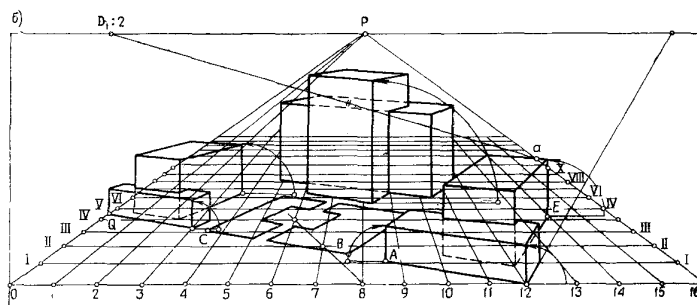


Естественнонаучный институт

**Кафедра «Начертательная геометрия,
инженерная и компьютерная графика»**



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для самостоятельной работы
и практических занятий по дисциплине
«Начертательная геометрия и строительное черчение»

по теме:

П Е Р С П Е К Т И В А **Тени в перспективе**

Направление подготовки: 07.03.01 «Архитектура»

Форма обучения: для всех форм обучения

Тула, 2022

Методические указания для практических занятий и самостоятельной работы студентов составлены доц. Н.Н. Бородкиным, доц. Е.В. Беляковой и обсуждены на заседании кафедры «Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика» Естественного института

Зав. кафедрой _____ Н.Н. Бородкин

О Г Л А В Л Е Н И Е

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ	5
ПЛАН ЗАНЯТИЙ	5
1. ПОСТРОЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ	6
1.1. Общие сведения о перспективе	6
1.2. Линейная перспектива.....	8
1.3. Основные элементы перспективных проекций	9
1.4. Перспектива точки	10
1.5. Перспектива прямой линии общего положения	14
1.6. Перспектива прямых линий частного положения.....	19
1.7. Перспектива параллельных прямых	21
1.8. Масштаб высот.....	25
1.9. Построение перспективы прямых, расположенных в предметной плоскости	26
1.10. Прямые, проходящие через точку стояния	29
1.11. Приемы построения перспективы точек, расположенных в предметной плоскости.....	29
1.12. Построение перспективы фигур, расположенных в предметной плоскости: перспектива многоугольника; перспектива окружности	31
1.13. Выбор точки зрения и положения картинной плоскости	36
1.14. Методы построения перспективы: радиальный метод (метод следа луча).....	38
1.15. Методы построения перспективы: метод архитекторов.....	40
1.16. Построение опущенного плана.....	43
1.17. Основные методические рекомендации для построения перспективы.....	44

2. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ОПЕРАЦИИ В ПЕРСПЕКТИВЕ	46
2.1 Определение центра симметрии прямоугольника.....	50
2.2 Деление перспективы отрезков прямых на две равные части.....	51
2.3 Деление перспективы отрезков прямых, не параллельных картине, на равные или пропорциональные части.....	52
2.4 Построение перспективы оконных и дверных проемов	56
2.5 Построение перспективы окружности.....	57
2.6 Построение перспективы лестницы.....	63
3. ТЕНИ В ПЕРСПЕКТИВЕ	65
3.1 Построение теней в перспективе.....	65
3.2 Основные приемы построения	68
3.3 Тень от точки и отрезка прямой на горизонтальные и вертикальные плоскости	71
3.4 Тень от точки и прямой на наклонные плоскости.....	79
3.5 Построение теней отдельных элементов здания	81
3.6 Построение теней здания	83
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИ СПИСОК.....	84

Цели и задачи практических занятий

Цели: развитие и углубление знаний по выполнению и применению перспективных изображений, улучшение восприятия плавности, изящества линий и цветового решения предмета.

Задачи: повысить уровень знаний студентов в области графических построений и грамотных изображений предметов на рисунке или чертеже, привить знания законов построения перспективы, развитие у студентов самостоятельного творческого поиска новых приемов построения графических изображений, включающих в себя элементы архитектуры, интерьера, живой природы и т. д.

План занятий

- Тема занятий. Цель и содержание домашнего задания «Построение перспективы».
- Рекомендации по выполнению работы.
- Построение перспективы.
- Выполнение геометрических операций в перспективе.
- Тени в перспективе.
- Решение задач по теме в рабочей тетради.

1. ПОСТРОЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ

1.1. Общие сведения о перспективе

Как известно, в основе построения перспективных изображений лежит метод центральных проекций.

Сущность этого метода заключается в следующем. Пусть в пространстве находится какой-нибудь оригинал (предмет), например, четырехгранник $CABD$ (рис.1.1). Из точки S проведем проецирующие лучи через точки C, A, B, D вершин оригинала и затем рассежем пучок этих лучей плоскостью K .

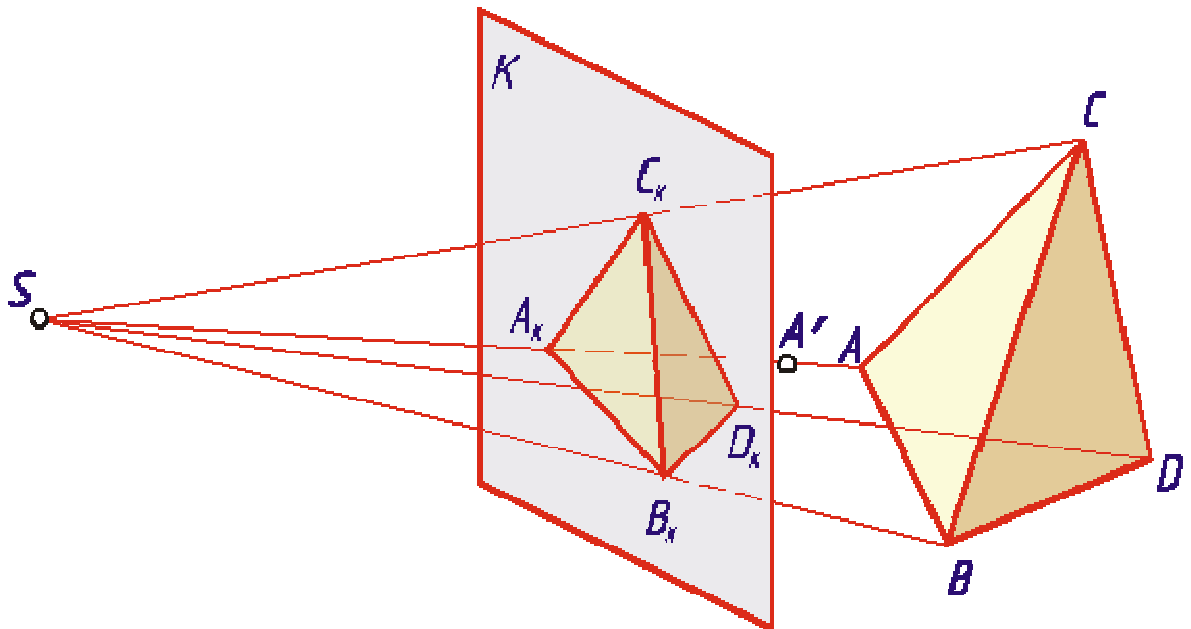


Рис. 1.1

Соединив точки C_K, A_K, B_K, D_K пересечения лучей с этой плоскостью (в таком же порядке, в каком соединены точки $CABD$ в оригинале), получим на плоскости K изображение $C_K A_K B_K D_K$ данного оригинала.

Полученное изображение называется центральной проекцией оригинала на плоскости K , или перспективной проекцией.

Точка S называется точкой зрения или центром проекций.

Линии, соединяющие точки предмета с точкой зрения, называются лучами зрения.

Плоскость K называется картинной плоскостью или просто картиной.

Таким образом, *перспективной проекцией, или перспективой оригинала (предмета), называется его изображение, полученное на плоскости (поверхности) методом центрального проецирования.*

Перспектива может быть построена различными способами и на различных поверхностях (на плоскости, на поверхностях цилиндра, шара и т.д.).

Основные виды перспективных изображений:

1) линейная перспектива – перспектива предмета, построенная на плоскости. Это один из самых простых и наиболее распространенных видов перспективных изображений. В линейной перспективе изображения строятся при наличии одной точки зрения;

2) наблюдательная перспектива: форма предмета изображается такой, какой она представляется зрителю;

3) воздушная перспектива: кроме формы предмета изображаются его цвет и освещенность;

4) механическая перспектива дает возможность строить перспективные изображения с помощью приборов, минуя сложные геометрические построения;

5) измерительная перспектива позволяет на основании перспективного изображения определить форму, положение и размеры предметов;

6) рельефная перспектива дает возможность строить изображения предметов, пространственные формы которых масштабно искажаются по сравнению с натурой;

7) театральная перспектива строится на нескольких взаимно-параллельных плоскостях (или кулисах), благодаря чему создается иллюзия большого пространства;

8) панорамная перспектива: изображения строятся на внутренней поверхности цилиндра;

9) купольная перспектива: изображение строится на внутренней поверхности шара;

10) стереоперспектива: изображение предмета строится на плоскости по правилам линейной перспективы в двух видах (как он виден каждому из обоих глаз наблюдателя);

11) архитектурная перспектива: изображение зданий, улиц, площадей, парков с целью получения наилучших эффектов при планировке;

12) диорамная перспектива: сочетание линейной перспективы (задний фон) с предметами в натуральную величину (спереди);

13) аналитическая перспектива: позволяет определить положение отдельных точек изображения вычислением;

14) геометрическая перспектива: форма изображения определяется геометрическими построениями.

В данном пособии рассматривается линейная перспектива.

1.2. Линейная перспектива

Задачей линейной перспективы является изучение приемов построения перспективного изображения предметов на плоскости.

При этом задаются: форма и расположение предмета, точка зрения и положение картины.

При таких данных получается только одно перспективное изображение, что ясно может быть представлено из, где $ABDC$ – предмет, S – точка зрения, K – картина, $A_K B_K D_K C_K$ – единственное определенное в этом случае изображение, но любая точка этого изображения не определит положения самой точки в пространстве. Так, например, точка A_K может быть проекцией точки A , а также и A' , лежащей на луче SA .

1.3. Основные элементы перспективных проекций

При построении перспективных изображений на плоскости пользуются вспомогательной системой плоскостей, линий и точек, называемой иногда системой перспективных координат.

Рассмотрим основные элементы этой системы (рис. 1.2).

1. Горизонтальная **предметная плоскость** T , на которой располагается изображаемый предмет, зритель и картинная плоскость.

2. **Картинная плоскость**, или просто картина K . Она располагается перпендикулярно к предметной плоскости T .

Линия OO пересечения картины с предметной плоскостью называется **линией основания картины** и определяет положение последней на предметной плоскости.

3. Центр проекций, или **точка зрения** " S ". Эта точка определяет положение глаз зрителя относительно картины и предметной плоскости. Ортогональная проекция S_I точки зрения на предметную плоскость называется **точкой стояния**, а длина перпендикуляра SS_I – высотой точки зрения.

4. **Главная точка картины** P является прямоугольной проекцией точки зрения на картинную плоскость.

Отрезок перпендикуляра SP определяет расстояние от зрителя до картины и называется **главным расстоянием** (дистанцией), а сам перпендикуляр – **главным лучом зрения**.

5. Линия hh пересечения с картиной горизонтальной плоскости, проходящей через точку зрения, называется **линией горизонта**, или просто **горизонтом**. Линия горизонта всегда проходит через главную точку картины параллельно линии основания картины. Отрезок перпендикуляра, опущенного из любой точки линии горизонта на основание картины, например PP_I , определяет на самой картине высоту точки зрения, или, как часто говорят, высоту горизонта.

6. Плоскость N , проходящая через точку зрения параллельно картине, называется нейтральной плоскостью.

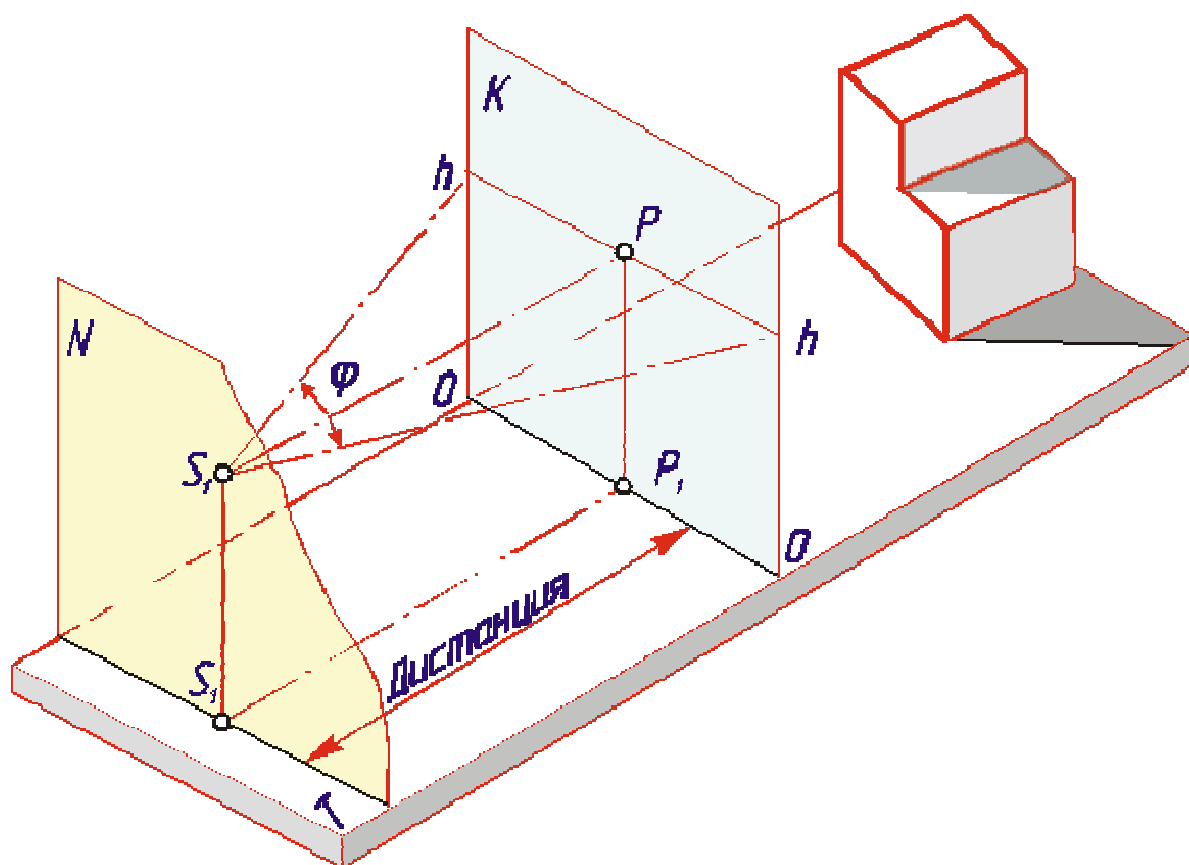


Рис. 1.2

Пространство с расположенными в нём предметами, находящееся перед зрителем за картиной, называют **предметным**; пространство, заключенное между картиной и нейтральной плоскостью – **нейтральным**, а пространство за нейтральной плоскостью позади зрителя – **мнимым**.

Помимо предметного пространства, изображаемые объекты располагаются иногда и в нейтральном пространстве.

В мнимом пространстве рассматривают, как правило, только некоторые бесконечно удаленные точки.

7. Угол зрения φ .

1.4. Перспектива точки

На основании схемы, приведенной на рис. 1.3, можно сформулировать правило построения перспективы точки следующим образом.

Чтобы на плоскости K получить центральную проекцию (перспективу) данной точки, необходимо через неё и точку зрения S провести проецирующий луч и определить точку пересечения этого луча с плоскостью K . Кроме самой точки необходимо спроецировать на плоскость K также горизонтальную проекцию или основание данной точки, так как одна проекция точки не определяет её положения в пространстве.

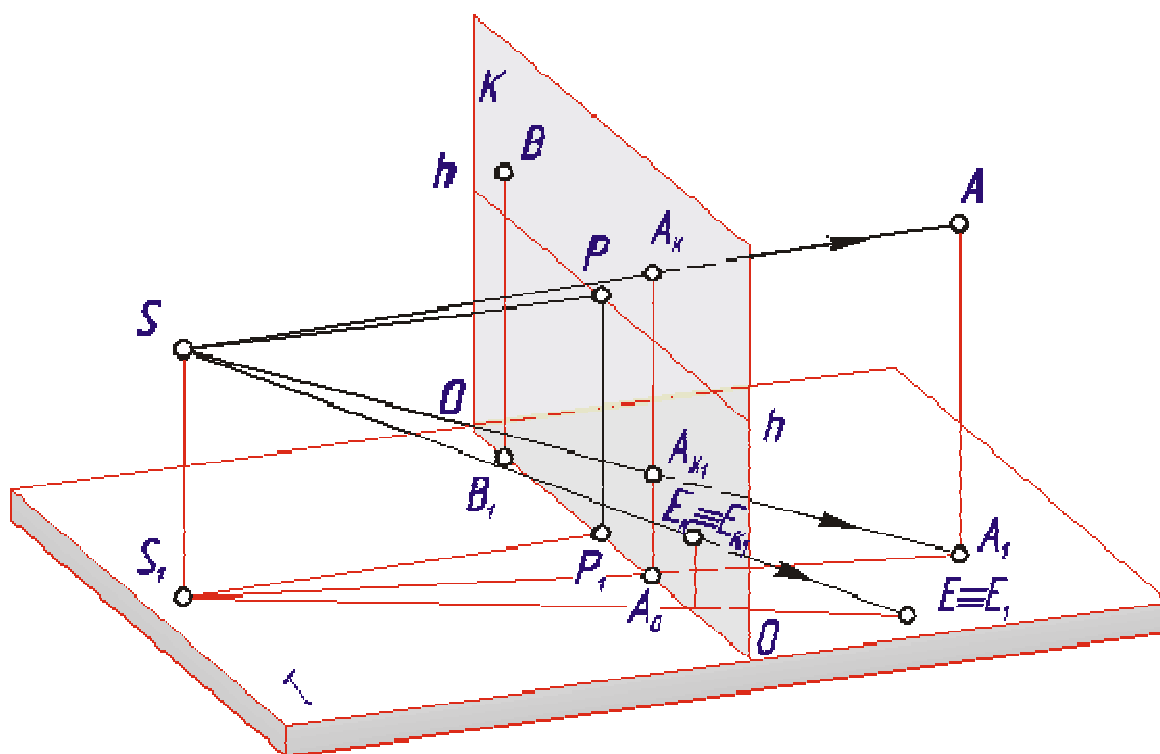


Рис. 1.3

Обозначения: A – точка в пространстве; A_K – перспектива точки A ; A_I – основание (горизонтальная проекция) точки A ; A_{KI} – перспектива основания точки A , или вторичная проекция точки A в перспективе.

Примечание. На схеме (см. рис.1.3) перспективные проекции изображаемых точек обозначены буквами с добавлением индекса "к", отличающего перспективу от самой точки.

На рис. 1.4 индекс опущен, т.е. перспектива точки обозначена так же, как и сама точка. В дальнейшем будем применять индекс "к" только в тех случаях, когда на одном и том же рисунке должны быть показаны и обозначены одновременно как сама точка, так и её перспективная проекция.

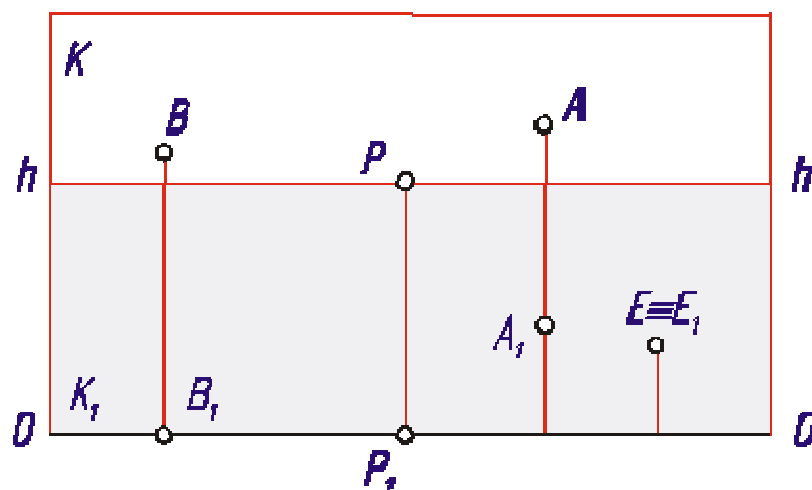


Рис. 1.4

Точки пересечения лучей зрения с картиной, т.е. перспектива точки и перспектива её основания, отыскиваются следующим образом. Из точки S_I проводим прямую через основание A_I точки A . Прямая $S_I A_I$ является ортогональной проекцией лучей зрения SA и SA_I , проецирующих на картину данную точку и её основание. Из точки A_0 пересечения линии $S_I A_I$ с основанием картины OO , восстанавливаем к последней перпендикуляр до пересечения с лучами зрения SA и SA_I в искомых точках A_K и A_{KI} . Перпендикуляр $A_0 A_K$ появляется в результате пересечения с картиной лучевой плоскости $SAA_I S_I$, проходящей через точку зрения и данную точку пространства.

Так как лучевая плоскость $SAA_I S_I$ перпендикулярна к предметной плоскости T , то и линия пересечения её с картиной будет перпендикулярна к плоскости T .

Следовательно, перспектива точки и перспектива её основания располагаются на одном перпендикуляре к линии горизонта, а также к линии основания картины.

Основание E_I точки E , лежащей в предметной плоскости, совпадает с самой точкой; также совпадают на картине перспектива E_K этой точки и перспектива E_{KI} её основания.

Перспектива точки B , расположенной в картинной плоскости, совпадает с самой точкой.

Пользуясь вышеизложенным правилом, решим пример на построение перспективы точки A , заданной в ортогональных проекциях.

ПРИМЕР. Дана точка A в ортогональных проекциях (рис. 1.5). Кроме того, заданы точка зрения S и картинная плоскость K , горизонтальный след которой K_I служит основанием картины.

РЕШЕНИЕ. Для построения перспективы точки A выполняем следующие операции.

В ортогональных проекциях (рис. 1.5,а)

1. Из точки стояния S_I проводим перпендикуляр к основанию картины K_I и определяем основание P_I главной точки P .
2. Проводим луч SA , соединяющий точку зрения S с точкой A (в двух проекциях – $S_I A_I$ и $S_2 A_2$), и определяем точку встречи A_K луча с плоскостью K .
3. Проводим луч SA_I , соединяющий точку S с горизонтальной проекцией A_I точки A , и определяем точку встречи A_{KI} луча с плоскостью K .

В перспективе (рис. 1.5,б)

1. Проводим горизонтальную линию K_I – основание картины.
2. Выше, на расстоянии, равном расстоянию от точки S до плоскости проекций Π_I , проводим линию горизонта hh параллельно основанию картины.
3. Проводим центральную линию картины PP_I перпендикулярно основанию картины.
4. На основании картины K_I откладываем от точки P_I . вправо, т.е. в ту же сторону, что и в ортогональных проекциях, отрезок $P_I I_I$ длиной l , равной длине отрезка $P_I I_I$ на рис. 1.5,а.
5. От точки I_I откладываем вверх (перпендикулярно основанию картины) отрезки h' и h'' и определяем перспективу точки A и перспективу её основания A_I .

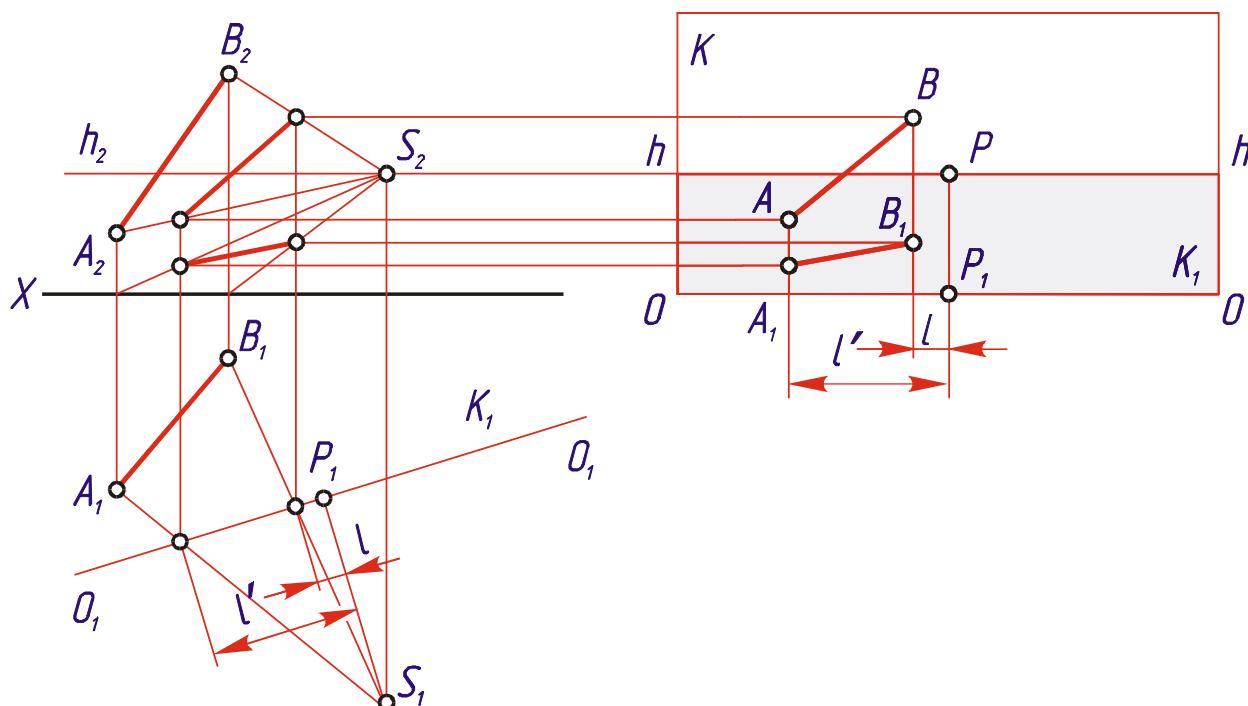


Рис. 1.6

Прямая линия общего положения может быть изображена в перспективе не только в виде отрезка, но также в виде полупрямой, ограниченной лишь с одной стороны (картинной плоскостью) и неограниченно продолженной в другую сторону. В этом случае точками, определяющими прямую и её перспективу, являются:

- 1) картинный след прямой;
- 2) бесконечно удаленная точка прямой.

