

ВВЕДЕНИЕ

Здания или сооружения, как и любые пространственные объекты, благодаря наличию светотени воспринимаются объемно, рельефно. Это наблюдается как при освещении прямыми лучами (солнечными или от светящейся точки), так и при рассеянном (диффузном) освещении. В первом случае светотень будет четкая, интенсивная, с резкими границами, во втором – менее интенсивная, с мягкими переходами от света к тени.

В архитектурно-строительной практике большое значение имеет построение светотени. Для проверки композиционных решений и придания архитектурным чертежам большей наглядности, рельефности изображений архитектор сопровождает их построением теней. Принципы, на которых основано построение теней, применяются в ряде специальных областей, например при расшифровке изображений и фотоснимков по зафиксированным контурам теней, выборе освещенности зданий, исследованиях при аэрофотосъемках, маскировке и т. п.

Работники изобразительного искусства отлично понимают формообразующее значение светотени в восприятии пространственного объекта, а тем более архитектурного сооружения. Об этом свидетельствуют памятники архитектуры разных эпох, в которых зодчие умело использовали архитектурные качества светотени, мастерски учитывая местные световые условия.

В египетской архитектуре при ярком и высоком солнце незначительные рельефы стен придавали им выразительную фактуру. Особенно умелое использование архитектурных свойств света и законов оптики наблюдаем в сооружениях Греции и Рима.

В эпоху Ренессанса широко использовались и формообразующие свойства светотени, и законы зрительного восприятия. По словам Леонардо да Винчи рельефность «происходит от теней светов или, другими словами, от светлого и темного. Итак, кто избегает теней, избегает славы искусства».

На архитектурных чертежах тени строят в основном на фасадах (фронтальная проекция комплексного чертежа). Горизонтальные проекции теней строятся в тех случаях, когда без них невозможно построить фронтальную проекцию тени.

Такое серьезное значение светотени требует проверки ее формирующих качеств в задуманном объекте еще в начальной стадии проектирования. Поэтому для более полного выявления пространственного решения композиции, пластичности форм, рельефности поверхности, масштабности деталей и пр. архитектурные чертежи сопровождаются изображением светотени, выполненным различными графическими приемами на основе геометрических и физических закономерностей, с учетом физиологии зрительного восприятия [4].

ПРИНЯТЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

1. **Точки, расположенные в пространстве**, обозначают прописными буквами латинского алфавита (A, B, C, D, ...) или римскими цифрами (I, II, III, IV, ...).

2. **Ортогональные проекции точек** обозначают прописными буквами латинского алфавита или арабскими цифрами с нижним индексом: $A_1, B_1, C_1, D_1, \dots, 1_1, 2_1, 3_1, 4_1, \dots$ – на горизонтальной плоскости проекций; $A_2, B_2, C_2, D_2, \dots, 1_2, 2_2, 3_2, 4_2, \dots$ – на фронтальной плоскости проекций.

3. **Прямые линии** в пространстве, задаваемые отрезками, обозначают двумя латинскими буквами (AB, CD, EF...); проекции отрезков прямых линий: $A_1B_1, C_1D_1, A_2B_2, C_2D_2, \dots; 1-2, \dots; 1_1-2_1, 1_2-2_2, \dots; 1-A, 1_1-A_1$.

4. **Плоскости**, расположенные в пространстве, обозначают одной (P, Q, R, S, T, ...) или тремя прописными буквами латинского алфавита (ABC); проекции отсеков плоскостей: $A_1B_1C_1, A_2B_2C_2, \dots$; плоскости проекций: горизонтальную – Π_1 , фронтальную – Π_2 , профильную – Π_3 ; плоскости, заданные следами, – $R_{\Pi_1}; R_{\Pi_2}; \dots$

5. **Поверхности** обозначают прописными буквами греческого алфавита: $\Gamma, \Pi, \Sigma, \Phi, \dots$

6. **Углы** обозначают строчными буквами греческого алфавита: $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \phi, \dots$; символическими записями $\sphericalangle ABC$.

7. **Проекции теней** от точек, прямых и плоскостей в ортогональных проекциях обозначают прописными буквами латинского алфавита или арабскими цифрами с нижним индексом, указывающим плоскость проекций: $A_{\Pi_1}, B_{\Pi_2}, \dots, 1_{\Pi_1}, 2_{\Pi_2}, \dots$, и с добавлением значка «штрих», обозначающего тени на других поверхностях: $A_1', A_2', A_3', \dots, 1_1', 2_2', 3_3', \dots$

8. **Примеры других обозначений**: совпадение (тождественность) двух геометрических элементов обозначают знаком « \equiv » ($A \equiv B$); пересечение прямых, плоскостей – знаком « \times » ($AB \times CD$); параллельность – знаком \parallel ($AB \parallel CD$).

ГЛАВА 1. СВЕДЕНИЯ ОБ ОРТОГОНАЛЬНЫХ ПРОЕКЦИЯХ

1.1. Ортогональные проекции прямой и плоскости

Предметами изображения на плоских чертежах являются одномерные геометрические тела (точка, линия), двумерные (плоская фигура, отсек поверхности), трехмерные (любая объемная фигура). Сложные геометрические тела можно рассматривать как состоящие из более простых трехмерных фигур, которые определяются точками, линиями, поверхностями.

