

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI  
OLIY VA O`RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

QARSHI DAVLAT UNIVERSITETI

" Tasviriy san'at va muhandislik grafikasi "   
 kafedrası

5110800 – *Tasviriy san'at va muhandislik grafikasi* yo'nalishi talabalari uchun  
Chizma geometriya (Perspektiva) fanidan

**MA'RUZALAR MATNI**

(Rus tilida)

Tuzuvchi:

katta.o'qituvchi.T.Astanov

QARSHI - 2017 y

## **1- Лекция. Краткие сведения о перспективе. Перспектива плоской фигуры, лежащей в предметной плоскости**

*Перспектива* – изображение, построенное на основе центрального проецирования. Такие изображения более наглядны по сравнению с аксонометрическими.

Объясняется это тем, что аппарат центрального проецирования наиболее близок к аппарату зрительного восприятия.

Способы изображения формы предметов независимо от их физических качеств изучаются в разделе начертательной геометрии, называемом *геометрической перспективой*.

Геометрическая перспектива делится на:

- *линейную* (изображение строится на вертикальной плоскости);
- *панорамную* (на цилиндрической поверхности);
- *купольную* (на внутренней поверхности сферы);
- *плафонную* (на горизонтальной плоскости).

В данном случае будет рассматриваться только линейная перспектива.

К основным элементам перспективного аппарата относятся (рисунок 1):

*K* – *картинная плоскость* (или *картина*);

*T* – *предметная плоскость* (земля);

*t-t* – *основание картины*;

*S* – *точка зрения* (или *центр проекций*, или «*глаз*»);

*s* – *точка стояния*;

*h-h* – *линия горизонта*;

[*SP*] – *главный луч картины*;

*P* – *главная точка картины*.

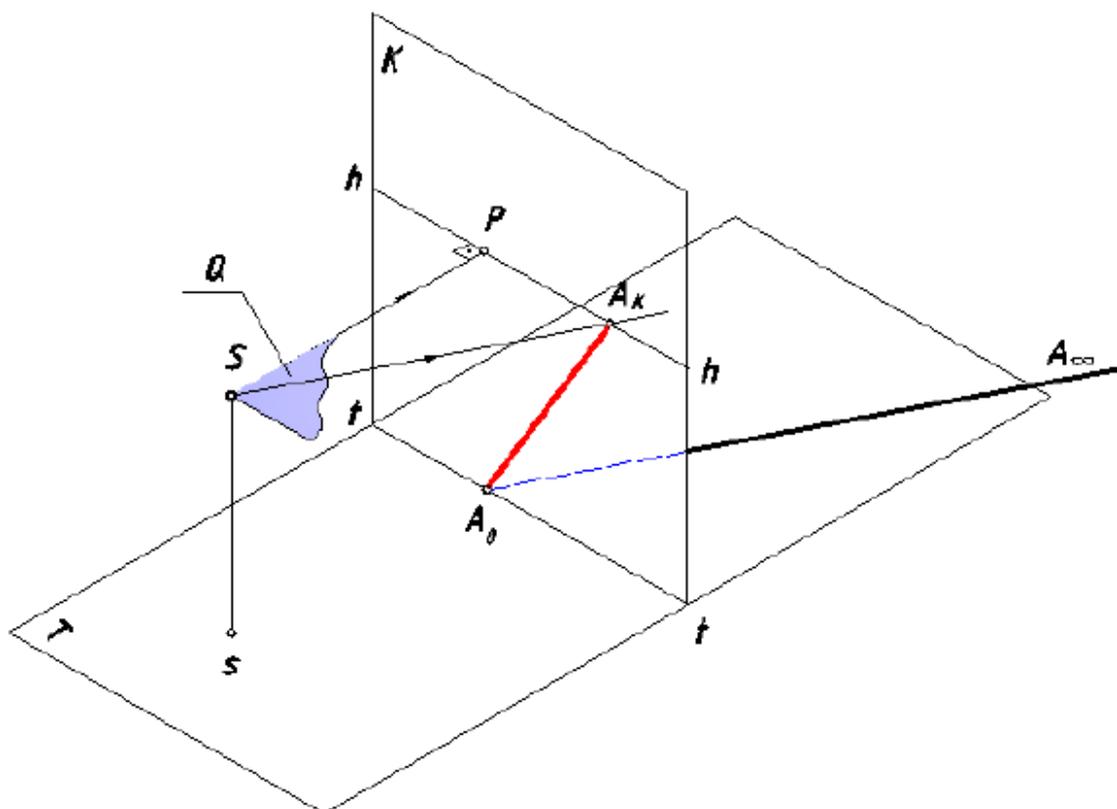


Рисунок 1 – Аппарат для построения перспективы

Пусть на предметной плоскости находится прямая линия. Если через точку зрения  $S$  провести в каждую точку прямой проецирующий луч, то их множество образует плоскость, которая пересечет картину  $K$  по прямой линии. Следовательно, перспективным изображением прямой будет прямая линия.

На рисунке 2 дана плоская фигура, представляющая собой очертание плана здания. Построение перспективы объемных предметов начинают с построения перспективы вторичных проекций предмета.

Существует множество способов построения перспективных изображений. Решим поставленную задачу **методом архитекторов**, который удобно применять в том случае, если изображение содержит семейства параллельных прямых.

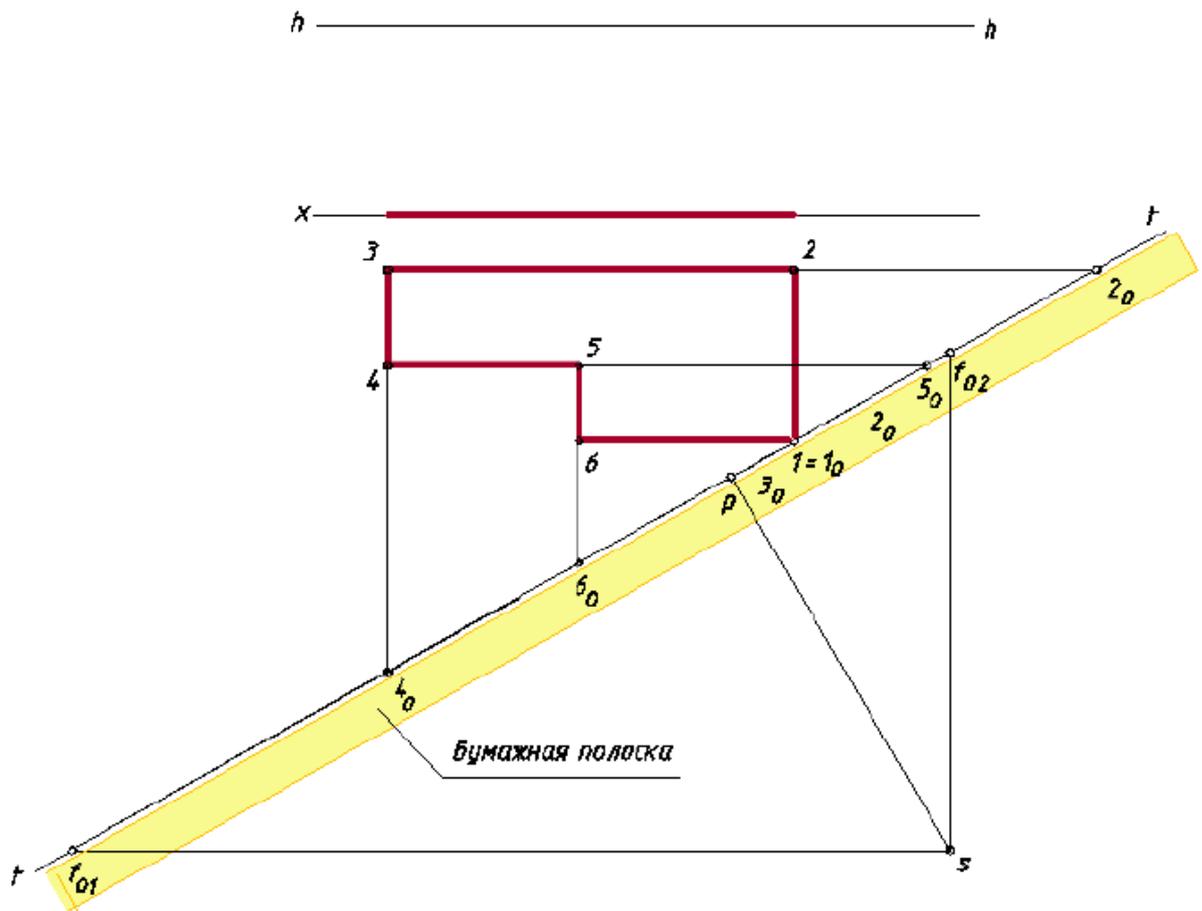


Рисунок 2 – Плоская фигура (план здания)

Проведем через вершину  $1$  картинную плоскость, которая на эюре отобразится основанием  $t-t$ . Выберем точку зрения  $S$ , которая спроецируется на данном чертеже в точку стояния  $s$ .

У параллельных прямых, содержащих точки  $1-6$ ,  $5-4$  и  $2-3$ , общая несобственная точка  $F1$  (на эюре показана ее проекция на основание картины точка  $f_01$ ).

Для ее нахождения из точки зрения  $S$  проводим луч, им параллельный, до пересечения с картиной. Поскольку проведенный луч параллелен предметной плоскости, его точка пересечения с картиной будет находиться на линии горизонта. Точка схода другого семейства прямых – точка  $F2$ .

