

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное агентство по образованию  
Южно–Уральский государственный университет  
Филиал в г. Златоусте  
Кафедра «Техническая механика»

744 (07)  
Ш965



# СТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

И.И. Шундеева  
Учебное пособие по выполнению  
домашних контрольных заданий

Издание второе, исправленное

*Допущено НМС по начертательной  
геометрии и инженерной графике в каче-  
стве учебного пособия для студентов  
строительных специальностей*

Челябинск  
Издательство ЮУрГУ  
2007

УДК [744:69](075.8)  
Ш965

*Одобрено*  
*учебно-методической комиссией филиала ЮУрГУ в г. Златоусте*

*Рецензенты:*  
*Чекмарев А.А., Матусевич В.Я., Коленчин Н.Ф.*

**Шундеева, И.И.**  
Ш965      Строительное черчение: Учебное пособие по выполнению домашних контрольных заданий / И.И. Шундеева. – 2-е изд., испр. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2007. – 115 с.

Учебное пособие содержит опорные лекции по разделам «Перспектива», «Теория теней», «Строительное черчение», а также варианты домашних контрольных заданий и подробные методические указания по их выполнению. Предназначено для самостоятельной и аудиторной работы студентов первого курса строительных специальностей дневной и вечерней форм обучения.

УДК [744:69](075.8)

© Издательство ЮУрГУ, 2007

## ПРЕДИСЛОВИЕ

При подготовке данного учебного пособия использован опыт преподавания инженерной и компьютерной графики студентам строительных специальностей.

В пособие включено два контрольных задания, которые содержат по 25 вариантов, что дает возможность обеспечить индивидуальным заданием каждого студента группы. Первое контрольное задание по перспективе и теории теней. Второе задание по строительному черчению. Изложены методические указания для выполнения каждого задания. Теоретический материал содержит три раздела: перспектива, геометрические основы теории теней, основные положения строительного черчения. Данный материал изложен в сжатой и простой форме, что позволит студентам хорошо понять и правильно выполнить графические контрольные задания.

Для улучшения усвоения теоретического материала и закрепление умений и навыков выполнения графических работ у студентов, приведено большое количество поясняющих рисунков и наглядных примеров.

Учащимся рекомендуется приступать к графическому оформлению контрольных заданий только после тщательной проработки и усвоения соответствующих тем курса.

Выполнение чертежей начинается с предварительной компоновки графических изображений на поле формата. Проекции необходимых видов, построения и основные надписи должны быть равномерно и рационально размещены на поле формата.

Сначала весь чертеж выполняется тонкими линиями. Этим обеспечивается точность построений, возможность легко поправить допущенные ошибки и т.п. Необходимую толщину линий чертежа придают при обводке карандашом, соблюдая требования ГОСТов.

Оформление контрольных заданий должно соответствовать правилам выполнения и оформления чертежей в сборниках государственных стандартов ЕСКД – «Единая система конструкторской документации», СПДС – «Система проектной документации для строительства».

Учебное пособие предусматривает обучение основам начертательной геометрии в задании по перспективе и построении теней. А также разработку и оформление архитектурно-строительных чертежей во втором контрольном задании.

Предложенные варианты задания можно выполнять не только ручным способом, но и с применением современных компьютерных технологий, например в системе проектирования AutoCAD.

Использование в качестве заданий оригинальных проектов домов впервые используется в подобной учебной литературе.

## ВВЕДЕНИЕ

Задача пособия обучить инженера по направлению «Строительство» (согласно ГОС «Требования к профессиональной подготовленности специалиста») методам и приемам технического черчения, архитектурной графики, начертательной геометрии и машинной графики, а также помочь инженеру освоить методы чтения и построения архитектурно-строительных и машиностроительных чертежей в ручной и машинной графике.

Стремительное развитие современных технологий требует высокого уровня подготовки инженеров строителей. Умение правильно выполнить и прочитать чертежи вырабатывается в результате освоения курса инженерной графики. Особое значение придается практическим работам, которые развивают пространственное воображение студентов, закрепляют приобретенные навыки по оформлению и чтению чертежей. Как показывает опыт преподавания, наибольший эффект может быть достигнут при выполнении учащимися индивидуальных заданий, способствующих развитию навыков самостоятельной работы.

Приведенные задания соответствуют трем разделам: перспектива, теория теней, строительное черчение.

Перспективные изображения по сравнению с другими видами графических изображений являются наиболее наглядными. Они наиболее точно передают зрительные впечатления, которые получает наблюдатель, рассматривая объект в реальных условиях. Перспектива имеет некоторые преимущества даже по сравнению с макетами зданий. Это преимущество заключается, прежде всего, в том, что перспективное изображение отображает конкретную точку зрения, из которой будет рассматриваться сооружение.

Построение теней на ортогональных проекциях зданий, помимо придания им большей выразительности, имеет и другие более конкретные цели. Построение теней уменьшает основной недостаток ортогональных проекций – их малую наглядность. Светотень как бы компенсирует отсутствие третьего измерения (на плане – высоты, на фасаде – глубины).

Инженер-строитель должен свободно ориентироваться в разнообразных строительных чертежах, уметь свободно их читать и квалифицированно выполнять и оформлять чертежи, входящие в проекты зданий и инженерных сооружений. В пособии даются подробные рекомендации по выполнению и оформлению архитектурно-строительных чертежей. Необходимые навыки выполнения чертежей приобретаются в процессе выполнения графических работ.

Приведенные задания для графических работ составлены в соответствии с рабочей программой курса «Начертательная геометрия. Инженерная графика» по направлению подготовки «Строительство».

## ЗАДАНИЕ № 1

Построить перспективу здания по заданным ортогональным проекциям и тени, собственные и падающие в ортогональных проекциях (на фасаде) и перспективе на листе формата А2. Варианты заданий даны в приложении 1.

Пример выполнения задания приведен на рис. 1.

### Рекомендации

1. По заданному варианту вычертить план и фасад.
2. На ортогональных проекциях указать:
  - а) высоту горизонта  $h-h = 1/3H$  (на фасаде);
  - б) положение картинной плоскости (т.е. основание картины  $K_1K_2$ ) провести под углом  $30^\circ$  к горизонту через правый передний угол (ребро) здания;
  - в) положение точки стояния (точки зрения) так, чтобы угол зрения был приблизительно равен  $28^\circ$ .
3. Построить перспективу здания методом архитекторов с увеличением в два раза. Построения выполнять при одной доступной точке схода преобладающих на плане линий. Производить измерения следует от одной и той же точки  $P_0$  основания картины.
4. Начинать выполнять перспективу здания необходимо с его основных элементов (основание, стены, крыша), и только затем идет подробная проработка деталей.
5. Обвести чертеж, сохраняя все тонкие линии построения на чертеже.
6. Тени строить собственные и падающие от одних сооружений на другие и от всего сооружения на землю (в перспективе).
7. При построении теней в ортогональных проекциях направление проекций лучей света следует выбирать под углом  $45^\circ$  с осью проекций.
8. Направление лучей света, при построении теней в перспективе, нужно взять параллельными картинной плоскости и с углами наклона к предметной плоскости  $30^\circ \dots 45^\circ$ .

## 1. ПЕРСПЕКТИВА

### 1.1. Основные понятия

Слово «перспектива» французское (perspective) и обозначает «насквозь видеть», «внимательно рассматривать». Произошло оно от глагола perspicere – «ясно вижу» (лат.)

Перспектива рассматривается как наука о построении изображений предметов на какой-либо поверхности такими, как их воспринимает глаз человека. Построение изображений пространственных фигур на плоскости с помощью проецирующих лучей, проведенных из одной точки, называют методом *центральной проекции*.



Изображение, полученное методом центральной проекции, называют центральной проекцией предмета или перспективным изображением, или перспективой. Не всякая центральная проекция может считаться перспективой.

*Перспективой* называют центральную проекцию предмета, у которой на взаимное расположение точки зрения (центра проекций), картины (плоскости проекций) и предмета наложены ограничения, связанные с условиями зрительного восприятия. На рис. 2 показан принцип построения перспективы предмета на плоскость.

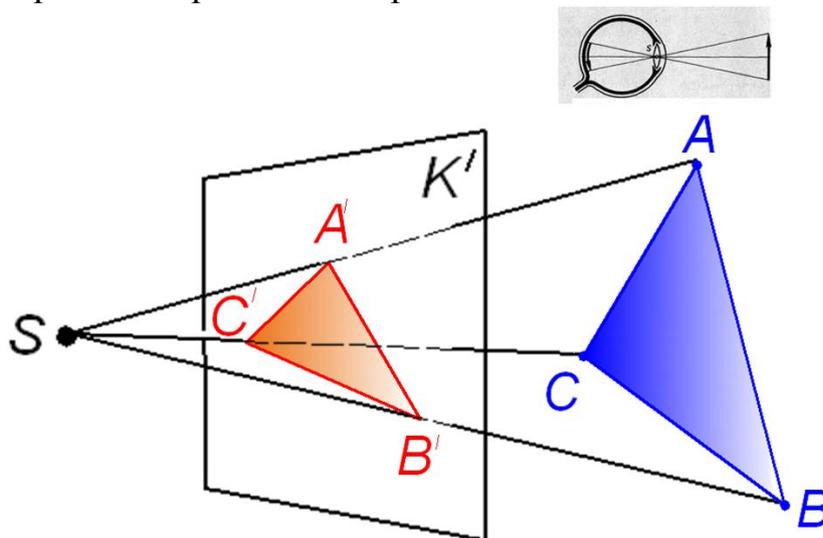


Рис. 2

Метод центральных проекций (перспектива) широко используют в архитектурном строительном черчении. Обычно чертежи архитектурного объекта выполняют в системе ортогональных проекций, и каждое изображение имеет свое название: фасад, план, разрез и т.д. И, как правило, архитектурно-строительные чертежи сопровождаются наглядными изображениями проектируемых сооружений, которые выполняются в перспективе.

## 1.2. Классификация перспектив

В зависимости от вида поверхности проекций:

- 1) *линейная* перспектива, которая строится на плоскости;
- 2) *плафонная* перспектива – построение выполняется на горизонтальной плоскости;
- 3) *панорамная* перспектива – изображение строится на внутренней поверхности цилиндра;
- 4) *купольная* перспектива. Она строится на внутренней поверхности купола, имеющего форму поверхности второго порядка (например, сферы).

В зависимости от положения картинной плоскости и точки зрения линейная перспектива может быть:

- 1) *центральной фронтальной* – картинная плоскость параллельна фасаду и точка зрения находится в центре;
- 2) *боковой фронтальной* – картинная плоскость параллельна фасаду, а точка зрения смещена в бок;
- 3) *угловой* – картинная плоскость проходит через угол здания.

Рассмотрим основные элементы и конструктивные особенности проецирующего аппарата для построения перспективы предмета в соответствии с рис. 3.

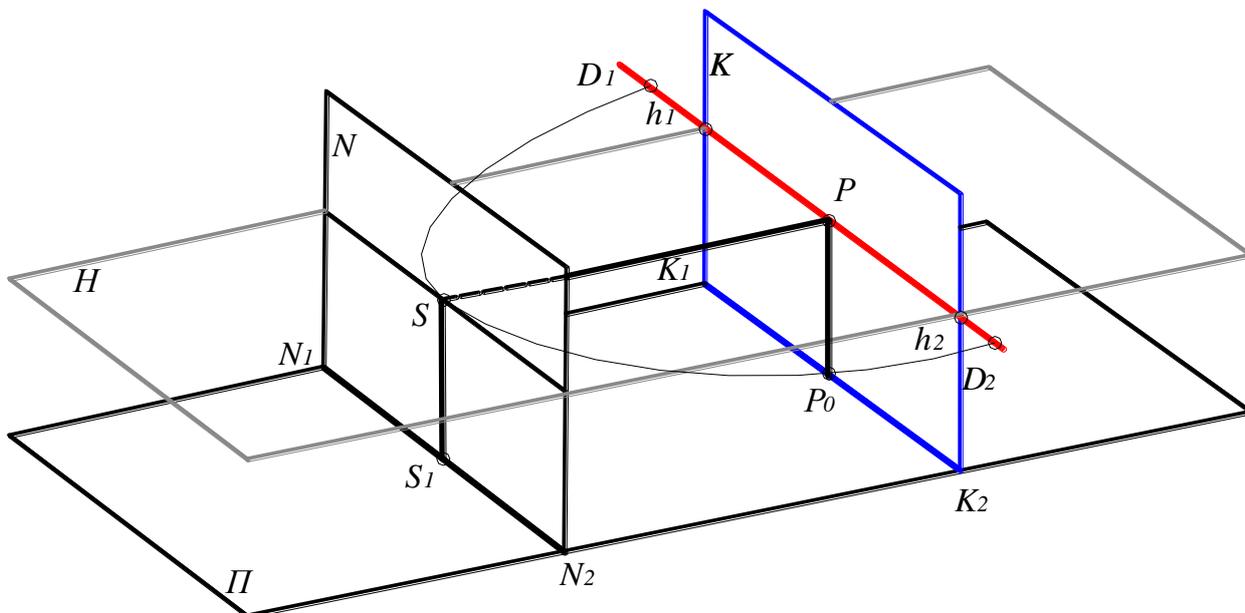


Рис. 3

$\Pi$  – предметная плоскость, её располагают горизонтально и подразумевают безграничной. На ней помещают картинную плоскость, зрителя и изображаемый предмет.

$K$  – картинная плоскость, плоскость проекций или картина. Её располагают перпендикулярно предметной плоскости. На ней получают центральную проекцию, т.е. перспективное изображение предмета или перспективу.

$K_1K_2$  – основание картины это линия пересечения картинной и предметной плоскостей.

$S$  – точка зрения является центром проекций, через который проходят проецирующие лучи ко всем точкам изображаемого предмета.

$S_1$  – точка стояния, основание перпендикуляра, проведенного из точки зрения на предметной плоскости.

$N$  – нейтральная плоскость, плоскость зрителя или плоскость исчезновения. Она проходит через высоту точки зрения параллельно картинной плоскости.

$N_1N_2$  – предметный след нейтральной плоскости, линия пересечения нейтральной и предметной плоскостей или след плоскости зрителя.

$H$  – плоскость горизонта. Она проходит через точку зрения параллельно предметной плоскости.

$h_1h_2$  – линия горизонта. Она является пересечением плоскости горизонта с картиной. Расстояние от основания картины до линии горизонта определяет высоту точки зрения.

$SP$  – главный луч зрения. Это перпендикуляр, проведенный из точки зрения до картины.

$P$  – главная точка картины. Точка пересечения главного луча с картиной. Она всегда находится на линии горизонта.

$P_0$  – горизонтальная проекция главной точки картины.

$D_1, D_2$  – дистанционные точки, правая и левая. Всегда  $PD_1=PD_2=SP$ . Дистанционные точки или точки дальности нужны для фиксации на картине расстояния картины от точки зрения (от зрителя).

*Промежуточное или нейтральное пространство* – пространство между картинной и нейтральной плоскостями.

*Мнимое пространство* – безграничное пространство от нейтральной плоскости, находящееся за зрителем.

Элементы проецирующего аппарата взаимосвязаны с элементами картины. От правильности выбора положения элементов проецирующего аппарата зависит изображение на картине и степень его соответствия зрительному восприятию. Определим и назовем элементы картины, полученные при установлении взаимосвязи проецирующего аппарата с картинной плоскостями.

Итак, для построения перспективных изображений задают основные элементы картины: форму и размеры картины с ее основанием  $K_1K_2$ , исходя из композиционного замысла, линию горизонта  $h_1h_2$ , главную точку картины  $P$ , положение дистанционных точек.

При построении угловой перспективы *картинная плоскость* задается на ортогональном чертеже горизонтальным следом, угол между картинной плоскостью и главным фасадом рекомендуется применять  $25^\circ \dots 35^\circ$ .

Картинную плоскость рекомендуется проводить через один из элементов здания (например, через угол здания), в этом случае элемент изображается без искажения.

Построение перспективного изображения ведется с использованием ортогонального чертежа. Характер перспективного изображения зависит от положения *картинной плоскости*, от положения *линии горизонта* и *точки зрения*.

*Линия горизонта* может занимать различное положение, но чаще всего она располагается на уровне  $1/3$  высоты здания или на уровне человеческого роста ( $1,7 \dots 1,8$  м,  $5$  м – с балкона,  $100$  м – с высоты птичьего полета).

*Точка зрения* может располагаться на расстоянии большем в  $1,5 \dots 3$  раза наибольшего размера изображаемого в перспективе объекта.

*Угол зрения*, т.е. угол между крайними лучами, можно принимать от  $20^\circ$  до  $60^\circ$ . Наиболее нагляден угол  $35^\circ$  (ясное зрение  $28^\circ \dots 37^\circ$ , умеренное  $53^\circ$ ).

*Главный луч* перпендикулярен картинной плоскости. Точка пересечения главного луча с картинной плоскостью не должна выходить из средней трети картины.

*Точки схода*  $F_1, F_2$  – точки пересечения связки параллельных прямых.

### 1.3. Перспектива точки

Каждая точка пространства имеет своей перспективой вполне определенную точку, которая получается при пересечении луча зрения с картиной. Это построение выполнено на наглядном чертеже в соответствии с рис. 4, где заданы:

$\Pi$  – предметная плоскость;

$K$  – картинная плоскость;

$K_1K_2$  – основание картины;

$S$  – точка зрения;

$S_1$  – точка стояния;

$h_1h_2$  – линия горизонта;

$P$  и  $P_0$  – главная точка картины и ее горизонтальная проекция;

$A, B$  – точки пространства;

$A_1, B_1$  – проекции точек на предметную плоскость, основание точек  $A$  и  $B$ ;



Перспективная проекция строится, как правило, по заданным ортогональным проекциям изображаемого объекта.

#### 1.4. Основные способы построения перспектив

В практике архитектурно-строительного проектирования несколько способов построения перспектив.

1. *Радиальный метод* – сущность этого метода заключается в определении точек пересечения лучей с картинной плоскостью с помощью построения картинных следов прямых, перпендикулярных картине. Поэтому этот способ называют методом следа луча. Он находит применение главным образом при построении фронтальных перспектив улиц, внутренних дворов, фасадов зданий с выступающими вперед частями.

2. *Способ архитекторов* – использование точек схода параллельных горизонтальных прямых. В практике построения архитектурных перспектив получил наибольшее применение.

3. *Способ масштабов* – предмет относится к прямоугольной системе координат, изображение которой затем строится в перспективе. Этот способ имеет ограниченное применение. Он используется главным образом при изображении несложных объектов неправильной формы.