Геометрические тела на чертежах получают методом отображения. Каждой точке трехмерного пространства соответствует конкретная точка двумерного пространства на чертеже. Изображение геометрического тела на плоскости можно получить путем проецирования ее точек на эту плоскость. Если направление проецирования образует с плоскостью проекций угол, равный 90° , то проецирование называется *ортогональным*. На рисунках 1.1 и 1.2 показаны ортогональные проекции прямой и плоскости [8].

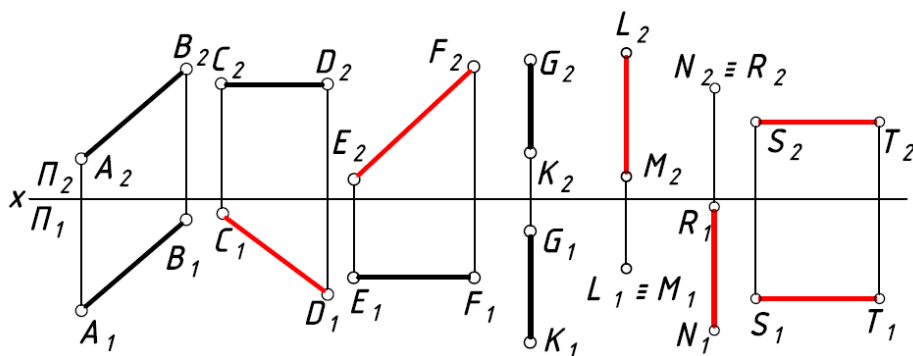


Рис. 1.1 – Ортогональное проецирование прямой

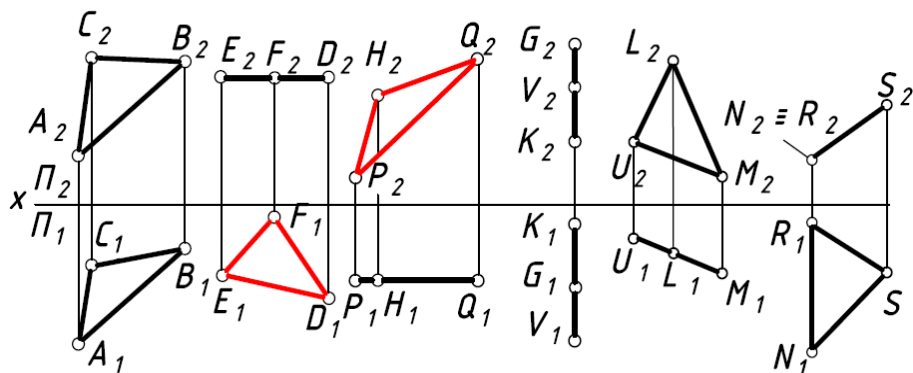


Рис. 1.2 – Ортогональное проецирование плоскости

Прямая, не параллельная ни одной из плоскостей проекций, называется *прямой общего положения* (прямая АВ, рис. 1.1).

Прямая, параллельная или перпендикулярная хотя бы одной из плоскостей проекций, называется *прямой частного положения* (см. рис. 1.1).

Прямая CD, параллельная горизонтальной плоскости проекций Π_1 , называется горизонтальной прямой уровня. C_1D_1 – натуральная величина прямой CD. Прямая EF, параллельная фронтальной плоскости проекций Π_2 , называется фронтальной прямой уровня. E_2F_2 – натуральная величина прямой EF. Прямая GK, параллельная профильной плоскости проекций Π_3 , называется профильной прямой уровня. Профильная проекция такой прямой является ее натуральной величиной.

Прямая LM, перпендикулярная горизонтальной плоскости проекций Π_1 , называется горизонтально проецирующей прямой. На Π_1 она проецируется в точку ($L_1 \equiv M_1$). Прямая NR, перпендикулярная фронтальной плоскости проекций Π_2 , называется фронтально-проецирующей прямой. На Π_2 она проецируется в точку ($N_2 \equiv R_2$). Прямая ST, перпендикулярная профильной плоскости проекций Π_3 , называется профильно-проецирующей прямой. На Π_3 она проецируется в точку.

Плоскость, не параллельная ни одной из плоскостей проекций, называется *плоскостью общего положения* (плоскость ABC, рис. 1.2).

Плоскость, параллельная или перпендикулярная одной из плоскостей проекций, называется *плоскостью частного положения* (см. рис. 1.2).

Плоскость EFD, параллельная горизонтальной плоскости проекций Π_1 , называется горизонтальной плоскостью уровня. На фронтальной плоскости проекций данная плоскость проецируется в прямую линию $E_2F_2D_2$, которая является линией пересечения EFD и Π_2 , на горизонтальной плоскости проекций – в натуральную величину. Плоскость RNQ, параллельная фронтальной плоскости проекций Π_2 , называется фронтальной плоскостью уровня. На горизонтальной плоскости проекций данная плоскость проецируется в прямую линию $R_1N_1Q_1$, которая является линией пересечения RNQ и Π_1 , на фронтальной плоскости проекций – в натуральную величину. Плоскость GVK, параллельная профильной плоскости проекций Π_3 , называется профильной плоскостью уровня. На горизонтальной и фронтальной плоскостях проекций данная плоскость проецируется в прямые линии $G_1V_1K_1$ и $G_2V_2K_2$, на профильной плоскости проекций – в натуральную величину.

