

**НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ.
ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА
ПЕРСПЕКТИВНОЕ ПРОЕКЦИРОВАНИЕ**

*Методические указания к самостоятельной работе
для студентов бакалавриата направлений 29.03.04, 07.03.01, 08.03.01*

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

2019

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Санкт-Петербургский горный университет

Кафедра начертательной геометрии и графики

НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ.
ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА
ПЕРСПЕКТИВНОЕ ПРОЕКЦИРОВАНИЕ

*Методические указания к самостоятельной работе
для студентов бакалавриата направлений 29.03.04, 07.03.01, 08.03.01*

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

2019

УДК 514.182.3 (073)

НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ. Инженерная графика. Перспективное проецирование: Методические указания к самостоятельной работе / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: *З.О. Третьякова, В.А. Меркулова, П.В. Кононов*. СПб, 2019. 38 с.

Изложены основные понятия, даны рекомендации и пояснения для выполнения графических заданий по разделу «Основы линейной перспективы» курсов «Начертательная геометрия», «Начертательная геометрия и инженерная графика», «Инженерная графика», «Теория теней и перспективы».

Предназначены для студентов бакалавриата направлений 07.03.01 «Архитектура», 29.03.04 «Технология художественной обработки материалов», 08.03.01 «Строительство», а также могут быть использованы студентами других специальностей всех форм обучения.

Научный редактор доц. *С.А. Игнатьев*

Рецензент проф. *Д.Е. Тихонов-Бугров* (Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ»)

ВВЕДЕНИЕ

Перспективой называют раздел начертательной геометрии, который занимается теорией построения перспективных изображений.

Особенностью перспективных изображений является их наглядность, т.к. аппарат центрального проецирования точно соответствует зрительному аппарату человека (передает кажущиеся изменения формы и размеры предмета, вызванные его расположением и удаленностью от наблюдателя). Поэтому перспективу используют в архитектурной практике, в строительном проектировании в тех случаях, когда необходимо представить здание или объемы в окружающей застройке, ландшафте, проверить их пропорции, оценить объемно-композиционные решения, геодезии и других прикладных науках.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПЕРСПЕКТИВЕ

Задачей перспективы является построение такого изображения объекта, которое наиболее близко подходило бы к восприятию его в действительности. Перспектива дает возможность более других видов проекций, наглядно изобразить объемно-пространственную композицию, ее глубинность, пропорции объемов, их отношение и связь, что исчерпывающе не могут дать чертежи, выполненные в ортогональных проекциях.

Перспектива может быть:

- линейная — построенная на вертикальную или горизонтальную плоскости;
- панорамная (диорамная) — на внутренней поверхности цилиндра (или на $\frac{1}{2}$ поверхности цилиндра);
- купольная — на внутренней поверхности сферы;
- плафонная — на внутренней поверхности горизонтально расположенного полуцилиндра;
- театральная — на нескольких вертикально расположенных картинах, перекрывающих друг друга;
- рельефная — в ограниченной части пространства, имеет пространственные формы;
- воздушная перспектива — построена с учетом толщины воздуха и атмосферных осадков;
- обратная перспектива — изображение, заостряющее внимание зрителя на центре положения, где изображено главное;
- стереоскопическая перспектива — изображение на плоскости (бумаге) выполняется по правилам линейной перспективы в виде двух рисунков предмета: один делается из расчета на то, как видит левый глаз, другой — как видит правый глаз.

Основной вид перспективы — линейная, т.е. построенная на плоскости, ее изучение и составляет содержание настоящих методических указаний.

2. АППАРАТ ПЕРСПЕКТИВЫ

Перспектива (лат. *Perspectus* – видеть сквозь, или от франц. *Perspective* – ясно вижу) - система изображения объемных тел на плоскости или какой-либо иной поверхности, учитывающая их пространственную структуру и удаленность отдельных их частей от наблюдателя.

Аппарат перспективы представляет собой, в общем случае, центральное проецирование (рис. 1).

Горизонтальная плоскость (рис. 2), на которой находятся предметы или проекции объектов, расположенных в пространстве, называется *предметной плоскостью* и

обозначается буквой Π . На рисунке такой плоскостью может быть плоскость пола в интерьере или ровная горизонтальная поверхность земли.

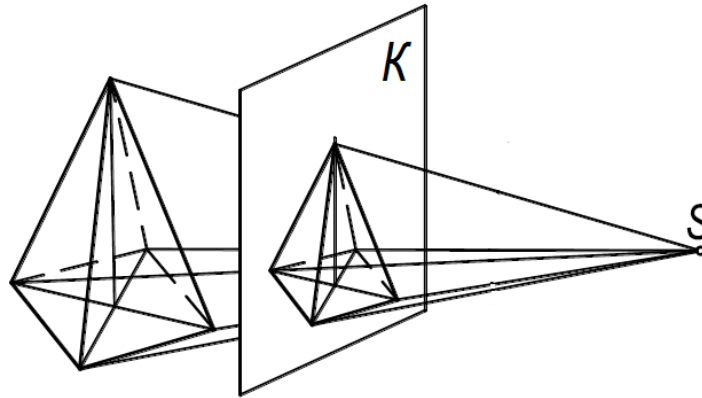


Рис.1. Центральное проецирование

Перпендикулярно предметной плоскости располагается **картинная плоскость**, которая обозначается буквой K и является плоскостью проекций. На картинной плоскости мы получаем перспективные изображения.

Линия пересечения картинной и предметной плоскостей – **основание картины $O-O$** .

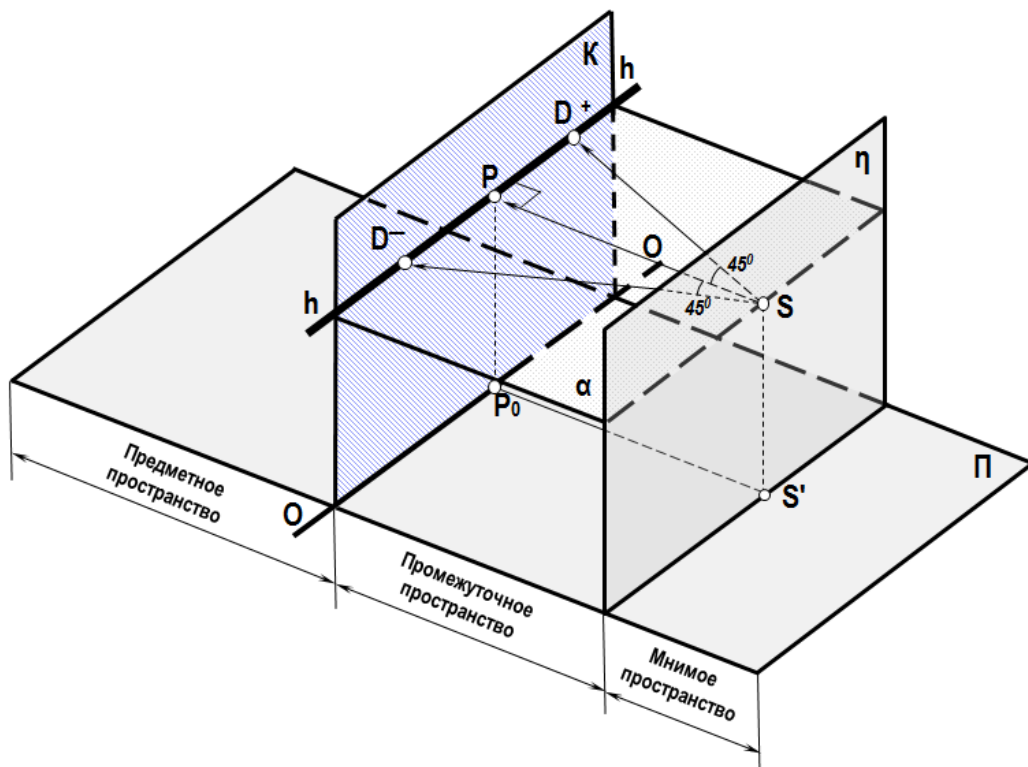


Рис.2. Аппарат линейной перспективы

Центром проецирования является **точка зрения S (центр проецирования)**, которая соответствует положению глаз зрителя.

Проекция точки зрения на предметную плоскость – **точка стояния S'** . Высота точки зрения (величина отрезка SS') определяет высоту линии горизонта h , так как через точку зрения проходит **плоскость горизонта α** , которая по **линии горизонта $h-h$** пересекается с картинной плоскостью.

Главный луч зрения, проведенный через точку зрения перпендикулярно картинной плоскости, пересекаясь с плоскостью K , дает **главную точку картины P** .

Вертикальная плоскость, проведенная через точку зрения параллельно картинной плоскости, называется *нейтральной η* .

Две вертикальные плоскости делят пространство на три части. Пространство, расположенное за нейтральной плоскостью, называется *мнимым пространством*, так как все, что находится за ней, человек не видит. Часть пространства, расположенного между нейтральной и картинной плоскостями, называется *промежуточным пространством*. Если объект расположен в промежуточном пространстве, то лучи, направленные в точку зрения из каждой точки объекта, не пересекают картинную плоскость и, следовательно, не дают на ней никаких изображений (проекций). Пространство за картинной плоскостью называется *предметным*. В этом пространстве располагаются объекты, которые изображают в перспективе.

Главный луч зрения SP – перпендикуляр, проведенный из точки зрения к картине, принадлежит плоскости горизонта и определяет расстояние от зрителя до картинной плоскости, т. е. дистанционное расстояние.

Точка P_0 – проекция главной точки картины на предметную плоскость.

D^+ , D^- – дистанционные точки (точки дальности).

3. ПЕРСПЕКТИВА ТОЧКИ

Перспективой точки A пространства называется точка A'' пересечения проецирующего луча S с картинной плоскостью K , проходящего через изображаемую точку A (рис. 3).

Для того, чтобы можно было определить положение точки в пространстве по ее перспективе и сделать изображение обратимым, следует построить перспективу ее горизонтальной проекции A' , т.е. построить вторичную проекцию точки $A - A''_2$.

Построим горизонтальную проекцию точки A – точку A' . Для этого проведем лучи зрения (проецирующие лучи) SA , SA' , которые образуют вертикальную плоскость. Для построения линии пересечения названной плоскости с плоскостью картины соединим горизонтальные проекции заданной точки A' и точки зрения S' . Из точки A_0 – точки пересечения отрезка $A'S'$ и основания картины $O-O$ – проведем линию пересечения вертикальных плоскостей, с помощью которой определим на картинной плоскости перспективу точки A'' и ее вторичную проекцию- A''_2 .

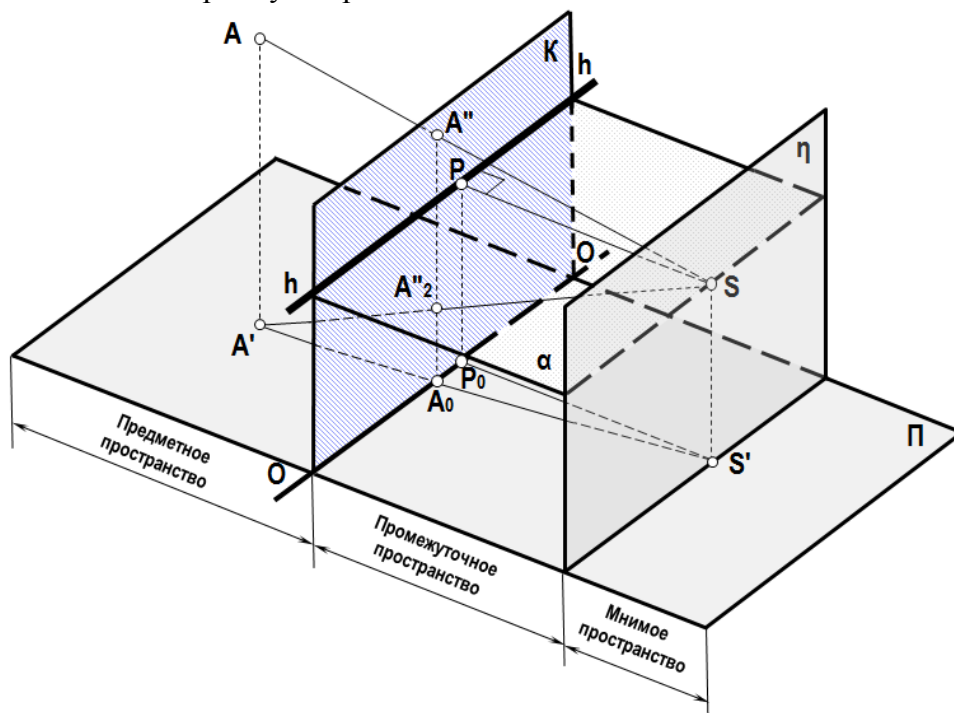


Рис.3. Перспектива точки

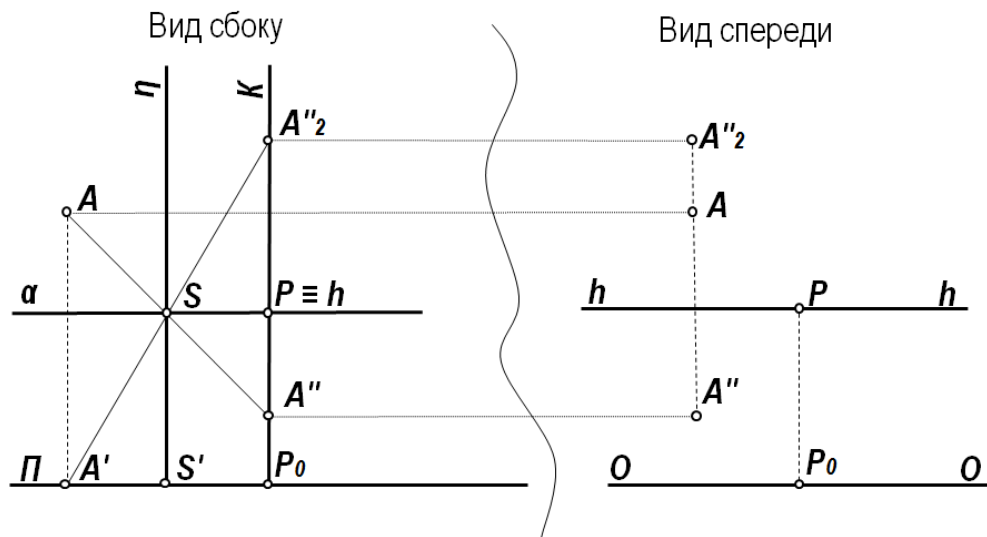


Рис.6. Перспектива точки, расположенной в мнимом пространстве

Вид спереди

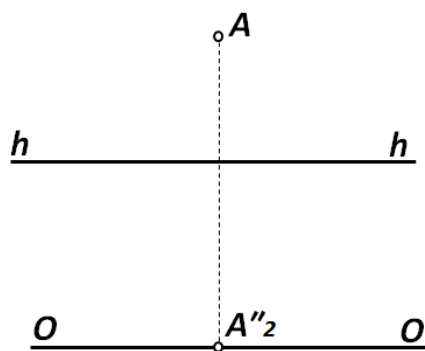


Рис.7. Перспектива точки, расположенной в картинной плоскости

4. ПЕРСПЕКТИВА ПРЯМОЙ ЛИНИИ

Чтобы построить перспективу отрезка прямой AB (рис. 8), необходимо провести лучи от точки зрения S к точкам прямой AB . Задав, таким образом, лучевую плоскость SAB . Линия пересечения плоскости SAB с картиной K и будет являться искомой перспективой прямой – $A''B''$

Задание только одной перспективы прямой не определяет ее положения в пространстве. Перспективное изображение прямой обратимо, если оно дополнено вторичной проекцией.

На рис. 8 перспектива прямой AB и ее вторичная проекция определены перспективами и вторичными проекциями двух ее точек A и B .

Имея $A''B''$ и $A''_2B''_2$, можно определить две характерные точки прямой:

1. Картинный след прямой N – это точка пересечения прямой с картинной плоскостью (начало прямой). В этой точке прямая пересекается не только с картиной, но и с перспективой этой прямой. Поэтому начало прямой совпадает с ее перспективой: $N \equiv N''$. Вторичная проекция начала прямой N_0 всегда располагается в основании картины и определяется как пересечение вторичной проекции прямой $A''_2B''_2$ с основанием картины $O-O$. В этой же точке N_0 горизонтальная проекция прямой $A'B'$ пересекает основание картины.
2. Точку схода прямой F'' – это перспектива бесконечно удаленной точки F . Точка схода прямой F'' образуется в пересечении с картиной проецирующего луча, проведенного

из точки зрения S параллельно прямой AB . В этой точке пересекаются перспективы всех прямых, параллельных данной. Вторичная проекция точки схода прямой F''_2 всегда располагается на линии горизонта в пересечении со вторичной проекцией прямой $A''_2B''_2$.

