

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра «Графика»

Г. Т. ПОДГОРНОВА, Н. Г. ЦИКЛАУРИ

ТЕНИ. ПЕРСПЕКТИВА

*Одобрено научно-методическим советом факультета промышленного
и гражданского строительства в качестве учебно-методического пособия*

Гомель, 2022

УДК 744.4 (075.8)
ББК 30.11
П44

Р е ц е н з е н т ы – заведующий кафедрой «Механика» д-р физ. -мат.наук, профессор
О. Н. Шабловский (ГГТУ им. Сухого), директор ЧПСУП
«Гомельинтерпроект» *П.В. Кабешев*.

Подгорнова Г.Т.

П44 Тени. Перспектива учеб.- метод. пособие / Г.Т. Подгорнова, Н. Г. Циклаури;
М-во Трансп. Коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус, Гос. Ун-т трансп.–
Гомель: БлeГУТ, 2022.– 46 с.

В пособии рассмотрены материалы разделов начертательной геометрии, предусмотрены учебной программой: построение линейной перспективы и построение теней в ортогональных проекциях, аксонометрии и перспективе. Перспектива объектов, изображение теней во всех видах проекций являются средством для решения вопросов выразительности, пропорциональности, масштабности при проектировании архитектурно-строительных объектов.

Учитывая специфику курса, в пособии дано большое количество рисунков.

Предназначено для студентов специальности 1 – 7002 01 Промышленное и гражданское строительство

УДК 744.4(075.8)
ББК 30.11

ПОСТРОЕНИЕ ТЕНЕЙ В ОРТОГОНАЛЬНЫХ ПРОЕКЦИЯХ И АКСОНОМЕТРИИ

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Тени строят на чертежах, чтобы придать им большую выразительность, лучше выявить как общую форму, так и рельеф поверхности изображаемых предметов. Особенно широко используются тени при оформлении архитектурных проектов. Так, изображаемый фасад здания с построенной светотенью позволяет уточнить намечаемое решение и, в случае необходимости, изменить его. А любой человек, рассматривающий проект, может представить объемную композицию и понять авторский замысел.

Построение теней выполняют соответствующими графическими приемами с учётом физиологии зрительного восприятия.

Графические приемы изображения границ (контуров) теней на чертежах основаны на способах построения линий касания и пересечения плоскостей и поверхностей (лучевых и данных).

2 ТЕРМИНЫ И УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ НА ЧЕРТЕЖАХ С ПОСТРОЕНИЕМ ТЕНЕЙ.

2.1. Так как задачей данного раздела является построение контура теней, то вместо выражения «проекция контура теней» применяется слово «тень».

2.2. Тени на плоскостях проекций обозначаем в соответствии с плоскостью, на которую падает тень (A_n, A_v), а на других плоскостях или поверхностях будем обозначать с индексом «т» (например, тень от точки $A - A_t$).

2.3. Плоскости или поверхности, образованные лучами света, называют лучевыми.

2.4. Собственной тенью называется неосвещенная часть предмета (поверхности): линия, ограничивающая эту тень называется границей или контуром собственной тени (линия aAD_1DEFf) (рис. 1).

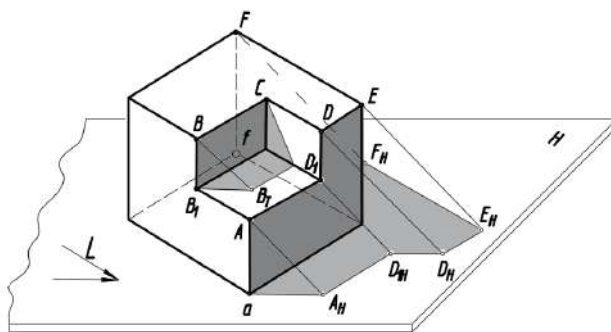


Рисунок 1

2.5. Тень, упавшая от предмета на плоскость или другой предмет, называется падающей тенью. Линия, ограничивающая эту тень, называется границей или контуром падающей тени (линия $aA_nD_{1H}D_H E_H F_H f$). Контур падающей тени есть тень от контура собственной тени (рис. 1).

2.6. При построении теней в ортогональных проекциях считают, что источник света удален в бесконечность, поэтому проекции световых лучей на чертеже принимают параллельными друг другу. С

целью единообразия при построении теней направление световых лучей берётся параллельным диагонали L куба, грани которого параллельны плоскостям проекций. Световой луч, параллельный такому направлению, принято называть «архитектурным». Проекция такого луча будут составлять с осью X углы, равные 45° (рис. 2). Сам луч наклонен к плоскостям проекций под углом $35^\circ 16'$.

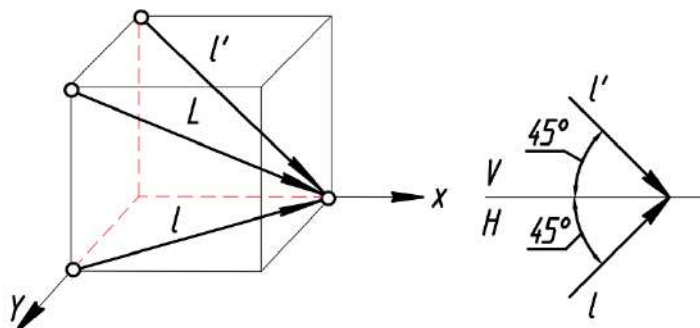


Рисунок 2

2.7 При построении теней в аксонометрических проекциях направление световых лучей может быть принято любым и задается первичной и одной из вторичных проекций светового луча (рис. 3). При выборе направления световых лучей нужно соблюдать условие правдоподобности освещения, а также помнить, что тень является средством выявления формы и придания чертежу наибольшей выразительности.

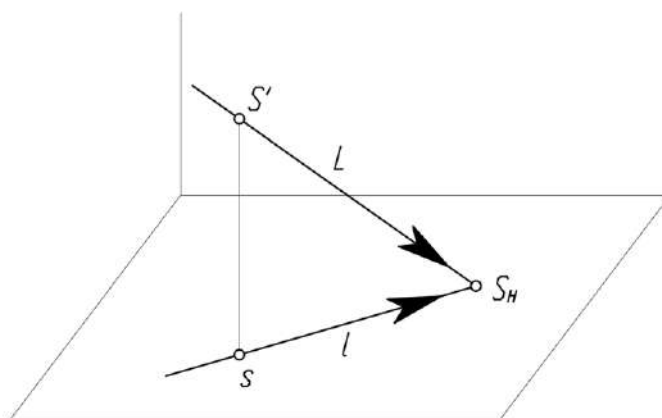


Рисунок 3

3 ТЕНЬ ТОЧКИ

Луч света, встречая на своем пути точку, задерживается ею, и точка отбрасывает тень в направлении луча. Построение тени от точки представляет собой решение основной позиционной задачи – построение точки пересечения светового луча (прямой) с плоскостью или поверхностью. Следовательно, тень точки есть точка (рис. 4).

Чтобы построить тень точки в ортогональных проекциях, необходимо через проекции точки провести соответствующие проекции луча и построить след на соответствующей плоскости проекций. Таких следов будет два: на фронтальной и горизонтальной плоскостях проекций. Действительной (или видимой) тенью считается первая тень по ходу светового луча, невидимая тень называется мнимой. Обозначение мнимой тени на чертеже будем брать в скобки (рис. 5). Суть построения мнимой тени (a_v, b_H) понятна из чертежа.

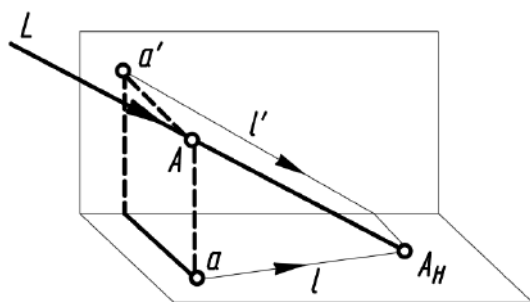


Рисунок 4

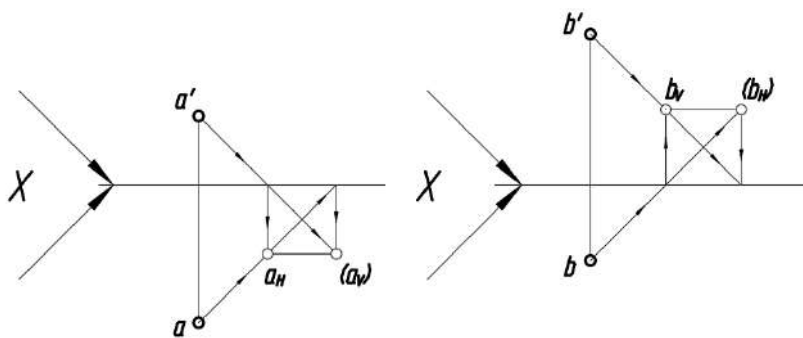


Рисунок 5

4 ТЕНЬ ПРЯМОЙ

Падающая тень от прямой линии состоит из падающих теней всех ее точек. Лучи, проходящие через все точки прямой, образуют лучевую плоскость, а тень от прямой линии есть линия пересечения лучевой плоскости с плоскостью или поверхностью, на которую падает тень (рис. 6). Следовательно, тень прямой на плоскости проекций является соответствующим следом лучевой плоскости, проходящей через данную прямую, и является в общем случае прямой линией, для построения которой достаточно построить тень от двух её точек (рис. 7). В зависимости от положения прямой, тень от неё может падать на одну, две или на все три плоскости проекций. Надо отметить, что тень от прямой не разывается, переходя с одной плоскости на другую, а ломается. Точка излома всегда находится на линии пересечения плоскостей.

4.1 Тень прямой общего положения

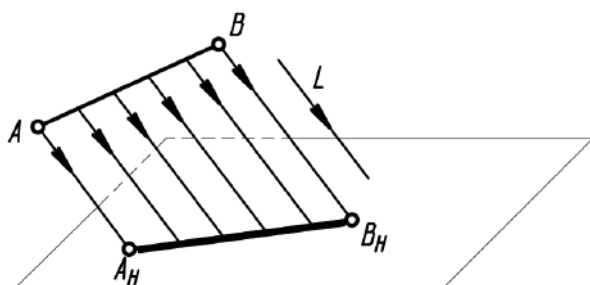


Рисунок 6

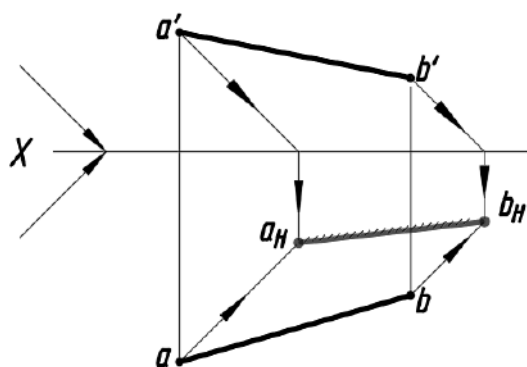


Рисунок 7

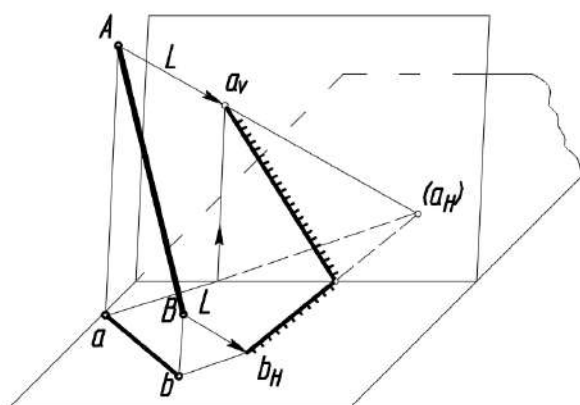


Рисунок 8

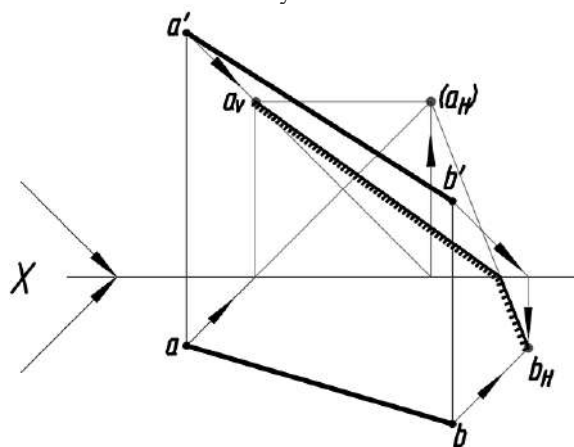


Рисунок 9

Как видно из рисунка 9, тень от прямой падает на две плоскости проекций, поэтому определяется мнимая тень точки A (a_H), строится тень от прямой на горизонтальной плоскости проекций, которая в действительности падает по этому направлению только до пересечения с осью OX , а затем ломается в действительную тень точки A — точку a_V .

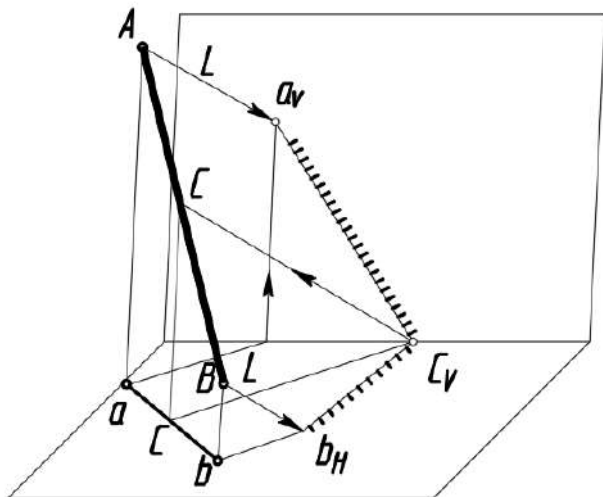


Рисунок 10

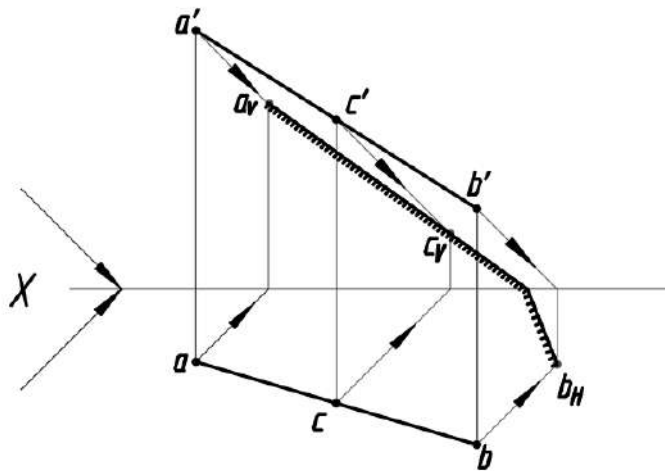


Рисунок 11

Тень от прямой, падающей на две плоскости проекций, можно построить с помощью промежуточной точки взятой произвольно. В данном примере тень от прямой построена с помощью промежуточной точки C (рис. 10). Тень от точки A (a_V) и произвольной точки C (c_V) определяют тень от прямой на фронтальной плоскости проекции, которая доходит до оси OX , а затем ломается в действительную тень от точки B (b_H) (рис. 11).

4.2 Тень прямой частного положения

Тень проецирующей прямой совпадает со следом лучевой плоскости на той плоскости проекций, которой прямая перпендикулярна (рис. 12). Иначе говоря, тень от проецирующей прямой совпадает с соответствующей проекцией светового луча (рис. 13).

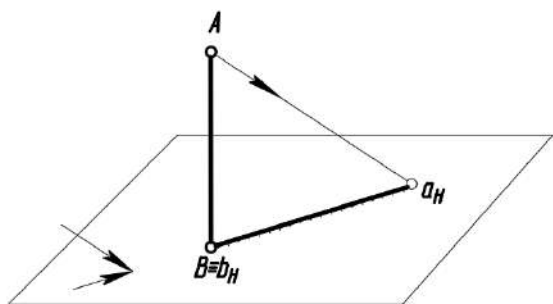


Рисунок 12

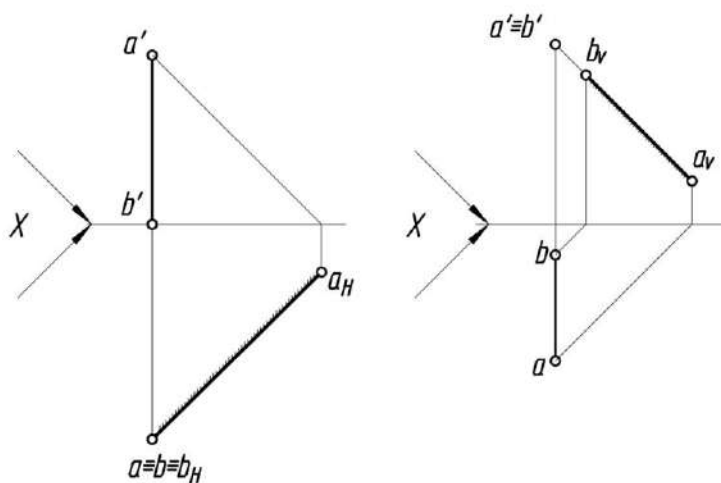


Рисунок 13

Если тень от проецирующей прямой падает на две плоскости проекций, то тень будет ломаной прямой, с точкой излома на OX (рис. 14); одна часть её совпадает с проекцией светового луча, а другая — перпендикулярна OX .

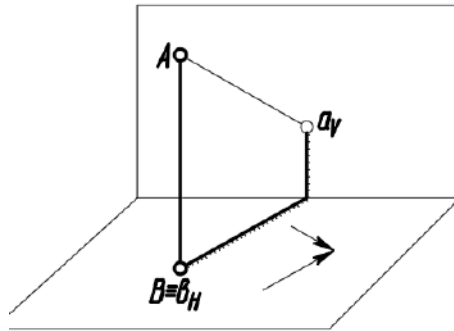


Рисунок 14

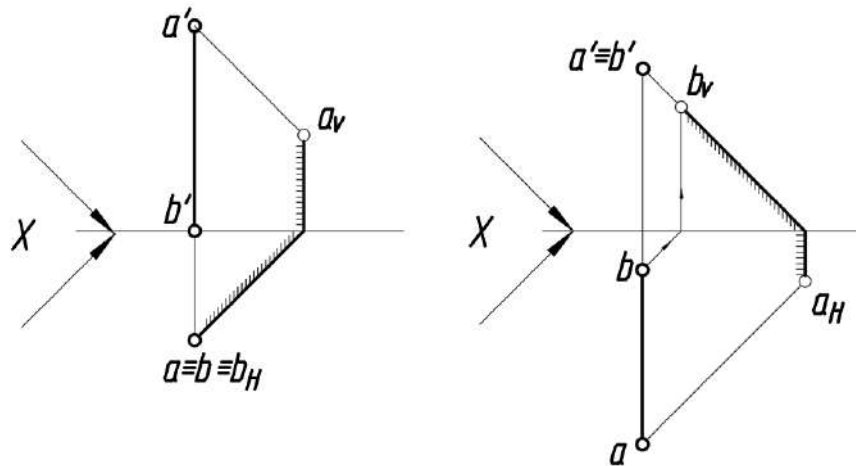


Рисунок 15

Если прямая параллельна плоскости проекции или любой плоскости и ее тень падает на данную плоскость, то тень равна и параллельна прямой (рис. 16). Если тень от такой прямой падает на две плоскости проекции, достаточно на соответствующей плоскости построить тень параллельную самой прямой до пересечения с осью, а затем тень прямой сломается в действительную тень второй точки (рис. 17).

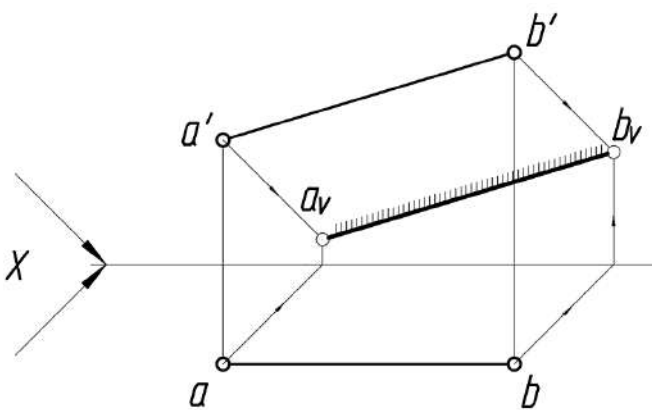


Рисунок 16

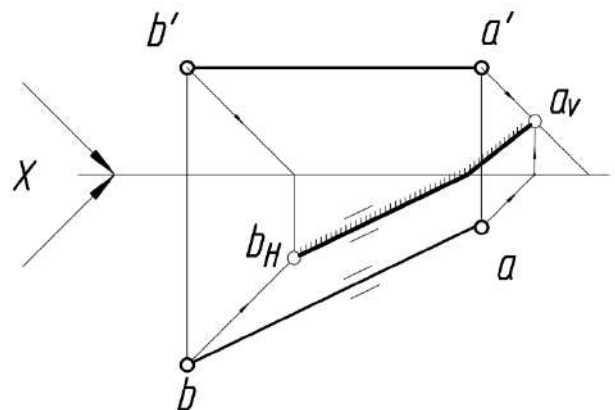


Рисунок 17

Если прямая совпадает со световым лучом, то тенью такой прямой будет точка.

5 ТЕНИ ПЛОСКИХ ФИГУР

Плоская фигура может быть ограничена ломаной прямой, кривой линией или контуром в сочетании прямых и кривых линий.

При одностороннем освещении непрозрачной плоской фигуры одна из ее поверхностей будет освещена, а другая будет находиться в тени. Контуром раздела света и тени является контур самой фигуры. Следовательно, контур падающей тени плоской фигуры есть тень контура этой фигуры. Отсюда понятно, что падающая тень плоской фигуры на плоскость является также плоской фигурой.

Построение падающей тени плоской фигуры сводится к построению теней ряда характерных ее точек и к последовательному их соединению.

Так, для того чтобы построить тень плоской фигуры общего положения (треугольника ABC), достаточно построить тени его вершин и соединить их между собой. Тени вершин A и C падают на плоскость H , а вершины B – на плоскость V . Следовательно, тень от треугольника ABC будет падать на обе плоскости проекций, ломаясь на OX (рис. 18). Точки излома линий контура тени определяются при помощи мнимой тени b_H вершины B на плоскости H . Соединив найденную мнимую тень b_H с тенями вершин A и C на плоскости H (a_H, c_H) получим точки излома на оси X , которые затем соединим с действительной тенью вершины B (b_V) (рис. 19).

