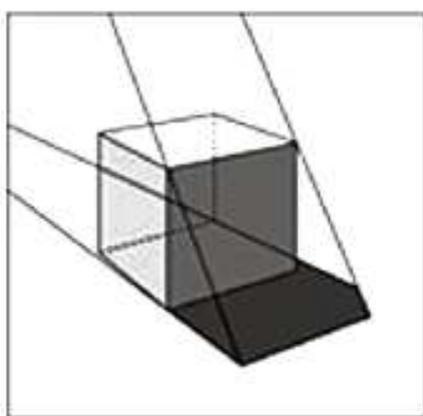
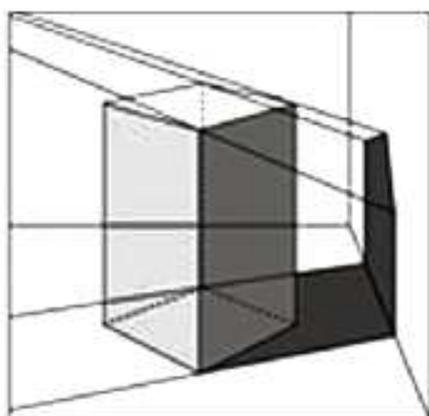


Филиал
ВТИ
ВолгГТУ

**Учебно-
методическое
пособие**
для направления
подготовки 08.03.01 –
Строительство

профиль:
Городское
строительство
и хозяйство

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА ПЕРСПЕКТИВА



**Кулик О.Г.
Тышкевич В.Н.**

Болжский, 2018

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
ВОЛЖСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

О. Г. Кулик, В. Н. Тышкевич

Инженерная графика Перспектива

Электронное учебно-методическое пособие



2018

УДК 76 (07)
ББК 85.15
К 903

Рецензенты:

кафедра «Автоматизация технологических процессов и производств»
филиала Федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования «Национальный исследовательский
университет «МЭИ»» в г. Волжском,
доктор физико-математических наук, профессор
В.Г. Кульков,

заведующий кафедрой прикладной математики и информатики Волж-
ского филиала федерального государственного автономного образователь-
ного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный
университет» (ВФ ВолГУ),
кандидат физико-математических наук, доцент
А.А. Полковников.

Издается по решению редакционно-издательского совета
Волгоградского государственного технического университета

Кулик, О. Г.

Инженерная графика. Перспектива [Электронный ресурс] : учеб-
но-методическое пособие / О. Г. Кулик, В. Н. Тышкевич ; ВПИ (фили-
ал) ВолГТУ. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 1,54 МБ). – Волж-
ский, 2018. – Режим доступа: <http://lib.volpi.ru>. – Загл. с титул. экрана.
ISBN 978-5-9948-2888-5

Учебно-методическое пособие разработано в соответствии с учебным планом
и рабочей программой курса инженерной графики и предназначено для самостоя-
тельной работы студентов при подготовке к практическим занятиям, экзамену,
при выполнении индивидуальных расчетно-графических работ.

В пособии рассмотрены вопросы специального раздела инженерной графики
«Перспектива». Знания, полученные при изучении названного раздела, необходи-
мы для выполнения архитектурно-строительных чертежей, чертежей инженерных
коммуникаций и для освоения многих специальных инженерных дисциплин (ар-
хитектура, инженерная геодезия и др.).

Предназначено для студентов очной и заочной форм обучения направления
08.03.01 «Строительство».

Ил. 80, библиограф.: 7 назв.

ISBN 978-5-9948-2888-5

© Волгоградский государственный
технический университет, 2018
© Волжский политехнический
институт, 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. Аппарат линейной перспективы.....	5
2. Перспектива прямых линий.....	9
3. Перспективный масштаб. Дистанционная точка.....	14
4. Перспектива плоской фигуры, лежащей в предметной плоскости.....	24
5. Рациональный выбор элементов перспективы.....	27
6. Перспектива объемного объекта.....	29
7. Построение теней в перспективе.....	37
Задания к расчётно-графическим работам	61
Пример выполнения первого задания.....	62
Пример выполнения второго задания.....	63
Вопросы для самоконтроля знаний.....	64
Список рекомендуемой литературы	67
ПРИЛОЖЕНИЕ.	
Варианты индивидуальных заданий (схематизированных заданий) для расчётно-графических работ.....	68

ВВЕДЕНИЕ

Инженерная графика – это единственная дисциплина, целью которой является непосредственно обучение студентов работе с различной по виду и содержанию графической информацией, теоретическим основам графического представления информации, методам графического моделирования геометрических объектов, правилам разработки и оформления конструкторской и строительной документации, графических моделей явлений и процессов.

Учебно-методическое пособие разработано в соответствии с учебным планом и рабочей программой курса инженерной графики для строительных специальностей и предназначено для самостоятельной работы студентов при подготовке к практическим занятиям, экзаменам и при выполнении индивидуальных расчетно-графических работ.

В учебно-методическом пособии рассматривается специальный раздел инженерной графики «Перспектива».

Знания, полученные при изучении этого раздела, необходимы для выполнения архитектурно-строительных чертежей, чертежей инженерных коммуникаций и для освоения многих специальных инженерных дисциплин (архитектура, инженерная геодезия и др.).

1. Аппарат линейной перспективы

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*.

Геометрическую перспективу разделяют на:

1. *линейную* (изображение строится на вертикальной плоскости);
2. *панорамную* (на цилиндрической поверхности);
3. *купольную* (на внутренней поверхности сферы);
4. *плафонную* (на горизонтальной плоскости).

В предлагаемой работе будет рассматриваться только линейная перспектива.

К основным элементам перспективного аппарата относятся (рис. 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*.

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.

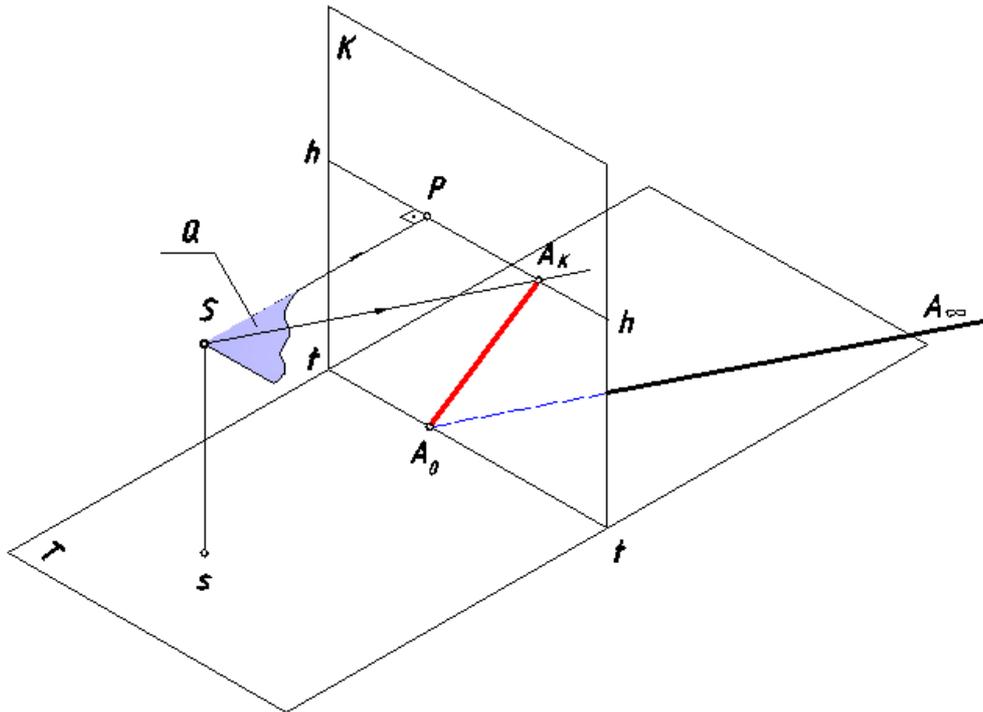


Рис. 1. Аппарат для построения перспективы

Дополним Евклидово пространство несобственными элементами: *несобственная* или *бесконечно удаленная точка*, *несобственная прямая* и *несобственная плоскость*. Такое пространство называется *проективным*.

Если в Евклидовом пространстве параллельные прямые не пересекались, то в проективном – параллельные прямые образуют *пучок* с общей несобственной точкой (центром пучка).

Представим, что на предметной плоскости расположено множество прямых линий различного направления по отношению к картине. У каждой такой прямой есть своя несобственная точка. Множество таких точек образует бесконечно удаленную прямую плоскости T .

Лучи зрения, проходящие через точку S и каждую несобственную точку прямой, образуют плоскость, параллельную предметной. Такая плоскость называется *плоскостью горизонта* и пересекает картину по прямой h – h – *линии горизонта*. Поэтому эту линию можно считать перспективой несобственной прямой.

Построим перспективу данной прямой. Известно, что любая прямая определяется парой несовпадающих точек. Одну из таких точек можно определить, если продолжить данную прямую до пересечения с картиной (точку A_0). Назовем эту точку «начальной точкой прямой».

Затем определим перспективу бесконечно удаленной точки A_∞ , проведя через точку S и эту точку луч, параллельный предметной плоскости. Пересечение луча с картиной определит точку A_K . Назовем ее *предельной* или *точкой схода прямой*, или «конечной точкой» прямой. Соединив точку A_K с точкой A_0 получим перспективу данной прямой, изображенную конечным отрезком $[A_0 A_K]$ на рис. 2.

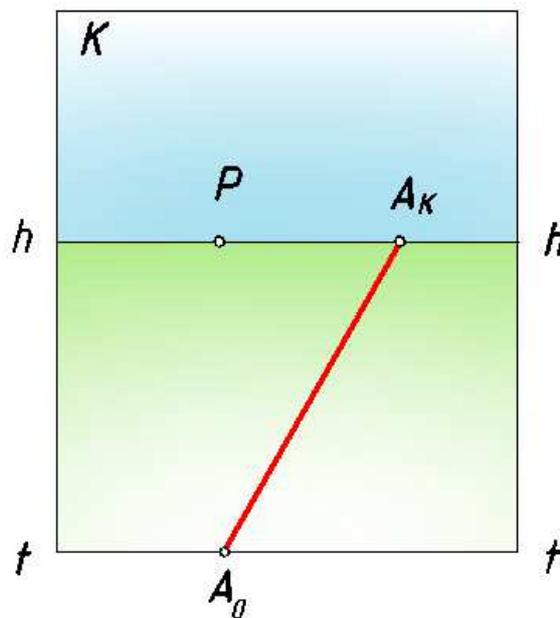


Рис. 2. Перспектива прямой, лежащей в предметной плоскости

Если на этой прямой взять случайную точку B и провести через нее луч, то перспектива точки (точка B_K) определится пересечением луча с картиной и будет принадлежать отрезку $[A_0 A_K]$. Но с этой же точкой совпадают перспективы всех точек проведенного луча (например, точки C), и, таким образом, приведенный чертеж становится неопределенным. На

рис. 3 приведены примеры чертежей такого рода и в параллельных проекциях.

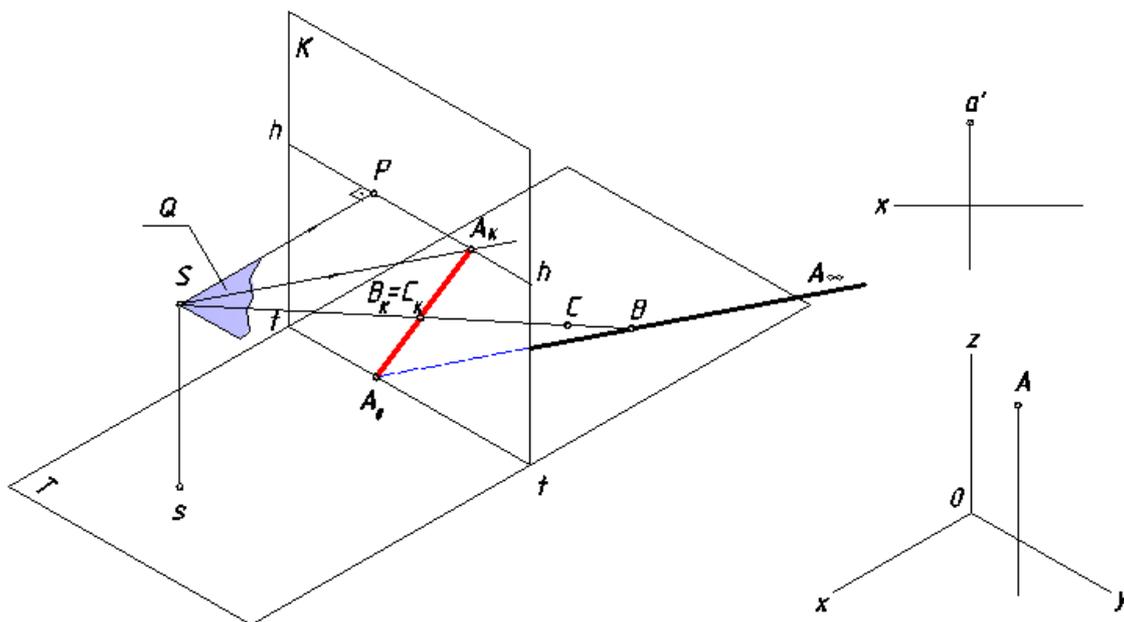


Рис. 3. Неопределенные чертежи

Поэтому в центральных проекциях, также как и в параллельных для однозначного прочтения любого геометрического объекта требуется наличие двух его проекций, которые полностью определяют его положение в пространстве и позволят решать как метрические, так и позиционные задачи.

Поступим следующим образом: возьмем за картинной плоскостью точку A (оригинал) с ее *вторичной* проекцией на предметной плоскости – точкой a (рис. 4). Из точки зрения проведем луч в эту точку. Луч и отрезок $[Ss]$ задают плоскость, перпендикулярную T , на основании признака перпендикулярности двух плоскостей. Построим линию пересечения проведенной плоскости и плоскости K . Поскольку обе плоскости перпендикулярны T , их линия пересечения будет вертикальной прямой.

Отметим на ней точку a_0 . Пересечение проведенного луча с этой прямой определит перспективу точки A – точку A_K . Построим перспективу вторичной проекции a , проведя луч из точки S в эту точку. Точка пересечения

чения луча с картинной плоскостью a_K – перспектива вторичной проекции точки (*точки на земле*).

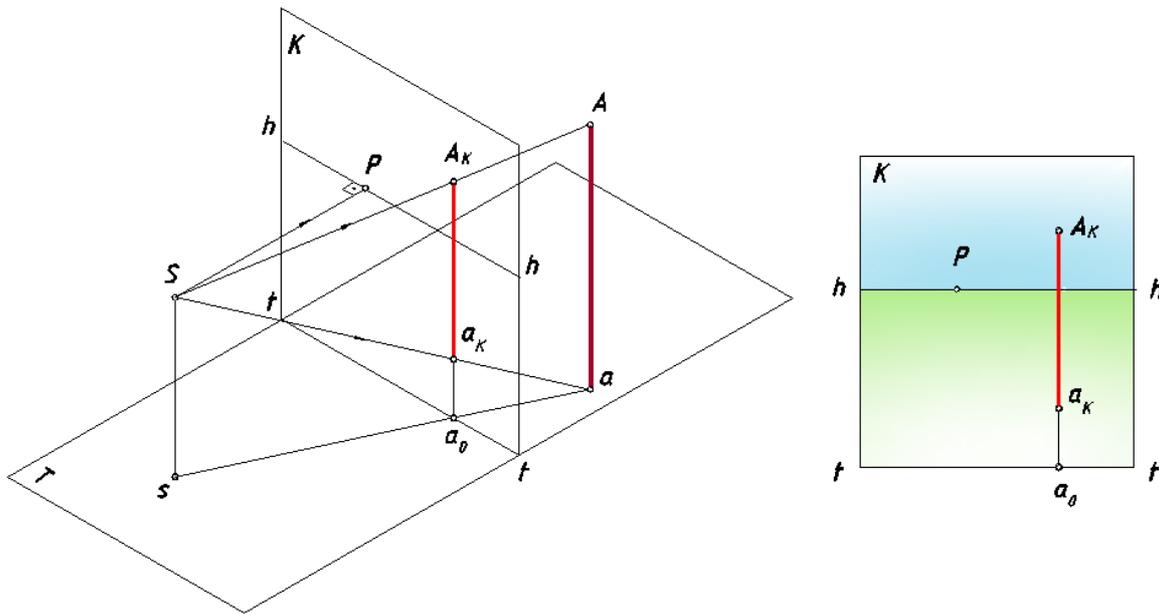


Рис. 4. Вертикальная прямая (*столб*) в перспективе

2. Перспектива прямых линий

Заметим, что в линейной перспективе принято допущение: **прямые, параллельные картине, точек схода не имеют**. Рисунок 5 иллюстрирует это положение.

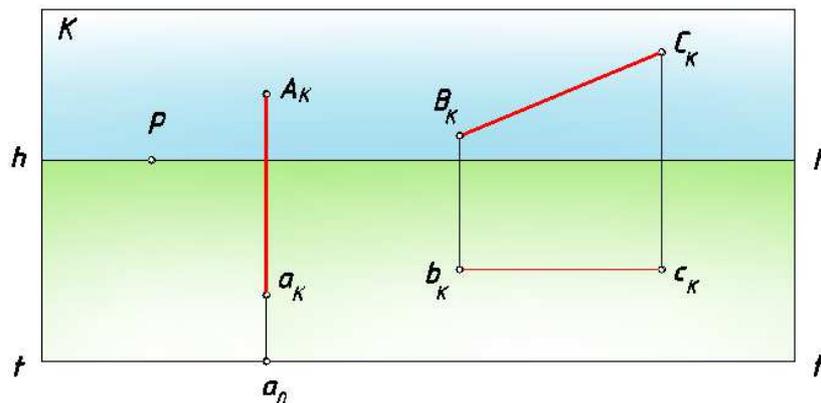


Рис. 5. Перспективы прямых, параллельных картине

Рассмотрим *перспективу пучка параллельных прямых произвольного направления, параллельных предметной плоскости*.

Пучок – это множество прямых, проходящих через данную точку. В проективном пространстве эта точка может быть *несобственной* (бесконечно удаленной).

На рис. 6 изображены параллельные прямые произвольного направления, две из которых расположены в предметной плоскости, а третья ей параллельна. Ранее отмечалось, что перспективу прямой линии можно построить по двум точкам: *начальной* и *конечной*.

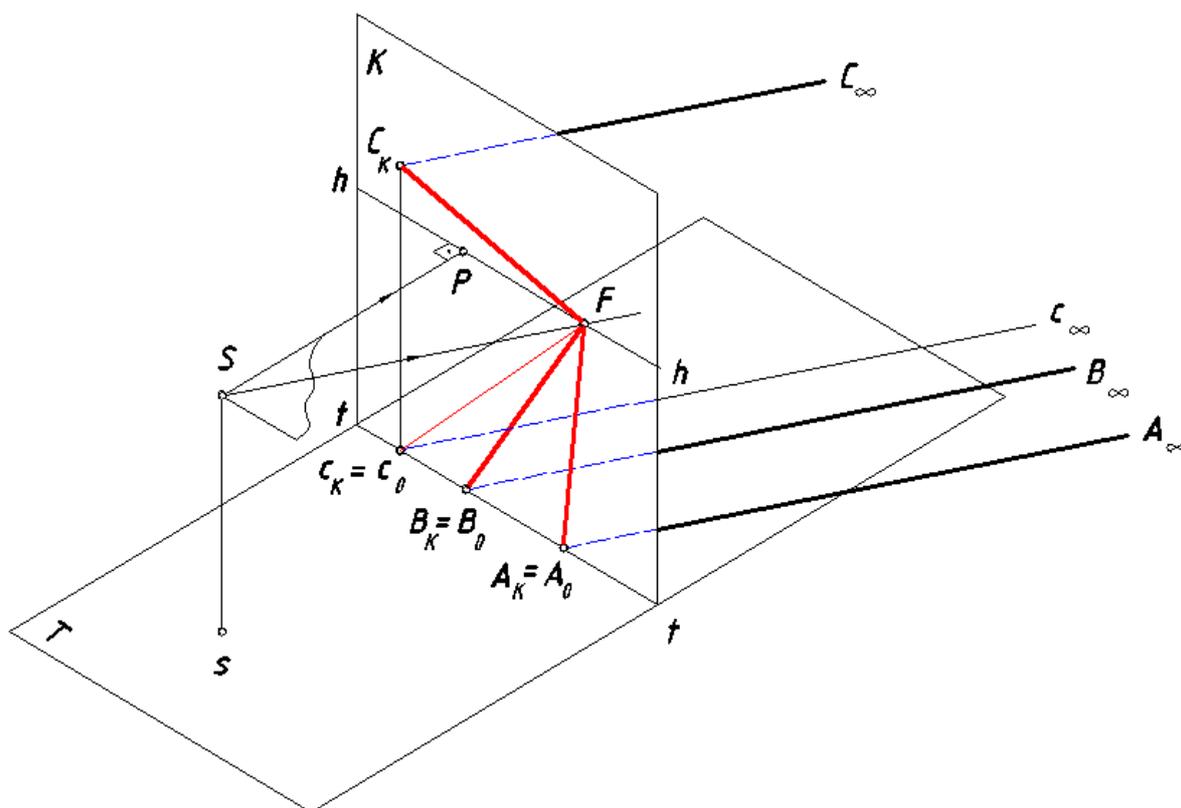


Рис. 6. Пучок параллельных прямых произвольного направления

Начальные точки всех прямых и их вторичных проекций отмечены на рисунке выше (это точки пересечения прямых с картиной). Поскольку все данные прямые параллельны, то в проективном пространстве у них есть общая бесконечно удаленная точка. Для построения ее перспективы через точку S проводим луч в эту точку (на приведенном изометрическом рисунке он параллелен этим прямым) и отмечаем точку его пересечения с картиной – это перспектива общей несобственной точки данных прямых или

точка схода прямых.

Соединив начальные точки данных прямых с *точкой схода F*, получаем изображение пучка прямых на картине (рис. 7).

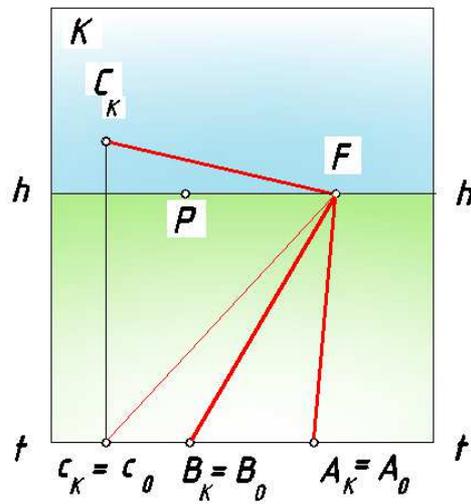


Рис. 7. Картина пучка параллельных прямых произвольного направления

На рис. 8 представлено наглядное изображение прямых линий, перпендикулярных картине.

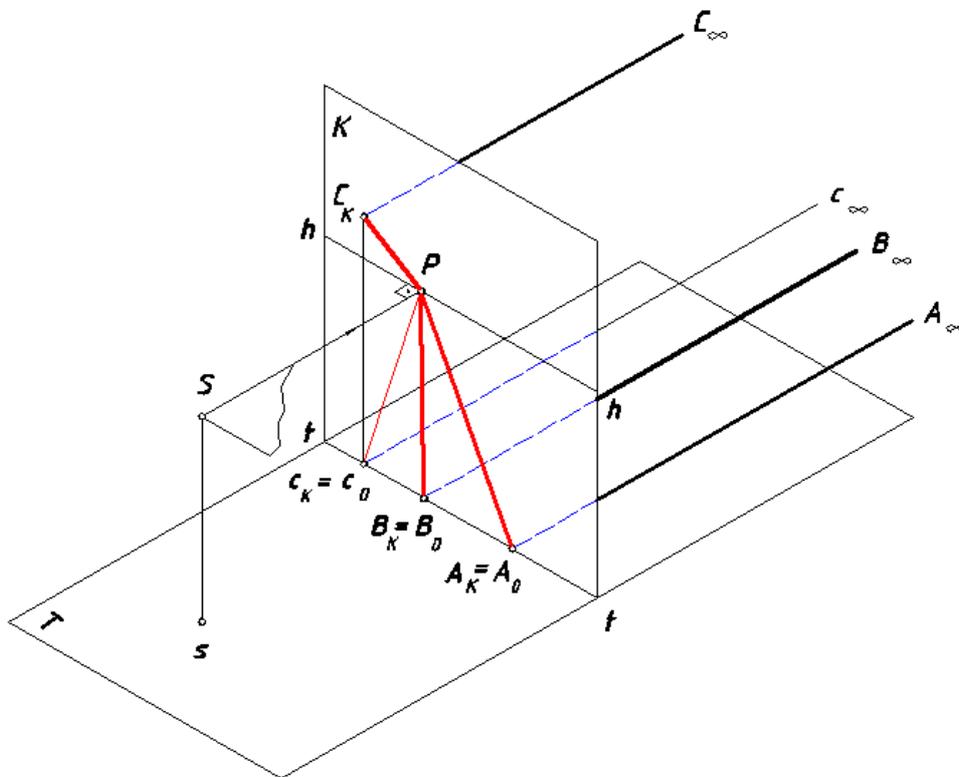


Рис. 8. Пучок прямых, перпендикулярных картине

Как и в предыдущем случае, у этих прямых существует общая несобственная точка. Для нахождения ее перспективы через точку S проводим луч, параллельный этим прямым, в эту бесконечно удаленную точку. Пересечение проведенного луча с картиной происходит в точке P – *главной точке картины*, которая является точкой схода этих прямых. Соединяем начальные точки прямых с точкой P и получаем перспективное изображение этих прямых (рис. 9).

