

МИНИСТЕРСТВО ОБЩЕГО И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

**ПОСТРОЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ
СООРУЖЕНИЙ. ТЕНИ.
ОТРАЖЕНИЯ В ПЛОСКИХ ЗЕРКАЛАХ**

Методическая разработка
для студентов ХГФ

Составитель - ст. преп. *И. А. Разуменко*

НОВОСИБИРСК

1997

Печатается по решению редакционно-издательского совета

Построение перспективы сооружений. Тени. Отражения в плоских зеркалах: Методическая разработка для студентов ХГФ / Сост. ст. преп. И. А. Разуменко. - Новосибирск: Изд-во НГПУ, 1997 г. - 27 с.

Настоящая методическая разработка предназначена для студентов 1 -го курса дневного и заочного отделений художественно-графического факультета НГПУ.

В данной работе изложен теоретический материал ряда тем курса начертательной геометрии. Здесь же даются методические указания и практические рекомендации по выполнению контрольной работы "Построение перспективы сооружения методом архитектора".

Пособие может быть использовано учителями общеобразовательных и художественных школ.

Научный редактор - *Т. А. Ермоленко* (НГПУ)
Рецензенты – *Т. В. Андрюшина* (СГАПС);
кафедра декоративно-прикладного искусства
ХГФ НГПУ

© Изд-во Новосибирского государственного педагогического университета, 1997

КРАТКИЙ ИСТОРИЧЕСКИЙ ОЧЕРК РАЗВИТИЯ ПЕРСПЕКТИВЫ

Перспектива как наука возникла в глубокой древности в связи с необходимостью изображать на плоскости предметы в трехмерном пространстве. История свидетельствует, что египетские пирамиды и храмы, величайшие сооружения Древней Греции и Рима были построены по изображениям-прототипам современных чертежей.

Способы построения перспективных изображений были изложены в трактате "Десять книг об архитектуре" древнегреческого ученого и архитектора Витрувия (конец I в. до н.э.). Без теоретических обоснований он изложил правила построения перспективных изображений, а также составление архитектурно-строительных чертежей, содержащих план и фасад здания. Им были обобщены труды Эсхила, Демокрита и других древнегреческих ученых, внесших большой вклад в развитие наблюдательной перспективы.

Видимость предметов, передачу их объемной формы, цвета, освещенности и отражения на них преломленного света, образование теней рассмотрел известный древнегреческий астроном Птолемей (II в. н.э.) в своем сочинении о наблюдательной перспективе, состоящей из пяти книг. Однако теоретических положений и правил построения перспективных изображений он не вывел.

В эпоху Возрождения начинается развитие теории перспективы, вклад в которую внесли, в первую очередь, художники. Считают, что перспектива как наука возникла в Италии из практики художников XV века. Открытие закономерностей в перспективе стало большим событием в области изобразительного искусства. Применение перспективы художниками стало необходимым условием создания реалистических произведений.

Основоположником перспективы как науки считают итальянского теоретика искусства, архитектора и художника эпохи Возрождения

Филиппо Брунелески (1377-1446), который применил правила перспективы в изображении архитектурных сооружений.

Большой вклад в теорию перспективы внес гениальный итальянский художник и ученый Леонардо да Винчи (1452-1519). Свои теоретические положения, в том числе, правила перспективы, он изложил в "Трактате о живописи". Леонардо да Винчи считал, что перспектива относится к "механическим наукам", которыми не должен пренебрегать ни один живописец.

Выдающийся немецкий ученый, математик, гравер и художник Альбрехт Дюрер (1471-1528) описал графический способ построения перспективы предметов с использованием ортогональных проекций, получивших в учебной литературе название "способ Дюрера".

Значительную роль в развитии науки о методах изображения сыграл знаменитый французский ученый, геометр и инженер, общественный деятель времен Великой французской революции Гаспар Монж (1746-1818). Его книга "Начертательная геометрия", изданная в 1795 г., явилась первым систематизированным изложением методов изображения пространственных фигур на плоскости. В этой же книге сделаны первые попытки построить тени на ортогональном чертеже-эпюре и в перспективе.

Работы Гаспара Монжа явились своеобразным логическим завершением всего, что было сделано раньше, и началом нового этапа в развитии науки о построении графических изображений в начертательной геометрии.

Большой вклад в развитие науки в области теории изображений внесли русские художники-педагоги, такие, как А. П. Лосенко, А. Г. Венецианов, П. П. Чистяков, ученые-геометры - Я. А. Севастьянов, В. И. Курдюмов, А. И. Добряков, А. Г. Климухин.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Слово "перспектива" - французское и означает "насквозь видеть", "внимательно рассматривать".

Перспектива рассматривается как наука о построении изображений предметов на какой-либо поверхности такими, как их воспринимает глаз человека.

Перспективное изображение в зависимости от его назначения может быть построено на любой проекционной поверхности. В связи с этим перспектива подразделяется на несколько видов.

Линейная перспектива - это изображение, построенное на плоскости. В зависимости от назначения перспективных изображений плоскость может быть расположена вертикально, наклонно и горизонтально.

Вертикальная плоскость, на которой строят изображение с помощью линейной перспективы, используется при создании картины (станковая живопись) и настенных панно.

Построение перспективы на наклонных плоскостях применяют в монументальной живописи - росписи на наклонных фризах, внутри помещения дворцовых сооружений и соборов. На наклонной картине строят перспективные изображения высоких зданий с близкого расстояния или архитектурных объектов городского пейзажа с высоты птичьего полета.

Построение перспективных изображений на горизонтальной плоскости применяют при росписи потолков (плафонов). Примером плафонной перспективы могут служить мозаичные изображения на овальных плафонах станции метро "Маяковская" художника А. А. Дейнеки.

Панорамная перспектива - это изображение, построенное на внутренней цилиндрической поверхности. При рисовании панорам точку зрения располагают на оси цилиндра, а линию горизонта на окружности, находящейся на высоте глаз зрителя. Поэтому при рассмотрении панорам зритель должен находиться в центре круглого помещения, где обычно располагают смотровую площадку. Перспективные изображения на панораме объединяют с передним предметным планом - диорамой. Диорама - это часть панорамы с реальными предметами, лежащая между цилиндрической поверхностью и зрителем.

В России широко известны панорамы, созданные Ф. А. Рубо - "Оборона Севастополя", "Бородинская битва", "Сталинградская битва".

Правила панорамной перспективы используют при рисовании картин и фресок на цилиндрических сводах и потолках, а также на внешней поверхности цилиндрических ваз и сосудов.

Купольная перспектива - это изображение, построенное на внутренней поверхности сферы. Ее применяют при росписях на куполах в храмах, соборах, круглых залах метро.

Театральная перспектива - это изображения, построенные на нескольких вертикальных плоскостях, расположенных на различной глубине, ее применяют при выполнении декораций на сцене театра.

При построении перспективных изображений архитектурных сооружений чаще всего применяется линейная перспектива.

ПРОЕЦИРУЮЩИЙ АППАРАТ И ЭЛЕМЕНТЫ КАРТИНЫ

Основой перспективы служит метод центрального проецирования. Аппарат проецирования включает: центр проецирования - точку S и плоскость проекций K - картину (рис. 1). Через центр проецирования S проводят проецирующие лучи в точки проецируемого объекта. Эти проецирующие лучи пересекают плоскость проекций, оставляя на ней свой след, который является проекцией точки на данную плоскость. Полученные проекции точек соединяют и получают изображение, называемое центральной проекцией объекта.

Перспективной проекцией (перспективой) называется изображение пространственных форм, полученных методом центрального проецирования при положении центра проецирования, отвечающем определенным условиям.

Рассмотрим систему перспективных координат (рис. 2).

H - предметная плоскость - это горизонтальная плоскость, относительно которой рассчитывают положение всех элементов аппарата проецирования.

K - картинная плоскость (картина) - это плоскость, на которой строят изображение предмета.