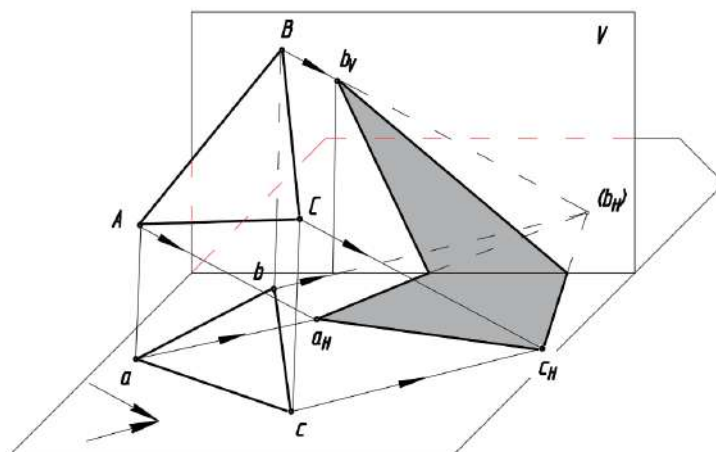


Рисунок 18

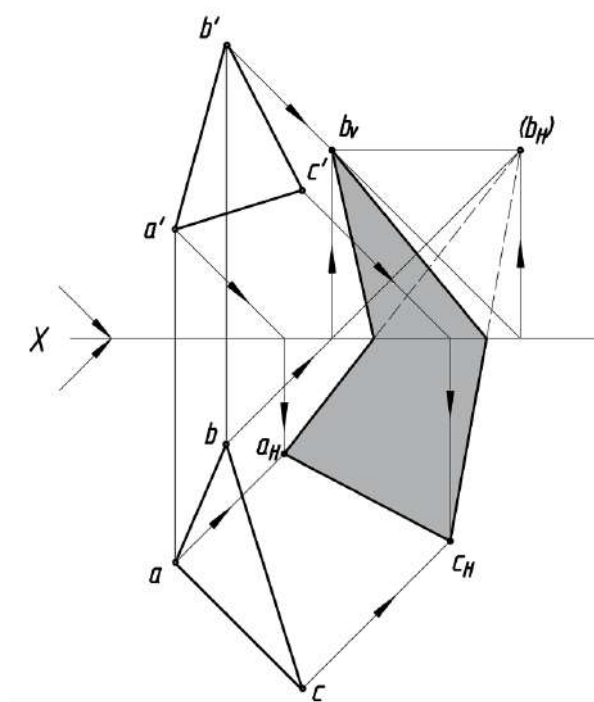


Рисунок 19

Если плоская фигура параллельна какой-либо плоскости, то тень, падающая от неё на эту плоскость, равна самой плоской фигуре. При этом для построения тени достаточно построить тень одной из характерных точек плоской фигуры, а затем вычертить конфигурацию тени, подобную самой плоской фигуре (рис. 20,21).

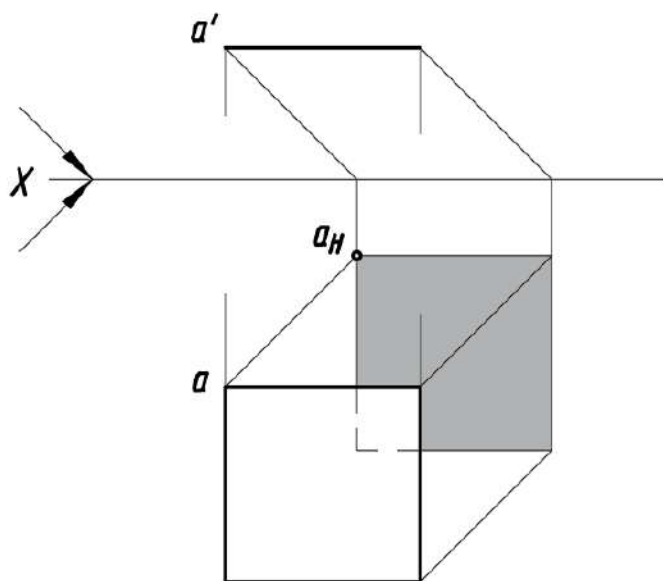


Рисунок 20

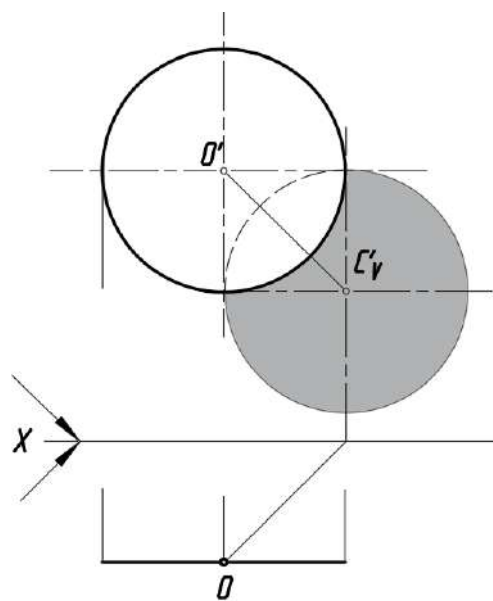


Рисунок 21

Если плоская фигура совпадает со световой плоскостью, то её тенью будет линия (рис. 22). Если плоская фигура является проецирующей и не совпадает со световой плоскостью, то тень такой фигуры строится по общим правилам (рис. 23).

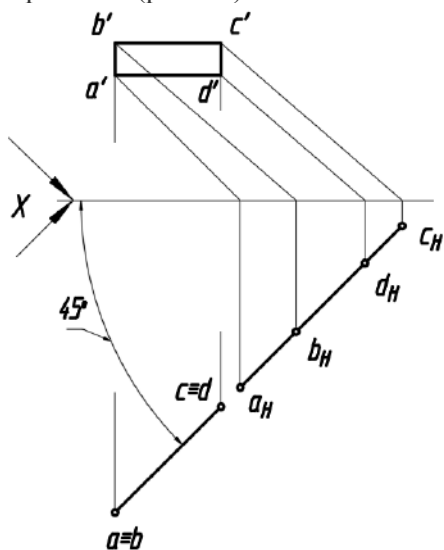


Рисунок 22

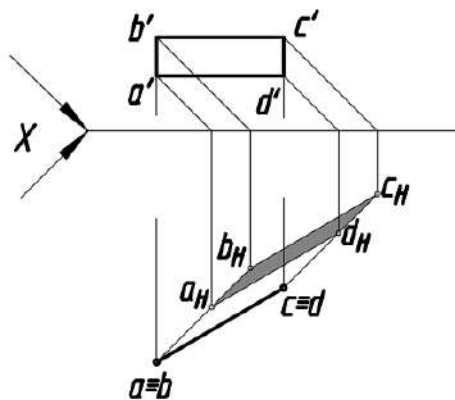


Рисунок 23

В общем случае построение падающей тени плоской фигуры, ограниченной любой кривой линией, на произвольно расположенную плоскость, сводится к построению теней ряда точек кривой линии. Полученные тени точек соединяются между собой плавной кривой линией. Приемы построения теней точек кривой линии могут быть различны: способ описанных (вписанных) многоугольников, способ обратного луча и т.д.

Рассмотрим способ обратного луча при построении тени от плоскости круга, когда тень падает на две плоскости проекций (рис. 24).

На плоскости проекции, которой круг параллелен, тень будет ограничена окружностью, для построения которой достаточно найти тень центр. Действительна тень по окружности будет падать только на той плоскости, которой круг параллелен, остальная часть — мнимая. Ясно, что остальная часть

действительной тени на другой плоскости будет ограничена эллиптической кривой с линией излома на оси OX . Построение ряда точек этой кривой выполнена способом обратного луча. Суть этого способа рассмотрим на примере точки 1. На мнимой тени возьмем произвольную точку 1 и из нее проведем одну прямую параллельную оси OX , другую – перпендикулярно оси OX . Из точки пересечения вертикальной линии с осью OX проведем проекцию луча в обратном направлении до пересечения с горизонтальной прямой. Полученные точки и будут действительной тенью на соответствующей плоскости.

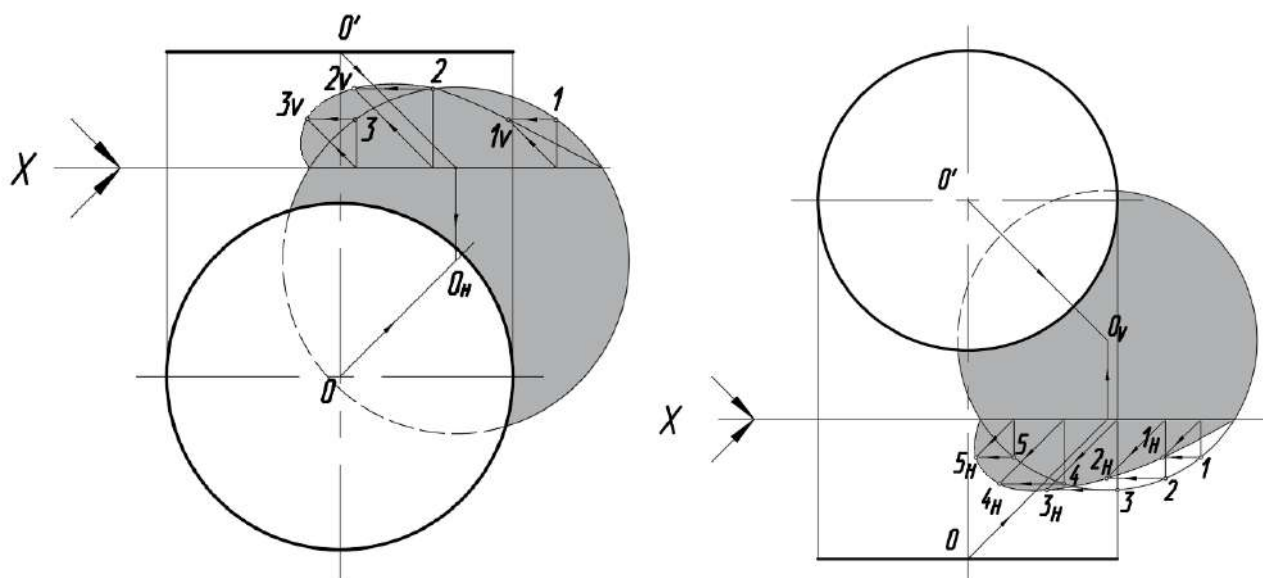


Рисунок 24

Если плоскость круга параллельна одной плоскости проекции, а тень от центра падает на другую плоскость проекции (рис. 25), то в таком случае следует определить мнимую тень центра и из этой точки строить окружность, ограничивающую тень на соответствующей плоскости. В примере на рисунке 25 круг параллелен плоскости H , а тень от центра падает на плоскость V , поэтому определяется мнимая тень центра O_H . Остальные построения понятны из чертежа.

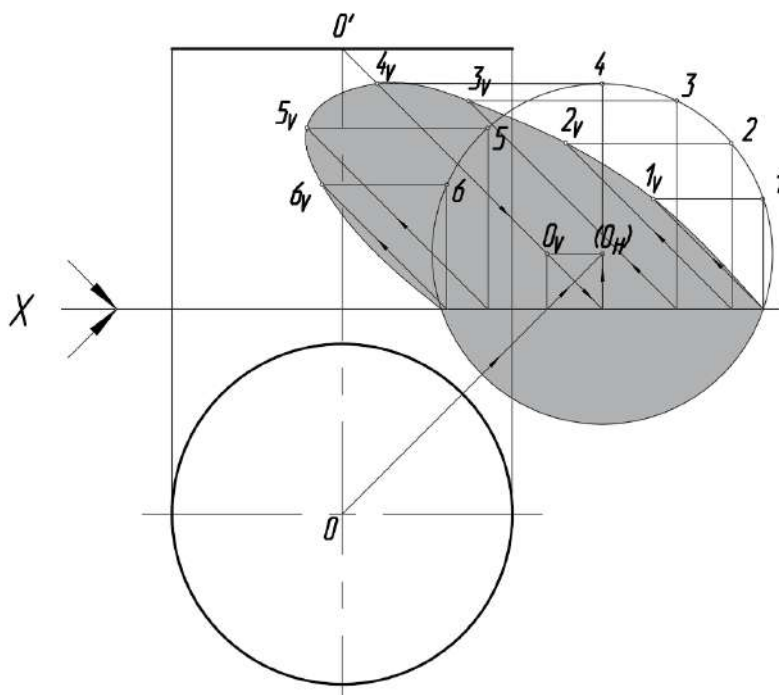


Рисунок 25

6 ТЕНИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ

Все геометрические тела делятся на две группы: к первой относятся призматические и цилиндрические, а ко второй – пирамидальные, конические и тела вращения.

Построение теней геометрических тел рекомендуется выполнять в определенной последовательности.

Для первой группы вначале необходимо определить линии раздела света и тени, нанести собственные тени, а затем построить падающие тени. Для определения линий раздела света и тени достаточно провести две касательные плоскости.

На рисунке тень от цилиндра и призмы падает только на плоскость H . Линии касания (для цилиндра – образующие 1-3 и 2-4, для призмы – ребра A и C), а также части верхнего основания ограничивают собственную тень поверхностей.

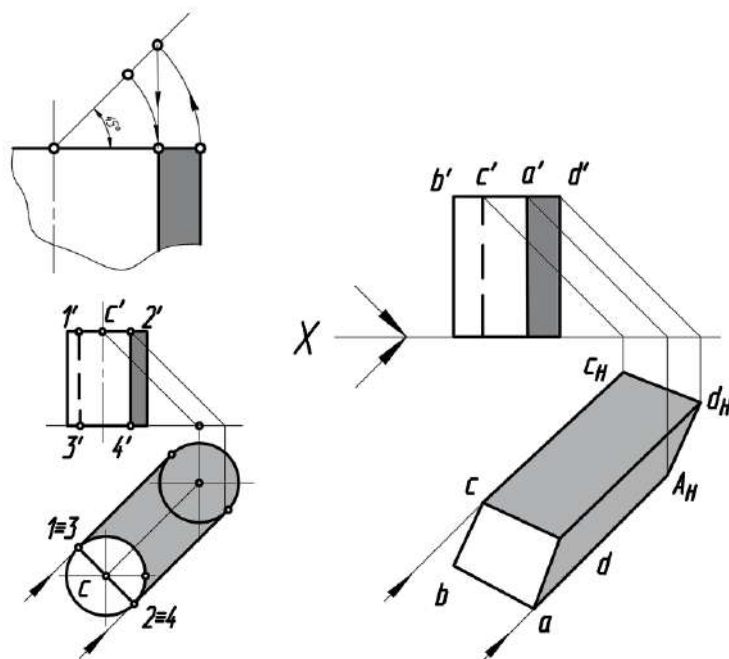


Рисунок 26

Если тень от поверхности падает на две плоскости проекции (рис. 27, 28), то точки излома падающей тени всегда будут лежать на оси OX или на линии пересечения плоскостей, на которой падает тень. В примере на рисунке 27 тень от верхнего ребра 2-3 падает на горизонтальную и фронтальную плоскости проекций. Падающая тень от ребра построена с помощью мнимой тени точки 3 (3_H).

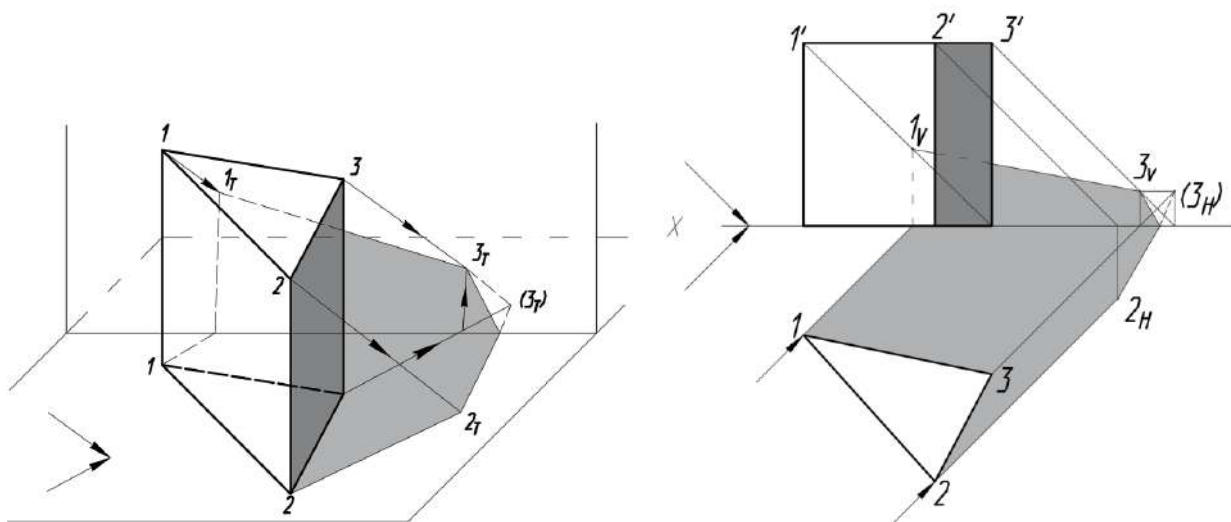


Рисунок 27

В примере на рисунке 28 тень от части верхнего основания цилиндра падает на две плоскости проекции. Та часть, которая падает на горизонтальную плоскость проекции представляет собой дугу окружности радиусом основания цилиндра, для построения которой найдены тень центра O_H . Часть тени, падающей на фронтальную плоскость проекции, представляет собой эллиптическую кривую, построенную с помощью промежуточных точек. Суть построения понятна из чертежа.

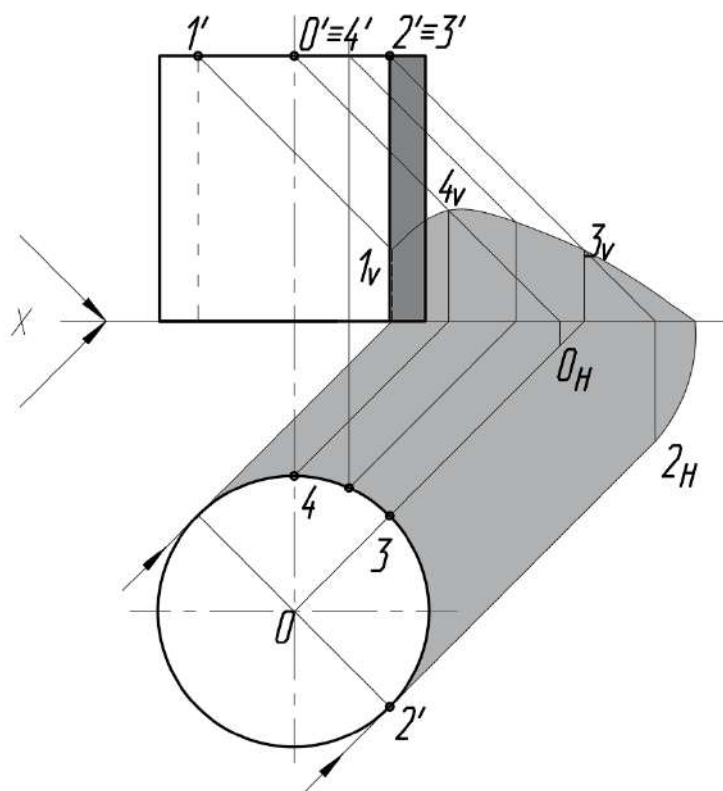


Рисунок 28

Для второй группы вначале строится падающая тень, затем определяется линия раздела света и тени и последней наносится собственная тень.

Чтобы построить падающую тень конуса (рис. 29) или пирамиды (рис. 30), достаточно построить тень вершины и через нее провести линии, касательные к основанию, или к контуру тени основания, если основание расположено не на плоскости проекций. Точки касания с основанием определяют линии контура собственной тени.

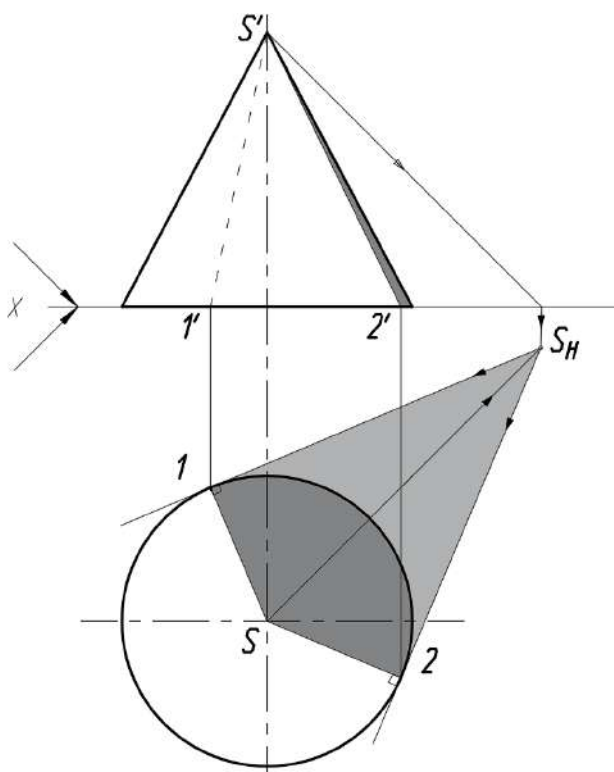


Рисунок 29

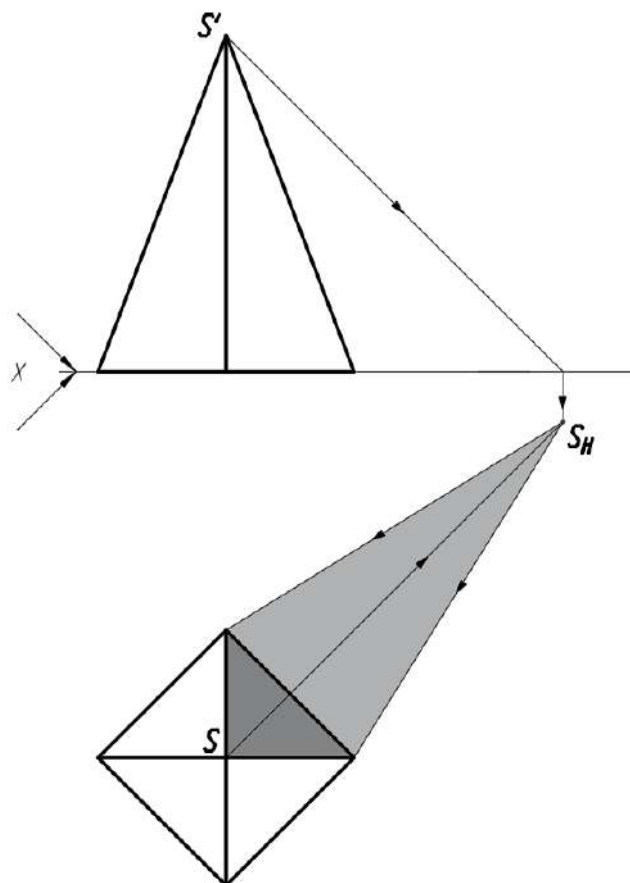


Рисунок 30

Если тень падает на две плоскости проекций, то точки касания и точки излома контура тени построены при помощи мнимой тени вершины S (рис. 31). Остальные построения понятны из чертежа.

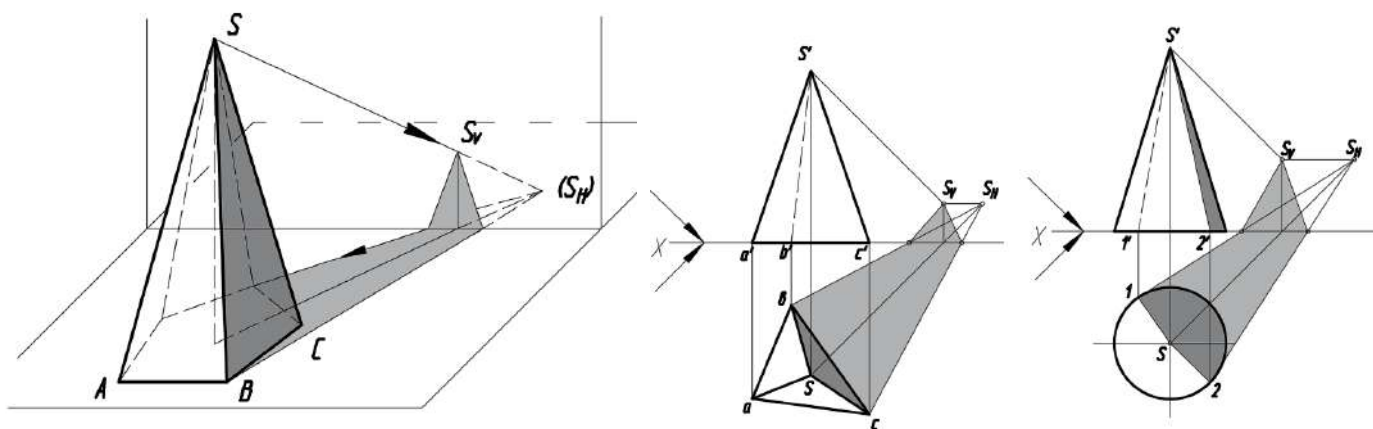


Рисунок 31

7 ТЕНИ НА АРХИТЕКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ

7.1 Тени в нишах.