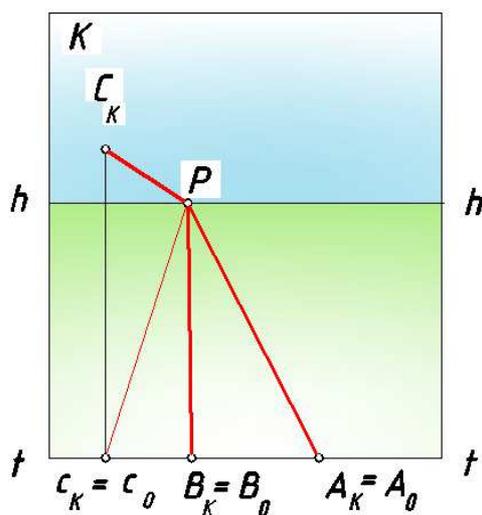


Рис. 9. Перспектива пучка прямых, перпендикулярных картине

Сравним рисунки, представленные ниже. На каждом из них изображена плоская фигура, выделенная темным оттенком. На рис. 10, *а* она представляет собой прямоугольник, а на рис. 10, *б* – параллелограмм.

являются восходящими, но полной информации об этих линиях не дано. Тем не менее, из рисунка следует, что точка схода этих прямых (точка F) расположена выше линии горизонта. Вторичные проекции этих линий лежат на предметной плоскости. Поскольку предметная плоскость отображена прямой линией – вторичные проекции прямых на рисунке совпадают. Вторичные проекции линий параллельны на основании свойства параллельных проекций, их точка схода f находится на линии горизонта. На рис. 11 справа хорошо видно, что точки F и f находятся в проекционной связи на перпендикуляре к линии $h - h$. Заметим, что этот рисунок иллюстрирует перспективу случайных восходящих параллельных прямых и не имеет прямой связи с рисунком слева. Изображенные прямые занимают в пространстве общее положение. Если параллельные восходящие прямые будут параллельны воображаемой плоскости, перпендикулярной одновременно плоскостям T и K , то точкой схода их вторичных проекций будет главная точка картины P , а сами прямые сойдутся на перспективном чертеже в точке F , находящейся выше линии горизонта, в проекционной связи с точкой P .

У пучка нисходящих прямых точка схода находится ниже линии горизонта.

3. Перспективный масштаб. Дистанционная точка

Рассмотрим способы построения масштабов измерения длины отрезков, расположенных в трех главных направлениях предметного пространства. Главными направлениями будем считать направление прямых:

- 1) перпендикулярных картине – *направление глубин*;
- 2) параллельных основанию картины – *направление широт*;
- 3) перпендикулярных предметной плоскости – *направление высот*.

Масштаб, построенный на прямой, перпендикулярной картине, называется *масштабом глубин*.

Введем в системе плоскостей K и T координатные оси X, Y и Z с началом в точке O , на которых будем строить соответствующие масштабы высот, широт и глубин (рис. 12).

Отложим на оси X случайный отрезок $[M_0N_0]$. Если необходимо отложить равный ему отрезок на оси Y , поступим следующим образом.

Проведем через точки M_0 и N_0 вспомогательные прямые в предметной плоскости под углом 45° к оси X . Эти прямые называются *линиями переноса*. Отметим на оси Y точки A и B . Поскольку ось Y перпендикулярна картине, ее точка схода находится в точке P , а начальная точка находится в начале координат. Перспектива оси Y на картине отобразилась отрезком $[OP]$.

мой, перпендикулярной K), следует поступать так, как показано на рис. 13.

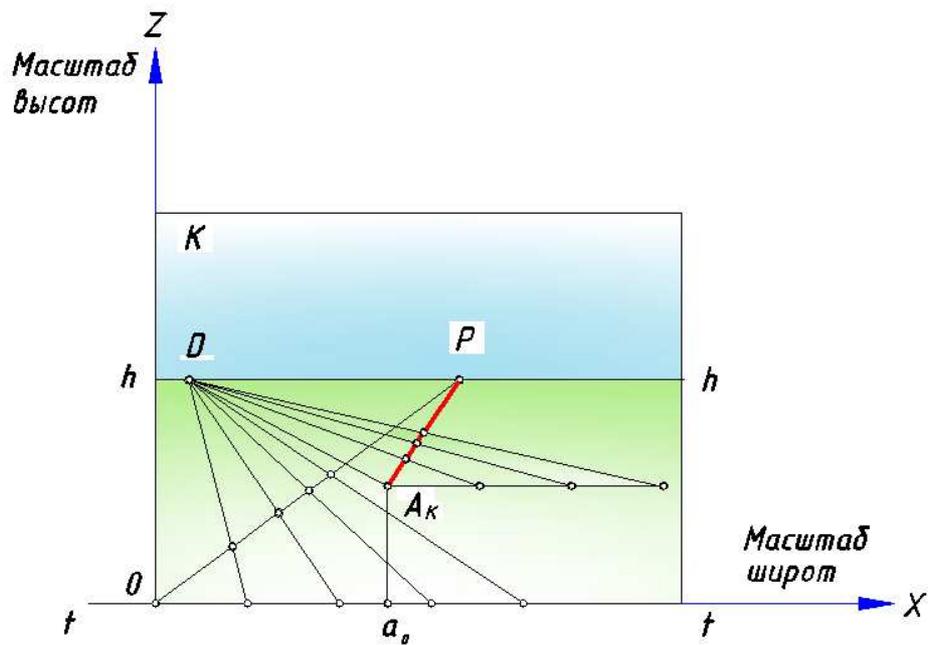


Рис. 13. Построение масштаба на глубинной прямой

Масштаб, построенный на прямой, параллельной основанию картины, называется *масштабом широт*. Построение масштаба широт показано на рис. 14. Для примера изображены перспективы прямых, находящихся на и вне предметной плоскости.

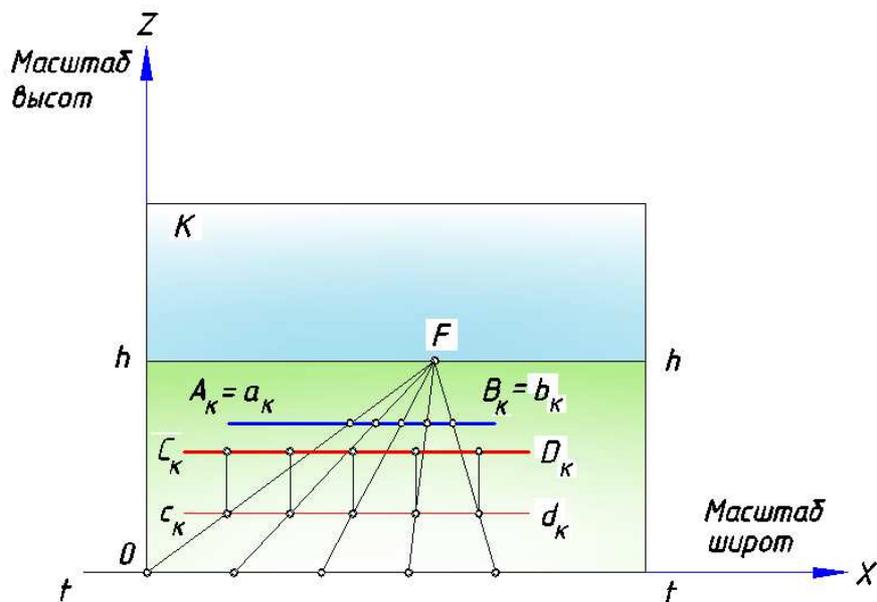


Рис. 14. Построение масштаба на прямой широт

с использованием перспективных масштабов.

Задача 1

По заданному перспективному изображению определить координаты точки A (см. рис. 18).

Опустив из точки a_K в предметной плоскости перпендикуляр на ось X (линия построения пройдет через точку P), определим абсциссу X_A . Проведем на картине перпендикуляр к оси Y (отрезок $[OP]$) и отметим точку пересечения с ней. С помощью дистанционной точки D и линии переноса определим натуральную величину ординаты Y . Аппликата Z_A найдена двумя способами. В одном случае перспектива аппликаты сдвинута в указанном направлении в картинную плоскость. В другом – использовано свойство равенства перспективных масштабов высот и широт в любой плоскости, параллельной картине.

Задача 2

Определить натуральные величины данных отрезков прямых, параллельных картине перспективным изображениям, если на линии горизонта задана точка P (рис. 19).

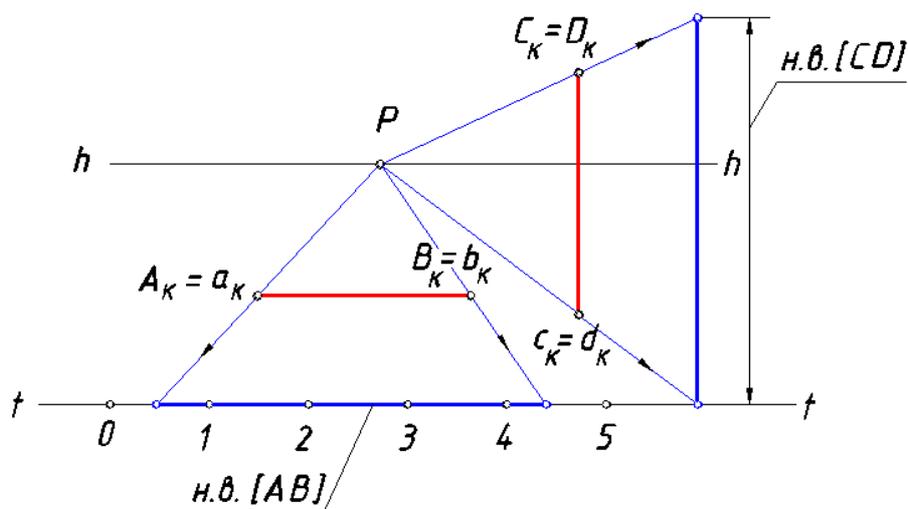


Рис. 19. Определение натуральных величин отрезков прямых, параллельных картине

Задача 3

Определить натуральную величину отрезка прямой общего положения. На линии горизонта заданы точки P и D (рис. 20).

По заданной дистанционной точке D определим вспомогательную точку S_1 . Найдем точку схода F прямой, определяемой точками A и B . Отметим точку схода M линий переноса, с помощью которых можно заданный отрезок общего положения спроецировать на основание картины и получить его натуральную величину (рис. 21).

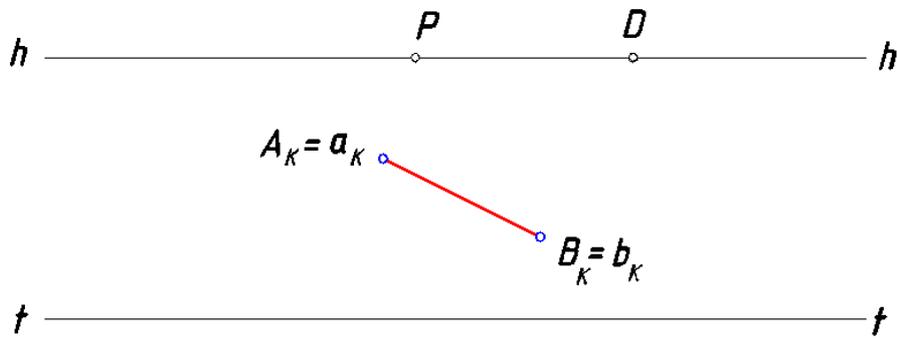


Рис. 20. Условие к задаче 3

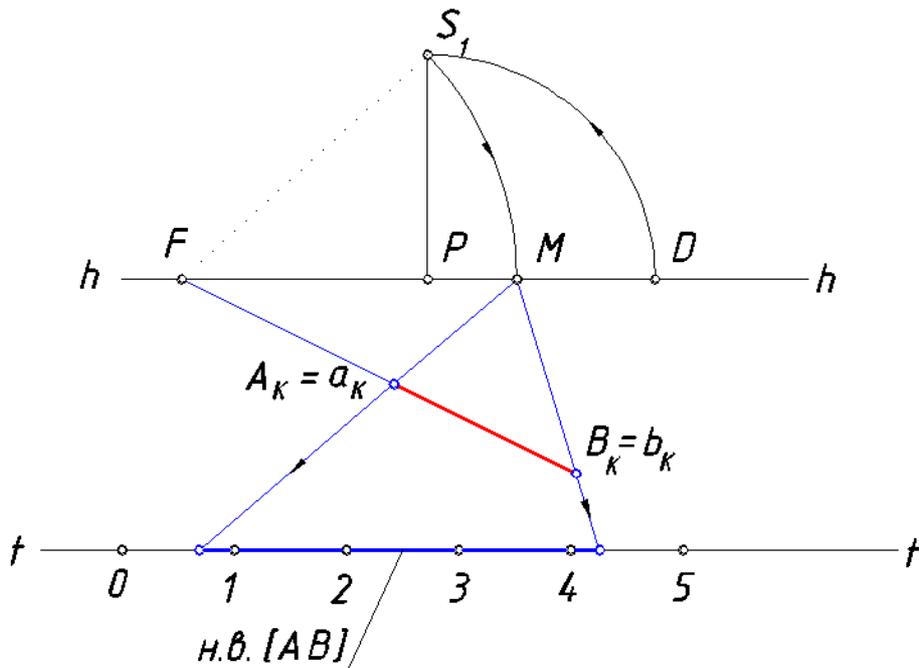


Рис. 21. Решение задачи 3

Задача 4

Разделить отрезок нисходящей прямой на три части (рис. 22).

Используем для решения поставленной задачи теорему Фалеса. Проведем через точку a_K (или b_K) линию широт, на которой отложим три любых, но равных между собой отрезка. Соединим последнюю точку 3 с точкой b_K . Определим точку схода F прямой, содержащей эти точки. Построим прямые, ей параллельные, проходящие через точки 1 и 2. Отметим точки деления на перспективе вторичной проекции данного отрезка. С помощью вертикальных прямых, на основании той же теоремы, найдем искомые точки деления.

Заметим, что при построении перспективы различных архитектурных элементов, расположенных на одинаково небольших расстояниях (таких как ограда, решетка, перила и т. д.) часто применяются геометрические приемы, основанные на теореме Фалеса.

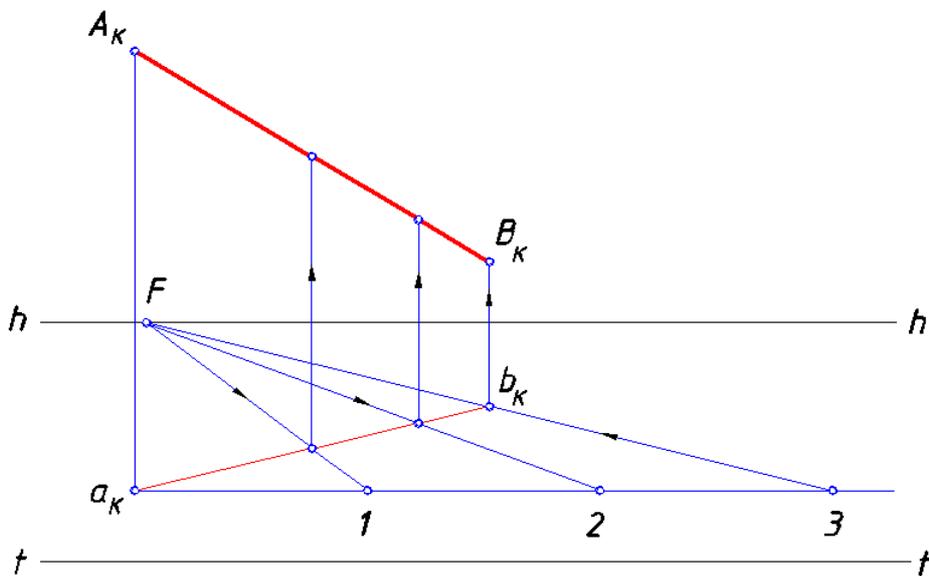


Рис. 22. Деление отрезка на равные части

Задача 5

Увеличить отрезок восходящей прямой в три раза (рис. 23 и 24).

Построим прямую широт, проходящую через точку a_K . На линии гори-

зонта выберем произвольную точку F линий переноса, с помощью которой перебросим перспективу вторичной проекции отрезка на линию широт. Отметим на ней точку 1 и отложим от нее два отрезка, равных $[a_K 1]$. Через точку 3 проведем линию переноса и на продолжении отрезка $[a_K b_K]$ определим точку c_K . Перспектива вторичной проекции отрезка увеличилась в три раза. Проведя через точку c_K вертикальную прямую до пересечения с перспективой отрезка, найдем точку C_K . Все построения выполнены в соответствии с теоремой Фалеса.

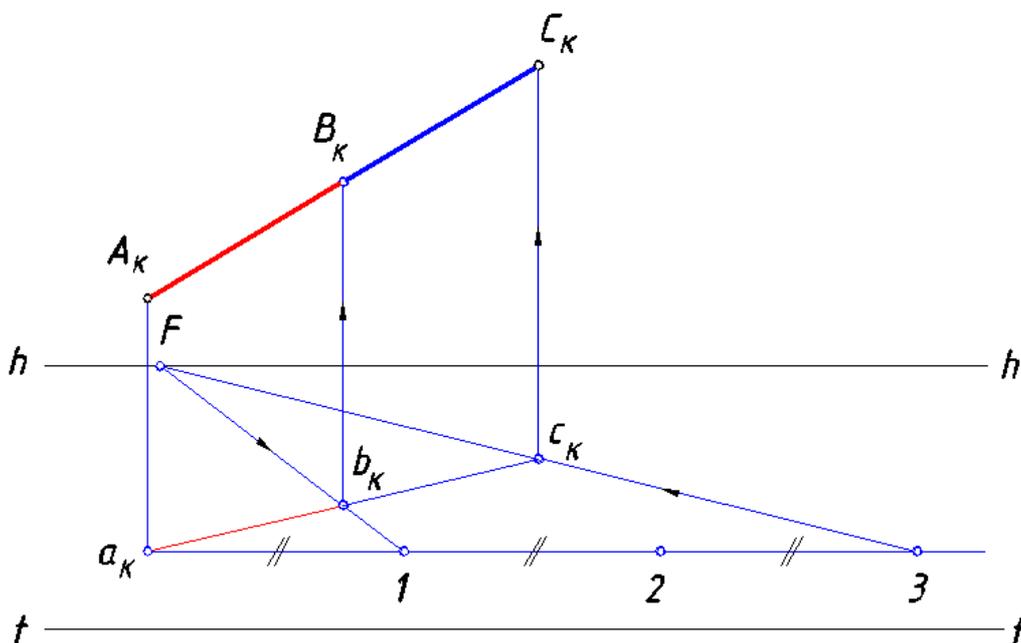


Рис. 23. Первый вариант решения задачи 5

На рис. 24 представлен другой вариант решения этой задачи. Поскольку точка схода F прямой, содержащей точки a_K и b_K , находится в пределах картины, ее можно использовать для увеличения данного отрезка. Проведем через точку A_K вертикальную прямую, а через B_K – горизонтальную с точкой схода F . Отметим точку 1 пересечения этих прямых. Отложим на вертикальной прямой от точки 1 два единичных отрезка $[A_K 1]$. Через точку 3 проведем горизонтальную прямую в точку схода F .

емного предмета.

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 F_1 (на эюре показана ее проекция на основании картины точка f_{01}). Для ее нахождения из точки зрения S проводим луч, им параллельный, до пересечения с картиной.

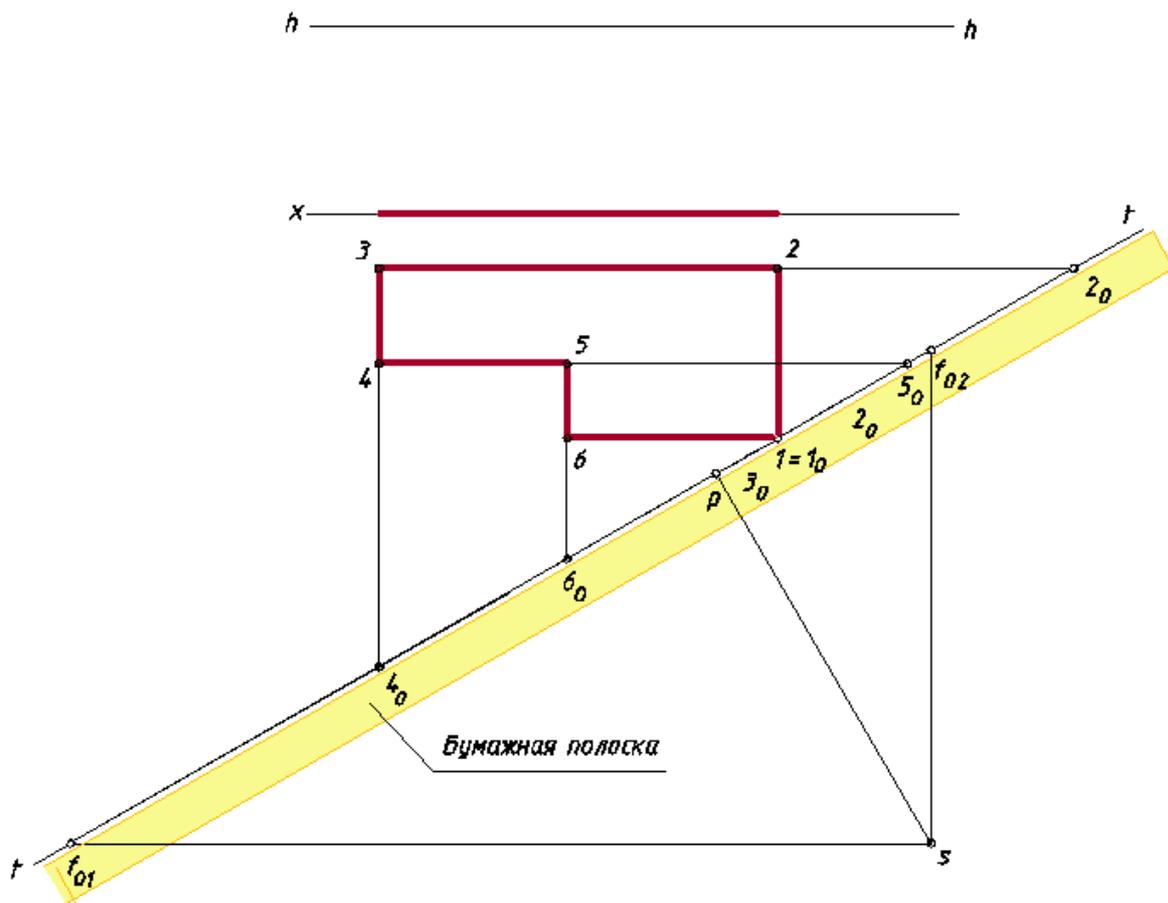


Рис. 25. Плоская фигура (план здания)

Поскольку проведенный луч параллелен предметной плоскости его точка пересечения с картиной будет находиться на линии горизонта. Точка схода другого семейства прямых – точка F_2 .

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 пер-

спективы картины начнем с ее основания $t - t$, проведя произвольную горизонтальную прямую $t - t$. С помощью бумажной полоски зафиксируем точки, построенные на эюре, и перенесем их на картину (рис. 26). Построим линию горизонта параллельно линии $t - t$ на расстоянии, взятом с эюра (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.

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.

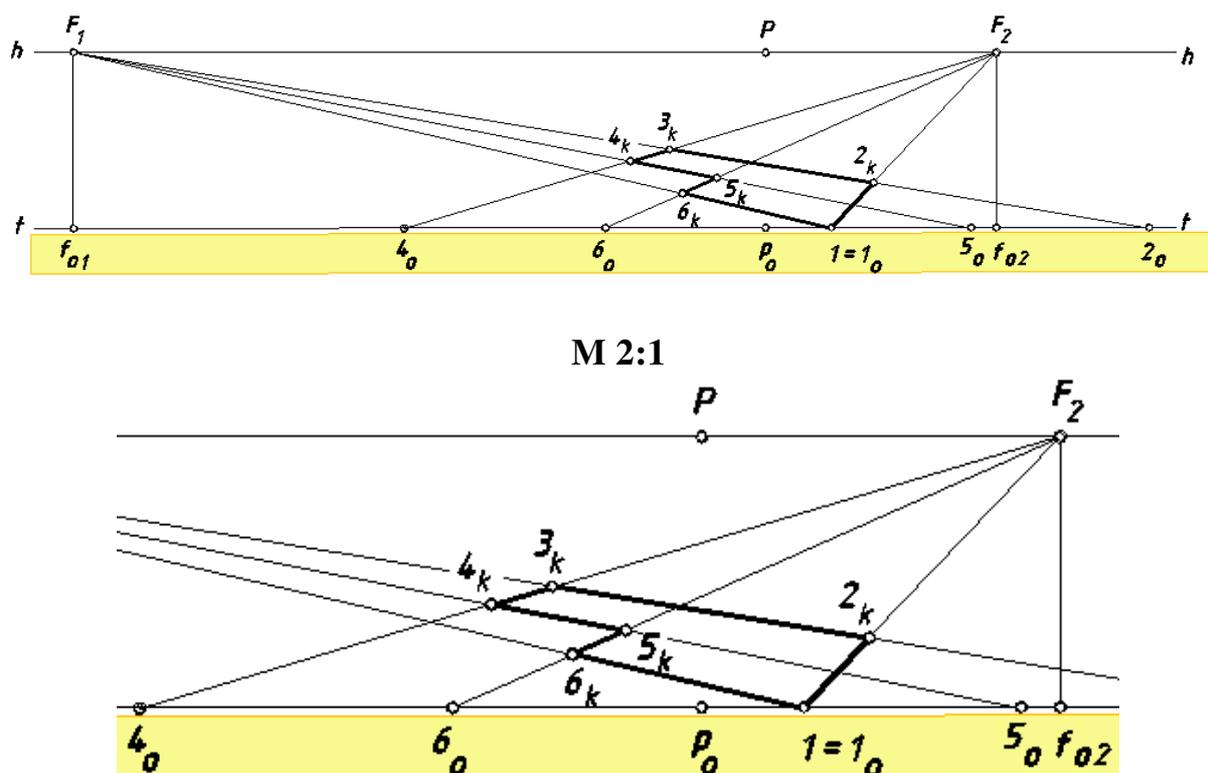


Рис. 26. Перспектива плоской фигуры

Заметим, что центральную проекцию предмета можно построить при любых точках зрения (за исключением особых), любом положении карти-

ны 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.

