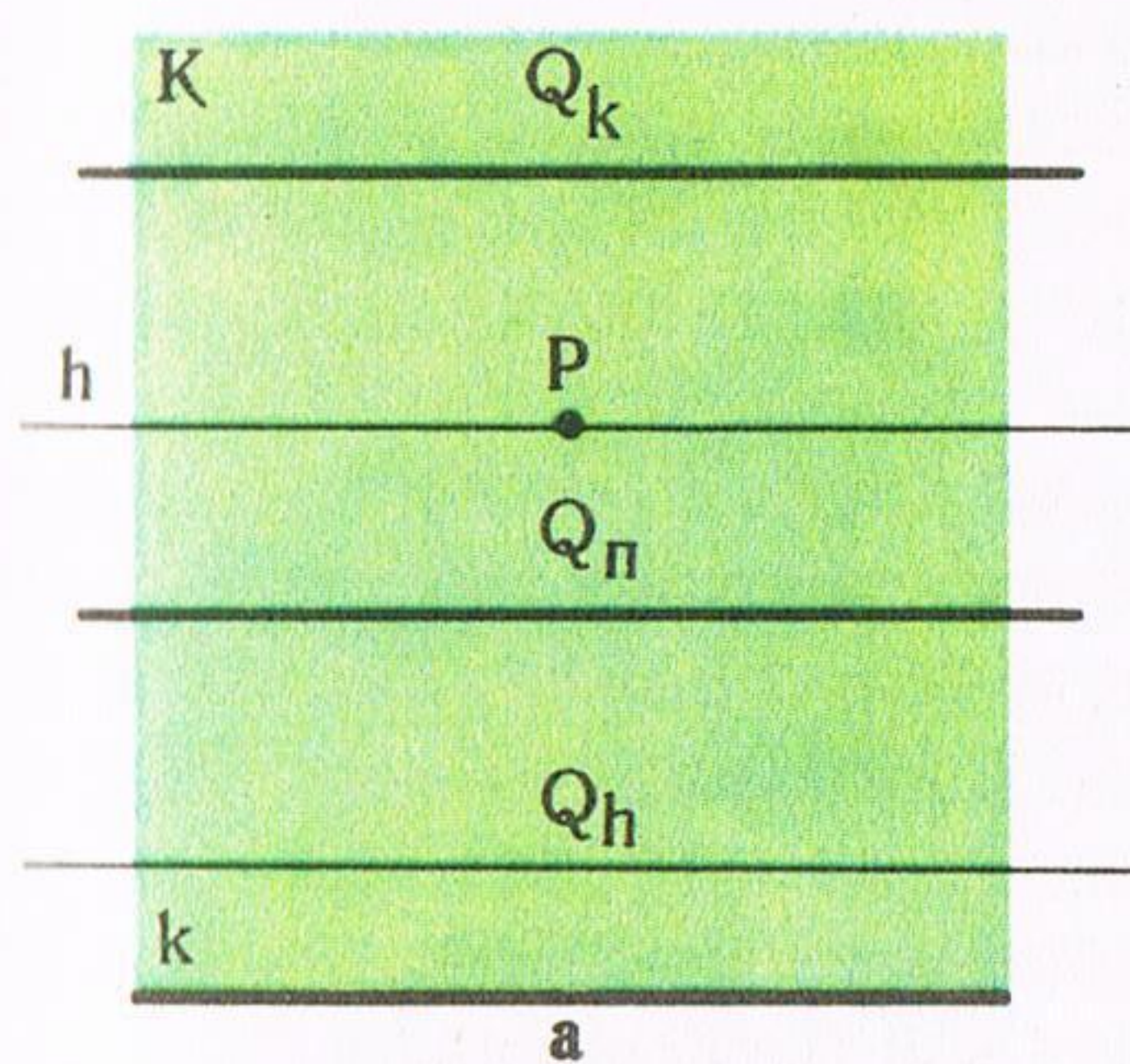
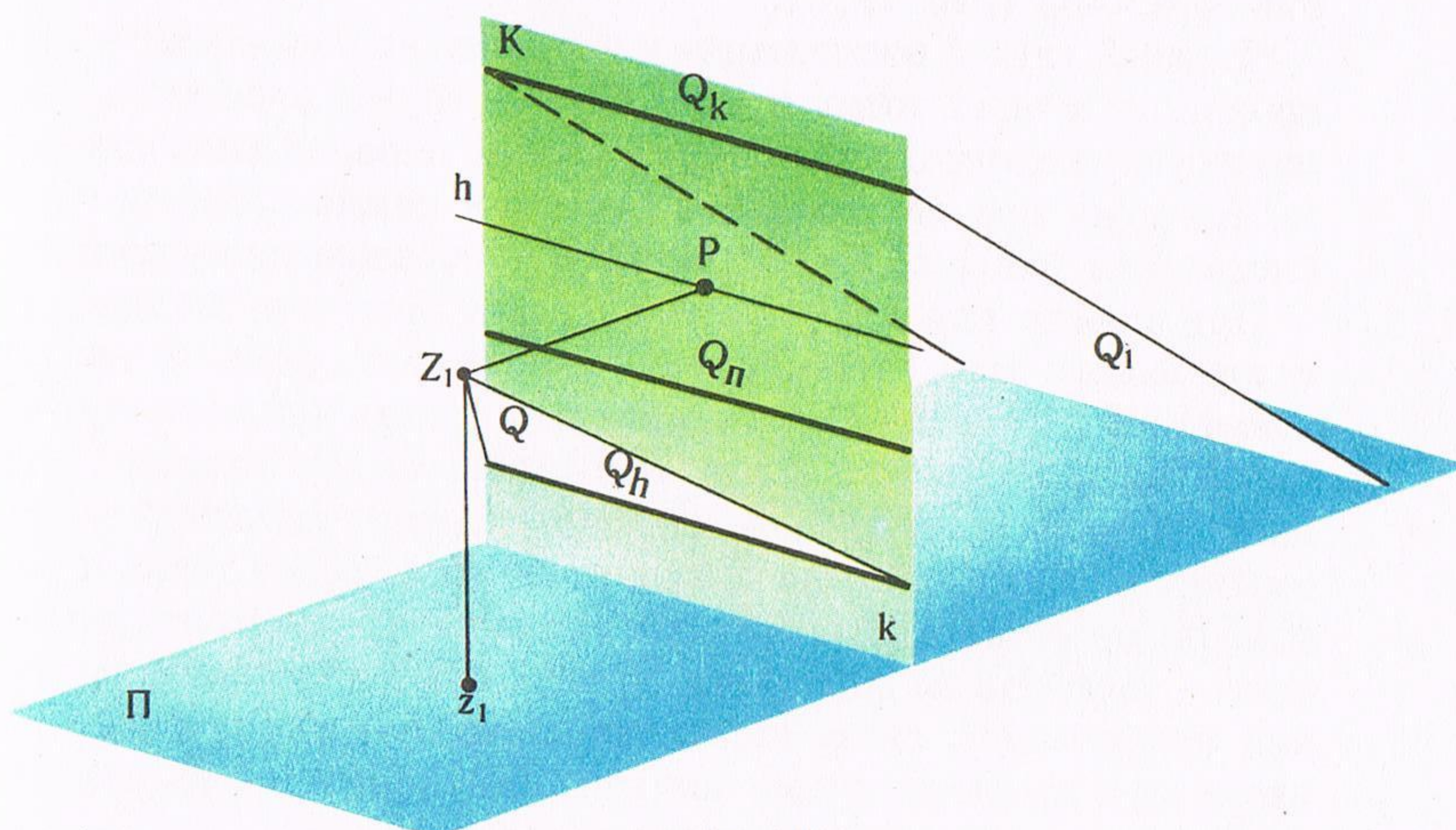
Перспектива параллельных картине плоскостей. Параллельные картине плоскости пересекают предметную плоскость по прямой, параллельной основанию картины и линии горизонта. Поэтому перспектива параллельной картине плоскости вполне определяется ее предметным следом Q_n (рис. 44). Перспектива всех прямых, проводимых в параллельной картине плоскости, параллельна самим прямым.

Перспектива перпендикулярных к картине плоскостей. Перпендикулярные к картине плоскости при их бесконечном продолжении в пересечении с картинной плоскостью образуют картинный след Q_k , а с предметной — предметный след Q_n (рис. 45). Предметный след как перпендикулярная к картине прямая имеет точку схода в главной точке картины P . Линия схода Q_h , параллельная картинному следу, является линией схода всех плоскостей, параллельных Q , и составляет с линией горизонта h натуральный угол α . Для вертикальных перпендикулярных к картине плоскостей линия схода Q_h и картинный след Q_k перпендикулярны к линии горизонта (рис. 46). Для горизонтальных плоскостей линией схода является линия горизонта.

Таким образом, перпендикулярная к картине плоскость может изображаться предметным и картинным следами или предметным следом и линией схода, параллельной картинному следу. Горизонтальная плоскость — картинным следом и линией горизонта.

Перспектива восходящих и нисходящих плоскостей. Восходящие и нисходящие плоскости при продолжении пересекают картинную и предметную плоскости по параллельным основанию картины прямым Q_k и Q_n . Линия схода Q_h определяется как прямая пересечения с картиной лучевой плоскости Q , проведенной из точки зрения Z_1 параллельно изображаемой плоскости Q_1 (рис. 47). Поэтому при рисовании с натуры для нахождения линии схода восходящей и нисходящей плоскости нужно из точки зрения провести воображаемую плоскость па-

Перпендикулярная к картине плоскость может изображаться предметным и картинным следами или предметным следом и линией схода, параллельной картинному следу. Горизонтальная плоскость — картинным следом и линией горизонта



параллельно изображаемой. Пересечение лучевой плоскости с картиной и даст линию схода. Линия схода для нисходящих плоскостей располагается ниже линии горизонта (рис. 48, а), для восходящих — выше линии горизонта (рис. 48, б).

Частный случай восходящих и нисходящих плоскостей — плоскость, проходящая через точку зрения. В этом случае плоскость, ее следы и линия схода изображаются одной линией, параллельной линии горизонта. Поэтому при построении перспектив нужно избегать такого рода плоскостей, выбирая соответствующим образом точку зрения.

При работе над композицией восходящая или нисходящая плоскость может быть задана углом наибольшего ската. В этом случае в совмещенной с линией горизонта точке зрения нужно построить заданный угол наибольшего ската. В пересечении его сторон с осевой линией картины получатся точки схода линии наибольшего ската и ее вторичной проекции. Для восходящих плоскостей точка схода линий наибольшего ската расположится выше линии горизонта, для нисходящих — ниже линии горизонта. Точкой схода вторичных проекций линий наибольшего ската является главная точка картины P , так как вторичные проекции линий наибольшего ската восходящих и нисходящих плоскостей перпендикулярны к картине.

ПРИМЕР 11.1.

Построить линию схода для восходящей и нисходящей плоскостей маршей лестницы с углом наибольшего ската $1:2$. Зрительное расстояние $2R$ (рис. 49).

Решение. Совместим точку зрения Z с линией горизонта в точке Z_0 и построим при ней угол наибольшего ската $1:2$. В пересечении сторон угла с осевой линией картины получим точки P_1 и P_2 . Точка P_1 является точкой схода линий наибольшего ската для восходящей плоскости, точка P_2 — точкой схода

линий наибольшего ската для нисходящей плоскости. Точкой схода проекций линий наибольшего ската является главная точка картины P .

Проведя через точки P_1 и P_2 прямые, параллельные линии горизонта, получим линии схода: h_1 — для восходящей плоскости и h_2 — для нисходящей плоскости. На рис. 49 показано построение граничных прямых маршей лестниц: для восходящих с точкой схода P_1 , для нисходящих — с точкой схода P_2 .

Плоскости, горизонтальны которых не параллельны и не перпендикулярны к картине, относятся к плоскостям общего положения

Перспектива плоскостей общего положения. Плоскости, горизонтальны которых не параллельны и не перпендикулярны к картине, относятся к плоскостям общего положения. Предметный след $Q_{\text{п}}$ и картинный след $Q_{\text{к}}$ плоскости общего положения Q_1 (рис. 50, а, б) пересекаются на линии основания картины в точке k_0 . Точка схода Q_0 предметного следа всегда находится на линии горизонта.

Чтобы найти линию схода Q_h , нужно через Q_0 провести прямую, параллельную картинному следу $Q_{\text{к}}$, так как лучевая плоскость, проведенная через точку зрения Z_1 параллельно плоскости Q_1 , пересечет картину по прямой Q_h . На линии схода располагаются точки схода прямых, лежащих на данной плоскости и ей параллельных. В рисунке с натуры линия схода определяется как прямая пересечения с картиной лучевой плоскости, проведенной параллельно изображаемой.

Линию схода плоскости общего положения можно найти по нарисованному отсеку.

ПРИМЕР 11.2.

По нарисованному отсеку $ABCD$ плоскости Q найти линию схода (рис. 51).

Решение. Найдем точку схода линий наибольшего ската. Для этого известную горизонтальную проекцию Ad прямой AD продолжим до линии горизонта в точку F_1 . Восставив в точке F_1 перпендикуляр к линии горизонта h , получим линию схода n вертикальной плоскости ADd . В пересечении прямой AD с линией схода n получим точку схода

F_2 для линий наибольшего ската плоскости Q .

Проведем предметный след Q_{Π} через точку A под углом 90° к прямой AF_1 .

В пересечении его с линией горизонта получим точку схода Q_0 предметного следа плоскости Q .

Проведя прямую через точки Q_0 и F_2 , получим линию схода Q_h плоскости Q и всех параллельных ей плоскостей.

При работе над композицией с плоскостями общего положения целесообразнее задаваться направлением предметного следа и углом наибольшего ската.

ПРИМЕР 11.3.

Построить перспективу наклонного берега по выбранному направлению предметного следа (горизонталю) и углу наибольшего ската 30° . Зрительное расстояние $d = 2R$ (рис. 52).

Решение. Найдем точку схода линий наибольшего ската. Для этого продолжим предметный след Q_{Π} до пересечения с линией горизонта в точке Q_0 и построим при совмещенной точке зрения Z прямой угол Q_0ZF_1 . Точка F_1 пересечения прямой ZF_1 с линией

горизонта является точкой схода проекций линий наибольшего ската. Совместим прямую F_1Z с линией горизонта и построим угол наибольшего ската 30° с вершиной в точке Z_0 . В пересечении стороны Z_0F_2 с перпендикуляром, восставленным в точке F_1 , получим точку схода F_2 для линий наибольшего ската.

Проведя прямую через точки Q_0 и F_2 , получим линию схода Q_h плоскости наклонного берега и его перспективу.

ПРИМЕР 11.4.

Построить перспективу крыши с углом наибольшего ската 35° . Зрительное расстояние $d = 2R$ (рис. 53).

Решение. Найдем точки схода линий наибольшего ската крыши. Для этого построим линию схода n вертикальной плоскости $ABCD$ (см. рис. 51). Совместим прямую F_1Z с линией горизонта и в точке Z_0 построим углы 35° восходящего и нисходящего скатов

крыши. В пересечении сторон углов с линией схода n получим точки схода:

F_3 — для восходящих линий наибольшего ската;

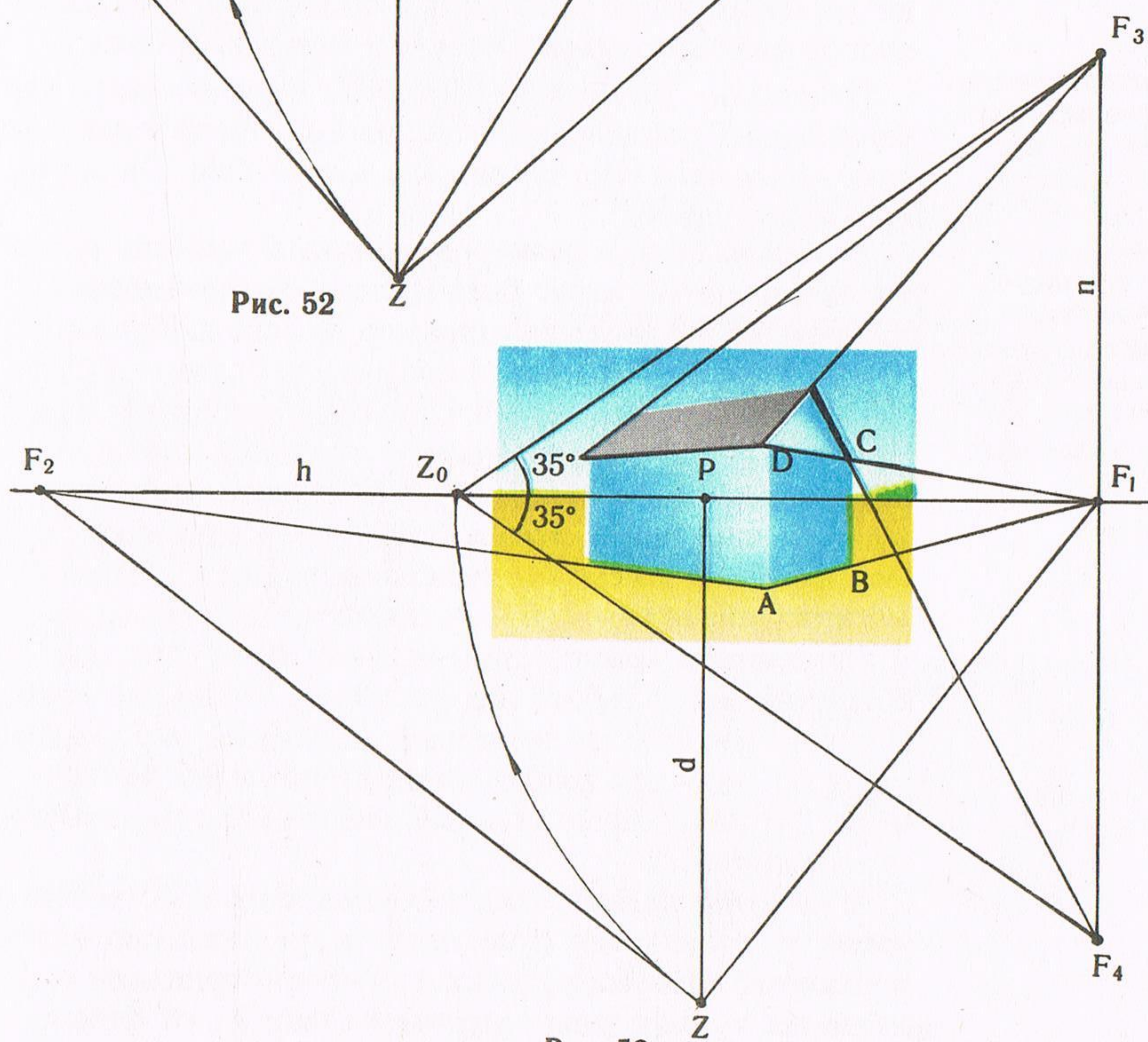
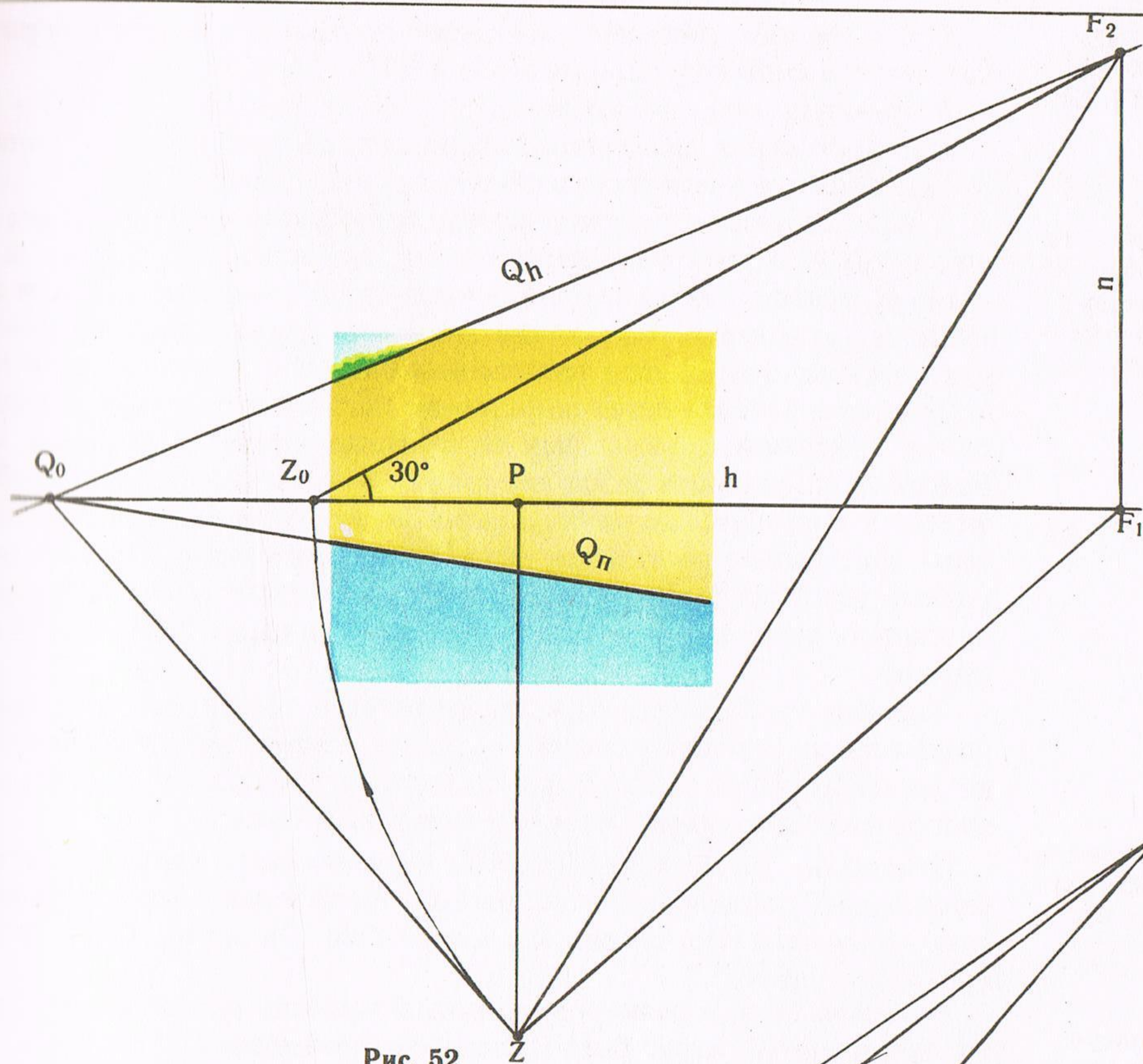
F_4 — для нисходящих линий.

Проведя края скатов крыши в соответствующие точки схода F_3 и F_4 , а также прямые карнизов и конька, получим перспективу двускатной крыши.

ГЛАВА IV. ИЗМЕРЕНИЯ В ПЕРСПЕКТИВЕ

При измерении отрезков в перспективе нужно учитывать их удаление от картины, положение относительно картины и предметной плоскости, а также параметры перспективного изображения.

В перспективе передаются не действительные величины предметов, а только соотношения их размеров. Задача состоит в том, чтобы выявить эти соотношения и с учетом их проводить соответствующие измерения или построения для получения изображения, близкого нашему зрительному восприятию. Эти соотношения устанавливаются перспективным масштабом.



§12. ПОНЯТИЕ О ПЕРСПЕКТИВ- НОМ МАСШТАБЕ

Под термином „масштаб” понимают отношение размера изображения отрезка к его натуральной величине

Отношение размера изображения параллельного картине отрезка, параллельно снесенного в плоскость картины, к его натуральной величине называется перспективным масштабом. Он может быть численным и линейным

Под термином „масштаб” понимают отношение размера изображения отрезка к его натуральной величине.

В прямоугольных и аксонометрических проекциях масштаб — величина постоянная для данного направления и характеризует степень уменьшения или увеличения изображения предметов.

В перспективном рисунке величина изображения одних и тех же предметов и их элементов переменна и зависит как от удаления и положения относительно картины и предметной плоскости, так и от выбранных параметров: положения и высоты линии горизонта, размеров картины, зрительного расстояния. Равные в натуре ребра и грани предмета изображаются по-разному: большими те из них, которые ближе к картине, и меньшими те, которые дальше от картины; чем больше угол поворота ребра или грани относительно картины приближается к прямому, тем меньше размеры его изображения; с увеличением зрительного расстояния размеры изображения при всех прочих равных условиях уменьшаются. В одинаковом масштабе изображаются лишь те элементы, которые лежат в одной плоскости, параллельной картине.

Величина изображения отрезка, параллельного картине, при разных удалениях от картины различна. Поэтому условно масштаб определяют по той величине изображения, которая получилась бы, если бы данный отрезок находился в плоскости самой картины.

Отношение размера изображения параллельного картине отрезка, параллельно снесенного в плоскость картины, к его натуральной величине называется перспективным масштабом. Он может быть численным и линейным.

В зависимости от размеров картины и замысла художника перспективный масштаб может быть масштабом уменьшения, увеличения или натуральным. Так, если, например, высота изображения фигуры равна 25 см (рис. 54), а натуральный рост человека — 175 см, то численный масштаб составляет 1 : 7. Чтобы найти численный перспективный масштаб по высоте нарисованного предмета, стоящего на предметной плоскости в точке N (рис. 55), нужно параллельно снести изображение из N на основание картины. Допустим, что величина изображения прямой AB равна 10 см, а натуральный ее размер 50 см. Тогда численный масштаб составляет 1 : 5, т. е. изображение прямой уменьшено в 5 раз.

Численным перспективным масштабом пользуются скульпторы. В практической работе над рисунком численный масштаб неудобен. Поэтому художники применяют линейный перспективный масштаб, который является графическим выражением численного. В дальнейшем линейный перспективный масштаб будем называть перспективным масштабом.

Положение любой точки изображаемого пространства определяется тремя координатами относительно трех взаимно перпендикулярных плоскостей. Например, точка A_1 имеет координаты x_1, y_1, z_1 (рис. 56). Абсцисса x_1 определяет удаление точки A_1 от плоскости Q . Масштаб измерения в этом направлении, параллельном основанию картины, на-

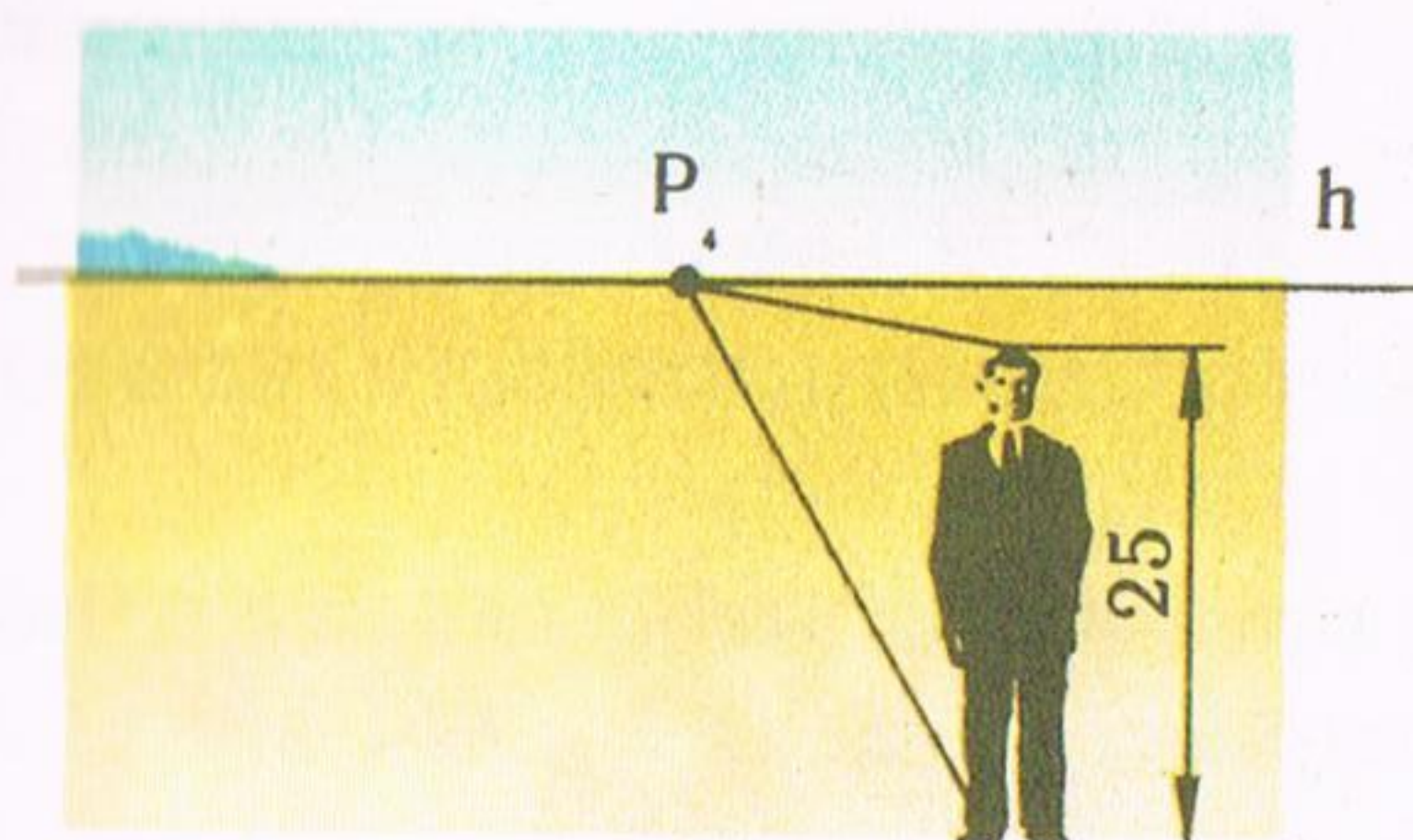


Рис. 54

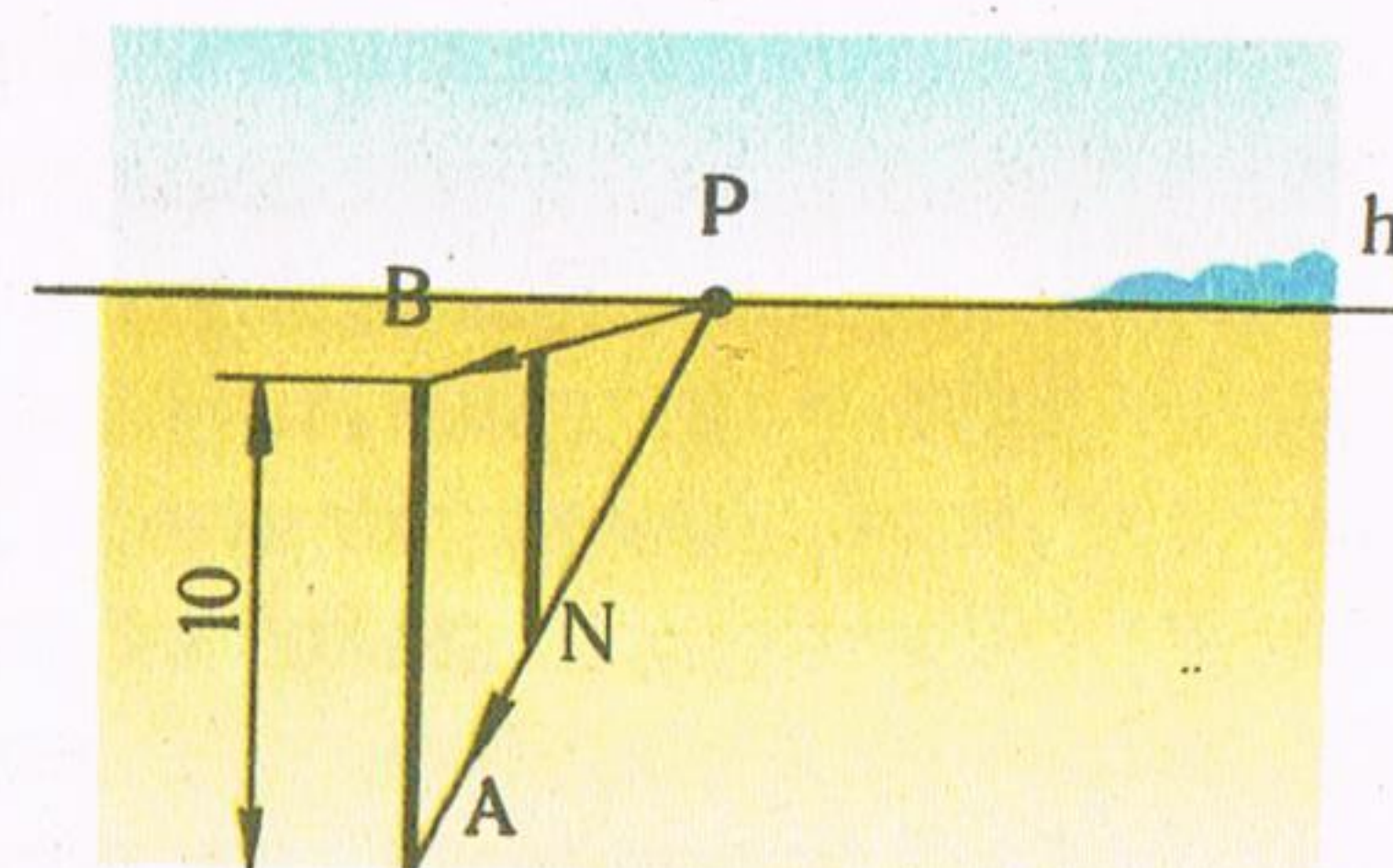


Рис. 55

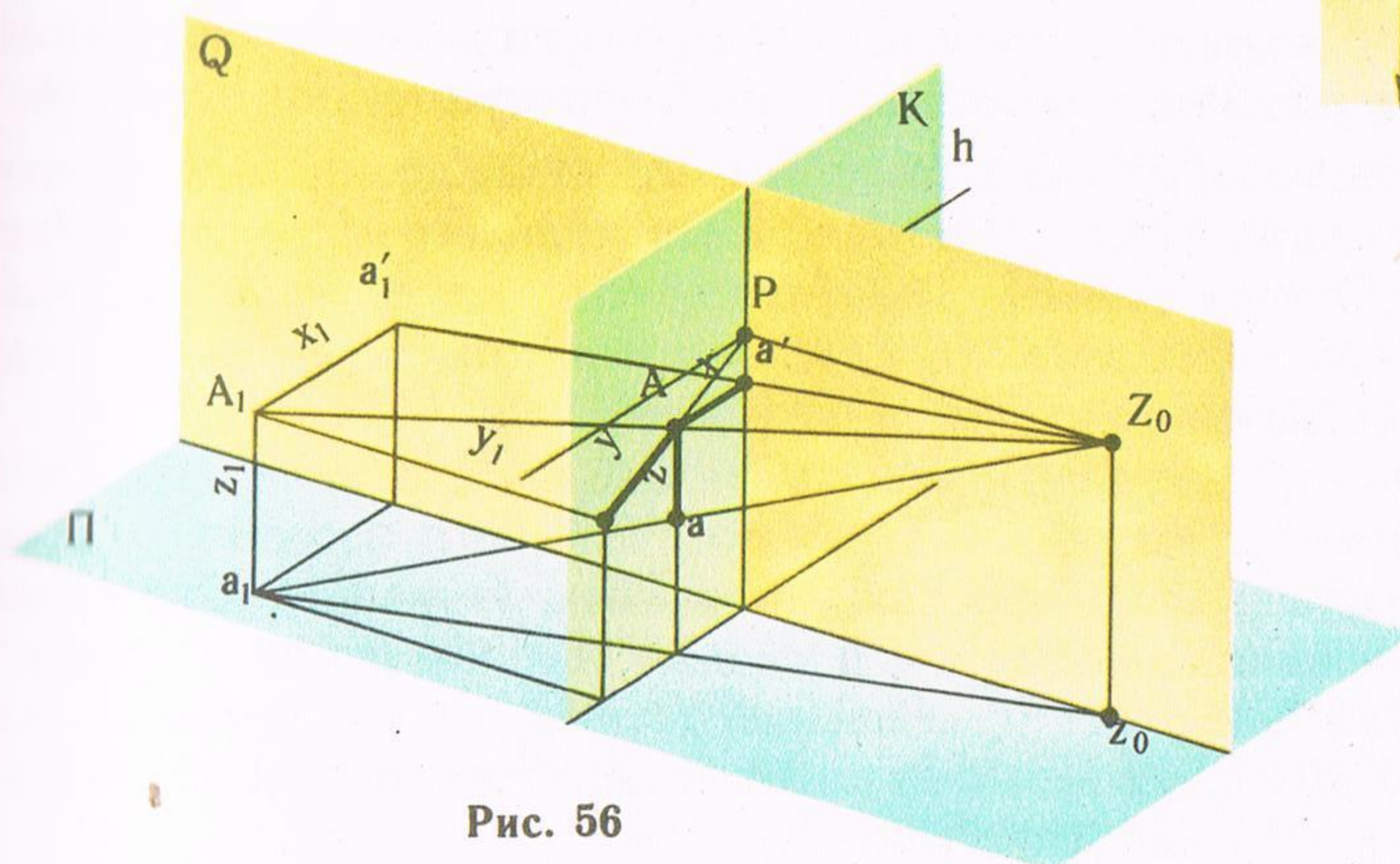


Рис. 56

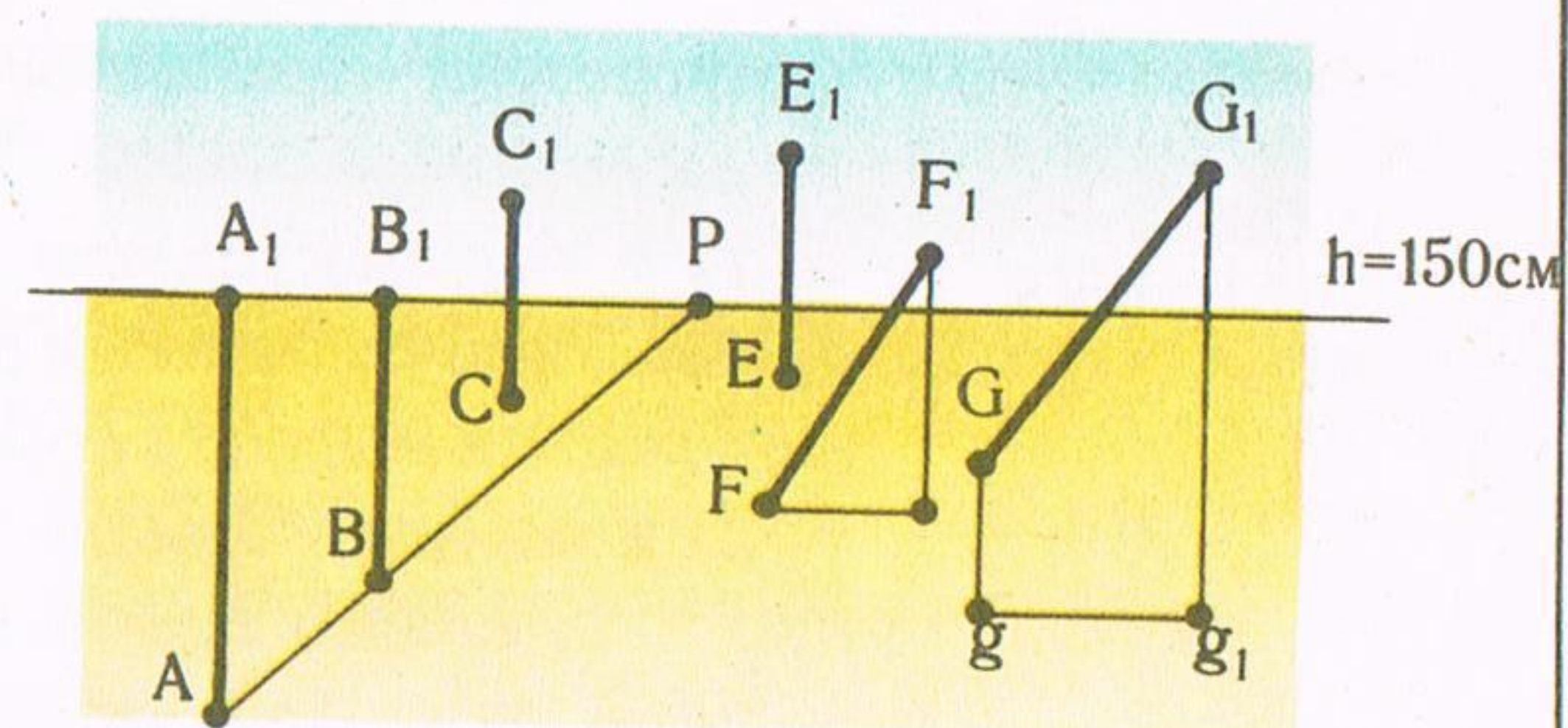


Рис. 57

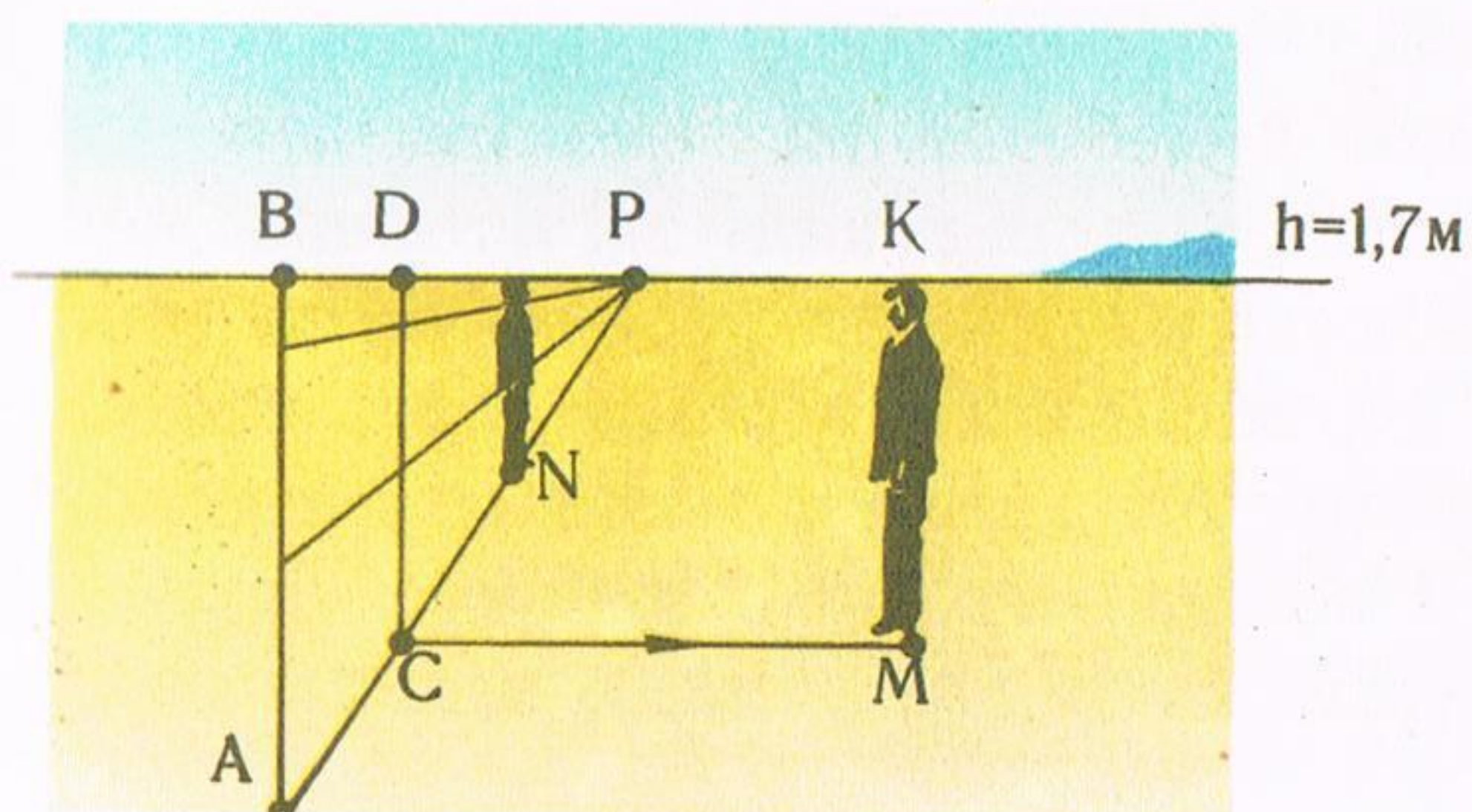


Рис. 58

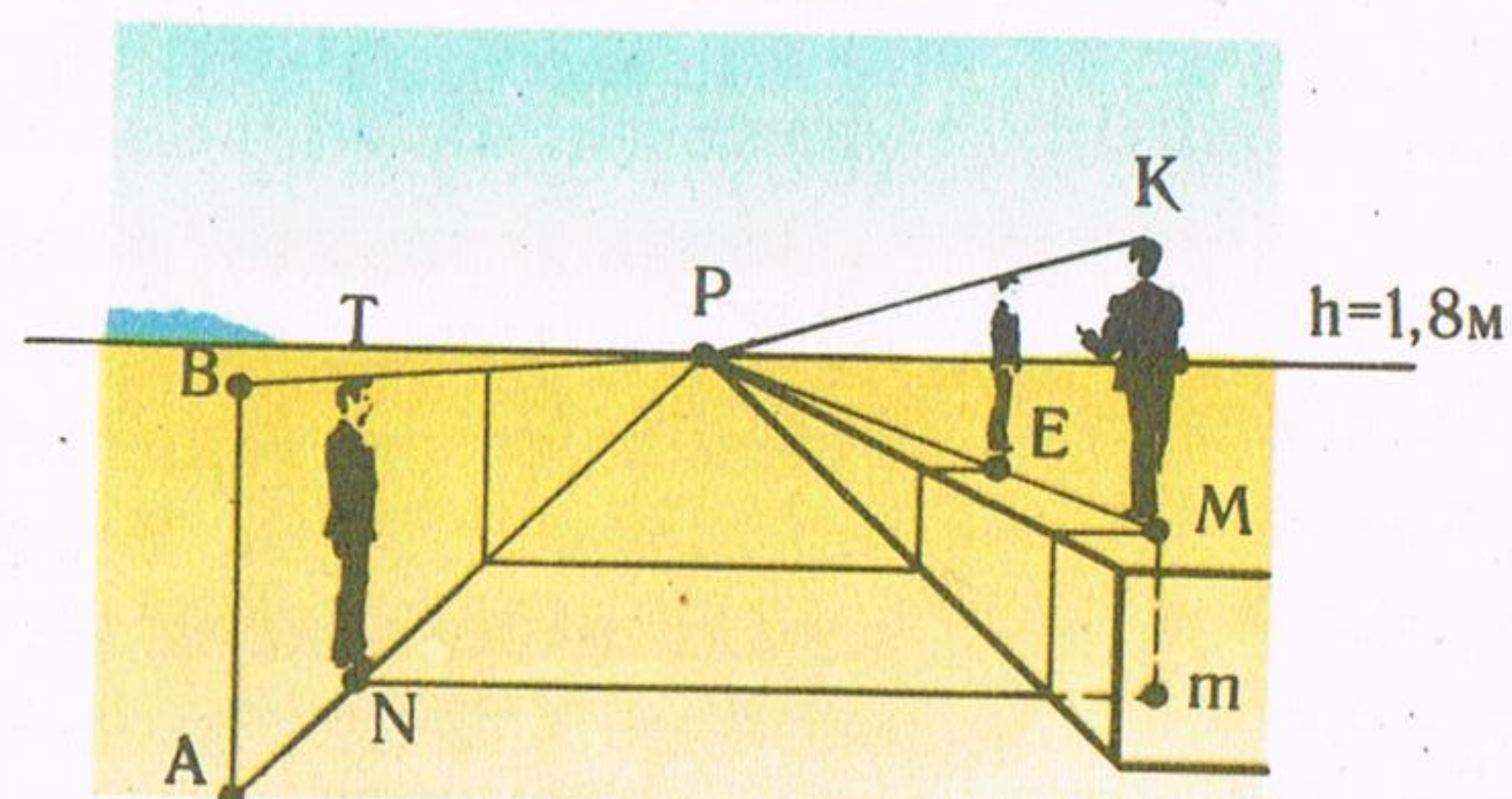


Рис. 59

Отрезки, параллельные картине, измеряют с помощью перспективного масштаба широт и высот, а отрезки, перпендикулярные к картине, — с помощью перспективного масштаба глубин

§13. ИЗМЕРЕНИЕ И ПОСТРОЕНИЕ ОТРЕЗКОВ, ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ КАРТИНЕ

зывается *масштабом широт*. Аппликата z_1 определяет удаление точки A_1 от предметной плоскости. Масштаб измерения в этом направлении, параллельном картине, называется *масштабом высот*. Ордината y_1 определяет удаление точки A_1 от картины. Масштаб измерения в этом направлении, перпендикулярном к картинной плоскости, называется *масштабом глубин*.

Перспективы координат x , y , z определяют перспективу точки A_1 в точке A . Но если параллельные картине отрезки x_1 и z_1 всегда можно параллельно снести в плоскость картины и непосредственно измерить выбранным масштабом широт и высот, то отрезок y с плоскостью картины несовместим, так как при прямоугольном проецировании точки A_1 на плоскость картины $y_1 = 0$. Поэтому отрезки, определяющие удаление изображаемых точек от картинной плоскости, измеряют с помощью специально построенного перспективного масштаба глубин.

Отрезки, параллельные картине, измеряют с помощью перспективного масштаба широт и высот, а отрезки, перпендикулярные к картине, — с помощью перспективного масштаба глубин.

Выбирать перспективный масштаб можно, изображая параллельный картине отрезок, натуральные размеры которого известны. Таким отрезком удобно брать изображение высоты горизонта. Оно равно превышению линии горизонта над нижним обрезом рамки картины, а истинная величина равна превышению точки зрения над предметной плоскостью. Истинную величину высоты линии горизонта всегда можно определить достаточно точно (см. §4).

Отрезок, параллельный картине, в перспективе измеряют на основе двух положений:

1) в перспективном рисунке истинное расстояние от любой точки предметной плоскости до плоскости горизонта есть величина постоянная, равная высоте горизонта;

2) величины перспективного изображения отрезков, параллельных картине, прямо пропорциональны отношениям их истинных величин.

Если, например, принять высоту горизонта равной 150 см (рис. 57), то натуральная величина вертикального отрезка AA_1 , лежащего в плоскости картины, и отрезка BB_1 , расположенного на некотором удалении от нее, равна 150 см. Если в точке C требуется отложить отрезок высотой 300 см, нужно взять два размера высоты горизонта (CC_1).

Можно решать и обратную задачу — измерения отрезков прямых, параллельных картине. Так, высота отрезка EE_1 равна 450 см (трем высотам горизонта), размер отрезка FF_1 , параллельного картине, равен 225 см. Если требуется отложить размер 200 см отрезка, параллельного картине, от точки G , возвышающейся над предметной плоскостью, нужно найти проекцию g точки G на предметную плоскость. Расстояние от g до линии горизонта и есть размер изображения высоты горизонта. Отложив от точки G в данном масштабе размер 200 см, получим изображение отрезка GG_1 , в натуре равного 200 см.

Рассмотренные положения дают возможность художнику правильно решать практические задачи. Например, в соответствии с замыслом многофигурной композиции нарисована первая фигура человека высотой 1,7 м, стоящего на предметной плоскости в точке N , линия горизонта проходит на уровне его головы (рис. 58). Тогда изображения других фигур такого же роста, стоящих в любой точке предметной плоскости, по высоте также будут ограничиваться линией горизонта, сохранятся и пропорции частей фигур. Поэтому, чтобы нарисовать другие фигуры, например фигуру, стоящую в точке M , нужно соизмерить пропорции ее отдельных частей с высотой горизонта. Для этого можно снести параллельно высоту первой фигуры и ее частей в плоскость картины (AB) и, отложив высоту CD искомой фигуры, перенести ее величину и размеры частей на прямую MK . По найденным пропорциям нарисовать новую фигуру.

В работе над многоплановой композицией фигуры первого плана могут закрывать фигуры последующих планов. В этом случае фигуры последующих планов иногда изображают на каком-либо возвышении. Зная величины возвышений, легко сохранить пропорции как фигур, так и отдельных их частей. Например, нужно по нарисованной в точке N фигуре нарисовать фигуры второго и последующих планов, расположенные на высоте 90 см над предметной плоскостью (рис. 59). Для этого сначала изобразим фигуру такого же роста, стоящую на возвышении в точке M на таком же удалении от картины. С этой целью снесем точку N параллельно картине в проекцию t точки M на предметную плоскость (в данном масштабе $tM = 90$ см). Размер MK изображения фигуры равен размеру NT . Проведя прямые MP и KP , получим размеры изображений фигур и их частей на втором (в точке E) и последующих планах.

При малофигурной композиции эти построения можно и не проводить, а использовать перспективный масштаб высоты линии горизонта для точки t , поскольку расстояние от точки t до линии горизонта равно 1,8 м. Отложив от точки M высоту фигуры в масштабе для точки t , получим тот же размер изображения фигуры MK .

Масштаб высоты горизонта применим и к измерению параллельных картине отрезков горизонтальных и наклонных прямых, так как при вращении вертикального отрезка AB параллельно картине (рис. 60) сохраняются размеры перспективного изображения: $AB = AB_1 = AB_2$. Таким образом, от перспективного масштаба высот легко перейти к перспективному масштабу широт.

Например, возьмем в предметной плоскости перспективу отрезка AB , параллельного картине (рис. 61). Величину его изображения на любом удалении от картины получим, если из главной точки P или из любой другой точки F на линии горизонта проведем прямые через точки A и B до пересечения с основанием картины. Тогда любой отрезок, проведенный в границах между ними параллельно AB , например A_1B_1 и A_2B_2 , имеет один и тот же истинный размер как в горизонтальном, так и в вертикальном положениях. В первом случае,

когда прямые проводятся из главной точки картины P , они изображают прямоугольник AA_1B_1B , во втором — параллелограмм AA_2B_2B .

За единицу для расчета масштаба обычно принимают отрезки, изображающие метр и его доли. Поэтому в дальнейшем для удобства будем пользоваться не только высотой горизонта, но и длиной метра (и его долей), взятого в масштабе высоты горизонта.

ПРИМЕР.

Нарисовать две фигуры, равноудаленные от картины, с расстоянием между ними 3 м. Высота горизонта 1,6 м (рис. 62).

Решение. Возьмем в масштабе высоты горизонта 1 м и отложим на линии основания картины три таких отрезка.

Соединив концы отрезков с главной точ-

кой P , получим перспективу прямоугольников шириной 1 м. Любая прямая, проведенная параллельно картине в границах трех прямоугольников, даст точки A и B , которые и определяют положение равноудаленных от картины фигур с расстоянием между ними 3 м.

Если отрезки, взятые в масштабе высоты горизонта, выходят за пределы рамки картины, их можно откладывать на любой другой параллельной картине прямой, расположенной в предметной плоскости, например CD , но единицу 1 м тогда нужно брать в другом масштабе, например $Se = 1,6$ м (рис. 63).

На рис. 64 изображены фигуры людей одинакового роста, расположенные на различных уровнях и удалениях от картины в точках A, B, C, D, E, F в масштабе m .

§14. ИЗМЕРЕНИЕ И ПОСТРОЕНИЕ ОТРЕЗКОВ, ПЕРПЕНДИКУЛЯРНЫХ К КАРТИНЕ

В перспективном рисунке перпендикулярные к картине прямые изображаются сходящимися в главной точке картины P . Изображения их перспективно сокращаются, и поэтому непосредственно измерить длину какого-либо отрезка, перпендикулярного к картине, невозможно.

В перспективе отрезок, перпендикулярный к картине, можно измерить, построив его натуральную величину на горизонтальной прямой, параллельной основанию картины. Затем можно с помощью принятого для картины перспективного масштаба определить его величину. Такое построение осуществляют с помощью точек отдаления. Для этого используют катеты равнобедренного прямоугольного треугольника.

ПРИМЕР 14.1.

По катету AB , перпендикулярному к картине, на линии, параллельной основанию картины, построить другой катет AC , равный AB по натуральной величине (рис. 65).

Решение. Через точку A проведем прямую, параллельную основанию картины — горизонтальную прямую. Из точки F_d , удаленной от главной точки картины P на величину зрительного расстояния d , через точку B проведем прямую до встречи с горизонтальной прямой в точке C . Прямая BC является

перспективным изображением прямой, образующей в пространстве с картиной угол 45° (см. §9), и, следовательно, образует с прямыми AB и AC углы в 45° . Угол BAC — прямой.

Полученный треугольник ABC является равнобедренным прямоугольным треугольником, у которого катеты AB и AC равны между собой. Поэтому, чтобы измерить отрезок AB , достаточно определить размер параллельного картине катета AC .

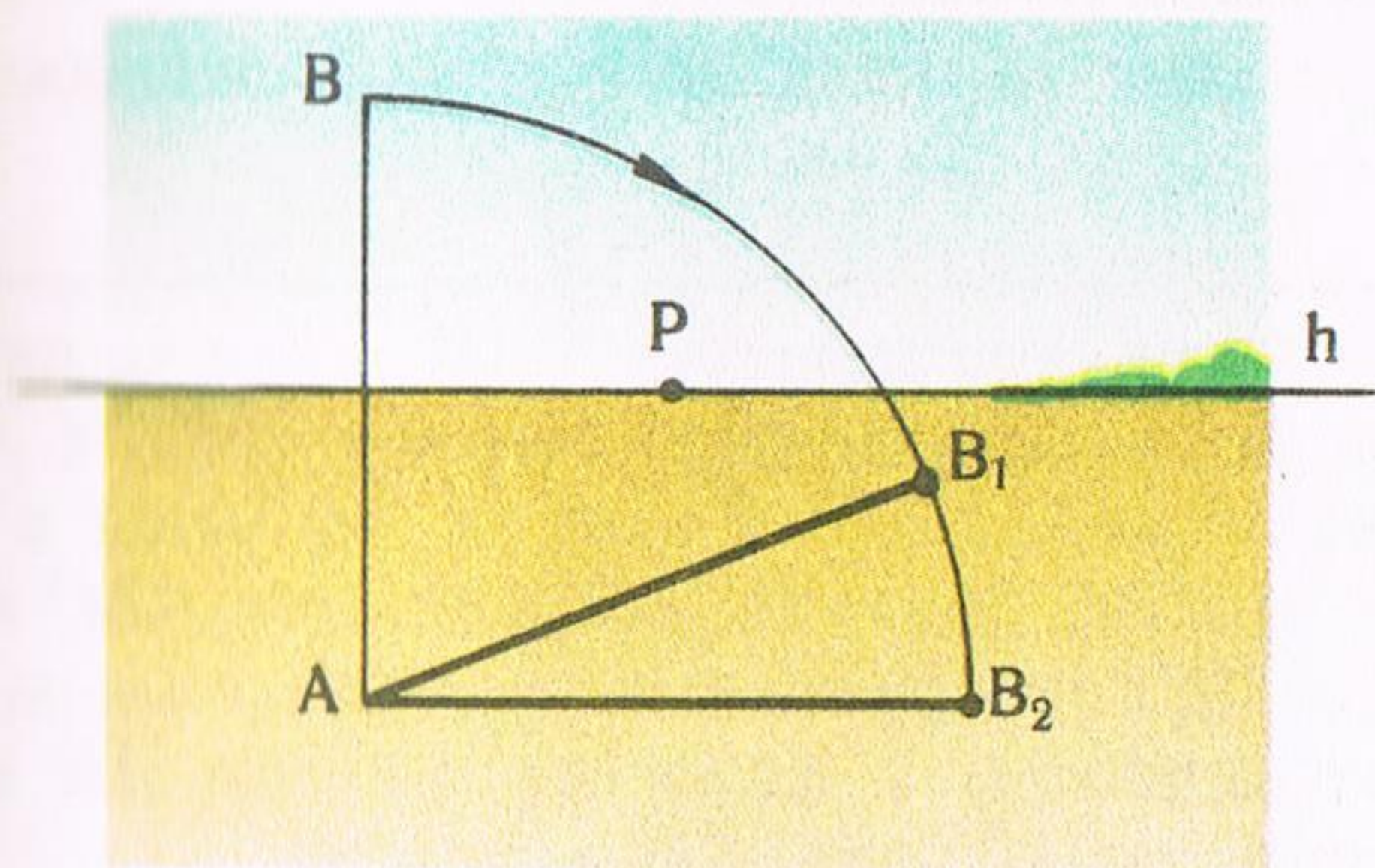


Рис. 60

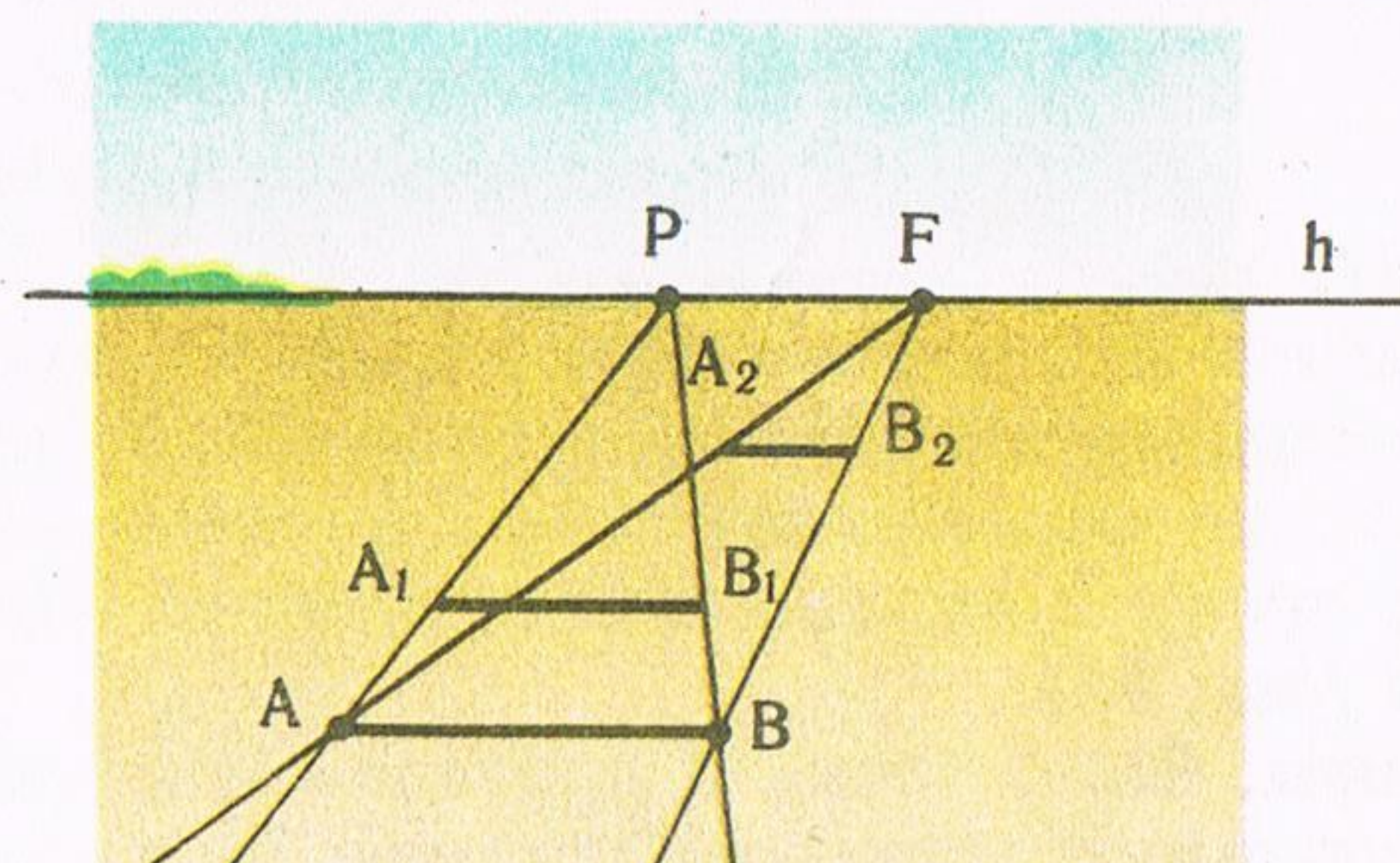


Рис. 61

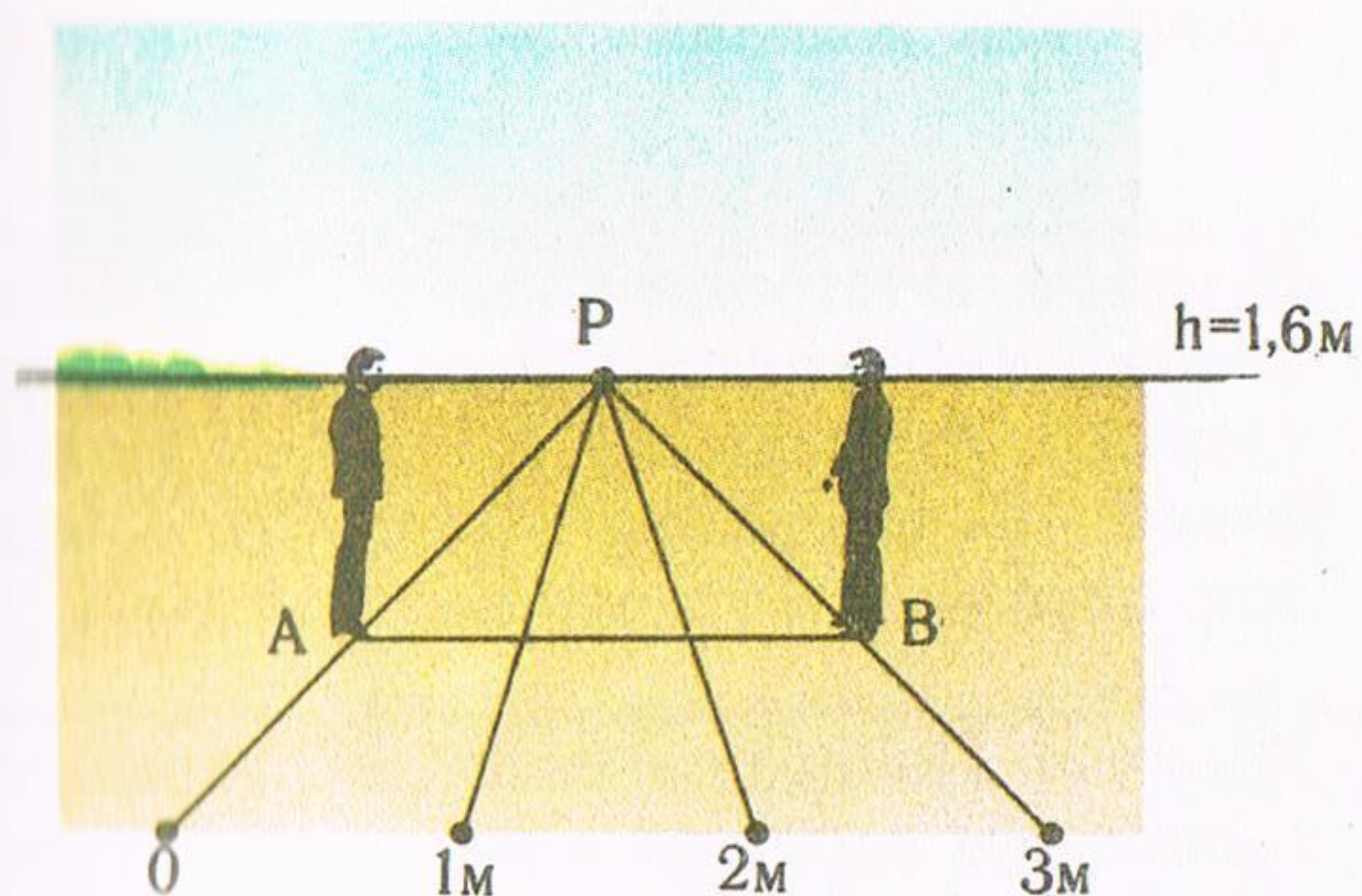


Рис. 62

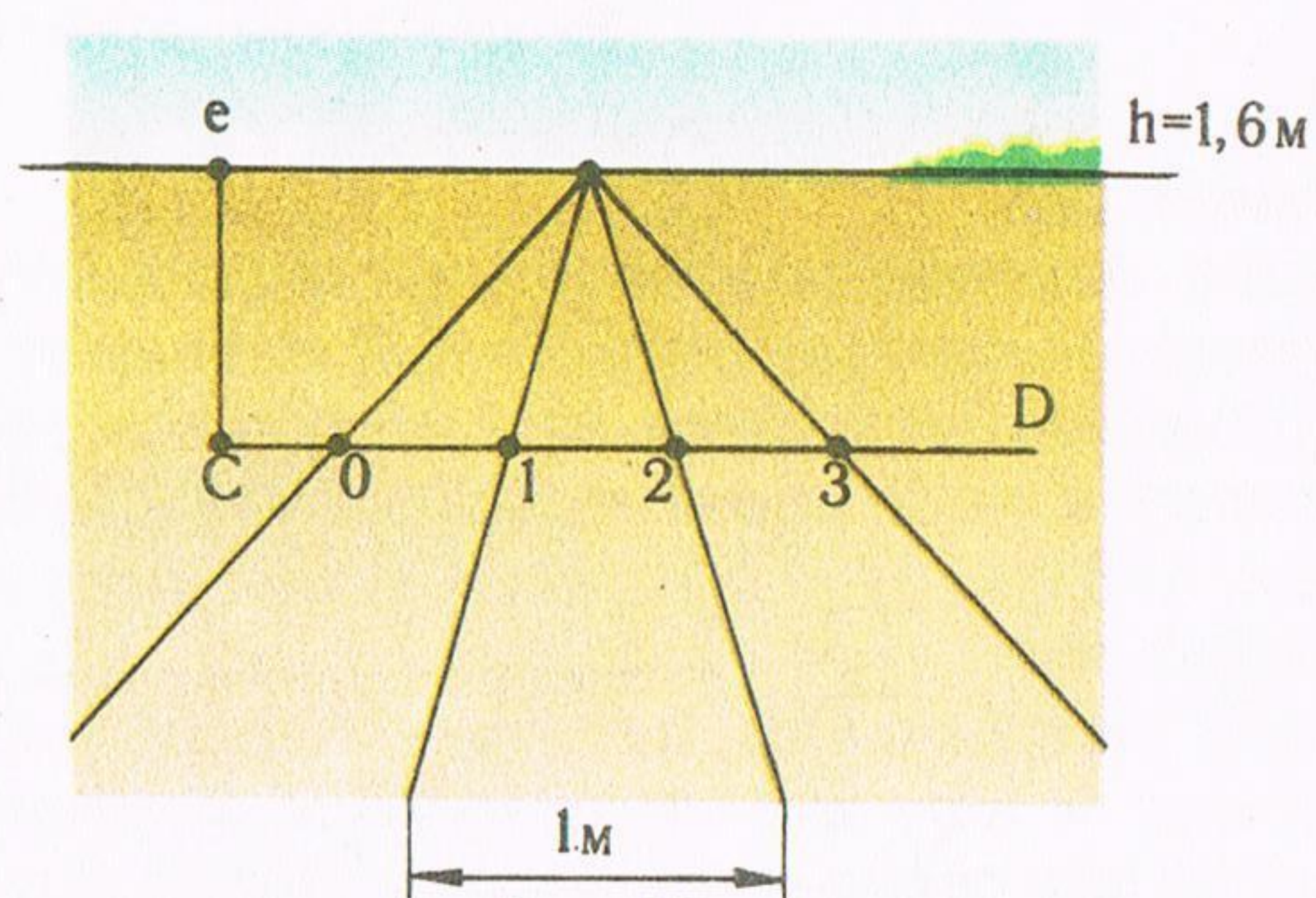


Рис. 63

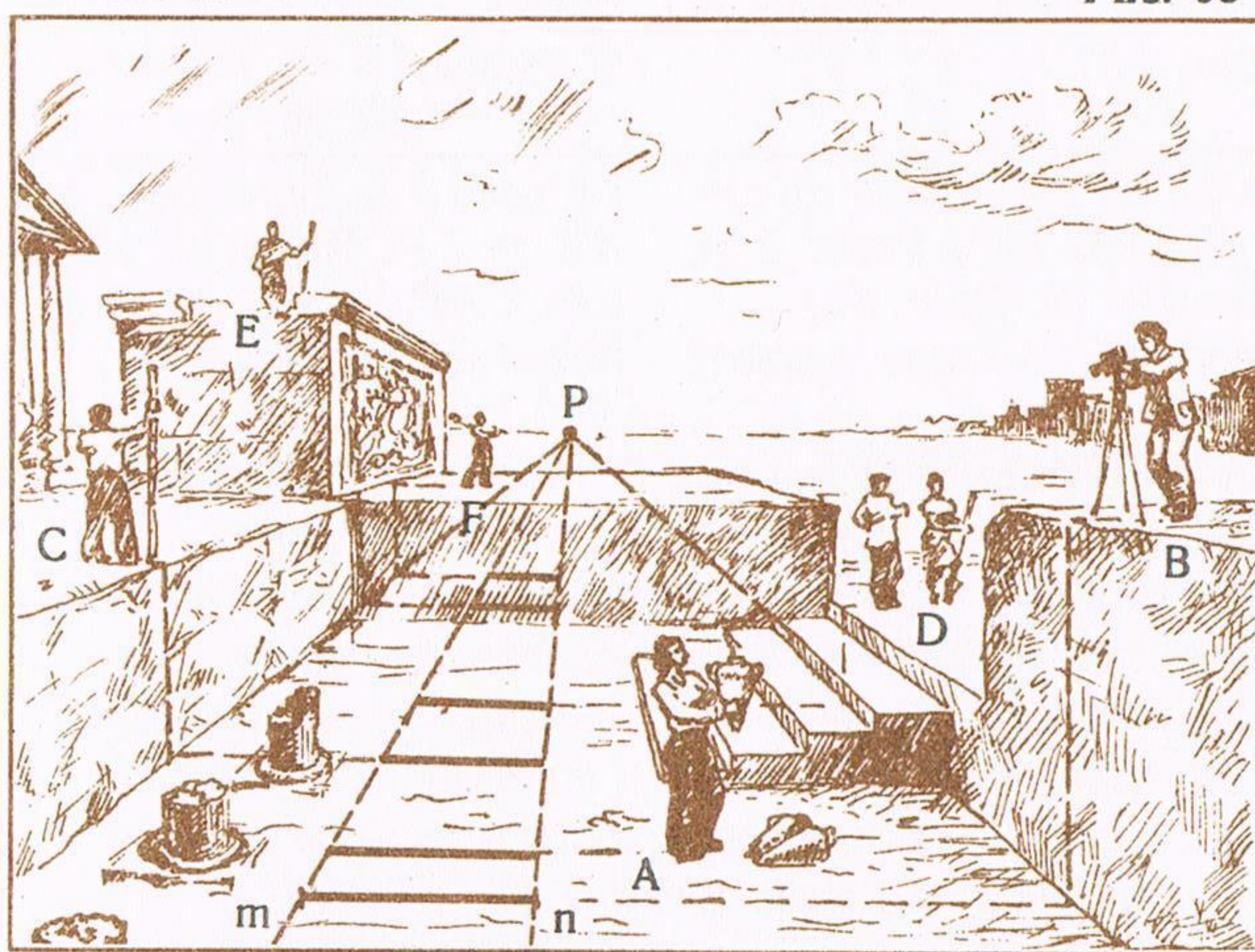


Рис. 64

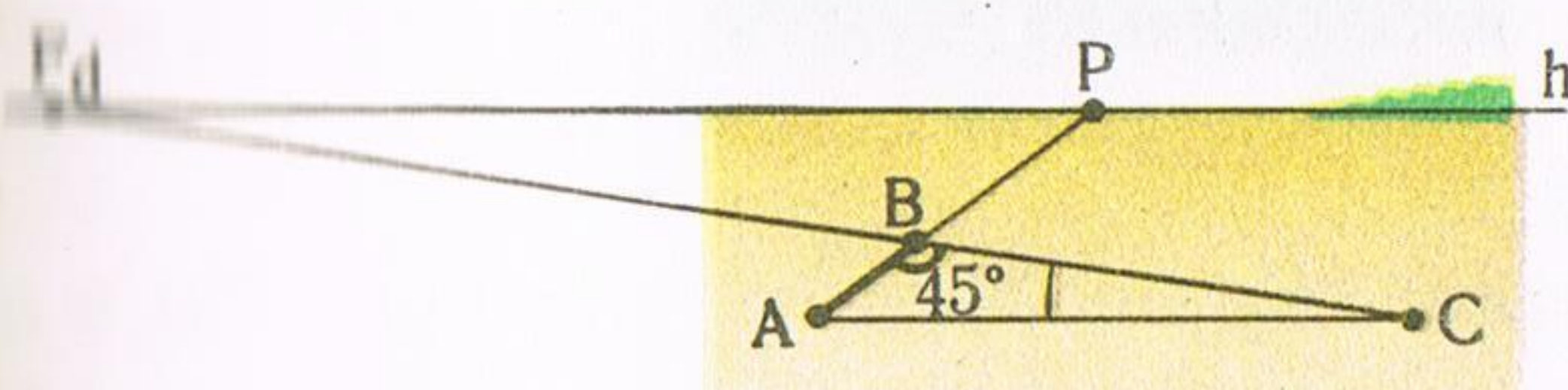


Рис. 65

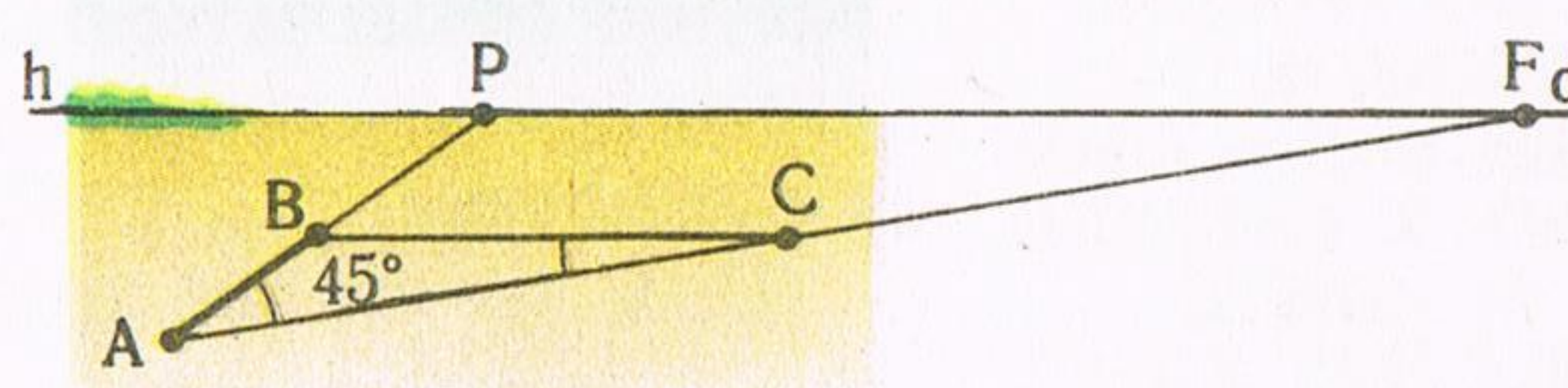


Рис. 66

В тех случаях, когда величина измеряемого отрезка велика и построении второй катет выходит за пределы картины, целесообразнее строить его в глубине.

ПРИМЕР 14.2.

По катету AB , перпендикулярному к картине, построить равный ему по натуральной величине другой катет на прямой, проведенной через точку B параллельно основанию картины (рис. 66).

Решение. Через точку B проведем прямую, параллельную основанию картины. Из точки

F_d проведем прямую F_dA , которая пересечет горизонтальную прямую в точке C . Прямая F_dA образует с BC и AB углы в 45° . Угол ABC прямой. Треугольник ABC является равнобедренным прямоугольным треугольником, у которого катеты AB и BC равны по натуральной величине.

Рассмотрим примеры измерения отрезков, перпендикулярных картине.

ПРИМЕР 14.3.

Найти действительную длину перпендикулярного к картине отрезка AB , лежащего в предметной плоскости, при зрительном расстоянии $d = 2R$ и высоте горизонта 130 см (рис. 67).

Решение. Построим катет AC , параллельный основанию картины и равный в натуре катету AB . В масштабе $AK = 130$ см измерим катет AC . Он равен 260 см. Искомый размер отрезка AB составляет 260 см.

ПРИМЕР 14.4.

Найти натуральную величину перпендикулярного к картине отрезка AB , возвышающегося над предметной плоскостью на 75 см, при высоте горизонта 150 см и зрительном расстоянии $d = 2R$ (рис. 68).

Решение. Построим катет BC , параллельный основанию картины и равный в натуре катету AB . В масштабе $BK = 75$ см измерим катет BC . Он равен 300 см. Искомый размер отрезка AB составляет 300 см.

ПРИМЕР 14.5.

На перспективе прямой AP отложить от точки A отрезок 4 м. Высота горизонта 2 м, зрительное расстояние $d = 2R$ (рис. 69).

Решение. На параллельной картине прямой

от точки A отложим размер 4 м в масштабе $AK = 2$ м. Проведя прямую $4F_d$, в пересечении с AP получим точку B и перспективу отрезка AB , равного 4 м.

В заключение обобщим знания о точке отдаления F_d как о важном элементе перспективных построений:

- 1) точка F_d находится на линии горизонта справа или слева от главной точки картины P на удалении зрительного расстояния d ;
- 2) точка F_d является точкой схода для перспектив горизонтальных прямых, расположенных к картине под углом 45° ;
- 3) точка отдаления является измерительной точкой для перпендикулярных к картине прямых.

§15. ИЗМЕРЕНИЕ И ПОСТРОЕНИЕ ОТРЕЗКОВ, ПЕРПЕНДИКУЛЯРНЫХ К КАРТИНЕ, С ПОМОЩЬЮ ДРОБНЫХ ТОЧЕК ОТДАЛЕНИЯ

При малом формате листа бумаги и относительно большом размере рисунка пользоваться точками отдаления неудобно, так как они выходят за пределы листа. В этих случаях нужно использовать дробные точки отдаления.

Если зрительное расстояние PF_d разделить пополам (рис. 70) и из точки $\frac{F_d}{2}$ провести прямую через точку B , то катет AC точкой $\frac{A}{2}$

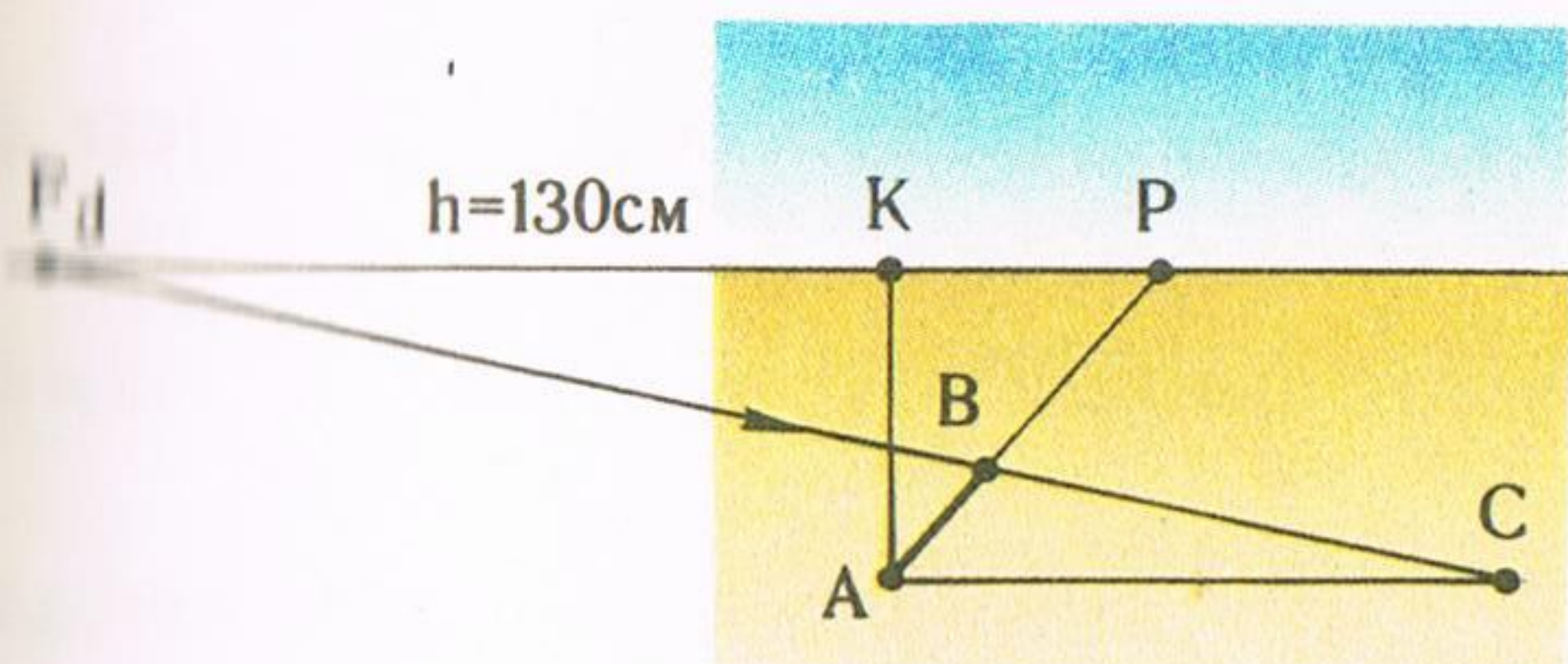


Рис. 67

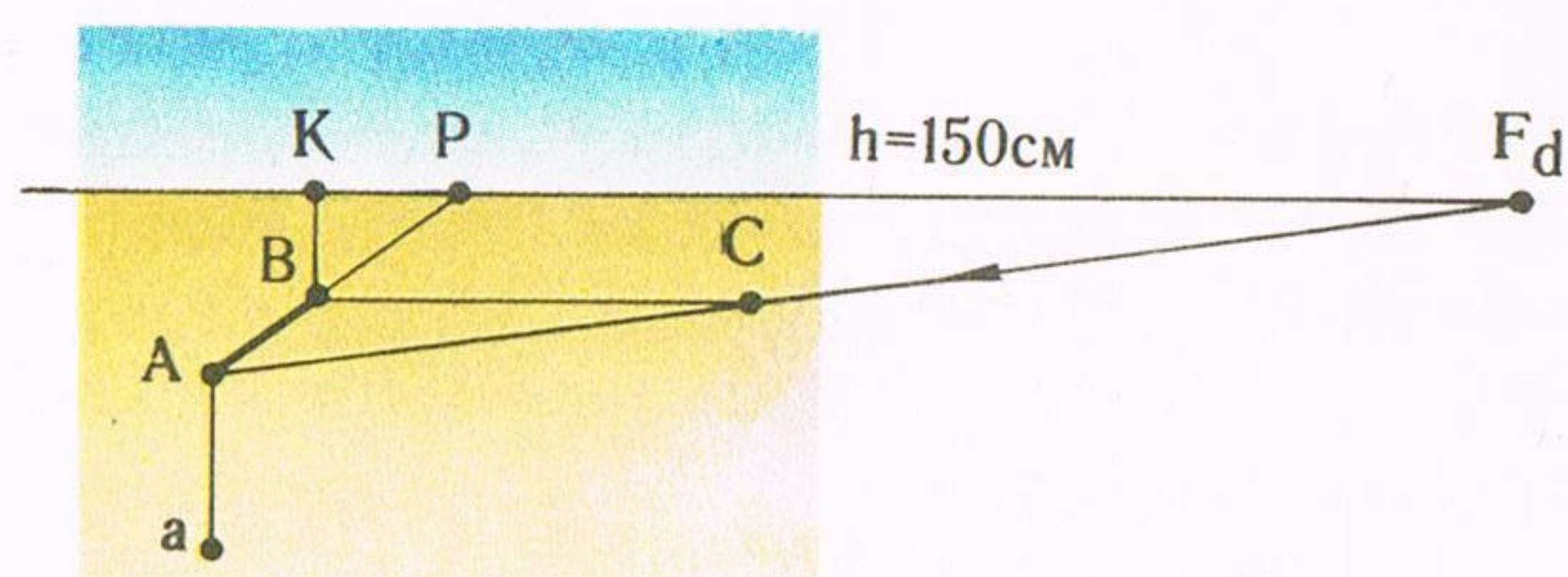


Рис. 68

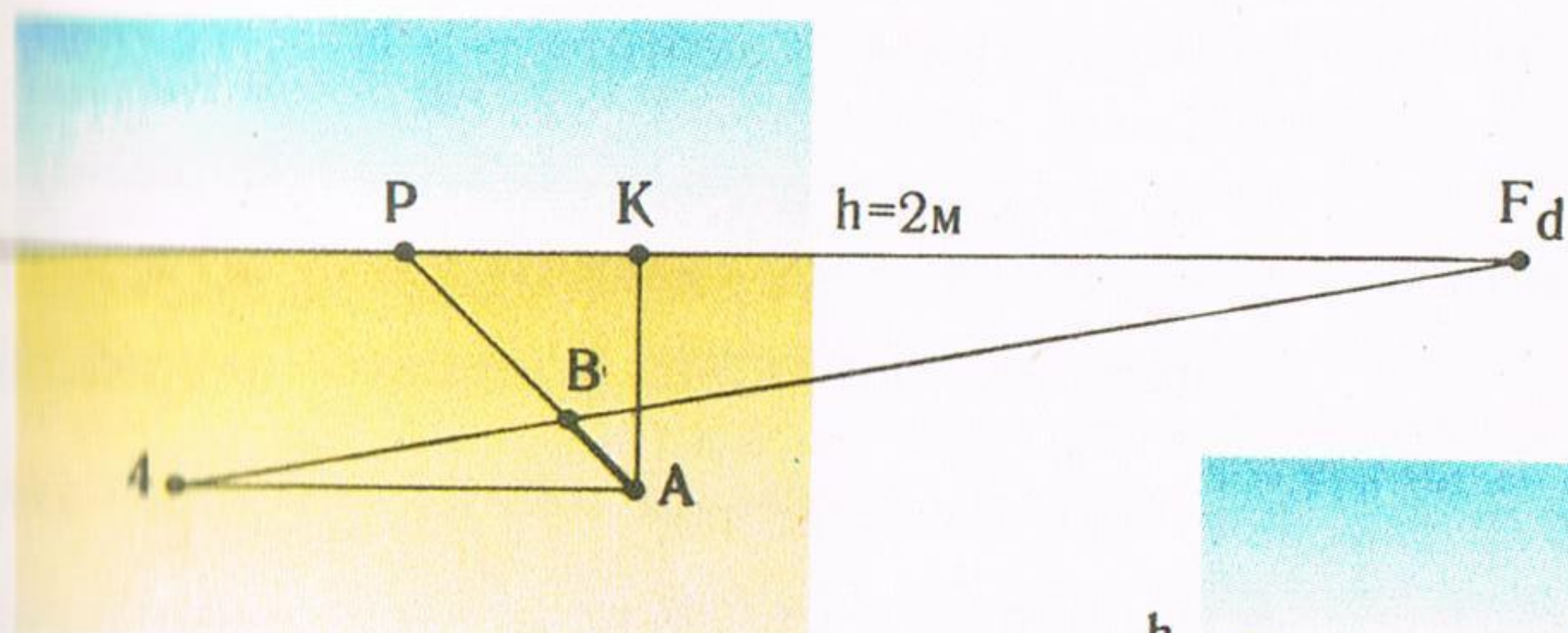


Рис. 69

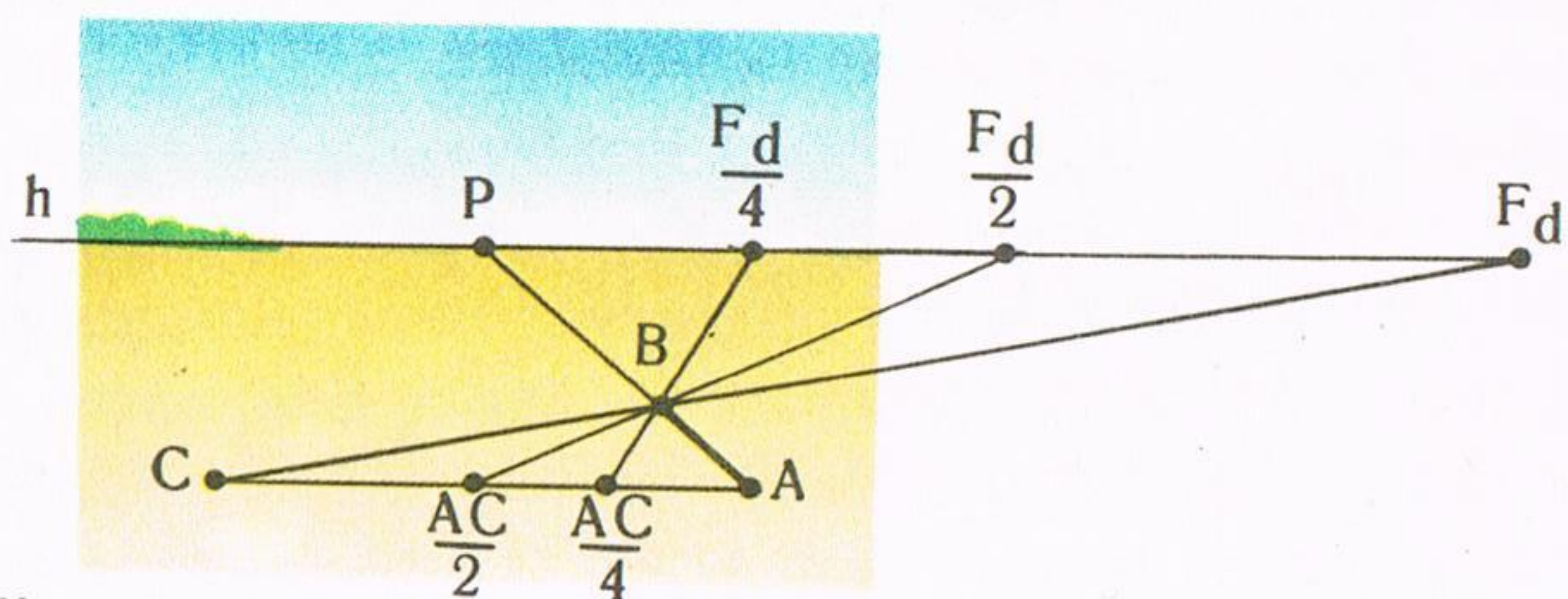


Рис. 70

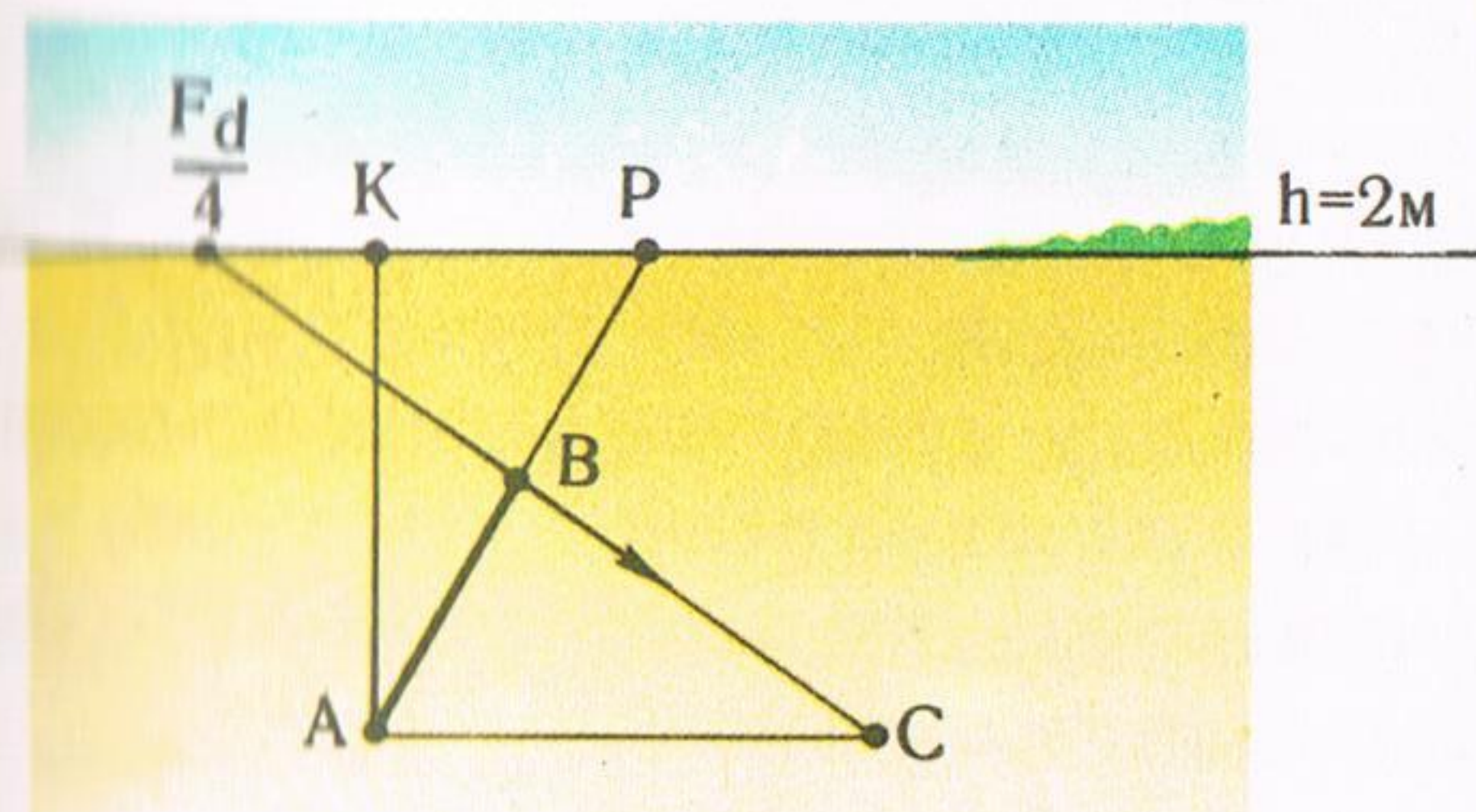


Рис. 71

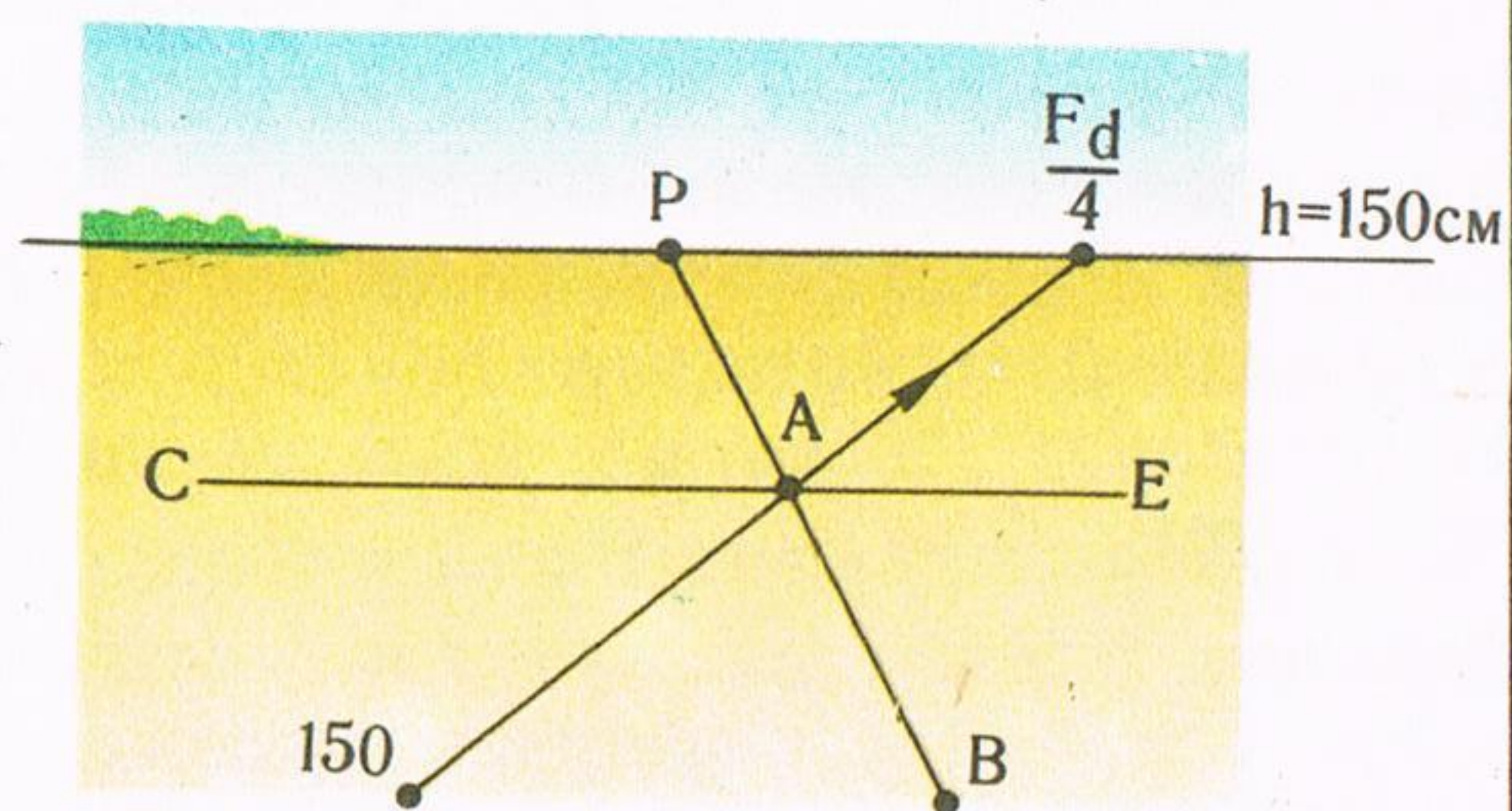


Рис. 72

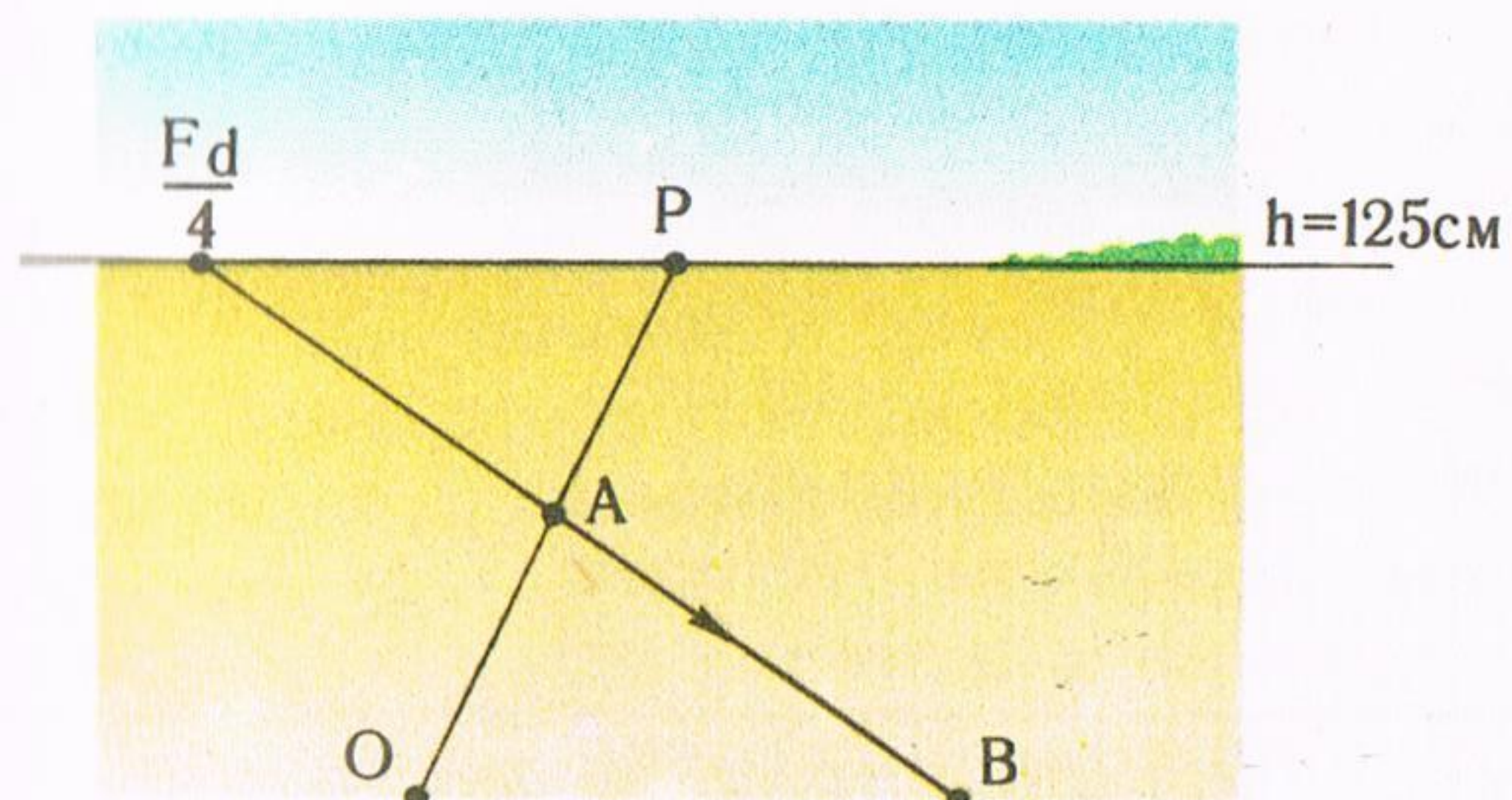


Рис. 73

также разделится на два равных отрезка, так как треугольники PBF_d и ABC подобны. Если взять четвертую часть зрительного расстояния — точку $\frac{F_d}{4}$ — и из нее провести прямую через точку B , то на катете AC получится отрезок $A\frac{AC}{4}$, уменьшенный по сравнению с AC также в 4 раза, и т. д. Точки $\frac{F_d}{2}, \frac{F_d}{4}, \dots$ называются *дробными точками отдаления*. Получив с их помощью уменьшенные отрезки, натуральный размер определяют, увеличивая их в соответствующее количество раз, равное знаменателю дробной точки отдаления.

ПРИМЕР 15.1.

Найти натуральную величину перпендикулярного к картине отрезка AB , лежащего на предметной плоскости. Построение выполнить с помощью дробной точки отдаления $\frac{F_d}{4}$ при высоте горизонта 2 м и зрительном расстоянии d (рис. 71).

Решение. На линии горизонта от точки P отложим одну четвертую часть зрительного

расстояния $\frac{d}{4}$. Из точки A параллельно основанию картины проведем направление катета AC . Затем из точки $\frac{F_d}{4}$ через точку B проведем прямую до пересечения с направлением AC в точке C . Измерим отрезок AC в масштабе $AK = 2$ м. Он равен 2 м. Увеличив его в 4 раза, получим искомый размер отрезка AB , равный 8 м.

Правила измерения перпендикулярных к картине отрезков в перспективе дают возможность художнику не только измерять, но и откладывать необходимые расстояния как между изображаемыми предметами по глубине, так и их удаление от картины. Эти задачи чаще всего возникают при изображении интерьеров и экстерьеров с находящимися в них предметами. Решим два характерных примера.

ПРИМЕР 15.2.

Найти на картине возможные положения точки A , лежащей на предметной плоскости и удаленной от картины на 600 см, при высоте горизонта 150 см и зрительном расстоянии d (рис. 72).

Решение. Найдем дробную точку отдаления $\frac{F_d}{4}$ и проведем любую прямую, перпендикулярную к картине (в нашем примере PB). От точки B на основании картины отложим

размер 150 см, так как пользуемся дробной точкой отдаления $\frac{F_d}{4}$. Проведя прямую через конец отрезка 150 см и точку $\frac{F_d}{4}$, получим в пересечении с перпендикуляром BP точку A , удаленную от картины на 600 см. При этом ее положение может быть выбрано в любом месте проведенной через нее горизонтальной прямой CE , параллельной картине.

ПРИМЕР 15.3.

Определить удаление точки A , находящейся в предметной плоскости, от картины при высоте горизонта 125 см и зрительном расстоянии d (рис. 73).

Решение. Через точку A проведем прямую

PO , перпендикулярную к картине. Через точки $\frac{F_d}{4}$ и A проведем прямую до встречи с основанием картины в точке B . Размер OB ,

увеличенный в 4 раза, и будет искомым удалением точки A от картины.

В нашем примере точка A удалена от картины на 500 см.

§16. ПОСТРОЕНИЕ ЛИНЕЙНОГО МАСШТАБА

Линейным масштабом широт называется масштаб, построенный на горизонтальной прямой, параллельной картине

Линейный масштаб высот — это масштаб, построенный на прямой, перпендикулярной к предметной плоскости

Масштаб, построенный на прямой, перпендикулярной к картине, называется линейным масштабом глубин

Для изображения на картине большого количества предметов, расположенных на значительной глубине пространства, а также предметов по известным размерам удобно пользоваться линейным масштабом. Поскольку на картине предметы изображаются в трех измерениях, перспективный линейный масштаб состоит из линейных масштабов трех взаимно перпендикулярных направлений: широты, высоты и глубины.

Линейным масштабом широт называется масштаб, построенный на горизонтальной прямой, параллельной картине.

Отрезки, параллельные картине, в перспективе изображаются пропорционально их истинным величинам. Поэтому для построения линейного масштаба широт возьмем на основании картины отрезки, в перспективном масштабе равные 1 м (рис. 74, а). Соединив концы отрезков прямыми с главной точкой P , получим перспективу прямоугольников шириной 1 м и бесконечной глубины. Перспектива любого отрезка, параллельного основанию картины в границах прямоугольника, в натуре равна 1 м, например AB . Линейный масштаб широт сохраняется и для параллельных основанию картины прямых, проведенных в границах параллелограмма, точка схода боковых сторон которого может располагаться в любой точке на линии горизонта, например в F . Это позволяет строить линейный масштаб широт не только в любом месте картины, но и за боковой рамкой.

Линейный масштаб высот — это масштаб, построенный на прямой, перпендикулярной к предметной плоскости (рис. 74, б). Для построения линейного масштаба высот отложим на вертикальной прямой рамки картины отрезки, равные 1 м в масштабе высоты горизонта. Соединив концы отрезков с главной точкой картины P , получим изображения вертикальных прямоугольников высотой 1 м бесконечной длины. Масштаб не изменится, если вертикальную линию вынести за пределы картины, а вместо главной точки P взять любую другую, например F , на линии горизонта. Так, на рис. 74, б представлена перспектива AB вертикального отрезка, равного 2 м.

По линейным масштабам широт и высот измеряют все отрезки, параллельные картине.

Масштаб, построенный на прямой, перпендикулярной к картине, называется линейным масштабом глубин (рис. 74, в).

Для построения линейного масштаба глубин проведем перпендикулярную к картине прямую OP . От точки O на линии основания картины отложим в перспективном масштабе широт отрезки, равные 1 м. Прямые, проведенные из концов отрезков в точку отдаления F_d , отложат в глубину на прямой OP перспективу отрезков, каждый из которых равен 1 м (на рисунке не показано). В нашем примере линейный масштаб глубин построен с помощью дробной точки отдаления $\frac{F_d}{4}$.

§17. ИЗМЕРЕНИЕ
ГОРИЗОНТАЛЬ-
НЫХ ОТРЕЗКОВ,
РАСПОЛОЖЕННЫХ
ПОД УГЛОМ
К КАРТИНЕ

Чтобы измерить горизонтальный отрезок в перспективе, достаточно найти точку схода f_1 для хорды поворота и через f_1 и одну точку отрезка провести прямую до встречи с параллельной картине прямой, проведенной через другую его точку. Измерив полученный параллельный картине отрезок в масштабе высоты горизонта, можно найти длину самого отрезка

Для этого от точки O на линии основания картины отложены отрезки перспективного масштаба широт в четыре раза меньшие, т. е. не 1 м, а 0,25 м.

На рис. 74, z построен перспективный линейный масштаб широт, высот и глубин за боковой рамкой картины.

С помощью перспективного линейного масштаба можно по заданным координатам построить перспективу любой точки, а по изображению точки найти ее координаты. Например, точка A (рис. 74, z) расположена на удалении 3 м от картины на высоте 2 м от предметной плоскости.

В перспективе горизонтальные отрезки, расположенные под некоторым углом к картине, непосредственно измерить нельзя. Для измерения таких отрезков нужно построить их натуральные величины на прямой, параллельной картине, которые затем и измерить выбранным для картины перспективным масштабом. Это можно сделать, повернув горизонтальный отрезок вокруг вертикальной оси до положения, параллельного картине.

Пусть даны в плане картина K , зрительное расстояние d и отрезок ab , лежащий на предметной плоскости (рис. 75, a). Длину ab необходимо измерить.

Проведем из точки Z луч, параллельный ab . В пересечении с картинной плоскостью на линии горизонта получим точку схода F_1 перспективы отрезка ab .

Отрезок ab повернем вокруг вертикальной оси в положение ab_1 , совмещенное с картиной.

Заменим дугу bb_1 хордой, а затем найдем точку схода f_1 для этой хорды bb_1 .

Повернем картину вокруг линии горизонта в вертикальное положение (рис. 75, b). Точки схода F_1 для перспективы отрезка AB и f_1 для хорды поворота B_1B сохраняют свое положение на линии горизонта. Отрезок ab_1 изобразится на линии основания картины отрезком AB_1 . Проведя из концов отрезка AB_1 прямые AF_1 и B_1f_1 , в их пересечении получим точку B и отрезок AB в перспективе.

Рассмотрим треугольники ABB_1 и F_1Zf_1 . Треугольник ABB_1 в натуре подобен треугольнику F_1Zf_1 , так как их стороны взаимно параллельны, т. е. имеют одну общую точку схода: $AB \parallel ZF_1$; $B_1B \parallel Zf_1$ и $AB_1 \parallel F_1f_1$. К тому же эти треугольники равнобедренные, так как по условию $AB = AB_1$ и $F_1Z = F_1f_1$. Поэтому, измерив длину отрезка AB_1 в масштабе высоты горизонта, получим натуральный размер перспективы отрезка AB .

Таким образом, чтобы измерить горизонтальный отрезок в перспективе, достаточно найти точку схода f_1 для хорды поворота и через f_1 и одну точку отрезка провести прямую до встречи с параллельной картине прямой, проведенной через другую его точку. Измерив полученный параллельный картине отрезок в масштабе высоты горизонта, можно найти длину самого отрезка.

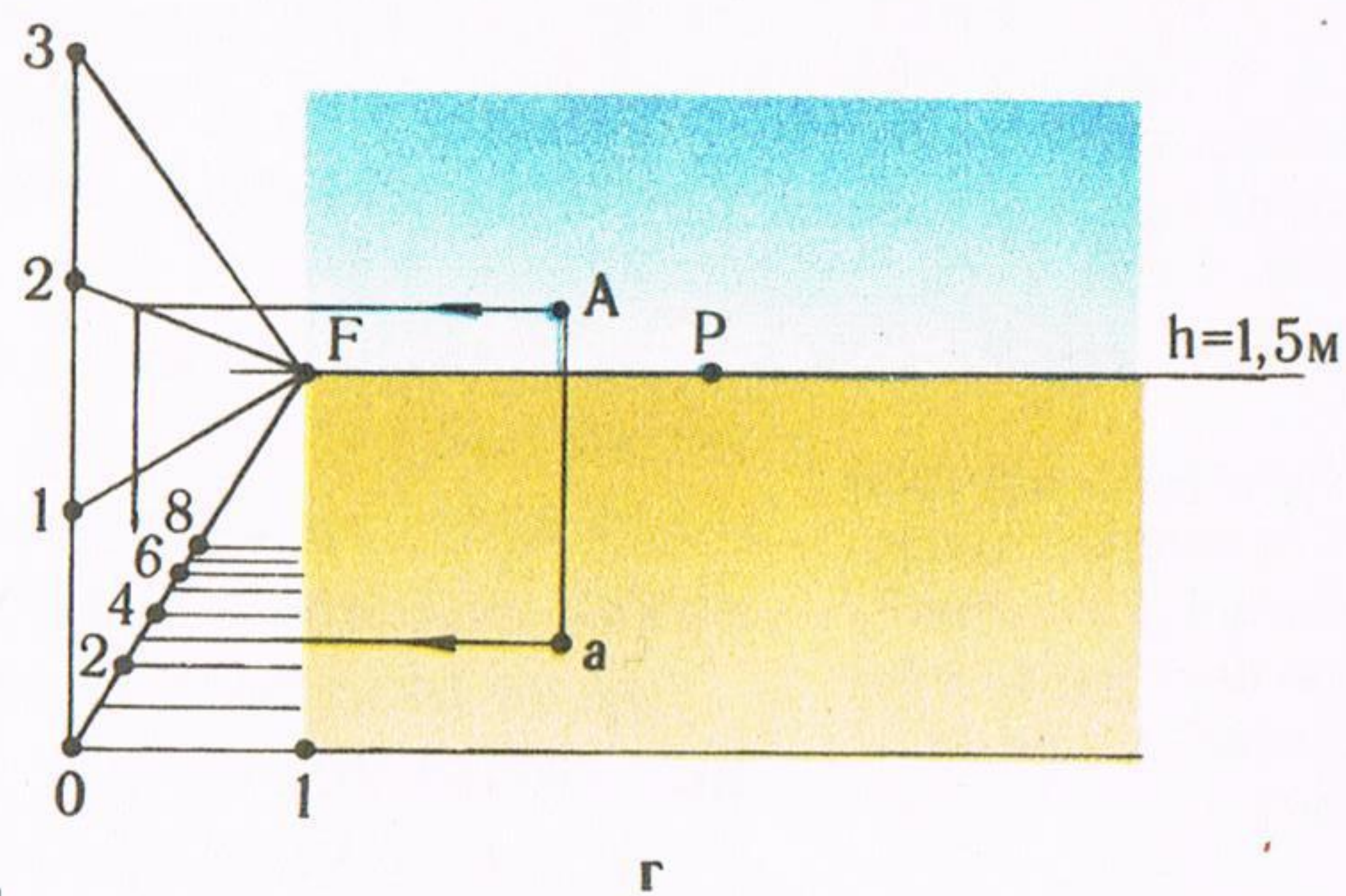
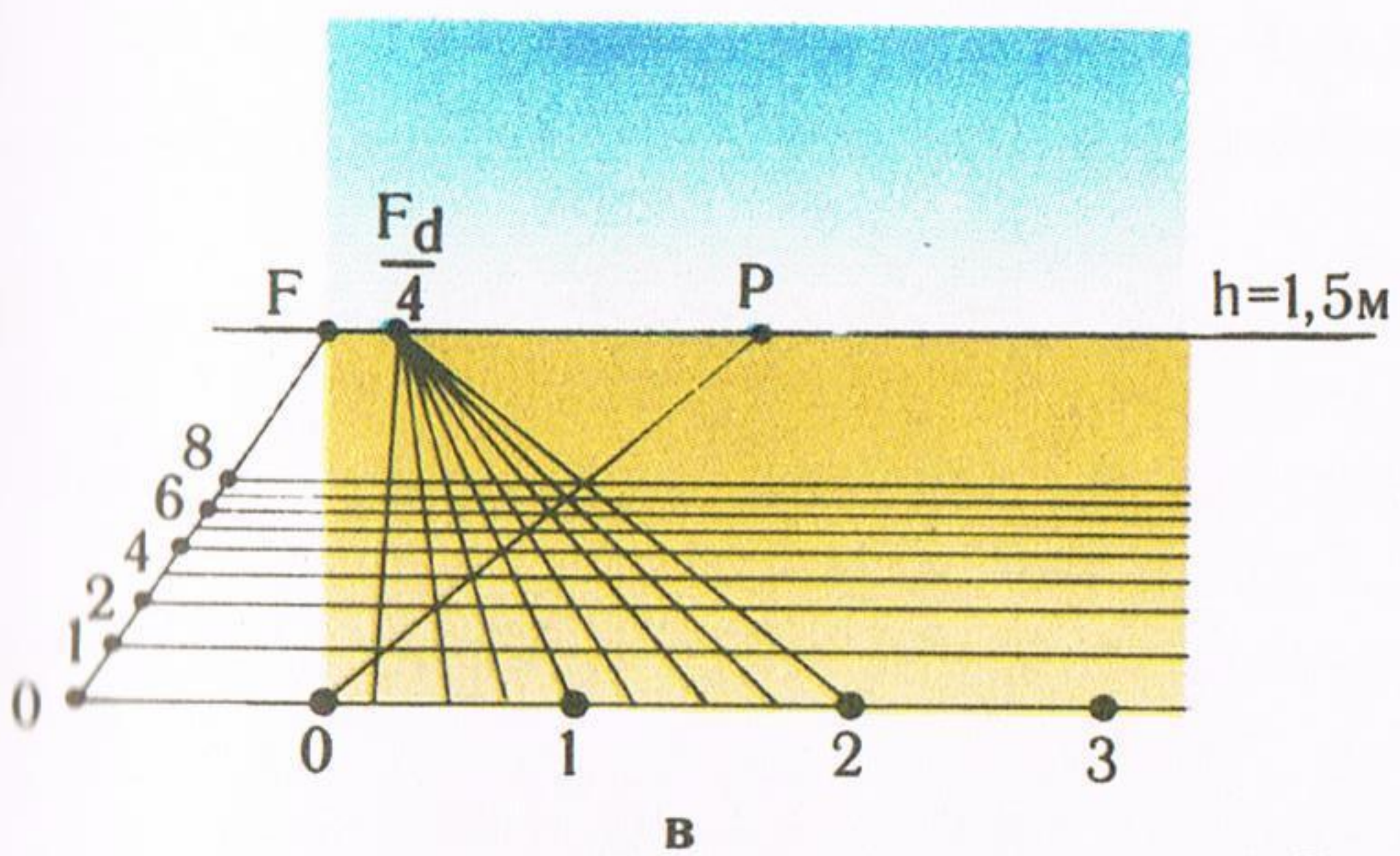
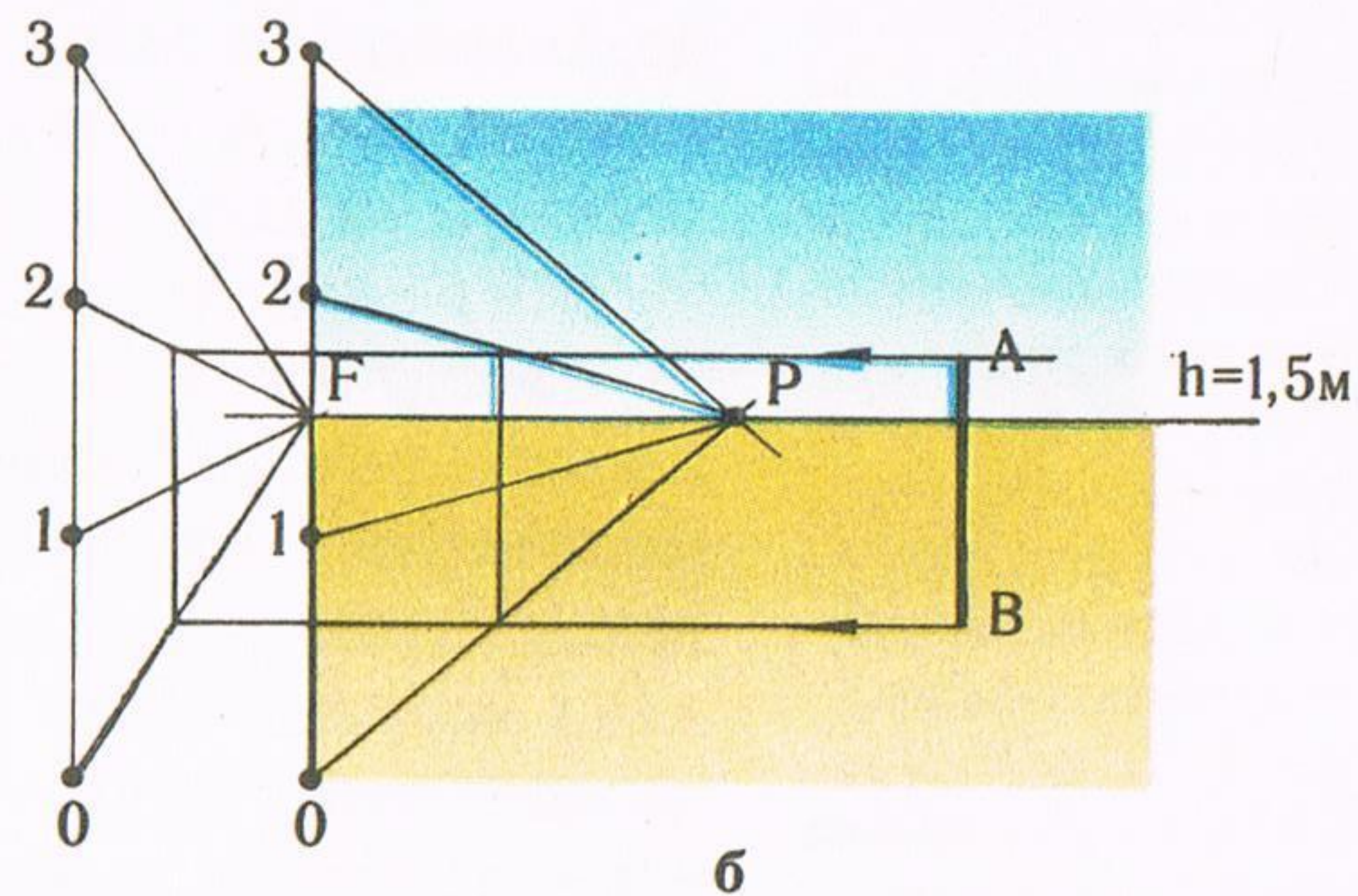
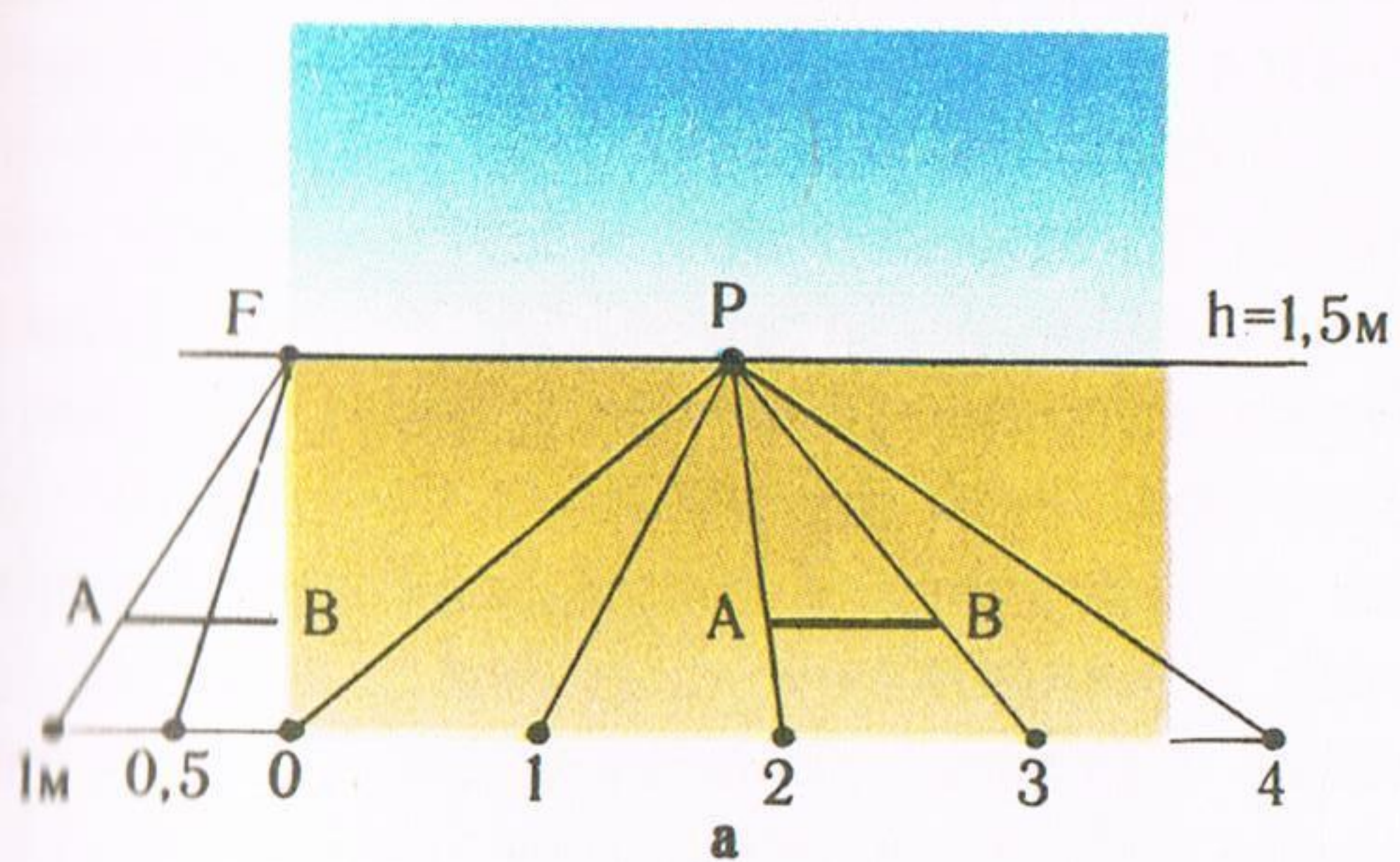


Рис. 74

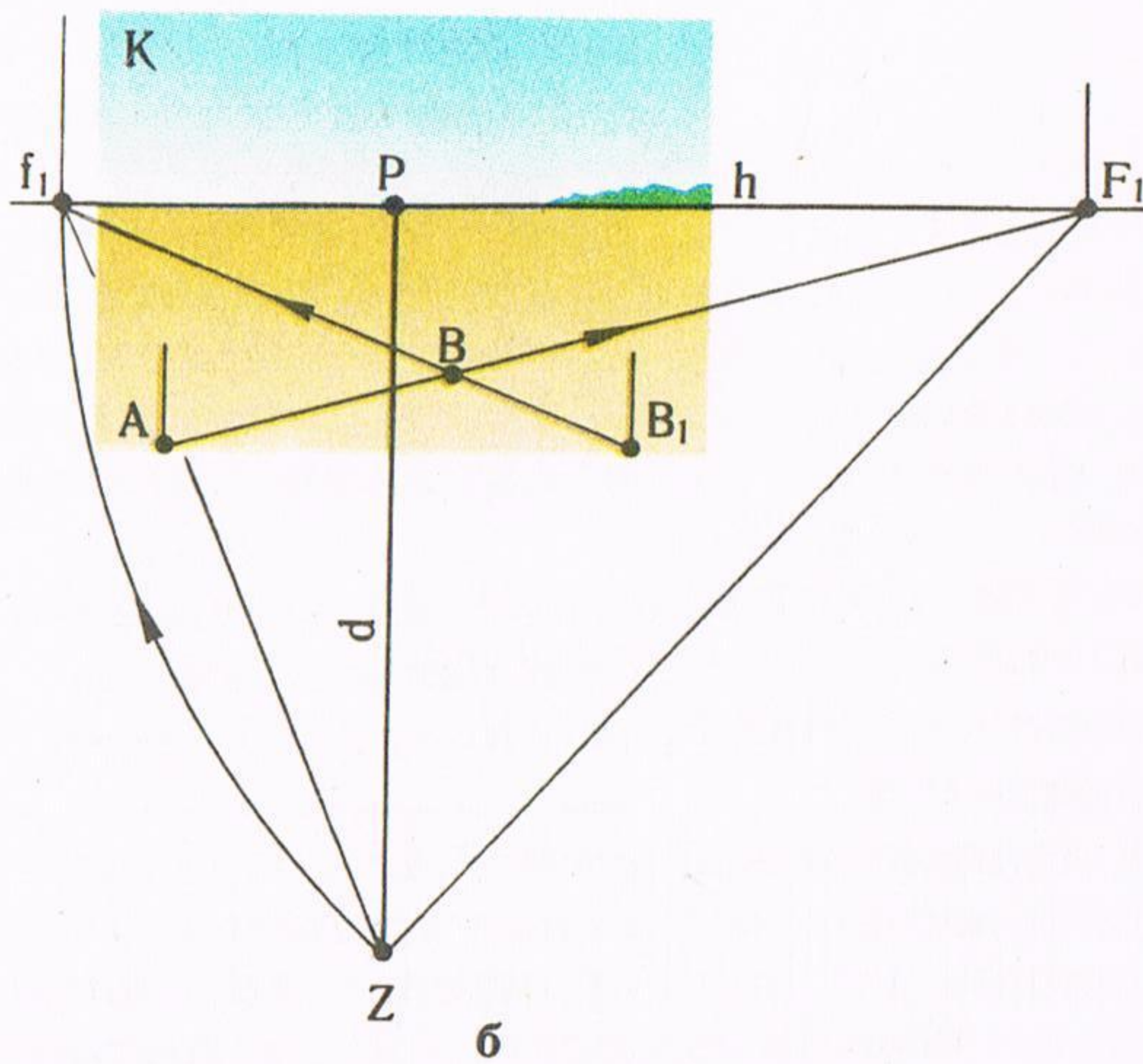
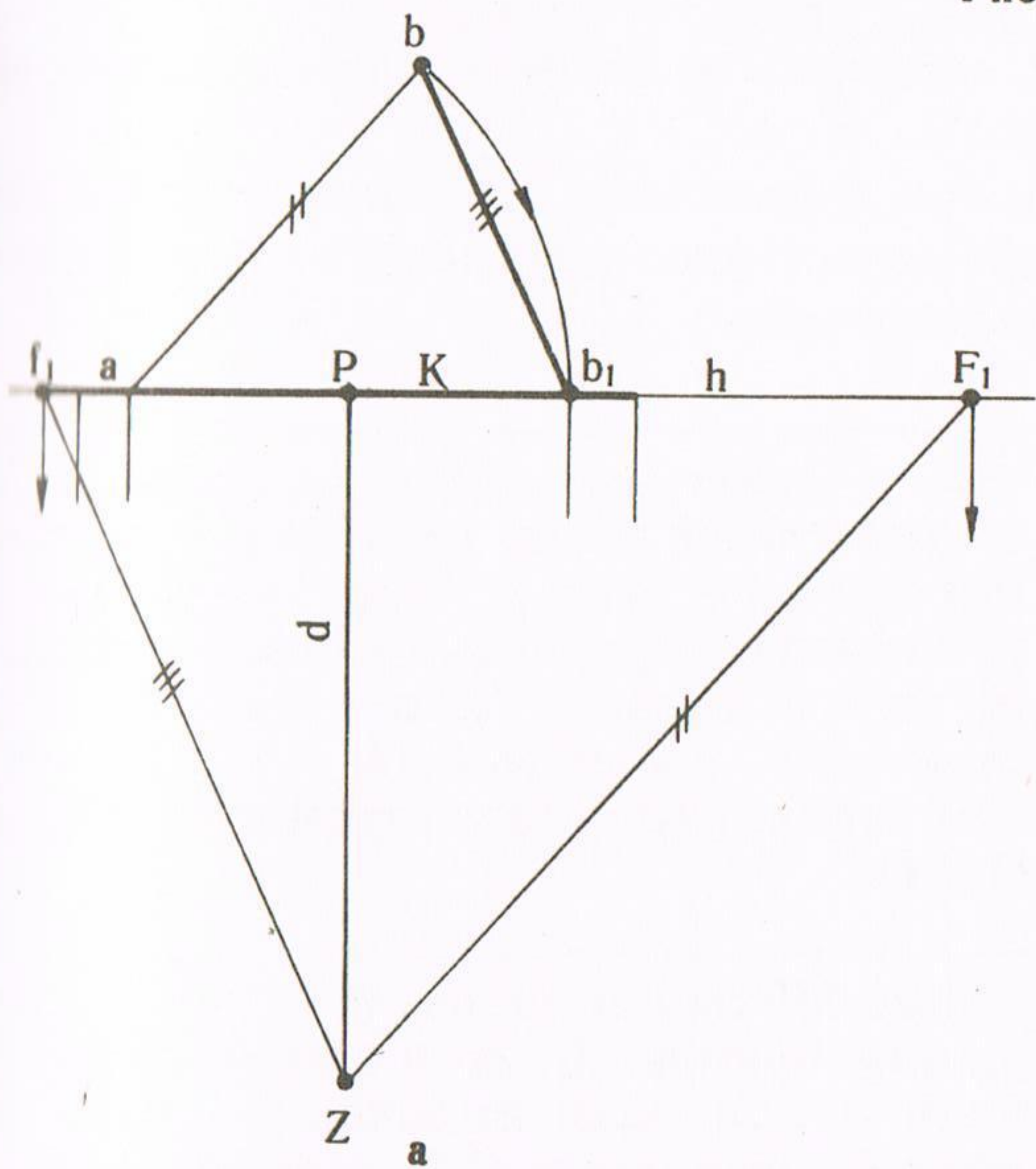


Рис. 75

Чтобы измерить горизонтальный отрезок AB в перспективе, нужно (рис. 76):

- 1) продлить изображение отрезка AB до встречи с линией горизонта в точке F_1 ;
- 2) найти измерительную точку f_1 , для чего от точки F_1 отложить на линии горизонта размер F_1Z ($F_1Z = F_1f_1$);
- 3) из измерительной точки f_1 провести прямую через конец отрезка — точку B ;
- 4) из точки A провести прямую, параллельную линии горизонта, до встречи с прямой f_1B в точке C ;
- 5) измерить отрезок AC заданным масштабом. Полученная величина равна натуральной длине отрезка AB .

Точка схода f_1 хорды поворота является измерительной точкой для горизонтальных отрезков, расположенных под острым углом к картине, аналогично тому, как для отрезков, перпендикулярных к картине, измерительной точкой является точка F_d . Точка F_d и измерительная точка f_1 находятся на линии горизонта. Но если расположение точки F_d для данной картины постоянно, то положение измерительной точки f_1 зависит как от величины зрительного расстояния, так и от угла наклона горизонтальной прямой к картине. Поэтому если с помощью измерительной точки F_d можно измерять все отрезки, перпендикулярные к картине, то с помощью измерительной точки f_1 можно измерять лишь горизонтальные отрезки, параллельные данному. Каждая связка параллельных горизонтальных прямых, отличающаяся различными углами наклона к картине, имеет свою измерительную точку f_2, f_3 и т. д. Рассмотренные положения дают возможность изложить практическое правило для измерения в перспективном рисунке горизонтальных отрезков, расположенных под углом к картине.

Чтобы измерить горизонтальный отрезок AB в перспективе, нужно (рис. 76):

- 1) продлить изображение отрезка AB до встречи с линией горизонта в точке F_1 ;
- 2) найти измерительную точку f_1 , для чего от точки F_1 отложить на линии горизонта размер F_1Z ($F_1Z = F_1f_1$);
- 3) из измерительной точки f_1 провести прямую через конец отрезка — точку B ;
- 4) из точки A провести прямую, параллельную линии горизонта, до встречи с прямой f_1B в точке C ;
- 5) измерить отрезок AC заданным масштабом. Полученная величина равна натуральной длине отрезка AB .

Это правило применимо как к измерению перспектив горизонтальных отрезков, так и к изображению (откладыванию) на горизонтальной прямой отрезков нужного размера.

ПРИМЕР 17.1.

Дана перспектива AB отрезка, расположенного в предметной плоскости. Найти его натуральную длину. При этом высота горизонта составляет 160 см, а зрительное расстояние — d (рис. 77).

Решение. Продлим отрезок AB до линии горизонта в точку F_1 . Отложив на линии горизонта от точки F_1 расстояние F_1Z , полу-

чим измерительную точку f_1 . Проведем из измерительной точки прямую f_1B через конец отрезка — точку B . Через точку A проведем прямую, параллельную линии горизонта, до встречи с прямой f_1B в точке C . Измерив отрезок AC в масштабе $AK = 160$ см, получим натуральную длину отрезка AB , равную 312 см.

ПРИМЕР 17.2.

На горизонтальной прямой AF_1 , возвышающейся над предметной плоскостью на 60 см, отложить от точки A отрезок AB длиной 450 см. Высота горизонта 150 см, зрительное расстояние d (рис. 78).

Решение. От точки A на прямой, параллельной линии горизонта, отложим отрезок AC ,

равный 450 см в масштабе $ak = 150$ см. Продолжим прямую AB до линии горизонта в точку F_1 . Отложив на линии горизонта от точки F_1 расстояние F_1Z , получим измерительную точку f_1 . Проведя прямую f_1C , в пересечении с AF_1 получим точку B . Отрезок AB и есть искомая величина 450 см.

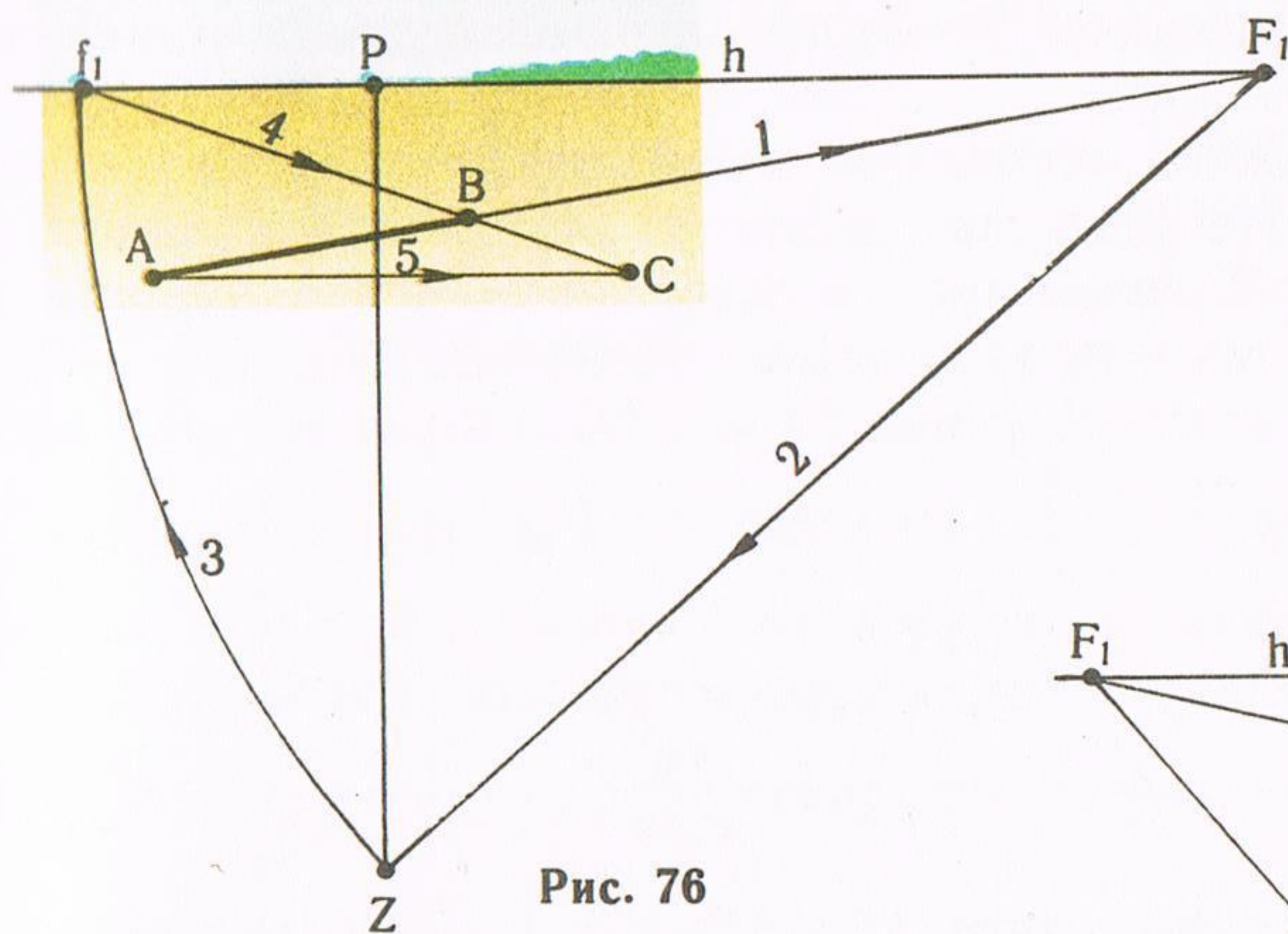


Рис. 76

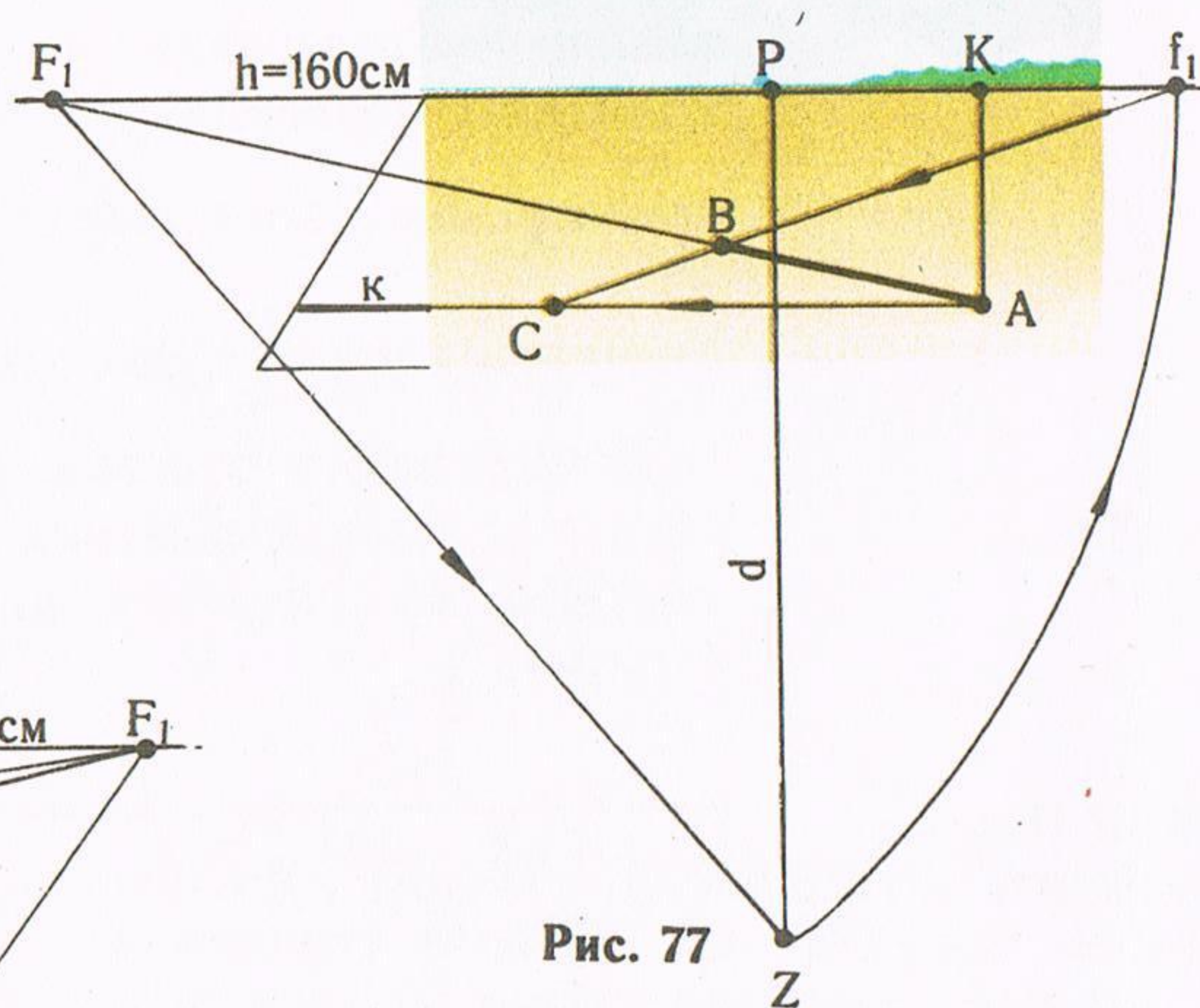


Рис. 77

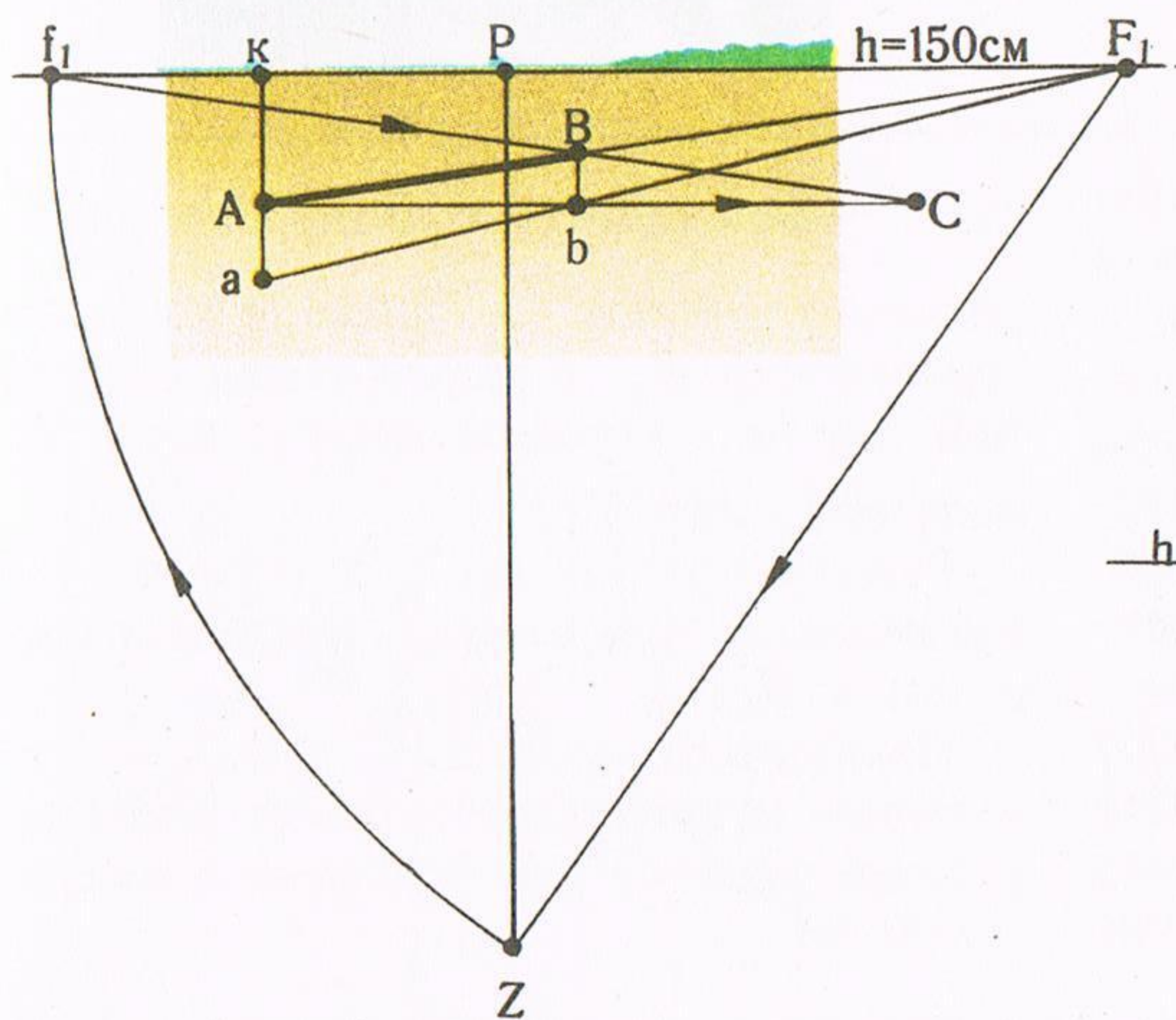


Рис. 78

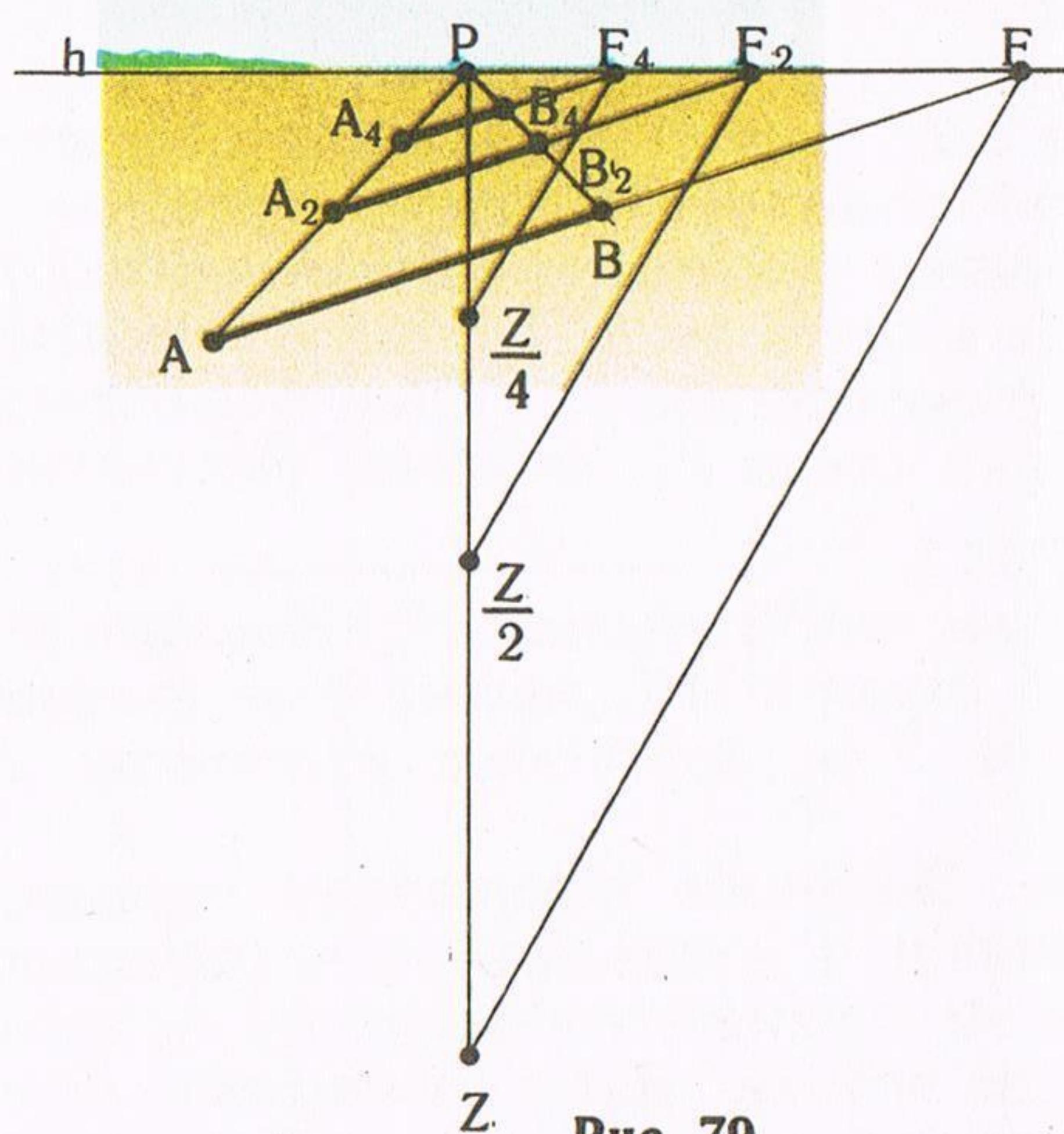


Рис. 79

§18. ИЗМЕРЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬ- НЫХ ОТРЕЗКОВ СПОСОБОМ УМЕНЬШЕНИЯ

Рассмотренный в § 17 общий случай измерения горизонтальных отрезков, расположенных под углом к картине, неудобен тем, что совмещенная точка зрения Z , точка схода F_1 и измерительная точка f_1 выходят за пределы картины. Для исключения этого явления можно воспользоваться способом уменьшенного перспективного изображения в n раз.

Способ уменьшения основан на законе перспективного изображения, при котором перспектива предмета, построенная с разных зрительных расстояний, сохраняет как параллельность в рисунке одних и тех же отрезков, так и их натуральные величины. Например, отрезок AB , построенный из точки зрения Z (рис. 79), и отрезок A_2B_2 , построенный из точки зрения $\frac{Z}{2}$, параллельны. При этом если уменьшить зрительное расстояние в два раза, то точки A_2 и B_2 будут лежать на половинах перпендикулярных к картине прямых AP и BP . Если проведем отрезок с зрительного расстояния $\frac{Z}{4}$, то точки A_4 и B_4 будут находиться на $\frac{1}{4}$ расстояния AP и BP , и т. д. Поэтому для измерения горизонтального отрезка, расположенного под углом к картине, достаточно общим приемом найти натуральную величину перспективы уменьшенного отрезка, которая равна истинной величине заданного отрезка.

ПРИМЕР 18.1.

Определить натуральную величину горизонтального отрезка AB . Высота горизонта 200 см, зрительное расстояние $2R$ (рис. 80).

Решение. Построим перспективу отрезка, уменьшенную в 4 раза. Для этого разделим прямую AP на 4 части и из точки A_4 проведем прямую A_4F_4 параллельно AB до пересечения с BP . Отрезок A_4B_4 и есть перспектива отрезка AB , уменьшенная в 4 раза.

Уменьшим зрительное расстояние также в 4 раза и построим натуральную величину перспективы отрезка A_4B_4 . Для этого, имея уже точку схода F_4 , отложим расстояние

$F_4 \frac{Z}{4}$ на линии горизонта и получим измерительную точку f_4 . Проведя из f_4 прямую через точку B_4 , в пересечении с параллельной картине горизонтальной прямой A_4C_4 получим точку C_4 .

Размер прямой A_4C_4 и есть натуральная величина перспективы уменьшенного отрезка A_4B_4 .

Измерив отрезок A_4C_4 ($A_4K = 200$ см), получим натуральный размер отрезка A_4B_4 , равный отрезку AB . В нашем примере $AB = 400$ см.

ПРИМЕР 18.2.

На картине задана прямая AF . Отложить от точки A отрезок AB , равный 6 м. Высота горизонта 3 м, зрительное расстояние d (рис. 81).

Решение. Построим перспективу отрезка, уменьшенную в 2 раза. Для этого разделим прямую AP пополам и через точку A_2 проведем две прямые: A_2C_2 параллельно картине длиной 6 м в масштабе $A_2K = 3$ м и

A_2F_2 параллельно AF до встречи с линией горизонта в точке F_2 . Найдем измерительную точку f_2 . Проведя прямую f_2C_2 до встречи с A_2F_2 , получим точку B_2 . Прямая A_2B_2 и есть перспектива отрезка AB , уменьшенная в 2 раза.

Проведя прямую PB_2 до пересечения с AF , получим точку B и перспективу отрезка AB , равного 6 м.

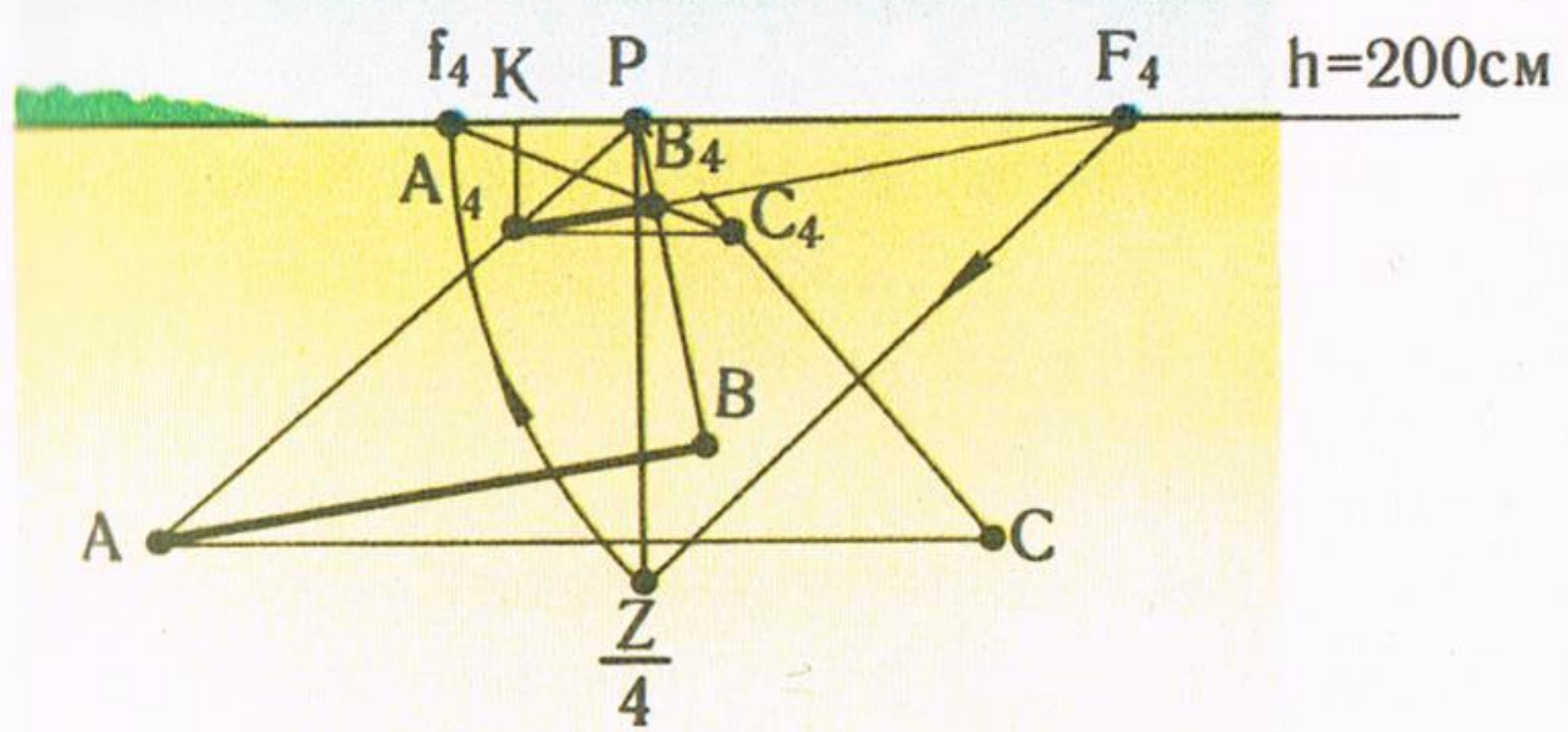


Рис. 80

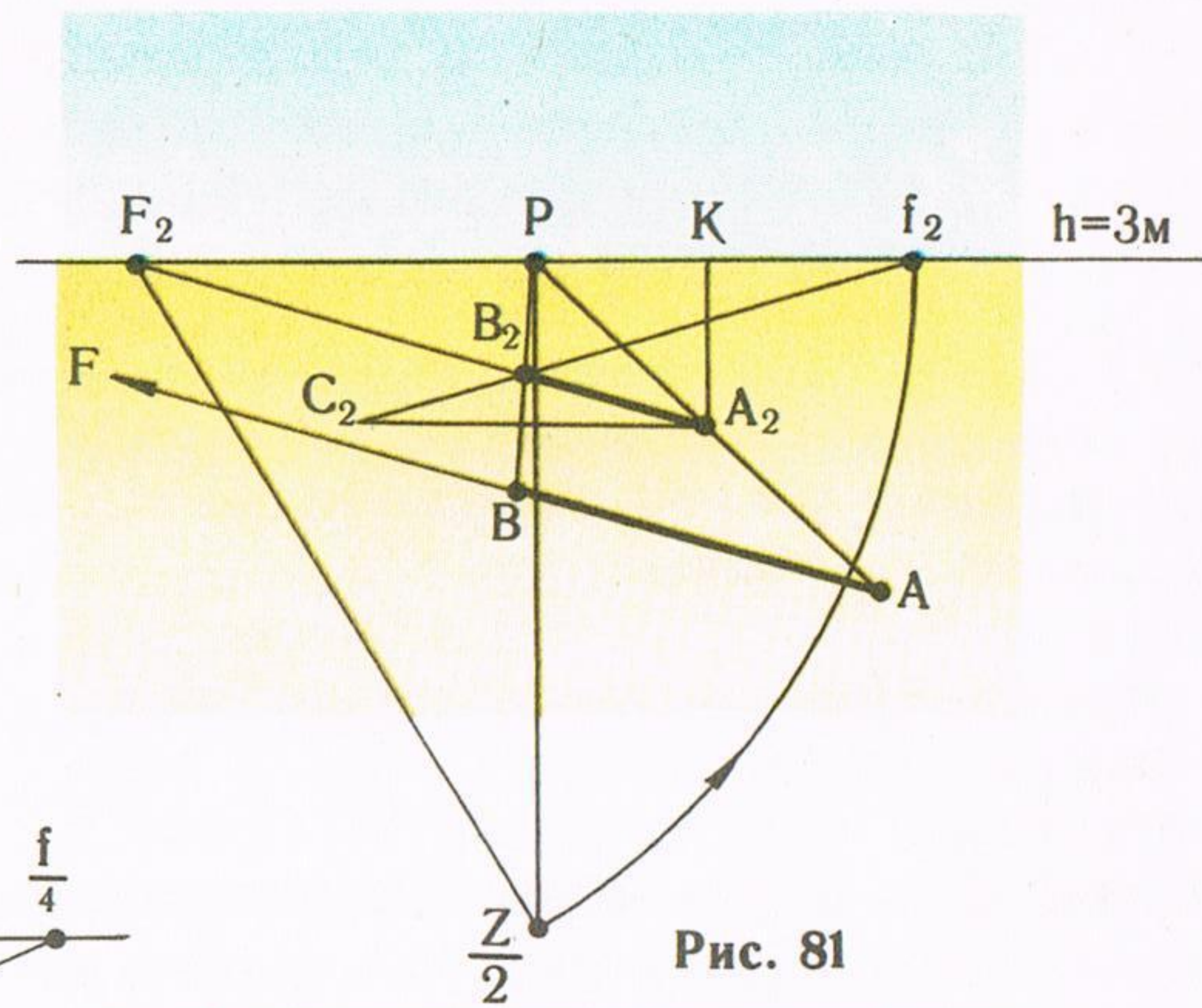


Рис. 81

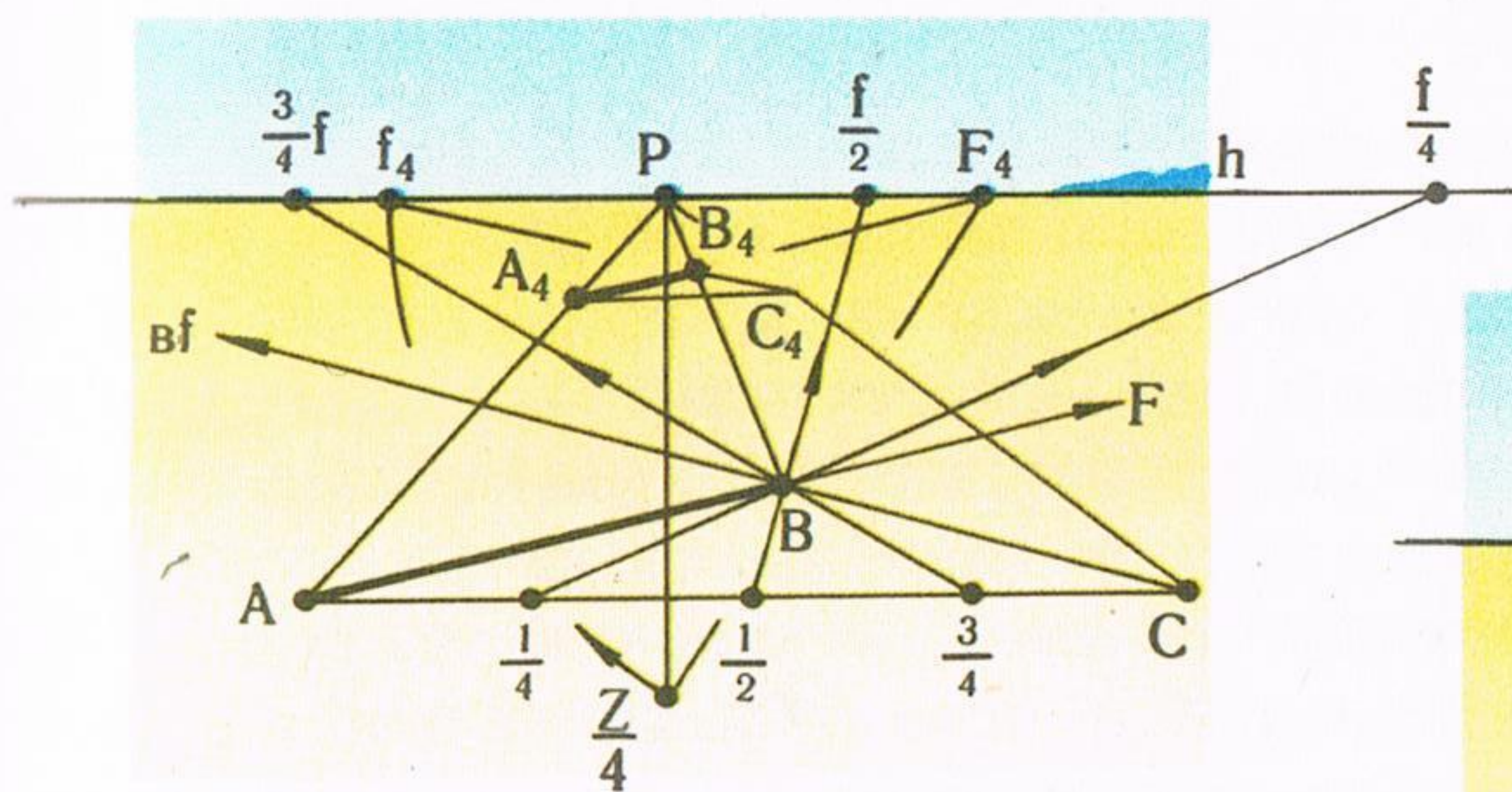


Рис. 82

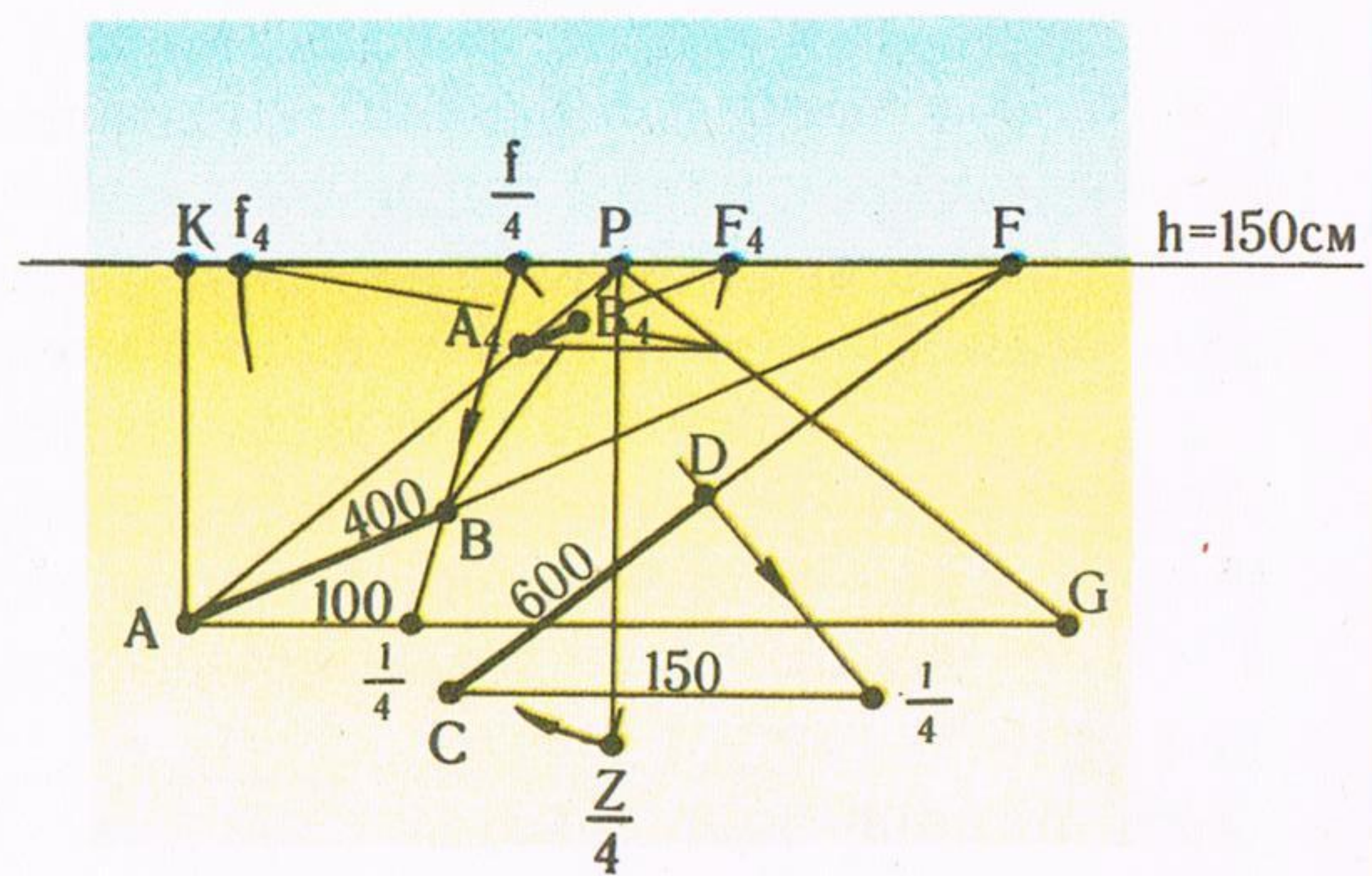


Рис. 83

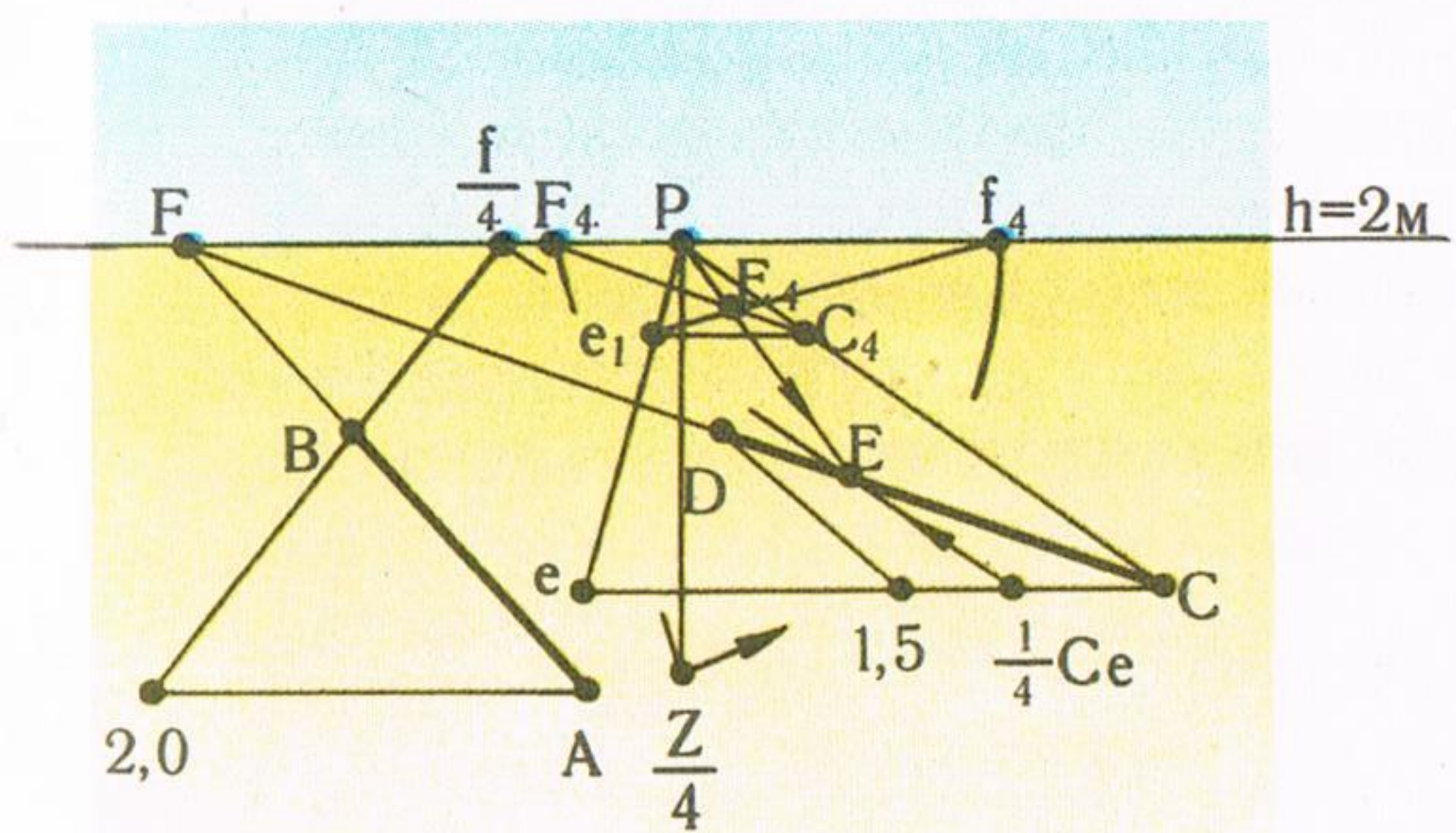


Рис. 84

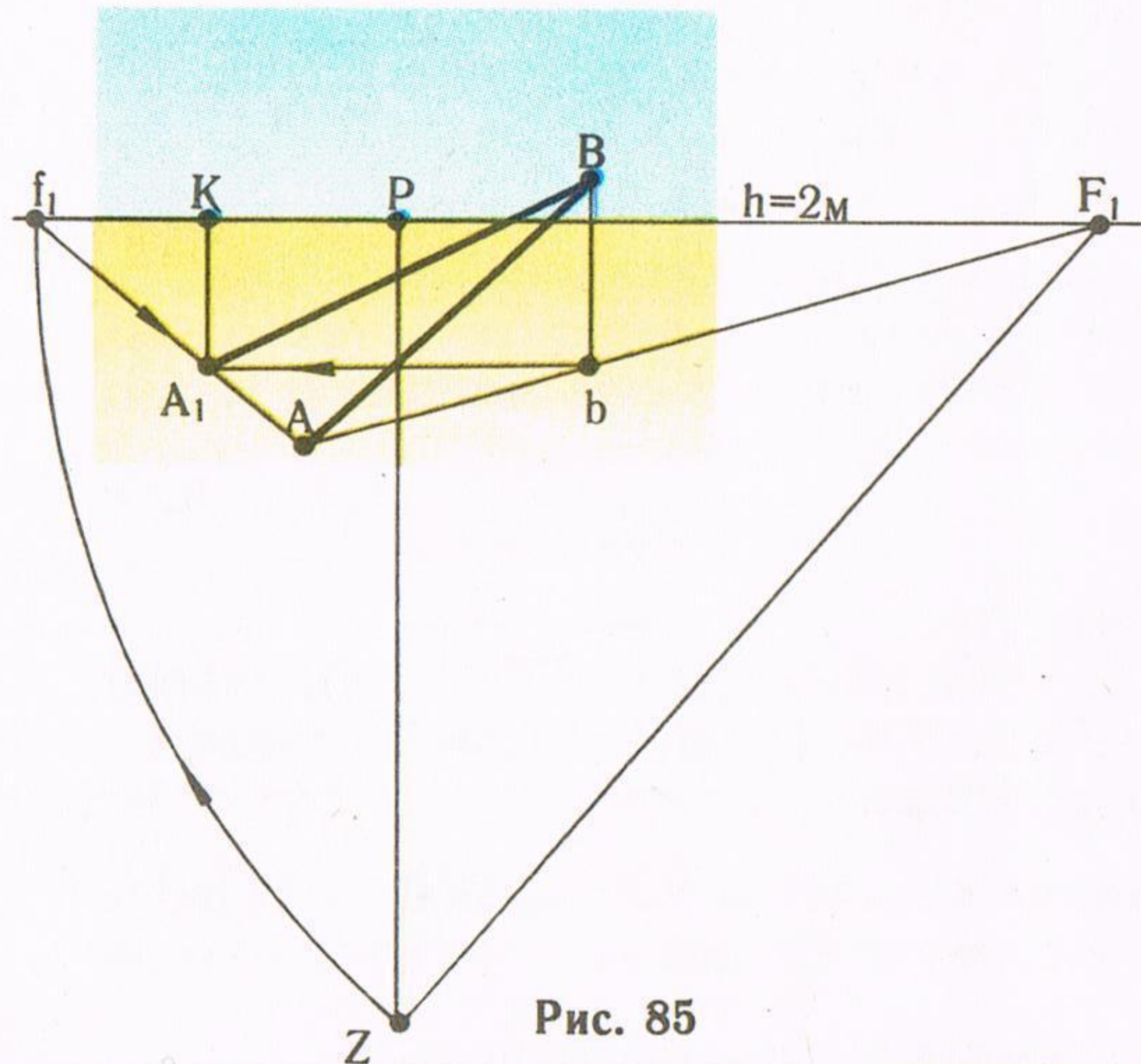


Рис. 85

§19. ИЗМЕРЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬ- НЫХ ОТРЕЗКОВ С ПОМОЩЬЮ ДРОБНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ТОЧЕК

В тех случаях, когда возникает необходимость измерить несколько параллельных отрезков, а измерительная точка выходит за пределы картины, целесообразно пользоваться общей для них всех дробной измерительной точкой, которую определяют способом уменьшения. Для этого находят натуральную величину какого-либо отрезка и делением ее на n равных частей определяют в пределах картины положение одной из дробных измерительных точек. С помощью найденной дробной измерительной точки и измеряют непосредственно отрезки.