4. *Способ сетки* – на плане строится сетка квадратов, положение точек определяется относительно этих квадратов. Этот способ является разновидностью координатного способа. Он также основан на применении перспективных масштабов. Его применяют при построении «планировочных» перспектив с высоким горизонтом при проектировании градостроительных и промышленных объектов, расположенных на значительной территории.

5. *Метод вспомогательных секущих плоскостей* – на горизонтальной плоскости более четко строится вторичная проекция. Этот метод применяют в случае, когда высота горизонта мала и вторичная проекция объекта оказывается сжатой, что затрудняет дальнейшее построение плана.

#### 1.5. Взаимное расположение двух прямых

1. Если прямые в пространстве параллельны, то их перспективы пересекаются в одной точке называемой *точкой схода* (рис. 6). Точка схода – это перспектива бесконечно удаленной точки пересечения этих прямых. Для построения точки схода прямой следует из точки зрения провести проецирующий луч параллельно данной прямой до пересечения с картиной. Эта точка будет точкой схода для всех прямых, параллельных данной прямой (рис. 7).

2. Если параллельные прямые – горизонталы, то их точка схода должна быть на линии горизонта (рис. 8).

3. Если параллельные прямые – фронталы (параллельны картине), то их перспективы параллельны, так как их точка схода является несобственной точкой (рис. 9).

4. Если две прямые пересекаются, то их перспективы и вторичные проекции пересекаются в точке, расположенной на одном перпендикуляре к горизонту h-h (рис. 10).

5. Скрещивающиеся прямые не имеют общей точки (рис. 11).

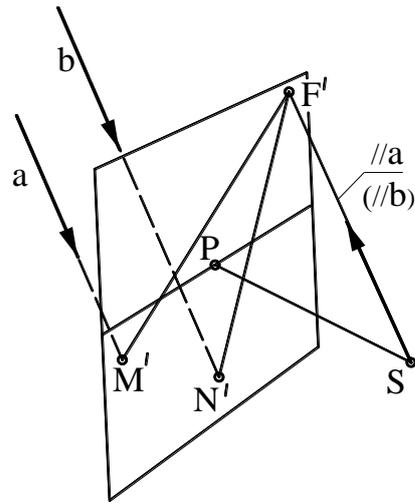
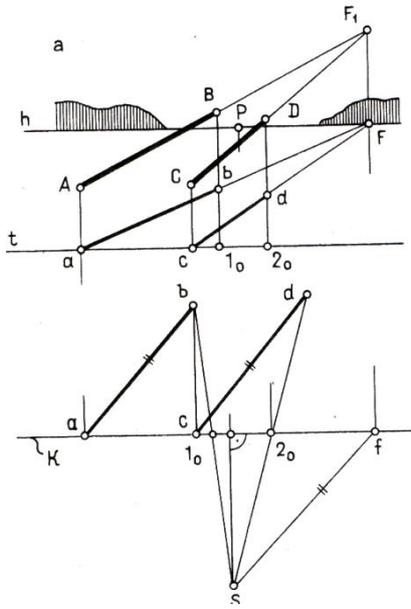


Рис. 6

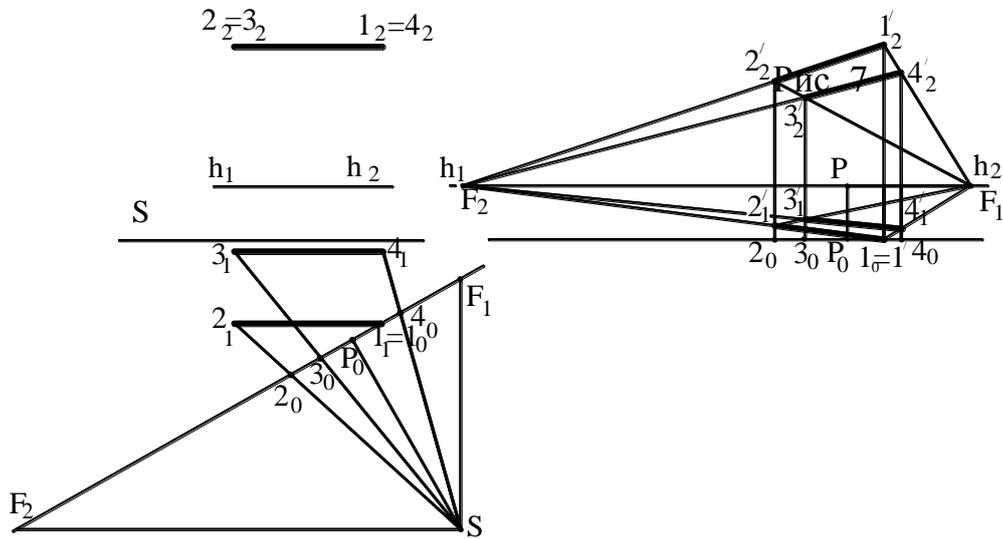


Рис. 8

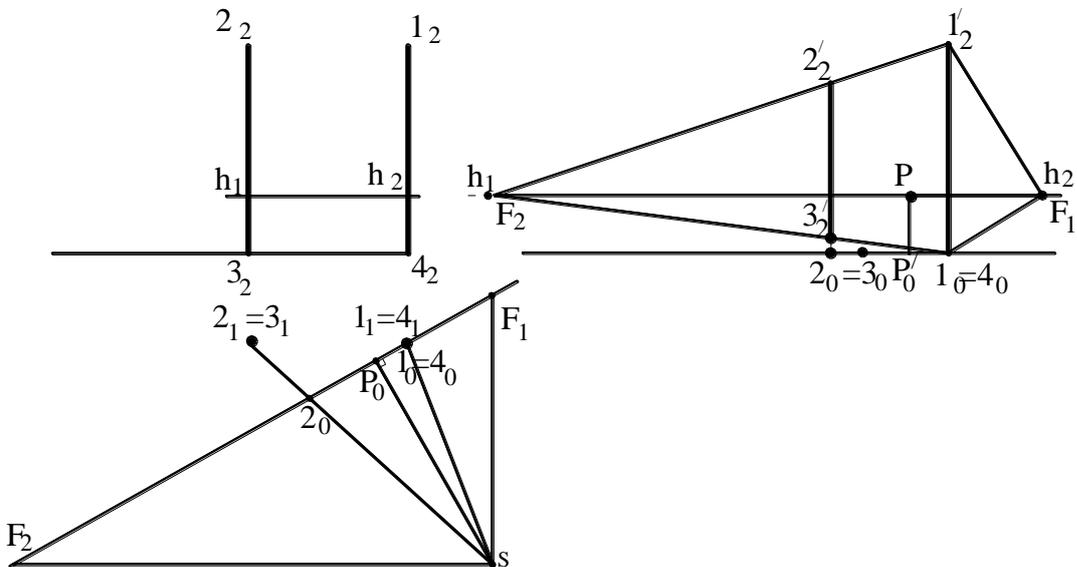


Рис. 9

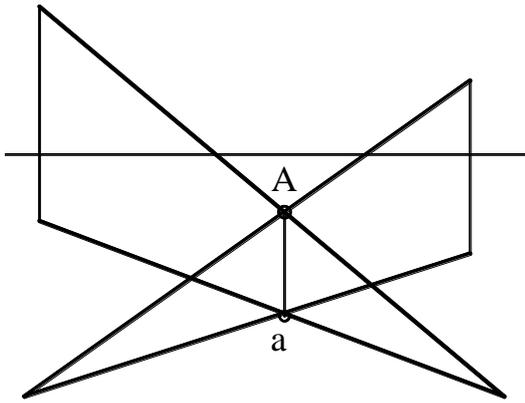


Рис. 10

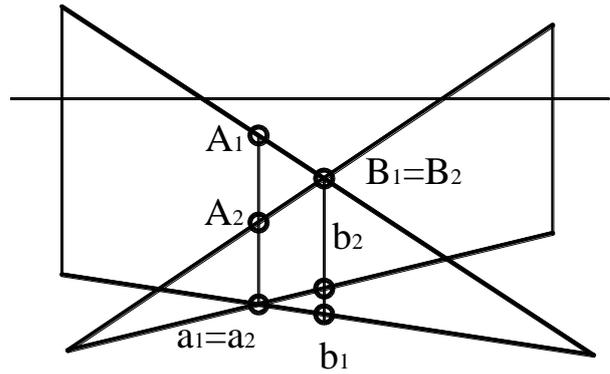


Рис. 11

### 1.6. Построение перспективы способом архитекторов

*Способ архитектора* – это построение перспективы объекта по плану и фасаду с учетом положения точки зрения. При построении перспективы могут быть использованы две точки схода параллельных прямых или одна точка схода и картинные следы прямых. Этот способ отличается большой графической точностью и простотой построения.

Он очень прост и удобен тем, что при построении перспективы объекта можно заранее выбрать положение точки зрения и картины, чтобы обеспечить определенные условия наглядности изображения.

Приступая к построению перспективы нужно выбрать с особым вниманием:

- 1) расстояние точки зрения до предмета;
- 2) угол зрения;
- 3) направление главного луча;
- 4) положение картинной плоскости;
- 5) высоту точки зрения или высоту горизонта.

Сущность рассматриваемого способа может быть показана на примере построения перспективы фигуры (рис. 12). Любое графическое изображение объекта выполняется путем построения его отдельных точек и линий.

1. Проводим основание картинной плоскости  $K_1K_2$  (угол между картинной плоскостью  $K$  и фасадом  $\angle \gamma = 25 \dots 35^\circ$ ).

Выбираем положение точки зрения  $S$  и главного луча  $SP$ ,  $\angle \beta = 28 \dots 35^\circ$  (обычно  $30^\circ$ ). Для этого на основании картины  $K_1K_2$  строим произвольный отрезок  $AB$ , через его середину (точку  $C$ ) проводим перпендикуляр к  $K_1K_2$  и на нем откладываем два отрезка, равные  $AB$  ( $CS_1 = 2AB$ ). Полученный угол  $AS_1B$  будет наилучшим углом зрения картины ( $28^\circ$ ). Теперь проводим параллельно прямым  $S_1A$  и  $S_1B$  через крайние точки плана лучи ( $2S // S_1A$ ,  $4S // S_1B$ ) /  $S$  – точка пересечения этих крайних лучей и определит положение точки зрения (стояния). На фасаде проведем линию горизонта  $h_1h_2 = 1/3H$ .



2. Затем находим точки схода  $F_1, F_2$ . Для чего из точки  $S$  проводим прямые, параллельные доминирующему направлению линий на плане ( $SF_1//1-4, SF_2//1-2$ ).

3. После этого на месте, отведенном для построения перспективы, проводим горизонтальную линию  $K_1K_2$  (основание картины) и параллельную ей прямую  $h_1h_2$  – линию горизонта. Расстояние между ними берем с ортогонального чертежа равное  $h$ .

4. Произвольно, но с учетом развития чертежа, назначаем положение главной точки картины  $P$ .

5. На линии горизонта отмечаем точки схода  $F_1$  и  $F_2$  ( $PF_1 = P_0F_1, PF_2 = P_0F_2$ ).

6. Затем на плане проводим из точки  $S$  лучи к точкам 1, 2, 3, 4 и отмечаем их пересечение с основанием картины – точки  $1_0, 2_0$  и т.д.

7. Откладываем на основании картинной плоскости от точки  $P_0$  точки  $1_0, 2_0$  и т.д.

8. Если через точку 1 проходят две линии различных пучков, то ее перспективу  $1_0$  соединяют с точками  $F_1, F_2$ .

9. Следующая точка 2 расположена на прямой 1-2 первого направления, перспектива которого уже построена. Через точку  $2_0$  проводим вертикальную прямую, которая, пересекаясь с ранее построенной прямой  $1_0F_2$ , определяет положение перспективы точки 2.

10. В той же последовательности получаем перспективы остальных точек.

11. Через вершины перспективы точек 1, 2, 4 проводят вертикальные прямые.

12. Вертикальное ребро  $1'-1'_2$  совпадет с картинной плоскостью и будет проецироваться без искажения. Из точки  $1'$  откладываем натуральную величину  $H$ .

13. Соединяем  $1'_2$  с точками  $F_2$  и  $F_1$ , на прямой  $1'_2F_2$  находим точку  $2'_2$ , а на  $1'_2F_1$  – перспективу точки 4.

### **1.7. Построение перспективы методом архитекторов с увеличением в два раза при одной доступной точке схода**

Построение перспективы с использованием одной точки схода применяется в том случае, когда вторая точка схода не размещается в пределах чертежа. На рис. 7 показано построение перспективы предмета с использованием одной точки схода  $F_1$ . Построение ведется в той же последовательности, что и в предыдущем примере на рис. 12. Только перспектива строится с увеличением в два раза и введена вспомогательная плоскость  $\Sigma$  до пересечения с картинной плоскостью (рис. 13).

1. Для этого выбираем точно также положение картинной плоскости  $K_1K_2$  и точку зрения на плане. Находим точку схода  $F_1$ .



2. На фасаде проводим линию горизонта  $h_1h_2$ .
3. На плане отмечаем точки  $1_0, 2_0$  и т.д.
4. Через точку 2 на плане проводим вертикальную плоскость  $\Sigma$  до пересечения ее с основанием картины  $K_1K_2$ .
5. На месте, отведенном для построения перспективы, проведем основание картины  $K_1K_2$  и параллельно ему удвоенное расстояние  $h$  линии горизонта  $h_1h_2$  (см. рис. 13).
6. На линии горизонта (желательно в крайнем правом положении) отметим положение точки  $F_1$ . Отложим удвоенное расстояние до точки  $P$  и опустим перпендикуляр на  $K_1K_2$ , получим точку  $P_0$ . От данной точки будем измерять расстояние до основных точек на плане и откладывать их удвоенное расстояние на основании картинной плоскости.
7. От точки  $P_0$  отложим  $P_0\Sigma$ , получим точку  $M$ , затем  $1_0, 2_0$  и т.д.
8. Соединяем  $1_0$  с  $F_1$  и  $M$  с  $F_1$ , на этих линиях находим перспективу точек  $4_0$  и  $2_0$ .
9. Откладываем удвоенную высоту здания  $H$  от точки  $1_0$  и на линии  $MN$ .
10. Соединяем точки  $1'_0$  и  $M$  с точкой  $F_1$ . На линиях  $1'_0F_1, MF_1$  строим перспективу точек  $2'_0$  и  $4'_0$ .
11. На плане отмечаем основные точки проемов и их высоты  $a, b, c$  и т.д.
12. Описанным выше способом отмечаем их положение на основании картинной плоскости и строим их перспективы.
13. Для кривых поверхностей и окружностей перспективу полученных точек соединяем плавной кривой линией.

### **1.8. Контрольные вопросы для самопроверки**

1. Почему не всякая центральная проекция называется перспективой?
2. По каким признакам классифицируется перспектива?
3. Что необходимо иметь при построении перспективы точки?
4. Сущность метода архитекторов.
5. Величина угла ясного зрения.
6. Если прямые пересекаются, где расположены их перспективы?

## **2. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕОРИИ ТЕНЕЙ**

### **2.1. Определение теней. Световые лучи**

Тени дают возможность лучше представить на чертеже взаимное расположение отдельных элементов, объемно-пространственную композицию здания. Помимо упрощения самих построений, тени (при стандартном направлении лучей) четко выражают глубину или величину выступающих элементов фасада здания. Зная масштаб чертежа, мы можем с довольно большой точностью по величине падающей тени от выступающих частей зданий судить об их «выносе» от плоскости фасада или, наоборот, о заглубленности отступающих частей. При освещении лучами света какого-либо предмета (здания или сооружения) на этих объектах образуются тени. Подробное описание теории теней можно найти в учебной литературе [1, 2].

Для образования тени необходимы: источник света, освещаемый непрозрачный предмет и экран, то есть плоскость, на которую падает тень.

Источники света можно разделить на 2 группы:

- 1) *факельное освещение* – световые лучи идут из одной точки;
- 2) *солнечное освещение* – световые лучи параллельны между собой.

Для построения падающей тени необходимо знать направление лучей света. В природе направление световых лучей меняется в зависимости от времени года и суток. Использование направления световых лучей вызвало бы значительные трудности, как в построении тени, так и в чтении чертежа. Поэтому при построении тени в ортогональных проекциях направление лучей света ограничено некоторыми условиями, позволяющими значительно упростить процесс построения.

Принято считать, что предмет освещен одинаково направленными параллельными лучами света. Это направление соответствует диагонали куба, прислоненного своими гранями к плоскостям проекций. Угол светового потока составляет приблизительно  $35^\circ$  (рис. 14).

Фронтальная и горизонтальная проекции диагонали составляют угол  $45^\circ$  с осью X.

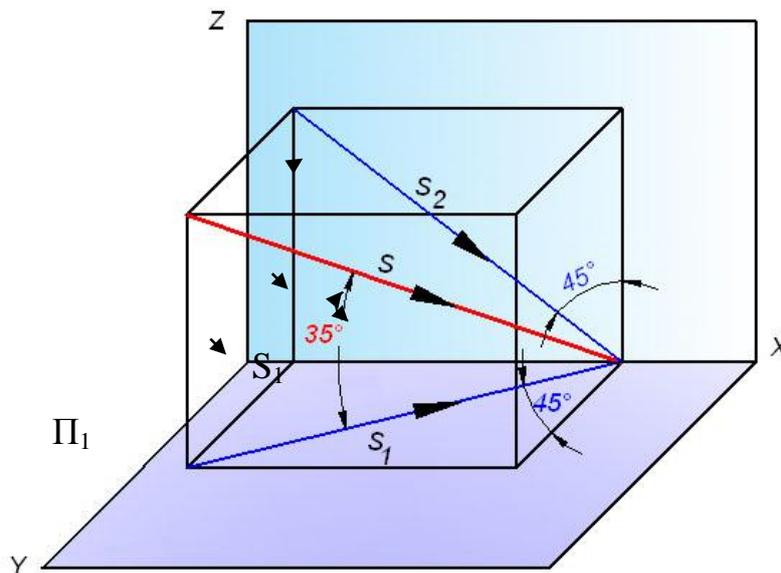


Рис. 14

## 2.2. Тень точки

Пусть задана точка A и направление световых лучей. Один из лучей S на своем пути встретит точку A и будет ею задержан. Если этот луч (его иногда называют теньевым лучом) мысленно продолжить, то в пересечении с плоскостью он образует тень точки. Поставим перед собой более конкретную задачу. Предположим, надо определить тень точки на плоскости проекции. Пусть точка A расположена в 1 октанте, задано направление световых лучей (рис. 15).