5. Рациональный выбор элементов перспективы

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 (рис. 27).

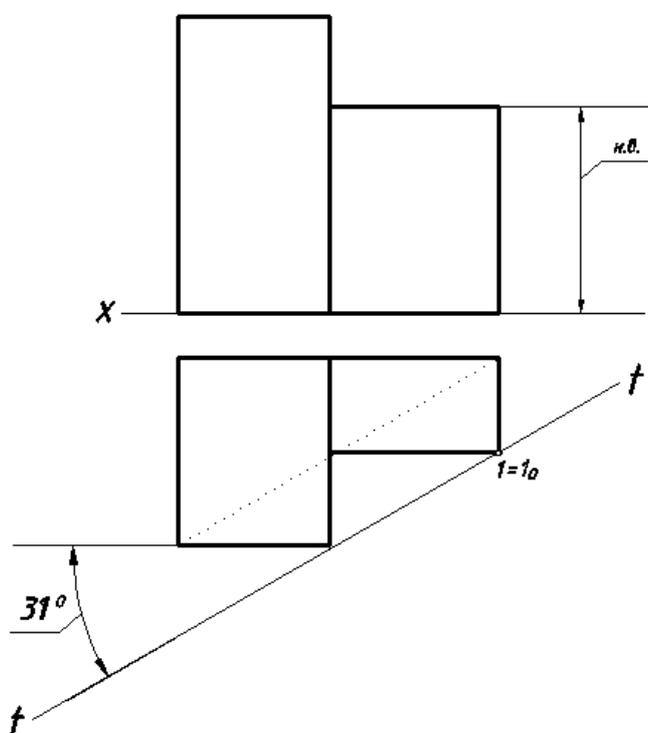


Рис. 27. Проведение картинной плоскости на эюре

На рисунке, приведенном выше, 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, 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*.

Выбор точки зрения осуществляется установлением следующих взаимосвязанных элементов перспективы:

1. удаление точки зрения от объекта (дистанция);
2. положение главного луча;
3. положение картины;
4. положение линии горизонта.

Расстояние от точки зрения до плоскости картины должно быть не менее одного и не более трех наибольших габаритных размеров сооружения (рис. 28).

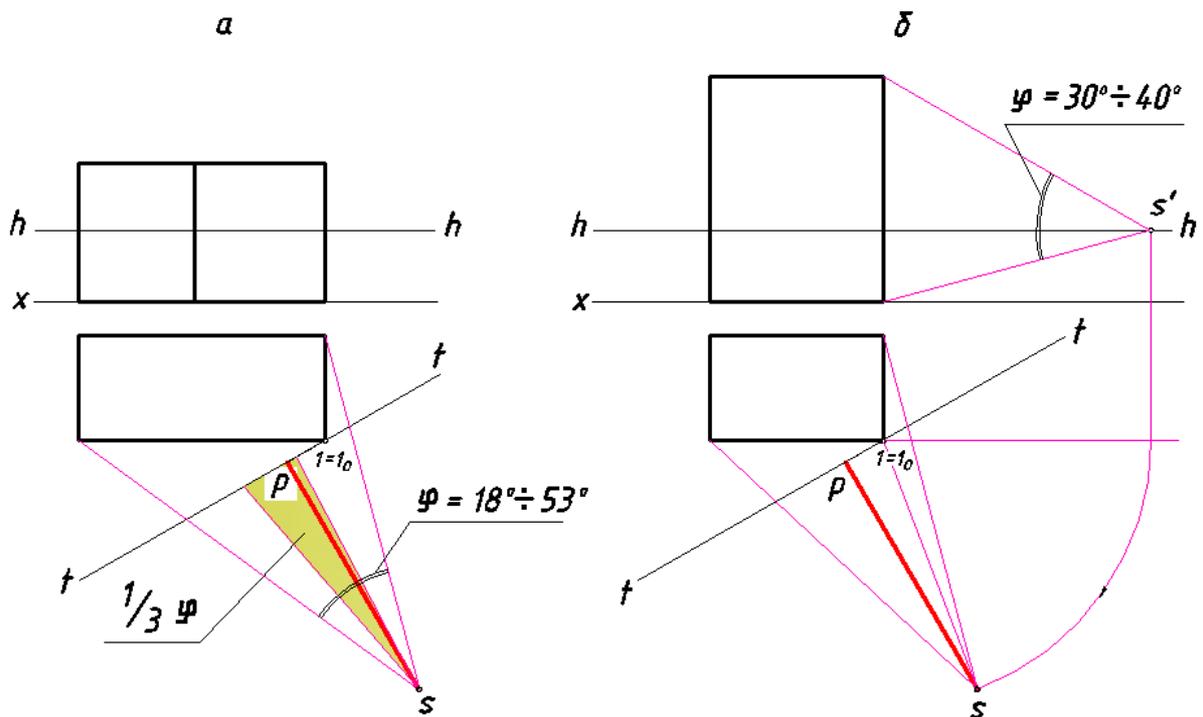


Рис. 28. Выбор точки зрения

Точка зрения выбирается таким образом, чтобы из нее просматрива-

лась наиболее полно форма предмета. Для этого угол зрения φ между крайними лучами в плане должен быть равен $18 \dots 53^\circ$ (рис. 28, а). Если объект высокий, необходимо проконтролировать, чтобы этот угол не выходил за эти пределы в вертикальной плоскости (рис. 28, б). Оптимальное значение $\varphi = 30 \dots 40^\circ$.

Главный луч картины не должен выходить за пределы $1/3$ угла φ , как показано на рисунке выше.

6. Перспектива объемного объекта

Пусть требуется построить перспективу объемного сооружения (рис. 29). На ортогональном чертеже проведем картинную плоскость, линию горизонта и выберем точку зрения согласно вышеизложенным рекомендациям.

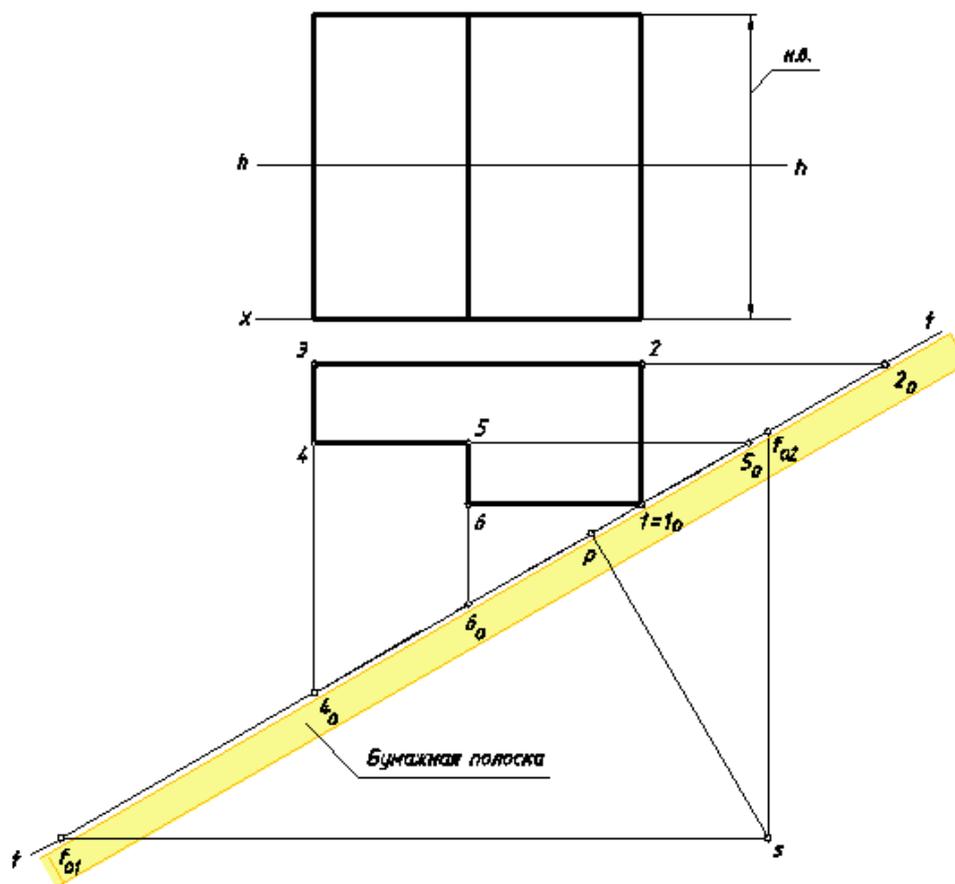


Рис. 29. Выбор картинной плоскости и нахождение начальных точек параллельных прямых

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 , F_1 и F_2 .

Соединим начальные точки двух семейств параллельных прямых с соответствующими точками схода F_1 и F_2 . На пересечении построенных линий отметим перспективы вершин прямоугольника с вырезом и соединим их между собой (рис. 30).

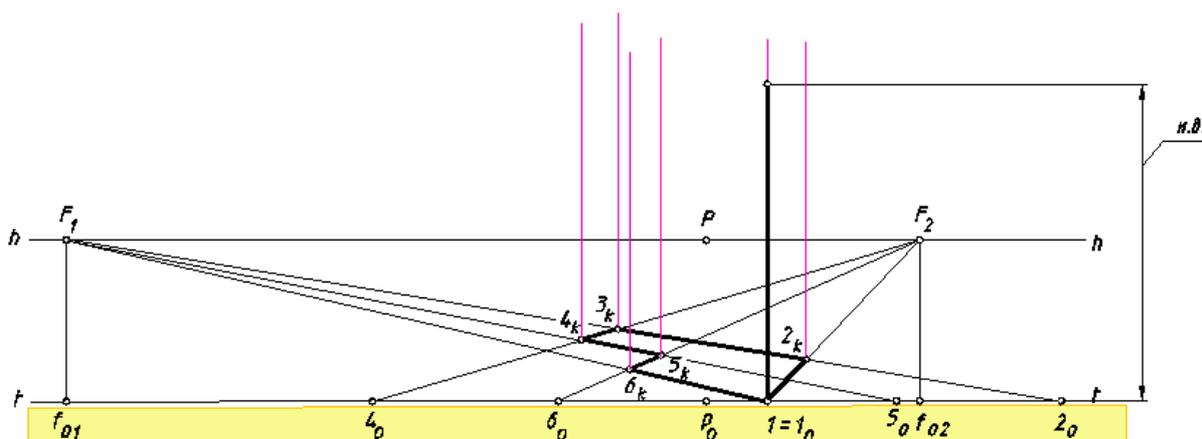


Рис. 30. Построение вертикалей в перспективе

После построения перспективы плана через точку $I = I_0$ проведем вертикальную прямую, на которой от этой точки отложим натуральную величину высоты сооружения, взятую с ортогонального чертежа (см. рис. 30).

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 (рис. см. 30).

Построим горизонтальные прямые с точками схода F_1 и F_2 , 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 (рис.

31).

Проводя горизонтальные прямые через остальные верхние точки вертикальных ребер, завершаем построение других видимых и невидимых граней сооружения. Невидимые фрагменты на завершенной картине не показывают (рис. 32).

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 масштаб увеличения, согласовывая его с размерами листа формата.

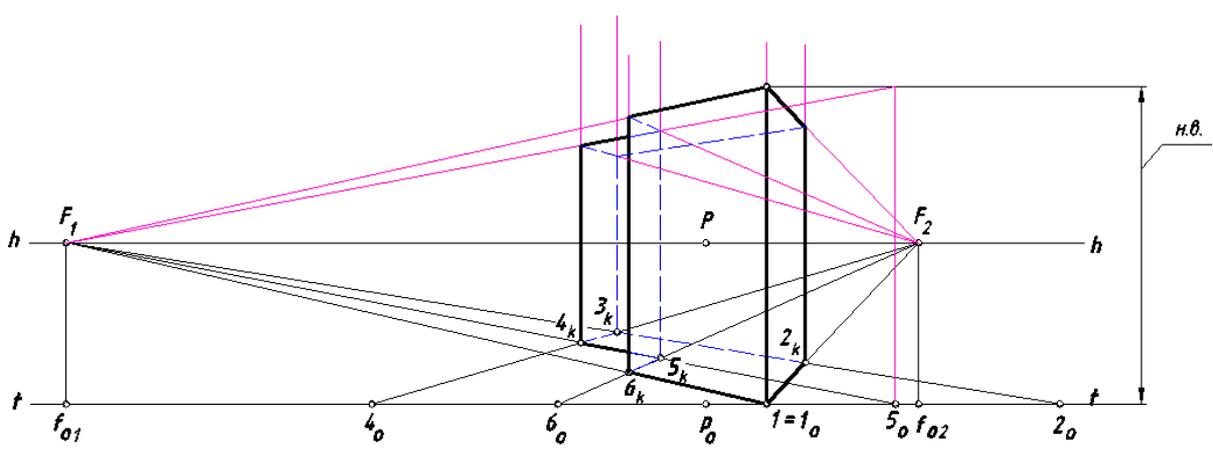


Рис. 31. Построение горизонталей в перспективе

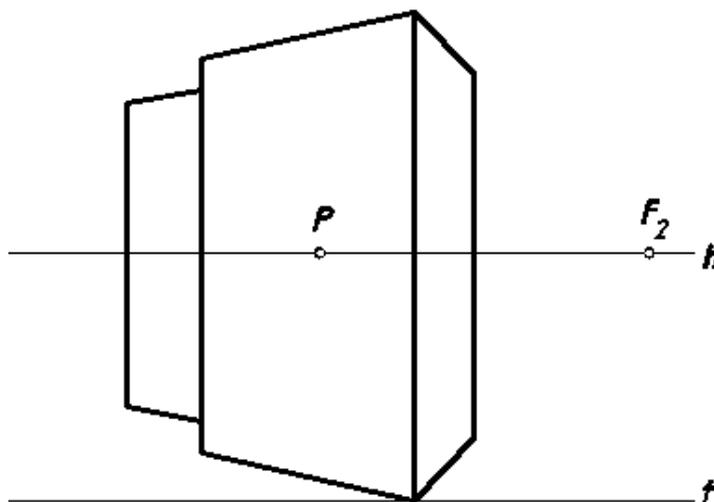


Рис. 32. Завершающий этап построения перспективы

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

Рассмотрим более сложную задачу. По данному ортогональному чертежу построим перспективу лестницы с прямыми барьерами (рис. 33), и покажем некоторые другие приемы построения картины.

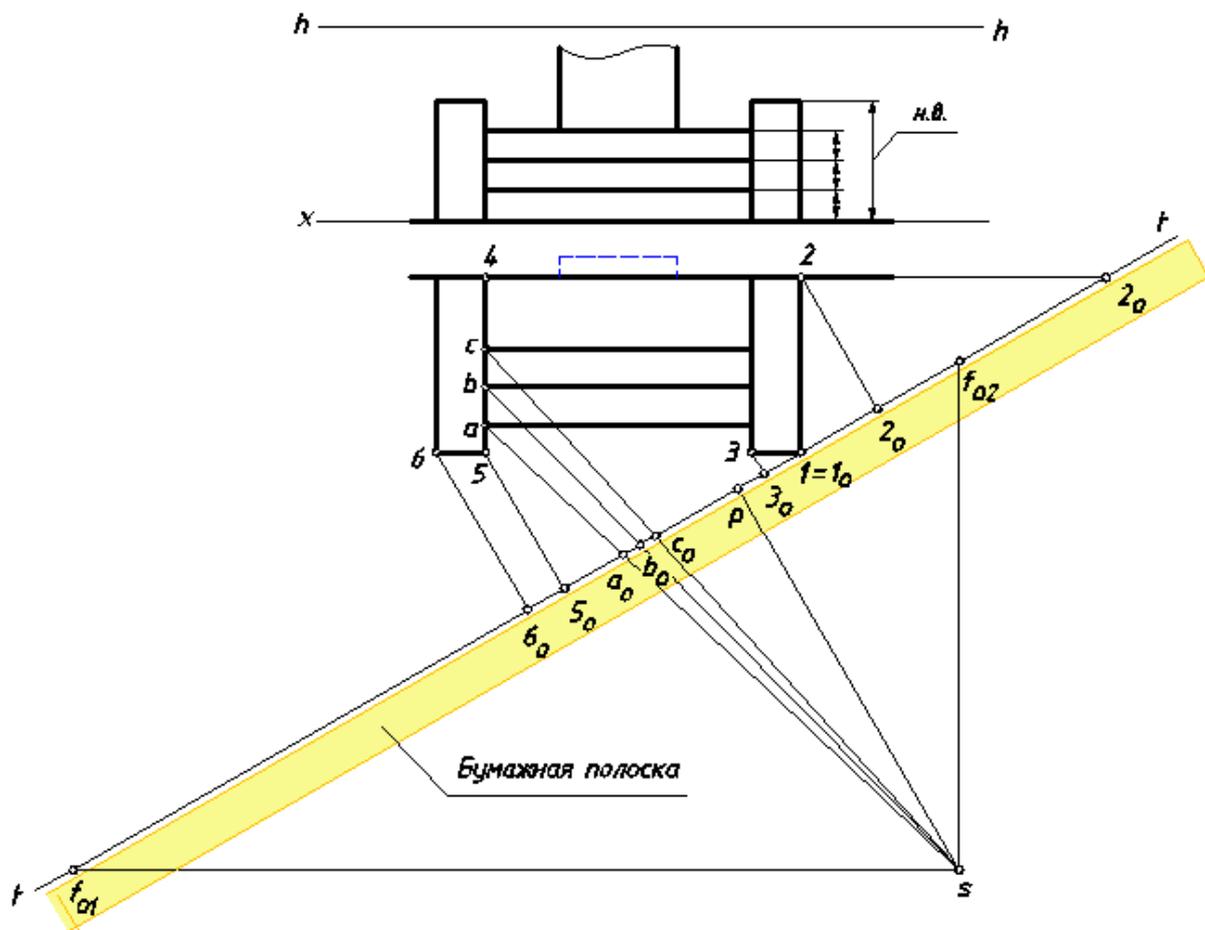


Рис. 33. Проведение картинной плоскости

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 $l = l_0$, 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 (рис. 34).

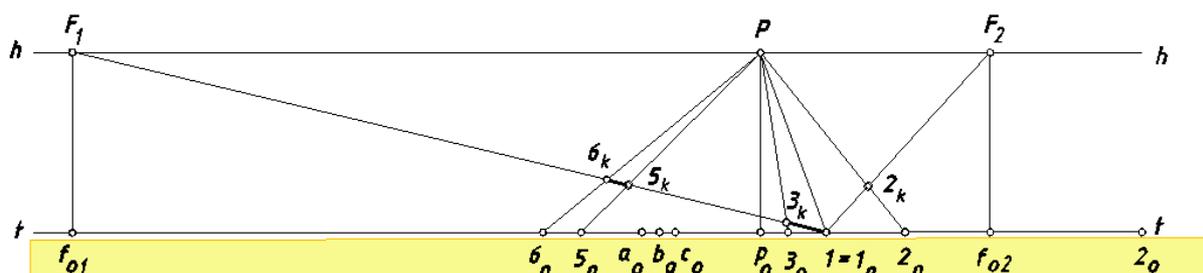


Рис. 34. Построение прямых, перпендикулярных картине

Поскольку картинная плоскость проведена через вертикальное ребро левого барьера, последнее отобразится на картине в натуральную величину, взятую с ортогонального чертежа (рис. 35).

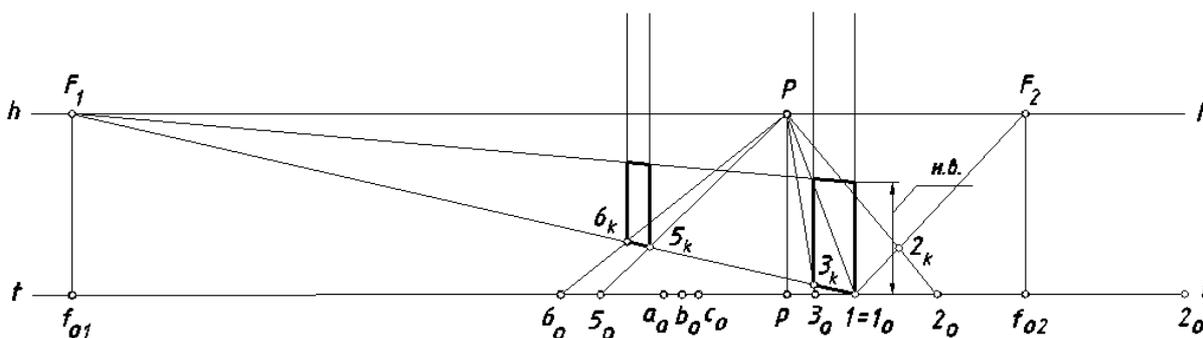


Рис. 35. Построение очертаний передних граней барьеров

Проведение горизонтальной прямой с точкой схода F_1 через верхнюю точку вертикального ребра, лежащего в картинной плоскости позволяет найти все верхние точки вертикальных ребер передних граней барьеров и полностью их обрисовать (рис. 36).

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 (рис. 38).

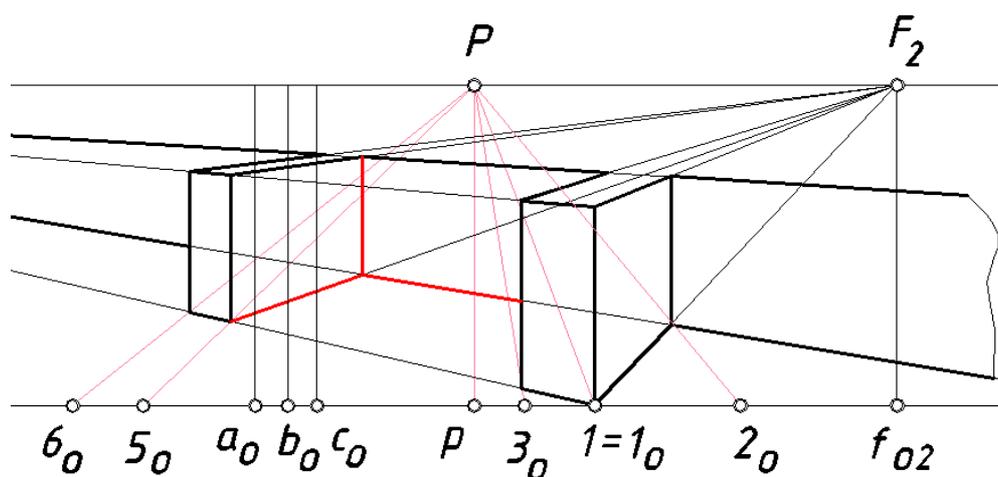


Рис. 38. Проведение вертикалей для построения профиля лестницы

Используя для решения задачи проецирующие лучи, проведенные из точки зрения, мы фактически применили *способ конических сечений* одновременно со способом архитекторов.

Отметим на ребре, лежащем в плоскости картины, натуральные величины подступенков и проведем через точки деления горизонтальные прямые с точкой схода F_1 . На вертикальном ребре левого барьера зафиксируем отрезки, пропорциональные построенным в картинной плоскости (рис. 39).

Через построенные точки на вертикальном ребре левого барьера проведем горизонтальные прямые в точку схода F_2 (см. рис. 39).

Точки пересечения горизонтальных и вертикальных линий на правой грани левого дают возможность построить очертание профиля лестницы (рис. 40).

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 (рис. 41).