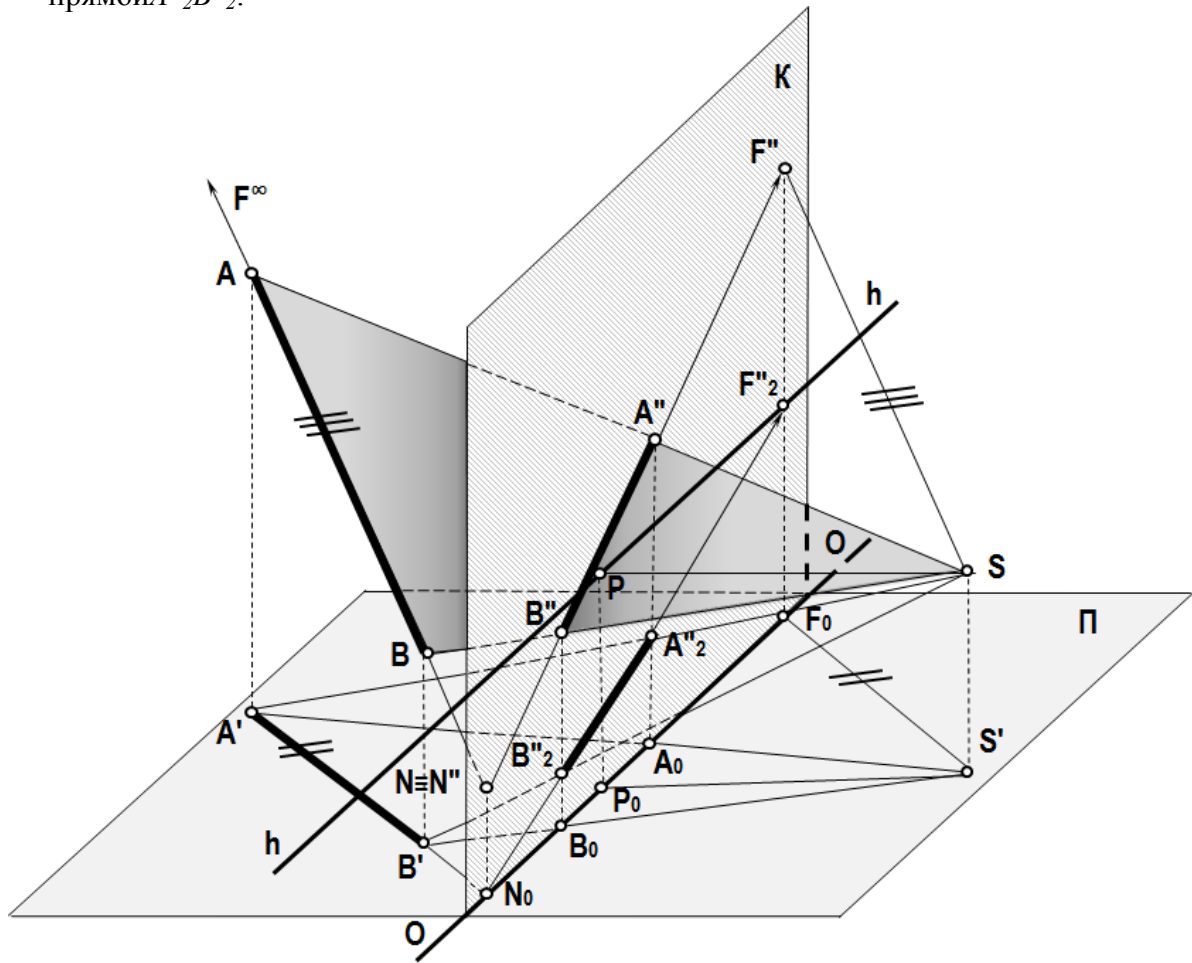


Рис. 8. Перспектива прямой линии

Началом и точкой схода прямой обычно пользуются при построении перспективы различных предметов.

Положение перспективы точки схода прямой на картине позволяет судить о том, как расположена прямая в пространстве:

Восходящая прямая – это прямая, точка схода (F'') которой располагается выше линии горизонта (рис. 9).

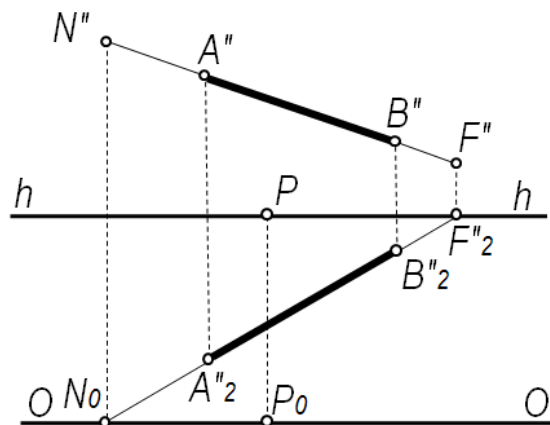


Рис. 9. Перспектива восходящей прямой

Нисходящая прямая – это прямая, точка схода (F'') которой располагается ниже линии горизонта (рис. 10).

Нисходящая прямая имеет предметный след (M''), т.е. точку пересечения с предметной плоскостью.

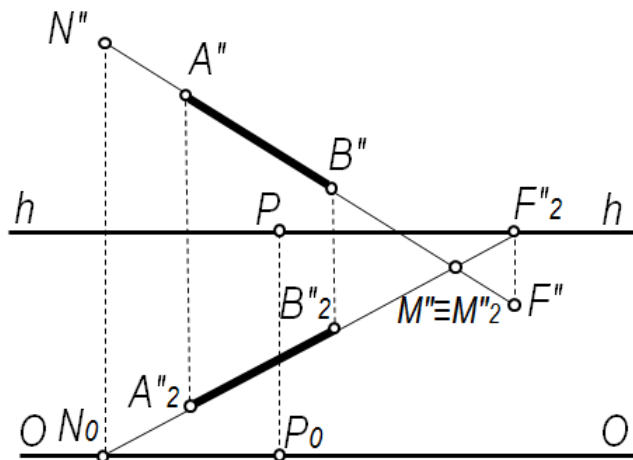


Рис. 10. Перспектива нисходящей прямой

В предметном пространстве прямые линии занимают различные положения относительно предметной и картинной плоскостей. Прямые линии, параллельные или перпендикулярные этим плоскостям, называются прямыми **частного положения**. Рассмотрим особенности их изображения на картине.

4.1. Прямые частного положения в перспективе

1. Если точка схода прямой $F'' \equiv F''_2$ расположена на линии горизонта h , то прямая расположена параллельно предметной плоскости Π , т.е. лежит горизонтально (рис. 11).

2. Если точка схода прямой совпадает с главной точкой картины $F'' \equiv F''_2 \equiv P$, то прямая перпендикулярна картине (рис. 12). Такая прямая называется главной линией.

3. Если невозможно показать точку схода прямой F'' (она находится в бесконечности), то прямая параллельна картине (рис. 13).

4. Если вторичная проекция совпадает с основанием картины, а перспектива является натуральной величиной, то прямая лежит в картине и параллельна ей (рис. 14).

5. Если вторичная проекция прямой и ее перспектива параллельны основанию картины, то прямая параллельна и картине и предметной плоскости (рис. 15).

6. Если точкой схода является дистанционная точка (D^- или D^+), то прямая составляет с картиной угол 45° (рис. 16).

7. Прямая принадлежит предметной плоскости Π , если перспектива прямой совпадает с ее вторичной проекцией ($A'' \equiv A''_2$, $B'' \equiv B''_2$), а точка схода лежит на линии горизонта (рис. 17). Отрезок такой прямой изображается в натуральную величину.

8. Прямая перпендикулярна предметной плоскости Π (вертикальная прямая), если вторичные проекции прямой совпадают ($A''_2 \equiv B''_2$) (рис. 18).

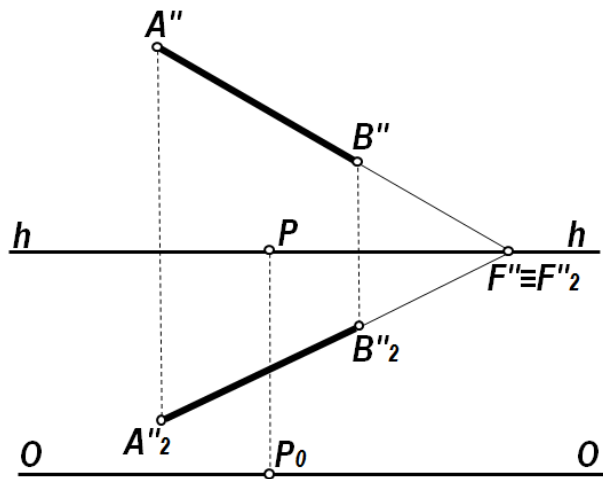


Рис.11. Перспектива горизонтальной прямой

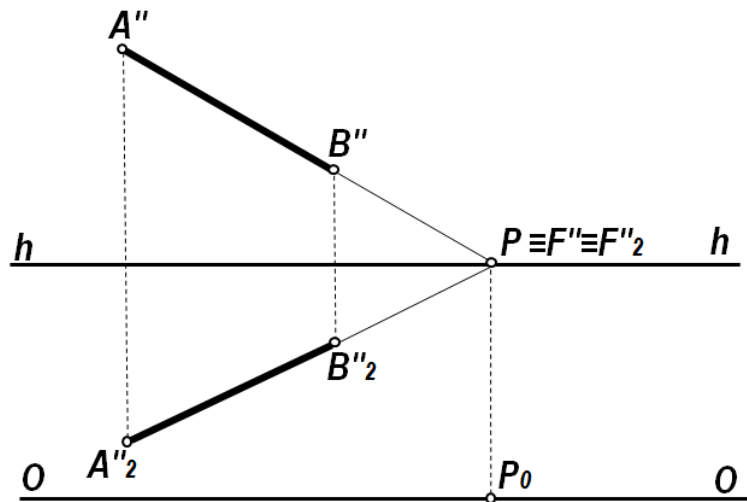


Рис.12. Перспектива прямой, перпендикулярной картине

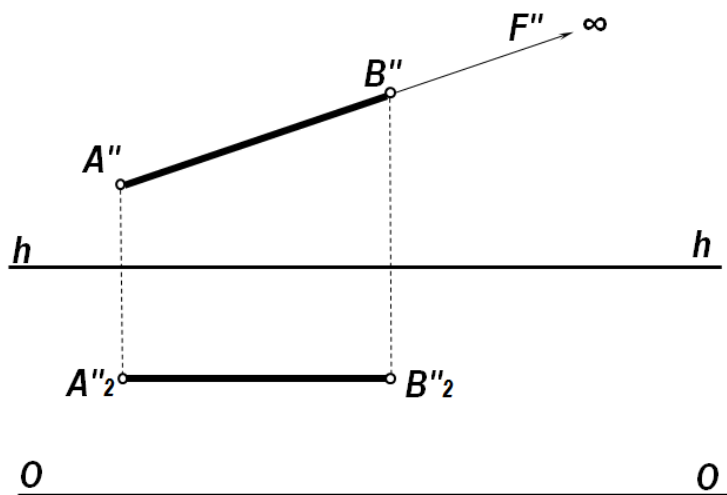


Рис.13. Перспектива прямой, параллельной картине

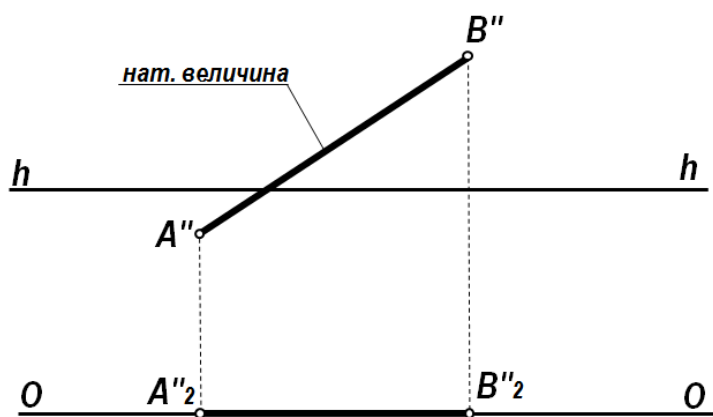


Рис.14. Перспектива прямой, лежащей в картине и параллельной ей

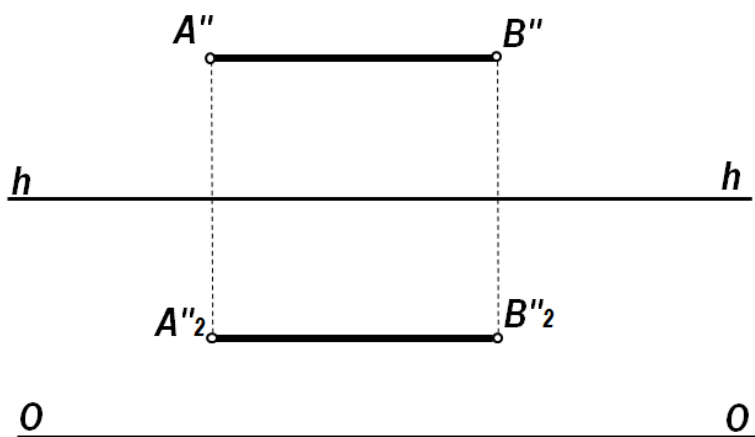


Рис.15. Перспектива прямой, параллельной картине и предметной плоскости

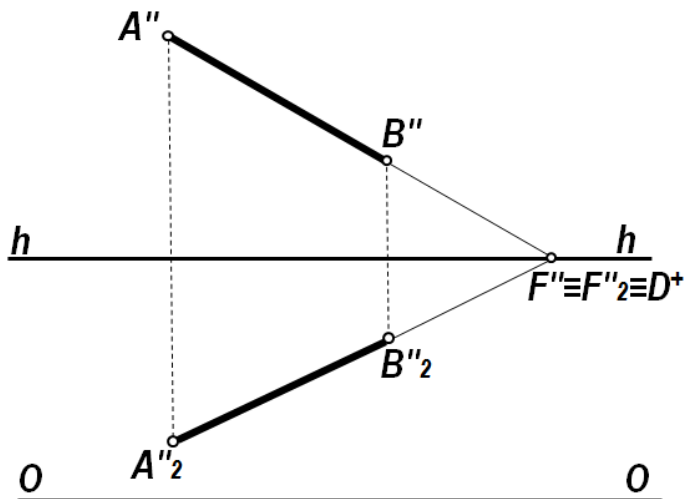


Рис.16. Перспектива прямой, составляющая с картиной угол 45°

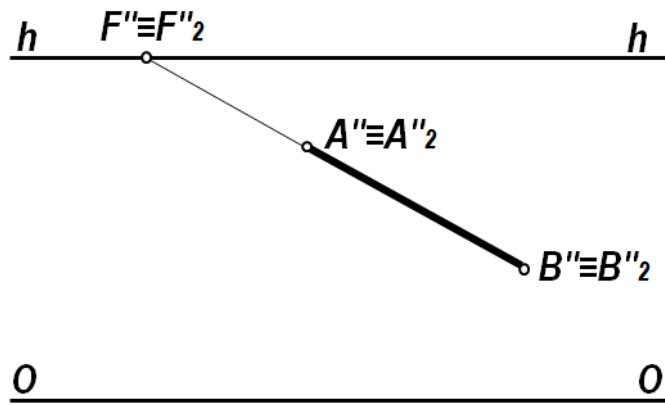


Рис.17. Перспектива прямой, принадлежащей предметной плоскости

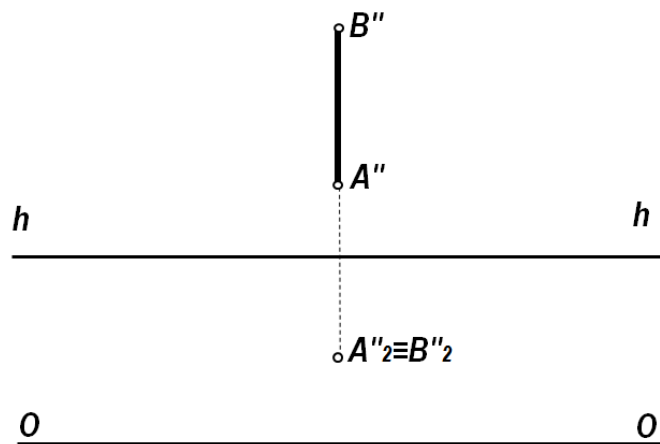


Рис.18. Перспектива прямой, перпендикулярной предметной плоскости

4.2. Взаимное расположение прямых линий в перспективе

1. Прямые параллельны, если они имеют общую точку схода, лежащую на линии горизонта (рис. 19).