$K_n - K_n$ - основание картины - линия пересечения предметной и картинной плоскостей.

S - точка зрения - это точка, из которой проводят проецирующие лучи.

S_n - основание точки зрения (точка стояния) - это проекция точки зрения на предметной плоскости.

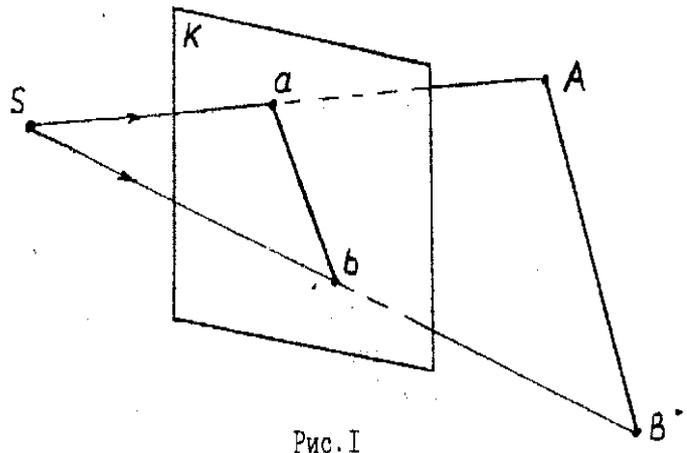


Рис. I

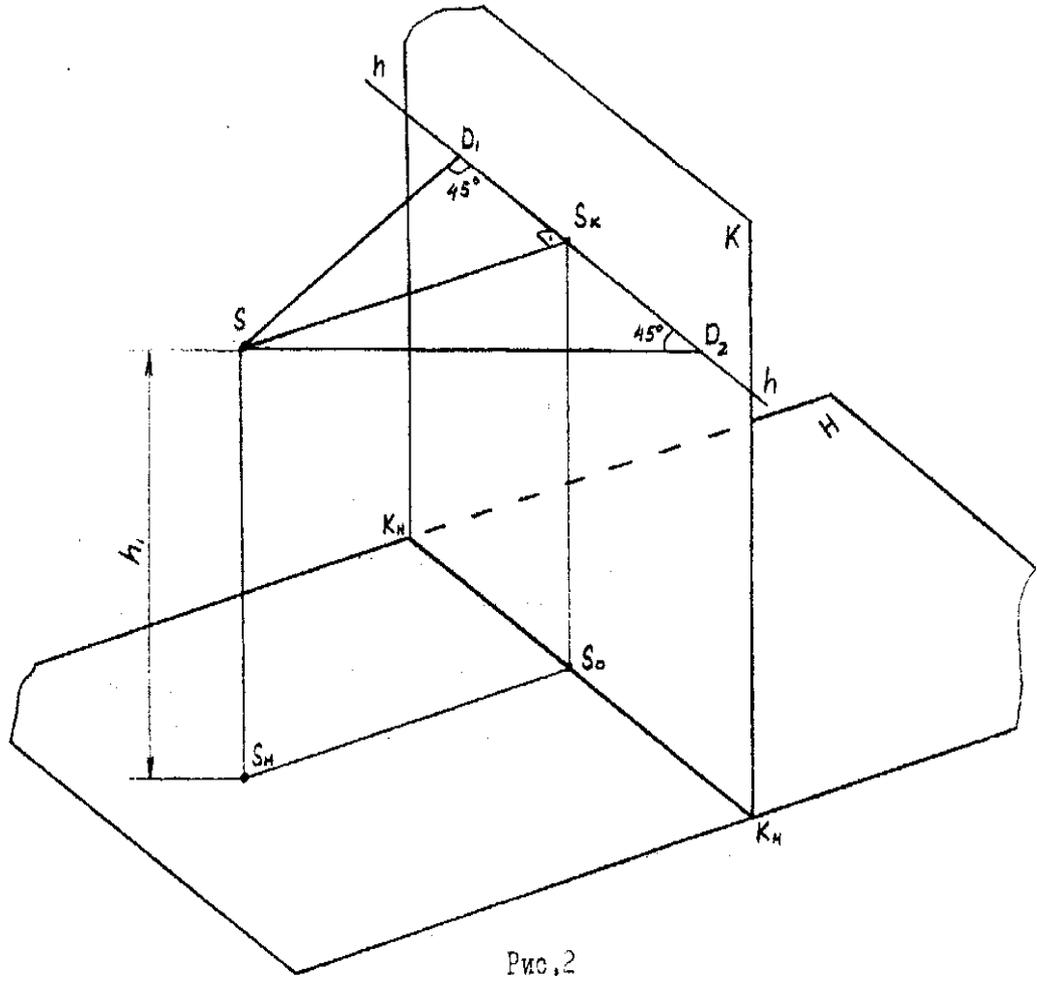


Рис. 2

S_K - главная точка картины - это точка пересечения плоскости картины и луча зрения, проведенного перпендикулярно картине.

S_o - основание главной точки картины - это проекция главной точки картины на предметной плоскости.

$S - S_K$ - главный луч зрения - определяет расстояние от точки зрения до картины.

H_s - плоскость горизонта - это плоскость, проходящая через главный луч зрения параллельно предметной плоскости.

$h - h$ - линия горизонта - это линия пересечения плоскости горизонта и картины.

S_{D_1} и S_{D_2} - дистанционные прямые - это лучи зрения, проведенные под углом 45° к плоскости картины и лежащие в плоскости горизонта.

D_1 и D_2 - дистанционные точки - это точки пересечения дистанционных лучей с плоскостью картины.

h_v - высота горизонта - это расстояние от предметной плоскости до точки зрения.

Основными элементами картины являются размеры картины с ее основанием K_n , линия горизонта hh и положение точки зрения.

Правильно заданные элементы картины служат опорой для точного построения перспективы, соответствующей зрительному восприятию человека.

СПОСОБЫ ЗАДАНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ КАРТИНЫ

Выбор размера и положения картины

При выполнении перспективы архитектурного сооружения обычно применяют прямоугольную форму картины с различным соотношением высоты и ширины.

На картине, вытянутой по горизонтали, показывают обычно большую глубину пространства (например, изображение спортивного комплекса).

Вертикальное положение прямоугольной картины определяется высокими объектами изображения на большой глубине (например,

высокое архитектурное сооружение с охватом небольшого пространства). Форму и размеры картины выбирают в зависимости от содержания и назначения перспективного изображения.

Если необходимо определить, как сооружение "впишется" в окружающие здания, следует выполнить перспективу всего архитектурного ансамбля. При этом нет необходимости в изображении мелких архитектурных элементов. В таком случае размеры картины принимают небольшими и масштаб ортогональных чертежей зданий достаточно мелким.

Если же необходимо представить общий вид здания с детальным выполнением всех архитектурных элементов, с нанесением теней, то размеры картины и масштаб ортогонального чертежа здания должны быть достаточно крупными.

При различном положении картины перспективные изображения одного и того же объекта будут различными. Положение картины зависит от того, какая часть здания (торец или фасад) более интересна с архитектурной точки зрения, т.е. более насыщена архитектурными и конструктивными элементами. При соизмеримых длине и ширине здания плоскость картины располагают примерно под углом 45° к плоскости фасада и, при этом, желательно проводить ее через одно из вертикальных ребер объекта (обычно ближнее к наблюдателю). В этом случае ребро, лежащее в плоскости картины, изображается в натуральную величину и служит удобной основой для последующих построений перспективы.

Выбор положения линии горизонта

Положение линии горизонта и высота точки зрения может быть различна, и выбирается она в зависимости от высоты изображаемого объекта и целевого назначения перспективного изображения.