Тень от точки окажется на той плоскости проекций, которую световой луч встретит раньше. В нашем случае световой луч пересекает плоскость  $\Pi_1$  раньше, чем плоскость  $\Pi_2$ . Тень  $A_{t1}$  на  $\Pi_1$  будет реальной, а вторая точка  $A_{t2}$  – мнимой.

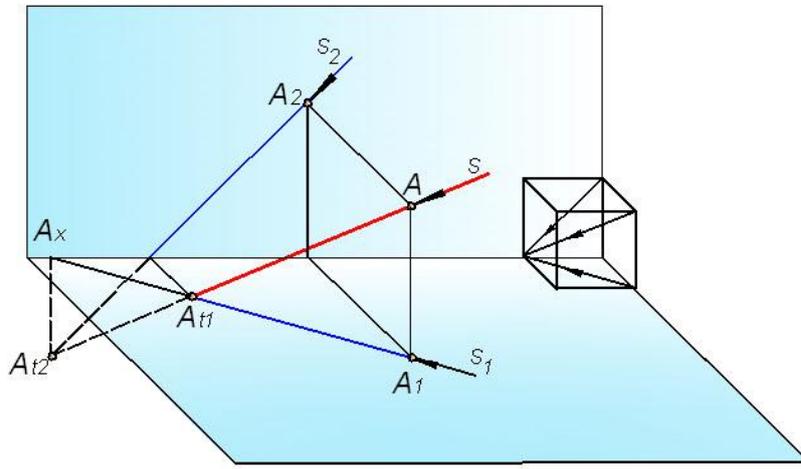


Рис. 15

Для построения на комплексном чертеже тени от точки  $A$  через фронтальную и горизонтальную ее проекции проведем проекции светового луча (рис. 16). Определим точку встречи его с плоскостями проекций по правилу нахождения следов прямой; для чего продолжим фронтальную проекцию  $S_2$  до пересечения с осью  $X$ , получим точку  $A_x$ . Проведем перпендикуляр к оси  $X$  через точку  $A_x$  до пересечения с горизонтальной проекцией  $A_1$ , определим  $A_{t1}$ .

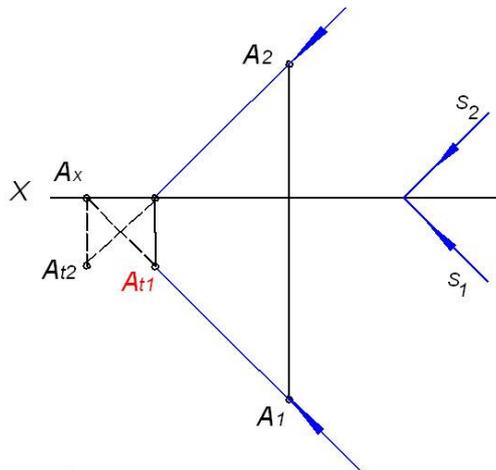


Рис. 16

### 2.3. Тень прямой линии

Чтобы построить тень прямой линии на какую-либо плоскость или плоскость проекций, нужно определить тени двух ее точек (рис. 17). Тенью прямой будет прямая линия, соединяющая эти точки. Прямую (тень прямой)  $A_{t1}B_{t2}$  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 следующим образом:

1) строят тень отрезка на одну из плоскостей проекций, предполагая, что второй не существует;

2) если построенная тень пересекает ось  $X$ , то в этой точке тень преломится и с одной плоскости проекции перейдет на другую.

$K_x$  – точка преломления тени.

Установив, какая из двух теней крайних точек отрезка мнимая, определим ее действительную тень на второй плоскости проекций. В эту точку будет направлена преломившаяся тень прямой –  $B_{t2}$ .

Рассмотрим построение тени от *прямых частного положения* (рис. 18).

1.  $AB \perp \Pi_1$  – тень совпадает с горизонтальной проекцией светового луча.
2.  $CD \perp \Pi_2$  – тень совпадает с фронтальной проекцией луча.
3.  $EF \perp \Pi_2$  – если прямая параллельна плоскости, то тень от прямой на эту плоскость равна и параллельна самой прямой.

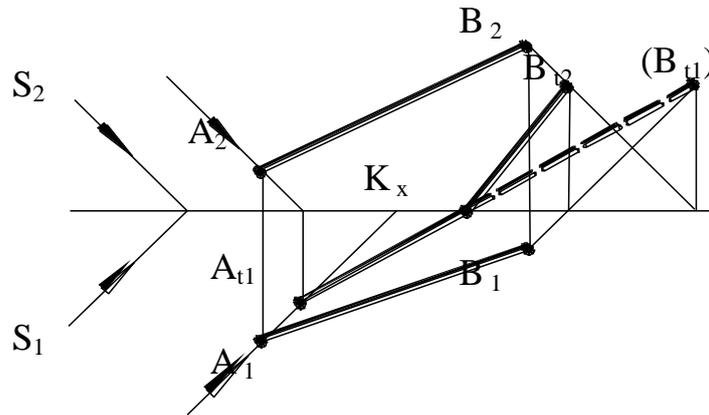


Рис. 17

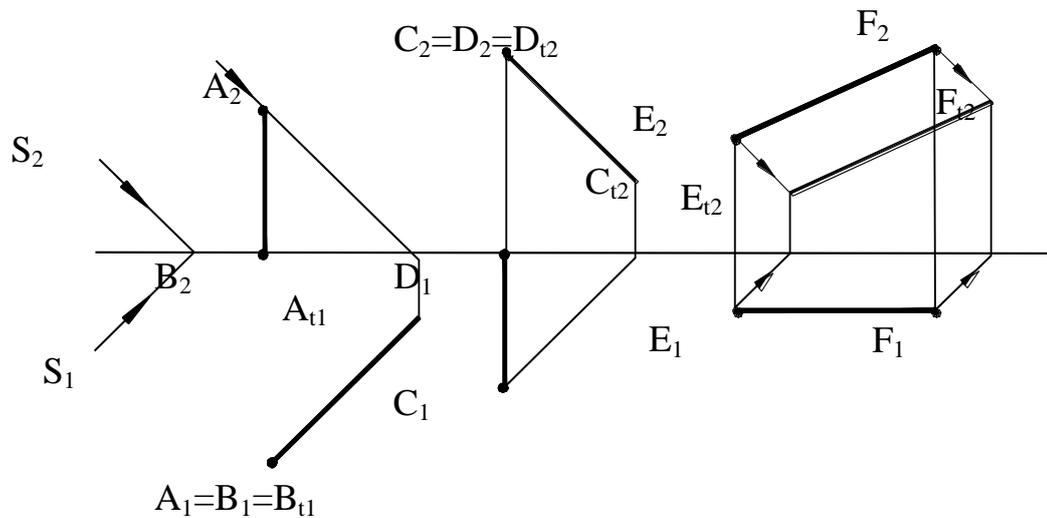


Рис. 18

## 2.4. Тень плоской фигуры

Плоская фигура имеет две стороны. Если одна сторона освещена, то другая – находится в тени. Поэтому контуром *собственной тени* плоской фигуры является линия, ограничивающая эту фигуру. *Падающая* тень от плоской фигуры на поверхность строится как тень от этой линии.

## Круг

Световые лучи, проходящие через точки окружности, образуют цилиндрическую лучевую поверхность, пересекающуюся с плоскостью проекций в общем случае по эллипсу, который и будет ограничивать тень, падающую от круга.

Эту тень можно построить 2 способами:

1) на окружности намечают достаточно большое количество точек и строят от каждой из них падающие тени;

2) окружности вписывают в квадрат, проводят его диагонали и составляют восемь точек; четыре точки касания окружности (рис. 19, а).

## 2.5. Тени геометрических тел

Основная задача теории теней заключается в определении контуров собственной и падающей теней данного тела.

*Собственные тени* – тени, которые получают на неосвещенной поверхности самого тела.

*Падающие тени* – тени, отбрасываемые предметом на плоскости проекций, а также на другие поверхности.

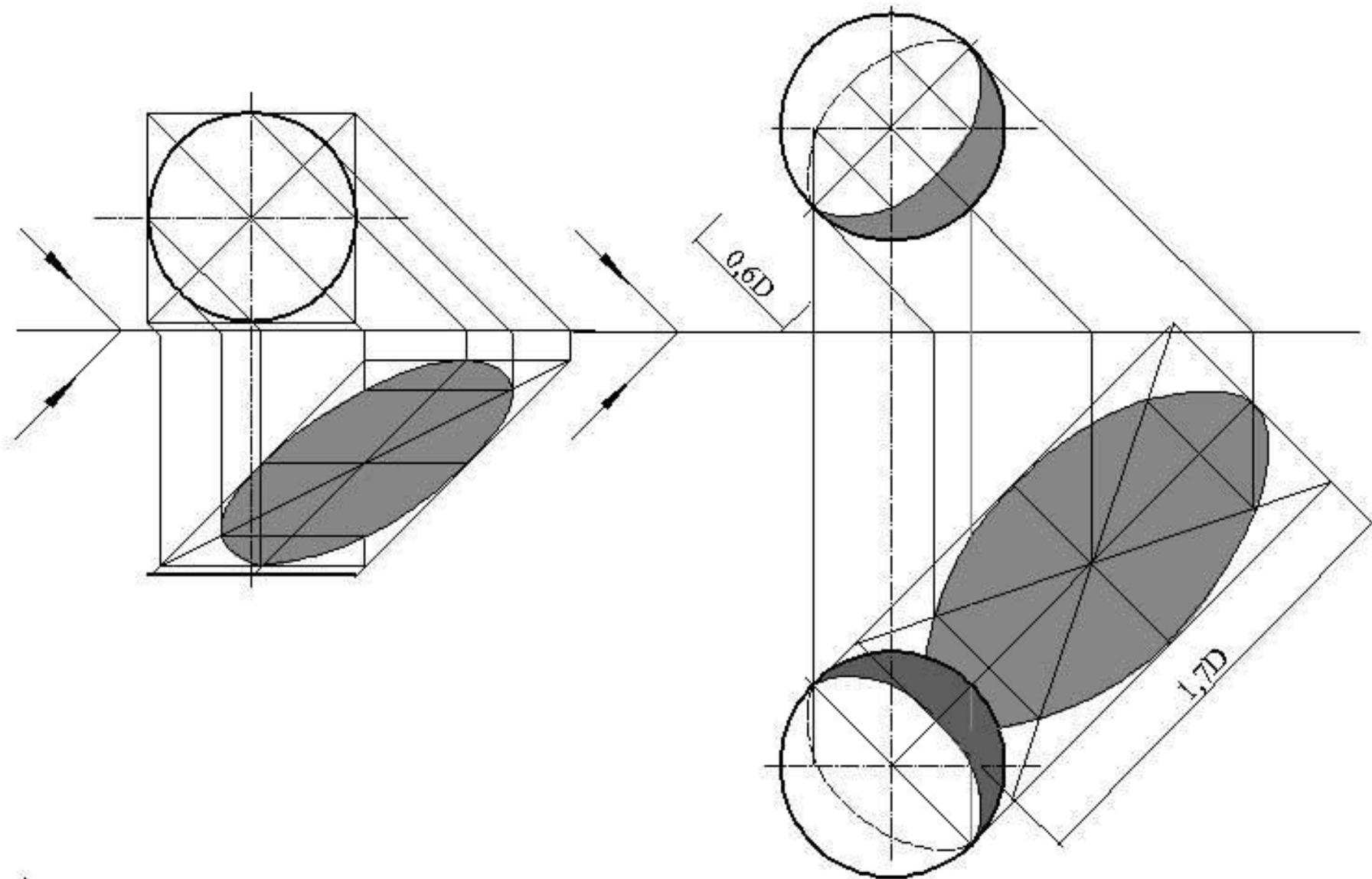
## Сфера

На рис. 19,б показано построение собственной и падающей тени сферы. Лучевая поверхность в данном случае представляет собой поверхность прямого кругового цилиндра. Она касается сферы по большой окружности – контуру собственной тени сферы. Проекциями контура собственной тени являются эллипсы. Большая ось эллипса равна диаметру сферы, а малая ось приблизительно равна  $0,6D$ . Построение падающей тени на горизонтальную плоскость понятно из чертежа.

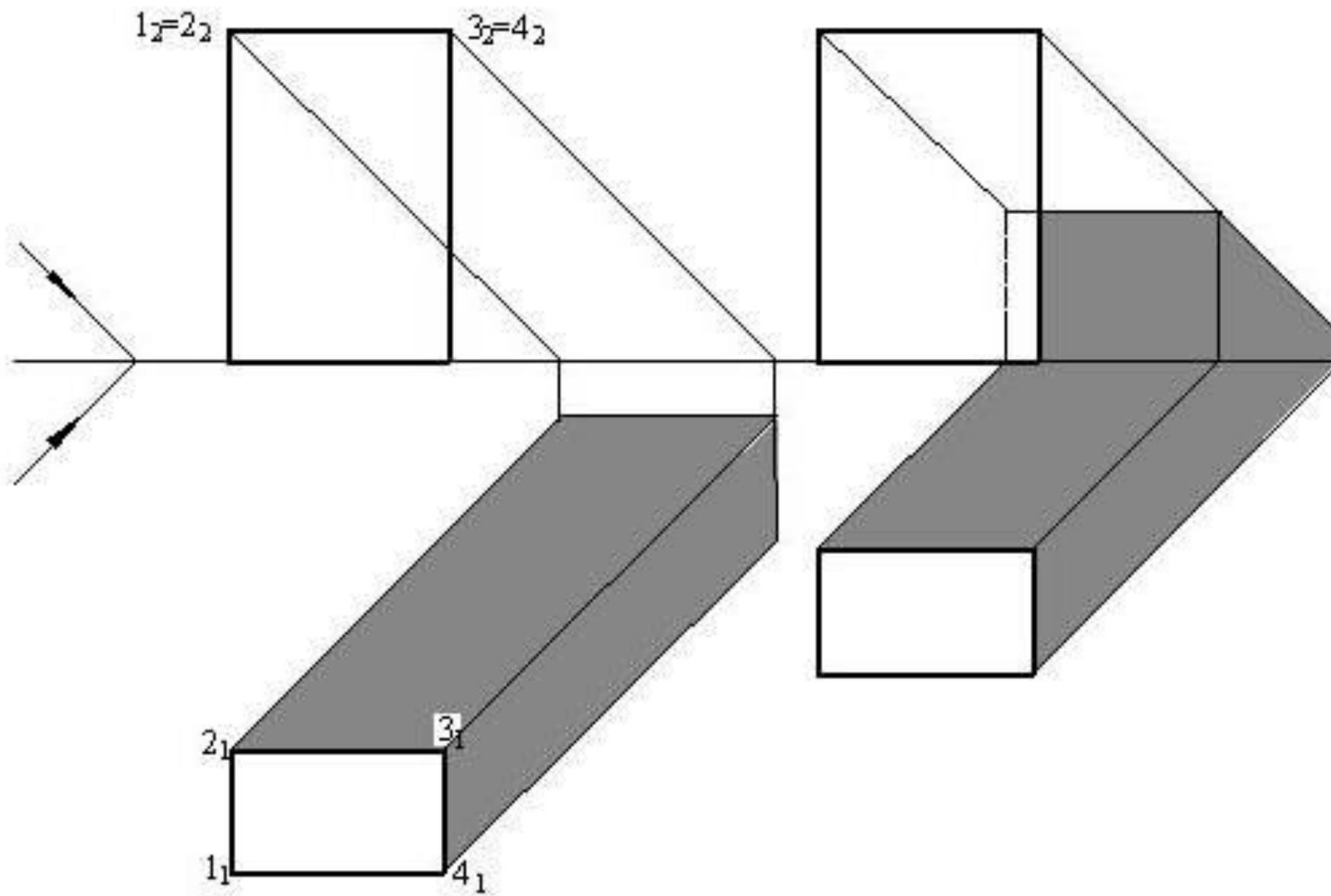
## Призма

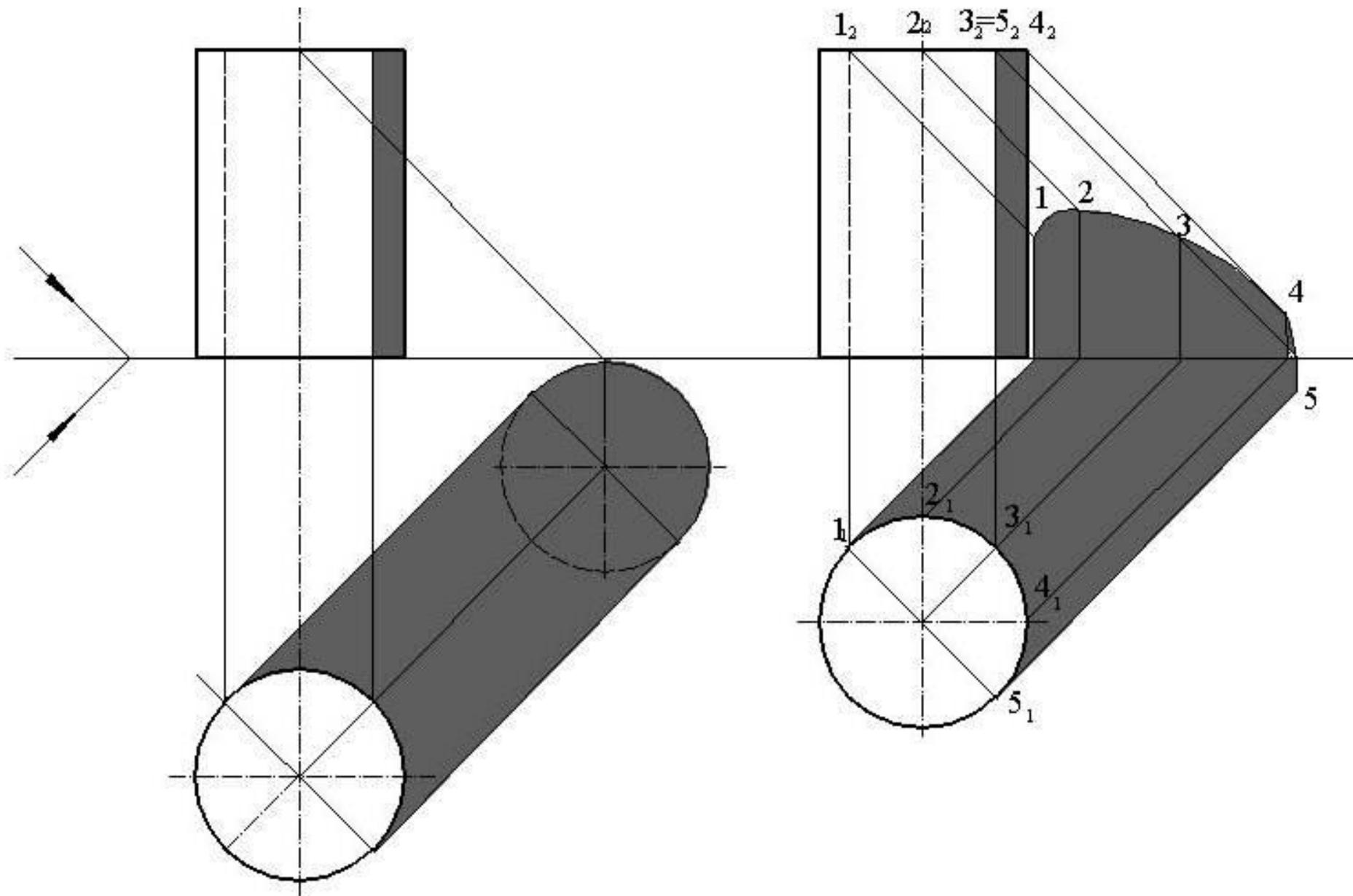
Построение теней призмы рассматривается для колонны прямоугольного сечения. Между контурами собственной и падающей теней существует прямая связь. Оба контура образованы лучевой поверхностью, как бы обертывающей данный предмет. Контур падающей тени является тенью контура собственной. Собственные тени являются более светлыми по сравнению с падающими. Контур собственной тени определим, руководствуясь лишь пространственным представлением. Ближайшей к источнику света вершиной призмы является точка 1, таким образом, грани 1-2, 1-4, прилегающие к вершине 1 будут освещены, а остальные две боковые – находятся в *собственной* тени. Следовательно, контуром собственной линии будет ломаная 2-3-4. Тень, построенная от этой линии, представляет собой *падающую* тень призмы.