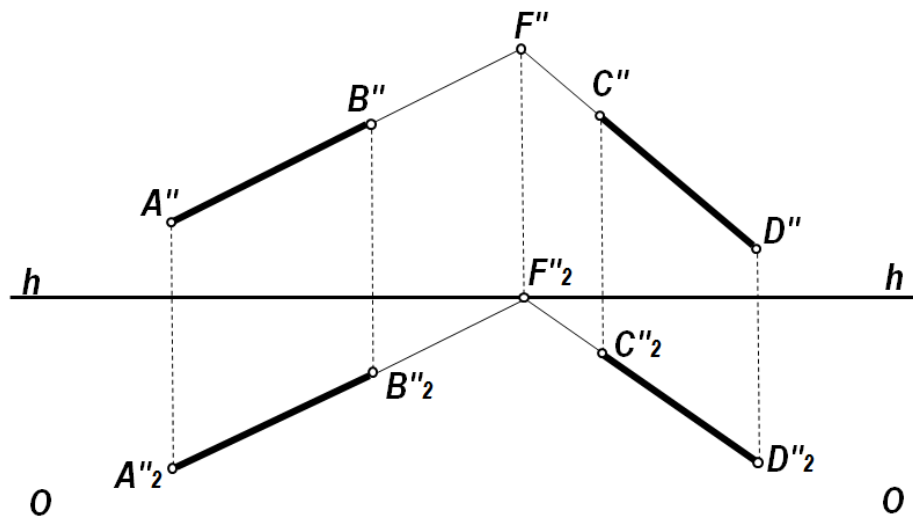


Рис.19. Перспектива параллельных прямых

2. Прямые взаимно перпендикулярны, если точка схода является главной точкой картины (рис. 20).

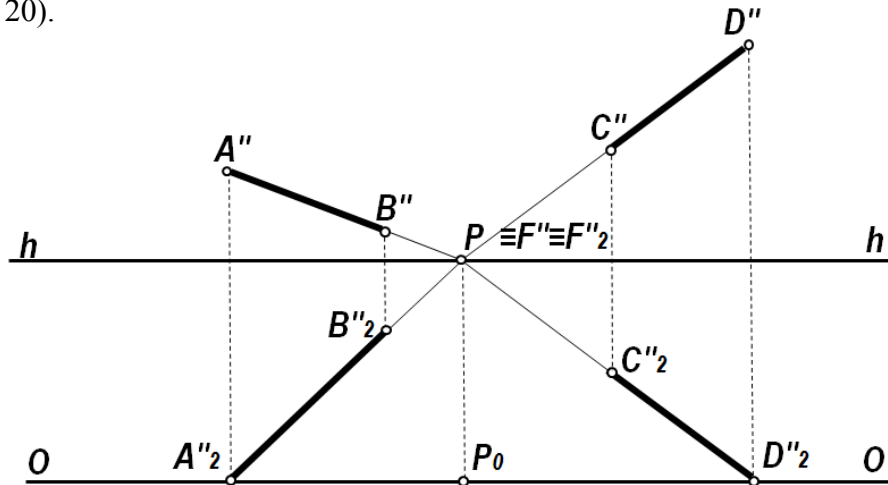


Рис.20. Перспектива взаимно перпендикулярных прямых

3. Прямые пересекаются, если перспективные и вторичные проекции их так же пересекаются, а точка пересечения расположена на общей вертикали (рис. 21).

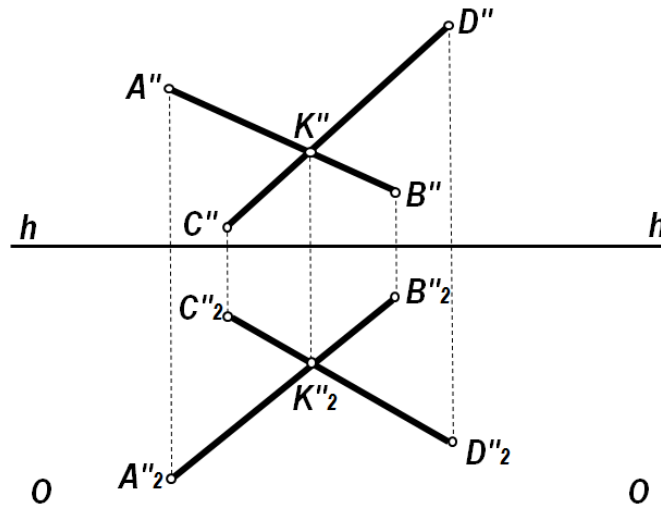


Рис.21. Перспектива пересекающихся прямых

4. Прямые скрещиваются, если точки пересечения перспективы и вторичных проекций не лежат на общей вертикали (рис. 22).

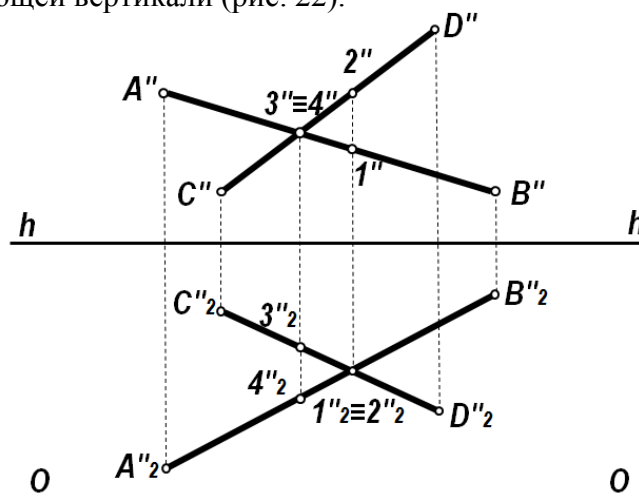


Рис.22. Перспектива скрещивающихся прямых

5. ИЗОБРАЖЕНИЕ ПЛОСКОСТИ В ПЕРСПЕКТИВЕ

Плоскости в перспективе задаются так же, как и в ортогональных проекциях:

- тремя несовпадающими точками;
- прямой и точкой, не лежащей на ней;
- двумя параллельными прямыми;
- двумя пересекающимися прямыми;
- плоской фигурой;
- следами.

Если дана плоскость общего положения, то по аналогии с прямой линией, она может иметь картинный след и линию схода.

Линией схода плоскости называется перспектива бесконечно удаленной прямой данной плоскости. Она служит линией схода и всех других плоскостей, параллельных данной.

Картинный след плоскости – это линия пересечения заданной плоскости с картиной.

Картинный след и линия схода всегда между собой параллельны.

Рассмотрим построение перспективы плоскости общего положения - прямоугольного четырехугольника $ABCD$, принадлежащего предметной плоскости (рис. 23).

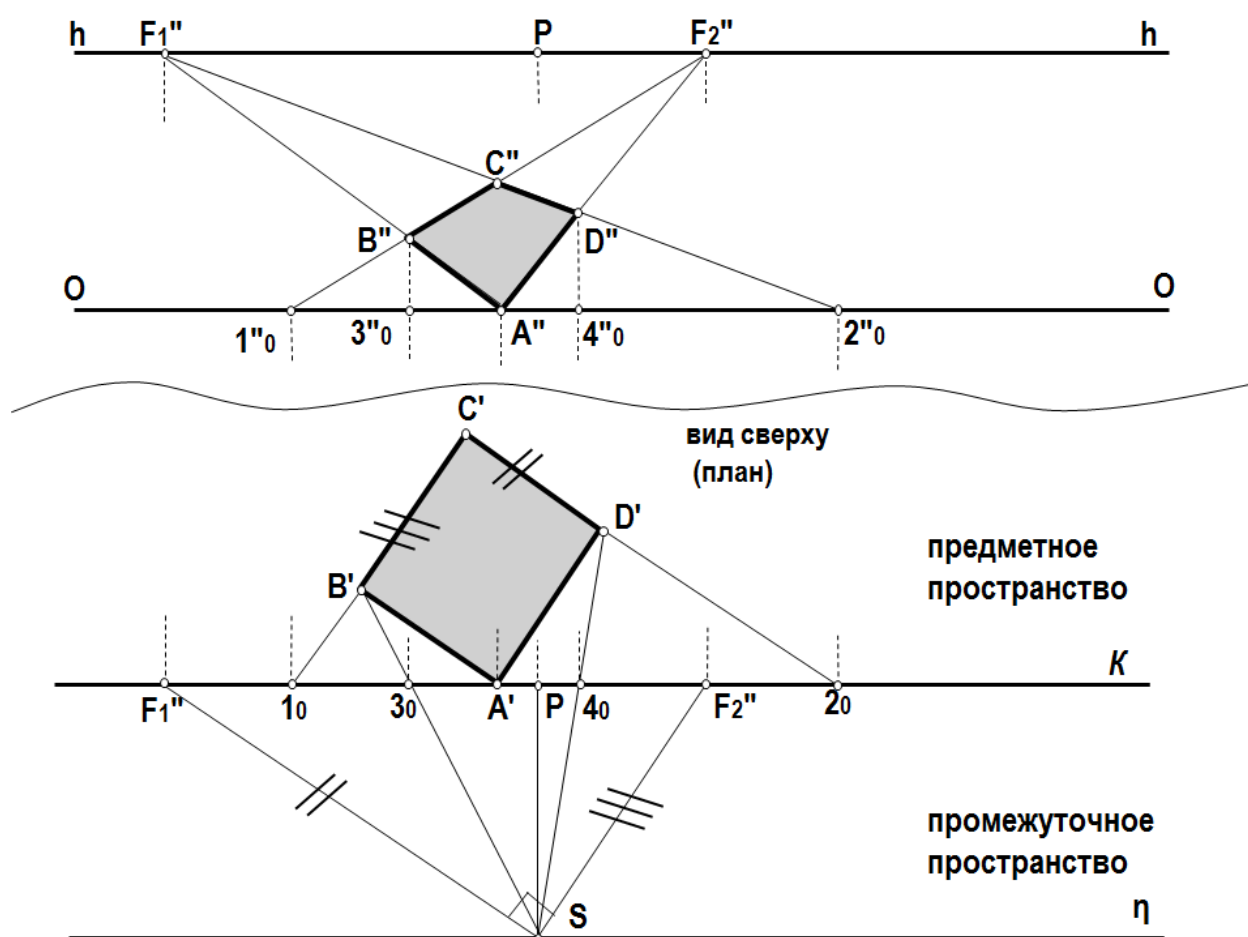


Рис.23. Перспектива плоскости

В дальнейшем таким же образом будем строить перспективы оснований зданий более сложных конфигураций.

Перспективу четырехугольника построим на пересечении перспектив прямых, его задающих.

Для каждой пары параллельных сторон (AB и CD , AD и BC) определяют точки схода F''_1 и F''_2 и для каждой прямой – картинный след. Картинные точки на основании картины - $I_0, 2_0$, точка A' является сама себе картинной точкой. Затем строят перспективы всех прямых на картине, на пересечении которых фиксируют перспективы вершин A'', B'', C'', D'' .

Если перспектива плоскости построена верно, то продолжение перспективы сторон $A''B''$ и $C''D''$, а так же $B''C''$ и $A''D''$ должны пересечься в одних точках - F''_1 и F''_2 , соответственно.

В литературе этот метод называется *методом двух точек схода*.

6. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МАСШТАБЫ

Наглядность перспективных изображений, позволяющая увидеть изображаемые объекты, близкие к действительности, достигается путем правильной передачи размерных (метрических) соотношений изображаемого объекта.

Таким образом, построение перспективы плоской фигуры по заданным ее размерам или же определение размеров фигуры по ее перспективному изображению, относятся к задачам метрического характера.

Для решения метрических задач применяют перспективные масштабы.

Перспективные масштабы позволяют:

- строить перспективу плоских фигур, в том числе паркетов, по определенным размерам;
- делить перспективу отрезка на несколько равных частей и увеличивать его в несколько раз;
- применять дробные дистанционные точки;
- измерять отрезки прямых, расположенных под случайным углом к картине.

Существуют три вида перспективных масштабов:

1. Масштаб ширины

Масштабом ширины (рис. 24) может служить отрезок прямой на основании картины, равный условной величине, например 1 метру. Если концы этого отрезка соединить с точкой P , получают перспективные изображения двух горизонтальных прямых, расположенных в натуре перпендикулярно к картине, следовательно, взаимно параллельных, расстояние между которыми будет равно одному метру на всем протяжении этих линий.

Такой прием используется при рисовании улиц, прямых дорог, боковых граней плоскостей и др.

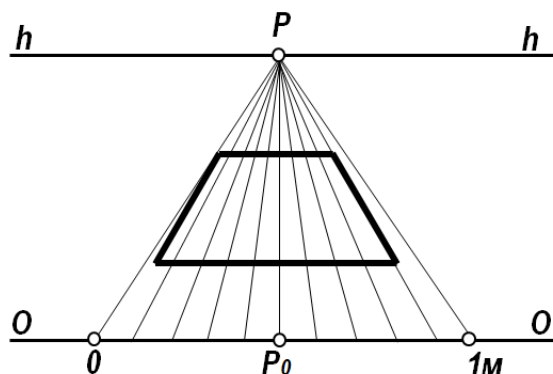


Рис.24. Масштаб ширины

2. Масштаб высоты

Масштаб высоты (рис. 25) позволяет строить в перспективе вертикальные линии.

Строят на одной из вертикальных сторон картины, отложив от ее основания отрезок, равный условному метру (или высоте человека среднего роста); соединив оба конца этого отрезка с точкой P , получают возможность установить величину в один метр при любом удалении в глубину картины его перспективного изображения.

Таким образом, все построения ведутся не по горизонтали, а по вертикали. Здесь так же, как и в случае с горизонтальными линиями, каждая вертикаль при удалении от зрителя, уменьшается в размере.

Масштаб высоты необходимо учитывать, когда изображают людей, разно удаленных от зрителя, деревья в парке (когда они одного возраста, и посажены рядами), фонарные столбы и т.п.

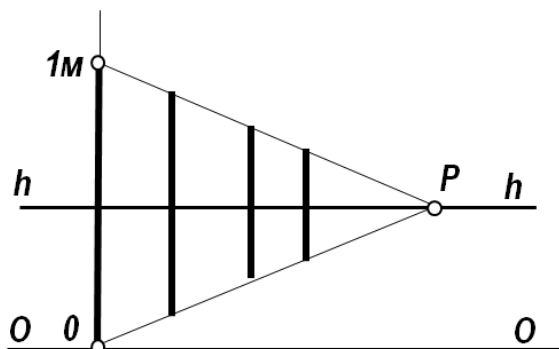


Рис.25. Масштаб высоты

3. Масштаб глубины

Масштаб глубины (рис. 26) можно построить, отложив от одного из углов картины величины, равные условным метрам, и соединив эти деления с дистанционной точкой D^+ , тогда на прямой, соединяющей угол картины с точкой P , получают в перспективе изображения отрезков, в натуральном виде, равных между собой.

Масштаб глубин строят, если необходимо изобразить в перспективе паркетный пол или шахматную доску и т.п.

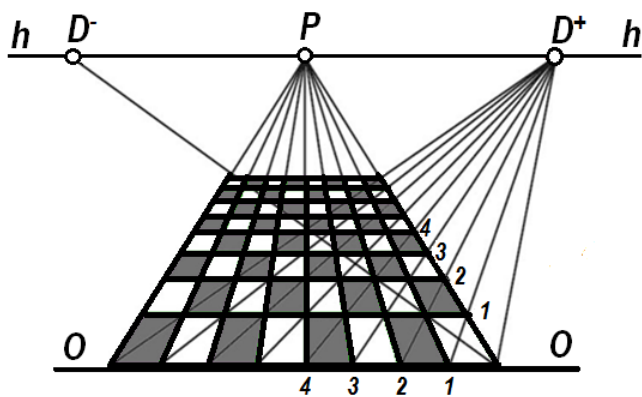


Рис. 26. Масштаб глубины

7. ВЫБОР АППАРАТА ПЕРСПЕКТИВЫ

Основная задача перспективы – показать, как будет выглядеть проектируемое сооружение после его возведения в конкретных условиях.