ПРИМЕР 19.1.

Найти дробные измерительные точки для горизонтальных прямых, параллельных AF . Зрительное расстояние d (рис. 82).

Решение. Возьмем на прямой AF произвольный отрезок AB и методом уменьшения в 4 раза найдем его перспективу A_4B_4 и натуральную величину A_4C_4 (см. § 18). Проведя прямую PC_4 до пересечения с горизонталь-

ной прямой AC , получим точку C и натуральную величину AC отрезка AB . Разделим натуральную величину AC на 4 части (этого обычно бывает достаточно) и, проведя из точек деления прямые через точку B , на линии горизонта получим дробные измерительные точки $\frac{f}{4}$, $\frac{f}{2}$, $\frac{3}{4}f$.

Измерительная точка f выходит за пределы картины, и пользоваться ею неудобно. Поэтому для измерения всех горизонтальных отрезков, параллельных AF , можно пользоваться любой из найденных дробных измерительных точек. При этом на параллельной картине прямой AC будут получаться отрезки, уменьшенные в то количество раз, которое соответствует знаменателю дробной точки. Следовательно, чтобы изобразить отрезки заданной длины на прямой AF , нужно на горизонтальной прямой AC откладывать не полный их размер, а уменьшенный во столько раз, во сколько уменьшена измерительная точка.

ПРИМЕР 19.2.

Дана перспектива параллельных горизонтальных отрезков AB и CD . Определить их натуральную длину при высоте горизонта 150 см и зрительном расстоянии d (рис. 83).

Решение. Способом уменьшения найдем для параллельных отрезков AB и CD в пределах картины дробную измерительную точку $\frac{f}{4}$ (см. пример 19.1).

В результате этих построений получаем отрезок $A \frac{1}{4}$, который составляет одну четвертую часть натуральной длины AB и равен 1 м в масштабе $AK = 150$ см. Следовательно, натуральная длина отрезка AB равна 4 м. Аналогично определяется и натуральная длина отрезка CD . Она равна 6 м.

Можно решать и обратную задачу — изображения отрезков заданной длины.

ПРИМЕР 19.3.

На параллельных прямых AF и CF построить отрезки $AB = 8$ м и $CD = 6$ м. Высота горизонта 2 м, зрительное расстояние d (рис. 84).

Решение. Способом уменьшения произвольного отрезка Se найдем дробную измерительную точку $\frac{f}{4}$ (см. пример 19.1).

Отложим на горизонтальных прямых, параллельных картине, от точки A размер 2 м и от точки C — 1,5 м. Проведя через концы отрезков лучи в измерительную точку $\frac{f}{4}$, в пересечении с прямыми AF и CF получим точки B и D и перспективы отрезков $AB = 8$ м и $CD = 6$ м.

§ 20. ИЗМЕРЕНИЕ ОТРЕЗКОВ ВОСХО- ДЯЩИХ И НИСХО- ДЯЩИХ ПРЯМЫХ

ПРИМЕР.

Найти натуральную длину восходящего отрезка AB при высоте горизонта 2 м и зрительном расстоянии $2R$ (рис. 85).

Решение. Будем рассматривать отрезок AB как гипотенузу прямоугольного треугольника ABb . Повернем его вокруг оси Bb в положение, параллельное картине. Для этого: 1) катет Ab как горизонтальную проекцию прямой AB продолжим до пересечения с линией горизонта в точке F_1 и, сделав за-

Чтобы измерить отрезок восходящей или нисходящей прямой в перспективе, нужно повернуть данный отрезок в положение, параллельное картине, и измерить его с помощью перспективного масштаба высот или широт.

сечку на линии горизонта радиусом F_1Z , получим измерительную точку f_1 ; 2) проведем прямую f_1A до пересечения с прямой bA_1 в точке A_1 . Теперь имеем два катета A_1b и Bb в плоскости, параллельной картине. Прямая A_1B — гипотенуза. Измерив длину A_1B по масштабу высот ($A_1K = 2$ м), получим размер, равный натуральной величине перспективы отрезка AB . В нашем примере натуральная длина AB равна 6 м.

§ 21. ДЕЛЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВ ОТРЕЗКОВ НА РАВНЫЕ И ПРОПОРЦИО- НАЛЬНЫЕ ЧАСТИ

В рисунке с натуры и при работе над композицией для изображения предметов с повторяющимися элементами (аллея, ограждение, линия телефонных столбов, кварталы „уходящей” улицы и пр.) приходится откладывать перспективы равных и пропорциональных отрезков. По мере удаления величина изображения этих отрезков сокращается. Но их изображение должно показать зрителю глубину пространства и в то же время сохранить впечатление равенства или пропорциональности элементов, соответствующее натуре.

Деление перспектив отрезков на равные или пропорциональные части основано на теореме о свойствах сторон плоского угла, рассеченных параллельными прямыми. Так, если на одной стороне угла A отложить равные отрезки $A-1-2-3-4$ (рис. 86) и через их концы провести параллельные между собой прямые, пересекающие другую сторону, то и на стороне AB отложатся равные между собой отрезки.

ПРИМЕР 21.1.

Разделить горизонтальный отрезок AB на 4 равные части (рис. 87).

Решение. В точке A построим угол, лежащий в горизонтальной плоскости, одна из сторон AC которого параллельна картине. Поскольку отношения отрезков параллельной картине прямой сохраняют в изображении пропорциональность, отложим на стороне AC четыре равных отрезка произвольной

величины. Соединим конец отрезка 4 с точкой B и продолжим прямую $4B$ до линии горизонта. Получим точку схода $F_{всп}$ (вспомогательная), которая является точкой схода для всех прямых, параллельных $4B$. Вспомогательные прямые, проведенные из точек 1, 2, 3 в точку $F_{всп}$, пересекая отрезок AB , делят его на равные части по натуральной величине.

Приведенным приемом можно делить отрезки на любое количество частей. Так же делится прямая и на пропорциональные части, с той лишь разницей, что на параллельной картине стороне угла откладываются не равные части, а отрезки в необходимом отношении.

ПРИМЕР 21.2.

На стене $ABCD$ сделать разметку двух окон и простенков, если ширина окна больше ши-

рины простенка в 3 раза (рис. 88).

Решение. Через точку B проведем параллель-

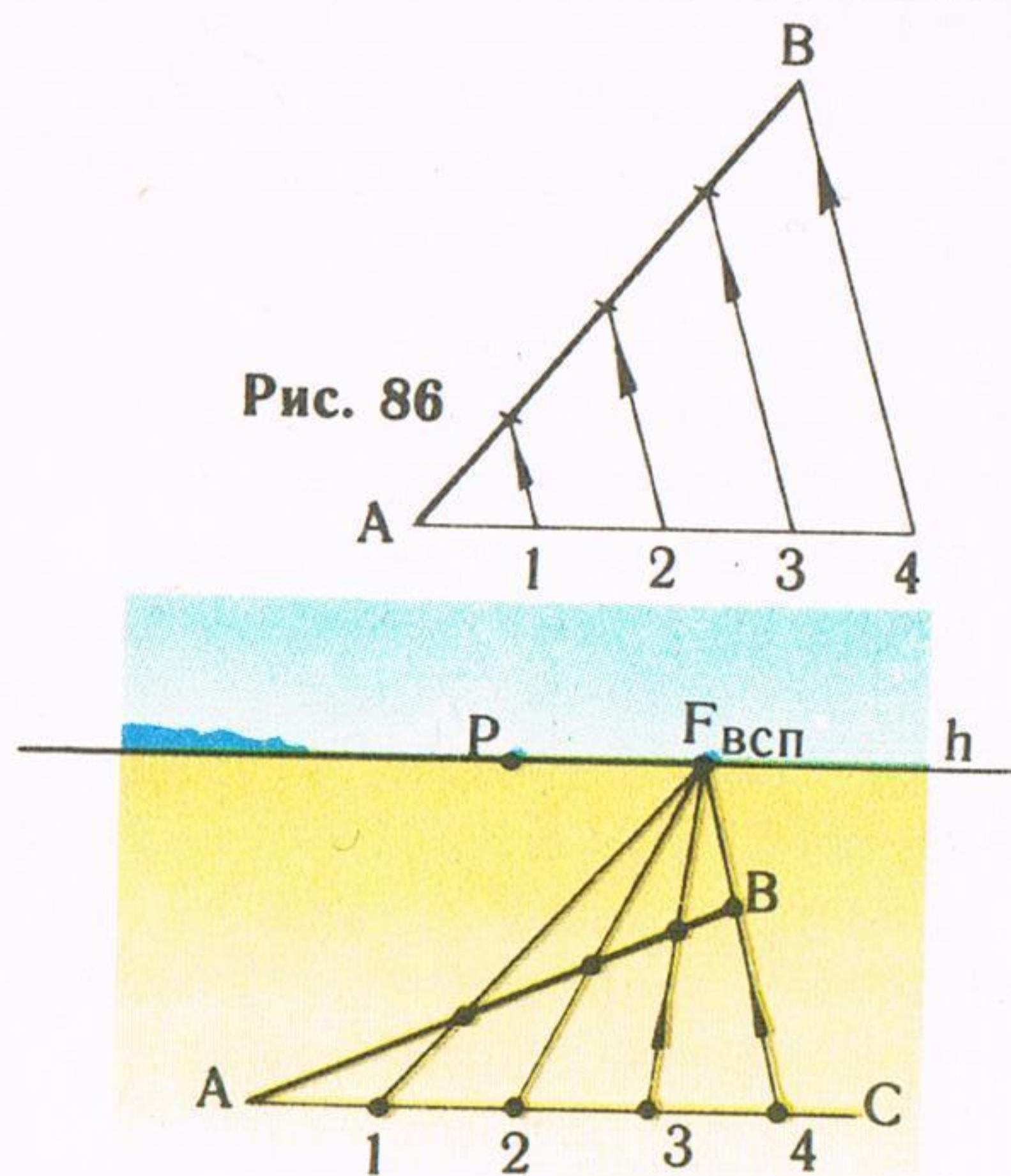


Рис. 87

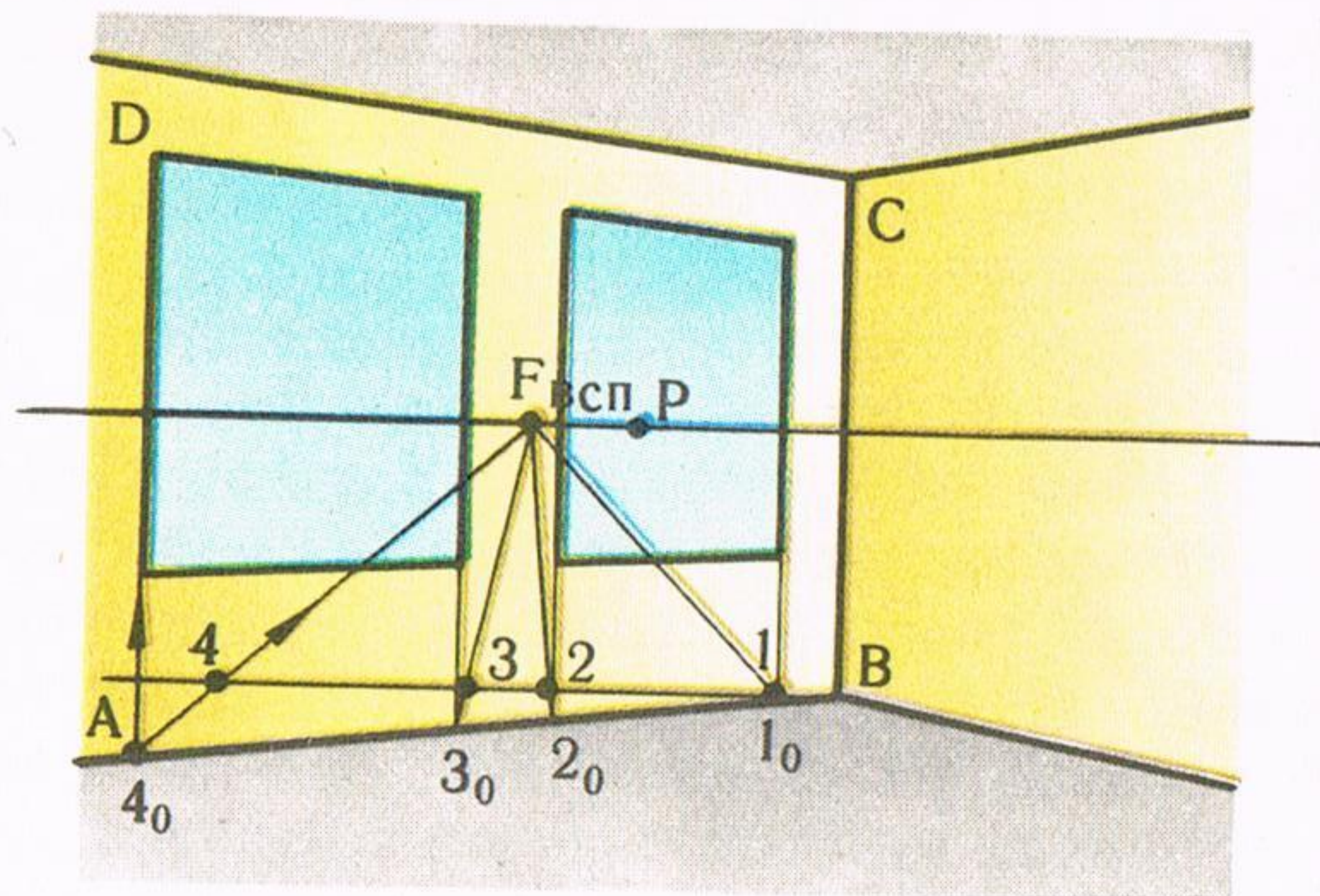


Рис. 88

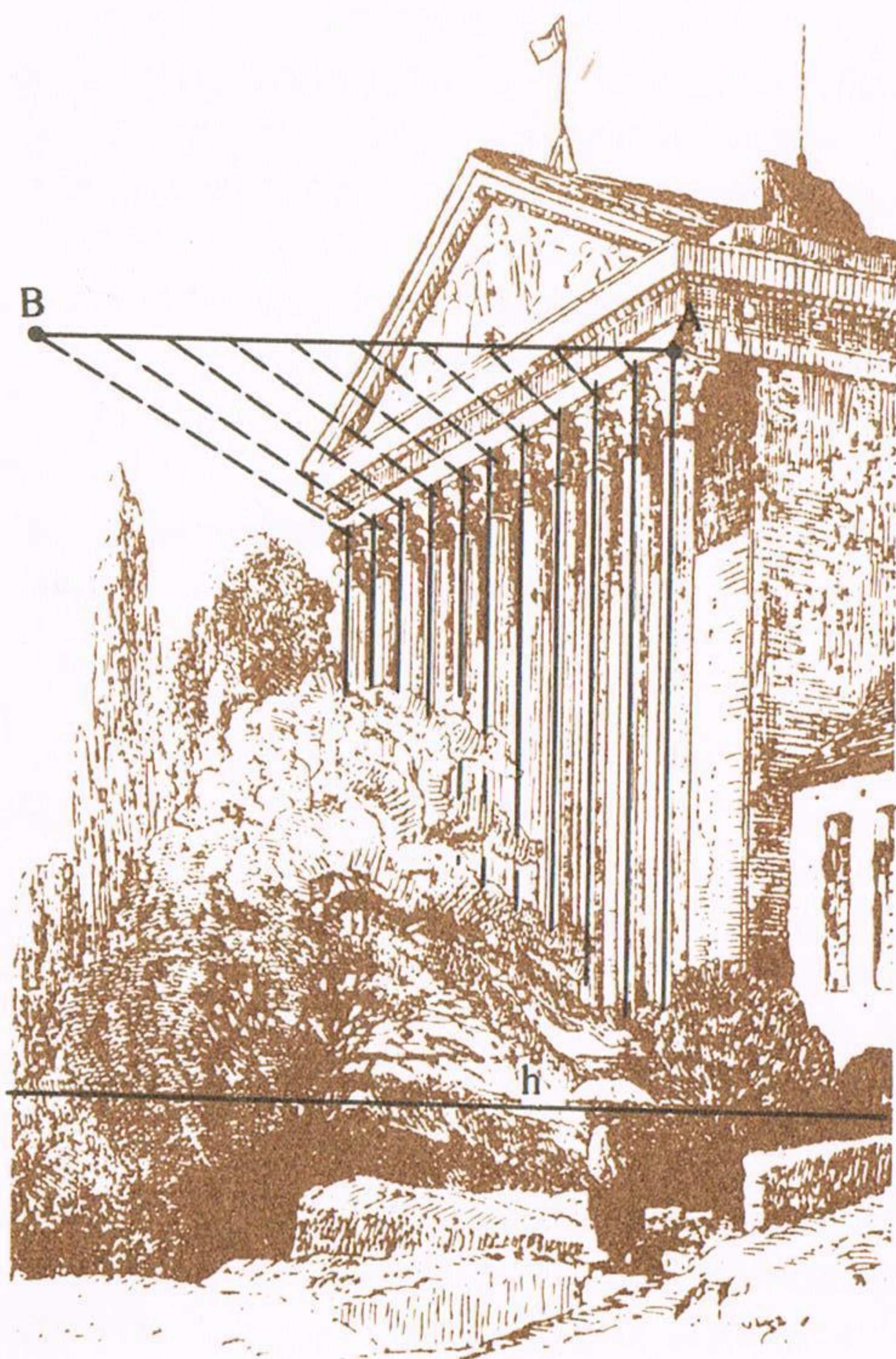


Рис. 89

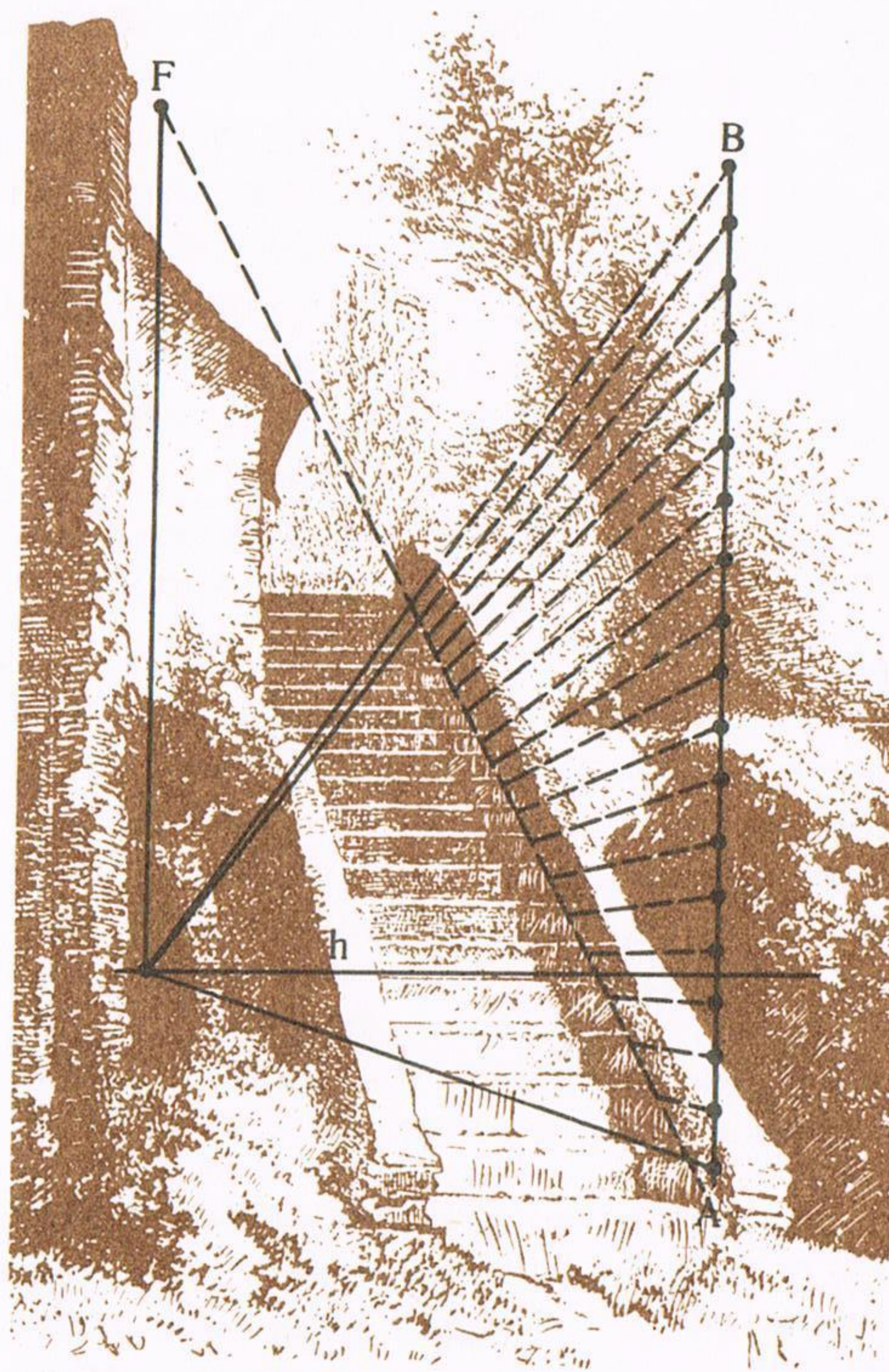


Рис. 90

ную картину горизонтальную прямую и отложим на ней от точки B пропорциональные отрезки точками $1, 2, 3, 4$ в заданном отношении.

Из точки A через точку 4 проведем прямую до пересечения с линией горизонта в точке $F_{всп}$, а затем из $F_{всп}$ через концы от-

резков $1, 2, 3, 4$ — прямые до пересечения с прямой AB в точках $1_0, 2_0, 3_0, 4_0$. Эти точки делят отрезок AB в заданном отношении. Отложив высоту подоконника и окон, проведем из точек $1_0, 2_0, 3_0, 4_0$ по стене вертикальные прямые. Они и разделят стену на простенки и оконные проемы.

На рис. 89 показана разметка осей колонн на прямой AB , а на рис. 90 — разметка ступеней лестницы.

Делить отрезок восходящей или нисходящей прямой на равные или пропорциональные части в перспективе можно делением его проекции на горизонтальную плоскость.

ПРИМЕР 21.3.

Разделить восходящий отрезок AB на 3 равные части (рис. 91).

Решение. Разделим горизонтальную проекцию Ab отрезка AB на 3 равные части с по-

мощью $F_{всп}$ (см. пример 21.2). Восставив в точках деления горизонтальной проекции перпендикуляры до пересечения с отрезком AB , получим точки 1 и 2 деления его на 3 равные части.

Если отрезок лежит в наклонной плоскости, вспомогательная точка $F_{всп}$ находится на линии схода этой плоскости, а параллельная картине прямая проводится параллельно линии схода.

ПРИМЕР 21.4.

Разделить отрезок AB , лежащий в плоскости Q , на 3 равные части (рис. 92).

Решение. Из точки A в плоскости Q проведем прямую, параллельную линии схода, и отложим на ней 3 равных отрезка произ-

вольной величины. Найдем точку схода $F_{всп}$ (на линии схода Q_h). Проведя из точки $F_{всп}$ прямые в точки 1_0 и 2_0 , в пересечении с отрезком AB получим точки 1 и 2 деления его на 3 равные части.

В перспективе деление отрезков на равные и пропорциональные части применимо и к решению обратной задачи, когда нужно определить правильность изображения пропорций заданных размеров в перспективном рисунке. Например, при рисовании с натуры на картине намечены несколько столбов телефонной линии с основаниями в точках A, B, C, D (рис. 93). Для проверки правильности изображения и прорисовки последующих столбов проведем через точку A горизонтальную прямую AN , параллельную картине. Отложим на AN отрезок $A - 1_0$ произвольной величины. Проведя прямую 1_0B до линии горизонта, получим точку схода $F_{всп}$. При правильном изображении прямые, проведенные из точки $F_{всп}$ через точки C, D и т. д., разделят прямую AN на равные отрезки.

В заключение рассмотрим способ построения равных и пропорциональных отрезков с помощью описанных прямоугольников.

При изображении предметов, равных по высоте и одинаково удаленных друг от друга по прямой (например, столбы забора и телефонной линии, прямоугольные плиты и пр.), достаточно построить перспективу первого прямоугольника, а затем, используя геометриче-

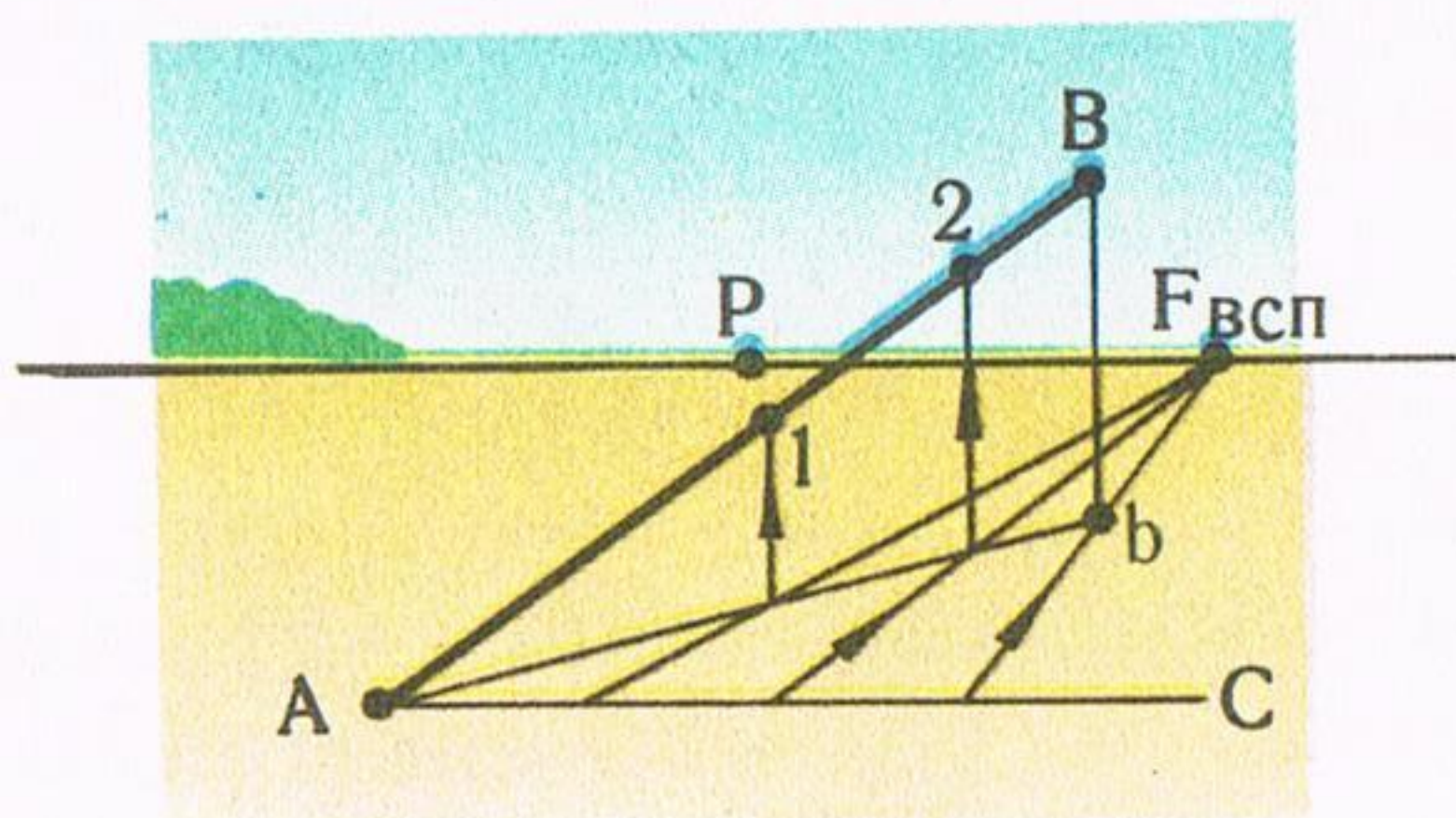


Рис. 91

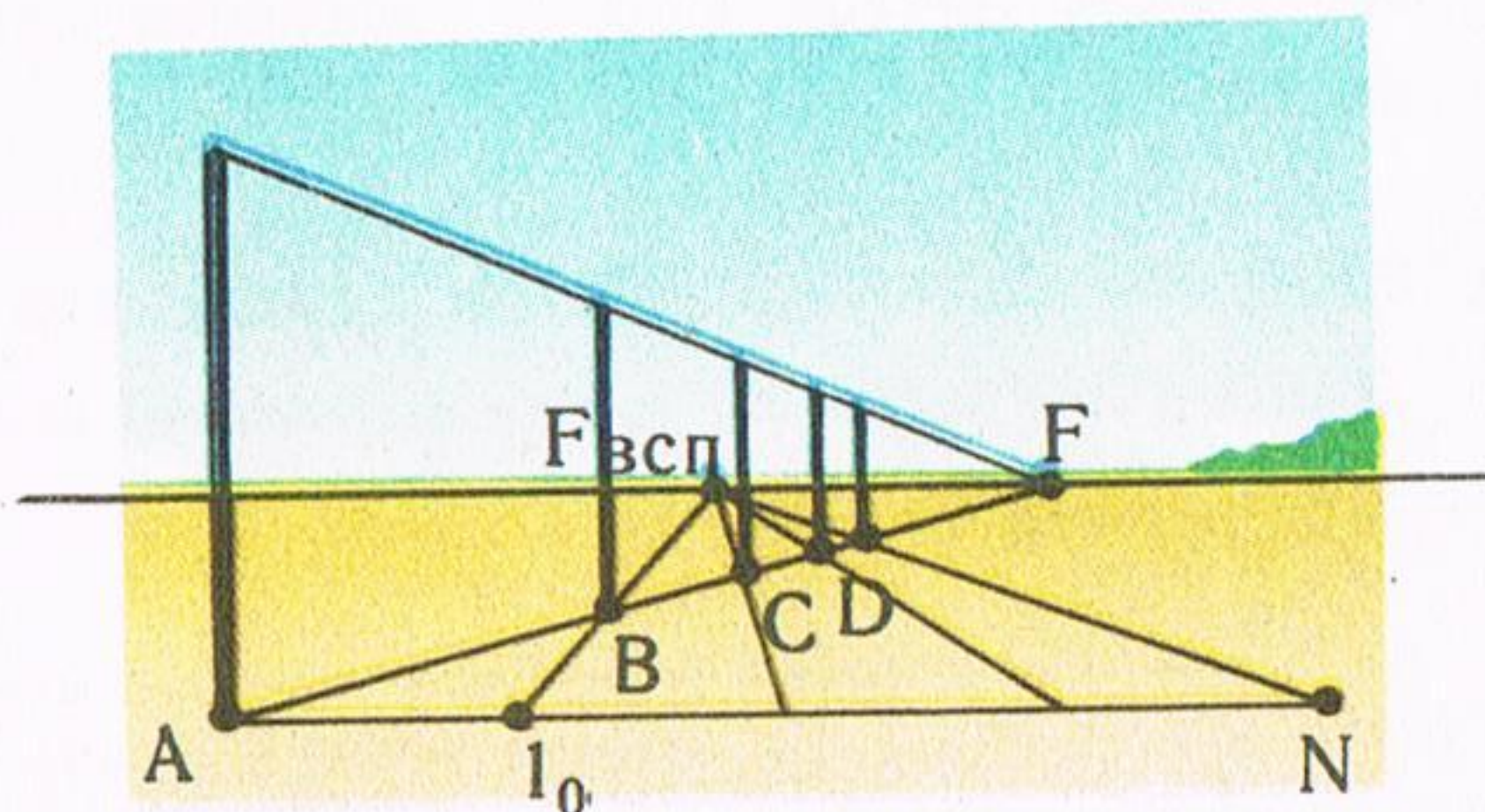
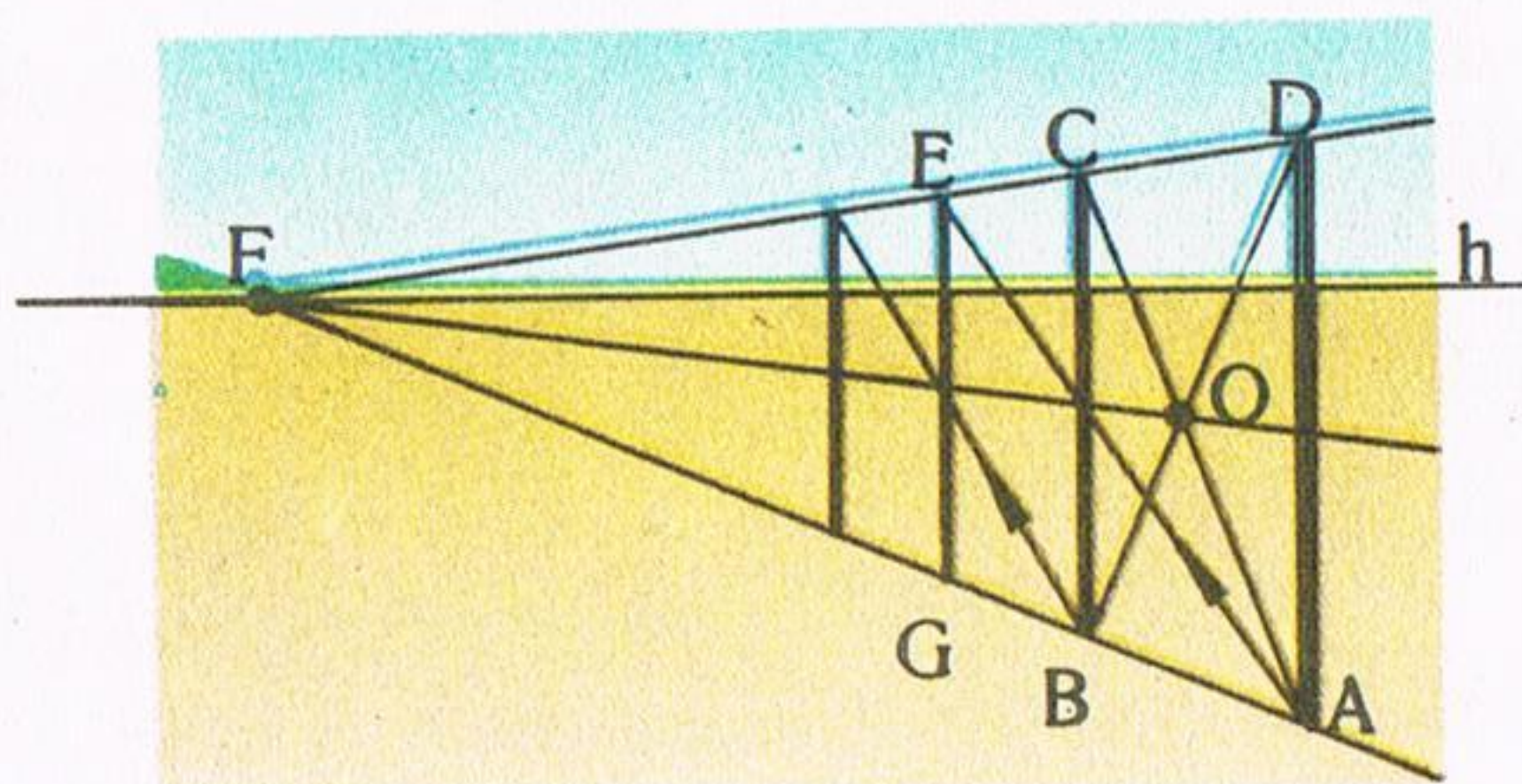
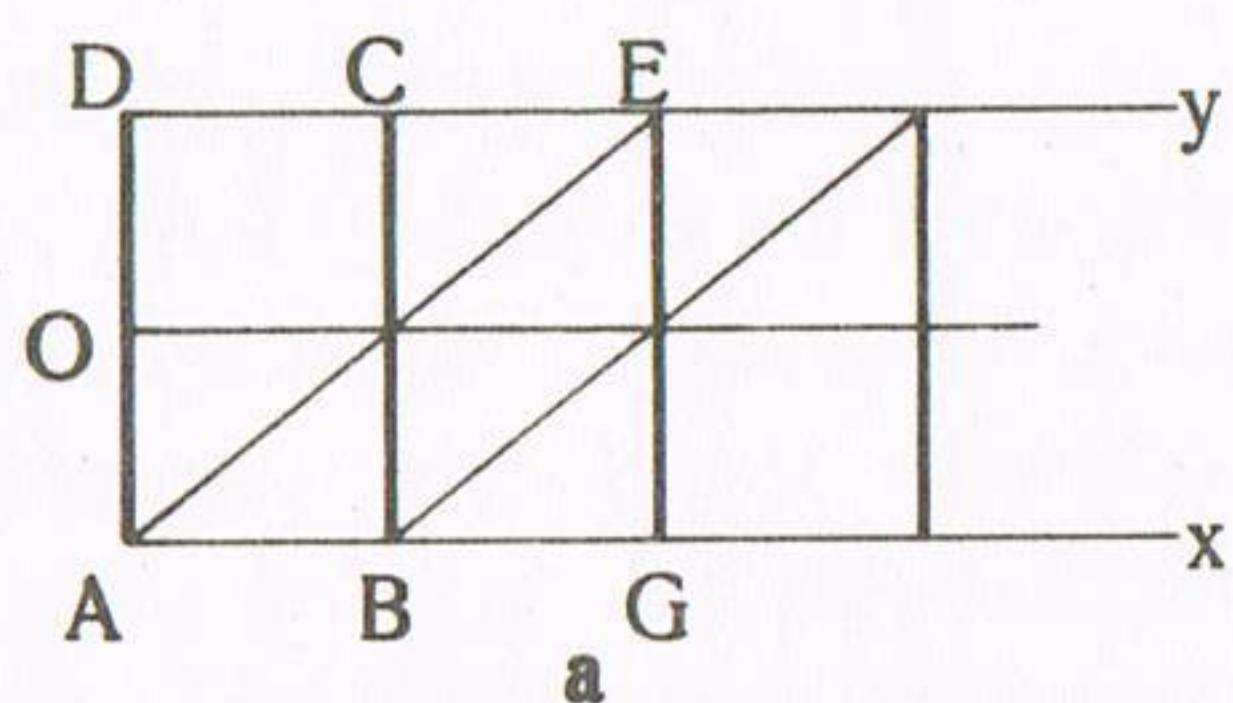


Рис. 93



б
Рис. 94

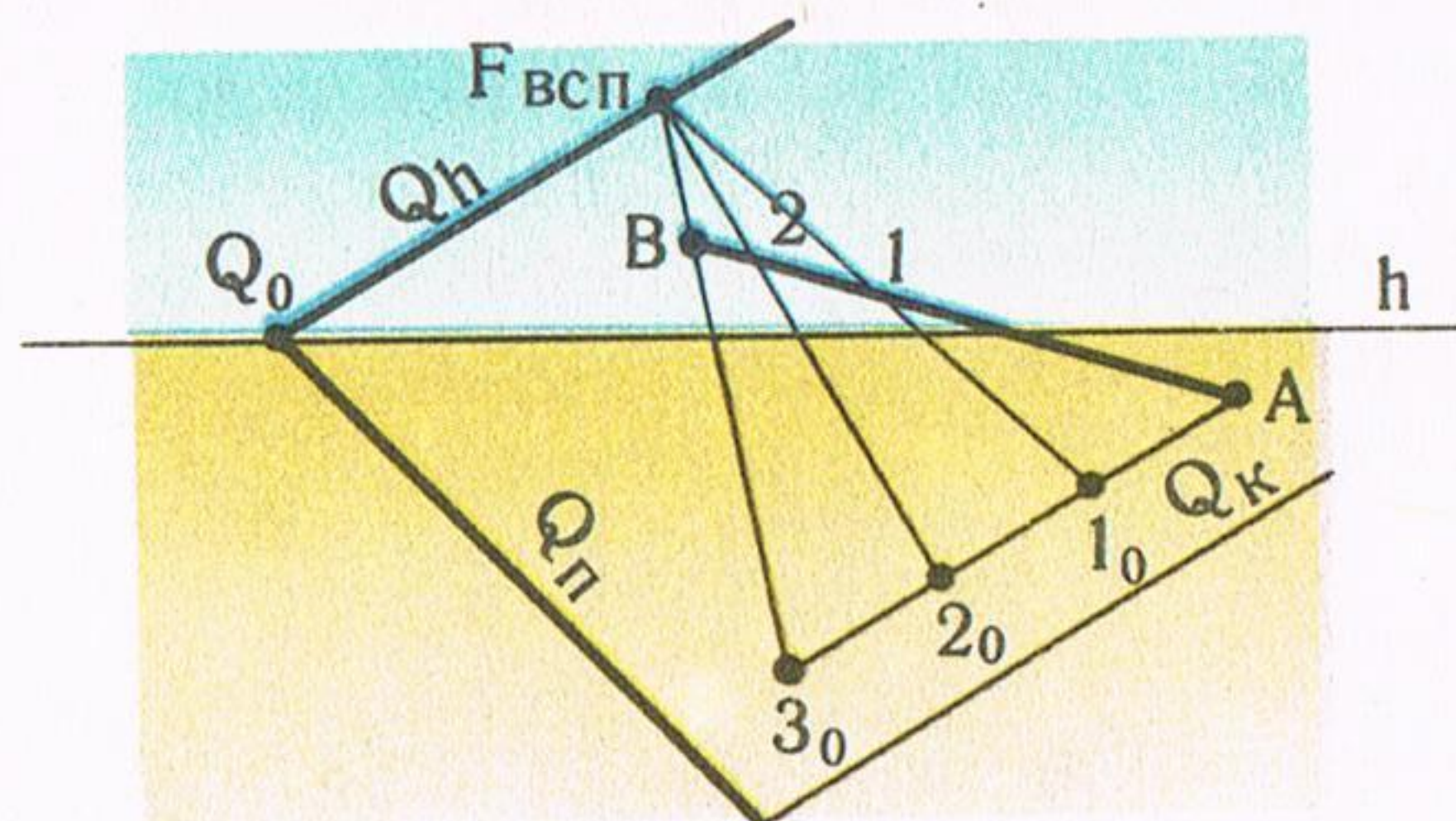


Рис. 92



Рис. 95

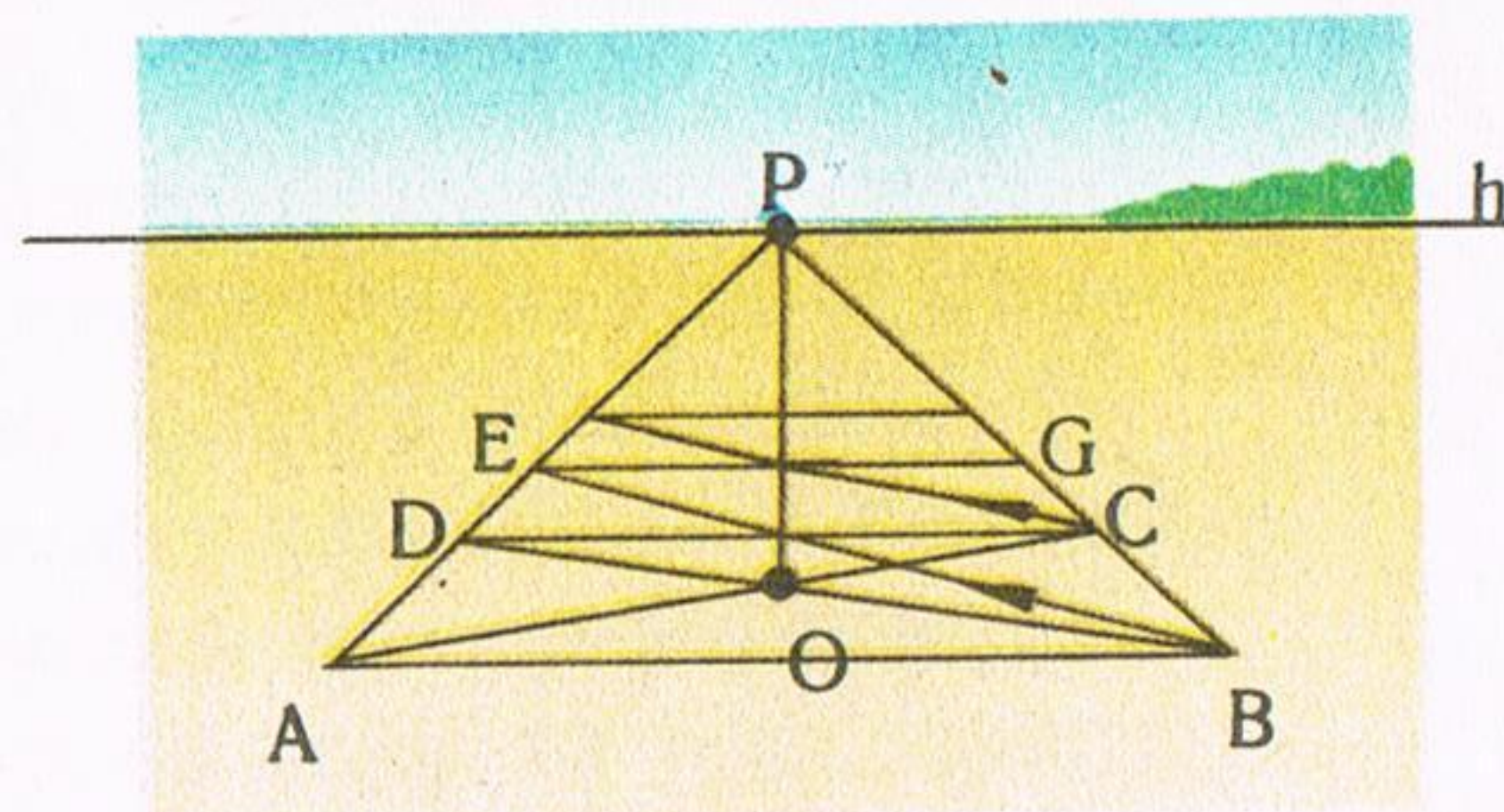


Рис. 96

ские правила, закончить построение удаляющихся равных прямоугольников с необходимыми перспективными сокращениями.

Рассмотрим геометрические построения на рис. 94, а: достаточно из точки A провести вспомогательную прямую через середину BC , чтобы на линии $D - y$ получить отрезок $CE = AB$ и прямоугольник $BCEG$, равный прямоугольнику $ABCD$. Применим этот способ в перспективном рисунке.

ПРИМЕР 21.5.

Продолжить изображение забора по двум заданным столбам AD и CB .

Решение. Заклучим заданные столбы в прямоугольник $ABCD$ (рис. 94, б). Продлив прямые оснований и вершин столбов до линии горизонта, получим точку схода F . Че-

рез точку пересечения диагоналей проведем среднюю линию OF . Вспомогательная прямая, проведенная из точки A через середину BC , на линии DF отсечет отрезок $CE = DC = AB$. Затем из точки B проведем прямую через середину EG и т. д.

На рис. 95 показано построение перспективы аллеи способом, рассмотренным в примере 21.5.

ПРИМЕР 21.6.

На картине изображен горизонтальный прямоугольник $ABCD$, две стороны которого параллельны картине (рис. 96).

Продолжить построение таких же, т. е. равных заданному, уходящих вглубь прямоугольников.

Решение. Через боковые стороны прямоугольника проведем прямые в главную точ-

ку P . Через точку O — центр прямоугольника — проведем прямую OP , которая разделит все прямоугольники пополам. Из точки B проведем вспомогательную прямую через середину DC , которая на линии AP отложит отрезок DE , в натуре равный $AD = CG$. Затем проведем прямую из точки C через середину EG и т. д.

§22. ПРОВЕДЕНИЕ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ПРЯМЫХ В НЕДОСТУПНЫЕ ТОЧКИ СХОДА

При изображении зданий, коридоров, комнат, галерей, аллей, а также других предметов, имеющих большую протяженность, возникает необходимость строить параллельные прямые. Точка схода перспектив параллельных прямых может находиться на значительном удалении от картины, и поэтому пользоваться ею неудобно: приходится подставлять лист бумаги или прибавлять к рамке картины рейку и пр. Всех этих дополнительных приспособлений можно избежать, если использовать некоторые существующие способы.

Изображение параллельных прямых с помощью перспективного масштаба. Этот способ удобно применять при изображении параллельных прямых по заданной, т. е. уже проведенной, линии.

ПРИМЕР 22.1.

Дано направление основания стены AB (рис. 97). Нужно провести параллельную ему прямую CD на высоте 300 см и линии окон на высотах 100 и 250 см. Высота горизонта 150 см.

Решение. От точки A отложим высоту ребра стены $AD = 300$ см в масштабе $AK = 150$ см. От точки B отложим высоту ребра BC — те

же 300 см, но в масштабе $BK_1 = 150$ см. Проведя прямую через точки C и D , получим перспективу верхнего основания стены, параллельного в натуре нижнему основанию AB .

Проведение прямых оснований окон на высоте 100 и 250 см аналогично проведению прямой CD (рис. 97).

Изображение параллельных прямых с помощью дробного масштаба
В тех случаях, когда нужно провести несколько параллельных прямых, например при изображении горизонтальных линий окон, цоколя поясов многоэтажного здания и пр., целесообразнее построить дробный линейный масштаб на боковых рамках картины и соединить точки одинаковой высоты.

ПРИМЕР 22.2.

В нарисованной плоскости стены с основанием AB провести несколько горизонтальных прямых (рис. 98).

Решение. Проведем прямую AB основания стены до боковых сторон рамки картины. Равные высоты AO и BO_1 разделим на соот-

ветственно равное количество отрезков (в нашем примере — на 4). Отложим эти отрезки и выше линии горизонта. Для удобства пронумеруем их.

Соединив точки одинаковой высоты, получим перспективу параллельных прямых.

Изображение параллельных прямых с помощью подобных треугольников.

ПРИМЕР 22.3.

Через точку C провести прямую, параллельную AB (рис. 99).

Решение. Построим в пределах картины треугольник CDE произвольной формы с одной вершиной в точке C и с двумя другими — на линии горизонта h и на прямой AB . На прямой AB возьмем произвольную точку D_1 и проведем через нее две прямые, соответ-

ственно параллельные сторонам DE и DC . Из точки E_1 проведем прямую, параллельную EC , до пересечения с прямой D_1C_1 в точке C_1 . Полученные треугольники $C_1D_1E_1$ и CDE подобны. Центром их подобия является точка схода F . Соединив точки C и C_1 , получим прямую, параллельную заданной прямой AB .

Изображение параллельных прямых с помощью диагоналей прямоугольника.

ПРИМЕР 22.4.

Через точку C провести прямую, параллельную AB (рис. 100).

Решение. Из точек B и C проведем вертикали, пересекающие линию горизонта в точках b и a . В прямоугольнике $AabB$ проведем диагонали и среднюю вертикальную прямую через центр — точку O . Соединим точки b и C .

В пересечении прямой Cb с вертикалью, проведенной из точки O , найдем центр O_1 верхнего прямоугольника. Проведя из точки a прямую через точку O_1 , в пересечении с продолженной вертикалью Bb получим точку D . Соединив точки C и D , получим прямую, параллельную AB .

Все рассмотренные способы построения перспектив параллельных горизонтальных прямых при недоступных точках схода применимы и к построению перспектив параллельных прямых общего положения с той лишь особенностью, что вместо линии горизонта определяют линию схода плоскости, в которой данные прямые расположены или которой они параллельны.

ПРИМЕР 22.5.

Даны плоскость Q , заданная предметным следом Q_{Π} и линией схода Q_h , и лежащая в плоскости прямая AB . Построить перспективу прямой, параллельной AB и проходящей через точку C (рис. 101).

Решение. Применим способ изображения параллельных прямых с помощью диагоналей прямоугольника.

Через точку C проведем параллельную картине прямую CA_1 перпендикулярно к ли-

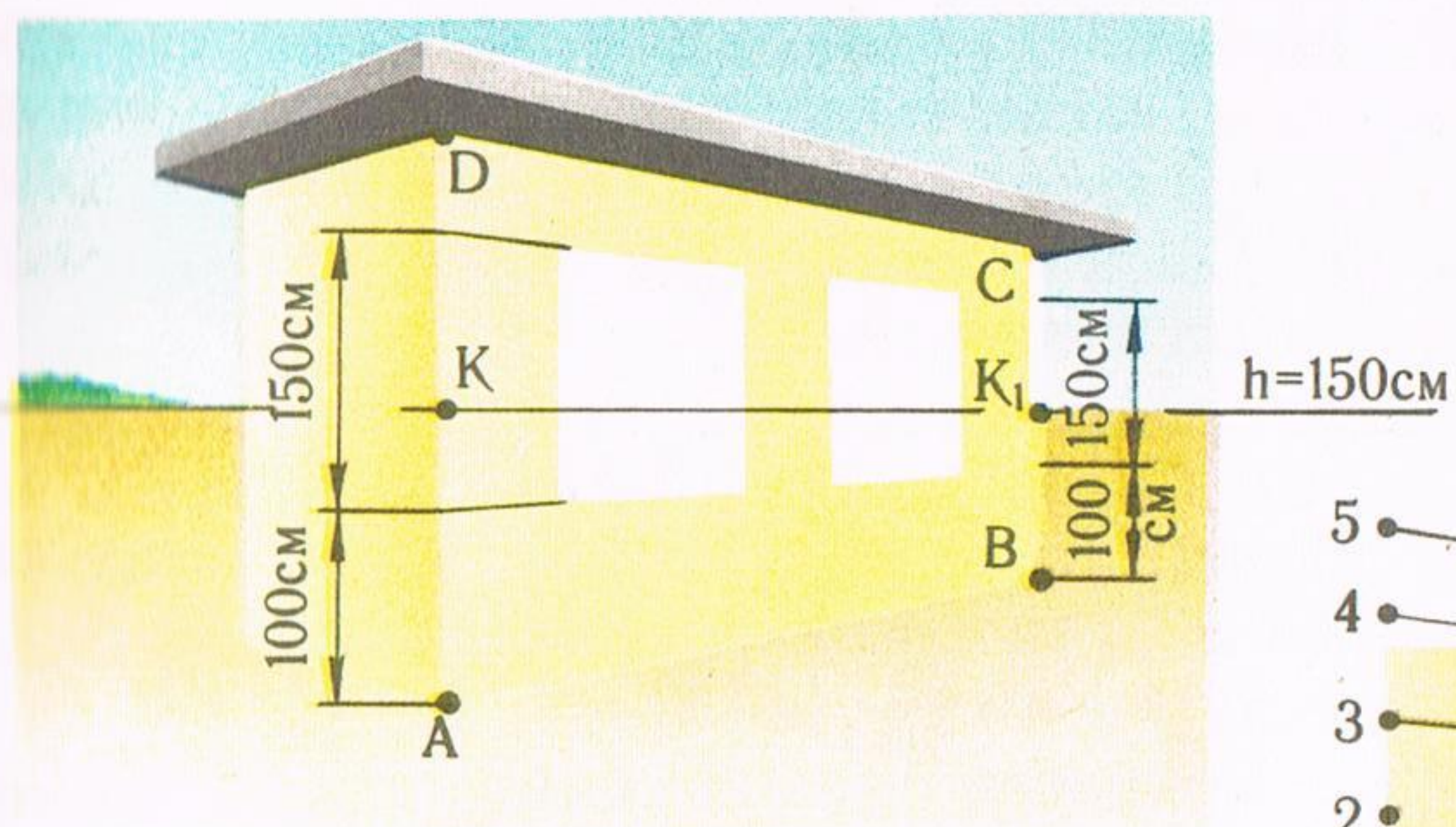


Рис. 97

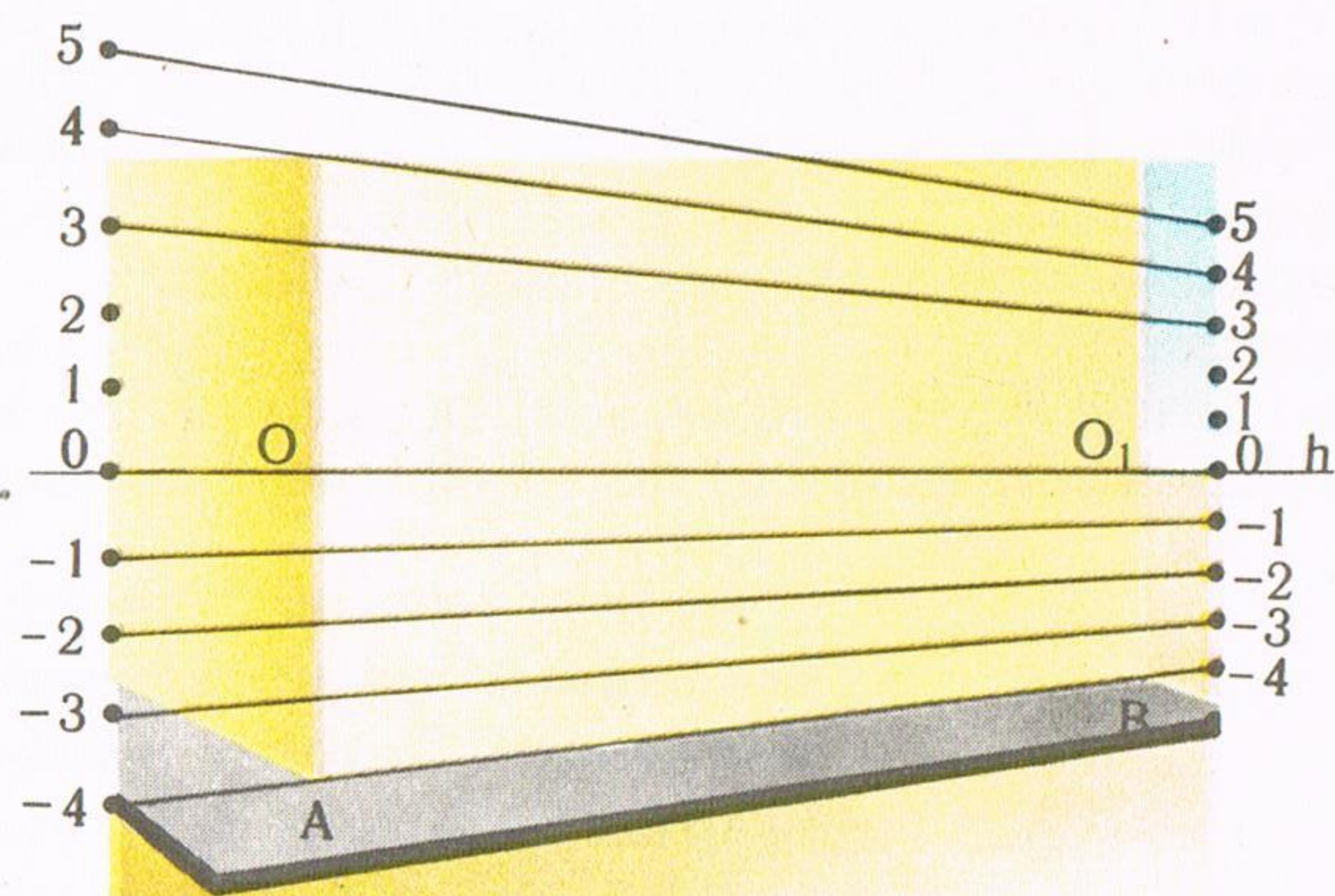


Рис. 98

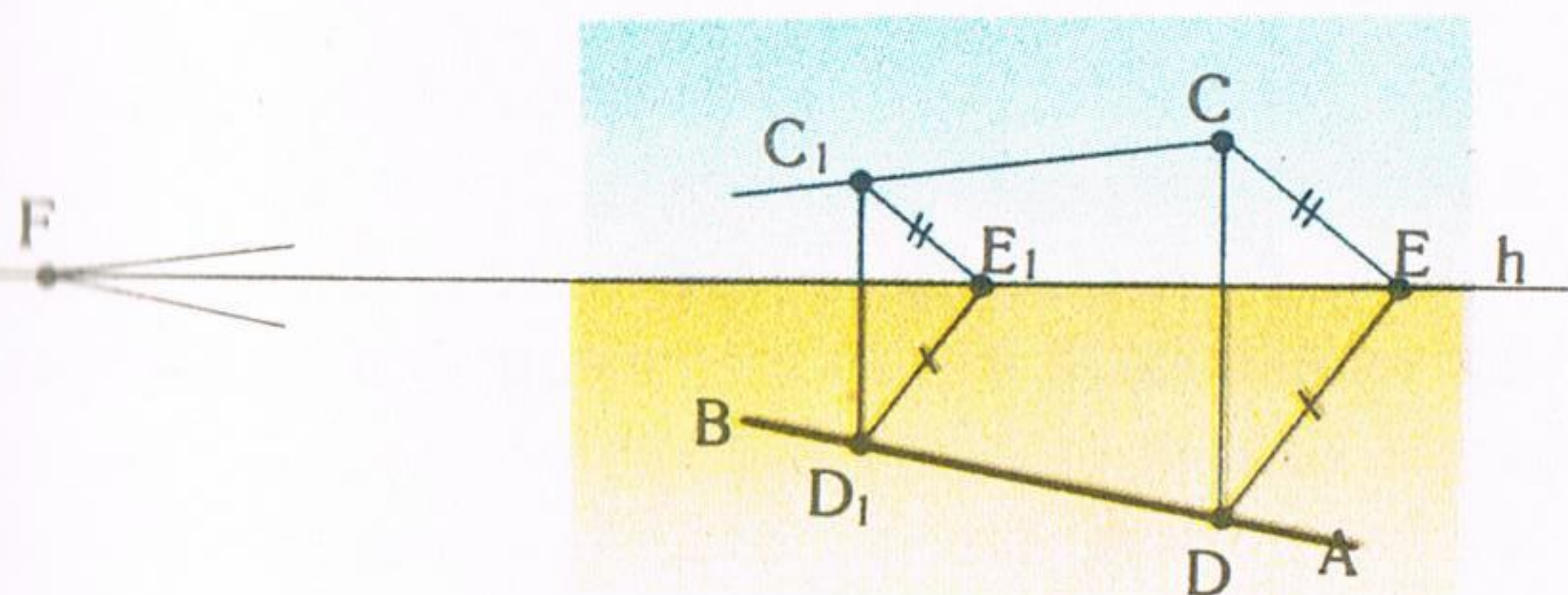


Рис. 99

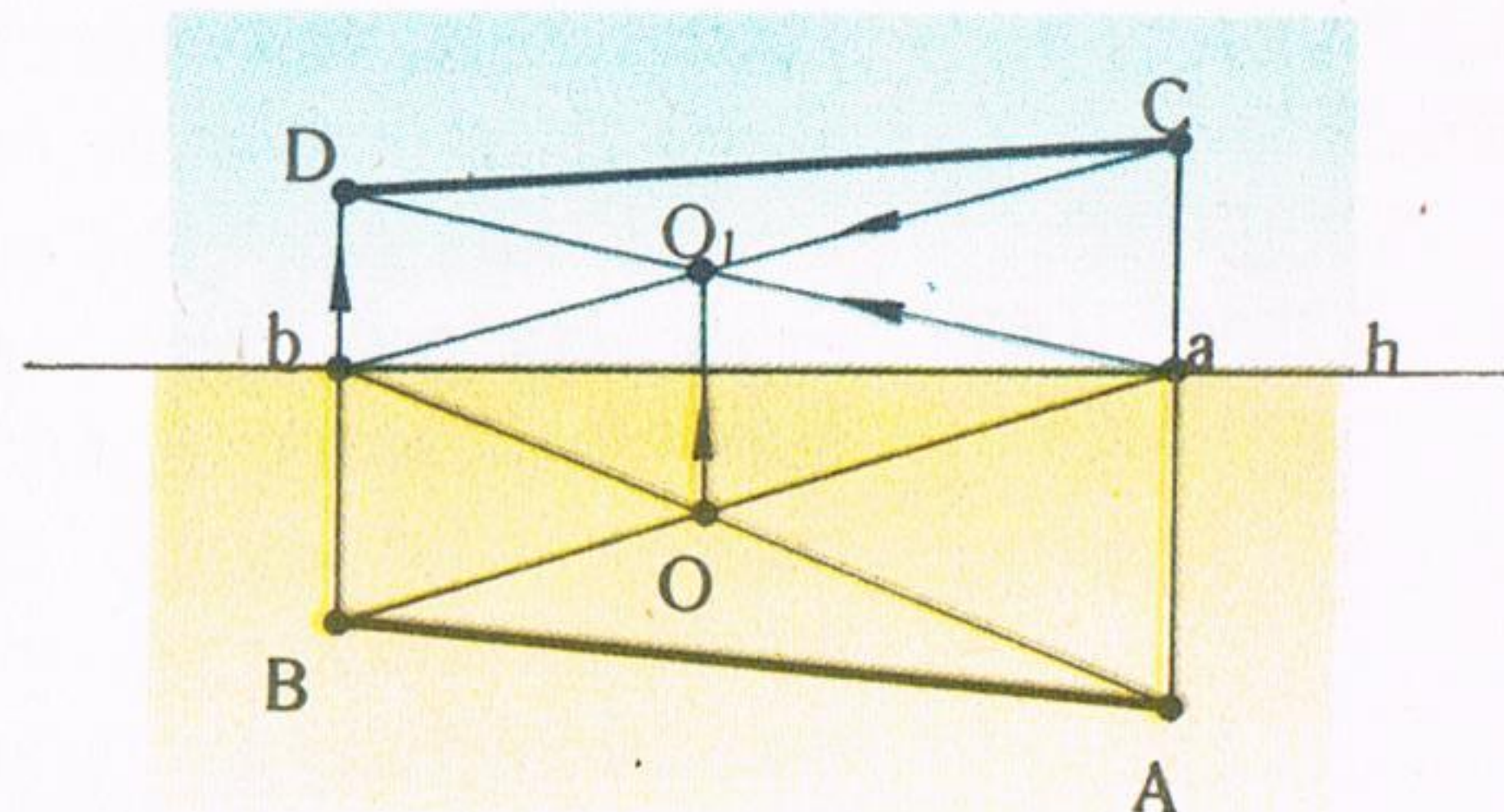


Рис. 100

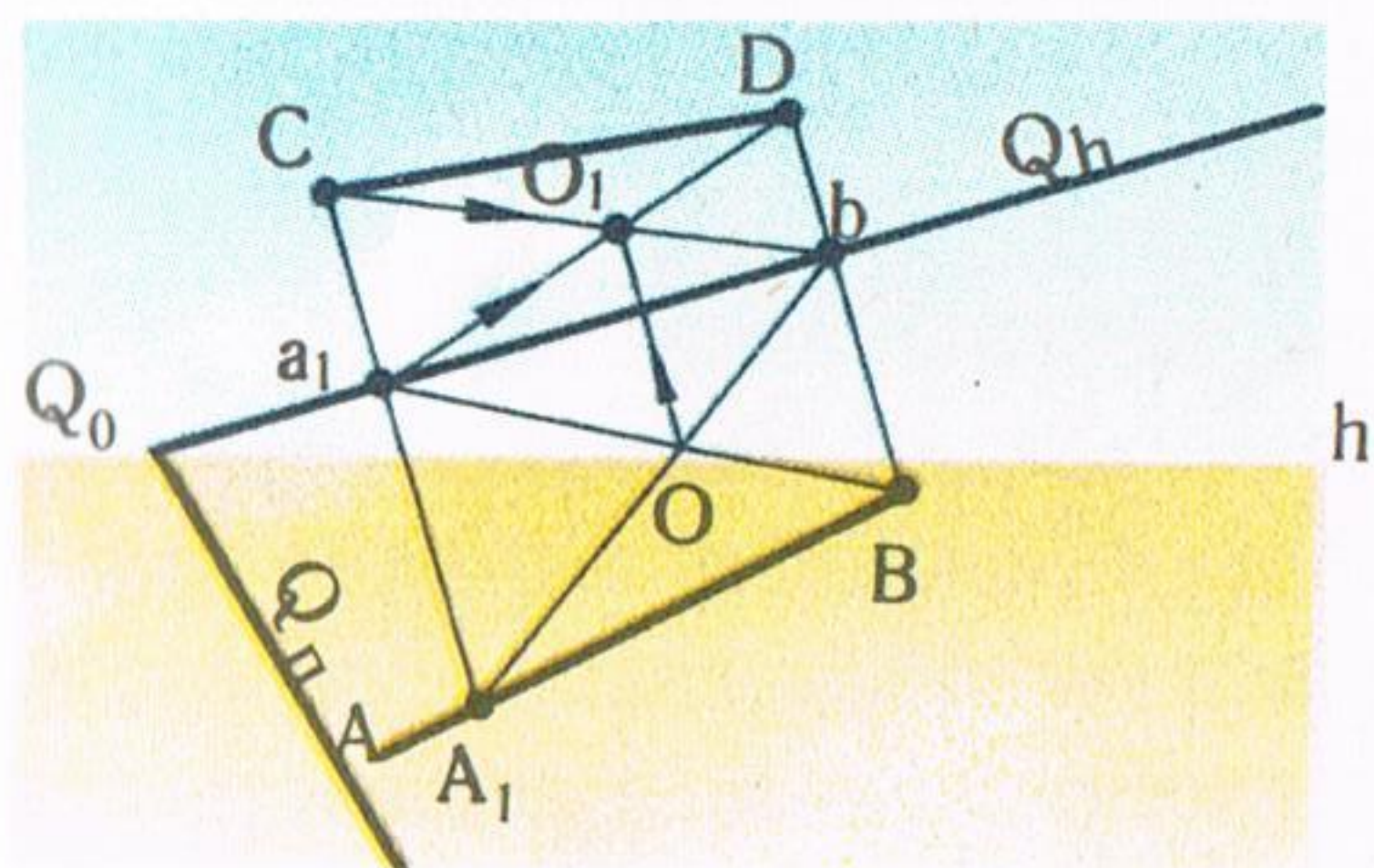


Рис. 101

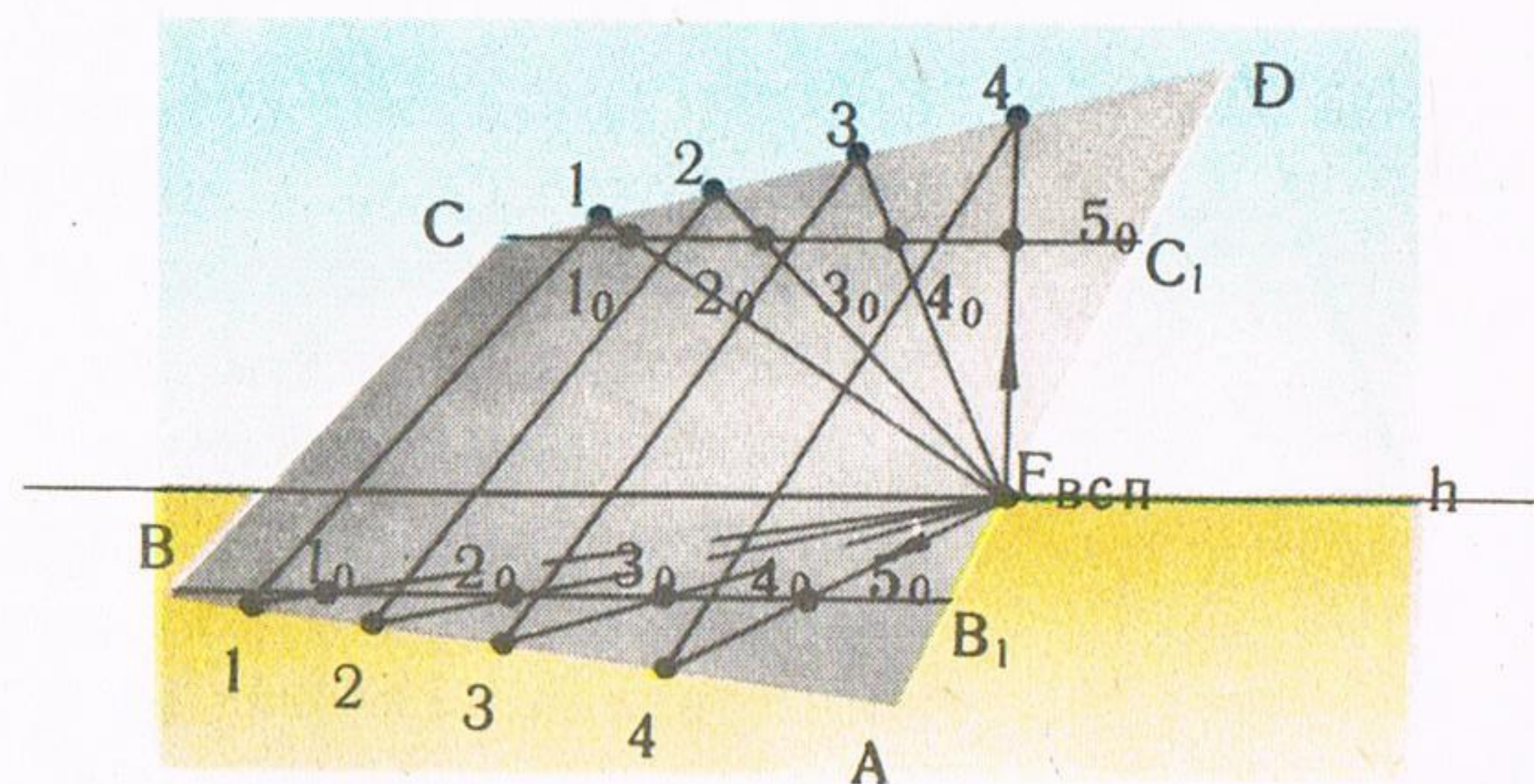


Рис. 102

нии схода, а через точку B — прямую Bb параллельно CA_1 . На линии схода получим точки a_1 и b и прямоугольник A_1a_1bB . В прямоугольнике проведем диагонали и из центра O — прямую OO_1 , параллельную A_1C и Bb . Проведем прямую Cb . В пересечении с

ПРИМЕР 22.6.

На скате крыши провести пять линий фальцев железной кровли, параллельных в натуре ребрам AD и BC (рис. 102).

Решение. Применим способ изображения параллельных прямых с помощью дробного масштаба.

Из точек B и C проведем в границах ребер ската крыши параллельные картине пря-

мой OO_1 получим точку O_1 — центр верхнего прямоугольника. Проведя из точки a_1 прямую через центр O_1 , в пересечении с продолжением отрезка Bb получим точку D . Соединив точки C и D , получим прямую параллельную AB .

мые BB_1 и CC_1 . Разделим их на 5 равных отрезков точками $1_0, 2_0, 3_0, 4_0, 5_0$. Разделив AB и CD на 5 равных частей с помощью $F_{всп}$, получим точки $1, 2, 3, 4$.

Соединив одноименные точки деления прямыми, получим в границах карниза и конька искомую перспективу фальцев железной кровли.

Следует отметить, что способы построения перспектив параллельных прямых при недоступных точках схода не исключают графических неточностей. Поэтому рекомендуется проверять проведенные прямые по точкам схода, хотя бы глазомерно.

ГЛАВА V. ИЗОБРАЖЕНИЕ КВАДРАТА И МНОГО- УГОЛЬНИКОВ В ПЕРСПЕКТИВЕ

Построение в перспективе плоских фигур, ограниченных отрезками прямых, в практической работе художника встречается весьма часто. Так, изображение любого предмета, расположенного на предметной плоскости, обычно начинается с изображения его основания, а если предмет возвышается над предметной плоскостью, — то с построения его проекции на предметную плоскость. При этом основание изображаемого предмета сложной конфигурации целесообразно вписывать в квадрат, прямоугольник или многоугольник, перспективу которых легко построить. Умение построить квадрат, прямоугольник и многоугольник позволяет упрощать перспективные построения.

Рассмотрим построение перспектив квадрата, прямоугольника и многоугольника при их различном положении относительно предметной и картинной плоскостей.

§23. ПЕРСПЕКТИВА КВАДРАТА НА ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ

Если две стороны квадрата параллельны картине, то две другие перпендикулярны к ней. Поэтому стороны квадрата, параллельные картине, в перспективном рисунке изображаются параллельно линии горизонта, а стороны, перпендикулярные к картине, — сходящимися в главной точке картины P . Размер изображения параллельных картине сторон квадрата откладывают по масштабу широт или высот, а размер сторон, перпендикулярных к картине, определяют с помощью точек отдаления или дробных точек отдаления.

ПРИМЕР 23.1.

Построить перспективу горизонтального квадрата $ABCD$ с помощью точек отдаления. Сторона квадрата 300 см, высота горизонта 150 см, зрительное расстояние $2R$ (рис. 103).

Решение. В масштабе $AK = 150$ см отложим параллельно линии горизонта размер 300 см стороны квадрата AB . Проведем направления AP и BP перпендикулярных к картине

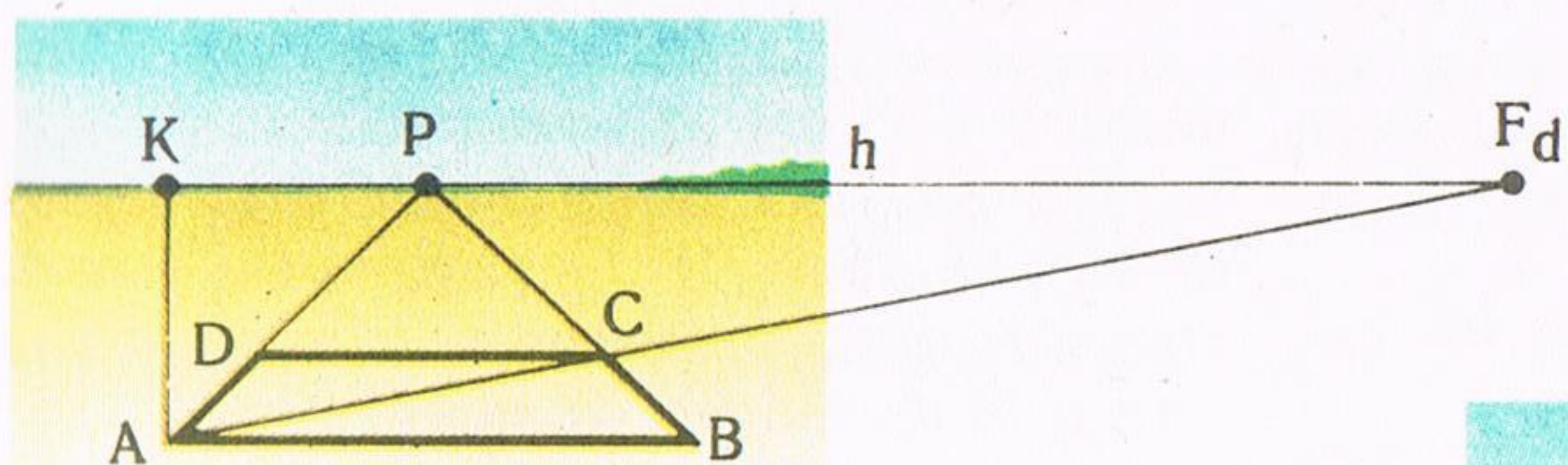


Рис. 103

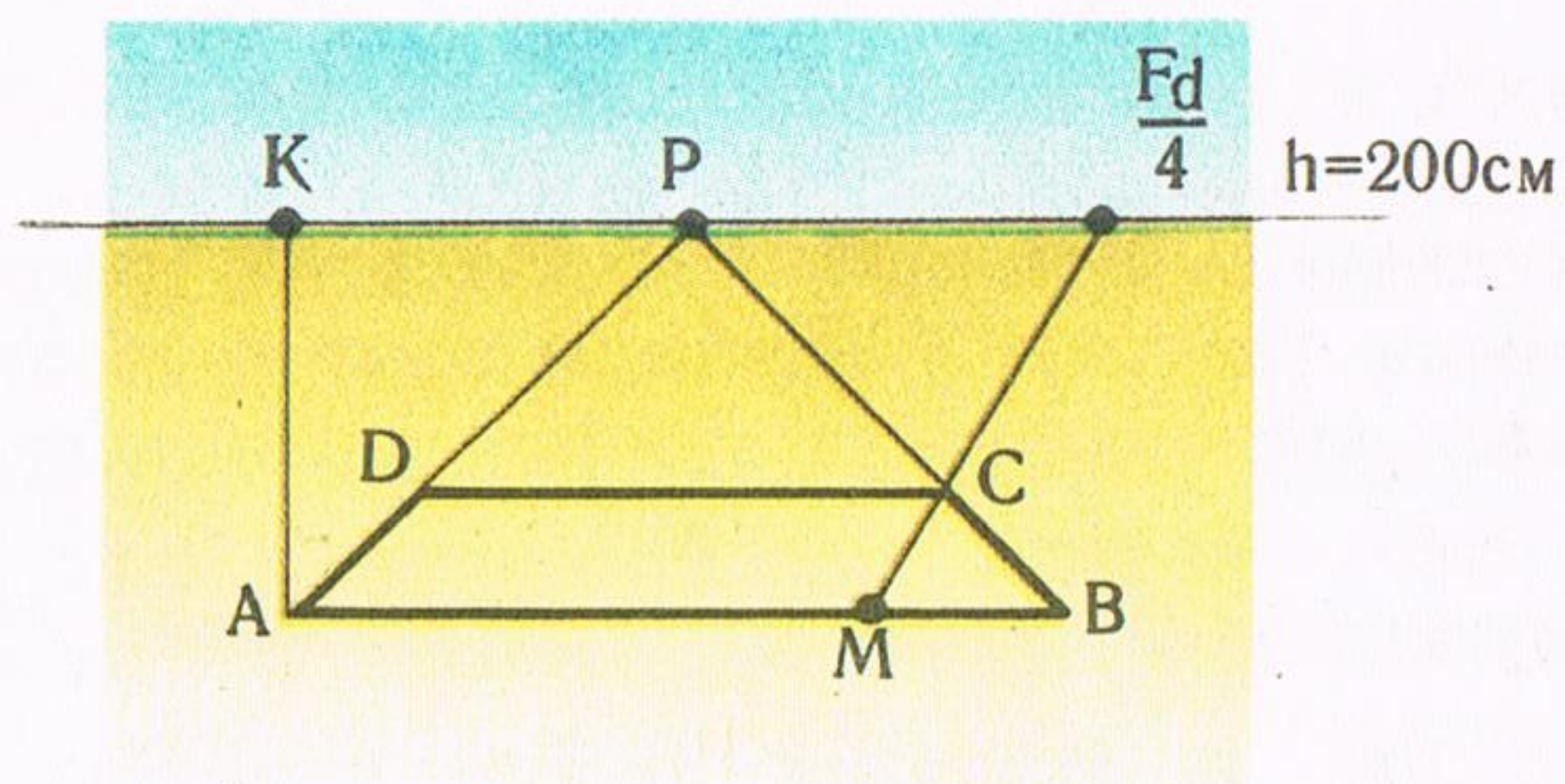


Рис. 104

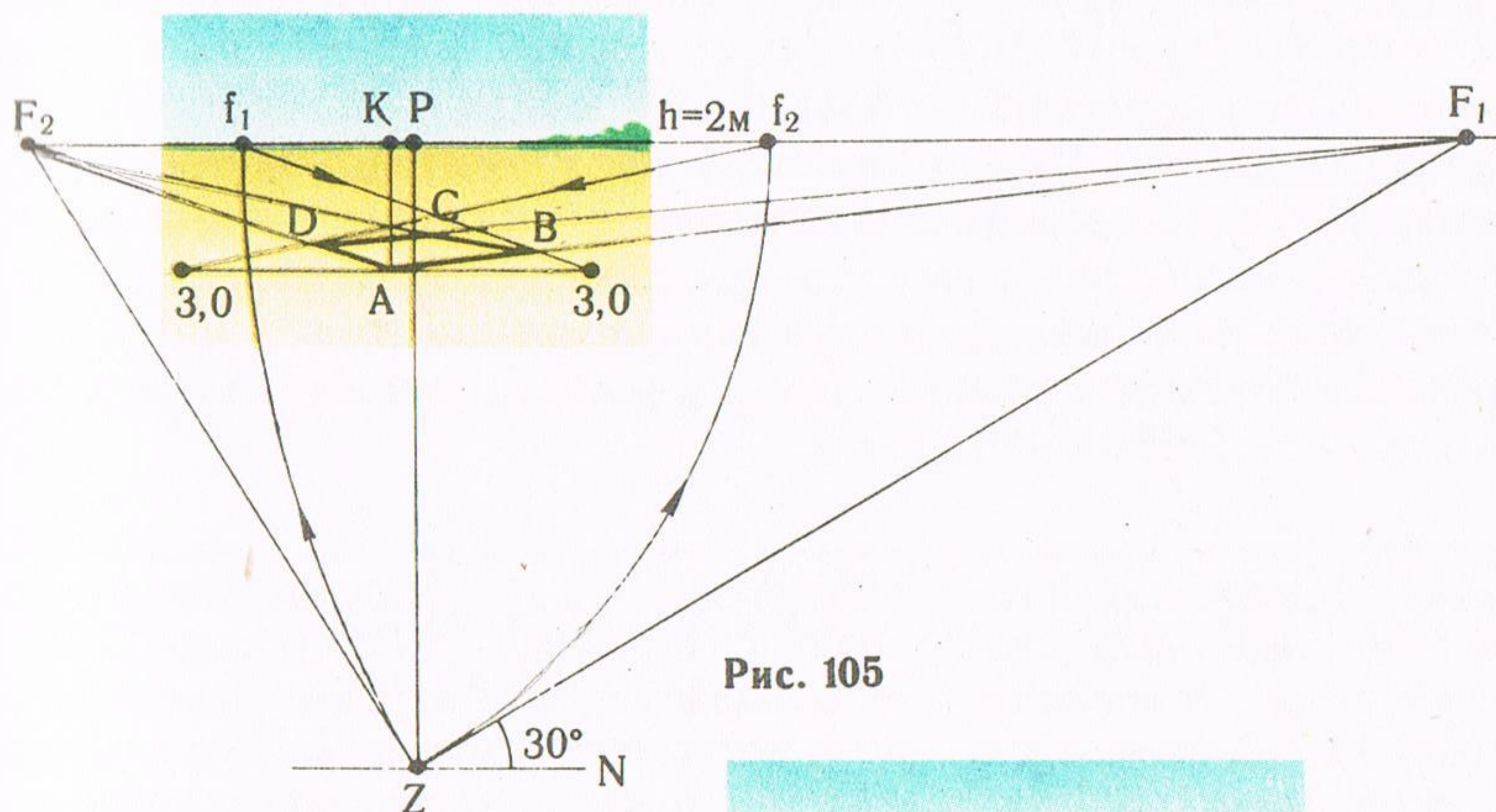


Рис. 105

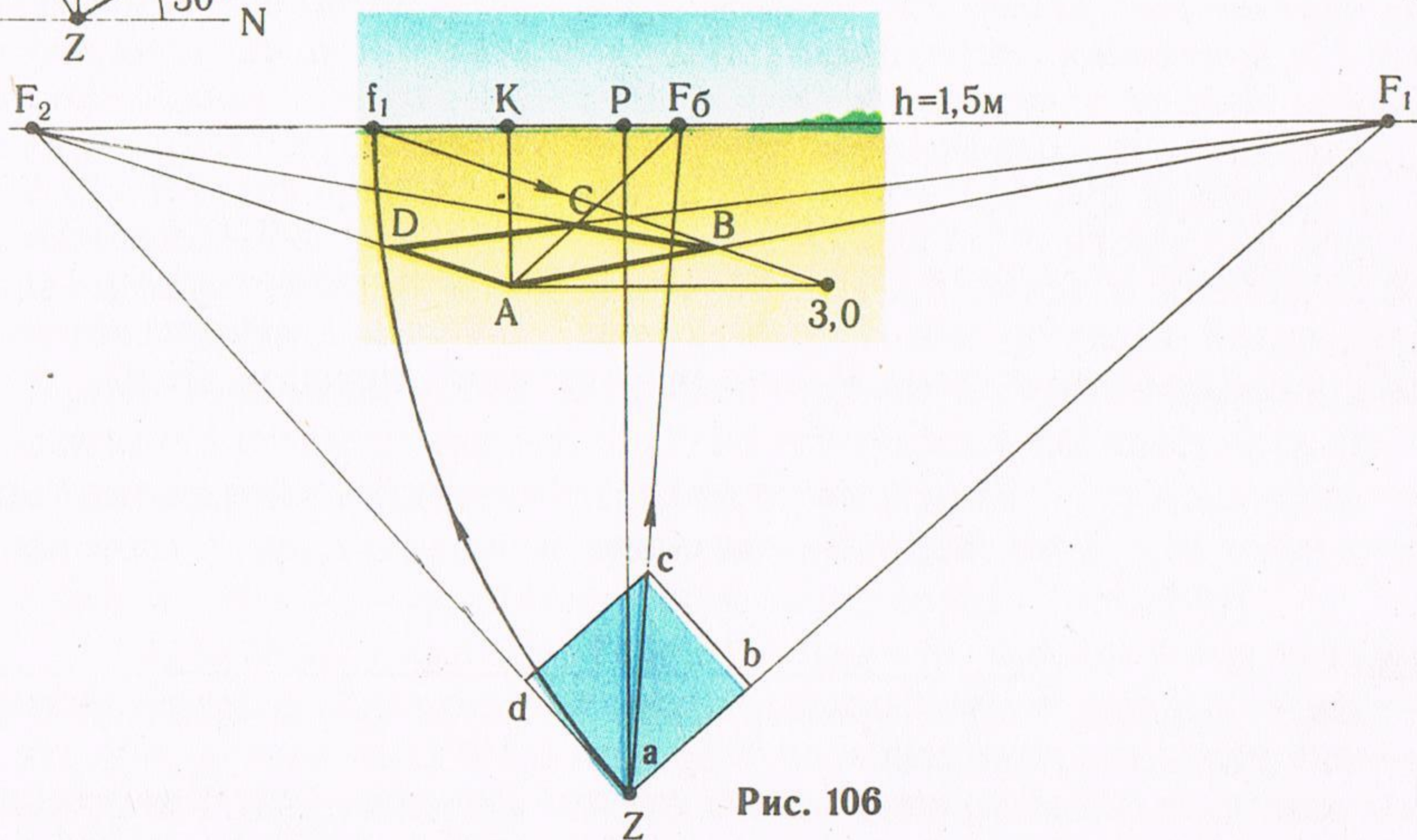


Рис. 106

сторон квадрата. Размер их изображения найдем в пересечении диагонали AF_d с прямой BP в точке C . Проведя из точки C луч,

параллельный AB , до пересечения с прямой AP , получим точку D и перспективу квадрата $ABCD$.

ПРИМЕР 23.2.

Построить перспективу горизонтального квадрата $ABCD$ с помощью дробной точки отдаления $\frac{F_d}{4}$. Сторона квадрата 400 см, высота горизонта 200 см, зрительное расстояние $2R$ (рис. 104).

Решение. На линии горизонта от главной точки картины P отложим одну четвертую часть зрительного расстояния и найдем дроб-

ную точку отдаления $\frac{F_d}{4}$. В масштабе $AK = 200$ см отложим сторону квадрата AB

длиной 400 см параллельно линии горизонта. Проведем направления боковых сторон квадрата AP и BP . Отложим на линии AB от точки B одну четвертую часть ее длины и из точки M проведем прямую в дробную точку

отдаления $\frac{F_d}{4}$. В пересечении прямой $M \frac{F_d}{4}$ с линией BP получим точку C и размер стороны BC , равной AB . Проведя из точки C прямую, параллельную AB , до встречи с AP , получим перспективу квадрата $ABCD$ со стороной, равной 400 см.

При изображении горизонтального квадрата углового положения (стороны квадрата не параллельны и не перпендикулярны к картине) перспектива противоположных сторон квадрата имеет точки схода на линии горизонта. Их положение можно определить построением прямого угла при совмещенной точке зрения. Стороны угла проводят параллельно изображаемым сторонам квадрата. Размеры сторон квадрата определяют с помощью двух измерительных точек или одной измерительной точки и точки схода диагонали, а при недоступных точках схода — способом уменьшения.

ПРИМЕР 23.3.

Построить перспективу горизонтального квадрата со стороной 3 м с помощью двух измерительных точек. Сторона AB повернута к картине под углом 30° . Высота горизонта 2 м, зрительное расстояние d (рис. 105).

Решение. Найдем точку схода сторон AB и CD . Для этого из совмещенной точки зрения Z проведем луч под углом 30° к нейтральной плоскости N до пересечения с линией горизонта в точке F_1 . Построим при совмещенной точке зрения Z прямой угол F_1ZF_2 и найдем точку схода F_2 для сторон

квадрата AD и BC . Найдем измерительные точки f_1 и f_2 (см. § 17). От точки A на прямой, параллельной картине, отложим вправо и влево отрезки, равные 3 м в масштабе $AK = 2$ м. Из измерительных точек проведем лучи в концы отрезков. В пересечении прямой $f_13,0$ с AF_1 получим точку B , а в пересечении прямой $f_23,0$ с AF_2 — точку D . Проведя противоположные стороны квадрата в соответствующие точки схода F_1 и F_2 , получим в их пересечении точку C и перспективу квадрата $ABCD$.

Перспектива квадрата может быть построена с использованием точки схода его диагонали.

ПРИМЕР 23.4.

Построить перспективу горизонтального квадрата углового положения со стороной 3 м с помощью одной измерительной точки и точки схода его диагонали. Высота гори-

зонта 1,5 м, зрительное расстояние d (рис. 106).

Решение. При совмещенной точке зрения Z построим квадрат $abcd$ в произвольном мас-

штабе. Найдем точки схода F_1 и F_2 для сторон квадрата, точку схода F_3 для диагонали и измерительную точку f_1 . Проведем на картине направления AF_1 и AF_2 сторон квадрата.

Построим перспективу AB стороны квадрата, равной в натуре 3 м. Для этого от точки A на параллельной картине прямой отло-

жим отрезок 3 м в масштабе $AK = 1,5$ м. Проведем прямую f_1B , в пересечении ее с прямой AF_1 получим точку B и сторону квадрата AB . Проведем прямые BF_2 и AF_3 , в пересечении получим точку C , а в пересечении AF_2 с продолжением прямой F_1C — точку D и перспективу искомого квадрата $ABCD$.

ПРИМЕР 23.5.

Построить перспективу $ABCD$ квадрата методом уменьшения. Сторона квадрата 6 м, высота горизонта 2 м, зрительное расстояние $2R$ (рис. 107).

Решение. Выберем положение точки A на картине и проведем направление одной из сторон квадрата в перспективе, например AB . Уменьшим зрительное расстояние и изображение в 4 раза. Для этого прямые ZP и AP разделим на четыре части и возьмем на одной четверти расстояний от точки P точки $\frac{Z}{4}$ и A_4 . Проведем прямую A_4F_4 параллельно AB . Соединив точку схода F_4 совмещенной точкой зрения $\frac{Z}{4}$ и построив при ней прямой угол $F_4 \frac{Z}{4} F'_4$, найдем точку схода F'_4

(см. § 18). Найдем измерительные точки $\frac{f}{4}$ и $\frac{f'}{4}$.

Через точку A_4 параллельно картине проведем горизонтальную прямую и отложим на ней вправо и влево от A_4 отрезки по 6 м в масштабе высоты точки A_4 . Проведем из измерительных точек лучи в концы отрезков, в пересечении их с A_4F_4 и $A_4F'_4$ получим точки B_4 и D_4 , а в пересечении $B_4F'_4$ с D_4F_4 — точку C_4 .

Продлив PB_4 до встречи с AB , получим точку B . Прямая, проведенная из точки A параллельно A_4D_4 , в пересечении с PD_4 даст точку D . Проведем прямую DC параллельно D_4C_4 , а BC параллельно B_4C_4 , в пересечении получим точку C и искомую перспективу $ABCD$ квадрата.

Заметим, что метод уменьшения неточен. Поэтому применять его целесообразно лишь для построения перспектив при недоступных точках схода.

§24. ПЕРСПЕКТИВА КВАДРАТА В ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ

Вертикальная плоскость по отношению к картине может располагаться перпендикулярно и параллельно, быть повернутой на некоторый острый угол. Построение перспектив на каждой из них имеет свои особенности.

Перспектива квадрата на перпендикулярной к картине вертикальной плоскости строится так же, как и на горизонтальной плоскости. Однако при этом осевая линия картины, проходящая через главную точку картины P , принимается за линию горизонта, точка Z — за точку отдаления, а точка F_d — за совмещенную точку зрения (рис. 108).

Вертикальные стороны AD и BC квадрата, параллельные картине, изображаются вертикальными, т. е. перпендикулярными к линии горизонта, а горизонтальные AB и DC — сходящимися в главной точке картины P . Длина изображения AB отсечется диагональю DB с точкой схода в совмещенной точке зрения $Z = F_d$. Точка Z , таким образом,

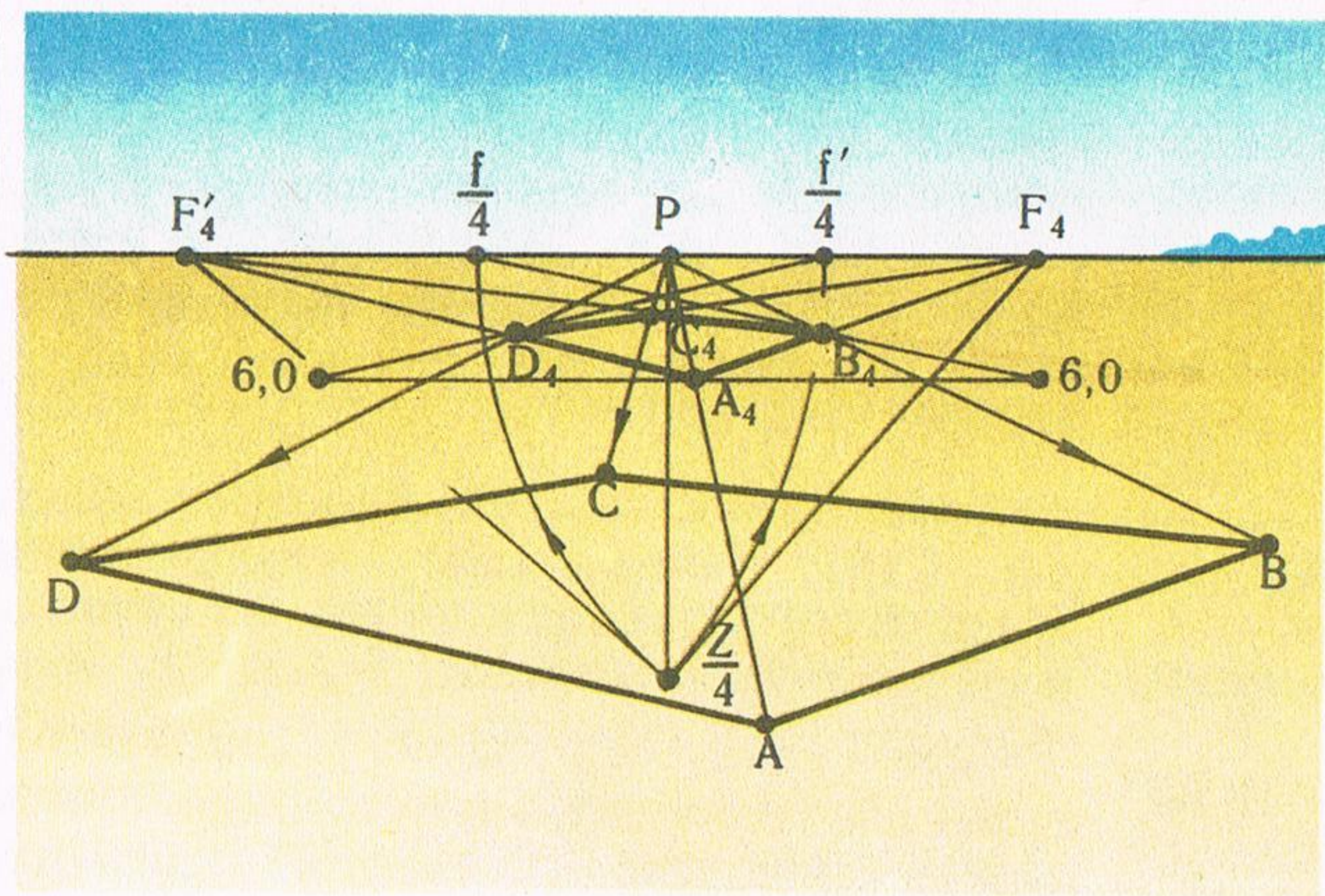


Рис. 107

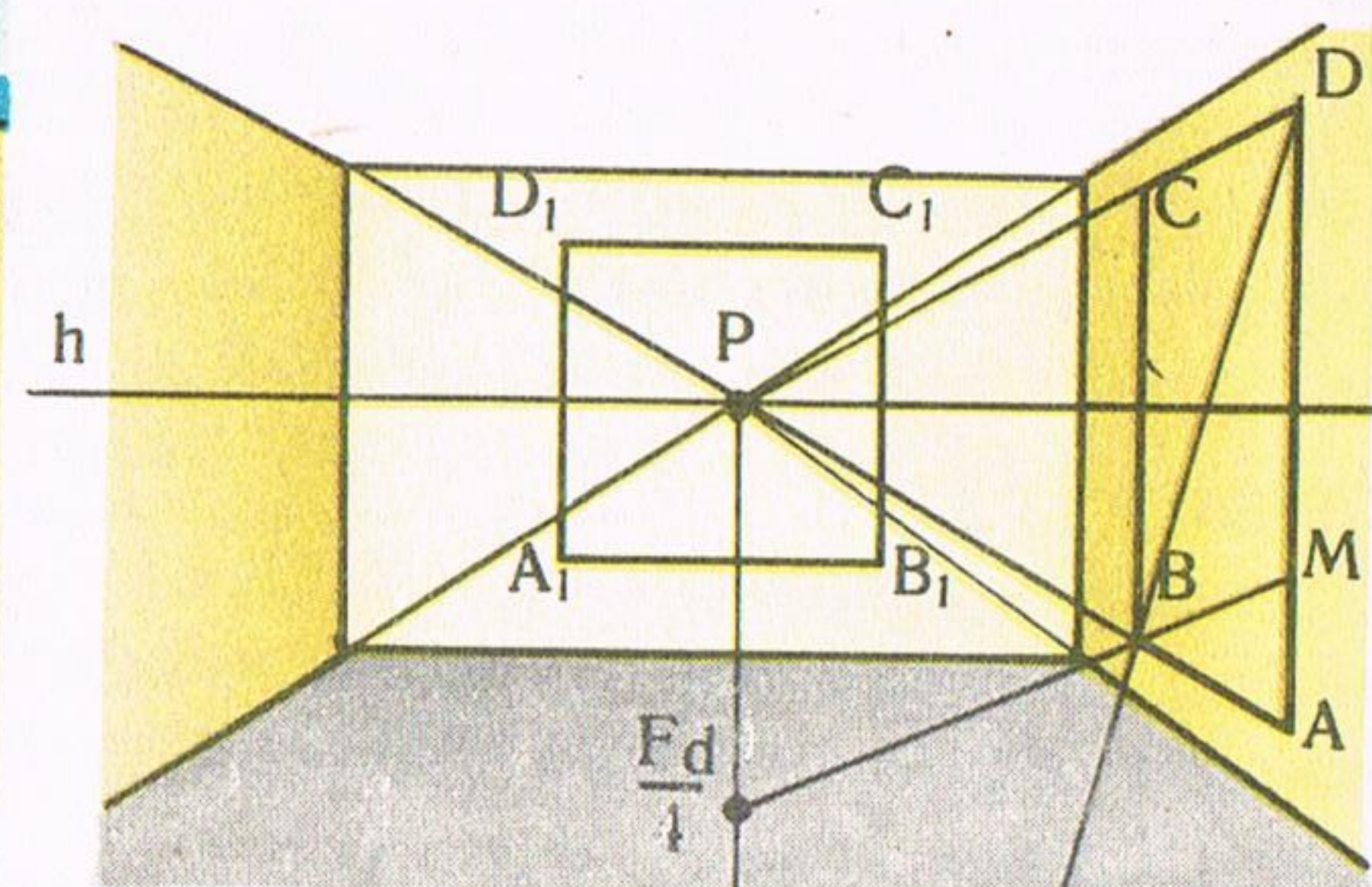


Рис. 108

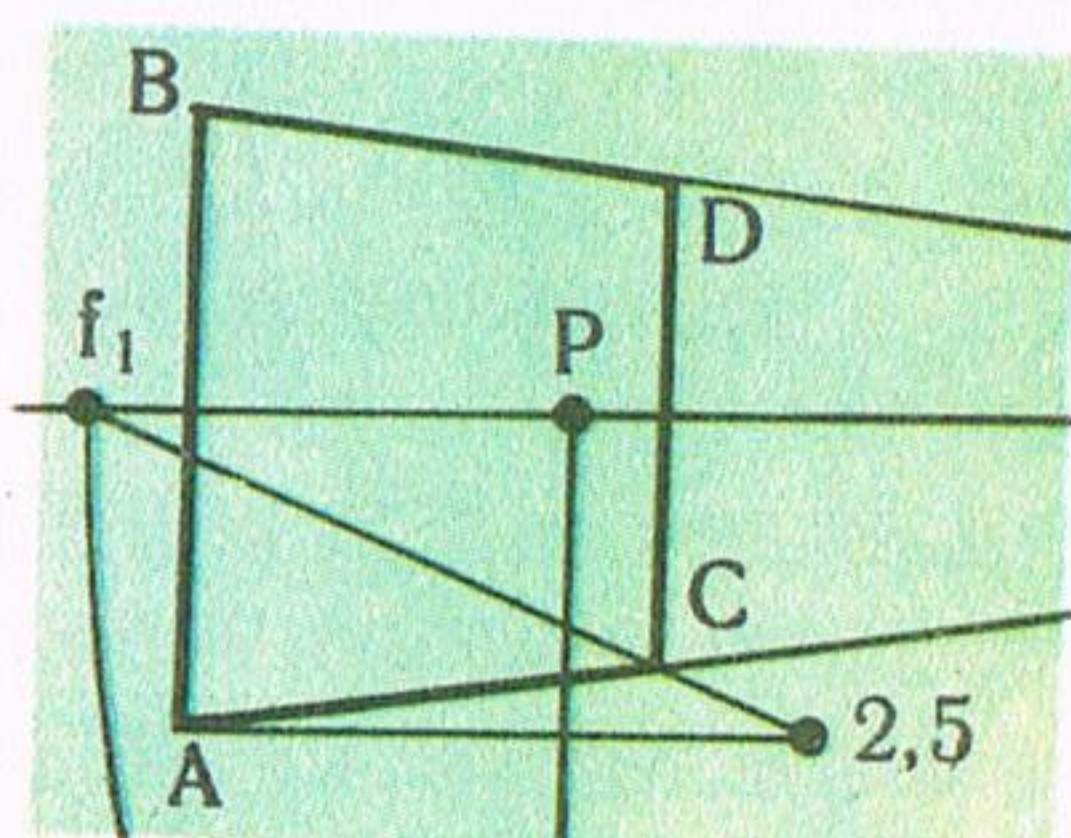


Рис. 109

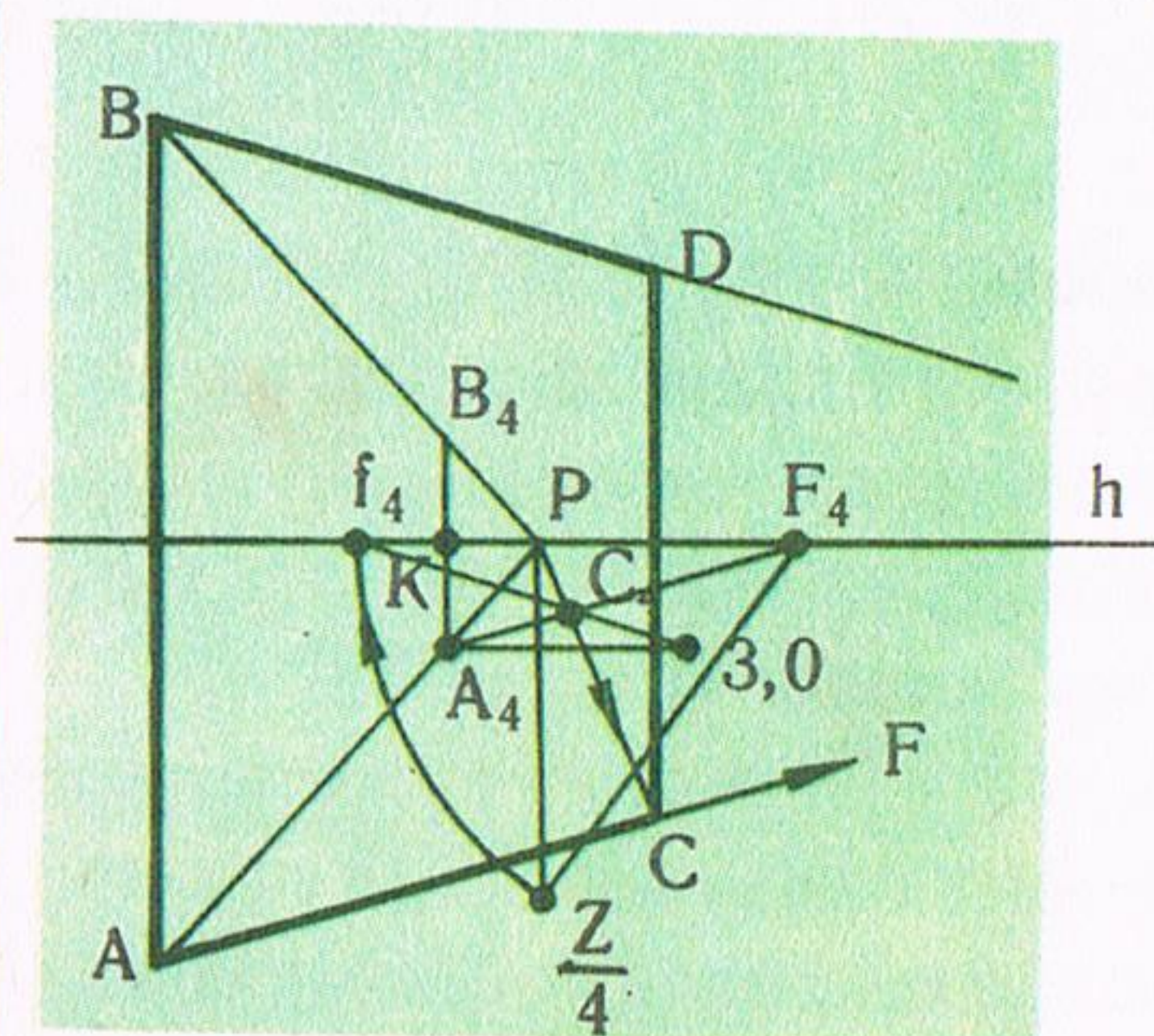
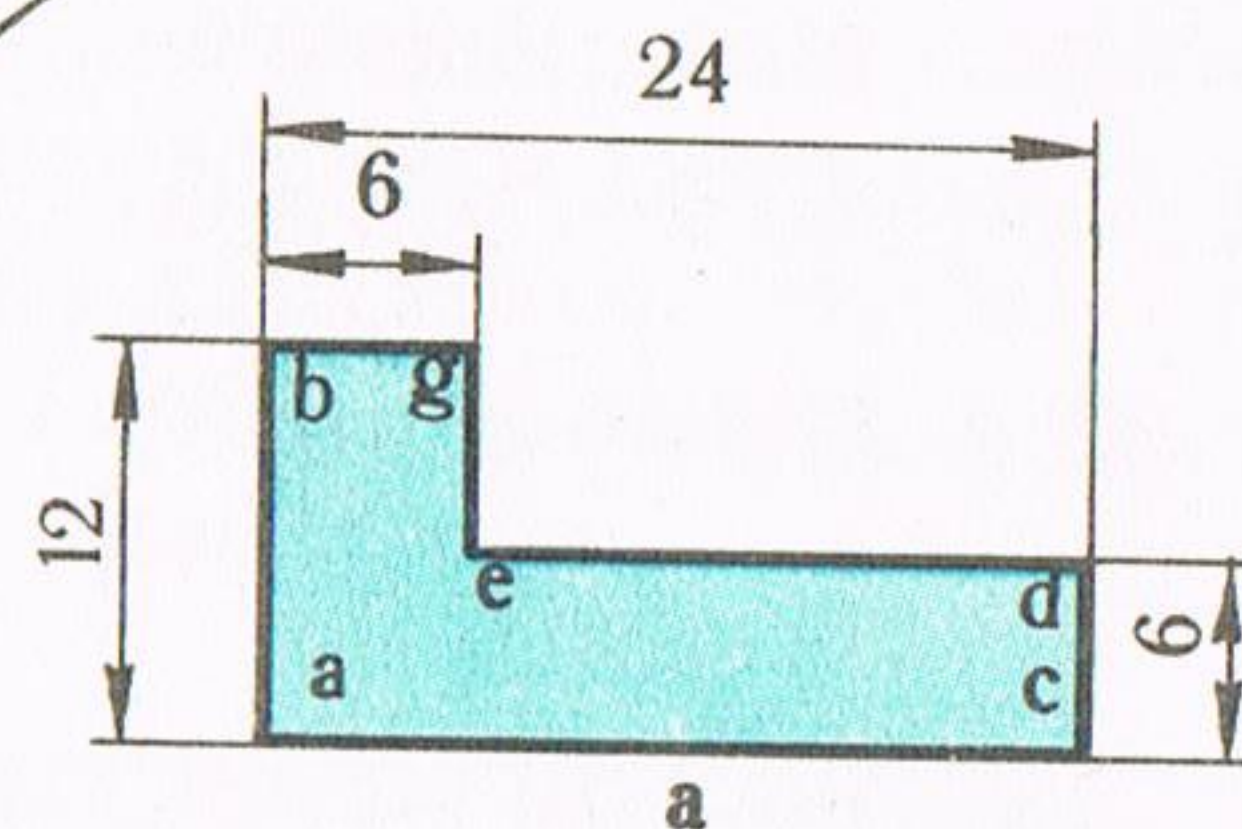


Рис. 110

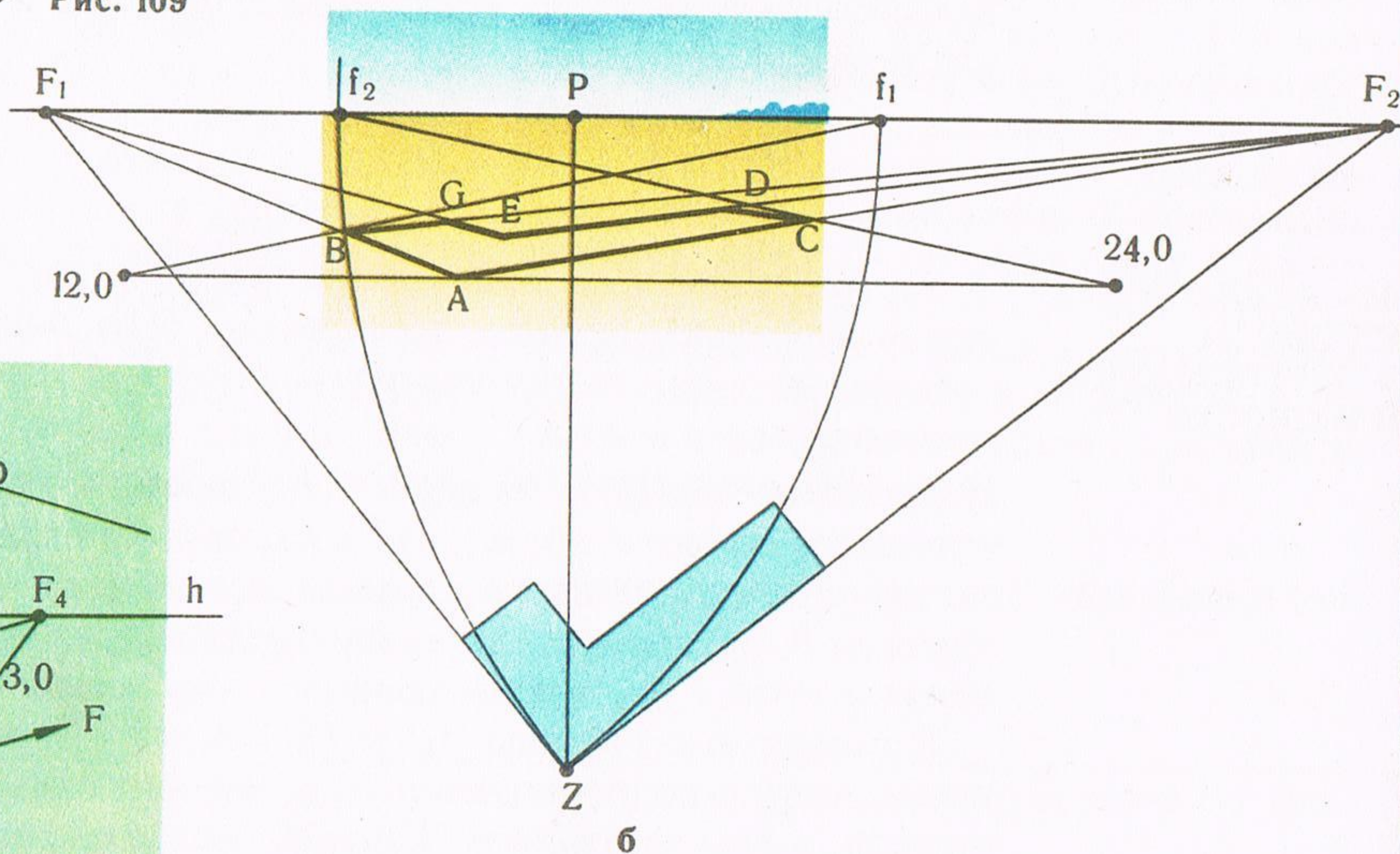


Рис. 111

является точкой схода для диагоналей квадрата и измерительной точкой F_d .

Точку B и длину AB стороны квадрата можно получить с помощью дробной измерительной точки, например $\frac{F_d}{4}$. Для этого от точки A нужно отложить $1/4 AD$ и из полученной точки M провести луч в $\frac{F_d}{4}$.

Пересечение прямой $M \frac{F_d}{4}$ с прямой AP и даст искомую точку B .

Перспектива квадрата в вертикальной плоскости, расположенной под углом к картине. Если перспектива квадрата строится на вертикальной плоскости, расположенной под углом к картине, и две его стороны параллельны картине, то две другие горизонтальны и имеют точку схода в точке схода горизонталей плоскости. Размер изображения параллельных картине вертикальных сторон квадрата откладывают по масштабу высот, а горизонтальные стороны определяют с помощью измерительной точки.

ПРИМЕР 24.1.

Построить перспективу квадрата со стороной 2,5 м на вертикальной плоскости, расположенной под углом к картине, при высоте горизонта 1,25 м и зрительном расстоянии d (рис. 109).

Решение. Отложим размер стороны AB квадрата, равный 2,5 м, и проведем направления

горизонтальных сторон в точку схода F_1 . На параллельной картине горизонтальной прямой от точки A отложим отрезок 2,5 м и с помощью измерительной точки f_1 найдем точку C и перспективу $ABCD$ квадрата (см. § 17).

Перспективу квадрата на вертикальной плоскости, расположенной под углом к картине, при недоступных измерительных точках можно построить методом уменьшения.

ПРИМЕР 24.2.

Построить перспективу квадрата на повернутой под углом к картине вертикальной плоскости методом уменьшения. Сторона квадрата 3 м, высота горизонта 1,5 м, зрительное расстояние d (рис. 110).

Решение. Отложим размер изображения вертикальной стороны AB квадрата, равный 3 м, и проведем направления горизонтальных сторон квадрата в недоступную точку схода F (см. § 22).

Построим перспективу стороны AC квадрата, уменьшенную в 4 раза. Для этого раз-

делим прямую AP на 4 части и через точку A_4 проведем две прямые: $A_4 3,0$ параллельно картине в масштабе $A_4 K = 1,5$ м и $A_4 F_4$ параллельно AF до встречи с линией горизонта в точке F_4 . Найдем измерительную точку f_4 . В пересечении прямых $f_4 3,0$ и $A_4 F_4$ получим точку C_4 и размер изображения стороны $A_4 C_4$ квадрата, уменьшенной в 4 раза (см. § 18).

Продолжив прямую PC_4 до пересечения с AF , получим точку C и перспективу $ABCD$ искомого квадрата.

В вертикальной плоскости, параллельной картине, квадрат изображается подобной фигурой с размером стороны, соответствующим удалению от картины (см., например, перспективу квадрата $A_1 B_1 C_1 D_1$ на рис. 108).

§25. ПОСТРОЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВ МНОГОУГОЛЬНИКОВ С ПОМОЩЬЮ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ТОЧЕК

Чтобы построить перспективу многоугольника по заданной форме и размерам, сначала находят точки схода для направлений сторон, а затем на них откладывают необходимые размеры. При доступных измерительных точках размеры откладывают с помощью целых измерительных точек.

ПРИМЕР 25.1.

Построить перспективу многоугольника по форме и размерам чертежа (рис. 111, а) при доступной измерительной точке. Высота горизонта 6 м, зрительное расстояние $2R$.

Решение. При совмещенной точке зрения Z построим произвольно ориентированный план многоугольника в произвольном масштабе (рис. 111, б). Найдем точки схода F_1 и F_2 для направлений сторон. Выберем по-

ложение точки A на картине и проведем через нее направления перспектив сторон AF_1 и AF_2 . С помощью измерительных точек f_1 и f_2 отложим размеры сторон AB и AC (см. § 17). Таким же способом находим перспективы сторон CD и BG . Проведя перспективы параллельных сторон DE и EG в соответствующие точки схода, получим перспективу многоугольника.

При недоступных измерительных точках размеры перспектив сторон можно определить с помощью дробных измерительных точек.

ПРИМЕР 25.2.

Построить перспективу многоугольника по размерам чертежа (рис. 112, а) с помощью дробных измерительных точек. Высота горизонта 3 м, зрительное расстояние d .

Решение. Проведем перспективу направления одной из сторон, например AF (рис. 112, б).

Методом уменьшения найдем дробную измерительную точку $\frac{f}{2}$ для измерения перспектив параллельных отрезков с недоступной точкой схода F :

а) уменьшив картину в 4 раза и, отложив на линии горизонта размер $F_4 \frac{Z}{4}$ от полученной при этом точки F_4 , получим измерительную точку $\frac{f}{4}$ для измерения уменьшенных в 4 раза отрезков, параллельных A_4F_4 (см. § 18);

б) с помощью измерительной точки $\frac{f}{4}$ построим уменьшенное изображение A_4B_4 стороны AB . Проведя прямую PB_4 , в пересечении с AF получим точку B и перспективу стороны AB ;

в) на параллельной картине горизонталь-

ной прямой влево от точки A отложим половину натурального размера стороны AB , т. е. отрезок 3 м в масштабе высоты точки A . Проведя прямую через точки $3,0$ и B , получим на линии горизонта дробную измерительную точку $\frac{f}{2}$ (см. § 19).

Аналогично найдем дробную измерительную точку $\frac{f'}{2}$ для измерения отрезка AM и ему параллельных.

Построим перспективу сторон BC и GL . Для этого через точку B проведем две прямые: BF' в недоступную точку схода F' (см. § 22) и $B9,0$ параллельно линии горизонта. На параллельной картине горизонтальной прямой $B9,0$ отложим три отрезка по 3 м, уменьшенных в 2 раза. Проведя прямые из концов отрезков в измерительную точку $\frac{f'}{2}$, в пересечении с прямой BF' получим точки C , G и L и перспективу сторон BC и GL .

С помощью измерительной точки $\frac{f}{2}$ построим перспективу стороны CD и прорисуем многоугольник $ABCDEGLM$.

Решение примера показывает некоторую сложность графических построений при нахождении дробных измерительных точек. Поэтому

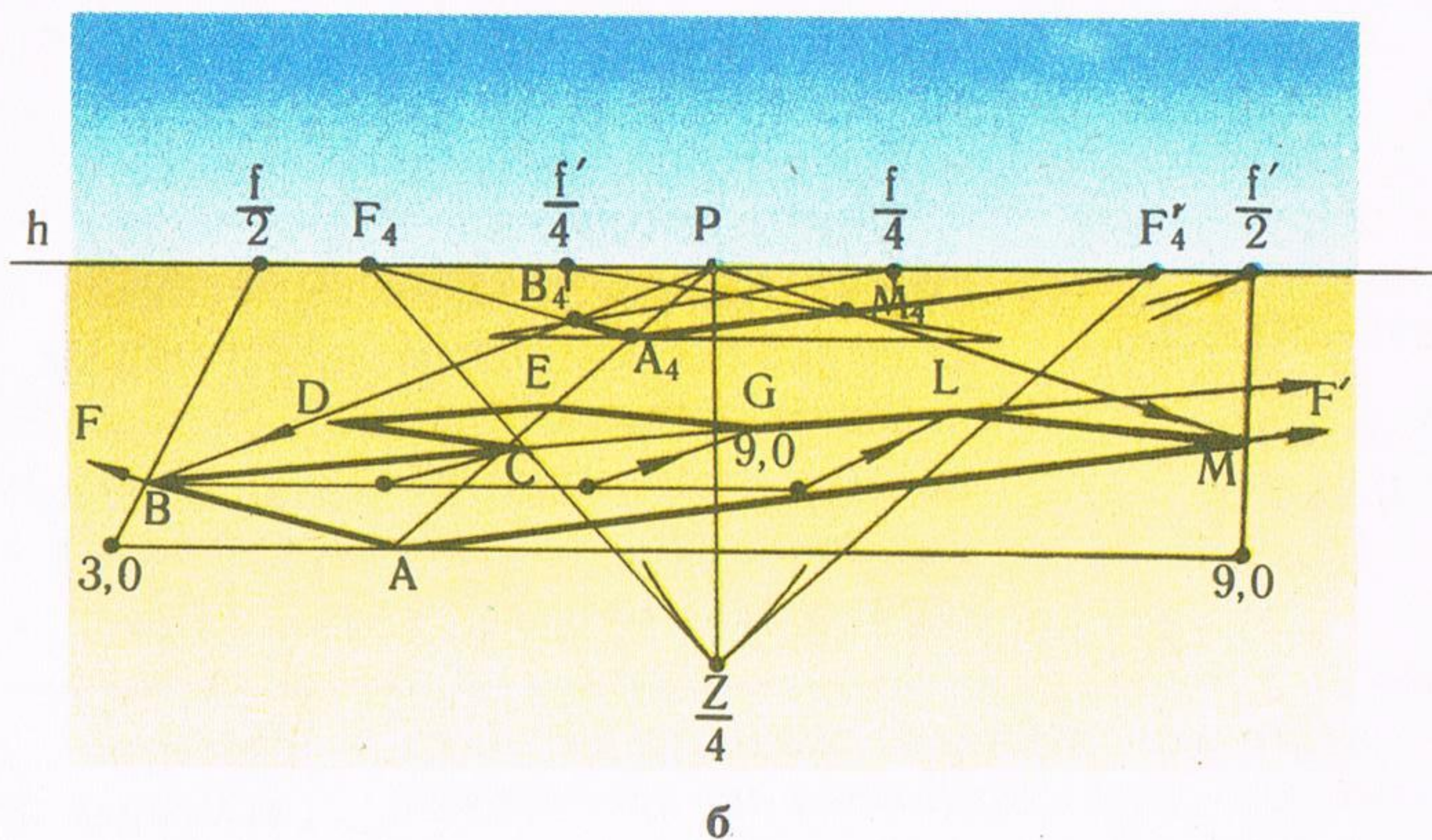
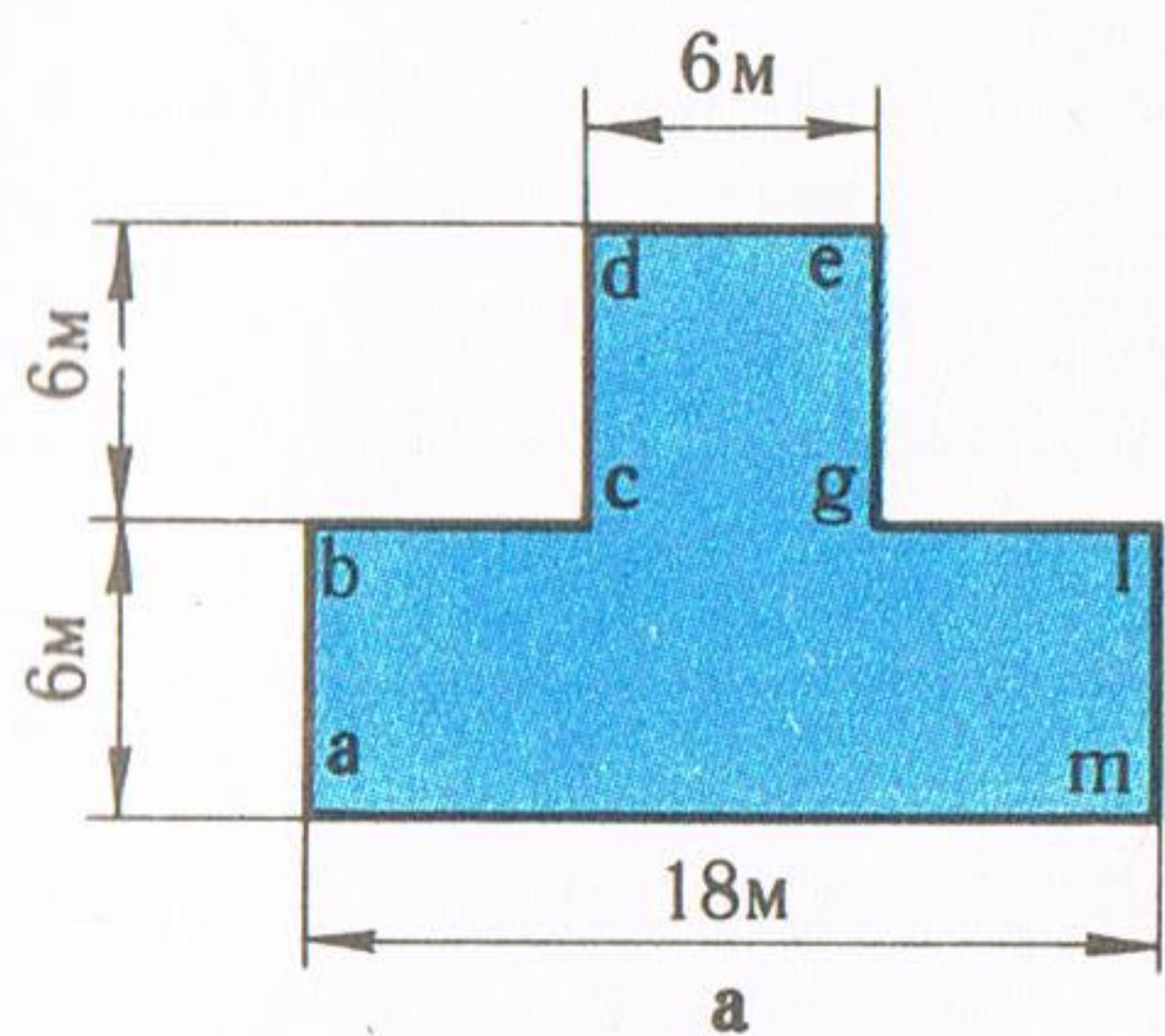


Рис. 112

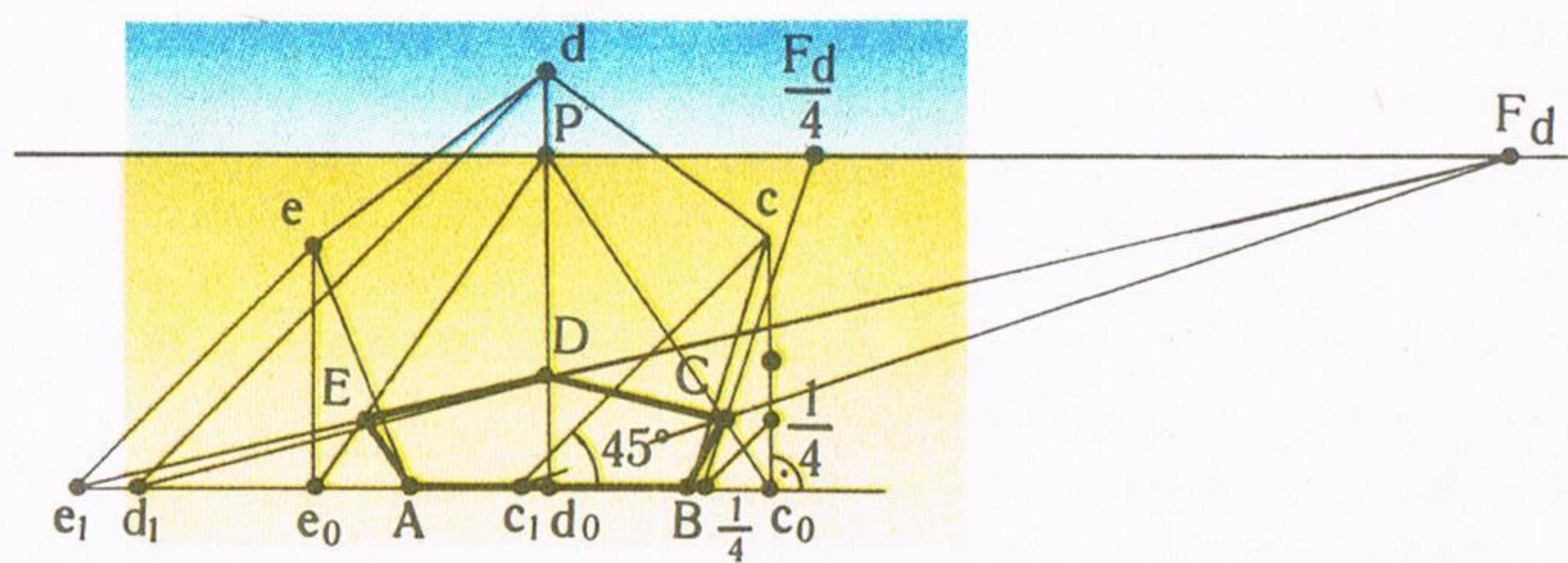


Рис. 113

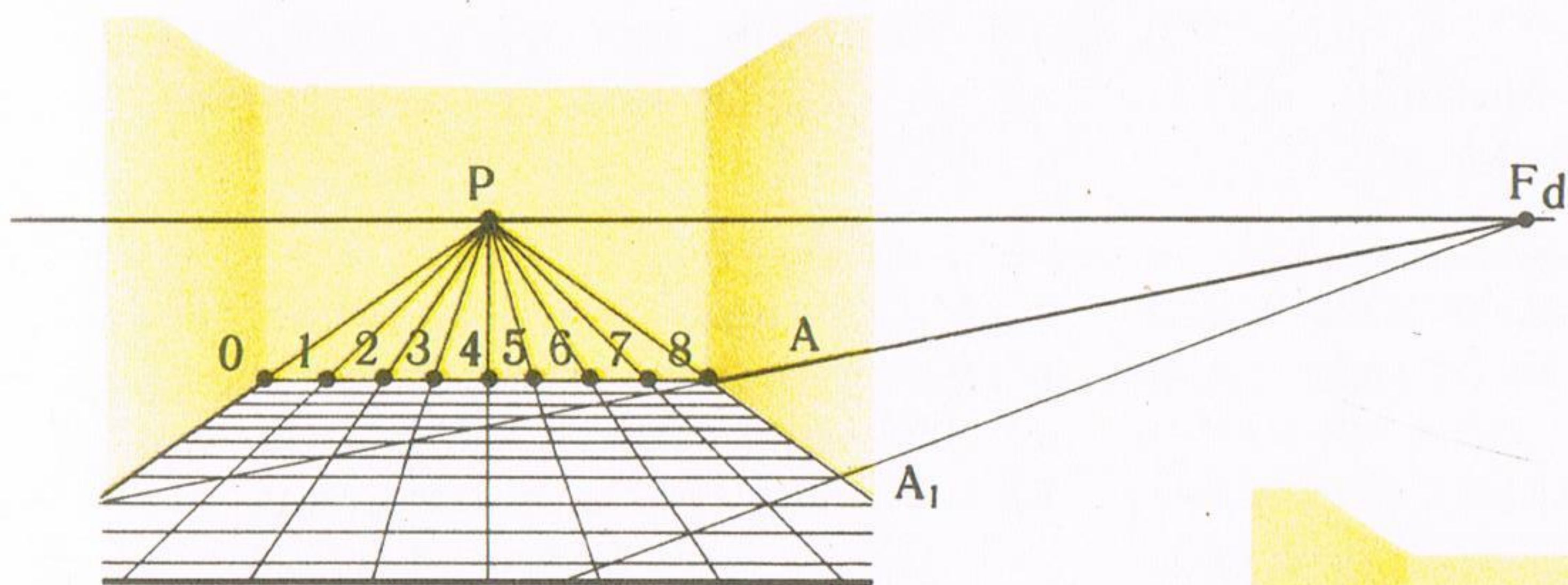


Рис. 114

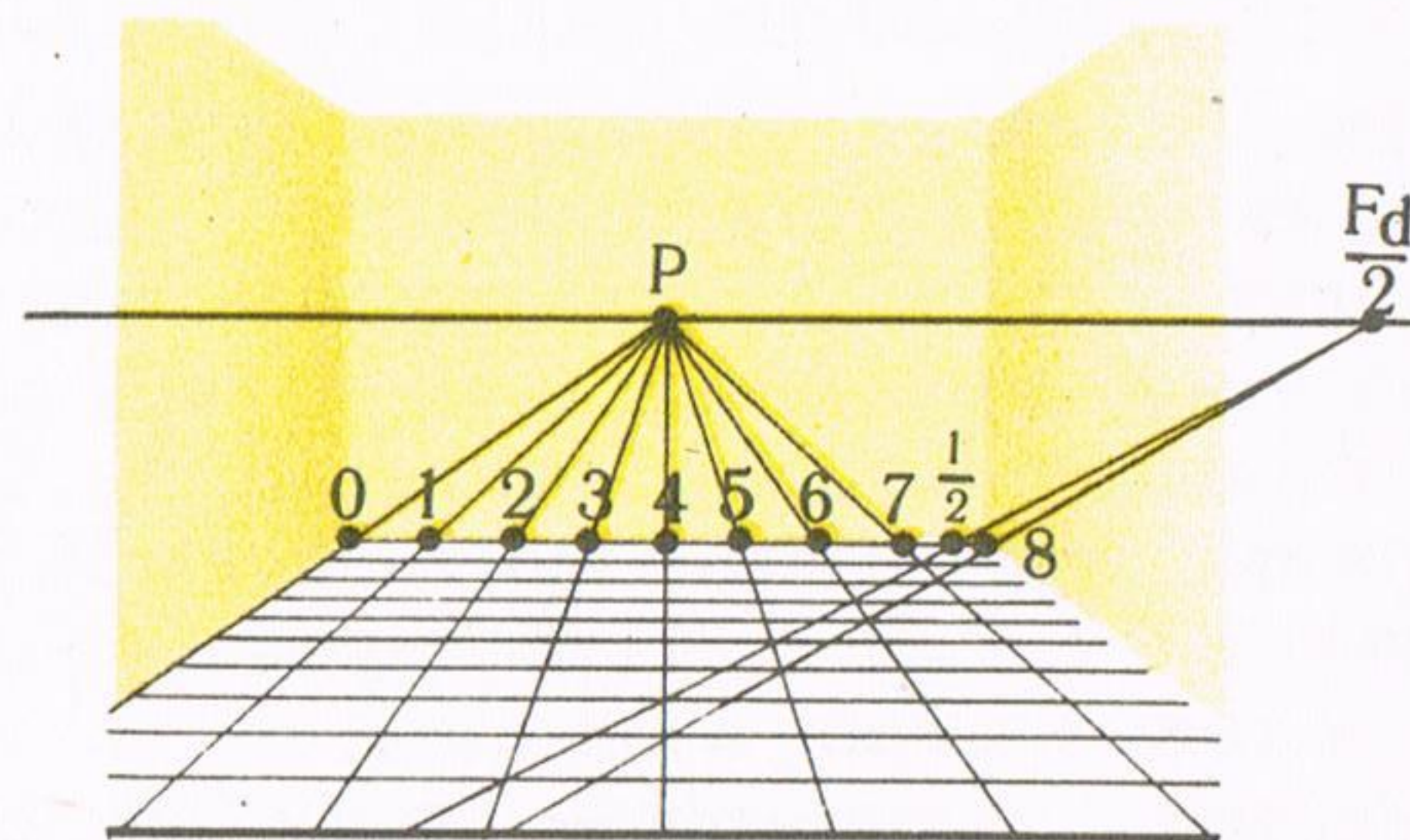


Рис. 115

такой метод целесообразно применять лишь при наличии большого количества параллельных прямых, так как он позволяет непосредственно откладывать необходимые размеры перспектив отрезков на картине.

§26. ПОСТРОЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ МНОГУГОЛЬНИКОВ ПО ПЛАНУ

При наличии плана перспективу горизонтального многоугольника строят, находя вершины его углов. Для этого через каждую вершину фронтально расположенного плана многоугольника проводят две вспомогательные прямые, перспективу которых легко построить: прямую, перпендикулярную к картине, и прямую, составляющую с картиной угол 45° . Их пересечение в перспективе и даст искомую вершину угла.

ПРИМЕР.

Построить перспективу правильного пятиугольника, расположенного на предметной плоскости, с зрительного расстояния $2R$ (рис. 113).

Решение. Вычертим план правильного пятиугольника $ABcde$ во фронтальном положении в масштабе, соответствующем удалению от картины. Через каждую точку c, d, e проведем по две вспомогательные прямые до пересечения со следом AB фронтальной плоскости пятиугольника: прямую, перпендикулярную к следу, и прямую, расположенную к нему под углом 45° . Точки $C, D,$

E найдем в пересечении перспектив вспомогательных прямых, построенных на предметной плоскости. Так, точка C находится на пересечении прямых c_0P и c_1F_d , точка D — на пересечении d_0P и d_1F_d и т. д. Соединив найденные точки прямыми, получим перспективу $ABCDE$ пятиугольника, расположенного на предметной плоскости.

На рис. 113 показано построение перспективы точки C с помощью дробной точки отдаления $\frac{F_d}{4}$. Результат получен тот же, что и в предыдущем случае.

§27. ПЕРСПЕКТИВА ПАРКЕТА

Основу рисунка паркета составляют обычно плоские геометрические фигуры: квадрат, прямоугольник, шестиугольник, n -угольник и их комбинации. Рассмотрим некоторые приемы построения перспективы паркета.

ПРИМЕР 27.1.

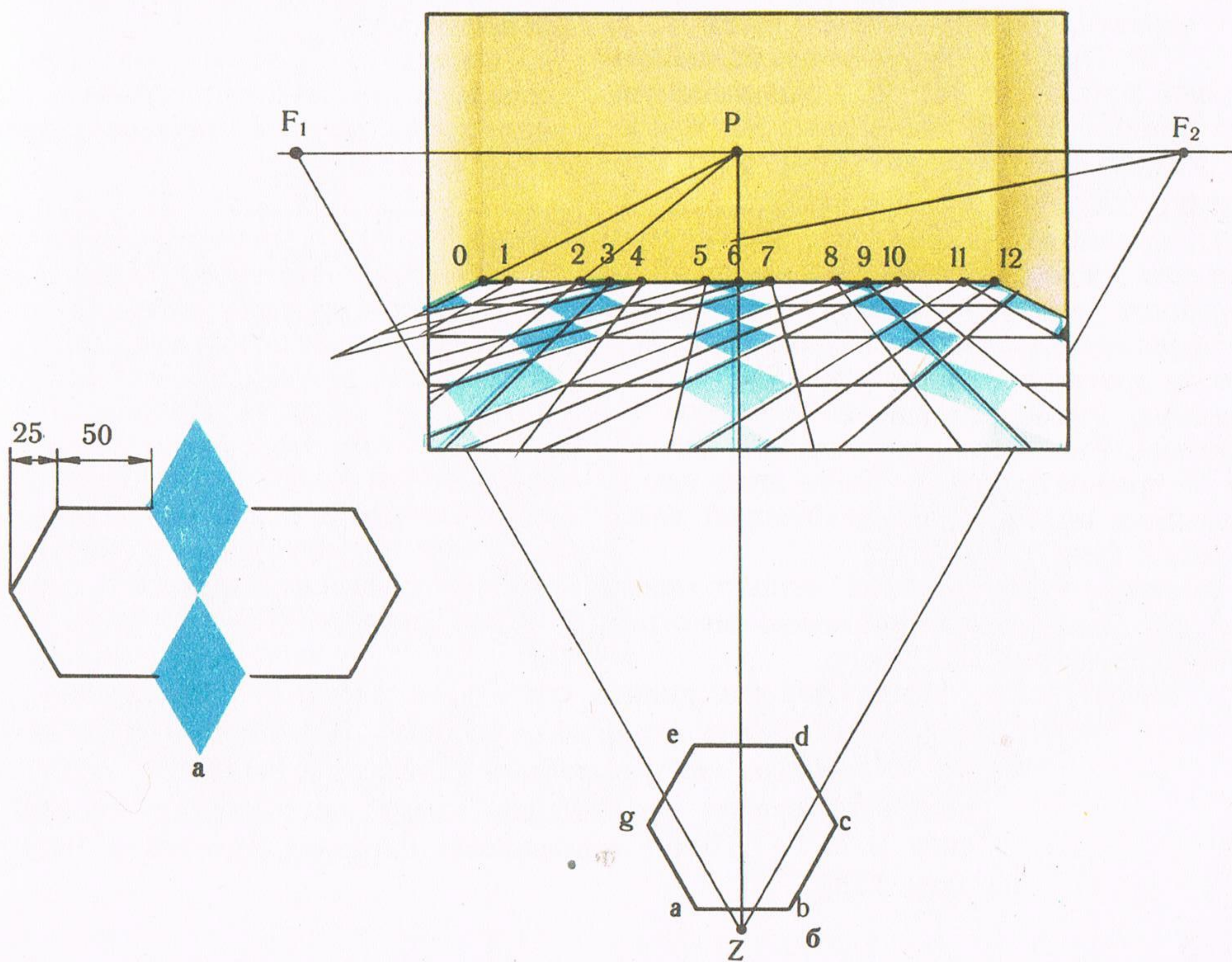
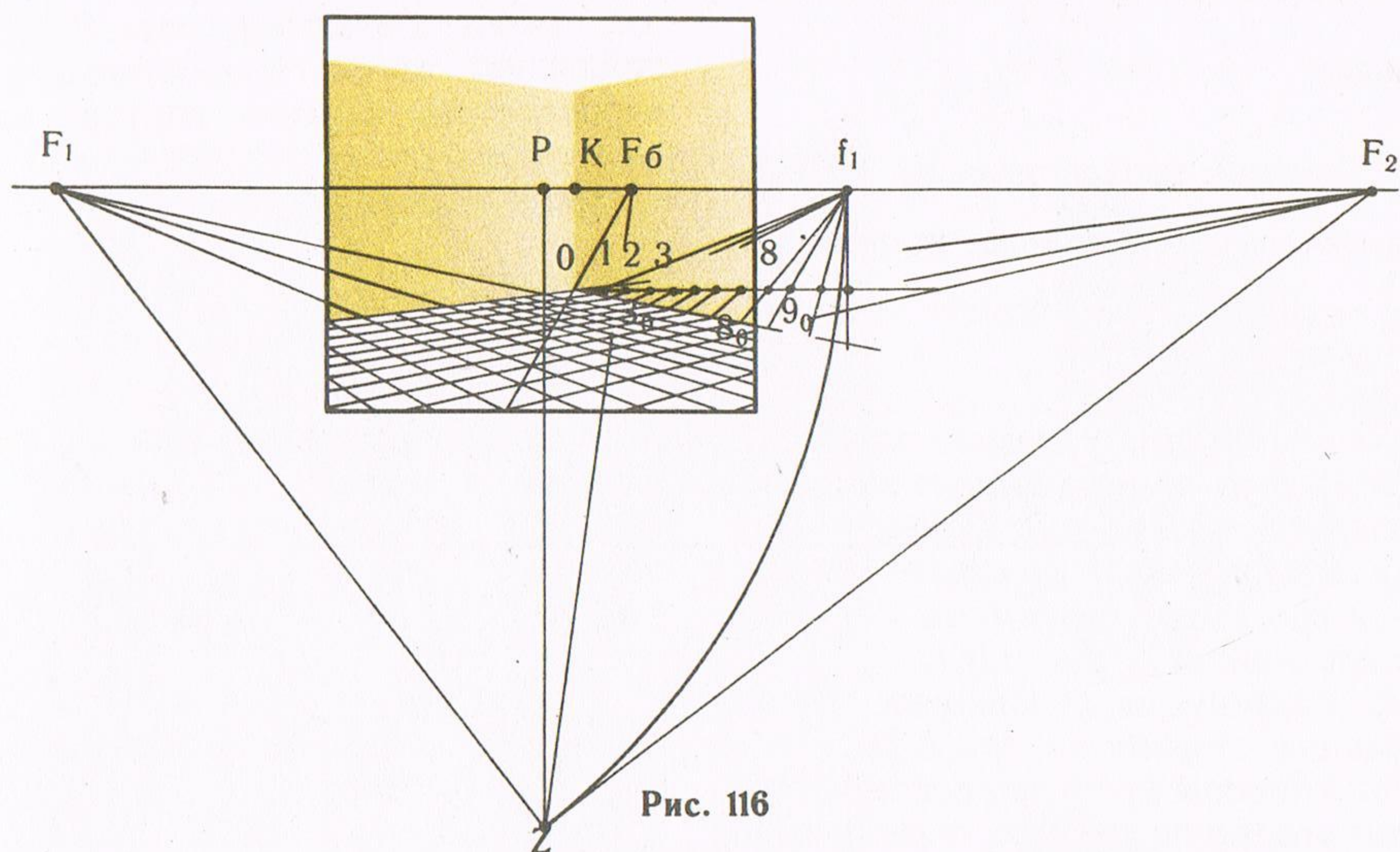
Построить перспективу квадратного щитового паркета 50×50 см в интерьере фронтального положения при высоте горизонта 150 см и зрительном расстоянии d (рис. 114).

Решение. Построим направления боковых сторон квадратов. Для этого на основании фронтальной стены, параллельной картине, отложим стороны квадратов по 50 см в соответствующем масштабе (точки $1, 2, 3, \dots, 8$). Прямые, проведенные из главной точки P через точки $1, 2, 3, \dots, 8$, образуют направления боковых сторон квадратов.

Определим фронтальное (параллельное картине) положение сторон квадратов. Для этого, отложив на линии горизонта зрительное расстояние d , найдем точку схода F_d для диагоналей. Из F_d проведем диагональ

F_dA (удобнее всего через точку 8). На боковых сторонах квадратов диагональ отсекает размеры сторон квадратов по глубине в их перспективном сокращении. Проведя через эти точки горизонтальные прямые, параллельные картине, получим перспективу паркета.

Если одной диагонали недостаточно, проводят дополнительную диагональ F_dA_1 через угол любого известного квадрата для построения перспектив квадратов на переднем плане. Когда точка схода для диагоналей квадратов выходит далеко за пределы листа (картины) и поэтому пользоваться ею неудобно, можно использовать дробные точки отдаления: $\frac{F_d}{2}, \frac{F_d}{4}$ и т. д.



ПРИМЕР 27.2.

Решим пример 27.1 с помощью дробной точки отдаления $\frac{F_d}{2}$ (рис. 115).

Решение. Прямая, проведенная из $\frac{F_d}{2}$ через угол квадрата 8, и прямая, проведенная через $\frac{1}{2}$ отрезка 7 – 8, отсекут по глубине

на линиях боковых сторон квадратов отрезки, равные стороне квадрата. Проведя через найденные точки горизонтальные прямые, параллельные картине, получим перспективу паркета.

При пользовании дробной точкой $\frac{F_d}{4}$ прямые проводят через точку 8 и точки, принадлежащие четвертям стороны 7 – 8.

ПРИМЕР 27.3.

Дан рисунок комнаты углового положения (ни одна из стен не параллельна картине и не перпендикулярна к ней). Построить перспективу квадратного щитового паркета 50 X 50 см при высоте горизонта 2 м и зрительном расстоянии d (рис. 116).

Решение. Отложим на основаниях стен отрезки, равные стороне квадрата. Для этого через угол комнаты проведем вспомогательную горизонтальную прямую, параллельную картине, и в масштабе $OK = 2$ м отложим на ней отрезки, равные 50 см (точки 1, 2, 3, ..., 8). Прямые, проведенные из измерительной точки f_1 , отсекут на основании стены (плинтусе) отрезки, равные 50 см в их перспективном сокращении (см. § 17). Сто-

рона квадрата параллельна направлению сны и имеет ту же точку схода. Поэтому, проводя из F_2 прямые через полученные на основании стены точки $1_0, 2_0, 3_0, \dots, 8_0$, получим полосы шириной, равной стороне квадрата, т. е. 50 см.

Перспективу другой стороны квадрата избежание больших графических погрешностей целесообразно находить с помощью точки схода биссектрисы прямого угла (см. § 10), без деления другой стороны на равные отрезки.

Проведя из F_6 через угол квадрата диагональ, в пересечении получим точки, принадлежащие другим сторонам, направленным в точку схода F_1 .

ПРИМЕР 27.4.

Дан план шестиугольного в сочетании с ромбом паркета со стороной 50 см (рис. 117, а). Построить его перспективу в интерьере фронтального положения. Высота горизонта 100 см, зрительное расстояние $2R$.

Решение. Возможны многие варианты построения. Рассмотрим один из них. Построим в произвольном масштабе план шестиугольника $abcdeg$ при совмещенной точке зрения Z (рис. 117, б).

Разделим плинтус задней стены точками 1, 2, 3, ..., 12 на пропорциональные отрез-

ки по 25 и 50 см. Проведя прямые из точки P через концы отрезков, получим полосы, ограничивающие изображение шестиугольников и их сторон по ширине. Найдем точку схода F_1 и F_2 для направлений боковых сторон шестиугольников. Проводя последовательно из точек схода F_1 и F_2 прямые через точки 1, 2, 3, ..., 12, в пересечении с перпендикулярными к картине прямыми получим точки вершин углов шестиугольников. Построим перспективу шестиугольного в сочетании с ромбом паркета.

Отметим, что умение строить перспективу квадратного паркета дает возможность художнику рисовать самые сложные плоские формы с помощью так называемой квадратной сетки (см. § 52). Пример изображения перспективы квадратного паркета является картина Н. Н. Ге „Петр I допрашивает царевича Алексея в Петергофе“ (рис. 118).

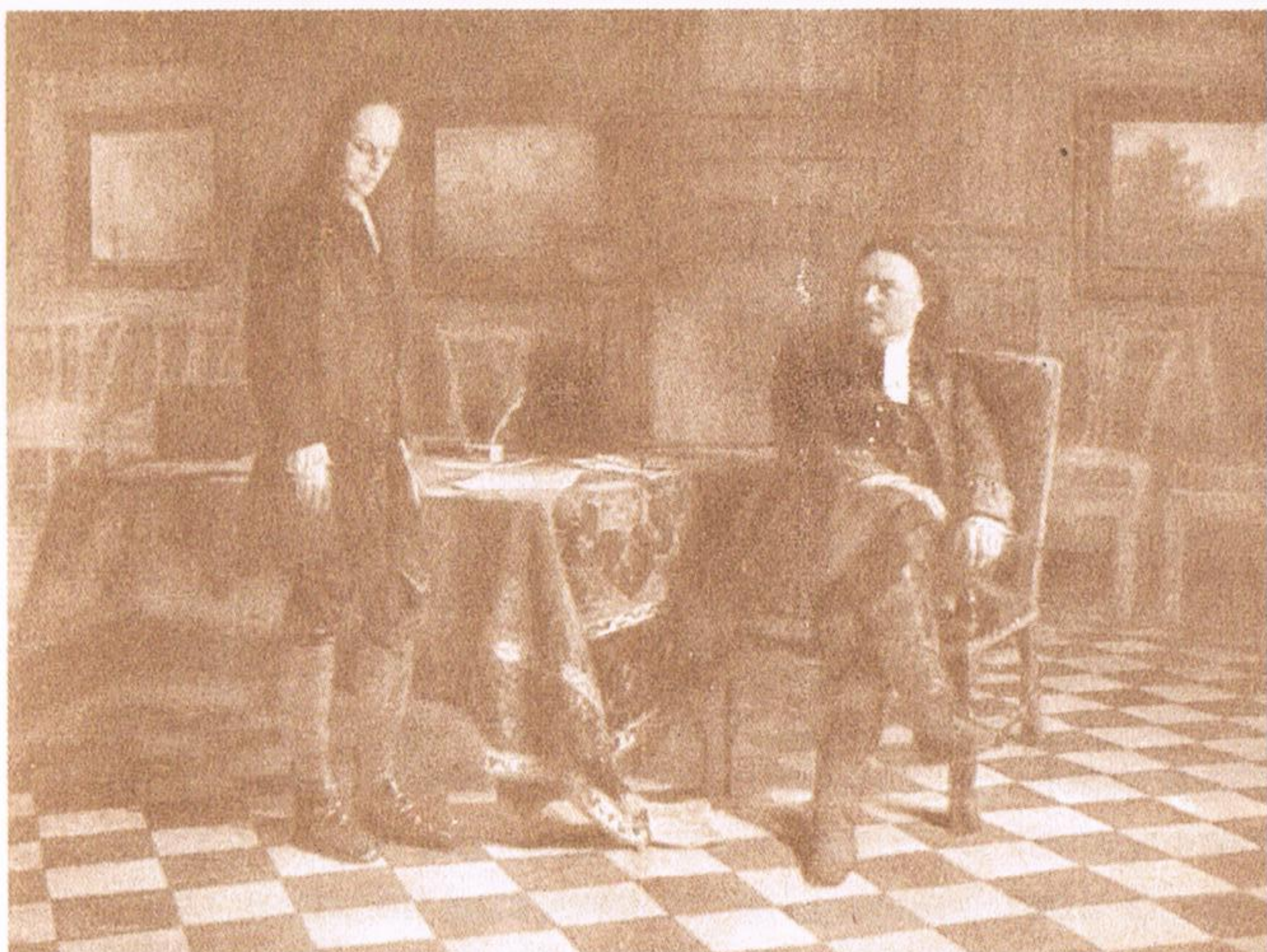


Рис. 118

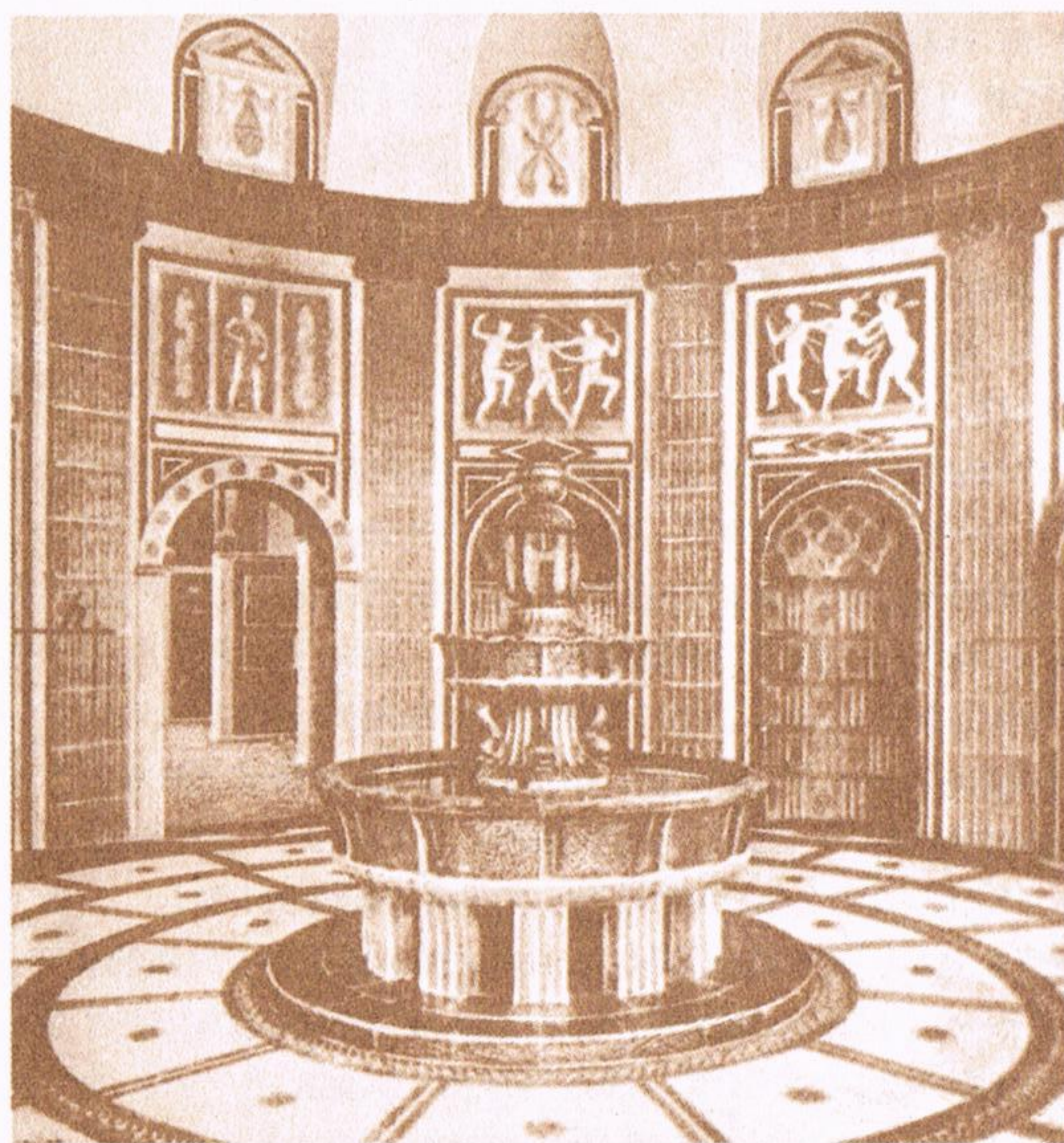


Рис. 119

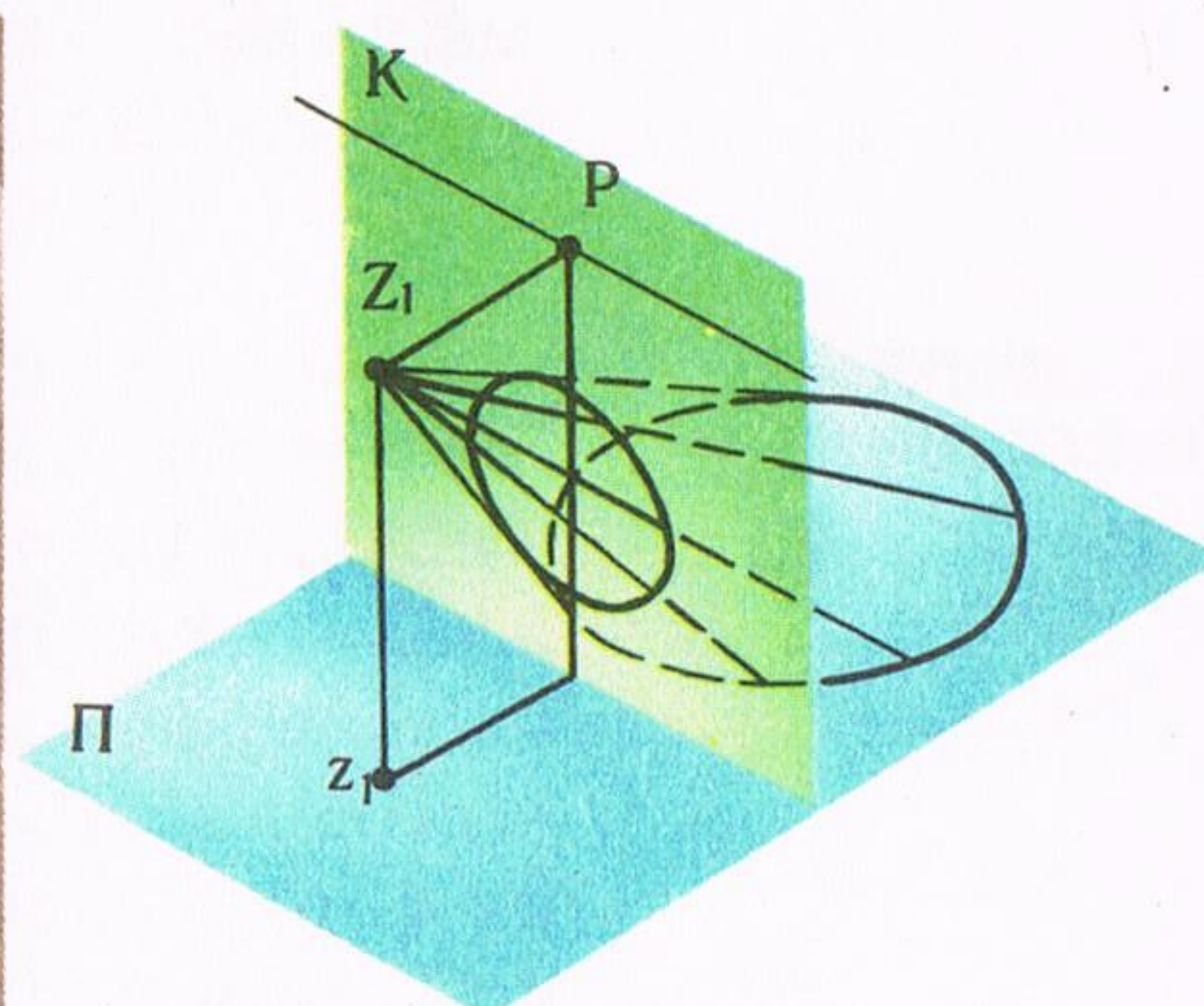
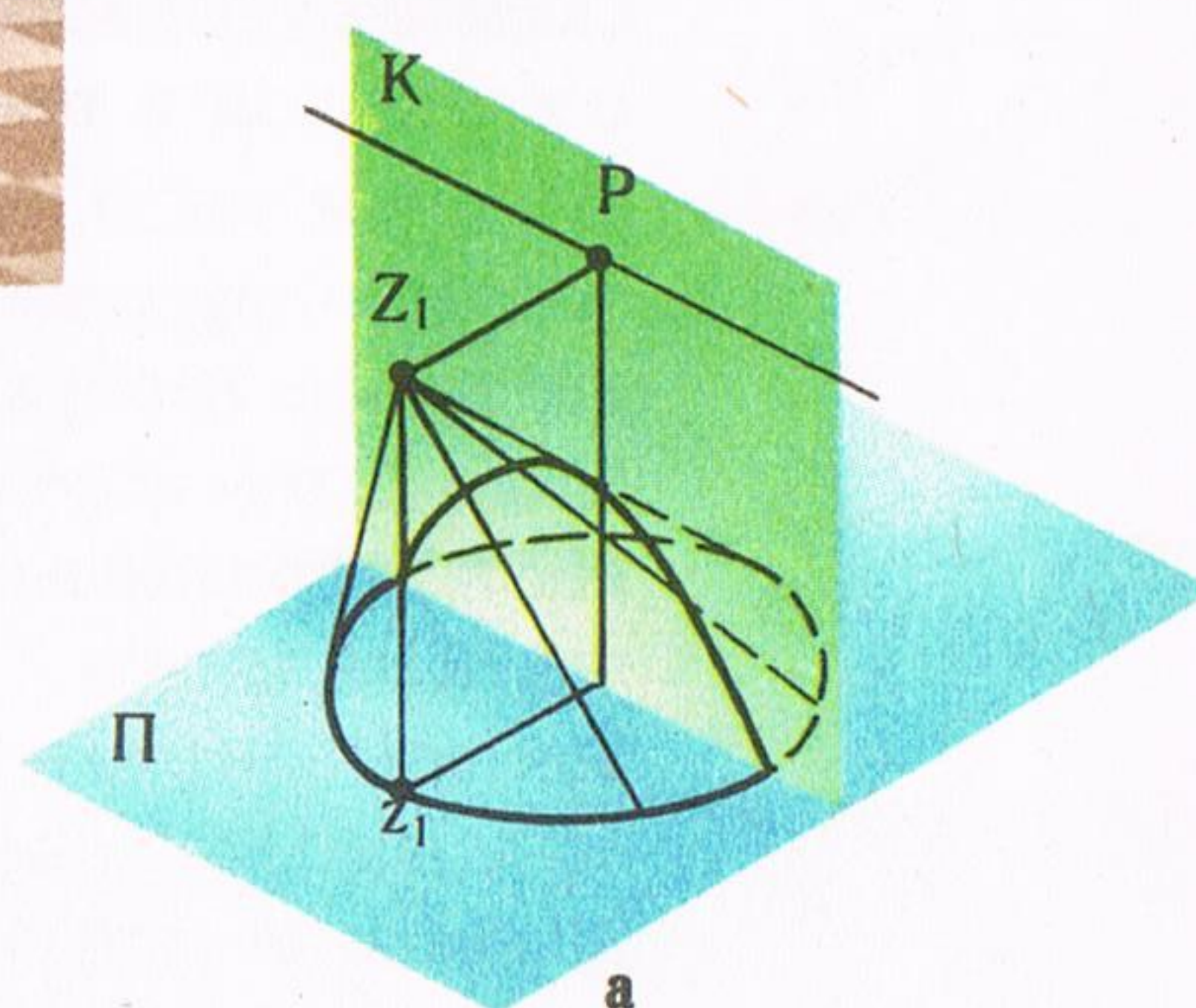
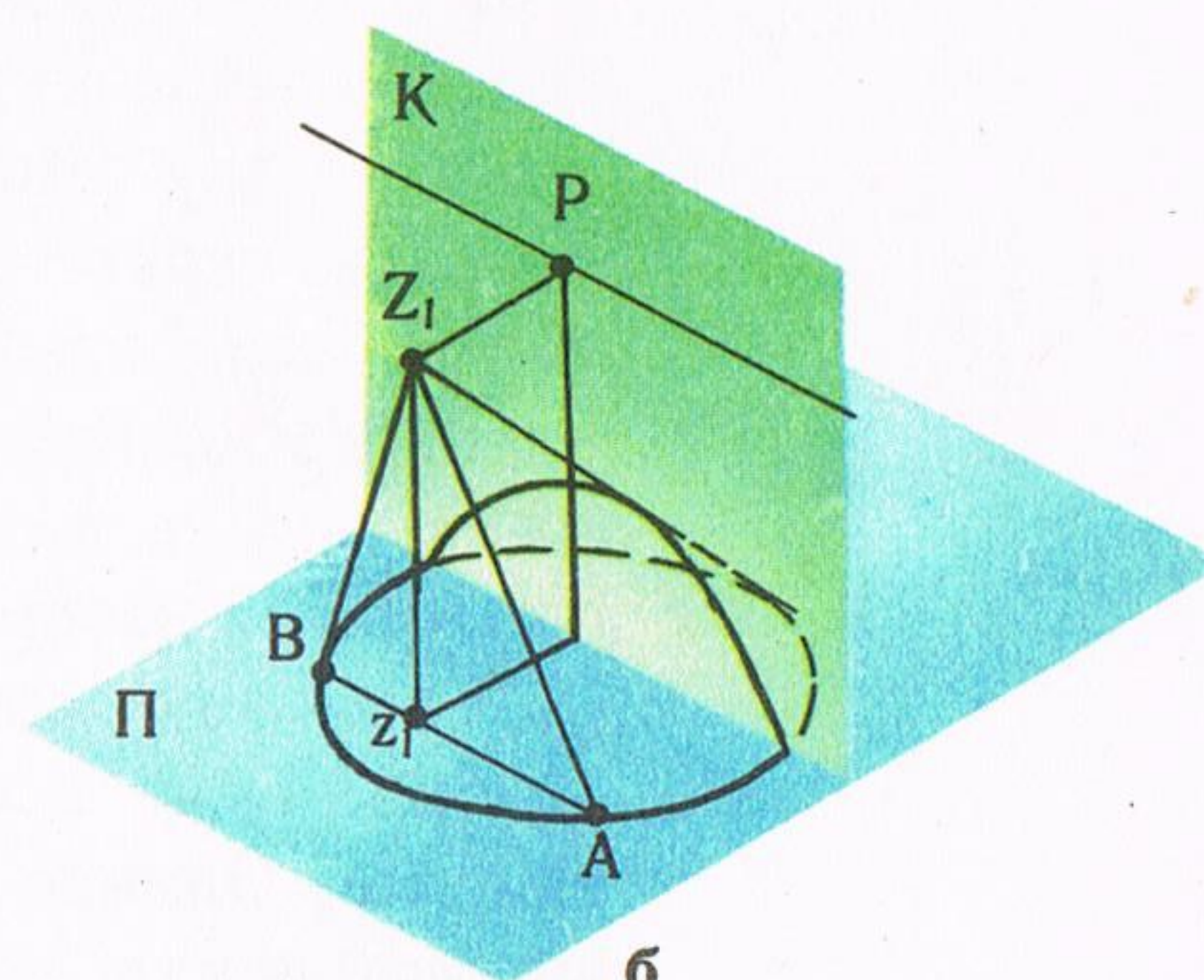


Рис. 120



а



б

Рис. 121

ГЛАВА VI. ИЗОБРАЖЕНИЕ ОКРУЖНОСТИ В ПЕРСПЕКТИВЕ

§28. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Окружность как плоская замкнутая циркулярная кривая и круг в плоскости определяют форму многих окружающих нас предметов. Поэтому умение построить перспективу окружности дает возможность художнику правильно изображать предметы с цилиндрическими, коническими, сферическими и иными формами тел вращения: круглый стол, колесо, ведро, бочку, вазу и др. (рис. 119).

Изображение окружности в перспективе может быть различным. Это зависит от ее положения относительно точки зрения и картины. Так, если окружность лежит в плоскости горизонта, на картине она изобразится отрезком, совпадающим с линией горизонта. Если окружность параллельна картине, ее изображением будет окружность с соответствующим сокращением радиуса. При всех других положениях окружности она может изобразиться эллипсом, параболой, гиперболой.

Рассмотрим эти случаи. Лучи, идущие к множеству точек изображаемой окружности, в совокупности образуют коническую поверхность с вершиной в точке зрения Z_1 (рис. 120). Эллипсом окружность изображается тогда, когда все образующие конической поверхности (лучи зрения) пересекаются с картиной. Это бывает, если рисующий находится вне изображаемой окружности. Параболой окружность изображается в том случае, когда картина, пересекающая коническую поверхность, параллельна одной из образующих (рис. 121, а). Такой образующей является Z_1z_1 . При этом рисующий находится на линии изображаемой окружности. Изображением окружности будет гипербола, если картина, пересекающая коническую поверхность, параллельна двум ее образующим (рис. 121, б). Такими образующими являются лучи зрения Z_1A и Z_1B . В этом случае рисующий находится внутри изображаемой окружности.

Все эти кривые могут встречаться при изображении, например, цирковой арены и сидений для зрителей. Если рисующий находится во втором ряду с точкой зрения на высоте третьего ряда, то окружность арены и первого ряда изобразятся эллипсами; окружность второго ряда — параболой; окружность третьего ряда лежит в плоскости горизонта и изображается отрезком прямой, совпадающей с линией горизонта; окружности четвертого и последующих рядов — гиперболами. На рис. 122 изображена цирковая арена с высоты бельэтажа.

В практической работе над рисунком с натуры и в композиции художник чаще всего встречается с изображением окружности в виде эллипса. Эллипс представляет собой плоскую замкнутую кривую, симметричную относительно двух взаимно перпендикулярных боковой и малой осей эллипса.

Все точки эллипса обладают следующим свойством: сумма расстояний от любой точки эллипса до двух заданных точек F_1 и F_2 , называемых фокусами, есть величина постоянная, равная длине большой оси эллипса: $R_1 + R_2 = AB$ (рис. 123).