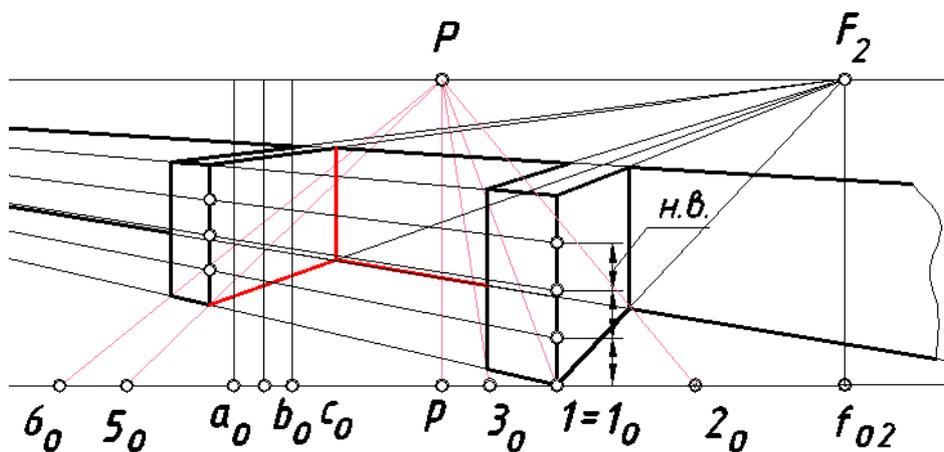


Рис. 39. Построение горизонталей для обрисовки профиля лестницы

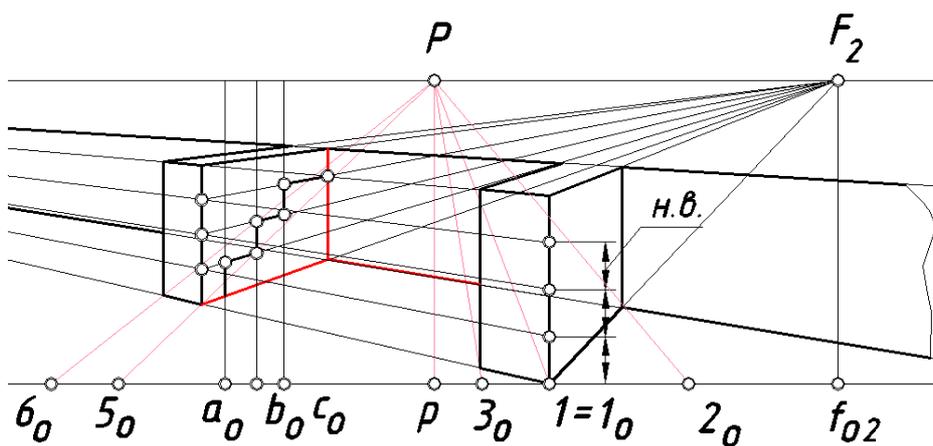


Рис. 40. Построение очертания профиля лестницы

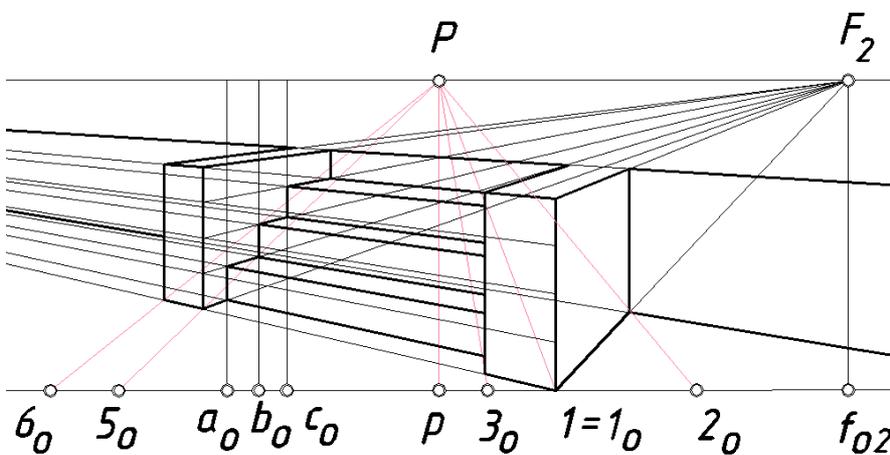


Рис. 41. Завершение построения лестницы

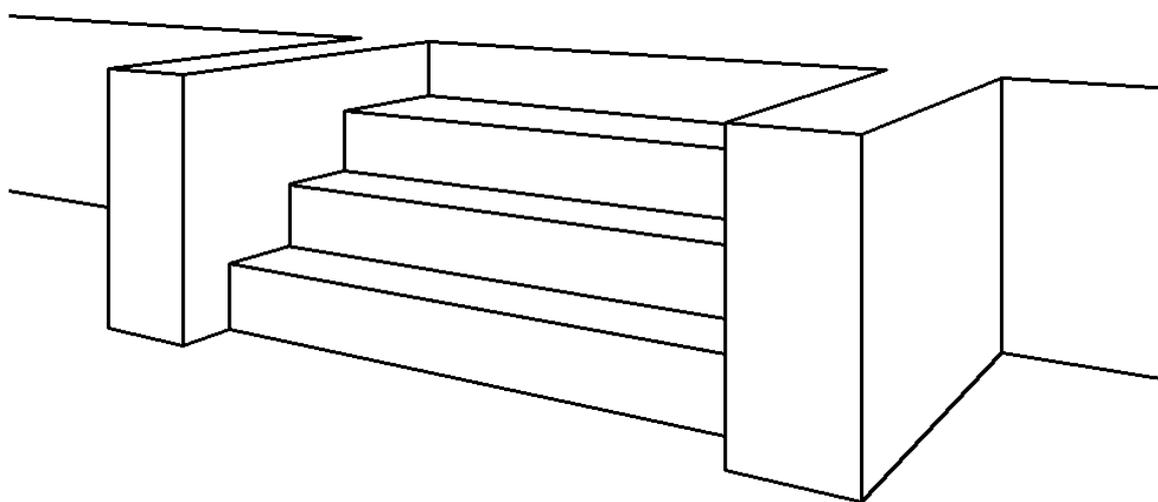
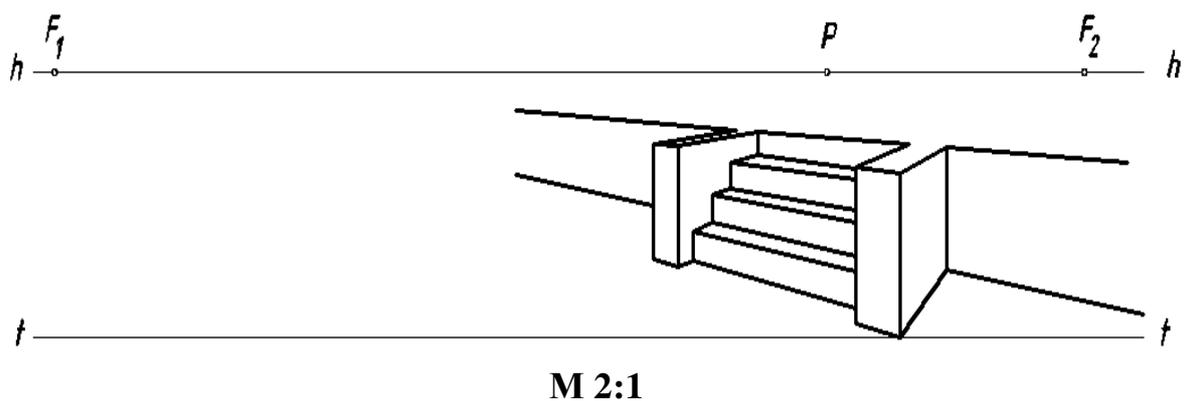


Рис. 42. Перспектива лестницы с прямыми барьерами

На рис. 42 показан окончательный вид перспективного изображения лестницы после удаления вспомогательных линий построения.

7. 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 (рис. 43);
2. солнце расположено позади зрителя, тень падает в сторону линии горизонта от основания предмета (рис. 44);

3. солнце расположено сбоку так, что лучи идут параллельно картине (рис. 45).

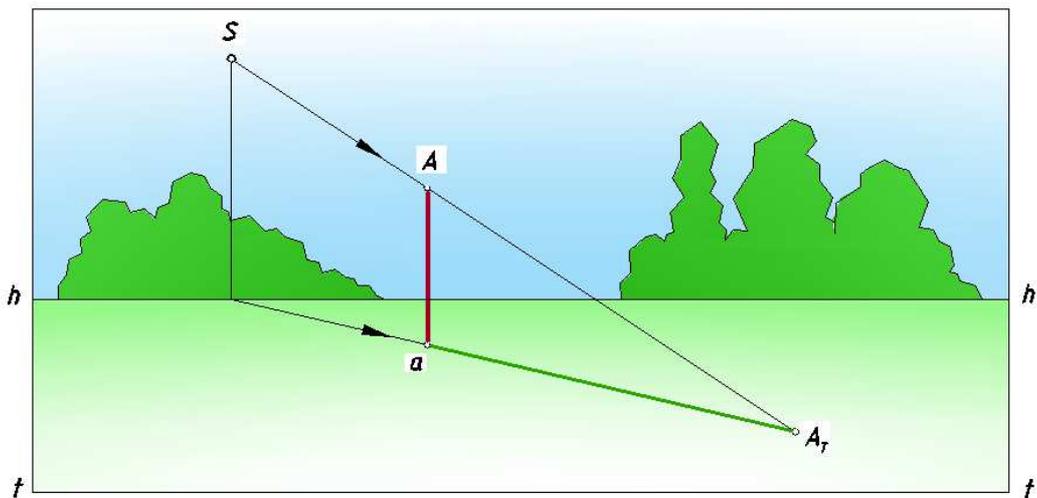


Рис. 43. Солнце позади предмета

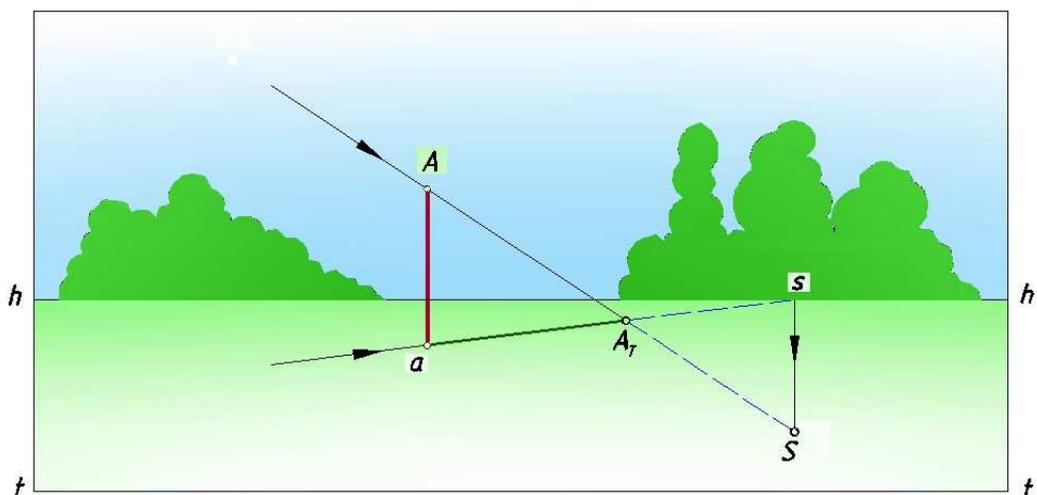


Рис. 44. Солнце позади зрителя

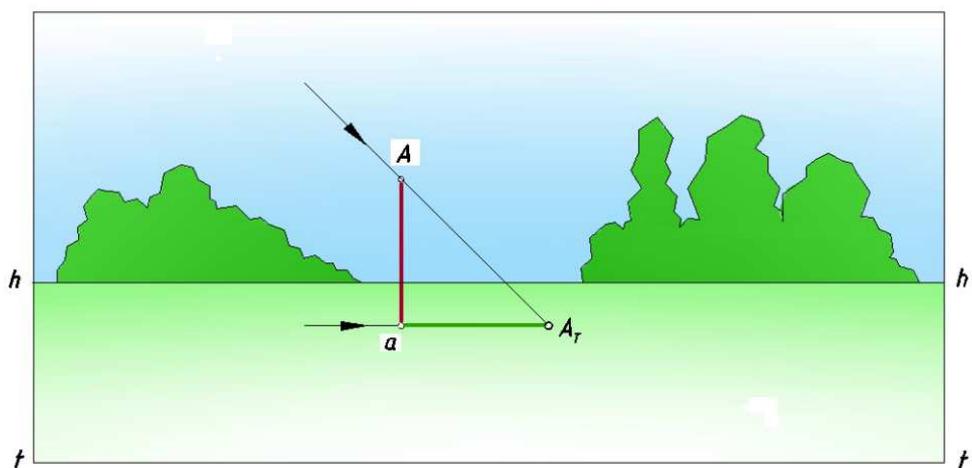


Рис. 45. Солнце сбоку предмета

Последний случай чаще других применяется инженерами при построении перспективных изображений 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° с предметной плоскостью. Запишем эти условия символически:

$$1. S \parallel K;$$

$$2. S \wedge T = 45^\circ.$$

Проведем через точку A (рис. 46) 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 A_T .

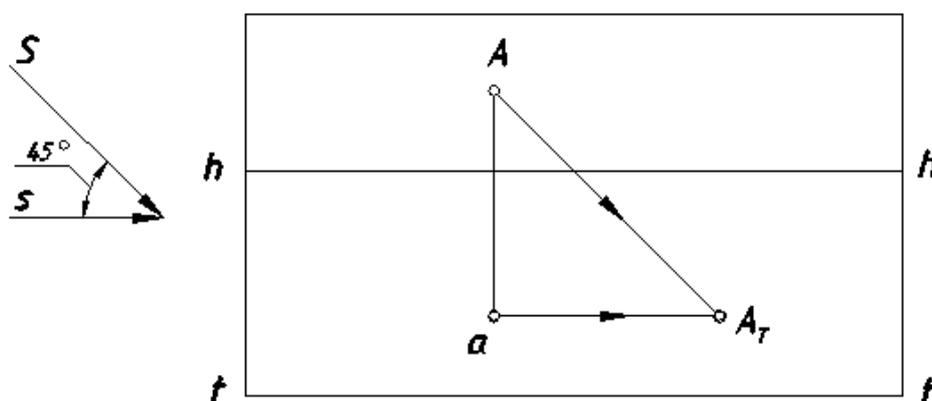


Рис. 46. Тень точки в перспективе

Построим собственные и падающие тени параллелепипеда, стоящего на земле (рис. 47).

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

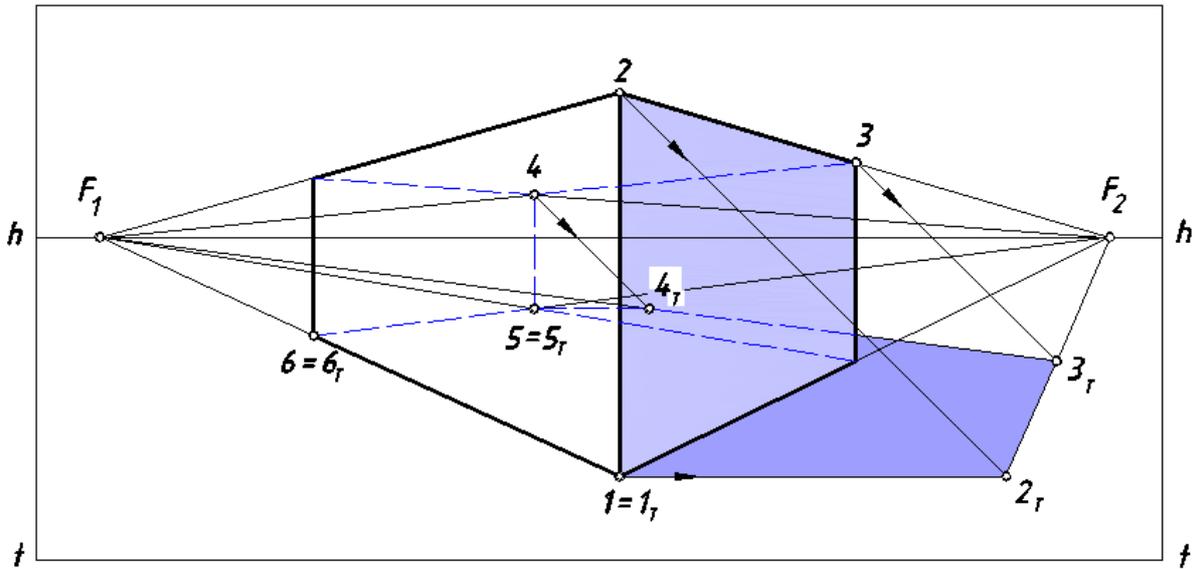


Рис. 47. Построение теней параллелепипеда

Проанализируем освещенность граней параллелепипеда. 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 1 лежит на земле $1 = 1_T$. Проведем через точку 2 перспективу луча, а через ее вторичную проекцию (точку 1) – его вторичную проекцию. На пересечении этих линий находим точку 2_T . Поскольку ребро $[23]$ параллельно предметной плоскости, его падающая тень равна и параллельна ему. Точка схода ребра $[23]$ находится на линии горизонта (точка F_1). Соединяем точку 2_T 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 3_T . 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 F_1 . Проведя перспективу луча через точку 4 до пересечения с отрезком $[3_T F_1]$, определим точку 4_T . Точки 5 и 6 расположены на предметной плоскости T , поэтому $5 = 5_T$ и $6 = 6_T$. Очертание контура падающей тени параллелепипеда состоит из совокупности отрезков $[1_T 2_T] - [2_T 3_T] - [3_T 4_T] - [4_T 5_T] - [5_T 6_T] - [3_T 4_T]$, представляющих собой замкнутый контур.

Рассмотрим задачи, связанные с построением перспективы и теней фрагментов зданий

Задача 1

Построить тени от прямых барьеров на лестнице, земле и стене (рис. 48).

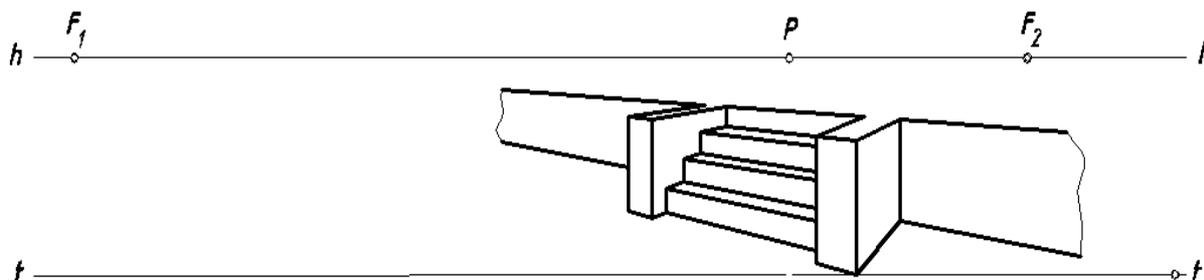


Рис. 48. Лестница с прямыми барьерами

Вначале построим тени правого барьера (рис. 49). Поскольку при данном направлении светового потока правая грань барьера находится в собственной тени легко видеть, что ребра, находящиеся на границе света и тени войдут в состав контура собственной тени. 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 $[B_T I_T]$. Поскольку точка I_T находится на границе земли и стены I_T

$= I_T'$. С помощью обратного луча можно определить точку на ребре $[BC]$, которая отбросила эту тень. Точка C горизонтального ребра находится на стене, поэтому $C = C_T'$. Тень отрезка $[IC]$ падает на стену. Его тенью является отрезок $[I_T' C_T']$.

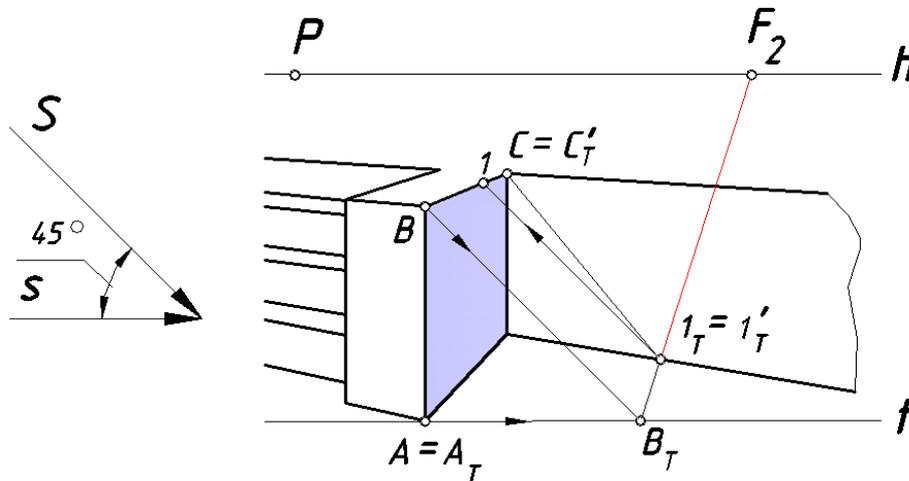


Рис. 49. Построение контура падающей тени правого барьера

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 (рис. 50). Построим падающие тени этих ребер.

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 L_T с точкой схода F_2 и отмечаем реальную

часть тени этого ребра на нижней ступеньке до точки $2_T = 2'_T$. Заметим, что это ребро является *гвоздем* по отношению ко всем подступенкам.

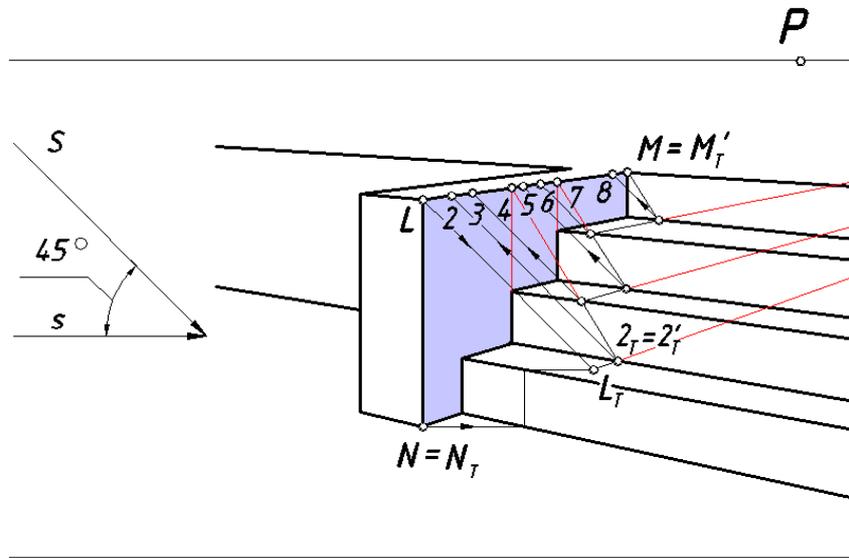


Рис. 50. Построение контура падающей тени левого барьера

Проведем вспомогательные линии для нахождения общих точек для ребра $[LM]$ и граней всех подступенков. Эти построения позволят определить падающие тени на подступенки. На рис. 50 на ребре $[LM]$ отмечены все его участки, отбросившие тени на конкретные фрагменты лестницы, землю и стену.

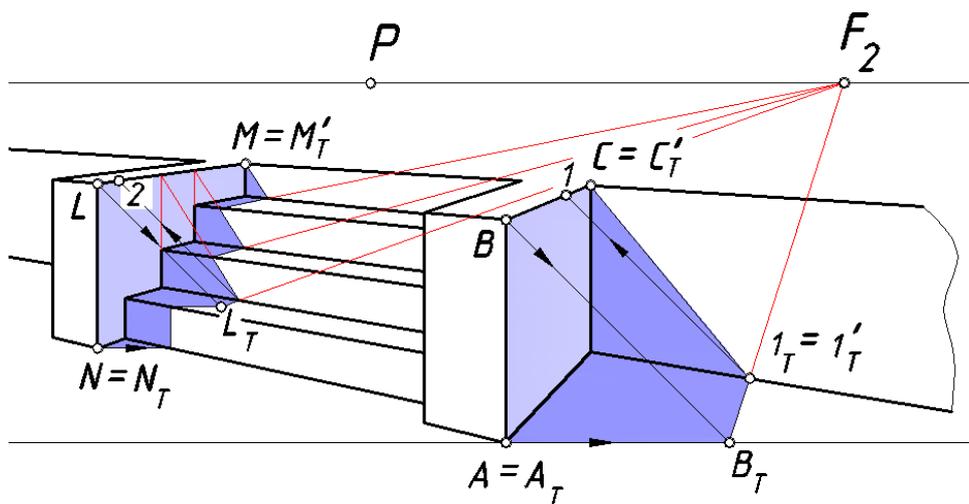


Рис. 51. Собственные и падающие тени от прямых барьеров

На рис. 51 представлен окончательный вариант решения задачи.

Тени ребер $[LM]$ и $[BC]$ на стене и подступенках параллельны и представляют собой пример *восходящих прямых*. Их точка схода расположена выше линии горизонта, а точка схода их вторичных проекций лежит на линии горизонта.

Задача 2

Построить перспективу карниза крыши и определить собственные и падающие тени (рис. 52).

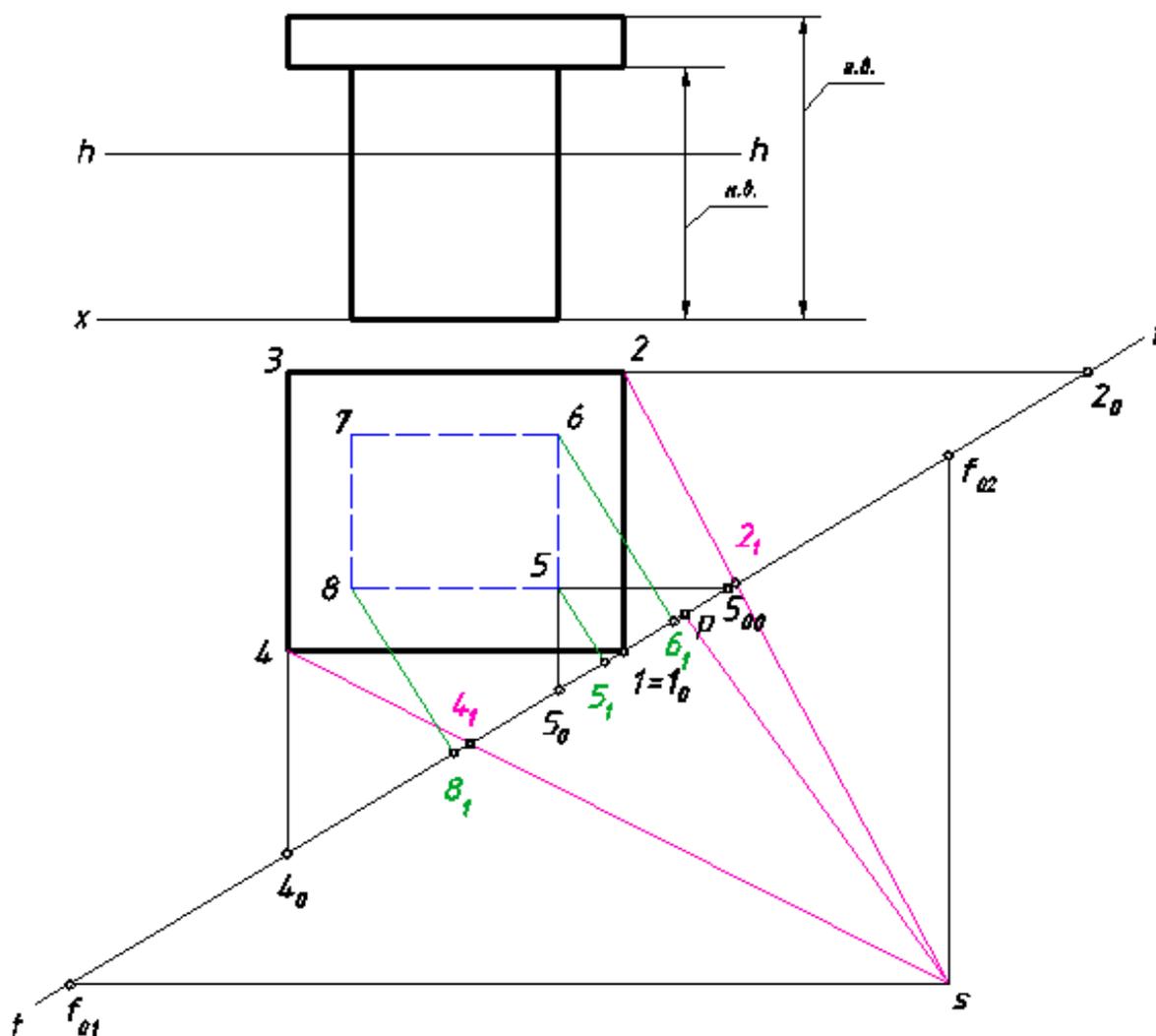


Рис. 52. Условие задачи 2

Укажем на ортогональном чертеже условия задачи положение картинной плоскости и выберем точку зрения в соответствии с рекомендациями, приведенными ранее.