Для выполнения этого основного требования, необходимо при построении перспективных изображений соблюдать определенные условия по выбору аппарата перспективы.

В выбор аппарата перспективы входят определение положения:

- картины (K);
- точки зрения (S);
- линии горизонта (h).

1. Линия горизонта h

- Перспектива с нормальной линией горизонта (рис. 27) – высота h не более 2 м ($1,6 \div 2$ м).

Применяется для построения перспективы небольшой группы, близко расположенных друг к другу или единичных зданий.

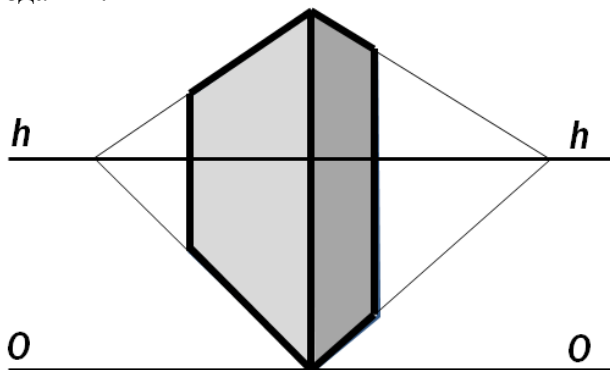


Рис.27. Перспектива с нормальной линией горизонта

- Перспектива с повышенной линией горизонта (рис. 28) – перспектива «с птичьего полета» высота h более 2 м (до 100 м).

Применяется для построения большой группы зданий, например, микрорайона, или сооружений, у которых кровля имеет интересное архитектурное решение, а так же для построения перспективы садов, сквера, города в целом.

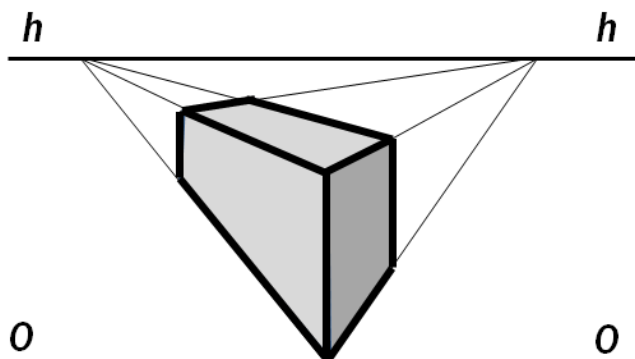


Рис.28. Перспектива с повышенной линией горизонта

- Перспектива с нулевой линией горизонта (рис. 29) – $h=0$.

Применяется для построения перспективы улиц, для построения перспективы зданий и сооружений, расположенных на возвышении.

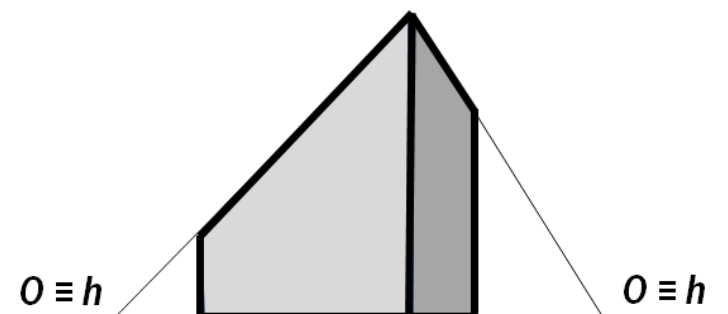


Рис.29. Перспектива с нулевой линией горизонта

2. Точка зрения S

В перспективе **точкой зрения** называют то место, с которого зритель смотрит на изображаемые предметы. Точка зрения должна быть выбрана так, чтобы из нее наиболее полно просматривалась форма сооружения.

- Вертикальный угол зрения $\beta = 110^\circ \div 120^\circ$.

Выбор расстояния от точки зрения до картинной плоскости зависит от проекционных свойств органов зрения человека (рис. 30).

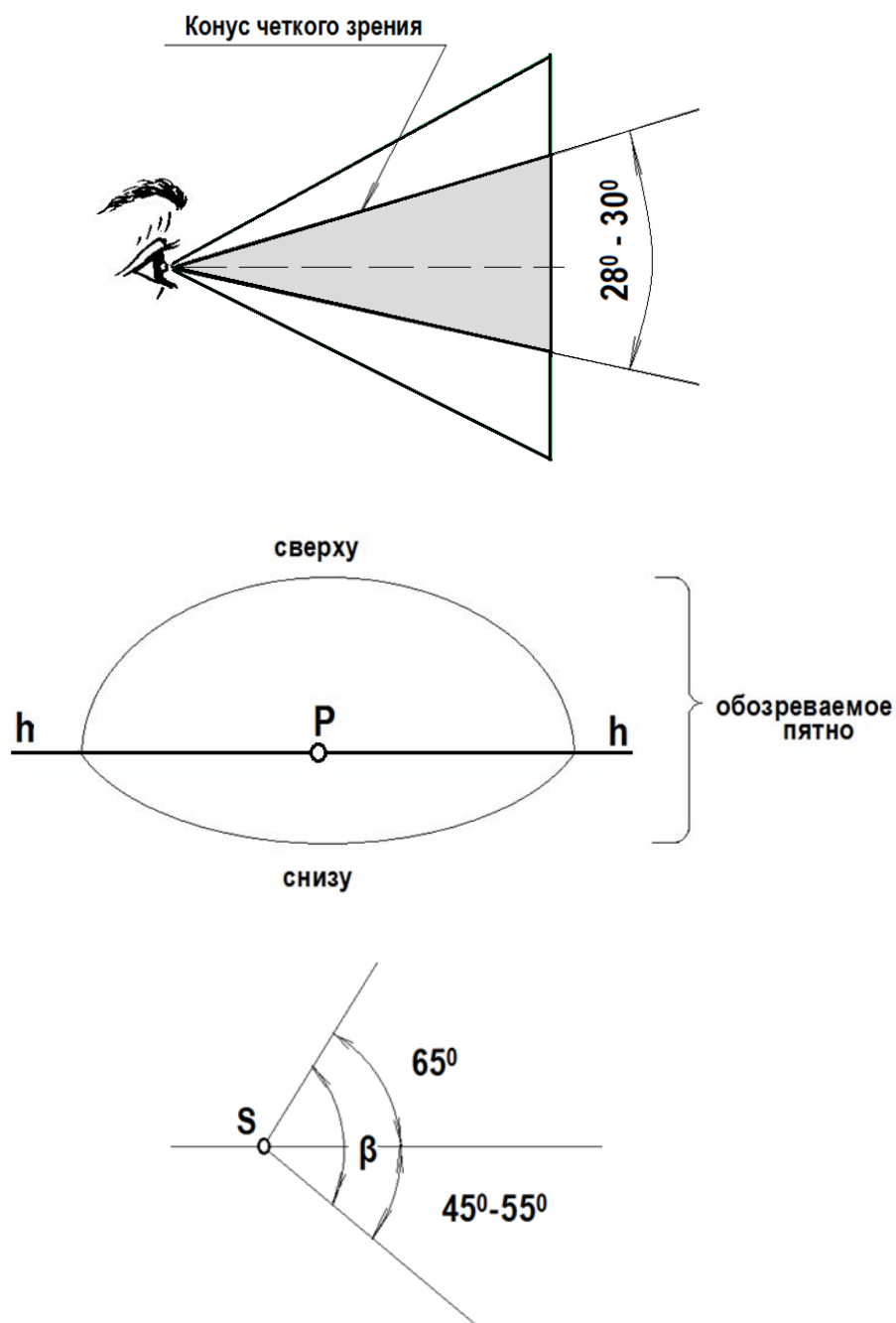


Рис.30. Вертикальный угол зрения

➤ Горизонтальный угол зрения $\alpha \leq 140^\circ$ (рис. 31).

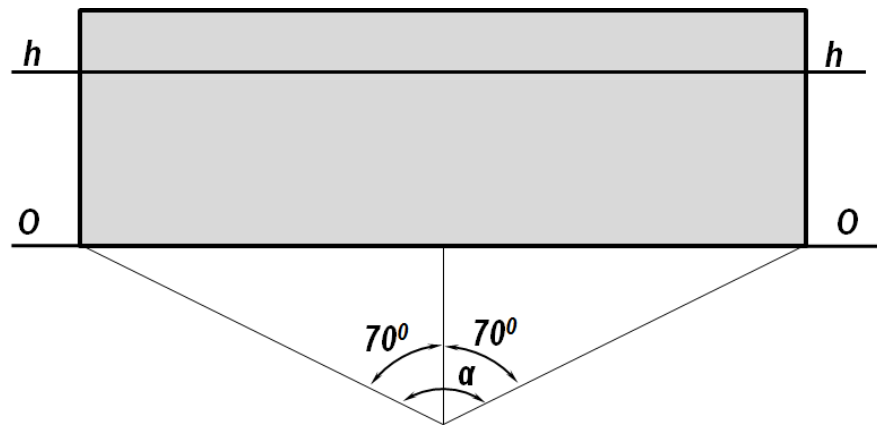


Рис.31. Горизонтальный угол зрения

В основе выбора точки зрения лежит правило: «относительное расположение изображаемого объекта, точки зрения и картинной плоскости должно быть таково, чтобы этот объект находился полностью внутри такого кругового конуса (рис. 32), у которого вершина совпадает с точкой зрения, ось перпендикулярна картинной плоскости и диаметр круга основания на картине укладывается в высоте конуса от одного до трех раз. При этом, угол α между образующими конуса при вершине будет изменяться от 18° до 54° . При угле 28° диаметр круга основания укладывается в высоте два раза».

Оптимальная величина угла зрения $\alpha = 28^\circ \div 30^\circ$.

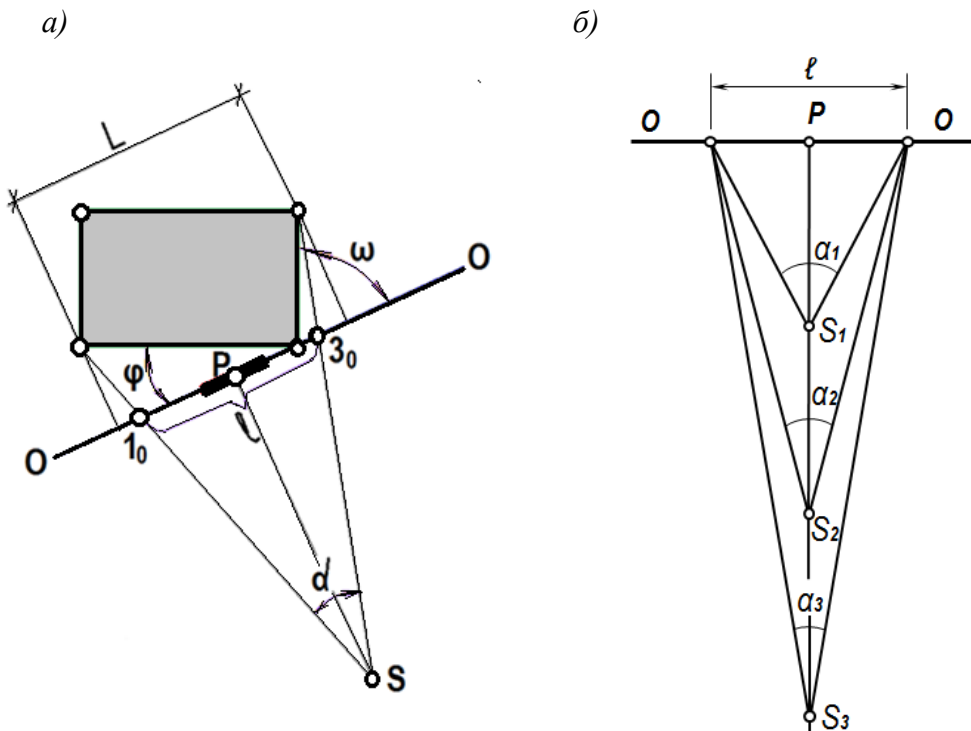


Рис. 32. Выбор угла зрения в горизонтальной плоскости

L - фронт просматривания.

Если $S_1P = l$, то $\alpha_1 = 55^\circ$

Если $S_2P = 2l$, то $\alpha_2 = 28^\circ$

Если $S_3P = 3l$, то $\alpha_3 = 18^\circ$

При построении перспективы следует руководствоваться следующими рекомендациями:

1. Основание картины $O-O$ желательно проводить через одну из точек фасада;
2. φ - угол наклона картины к главному фасаду, $\varphi = 20-35^0$ (оптимально 25^0);
3. $\varphi \neq \omega$;
4. Чем меньше ω , тем лучше просматривается боковой фасад;
5. Главная точка картины P должна находиться в $1/3$ части от длины всей перспективы (участок на рис. 32а, выделенный толстой линией возле точки P) или проходить примерно от середины сооружения;
6. Если здание в плане длинное, то главный луч SP должен быть не меньше длины здания.

8. ПОСТРОЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ОКРУЖНОСТИ

Известно несколько способов построения окружности в перспективе. Основной, простой и удобный способ описанного квадрата.

Сущность метода состоит в том, что сначала строят в перспективе квадрат, в него вписывают окружность, определив восемь ее точек.

В зависимости от положения точки зрения окружность в перспективе может изображаться в виде эллипса, параболы, гиперболы и, в частном случае, окружности или прямой. Чаще встречается первый случай.

Следует учесть, что центр окружности не проецируется в центр эллипса, т.к. прямая, проходящая через центр одного из сечений, не проходит через центр другого сечения, не параллельного первому.

Итак, построим перспективу окружности, вписанной в квадрат по восьми точкам (рис. 33), из которых: в четырех окружность касается сторон квадрата - 1, 3, 5, 7, а в четырех - пересекается с его диагоналями - 2, 4, 6, 8. Обычно восьми точек бывает достаточно для построения эллипса.

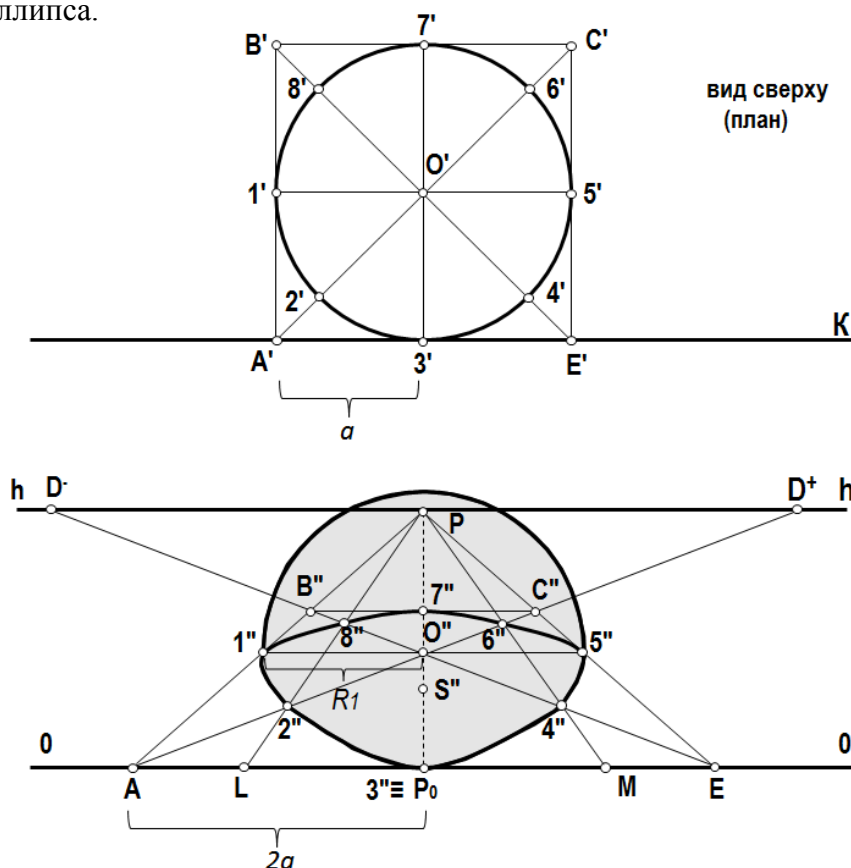


Рис.33. Построение перспективы окружности

Зная диаметр заданной окружности, план допускается не строить. Расстояние дистанционных точек PD^- и PD^+ задается обязательно, т.к. диагонали квадрата AC и BE наклонены к основанию картины под углом 45° .