Определим «начальные точки» всех прямых линий на основании картины  $1_0$ ,  $2_0$ ,  $4_0$ ,  $5_0$  и  $6_0$ . Проведем главный луч картины. Построение перспективы картины начнем с ее основания  $t-t$ , проведя произвольную горизонтальную прямую  $t-t$ . С помощью бумажной полоски зафиксируем точки, построенные

на эпюре, и перенесем их на картину (рисунок 3). Построим линию горизонта параллельно линии  $t-t$  на расстоянии, взятом с эпюра (расстояние между осью  $x$  и  $h-h$ ).

По точкам  $f_{01}, f_{02}$  и  $p_0$  определяем  $F_1, F_2$  и  $P$  на линии горизонта.

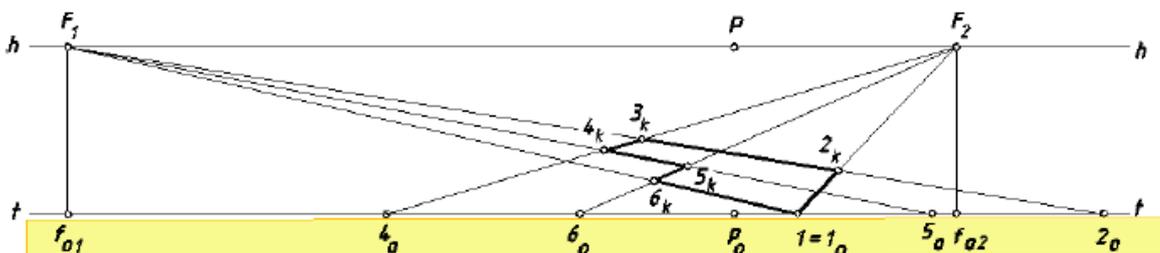


Рисунок 3 – Перспектива плоской фигуры

Строим перспективные изображения параллельных прямых с точками схода  $F_1$  и  $F_2$ . Поскольку точки  $1, 2, \dots, 6$  принадлежат одновременно двум семействам параллельных прямых, то на пересечении соответствующих определяем перспективные изображения точек  $2_k, 3_k, 4_k, 5_k$ , и  $6_k$ . Соединив построенные точки соответствующим образом, получаем картину плоской фигуры.

Заметим, что центральную проекцию предмета можно построить при любых точках зрения (за исключением особых), любом положении картины и линии горизонта. Но при этом далеко не всегда полученное изображение будет наглядным. При построении перспективного изображения предмета необходимо соблюдать условия, при которых можно достичь желаемого результата.

## 2 - Лекция. Рациональный выбор элементов перспективы.

### Перспектива объемного объекта

**Выбор картинной плоскости** осуществляется следующим образом. Картинную плоскость проводят либо через ребро здания под углом  $\alpha = 25 \dots 35^\circ$  к плоскости фасада, либо располагают параллельно одной из диагоналей, проведенных на плане здания (рисунок 4).

На рисунке картинная плоскость проведена параллельно диагонали, показанной точечной линией. При этом угол между основанием картины и передними плоскостями фасадов оказывается в рекомендуемых пределах.

При выборе *линии горизонта* ее высоту принимают равной 1,6...1,8 метра, что примерно соответствует высоте человеческого роста, или в зависимости от предмета на половине высоты предмета (например, здания).

При одновременном построении перспективы большого количества объектов высота горизонта выбирается на уровне 100 метров и более. Такую перспективу называют *перспективой с птичьего полета*.

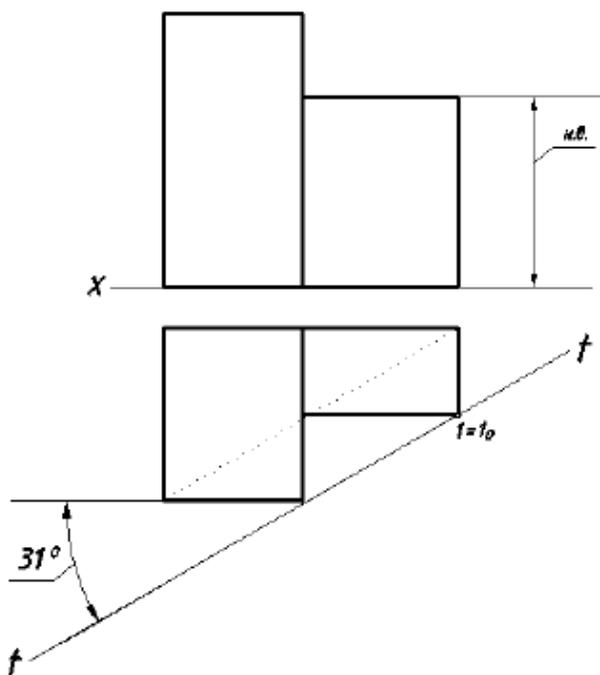


Рисунок 4 – Проведение картинной плоскости на эпюре

**Выбор точки зрения** осуществляется установлением следующих взаимосвязанных элементов перспективы:

- удаление точки зрения от объекта (дистанция);
- положение главного луча;
- положение картины;
- положение линии горизонта.

Расстояние от точки зрения до плоскости картины должно быть не менее одного и не более трех наибольших габаритных размеров сооружения (рис. 5).

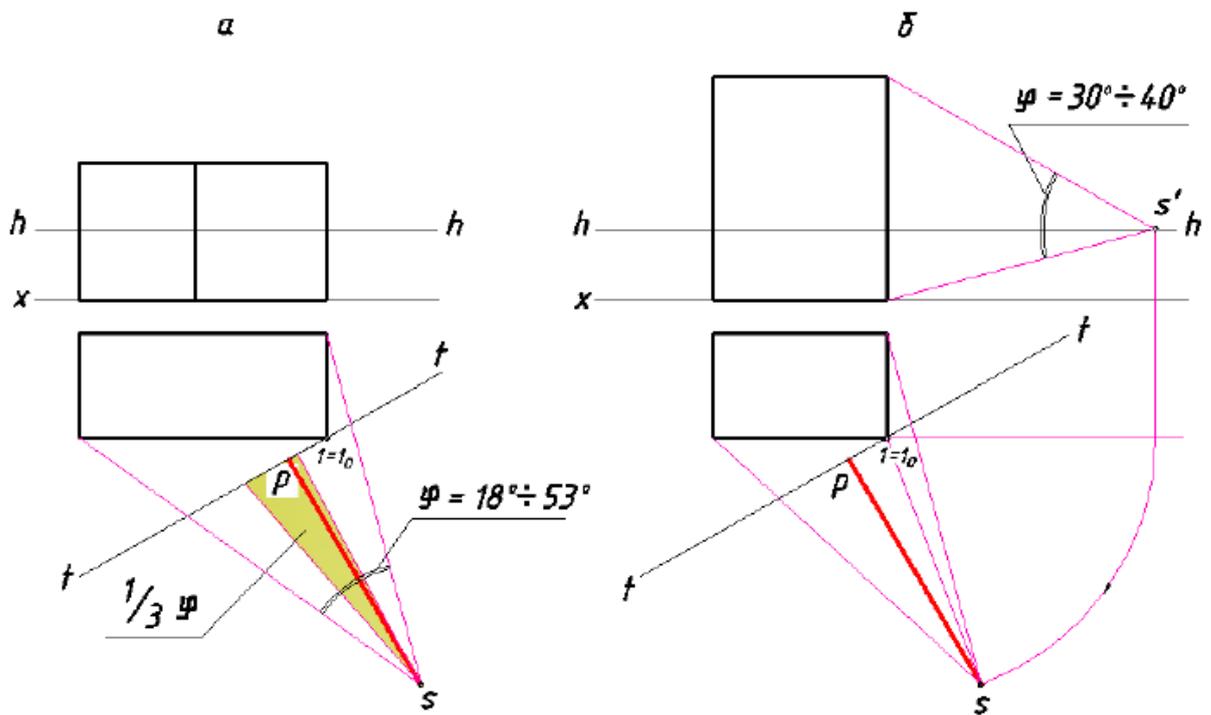


Рисунок 5 – Выбор точки зрения

Точка зрения выбирается т. о., чтобы из нее просматривалась наиболее полно форма предмета. Для этого *угол зрения* – между крайними лучами в плане должен быть равен  $18 \dots 53^\circ$  (рисунок 35а). Если объект высокий, необходимо проконтролировать, чтобы этот угол не выходил за эти пределы в вертикальной плоскости (рисунок 5б). Оптимальное значение  $\varphi = 30 \dots 40^\circ$ . Главный луч картины не должен выходить за пределы  $\frac{1}{3}$  угла  $\varphi$ , как показано на рисунке выше.

Пусть требуется построить перспективу объемного сооружения (рисунок 6). На ортогональном чертеже проведем картинную плоскость, линию горизонта и выберем точку зрения согласно вышеизложенным рекомендациям. и нахождение начальных точек параллельных прямых.

Определим начальные точки каждого семейства параллельных прямых и их точки схода. С помощью бумажной полоски перенесем на основание картины полученные точки. Построим линию горизонта, на которой отметим точки  $P, F1$  и  $F2$ .



ную прямую, на которой от этой точки отложим натуральную величину высоты сооружения, взятую с ортогонального чертежа (рисунок 8).