Для решения задачи применим способ архитекторов и используем некоторые другие приемы построения перспективы. Определим начальные точки прямых доминирующих направлений и отметим их на перспективном чертеже на основании картины. Определим точки схода этих прямых.

Соединив начальные точки с соответствующими точками схода, получим перспективу плоской фигуры (плана карниза крыши). Проведем через точку зрения и точки 2 и 4 лучи, которые вместе с их вторичными проекциями задают горизонтально-проецирующие плоскости, пересекающие картину по вертикальным прямым (рис. 53).

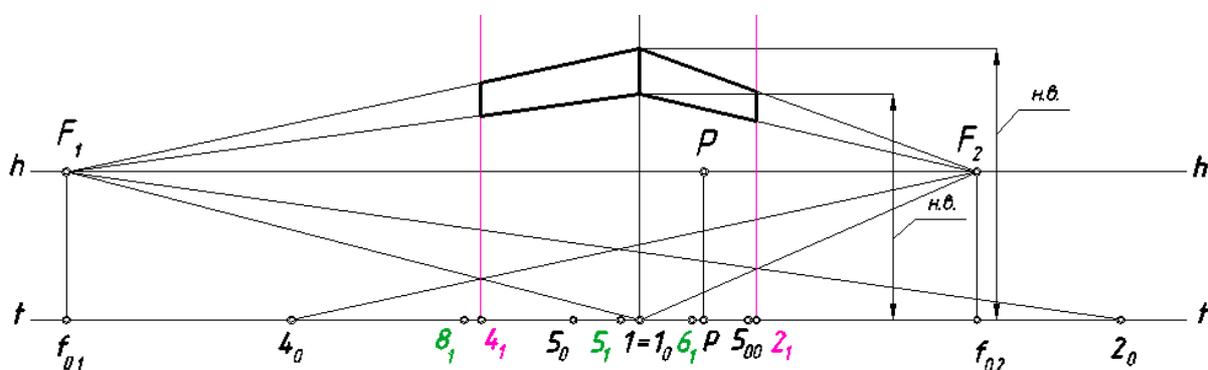


Рис. 53. Применение двух методов построения перспективы

В соответствии с этими рассуждениями на перспективном чертеже проведем через точки 2_1 и 4_1 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 (рис. 54).

Проведем две прямые через нижние точки вертикальных боковых ребер карниза в точки схода F_1 и F_2 , и выделим очертание нижней грани (рис. 55).

После нахождения вторичных проекций этих точек на перспективном

чертеже проводим через них вертикальные линии (см. рис. 55).

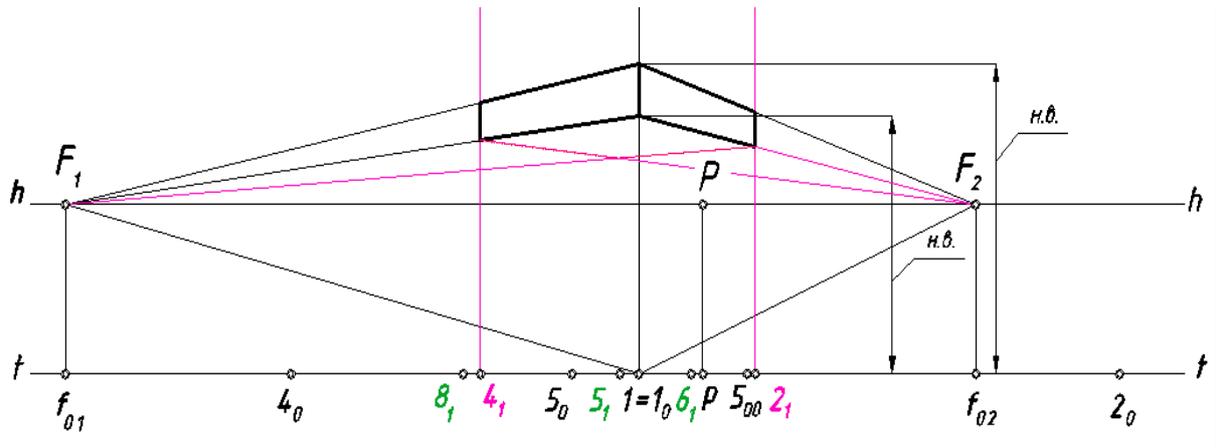


Рис. 54. Построение боковых граней карниза с использованием способа конических сечений

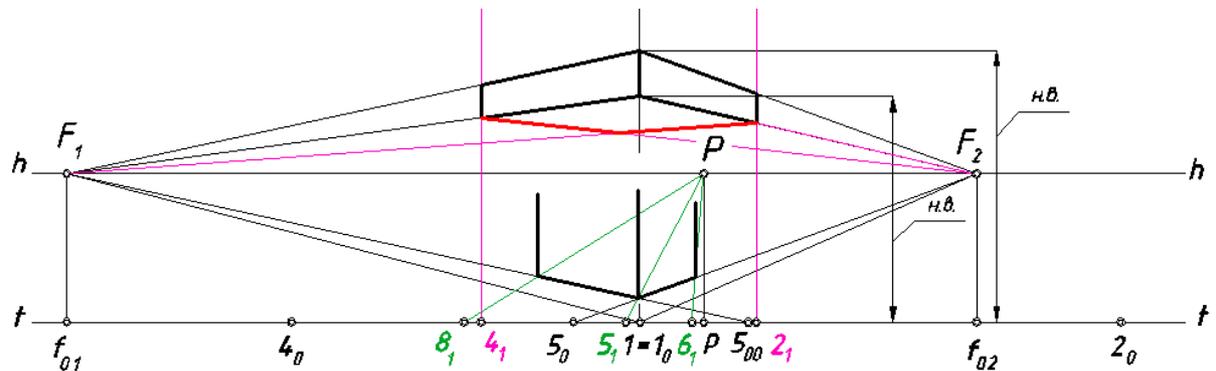


Рис. 55. Проведение прямых, перпендикулярных картине

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

Сдвинем одно из вертикальных ребер в картинную плоскость в любом направлении. Отложим на нем от основания картины от точки 5_0 натуральную величину ребра, взятую с ортогонального чертежа (рис. 56).

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.

На рис. 57 показан окончательный результат построения перспективы сооружения.

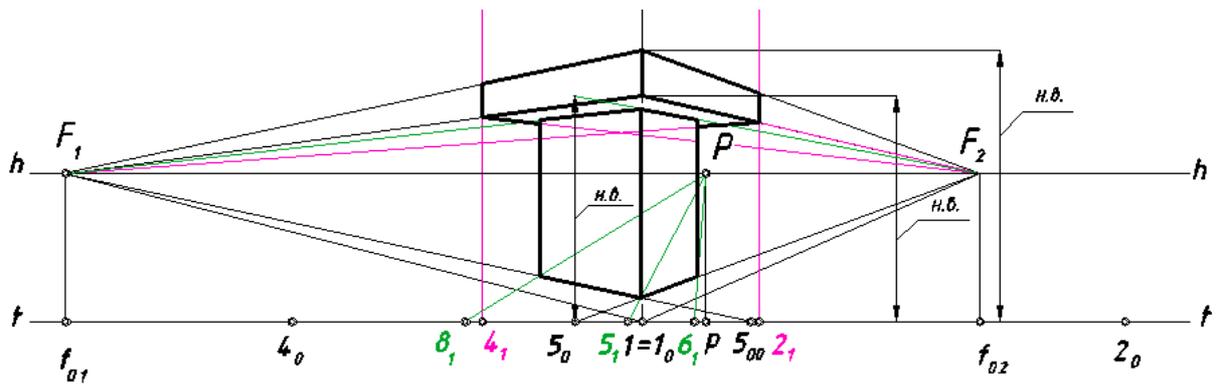


Рис. 56. Построение видимых стен в перспективе

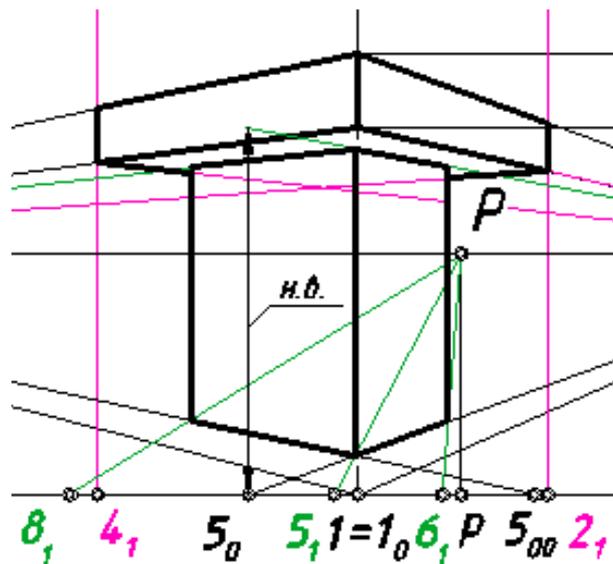


Рис. 57. Завершающий этап построения перспективы

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 A_T' . Поскольку нижнее переднее ребро левой грани карниза параллельно левой стене, то тень от него пойдет по стене вправо от точки A_T' параллельно этому ребру. Поэтому через A_T' и точку схода F_1 проводим прямую.

В точке A сходятся три ребра карниза. Его левое нижнее ребро являет-

ся *гвоздем* по отношению к левой стене. Определим тень этого ребра. На рис. 58 показано два варианта нахождения тени.

В первом случае (рис. 58, *а*) на этом ребре строим с помощью обратного луча точку B , которая отбросит тень B_T' на левое вертикальное ребро. Тенью гвоздя является отрезок $[A_T' B_T']$.

Во втором случае (рис. 58, *б*) найдена общая точка для левой стены *гвоздя*. Для этого верхнее горизонтальное ребро левой стены продолжено до пересечения с *гвоздем* и отмечена точка C_T' . Поскольку отрезок $[C_T' A_T']$ лежит в плоскости стены и пересекает ее левое вертикальное ребро, на нем можно отметить точку B_T' и выделить реальную часть тени гвоздя.

Оба приема дают одинаковый результат.

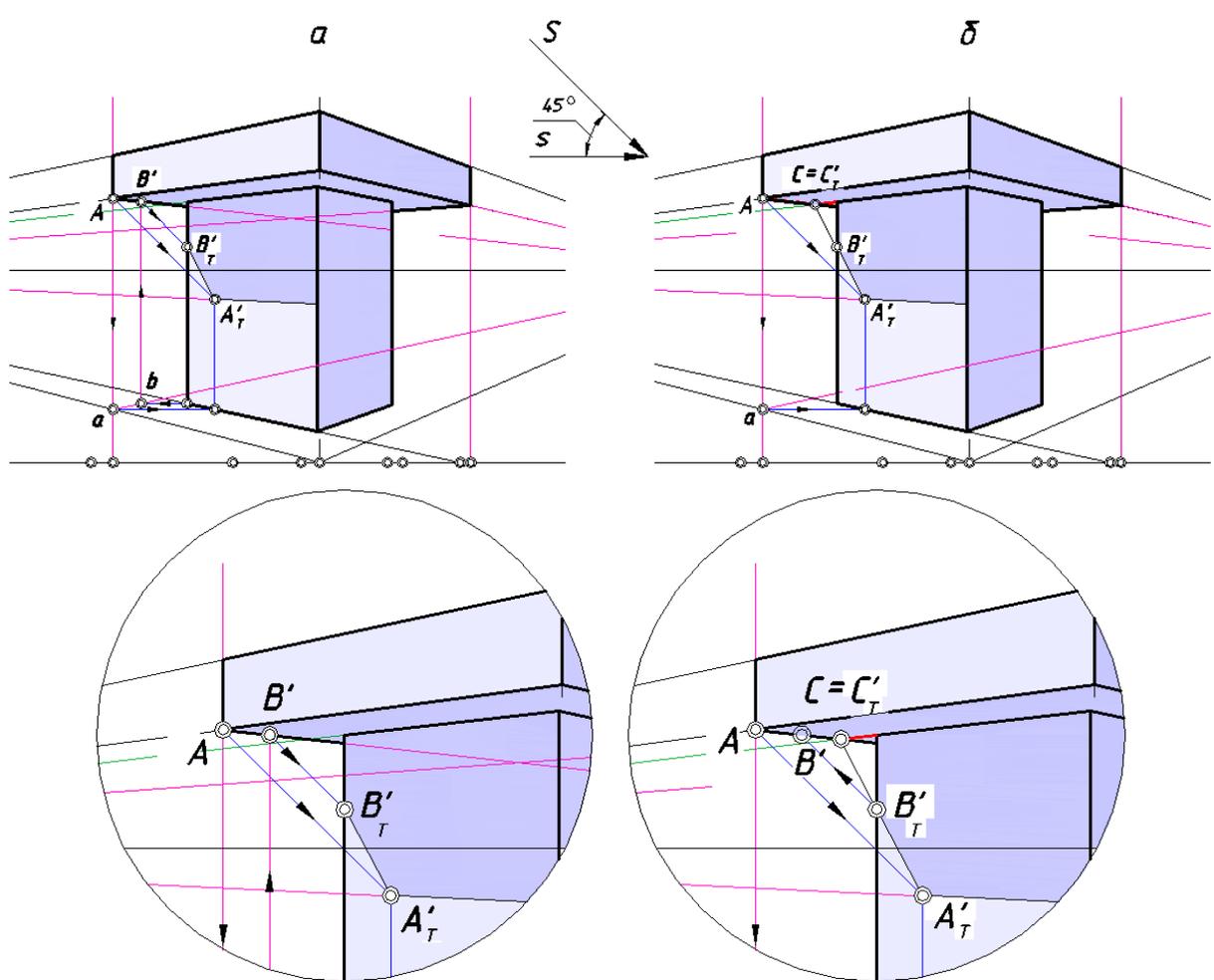


Рис. 58. Варианты нахождения падающей тени карниза на стену здания:

а – с помощью точки B_T' ; *б* – с помощью точки C_T' («основания» гвоздя на стене)

На рис. 59 приведена перспектива этого сооружения при выборе другой точкой зрения, при которой тень точки A падает на невидимую на картине стену. По отношению к этой стене ребро $[AB]$ является *гвоздем* и частично отбрасывает на нее тень в виде отрезка $[C_T' A_T']$. На левой стене построена тень нижнего ребра видимой левой грани карниза.

Построение теней карниза на фрагменты сооружения выполнено в различных вариантах, поскольку вызывает трудности у студентов при выполнении работ.

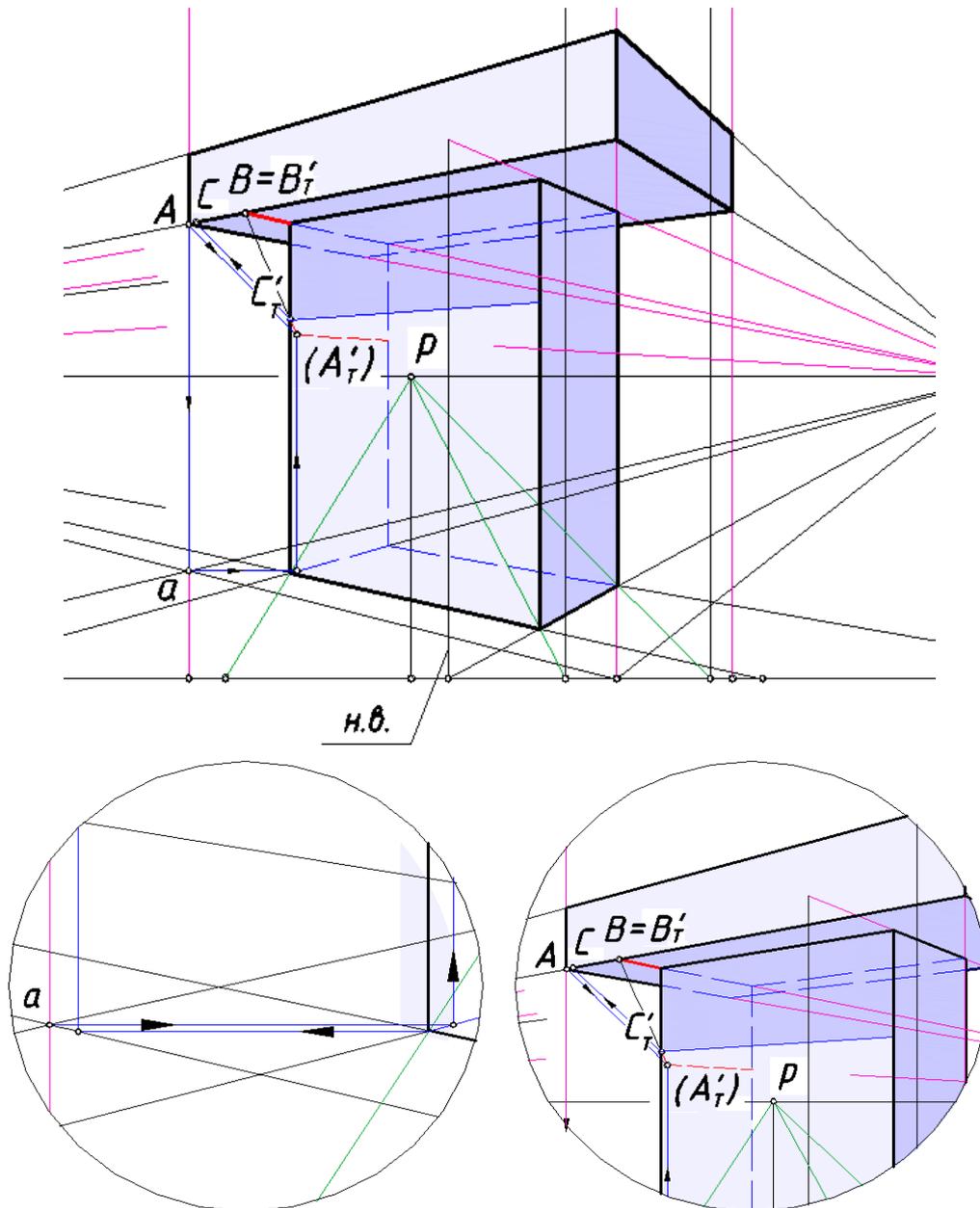


Рис. 59. Построение тени карниза при измененной точке зрения

Построим падающую тень карниза на землю отдельно от нижней части сооружения (рис. 60), предварительно определив его контур собственной тени.

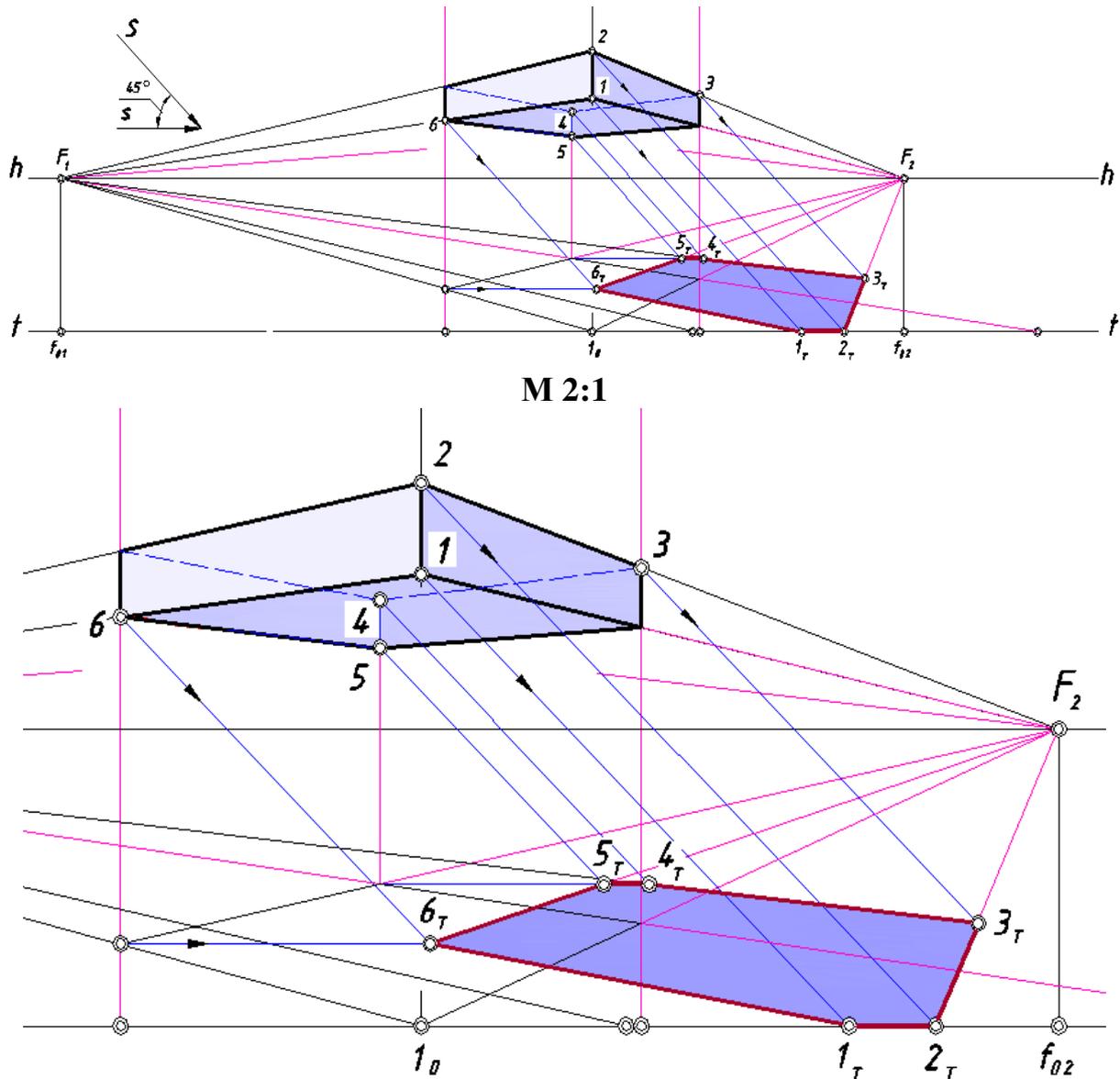


Рис. 60. Падающая тень карниза

Затем найдем контур собственной тени и определим контур падающей тени здания без учета карниза (рис. 61).

Обрисуем очертание общего контура падающей тени сооружения и выделим его цветом (рис. 62).

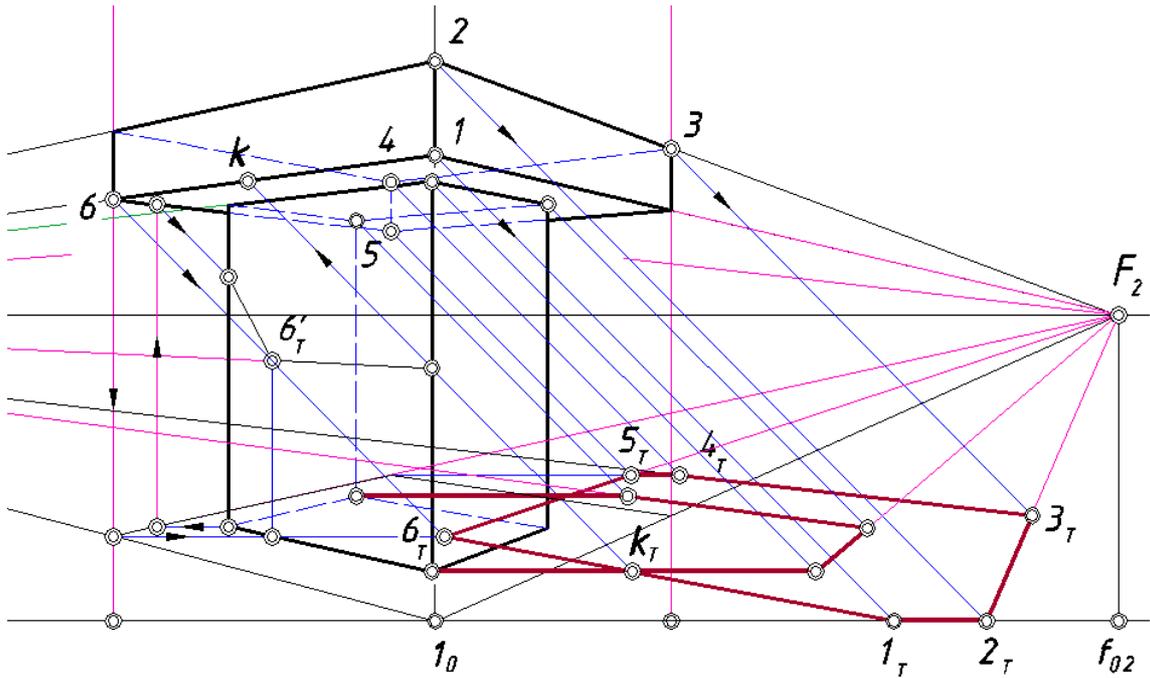


Рис. 61. Контуры падающих теней двух объектов

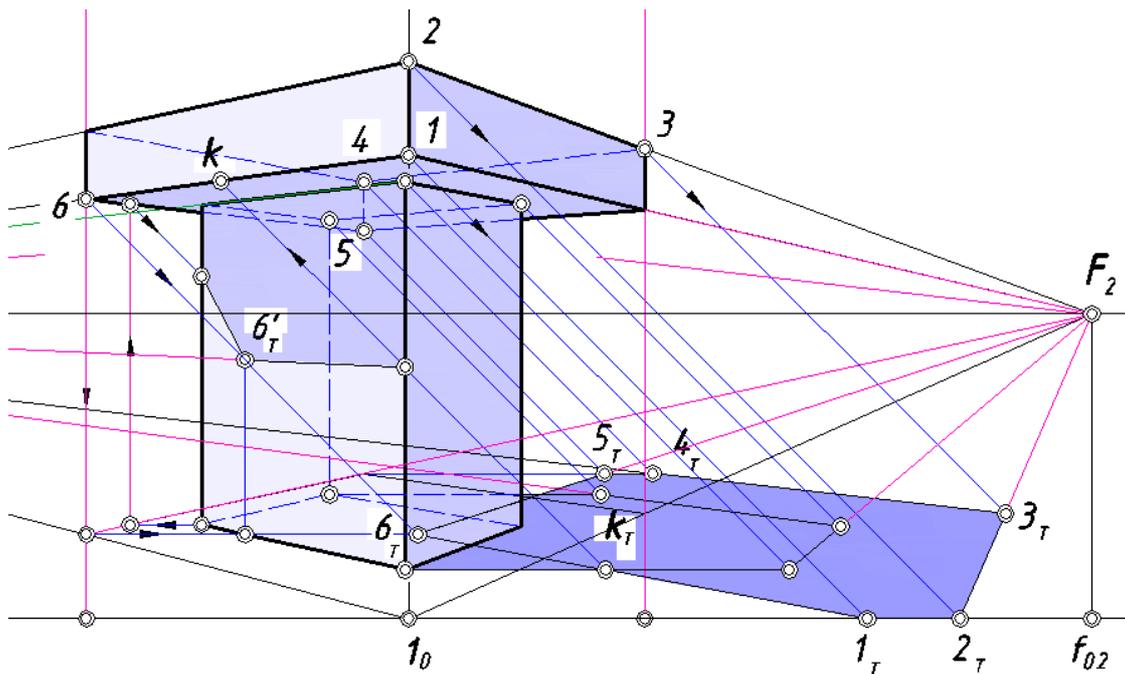


Рис. 62. Собственные и падающие тени объекта

Цвет падающей тени зависит от объекта, на котором она оказалась (на траве, асфальте и т. п.) и имеет более густой оттенок по сравнению с собственной тенью, как показано на рисунке выше.