В зависимости от высоты линии горизонта можно выделить следующие перспективные изображения:

- перспектива с нормальной высотой горизонта (высота линии горизонта соответствует росту человека 1,5-2 м). Такая перспектива применяется при изображении интерьеров помещений небольшой высоты, невысоких архитектурных сооружений;

- перспектива с повышенным горизонтом (линия горизонта определяется на уровне верхней трети высоты здания). Такая перспектива применяется при изображении высотных зданий;

- перспектива "с птичьего полета" (высота горизонта в несколько раз превышает высоту сооружения). Такая перспектива применяется при изображении архитектурного ансамбля со зданиями различной этажности при плотной застройке, либо отдельных объектов небольшой высоты, но значительной протяженности;

- перспектива с опущенной линией горизонта (линия горизонта совпадает с основанием картины). Такая перспектива применяется при изображении зданий, расположенных на горе, либо при изображении отдельных фрагментов зданий, рассматриваемых, как правило, снизу - карнизов, верхних частей колонн, расписных потолков.

Выбор положения точки зрения

Выбор положения точки зрения включает в себя два взаимосвязанных элемента:

- 1) положение главного луча;
- 2) расстояние от точки зрения до изображаемого объекта.

Положение главного луча связано с конкретной композицией объекта. При симметричной композиции главный луч рекомендуется проводить примерно через середину объекта или в средней трети ее части. Иногда для того, чтобы подчеркнуть смысловое содержание картины, главную точку смещают от середины. Если в интерьере надо развернуть левую стену, то главную точку смещают вправо. Если в композиции объекта одна его часть имеет большее пространственное развитие, то главный луч смещается ближе к этой части. Если основная часть композиции объекта имеет круглую форму, главный луч лучше провести через ось этой части. При задании положения главного луча надо стремиться к тому, чтобы изображаемые предметы были хорошо видны, а их форма четко выявлялась.

Особое значение для получения перспективного изображения, соответствующего зрительному восприятию человека, имеет правильный выбор дистанционного расстояния.

Глаз человека, стоящего неподвижно и не поворачивающего головы, может видеть определенную, небольшую часть пространства, которую называют полем отчетливого зрения. Оно ограничено кривой, напоминающей по форме эллипс. Лучи зрения, проведенные к точкам этого эллипса, называются лучевым конусом зрения. Наилучшим углом при вершине лучевого конуса зрения является угол в 28° - 30° . Построенные при таких углах зрения перспективы имеют наиболее естественный вид, соответствующий виду реальных предметов.

Расстояние точки зрения зависит также и от величины изображаемого объекта. Чем крупнее объект, тем дальше от него должна быть выбрана точка зрения.

Если обозначить наибольший размер предмета - высоту дерева - буквой H , то расстояние при угле зрения, равном 28° , должно равняться $2H$, а при угле в 37° - $1,5H$.

Практически положение точки зрения определяется с помощью геометрических построений, которые будут рассмотрены ниже.

СПОСОБЫ ПОСТРОЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВЫ

Перспектива может быть построена с использованием различных компонентов аппарата проецирования, выбор которых зависит от характера объекта, исходных условий, назначения работы. Для построения могут использоваться точки схода, точки измерения, координаты и др. Различные комбинации этих компонентов создают иной способ.

Способ архитектора

Способ архитектора - это построение перспективы объекта по плану и фасаду с учетом положения точки зрения.

Этот способ получил наибольшее применение благодаря своей простоте и удобству. В основе его лежит свойство параллельных прямых в перспективе сходиться в одну точку. Вертикальные отрезки строятся с использованием точек схода путем перемещения их в плане до совмещения с картиной и обратным действием на изображении.

Можно выделить несколько основных этапов построения перспективного изображения способом архитектора.

1. Задание положения картины и выбор точки зрения.

Положение картины задается положением ее основания K_n относительно плана объекта.

Точка зрения определяется с помощью геометрических построений. К основанию картины проводится перпендикуляр, на котором откладывают три равных отрезка. На основании картины по обе стороны от перпендикуляра откладывают по одному такому же отрезку. Соединив полученные точки, получают треугольник. Из крайних точек плана проводят прямые параллельно сторонам полученного треугольника. Точка пересечения этих прямых и будет являться основанием точки зрения S , отвечающей отдельным условиям, о которых говорилось выше (рис. 3).

На фасаде объекта задают положение линии горизонта.

2. Определение линий доминирующих направлений и их точек схода.

На плане здания проводят линии доминирующих направлений (по длине и ширине) до пересечения с основанием картины. Эти точки 1, 2, 3... являются началом прямых. Через основание точки зрения S проводят прямые тех же направлений до пересечения с основанием картины. Полученные точки f_1 и f_2 являются горизонтальной проекцией точек схода прямых доминирующего направления F_1 и F_2 .

3. Построение перспективы опущенного плана.

Чтобы избежать наложения изображений (особенно в случае построения отражения здания в мокром асфальте), строят перспективу опущенного плана. На горизонтальной прямой K_n опущ. с помощью бумажной полоски переносят все точки начала прямых 1, 2, 3... и горизонтальные проекции точек схода f_1 и f_2 . На произвольной высоте от K_n опущ. проводят горизонтальную прямую, которая будет определять основание картины K_n . По отношению к основанию картины K_n проводят линию горизонта h , определив ее высоту на фасаде. На линии горизонта h определяют точки схода F_1 и F_2 , спроецировав с опущенного основания картины точки f_1 и f_2 . Затем проводят доминирующие прямые в соответствующие точки схода. Прямые 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 и 9 в F_1 , а прямые 9, 10, 11, 12, 13, 14 в F_2 . Пересекающиеся линии образуют перспективу плана здания.