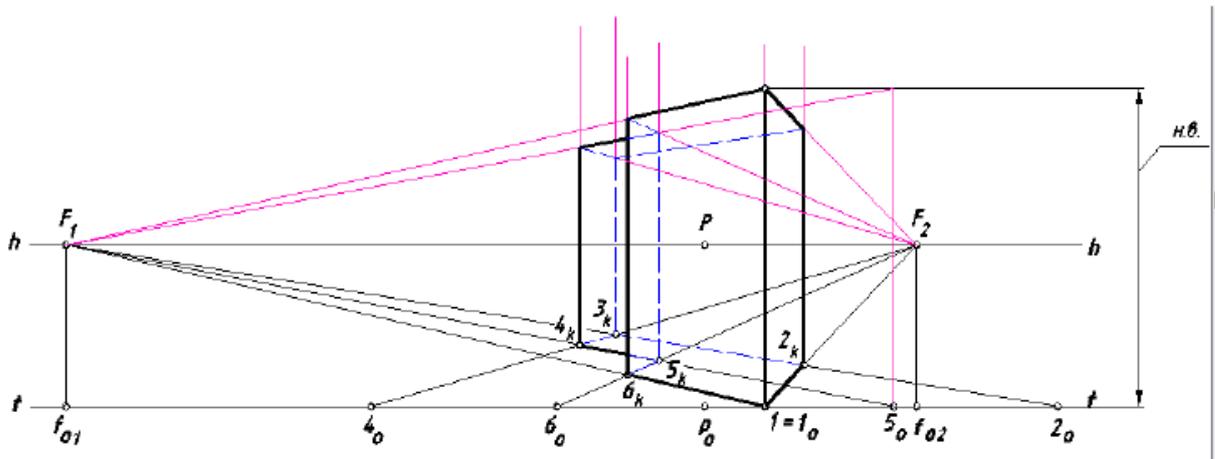


Рисунок 8 – Построение горизонталей в перспективе

Заметим, что на перспективном чертеже только одно вертикальное ребро, находящееся в картинной плоскости, отображается без искажения.

Проведем через вершины плоской фигуры вертикальные прямые, у которых, согласно допущению линейной перспективы, не имеется точек схода. Построим горизонтальные прямые с точками схода  $F1$  и  $F2$ , проходящие через верхнюю точку ребра, лежащего в картинной плоскости. Пересечение этих прямых с вертикальными линиями, проходящими через точки  $2_k$  и  $6_k$ , позволяет обрисовать две видимые грани данного сооружения (рисунок 8).

Проводя горизонтальные прямые через остальные верхние точки вертикальных ребер, завершаем построение других видимых и невидимых граней сооружения.

Невидимые фрагменты на завершенной картине не показывают (рисунок 9).

Исходный ортогональный чертеж и картина в приведенном примере выполнены в одном масштабе. Поскольку в этом случае перспективное изображение получается довольно мелким, рекомендуется для построения картины применять масштабувеличения, согласовывая его с размерами листа формата. При этом величины отрезков, которые переносятся с ортогонального чертежа, увеличиваются в координатных направлениях  $X$  и  $Y$

на картине в нужное количество раз увеличения, согласовывая его с размерами листа формата.

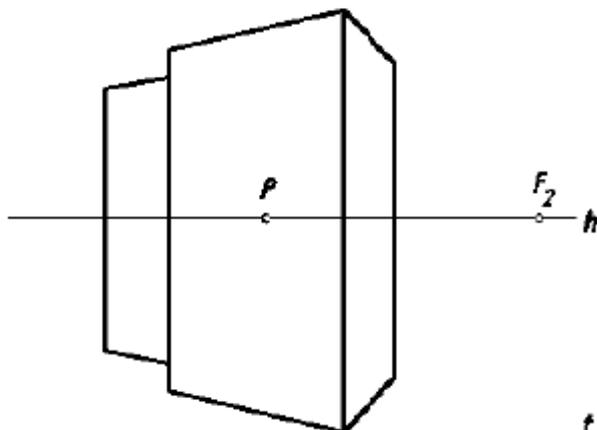


Рисунок 9 – Завершающий этап построения перспективы

При этом величины отрезков, которые переносятся с ортогонального чертежа, увеличиваются в координатных направлениях  $X$  и  $Y$  на картине в нужное количество раз.

По данному ортогональному чертежу построим перспективу лестницы с прямыми барьерами (рисунок 10) и покажем некоторые другие приемы построения картины.

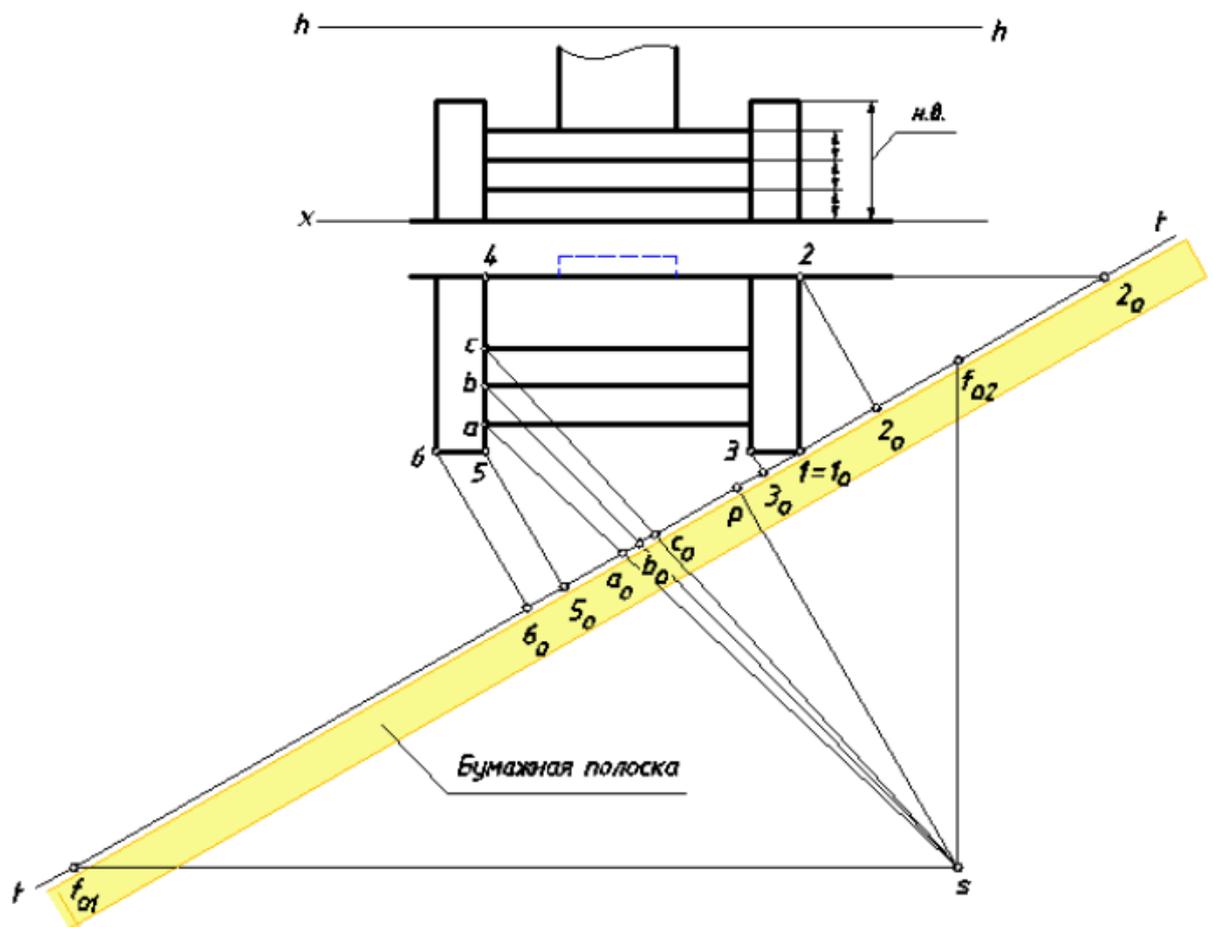


Рисунок 10 – Проведение картинной плоскости

На данном чертеже покажем картинную плоскость, точку зрения, главную точку картины и точки схода доминирующих прямых. Построение картины начнем с ее основания  $t-t$ , на котором отметим точки  $p$ ,  $f_{01}$  и  $f_{02}$ . По этим точкам определим на линии горизонта точки  $P$ ,  $F_1$  и  $F_2$ . Найдем перспективы двух перпендикулярных прямых с общей начальной точкой  $I = I_0$ , соединив ее с точками схода  $F_1$  и  $F_2$ .

На ортогональном чертеже проведем через точки 2, 3, 5 и 6 прямые, перпендикулярные картине, и найдем их начальные точки. Перенесем их на картину. На перспективном чертеже точкой схода прямых, перпендикулярных картине, является главная точка картины  $P$ . Соединим начальные точки  $2_0$ ,  $3_0$ ,  $5_0$  и  $6_0$  этих линий с точкой  $P$ .

Пересечение построенных линий с проведенными ранее определит перспективы точек, отмеченных на картине (рисунок

11).

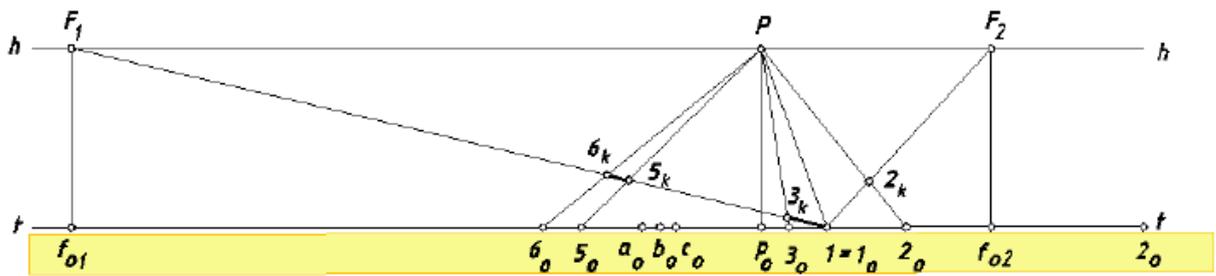


Рисунок 11 – Построение прямых, перпендикулярных картине

Поскольку картинная плоскость проведена через вертикальное ребро левого барьера, последнее отобразится на картине в натуральную величину, взятую с ортогонального чертежа.