Плоскость ULM, перпендикулярная горизонтальной плоскости проекций Π_1 , называется горизонтально-проецирующей плоскостью. На горизонтальной плоскости проекций данная плоскость проецируется в прямую линию $U_1L_1M_1$, которая является линией пересечения ULM и Π_1 . Все точки плоскости ULM проецируются на линию пересечения $U_1L_1M_1$. Плоскость NRS, перпендикулярная фронтальной плоскости проекций Π_2 , называется фронтально-проецирующей плоскостью. На фронтальной плоскости проекций данная плоскость проецируется в прямую линию $N_2R_2S_2$, которая явля-

ется линией пересечения NRS и Π_2 . Все точки плоскости NRS проецируются на линию пересечения $N_2R_2S_2$.

Плоскость, перпендикулярная профильной плоскости проекций Π_3 , называется профильно-проецирующей плоскостью. Профильная проекция такой плоскости – прямая.

1.2. Построение ортогональных проекций геометрических тел

Часть пространства, ограниченная со всех сторон замкнутой поверхностью, называется геометрическим телом.

Геометрическое тело, полученное в результате совокупности таких плоских многоугольников, у которых каждая сторона одного является одновременно стороной другого, называется *многогранником*. Вершины и стороны многоугольников являются вершинами и ребрами многогранников, а сами многоугольники – гранями [10].

Призма – многогранник, у которого основаниями служат два взаимно параллельных многоугольника, а боковыми гранями – прямоугольники (рис. 1.3, а).

Пирамида – многогранник, в основании которого лежит произвольный многоугольник, а боковые грани – треугольники с общей вершиной S (рис. 1.3, б).

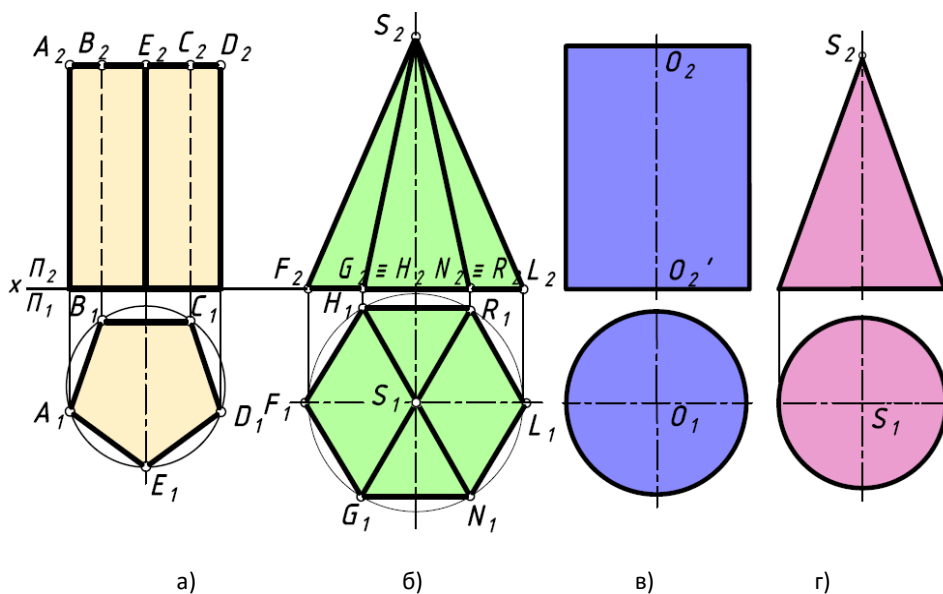


Рис. 1.3 – Ортогональное проектирование геометрических тел

Геометрическое тело, полученное в результате вращения вокруг оси плоской фигуры, ограниченной кривой линией, называется телом вращения.

Цилиндр – тело вращения, полученное в результате вращения прямой вокруг параллельной ей оси (рис. 1.3, в).

Конус – тело вращения, полученное вращением прямой вокруг пересекающейся с ней оси (рис. 1.3, г).

1.3. Построение изображений на строительных чертежах

Чертежи в системе ортогональных проекций образуются путем проецирования объекта перпендикулярно на две или три взаимно перпендикулярные плоскости проекций (рис. 1.4).