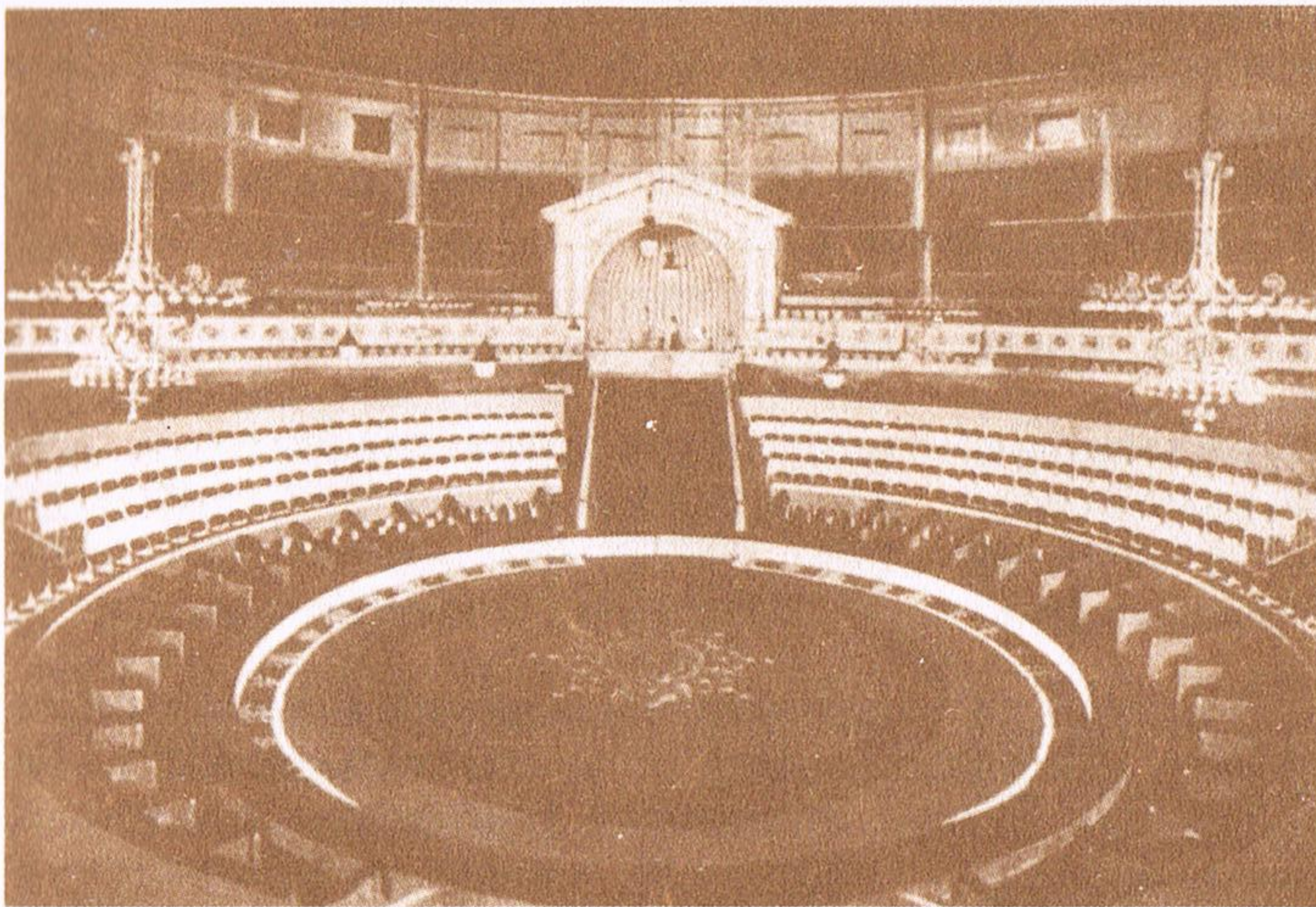


Рис. 122

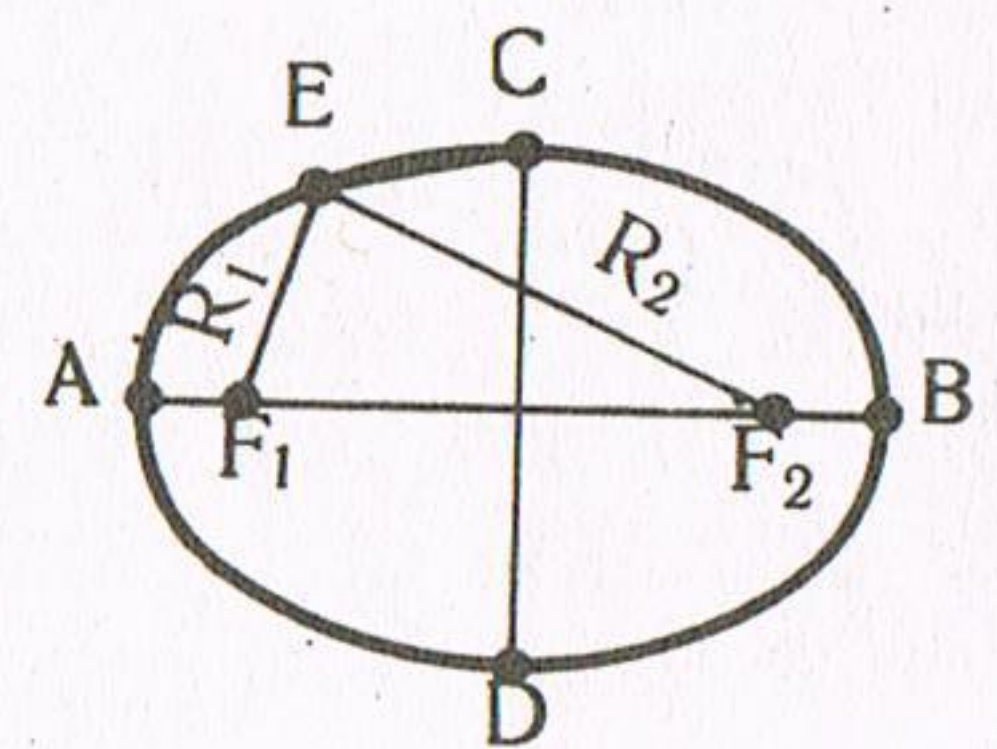


Рис. 123

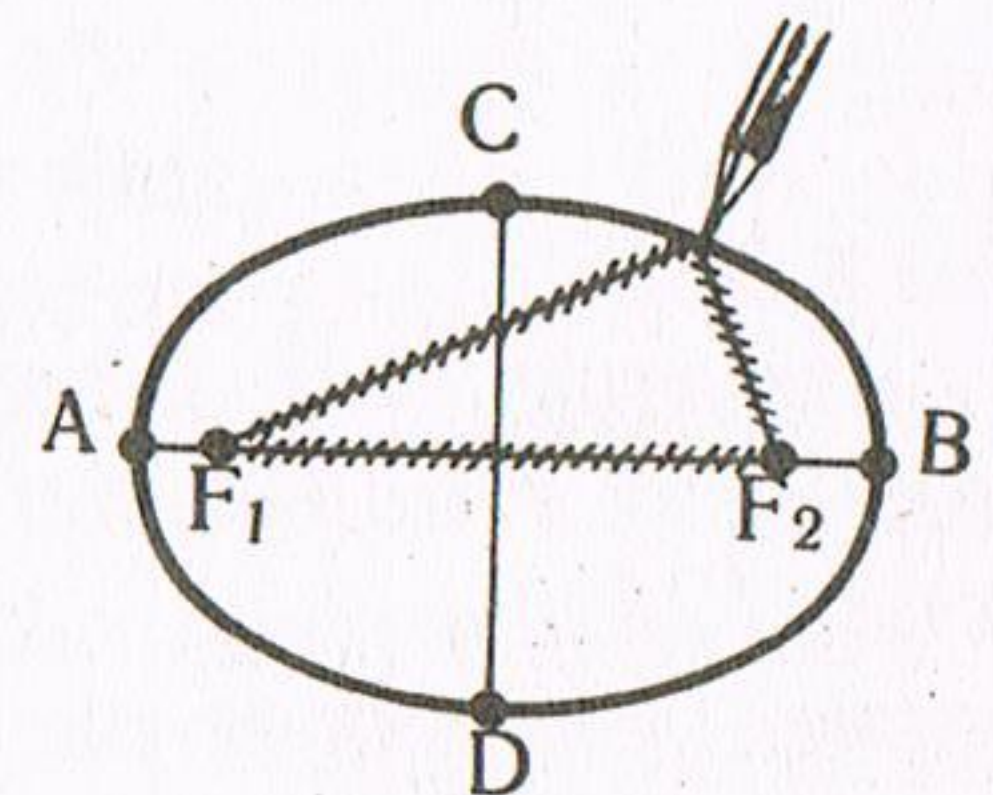


Рис. 124

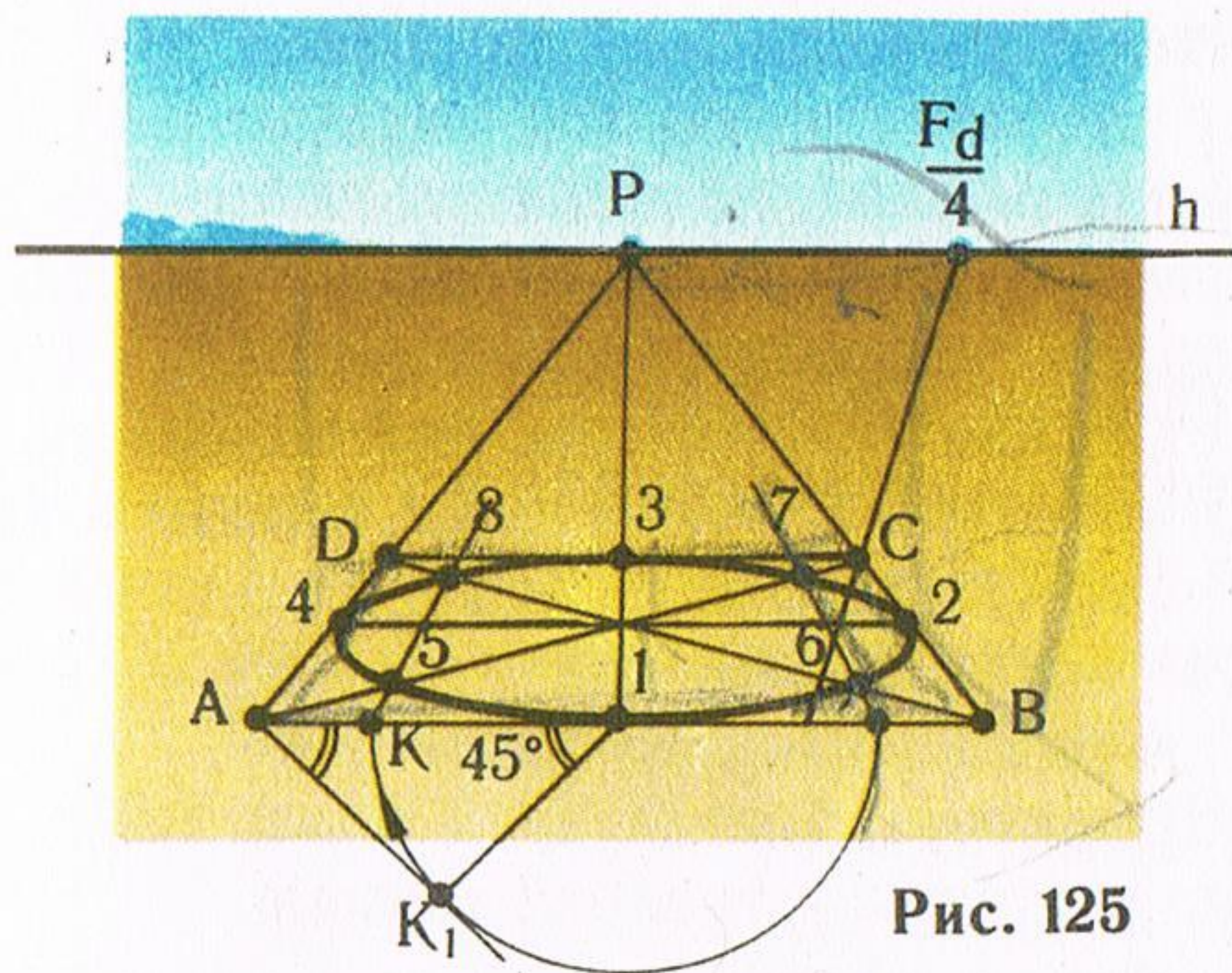


Рис. 125

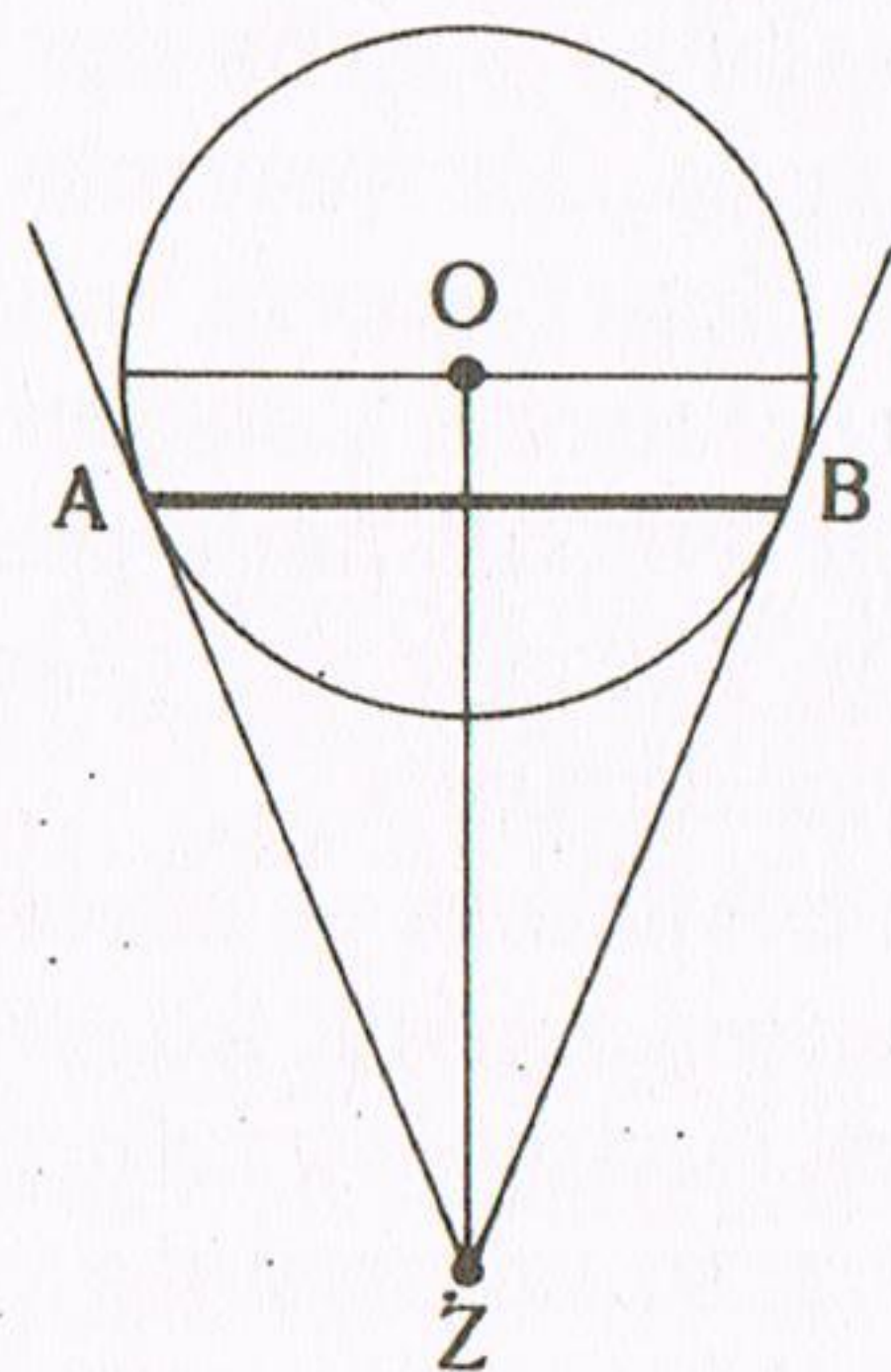


Рис. 126

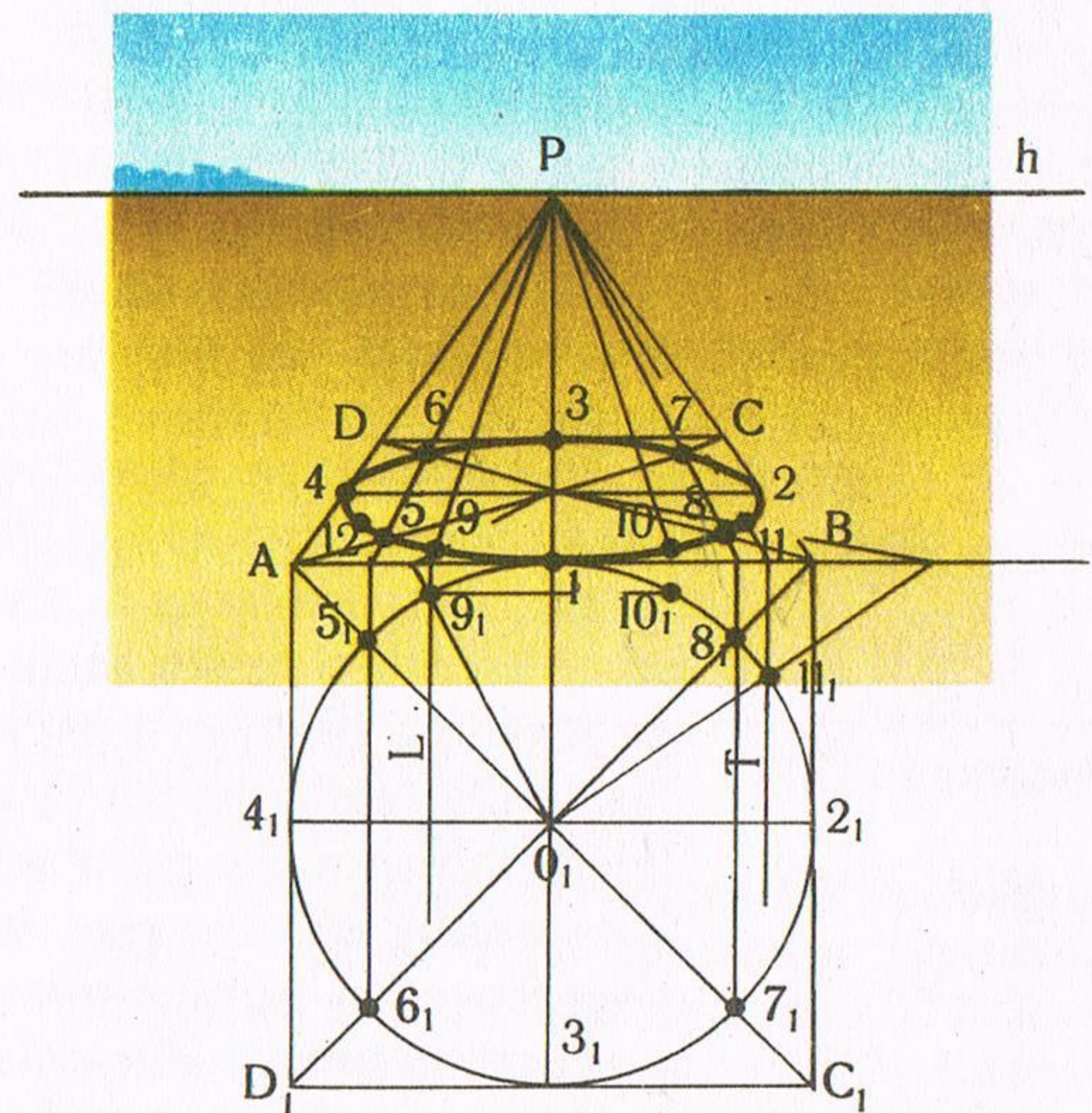


Рис. 127

§29. СПОСОБЫ ПОСТРОЕНИЯ ЭЛЛИПСА КАК ПЕРСПЕКТИВЫ ОКРУЖНОСТИ

ПРИМЕР 29.1.

Дана большая AB и малая CD оси эллипса (рис. 124). Построить эллипс.

Решение. Из точки C (или D) сделаем засечки на большой оси радиусом, равным половине большой оси. Получим положение фокусов и фокусное расстояние F_1F_2 . Закре-

Эллипс как лекальная кривая строится по точкам. Существует несколько способов его построения. Мы рассмотрим четыре из них.

Построение эллипса по большой оси и фокусному расстоянию с помощью шнура или нитки основано на свойстве точек эллипса: сумма расстояний от любой точки эллипса до фокусов есть величина постоянная, равная большой оси.

пим в фокусах кнопки или гвоздики, и накинув на них шнур, завяжем его так, чтобы в натянутом положении его длина была равна большой оси. Сохраняя шнур в натянутом положении, карандашом вычертим интересующий нас эллипс.

Построение эллипса по восьми точкам с помощью описанного квадрата. Строится перспектива квадрата со стороной, равной диаметру изображаемой окружности. В квадрат и вписывается эллипс по восьми найденным точкам.

ПРИМЕР 29.2.

По диаметру AB построить перспективу окружности с помощью описанного квадрата (рис. 125).

Решение. Построим перспективу квадрата по стороне AB с помощью дробной точки

отдаления $\frac{F_d}{4}$ (см. § 23). Проведем в нем средние линии. Точки 1, 2, 3, 4 принадлежат и окружности, вписанной в квадрат. Определим точки 5, 6, 7, 8, принадлежащие окружности и диагоналям квадрата. Для этого достаточно разделить полудиagonalю квадрата в отношении 3 : 7 и, найдя одну точку, проведением через нее вспомогательных парал-

лельных и перпендикулярных картине прямых найти остальные.

Чтобы разделить в отношении 3 : 7 половину стороны квадрата, параллельную картине, проведем из ее концов прямые под углом 45° до взаимного пересечения. Длина каждого полученного отрезка $IK_1 = IK$ и будет равна 0,7 стороны полуквадрата. Проведя из точки K прямую KP , в пересечении с диагональю AC получим точку 5, а в пересечении с диагональю BD — точку 8. Так же находим и положения точек 6 и 7.

Прорисуем эллипс по восьми найденным в результате построений точкам.

Прорисовывая эллипс, нужно иметь в виду, что он представляет собой плавную замкнутую лекальную кривую. Поэтому каким бы узким он ни был, никогда в изображении не будет иметь острых углов и исполняется с четко видимыми закруглениями. Следует учитывать и то, что при центральном проецировании наибольшим размером изображаемой окружности будет не диаметр, а хорда AB (рис. 126), которая и служит в перспективе большой осью эллипса.

Построение перспективы окружности с помощью ее вспомогательного фронтального положения позволяет найти любое количество точек, принадлежащих перспективе окружности. Поэтому изображение окружности может быть очень точным. Для этого на параллельной картине стороне квадрата, описанного вокруг изображения окружности, строят вспомогательный квадрат фронтального положения со вписанной окружностью. Поскольку квадрат и окружность — фигуры симметричные относительно средних линий квадрата, достаточно построить

половину или четверть квадрата с вписанной в него соответствующей частью окружности. Через любую точку окружности фронтального положения проводят две пересекающиеся прямые. Точка пересечения этих прямых, перенесенных на перспективу квадрата, и будет точкой, принадлежащей перспективе окружности.

ПРИМЕР 29.3.

Построить эллипс как перспективу окружности с помощью вспомогательного фронтального ее положения (рис. 127).

Решение. На стороне AB перспективы квадрата $ABCD$ построим квадрат фронтального положения ABC_1D_1 с диагоналями AC_1, BD_1 и впишем в него окружность с центром O_1 .

В квадрате ABC_1D_1 через точки 5_1 и 6_1 , 7_1 и 8_1 на диагоналях квадрата проведем прямые, параллельные AD_1 и BC_1 . Таким образом, точки $5_1, 6_1, 7_1, 8_1$ станут точками пересечения двух прямых. В квадрате $ABCD$ прямые 5_16_1 и 7_18_1 проведем в главную точку картины P . В пересечении с диагоналями получим точки $5, 6, 7$ и 8 (раньше их находили делением полудиagonали в отношении $3:7$).

Чтобы найти перспективу любой интере-

сующей нас точки, например 9_1 , проведем через нее две пересекающиеся прямые: O_19_1 и L , параллельную AD_1 . Проведя эти прямые в квадрате $ABCD$, в их пересечении получим точку 9 , принадлежащую перспективе окружности. Из построения видно, как получают симметричную ей точку 10 .

Чтобы найти перспективу точки 11_1 , через нее также нужно провести две пересекающиеся прямые, например T и O_111_1 (O_111_1 проводим до встречи с продолжением стороны AB квадрата). Пересечение этих прямых в квадрате $ABCD$ и даст положение точки 11 и симметричную ей точку 12 .

Аналогично находят любую другую точку.

По найденным точкам прорисовывают эллипс.

Построение перспективы окружности по сопряженным диаметрам. Рассмотрим положение любой точки окружности относительно прямых, проведенных через концы ее сопряженных диаметров. Для этого через концы диаметров проведем прямые BC и AC (рис. 128). Проведем произвольную прямую EG параллельно CD . Прямая EG пересечет BC и AC в точках E и G . Проведем прямые BE и AG . Точка K пересечения этих прямых и будет точкой, принадлежащей окружности, поскольку угол AKB прямой, так как в треугольнике ABE точка K является точкой пересечения его высоты AK с основанием BE .

Применим эту геометрическую закономерность к построению перспективы окружности.

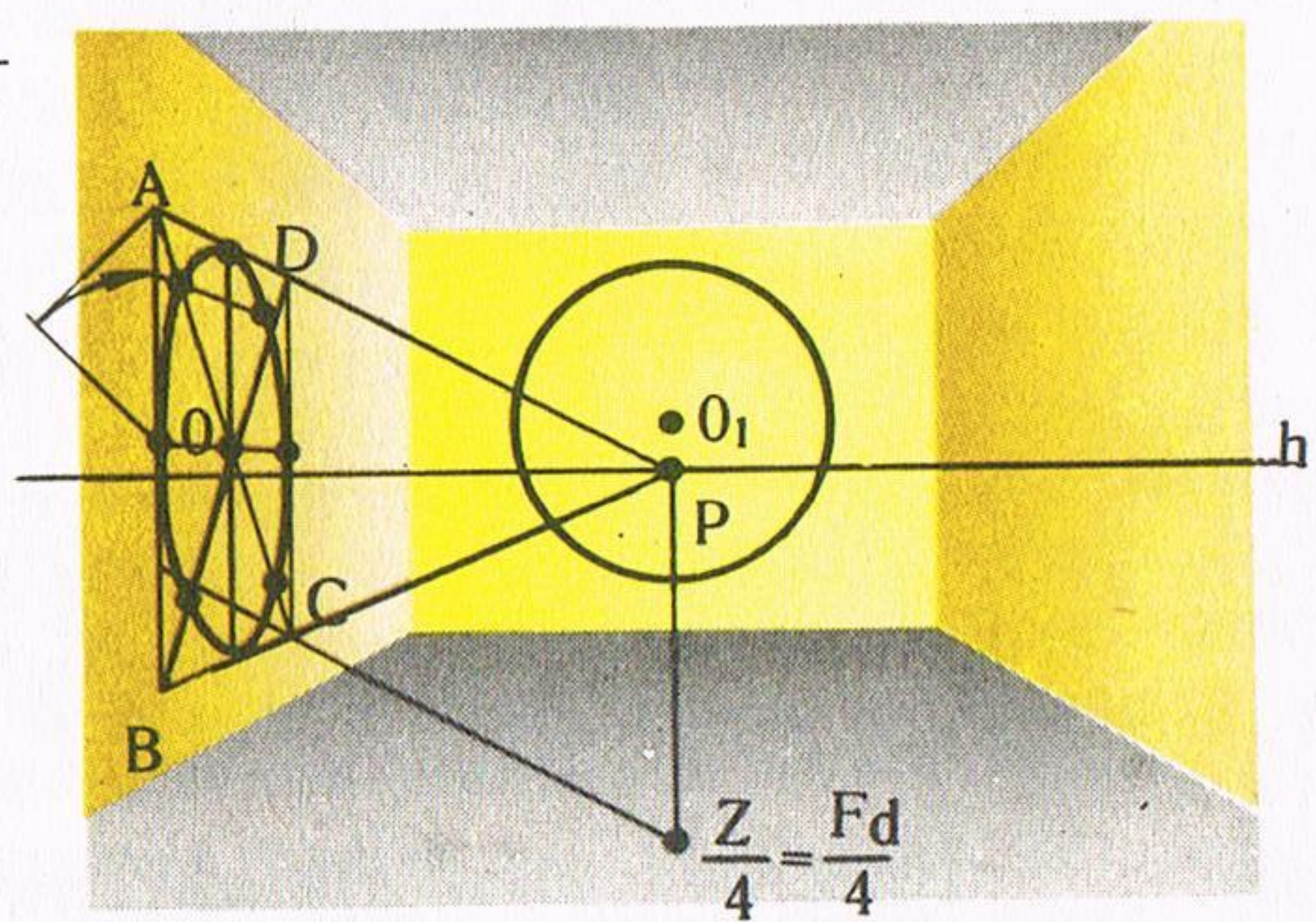
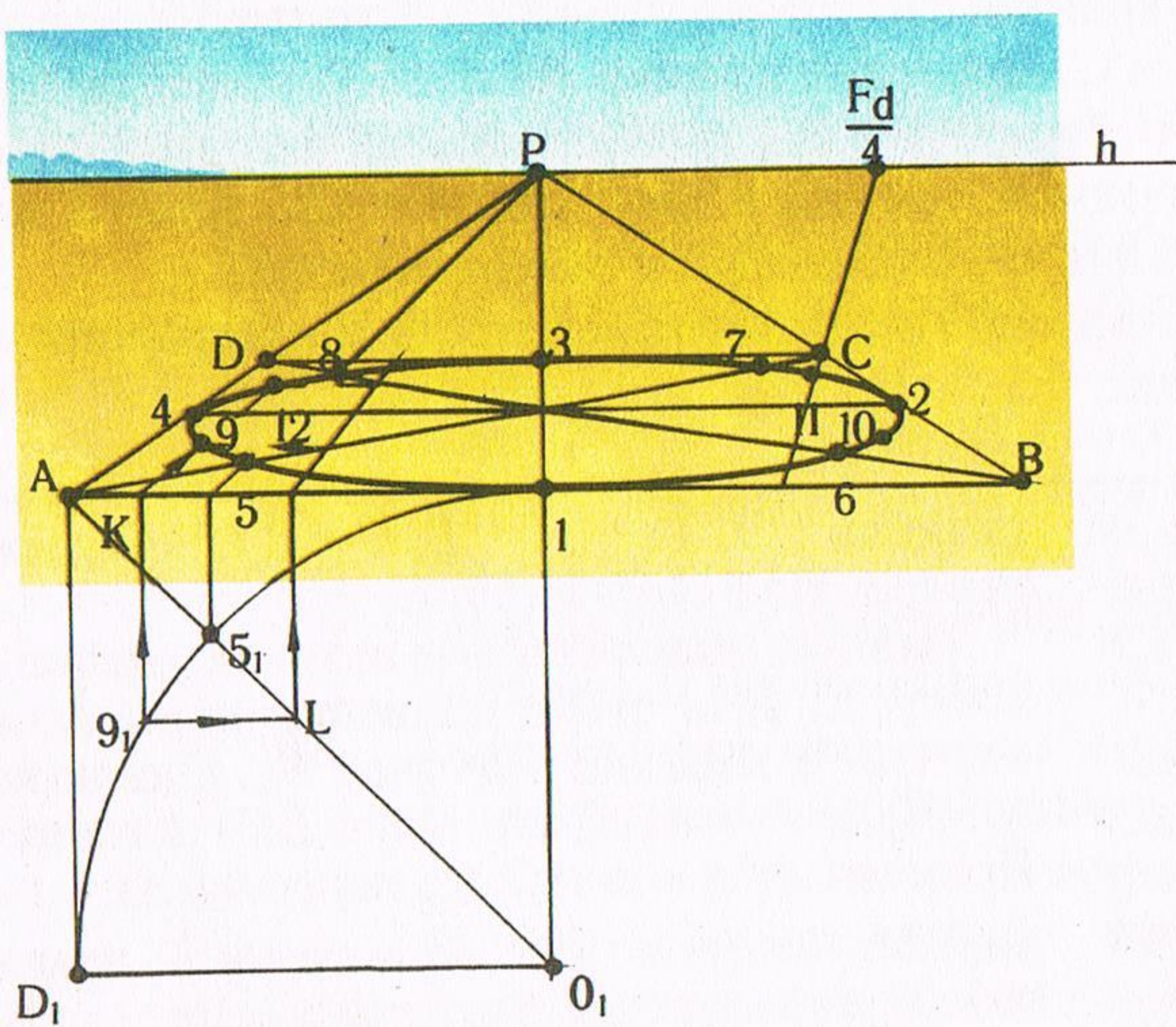
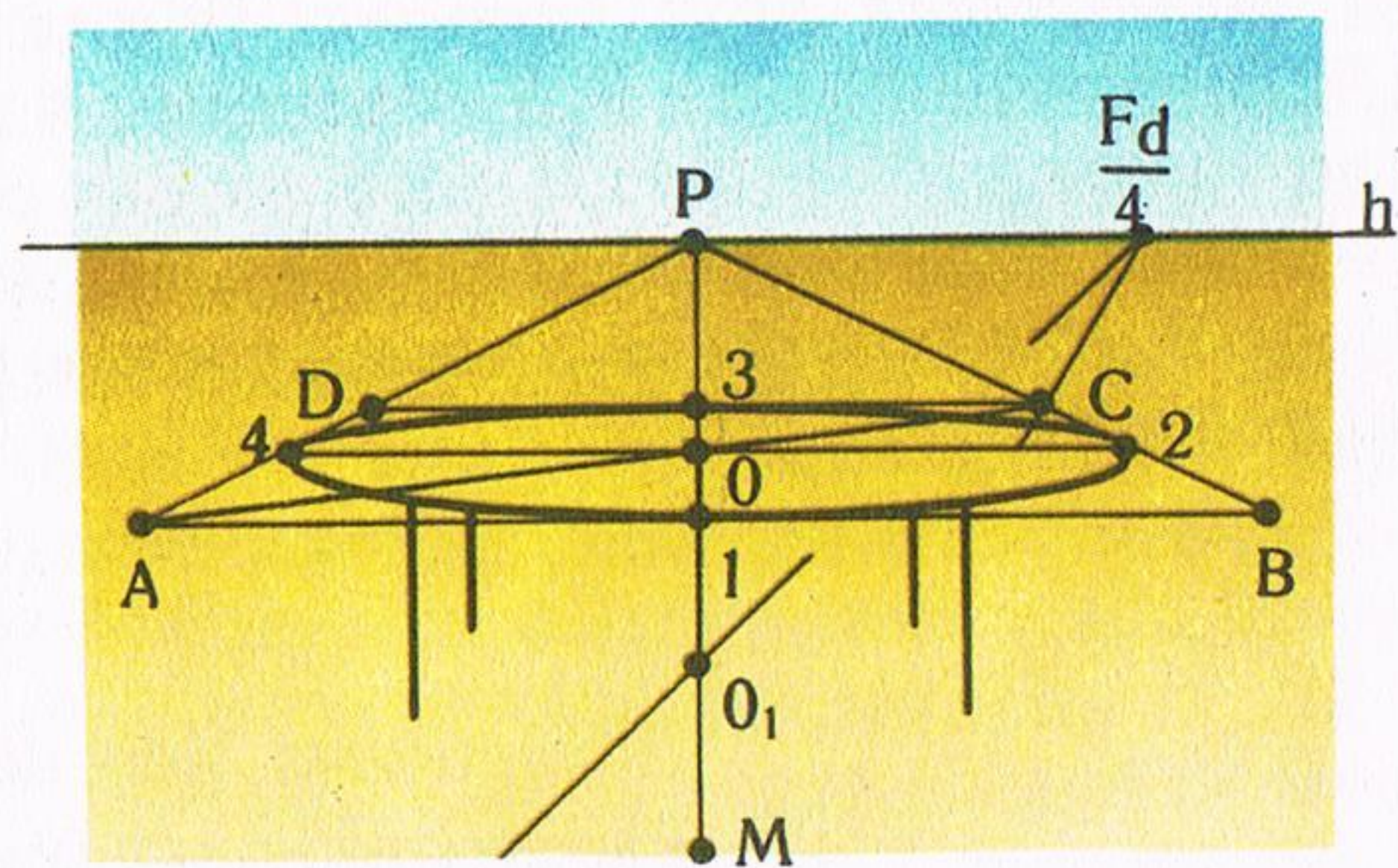
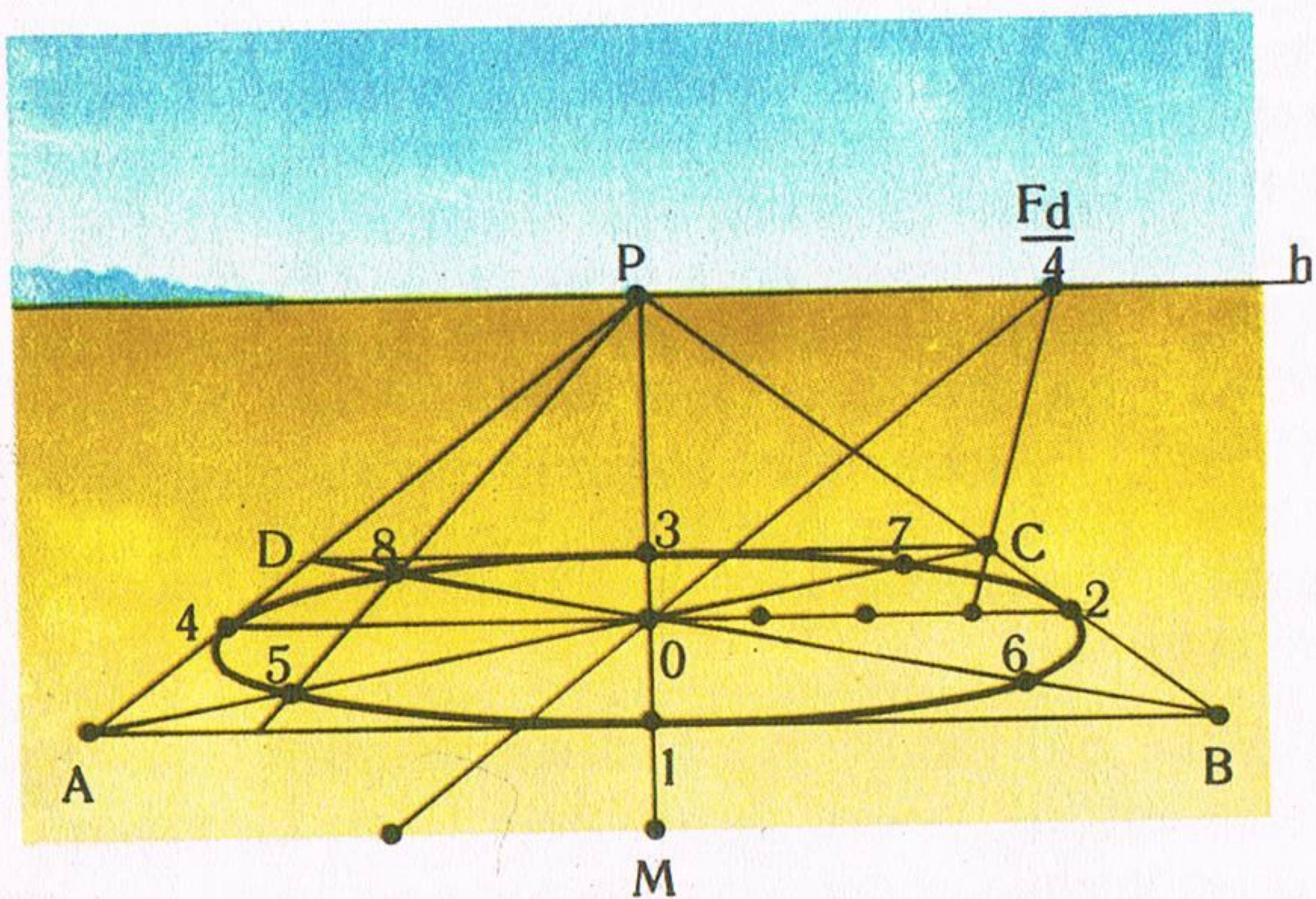
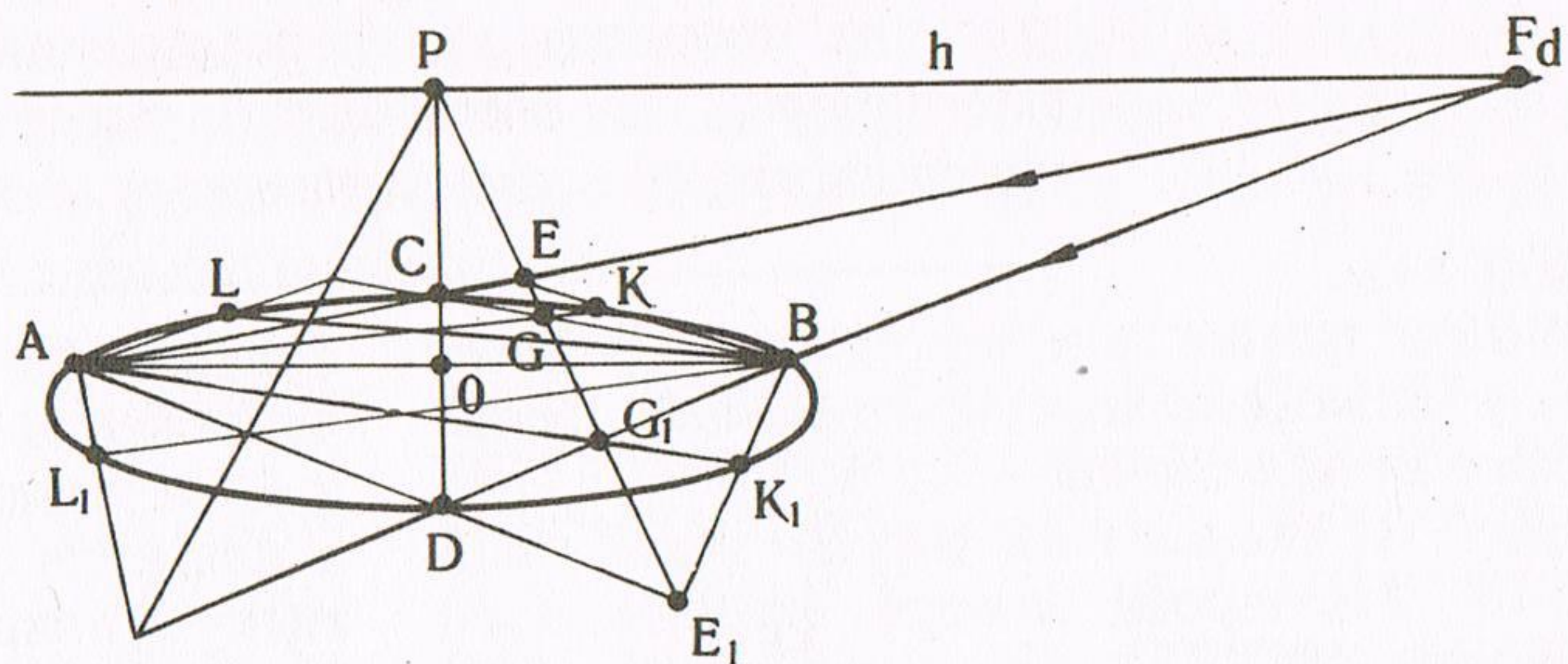
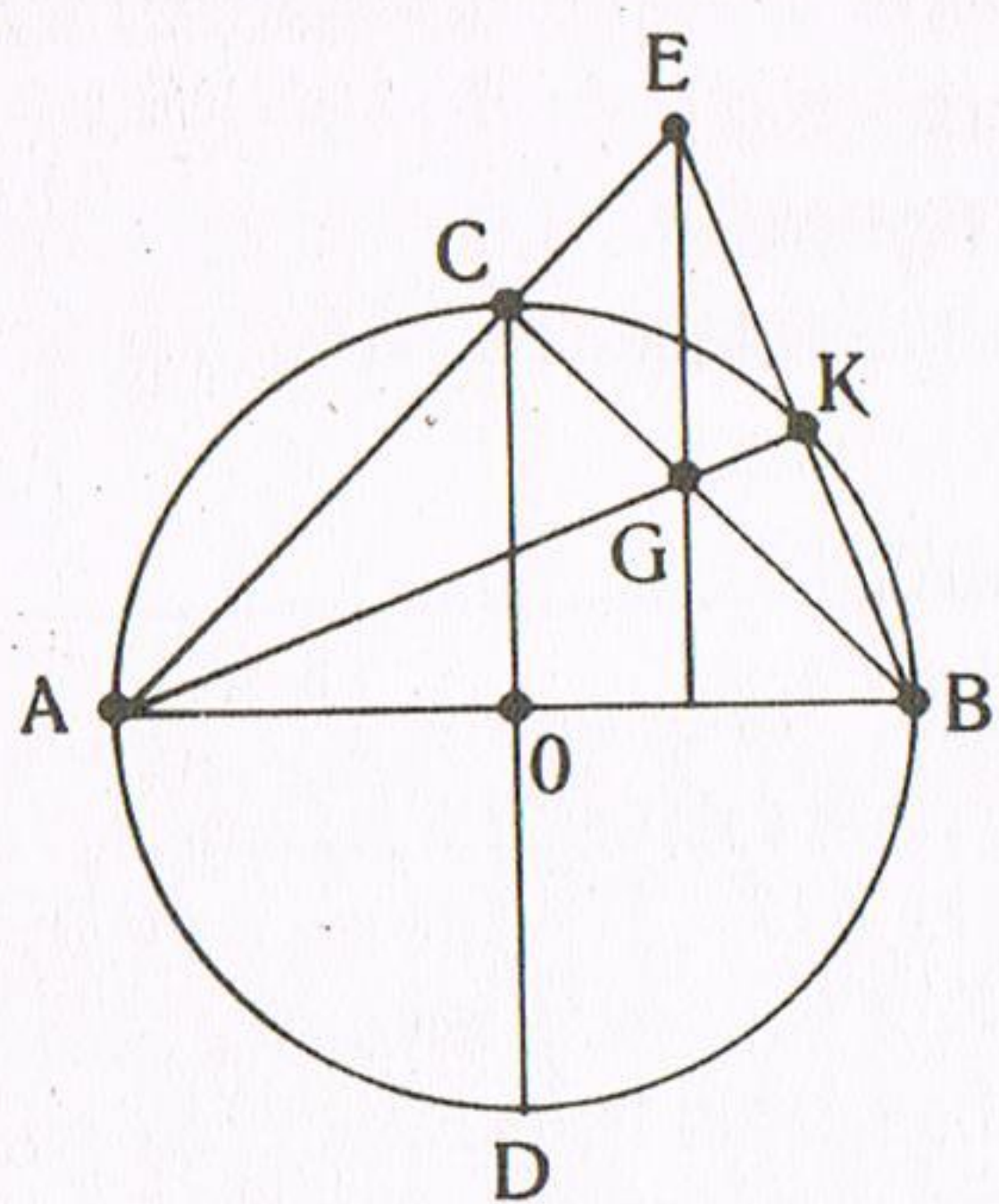
ПРИМЕР 29.4.

По диаметру AB окружности построить ее перспективу на предметной плоскости, считая зрительное расстояние d равным $2R$ (рис. 129).

Решение. На горизонтальной прямой, параллельной картине, отложим большую ось AB эллипса с серединой в точке O . Через точку O проведем перпендикулярно к картине прямую OP , а из точки отдаления F_d — прямые F_dA и F_dB . В пересечении их с прямой OP получим точки C, D и сопряженный с AB

диаметр CD . Точки A, B, C и D принадлежат перспективе окружности.

Найдем дополнительные точки, например точку K . Для этого проведем перпендикулярную к картине прямую PE_1 . Она пересечет F_dA в точке E , а прямую BC — в точке G . Проведя прямую AG до пересечения с прямой BE , получим искомую точку K , принадлежащую эллипсу. В пересечении прямых BE_1 и AG_1 найдем точку K_1 . Так же находим точки L и L_1 . По точкам прорисуем эллипс.



Способ построения перспективы окружности по сопряженным диаметрам на горизонтальной плоскости, как видим, требует большого количества графических операций и потому не застрахован от неточностей. Поэтому целесообразнее применять его для нахождения дополнительных точек при построении перспектив окружностей на вертикальных плоскостях, например перспектив полуциркульных арок (см. рис. 134).

Рассмотрим применение изложенных способов к решению практических задач.

§30. ПЕРСПЕКТИВА ОКРУЖНОСТИ, РАСПОЛОЖЕННОЙ НА ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ

Перспективу окружности, расположенной в горизонтальной плоскости, можно строить любым из рассмотренных способов. Однако наиболее удобны и достаточно точны два из них: по восьми точкам с помощью описанного квадрата и по перспективе n точек, найденных с помощью вспомогательной окружности фронтального положения.

ПРИМЕР 30.1.

Построить на предметной плоскости перспективу окружности диаметром 4 м, центр которой удален от картины на 3 м, при высоте горизонта 1,5 м и зрительном расстоянии d (рис. 130).

Решение. Применим способ восьми точек.

Найдем положение центра перспективы окружности, удаленного от картины на 3 м. Для этого на перпендикулярной к картине прямой MP отложим размер MO с помощью дробной точки отдаления $\frac{F_d}{4}$ (см. § 15).

Точка O и является центром изображаемой окружности.

Построим перспективу описанного квадрата с центром в точке O . Для этого через

ПРИМЕР 30.2.

Построить перспективу круглого стола диаметром 3 м и высотой 0,75 м. Центр стола удален от картины на 2 м. Высота горизонта 1,5 м и зрительное расстояние d (рис. 131).

Решение. Найдем положение проекции центра перспективы окружности на предметную плоскость — точку O_1 , удаленную от картины на 2 м (см. пример 30.1). Отложив от точки O_1 высоту 0,75 м, получим центр окружности — точку O .

точку O проведем прямую, параллельную картине, и отложим на ней отрезок $2-4$, равный диаметру окружности 4 м в масштабе $OP = 1,5$ м. Из точек 2 и 4 проведем направления боковых сторон квадрата в точку P и на прямой $2P$ от точки 2 с помощью дробной точки $\frac{F_d}{4}$ отложим отрезок $2C$, в натуре равный $0-2$ (см. § 23). Проведя из точки C прямые CO и CD до пересечения с прямой $4P$, получим точки A , D и перспективу квадрата $ABCD$. Затем способом восьми точек (см. рис. 125) найдем точки 5, 6, 7 и 8 на диагоналях.

Прорисуем эллипс по восьми найденным построениями точкам.

Построим перспективу описанного квадрата со стороной 3 м. Для этого через точку O проведем параллельную картине горизонтальную прямую и отложим на ней отрезок $2-4$, равный 3 м в масштабе $O_1P = 1,5$ м.

С помощью дробной точки $\frac{F_d}{4}$ построим перспективу описанного квадрата $ABCD$. По восьми найденным точкам прорисуем эллипс.

Форма кривой, изображающей окружность, которая расположена в горизонтальной плоскости на разных высотах относительно плоскости горизонта, различна. Так, если плоскость, в которой лежит изобра-

жаемая окружность, совпадает с плоскостью горизонта, то окружность изображается отрезком, совпадающим с линией горизонта. По мере удаления горизонтальной плоскости от плоскости горизонта малая ось эллипса все больше приближается к размеру большой оси, а форма эллипса — к окружности. Из этого следует, что изображение предмета с горизонтальной окружностью в основании (ведро, бочка, ваза и пр.) тем больше приближается к окружности, чем дальше она отстоит от линии горизонта.

ПРИМЕР 30.3.

Построить на предметной плоскости перспективу окружности диаметром 6 м при зрительном расстоянии $2R$ и высоте горизонта 2 м (рис. 132).

Решение. Применим способ вспомогательной окружности фронтального положения.

Построим перспективу квадрата $ABCD$ со стороной 6 м. На стороне AB построим четверть квадрата AD_1O_1I во фронтальном положении и впишем в него дугу окружно-

сти с центром O_1 . Проведем через точку 5_1 прямую параллельно AD_1 . Проведя ее в перспективе ($5P$), получим на диагоналях точки 5, 8 и симметричные им точки 6 и 7. Чтобы найти перспективу любой точки, например 9_1 , проведем через нее две вспомогательные прямые $9_1K \parallel AD_1$ и $9_1L \parallel AB$. Построив перспективы этих прямых, получим точки 9, 12 и симметричные им точки 10 и 11.

По найденным точкам прорисуем эллипс.

§31. ПЕРСПЕКТИВА ОКРУЖНОСТИ, РАСПОЛОЖЕННОЙ НА ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ

Перспективу окружности, расположенной на вертикальной плоскости, можно строить любым из рассмотренных ранее способов построения перспективы окружности, лежащей в горизонтальной плоскости.

ПРИМЕР 31.1.

На вертикальной плоскости, перпендикулярной к картине, построить перспективу окружности диаметром 2 м. Высота горизонта 1,25 м, зрительное расстояние d (рис. 133).

Решение. Применим способ восьми точек.

Построим с помощью точки $\frac{Z}{4}$ перспек-

тиву квадрата $ABCD$ со стороной, равной диаметру окружности 2 м. Проведем в квадрате диагонали и средние линии и найдем точки, принадлежащие окружности.

По найденным в результате построений восьми точкам прорисуем эллипс.

На рис. 133 изображена перспектива окружности с центром O_1 , расположенной на плоскости, параллельной картине. Как видим, изображение представляет собой окружность с радиусом, соответствующим удалению от картины.

ПРИМЕР 31.2.

На вертикальной плоскости стены, расположенной под острым углом к картине, построить перспективу наружного контура полуциркулярной арки по форме и размерам чертежа (рис. 134, а) при высоте горизонта 2 м и зрительном расстоянии d .

Решение. Построим перспективу ширины арки 4 м с помощью измерительной точки f_1 (рис. 134, б).

Отложив высоту пят арки 3 м, получим

перспективу диаметра AB полуциркулярной кривой. Проведя диагонали BM и AN , найдем положение сопряженного диаметра, половину которого OC отложим в масштабе высоты для точки O_1 .

Точки A , B , C принадлежат очертанию кривой арки. По сопряженным диаметрам найдем дополнительные точки K и L . Точка K найдена в пересечении AG с BE , а точка L — в пересечении BG_1 с AE_1 (см. § 29).

По найденным точкам прорисуем половину эллипса.

ПРИМЕР 31.3.

Построить перспективу наружного контура стрельчатой арки по форме и размерам чертежа (рис. 135, а) при высоте горизонта 1,75 м и зрительном расстоянии d .

Решение. Применим способ построения перспективы окружности с помощью ее вспомогательного фронтального положения.

Построим контур арки во фронтальном положении и опишем вокруг циркульных кривых прямоугольник AB_1C_1D (рис. 135, б). На вертикальной плоскости, расположенной под углом к картине, найдем перспективу ширины арки 3 м с помощью измерительной точки f_1 (см. § 17). Построим перспективу прямоугольника $ABCD$, равного в натуре прямоугольнику AB_1C_1D . Точ-

Таким образом, построим полуциркульную арку под углом к картине.

ки ABE принадлежат кривой арки. Чтобы найти дополнительные точки, в прямоугольнике AB_1C_1D из центра O_1 проведем прямую O_1H_1 через любую точку кривой, например через 3_1 , до пересечения с B_1C_1 . Проведя через точку 3_1 горизонтальную прямую, определим ее положение как положение точки пересечения двух прямых — 3_14_1 и O_1H_1 . Построив перспективу этих пересекающихся прямых в прямоугольнике $ABCD$, получим точку 3 и симметричную ей точку 4.

Построение перспектив других точек аналогично.

Соединив найденные построениями точки, получим очертание стрельчатой арки.

§ 32. ПОСТРОЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВ СООСНЫХ ОКРУЖНОСТЕЙ

В перспективном рисунке приходится прорисовывать параллельные друг другу окружности с одной общей осью. Такие линии могут очерчивать кирпичную и блочную кладки (башня, колонна) или кольцевые стяжки, обручи (бочка, цистерна и др.). От того, как правильно они нарисованы, зависит передача формы и объема предметов, глубины изображаемого пространства. Знание способов построения соосных окружностей дает возможность художнику прорисовывать недостающие и проверять правильность нарисованных. Рассмотрим эти способы.

Построение перспектив соосных окружностей с помощью описанных квадратов основано на том, что на соответствующих расстояниях между параллельными плоскостями строят перспективы квадратов с центрами на общей для них оси, в которые и вписывают эллипсы по восьми точкам.

ПРИМЕР 32.1.

Построить перспективу бензобака вертикального положения диаметром 6 м, высотой 4,5 м с горизонтальными швами на интервалах 1,5 м при высоте горизонта 1,5 м и зрительном расстоянии d (рис. 136).

Решение. В масштабе высоты горизонта 1,5 м отложим габаритные размеры диаметра AB бензобака и высоту оси OO_1 . Отложим от точки O по высоте интервалы 1,5 м и на этих высотах — диаметры швов A_1B_1, A_2B_2, A_3B_3 .

С помощью дробной точки отдаления $\frac{Fd}{4}$

по заданным диаметрам построим перспективы квадратов (чтобы не загружать чертеж, квадраты построены только на нижнем и верхнем диаметрах).

Вписав в квадраты эллипсы и проведя вертикальные касательные к ним, получим изображение бензобака с четырьмя в натуре параллельными швами.

Приведенный способ можно применять для построения перспектив соосных окружностей как с вертикальной, так и с горизонтальной осью.

Построение перспектив параллельных горизонтальных окружностей с помощью перспективного линейного масштаба высот заключается в том, что строится перспектива одной из окружностей, а затем точки ее переносятся по линейному масштабу высот на другие окружности. По найденным точкам на соответствующих высотах и прорисовываются остальные окружности.

ПРИМЕР 32.2.

Построить перспективу силосной башни высотой 4,5 м, диаметром 3 м с горизонтальными швами через 1,5 м при высоте горизонта 1,5 м и зрительном расстоянии d (рис. 137).

Решение. Построим перспективу окружности основания башни диаметром 3 м и перспективный линейный масштаб высот (см. § 16) с делениями по 1,5 м, равными расстояниям между швами. Проведем образующие цилиндра через точки A, B, C, D, E, G .

Перенесем точки основания башни параллельно основанию картины на линию OF и, поднимая их вверх до соответствующих высот линий швов, перенесем параллельно основанию картины на соответствующие образующие. Так, по точке A найдены точки A_1, A_2, A_3 , по точке D — точки D_1, D_2, D_3 и т. д.

По найденным в результате приведенных построений точкам прорисуем видимую часть эллипсов.

Построение перспектив соосных окружностей с помощью вспомогательных секущих плоскостей. Первоначально строят перспективу одной из окружностей заданного диаметра, а затем, проводя вспомогательные секущие плоскости через ось или параллельно ей, на образующих цилиндрической поверхности находят точки, принадлежащие другим окружностям.

ПРИМЕР 32.3.

Построить перспективу цилиндра с двумя кольцевыми стяжками (рис. 138).

Решение. Построим перспективу окружности основания цилиндра диаметром AB .

Из центра O отложим высоту цилиндра OO_1 и, наметив положения центров окружностей кольцевых стяжек, проведем их диаметры A_1B_1, A_2B_2 и диаметр A_3B_3 .

Найдем точки на передней CC_3 и задней DD_3 образующей, которые определяют малую ось эллипсов изображаемых окружностей. Для этого через точки C и B основания проведем вертикальную секущую плоскость. Горизонтальный след этой плоскости пересечет линию горизонта в точке F_d . Прямые, проведенные из F_d через точки B_1, B_2

и B_3 , в пересечении с образующей CC_3 дадут точки C_1, C_2 и C_3 , принадлежащие окружностям. Прямые, проведенные из F_d в точки A_1, A_2 и A_3 , в пересечении с задней образующей DD_3 дадут точки D_1, D_2 и D_3 . При недоступной точке F_d точки малых осей эллипсов можно найти с помощью любой другой вертикальной секущей плоскости например плоскости, проведенной через образующую CC_3 и точки $1, 1_1, 1_2$ и 1_3 на диаметрах. След плоскости пересекает линию горизонта в точке F_1 . Тогда кроме точек образующей CC_3 получим дополнительные точки на образующей EE_3 . Аналогично можно найти необходимое количество точек для прорисовки эллипсов.

ПРИМЕР 32.4.

Построить перспективу цистерны диаметром 3 м, длиной 6 м с двумя обручами на интервалах 2 м, лежащей на предметной плоскости. Высота горизонта 4 м, зрительное расстояние d (рис. 139).

Решение. На высоте 1,5 м от предметной плоскости проведем направление оси OF_1 и

с помощью измерительной точки f_1 отложим на ней от точки O три отрезка по 2 м (см. § 17). Получим точки O_1, O_2 и O_3 — центры окружностей.

Построим перспективу окружности с центром в точке O и возьмем на ней точки A, B, C, D, \dots . Построим перспективы соот-

ветствующих им точек на других окружностях. Для этого, например, через прямую AB и ось проведем горизонтальную секущую плоскость AF_2F_1 . Проведем прямые через центры других окружностей в точку F_2 , на образующих AF_1 и BF_1 найдем точки A_1, B_1, \dots . Для нахождения точек на образующих CF_1 и DF_1 проведем через них и центр

наклонную секущую плоскость CF_3F_1 . Направив через центры окружностей прямые в точку схода F_3 , в пересечении их с образующими CF_1 и DF_1 получим точки C_1, D_1, \dots .

Найдя необходимое количество точек, прорисуем эллипсы обручей и второго основания цистерны.

Отметим, что эллипсы можно построить и с помощью перспектив описанных квадратов с центрами в точках O_1, O_2 и O_3 . Пример перспективы соосных окружностей показан на рис. 140.

§33. ПОСТРОЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВ КОНЦЕНТРИЧЕСКИХ ОКРУЖНОСТЕЙ

Окружности разных диаметров с одним общим центром, лежащие в одной плоскости, называются концентрическими. Они широко применяются при изображении предметов цилиндрической и конической формы (бассейн, постамент, колесо и пр.). Рассмотрим два способа их построения.

Построение перспектив концентрических окружностей с помощью описанных квадратов. Способ состоит в следующем: сначала строят перспективы квадратов с общим центром и направлением диагоналей со сторонами, равными соответствующим диаметрам окружности. Затем в квадраты вписывают эллипсы.

ПРИМЕР 33.1.

Построить на предметной плоскости перспективу двух концентрических окружностей с диаметрами AB и CD при зрительном расстоянии d (рис. 141).

Решение. Построим перспективы квадратов

с общим центром в точке O по диаметрам AB и CD с помощью дробной точки $\frac{F_d}{4}$ (см. §23). По восьми точкам прорисуем эллипсы концентрических окружностей.

ПРИМЕР 33.2.

На вертикальной плоскости, расположенной под углом к картине, построить две концентрические окружности диаметром 150 и 175 см при высоте горизонта 100 см и зрительном расстоянии d (рис. 142).

Решение. Проведем предметный след вертикальной плоскости AF_1 и с помощью изме-

рительной точки f_1 отложим на нем от точки A размеры перспектив диаметров, равных 175 и 150 см. Построим перспективы описанных квадратов.

По восьми точкам прорисуем в них два эллипса заданных концентрических окружностей.

Построение перспектив горизонтальных концентрических окружностей с помощью вспомогательных соосных цилиндрических и конических поверхностей.

ПРИМЕР 33.3.

По перспективе окружности диаметром AB , расположенной в предметной плоскости, построить перспективу концентрической окружности диаметром CD (рис. 143).

Решение. Построим цилиндр диаметром AB

с верхним основанием A_1B_1 на линии горизонта. Опишем вокруг цилиндра соосный с ним круговой конус с диаметром основания CD и вершиной S . Проведем через ось OS секущую вертикальную плоскость с

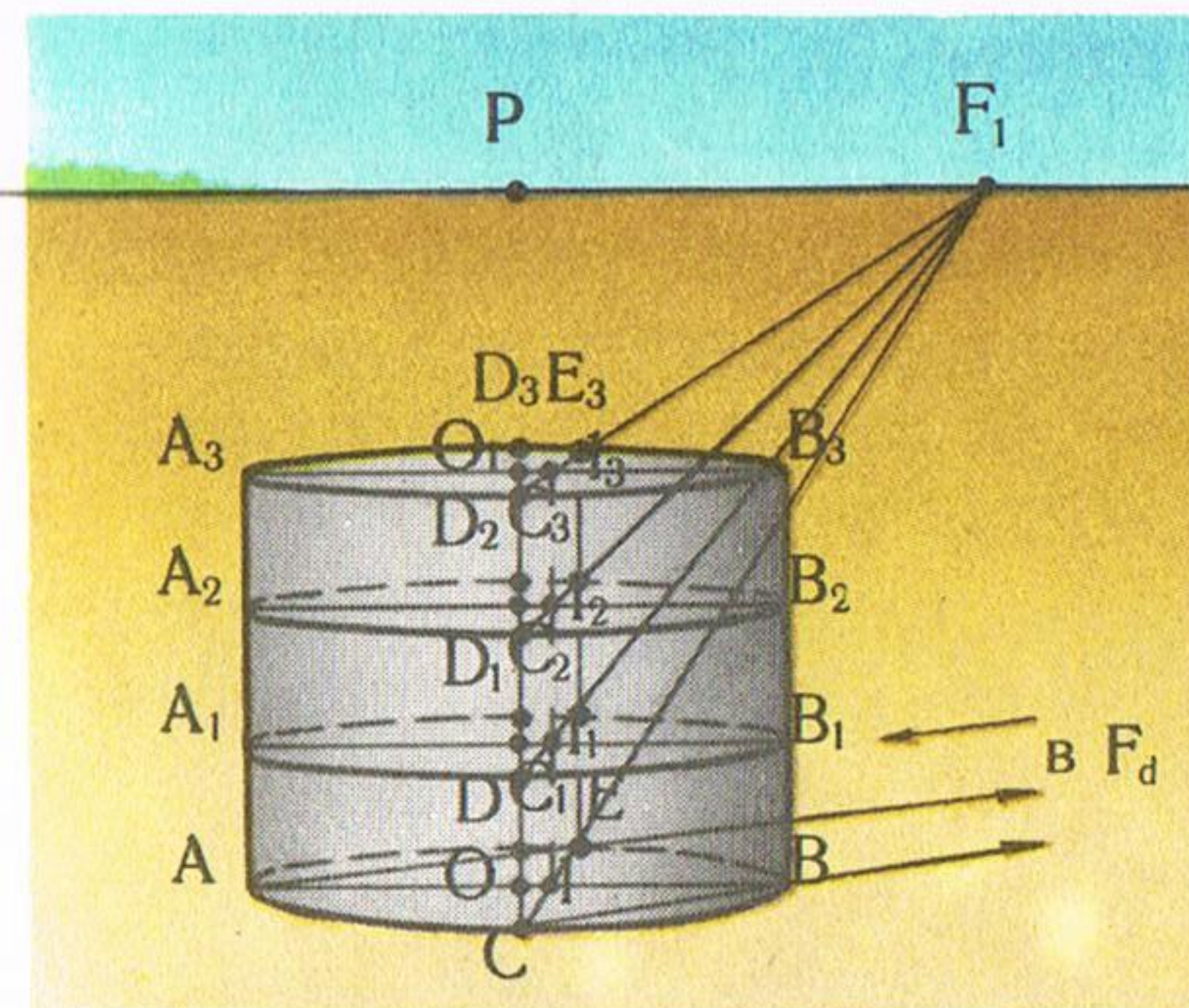


Рис. 138

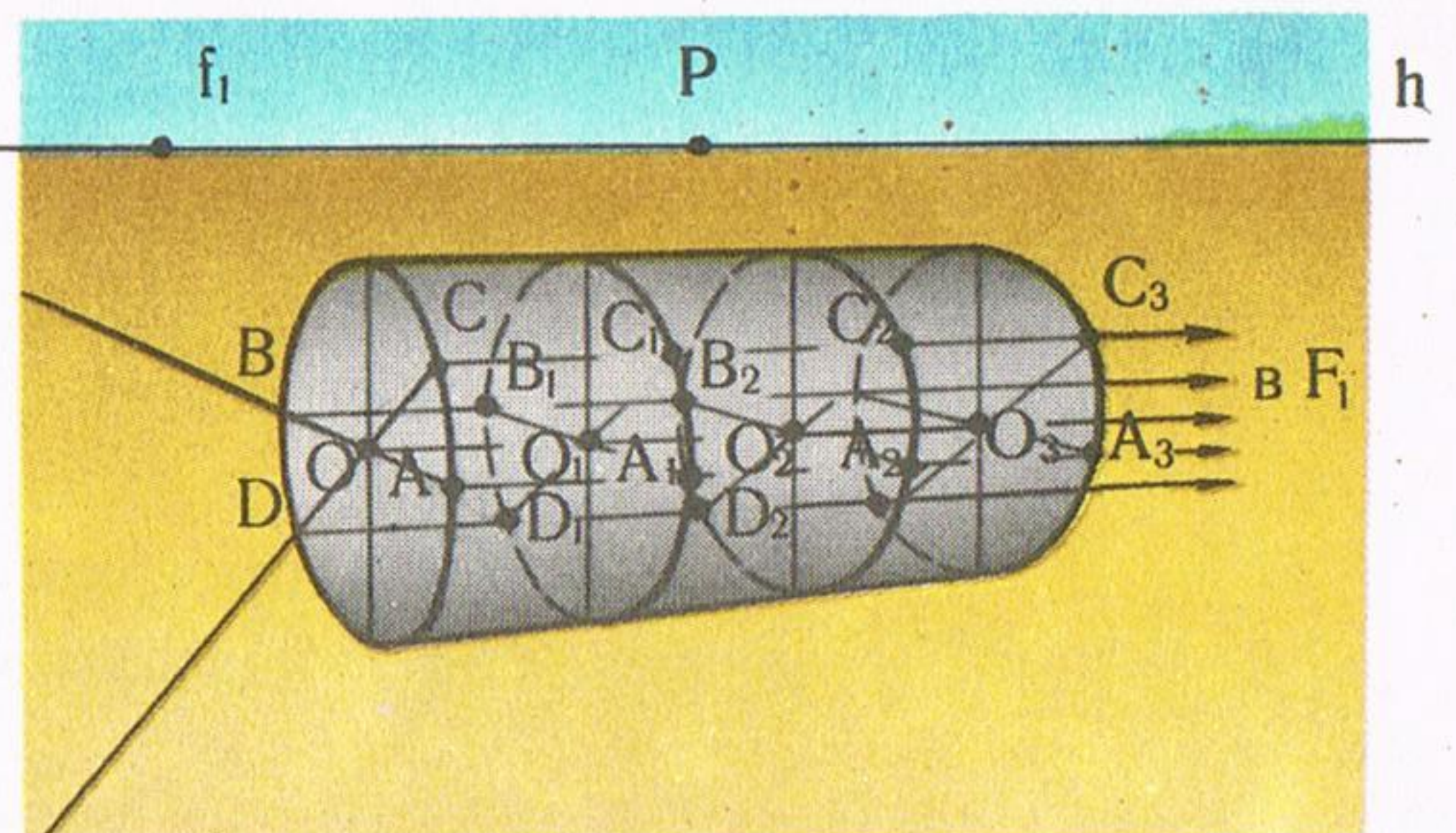


Рис. 139

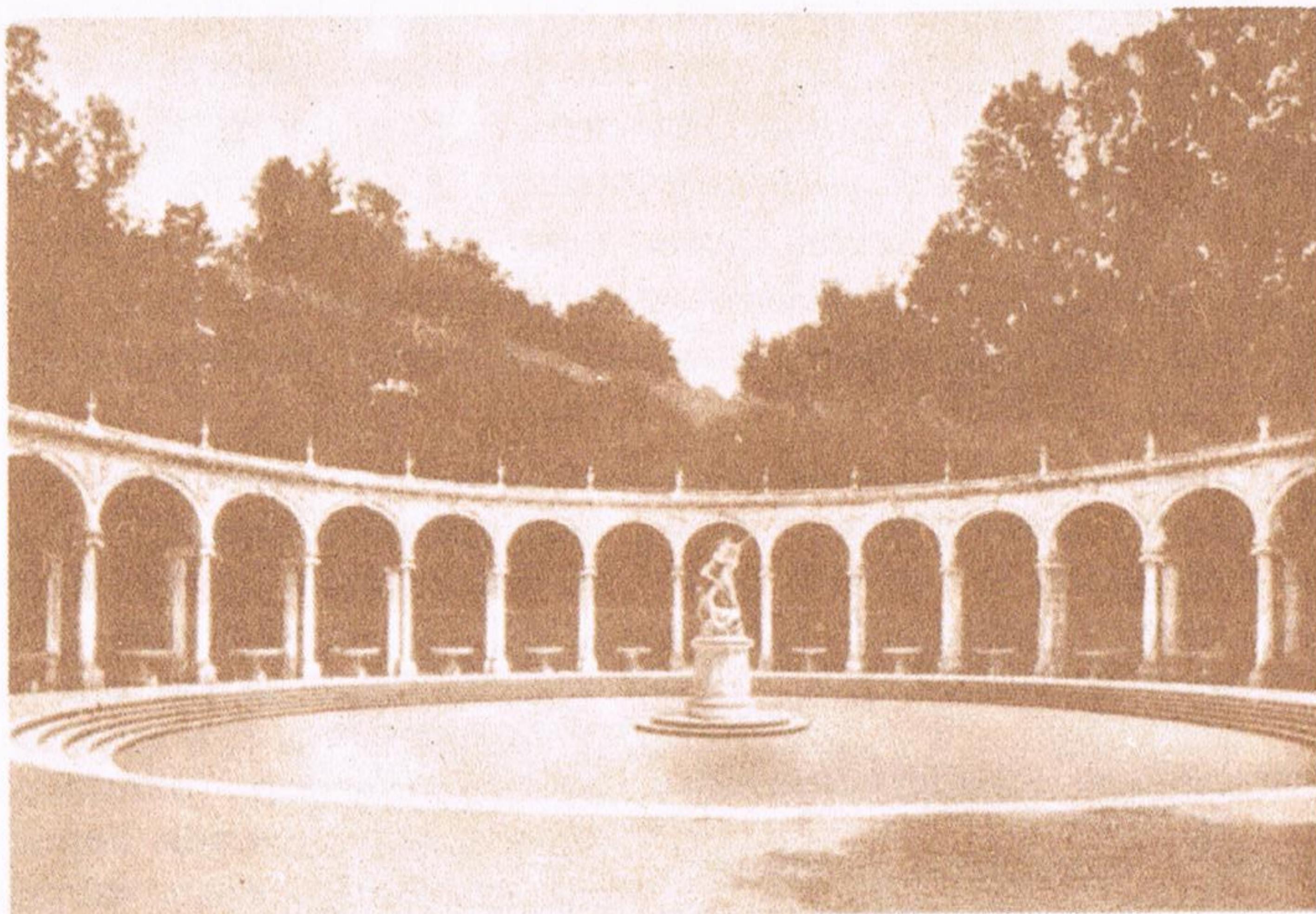


Рис. 140

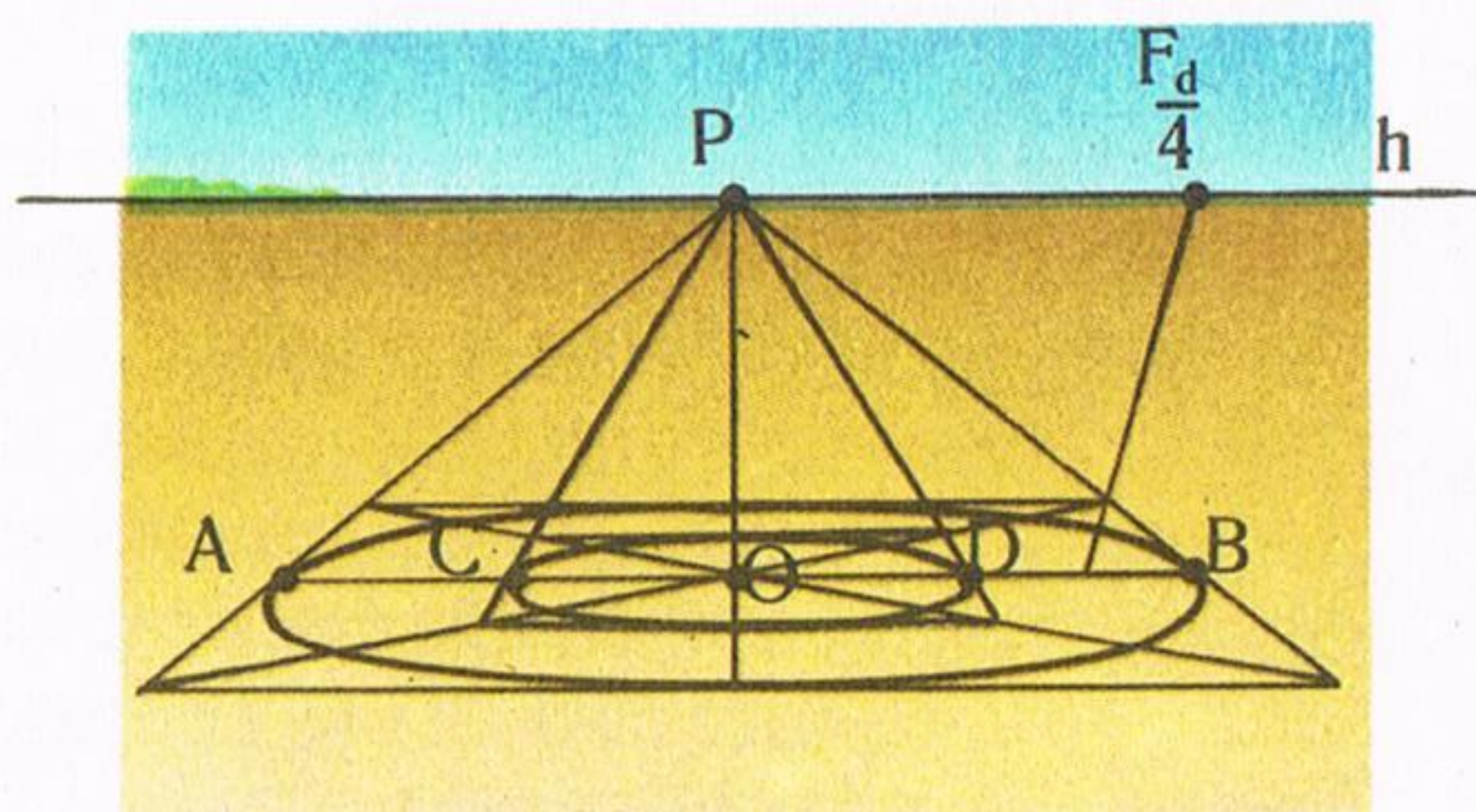


Рис. 141

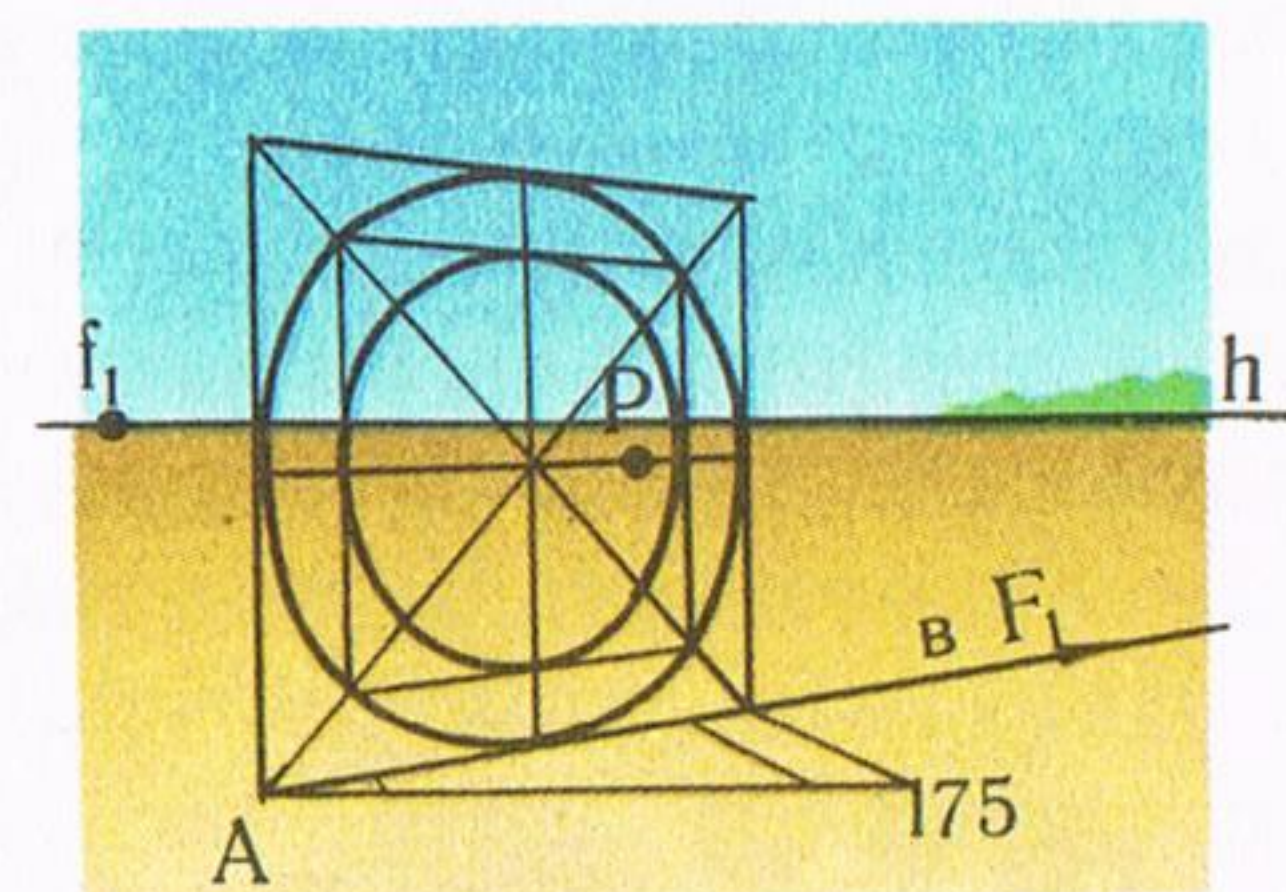


Рис. 142

предметным следом Q_{Π} . Плоскость Q рассекает цилиндр по образующим EM и KN , а конус — по образующим E_1S и K_1S . В пересечении образующих конуса с предметным сле-

дом получим точки E_1 и K_1 . Так же найдем и другие точки. По найденным точкам прорисуем эллипс концентрической окружности диаметром CD .

Отметим, что применение последнего способа целесообразно лишь для построения перспектив концентрических окружностей на горизонтальных плоскостях при большой разности диаметров. Поэтому основным можно считать способ построения перспектив концентрических окружностей с помощью описанных квадратов.

Пример изображения концентрических окружностей приведен на картине Е. Тухаринова „Ротонда Зимнего дворца” (рис. 144).

§34. ДЕЛЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ОКРУЖНОСТИ НА РАВНЫЕ И ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫЕ ЧАСТИ

Способ построения перспектив окружностей с помощью их вспомогательного фронтального положения (см. § 29) применим и к решению другой задачи — делению перспектив окружностей на равные и пропорциональные части. Эта задача предстает перед художником при изображении окружности с радиальными секторами, правильных многоугольников, при прорисовке швов кирпичной и блочной кладок в сооружениях цилиндрической формы и т. п. (рис. 145).

Чтобы разделить окружность в перспективе на равные или пропорциональные части, нужно вспомогательную окружность фронтального положения разделить на соответствующее число равных или пропорциональных частей и перенести точки деления на перспективу окружности.

ПРИМЕР 34.1.

Изобразить окружность диаметром 3 м с шестью равными секторами на горизонтальной плоскости при высоте горизонта 3,5 м и зрительном расстоянии d (рис. 146).

Решение. С помощью $\frac{Fd}{4}$ построим перспективу окружности, вписанной в квадрат $ABCD$. На стороне AB построим квадрат фронтального положения ABC_1D_1 и впишем в него окружность. Разделим окружность фронтального положения на шесть рав-

ных частей точками $1, 2_1, 3_2, \dots, 6_1$. Через точки деления проведем прямые, перпендикулярные к картине; до стороны квадрата AB . Проведя затем эти прямые в главную точку картины P , в пересечении с перспективой окружности (эллипсом) получим искомые точки деления перспективы окружности на шесть равных частей.

Соединив найденные точки с центром O получим перспективу шести равных между собой в натуре секторов.

ПРИМЕР 34.2.

Построить перспективу башни с горизонтальными и вертикальными швами кладки по окружности шестнадцати прямоугольных плит в шахматном порядке (рис. 147).

Решение. Построим цилиндрический объем башни с параллельными окружностями (швами), образующими I, II, III и IV ряды (см. § 32). На стороне AB перспективы квадрата проведем полуокружность фронтального положения с центром в точке O и разделим ее на 8 равных частей. Из точек деления

$1_1, 2_1, 3_1, \dots, 7_1$ опустим перпендикуляры на сторону AB . Проведя направления перпендикуляров на горизонтальной плоскости в главную точку P , в их пересечении с перспективой основания башни получим точки $1, 2, 3, \dots, 7$, принадлежащие вертикальным линиям швов I и III рядов.

Чтобы найти перспективу вертикальных швов во II и IV рядах, на полуокружности фронтального положения возьмем средние точки между уже найденными.

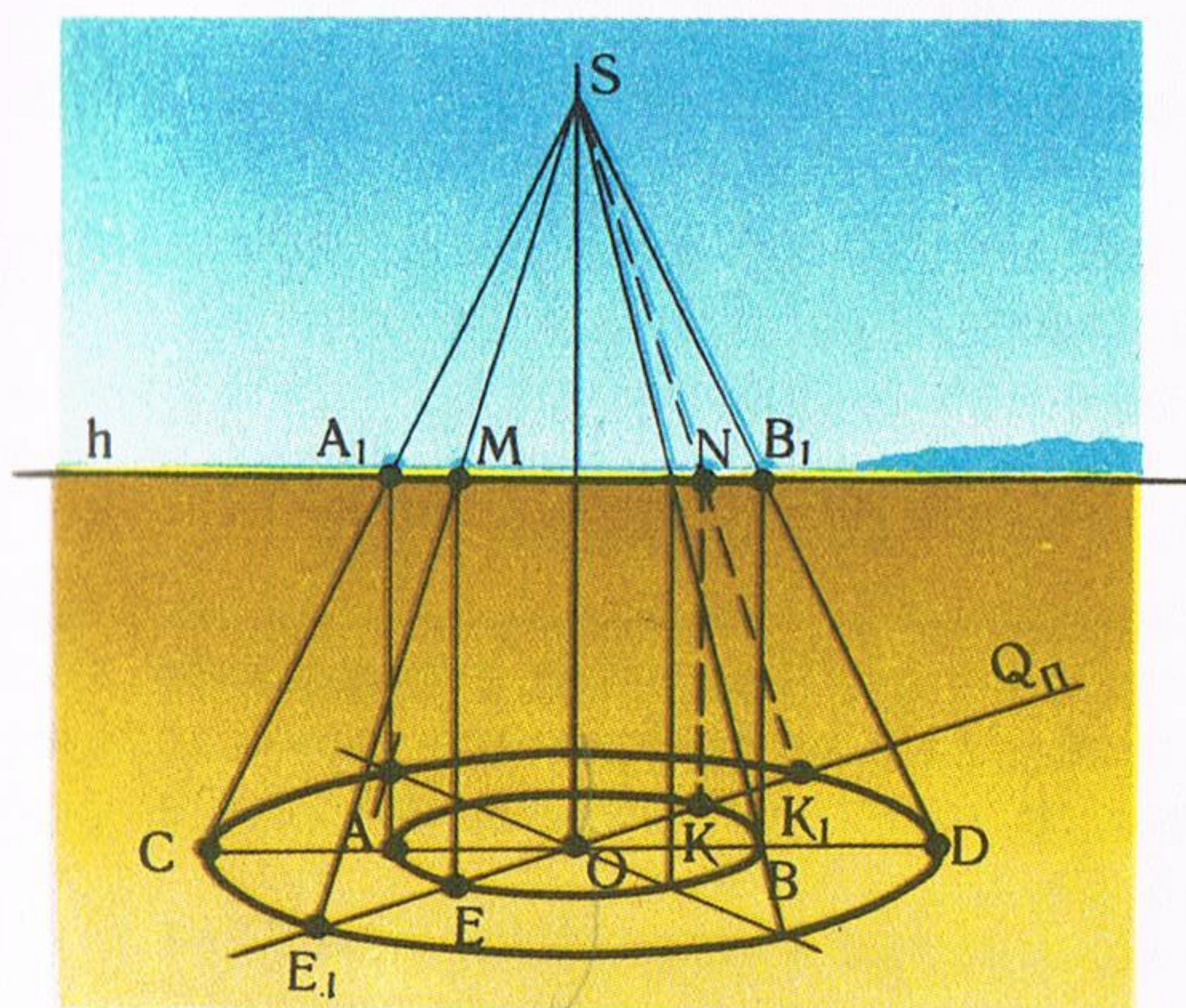


Рис. 143

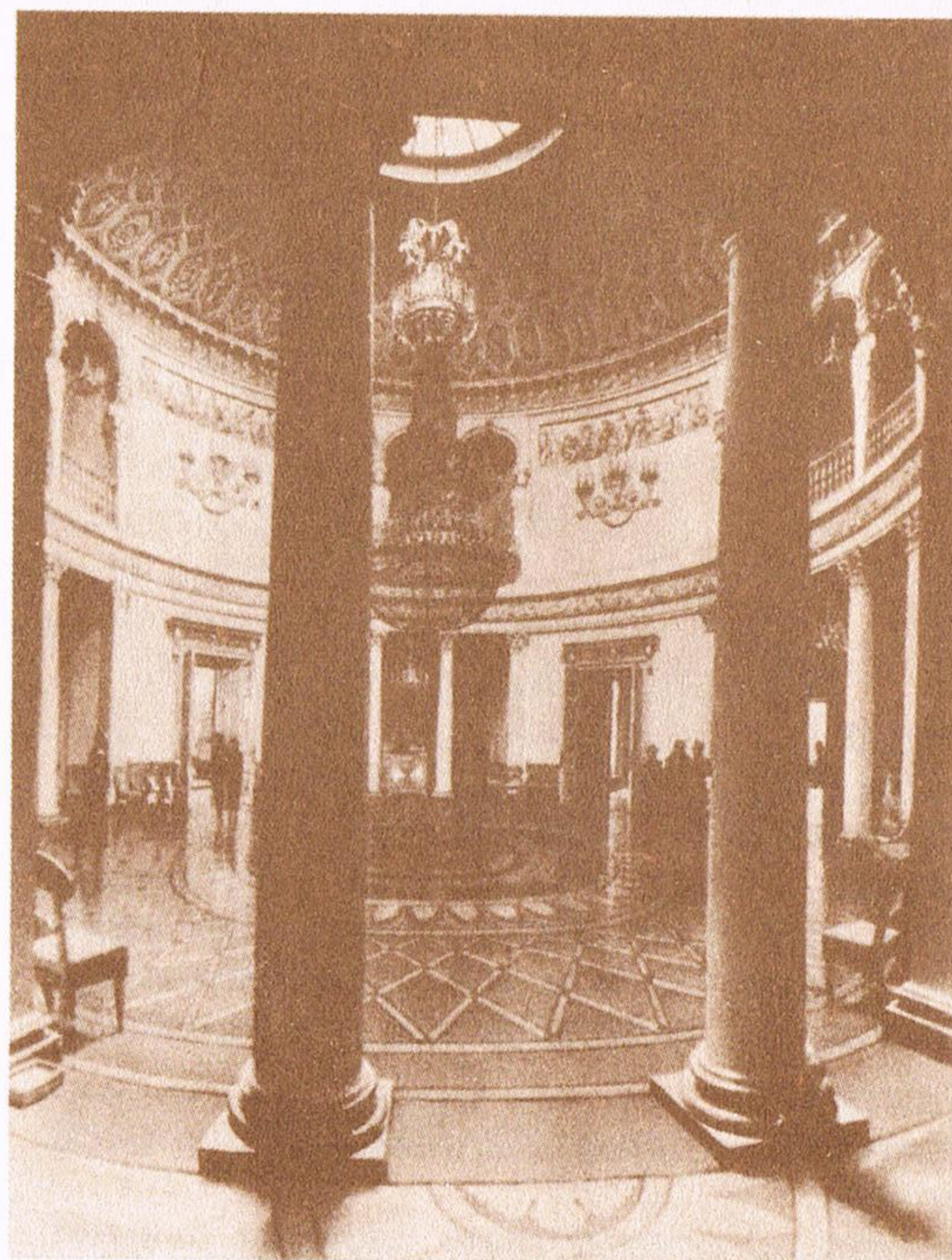


Рис. 144

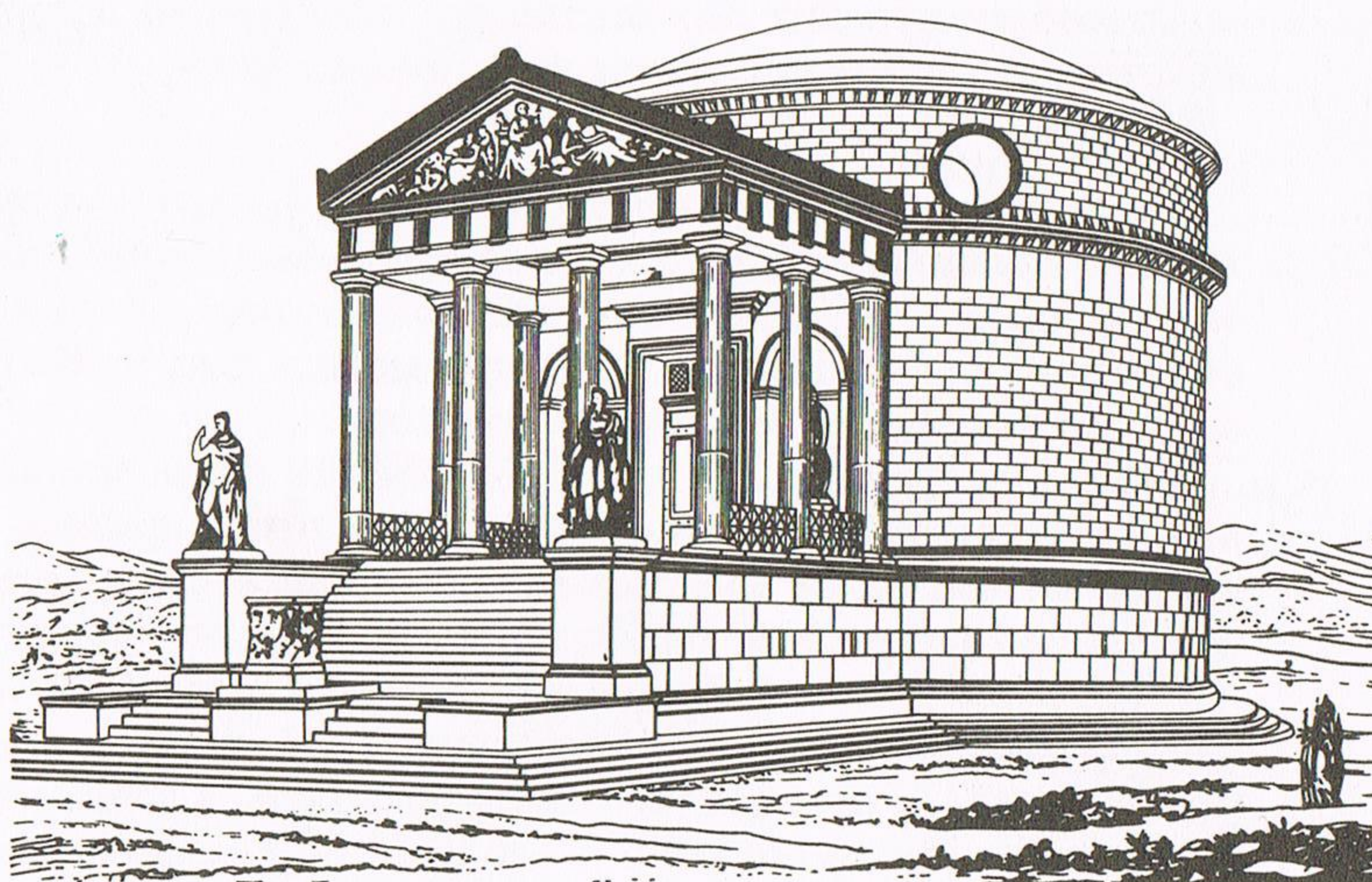


Рис. 145

§35. ПОСТРОЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВ ПЛОСКИХ КРИВЫХ СПОСОБОМ СЕТКИ

В практике перспективного изображения сложных кривых и узоров на горизонтальной и вертикальной плоскостях (ковер, клумба, картина и др.) возникают трудности. Если при рисовании с натуры опытный глаз художника может их преодолеть, то при работе над композицией, без знания соответствующих приемов, они могут оказаться непреодолимыми. В таких случаях нужно пользоваться способом построения по сетке.

Сущность способа построения перспектив по сетке сводится к следующему:

1) *в произвольном масштабе кривые изображают в плане и на них наносят сетку, состоящую из квадратов или прямоугольников;*

2) *эту же сетку изображают в перспективе уже в необходимом масштабе. В сетку и переносят изображение по соответствующим клеткам сетки плана.*

ПРИМЕР 35.1.

Изобразить на предметной плоскости ковер с узором сложного очертания.

Решение. Начертим узор ковра в плане и нанесем на него квадратную сетку. Для удобства последующей прорисовки пронумеруем квадраты по горизонтали и по вертикали

(рис. 148, а). Построим перспективу квадратной сетки на предметной плоскости картины в соответствующем масштабе (рис. 148, б).

Прорисуем в квадратах контуры линий по соответствующим квадратам плана.

ПРИМЕР 35.2.

Построить на стене перспективу висящей картины.

Решение. С репродукции картины снимем на кальку контуры изображения и нанесем на него прямоугольную сетку (рис. 149, а).

Построим перспективу сетки на вертикальной плоскости стены в необходимом масштабе (рис. 149, б). Прорисуем в сетке контуры линий по соответствующим прямоугольникам плана.

Способ построения перспектив по сетке можно использовать при переносе изображения с эскиза на картон и картину.

ГЛАВА VII. ИЗОБРАЖЕНИЕ ТЕЛ В ПЕРСПЕКТИВЕ

Окружающие предметы расположены в трехмерном пространстве, каждый занимает какую-то его часть по ширине, длине и высоте. Задача художника — изобразить на плоской картине это трехмерное пространство с находящимися в нем предметами так, чтобы оно соответствовало нашему зрительному восприятию.

Теперь, после того как мы ознакомились с перспективным линейным масштабом, построением перспектив точек, прямых, плоскостей и плоских фигур, не представит особой сложности и построение перспектив геометрических тел. Это важно потому, что вокруг любого тела, какой бы сложной формы оно ни было, можно описать простейшую объемную геометрическую фигуру (или несколько фигур — вокруг ее частей). Такие фигуры легко построить, а затем можно прорисовать в них составные части и всю фигуру. Умение строить по заданным размерам ту или иную геометрическую форму в перспективе дает возможность правильно изображать предметы экстерьера и интерьера с натуры и по представлению, что особенно нужно художнику при работе над композицией.

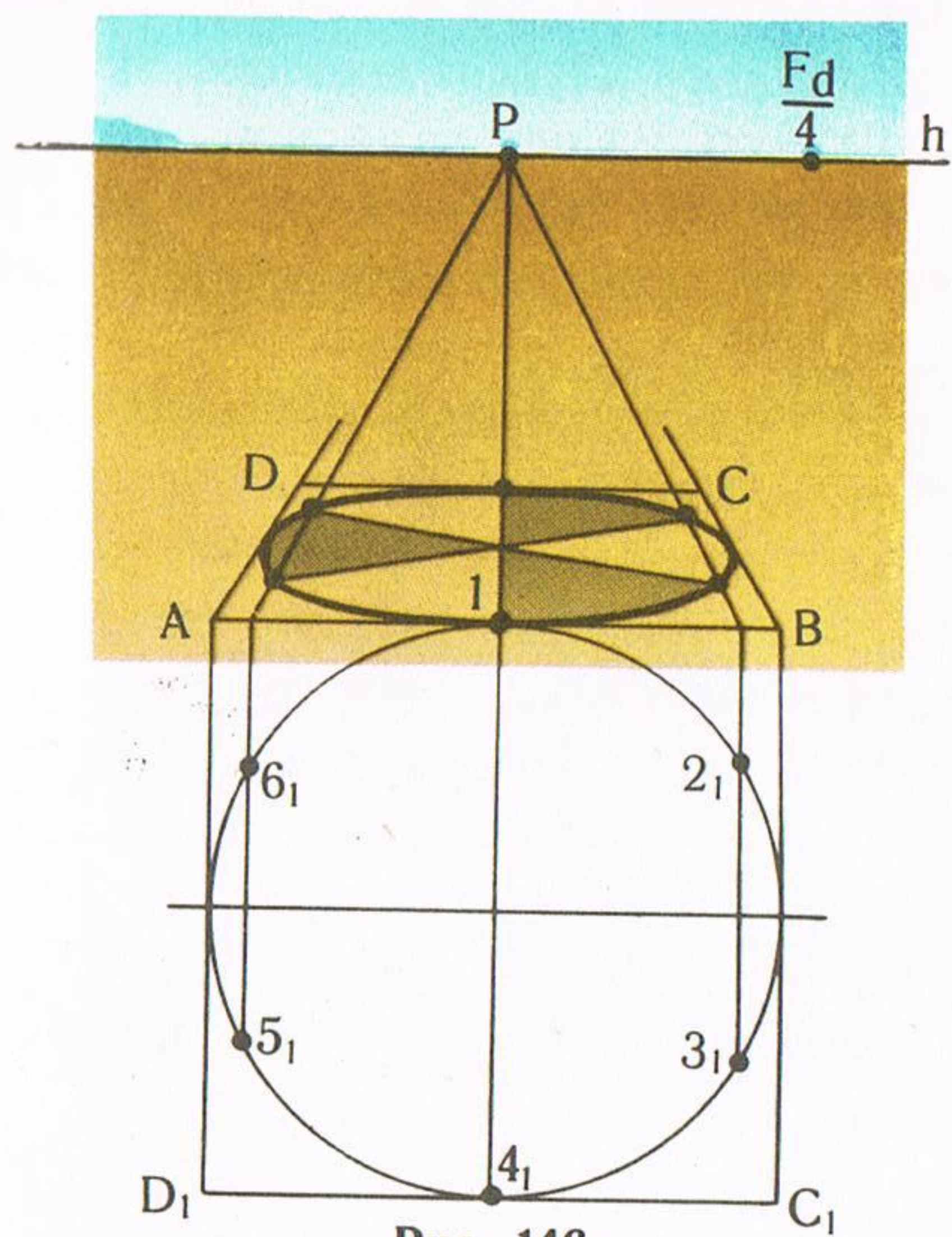
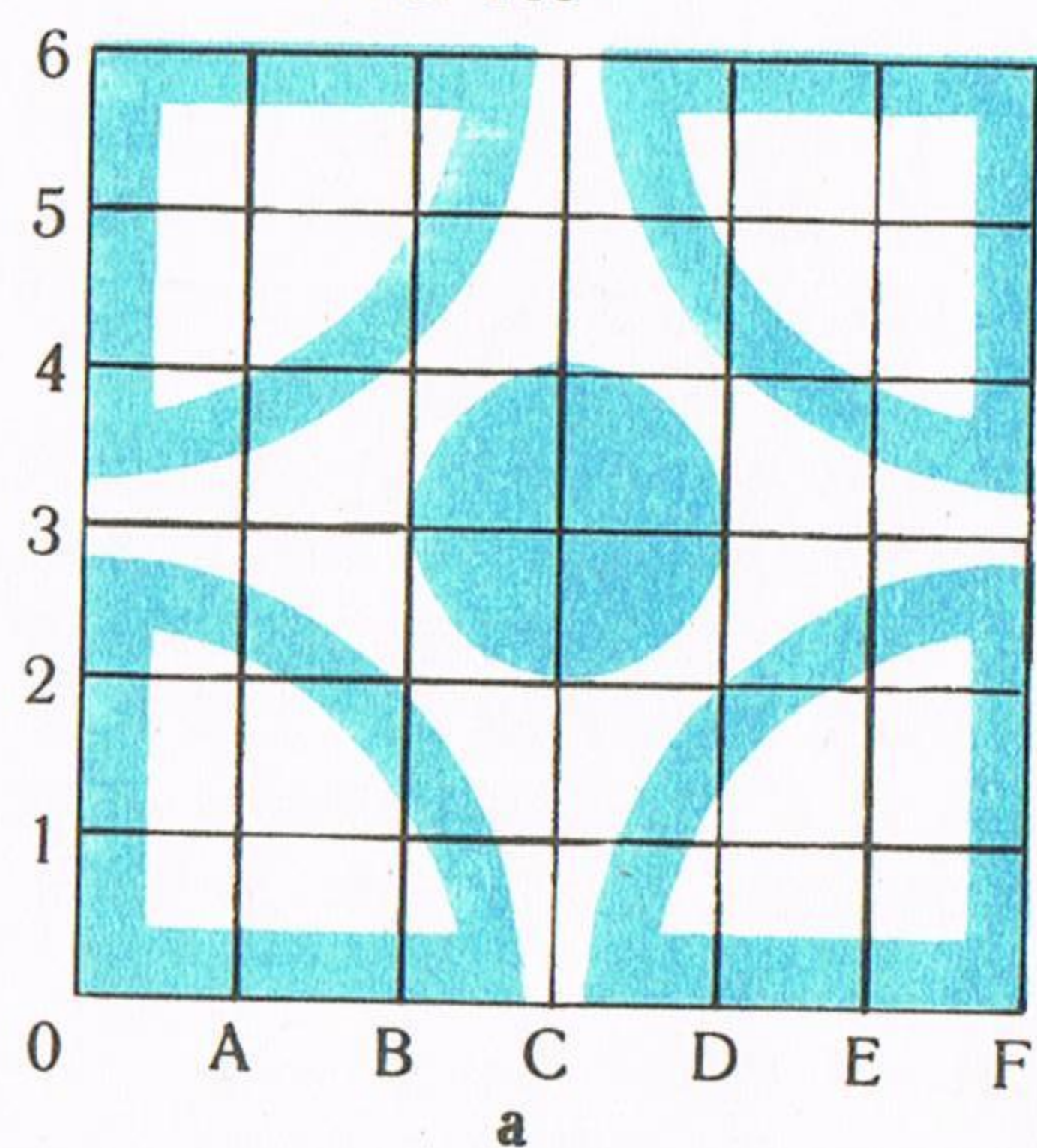


Рис. 146



а

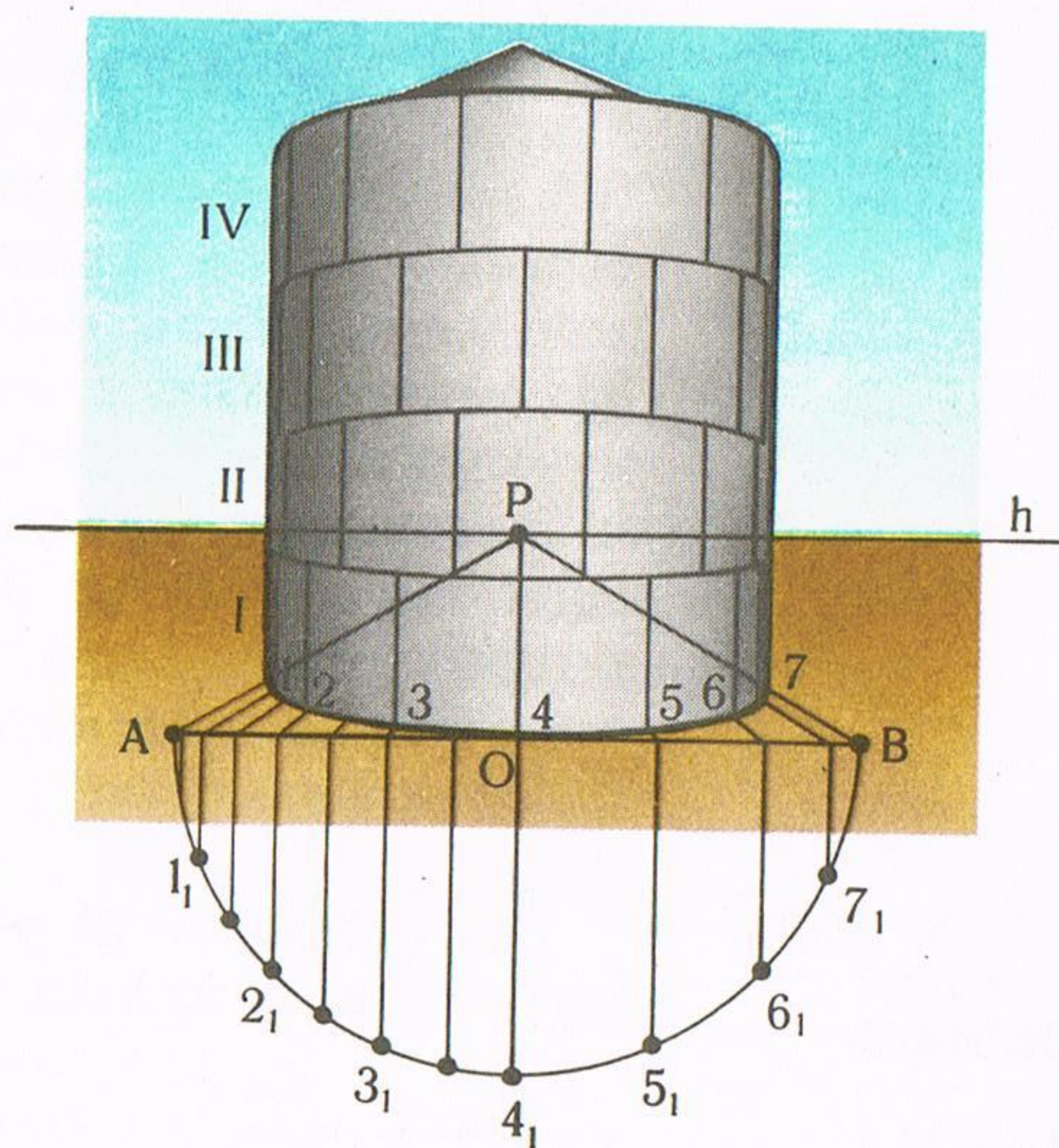


Рис. 147

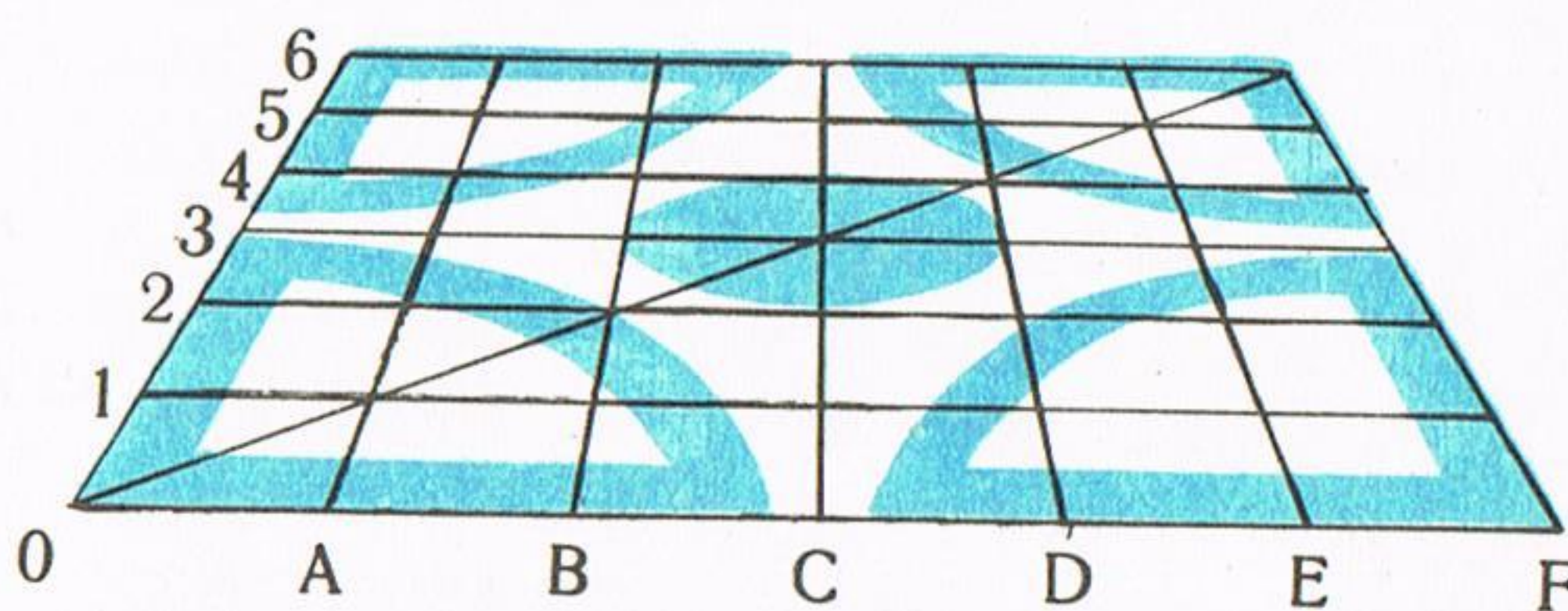
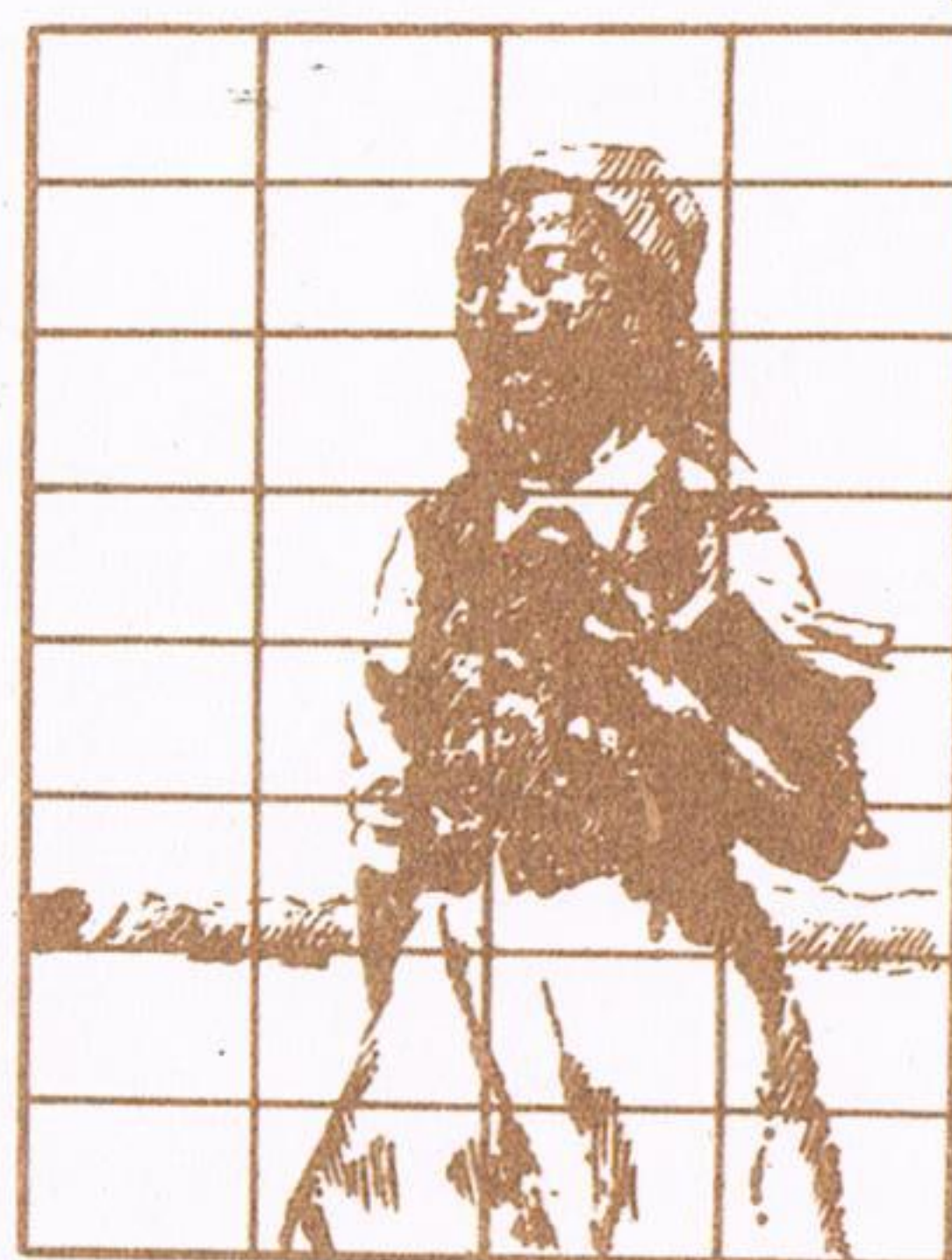
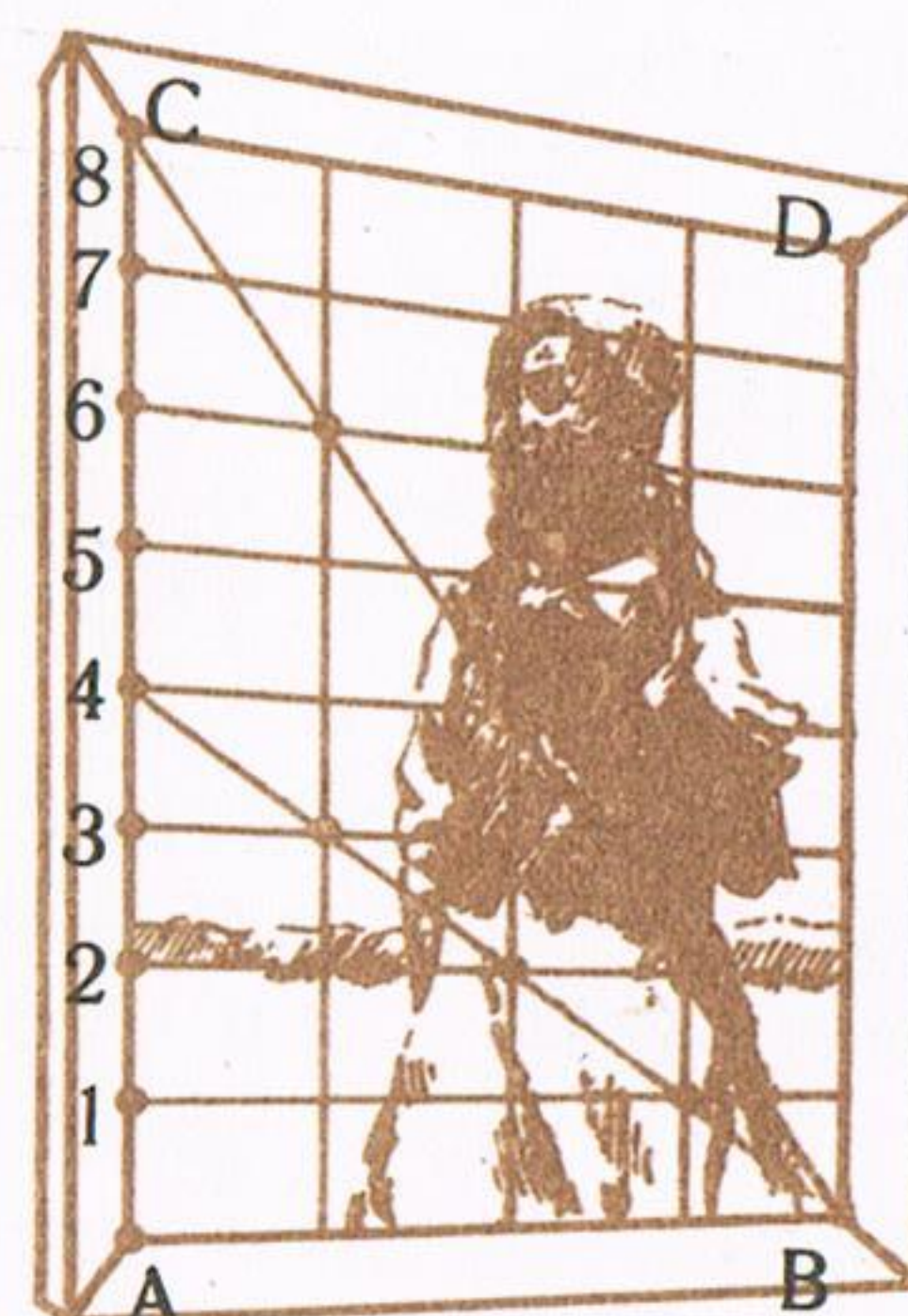


Рис. 148

б



а



б

Рис. 149

Построение композиции начинают с определения положения изображаемых предметов в пространстве относительно картины и точки зрения. В соответствии с этим определяют места их изображений на картине. Выбирают положение линии горизонта и масштаб перспективного изображения, который бы позволил разместить предметы на картине. В принятом масштабе намечают изображение перспектив оснований предметов на предметной плоскости, а если предмет следует изобразить на горизонтальной плоскости, возвышающейся (понижающейся) над предметной, то и проекции опорных точек основания на предметную плоскость. Проверив соответствие изображения замыслу композиции, приступают к построению перспектив предметов.

В данной главе рассматривается построение перспектив геометрических тел и объектов только на горизонтальных плоскостях при доступных точках схода. Построению перспектив тел при недоступных точках схода посвящена гл. VIII, а построению перспектив тел на наклонных плоскостях — гл. IX.

§ 36. ПЕРСПЕКТИВА МНОГОГРАННИКОВ

Построение многогранников с основанием в предметной плоскости рассмотрим на примерах.

ПРИМЕР 36.1.

Построить перспективу прямоугольного параллелепипеда шириной 3 м, длиной 5 м и высотой 4 м при высоте горизонта $h = 1,5$ м и зрительном расстоянии d (рис. 150).

Решение. Построим на предметной плоскости перспективу основания параллелепипеда с ближним углом в точке A . Для этого при точке A построим перспективу прямого угла F_1AF_2 и найдем измерительные точки f_1 и f_2 (см. § 17). От точки A на горизонтальной прямой, параллельной картине, отложим отрезки 3 и 5 м в масштабе высоты горизонта $h = 1,5$ м. Проведя из измерительной точки f_2 луч через конец отрезка 3 м, получим в пересечении с AF_2 точку B . Аналогично в пе-

ресечении прямой $f_1-5,0$ с AF_1 получим точку D . Точку C найдем в пересечении прямых BF_1 и DF_2 . Соединив точки A, B, C и D прямыми, отыщем перспективу нижнего основания параллелепипеда.

Построим перспективу верхнего основания параллелепипеда и его боковых граней — объема. Для этого на вертикальных прямых, проведенных из точек A, B, C и D , отложим высоту 4 м в перспективном масштабе, соответствующем удалению данной точки от картины.

Соединив точки A_1, B_1, C_1, D_1 прямыми, получим изображение верхнего основания и перспективу параллелепипеда.

ПРИМЕР 36.2.

Построить перспективу правильной шестиугольной призмы со стороной основания 2 м и высотой 6 м. Призма накрыта пирамидальной крышей высотой 3 м. Высота горизонта 2 м, зрительное расстояние d (рис. 151).

Решение. Построим на предметной плоскости перспективу нижнего основания призмы. Для этого в произвольном масштабе нарисуем план $abcdeg$ призмы, произвольно его ориентируя, и из совмещенной точки зрения Z проведем прямые параллельно сторонам призмы до пересечения с линией горизонта. В результате получим точки схода F_1 и F_2 .

Отложим перспективу прямой AB в масштабе высоты горизонта 2 м и проведем перпендикулярные к картине прямые AP и BP . Перспективы других вершин углов найдем в пересечении прямых. Так, точку D находим в пересечении AF_1 с BP , точку E — в пересечении BF_2 с AP . Если теперь через точку пересечения диагоналей прямоугольника $ABDE$ проведем горизонтальную параллельную картине прямую, в пересечении ее с BF_1 получим точку C , а в пересечении с AF_2 — точку G . $ABCDEG$ — перспектива основания призмы (см. § 25).

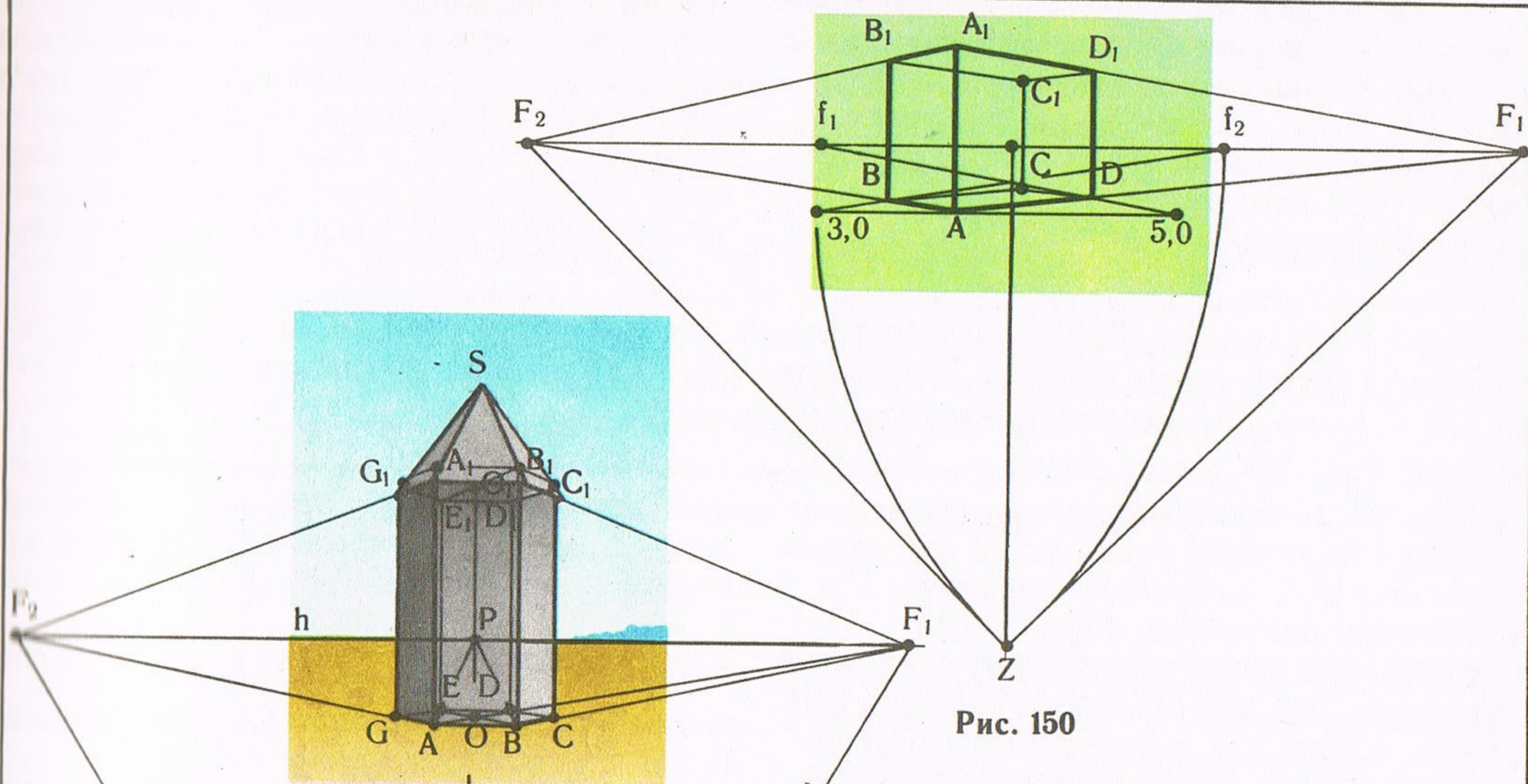


Рис. 150

Рис. 151

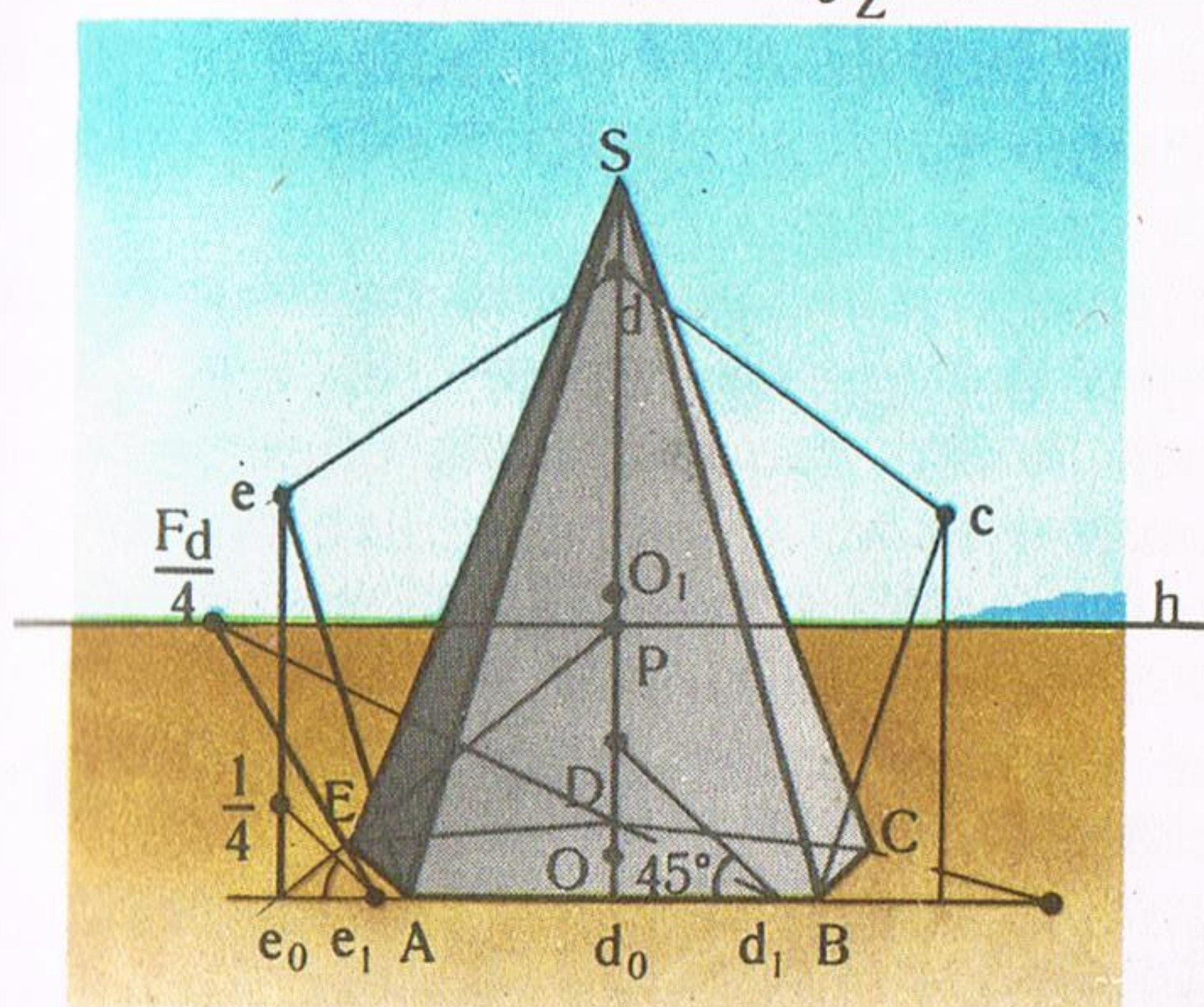
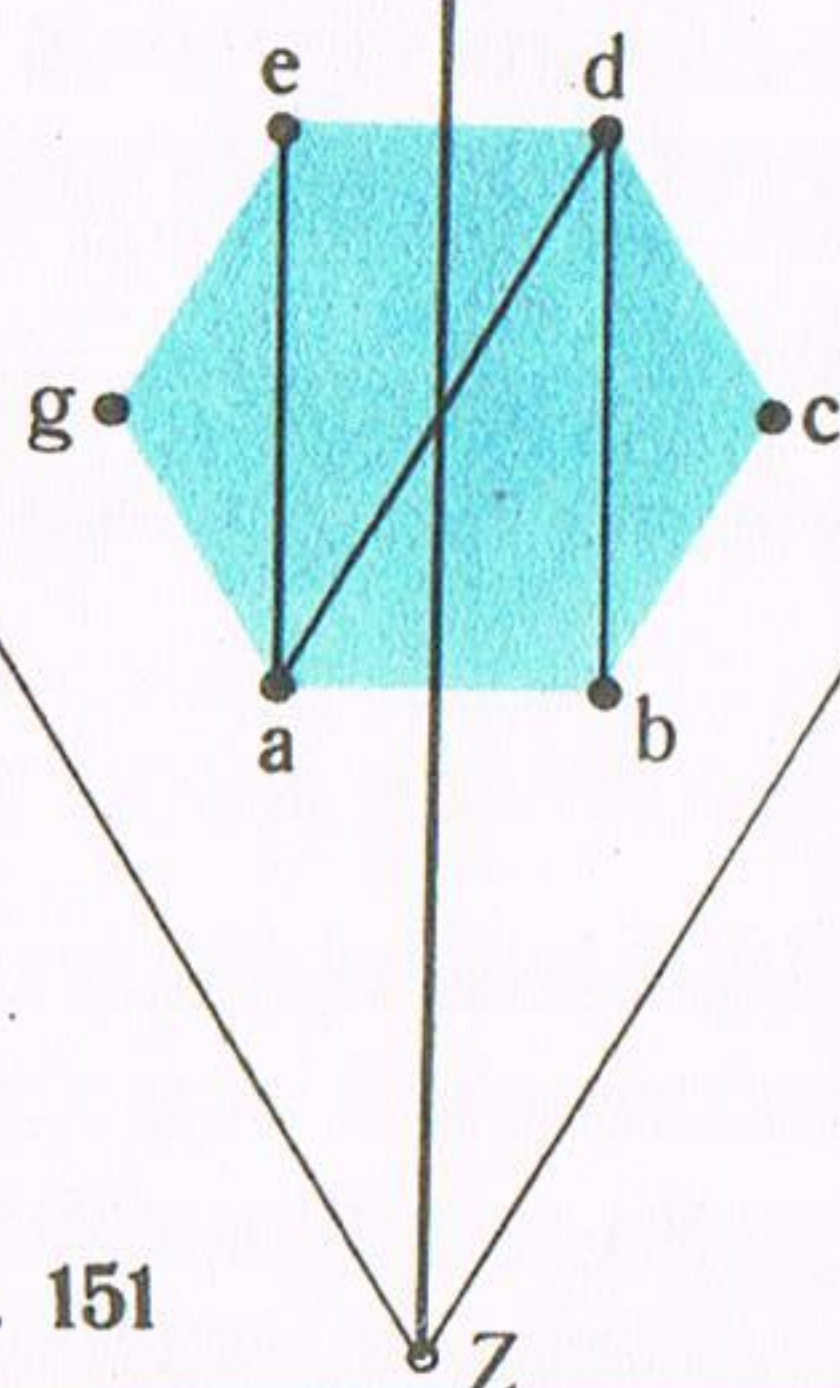


Рис. 152



Рис. 153

Чтобы найти объем призмы, из углов нижнего основания проведем вертикальные прямые и отложим на них перспективы ребер AA_1 и BB_1 по 6 м. Проведем из точек A_1 , B_1 прямые в точки схода F_2 и F_1 , в пересечении с соответствующими вертикальными прямыми получим точки C_1 , D_1 , E_1 , G_1

верхнего основания призмы и ее объем.

Построим перспективу пирамидальной крыши. Для этого из центра O_1 верхнего основания отложим высоту 3 м в перспективном масштабе для точки O . Соединив вершину S с точками верхнего основания, получим перспективу крыши и всего объема.

Чтобы элементы перспективных построений не выходили за пределы картины, используем способ построения перспектив по плану с помощью дробных точек отдаления (см. § 26).

ПРИМЕР 36.3.

Построить перспективу правильной пятиугольной пирамиды с высотой 6 м, ребром основания 3 м при высоте горизонта 2 м и зрительном расстоянии d (рис. 152).

Решение. Построим перспективу основания пирамиды. Для этого отложим величину ребра AB , равную 3 м, и построим на параллельной картине плоскости пятиугольник $ABcde$. Совместим его вращением вокруг оси AB с предметной плоскостью. Стороны и углы пятиугольника изобразятся в перспективном сокращении. Перспективы его точек на предметной плоскости найдем в пересече-

нии вспомогательных прямых. Например, точку E получим в пересечении перпендикулярной к картине прямой e_0P с горизонталь-

ной прямой $e_1 \frac{F_d}{4}$, проведенной к картине под углом 45° ; точку D — в пересечении прямых d_0P и $d_1 \frac{F_d}{4}$ и т. д. Так же нахо-

дим и центр основания пирамиды — точку O .

Отложив от точки O высоту пирамиды 6 м и соединив вершину S с углами основания, получим перспективу пирамиды.

На рис. 153 изображено здание Московского государственного университета, состоящее из призматических и пирамидальных форм.

§ 37. ПЕРСПЕКТИВА ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ

Тела вращения образуются вращением прямолинейной или криволинейной образующей вокруг неподвижной оси (вертикальной, горизонтальной или наклонной). При этом каждая точка образующей описывает окружность, лежащую в плоскости, перпендикулярной к оси вращения. К простейшим телам вращения с прямолинейной образующей относятся цилиндр и конус, а с криволинейной образующей — шар и тор.

Всякое тело вращения зрительно воспринимается симметричным относительно своей оси. Поэтому построение перспектив тел вращения сводится к построению перспектив окружностей, образованных плоскими сечениями, перпендикулярными к оси, с последующей прорисовкой контура тела вращения как касательной к перспективам окружностей.

Таким образом, построение тел вращения в перспективе можно свести к такой последовательности:

1) на силуэте изображаемого предмета в наиболее характерных местах (узких, широких, промежуточных) проводят сечения, перпендикулярные к оси;

Построение тел вращения в перспективе можно свести к такой последовательности:

1) на силуэте изображаемого предмета в наиболее характерных местах (узких, широких, промежуточных)

проводят сечения, перпендикулярные к оси;

2) полученные в сечениях окружности на соответствующих интервалах по оси изображают в перспективе;

3) проведя касательную к построенным эллипсам, получают изображение контура предмета (тела вращения)

2) полученные в сечениях окружности на соответствующих интервалах по оси изображают в перспективе;

3) проведя касательную к построенным эллипсам, получают изображение контура предмета (тела вращения).

Рассмотрим практические приемы построения тел вращения с прямолинейной и криволинейной образующими.

Построение перспектив тел вращения с прямолинейной образующей. Перспективы цилиндра и конуса строят аналогично перспективам призмы и пирамиды, с той лишь разницей, что вместо ребер у цилиндра и конуса рисуют образующие, касательные к окружности. И действительно, цилиндр можно рассматривать как призму (а конус — как пирамиду) с бесконечным увеличением числа граней. Поэтому перспективу цилиндра и конуса целесообразнее начинать строить также с перспектив основания.

ПРИМЕР 37.1.

Построить перспективу трубы диаметром 2 м, длиной 12 м, лежащей на предметной плоскости. Ось трубы составляет с картиной угол 60° . Высота горизонта 1,5 м зрительное расстояние d (рис. 154).

Решение. Проведем ось трубы под углом 60° к картине (см. §10) и методом уменьшения

построим перспективу ее длины $OO_1 = 12$ м (см. §18). Построим перспективы окружностей, перпендикулярных к оси, с центрами в точках O , O_1 и диаметром 2 м. Проведя очерковые касательные к перспективам окружностей, получим перспективу трубы.

ПРИМЕР 37.2.

Построить перспективу конуса диаметром 4 м и высотой 6 м. Ось конуса удалена от картины на 5 м. Высота горизонта 2 м, зрительное расстояние d (рис. 155).

Решение. Найдем положение перспективы O центра основания конуса, удаленного от картины на 5 м, с помощью точки $\frac{Fd}{4}$ (см.

§15). Перспективу основания конуса построим с помощью описанного квадрата. От точки O отложим высоту 6 м и, проведя из точки S очерковые образующие к основанию, получим перспективу конуса.

Перспективу вертикального цилиндра строят способами, рассмотренными в §32.

Построение перспектив тел вращения с криволинейной образующей. Все точки образующей тела вращения описывают окружности в параллельных плоскостях, перпендикулярных к оси. Поэтому для построения перспективы тела вращения нужно построить перспективы окружностей для наиболее характерных точек, чтобы, проведя затем касательные к ним, получить контур тела вращения в перспективном изображении.

ПРИМЕР 37.3.

Построить перспективу декоративной вазы по форме чертежа (рис. 156, а). Зрительное расстояние $\sim 3R$.

Решение. На квадратном постаменте определим положение центра основания вазы — точку O (рис. 156, б). Отложим в соответствующем масштабе высоту вазы OO_1 . На соот-

ветствующих высотах оси на параллельных картине горизонтальных прямых отложим диаметры сечений AA , A_1A_1 , ..., A_5A_5 . По данным диаметрам построим перспективы окружностей. Прорисовав огибающую кривую, касательную к изображенным окружностям, получим контур вазы.

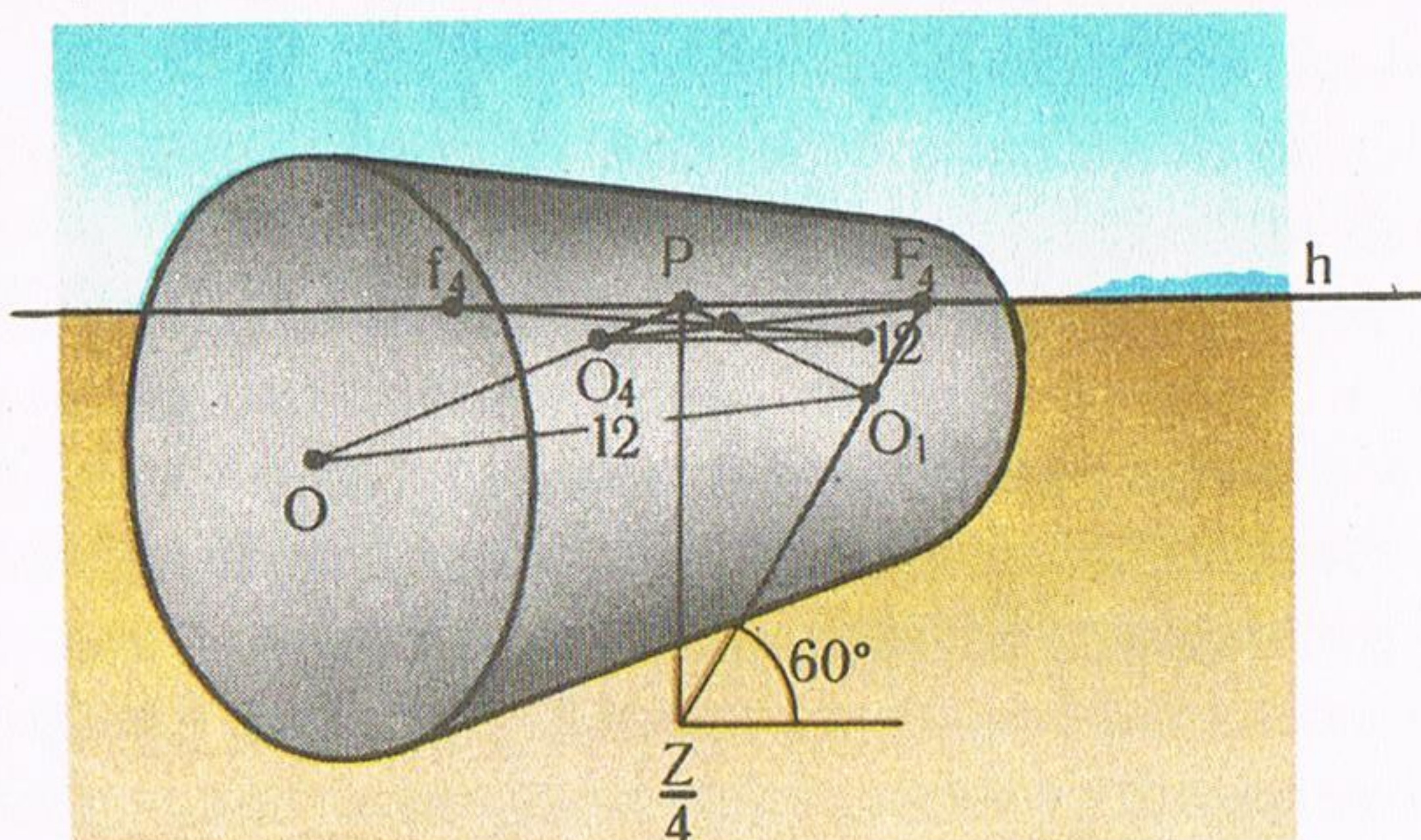


Рис. 154

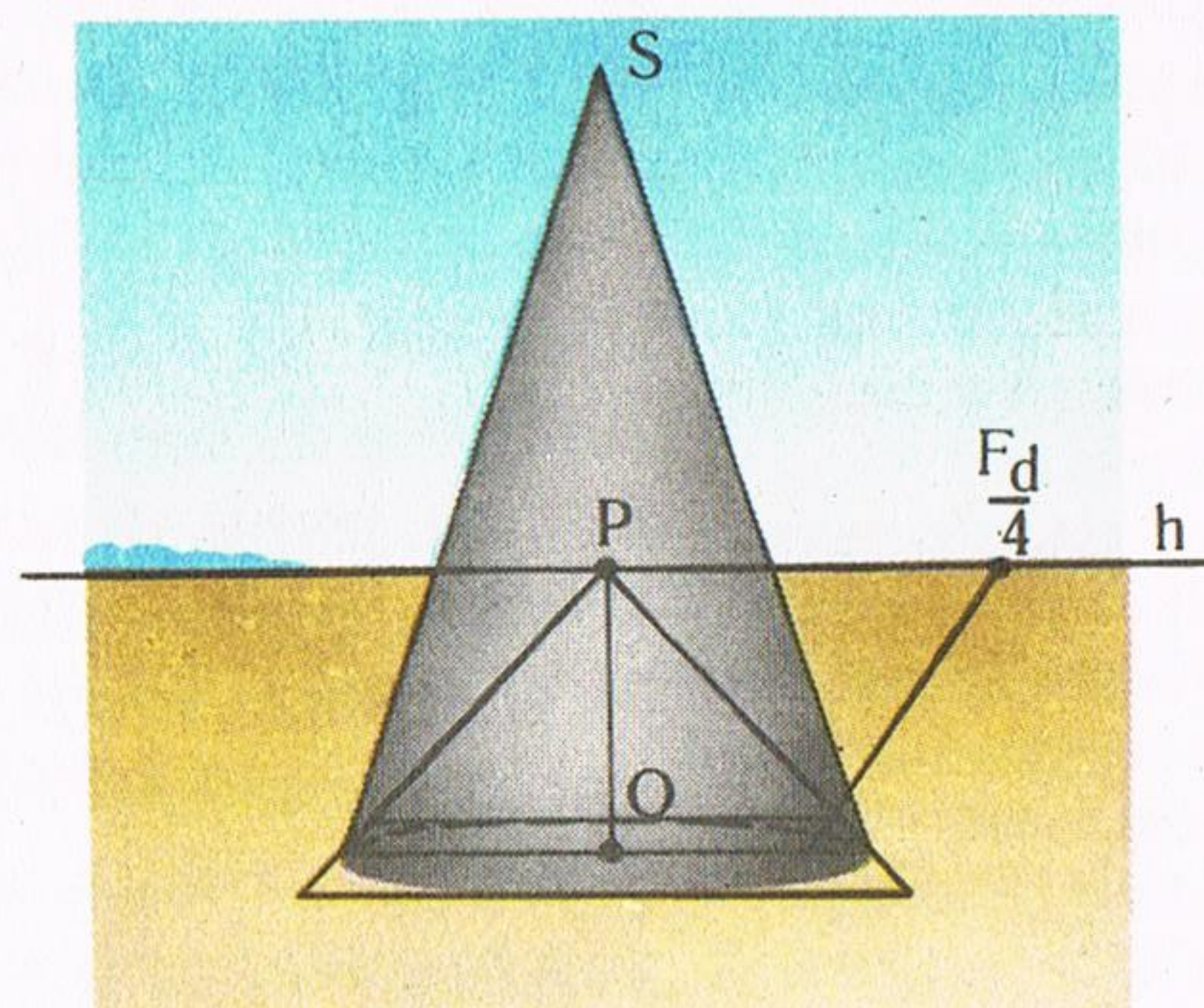


Рис. 155

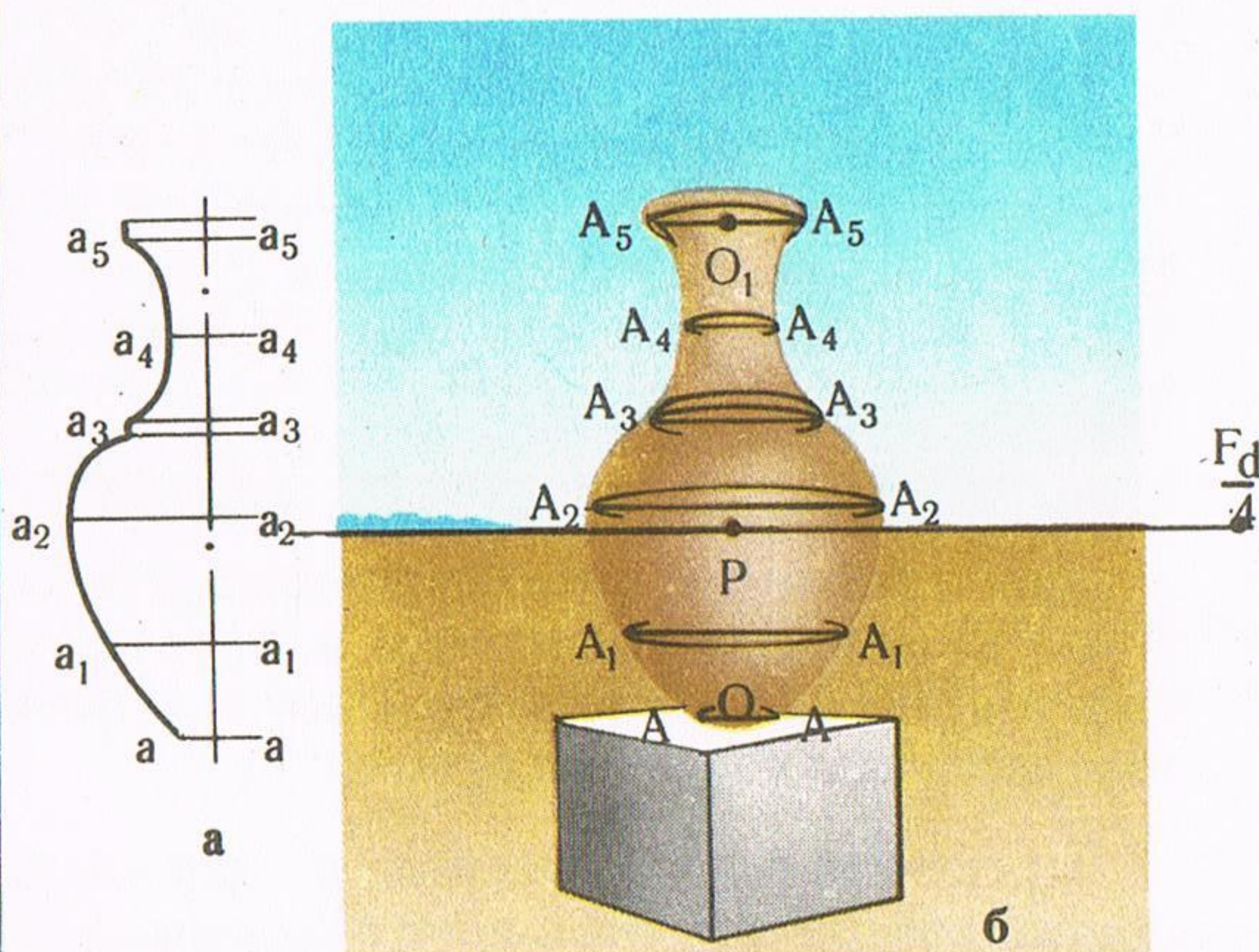


Рис. 156

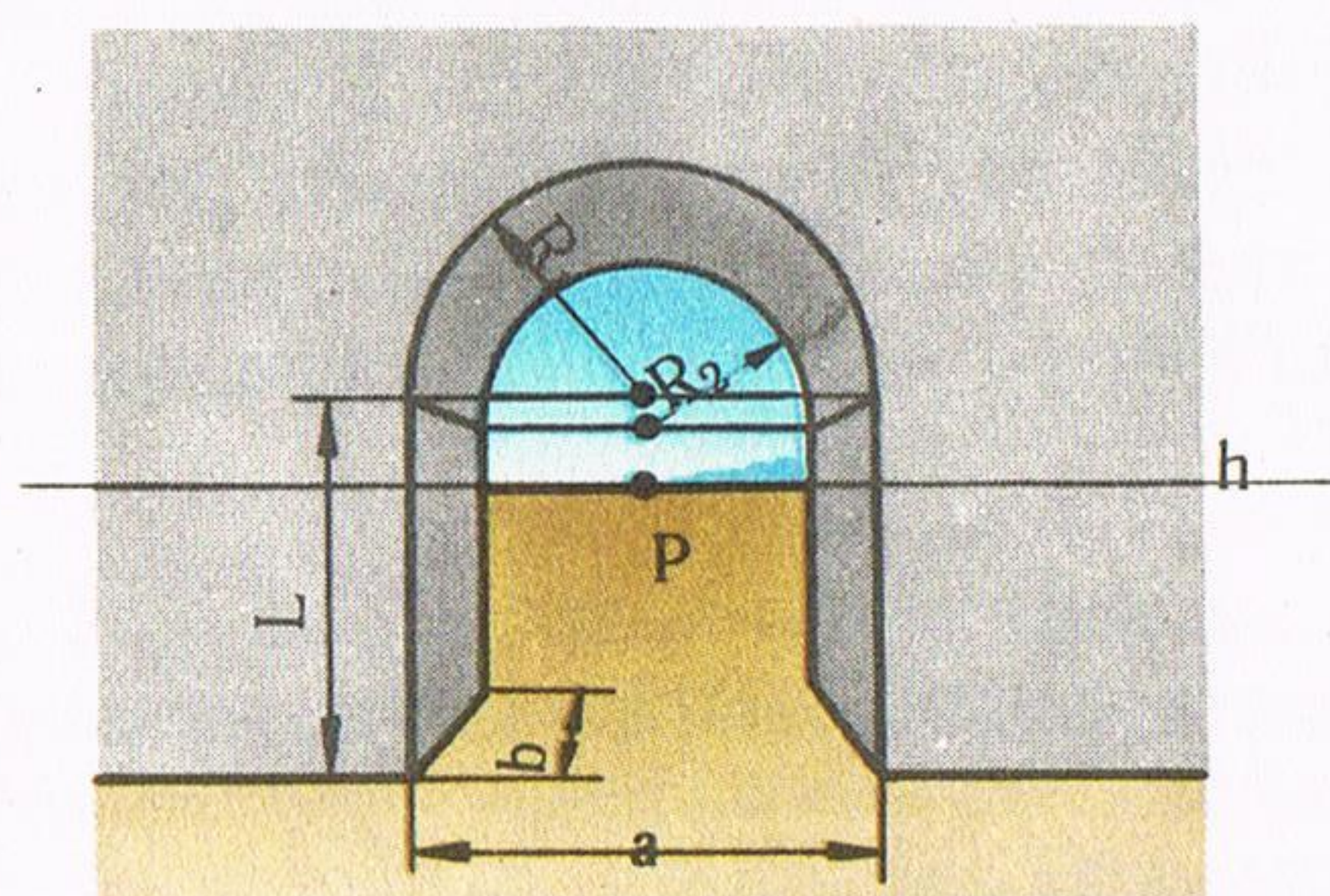


Рис. 157

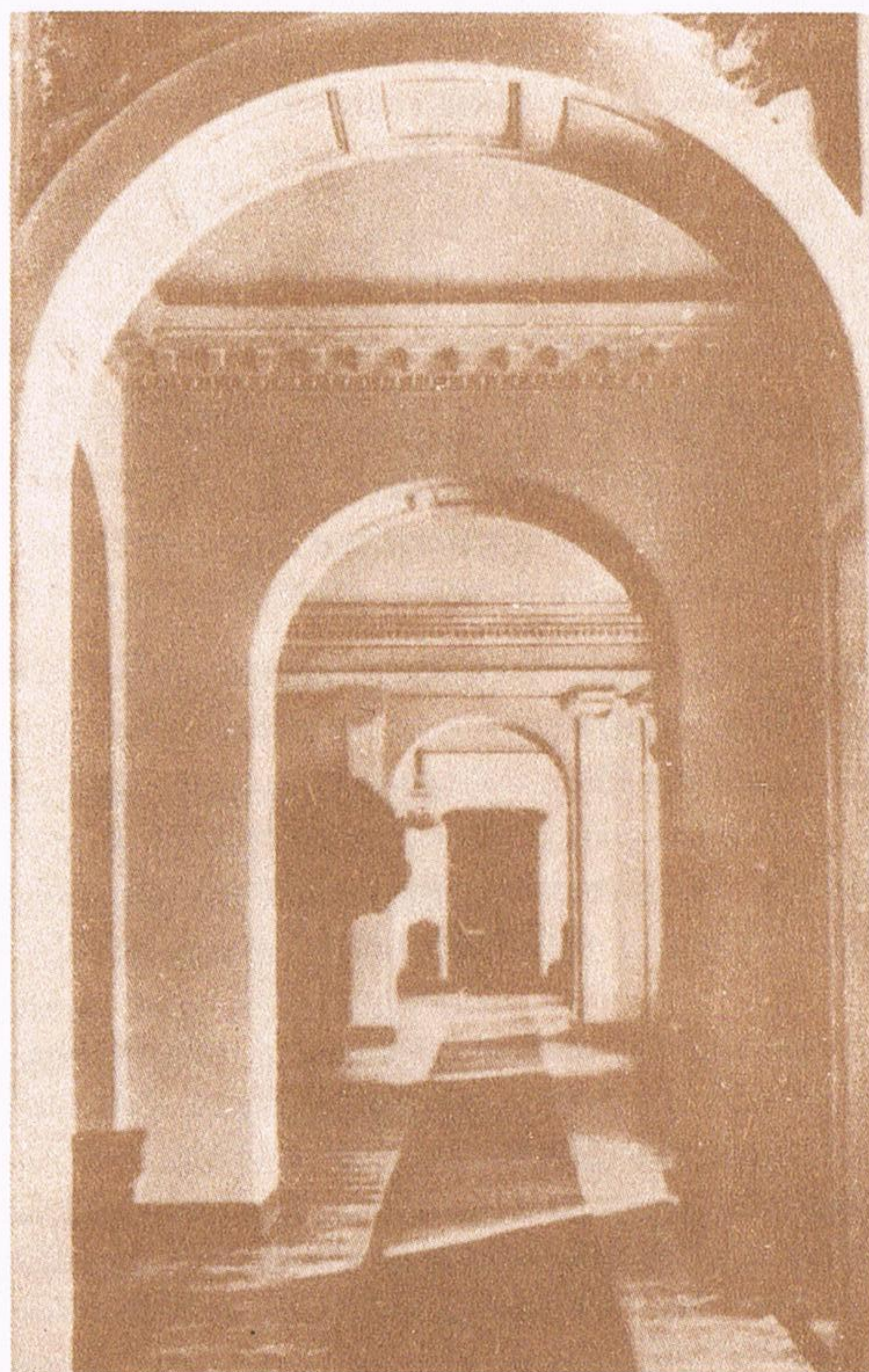


Рис. 158

§38. ПЕРСПЕКТИВА АРОК, АРКАД И ЛЮНЕТТ

Перспектива арки строится как перспектива параллелепипеда и цилиндрической поверхности

Арочный проем состоит из двух основных элементов (опорных плоскостей): пяты и свода, которые при построении перспектив принимаются за простейшие геометрические фигуры — параллелепипед и горизонтальный цилиндр. В зависимости от характера кривизны направляющей цилиндрической поверхности арки могут быть полуциркульными, стрельчатыми, коробовыми и пр.

Таким образом, перспектива арки строится как перспектива параллелепипеда и цилиндрической поверхности.

В перспективах люнетт для нахождения опорных точек линии пересечения двух цилиндрических поверхностей будем пользоваться вспомогательными секущими плоскостями через образующие пересекающихся цилиндрических сводов.

Построение перспективы арки фронтального положения. Изображая арку, художник должен знать ее размеры: ширину, высоту и глубину. По этим данным сначала строят перспективу параллелепипеда. Для этого в принятом масштабе откладывают ширину a , высоту L пят и глубину b арки (рис. 157). Линии наружного и внутреннего контуров цилиндрического свода арки изображают без искажений в масштабе, соответствующем удалению от картины. Поэтому в полуциркульной арке наружный контур опишем радиусом R_1 , а внутренний — радиусом R_2 , равным половинам перспектив ширины арки.

На рис. 158 дан пример перспективы арок фронтального положения. **Построение перспективы арки углового положения** целесообразно начинать также с построения перспективы параллелепипеда (зная ширину, высоту и глубину арки). Затем на пятах прорисовывают наружный и внутренний контуры цилиндрического свода по перспективам найденных точек. Перспективу точек кривой цилиндрического свода можно найти с помощью описанного квадрата по восьми точкам, с помощью вспомогательной арки фронтального положения, а также по сопряженным диаметрам (см. § 31). При этом целесообразно строить только перспективу наружного контура, так как по нему легко построить и перспективу кривой внутреннего контура, проведя вертикальные секущие плоскости через образующие цилиндрического свода.

ПРИМЕР 38.1.

Построить перспективу полуциркульной арки шириной 5 м, высотой пят 4 м и глубиной 2 м, повернутой к картине под углом 30° , при высоте горизонта 2 м и зрительном расстоянии d (рис. 159).

Решение. По известным размерам арки построим основание арочного свода в виде перспективы параллелепипеда. Для этого проведем направление основания стены под углом 30° к картине и с помощью полученных измерительных точек f_1 и f_2 отложим ширину и глубину арки. Отложив высоту, прорисуем перспективу параллелепипеда $AA_1B_1BCC_1D_1D$.

Построим перспективу кривой наружно-

го контура арки, например с помощью описанного квадрата (см. § 31).

Построим перспективу внутреннего контура. Поскольку любой образующей цилиндрического свода принадлежат соответствующие точки наружного и внутреннего контуров, проведем, например, через образующую с точкой 2 секущую вертикальную плоскость $2F_22_0$. Она рассекает внутреннюю плоскость арки по прямой $2'2_1$. В пересечении прямых $2F_2$ и $2'2_1$ получим точку 2_1 , принадлежащую внутреннему контуру арки. Таким способом находят необходимое количество точек, по которым и прорисовывают внутренний контур арки.

Отметим, что перспективу внутреннего контура арки можно построить и любым из способов, изложенных в § 31 (аналогично построению перспективы наружного контура).

Перспективу аркады — несколько арок, расположенных в одной плоскости, — строят следующим образом: сначала по направлению основания стены откладывают ширину арок и промежутки между ними, затем отмечают высоту пята и глубину арочных проемов. По этим данным и строят перспективы кривых наружного и внутреннего контуров арочных проемов.

ПРИМЕР 38.2.

Построить перспективу аркады в угловом положении (а), состоящей из трех полуциркульных арочных проемов шириной 4 м, глубиной 1 м и высотой пята 2,2 м с промежутками между проемами 1 м. Высота горизонта 1,7 м, зрительное расстояние d (рис. 160).

Решение. На линии основания стены от точки A_1 с помощью измерительной точки f_1 отложим пропорциональные отрезки, равные ширине арки 4 м и ширине простенка 1 м в масштабе $A_1K = 1,7$ м. Отложим высоту

пята A_1A , равную 2,2 м, и, проведя прямую AF_1 , получим высоты пята всех арочных проемов. На основаниях пята построим перспективы полуквадратов со стороной AB , равной 2 м, в которых с помощью четверти окружности фронтального положения найдем перспективы точек кривой. По ним и прорисуем наружные контуры арочных проемов.

Отложив глубину арок 1 м и прорисовав внутренний контур арок, получим перспективу аркады.

Построение перспектив люнетт. При пересечении цилиндрических сводов равных или разных диаметров образуются кривые пересечения, называемые *люнеттами*. Такие кривые встречаются, например, в подземных вестибюлях станций метрополитена с цилиндрическим сводом и арочными проходами к поездам.

Для построения перспектив люнетт цилиндрический вестибюль вписывают в параллелепипед, строят проекции арочных проемов на боковую грань в перспективе, по которым с помощью вспомогательных горизонтальных сечений находят перспективы соответствующих точек на своде.

ПРИМЕР 38.3.

Построить перспективу люнетты, образованной арочным проемом на фронтальном полуциркульном своде (рис. 161).

Решение. Построим перспективу вестибюля с полуциркульным сводом и опишем вокруг него прямоугольный параллелепипед. На боковой грани $ABCD$ построим перспективу контура арочного проема AE_1G . По проекциям перспектив точек кривой арочного проема найдем их перспективу на своде,

проводя через них вспомогательные секущие горизонтальные плоскости. Так, перспективу точки E_1 найдем на своде, если через нее проведем горизонтальную плоскость E_1EP . Плоскость пересечет свод по образующей PE . Перенесем точку E_1 на образующую, получим ее перспективу E на своде. Так же найдем на своде и перспективы других точек, например 1 и 2. Соединив точки плавной кривой, получим перспективу люнетты.

Перспективы люнетт в вестибюле углового положения строятся так же, с той лишь особенностью, что вспомогательные секущие гори-

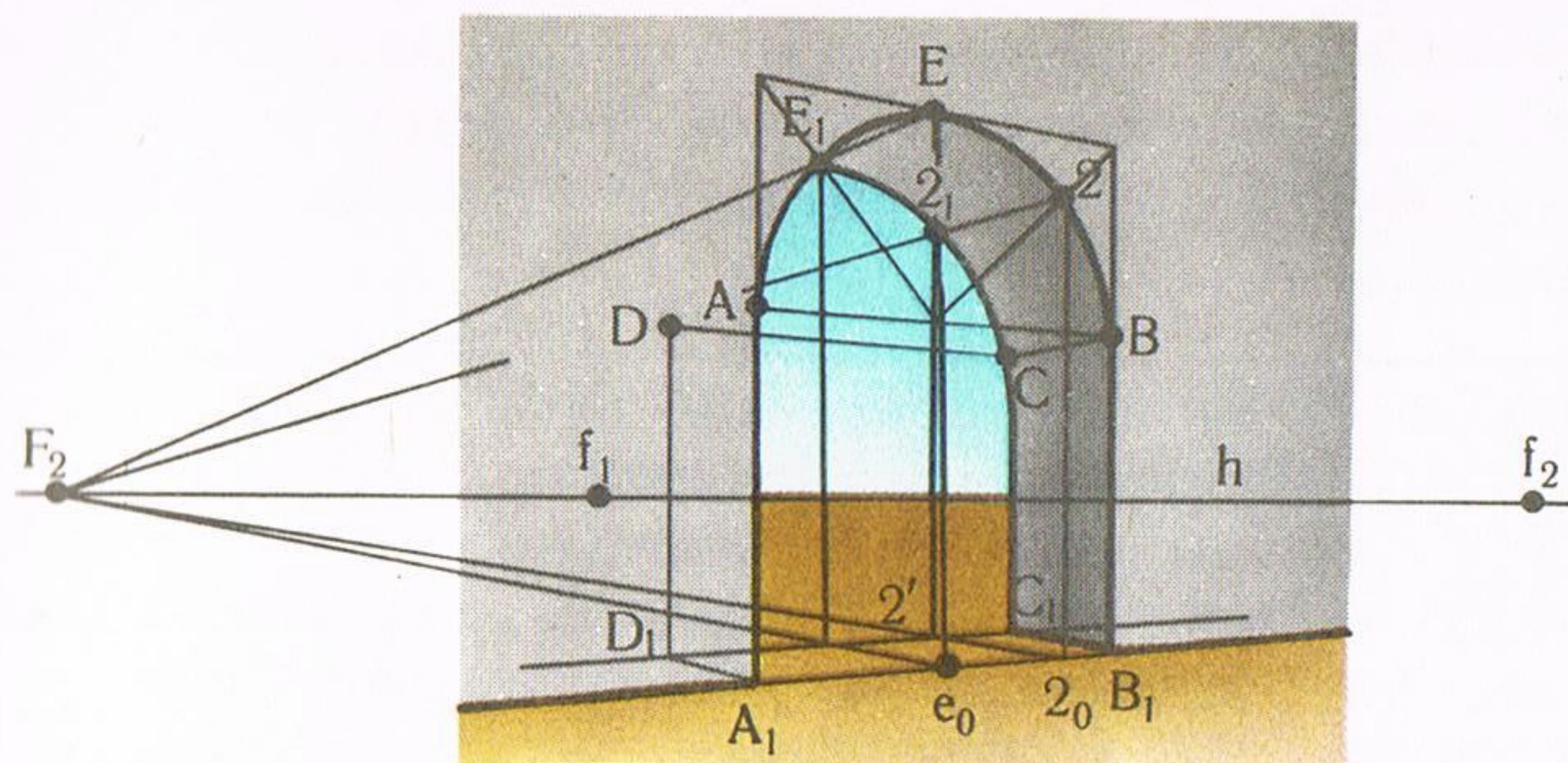


Рис. 159

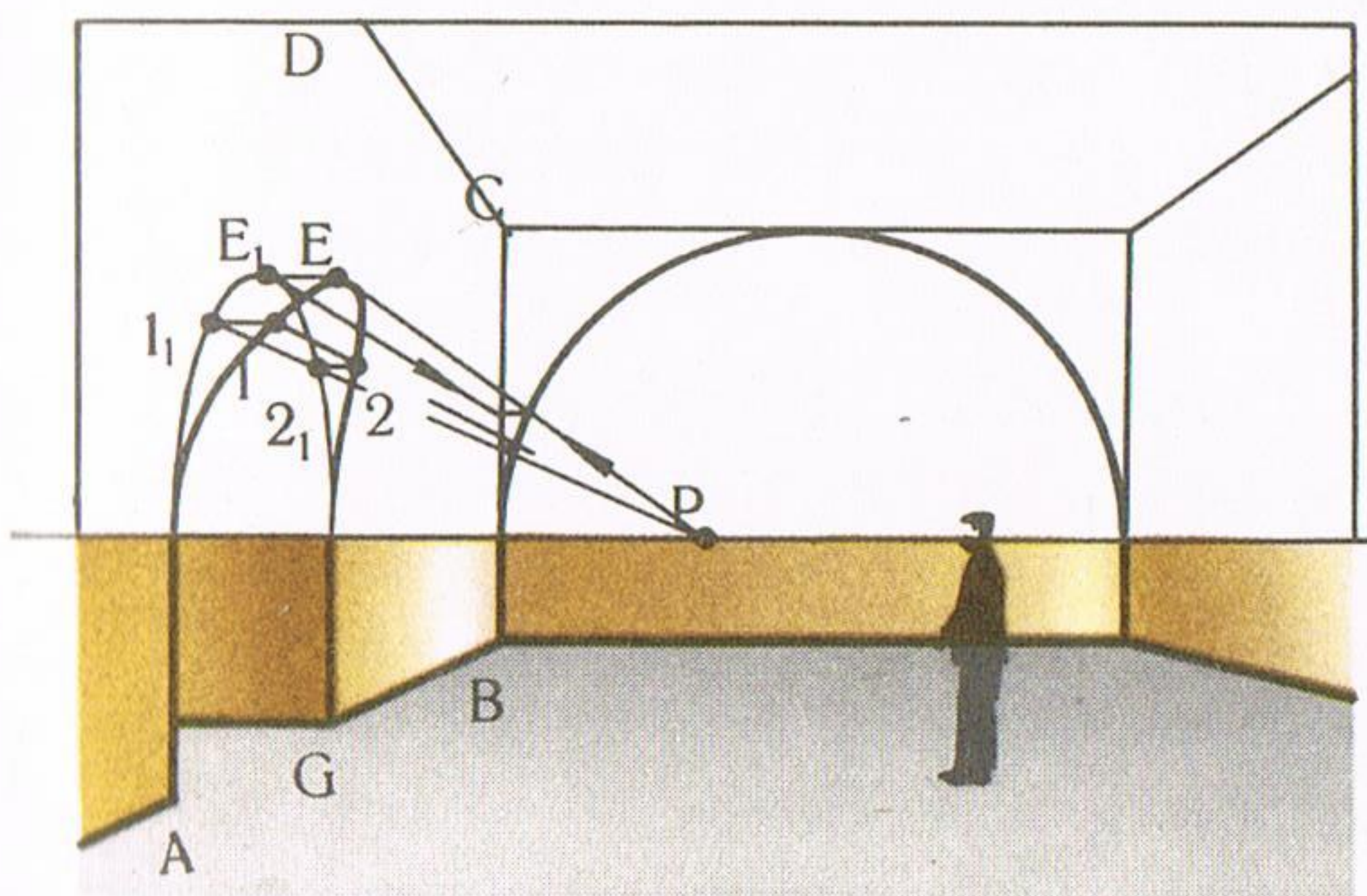
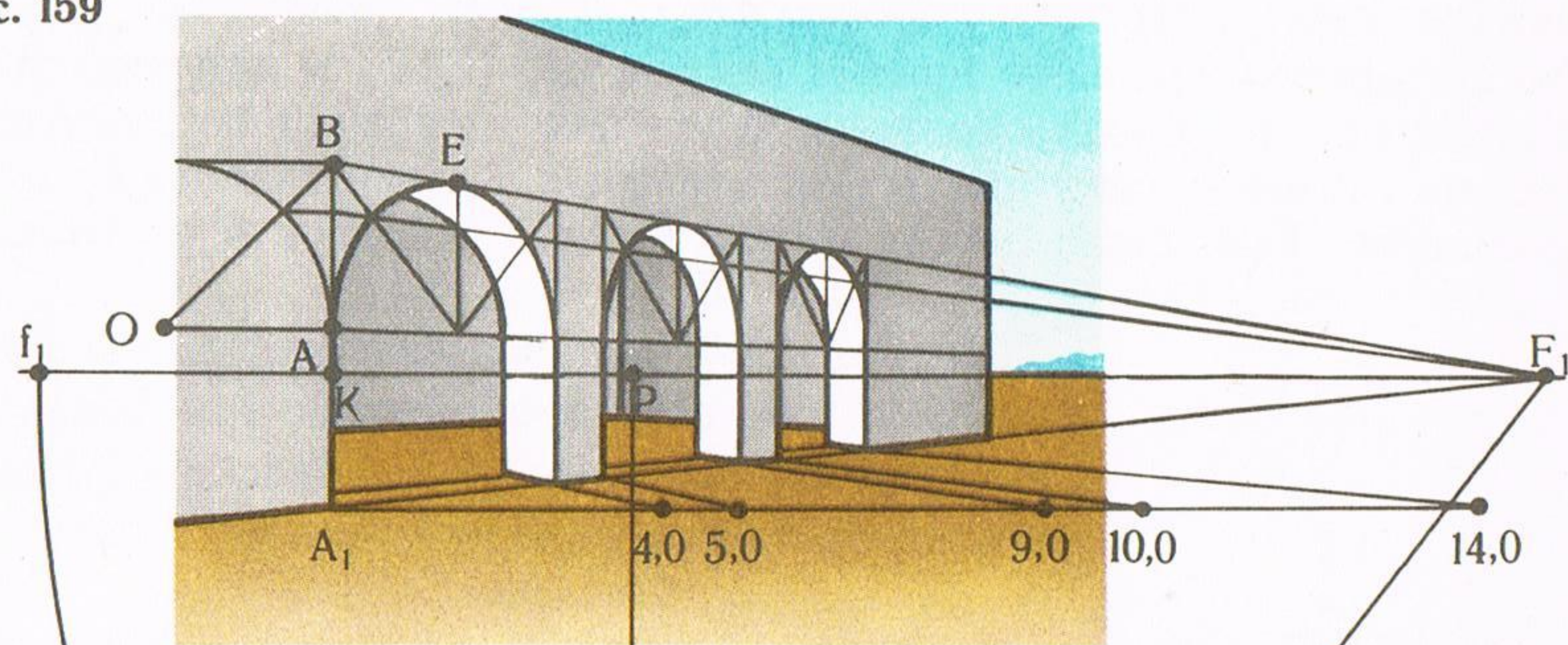


Рис. 161

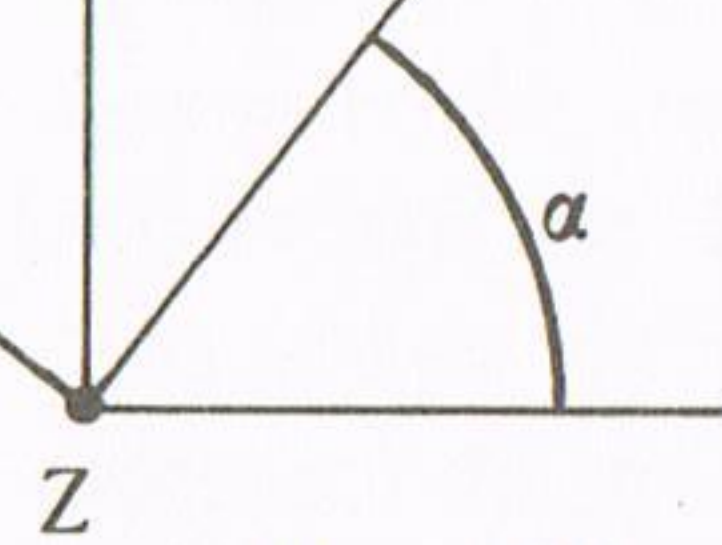


Рис. 160

горизонтальные плоскости пересекаются с цилиндрическим сводом по образующим с точкой схода по одну сторону от главной точки P , а прямые, проводимые на горизонтальных плоскостях под углом 90° к образующим, имеют точку схода также на линии горизонта, но в противоположной стороне от точки P .

ПРИМЕР 38.4.

Построить перспективу вестибюля углового положения с полуциркульным сводом и боковым арочным проходом (рис. 162)

Решение. Построим перспективу вестибюля с полуциркульным сводом в угловом положении и опишем вокруг него параллелепипед. На боковой грани $ABCD$ построим перспективу контура арочного проема AE_1G . По точкам кривой арочного проема найдем их перспективу на своде, проводя через них вспомогательные секущие горизонтальные плоскости. Так, перспективу точки E_1 на

своде найдем, если через нее проведем горизонтальную плоскость E_1EF_1 . Плоскость пересечет цилиндрический свод по образующим с точкой схода F_1 , а прямые горизонтальной плоскости, проводимые под углом 90° к образующим (поскольку угол вестибюля прямой), будут иметь точку схода F_2 . В пересечении образующей F_1E с прямой F_2E_1 и получим точку E на своде. Так же найдем и перспективы точек 1 и 2. Соединив точки плавной кривой, получим перспективу люнетты в вестибюле углового положения.