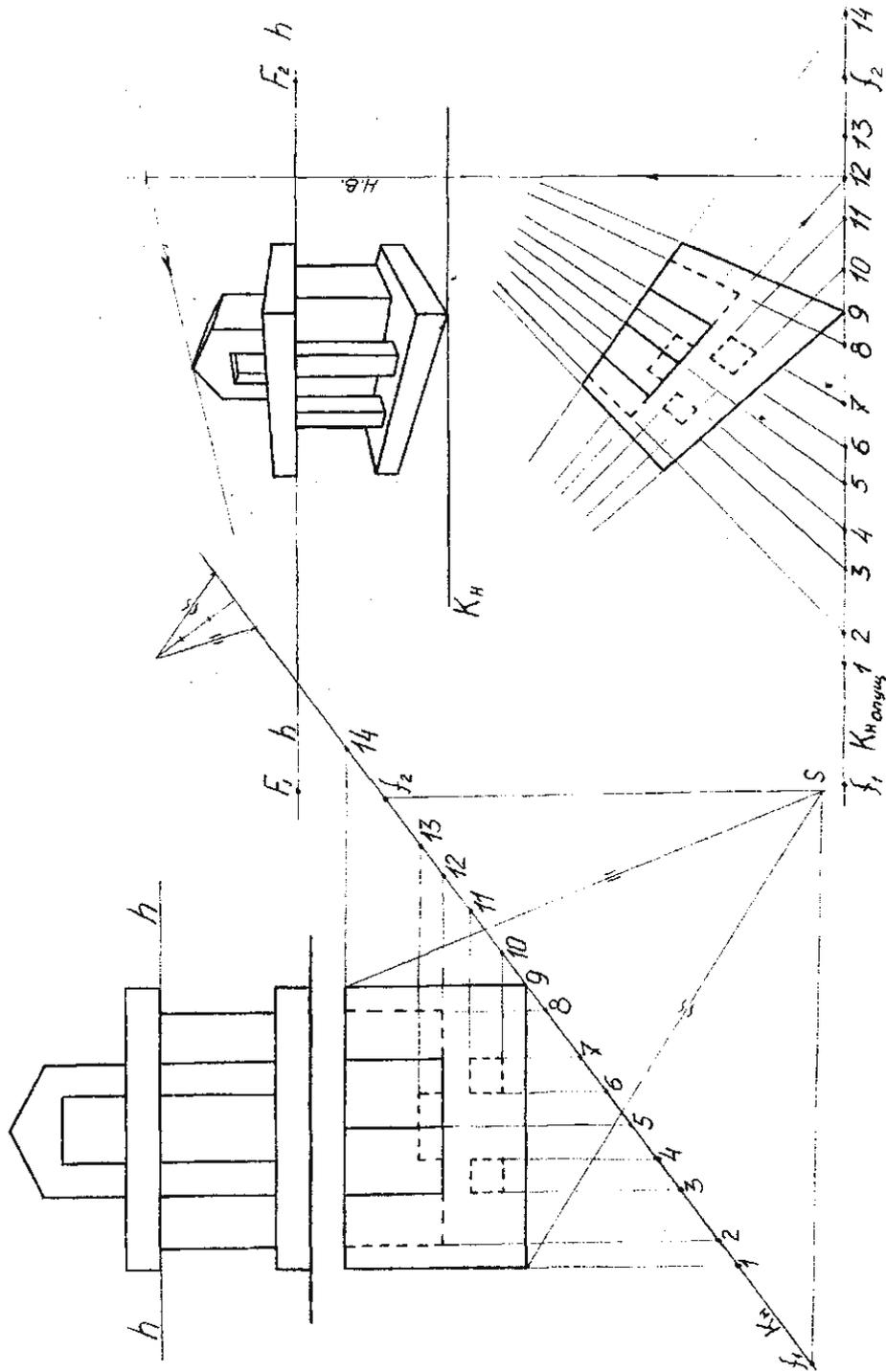


Рис. 3

4. Построение перспективы основного объема.

Поскольку ближнее ребро здания лежит в плоскости картины, то оно спроецируется в натуральную величину. Для того, чтобы отложить высоту конька крыши, необходимо "вытянуть" его в плоскость картины по линии 12, отложить натуральную величину высоты и по линии "вернуться" в перспективу.

5. Построение перспективы отдельных элементов здания.

Отдельные архитектурные и конструктивные элементы здания (окна, проемы, ниши, карнизы) строятся по тем же принципам, что и основной объем.

Способ прямоугольных координат

Сущность этого способа заключается в использовании прямоугольных проекций предмета для графического определения двух координат перспективы точки. Этот способ отличается компактностью за счет отказа от использования точек схода.

Как известно, перспектива любой точки определяется как след луча зрения на плоскости картины.

На ортогональном чертеже-плане и фасаде здания определяют положение картины и точки зрения (так же, как и в способе архитектора). Из точки зрения проводят лучи зрения в каждую точку объекта и фиксируют точки пересечения этих лучей с плоскостью картины. За координаты перспективы точки принимают прямоугольные координаты X и Z . Координата X отмеряется по основанию картины от любой произвольно выбранной точки O . Координата Z берется на равной высоте перспективы точки над предметной плоскостью. Имея эти координаты, можно на любой плоскости и в любом масштабе построить перспективу предмета (рис. 4).

ТЕНИ В ПЕРСПЕКТИВЕ

Глаз человека воспринимает предметы в окружающем нас пространстве благодаря их освещенности каким-либо источником света, который может быть расположен относительно зрителя и изображаемых предметов по-разному.

Рассматривая окружающие предметы, легко заметить, что степень освещенности их частей неодинакова. Наиболее освещенными быва-

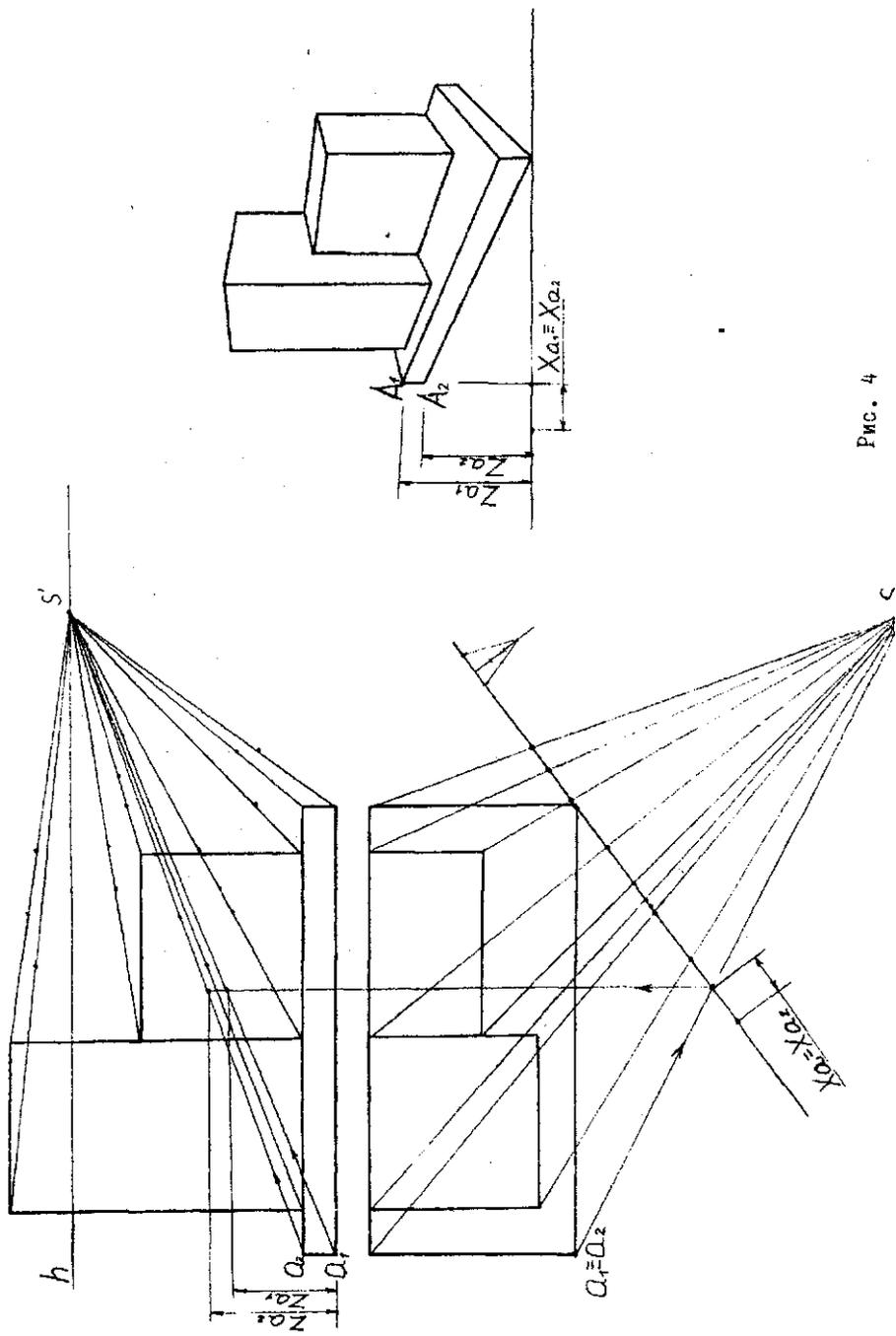


Рис. 4

ют те поверхности, на которые лучи света падают под прямым углом, и яркость их усиливается при более близком расположении источника света к объекту. С уменьшением угла наклона световых лучей к поверхности интенсивность освещенности ее ослабевает. Наиболее темной является та часть поверхности, на которую лучи света не попадают совсем. Различная интенсивность освещенности частей предмета позволяет судить о его пространственной форме и рельефе поверхности.

У каждого освещенного предмета различают собственную и падающую тень.

Неосвещенная часть предмета называется собственной тенью. Линия, разделяющая освещенную и неосвещенную части предмета называется контуром собственной тени. Контур собственной тени - это замкнутая ломаная линия, она представляет собой множество точек, в которых световые лучи касаются поверхности предмета.