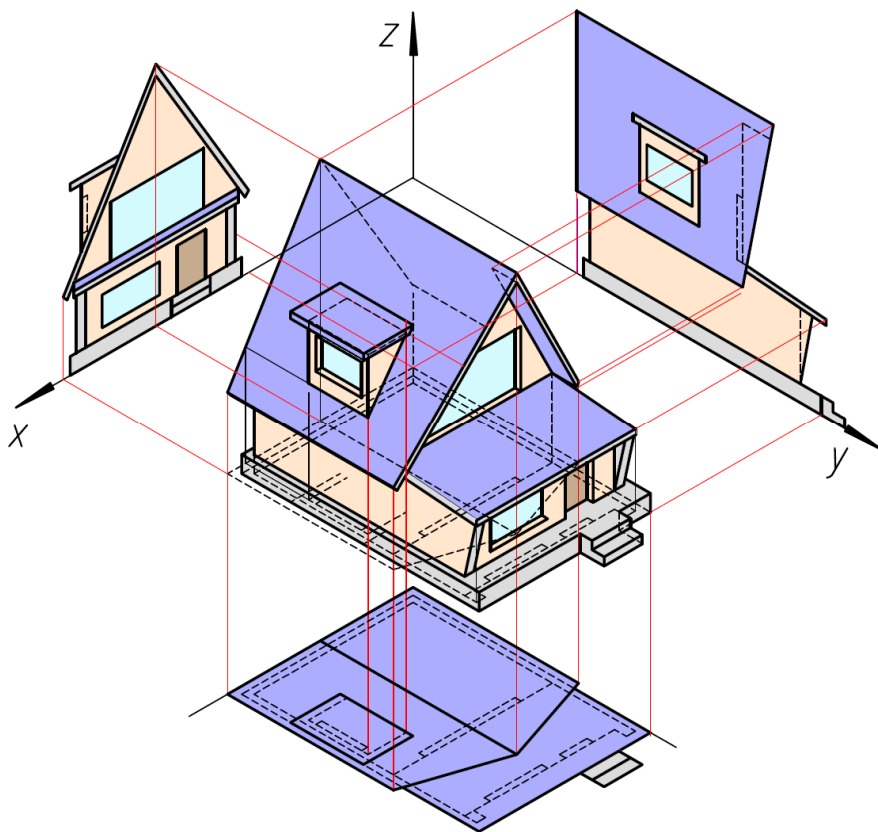


Рис. 1.4 – Получение изображений схематизированного здания

Плоское изображение здания, показанного на рисунке 1.4, состоит из трех проекций, связанных вертикальными и горизонтальными линиями проекционной связи (рис. 1.5). В инженерной графике изображения называют видами. Для более полного выявления формы предмета применяют различные изображения [21].

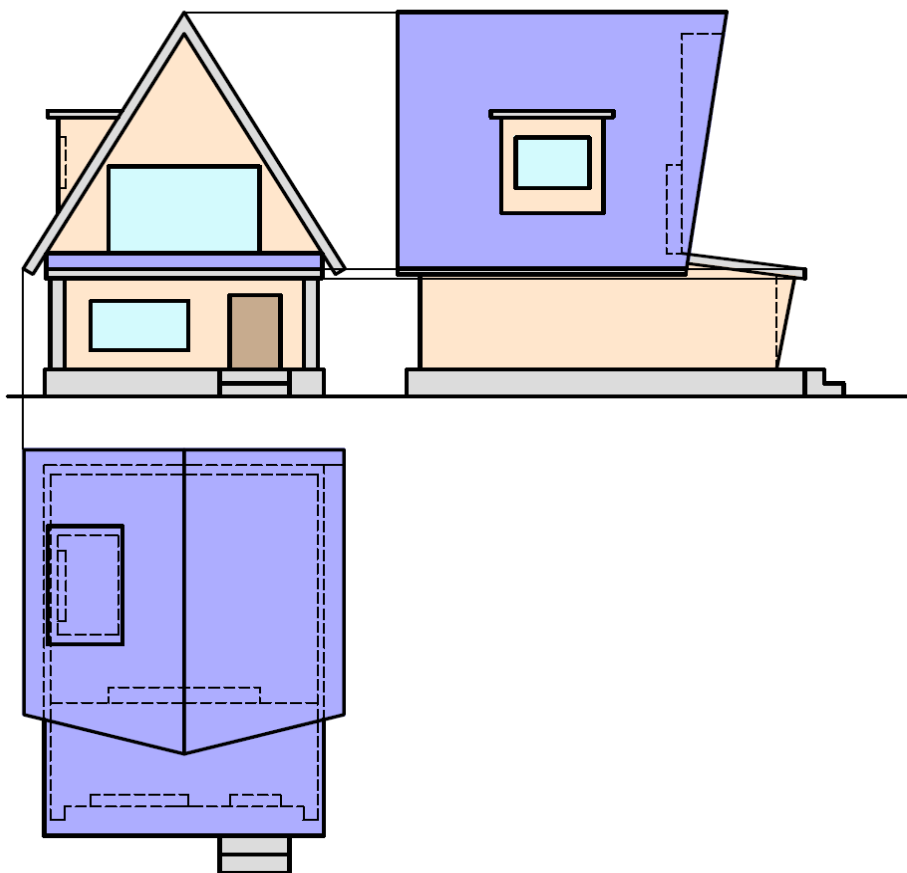


Рис. 1.5 – Ортогональные проекции здания

На рисунке 1.6 дано изображение схематизированного здания. Изображение, полученное на фронтальной плоскости проекций, называется видом спереди или главным видом. На архитектурно-строительных чертежах его называют фасадом. Каждая проекция здания является проекцией всех его элементов.

Так, например, фронтальная проекция предмета – это проекция не только передней и задней его граней, изображенных на ней без искажения. Эта проекция содержит проекции всех остальных граней и ребер предмета, только эти грани и ребра изображаются на ней в виде отрезков прямых линий или точек. Изображение на горизонтальной плоскости проекций называется видом сверху. Вид на здание сверху является планом кровли.

Изображение на профильной плоскости проекций называется видом слева. На архитектурно-строительных чертежах его называют боковой фасад [19].