Люнетты двух цилиндрических сводов одинаковой высоты и равных диаметров дают изображение так называемого крестового свода. В качестве такого примера приведена картина А. Тыранова „Перспективный вид Эрмитажной библиотеки” (рис. 163).

§39. ПОСТРОЕНИЕ ИНТЕРЬЕРОВ

Изображая композицию в интерьере, очень важно передать его размеры. Особенно необходимо это при передаче исторических событий, когда из тех или иных источников известны размеры интерьера. Уметь правильно построить перспективу интерьера необходимо бывает и потому, что часто невозможно нарисовать его с натуры, так как художник не может разместиться в нем на допустимом зрительном расстоянии.

В зависимости от положения стен относительно картины интерьер может изображаться во фронтальном и угловом положении. Поэтому различают два вида перспективы интерьера: фронтальную и угловую. **Построение перспективы интерьера фронтального положения.** Композиция фронтальной перспективы интерьера может быть различной. Она зависит от замысла художника и, в соответствии с ним, от выбора положения и высоты линии горизонта, а также от положения главной точки P на картине.

Выбор положения линии горизонта на картине зависит от отношения изображаемой высоты интерьера к высоте горизонта. Например, чтобы получить перспективу пола и потолка в одинаковом ракурсе при отношении высоты интерьера к высоте горизонта, равном двум, линию горизонта нужно проводить через центр картины (рис. 164, а). Если хочется получить перспективу пола более развернутой к зрителю, чтобы лучше показать изображаемые на нем предметы, линию горизонта следует проводить выше, увеличивая и высоту горизонта (рис. 164, б). Наоборот, если необходимо получить перспективу по-

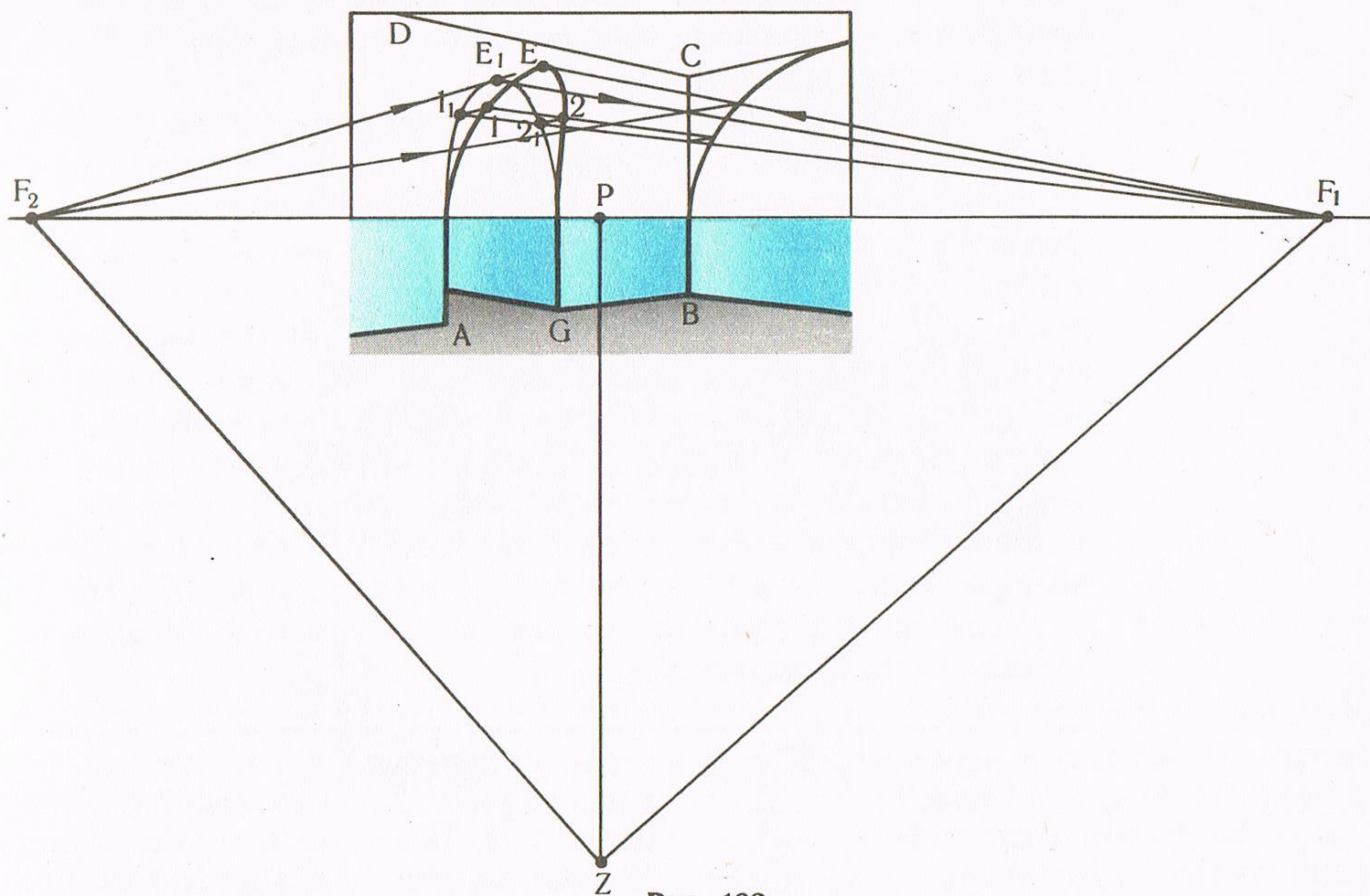


Рис. 162

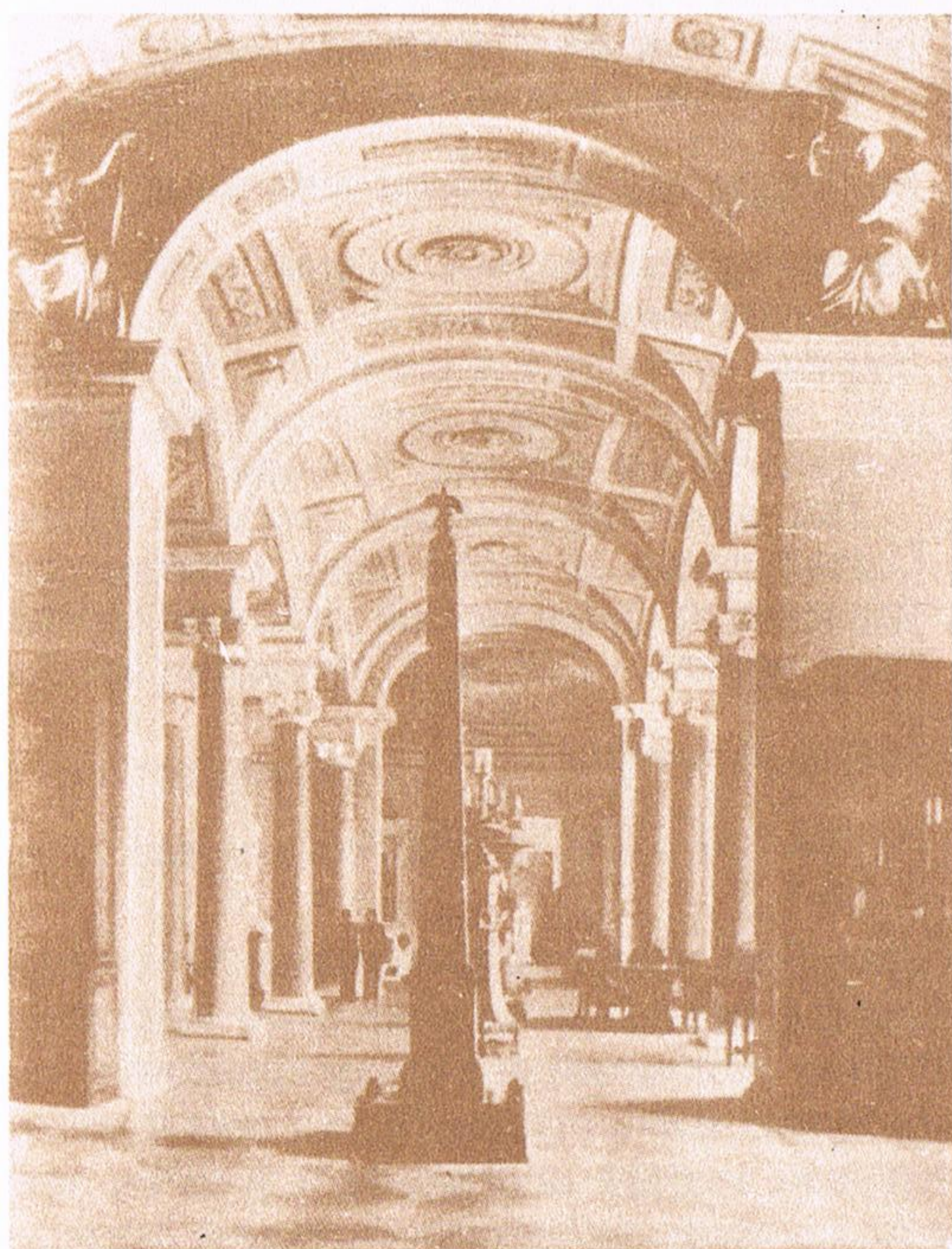
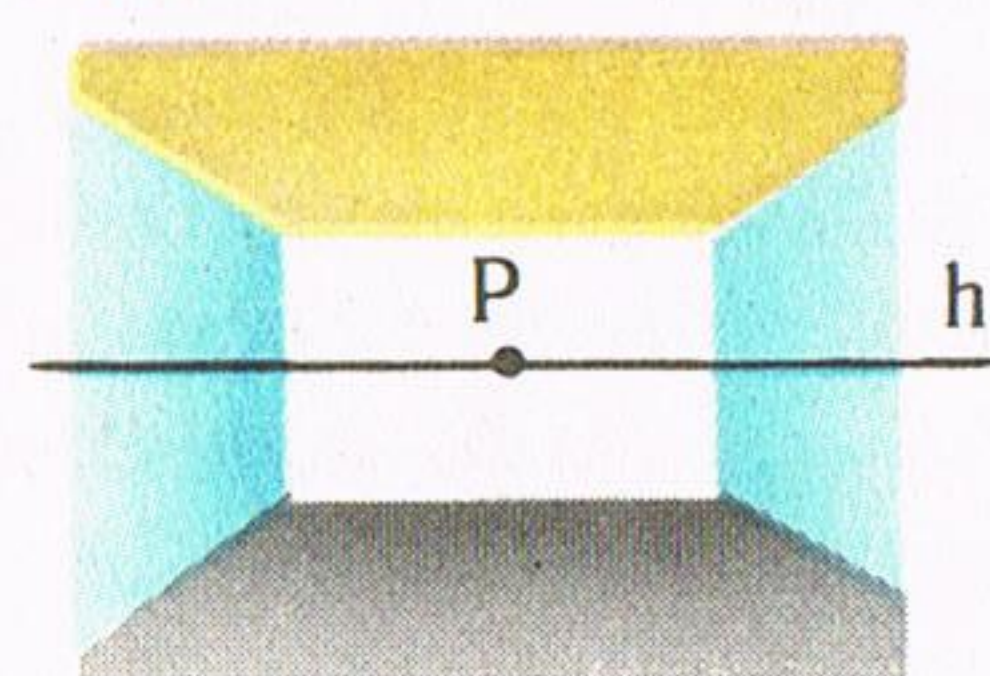
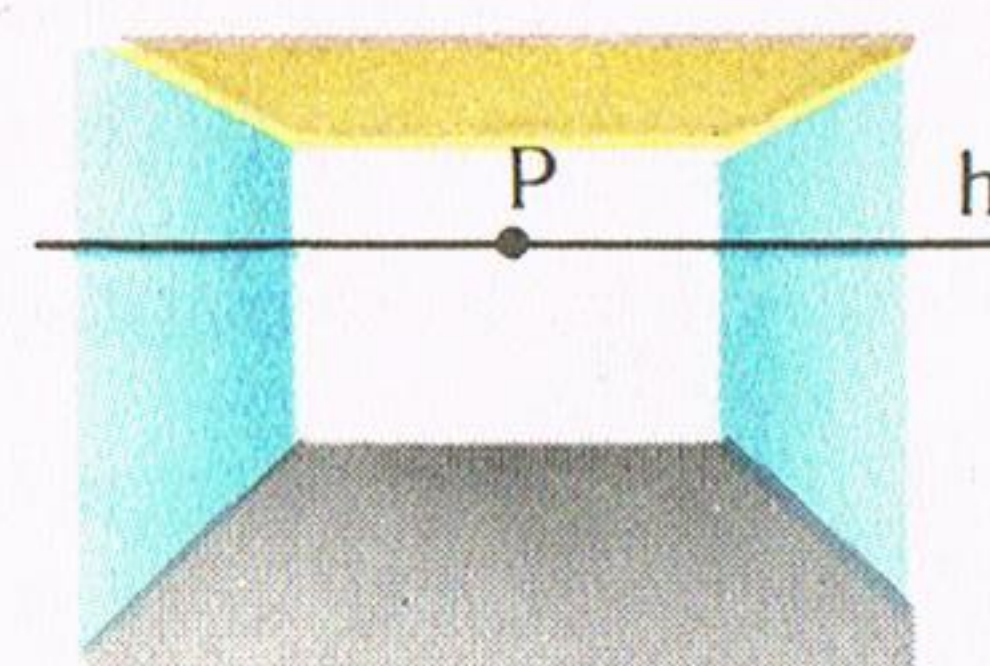


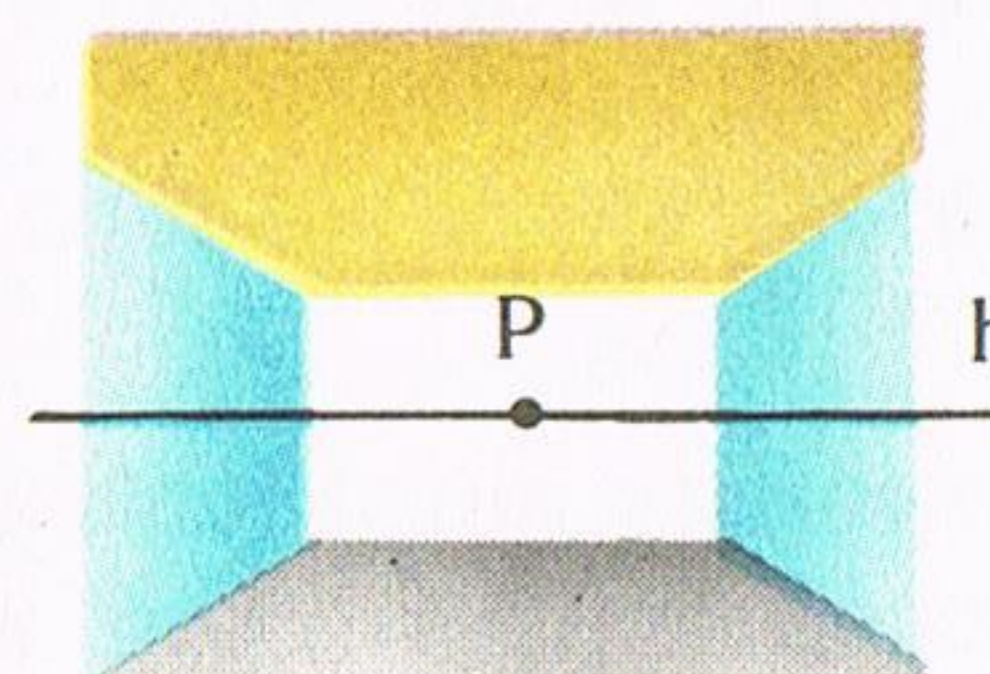
Рис. 163



а

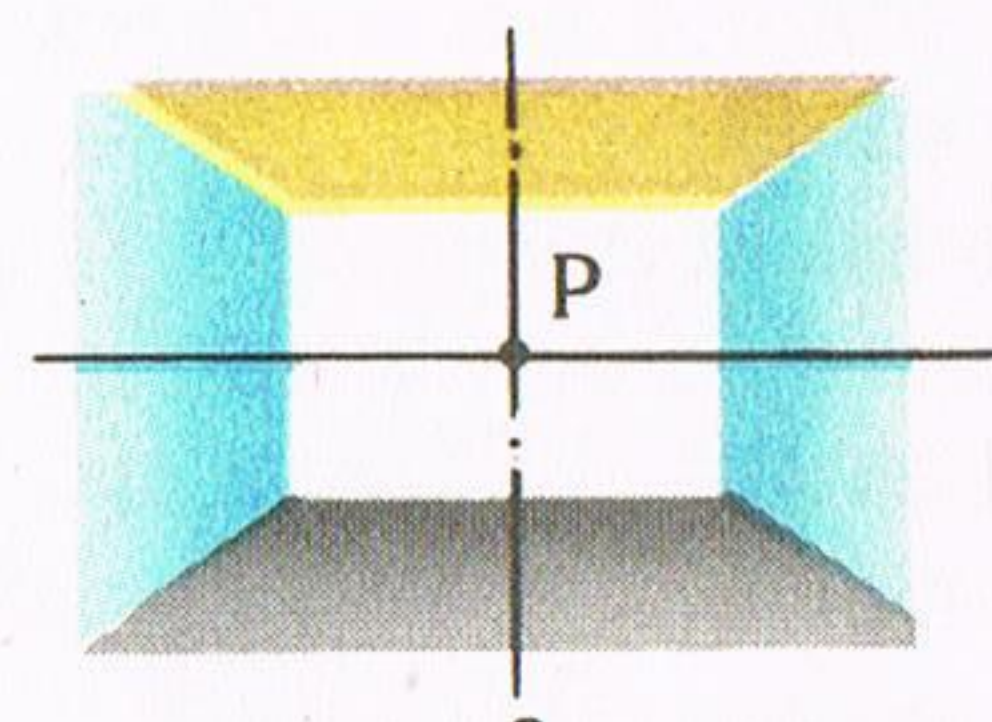


б

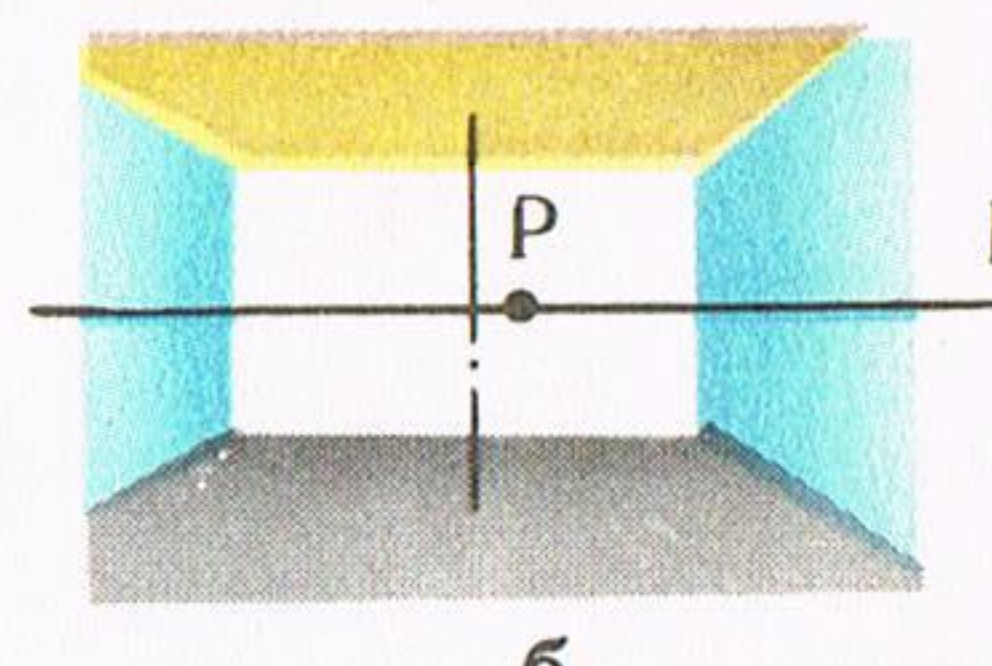


в

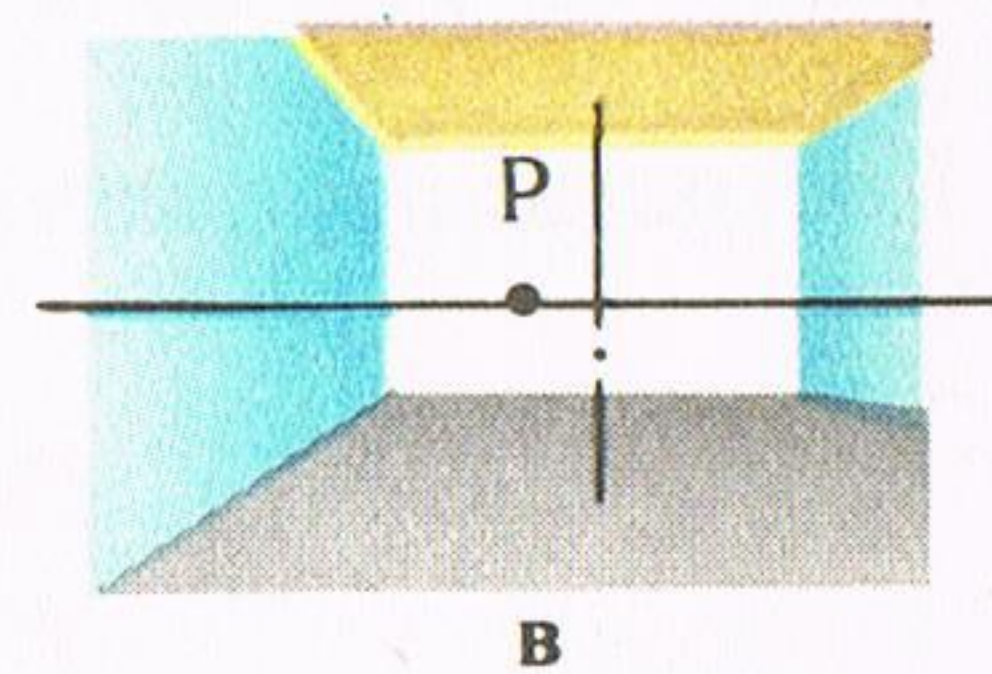
Рис. 164



а



б



в

Рис. 165

толка более развернутой к зрителю, чтобы лучше показать его украшения, линию горизонта надо проводить ниже центра картины, уменьшая и высоту горизонта (рис. 164, в).

Выбирая положение главной точки картины, нужно учитывать следующее: художник, пишущий картину, и зритель, рассматривающий ее, находятся против ее середины. Поэтому главную точку обычно выбирают в пересечении вертикальной осевой линии картины с линией горизонта (рис. 165, а). Желая получить изображение одной из стен более развернутым, фронтальную плоскость стены изображают сдвинутой в противоположную сторону (рис. 165, б, в). При рисовании натуры это достигается смещением точки зрения в сторону, противоположную стене, перспектива которой изображается более развернутой. В практике изобразительного искусства это встречается довольно часто. Примером могут служить картины П. А. Федотова „Сватовство майора” (рис. 17) и Ф. П. Толстого „Семья художника” (рис. 18).

Рассмотрим построение перспективы интерьера фронтального положения по заданным размерам.

ПРИМЕР 39.1.

Построить фронтальную перспективу комнаты шириной 6 м, глубиной 10 м и высотой 3,5 м. На фронтальной стене — полуциркулярный арочный проход шириной 2 м, глубиной 0,4 м и высотой 3 м. На правой стене — окна шириной 1,5 м, высотой 2,25 м с шириной простенка 0,75 м и высотой подоконника 0,75 м. На левой стене — дверной проем шириной 1,25 м и высотой 2,5 м. Высота горизонта 1,5 м и зрительное расстояние $d = 2R$.

Решение. Построим перспективу габаритных размеров комнаты. Для этого отложим ее глубину 10 м с помощью дробной точки отдаления $\frac{F_d}{4}$ (рис. 166) и на полученной параллельной картине горизонтальной прямой отложим ширину комнаты $AB = 6$ м в масштабе $BK = 1,5$ м. Отложив высоту комнаты 3,5 м в том же масштабе, прорисуем ее габаритные размеры.

Построим перспективу полуциркулярного

арочного прохода. Сначала отложим перспективу ширины 2 м, глубины 0,4 м и высоты пят 2,5 м. Построив на пятах циркулярные кривые наружного и внутреннего контура радиусом 1 м в соответствующем масштабе, получим перспективу арочного прохода.

Построим перспективу окон. Для этого с помощью дробной точки отдаления $\frac{F_d}{4}$ разделим перспективу правой стены на пропорциональные отрезки 0,75 и 1,5 м, равные ширине простенка и окна (см. § 21). Отложив высоту одного подоконника и окон прорисуем все оконные проемы.

Построим перспективу дверного проема. С этой целью на левой стене на некотором удалении от фронтальной отложим перспективу ширины 1,25 м с помощью дробной точки отдаления $\frac{F_d}{4}$. Отложив перспективу высоты 2,5 м, прорисуем дверной проем.

Построение перспективы интерьера углового положения. Композиция угловой перспективы интерьера определяется замыслом художника. В соответствии с ним выбирают положение и высоту горизонта, главную точку картины, а также углы поворота оснований стен к плоскости картины. Рекомендации для выбора положения и высоты линии горизонта те же, что и при построении перспектив интерьера фронтального положения.

Главную точку картины целесообразнее выбирать в пересечении

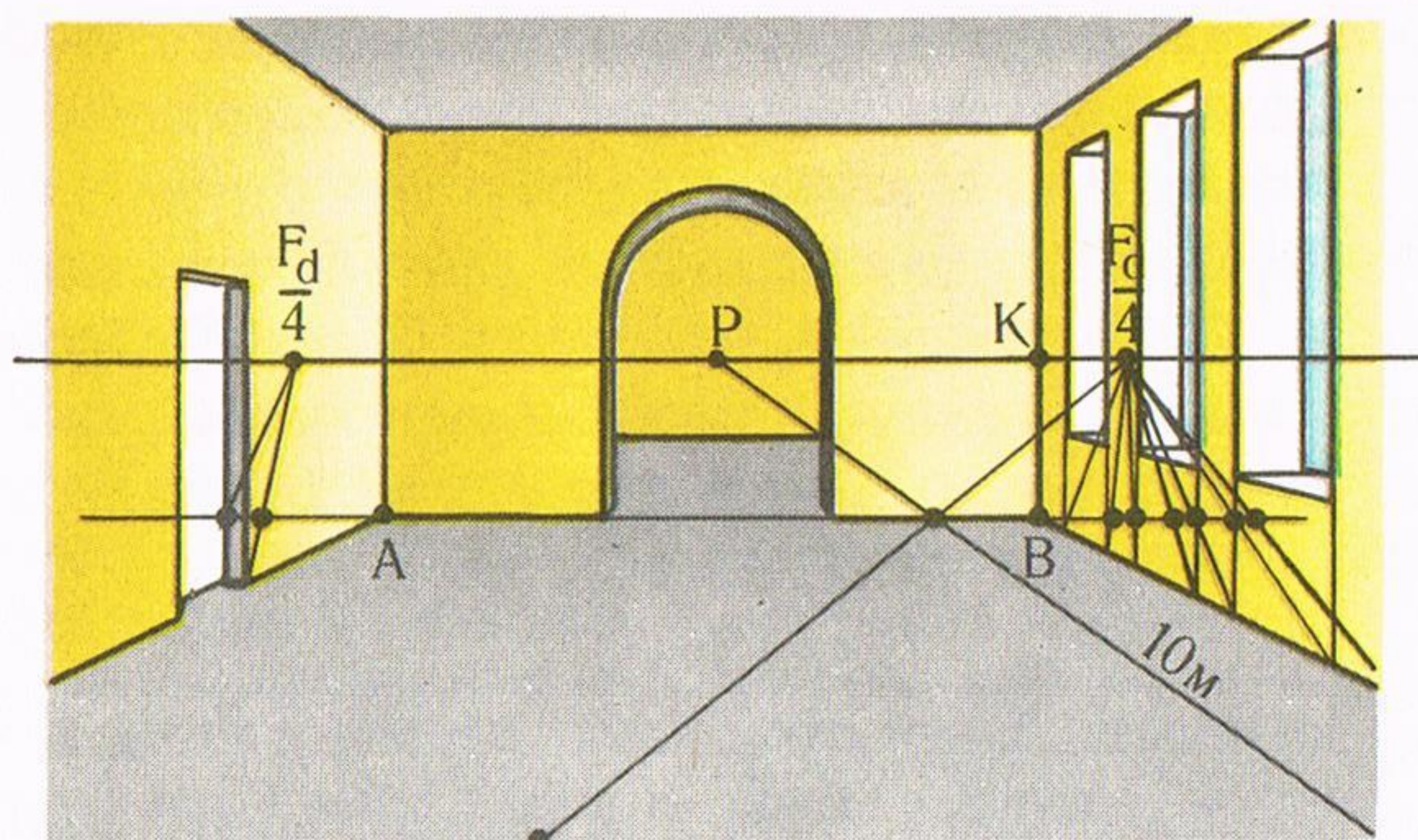


Рис. 166

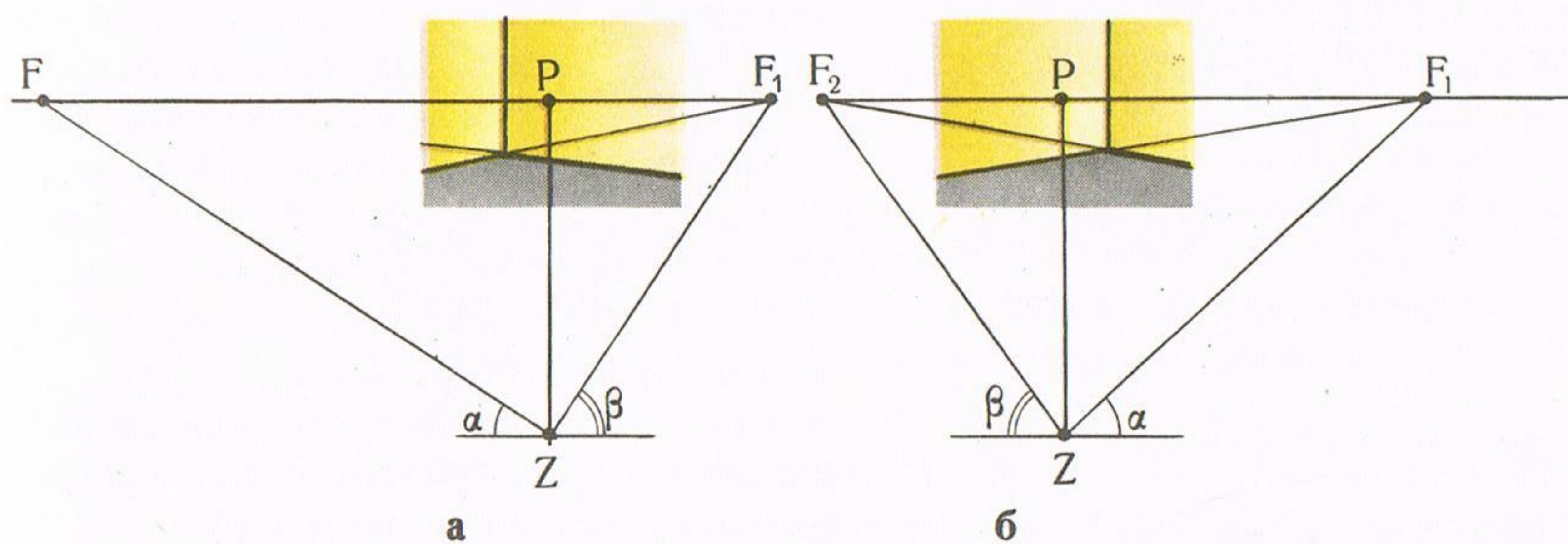


Рис. 167

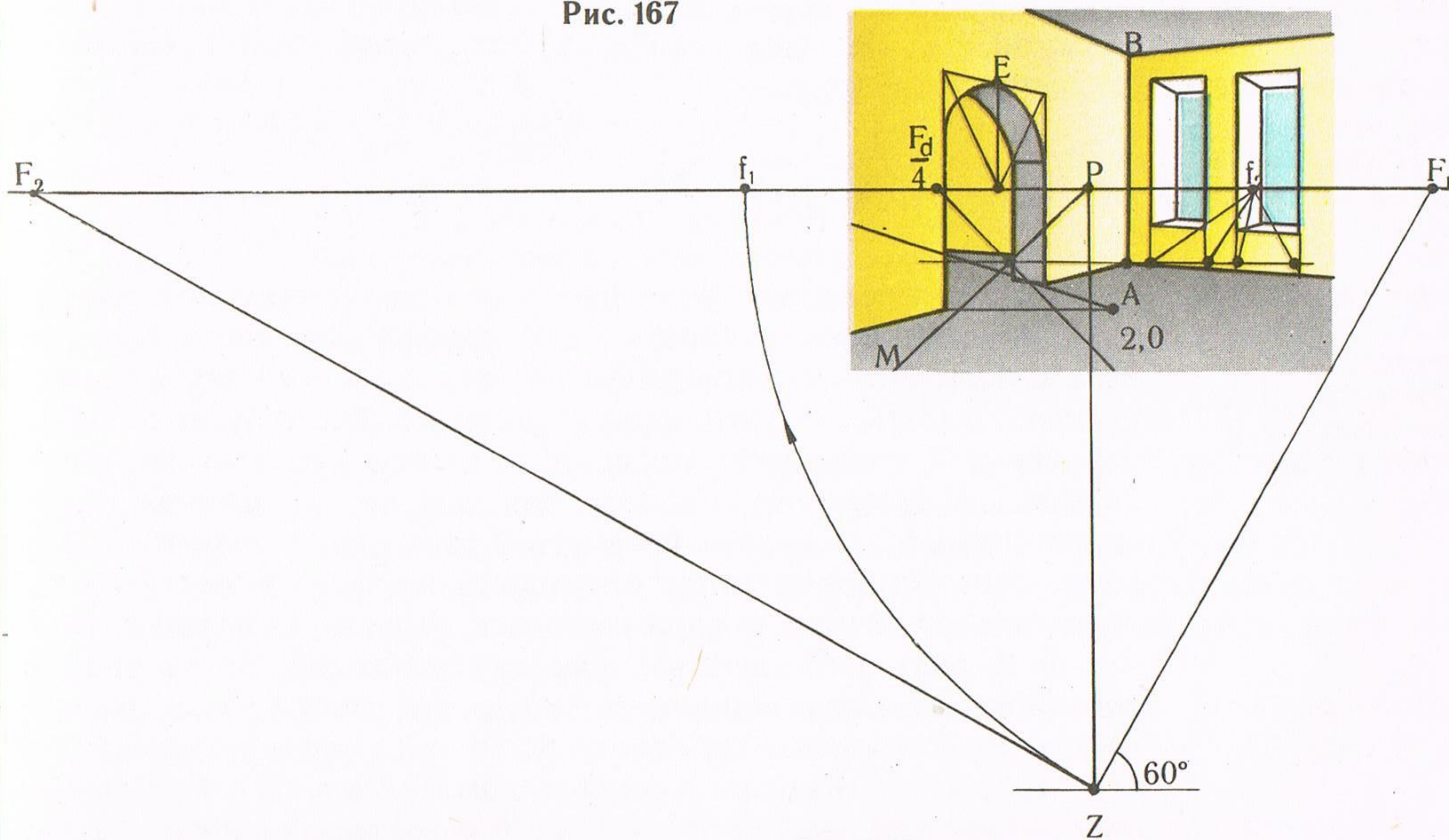


Рис. 168

вертикальной оси картины с линией горизонта, так как зритель будет рассматривать картину, находясь против ее середины.

Чтобы получить перспективу интерьера с большим видом на одну из стен, например на правую (рис. 167, а), эту стену рисуют под более острым углом α к картине, чем другую (β), изображение вертикальной прямой угла смещают в противоположную сторону от главной точки P . Естественно, что точка схода F_2 будет значительно дальше отстоять от главной точки P , чем точка схода F_1 . Аналогично можно построить перспективу интерьера углового положения с большим видом на левую стену (рис. 167, б).

ПРИМЕР 39.2.

Построить перспективу комнаты, левая стена которой расположена к картине под углом 60° , с глубиной угла 7,5 м от картины. Высота комнаты 4 м. На левой стене — полуциркульный арочный проем шириной 2 м и высотой 3 м. В правой стене — оконные проемы шириной 1,5 м, высотой 2,75 м с простенками 0,5 м и толщиной стен 0,5 при высоте горизонта 1,5 м и зрительном расстоянии $2R$ (рис. 168).

Решение. Определим положение угла комнаты на картине. Для этого с помощью дробной точки отдаления $\frac{F_d}{4}$ отложим на перпендикулярной к картине прямой MP глубину 7,5 м и на параллельной картине горизонтальной прямой, удаленной от картины на 7,5 м, выберем положение угла комнаты — точку A .

Построим перспективу габаритных размеров комнаты. Построением прямого угла

при совмещенной точке зрения Z найдем точки схода F_1 и F_2 горизонталей стен. Отложив высоту комнаты $AB = 4$ м, прорисуем ее габаритные размеры.

Прорисуем перспективу полуциркульного арочного проема. Для этого на основании левой стены с помощью измерительной точки f_1 отложим его ширину 2 м (см. § 17). Отложив глубину проема 0,5 м с помощью измерительной точки f_2 и высоту пят 2 м, построим кривые наружного и внутреннего контуров арочного проема (см. § 31).

Построим перспективу оконных проемов. С этой целью ширину правой стены разделим на пропорциональные отрезки 0,5 и 1,5 м с помощью измерительной точки f_2 . С помощью измерительной точки f_1 найдем перспективу толщины стен, равную 0,5 м. Отложив высоту подоконника и окон, прорисуем оконные проемы.

Перспектива комнаты построена.

§40. ПОСТРОЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВ ПРЕДМЕТОВ ПРИ НЕСКОЛЬКИХ ВЫСОТАХ ГОРИЗОНТА

Изображая предметы, расположенные в плоскостях, которые отличаются различными уровнями относительно плоскости горизонта, нужно пользоваться соответствующей для каждой из них высотой горизонта. Высота горизонта каждой такой плоскости будет отличаться от условной предметной плоскости на величину превышения или понижения. Например, при изображении интерьера на втором этаже из положения стоя условной предметной плоскостью является поверхность пола. Предметы же на поверхности земли, видимые через окно, будут изображаться с высоты горизонта, большей на величину превышения пола второго этажа над поверхностью земли. Если в этом случае высота горизонта в интерьере, к примеру, равна 1,5 м, то для предметов, расположенных на поверхности земли, при превышении пола над землей на 4 м высота горизонта равна 5,5 м ($1,5 + 4$). Примером построения перспектив с двумя высотами горизонта является картина А. И. Лактионова „Письмо с фронта” (рис. 169).

Несколькими горизонтами удобно пользоваться и при изображении предметов, расположенных на ниже лежащих ярусах (плоскостях), при работе как над жанровой композицией, так и над многоплановым пейзажем на холмистой местности. Знание высоты горизонта для каждой ниже (выше) лежащей плоскости позволяет более точно определять масштабность изображения предметов, расположенных на этих плоскостях.

ПРИМЕР.

Построить перспективу комнаты при высоте горизонта 1,5 м и панораму местности, видимую через окно четвертого этажа. Высота автобуса — 3,5 м, телефонных столбов — 6 м (рис. 170).

Решение. Построим перспективу комнаты необходимых размеров. Определим высоту

горизонта для изображения предметов на поверхности земли. При высоте этажа 3 м она равна 13,5 м ($12 + 1,5$). В масштабе высоты горизонта 13,5 м изобразим на поверхности земли в ракурсе сверху автобус и линию телефонных столбов заданных размеров.

§41. ОТСТУПЛЕНИЯ ОТ ПРАВИЛ ПЕРСПЕКТИВЫ

Метод центрального проецирования, применяемый в перспективе, не обеспечивает полного соответствия изображения той реальной картине видения, которая наблюдается в естественных условиях зрительного восприятия.

В §2 были рассмотрены ограничения параметров центрального проецирования, при соблюдении которых можно получать перспективные изображения, близкие нашему зрительному восприятию. Естественно, что каждый художник как при рисовании с натуры, так и при работе над композицией стремится к тому, чтобы зритель получил наилучшие впечатления формы изображенных предметов и сюжета. С этой целью иногда приходится сознательно отступать от некоторых правил перспективы.

Отступления от правил перспективы могут вызываться композиционным замыслом художника и условиями зрительного восприятия произведения зрителем. Они бывают целесообразны, а в некоторых случаях и необходимы. Рассмотрим эти случаи.

Выбор нескольких точек зрения. Перспективные изображения, как правило, выполняют с одной точки зрения. Правила выбора точки зрения рассмотрены в §6. Отступления могут быть в таких случаях:

1. Если на широкой картине изображается событие, которое из-за ограниченного размера помещения не может обозреваться с одной точки зрения. Тогда картину делят на геометрически не связанные между собой части, каждую из которых выполняют с выбранной для нее точки зрения. Точки зрения следует располагать на одной горизонтальной линии, параллельной картине, чтобы зритель, передвигаясь параллельно ей, из обозрения разрозненных частей получил наилучшее впечатление о событии в целом.

2. Чтобы добиться наилучшего впечатления от архитектурного оформления, части интерьеров и экстерьеров следует изображать с разных точек зрения.

На рис. 171 показаны в разрезе здание и картина К. Из точки зрения Z_1 хорошо видны потолки второго $A - B$ и первого $C - D$ этажей,

Чтобы избежать недопустимых перспективных искажений, разность высот точек зрения нельзя брать чрезмерно большой

но не виден пол первого этажа и верхние ступени лестницы. Из точки зрения Z_2 виден пол первого этажа E и ступени лестницы G , но не виден потолок первого этажа. Поэтому художник может изобразить пол первого этажа, ступени лестницы и предметы на них из более высокой точки зрения Z_2 , а потолок первого и второго этажей — из точки зрения Z_1 , расположенной ниже.

Выбирая положения точек зрения, нужно помнить: чтобы избежать недопустимых перспективных искажений, разность высот точек зрения нельзя брать чрезмерно большой.

Примером умелого использования двух точек зрения может служить фреска Рафаэля „Афинская школа” (рис. 172). На картине итерьер и расположенные в нем предметы изображены с двух точек зрения, находящихся на разных уровнях. Из верхней точки зрения построена перспектива пола с расположенными на нем людьми и предметами, из нижней — своды и вся верхняя часть картины. Верхняя точка зрения для пола дала возможность показать на первом и втором планах всех действующих лиц, а нижняя — величественность интерьера. Изображением фигур людей на заднем плане художник закрыл разрыв линии горизонта и этим скрыл от зрителя перспективные погрешности.

Аналогичного эффекта можно добиться и при изображении предметов, боковые части которых плохо видны с одной точки зрения. Например, желая показать боковые стены интерьера или экстерьера более развернутыми к зрителю, их изображают с разных точек зрения, сохраняя постоянным зрительное расстояние и высоту горизонта. Расстояние между точками зрения выбирают таким, при котором исключаются недопустимые перспективные искажения.

Смещение точки зрения при изображении животных и тел вращения. При изображении на картине животного или тела вращения, форма и размеры которого нам хорошо известны, целесообразно отступать от правил перспективы, если вертикальная линия центра изображения предмета располагается в стороне от вертикальной осевой линии картины, проходящей через главную точку. В противном случае изображения таких предметов могут иметь значительные искажения формы и размеров. Перспективные искажения тем больше, чем дальше от осевой линии картины расположено изображение предмета.

Искажения объясняются замечательным свойством нашего глаза — большой подвижностью. Без этого свойства наш глаз был бы слеп, как и неподвижная рука перестала бы служить орудием нашего познания.

Перспектива указанных предметов, построенная из одной точки зрения, воспринималась бы правильно только при условии совпадения неподвижной зрительной оси глаз с главным лучом зрения. Но наш глаз не является неподвижным. Он невольно переносит свой взгляд с одного изображенного предмета на другой. В результате смещения оптической оси глаз на предмет, изображенный в стороне от главного луча, мы и обнаруживаем искажения его формы и размеров. Чтобы



Рис. 169

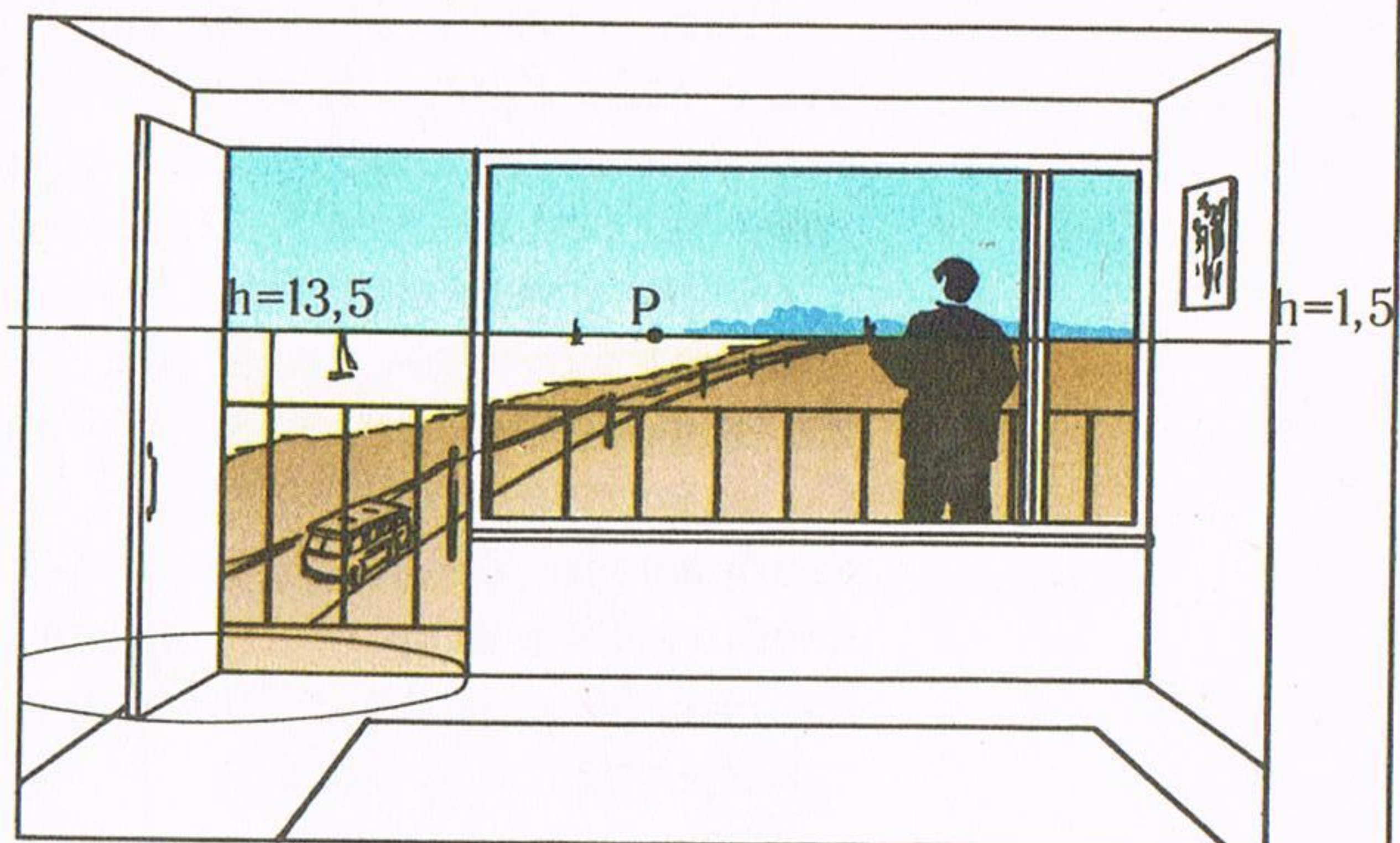


Рис. 170

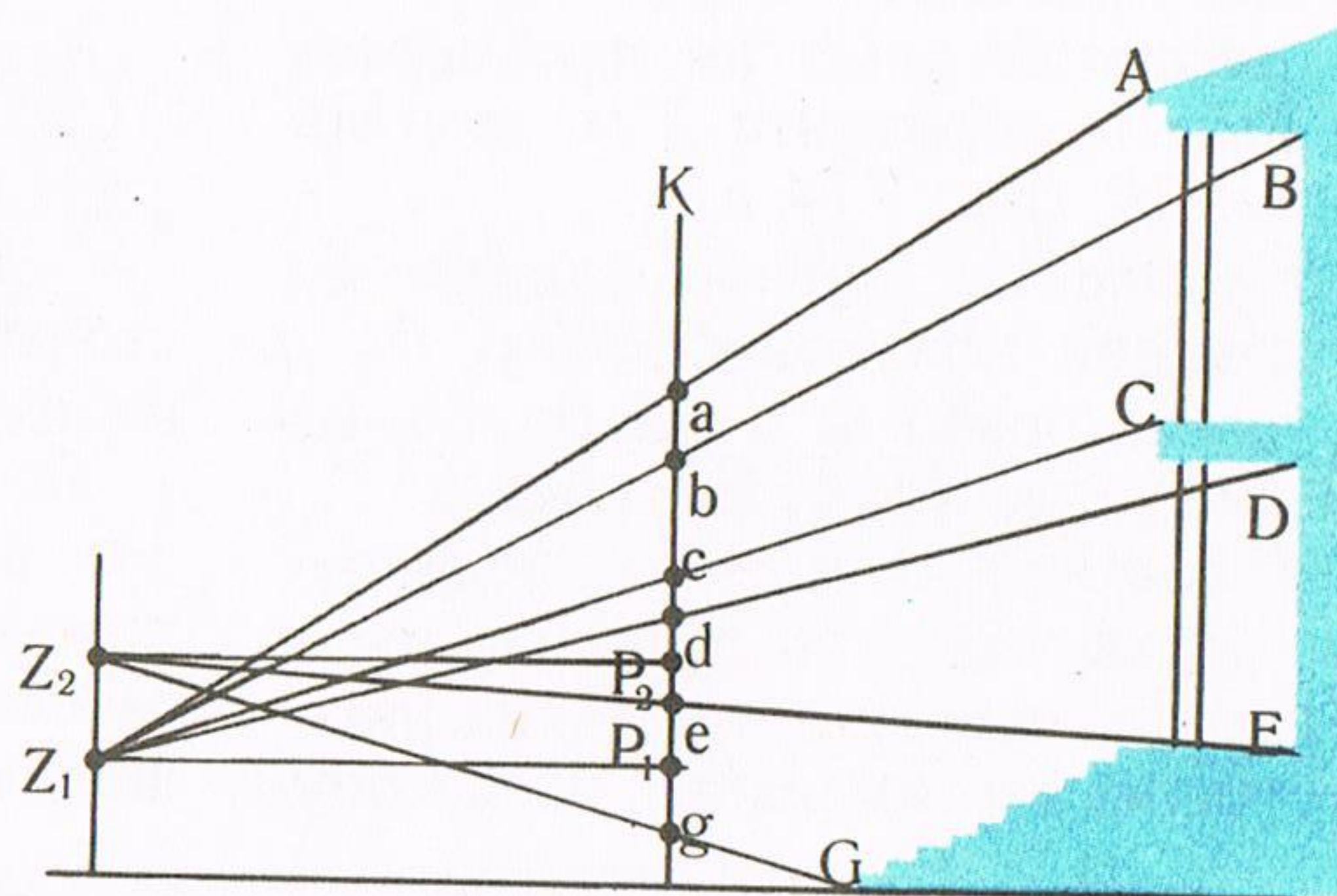


Рис. 171



Рис. 172

избежать недопустимых перспективных искажений, надо смещать точку зрения, поступая при этом следующим образом.

Даны (рис. 173): картина K , точка зрения Z_1 и изображаемый конус с осью S_1O_1 . Проведем через ось S_1O_1 конуса и точку зрения Z_1 вертикальную плоскость. В пересечении с картиной получим перспективу SO оси конуса S_1O_1 . Передвинем точку зрения Z_1 и оси конуса S_1O_1 по горизонтальным прямым, параллельным картине, в положение, при котором плоскость $Z_2z_2S_2O_2$, пересекающая картину по той же прямой SO , будет перпендикулярна к картине. Принимаем точку Z_2 за новую точку зрения, а точку P_2 — за главную точку картины и изображаем конус в его новом положении с осью S_2O_2 . В этом случае изображение конуса на картине будет больше соответствовать нашему зрительному восприятию при рассматривании как из точки зрения Z_2 , так и из точки зрения Z_1 .

Рассмотрим применение этого приема к построению перспектив конусов.

ПРИМЕР.

Построить перспективу трех равновеликих конусов с диаметрами оснований 2 м и высотой 3 м, расположенных на предметной плоскости. Высота горизонта 2 м, зрительное расстояние $2R$ (рис. 174, а).

Решение. Наметим на картине положения центров оснований конусов O_1, O_2, O_3 с размерами диаметров 2 м в масштабе, соответствующем удалению от картины.

Найдем положения смещенных главных точек и соответствующих им дробных точек отдаления. Смещенные главные точки найдем в пересечении вертикальных осей кону-

сов с линией горизонта — в точках P_1, P_2, P_3 .

Дробные точки отдаления $\frac{F_{d1}}{4}, \frac{F_{d2}}{4}$ и $\frac{F_{d3}}{4}$ при неизменном зрительном расстоянии сохраняют удаление от соответствующих им главных точек.

Построим перспективы оснований конусов с помощью описанных квадратов. Отложив высоты 3 м и проведя из вершин касательные к основаниям, получим изображения трех равновеликих конусов.

Для сравнения на рис. 174, б построена перспектива этих же конусов из одной главной точки зрения. Правый и левый круговые конусы воспринимаются эллиптическими. Как видим, перспектива, построенная с разных точек зрения, больше соответствует нашему зрительному восприятию.

Те же искажения наблюдаются и при рисовании цилиндров.

Искажению подвержен и шар. По правилам перспективы шар, расположенный в предметном пространстве, на картине изображается кругом только в одном случае — когда его центр совпадает с главным лучом. В остальных же случаях шар изобразится эллипсом. Но наш глаз настолько привык к круглой форме шара, что изображение его в виде эллипса будет восприниматься уже не шаром, а эллипсоидом. Поэтому в любой точке картины шар всегда рисуют кругом (рис. 175).

Метод смещения точек зрения нужно применять и к изображению на картине животных и фигур людей. Так, если на картине помещают несколько человеческих фигур, их высоты откладывают в перспективном масштабе, соответствующем удалению фигуры от картины,

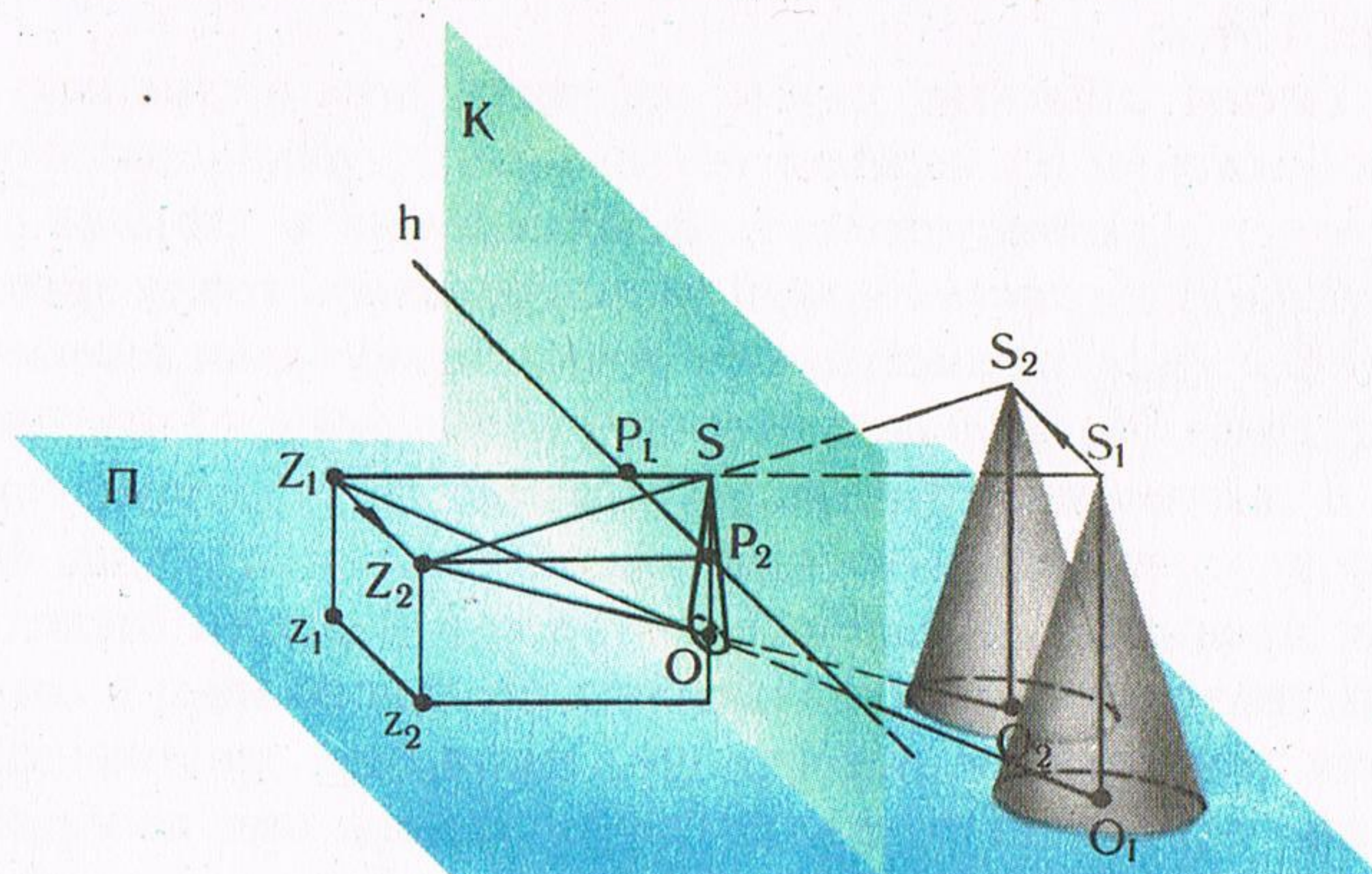


Рис. 173

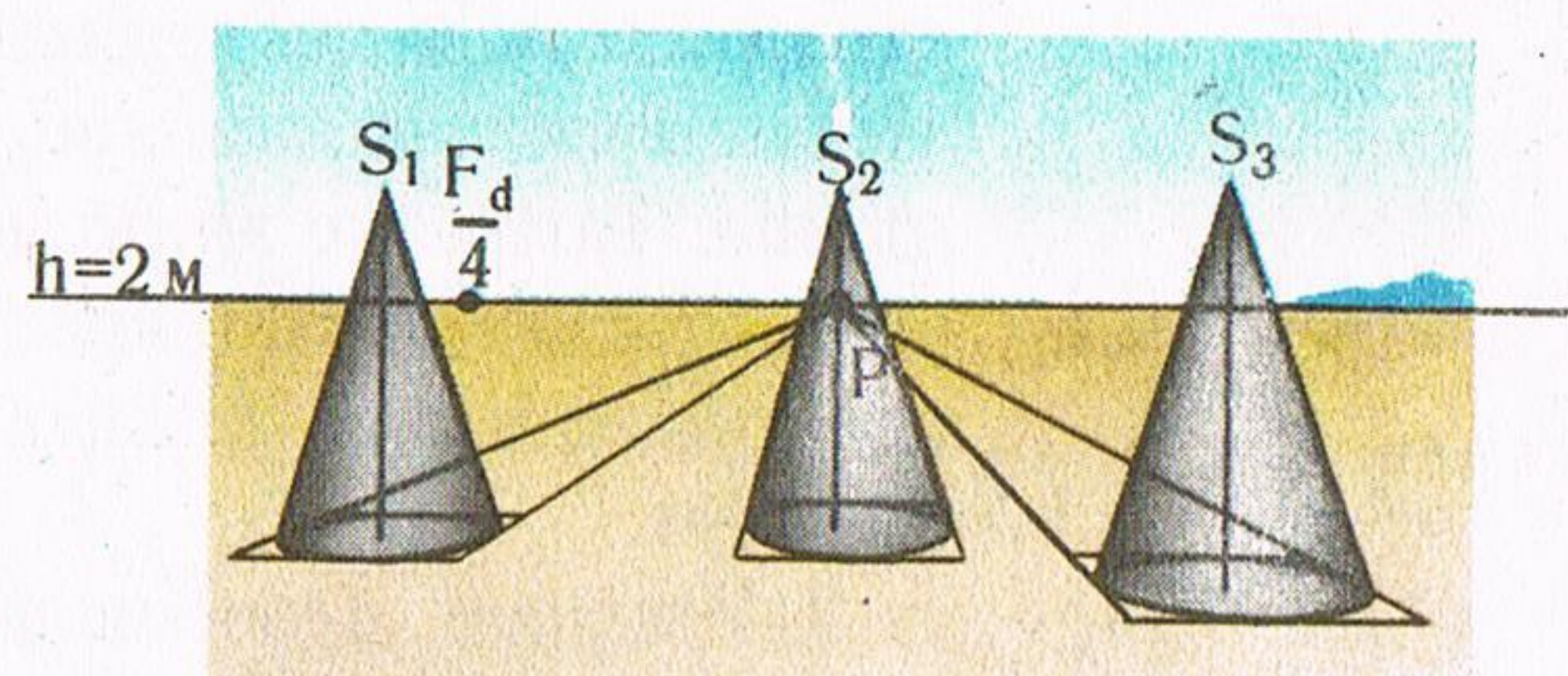
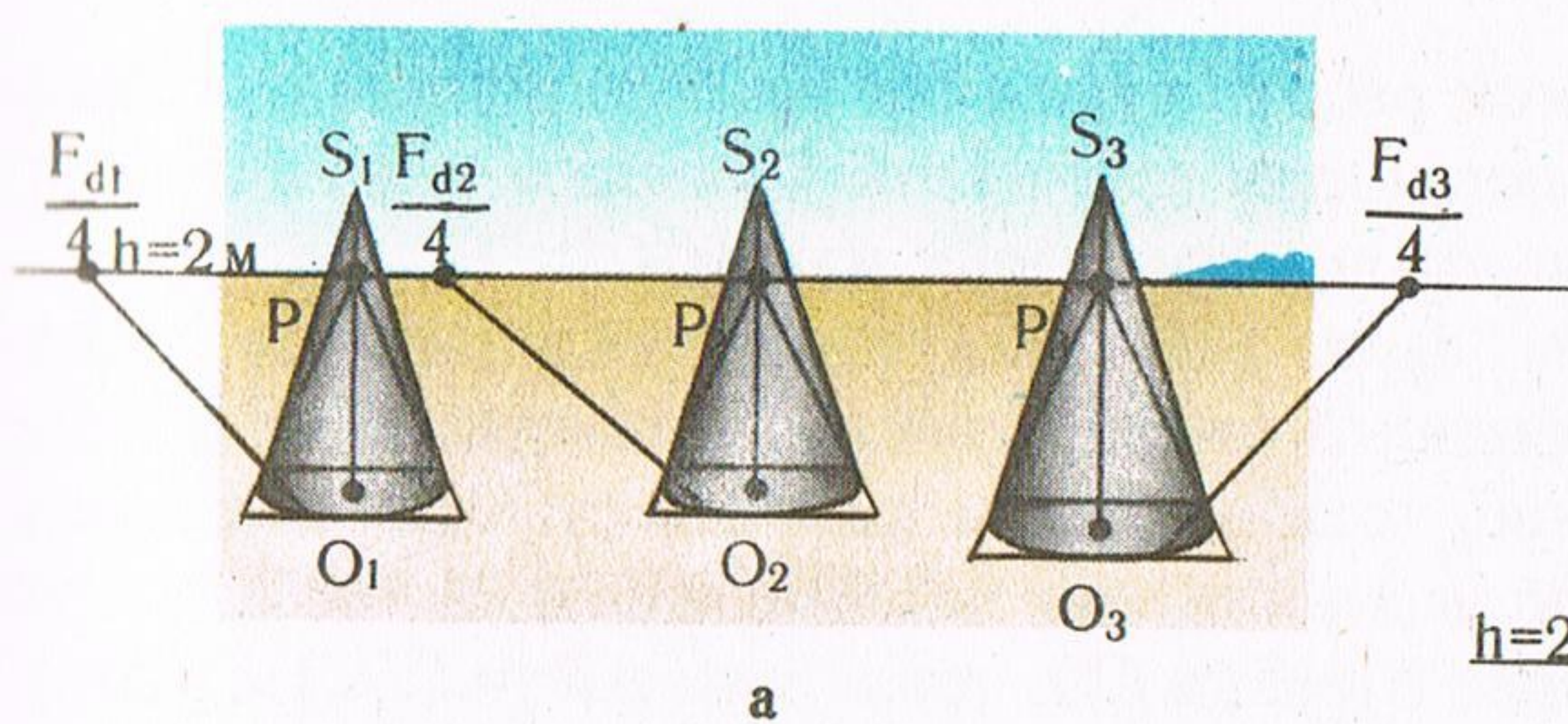


Рис. 174

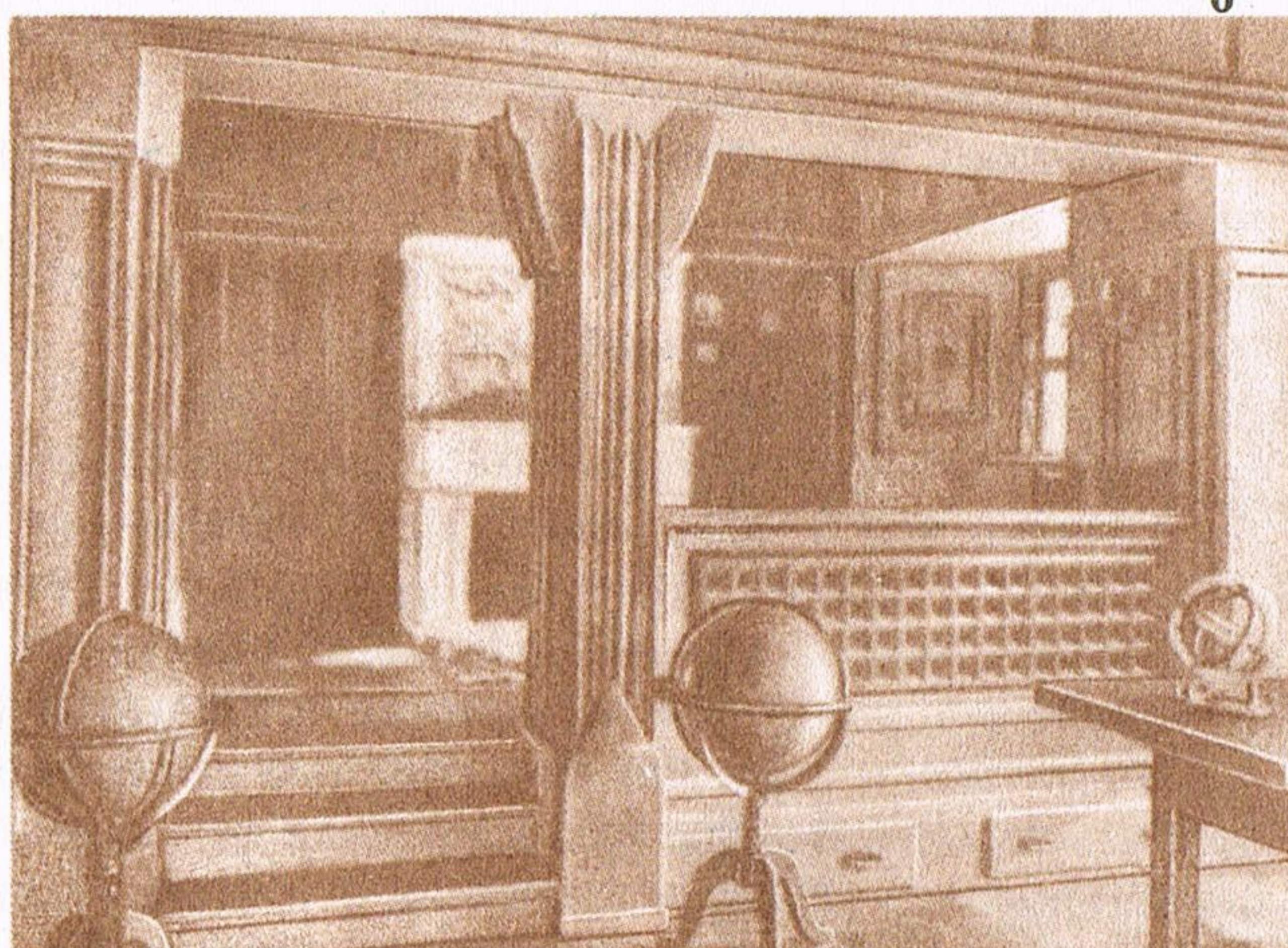


Рис. 175

Чтобы избежать перспективных искажений при изображении на картине тел вращения, фигур животных и человека, следует каждый предмет, изображаемый в стороне от осевой линии картины, рисовать с новой равноудаленной точки зрения

§42. ЗРИТЕЛЬНЫЕ ИЛЛЮЗИИ

а части тела каждой фигуры, подобно телам вращения, рисуют как на рис. 174, а.

Таким образом, чтобы избежать перспективных искажений при изображении на картине тел вращения, фигур животных и человека, следует каждый предмет, изображаемый в стороне от осевой линии картины, рисовать с новой равноудаленной точки зрения. Главная точка при этом переместится в точку пересечения линии горизонта с вертикальной прямой центра изображения данного предмета.

В заключение отметим, что возможны и другие отступления от правил перспективы, если они способствуют получению такого изображения предметов и явлений, которое в большей степени соответствует действительной картине видения реального мира в естественных условиях зрительного восприятия. Например, художники вполне оправданно отступают от правил перспективы при изображении Солнца и Луны, рисуя их значительно увеличенными, тогда как в масштабе картины их следовало бы изображать почти точкой.

В своей практической работе художник должен учитывать ошибки нашего зрительного восприятия предметов реального мира в виде зрительных иллюзий. Рассмотрим некоторые из них.

1. „Иллюзия стрелы” (рис. 176). Она является следствием иллюзии сходящихся и расходящихся линий: стрела с расходящимся наконечником кажется длиннее, хотя на самом деле оба стержня одинаковой длины. Такая же зрительная иллюзия наблюдается и на рис. 177: отрезок AB кажется длиннее отрезка CD , тогда как $AB = CD$. На рис. 178 изображены два равных отрезка AB и AC , но отрезок AC кажется длиннее.

2. Иллюзия переоценки вертикальных линий (рис. 179). Высота цилиндра шляпы кажется большей, чем диаметр полей, хотя они равны.

3. „Иллюзия веера” (рис. 180). Параллельные линии вследствие влияния фона кажутся выпуклыми.

4. Иллюзия пересечения (рис. 181). На одной прямой лежат отрезки a и b , а не b и c , как кажется.

5. „Иллюзия углов”. На рис. 182, а две параллельные прямые кажутся от середины сходящимися, а на рис. 182, б — расходящимися.

6. Иллюзия деформации окружности (рис. 183).

7. Иллюзия кругов (рис. 184). Круг a в окружении больших кругов кажется значительно меньше круга b , хотя они и одинаковы.

8. Иллюзия концентрических окружностей (рис. 185). Изображение концентрических окружностей воспринимается как спираль.

Выдвигают различные объяснения зрительных иллюзий. Так, „иллюзию стрелы” объясняют целостностью нашего восприятия: мы воспринимаем видимые фигуры и их части не отдельно, а целиком, ошибочно перенося размеры целого на его части (если целое больше, то больше и его части). Этим же объясняется и „иллюзия веера”.

Переоценку вертикальных линий объясняют тем, что движения глаз в вертикальной плоскости требуют большего мышечного напряжения,

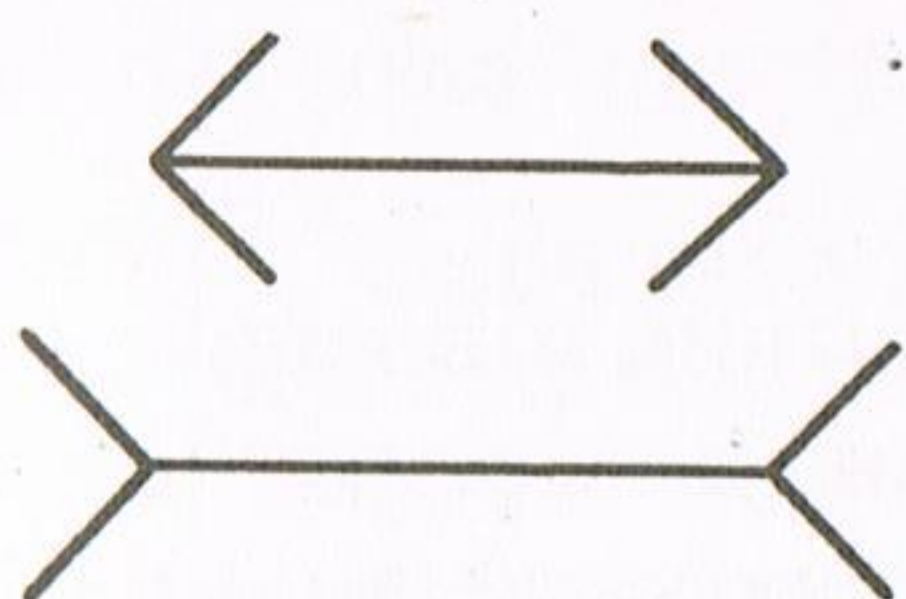


Рис. 176

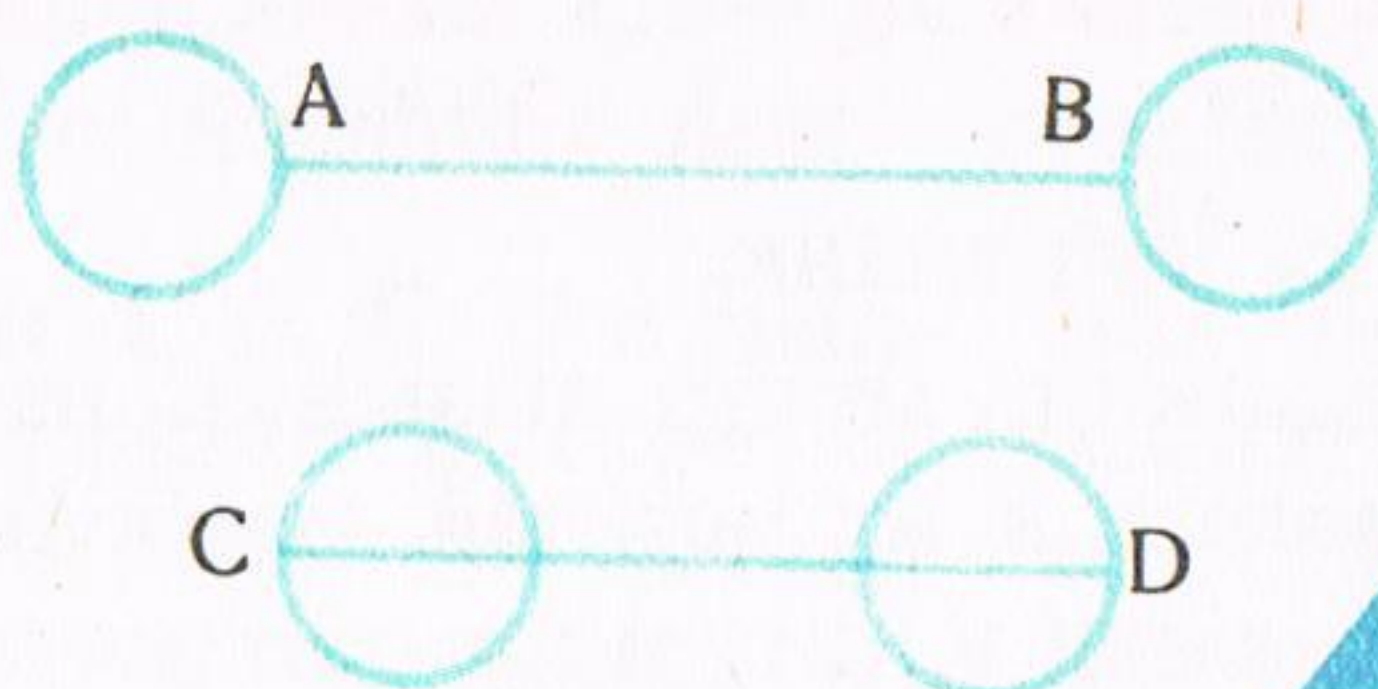


Рис. 177

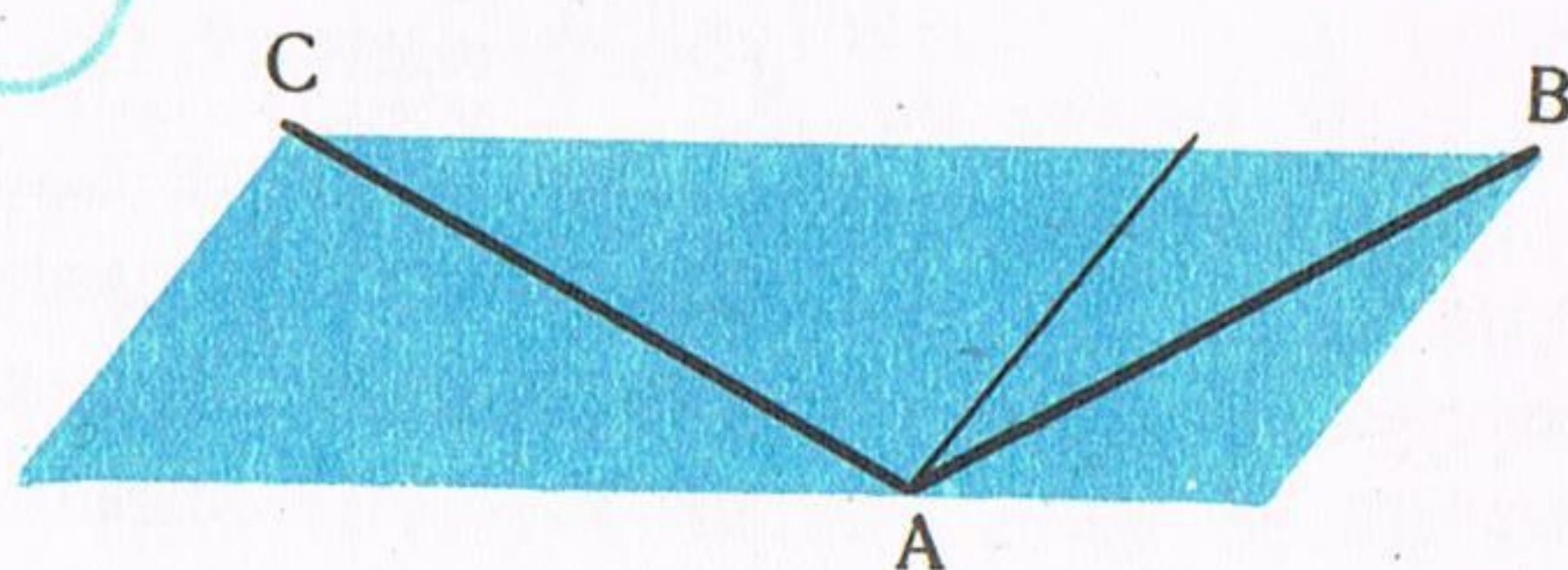


Рис. 178

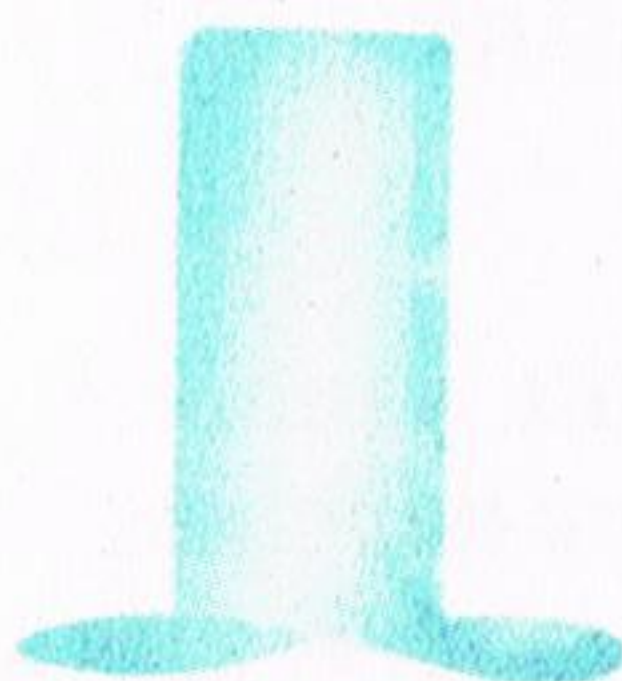


Рис. 179

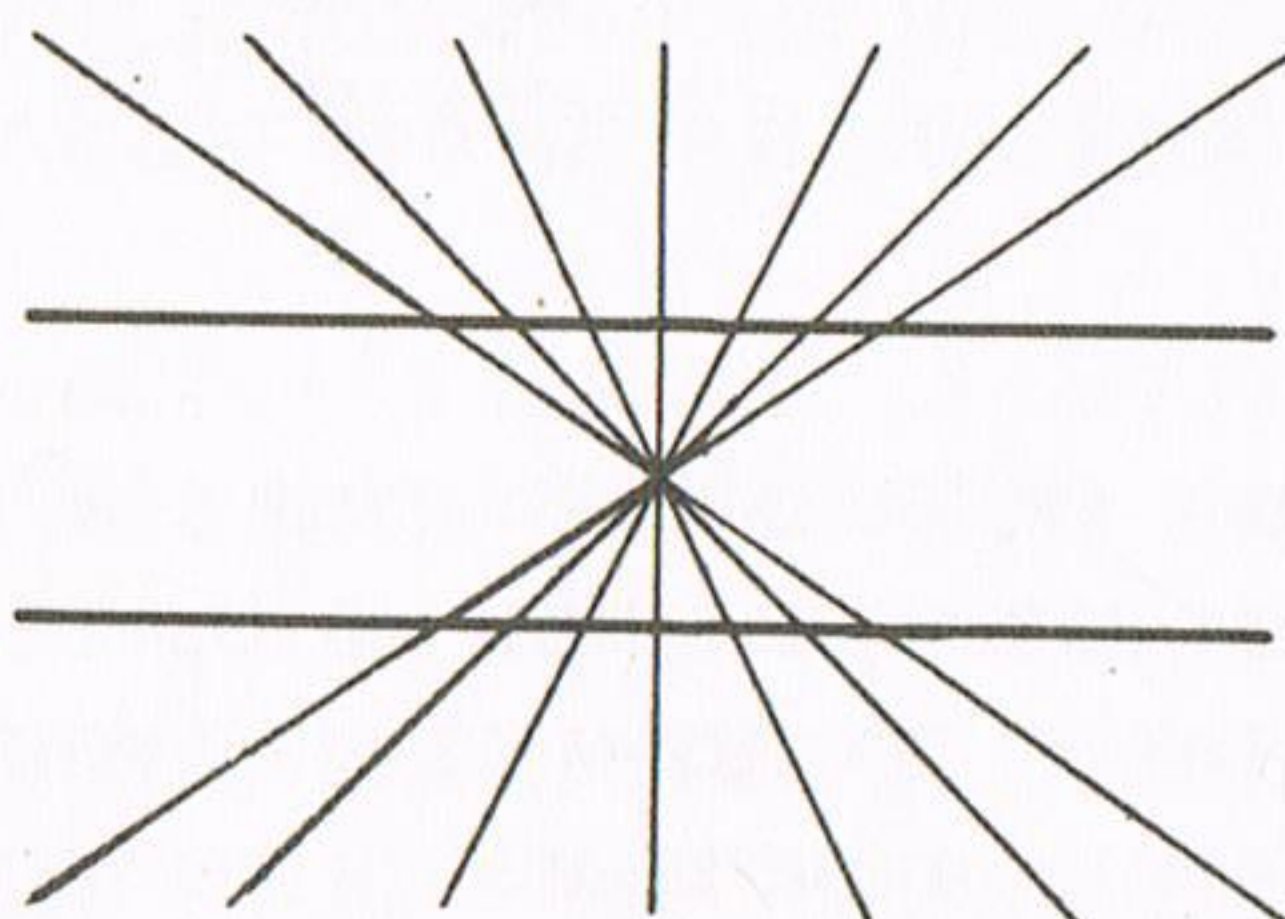


Рис. 180

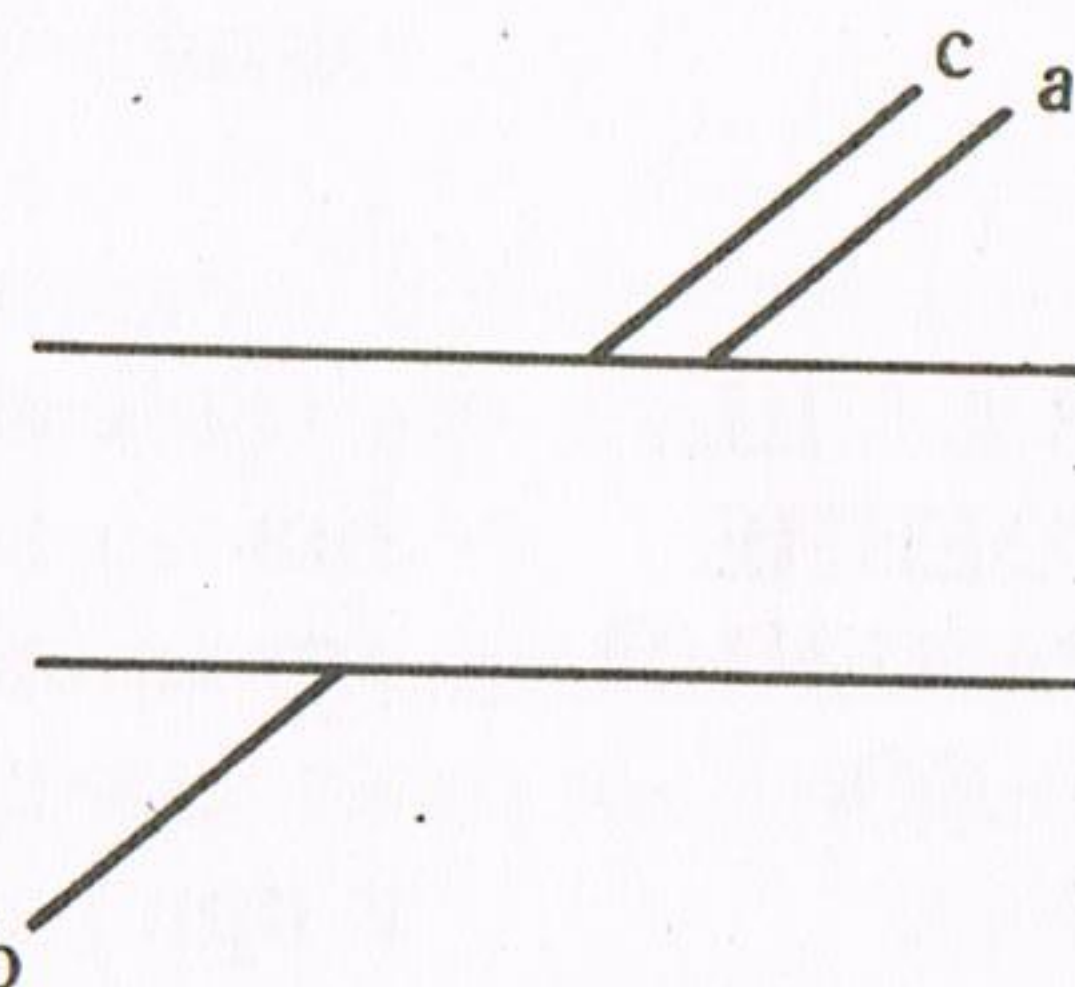


Рис. 181

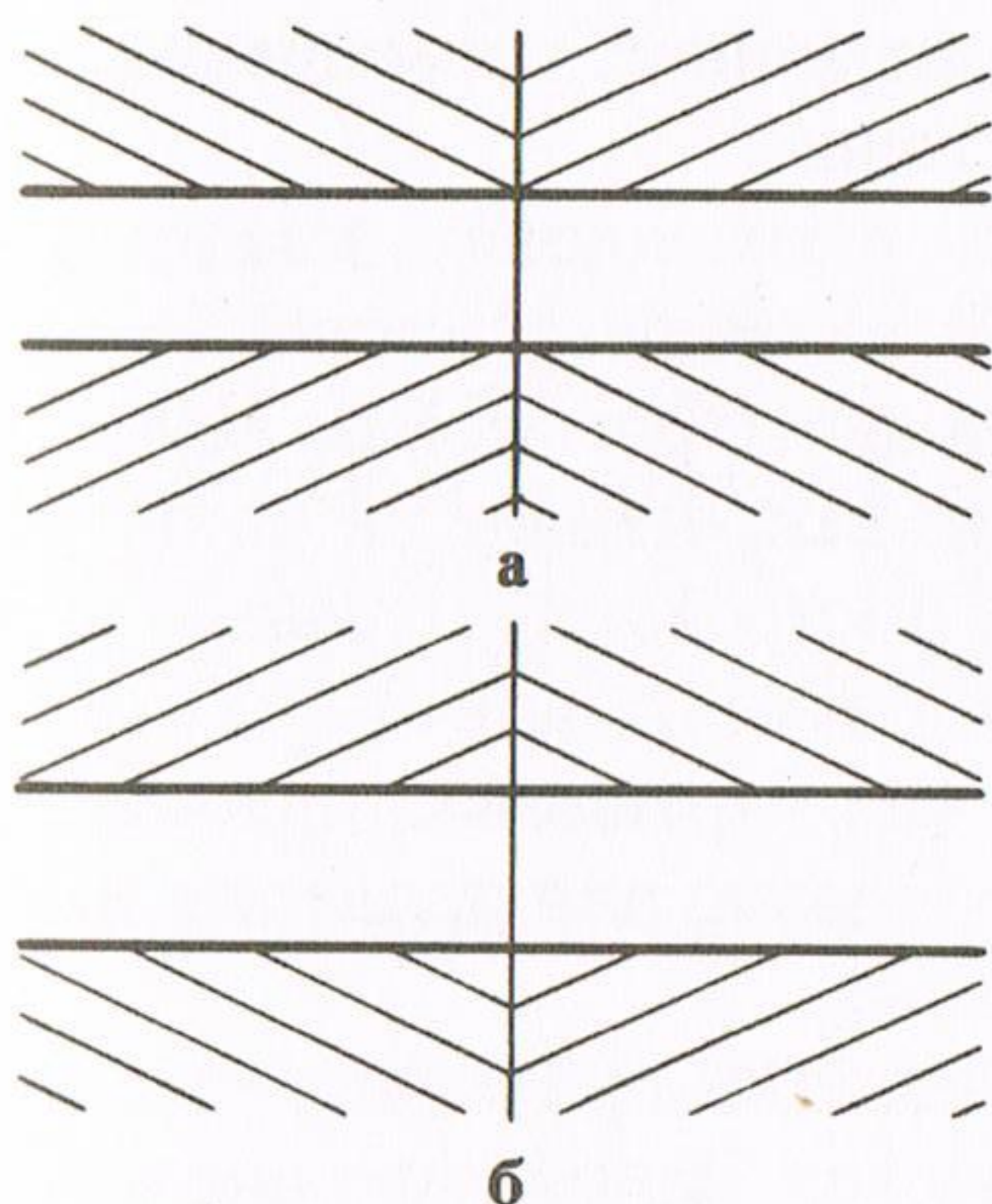


Рис. 182

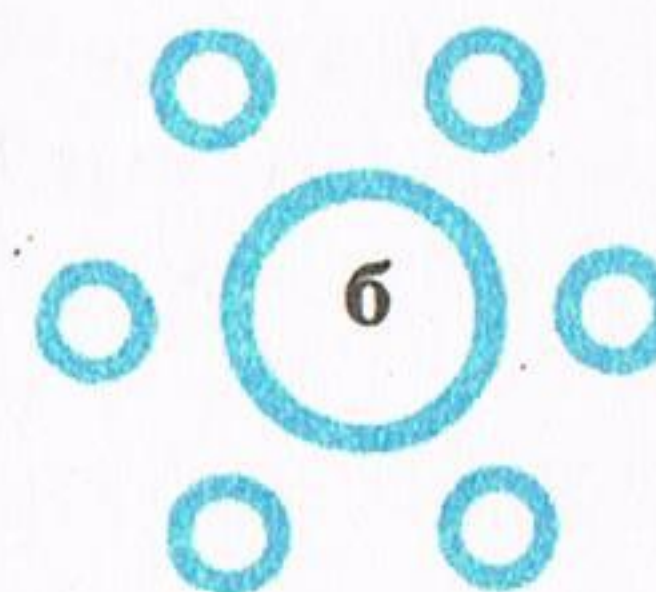
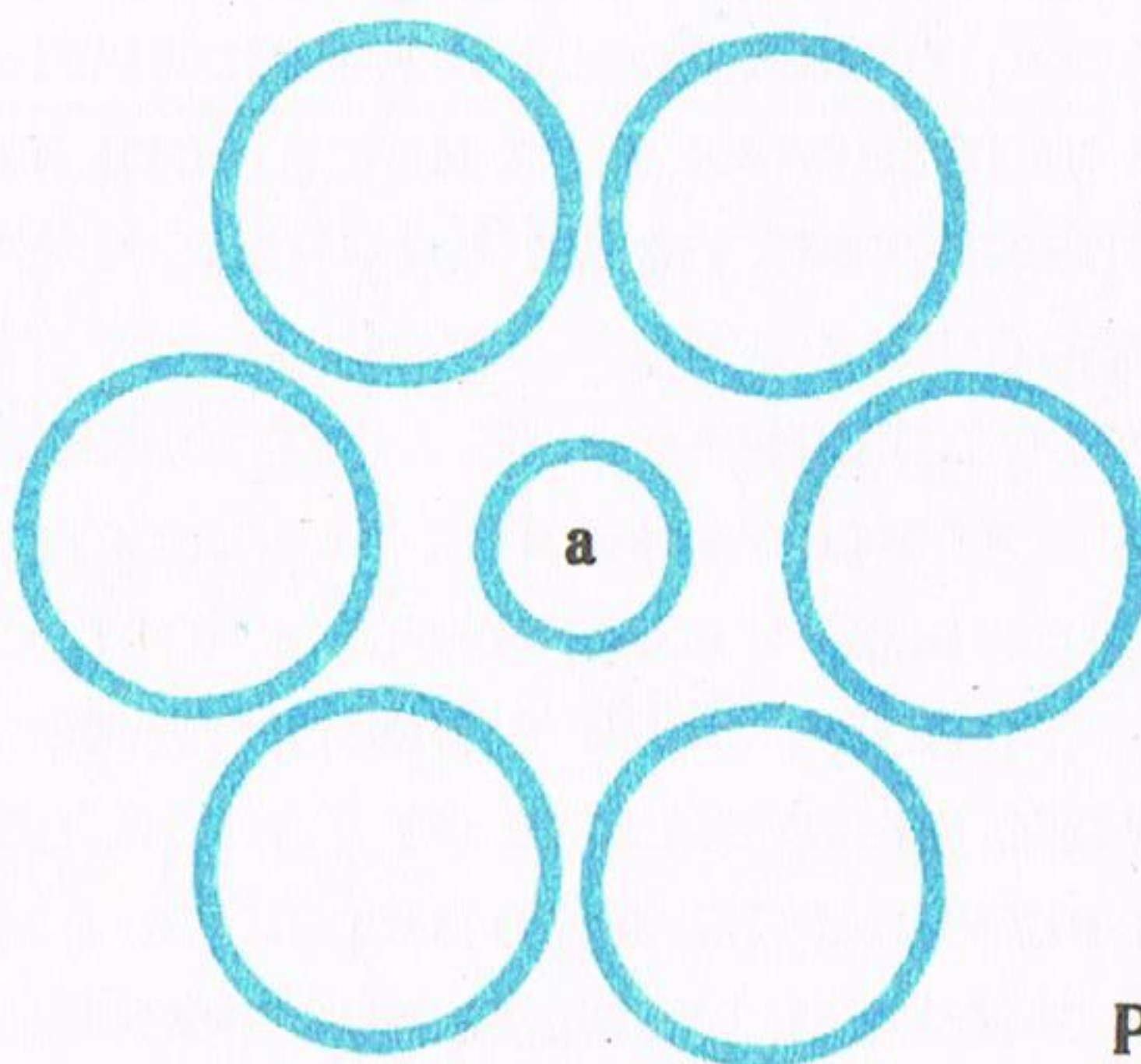


Рис. 184

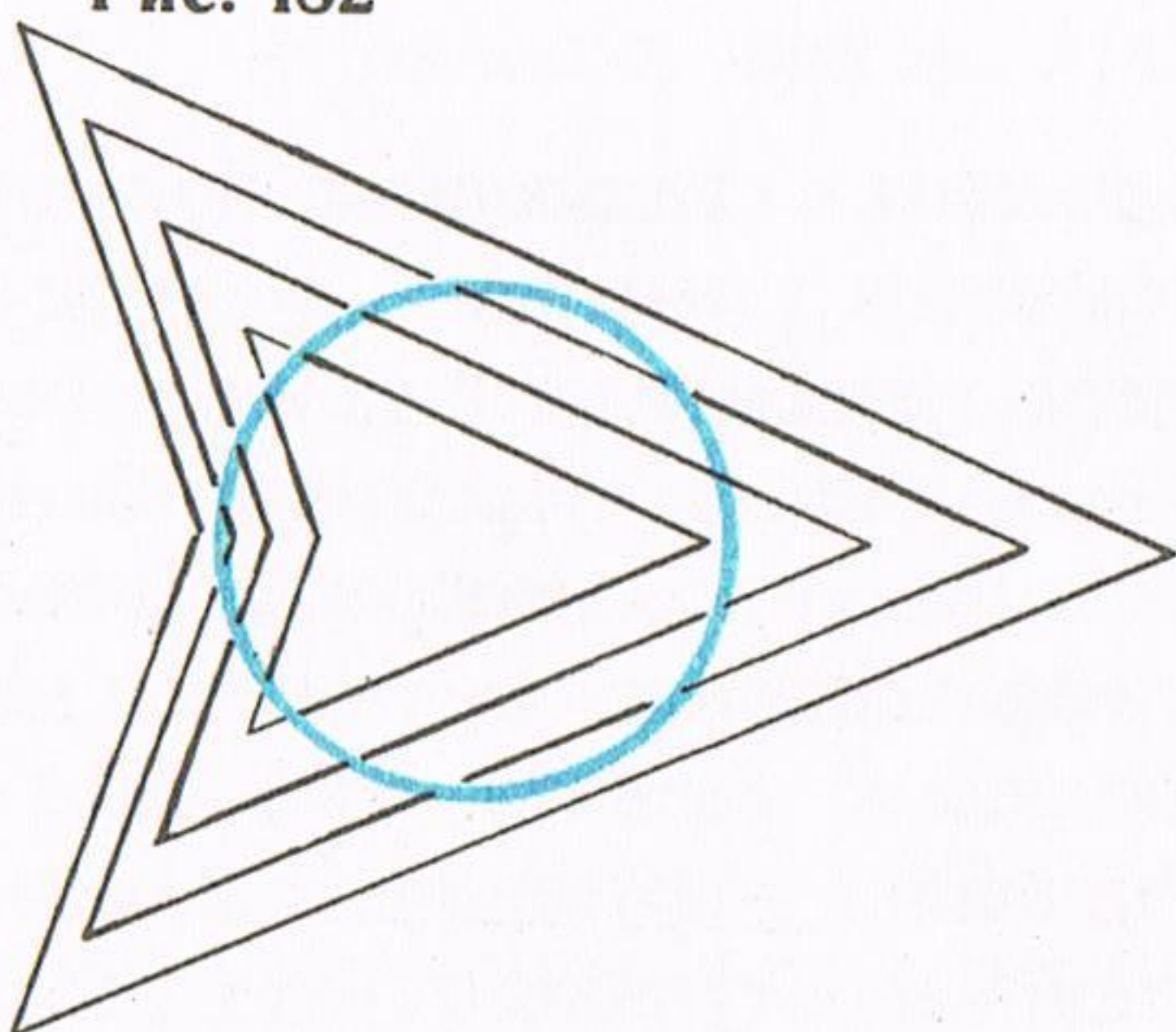


Рис. 183

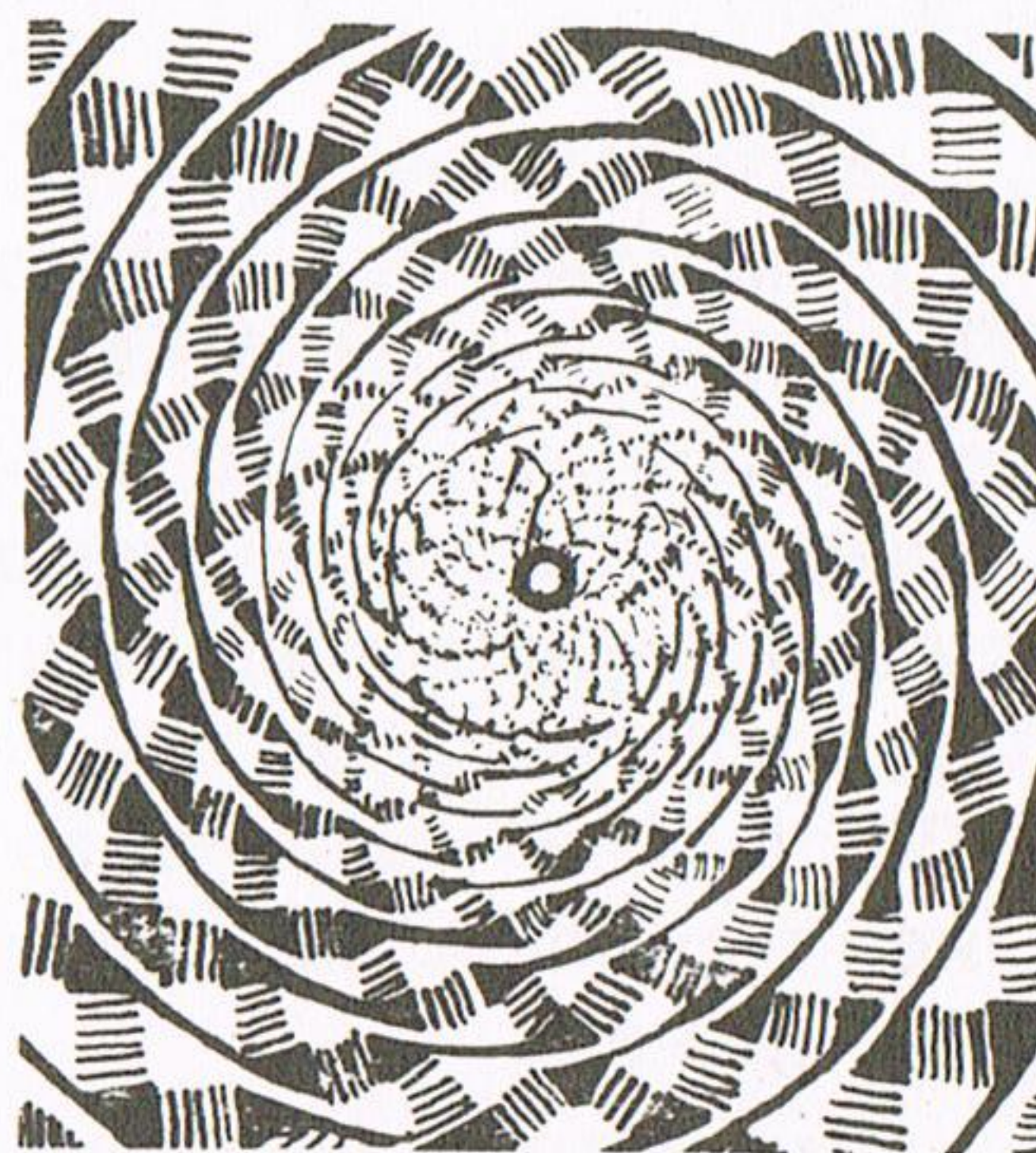


Рис. 185

чем движения в горизонтальной плоскости. Поскольку интенсивность мышечного напряжения может служить мерой пройденного пути, вертикальные расстояния и кажутся нам больше горизонтальных.

Однако многие зрительные иллюзии не получили сколько-нибудь убедительного истолкования.

Зрительные иллюзии могут вызывать нарушения в восприятии тех или иных предметов и их деталей, изображенных на картине. Например, при изображении в интерьере предметов с накопленными прямыми и плоскостями (наклонные мольберты в интерьере мастерской) вертикальный угол комнаты может восприниматься наклонным. В этом случае нужно или вносить поправку в изображение угла, или оставлять его изображение в тени без четкого очертания.

ГЛАВА VIII. ПОСТРОЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРИ НЕДО- СТУПНЫХ ТОЧКАХ СХОДА

Рассмотренные ранее общие правила построения угловых перспектив по заданным размерам, при которых элементы перспективных построений выходят за пределы листа (холста), неудобны для художника как при проверке правильности выполнения рисунка с натуры, так и при работе над композицией. Действительно, нужно иметь большой лист бумаги и малый по сравнению с ним размер картины, чтобы поместить все элементы перспективных построений: совмещенную точку зрения, точки схода и измерительные точки.

Для устранения этих неудобств можно рекомендовать два пути:

1. Практическую работу над картиной начинать с эскиза, который впоследствии переносить на холст увеличенного размера по сетке. Для проверки правильности построений эскиз закрепляют на листе бумаги, находят все элементы перспективных построений, обычным порядком производят измерения и построения, результаты которых переносят на картину. Если в процессе работы над картиной произошли значительные отступления от эскиза, целесообразно для проверки вместо эскиза использовать фотографию с картины.

2. Применить методы построения перспектив при недоступных точках схода. Мы рассмотрим два из них: метод малой картины и метод прямоугольной проекции.

§43. МЕТОД МАЛОЙ КАРТИНЫ

Метод малой картины заключается в следующем: большую картину с размерами на весь лист графически уменьшают в такое количество раз, при котором бы все элементы перспективных построений для получаемой малой картины не выходили за пределы листа (большой картины). С их помощью и производят все измерения и построения на малой картине. Полученное уменьшенное изображение с малой картины графически переносят на большую картину. Отметим, что в § 18 и 19 уже был использован метод малой картины для измерения отрезков горизонтальных прямых при недоступных точках схода способом уменьшения.

Рассмотрим построение методом малой картины по этапам на нескольких примерах.

Графическое уменьшение картины в n раз.

ПРИМЕР 43.1.

Уменьшить в 4 раза картину $ABCD$ с изображенным на ней углом E комнаты (рис. 186, а).

Решение. Соединим точки A, B, C, D с главной точкой картины P и, разделив отрезки AP, BP, CP и DP на 4 части, получим на ближайших к P точках деления положения углов A_1, B_1, C_1, D_1 картины, уменьшенной в 4 раза.

Перенесем изображение комнаты на малую картину (это изображение будет умень-

шено также в 4 раза). Для этого точку E угла комнаты соединим с главной точкой картины P и, разделив отрезок EP на 4 части, получим точку E_1 изображения угла E на малой картине. Направления стен на малой картине будут геометрически параллельными направлениям стен большой картины. Поэтому, проводя через точку E_1 прямые, параллельные основанию стен большой картины, получим изображение угла комнаты на малой картине.

Отметим, что строить рамку малой картины нет никакой необходимости. Достаточно перенести на малую картину лишь перспективу угла E .

Определение элементов перспективного изображения на малой картине. Для проведения измерений и построений на малой картине находят:

- положение совмещенной точки зрения;
- точки схода основных направлений и измерительные точки для них.

ПРИМЕР 43.2.

На картине, уменьшенной в 4 раза, найти элементы перспективных построений и измерений для горизонталей стен при зрительном расстоянии $2R$ (рис. 186, б).

Решение. Положение совмещенной точки зрения $\frac{Z}{4}$ для малой картины найдем на перпендикуляре к линии горизонта на расстоянии $\frac{1}{4}$ зрительного расстояния от точ-

ки P . Точки схода $\frac{F'_1}{4}$ и $\frac{F'_2}{4}$ для горизонталей стен на малой картине определяются в пересечении прямых оснований стен с линией горизонта. Найдем измерительные точки $\frac{f'_1}{4}$ и $\frac{f'_2}{4}$ для горизонталей стен. С этой целью отложим на линии горизонта расстояние от соответствующей точки схода до совмещенной точки зрения.

Измерения и построения на малой картине отрезков, параллельных заданному направлению, производят обычным образом.

ПРИМЕР 43.3.

На левой стене малой картины на расстоянии 3 м от угла комнаты построить перспективу дверного проема шириной 1 м и высотой 2 м. Высота горизонта 1,5 м (рис. 186, в).

Решение. От точки E_1 на прямой, параллельной линии горизонта, в масштабе для малой картины $E_1K = 1,5$ м отложим отрезки 3 м и 1 м (точки g и n). Проведя из измеритель-

ной точки $\frac{f'_1}{4}$ лучи через точки g и n , в пересечении с основанием стены на малой картине получим точки G_1 и N_1 и перспективу G_1N_1 ширины дверного проема. Отложив высоту 2,0 м в масштабе малой картины, получим на ней перспективу $G_1M_1L_1N_1$ дверного проема.

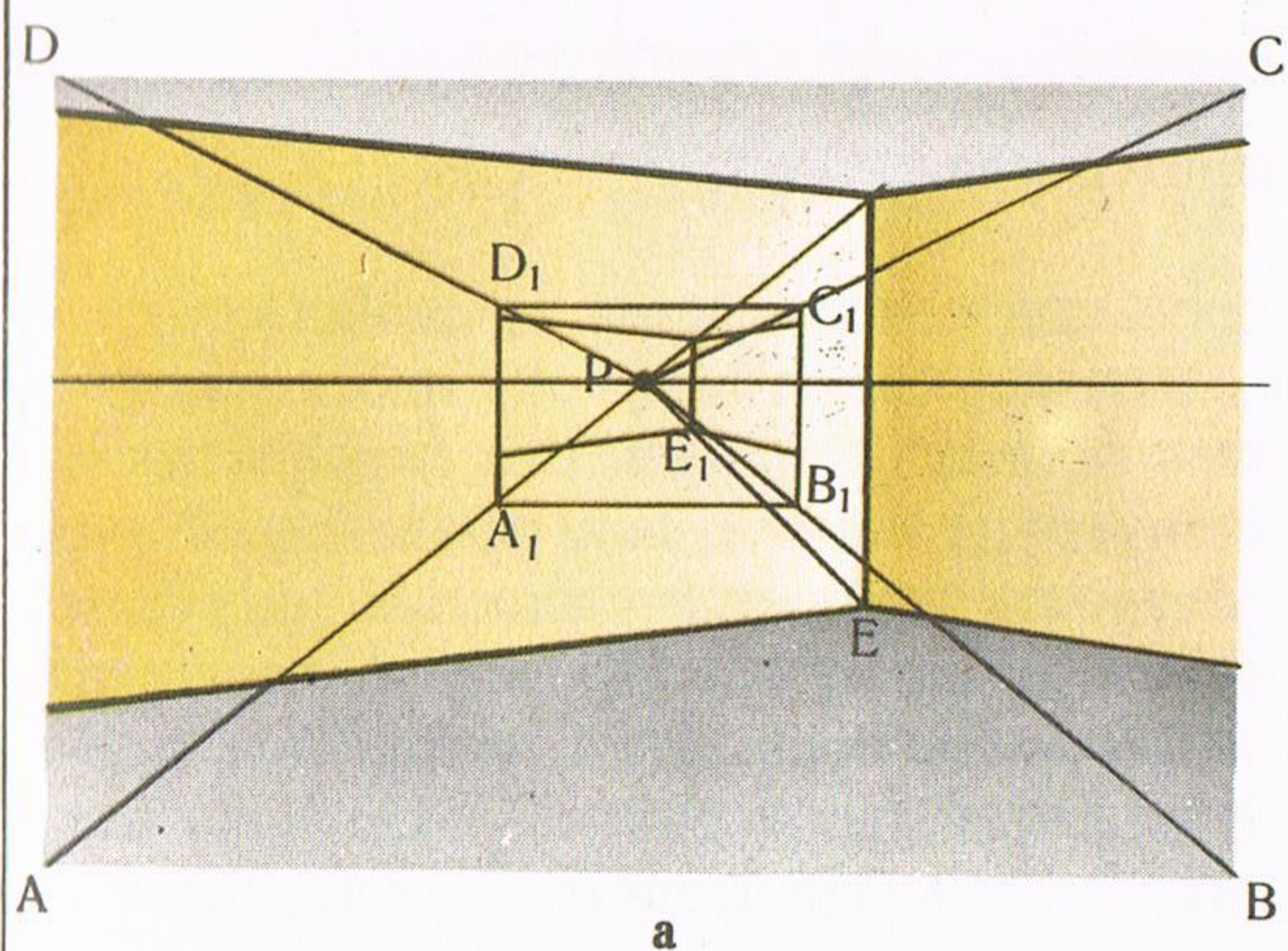
Перенос изображения с малой картины на большую. Чтобы перенести изображение, например, дверного проема с малой картины на боль-

шую (рис. 186, в), нужно из главной точки картины P через точки G_1 и N_1 основания дверного проема малой картины провести лучи до пересечения с основанием стены большой картины. Получим точки G и N . В пересечении продолжений прямых PM_1 и PL_1 с перпендикулярами, восстановленными в точках G и N , получим точки M и L и перспективу дверного проема на большой картине.

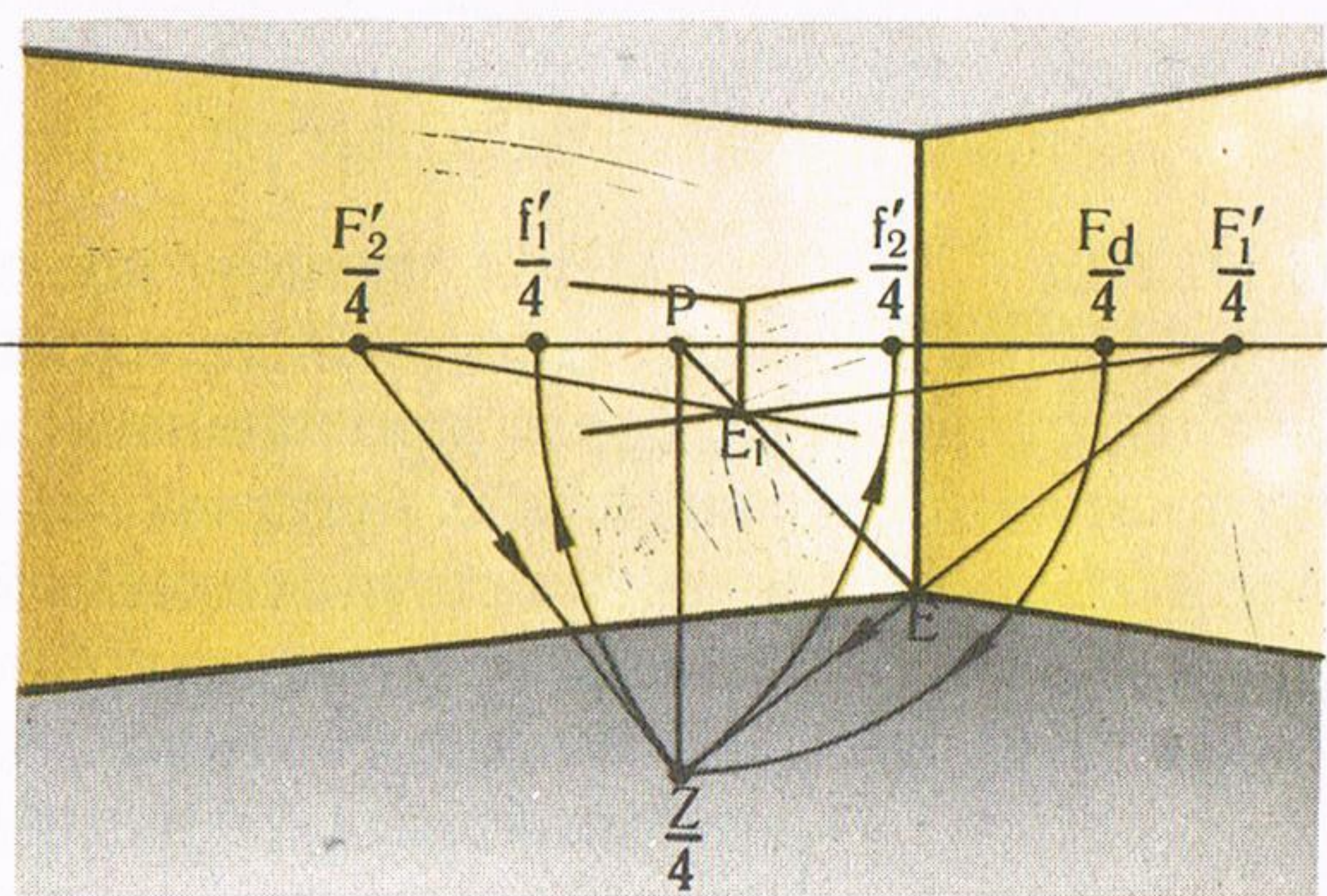
Как видим, такие перспективные измерения и построения с помощью малой картины громоздки и могут привести к большим графическим погрешностям. Этим построениям на малой картине можно избежать, если найти измерительные точки для большой картины, на которой непосредственно и проводить все измерения и построения известными приемами. Тем более, что некоторые измерительные точки не выходят за пределы картины, а если и выйдут, то можно пользоваться их дробными измерительными точками для большой картины. **Нахождение целых и дробных измерительных точек для большой картины методом малой картины.** Для нахождения измерительных точек большой картины используем закономерность расположения измерительных точек малой и большой картин относительно главной точки картины P . Так, если измерительная точка $\frac{f'_1}{4}$ для малой картины (уменьшенная в 4 раза по сравнению с большой) удалена от главной точки на расстояние $P \frac{f'_1}{4}$, то измерительная точка f_1 для большой картины удалена от главной точки на 4 таких же расстояния (рис. 186, г). Поэтому если измерительные точки на малой картине найдены, то измерительные точки для большой картины определяют, увеличивая расстояния от главной точки P во столько раз, во сколько уменьшена картина.

Если измерительная точка f_2 для большой картины выходит за ее пределы, находят дробную измерительную точку $\frac{f_2}{4}$, $\frac{f_2}{2}$ или $\frac{3}{4} f_2$. Дробную измерительную точку для горизонталей правой стены (рис. 186, г) можно отыскать, построив перспективу какого-либо отрезка с двумя равными ему размерами: одного по направлению горизонтали, другого — на горизонтальной прямой, параллельной картине. Например, на рис. 186, г методом малой картины получены два размера ширины оконного проема — OT и OS , равные 1,5 м. Прямая TS в пересечении с линией горизонта h даст недоступную измерительную точку f_2 . Разделим прямую OS на 4 равные части. Проведя из точки T через деления $\frac{3}{4}$ и $\frac{1}{2}$ прямые, в пересечении с линией горизонта получим дробные измерительные точки $\frac{3}{4} f_2$ и $\frac{f_2}{2}$.

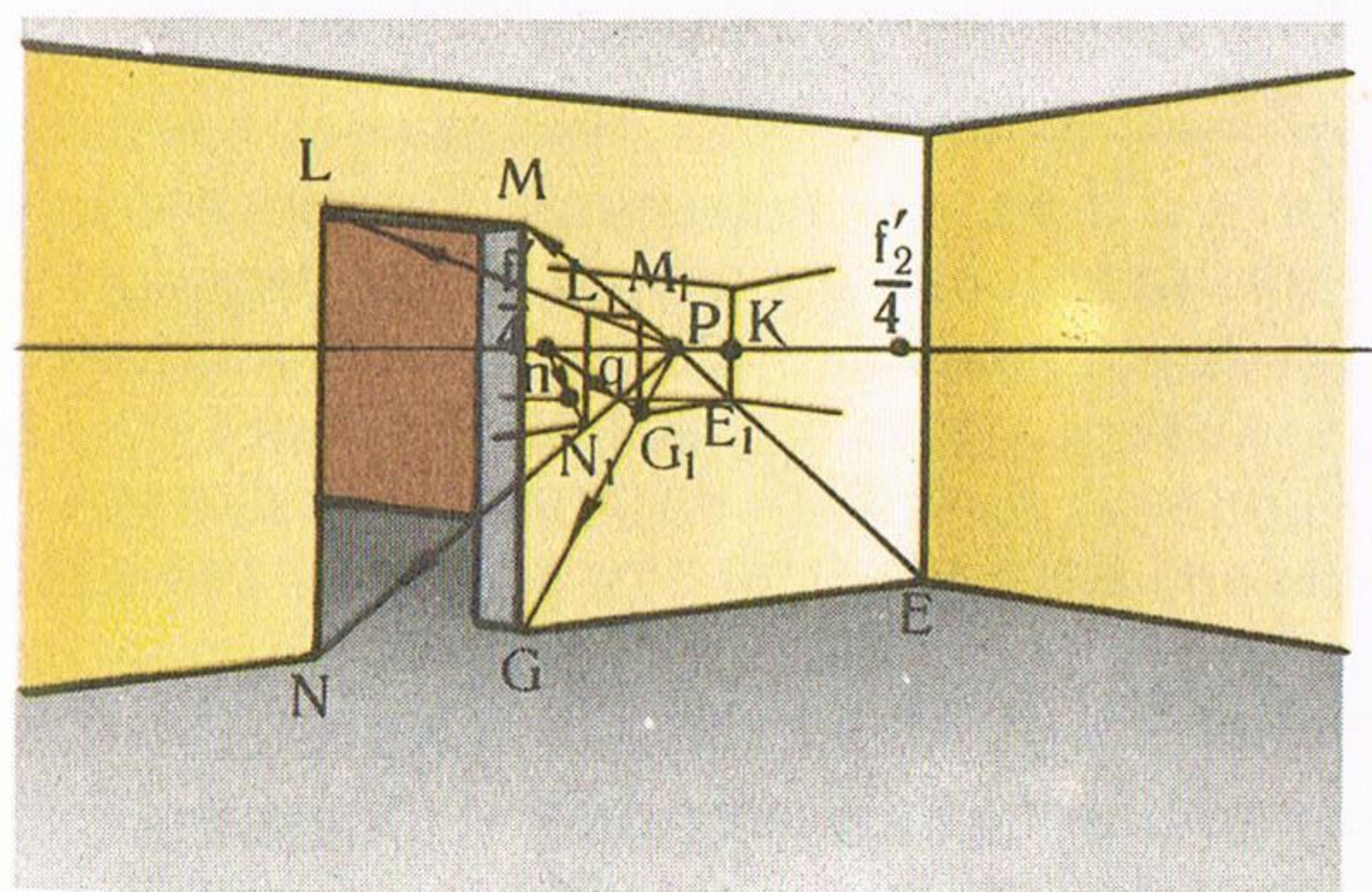
Построение и измерение горизонтальных отрезков с помощью целых и дробных измерительных точек непосредственно на большой картине производят по правилам §17 — 19. Так, на рис. 186, г с помощью из-



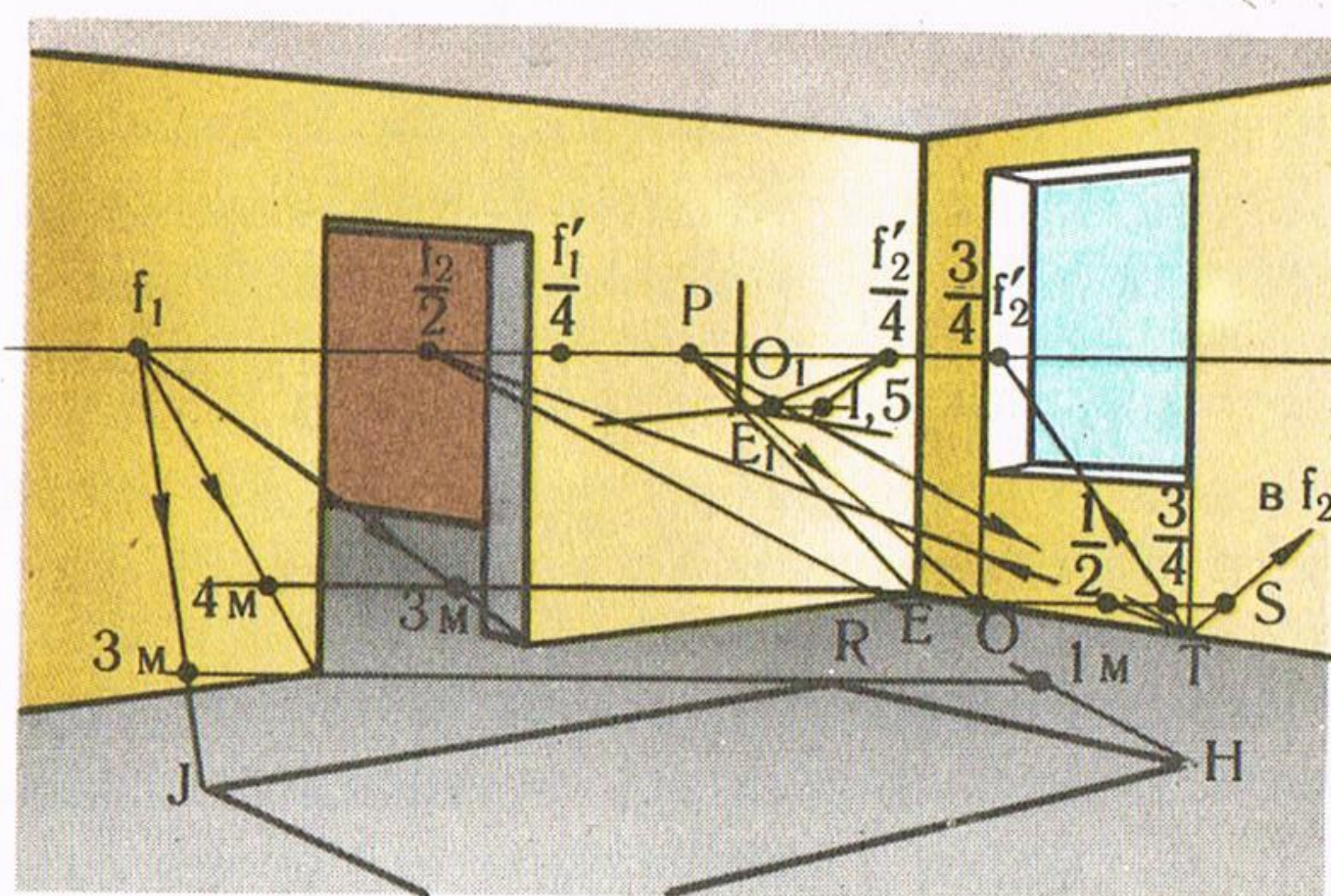
a



б



в



г

Рис. 186

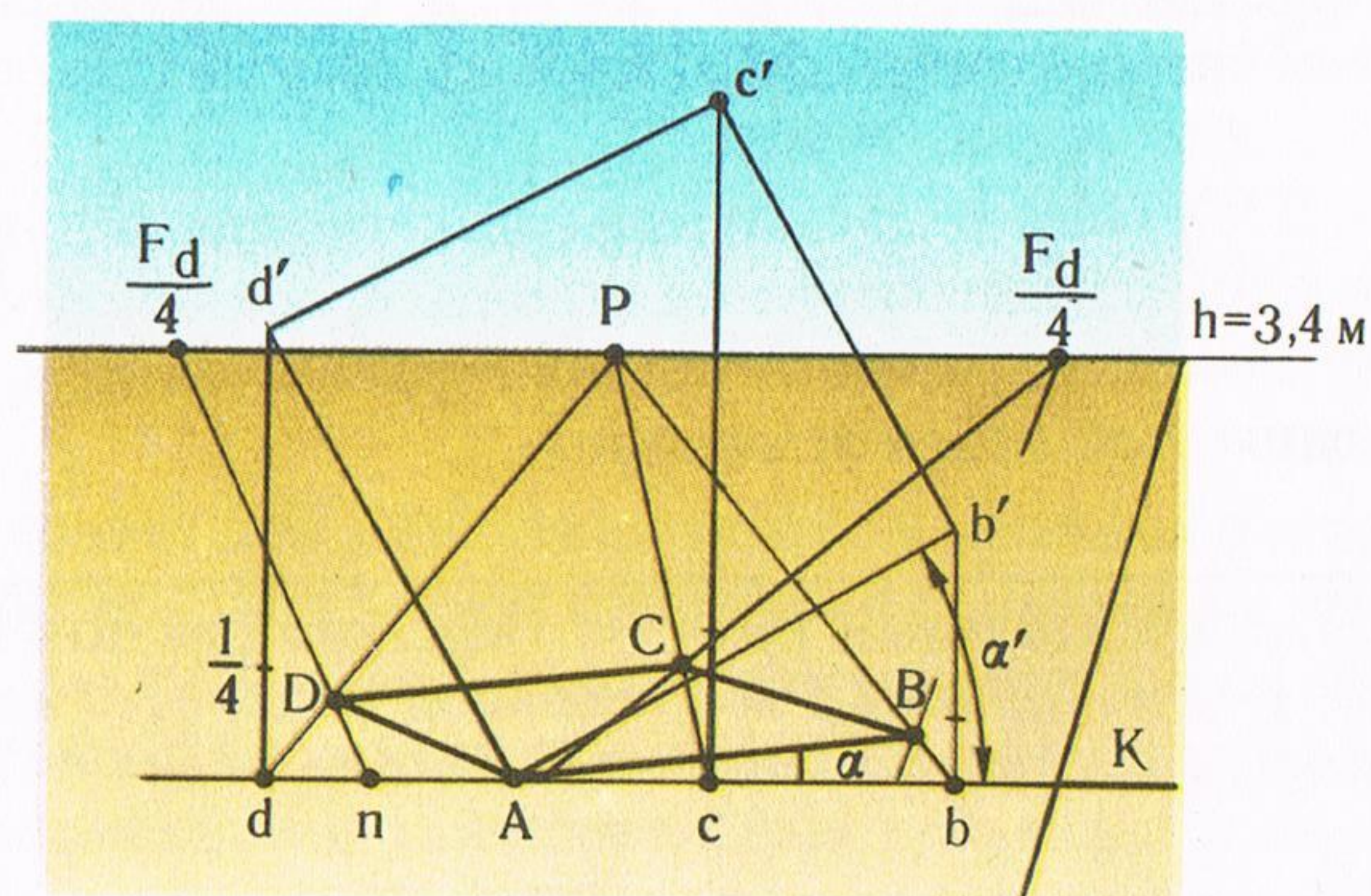


Рис. 187

мерительной точки f_1 построена ширина дверного проема. На полу комнаты построена перспектива прямоугольного ковра IRH : сторона $RH = 1$ м — с помощью дробной измерительной точки $\frac{f_2}{2}$, сторона $RI = 3$ м — с помощью измерительной точки f_1 .

§44. МЕТОД ПРЯМОУГОЛЬНОЙ ПРОЕКЦИИ

Метод прямоугольной проекции основывается на свойствах плоских фигур, расположенных в параллельных картине плоскостях, сохранять пропорциональность своих размеров в том перспективном масштабе, который соответствует удалению данной фронтальной плоскости от картины. Поэтому строить перспективу плоской фигуры методом прямоугольной проекции начинают с построения ее перспективы во фронтальном положении. Затем вращением вокруг оси, параллельной линии горизонта, с помощью дробных точек отдаления находят перспективы характерных точек на горизонтальной плоскости, по которым и прорисовывают всю фигуру.

Построение перспектив плоских фигур методом прямоугольной проекции.

ПРИМЕР 44.1.

Построить перспективу горизонтального квадрата 4×4 м углового положения с ближним углом в точке A . Высота горизонта $3,4$ м (рис. 187).

Решение. Построим во фронтальной плоскости перспективу $Ab'c'd'$ квадрата в масштабе $K = 1$ м.

Найдем перспективы точек B, C, D на горизонтальной плоскости вращением точек b', c', d' вокруг горизонтальной оси AK , параллельной картине. Точки b', c', d' , вращаясь, движутся по перпендикулярам к оси AK . Перспективу каждой из них определим в пересечении двух прямых. Для этого из точек b', c', d' опустим перпендикуляры $b'b$,

$c's$ и $d'd$ на ось вращения. На горизонтальной плоскости перпендикуляры изобразятся сходящимися в главной точке картины P , и потому соединим точки b, c и d с точкой P . Точки B, C и D на этих перпендикулярных к картине прямых найдем с помощью дробных точек отдаления $\frac{F_d}{4}$. Так, если от точки d отложим отрезок dn , равный четверти dd' , то в пересечении прямой n с dP найдем точку D (см. § 19). Соединив точки A, B, C, D прямыми, получим перспективу искомого квадрата.

Если размер прямоугольной проекции фигуры выходит за пределы картины, целесообразнее строить проекцию проходящей через вершину самого удаленного угла фигуры в масштабе, соответствующем удалению этой точки от картины.

ПРИМЕР 44.2.

Построить перспективу горизонтального прямоугольника шириной 3 м и длиной $4,5$ м с дальним углом в точке C . Высота горизонта $1,5$ м (рис. 188).

Решение. Во фронтальной плоскости, проходящей через точку C , построим перспективу $a'b'Cd'$ прямоугольника шириной 3 м и длиной $4,5$ м в масштабе $K = 1$ м.

Перспективы точек A, B и D на горизонтальной плоскости найдем вращением точек a', b', d' вокруг оси $СК$. Перспективу каждой из них, как и в примере 44.1, получим в пересечении двух прямых. Для этого из точек a', b', d' опустим перпендикуляры $a'a, b'b$ и $d'd$ на ось вращения $СК$. На горизонтальной плоскости они изобразятся прямыми aP, bP, dP .

Точки A, B, D на них найдем с помощью дробных точек отдаления $\frac{F_d}{4}$. Например, если от точки b отложим отрезок $bn = \frac{1}{4}bb'$, то в пересечении прямых $n \frac{F_d}{4}$ и bP получим точку B .

Соединив найденные в результате построений точки A, B, C, D прямыми, получим перспективу искомого прямоугольника.

Обратим внимание на то, что в обоих примерах угол a' показывает действительную величину угла наклона стороны прямоугольника к картине, а угол a — его перспективу. Это дает возможность строить перспективу углового положения по заданным углам наклона прямых к плоскости картины.

Измерение перспектив горизонталей, расположенных под углом к картине, методом прямоугольной проекции.

ПРИМЕР 44.3.

На горизонтальной прямой AB от точки A отложить отрезок 2 м в масштабе $K = 1$ м.

Зрительное расстояние задано точкой $\frac{F_d}{4}$ (рис. 189).

Решение. Через точку A проведем ось вращения AK . На заданной прямой AB , приняв ее за гипотенузу, построим прямоугольный треугольник ACc . Для этого через произвольную точку C , взятую на AB , проведем прямую PC , перпендикулярную к картине, до пересечения с осью вращения AK в точке

c . Проведя через точку C прямую $\frac{F_d}{4}C$, в пересечении с осью получим отрезок nc , который в 4 раза короче катета Cc . Отложив на вертикальной прямой cc' четыре отрезка nc , получим точку c' и натуральную величину $Ac's$ треугольника ACc . На прямой Ac' от точки A отложим заданную длину $Ad' = 2$ м в масштабе $K = 1$ м. Из точки d' опустим перпендикуляр $d'd$ на ось вращения и, проведя прямую Pd до пересечения с AB в точке D , получим искомую перспективу AD отрезка.

ПРИМЕР 44.4.

Найти натуральную величину перспективы AB горизонтального отрезка в масштабе $K = 1$ м (рис. 190).

Решение. Проведем ось вращения AK и построим перспективу ABb прямоугольного треугольника. Во фронтальной плоскости построим натуральную величину треугольника ABb . Для этого с помощью дробной

точки отдаления $\frac{F_d}{4}$ найдем отрезок $bn =$

$= \frac{1}{4}Bb$. Восставим в точке b перпендикуляр bb' и, отложив на нем 4 отрезка bn , получим треугольник $Ab'b$, равный по своей натуральной величине треугольнику ABb . Измерив гипотенузу Ab' в масштабе $K = 1$ м, получим натуральную величину перспективы AB горизонтального отрезка. В нашем примере она равна 3,5 м.

Определение положения целых и дробных измерительных точек методом прямоугольной проекции и пользование ими. Рассмотренные примеры 44.1 — 44.4 показывают не только графическую сложность, но и невозможность откладывать большие размеры по заданному направлению, так как их натуральные величины (прямоугольные проекции) часто не умещаются в пределах картины. В этих случаях решение задачи значительно упрощается, если найти целые или дробные измерительные точки для данного направления, с помощью которых и измерять перспективы отрезков как заданной прямой, так и ей параллельных.

Рассмотрим правила нахождения целых и дробных измерительных точек.

ПРИМЕР 44.5.

На картине даны линия горизонта h , главная точка картины P , дробная точка отдаления

$\frac{F_d}{4}$ и перспектива AF горизонтальной прямой (рис. 191). Для измерения перспектив отрезков прямой AF и всех прямых, ей параллельных, найти целую и дробные измерительные точки методом прямоугольной проекции.

Решение. Проведем ось вращения AK и построим перспективу ABb прямоугольного треугольника (для упрощения построений использована перпендикулярная к картине прямая Pb). Построим прямоугольную проекцию катета Bb , равного четырем отрезкам bn (см. пример 44.4). Отложив гипотенузу

Ab' на оси вращения, получим натуральную величину AB' перспективы отрезка AB . Проведя затем из точки B' прямую $B'B$ до пересечения с линией горизонта, получим измерительную точку f . Если прямую AB' разделим на 4 равные части и из точки $\frac{3}{4}$ проведем прямую через точку B , на линии горизонта получим дробную измерительную точку $\frac{3}{4}f$. Аналогично находим и дробные измерительные точки $\frac{f}{2}$, $\frac{f}{4}$. В данном случае на картине поместились целая измерительная точка f и дробная $\frac{3}{4}f$.

Используя измерительную точку f , на прямой AK от точки A откладывают полную натуральную величину, используя $\frac{3}{4}f$, — три четверти, применяя $\frac{f}{2}$, — половину и $\frac{f}{4}$ — четверть. Измерение перспектив отрезков с помощью этих измерительных точек производят аналогично, т. е. на прямой AK получают натуральную величину, три четверти натуральной величины отрезка и т. д. в зависимости от дробности применяемой измерительной точки.

Методом прямоугольной проекции можно находить перспективы самых сложных форм, заключив их в простейшие геометрические объемы, планы которых построить нетрудно. Однако для определения перспектив деталей этот метод может потребовать сложных графических построений, без которых можно обойтись, так как их легко заменить другими, более простыми.

Методом прямоугольной проекции рекомендуется пользоваться лишь для построения композиционных геометрических форм и для нахождения целых или дробных измерительных точек. Для прорисовки деталей следует применять более легкие практические приемы.

Рассмотрим применение метода прямоугольной проекции к построению перспективы интерьера.

ПРИМЕР 44.6.

Построить перспективу комнаты углового положения глубиной 6 м и высотой 3 м. Левая стена составляет с картиной угол 40° . Высота горизонта 2 м, зрительное расстояние d (рис. 192).

Решение. Перспективу глубины комнаты (точку A) найдем с помощью дробной точ-

ки отдаления $\frac{F_d}{4}$ (см. § 15). Во фронтальной плоскости с предметным следом AK построим план Abd комнаты в масштабе $K = 1$ м с наклоном левой стены к предметному следу под углом 40° . Найдем перспекти-

Методом прямоугольной проекции рекомендуется пользоваться лишь для построения композиционных геометрических форм и для нахождения целых или дробных измерительных точек. Для прорисовки деталей следует применять более легкие практические приемы

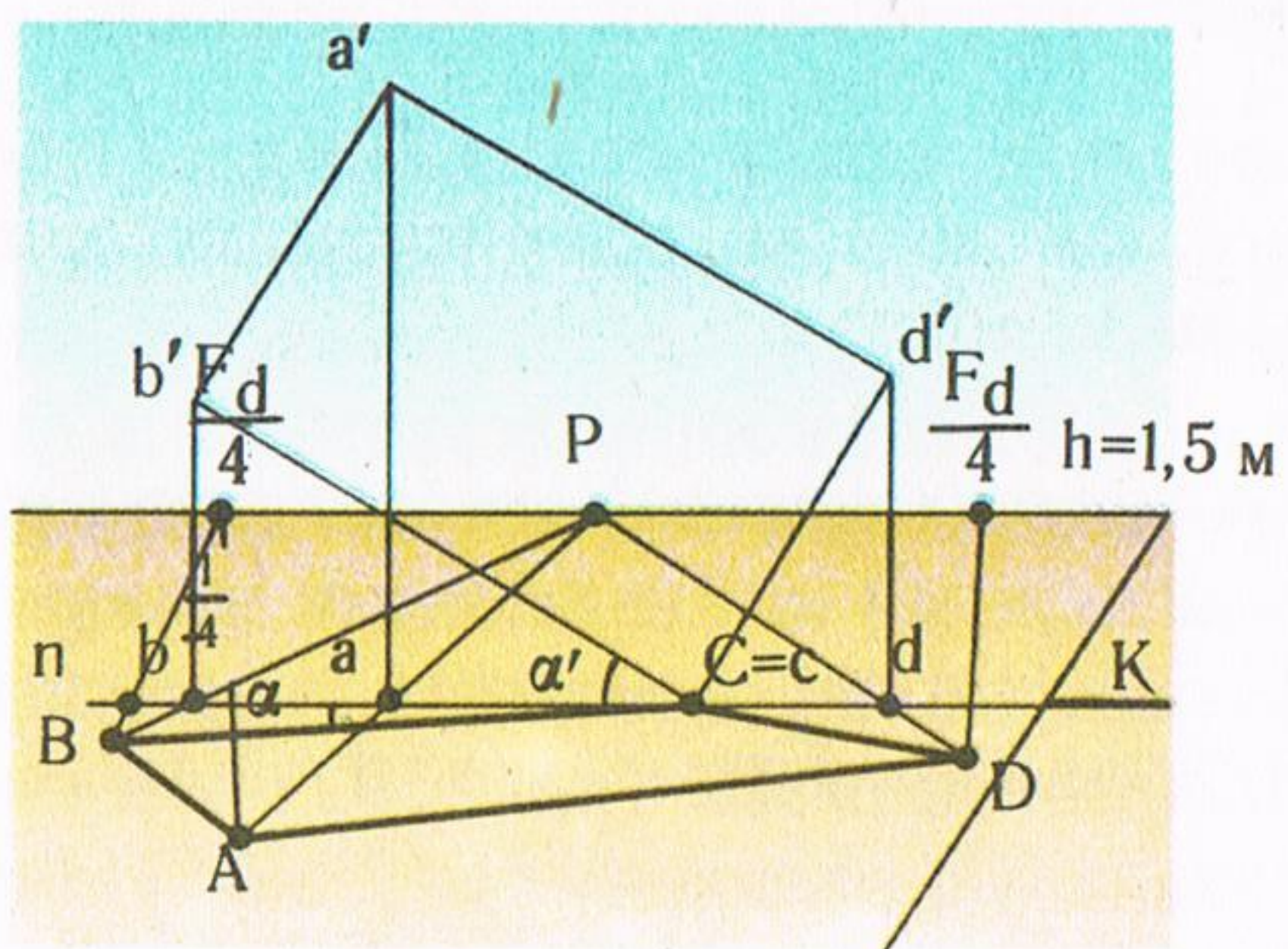


Рис. 188

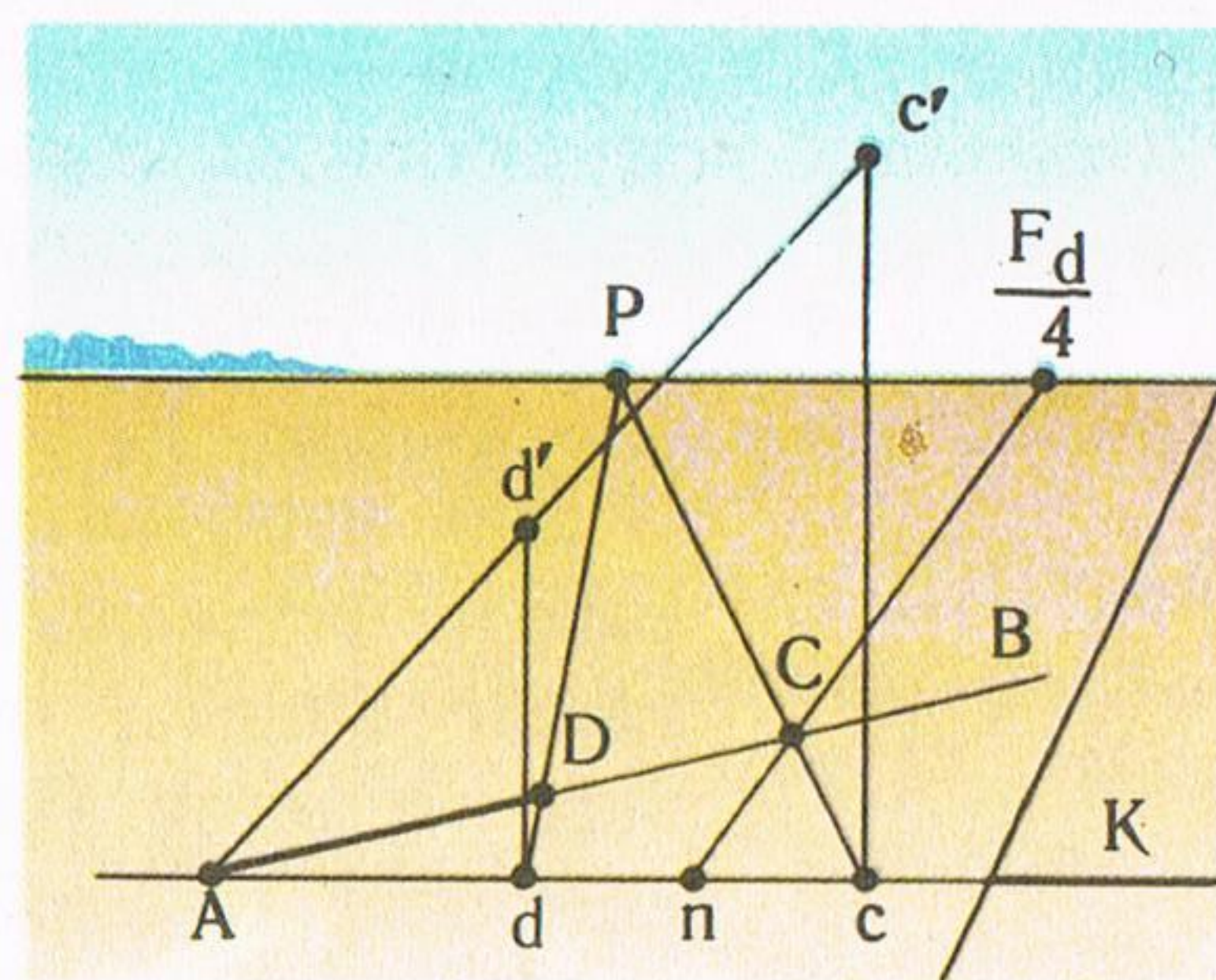


Рис. 189

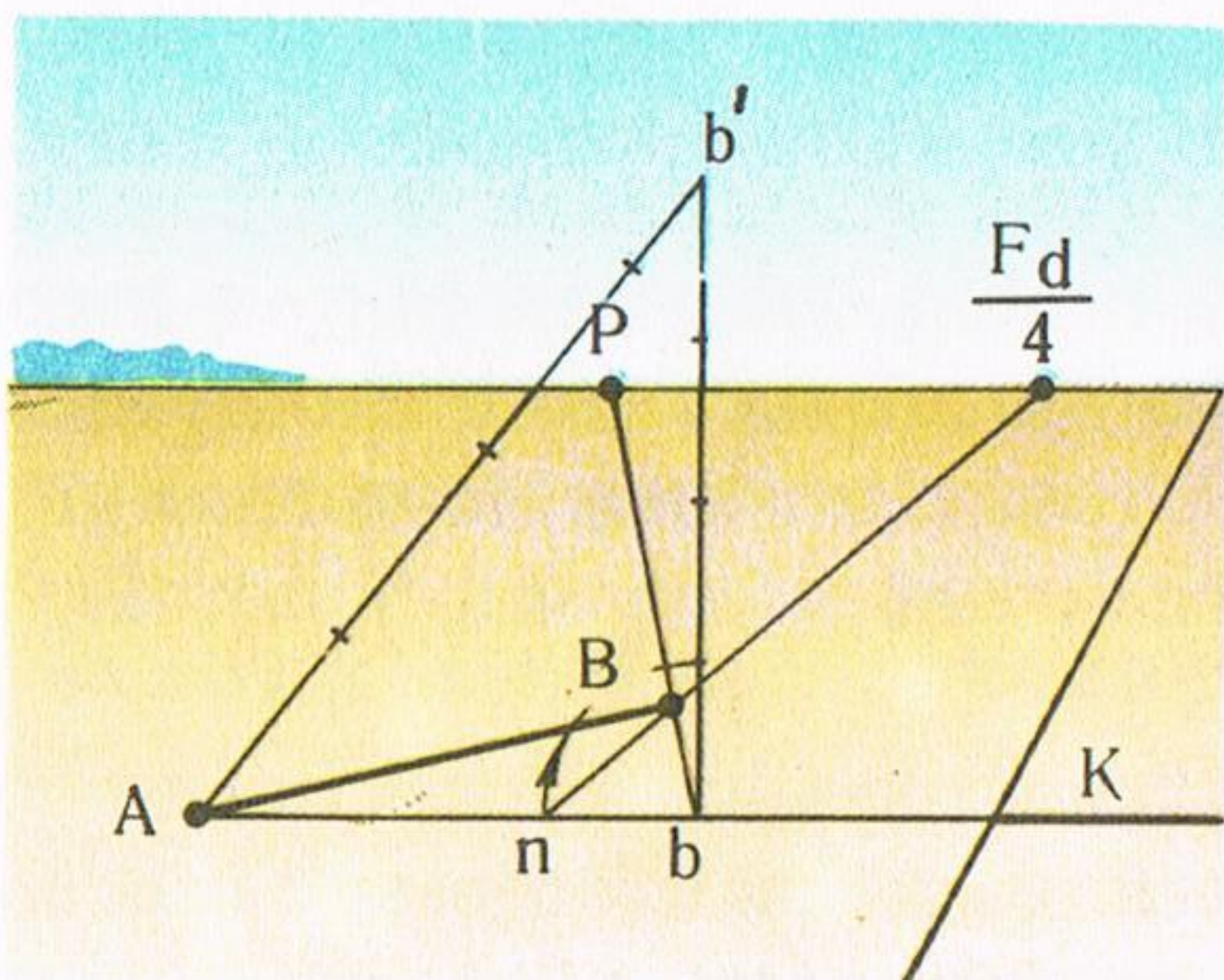


Рис. 190

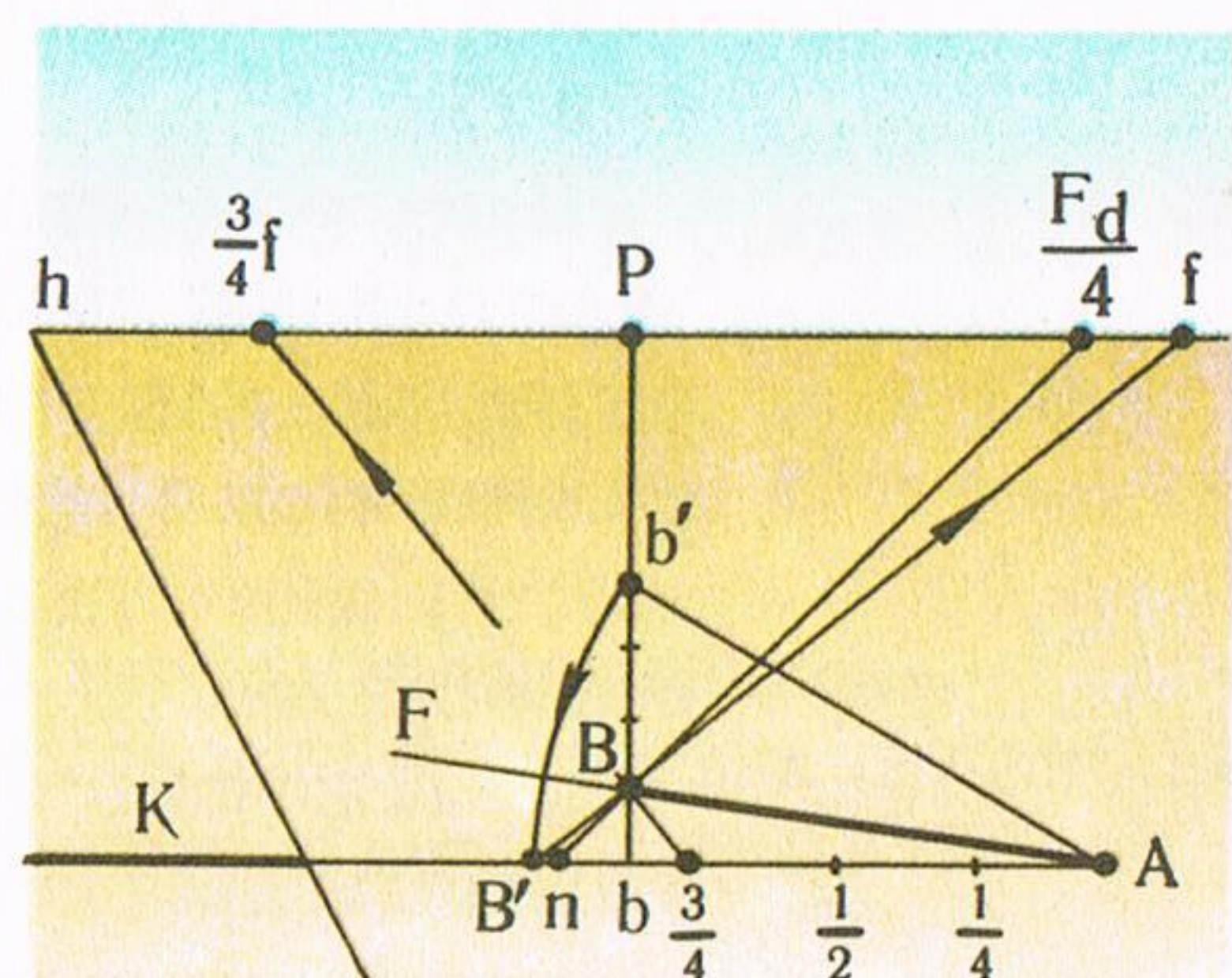


Рис. 191

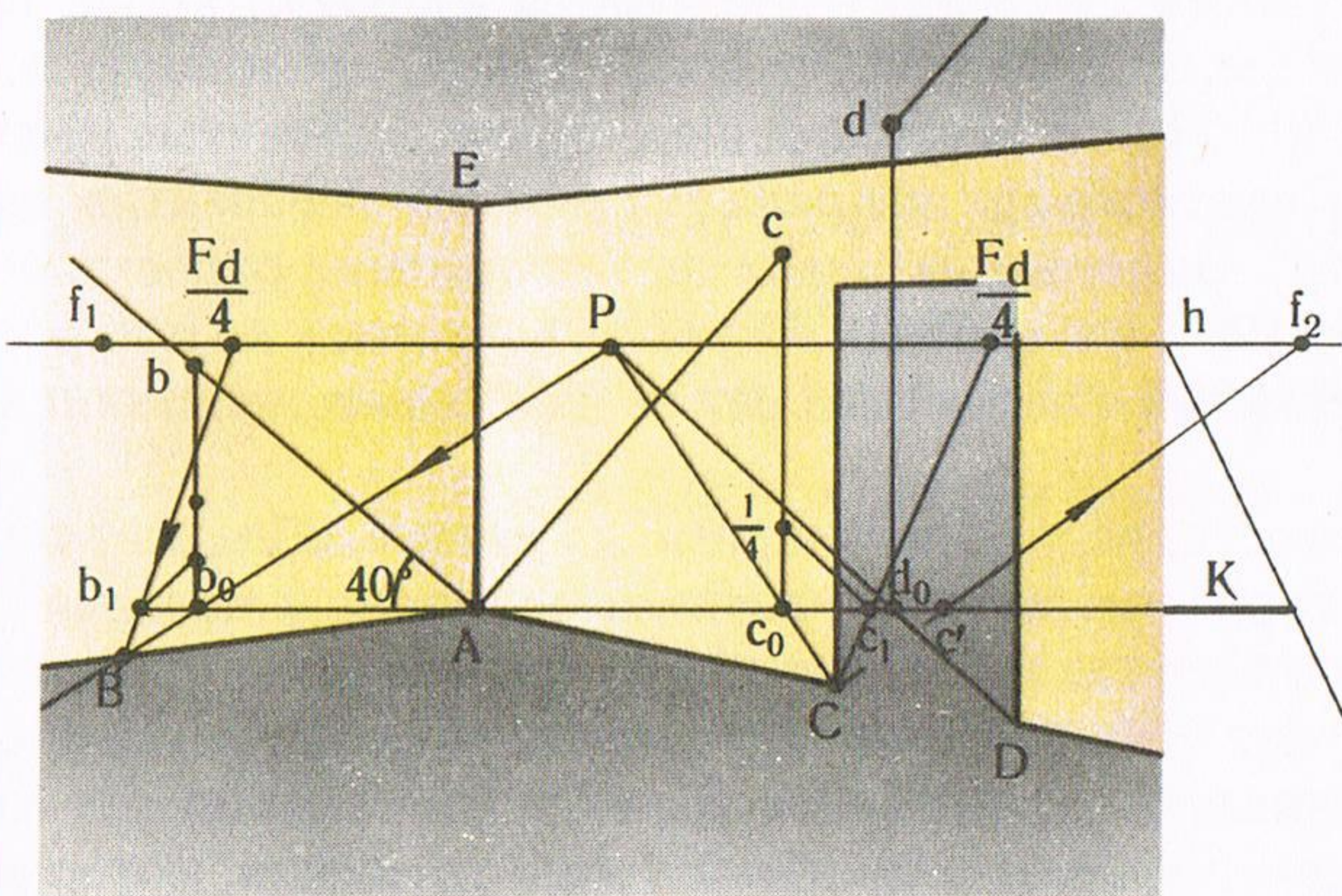


Рис. 192

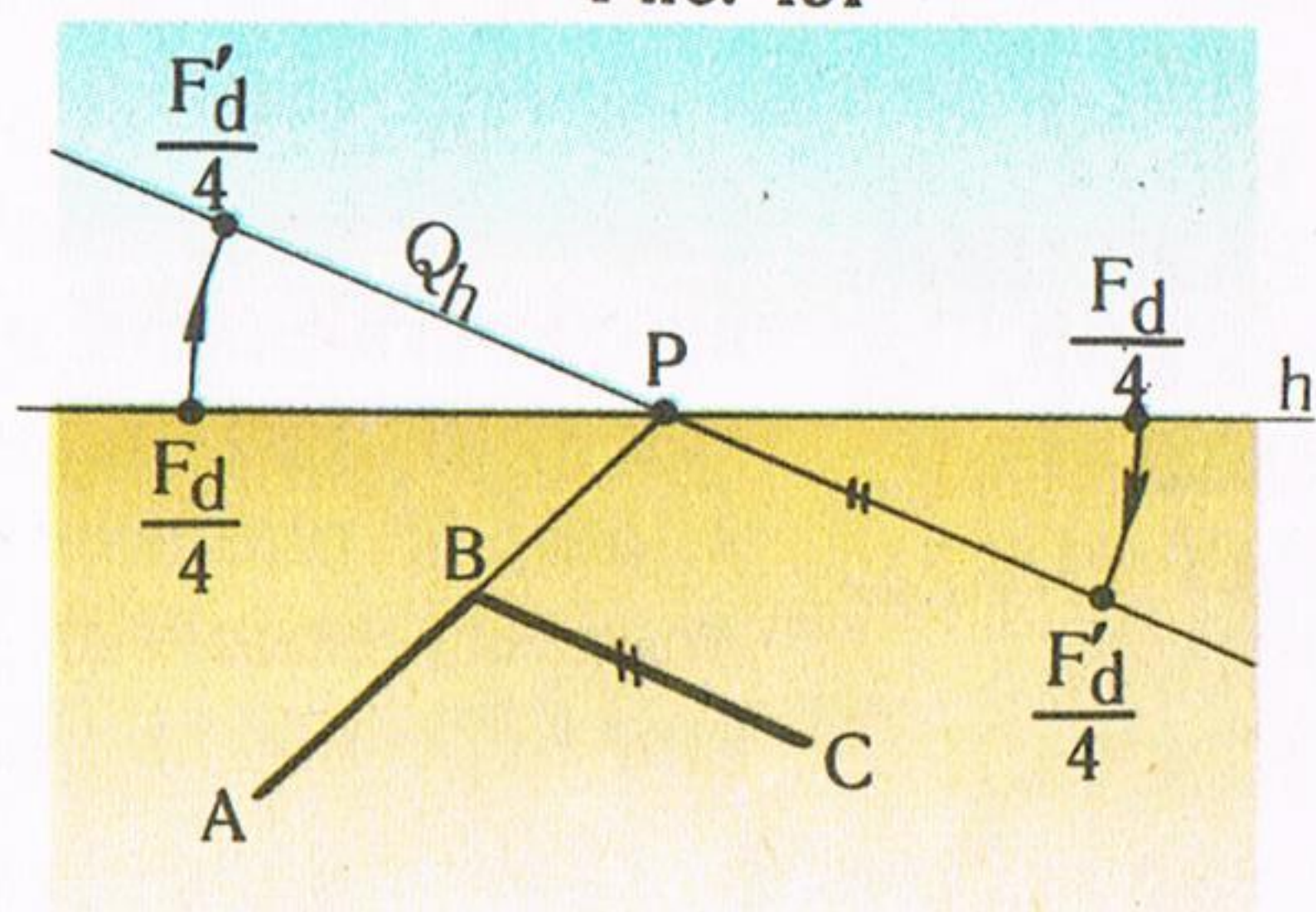


Рис. 193

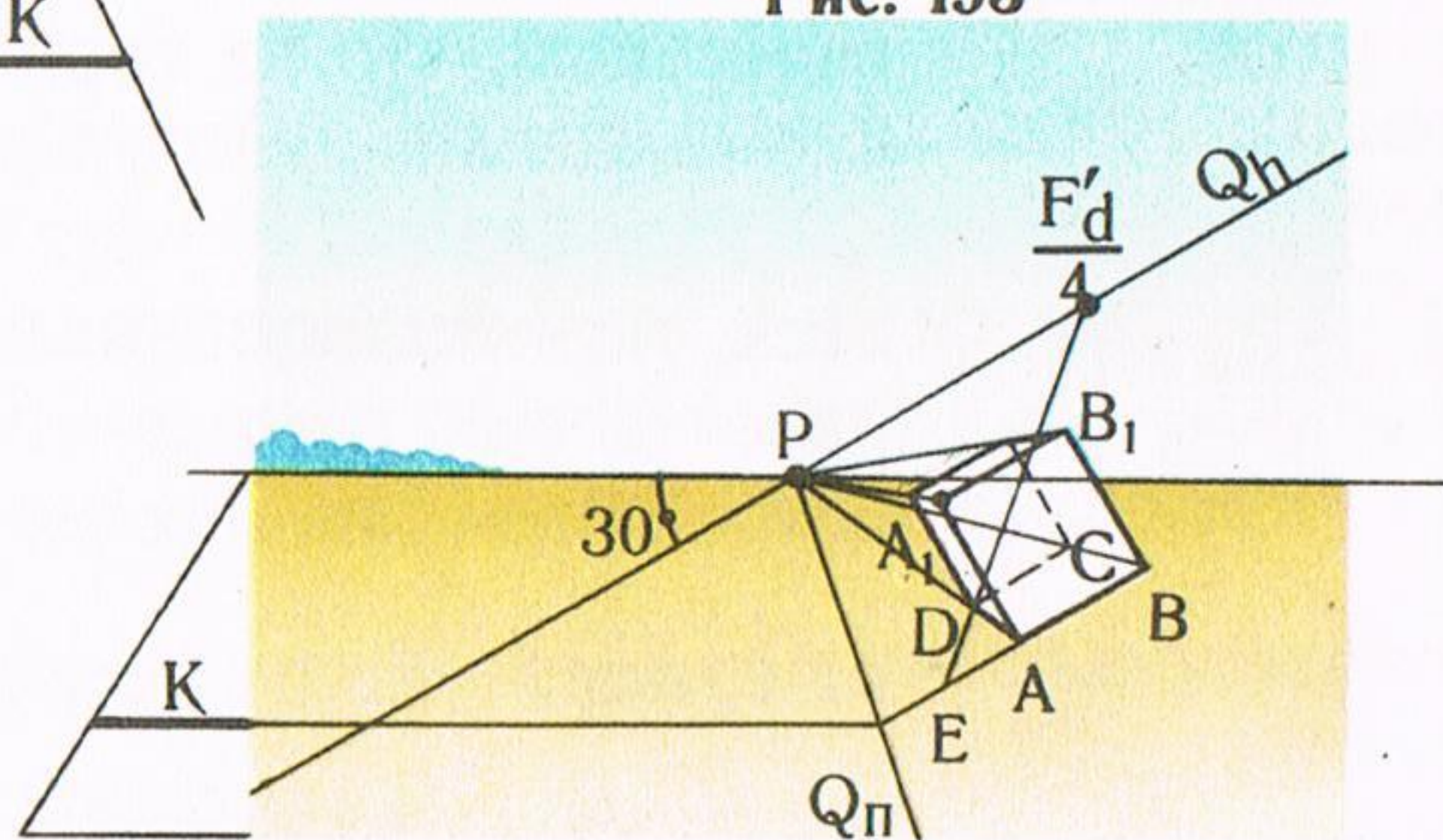


Рис. 194

вы точек b и c на предметной плоскости. Для этого через каждую из них проведем две пересекающиеся прямые: одну перпендикулярно к AK , а другую — под углом 45° к ней. Вращением вокруг оси AK совместим пересекающиеся прямые с предметной плоскостью. Точку B на предметной плоскости

получим в пересечении b_0P с прямой $b_1 \frac{F_d}{4}$, точку c — в пересечении c_0P с прямой $c_1 \frac{F_d}{4}$. Так же можно найти точку D и др. Отложив высоту $AE = 3$ м, прорисуем габаритные размеры комнаты.

Для изображения малых предметов и деталей по заданным размерам целесообразнее пользоваться целыми или дробными измерительными точками, которые легко найти по перспективам двух одинаковых отрезков. Например, для направления AC (рис. 192) имеем перспективу AC отрезка и его натуральную величину Ac' , взятую с плана. Проведя прямую Cc' до линии горизонта, получим измерительную точку f_2 . Для направления AB также находим измерительную точку f_1 и т. д.

Для экстерьера метод прямоугольной проекции целесообразно применять лишь находя перспективы оснований предметов на переднем плане, так как план большой глубины изображаемого пространства не разместится в пределах картины. Строить же план по частям на соответствующих удалениях от картины очень трудоемко и потому нецелесообразно.

В заключение отметим, что метод построения перспектив по прямоугольным проекциям использовался нами при построении перспектив горизонтальных многоугольников по плану (см. § 26).

ГЛАВА IX. ИЗОБРАЖЕНИЕ ПРЕДМЕТОВ, РАСПОЛОЖЕННЫХ НА НАКЛОННЫХ ПЛОСКОСТЯХ

§45. ПЕРСПЕКТИВА ПРЕДМЕТОВ, РАСПОЛОЖЕННЫХ НА НАКЛОННЫХ ПЛОСКОСТЯХ, ПЕРПЕНДИКУЛЯРНЫХ К КАРТИНЕ

В практической работе художнику приходится изображать как наклонные плоскости (марши лестниц, крыши зданий, холмистую поверхность земли и пр.), так и расположенные на них различные предметы. В §11 были рассмотрены правила построения перспектив наклонных плоскостей, занимающих различные положения относительно предметной плоскости и картины. Теперь остановимся на построении перспектив предметов, расположенных на наклонных плоскостях.

Наклонные плоскости, перпендикулярные к картине, обладают тем свойством, что их горизонталы также перпендикулярны к картине и, следовательно, изображаются сходящимися в главной точке P картины (прямая AB — рис. 193). Поэтому глубины на наклонных плоскостях, перпендикулярных к картине, измеряют по направлению их горизонталей с помощью целых или дробных точек отдаления, которые находят на линии схода Q_h наклонной плоскости на том же удалении от точки P , что и точка отдаления $\frac{F_d}{4}$ для измерения глубин на горизонтальной плоскости.

Прямая BC , проведенная параллельно линии схода, параллельна картине. Ее отрезки изображаются в одном масштабе, соответствующем удалению от картины.

ПРИМЕР 45.1.

На перпендикулярной к картине наклонной плоскости Q , составляющей с предметной углом 30° , построить перспективу стоящего на ней параллелепипеда длиной 2 м, шириной 1 м и высотой 1 м, две грани которого параллельны картине. Высота горизонта 1,5 м, зрительное расстояние d (рис. 194).

Решение. Определив положение линии горизонта и главной точки P картины, проведем через точку P линию схода Q_h плоскости Q под углом 30° к линии горизонта (см. §11). Проведем предметный след Q_n плоскости Q (его положение зависит от положения точки зрения относительно наклонной плоскости).

Строить перспективу параллелепипеда на наклонной плоскости, например с ближним углом в точке A , начнем с его основания:

а) через точку A проведем прямую, параллельную картине (параллельно линии схода), и отложим на ней ширину $AB = 1$ м в масштабе $K = 1$ м;

б) из точек A и B проведем стороны основания, перпендикулярные к картине (в главную точку картины P);

в) найдем положение точек отдаления на линии схода наклонной плоскости (на рисунке найдена дробная точка отдаления $\frac{F'_d}{4}$) и, отложив отрезок AE , в 4 раза меньший длины параллелепипеда ($AE = 0,5$ м), и проведя из точки E прямую в $\frac{F'_d}{4}$, в пересечении с AP получим точку D . Отрезок AD и есть длина параллелепипеда, равная 2 м. Проведем из точки D прямую DC , параллельную AB , в пересечении с BP получим точку C . Фигура $ABCD$ и есть перспективное изображение нижнего основания искомого параллелепипеда.

Построим переднюю грань параллелепипеда, параллельную картине. Для этого из углов A и B основания параллелепипеда восставим перпендикуляры и отложим на них высоту 1 м в масштабе $K = 1$ м. Четырехугольник AA_1B_1B и есть изображение передней грани параллелепипеда.

Дальнейшие построения перспективы параллелепипеда видны из рисунка.

Прямые, проведенные в перпендикулярной к картине наклонной плоскости или параллельно ей, наклоненные к картине, будут иметь точку схода на линии схода наклонной плоскости (прямая AF — рис. 195). Для измерения отрезков этих прямых кроме линии схода Q_h находят совмещенную с картиной точку зрения $\frac{Z'}{4}$ для наклонной плоскости. Положение такой точки зрения определяют на перпендикуляре к линии схода, проведенном из точки P , на том же удалении от точки P , что и совмещенная с картиной точка зрения $\frac{Z}{4}$ для горизонтальной плоскости.

Имея линию схода наклонной плоскости и совмещенную точку зрения, все операции по построению перспектив отрезков, параллельных данной плоскости, производят так же, как и на предметной плоскости, с той лишь разницей, что вместо линии горизонта (линии схода предметной плоскости) используют линию схода наклонной плоскости, а вместо совмещенной точки зрения $\frac{Z}{4}$ — совмещенную точку зрения $\frac{Z'}{4}$ для наклонной плоскости.

ПРИМЕР 45.2.

На наклонной плоскости Q , перпендикулярной к картине, построить перспективу лежа-

щего на ней ящика длиной 1,5 м, шириной 1 м и высотой 0,75 м, боковые стенки кото-

рого повернуты к картине под углом. Высота горизонта 1,5 м, зрительное расстояние d (рис. 196)

Решение. Выбрав положение линии горизонта и главной точки P картины, проведем линию схода Q_h наклонной плоскости и ее предметный след Q_n . В точке P восставим перпендикуляр к линии схода плоскости Q и, отложив зрительное расстояние $d = 2R$, найдем положение совмещенной точки зрения Z' .

Построим перспективу ящика с ближним углом основания в точке A :

а) найдем точки схода F_1 и F_2 для гори-

зонтальных ребер основания и измерительные точки f_1 и f_2 ;

б) из точки A проведем направления ребер основания в точки F_1 и F_2 , а на прямой, параллельной линии схода, отложим длину ящика $A - 1,5 = 1,5$ м и его ширину $A - 1,0 = 1$ м в перспективном масштабе $K = 1$ м;

в) проведя прямые $f_2 - 1,5$ и $f_1 - 1$, в пересечении их с ребрами основания получим перспективное изображение длины AB и ширины AC ;

г) отложим высоту ящика $AA_1 = 0,75$ м и построим его перспективу.

Задача построения ящика решена.

§46. ПЕРСПЕКТИВА ПРЕДМЕТОВ, РАСПОЛОЖЕННЫХ НА ВОСХОДЯЩИХ И НИСХОДЯЩИХ ПЛОСКОСТЯХ

Построения перспектив восходящих и нисходящих плоскостей при рисовании с натуры и работе над композицией были рассмотрены в §11. Теперь остановимся на измерении отрезков, различным образом расположенных на этих плоскостях и параллельно им.

Горизонтальные прямые восходящих и нисходящих плоскостей параллельны картине. Поэтому отрезки таких прямых, например AB на восходящей плоскости (рис. 197, а) и A_1B_1 на нисходящей (рис. 197, б), измеряются масштабом широт на соответствующем удалении прямых от картины.

Прямые на восходящей (нисходящей) плоскости и параллельные ей, которые перпендикулярны к горизонталям, изображаются сходящимися в точках P_1 (P_2) схода линий наибольшего ската. Отрезки таких прямых измеряют с помощью точек отдаления для восходящей (нисходящей) плоскости. Рассмотрим это.

Заданный угол наибольшего ската плоскости Q с вершиной в точке зрения Z_1 образуется главным лучом Z_1P и лучом Z_1P_1 плоскости Q (рис. 198, а). Луч Z_1P_1 , лежащий в вертикальной плоскости, перпендикулярной к картине, назовем *основным лучом наклонной плоскости*, а расстояние Z_1P_1 — *основным*, определяющим кратчайшее расстояние от точки зрения до линии схода Q_h плоскости Q .

Чтобы найти точку отдаления, повернем треугольник PZ_1P_1 вокруг оси PP_1 до совмещения с плоскостью картины. Отложив на линии схода от точки P_1 основное расстояние $P_1Z_0 = P_1Z_1$, получим точку отдаления F_d' . Если от точки P_1 отложим половину P_1Z_0 , получим дроб-

ную точку $\frac{F_d'}{2}$, и т. д.

На рис. 198, б точка отдаления F_d' и дробная точка $\frac{F_d'}{4}$ определены непосредственно на картине. Для этого, совместив зрительное расстояние с линией горизонта, нашли основное расстояние F_dP_1 . Затем, отложив его на линии схода от точки P_1 , получили точку отдаления F_d' . Если от точки P_1 отложим одну четвертую часть F_dP_1 , то получим дробную точку отдаления $\frac{F_d'}{4}$.