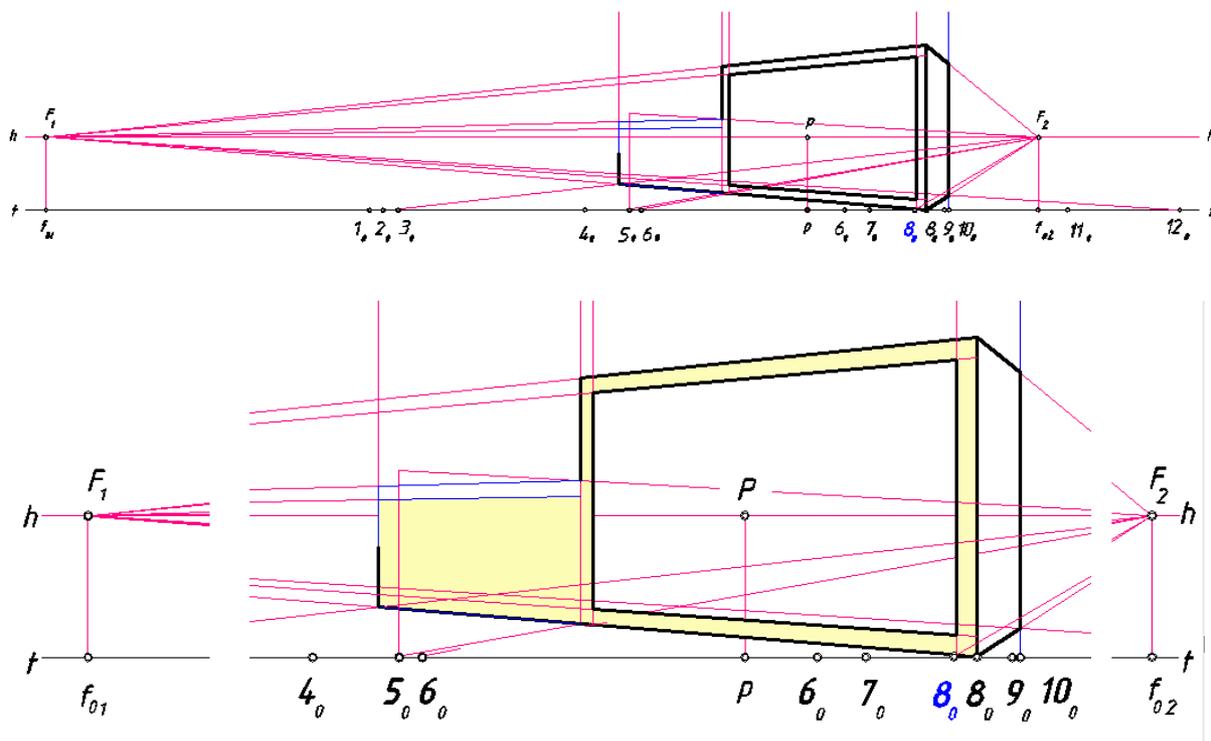


Рис. 65. Перспектива видимых стен здания

Нанесем на основании картины начальные точки прямых. Построим перспективу видимых стен здания (рис. 65).

Сформируем нишу в стене фасада. Фрагменты ниши с линиями построения показаны на рис. 66.

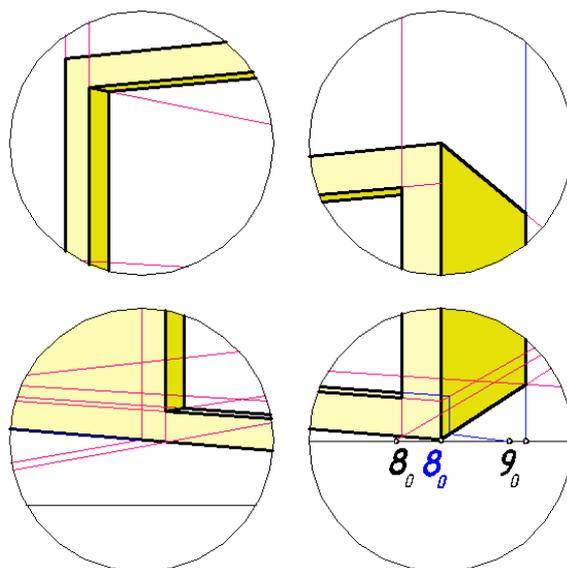


Рис. 66. Перспективы фрагментов ниши

На ребре, лежащем в картинной плоскости, нанесем точки деления для построения окон и соединим их с точкой схода F_1 . Для построения вертикальных линий используем прямые, перпендикулярные к картине, с точкой схода P (рис. 67).

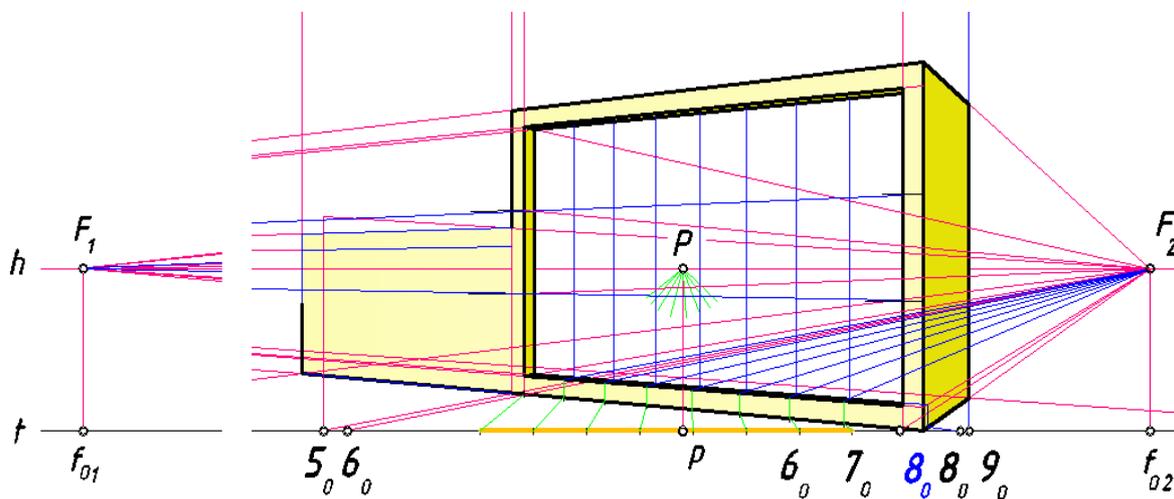


Рис. 67. Формирование окон в перспективе

Через точки деления на нижней грани ниши проведены параллельные прямые с точкой схода F_2 . На задней грани ниши построены вертикальные прямые и обрисованы оконные отсеки (рис. 68).

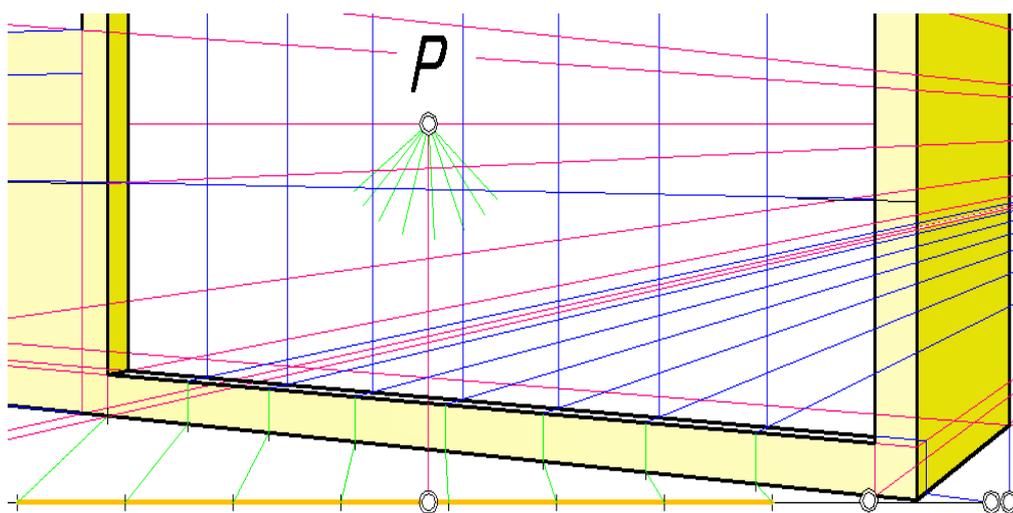


Рис. 68. Фрагмент обрисовки окон

По нанесенным на плане линиям начинаем построение ступенек (рис. 69).

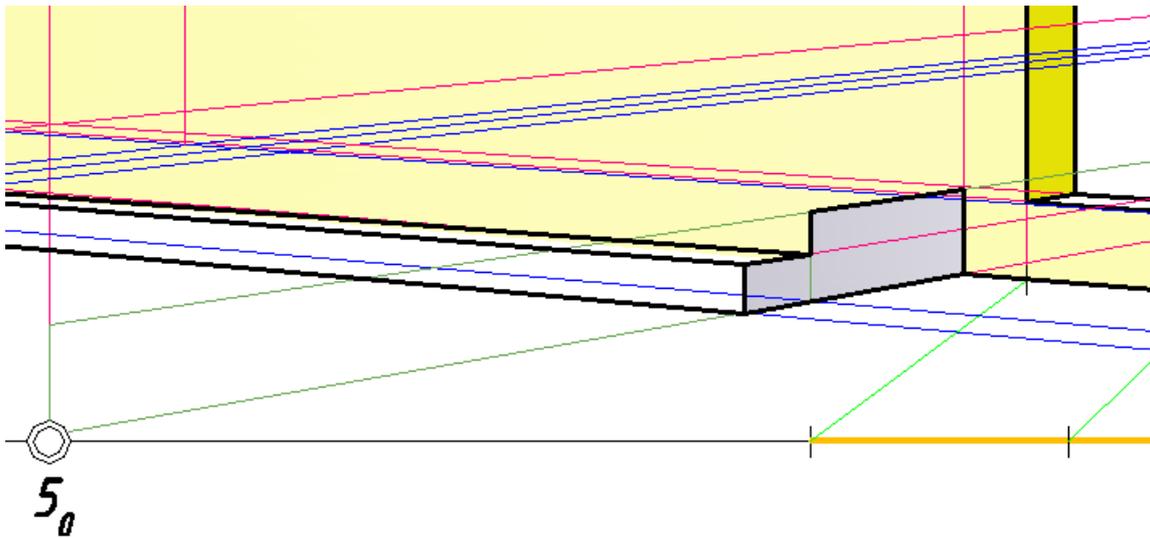


Рис. 69. Начало построения ступенек

По натуральным величинам вертикальных отрезков на картинной плоскости выполняем очертание профиля ступенек и правой части козырька (рис. 70).

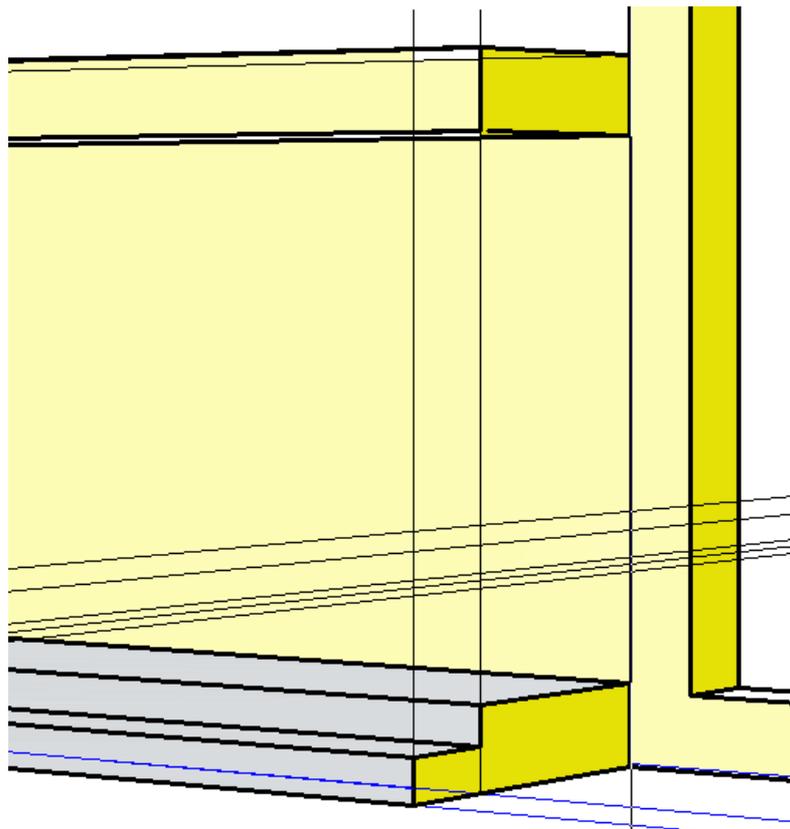


Рис. 70. Построение профиля ступенек и части козырька

Строим левую часть лестницы и козырька (рис. 71).

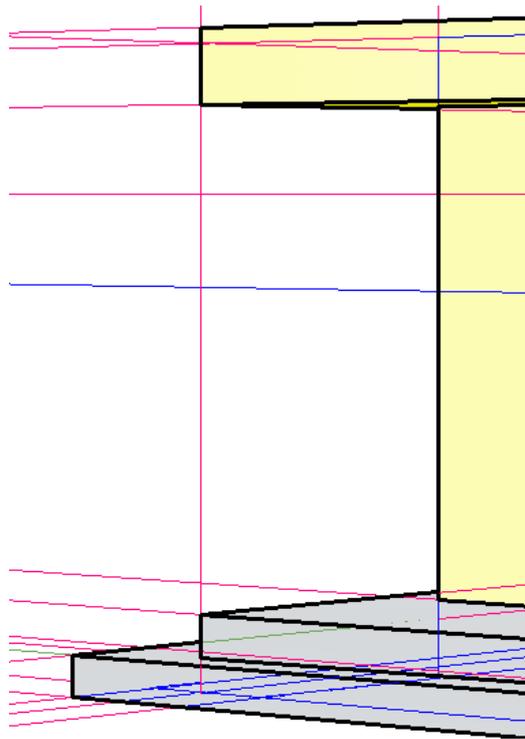


Рис. 71. Построение левого фрагмента здания

На рис. 72 показан увеличенный фрагмент части козырька, на котором видна грань, находящаяся в собственной тени.

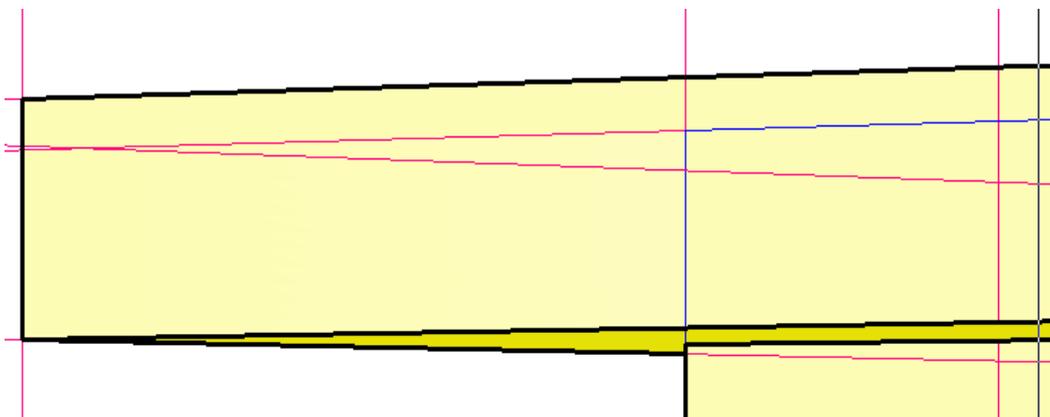


Рис. 72. Левая часть козырька

В приведенных выше рисунках на изображениях показывались собственные тени для полноценного восприятия чертежа. Объяснений по поводу их построений не приводилось, поскольку ранее было рассмотрено на эту тему достаточное количество задач.

Падающие тени козырька (рис. 73) следует строить от тех ребер, которые находятся на границе света и тени. Эту границу (контур собственной тени) хорошо видно на рис. 74.

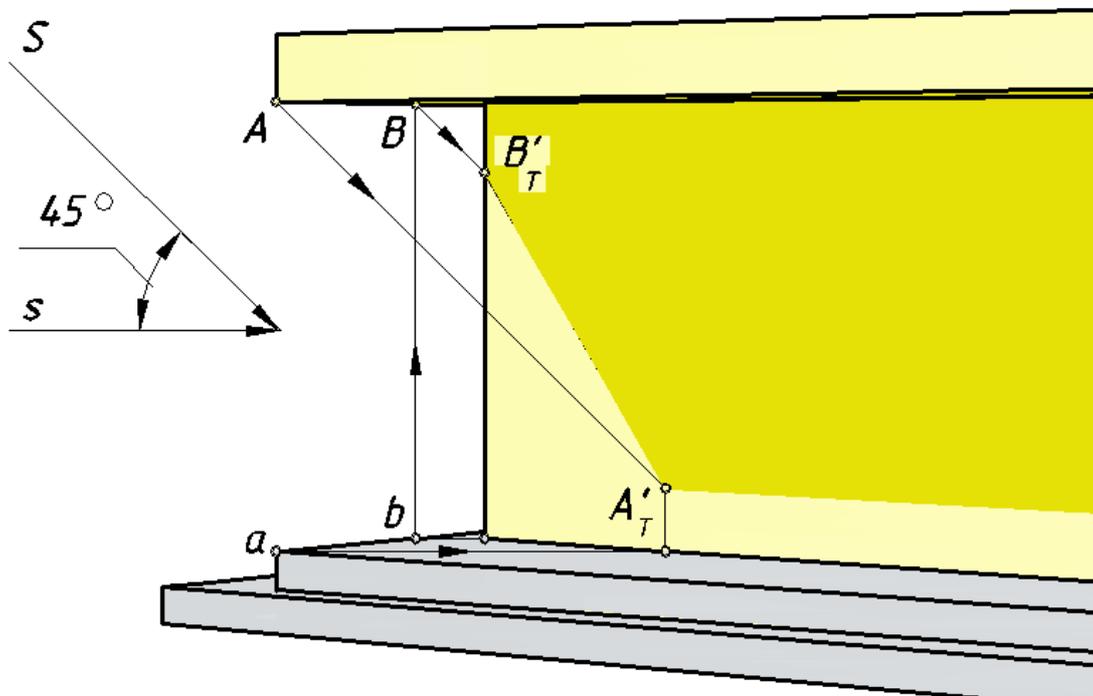


Рис. 73. Построение падающей тени козырька на стену здания

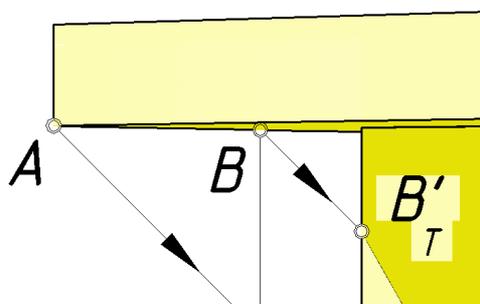


Рис. 74. Фрагмент козырька с собственной и падающей тенями

Элементами этого контура являются нижнее переднее ребро козырька, параллельное стене, и левое нижнее ребро, перпендикулярное стене. Точка A является общей для этих ребер. Для нахождения тени через нее проводим луч и строим его вторичную проекцию. Пересечение луча со стеной произойдет в точке A'_T . Проводим через эту точку прямую в точку

схода F_1 . С помощью обратного луча определяем точку B на ребре, перпендикулярном стене, которая отбросит тень на левое ребро стены. Отрезок $[A_T' B_T']$ – падающая тень *гвоздя* на стене.

На рис. 75 видно, что ребра профиля лестницы, параллельные земле, и их тени имеют общую точку схода F_2 , ребро [45] частично отбрасывает тень на стену, начиная от точки b , найденной с помощью обратного луча.

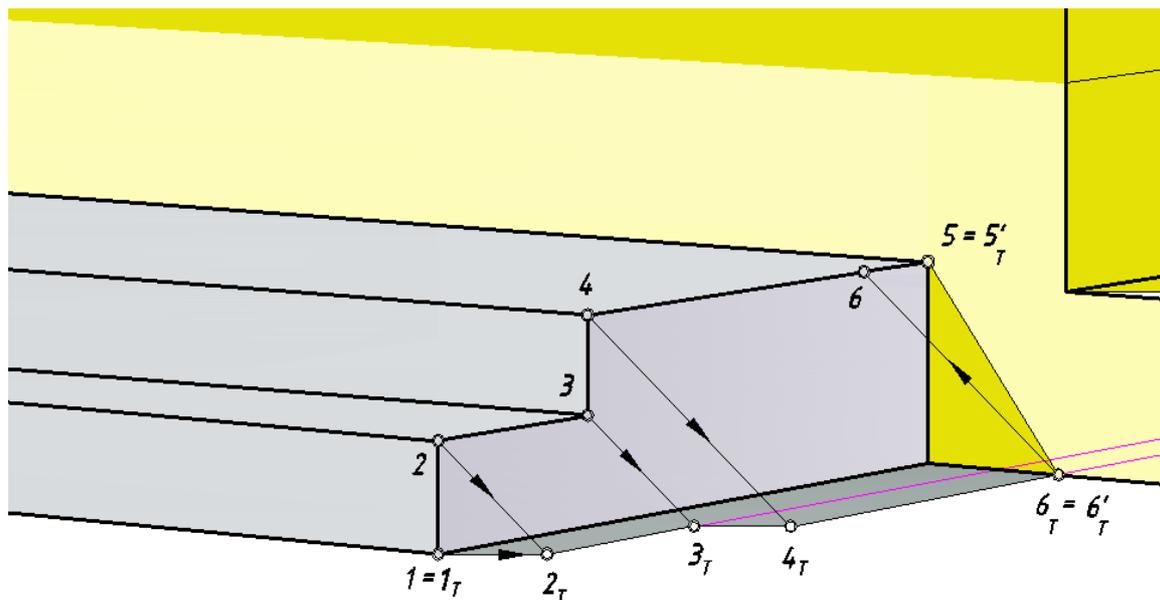


Рис. 75. Падающие тени от ступенек на земле и стене

Для нахождения тени козырька в нише можно поступить следующим образом. Вначале построить полное очертание падающей тени на стене без учета ниши (рис. 76). Определим тень точки A на плоскости стены (точку A_{1T}'). Соединим построенную точку с B_T' и изобразим реальную часть тени *гвоздя* на стене. Сместив точку A_{1T}' вглубь ниши до совпадения с ее задней гранью найдем на ней тень точки A (точку A_{1T}').

Можно было провести построения в обратном порядке. Вначале определить тень точки A в нише окна (точку A_T'). Затем найти в ней тени вертикального и горизонтального ребер.

На рис. 77 видна тень на подоконнике и на оконных стеклах от переднего вертикального ребра боковой грани ниши.