Падающей тенью называется тень, которую предмет отбрасывает на плоскость или какую-либо поверхность. Линия, ограничивающая падающую тень, называется контуром падающей тени. Контур падающей тени является тенью от контура собственной тени.

Построение падающей и собственной тени предмета связано с условием его освещения. Различают два основных источника освещения: искусственный и естественный. Искусственный источник света, как правило, расположен на небольшом расстоянии от предмета, и его называют факелом. Примерами искусственного освещения могут быть электрическая лампочка в комнате, настольная лампа, свеча, фонарь на улице. При факельном освещении лучи света можно представить как пучок прямых, выходящих из одной точки.

Естественный источник света условно предполагается расположенным в бесконечности. Такое освещение называют солнечным. При солнечном освещении световые лучи считают параллельными.

Принято при вычерчивании архитектурных чертежей зданий или группы геометрических тел принимать солнечное освещение, а при вычерчивании внутренних интерьеров - факельное.

Направление лучей света при солнечном освещении может быть выбрано произвольно, т.е. наблюдатель может находиться по отношению к солнцу в любом положении. Но чаще всего, принято считать, что лучи света падают сзади, слева и сверху по отношению к наблюдателю. На чертеже всегда задаются направление луча света и его основание в виде векторов.

Ниже рассматривается построение теней при солнечном освещении.

Тень от точки

Тенью от точки называется точка пересечения луча света, проходящего через данную точку, с плоскостью или поверхностью. Тень от точки - всегда точка (рис. 5).

Порядок построения тени от точки

1. Через точку проводят прямую, параллельную лучу света.
2. Через основание точки проводят прямую, параллельную основанию луча света.
3. Точка пересечения этих прямых определяет тень от точки.

Если тень падает на вертикальную плоскость, то прямая, проводимая через основание точки, преломляется при встрече с ней и поднимается по вертикали до встречи с лучом света (рис. 6).

Тень от прямой

Тень, падающая от прямой линии, состоит из совокупности теней, падающих от ряда точек этой прямой. Тень от прямой - это в общем случае - прямая.

Если прямая перпендикулярна горизонтальной плоскости, то тень ее на этой плоскости совпадает с основанием луча, проведенного через основание прямой (рис. 7).

Тень от вертикальной прямой на вертикальную плоскость - вертикаль (рис. 8).

Если прямая параллельна горизонтальной плоскости, то тень от нее на этой плоскости будет параллельна данной прямой, т.е. в перспективе сама прямая и ее тень будут направлены в одну точку схода (рис.9).

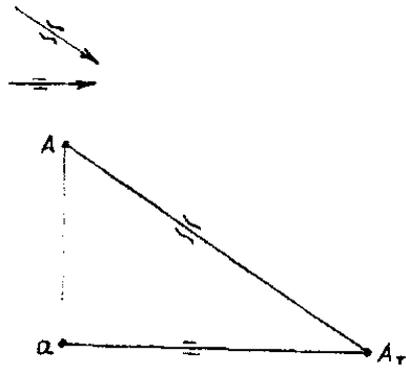


Рис. 5

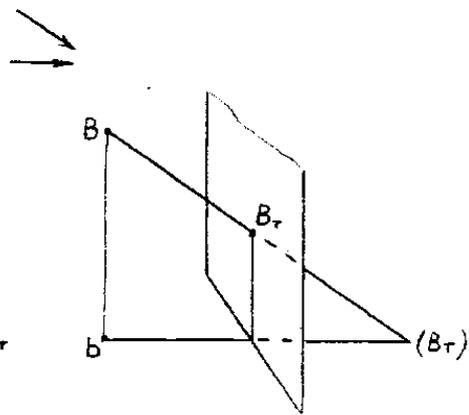


Рис. 6

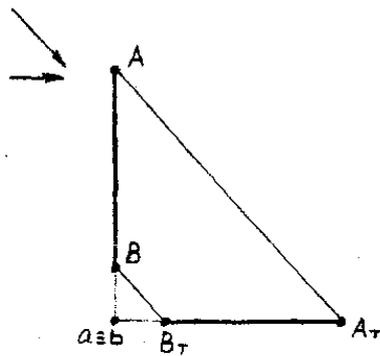


Рис. 7

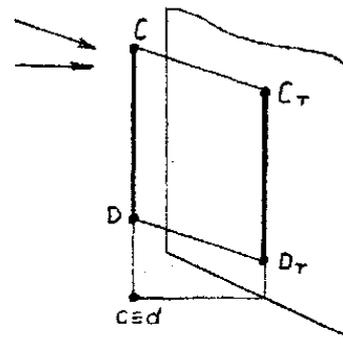


Рис. 8

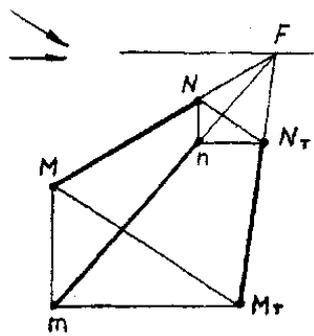


Рис. 9

18

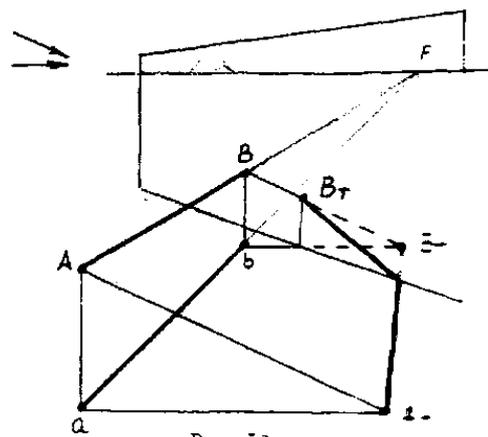


Рис. 10

Если тень от прямой падает на горизонтальную и вертикальную плоскости, то прямая тени имеет точку перелома, лежащую на линии пересечения горизонтальной и вертикальной плоскостей (рис. 10).

Тень от плоскости

Построение тени от плоскости сводится к построению теней от ряда точек, принадлежащих этой плоскости. Например: при построении тени от многоугольника необходимо построить тени от вершин этого многоугольника и, соединив их, получить тень от данного многоугольника (рис. 11).

Так как точки А и В лежат на горизонтальной плоскости, они являются точками, которые называются "сама себе тень". Следовательно, построение тени от треугольника АВС сводится к построению тени от вершины С. Тень от треугольника преломляется при встрече с призмой. Для того, чтобы определить направление теней от наклонных прямых АС и ВС, необходимо построить мнимую тень от вершины С сначала на горизонтальной, а затем на вертикальной плоскостях.

Тень от поверхности

Тень от призмы и цилиндра

Исходя из того, что контур падающей тени является тенью от контура собственной тени, для построения тени от призмы и цилиндра принят следующий порядок:

1. Определить освещенность поверхности и контур собственной тени.
2. Построить тень, падающую от контура собственной тени.

Для определения контура собственной тени цилиндра необходимо к основанию цилиндра провести касательные, параллельные основанию луча света. Из точек касания восстановить образующие, которые и будут являться контуром собственной тени на боковой поверхности цилиндра (рис. 12).