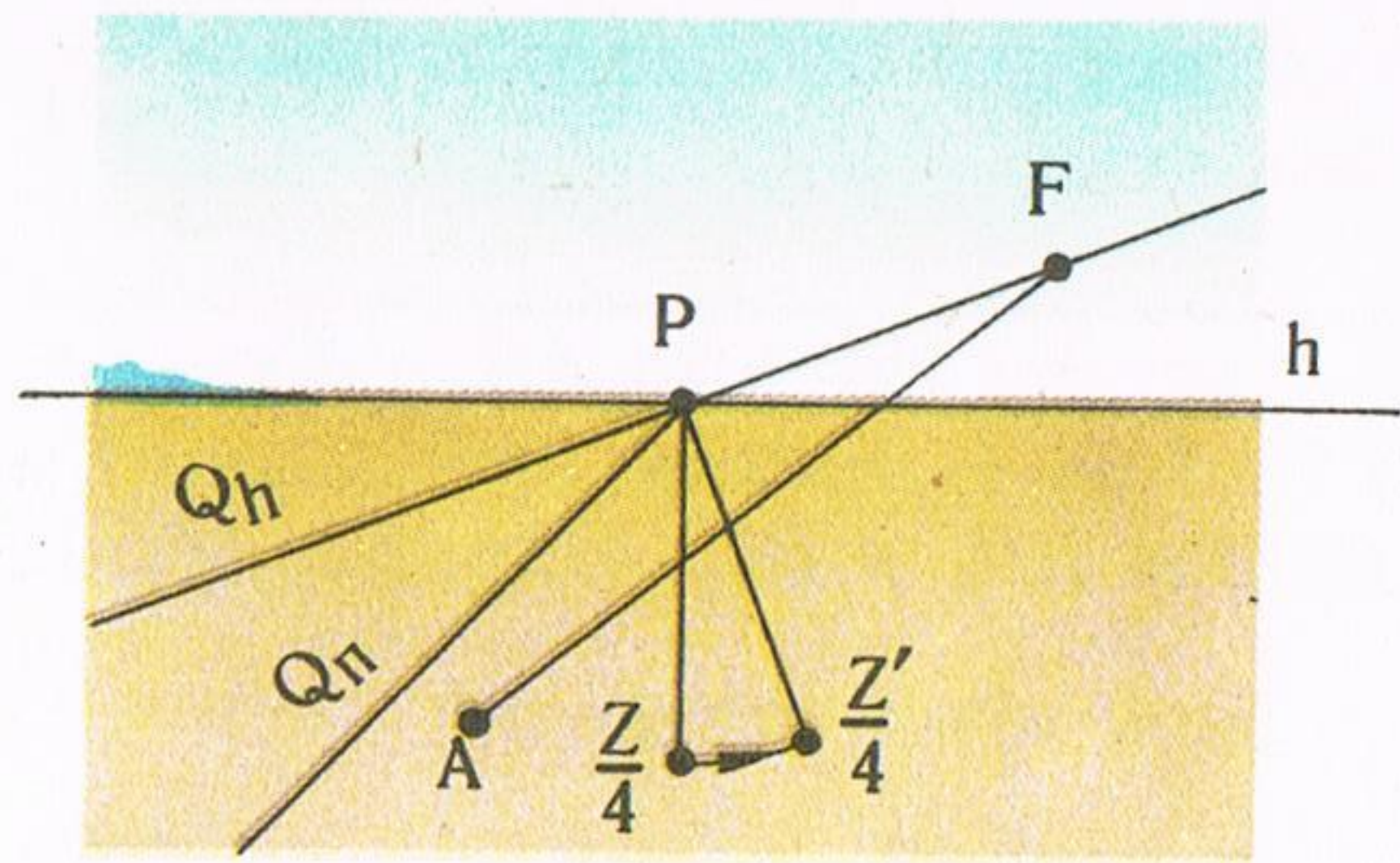


Рис. 195

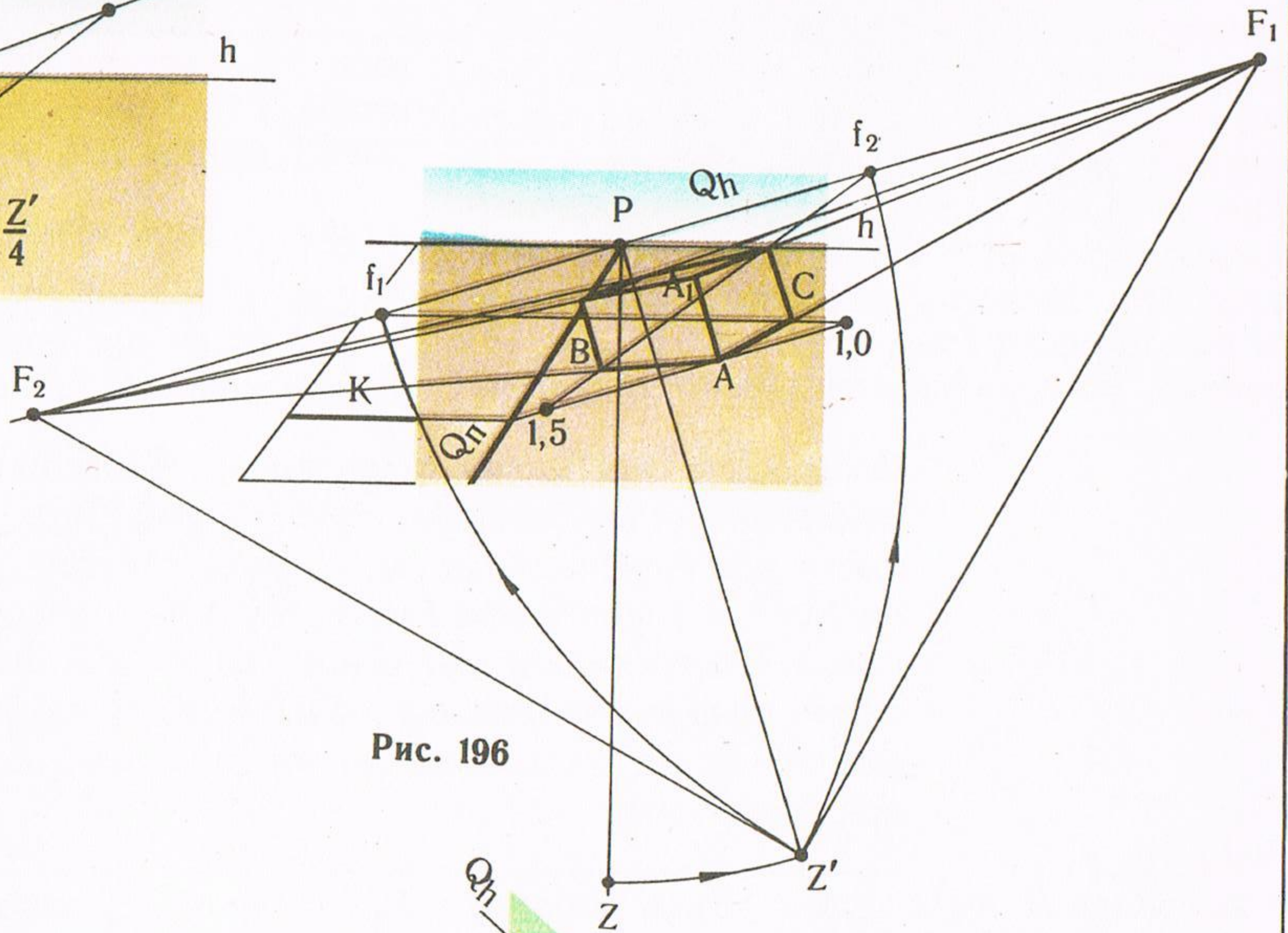
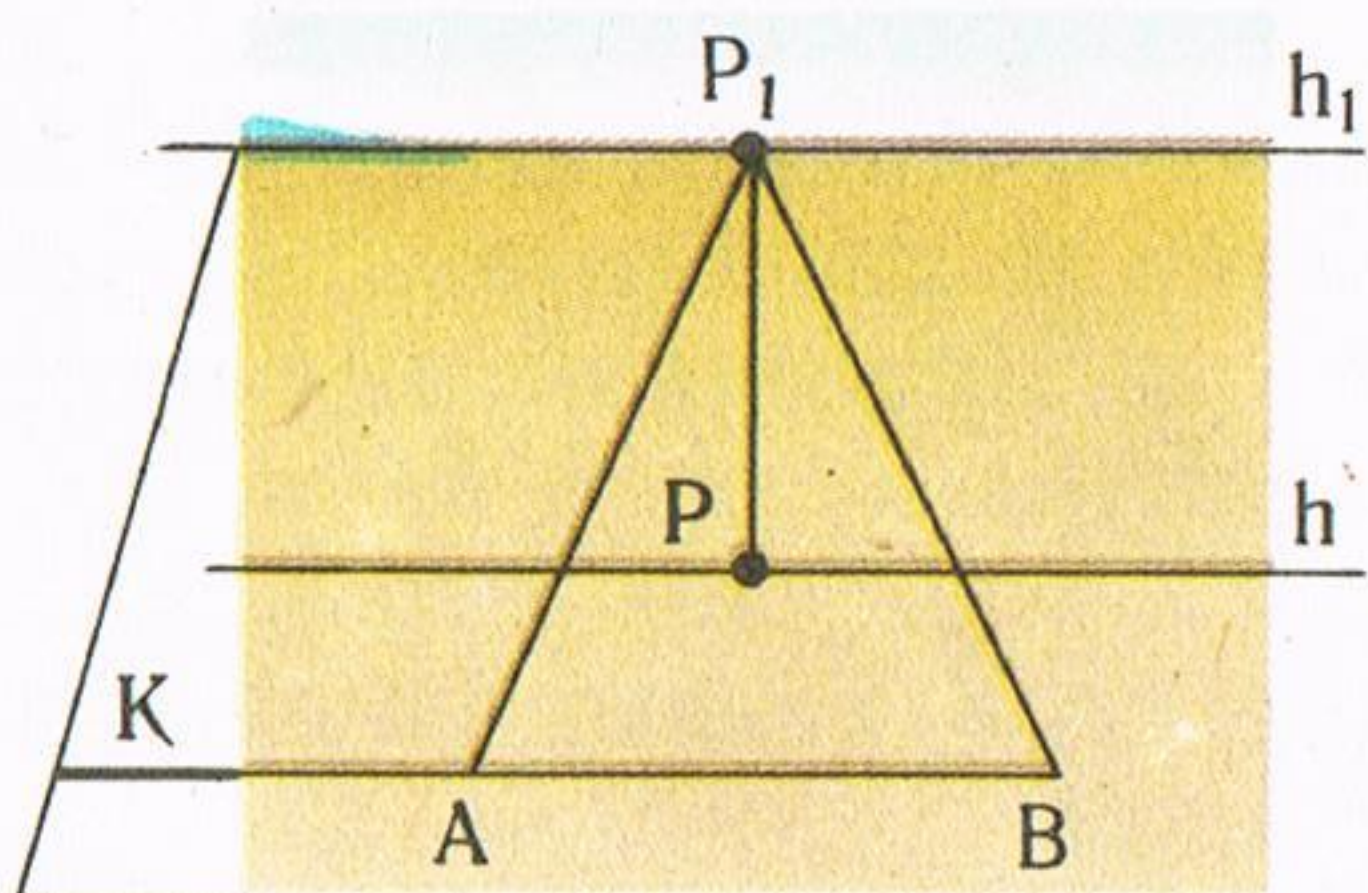
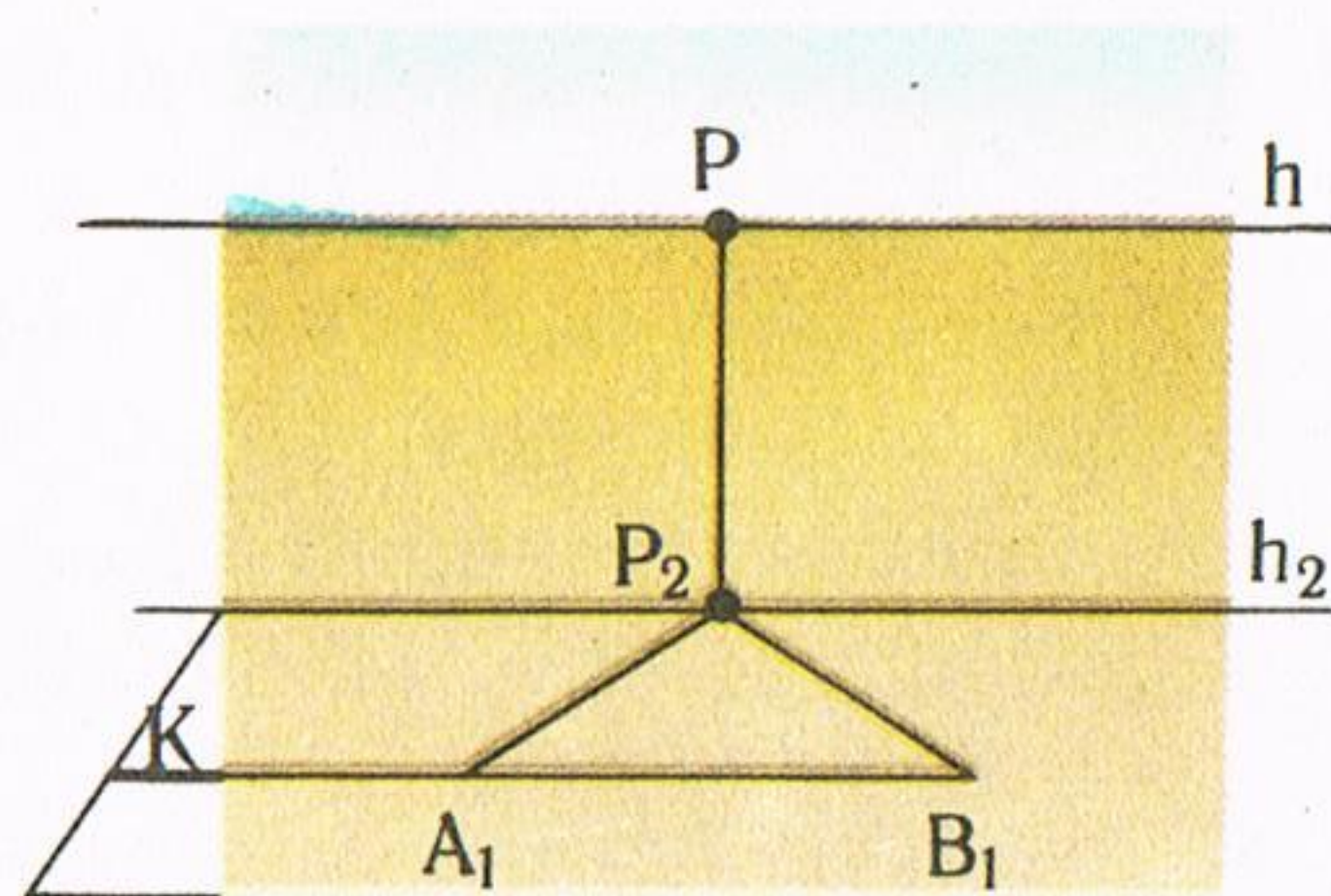


Рис. 196

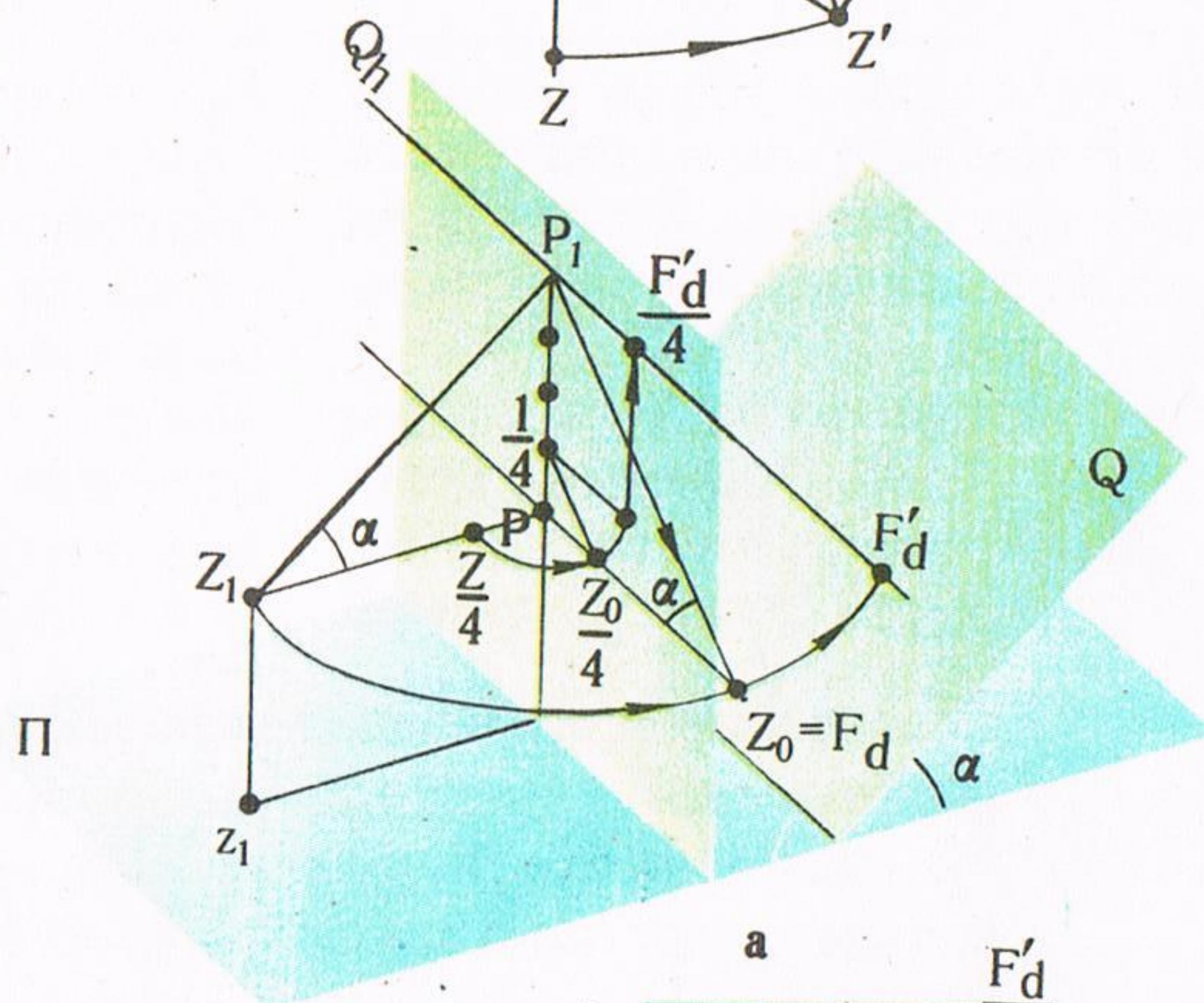


а



б

Рис. 197



а

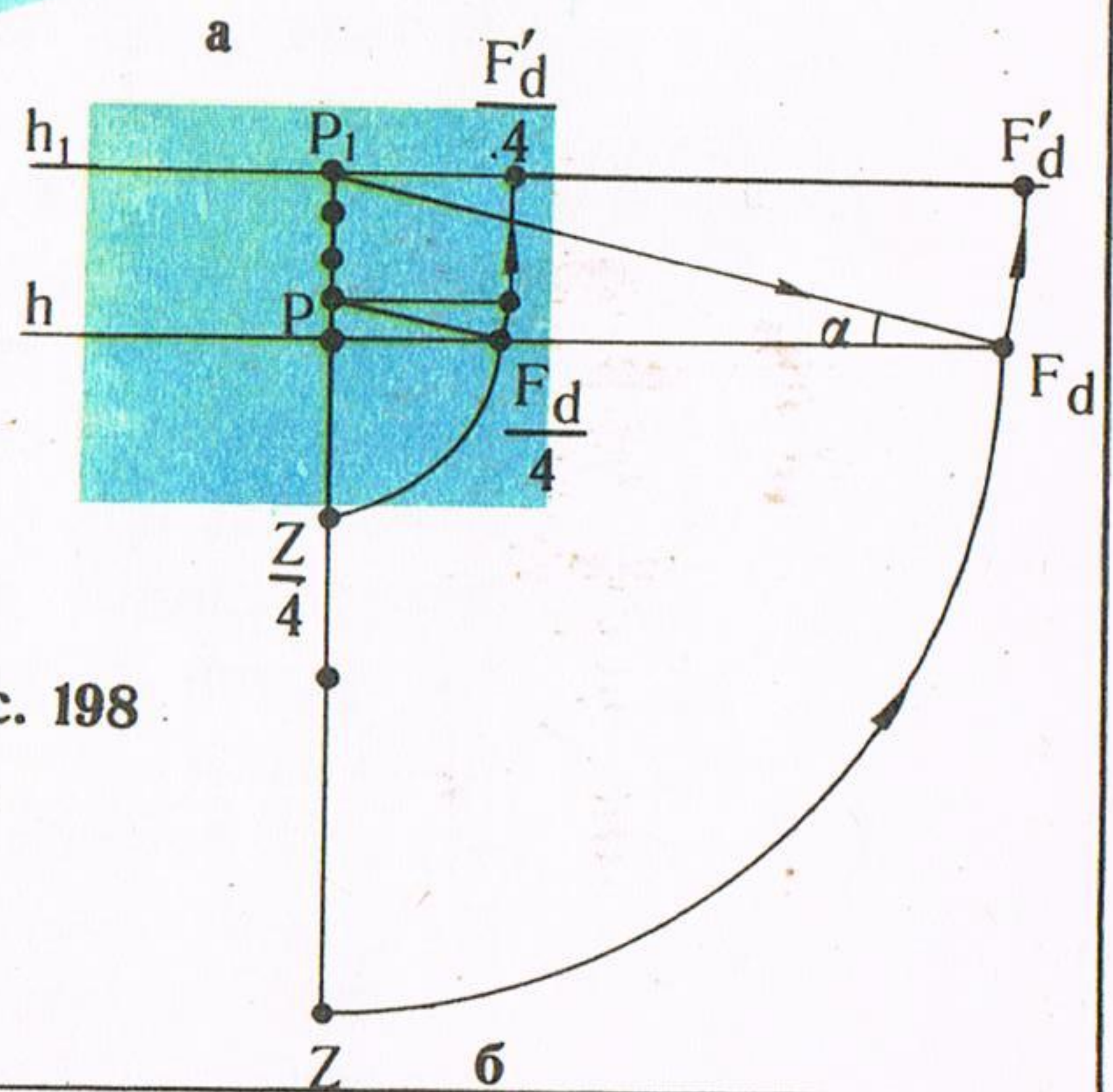


Рис. 198

Применим правила измерения отрезков, параллельных горизонталям или основному лучу, к построению перспективы плоской фигуры на восходящей и нисходящей плоскостях.

ПРИМЕР 46.1.

На плоскости Q , заданной предметным следом Q_{Π} и линией схода Q_h , построить перспективу прямоугольника шириной 4 м и длиной 16 м, стороны которого соответственно параллельны горизонталям и основному лучу. Высота горизонта 2 м, зрительное расстояние d (рис. 199).

Решение. На горизонтали плоскости Q отло-

жим перспективу ширины $AB = 4$ м в масштабе $K = 1$ м. Проведем направления боковых сторон AP_1 и BP_1 . Определим положение дробной точки отдаления $\frac{F'd}{4}$. Отложив на прямой BP_1 с помощью найденной точки отдаления длину $BC = 16$ м, построим прямоугольник $ABCD$.

Построение перспектив параллельных наклонной плоскости отрезков, наклоненных к основному лучу. Прямые, лежащие в наклонной плоскости или параллельные ей, но расположенные под углом к основному лучу, в перспективе имеют точку схода на линии схода этой плоскости. Построение и измерение отрезков этих прямых осуществляют с помощью измерительных точек, которые удалены от точек схода на расстояние от точек схода до совмещенной точки зрения для наклонной плоскости.

ПРИМЕР 46.2.

На восходящей плоскости с углом подъема 20° отложить от точки A по направлению AF_1 перспективу двух равных отрезков по 6 м при высоте горизонта 1,5 м и зрительном расстоянии d (рис. 200).

Решение. Найдем линию схода h_1 восходящей плоскости (см. § 20). Определим положение совмещенной точки зрения для наклонной плоскости. С этой целью на прямой

P_1Z от точки P_1 отложим размер P_1F_d . Построим измерительную точку f_1 . На горизонтальной прямой, параллельной картине, отложим от точки A два отрезка по 6 м в масштабе $K = 1$ м. Проведя из измерительной точки f_1 прямые в точки $6,0$ и $12,0$, в пересечении с AF_1 получим точки B , C и перспективу отрезков, равных по натуральной величине 6 м.

Построение и измерение перспектив отрезков, перпендикулярных к восходящим и нисходящим плоскостям. Перпендикулярные к наклонной плоскости прямые, например ребра стоящего на ней параллелепипеда, на восходящей плоскости являются нисходящими, а на нисходящей — восходящими (рис. 201, а). Такие прямые лежат в вертикальных плоскостях, так как через каждый перпендикуляр можно провести перпендикулярную к картине вертикальную плоскость. Поэтому точки схода перпендикуляров расположены на линии схода этих плоскостей.

Чтобы при рисовании с натуры найти точку схода прямой, перпендикулярной к восходящей или нисходящей плоскости, нужно из точки зрения Z_1 провести луч параллельно этой прямой до встречи с линией схода $v - v$ перпендикулярных к картине вертикальных плоскостей. Пересечение лучей с линией схода и даст искомые точки схода F_1 и F_2 (рис. 201, а).

Чтобы в композиции найти точку схода прямой, перпендикулярной к восходящей или нисходящей плоскости, надо совместить точку зре-

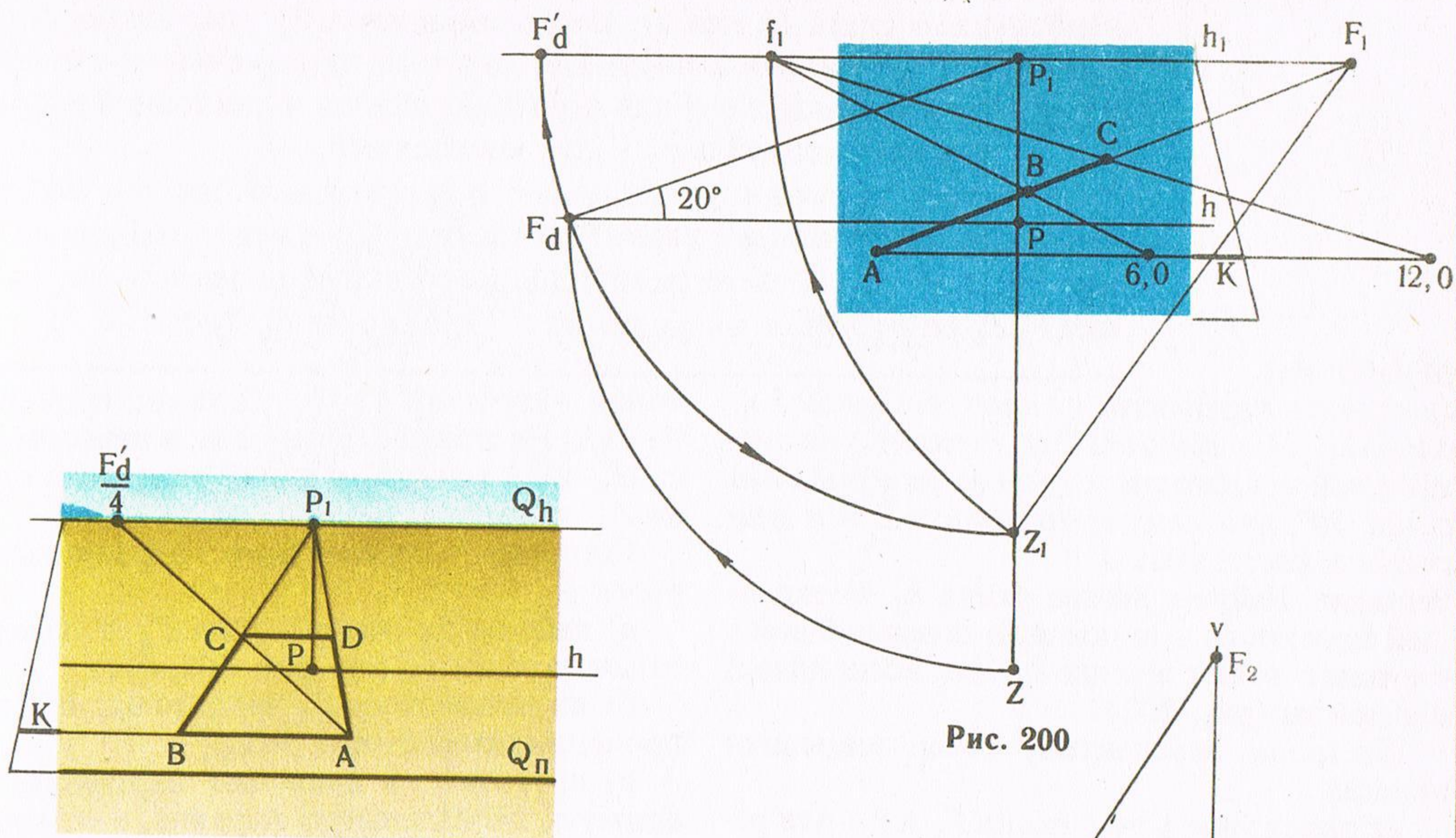


Рис. 199

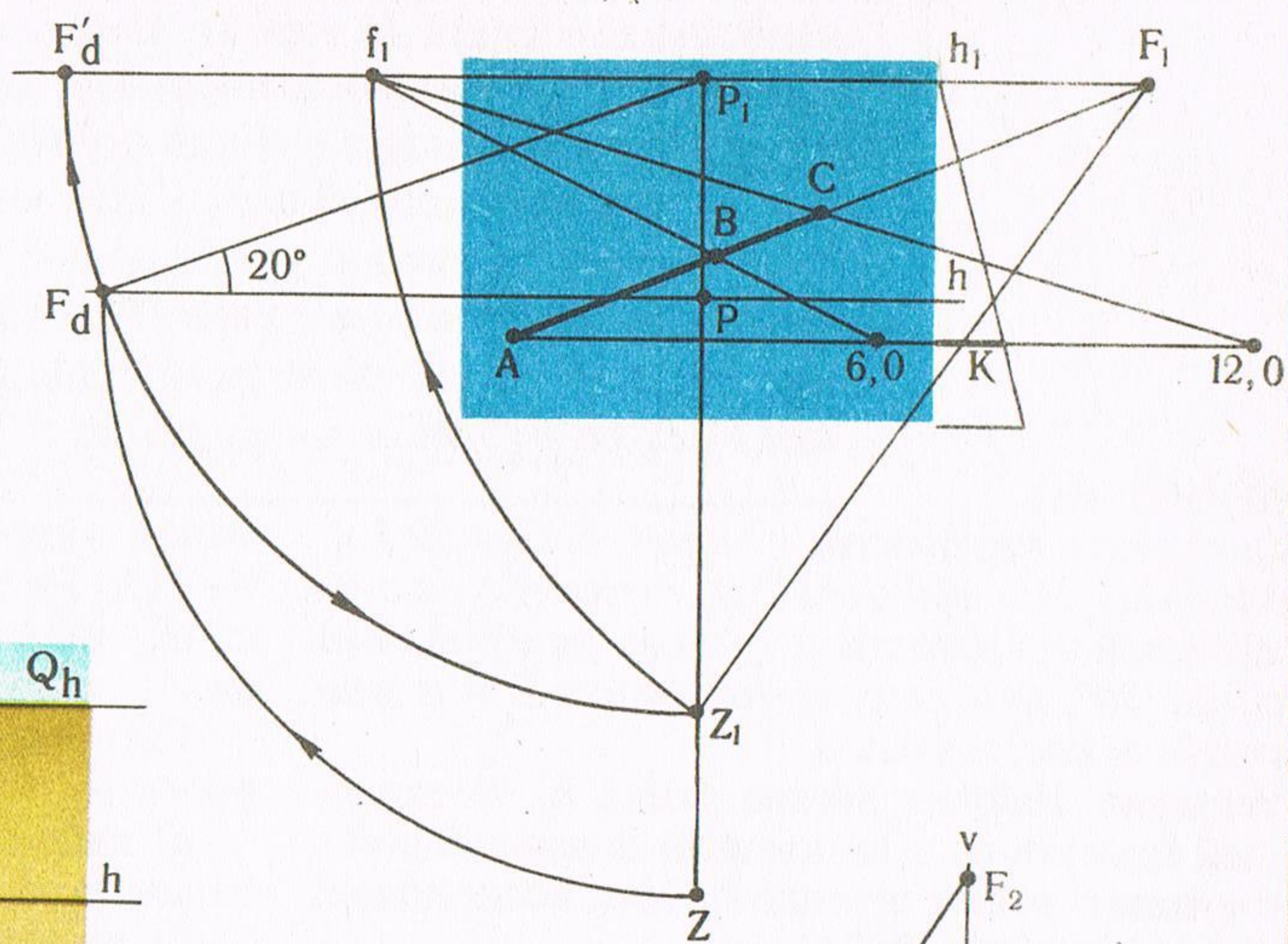


Рис. 200

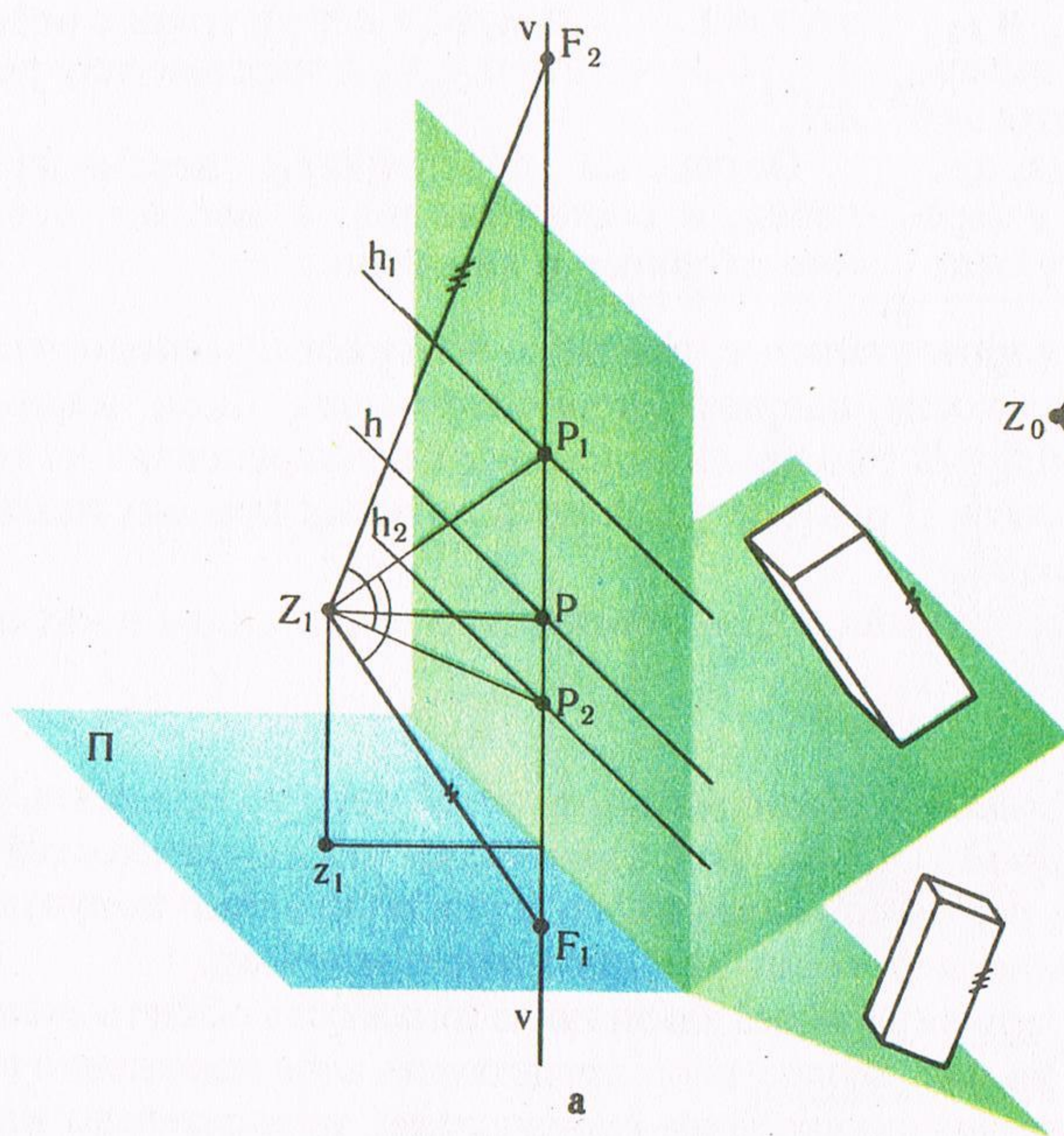


Рис. 201

ния Z с линией горизонта в точке Z_0 (рис. 201, б) и построить угол наибольшего ската (α или β). Восставив в точке Z_0 перпендикуляры Z_0F_1 и Z_0F_2 к линиям наибольшего ската, в пересечении их с прямой $\nu - \nu$ получим точки схода для перпендикуляров к наклонной плоскости: F_1 для восходящей и F_2 — для нисходящей.

Измеряют перпендикуляры к восходящим и нисходящим плоскостям с помощью измерительных точек f_1 и f_2 , которые находят на линии схода $\nu - \nu$ соответственно: для восходящей плоскости на удалении F_1Z_0 от F_1 , а для нисходящей — на удалении F_2Z_0 от F_2 .

ПРИМЕР 46.3.

Построить перспективу ящика шириной 1 м, длиной 2 м и высотой 2 м, стоящего на восходящей плоскости с углом наибольшего ската 30° , при высоте горизонта 2 м и зрительном расстоянии d .

Решение. Найдем линию схода h_1 восходящей плоскости и положение совмещенной с картиной точки зрения Z_1 для восходящей плоскости (рис. 202).

Построим перспективу ребер основания ящика:

а) определим точки схода F_1 и F_2 для ребер основания и проведем их направления в точки схода (AF_1 и AF_2);

б) найдем измерительные точки f_1 и f_2 ;

в) на горизонтальной прямой, параллельной картине, от точки A отложим отрезки 1 м и 2 м в масштабе $K = 1$ м. Прямая, проведенная из f_2 в конец отрезка 1 м, в пересечении с AF_2 даст точку B и ширину осно-

вания ящика $AB = 1$ м. Прямая, проведенная из f_1 в конец отрезка 2 м, в пересечении с AF_1 даст точку C и длину основания ящика $AC = 2$ м.

Построим перспективу вертикальных ребер:

а) найдем их точку схода F_3 и измерительную точку f_3 (см. рис. 201, б);

б) из точки схода F_3 через точки A , B и C проведем направления ребер;

в) из точки A проведем вертикальную прямую, параллельную картине, и от точки A отложим на ней высоту ящика 2 м в масштабе $K = 1$ м. Проведя из f_3 через конец отрезка 2,0 прямую, в пересечении с ребром AA_1 получим точку A_1 и перспективу ребра $AA_1 = 2$ м.

Остальные перспективы вертикальных ребер, а соответственно и верхнее основание, строятся аналогично.

Отметим, что горизонтальные прямые и плоскости, расположенные на наклонной плоскости, например прямые цоколя, окон, карнизов здания и пр., изображают по правилам построения перспектив на горизонтальной плоскости. Точки схода горизонтальных прямых находятся на линии горизонта.

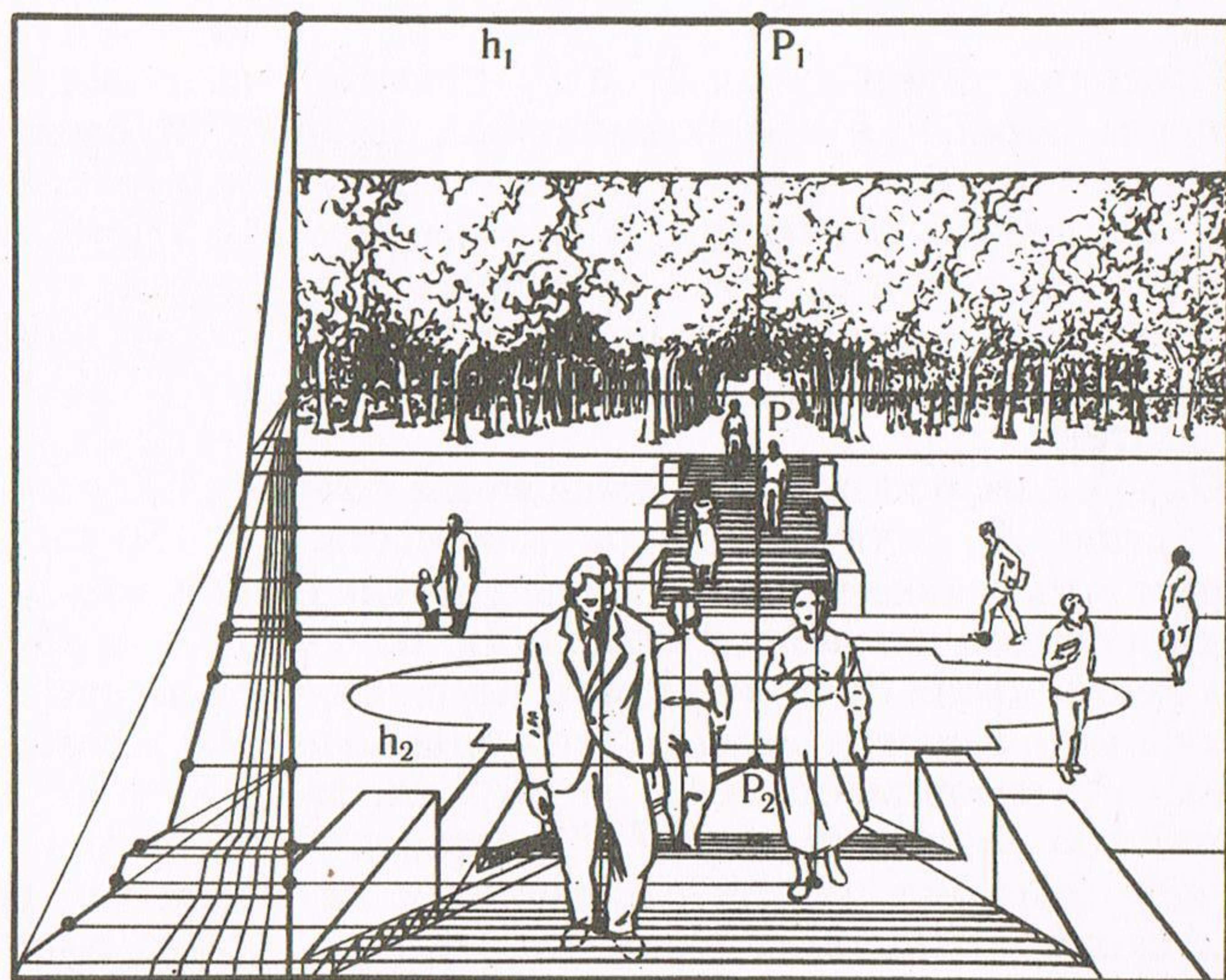
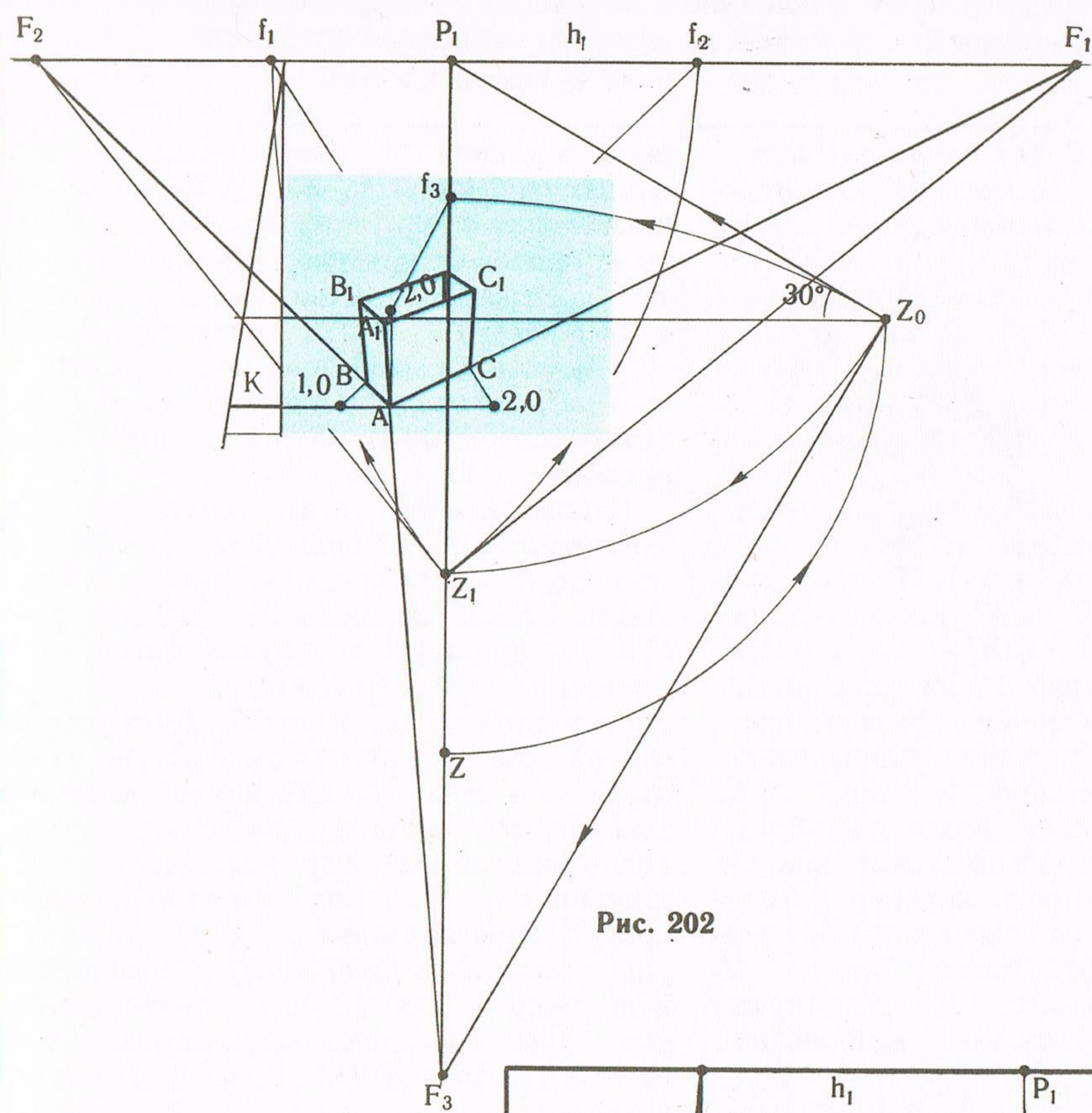
На рис. 203 изображены марши лестницы в восходящих и нисходящих плоскостях.

§47. ПЕРСПЕКТИВА ПРЕДМЕТОВ, ЛЕЖАЩИХ НА НАКЛОННЫХ ПЛОСКОСТЯХ ОБЩЕГО ПОЛОЖЕНИЯ

Горизонтальные линии наклонных плоскостей общего положения составляют с картиной острый угол

Горизонтальные линии наклонных плоскостей общего положения составляют с картиной острый угол. Примерами таких плоскостей могут быть плоскости крыши, наклонного зеркала, крышки полуоткрытого ящика, холмистые и горные склоны местности и пр.

Чтобы изобразить на картине наклонную плоскость общего положения и предметы на ней, нужно ясно представить себе положение плоскости в пространстве: направление горизонталей относительно картины и угол наибольшего ската (подъема или спуска). По этим данным находят точки схода для горизонталей и перпендикуляров к ним (линий наибольшего ската), линию схода плоскости, точку схода для пер-



пендикуляров к наклонной плоскости и измерительные точки для измерения как отрезков, лежащих на наклонной плоскости и параллельных ей, так и отрезков, перпендикулярных к ней.

ПРИМЕР 47.1.

Дана перспектива $ABCD$ наклонной плоскости общего положения. Построить перспективу стоящей на ней призмы шириной 150 см, длиной 250 см и высотой 200 см при высоте горизонта 150 см и зрительном расстоянии $d = 2R$ (рис. 204).

Решение. Найдем точку схода F_1 для всех горизонталей плоскости $ABCD$, продлив горизонтальную прямую AD или BC до линии горизонта.

Найдем точку схода F_3 для прямых плоскости, перпендикулярных к горизонталям (линий наибольшего ската). Такими прямыми являются AB и DC , так как по построению углы DAB и ADC — прямые. Продолжив Ab (проекцию AB на горизонтальную плоскость) до линии горизонта, получим точку схода F_2 для проекций перпендикуляров к горизонталям и линию схода $n - n$ для вертикальных плоскостей, образованных линиями наибольшего ската наклонной плоскости и их проекциями на горизонтальную плоскость (в нашем примере показана плоскость ABb). Проведя прямую AB до встречи с линией схода $n - n$, получим точку схода F_3 для всех линий наибольшего ската.

Соединив точки схода F_1 и F_3 прямой, получим линию F_1F_3 схода наклонной плоскости $ABCD$. Все прямые, проведенные в этой наклонной плоскости, в перспективе будут иметь точки схода на этой линии схода. Все прямые, проведенные на картине параллельно линии схода, в натуре параллельны картине.

Определим положение совмещенной точки зрения Z_1 для наклонной плоскости. Проведя из главной точки P перпендикуляр к линии схода наклонной плоскости, получим точку схода P_1 для прямых, перпендикулярных к параллельным картине прямым. Точку P_1 назовем *основной точкой схода наклонной плоскости*, а луч Z_1P_1 , определяющий расстояние между рисующим и линией схода, — *основным лучом*. Он равен гипотенузе прямоугольного треугольника, одним катетом которого является прямая PP_1 , а другим — главное расстояние PZ . Чтобы

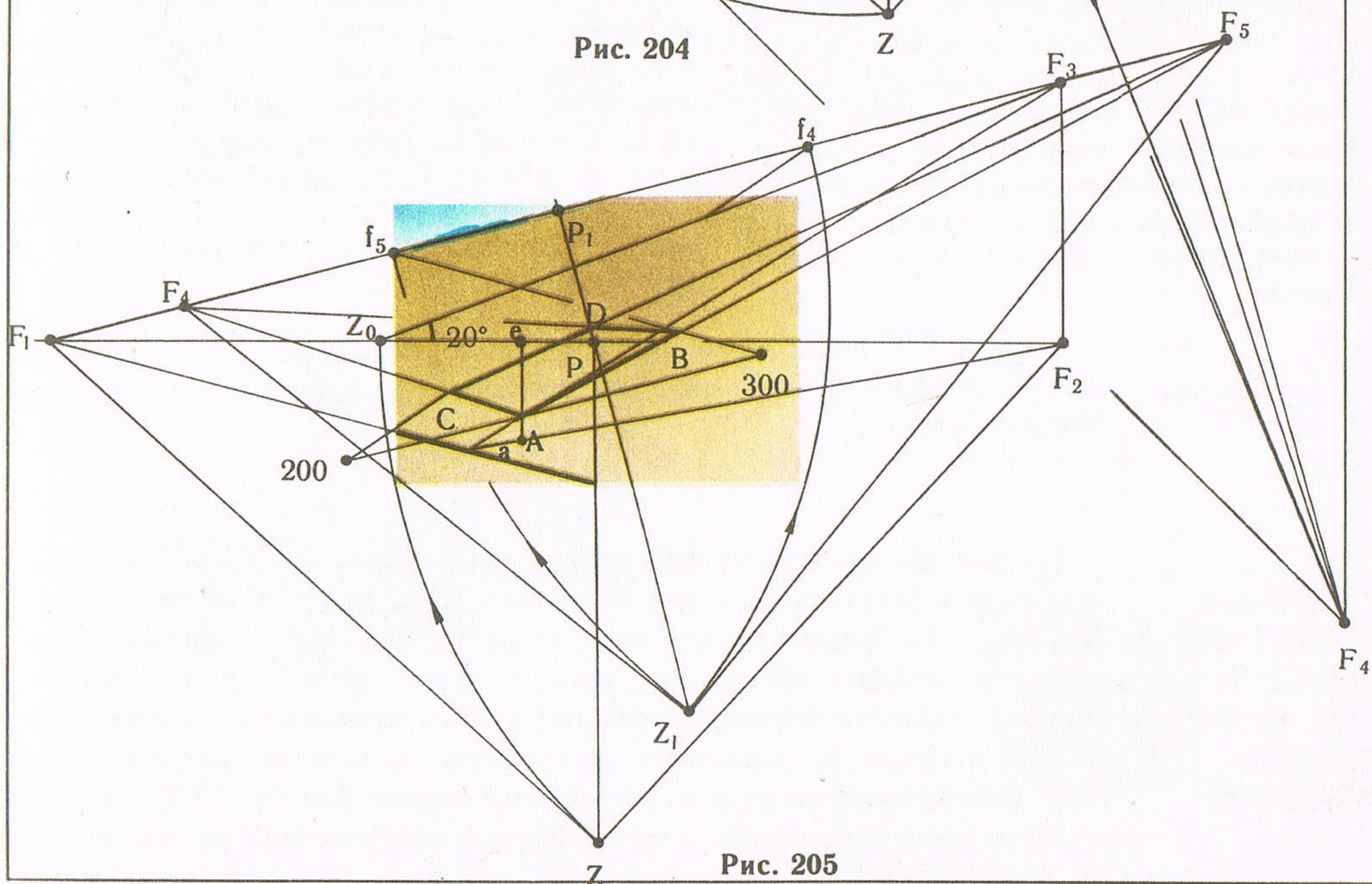
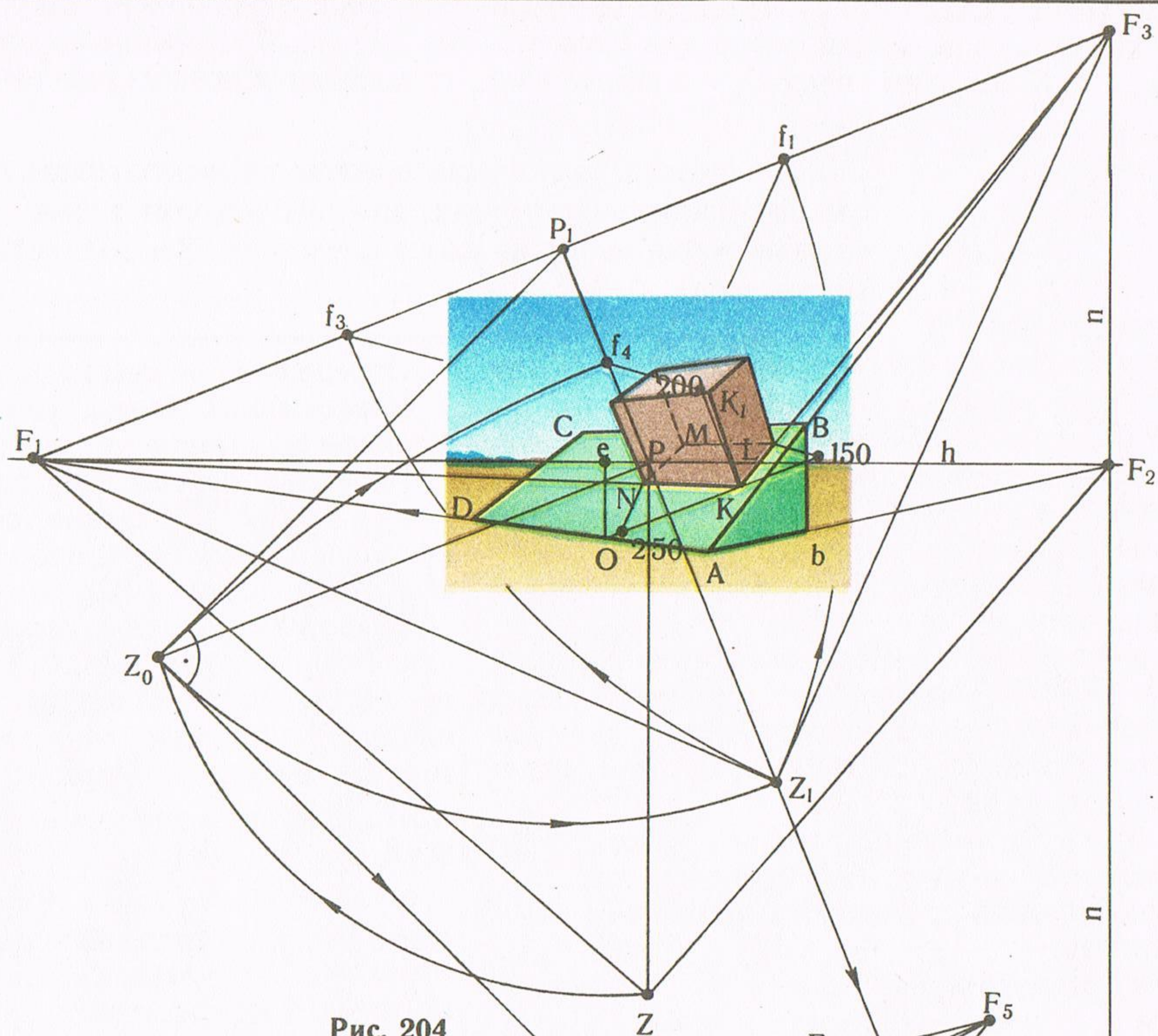
найти основной луч, повернем прямоугольный треугольник ZPP_1 вокруг катета PP_1 до совмещения с картиной, для чего через точку P проведем прямую, параллельную линии схода наклонной плоскости, и отложим на ней катет $PZ_0 = PZ$. Гипотенуза P_1Z_0 и есть искомое расстояние. Отложив его от точки P_1 на продолжении прямой P_1P , получим совмещенную точку зрения Z_1 для наклонной плоскости.

Найдем измерительные точки для горизонталей, линий наибольшего ската и прямых, перпендикулярных к наклонной плоскости. Описав из точки F_1 дугу радиусом F_1Z_1 , на линии схода получим точку f_1 для измерения горизонталей наклонной плоскости с точкой схода в точке F_1 . Дуга, описанная из точки F_3 радиусом F_3Z_1 , на линии схода даст точку f_3 для измерения линий наибольшего ската наклонной плоскости. Точку схода F_4 для перпендикуляров к наклонной плоскости находим на пересечении продолжения прямой P_1Z_1 с перпендикуляром в точке Z_0 к прямой Z_0P_1 . Измерительную точку f_4 для прямых, перпендикулярных к наклонной плоскости, получим, если из точки F_4 радиусом F_4Z_0 сделаем засечку на линии P_1F_4 .

Построим перспективу призмы по заданным размерам:

а) чтобы найти перспективу $KLMN$ основания призмы на наклонной плоскости, проведем прямые KF_1 и KF_3 . Затем через точку K проведем в наклонной плоскости прямую, параллельную картине, и отложим на ней размеры 250 и 150 см в масштабе $oe = 150$ см. Проведя прямые из измерительной точки f_1 в конец отрезка 250 см, а из f_3 — в конец отрезка 150 см, получим перспективы KN и KL сторон основания призмы. Точка M найдена в пересечении прямых LF_1 и NF_3 ;

б) для определения перспективы вертикальных ребер призмы из точки схода F_4 через точки KLN проведем направления ребер. В одной из точек (например, в точке K) построим перпендикуляр натуральным размером 200 см к параллельной картине пря-



мой (параллельно P_1Z_1). Проведя из точки f_4 прямую через конец отрезка, в пересечении с F_4K получим точку K_1 и изображение

ребра KK_1 , равного по натуральной величине 200 см. Построение перспективы верхнего основания ясно из рисунка.

Если стороны основания призмы не параллельны горизонталям и линиям наибольшего ската, для них находят точки схода и измерительные точки на линии схода плоскости. Все дальнейшие построения аналогичны.

ПРИМЕР 47.2.

На наклонной плоскости общего положения с углом наибольшего ската 20° построить перспективу прямоугольника 200×300 см, стороны которого наклонены к основному лучу, при высоте горизонта 150 см и зрительном расстоянии $d = 2R$ (рис. 205).

Решение. Найдем линию схода наклонной плоскости:

а) из совмещенной точки зрения Z проведем луч ZF_1 параллельно горизонталям. В пересечении его с линией горизонта получим точку схода F_1 для всех горизонталей данной плоскости;

б) из совмещенной точки зрения Z под углом 90° к лучу ZF_1 проведем луч ZF_2 , параллельный проекциям линий наибольшего ската;

в) радиусом F_2Z совместим точку зрения Z с линией горизонта в точке Z_0 и построим угол наибольшего ската 20° . На линии схода вертикальных плоскостей, образованных линиями наибольшего ската и их проекциями, получим точку схода F_3 для линий наибольшего ската. Прямая F_1F_3 и является искомой линией схода наклонной плоскости.

Определим положение основной точки P_1 и совмещенной точки зрения Z_1 для наклонной плоскости (см. пример 47.1).

Построим перспективу прямоугольника:

а) наметим на картине точку A (положение угла на наклонной плоскости) и найдем ее проекцию a на горизонтальную плоскость;

б) из точки Z_1 проведем взаимно перпендикулярные лучи, параллельные сторонам прямоугольника. На линии схода наклонной плоскости получим точки схода F_4 и F_5 . Из точки A проведем направления сторон AF_4 и AF_5 и найдем для них измерительные точки f_4 и f_5 ;

в) отложим от точки A на прямой, параллельной линии схода наклонной плоскости, отрезки 200 и 300 см в масштабе $ae = 150$ см. Из измерительных точек проведем прямые в концы этих отрезков. В точках пересечения их с направлением сторон получим точки B , C и перспективы сторон $AB = 300$ см и $AC = 200$ см. Проведя направления двух других сторон в точки схода F_4 и F_5 , получим изображение прямоугольника $ABCD$ на наклонной плоскости.

На рис. 206 изображена восходящая дорога, на рис. 207 — нисходящая. Горизонтالي изображенных предметов имеют точки схода на линии горизонта.

ГЛАВА X. ПОСТРОЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВ ПРЕДМЕТОВ ПО ИХ ПРЯМО- УГОЛЬНЫМ ПРОЕКЦИЯМ

Умение построить перспективы предметов по их прямоугольным проекциям (чертежам) важно не только для архитектора, но и для художника. Изображая то или иное событие, художник стремится достоверно передать обстановку, в которой оно происходило. Для этого он может использовать сохранившиеся или воспроизведенные чертежи. В свою очередь, правильность построения перспектив можно проверять, реконструируя их в комплексный чертеж (см. гл. XIII), так как по нему легче установить и масштабность изображения и целесообразность композиционного решения.

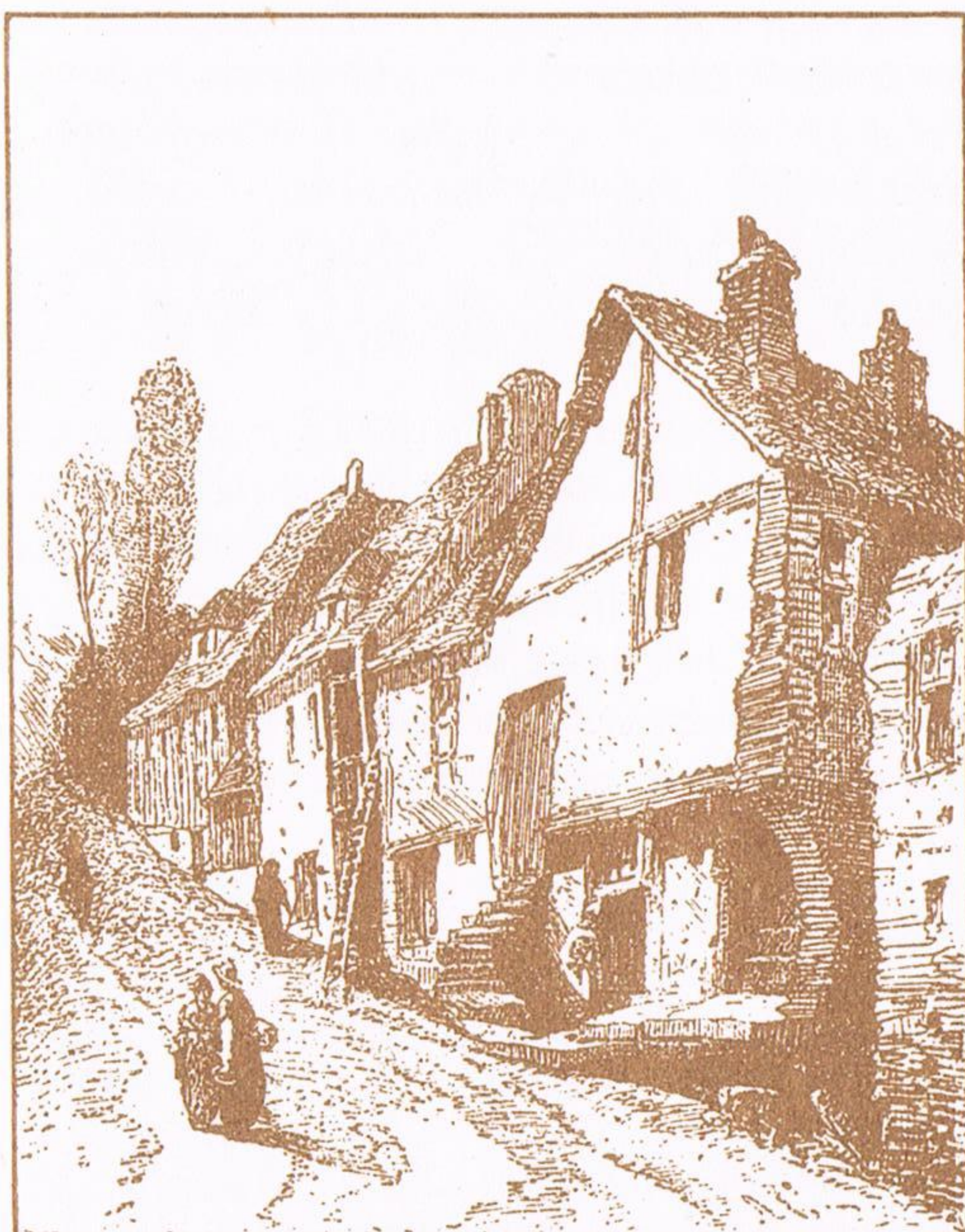


Рис. 206

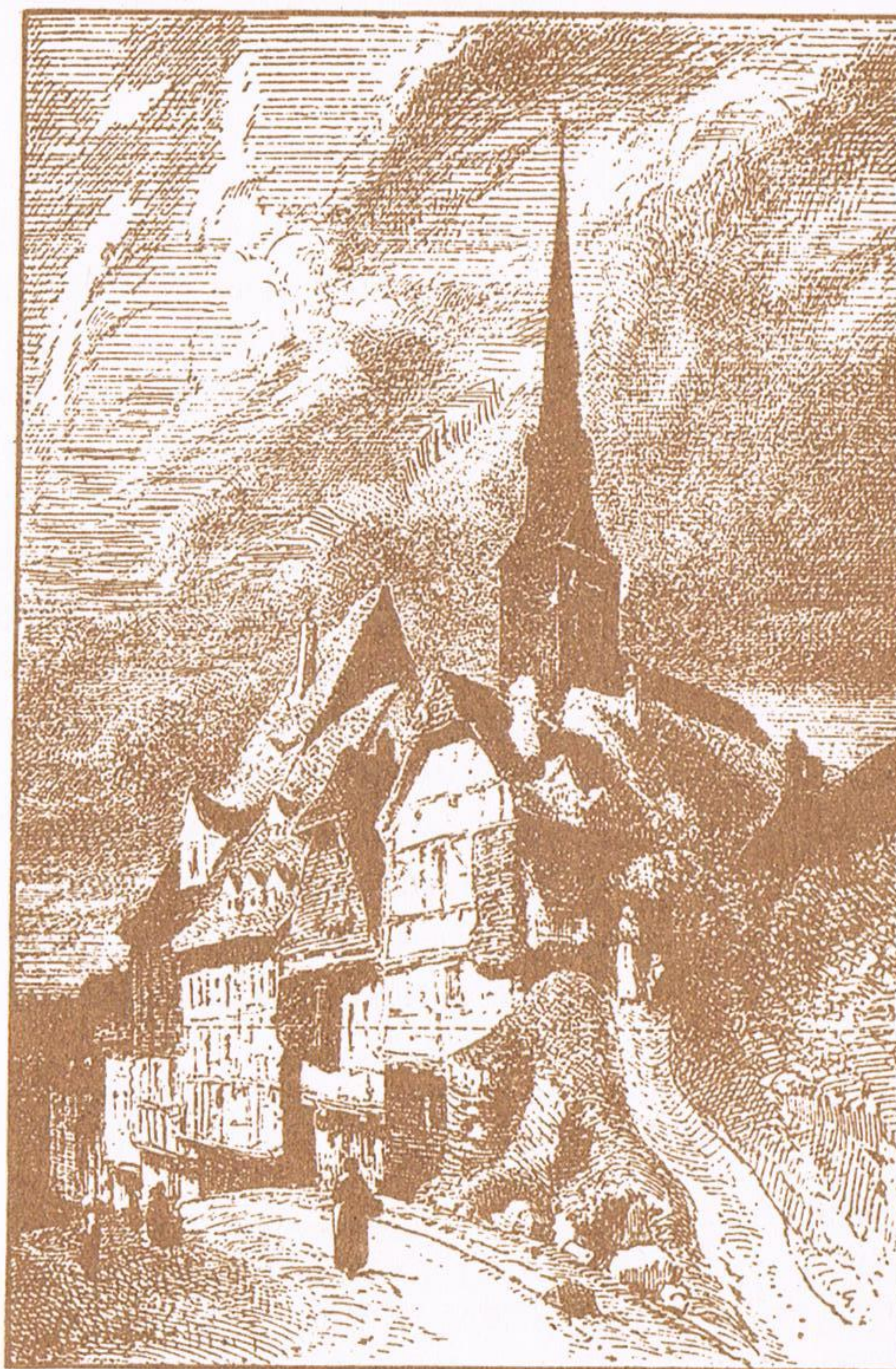


Рис. 207

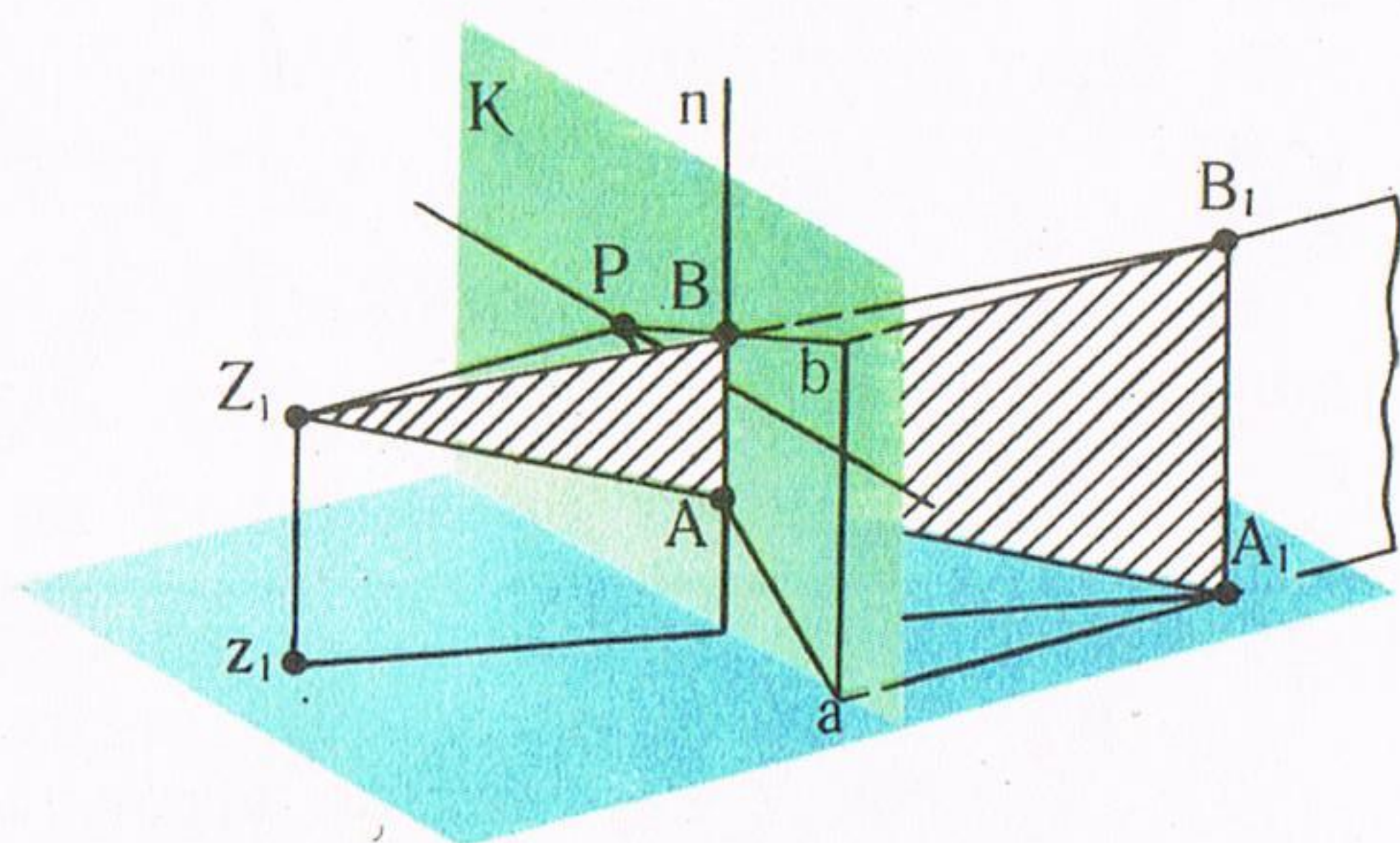


Рис. 208

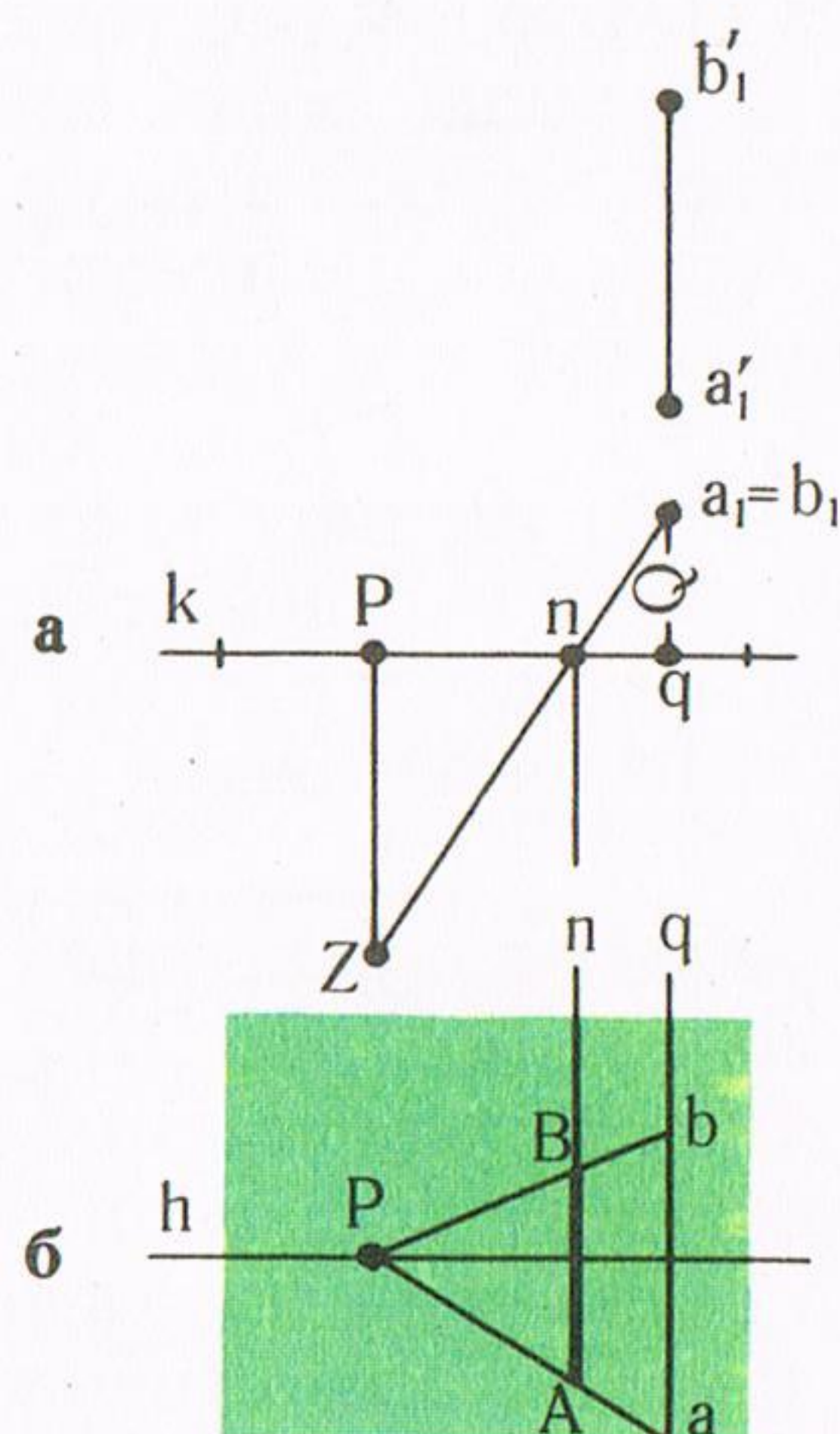


Рис. 209

Построение перспектив предметов по чертежам можно выполнять различными способами, которые изложены в учебных пособиях для архитекторов. Здесь же рассмотрим только четыре из них: радиальный, совмещенных высот, архитекторов и сетки.

§48. РАДИАЛЬНЫЙ СПОСОБ

Радиальный способ построения перспектив предметов по чертежу предложил в начале XVI в. немецкий художник и геометр Альбрехт Дюрер (1471 — 1528). Этот способ, как и другие, основан на свойстве параллельного картине отрезка изображаться в натуральную величину, если его параллельно снести в плоскость картины. Поэтому для построения перспектив вертикального отрезка достаточно через него провести две плоскости: лучевую и плоскость, перпендикулярную к картине. Пересечение перспектив этих плоскостей и определит на картине перспективу отрезка.

Например, в наглядном изображении даны картина K , точка зрения Z_1 и отрезок A_1B_1 (рис. 208). Проведем через отрезок A_1B_1 перпендикулярную к картине плоскость A_1abB_1 . На картине она изобразится плоскостью abP . Через A_1B_1 проведем и лучевую плоскость $A_1Z_1B_1$. Как радиальная вертикальная плоскость, она изобразится на картине прямой n , перпендикулярной к линии горизонта (см. §9). Отрезок AB , отсекаемый плоскостью abP от прямой n , и является перспективой отрезка A_1B_1 .

Теперь рассмотрим построение перспективы прямой, заданной на чертеже.

ПРИМЕР 48.1.

Отрезок A_1B_1 задан горизонтальной проекцией $a_1 = b_1$ и фронтальной проекцией $a_1'b_1'$. Построить перспективу отрезка при зрительном расстоянии PZ (рис. 209).

Решение. На некотором расстоянии от горизонтальной проекции расположим план k картины. Через горизонтальную проекцию $a_1 = b_1$ проведем две плоскости: плоскость Q , перпендикулярную к картине, и лучевую плоскость $a_1 = b_1 - Z$ (рис. 209, а). Плоскость Q пересечет картину по прямой, изображенной на плане картины точкой q . Лучевая плоскость пересечет картину по прямой, изображенной на плане точкой n .

ПРИМЕР 48.2.

Построить угловую перспективу параллелепипеда по его чертежу (рис. 210).

Решение. На некотором расстоянии от плана параллелепипеда изобразим план k картины (рис. 210, а). Выберем положение главной точки P и зрительное расстояние PZ . Через горизонтальные проекции вертикальных ребер на плане проведем по две вспомогательные плоскости: плоскость Q , перпендику-

Повернем картину во фронтальное положение (рис. 209, б). Снесем на фронтальную картину главную точку P и перпендикулярные к линии горизонта прямые q и n . При этом отрезок $a_1 = b_1$ в плоскости фронтальной картины изобразится натуральной величиной ab , взятой с фронтальной проекции $a_1'b_1'$ отрезка (рис. 209, а). Таким образом, перпендикулярная к картине плоскость Q на фронтальной картине изобразится плоскостью abP .

В пересечении плоскости abP с прямой n получим точки A , B и перспективу искомого отрезка AB .

лярную к картине, и лучевую плоскость N . Так, плоскости, проведенные через точку $b = d$, пересекут картину по вертикальным прямым, которые на плане картины изображаются точками q_1 и n_1 .

Для удобства построений перенесем планы параллелепипеда и картины из положения на рис. 210, а в положение, показанное на рис. 210, б, сохранив их взаиморасположе-

ние. Ниже разместим фронтальное положение картины с линией горизонта h и главной точкой P (рис. 210, в).

Построим изображение на картине. Для этого точки q_1 , n_1 пересечения следов плоскостей с планом картины снесем на основание картины в точки q , n и проведем направления следов в перспективе. След Q , как перпендикулярная к картине прямая, изобразится прямой qP , а след лучевой плоскости N — прямой n , перпендикулярной к линии горизонта (см. §9). На картинном следе от точки q отложим натуральный размер ребра $b'd'$, взятый с фронтальной проекции (рис. 210, а). Проведя прямые $b'P$ и $d'P$, в

пересечении с вертикальной прямой n получим перспективу ребра BD . Так же построена и перспектива ребра E .

Если изображаемое ребро находится на луче ZP , как, например, AC , или вблизи от него, то проводимые через ребро вспомогательные плоскости сольются в одну линию и получить перспективу такого ребра будет трудно. Поэтому такие прямые смещают параллельно картине вправо или влево от точки P , находят размер изображения и возвращают в занимаемое положение, как показано стрелками.

Соединив перспективы точек прямыми, получают перспективу параллелепипеда.

Радиальным способом можно построить перспективу предмета, проецируя его точки, а также линии плана и фасада на профильную плоскость проекций как на картину, где и получится перспективное изображение. В зависимости от положения граней и ребер предмета относительно картины можно получить фронтальную перспективу (пример 48.3) и угловую (пример 48.4).

ПРИМЕР 48.3.

Построить фронтальную перспективу предмета по его прямоугольным проекциям, если картиной является профильная плоскость проекций (рис. 211).

Решение. На чертеже проведем оси Ox , Oy , Oy_1 и Oz . Ось Oz совпадет с фронтальной проекцией картины, а ось Oy — с горизонтальной. Плоскость zOy_1 — это плоскость картины, совмещенная с плоскостью чертежа. Поскольку все ребра и грани предмета параллельны или перпендикулярны к картине, получим фронтальную перспективу, у которой все перпендикулярные к картине прямые имеют точку схода в главной точке P картины.

Выберем положение точки зрения. Для этого на фронтальной проекции предмета проведем линию горизонта h и определим фронтальную проекцию z' точки зрения; на горизонтальной плоскости проекций на перпендикуляре к оси Ox , проведенном из точки z' , определим положение горизонтальной проекции z точки зрения.

Удаление точки зрения от изображаемого предмета должно соответствовать углу зрения в пределах $28 - 53^\circ$. Положение точ-

ки зрения выбирают в том месте, откуда лучше всего можно увидеть предмет. Поэтому горизонтальную проекцию z точки зрения выбирают обычно так, чтобы можно было видеть наибольшее количество элементов предмета в соответствии с замыслом художника.

Проекции фасада и плана лучше располагать на таком удалении друг от друга, чтобы проекции лучей зрения как на фронтальной, так и на горизонтальной плоскостях проекций не заходили за горизонтальную ось Ox .

Построим перспективу предмета. Для этого на плане из точки z проведем прямую, например, через точку $a = b$ до пересечения с осью Oy в точке O_1 . Перенесем точку O_1 с помощью циркуля на ось Oy_1 и восстановим здесь перпендикуляр к ней. На фронтальной плоскости проекций из точки z' проведем прямые через точки a' и b' до пересечения с осью Oz в точках O_1' и O_2' . Проведя через эти точки горизонтальные прямые, в пересечении их с восстановленным перпендикуляром получим точки A , B и изображение ребра AB . Так же строим и другие ребра.

ПРИМЕР 48.4.

По прямоугольным проекциям построить на профильной плоскости проекций угловую перспективу предмета (рис. 212).

Решение. План чертежа следует расположить так, чтобы его основные грани и ребра были наклонены к горизонтальной проекции картины Oy под некоторым углом в соответ-

ствии с задуманной композицией. Нужно привести в проекционное соответствие фронтальную проекцию чертежа.

Выберем положение линии горизонта h и проекций z и z' точки зрения с учетом требований, изложенных в примере 48.3. Построим перспективу предмета (см. пример 48.3).

Рассмотрим некоторые особенности выбора параметров перспективного изображения при построении перспектив по прямоугольным проекциям. Большое значение имеет правильный выбор положения и высоты линии горизонта, главной точки картины, положения точки зрения и величины зрительного расстояния.

Положение линии горизонта на фронтальной проекции выбирают на той высоте, с которой зритель впоследствии будет рассматривать объект. Чтобы кроме предмета на картине изображалось и пространство перед ним, план картины проводят на некотором расстоянии от чертежа. Точку зрения выбирают так, чтобы были видны наиболее характерные грани объекта, крупные детали не закрывали мелких, а вертикальные линии одних элементов не были продолжением других. Главную точку картины целесообразно располагать в пределах срединной трети картины по ширине. Зрительное расстояние должно быть таким, при котором не только изображаемый объект, но и вся картина находились бы в поле ясного зрения (см. § 7).

При построении перспектив по прямоугольным проекциям обычно размер листа не учитывают. Но построенная на нем перспектива того или иного предмета (чаще всего с антуражем) уже представляет собой картину с размерами нанесенной рамки или всего листа. Поэтому, определяя зрительное расстояние графически, проекции горизонтальных образующих конуса ясного зрения на плане берут под углом $28 - 37^\circ$, что соответствует $4 - 3$ радиусам круга поля ясного зрения.

Практически зрительное расстояние определяют так. Через середину плана объекта проводят ось. Вершину угольника с углом 30° совмещают с осью и, передвигая по ней, фиксируют в таком положении, при котором стороны угольника касаются видимой ширины контура плана (рис. 210, а). Если высота изображаемого объекта больше ширины (рис. 215, а), стороны угольника должны касаться концов прямой $1 - 2$, взятой с фронтальной проекции и наложенной на план перпендикулярно к оси (рис. 215, а).

§49. СПОСОБ СОВМЕЩЕННЫХ ВЫСОТ

Способ совмещенных высот основывается на свойстве параллельной картине прямой при вращении в плоскости, параллельной картине, сохранять величину своего изображения. Так, если отрезок A_1B_1 (рис. 213) повернуть параллельно картине из вертикального положения в горизонтальное A_1C_1 , то отрезок A_1C_1 останется равным A_1B_1 .

Если отрезок A_1B_1 задан прямоугольными проекциями (рис.

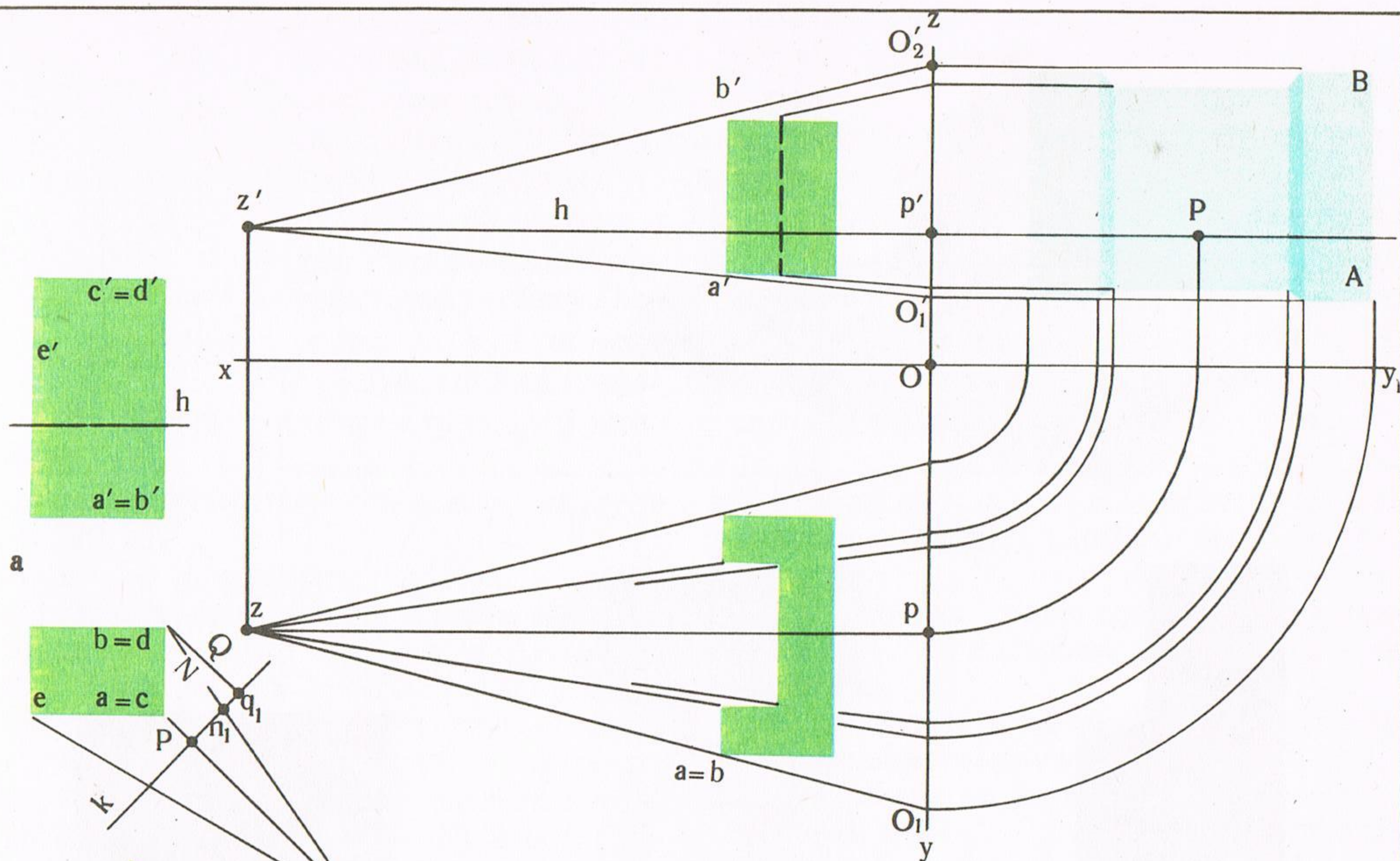


Рис. 211

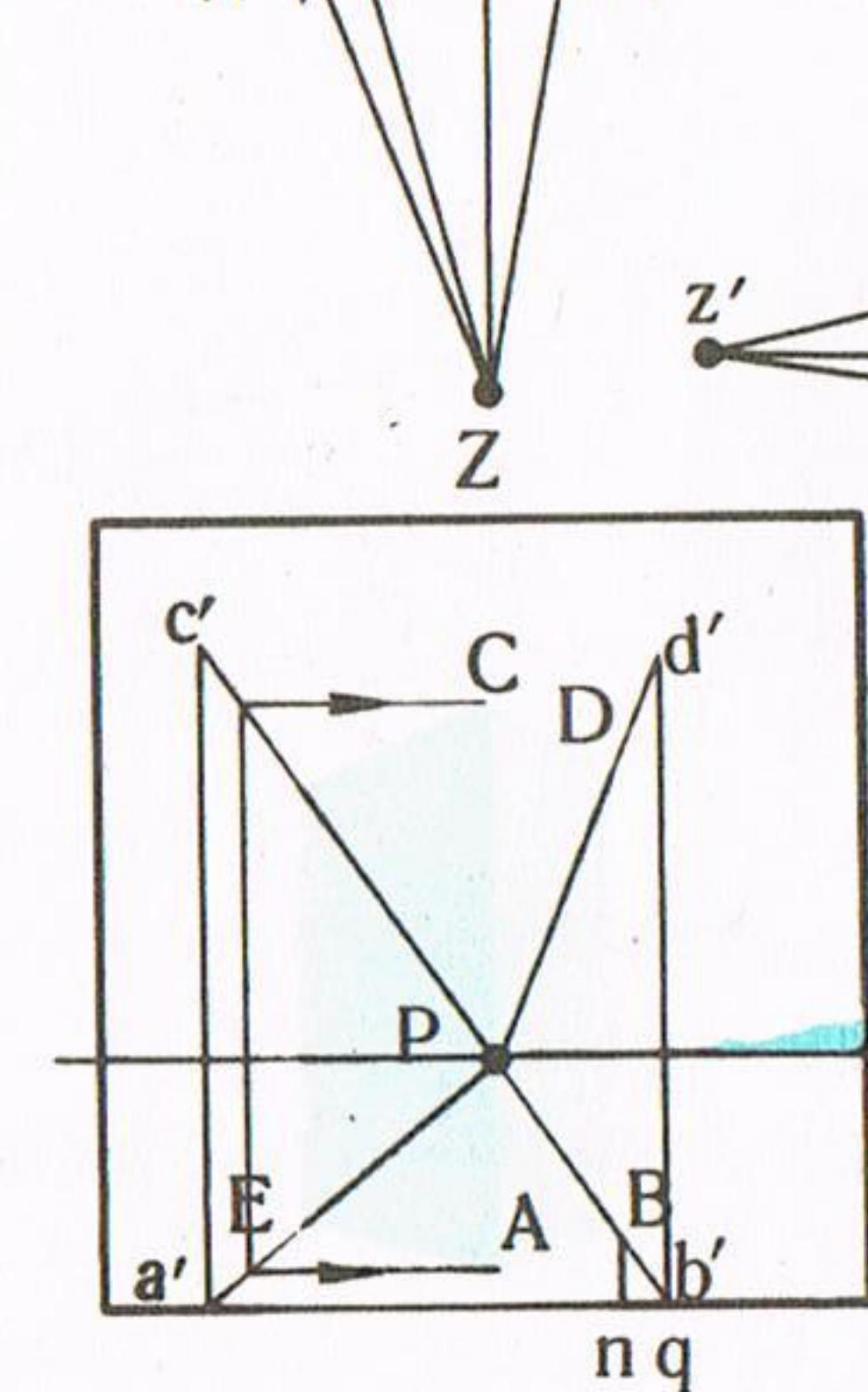
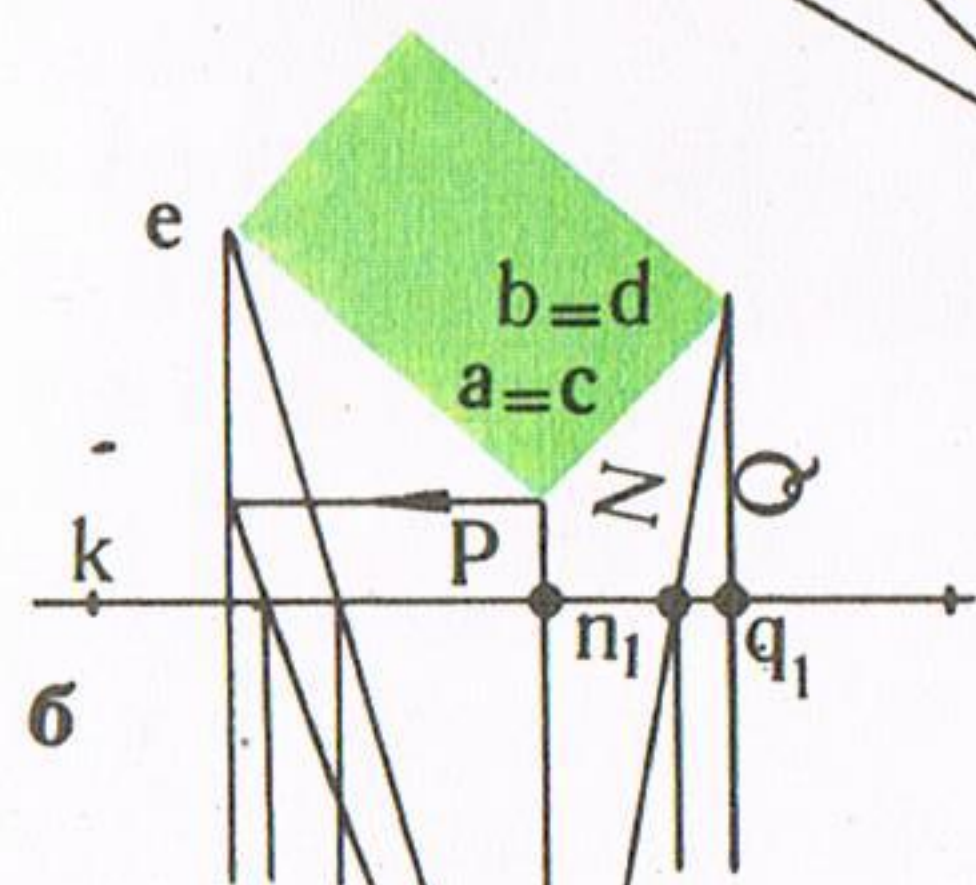


Рис. 210

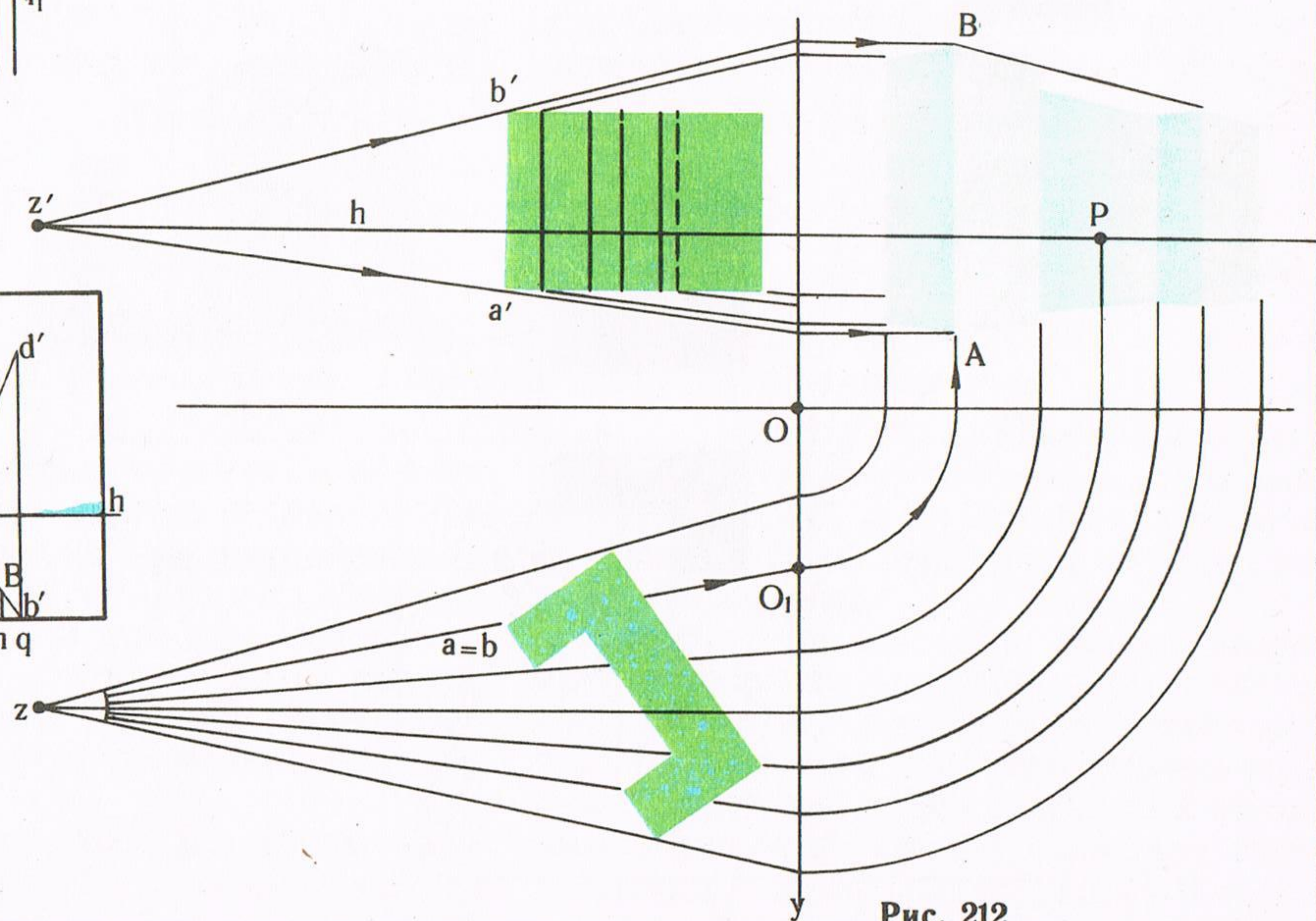


Рис. 212

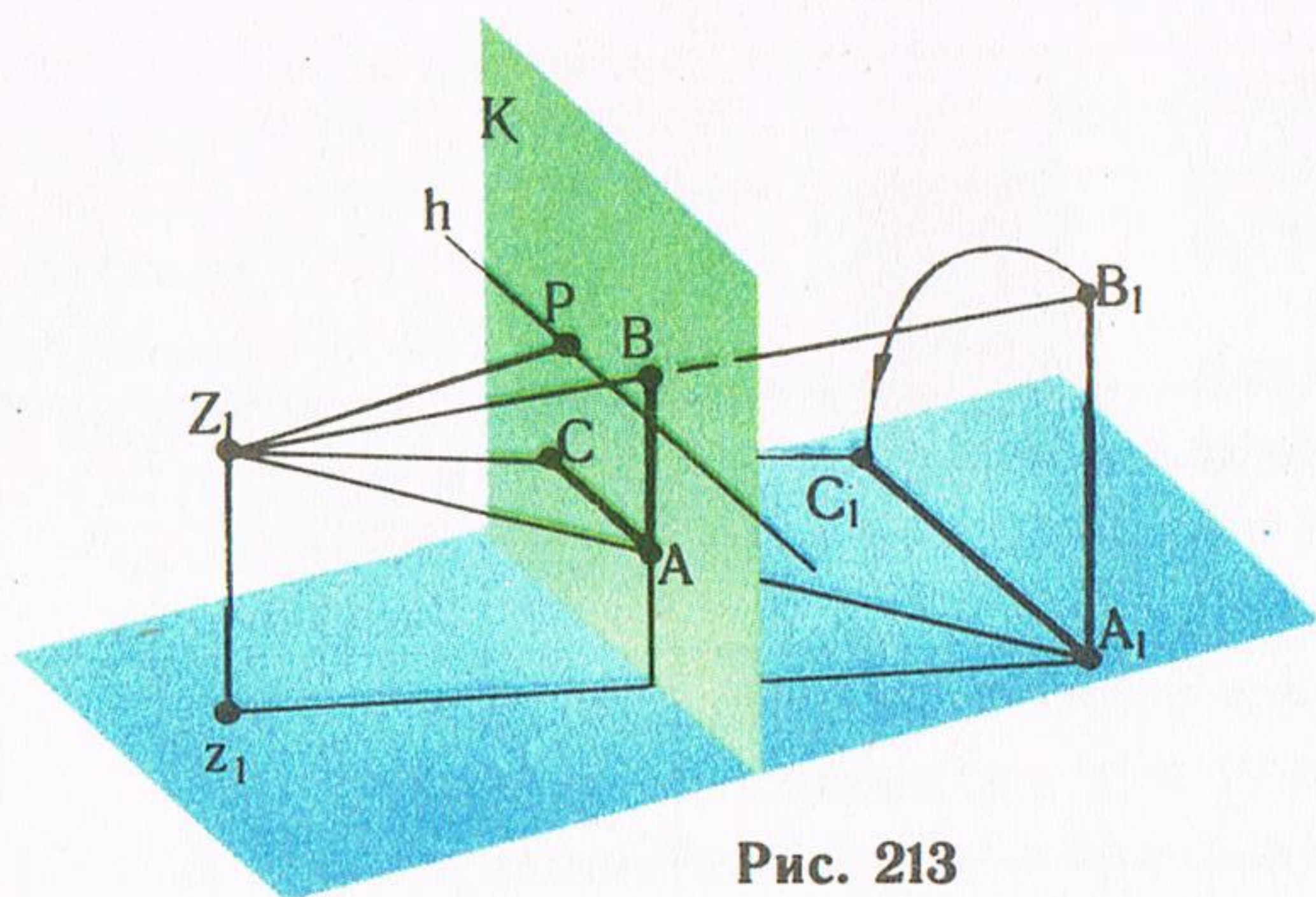


Рис. 213

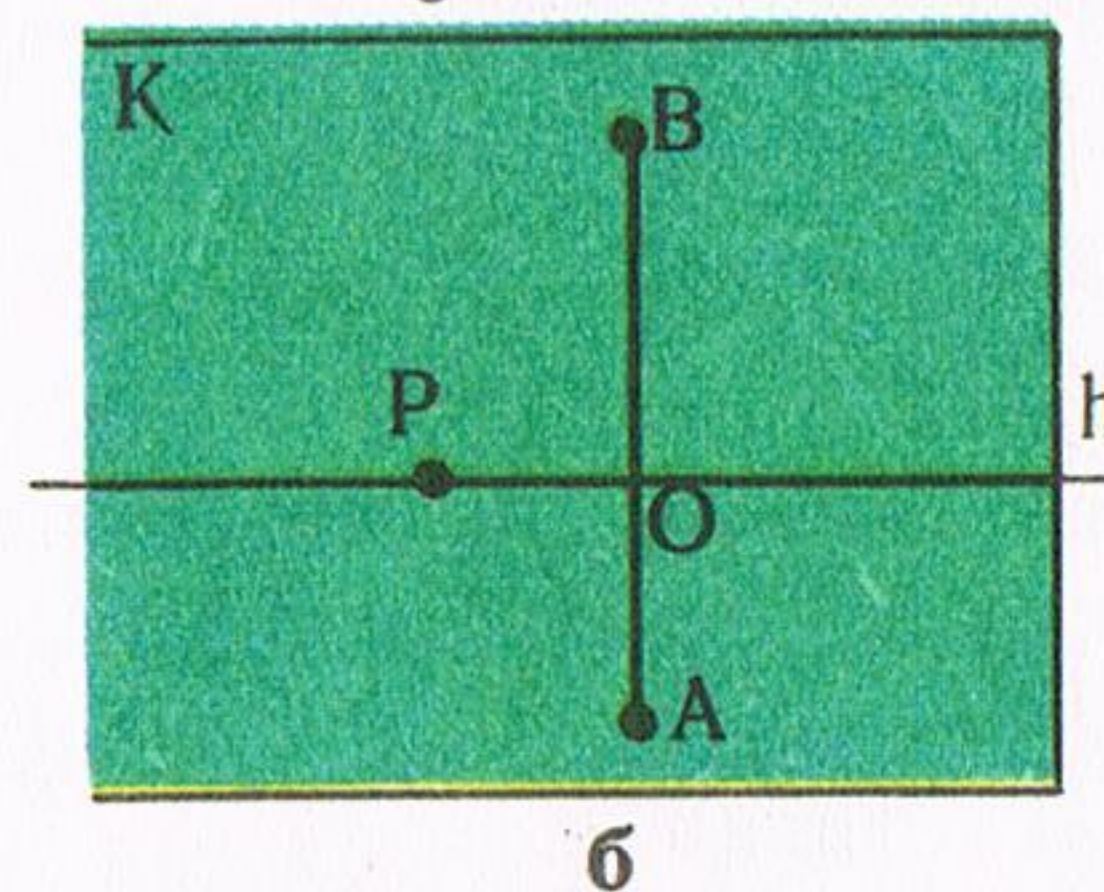
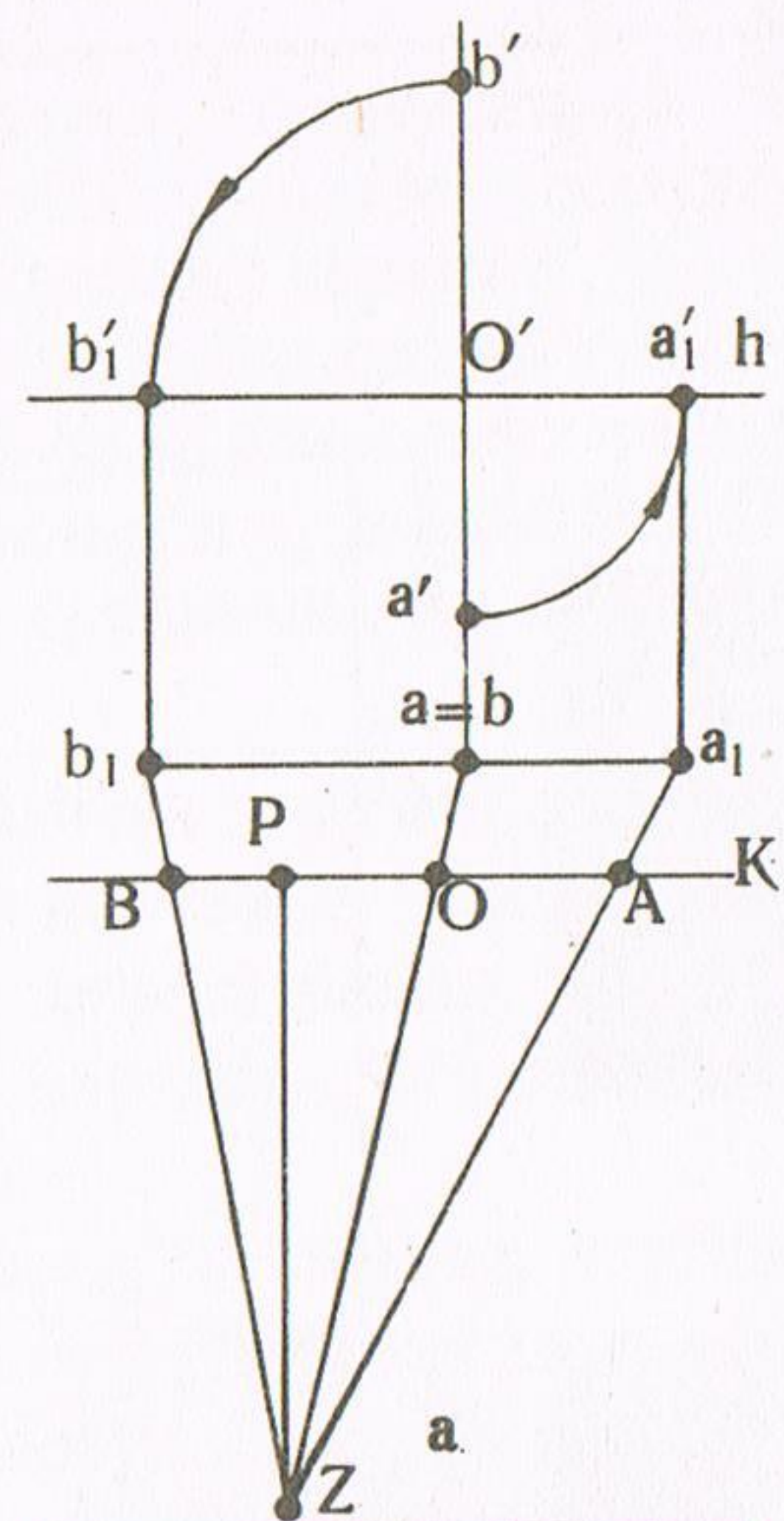
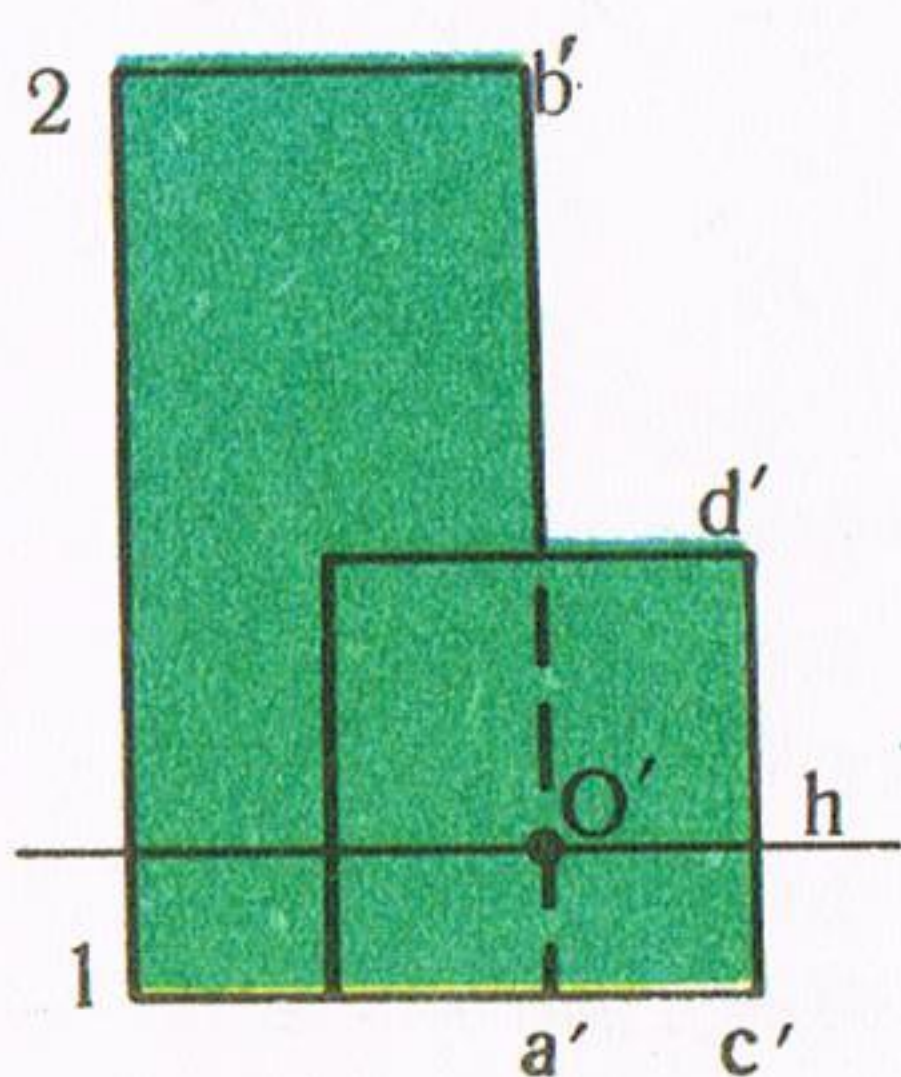
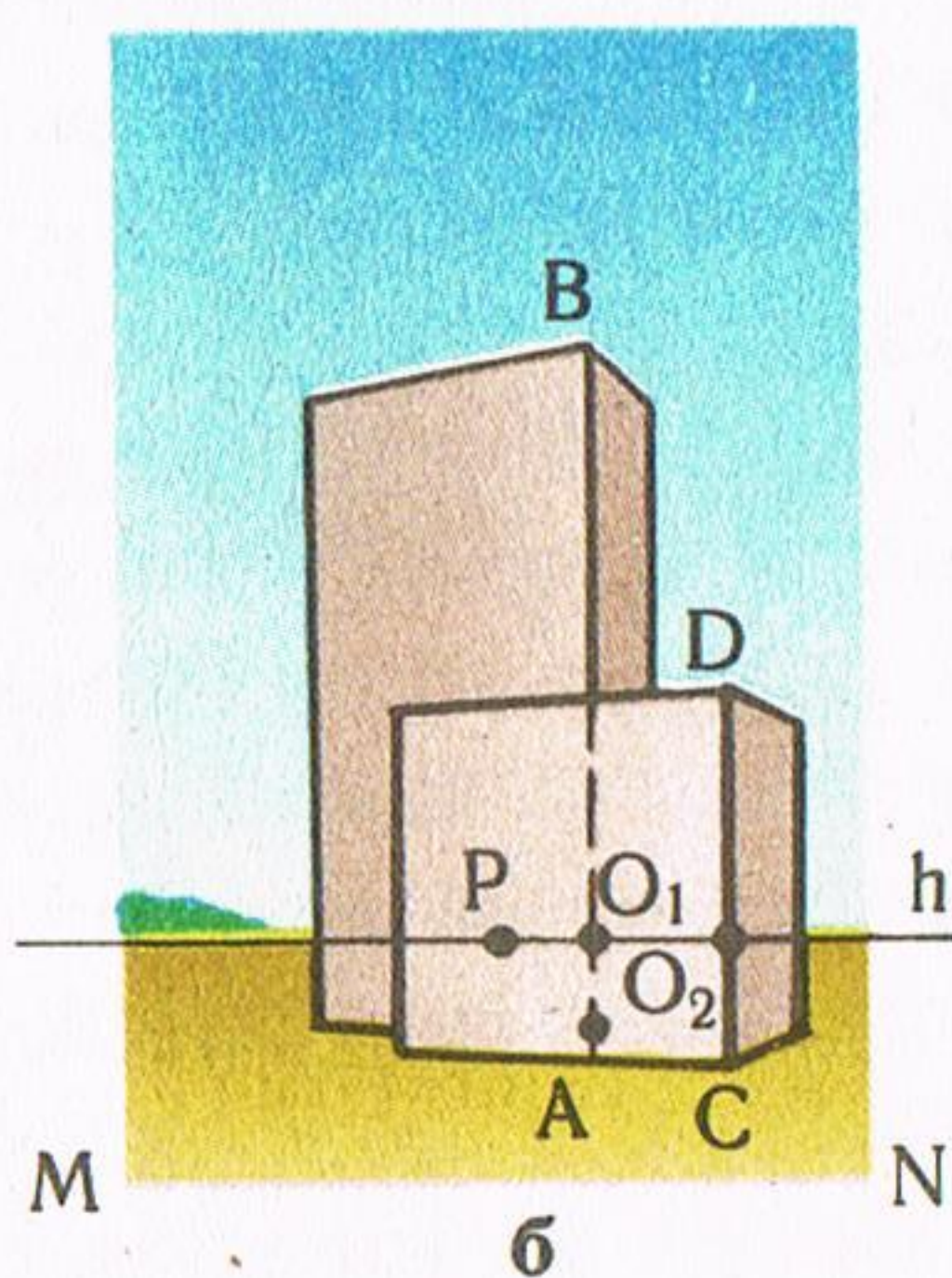


Рис. 214



a



б

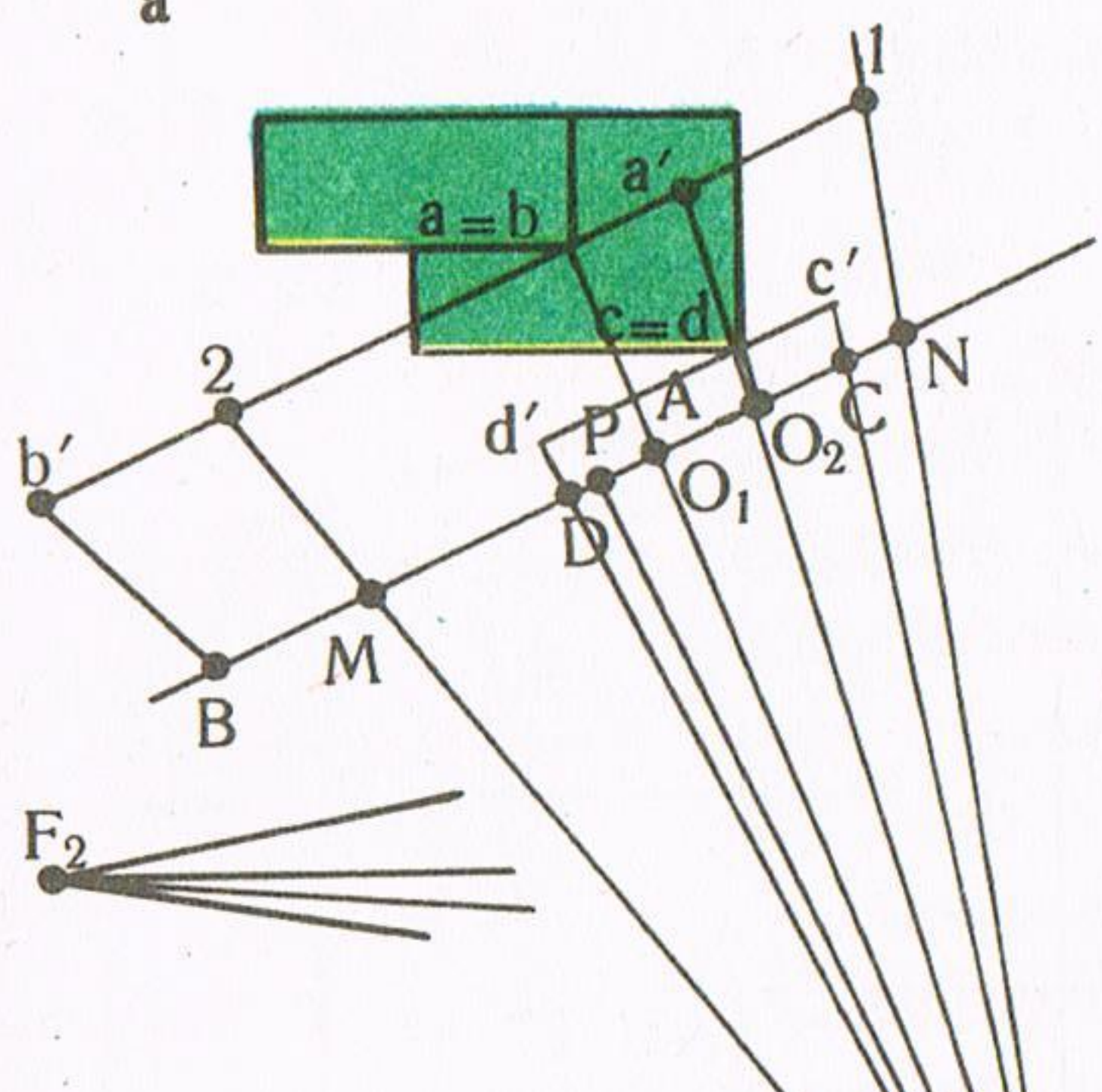
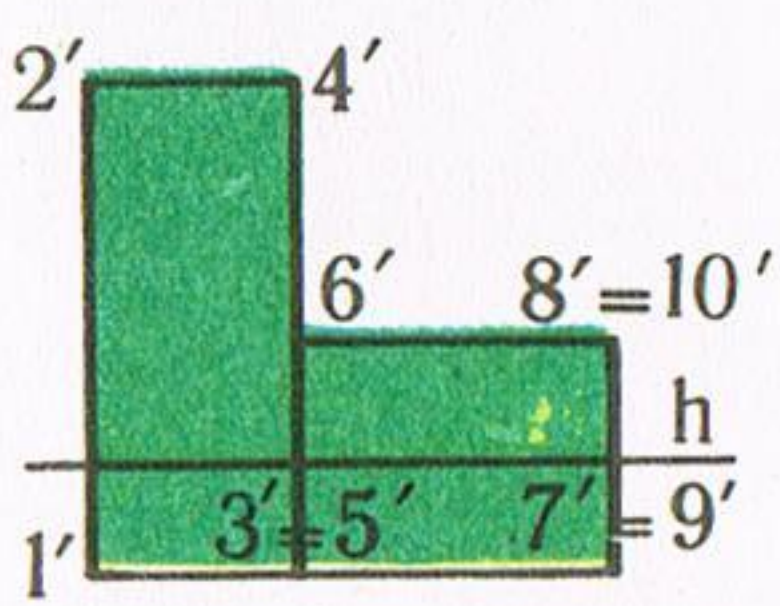


Рис. 215



б

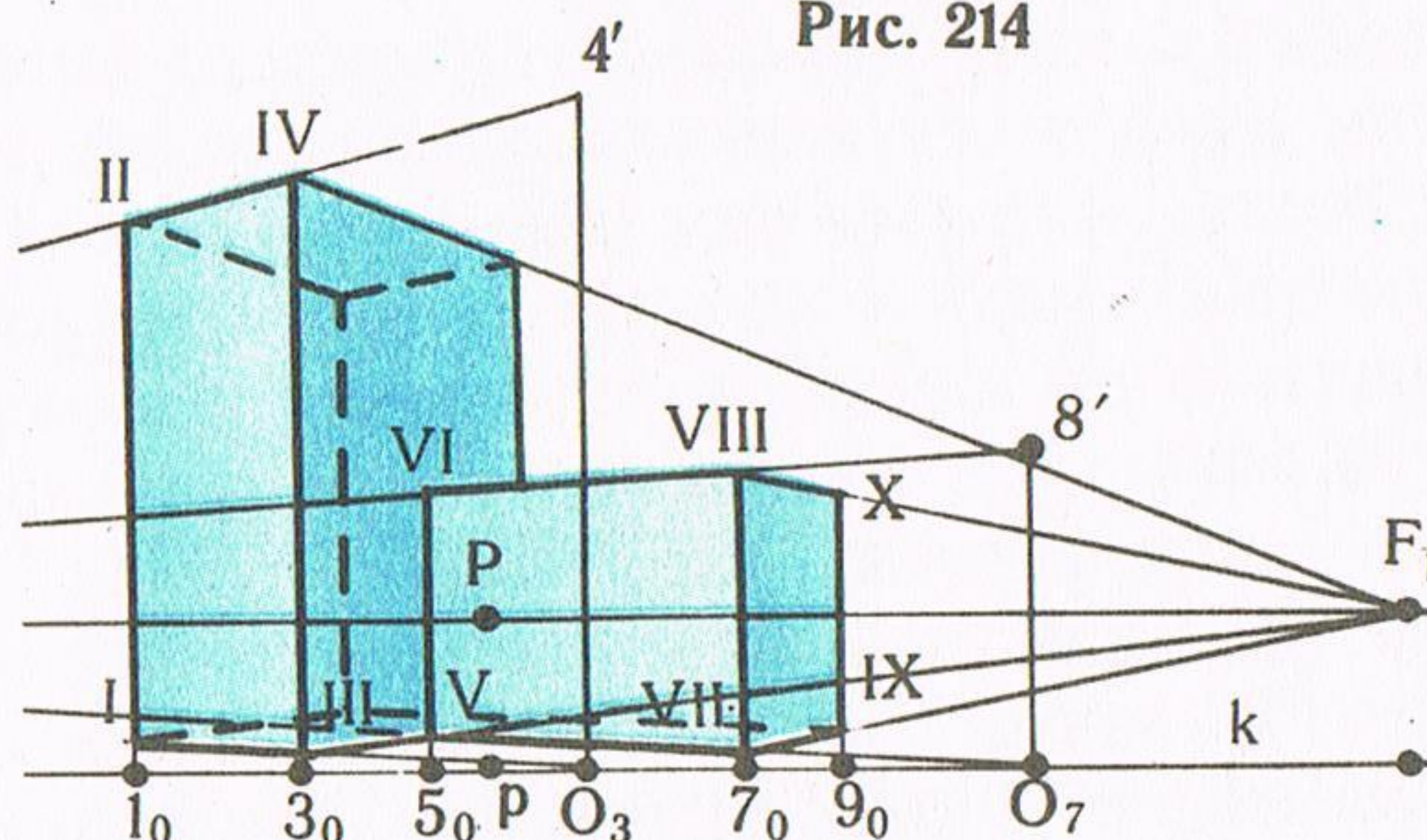
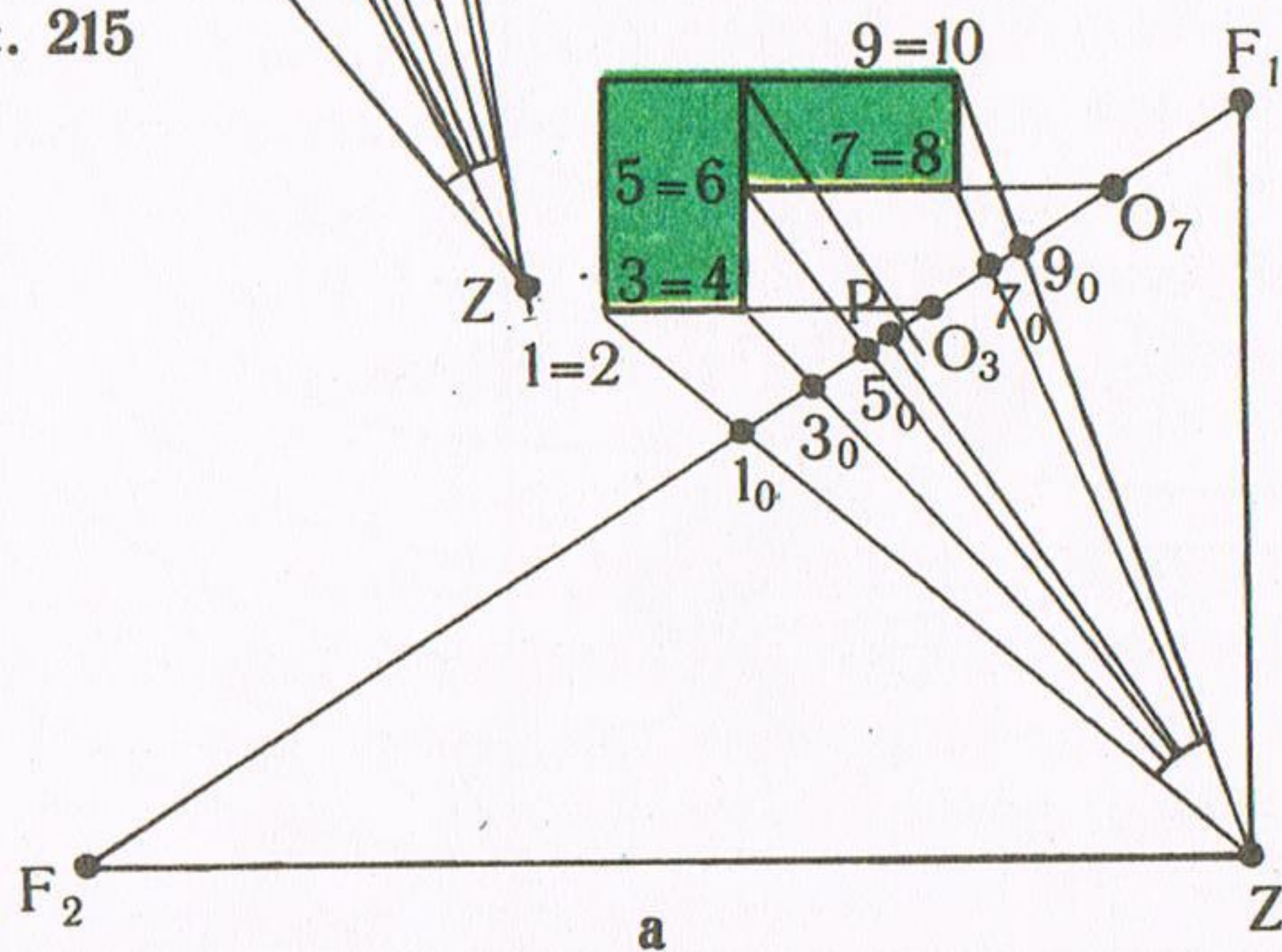


Рис. 216



214, а), то, повернув его фронтальную проекцию $a'b'$ вокруг точки O' до совмещения с линией горизонта в положение $a_1'b_1'$, на плане получим проекцию a_1b_1 . Спроецировав a_1b_1 из точки Z на картину, получим отрезок AB . При этом часть его OB на картине изобразится выше линии горизонта, а OA — ниже линии горизонта.

Повернем картину во фронтальное положение (рис. 214, б) и проведем на ней линию горизонта. Снеся точку O с плана картины на линию горизонта в точку O и отложив от точки O выше линии горизонта отрезок OB , а ниже — отрезок OA , получим перспективу вертикального отрезка AB . Как видим, способ совмещенных высот позволяет строить перспективу предметов по чертежу, не выходя за пределы картины.

ПРИМЕР. 49

Построить перспективу объекта по чертежу (рис. 215, а).

Решение. На фронтальной проекции проведем линию горизонта h , а для плана выберем положение проекции Z точки зрения с учетом, что высота 1 — 2 объекта больше его ширины. На некотором расстоянии от плана объекта проведем план картины перпендикулярно к ZP и спроецируем на план картины ребра объекта в точки O_1, O_2 и т. д.

Найдем на плане картины величины изображения ребер в перспективе. Так, для перспективы AB ребра возьмем с фронтальной проекции размеры его отрезков $O'b', O'a'$ и отложим их на параллельной картине прямой от точки $a=b$ вправо отрезок $O'a'$, а влево — отрезок $O'b'$. Спроецировав точки b' и a' на план картины, получим перспекти-

вы отрезков O_1A и O_1B на плане картины. Аналогично найдем перспективы и других ребер.

Очертим на отдельном листе картину шириной MN и построим на ней перспективу объекта:

а) проведем на картине линию горизонта h и обозначим главную точку P (рис. 215, б);

б) с плана на линию горизонта перенесем точки O_1, O_2, \dots , сохраняя их удаление от точки P , и через них проведем прямые перпендикулярно к линии горизонта. Отложив на них перспективы отрезков (O_1A ниже линии горизонта и O_1B выше линии горизонта), получим перспективу AB ребра. Так же получим перспективу ребра CD и т. д. Соединив соответствующие точки ребер прямыми, получим перспективу объекта.

Перспективу объекта можно получить увеличенной в n раз, если в соответствующее число раз увеличить удаление точек O_1, O_2, \dots от исходной точки P , увеличивая в такое же число раз и перспективы отрезков.

§50. СПОСОБ АРХИТЕКТОРОВ

Способ архитекторов — построение перспектив линий и плоскостей плоских фигур и объемных тел с помощью точек схода.

ПРИМЕР 50.1.

Построить перспективу объекта по чертежу при заданной высоте горизонта (рис. 216).

Решение. Выберем положение проекции точки зрения на плане (рис. 216, а), удовлетворяющее требованиям, которые изложены в §49. Изобразим картину в плане линией, перпендикулярной к проекции главного луча ZP , на некотором расстоянии от плана объекта.

Найдем точки схода для горизонтальных ребер объекта. Из точки Z проведем прямые, параллельные изображаемому реб-

рам, до встречи с продолжением следа картины в точках F_1 и F_2 . Эти точки и являются точками схода перспектив горизонтальных ребер объекта.

Перспективу объекта на картине можно строить в любом масштабе — уменьшения или увеличения. Определим ее увеличенной в 2 раза. Для этого возьмем отдельный лист бумаги, проведем на нем основание k картины и наметим положение проекции p главной точки P картины (рис. 216, б). Перенесем все элементы перспективных построе-

ний с чертежа на картину, увеличивая расстояние вдвое. Так, высота горизонта будет выше от основания картины в 2 раза, удаления точек схода F_1 и F_2 от главной точки P картины также увеличатся в 2 раза.

Построим перспективу основания. Положения углов основания на картине найдем как точки пересечения двух прямых. Для этого на плане (рис. 216, а) из вершин углов проведем прямые в точку Z до пересечения с планом картины. Получим точки $1_0, 3_0, 5_0, 7_0$ и 9_0 , которые на фронтальной картине определяют положения вертикальных ребер. Продолжим прямые $1-3$ и $5-7$ до встречи с планом картины; получим точки O_3 и O_7 . Перенесем точки $1_0, 3_0, 5_0, 7_0, 9_0, O_3$ и O_7 на основание картины, увеличивая их удаление от p в 2 раза (рис. 216, б).

Перспектива точки 7 находится на пересечении прямой O_7F_2 с вертикальной прямой, проходящей через точку 7_0 , т. е. в точке VII . Перспектива точки 3 лежит на пересечении прямой O_3F_2 с перпендикуляром,

восставленным к линии горизонта из точки 3_0 , т. е. в точке III , и т. д. Перспективу точки 5 определим как точку пересечения прямой $III F_1$ с перпендикуляром, восставленным из точки 5_0 , т. е. в точке V , и т. д.

Величину изображения вертикальных ребер находим так: ребро $7-8$, снесенное по направлению, параллельному F_2Z , в точку O_7 плоскости картины (рис. 216, а), будет иметь натуральную величину. Поэтому от точки O_7 на картине отложим высоту $7'8'$ ребра с фронтальной проекции, увеличив ее в 2 раза. Пересечение линии $8'F_2$ с продолжением вертикальной прямой, проведенной из точки 7_0 , определяет положение точки $VIII$ и величину изображения ребра $VII-VIII$. Проведя из точек VII и $VIII$ прямые в точки схода F_1 и F_2 , в пересечении с вертикальными прямыми, восставленными из точек 5_0 и 9_0 , получим точки VI и X . Величина ребра $III-IV$ найдена так же, как и величина ребра $VII-VIII$. Нахождение точек II и VI , а также построение линий невидимого контура видны из рисунка.

Рассмотрим применение способа архитекторов к построению перспективы интерьера по его прямоугольным проекциям.

ПРИМЕР 50.2.

Даны фронтальная и горизонтальная проекции интерьера (рис. 217, а). Построить угловую перспективу интерьера при высоте горизонта 150 см и зрительном расстоянии $d = 3R$.

Решение. На плане выберем направление проекции главного луча и положение плана k картины. По углу 37° , соответствующему зрительному расстоянию $3R$, найдем проекции точки зрения Z и главной точки P . Найдем точки схода F_1 и F_2 для горизонтальных прямых, параллельных направлениям стен (см. пример 50.1).

Построим перспективу комнаты на картине. Для этого на отдельном листе бумаги проведем основание картины k и наметим на нем положение проекции p главной точки P картины (рис. 217, б). Перенесем с рис. 217, а на картину элементы перспективных построений — линию горизонта h , главную точку P и точки схода F_1 и F_2 . Перспективу комнаты построим по характерным точкам, каждая из которых находится как пересечение двух прямых. Так, для по-

строения габаритных размеров комнаты проведем на плане через угол комнаты, точку $1=2$, любые две плоскости. Удобнее проводить лучевую $1=2Z$ и плоскость $1=2O_0$. След лучевой плоскости пересечет план картины в точке $1_0=2_0$, а след плоскости стены — в точке O_0 . Перенесем эти точки на основание картины соответственно в точки $1_0=2_0$ и O_0 (рис. 217, б). Перпендикуляр, восставленный в точке $1_0=2_0$, определит положение угла комнаты. Чтобы найти высоту изображения комнаты, на картине от точки O_0 отложим на вертикальной прямой O_02' высоты точек $1'$ и $2'$, взятые с фронтальной проекции чертежа. Проведя из точек $1'$ и $2'$ прямые в точку схода F_1 , получим в пересечении с вертикальной прямой, восставленной из точки $1_0=2_0$, точки I, II и высоту изображения комнаты. Перспективу высоты двери получим в пересечении прямой $3'F_1$ с вертикальной прямой 3_0 . Прямая O_02' может быть использована и для построения окна.

Положение фигуры человека, точку IV

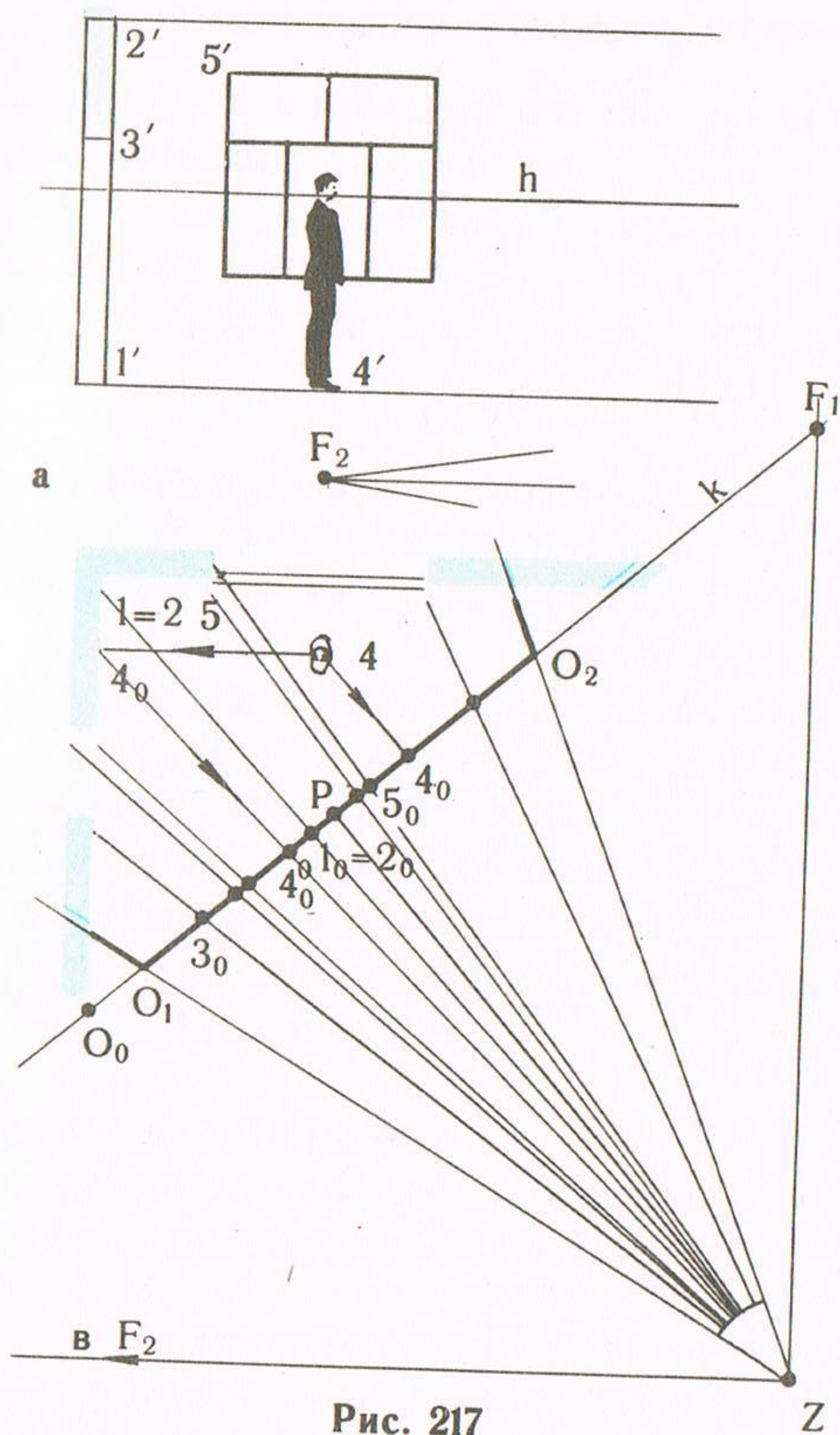


Рис. 217

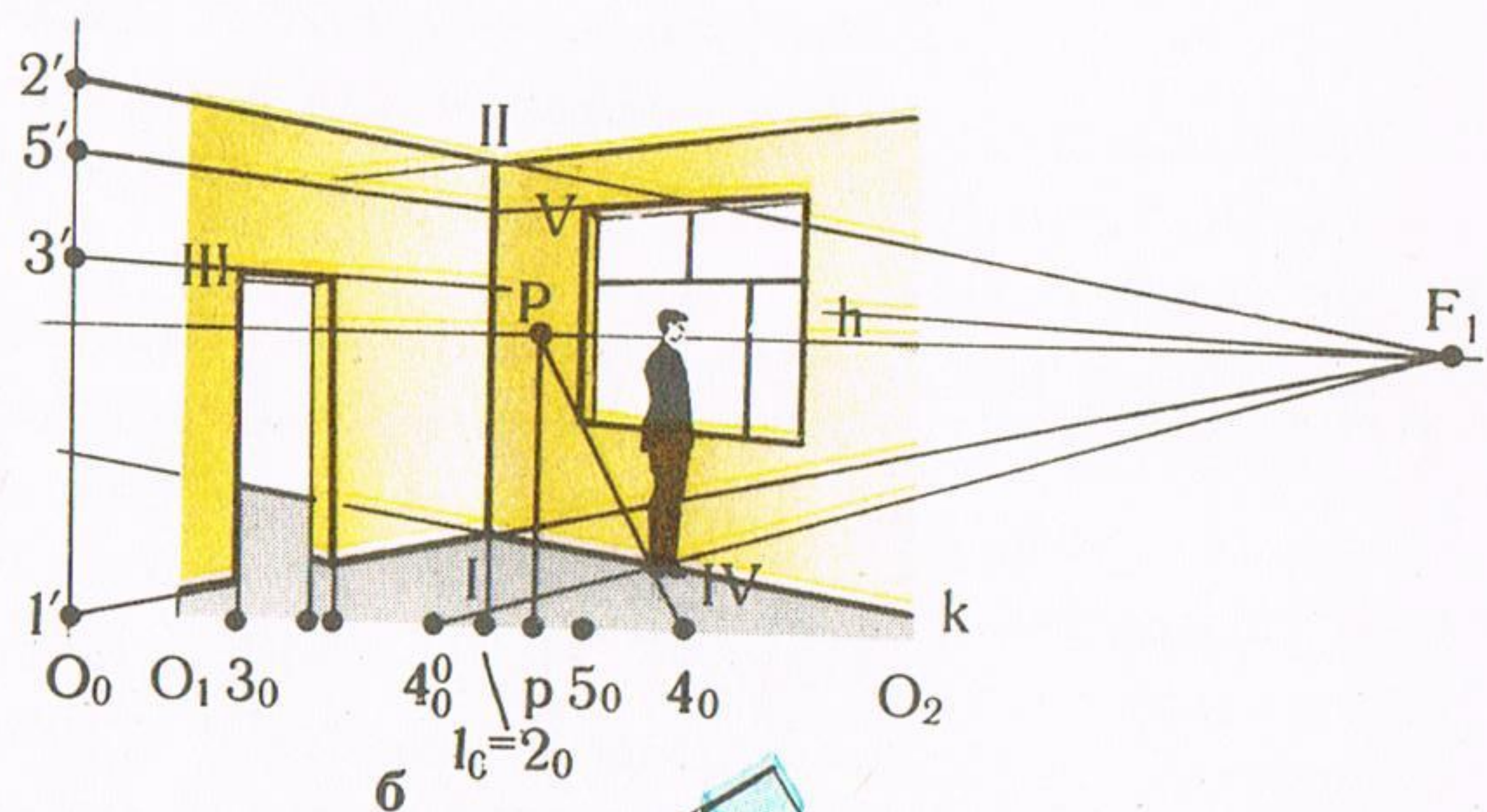
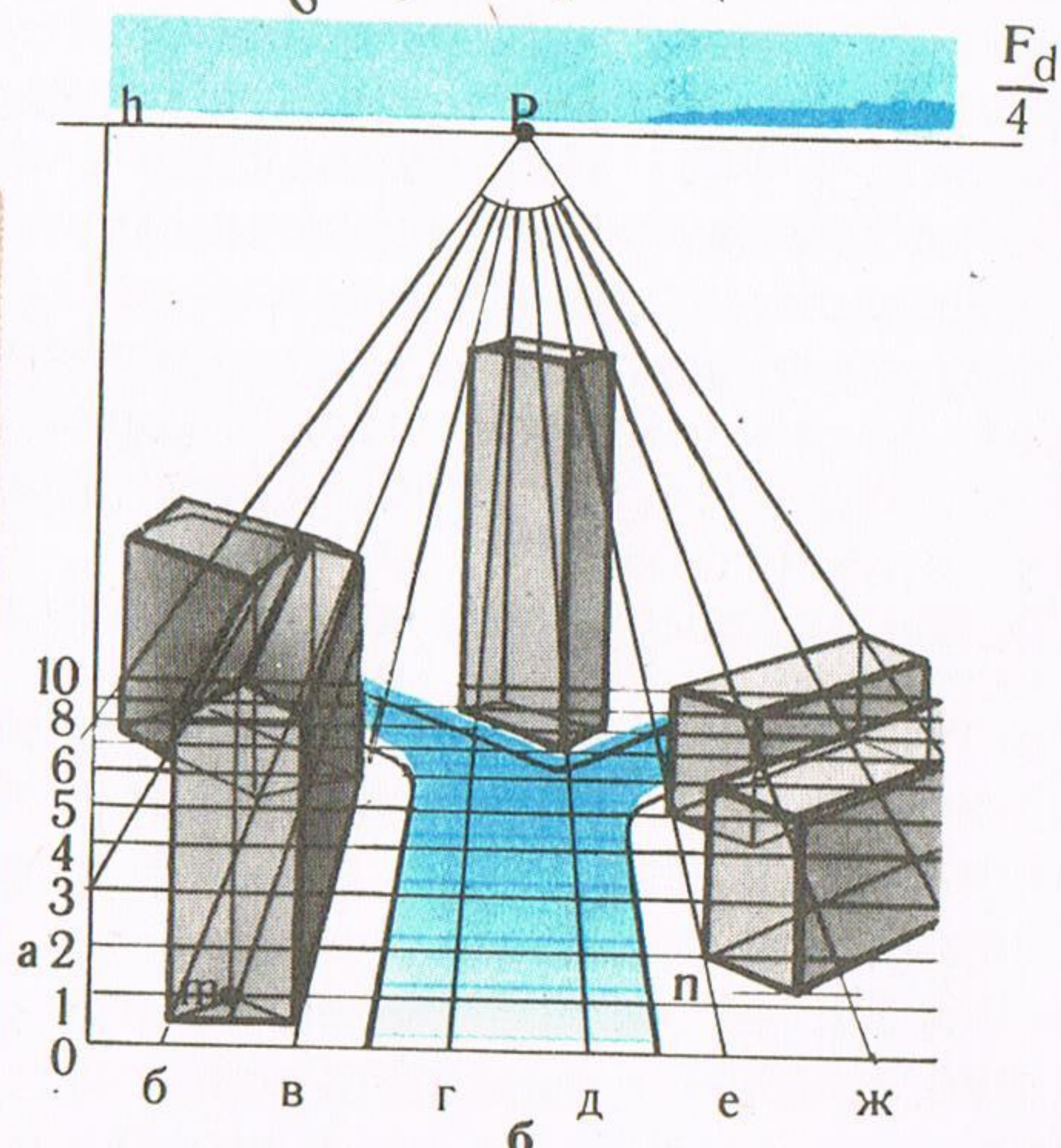


Рис. 218



Рис. 219



на предметной плоскости пола, находим так же, как точку пересечения двух прямых — перпендикуляра 4_0P , проведенного к осно-

ванию картины, и прямой $4_0^0 F_1$. Так же можно найти места положения и других предметов, расположенных в комнате.

Отметим, что для построения перспектив предметов по чертежам целесообразно использовать и другие способы, уже рассмотренные при решении частных задач. Необходимо помнить и то, что способы Дюрера и совмещенных высот могут дать графические неточности. Поэтому правильность построения перспектив предметов целесообразно проверять по точкам схода (хотя бы глазомерно).

§51. СПОСОБ ПЕРСПЕКТИВНОЙ СЕТКИ

При этом способе перспективы предметов строят с помощью перспективных линейных масштабов широт, глубин и высот. Для этого на плане чертежа изображаемого объекта вычерчивают квадратную сетку с какой-либо удобной единицей длины для измерения стороны квадрата. На картине строят перспективу этой сетки с той же единицей длины в масштабе принятой высоты горизонта. Квадраты плана и перспективной сетки нумеруют одинаково. Затем в соответствующих квадратах перспективной сетки прорисовывают контур плана предмета. Высоту изображаемого предмета и его деталей откладывают в масштабе соответствующей стороны квадрата, параллельной картине, или прямой, дополнительно проведенной в границах квадрата через основание высот предмета.

Способ перспективной сетки уже применялся в книге для перспектив плоских кривых (см. §35). Здесь же рассмотрим построение планировочной перспективы участка местности (города, района, объекта) по генеральному плану с высоты птичьего полета.

ПРИМЕР.

Дан план объекта с указанием этажности зданий (рис. 218, а). Построить перспективу при высоте горизонта 75 м.

Решение. На плане выберем направление взгляда по стрелке (с учетом требований, изложенных в §49). Нанесем на план квадратную сетку с размером стороны квадрата 12 м — ширины зданий. На картине построим квадратную сетку с размером стороны квадрата 12 м в масштабе высоты горизонта 75 м. Для удобства пронумеруем квадратную сетку на плане и на картине.

Построим перспективу плана в соответ-

ствующих квадратах перспективной сетки.

Определим перспективу высот зданий. Для этого на вертикальных ребрах, проведенных через углы перспективного плана, отложим перспективы высот в масштабе ширины квадрата 12 м, приняв высоту этажа за 3 м. Так, высоту девятиэтажного здания 27 м на переднем плане отложим в масштабе $m = 12$ м, пятиэтажного — в масштабе $n = 12$ м и т. д. Соединив точки высот прямыми, получим планировочную перспективу объекта. Точность построений можно проверить по точкам схода.

В качестве примера планировочной перспективы с высоты птичьего полета приведена картина А. А. Дейнеко (рис. 219).

ГЛАВА XI. ПЕРСПЕКТИВА ТЕНЕЙ

В перспективном рисунке, композиции правильное выявление светотени усиливает передачу объемности предметов, глубину изображаемого пространства и потому является важнейшим средством получения реалистического изображения. Нужно помнить, что тени представ-

ляют собой не бессмысленные пятна, а рисунок, и поэтому их построение также подчинено правилам перспективы.

Знание правил и приемов построения перспектив теней при различных источниках света дает возможность художнику выбирать тот из них и того направления, которые наилучшим образом обеспечивают выявление главного как в рисунке с натуры, так и при работе над композицией.

Поверхность любого предмета имеет освещенную часть, на которую падают световые лучи, и неосвещенную, куда прямые световые лучи не попадают. Неосвещенная часть находится в тени, которая называется *собственной тенью*. Границу между освещенной и неосвещенной частями называют *контуром собственной тени* (рис. 220). Непрозрачное тело не пропускает световых лучей, поэтому предметы, расположенные за ним, оказываются неосвещенными, т. е. находятся в *падающей тени*. Граница падающей тени, как правило, четко выражена и называется *контуром падающей тени*. Отметим, что при рассеивающем свете и при нескольких источниках контур падающей тени расплывчат.

Между контурами собственной и падающей теней существует зависимость. На наглядном изображении (рис. 221) контур $ABCDEF$ собственной тени шара очерчен совокупностью точек касания световых лучей, являющихся образующими обертывающего светового цилиндра. Контуром собственной тени является окружность, изображенная эллипсом, которая делит шар на две равные части — освещенную и неосвещенную. Неосвещенная часть и есть собственная тень. Контур $A_0B_0C_0D_0E_0F_0$ падающей тени очерчивается совокупностью точек встречи образующих того же светового цилиндра с плоскостью H .

Таким образом, контур падающей тени есть тень от контура собственной тени. Поэтому построение теней предметов целесообразно начинать с построения контура собственной тени. Однако в некоторых случаях определить контур собственной тени бывает трудно. Тогда сначала находят контур падающей тени, а по нему — контур собственной тени.

Градация светотени. В естественных условиях тень никогда не бывает абсолютно черной, как и освещенная поверхность не бывает абсолютно светлой, одного тона. Это объясняется, во-первых, неодинаковой степенью освещенности поверхности предмета и, во-вторых, воздействием на его поверхность отраженных от других предметов лучей в виде рефлексов.

Степень освещенности зависит от угла наклона поверхности к направлению лучей и удаления предмета от источника света и от зрителя. Так, на освещенной части многогранника (рис. 222) наиболее светлая грань та, которая составляет с лучом угол, близкий к прямому. С уменьшением угла наклона луча к грани освещенность меньше и потому грань выглядит темнее. На освещенной поверхности тела вращения самая светлая полоса, или пятно, называемое *бликом*, находится на образующей, совпадающей со следом лучевой плоскости, проходя-

щей через ось тела вращения. По мере удаления от блика к линии раздела света и тени степень освещения уменьшается, и потому освещенная часть выглядит темнее (рис. 222). С удалением предметов от зрителя контраст между освещенной и неосвещенной поверхностями ослабляется, а падающие тени становятся светлее.

В результате воздействия рефлексов наиболее светлой частью собственной тени предмета, как правило, бывает противоположная наиболее освещенной части (блику), а самая сильная тень располагается на границе раздела света и тени. По причине большего воздействия рефлексов на вертикальную поверхность собственная тень, как правило, светлее падающей.

Действие рефлексов следует учитывать и при работе над живописной композицией, так как цвет изображаемого предмета в результате воздействия рефлексов имеет оттенок доминирующего цвета окружающих предметов. Например, белый цвет одежды на розовом фоне не будет абсолютно белым, а приобретет слабый оттенок розового.

Учесть все причины, влияющие на характер теней и тонкости в изображении их, не всегда возможно, и особенно это бывает затруднительно в живописных композициях. Учесть их может лишь опытный глаз художника при непосредственном восприятии натуры. Поэтому в дальнейшем рассматриваются в основном лишь закономерности построения линий контуров для собственных и падающих теней.

Построение перспектив теней основывается на таких физических свойствах света:

- 1) в однородной среде луч света прямолинеен;
 - 2) пересечение лучей друг с другом не изменяет их направления.
- Виды освещения.** Перспективы теней можно строить при двух видах освещения, отличающихся друг от друга различным удалением источника света от освещаемого предмета:

1. Источник света находится на очень большом удалении (солнце, луна), и потому лучи, падающие на земную поверхность, считаются параллельными. Такое освещение называют *параллельным* или *солнечным*.

2. Источник света в виде светящейся точки (лампа, факел, костер) находится на небольшом расстоянии от предмета. Лучи исходят из одной точки. Такое освещение называют *точечным* или *факельным*.

Выбор вида освещения определяется творческим замыслом художника.

Поскольку вид освещения влияет на форму и размер теней, а также имеет некоторые особенности в их построении, рассмотрим построение перспектив теней при солнечном (§53 — 58) и точечном (§59, 60) освещении в отдельности.

§53. ТОЧКИ СХОДА ПЕРСПЕКТИВ СОЛНЕЧНЫХ ЛУЧЕЙ И ИХ ПРОЕКЦИЙ

Освещенность изображаемого предмета, собственная тень, направление и размер падающей тени зависят от выбранного положения солнца. Последнее может быть задано направлением луча и его проек-

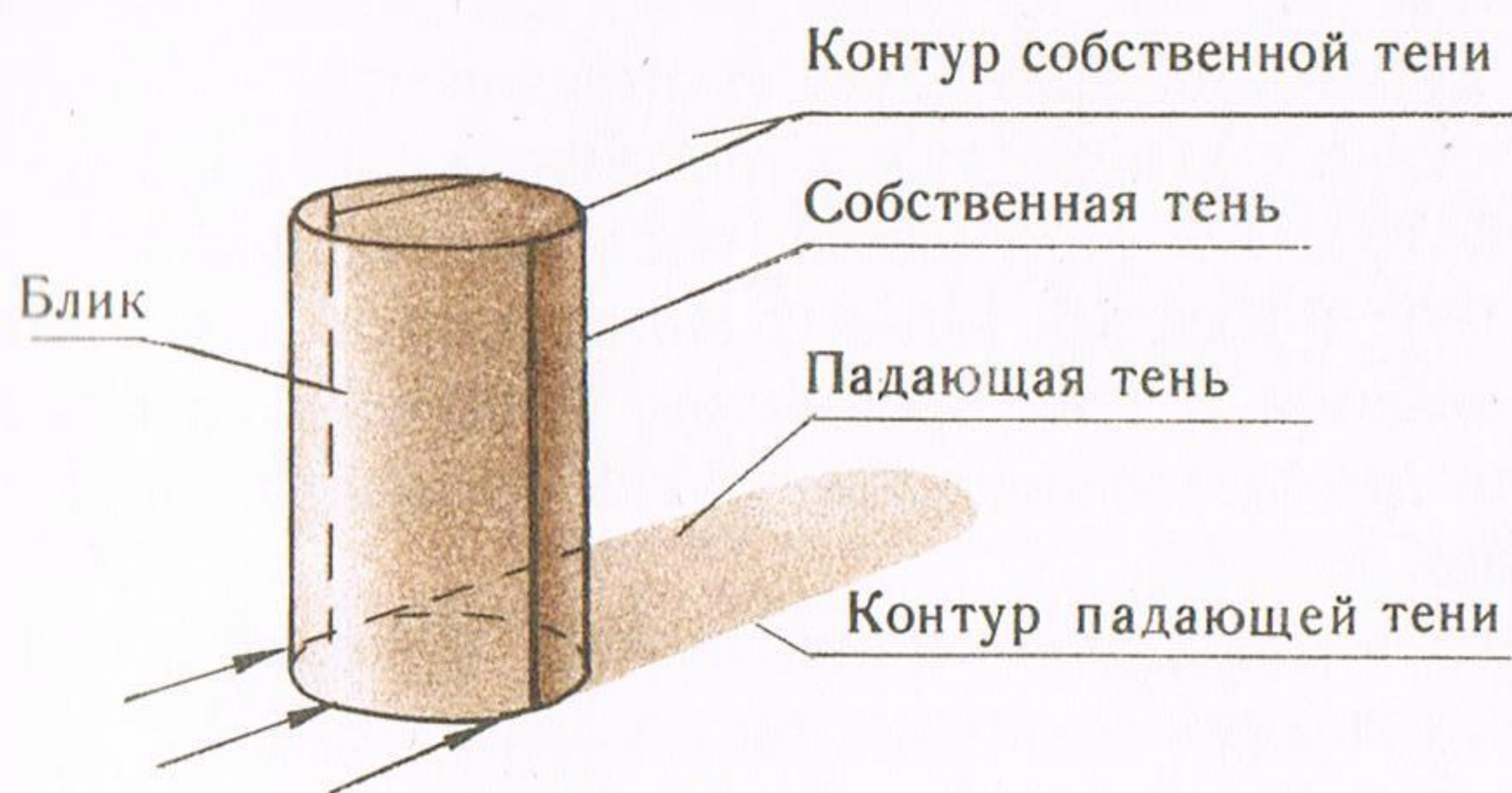


Рис. 220

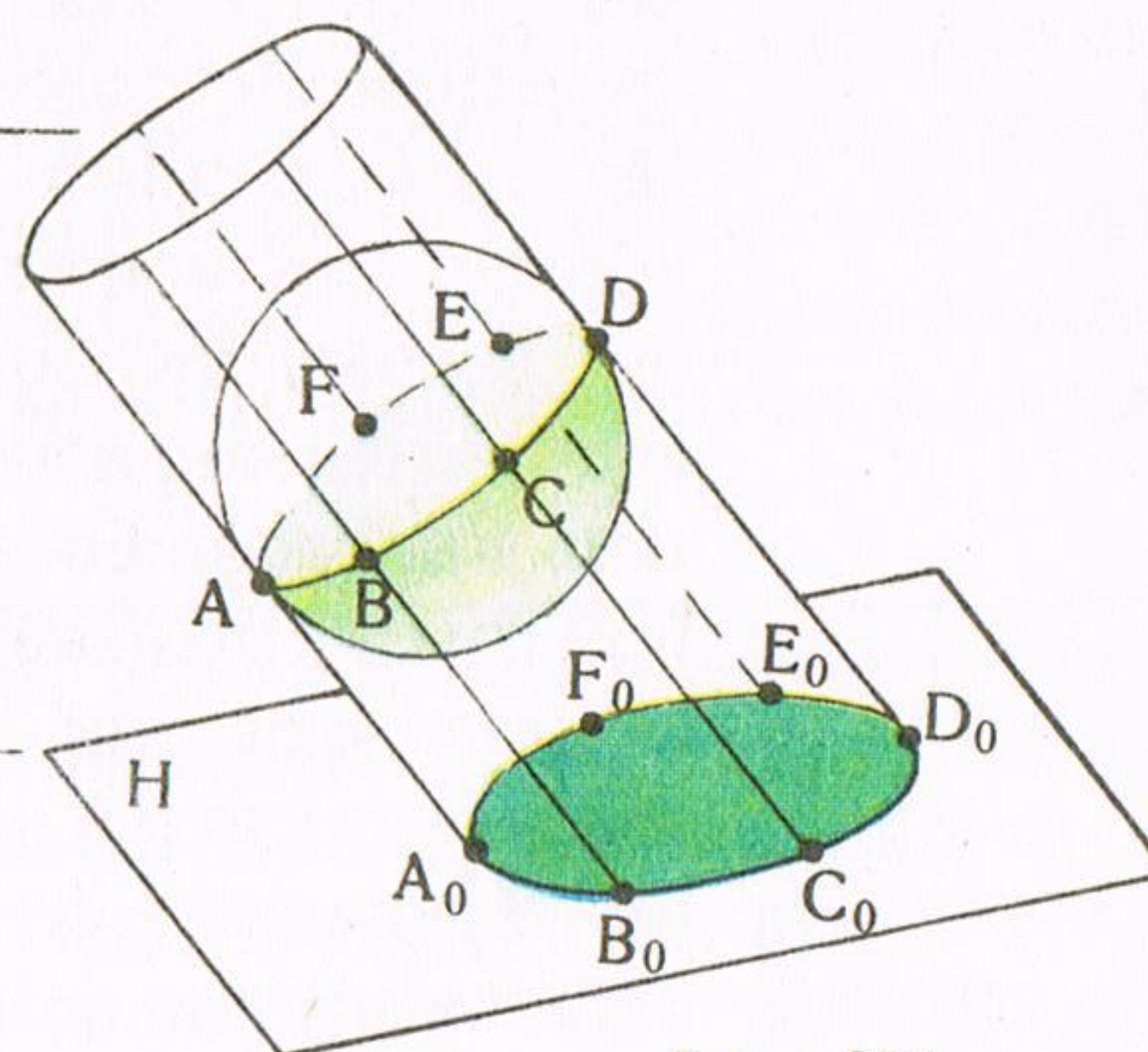


Рис. 221

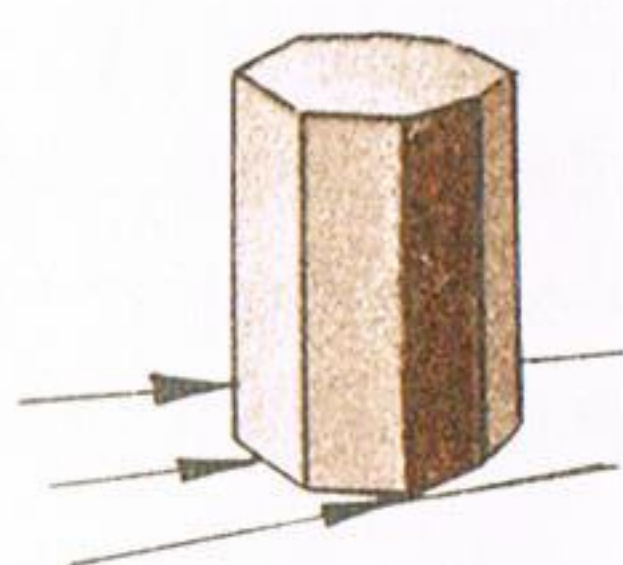


Рис. 222

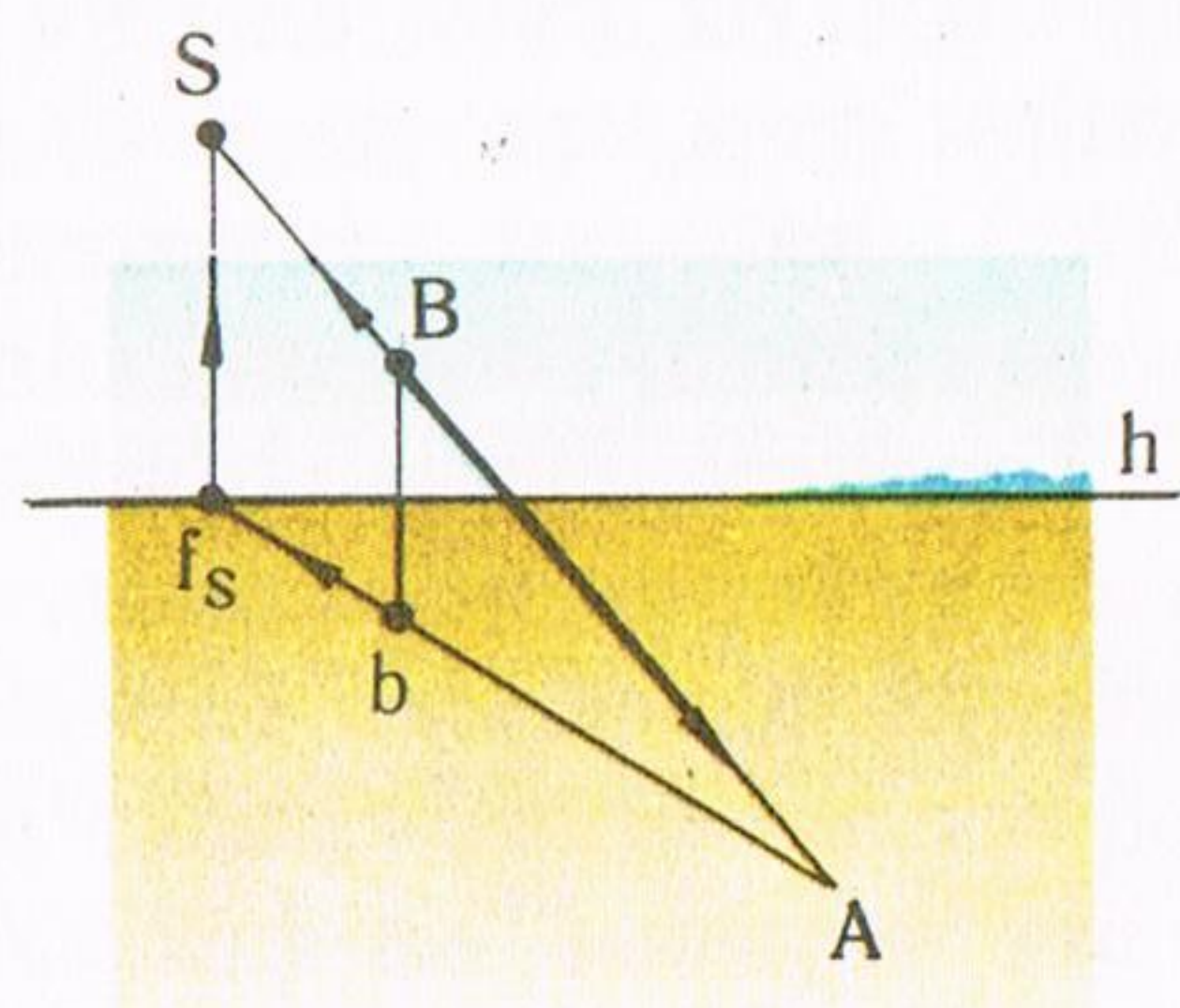


Рис. 223

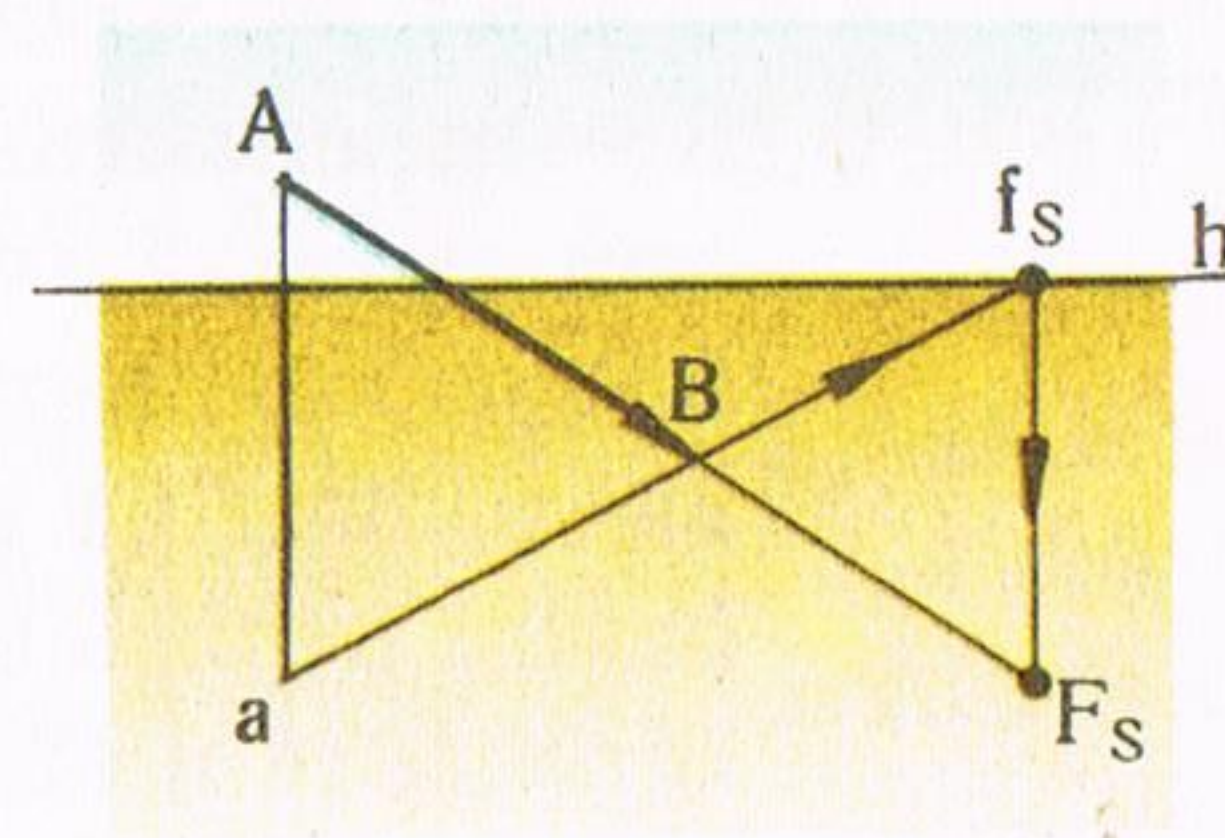


Рис. 224

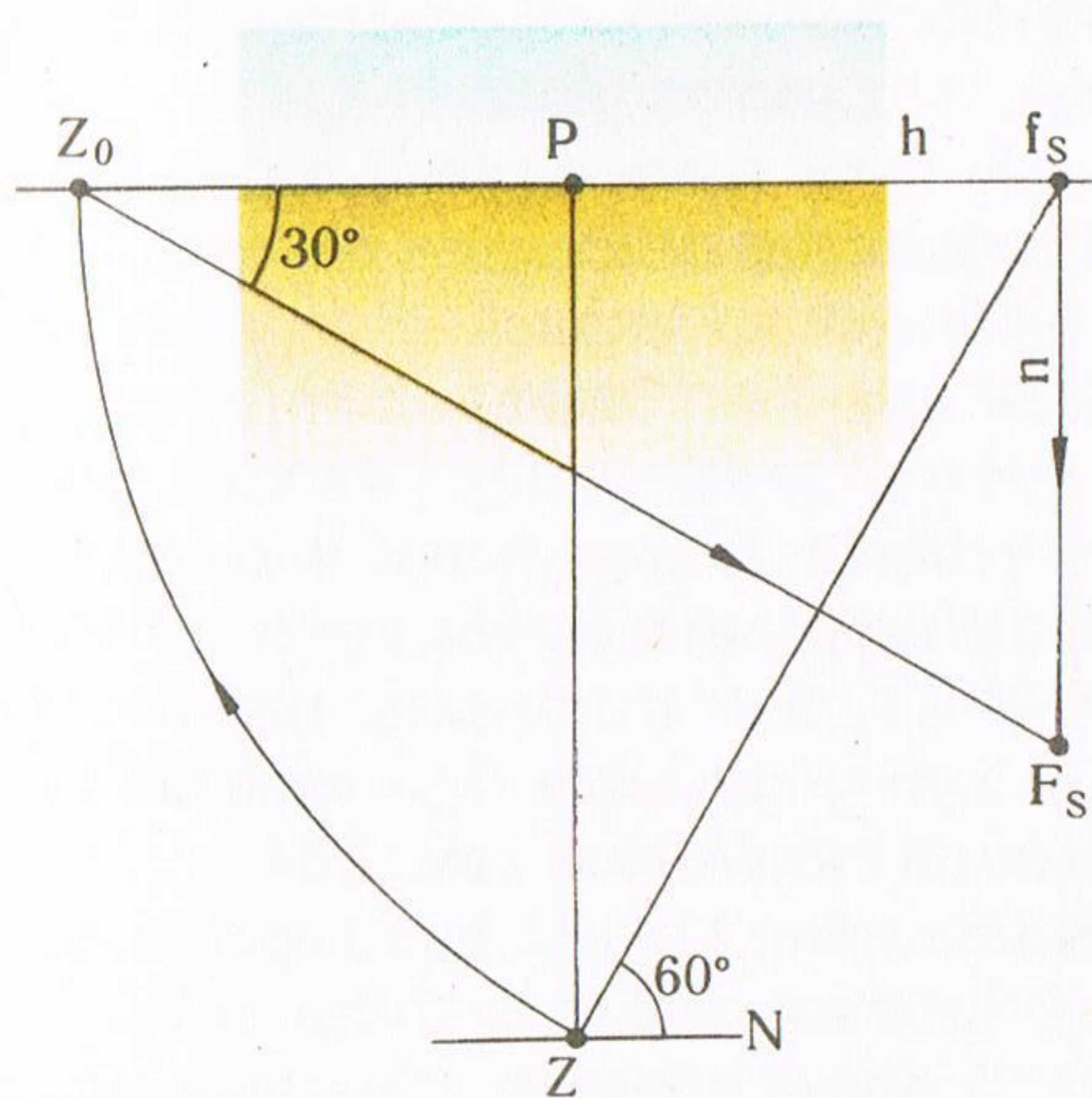


Рис. 225

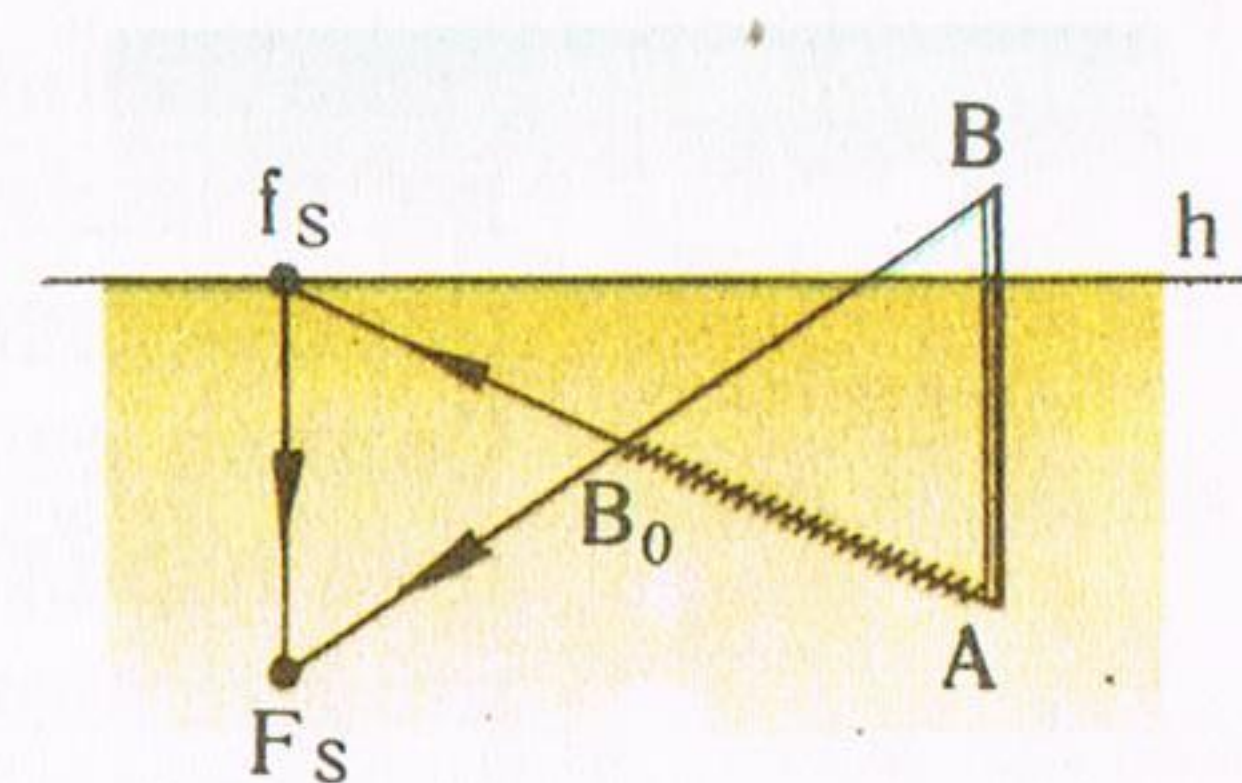


Рис. 226

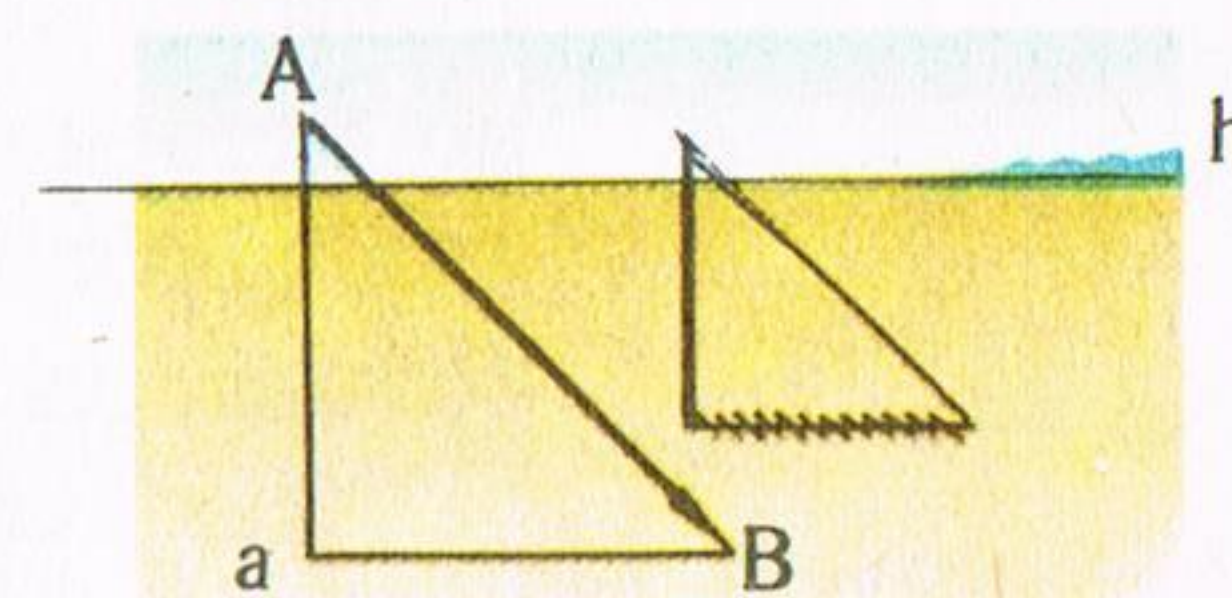


Рис. 227

цией на предметную плоскость или падающей тенью от какого-либо нарисованного предмета.