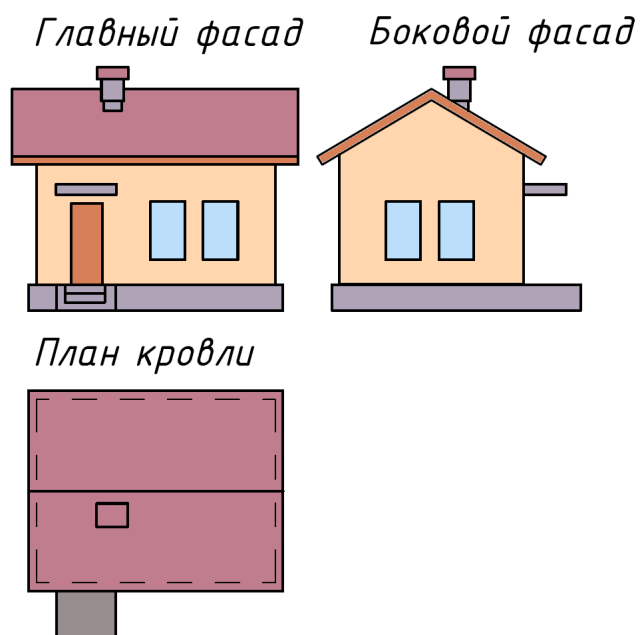


Рис. 1.6 – Расположение основных видов схематизированного здания

Пример расположения отдельных изображений на строительных чертежах показан на рисунке 1.7 [19].

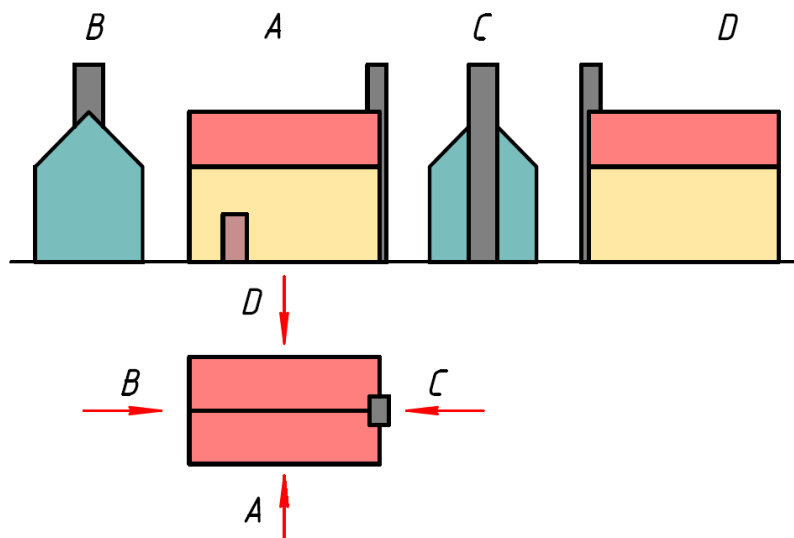


Рис. 1.7 – Схема расположения отдельных изображений на строительных чертежах

Вопрос о том, какие из основных видов следует применить на чертеже изделия, должен решаться так, чтобы при наименьшем количестве видов в совокупности с другими изображениями чертеж наиболее полно отражал конструктивные элементы здания (рис. 1.8) [21].