Контуром собственной тени на боковой поверхности призмы являются ребра. Если в основании призмы лежит треугольник, либо че-

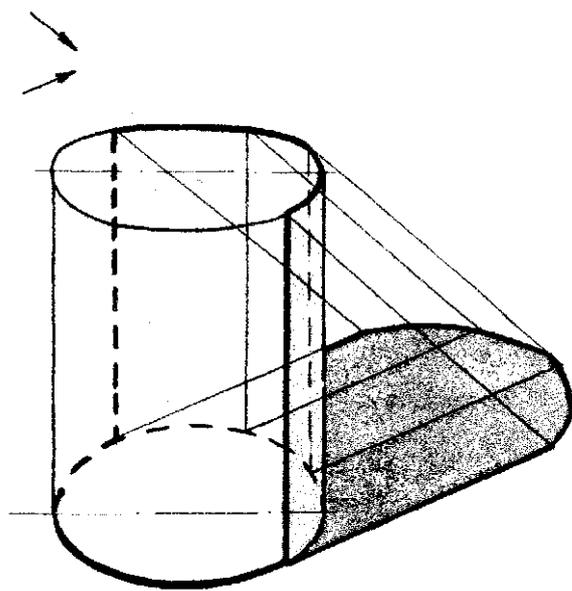
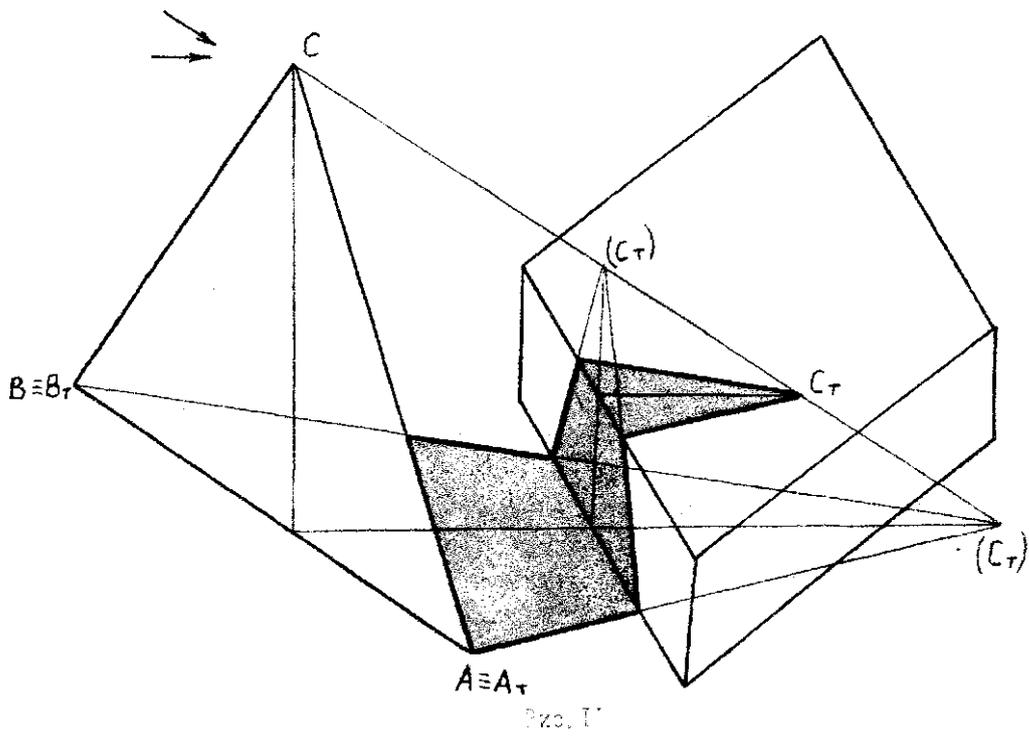


Рис. 12

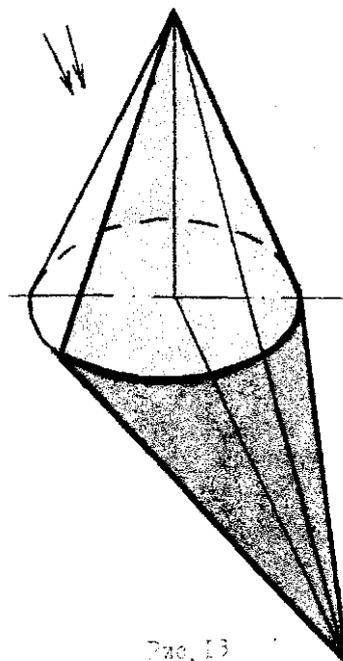


Рис. 13

тырехугольник, то для определения контура собственной тени не требуется дополнительных графических построений. Он определяется визуально. Если же основанием призмы служит более сложный многоугольник, контур собственной тени определяется так же, как и у цилиндра (рис. 12).

Тень от пирамиды и конуса

Грани многоугольной пирамиды и поверхность конуса не являются проецирующими (т.е. перпендикулярными к горизонтальной плоскости), поэтому определить освещенность поверхности без дополнительных построений затруднительно.

Построение собственной и падающей теней пирамиды и конуса проводится в следующей последовательности:

1. Построить падающую тень от основания и тень (действительную или мнимую) от вершины.
2. Из точки тени вершины провести касательные к построенной тени от основания.
3. Точки касания определяют ребра или образующие, определяющие контур собственной тени пирамиды или конуса (рис. 13).

ПОСТРОЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ОТРАЖЕНИЙ В ПЛОСКОМ ЗЕРКАЛЕ

Если запроектированный объект будет расположен около водной поверхности, то для естественности восприятия перспективы ее сопровождают построением отражения. На перспективе интерьеров иногда показывают отражения в зеркальных плоскостях.

Сущность процесса отражения от зеркала заключается в том, что лучи света, попадая на его поверхность, изменяют свое направление.

Построение изображений лучей света, отраженных от плоского зеркала, основано на следующих законах оптики:

1. Луч падающий (AB_1) и отраженный (B_1A_1) расположены в одной плоскости с перпендикуляром (BB_1), проведенным к плоскости зеркала через точку падения (рис. 14).

2. Угол падения α равен углу отражения α_1

Рассмотрим закономерность образования отражений в плоском зеркале (рис. 15). Из точки C на зеркало AB падает пучок лучей, ограниченный лучами CA и CB . По законам оптики ($a=a_1$ и $b=b_1$) лучи отражаются от зеркала в направлении AA_1 и BB_1 расходящимся пучком. Если в поле отраженных лучей A_1A и B_1B будет находиться глаз зрителя, он увидит точку C^* в том месте пространства, где пересекутся в продолжении отраженные лучи. Точка C^* является зеркальным отражением данной точки C .

Треугольники CAc и C^*Ac равны, т.к. это треугольники прямоугольные с равными углами при гипотенузе. Из этого следует, что точка C и ее отражение C^* расположены на одном перпендикуляре к плоскости зеркала и на равном расстоянии от него.

Из этого заключения вытекает порядок построения отражения предмета в плоском зеркале.

1. Провести из точки предмета перпендикуляр к плоскости зеркала.
2. Найти точку пересечения этого перпендикуляра с плоскостью зеркала.
3. Отложить на продолжении перпендикуляра отрезок, равный расстоянию от точки до зеркала.

Полученная точка и будет зеркальным отражением взятой точки.

Зеркальная плоскость может занимать различные положения относительно картинной и предметной плоскостей, и в зависимости от этого построения отражений в каждом случае имеют свои особенности.

Отражение во фронтальном зеркале

Фронтальное зеркало расположено параллельно картинной и перпендикулярно предметной плоскостям. Требуется построить в нем отражение вертикальной прямой AB (рис. 16).