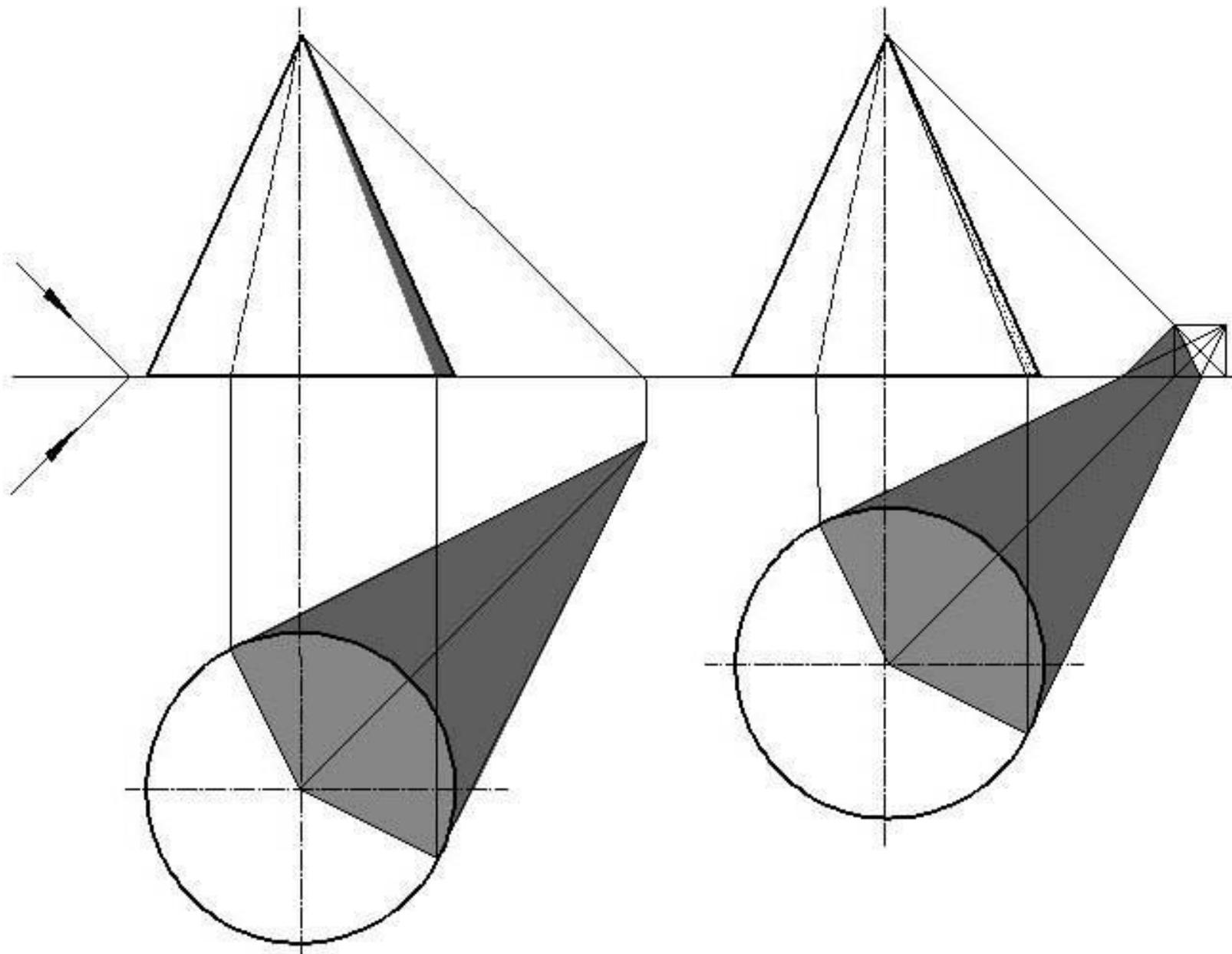
Контур собственной тени можно определить, построив падающую тень от всех ребер. Те из них, которые бросят тень внутрь контура падающей тени, не являются *границей раздела цвета и тени* (рис. 20).

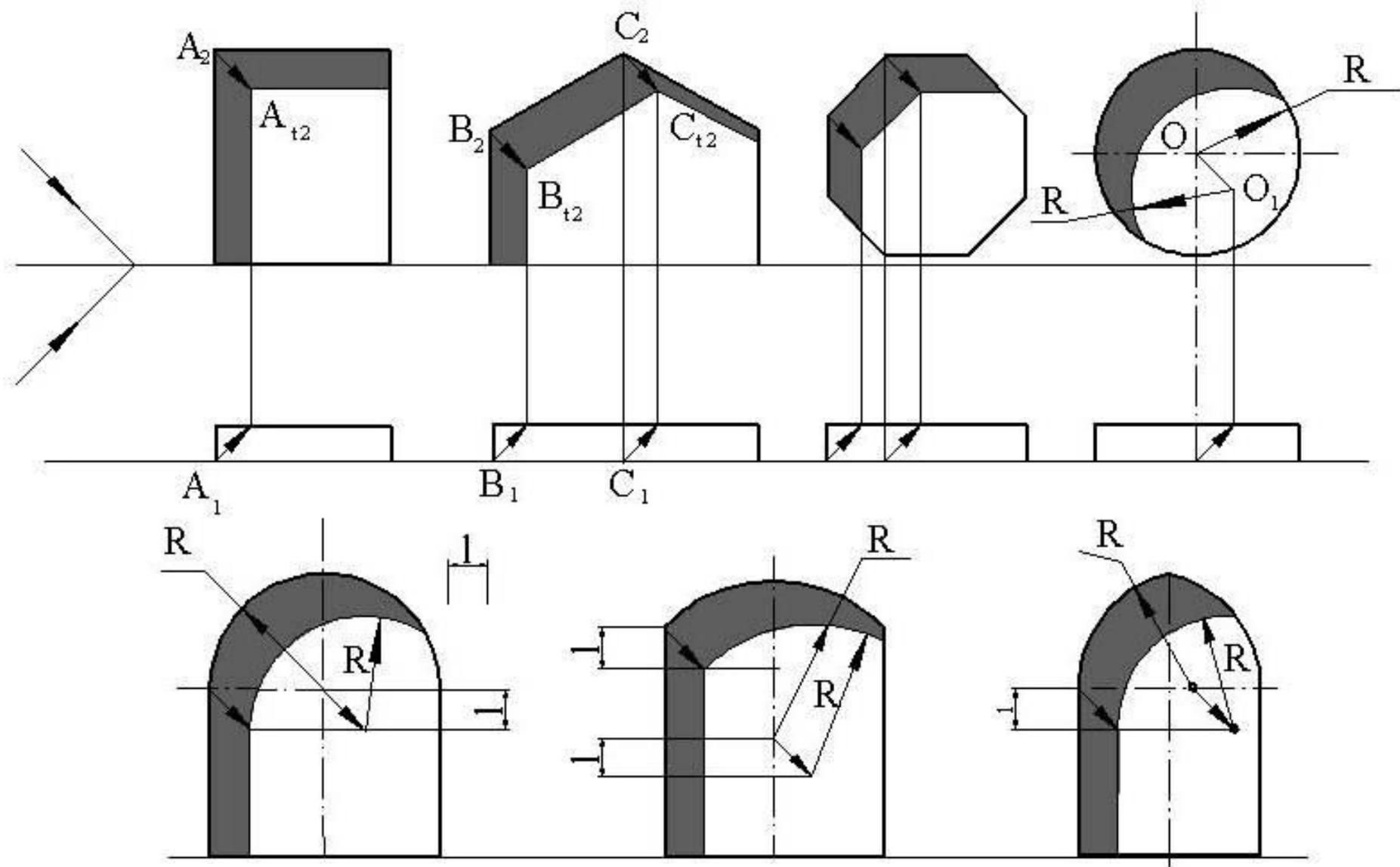


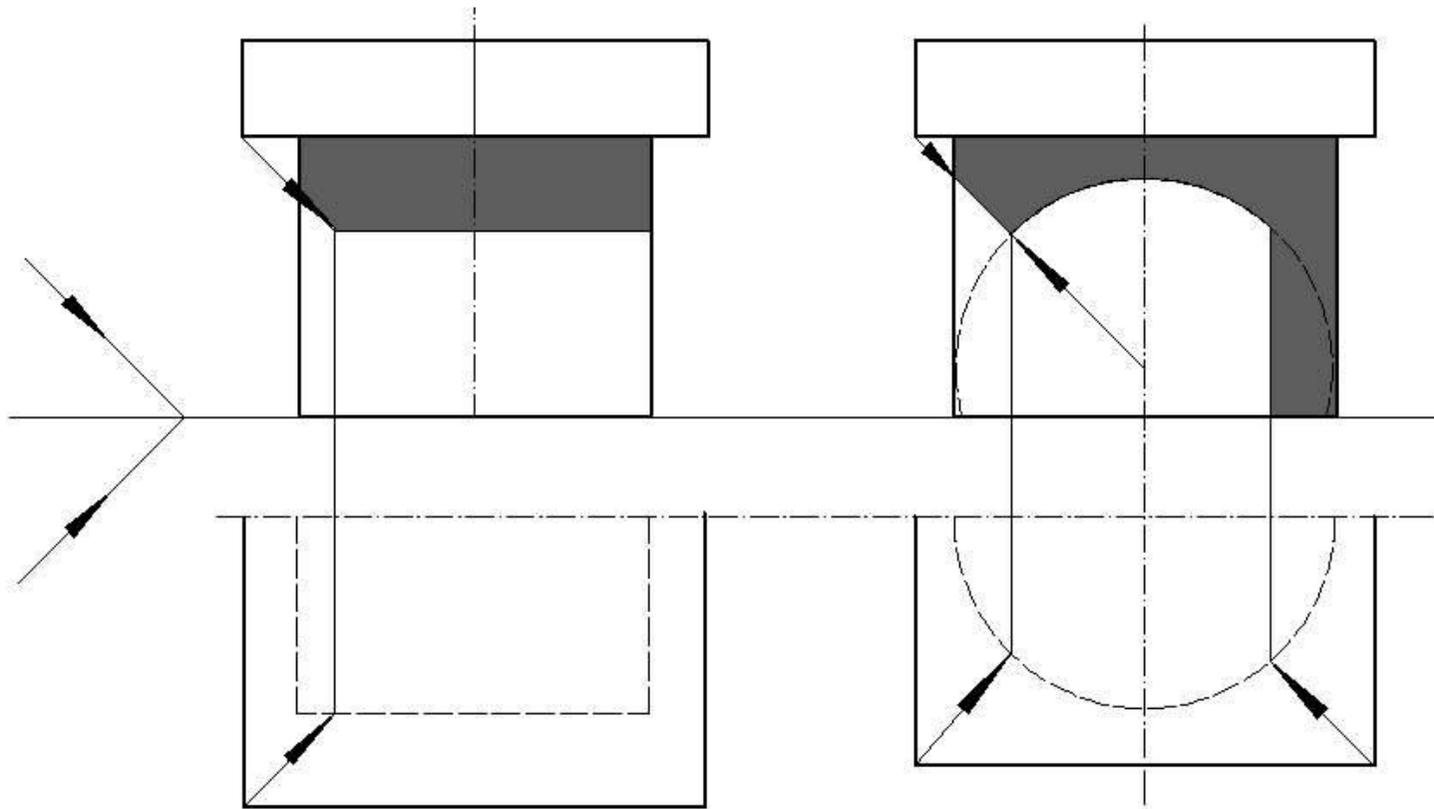
7











## Цилиндр

Построим *падающую* тень верхнего основания и касательных, соединим ее с нижним основанием.

Контуром *собственной* тени цилиндра является прямая касания (т.е. образующая) касательной лучевой плоскости к этой поверхности (рис. 21).

## Конус

Вначале строится *падающая* тень вершины. Затем из  $S_1$  прямые касательные к основанию конуса.

Контуром *собственной* тени конической поверхности является прямая образующая – линия касания лучевой плоскости к этой поверхности (рис. 22).

### 2.6. Тени в простейших сочетаниях

На рис. 23 показана методика построения собственных и падающих теней от квадратной плиты на квадратную колонну и от квадратной плиты на круглую колонну.

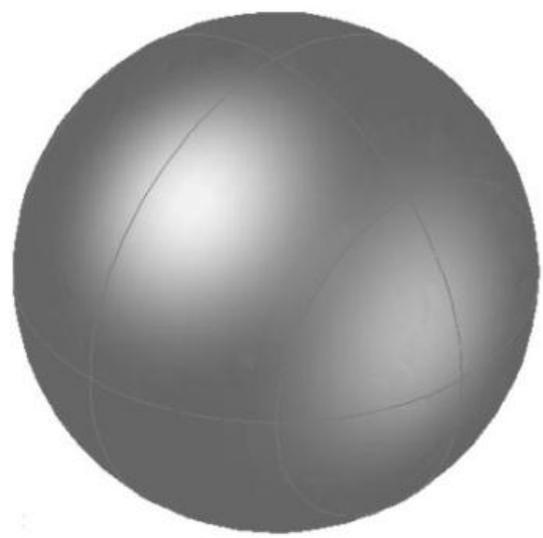
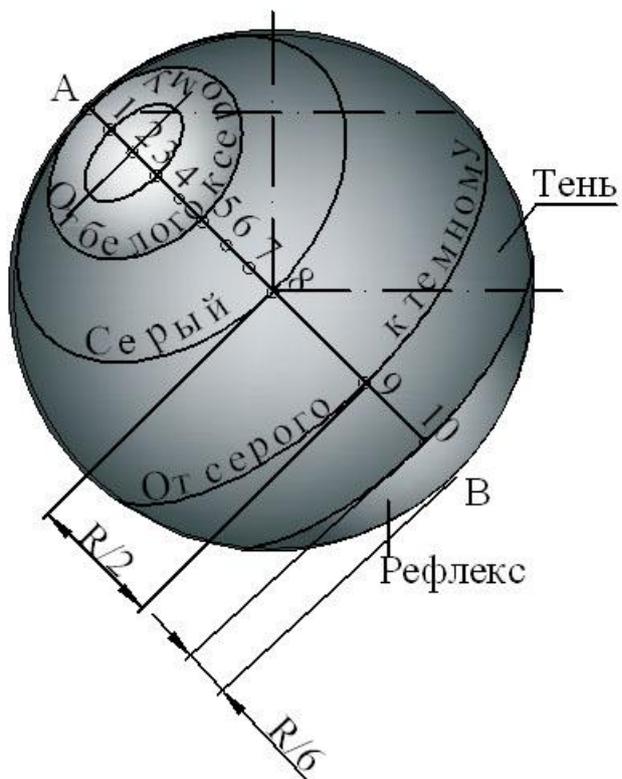
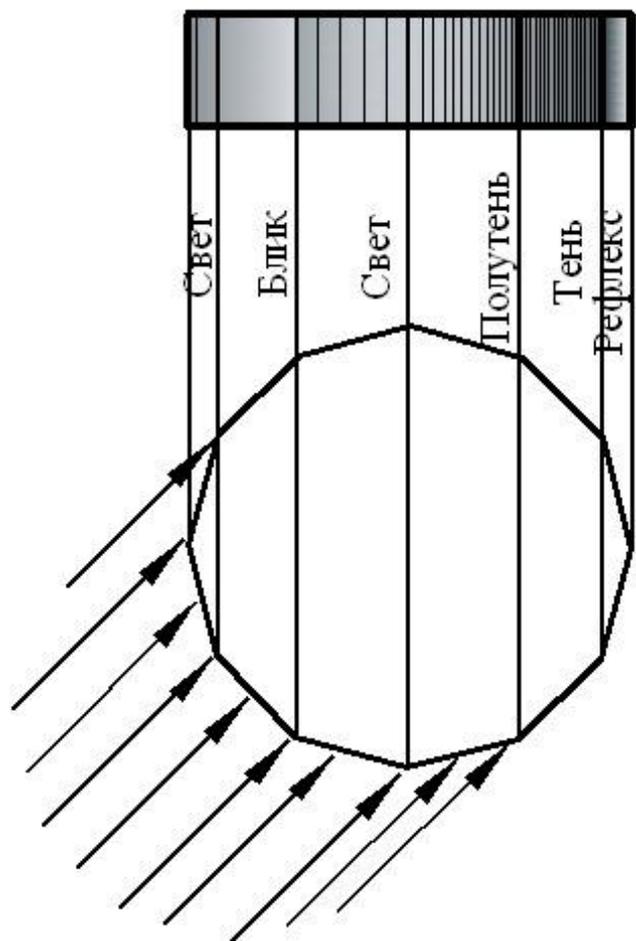
### 2.7. Тени в нишах

Ниша – это углубление в стене. Тень, падающая от фронтального обрамления ниши, повторит ее форму на задней грани (рис. 24). Построим тень в прямоугольной нише. Для этого достаточно найти тень от точки А и через точку  $A_{12}$  провести контур тени, повторяющий форму обрамления. Для определения контура тени в треугольной нише необходимо построить тень от точек В и С. Построение в остальных нишах понятно из чертежа.