Поскольку солнечные лучи представляют собой параллельные прямые, в перспективном рисунке имеются точки схода для лучей и их проекций. Поэтому художник должен уметь определять положение точек схода в соответствии с выбранным положением солнца. Это необходимо как при работе над композицией, так и при рисовании с натуры, потому что солнце в каждый момент имеет другое положение, а следовательно, изменяются и тени предметов. Изобразив на рисунке тень какого-либо предмета, можно тени других предметов построить при том же положении солнца.

Различают три возможных положения солнца — перед зрителем, сзади зрителя и в нейтральном пространстве. Рассмотрим их.

Солнце перед зрителем. В этом случае солнечные лучи представляют собой восходящие прямые. Их положение на картине определяется направлением перспективы луча, например AB , и ее горизонтальной проекцией Ab (рис. 223). Точкой схода перспектив лучей является точка S — перспектива центра солнца, а точкой схода горизонтальных проекций лучей — точка f_s . Точка схода для горизонтальных проекций лучей всегда находится на линии горизонта и является проекцией перспективы солнца на предметную плоскость. Поэтому точки S и f_s лежат на одном перпендикуляре к линии горизонта; при этом точка S — выше горизонта и обычно вне картины, так как изобразить яркость солнца невозможно.

Тень, падающая от предмета, направлена на зрителя. Сам предмет обращен к зрителю теневой стороной, если солнце прямо перед ним. Если же солнце спереди, но справа или слева, предмет обращен к зрителю линией раздела света и тени. При этом теневая часть, как правило, больше освещенной. Ее размеры зависят от формы предмета и его положения относительно картины.

Солнце сзади зрителя. Солнечные лучи представляют собой нисходящие параллельные прямые. Их положение на картине определяется направлением перспективы луча AB и ее проекцией aB на горизонтальную плоскость (рис. 224). Продолжив перспективу aB горизонтальной проекции луча до линии горизонта, получим точку f_s схода для проекций лучей, которая принадлежит линии схода лучевой плоскости ABa . Поэтому перпендикуляр к линии горизонта, опущенный из точки f_s до встречи с продолжением луча AB , даст положение точки схода F_s для перспектив лучей. Точка схода F_s является перспективой центра солнца, расположенного в мнимом пространстве (см. § 8).

Итак, если солнце сзади зрителя, точка схода для перспектив солнечных лучей находится ниже линии горизонта, а точка схода для их проекций — на линии горизонта. Предмет обращен к зрителю освещенной стороной, если солнце за спиной зрителя.

Если же солнце сзади, но, к тому же, справа или слева, то предмет обращен к зрителю линией раздела света и тени. Падающая тень удаляется от зрителя.

Таким образом, при положении солнца перед зрителем или сзади него источник освещения может быть задан точками схода для перспектив лучей и их проекций

Таким образом, при положении солнца перед зрителем или сзади него источник освещения может быть задан точками схода для перспектив лучей и их проекций.

Положение источника света может быть задано и двумя углами: углом наклона лучей к предметной плоскости и углом наклона их проекций к картине. В этом случае точку схода перспектив лучей определяют построением угла наклона лучей при точке зрения, совмещенной с линией горизонта картины, а точку схода проекций перспектив лучей — построением угла наклона их к картине при совмещенной точке зрения.

ПРИМЕР.

Солнце расположено в мнимом пространстве на высоте 30° над горизонтом, а проекции его лучей составляют с картиной угол 60° . Найти точки схода для перспектив лучей и их проекций (рис. 225).

Решение. Из совмещенной точки зрения Z проведем действительное направление проекций лучей под углом 60° к нейтральной плоскости N . В пересечении с линией гори-

зонта получим точку схода f_s для перспектив проекций лучей, которая принадлежит линии схода n лучевой плоскости.

Вращением $f_s Z$ вокруг точки f_s совместим точку Z с линией горизонта в точке Z_0 . Построив при точке Z_0 к линии горизонта угол 30° , в пересечении стороны $Z_0 F_s$ с линией схода n получим точку схода F_s для перспектив лучей.

Аналогично находят точки схода перспектив лучей и их проекций при положении солнца в предметном пространстве, с той лишь разницей, что сторону угла наклона лучей проводят из точки Z_0 выше линии горизонта.

Если источник света задан тенью, падающей на горизонтальную плоскость от какого-либо изображенного предмета, например от вертикального столба AB (рис. 226), то для нахождения точек схода перспектив лучей и их проекций достаточно продлить направление падающей тени до встречи с линией горизонта в точке f_s и провести через нее перпендикуляр к линии горизонта до встречи с перспективой BB_0 луча в точке F_s .

Полученные точки F_s и f_s и являются точками схода перспектив лучей и их проекций.

Солнце в нейтральном пространстве. Солнечные лучи параллельны картине. В этом случае перспективы параллельных лучей, наклоненные под определенным углом к предметной плоскости, на картине изображаются параллельными, а их проекции — параллельными основанию картины (линии горизонта), так как солнце находится в нейтральном пространстве и его перспектива на картинной плоскости изобразится в бесконечности (рис. 227).

Предмет обращен к зрителю линией раздела света и тени. Соотношение освещенной и теневой частей также зависит от формы предмета и его положения относительно картины. Падающая тень при положении солнца справа направлена влево, а при положении солнца слева — вправо.

Выбор положения солнца произволен и зависит от композиционного замысла художника. Но при этом нужно учитывать то, что для сред-

§54. ПРАВИЛА
ПОСТРОЕНИЯ
ПАДАЮЩИХ
ТЕНЕЙ
ОТ ТОЧЕК
И ПРЯМЫХ

них широт СССР угол наклона солнечных лучей к предметной плоскости не превышает летом 60° , а зимой — 20° .

В рисунках и композициях чаще всего выбирают положение солнца сзади или сбоку, при которых изображаемые предметы обращены к зрителю освещенной стороной.

Итак, установлено (§52), что контур падающей тени есть тень от контура собственной тени. Но контур собственной тени представляет собой сочетание линий, различным образом расположенных относительно плоскости, на которую падает тень. Поэтому рассмотрим основные правила построения падающих теней от прямых, перпендикулярных к плоскости, параллельных ей и наклоненных к ней.

1. Тень от прямой, перпендикулярной к плоскости, совпадает с проекцией перспективы луча на эту плоскость. Длина тени определяется точкой пересечения перспективы луча с ее проекцией. Поэтому для нахождения тени от отрезка AB , падающей на предметную плоскость (рис. 228), нужно через основание отрезка провести проекцию Af_s перспективы луча, а через вершину отрезка провести перспективу BF_s луча. Отрезок AB_0 и есть искомая падающая тень от вертикального отрезка AB на предметную плоскость.

2. Тень от точки на заданную плоскость есть точка пересечения перспективы луча, проведенного через эту точку, с его проекцией, проведенной через проекцию точки на данную плоскость. Чтобы найти тень от точки A на предметной плоскости (рис. 229), нужно задать проекцию a точки A на предметную плоскость, через точку a провести проекцию af_s перспективы луча, а затем через точку A провести перспективу AF_s луча. Пересечение перспективы луча с ее проекцией в точке A_0 и есть падающая тень от точки A на предметную плоскость.

3. Тень от прямой, параллельной плоскости, параллельна самой прямой, т. е. имеет с ней одну общую точку схода. Поэтому, чтобы определить тень от горизонтального отрезка AB , падающую на предметную плоскость (рис. 230), нужно найти тень от одной из точек отрезка, например от точки A , и затем из найденной точки A_0 провести направление тени в точку схода F . Длина тени определится точкой пересечения прямых A_0F и BF_s в точке B_0 . Прямая A_0B_0 — искомая тень от отрезка AB .

4. Тень от наклонной прямой проходит в точку встречи этой прямой с плоскостью. Чтобы определить падающую тень от наклонного отрезка AB на предметную плоскость (рис. 231), нужно найти тень от точки B и из точки B_0 направить тень в точку A — точку встречи наклонной прямой с предметной плоскостью. Прямая AB_0 — тень от отрезка AB на предметной плоскости.

Если наклонная прямая AB не имеет точки встречи с плоскостью (рис. 232), для построения падающей тени следует сначала определить эту точку. Достаточно продолжить перспективу прямой до пересечения с продолжением ее проекции в точке C — точке встречи прямой с плоскостью. Затем нужно найти тень от точки B (или A) — точку B_0 ,

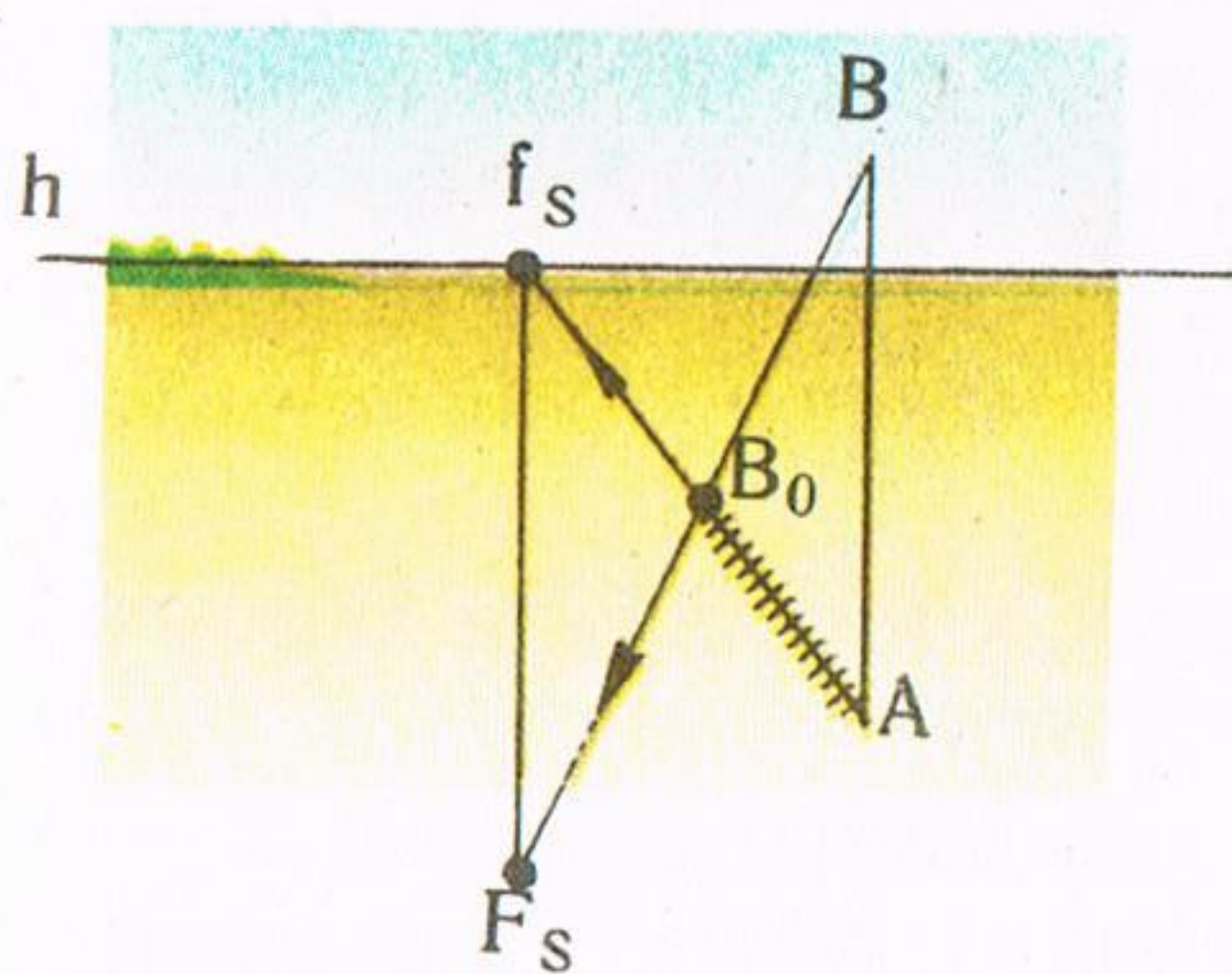


Рис. 228

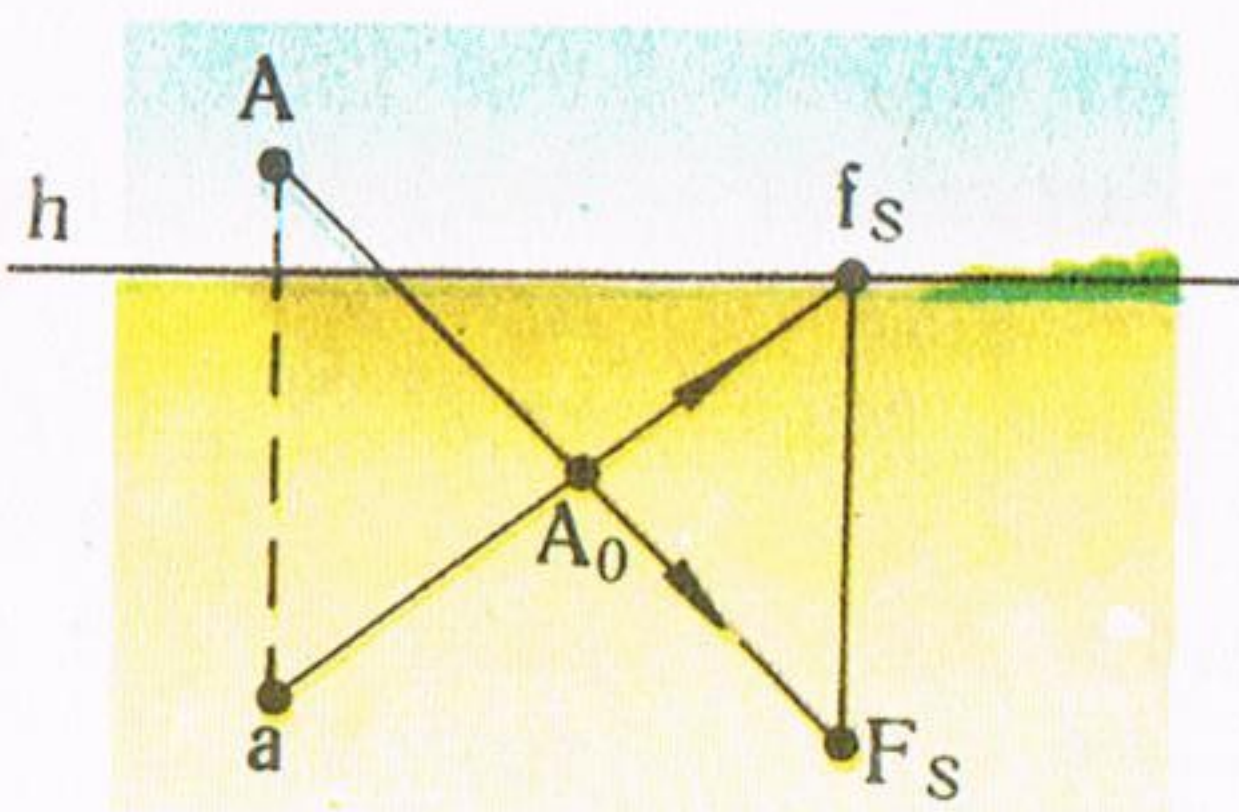


Рис. 229

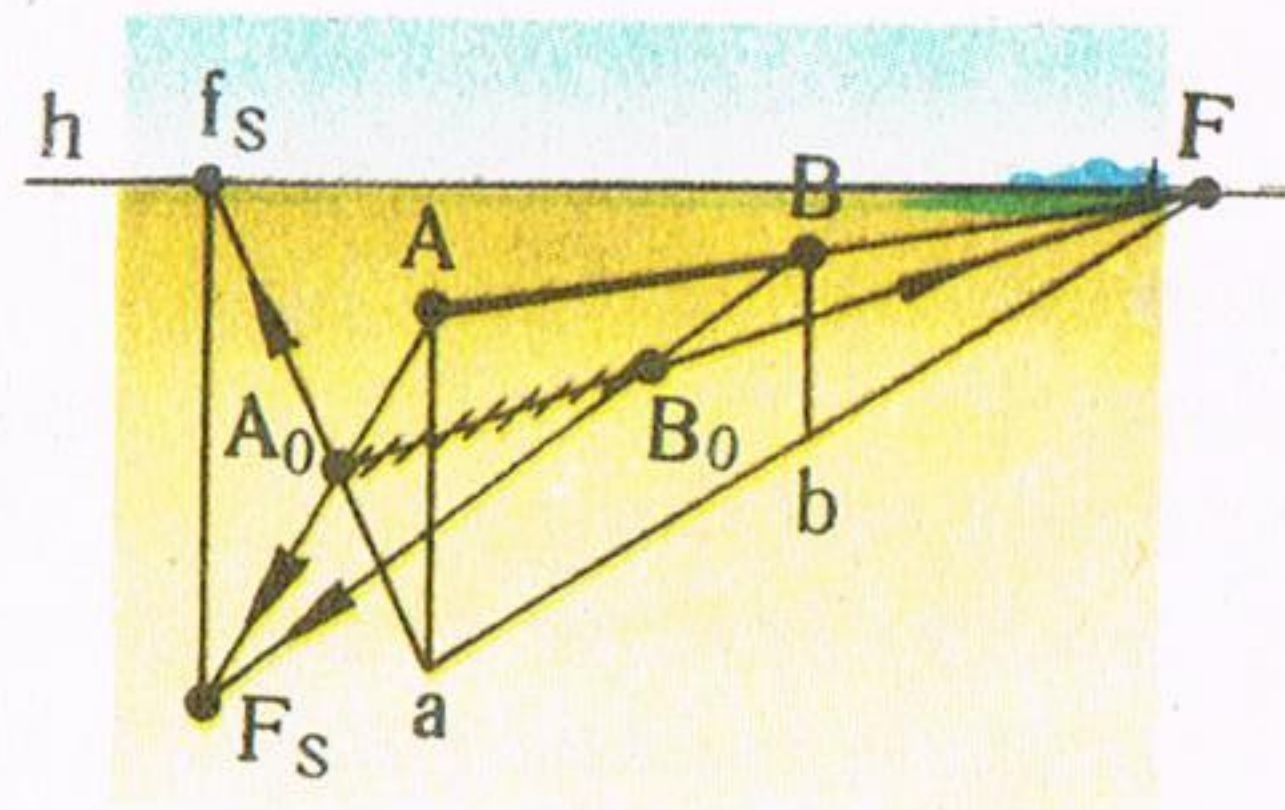


Рис. 230

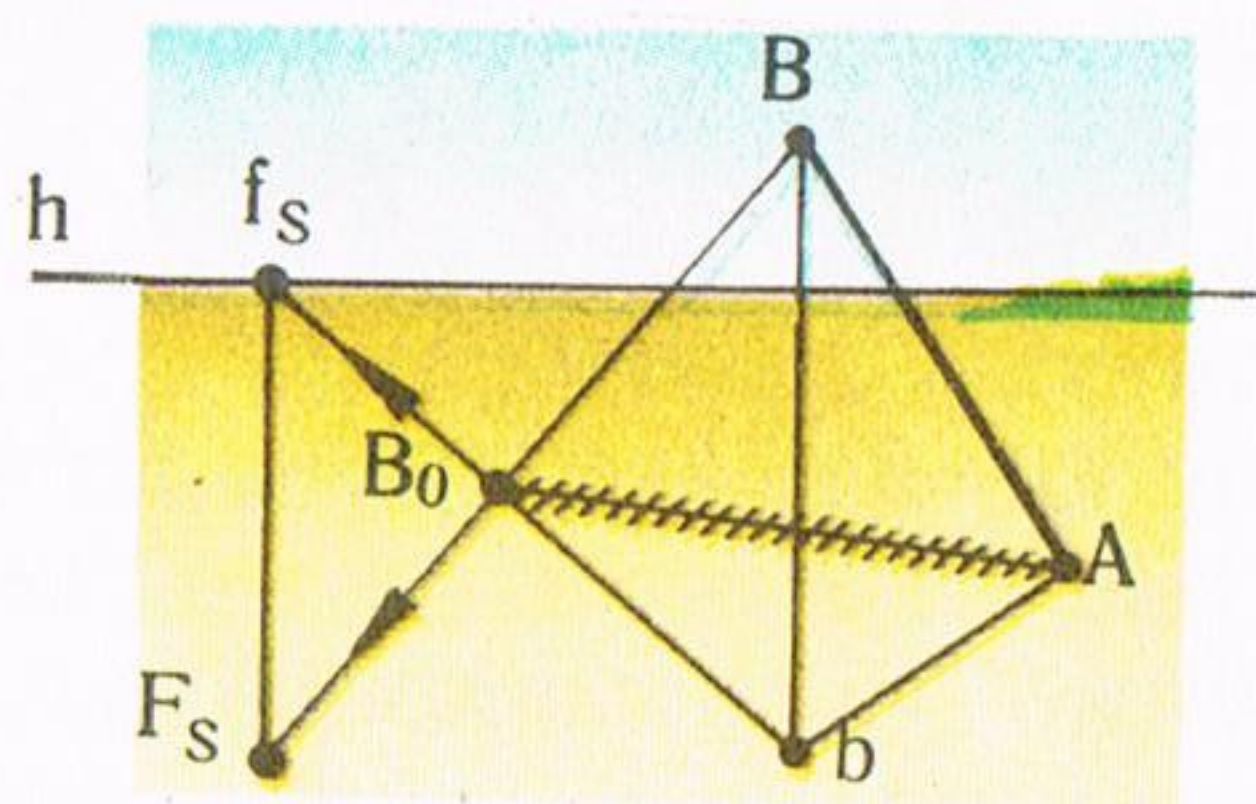


Рис. 231

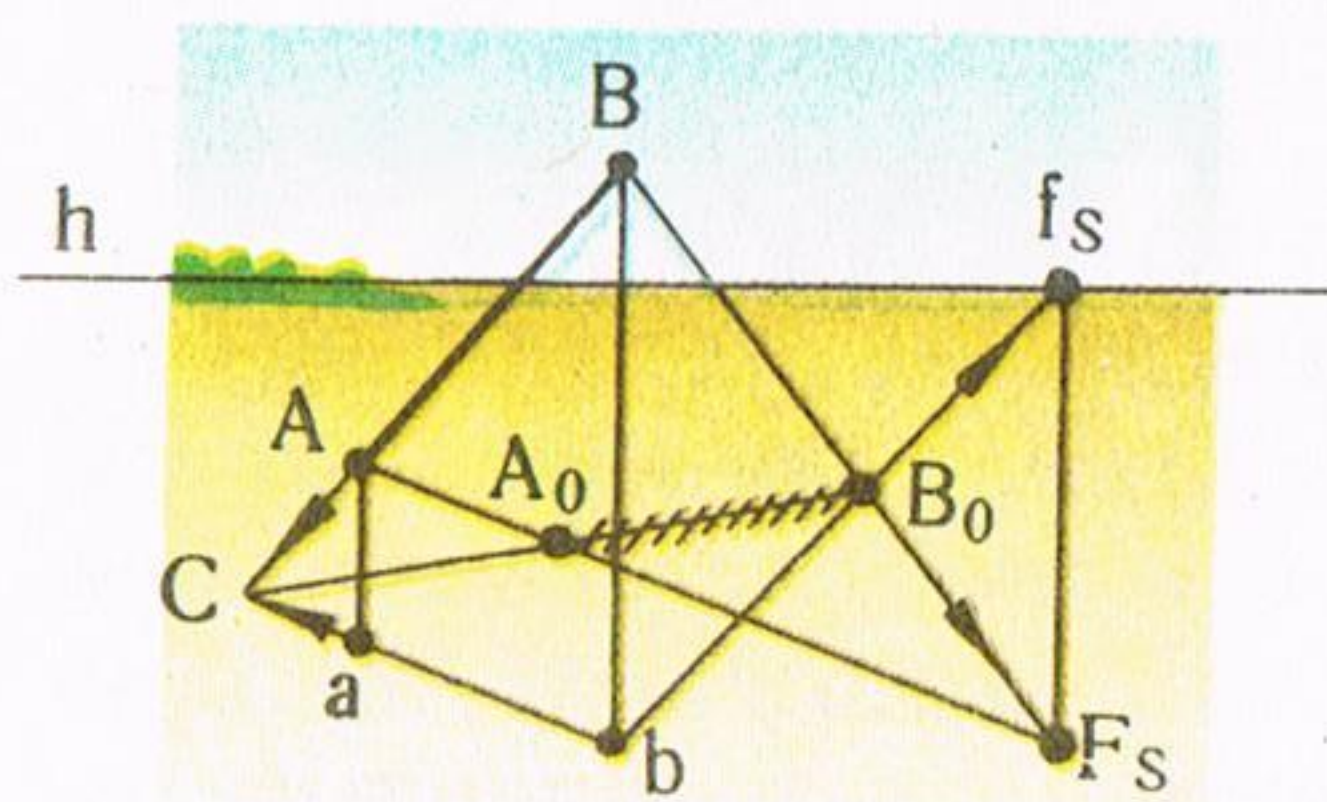


Рис. 232

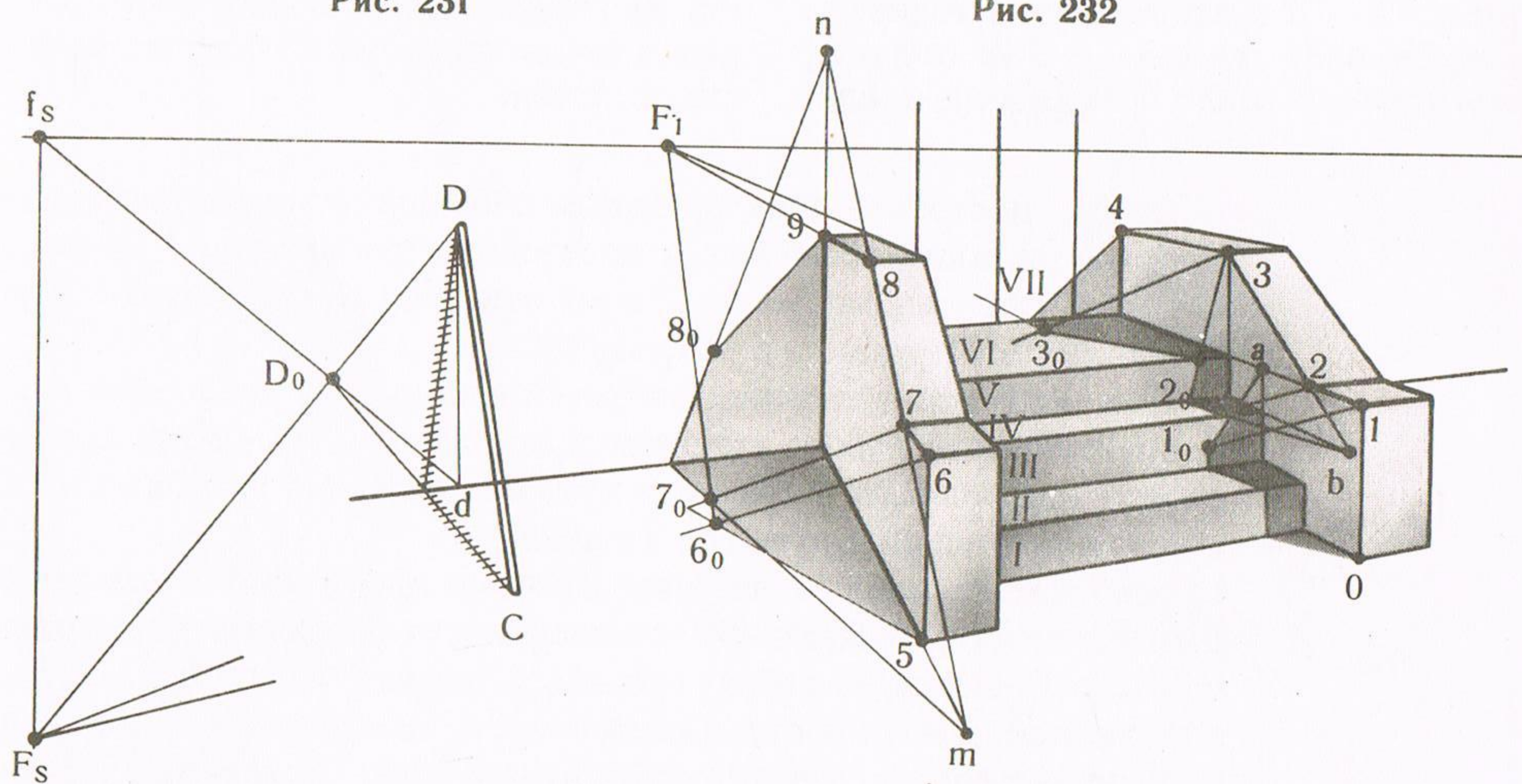


Рис. 233

из точки B_0 направить тень в точку C — точку встречи прямой с плоскостью — и найти тень A_0 от точки A . Прямая A_0B_0 и есть тень отрезка AB , наклоненного к плоскости.

Применим эти правила к решению практической задачи.

ПРИМЕР. 54

Построить контур падающей тени от бокового ограждения на лестницу при солнечном освещении справа (рис. 233).

Решение. На ступеньки лестницы тень упадет от ломаной линии $0-1-2-3-4$, а на поверхность земли и вертикальную плоскость стены — от ломаной линии $5-6-7-8-9$. Построим контур тени, падающей на ступеньки лестницы.

От вертикального отрезка $0-1$ на предметную плоскость тень упадет по проекции луча (правило 1), на вертикальную плоскость I — параллельно самой прямой (правило 3), на горизонтальную плоскость II — по проекции луча и закончится на вертикальной плоскости III в точке 1_0 .

От горизонтального отрезка $1-2$ на вертикальную плоскость III тень упадет по направлению 1_0a , т. е. в точку встречи прямой $1-2$ с плоскостью III (правило 4), на горизонтальную плоскость IV — параллельно самой прямой $1-2$ и закончится в точке 2_0 .

От наклонной прямой $2-3$ из точки 2_0 на горизонтальной плоскости IV тень пойдет

по направлению из точки встречи b прямой $2-3$ с плоскостью IV , по вертикальной плоскости V — в точку встречи 3 прямой $2-3$ с плоскостью V , по горизонтальной плоскости VI — из точки встречи 2 прямой $2-3$ с плоскостью VI и закончится в точке 3_0 .

От горизонтального отрезка $3-4$ тень упадет на горизонтальную плоскость VI , а дойдя до стены и изменив направление, придет в точку встречи отрезка со стеной, т. е. в точку 4 .

Тень от ломаной линии $5-6-7-8-9$ на предметную плоскость и на вертикальную стену построена так же. Для построения тени от наклонного отрезка $7-8$ найдены точки встречи его m — с предметной плоскостью и n — с плоскостью стены.

На рис. 233 показано также построение падающей тени от наклонного шеста CD . Для этого первоначально найдена тень CD_0 от шеста на горизонтальную плоскость. От основания стены тень идет в точку встречи D шеста со стеной.

§55. СПОСОБЫ ПОСТРОЕНИЯ ТЕНЕЙ

Чтобы построить тень предмета сложной формы, предмет и его крупные детали вписывают в простейшие геометрические тела, тени которых определить легко. Затем эти тени корректируют с учетом общей формы предмета и его деталей.

Для построения перспектив теней используют различные способы. В практической работе художника достаточно применять три из них: способ касательных и секущих лучевых плоскостей, обратных лучей, а также касательных конусов и цилиндров.

Способ касательных и секущих лучевых плоскостей. Проводят лучевые плоскости, касательные к поверхности предмета, и секущие лучевые плоскости через ребра граненых тел или через образующие криволинейной поверхности. Совокупность полученных линий и точек касания определяет контур собственной тени. Пересечение перспектив лучей этих же касательных и секущих плоскостей с некоторой плоскостью дает контур падающей тени.

ПРИМЕР 55.1.

Построить тени цилиндра при заданных точках схода перспектив лучей F_s и их проекций f_s (рис. 234).

Решение. Построим контур собственной те-

ни. Для этого проведем следы вертикальных лучевых плоскостей Af_s и Df_s , касательных к боковой поверхности цилиндра. Образующие AB и CD цилиндра — линии

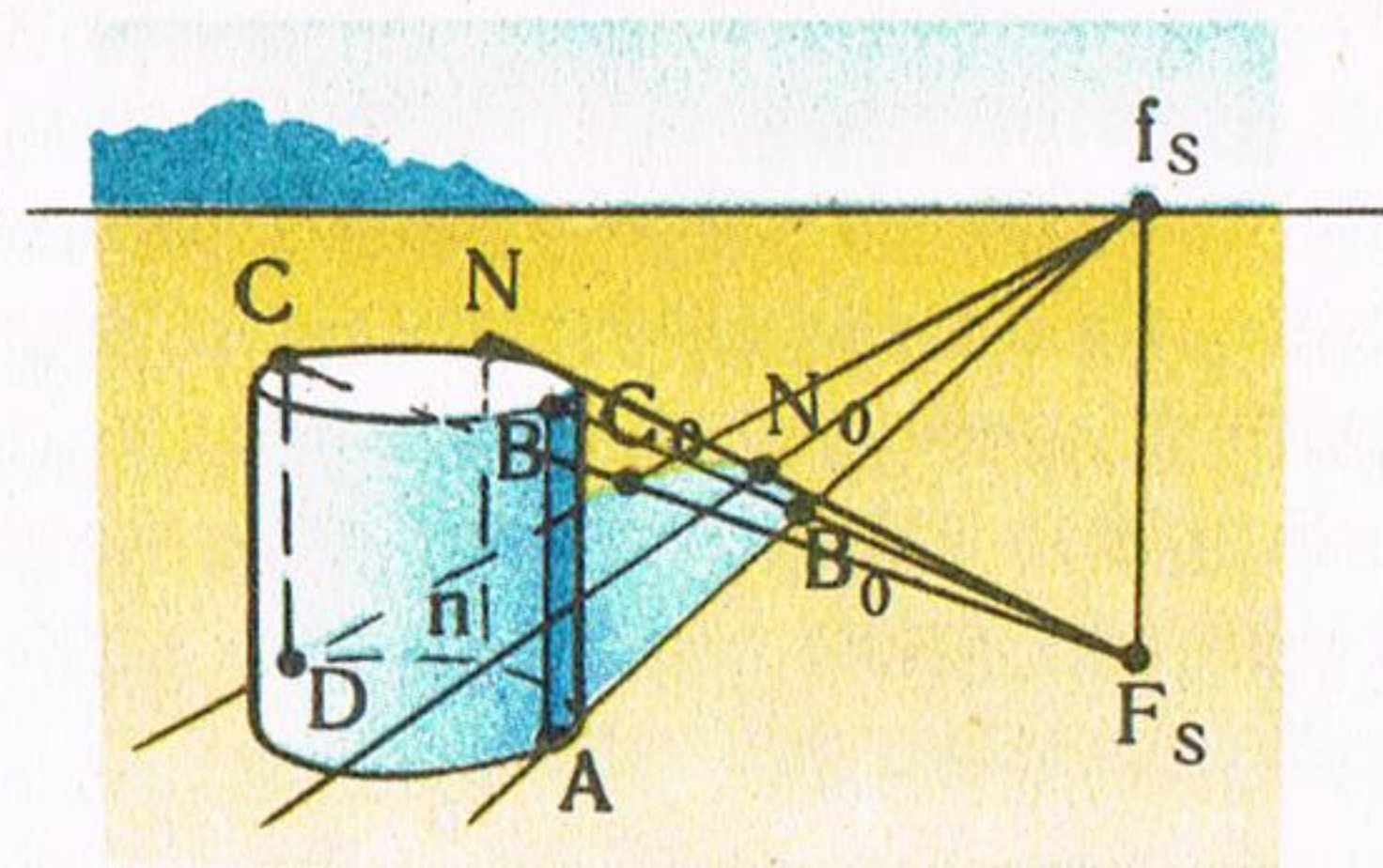


Рис. 234

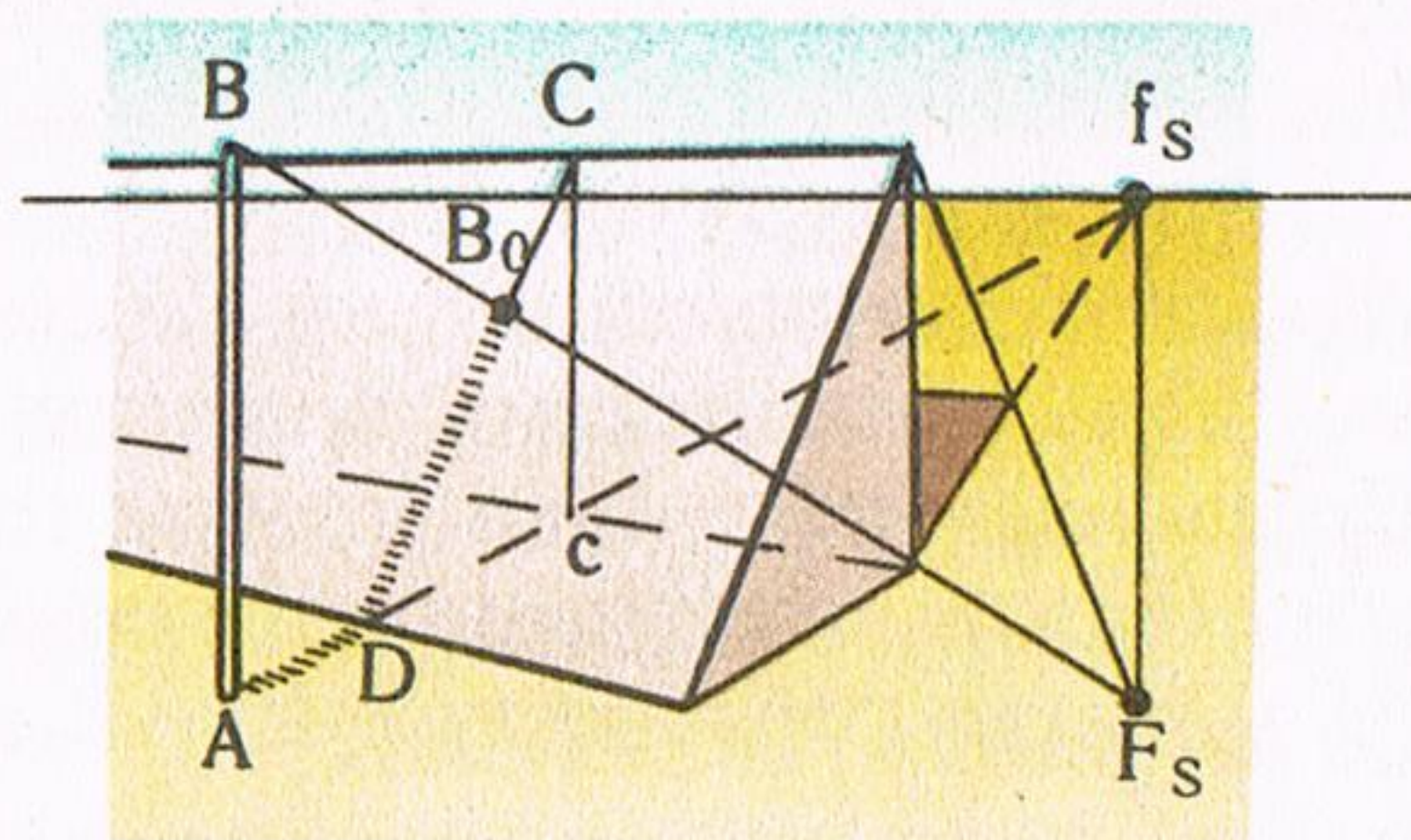


Рис. 235

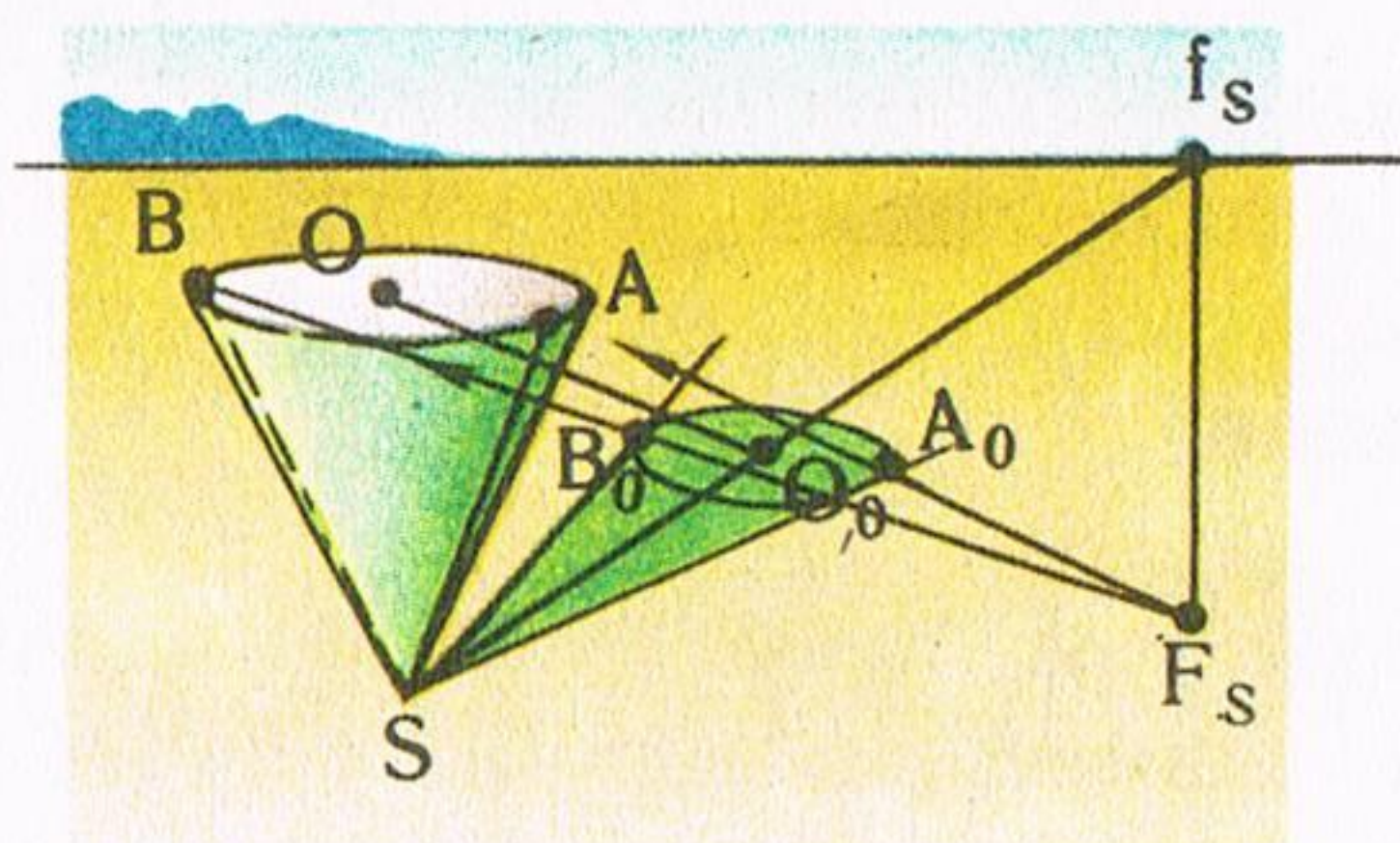


Рис. 236

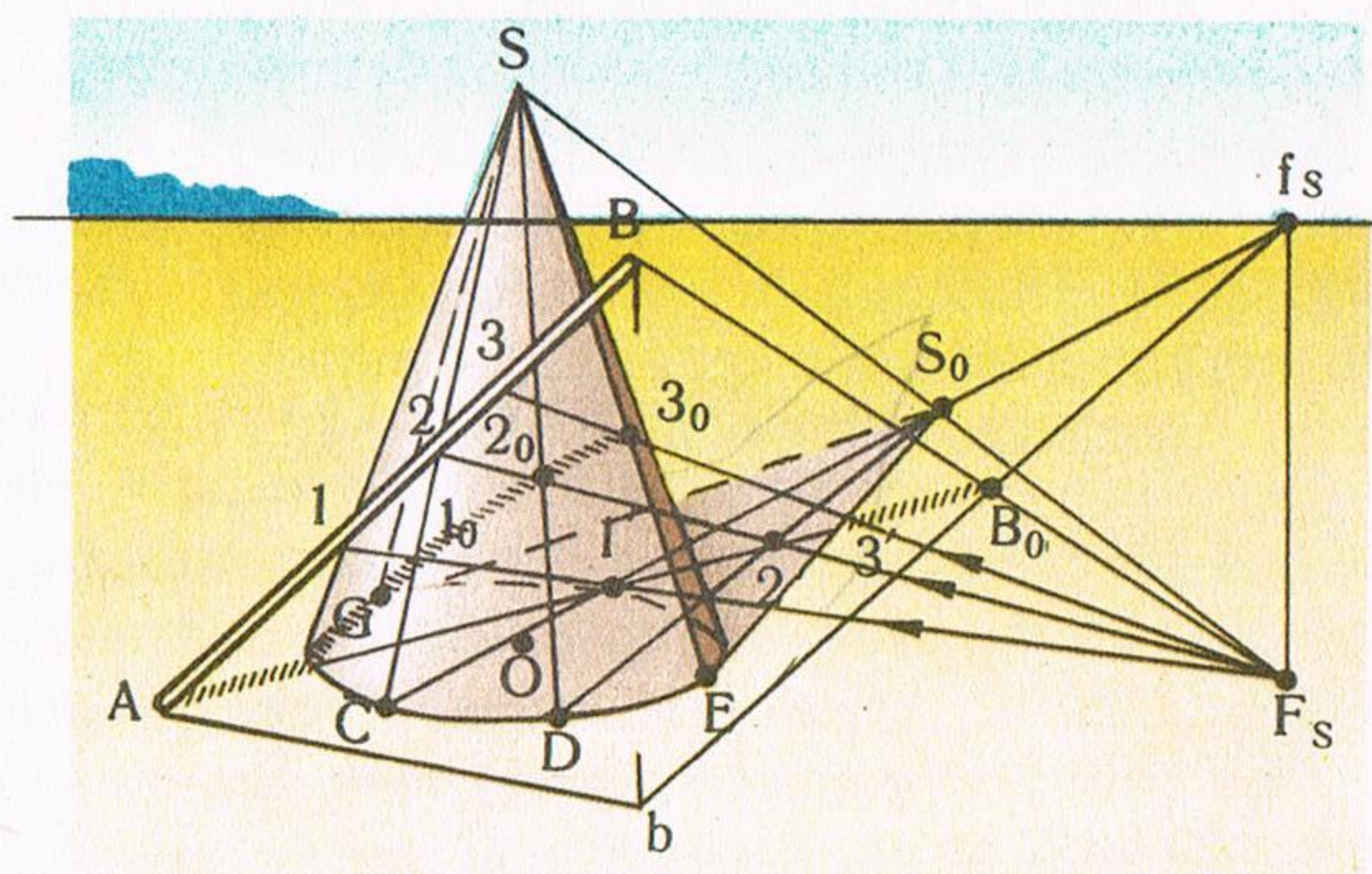


Рис. 237

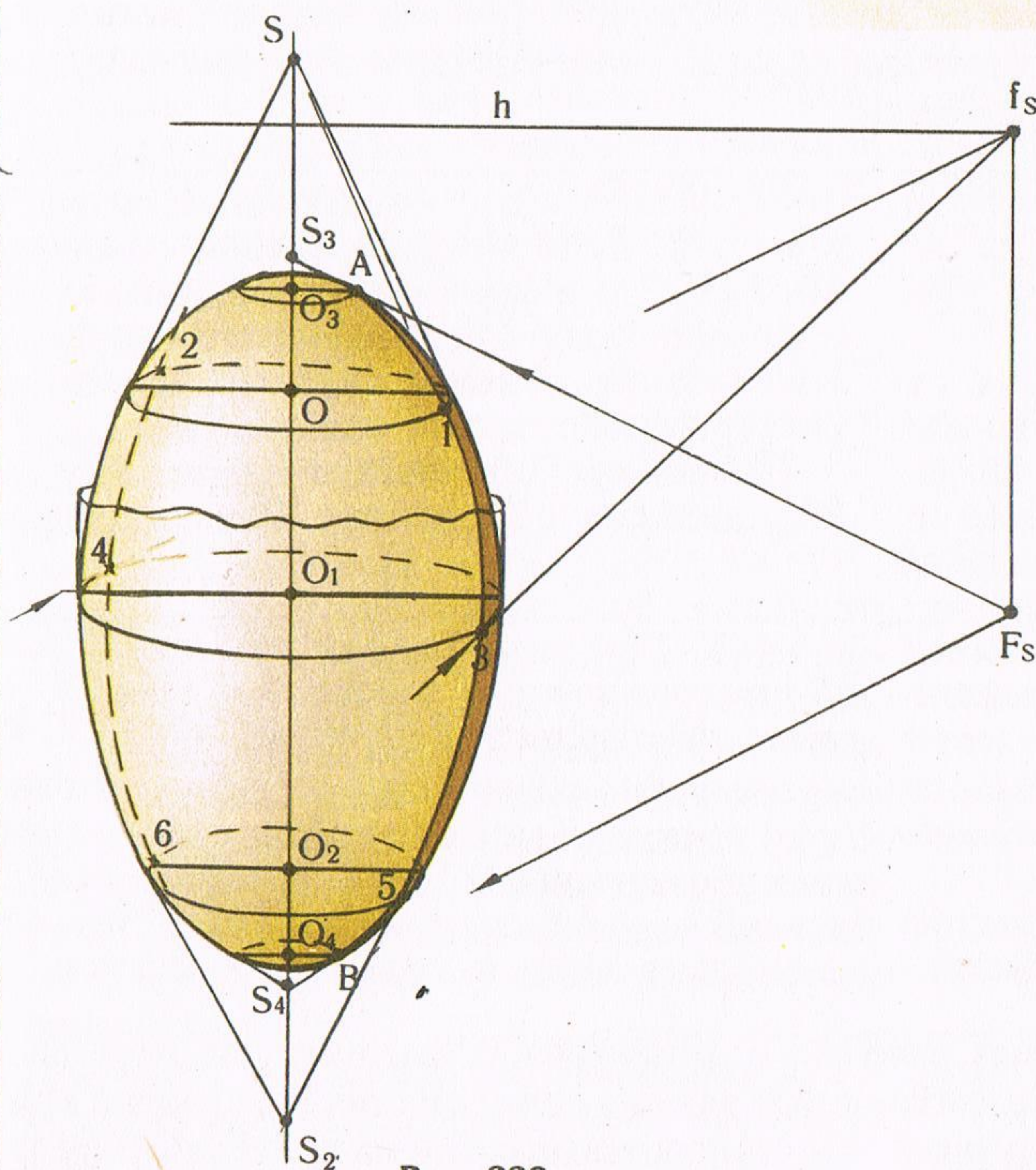


Рис. 238

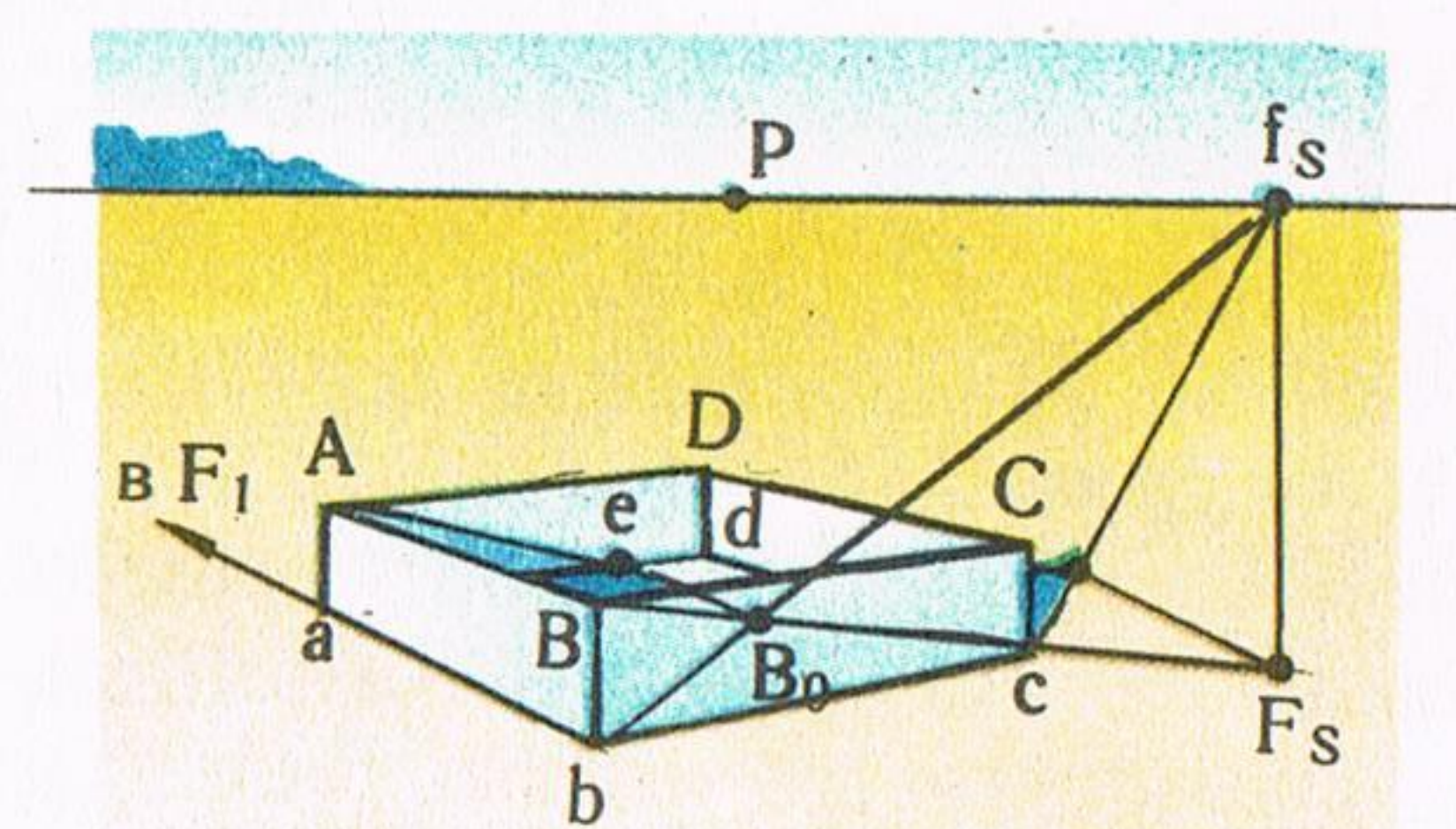


Рис. 239

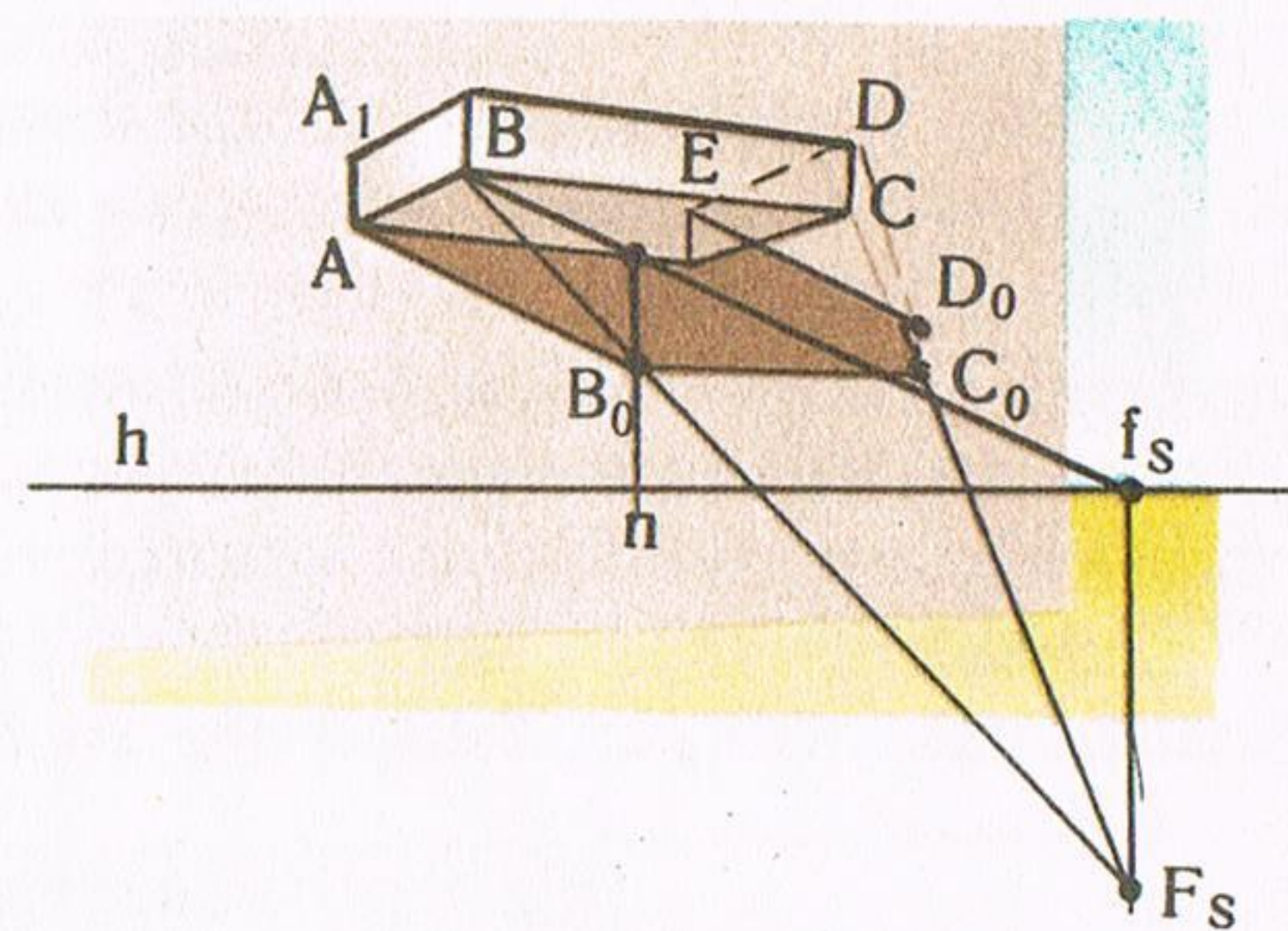


Рис. 240

раздела света и тени. Верхнее основание цилиндра параллельно предметной плоскости и поэтому освещено, $ABNCD$ — контур собственной тени.

Чтобы найти контур падающей тени, проведем перспективы лучей BF_s и CF_s до пересечения с перспективами их проекций. Прямые AB_0 и DC_0 очерчивают контур падающих теней от соответствующих образующих AB и DC контура собственной тени. Па-

ПРИМЕР 55.2.

Построить тень от вертикального шеста AB , падающую на наклонную поверхность призмы, при заданных точках схода перспектив лучей F_s и их проекций f_s (рис. 235).

Решение. Через прямую AB проведем секущую лучевую плоскость. След ее Af_s пересе-

дающую тень от точки N получим, проведя вертикальную секущую лучевую плоскость через образующую nN . Пересечение луча NF_s со следом nf_s и даст точку N_0 — падающую тень от точки N . Проводя другие секущие лучевые плоскости — через другие образующие цилиндра, можно получить необходимое число точек для прорисовки контура падающей тени от кривой верхнего основания цилиндра.

чет основание призмы по прямой Dc . Наклонную грань лучевая плоскость рассекает по прямой DC . Пересечение луча BF_s с прямой DC и есть тень B_0 от точки B . Прямая DB_0 — искомая тень от AB на наклонную грань призмы.

Способ обратных лучей. Собственную тень предмета и тень, падающую от него на другой предмет, находят с помощью обратных лучей, которые проводят через точки пересечения обоих контуров падающих теней, построенных на какой-либо дополнительной плоскости. Сначала строят контуры теней, падающих на какую-либо вспомогательную плоскость, называемую экраном. Экраном может быть предметная плоскость или любая другая, падающие тени на которой легко построить. Затем с помощью обратных лучей находят контуры собственных теней этих предметов.

ПРИМЕР 55.3.

Дана перспектива перевернутого конуса и точки схода для перспектив лучей F_s и их проекций f_s . Построить собственную тень конуса (рис. 236).

Решение. Допустим, мы построили тень, падающую от окружности основания конуса на предметную плоскость. Очевидно, что падающая тень от образующей собственной тени конуса будет касательной, проведенной

ПРИМЕР 55.4.

Построить тень, падающую от наклонного шеста AB на поверхность конуса при заданном освещении (рис. 237).

Решение. Построим падающую тень AB_0 от наклонного шеста на предметную плоскость и падающую тень ES_0G от конуса.

Определим тени, падающие от шеста на образующие конуса, например на образую-

щую CS . Для этого найдем падающую тень CS_0 и через точку I' пересечения тени CS_0 с тенью AB_0 проведем обратный луч $F_s I'$. В пересечении с образующей CS получим тень I_0 от точки I . Так же определим точки тени и на образующих DS и ES . Соединив точки плавной кривой, получим падающую тень от наклонного шеста на поверхность конуса.

Невидимой образующей, дающей тень SB_0 , является образующая SB , построенная так же.

из вершины S к падающей тени основания в точке A_0 . Если теперь проведем обратный луч $F_s A_0$, то в пересечении с окружностью основания конуса получим точку A , принадлежащую образующей AS , которая и будет контуром собственной тени.

Способ касательных конусов и цилиндров применяют для определения точек контура собственной тени на поверхностях вращения с криволинейной образующей. На горизонтальных сечениях строят конусы, касательные к поверхности, а если горизонтальным сечением является

экватор или горло, то — касательные цилиндры. Определяют контуры собственных теней этих конусов (цилиндров). На основаниях конусов (цилиндров) находят теневые точки, принадлежащие конусу (цилиндру) и поверхности вращения одновременно.

ПРИМЕР 55.5.

Дано тело вращения — эллипсоид. Построить точки, принадлежащие контуру собственной тени (рис. 238).

Решение. На горизонтальных сечениях с центрами O и O_2 построим касательные конусы с вершинами S и S_2 , а на экваториальном сечении с центром O_1 — касательный цилиндр.

Определим контуры собственных теней цилиндра и конусов. Теневые точки 1 и 2, 3 и 4, 5 и 6 на основаниях принадлежат и поверхности эллипсоида (см. 57.3, 57.4).

Если теперь проведем лучи, касательные к линии контура эллипсоида, и постро-

им конусы с вершинами S_3 , S_4 и основаниями, проходящими через точки касания, то на конусе S_3 получим только одну теневую образующую S_3A , а на конусе S_4 — одну освещенную образующую S_4B . Точки A и B принадлежат контуру собственной тени эллипсоида и являются точками раздела его видимой и невидимой частей.

Таким образом, точки A и B собственной тени находят, проводя касательные лучи к линии тела вращения, а точки собственной тени на самой широкой части тела вращения — как точки касания проекций лучей к его экваториальному сечению.

§56. ПРИМЕРЫ ПОСТРОЕНИЯ ТЕНЕЙ ГРАНЕНЫХ ТЕЛ

Рассмотрим применение приведенных в §55 способов к решению практических задач.

ПРИМЕР 56.1.

Построить тени открытого ящика, стоящего на предметной плоскости (рис. 239).

Решение. Найдем контур собственной тени. Проведя касательные лучевые плоскости к боковым ребрам Aa и Cc , увидим, что наружные грани $aABb$ и $bBCc$ освещены, а наружные грани $aADd$ и $cCDd$ — в тени. Внутренние грани $aABb$ и $bBCc$ — в тени, а внутренние грани $aADd$ и $cCDd$ — освещены. На предметную плоскость тень упадет от линии $aADCc$, а внутрь ящика — от ребра AB и BC .

ПРИМЕР 56.2.

Построить тени балкона (рис. 240).

Решение. Контуром собственной тени будет ломаная линия $ABCDE$, так как след Bf_s лучевой плоскости показывает, что грани A_1AB , BCD находятся в свету, а грань CDE — в тени.

Построим контур падающей тени. Сначала найдем тень от выступающей точки контура собственной тени, например, от точки B . Для этого по нижнему основанию балкона проведем след Bf_s лучевой вертикаль-

Построим падающую тень от ребер AB и BC . Сначала найдем тень B_0 , падающую на дно ящика от точки B . От ребра AB тень по параллельной ей плоскости $abcd$ пойдет в точку схода F_1 до встречи с гранью $aADd$ в точке e и от нее — в точку A — точку встречи AB с гранью. Падающая тень от ребра BC не видна.

Построение видимой части падающей тени от ящика на предметную плоскость ясно из рисунка.

ПРИМЕР 56.3.

Построить тень от призмы, падающую на горизонтальную и вертикальную плоскости (рис. 241).

Решение. Сначала, как обычно, определим

контур ABC собственной тени призмы. Построим падающую тень. Тень от вертикального ребра AB совпадает с проекцией AB_0 луча. Тень от горизонтального ребра BC

контур ABC собственной тени призмы. Построим падающую тень. Тень от вертикального ребра AB совпадает с проекцией AB_0 луча. Тень от горизонтального ребра BC

на горизонтальной плоскости параллельна самому ребру и поэтому пойдет в точку схода F_1 до точки K встречи с вертикальной плоскостью. По вертикальной плоскости тень из точки K пойдет в точку L встречи

ПРИМЕР 56.4.

Построить тень, падающую от вертикального шеста на боковую поверхность призмы (рис. 242).

Решение. Проведем вертикальную лучевую плоскость ABf_sF_s . Очевидно, что тень от вертикального шеста упадет на поверхность призмы по линии контура сечения призмы этой лучевой плоскостью. Так, на ребре CC_1 тень будет в точке I_0 , на грани DEE_1 тень

ПРИМЕР 56.5.

Построить тени здания по заданным точкам схода перспектив лучей F_s и их проекций f_s (рис. 243).

Решение. Найдем тень от карниза AD на плоскостях стен. Для удобства последующих построений определим проекцию $dabc$ на предметную плоскость. Построим тень D_0 от точки D на плоскость HL стены. Тень от AD из D_0 пойдет по направлению F_1D_0 и закончится в точке K_0 — тени от точки K .

Построим тень от наклонной прямой AB на вертикальную плоскость LM стены. Для этого найдем тень A_0 от точки A . От точки A_0 тень пойдет в точку схода F_3 наклонной прямой AB , а дойдя до точки T_0 и изменив направление, придет в точку B . Тень K_0A_0 на стену LM упадет от отрезка

ПРИМЕР 56.6.

На полу комнаты построить перспективу светового пятна от оконного проема (рис. 244).

Решение. Проведа проекцию f_sC луча, видим, что световое пятно ограничивается ломаной линией $EDCBA$. Найдем проекцию ab прямой AB на плоскость пола и построим

ПРИМЕР 56.7.

Построить тени балкона по заданным точкам схода S перспектив лучей и их проекций f_s (рис. 245).

Решение. Найдем точку схода проекций лучей на вертикальную плоскость стены для перпендикулярных к ней ребер балкона. С этой целью прямоугольно снесем точку схода лучей S из F_2 в f'_s — точку на линии $F_1f'_s$ схода вертикальной плоскости стены. Точка f'_s и есть точка схода проекций лучей на плоскость стены для перпендикулярных к

линии BC с вертикальной плоскостью до пересечения с лучом CF_s в точке C_0 .

Тень от прямой CE параллельна этому ребру и потому пойдет из точки C_0 в точку схода F_2 .

2_03_0 найдем с помощью вертикального экрана E_1Ed , на ребре F тень 4_0 — с помощью вертикального экрана FCC_1 , на грань FGG_1 тень упадет по проекции луча. Закончится тень от шеста на предметной плоскости в точке B_0 .

Построение падающей тени от призмы на предметную плоскость выполнено по правилам, изложенным в §54.

КА прямой AD . Построение падающих теней на предметную плоскость понятно из рисунка.

Найдем тень от вертикального столба EG . На предметную плоскость и вертикальную стену HL тень упадет по линии $E1_02'_0$. Чтобы построить тень, падающую на наклонную плоскость крыши, нужно обратным лучом $F_s2'_0$ найти точку 2_0 — тень от точки 2 на плоскости крыши. По плоскости крыши тень из точки 2_0 пойдет в точку f'_s схода проекций лучей. Отметим, что точка схода проекций лучей на наклонную плоскость от вертикальных прямых всегда находится в пересечении линии схода плоскости с линией схода лучевой плоскости. Тень от столба закончится в точке G_0 .

тень A_0B_0 от AB . Затем построим тени B_0D_0 и A_0G_0 от освещенных вертикальных отрезков CD и AG . Тени от горизонтальных отрезков AB и ED , параллельных плоскости стены и плоскости пола, направлены в точку схода F_1 .

ней прямых. Контуром собственной тени будет ломаная линия $1-2-3-4-5$.

Построим падающую тень. Сначала найдем падающие тени от ребер $1-2$ и $4-5$. Для этого через точки 1 и 5 проведем проекции лучей f'_s-1 и f'_s-5 , а через точки 2 и 4 — перспективы лучей $S-2$ и $S-4$. В пересечении получим тени $2_0, 4_0$ от точек $2, 4$ и искомые тени 2_0-1 и 4_0-5 . Тени 2_0-3_0 и 3_0-4_0 построены от прямых, параллельных плоскости.

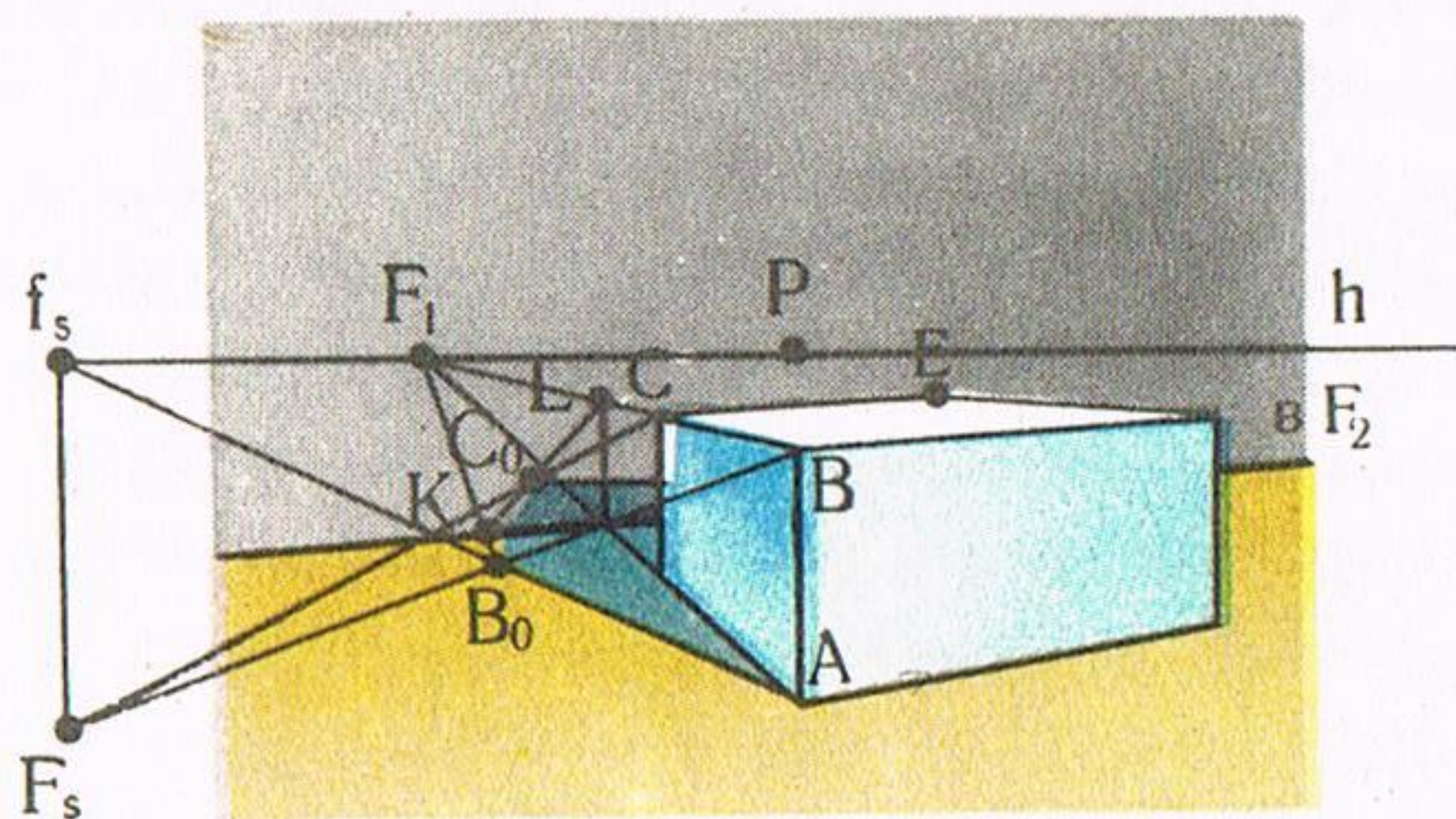


Рис. 241

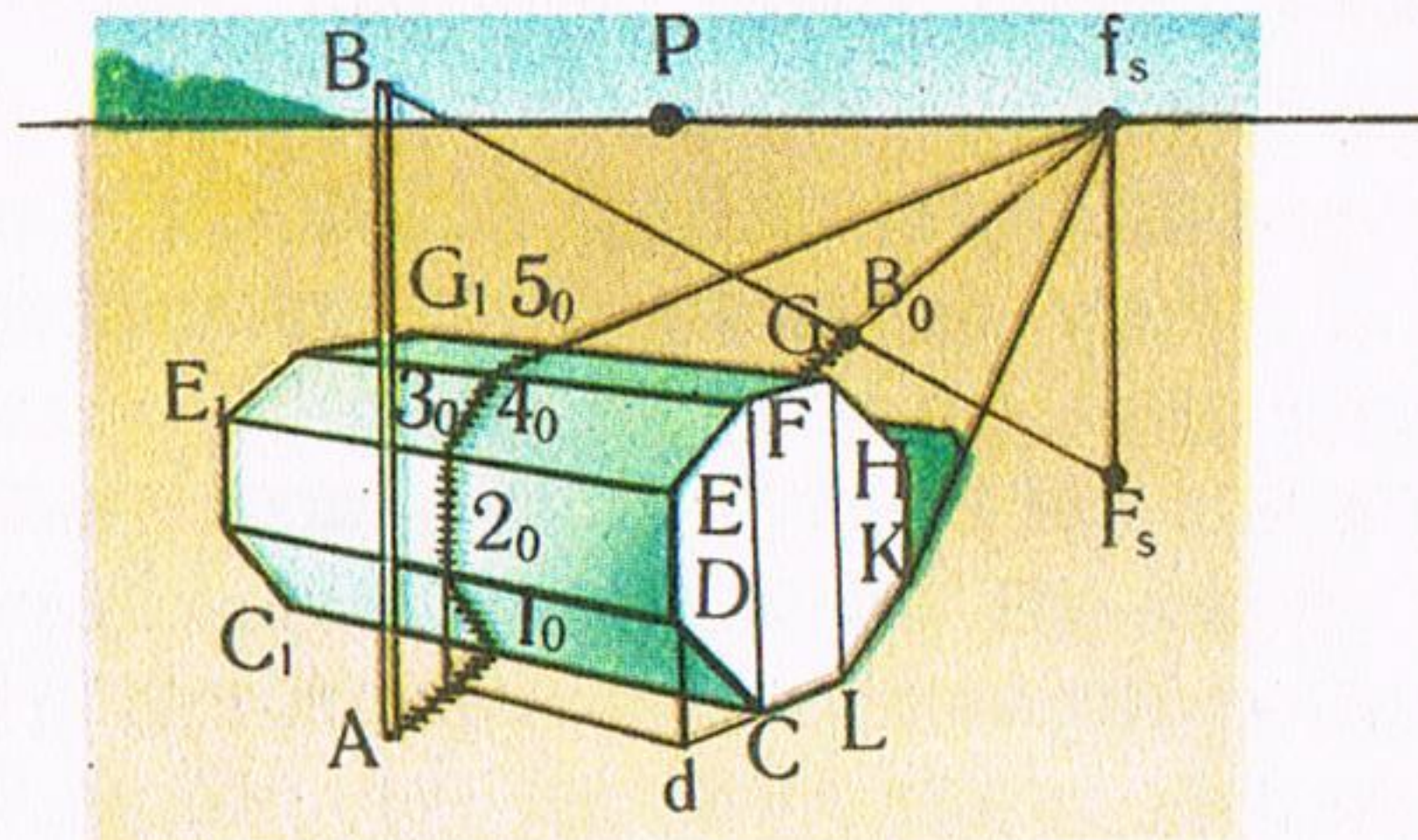


Рис. 242

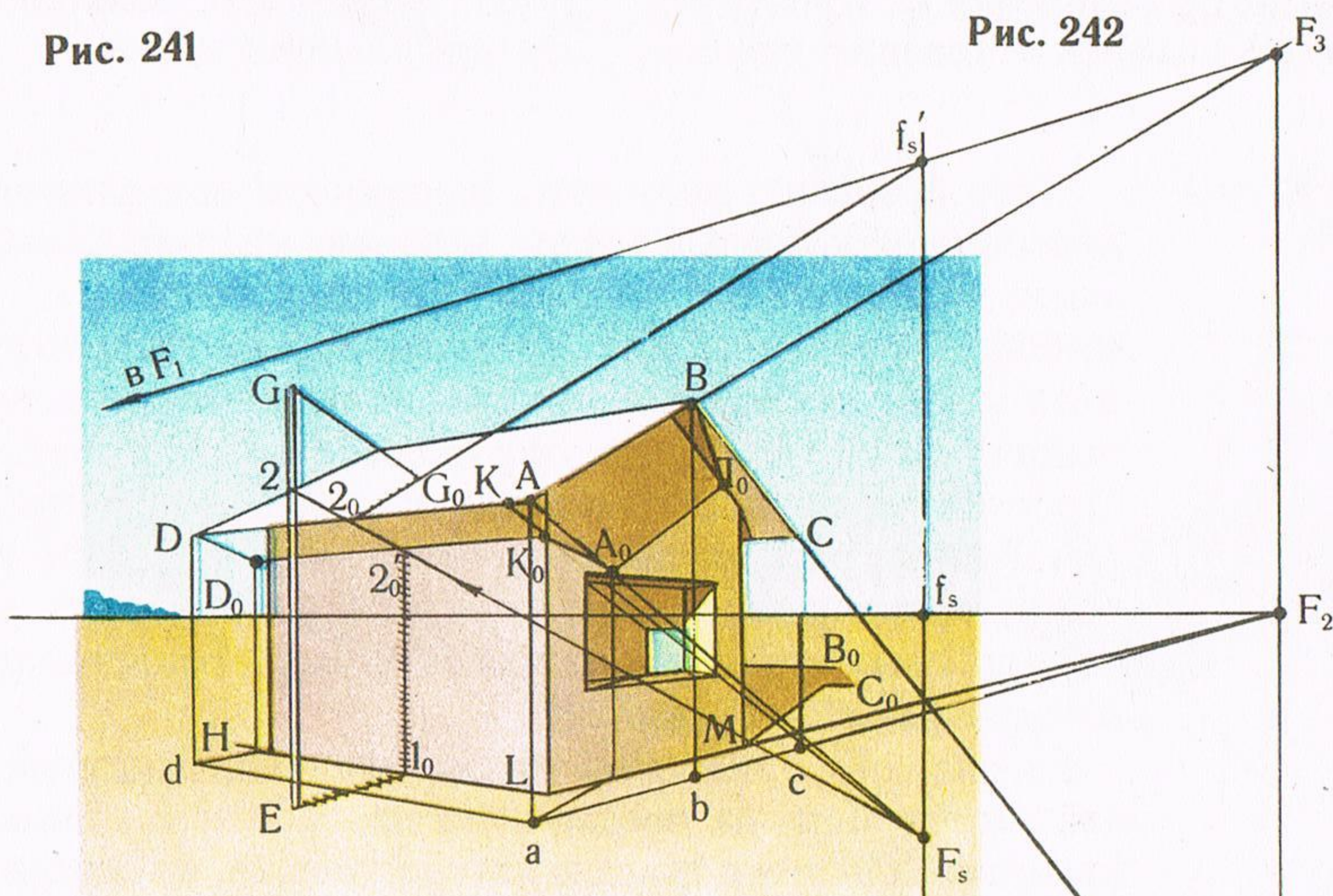


Рис. 243

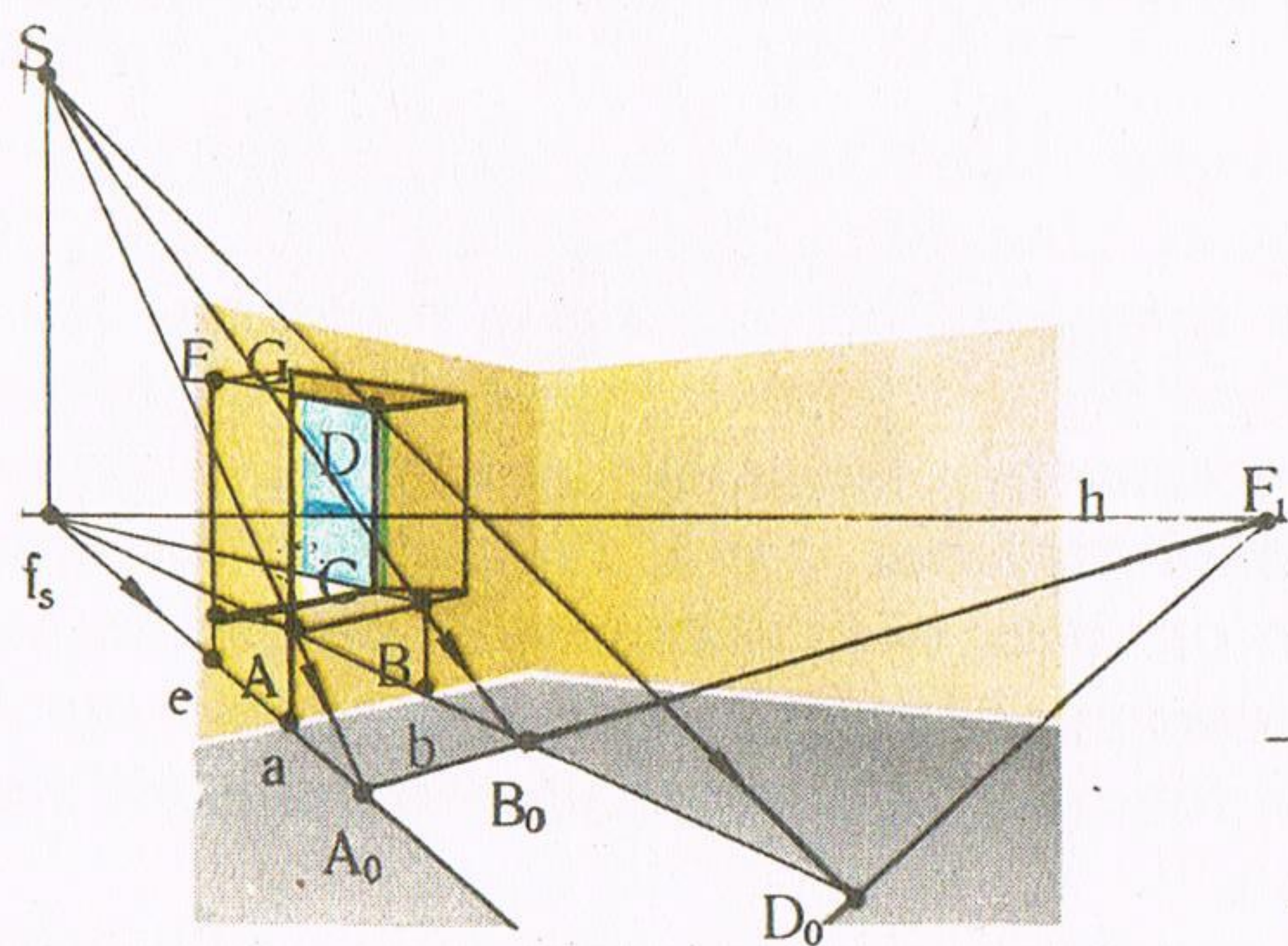


Рис. 244

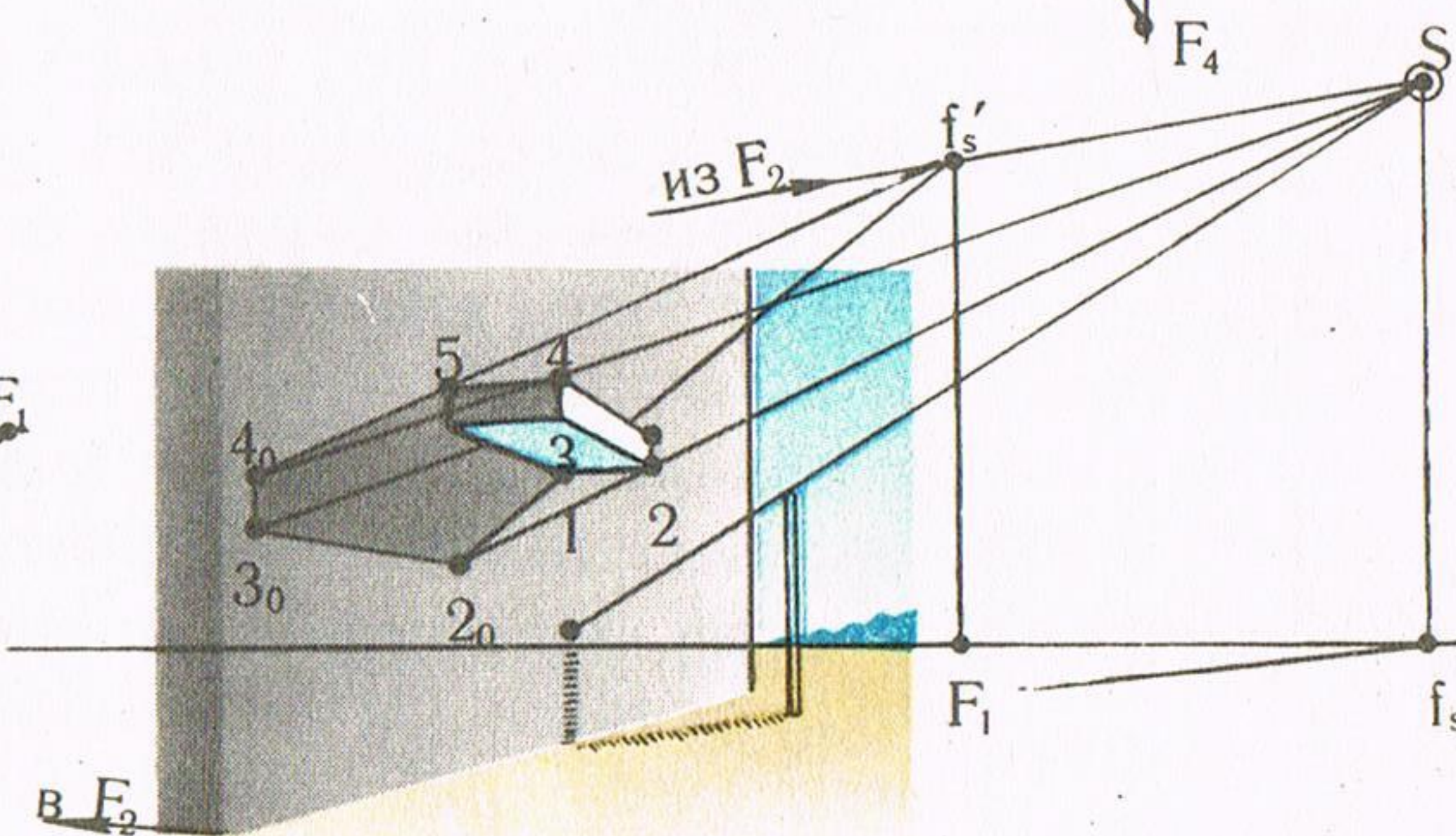


Рис. 245

ПРИМЕР 56.8.

Построить падающую тень от прямоугольной призмы, стоящей на наклонной плоскости Q . Источник света задан точками схода перспектив лучей F_s и их проекций f_s (рис. 246).

Решение. Находим линию схода Q_h плоскости Q и точку схода F_4 для перпендикуляров к ней (см. §47).

Определим точку схода перспектив проекций лучей на наклонную плоскость для перпендикуляров. Она находится в пересечении линии схода лучевой плоскости F_4F_s с линией схода Q_h — в точке f'_s . Проведя из точки f'_s касательные к основанию призмы,

получим контур собственной тени $ABCDE$.

Построим падающую тень от призмы. Тени от прямых AB и DE направлены в точку схода f'_s перспектив проекций лучей и закончатся соответственно в точках B_0 и D_0 . Тень от отрезка BC , параллельного плоскости, пройдет в точку схода F_3 и закончится в точке C_0 , а из точки C_0 — в точку схода F_1 параллельно DC и закончится в точке D_0 .

Падающую тень можно построить и без помощи точек схода F_1 и F_3 . Для этого нужно определить тень GC_0 от ребра GC прямоугольной призмы.

§57. ПЕРСПЕКТИВА ТЕНИ ТЕЛА ВРАЩЕНИЯ

Тело вращения получается вращением прямолинейной или криволинейной образующей вокруг неподвижной оси. Каждая точка образующей в этом случае описывает окружность, плоскость которой перпендикулярна к оси тела. Построив перспективы окружностей и проводя к ним огибающую кривую, мы получали перспективу тела вращения (см. §37). Эти же окружности можно использовать и для построения перспектив собственных и падающих теней для тел вращения. Вначале рассмотрим построение падающих теней от окружностей.

Падающую тень от окружности можно построить различными способами. Рассмотрим два из них: с помощью описанного квадрата и по сопряженным диаметрам.

На рис. 247, а показано построение тени, падающей от горизонтальной окружности на предметную плоскость, с помощью описанного квадрата. Для этого вначале находят тень O_0 от центра O , а затем строят тень от диагоналей и сторон квадрата. В построенную тень от описанного квадрата и вписывают тень от окружности в виде эллипса. На рис. 247, б показано построение тени, падающей от вертикальной окружности на предметную плоскость, также с помощью описанного квадрата.

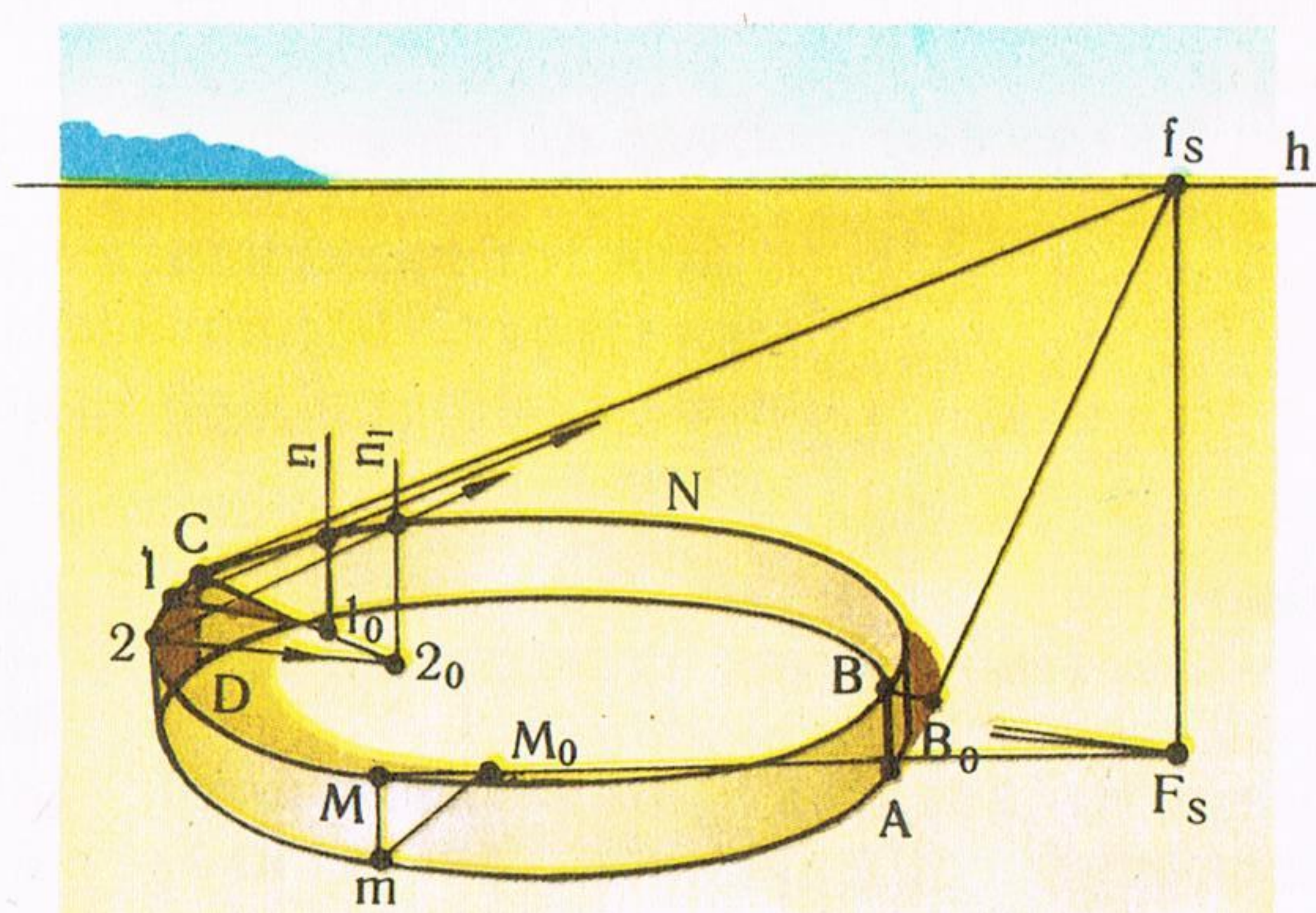
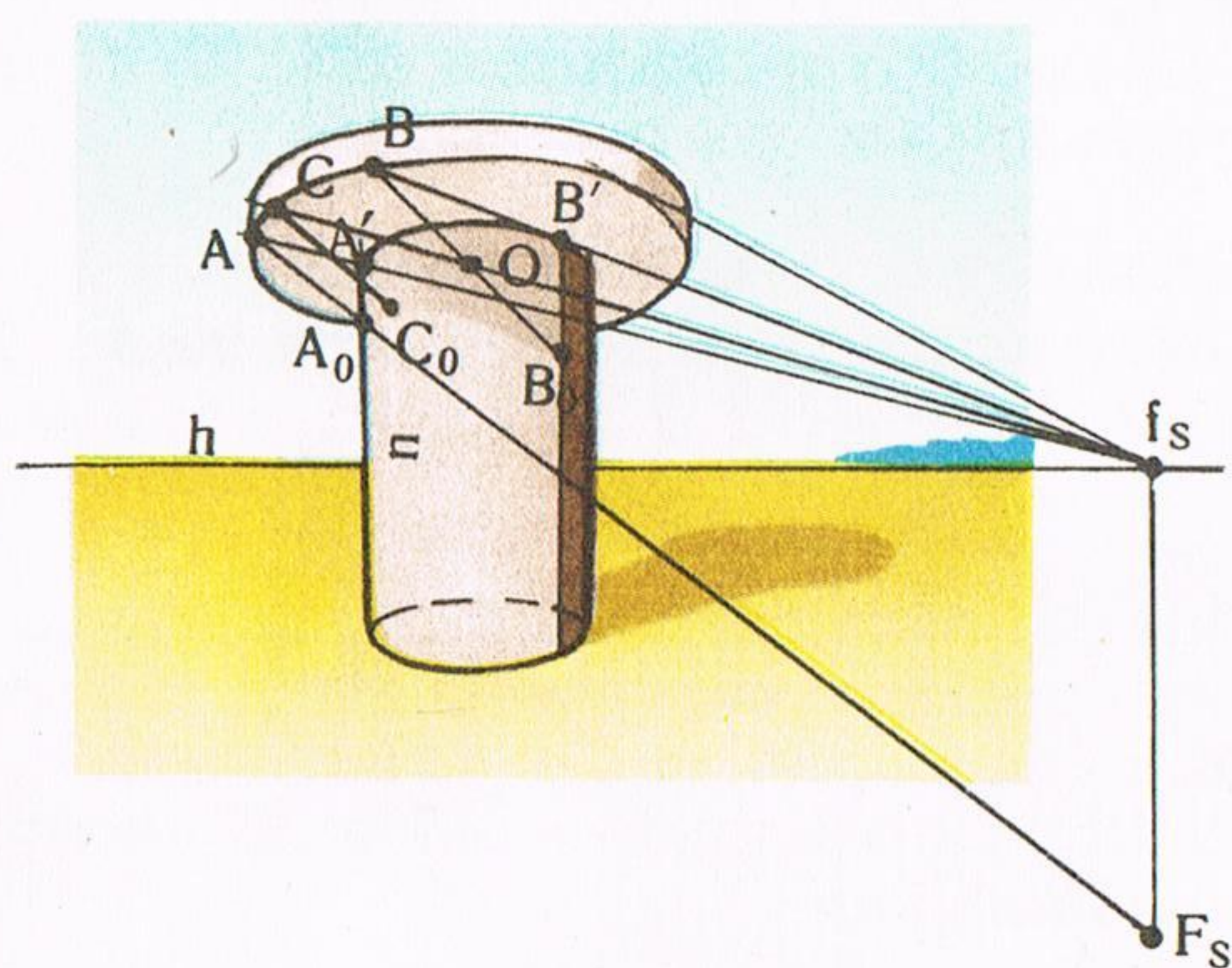
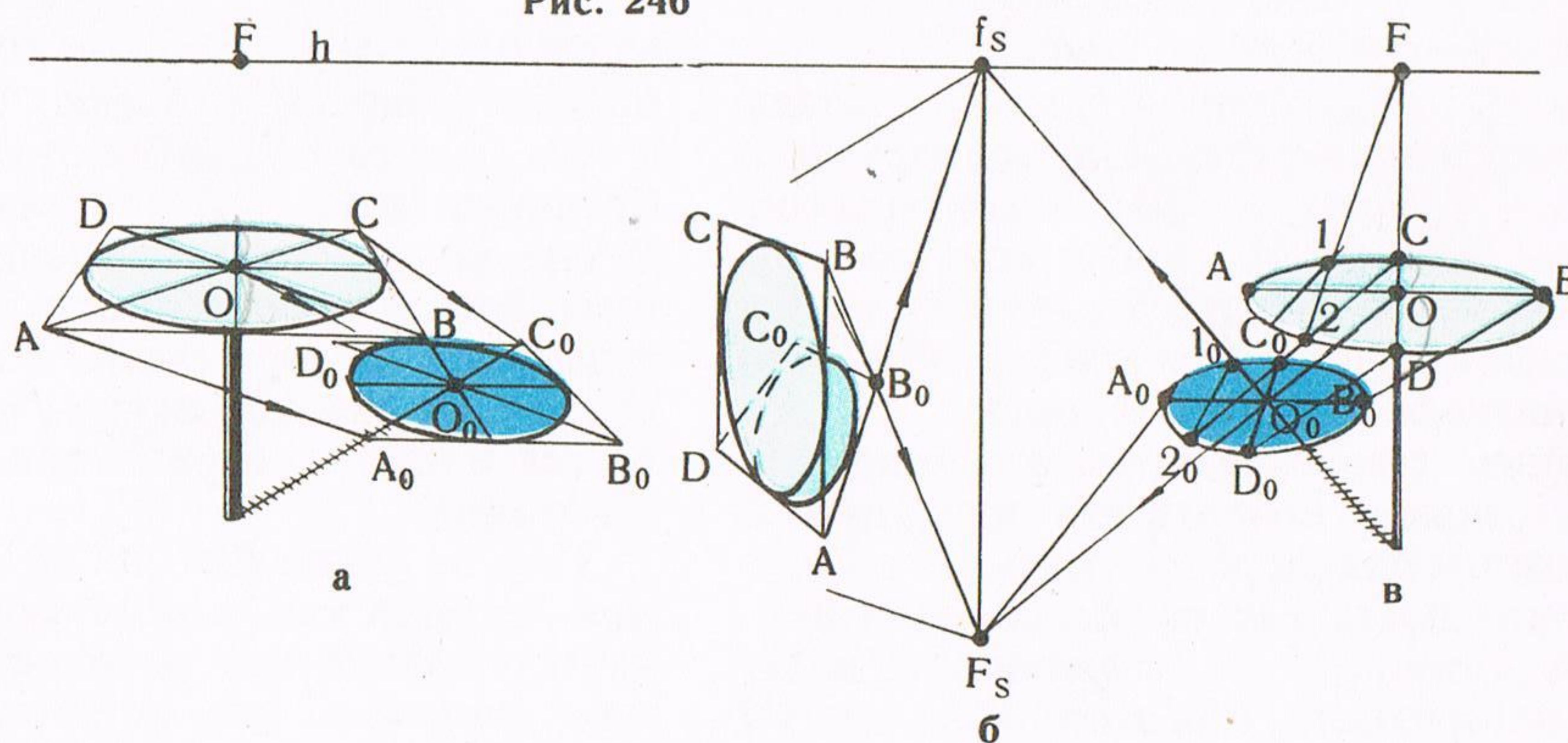
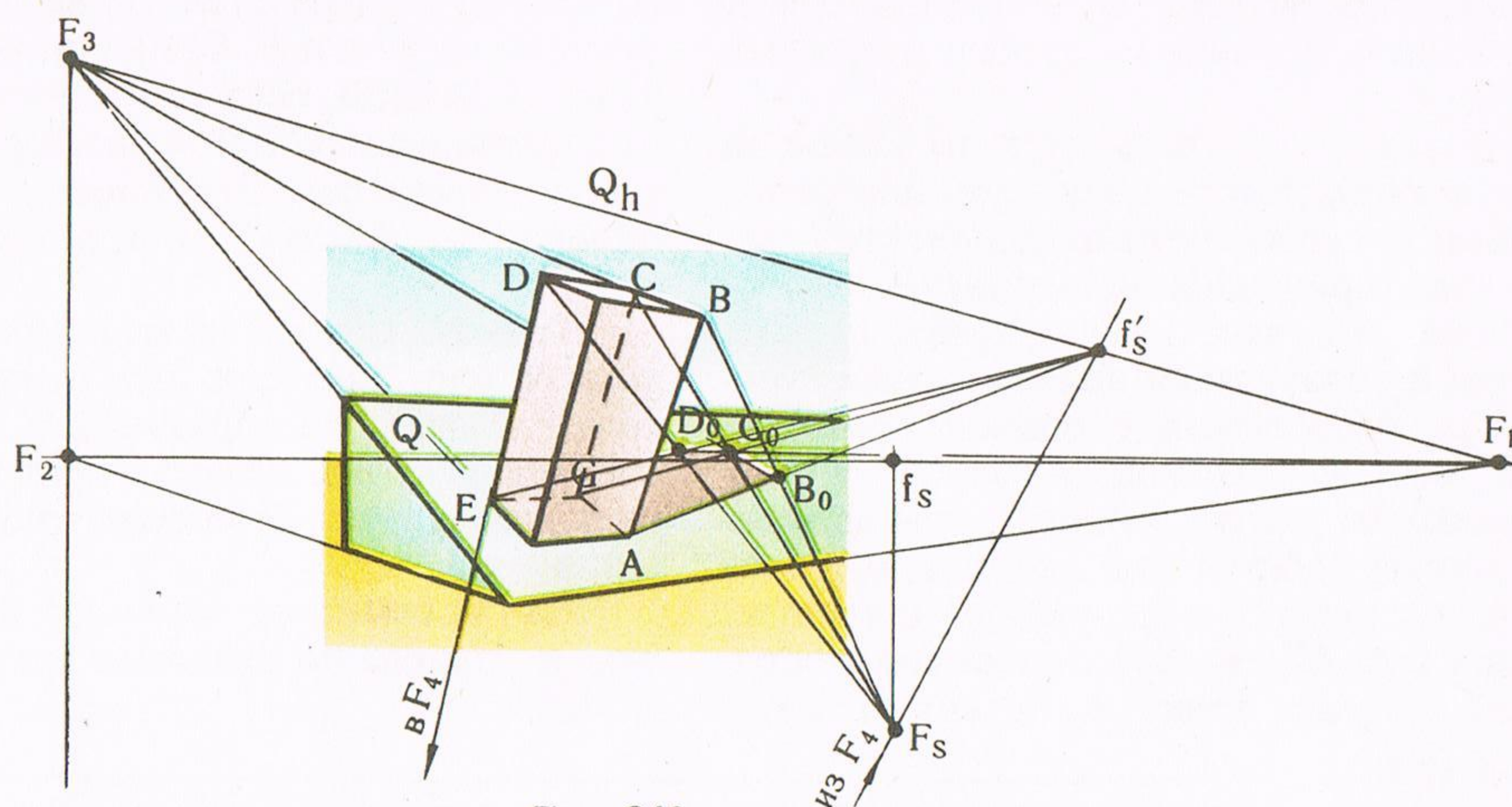
Чтобы тень от горизонтальной окружности, падающую на предметную плоскость, построить по сопряженным диаметрам (рис. 247, в), на перспективе окружности проводят сопряженные диаметры AB и CD . Находят тень O_0 от центра окружности O . Через точку O_0 проводят направления теней сопряженных диаметров, на которых находят тени A_0 , B_0 , C_0 и D_0 . Дополнительные точки, принадлежащие тени окружности, можно получить от точек окружности, расположенных на прямых, параллельных сопряженным диаметрам. Так найдены тени 1_0 и 2_0 от точек 1 и 2 . По этим точкам и прорисовывают падающую тень от окружности в виде эллипса.

Рассмотрим построение перспектив теней тел вращения на примерах.

ПРИМЕР 57.1.

Построить тени цилиндра, накрытого круглой плитой. Источник света задан точками

схода перспектив лучей F_s и их проекций f_s (рис. 248).



Решение. Собственную тень на цилиндре и плите найдем, проведя касательные лучевые плоскости.

Построим тень, падающую от плиты на боковую поверхность цилиндра. Для этого способом секущих лучевых плоскостей найдем точки, принадлежащие контуру падающей тени. Так, чтобы найти точку тени на очерковой образующей цилиндра, через точку A' ее пересечения с плитой проведем след Af_s вспомогательной лучевой плоскости по основанию плиты. Точка A , принадлежащая контуру собственной тени плиты, и даст тень на очерковую образующую цилиндра. Проведя луч AF_s , в пересечении его с образующей получим точку A_0 — тень от точки

ПРИМЕР 57.2.

Построить тени полого цилиндра, стоящего на предметной плоскости (рис. 249).

Решение. Проведя следы Af_s и Df_s касательных лучевых плоскостей, получим наружный $ABNCD$ и внутренний $ABMCD$ контуры собственной тени. От наружного контура падающая тень попадет на предметную плоскость, а от кривой внутреннего контура BMC — на внутреннюю поверхность цилиндра.

Найдем тень, падающую от линии BMC на внутреннюю поверхность цилиндра. В этом низком цилиндре тень упадет и на боковую поверхность и на его основание (дно). Сначала построим тень от линии BMC на боковой поверхности. Для этого через точку 1 линии BMC проведем вспомогательную секущую лучевую плоскость со следом $1f_s$ по верхнему основанию цилиндра. Лучевая плоскость рассекает цилиндр по образующей

A . Так же найдена и тень B_0 на теневой образующей от точки B . Самую высокую точку тени C_0 найдем, если через центр O основания цилиндра и плиты проведем след Of_s лучевой плоскости. Эта плоскость рассекает цилиндр по образующей n , а плиту — в точке C .

Точка C , принадлежащая контуру собственной тени плиты, и даст самую высокую точку тени C_0 на образующей n . Соединив найденные точки плавной кривой, получим тень, падающую от плиты на поверхность цилиндра.

На предметной плоскости падающая тень построена по правилам, изложенным в §54, 55.

n . Проведя луч $1F_s$, в пересечении с образующей n получим тень 1_0 от точки 1 на боковой поверхности цилиндра. Так же найдем и тень 2_0 от точки 2 на боковую поверхность. Соединив точки $C1_02_0$ плавной кривой, получим контур тени, падающей на внутреннюю боковую поверхность цилиндра. Эта тень на линии пересечения боковой поверхности с нижним основанием (дном) изламывается и идет по горизонтальной плоскости основания.

Тень от линии BMC на плоскость основания строится как тень от части окружности на горизонтальную плоскость или по точкам, например, тень от точки M найдена в точке M_0 как тень от вертикальной прямой Mm на горизонтальной плоскости.

Построим тень от линии $ABNCD$, падающую на предметную плоскость.

Для тел с наклонными гранями и образующими (пирамида, конус) тени строят в обратной последовательности: сначала контур падающей тени от наклонных ребер или образующих, а затем — контур собственной тени.

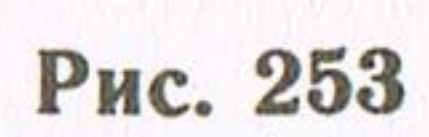
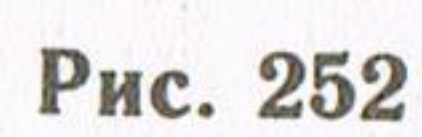
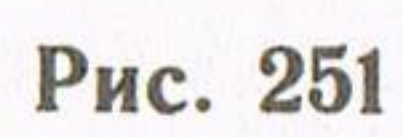
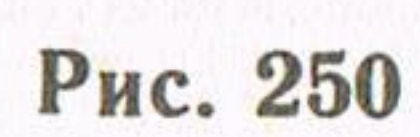
ПРИМЕР 57.3.

Построить тени конуса, стоящего на предметной плоскости (рис. 250).

Решение. Найдем тень S_0 от вершины конуса на предметную плоскость. Проведя из S_0

касательные к основанию конуса, получим контур падающей тени и точки A и B , принадлежащие образующим AS и BS контура собственной тени.

Заметим, что освещенная боковая поверхность конуса с основанием на горизонтальной плоскости всегда больше половины и тем больше, чем больше угол наклона солнечных лучей и чем меньше угол наклона



образующих. При угле наклона солнечных лучей, большем угла наклона образующих конуса, вся его боковая поверхность будет освещена.

ПРИМЕР 57.4.

Построить тени конуса, обращенного вершиной вниз (рис. 251).

Задачу можно решить, построив падающую тень, а затем и контур собственной тени методом обратных лучей (см. § 55). Но для последующих построений теней полого конуса решим эту задачу несколько иным путем.

Решение. Спроецируем вершину S конуса по направлению луча $F_s S$ на плоскость его ос-

нования в точку S_1 . Проведя из точки S_1 к основанию конуса касательные $S_1 A$ и $S_1 B$, получим точки A и B , принадлежащие теневым образующим AS и BS конуса (см. пример 57.3, если конус повернуть вершиной вниз). Точка S_1 обладает тем свойством, что любая проведенная через нее и точку S секущая лучевая плоскость рассекает конус по образующим. Построим падающую тень на предметную плоскость.

Отметим, что на конусе, обращенном вершиной вниз, освещенная часть боковой поверхности всегда будет меньше половины и тем меньше, чем больше угол наклона солнечных лучей. При угле наклона солнечных лучей, большем угла наклона образующих, вся боковая поверхность будет в тени.

ПРИМЕР 57.5.

Построить тени конического ведра, стоящего на предметной плоскости (рис. 252).

Решение. Построим вершину S конического ведра и спроецируем ее на плоскость верхнего основания в точку S_1 . Проведя следы $S_1 A$ и $S_1 B$ лучевых плоскостей, касательных к верхнему основанию конуса, получим точки A и B , принадлежащие образующим AS и BS контура собственной тени (см. рис. 251).

Построим тень от кривой AMB , падающую на внутреннюю поверхность конуса. Для этого из точки S_1 проведем следы $S_1 C$ и $S_1 D$ секущих лучевых плоскостей. Эти лучевые плоскости пересекут конус по образующим $1S$ и $2S$. Проведя из точек C и D лучи CF_s и DF_s , в пересечении с образующими

$1S$ и $2S$ получим тени C_0 и D_0 от точек C и D . Соединив точки B , C_0 и D_0 плавной кривой, получим линию контура падающей тени на внутреннюю поверхность ведра.

Если проекцию S_1 вершины на верхнее основание конуса при низком положении солнца найти невозможно или она далеко выходит за пределы листа, следует найти проекцию S_2 на нижнее основание. Тогда следы секущих лучевых плоскостей нужно проводить по нижнему основанию, получая образующие сечения и точки на верхнем основании, от которых и строить падающие тени.

Построение падающей тени на предметную плоскость понятно из рисунка.

ПРИМЕР 57.6.

Построить тени шара, расположенного на предметной плоскости (рис. 253).

Решение. Построим на шаре перспективу горизонтальных сечений с центрами O^2 , O^3 и O^4 .

Найдем контур теней. Проведя лучи $F_s 1$ и $F_s 5$, касательные к очерковой линии шара, получим точки 1 и 5 , принадлежащие контуру собственной тени. Точки 3 и 7 можно получить как от описанного касательного цилиндра, коснувшись экваториального сечения с центром O^3 проекциями лучей $f_s 3$ и $f_s 7$, а точки 2 , 4 , 6 и 8 — как от описанных

касательных конусов с центрами оснований O^2 и O^4 (см. § 55). Соединив точки плавной кривой, получим видимые и невидимые линии контура собственной тени.

Контур собственной тени можно построить и методом обратных лучей. Для этого сначала нужно построить тени, падающие от горизонтальных сечений на предметную плоскость (или на любую другую как экран), и провести к ним огибающую касательную кривую контура падающей тени шара. Проведя через точки касания 2_0 , 3_0 , 4_0 , ... обратные лучи $F_s 2_0$, $F_s 3_0$, ..., по-

лучим на соответствующих сечениях точки 2, 3, 4, 6, 7, 8.

Таким образом, решая задачу методом обратных лучей, можно одновременно находить контуры как падающей, так и собственной тени.

ПРИМЕР 57.7.

Построить тени вазы (рис. 254).

Решение. Ваза представляет собой две основные части: усеченный конус — горловину и поверхность с криволинейной образующей — корпус вазы. При построении теней используем различные способы.

Построим тени горловины. Для этого на предметной плоскости найдем падающие тени с центрами O_0^1 и O_0^2 от окружностей горизонтальных сечений с центрами O^1 и O^2 . Проведя касательные 1_03_0 и 8_09_0 , получим падающую тень от горловины. Обратными лучами F_s1_0 , F_s3_0 и F_s8_0 определим точки 1, 3 и 8, принадлежащие контуру собственной тени.

Построим тени корпуса вазы. Проведя луч F_s4 , касательный к очерковой кривой корпуса, получим точку 4, принадлежащую линии контура собственной тени. Другие точки контура собственной тени найдем способом обратных лучей. Для этого построим падающие тени с центрами O_0^4 , O_0^5 и O_0^6 от окружностей горизонтальных сечений с центрами O^4 , O^5 , O^6 и проведем к ним огибающую кривую $4_05_06_07$ контура падающей тени. Проведя обратные лучи F_s5_0 и F_s6_0 , на соответствующих сечениях корпуса получим точки 5 и 6. Соединив точки 4, 5, 6, 7 плавной кривой, получим контур собственной тени.

ПРИМЕР 57.8.

Построить тени полого цилиндра и тень, падающую от вертикального столба на его поверхность (рис. 255).

Решение. Построим контур собственной тени. Для этого найдем точку схода F_s' проекций лучей на вертикальную плоскость основания цилиндра. Точка схода F_s' является прямоугольной проекцией точки схода лучей F_s на линию схода F_1n плоскости основания. Поэтому для ее нахождения спроецируем точку схода лучей F_s из точки схода F_2 на линию схода F_1n вертикальной плоскости основания в точку F_s' . Проведя касательные $F_s'1$ и $F_s'5$ к основанию цилиндра,

Самое светлое пятно — блик — будет находиться на меридиональном лучевом сечении. Поэтому, построив отрезок ab кривой меридионального сечения, в пересечении с ним луча F_sO^3 получим точку C — центр блика.

Отметим, что точку 5 можно получить и как точку, находящуюся на основании описанного цилиндра, коснувшись экваториального сечения проекцией луча f_s5 , а точки 6 и 7 — с помощью описанных касательных конусов с центрами оснований O^6 и O^7 (см., например, точку 7).

Построим тень, падающую от отрезка 1 — 3 контура собственной тени горловины на поверхность корпуса вазы. Для этого на освещенной части корпуса выше точки 4 построим горизонтальное сечение с центром O^3 и найдем падающую от него тень с центром O_0^3 на предметной плоскости. В пересечении падающей тени 1_03_0 с тенью окружности получим точку $2_0'$. Проведя обратный луч F_s2_0' , в пересечении с линией горизонтального сечения получим тень 2_0 от точки 2. Так же можно определить и тени от других точек.

Соединив точки 3, 2_0 , ... плавной кривой, получим тень, падающую от линии 1 — 3 на поверхность корпуса вазы. Тень, падающая на внутреннюю поверхность горловины, построена по правилам, изложенным ранее (см. рис. 252).

Самая освещенная часть поверхности вазы — блик — располагается на линии $abcde$ осевого лучевого сечения.

получим точки 1 и 5, которые и принадлежат образующим контура собственной тени.

Контур тени, падающей на внутреннюю поверхность цилиндра, построим методом секущих лучевых плоскостей. Проведем секущие лучевые плоскости $F_s'2$, $F_s'3$, $F_s'4$. Они пересекут цилиндр по образующим 2_1 и 2 , 3_1 и 3 , 4_1 и 4 . Проведя лучи $2F_s$, $3F_s$ и $4F_s$, в пересечении с соответствующими образующими 2_1 , 3_1 , 4_1 получим падающие тени 2_0 , 3_0 , 4_0 от точек 2, 3, 4. Соединив точки 1, 2_0 , 3_0 , 4_0 и 5 плавной кривой, получим контур падающей тени на внутреннюю поверхность цилиндра.

Тень от вертикального столба AB , падающая на поверхность цилиндра, является

линией $c_0 d_0 e_0 b_0$ сечения цилиндра лучевой плоскостью $ABf_s F_s$ (см. рис. 242).

На рис. 256 показана тень, падающая от забора на цилиндрическую поверхность.

ПРИМЕР 57.9.

Построить тень, падающую от конуса на поверхность цилиндра (рис. 257).

Решение. Построим контур ASB собственной тени конуса и тень $AS_0 B$, падающую на предметную плоскость.

Тень от вершины конуса S , падающую на поверхность цилиндра, найдем в точке S_0 на линии сечения его лучевой плоскостью $SsF_s f_s$. От наклонных образующих AS и BS тень, падающую на поверхность цилиндра, построим методом обратных лучей. Для

этого возьмем, например, образующую C на цилиндре и найдем тень C_0 , падающую от нее на предметную плоскость. Тень C_0 образующей C пересекает тени AS_0 и BS_0 в точках $1'_0$ и $3'_0$. Проведя обратные лучи $F_s 1'_0$ и $F_s 3'_0$, получим на образующей C тени 1_0 и 3_0 от точек 1 и 3 контура собственной тени конуса и т. д. Соединив точки $m1_0 S_0$ и $n3_0 S_0$ плавными кривыми, получим контур тени, падающей от конуса на поверхность цилиндра.

§58. ПОСТРОЕНИЕ ТЕНЕЙ В НИШАХ И АРКАХ

В нишах и арках падающую тень строят от ребер пят и кривых свода. Точки падающей тени от кривой свода находят, проводя через проекцию луча (точку схода) и точки свода лучевые секущие плоскости.

ПРИМЕР 58.1.

Построить тень в прямоугольной нише фронтального положения с цилиндрическим сводом (рис. 258).

Решение. При заданном положении солнца падающую тень дает вертикальная линия AB и часть наружного свода — кривая BD . Чтобы найти точку D как точку светотеневого раздела, нужно провести лучевую плоскость, касательную к поверхности цилиндрического свода. Следом этой плоскости будет проекция луча на фронтальную плоскость стены, параллельная PF_s . Коснувшись свода проекцией луча, получим точку D .

Построим контур падающей тени. Вертикальная прямая AB на горизонтальную и параллельную ей плоскость ниши дает тень AB_0 . Тень от полуциркульной кривой на параллельную ей плоскость ниши параллельна самой кривой. Поэтому найдем тень O_0 от центра кривой O с помощью его горизон-

тальной проекции o на плоскость ниши и, описав из точки O_0 дугу радиусом $O_0 B_0$, получим тень $B_0 C_0$ на плоскости ниши. Если теперь проведем обратный луч $F_s C_0$, в пересечении его с кривой получим точку C , а следовательно и участок дуги BC , который дает тень $B_0 C_0$.

Чтобы найти падающую тень от участка CD кривой, применим способ секущих лучевых плоскостей, проходящих через точки цилиндрического свода. Так, если через точку E проведем секущую плоскость, параллельную проекции луча на фронтальную плоскость, она рассекает свод по прямой $E_1 P$. Пересечение луча EF_s с $E_1 P$ и даст точку E_0 — тень от точки E на поверхность свода. Так же найдена и тень G_0 от точки G . Соединив точки $C_0 G_0 E_0 D$ плавной кривой, получим контур тени, падающей от кривой CD на поверхность свода.

ПРИМЕР 58.2.

Построить тени фронтальной арки. Солнце находится в предметном пространстве (рис. 259). Задача сводится к определению контура светового пятна в арочном проеме.

Решение. Контур светового пятна дает линия $ABCGED$. Точку D как точку светотене-

вого раздела находим, проводя параллельно SP след Q лучевой плоскости, касательной к цилиндрической поверхности свода.

Построим контур светового пятна. Ребро AB дает тень AB_0 на предметную плоскость. Сюда же падает тень и от кривой BK .

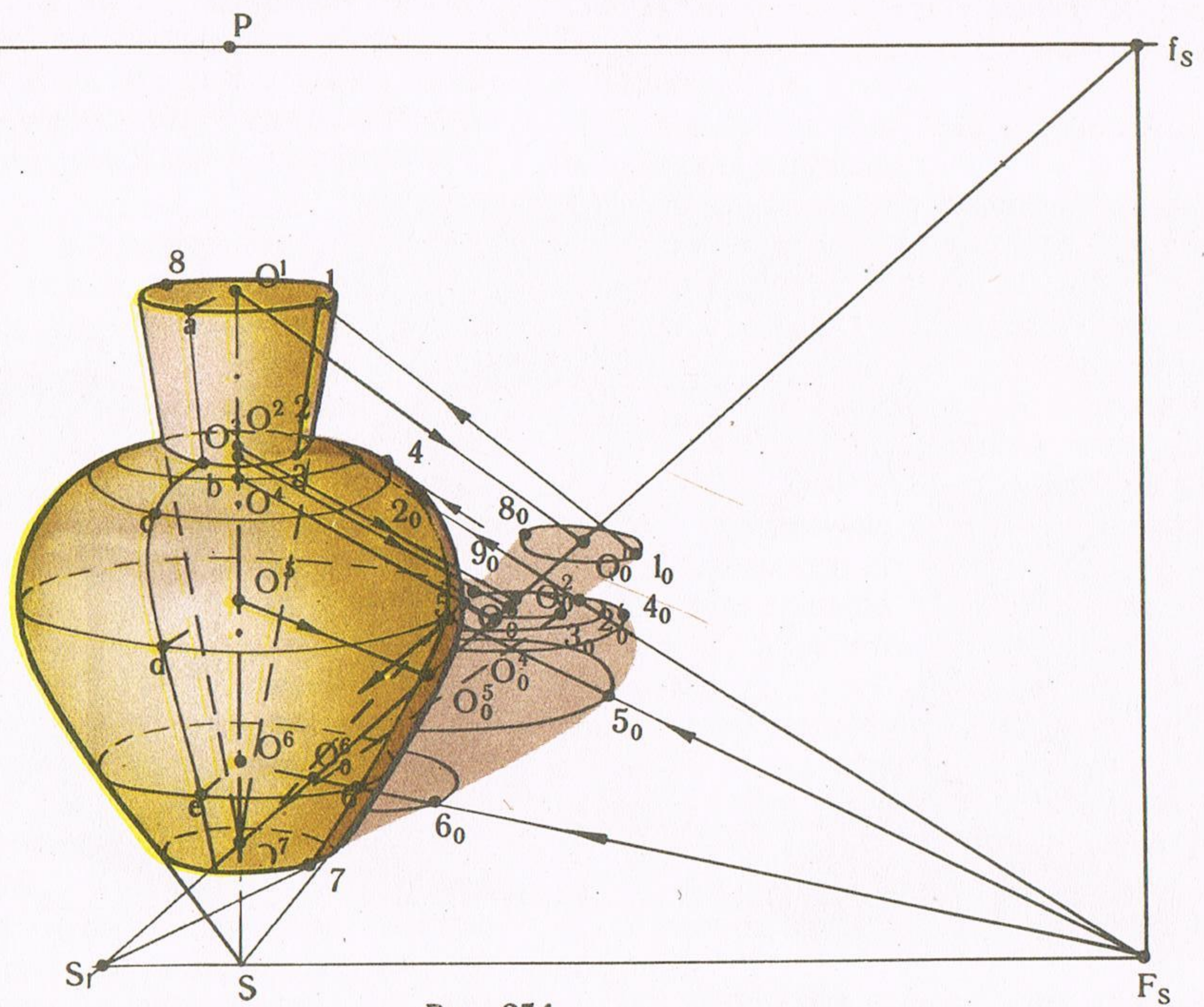


Рис. 254

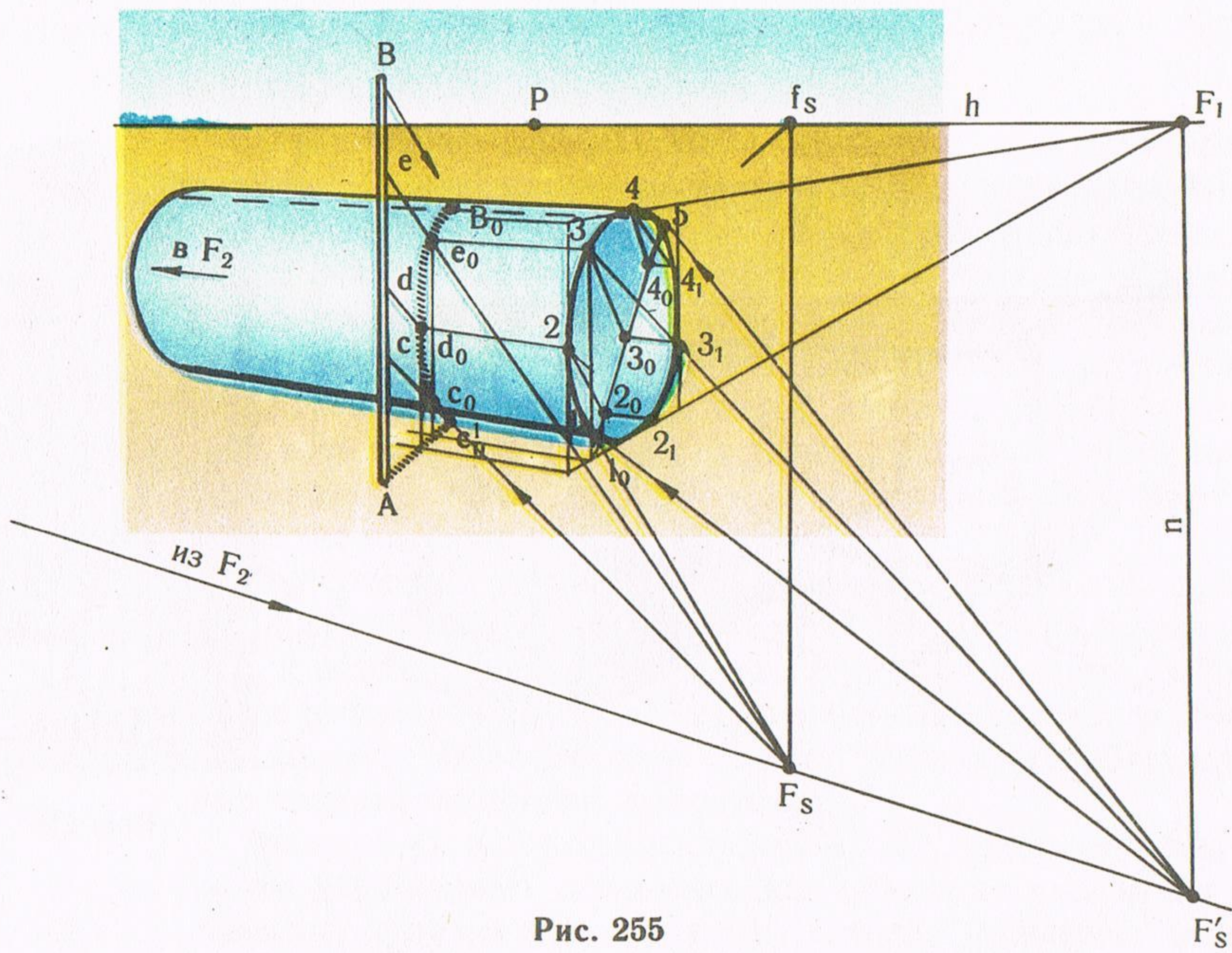


Рис. 255

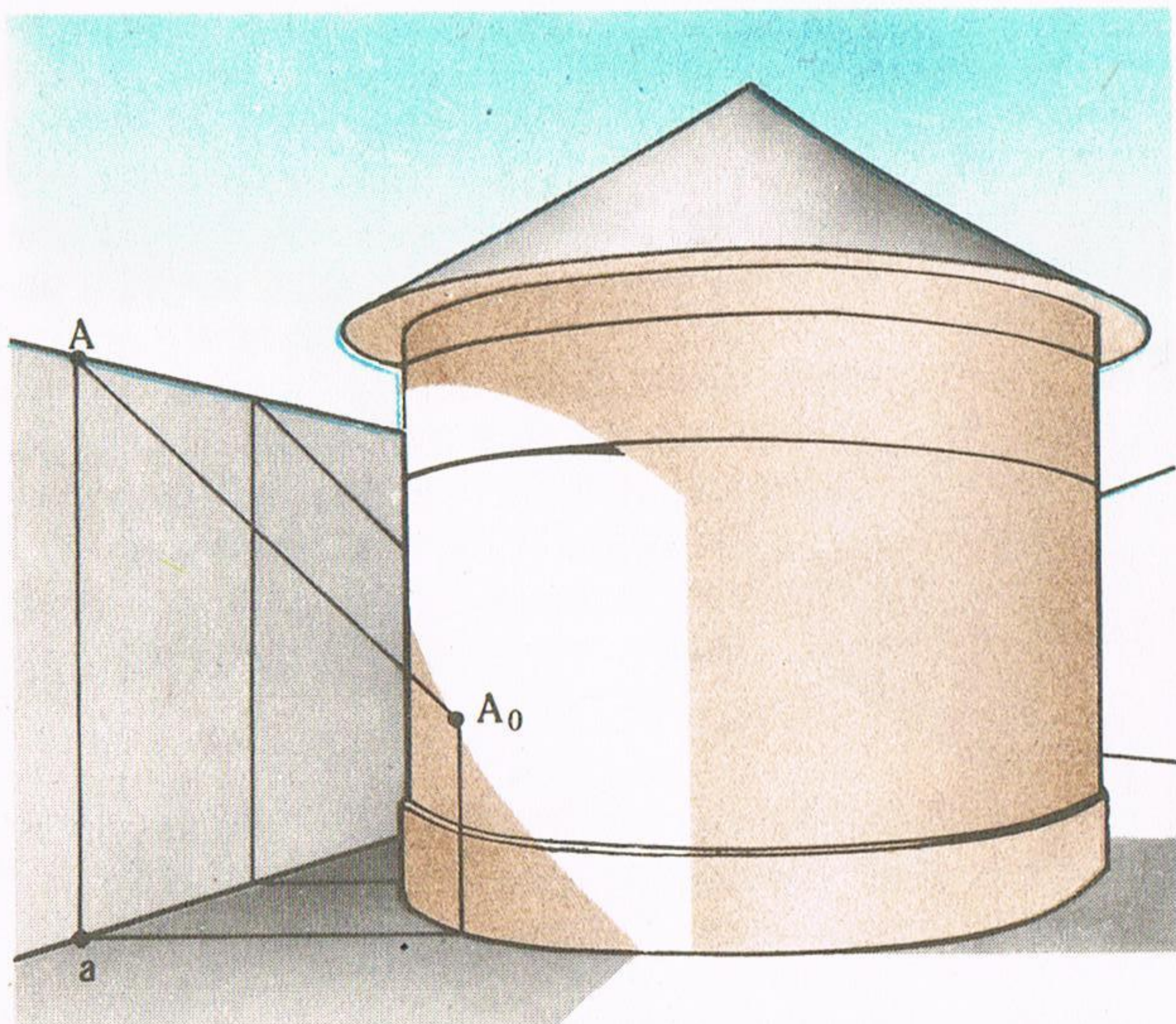


Рис. 256

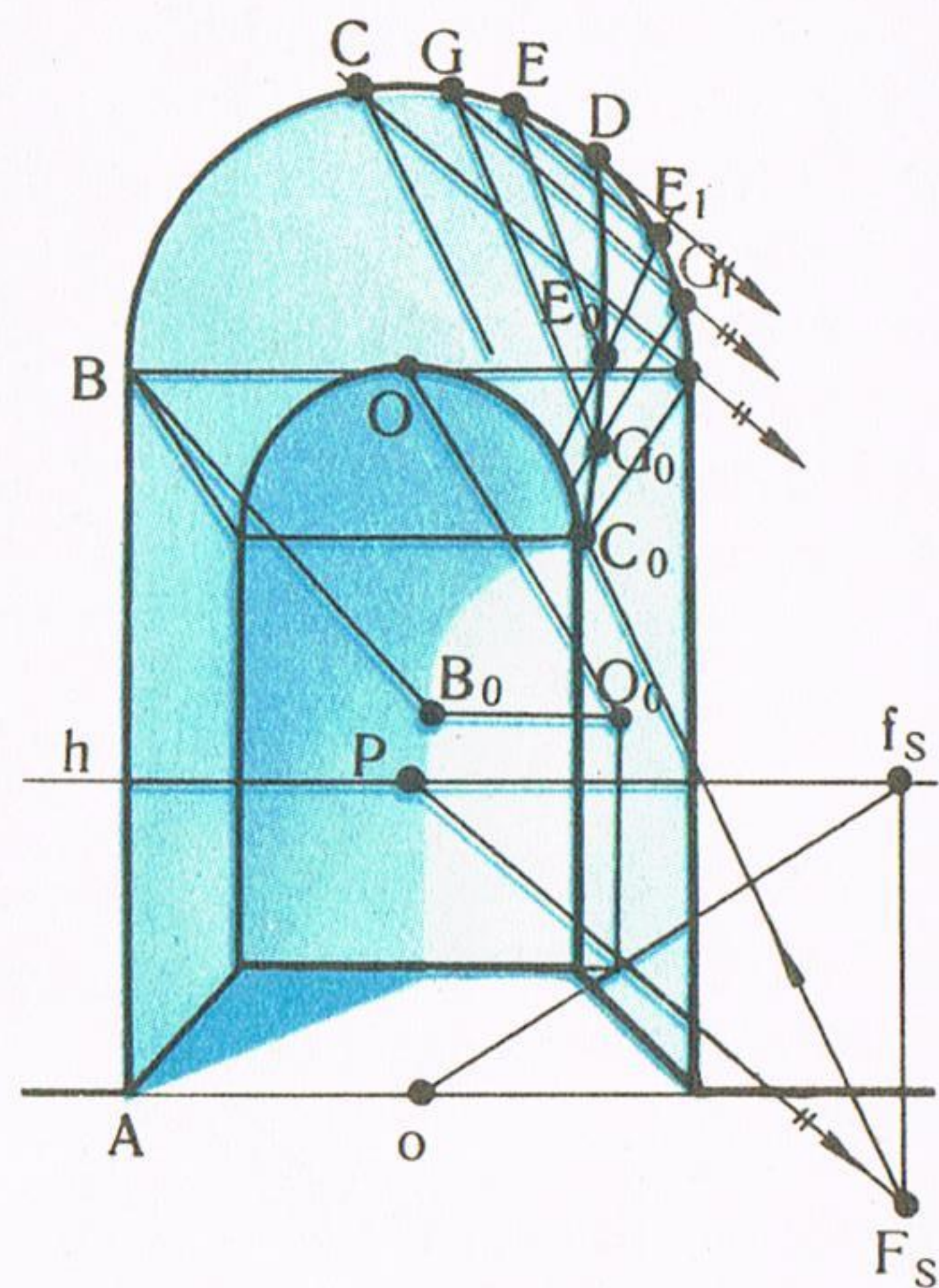


Рис. 258

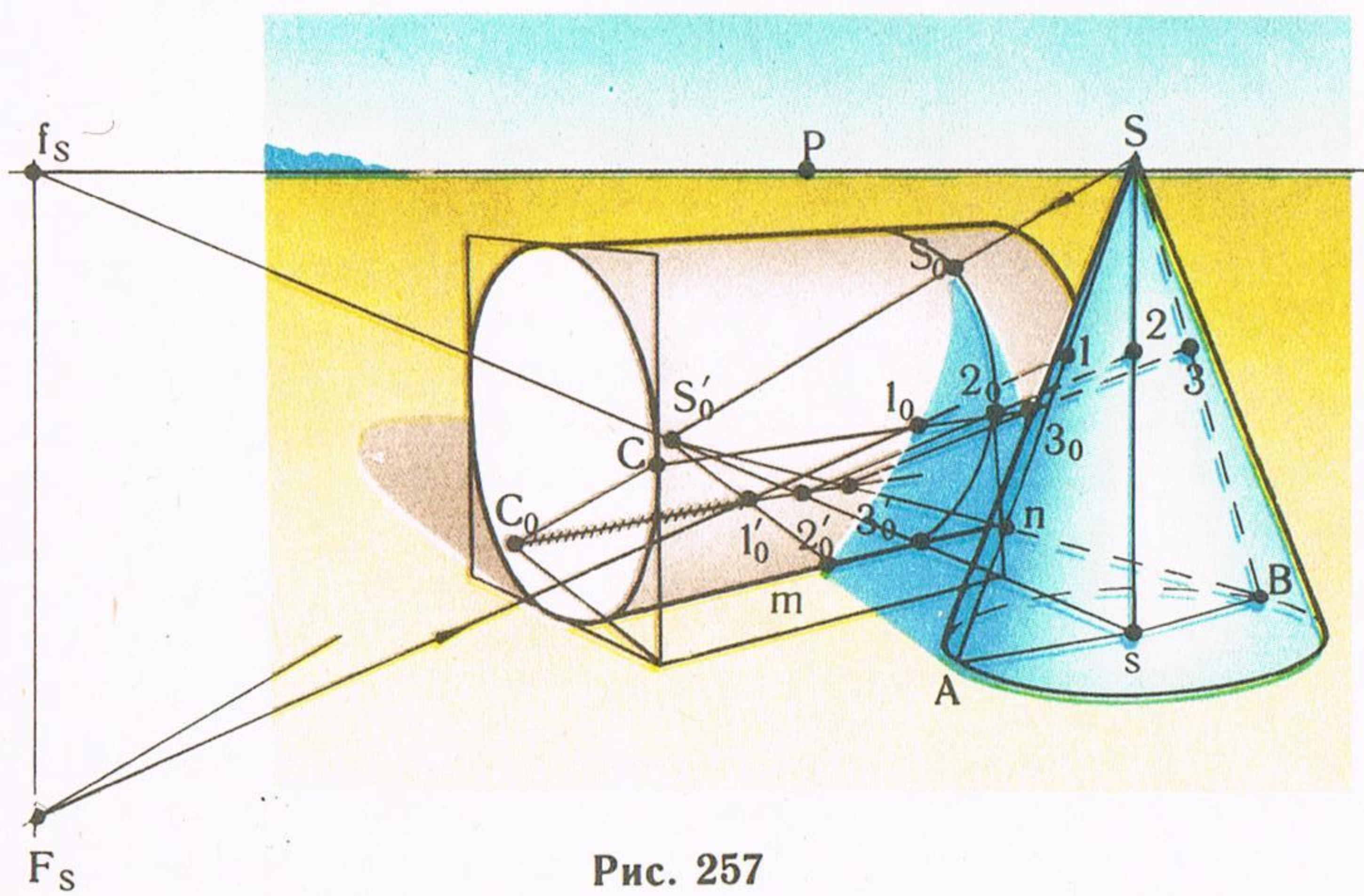


Рис. 257

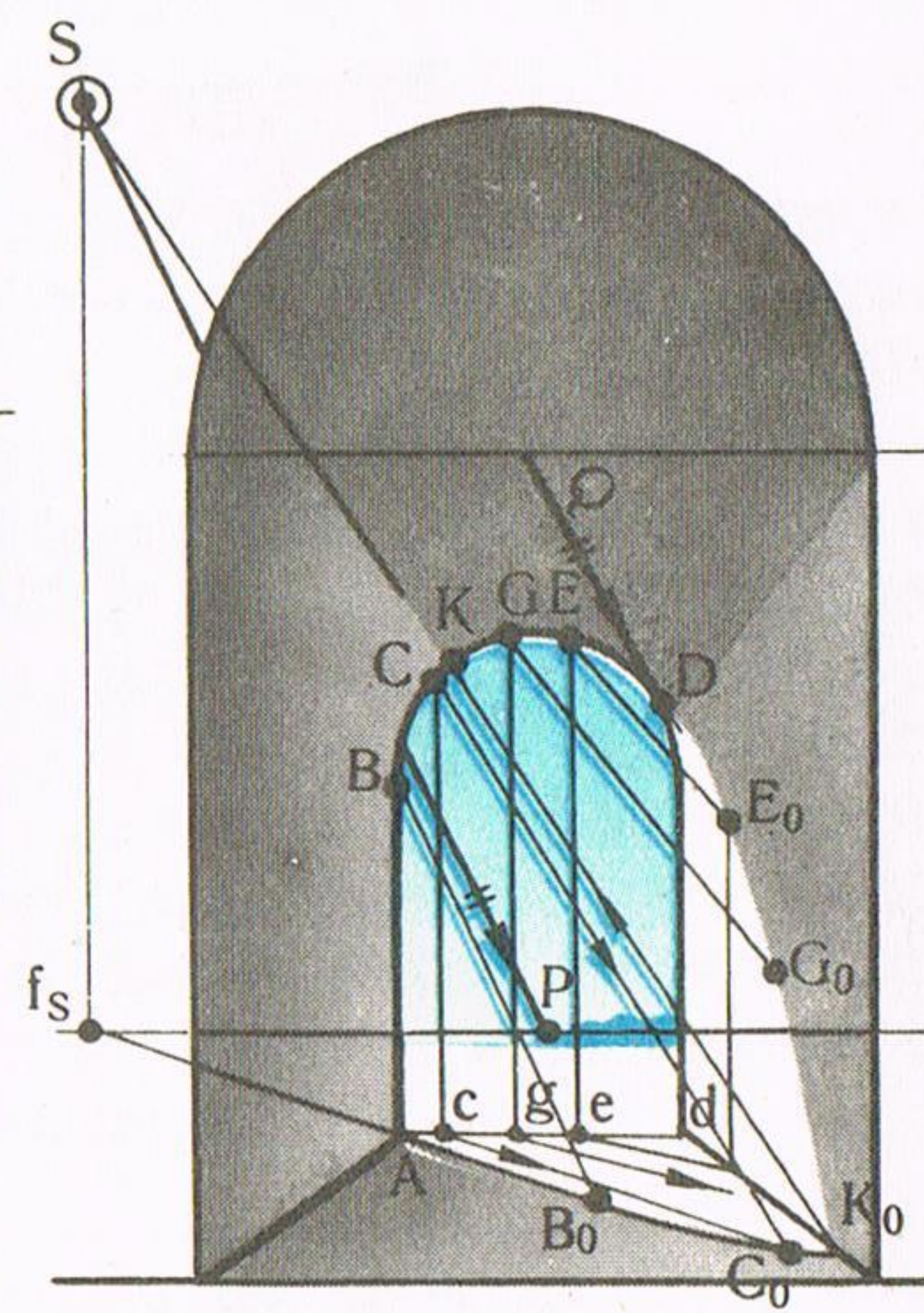


Рис. 259

Тени от точек C, G, E, \dots находим с помощью их проекций на предметную плоскость (см. §54). Соединив точки B_0, C_0, K_0 плавной кривой, получим контур светового пятна на предметной плоскости. Плавная кривая.

ПРИМЕР 58.3.

Построить тень в полуциркульной арке, расположенной под углом к картине (рис. 260).

Решение. При заданном положении солнца контур падающей тени дает вертикальное ребро AB и часть BD наружной кривой арки. Для нахождения точки D нужно определить точку схода F'_s проекций лучей на вертикальную плоскость стены. Поскольку точка F'_s есть прямоугольная проекция точки схода лучей F_s на линию схода F_1n стены, снесем из точки схода F_2 точку F_s на линию схода F_1n . Получим точку схода F'_s проекций лучей на стену. Проведя лучевую плоскость F'_sD , касательную к кривой полуциркульного свода, получим точку D .

Построим контур падающей тени. Ребро AB дает тень AB_0 . Кривая BD дает тень на вертикальную плоскость и на свод. Построим падающую тень на свод, применив способ секущих лучевых плоскостей. Так, чтобы найти точку контура падающей тени на основании свода, проведем из F'_s через точ-

вая, проведенная через точки K_0, G_0, E_0, D , — контур светового пятна на вертикальной плоскости.

Точка K , дающая тень в точке K_0 , найдена обратным лучом.

ку C_1 лучевую плоскость. Она рассекает свод по прямой основания пяты C_1F_2 и по образующей с точкой C . Проведя луч CF_s , в пересечении его с C_1F_2 получим тень C_0 от точки C . Итак, на поверхность свода тень дает кривая CD . Чтобы найти тени от промежуточных точек кривой CD , например от точки E , нужно через точку E провести лучевую плоскость со следом F'_sE . Она рассекает свод по прямой E_1F_2 . Пересечение луча EF_s с E_1F_2 и даст тень E_0 от точки E . Соединив точки D, E_0 и C_0 плавной кривой, получим контур тени, падающей на свод. Для построения тени, падающей от кривой BC на вертикальную плоскость, определим таким же приемом тень G_0 от промежуточной точки. Соединив плавной кривой точки B_0, G_0, C_0 , получим контур падающей тени от кривой BC .

Как видно из рисунка, тень от кривой BD на вертикальную плоскость — вогнутая линия, а на поверхность свода — выпуклая.

§59. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПОСТРОЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВ ТЕНЕЙ ПРИ ТОЧЕЧНОМ ОСВЕЩЕНИИ

При точечном искусственном освещении характер освещенной поверхности предмета и теней от него не такой, как при солнечном, так как здесь уже интенсивность освещения поверхности зависит не только от силы источника света, но и от его удаления от предмета. Чем ближе предмет к источнику освещения, тем сильнее освещенность его поверхности, и наоборот. Степень освещенности обратно пропорциональна квадрату расстояния между источником света и предметом. Так, если изображается группа людей в комнате, освещаемой свечой, то фигуры, удаленные в два раза дальше ближайшей, будут освещены слабее не в два, а в четыре раза.

При точечном искусственном освещении изменяются не только размеры теней, но и их характер. Самые темные тени видны на ближайших к источнику света предметах. В результате более слабого воздействия рефлексов контраст между собственной и падающей тенями менее заметен. Падающая тень по мере удаления ослабляется и переходит в тон неосвещенной поверхности.

Знание этих закономерностей помогает художнику наилучшим образом использовать освещение для образного раскрытия основного замысла художественного произведения. Примером этому может быть картина В. Д. Поленова „Больная” (рис. 261), в которой свет

лампы освещает круглый столик с книгами и графином, края взбитых подушек, руку лежащей на постели девочки-подростка и ее большие темные глаза, устремленные на зрителя. Все остальное, находясь в полумраке, дополняет картину неутешного горя. Или картина Н. Н. Ге „Тайная вечеря”, где светильник освещает главные фигуры, а фигура идущего совершать предательство Иуды дана темным силуэтом (рис. 262).

Для построения собственных и падающих теней художник должен установить положение источника света в пространстве, т. е. определить положение самой светящейся точки и ее проекции на ту плоскость, на которую падает тень.

Правила построения теней при точечном освещении те же, что и при солнечном освещении (рис. 263):

- 1) тень AB_0 , падающая на плоскость от перпендикулярной к ней прямой AB , совпадает с проекцией луча на эту плоскость;
- 2) тень B_0C_0 , падающая на плоскость от параллельной ей прямой BC , параллельна самой прямой, т. е. направлена в ту же точку схода F ;
- 3) тень C_0D , падающая на плоскость от наклонной к ней прямой CD , направлена в точку встречи этой прямой с плоскостью.

§60. ПРИМЕРЫ ПОСТРОЕНИЯ ТЕНЕЙ ПРИ ТОЧЕЧНОМ ОСВЕЩЕНИИ

Знание закономерностей искусственного точечного освещения дает возможность правильно использовать силу света для осуществления композиционного замысла.

Рассмотрим несколько примеров.

ПРИМЕР 60.1.

Дан интерьер фронтального положения со светящейся точкой S , подвешенной к потолку в точке s_4 . Построить собственные и падающие тени от изображенных предметов (рис. 264).

Решение. Найдем проекции s_1 , s_2 и s_3 светящейся точки S на пол и стены.

Построим падающую тень от шкафа. Проведя секущую лучевую плоскость через ребро $1 - 2$ шкафа, увидим, что грань $1 - 2 - 3 - 4$ будет в тени. Контур падающей тени дает ломаная линия $1 - 2 - 3$, от которой тень упадет на плоскость пола и стену по линии $1 - K - 2_0 - 3$.

Построим падающую тень от дверного проема; тень упадет во вторую комнату. От вертикальной прямой $5 - 6$ на плоскость пола тень пройдет по проекции луча ($5 - n$), а по вертикальной стене — параллельно са-

мой прямой до встречи с лучом Sb в точке b_0 . От горизонтальной прямой $6 - 7$ тень на параллельную ей плоскость стены параллельна самой прямой ($b_0 - m$), а на боковой стене она из точки m пойдет в проекцию s_3 светящейся точки.

Построим тень от наклонно висящей картины $ABCD$. Для этого найдем проекцию $AbcD$ картины на стену и тени от точек B и C , проведя через их проекции b и c проекции лучей s_2b и s_2c . В пересечении этих лучей с соответствующими лучами SB и SC получим тени B_0 и C_0 . Соединив точки A , B_0 , C_0 , D прямыми, получим контур падающей тени от наклонной картины на стену.

Падающую тень от круглого стола можно построить как от описанного квадрата или по сопряженным диаметрам (см. рис. 247).

ПРИМЕР 60.2.

Построить перспективу светового пятна от электрической лампочки с абажуром (рис. 265).

Решение. Задача сводится к построению контура светового пятна на поверхности пола и стен от кривой $1 - 2 - 3 - 4$ абажура.

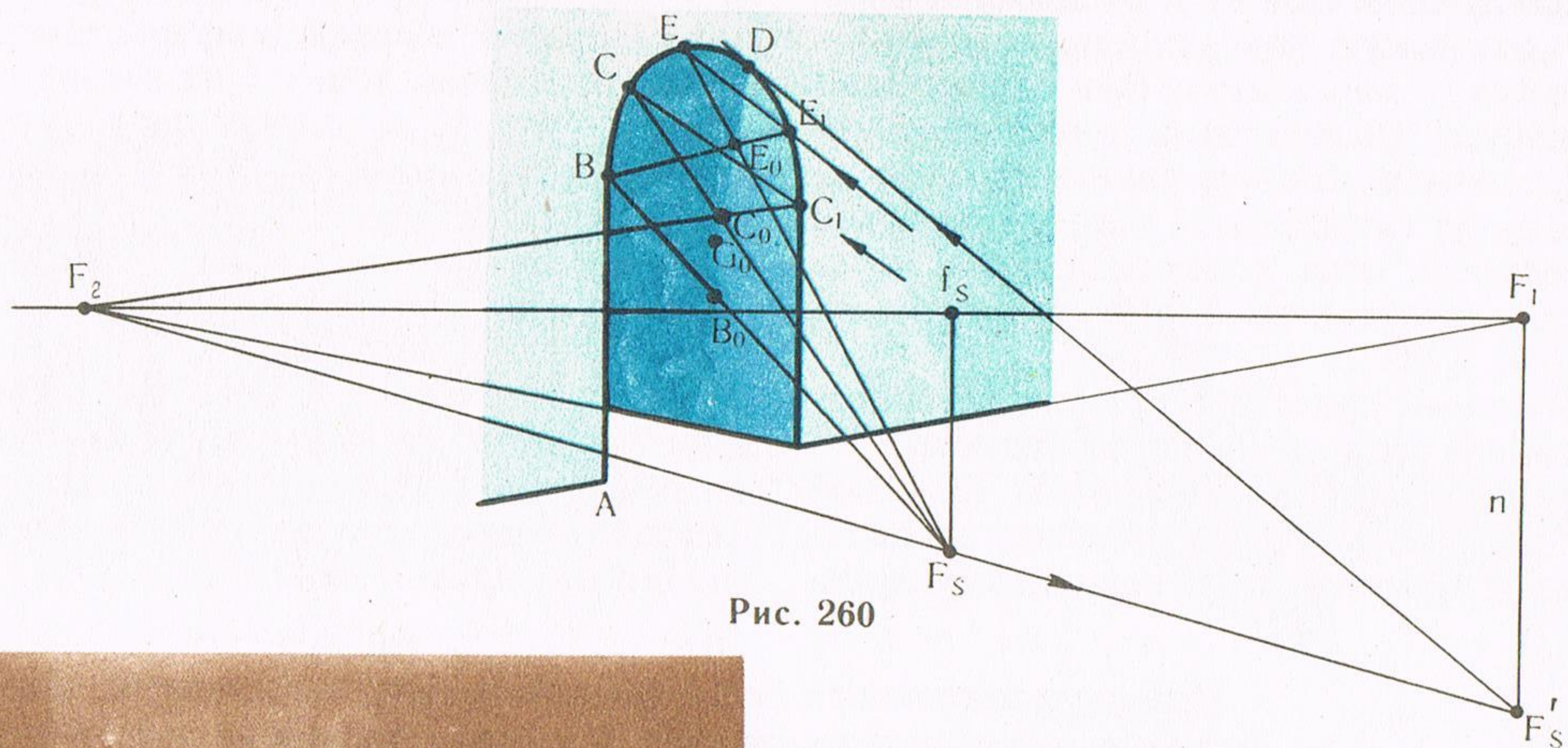


Рис. 260



Рис. 261



Рис. 262

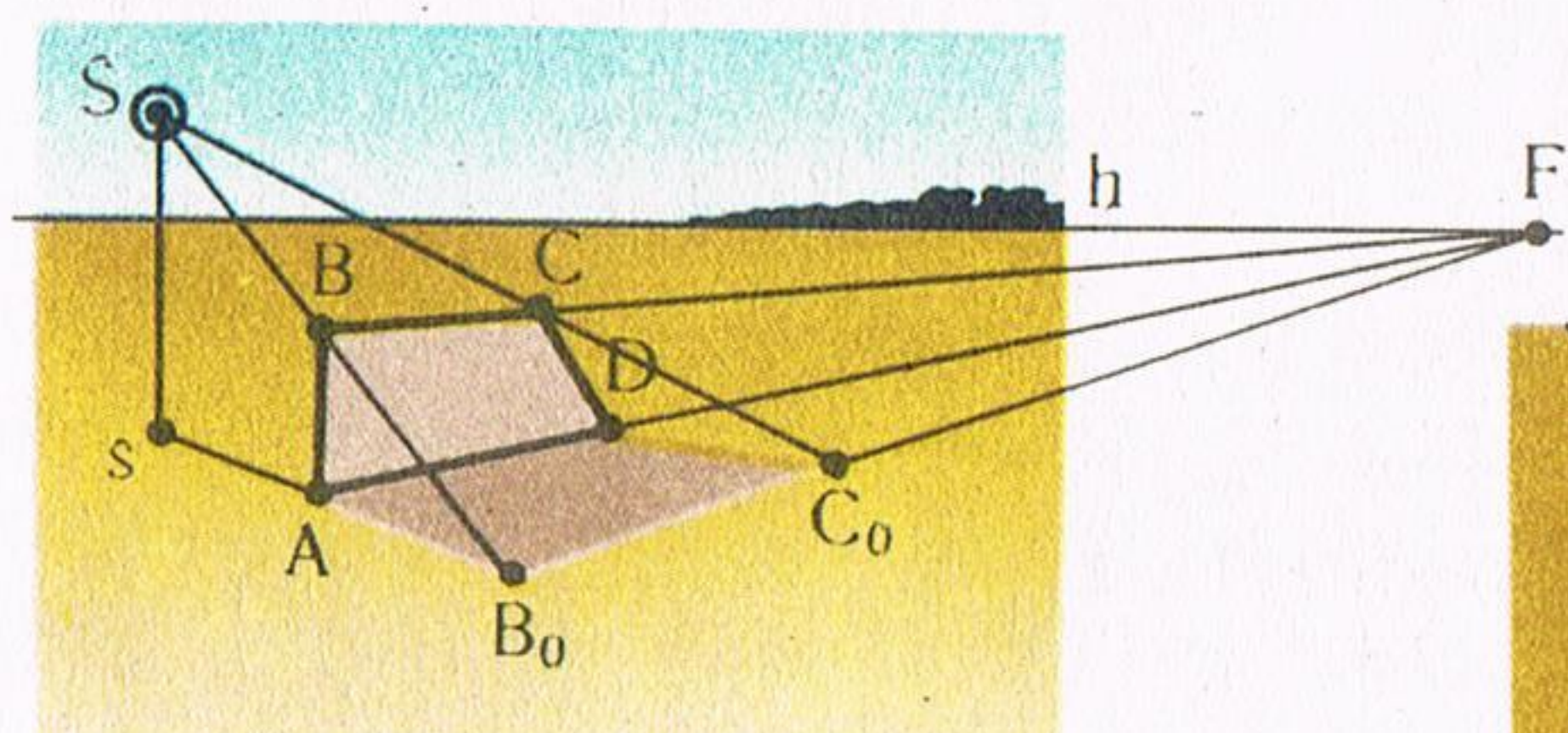


Рис. 263

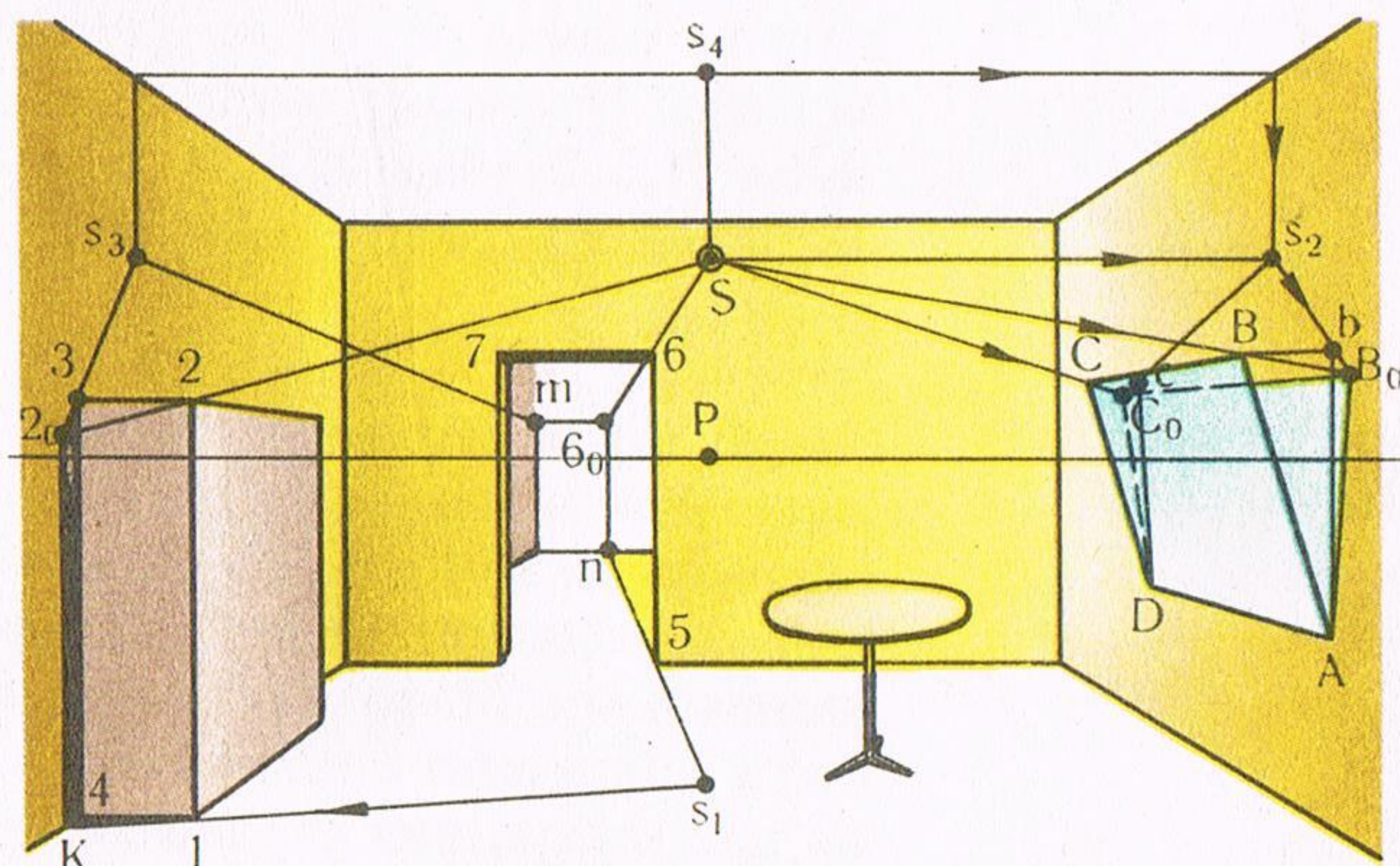


Рис. 264

Поскольку световые лучи от абажура образуют коническую поверхность, которая пересекается с плоскостью стен параллельно оси конуса (параллельно двум образующим), линиями контура светового пятна на стенах будут гиперболы, а если бы свет упал на плоскость пола и рассекал конус через все образующие, линией контура был бы эллипс (см. § 28).

Построим проекцию s_1 точки S и проекцию кривой абажура на плоскости пола.

Найдем вершину гиперболы на левой стене. Для этого из точки s_1 в точку схода F_1 проведем проекцию луча, перпендикулярно-

го к плоскости стены. В пересечении с проекцией кривой абажура получим точку l_1 и по ней определим точку l на абажуре. Вершину l_0 гиперболы найдем как тень от вертикальной прямой $l - l_1$. Точки $2_0, 3_0, \dots$, принадлежащие ветви гиперболы, находим от вертикальных прямых $2 - 2_1, 3 - 3_1, \dots$. Соединив найденные точки плавной кривой, получим гиперболу.

На правой стене вершина гиперболы выходит за пределы картины. Прорисуем ее ветви по точкам, которые найдем так же. На рис. 265 показано определение точки 3_0 для левой и правой стен.

При двух источниках света (рис. 266) тени, падающие от предмета, накладываются одна на другую, и потому падающая тень имеет две силы — тон и полутон.

ГЛАВА XII. ПЕРСПЕКТИВА ОТРАЖЕНИЙ

В жанровой композиции и пейзаже, составным элементом которых являются зеркальные поверхности (вода, зеркало, глянцевый пол, полированная мебель и пр.), изображают и отражающиеся в них предметы. И хотя отражения — второстепенный элемент композиции, они придают большую выразительность главному в художественном произведении, делают его более живописным. Так, для пейзажа с водной поверхностью (море, река, пруд) отражения — составная и неотъемлемая часть композиции и их изображения передают основные свойства водной поверхности — ее зеркальность и прозрачность.

Когда в жанровой композиции изображают интерьер с зеркальными поверхностями (вестибюль, фойе и пр.), отражения передают основной замысел архитектурного оформления — создание иллюзии глубины пространства. С помощью отражений художник может изображать не только то, что находится перед зрителем, но и то, что находится сзади. Примеры умелого использования отражений находим в картинах В. В. Верещагина „Мавзолей Тадж Махал в Агре”, И. И. Левитана „Ночь на Днепре”, А. М. Герасимова „О. В. Лепешинская” (рис. 267) и др.

§ 61. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Четкость отражения зависит главным образом от силы отраженных лучей и гладкости отражающей поверхности. Чем большей силы отраженный луч и чем ровнее поверхность, тем четче отражение. При зыби и волнении на водной поверхности отражения становятся расплывчатыми, большими по размеру, и их невозможно точно воспроизвести правилами перспективы. Поэтому первым и основным условием для построения отражений примем отражающую поверхность идеально ровной и гладкой — такой, от которой отражаются все падающие на нее лучи.

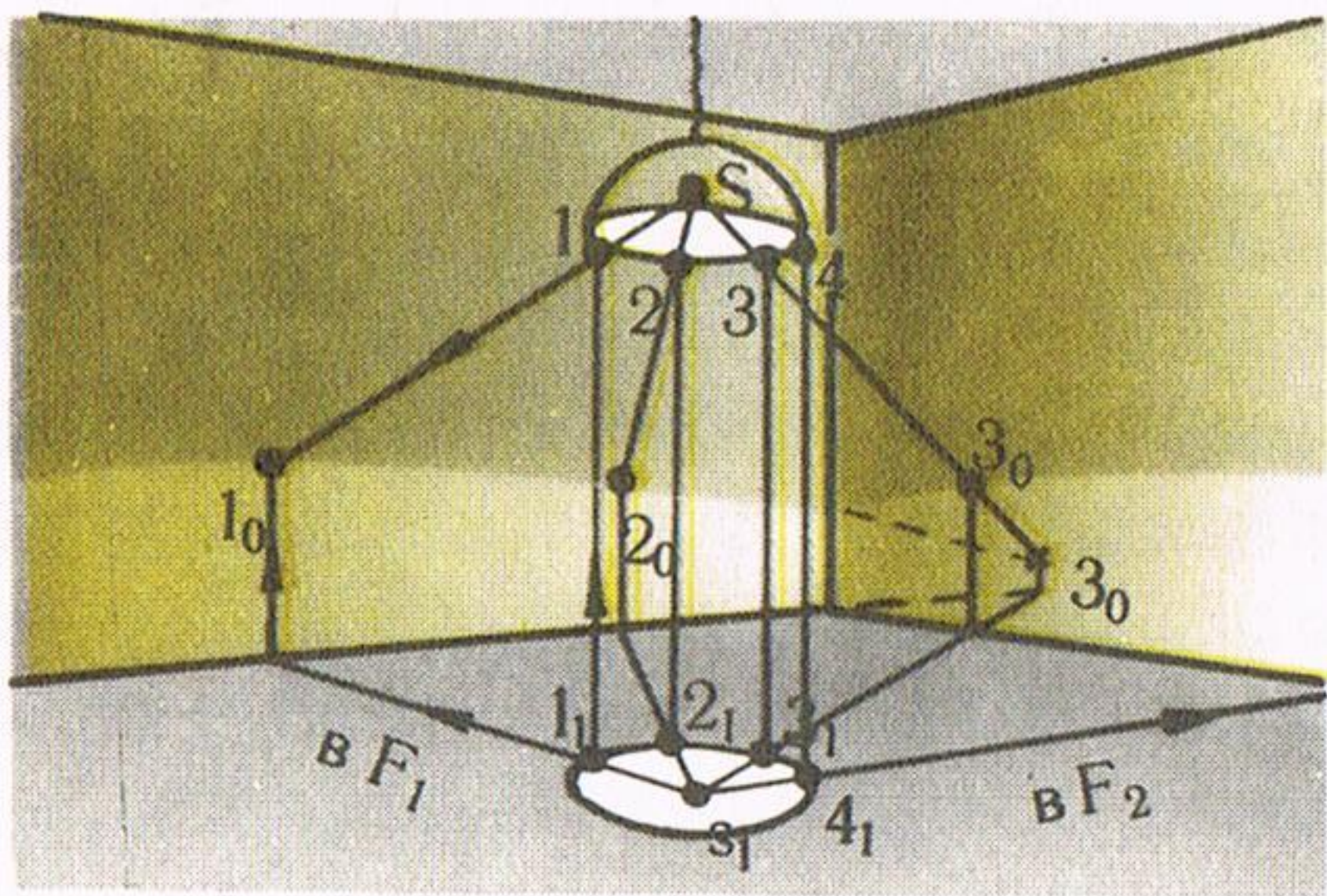


Рис. 265

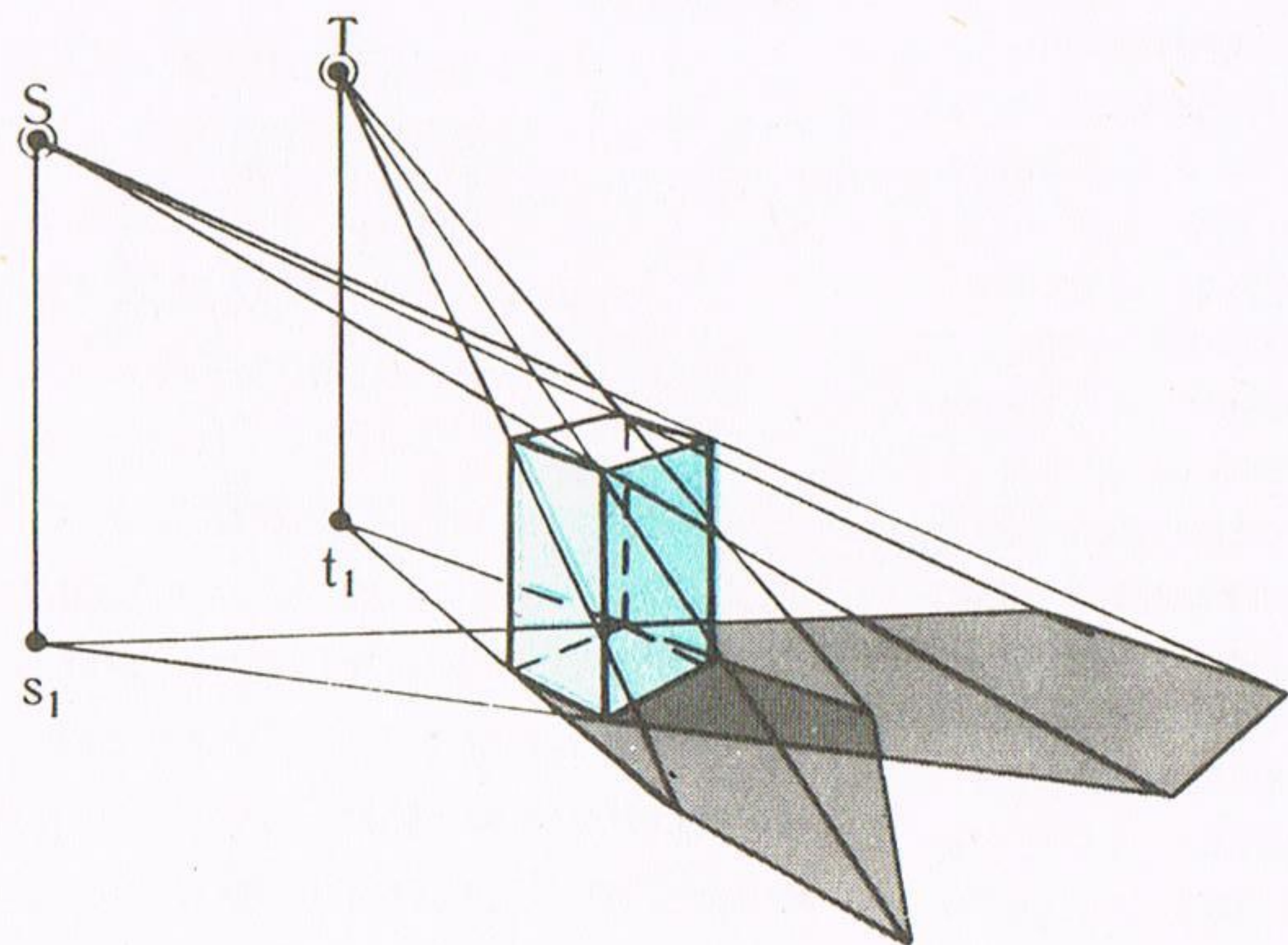


Рис. 266



Рис. 267

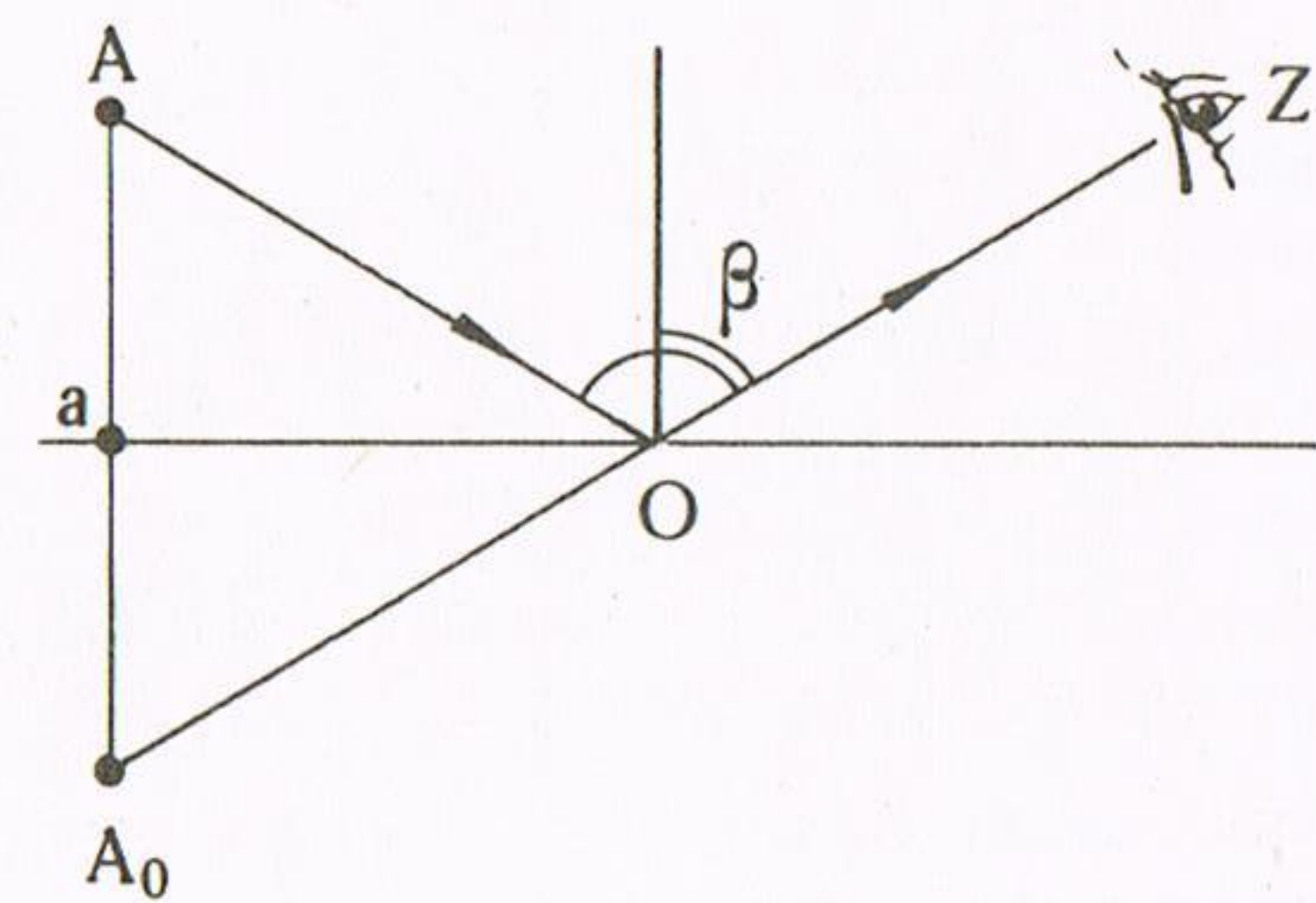


Рис. 268

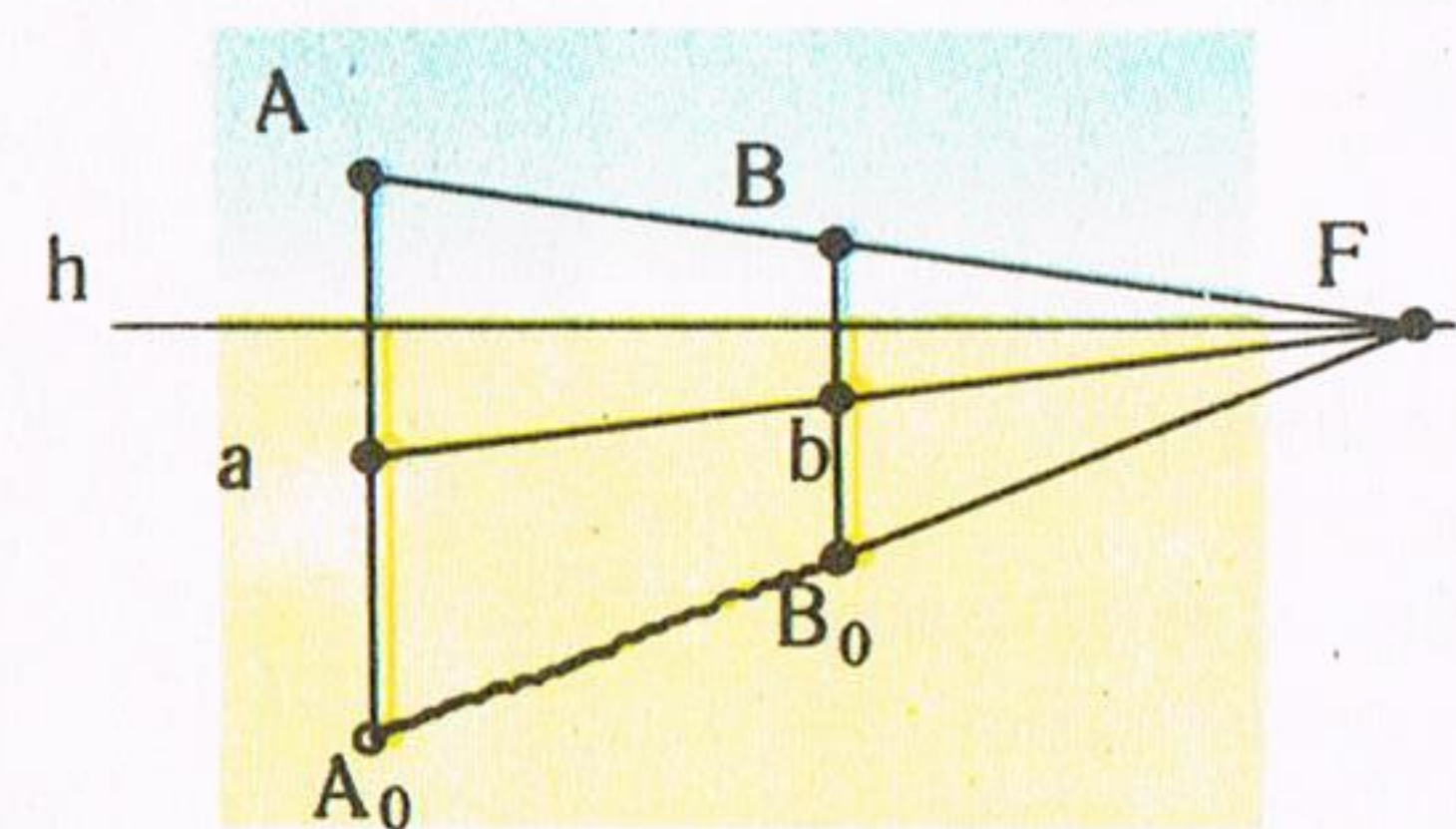


Рис. 269

Чтобы построить отражение какой-либо точки предмета, нужно прежде всего найти ее проекцию на отражающую поверхность, а затем на продолжении этого перпендикуляра от точки встречи его с отражающей поверхностью отложить расстояние, в перспективе равное удалению данной точки от отражающей поверхности

Отражение прямой, параллельной отражающей поверхности, перспективно параллельно самой прямой, т. е. имеет с ней одну и ту же точку схода

Отражение прямой, пересекающей отражающую поверхность, направлено в точку встречи данной прямой с отражающей поверхностью

§62. ПОСТРОЕНИЕ ОТРАЖЕНИЙ В ВОДЕ

Чтобы найти отражение какой-либо точки в воде, нужно на продолжении перпендикуляра к отражающей поверхности отложить от точки его встречи с ней расстояние, равное удалению точки от отражающей поверхности

Построение перспектив отражений основывается на двух законах оптики:

1) луч падающий AO и луч отраженный OZ лежат в одной плоскости, перпендикулярной к отражающей поверхности (рис. 268);

2) угол α падающего луча равен углу β отраженного луча.