На рис. 1.7 (в ортогональных проекциях) и на рис. 1.8 (в аксонометрии) задана прямая m . Построим перспективу этой прямой.

Продолжим данную прямую m до пересечения с плоскостью K в точке N (картинный след прямой) в одну сторону и до бесконечно удаленной точки F^∞ - в другую сторону.

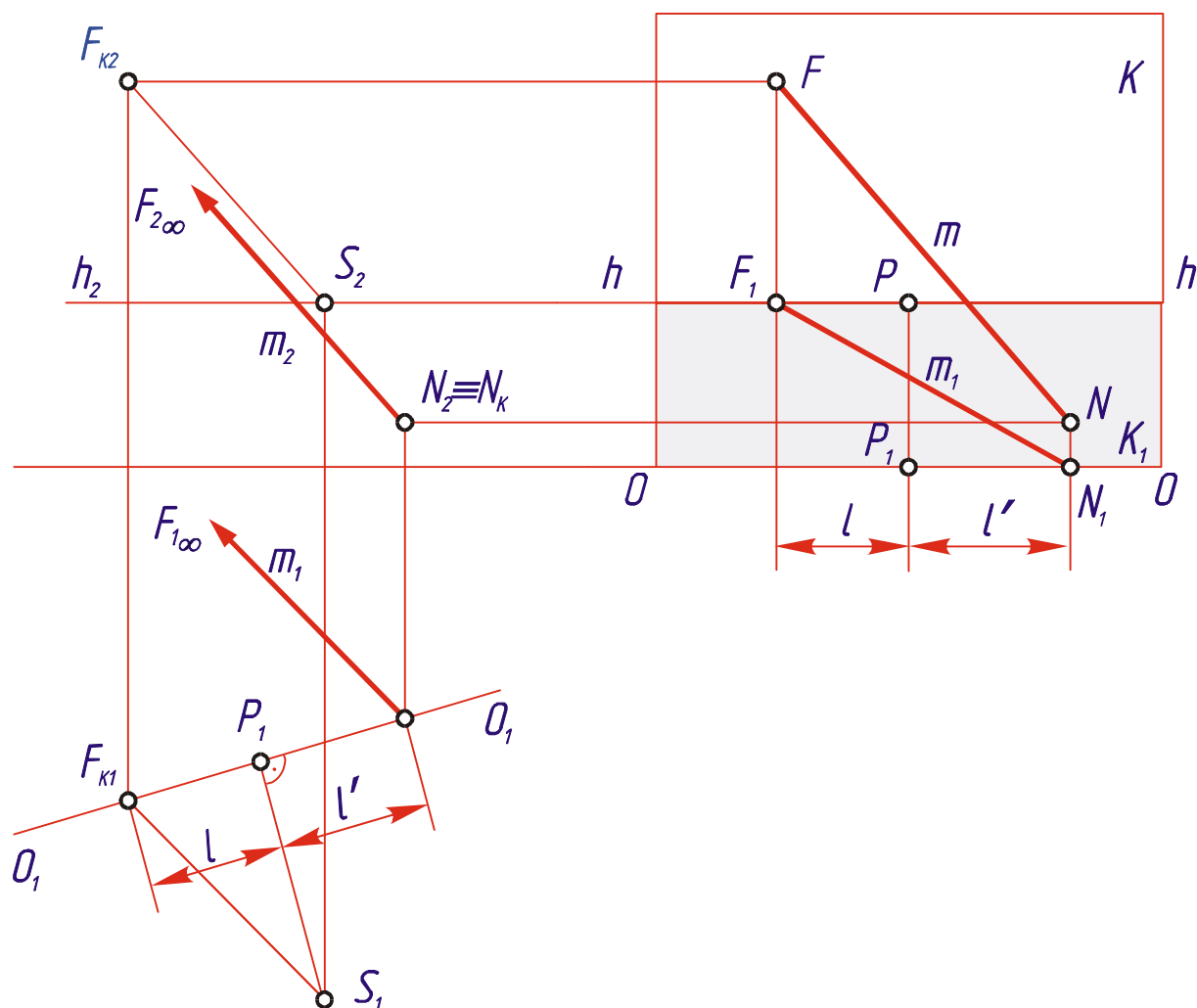


Рис. 1.7

Точку N называют **началом линии**.

Если будем строить перспективы ряда точек линии, то все они будут лежать на линии пересечения картины с плоскостью, определяемой точкой S и прямой m .

Перспективой точки N будет сама точка N .

По мере удаления от точки N к точке F_{∞} перспективы точек будут все ближе и ближе друг к другу, получаясь как точки пересечения лучей, проведенных из точки зрения S в соответствующие точки прямой m .

Построим теперь перспективу бесконечно удаленной точки F_{∞} прямой m . Луч, проведенный из точки зрения S до этой точки, будет параллелен m и пересечет картину в точке F , которая и будет являться перспективой точки F_{∞} .

Точка F называется **точкой схода** перспективы прямой m .

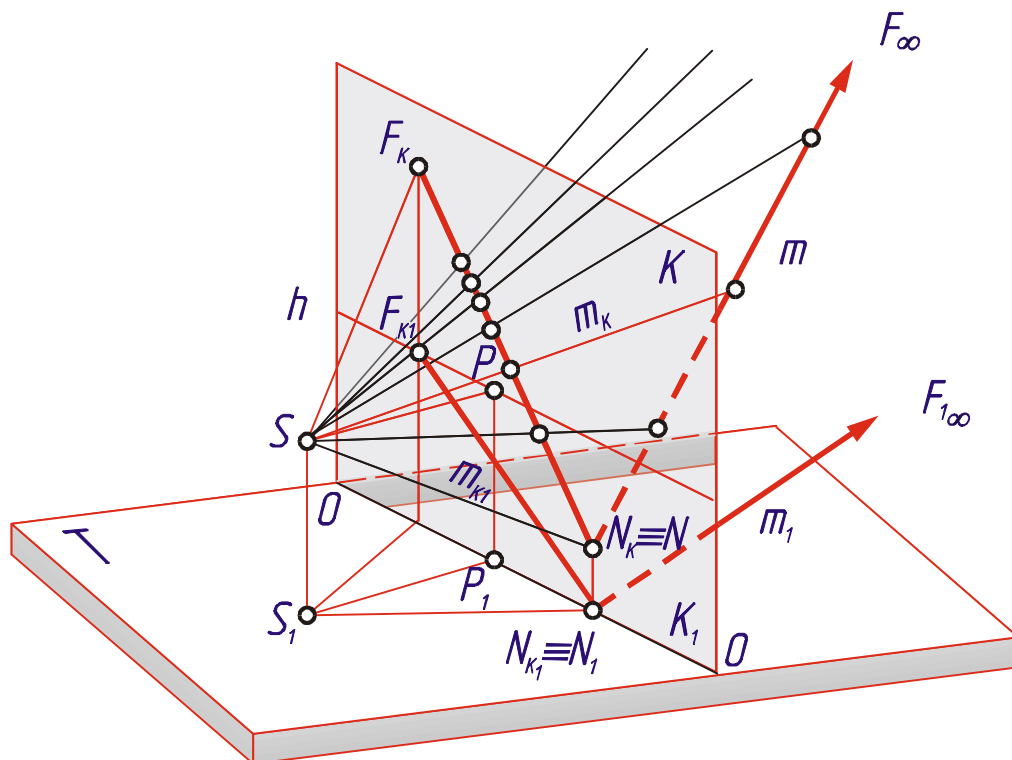


Рис. 1.8

На основании изложенного можно сделать следующие выводы:

1. Точка схода перспективы прямой определяется пересечением с картиной луча, параллельного прямой.

2. **Перспектива прямой проходит через её начало и её точку схода.**

Перспективу m_1 (или N_1F_1) горизонтальной проекции прямой m можно построить (см. рис. 1.7) непосредственно на чертеже, не пользуясь ортогональными проекциями прямой. Ведь известно, что вторичная горизонтальная проекция точки N расположена на основании картины, а вторичная горизонтальная проекция точки F_∞ – на линии горизонта.

Сопоставляя между собой рис. 1.6 и рис. 1.7, убеждаемся, что при построении перспективы полупрямой m произведено меньше графических операций, чем при построении перспективы отрезка AB .

Началом прямой и ее бесконечно удаленной точкой обычно пользуются при построении перспективы различных предметов.

Положение перспективы бесконечно удаленной точки прямой (т.е. точки схода) на картине позволяет судить о том, как расположена прямая в пространстве.

Так, если точка F оказалась над линией горизонта (см. рис. 1.7, рис. 1.8), то прямая m – **восходящая**, так как луч, проведенный из точки зрения S параллельно данной прямой, направлен кверху.

Если точка F расположена под линией горизонта, то прямая n – **нисходящая** (рис. 1.9). Точка M , в которой перспектива прямой пересекает вторичную проекцию, является следом прямой на предметной плоскости T .

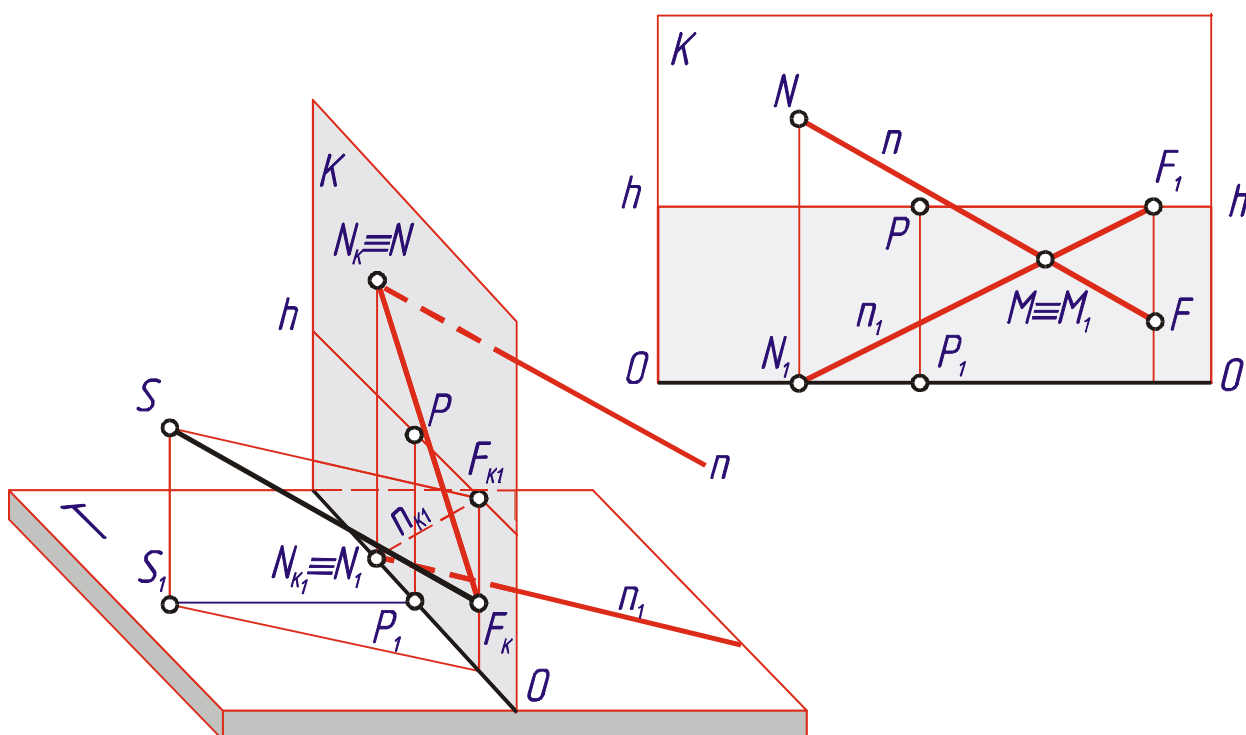


Рис. 1.9

Наконец, если точка схода F лежит на линии горизонта, то прямая a расположена горизонтально (рис. 1.10).

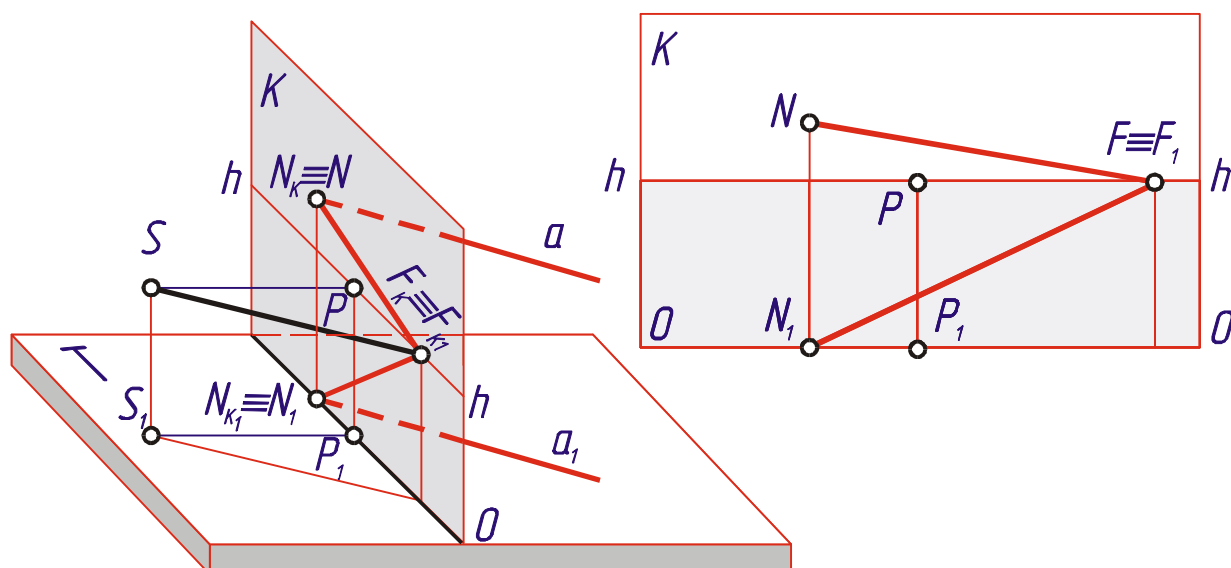


Рис. 1.10

1.6. Перспектива прямых линий частного положения

В практике часто приходится строить перспективы прямых, перпендикулярных к плоскости картины.

Для того чтобы найти точку схода такой прямой, нужно из точки зрения S провести луч, перпендикулярный к плоскости картины. Такой луч пересечет картину в главной точке P .

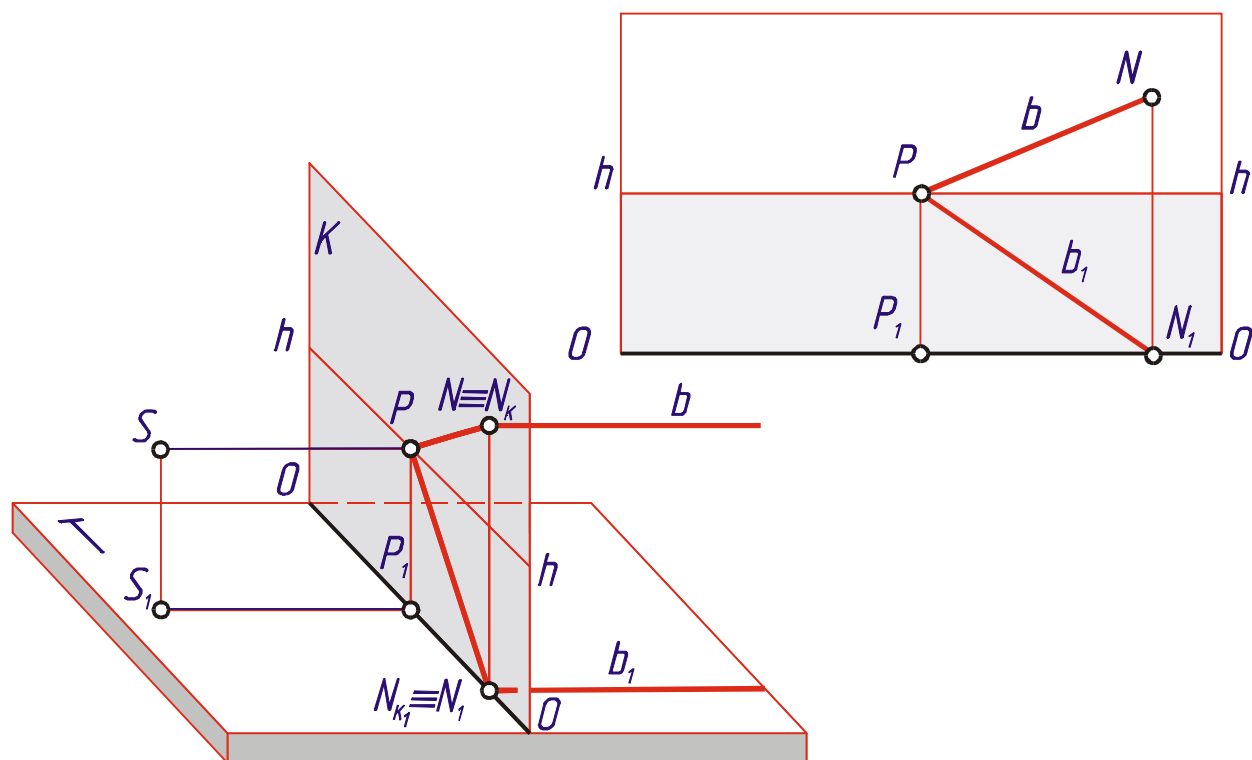


Рис. 1.11

Следовательно, главная точка P является перспективой бесконечно удаленной точки прямой, перпендикулярной к картине.

На рис. 1.11 приведена схема построения перспективы прямой b , перпендикулярной к картине.

На рис. рис. 1.12 изображены перспективы прямых, все точки которых равноудалены от плоскости картины. К ним относятся:

- 1) прямая AB параллельная картине;
- 2) прямая CD параллельная одновременно картинной и предметной плоскостям;
- 3) прямая MN перпендикулярная к предметной плоскости.

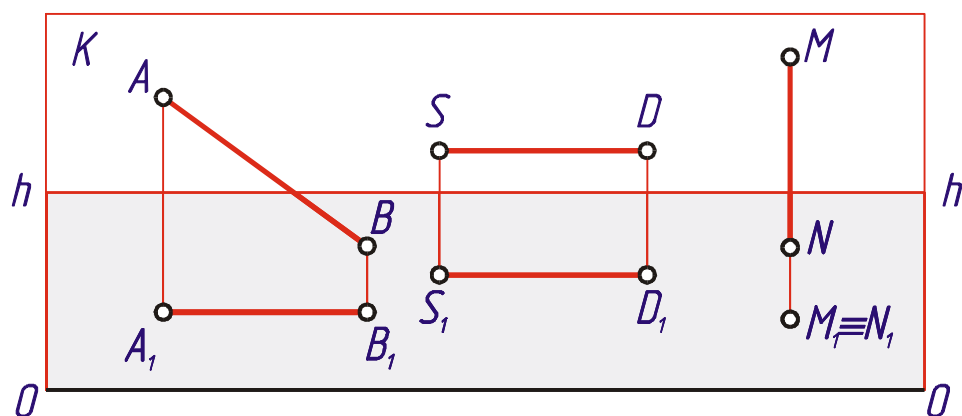


Рис. 1.12

Вторичные проекции прямых AB и CD параллельны основанию картины.

Прямая, параллельная картинной плоскости, не имеет картинного следа (начала линии). Нельзя построить также и перспективу бесконечно удаленной точки такой прямой, так как луч, параллельный ей, не пересечет картинной плоскости.

Следовательно, прямую, параллельную картинной плоскости, нельзя изобразить в перспективе при помощи картинного следа (начала линии) и точки схода.

1.7. Перспектива параллельных прямых

Рассмотрим построение перспективы параллельных прямых AB и CD , показанных на рис. 1.13.

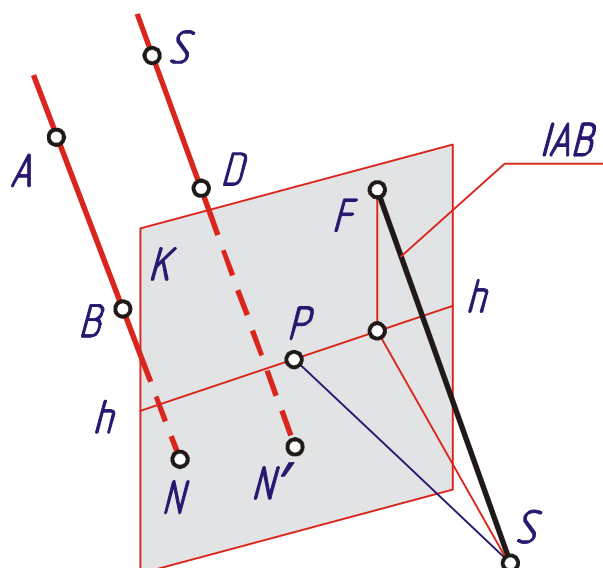


Рис. 1.13

Продолжив каждую из прямых до пересечения с картиной, найдем их начала – точки N и N' . Второй точкой, определяющей искомые перспективы, будет общая, бесконечно удаленная точка F , для построения которой из точки зрения S проводят луч параллельно данным прямым.

Итак, *если прямые линии в пространстве параллельны, то их перспективы проходят через общую точку схода.*

Перспективы и вторичные проекции параллельных прямых изображены на рис. 1.14.

В том случае, когда параллельные прямые горизонтальны, их точка схода должна быть на линии горизонта (см. рис. 1.10).

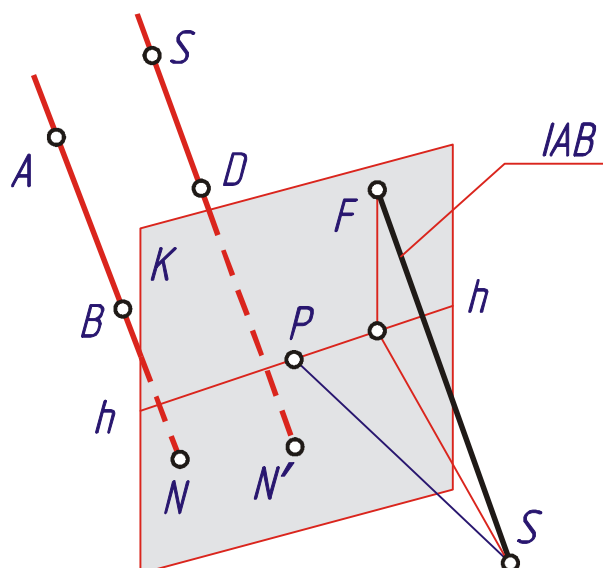


Рис. 1.14

Если же горизонтальные прямые перпендикулярны к плоскости картины, то точкой их схода будет служить главная точка P (см. рис. 1.11).

ПРИМЕР. Пусть требуется построить перспективу вертикальных отрезков AB , DE , FG и JL одинаковой длины, заданных на рис. 1.15 в ортогональных проекциях. Отрезки расположены в общей плоскости, перпендикулярной к плоскости K , причем отрезок AB расположен одновременно в картинной плоскости.

РЕШЕНИЕ. Так как отрезок AB находится в картинной плоскости, то его перспектива совпадает с самим отрезком. Для построения перспективы остальных отрезков проведем через них проецирующие плоскости Q , R и S (рис. 1.16). Они пересекают плоскость картины по вертикальным прямым, а основание картины – в точках 1 , 2 и 3 .

Переносим эти точки в перспективу и проводим через них вертикальные линии. Дальнейшее построение перспективы отрезков можно выполнить, не обращаясь к ортогональным проекциям. Известно, что концы отрезков лежат на прямых, проходящих через точки A и B и перпендикулярных к плоскости картины. Точкой схода таких прямых служит главная точка P .