### 2.8. Светотени. Градации освещенности

В процессе графического оформления архитектурно-строительных чертежей построение контуров собственных и падающих теней является лишь общей начальной стадией. В дальнейшем на этой геометрической основе производится выявление *градации освещенности* (рис. 25) на поверхностях объемных форм, что позволяет правильно и точно воспринимать на чертеже характер рельефа поверхности, ее форму. Это уже *физическая сторона светотени*, наблюдаемая в натуре. Она лежит на основе *тоновых* изображений на плоскости при отмывке и покраске чертежа. Таким образом, чтобы более точно передать на изображении внешнюю форму объекта, особенно имеющего цилиндрическую, сферическую или более сложную форму, недостаточно лишь построить контуры собственных и падающих теней. Необходимо передать также и градации освещенности не только внутри зоны тени, но и на освещенных частях объекта. Характер светотени зависит не только от формы предмета, но и от силы света и направления лучей света к поверхности.

На кривой поверхности наибольшая яркость получается при падении луча перпендикулярно поверхности. Если поверхность гладкая и блестящая, на ней образуется *блик*. По мере отклонения участков поверхности от лучей света освещенность постепенно уменьшается, наименьшая полутень оказывается там, где лучи скользят по поверхности. При этом образуется градация светотени – *линия светораздела*. Собственная и падающая тени имеют различную освещенность, причем собственная тень бывает светлее. Это происходит оттого, что на освещенную часть предмета падают отраженные лучи, которые подсвечиваются, создавая *рефлекс*.



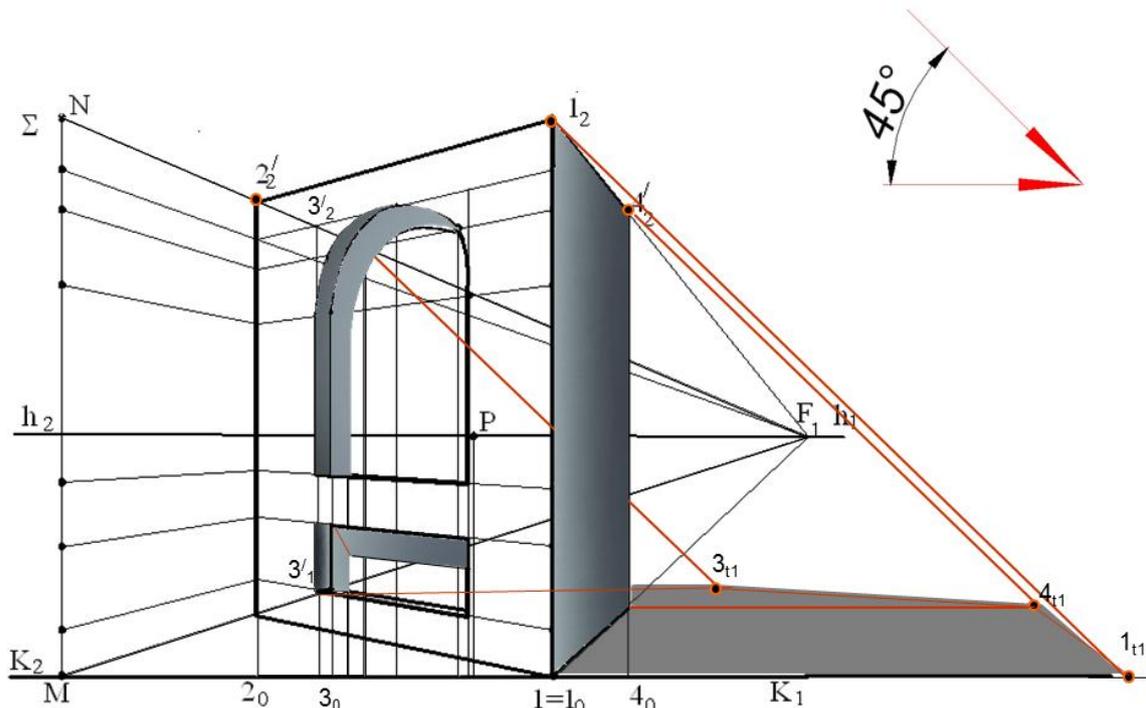
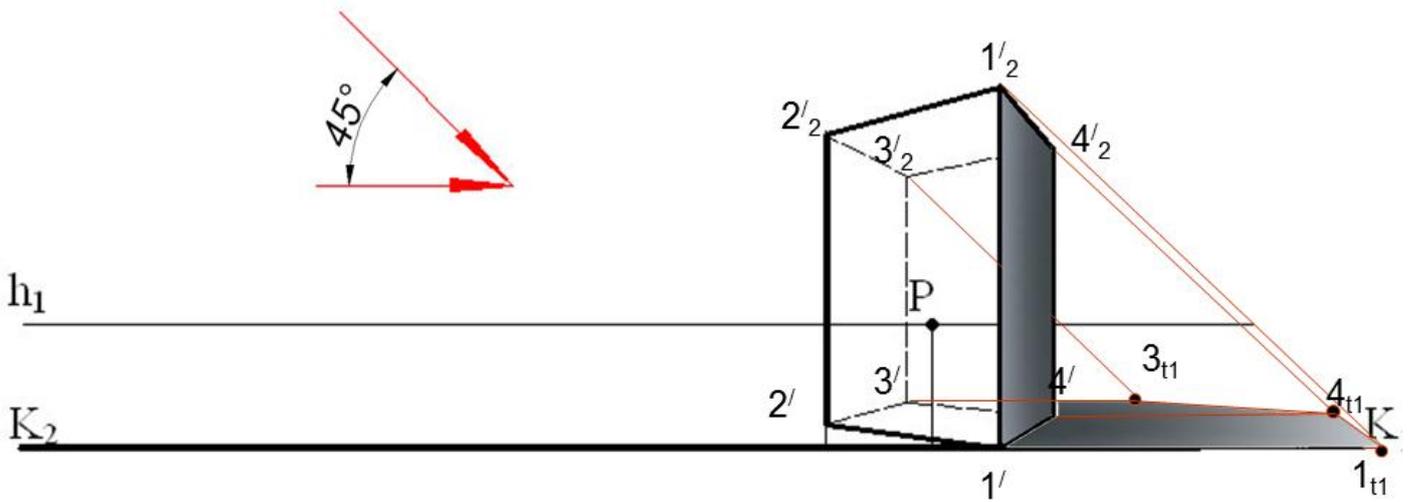
Построение теней в перспективе выполняется с использованием принципов, изложенных ранее при построении теней в ортогональных проекциях.

1. Тени бывают собственные и падающие.
2. Тень собственная – неосвещенная часть поверхности предмета.
3. Тень падающая – тень, отбрасываемая поверхностью, находящейся в собственной тени, на другие поверхности или плоскости.

Чаще всего направление световых лучей принимают параллельными плоскости картины. Тогда вторичные проекции лучей должны быть параллельны основанию картины, т. е. горизонтальны. Принимаем угол наклона светового луча равным  $45^\circ$

Основные принципы при построении теней в перспективе:

1. Источник света удален в бесконечность (солнечное освещение).
2. Лучи света  $S$  параллельны плоскости картины.
3. Лучи света  $S$  параллельны друг другу.
4. Солнце может располагаться как справа, так и слева.
5. Угол наклона светового луча назначается индивидуально.



## ЗАДАНИЕ № 2

Выполнить чертежи плана, фасада, разреза, таблицы экспликации помещений, нанести все необходимые размеры. Задание выполняется на листе формата А1 (рис. 26). Варианты заданий представлены в приложении 2.

### Рекомендации

1. Выполнение задания начинается с компоновки плана, фасада, разреза.
2. Вычертить план 1-го этажа. Недостающие размеры снять с чертежа, используя линейный масштаб в задании.  
На плане нанести:
  - а) толщину стен и перегородок;
  - б) оконные и дверные проемы;
  - в) лестничные марши, обозначить их типы;
  - г) санитарно-техническое оборудование;
  - д) маркировку осей и проемов, все размеры, высотные отметки.
3. Вычертить архитектурный разрез 1-1 без детальной проработки. На разрезе проставить нужные размеры и высотные отметки. Высоту этажа принять равной 2,7...3,3 м.
4. Вычертить фасад. Нанести необходимые высотные отметки.
5. Оформить таблицу экспликации помещений, где и указать наименование помещений и их площадь.

## 3. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ЧЕРЧЕНИЯ

### 3.1. Некоторые термины и понятия из области строительства

Строительные чертежи отличаются большим разнообразием. Состав и оформление строительных чертежей, применяемые масштабы, условные обозначения и изображения зависят от вида и размеров изображаемого строительного объекта.

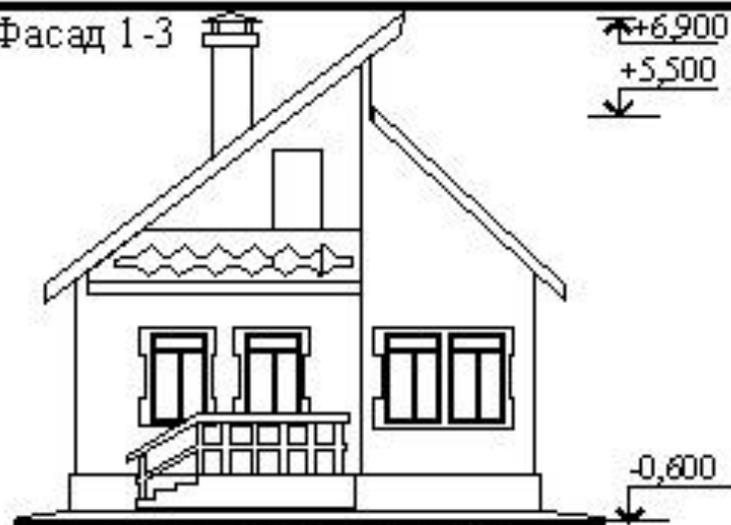
Все объекты современного строительства условно делят на два класса:

- 1) здания;
- 2) сооружения.

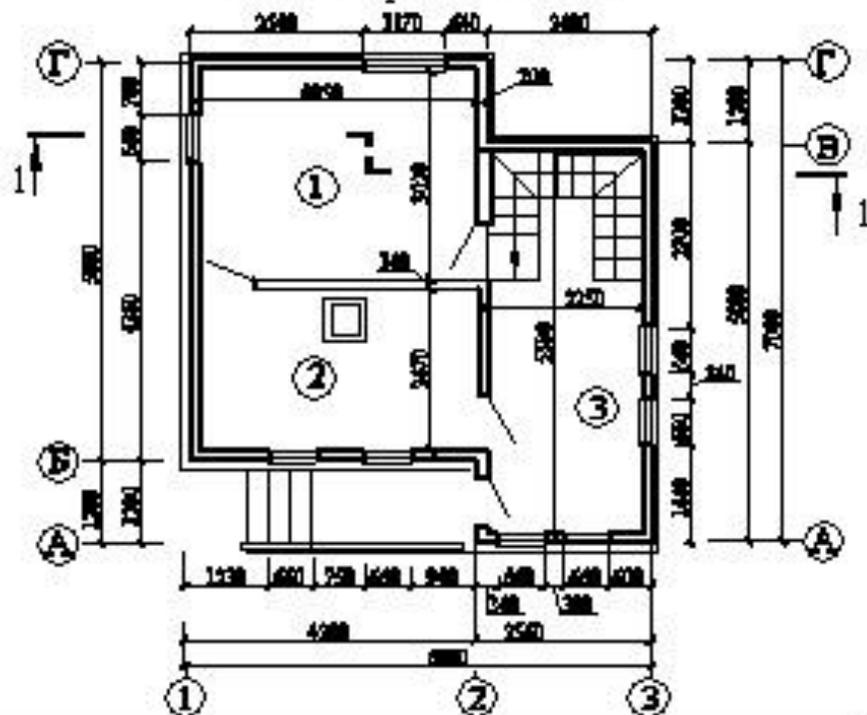
*Здания* – постройки, в которых люди живут, работают, отдыхают. В зданиях могут совершаться производственные процессы иногда даже без присутствия человека.

*Сооружения* предназначаются обычно для каких-либо технических задач (плотины, мосты, тоннели, шахты и т.д.).

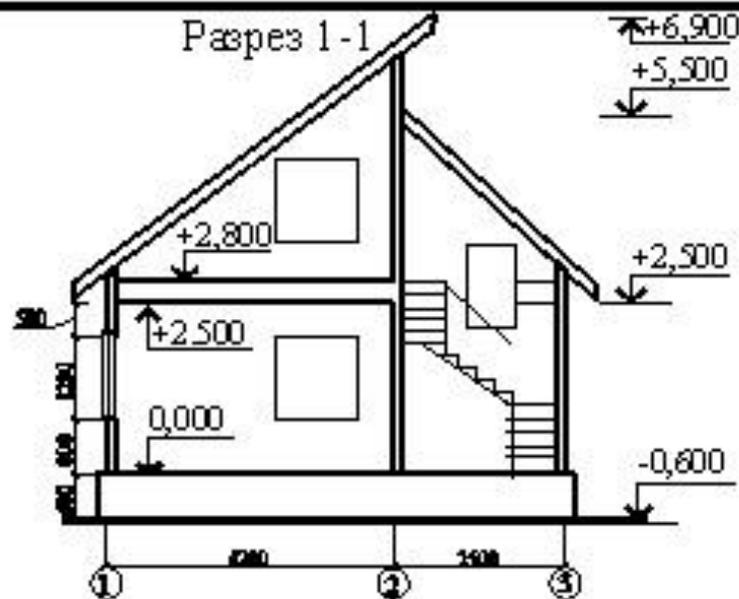
Фасад 1-3



План первого этажа



Разрез 1-1



Экспликация помещений

№	Наименование помещений	Площадь, м²
1	Гостиная	12,23
2	Столовая	10,00
3	Прихожая	12,44

НЗД-231-01-01-05 АР	
Еurooob работe	
Дачный дом	
План, фасад, разрез	КТМ

Даже у самых разных по назначению зданий много общего – конструктивные элементы

Конструктивными элементами здания являются его самостоятельные части, изображенные на рис. 27.

Основания бывают естественные (грунт) и искусственные (сваи и т.д.).

*1 – фундамент* – подземные опоры. Служит для передачи и распределения нагрузки от здания на грунт. Верхняя часть фундамента называется *поверхностью*, нижняя – *подшовой*.

Расстояние от нижнего уровня земли до подошвы называется *глубиной заложения*.

*13 – отмостка* служит для отвода атмосферных вод от здания.

*4,6 – стены* – ограждающие конструкции. Стены разделяют на

наружные;

внутренние;

несущие;

самонесущие.

*10 – лестницы* – конструкции, служащие средством сообщения между этажами. Они состоят из наклонных элементов – *маршей* и горизонтальных элементов – *площадок*.

*3 – перегородки* разделяют внутреннее пространство здания в пределах этажа на отдельные помещения.

*2 – перекрытия* – это горизонтальные конструкции, разделяющие здание по высоте.

*Полы* в зависимости от назначения могут иметь различную конструкцию.

Верхний слой пола называется *покрытием* или *чистым полом*.

– *крыша* состоит из несущей и ограждающей частей. *Несущая* часть представляет собой конструктивные элементы, воспринимающие все нагрузки. *Ограждающей* частью крыши является верхний водонепроницаемый слой.

*7 – окна* служат для освещения и проветривания помещения. Оконные блоки (оконная коробка и остекленный переплет) устанавливают в проемах стен.

*14 – Цоколь* – нижняя часть стены над фундаментом до уровня пола первого этажа.

*Основание* – слой грунта, на который опирается фундамент и который воспринимает вес здания.

*Каркас* является основой несущей конструкции в каркасных зданиях. Он состоит из системы связанных между собой вертикальных колонн и горизонтальных балок.

## 3.2. Стадии проектирования

Задание на проектирование составляет заказчик с участием генерального проектировщика.

*Первая стадия* – технический проект + ПСД (проектно сметная документация). В ее состав входят архитектурно-строительные чертежи, генеральные планы, фасады, планы этажей, вертикальные разрезы без детальной проработки, со сводным сметным расчетом стоимости строительства.

*Вторая стадия* – рабочая документация, составленная на основании утвержденного технического проекта.