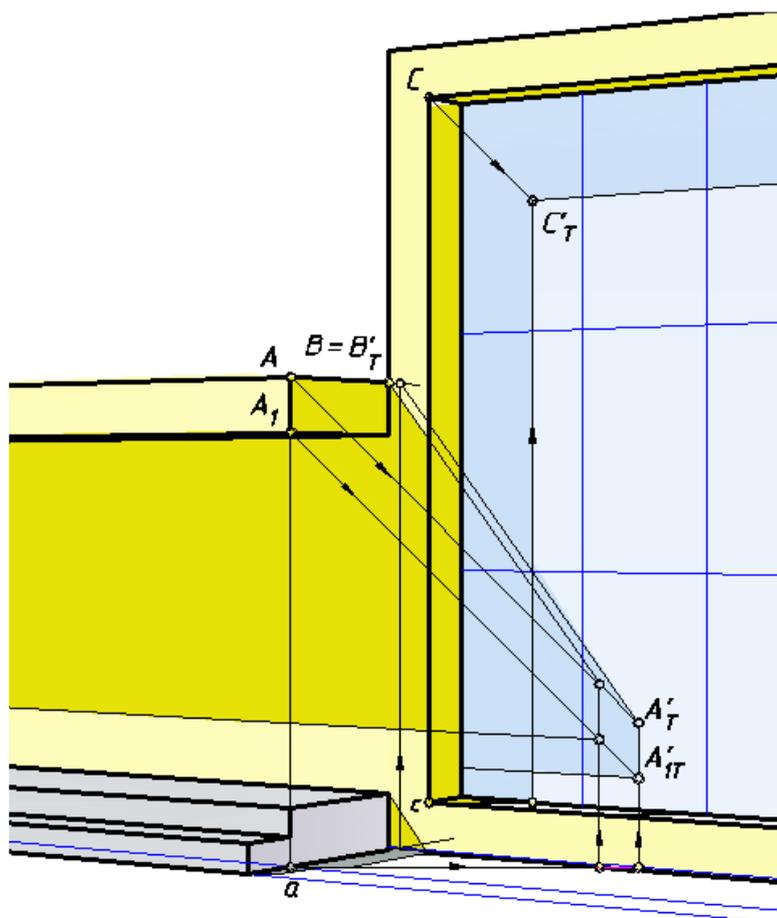


Рис. 76. Падающая тень козырька на стене и в нише

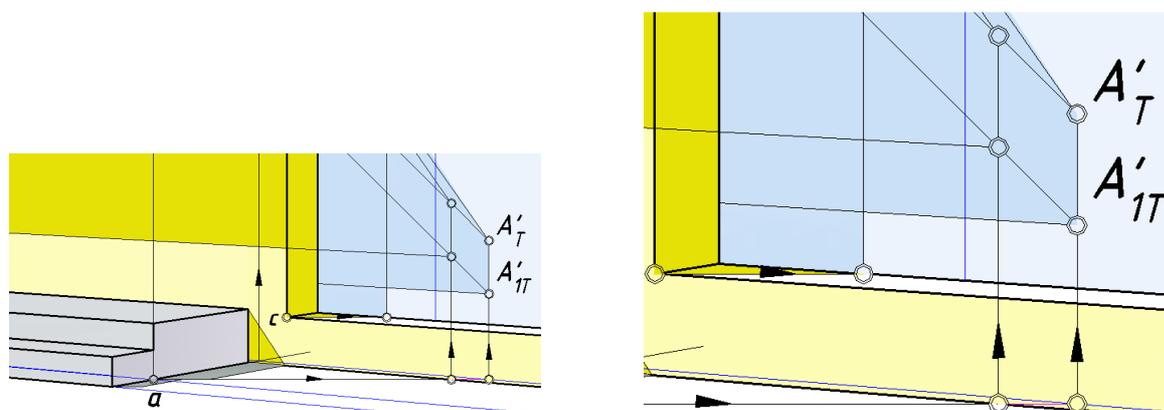


Рис. 77. Фрагмент построения падающей тени козырька

В правой части рис. 77 видно, что вторичная проекция луча, проходящая через точку a , пересекает вторичную проекцию задней грани ниши. Через точку пересечения проведена вертикальная прямая, на которой отмечена точка $A_{Г}'$.

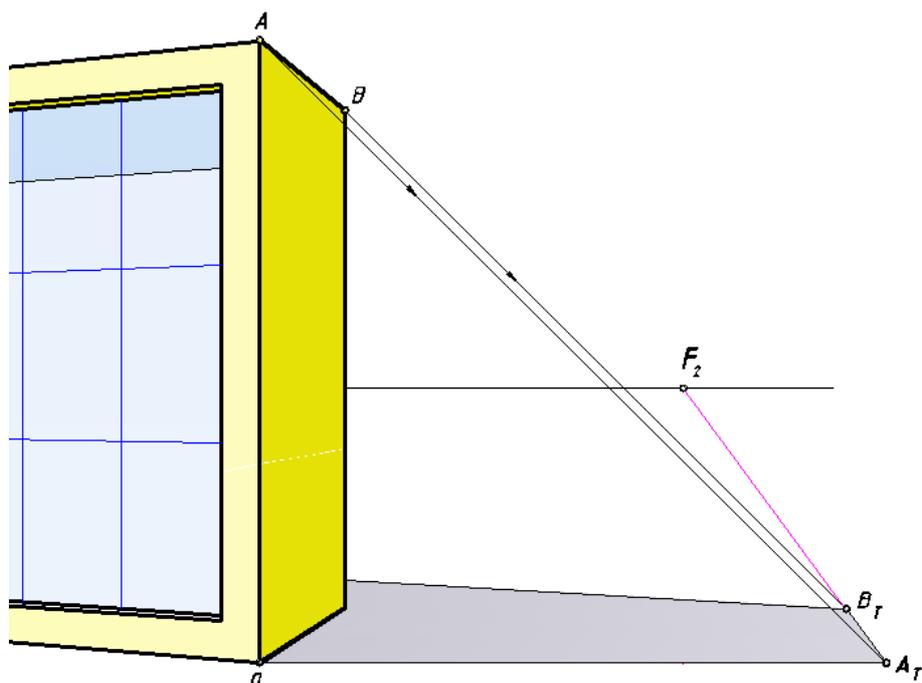


Рис. 78. Построение падающей тени здания на землю

При определении падающей тени здания (рис. 78) задействованы ребра, входящие в контур собственной тени. Это вертикальное ребро, находящееся в картинной плоскости, верхнее правое видимое ребро с точкой схода F_2 и верхнее невидимое ребро с точкой схода F_1 . Тени этих ребер на земле параллельны самим ребрам и имеют те же точки схода.

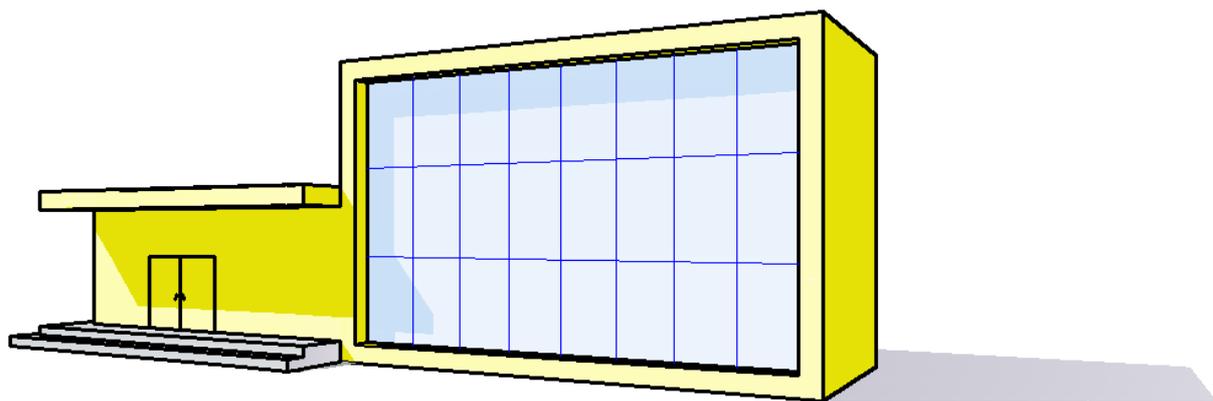


Рис. 79. Перспектива здания с собственными и падающими тенями

На завершеном изображении (рис. 79) показано, что падающие тени приобретают окраску той поверхности, на которую они отброшены, но тон окраски становится более густым.

Задания к расчётно-графическим работам

Задание к первой расчётно-графической работе.

Построить три ортогональные проекции схематизированного здания. Определить собственные и падающие тени здания. Выполнить отмывку на всех изображениях. Формат А3. Основная надпись форма 1 (рис. 80).

(При выполнении расчётно-графической работы рекомендуется использовать учебно-методическое пособие Кулик О.Г., Тышкевич В.Н. «Инженерная графика. Тени»).

Задание ко второй расчётно-графической работе.

Выполнить перспективу этого же здания с построением собственных и падающих теней и отмывкой изображений. Формат А2. Основная надпись форма 1.

(При выполнении расчётно-графической работы рекомендуется использовать учебно-методическое пособие Кулик О.Г., Тышкевич В.Н. «Инженерная графика. Перспектива»).

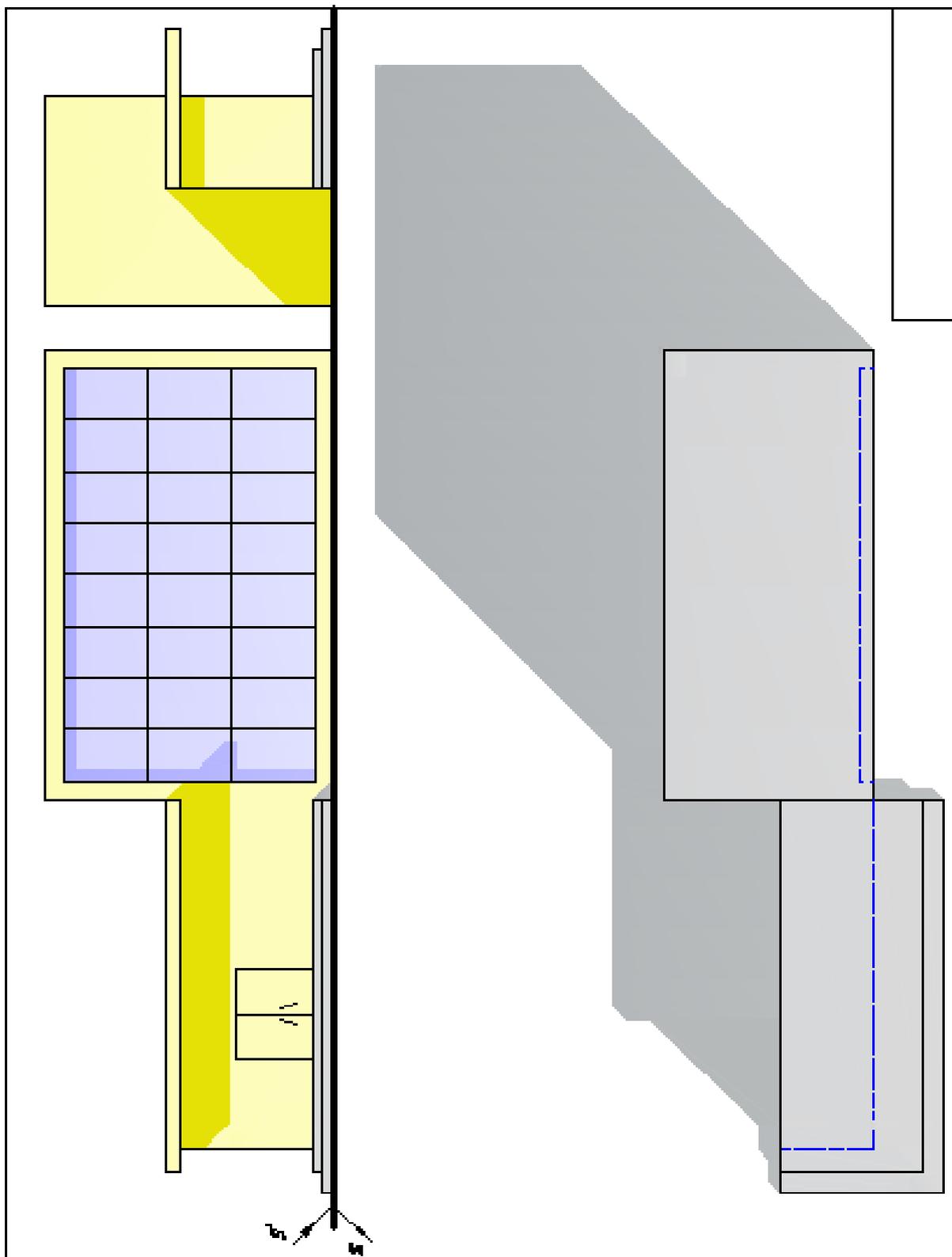
Варианты индивидуальных заданий (схематизированных зданий) приведены в приложении.

На рис. 80 приведен пример заполнения основной надписи.

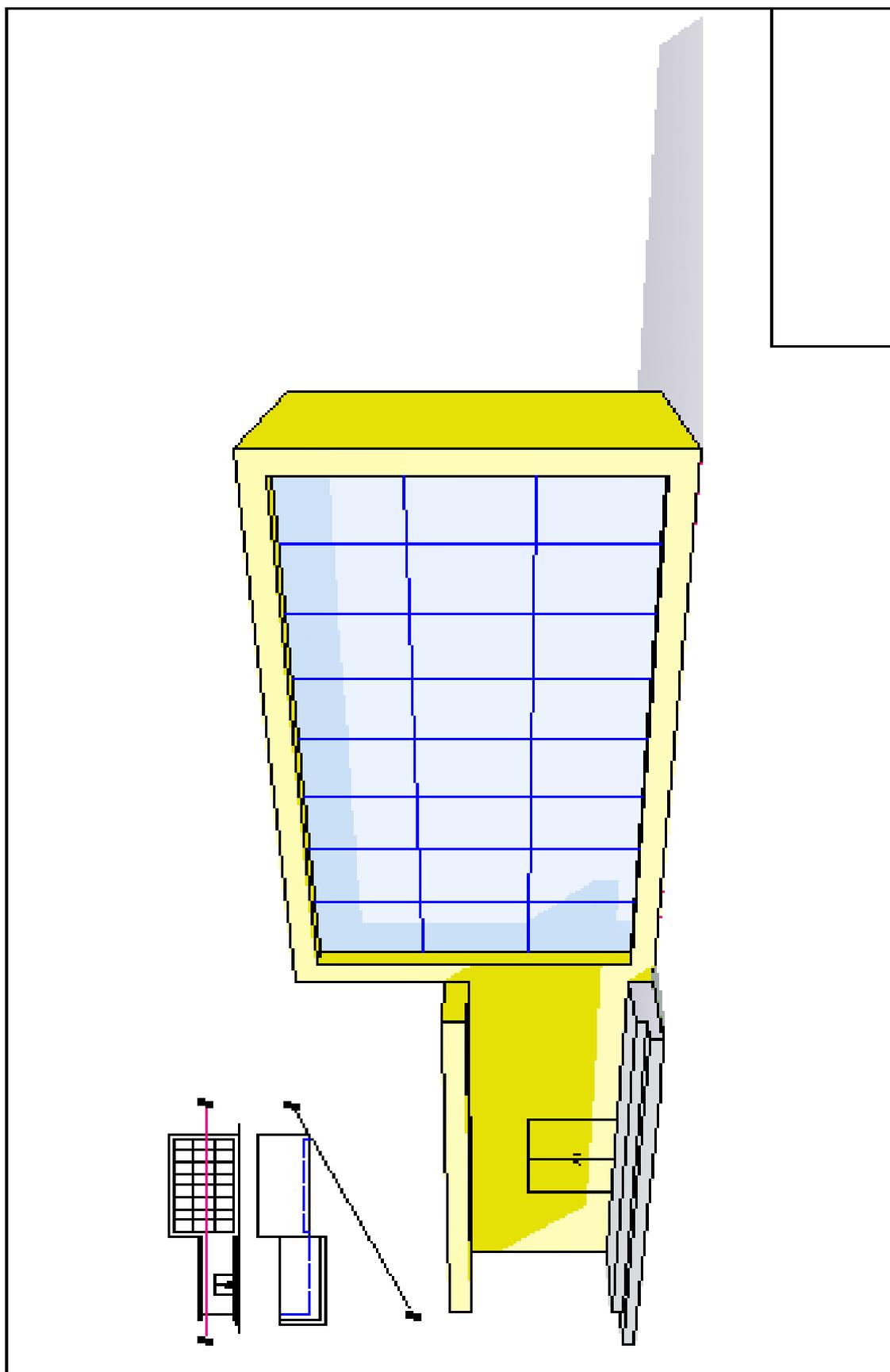
					Волжский политехнический институт ВКМ		
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Расчетно-графическая работа по Инженерной графике		
Разраб.		Кулик			Лист	Масса	Масштаб
Проб.					Лист	Листов	
Утв.					08.03.01	70 номер варианта	20
						ВПИ гр.-	

Рис. 80. Образец выполнения основной надписи по форме 1

Пример выполнения первой расчётно-графической работы



Пример выполнения второй расчётно-графической работы



Вопросы для самоконтроля знаний

1. Какое изображение называется перспективой?
2. В чем сущность следующих понятий: точка зрения, высота горизонта, главный луч зрения?
3. Как располагаются по отношению к основанию картины перспектива точки и ее основание?
4. Как изображаются перспектива отрезка прямой, лежащего в плоскости картины?
5. Как располагаются точки схода параллельных прямых?
6. Где располагаются точки схода горизонтальных прямых, не параллельных плоскости картины?
7. Как изображается перспектива прямой и ее основания, если прямая параллельна картине?
8. Где располагается точка схода прямой, перпендикулярной к картине?
9. Какие точки называют дистанционными и когда применяются дробные дистанционные точки?
10. Какое изображение называется перспективой?
11. В чем сущность следующих понятий: точка зрения, высота горизонта, главный луч зрения?
12. Как располагаются по отношению к основанию картины перспектива точки и ее основание?
13. Как изображаются перспектива отрезка прямой, лежащего в плоскости картины?
14. Как располагаются точки схода параллельных прямых?
15. Где располагаются точки схода горизонтальных прямых, не параллельных плоскости картины?
16. Как изображается перспектива прямой и ее основания, если прямая параллельна картине?
17. Где располагается точка схода прямой, перпендикулярной к картине?

18. Какие точки называют дистанционными и когда применяются дробные дистанционные точки?
19. Какие вы знаете способы построения перспективы интерьера? В чем их сущность?
20. В чем суть перспективных масштабов?
21. Как разделить в перспективе отрезок вертикальной или горизонтальной прямой, не параллельной картине, на равные или пропорциональные части?
22. Как выбрать угол зрения?
23. Как выбирают положение картинной плоскости и точки зрения?
24. В чем сущность метода архитекторов?
25. Какое положение по высоте может занимать линия горизонта и как зависит от этого перспектива объекта?
26. Что понимают под тенью точки?
27. Как определить тень прямой линии?
28. Что называется контуром собственной тени?
29. Как определяются границы собственной тени на предмете?
30. Какие виды освещений рассматриваются при построении теней?
31. Каково стандартное направление световых лучей при построении тени от предмета?
32. В чем заключается принцип построения тени от одного тела на другое?
33. Какие вы знаете способы построения перспективы интерьера? В чем их сущность?
34. Какое направление световых лучей применяется при построении теней в перспективе при солнечном и искусственном освещении?
35. Как построить в перспективе тень от точки?
36. Как располагается тень от вертикальной прямой на предметную плоскость?

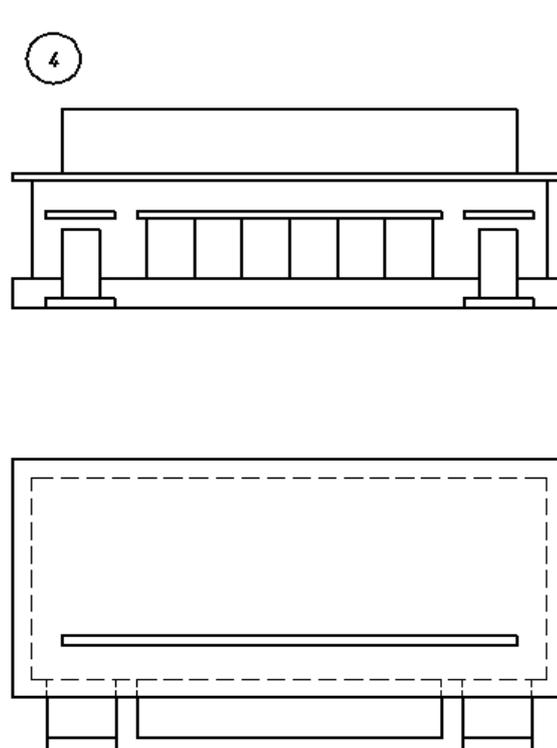
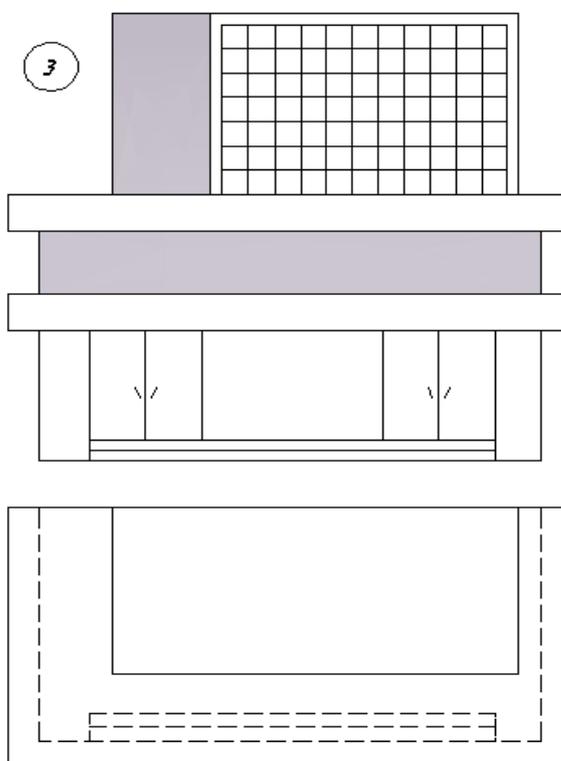
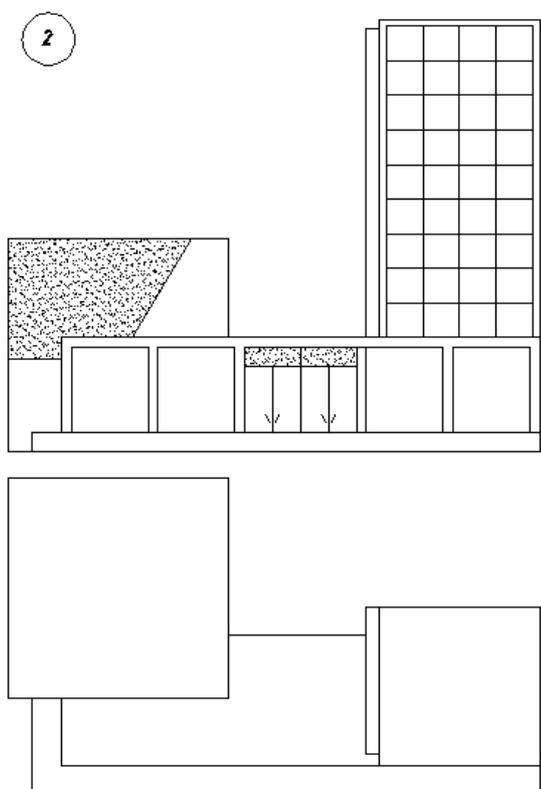
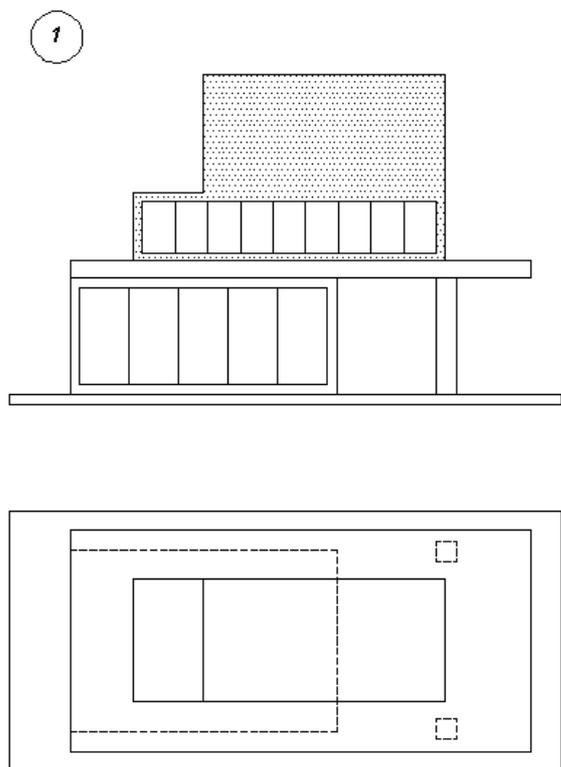
37. Как располагается тень от вертикальной прямой на вертикальную плоскость?
38. Как располагается тень от прямой на плоскость, ей параллельную?
39. В чем суть метода обратного луча и когда он применяется?