Ниши могут быть различной конфигурации: прямоугольные плоские, плоские полуциркульные, цилиндрические с плоским верхом, цилиндрические со сферическим верхом и т.д.

Для построения тени в нише достаточно знать ее очертание и глубину h .

Контуром падающей тени является контур собственной тени. На рисунке 32,а – это линия AB и BD , на рисунке 32,б,г – линия ABN . Из построений видно, что ширина падающей тени от вертикальной и горизонтальной частей равна глубине ниши.

Для построения теней от циркульной части (рис. 32,б) достаточно построить тень центра дуги, а затем провести дугу окружности радиусом, равным радиусу окружности ниши.

В примере на рисунке 32,г от кривой линии на кривой поверхности тень построена при помощи ряда промежуточных точек. Суть построения показана на примере тени точки T .

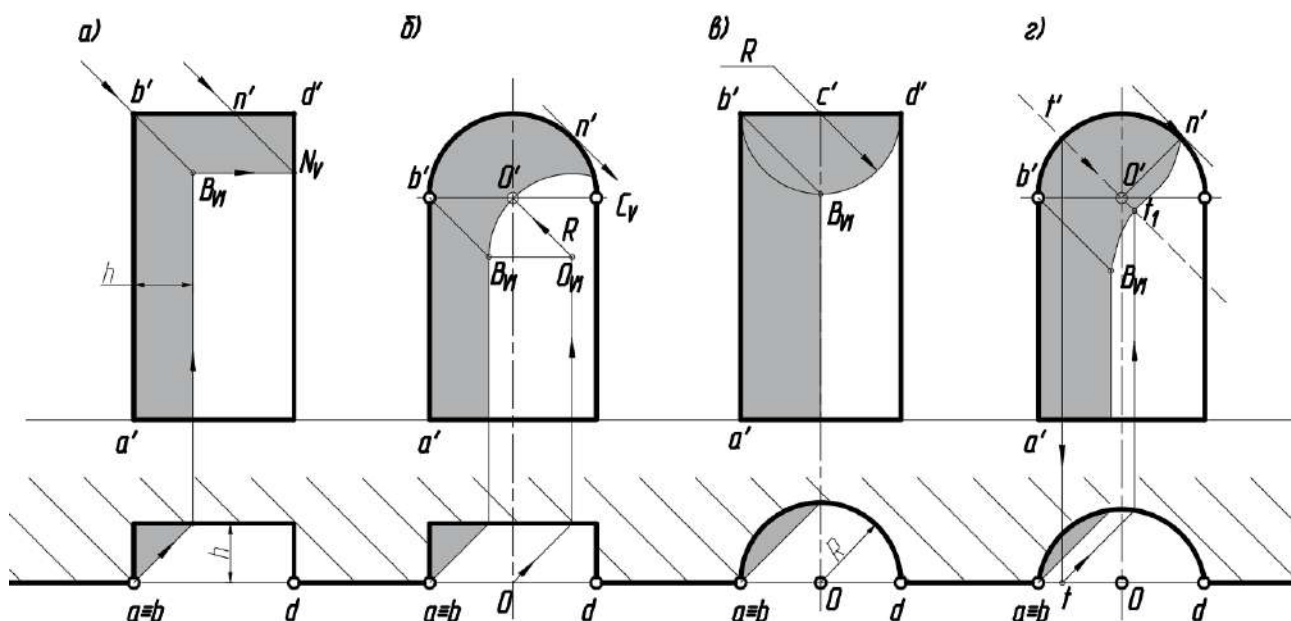


Рисунок 32

7.2 Тени от выступов, карнизов, поясков, плит.

На рисунке 32 и рисунке 33 построены тени от козырька. В обоих случаях падающие тени от козырьков построены с использованием их горизонтальных проекций при помощи вспомогательных лучевых сечений. Так, горизонтально проецирующая лучевая плоскость Q (рис. 32), проходящая через вертикальное ребро AB , пресекаясь с проекцией козырька (точка 1) даст контур тени на козырьке, а пресекаясь с проекцией линии фасада (точка 2) даст контур тени на фасаде. Падающая тень от козырька строится от контура собственной тени, которая ограничена нижним ребром DE , вертикальным ребром EF и верхним ребром FK . Так, горизонтально-проецирующая лучевая плоскость Q_1 , проходящая через ребро EF козырька позволяет построить тень от козырька на фасаде.

При решении задач обычно следы лучевых плоскостей не показывают. Так на рисунке 33 тень от козырька построена при помощи лучевых плоскостей, но они на чертеже не показаны. Тень отбрасывают нижние ребра 1-2, 2-3, вертикальное ребро 3-4 и верхнее ребро 4-5. Тень от козырька на фасаде построена с помощью обратного луча, проведенного из точки O_T , до пересечения с вертикальным ребром. Все построения понятны из чертежа и не требуют подробного описания.

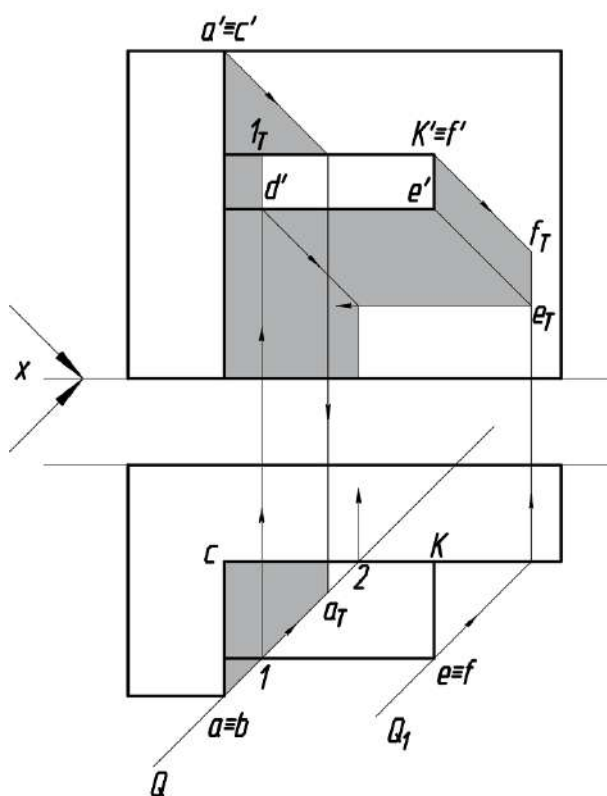


Рисунок 32

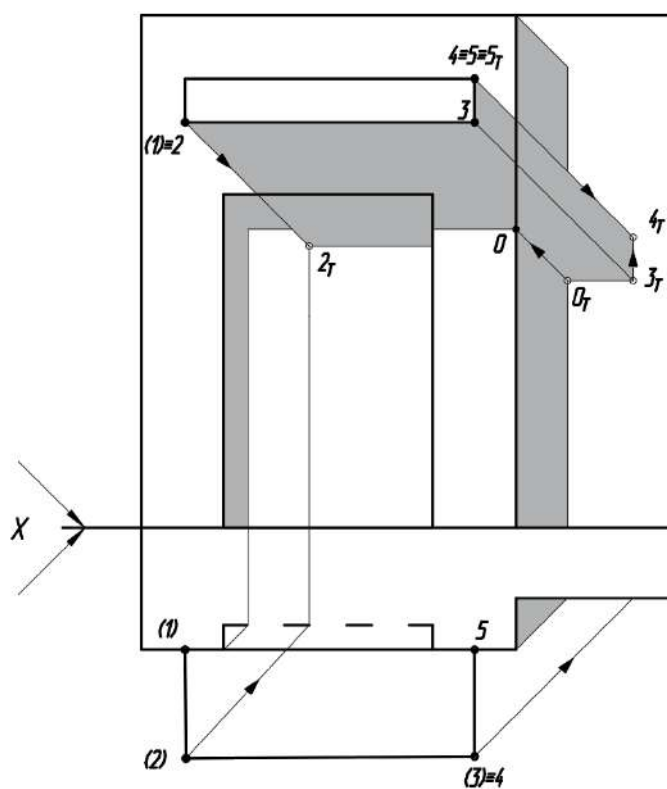
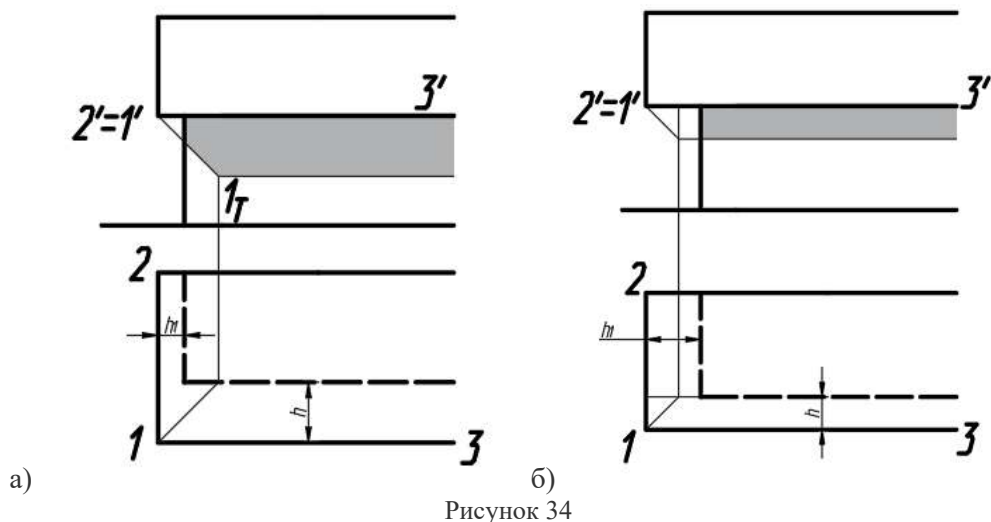


Рисунок 33

На рисунке 34 а, б приведены примеры построения падающей тени от карниза. Падающая тень от карниза определяется линиями 2-1 и 1-3. Так как линия 1-3 параллельна поверхности стены, то и тень от неё будет параллельная. Ширина тени равняется величине выступа карниза. В этом нетрудно убедиться из построений.

На рисунке 34 а выступ карниза со стороны главного фасада больше чем со стороны бокового ($h > h_1$). Следовательно, тень от линии 1-2 частично будет падать на стену главного фасада и совпадать с направлением фронтальной проекции светового луча.

На рисунке 34 б, наоборот, выступ карниза со стороны главного фасада меньше, чем со стороны бокового ($h < h_1$) и уже тень от линии 1-3 частично не будет падать на боковой фасад.



Падающая тень от пояска строится аналогично тени карниза (рис. 35). В данном примере величина выступов со стороны главного и бокового фасадов одинакова. Построение падающей тени от колонны с пояском понятно из чертежа и не требует объяснения.

Рассмотрим построение падающих теней на фрагменты фасада здания с полуколонной и плитой (рис. 36). Построение теней выполнено при помощи лучевых плоскостей. В начале проведена касательная лучевая плоскость к полуколонне и определена собственная тень на полуколонне. Затем построена падающая тень от плиты. Тень отбрасывают нижние рёбра плиты 1-2; 2-3, вертикальное ретро 3-4 и верхнее ребро 4-5. Следует отметить, что тень от ребер 1-2 и 2-3 отбрасывает на полуколонну в виде плоских кривых. Первая из них изображается прямой линией, так как расположена во фронтально проецирующей лучевой плоскости, а вторую строим с помощью дополнительных произвольно взятых точек. Суть построения понятна из чертежа.

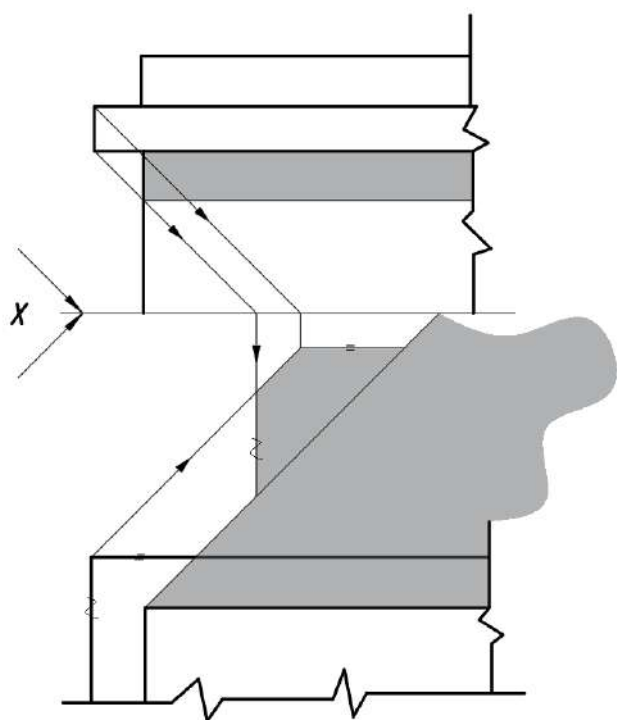


Рисунок 35

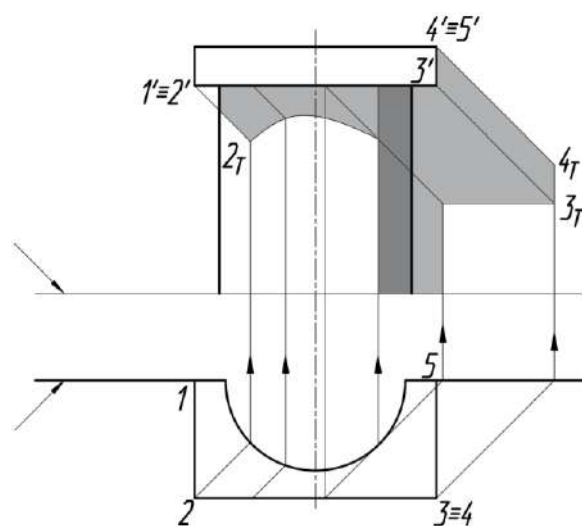


Рисунок 36

Можно построить падающие тени от выступающих частей здания без использования их горизонтальных проекций и без применения вспомогательных лучевых плоскостей. Суть такого построения основана на известных положениях из теории теней.

Во-первых, тень от прямой на плоскость, к которой она параллельна, равна и параллельна данной прямой; во-вторых, ширина падающей тени от выступа, параллельного плоскости, равна величине выступа. Исходя из этого, чтобы построить тень от балконной плиты (рис. 37), достаточно провести линию, параллельную линии $b'c'$, на расстоянии, равном величине выступа плиты, а через b' и c' провести линию под углом 45° . Линия $b_T c_T$ и будет тенью линии BC .

Часть тени от BC падает в нишу и она будет в нише ниже на глубину ниши. Тень $c_T d_T$ будет равна и параллельна самой прямой CD . Контур $b'b_T c_T d_T$ и будет контуром падающей тени от балконной плиты (с учётом излома в нише).

Как видно из построений, такой общий способ построения теней значительно проще и занимает меньше времени.

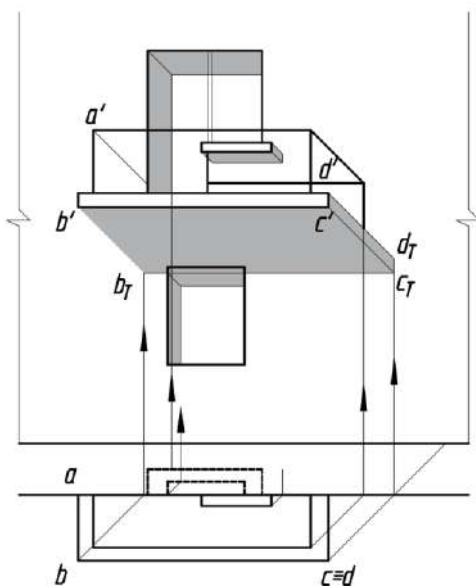


Рисунок 37

7.3 Тени лестниц

При наличии у лестницы боковых стенок, контуром падающей тени на ступеньках лестницы будет тень линий раздела света и тени, выходящих из точки B (рис. 38). Через вертикальную линию необходимо провести горизонтально-проецирующую плоскость, а через горизонтальную прямую провести фронтально-проецирующую плоскость. Линии пересечения лучевых плоскостей с поверхностями ступеней и будут контуром падающей тени.

Тень от вертикальной линии на горизонтальной плоскости проекций будет совпадать со следом лучевой плоскости, а на фронтальной плоскости проекций она изображается на вертикальных поверхностях ступеней в виде вертикальных линий, на горизонтальных поверхностях совпадает с проекцией поверхности ступеней. Тень от горизонтальной линии на фронтальной плоскости проекций совпадает с фронтальным следом лучевой плоскости, а на горизонтальной плоскости проекций она изображается на горизонтальных плоскостях ступеней в виде прямых, параллельных соответствующей проекции прямой, а на вертикальных совпадает с проекциями вертикальных плоскостей ступенек.

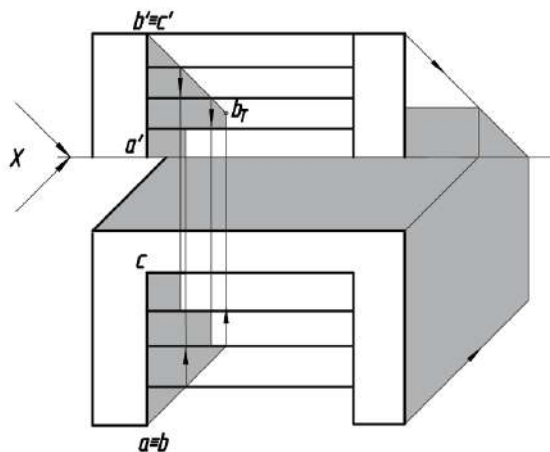


Рисунок 38

7.4 Тени на крыше

Падающие тени на крыше приходится строить от прилегающих скатов крыши, труб, слуховых окон, антенн и т.д. Наиболее распространенный способ построения теней – это способ лучевых секущих плоскостей. Сущность этого способа состоит в том, что для построения тени от точки, падающей на какую-либо плоскость или поверхность, световой луч заключают во вспомогательную лучевую секущую плоскость, строят линию пересечения этой плоскости с заданной плоскостью или поверхностью и находят точку пересечения проекции светового луча с полученной линией.

На рисунке 39 падающие тени на крыше от примыкающего ската крыши и трубы построены при помощи лучевых плоскостей Q , Q_1 , R и т.д., проведенных через характерные точки и линии, определяющие контуры падающих теней. Например, горизонтально-проецирующая лучевая плоскость Q , проведенная через точку $A(a, a')$, дает возможность построить тень от нее на переднем скате крыши. Эта плоскость пересекает крышу по линии 1-2-D. Точка $A_T(a_T, a'_T)$ полученная в результате пересечения светового луча с линией 1-2 и будет тенью точки A . Затем строим проекции тени точки 3 , полученной при пересечении конька крыши лучевой плоскостью, проходящей через точку A . Линия ea_T3 и будет контуром тени на переднем скате крыши.

Контур тени на противоположном скате проходит через тень точки 3 и через тень произвольной точки конька AF , например, точки B . Лучевая плоскость, проходящая через точку B пересекает этот скат по линии 4-5. Дальнейшие построения понятны из чертежа.

Аналогично строится тень от трубы. Горизонтально-проецирующая лучевая плоскость R , проходящая через ребро C пересекает крышу по линии 6-7. Проведя фронтальную проекцию луча через точку c' до пересечения с фронтальной проекцией прямой 6'-7' найдем тень точки $C(c_T)$. Остальные построения понятны из чертежа.

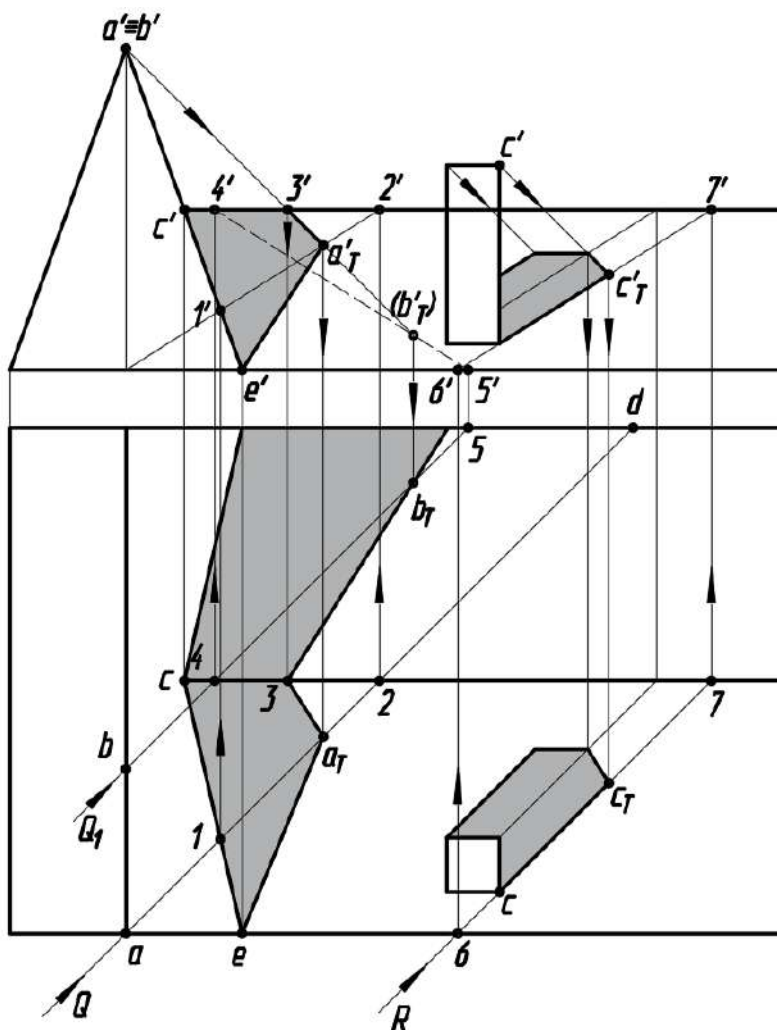


Рисунок 39

7.5 Тени на чертежах зданий и сооружений

Компоновка здания или сооружения содержит целый ряд простейших геометрических форм с различными выступами и уступами. Следовательно, построения теней на чертежах зданий и сооружений сводится к построению теней отдельных геометрических форм (рис. 40,41,42).

Исходя из компоновки, тени от отдельных геометрических форм могут падать не только на плоскости проекций, но и на ряд других смежных форм. При этом способ построения падающих теней выбирается наиболее эффективный для каждого случая в отдельности.