Проведение горизонтальной прямой с точкой схода  $F1$  через верхнюю точку вертикального ребра, лежащего в картинной плоскости, позволяет найти все верхние точки вертикальных ребер передних граней барьеров и полностью

их обрисовать (рисунок

12).

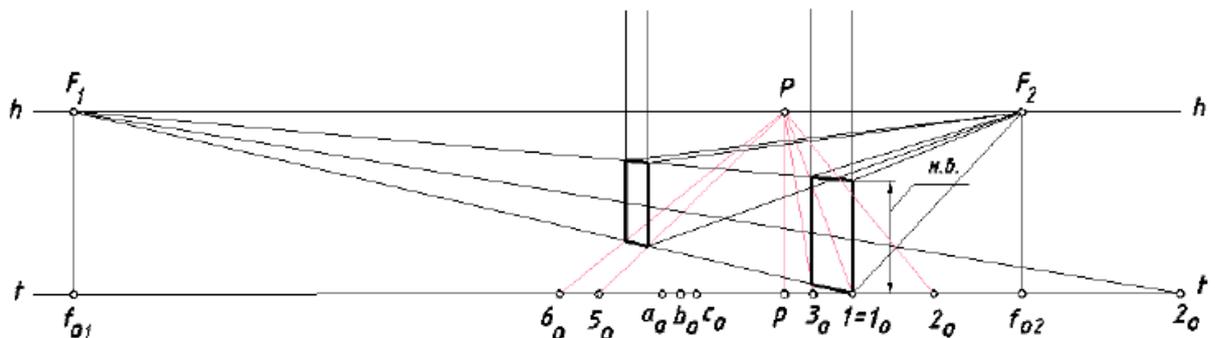


Рисунок 12 – Начало обрисовки боковых граней барьеров

После этого приступаем к вычерчиванию других видимых граней обоих барьеров. Строим в предметной плоскости прямую с начальной точкой  $20$  и точкой схода  $F1$ .

Затем через вершины прямоугольников, ограничивающих передние грани барьеров, проводим горизонтальные прямые сточкой схода  $F2$ . Пересечение построенных горизонталей с вертикальными прямыми позволяет получить очертания видимых боковых граней барьеров (рисунок

13)

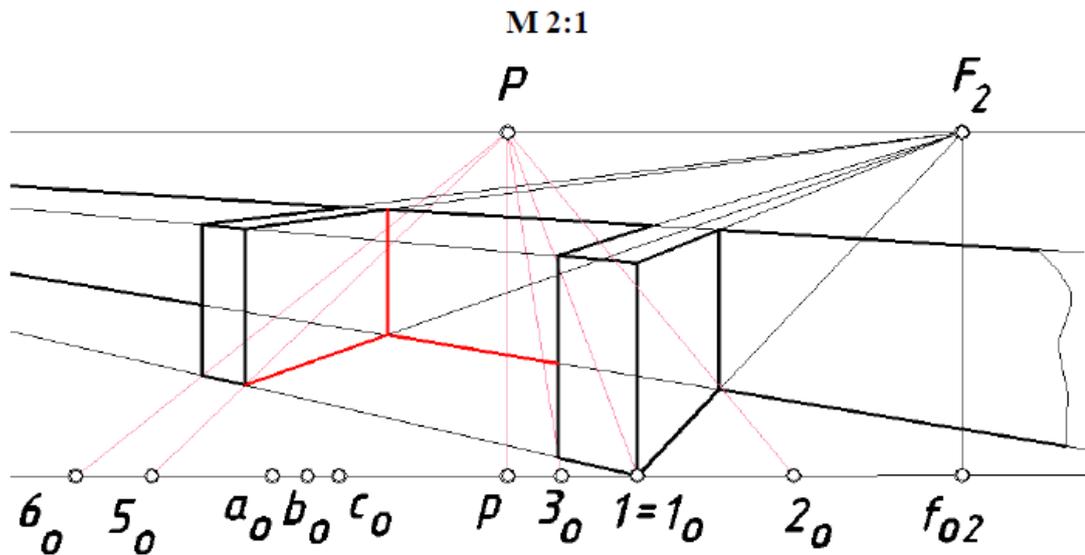
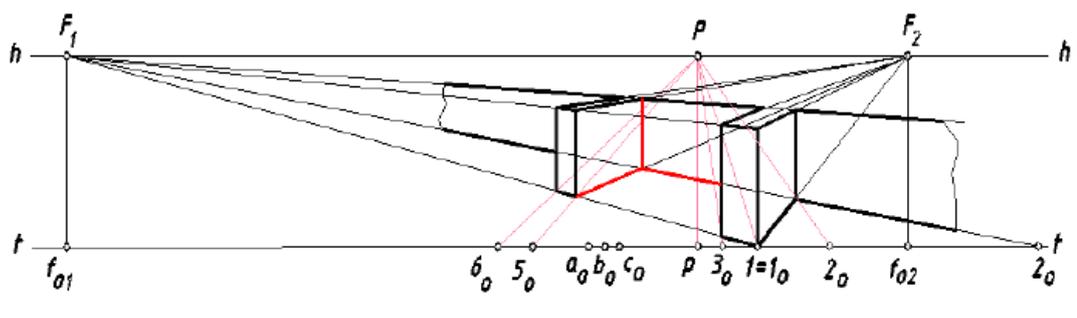


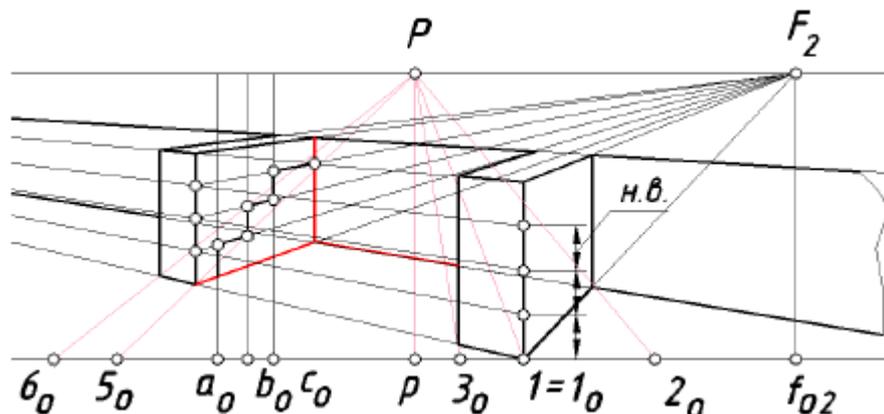
Рисунок 13 – Завершение обрисовки боковых граней барьеров

Проведем на ортогональном чертеже через точки  $a$ ,  $b$  и  $c$  из точки зрения проецирующие лучи и отметим начальные точки  $a_0$ ,  $b_0$  и  $c_0$  на основании картины. Перенесем отмеченные точки на перспективное изображение. Проведенные лучи и их вторичные проекции задают в пространстве горизонтально-проецирующие плоскости, которые пересекают картину по прямым, перпендикулярным предметной плоскости, поскольку картинная плоскость тоже перпендикулярна  $T$ .

Отметим на ребре, лежащем в плоскости картины, натуральные величины подступенков и проведем через точки деления горизонтальные прямые с точкой схода  $F_1$  (рис.14). На вертикальном ребре левого барьера зафиксируем отрезки, пропорциональные построенным в картинной плоскости.

Через построенные точки на вертикальном ребре левого барьера проведем горизонтальные прямые в точку схода  $F_2$ .

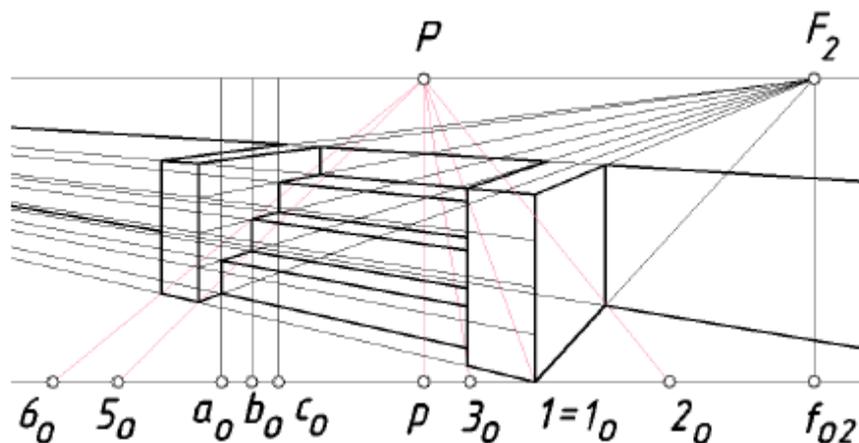
Точки пересечения горизонтальных и вертикальных линий на правой грани левого дают возможность построить очертание профиля



лестницы.

Рисунок 14 – Построение очертания профиля лестницы

Через вершины построенной ломаной линии, образующей профиль лестницы, проводим горизонтальные прямые в точку схода  $F_1$ . Выполняем обводку линий видимого контура и завершаем решение задачи (рисунок



15).