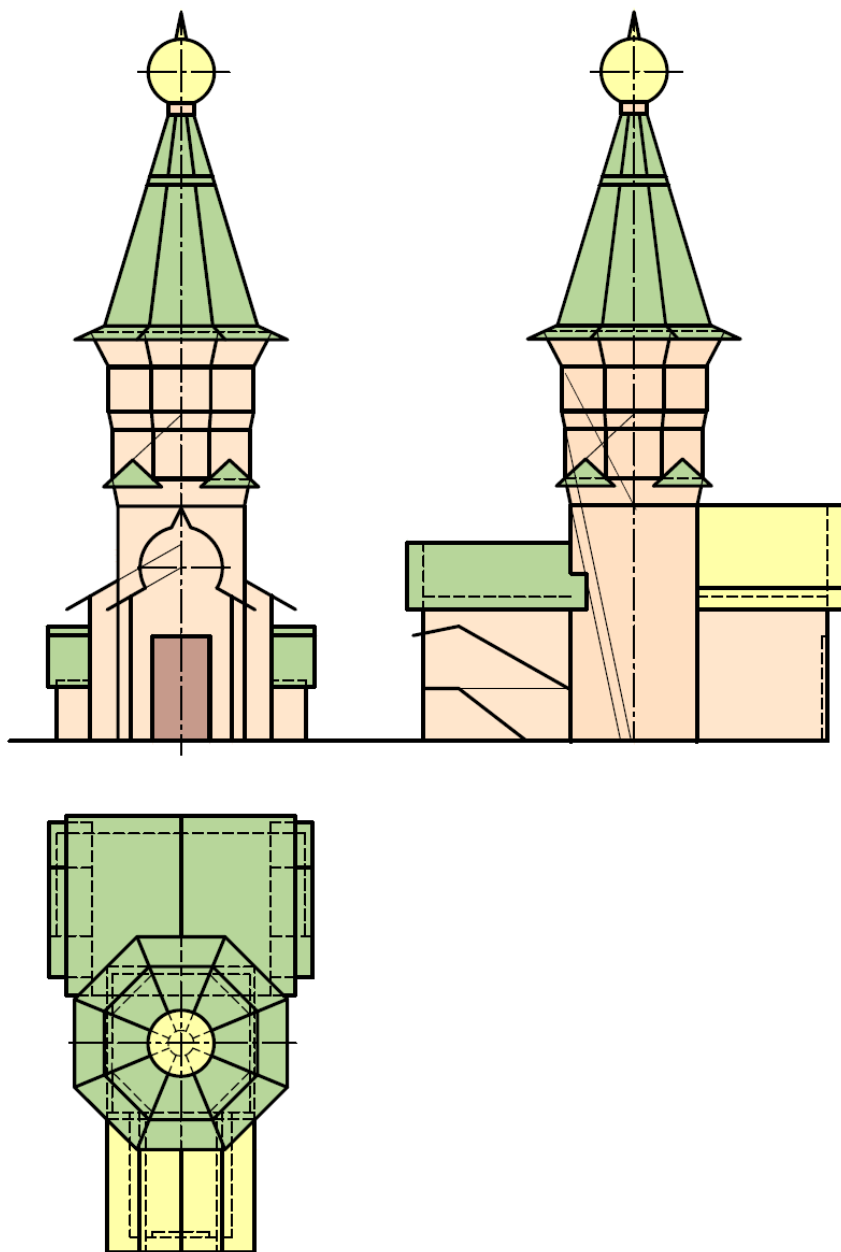


Рис. 1.8 – Применение основных видов на чертеже

Для наилучшего использования поля чертежа виды допускается располагать вне проекционной связи (рис. 1.9). Вид сзади расположен не сверху от главного вида, а размещен вне проекционной связи с главным видом. В таких случаях у связанного с упомянутым видом изображения предмета наносится стрелка, указывающая направление взгляда на предмет [21].

Стрелка обозначается буквой, а над видом, который получен при взгляде на предмет по направлению, указанному стрелкой, выполняется надпись, содержащая ту же букву, которой обозначена стрелка. Размер шрифта надписей должен быть крупнее цифр размерных чисел на данном чертеже.

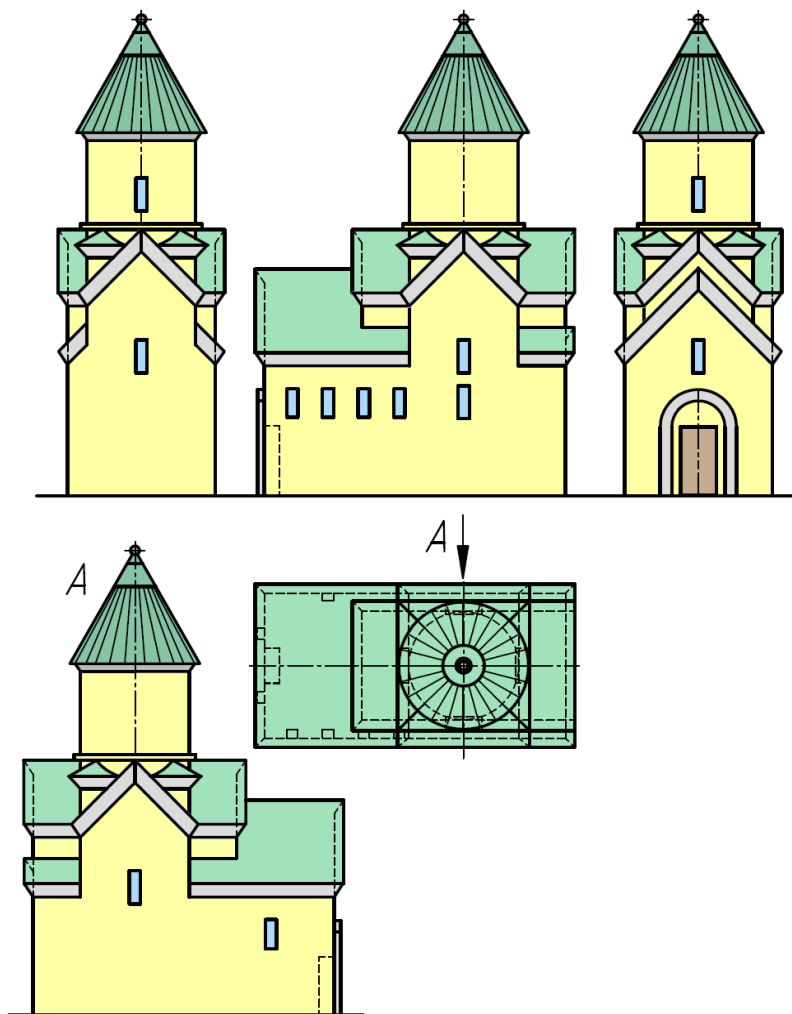


Рис. 1.9 – Расположение видов вне проекционной связи

ГЛАВА 2. ТЕНИ НА КОМПЛЕКСНОМ ЧЕРТЕЖЕ

2.1. Построение тени точки, линии

При построении теней в ортогональных проекциях обычно полагают, что источник света удален в бесконечность и световые лучи параллельны друг другу. Чаще всего построение теней осуществляется при параллельных световых лучах. При этом за направление лучей света обычно принимают направление одной из диагоналей куба, две грани которого совмещены с плоскостями проекций. Проекциями каждой диагонали такого куба являются соответствующие диагонали квадратов, т. е. каждая из проекций светового луча составляет с осью x угол 45° (рис. 2.1).