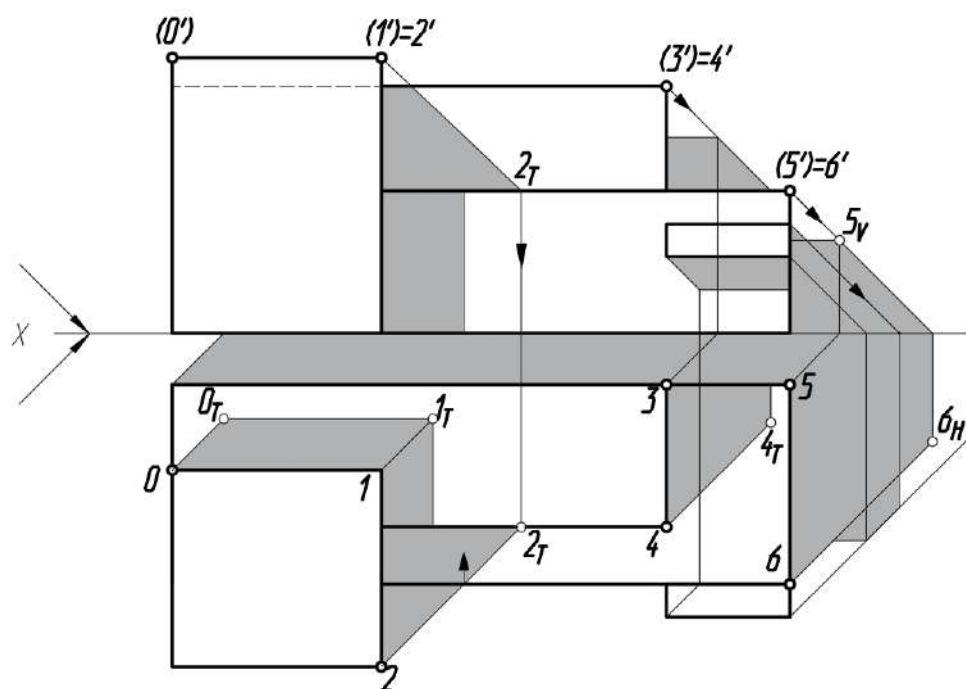


Рисунок 40

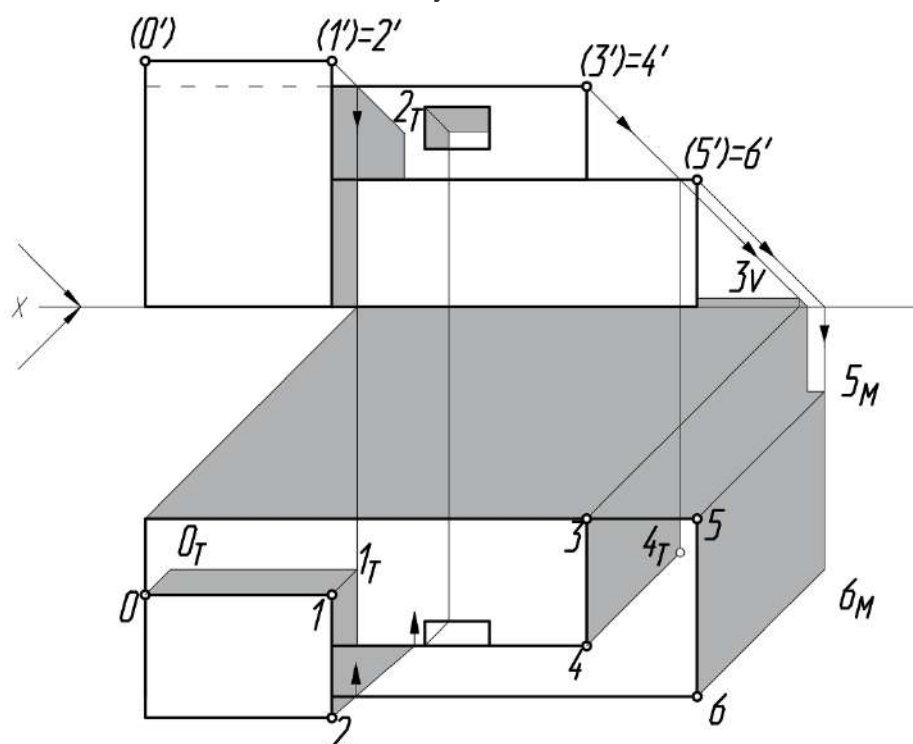


Рисунок 41

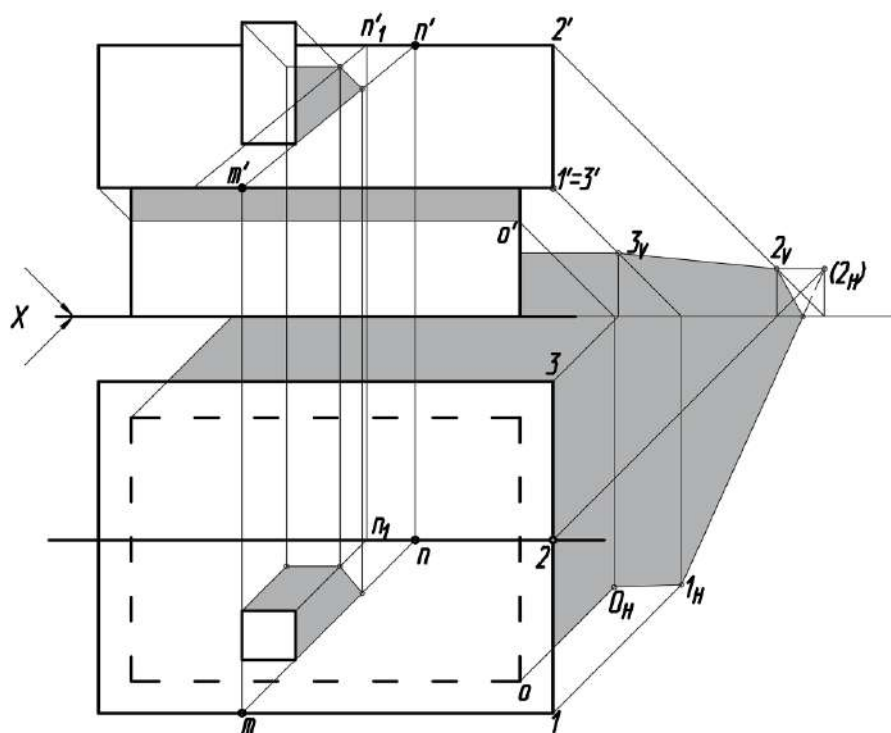


Рисунок 42

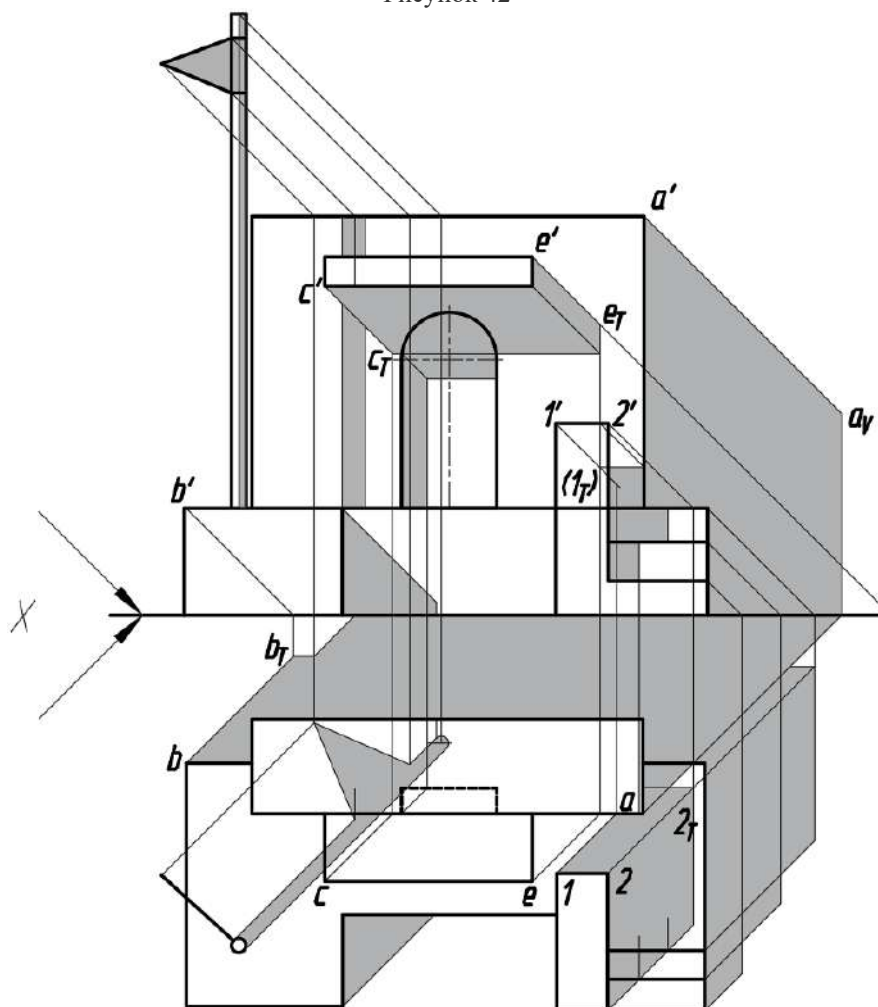


Рисунок 43

8 ТЕНИ В АКСОНОМЕТРИЧЕСКИХ ПРОЕКЦИЯХ

Тени в аксонометрии, как и в ортогональных проекциях, строятся от источника света, расположенного в бесконечности, поэтому лучи света принимаются параллельными между собой. Наиболее удачным направлением световых лучей считается такое, когда тени от обобщённого массива падают за здание или сооружение, а фасадная часть освещена. Угол наклона световых лучей принимается в пределах $30 - 45^\circ$. Не рекомендуется назначать направление световых лучей совпадающим с направлением аксонометрических осей. Направление светового луча изображается аксонометрической проекцией луча и его вторичной проекцией.

8.1 Тень точки, прямой, плоской фигуры.

Для построения тени точки, прямой, плоской фигуры в аксонометрии должна быть известна их аксонометрическая и вторичная проекции, а также проекции светового луча. Чаще всего в качестве вторичной проекции рассматривается горизонтальная проекция.

Построения теней точки, прямой, плоской фигуры в аксонометрических проекциях мы рассматривали выше как наглядную иллюстрацию к чертежам в ортогональных проекциях. Суть построений ясна из чертежей.

8.2 Тени геометрических тел и архитектурных деталей

При построении теней любых объёмных геометрических форм приходится определять контуры как собственных, так и падающих теней. Последовательность построения обусловлено самой формой.

Если поверхность имеет призматическую, цилиндрическую форму или форму тела вращения, то вначале определяется контур собственной тени, а затем падающей.

Для пирамидальных и конических поверхностей вначале строится контур падающей тени, а затем собственной.

Тень от геометрических тел. Рассмотрим построения теней от двух параллелепипедов.

Вначале определяется контур собственной тени. При заданном направлении освещения он представляет собой замкнутую ломанную линию, состоящую из рёбер призмы. Контур падающей тени есть контур собственной тени. Тень от призмы 1 частично падает на призму 2 и будет ломаться на рёбрах этой призмы (рис. 44). Построение тени от вертикального ребра Aa понятно из чертежа. Чтобы найти направление тени от ребра AB на плоскости kKd продлим ребро kK до пересечения с ребром AB . Полученную точку O соединим с тенью точки A (A_T). Поэтому направлению падает тень от ребра AB до пересечения с ребром KD в точке N , а затем на верхней грани призмы 2 тень падает параллельно ребру AB (прямая NM). Построение падающей тени на горизонтальной плоскости понятно из чертежа.

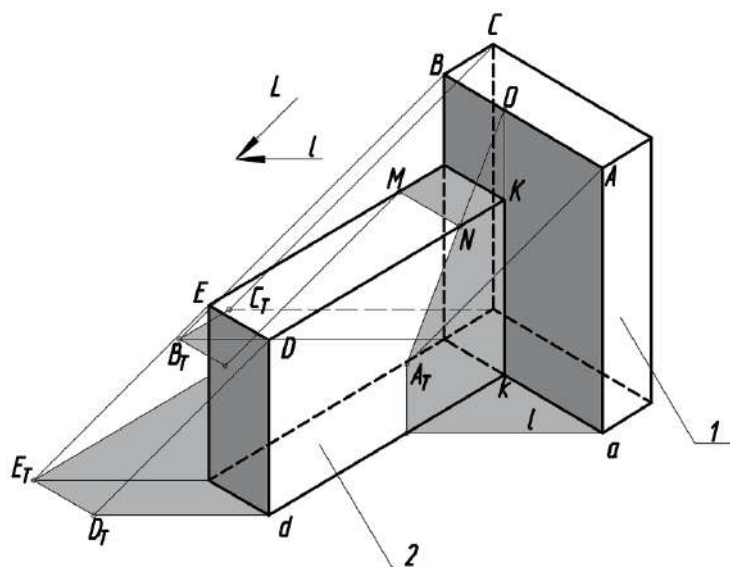


Рисунок 44

Изменив угол наклона световых лучей, меняется контур падающей тени (рис. 45). Тень от ребра Aa полностью падает на горизонтальную плоскость. Чтобы найти тень от ребра AB на плоскости KDd , точку пересечения тени от ребра AB (A_TB_T) с тенью ребра dD (dD_T) P_T обратным лучом проецируем на ребро dD . Полученную точку P соединяем с точкой O . По этому направлению падает тень от ребра AB на переднюю грань призмы 2 до пересечения в точки N с ребром KD . Остальные построения аналогичны построениям на рисунке 44.

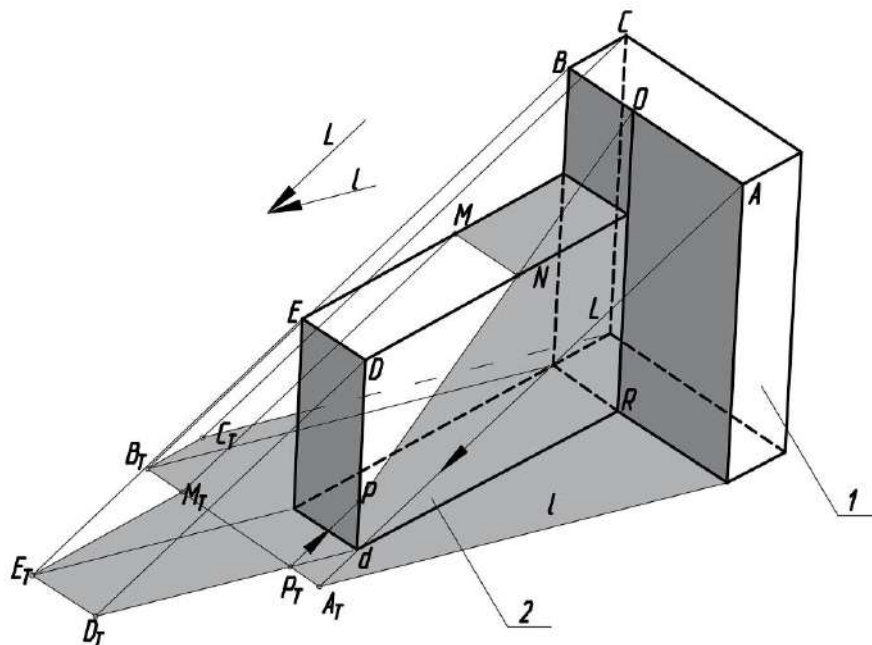


Рисунок 45

Тень в нише. При построении теней в нише сначала определяем линию раздела света и тени и наносим собственную тень (рис. 46). Линия раздела света и тени будет линия 1-2-3, от которой и строится контур падающей тени.

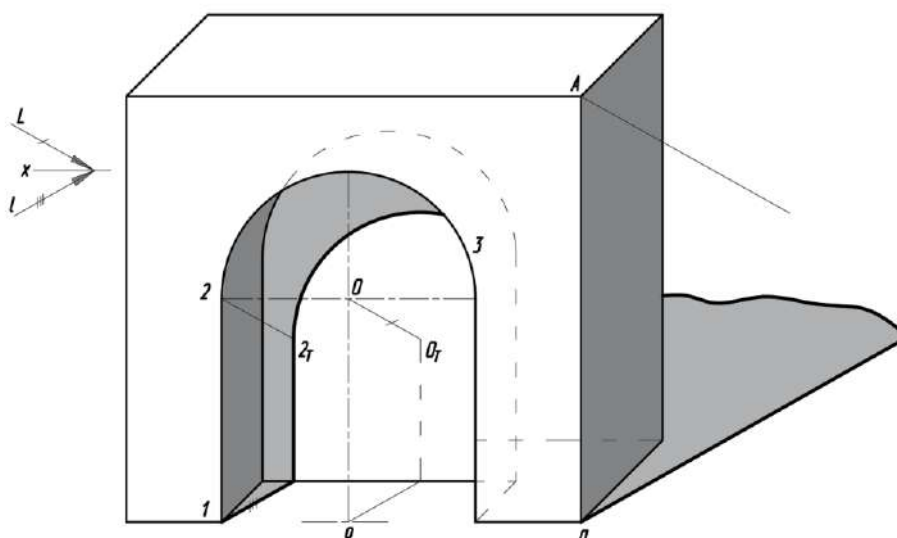


Рисунок 46

От вертикального отрезка 1-2 линии 1-2-3 тень падает на горизонтальную плоскость в виде отрезка совпадающего с направлением вторичной проекции луча, и на поверхность ниши в виде вертикального отрезка, а от от дуги 2-3 – в виде дуги с началом в точке 2_T и центром в точке O_T . Если бы линия 2-3 была не циркулярной кривой, то её тень строилась бы по ряду точек.

Тень от выступающей плиты. Построим тень, падающую от выступающей плиты (козырька) на фрагмент здания с нишей. Построение выполним с использованием вторичной (горизонтальной) проекции плиты (рис. 47).

Очевидно что при заданном направлении световых лучей линиями раздела света и тени плиты будет ребра 1-2; 2-3; 3-4; 4-5 и что тень от плиты будет падать на стену и в нишу.

В начале построим тень на стене, для этого через горизонтальную проекцию точек 3 и 4 проведём вторичную проекцию луча до пересечение со стеной, а через сами точки—аксонометрические проекции луча L и найдём тень от ребра 3-4 ($3_T, 4_T$), которая будет равна и параллельна этом ребру. Тень от ребра 4-5 получим, если соединим точку 5 тенью точки 4 (4_T). Ребро 2-3 параллельно стене, следовательно и тень от этого ребра будет параллельно ему, через тень точки 3 проводим прямую параллельно ребру 2-3.

Чтобы построить тень от ребра 2-3 в нише, достаточно построить тень точки 2 на стенке ниши и через точку 2_T провести линию параллельную ребру 2-3. Тень от ребра 2-1 будет параллельно тени от ребра 4-5.

Построение тени в нише от линий контура ниши понятно из чертежа.

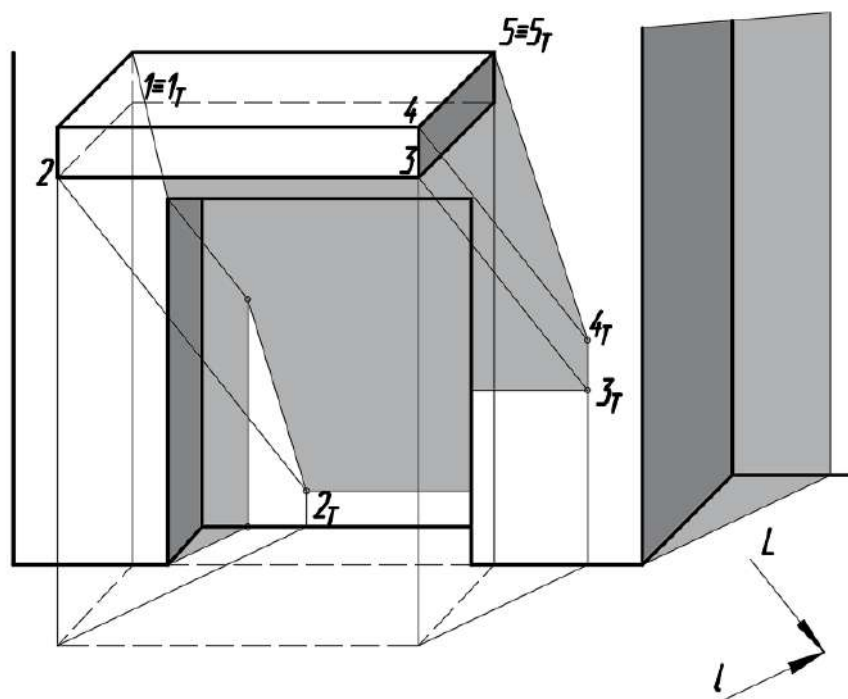


Рисунок 47

Тени на крыше с наклонными скатами. Построения теней на скатах крыши сводится к построению теней на наклонной плоскости.

Тени на крыше строим с применением опущенного плана (рис. 48). Вначале строится план крыши и трубы, например, на уровне чердака, то есть горизонтальная проекция трубы на горизонтальной плоскости чердака. Затем через крайнее теневое ребро трубы проводим лучевую плоскость. Горизонтальный след этой плоскости проходит через горизонтальную проекцию этого ребра параллельно вторичной проекции луча. Строится линия пересечения лучевой плоскости со скатом крыши (n, m), по которой и падает тень от ребра. Длина тени определяется точкой пересечения светового луча проведенного из точки 1 с этой прямой (1_T).

Так как ребро 1-2 параллельно скату крыши, то тень этого ребра равна и параллельно самому ребру. Для построения тени ребра 2-3 достаточно построить тень точки 3 по принципу построения точки 1. Суть построения понятна из чертежа.

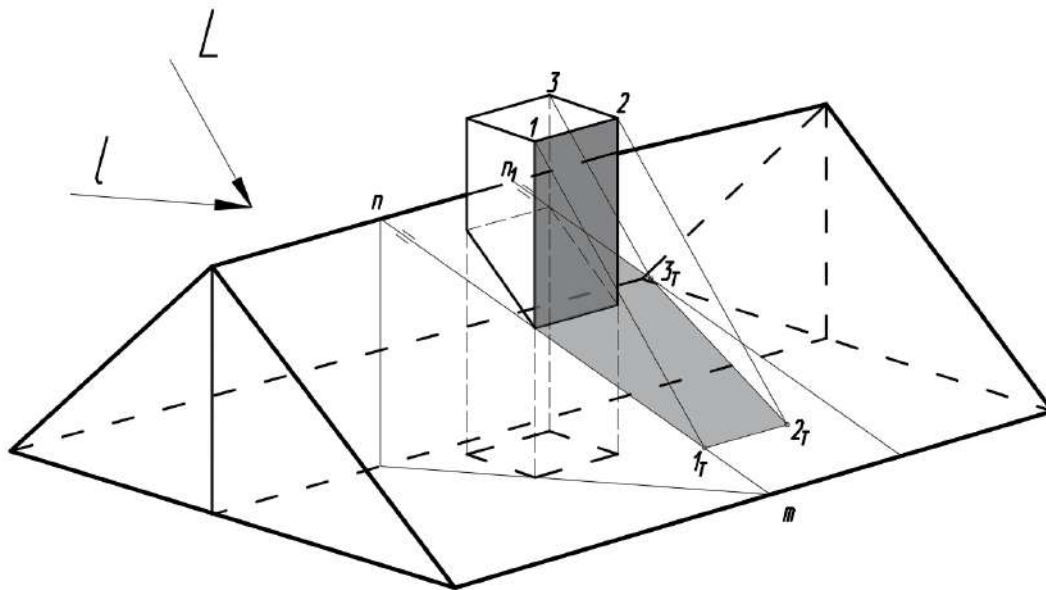


Рисунок 48

Рассмотрим построение тени от трубы (рис. 49) без применения опущенного плана.