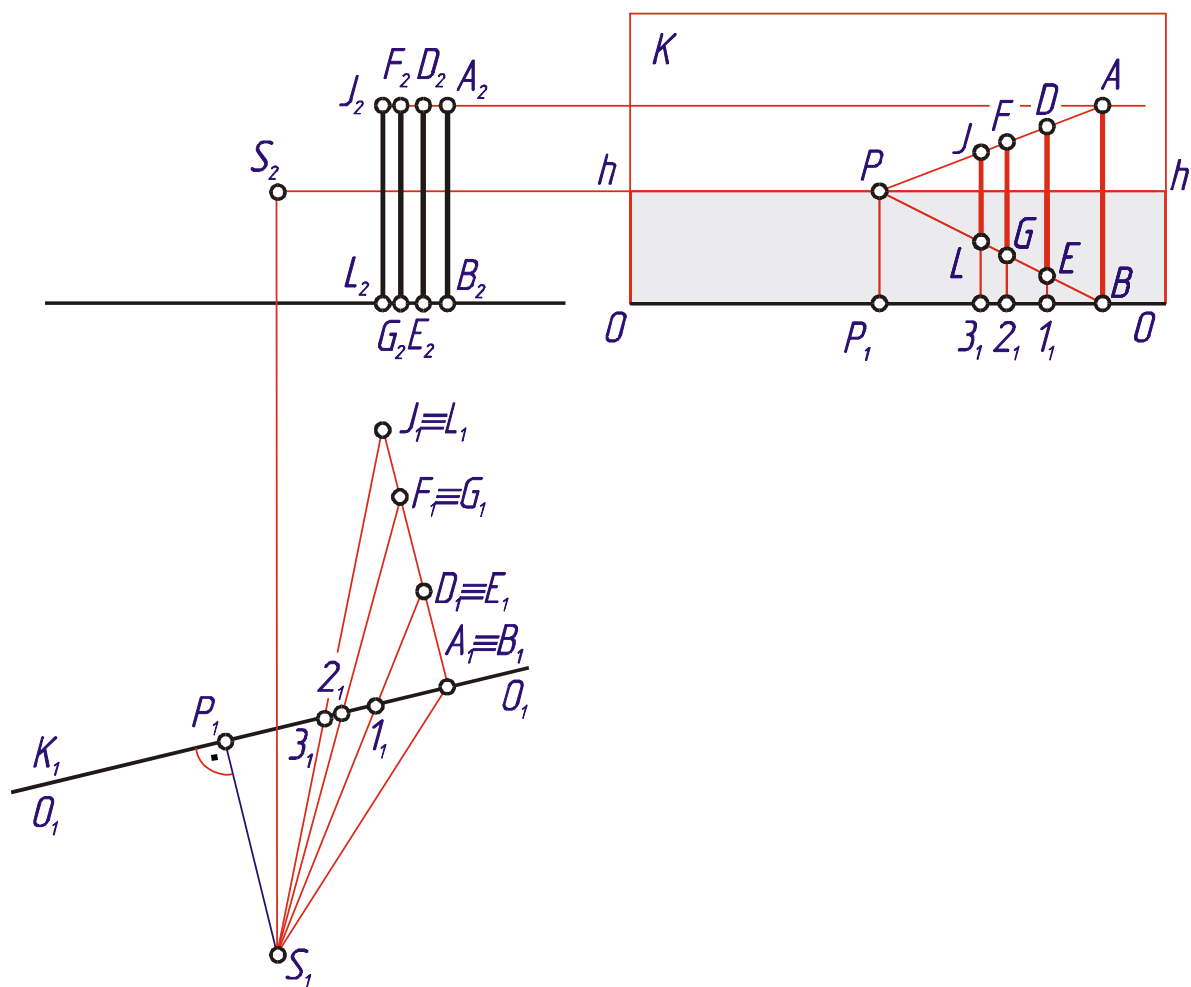


Рис. 1.15

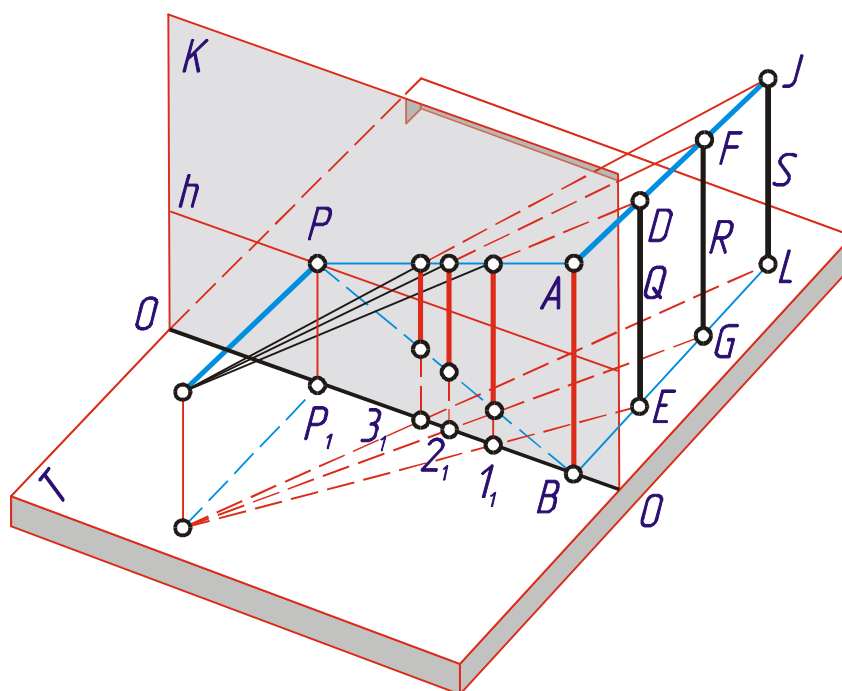


Рис. 1.16

Полученные перспективные проекции вертикальных отрезков изображаются также вертикальными прямыми. Кроме того, замечаем, что все отрезки, кроме AB , проецируются уменьшенными против натуры. Причем уменьшение тем больше, чем дальше отрезок удален от картинной плоскости. Расстояния между отрезками, равные друг другу в натуре, получились тоже сокращенными.

1.8. Масштаб высот

Из сказанного выше следует, что если требуется в какой-либо точке E предметной плоскости, данной на перспективе (см. рис.1.17), отложить высоту ED , соответствующую определенной заданной высоте, то поступают следующим образом.

1. На вертикальной прямой, проведенной из точки B , взятой на основании картины, откладывают отрезок AB заданной высоты.

2. Через точки B и E проводят прямую до пересечения с линией горизонта в точке F .

3. Прямая AF засечет на вертикальной линии, проведенной из точки E , точку D , определяющую перспективную проекцию отрезка заданной высоты.

Пользуясь треугольником ABF , можно в любой точке картины отложить высоту, перспективно равную данной высоте AB . Для этой цели необходимо из точки, над которой нужно отложить заданную высоту, провести прямую, параллельную основанию картины OO до пересечения с прямой BF . Из полученной точки провести вертикальную прямую до пересечения с прямой AF . Отрезок вертикальной прямой между линиями AF и BF и будет искомой перспективной высотой.

На рис. 1.17 в точках L и M отложены этим способом высоты LJ и MN , перспективно равные высоте AB .

Построенный угол FBA с вершиной в точке B называют **масштабом высот**.

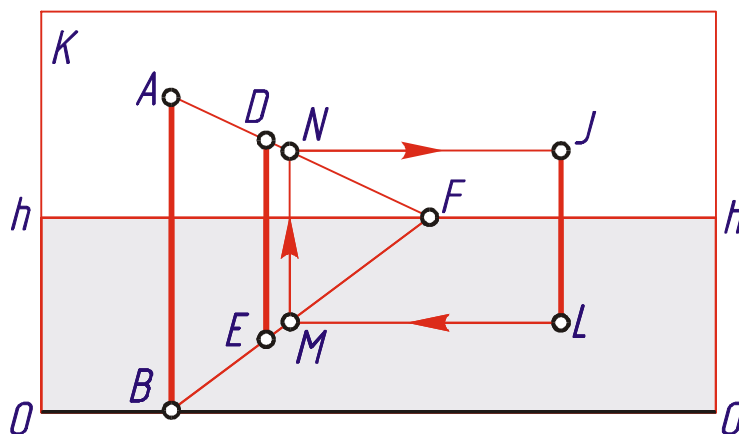


Рис. 1.17

Пользуясь общим способом построения перспективы прямых линий (при помощи их картинных следов и точек схода), решим несколько примеров построения перспективы прямых линий, принадлежащих предметной плоскости.

1.9. Построение перспективы прямых, расположенных в предметной плоскости

Прямые, расположенные в предметной плоскости и перпендикулярные к плоскости картины.

На рис. 1.18,а заданы в горизонтальной проекции прямые a , b , d и e , перпендикулярные к плоскости K и расположенные в плоскости T (плоскость T совпадает с горизонтальной плоскостью проекций Π_1). Ввиду отсутствия на рис. 1.18,а фронтальной плоскости проекций, высота точки зрения S над плоскостью T задана отрезком h .

Так как заданные прямые лежат в предметной плоскости, то и картинные следы A , B , D и E должны находиться на основании картины. Переносим эти точки в перспективу, сохраняя расстояния между ними и точкой P_1 .

Для построения перспективы данных прямых остается соединить точки A , B , D и E с точкой P , которая служит точкой схода всех прямых, перпендикулярных к плоскости K , в том числе и данных прямых (рис. 1.18,б).

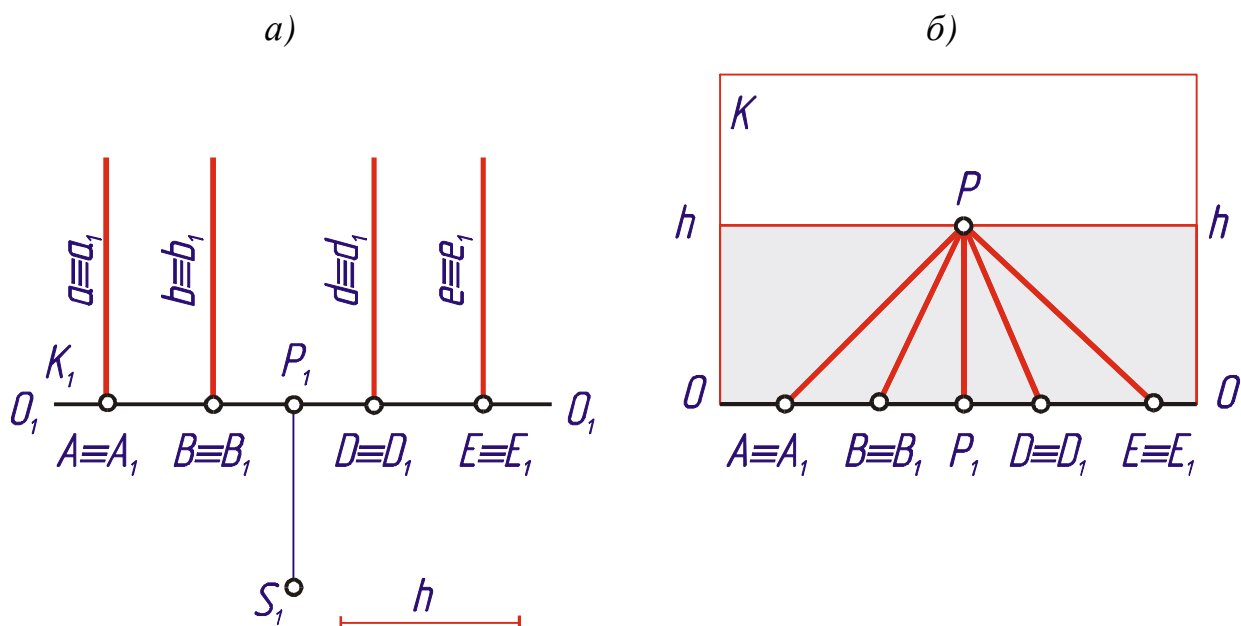


Рис. 1.18

Прямые, расположенные в предметной плоскости и образующие с плоскостью картины угол в 45°

Для построения точки схода прямых a и b (рис. 1.19), через точку S проводим луч, параллельный этим прямым, т.е. проводим горизонтальную прямую SD , образующую угол 45° с плоскостью картины. Эта прямая пересечет плоскость картины в точке D , лежащей на линии горизонта на расстоянии от точки P , равном длине главного луча SP (S_1P_1), так как в треугольнике SPD катет PD равен катету SP (см. горизонтальную проекцию $S_1P_1D_1$ этого треугольника).

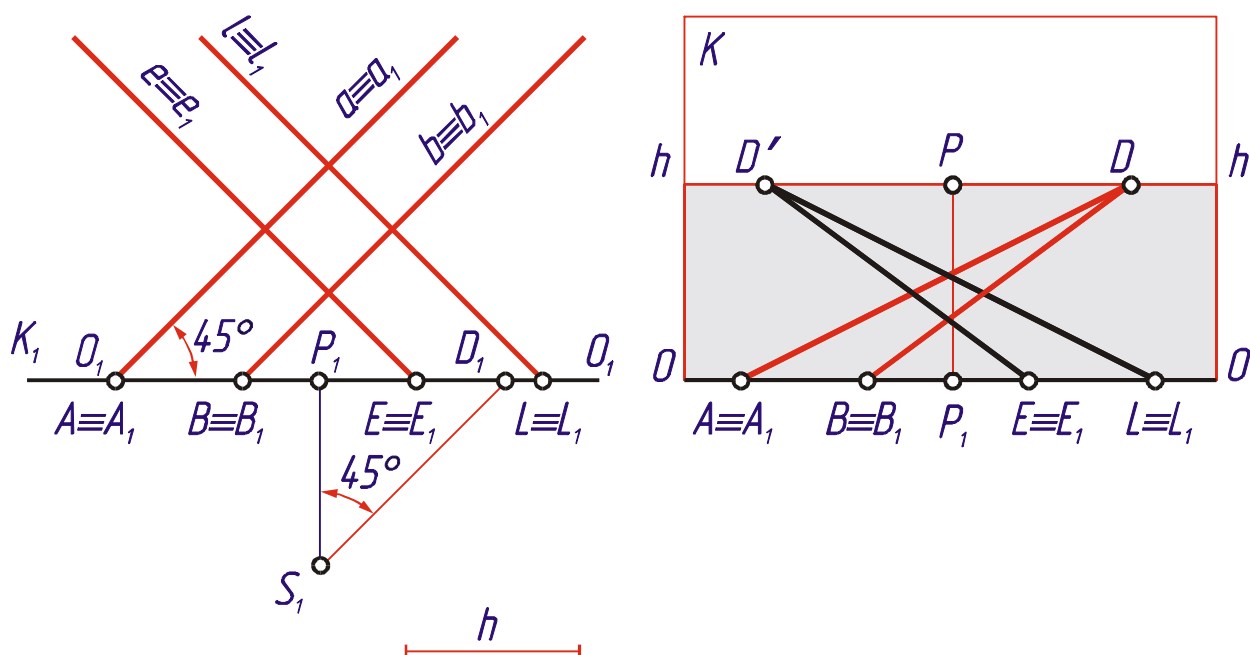


Рис. 1.19

Для построения перспективы данных прямых необходимо их картинные следы (A и B) соединить с точкой D . Точка схода D' прямых l и e , образующих с картинной плоскостью угол 45° , находится на линии горизонта по другую сторону от точки P на том же расстоянии от неё, что и точка D (рис. 1.20).

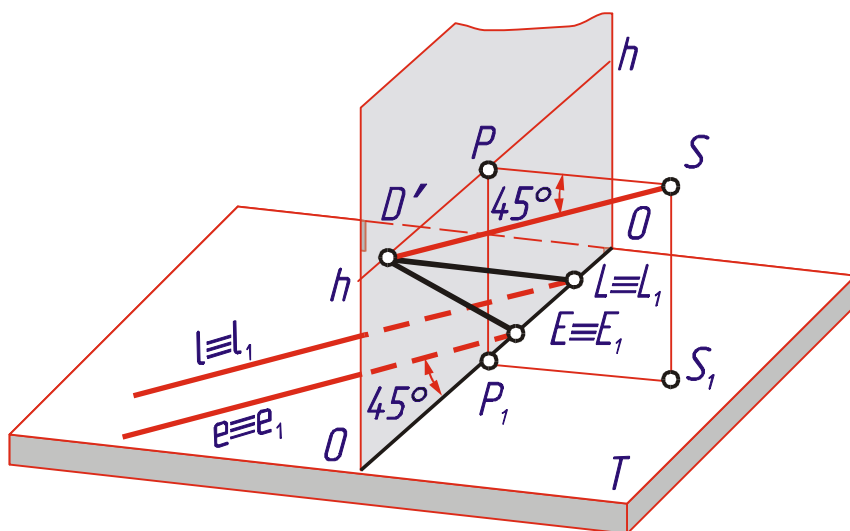


Рис. 1.20

Точки D и D' называются **дистанционными точками** или точками дальности.

1.10. Прямые, проходящие через точку стояния

На рис. 1.21 даны прямые l , m и n , лежащие в плоскости T и пересекающиеся между собой (при их продолжении за картинный след) в точке стояния S . Проецирующие лучи, параллельные данным прямым, пересекают плоскость картины в точках L' , M' и N' , расположенных на линии горизонта над картинными следами L , M и N соответствующих прямых (см. рис. 1.21). Следовательно, перспектива прямой, проходящей через точку стояния, представляет собой вертикальную прямую.

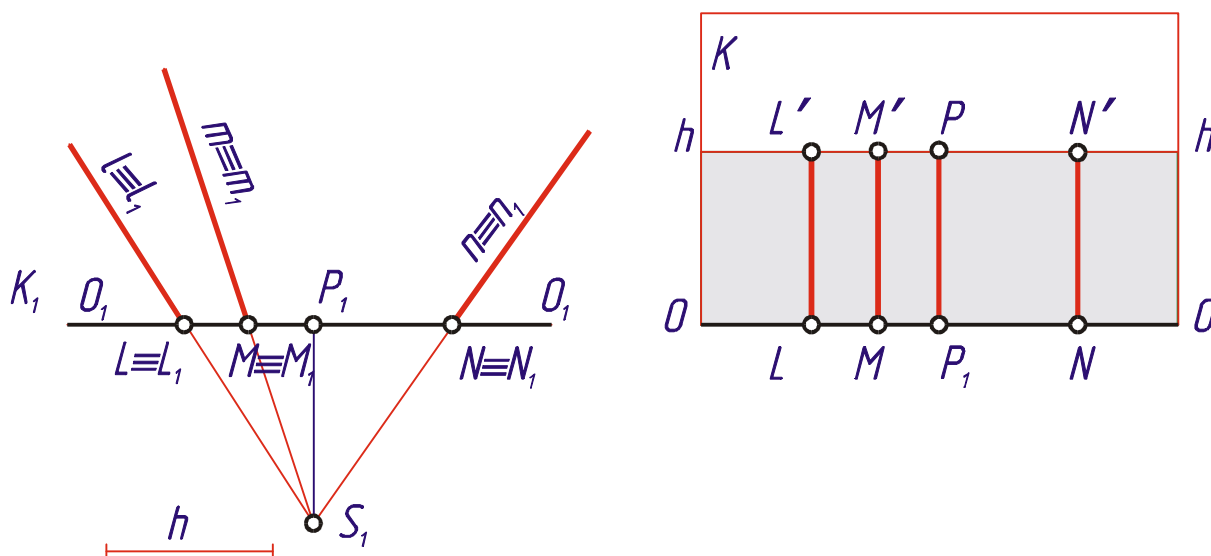


Рис. 1.21

1.11. Приемы построения перспективы точек, расположенных в предметной плоскости

На рис. 1.22 перспектива точки E , лежащей в предметной плоскости, была построена как точка пересечения с картинной плоскостью проецирующего луча SE , проходящего через точку зрения и данную точку E .

Существует другой способ решения этой задачи, сущность которого заключается в следующем.

Через заданную в ортогональных проекциях точку проводим две вспомогательные прямые и строим перспективу этих прямых, используя их кар-

тинные следы и точки схода. Точка пересечения прямых в перспективе даст искомую перспективу заданной точки.

В качестве вспомогательных прямых следует применять такие прямые линии, перспектива которых строится наиболее просто.

ПРИМЕР. В ортогональных проекциях дана точка A , расположенная в предметной плоскости T (совпадающей с горизонтальной плоскостью проекций). Необходимо построить перспективу этой точки.

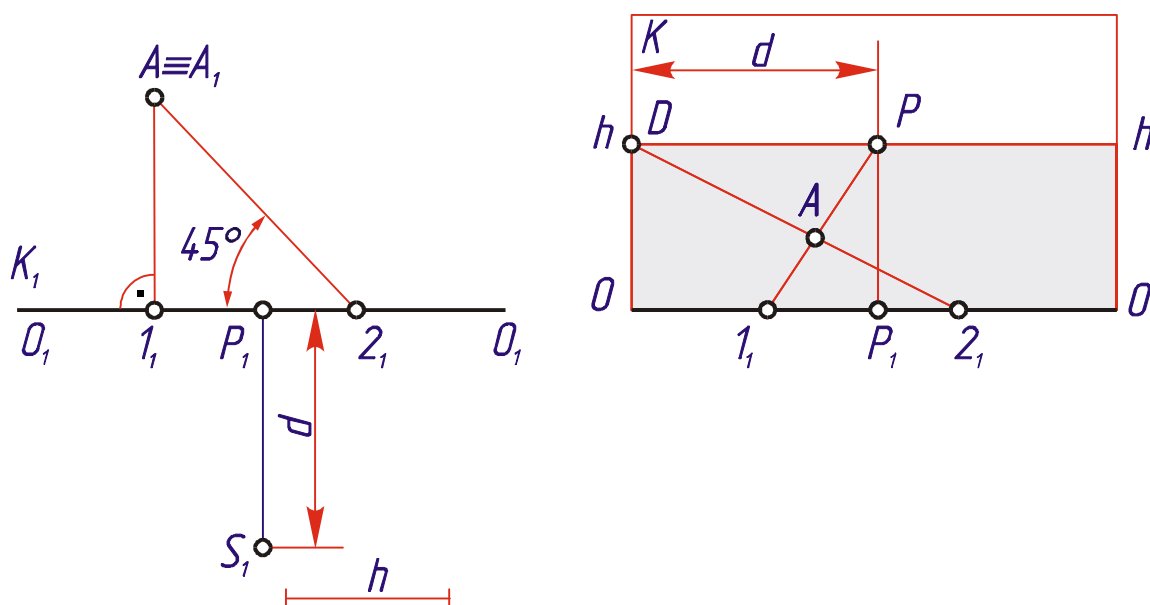


Рис. 1.22

РЕШЕНИЕ.

Первый прием. Для построения перспективы точки A (см. рис. 1.22) проведем через эту точку две вспомогательные прямые $A1$ и $A2$.

Прямая $A1$ перпендикулярна плоскости K , её точка схода в перспективе совпадает с главной точкой P .

Прямая $A2$ наклонена под углом 45° к основанию картины, её точкой схода является точка D (дистанционная точка, отстоящая от главной точки P на расстоянии $SP = d$). Построив перспективу прямых $A1$ и $A2$, получим в точке их пересечения перспективу точки A .

Второй прием. На рис. 1.23 для построения перспективы точки A использованы прямая $A1$ перпендикулярная картинной плоскости и прямая $A2$, проходящая через точку стояния S (S_1).

Перспективой прямой $A2$ является прямая, перпендикулярная основанию картины.

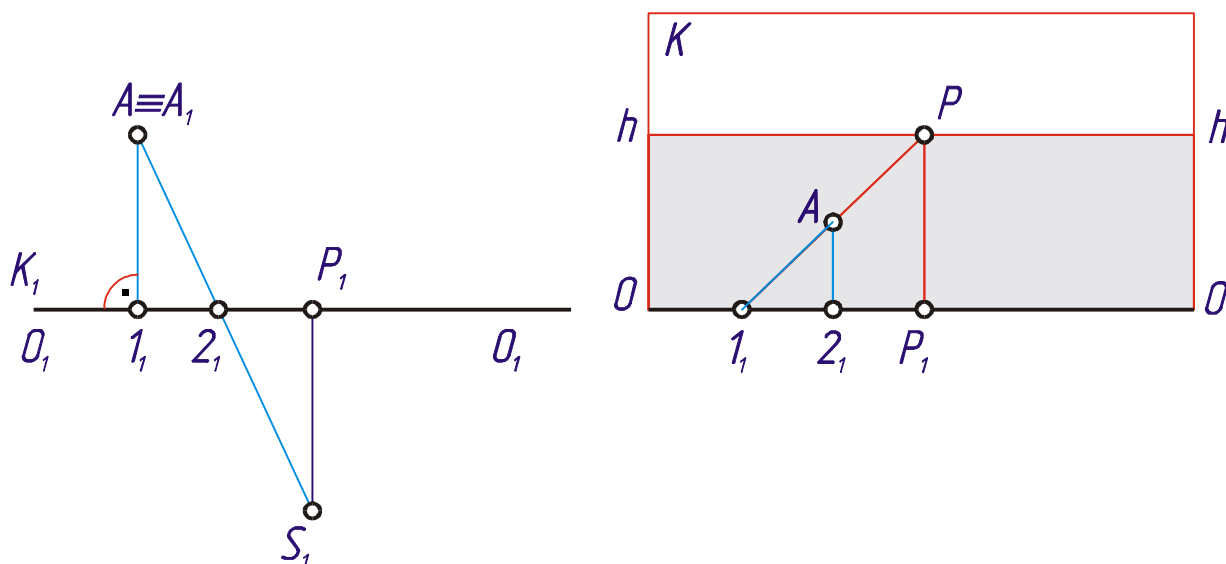


Рис. 1.23

1.12. Построение перспективы фигур, расположенных в предметной плоскости: перспектива многоугольника; перспектива окружности

Перспектива многоугольника

Перспективу многоугольника можно получить или путем построения перспективы его сторон (т.е. прямых линий), или путем построения перспективы его вершин (т.е. точек), или целесообразным образом сочетая эти два способа в зависимости от формы и положения многоугольника по отношению к картинной плоскости.

ПРИМЕР 1. На рис. 1.24 дана горизонтальная проекция прямоугольника $ABDE$, одна из вершин которого (A) расположена на основании картины.

Построение перспективы прямоугольника выполняем в следующем порядке.

1. Через вершины B , D и E проводим прямые $B1$, $D2$ и $E3$, идущие в точку стояния S (S_1) (см. рис. 1.24).

2. Переносим в перспективу (рис. 1.25) картинные следы этих прямых (точки 1 , 2 и 3), а также точку A , расположенную на основании картины. Перенос точек 1 , 2 , 3 и A в перспективу можно осуществить при помощи полоски бумаги, на которую в виде черточек нанести положение этих точек и точки P на рис. 1.24 .

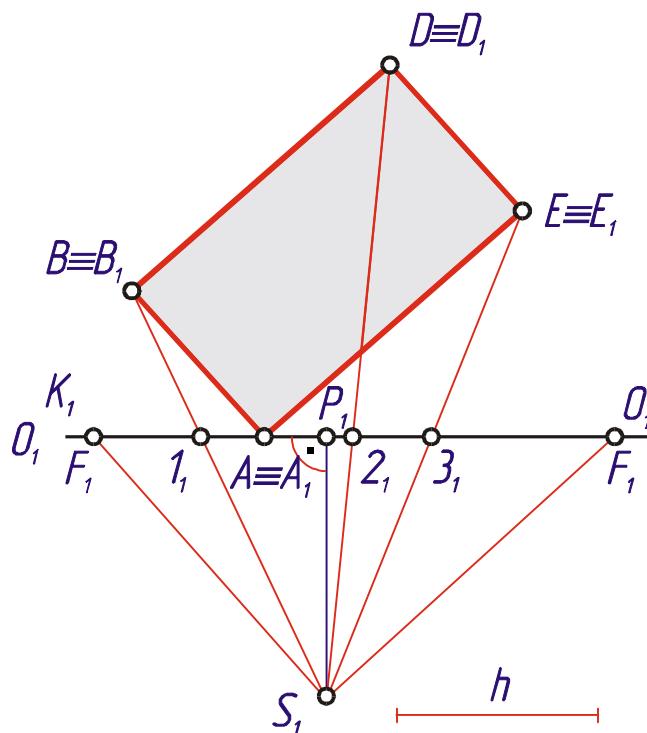


Рис. 1.24

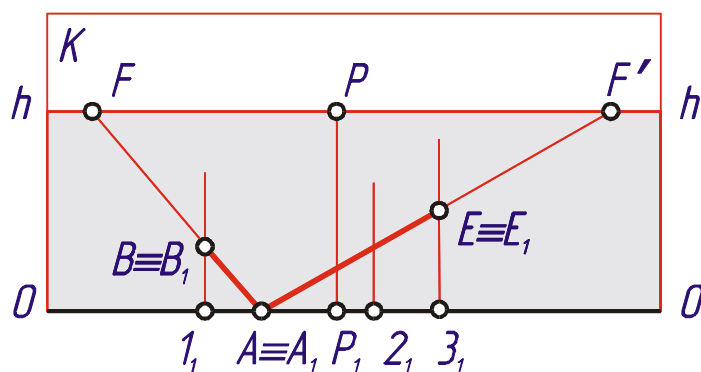


Рис. 1.25

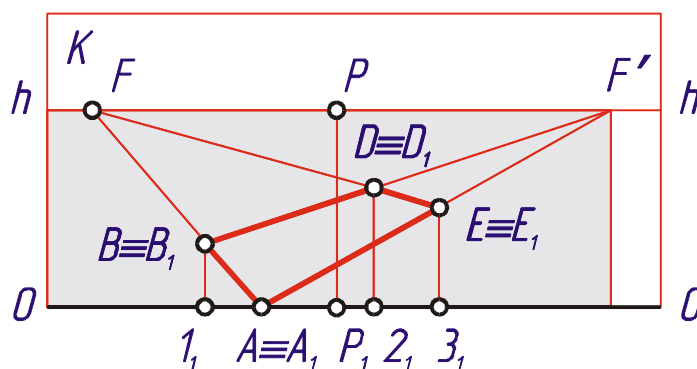


Рис. 1.26

Через точки 1, 2 и 3 в перспективе (см. рис. 1.25) проводим тонкие вертикальные линии.