Рисунок 15 – Завершение построения лестницы

### 3 - Лекция. Построение теней в перспективе

При построении теней на перспективных чертежах за источник света принимается Солнце, которое по отношению к картине может занимать различные положения:

1. Солнце расположено позади предмета и тень падает в сторону наблюдателя (рисунок 16);

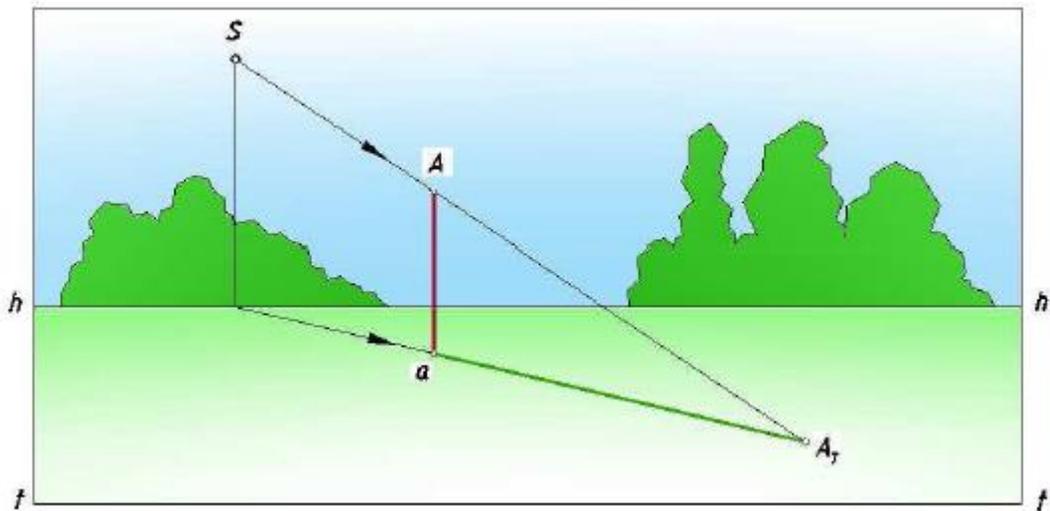
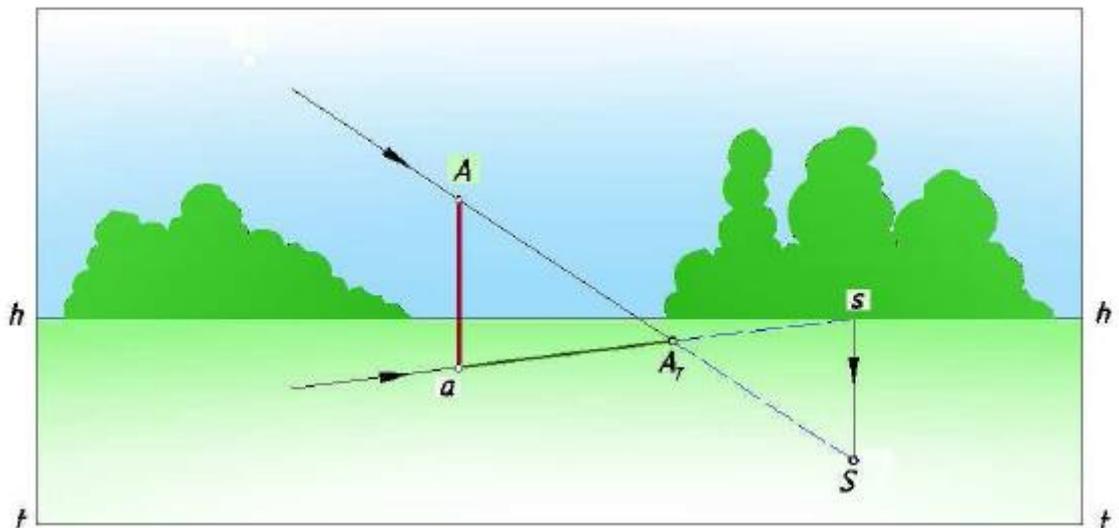


Рисунок 16 – Солнце позади предмета

2. Солнце расположено позади зрителя, тень падает в сторону линии горизонта от основания предмета (рисунок



17);

Рисунок 17 – Солнце позади зрителя

3. Солнце расположено сбоку так, что лучи идут параллельно картине (рисунок 18

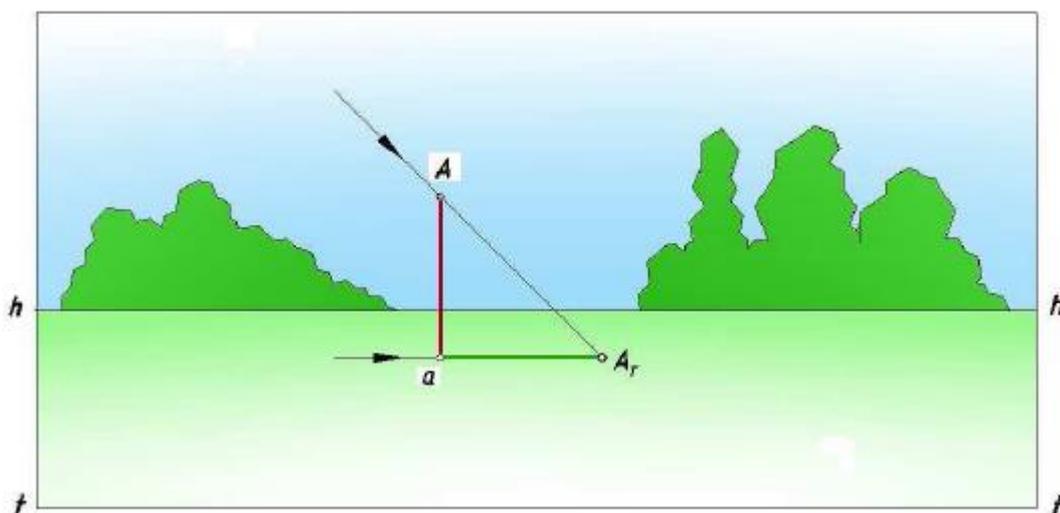


Рисунок 18 – Солнце сбоку предмета

Последний случай чаще других применяется инженерами при построении перспективных изображениях зданий и сооружений, поэтому остановимся на нем более подробно.

Рассмотрим построение точки в перспективе. Будем считать, что объект освещается слева (или справа), лучи идут параллельно картине, составляя угол  $45^\circ$  с предметной плоскостью. Запишем эти условия символически: 1.  $S \parallel K$ ; 2.  $S^{\wedge}T = 45^\circ$ .

Проведем через точку  $A$  (рисунок 19) перспективу луча, а через ее вторичную проекцию (точку  $a$ ) – вторичную проекцию луча. Поскольку луч параллелен картине, его вторичная проекция параллельна основанию картины  $t-t$ . Точка пересечения перспективы луча с его вторичной проекцией определит действительную тень точки  $A$  на земле – точку  $AT$ .

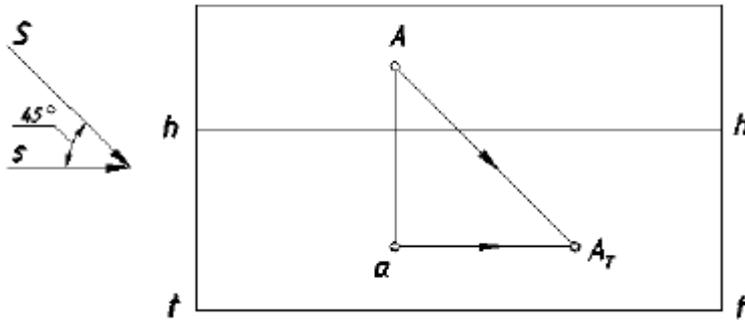


Рисунок 19 – Тень точки в перспективе

Построим собственные и падающие тени параллелепипеда, стоящего на земле (рисунок 20).

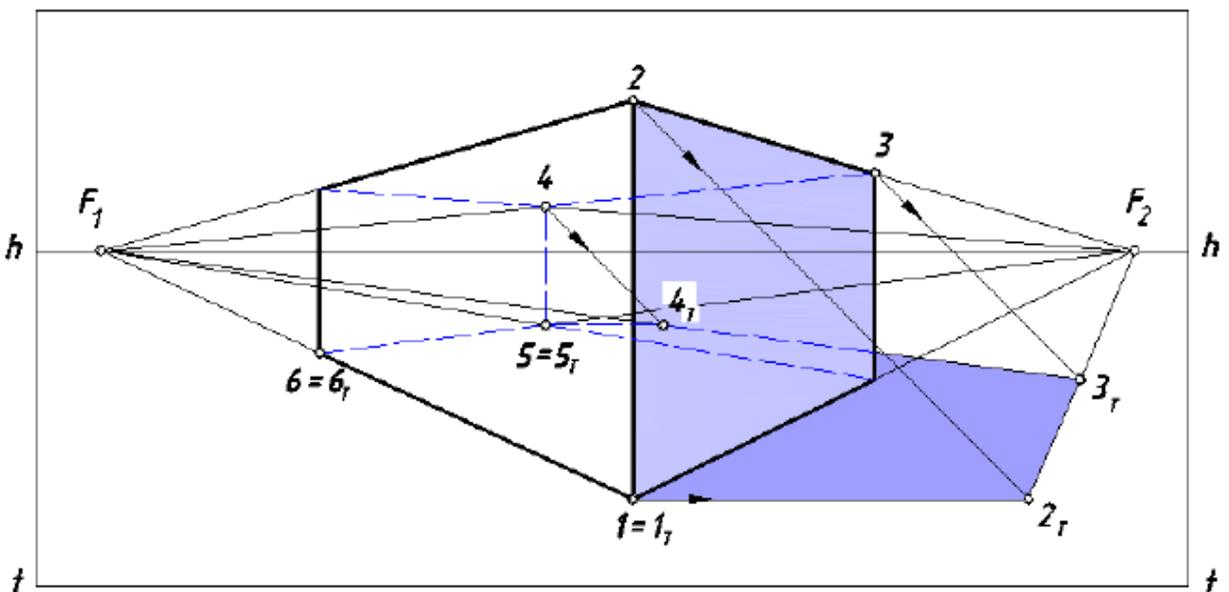


Рисунок 20 – Построение теней параллелепипеда

Заметим, что те выводы, которые были сформулированы ранее для построения теней в ортогональных проекциях, справедливы и для центральных.