Главный луч обязательно должен проходить через центр окружности. Перспективы прямых AB и CE проходят через главную точку картины P . Чтобы найти точки B'' и C'' , соединим точки A'' с D^+ и E'' с D^- .

Перспективы сторон AE и BC параллельны основанию картины. Точки $2''$, $6''$, $4''$, $8''$ расположены в пересечении соответственно прямых LP и MP с перспективами диагоналей квадрата. Перспектива диагоналей уже построены ($A''C''$ и $B''E''$). Через точку O пересечения диагоналей проходят прямые $1-5$ и $3-7$, в которых окружность касается сторон квадрата. Их перспективами являются точки касания эллипса с перспективами квадрата.

Соединить точки от 1 до 8 плавной линией.

Необходимо иметь в виду, что точка O – геометрический центр окружности, но не перспективный. Для определения перспективного центра, необходимо разделить расстояние $3-7$ пополам – точка S .

Если построения перспективы окружности расположены ниже линии горизонта, то перспектива центра окружности (точка O) расположена выше S , и наоборот.

Для изображения купола, проводят дугу радиуса R из центра т. O , соединив точки $1''$ и $5''$ образуя полусферу (рис. 33).

9. ПОСТРОЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ СПОСОБОМ СЛЕДА ЛУЧА (СПОСОБ ДЮРЕРА)

Способ Дюрера (назван по имени немецкого живописца и графика, мастера Ренессанса, Альбрехта Дюрера, предложившего данный способ) заключается в определении точек пересечения проецирующих лучей, соединяющих заданную точку объекта и точку зрения с картиной.

Допустим, необходимо построить перспективу поверхности призмы (рис. 34).

Для более наглядного изображения, используем план и фасад поверхности (ее горизонтальную и фронтальную проекции).

Задаем точки S' , P . Высоту линии горизонта $h-h$ зададим больше высоты призмы.

Поскольку ребро $1-5$ находится в картине, то ее перспектива совпадает с ее фронтальной проекцией: $1'' \equiv 1''_1$, $5'' \equiv 5''_1$.

К вершинам параллелепипеда на плане проводятся проецирующие лучи, места пересечения которых с картинной плоскостью обозначены точками $2_0 \equiv 6_0$, $3_0 \equiv 7_0$, $4_0 \equiv 8_0$.

После этого над планом вычерчивается перспективное изображение. Построение перспективы любой вершины призмы проводят по описанной выше схеме построения перспективы точки. Например, чтобы построить точку $2''_1$, являющейся перспективой точки 2 , необходимо провести прямую, соединяющую точки $2''$ и $P \equiv S$. На эту прямую по линии проекционной связи поднять точку 2_0 . Таким образом, получили перспективу точки $-2''_1$. Остальные вершины строятся аналогичным образом. Все полученные точки соединяют между собой с учетом видимости.

В качестве проверки правильности построений, необходимо продолжить ребра $5''-6''$ и $7''-8''$, а также $6''-7''$ и $5''-8''$ до взаимного пересечения. Если они пересекутся в точках N''_1 и N''_2 , соответственно на линии горизонта $h-h$, то перспектива поверхности построена верно.

Этот метод применяется при построении перспективы площадей и улиц с двусторонней симметричной застройкой внутренних дворов, перспективы интерьера длинного зала, а также перспектив объектов, имеющих в плане не прямые углы.

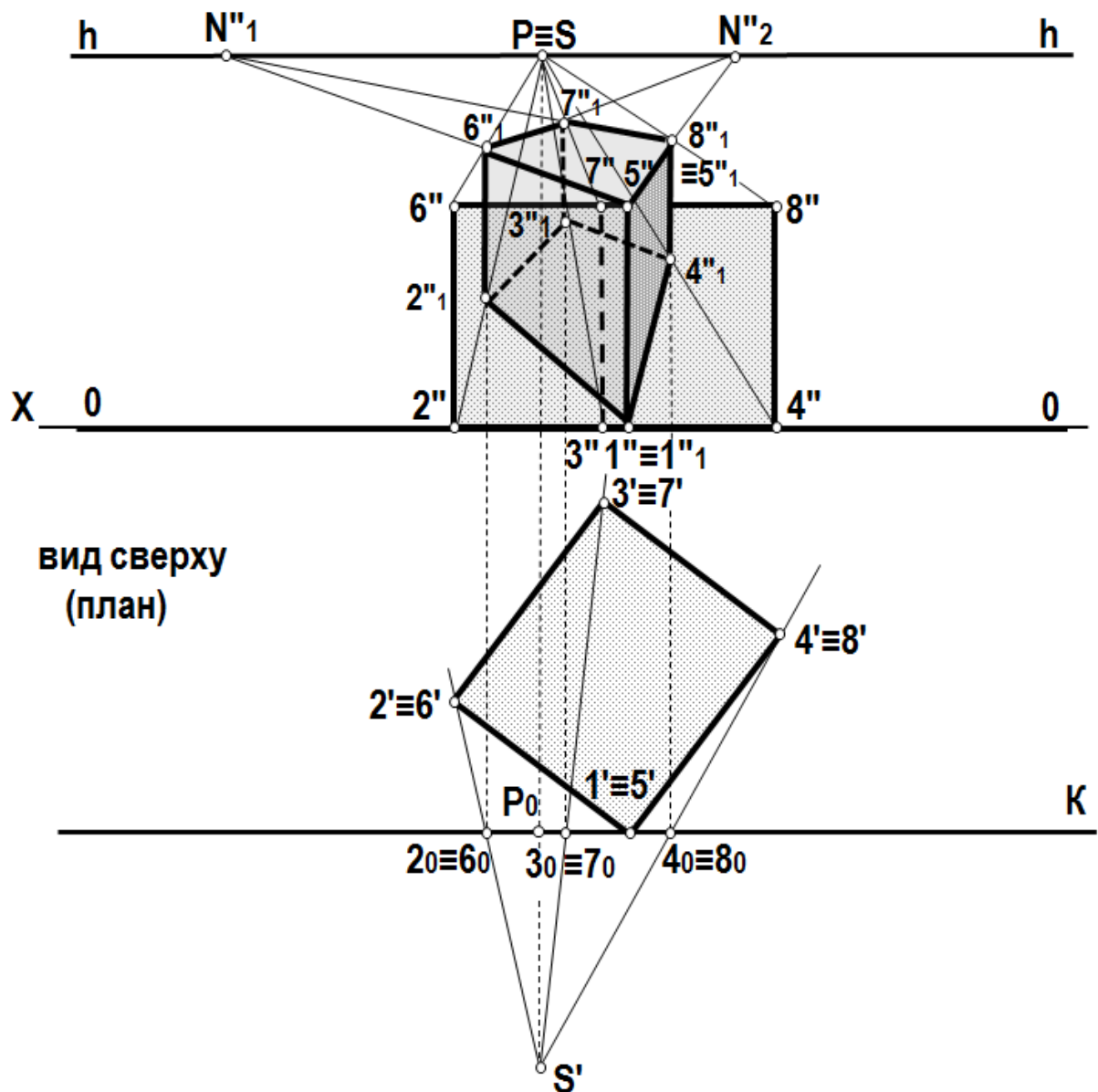


Рис.34. Построение перспективы призмы методом Дюрера

10. ПОСТРОЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ СПОСОБОМ АРХИТЕКТОРОВ

В практике построения перспектив строительных объектов способ архитекторов получил наибольшее применение.

Он основан на использовании точек схода перспектив параллельных горизонтальных прямых объекта и, благодаря этому, отличается большой графической точностью и простотой построения.

Рассматриваемый способ построения перспективы принято называть способом архитекторов, т.к. основы были разработаны и применялись архитекторами и художниками Возрождения (Филиппо Брунеллески, Гвидо Убальдив конце XIV века).

При построении перспективы могут быть использованы две точки схода прямых или одна точка схода и картинные следы прямых. Рассмотрим оба приема построений:

1. Построение перспективы призмы с помощью двух точек схода

В первую очередь выполняют построения на исходном чертеже (рис. 35). Причем, горизонтальную проекцию призмы можно рассматривать как план здания, а фронтальную – фасад здания. Согласно вышеуказанным рекомендациям определяют положения следа картинной плоскости K , точки зрения S и главной точки P .

Линию горизонта устанавливают на высоте $H=1,5-2$ м.

Перпендикулярно горизонтальной плоскости проекций через одно из ребер призмы проводят картинную плоскость K под углом $20^{\circ}-35^{\circ}$ к главному фасаду.

Примерно через середину горизонтальной проекции призмы перпендикулярно картине K проводят главный луч SP . При этом, угол зрения α должен быть в пределах $28^{\circ}-30^{\circ}$.

Точку схода F''_1 определяют лучом, проведенным из точки S параллельно стороне призмы $1-2$, а точку схода F''_2 – параллельно стороне призмы $1-4$. Т.к. эти стороны призмы параллельны горизонтальной плоскости проекций, то точки схода будут находиться на линии горизонта $h-h$.

Переходим к построению перспективы (рис. 36). Перспектива может быть построена в любом масштабе по отношению к масштабу исходных проекций. Но изображение перспективы получается более наглядным при увеличении его масштаба в 2 раза по сравнению с ортогональным чертежом.

Построение перспективного изображения объекта начинают с перспективы плана. На линию горизонта $h-h$ переносят главную точку P и точки схода F'_1 и F''_2 с увеличением расстояния между ними в два раза. На основание картины $O-O$ переносят точки, полученные на следе картины исходного плана: $1, 2_0, 4_0$, откладывая их от вторичной проекции P_0 главной точки картины.

Через точки, нанесенные на основание картины, проводят вертикальные прямые – перспективу радиальных прямых. Затем проводят перспективу прямых в точки схода F'_1 и F''_2 и в пересечении с вертикальными прямыми получают точки перспективы плана 2_0 и 4_0 .

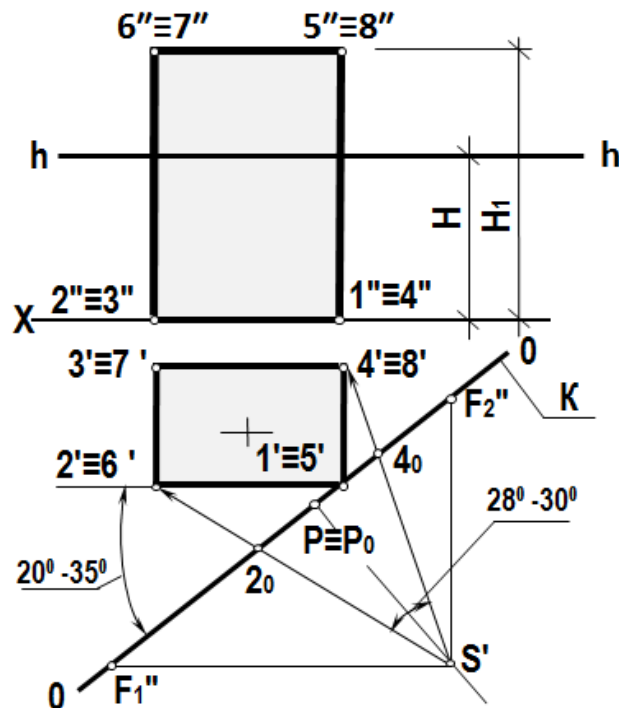


Рис.35. Аппарат перспективы для элемента здания

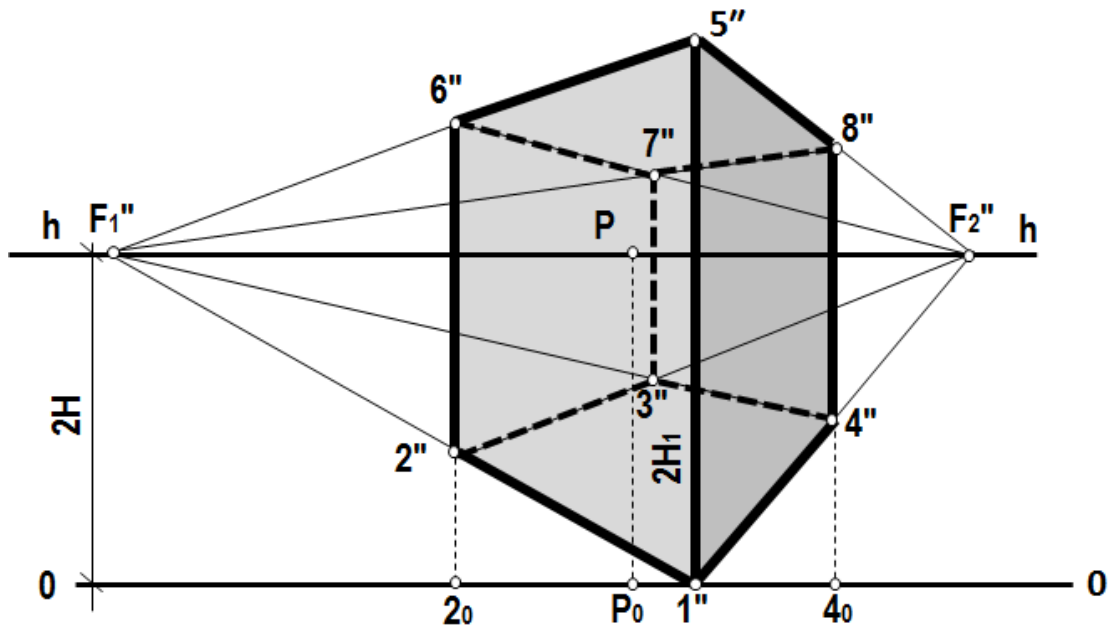


Рис.36. Построение перспективы призмы методом архитекторов с помощью двух точек схода

Построение перспективы вертикальных ребер объекта (высот) начинают с точки 1 , где размер ребра $1-5$, взятый с фасада (рис. 35), проецируется в натуральную величину (с учетом масштаба двойного увеличения), т.к. ребро лежит в плоскости картины.

Чтобы построить перспективу вертикального ребра $4-8$, необходимо точку 1 с точкой схода F''_2 и на пересечении этого луча с вертикальной прямой, проведенной от точки 4_0 , получим перспективу точки 4 - точку $4''$. Перспектива точки $8''$ получается пересечением луча $5''F''_2$ с вертикалью от точки 4_0 .

По аналогии определяют перспективу ребра $2'' 6''$.

Для построения перспективы ребра $3-7$, необходимо соединить точки $2''$ и F''_2 , а также точки $4''$ и F''_1 . Пересечение этих лучей и определит положение перспективы точки 3 - точку $3''$. А точка $7''$ определяется пересечением лучей $6''$ и F''_2 и $8''$ и F''_1 .

Полученные точки соединяют с учетом видимости.

К достоинствам метода архитекторов относятся простота построений, возможность выбора любого положения картины по отношению к изображаемому объекту, возможность применения плана и фасада, вычерченных в разных масштабах. Главным недостатком этого метода является расположение точек схода, в большинстве случаев, далеко за пределами картины («недоступные» точки схода).

2. Построение перспективы призмы с помощью одной точки схода

Последовательность отдельных начальных этапов этап построений такой же, как и в предыдущем случае (рис. 37).

Допустим, при построении перспективы одна из точек схода F''_1 расположилась далеко за пределами картины и оказалась практически недоступной. Чтобы через точку 1 провести перспективу $1''- 2''$ прямой, идущей в эту точку схода, достаточно построить перспективу $2''$ точки 2 и соединить прямой линией с точкой 1 . Для этого на плане проведем через $2'$ прямую $2'- 2_{01}$, параллельную стороне $1-4$, для которой имеется доступная точка схода F'' , и отметим точку 2_{01} пересечения ее с основанием картины $O-O$.

Луч, соединяющий точки 2_{01} и F'' , является перспективой прямой $2'-2_{01}$ (рис. 38). Затем строим точку 2_0 , проводим через нее вертикальную прямую до пересечения с $2_{01}F''$ в искомой точке $2''$.