3. Определяем на линии горизонта точки схода F и F' сторон прямоугольника. Для этого в ортогональных проекциях (см. рис. 1.24) проводим через точку S лучи, параллельные сторонам AB и AE , и определяем точки пересечения этих лучей с плоскостью K . Длину отрезков P_1F_1 и $P_1F'_1$ откладываем на линии горизонта от точки P (см. рис. 1.25).

4. Строим перспективу сторон AB и AE (см. рис. 1.25), для чего соединяем точку A с точками схода F и F' и определяем положение точек B и E .

5. Строим перспективу сторон BD и ED (рис. 1.26), проведя через B прямую в точку схода F' , а через точку E - прямую в точку схода F .

6. Проверяем правильность построения перспективы точки D . Она должна находиться на вертикальной прямой, проведенной через точку 2.

ПРИМЕР 2. Дана горизонтальная проекция прямоугольника $ABEF$. Построить его перспективу (рис. 1.27).

В данном примере перспективу прямоугольника строим путем построения перспективы его вершин, а перспективу каждой вершины находим при помощи двух вспомогательных прямых: одной - перпендикулярной к картинной плоскости, другой - наклонной к картинному следу под углом 45° .

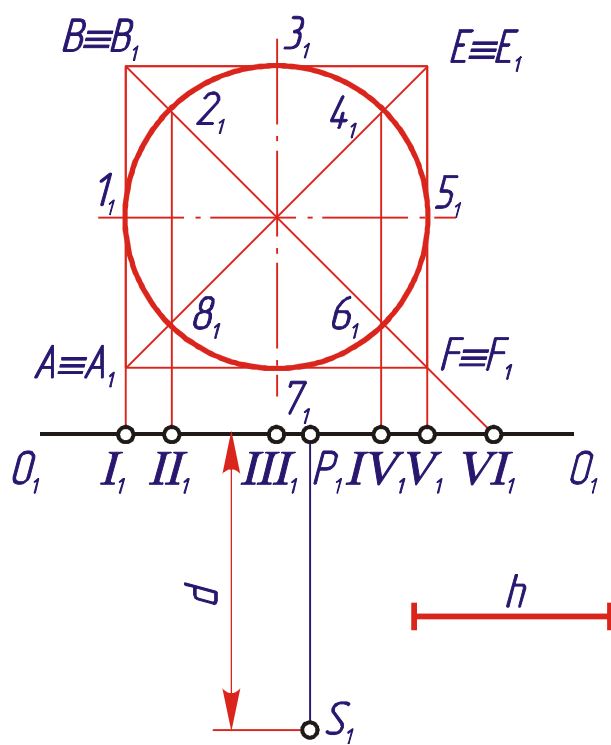


Рис. 1.28

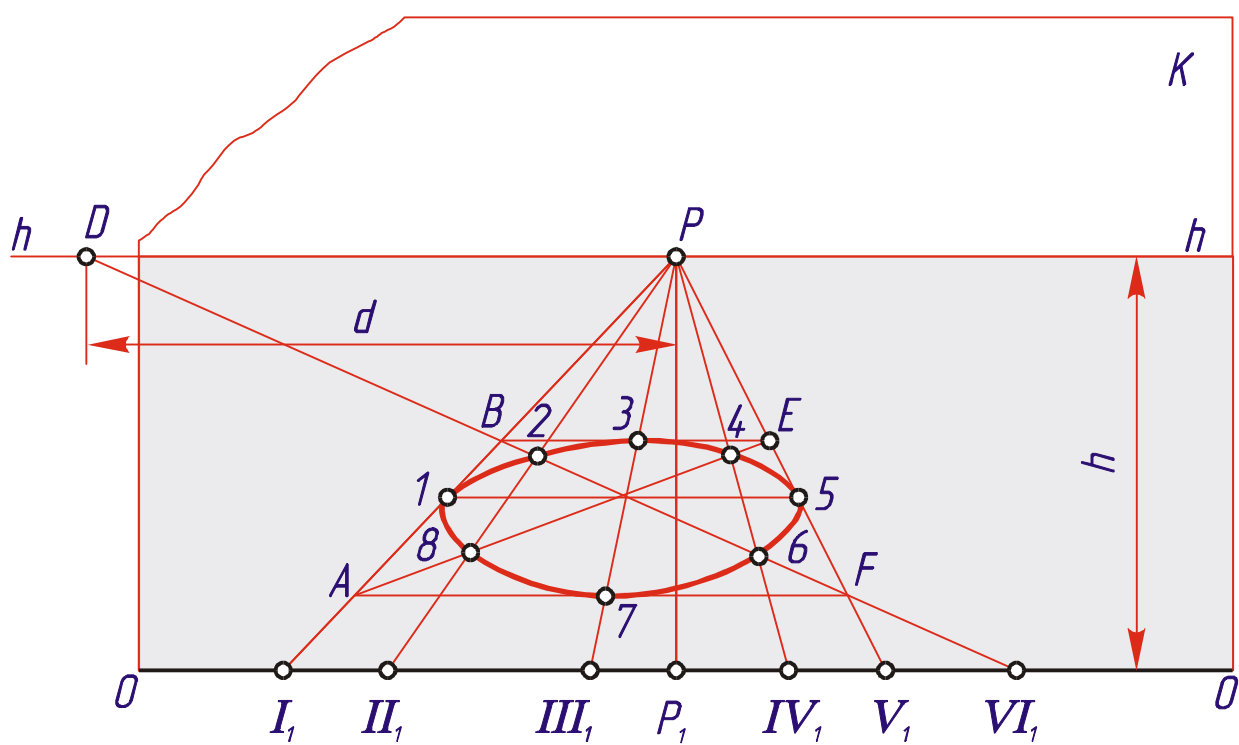


Рис. 1.29

1.13. Выбор точки зрения и положения картинной плоскости

Для получения хорошего перспективного изображения рекомендуется при выборе точки зрения и положения картинной плоскости руководствоваться следующими правилами, выработанными практикой.

1. **Положение точки зрения** должно обеспечивать хорошую обозреваемость предмета. Его составные части не должны загораживать друг друга.

Угол зрения φ – угол между проецирующими лучами, направленными в крайние точки плана предмета (рис. 1.30), можно брать в пределах от 18° до 53° .

Для того чтобы предмет был ясно виден без поворота головы, угол зрения должен быть не более 23° . Так как размеры картины всегда немного больше размеров изображаемого на ней предмета, то **наилучшим углом зрения для картины** считается угол $\varphi = 28^\circ$. При этом значении наибольший размер (00) картины (ширина или высота) **вдвое меньше** её удаленности (d) от точки зрения, т.е. $d/00 = 2$.

2. Картинную плоскость ориентируют так, чтобы главная точка P оказалась в пределах средней трети ширины картины, а горизонтальный след K_1 картинной плоскости с одной из сторон плана (чаще всего - с главным фасадом) составлял угол от 25° до 35° .

Целесообразно, кроме того, картинную плоскость совместить с одним из ребер предмета, которое на перспективной проекции будет изображено в истинную величину.

На практике для выбора точки зрения и положения картинной плоскости применяют шаблон, изготовленный из листового картона по размерам, указанным на рис. 1.31.

Для переноса точек с комплексного чертежа на картину применяют поворотную линейку, изготовленную также из листового картона по размерам рис. 1.32.

3. Высоту горизонта обычно принимают на уровне глаз человека, стоящего на земле, т.е. $h = 1,5-1,7$ м. При изображении застройки большого

района высоту горизонта берут равной 100 м и более. Такую перспективу называют перспективой "с птичьего полета".

Итак, на первом этапе построения перспективы по заданным прямоугольным проекциям здания или предмета необходимо:

- выбрать положение точки зрения относительно предмета;
- установить направление главного луча;
- определить положение картинной плоскости.

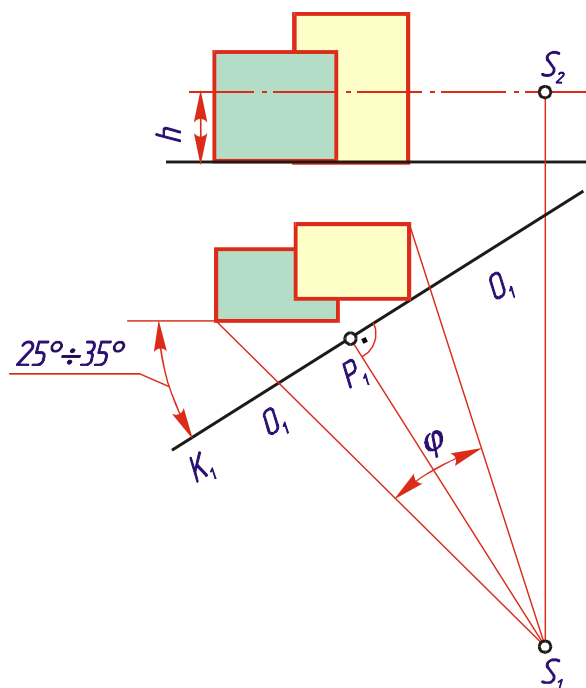


Рис. 1.30

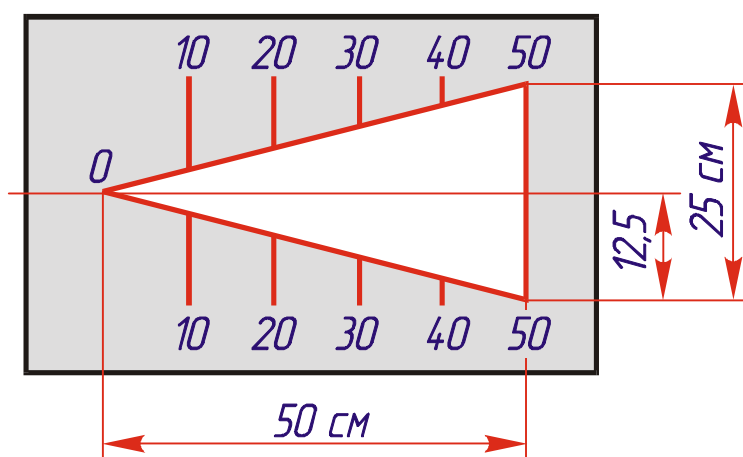


Рис. 1.31

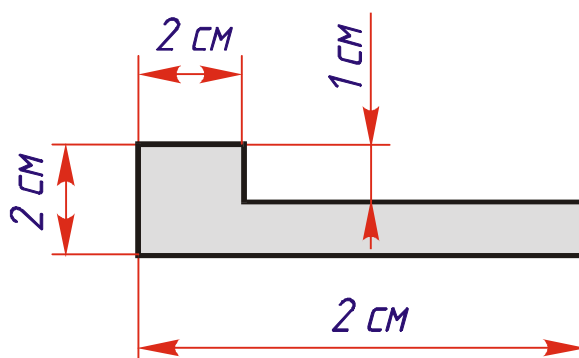


Рис. 1.32

*1.14. Методы построения перспективы: радиальный метод
(метод следа луча)*

Сущность данного метода, разработанного Дюрером (1471-1528), заключается в том, что картинная плоскость занимает либо фронтальное положение в ортогональных проекциях, либо профильное, а перспектива точки пространства определяется как картинный след луча зрения, проходящего через эту точку.

На приведенном примере (рис. 1.33) показано построение перспективы точки А.

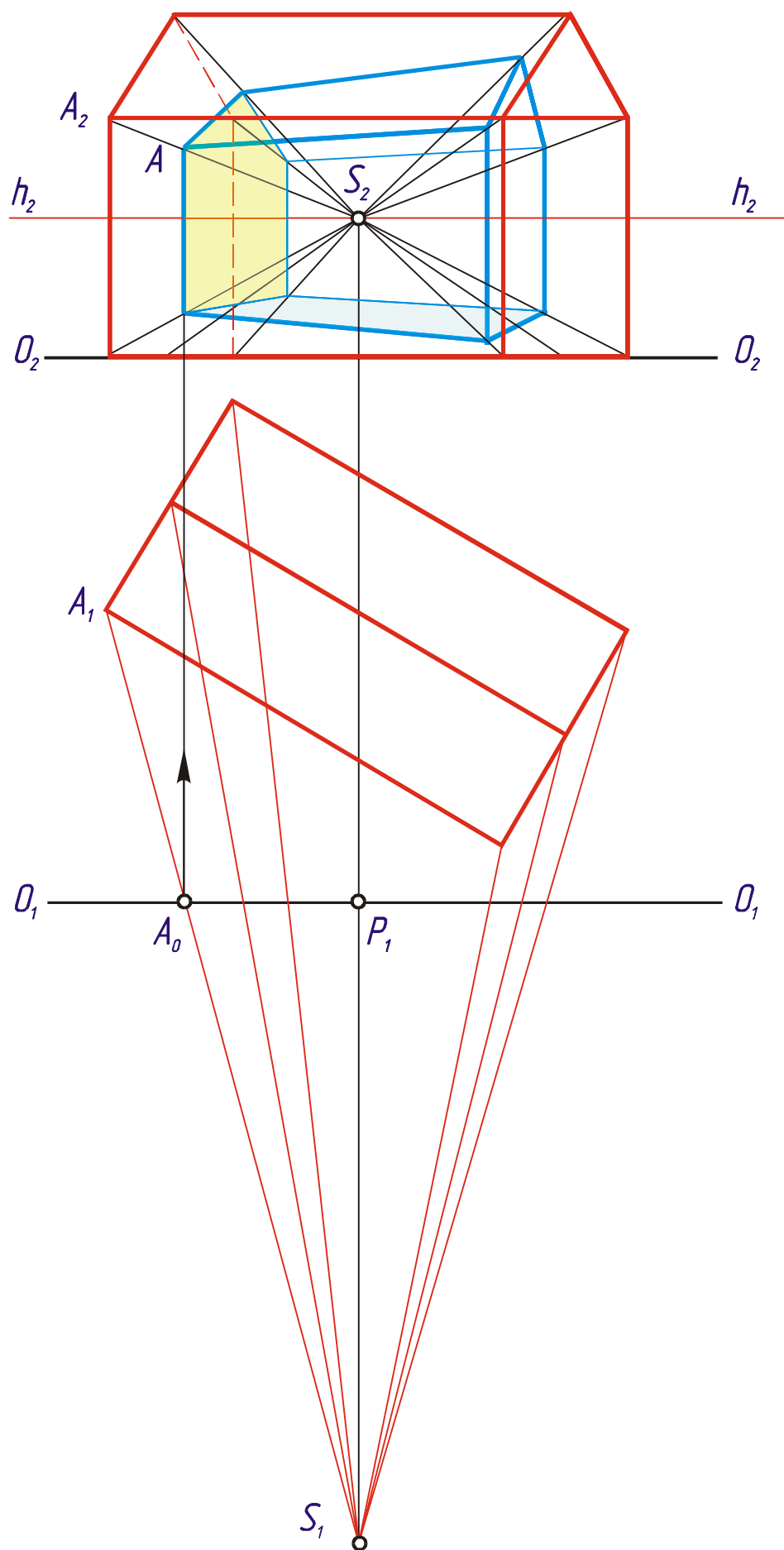


Рис. 1.33

Положительной стороной метода является простота теории, позволяющая без знания теоретических основ линейной перспективы осуществлять перспективное проецирование.

Отрицательной стороной является загроможденность изображения линиями вспомогательных построений, наложение перспективного изображения на ортогональный чертеж и др.

1.15. Методы построения перспективы: метод архитекторов

В практике работы архитектурных мастерских широко применяется метод построения перспективных изображений с использованием точек схода параллельных прямых.

Построение перспективы данным методом основано на использовании ортогональных проекций предмета и может осуществляться на отдельном листе. Сущность метода сводится к построению перспективы основания (плана) предмета и к последующему определению положения отдельных точек изображения по высоте.

ПРИМЕР. Построить перспективу геометрического тела, заданного в ортогональных проекциях на рис. 1.34.

Построение проводим в следующем порядке.

1. Руководствуясь вышеизложенными правилами назначения точки зрения и картины, через ребро $D_I \equiv E_I$ плана тела проводим след $K_I(O_I O_I)$ картинной плоскости, намечаем основания точки зрения S_I (точку зрения) и главной точки P_I . Проводим линию горизонта на расстоянии h от линии основания картины (на фронтальной проекции).

2. На горизонтальной проекции (см. рис. 1.34) проводим прямые, соединяющие основание точки зрения S_I со всеми видимыми вершинами основания предмета.

Точки пересечения 1, 2, 3, 4, 5 и 6 этих прямых с основанием картины переносим в перспективу (рис. 1.35) и проводим через них тонкие вертикальные линии. Переносим в перспективу также точки $D_I \equiv E_I$ и A_I' .

3. Проводим на горизонтальной проекции прямые S_1F_1 и S_1F_1' (проекции лучей SF и SF'), параллельные сторонам основания предмета, до пересечения с основанием картины K_1 в точках F_1 и F_1' (горизонтальные проекции точек схода); определяем (см. рис. 1.35) на линии горизонта точки схода F и F' горизонтальных ребер данного тела.

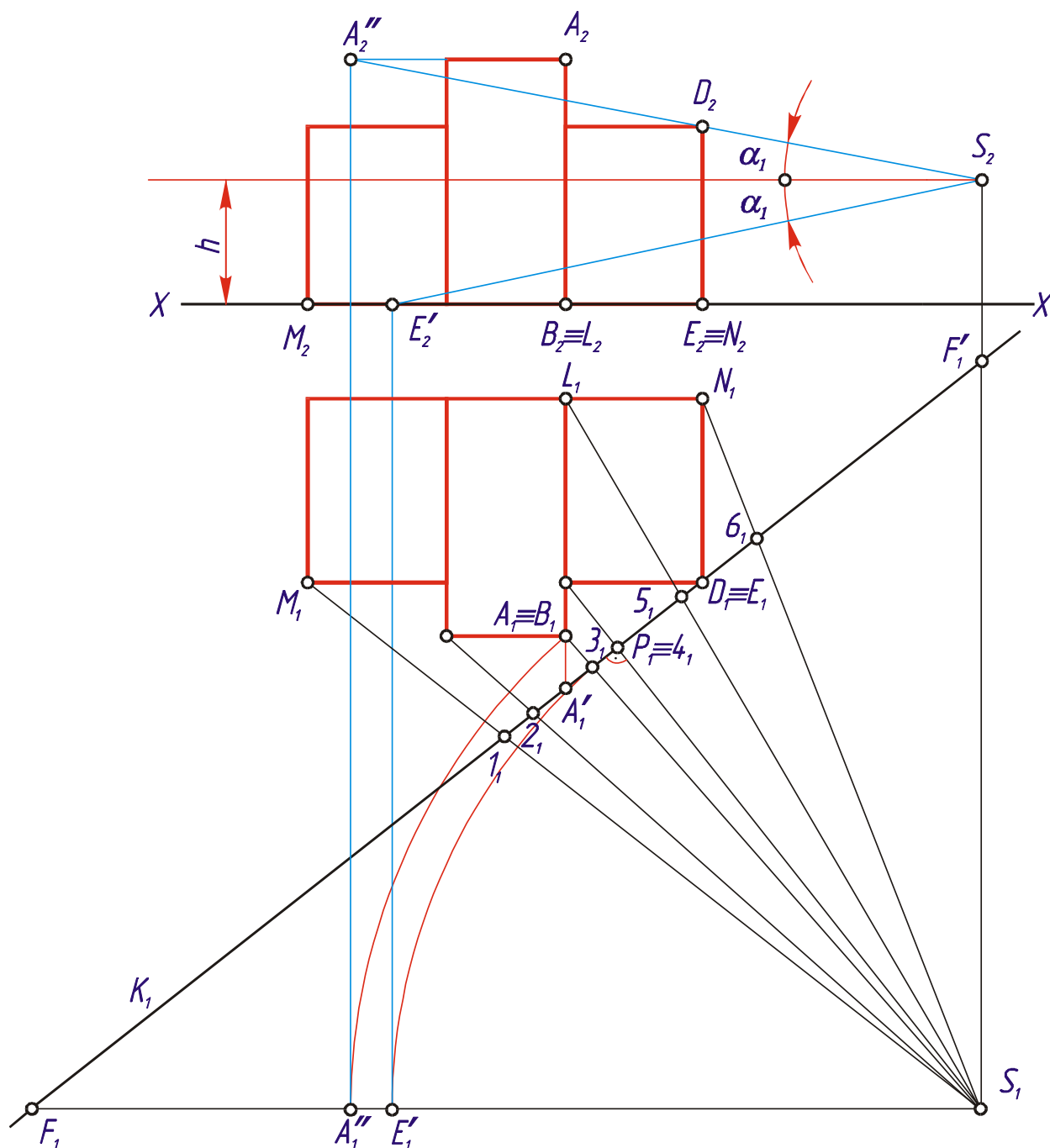


Рис. 1.34

4. Строим перспективу основания тела, пользуясь способом, рассмотренным в прим. 1 предыдущей темы (см. рис. 1.24 - рис. 1.26).

и переносим все точки, которые были получены на следе картины в ортогональных проекциях (см. рис. 1.37).

После этого строим перспективу опущенного плана путем проведения из соответствующих точек вертикалей и прямых в точки схода.

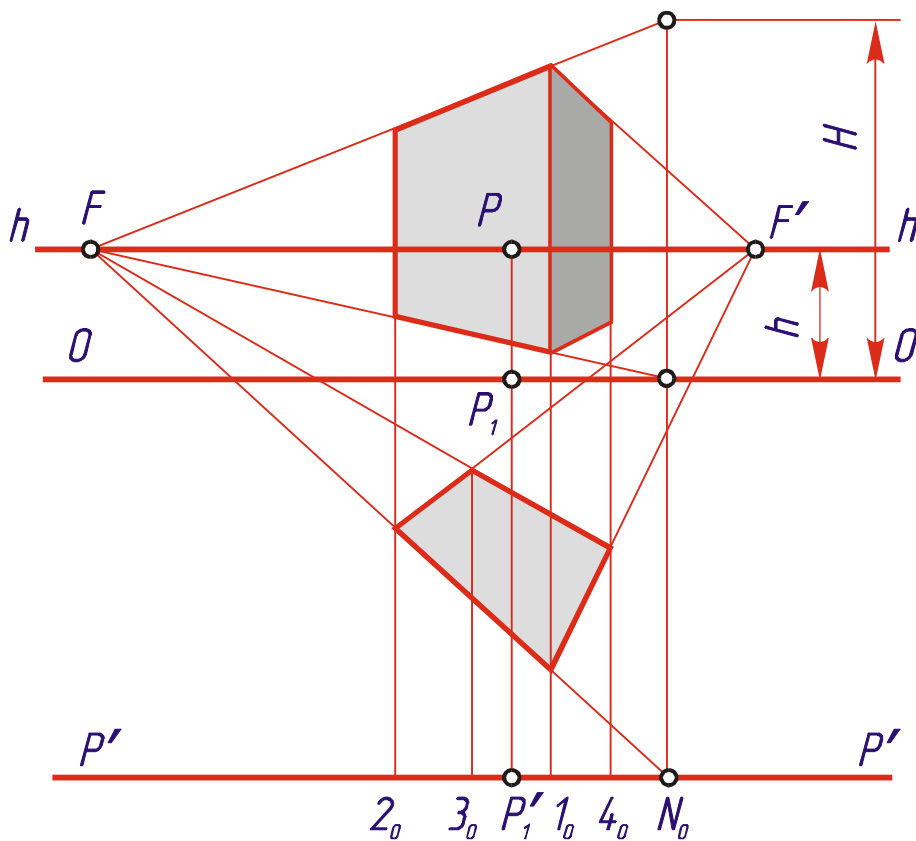


Рис. 1.38

1.17. Основные методические рекомендации для построения перспективы

Перспектива – основное средство проверки авторского замысла. Перспективное изображение дает возможность получить наглядное представление о том, как будет восприниматься проектируемое сооружение в реальных условиях. Знание законов перспективы и умение применять их на практике нужны для различных видов изобразительной деятельности.

Выполнение перспективы связано с большим количеством построений, поэтому необходимо правильно ориентироваться в них и научиться выделять нужную линию или часть изображения объекта, мысленно отбрасывая все

остальные построения и детали, а также не выполнять лишних построений или значительно уменьшить их количество. Здесь могут помочь только практические навыки. Ниже приводятся основные методические рекомендации для построения перспективы с минимальными затратами времени и сил. Для этого необходимо:

1. сложный по форме объект вписывать в простой призматический объем или небольшую группу объемов;
2. использовать в полной мере доступные точки схода для построения и проверки получаемого изображения;
3. применять опущенный или поднятый план объекта и вспомогательную вертикальную плоскость;
4. перед началом работы проанализировать форму объекта, выделив в нем характерные особенности:
 - оси или плоскости симметрии;
 - одинаковые и подобные его части;
 - параллельные грани и ребра;
 - пирамидальные и конические формы или их части;
 - оценить сравнительную величину и места расположения наибольшего и наименьшего диаметров (для поверхностей вращения);
 - определить точки касания очерковых кривых сложных поверхностей к горизонтальным и вертикальным линиям и т. д.;
5. выполняя перспективу сложного объекта, вписанного в простой по форме объем, не следует начинать с построения мелких деталей. Работу надо вести методом последовательных расчленений общей формы объекта. Сначала в общем объеме надо выделить и построить крупные элементы, а затем расчленить их и построить мелкие детали;
6. построение в перспективе основных форм объекта и расчленение их на детали надо выполнять способами деления отрезков в перспективе на пропорциональные части.

2. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ОПЕРАЦИИ В ПЕРСПЕКТИВЕ

В практике построения перспектив архитектурных объектов часто одновременно используется несколько методов. Например, при построении перспективы методом архитекторов часто используются делительные масштабы, точки измерений для откладывания отрезков требуемой длины и т.д. Иногда одни элементы объекта в перспективе строятся одним методом, другие – другим. Выбор того или иного метода построения перспективы зависит от исходных графических материалов, расположения точки зрения и картины, относительных размеров и конфигурации объекта и т.д. Например, для построения перспективы планировки поселка удобнее применять метод сетки или метод координат, для построения перспективы здания – метод архитекторов.

Выполнение задания на построение перспективы является очень трудоемкой задачей с использованием большого объема информации из учебников и справочников.

С целью сокращения времени на выполнение графической работы в данных методических указаниях обобщены наиболее употребляемые графические операции, необходимые при построении перспективы.

Выполнение задания на построение перспективы здания обычно состоит из следующих этапов:

- построение основной геометрической схемы здания по плану и фасаду;
- детальная проработка элементов экстерьера здания с помощью различных геометрических операций;
- окончательная отработка экстерьера здания с введением антуража, построением светотени, архитектурной отмывки.

Построение перспективы основных объемов здания по плану и фасаду студенты выполняют обычно наиболее распространенным методом архитекторов (рис. 2.1). Работа на этом этапе подробно рассмотрена выше.

Детальная проработка элементов здания возможна только при достаточно крупном изображении. Из-за насыщенности чертежа линиями построения основных объемов здания на втором этапе рекомендуется построенную ранее перспективу пропорционально увеличить в *n* раз в зависимости от формата чертежа и продолжить работу по детальной проработке (рис. 2.2).

Методические указания помогают продолжить работу по построению перспективы здания, а точнее – по детальной проработке отдельных элементов. Приведенные примеры иллюстрируют некоторые особенности построений деталей экстерьера, с чем приходится неизбежно сталкиваться при выполнении задания.

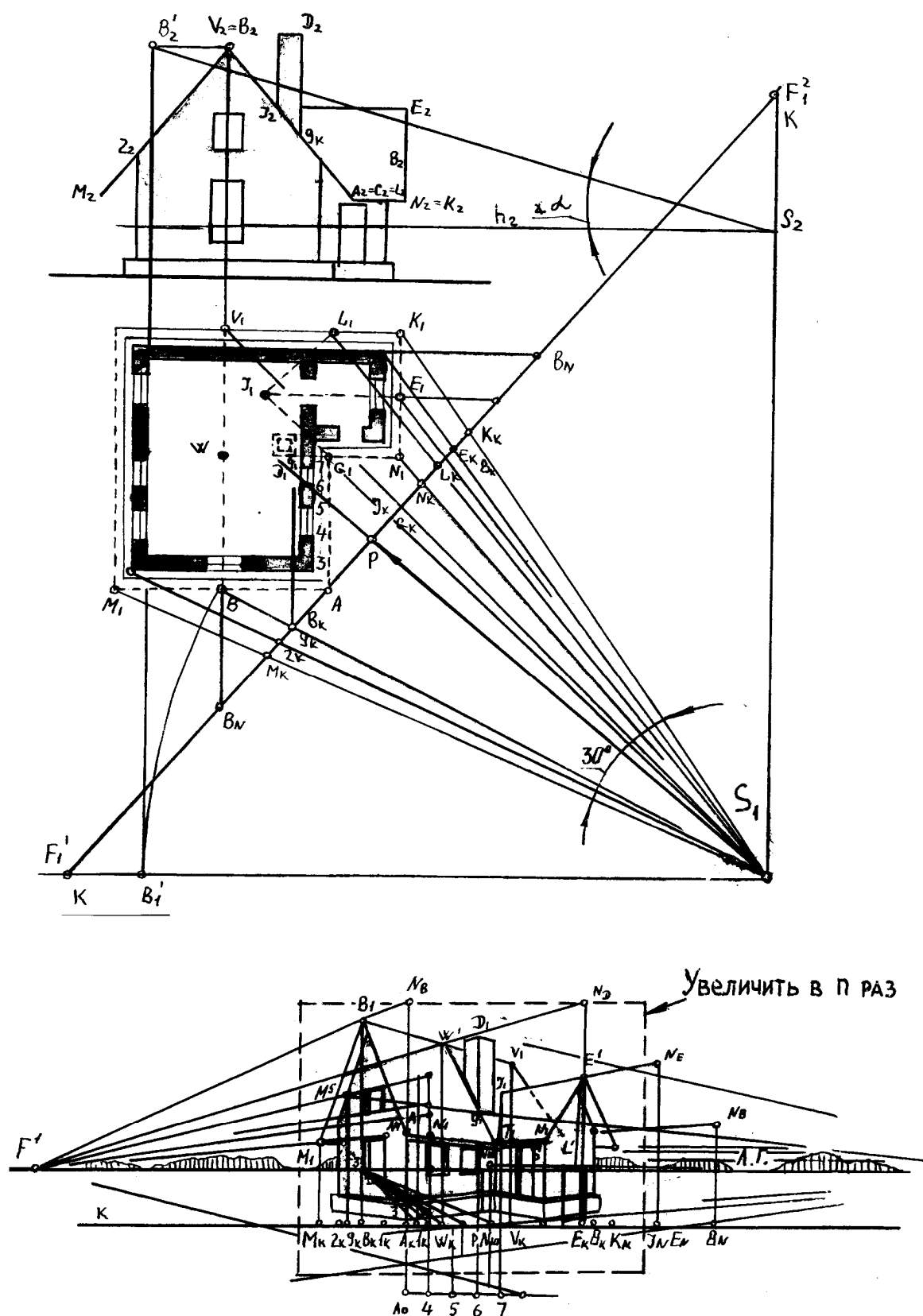


Рис. 2.1

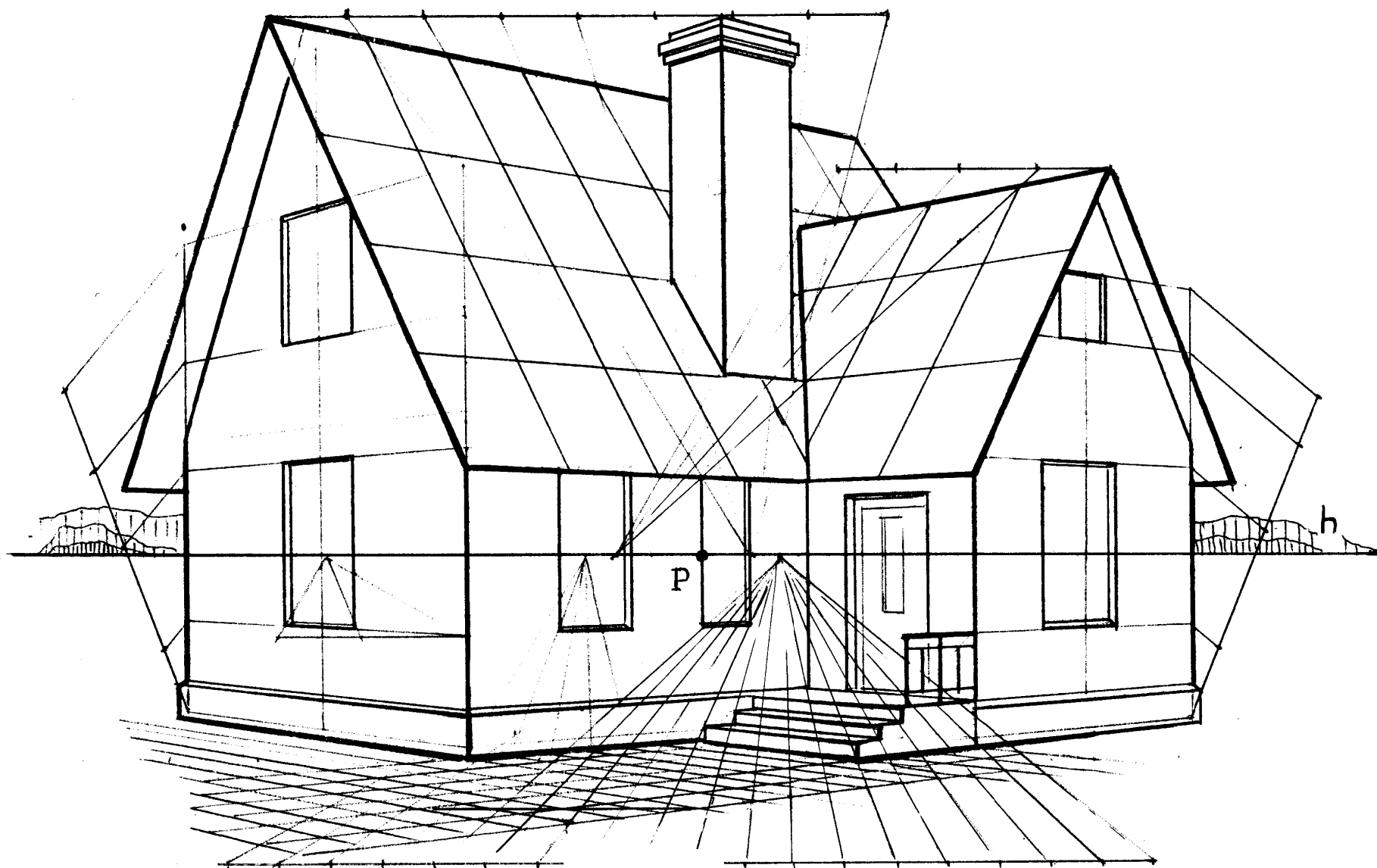


Рис. 2.2

2.1 Определение центра симметрии прямоугольника

Чтобы разделить прямоугольник по глубине на две равные части (рис. 2.3), достаточно провести две его диагонали **1-3** и **2-4**, а затем через точку **A** их пересечения провести вертикаль. Если соединить точки **1** и **C**

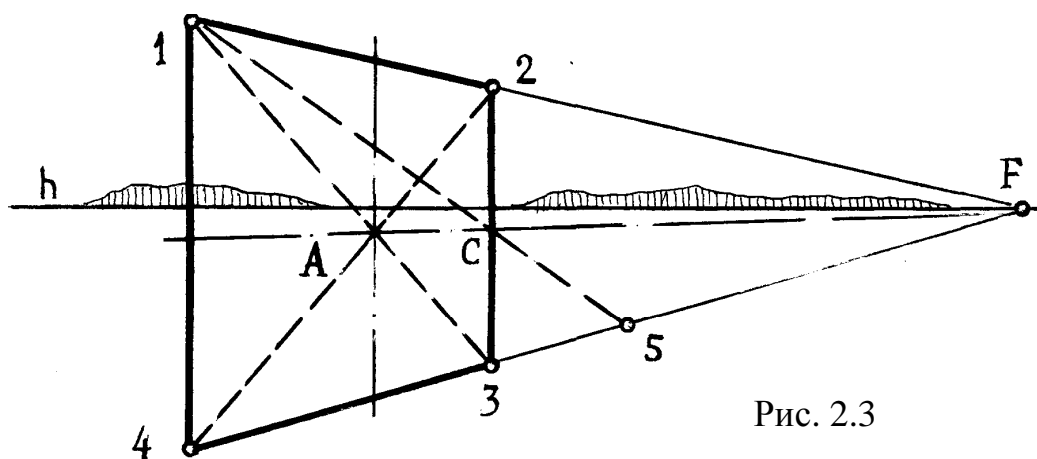


Рис. 2.3

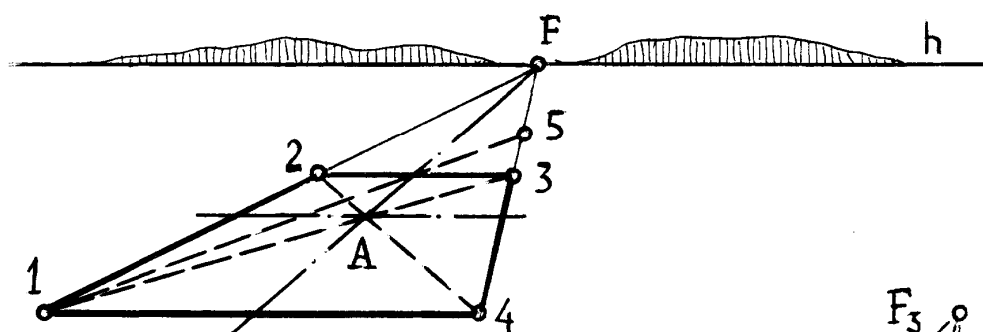


Рис. 2.4

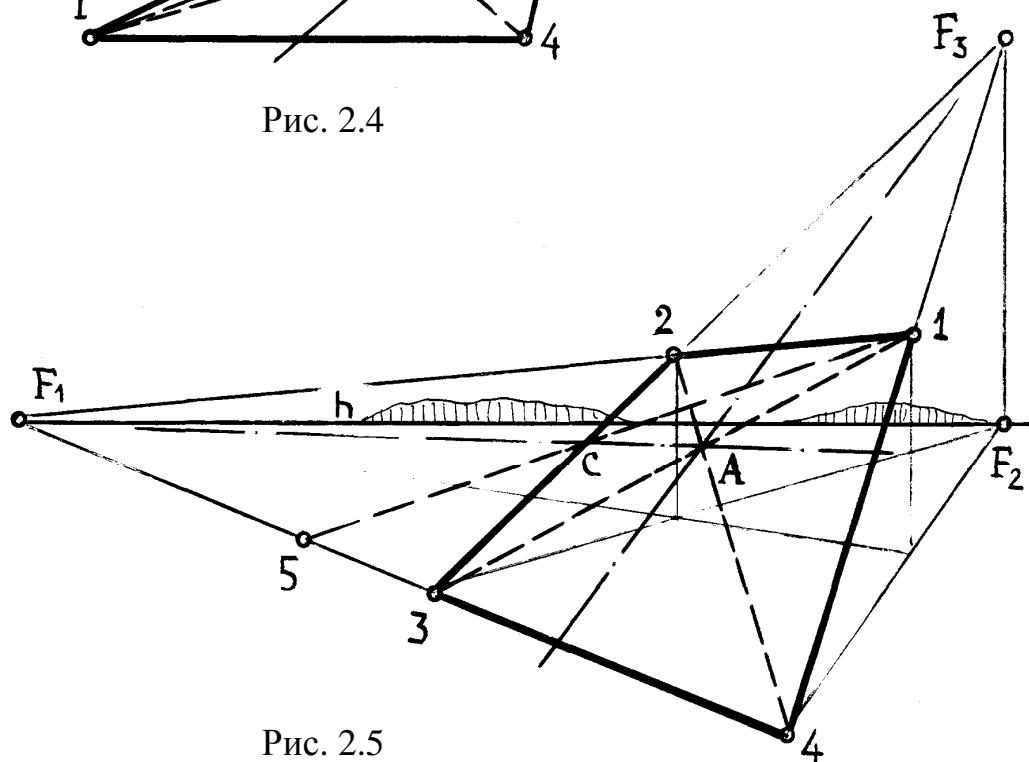


Рис. 2.5

(срединой **2-3**) и построить точку **5** пересечения прямой **1-С** с прямой **4-Г**, то получим отрезок **3-5**, перспективно равный отрезку **4-3**. Аналогичные построения выполняются в горизонтальной (рис. **2.4**) и наклонной (рис. **2.5**) плоскости.

2.2 Деление перспективы отрезков прямых на две равные части

Чтобы разделить перспективу горизонтального отрезка прямой **АВ** пополам (рис. 2.6), следует достроить отрезок до перспективы вертикального четырехугольника. В полученном четырехугольнике строят диагонали, из точки пересечения диагоналей проводят вертикальную прямую, которая делит отрезок **АВ** на две равные части.

Перспективу горизонтального отрезка можно разделить на две равные части тем же приемом, достроив заданный отрезок до перспективы горизонтального четырехугольника (рис. 2.7).

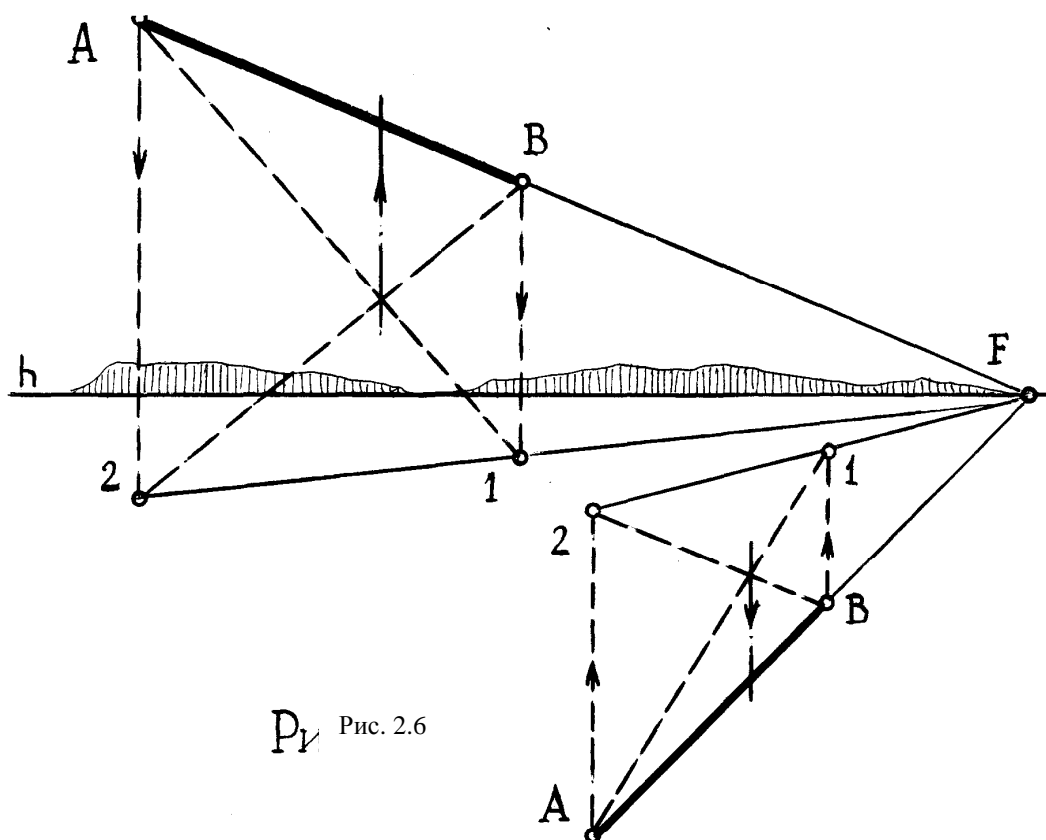


Рис. 2.6

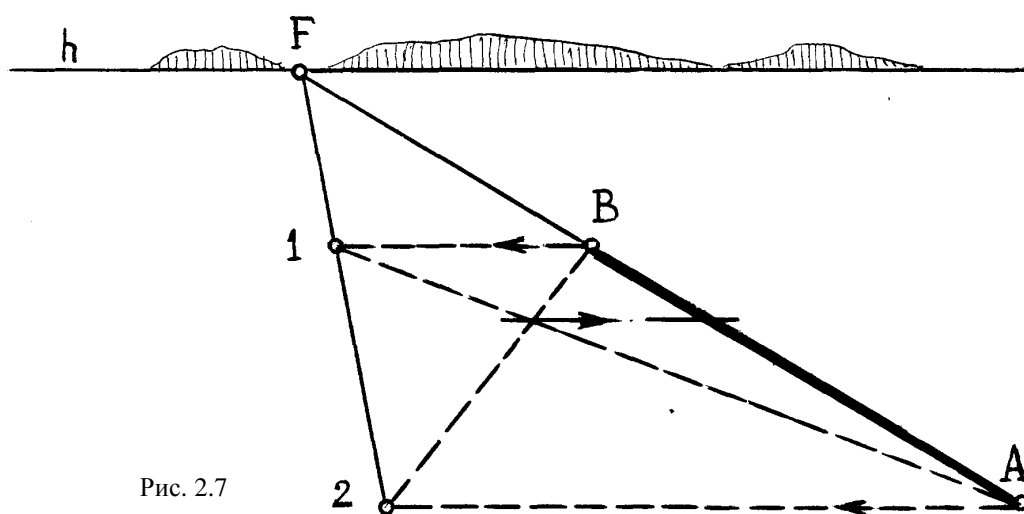


Рис. 2.7

2.3 Деление перспективы отрезков прямых, не параллельных картине, на равные или пропорциональные части

На рис. 2.8 отрезок **AB** разделен на три перспективно равные (можно и на пропорциональные) части с использованием диагонали **CB**. Вертикальный отрезок **AC** произвольной длины делят на три равные (или пропорциональные) части и через полученные точки проводят линии в точку схода **F**, которые в пересечении с диагональю **CB** делят отрезок **CB** на три перспективно

равные части. Из полученных на диагонали **СВ** точек проводят вертикальные прямые, которые дают решение.

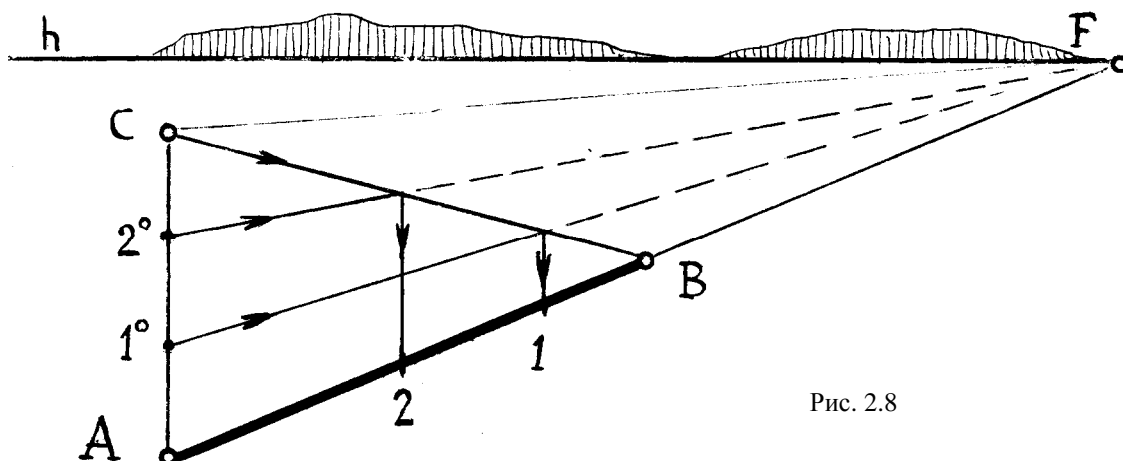


Рис. 2.8

Деление перспективы отрезка прямой на равные или пропорциональные части (применение делительного масштаба) используют при вычерчивании оконных и дверных проемов на перспективе фасада, перспектив лестниц, оград и т.д. Основано такое деление на известном положении планиметрии: параллельные прямые делят стороны угла на пропорциональные отрезки.

Чтобы разделить перспективу **AB** отрезка горизонтальной прямой на n равных (или пропорциональных) частей (рис. 2.9), принимают ее за одну сторону линейного угла. Другую сторону этого угла проводят параллельно линии горизонта через один из концов перспективы отрезка (например, через точку **A**), и принимают проведенную прямую за делительный масштаб. От точки **A** на делительном масштабе откладывают требуемое число n равных частей (например, шесть) произвольного размера. Через последнюю точку **B⁰** делительного масштаба и точку **B** перспективы отрезка **AB** проводят прямую до пересечения с линией горизонта **h** и отмечают точку **F₁**. Это точка схода перспектив горизонтальных прямых, параллельных прямой **BB⁰**. Через точку схода **F₁** и точки **1⁰, 2⁰, ..., 5⁰** делительного масштаба проводят прямые и отмечают точки их пересечения **1, 2, 3, 4, 5** с перспективой отрезка **AB**, которые разделили **AB** на шесть перспективно равных частей.

При делении **AB** на пропорциональные части, находящиеся в заданном отношении $l : m : n : \dots$, делят масштаб на пропорциональные части произ-

вольного размера, находящиеся друг к другу в том же отношении $l : m : n : \dots$. Дальнейшие построения аналогичны рассмотренному выше примеру (рис. 2.10).

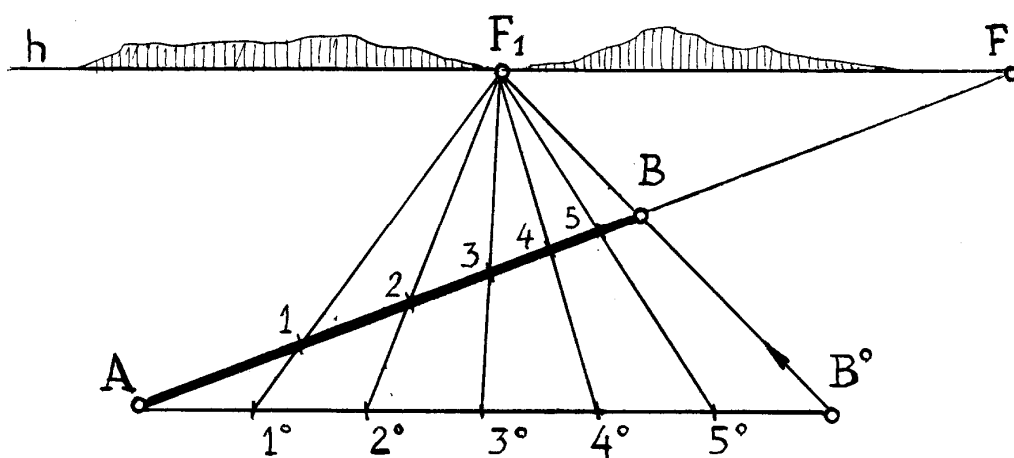


Рис. 2.9

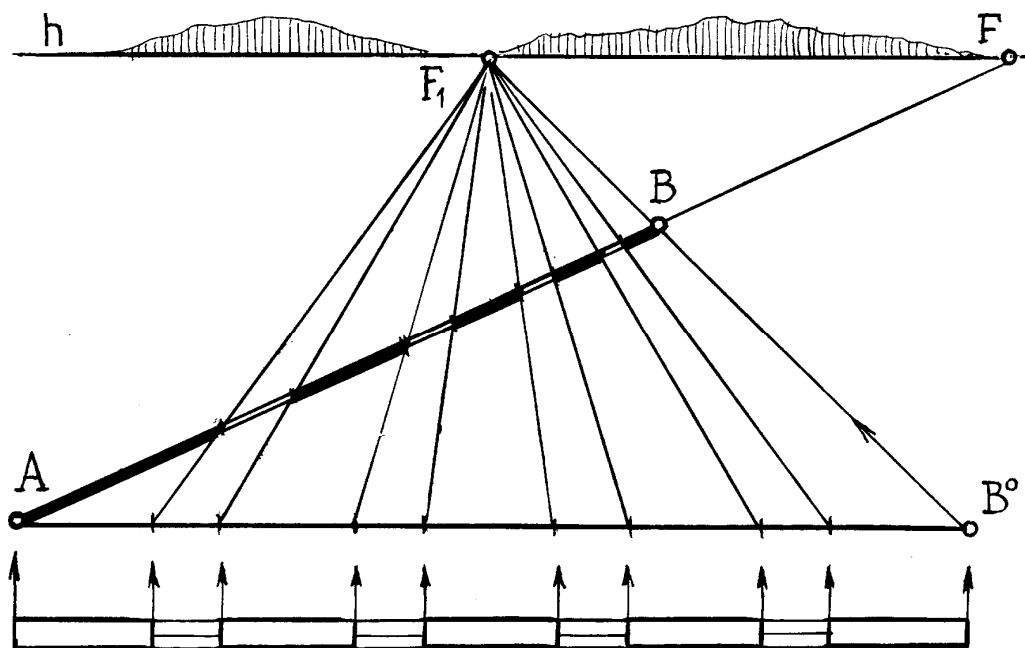


Рис. 2.10

На рис. 2.11 показано построение деления перспективы отрезка **AB** прямой общего положения. Указанные ранее действия можно выполнить с вторичной проекцией A_1B_1 этого отрезка. Полученные точки переносят на перспективу отрезка **AB** вертикальными прямыми.