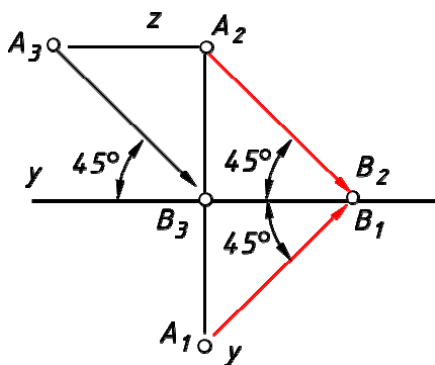


Рис. 2.1 – Направление световых лучей

Такое направление лучей облегчает построения и позволяет определять взаимное расположение элементов объекта и даже читать глубину (вынос) элемента (ширина тени равна глубине).

Истинный угол наклона луча к граням куба примем (округляя) 35° . Его построение показано на рисунке 2.2, а. Диагональ квадрата 1–3 совмещается с его стороной 1–4 и полученная точка 5 соединяется с точкой 2. Линия 2–5 дает истинный угол наклона диагонали куба ($35^\circ 16' 16''$).

При графических операциях построения теней часто приходится делить отрезок прямой в отношении величин стороны к диагонали квадрата, равном 0,707 (округляя 0,7). Данная операция выполняется следующим образом (рис. 2.2, б): из концов отрезка 1–2 проводят прямые под углом 45° до взаимного пересечения в точке С, размер 1–С переносят засечкой на исходный отрезок и тогда величина 1–4 будет составлять 0,707, можно принять $2/3$ отрезка.

Пусть задана точка А и направление световых лучей. Один из лучей на своем пути встретит точку А и будет ею задержан. Там, где этот луч при своем продолжении пересечет плоскость (поверхность), расположена падающая тень заданной точки на этой плоскости.

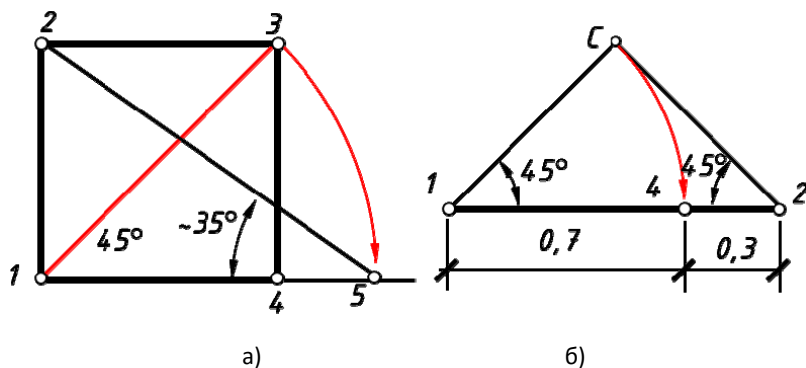


Рис. 2.2 – Деление отрезка прямой

Поставим перед собой более конкретную задачу. Предположим, что надо определить тень точки на плоскости проекций. Пусть точка A расположена в первой четверти, направление световых лучей задано (рис. 2.3). Там, где световой луч, проходящий через точку A , пересечет плоскость проекций, будет расположена тень заданной точки. Иными словами, в рассматриваемом случае тенью точки является след светового луча, проходящего через данную точку. Тень ее окажется на той плоскости проекций, которую световой луч встречает раньше. Так, на рисунке 2.3 плоскость Π_2 пересекается лучом в точке $A_{\Pi 2}$ раньше, чем плоскость Π_1 . Точка $A_{\Pi 2}$ для луча является фронтальным следом, а для точки A , через которую проходит этот луч, – ее тенью на плоскость Π_2 [11].

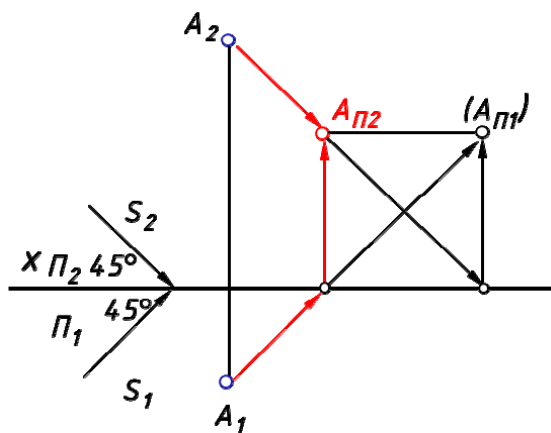


Рис. 2.3 – Построение тени от точки

Аналогично точка $A_{\Pi 1}$ для луча служит горизонтальным следом, а для точки A – тенью на плоскость Π_1 . Из этих двух теней первая – $A_{\Pi 2}$ будет *реальной*, действительной, вторая $A_{\Pi 1}$ – *мнимой*. Тень точки на плоскость Π_2

реальна, так как луч в рассматриваемом примере пересекает плоскость Π_2 раньше, чем Π_1 . Условимся обозначения мнимых теней заключать в круглые скобки. На рисунке 2.3 показано построение теней точки на эпюре. Очевидно, что реальные тени могут быть у точек, расположенных только в первой четверти.

Чтобы построить тень прямой линии на какую-либо плоскость или плоскость проекций, нужно определить тени двух ее точек. Тенью прямой будет прямая линия, соединяющая эти точки. Прямую $A_{\Pi_1}B_{\Pi_1}$ можно вместе с тем рассматривать как след лучевой плоскости, которая проходит через данную прямую AB . Процесс построения тени отрезка прямой на две плоскости проекций рекомендуется вести в следующей последовательности.