Из предыдущего примера понятно, что тень каждого из теневых рёбер есть ни что иное, как след лучевой плоскости, проходящий через данное ребро на скате крыши. В данном примере построение следа лучевой плоскости на скате крыши начнём с плоскости, проходящей через горизонтальное ребро CE . Для построения упомянутого следа достаточно найти две общие ему точки. Одной из них будет точка пересечения ребра CE со скатом крыши. Такая точка F получается при пересечении ребра CE с его основанием ce на крыше (при их продолжении $CE \times ce = F$). Второй общей точкой будет точка C_p , определяемая следующим образом: построим тень C_1 точки C на условной горизонтальной плоскости, проходящей через основание ребра Cc . Через C_1 проводим линию параллельно ребру CE , т.е. строим тени ребра на условной горизонтальной плоскости. Линия bc и C_1C_p расположены в одной плоскости. Точка пересечения этих линий является второй искомой точкой ($bc \times C_1C_p = C_p$). Линия FC_p будет следом лучевой плоскости на скате крыши, проходящий через ребро CE . Тень $C_T E_T$ ребра CE получается при пересечении световых лучей, проходящих через точки C и E , с линией FC_p . Для построения тени от ребра Cc достаточно соединить C_T с точкой c . Тень от ребра EA получим, если через E_T проведём линию, параллельную этому ребру. Конфигурация $cC_T E_T A_T$ будет падающей тенью от трубы. Из рассмотренных примеров построение теней на крыше явствует, что второй способ значительно проще и удобнее.

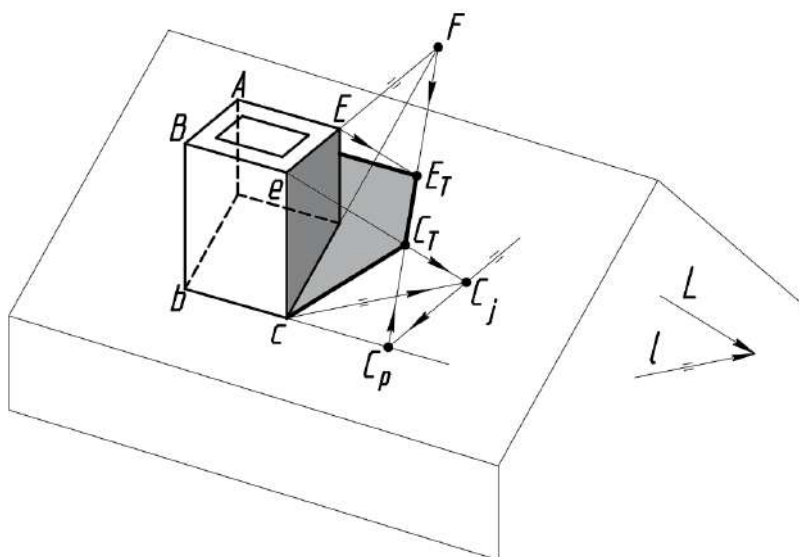


Рисунок 49

Тени на колонне. Построение теней на колонне выполним без использования вторичной проекции колонны и плиты (рис. 50).

Вначале определяем и наносим собственные тени.

При данном направлении светового луча нижняя, правая и задняя грани плиты будут иметь собственную тень. Для определения собственной тени на колонне проведём касательную ($K2 \parallel l$) к линии пересечения колонны с плитой. Образующая, выходящая из точки K и будет линия раздела света и тени. Правее этой линии наносим собственную тень колонны.

Падающая тень от плиты на колонне будет ограничена тенью линий, выходящих из точки A . Чтобы получить падающие тени от этих прямых, необходимо построить тени ряда их точек. Построение теней точек рассмотрим на примере тени A_T точки A . Через точку A проводим лучевую плоскость и строим линию пересечения с плитой и колонной. Нижняя грань плиты пересекается по линии параллельной вторичной проекции луча, а боковая поверхность колонны – по образующей. Точка пересечения луча, проходящего через точку A с линией пересечения на колонне и будет тенью A_T точки A . Аналогично строится тень от точки 1 . Тень от точки 3 (3_T) строится с помощью обратного луча. Соединив между собой тени точек $2, 1, A, 3$ (с учётом излома) получим падающую тень на колонне $2_T 1_T A_T 3_T$.

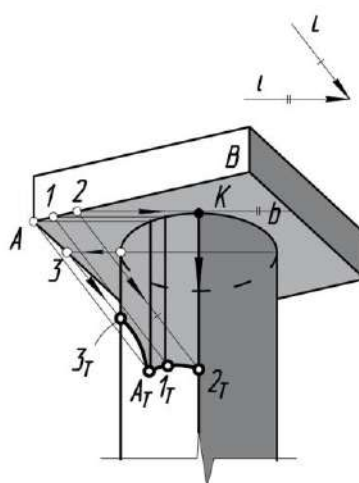


Рисунок 50

Тени лестниц. При построении тени на ступеньках лестницы от тумбы, имеющей форму параллелепипеда, определяем границы собственной тени, в контур которой входят ребра AB и BC (рис. 51). От вертикального ребра AB тень на проступях (горизонтальных плоскостях) совпадает с направлением вторичной проекции светового луча, а на подступенках (вертикальных плоскостях) падает параллельно самому ребру. Тень от горизонтального ребра BC на проступях ступеней (горизонтальных плоскостях) будет параллельно самому ребру, а на подступенках изобразится в виде наклонных линий, параллельных фронтальной проекции светового луча. Построение фронтальной проекции луча будет понятно из чертежа.

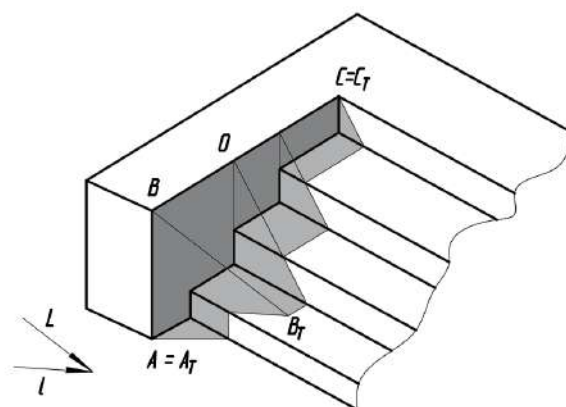


Рисунок 51

Тени сооружений. Рассмотрим построения теней (собственных и падающих) схематизированного сооружения, которое сводится к построению теней отдельных геометрических форм, входящих в компоновку сооружения (рис. 52).

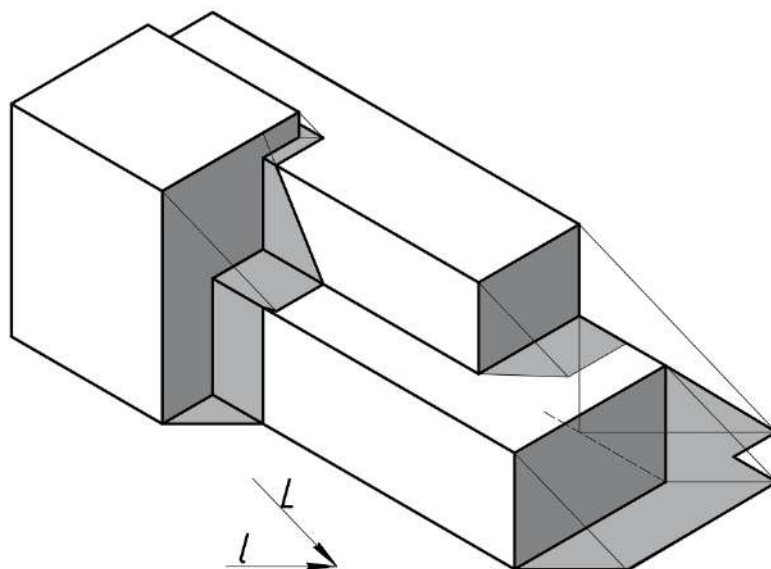


Рисунок 52

Тень от колонны на наклонных плоскостях скатов крыши можно определить с помощью обратного луча (рис. 53). Точку пересечения тени от ребра ската на горизонтальной плоскости с тенью от вертикального ребра 1 колонны обратному лучу возвращаем на ребро ската и полученную точку соединяем с точкой O . Параллельно этому направлению будет падать тень от ребра 3 до пересечения с коньком крыши. Чтобы найти тень от ребра 2-3 на скате точку пересечения теней ребра ската и ребра 2-3 на горизонтальной плоскости обратному лучу возвращаем на ребро ската. Из этой точки проводим прямую параллельную ребру 2-3 до пересечения с лучом проходящим через точку 3 и получаем тень этой точки 3_T . Остальные построения понятны из чертежа.

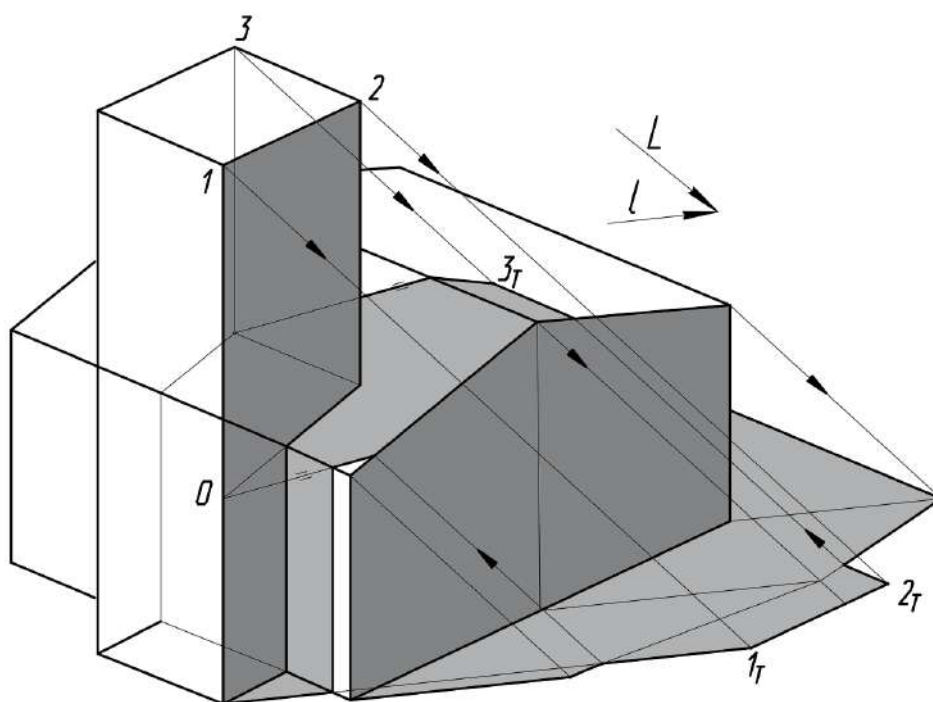


Рисунок 53

ПЕРСПЕКТИВА. ТЕНИ В ПЕРСПЕКТИВЕ.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Перспективной проекцией или перспективой предмета называется его изображение, полученное на плоскости или поверхности методом центрального проецирования. Перспектива, построенная на плоскости, называется линейной перспективой, на цилиндрической поверхности – панорамной перспективой, на сферической поверхности – купольной перспективой. Предметом нашего изучения будет только линейная перспектива на вертикальной плоскости.

Перспективные изображения в достаточной мере близки к зрительным восприятием, так как за центр проецирования при построении таких изображений применяется как бы глаз зрителя, то есть она передает кажущиеся изменения величины и формы изображаемого предмета, вызванные его расположением и удаленностью от наблюдателя. Именно поэтому в архитектурно-строительном черчении перспективные проекции используются для построения наглядных изображений, так как еще на стадии проектирования перспектива позволяет выявить недостатки архитектурной композиции строительного объекта и внести в нее соответствующие коррективы.

Перспектива так же лежит в основе построения картины как произведения реалистического искусства.

Перспективное изображение любого предмета, геометрического тела, здания или сооружения строится по его ортогональным проекциям, в строительном черчении – по плану и фасаду.

С основными понятиями теории перспективы, построением перспективы прямых и плоских фигур можно ознакомиться в учебной литературе. В данном разделе мы рассмотрим построение перспективы объемных фигур и зданий способом архитекторов.

2 ПРОЕЦИРУЮЩИЙ АППАРАТ

При построении изображений в перспективе удобно пользоваться так называемым проецирующим аппаратом, то есть системой вспомогательных плоскостей, линий и точек (рис. 54).

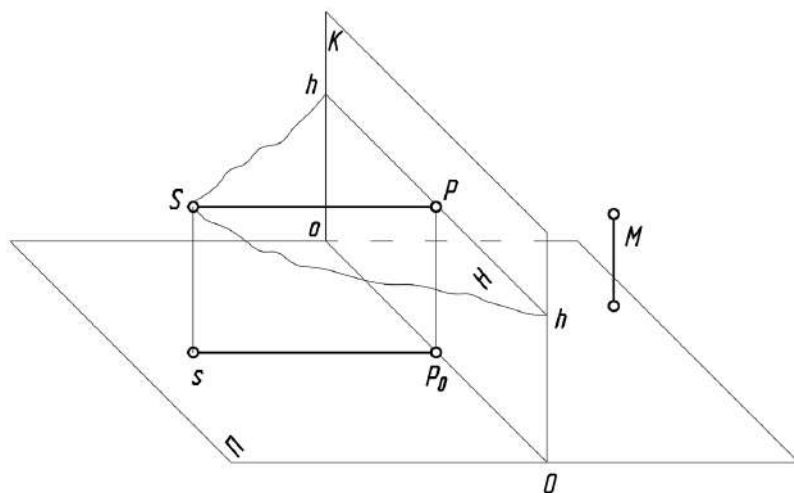


Рисунок 54

Π – предметная плоскость – горизонтальная плоскость, на которой располагаются изображаемые предметы.

K – картинная плоскость (картина) – вертикальная плоскость, на которой строится изображение.

OO – основания картины – линия пересечения картинной плоскости с предметной.

$(.) S$ – точка зрения или центр проекций.

$(.)s$ – основание точки зрения или точка стояния – горизонтальная проекция точки зрения $(.) S$.

Ss – высота точки зрения – расстояние от предметной плоскости до $(.) S$.

H – плоскость горизонта – плоскость проходящая через $(.) S$ и параллельно предметной плоскости Π .

hh – линия горизонта – линия пересечения плоскости горизонта H с картинной плоскостью K .

SP – главный луч – перпендикуляр из точки зрения к картинной плоскости, лежащий в плоскости горизонта.

$(.)P$ – главная точка картины

$(.)p_0$ – основание главной точки картины

Pp_0 – главная линия картины

M – предмет проецирования, перспективу которого строят на картинной плоскости.

Пространство, в котором располагают изображаемые предметы и которое ограничено картинной и предметной плоскостями, называется предметным.

3 ПЕРСПЕКТИВА ТОЧКИ.

Перспектива точки, расположенной в предметном пространстве, получается как точка пересечения луча зрения с картиной (рис. 55). Но одна перспектива точки не определяет ее положение в пространстве. Чтобы получить на картине изображение единственной точки, определяют ее проекцию на предметной плоскости – основание точки и строят на картине перспективу самой точки и перспективу ее основания.

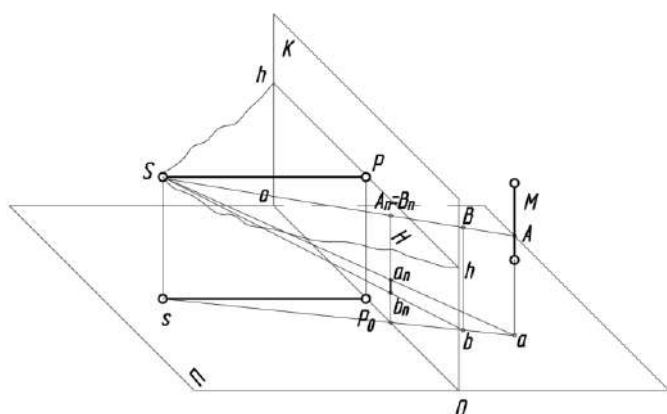


Рисунок 55

Для этого проводят лучи из точки зрения и основания точки зрения к точке и к проекции точки на предметной плоскости. Точки пересечения лучей с картинной плоскостью дают перспективу данной точки и ее основания.

Перспектива точки в зависимости от расположения ее в пространстве может быть расположена на картинной плоскости как выше, так и ниже линии горизонта. Перспектива же основания этой точки располагается всегда ниже линии горизонта.

Перспектива точки и ее основания располагаются в проекционной связи, то есть на одном перпендикуляре к основанию картины.

Если точка лежит в предметной плоскости, то изображение точки и ее основания на картине совпадут.

В принципе, перспектива любых предметов будет складываться из перспектив отдельных точек, принадлежащих этому предмету. Поэтому существует единый способ построения перспектив, основанный на построении точек пересечения проецирующих прямых, проходящих через заданные точки пространства, с картинной плоскостью.

4 ПЕРСПЕКТИВА ПРЯМОЙ.

Для построения перспективы заданного отрезка прямой, необходимо построить перспективу двух его точек (рис. 56).

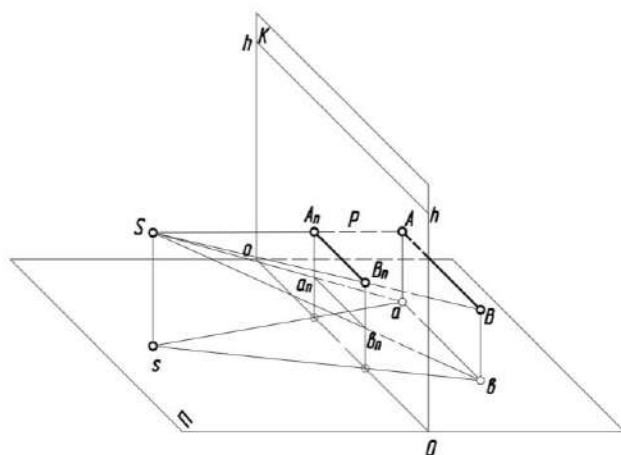
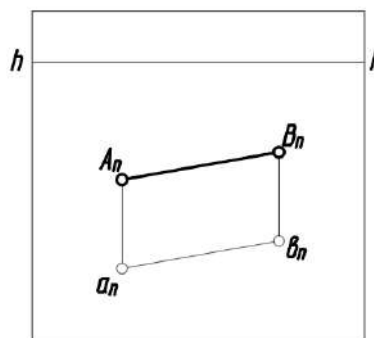


Рисунок 56



Лучи зрения, проведенные из точки зрения S в точки A и B , прямой образуют в пространстве лучевую плоскость SAB (рис. 56). Линии пересечения этой плоскости с картиной и есть перспектива отрезка AB .

Перспективу прямой линии чаще всего строят по её так называемым замечательным точкам – началу прямой (точки пересечения прямой с картиной) и бесконечно удаленной точке (рис. 57).

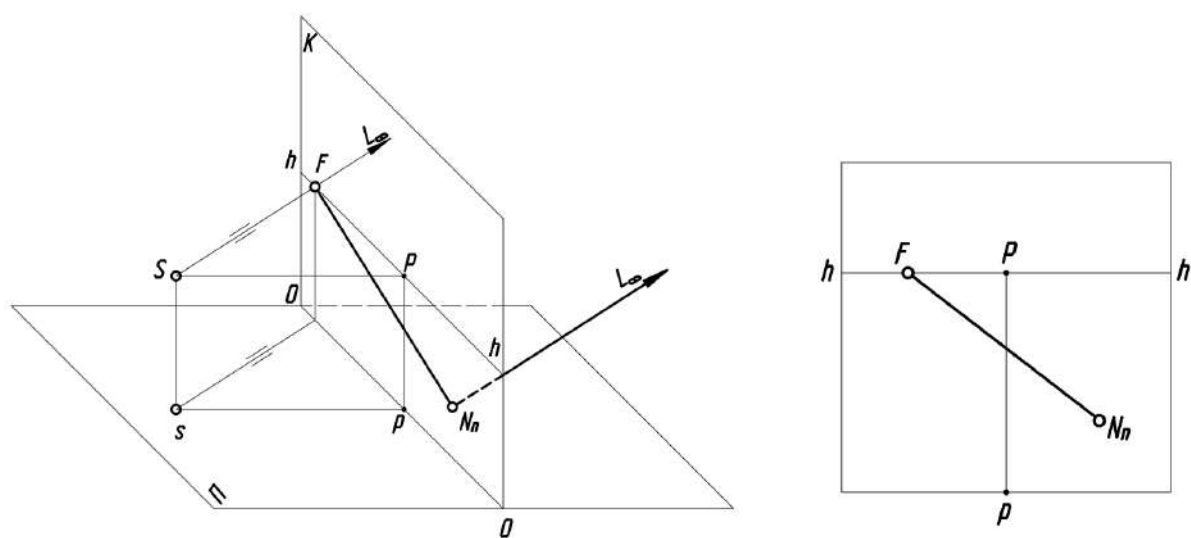


Рисунок 57

Возьмем в пространстве случайную прямую L_∞ и продолжим ее до пересечения с картиной в точки N_n , которая называется началом или следом прямой. Чтобы построить перспективу прямой достаточно построить перспективу её бесконечно удаленной точки. Для этого через точку зрения S проводим луч параллельно прямой. Точка пересечения этого луча с картиной и будет точкой схода прямой. Соединив начало этой прямой с точкой схода, получим перспективу прямой (рис. 57).

Перспектива прямой определена, если известны начало прямой и точка схода прямой.

Отрезки прямых и бесконечные прямые изображаются в перспективе в виде конечных отрезков прямой.

Прямые не параллельные предметной плоскости имеют точки схода выше или ниже линии горизонта.

Если прямая лежит на предметной плоскости след прямой лежит на основании картины. Перспектива бесконечно удаленной точки (точка схода прямой) отстоит от основания картины на расстоянии равном высоте точки зрения, то есть точка схода лежит на линии горизонта (рис. 58).

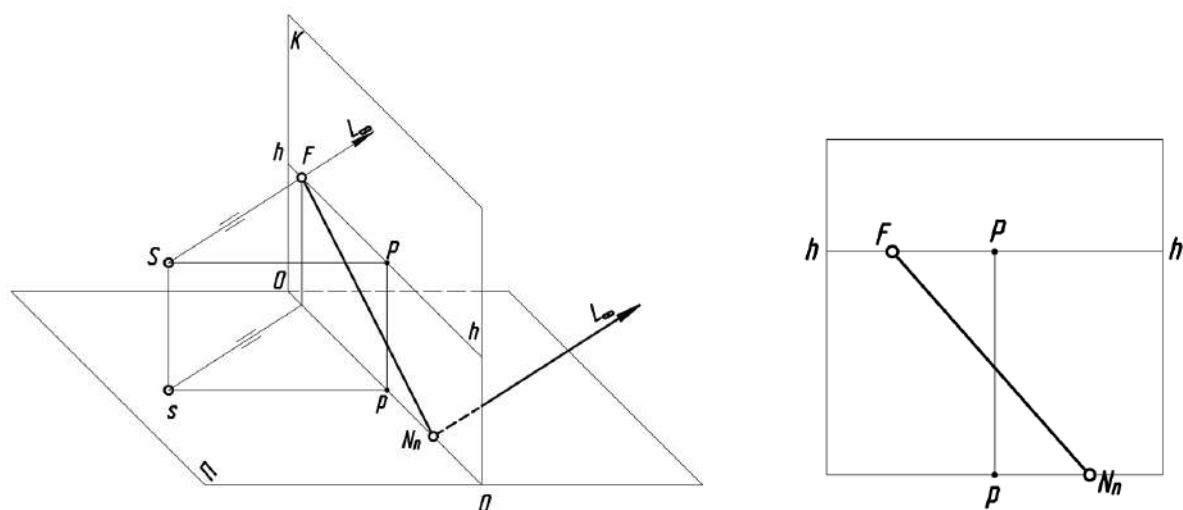


Рисунок 58

Точки схода горизонтальных прямых располагаются на линии горизонта.