Другой вариант пропорционального деления отрезка прямой общего положения требует нахождения точки схода F_1 этой прямой, что показано на

- 3) проводят линию, соединяющую риску карниза на полоске **С'** с точкой карниза на перспективе **С**, и параллельно этой линии через все риски бумажной полоски проводят прямые до пересечения с перспективой угла стены **ВС**;
- 4) полученные на перспективе угла засечки дают возможность построить горизонтальные линии сетки, которые имеют своей точкой схода известную ранее точку **F**;
- 5) другую полоску бумаги прикладывают к основанию фасада **АВ** и отмечают на ее кромке ширину оконных и дверных проемов, а также простенков (точки **1⁰**, **2⁰** и т.д.);
- 6) используя эту полоску как делительный масштаб, располагают ее параллельно горизонту, совместив крайнюю точку **В⁰** с основанием перспективы угла **В**. Затем через риски бумажной полоски проводят прямые в точку **F₁** (как на рис. 2.10). Точка **F₁** построена пересечением прямой, соединяющей крайнюю риску **А⁰** с левой точкой **А** перспективы основания стены, с линией горизонта **h**. Она является точкой схода перспектив пучка горизонтальных параллельных прямых, с помощью которых на основании перспективы стены **АВ** нанесены засечки для проведения вертикальных линий сетки;
- 7) линии сетки, взаимно пересекаясь, определяют контуры оконных и дверных проемов, а также простенков.

2.5 Построение перспективы окружности

Существует несколько способов построения, наиболее простой из них – построение отдельных точек этой окружности (восемь), вписанной в квадрат.

Предварительно строится квадрат с осями и диагоналями, затем определяются восемь точек: четыре точки (**1, 2, 3, 4**) касания к сторонам квадрата и четыре точки (**5, 6, 7, 8**) пересечения окружности с диагоналями квадрата (рис. 2.14). В перспективе для нахождения четырех точек на диагоналях квадрата можно использовать простое построение, применяемое в техническом рисунке:

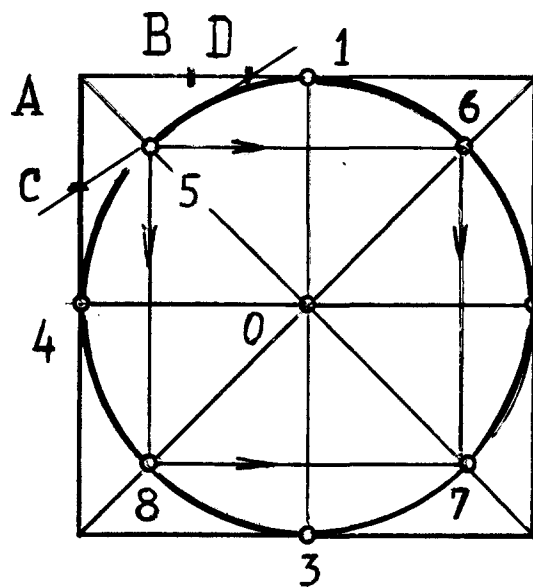


Рис. 2.14

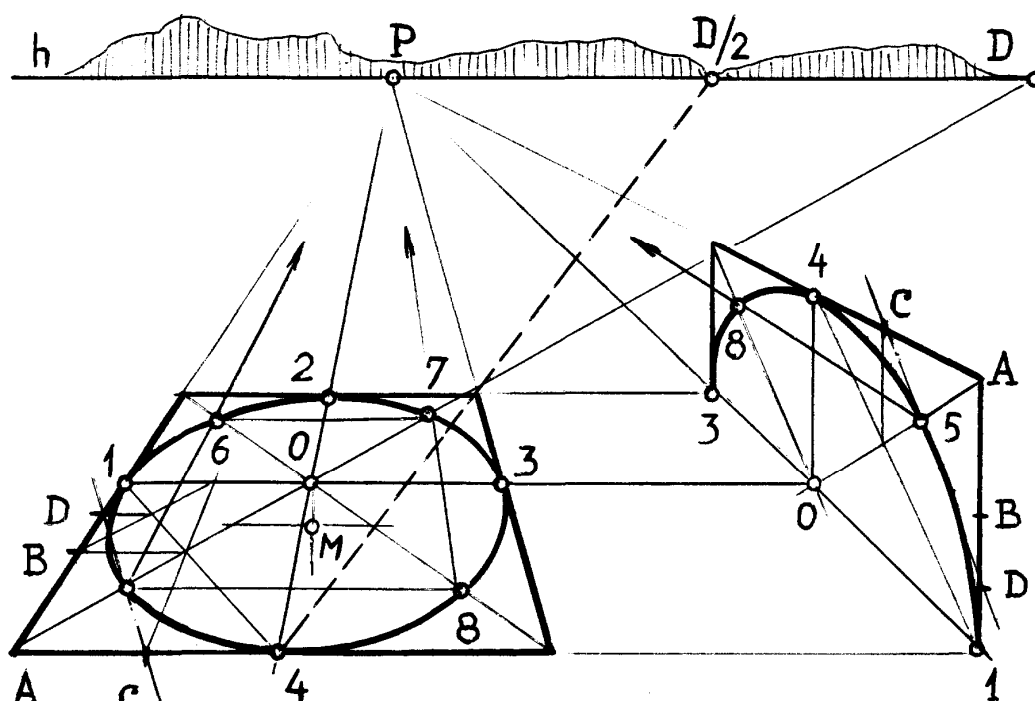


Рис. 2.15

- 2) при вершине **A** квадрата с помощью дополнительных диагоналей делят пополам половины смежных сторон, получают точки **B** и **C**;
- 3) отрезок **B-1** делят таким же образом пополам и получают точку **D**;
- 4) соединяют **C** и **D**, прямая **CD** в пересечении с диагональю квадрата даст точку **5**;
- 5) параллельным переносом находят положение остальных точек на диагоналях квадрата (**6, 7 и 8**);
- 6) плавно соединяют восемь точек, на ортогональном изображении (рис. 14) получается окружность, в аксонометрии и в перспективе – эллипс.

Построение перспективы окружности в горизонтальной плоскости показано на рис. 2.15.

Построению перспективы окружности предшествует создание перспективы квадрата. Если две стороны квадрата параллельны основанию картины, используют дистанционную точку **D**. Если дистанционная точка окажется за пределами чертежа, можно воспользоваться дробной дистанционной точкой **D/2**, проведя перспективу диагонали полуквадрата – прямую **4-D/2** (штриховая линия).

После построения перспективы квадрата определяют его центр пересечением диагоналей и проводят оси, одна из которых на чертеже параллельна горизонту, а другая имеет своей точкой схода точку **P** на линии горизонта. Оси квадрата в пересечении со сторонами дали точки **1, 2, 3, 4**.

Построение точек **5, 6, 7, 8** производят рассмотренным выше способом.

При вычерчивании кривой эллипса в перспективе необходимо иметь в виду, что точка **O** – перспектива центра (точка пересечения диагоналей квадрата) и точка **M** – геометрический центр эллипса не совпадают.

Построение перспективы окружности в вертикальной плоскости аналогично, что видно из чертежа.

Примеры построения перспективы с использованием делительного масштаба, вписыванием окружности и других операций даны на рис. 2.16, 2.17 и 2.18.

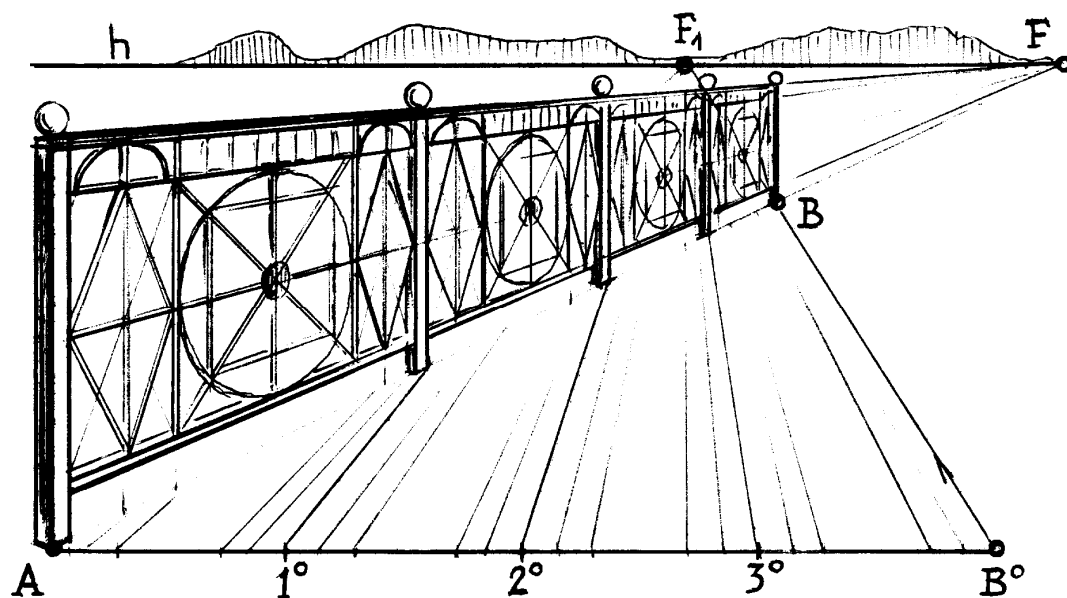


Рис. 2.16

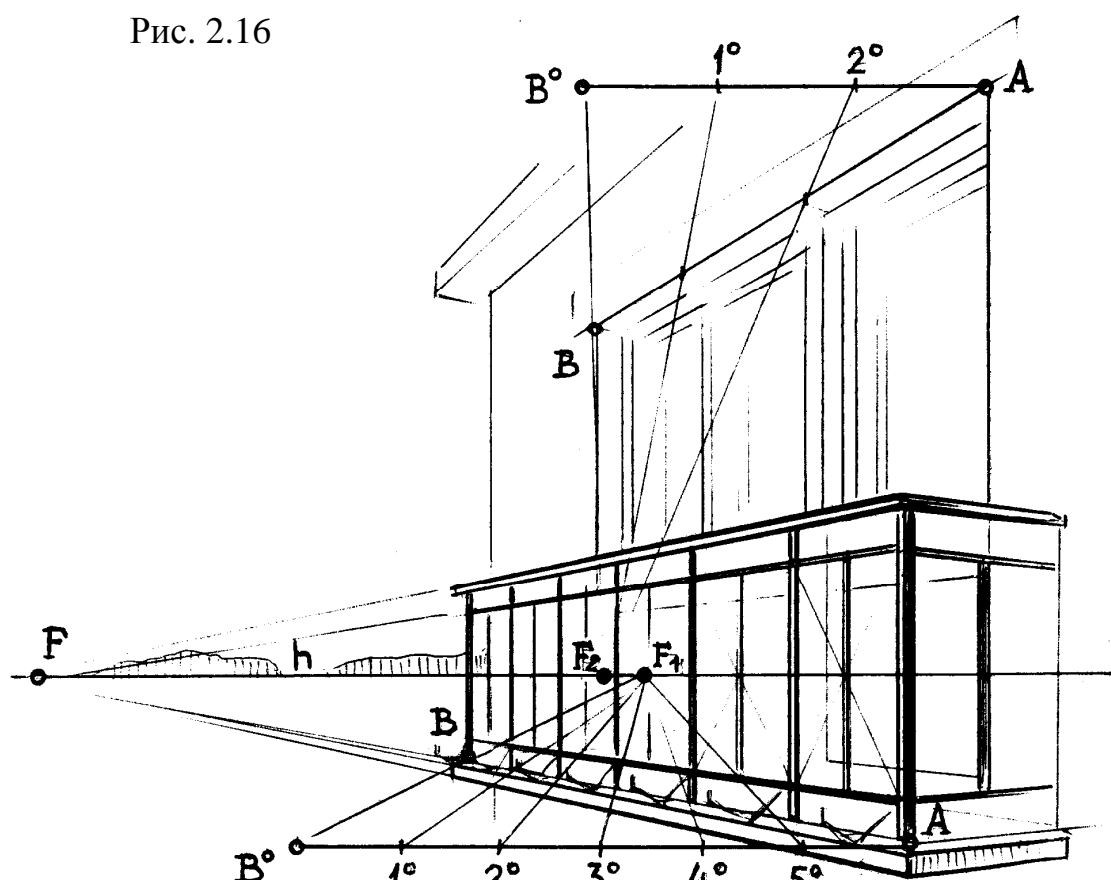


Рис. 2.17

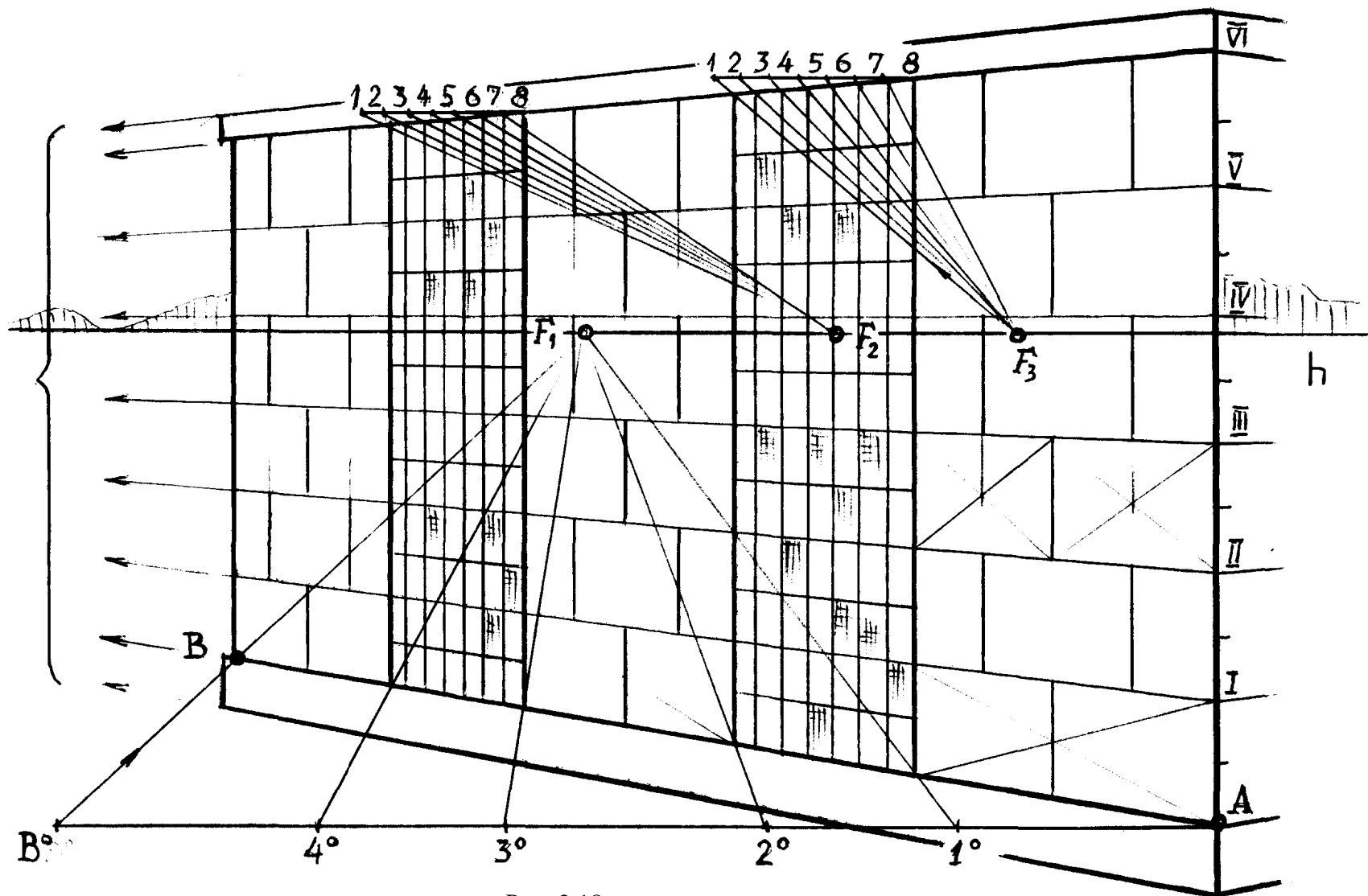


Рис. 2.18

2.6 Построение перспективы лестницы

Перспектива (рис. 2.19) построена методом архитекторов на основе вторичной проекции марша и его высоты подъема, заданной отрезком **BD**.

Вторичная проекция марша разделена на шесть равных частей (по числу ступеней) с помощью делительного масштаба AB^0 и точки M_2 .

Для точного построения ширины проступей, высоты подступенков и других элементов надо построить точки измерений M_1 и M_2 на линии горизонта **h**. Для этого найти точку **O**, поделив линию F_1F_2 пополам. Радиусом $OF_1 = OF_2$ из точки **O** провести дугу полуокружности выше горизонта. Из главной точки **P** провести перпендикуляр к линии **h** до пересечения с дугой полуокружности. Полученная точка S'_1 – совмещенная с картиной точка стояния. Расстояние $OS'_1 = D$, то есть удалению наблюдателя от плоскости картины.

Из центров F_1 и F_2 дугами $R_1 = F_1S'_1$ и $R_2 = F_2S'_1$ отметить точки M_1 и M_2 на линии горизонта. Полученная точка M_1 является точкой измерений всех прямых, имеющих своей точкой схода F_1 , а точка M_2 – для всех прямых, конечной точкой которых является F_2 . При этом все измеряемые отрезки должны быть соответственно совмещены с плоскостью картины.

Так, в плоскости картины отрезок AD^0 является в масштабе перспективы натуральной величиной высоты заложения марша, то есть натуральной величиной отрезка **BD**. Отрезок AB^0 – натуральной величиной отрезка **AB**, а отрезок AC^0 – натуральной величиной длины ступеней.

Разбив AD^0 и AB^0 на заданное число равных отрезков по числу ступеней в марше, и, используя точки схода F_1 и F_2 , точки измерений M_1 и M_2 , а также точку схода F_3 восходящих прямых CF_3 и AF_3 , проводят дальнейшие построения, которые понятны из чертежа (рис. 2.19).

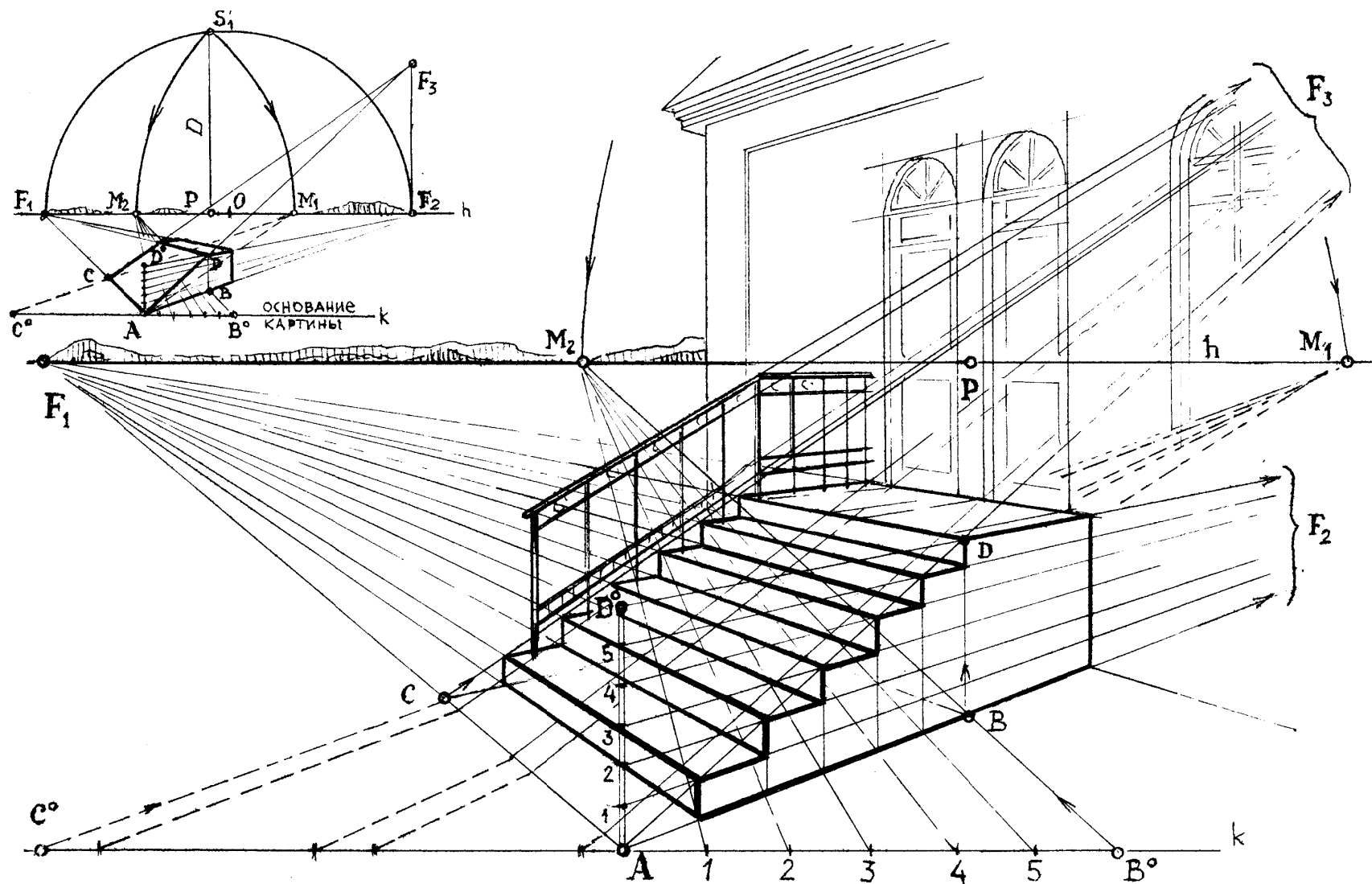


Рис. 2.19

3. ТЕНИ В ПЕРСПЕКТИВЕ

Проекционные чертежи, выполняемые в процессе проектирования, помимо удобноизмеримости и метрической определенности, должны быть наглядными и должны давать возможно более полное представление о композиции и внешнем облике здания, о его пластическом решении в деталях. Достичь этого можно с помощью построения теней. Построение тени на ортогональном чертеже, в аксонометрии и перспективе состоит из следующих этапов:

- 1) выполнение контуров (границ) теней точными приемами геометрических построений;
- 2) выявление и передача на чертеже градаций освещенности с учетом физических закономерностей.

Ниже рассматриваются примеры построения теней в перспективе, применительно к зданиям и их фрагментам, а также основные графические изобразительные приемы. Эти примеры помогут студентам при выполнении задания по теме «Перспектива здания».

Тени обогащают изображение, делают его еще более выразительным и убедительным, а с применением графических изобразительных приемов придают максимальную наглядность перспективе. Свободное рисование теней не имеет проекционной связи с элементами здания и не дает возможности выявления и устранения ошибок в пропорциях будущего сооружения.

3.1 Построение теней в перспективе

Для придания перспективным изображениям большей выразительности строят собственные и падающие тени изображенных объектов. В основу этих построений положены геометрические предпосылки теории теней, рассмотренные ранее при изучении начертательной геометрии. Не повторяя их заново, перейдем к конкретным примерам построения, на которых покажем некоторые особенности, присущие этим методам.

Построение теней в перспективе имеет много общего с аналогичными построениями в аксонометрии. Так же как и в аксонометрии, в перспективе для построения теней необходимо задать направление светового луча и иметь на чертеже его вторичную проекцию. Но поскольку в основе перспективы – центральное проецирование, а не параллельное, то и лучевые прямые, их проекции, параллельные в пространстве, имеют в перспективе свои точки схода.

Так как источник света S считается удаленным в бесконечность, то вторичная проекция его должна быть на линии горизонта. В зависимости от направления лучей и положения источника света относительно зрителя и картины возможны следующие три основные схемы теней (рис. 3.1).

На **первой** из них солнце находится позади зрителя, слева. При этом точка схода проекции лучей расположена на горизонте S_1 , точка схода самих лучей (перспектива солнца S) – ниже горизонта на одной вертикали с точкой S_1 .

На **второй** схеме солнце расположено перед зрителем. Теперь перспектива солнца (S) находится впереди зрителя выше горизонта на одной вертикали с точкой S_1 .

На **третьей** схеме лучи света параллельны картинной плоскости, поэтому они изображаются и на перспективе параллельными, а вторичные их проекции – параллельными основанию картины, т.е. горизонтальными.