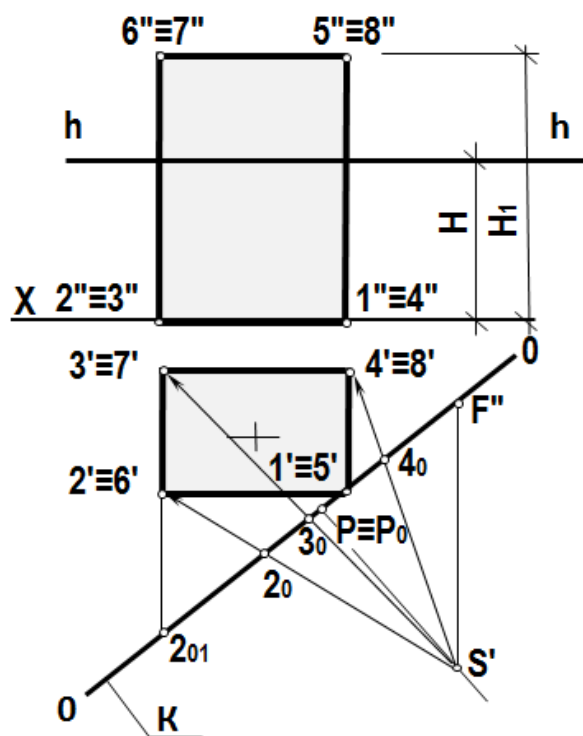


Рис.37. План призмы

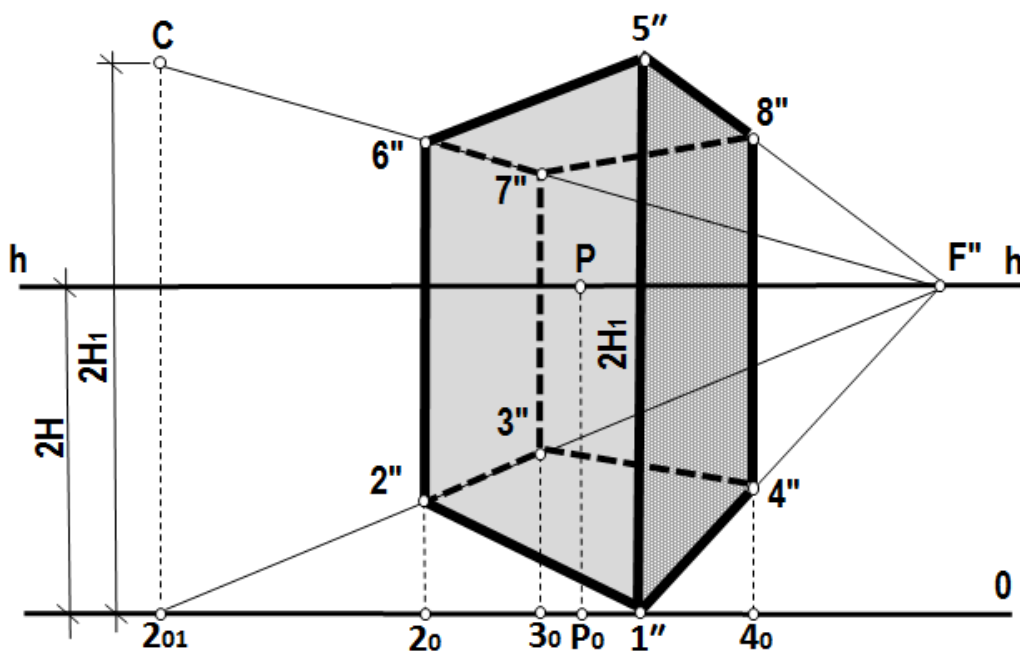


Рис.38. Построение перспективы призмы методом архитекторов с помощью одной точки схода

Прямая, соединяющая точки $1''-2''$, является искомой перспективой. Аналогично можно построить перспективы других точек.

Следует помнить, что при построении перспективы все размеры увеличивают в 2 раза по сравнению с ортогональным чертежом.

Способ построения перспективного изображения с одной точкой схода компактен. Однако точность построения изображения меньшая по сравнению с предыдущим способом. Способ с одной точкой схода чаще всего используется для построения реальных перспектив зданий и архитектурных комплексов.

11. ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА «ПОСТРОЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ»

1. Работа выполняется на чертежном листе формата А2 (420×594 мм). Лист располагают горизонтально. Пример выполнения задания дан в приложении 2.

2. В правом нижнем углу рабочего поля чертежа вычерчивается основная надпись формы 1 (рис. 39).

В основной надписи заполняют следующие графы (графы обозначены числами в скобках):

графа 1 – наименование изображения на чертеже: «ПОСТРОЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ»;

графа 2 – обозначение (номер) чертежа согласно ГОСТ 2.201-80, например: СПГУ.06018.010 (06 - шестая тема курса «Теории теней и перспективы», 018 - 18-й вариант задания, 010 – номер студента в списке группы);

графа 3 – литера, присвоенная документу (литера «У» – для учебных чертежей);

графа 4 – наименование учебного заведения (Горный университет) и группы;

графа 5 – фамилии студента и преподавателя;

графа 6 – подписи студента и преподавателя;

графа 7 – дата подписания чертежа;

графа 8 – порядковый номер листа;

графа 9 – общее количество листов документа.

3. Согласно Приложению 1, в соответствии с вариантом задания в верхнем левом углу рабочего поля чертежа, вычерчиваются исходные данные задания (ортогональные проекции), увеличенные в 2,5 раза.

4. В свободном пространстве листа выполняют построение перспективы заданных объектов способом «архитекторов» с помощью двух точек схода или одной точки схода (рис. 40).

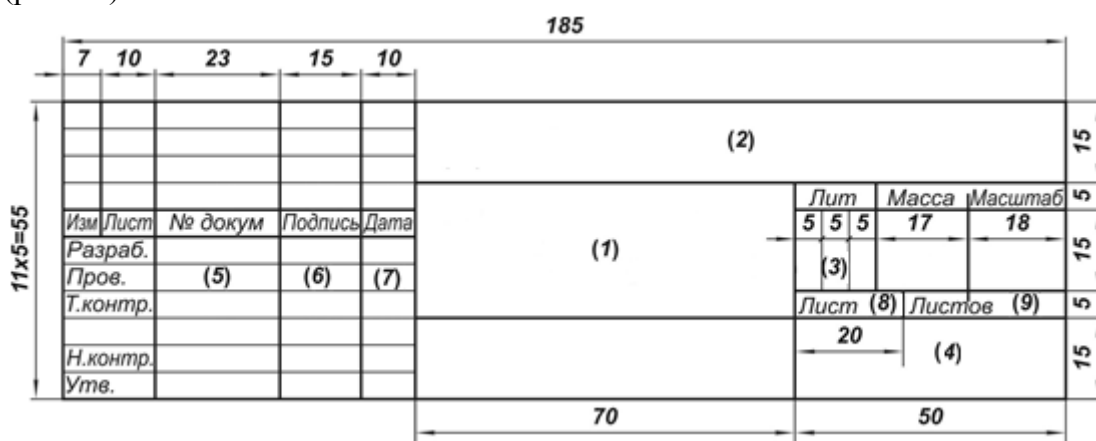


Рис.39. Основная надпись формы 1 для чертежей

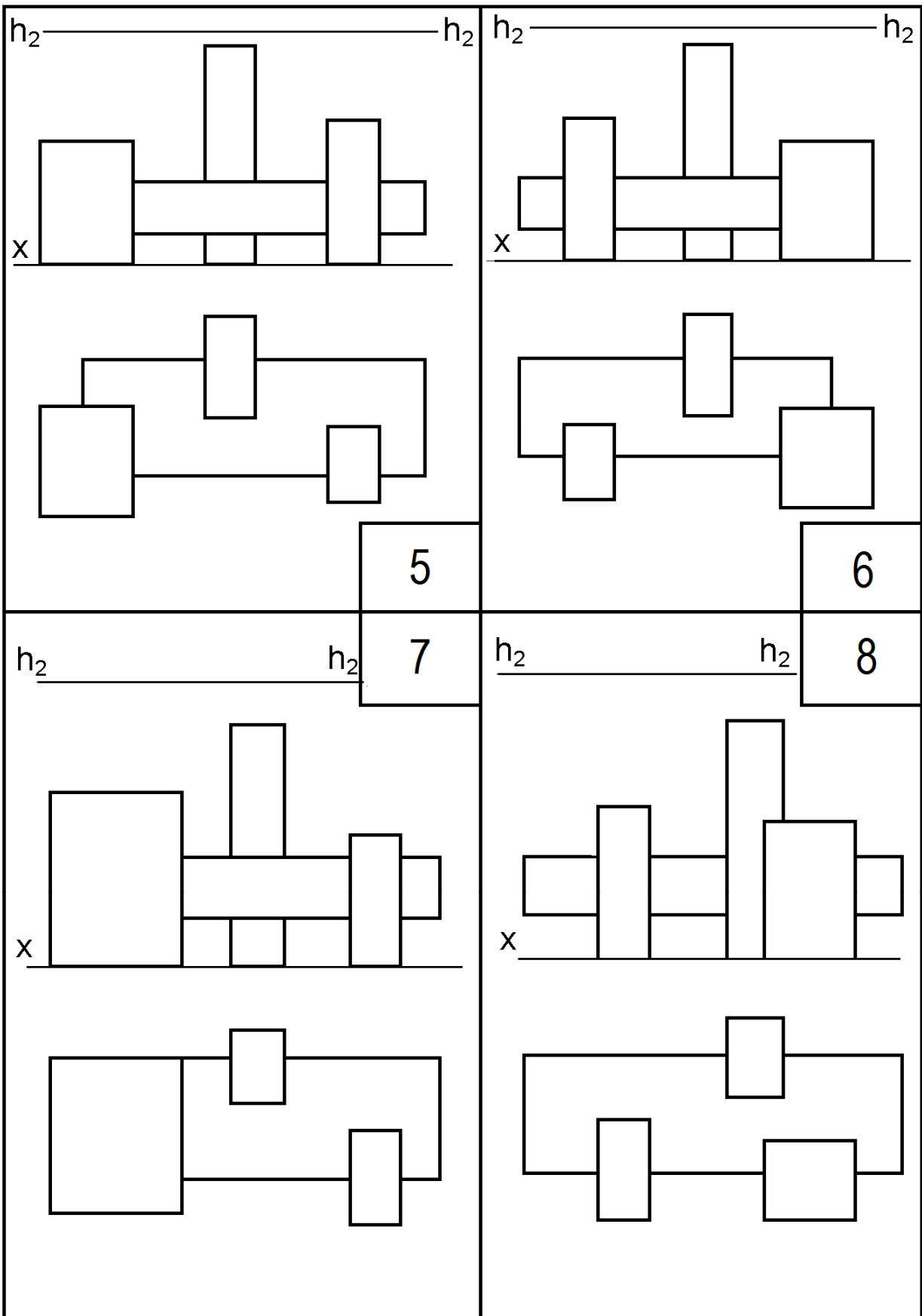
Пример выполнения графической работы приведен в приложении 2.

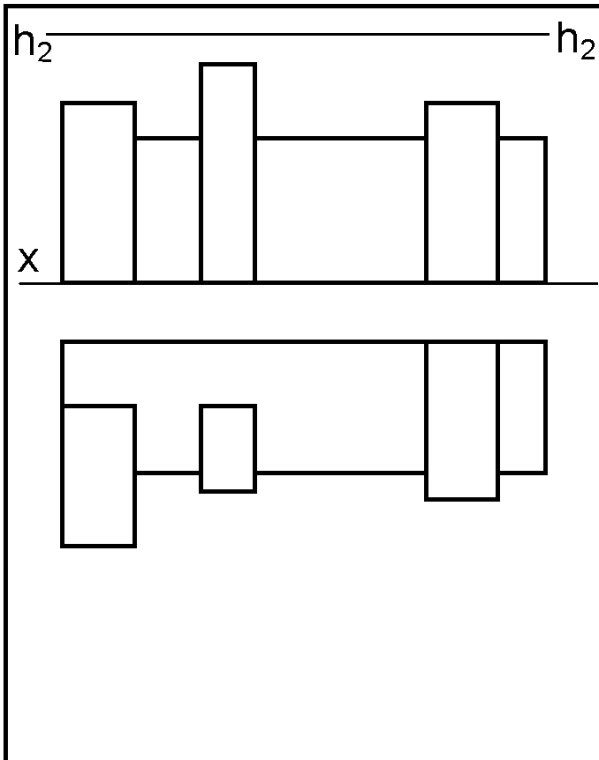
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Г. Г. Ломоносов, А. И. Арсентьев, И. А. Гудкова и др.* Горно-инженерная графика/ – М.: Недра, 1976, 263 с.
2. *В. О. Гордон, Ю. Б. Иванов, Т. Е. Солнцева* Сборник задач по курсу начертательной геометрии / – М.: Высшая школа, 1998.
3. *Ю.И. Короев* Начертательная геометрия: Учебник для архитектур.спец. вузов/Ю.И. Короев. – М.: Архитектура С, 2007, 424 с.
4. *Н.Н. Крылов* Начертательная геометрия: Учебн. пособие для строит.спец. Вузов/Н.Н. Крылов, Г.С. Иконникова, В.Л. Николаев, В.Е. Васильев. – М.: Высшая школа, 1984, 224 с.

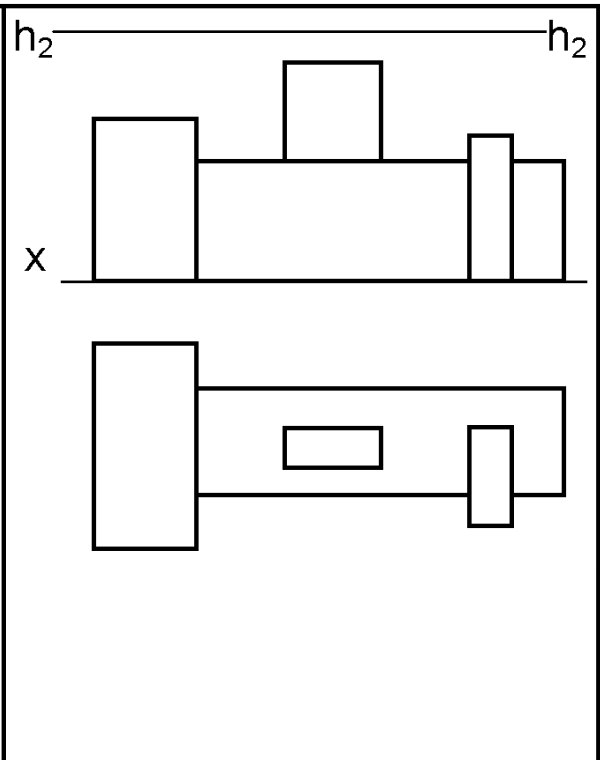
Варианты индивидуальных заданий

<p>h_2 h_2</p> <p>x</p> <p>1</p>	<p>h_2 h_2</p> <p>x</p> <p>2</p>
<p>h_2 h_2</p> <p>x</p> <p>3</p>	<p>h_2 h_2</p> <p>x</p> <p>4</p>

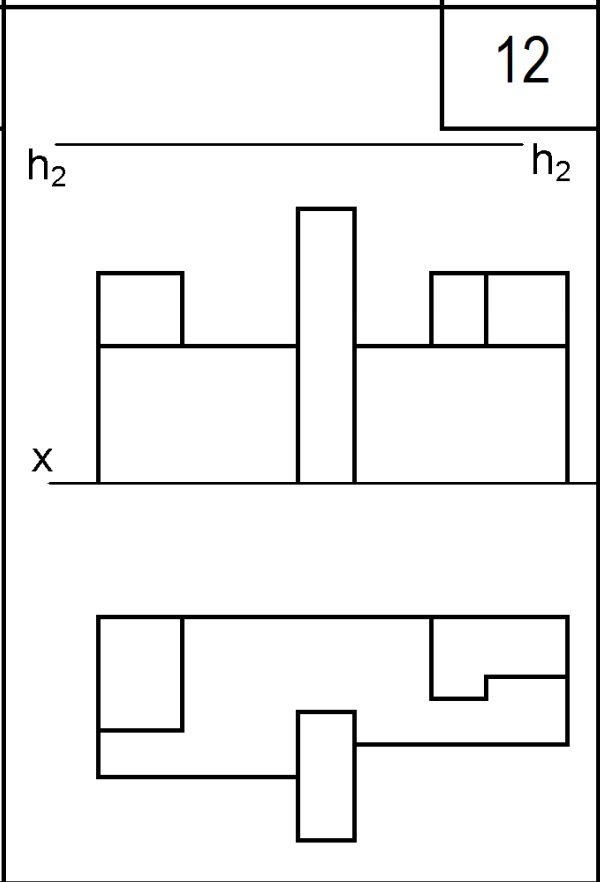
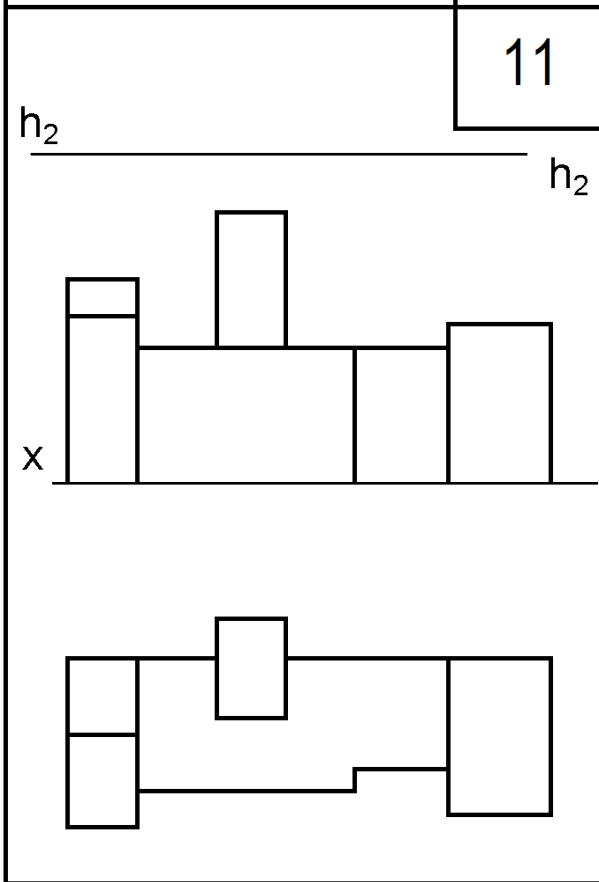