Сначала из точек A и B проводят перпендикуляры к плоскости зеркала. Они являются глубинными прямыми и их точкой схода будет главная точка картины. Для определения точек встречи перпендикуляров с зеркальной плоскостью, необходимо заключить их в лучевую

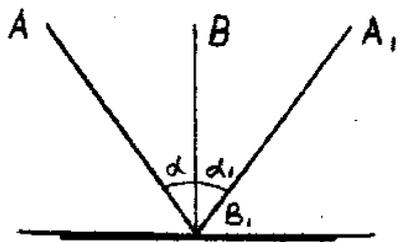


Рис. 14

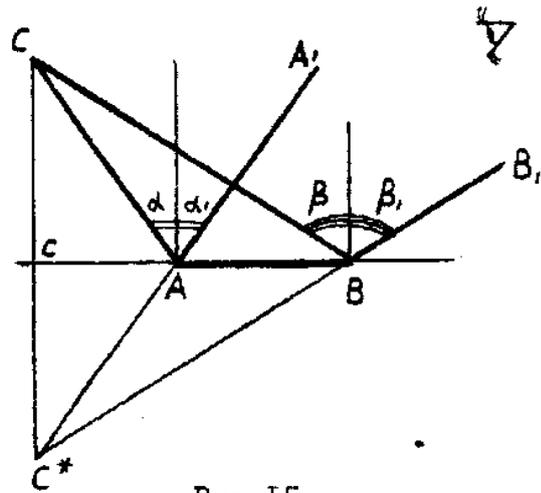


Рис. 15

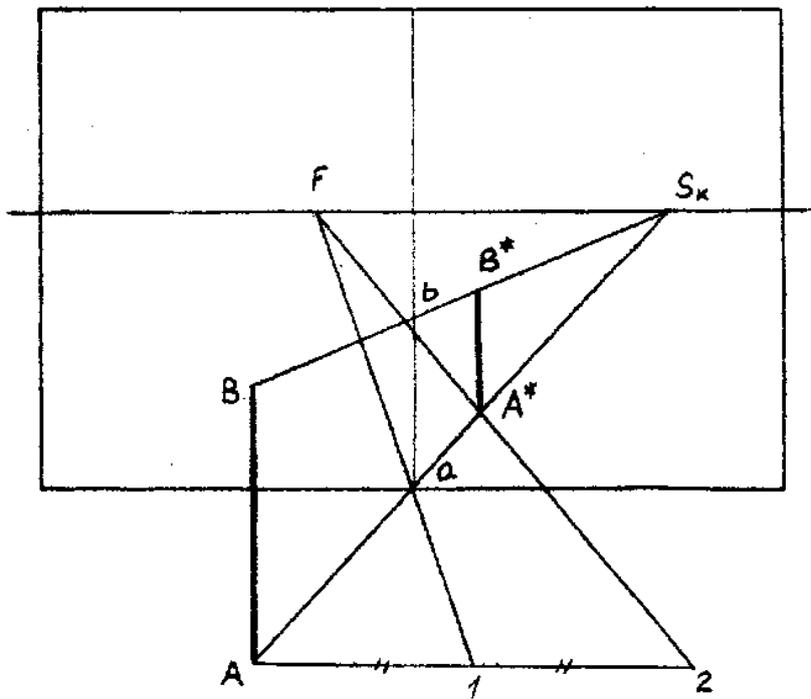


Рис. 16

плоскость, которая тоже будет занимать глубинное положение, и определить линию пересечения лучевой и зеркальной плоскостей. Точки пересечения перпендикуляров с полученной линией и будут являться точками встречи перпендикуляров с зеркалом.

Для того, чтобы на глубинной линии отложить заданный отрезок Aa , необходимы дополнительные построения. На произвольной прямой, проведенной через точку A , отложить два равных отрезка ($A_1=1-2$). Через точки 1 и a провести линию переноса до пересечения с линией горизонта (точка F). Если через точку схода F провести линию переноса из точки 2 , то она отсечет на перпендикуляре отрезок aA^* , равный Aa , следовательно, точка A^* является отражением точки A . Для определения отражения точки B из точки A^*_1 провести вертикаль до пересечения с перпендикуляром, опущенным из точки B . Прямая $A^*_1B^*_1$ будет являться отражением заданной прямой AB .

Отражение в вертикальном зеркале

Вертикальное зеркало расположено перпендикулярно к предметной и картинной плоскостям, т.е. является глубинной плоскостью. Требуется построить отражение вертикальной прямой AB (рис. 17).

Сначала проводят перпендикуляры к плоскости зеркала из точек A и B , которые будут являться широтными линиями и, следовательно, будут параллельны основанию картины. Затем заключают эти перпендикуляры во фронтальную плоскость, которая пересечет плоскость зеркала по прямой $1-2$. Точки a и b являются точками встречи перпендикуляров с зеркальной плоскостью. Отложив на перпендикулярах равные отрезки за зеркало $/Aa=aA^*/$ и $/Bb=bB^*/$, строят отражение прямой AB .

Отражение в наклонном зеркале

Наклонное зеркало расположено перпендикулярно плоскости картины и наклонено под углом к предметной плоскости. Требуется построить отражение вертикальной прямой AB (рис. 18).