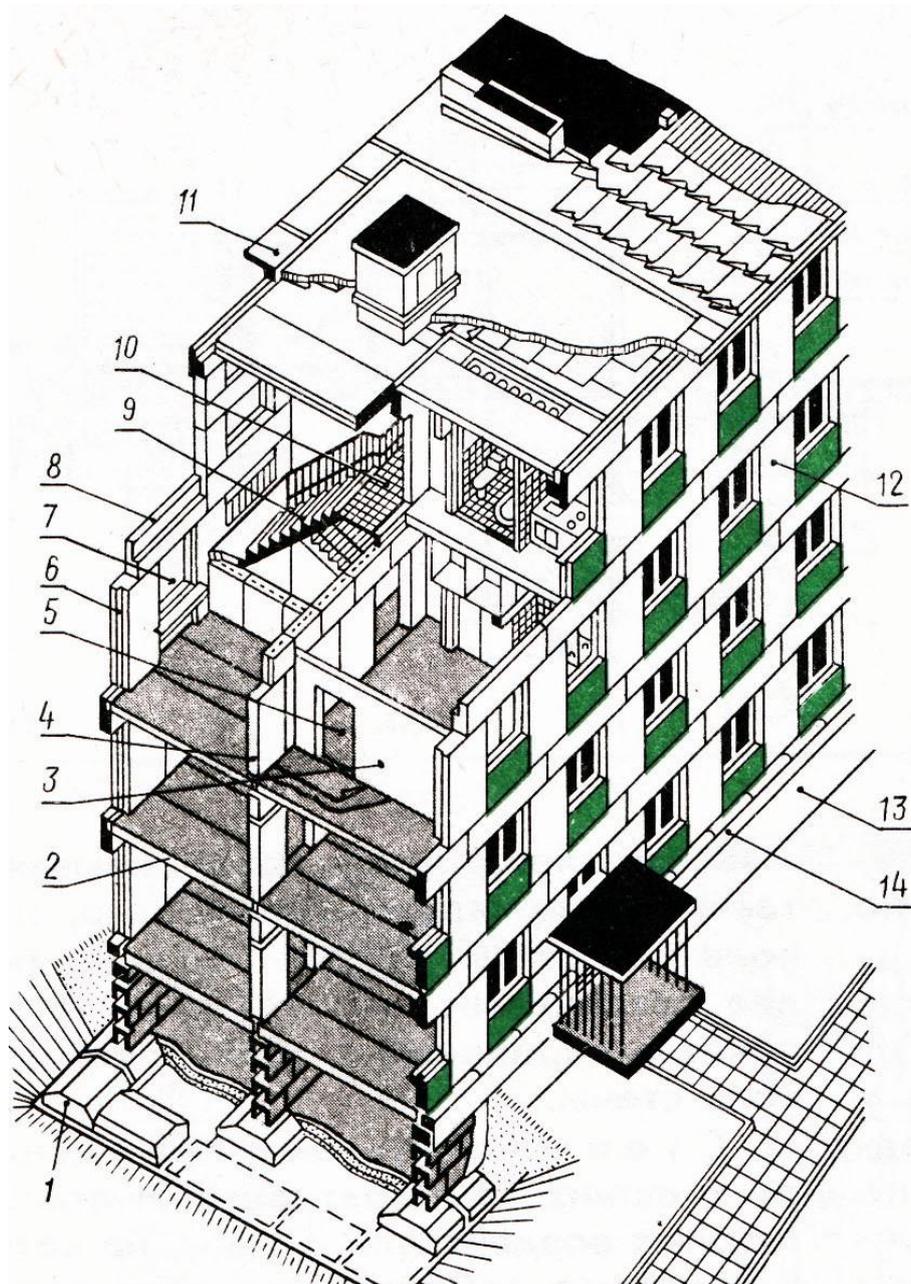


Рис. 27

### 3.3. Классификация строительных чертежей

При строительстве здания или сооружения выполняется большой объем работ. Эти работы и чертежи подразделяются в зависимости от назначения на общестроительные; специальные; строительных конструкций и изделий.

*Общестроительные работы* – это работы, которые необходимо выполнять для строительства и отделки здания.

*Специальные работы* – это работы по благоустройству здания (вентиляция, отопление).

*Строительные чертежи* в зависимости от вида изображаемых объектов называют:

1) *архитектурно-строительными* (чертежи жилых, общественных и производственных зданий);

2) инженерно-строительными (чертежи инженерных сооружений: мостов, дорог, тоннелей, эстакад, гидротехнических сооружений и др.)

3) топографические (чертежи земной поверхности, рельефов местности).

В зависимости от содержания и назначения чертежи делят на части-комплекты, каждой из которых присваивают условные постоянные буквенные обозначения – *марки*.

В соответствии с ГОСТ 21.101-97 каждому комплекту присваивают самостоятельное наименование, в состав которого входит базовое обозначение и марка основного комплекта. Марка состоит из заглавных букв названия определенной части проекта. Марка чертежа сохраняется на всех стадиях проектирования.

Для отдельных комплектов рабочих чертежей рекомендованы следующие наименования марки:

ГП – генеральные планы;

КМ – конструкции металлические;

КЖ – конструкции железобетонные;

АР – архитектурные решения;

АС – архитектурно-строительные решения и т.д.

В зависимости от содержания рабочие чертежи, по которым осуществляются строительномонтажные работы, группируются в основные комплекты рабочих чертежей. Марку основного комплекта рабочих чертежей указывают в основных надписях по ГОСТ 21.101-97.

На строительных чертежах основные данные, как о проектируемом объекте, так и об организации, ведущей проектирование, исполнителях, проверяющих и другие сведения приводят в *основных надписях* ГОСТ 21.101-97.

На листах чертежей зданий и сооружений основная надпись по форме 3 (рис. 28).

На первом листе чертежа строительного изделия – по форме 4.

На первом листе текстового документа – по форме 5.

На последующих листах чертежей изделий и текстов по форме 5.

Основные надписи размещают в правом нижнем углу графического или текстового документа.

На листах формата А4 основная надпись должна располагаться вдоль короткой стороны.

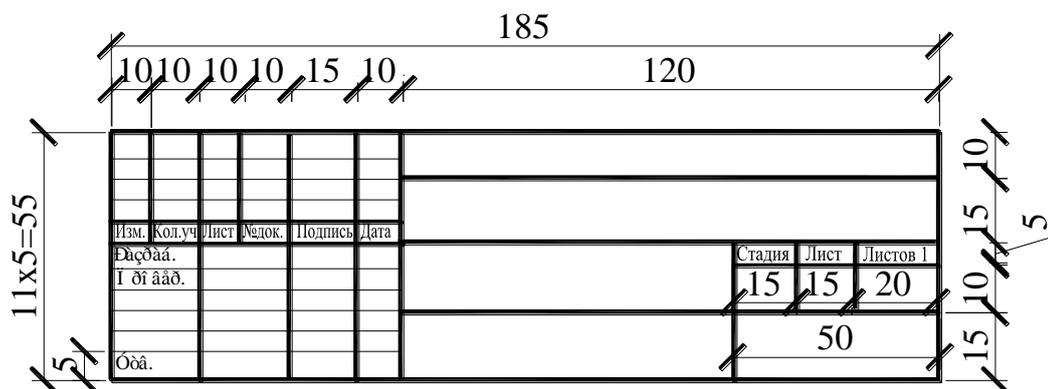


Рис. 28

### 3.4. Форматы

В основных комплектах рабочих строительных чертежей все листы, как правило, должны быть одного формата.

### 3.5. Масштабы

Чертежи выполняют в оптимальных масштабах с учетом их сложности и насыщенности информацией. Масштабы на чертежах не указывают, за исключением чертежей изделий и других случаев, предусмотренных в соответствующих стандартах СПДС.

Изображения на строительных чертежах планов, фасадов, разрезов и т.д. выполняют по ЕСКД ГОСТ 2.302-68, с учетом требований СПДС ГОСТ 21.501-93.

Масштабы изображений на чертежах зданий следует принимать по рекомендации.

Масштабы рабочих чертежей архитектурных решений зданий и сооружений.

1. Планы этажей (кроме технических), разрезы, фасады:

основной 1:200, 1:400, 1:500;

допускаемый 1:100, 1:50.

2. Фрагменты, узлы:

основной 1:20, 1:10;

допускаемый 1:5.

Кроме того, в строительном черчении применяют следующие масштабы:

1) численный;

2) линейный;

3) поперечный;

4) угловой.

### 3.6. Виды и разрезы

Строительные чертежи зданий и инженерных сооружений составляют по общим правилам прямоугольного проецирования их на основные плоскости проекций в соответствии с ГОСТ 2.305-68.

Проекция здания на чертеже имеют свои названия.

Виды зданий спереди, сзади, справа и слева называют *фасадами* здания.

Если фасад выходит на улицу или площадь, его называют *главным* фасадом.

Виды здания слева и справа – *боковыми* или *торцовыми* фасадами.

Если здание расположено внутри квартала или заводской территории, то все его фасады будут *дворовыми*.

Поэтому названия фасадов здания дают по разбивочным (координатным) осям по типу «Фасад 1-3».

Вид на здание сверху называют *планом крыши*. Это дает представление об архитектурном облике.

С расположением и размерами отдельных помещений по этажам здания, размещением санитарно-технического оборудования и другими данными можно ознакомиться по планам и разрезам.

*Планом этажа* называется изображение разреза здания, мысленно рассеченного горизонтальной плоскостью на уровне оконных и дверных проемов и спроецированного на горизонтальную плоскость проекций, при этом другая часть здания (между глазом наблюдателя и секущей плоскостью) предполагается удаленной.

На чертеже плана показывают то, что получается в секущей плоскости и что расположено под ней.

*Разрезом* называют изображение здания мысленно рассеченного вертикальной плоскостью.

### 3.7. ЕМС

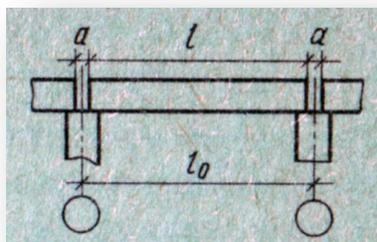
Проектируют и строят здания в нашей стране в соответствии с Единой Модульной Системой (ЕМС), представляющей собой свод правил координации размеров объемно-планировочных и конструктивных элементов зданий и сооружений на базе единого основного модуля. Основным модуль равен 100 мм – это исходная мера для выражения кратных соотношений размеров.

На строительных чертежах различают три вида размеров конструктивных и объемно-планировочных элементов, строительных изделий и оборудования.

1. *Номинальные* –  $l_0 = l + a$  – условный размер конструкции элемента,  $a$  – нормальный зазор – установленная нормами толщина шва, зазора между элементами конструкции.

2. *Конструктивные* –  $l$ . Это проектные размеры элементов конструкции, строительных изделий и оборудования.

3. *Натуральные* – фактические размеры элемента, строительного изделия, которые отличаются от конструктивного в пределах допусков, установленных нормами и стандартами.



### 3.8. Узлы

В тех случаях, когда на основном чертеже, выполненном в мелком масштабе, невозможно отчетливо изобразить устройство, форму, размеры и другие конструктивные особенности изображаемого объекта, применяют выносной элемент.

Оформление выполняют по ЕСКД ГОСТ 2.305-68 с учетом СПДС ГОСТ 21.101-97.

На строительных чертежах выносные элементы выполняются в виде *фрагментов* фасадов, планов, разрезов, а также в виде *узлов*.

*Узел* – это участок, где сопрягаются (соединяются, стыкуются) и взаимодействуют элементы конструкций. Он изображается в более крупном масштабе.

При выполнении чертежей узлов, то место, которое необходимо показать на выносном элементе, отмечают на фасаде, плане или разрезе, замкнутой, сплошной тонкой линией (окружность или овал) с указанием на полке-выноске линии арабскими цифрами.

Выносные надписи к многослойным конструкциям делают на «этажерках».

В этом случае линия-выноска представляет собой прямую линию со стрелкой. Над горизонтальными линиями пишут наименования отдельных слоев в том порядке, в каком они расположены в конструкции по направлению, указанному стрелкой. На этой выносной надписи в порядке расположения слоев дается их материал или конструкция с указанием размеров (рис. 29).

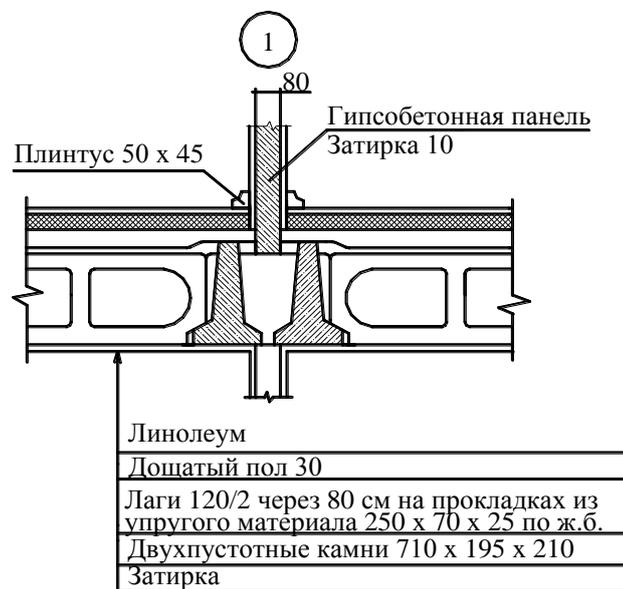


Рис. 29

*Фрагмент* – это отдельный участок, изображенный в более крупном масштабе, на котором показывают архитектурное оформление и архитектурную обработку отдельных частей здания.

Планы, фасады и разрезы зданий входят в основной комплект рабочих чертежей марки АС или АР. Эти чертежи выполняются и оформляются в соответствии с СПДС ГОСТ 21.101-97 «Основные требования к рабочей документации» и ГОСТ 21.501-93 «Правила выполнения архитектурно-строительных чертежей».

По чертежам марки АС или АР проводят строительно-монтажные работы. По ним также судят об объемно-планировочном решении проектируемых зданий, они дают представления о внешнем виде зданий и оформлении его внутренних помещений.

В основной комплект рабочих чертежей марки АР входят: общие данные по рабочим чертежам, планы, фасады и разрезы зданий и сооружений, схемы расположения элементов сборных конструкций и элементов заполнения окон.

В строительном черчении имеется ряд различных по содержанию и оформлению изображений, которые называются планами: генеральные планы, планы фундаментов, этажей, междуэтажных и чердачных перекрытий, стропил, крыши, планы санитарно-технических сетей, планы размещения технологического оборудования и т.п.

В основной состав комплекта чертежей марки АР входят:

- 1) планы этажей, в том числе подвала и технического подполья;
- 2) план кровли (крыши);
- 3) планы полов (при необходимости).

### 3.9. Координационные оси

На изображении каждого здания или сооружения указывают *координационные оси* и присваивают им самостоятельную систему обозначений. Эти оси являются условными геометрическими линиями. Они служат для привязки здания к строительной координационной сетке и реперам генерального плана, а также для определения положения несущих конструкций, так как эти оси проходят только по капитальным стенам и колоннам.

В наружных кирпичных стенах координационная ось проходит от внутренней плоскости стены на расстоянии, равном 200 мм или равным модулю, т.е. 100 мм.

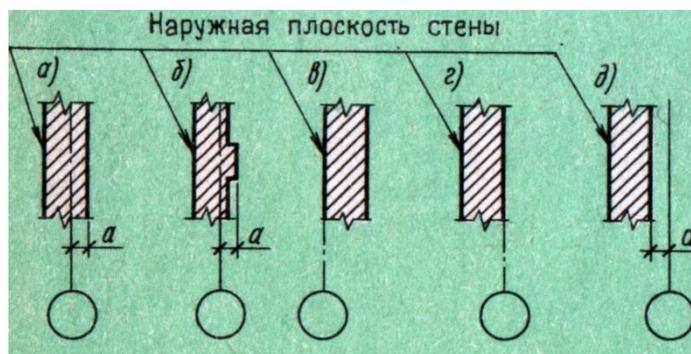
Координационные оси наносят на изображения здания, сооружения тонкими штрих-пунктирными линиями с длинными штрихами, обозначают арабскими цифрами и прописными буквами русского алфавита (за исключением букв: Ё, З, Й, О, Х, Ц, Ч, Щ, Ъ, Ы, Ь) в кружках диаметром 6...12 мм.

Цифрами обозначают координационные оси по стороне здания и сооружения с большим количеством осей. Если для обозначения координационных осей не хватает букв алфавита, последующие оси обозначают двумя буквами.

Последовательность цифровых и буквенных обозначений координационных осей принимают по плану слева направо и снизу вверх.

Обозначение координационных осей, как правило, наносят по левой и нижней сторонам плана здания и сооружения.

При несовпадении координационных осей противоположных сторон плана обозначения указанных осей в местах расхождения дополнительно наносят по верхней и/или правой сторонам.



### 3.10. Планы этажей

Планом этажа называют разрез здания мнимой горизонтальной плоскостью, расположенной на уровне 1/3 высоты изображаемого этажа или на расстоянии 1 м от уровня пола.

В этом уровне обычно располагаются оконные и дверные проемы, которые таким образом попадают в разрез.

Если оконные проемы расположены выше мнимой горизонтальной плоскости разреза, то плоскость разреза следует располагать на уровне оконных проемов.

План здания дает представление о его конфигурации и размерах, выявляет форму и расположение отдельных помещений, оконных и дверных проемов, капитальных стен, колонн, лестниц, перегородок.

На план наносят контуры элементов здания, попавших в разрез и расположенных выше или ниже секущей плоскости. Санитарно-техническое оборудование вычерчивают на плане здания, выполняемом в масштабе 1:50, 1:100, в том же масштабе, что и план здания.

Длинная сторона плана должна быть параллельна длинной стороне листа.

В наименованиях чертежей планов этажей указывают номер изображаемого этажа – «План 4-го этажа» или отметку чистого пола – «План на отметке 0.000».

Если план этажа начерчен не полностью, то в наименовании указывают крайние координатные оси, ограничивающие изображаемый участок плана.

Строительные конструкции, расположенные выше мнимой горизонтальной секущей плоскости (площадки, антресоли) на планах этажей, показывают схематично штрих-пунктирной линией с двумя точками.

Сторону плана, соответствующую главному фасаду здания, рекомендуется обращать к нижнему краю листа.

План здания на листе должен располагаться по возможности так же, как на генеральном плане или с поворотом по отношению к этому положению по часовой или против часовой стрелки.

Не допускается вычерчивать зеркальное изображение плана относительно его положения на генеральном плане.

После определения местоположения плана на листе и его масштаба, начинают вычерчивать план в следующем порядке.

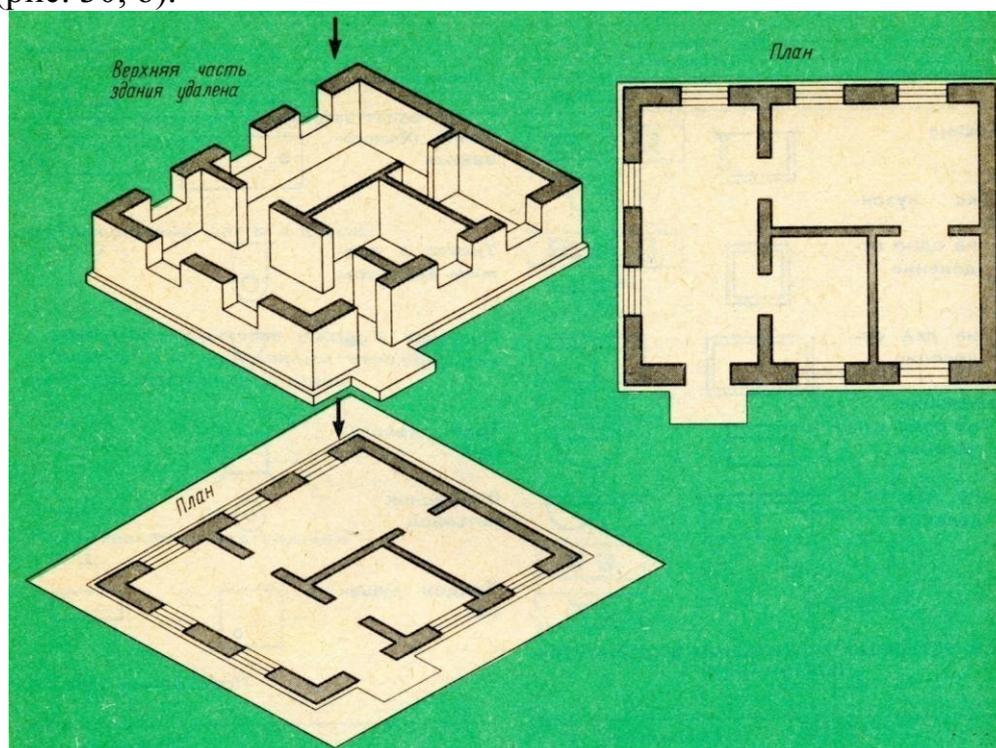
Наносят координационные оси: сначала продольные, потом поперечные штрих-пунктирными линиями. Эти оси являются условными геометрическими линиями. Они служат для привязки здания к строительной координационной сетке и реперам генерального плана, а также для определения положения несущих конструкций, так как эти оси проводят только по капитальным стенам и колоннам. Они не всегда совпадают с осями симметрии стен (рис. 30, а).