Линия горизонта ограничивает на картине изображение предметной плоскости с принадлежащими ей точками и прямыми и может быть названа предельной прямой изображения предметной плоскости.

При построении перспективы пучка параллельных прямых предельные точки перспектив этих прямых совпадают между собой в одной точке – точке схода прямых (фокусе). Следовательно, пучок параллельных прямых изображается на картине в виде пучка прямых, сходящихся в одной точке (рис. 59).

Для пучка параллельных прямых, лежащих в предметной плоскости или параллельных ей, точка схода (фокус) лежит на линии горизонта.

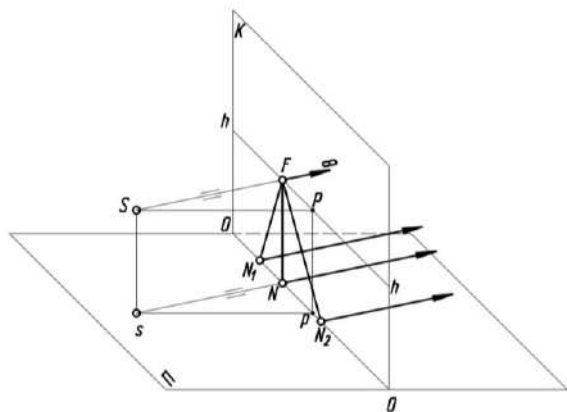
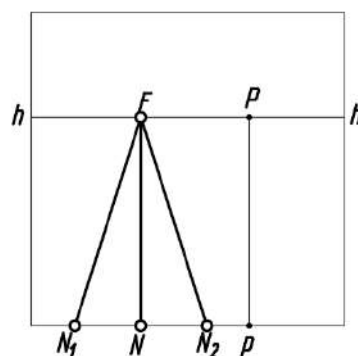


Рисунок 59



Если прямые перпендикулярны к картинной плоскости, то их точка схода (фокус) совпадает с главной точкой картины (рис. 60).

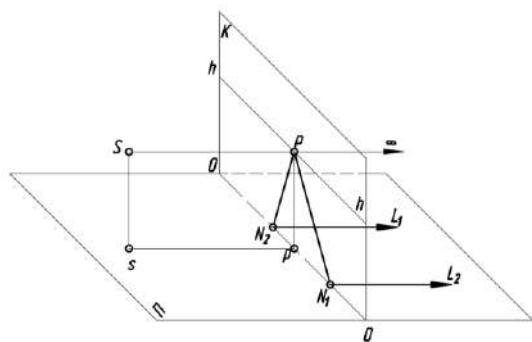
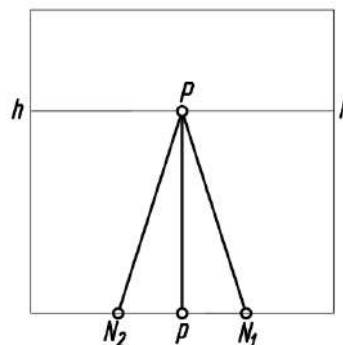


Рисунок 60



Прямые перпендикулярные к предметной плоскости, изображаются в виде прямых перпендикулярных к основанию картины (рис. 61).

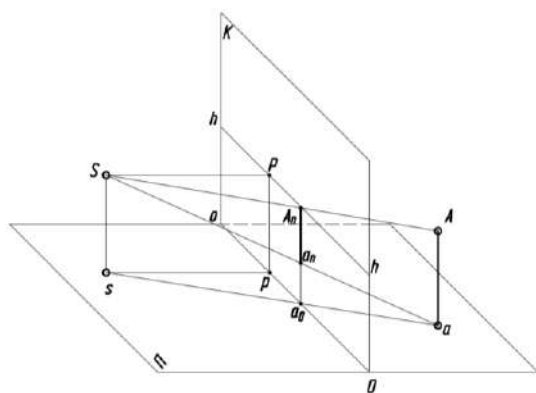
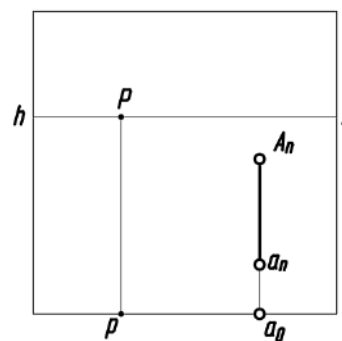


Рисунок 61



Перспектива прямых проходящих через основание точки зрения изображается на картине в виде вертикальных линий (рис. 62).

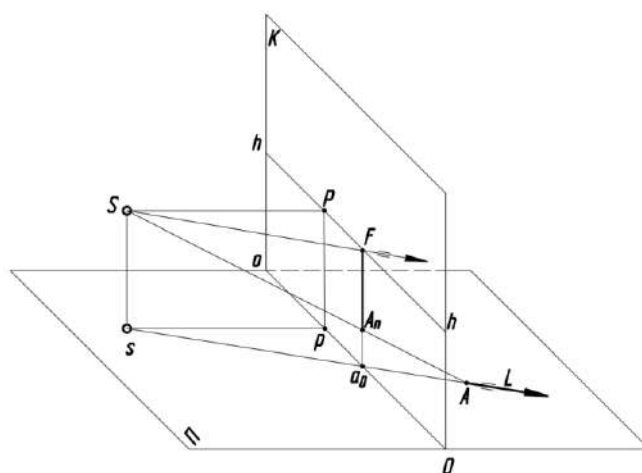


Рисунок 62

Если параллельные прямые параллельны картинной плоскости, то на картине эти прямые также параллельны между собой, а их проекции параллельны основанию картины.

Прямые проходящие через точку зрения в перспективе изображаются в виде точки.

5 ПЕРСПЕКТИВА ПЛОСКИХ ФИГУР

Различные и сооружения состоят из простейших объемных геометрических форм, ограниченных плоскими фигурами или поверхностями.

Построение перспективы зданий и сооружений сводится к построению перспектив плоских фигур и поверхностей. Следовательно, необходимо знать способы и приемы построения перспектив плоских фигур.

Перспектива плоской фигуры, в зависимости от формы ее контура (ломанная или кривая линия), может быть сведена к построению перспективы прямой или точки.

Рассмотрим примеры построения перспективы плоских фигур.

Построим перспективу прямоугольника $ABCE$, лежащего в предметной плоскости так, что сторона AE расположена параллельно картине (рис. 63).

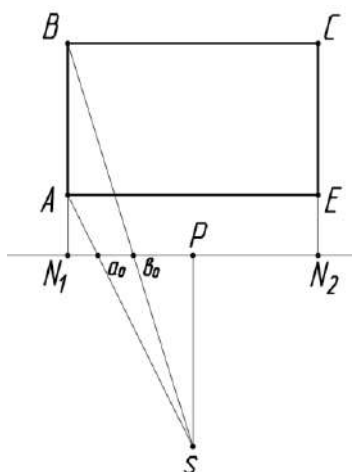


Рисунок 63

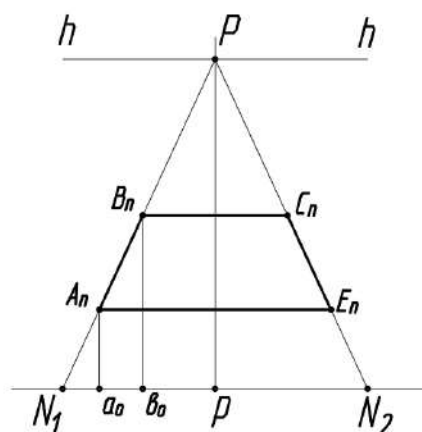


Рисунок 64

Перспективное направление сторон AB и CE построено с использованием главной точки P (рис. 64). Перспективы точек A и B (A_n и B_n) найдены в результате пересечения перспективного направления AB с прямыми sA и sB , проходящими через точку стояния s и рассматриваемые точки. Для построения

перспективы точек C и E достаточно провести перспективные направления $A_{\pi}E_{\pi}$ и $B_{\pi}C_{\pi}$ параллельно основанию картины.

Полученная фигура $A_{\pi} B_{\pi} C_{\pi} E_{\pi}$ является перспективой прямоугольника $ABCE$.

Перспектива окружности, как и любой другой линии, строится по точкам, число которых должно быть достаточным для проведения плавной кривой.

Рассмотрим построение перспективы окружности, лежащей в предметной плоскости или в плоскости, ей параллельной (рис. 65).

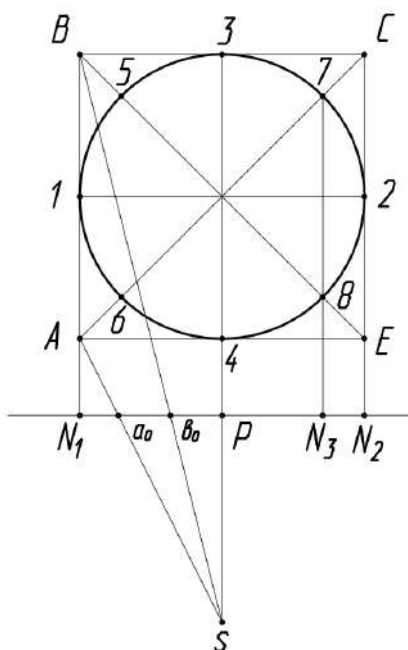


Рисунок 65

Для построения перспективы окружности воспользуемся описанным квадратом $ABCE$, две стороны которого перпендикулярны картине. С помощью главной точки P и прямых sA и sB , проходящими через точку стояния s строим перспективу квадрата $A_{\pi} B_{\pi} C_{\pi} E_{\pi}$, как при решении задачи на рисунке... Проведем диагонали $A_{\pi}C_{\pi}$ и $B_{\pi}E_{\pi}$ и оси симметрии $1_{\pi}2_{\pi}$ и $3_{\pi}4_{\pi}$, которые проходят через точку пересечения диагоналей (рис. 66). В результате построений получаем перспективы четырех точек $1, 2, 3, 4$ ($1_{\pi}, 2_{\pi}, 3_{\pi}, 4_{\pi}$), принадлежащих данной окружности. Перспективы точек $5, 6, 7, 8$ ($5_{\pi}, 6_{\pi}, 7_{\pi}, 8_{\pi}$), также принадлежащих окружности и расположенных на диагоналях описанного квадрата, строятся с помощью прямых, перпендикулярных картине и проходящих через данные точки. Соединив найденные точки плавной (лекальной) кривой, получим перспективу окружности.

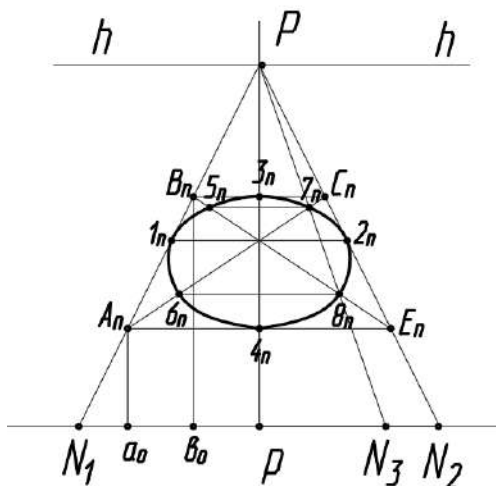


Рисунок 66

6 ВЫБОР ПОЛОЖЕНИЯ ТОЧКИ ЗРЕНИЯ, КАРТИННОЙ ПЛОСКОСТИ И ЛИНИИ ГОРИЗОНТА

Положение точки зрения, картинной плоскости и высоты горизонта теоретически обусловлено и взаимосвязано с формой и размерами объекта.

Перспектива строится при условии, что точка зрения, картина и предметы являются неподвижными.

В пределах охватываемого взглядом пространства различают три зоны: зона наиболее ясного и отчетливого зрения (центральная), зона менее отчетливого, но достаточно ясного зрения (промежуточная) и зона неясного зрения. Для упрощения принято считать первые две зоны в виде круговых конусов. При нормальном зрении угол при вершине конуса наиболее ясного и отчетливого зрения равен 28° – 37° , поле ясного зрения – 53° . Следовательно, наибольший угол зрения (угол, образованный лучами, проведенными от наиболее удаленных друг от друга точек контура предмета) должен быть не более 53° .

Определенным углам зрения соответствуют определенные расстояния от точки зрения до картины.

Применяемое взаимное положение картинной плоскости и точки зрения относительно объекта достигается путём подбора (рис. 67).

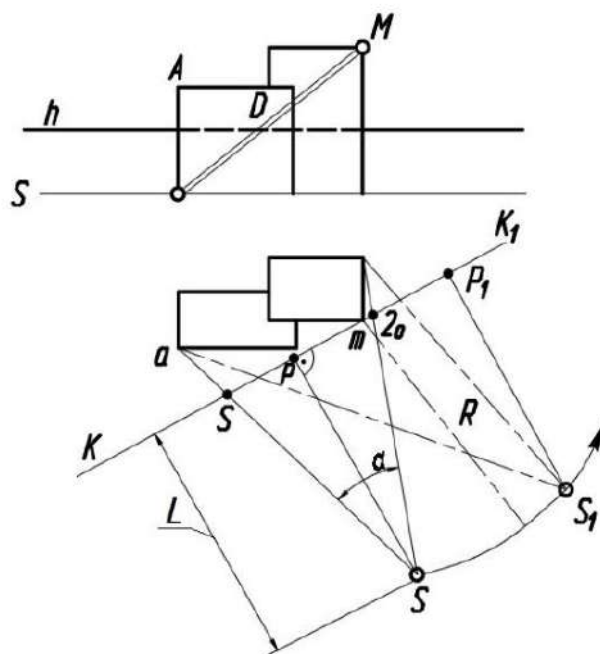


Рисунок 67

Итак, чтобы построить перспективу объекта, нужно:

- иметь ортогональные проекции объекта;
- выбрать положения картины. Картинная плоскость относительно объекта располагается таким образом, чтобы главный фасад искажался менее чем боковой. След картинной плоскости рекомендуется располагать под углом 30° – 40° к направлению главного фасада. Для удобства построение след картинной плоскости следует проводить через угол здания, тогда ребро объекта, расположенное в картинной плоскости будет проецироваться на неё без искажения;
- выбрать точку зрения. Точка зрения должна находиться на таком расстоянии от основания картины, чтобы угол зрения был примерно 30° . Расстояние от точки зрения до картины L должно составлять от D до $3D$, где D – расстояние между наиболее удалёнными друг от друга точками объектов. Главная точка картины (P) должна находиться в средней трети расстояние между точками пересечения крайних лучей с картиной плоскостью (точка S_1 выбрана неверно, так как точка P_1 не попадает в среднюю треть этого расстояния). Следует избегать положения при котором центральный главный луч совпадал бы с биссекторной плоскостью объекта;

г) выбрать высоту линии горизонта. Положение линии горизонта определяется высотой точки зрения, которая может быть принята любой, исходя из композиционного решения. Обычно высоту точки зрения принимают равной средней высоте человеческого глаза (1,7 м).

7 ПОСТРОЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ СПОСОБОМ АРХИТЕКТОРОВ

Способ архитекторов применяется при построении перспектив в инженерной и архитектурной практики. При этом способе пользуются точками схода линий доминирующих направлений. Перспектива любой точки строится при помощи двух пересекающихся прямых.

По прямоугольным проекциям объекта определяют доминирующие направления параллельных прямых, например, направление длины и ширины объектов. Сначала строится перспектива плана, а затем строятся высоты точек.

Выбор положения картинной плоскости, точки зрения, высоты горизонта рассмотрен выше. Определяем положение точек схода (фокусов) прямых доминирующих направлений. Для этого проводим на горизонтальной проекции объекта (плане) прямые sf_1 и sf_2 , параллельные доминирующим направлениям ab , ce и ae , bc , до пересечения с основанием картины к-к в точках f_1 и f_2 (рис. 68). В качестве вторых точек для построения перспективы прямых в данном примере используют картинные следы линий плана. Для этого горизонтальные проекции всех прямых плана продолжены до пересечения их с основанием картины (точки a_1 и c_1).

На свободном поле чертежа проводим основание картины перспективы к-к и параллельно этой прямой линию горизонта h-h на заданной высоте. Перенесем все точки на основание картины перспективы (точки f_1 , a_1 , a_0 , p , e_0 , c_0 , c_1 , f_2). Определим положение фокусов F_1 и F_2 на линии горизонта. Из точек e_0 и c_1 проведем прямые в F_1 , а из точек a_1 и e_0 – в F_2 . В пересечении этих прямых находятся точки вершин плана объекта. Высота ребра E проецируется без искажения (e_0E_1), проведя из точки E_1 прямые в соответствующие фокусы определим высоты остальных ребер объекта. Высоту ребра CC_1 на перспективе можно определить также по картинному следу c_1 .

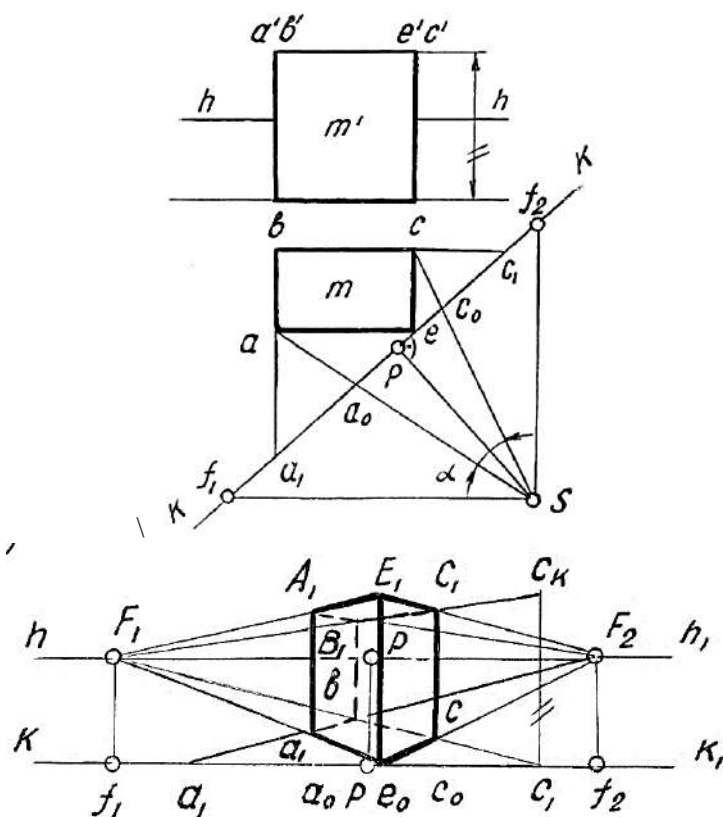


Рисунок 68

Построим перспективу стилизованного сооружения с использованием картинных следов продолженных линий плана (рис. 69). Для более точного построения все размеры будем увеличивать в два раза. Построение рассмотрим в два этапа: сначала построим план сооружения (рис. 70), затем высоты объемов *А* и *Б* (рис. 71). Высота ребра 1 объема *А* проецируется без искажения. Проведя прямые в соответствующие фокусы, определим высоты остальных ребер этого объема. Высоту ребра 3 объема *Б* откладываем из картинного следа точки 3_{K1} и проводя прямую в фокус f_1 находим высоту ребра 3 на перспективе, затем определяем высоты остальных ребер объема *Б*.