Очевидные удобства построений по третьей схеме позволяют использовать ее для выполнения задания. Все дальнейшие примеры будут даны по этой схеме.

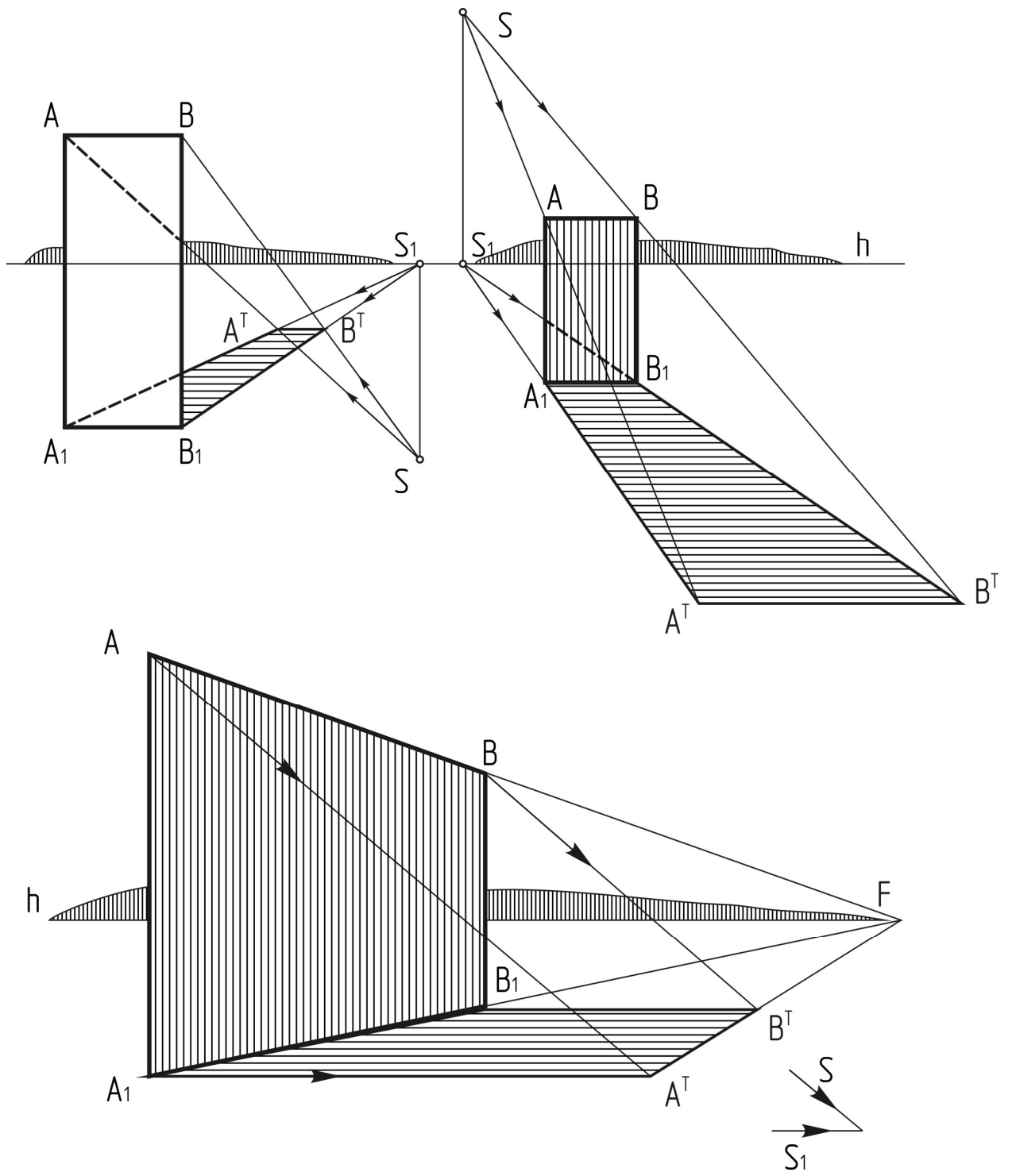


Рис. 3.1

3.2 Основные приемы построения

Лучи света, падая на поверхность какого-либо тела, образуют на ней освещенную и неосвещенную часть (рис. 3.2). Тень, образующаяся на неосвещенной части предмета, называется собственной тенью.

Линия, разделяющая на поверхности предмета освещенную и затененную части, называется контуром собственной тени (линия AOB). В свою очередь, данный предмет отбрасывает тень на тела, находящиеся позади него. Тень, образующаяся от одного предмета на другом, называется **падающей** тенью, а ее внешняя граница – **контуром падающей тени** (линия AO^TB).

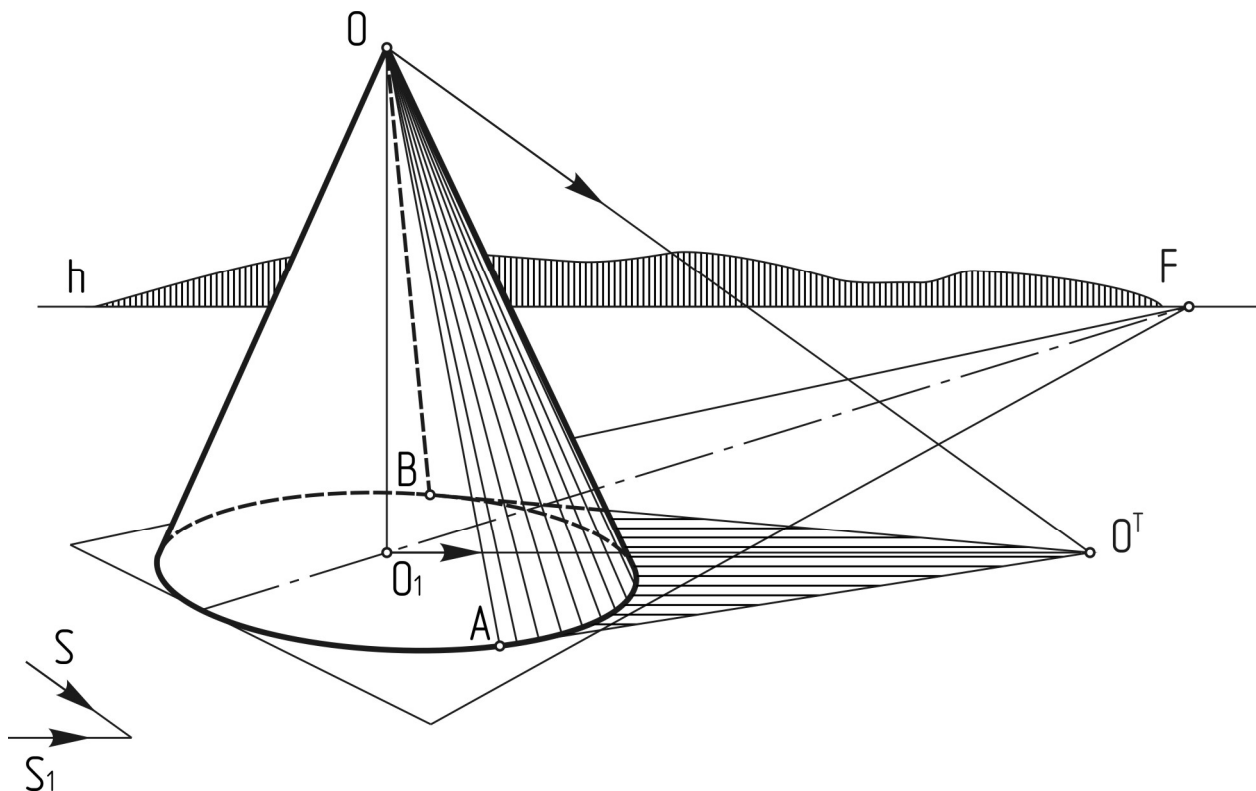


Рис. 3.2

Рассматривая рис. 3.2, мы видим, что между контуром собственной и падающей тени существует прямая связь: оба контура образуются лучевой поверхностью, как бы обертывающей данный предмет и пересекающей затем предметную плоскость.

Иными словами, **контур падающей тени является тенью**

контура собственной тени.

Таким образом, нашей задачей является построение контуров теней. Выявление градаций освещенности внутри зоны тени и света будет рассмотрено ниже.

При выполнении задания используем три основных способа построения теней:

1) **способ следа луча** – основан на том, что тень, падающая от точки, является следом луча, проведенного через эту точку, т.е. луч S встречается с предметной плоскостью в той точке O^T , где он пересекается со своей вторичной проекцией S_1 (рис. 3.2).

2) **способ лучевых сечений** – состоит в том, что при построении теней как собственных, так и падающих предметы рассекаются плоскостями, параллельными лучу света, т.е. параллельными плоскости картины. Так на рис. 3.3 лучевая плоскость α (рассекает предмет по линии 1_1122_1 , на которой и будет падающая тень от прямой AA_1 отрезками 1_11 и $1A^T$. Этим способом можно построить собственные и падающие тени любых поверхностей, хотя и построения могут быть весьма насыщенными и сложными.

3) **Способ обратных лучей** – применяется, как правило, для построения падающих теней от одного предмета на другой. Способ заключается в определении точек пересечения контуров падающих теней от одной и другой модели на предметной плоскости. Из этих точек затем проводятся **обратные лучи** до пересечения с контуром собственной тени предмета, на котором строится тень от другого предмета.

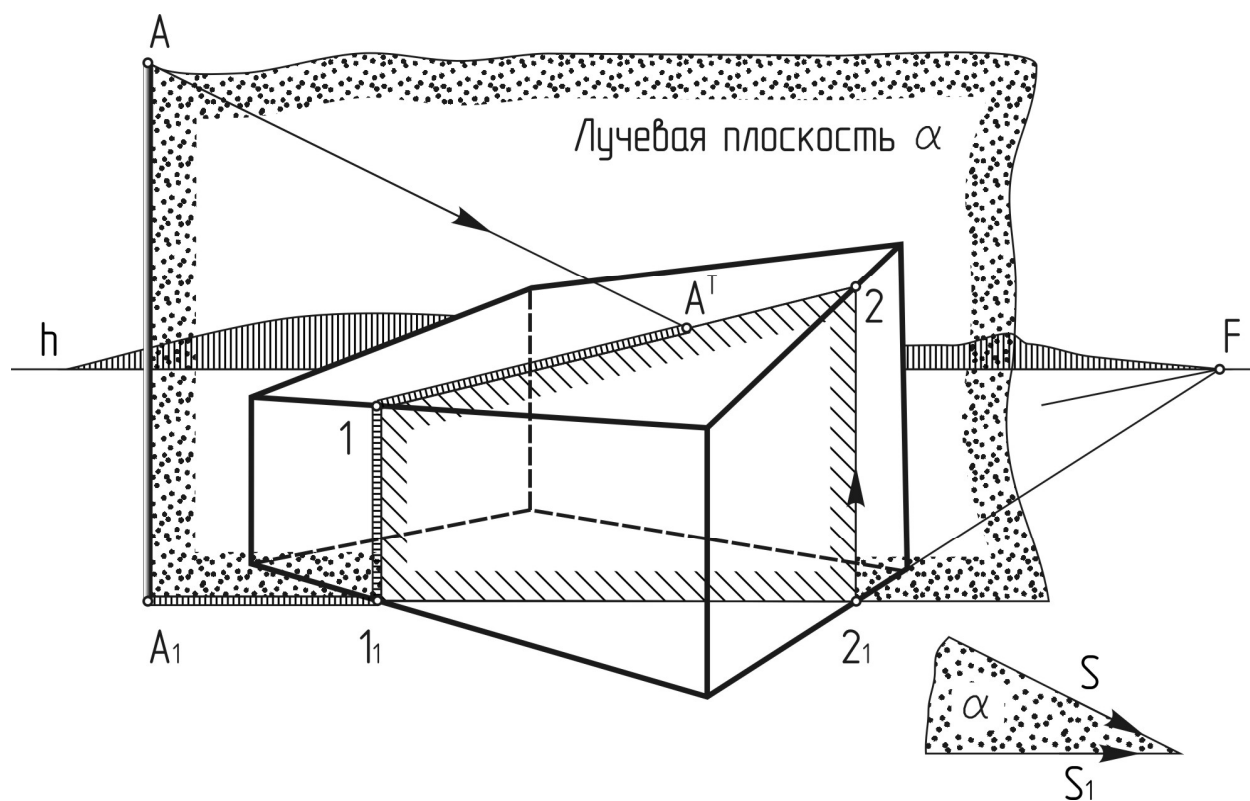


Рис. 3.3

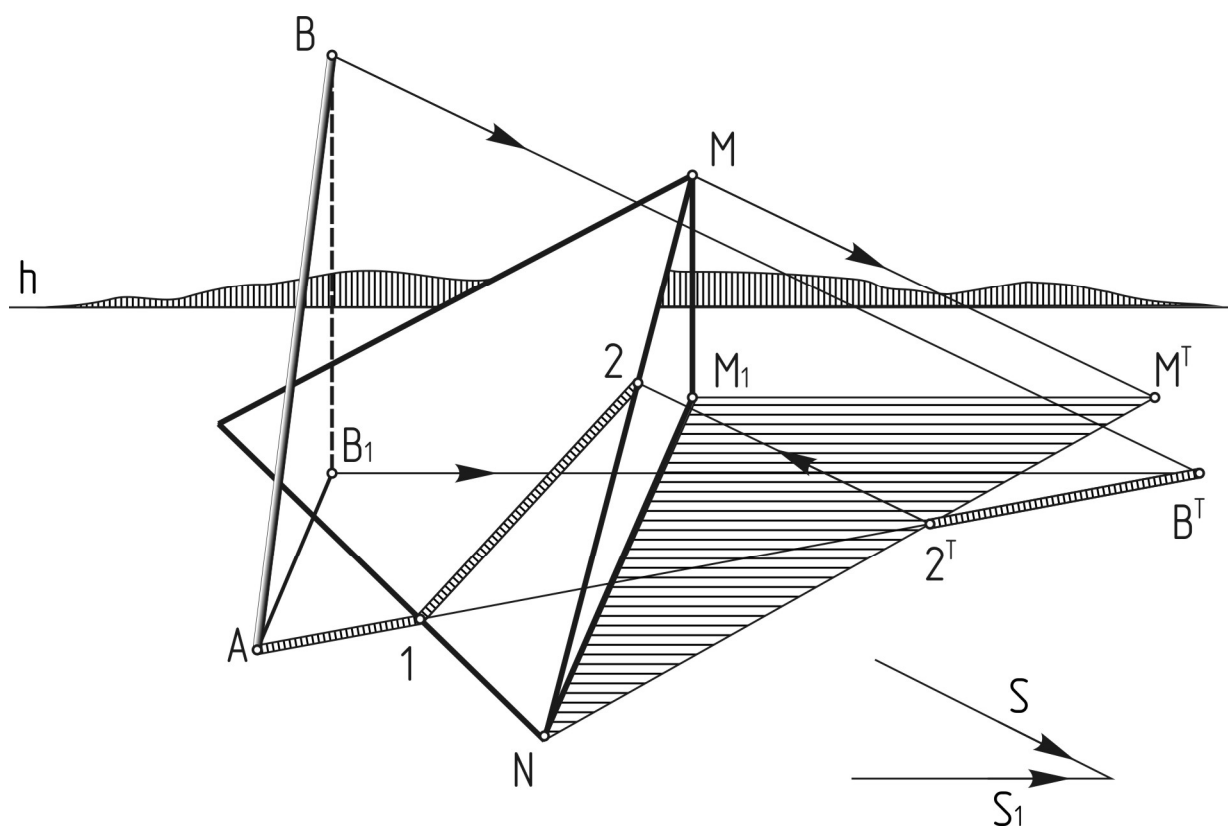


Рис. 3.4

Так, на рис. 3.4 падающая тень от прямой AB состоит из трех отрезков - $A_1, 1-2$ и $2^T B^T$. На предметной плоскости построен контур падающей тени предмета и тень прямой AB . Точка 2^T в пересечении контура NM^T с те-

ную прямой AB^T **обратным** лучом перенесена на контур собственной тени предмета, т.е. на ребро NM . Далее построение видно из чертежа.

Способ обратных лучей очень прост и дает возможность легко строить характерные точки падающей тени - ее пересечения с контуром собственной тени.

3.3 Тень от точки и отрезка прямой на горизонтальные и вертикальные плоскости

Для получения тени от точки A (рис. 3.5) на чертеже через точку A и ее вторичную проекцию проводят соответственно луч S и его вторичную проекцию S_1 до их взаимного пересечения. Полученная точка A^T – след луча на предметной плоскости, т.е. тень от точки A .

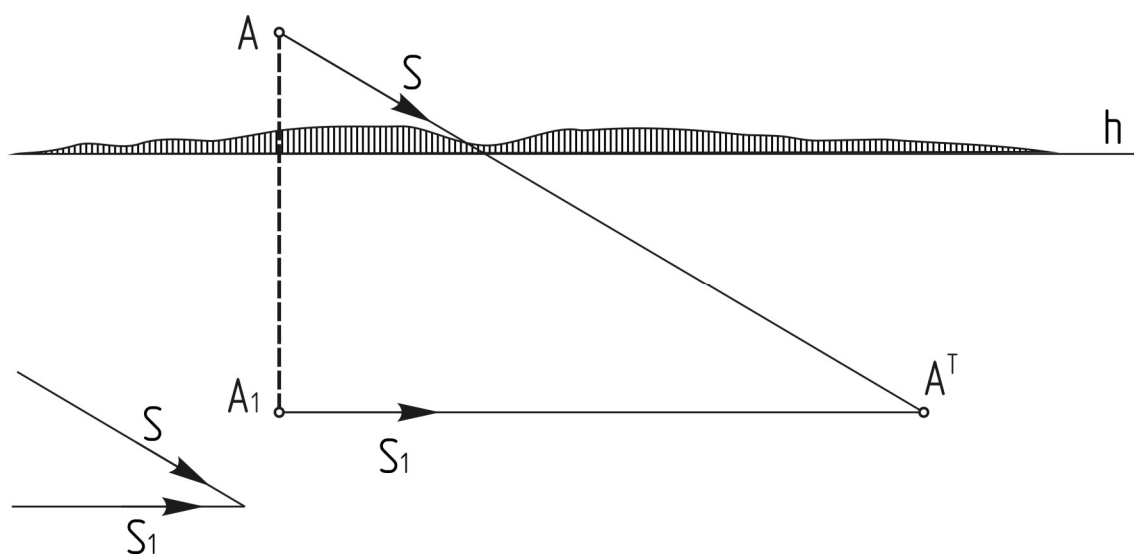


Рис. 3.5

Для нахождения тени от отрезка различного положения методом следа луча учитывают следующие положения начертательной геометрии:

1) если прямая перпендикулярна горизонтальной плоскости, то ее тень на этой плоскости совпадает со вторичной проекцией светового луча или параллельна ей (рис. 3.6 и рис. 3.7);

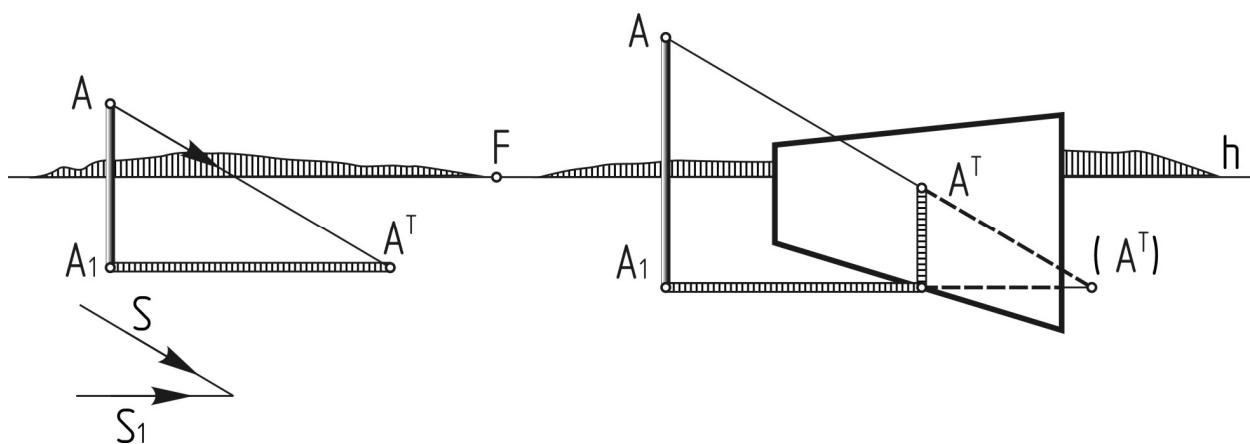


Рис. 3.6

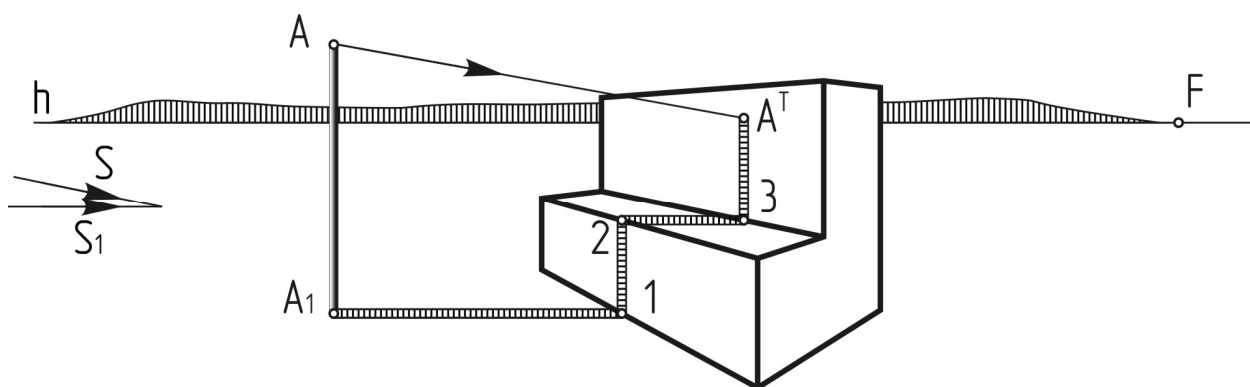


Рис. 3.7

2) если прямая параллельна какой-либо плоскости, то ее тень на этой плоскости параллельна прямой. Для вертикальных прямых их параллельность своим теням на вертикальных плоскостях сохраняется и в перспективе (рис. 3.6,б; рис. 3.7), а для горизонтальных прямых эта параллельность в пространстве учитывается в перспективе общей точкой схода **F** на линии горизонта (рис.3.8, рис.3.9).

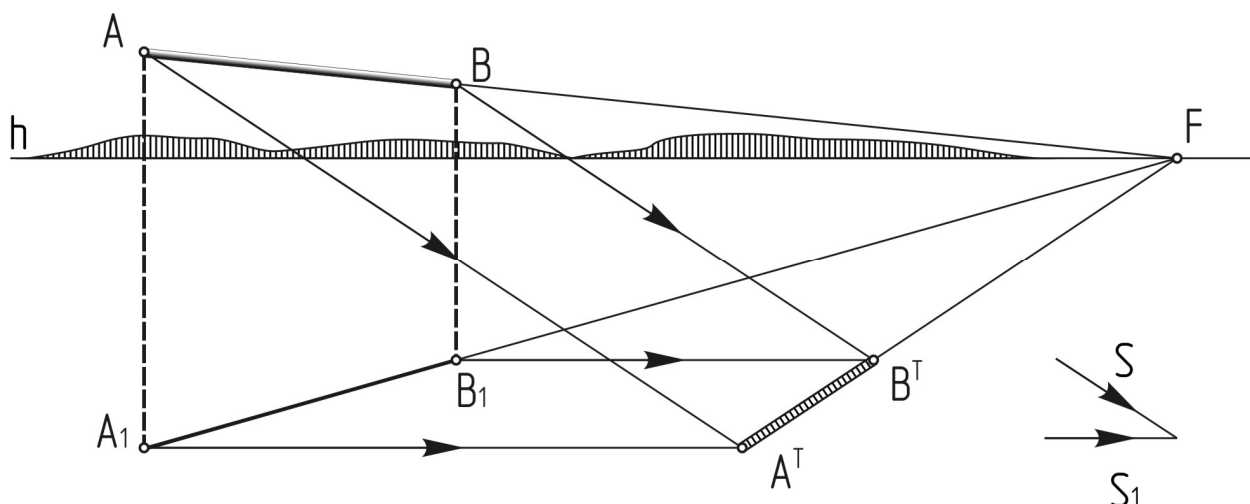


Рис. 3. 8

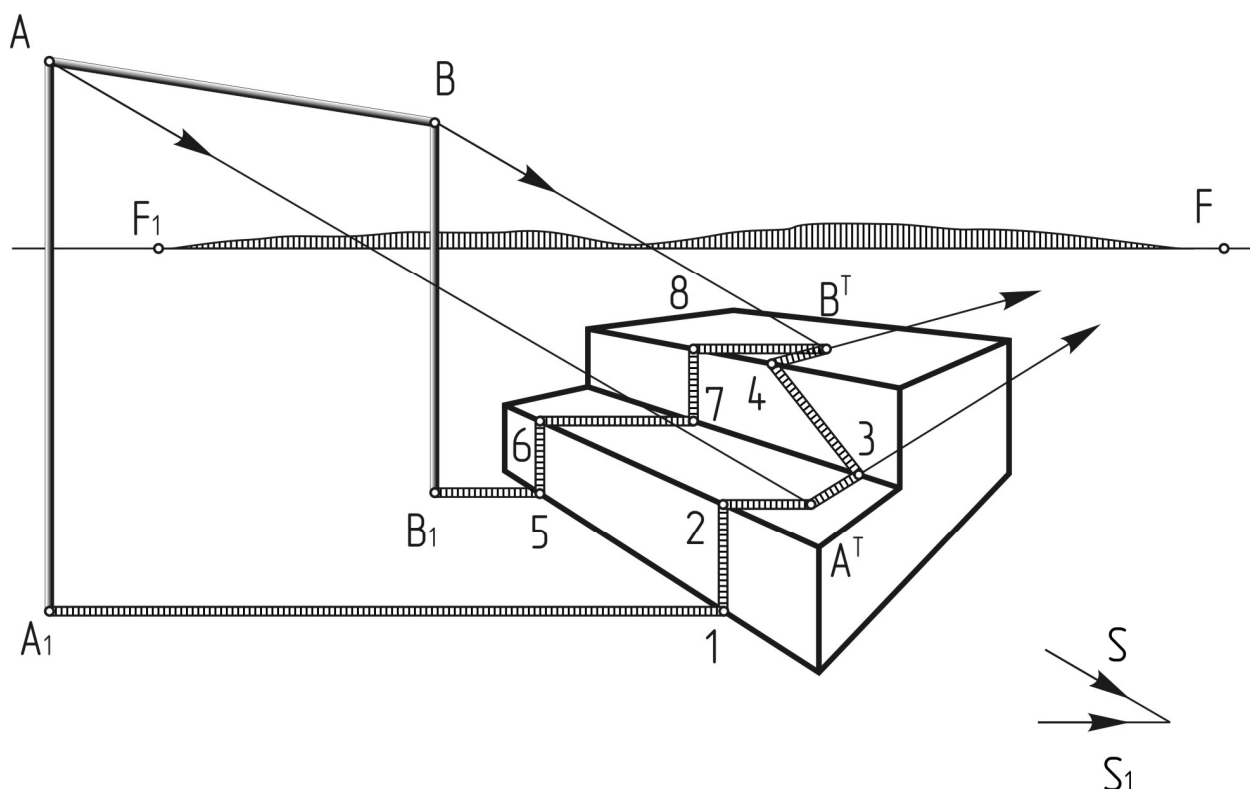


Рис. 3.9

На рис. 3.9 тени от вертикальных прямых AA_1 и BB_1 либо совпадают с направлением вторичной проекции светового луча S_1 (отрезки A_11 и B_15 на предметной плоскости), либо ему параллельны на горизонтальных площадках предмета (отрезки **6-7**, $8B^T$ и $2A^T$). На вертикальных плоскостях предмета тени от прямых AA_1 и BB_1 им параллельны (отрезки **1-2**, **5-6** и **7-8**).