При заданном направлении лучевого потока освещенными будут верхняя, левая видимая и невидимая на чертеже грани объекта. Остальные грани окажутся в собственной тени. Определим контур собственной тени данного тела. В его состав войдут ребра [12] – [23] – [34] – [45] – [56] – [61],

составляющие замкнутую цепочку в виде пространственной ломаной линии. От выявленного контура строим падающую тень. Поскольку точка  $I$  лежит на земле  $I = IT$ . Проведем через точку  $2$  перспективу луча, а через ее вторичную проекцию (точку  $1$ ) – его вторичную проекцию.

На пересечении этих линий находим точку  $2T$ . Поскольку ребро  $[23]$  параллельно предметной плоскости, его падающая тень равна и параллельна ему. Точка схода ребра  $[23]$  находится на линии горизонта (точка  $F1$ ). Соединяем точку  $2T$  с этой точкой (т. е. проводим через нее прямую, параллельную этому ребру). На этой же прямой находится тень точки  $3$ . Проведем через точку  $3$  перспективу луча до пересечения с построенной прямой – определим точку  $3T$ . Вторичную проекцию луча в этом случае строить не следует, поскольку искомая точка уже установлена пересечением двух линий. Ребро  $[34]$  также параллельно плоскости  $T$ , его тень параллельна ребру.

Точкой схода этих прямых – фокус  $F1$ . Проведем перспективу луча через точку  $4$  до пересечения с отрезком  $[3TF1]$ , определим точку  $4T$ . Точки  $5$  и  $6$  расположены на предметной плоскости  $T$ , поэтому  $5 = 5T$  и  $6 = 6T$ . Очертание контура падающей тени параллелепипеда состоит из совокупности отрезков  $[1T 2T] - [2T 3T] - [3T 4T] - [4T 5T] - [5T 6T] - [3T 4T]$ , представляющих собой замкнутый контур.

#### **4 - Лекция. Перспектива в примерах**

Рассмотрим задачи, связанные с построением перспективы и теней фрагментов зданий.

**Задача 1.** Построить тени от прямых барьеров на лестнице, земле и стене

(рисунок

21).

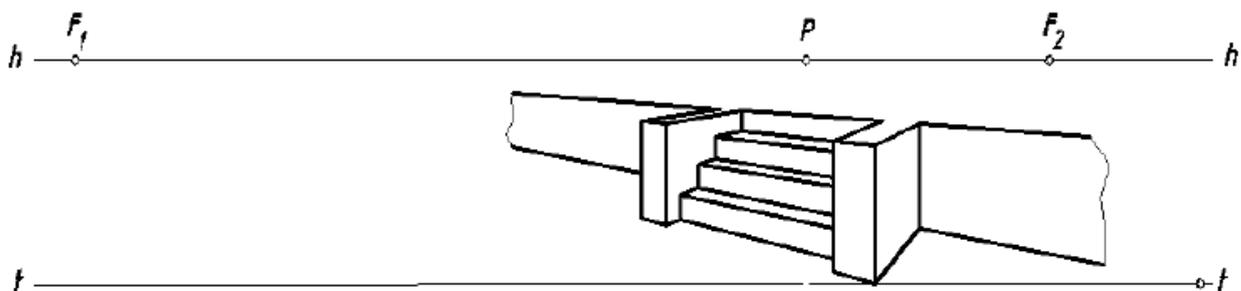


Рисунок 21 – Лестница с прямыми барьерами

Вначале построим тени правого барьера (рисунок 22). Поскольку при заданном направлении светового потока правая грань барьера находится в собственной тени, то легко видеть, что ребра, находящиеся на границе света и тени, войдут в состав контура собственной тени.

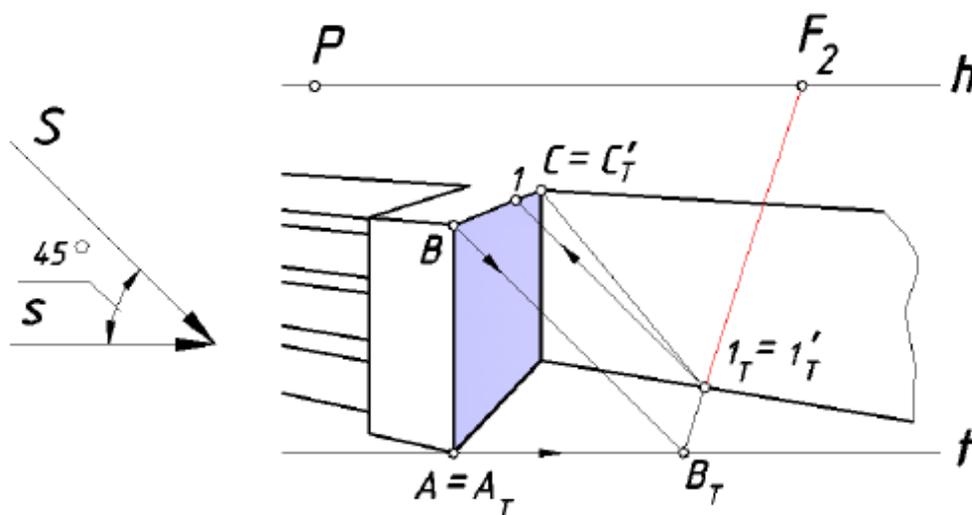


Рисунок 22 – Построение контура падающей тени правого барьера

Определим падающую тень вертикального ребра. Точка  $A$  принадлежит  $T$ , поэтому можно отметить, что  $A = A_T$ . Проведем через точку  $B$  перспективу луча, а через ее вторичную проекцию – точку  $A$  перспективу вторичной проекции луча. На пересечении построенных линий определим тень  $B_T$ . Другое ребро  $[BC]$  параллельно предметной плоскости, следовательно, его тень параллельна ребру и имеет ту же точку схода  $F_2$ . Реальная часть этой тени на земле – отрезок  $[BTIT]$ . Поскольку точка  $IT$  находится на границе земли и стены  $IT = IT'$ . С помощью обратного луча можно определить точку на ребре  $[BC]$ , которая отбросила эту тень. Точка  $C$  горизонтального ребра находится на стене, поэтому  $C = CT'$ . Тень отрезка  $[IC]$  падает на стену.

Его тенью является отрезок  $[IT'CT']$ .

Контур собственной тени всегда замкнут. Рассуждения по его определению приводились во многих задачах. Элемент контура может совпадать со своей тенью (если, например, он находится на земле, стене или примыкает к другому объекту).

Этот фактор следует учитывать при построении падающей тени.

У левого барьера правая грань находится в собственной тени, следовательно, ребра  $[LN]$  и  $[LM]$  входят в состав определяемого контура (рисунок 23).

Построим падающие тени этих ребер.

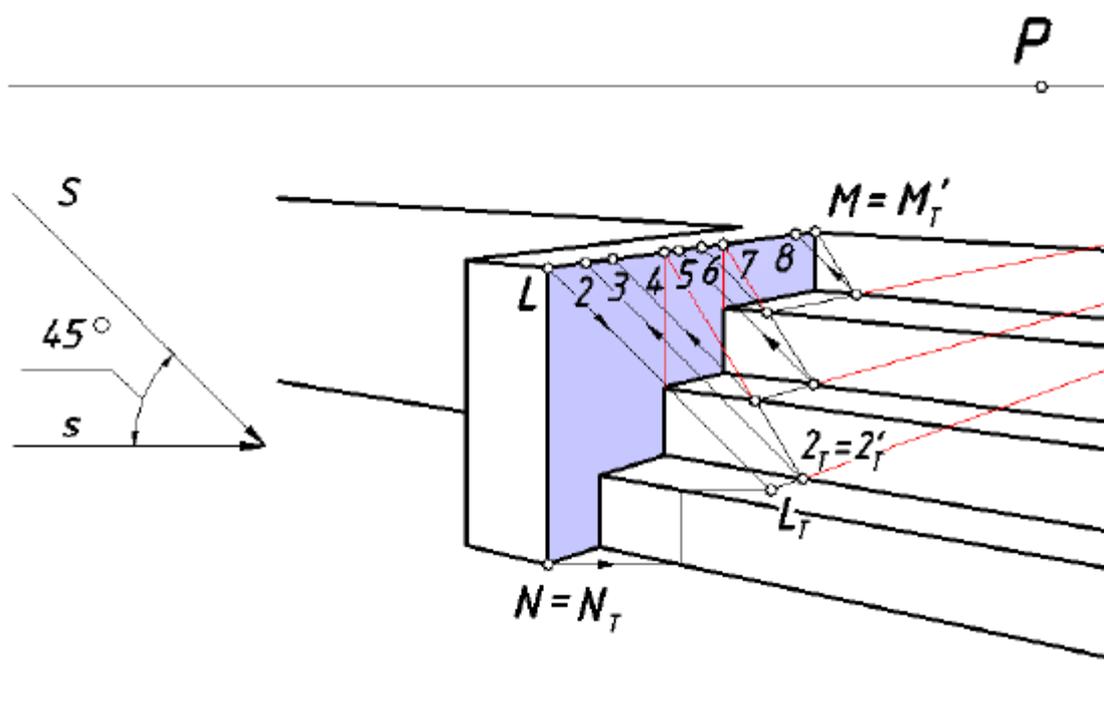


Рисунок 23 – Построение контура падающей тени левого барьера  
Лучевая плоскость (фронтальная плоскость уровня), проходящая через ребро  $[LN]$ , пересекает землю и нижнюю ступеньку по параллельным прямым, оставляя на них теневые следы, а подступенок по вертикальной прямой. Верхняя точка  $L$  этого ребра отбрасывает тень на первую ступеньку и определяется пересечением луча с его вторичной проекцией. Ребро  $[LM]$  параллельно плоскости нижней ступеньки, поэтому его тень параллельна ребру. Соединяет точку  $LT$  с точкой схода  $F2$  и отмечаем реальную часть