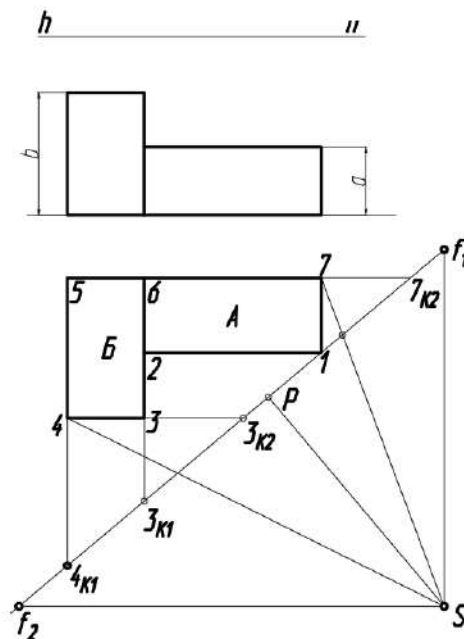


Рисунок 69

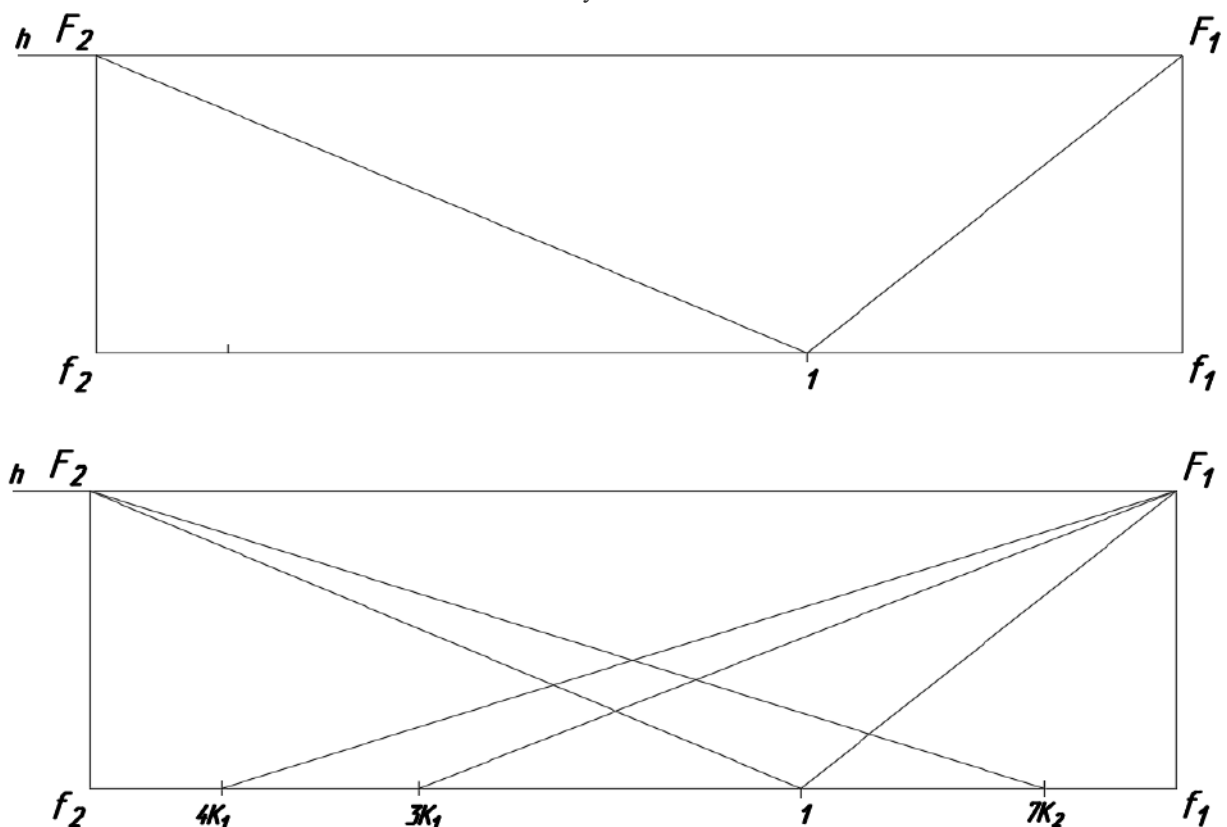


Рисунок 70

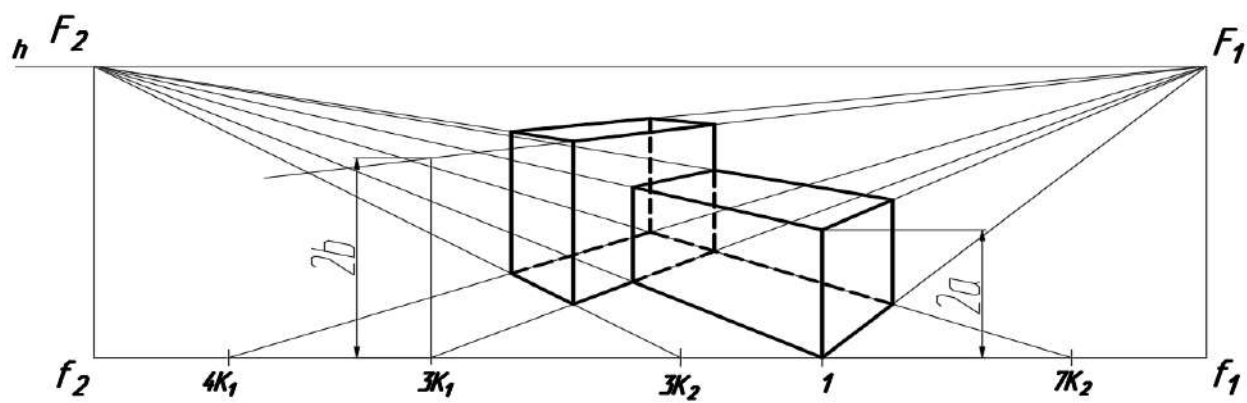
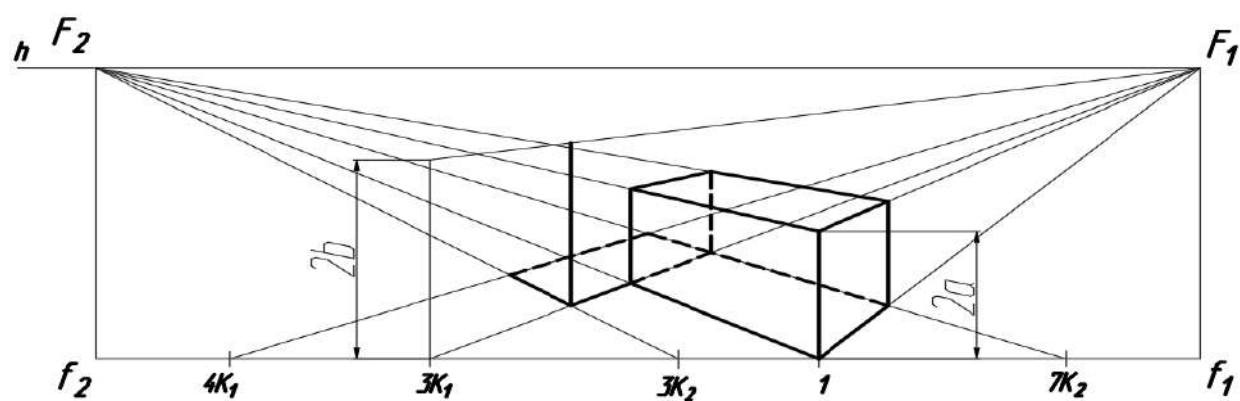
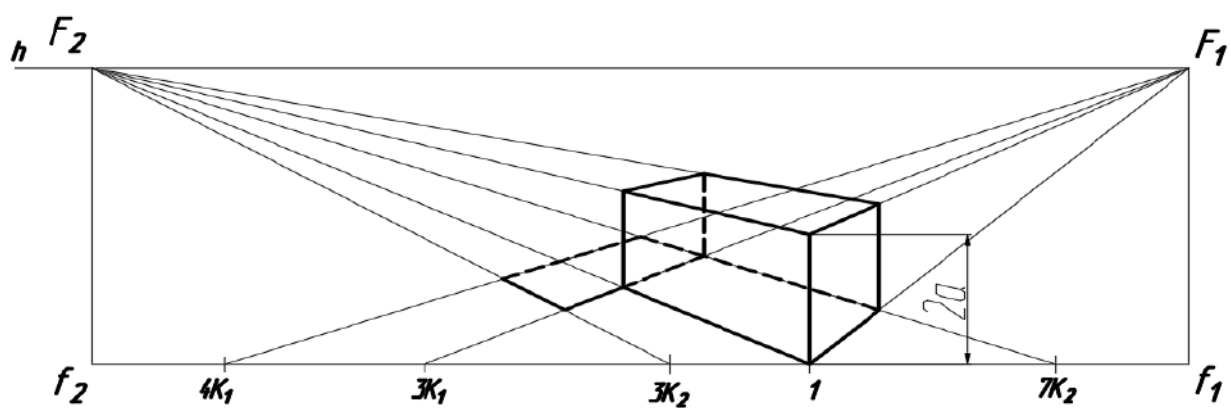
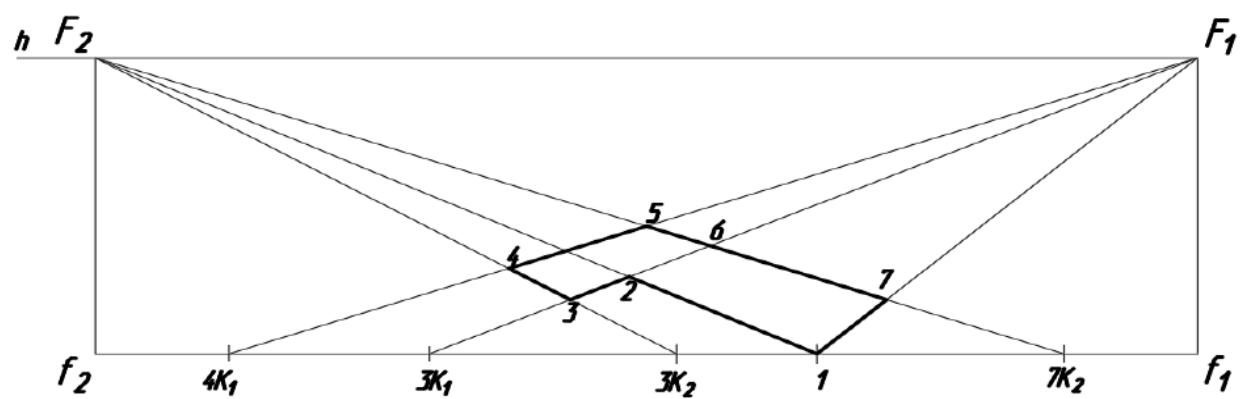


Рисунок 71

Рассмотрим пример построения перспективы способом архитекторов с использованием лучей, проходящих через точку S (рис. 72). Перспектива таких прямых изображается на картине в виде вертикальных линий. Через точку S и ребра проводим лучевые плоскости, их следами будут прямые $4S, 3S \dots 7S$, которые пересекаются с основанием картины в точках $4_0, 3_0 \dots 7_0$. Из этих точек проводятся вертикальные прямые до пересечения с перспективой соответствующей прямой (рис. 73). Все размеры при построении перспективы также увеличены в два раза. Построение высоты строится как в предыдущем примере по картинному следу 3_K (рис. 74).

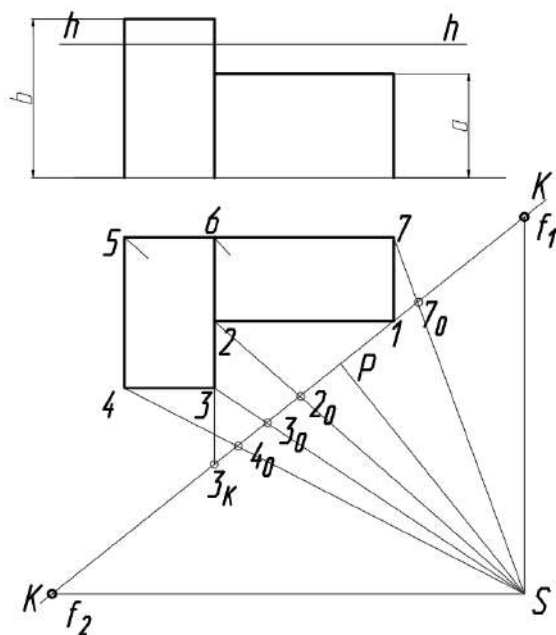


Рисунок 72

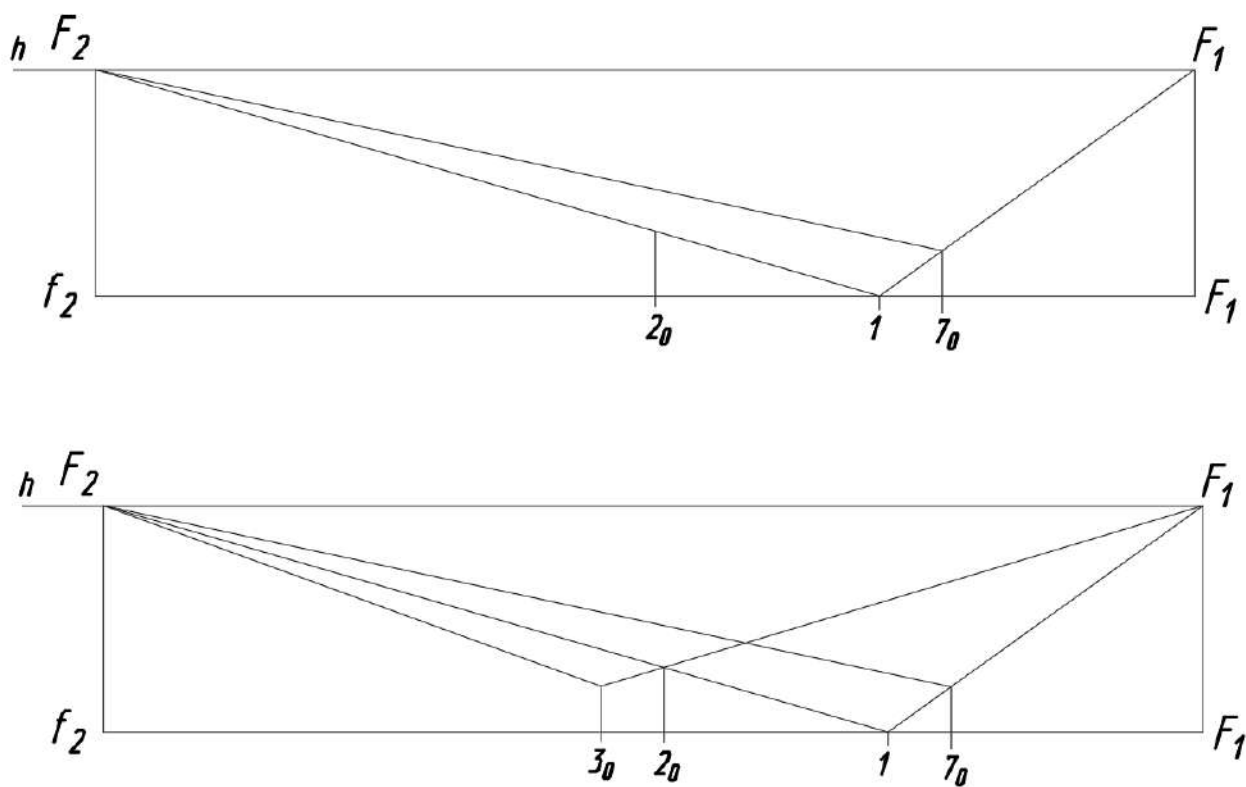


Рисунок 73

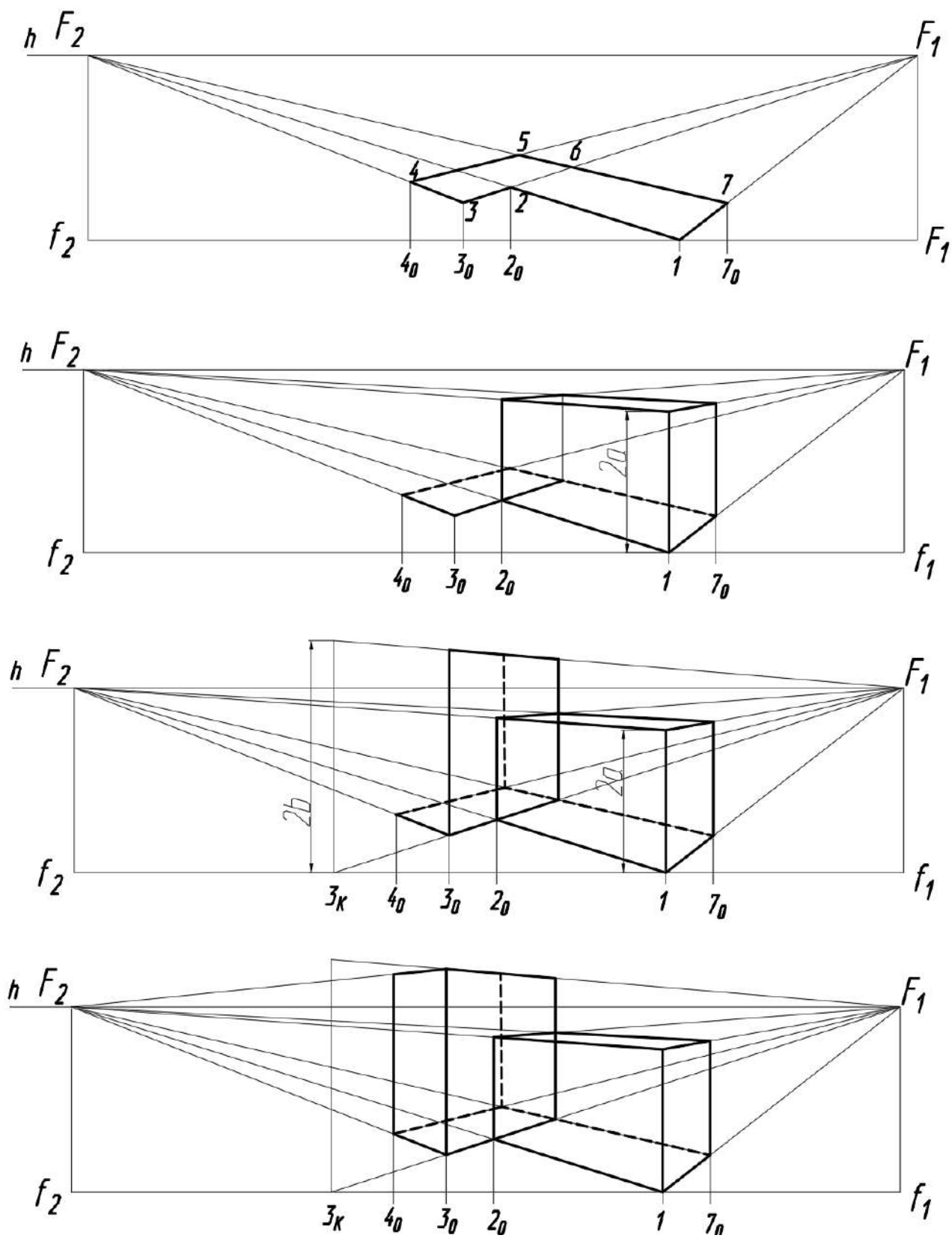


Рисунок 74

8 ПОСТРОЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОЁМОВ

Построение перспективы оконных и дверных проёмов может быть выполнена при помощи лучевых плоскостей. Принцип построения понятен из примера (рис. 75). Высота на перспективном изображении точек 6 и 7 определена с помощью картинных следов прямых, проходящих через эти точки и пересекающих основание картины в точках 6_1 и 7_1 .

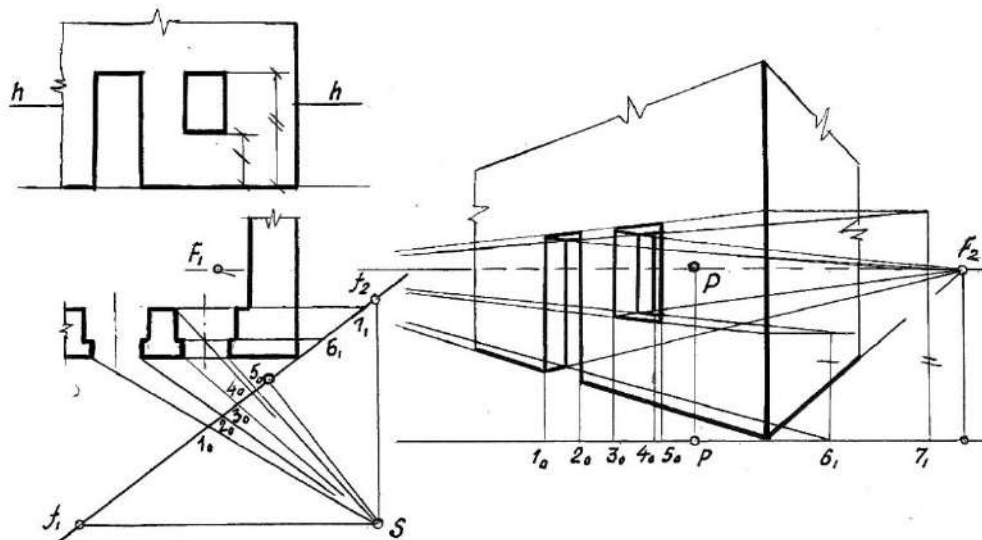


Рисунок 75

Построение проёмов можно значительно упростить, если использовать способ пропорционального деления в перспективе (рис. 76).

На вертикальном ребре BB_1 наносим границы проёмов по высоте, так как ребро лежит в картинной плоскости и проецируется без искажения. Через полученные точки h_1, h_2, h_3 проведем прямые в точку схода прямых F_1 , которые ограничат проемы сверху и снизу. Чтобы разделить в перспективе отрезок A_1B_1 в том же отношении, в каком он разделен на фасаде точками 1,2,3,4,5,6, проведем через основание ребра BB_1 прямую, параллельную картине и отложим на ней границы проёмов. Соединив конец этого отрезка точку a' с основанием ребра AA_1 , найдем на линии горизонта точку схода этой прямой V_1 . При помощи прямых, идущих в ту же точку схода и проходящих через точки границ проёмов 1,2,3,4,5,6 определим их положение на перспективе прямой A_1B_1 и построим перспективное изображение проёмов.

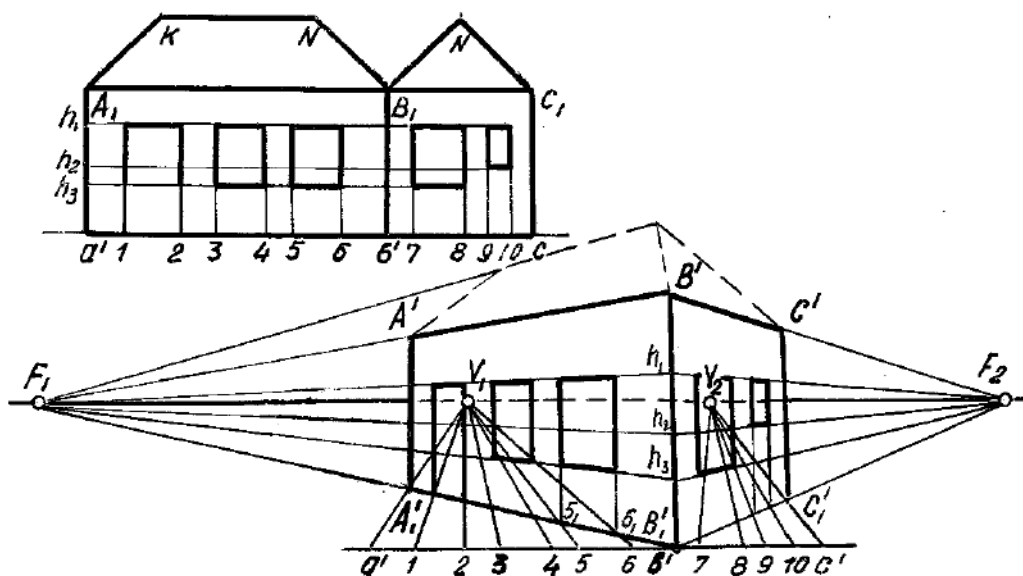


Рисунок 76

9 ПОСТРОЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ С ПОМОЩЬЮ ОПУЩЕННОГО ПЛАНА

При построении перспектив зданий при низком горизонте не всегда удастся получить в перспективе достаточно точные очертания плана. В этом случае для его построения используют способ опущенного плана, суть которого заключается в том, что фигуру опускают под предметную плоскость, сохраняя плоскость фигуры горизонтальной (рис. 77).

Для этой цели на чертеже параллельно линии основания картины $\kappa-\kappa$ проводят прямую $\kappa_1-\kappa_1$ (на любом расстоянии), и на нее переносят точки с плана фигуры. Дальнейшие построения понятны из примера. Для получения изображений больших размеров можно все размеры, переносимые с прямоугольных проекций на перспективу, увеличивать в необходимое число раз. В данном примере размеры увеличены в два раза.

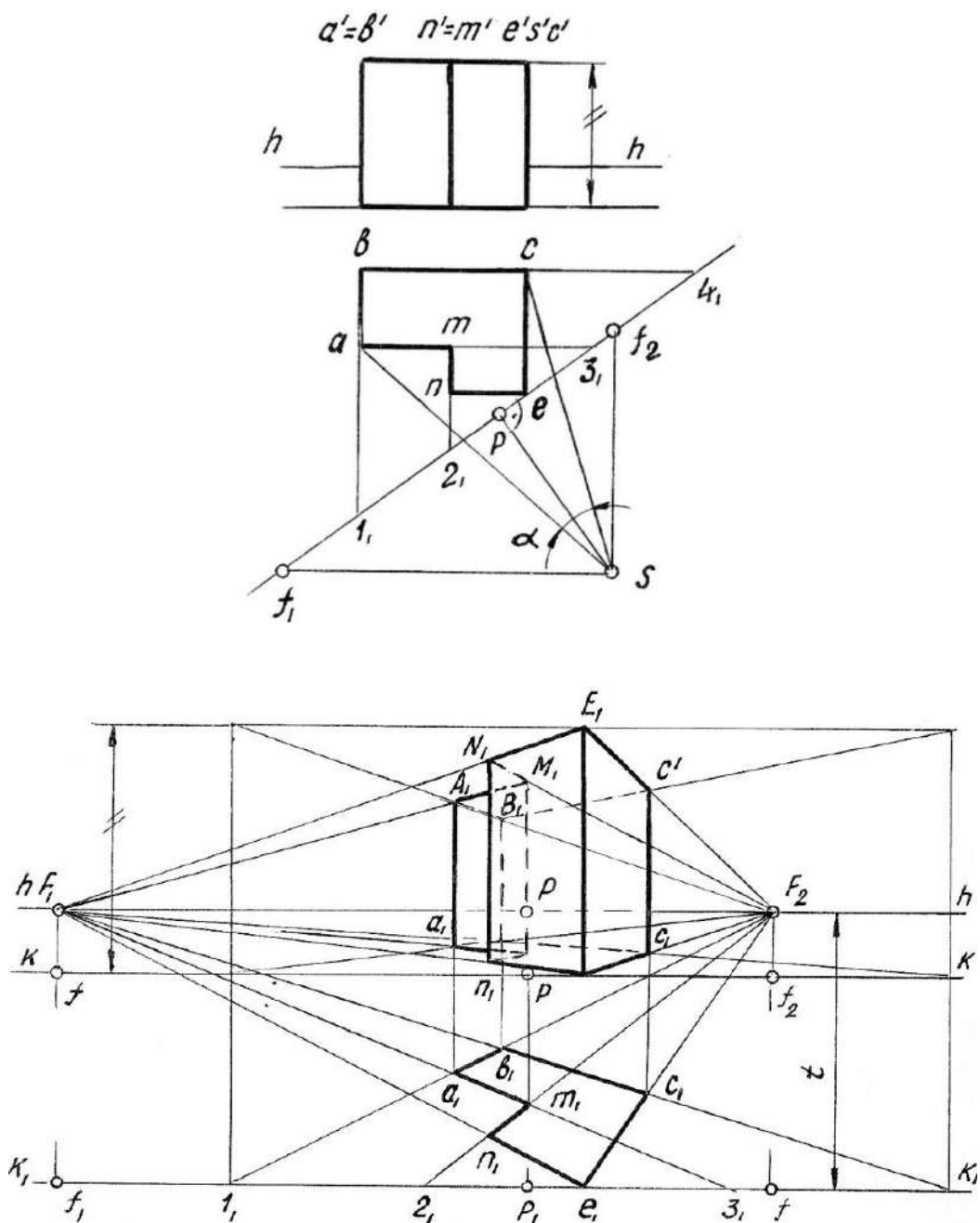


Рисунок 77

Пример построения перспективы архитектурного сооружения с помощью опущенного плана приведен на странице 37 (рис. 78).