Расстояние между разбивочными осями в плане называют *шагом*. Шаг может быть *продольным* или *поперечным*.

Размеры шагов принимаются кратными модулю.

1. Разбивочные (координационные) оси выводят за контур стен и маркируют в кругах диаметром 8...10 мм. Поперечные оси обозначают слева направо цифрами, начиная с 1 без пропусков, и снизу вверх буквами русского алфавита, начиная с А (рис. 30, а).

2. Вычерчивают все наружные и внутренние стены, перегородки и колонны (если они имеются) (рис. 30, б).



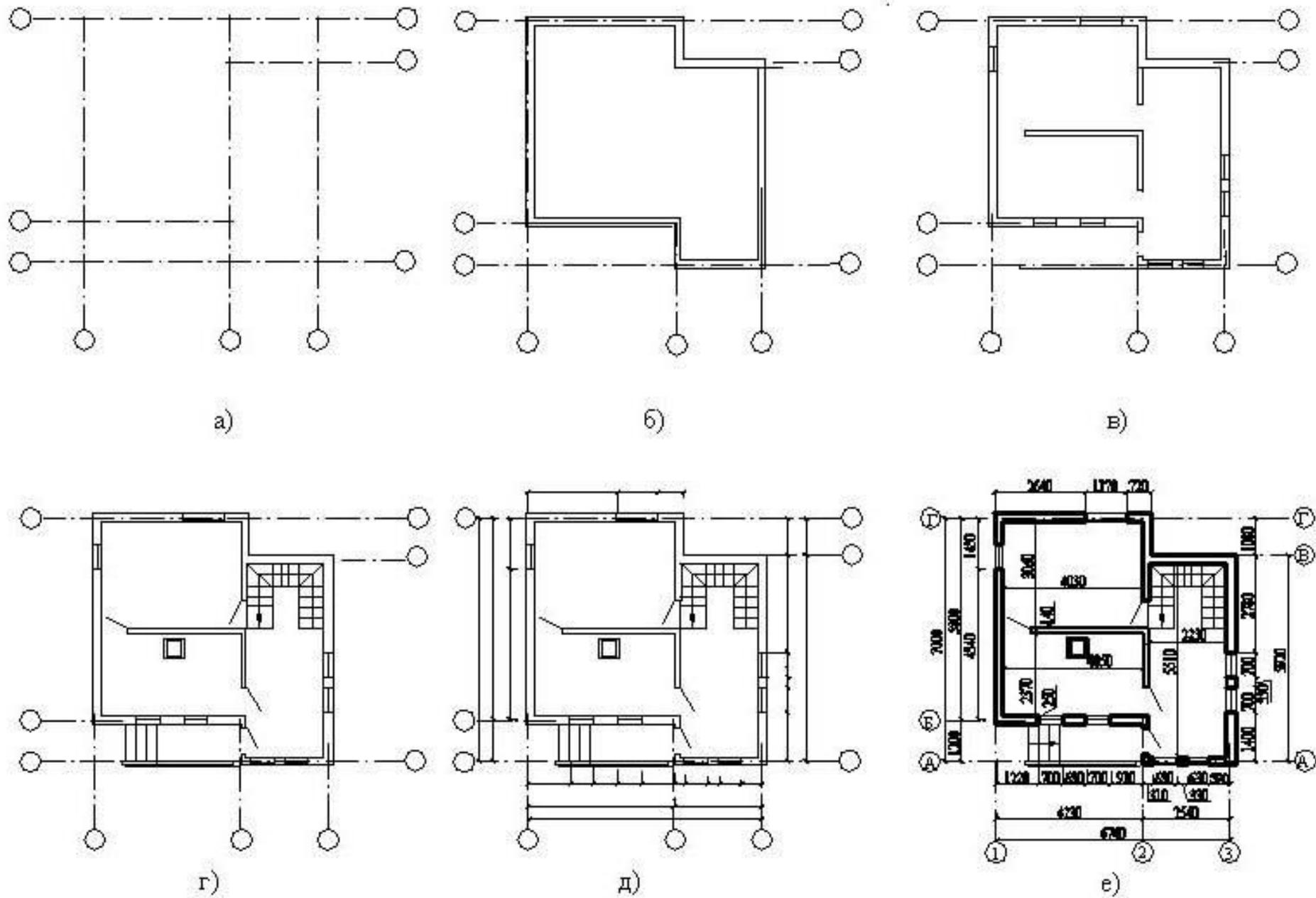
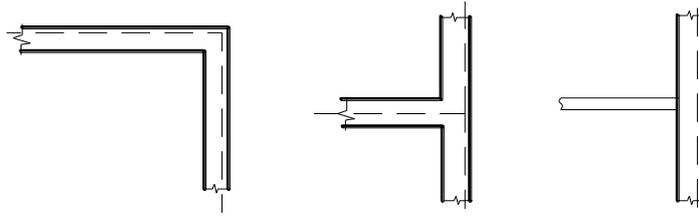


Рис. 30

Следует обратить внимание на различия в изображениях присоединений наружных и капитальных внутренних стен и капитальных стен и перегородок (рис. 31).



3. Затем производят разбивку оконных и дверных проемов (рис. 30, в).

Размеры приведены в спецификации. Условное обозначение оконных и дверных проемов по ГОСТ 21.501-93, раздел «Условные изображения элементов зданий, сооружений и конструкций» (рис. 32).

При вычерчивании плана в масштабе 1:50 или 1:100 при наличии в проемах (оконных и дверных) четвертей, их условное изображение дают на чертежах. Выступы на боковых и верхних частях проема показаны на рис. 32.

4. Вычерчивают условные обозначения лестниц, санитарно-технического и прочего оборудования по ГОСТ 2.786-70 «Обозначения условные графические. Элементы санитарно-технических устройств» в нужном масштабе (рис. 30, г).

5. Наносят выносные, размерные линии и маркировочные кружки (рис. 30, д).

6. Проставляют необходимые размеры, марки осей и др. элементов. Виды размеров приведены на рис. 33.

Первую размерную линию как внутри габаритного плана, так и вне его наносят не ближе 10 мм до контура чертежа. За габаритом плана это расстояние увеличивают до 14...21 мм, последующие расстояния между линиями – минимум 7 мм.

Маркировочные кружки осей наносят на расстоянии 4 мм от последней размерной линии. Размерные числа на строительных чертежах проставляют в мм без указания единиц измерения в виде замкнутой размерной цепочки. Если размеры поставлены в других единицах измерения, то это оговаривают в примечании к чертежам.

По внешнему контуру стен указывают три размерные цепочки в следующем порядке:

- 1) первая, считая от контура плана размеры простенков, оконных и дверных проемов, с привязкой их к координатным осям и маркам окон и дверей;
- 2) расстояние между координационными (разбивочными) осями (т.е. расстояние между капитальной стеной и колонной);
- 3) расстояние между крайними координационными осями.

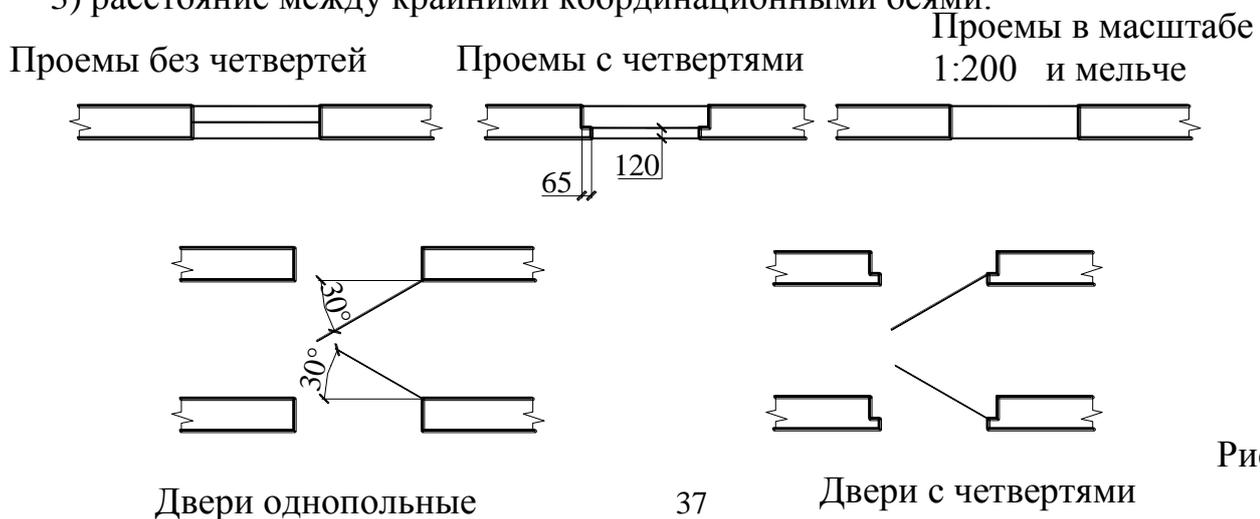


Рис. 32

Внутренние размеры:

- 1) размеры помещений «в свету» (т.е. от стены до стены);
- 2) толщина стен и перегородок;
- 3) размеры дверных проемов.

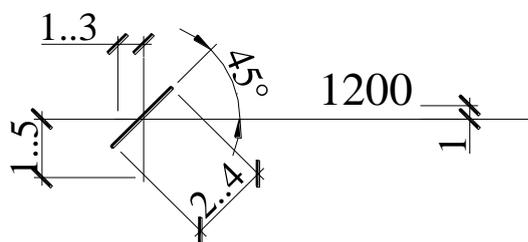


Рис. 33

Перечисленные элементы привязывают размерами к координационным осям ( см. рис. 30, е).

Размеры дверных проемов в перегородках на плане не показывают. Если площадь помещений проставляют на плане, то цифру размера площади лучше располагать в углу чертежа каждого помещения, желательно в правом нижнем углу, и подчеркивать ее.

При оформлении чертежа плана следует цифры и буквы марок осей, площадь и маркировку писать более крупным шрифтом, чем размерные.

Допускается наименование помещений записывать в таблице экспликации (рис. 34). При этом пронумеровать их нужно на плане в кружках диаметром 6...8 мм.

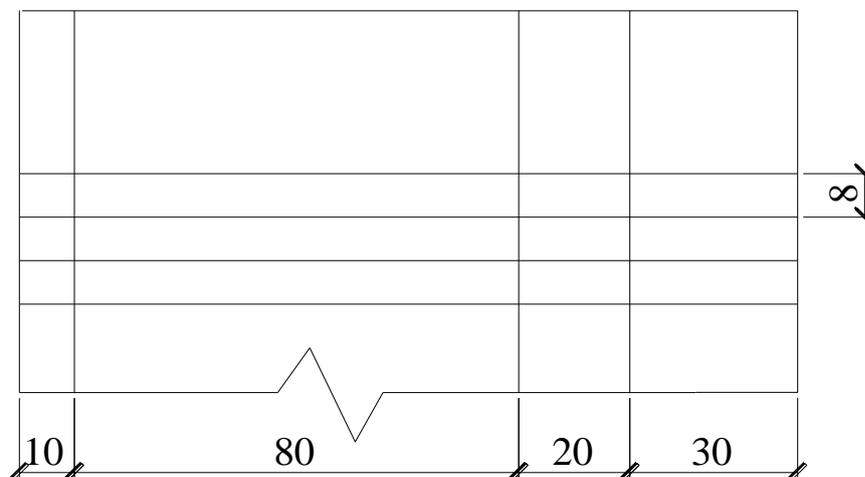


Рис. 34

### 3.11. Чертежи разрезов здания

Разрезом называется изображение здания, мысленно рассеченного вертикальной плоскостью. Разрезы на строительных чертежах служат для выявления объемного и конструктивного решения здания, взаимного расположения отдельных конструкций, помещений и т.д. Разрезы бывают архитектурные и конструктивные.

Архитектурный разрез служит главным образом для определения композиционных сторон внутренней архитектуры. На таком разрезе показывают высоту помещений,

оконных, дверных проемов, цоколя и др. архитектурных элементов. На архитектурном разрезе толщину чердачного перекрытия, конструкцию крыши и фундаментов не показывают. Архитектурные разрезы составляют в начальной стадии проектирования.

Конструктивные разрезы входят в рабочие чертежи проекта здания. На этом типе разрезов показывают конструктивные элементы здания, а также наносят необходимые размеры и отметки. В строительном черчении применяют простые, ступенчатые и продольные разрезы. Направление взгляда для разрезов принимают, как правило, по плану снизу вверх и справа налево.

Пол на грунте на разрезах изображают одной сплошной толстой линией. Пол, расположенный на перекрытии, и кровлю крыш изображают одной тонкой сплошной линией, независимо от числа слоев их конструкции. Следует учесть, что в разрезах по лестнице, секущую плоскость, как правило, проводят по маршу, расположенному ближе к наблюдателю. При этом марш лестницы, попавший в разрез, обводят линией большей толщины, чем контур марша, по которому секущая плоскость не проходит.

Порядок построения разрезов.

1. Сначала проводят горизонтальную прямую, которую принимают за уровень пола первого этажа (т.е. уровень отметки 0.000).

2. Затем проводят горизонтальную линию уровня земли (рис. 35, а).

3. Откладывают расстояние между координационными осями. Эти размеры берут с чертежа плана, проводя вертикальные прямые (рис. 35, б).

4. Откладывают толщину наружных и внутренних стен и перегородок, попавших в разрез (рис. 30, в).

5. Проводят контуры перекрытий (рис. 35, г).

6. Изображают другие элементы здания, расположенные за секущей плоскостью, контуры оконных и дверных проемов (рис. 35, д, рис. 36).

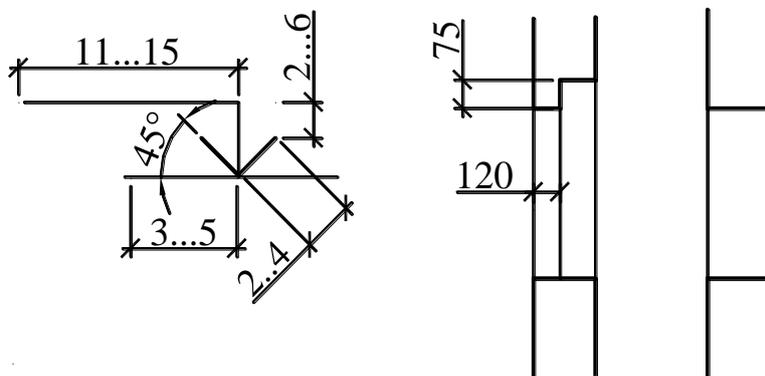


Рис. 36

7. Проводят выносные и размерные линии, знаки высотных отметок.

На чертежах разрезов проставляют следующие размеры:

1) размеры между координационными осями;

2) за контуром разреза по высоте наносят размерную линию, оконные и дверные проемы. При изображении на разрезах проемов с четвертями их размеры наносят по наименьшей величине проема;

3) за размерной линией ставят высотные отметки. Полочка отметки должна быть повернута наружу и расположена в столбик (рис. 35, е), (см. рис. 36).

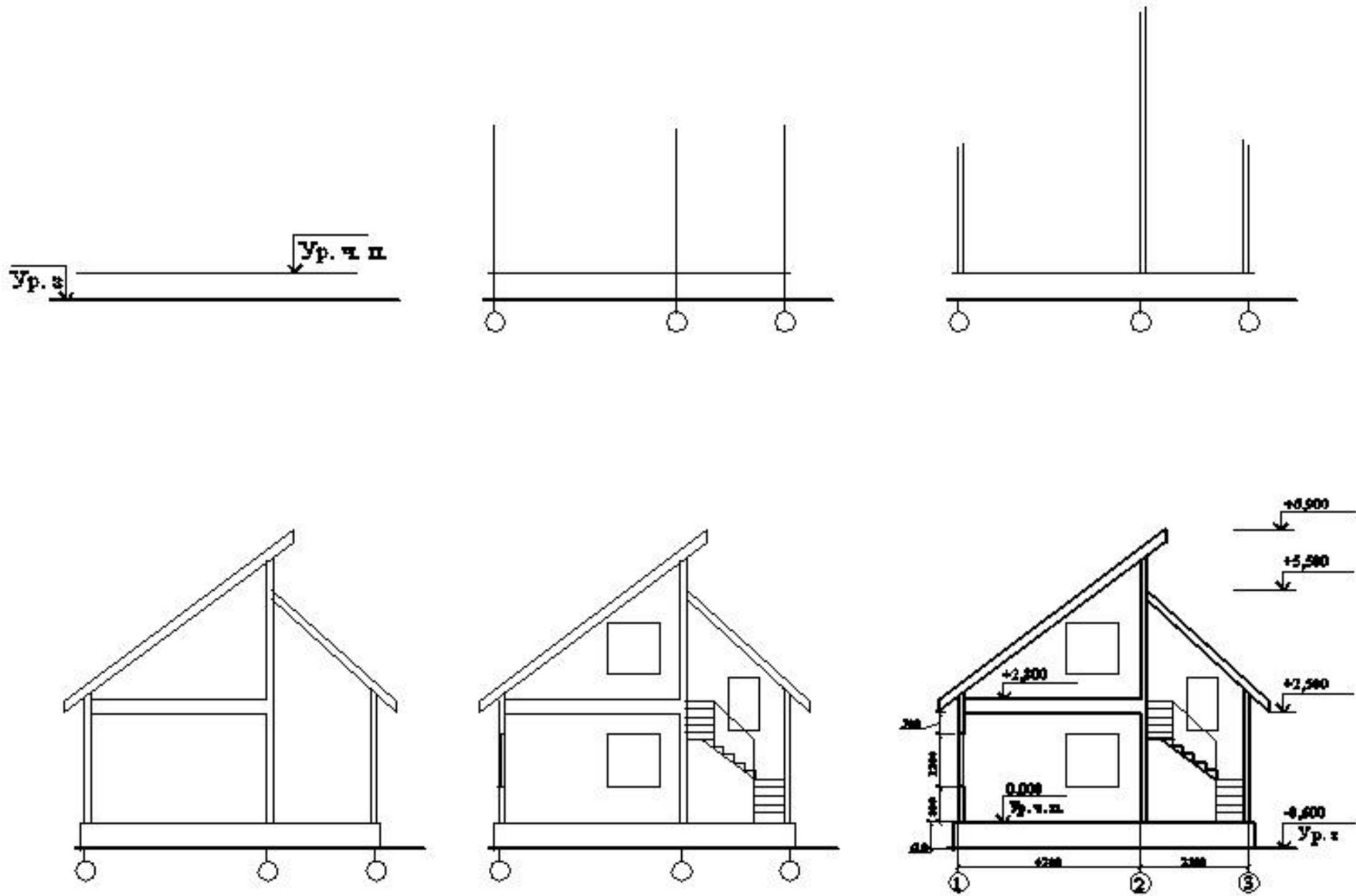


Рис. 36

### 3.12. Чертежи лестниц

Лестницы являются средствами сообщения между этажами.