тени этого ребра на нижней ступеньке до точки  $2T = 2T'$ . Заметим, что это ребро является *гвоздем* по отношению ко всем подступенкам. Проведем вспомогательные линии для нахождения общих точек для ребра  $[LM]$  и граней всех подступенков. Эти построения позволят определить падающие тени на подступенки.

На рисунке 24 на ребре  $[LM]$  отмечены все его участки, отбросившие тени на конкретные фрагменты лестницы, землю и стену.

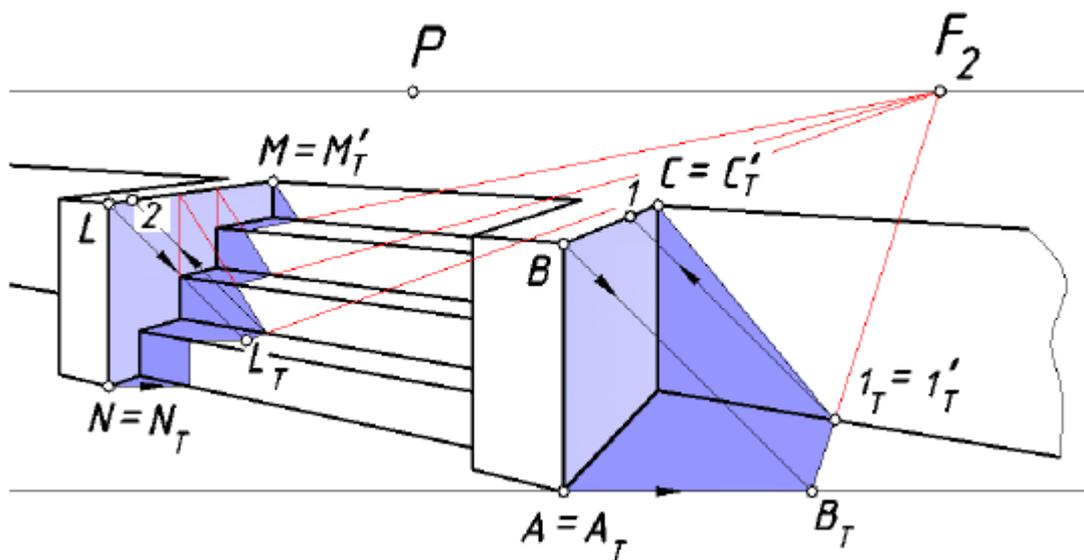


Рисунок 24 – Собственные и падающие тени от прямых барьеров

**Задача 2.** Построить перспективу карниза крыши и определить собственные и падающие тени (рисунок 25).



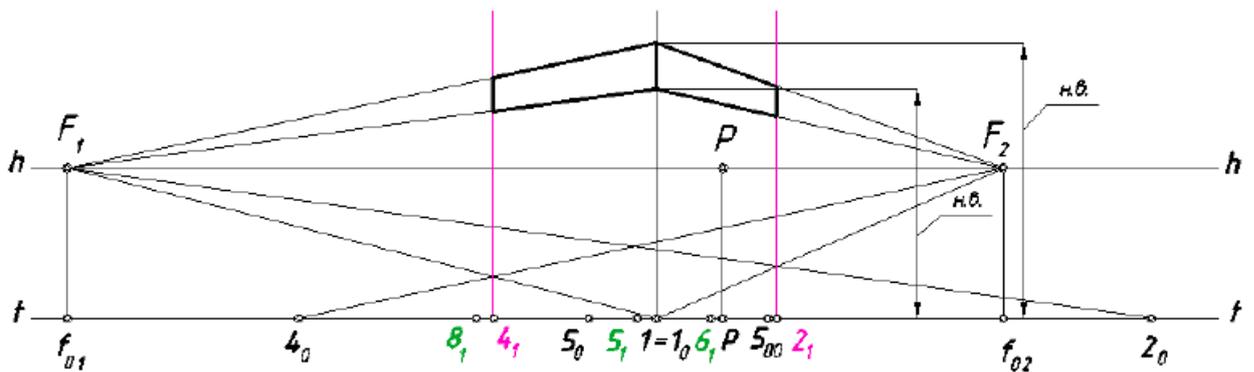


Рисунок 26 – Применение двух методов построения перспективы

В соответствии с этими рассуждениями на перспективном чертеже проведем через точки 21 и 41 вертикальные прямые, по которым пересекутся построенные плоскости с картиной. Ребро, попавшее в картинную плоскость, изобразится на ней в натуральную величину, взятую с ортогонального чертежа. Проведя через верхнюю и нижнюю точки этого ребра прямые в точки схода  $F_1$  и  $F_2$ , завершим построение двух боковых видимых граней карниза (рисунок 27)

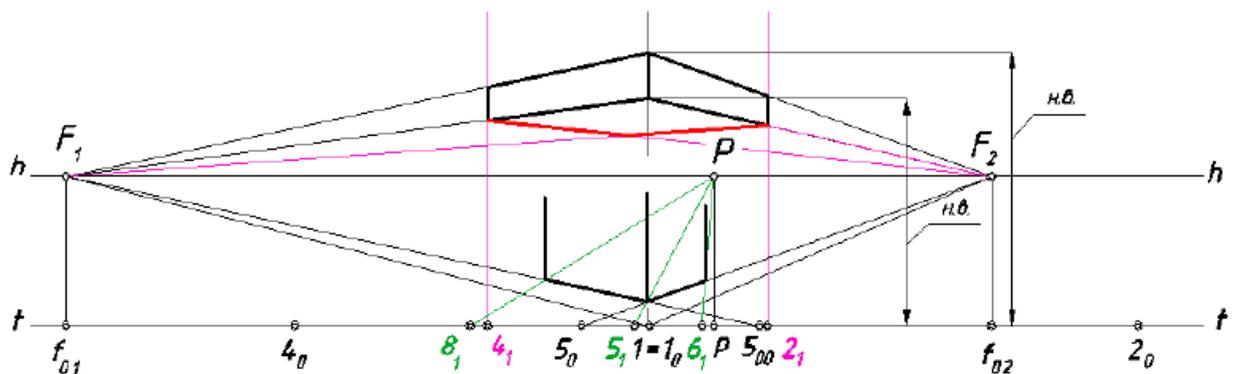


Рисунок 27 – Проведение прямых, перпендикулярных картине

Проведем две прямые через нижние точки вертикальных боковых ребер карниза в точки схода  $F_1$  и  $F_2$ , и выделим очертание нижней грани.

Для построения перспективы стен использованы прямые, перпендикулярные картине, проходящие через точки 5, 6 и 8.

После нахождения вторичных проекций этих точек на перспективном чертеже проводим через них вертикальные линии.

Сдвинем одно из вертикальных ребер в картинную плоскость в любом направлении. Отложим на нем от основания картины от точки 50

натуральную величину ребра, взятую с ортогонального чертежа (рисунок 28)

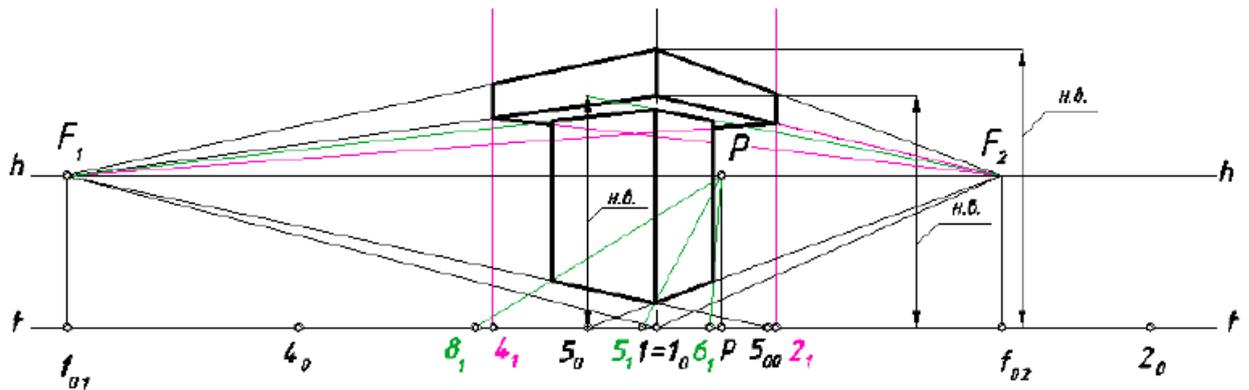


Рисунок 28 – Построение видимых стен в перспективе

Проведем через верхнюю точку этого ребра прямую в точку схода  $F_2$ . Обведем очертание правой стены. Затем построим параллельные прямые с точкой схода  $F_1$  и обрисуем левую стену.