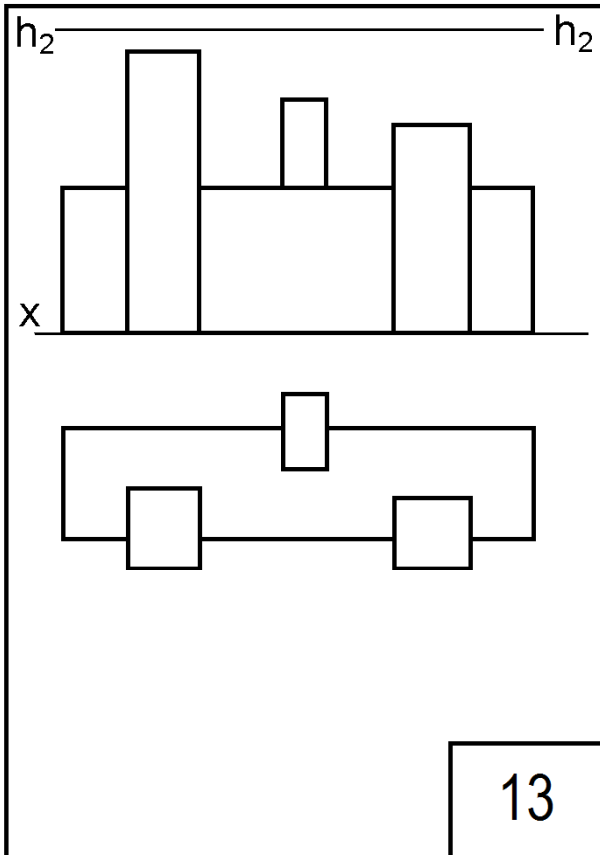


9
11

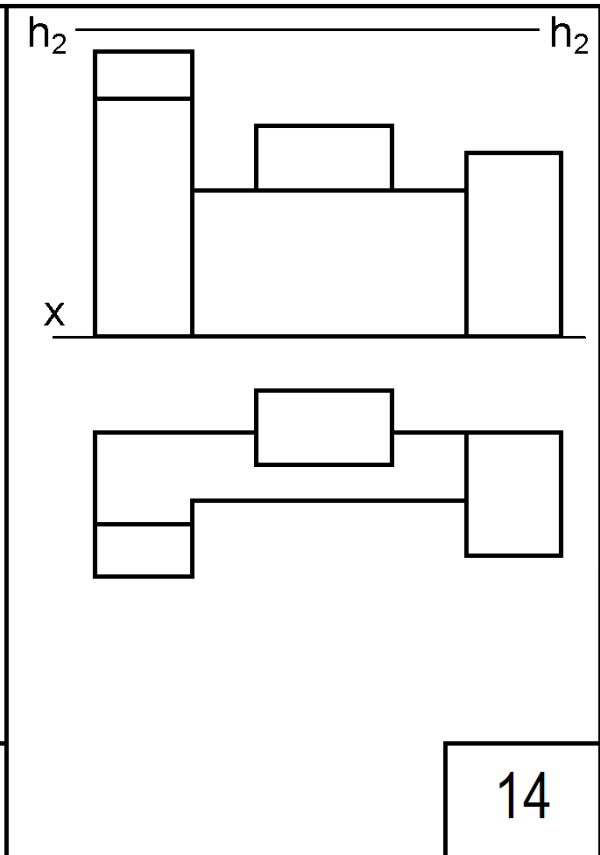


10
12

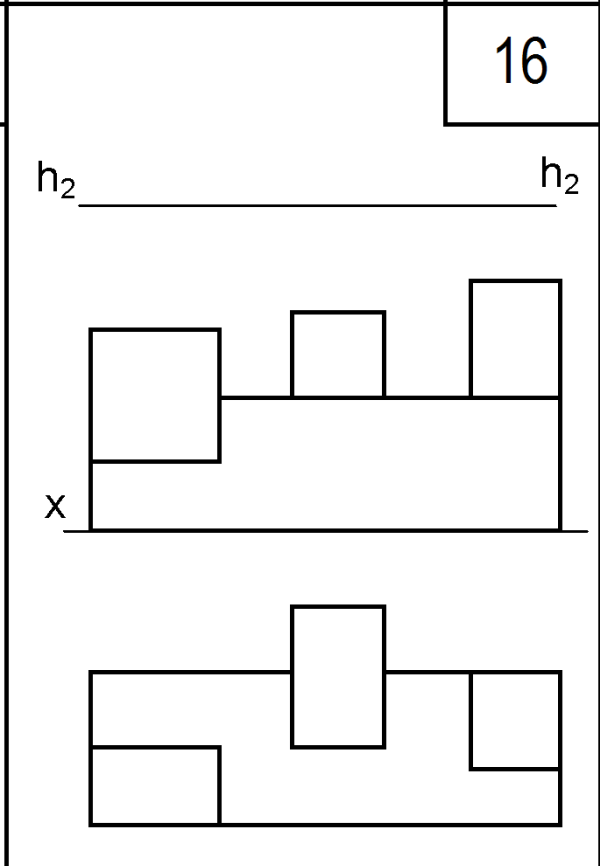
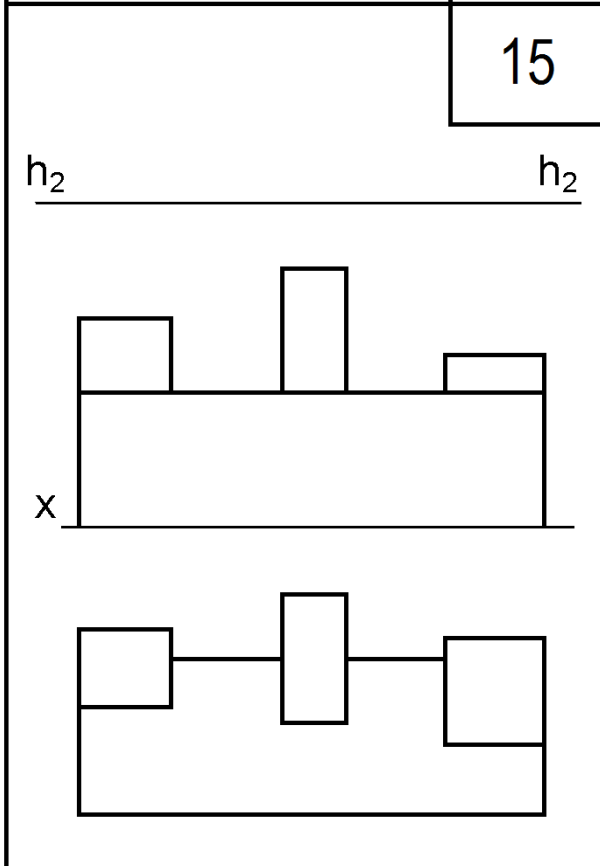


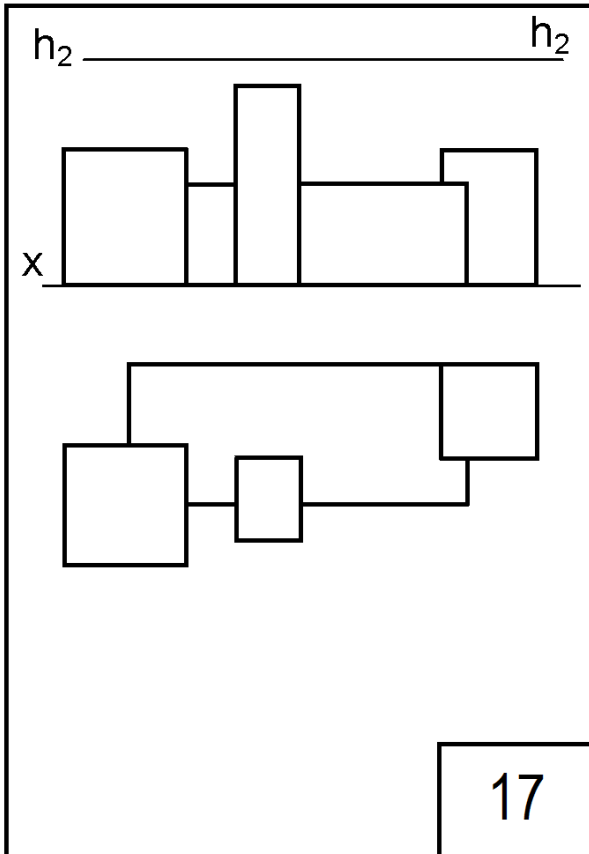


13
15



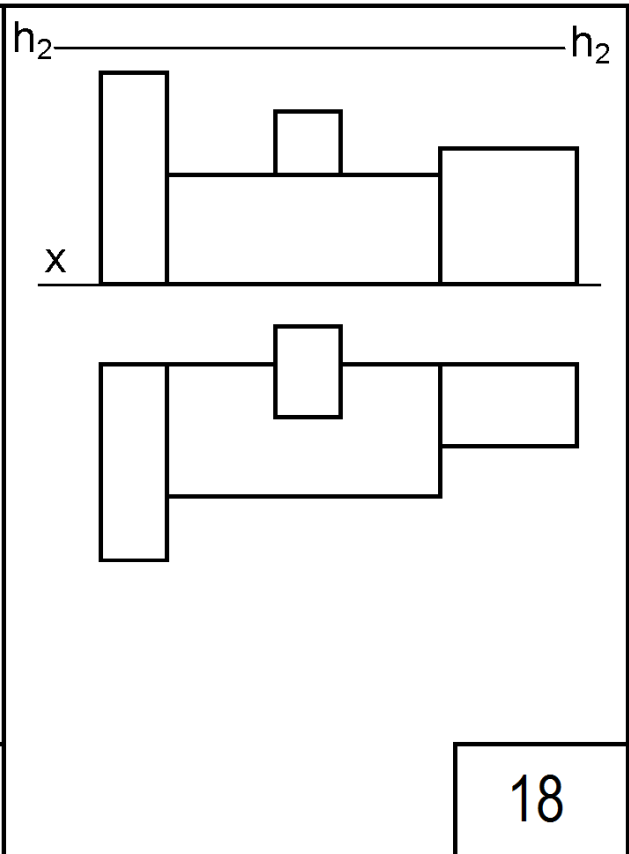
14
16





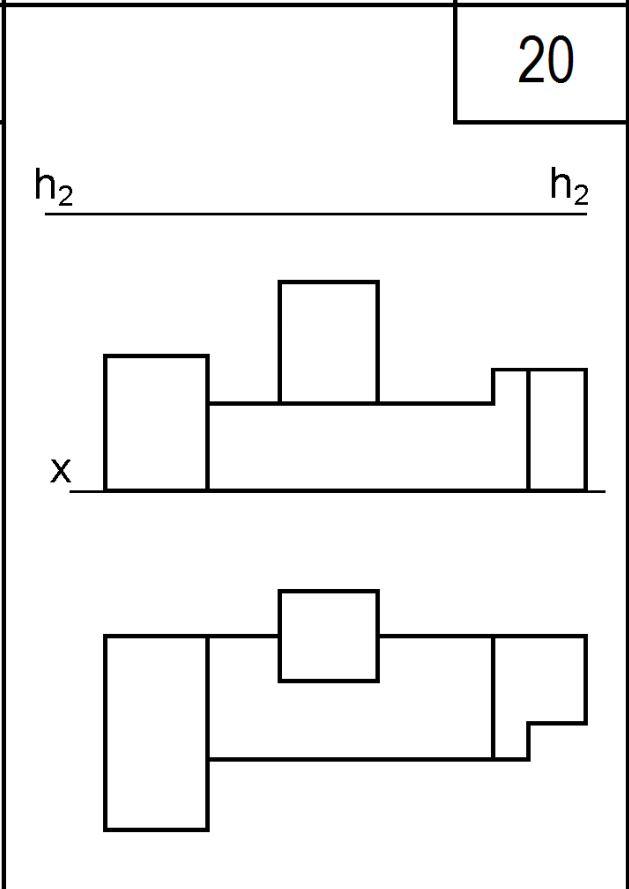
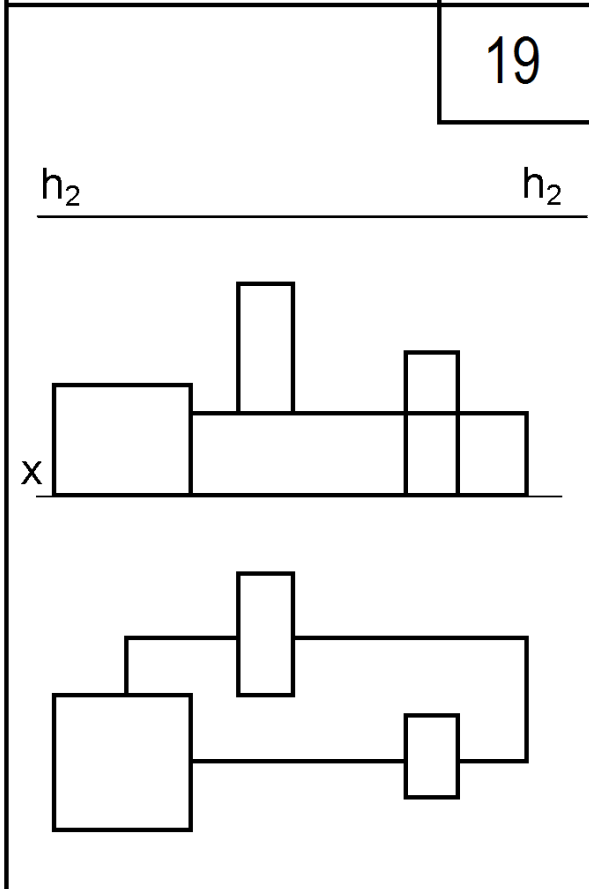
17