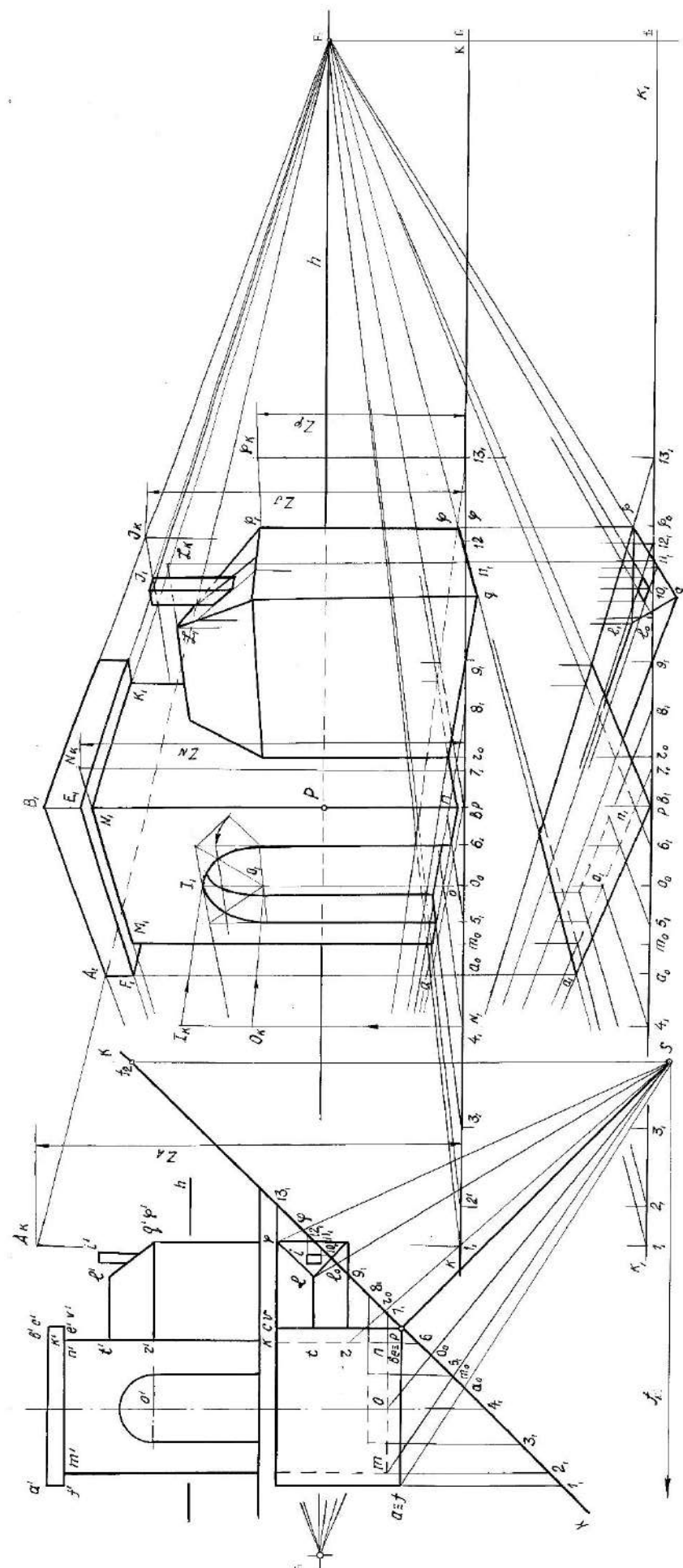


Рисунок 78

9 ТЕНИ В ПЕРСПЕКТИВЕ

Построения теней в перспективе не имеет существенных отличий от построения теней в аксонометрии, за исключением того, что тени прямых, параллельных предметной плоскости, направлены в их точку схода, а вертикальных - в точку схода горизонтальных проекций лучей.

Тени в перспективе обычно строятся от естественного источника света.

Если источник света находится за спиной зрителя (рис. 79), то тени будут уходящими, удаляющимися от зрителя. Точка схода s горизонтальных проекций лучей находится на линии горизонта, а точка схода S перспектив лучей – ниже линии горизонта и на одной вертикали с точкой s .

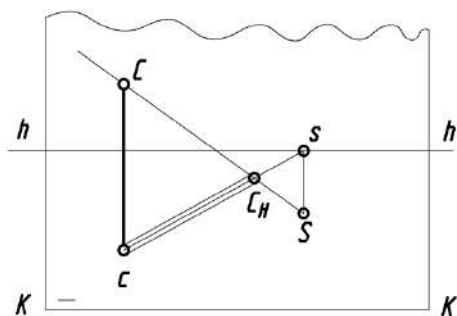


Рисунок 79

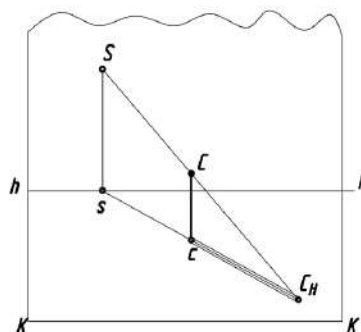


Рисунок 80

Если источник света находится перед зрителем (рис. 80), то тени ложатся по направлению к зрителю – тени приходящие. Точка схода s перспектив горизонтальных проекций лучей, как и в первом случае, находится на линии горизонта, а точка схода S перспектив лучей выше линии горизонта.

Построение тени вертикальной прямой (рис. 81,82) заключается в проведении через перспективу вершины прямой самого луча, а через ее вторичную проекцию (основание прямой) – вторичной проекции луча.

На рисунках 79 и 80 приведены примеры построения теней предмета при различных положениях источника света относительно предмета. Построение при источнике света, расположенном перед зрителем, практически не применяется (рис. 80).

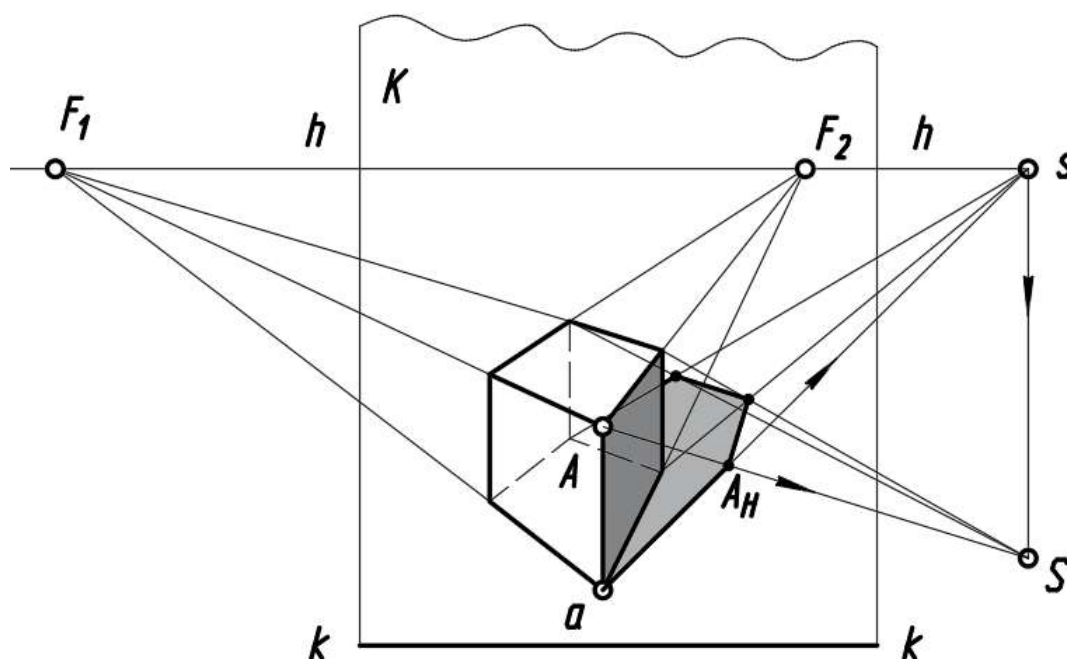


Рисунок 81

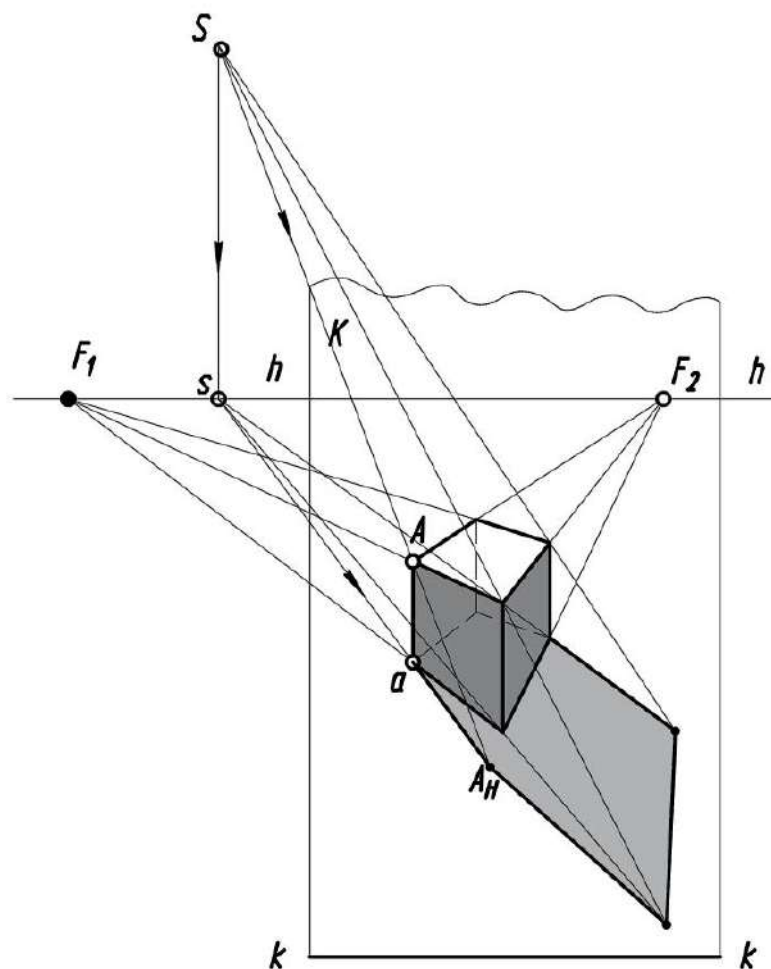


Рисунок 82

Наиболее простое построения теней получается, когда световые лучи параллельны картине и сохраняют свое направление, т. е. остаются параллельными друг другу, а их вторичные проекции параллельны линии горизонта (рис. 83). Угол наклона луча L к горизонтальной плоскости произволен, но выбирается с учётом получения наиболее выразительного соотношения света и тени.

При световых лучах, параллельных картине, тени вертикальных прямых параллельны между собой, а тени горизонтальных прямых направлены в их точку схода (рис. 84).

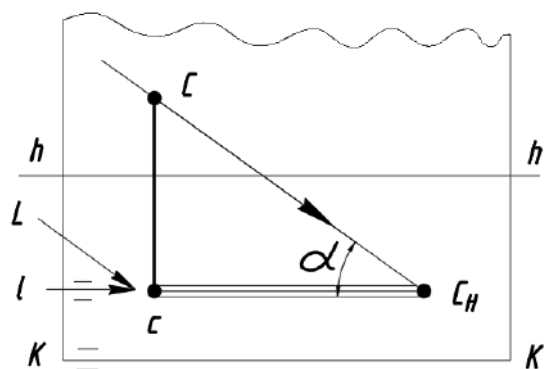


Рисунок 83

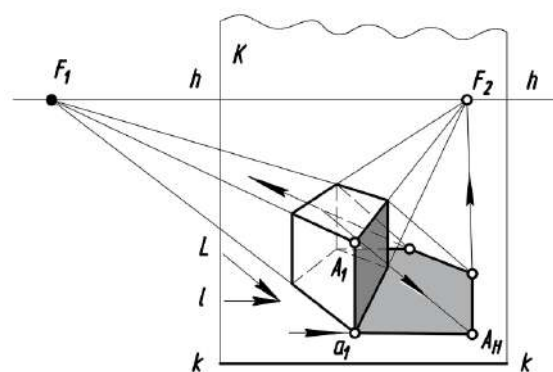


Рисунок 84

На рисунке 85 *а, б* приведены примеры построения теней сооружения в перспективе при разных углах наклона лучей к горизонтальной плоскости. Тени построены от источника света, лучи которого параллельны картине. Чем меньше угол наклона лучей, тем длиннее падающие тени и сложнее построение теней (рис. 85, *б*).

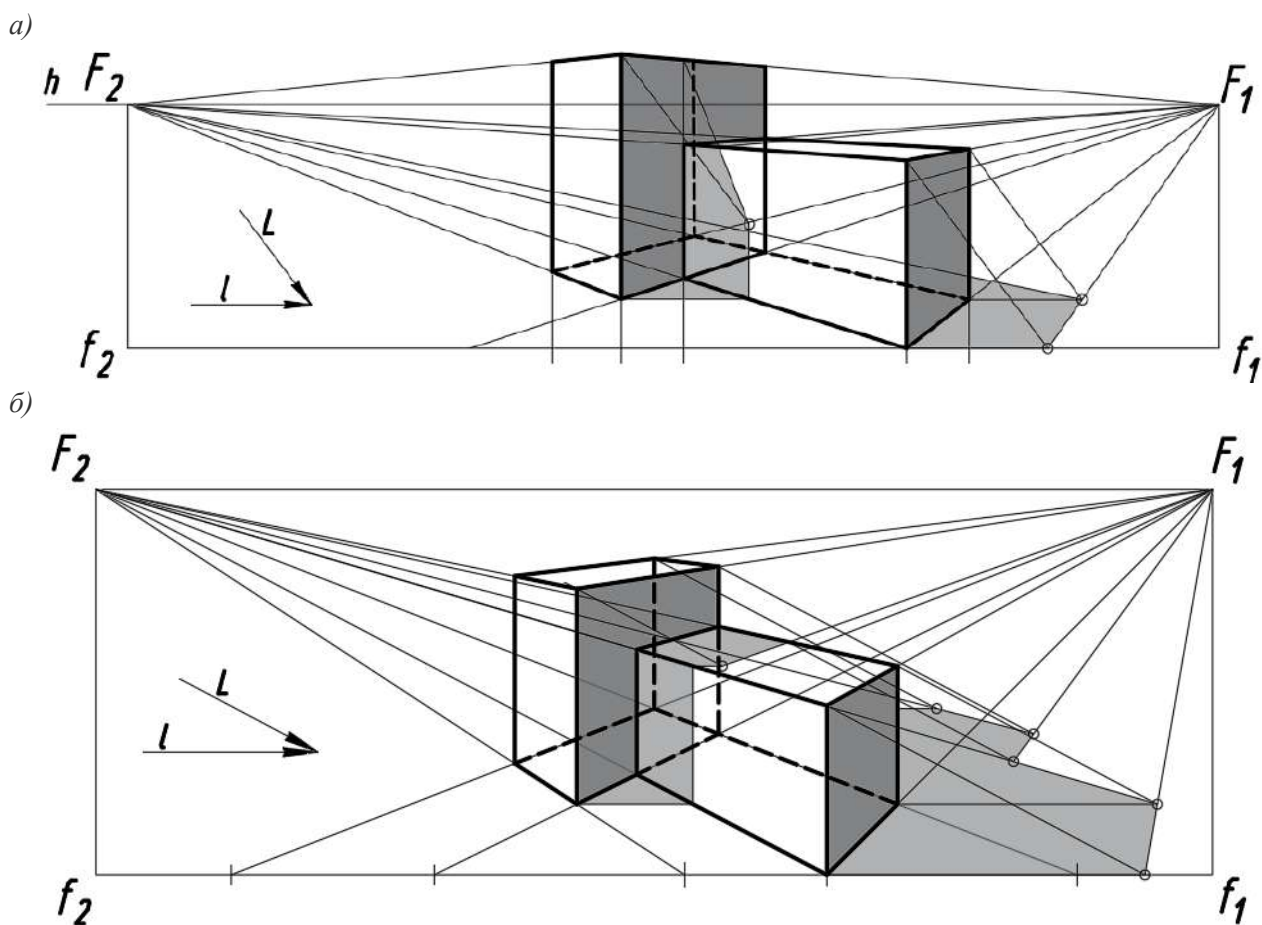


Рисунок 85

РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ «ТЕНИ. ПЕРСПЕКТИВА»

Цель работы. Изучение теории перспективных проекций и теней, приобретение практических навыков в построении перспективы несложного архитектурного объекта (сооружения), а также собственных теней на сооружении и падающих от него в ортогональных, аксонометрических и перспективных проекциях.

Содержание работы. Работа выполняется по индивидуальным заданиям. В заданиях схематизированные сооружения вычерчены в двух ортогональных проекциях, указан вид аксонометрической проекции и направление светового луча для нее. Работы выполняются на листах чертежной бумаги формата А3. Все построения выполняются в карандаше с тем, чтобы при необходимости проконсультироваться по ним у преподавателя.

Все построения должны быть выполнены с предельной точностью. В последующем изображении отмываются акварельными красками, а затем выполняется окончательная обводка.

Порядок и последовательность выполнения работы.

Построение теней в ортогональных проекциях.

1. Перечертить фасад и план по заданию, увеличив их в выбранное количество раз (рекомендуется в 1,5-2 раза). При этом обязательно сохранить указанное в задании расстояние между фронтальной и горизонтальной проекциями сооружений.
2. Изобразить проекции светового луча.

3. Установить все линии раздела света и тени.

4. Построить падающие тени, то есть тени от сооружения на плоскости H и V и тени от одних частей сооружения на другие. Вспомогательные линии построений сохраняются.

Аксонметрические проекции

1. Для установленного заданием вида аксонометрической проекции начертить аксонометрические оси.

2. Построить заданный вид аксонометрии в том же масштабе, что и ортогональные проекции. Необходимо сохранить в тонких штриховых линиях некоторые невидимые ребра, используемые в последующем при построении теней.

3. Обозначить направление светового луча, установить линии раздела света и тени, то есть определить контуры тех поверхностей, которые находятся в собственной тени.

4. Построить падающие тени. Начинать построение от наиболее высоких частей сооружения.

Перспектива сооружения

1. На ортогональных проекциях сооружения провести линию горизонта hh , основание картинной плоскости, наметить положение точки s – основание точки зрения.

2. Проведя центральный луч sp , определить главную точку схода. Найти на основании картинной плоскости положение оснований точек схода f_1 и f_2 . Провести следы лучевых плоскостей, определив тем самым основание перспектив.

3. Перенести основание картины со всеми ее точками на то место листа, где намечается построение перспективы сооружения. Если при этом перспективное изображение намечается построить увеличенным по сравнению с ортогональными проекциями, то основание картины «растянуть» в установленное количество раз, не забыв сделать тоже самое при проведении линии горизонта.

4. Построить перспективу сооружения.

5. Обозначить рядом с изображением направление светового луча, установить линии раздела света и тени, построить падающие тени.

Оформление работы

Каждая задача выполняется на отдельном листе формата А3. Обводка чертежей выполняется только после отмывки акварельными красками. При отмывке учитывать тональность цвета падающих (светлее) и собственных теней (темнее).

Толщина линии обводки выбирается в соответствии с ГОСТ 2.333-81.

Контуры построенных падающих теней обводить не рекомендуется. Из линий вспомогательных построений должны быть сохранены в тонких линиях лишь те, которые определяют характер общих построений теней и перспективы. На изображениях должны быть обязательно сохранены все основные обозначения характерных точек, линий горизонта, оснований картины, фокусов и так далее.

Работы сшиваются в альбом и оформляются титульным листом.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Короев Ю.И.** Начертательная геометрия: учебник / Ю.И. Короев. – М: издательство КноРУС, 2015. – 422 с.
- 2 **Климухин А.Г.** Тени и перспектива: учебник / А.Г. Климухин. – М: Архитектура – с, 2014. – 200 с.
- 3 **Бударин О.С.** Начертательная геометрия: учебное пособие для СПО / О.С. Бударин. Санкт-Петербург: Лань, 220. – 360 с.
- 4 **Шувалова С.С.** Начертательная геометрия. Перспектива и тени: учебное пособие / С.С. Шувалова – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно строительный университет, ЭБС АСВ, 2019. – 56 с.
- 5 **Теория теней и перспективы** [электронный ресурс]: Учебник / И.И. Табачук, Н.Н. Кузнецова, Г.В. Серга – Санкт-Петербург: Лань, 2018. – 320 с. Режим доступа <https://e.lanbook.com/book/102242>

ОГЛАВЛЕНИЕ

Построение теней в ортогональных проекциях и аксонометрии.....	3
1 Общие положения.....	3
2 Термины и условные обозначения на чертежах с построением теней	3
3 Тень точки.....	4
4 Тень прямой.....	5
4.1 Тень прямой общего положения.....	5
4.2 Тень прямой частного положения.....	6
5 Тени плоских фигур.....	8
6 Тени геометрических тел.....	11
7 Тени на архитектурных элементах.....	13
7.1 Тени на нишах.....	13
7.2 Тени от выступов, карнизов, поисков, плит.....	14
7.3 Тени лестниц.....	16
7.4 Тени на крыше.....	17
7.5 Тени на чертежах зданий и сооружений.....	18
8 Тени в аксонометрических проекциях.....	20
8.1 Тень точки, прямой, плоской фигуры.....	20
8.2 Тени геометрических тел и архитектурных деталей.....	20
Перспектива. Тени в перспективе.....	26
1 Общие положения.....	26
2 Проецирующий аппарат.....	26
3 Перспектива точки.....	27
4 Перспектива прямой.....	27
5 Перспектива плоских фигур.....	30
6 Выбор положения точки зрения, картинной плоскости и линии горизонта.....	32
7 Построение перспективы способом архитекторов	33
8 Построение перспективы проёмов.....	38
9 Построение перспективы с помощью опущенного плана.....	39
10 Тени в перспективе.....	41
Рекомендации к выполнению работы «Тени. Перспектива»	43
Список рекомендуемой литературы.....	45