Перейдем к построению теней. Определим освещенность граней объекта при заданном направлении светового потока и выделим его собственные тени. Построим падающую тень карниза крыши на стены. Найдем тень точки  $A$  на левой видимой стене. Проведем через точку  $A$  перспективу луча, а через  $a$  вторичную проекцию до пересечения с левой стеной. Заметим, что луч и ребро представляют собой скрещивающиеся линии. Пересечение проведенного луча со стеной произойдет в точке  $AT'$ .

Поскольку нижнее переднее ребро левой грани карниза параллельно левой стене, то тень от него пойдет по стене вправо от точки  $AT'$  параллельно этому ребру. Поэтому через  $AT'$  и точку схода  $F_1$  проводим прямую. В точке  $A$  сходятся три ребра карниза.

Его левое нижнее ребро является проецирующим по отношению к левой стене. Определим тень этого ребра. На рисунке 58 показано два варианта нахождения тени. В первом случае (рисунок 29а) на этом ребре строим с помощью обратного луча точку  $B$ , которая отбросит тень  $BT'$  на левое вертикальное ребро. Тенью этого ребра является отрезок  $[AT'BT']$ . Во втором случае (рисунок 29б) найдена общая точка для левой стены ребра. Для этого

верхнее горизонтальное ребро левой стены продолжено до пересечения с ребром и отмечена точка  $CT'$ . Поскольку отрезок  $[CT' A_T']$  лежит в плоскости стены и пересекает ее левое вертикальное ребро, на нем можно отметить точку  $BT'$  и выделить реальную часть тени ребра. Оба приема дают одинаковый результат.

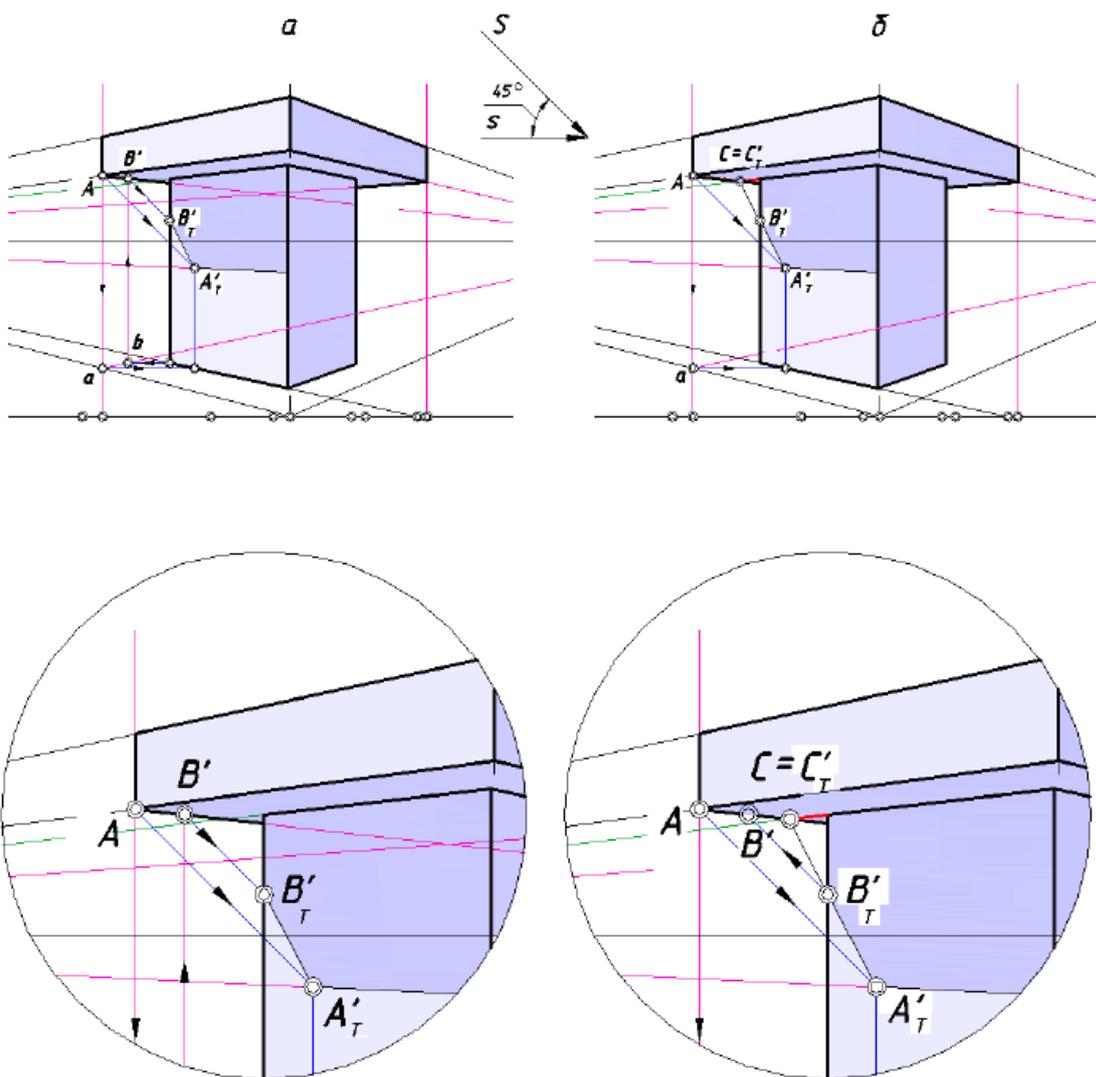


Рисунок 29 – Варианты нахождения падающей тени карниза на стену здания:  $a$  – с помощью точки  $BT'$ ;  $b$  – с помощью точки  $CT'$   
 Построим падающую тень карниза на землю отдельно от нижней части со-

оружения (рисунок 30), предварительно определив его контур собственной тени.

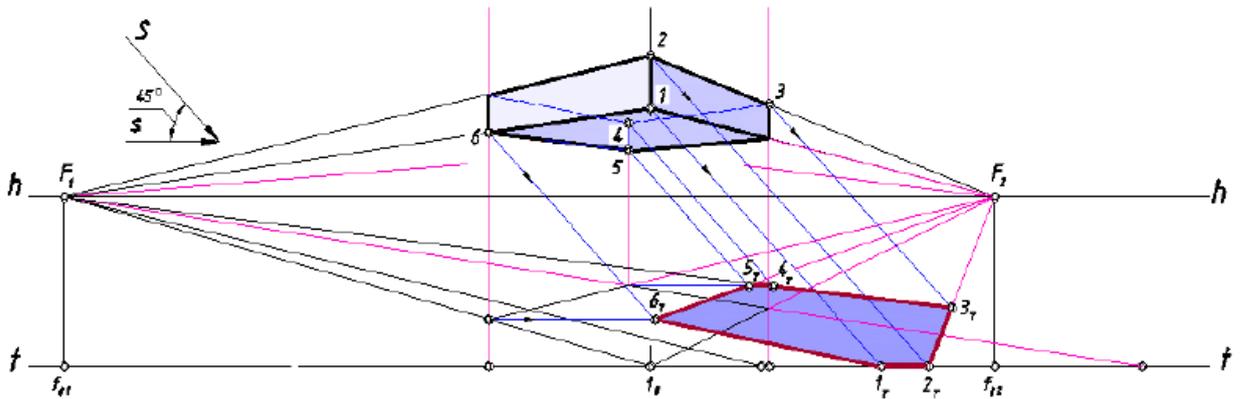


Рисунок 30 – Падающая тень карниза

Затем найдем контур собственной тени и определим контур падающей тени здания без учета карниза (рисунок 31).

Обрисуем очертание общего контура падающей тени сооружения и выделим его.

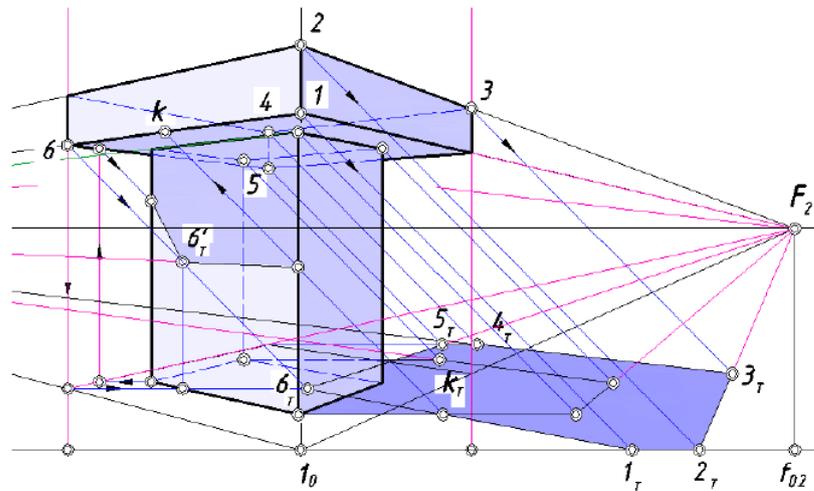


Рисунок 31 – Собственные и падающие тени объекта