Тени от горизонтальной прямой AB на горизонтальных площадках предмета имеют общую точку схода F на линии горизонта (отрезки A^T3 и $4B^T$). Отрезок тени **3-4** получен по построению: сначала построена тень B^T , затем проведен отрезок $B4$ с направлением в точку F , аналогично найдена тень точки A – A^T , и проведен отрезок A^T3 с направлением в точку F , наконец, соединены точки **3** и **4**.

На рис. 3.10 показано построение тени от стержня AK (кронштейна), выходящего из плоскости вертикальной стены под прямым углом.

Тень от точки **A** построена методом следа луча. Затем на стержне **AK** нужно взять одну произвольную точку, например, **M** и построить от нее тень. Соединив тень **A^T** с тенью **M^T**, которые расположены в предметной плоскости, продолжим линию **A^TM^T** до пересечения с основанием стены, а затем точку перегиба тени **1** соединим на плоскости стены с основанием стержня **K**.

Если тень от вспомогательной точки **M** попадет на стену (рис. 3.12), то построение тени нужно начинать, соединив основание стержня **K** с полученной тенью **M^T** вспомогательной точки **M** до места перегиба - основания стены и закончить построение ломаной линии тени, соединив точку перегиба **1** с тенью **A^T** точки **A**.

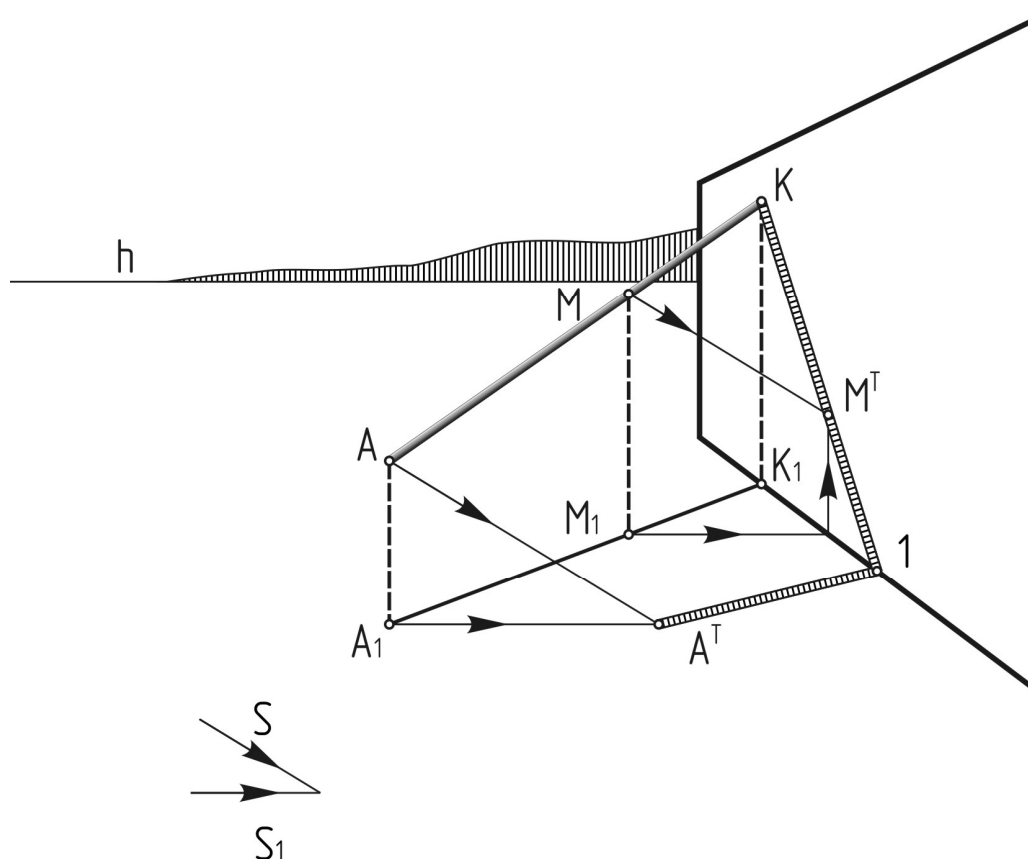


Рис. 3.12

На основании предыдущих построений выполним перспективу падающей тени от вертикальной стенки на лестницу и тени от ступеней лестницы на предметную плоскость – поверхность земли и другие поверхности (рис. 3.13).

рез их основания, т.е. через точки **Е** и **К** от точек перегиба **2** и **1** (аналогично рис. 3.10). Остальные построения ясны из чертежа.

Пример построения тени в перспективе от выступающих элементов здания на плоскость стены и плоскости оконных ниш даны на рис. 3.14.

1. Тень от карниза построена с помощью вспомогательной точки **М**, взятой произвольно на выступе карниза, т.к. карниз параллелен плоскости стены, то его тень имеет с перспективой карниза общую точку схода на линии горизонта. Левая крайняя точка карниза **К** определяет дальнейшее построение его тени, что видно из чертежа.

2. Тень от оконных откосов в нише проема строится на примере точки **1** или **2**. Вертикальный откос имеет свою тень также вертикальной, а горизонтальный откос и его тень имеют общую точку схода на линии горизонта.

3. Тень падающая от балконной плиты определяется контуром собственной тени этой плиты. Итак, контур собственной тени балконной плиты состоит из отрезков: **NA**, **AB**, **BC** и **CD**. Построена мнимая тень (A^T) от точки **A**, на этой же линии в перспективе находится тень от точки **B**. Зная точку схода параллельных линий, можно провести контур тени (A^T)**B^T** от отрезка **AB** на плоскость стены.

В оконных нишах эта тень смещена и построение ее показано, на чертеже.

Отрезок **BC** параллелен стене здания, т.е. его тень **B^TC^T** расположена вертикально.

Основания отрезков **AN** и **CD** точки **N** и **D** соединить соответственно с полученными ранее тенями (A^T) и **C^T** точек **A** и **C**.

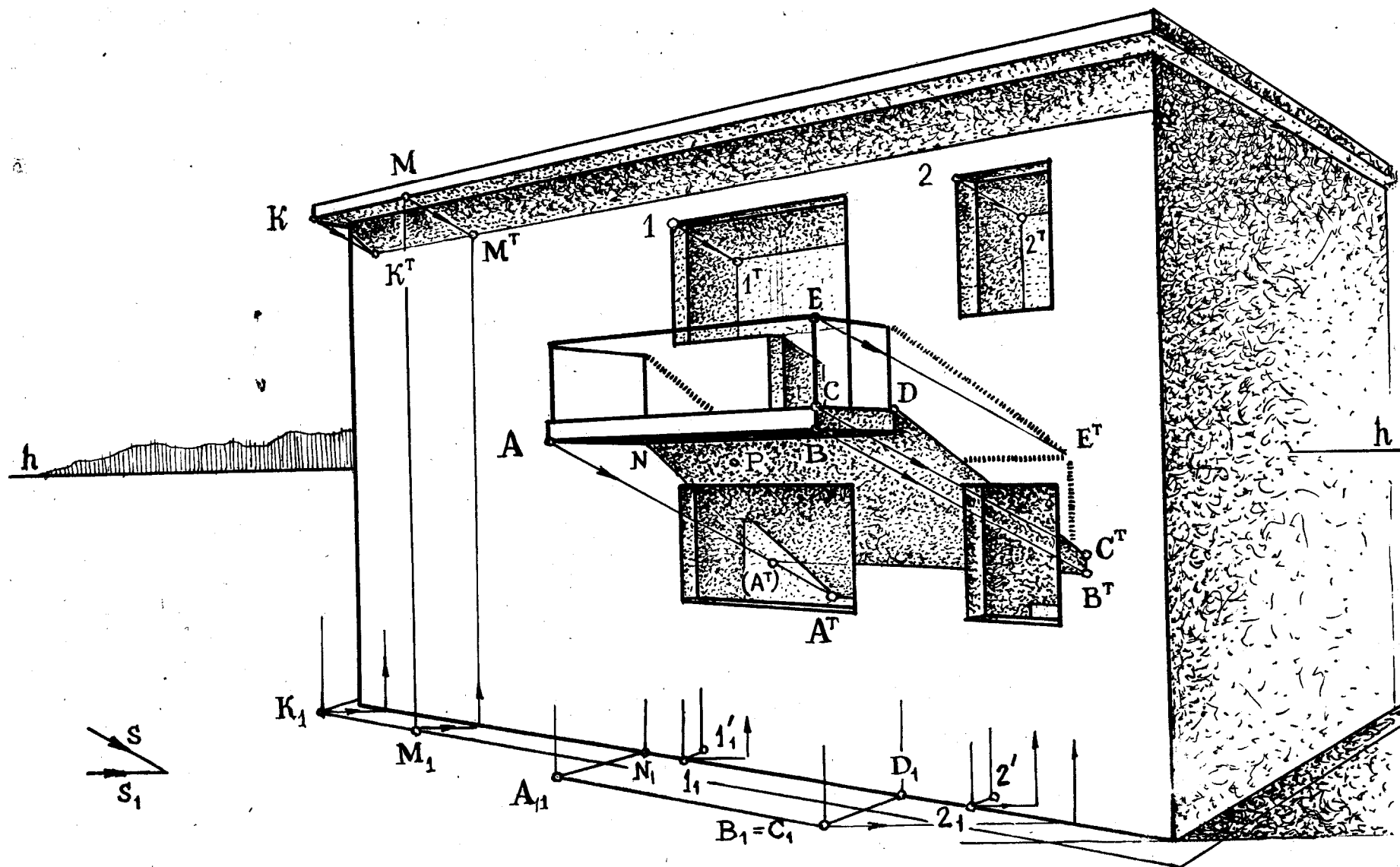
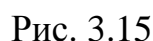


Рис. 3.14

Аналогичные построения необходимо выполнить при наличии других архитектурных и конструктивных элементов, выступающих из плоскости стены (пояски, пилястры, колонны, козырьки над входной дверью и т.д.). Задача упрощается тем, что почти все перечисленные элементы здания имеют горизонтальные и вертикальные ребра и плоскости, параллельные или перпендикулярные плоскости стены здания

Основным приемом построения падающих теней на наклонную плоскость является метод лучевых плоскостей, отмеченный ранее на рис. 3.3. Тень от вертикального стержня на наклонную плоскость крыши (рис. 3.15) построена в следующем порядке.



1. Проведена вертикальная лучевая плоскость, параллельная картине, через вертикальный отрезок $и$, естественно, через его вторичную проекцию. Основание этой плоскости, т.е. горизонтальный след, пересекается с основа-

ниями вертикальных стен в точках 1_1 и 2_1 . Поднимем эти точки на контур наклонной кровли (точки 1 и 2) и выделим общий контур сечения – трапецию $1_1 1 2 2_1$.

2. Полученное сечение, вертикальный отрезок AA^K и луч S находятся в одной лучевой плоскости α . Проведя луч S через точку A до пересечения с контуром сечения, найдем в пересечении точку A^T – тень от точки A . Соединив ее с основанием мачты (точка A^K), получим падающую тень от мачты на наклонной плоскости крыши здания.

Используя описанные приемы, покажем на примере построение падающей тени от трубы на крышу (рис. 3.16).

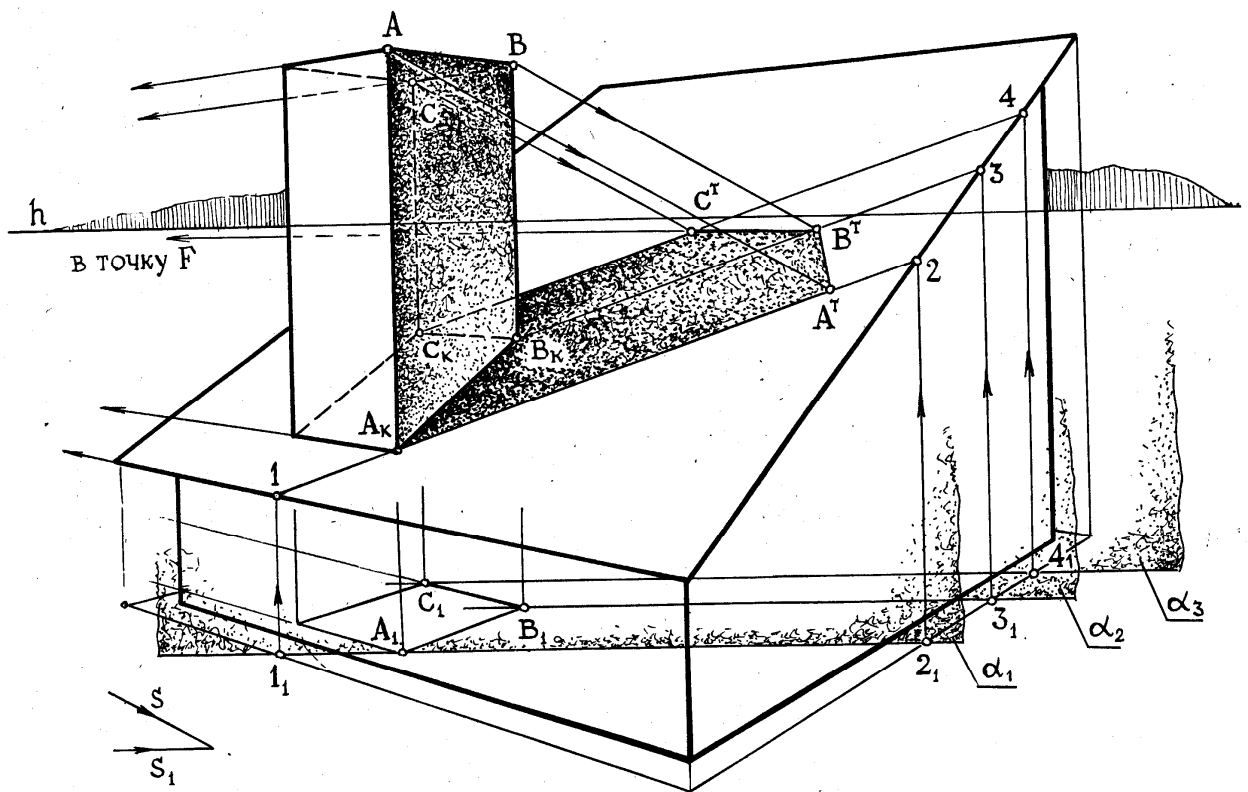


Рис. 3.16

1. Определим контур собственной тени призмы трубы. Это отрезки $A^K A$, AB , BC , CC^K , от которых и нужно строить контур падающей тени.

2. Проводим первую лучевую плоскость α через отрезок $AA^K A_1$ и найдем его падающую тень на крыше – точка A^T (как на рис. 3.15).

3. Аналогичное построение нужно провести, построив тень от точки B с помощью второй лучевой плоскости α_2 (точка B^T).

4. Соединив точки A^T и B^T , получим тень от отрезка AB трубы.

5. Отрезок BC трубы параллелен крыше, поэтому построение его тени связано с точкой B и общей точкой схода F_1 на линии горизонта. Прямая, идущая из точки B^T в точку схода F_1 в пересечении с лучом, проведенным из точки C трубы, даст тень от этой точки – C^T .

6. Соединив C^T с основанием этого угла трубы (точкой C^K) с учетом видимости отрезка прямой, завершим построение контура падающей тени от трубы.

Аналогичные построения нужно проводить для нахождения падающих теней на наклонные плоскости крыши от других элементов, имеющих место быть на кровле здания: коробок вентиляционных каналов, слуховых окон, антенн и т.д.

3.5 Построение теней отдельных элементов здания

На рис. 3.17 построена тень от конька AB , падающая на крышу пристройки и тень от ближайшего свеса высокой крыши на стену пристройки.

1. Тень A^T точки A строим при помощи секущей лучевой плоскости, проведенной через точку A . Горизонтальный след лучевой плоскости пересекает вторичную проекцию пристройки по точкам 1_1 и 2_1 (свес и конек). Найдем эти точки на перспективе свеса и конька пристройки – точки **1** и **2**. На пересечении луча, выходящего из точки A с линией **12** и будет отмечена тень точки A – A^T .

2. Продолжим разжелобок MN до пересечения с коньком в точке **3** и соединим **3** искомой прямой с A^T .

3. Продолжим разжелобок MN до пересечения с продолжением свеса AD в точке **4** и соединим точку **4** с точкой A^T , получим искомую тень.

4. Построим тень от точки D на стену пристройки – точка D^T .

Точка D – это пересечение двух отрезков – свеса AD и карниза DM . Отрезок AD параллелен стене пристройки, значит, его тень будет ему параллельна, а на перспективе эти две прямые будут иметь общую точку схода

выше горизонта.

5. Отрезок **DM** перпендикулярен стене пристройки, найдем его пересечение с этой стеной (по вторичной проекции) – точка **5** – и закончим построение тени свеса крыши, соединив точки **D^T** и **5**.

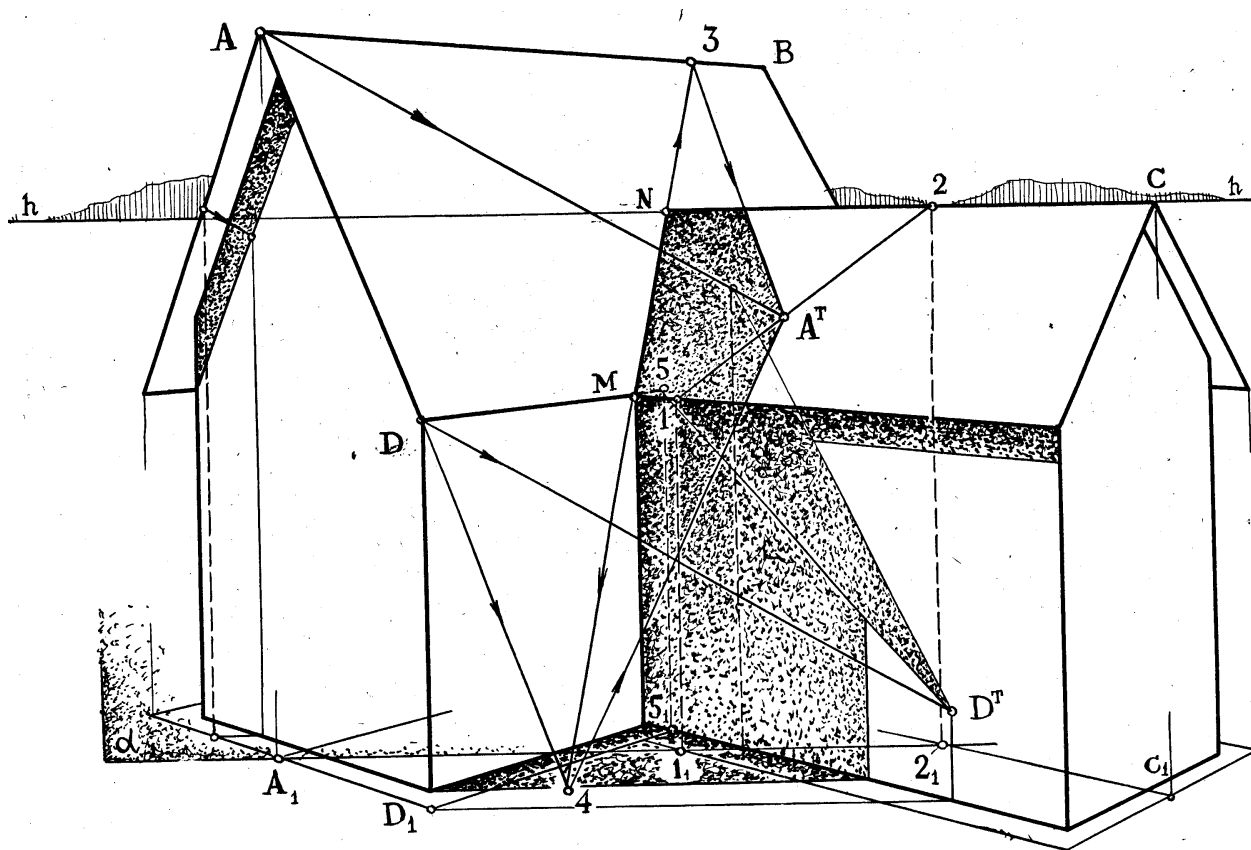


Рис. 3.17

3.6 Построение теней здания

Используя приведенные примеры, ведем построение от крупных форм к мелким деталям (рис. 3.18).

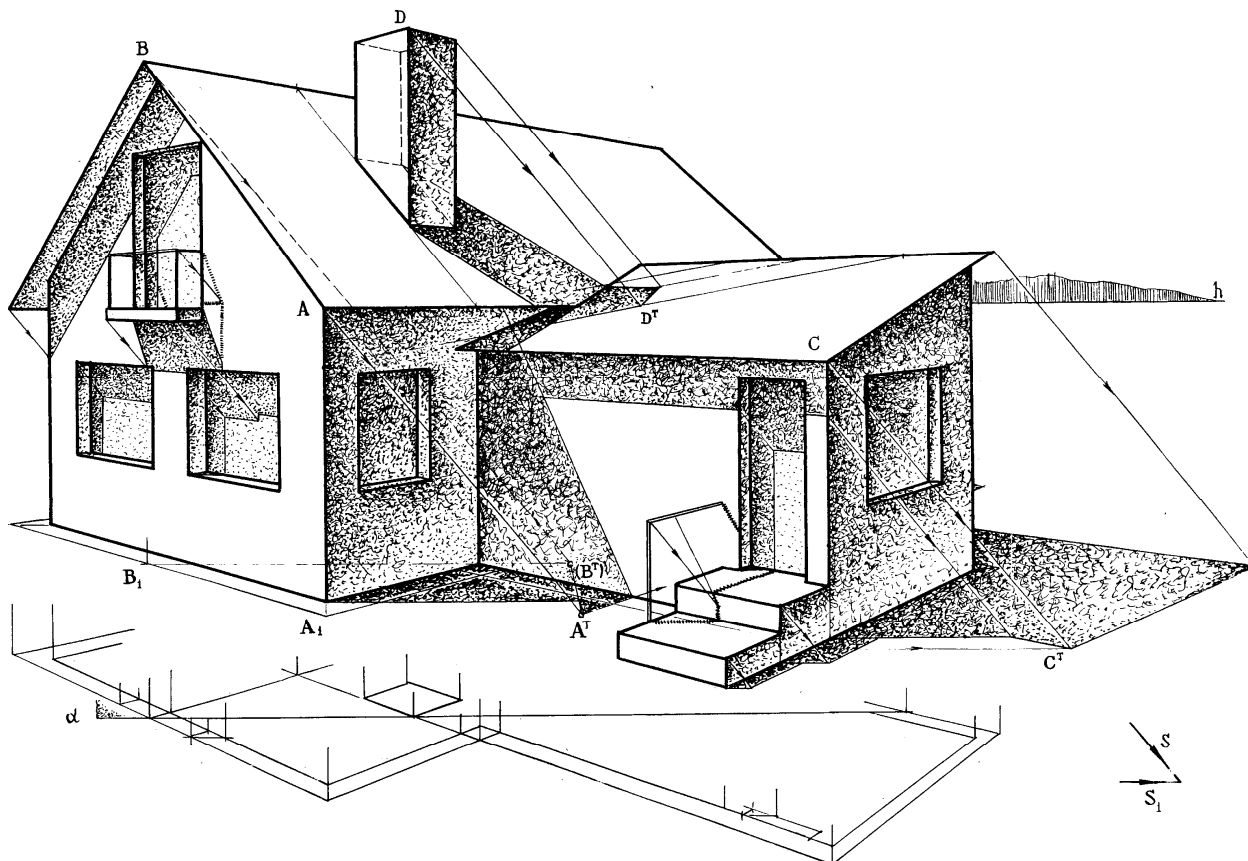


Рис. 3.18

Если взята низкая линия горизонта, то необходимо использовать опущенный план, так как исходный план "смятый" и его применение может привести к значительным ошибкам. Выбор угла наклона светового луча связан с конструкцией здания и главная задача при этой - дать максимально наглядное графическое изображение на плоскости чертежа всех архитектурных и конструктивных элементов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИ СПИСОК

1. Короев Ю.И. Начертательная геометрия: учебник / Ю.И. Короев. – 3-е изд., стер. – Москва: Кнорус, 2011. – 422 с.: ил. – (Специальность «Архитектура»). – Библиогр.: с. 415. – Предм. указ.: с. 416-418. – ISBN 978-5-406-00571-2.
2. Крылов Н.Н. Начертательная геометрия: Учебник для вузов / Н.Н. Крылов, Г.С. Иконникова, В.Л. Николаев, В.Е. Васильев; Под ред. Н.Н. Крылова. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2001. – 224 с.: ил. – Библиогр. в конце кн. – ISBN 5-06-003651-0.