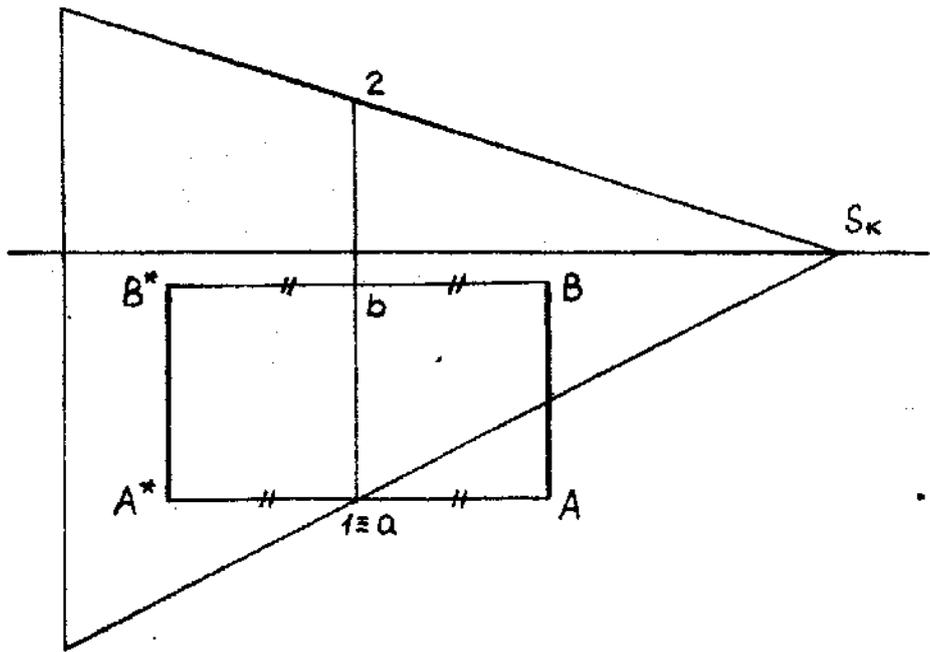


Рис. 17

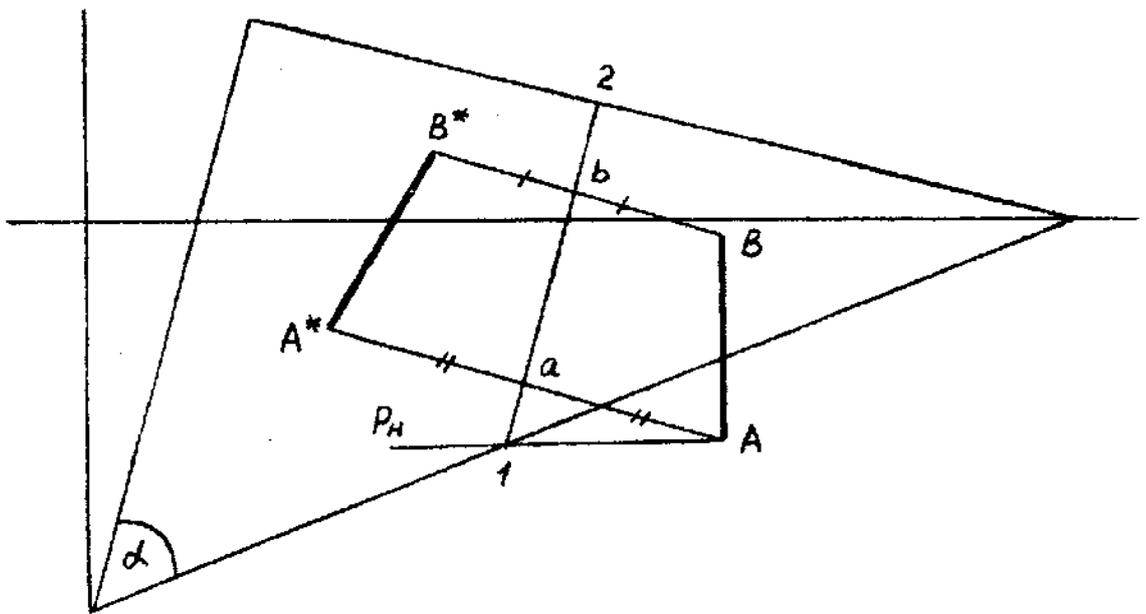


Рис. 18

Сначала из точек А и В проводят перпендикуляры к плоскости зеркала. Эти перпендикуляры параллельны плоскости картины и перпендикулярны вертикальному обрезу зеркала. Затем заключают эти перпендикуляры во фронтальную плоскость, которая пересечет плоскость зеркала по линии 1-2, параллельной боковому обрезу зеркала. Точки а и в являются точками пересечения перпендикуляров с плоскостью зеркала. Отложив на перпендикулярах равные отрезки за зеркало $/Aa=aA^*/$ и $/Bb=bB^*/$, строят отражение прямой АВ.

Отражение в горизонтальном зеркале

Горизонтальное зеркало расположено параллельно предметной плоскости и перпендикулярно плоскости картины. Требуется построить отражение в воде домика, расположенного на набережной (рис. 19).

Если предмет непосредственно соприкасается с водой, то отражение любой точки определяется на перпендикуляре, проведенном к плоскости воды, и откладывается от точки пересечения его с водой (а) равный по величине отрезок $/Aa=aA^*/$. Затем, пользуясь точками схода F_1 и F_2 , строят отражение вертикальной плоскости набережной, проводя прямые A^*F_1 , и A^*F_2 .

Если предмет находится на горизонтальной плоскости земли, то пользуются дополнительными построениями. Проводят перпендикуляр к плоскости зеркала, проложив линию угла дома вниз под поверхность воды, затем определяют точку пересечения этого перпендикуляра с поверхностью воды. Для этого через него проводят произвольную вертикальную плоскость и строят линию пересечения ее с поверхностью земли и воды. Линия пересечения ее с поверхностью земли пройдет через основание угла и любую точку схода, взятую на линии горизонта (удобнее пользоваться имеющимися точками схода F_1 и F_2). Край набережной она пересечет по линии 1 -2, а поверхность воды по линии 2- F_2 , которая в пересечении с перпендикуляром определит искомую точку в.

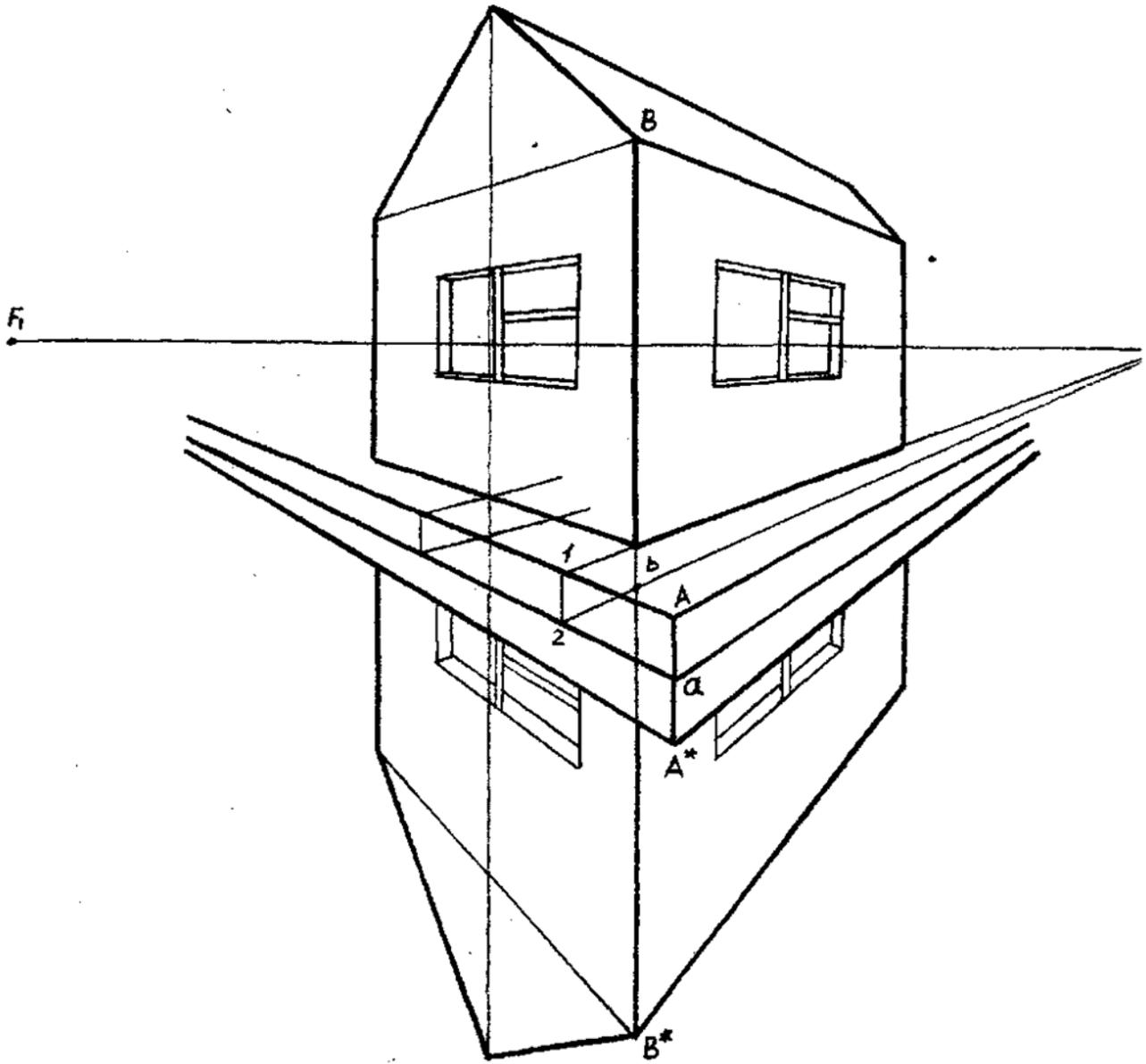


Рис. 19

Рекомендуемая литература

Будасов Б. В., Каминский В. П. Строительное черчение: Учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1990.464с.

Кириллов А. Ф. Черчение и рисование: Учебник для техникумов. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Высшая школа, 1980. 375с.

Климухин А. Г. Начертательная геометрия: Учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1978. 334с.

Макарова М. Н. Перспектива. Учебное пособие для студентов пед. институтов по худож.-граф. спец. М.: Просвещение, 1989.191с.

Пал И. Начертательная геометрия с анаглифными иллюстрациями, 2-е изд., перераб. Будапешт, 1967.196с.

Раушенбах Б. В. Система перспективы в изобразительном искусстве. Общая теория перспективы. М: Наука, 1986.225с.

Русскевич Н. Л., Ткач Д. И., Ткач М. Н. Справочник по инженерно-строительному черчению. 2-е изд., перераб. и доп. Киев: Будевельник, 1987.264с.

Редактор *Е. Н. Ряшенцева*

Технический редактор *О. А. Осинцева*

Компьютерный набор и верстка *Л. Л. Рыженко*

Лицензия ЛЗ № 0200590от 24.03.97

Сдано в набор 30.10.97. Подписано к печати 10.11.97. Формат бумаги 60x84/16.

Печать RISO. Уч. изд. л. 1,75. Усл. печ. л. 1,63. Тираж 200 экз.

Заказ № 47.

Педуниверситет, Новосибирск, 126, Вилюйская, 28.