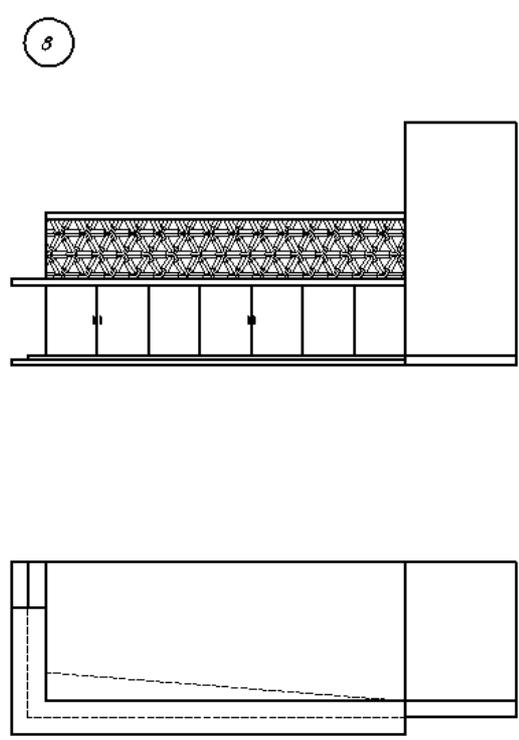
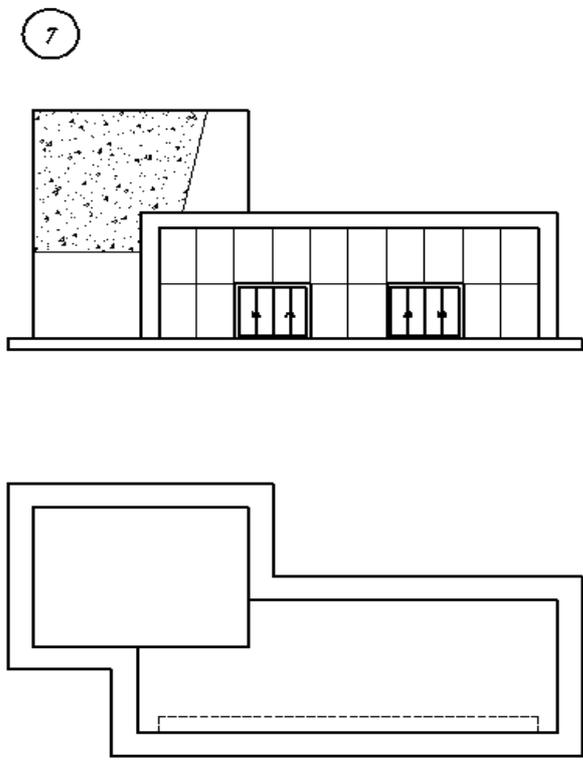
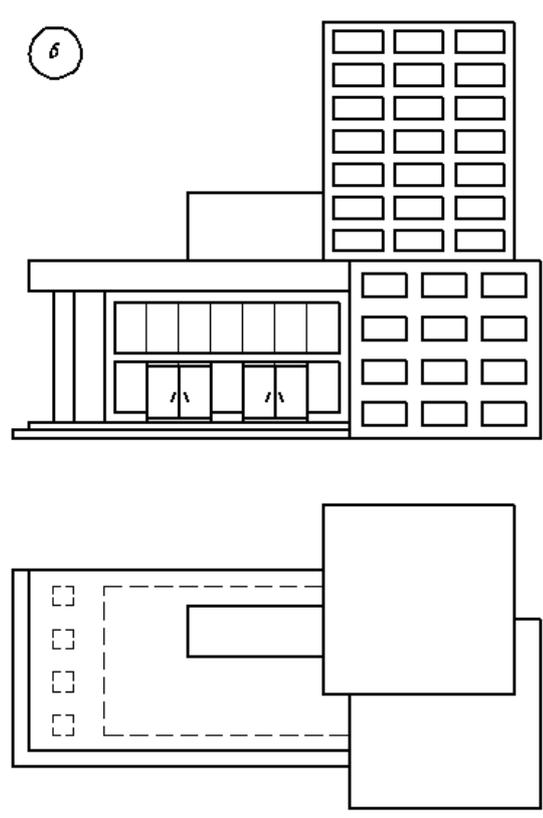
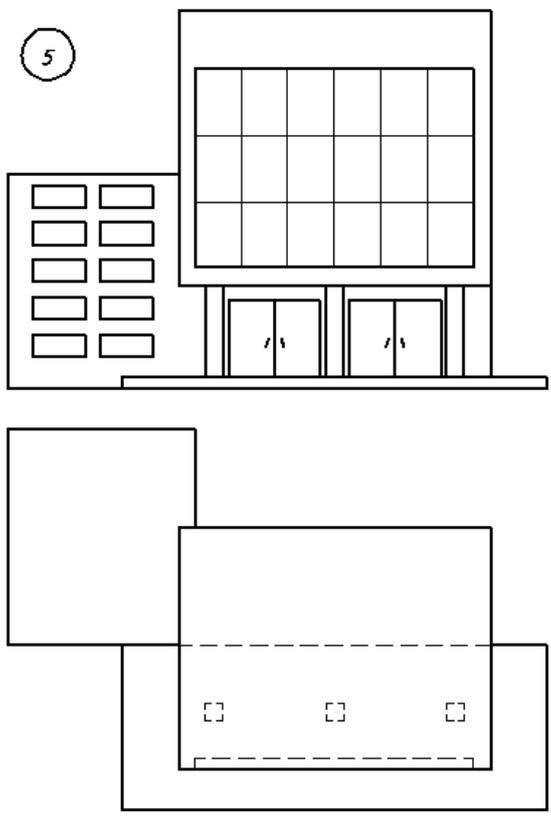
Список рекомендуемой литературы

1. Крылов, Н. Н. Начертательная геометрия учебник для вузов. 9-е изд., испр. / Н. Н. Крылов, Г. С. Иконникова, В. Л. Николаев, В. Е. Васильев / под ред. Н. Н. Крылова. - М.: Высшая школа, 2006. – 224 с.
2. Тени на ортогональных и перспективных чертежах методические указания к практическим занятиям по дисциплине "Начертательная геометрия и инженерная графика".. - Волжский: ВИСТех (филиал) ВолгГАСУ, 2011. – 34 с.
3. Макарова М. Н. Перспектива / М. Н. Макарова. – М.: Академический проект, 2002. –512 с.
4. Шешко И. Б. Построение и перспектива рисунка / И. Б. Шешко. Минск, из-во «Высшая школа», 1973. – 128 с.
5. Георгиевский, О. В. Художественно-графическое оформление архитектурно-строительных чертежей учебное пособие. / О. В. Георгиевский. - М.: Архитектура - С, 2004. – 80 с.
6. Будасов, Б. В. Строительное черчение учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и доп. / Б. В. Будасов, В. П. Каминский / под ред. Б. В. Будасова. - М.: Стройиздат, 1990. – 464 с.
7. Двухэтажный кирпичный дом. Расчетно-графическая работа по дисциплине "Инженерная графика" методические указания.. - Волжский: ВИСТех (филиал) ВолгГАСУ, 2014. – 26 с.

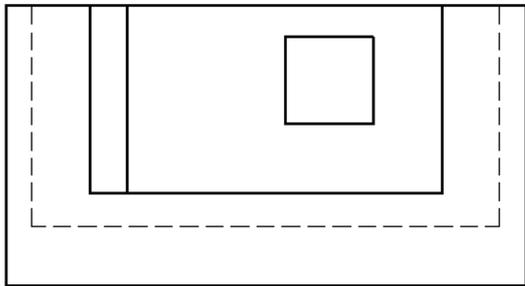
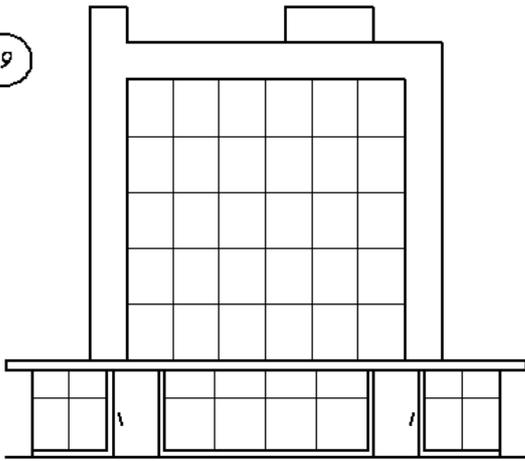
ПРИЛОЖЕНИЕ

Варианты индивидуальных заданий (схематизированных зданий) для
расчётно-графических работ

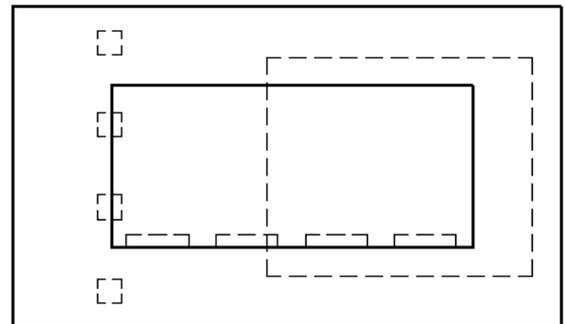
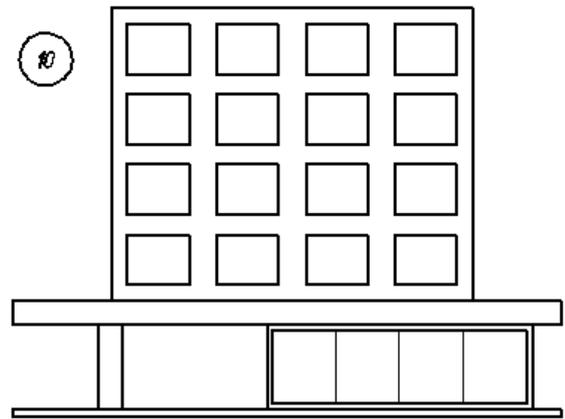




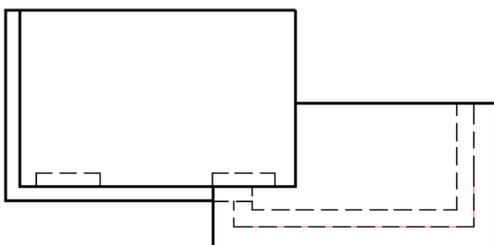
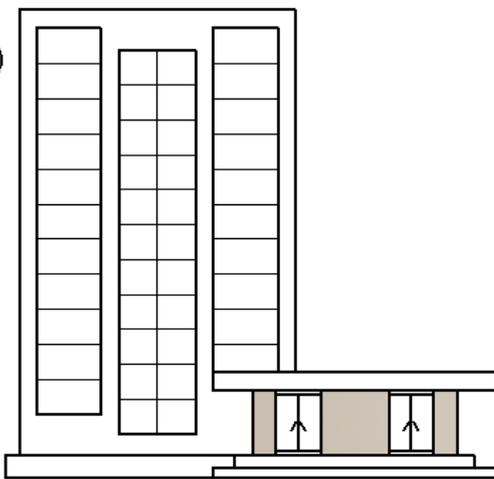
9



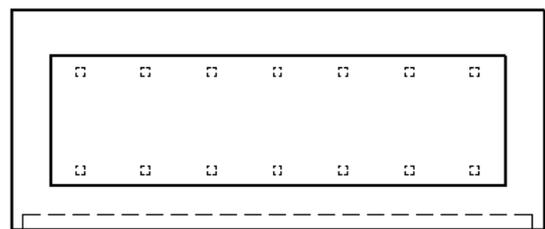
10



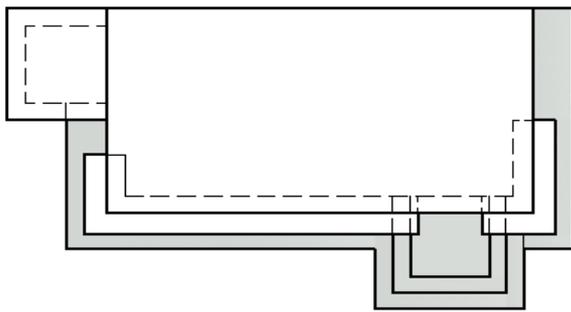
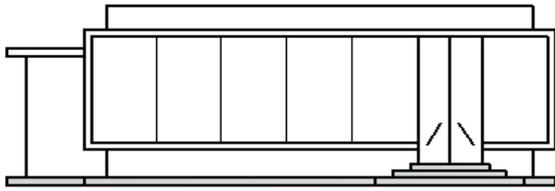
11



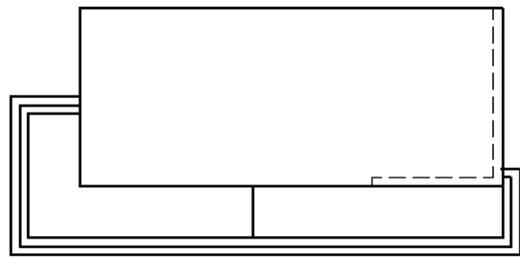
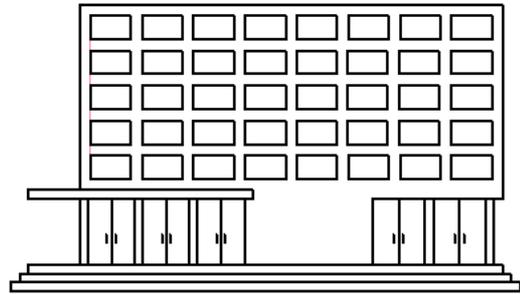
12



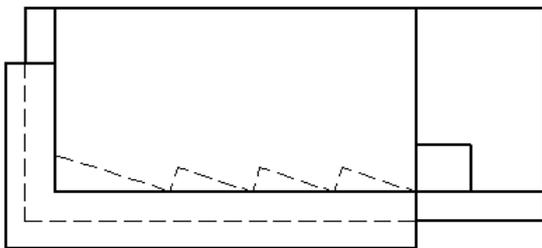
13



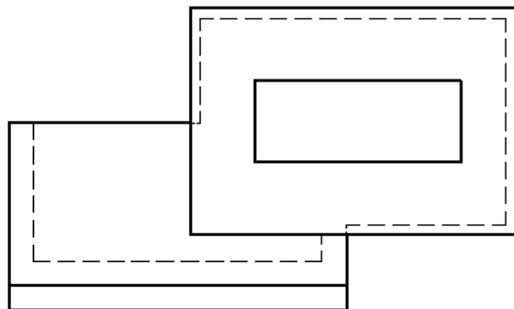
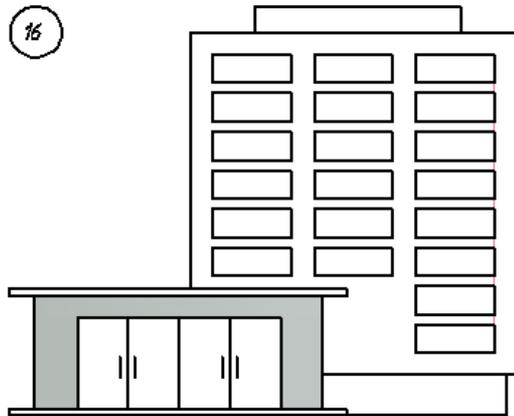
14



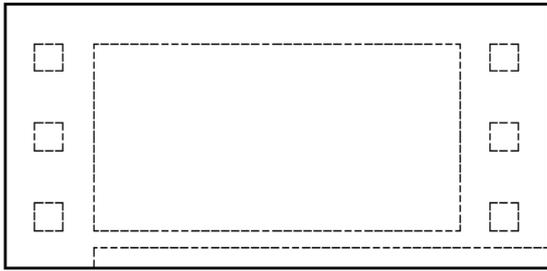
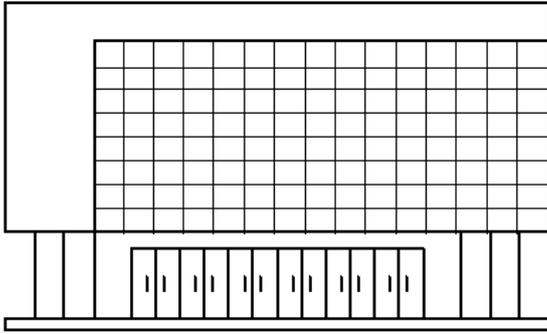
15



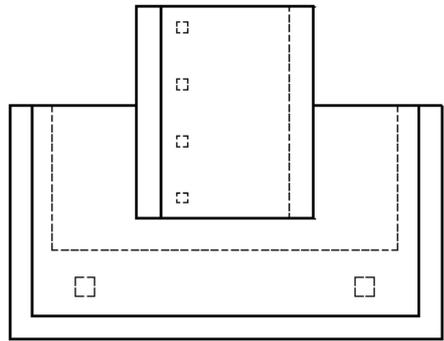
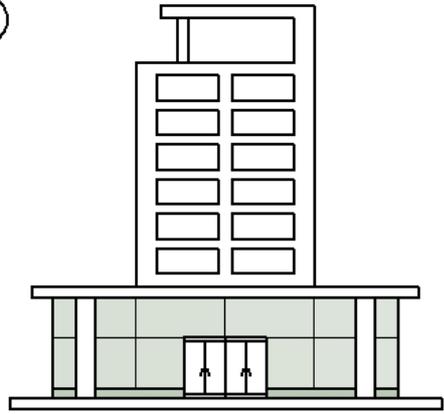
16



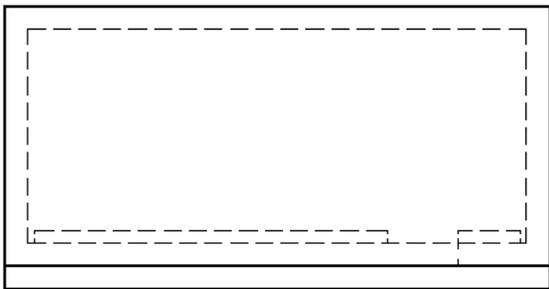
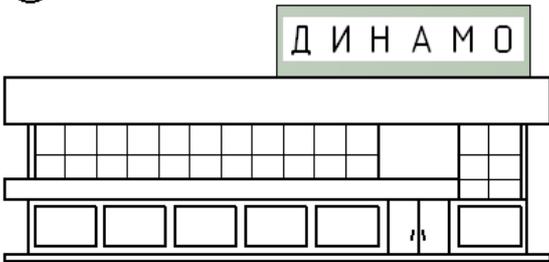
17



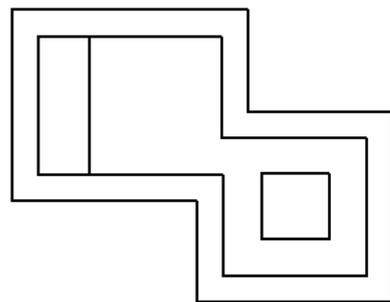
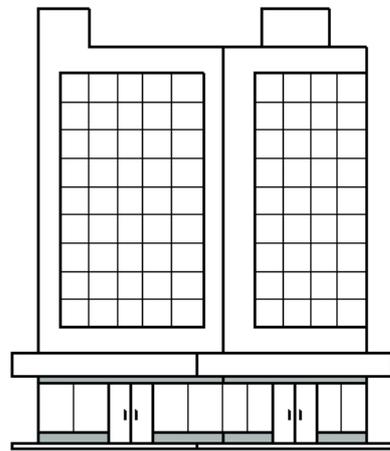
18



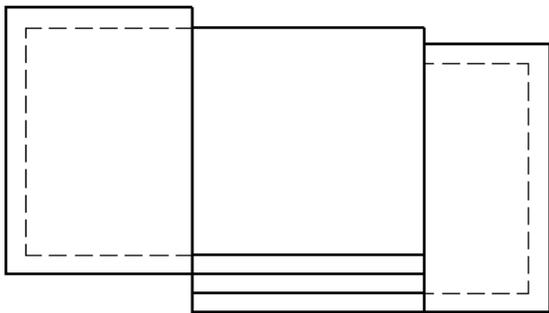
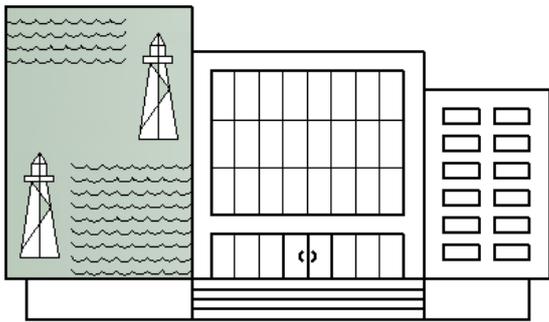
19



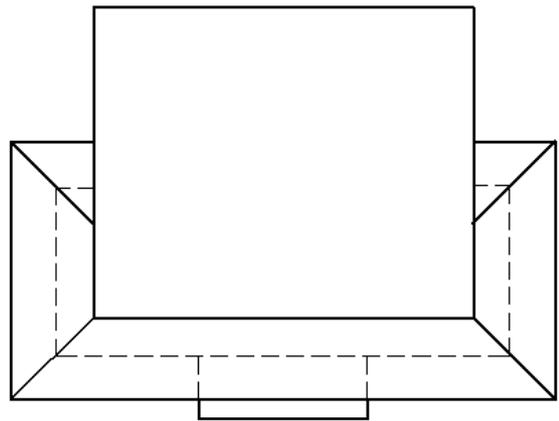
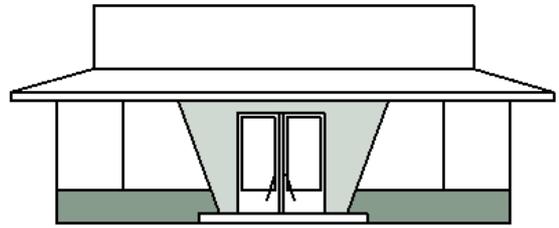
20



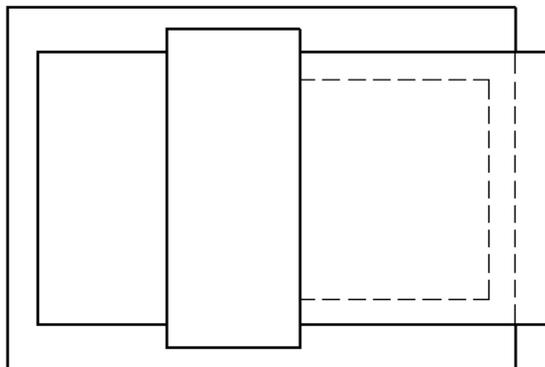
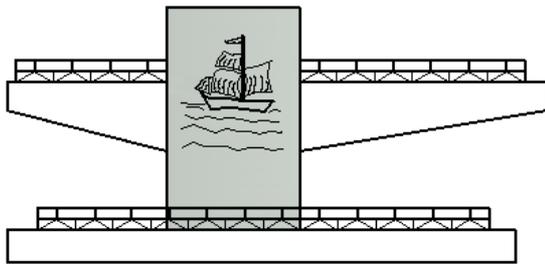
21



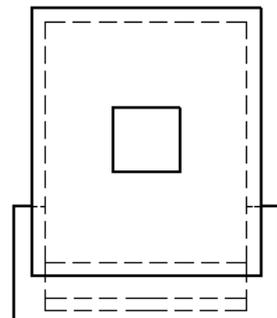
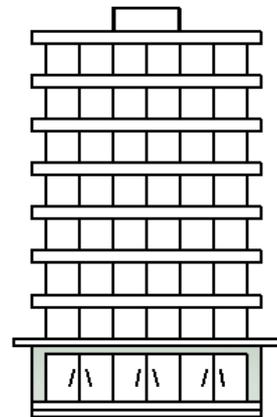
22



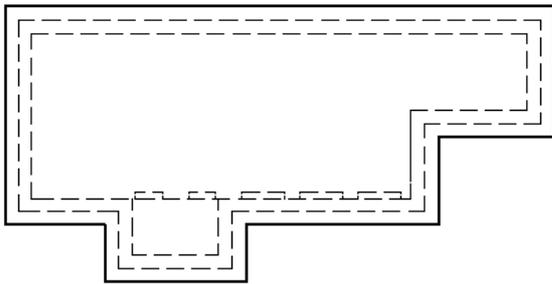
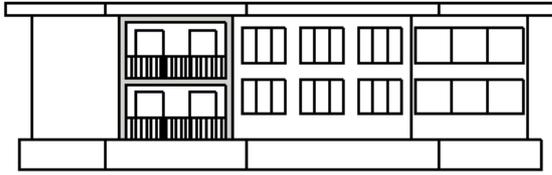
23



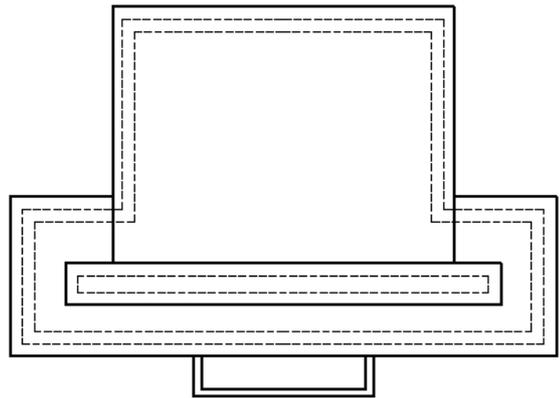
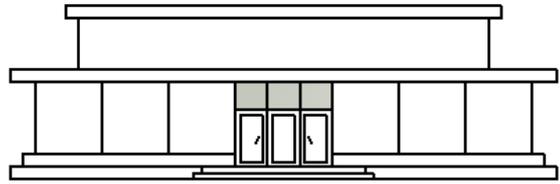
24



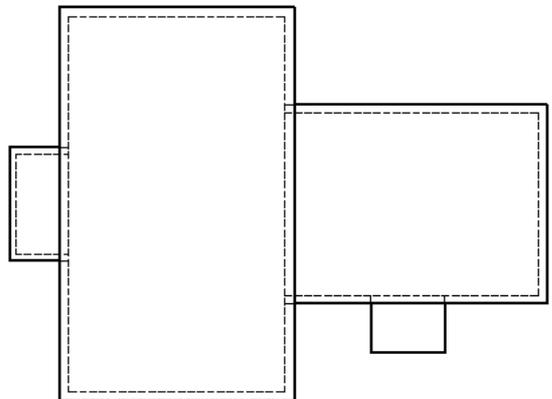
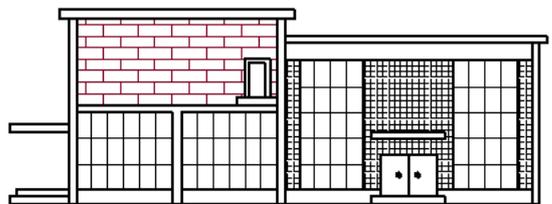
25



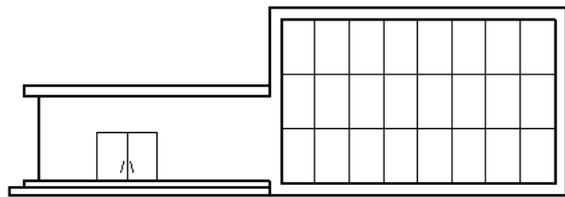
26



27



28



Электронное учебное издание

Ольга Геннадьевна **Кулик**
Владимир Николаевич **Тышкевич**

Инженерная графика. Перспектива

Учебно-методическое пособие

Электронное издание сетевого распространения

Редактор Матвеева Н.И.

Темплан 2018 г. Поз. № 32.

Подписано к использованию 10.04.2018. Формат 60x84 1/16.
Гарнитура Times. Усл. печ. л. 4,69.

Волгоградский государственный технический университет.
400005, г. Волгоград, пр. Ленина, 28, корп. 1.

ВПИ (филиал) ВолгГТУ.
404121, г. Волжский, ул. Энгельса, 42а.