Отражение точки A будет находиться в точке A_0 на продолжении отраженного луча ZO . Поскольку $\triangle AOb = \triangle A_0Ob$, то $Aa = A_0a$. Поэтому построение перспектив отражений сводится к построению зеркально-симметричных изображений. При этом плоскостью симметрии всегда является отражающая поверхность.

Чтобы построить отражение какой-либо точки предмета, нужно прежде всего найти ее проекцию на отражающую поверхность, а затем на продолжении этого перпендикуляра от точки встречи его с отражающей поверхностью отложить расстояние, в перспективе равное удалению данной точки от отражающей поверхности.

Правила построения перспектив отражений прямых.

1. На рис. 269 изображена горизонтальная прямая AB , параллельная отражающей поверхности, и ее проекция ab . Построив отражение A_0 и B_0 точек A и B , получим прямую A_0B_0 отражения AB . Из построения видно, что точка схода F является общей для прямой и ее отражения.

Отражение прямой, параллельной отражающей поверхности, перспективно параллельно самой прямой, т. е. имеет с ней одну и ту же точку схода.

2. Дана прямая AB , пересекающая отражающую поверхность в точке C , и ее проекция ab (рис. 270). Построим отражение A_0B_0 прямой AB . Из построения видно, что прямая отражения направлена в точку C встречи прямой AB с отражающей поверхностью.

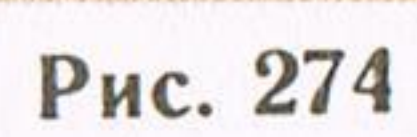
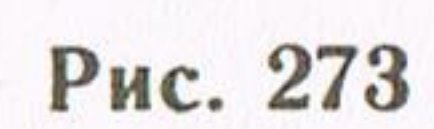
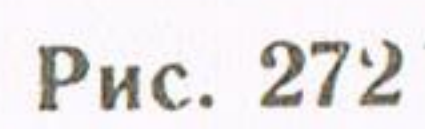
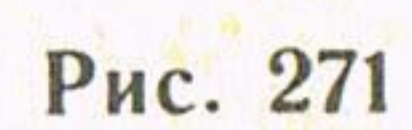
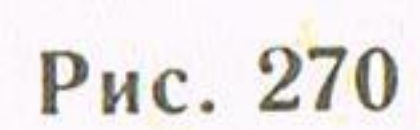
Отражение прямой, пересекающей отражающую поверхность, направлено в точку встречи данной прямой с отражающей поверхностью.

Правила построения перспектив отражений в горизонтальных отражающих поверхностях (воде) и в вертикальных отражающих поверхностях (зеркала) одни и те же, но их применение имеет некоторые особенности. Поэтому построение перспектив отражений в воде и в зеркалах рассмотрим отдельно.

Водная поверхность, как и глянцевая поверхность пола, всегда горизонтальна. Перпендикуляр, опущенный на горизонтальную поверхность, параллелен картине и потому не меняет масштаба своего изображения.

Чтобы найти отражение какой-либо точки в воде, нужно на продолжении перпендикуляра к отражающей поверхности отложить от точки его встречи с ней расстояние, равное удалению точки от отражающей поверхности.

На рис. 271 построены отражения летящей птицы, бона и фигур людей. Проекция фигур на поверхность воды (точки c и d) найдены на проекции dF прямой DF , проведенной по поверхности бона через точки стояния C и D . Отражения фигур построены как от прямых,



перпендикулярных к отражающей поверхности. Из рисунка видно, что фигура в точке B отражается полностью, в точке D — частью, а фигура в точке C отражения не имеет.

Пример построения отражения опор высоковольтной линии и горизонтального берега с обрывом приведен на рис. 272. Проекции опор на водную поверхность (точки b , c и d) найдены с помощью вспомогательной горизонтальной прямой AF и ее проекции aF . Как видим, отражение имеет только одна, ближайшая опора. Это приводит к выводу, что по мере удаления предметов, расположенных на горизонтальной плоскости, величина отражения их уменьшается до полного исчезновения.

На рис. 273 дано построение отражений в несложном пейзаже: отражение арки построено по отражениям ее точек A , B , C , D ; отражения верхней горизонтальной линии моста JH и берега KL найдены по отражениям точек J_0 и K_0 , принадлежащих этим линиям; отражение наклонной прямой KM построено проведением прямой из K_0 в точку M как точку встречи KM с поверхностью воды.

Так же можно построить и отражения предметов на рис. 274.

Построение перспектив отражений предметов, расположенных на восходящем берегу, осуществляют по тем же правилам, с той лишь особенностью, что проекции опорных точек предметов на поверхность воды находят с помощью перспектив линий наибольшего ската.

ПРИМЕР 62.1.

Построить перспективу отражений предметов, расположенных на восходящем берегу общего положения с углом наибольшего ската α° (рис. 275).

Решение. Найдем точки схода для линии наибольшего ската и их проекций:

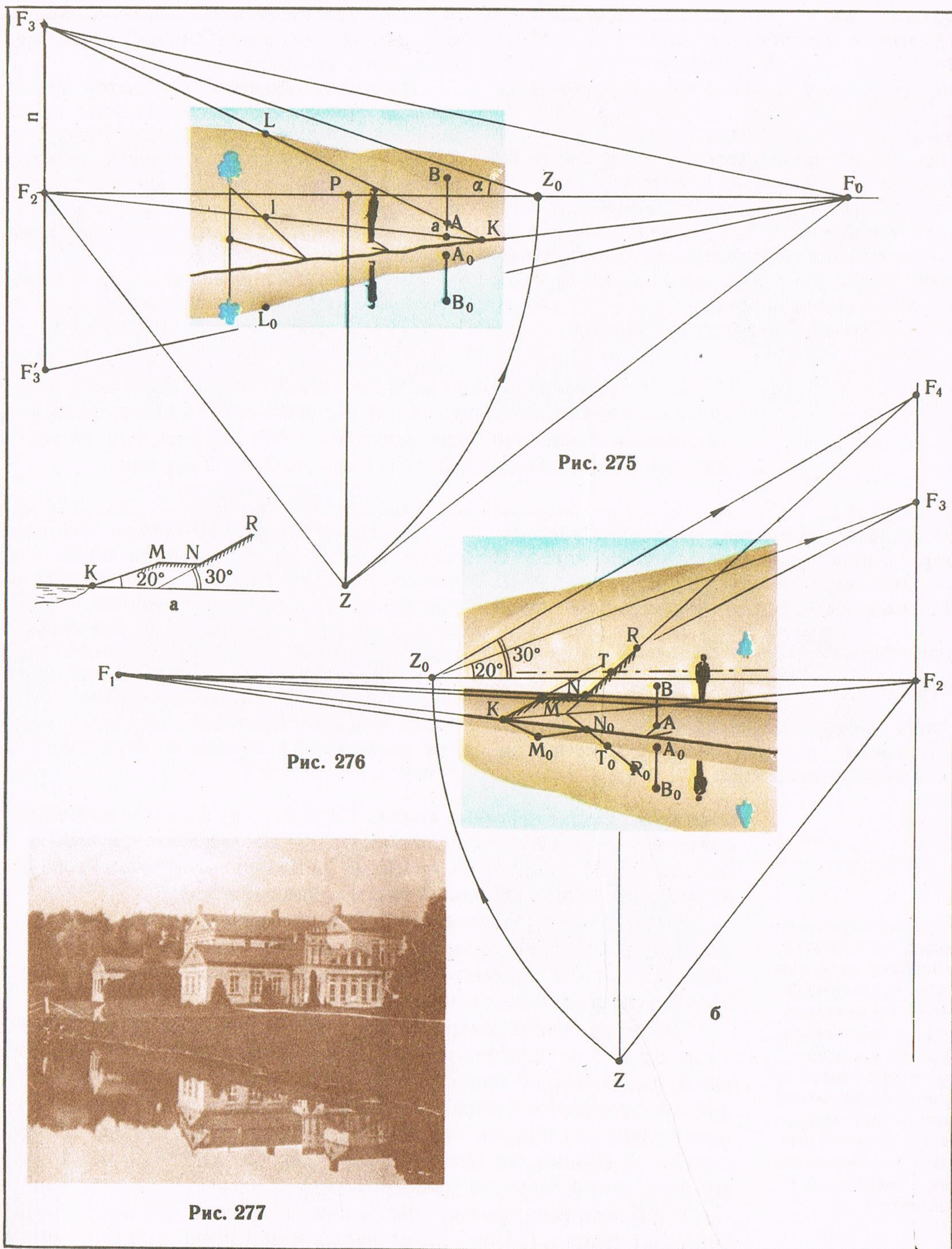
а) найдем точку схода F_1 для береговой линии воды. Проведем из совмещенной точки зрения луч ZF_1 и перпендикулярный к нему горизонтальный луч до встречи с линией горизонта в точке F_2 . Точка F_2 является точкой схода для проекций на продолженную поверхность воды линий наибольшего ската, перпендикулярных к береговой линии;

б) совместим луч F_2Z с линией горизонта и построим в точке Z_0 угол α° наибольшего ската. На линии n схода плоскостей, перпендикулярных к береговой линии, получим точку схода F_3 для линий наиболь-

шего ската, проводимых по поверхности наклонного берега перпендикулярно к береговой линии. Прямая F_1F_3 — линия схода плоскости берега.

Построим перспективу отражений предметов и самого берега. Линия схода F_1F_3 наклонного берега отразится линией $F_1F'_3$, а вся восходящая плоскость берега — треугольником $F_1F_2F'_3$, равным треугольнику $F_1F_2F_3$. Чтобы построить перспективу отражения того или иного предмета, например вертикального отрезка AB , нужно через его основание, точку A , провести перспективу линии наибольшего ската KF_3 и ее проекцию KF_2 на поверхность воды. Продлив AB до линии KF_2 , получим ее проекцию a . Отложив от точки a соответствующие расстояния вниз, получим отражение A_0B_0 отрезка AB . Так же построены и отражения фигуры человека, дерева и других предметов.

Если наклонный берег представляет собой ярусы с разными углами наибольшего ската, то для каждой его наклонной плоскости находят свою точку схода линий наибольшего ската и линию схода. Отражения предметов, расположенных на каждой из этих плоскостей, строят отдельно.



ПРИМЕР 62.2.

Построить перспективу отражений предметов (рис. 276, б), расположенных на наклонном берегу с заданным профилем (рис. 276, а).

Решение. Найдем точки схода F_3 и F_4 для линий наибольшего ската плоскостей, отличающихся различными углами наклона.

Построим перспективу профиля $KMNR$ и его отражение $KM_0N_0R_0$ на картине. Отражение профиля показывает, что горизонтальная прямая MF_1 отразится прямой M_0F_1 , а горизонтальная плоскость яруса MN и часть NT наклонной плоскости NR (граница отме-

чена штрихпунктирной линией) отражения в данном случае иметь не будет.

Построим отражения предметов. Вертикальная прямая AB , расположенная на наклонной плоскости KM , отразится прямой A_0B_0 . Фигура человека, стоящего на горизонтальной плоскости MN , отразится частично. Дерево на наклонной плоскости NR , расположенное выше штрихпунктирной линии, отразится полностью.

Этот же прием применим и к построению отражения предметов, расположенных на террасе наклонного берега (рис. 277).

Если предметы расположены на прямом восходящем берегу, точка схода линий наибольшего ската располагается на линии схода вертикальных плоскостей, перпендикулярных к картине, т. е. на вертикальной линии, проходящей через главную точку P картины.

ПРИМЕР 62.3.

Построить перспективу отражения восходящего берега с углом наибольшего ската α° и расположенных на нем предметов (рис. 278).

Решение. Найдем точку схода для линий наибольшего ската с помощью $\frac{F_d}{2}$. Построим при $\frac{F_d}{2}$ угол α° и найдем отрезок Pn на линии v . Отложив два таких отрезка от точки P , получим точку схода F_3 для линий наибольшего ската.

Построим отражение прямой AB . Для этого через точку A проведем линию наибольшего ската F_3D , а затем найдем ее проекцию DP на поверхность воды. Определим проекцию a прямой AB на поверхность воды. Отложив от точки a соответствующие расстояния вниз, получим отражение A_0B_0 прямой AB . Так же построено и отражение фигуры человека. Отражение верхней линии берега найдено по отражению C_0 точки C .

Отражение в воде небесных светил. Солнце, луну и звезды нужно рассматривать как точки, находящиеся на очень большом удалении — в бесконечности. Поэтому их проекции на водную поверхность находят на линии горизонта, удаленной также в бесконечность.

Чтобы построить отражение небесного светила в воде, следует из его центра опустить перпендикуляр на плоскость уровня воды до встречи с линией горизонта и на продолжении перпендикуляра отложить расстояние, равное высоте светила над горизонтом.

Например, чтобы построить отражение диска луны (рис. 279), надо из его центра опустить перпендикуляр Ss на линию горизонта и на его продолжении от точки s отложить расстояние sS . Точка S_0 и есть искомое отражение центра диска луны. По величине отражение всего диска равно его перспективе. Отражение серпа луны находят по отражениям отдельных его точек. По величине это отражение равно самому серпу, но перевернуто (рис. 280).

Рассмотренные приемы построения отражений небесных светил относятся лишь к случаю, когда водная поверхность идеально ровная.

Чтобы построить отражение небесного светила в воде, следует из его центра опустить перпендикуляр на плоскость уровня воды до встречи с линией горизонта и на продолжении перпендикуляра отложить расстояние, равное высоте светила над горизонтом

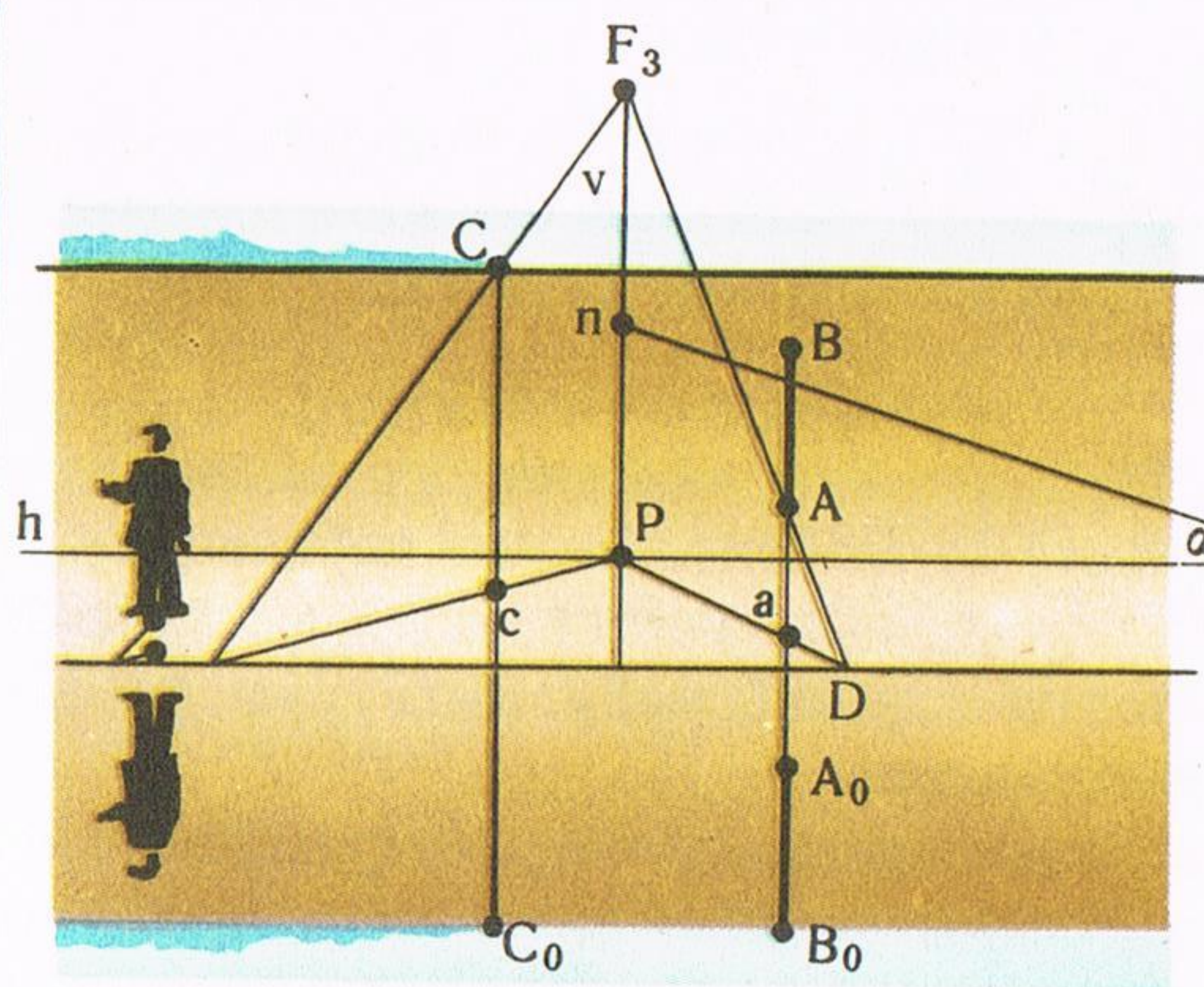


Рис. 278

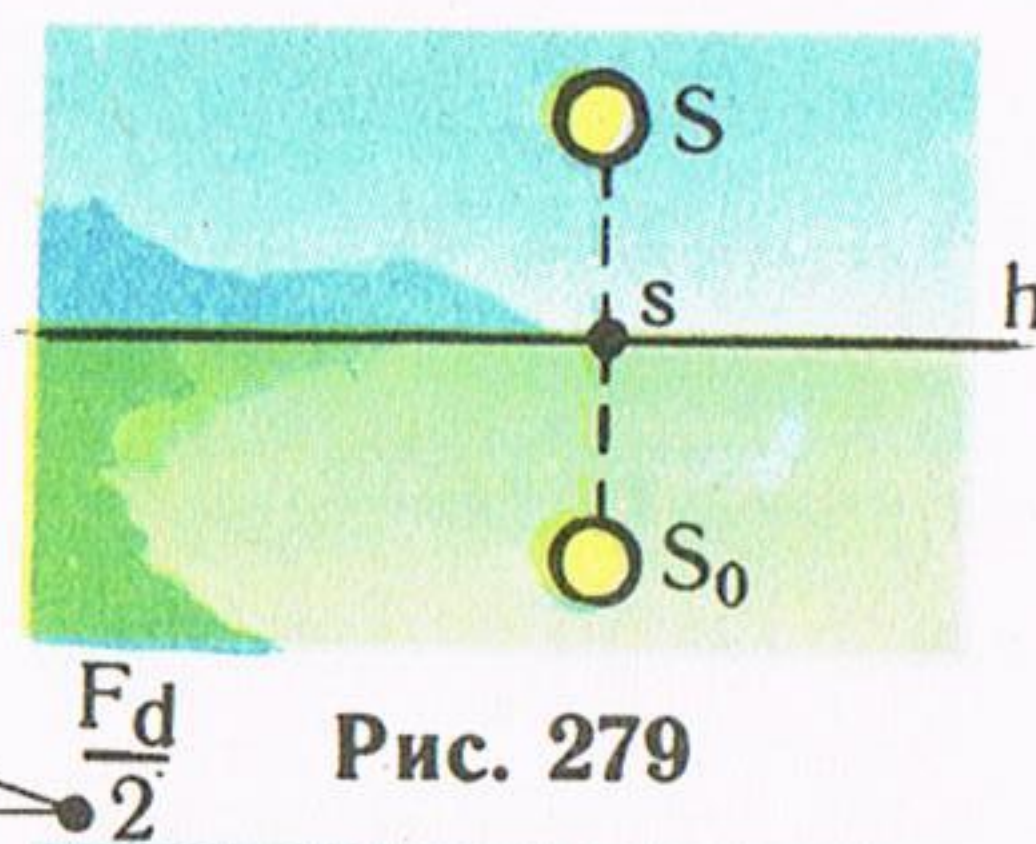


Рис. 279

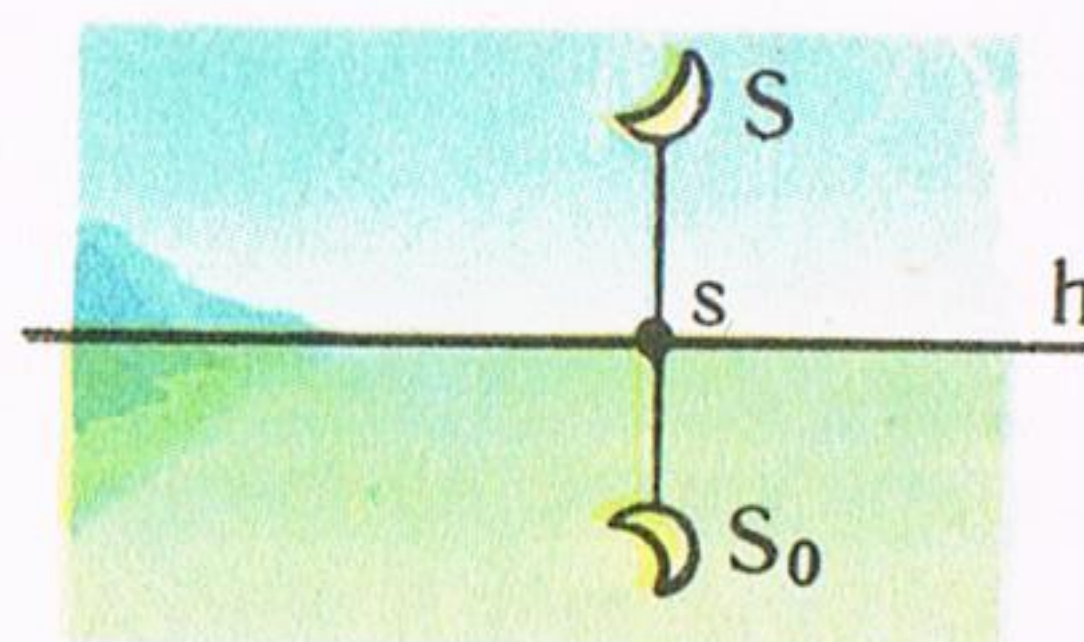


Рис. 281

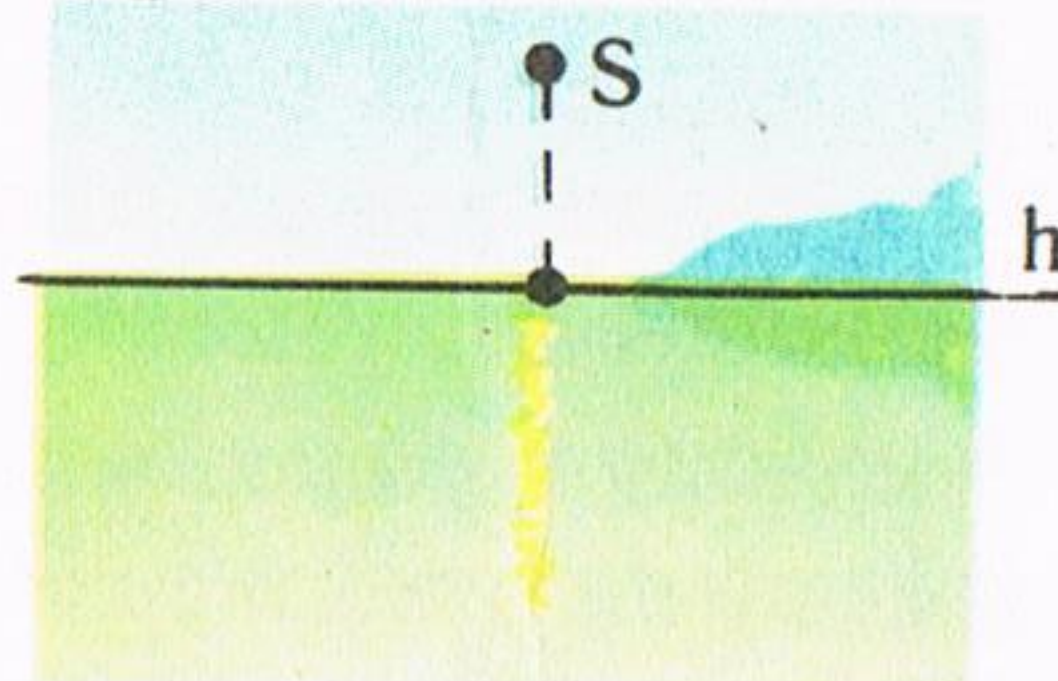


Рис. 280

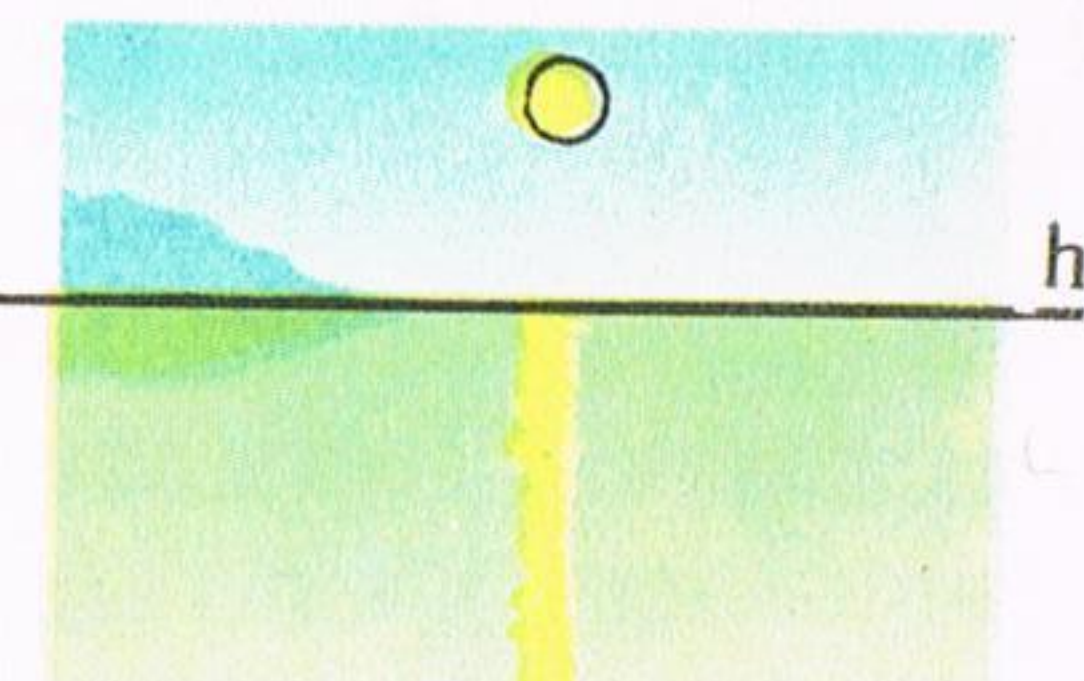


Рис. 282

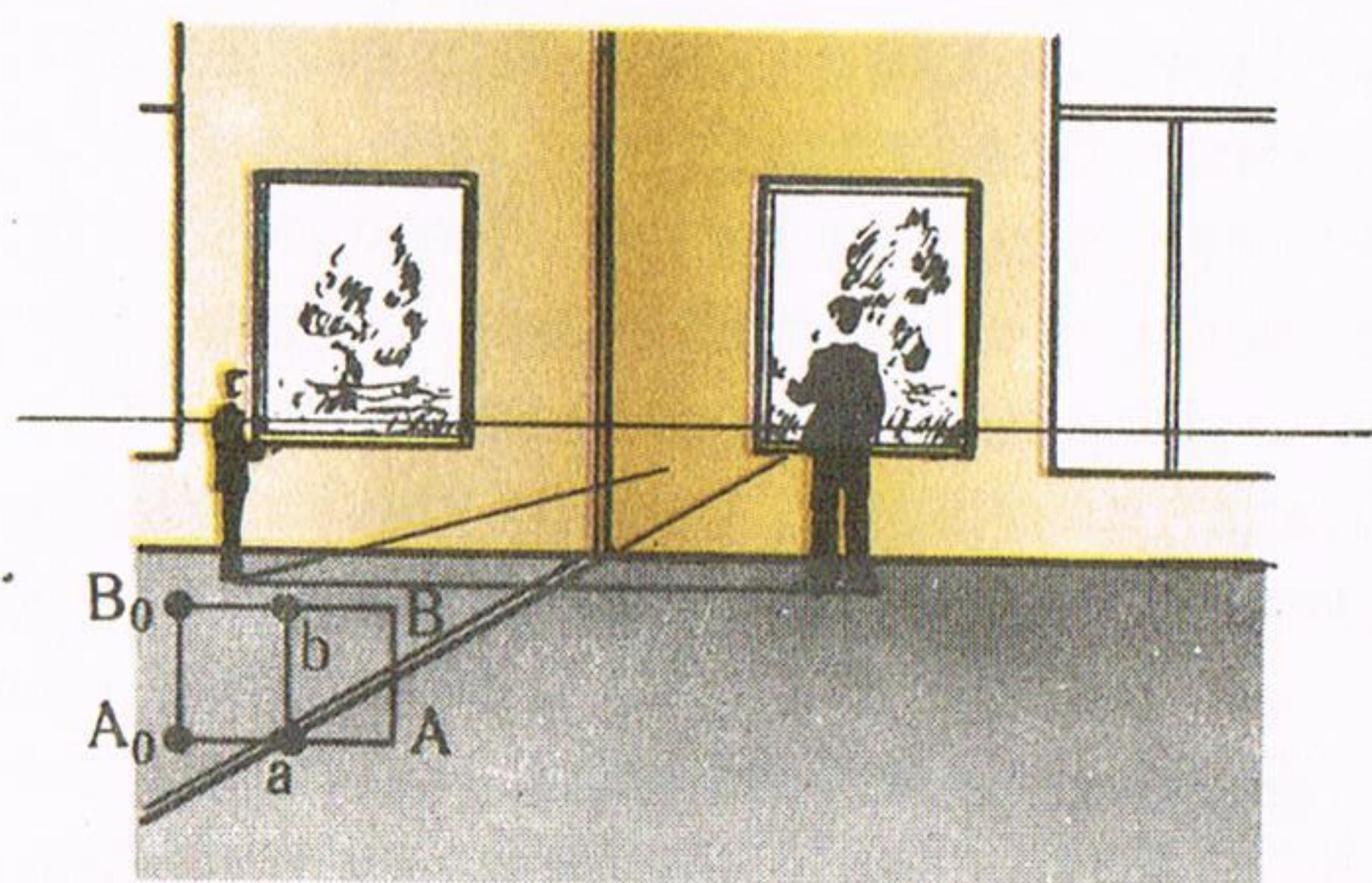


Рис. 283

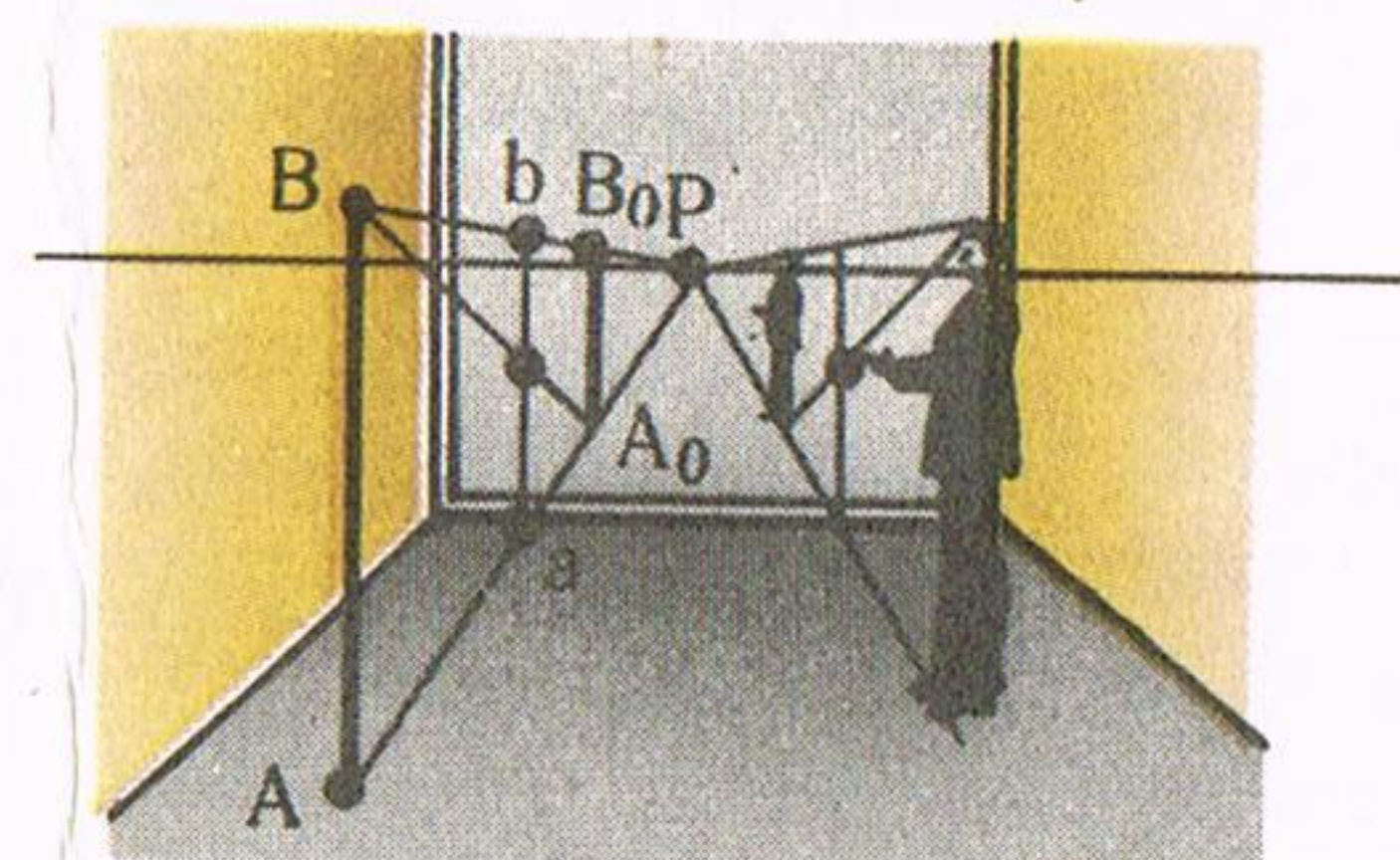


Рис. 284

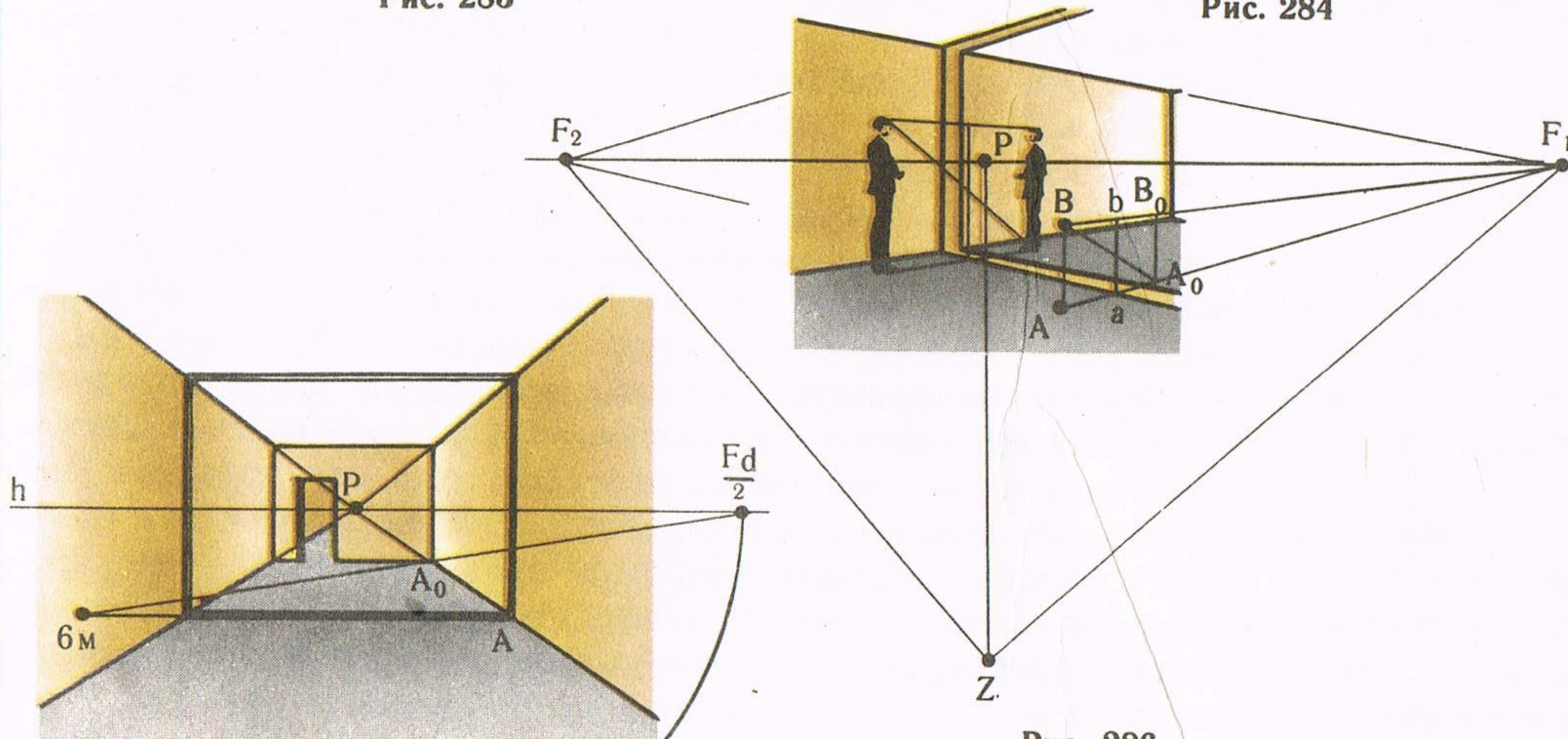


Рис. 285

Рис. 286

Если же поверхность воды волнистая, то отражение точки изобразится вытянутой вниз прямой (рис. 281), а отражение диска — полосой, по ширине равной его диаметру (рис. 282).

Отражения солнца может и не быть, если зритель находится на большом удалении от водной поверхности. Тогда вся она кажется блестящей. При рассеянном свете водная поверхность кажется матовой.

§63. ПОСТРОЕНИЕ ОТРАЖЕНИЙ В ВЕРТИКАЛЬНЫХ ЗЕРКАЛАХ

Построение отражений в вертикальных зеркалах, в отличие от построения отражений в воде, имеет те особенности, что перпендикуляры, опущенные из точек предмета на поверхность зеркала, в зависимости от его положения относительно картины могут быть параллельными, перпендикулярными и наклонными.

Так, если зеркало перпендикулярно к картине, то перпендикуляр, опущенный на его поверхность из отражающейся точки, параллелен картине. Для нахождения отражения данной точки достаточно на продолжении перпендикуляра отложить от точки встречи его с поверхностью зеркала расстояние, равное удалению точки от зеркала.

Если плоскость зеркала параллельна картине или расположена под углом к ней, то перпендикуляр, опущенный из отражающейся точки на поверхность зеркала, не параллелен картине. Поэтому отражение подчинится правилам перспективного сокращения. Задача состоит в том, чтобы на продолжении перпендикуляра отложить от точки встречи его с поверхностью зеркала расстояние, равное удалению отражающейся точки от поверхности зеркала, с необходимыми перспективными сокращениями.

Рассмотрим каждый из случаев в отдельности.

Отражение в вертикальном зеркале, перпендикулярном к картине. В этом случае перпендикуляр, опущенный из любой точки отражающегося предмета на поверхность зеркала, параллелен картине и поэтому изобразится в одном перспективном масштабе для данной точки.

Чтобы построить отражение прямой AB (рис. 283), надо из точек A и B восставить перпендикуляры к поверхности зеркала. Для этого через прямую AB проведем вспомогательную плоскость, параллельную картине (перпендикулярно к зеркалу). Найдем линию ab пересечения ее с поверхностью зеркала. Отложив от точек a и b соответствующие расстояния aA и bB , получим отражение A_0B_0 прямой AB . Так же построено отражение фигуры человека и других предметов.

Отражение в вертикальном зеркале, параллельном картине. Если зеркало параллельно картине, то перпендикуляр, опущенный из любой точки на его поверхность в перспективе, имеет точку схода в главной точке картины P . Поэтому, чтобы построить отражение точки, нужно через нее провести прямую в главную точку P и отложить от точки встречи с зеркалом расстояние, равное удалению точки от поверхности зеркала.

На рис. 284 построено отражение отрезка AB и фигуры человека. Для простоты построения расстояние aA_0 на продолжении перпенди-

куляра найдено с использованием свойства диагоналей прямоугольника пересекаться на его средней линии (см. § 21).

Так можно построить отражения предметов, находящихся не только перед зрителем, но и за ним. Для этого нужно знать их удаление от поверхности зеркала.

ПРИМЕР 63.1.

Построить отражение в вертикальном зеркале, параллельном картине, стены с дверным проемом, находящейся сзади зрителя, если глубина комнаты равна 12 м, высота горизонта — 150 см, а зрительное расстояние — $2R$ (рис. 285).

Решение. Поскольку задней стены на рисунке нет, то отложим от точки A глубину комнаты 12 м, прямую AA_0 . По отражению A_0 точки нарисует в перспективном сокращении отражение задней стены с дверным проемом.

Отражение в вертикальном зеркале, расположенном под углом к картине. Если вертикальное зеркало повернуто к картине и составляет с ней острый угол, то для построения отражений необходимо найти точку схода перпендикуляров к поверхности зеркала. Отражение точки получим, если через нее проведем прямую в точку схода перпендикуляров и отложим на ней от точки встречи с зеркалом расстояние, равное удалению точки от зеркала. Очевидно, что это расстояние, откладываемое в глубину, будет иметь перспективное сокращение и потому подчиняться правилам измерения и откладывания размеров, рассмотренным в § 17.

ПРИМЕР 63.2.

Построить отражение предметов в зеркальной стене интерьера (рис. 286).

Решение. Точку схода F_1 для перпендикуляров к зеркалу найдем, если при совмещенной точке зрения Z восставим перпендикуляр к лучу ZF_2 до пересечения с линией горизонта.

Построим отражение вертикального от-

резка AB . Из опорных точек A и B проведем перпендикуляры AF_1 , BF_1 к поверхности зеркала. На их продолжениях от точек a и b встречи с зеркалом отложим расстояния Aa и Bb . Прямая A_0B_0 и есть искомое отражение вертикального отрезка. Аналогично построено отражение фигуры человека и стен интерьера.

§ 64. ПОСТРОЕНИЕ ОТРАЖЕНИЙ В НАКЛОННЫХ ЗЕРКАЛАХ

В наклонных зеркалах отражения предмета строят, находя отражения его опорных точек. Для этого через такую точку проводят вспомогательную вертикальную плоскость, перпендикулярную к поверхности зеркала, и находят линию пересечения этой плоскости с поверхностью зеркала. Из опорной точки опускают перпендикуляр к поверхности зеркала (к линии пересечения плоскостей) и на его продолжении от точки встречи откладывают расстояния, равные удалению точки от поверхности зеркала.

Отражения в наклонном зеркале, перпендикулярном к картине. Если наклонное зеркало перпендикулярно к картине, то перпендикуляр, опущенный из любой точки предмета на поверхность зеркала, параллелен картине и составляет с линией пересечения вспомогательной вертикальной плоскости с поверхностью зеркала прямой угол без искажения. Отражение точки находится на продолжении перпендикуляра от точки встречи его с зеркалом на расстоянии, равном удалению самой точки от зеркала без перспективных сокращений.

ПРИМЕР 64.1.

Построить перспективу отражения интерьера в наклонном зеркале, которое перпендикулярно к картине, с углом наклона α° (рис. 287).

Решение. Построим отражение вертикальной прямой AB . Для этого через AB проведем вспомогательную вертикальную плоскость и найдем линию mn ее пересечения с поверхностью зеркала. Из точек A и B опустим перпендикуляры к линии mn и на их продолжении найдем отражение A_0B_0 прямой AB .

Поскольку угол α — натуральная величина, то точки A_0 и B_0 можно найти, если на продолженной горизонтальной прямой, например A , построить в точке m угол 2α . Сторона угла пересечет перпендикуляр к поверхности зеркала в точке A_0 .

Отметим, что отражение A_0B_0 направлено в точку встречи линии AB с плоскостью зеркала (с линией mn), т. е. в точку K .

Отражение фронтальной стены построено по отражению C_0 точки C и ясно из рисунка.

Отражение в наклонном зеркале общего положения. Если наклонное зеркало занимает общее положение, то перпендикуляры, опущенные из опорных точек предмета на поверхность зеркала, будут иметь точку схода, положение которой определяется с помощью совмещенного с картиной луча зрения.

ПРИМЕР 64.2.

Построить перспективу отражения вертикального отрезка AB в наклонном зеркале общего положения (рис. 288).

Решение. Проведем через AB след AF_2 вспомогательной вертикальной плоскости, перпендикулярной к плоскости зеркала, и найдем линию mn их пересечения. Она направлена в точку схода F_3 .

Найдем точку схода для перпендикуляров к зеркалу. Для этого совместим луч F_2Z с линией горизонта и в точке Z_0 построим совмещенный прямой угол $F_3Z_0F_4$. Точка F_4 и есть точка схода для всех перпендикуляров, проводимых к поверхности зеркала, а угол α — угол наклона зеркала.

Проведем из точек A и B перпендикуля-

ры к зеркалу в точку схода F_4 и с помощью делительного масштаба найдем их отражение. Например, чтобы найти отражение точки B , на продолжении прямой AB отложим два равных отрезка произвольной величины $B-1$ и $1-2$ и из точки 1 проведем через точку b встречи перпендикуляра с зеркалом прямую до пересечения с линией схода в точке F_5 . Проведя прямую $2F_5$, в пересечении ее с перпендикуляром BF_4 получим отражение B_0 точки B . Прямая отражения A_0B_0 направлена в точку K встречи AB с поверхностью зеркала и в точку F'_4 , которая является точкой схода зеркальных изображений всех прямых, перпендикулярных к предметной плоскости.

Если наклонное зеркало висит на фронтальной стене интерьера и точка схода его боковых сторон выходит далеко за пределы картины, перспективу зеркала можно построить по проекции зеркала на профильную или предметную плоскость. Последовательность построения обычная.

ПРИМЕР 64.3.

Построить перспективу отражения вертикального отрезка AB в нисходящем зеркале с высотой L , шириной CD и углом наклона α (рис. 289).

Решение. Найдем проекции зеркала на профильную и фронтальную плоскости стен.

Для этого на продолжении фронтальной стены построим профиль зеркала RTt с углом наклона α и высотой L . Построим проекцию зеркала $RT't$ на профильную стену и проекцию $C'Deg$ на фронтальную стену. Расстояние

$T't$ отложим с помощью $\frac{F_d}{2}$ (см. § 15).

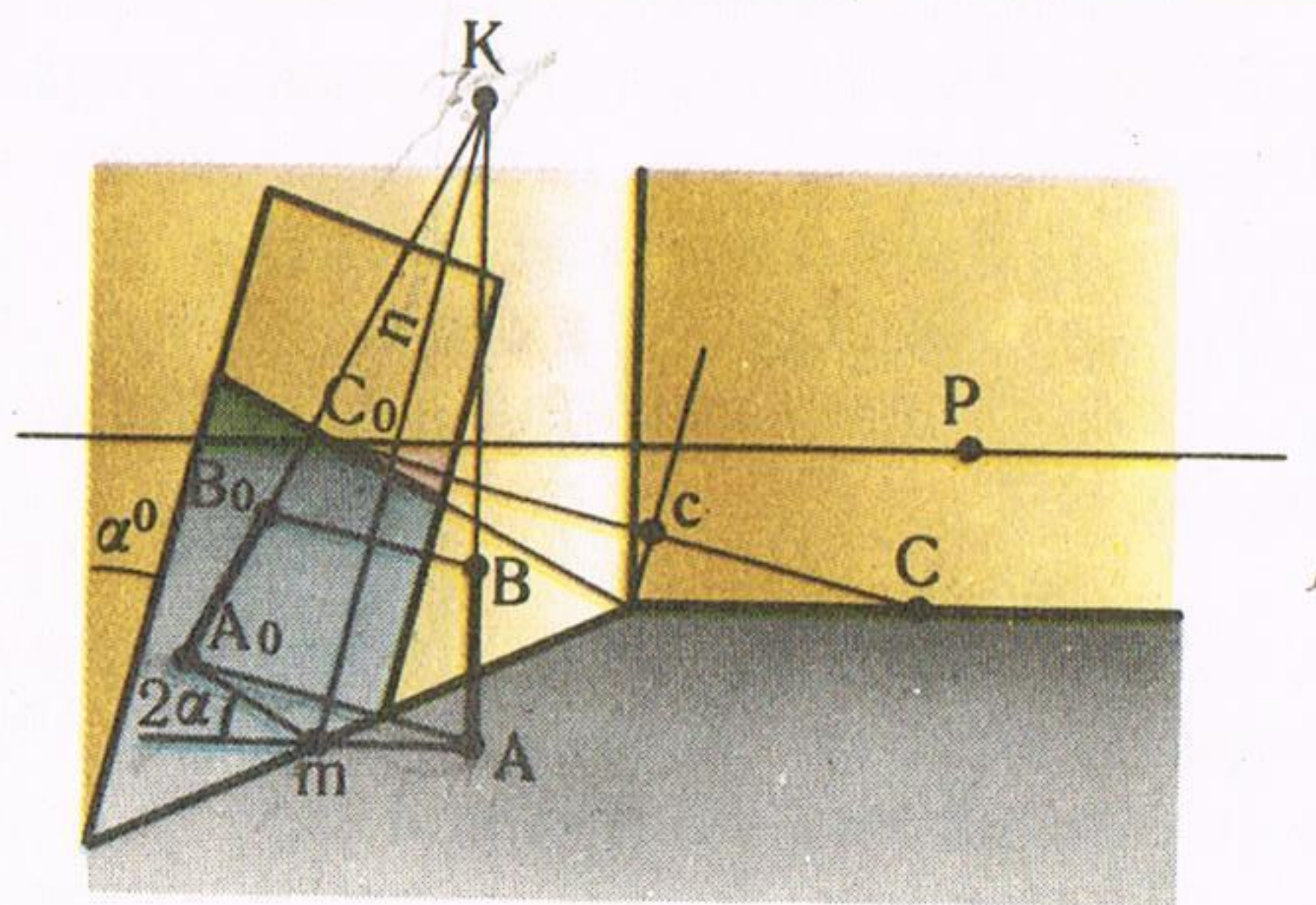


Рис. 287

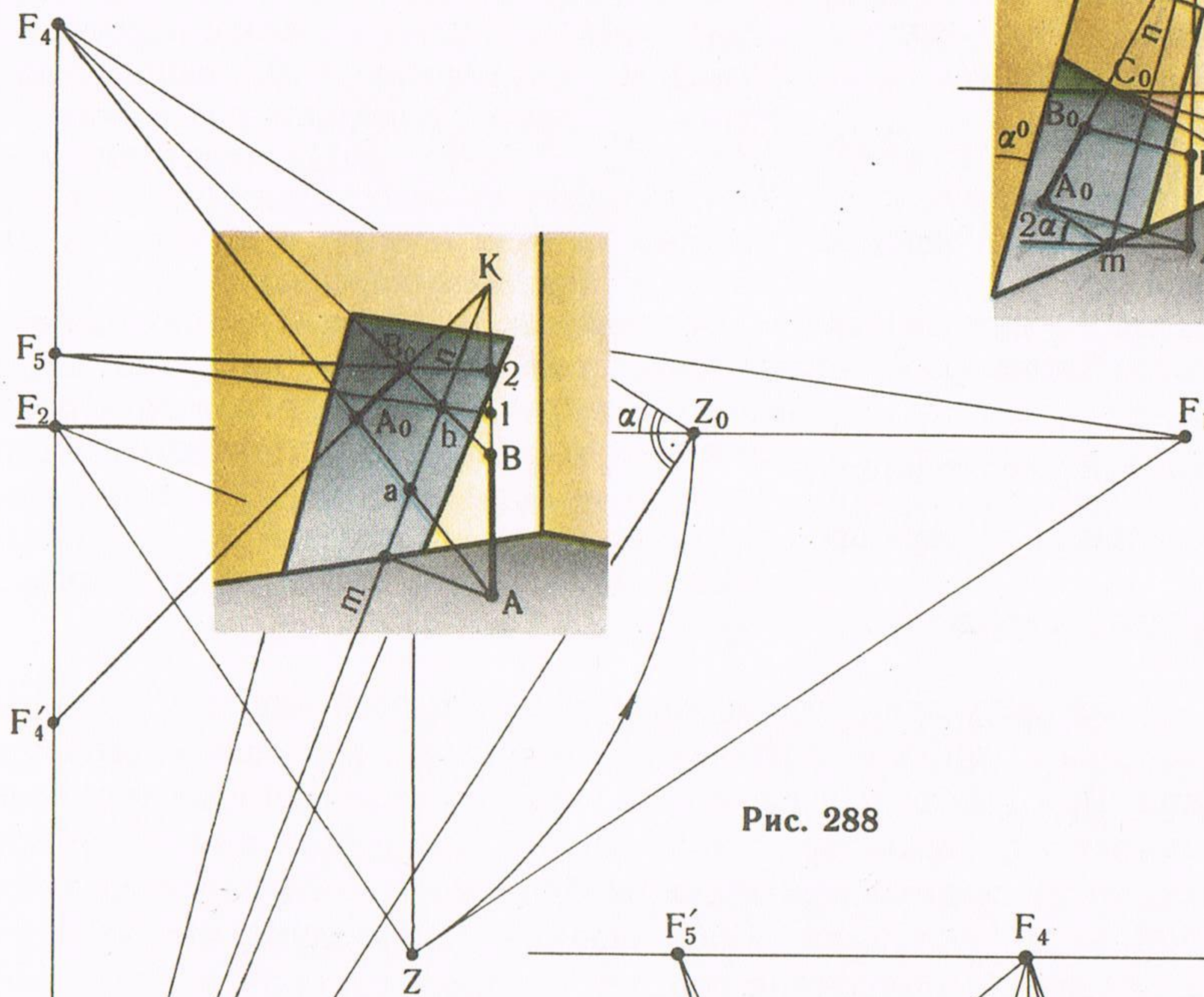
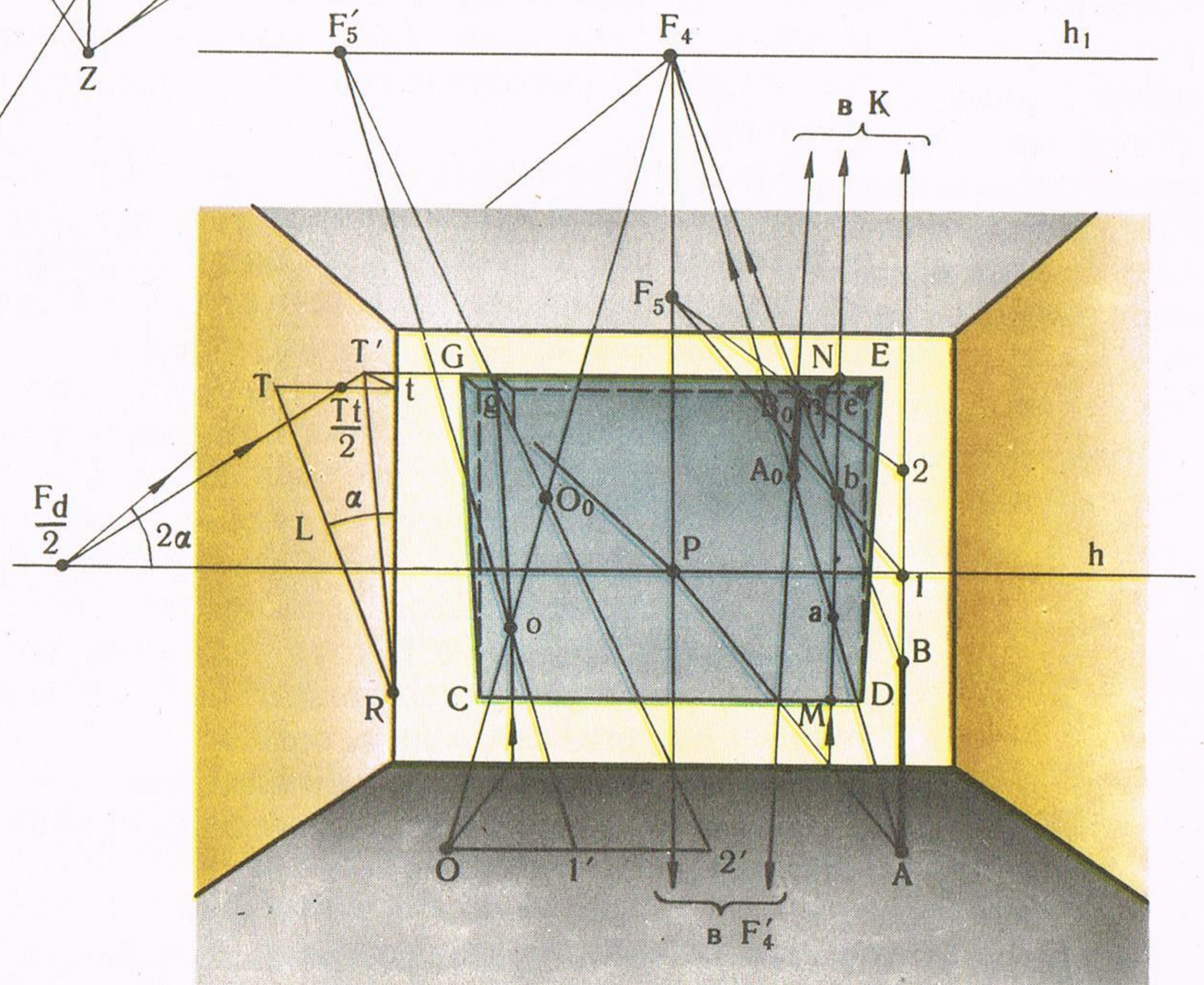


Рис. 288



По профильной проекции $RT't$ нарисуем наклонное зеркало. Параллельным переносом точки T' на перпендикулярные прямые Pg и Pe получим точки G и E . Линия $CDEG$ — перспектива нисходящего зеркала.

Построим отражение вертикального отрезка AB :

а) через AB проведем след AP вертикальной плоскости и построим линию MN пересечения ее с зеркалом. Точка N найдена в пересечении Pn с прямой GE ;

б) найдем точку схода F_4 для перпендикуляров к зеркалу, построив угол 2α

при $\frac{F_d}{2}$ и линию схода F_4h_1 восходящих плоскостей, перпендикулярных к зеркалу (см. § 46);

в) из точек A и B проведем перпендику-

ляры к зеркалу AF_4 и BF_4 и от точек a и b их встречи с линией MN отложим соответствующие расстояния в глубину с помощью делительного масштаба (см. пример 64.2). Прямая A_0B_0 и есть отражение отрезка AB . Отметим, что прямая A_0B_0 направлена в точку встречи K с поверхностью зеркала и в точку F'_4 — точку схода отражений всех вертикальных прямых. При большом угле наклона зеркала точки K и F'_4 могут располагаться в пределах картины.

Отражение O_0 точки O , расположенной на предметной плоскости, построено аналогично. Расстояние $o - O_0$ отложено с помощью горизонтального делительного масштаба $O - 1' - 2'$, точка схода F'_5 которого расположена на линии схода F_4h_1 всех восходящих плоскостей, перпендикулярных к зеркалу.

ГЛАВА XIII. ПЕРСПЕКТИВ- НЫЙ АНАЛИЗ РИСУНКА И КОМПОЗИЦИИ

Изображая предметы и явления на плоской картине, художник стремится к наиболее полному соответствию с реальной картиной видения. При работе над рисунком с натуры опытный глаз художника помогает ему справиться с этой задачей. При работе же над композицией, когда главные персонажи необходимо увязать не только между собой, но и с окружающей обстановкой, такую задачу нельзя решить без знания и соблюдения соответствующих законов и правил перспективы.

Всю подготовительную к композиции работу в виде зарисовок, набросков, этюдов нужно привести в соответствие с изображением, выполняемым при параметрах, подчиненных основному замыслу художественного произведения. И если при этом получаются неувязки, художник должен провести перспективный анализ композиции, чтобы выявить их причины и определить пути устранения неувязок.

В соответствии с замыслом композиции художник может отступать от некоторых правил перспективы, но в такой степени и с таким мастерством, чтобы эти отступления не снижали реальности восприятия зрителем формы и размеров изображаемых предметов и всего события. Некоторые примеры возможных отступлений от правил перспективы рассмотрены в § 41. Так или иначе, допускаемые отступления от правил перспективы должны быть осознаны художником, а не являться следствием досадных ошибок.

Умение проводить перспективный анализ имеет особое значение для теоретика-искусствоведа при оценке произведений изобразительного искусства.

Рассмотренные ранее построения перспектив составляют прямую задачу, предстоящую перед художником при изображении окружающей действительности. Другая задача, не менее важная, состоит в том,

чтобы определить соответствие изображения самой действительности. Эта вторая задача, обратная первой, и называется *перспективным анализом*.

Перспективный анализ рисунка и композиции — проверка формы и размеров изображаемых предметов, глубины пространства между ними, их положения относительно предметной плоскости, взаимоположения персонажей, связанных единством действий, и прочего при выбранных художником параметрах перспективного изображения. Поэтому *перспективный анализ рекомендуется проводить в такой последовательности*:

- 1) найти положение линии горизонта;
- 2) определить перспективный масштаб (высоту горизонта);
- 3) найти главную точку картины и величину зрительного расстояния;
- 4) проверить изображение форм и размеров предметов, глубины пространства между ними и т. п.

§66. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ЛИНИИ ГОРИЗОНТА

Если на картине изображено событие, происходящее на равнинной местности или с частью уходящей вдаль водной поверхности, то линия горизонта картины совпадает с линией изображения географического горизонта.

В тех случаях, когда линия горизонта закрыта естественными препятствиями (горы, лес и др.) или искусственными сооружениями (интерьер, экстерьер), ее можно точно определить по изображенным предметам, поскольку она всегда находится на уровне точки зрения. Так, если нарисован какой-нибудь предмет с параллельными горизонтальными линиями, то, продолжив их до пересечения в точке схода F , принадлежащей линии горизонта (рис. 290), и проведя через точку F прямую, параллельную нижнему краю рамки картины, получим положение искомой линии горизонта h .

Если же точка F выходит за пределы картины, то положение линии горизонта находят несложным построением. Для этого в нарисованной плоскости между горизонтальными линиями проводят две вертикальные прямые AB и CD . Одну из них (например, CD) передвигают параллельно картине на такое удаление от другой, чтобы точка F_1 пересечения прямых, проведенных через соответствующие точки, была в пределах картины. Точка F_1 также принадлежит линии горизонта.

Если перспективы двух параллельных прямых лежат в горизонтальной плоскости и точка их пересечения выходит за пределы картины (рис. 291), то для определения положения линии горизонта можно провести между ними два параллельных картине горизонтальных отрезка AB и CD , а затем разделить их пополам. Проведя прямые $1C$ и $B2$, в пересечении легко получить точку F , принадлежащую линии горизонта.

§67. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНОГО МАСШТАБА ИЗОБРАЖЕНИЯ

Перспективный масштаб изображения определяют по известной величине нарисованных предметов, сравнивая их величину с величиной изображения высоты горизонта. Так, если на картине есть фигура человека, стоящего на предметной плоскости, и линия горизонта проходит на уровне головы (рис. 292), то высота горизонта равна 150 . . . 180 см, если на уровне груди, — 120 . . . 140 см, и т. д. Если нарисован стол натуральной высотой 75 см и линия горизонта проходит так, что изображение высоты стола укладывается по высоте изображения линии горизонта два раза (рис. 292), то высота горизонта равна 150 см (75×2). Таким образом, зная натуральную величину изображенного предмета, высоту линии горизонта можно определить с большой точностью.

Приведем стандартные размеры некоторых предметов: высота стола — 75 см, высота сидения стула — 45 см, высота подоконника — 70 . . . 80 см, длина дивана (кровати) — около 2 м, высота телеграфного столба — 6 м, расстояние между телеграфными столбами — 60 м, ширина обычной железнодорожной колеи — около 1,5 м, узкой колеи — 1 м.

§68. НАХОЖДЕНИЕ ГЛАВНОЙ ТОЧКИ КАРТИНЫ И ВЕЛИЧИНЫ ЗРИТЕЛЬНОГО РАССТОЯНИЯ

Главная точка картины — это прямоугольная проекция точки зрения на нее. Художник, создающий картину, и зритель, рассматривающий ее, находятся напротив ее середины. Поэтому обычно главная точка находится в пересечении вертикальной осевой линии картины с линией горизонта. Иногда художник смещает главную точку картины вправо или влево от вертикальной осевой в сторону кульминационного пункта смыслового значения (см. картину П. А. Федотова „Сватовство майора”; главная точка смещена влево — на лицо невесты) либо для показа архитектурного оформления той или иной стены интерьера (см. картину А. Г. Венецианова „В комнатах”). Поэтому, если в картине изображен интерьер или экстерьер фронтального положения, то главная точка картины находится в пересечении горизонталей плоскостей, перпендикулярных к картине.

Если на картине изображено событие, происходящее в интерьере углового положения или на открытой местности, главную точку картины можно определить как центр смыслового значения. Так, в картине Н. Н. Ге „Петр I допрашивает царевича Алексея в Петергофе” главная точка картины расположена между двумя противоборствующими сторонами — посередине между фигурами Петра и Алексея.

Чтобы более точно определить положение главной точки и зрительное расстояние, можно использовать различные приемы. Рассмотрим те из них, которые отличаются простотой и которых обычно бывает достаточно для решения этой практической задачи.

Определение положения главной точки картины и зрительного расстояния.

1. По перспективе двух горизонтальных прямых углов с разными точками схода. В этом случае совмещенная точка зрения будет находиться в пересечении полуокружностей, построенных на расстоянии

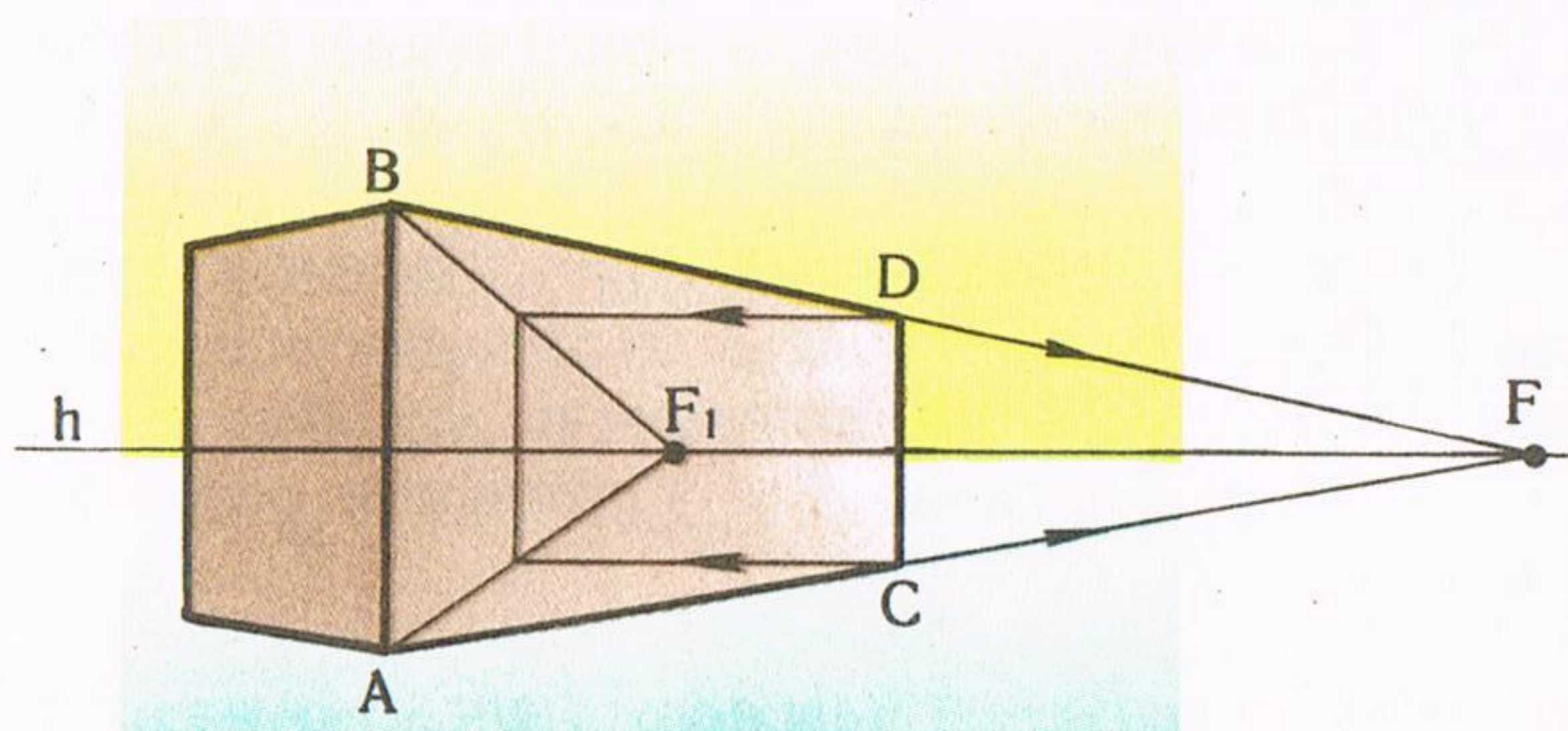


Рис. 290

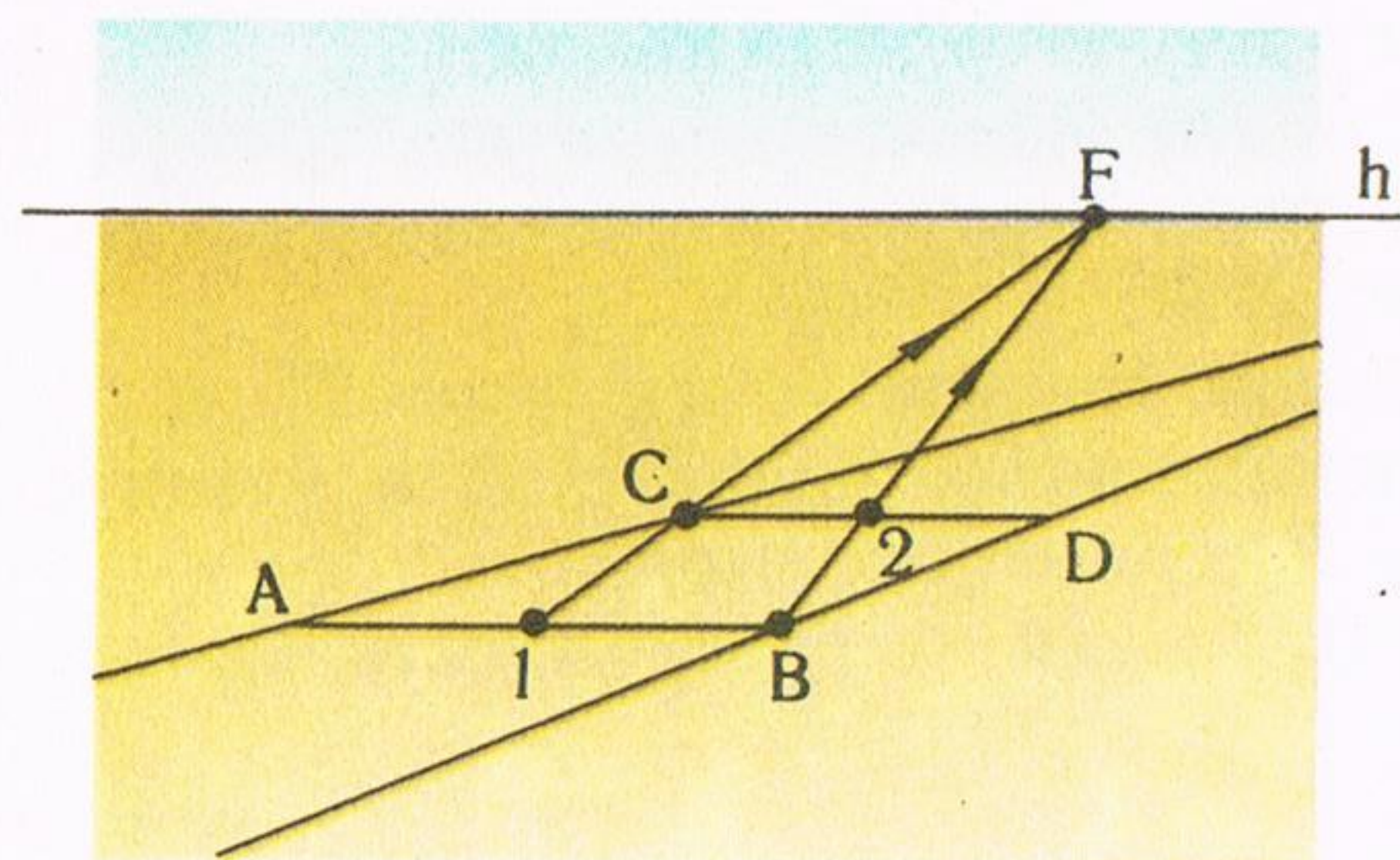


Рис. 291

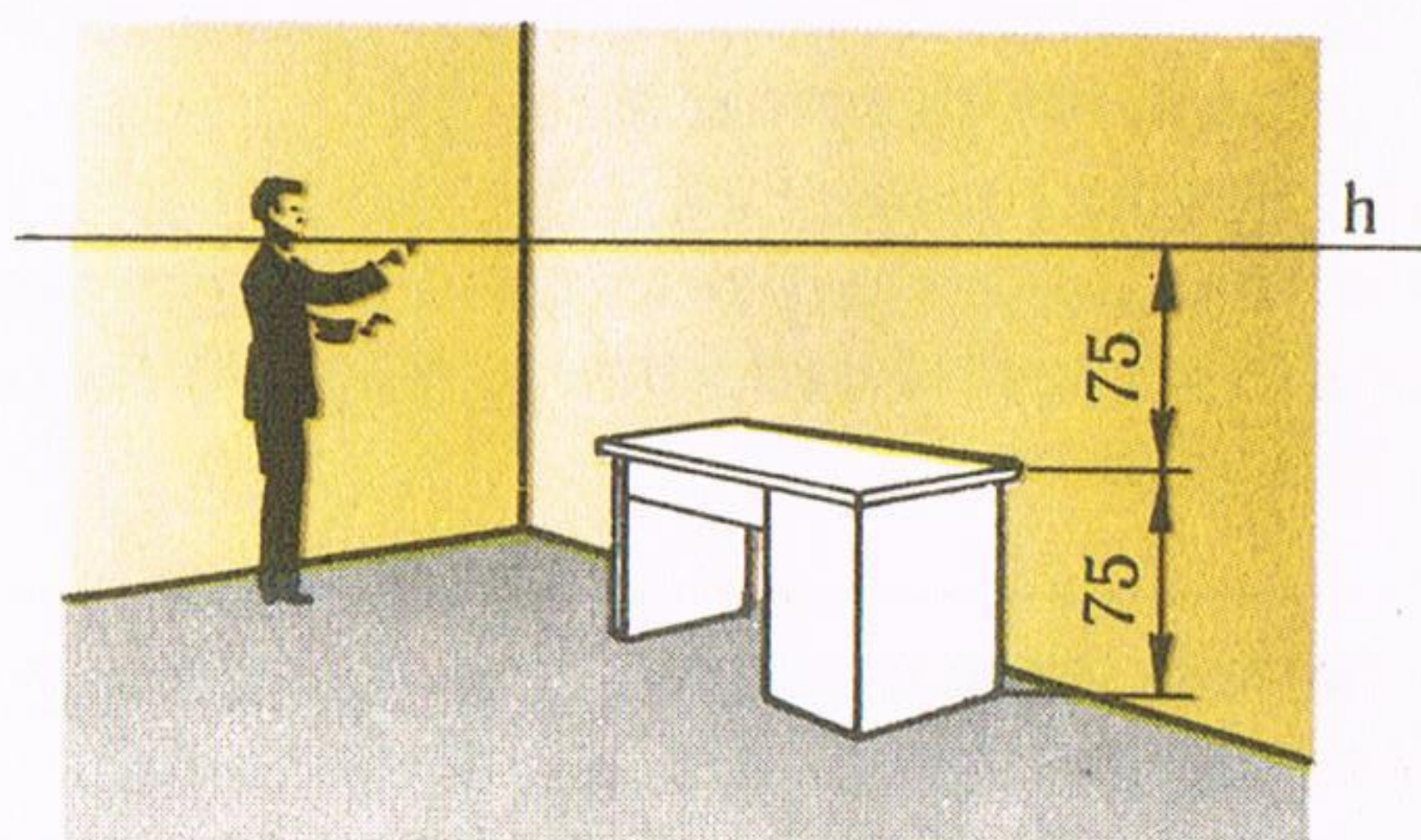


Рис. 292

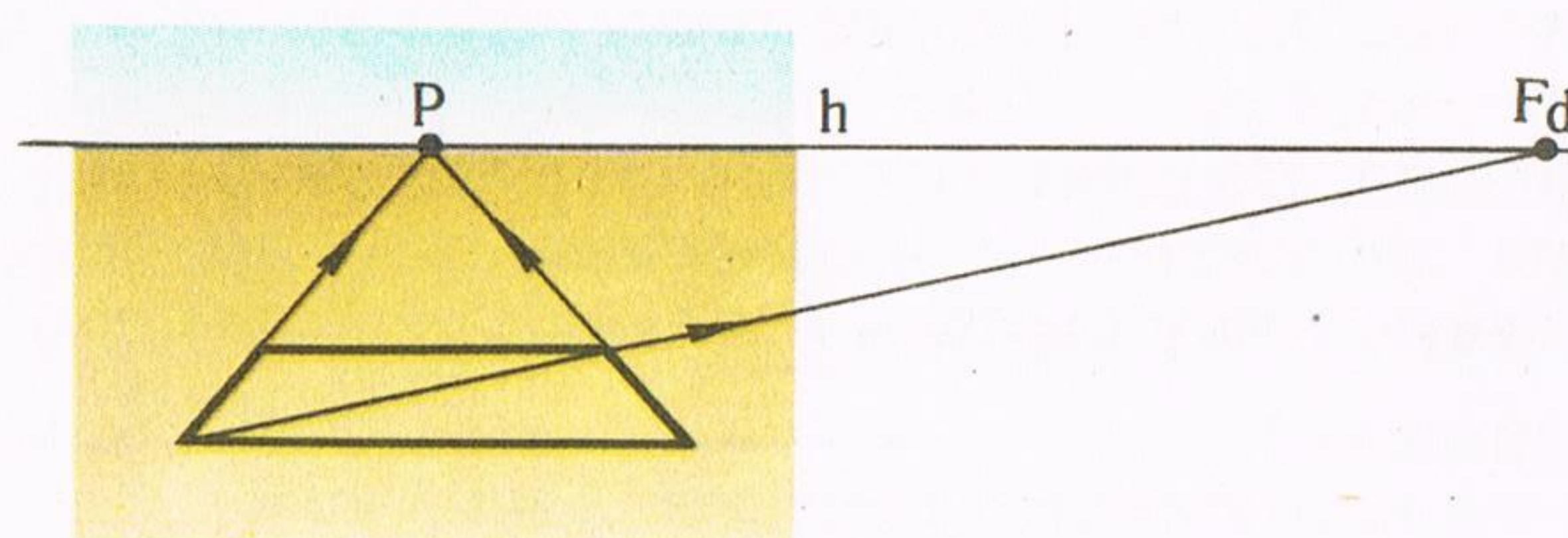


Рис. 294

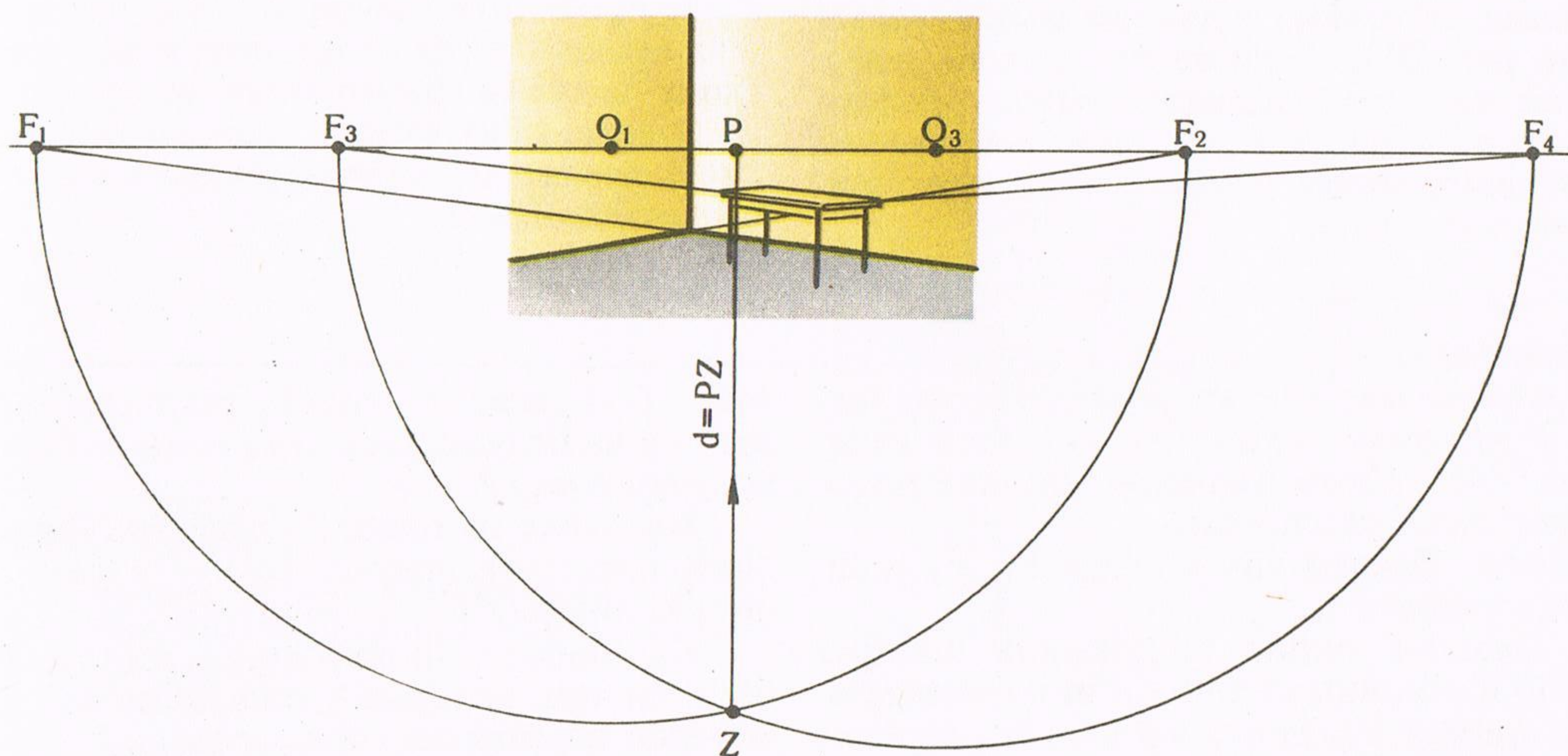


Рис. 293

между соответствующими точками схода как на диаметрах, так как вписанный в окружность угол, опирающийся на диаметр, — прямой.

ПРИМЕР 68.1.

На картине нарисован стол, повернутый к изображенному углу комнаты.

Найти положение точки зрения, главную точку картины и зрительное расстояние (рис. 293).

Решение. Найдем точки схода F_1 и F_2 для горизонтальных линий стен и точки схода F_3 и F_4 для сторон стола.

Проведем полуокружность через точки

F_1 и F_2 радиусом, равным половине расстояния между ними, а затем аналогично полуокружность через точки F_3 и F_4 . В пересечении полуокружностей получим точку зрения Z , совмещенную с плоскостью картины. Опустив из точки Z перпендикуляр на линию горизонта, получим положение главной точки картины P и зрительное расстояние $d = PZ$.

2. По перспективе горизонтального или вертикального квадрата.

При этом возможны два случая, которые рассмотрим на примерах.

ПРИМЕР 68.2.

На картине изображен горизонтальный квадрат, две стороны которого параллельны картине. Найти главную точку картины и зрительное расстояние (рис. 294).

Решение. Продлив боковые стороны квадрата до взаимного пересечения, получим главную точку картины P и линию горизон-

та h . Проведя в квадрате диагональ до пересечения с линией горизонта, получим точку F_d и зрительное расстояние PF_d .

Совершенно аналогично решается и задача с изображением вертикально расположенного квадрата, две стороны которого параллельны картине.

ПРИМЕР 68.3.

На картине изображен горизонтальный квадрат углового положения (рис. 295, а). Найти главную точку картины и зрительное расстояние.

Решение. Задачу можно решить, построив перспективы двух прямых углов, образованных сторонами и диагоналями квадрата (см. рис. 293). Если же точки схода диагоналей или сторон квадрата выходят далеко за пределы картины, то задача решается по дополнительному прямому углу, построенному в квадрате.

Найдем точки схода F_1 и F_2 сторон AB и AD квадрата (рис. 295, а). Поскольку точки схода диагоналей уходят далеко за пределы картины, построим дополнительный прямой угол, например между направлениями $A1$ и $D2$ (рис. 295, б) с точками схода F_3 и F_4 . В пересечении полуокружностей, проведенных через соответствующие точки схода, получим совмещенную точку зрения Z . Восставив из точки Z перпендикуляр к линии горизонта, получим точку P и зрительное расстояние PZ .

3. С помощью измерительных точек.

ПРИМЕР 68.4.

На картине изображена прямоугольная башня с круглым отверстием на левой стене (рис. 296). Найти положение главной точки и зрительное расстояние.

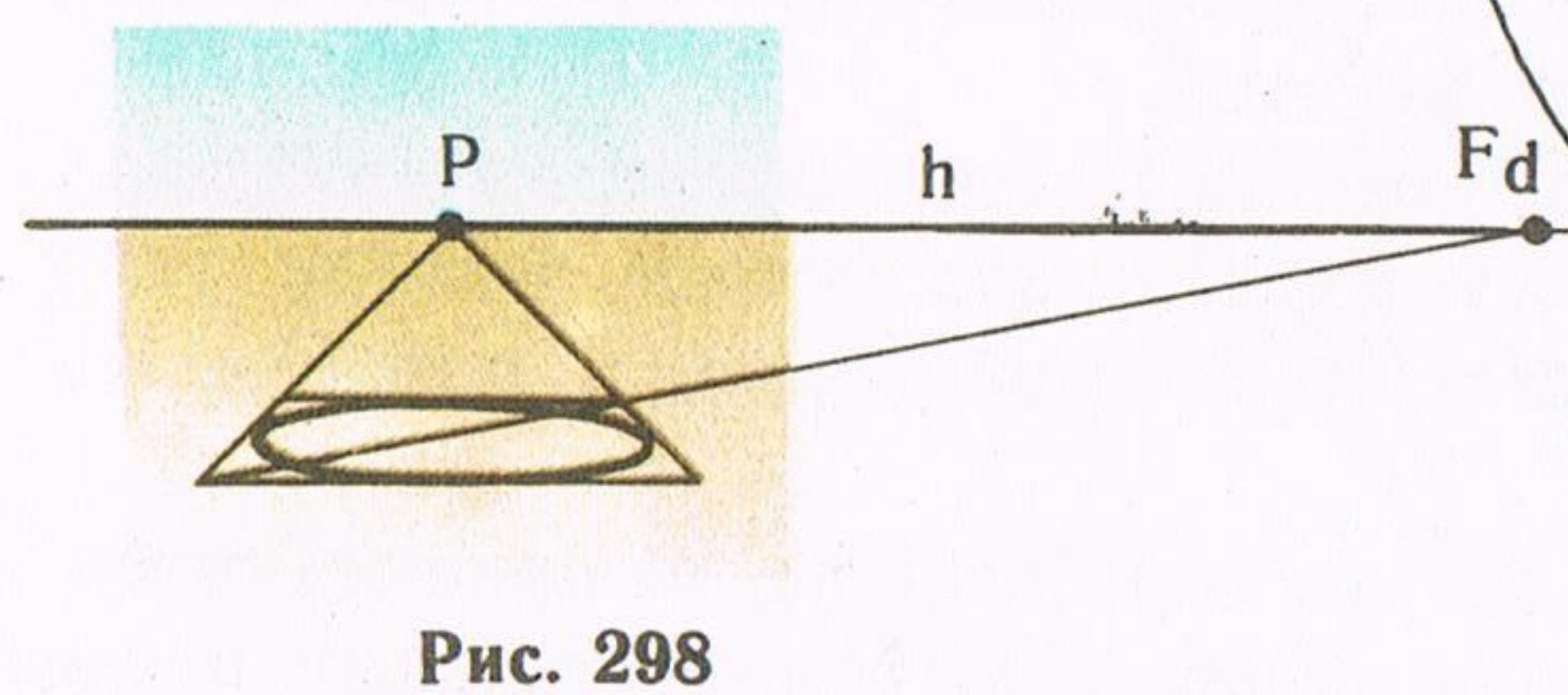
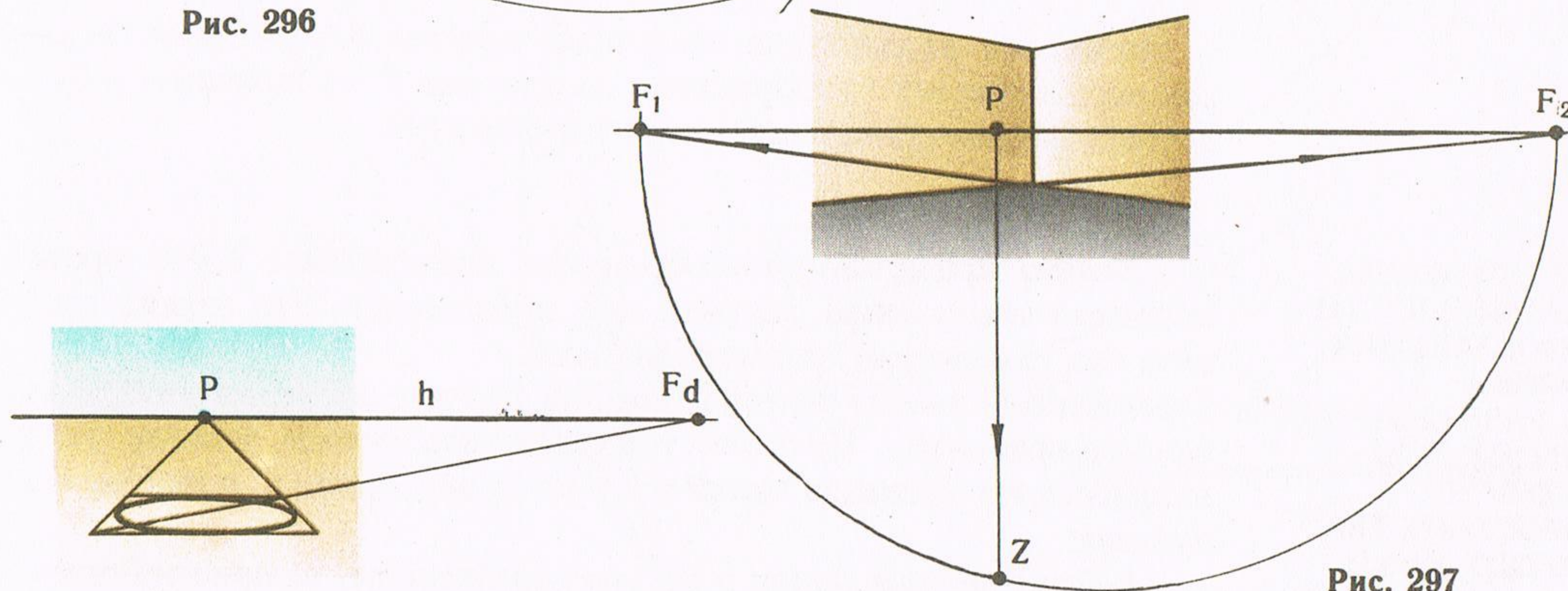
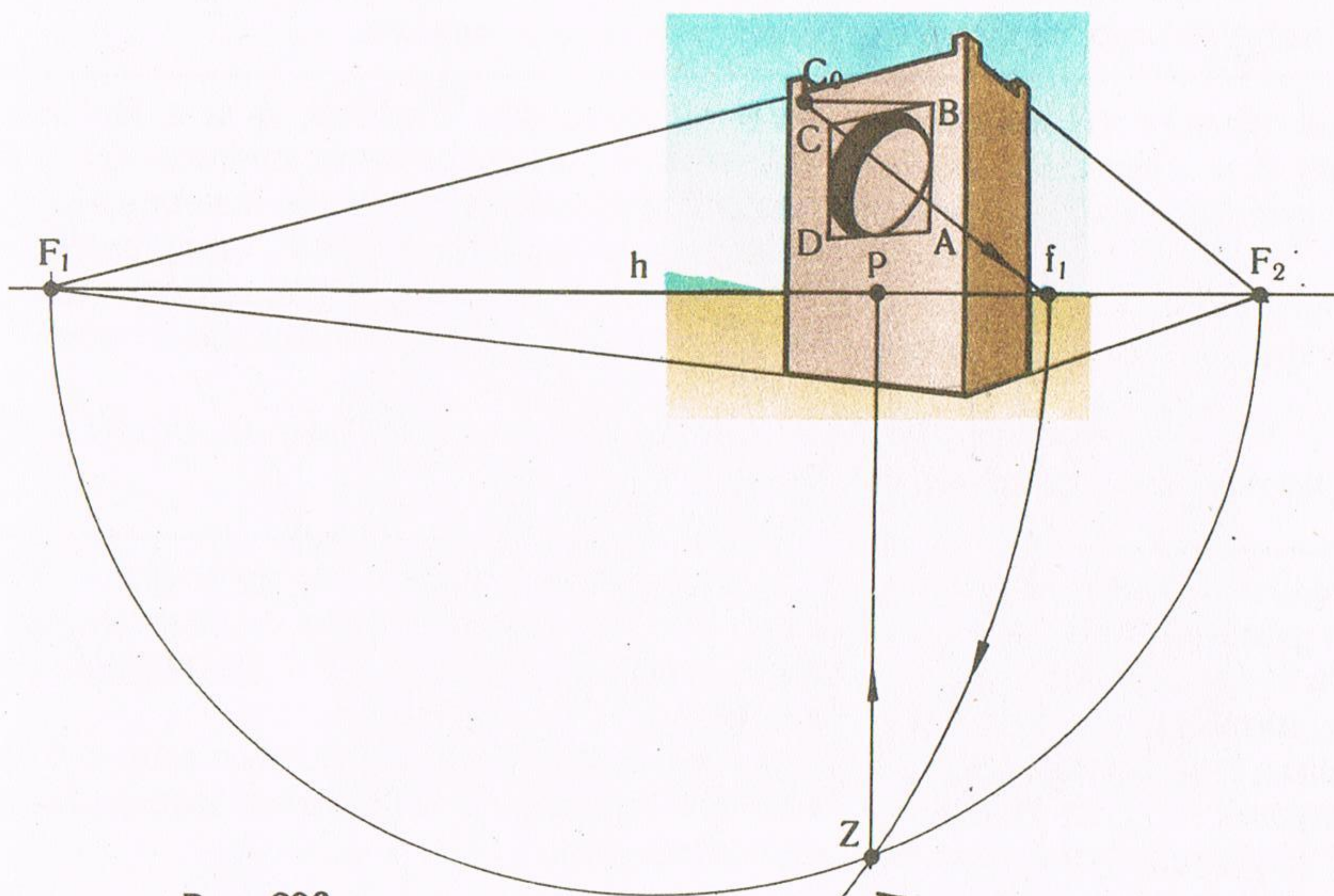
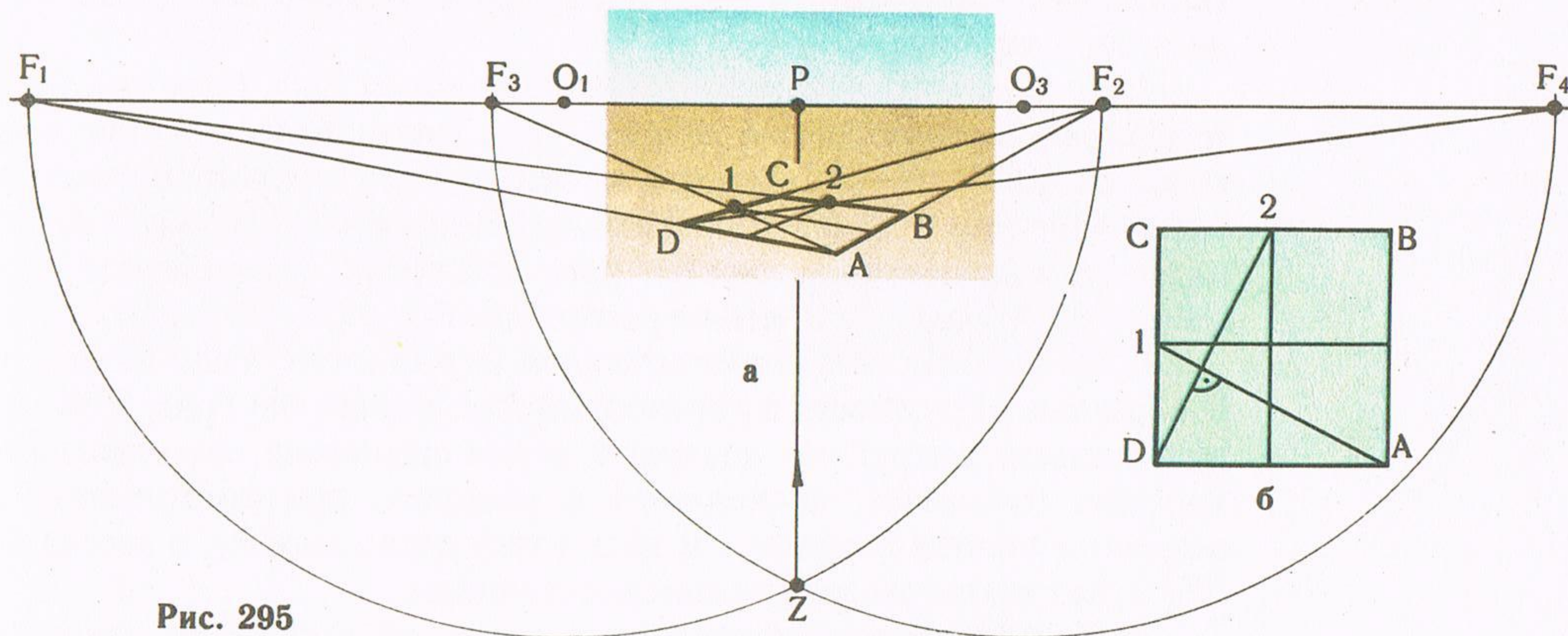
Решение. Найдем точки схода F_1 , F_2 и линию горизонта h .

Опишем около окружности квадрат $ABCD$ и отложим от точки B на горизонтальной прямой, параллельной картине, отрезок BC_0 , равный AB . В пересечении прямой C_0C с линией горизонта получим измерительную

точку f_1 . Сделав из точки F_1 радиусом F_1f_1 засечку на полуокружности диаметра F_1F_2 , получим точку Z .

Восставив из точки Z перпендикуляр к линии горизонта, получим точку P и зрительное расстояние PZ .

Как видим, выполненные построения обратны тем, которые проводились при измерении перспектив горизонтальных отрезков, расположенных под острым углом к картине (см. § 17).



Определение зрительного расстояния при известном положении главной точки картины.

1. По перспективе горизонтального прямого угла. Если на картине изображен горизонтальный прямой угол (рис. 297), то нужно найти точки схода F_1, F_2 его сторон и провести через них полуокружность. Перпендикуляр к линии горизонта, опущенный из главной точки P , в пересечении с полуокружностью даст положение совмещенной точки зрения Z и искомое зрительное расстояние PZ .

2. По перспективе горизонтальной окружности. Если на картине изображена окружность в горизонтальном положении (рис. 298), следует описать вокруг нее квадрат с двумя сторонами, параллельными картине. Диагональ, проведенная в квадрате, при продолжении до встречи с линией горизонта и даст точку отдаления F_d , а расстояние PF_d будет искомым зрительным расстоянием.

3. По перспективе отрезка горизонтальной прямой при известных натуральных размерах отрезка и высоте горизонта.

ПРИМЕР 68.5.

На картине изображен отрезок AB , натуральный размер которого 4 м. Определить зрительное расстояние при высоте горизонта 2 м (рис. 299).

Решение. Найдем точку схода F_1 . От точки A на параллельной картине горизонтальной

прямой отложим отрезок 4 м в масштабе $AK = 2$ м. В пересечении прямой $4м - B$ с линией горизонта получим измерительную точку f_1 . Описав из точки F_1 дугу радиусом F_1f_1 , в пересечении с перпендикуляром PZ получим точку Z и зрительное расстояние PZ .

4. По перспективе двух соприкасающихся размеров, одинаковых по своей натуральной величине.

ПРИМЕР 68.6.

На картине изображена открытая дверь. Определить зрительное расстояние при заданном положении точки P (рис. 300).

Решение. Поскольку ширина двери и дверного проема одинаковы, найдем измерительную точку f_1 и радиусом F_1f_1 из точки F_1 сделаем засечку на перпендикуляре к ли-

нии горизонта, опущенном из точки P . Точка Z и есть точка зрения, совмещенная с плоскостью картины, а PZ — зрительное расстояние.

Как видим, наши действия как в этом, так и в примере 5 обратны откладыванию размеров (см. § 17).

Итак, мы рассмотрели некоторые приемы определения параметров перспективного изображения на картине. С их помощью и будем проверять правильность построения перспектив.

§ 69. ПРОВЕРКА ПРАВИЛЬНОСТИ ИЗОБРАЖЕНИЯ ФОРМЫ И РАЗМЕРОВ ПРЕДМЕТОВ, ГЛУБИНЫ ПРОСТРАНСТВА МЕЖДУ НИМИ

Анализ правильности изображения представляет собой процесс, обратный построению рисунка или композиции. Его можно выполнять как глазомерно, так и графически.

Глазомерный анализ целесообразно начинать с проверки изображения формы предметов. Поскольку перспектива формы зависит от правильности изображения линий и углов, ее образующих, проверяют следующее:

1. Если прямые линии в натуре параллельны, то при изображении они должны иметь одну точку схода. Для горизонтальных прямых

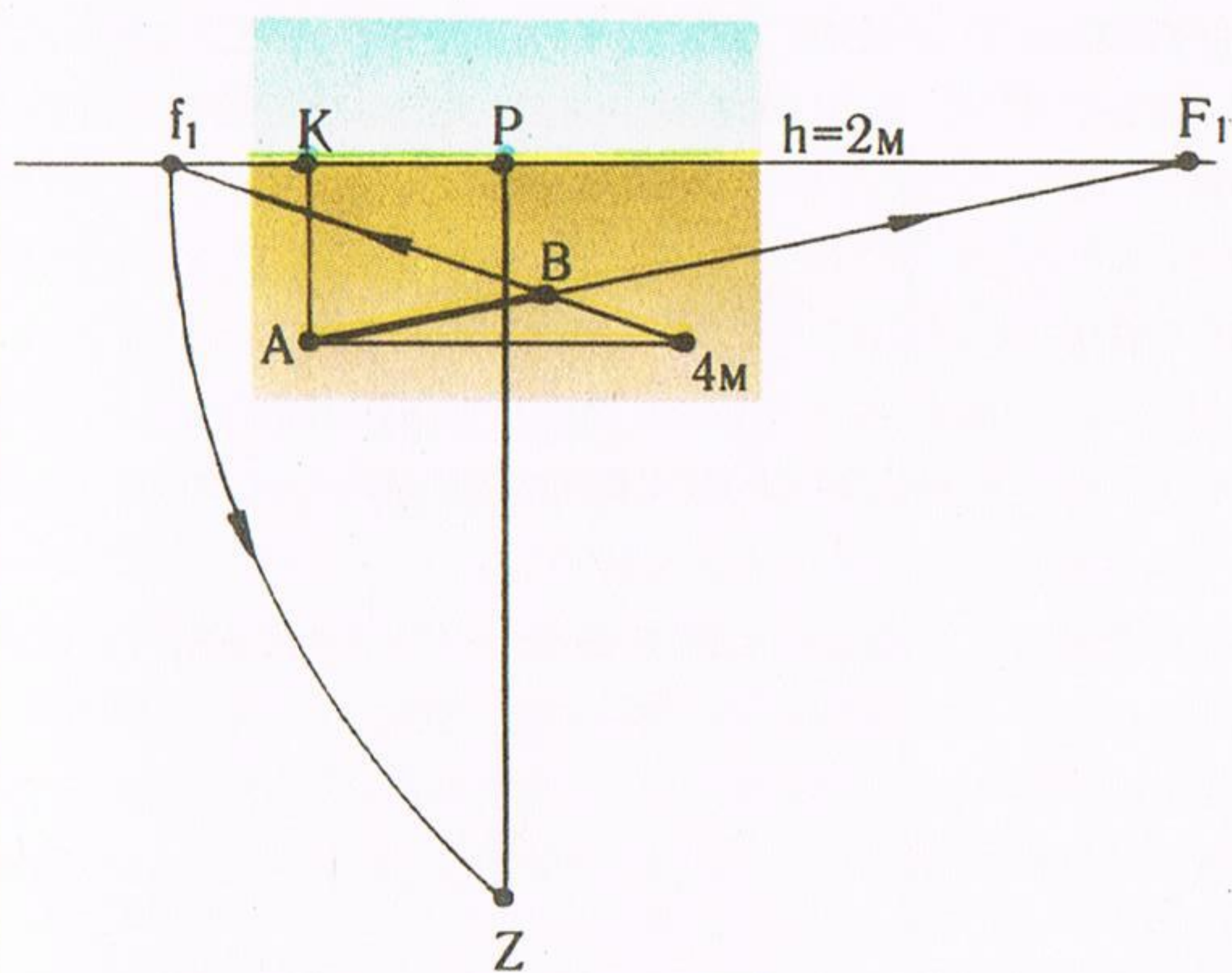


Рис. 299

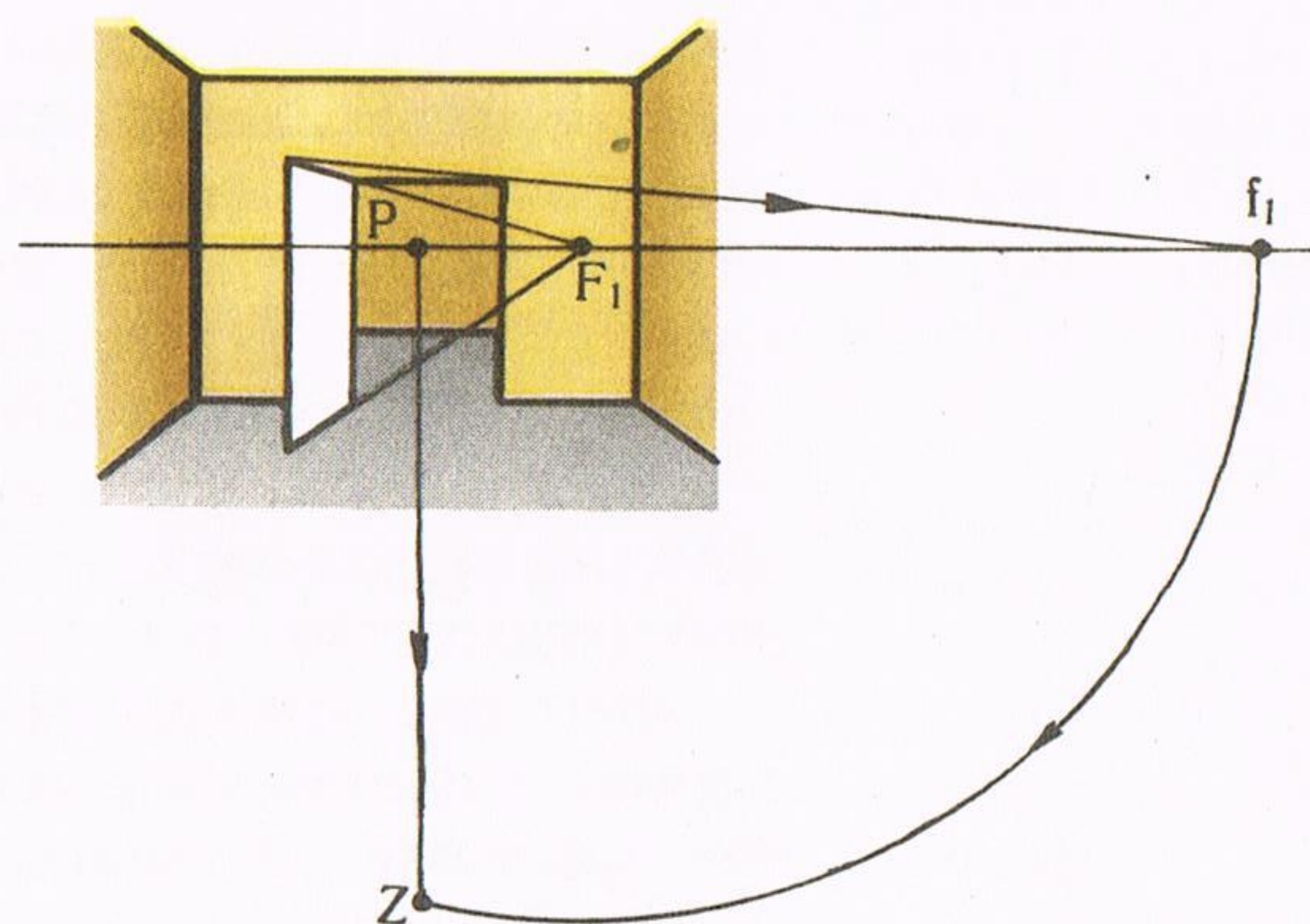


Рис. 300

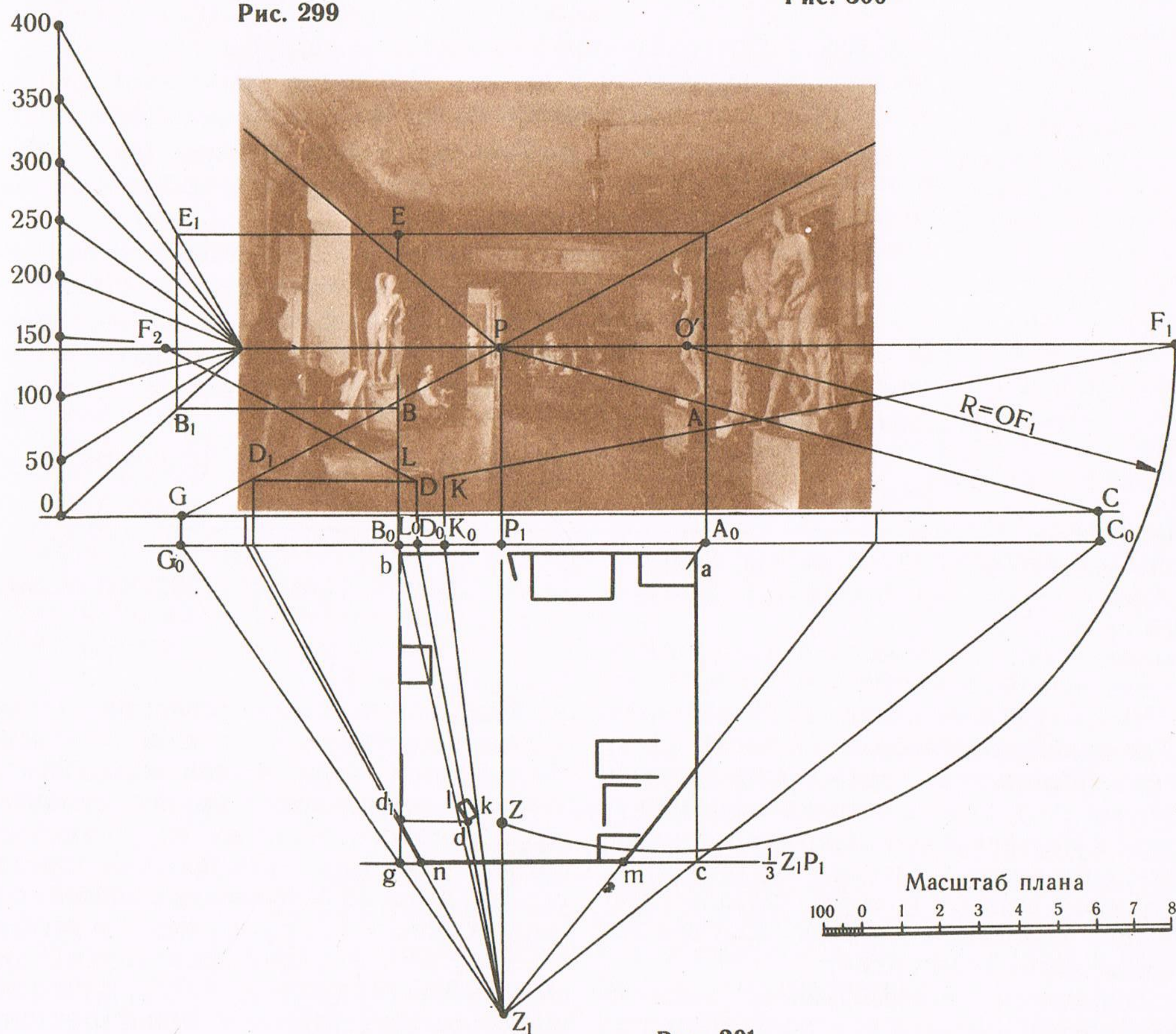


Рис. 301

точка схода всегда располагается на линии горизонта, для восходящих — на линии схода и выше линии горизонта, для нисходящих — на линии схода и ниже линии горизонта (см. § 9).

2. Прямые линии, образующие тот или иной плоский угол, имеют точки схода на линии схода данной плоскости. Натуральная величина угла проверяется построением его при точке зрения как визуально, так и графически. Так, если в натуре угол прямой, то лучи, проведенные из точки зрения в точки схода сторон угла, образуют при ней также прямой угол, как и любой другой, соответствующий натуре. Графически натуральную величину угла можно построить при совмещенной точке зрения.

Величину изображения предметов и расстояния между ними проверяют с помощью перспективного масштаба высот, широт и глубин. Все предметы и их элементы, расположенные на различных удалениях от картины, должны изображаться в одном перспективном масштабе, принятом для данной картины.

Такой беглый глазомерный перспективный анализ вполне применим как к проверке построения эскиза композиции, так и к проверке рисунка, выполняемого с натуры. Для более тщательной проверки композиции целесообразно проводить перспективный анализ, реконструируя перспективное изображение в комплексный чертеж или в план, по которому и проверять правильность изображения всех предметов и построение композиции.

Графический анализ требует значительного увеличения размеров картинной плоскости для размещения на ней всех параметров и элементов перспективного построения, что для картины больших размеров не всегда возможно. Поэтому для перспективного анализа можно использовать эскиз небольшого размера или фотографию (репродукцию) картины.

Рассмотрим последовательность и содержание графического анализа на двух примерах.

ПРИМЕР 69.1.

Провести перспективный анализ картины А. А. Алексеева „Мастерская А. Г. Венецианова” (рис. 301).

Решение. Найдем положение линии горизонта и главную точку картины.

На картине А. А. Алексеева „Мастерская А. Г. Венецианова” изображен интерьер фронтального положения. Горизонтальные линии боковых стен, пола и потолка перпендикулярны к картине и при их продолжении пересекаются в главной точке P картины. Проведя через точку P прямую, параллельную нижнему основанию картины, получим положение линии горизонта h .

Определим перспективный масштаб изображения — высоту горизонта. Находим ее по известной величине нарисованного

предмета, например по высоте стола, равной 75 см. Сравнив размеры изображений высоты стола и высоты горизонта в той же точке, получим высоту горизонта, равную 140 см (см. § 68).

Найдем положение совмещенной точки зрения и зрительное расстояние. Положение совмещенной точки зрения определим по изображению лежащего на полу этюдника, ребра которого образуют горизонтальный прямой угол. Для этого продлим горизонтальные ребра до пересечения с линией горизонта в точках F_1 , F_2 и разделим расстояние F_1F_2 пополам. Проведя из точки O дугу окружности радиусом $R = OF_1$, в пересечении с перпендикуляром к линии горизонта, опущенным из главной точки P , получим

положение совмещенной точки зрения Z и зрительное расстояние PZ (см. § 69).

Проверку изображения формы и размеров предметов, а также глубины пространства между ними проведем с помощью плана, построение которого начнем с построения габаритных размеров комнаты.

Чтобы план не был наложен на картину, разместим его ниже основания картины. Соответственно и точку зрения Z_1 удалим от плана картины на то же расстояние: $P_1Z_1 = PZ$. Снесем на план картины опорные точки пола и вертикальные линии изображенных предметов: правый угол A — в точку A_0 , левый угол B — в точку B_0 , D — в точку D_0 и т. д. Для удобства вычертим план уменьшенным, например, в 3 раза по сравнению с перспективным масштабом. Для этого начнем строить план с построения линии основания картины, расположив ее от точки Z_1 на расстоянии $\frac{1}{3} Z_1P_1$. Лучи, проведенные из Z_1 на боковые стороны картины в плане, ограничат изображение передней линии пола отрезком mn . Построим план перпендикулярных к картине стен. Для этого продолжим перспективы оснований стен до пересечения с основанием картины в точках C и G . На плане прямые AC и BG изобразятся прямыми ac и bg , перпендикулярными к плану картины. Точка a получится в пересечении прямой ac с лучом Z_1A_0 , точка b — в пересечении прямой bg с лучом Z_1B_0 . Очевидно, что фронтальная стена на плане изобразится отрезком ab , параллельным плану картины.

Положения фигур и предметов на плане найдем по точкам, каждая из которых пред-

ставляет собой пересечение двух прямых. Например, для построения плана лежащего на полу этюдника через точку D проведем две вспомогательные прямые: параллельную картине DD_1 и радиальную DD_0 . На плане прямая DD_1 изобразится параллельной плану картины прямой d_1d , а радиальная прямая DD_0 — лучом Z_1D_0 . В пересечении прямых получим точку d . Проведя из точки d прямые параллельно действительным направлениям сторон основания ZF_1 и ZF_2 , в пересечении их с лучами Z_1L_0 и Z_1K_0 получим точки l и k и план этюдника. Аналогично построим план постамента, планы других предметов и фигур людей.

Высоту фигур людей и предметов на картине измеряют по линейному масштабу высот. Например, чтобы найти высоту комнаты, нужно снести ее высоту BE параллельно картине в плоскость перспективного линейного масштаба. Высота $B_1E_1 = 420$ см.

Чтобы определить ширину и длину изображенных на картине предметов и расстояний между ними, построим линейный масштаб плана. Поскольку план комнаты построен уменьшенным в 3 раза, разделим для этого отрезок высоты горизонта от нижнего обреза рамки картины до линии горизонта на три равные части. Получим отрезок на плане, натуральная величина которого равна 140 см. Приведя отрезок к длине 1 м, построим линейный масштаб плана с большими делениями 1 м и малыми делениями по 10 см. Для примера определим размеры этюдника. Так, ширина dk равна трем малым делениям, а длина de — четырем. Следовательно, размеры этюдника 30 X 40 см.

Графический анализ картины показывает следующее:

1. Интерьер комнаты изображен с очень малого зрительного расстояния — меньше двух радиусов поля ясного зрения. Это позволило создать у зрителя, рассматривающего картину, впечатление его присутствия в изображенной комнате.

2. Линия горизонта расположена ниже геометрического центра картины. Это дало возможность изобразить пространство пола и потолка примерно в одном ракурсе. В результате хорошо показаны лепные украшения потолка, а скульптурные фигуры поданы в ракурсе снизу, что придало им большую монументальность.

3. Главная точка P картины выбрана левее осевой линии картины. Это позволило изобразить комнату с большим видом на правую стену,

на которой висят картины и около которой расположены скульптурные фигуры.

4. Фигуры людей и предметы изображены в своих натуральных размерах с соответствующими перспективными сокращениями.

ПРИМЕР 69.2.

Провести перспективный анализ картины В. Н. Костецкого „Допрос врага” (рис. 302).

Решение. На картине изображена комната углового положения.

Найдем положение линии горизонта и главной точки картины. Линию горизонта h находим по горизонтальным прямым изображенного на картине стола. Главная точка P картины находится на пересечении вертикальной осевой линии картины с линией горизонта.

Определим масштаб перспективного изображения (высоту горизонта) по известной высоте стола и фигур людей. Высота горизонта равна 115 см (см. §68).

Найдем положение совмещенной точки зрения и зрительное расстояние. Положение совмещенной точки зрения определим по изображению прямого угла основания или крышки стола. Для этого продлим горизонтальные ребра основания или крышки стола до пересечения с линией горизонта в точках F_1 и F_2 и разделим расстояние F_1F_2 пополам. Проведя из точки O дугу окружности радиусом $R = OF_1$, в пересечении с перпендикуляром к линии горизонта, опущенным из главной точки P , получим положение совмещенной точки зрения Z и зрительное расстояние PZ .

Чтобы проверить форму и размеры изображенных на картине предметов и расстояний между ними, построим план. Для этого изобразим план картины линией, совмещенной с линией горизонта, и снесем на нее необходимые элементы: боковые стороны рамки картины, вертикальные углы комнаты и стола и пр. Чтобы план не был наложен на картину, построим его уменьшенным, например в 5 раз, по сравнению с перспективным масштабом. Для этого строить план начнем с линии основания картины, расположив ее от точки Z на расстоянии $\frac{1}{5} ZP$.

Лучи ZM_0 и ZN_0 , проведенные из Z на боковые стороны картины в плане, ограничат изображение передней линии пола на плане

отрезком mn . Изображение угла комнаты A найдем на плане как точку пересечения перспектив двух прямых, например AA_0 и вспомогательной прямой PB . На плане перспектива радиальной прямой AA_0 изобразится лучом ZA_0 , а перпендикулярная к картине прямая BP — прямой ba , перпендикулярной к плану картины. В пересечении ba с лучом ZA_0 получим положение угла комнаты a на плане. Изображение стен на плане найдем, если из точки a проведем прямые, параллельные их действительным направлениям: правой — параллельно ZF_2 до пересечения с лучом ZM_0 , левой — параллельно ZF_1 до пересечения с лучом ZN_0 .

Итак, изображение габаритных размеров комнаты получено на плане в виде замкнутого пятиугольника. Положения фигур людей и предметов на плане найдем по точкам, каждая из которых представляет собой пересечение двух прямых. Так, для построения на плане точки C проведем через нее две пересекающиеся прямые: радиальную CC_0 и горизонтальную DF_1 . На плане прямая CC_0 изобразится лучом ZC_0 , а DE_1 — прямой dc , параллельной ZF_1 . В пересечении луча ZC_0 с прямой dc получим точку c — план точки C . Положение на плане фигур людей найдем также по точкам: например, положение сидящего — с помощью проекции E его оси на плоскость пола. Ширину изображения фигуры на плане найдем, проведя лучи из Z в крайние точки, снесенные на план картины.

Масштаб плана определим по высоте линии горизонта. Для этого разделим прямую от нижнего обреза рамки картины до линии горизонта на 5 равных частей. На плане получим отрезок, натуральная величина которого равна 115 см. Приведя величину отрезка к 1 м, построим линейный масштаб плана.

С помощью масштаба определятся ширина и длина нарисованных на картине предметов.

Высоту изображенных на картине пред-

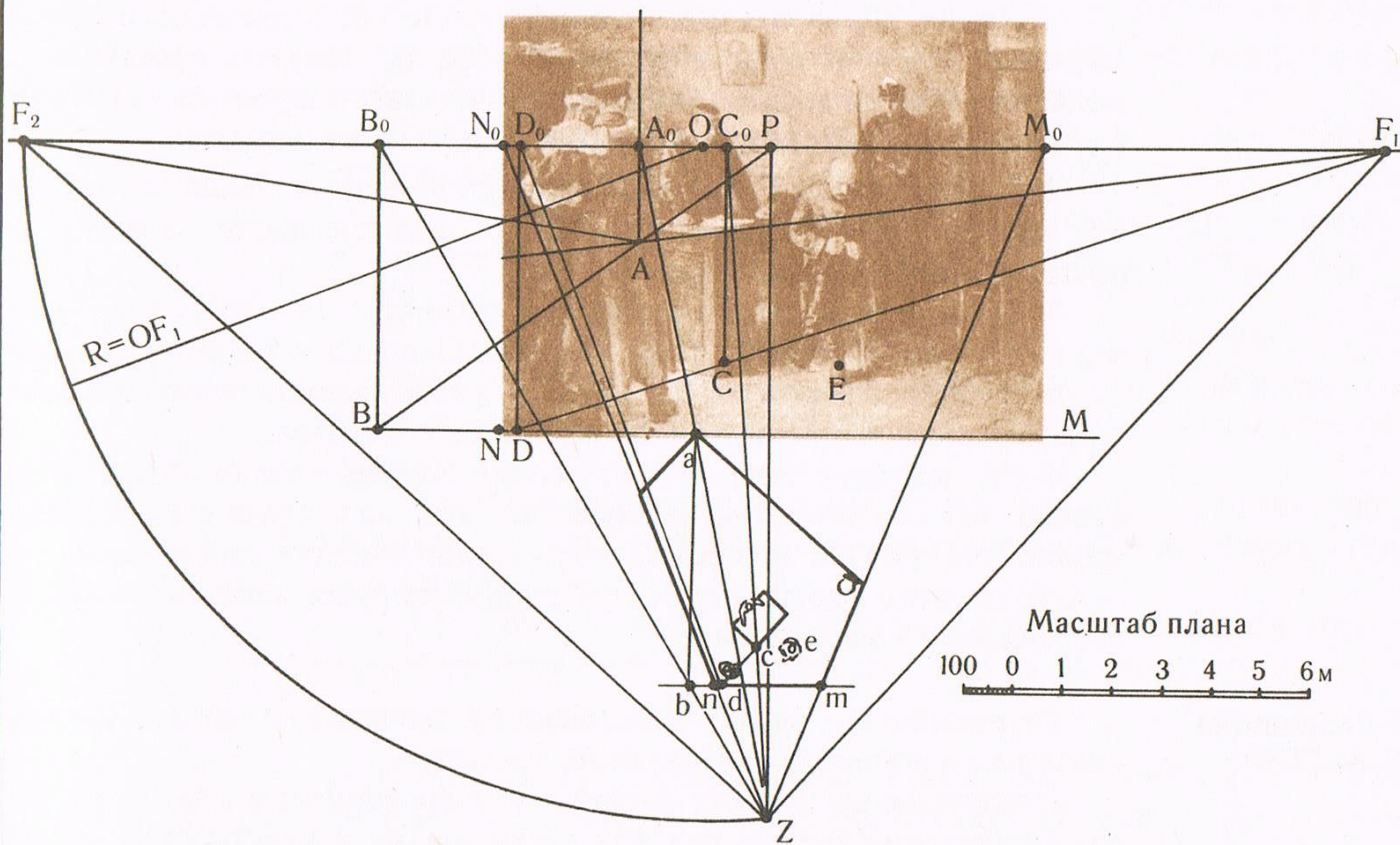


Рис. 302

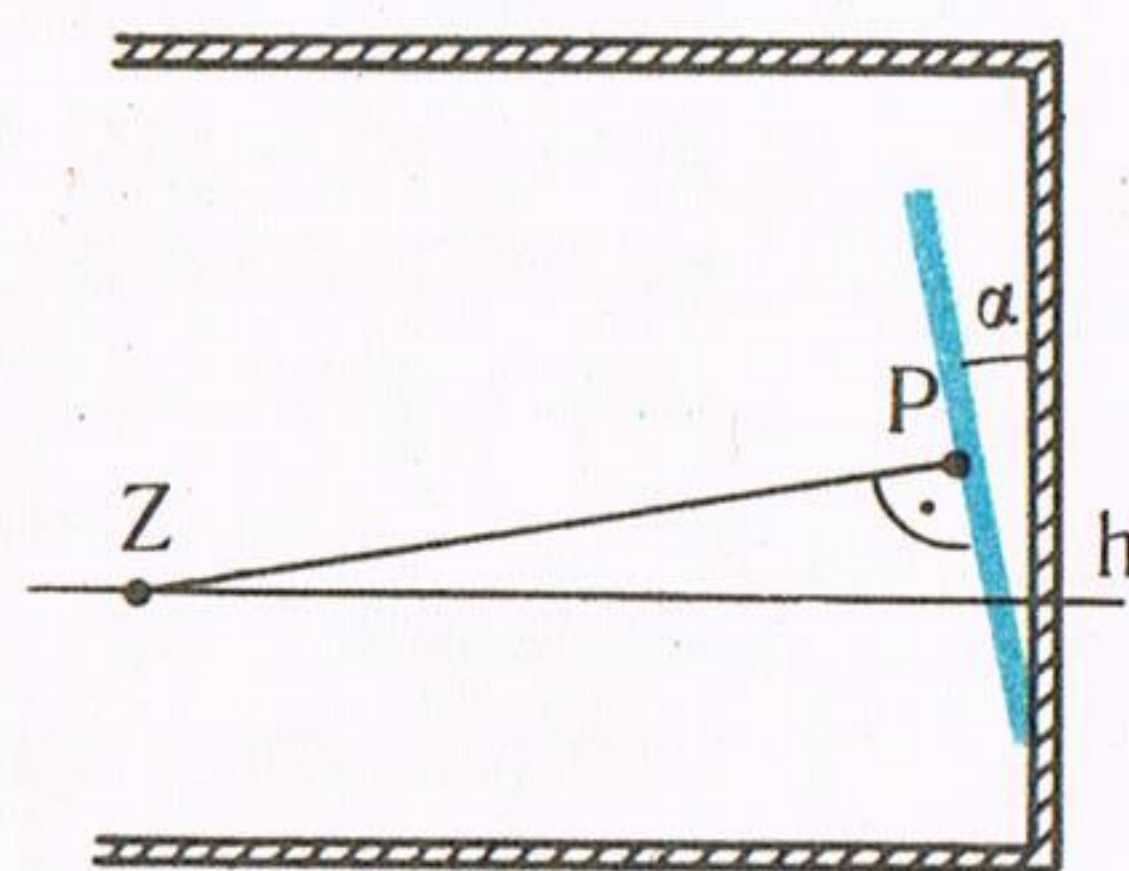
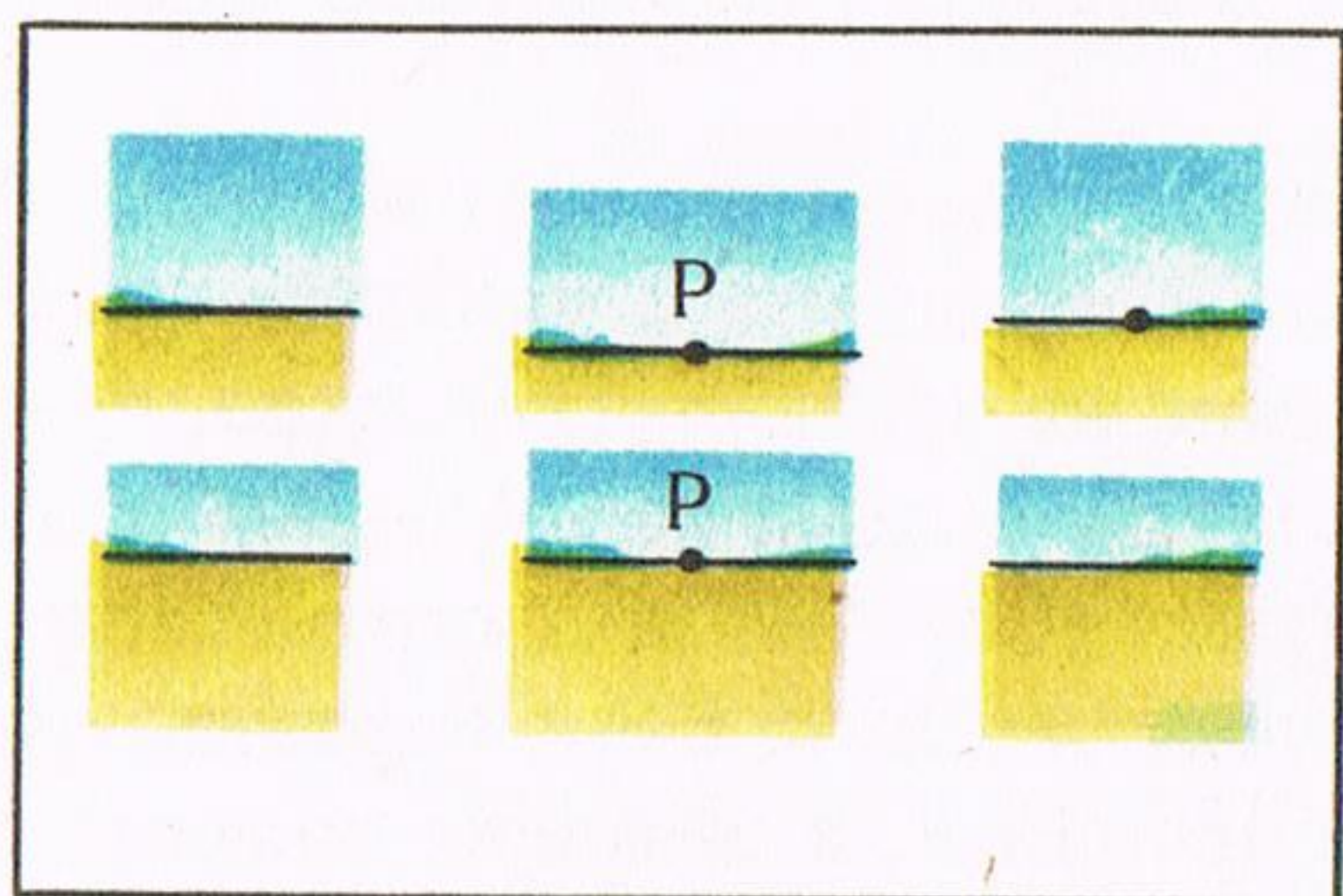
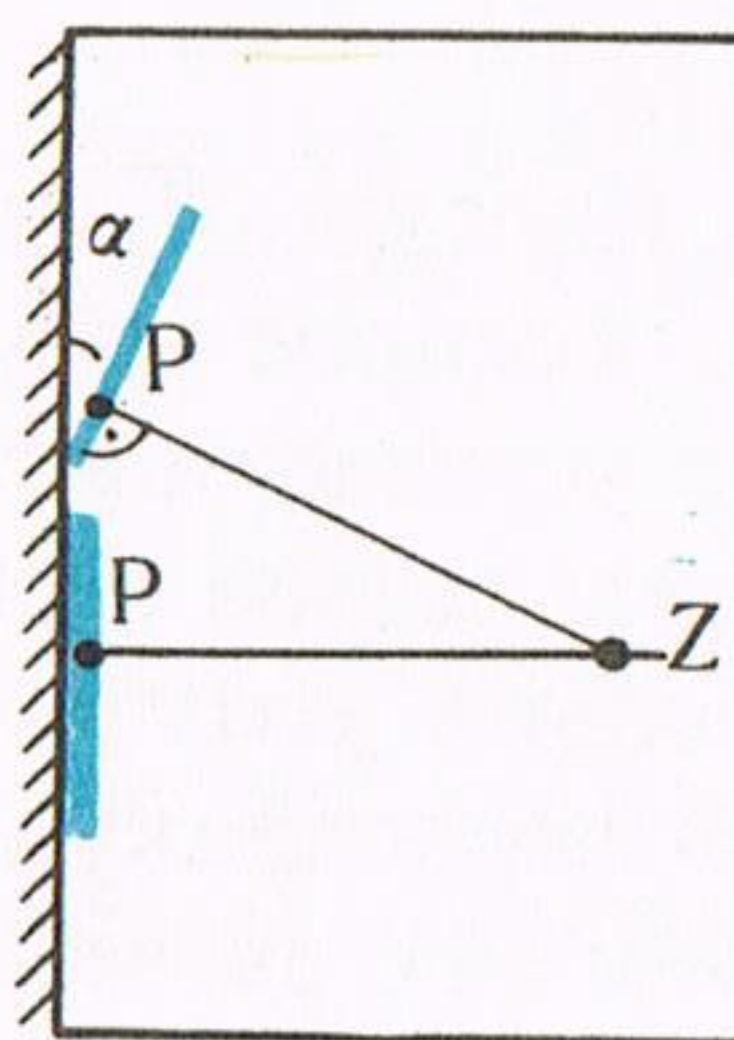


Рис. 303



а



б

Рис. 304

метов и фигур людей можно измерить, сравнивая их изображение с изображением вы-

соты линии горизонта без построения перспективного масштаба высот.

Графический анализ картины показывает следующее:

1. Линия горизонта расположена выше геометрического центра картины. Это позволило наилучшим образом показать пространство пола, на котором происходит событие, показать допрашиваемого в ракурсе сверху и исключить потолок комнаты из композиции.

2. Главная точка P картины выбрана на вертикальной осевой линии картины между двумя основными действующими лицами — в центре смыслового значения картины.

3. Событие происходит в середине комнаты. Художник изобразил его из противоположного угла с максимально допустимого угла поля ясного зрения, близкого к 53° . Это дало возможность показать характеры персонажей, драматизм происходящего события.

4. На картине имеет место вполне оправданное отступление от правил перспективы при изображении венского стула с иной точки зрения (см. §41) и неоправданное отступление при изображении висящей на стене карты и портрета, горизонтальные линии которых не направлены в точку схода F_2 .

§70. РАЗВЕШИВАНИЕ КАРТИН

Развешивание картин в экспозиции значительно влияет на правильность и полноту восприятия их зрителем.

Наилучшее восприятие картины зритель получит в том случае, когда будет рассматривать ее с той точки зрения, с которой она выполнялась. Только в этом случае зритель наилучшим образом сможет ощутить иллюзии пространственных форм, созданные художником, раскрыть его творческий замысел. Поэтому основное требование к развешиванию картин в экспозиции — обеспечить зрителю возможность рассматривать каждое произведение с расчетной точки зрения, так чтобы главный луч зрения был перпендикулярен к картине и пересекался с ней на линии горизонта в главной точке картины. Для этого, развешивая картины, следует придерживаться таких правил:

1. Если в экспозиции картины размещаются в один ряд, то линия горизонта каждой картины должна располагаться на высоте глаз зрителя (160 — 170 см от пола). В этом случае картины вывешивают без наклона.

2. Картины большого размера с высоким положением линии горизонта, которое не может быть совмещено с уровнем глаз зрителей, нужно устанавливать с наклоном на зрителя. Очевидно, что чем больше превышение линии горизонта картины над уровнем глаз зрителя, тем больше угол наклона α (рис. 303). Наклон картины должен обеспечить перпендикулярность главного луча ZP к картине при рассматривании ее с расчетной точки зрения Z , а размеры помещения — соответствующее зрительное расстояние.

3. Если в экспозиции картины размещаются в два ряда, то в нижнем ряду целесообразнее располагать картины с более высоким поло-

жением линии горизонта, а в верхнем — с более низким положением линии горизонта (рис. 304, а). При этом картины нижнего ряда, линии горизонта которых совмещаются с уровнем глаз зрителей, вывешивают без наклона, а верхнего ряда — с наклоном (рис. 304, б). Требование наклонять картины необходимо соблюдать и при развешивании их на верхних частях стен жилых помещений. На рис. 305 показана схема развешивания картин на стене картинной галереи.

При развешивании картин нужно учитывать и положение источника освещения, руководствуясь при этом следующим:

1) картину по возможности вешать так, чтобы направление лучей, освещающих картину, совпадало с направлением света, изображенным на картине;

2) отраженные от картины световые лучи в виде бликов не должны попадать в глаз зрителя. С этой целью картины, написанные масляными красками, следует размещать на стенах, перпендикулярных к окнам;

3) в простенке между окнами не рекомендуется вешать большие картины, так как дневной свет окон будет ослеплять зрителя и картина покажется темной;

4) при искусственном освещении наилучшие условия восприятия картин обеспечиваются рассеянным верхним светом.

ГЛАВА XIV. ПЛАФОННАЯ ПЕРСПЕКТИВА

Произведение монументально-декоративной живописи (сюжетное или орнаментальное), украшающее перекрытие какого-либо помещения, называется плафоном

Произведение монументально-декоративной живописи (сюжетное или орнаментальное), украшающее перекрытие какого-либо помещения, называется плафоном.

Слово „плафон” в переводе с французского *plafond* означает „потолок”.

В зависимости от конструкции перекрытия плафон может выполняться на плоском потолке, цилиндрическом или сферическом своде.

Перспектива, применяемая в живописи на горизонтальной плоскости потолка, называется *плафонной перспективой*. Перспектива, применяемая при построении изображений на цилиндрических поверхностях, называется *панорамной перспективой*, а на сферических — *купольной*.

Панорамную перспективу применяют в росписях цилиндрических сводов и панорам, купольную — на вогнутых поверхностях куполов.

В настоящей главе рассматриваются не все известные способы построения перспектив плафонов, а лишь те, которые применяются наиболее часто.

§71. ПОСТРОЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВ ПЛОСКИХ ПЛАФОНОВ

Перспективы плафонов строят по правилам построения перспектив на вертикальной картине, но с некоторыми особенностями.

Особенности плафонной перспективы вытекают из иного в отличие от перспектив на вертикальной картине взаимного положения картины и зрителя, а также из условий восприятия, обусловленного архитектурной средой. К таким особенностям относятся следующие:

а) картинная плоскость плафона горизонтальна. Предметную плоскость условно поднимают до уровня плафона (рис. 306), а чтобы изобразить глубину, заменяют ее наклонной (рис. 307, справа) или террасной (рис. 307, слева) плоскостью. Предметы изображают в ракурсе снизу;

б) основанием картинной плоскости обычно является сторона плафона, наиболее удаленная от точки зрения;

в) зрительное расстояние ограничивается размерами и высотой помещения и не может быть произвольным;

г) главная точка может располагаться в центре, на периферии плафона, а если плафон занимает часть потолка, то и вне его;

д) зрительные оси не совпадают с главным лучом, поэтому композицию на плафоне размещают не вокруг главной точки, а вокруг точек пересечения зрительных осей с плоскостью плафона;

е) перспектива плафона чаще всего выполняется с нескольких точек зрения и состоит из нескольких картин с единой или разной тематикой;

ж) перспективы горизонтальных линий параллельны самим линиям и поэтому сохраняется пропорциональность их деления на отрезки;

з) перспективы вертикальных линий, перпендикулярных к плафону, изображают сходящимися в главной точке;

и) перспективу плафона как правило увязывают с архитектурой интерьера, а перспективы теней изображаемых предметов — с реальным освещением помещения.

Разновидности плафонов. В зависимости от размеров плафона и помещения плафоны могут выполняться с одной или с нескольких точек зрения. В соответствии с этим различают две группы плафонов.

1. Плафоны, перспектива которых построена с одной точки зрения, занимают небольшую площадь потолка и рассчитаны на охват одним взглядом. При этом точку зрения выбирают в таком месте, которое находится на пути движения людей и из которого создается наиболее полное впечатление пространства, изображенного на плафоне.

Первоначально плафоны с одной точкой зрения выполнялись с точкой схода вертикальных линий в центре плафона и потому сохранялась перпендикулярность зрительной оси к картине. В качестве примера можно привести плафон Мантенья для спальни Мантуанского дворца (рис. 308). Зритель, запрокинув голову, должен смотреть вертикально вверх. Это неудобно и утомительно. Поэтому такие плафоны не получили широкого распространения. Плафон с точкой схода вертикальных линий в центре может быть оправдан лишь для небольшого по площади помещения с высоким потолком. В дальнейшем, учитывая неудобства рассматривания такого плафона, точку схода вертикальных линий начали смещать в сторону (например, плафон Пабло Веронезе для зала Совета десяти Дворца дождей — рис. 309) или выносить за пределы плафона (К. Тутевольт, П. Михайлов — плафон зрительного зала Дома культуры шахтеров в Караганде; Г. Рублев, Б. Иорданский — плафон зрительного зала Дома метростроя в Москве и др.). Это созда-



Рис. 305

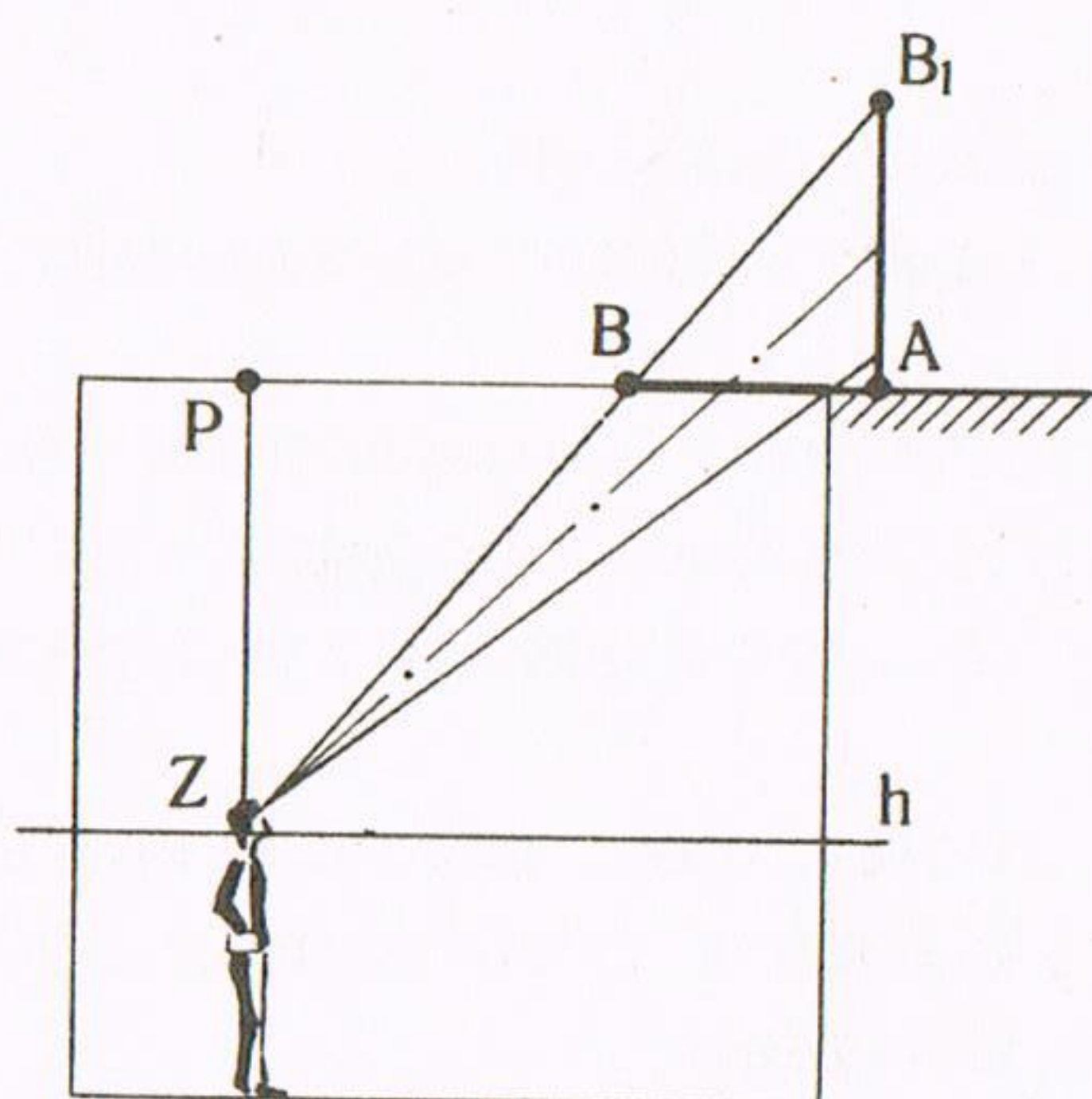


Рис. 306

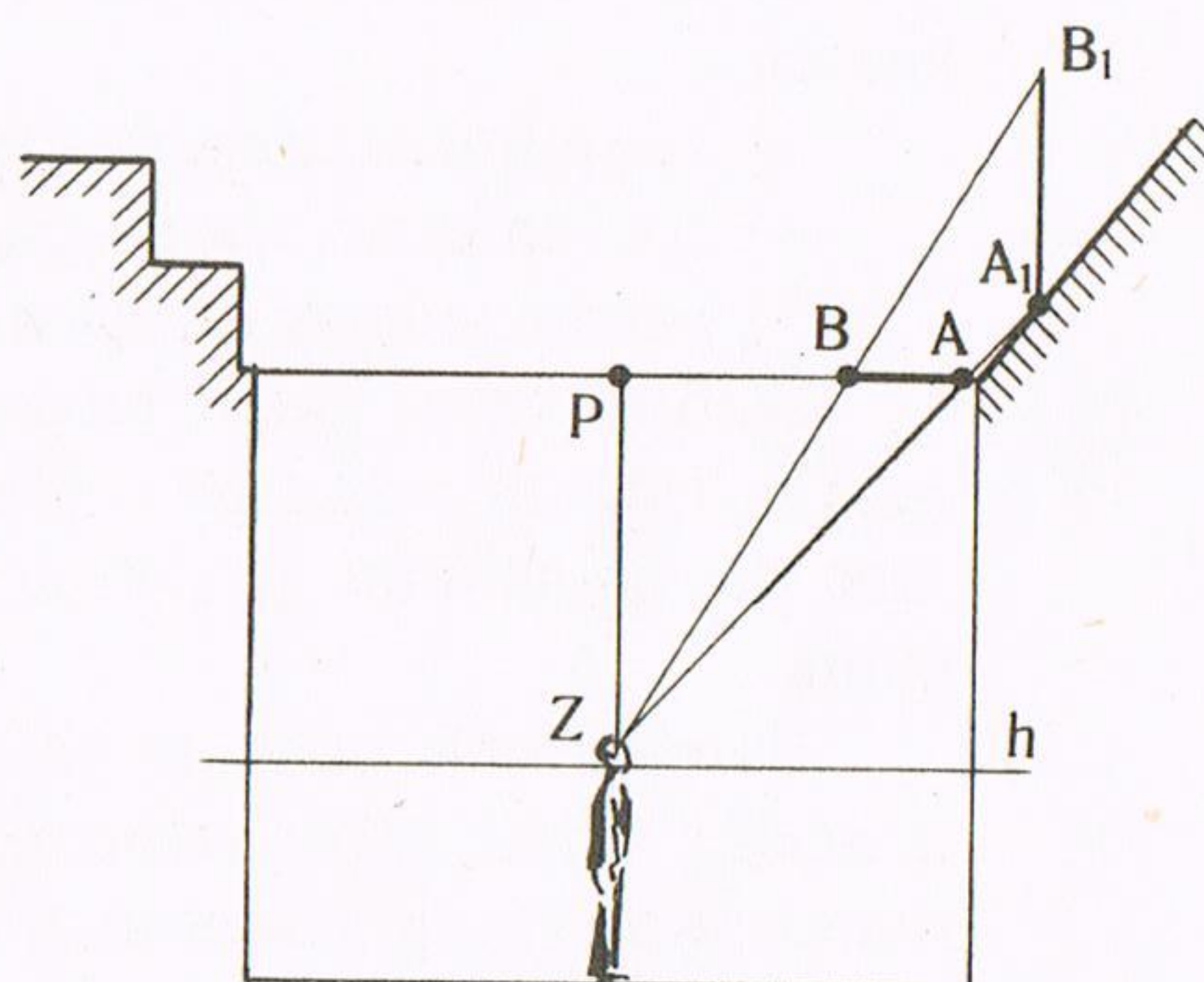


Рис. 307

ет большее удобство для зрителя. Но возможности зрителя рассматривать большой плафон с одной точки зрения ограничены, так как охватить одним взглядом всю площадь плафона трудно. Нужно иметь возможность рассматривать большой плафон последовательно, с нескольких точек зрения.

2. Плафоны, перспектива которых построена с нескольких точек зрения. Когда площадь плафона велика и не может быть охвачена одним взглядом, потолок разбивают на отдельные части и на каждой из них строят перспективу со своей точки зрения. Выбор точки зрения для каждой части плафона увязывают с наиболее вероятным положением зрителя и планировкой помещения.

Изображения на отдельных частях плафона в соответствии с замыслом строят по единой перспективной схеме оформления всего плафона с геометрической увязкой изображаемых архитектурных форм и событий с архитектурой помещения. Например, на плафоне А. А. Дейнеко мозаичное оформление свода станции „Маяковская” Московского метрополитена объединено общей темой „Сутки нашей Родины” и состоит из 34 отдельных частей. Характерным примером могут быть и плафоны отца и сына Рублевых в гостинице „Ленинградская” в Москве.

Если каждая из отдельных частей большого плафона выражает свою тематику, такие плафоны должны иметь перспективную схему, рассчитанную на охват зрителем каждой части одним взглядом, а весь плафон — с нескольких точек зрения (например, плафон А. А. Дейнеко в подземном вестибюле станции метро „Новокузнецкая” в Москве). **Выполнение перспективы плафона** осуществляют в такой последовательности:

- 1) изучают архитектуру помещения, ее идейное и утилитарное содержание и назначение;
- 2) выбирают тему для росписи плафона и тематику его отдельных частей;
- 3) составляют перспективную схему плафона;
- 4) составляют эскизы, проверяют и уточняют их варианты;
- 5) расписывают плафон.

Выбор темы определяется назначением помещения и тем замыслом, который ставится перед художественным оформлением. Выражению поставленной задачи должно быть подчинено все содержание плафона.

Важнейший этап в работе — составление перспективной схемы плафона. При этом необходимо учитывать особенности восприятия плафонного изображения зрителем, а именно:

а) на восприятии плафона отрицательно сказывается низкая высота помещения, так как ощущение фактуры потолка в низком помещении настолько сильно, что мешает пространственно представить изображенное. Поэтому роспись плафона в помещении ниже 3 — 4 м нецелесообразна;

б) перспективно правильное изображение воспринимается без ис-

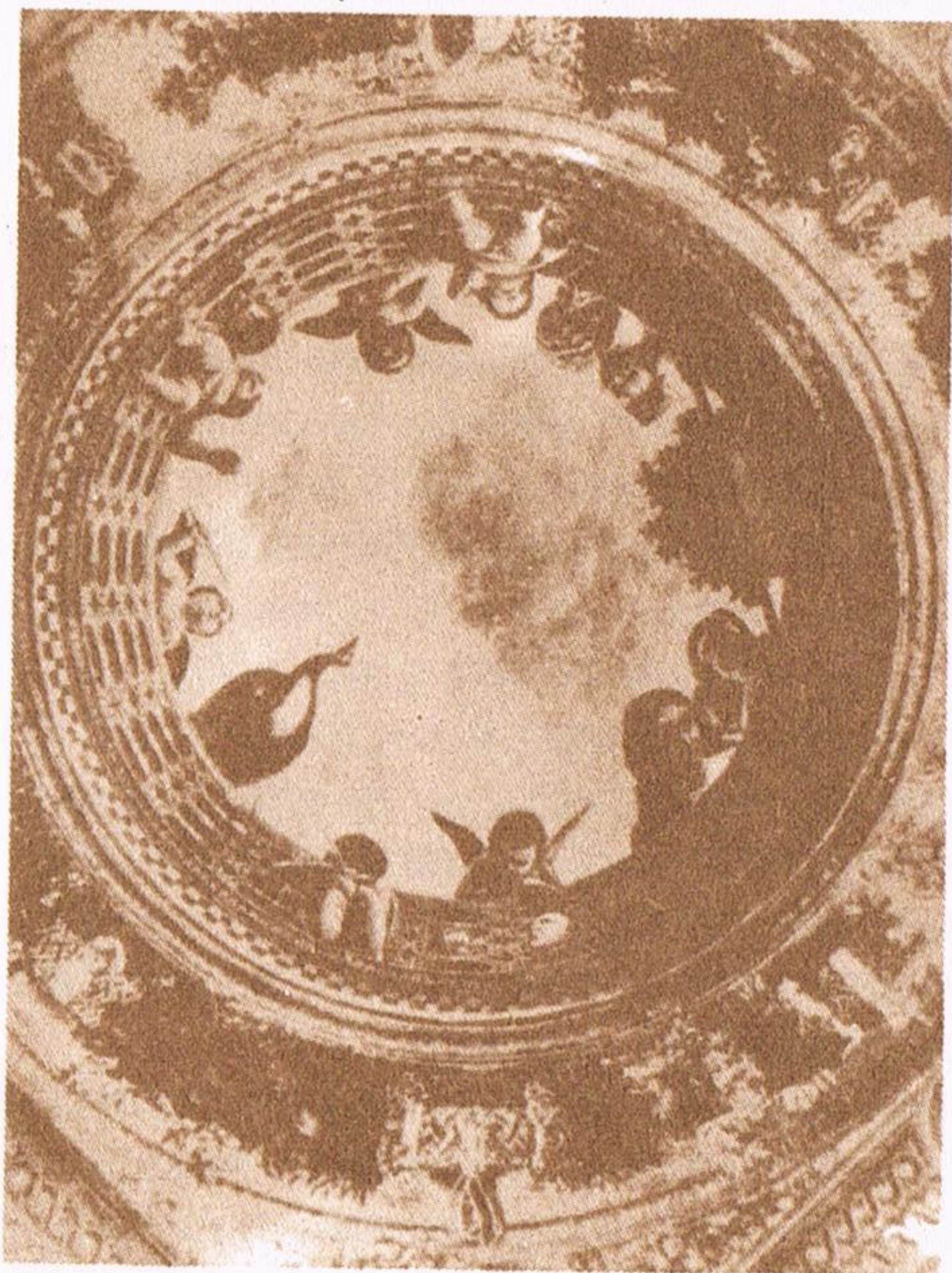


Рис. 308

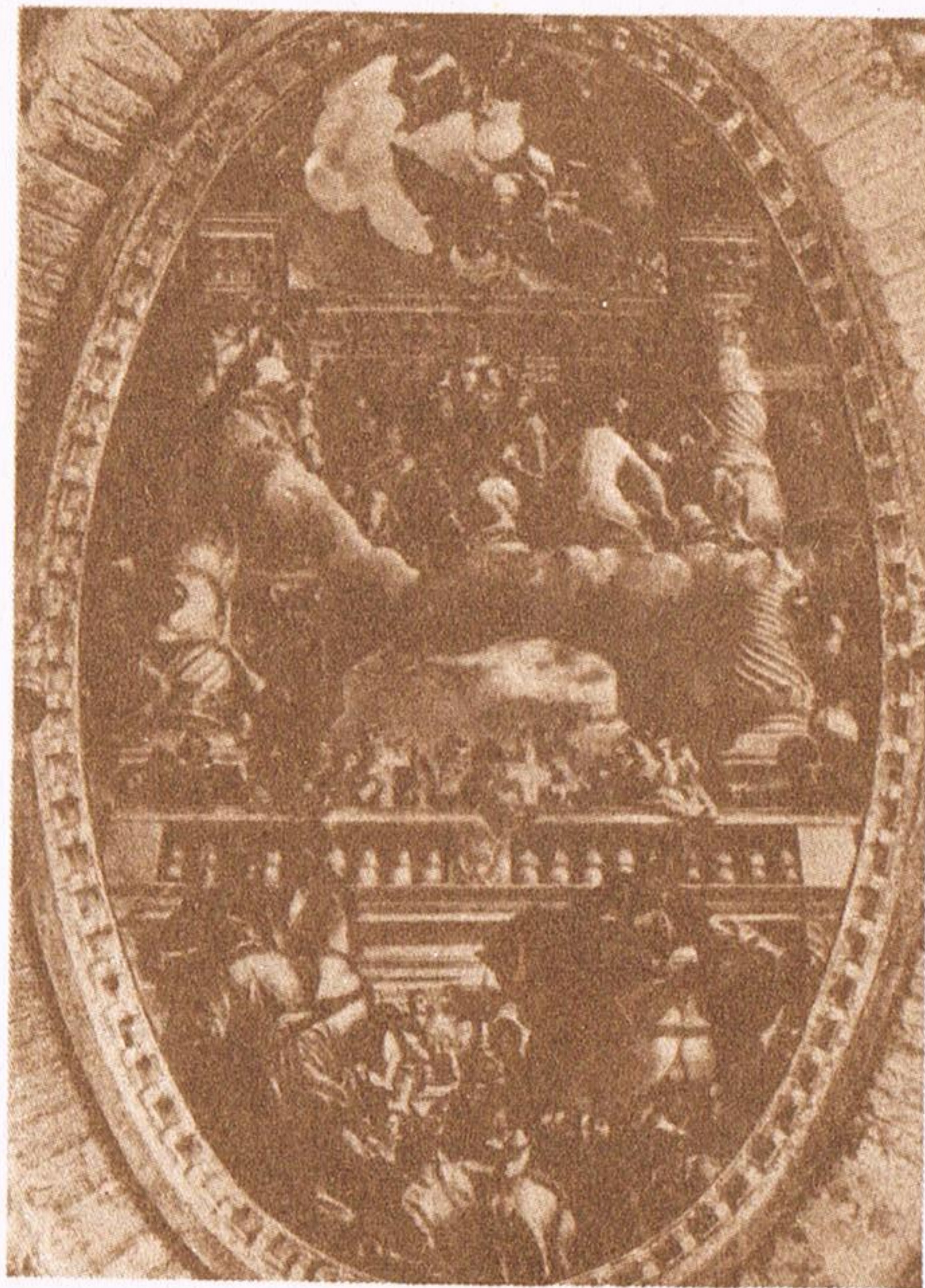


Рис. 309

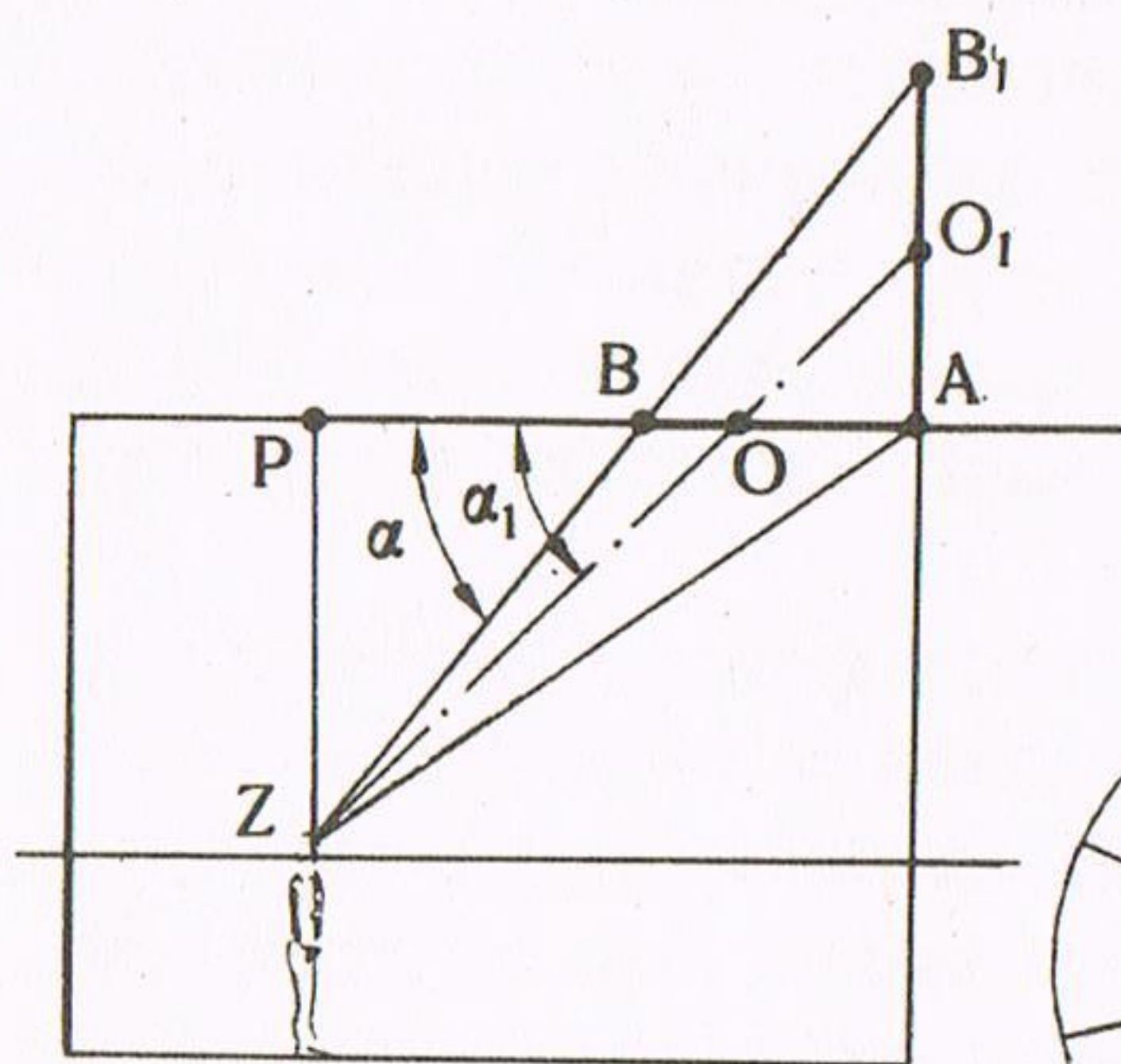
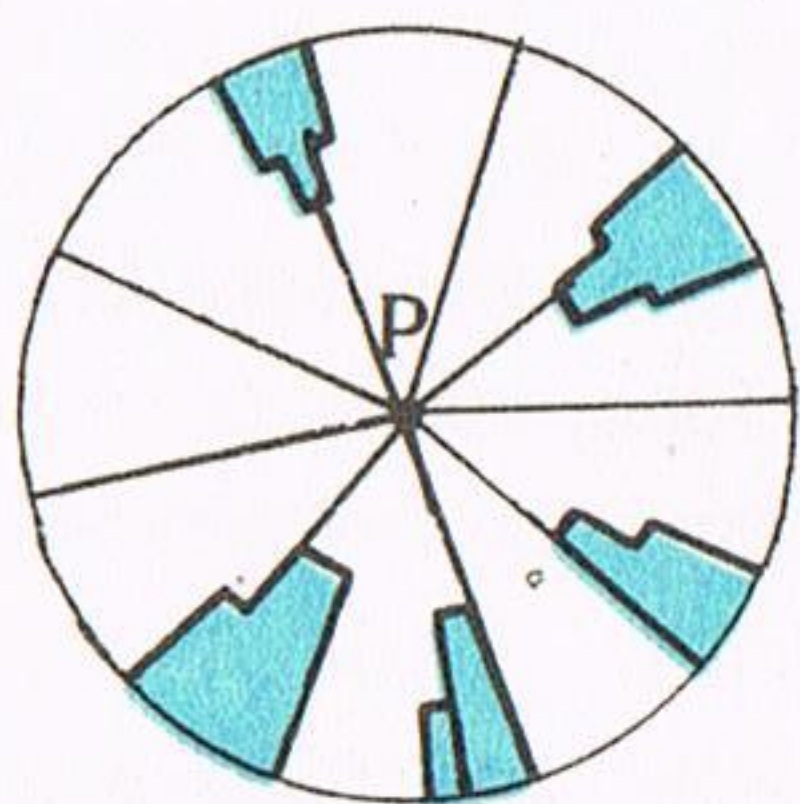
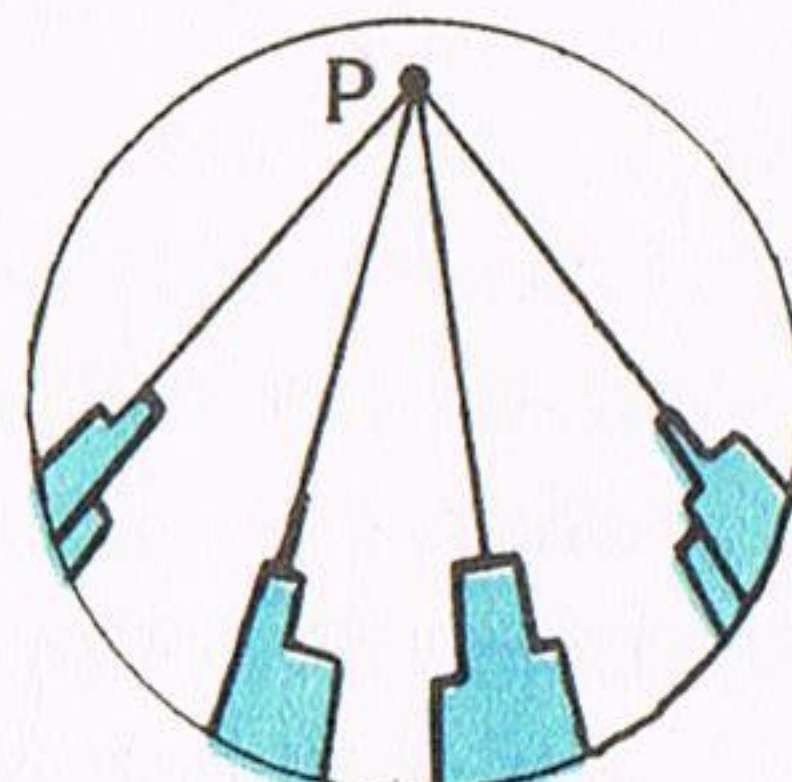


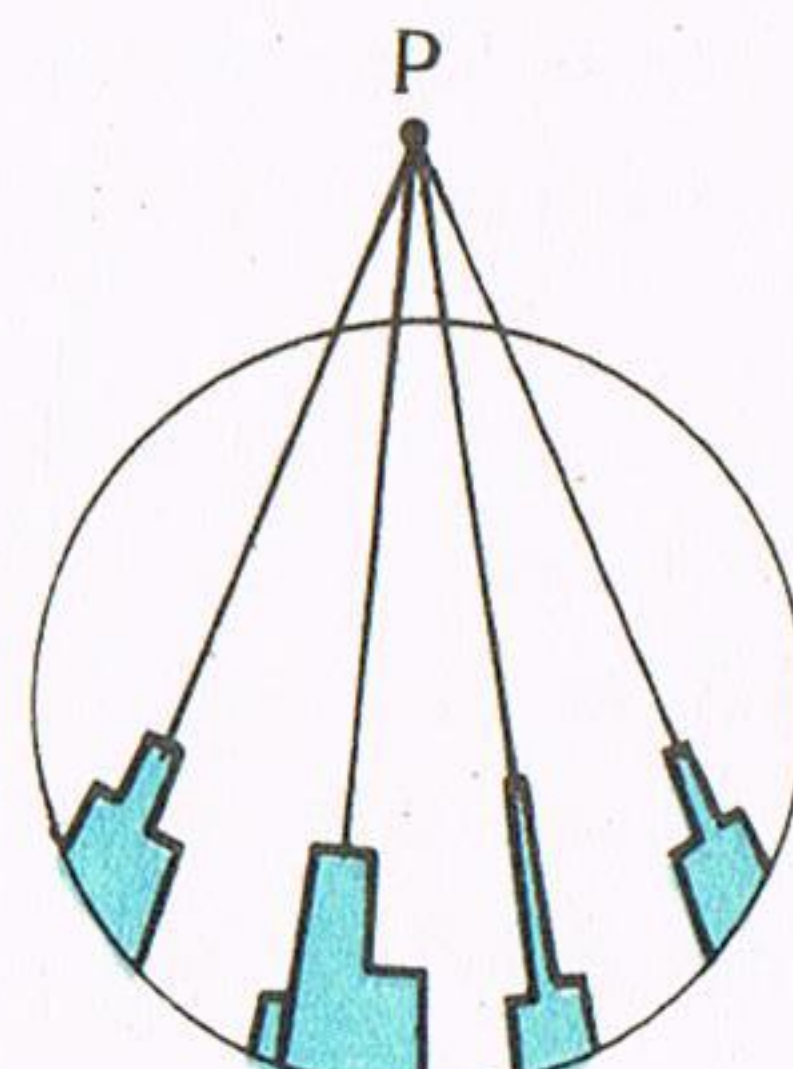
Рис. 310



а

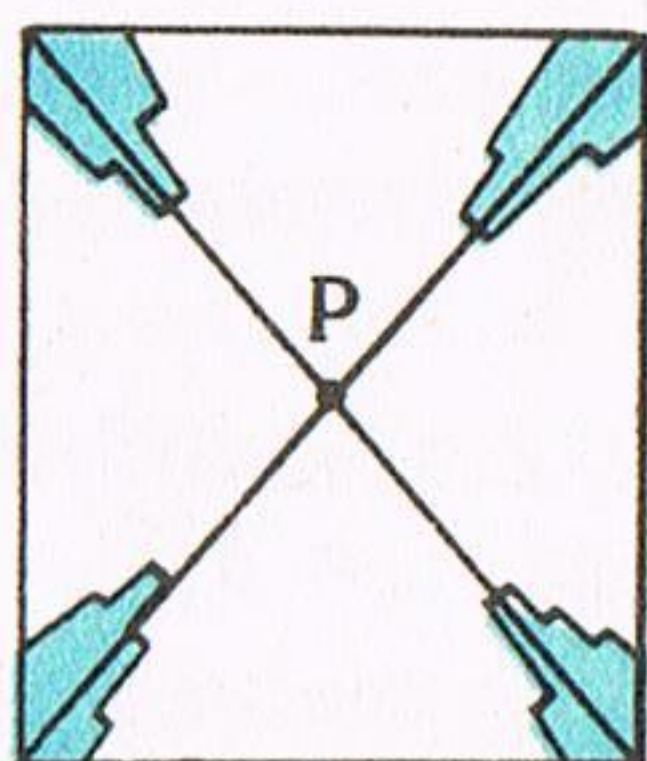


б

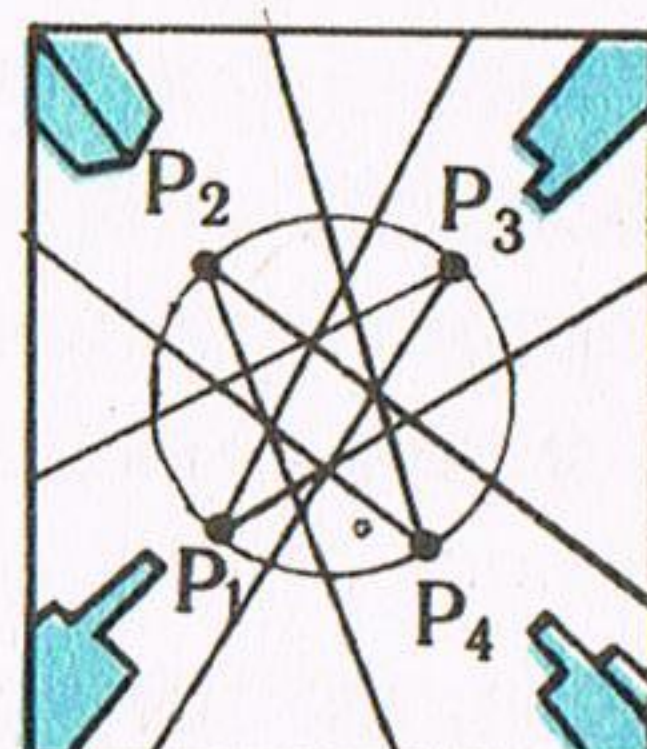


в

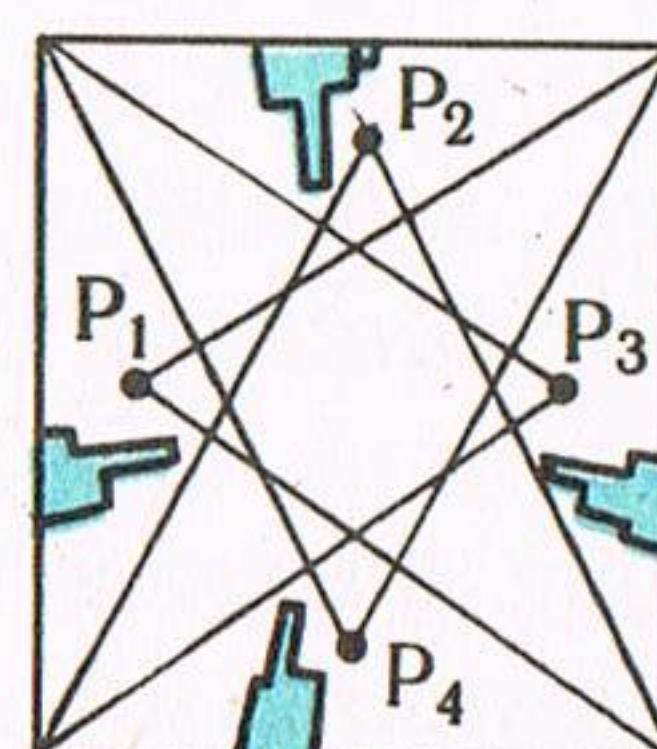
Рис. 311



а



б



в

Рис. 312

кажений только с расчетной точки зрения; при рассматривании с точки зрения, отличной от расчетной, изображение воспринимается искаженным, искажению больше подвержены предметы фиксированных размеров и вытянутые по вертикали.

Составляя перспективную схему, художник в соответствии с замыслом определяет число и расположение сцен на плафоне, положения точек зрения для каждой из них.