Они состоят из наклонных элементов – *маршей*, горизонтальных элементов – *площадок*. Лестницы бывают одно-, двух- и многомаршевые.

Марши соединяют две лестничные площадки (этажные и промежуточные).

Все эти элементы расположены в помещении, которое называется *лестничной клеткой*.

В настоящее время почти все элементы лестницы в зданиях массового строительства выполняются из железобетона, реже из металла и др. материалов.

*Марш* – это конструкция, состоящая из ряда ступеней.

В состав маршей входят ограждения – *перила* высотой 90...95 см.

Несущие элементы марша своими концами опираются на несущие элементы площадок – *площадочные балки*.

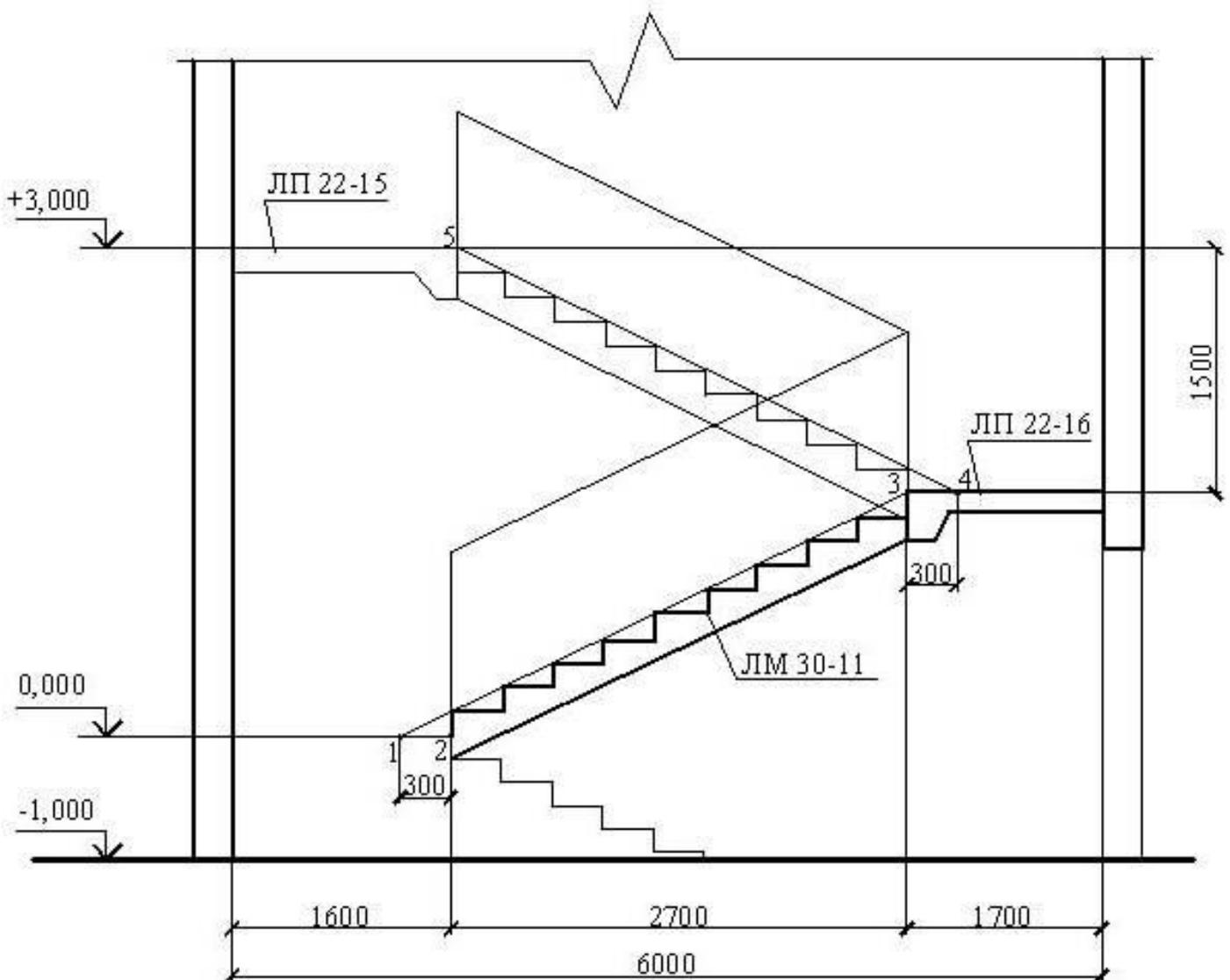


Рис. 37

ЛМ 30 – 11 – обозначение лестничного марша.

30 – высота этажа равна 30 дм;

11 – это половина ширины лестничной клетки равной 2200 мм.

ЛП 22 – 15 – обозначение лестничной площадки.

22 соответствует 2200 мм – ширина лестничной клетки;

15 соответствует 1500 мм – ширина площадки.

Ширина марша находится в пределах 90...240 мм. В марше должно быть не менее 3 ступеней, но не более 18 ступеней.

Марши заканчиваются ступенями, имеющими особые очертания.

Ступени лестницы характеризуются:

высотой подступенка  $h = 135 \dots 180$  мм;

шириной проступи  $b = 250 \dots 300$  мм;

шириной шага  $b + 2h = 570 \dots 640$  мм.

Для удобства пользования лестницами, лестничные площадки устраивают на уровне каждого этажа – *этажные* и между этажами – *промежуточные* (ширина не менее 1200 мм и не более ширины марша). Более полную информацию можно найти в соответствующей литературе [5].

Рассмотрим пример разбивки 2-х маршевой лестницы. Предварительно выполним расчет, а затем графическое построение (рис. 37).

1. Определяем по своему разрезу высоту этажа. Для данного расчета принимаем высоту этажа  $H = 3000$  мм.

2. По плану смотрим длину и ширину лестничной клетки.

Предположим:

длина по плану  $L = l + C_1 + C_2 = 6000$  мм;

ширина равна суммарной ширине обоих маршей плюс промежуток между ними:  $B = 2l_0 + 100 = 2 \times 1050 + 100 = 2200$  мм.

3. Определяем высоту марша (см. высоту двери):  $H/2 = 3000/2 = 1500$ .

4. Выбираем ступени:

ширина проступи  $b = 300$  (250...300) мм;

высота подступенка  $h = 150$  (135...180) мм;

число подступенков  $n = H/2 = 1500/150 = 10$ ;

число ступеней в одном марше на единицу меньше числа подступенков  $n-1=9$ .

5. Рассчитываем длину горизонтальной проекции марша (его заложение):

$$l = b (n - 1) = 300 \times 9 = 2700 \text{ мм.}$$

6. Рассчитаем ширину этажной и промежуточной площадок:

$$L - l = 6000 - 2700 = 3300 \text{ мм.}$$

Принимаем  $C_1 = 1600$  мм,  $C_2 = 1700$  мм.

7. Перила – ограждения – опираются на несущие элементы площадок, высота их составляет  $h = 90 \dots 95$  см.

Графическая разбивка лестницы (см. рис. 37)

1. Вычерчиваем стены лестничной клетки на расстоянии равном  $L$ .

2. Горизонтальными линиями строим этажные и промежуточные площадки на высоте равной  $H/2$ ,  $C_1$ ,  $C_2$ .

Откладываем от края линии площадки внутрь ширину проступи  $B$ , получаем точки 1, 2, 3, 4.

3. Соединяем тонкой наклонной линией точки 1-3 и 4-5.
4. Эти линии разделяем на S частей вертикальными линиями по ширине проступи В.

### 3.13. Фасады

*Фасады* – это ортогональные проекции здания на вертикальную плоскость. По чертежам фасадов можно составить представление о внешнем облике здания, о расположении и форме его конструктивных и архитектурных элементов: окон, дверей, балконов, наличников, пилястр, колонн, наружных пожарных и эвакуационных лестниц и т. д.

В проектах зданий наименование фасада увязывают с координационными осями. В наименовании фасада указывают крайние левую и правую координационные оси, например «Фасад 1–9» или «Фасад Ф–Д». Наименование фасада надписывают над изображением с минимальным разрывом. Масштаб должен быть минимальным, но достаточным для показа рельефа стен, проемов, отверстий в стенах. Размеры на чертежах фасадов обычно не показывают, наносят только:

- 1) координационные оси, проходящие в характерных местах фасада (крайние, у деформационных швов, в местах перепада высот и уступов в плане);

- 2) за пределами чертежа фасада, справа и слева от него указывают отметки уровня земли, верха стен, верха и низа проемов, расположенных на разных уровнях. Полочку отметки уровня желательно развернуть в сторону от изображения.

Чертеж фасада строится на основании чертежей плана и разреза. Последовательность вычерчивания фасада.

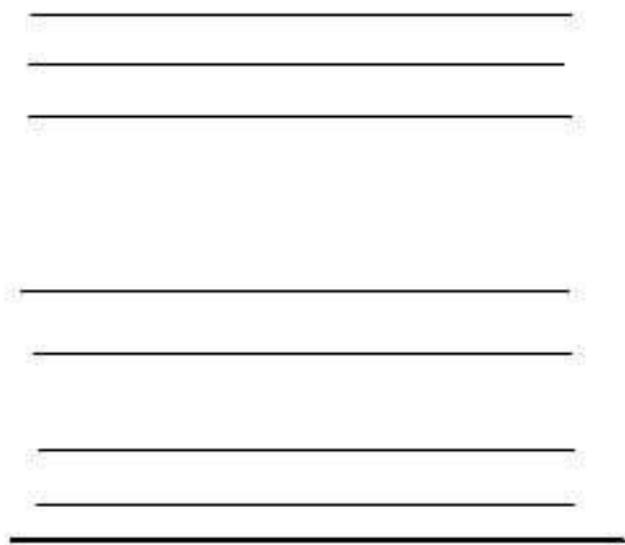
1. Сначала проводят горизонтальную прямую линию толщиной 1,5 S. Ее выводят за контур фасада на 30 мм. Эта линия служит основанием (уровень земли) Затем проводят вторую горизонтальную линию на расстоянии 1,5 мм от первой – линия отмостки (рис. 38, а).

2. Проводят тонкими линиями горизонтальные контуры низа и верха проемов (оконных и дверных), карниза, конька и других элементов здания (рис. 38, б).

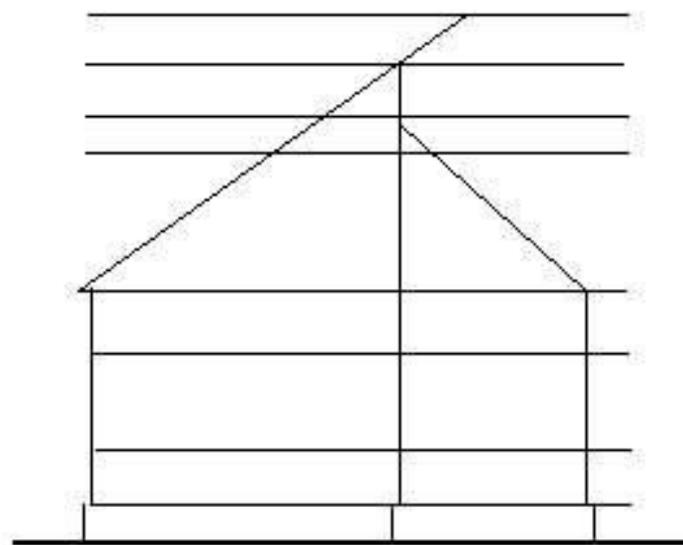
3. Вычерчивают ограждения балконов, дымовые и вентиляционные трубы (рис. 38, в).

4. Проставляют высотные отметки, марки осей, выполняют все необходимые надписи (рис. 38, г).

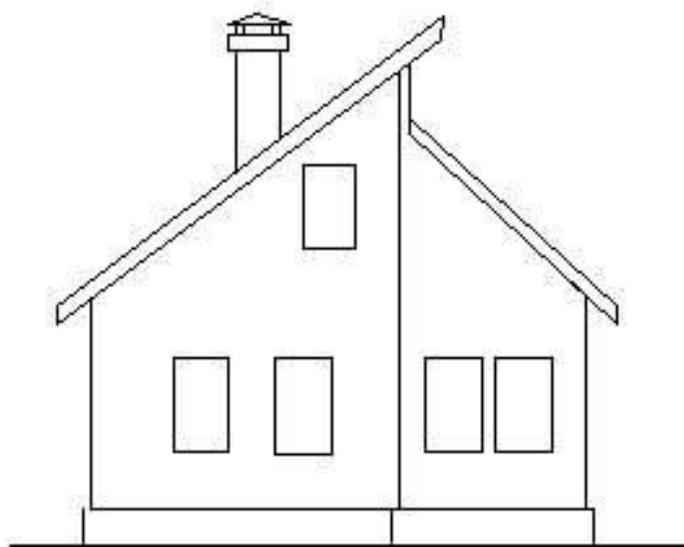
Общую длину фасада, ширину оконных и дверных проемов и простенков между ними берут с плана здания. Высоту оконных и дверных проемов, цоколя, карниза, конька крыши и др. берут с разреза здания. На фасадах гражданских зданий необходимо показать во всех оконных проемах виды переплетов. Марку типа заполнения проема проставляют внутри оконного контура, а при малых размерах проемов – под ними или на выносной линии. Если все оконные проемы имеют одинаковое заполнение, их на фасаде не маркируют. В крупноблочных зданиях на фасаде показывают разрезку стен на блоки и панели.



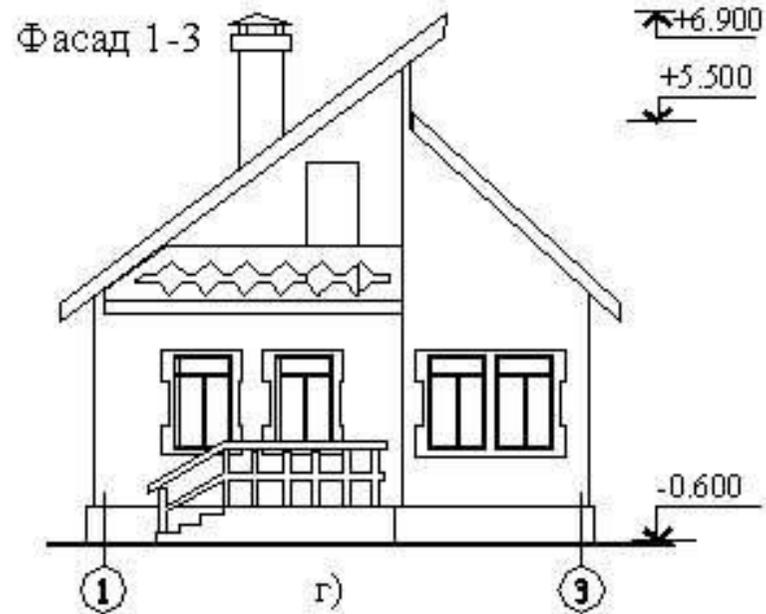
а)



б)



в)



г)

Рис. 32

### 3.14. Контрольные вопросы для самопроверки

1. На какие два класса делят объекты современного строительства?
2. Что называется конструкцией?
3. Что представляет собой вторая стадия проектирования и на основании чего она составлена?
4. Как называются виды и разрезы в строительном черчении?
5. Что называется планом этажа?
6. Как проставляются размеры на фасадах и какие?
7. Как рассчитать  $l$  — длину горизонтальной проекции марша (его заложение)?
8. Что такое координационные оси? К чему они привязываются?

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполнив контрольные задания из данного пособия, Вы изучили теоретические основы и приобрели практические навыки выполнения строительных чертежей. Изучили основные положения ЕСКД и СПДС, в которых установлены взаимосвязанные правила и положения по порядку разработки, оформления и обращения к конструкторской документации, которые обязательны для всех предприятий и организаций России.

Занятия по инженерной графике развивают способность к пространственному представлению. Умение мысленно представить форму предметов и их взаимное расположение в пространстве особенно важно для эффективного использования современных технических средств на базе вычислительной техники при машинном проектировании и современной технологии изготовления.

С этими навыками Вы сможете работать с курсовыми графическими заданиями последующих курсов вашей строительной специальности.

Теперь Вы подготовлены к изучению более сложных материалов проектной документации.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сенигов, Н.П. Начертательная геометрия: учебное пособие / Н.П. Сенигов, Т.В. Гусятникова, Н.В. Ларионова. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2000.
2. Начертательная геометрия / под ред. Н.Н. Крылова. – М.: Высшая школа, 2000.
3. Короев, Ю.И. Начертательная геометрия / Ю.И. Короев. – М.: Стройиздат, 1987.
4. Будасов, Б.В. Строительное черчение. / Б.В. Будасов, В.П. Каминский. – М.: Стройиздат, 2000.
5. СПДС. ГОСТ 21.501-93. Правила выполнения архитектурно-строительных чертежей. – М.: Минстрой России, 1996.
6. СПДС. ГОСТ 21.101-97. Основные требования к рабочей документации. – М.: Минстрой России, 2000.