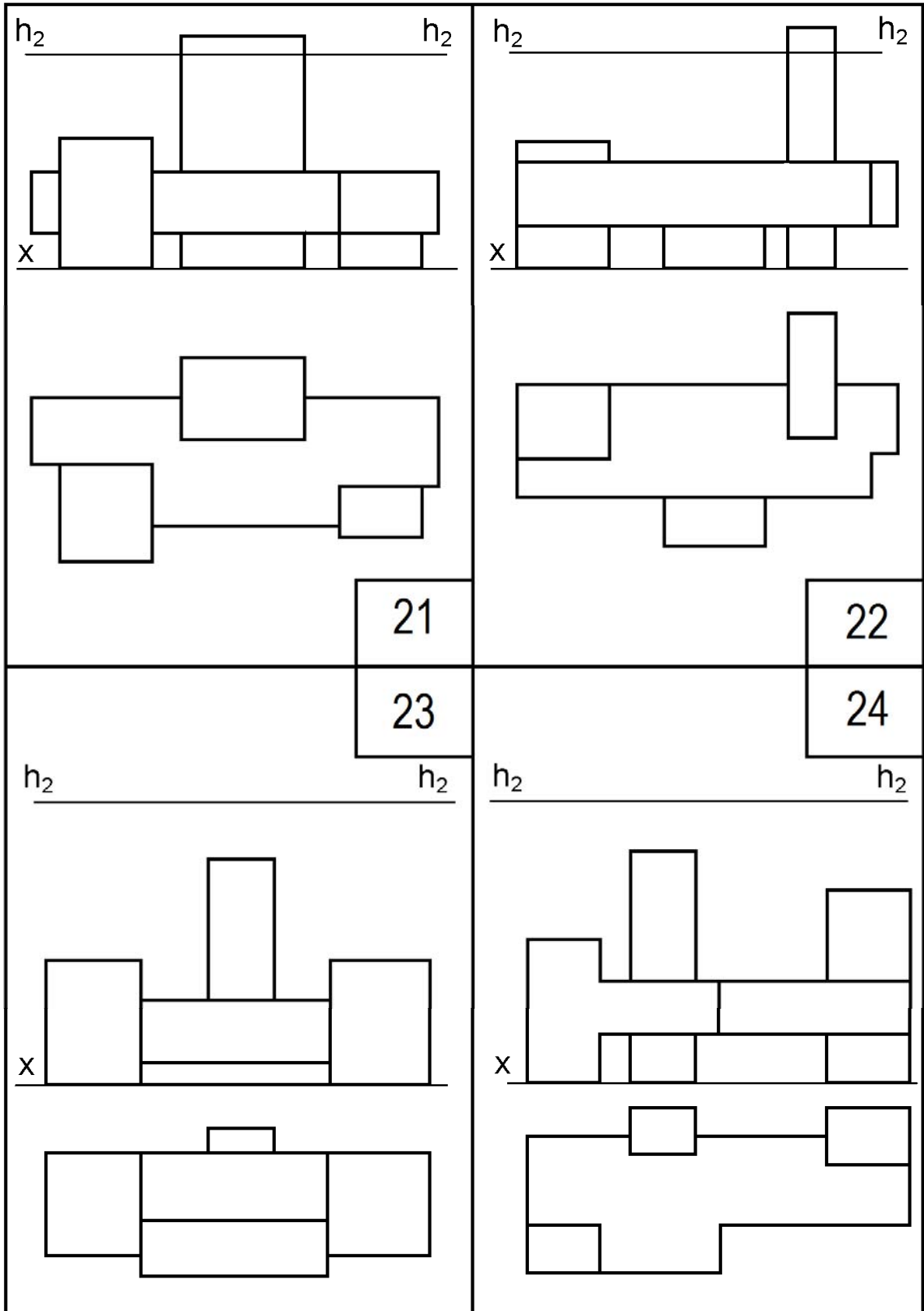
19

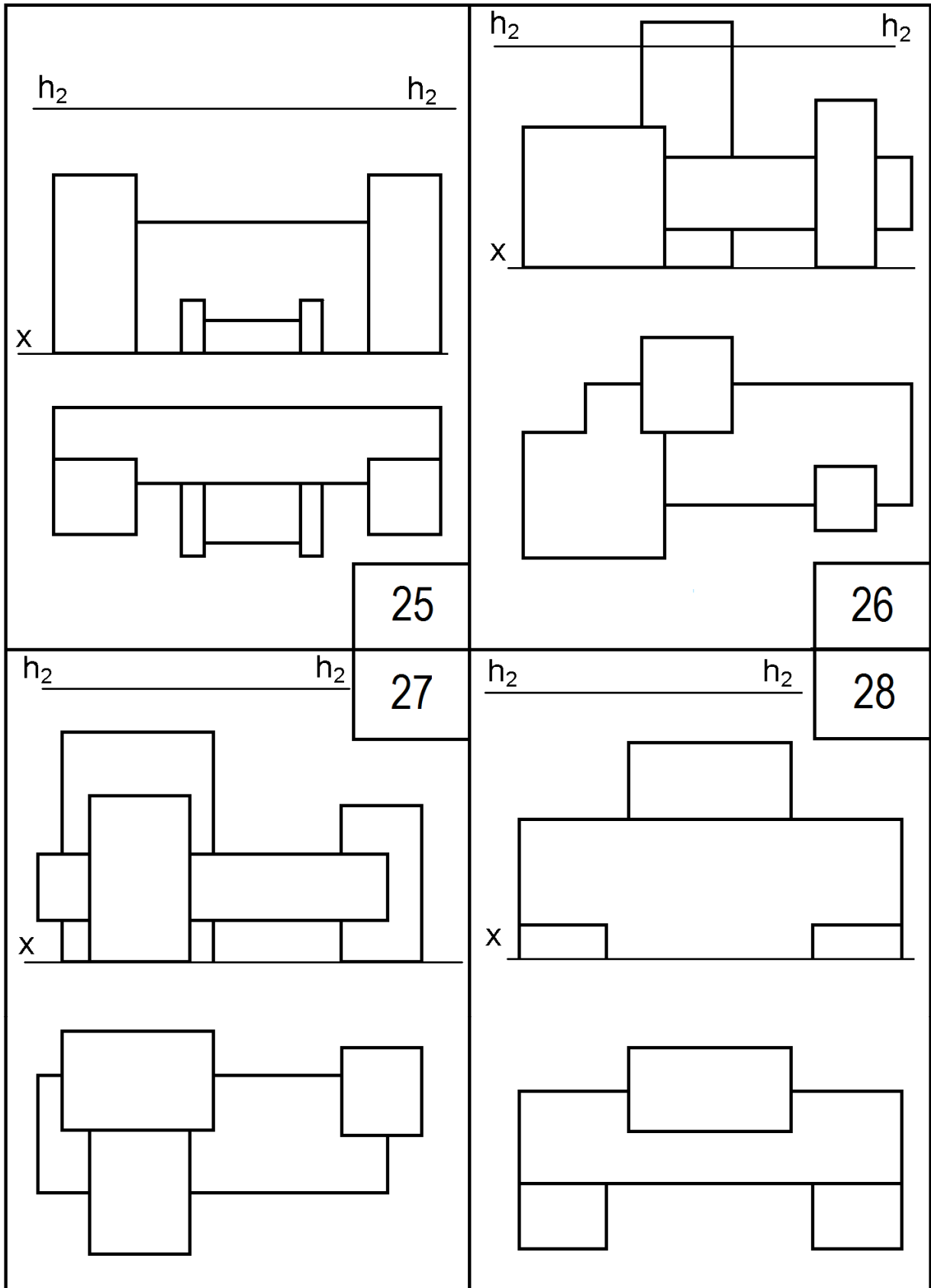


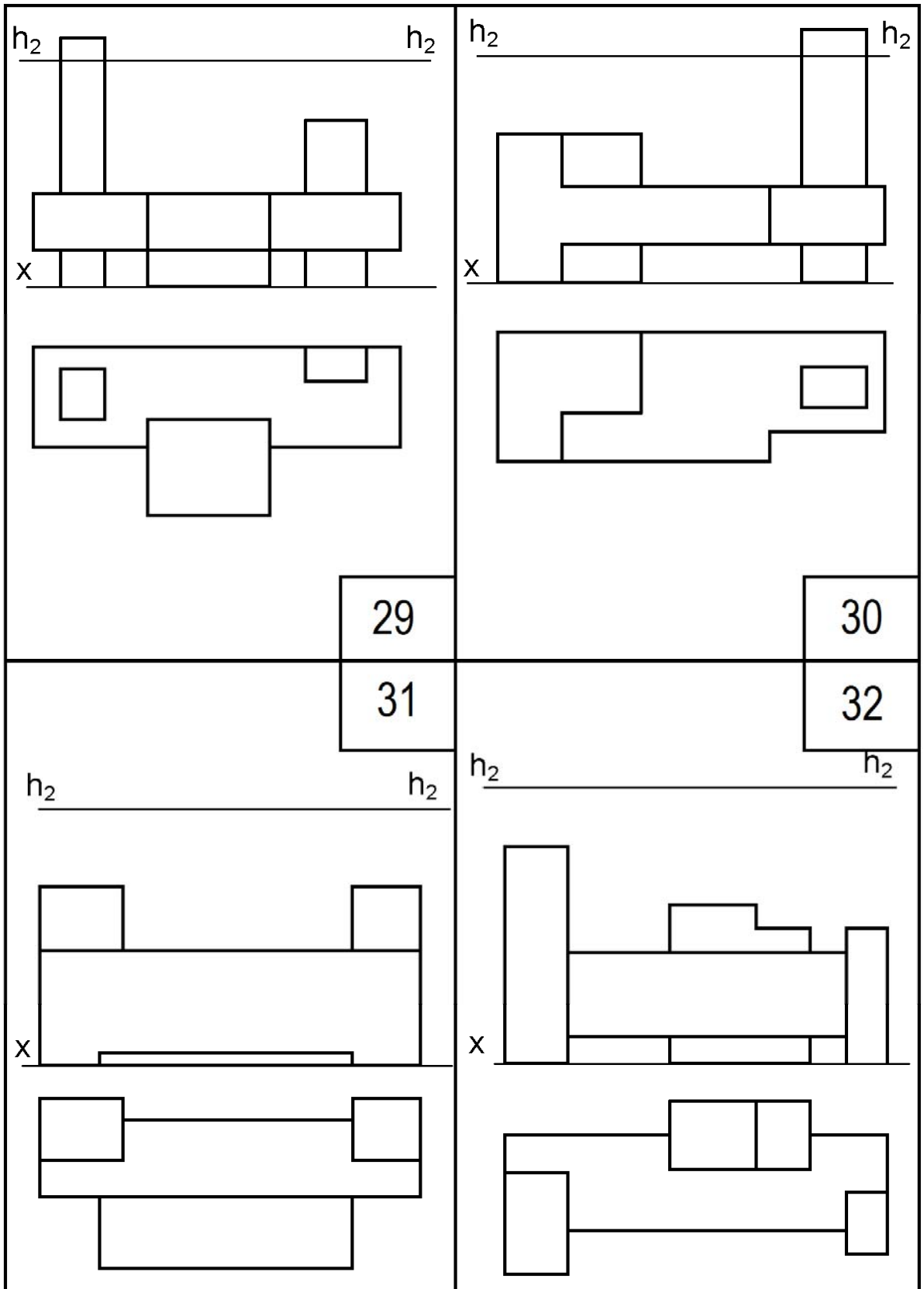
18

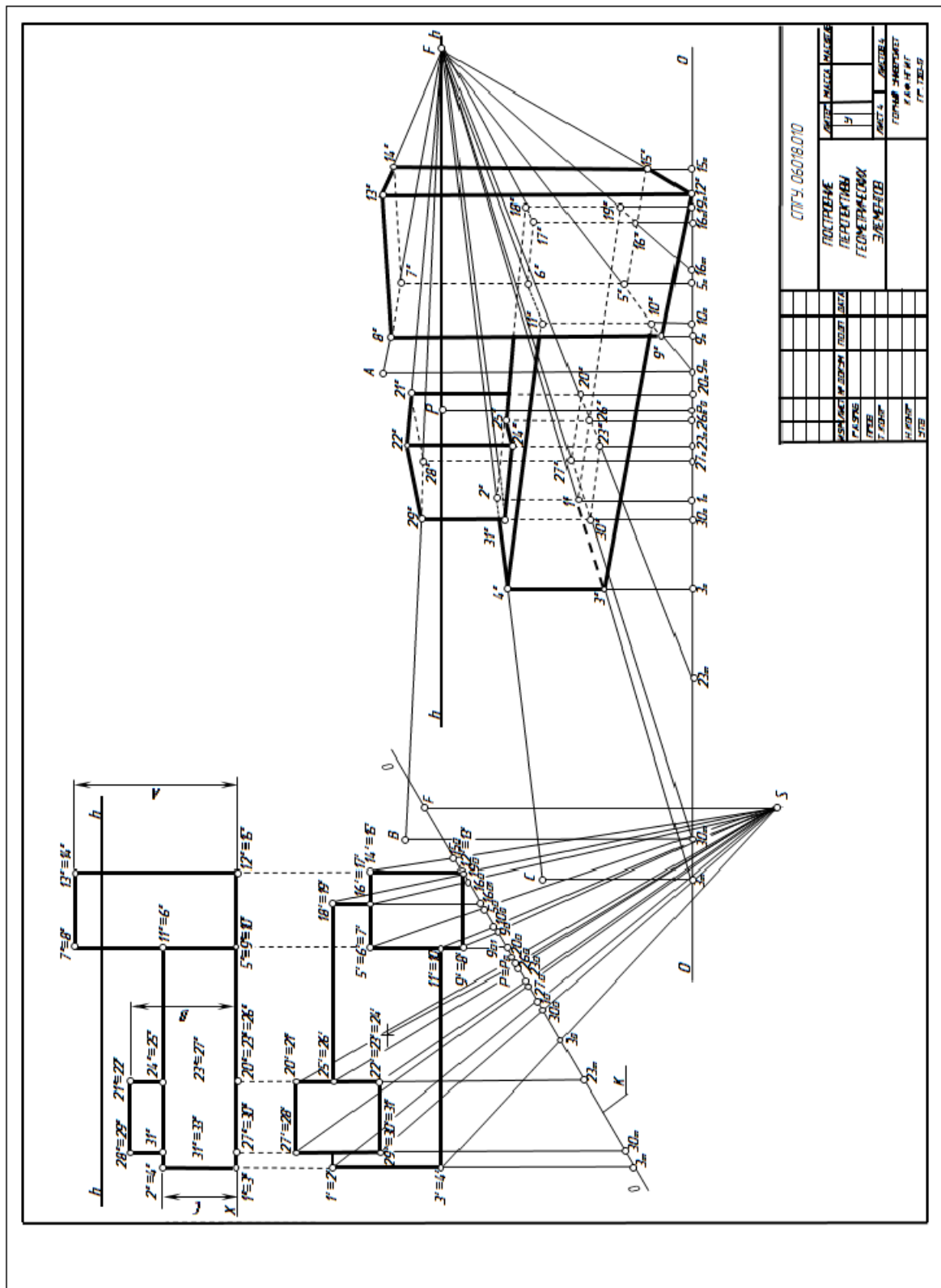
20











СПЧ. 06.018.010

ПОСТРОЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ		ИЗДАНИЕ	МЕСЯЦ	МЯСЯЦ
АВТОР	ИЗДАТЕЛЬ	УЧ.		
РЕДАКТОР	ИЗДАТЕЛЬ			
ИЛЛЮСТРАТОР	ИЗДАТЕЛЬ			
КОПИСТА	ИЗДАТЕЛЬ			
КОПИСТА	ИЗДАТЕЛЬ			
КОПИСТА	ИЗДАТЕЛЬ			
КОПИСТА	ИЗДАТЕЛЬ			
КОПИСТА	ИЗДАТЕЛЬ			
КОПИСТА	ИЗДАТЕЛЬ			

Пример выполнения графической работы «Построение перспективы геометрических элементов»

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. Общие сведения о перспективе	3
2. Аппарат перспективы	3
3. Перспектива точки	5
4. Перспектива прямой линии.....	7
4.1. Прямые частного положения в перспективе.....	9
4.2. Взаимное расположение прямых линий в перспективе.....	12
5. Изображение плоскости в перспективе	14
6. Перспективные масштабы.....	15
7. Выбор аппарата перспективы	16
8. Построение перспективы окружности	20
9. Построение перспективы способом следа луча (способ Дюрера).....	21
10. Построение перспективы способом архитекторов	22
11. Графическая работа «Построение перспективы геометрических элементов».....	26
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	28
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	36
Библиографический список.....	27

**НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ.
ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА
ПЕРСПЕКТИВНОЕ ПРОЕКЦИРОВАНИЕ**

*Методические указания к самостоятельной работе
для студентов бакалавриата направлений 29.03.04, 07.03.01, 08.03.01*

Сост.: *З.О. Третьякова, В.А. Меркулова, П.В. Кононов*

Печатается с оригинал-макета, подготовленного
кафедрой начертательной геометрии и графики

Ответственный за выпуск *З.О. Третьякова*

Лицензия ИД № 06517 от 09.01.2002

Подписано к печати 13.03.2019. Формат 60×84/8.
Усл. печ. л. 4,3. Усл.кр.-отг. 4,3. Уч.-изд.л. 3,0. Тираж 75 экз. Заказ 200. С 76.

Санкт-Петербургский горный университет
РИЦ Санкт-Петербургского горного университета
Адрес университета и РИЦ: 199106 Санкт-Петербург, 21-я линия, 2