Выбирая положения точек зрения, нужно помнить, что степень искажения тем меньше, чем выше потолок, меньше высота изображаемых предметов и меньше угол α между зрительной осью и плафоном (рис. 310). Принято считать, что наилучшее восприятие плафона обеспечивается при угле наклона зрительной оси к плоскости плафона в пределах $45 - 60^\circ$. Углы α и α_1 почти одинаковы (рис. 310). Поскольку $AB_1 : AB = \operatorname{tg} \alpha$, а $\operatorname{tg} 45^\circ = 1$, то $AB \approx AB_1$. Это означает, что при угле 45° наклона зрительной оси к плоскости плафона изображение высоты предмета примерно равно его натуральной величине. При $\alpha = 60^\circ$ изображение высоты предмета равно 0,6 натуральной высоты ($\operatorname{tg} 60^\circ = 1,7$). Аналогичная зависимость существует между PZ и PO . Эти зависимости позволяют сделать практические выводы:

1) поскольку точки зрения должны обеспечить возможность обозревать плафон или его часть при угле $45 - 60^\circ$ между осью зрения и плоскостью плафона, то удаление точки O пересечения зрительной оси с плафоном от главной точки P должно составлять величину, равную $0,6 - 1,0$ превышения PZ потолка над точкой зрения Z ;

2) величина изображения высоты предметов на плоскости плафона равна $0,6 - 1,0$ их истинной величины. Дальнейшее увеличение изображаемого предмета (уменьшением угла α) ухудшает его восприятие.

Составляя перспективную схему плафона, рассчитанного на обозрение с одной или с нескольких точек зрения, нужно придерживаться следующих рекомендаций:

1) исходя из размеров помещения и плафона в соответствии с композиционным замыслом художник должен определить число и расположение отдельных частей (картин) и расчетные точки зрения для каждой из них. При этом необходимо учесть высоту помещения, расположение входов, расстановку оборудования, пути движения людей, освещение и пр.;

2) наилучшим наклоном зрительной оси к плоскости плафона принято считать угол 45° , при котором высота предметов изображается в натуральную величину;

3) планируя тему и содержание изображения на каждой части плафона, не следует располагать предметы с фиксированной высотой на периферии картины;

4) нужно согласовывать высоты изображаемых предметов на стыках;

5) стыки между отдельными частями целесообразнее заполнять изображениями предметов свободных форм (деревья, флаги, облака и пр.);

б) источник освещения следует располагать не на потолке, а на боковых стенах.

На рис. 311 приведены возможные перспективные схемы плафонов, рассчитанных на охват одним взглядом: с точкой зрения напротив центра плафона (рис. 311, а); с точкой зрения на периферии (рис. 311, б); с точкой зрения вне проекции плафона на предметную плоскость (рис. 311, в). На рис. 312 даны примерные схемы плафонов, рассчитанных на обозрение с нескольких точек зрения:

1) точка зрения расположена против центра плафона (рис. 312, а). Части плафона обозревают, поворачивая корпус вокруг центра помещения;

2) точки зрения располагаются не遠далеке от центра помещения (рис. 312, б). Части плафона рассматривают, несколько отходя от центра помещения в сторону, противоположную осматриваемой части;

3) точки зрения располагаются на периферии помещения в проходах между стен (рис. 312, в). Из каждой точки обозревается противоположная часть плафона.

Возможны и другие перспективные схемы с двух, трех и более точек зрения. Это зависит от размеров и конфигурации помещения, а также от путей возможного передвижения зрителей.

Составление эскизов. Перспективы плафонов строят с помощью горизонтальной проекции изображаемых предметов на предметную плоскость, поднятую на уровень потолка. Необходимы также и данные о превышении опорных точек предметов над предметной плоскостью.

Изображая архитектурные объекты, не определяют точки схода и линии схода прямых и плоскостей общего положения, так как архитектурные формы состоят преимущественно из горизонтальных и вертикальных прямых и плоскостей. Фигуры людей и другие предметы „свободных” форм строят обычно, ограничиваясь перспективой их высоты и ширины. Сами формы по этим параметрам прорисовывают „на глаз”.

Эскиз плафона в соответствии с разработанной перспективной схемой составляют в определенном масштабе исходя из размеров помещения и плафона, положения точек зрения и угла наклона зрительной оси к плоскости плафона. Для плафона, выполняемого с нескольких точек зрения, эскизы составляют для каждой части отдельно и обычно в одном и том же масштабе.

Масштаб изображения определяют графически. Для этого в определенном масштабе вычерчивают вертикальный разрез помещения через зрительную ось, которую проводят из точки зрения в середину высоты изображаемого предмета (рис. 313). Как уже отмечалось, при угле наклона зрительной оси к плоскости плафона 45° величину изображения высоты предмета принимают равной натуральной высоте (при угле 60° — 0,6 натуральной высоты). При ином угле наклона зрительной оси к плоскости плафона величина изображения на плафоне определяется графически между зрительными лучами, направленными на основание и высоту изображаемого предмета. Величину изображения

ширины предмета графически определяют так (рис. 313): на середине высоты изображаемого предмета на прямой, параллельной плафону, откладывают его ширину C_1D_1 в принятом масштабе. Лучи ZC_1 и ZD_1 в пересечении с плоскостью плафона и определяют размер CD изображения ширины предмета. Определив высоту и ширину изображаемых предметов, составляют варианты эскизов.

ПРИМЕР.

Построить на плоском плафоне иллюзию изображения цилиндрической колонны с абаксой при $\alpha = 45^\circ$.

Решение. Начертим в масштабе разрез помещения и изображаемой колонны. Отметим положение точки зрения Z и главной точки P (рис. 314, а). Из точки зрения Z спроецируем колонну и абаксу на плафон. Размер изображения высоты оси колонны на плафоне равен ao , а высоты абаксы — mn .

На картине в необходимом масштабе

отложим размер стороны абаксы ml и диаметр колонны cd (рис. 314, б). Перенесем с чертежа главную точку P , высоту оси колонны ao и высоту абаксы mn . По этим данным и нарисуем колонну. Отметим, что основание абаксы — квадрат, а основание колонны — круг, параллельные картине. Поэтому, построив окружность с центром в точке o , ограниченную лучами cP и dP , и квадрат со стороной ml , получим изображение колонны в ракурсе снизу.

На рис. 315 приведена схема плафона с изображением колоннады, перекрытой цилиндрическим сводом, с точкой зрения под центром плафона.

Чтобы изображение очень высоких предметов не занимало большую часть потолка, нужно располагать их в глубине на продолжении предметной плоскости. Тогда часть высоты от основания не будет иметь изображения (рис. 316, слева). Можно располагать такие предметы в глубине плафона на наклонной плоскости (рис. 316, справа) или террасе.

Составляя эскизы, следует избегать возможных ошибок. В плафоне, выполненном с одной точки зрения, который рассчитан на охват одним взглядом, ошибки могут выражаться в несогласованности изображения вертикальных линий (вертикальные линии, проведенные через центр тяжести фигур, не сходятся в одну точку). В плафонах, выполняемых с нескольких точек зрения, несогласованность вертикальных линий может проявляться на стыках, когда при обозрении одной части плафона в поле зрения попадают вертикальные линии другой части.

Ошибки могут быть вызваны также несогласованностью в построении перспектив высот. Так, в результате чрезмерного завышения вертикальные предметы могут восприниматься наклонными. Несогласованность высот особенно часто бывает заметной на стыках частей плафона, имеющих разные точки схода. Для устранения этих ошибок необходимо согласовывать перспективные изображения высот предметов на стыках плафона, перенося фиксированные высоты со стыка одной части на другую. Нужно иметь в виду, что наибольшим искажениям подвержены изображения геометрических и архитектурных форм и менее заметны искажения предметов „свободных” форм. Поэтому

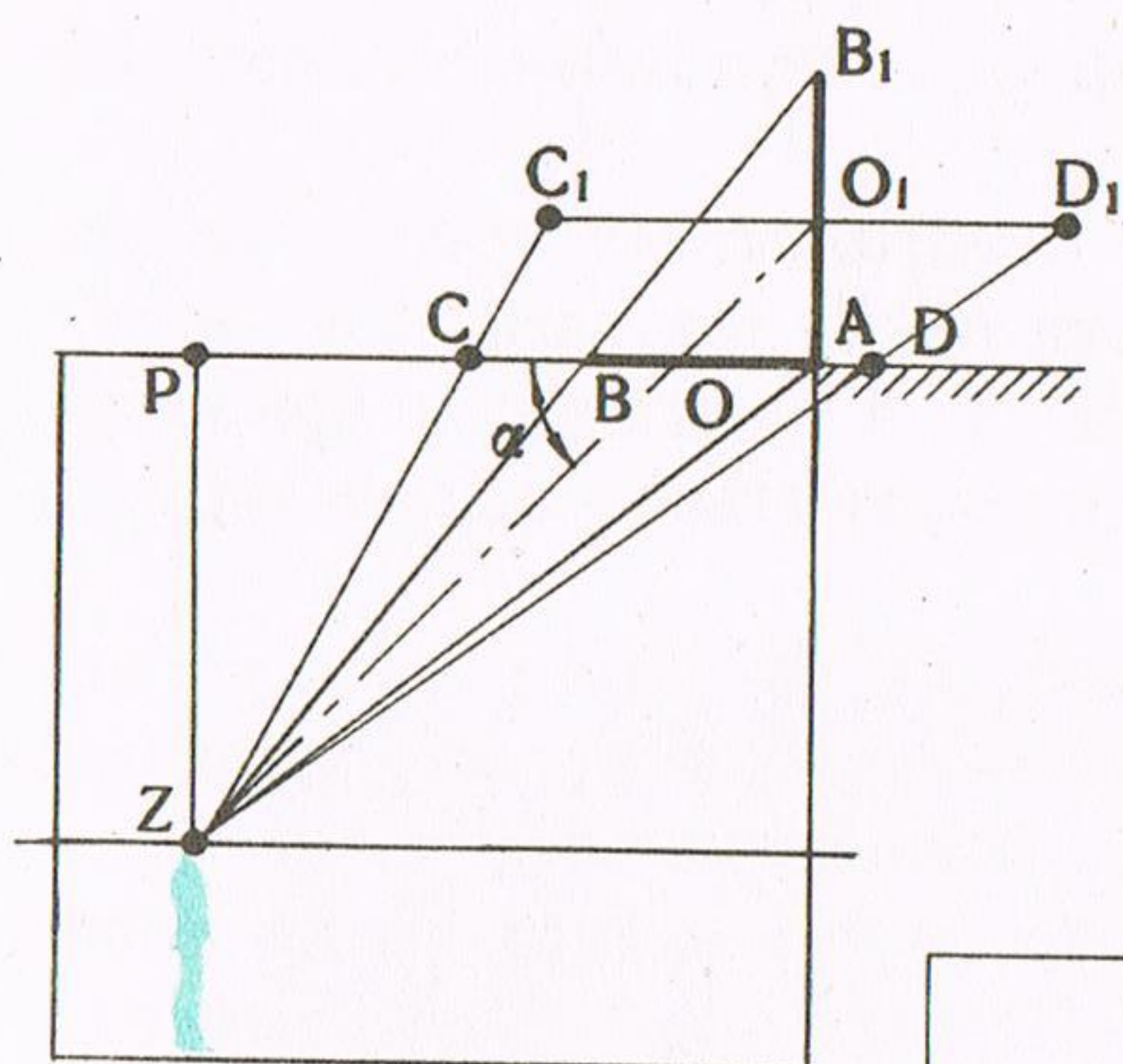


Рис. 313.

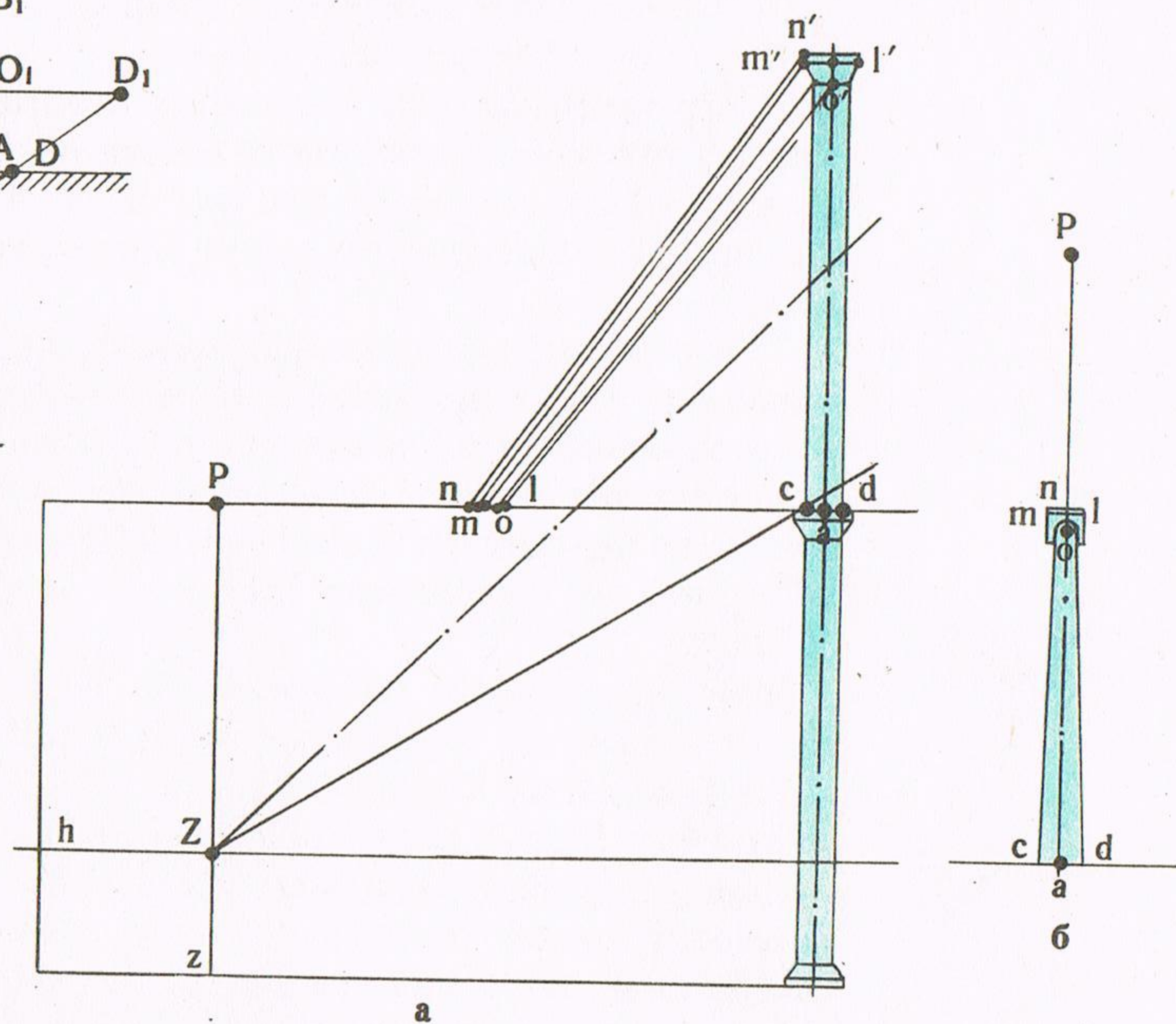


Рис. 314

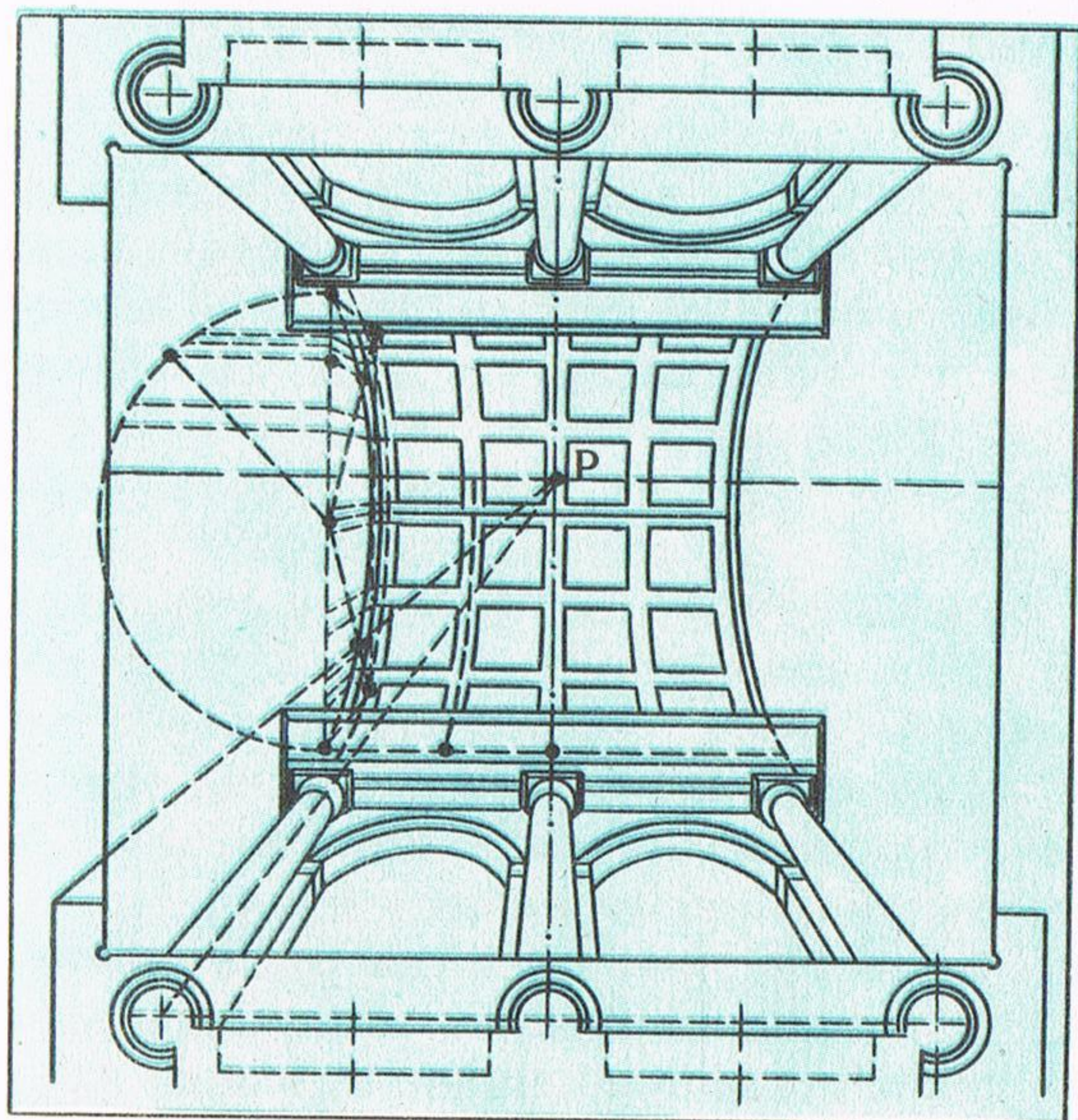


Рис. 315

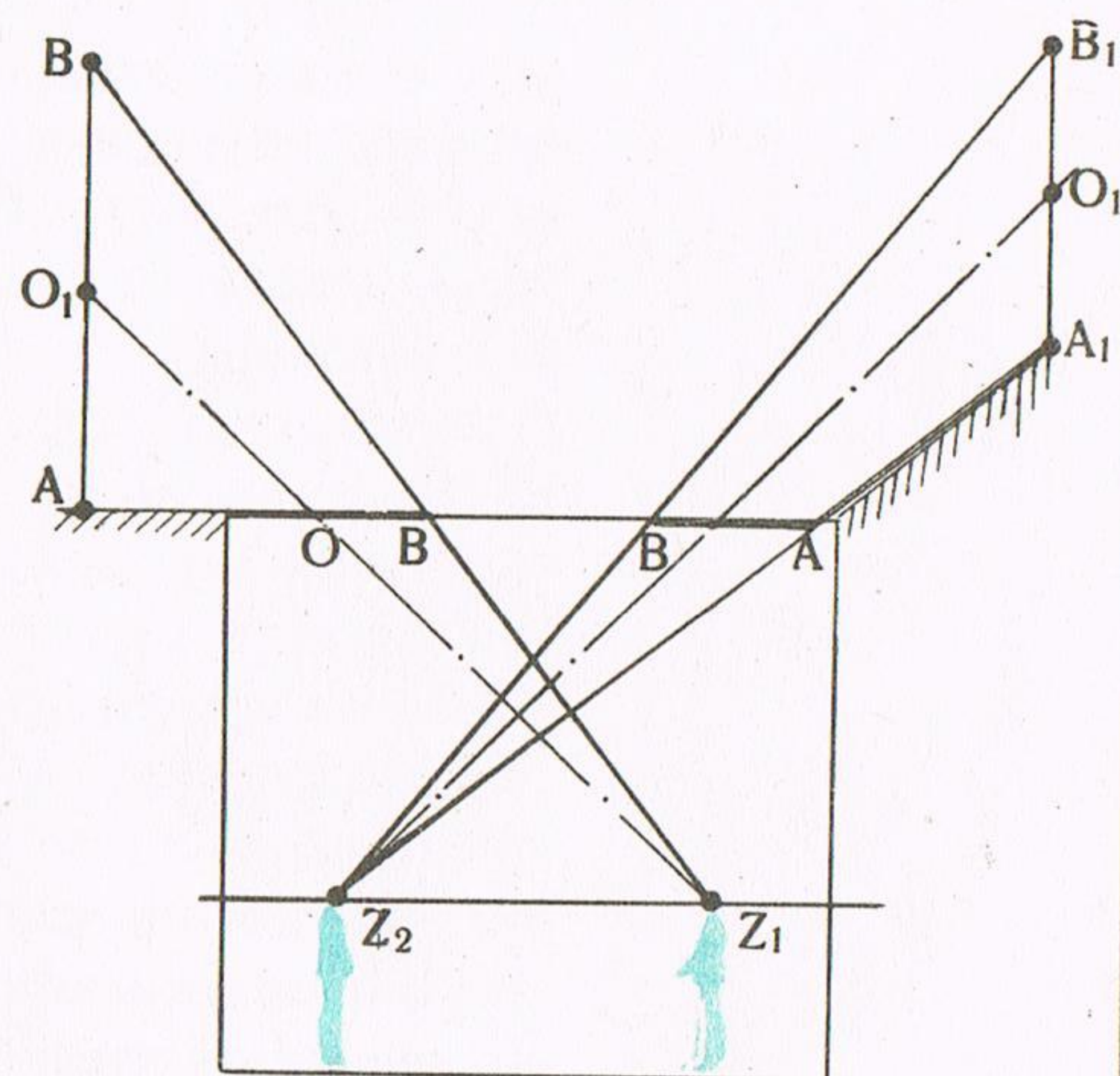


Рис. 316

стыки между частями плафона следует заполнять изображениями предметов „свободных” форм — деревьями, облаками и пр.

Чтобы улучшить восприятие плафона с нерасчетной точки зрения, необходимо соблюдать следующее:

1) вертикальные оси симметрии изображаемых предметов располагать в плоскости возможного перемещения зрителей. Для этого лучше изображать, например, фигуры людей в движении на зрителя, так как неподвижные фигуры могут восприниматься падающими на зрителя;

2) изображая вертикальные плоскости, не перегружать их вертикальными линиями. Преобладание горизонтальных членений делает менее заметным отклонение от вертикального положения.

Построение теней в плафонной перспективе аналогично построению их на вертикальной картине. Источник света задается точкой и ее проекцией на предметную плоскость, условно поднятую на уровень потолка.

При параллельном (солнечном) освещении источник света может располагаться над картиной, если пространство раскрывается в небо, или под картиной (плафоном) при одностороннем освещении со стороны окон. В этом случае освещение берет параллельным отражению солнечных лучей от пола помещения. При центральном (точечном) освещении источник света может также располагаться как над картиной (плафоном), так и под ней. Во всех случаях перспективу теней нужно согласовывать с естественным и искусственным освещением помещения. Вообще к построению перспектив теней в плафоне следует подходить осторожно, и прежде всего с точки зрения целесообразности их применения.

Проверка и уточнение вариантов эскизов для плафона или отдельных его картин и фрагментов могут проводиться с помощью эпидиаскопа. С этой целью из расчетной точки зрения изображение эпидиаскопом направляют на соответствующий участок плафона. Передвижением эпидиаскопа уточняют положение точки зрения и масштабность изображения.

Проверка эпидиаскопом из-за затемненности не позволяет увязать плафон с архитектурой помещения и установить его тональную и цветовую характеристики. Поэтому для проверки эскизов целесообразнее исполнять фрагменты плафона на бумаге или картоне в натуральную величину, прикреплять их к потолку и по ним проверять и уточнять положения как расчетных, так и нерасчетных точек зрения по пути возможного передвижения людей, масштабность изображения, тоновую и цветовую характеристики.

По проверенным эскизам, выполненным в натуральную величину, и расписывают плафон. Роспись можно производить непосредственно по штукатурке масляными или клеевыми красками, мозаикой или на прикрепленном к потолку холсте. На рис. 317 дан фрагмент росписи „Минин и Пожарский” Г. Рублева для плафона зрительного зала Дома культуры метростроя в Москве.



Рис. 317

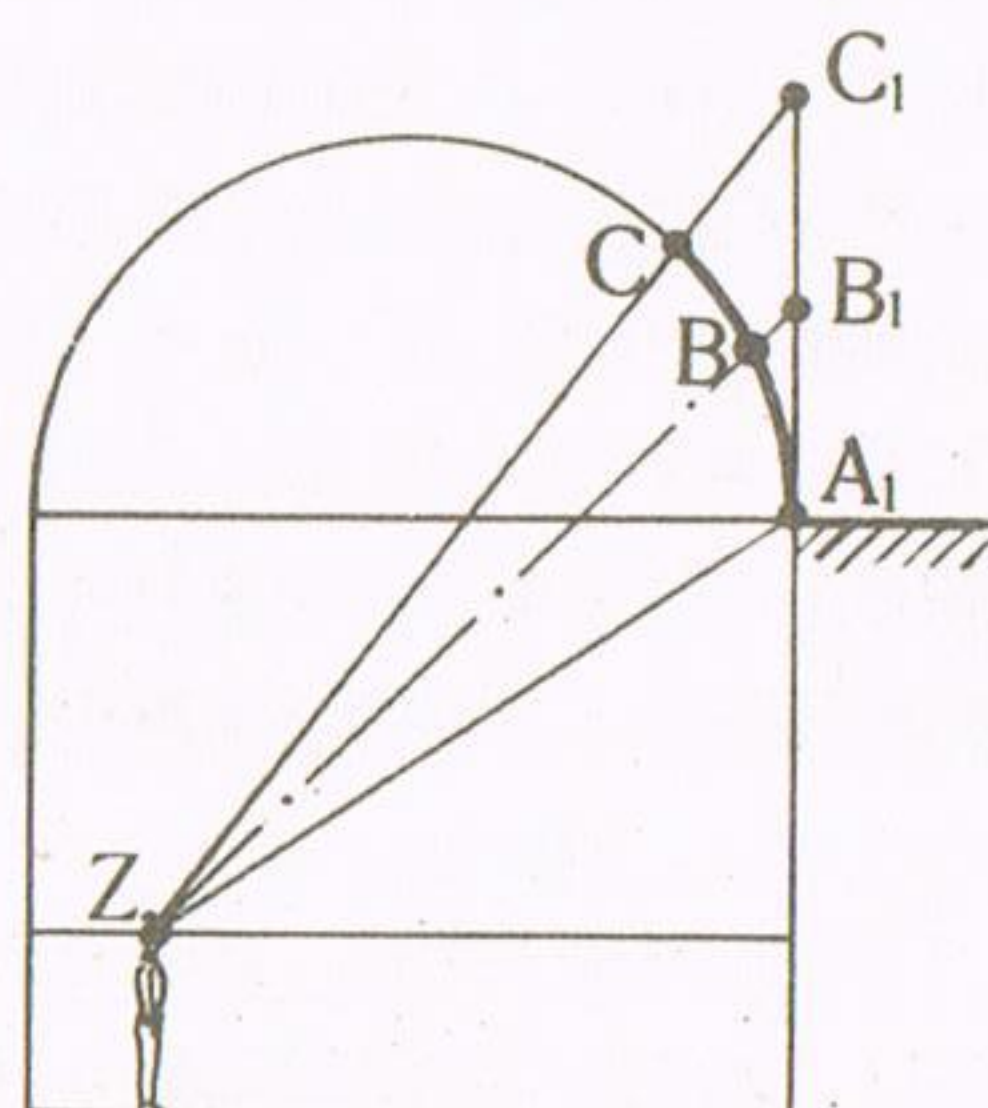


Рис. 318

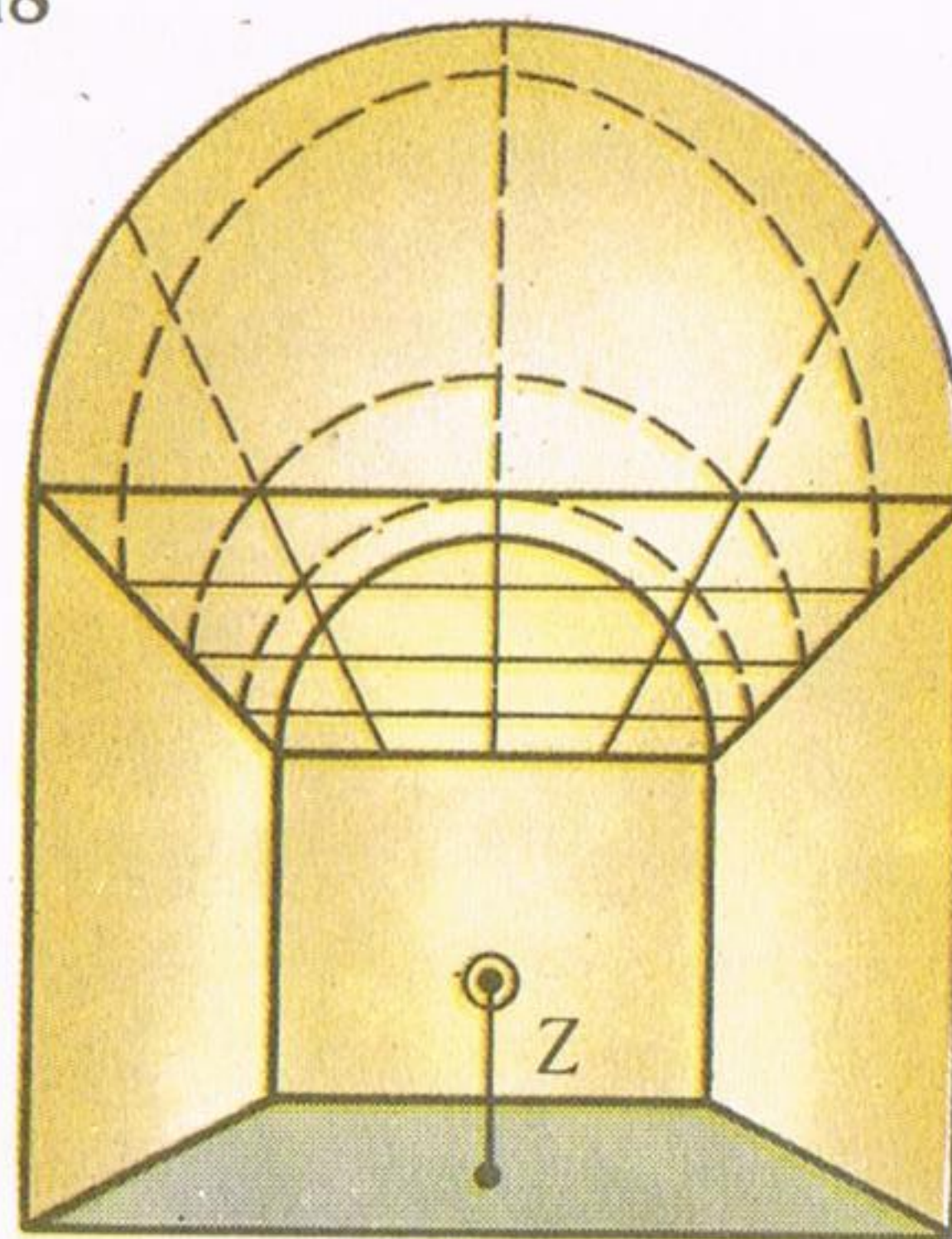


Рис. 319

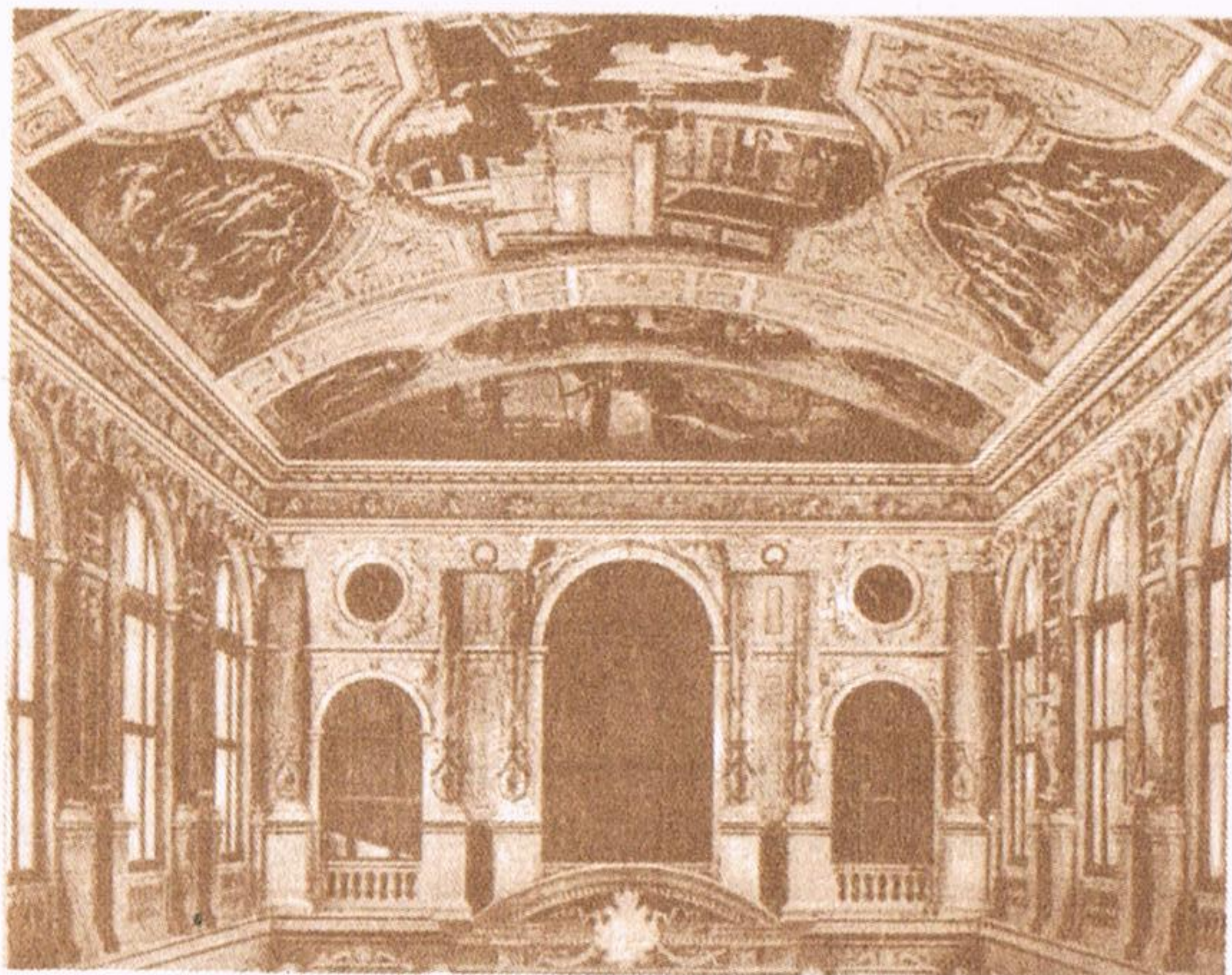


Рис. 320

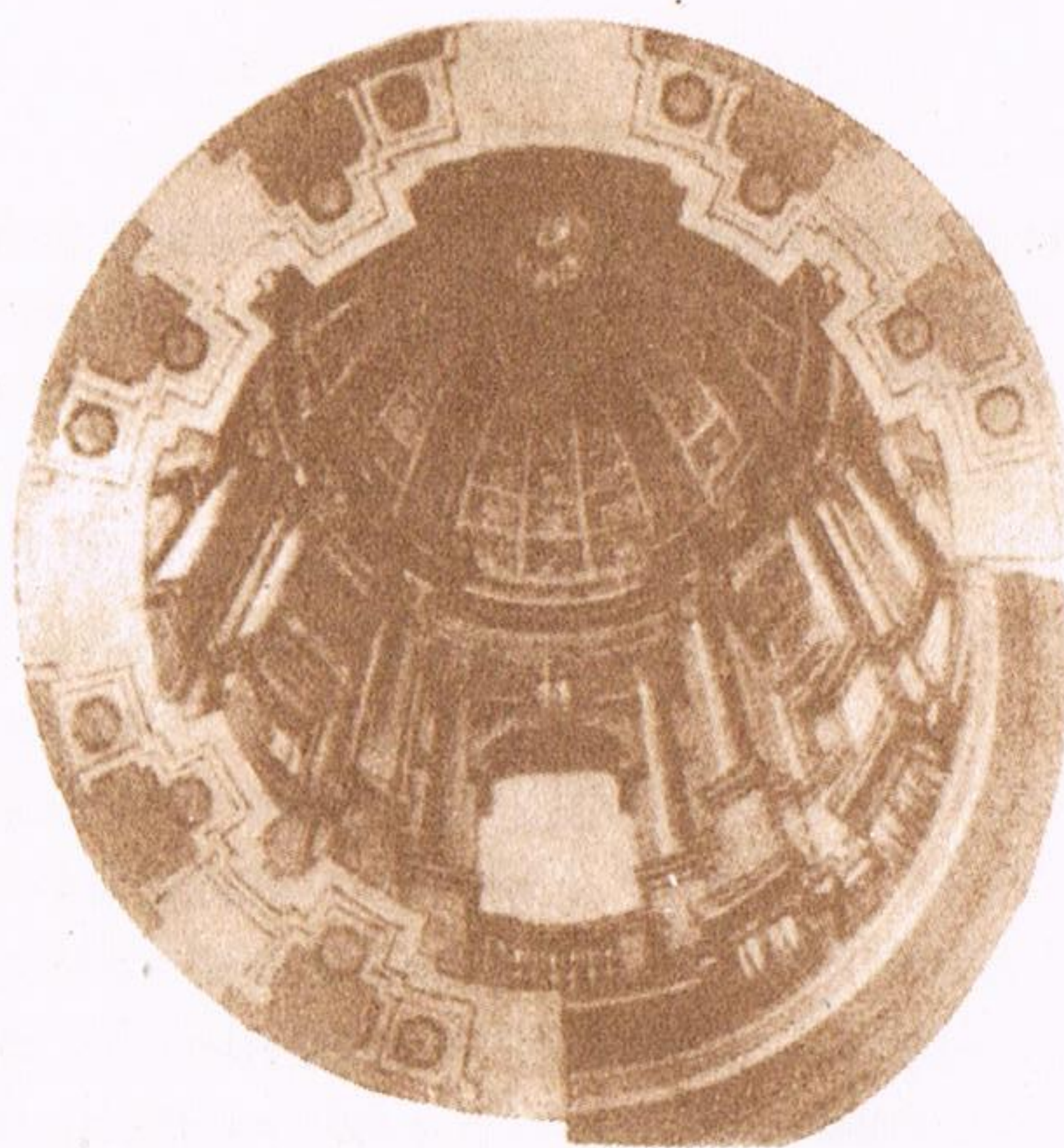


Рис. 321

§72. ПЕРСПЕКТИВА ЦИЛИНДРИЧЕ- СКИХ ПЛАФОНОВ

При построении перспектив на цилиндрическом своде предметную плоскость вместе с расположенными на ней предметами, как и при построении перспектив плоских плафонов, условно поднимают на уровень пят. Тогда изображаемые предметы проецируются из расчетной точки зрения Z на поверхность цилиндрического свода (рис. 318). Но при проецировании на цилиндрический свод трудно зафиксировать положения точек A, B, C на своде. Поэтому сначала строят перспективу на плоском плафоне с учетом требований и правил, изложенных в §71, а затем изображение переносят на цилиндрический свод.

Переносят изображение различными приемами. Рассмотрим два из них:

1. Перспективу плафона, выполненного с одной расчетной точки зрения, целесообразнее переносить с помощью сетки. Для этого на плоском плафоне вычерчивают сетку. Такую же сетку из проволоки натягивают в плоскости пят цилиндрического свода. Из расчетной точки зрения Z сильным источником света сетку проецируют на свод (рис. 319) и обводят ее тени тонкими линиями (на рис. 319 они отмечены штриховыми линиями). В полученную на своде сетку и переносят „на глаз” изображение с плоского плафона.

2. Если перспектива плафона строится по сложной перспективной схеме, то для переноса изображения с плоского плафона на свод можно использовать эскизы. Для этого эскиз каждой отдельной части плафона проецируют эпидиаскопом на свод из соответствующей расчетной точки зрения. Изображение на своде обводят углем или карандашом. Плафон со сложной перспективной схемой можно переносить и с помощью сетки, но тогда из каждой расчетной точки зрения на свод проецируют ту часть сетки, которая включает изображение для данной точки зрения.

На рис. 320 показан общий вид цилиндрического плафона Венского театра.

§73. ПОСТРОЕНИЕ КУПОЛЬНЫХ ПЛАФОНОВ

Купольная перспектива рассматривает способы изображения окружающих предметов на внутренней поверхности куполов.

Купольные плафоны выполняют теми же приемами, что и цилиндрические, — с помощью сетки или эпидиаскопа. Для этого по правилам построения перспективы плоского плафона (см. §71) рисуют эскиз изображения для плоскости пят купольного свода. На эскизе вычерчивают сетку. Такую же сетку из проволоки в масштабе плоскости пят натягивают на основание купола (см. §72). Из расчетной точки зрения точечным источником света сетку проецируют на свод и отмечают тонкими линиями. По ней изображение с эскиза глазомерно переносят на поверхность купола.

Вместо сетки можно использовать эпидиаскоп для проецирования эскиза непосредственно на купольный свод. Получаемое изображение обводят углем или карандашом. Оно и служит основой для росписи купола.

На рис. 321 показана композиция росписи купола А. Поццо.

Купольная перспектива рассматривает способы изображения окружающих предметов на внутренней поверхности куполов

Другие способы построения панорамных и купольных перспектив изложены в гл. III книги Н. А. Рынина „Перспектива” (Петроград, 1918).

§74. ПОСТРОЕНИЕ ПАНОРАМ И ДИОРАМ

Панорама — картина, охватывающая всю окружность горизонта и объединенная с передним „предметным” планом, чем достигается иллюзия реального пространства

Панорама — картина, охватывающая всю окружность горизонта и объединенная с передним „предметным” планом, чем достигается иллюзия реального пространства. Располагают панораму на стене круглого цилиндрического помещения. Рассматривают ее с площадки, помещенной в середине помещения (рис. 322) на такой высоте, чтобы высота линии глаз зрителя находилась на уровне линии горизонта панорамы. Над смотровой площадкой устанавливают козырек, чтобы исключить из поля зрения пространство выше панорамного изображения.

Панорамы выполняют диаметром 18 — 40 м и высотой 14 м и более. Полагают, что первая панорама была создана в 1787 — 1788 гг. ирландским живописцем Р. Баркером в Эдинбурге. В XIX в. создаются батальные панорамы: во Франции — „Панорама осады Парижа” Ф. Филиппотто (1873 г.), в Германии — „Панорама битвы при Седане” А. Вернером (1882 — 1883 гг.), в Польше „Голгофа” Я. Стыкой (1896 г.) и др. В России ряд панорам создал Ф. А. Рубо. Наиболее значительные из них „Оборона Севастополя” (1902 — 1904 гг.) и „Бородино” (1911 г.) в Москве.

После Великой Октябрьской социалистической революции созданием панорам, отражающих героическую борьбу советского народа, занимались выдающиеся советские художники. Так, под руководством М. Б. Грекова и Г. К. Савицкого по эскизам Н. Г. Котова осуществлен панорамный комплекс „Штурм Перекопа” (1934 — 1938 гг.). Под руководством Н. Г. Котова написана панорама „Оборона Сталинграда” (1949 г.). Плодотворно работают над панорамами члены студии военных художников им. М. Б. Грекова. Ими в 1950 г. выполнена панорама „Сталинградская битва” и др.

Панорамное изображение обычно выполняют по известным правилам линейной перспективы на вертикальной картине. Для этого вокруг цилиндрического помещения, предназначенного для панорамы, описывают правильную многогранную призму. Чем больше граней, тем точнее изображение. Обычно берут 16 граней (рис. 323). Каждую грань, изображаемую на плане прямой, и принимают за вертикальную картину, на которой выполняют перспективные построения изображаемых предметов из точки зрения, удаленной на расстояние радиуса помещения.

Выполненные картины накладывают на внутреннюю поверхность цилиндрического помещения. Поскольку ширина каждой картины больше соответствующей дуги цилиндра, то одна картина на стыке перекрывает часть другой. Поэтому изображения на стыках картин согласуют „на глаз”. Для этого изображение на каждой картине целесообразно строить так, чтобы оно полностью охватывало и завершало то или иное событие или эпизод. В этих случаях легче увязать стыки, изображая на них предметы нефиксированных форм (деревья, кусты, холмистую местность и пр.).

При наложении вертикальной картины на внутреннюю поверхность цилиндра горизонтальные и наклонные прямые линии, расположенные выше или ниже линии горизонта, изобразятся кривыми (кривые линии, полученные при развертке прямых на внутреннюю поверхность цилиндра, воспринимались бы прямыми). Кривизну таких прямых устраняют также „на глаз”.

Для создания большей иллюзии панорамного изображения пространство на полу между смотровой площадкой и картиной обычно заполняют различными предметами в натуральную величину, относящимися к сюжету картины.

Тени в панорамной перспективе строят также по правилам плоской картины. Для этого источник света задают направлением луча N и углом α° наклона луча к предметной плоскости (рис. 324). На рис. 324 для удобства построены в плане 8 отдельных картин с главными точками $P_1, P_2, P_3, \dots, P_8$. Очевидно, что для каждой картины направления лучей будут различными, а следовательно, будут и иные точки схода перспектив лучей и их проекций.

Построим тени вертикального цилиндра для каждой картины (на плане цилиндры заданы кругами).

Построим тень цилиндра на картине с главной точкой P_1 (рис. 325). Для этого найдем точки схода перспектив лучей и их проекций. Поскольку лучевая плоскость перпендикулярна к картине, построим при совмещенной точке зрения Z_0 угол α наклона лучей. На линии P_1S_1 схода перпендикулярных к картине плоскостей получим тогда точку схода S_1 перспектив лучей и точку P_1 схода их проекций. С помощью точек схода построим собственную и падающую тени цилиндра.

Так же построим тени цилиндра и на картине с главной точкой P_5 (рис. 326). Лучевая плоскость здесь также перпендикулярна к картине, но солнце относительно картины находится в мнимом пространстве. Поэтому точка схода S_5 перспектив лучей располагается на линии схода P_5S_5 ниже линии горизонта.

Точки схода перспектив и проекций лучей на картине с главной точкой P_2 (рис. 327) найдем, если из совмещенной точки зрения Z проведем прямую под тем же углом β к линии горизонта, под которым на плане (см. рис. 324) лучи света наклонены к главному лучу картины P_2Z , до пересечения с линией горизонта в точке f_2 . Совместив луч f_2Z с линией горизонта и отложив в точке Z_0 угол α , на линии схода f_2S_2 получим точку схода перспектив лучей S_2 (см. § 53). Построим тени цилиндра.

Так же найдем точки схода перспектив лучей и их проекций для картины с главной точкой P_6 (рис. 328). Разница лишь в том, что относительно картины солнце будет находиться в мнимом пространстве и потому точка схода S_6 перспектив лучей расположится ниже линии горизонта.

Аналогично рассмотренному находят точки схода перспектив лучей и их проекций для картин с главными точками P_4 и P_8 .

Для картин с главными точками P_3 и P_7 (рис. 329) лучевая плос-

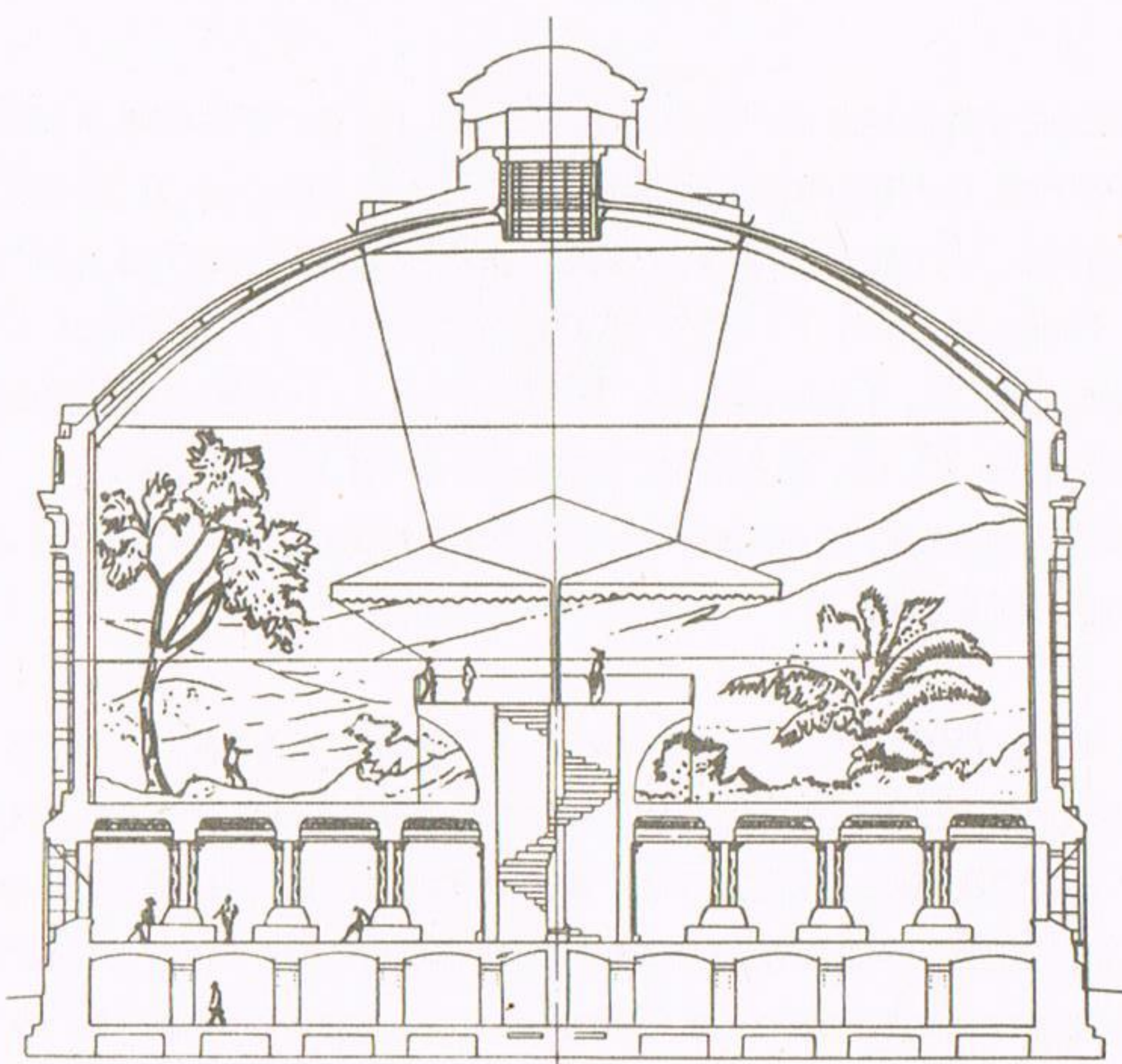


Рис. 322

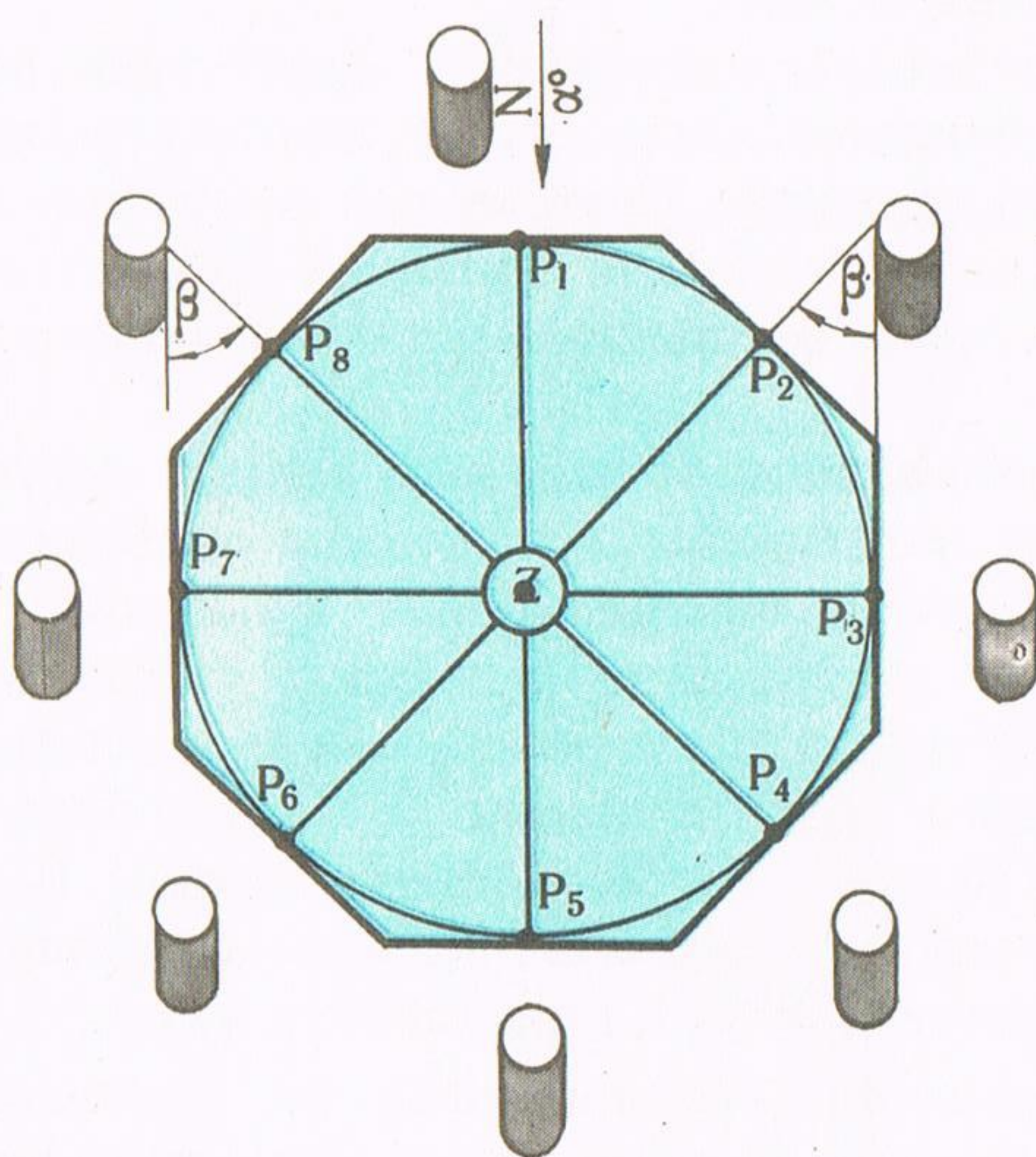


Рис. 324

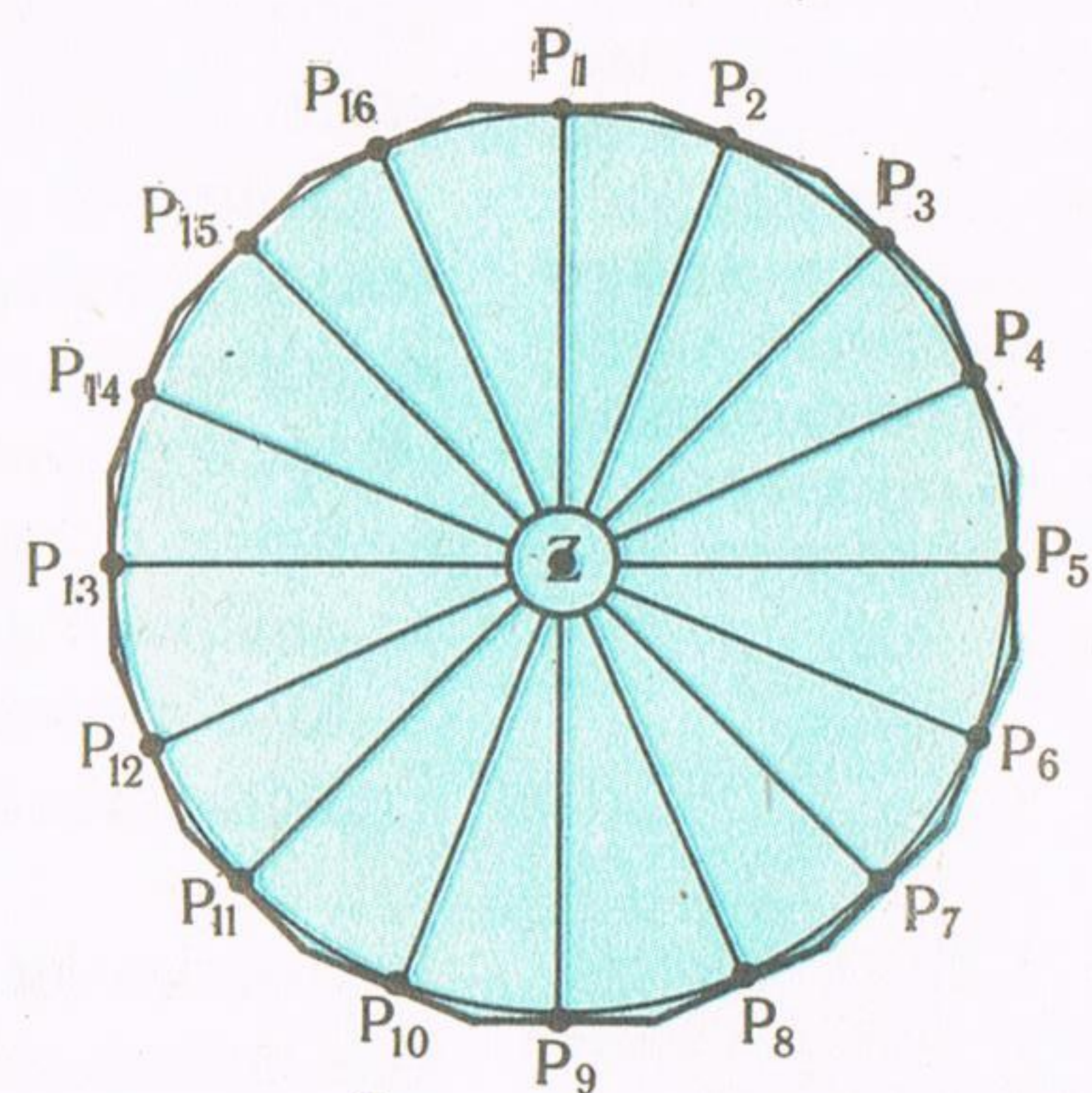


Рис. 323

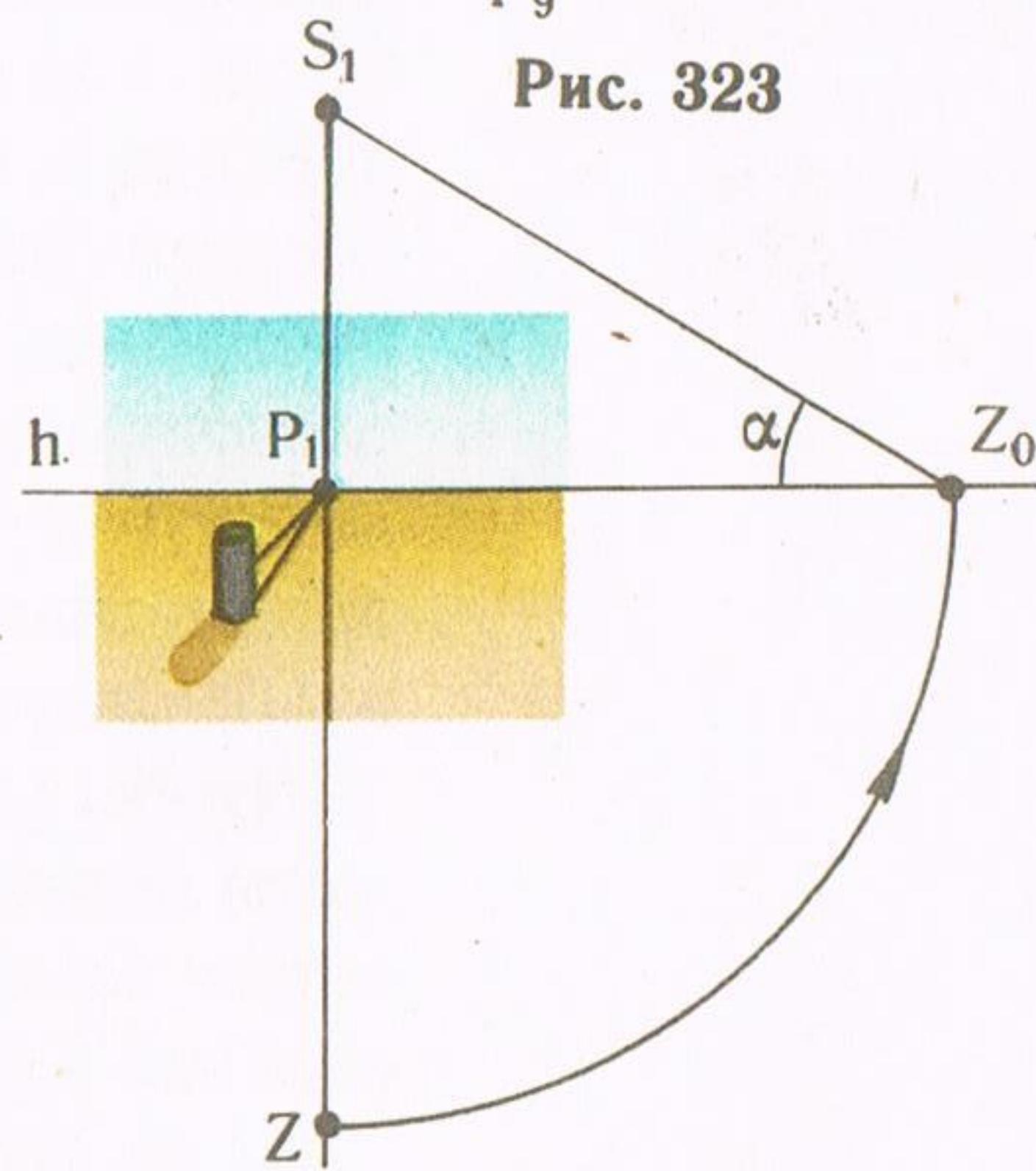


Рис. 325

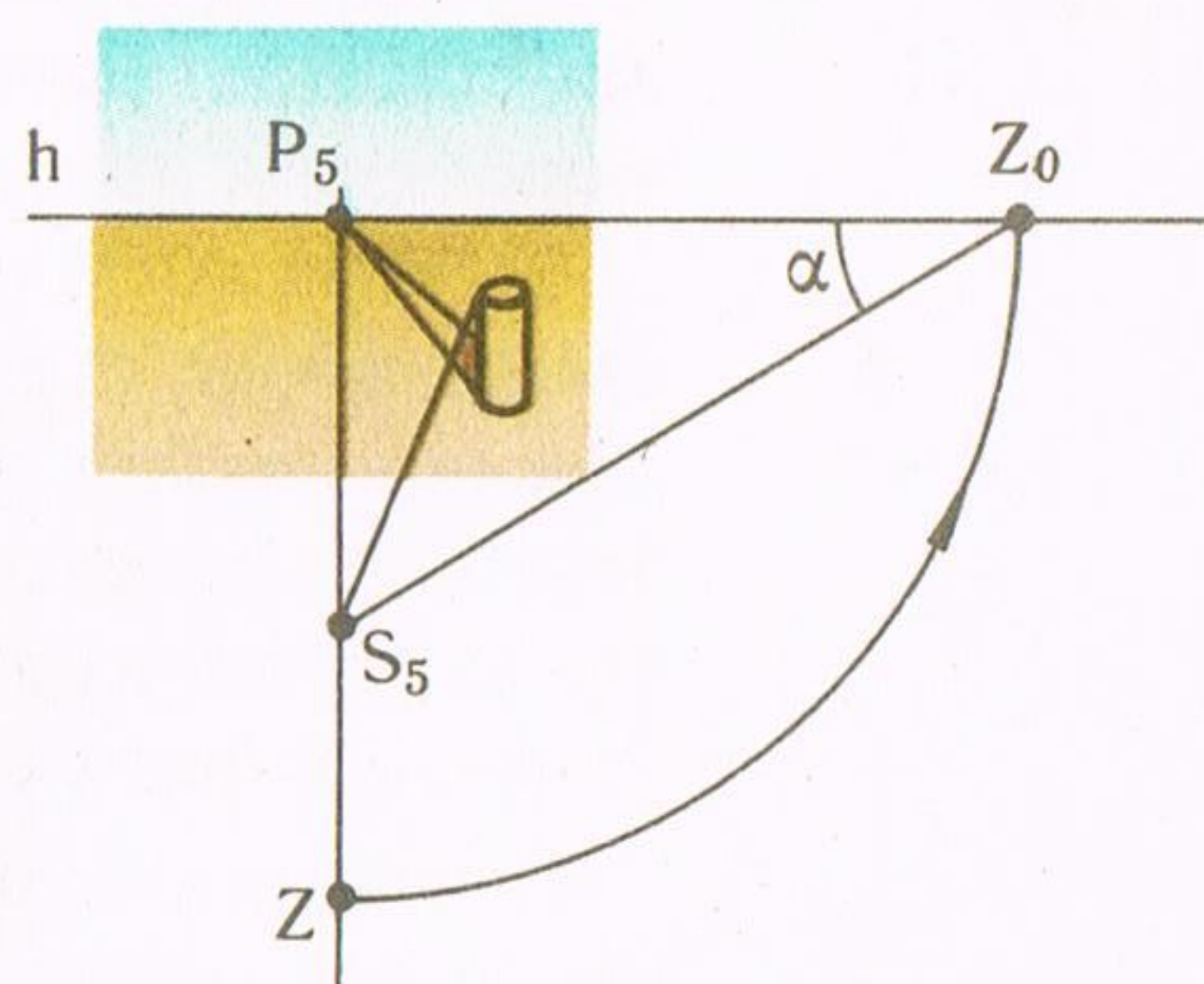


Рис. 326

Диорама — картина с расположенным перед ней бутафорским „предметным” планом (макеты фигур людей и пр.). В отличие от панорамы диорама охватывает не всю окружность горизонта, а лишь ее часть

§75. ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВ НАСТЕННОЙ ЖИВОПИСИ И ВИТРАЖЕЙ

кость параллельна картине и поэтому падающая тень параллельна линии горизонта. Для картины P_7 падающая тень направлена влево.

Диорама — картина с расположенным перед ней бутафорским „предметным” планом (макеты фигур людей и пр.). В отличие от панорамы диорама охватывает не всю окружность горизонта, а лишь ее часть.

Диорама широко распространились в XIX в. В советском изобразительном искусстве наиболее содержательными и мастерски выполненными диорамами являются „Взятие Ростова” (М. Б. Греков, 1929 г.), „Форсирование Днепра войсками Советской Армии” (члены студии военных художников им. М. Б. Грекова, 1948 г.), „Бой на Одерском плацдарме” (П. С. Корецкий, И. В. Евстигнеев, 1948 г.) и др.

Как разновидность панорамы, диораму выполняют по правилам построения панорамных перспектив.

Выполняя настенные картины и витражи, следует учитывать условия зрительного восприятия. Особенно это необходимо в тех случаях, когда картина располагается на высоте, значительно превышающей плоскость горизонта зрителей, вследствие чего плоскость горизонта и главная точка картины располагаются вне ее, а зрительная ось при обозрении составляет с картиной острый угол. Поэтому на картине, расположенной на высокой стене, предметная плоскость и находящиеся на ней предметы изображаются в ракурсе снизу. Но поскольку предметная плоскость не видна, то предметы, расположенные на ней, изображаются только верхними частями.

Чтобы расширить изобразительные возможности перспективы, предметы можно изображать на наклонных плоскостях, но при этом нарушится привычная иллюзия пространства. Поэтому при построении перспектив настенных картин и витражей нужно учитывать следующее:

1) на верхних частях стен лучше воспринимается композиция с низкой линией горизонта;

2) вертикальные и наклонные линии больше искажаются, чем горизонтальные. Поэтому менее подвержены искажениям изображения коротких и приземистых предметов, нежели длинных и высоких;

3) вертикальные линии при изображении на высоких стенах будут иметь точку схода выше картины и при перемещении зрителя параллельно картине могут казаться неустойчивыми. Эта неустойчивость тем больше, чем дальше изображение от осевой линии картины. Поэтому на краях картины необходимо изображать предметы „свободных” форм, без фиксированных высот (деревья, горы, облака и др.);

4) при изображении предметов, расположенных на предметной плоскости, условно наклоненной на зрителя, нарушается привычная человеческому глазу перпендикулярность предметов к этим плоскостям. Чтобы изображаемые предметы не казались наклоненными, надо, например, фигуры людей изображать в движении на зрителя. На краях картины не следует изображать предметы с четко выраженными позиционными свойствами, иначе, например, из водоема, изображен-

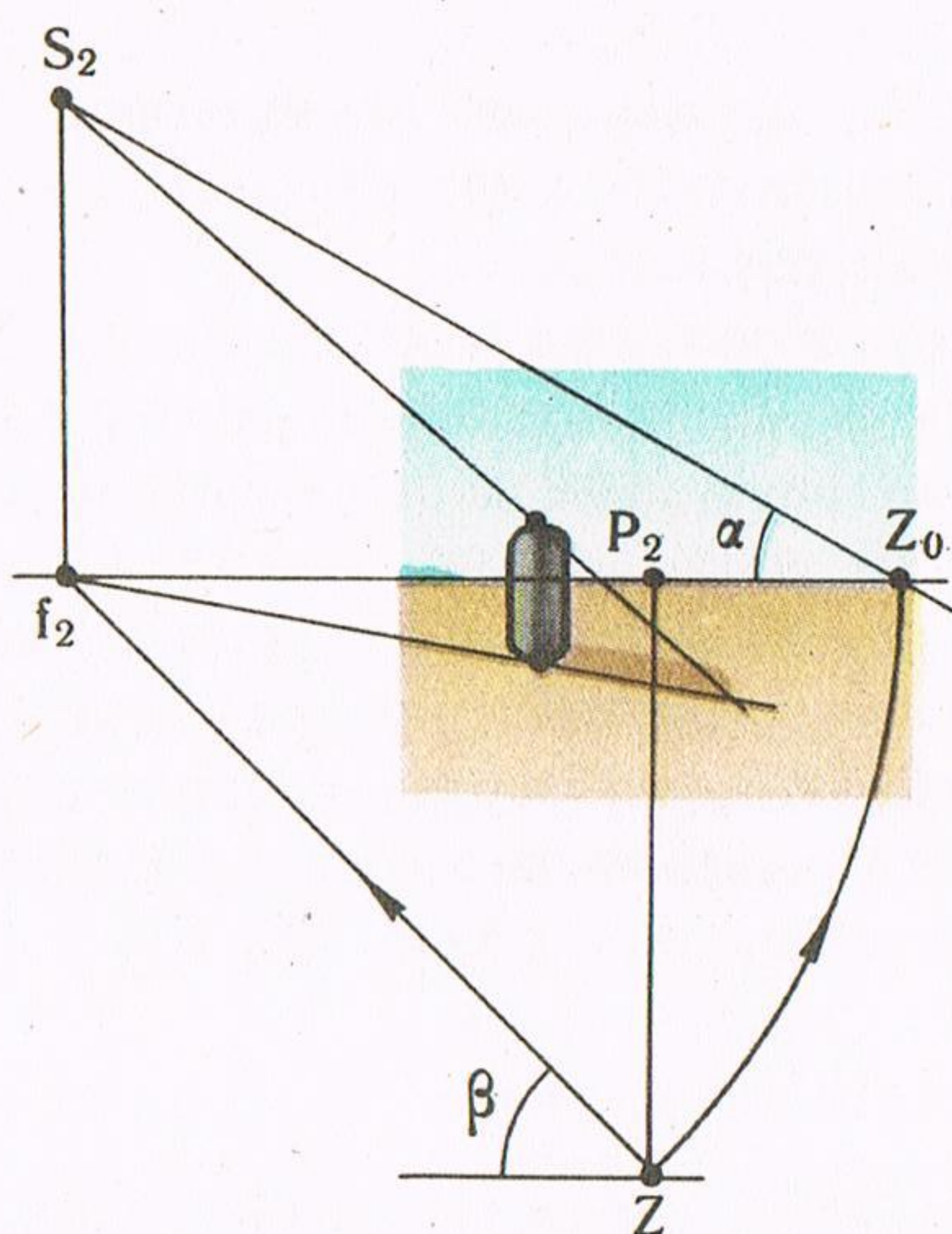


Рис. 327

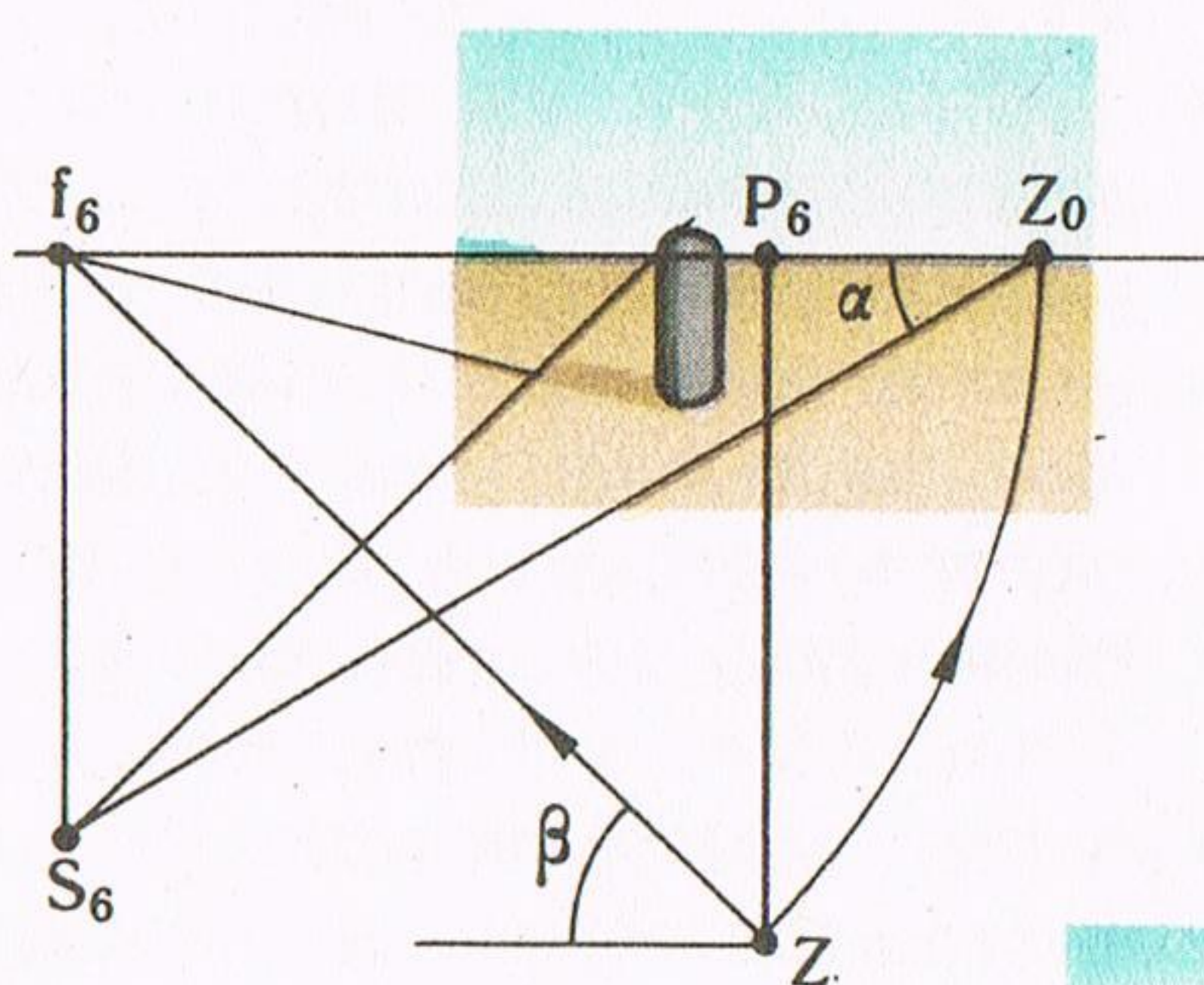


Рис. 328

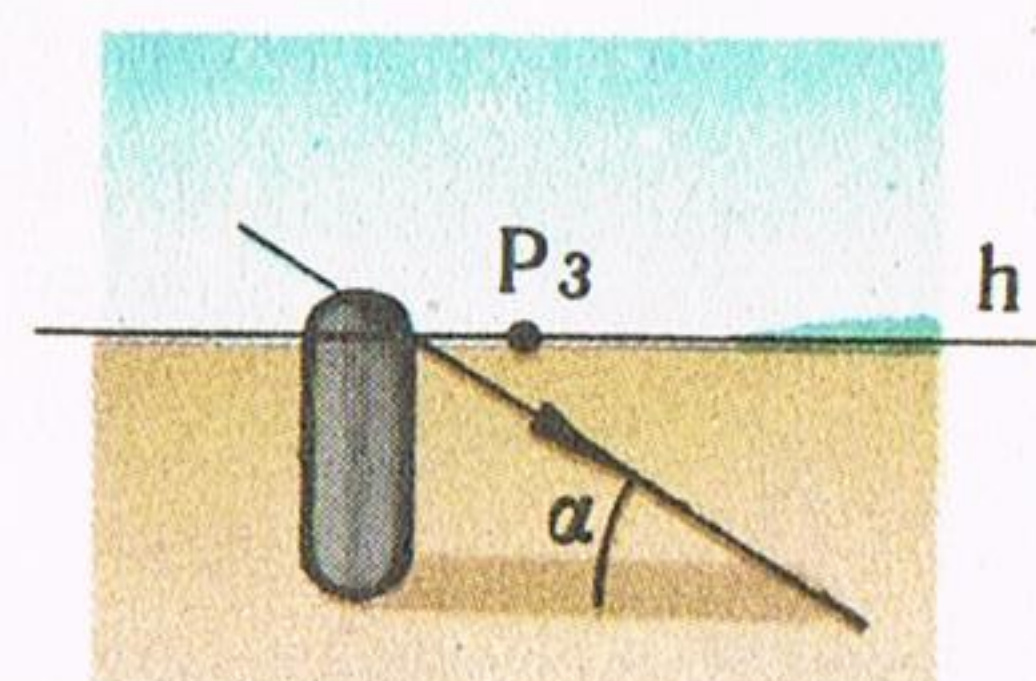


Рис. 329

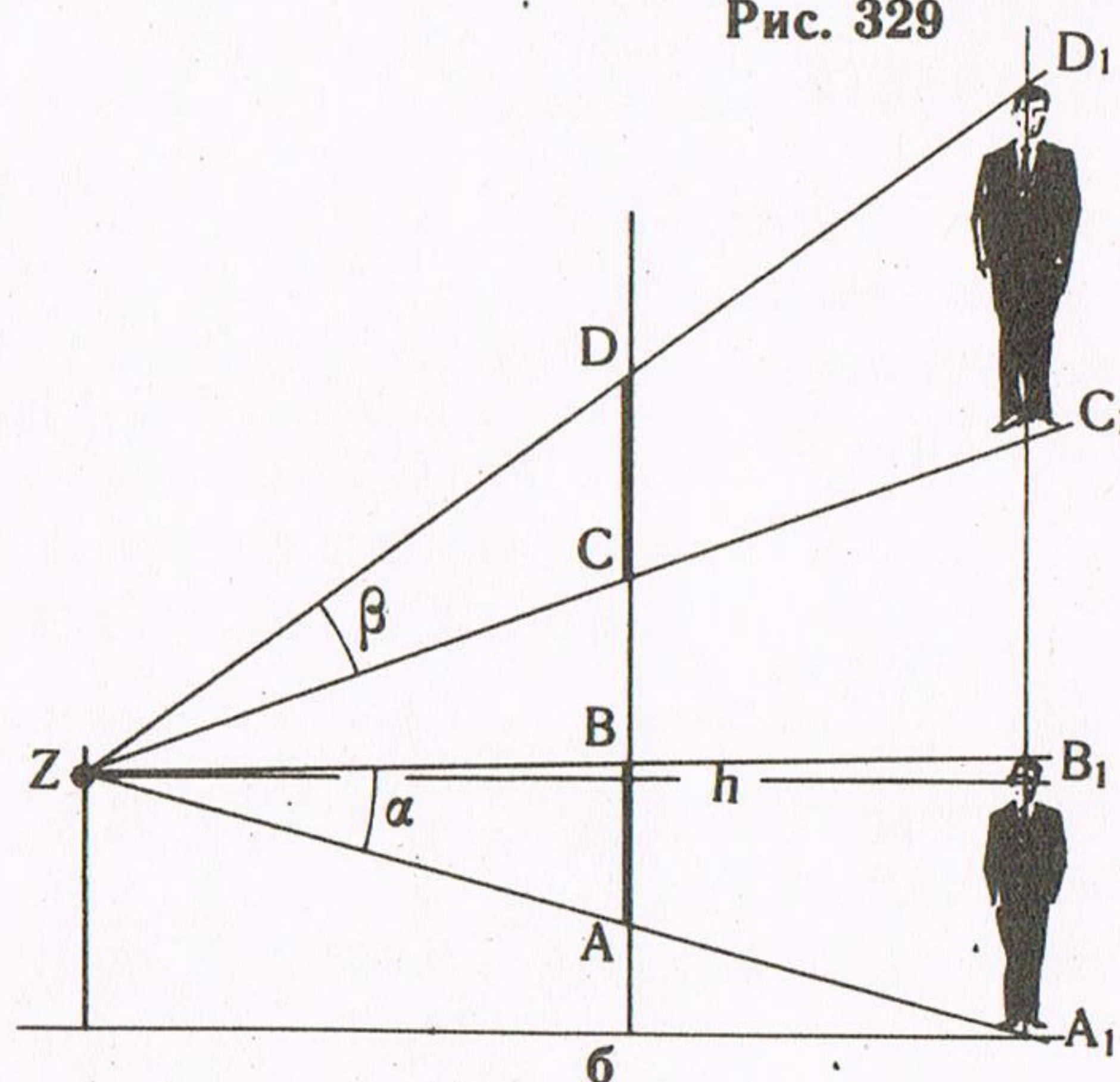
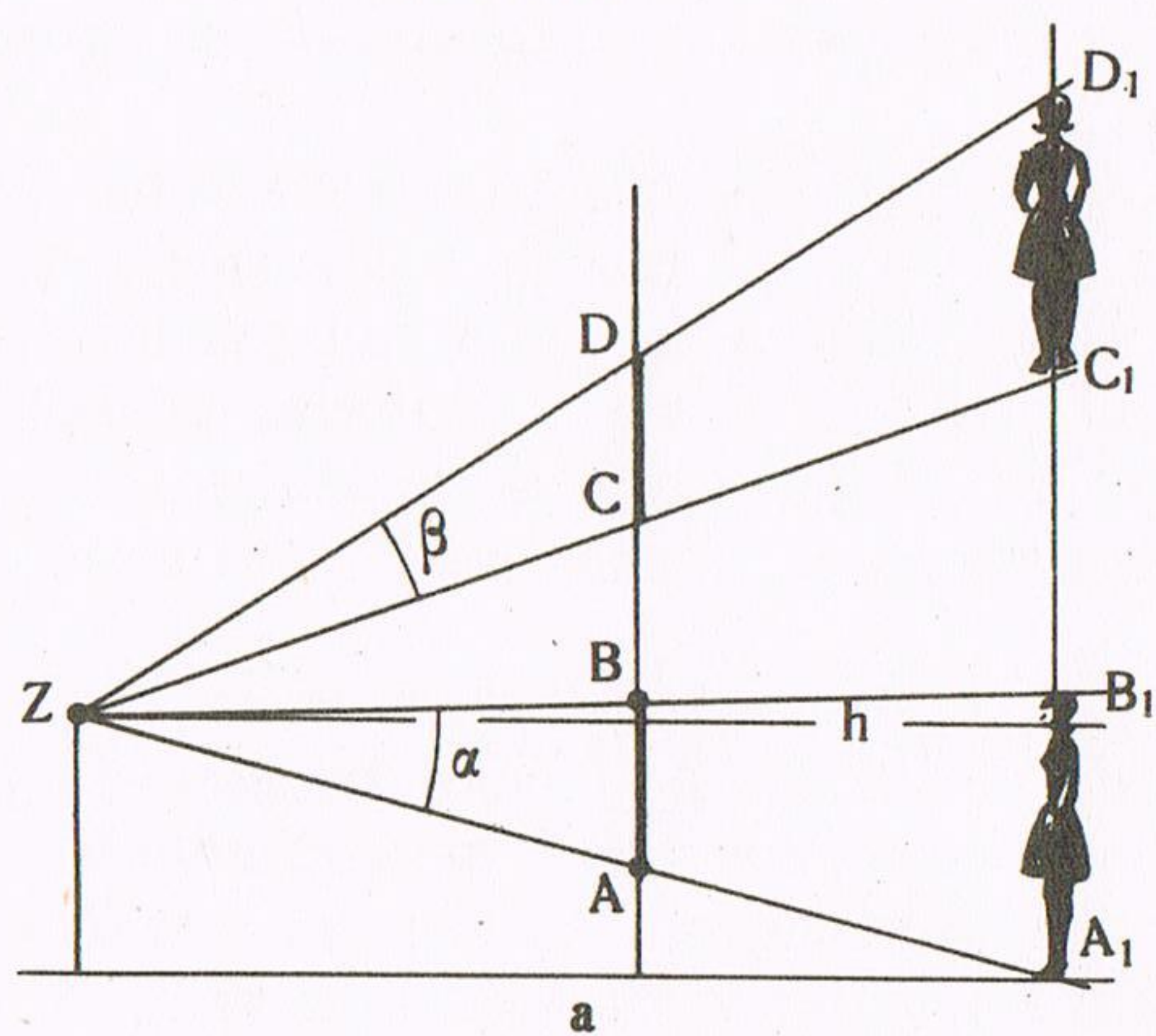


Рис. 330

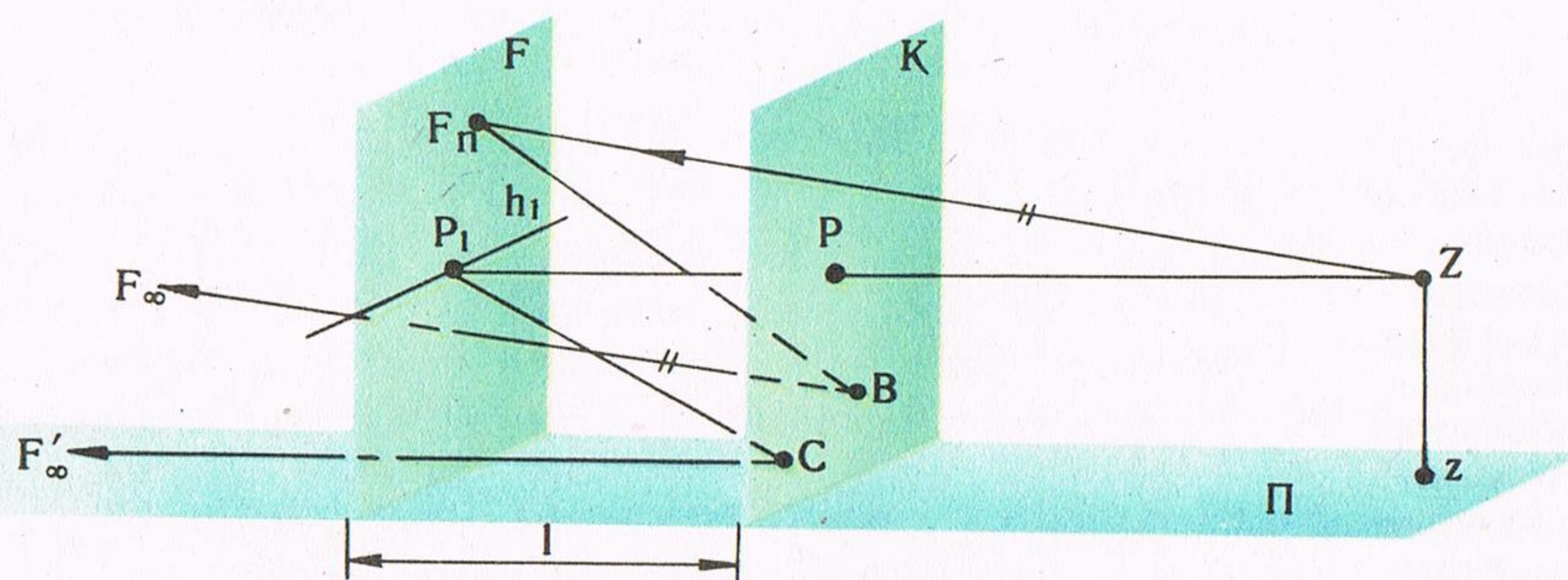


Рис. 331

ного на краю картины, вода может казаться выливающейся на зрителя и т. д.;

5) изображения интерьеров больше подвержены искажениям, нежели изображения экстерьеров. Менее искажаются те интерьеры, в которых нет повторяющихся одинаковых элементов;

6) на витражах большой высоты в расчете на обозрение с небольших расстояний, ограниченных размерами помещения, размеры изображений предметов на верхних частях целесообразно увеличивать. Это вызывается тем, что при равенстве изображенных фигур AB и CD (рис. 330, а) зритель, повернув глаза на верхнюю фигуру CD , увидит ее под углом β , меньшим угла α . Вследствие этого фигура CD покажется меньше фигуры AB . Чтобы изображенные фигуры воспринимались равными, увеличение фигуры CD на верхней части витража нужно брать таким, при котором угол β был бы равен углу α (рис. 330, б).

ГЛАВА XV. РЕЛЬЕФНАЯ ПЕРСПЕКТИВА

Рельефная перспектива изучает правила и приемы изображения пространственных форм в ограниченном объеме с соответствующими изменениями их относительных размеров, вытекающими из свойств центрального проецирования.

Начало изучения рельефной перспективы как науки связано с появлением книги Гвидо Убальди „Perspectiva” (1600 г.). Дальнейшее развитие она получила в трудах Шалля, Понселе и других иностранных ученых и художников. В России большой вклад в развитие рельефной перспективы внесли Ватченко-Захарченко („Проективная геометрия”. Киев, 1897), Н. А. Рынин („Перспектива”. Петроград, 1918) и др.

§76. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИЗОБРАЖЕНИЯ В РЕЛЬЕФЕ

Основные элементы перспективного изображения в рельефе — предметная плоскость Π , картинная плоскость K , плоскость схода F и точка зрения Z (рис. 331). Главная точка картины P есть прямоугольная проекция точки зрения Z на плоскость картины, а главная точка схода P_1 в рельефе — прямоугольная проекция Z на плоскость схода F . Горизонтальная прямая h_1 , проведенная на плоскости схода через точку P_1 , называется *линией горизонта рельефа*. Расстояние l от картины до плоскости схода называется *глубиной изображаемого пространства в рельефе*.

Рельефная перспектива изучает правила и приемы изображения пространственных форм в ограниченном объеме с соответствующими изменениями их относительных размеров, вытекающими из свойств центрального проецирования

Рельеф прямой. Возьмем пространственную прямую BF_∞ , заданную картинным следом B и бесконечно удаленной точкой F_∞ (рис. 331). Построим ее рельефное изображение. Для этого найдем рельефное изображение двух принадлежащих ей точек. Так, рельефом точки B будет сама точка, расположенная в плоскости картины. Рельеф точки F_∞ бесконечно удаленной прямой BF_∞ найдем по правилам линейной перспективы в точке F_n пересечения зрительного луча ZF_n , проведенного параллельно BF_∞ , с плоскостью схода. Точка F_n и есть точка схода прямой BF_∞ . Таким образом, рельефным изображением прямой BF_∞ будет прямая BF_n . Точкой схода перпендикулярных к картине пря-

мых в рельефе является главная точка схода P_1 , например, рельефом прямой CF'_∞ является прямая CP_1 .

Рельеф точки. Построим рельефное изображение точки A_1 (рис. 332). Для этого через точку A_1 проведем какую-нибудь прямую, например BF_∞ , и найдем рельефное изображение BF_n . Рельеф точки A_1 , лежащий на прямой BF_n , получим в точке A пересечения зрительного луча ZA_1 с прямой BF_n .

Рельеф плоскости. Плоскость Q_1 задана двумя пересекающимися прямыми BF_∞ и BF'_∞ с точкой пересечения A_1 (рис. 333). Построить рельеф плоскости.

Найдем рельефное изображение прямых. В рельефе получим прямые BF_n , CF_m и рельеф A точки A_1 . Отсек ABC плоскости Q и является рельефным изображением отсека A_1BC плоскости Q_1 . Прямая F_nF_m , проведенная на плоскости схода F , — *линия схода плоскости Q в рельефе*. Очевидно, что линия схода F_nF_m параллельна картине и картинному следу BC плоскости K .

Если в плоскости Q_1 возьмем другой отсек, например в виде треугольника $A_1D_1E_1$, то в рельефе получим: точку D — в пересечении луча ZD_1 с прямой CF_m , а точку E — в пересечении луча ZE_1 с прямой BF_n .

Все прямые, параллельные плоскости Q , в рельефном изображении имеют точку схода на линии схода F_nF_m , а все плоскости, параллельные плоскости Q , имеют линией схода прямую F_nF_m . Линией схода всех горизонтальных плоскостей является h_1 — линия горизонта рельефа.

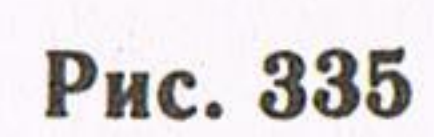
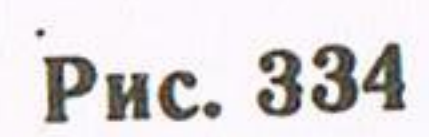
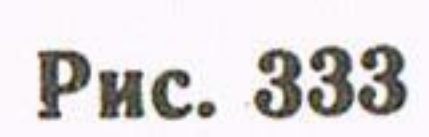
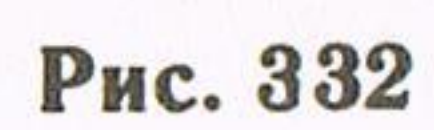
§77. ПОСТРОЕНИЕ РЕЛЬЕФА ОПОРНЫХ ТОЧЕК ИЗОБРАЖАЕМОГО ПРЕДМЕТА

Для качественного выполнения рельефа весьма большое значение имеет правильный выбор точки зрения и глубины рельефного изображения.

Точку зрения Z выбирают по правилам линейной перспективы напротив середины рельефа по ширине на удалении двух — четырех радиусов круга поля ясного зрения, а по высоте берут соответствующей положению глаза зрителя, откуда и будет рассматриваться данный рельеф.

Глубина изображаемого пространства в рельефе определяется расстоянием l между картиной K и плоскостью схода F (рис. 334).

Рельефность изображения предметов и их элементов, находящихся вблизи картинной плоскости, может быть недостаточно глубокой, а потому и недостаточно четкой. Чтобы получить более четкое изображение, особенно при построении полного рельефа и горельефа (см. далее), плоскость схода удаляют от плоскости картины. В этом случае задней плоскостью рельефа будет плоскость R , на которой изображается плоскость схода F . На плоскости R как на обычной вертикальной картине по правилам линейной перспективы изображают все видимые предметы, расположенные за плоскостью схода. Расстояние l_1 от плоскости R (в данном случае) до картинной плоскости K называется



глубиной рельефного ящика. В этом рельефном ящике и строят все рельефы предметов, расположенных между картиной и плоскостью схода.

Рельеф предмета „свободной” формы (человек, животные и пр.) выполняют, находя положения наиболее характерных точек и их удаления от плоскости картины (рельеф в твердом материале) или от задней плоскости рельефного ящика (макет рельефа в мягком материале для последующей формовки и отливки).

Рассмотрим построение рельефа точек в зависимости от глубины рельефного ящика и положения плоскости схода.

ПРИМЕР 77.1.

Даны глубина рельефного ящика $l = 50$ мм, задней стенкой которого является плоскость схода F , и точка зрения Z . Построить рельеф точек A_1 , B_1 и найти в рельефе их удаление от картины (рис. 335).

Решение. Построим рельефное изображение точек A_1 и B_1 . Для этого спроецируем прямоугольно на плоскость картины точки A_1 и B_1 соответственно в точки a_1 и b_1 , т. е. проведем через них перпендикулярные к картине прямые. В пересечении прямой a_1P_1 с лучом ZA_1 получим рельеф A точки A_1 , а в пересечении b_1P_1 с ZB_1 — точку B . Проведем через точку A плоскость S , а через B —

плоскость R , параллельные картине. Очевидно, что рельефы всех точек, расположенных в плоскости S_1 , будут располагаться в плоскости S , а рельефы точек плоскости F — в плоскости R . Таким образом, плоскость R — рельефное изображение плоскости схода F .

Удаление (глубину рельефа) точек A и B от картинной плоскости K получим, если продолжим плоскость S и R до пересечения со шкалой масштаба глубины рельефного ящика.

В нашем примере глубина точки A равна 7 мм, точки B — 15 мм.

Итак, глубина рельефного изображения точек, расположенных между плоскостью картины и плоскостью схода, очень мала по сравнению с глубиной рельефного ящика, в силу чего изображение может восприниматься недостаточно четко. Поэтому, если за заднюю стенку рельефного ящика принята плоскость схода, наилучший эффект при построении рельефа пространства большой глубины получается, когда предметы располагаются за плоскостью схода, например в точке C_1 . Бесконечно удаленные предметы изображаются на плоскости схода по правилам линейной перспективы.

Для увеличения рельефности изображения неглубоких предметов рельефный ящик задают картинной плоскостью K и задней плоскостью R , которая является рельефным изображением плоскости схода F .

ПРИМЕР 77.2.

Заданы точка зрения Z и глубина рельефного ящика $l_1 = 50$ мм с задней стенкой R (рис. 336). Построить рельеф точек A_1 , B_1 и найти в рельефе их удаление от картины и от плоскости R .

Решение. Расположим плоскость схода F так, чтобы ее рельефное изображение было в плоскости R .

Построим рельеф точек A_1 и B_1 (см.

рис. 335). Проведя через точку A параллельную картине плоскость S , получим на шкале масштаба глубину рельефа точки A (17 мм) и удаление от плоскости R (33 мм). Точка B совпадает с плоскостью R , ее глубина равна 50 мм. Точки, расположенные за плоскостью схода, изобразятся на плоскости R как на вертикальной картине по правилам линейной перспективы.

Зная удаления точек рельефа от плоскости R , художник лепит макет рельефа из мягкого материала. По глубине опорных точек выполняют рельеф в твердом материале. При этом, чтобы обеспечить достаточную прочность произведения, нужно толщину заготовки материала брать больше глубины рельефного ящика.

§78. ВИДЫ РЕЛЬЕФНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

В зависимости от глубины рельефного ящика и глубины изображаемого в нем пространства различают следующие виды рельефных изображений — полный рельеф, барельеф и горельеф.

Полный рельеф получается при сравнительно большой глубине рельефного пространства (от нескольких десятков сантиметров до нескольких метров). В полном рельефе элементы изображаемых предметов четко отделены друг от друга, а само изображение обычно охватывает всю глубину изображаемого рельефного пространства. Примером могут служить перспективные театральные декорации.

Барельеф (низкий или плоский рельеф) получается при малой глубине рельефного ящика — от нескольких миллиметров (в медальонах) до нескольких сантиметров (в настенных барельефах). Изображаемый предмет в этом случае выступает над задней плоскостью рельефного ящика не более чем на половину своего объема. Барельефы наиболее широко распространены в настенных скульптурных изображениях, монетах, медалях и пр. Разновидности барельефов — камеи и инталии. Их обычно выполняют на драгоценных камнях; камею — в виде выпуклого, а инталию — в виде вдавленного или резбового изображения.

Горельеф (высокий рельеф) — изображение, занимающее промежуточное положение между полным рельефом и барельефом. В связи с этим в горельефе некоторые предметы или их элементы могут отделяться от задней плоскости рельефа. Поэтому отливают горельеф в этих случаях обычно по частям кусковыми формами.

§79. ПОСТРОЕНИЕ РЕЛЬЕФОВ

Для примера рассмотрим один из вариантов построения рельефного изображения.

ПРИМЕР.

Построить барельеф портрета по нарисованному профилю и фасу со зрительного расстояния, равного двум радиусам круга поля ясного зрения (рис. 337).

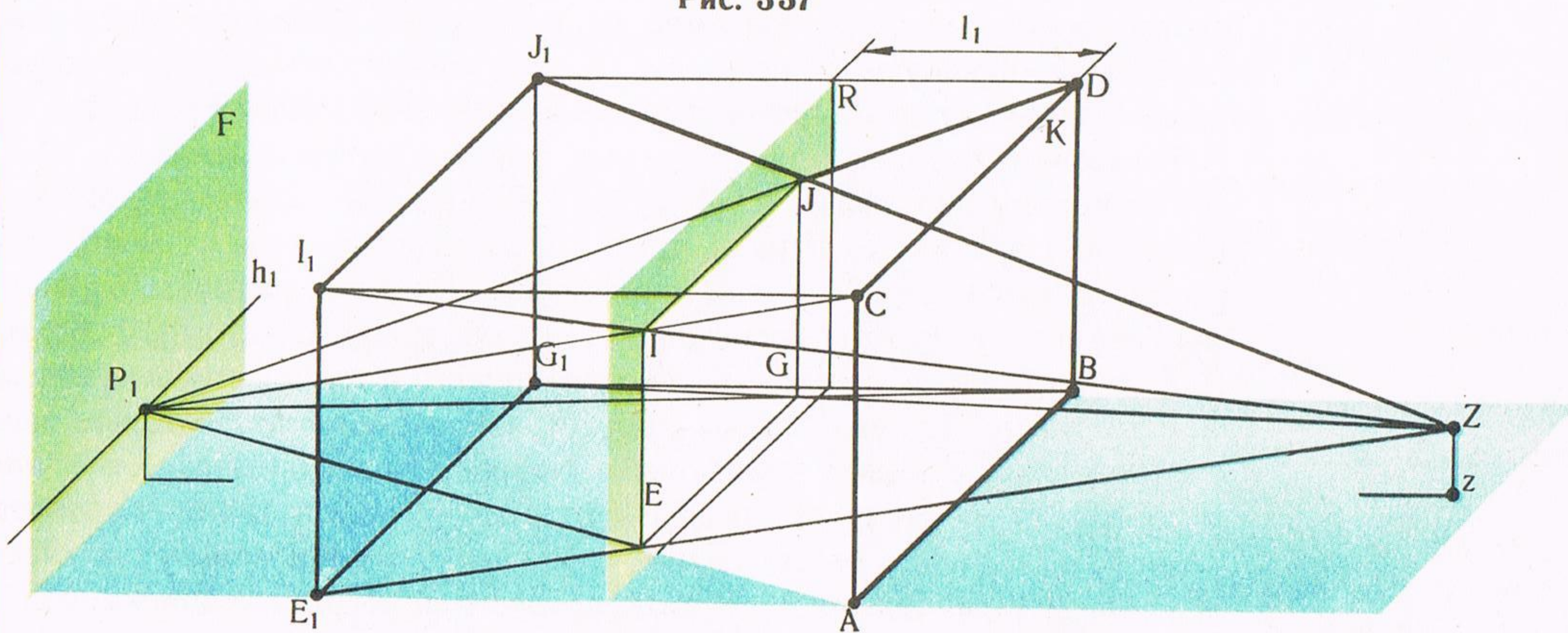
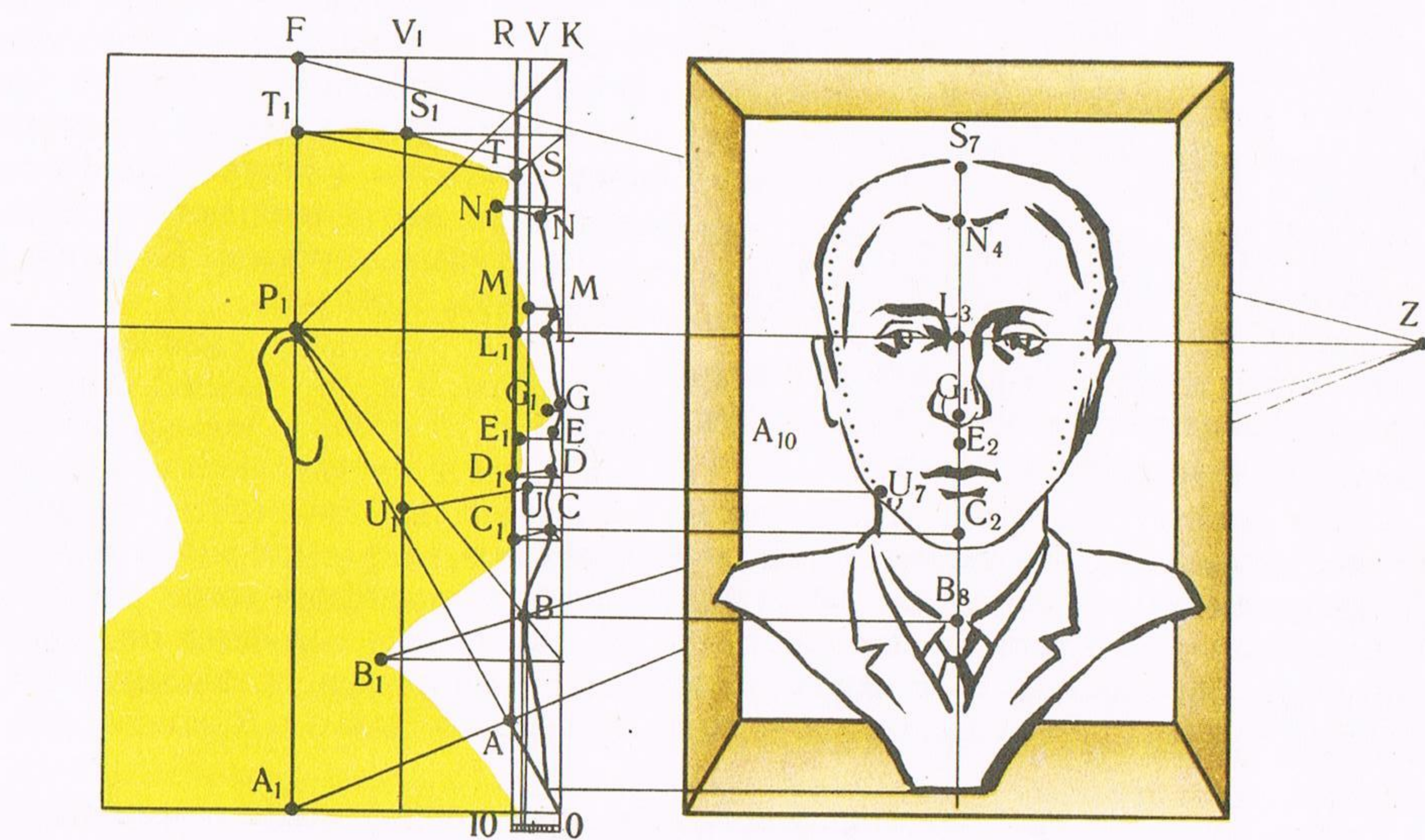
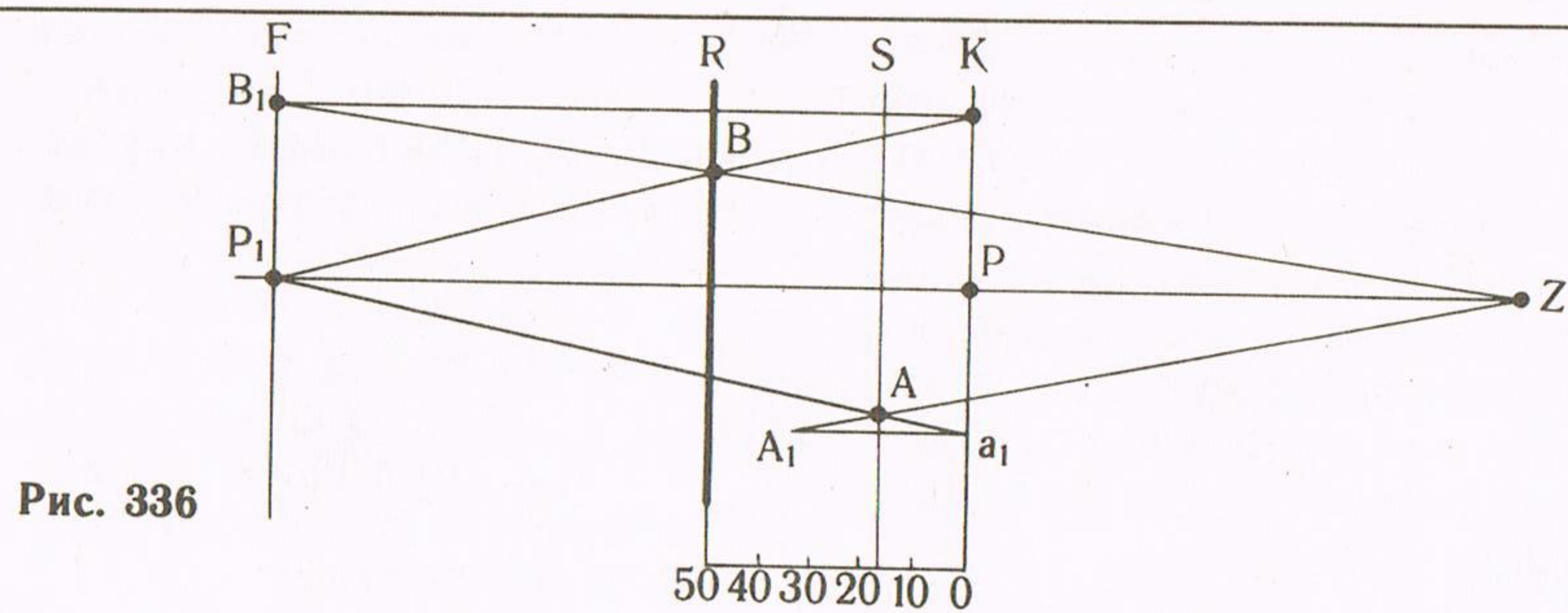
Решение. На профиле проведем плоскость картины K , а через середину, поскольку в барельефе предмет обычно изображается половиной своей глубины, — плоскость схода F .

На фасе построим рамку картины; найдем удаление точки зрения Z и положение главной точки схода P_1 в рельефе.

Построим глубину рельефного ящика. Для этого в плоскости схода возьмем лю-

бую точку, не совпадающую с главной точкой схода P_1 , например A_1 . Найдем ее рельефное изображение A . Проведя через точку A параллельную картине плоскость R , получим заднюю стенку рельефного ящика, которая является рельефным изображением плоскости схода F .

Определим глубину рельефного ящика в миллиметрах, исходя из удаления плоскости схода от плоскости картины. В нашем примере это расстояние равно 53 мм. Поскольку глубина рельефного ящика составляет $\approx \frac{1}{5}$ часть такого удаления, то глуби-



на нашего рельефного ящика равна 10 мм. Нанесем шкалу 0 — 10 мм масштаба глубины рельефного ящика.

Найдем рельефное изображение опорных точек профиля и их удаления от плоскости картины. Так, рельефом точки B_1 является точка B . Удаление точки B от картины (8 мм) находим по шкале масштаба. Так же найдены рельефы других точек профиля и их удаления от картины.

Перенесем точки с рельефа профиля на ось фронтальной картины (по осевой линии изображен профиль портрета). Удаления точек рельефа от картины обозначим цифровыми индексами при них: A_{10} , B_8 , C_2 , ...

На фронтальной картине нарисуем контур портрета (фас) в масштабе рельефного изображения.

Все точки контура (фаса) будут иметь глубину рельефного ящика (10 мм) — удаление точки A от картины.

Чтобы найти рельефное изображение, например точки U_1 (на поверхности скулы), проведем через нее параллельную картине плоскость V_1 . В рельефе плоскость V_1 изобразится плоскостью V . В пересечении зрительного луча U_1Z с плоскостью V име-

ем рельефное изображение U точки U_1 . Глубина точки U равна 7 мм. Для определения точки U на фронтальной картине построим на картине контур рельефного изображения головы в плоскости V_1 (контур отмечен точечной линией) и снесем на контур точку U с профиля. Все точки этого контура в рельефе удалены от плоскости картины также на 7 мм. Получив в рельефе необходимое количество опорных точек, приступим к выполнению рельефа.

Для выполнения рельефа в твердом материале возьмем плиту, толщина которой больше глубины рельефного ящика. На плоскости плиты как на фронтальной картине построим контур рельефа головы, отметим рельефы найденных опорных точек с отметками глубины. По этим данным и изготовим барельеф.

Если барельеф выполняют в мягком материале с последующей формовкой и отливкой, то контур рельефа изображаемого предмета и превышения его опорных точек отмечают на плоскости, принимаемой за заднюю стенку рельефного ящика R . В этом случае превышения точек рельефа над плоскостью R также находят по линейному масштабу. Например, превышение точки B рельефа над плоскостью R равно 2 мм.

Рассмотренный способ построения барельефа применим и к рельефному изображению в горельефе, с той лишь разницей, что плоскость схода располагается от картины на расстоянии, большем половины глубины изображаемого предмета, и даже может выходить за его пределы. В этом случае получается горельеф или даже полный рельеф.

Рельефное изображение граненых тел рассматривается в гл. XVI.

Поскольку рельефные изображения выполняют с одной неподвижной точки зрения, то и наилучшее впечатление зритель получит при рассматривании именно с этой точки зрения. Поэтому размещать рельефы следует так, чтобы обеспечивалось их обозрение с расчетной точки. Для этого полный рельеф обычно помещают в нише, чтобы зритель мог рассматривать его только спереди, или в диорамах, которые рассматриваются с одной платформы. Барельефы и горельефы обычно располагают на стене на такой высоте, при которой линия горизонта рельефа находилась бы на уровне глаз зрителя. Если рельефное изображение устанавливают на высоте, превышающей рост человека, изображению придают наклон.

ГЛАВА XVI. ТЕАТРАЛЬНАЯ ПЕРСПЕКТИВА

Театральную перспективу применяют при оформлении театральных декораций. Она сочетает в себе линейную, рельефную, а в некоторых случаях и плафонную перспективы, построенные для общей картинной плоскости портала, которая рассчитана на охват одним или несколькими взглядами.

Оформляют перспективную театральную декорацию так, чтобы на ограниченной сцене создать у зрителя иллюзию большой глубины изображаемого пространства, реальности сценического пейзажа, объемности изображаемых на сцене архитектурных сооружений. Этого достигают, сочетая выстраиваемые объемные формы с живописными средствами с применением законов и правил рельефной перспективы.

Возникновение театральных декораций связано с развитием театра и имеет давнюю историю. Однако правильное построение декораций стало возможным благодаря развитию перспективы как науки. Значительную роль в развитии художественного оформления театральных декораций сыграли такие выдающиеся художники, как Леонардо да Винчи, Рафаэль и др. Благодаря им итальянский театр на рубеже XV — XVI вв. получил новую систему оформления спектаклей — перспективное построение сценической картины.

В России над оформлением театральных декораций работали такие известные художники, как В. Д. Поленов, В. М. Васнецов и др.

§80. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Перспективы театральных декораций строят по правилам рельефной перспективы (см. гл. XV). Элементами перспективных построений считают:

1) картину K — плоскость портала, отделяющую зрителей от сцены (рис. 338). В зависимости от требований оформления сценической картины плоскость портала может уменьшаться по ширине порталными кулисами, а по высоте — подвешенной падугой, называемой „арлекином”;

2) точку зрения Z . Ее выбирают по продольной оси зрительного зала на удалении $\frac{1}{3}$ его от плоскости портала и на высоте 1,5 м над плоскостью пола сцены или переднего ее края, если сцена имеет уклон. При построении перспектив декораций с нескольких точек зрения дополнительные точки выбирают в других местах зрительного зала;

3) глубину рельефного ящика l_1 , которая равна расстоянию от плоскости портала K до плоскости R замыкающей декорации;

4) плоскость схода F . Ее проводят параллельно плоскости портала через точку схода P_1 рельефа всех перпендикулярных к картине прямых.

Рельеф театральной декорации комнаты $ABCDE_1G_1I_1J_1$ построен на рис. 338. Рельеф каждой точки найден в пересечении двух прямых: точка E — в пересечении луча ZE_1 с рельефом AP_1 прямой AE_1 , точка G — в пересечении прямых ZG_1 и BP_1 и т. д. (см. §77).

Перспективы театральных декораций строят в 3 этапа:

1) в масштабе 1:20 или 1:50 размеров портала сцены составляют

эскиз декорации, выражающий живописными средствами замысел художественного оформления сцены;

2) выполняют макет — модель сцены из картона или другого материала в том же масштабе, что и эскиз, с расположенными в ней объемными и живописными декорациями;

3) по размерам, взятым с макета и увеличенным в соответствующее число раз, исполняют декорации на сцене в натуральную величину.

Таким образом, наиболее ответственный этап в работе театрального художника — исполнение макета. Работают над ним в такой последовательности:

1) в масштабе 1:20 или 1:50 вычерчивают в прямоугольных проекциях план и разрез сцены — вид сверху и фронтальный вертикальный разрез;

2) отмечают в проекциях положения точки зрения и плоскости замыкающей декорации;

3) вычерчивают на плане сцены планы изображаемых предметов, а на разрезе — их фронтальные проекции в принятом масштабе;

4) определяют положение точки схода рельефа перпендикулярных к картине прямых и плоскости схода;

5) по правилам рельефной перспективы находят изображение замыкающей и других декораций. При кулисной системе, кроме того, определяют те части декорации, которые должны быть изображены на той или иной кулисе;

6) в прямоугольных проекциях производят необходимые рельефные построения для получения перспектив на декорациях и кулисах;

7) по полученным данным вычерчивают развертки декораций;

8) по разверткам изготавливают макет.

§81. ПОСТРОЕНИЕ ТЕАТРАЛЬНЫХ ДЕКОРАЦИЙ С ОДНОЙ ТОЧКИ ЗРЕНИЯ

Перспективные декорации с одной точки зрения обычно выполняют в небольших театрах при компактном расположении зрителей. Очевидно, наилучшие впечатления от художественного оформления сцены получают те зрители, которые находятся на местах, расположенных вблизи расчетной точки зрения (она может находиться на удалении одной трети — половины длины зрительного зала).

ПРИМЕР 81. 1.

Построить на сцене перспективную декорацию фронтально расположенной комнаты с печью, окнами и дверью (рис. 339).

Решение. Вычертим план и фронтальный разрез сцены в масштабе 1:20, а затем параллельно порталу K проведем плоскость R замыкающей декорации на некотором удалении от задней стены сцены, чтобы обеспечить вход и выход через дверь комнаты (рис. 339, а). В удалении от портала на $\frac{1}{3}$ длины зрительного зала и на высоте 1,5 м над передним краем сцены наметим положение

точки зрения. Отметим ее на плане точкой z , а на разрезе — z' .

Вычертим наложенными на чертеж сцены чертеж комнаты $ABCEGII$ и изображаемых предметов так, чтобы передняя стена комнаты совпала с плоскостью портала, а ось — с осью сцены. Чертеж комнаты обозначим малыми буквами.

Определим положение точки схода перпендикулярных к картине прямых и плоскости схода. Для этого спроецируем, например, точку $g'_1 = i'_1$ на плоскость замыкающей декорации R' в точку $g' = i'$. Очевидно, перпендикулярная к картине плоскость по-

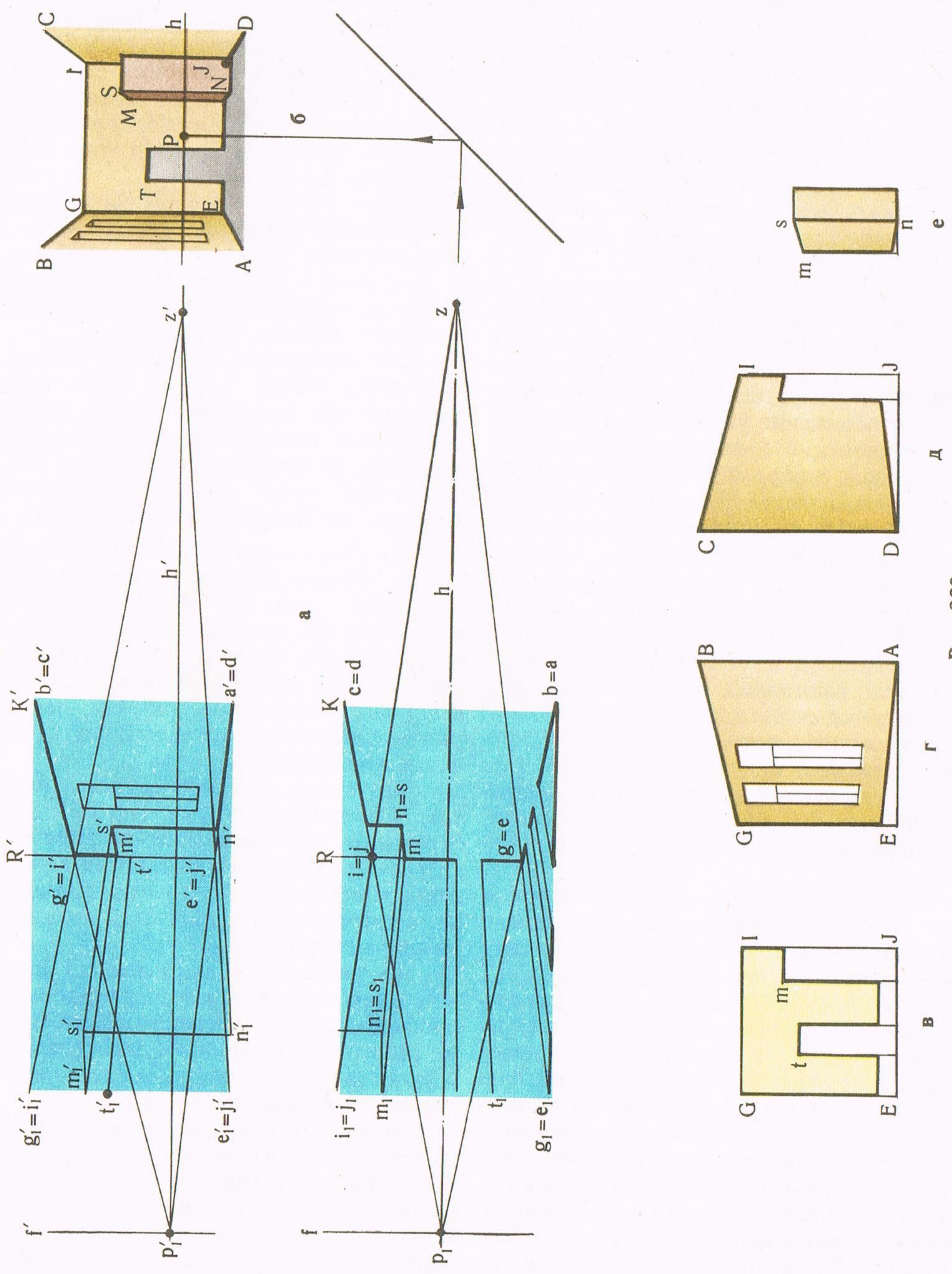


Рис. 339

Плоскость $BCIG$ изобразится прямой $b'g'$ ($c'i'$). Продолжив прямую до пересечения с линией горизонта h' , получим проекцию p_1' точки схода P_1 для всех перпендикулярных картине прямых и плоскость схода f' , параллельную плоскости портала.

Аналогично найдена проекция p_1 . Если пол сцены имеет уклон, то положение точки схода перспектив перпендикулярных к картине прямых можно определить на фронтальной проекции в пересечении плоскости пола $a'e'j'd'$ с линией горизонта h' .

Найдем изображение замыкающей и других декораций. Задняя стена комнаты изобразится на плоскости R . По правилам линейной перспективы определим изображения углов комнаты. Для этого вспомним, что эти изображения уже найдены при определении проекций точек схода p_1' и p_1 . Таким образом, в плоскости R получено изображение замыкающей декорации и $EGIJ$ задней стены комнаты, ширина которой на плане дана натуральной величиной.

Для наглядности проведенных операций на профильной плоскости как на картине (рис. 339, б) построена перспектива декораций. Прямые AE и DJ в плане определяют положения наклонных кулис, на которых изображаются стены комнаты $ABGE$ и $CDJI$. Плоскости пола и потолка на разрезе изображаются прямыми натуральной глубины, а на плане — трапецией с натуральными размерами оснований AD и EJ , которыми определяются передняя и задняя стороны пола и потолка.

Построим изображения печи, двери и окон. Так, для определения перспективы печи проведем в прямоугольных проекциях через принадлежащие ей точки лучи $z'm_1'$, $z'n_1'$ и $z's_1'$. В пересечении луча $z'm_1'$ с декорацией задней стены получим точку m' , в пересечении луча $z'n_1'$ с декорацией пола — точку n' , в пересечении $z's_1'$ с вертикальной прямой $n's'$ — точку s' . Аналогично на декорациях стен строят перспективы окон и двери.

Построим развертки декораций (рис. 339, в — е). Разверткой, например, декорации задней стены (рис. 339, в) является прямоугольник шириной EJ , взятой с плана, и высотой EG , взятой с разреза. По размерам плана и разреза вырезают дверной про-

ем, а если нужно, то и часть, закрываемую печью. Разверткой декорации стены с окнами (рис. 339, г) является трапеция, натуральный размер оснований AB и EG которой взят с разреза, а боковых сторон AE и GB — с плана. Затем так же размечают и окна. Развертка другой стены приведена на рис. 339, д. Развертку печи (рис. 339, е) делают так же.

На рис. 339, в — е основной (более толстой) линией показаны развертки для сцены с уклоном.

Для пола с горизонтальным планшетом развертки увеличиваются до размеров, отмеченных тонкими линиями.

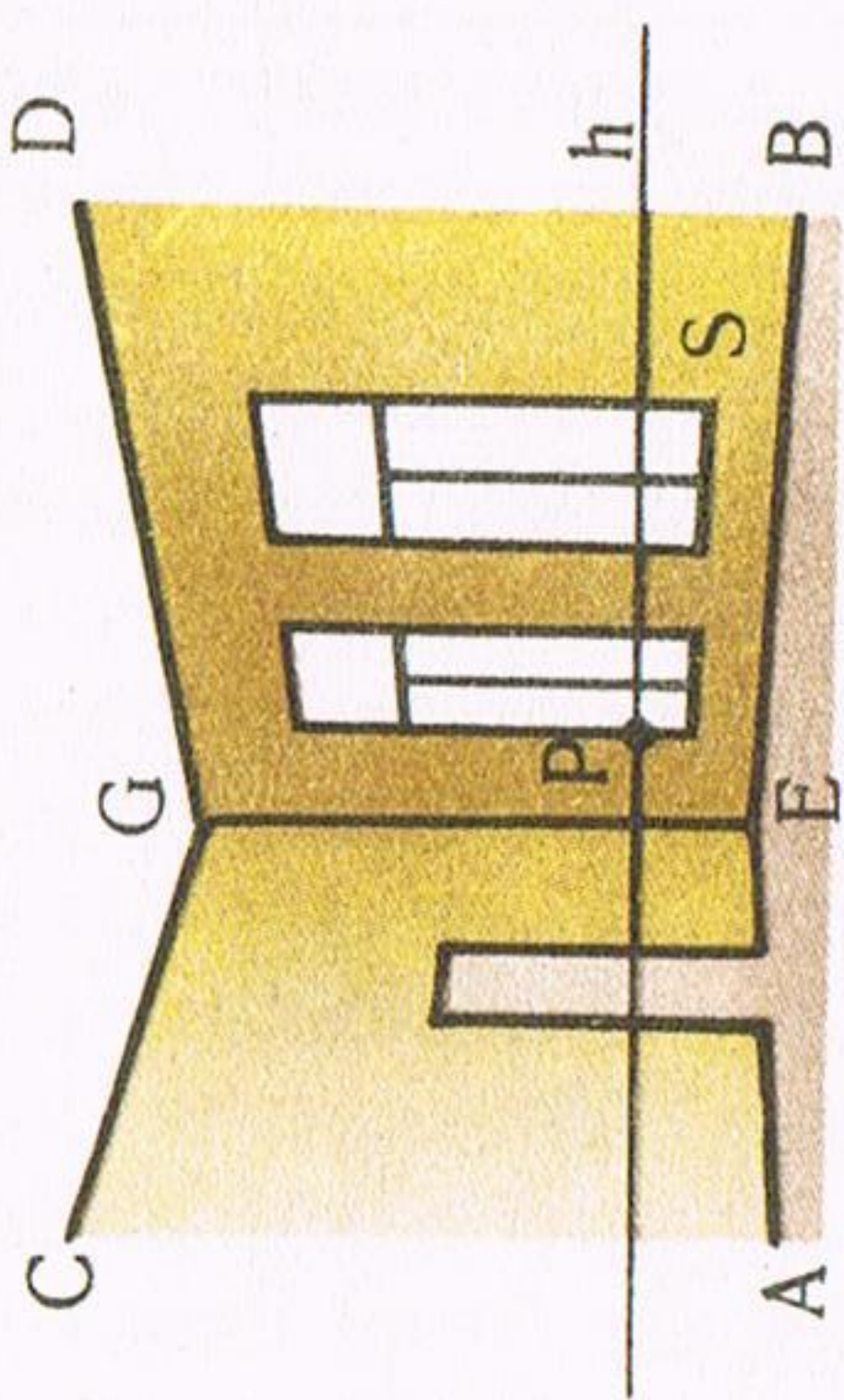
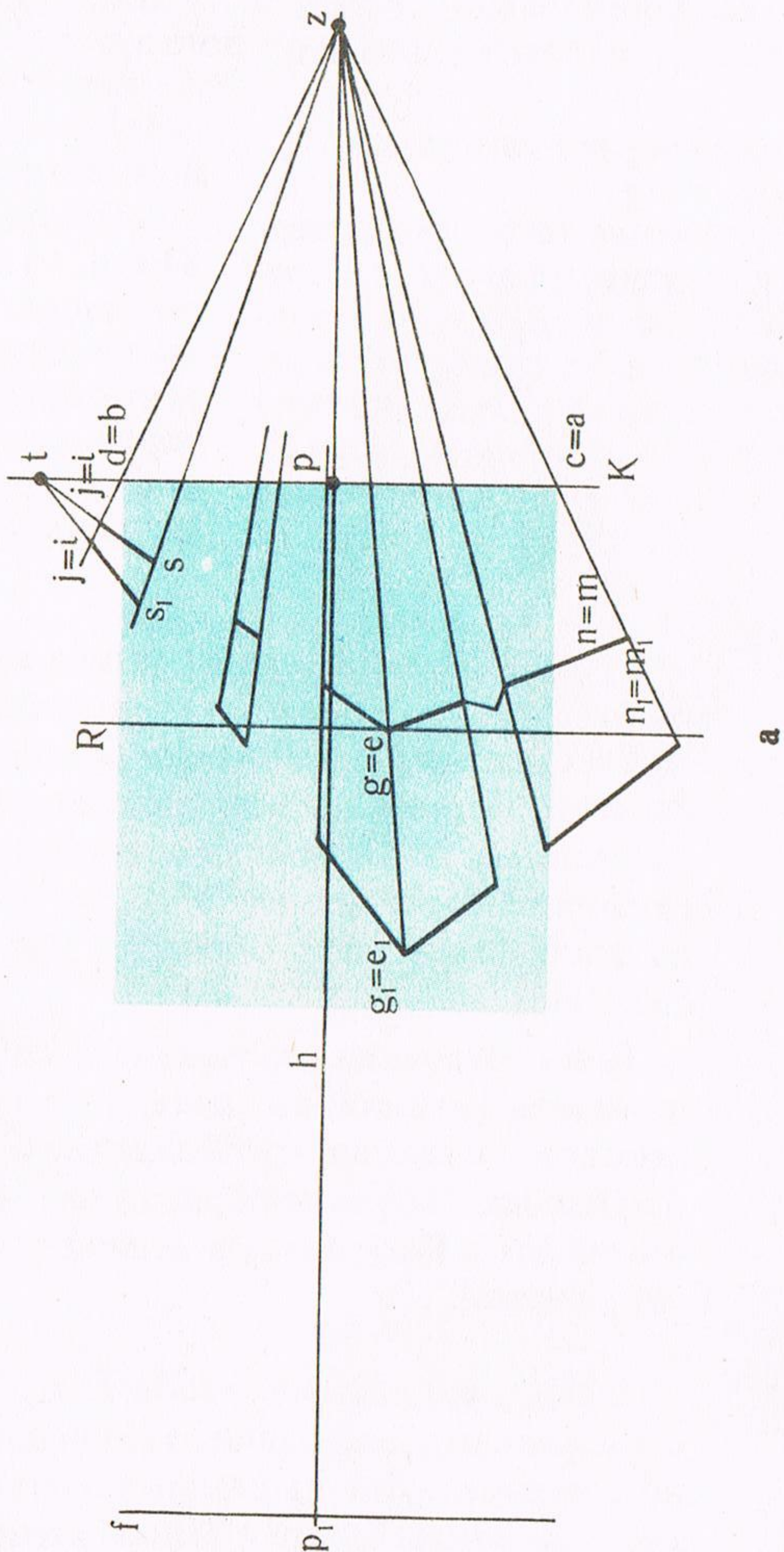
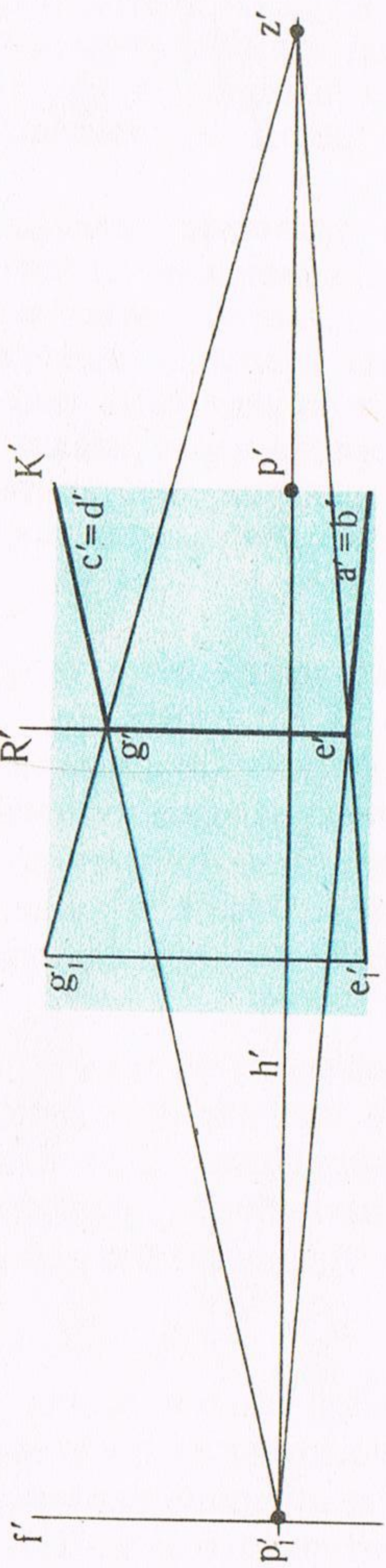
Для построения разверток можно использовать эскиз. В этом случае план и фронтальную проекцию сцены вместе с предметами вычерчивают по эскизу, принимаемому за профильную картину. Но эти построения менее точны и, как правило, требуют значительной корректировки.

Оформление декораций для сцены с уклоном сопровождается неувязками. Они вызываются тем, что линия схода наклонной плоскости пола располагается выше линии горизонта. Поэтому для создания лучшей иллюзии все горизонтальные, расположенные ниже плоскости горизонта, целесообразнее изображать с точками схода на линии схода плоскости пола.

Для сцены с горизонтальным планшетом плоскость пола не надстраивают, а оставляют горизонтальной. В этом случае развертки оснований наклонных кулис делают также горизонтальными, точки схода для изображения горизонталей располагают на линии горизонта.

По разверткам вырезаем из картона или иного материала декорации, добавляем плоскость пола и склеиваем макет. По этим же разверткам выполняем декорации сцены в натуральную величину. Для этого каждый размер увеличиваем в 20 раз.

Декорации в натуральную величину по разверткам макета можно выполнять методом сеток. Для этого на развертку макета наносят сетку. Такую же сетку в увеличенном масштабе наносят на декорацию. По сетке и прорисовывают контуры изображения (см. § 35).



6

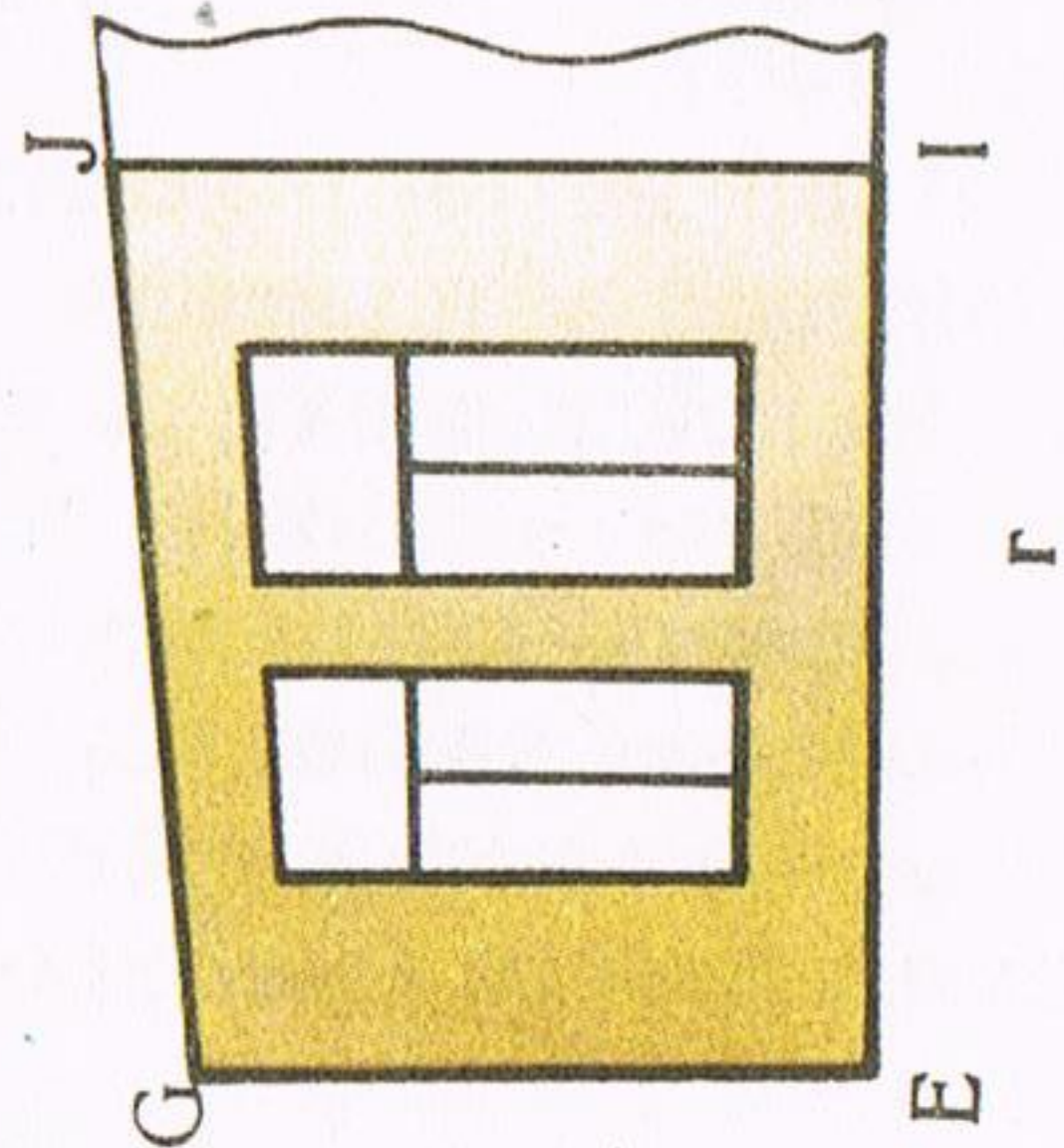
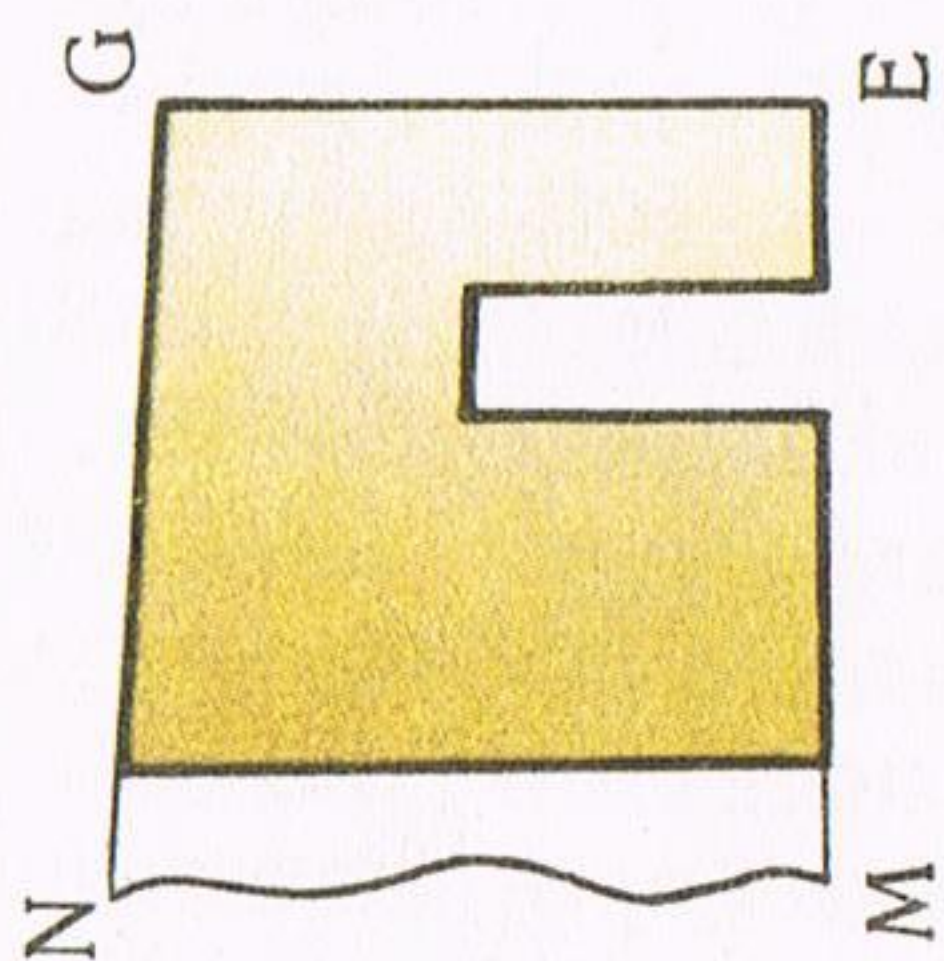


Рис. 340

ПРИМЕР 81.2.

Построить на сцене с горизонтальным планшетом декорацию комнаты углового положения (рис. 340).

Решение. В принятом масштабе начертим план и фронтальную проекцию сцены и изображаемую на ней комнату в угловом положении. Отметим глубину угла комнаты плоскостью замыкающей декорации R (рис. 340, а). Проведем линию горизонта h' и отметим положение точки зрения ее проекциями: на плане точкой z , на фронтальной проекции — z' .

Построим рельефное изображение угла комнаты в плоскости замыкающей декорации. Для этого на фронтальной проекции спроецируем точку g_1 в точку g' , а точку e'_1 — в точку e' .

Угол комнаты изобразится прямой $e'g'$, а на плане — точкой $e = g$.

Определим положение точки схода перпендикулярных к картине прямых и плоскости схода. Для этого проведем на фронтальной проекции прямые $a'e'$ и $c'g'$. В пересечении с линией горизонта h' получим проекцию точки схода p'_1 и плоскость схода f' . По ним найдем на плане их горизонтальные проекции p_1 и f .

Построим перспективу декораций на чертеже. Проведя на плане проекции лучей za и zb , в пересечении с проекциями стен получим точки $m_1 = n_1$ и $i_1 = j_1$. Положение перспектив декораций стен комнаты на плане (например, положение точки s) можно найти по изображению рельефа принадлежащих им точек (например, рельефа s_1) или с помощью точки t пересечения проекции стены с плоскостью портала. На плане получится перспектива декораций: правой стены $e(g)i(j)$ с окнами и левой $e(g)m(n)$ с дверью, пола и потолка. По этим данным построим изображения их на фронтальной проекции (чтобы не перегружать чертеж, окна и дверь на фронтальной проекции не обозначены). На рис. 340, б по данным чертежа для наглядности построена перспектива театральной декорации.

Построим развертки декораций (рис. 340, в, г). По разверткам из картона склеим макет. По разветкам макета выполним декорации в натуральную величину. Длина декораций стен должна быть такой, при которой арка портала перекрывала бы „закулисное” пространство для зрителей, занимающих боковые места партера и ярусов.

Пример декорации зала углового положения показан на рис. 341. На рис. 342 приведен эскиз декорации В. Д. Поленова.

Перспективные декорации экстерьера выполняют так же. При этом следует иметь в виду, что предметы экстерьера, расположенные между плоскостью портала и плоскостью схода, изображают по правилам рельефной перспективы, а все то, что расположено за плоскостью схода, изображают на замыкающей декорации по правилам линейной перспективы.

При построении перспектив декораций необходимо учитывать передвижения артистов по сцене, чтобы приближение их к декорациям не нарушало иллюзию изображаемого пространства. С этой целью в современных театрах, изображая на сцене неглубокие помещения, их выстраивают в натуральную величину и расписывают без перспективных сокращений.

§82. ПОСТРОЕНИЕ ТЕАТРАЛЬНЫХ ДЕКОРАЦИЙ С НЕСКОЛЬКИХ ТОЧЕК ЗРЕНИЯ

В больших театрах, чтобы создать наилучшие иллюзии у большинства зрителей, декорации выполняют с нескольких точек зрения, обычно с четырех. Две из них располагают на середине партера, а две другие — по бокам ближе к задней стене зрительного зала. При этом положения точек зрения должны согласовываться так, чтобы иллюзия, соз-

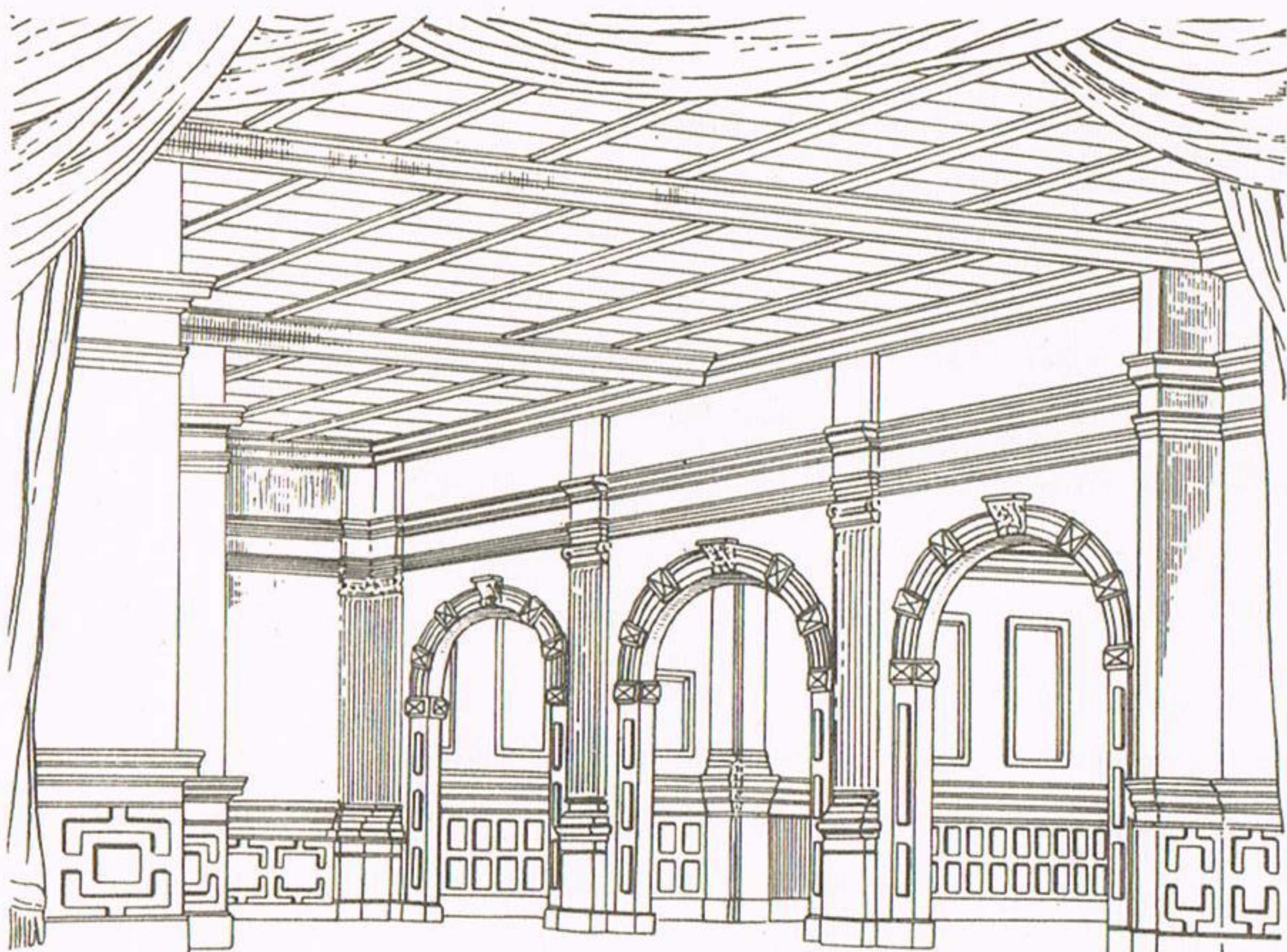


Рис. 341

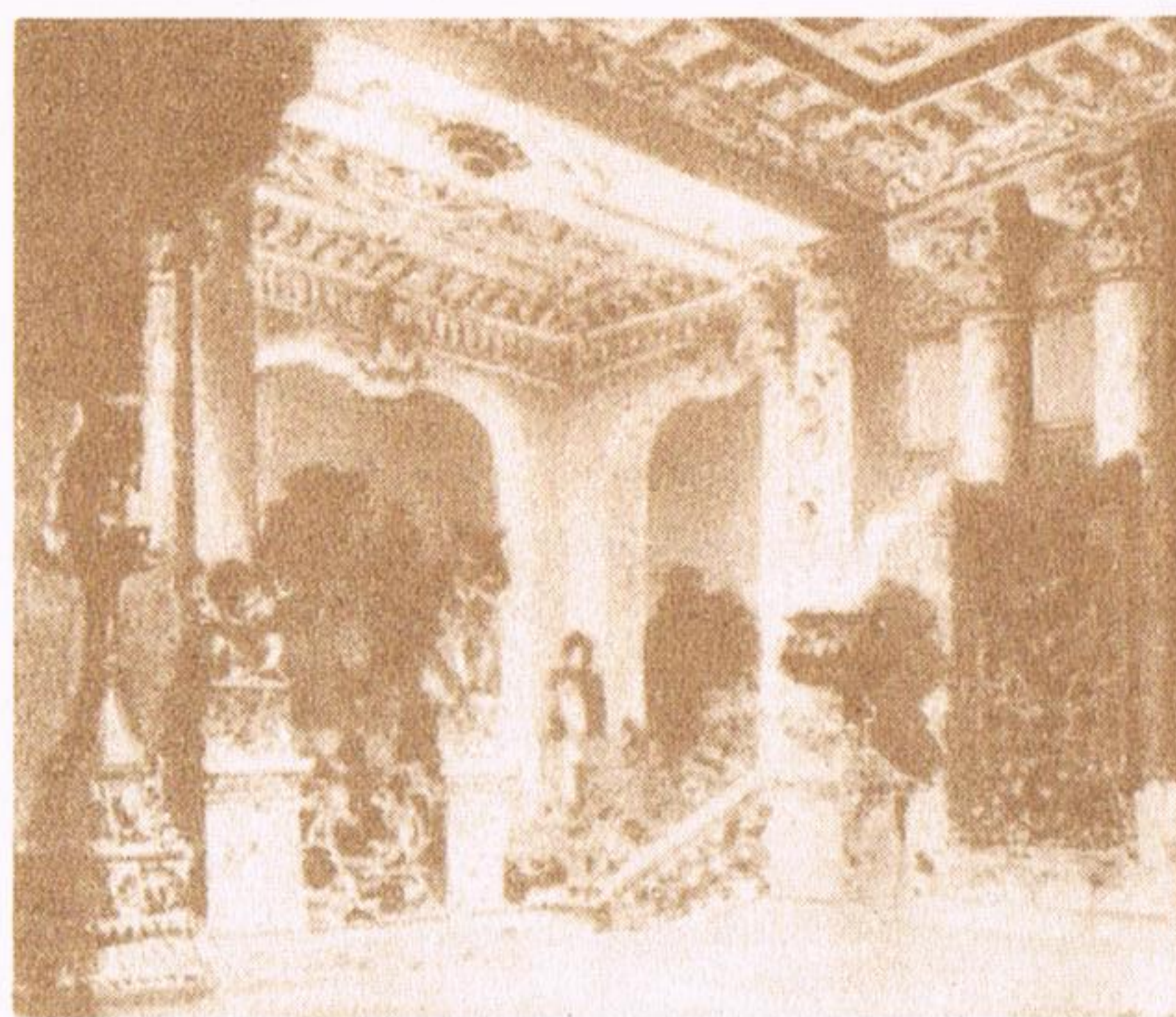


Рис. 342

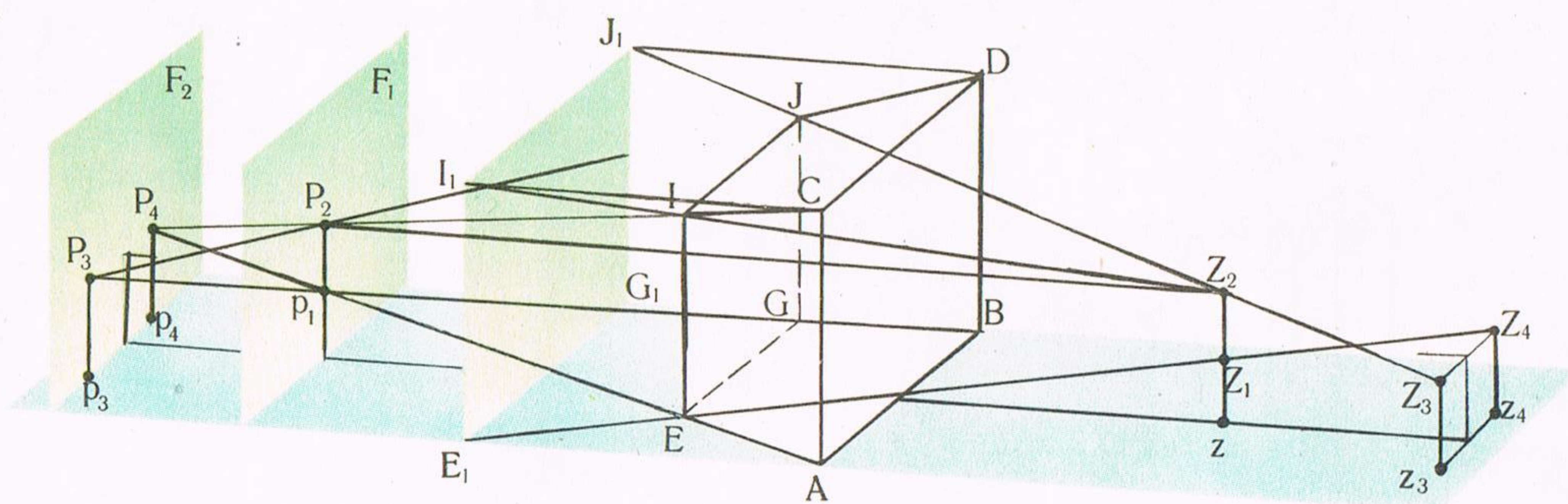


Рис. 343

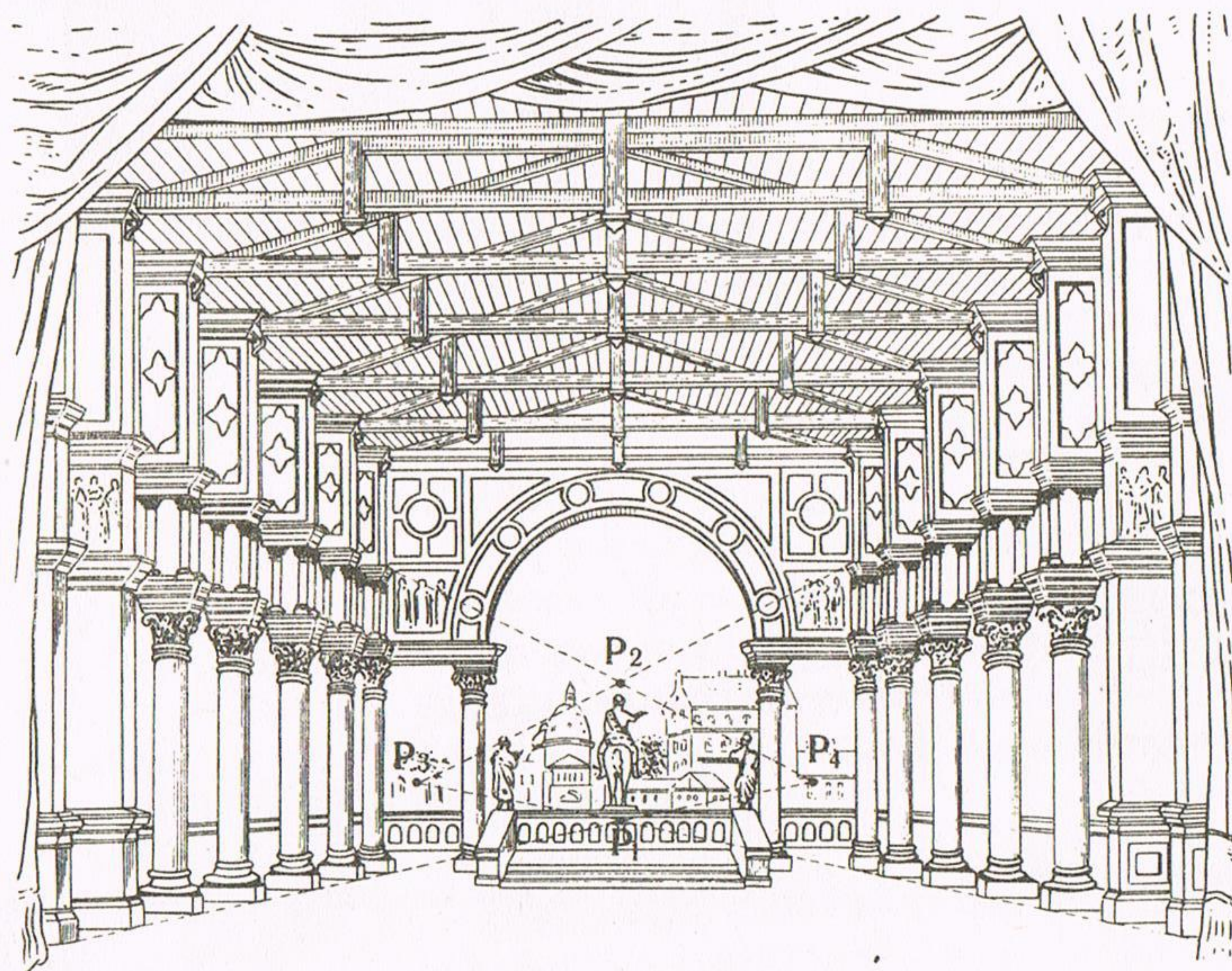
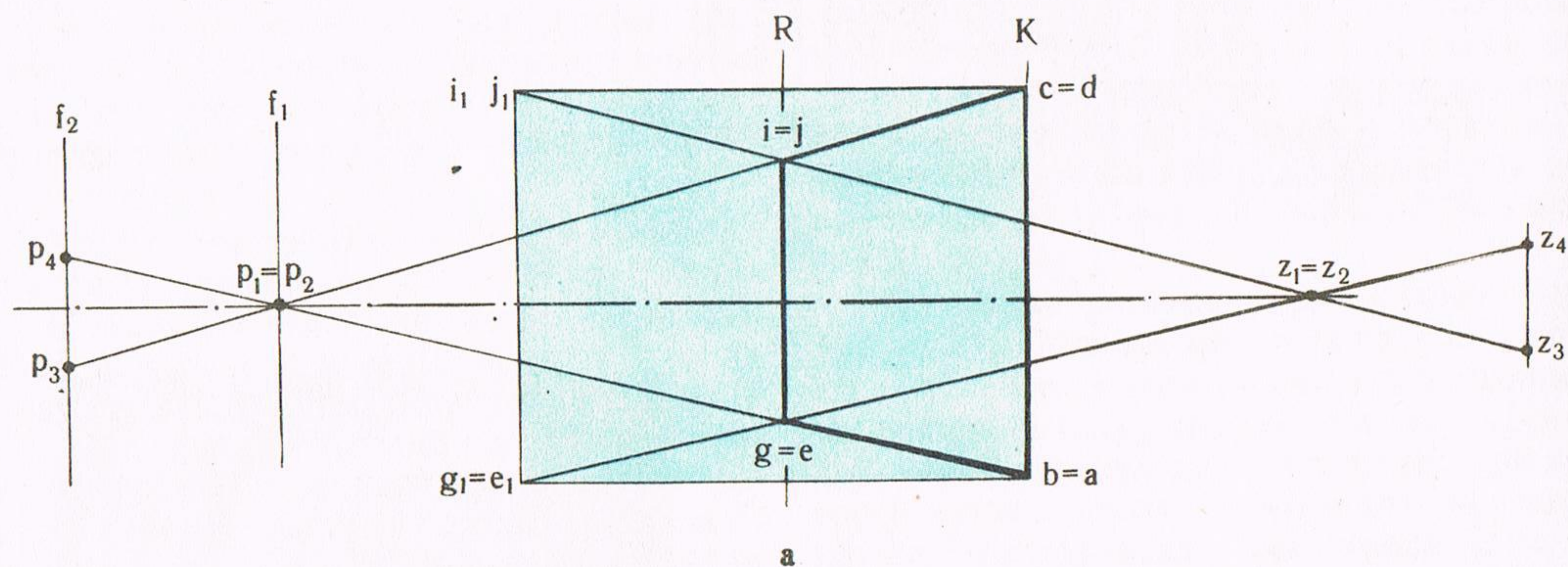
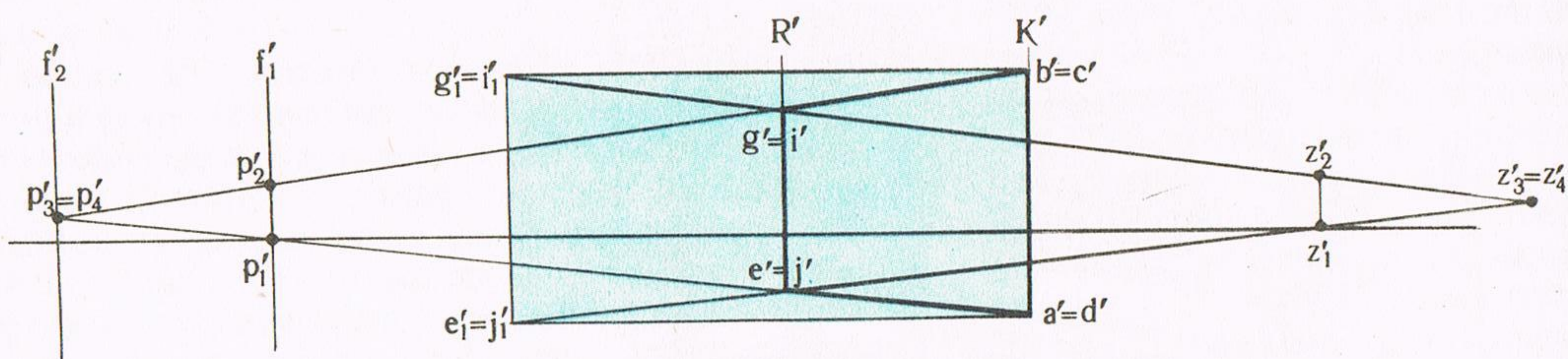


Рис. 345

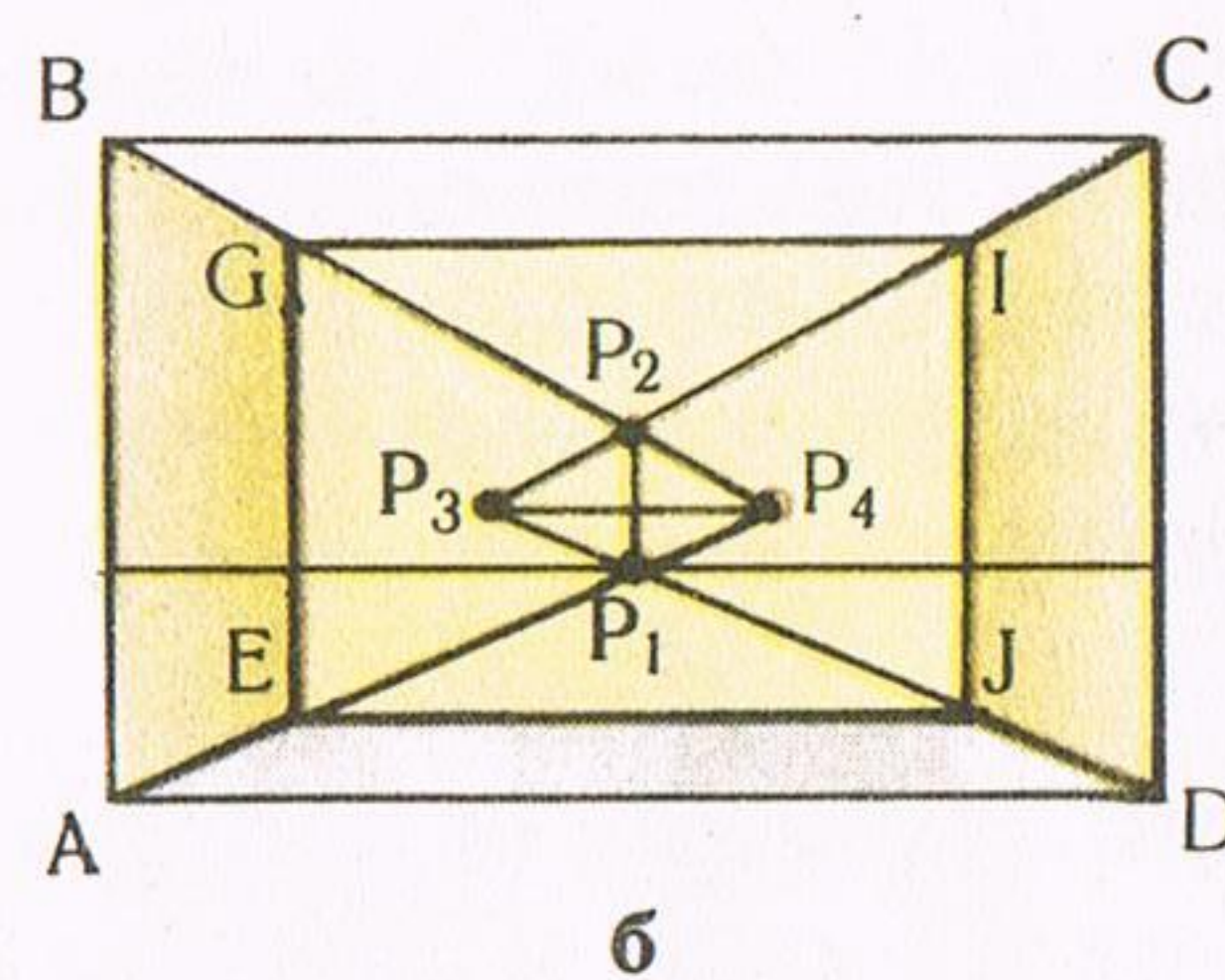


Рис. 344

данная для одних точек, не нарушала нормального восприятия перспективных декораций с других расчетных точек.

Рассмотрим схему построения перспектив декораций комнаты $ABDCE_1G_1J_1I_1$ с четырех точек зрения (рис. 343). По правилам рельефной перспективы из точки зрения Z_1 построена декорация пола $ABGE$ с точкой схода перпендикулярных к картине горизонталей в точке P_1 (см. рис. 338). На продолжении прямой E_1Z_1 выбрана точка зрения Z_4 , а на продолжении прямой G_1Z_1 — на таком же удалении от портала точка зрения Z_3 . Декорация $ACIE$ стены ACI_1E_1 построена из точки зрения Z_4 , декорация $BDJG$ стены BDJ_1G_1 — из точки зрения Z_3 . В пересечении лучей Z_3J_1 и Z_4I_1 получена точка зрения Z_2 для построения декорации потолка с точкой схода перпендикулярных к картине горизонталей в точке P_2 . Точка схода P_4 перпендикулярных к порталу горизонталей стены $ACIE$ находится в пересечении прямых AE и CI , а точка схода P_3 для горизонталей стены $BDJG$ — в пересечении прямых BG и DJ .

Из построений видно, что точки зрения Z_1, Z_2 и точки схода P_1, P_2 расположены на одних вертикальных прямых, а точки зрения Z_3, Z_4 и точки схода P_3, P_4 — на одних горизонтальных прямых, параллельных порталу.

ПРИМЕР.

Построить декорации комнаты фронтального положения с четырех точек зрения (рис. 344).

Решение. Вычертим в масштабе план и фронтальную проекцию сцены и изображаемой комнаты. Наметим в проекциях положения плоскости замыкающей декорации R и точки зрения Z_1 . Чтобы лучше воспринимались выполняемые операции, на рис. 344, б построена картина декорационного оформления в проекции на профильную плоскость.

Построим декорацию пола $ADJE$ из точки зрения Z_1 с точкой схода перпендикулярных к картине его горизонталей в главной точке P_1 . Наметим на плане положения проекций точек зрения z_3 и z_4 . Их фронтальные проекции z'_3, z'_4 отметим на продолжении прямой $e'z'_1$. Найдем проекции точки зрения Z_2 ; фронтальную z'_2 — в пересечении прямой $i'_1 (g'_1) z'_3 (z'_4)$ с перпендикуляром, восстановленным из точки z'_1 , а горизонтальную z_2 — в точке z_1 . Из точки Z_2 построим

фронтальную проекцию потолка с точкой схода перпендикулярных к порталу горизонталей в точке P_2 .

Построим декорации стен: стену $ABGE$ — из точки зрения Z_4 , а стену $CDJI$ — из точки Z_3 . Для этого найдем проекции точек схода P_3 и P_4 : фронтальную проекцию $p'_3 = p'_4$ — в пересечении линий пола и потолка; на плане проекцию p_3 — на продолжении линии стены $CDJI$, а проекцию p_4 — на продолжении линии стены $ABGE$. Точка P_3 является точкой схода горизонталей стены $CDJI$, а точка P_4 — точкой схода горизонталей стены $ABGE$. Очевидно, все другие прямые, проводимые в плоскостях стен, будут иметь точки схода в плоскости схода F_2 , проведенной через точки P_3 и P_4 параллельно плоскости портала.

Декорации комнаты с четырех точек зрения построены. По этим данным строят развертки, выполняют макет и по нему — декорации в натуральную величину.

Декорация вестибюля дворца с видом пейзажа, построенная с четырех точек зрения, показана на рис. 345.

В заключение отметим, что построение декораций с четырех точек зрения обеспечивает лучшие условия зрительного восприятия художественного оформления сцены для большинства зрителей.

**СПИСОК
ЛИТЕРАТУРЫ**

- Барышников А. П. Перспектива. — М.: Искусство, 1955.
Владимирский Г. А. Перспектива. — М.: Учпедгиз, 1958.
Евстифеев М. Ф. Построение архитектурных форм в перспективе. — Киев: Будівельник, 1973.
Евтеев В. И., Зметный А. Я., Новиков И. В. Построение перспективного рисунка. — Л.: Учпедгиз, 1963.
Марфельд Р. Р. Построение архитектурных перспектив. — М. — Л.: Гос. изд-во, 1930.
Непомнящий В. М., Смирнов Г. Б. Практическое применение перспективы в станковой картине. — М.: Просвещение, 1978.
Петерсон В. Е. Перспектива. — М.: Искусство, 1970.
Подгорный А. Л. Плафонная перспектива. — Киев: Госстройиздат УССР, 1959.
Ратничин В. М. Перспектива. — Киев: Вища школа. Головное изд-во, 1972.
Рынин Н. А. Перспектива. — Петроград, 1918.
Теодору Хория. Перспектива. — Бухарест, 1964.
Четверухин Н. Ф. Проективная геометрия. — М.: Учпедгиз, 1953.
Щербина В. В. Перспектива. — Киев: Радянська школа, 1969.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	5
Глава I. Введение в теорию перспективы	7
§1. Сущность центрального проецирования	7
§2. Предмет перспективы	10
§3. Краткий исторический очерк развития перспективы как науки	11
Глава II. Общие положения	14
§4. Элементы перспективного изображения	14
§5. Выбор формы и размеров картины	16
§6. Выбор положения и высоты линии горизонта, главной точки	17
§7. Выбор зрительного расстояния	20
Глава III. Изображение точек, прямых и плоскостей в перспективе	26
§8. Перспектива точек	26
§9. Перспектива прямых. Точки схода	28
§10. Перспектива углов	36
§11. Перспектива плоскостей. Линии схода	37
Глава IV. Измерения в перспективе	45
§12. Понятие о перспективном масштабе	46
§13. Измерение и построение отрезков, параллельных картине	48
§14. Измерение и построение отрезков, перпендикулярных к картине	50
§15. Измерение и построение отрезков, перпендикулярных к картине, с помощью дробных точек отдаления	52
§16. Построение линейного масштаба	55
§17. Измерение горизонтальных отрезков, расположенных под углом к картине	57
§18. Измерение горизонтальных отрезков способом уменьшения	60
§19. Измерение горизонтальных отрезков с помощью дробных измерительных точек	62
§20. Измерение отрезков восходящих и нисходящих прямых	63
§21. Деление перспектив отрезков на равные и пропорциональные части	63
§22. Проведение параллельных прямых в недоступные точки схода	67
Глава V. Изображение квадрата и многоугольников в перспективе	70
§23. Перспектива квадрата на горизонтальной плоскости	70
§24. Перспектива квадрата в вертикальной плоскости	73
§25. Построение перспектив многоугольников с помощью измерительных точек	76
§26. Построение перспектив горизонтальных многоугольников по плану	78
§27. Перспектива паркета	78
Глава VI. Изображение окружности в перспективе	82
§28. Общие положения	82
§29. Способы построения эллипса как перспективы окружности	84
§30. Перспектива окружности, расположенной на горизонтальной плоскости	87
§31. Перспектива окружности, расположенной на вертикальной плоскости	88
§32. Построение перспектив соосных окружностей	90
§33. Построение перспектив концентрических окружностей	92
§34. Деление перспективы окружности на равные и пропорциональные части	94
§35. Построение перспектив плоских кривых способом сетки	96
Глава VII. Изображение тел в перспективе	96
§36. Перспектива многогранников	98
§37. Перспектива тел вращения	100
§38. Перспектива арок, аркад и люнетт	103
§39. Построение интерьеров	106
§40. Построение перспектив предметов при нескольких высотах горизонта	110

§41. Отступления от правил перспективы	111
§42. Зрительные иллюзии	116
Глава VIII. Построение изображений при недоступных	
точках схода	118
§43. Метод малой картины	118
§44. Метод прямоугольной проекции.	122
Глава IX. Изображение предметов, расположенных на наклонных	
плоскостях	126
§45. Перспектива предметов, расположенных на наклонных	
плоскостях, перпендикулярных к картине	126
§46. Перспектива предметов, расположенных на восходящих	
и нисходящих плоскостях.	128
§47. Перспектива предметов, лежащих на наклонных	
плоскостях общего положения.	132
Глава X. Построение перспектив предметов по их прямоугольным	
проекциям	136
§48. Радиальный способ	138
§49. Способ совмещенных высот	140
§50. Способ архитекторов	143
§51. Способ перспективной сетки	146
Глава XI. Перспектива теней	146
§52. Общие положения перспективы теней при солнечном	
освещении	147
§53. Точки схода перспектив солнечных лучей и их проекций	148
§54. Правила построения падающих теней от точек и прямых.	152
§55. Способы построения теней	154
§56. Примеры построения теней граненых тел	157
§57. Перспектива тени тела вращения	160
§58. Построение теней в нишах и арках	166
§59. Общие положения построения перспектив теней при точечном	
освещении	169
§60. Примеры построения теней при точечном освещении	170
Глава XII. Перспектива отражений	172
§61. Общие положения	172
§62. Построение отражений в воде	174
§63. Построение отражений в вертикальных зеркалах	180
§64. Построение отражений в наклонных зеркалах	181
Глава XIII. Перспективный анализ рисунка и композиции	184
§65. Общие положения	184
§66. Определение положения линии горизонта	185
§67. Определение перспективного масштаба изображения.	186
§68. Нахождение главной точки картины и величины зрительного	
расстояния	186
§69. Проверка правильности изображения формы и размеров	
предметов, глубины пространства между ними.	190
§70. Развешивание картин	196
Глава XIV. Плафонная перспектива	197
§71. Построение перспектив плоских плафонов	197
§72. Перспектива цилиндрических плафонов	208
§73. Построение купольных плафонов	208
§74. Построение панорам и диорам	209
§75. Особенности построения перспектив настенной живописи	
и витражей	212
Глава XV. Рельефная перспектива	214
§76. Теоретические основы изображения в рельефе.	214
§77. Построение рельефа опорных точек изображаемого	
предмета	215
§78. Виды рельефных изображений	218
§79. Построение рельефов	218
Глава XVI. Театральная перспектива	221
§80. Общие положения	221
§81. Построение театральных декораций с одной точки зрения.	222
§82. Построение театральных декораций с нескольких	
точек зрения	226
С п и с о к л и т е р а т у р ы	230