1. Строят тень на одну из плоскостей проекций, предполагая, что второй не существует. Так, в примере, данном на рисунке 2.4, сначала построена тень отрезка на плоскость Π_1 .

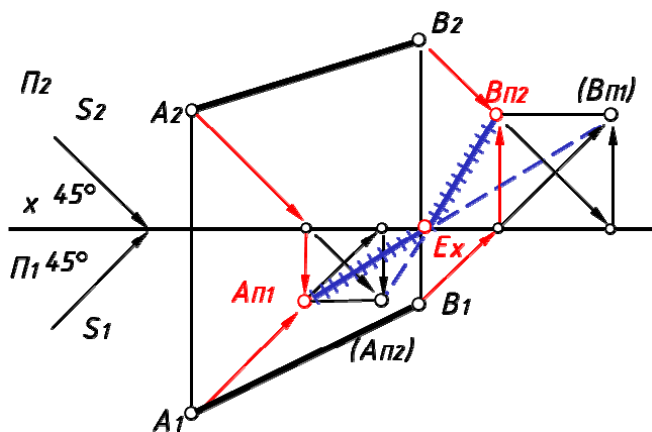


Рис. 2.4 – Построение тени прямой линии

2. Если построенная тень пересекает ось x , то в этой точке тень преломится и с одной плоскости проекций перейдет на другую. Точка преломления тени в рассматриваемом примере обозначена через E_x . Установив, какая из двух теней крайних точек отрезка мнимая, определяют ее тень на второй плоскости проекции. В эту точку и будет направлена преломившаяся тень прямой. На рисунке 2.4 такой точкой является реальная тень B_{Π_2} [5].

3. Если отрезок прямой расположен во второй, третьей, четвертой четверти, то прежде всего необходимо выделить ту его часть, которая расположена в первой четверти. Для этой цели приходится определять следы данного отрезка.

Рассмотрим построение тени от прямых линий общего и частного положения. Для построения тени точки A прямой AB надо через эту точку (рис. 2.5, а) провести луч $A_1A_{\Pi_1}$ и найти точку A_{Π_1} его пересечения (след) с

плоскостью или поверхностью. Для построения тени отрезка прямой определяют тени от двух его точек (рис. 2.5, б). Если прямая, определяемая отрезком, имеет след на плоскости тени, то достаточно построить тень одной точки отрезка и соединить со следом прямой, т. е. с точкой B_1 (рис. 2.5, в). Поэтому целесообразно бывает не строить тени двух точек отрезка, а построить след прямой, определяемой отрезком, и использовать его для определения тени. Если падающая тень отрезка переходит с одной плоскости проекции на другую, она имеет на оси проекций точку перелома и может быть определена с помощью вспомогательной точки C_1 , как на рисунке 2.5, г.

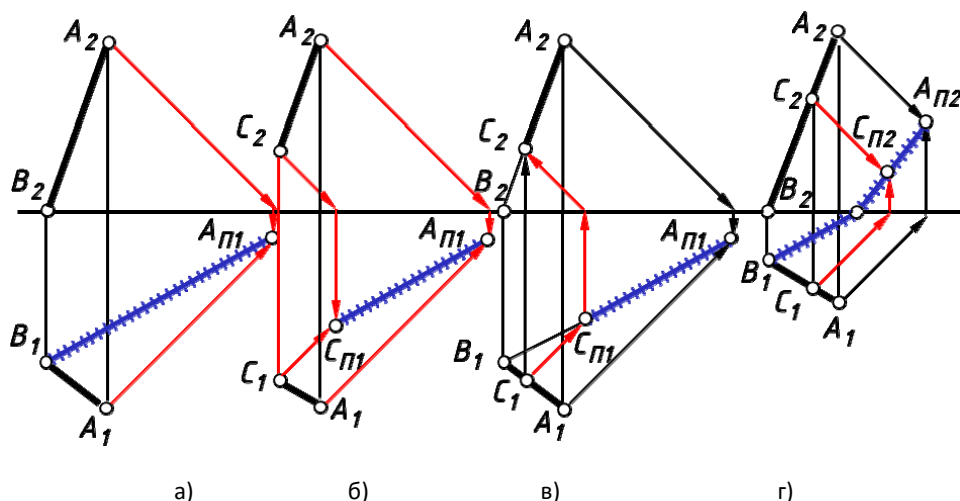


Рис. 2.5 – Построение тени прямой общего положения

Определенные закономерности между элементами фигуры и ее тенью наблюдаются: при расположении объекта в положении уровня или проецирующем, при родственном характере линий контура объекта и линий его тени, на основе плоскости симметрии или проективного соответствия двух плоских кривых [4].

Тень от отрезка на плоскость, ему перпендикулярную, располагается по проекции луча, то есть под углом 45° (рис. 2.6, а) к оси проекции. Тень от отрезка на плоскость, ему параллельную, располагается параллельно и длина его равна соответствующей проекции отрезка (рис. 2.6, б). Тень от горизонтальной прямой, расположенной под углом 45° к фронтальной плоскости, на этой плоскости получается с уклоном 1:2 (рис. 2.6, в). Такие линии в дальнейшем будем называть «биссекторными горизонталями». Тень от отрезка, лежащего в лучевой вертикальной плоскости, совпадает со следом этой плоскости, следовательно, на фасаде будет расположена вертикально (рис. 2.6, г).

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru