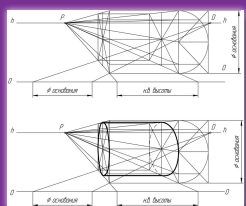
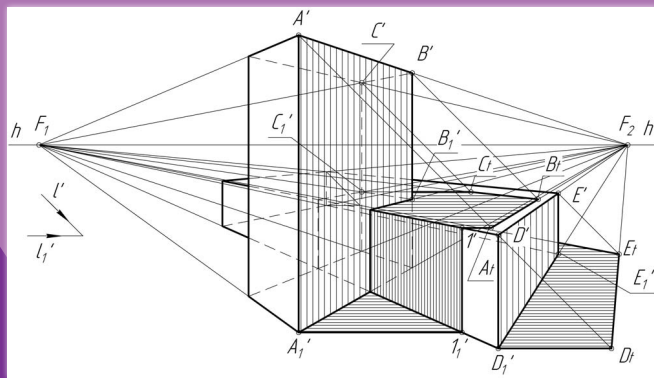
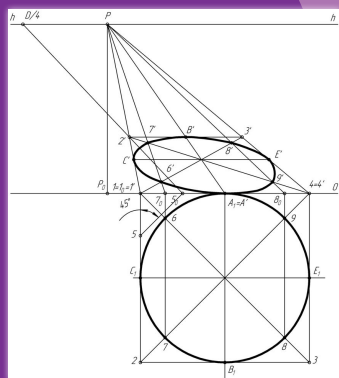
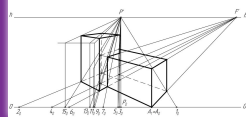
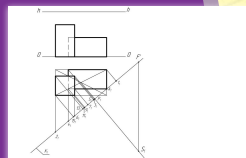
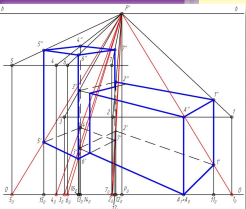
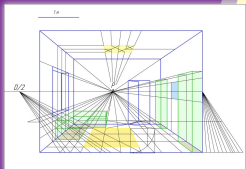


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Тольяттинский государственный университет
Институт машиностроения

В.В. Петрова

ЛИНЕЙНАЯ ПЕРСПЕКТИВА И ТЕНИ

Электронное учебное пособие



© ФГБОУ ВО «Тольяттинский
государственный университет», 2020

ISBN 978-5-8259-1484-8

УДК 514.182.3(075.8)

ББК 22.151.3я73

Рецензенты:

канд. пед. наук, доцент, почетный работник высшего профессионального образования, член Союза художников России, заведующий кафедрой изобразительного искусства Поволжского православного института *А.Я. Козляков*;

д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры «Проектирование и эксплуатация автомобилей» Тольяттинского государственного университета *А.Г. Егоров*.

Петрова, В.В. Линейная перспектива и тени : электронное учебное пособие / В.В. Петрова. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2020. – 1 оптический диск. – ISBN 978-5-8259-1484-8.

В учебном пособии рассмотрены теоретические основы перспективы и теней. Изложены способы построения линейной перспективы геометрических объектов, методы построения теней в перспективе при искусственном и естественном освещении, приведены примеры решения задач.

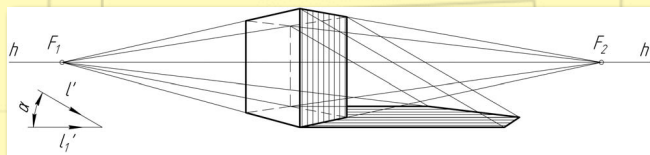
Предназначено для студентов, обучающихся по направлениям подготовки бакалавров 54.03.01 «Дизайн», 54.03.02 «Декоративно-прикладное искусство и народные промыслы», специальности 54.05.02 «Живопись» очной формы обучения, по направлению подготовки 44.03.01 «Педагогическое образование» (профиль «Изобразительное искусство») заочной формы обучения высшего образования.

Текстовое электронное издание.

Рекомендовано к изданию научно-методическим советом Тольяттинского государственного университета.

Минимальные системные требования: IBM PC-совместимый компьютер: Windows XP/Vista/7/8; PIII 500 МГц или эквивалент; 128 Мб ОЗУ; SVGA; CD-ROM; Adobe Acrobat Reader.

© ФГБОУ ВО «Тольяттинский
государственный университет», 2020



Редактор *Е.В. Пилясова*

Корректор *Е.Л. Хохлова*

Технический редактор *Н.П. Крюкова*

Компьютерная верстка: *Л.В. Сызганцева*

Художественное оформление,

компьютерное проектирование: *Г.В. Карасева*

Дата подписания к использованию 27.01.2020.

Объем издания 8,6 Мб.

Комплектация издания:
компакт-диск, первичная упаковка.

Заказ № 1-60-18.

Издательство Тольяттинского
государственного университета
445020, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14,
тел. 8 (8482) 53-91-47, www.tltsu.ru

Оглавление

ОТ АВТОРА	5
ВВЕДЕНИЕ	7
Глава 1. ВВЕДЕНИЕ В ТЕОРИЮ ПЕРСПЕКТИВЫ	8
1.1. Исторический очерк развития перспективы	8
1.2. Основные понятия линейной перспективы	18
1.3. Построение перспективы точки	25
1.4. Построение перспективы прямой линии	33
Выводы по главе 1	46
Контрольные вопросы	48
Глава 2. ЗАДАЧИ ТЕОРИИ ПЕРСПЕКТИВЫ В ПРАКТИКЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ	49
2.1. Способы задания и определения элементов картины	49
2.2. Построение перспективы с использованием точек схода. Способ архитектора	52
2.3. Перспективные масштабы	61
2.4. Построение плоских фигур в перспективе	73
2.5. Построение перспективы интерьера	75
2.6. Построение перспективы при помощи треугольника нормального видения	84
2.7. Частные случаи построения перспектив	90
Выводы по главе 2	104
Контрольные вопросы	105
Глава 3. ТЕНИ В ПЕРСПЕКТИВЕ	106
3.1. Основные положения теории теней	106
3.2. Построение теней при естественном освещении	111
3.3. Построение теней при искусственном освещении	129
Выводы по главе 3	142
Контрольные вопросы	143
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	144
ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ	146
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	153
ГЛОССАРИЙ	155

ОТ АВТОРА

Изучение курса перспективы является неотъемлемой частью графической подготовки будущих дизайнеров и художников. В данном учебном пособии на основе научных законов и правил рассматриваются практические способы и приемы построения изображений предметов окружающего нас реального мира, максимально приближенных к зрительному восприятию их в натуре.

Целью изучения дисциплины является развитие профессиональной компетентности студентов, направленной на освоение методов изображения перспективных проекций геометрических фигур и пространственных форм предметов, необходимых для становления будущих специалистов художественного профиля, развития их пространственных представлений, воображения, проектного мышления.

Задачи

1. Освоение теоретических основ изображения пространственных форм предметов, соответствующих зрительному восприятию.
2. Изучение методов построения теней от предметов в перспективе при различных положениях источников искусственного и естественного освещения.

Изучение перспективы входит в курс общей теории изображений, где представлены законы построения отображений различных фигур на плоскости. Освоение перспективы базируется на курсе начертательной геометрии и необходимо для изучения специальных дисциплин (рисунка, живописи, композиции, проектирования в дизайне и др.).

В результате изучения дисциплины студент должен

✓ иметь представление:

- о роли овладения техникой построения перспективы и теней в будущей профессиональной работе;
- об истории формирования и развития перспективы как науки;
- об основных положениях теории перспективы;

✓ знать:

- основные методы построения перспективных изображений геометрических фигур;
- основной метод построения теней в перспективе;

– правила применения перспективных проекций в рисунке и выполнении анализа перспективных изображений;

✓ *уметь:*

– применять алгоритмы решения позиционных задач начертательной геометрии для построения перспективы и теней в перспективе;

– выполнять перспективные изображения геометрических фигур способом архитектора;

– выполнять перспективные изображения геометрических фигур с использованием перспективных масштабов;

– выполнять перспективные изображения геометрических фигур с использованием дистанционных точек;

– решать задачи построения теней от предметов в перспективе при различных положениях источника света;

✓ *владеть навыками:*

– пространственно-образного мышления через развитие способности к оперированию образами геометрических фигур, изображаемых в соответствии со зрительным восприятием в условиях различной освещенности;

– использования систем перспективы в качестве выразительного средства в композиции;

– определения метода построения теней в зависимости от источника света.

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлениям подготовки бакалавров 54.03.01 «Дизайн», 54.03.02 «Декоративно-прикладное искусство и народные промыслы», специальности 54.05.02 «Живопись» очной формы обучения, по направлению подготовки бакалавров 44.03.01 «Педагогическое образование» (профиль «Изобразительное искусство») заочной формы обучения высшего образования.

Данное учебное пособие отличает практическая направленность изучения теории перспективы и теней. Задачи теории перспективы рассмотрены в практике изображений, используемых в профессиональной деятельности художников и дизайнеров. Учебное пособие содержит теоретический материал по перспективе и теням, примеры решения задач, тестового контроля, глоссарий.

ВВЕДЕНИЕ

Учите перспективу, и когда овладеете ею, внесите ее в работу, в рисование. Никогда не отделяйте ее от рисования, как это делают многие, т. е. рисуют по чувству, а потом поправляют правилами перспективы, – напротив, пусть перспектива у Вас будет всегдашним спутником Вашей работы и стражем верности.

Николай Николаевич Ге

Любая область человеческой деятельности в той или иной мере связана с передачей графической информации, наглядных сведений о предметах или явлениях окружающего нас мира. Язык графики – очень выразительный и краткий. Художник и дизайнер работают в мире графической информации, поэтому грамотное овладение графическим языком является важной задачей их профессиональной подготовки.

Графическое изображение предмета (чертеж, рисунок) представляет собой сочетание сгруппированных точек и линий на плоскости или другой поверхности в определенной системе, вызывая образ его пространственных форм. Процесс зрительного восприятия непосредственно связан с получением изображения на сетчатке глаза человека, что соответствует принципу проекций – основному принципу начертательной геометрии. Перспектива как составная часть начертательной геометрии рассматривает построение изображений предметов на какой-либо поверхности в соответствии со зрительным восприятием человека. Теория теней решает задачи распределения света и теней в условиях различной освещенности предметов.

Грамотное использование методов построения трехмерных пространственных форм на двухмерной плоскости способствует развитию художественного творчества специалиста. Овладевая техникой построения предметов в перспективе, будущий художник вооружается эффективным инструментом для выражения своего замысла в картине, поиска интересных и сложных композиционных решений. Будущий проектировщик-дизайнер выразительнее и нагляднее изложит конструктивные и эстетические достоинства задуманных образов объектов, если грамотно выполнит их перспективу, нанесет свет и тень на изображение.

1.1. Исторический очерк развития перспективы

Современные графические изображения (рисунок, чертеж) имеют долгую историю своего развития от самого примитивного рисунка на камне. Еще задолго до нашей эры египтяне, вавилоняне и ассирийцы высекали на камнях различные рисунки со сценами охоты, войны и т. д. В попытке передать пространство на плоскости человек стремился «распластать» объемные тела.

Древние египтяне изображали окружающий мир в пределах одной, плотно сжатой плоскости, полностью лишенной перспективы. Фигуры различались по размеру в соответствии с их важностью в схеме общих представлений об окружающем мире. Метод древних египтян основывался на изображении сюжета одновременно с верхней точки обзора, с боковой стороны и фронтально. В этой простой и понятной системе не существовало проблем, связанных с искажением изображения: они были свойственны более поздним и сложным системам.

Древние греки первыми исследовали значение удаления объектов на задний план и их выдвигание в направлении зрителя. Представление о радиусе, выступающем из зафиксированной точки схода, как о средстве создания иллюзорного изображения зданий в пределах нарисованных «декораций» разрабатывалось греческими учеными, например *Демокритом* (около 460–370 гг. до н. э.).

Но наиболее значимое влияние на развитие представлений о линейной перспективе оказал теоретический трактат «Оптика» древнегреческого математика *Эвклида* (около 300 г. до н. э.). В нем геометрические законы применялись для исследования процесса видения. Эвклид ввел понятие прямых зрительных лучей, поступающих в человеческий глаз, который является вершиной визуального конуса. Данный трактат содержал правила наблюдательной перспективы, а также законы отражения лучей от плоских, вогнутых и выпуклых зеркал.

Среди теоретиков, развивавших исследования Эвклида, был известный древнегреческий астроном *Птолемей* (II в. н. э.), который

в своей работе «Оптика» ввел понятие центрального визуального луча. Его сочинения по наблюдательной перспективе, состоящие из пяти книг, содержали вопросы о видимости предметов, передаче их объемной формы, цвета, освещенности, образовании теней. В исследовании «География» Птолемей впервые описал метод использования перспективы для изготовления карт, чтобы создать двухмерный вариант трехмерной сферической формы.

Совершенствование изображений, обобщение правил их построений способствовали дальнейшему развитию перспективы как метода изображения пространственных форм. Перспектива развивалась в двух направлениях: в области науки (строительстве, архитектуре) и в живописи.

Римский архитектор, инженер **Витрувий** (конец I в. до н. э.) в своем трактате «Десять книг об архитектуре» изложил способы построения перспективных изображений и составления архитектурно-строительных чертежей планов и фасадов зданий. Трактаты Витрувия использовали римские художники. В помпейских росписях появилась ось схода – «рыбья кость» – своеобразная предшественница точки схода в ренессансной системе перспективы. Витрувий – автор эргономической системы пропорционирования, известной в изобразительном искусстве как «Витрувианский человек».

В эпоху Возрождения в связи с развитием инженерного искусства (архитектуры), живописи, скульптуры появилась необходимость в дальнейшем развитии перспективы. В эту эпоху художники и архитекторы отлично понимали значение перспективы, ею увлекались и усиленно изучали.

Основоположником перспективы как науки считают итальянского теоретика искусства, архитектора и художника эпохи Возрождения **Филиппо Брунеллески** (1377–1446). Он использовал правила перспективы в изображении архитектурных сооружений и практически применил начертание плана и профиля. В 1425 г. Брунеллески продемонстрировал систему центральной перспективы, в которой все линии ортогональных форм соединялись в центральной точке схода, местонахождение которой определялось расположением зрителя (рис. 1).

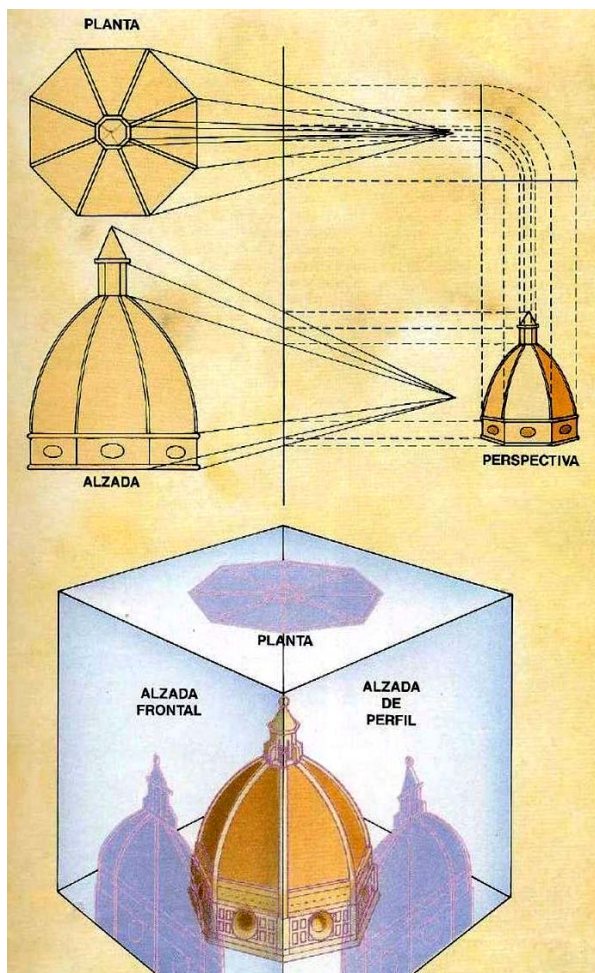


Рис. 1. Построение перспективы купола по плану и фасаду по Ф. Брунеллески (с сайта <https://identi.li/index.php?topic=440913>)

К наиболее известным его произведениям относятся купол кафедрального собора Санта-Мария-дель-Фьоре, самого высокого сооружения во Флоренции, капелла Пацци (Флоренция), палаццо Питти (Флоренция) и другие.

Итальянский ученый, теоретик искусства раннего Возрождения **Леон Баттиста Альберти** (1404–1472) в своих трудах изложил теоретические положения перспективы на математической основе,

предложил практический способ сетки для построения перспективы, рассмотрел теорию нанесения теней.

Гениальный итальянский художник и ученый **Леонардо да Винчи** (1452–1519) свои теоретические положения, в том числе правила перспективы, изложил в «Трактате о живописи». Леонардо да Винчи считал, что перспектива относится к «механическим наукам», которыми не должен пренебрегать ни один живописец. Он подчеркивал большое значение перспективы как науки в развитии живописи: «Практика всегда должна быть построена на хорошей теории, для которой перспектива – руководитель и вход, и без нее ничто не может быть сделано хорошо в случаях живописи».

Леонардо да Винчи выделял три основные части перспективы:

1. **Линейная перспектива**, которая изучает и излагает законы построения уменьшения фигур по мере удаления их от наблюдателя.

2. **Воздушная и цветовая перспектива**, которая трактует об изменении цвета предметов в зависимости от их расстояния до наблюдателя и о влиянии слоя воздуха на насыщенность и локальность цвета.

3. **Перспектива четкости очертания формы предметов**, в которой анализируются изменения степени отчетливости границ фигур и контраста света и тени на них по мере удаления их в глубину пространства, изображаемого на картине.

Из-за сложности исследования цветовая и воздушная перспективы не имели аргументированных законов, поэтому художники претворяли их в практику на основе личного восприятия и опыта. Первый раздел перспективы развился в точную науку – **линейную перспективу**, которая является составной частью **начертательной геометрии**.

Вопросами построения перспективных изображений занимались выдающиеся художники эпохи Возрождения: **Микеланджело Буонарроти** (1475–1564), **Рафаэль Санти** (1483–1520) и другие.

Удивительное искусство итальянских мастеров, их умение изображать мир в соответствии со зрительным восприятием человека привлекало многих художников Европы в Италию, и они совершенствовались в своем мастерстве у итальянских наставников. Одним из таких художников был гравер из Нюрнберга **Альбрехт Дюрер** (1471–1528). Получив в 15 лет серебряную медаль на конкур-

се, организованном гильдией художников, он отправился в долгое и далекое путешествие для совершенствования в мастерстве, вернувшись в Нюрнберг уже художником с именем. Он прекрасно владел цветом, но сердце его тянулось к гравюру, технику которой он довел до совершенства.

В 1525 г. Дюрер издал трактат «Руководство для измерения циркулем и правилом», в котором были изложены основы геометрии, перспективы, некоторые вопросы оптики, астрономии, архитектуры. Это была первая в Германии книга о перспективе, написанная на высоком теоретическом уровне. Иллюстрировав ее своими гравюрами, Дюрер показал и описал практические способы построения перспективы: при помощи нити и масштабной линейки (рис. 2), стекла и отверстия, стекла и трубки (рис. 3), сетки и отверстия.

Дюрер впервые использовал ортогональные проекции для построения перспективы. Предложенный им способ построения перспективы предмета по двум проекциям лег в основу самого известного в работе проектировщиков метода архитекторов.

Художники эпохи Возрождения работали над геометрическим решением лишь отдельных задач теории перспективы, однако внесли ясность в понимание основ перспективы и подготовили почву для ее математической трактовки. Впервые ее провел итальянский ученый *Гвидо Убальди* (1545–1607); в своей книге «Перспектива», изданной в 1600 г., он подробно изложил 23 правила построения перспективных проекций. Так было положено начало научному обоснованию рельефной перспективы.

Научно-теоретический фундамент перспективы заложил французский архитектор и математик *Жерар Дезарг* (1593–1662). В сочинении под названием «Общий метод изображения предметов в перспективе» он впервые применил для построения перспективы метод координат, положив тем самым начало аксонометрическому методу проекций.

Значительную роль в развитии науки о методах изображения сыграл французский ученый, геометр и инженер, общественный деятель времен Великой французской революции *Гаспар Монж* (1746–1818). Его книга «Начертательная геометрия», изданная в 1795 г., явилась первым систематизированным изложением методов изображения пространственных фигур на плоскости.

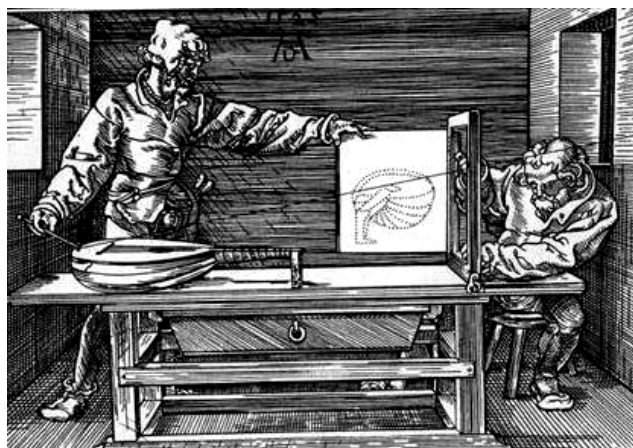


Рис. 2. Построение перспективы при помощи нити и масштабной линейки по А. Дюреру (с сайта www.pinterest.ru)



Рис. 3. Построение перспективы при помощи стекла и трубки по А. Дюреру (с сайта www.pinterest.ru)

Метод Монжа является основным методом начертательной геометрии. В этой книге также сделаны первые попытки построить тени на ортогональном чертеже — эюре и в перспективе. В ней изложены рекомендации, как выполнить тушевку предмета в соответствии с законами воздушной перспективы.

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

В силу сложившихся исторических условий русская графика, в отличие от Запада, развивалась несколько по-другому.

Первые чертежи, которыми пользовались в старину, до нас не дошли. На основе сохранившихся памятников архитектуры и других материалов можно предположить, что прообразом чертежей была разметка на земле планов зданий или разметка на материале приблизительной формы изготавливаемых изделий. Изучение фресок и мозаик Древней Руси свидетельствует, что уже в X–XII вв. русские художники-иконописцы были знакомы с наблюдательной перспективой. Трактовка их была в обратной перспективе, т. е. на иконах параллельные прямые изображались не сходящимися в точке схода, а расходящимися.

При возведении построек, городов, поместий применялись изображения, имеющие тот или иной проекционно-геометрический характер. Например, изображение г. Пскова 1581 г. было выполнено с соблюдением некоторых законов перспективы (рис. 4).

Чертеж Московского кремля 1600 г. представляет собой «свободную проекцию», близкую к фронтальной аксонометрии (рис. 5).

О применении перспективы в русском изобразительном искусстве в ранний период его развития можно судить лишь по некоторым миниатюрам в рукописях XVI в. В этих изображениях, связанных с композиционными сюжетами, нашли отражение только некоторые элементы перспективы. В дальнейшем она развивалась самостоятельным путем, опираясь на практику художников того времени. Русские художники XVII–XVIII вв. достаточно хорошо владели теорией перспективы и применяли ее в своих картинах с большим мастерством.

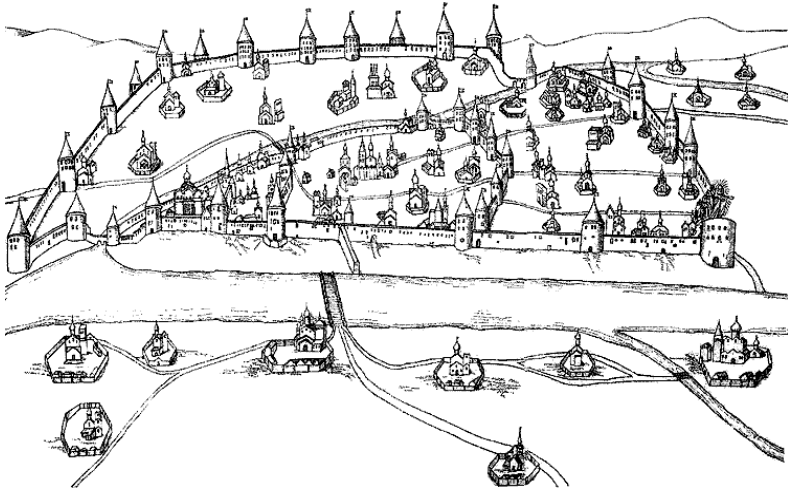


Рис. 4. Изображение г. Пскова, 1581 г.
(с сайта <http://pleskov60.ru>)

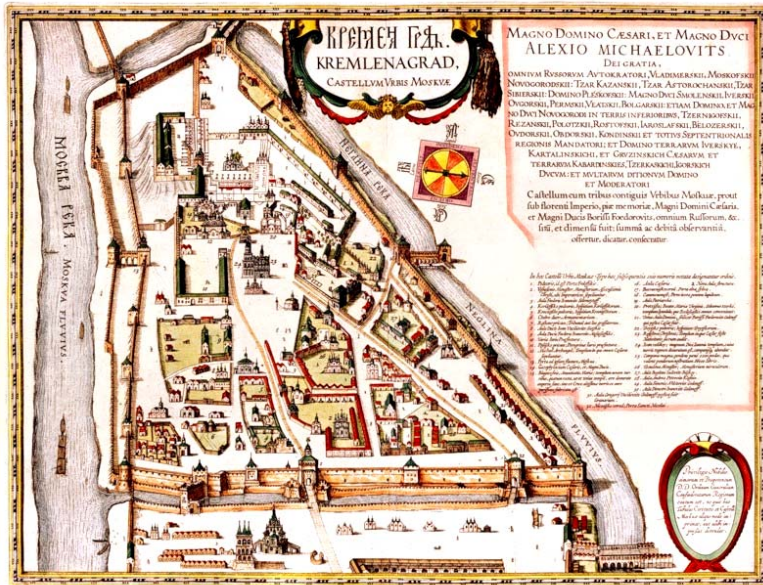


Рис. 5. Чертеж Московского кремля, 1600 г.
(с сайта <http://moscowchronology.ru>)

Большой вклад в развитие теории перспективы и ее практического применения внесли русские художники-педагоги XVIII и особенно XIX в.

Крупнейшим представителем русской академической школы XVIII в. был *Антон Павлович Лосенко* (1737–1773).

Первый русский профессор, директор Академии художеств требовал от своих учеников тщательного изучения анатомии и перспективы, точной передачи пропорций человеческого тела с применением законов распределения светотени.

В 1822 г. был написан научно-методический труд под названием «Полный курс правил рисования и анатомии питомцев Императорской Академии художеств», который представлял собой строгую систему правил рисования фигуры человека и его частей тела, содержащий 150 рисунков-иллюстраций. Автором ее был *Василий Кузьмич Шебуев* (1777–1855), воспитавший целую плеяду замечательных художников.

Этот труд состоял из четырех частей, в двух из которых отводилось значительное место перспективе. В книге были приведены методические советы по рисованию с натуры и применению знаний законов перспективы и пластической анатомии в академическом рисунке.

Более 20 лет вел поиск способа овладения видением натуры на основе законов перспективы известный русский художник *Алексей Гаврилович Венецианов* (1780–1847). Он писал: «Мои многочисленные старания о приспособлении начертательной геометрии к живописи убедили меня в необходимости изучения сей науки, а опытами над многими молодыми людьми я имел случай еще более убедиться в важности ее: ибо видел быстрые успехи учения, обоснованные на ее началах».

В его педагогической системе практическая перспектива занимала важное место. По методу А.Г. Венецианова овладение практическими навыками изобразительного искусства начиналось с изучения законов перспективы. А.Г. Венецианов рассматривал перспективу как метод изображения реального предмета в конкретной среде, считая, что она играет основополагающую роль в обучении художника рисунку и живописи.

В 1834 г. было издано учебно-методическое пособие «Курс рисования», написанное военным инженером и известным художником-любителем *А.П. Сапожниковым*. Очень важно, что это было первое методическое пособие по рисованию для общеобразовательных учебных заведений. В нем большое место было отведено изучению законов перспективы. С этой целью автор разработал модели из проволоки и картона, которые помогали учащимся понять законы построения перспективы, а также светотеней. Книга А.П. Сапожникова в свое время сыграла большую роль в обучении рисованию и была неоднократно переиздана.

Большое значение придавали изучению перспективы замечательные русские художники и педагоги *Николай Николаевич Ге* (1831–1894), *Павел Петрович Чистяков* (1832–1919). П.П. Чистяков считал, что форма предмета в пространстве не может быть нарисована с помощью «талантливого глаза», она требует строго точной проверки, основанной на самых точных правилах, т. е. перспективе, рисование должно опираться на науку. Он принимал участие в разработке программ по курсам рисования и черчения, вводимым в XIX в. в общеобразовательных школах.

Сложнейшие технические чертежи выполнялись в России по судостроению, гидротехнике уже в XVIII в. С первой половины XIX в. в России начертательная геометрия становится самостоятельной наукой и вводится как обязательный предмет в высших технических учебных заведениях. Раздел перспективы изучается как специальный предмет в художественных учебных заведениях.

Первым русским профессором по начертательной геометрии, ее основоположником и основателем этой науки в России был *Яков Александрович Севастьянов* (1796–1849). Изданная им в 1821 г. книга «Основания начертательной геометрии» явилась первым учебником русского автора на русском языке. Этот учебник был основным в течение 20 лет почти во всех высших учебных заведениях. Заслуги Я.А. Севастьянова в области начертательной геометрии велики. Он впервые ввел русскую терминологию, дал практическое приложение начертательной геометрии к техническому черчению, рисованию, перспективе и картографии. Я.А. Севастьяновым написан ряд работ по линейной перспективе, теории теней в орто-

гональных проекциях и в перспективе. Это книги «Приложение начертательной геометрии к рисованию. Теория теней. Линейная перспектива. Оптические изображения» (1830) и «Приложение начертательной геометрии к воздушной перспективе, к проекции карт и к гномонике» (1831).

Большой вклад в дальнейшее развитие теории начертательной геометрии внесли ученые-геометры В.И. Курдюмов (1853–1904), Н.И. Макаров (1821–1904), Н.А. Рынин (1887–1943), А.И. Добряков (1895–1947) и др.

Крупнейшим теоретиком перспективы XX в. стал Б.В. Раушенбах (1915–2001), выдающийся ученый-математик, академик, один из создателей отечественной ракетно-космической техники, философ и мыслитель. В своих работах он исследовал вопросы зрительного восприятия человека, роли мозга и возможностей отражения трехмерного пространства на плоскости картины.

Таким образом, к началу XXI в. был накоплен большой практический опыт в области перспективных изображений, воплощенный многими поколениями художников в различных произведениях искусств, дано теоретическое обоснование линейной перспективы как науки, в которой определились свои закономерности, правила и исключения.

1.2. Основные понятия линейной перспективы

Линейная перспектива является составной частью начертательной геометрии – учения об изображениях на плоскости объемно-пространственных форм.

Понятие «перспектива» (франц. *perspective* – насквозь видеть, внимательно рассматривать; от латинского глагола *perspicere* – ясно вижу) отражает методический прием рассматривания предметов через прозрачную плоскость картины, на которой строятся перспективные изображения.

Перспектива – способ изображения предметов пространства на плоскости или какой-либо поверхности в соответствии с теми кажущимися изменениями размеров, очертаний их формы и светотеневых отношений, которые зритель наблюдает в натуре.

Учение о методах построения перспективных изображений основывается на сведениях по физике (оптика), анатомии и физиологии органов зрения, на правилах центрального и ортогонального проецирования (начертательная геометрия), а также на использовании основных понятий и правил элементарной геометрии.

Процесс видения представляется как действие лучей света на сетчатую оболочку глаза, при этом лучи принимаются за прямолинейные отрезки, направленные от любой точки видимого объекта и проходящие через роговую оболочку, хрусталик и стекловидное тело глаза. Сетчатая оболочка содержит волокна зрительного нерва и от действия световых лучей способна вызывать различное по степени четкости зрительное восприятие.

На рисунке *физический процесс видения* представляется при помощи *геометрических элементов* (точек, линий, плоскостей и т. д.), тем самым любые перспективные изображения подчиняются методам геометрических построений, в частности *методу центрального проецирования*.

На рис. 6 показан принцип метода центрального проецирования для объекта $ABCDE$ как наиболее соответствующего физическому процессу видения, где S — центр проекций; SA ; $SB...$ — проецирующие лучи; $SABCDE$ условно называют *конусом видимости*.

Если между объектом и центром проецирования поставить плоскость (плоскость картины K), то на ней получим изображение, которое называется *центральной проекцией*, или *перспективным изображением*, или *линейной перспективой*.

Следует отметить, что перспективные изображения, выполненные при помощи метода центрального проецирования, не обеспечивают полного соответствия этих изображений действительной картине видения реального мира в естественных условиях зрительного восприятия двумя глазами. Наблюдение объекта одновременно двумя глазами дает на сетчатых оболочках глаз две отличные друг от друга его позиции. В сознании оба изображения суммируются так, что зритель не просто видит одну центральную проекцию вместо двух, но в дополнение к этому ощущает в некоторых пределах объемность наблюдаемого объекта. Слияние двух изображений воедино, сопровождающееся ощущением объема, называют *стереоскопическим эффектом*.

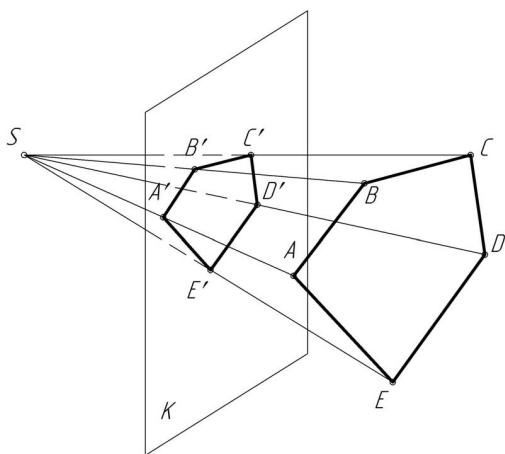


Рис. 6. Геометрическое представление физического процесса видения

Одно изображение объекта на плоскости не создает стереоскопического эффекта и воспринимается как результат смотрения одним глазом. Замена видения двумя глазами видением одним глазом вводит в соотношения линейных размеров зрительного образа ничтожную разницу, и ею можно пренебречь, не вызывая существенно ошибочных зрительных представлений о наблюдаемом объекте.

На рис. 7 показано соотношение размеров фигуры и ее перспективного изображения в зависимости от положения фигуры относительно плоскости картины.

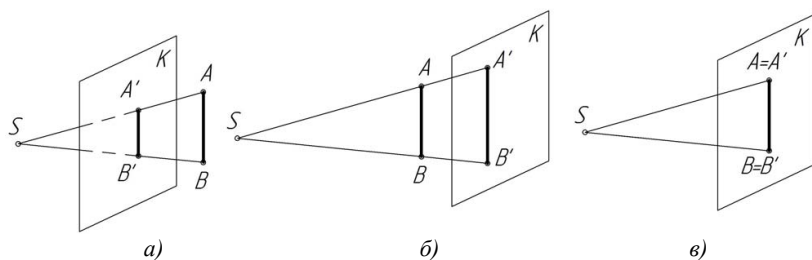


Рис. 7. Соотношение размеров фигуры и ее перспективного изображения в зависимости от положения фигуры относительно картины:

a – фигура за картинной плоскостью; *б* – фигура перед картинной плоскостью; *в* – фигура в плоскости картины

Если фигура расположена за картинной плоскостью K , то ее перспективное изображение всегда меньше натуральной величины (рис. 7, а); если фигура расположена перед картинной плоскостью K , то ее перспективное изображение всегда больше натуральной величины (рис. 7, б); если фигура расположена в картинной плоскости K , то ее перспективное изображение равно натуральной величине (рис. 7, в).

В зависимости от вида поверхности, на которой строят перспективу, различают следующие основные виды перспектив:

- **линейная** – изображения, полученные на плоскости (вертикальной, горизонтальной, наклонной);
- **панорамная** – изображения на внутренней поверхности цилиндра;
- **купольная** – изображения на внутренней поверхности сферы или эллипсоида.

Объемно-пространственные характеристики изображаемых объектов могут быть выражены цветовыми и светотеневыми характеристиками. *Изображение, полученное совокупностью цветовых и светотеневых характеристик, называется воздушной перспективой.*

В настоящем курсе излагаются теоретические основы только линейной перспективы.

Построение аппарата перспективы

Система проецирования (проецирующий аппарат) для построения перспективного изображения включает в себя следующие элементы (рис. 8, 9):

Π_1 – **предметная плоскость**, на которой располагается предмет;

K – **картинная плоскость** (или картина), перпендикулярная предметной плоскости Π_1 ; служит для получения на ней перспективного изображения;

$O-O$ – **основание картины** – линия пересечения картинной плоскости с предметной: $K \cap \Pi_1 = O-O$;

S – **центр проекций** (или **точка зрения**); соответствует положению глаз наблюдателя;

S_1 – **точка стояния** – проекция точки зрения на предметную плоскость, называемая **основанием точки зрения**: $SS_1 \perp \Pi_1$;

SS_1 – **высота точки зрения**;

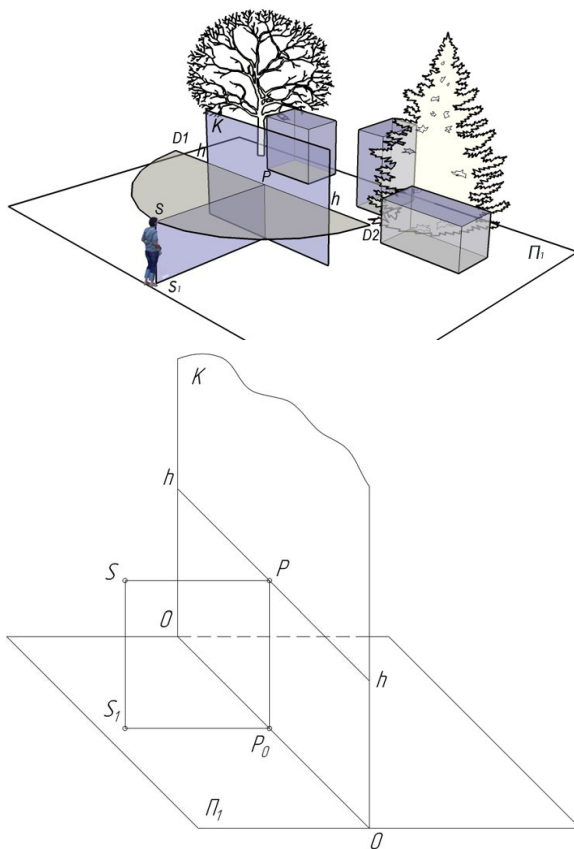


Рис. 8. Элементы аппарата перспективы
(с сайта <http://artfound.ru>)

SP – главный луч зрения – перпендикуляр, проведенный из точки зрения к картине, определяет расстояние от зрителя до картины – **зрительное (дистанционное) расстояние**;

P – главный пункт (точка) картины – точка пересечения главного луча с картиной;

P_0 – основание главного пункта картины – проекция главной точки P на предметную плоскость;

$SPP_0 S_1$ – плоскость главного луча зрения – вертикальная плоскость, проходящая через главный луч зрения и разделяющая пространство на правую и левую части;

PP_0 – *главная линия картины* (или *линия главного вертикала*) – прямая пересечения картинной плоскости с *плоскостью главного луча зрения*;

$h-h$ – *линия горизонта*; проходит через главный пункт картины параллельно основанию картины: $h-h \parallel O-O$;

H – *плоскость горизонта*; проходит через главный луч SP параллельно предметной плоскости Π_1 (на уровне глаз зрителя). Плоскость горизонта пересекает плоскость картины K по линии горизонта $h-h$ (рис. 9);

N – *нейтральная плоскость*; проходит через точку зрения и точку стояния параллельно плоскости картины K (рис. 9): $N \supset S$; $N \perp \Pi_1$; $N \parallel K$;

D_1 и D_2 – *дистанционные точки* находятся от главной точки картины на одинаковом расстоянии, равном расстоянию PS (рис. 9). Дистанционные точки определяют на картине расстояние, с которого художник наблюдал изображенные на картине предметы: $PD_1 = PD_2 = SP$.

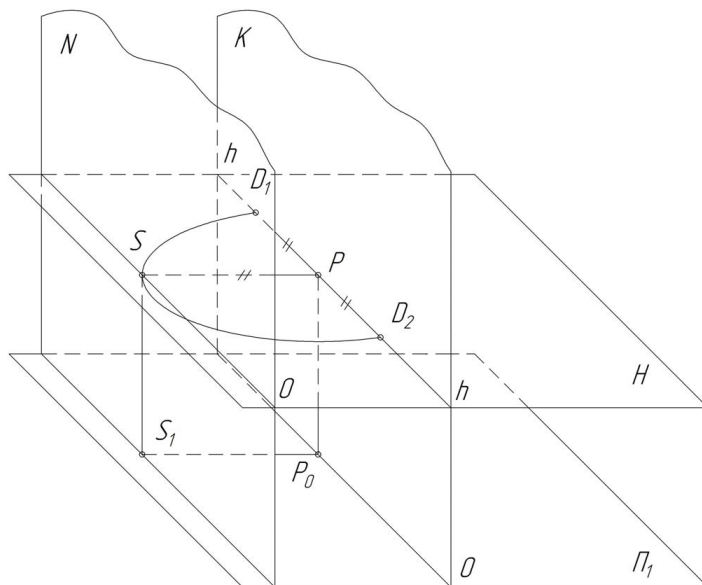


Рис. 9. Аппарат перспективы

Плоскости N и K делят пространство на три части (рис. 10).

За плоскостью K (перед зрителем) – *предметное (картинное) пространство*; между плоскостями N и K – *промежуточное пространство*; за плоскостью N (позади зрителя) – *мнимое пространство*.

Из всех перечисленных терминов, применяемых в теории перспективы, следует выделить четыре основных, их принято называть *главными элементами картины*, всегда необходимыми для построения перспективы:

- 1) SP – главный луч зрения;
- 2) $h-h$ – линия горизонта;
- 3) P – главный пункт (точка) картины;
- 4) $O-O$ – основание картины.

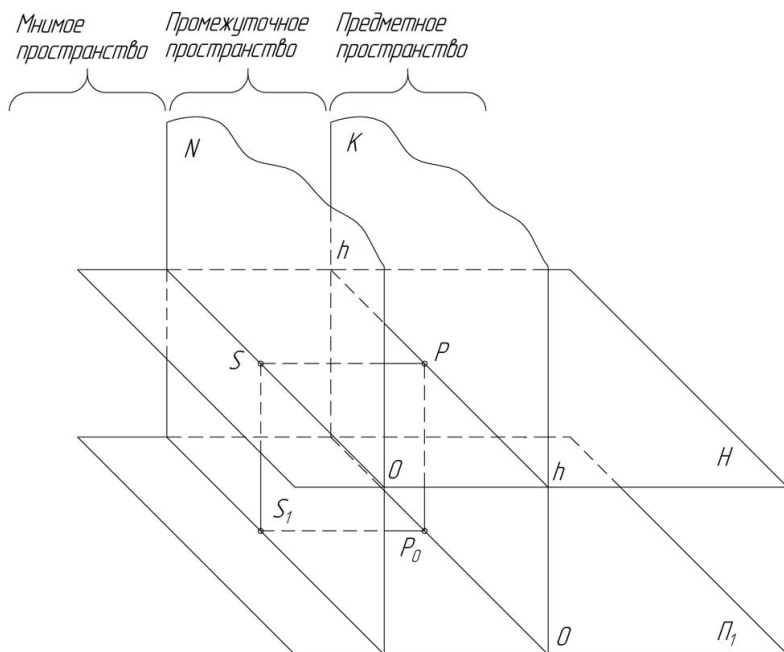


Рис. 10. Деление пространства на три части

Проецирующий аппарат позволяет точно передать форму и расположение предметов в пространстве методом центрального проецирования.

Основные элементы картины устанавливаются художником или архитектором в зависимости от содержания и замысла композиционного построения. Правильно заданные элементы картины служат опорой для точного построения перспективного изображения, соответствующего зрительному восприятию.

1.3. Построение перспективы точки

Основным геометрическим элементом любого объекта, перспектива которого подлежит построению или проверке, является точка. Всякий объект считается состоящим из некоторого количества точек. В плоскости рисунка или эскиза положение точки легко контролируется и проверяется зрительно. Для построения отрезка прямой требуется построение двух точек, для построения кривой — как можно больше точек и т. д.

Все сложные формообразования живой природы (человек, животное и т. д.), находящиеся в покое или движении, в перспективе могут быть построены по условным точкам, определяющим габаритные характеристики их в состоянии покоя или движения. Наконец, построение в перспективе контуров собственных и падающих теней выполняется также по точкам пересечения световых лучей с плоскостями или поверхностями, на которые падают тени.

Таким образом, первичным геометрическим элементом, необходимым и достаточным для всевозможных перспективных построений, является точка. Положение любой точки в пространстве определяется тогда, когда известен способ ее задания.

Точка может быть задана (рис. 11):

1) совокупностью координат точки: X , Y и Z (рис. 11, а). В этом случае за начало координат принимают точку P_0 , ось X совпадает с основанием картины $O-O$, ось Y перпендикулярна плоскости картины, ось Z — главный вертикал картины. Перспектива точки A на картине K может быть определена построением в перспективе величин отрезков координат X , Y и Z точки A ;

2) пересечением в рассматриваемой точке двух целесообразно выбранных прямых (рис. 11, б). В этом случае перспектива точки A на картине K будет получена путем построения в перспективе пересекающихся в этой точке прямых m и n .

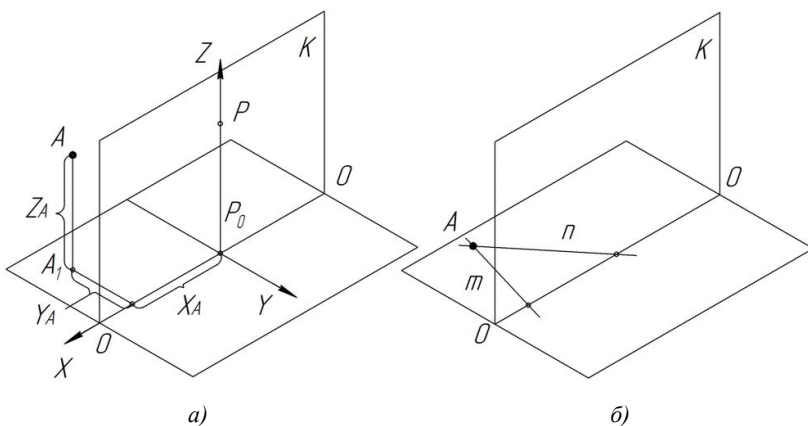


Рис. 11. Задание точки в пространстве:
a – совокупностью координат; *б* – пересечением двух прямых

Алгоритм построения перспективы точки

Чтобы спроецировать точку A на картинную плоскость, необходимо провести проецирующий луч через точку A и точку S и найти точку пересечения этого луча с плоскостью картины – точку A' (рис. 12).

Точка A' – **перспектива** точки A .

Точка A_1 – **первичная проекция** точки A (в начертательной геометрии – горизонтальная проекция).

Точка A_1' – **вторичная проекция** точки A – перспектива первичной проекции точки, определяется пересечением луча SA_1 с плоскостью K .

1. Точку A проецируют ортогонально на предметную плоскость Π_1 , получают первичную проекцию точки $A \rightarrow A_1$: $AA_1 \perp \Pi_1$.

2. Проводят луч SA .

3. Соединяют S_1 с A_1 ; $S_1A_1 \cap O-O \rightarrow A_0$ (**основание точки A**).

4. SA и S_1A_1 – образуют вертикальную плоскость Σ ($SS_1 \perp \Pi_1$), которая пересекается с картинной плоскостью K по вертикальной прямой через точку A_0 . Точка пересечения луча SA с вертикальной прямой через точку A_0 является **перспективой точки A** : $A_0A' \cap SA = A'$.

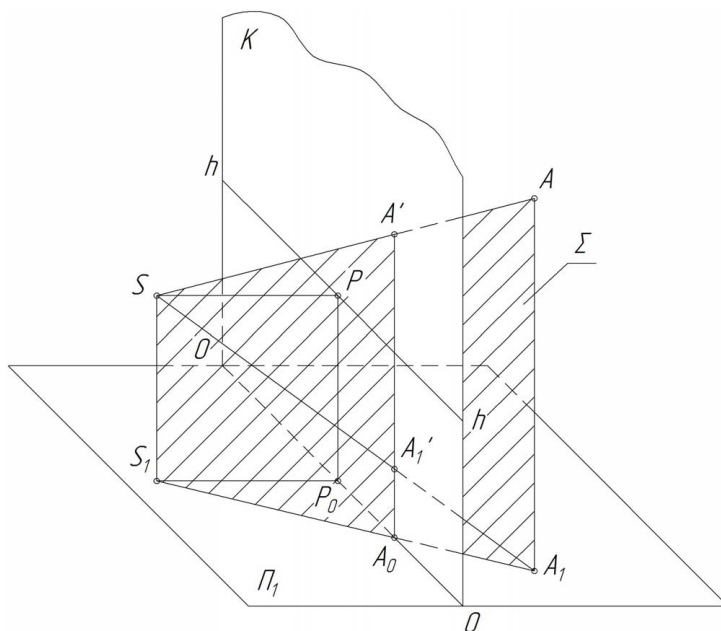


Рис. 12. Построение перспективы точки и ее вторичной проекции

Чертеж перспективы точки является необратимым, так как по одной перспективной проекции точки нельзя определить положение ее в пространстве. Для нахождения точного положения точки в пространстве строят **вторичную проекцию точки**.

5. Строят перспективу первичной проекции точки, для этого проводят проецирующий луч SA_1 ;

$SA_1 \cap K \rightarrow A_1'$ – вторичная проекция точки A ;

$SA_1 \subset \Sigma \rightarrow A_1' \subset A_0 A'$.

A' и A_1' лежат на одном перпендикуляре к основанию картины.

Изображение перспективы точки и ее вторичной проекции переносят с наглядного изображения (аппарата перспективы) на плоское изображение – картинную плоскость (с учетом коэффициентов искажения в аксонометрии) (рис. 13).

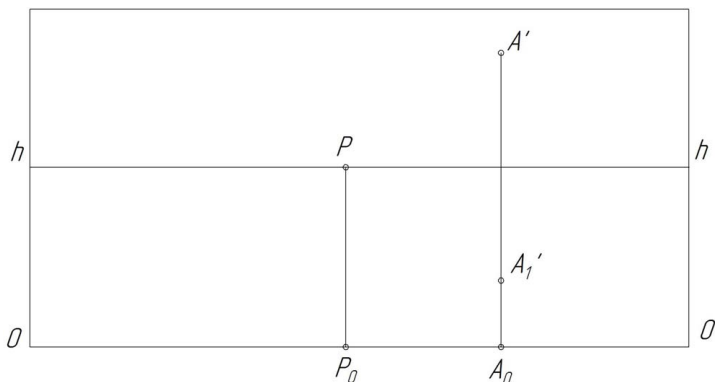


Рис. 13. Перспектива и вторичная проекция точки предметного пространства

Правила построения перспективы точки

1. Перспектива точки есть точка.
2. Перспектива точки и ее вторичная проекция определяют ее положение в пространстве.
3. Перспектива точки и ее вторичная проекция лежат на одном перпендикуляре к основанию картины.
4. Вторичная проекция бесконечно удаленной точки предметного пространства находится на линии горизонта (рис. 14).
5. Вторичная проекция точки предметного пространства расположена на картине между основанием картины и линией горизонта (рис. 12, 13).
6. Вторичная проекция точки, расположенной на картинной плоскости, находится на основании картины (рис. 15).
7. Вторичная проекция точки промежуточного пространства находится ниже основания картины (рис. 16).
8. Вторичная проекция точки совпадает с перспективой этой точки, если точка находится на предметной плоскости (рис. 17).
9. Вторичная проекция точки расположена выше линии горизонта, если точка принадлежит мнимому пространству (рис. 18).
10. Точки, расположенные на одном проецирующем луче, в перспективе совпадают.

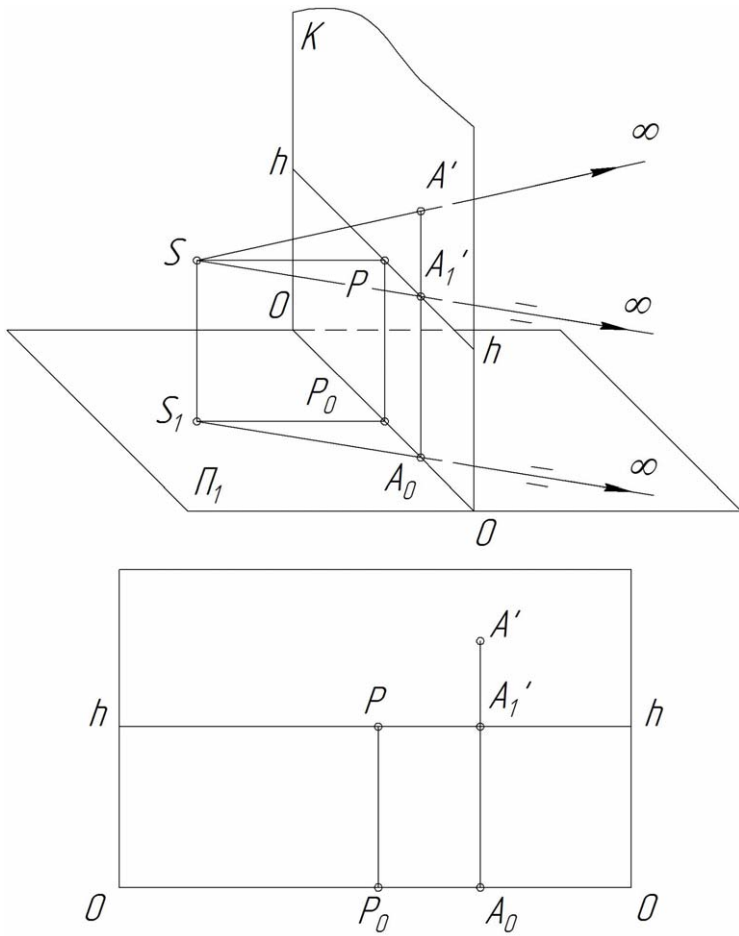


Рис. 14. Перспектива и вторичная проекция бесконечно удаленной точки предметного пространства

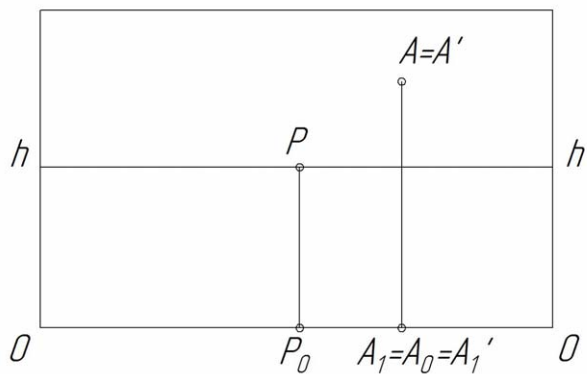
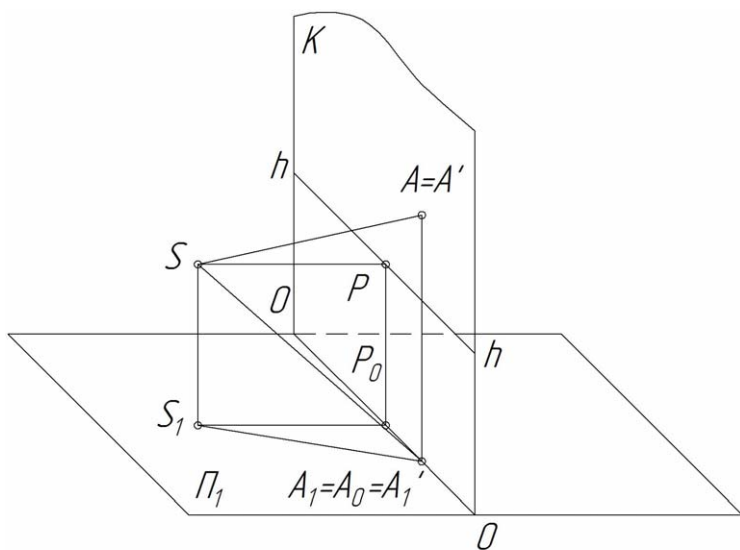


Рис. 15. Перспектива и вторичная проекция точки картинной плоскости

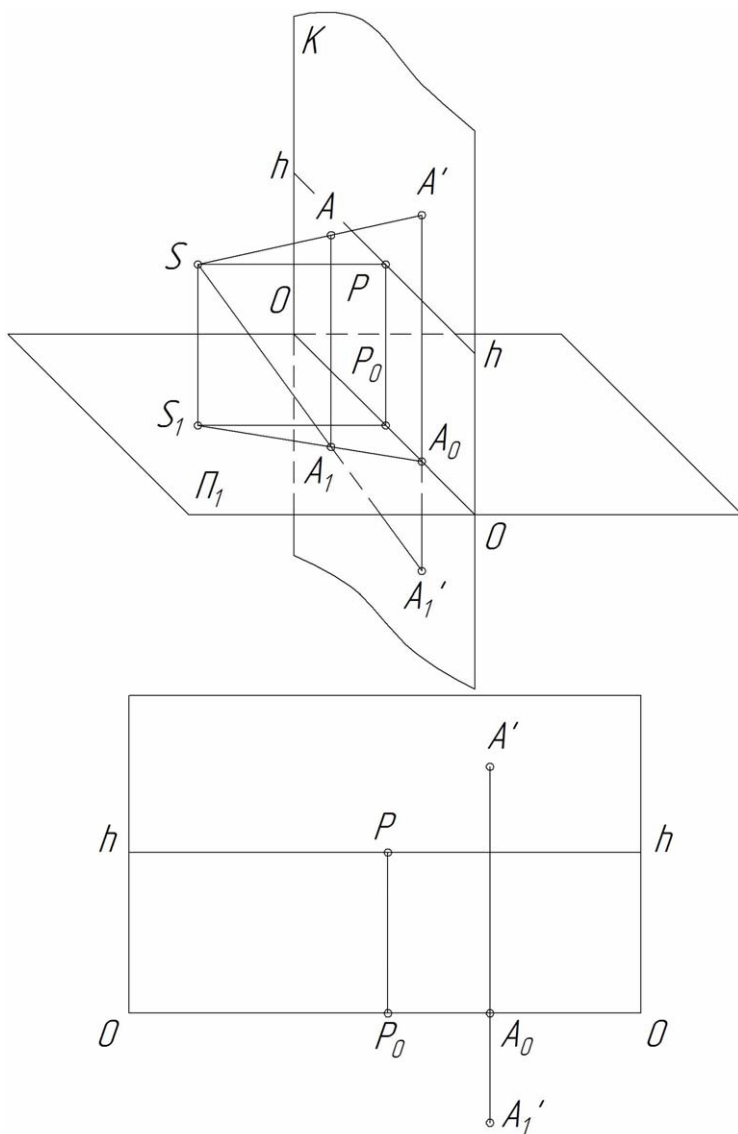


Рис. 16. Перспектива и вторичная проекция точки промежуточного пространства

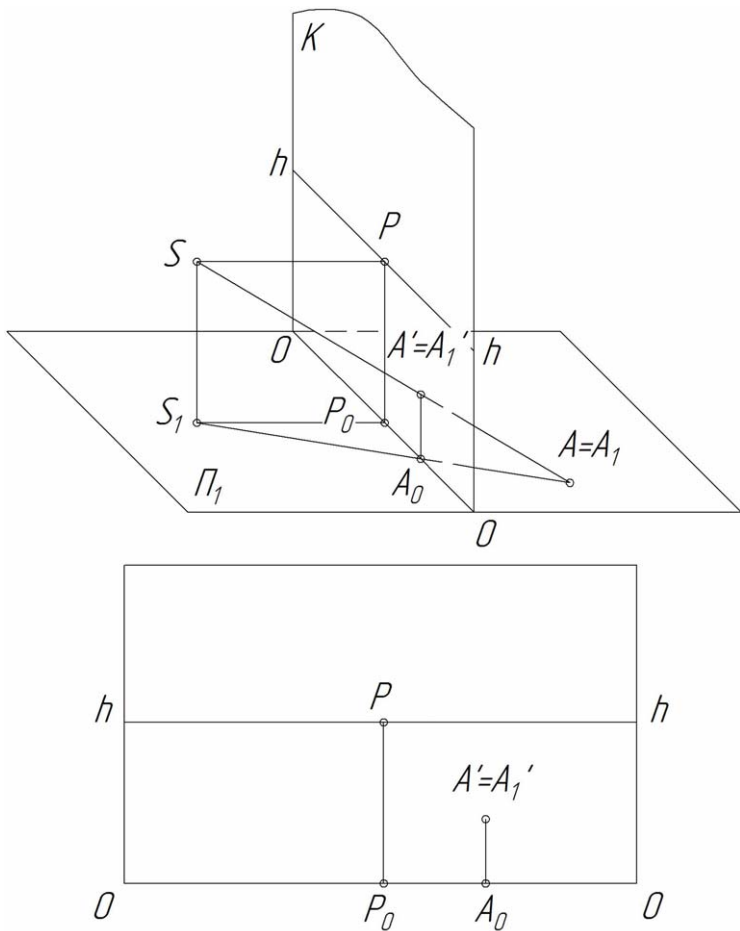


Рис. 17. Перспектива и вторичная проекция точки предметной плоскости

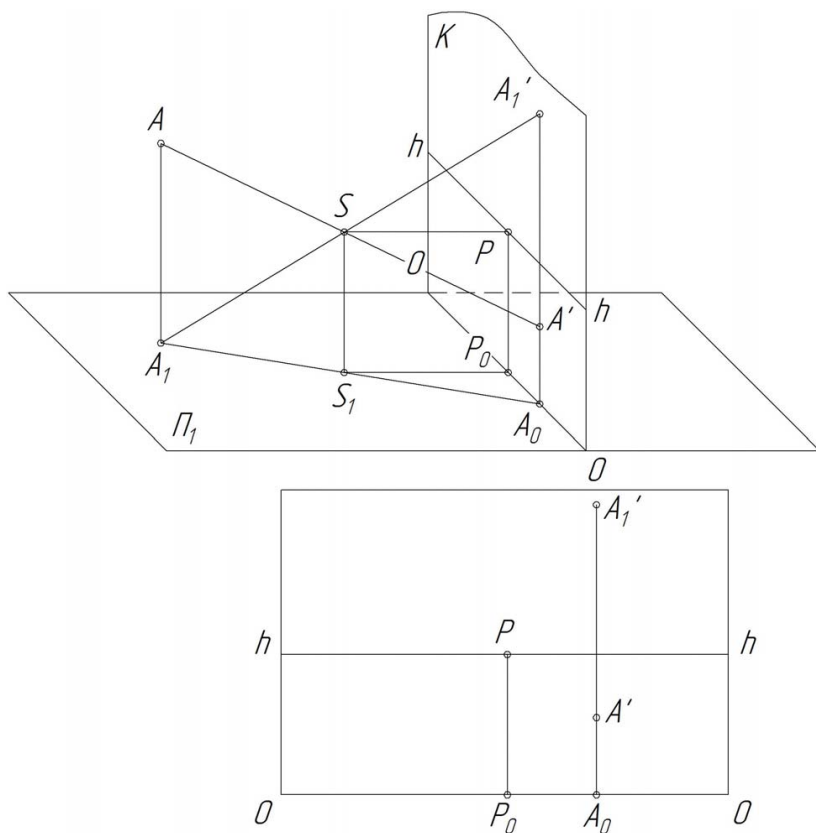


Рис. 18. Перспектива и вторичная проекция точки мнимого пространства

1.4. Построение перспективы прямой линии

В предметном пространстве прямые могут занимать различное положение. Прямые, расположенные под произвольным углом (отличным от 0° и 90°) к картине и к предметной плоскости, называются *прямыми общего положения*.

В зависимости от направления прямые общего положения могут быть восходящими и нисходящими. *Восходящей* называется прямая, точки которой по мере удаления от картины удаляются от предметной плоскости. *Нисходящей* называется прямая, точки которой по мере удаления от картины приближаются к предметной плоскости.

Прямые, расположенные параллельно или перпендикулярно по отношению к картинной или предметной плоскости (или принадлежащие им), называются **прямыми частного положения**.

Теорема о перспективе прямой и следствия из нее

Теорема: центральная проекция бесконечной прямой, не параллельной плоскости проекций и не проходящей через центр проецирования, есть конечная прямая.

Краткая формулировка теоремы: *перспектива бесконечной прямой есть конечная прямая.*

Пусть заданы плоскость проекций (картина), центр проецирования S и бесконечная прямая MN , пересекающая картинную плоскость K в точке I (рис. 19). Для доказательства теоремы рассматривается проекция той части прямой, которая лежит в предметном пространстве относительно зрителя – центра проецирования.

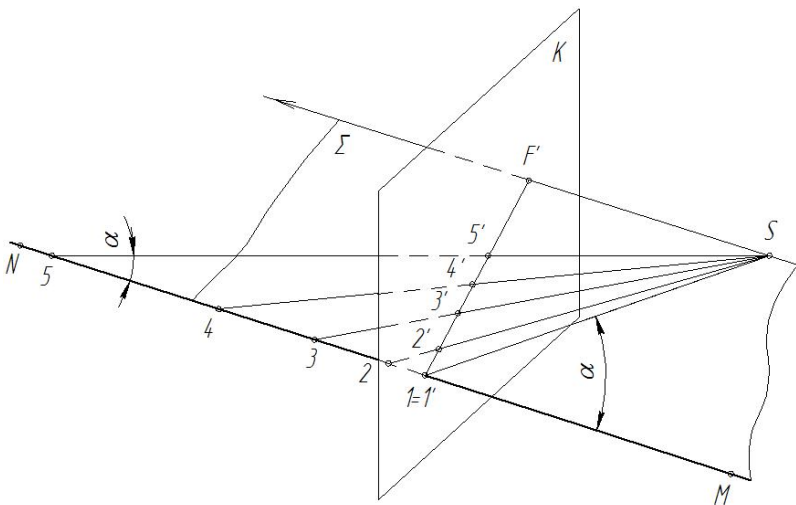


Рис. 19. Доказательство теоремы о перспективе прямой

Из элементарной геометрии известно, что все прямые, проходящие через одну точку и пересекающие одну и ту же прямую, не проходящую через данную точку, лежат в одной плоскости. Две плоскости всегда пересекаются по прямой линии. Из этих утверждений следует, что все проецирующие лучи $S1, S2, \dots, S7$, пересе-

кающие прямую MN и проходящие через точку S , лежат в одной плоскости Σ , пересекающей картину: $\Sigma \cap K = IF'$. Это означает, что все проекции $1', 2', 3', \dots, 7'$ лежат на одной прямой IF' — линии пересечения плоскостей.

Каждый проецирующий луч образует с прямой MN угол α , причем по мере удаления точки пересечения луча с прямой от плоскости K угол α уменьшается. Если точка N как угодно далека от точки I , то угол α будет как угодно мал. При луче, параллельном прямой MN , угол α равен 0. Следовательно, полная центральная проекция бесконечной прямой есть конечная прямая, заключенная между точками I и F' на плоскости картины K .

Точка пересечения прямой с плоскостью картины K (точка I') называется началом прямой, а точка F' — это перспектива бесконечно удаленной точки (перспектива предельной точки). Перспектива прямой конечна: I' — *начало прямой*, F' — *точка схода*.

Понятие «*точка схода*» является одним из важнейших понятий всей теории перспективы. Без знания и понимания свойств точки схода нельзя раскрыть и обосновать ряд положений теории перспективы, а также решать прямые и обратные задачи, встречающиеся в практике станкового и монументального изобразительного искусства.

Следствия из теоремы

1. Для построения перспективы какой-либо прямой, не параллельной плоскости картины, необходимо и достаточно в плоскости картины иметь две точки, принадлежащие рассматриваемой прямой: ее след (начало прямой) и точку схода.

2. Для нахождения на плоскости картины точки схода для заданной в пространстве прямой необходимо и достаточно провести через точку зрения луч, параллельный этой прямой, и найти точку его пересечения с плоскостью картины.

3. В перспективе взаимно параллельные прямые, пересекающие плоскость картины, сходятся в одной точке F .

Это следствие включает ряд частных случаев:

- а) параллельные прямые, параллельные предметной плоскости, в перспективе всегда сходятся в точке, лежащей на линии горизонта;
- б) прямые, перпендикулярные картинной плоскости, в перспективе всегда сходятся в главной точке картины P .

Перспектива прямых общего положения

Прямые общего положения в перспективе отличаются положением предельных точек. Вторичные проекции у прямых общего положения всегда лежат на линии горизонта, так как луч SF_1' параллелен горизонтальной проекции прямой A_1B_1 (рис. 20, 21).

Восходящая прямая общего положения в перспективе ограничивается предельной точкой, которая находится над линией горизонта на перпендикуляре, проведенном через вторичную проекцию предельной точки этой прямой (рис. 20).

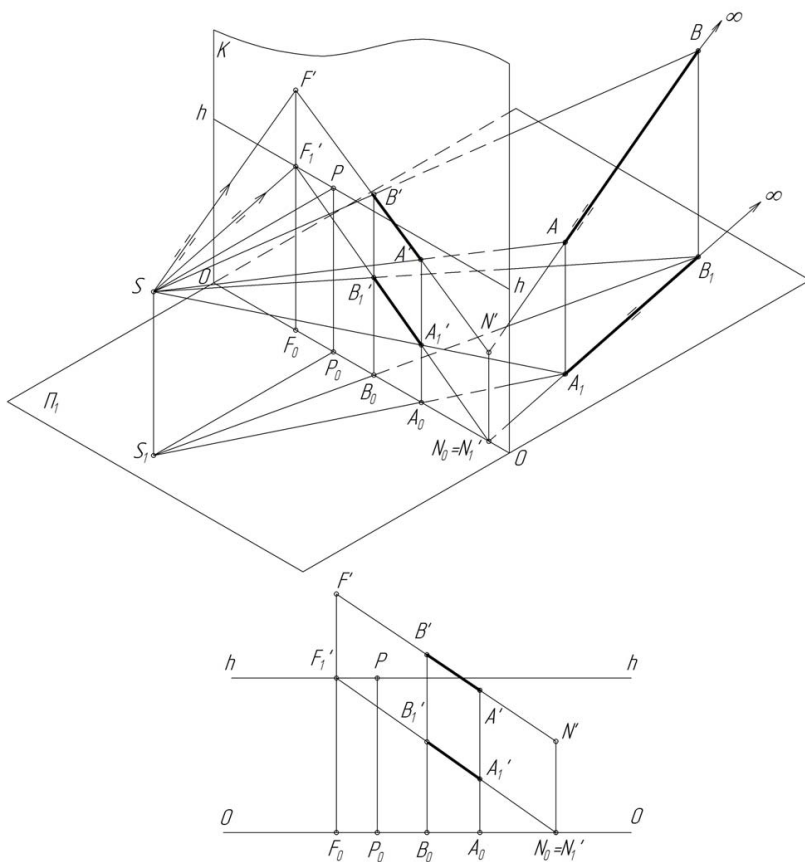


Рис. 20. Перспектива восходящей прямой общего положения

Нисходящая прямая общего положения в перспективе ограничена предельной точкой, которая находится под линией горизонта на перпендикуляре, проведенном через вторичную проекцию предельной точки прямой (рис. 21).

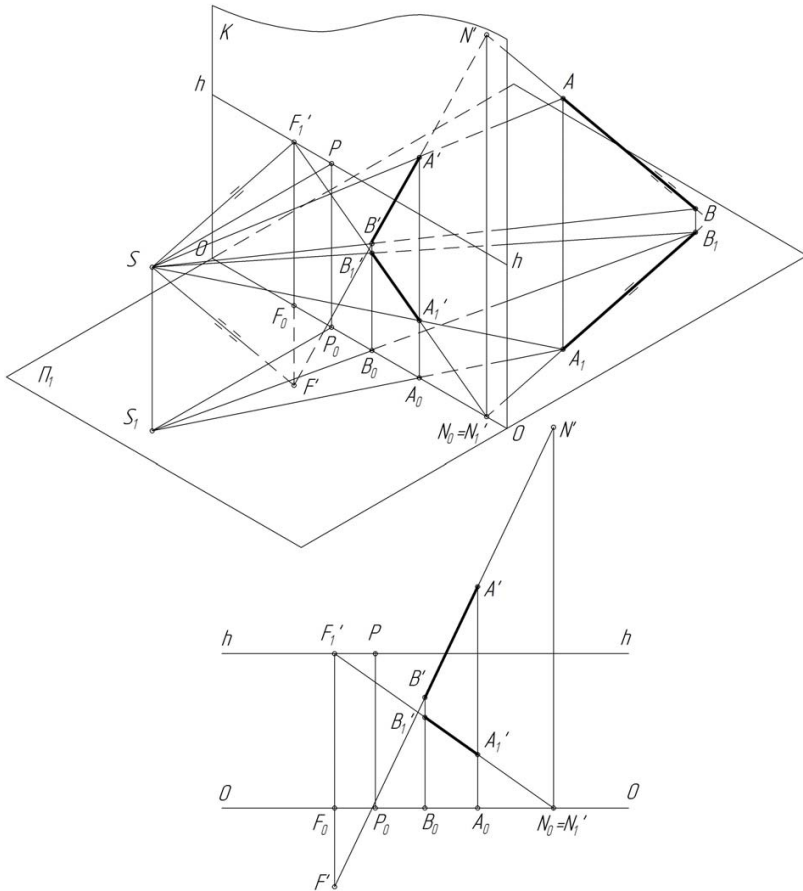


Рис. 21. Перспектива нисходящей прямой общего положения

Перспектива прямых особого положения

Прямые особого положения — это прямые, параллельные плоскости главного луча зрения. Они могут быть восходящими и нисходящими.

Предельная точка **восходящей прямой особого положения** находится на линии главного вертикала над горизонтом, а ее вторичная проекция — в главной точке картины (рис. 22).

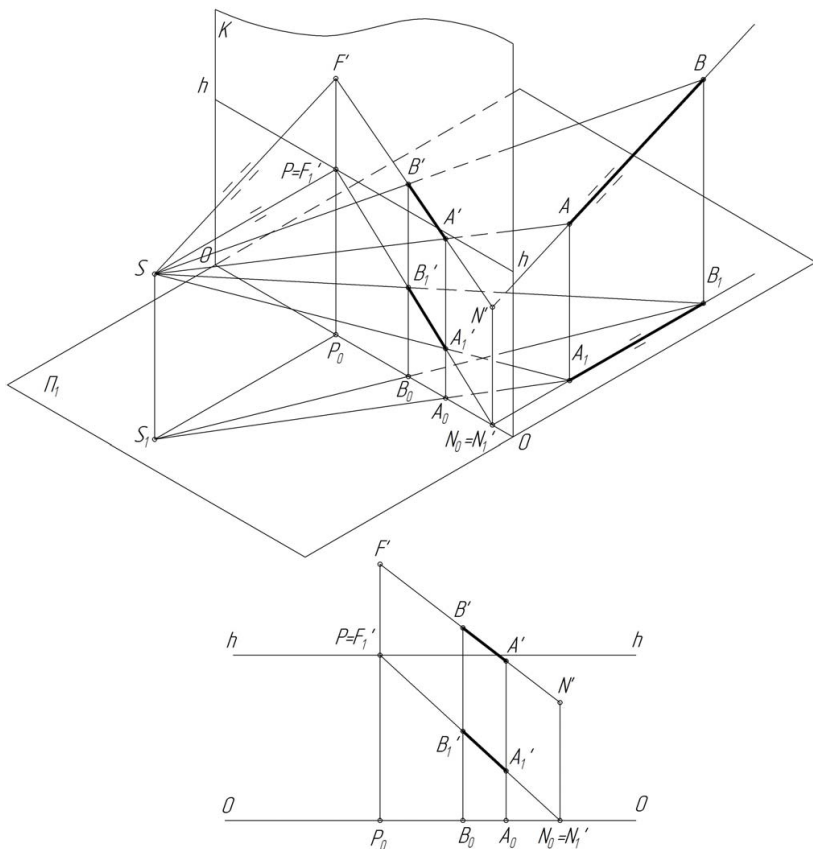


Рис. 22. Перспектива восходящей прямой особого положения

Предельная точка *нисходящей прямой особого положения* находится на линии главного вертикала под линией горизонта, а ее вторичная проекция – в главной точке картины (рис. 23).

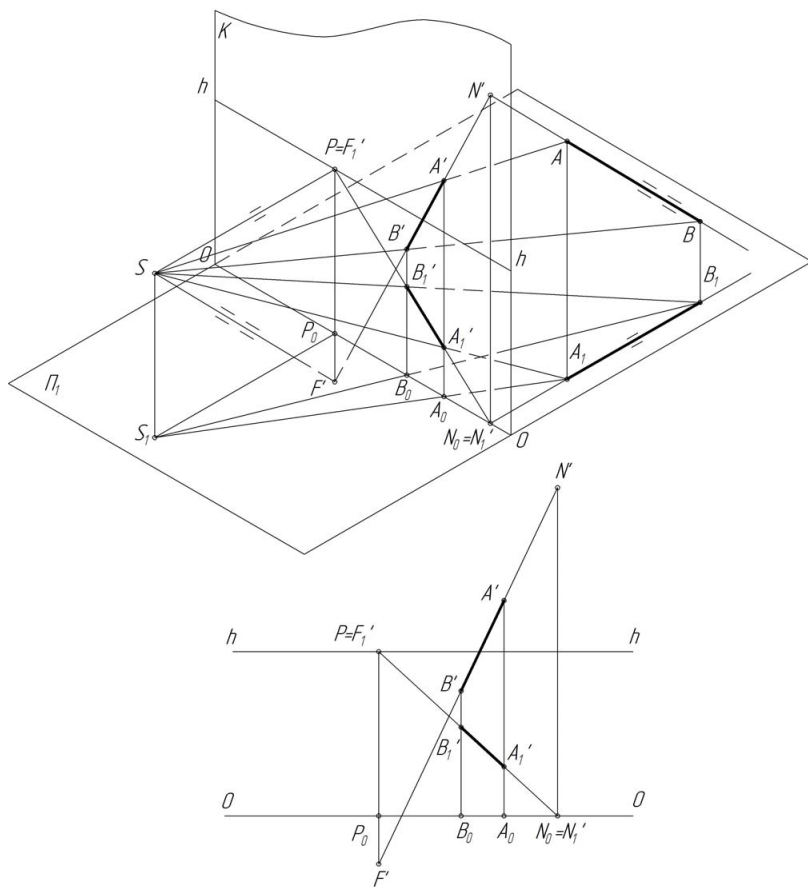


Рис. 23. Перспектива нисходящей прямой
особого положения

Перспектива прямых частного положения

Перспектива прямых, параллельных предметной плоскости

Прямые, параллельные предметной плоскости, но не параллельные плоскости картины, имеют перспективу предельной точки на линии горизонта. На рис. 24 точка F' – точка схода параллельных прямых AB и CD , F' находится на линии горизонта.

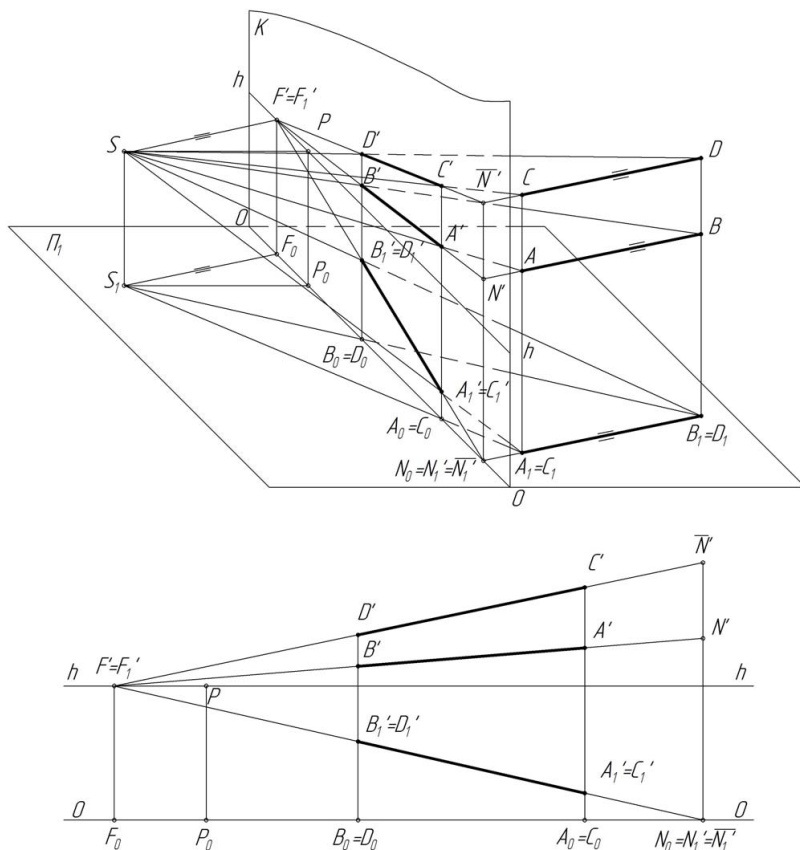


Рис. 24. Перспектива прямых, параллельных предметной плоскости

Вторичные проекции и перспективы предельных точек таких прямых совпадают, так как луч, проходящий через точку S , будет параллелен проекции отрезков прямых и самим прямым.

Перспектива прямой, параллельной предметной и картинной плоскостям

Прямая, параллельная предметной и картинной плоскостям, не имеет начала и перспективы предельной точки, так как луч, проведенный из точки S и параллельный этой прямой и ее проекции, не пересекается с плоскостью картины (рис. 25).

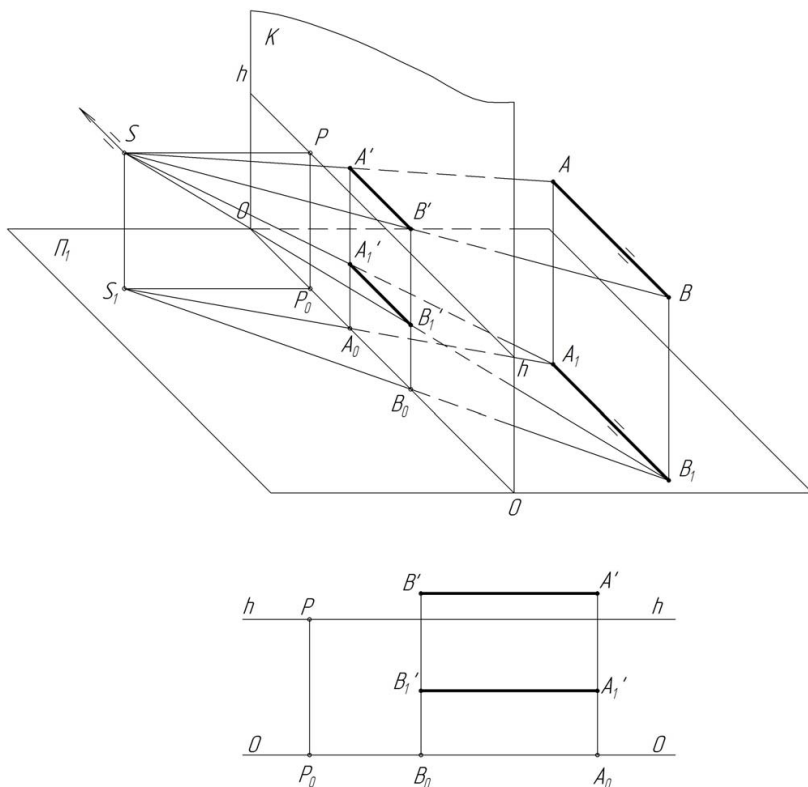


Рис. 25. Перспектива прямой, параллельной предметной и картинной плоскостям

Перспектива и вторичная проекция данной прямой параллельна самой прямой, основанию картины и линии горизонта.

Перспектива прямой, перпендикулярной картинной плоскости

Прямая, перпендикулярная картине, называется *глубинной прямой*.

Для прямых, перпендикулярных картинной плоскости, предельная точка и ее вторичная проекция находятся в главном пункте картины P , так как луч SP параллелен AB и A_1B_1 (рис. 26).

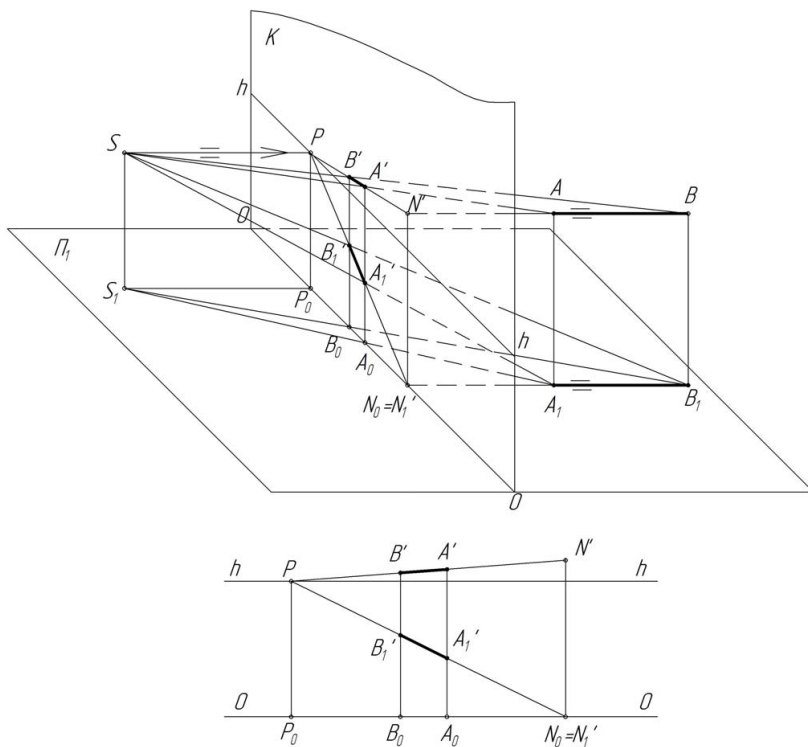


Рис. 26. Перспектива глубинной прямой

Перспектива прямой, перпендикулярной предметной плоскости

Перспектива прямой, перпендикулярной предметной плоскости, не имеет начальной и предельной точек и расположена параллельно самой прямой. Вторичная проекция прямой вырождается в точку, так как проекция такой прямой также вырождается в точку (рис. 27).

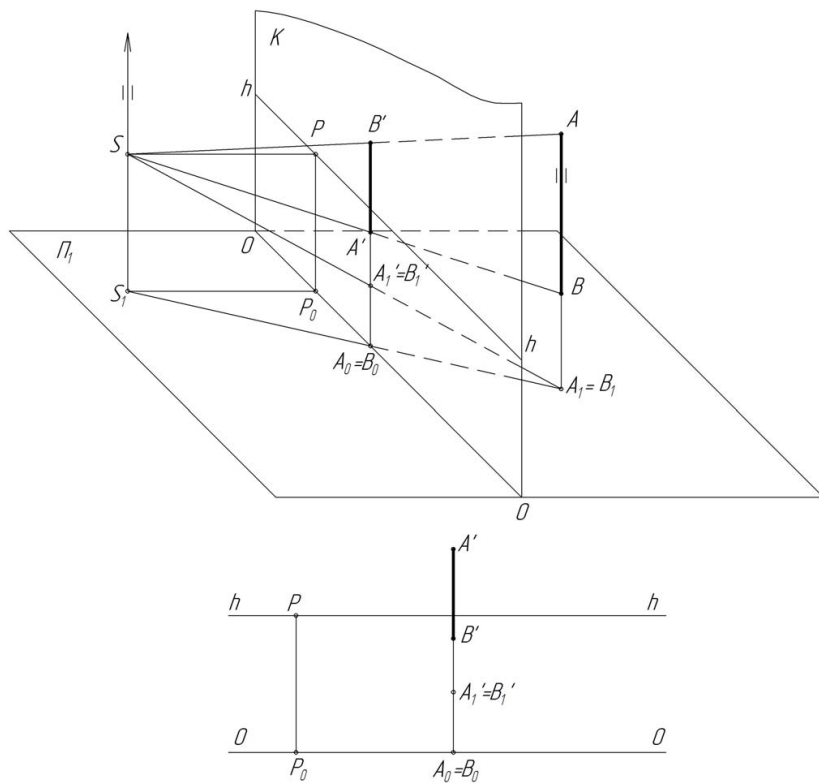


Рис. 27. Перспектива вертикальной прямой

Перспектива радиальных прямых

Радиальная прямая — это прямая, расположенная в предметной плоскости и проходящая через точку стояния S_1 .

Перспектива радиальных прямых — вертикальные линии, так как начала таких прямых и перспективы предельных точек всегда лежат на одной вертикальной линии (рис. 28).

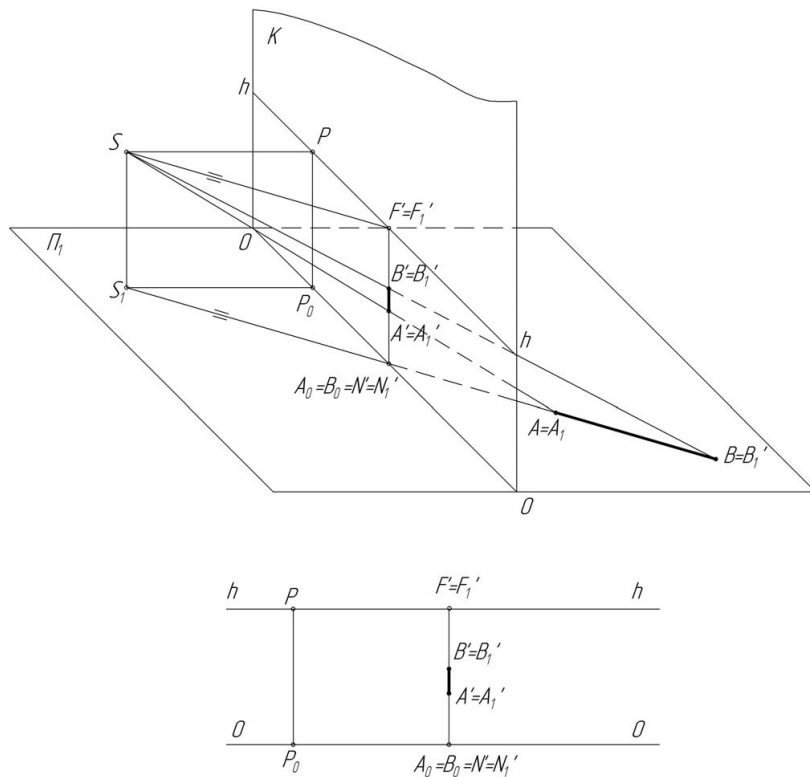


Рис. 28. Перспектива радиальной прямой

Правила построения перспективы параллельных прямых

1. Произвольно направленные параллельные горизонтальные прямые на плоскости картины изображаются пучком прямых, сходящихся в предельной точке – точке схода, расположенной на линии горизонта (рис. 24).
2. Точкой схода глубинных прямых является главная точка картины (рис. 26).
3. Восходящие параллельные прямые общего положения имеют точку схода, расположенную выше линии горизонта и лежащую на одном перпендикуляре со вторичной проекцией предельной точки прямых, которая находится на линии горизонта (рис. 20).
4. Нисходящие параллельные прямые общего положения имеют одну точку схода, расположенную ниже линии горизонта и лежащую на одном перпендикуляре со вторичной проекцией предельной точки прямых, которая находится на линии горизонта (рис. 21).
5. Восходящие параллельные прямые особого положения имеют точку схода на продолжении линии главного вертикала над линией горизонта, а вторичная ее проекция – главная точка картины (рис. 22).
6. Нисходящие параллельные прямые особого положения имеют точку схода на продолжении линии главного вертикала ниже линии горизонта, а вторичная ее проекция – главная точка картины (рис. 23).
7. Прямые, параллельные плоскости картины, в перспективе изображаются параллельно самим прямым (рис. 25, 27).

Построение перспективы прямых является важной частью определения перспективы точек (как пересечения двух прямых), выполнения изображений перспективы плоских или объемных геометрических фигур. Прямые линии непосредственно организуют форму изображаемых объектов или являются вспомогательными. Точки схода прямых определяются при помощи лучей зрения, проведенных параллельно рассматриваемым прямым до пересечения с плоскостью картины.

Общий метод построения перспективы геометрического объекта состоит из двух частей. Первая часть – выполнение всей подгото-

вительной работы, связывающей заданный объект, расположенный в картинном пространстве, и точку зрения, расположенную в нейтральной плоскости, с плоскостью картины. Вторая часть – выполнение на плоскости картины собственно перспективного изображения объекта при помощи всех данных, полученных в результате ранее выполненных построений. При этом геометрические построения, связывающие лежащую в предметном пространстве одну точку с плоскостью картины, определяют на последней единственное для этой точки перспективное изображение.

Выводы по главе 1

История развития перспективы связана с историей рисунка и чертежа. Древний человек искал способы передачи информации об окружающем его мире. Совершенствование изображений привело к двум направлениям развития перспективы как метода изображений пространственных форм: в области науки (архитектуры, строительства) и живописи. Последнее направление являлось эмпирическим, опытным в накоплении знаний о способах изображений действительности.

Основоположителем перспективы считают Филиппо Брунеллески – итальянского архитектора и теоретика искусства эпохи Возрождения. Большой вклад в развитие перспективы внес итальянский художник и ученый Леонардо да Винчи. Он выделил 3 части перспективы: линейную, воздушную и цветовую, а также перспективу четкости очертания формы предметов.

К настоящему времени накоплен огромный практический опыт художников и ученых в области перспективных изображений. Он воплощен многими поколениями художников в произведениях искусства и отражен в теоретических научных исследованиях, определивших закономерности, правила и исключения в перспективе.

Основным методом построения изображений пространственных фигур, соответствующих зрительному восприятию, является метод центрального проецирования. Перспективное изображение – это центральная проекция предмета на картинную плоскость.

Существует множество способов построения перспективных изображений. Для их понимания необходимы знания перспективы простейших геометрических фигур – точек и линий, так как любое тело есть совокупность точек. Перспектива точки есть пересечение зрительного луча, проходящего через данную точку, с картинной плоскостью. Алгоритм построения перспективы точки включает решение задачи начертательной геометрии на пересечение прямой с плоскостью картины. Чертеж перспективы точки не является обратимым, поэтому для точного нахождения положения точки строят вторичную проекцию точки. Положение вторичной проекции точки на картине и определяет положение точки в пространстве (мнимом, промежуточном, предметном).

Перспектива бесконечной прямой есть конечная прямая (отрезок с концами в начале прямой и в точке схода). Начало прямой есть точка пересечения прямой с картинной плоскостью. Точка схода – перспектива бесконечно удаленной (предельной) точки прямой. Точка схода горизонтальной прямой, пересекающей картину, лежит на линии горизонта. Точка схода восходящей прямой находится выше линии горизонта, а нисходящей прямой – ниже линии горизонта. Прямая, перпендикулярная картине, сходится в перспективе в главной точке картины P . Прямые, параллельные плоскости картины, в перспективе изображаются параллельными самим прямым.

С помощью прямых можно определить положение точек как пересечение двух прямых. Прямые организуют форму изображаемых объектов или являются вспомогательными в изображении перспективы плоских или объемных геометрических тел.

Контрольные вопросы

1. Укажите практическое применение теории перспективы в архитектуре и изобразительном искусстве.
2. Сделайте краткий исторический обзор развития теории перспективы.
3. Какова сущность метода построения перспективы?
4. Назовите основные свойства центрального проецирования.
5. Что относится к основным понятиям и определениям перспективы?
6. Назовите виды перспективы.
7. Назовите элементы аппарата линейной перспективы.
8. Назовите особенности построения перспективы точек общего и частного положений (принадлежащих предметной и картинной плоскостям) предметного пространства.
9. Назовите особенности построения перспективы точек, расположенных в промежуточном и мнимом пространствах.
10. В чем суть теоремы о перспективе прямой и каковы следствия из нее?
11. Назовите метод построения перспективы и вторичной проекции прямых, параллельных картине.
12. Назовите метод построения перспективы и вторичной проекции прямых, пересекающих картину.
13. Каковы правила построения перспективы параллельных прямых?

Глава 2. ЗАДАЧИ ТЕОРИИ ПЕРСПЕКТИВЫ В ПРАКТИКЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ

2.1. Способы задания и определения элементов картины

Для художника, работающего над изображением какого-либо объекта, важным является передача зрителю реалистичного изображения, наглядно представляющего его форму, размеры и позиции. Для достижения этого необходимо учитывать естественный угол зрения человека, поэтому относительное расположение объекта, картины и точки зрения не может быть произвольным.

В зависимости от расположения картинной плоскости различают фронтальную и угловую перспективу. **Фронтальная перспектива** – перспективное изображение, полученное в результате проецирования на картинную плоскость предмета, расположенного во фронтальном положении (воспринимаемого зрителем анфас, фронтально).

Угловая перспектива – перспективное изображение, полученное в результате проецирования предмета на картинную плоскость, расположенную под углом к предмету.

Высота точки зрения (уровень глаз зрителя) определяет положение **линии горизонта**, параллельной основанию картины в пределах ее рамки. **Нормальная высота горизонта** соответствует высоте человеческого роста, выбирается при построении перспективы на ровном месте. **Высокий горизонт** (до 100 м и выше) используют при изображении объектов при виде сверху (с высоты «птичьего полета» или с высокого места положения зрителя) для выявления большой глубины пространства. **Низкий горизонт** используют при изображении объектов при виде снизу (для отдельных деталей, наблюдаемых снизу, для зданий, стоящих на возвышении, для изображения большого пространства неба в пейзаже и т. п.).

Главная точка зрения картины задается, как правило, на середине линии горизонта или в средней трети ее части. Смещение главной точки к боковому краю картины художники иногда используют для усиления смысла сюжета. При выборе главной точки необходимо стремиться к тому, чтобы изображаемые предметы были хорошо видны, а их форма четко выявлялась.

Глаз художника охватывает пространство, ограниченное лучами зрения. Совокупность световых лучей образует **коническую поверхность**. При пересечении этой поверхности с плоскостью картины, направленной перпендикулярно главному лучу зрения SP , в сечении получается замкнутая кривая, ограничивающая поле зрения.

Поле зрения — плоская фигура, полученная в результате сечения конуса зрения плоскостью, перпендикулярной главному лучу зрения SP .

Угол зрения α , образованный двумя крайними лучами конуса зрения, называется **углом зрения**.

На рис. 29 изображены проекции лучевого конуса и поля зрения, выделены конус и поле ясного зрения.

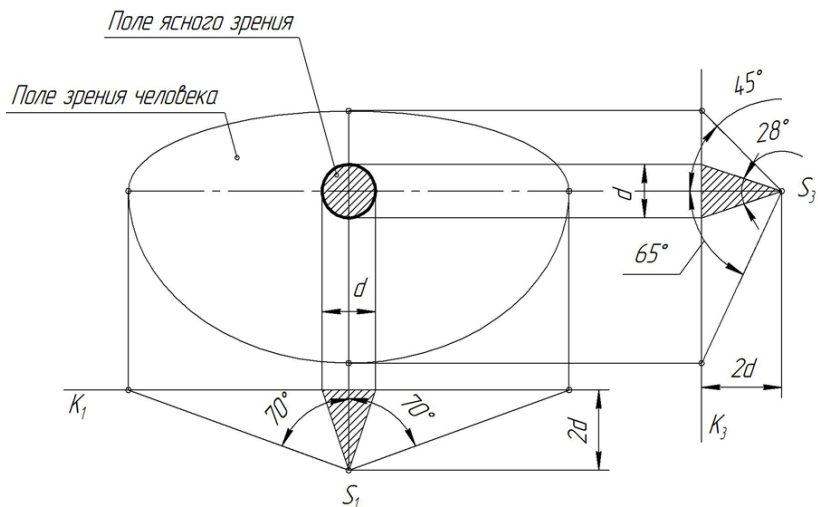


Рис. 29. Проекция лучевого конуса и поля зрения человека

С учетом строения глаза человека крайние лучи зрения образуют следующие углы: верхний луч с главным лучом — 45° , нижний — 65° , два боковых луча — по 70° .

В пределах поля зрения достаточно четко видна лишь небольшая его часть в виде чуть сплюснутого круга с центром в точке P — **поле ясного зрения**. Лучи, направленные к точкам этого круга, образуют **конус ясного зрения**. Эмпирическим путем установлено, что угол зрения, равный приблизительно 28° , является оптимальным углом

зрения для большинства объектов, обеспечивая четкую видимость, поэтому *угол ясного зрения* равен $\sim 28^\circ$.

При решении практических задач обычно принимается не угол 28° , а близкий к нему угол $28^\circ 4'$ – угол при вершине равнобедренного треугольника, у которого основание вдвое меньше высоты. Такой треугольник легко построить графически (основание d , высота $2 \times d$, рис. 29).

Четкое восприятие предметов глазом человека возможно при угле зрения в пределах $28-37^\circ$, умеренная видимость – при угле зрения до 53° . При рассматривании одного и того же предмета с увеличением угла зрения уменьшается *зрительное (дистанционное) расстояние*. Если за постоянную единицу измерения принять диаметр основания конуса ясного зрения, то устанавливается зависимость, схематически показанная на рис. 30.

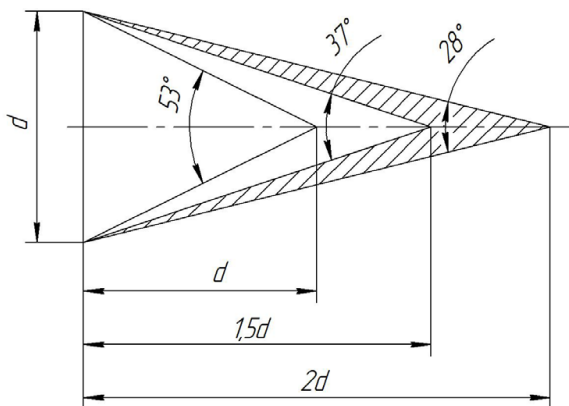


Рис. 30. Зависимость между углом зрения и дистанционным расстоянием

Для получения достоверного зрительного образа на картине необходимо правильно выбрать дистанционное расстояние. Изображаемые объекты выглядят по-разному в зависимости от того, с какого расстояния на них смотрит зритель. При выполнении перспективы интерьера зрительное расстояние должно быть равным примерно 1–1,5 диаметра поля ясного зрения, чтобы зритель, рас-

смагивающий картину, стал как бы участником изображаемых действий и находился в этой комнате. При увеличении дистанционного расстояния до 2 диаметров основания конуса ясного зрения зритель будет воспринимать сюжетное действие как бы со стороны.

Объекты, изображенные при зрительном расстоянии более 2,5 диаметра, становятся зрительно удаленными и при низком горизонте сливаются и воспринимаются плоскими. При выборе очень малого допустимого зрительного расстояния (менее 1 диаметра) все предметы у края картины примут искаженную форму, и их изображения не будут соответствовать правильному зрительному впечатлению.

Точкой зрения на предмет и положением предмета в пространстве обусловлен *ракурс* (франц. *raccourcir* – укорачивать). **Ракурс** – это перспективное сокращение формы предмета, изменяющее его привычные очертания. Различают *перспективы с острым, резким ракурсом и с тупым, пологим ракурсом*.

Таким образом, для соответствия перспективного изображения наилучшему зрительному восприятию вся картина должна находиться в пределах поля ясного зрения. При этом величина угла ясного зрения должна быть в пределах $37-28^\circ$, что соответствует дистанционному расстоянию, равному 1,5–2 диаметрам основания конуса зрения, а практически 1,5–2 диагоналям картины.

2.2. Построение перспективы с использованием точек схода. Способ архитектора

Перспектива плоской фигуры и объемного тела может быть построена как перспектива точек и прямых.

Положение каждой точки определяется пересечением двух отрезков целесообразно выбранных прямых. На рис. 31 точка A есть точка пересечения прямых m и n , которые на плоскости картины K изображены в перспективе от начала (M_0 и N_0) и до предельной точки (F_1' и F_2'). Точка пересечения перспектив этих прямых есть перспектива точки A – точка A' . Так как сама точка принадлежит предметной плоскости, то перспектива точки и ее вторичная проекция совпадают ($A' = A_1'$).

На этом принципе основаны все *способы построения перспективы* *объектов по двум точкам схода*.

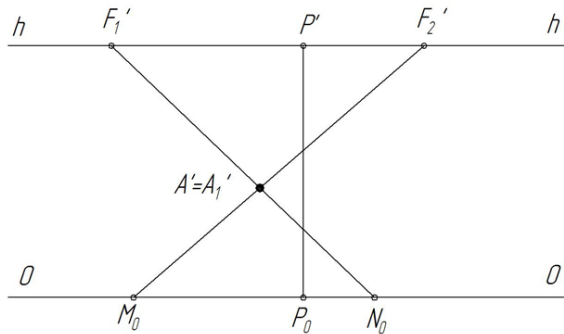
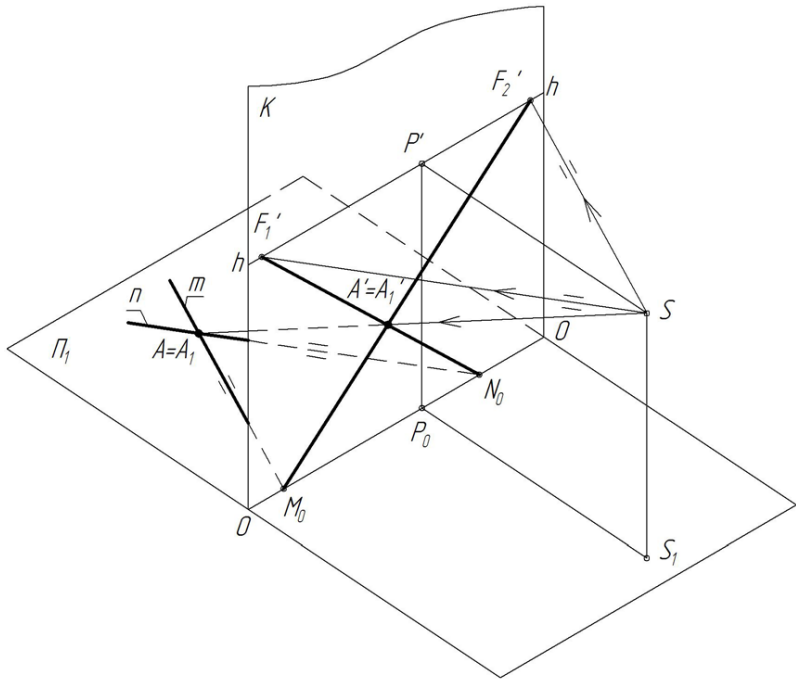


Рис. 31. Построение перспективы точки как пересечения двух прямых

Построение перспективы объектов по двум точкам схода (способ архитектора)

Способ архитектора используется для построения перспективы объекта по плану и фасаду с учетом положения точки зрения. Данный способ широко применяется в практике построения перспективы предметов, интерьеров и экстерьеров. Первоначально он был разработан архитекторами эпохи Возрождения.

Для построения перспективы способом архитектора используются параллельные горизонтальные прямые, ограничивающие заданные поверхности и имеющие точки схода на линии горизонта.

Построение в перспективе объекта по плану и фасаду выполняется в определенной последовательности. Рассмотрим основные этапы построения перспективы объекта.

1 этап. Ориентировка ортогонального чертежа объекта

1. Выполняется ортогональный чертеж объекта – план и фасад в проекционной связи с заданной линией горизонта (рис. 32).
2. Наносится проекция плоскости картины – K_1 . Чтобы в перспективе не было искажений и хорошо читались главный и боковой фасады, угол наклона плоскости картины к плоскостям фасада должен быть $38–43^\circ$ (40°). Проекцию плоскости картины целесообразнее проводить через одно из ребер объекта.
3. План объекта заключается в прямоугольник, в котором проводятся диагонали.
4. Из точки пересечения диагоналей перпендикулярно плоскости картины проводится проекция главного луча зрения, на котором расположена проекция точки зрения – S_1 . Точка пересечения этого луча с плоскостью картины – проекция главного пункта картины (P_1). Если проекция главного луча зрения проходит через какой-либо угол заданного объекта, то она смещается немного вправо или влево относительно точки пересечения диагоналей.
5. Для отчетливого восприятия перспективного изображения расстояние от точки зрения до предмета должно быть от $1,3L$ до $2L$, где L – наибольший размер объекта. На чертеже расстояние $S_1P_1 = 1,3L \div 2L$ (при задании $2L$ точки схода получаются очень далеко, поэтому расстояние S_1P_1 должно быть ближе к $1,3L$).

6. На плане чертежа цифрами обозначаются точки – вершины объекта, определяющие его контур ($1_1, 2_1, 3_1, \dots$). Точка A – точка ребра, лежащего в картинной плоскости.
7. Из точки S_1 через обозначенные вершины объекта проводятся радиальные прямые, отмечаются точки их пересечения с проекцией картины ($1_0, 2_0, 3_0, \dots$). Крайние прямые образуют угол зрения. Точка P_0 не должна выходить за пределы средней трети угла зрения.
8. Отмечаются точки пересечения прямых, проведенных из точки S_1 параллельно главным направлениям сторон объекта на плане чертежа, с горизонтальной проекцией плоскости картины K_1 (F_1 и F_2). Горизонтальная линия пересекается с K_1 в точке F_1 , вертикальная – в точке F_2 .
 F_1 и F_2 – это точки схода горизонтальных параллельных прямых разного направления.

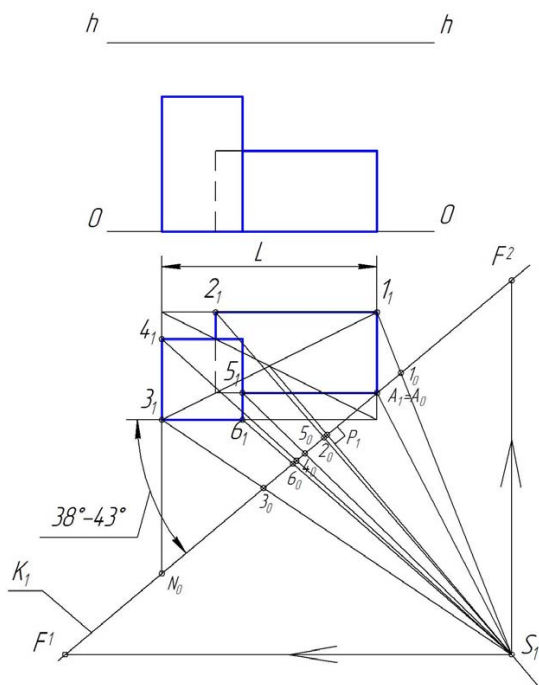


Рис. 32. Ориентировка ортогонального чертежа для построения перспективы геометрических тел способом архитектора

II этап. Построение перспективы объекта

Так как объект находится за плоскостью картины (в предметном пространстве), то его изображение в перспективе будет меньше натуральной величины, кроме ребра, лежащего в плоскости картины (оно изображается в натуральную величину). С учетом этого перспектива объекта строится в увеличенном масштабе (2:1; 2,5:1 или 4:1). Построение перспективы объектов способом архитектора показано на рис. 33.

1. Проводится основание картины, на которое переносятся точка P_0 и привязанные к ней точки $A_0, I_0, 2_0, 3_0, 4_0...$ (с чертежа плана с учетом масштаба изображения).
2. Задается положение линии горизонта, отмечаются точка P' и точки схода F_1' и F_2' .
3. Строится вторичная проекция (перспективная проекция плана) объекта. Каждая точка вторичной проекции есть точка пересечения перспектив горизонтальных прямых, идущих в разные точки схода, и перспектив радиальных прямых (вертикальных линий). Например, точка I' получается при пересечении линий $A'F_2'$ и вертикали I_0I' .
4. Строится высота ребер объекта.

Ребро, проходящее через точку A и лежащее в плоскости картины, в перспективе будет изображаться в натуральную величину, высоту которого измеряют на фронтальной проекции и умножают на масштаб. Все остальные ребра — меньше натуральной величины. Так как верхние линии объекта параллельны нижним, то в перспективе они будут сходиться в тех же точках F_1' и F_2' .

Проведя из вторичных проекций точек вертикальные линии до пересечения с ними, получают высоту всех остальных ребер объекта.

Второй объем весь расположен за плоскостью картины, поэтому все ребра его будут меньше натуральной величины. Определяют высоту ребра, проходящего через точку $З$. Для этого находят начало прямой $З-4$ — точку N_0 . Из точки N_0 проводят вертикальную линию, на которой откладывают истинную величину ребра, умноженную на масштаб ($N_0 N'$). Через точку N' проводят луч в F_2' . Точка пересечения вертикальной линии, проходящей через $З'$, с лучом $N'F_2'$ определяет высоту ребра из точки $З'$.

Остальные точки строятся аналогично первому объему.

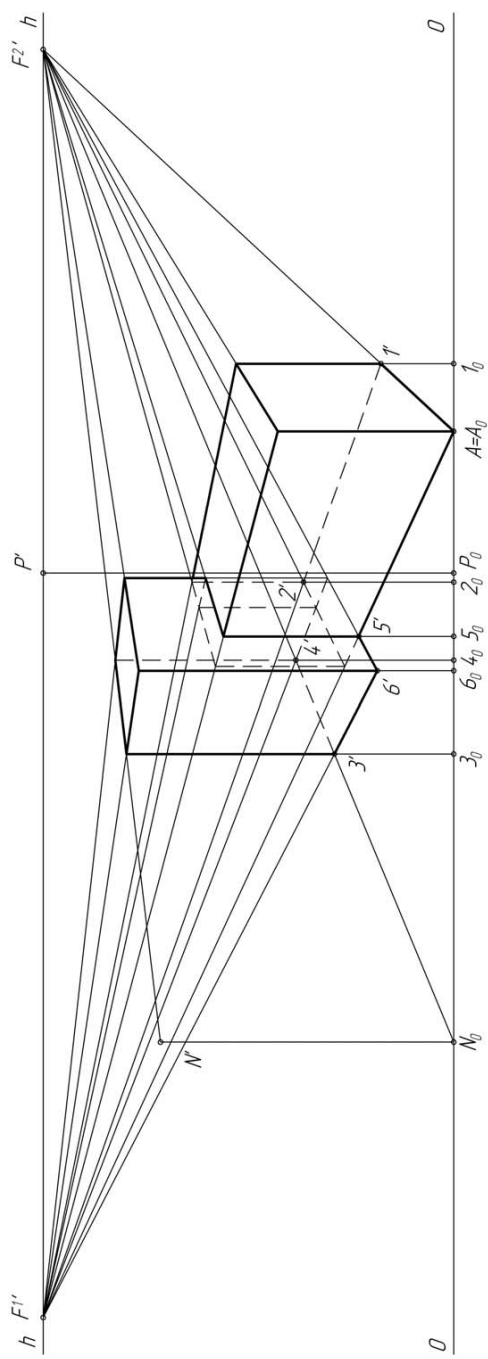


Рис. 33. Построение перспективы геометрических тел способом архитектора

**Построение перспективы объектов по одной точке схода F
и главному пункту картины P**

При построении перспективы объектов данным способом каждую точку определяют как пересечение прямых, перпендикулярных плоскости картины, с горизонтальными прямыми, параллельными одному из основных направлений сторон объектов.

1. Выполняется ориентировка ортогонального чертежа. Из двух точек схода оставляется та точка, которая ближе к главному пункту картины (точка схода F'_2 , рис. 34). Строятся начала прямых, параллельных $S_1F'_2$. Главный пункт картины P' является точкой схода прямых, перпендикулярных плоскости картины. Из всех точек объекта проводятся прямые, перпендикулярные K_1 .

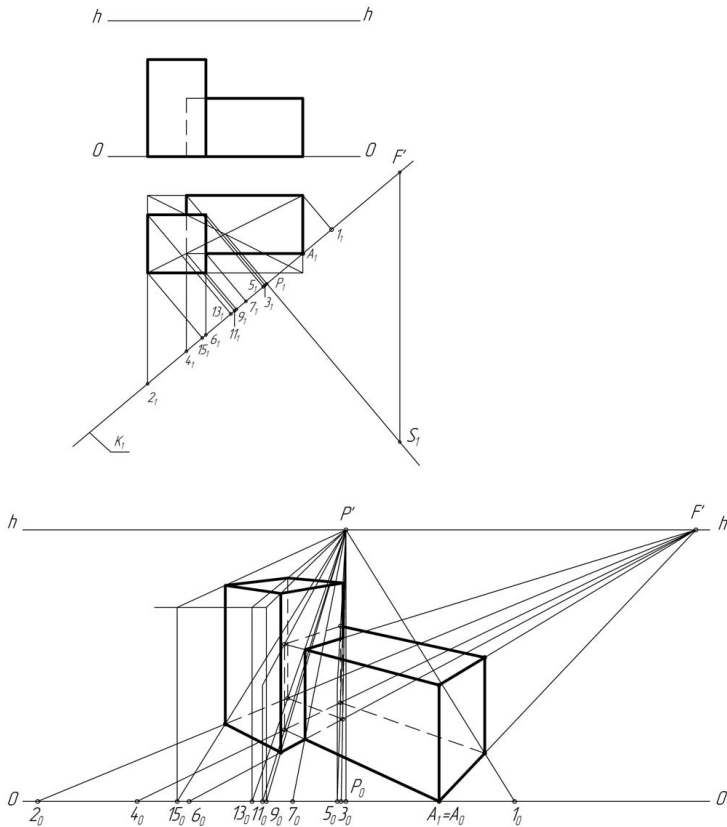


Рис. 34. Построение перспективы объектов по одной точке схода и главному пункту картины

2. Строится вторичная проекция объектов, точки которой есть пересечение прямых линий, сходящихся на линии горизонта в F_2' и в P .
3. Высота ребер определяется так же, как в предыдущем способе.

Построение перспективы объектов по главному пункту картины P

Данным способом каждая точка в перспективе получается при пересечении прямых линий, перпендикулярных плоскости картины, сходящихся в перспективе в точке P , с радиальными прямыми, перспективы которых – вертикальные линии. Последовательность построения аналогична предыдущим способам. Ориентировка ортогонального чертежа показана на рис. 35, построение перспективы объектов по главному пункту картины – на рис. 36.

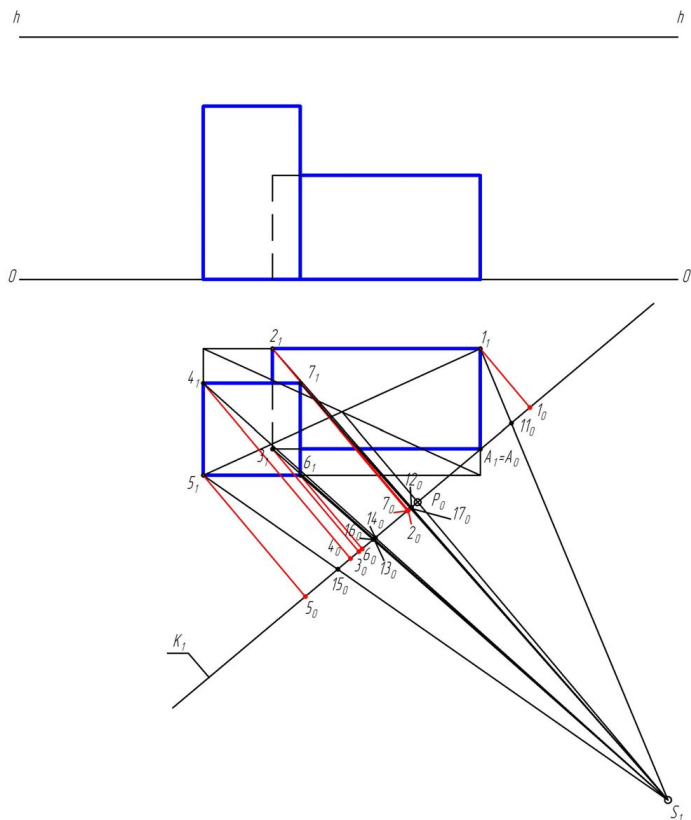


Рис. 35. Ориентировка ортогонального чертежа для построения перспективы по главному пункту картины

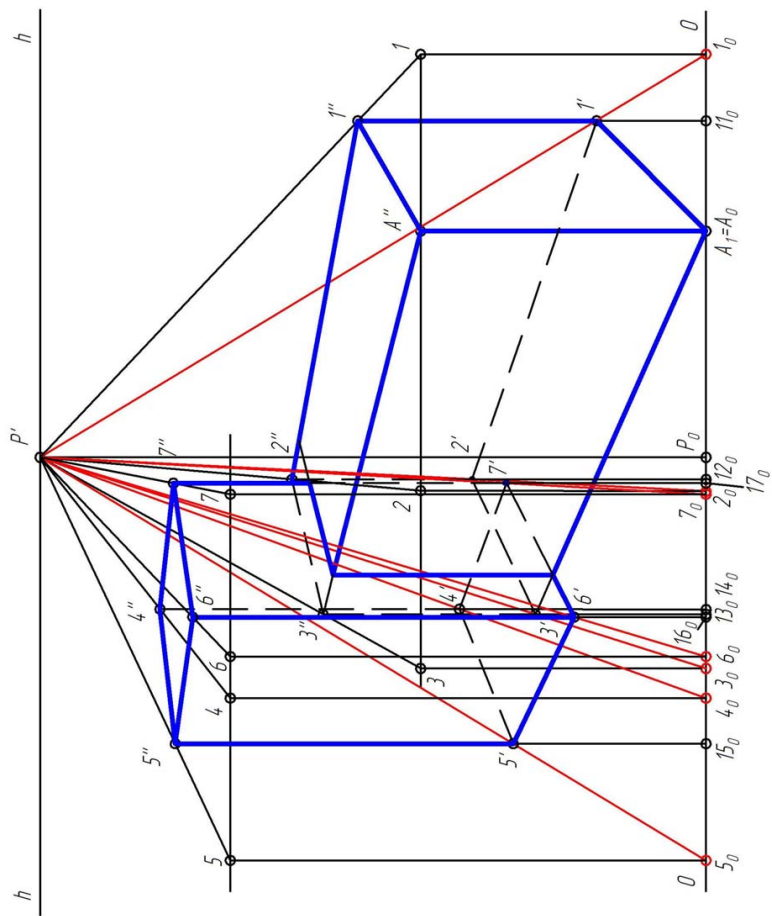


Рис. 36. Построение перспективы объектов по главному пункту картины

2.3. Перспективные масштабы

Масштаб — отношение линейных размеров объектов, изображенных на чертежах, набросках, картинах, к их действительным размерам в натуре.

Численные масштабы изображений представляют собой дроби, указывающие части от действительных размеров объектов (1:2, 1:4, 1:5 или 2:1, 2,5:1, 4:1 и т. д.). Графически выраженный численный масштаб называется **линейным масштабом**. Он нагляден, прост по построению и удобен для непосредственного измерения изображения. Численный и линейный масштабы оправдывают себя в условиях изображения объектов ортогональными проекциями.

Перспективные масштабы предназначены для построения на плоскости картины близких зрительному восприятию изображений объектов, размещенных в предметном пространстве. Геометрическая структура перспективных масштабов существенно отличается от численного и линейного масштабов.

В соответствии с принятым в теории перспективы углом зрения $28^{\circ}4'$, в пределах которого периферийные неточности малы и перспективные изображения в достаточной степени соответствуют зрительным восприятиям, геометрическая структура перспективных масштабов определяется на плоскости картины в пределах центрального угла $28^{\circ}4'$.

Положение точки A в пространстве определяется совокупностью трех ее координат X_A , Y_A и Z_A (рис. 37). Перспектива рассматриваемой точки на плоскости картины легко получается при помощи перспектив ее трех координат. Перспективы же координат как линейных отрезков, имеющих определенное численное значение, определяются с помощью перспективных масштабов широт, высот и глубин.

Абсцисса X_A служит линейной величиной, определяющей положение точки в направлении, параллельном основанию картины OO . *Условно единицу измерения в таком направлении принято называть линейным масштабом широт.*

Апplikата Z_A является линейной величиной, определяющей положение точки в направлении, перпендикулярном предметной плоскости. *Условно единицу измерения в этом направлении принято называть линейным масштабом высоты.*

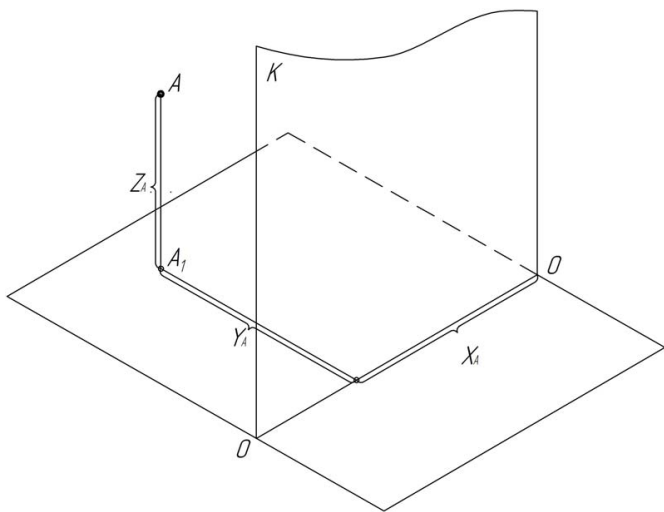


Рис. 37. Определение положения точки в пространстве по трем координатам

Ордината Y_A – линейная величина, определяющая положение точки в направлении, перпендикулярном плоскости картины. *Условную единицу измерения в этом направлении принято называть линейным масштабом глубины.*

За единицу измерений, производимых по направлению трех взаимно перпендикулярных координат, принимаются отрезки, условно выражающие длину одного метра и содержащие его дробные доли.

Отрезки, выражающие единицы измерения в направлении осей X и Z (по ширине и высоте), всегда могут быть совмещены с плоскостью картины, а в направлении оси Y (в глубину предметного пространства) несовместимы с плоскостью картины, поэтому непосредственное измерение таких отрезков выполнить невозможно.

Перспективный масштаб широт

Измерения, проводимые на плоскости картины в направлении, параллельном основанию картины (ось X), выполняются при помощи ***перспективного масштаба широт.***

На основании элементарной геометрии (подобие треугольников) и следствия из теоремы о перспективе прямой (P – точка схода прямых, перпендикулярных K) доказывается, что перспектива еди-

ницы измерения, параллельной основанию картины или совпадающей с ней, по мере удаления от плоскости картины в глубину предметного пространства изменяется по закону пропорциональности сходственных сторон (рис. 38).

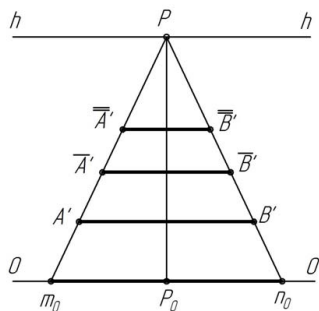
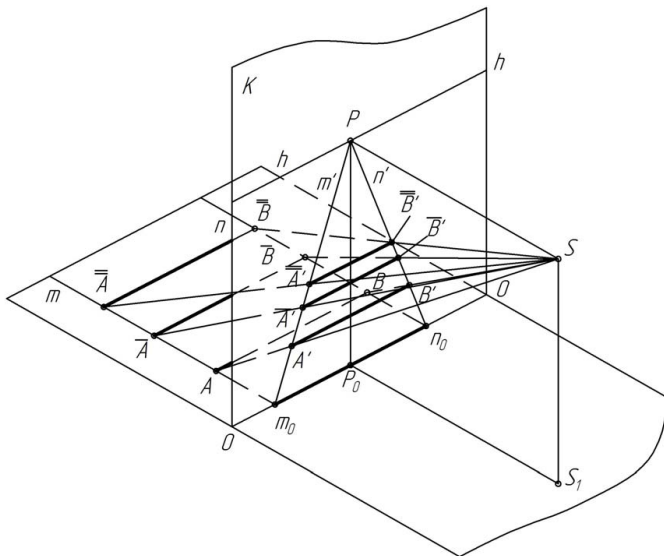


Рис. 38. Определение зависимости изменения ширины

Так как прямые m и n перпендикулярны плоскости картины K , следовательно, в перспективе они сходятся в точке P . Отрезки, расположенные между ними ($A B$, $\overline{A B}$ и $\overline{\overline{A B}}$), равны между собой, а значит, $A' B' = A'' B'' = \overline{\overline{A' B'}}$. Отрезки $A' B'$, $\overline{A' B'}$, $\overline{\overline{A' B'}}$ выражают со-

бой единицу измерения $AB = 1$ м в соответствии с удалением этой единицы от плоскости картины в глубину картинного пространства ($m_0 n_0 = AB$ – истинная величина).

В практике построения перспективы отрезок AB , т. е. масштаб широт, обычно задается или определяется по размерам объектов, заданных в предметной плоскости картинного пространства.

На основании положения элементарной геометрии о свойствах равновеликих фигур треугольник $m_0 P n_0$ можно заменить на треугольник $X_1 h X_2$. При этом единица измерения $X_1 X_2$, равная AB , вынесена за пределы вертикальной границы плоскости картины (рис. 39).

Прямоугольный треугольник $X_1 h X_2$ выражает собой так называемый **перспективный масштаб широт**. В этом треугольнике при построении перспектив катеты $X_1 h$ и $X_1 X_2$ обычно являются заданными величинами.

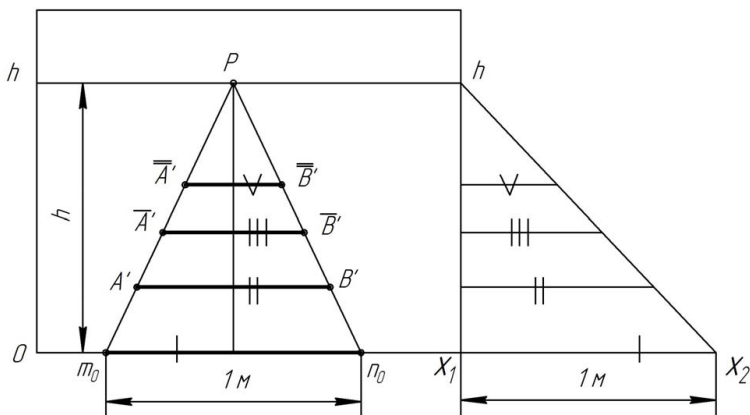


Рис. 39. Построение треугольника перспективного масштаба широт

Если линия горизонта выбрана не произвольно, а в заданных размерах, то этим задается и единица масштаба широт. Например, если высота линии горизонта Oh равна 2 м, то $X_1 X_2$ – в два раза меньше.

Основание масштаба широт может содержать столько единиц измерения, сколько необходимо для удобного пользования этим масштабом.

Пример (рис. 40). На прямой, проходящей через точку A параллельно основанию картины OO , отметить точку B , расположенную правее точки A на расстоянии 4 м. Высота линии горизонта 1,7 м.

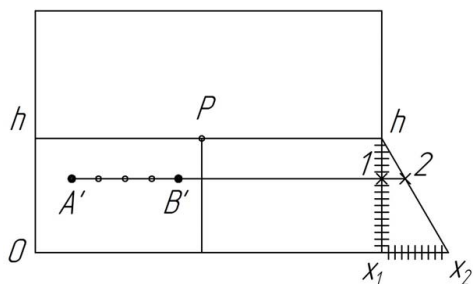


Рис. 40. Решение задачи на построение горизонтального отрезка

Последовательность решения задачи

1. Расстояние на картине hX_1 делят на 17 частей.
2. От точки X_1 вправо откладывают 10 таких же частей – X_1X_2 .
3. Строят треугольник X_1hX_2 .
4. На продолжении заданной прямой в треугольнике отмечают отрезок 1–2, величина которого равна в пространстве 1 м.
5. От точки A' вправо откладывают 4 таких отрезка на прямой, отмечают точку B' .

Пример (рис. 41). Определить длину отрезков AB и KM , изображенных на картине, если высота линии горизонта 1,5 м.

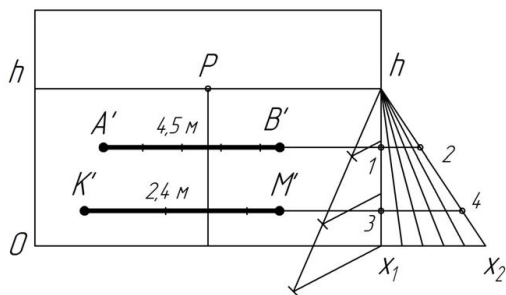


Рис. 41. Решение задачи на определение длины горизонтальных отрезков

Последовательность решения задачи

1. Определяют величину, равную 1 м, разделив $X_1 h$ на 3 части (по 0,5 м).
2. Строят треугольник $X_1 h X_2$.
3. Определяют величину 1 м для каждого отрезка (1–2 и 3–4).
4. Разделив величину одного метра на равные дробные части, определяют длину отрезков $A'B'$ и $K'M'$.

Перспективный масштаб высот

Измерения, проводимые на плоскости картины в направлении, перпендикулярном предметной плоскости (ось Z), выполняются при помощи *перспективного масштаба высот*.

Перспективный масштаб широт может быть использован как перспективный масштаб высот.

Если через отрезок AB ($A'B'$) теоретически провести плоскость, параллельную плоскости картины, и в этой плоскости повернуть отрезок вокруг точки A на любой угол, сохраняя фронтальность, то после поворота его линейные размеры останутся неизменными (рис. 42).

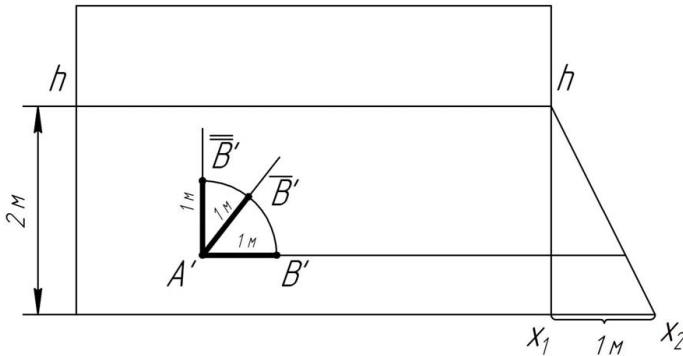


Рис. 42. Определение перспективного масштаба высот

Пример (рис. 43). *Определить длину отрезка AB , лежащего в одной плоскости с отрезком AC , если высота линии горизонта 2 м.*

Последовательность решения задачи

1. Определяют величину, равную 1 м, разделив $X_1 h$ на 2 части.
2. Строят треугольник $X_1 h X_2$.

3. Определяют величину 1 м на глубине отрезка $A'C'$ и его дробные доли.
4. Определяют длину отрезка $A'B'$.

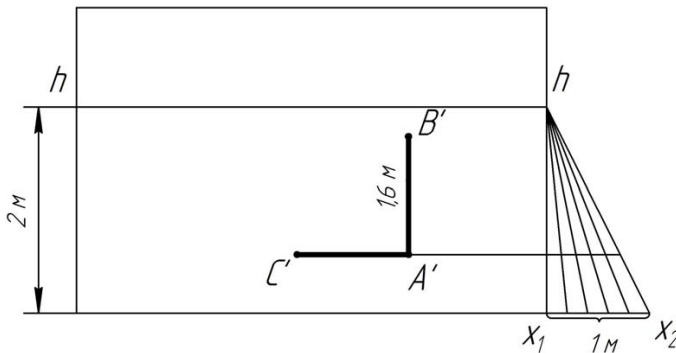


Рис. 43. Решение задачи на определение длины вертикального отрезка

Пример (рис. 44). На эскизе изображен фрагмент интерьера, состоящий из двух стен, направления линии пересечения стен с полом и дверью. Высота помещения 3 м, высота двери 2 м, высота линии горизонта 1,5 м. На полу в точке А стоит человек ростом 1,8 м, а в точке В стоит человек ростом 1,6 м.

Определить линии пересечения потолка и стен, проверить верность перспективного изображения двери и показать в перспективе высоту людей, стоящих в точках А и В.

Последовательность решения задачи

1. Из точки 1 (пересечения вертикальной линии двери и пола) проводят горизонтальную линию за рамкой картины.
2. Определяют величину одного метра, разделив высоту двери пополам, этот отрезок откладывают на горизонтальной линии от границы картины вправо (отрезок CD).
3. Отрезок CD делят на 5 частей.
4. Определяют положение точки h , отложив от точки C вверх отрезок CD и еще его половину. Строят линию горизонта.
5. Соединяют h с точкой D . На продолжении основания картины отмечают величину 1 м в масштабе чертежа (перспективный масштаб широт).

6. Проверяют высоту второй вертикальной линии двери, определив величину 1 м на ее глубине.
7. Строят высоту линии пересечения стен и высоту стен, лежащих в плоскости картины (3 м).
8. Определяют высоту людей на чертеже (в точках A' и B').

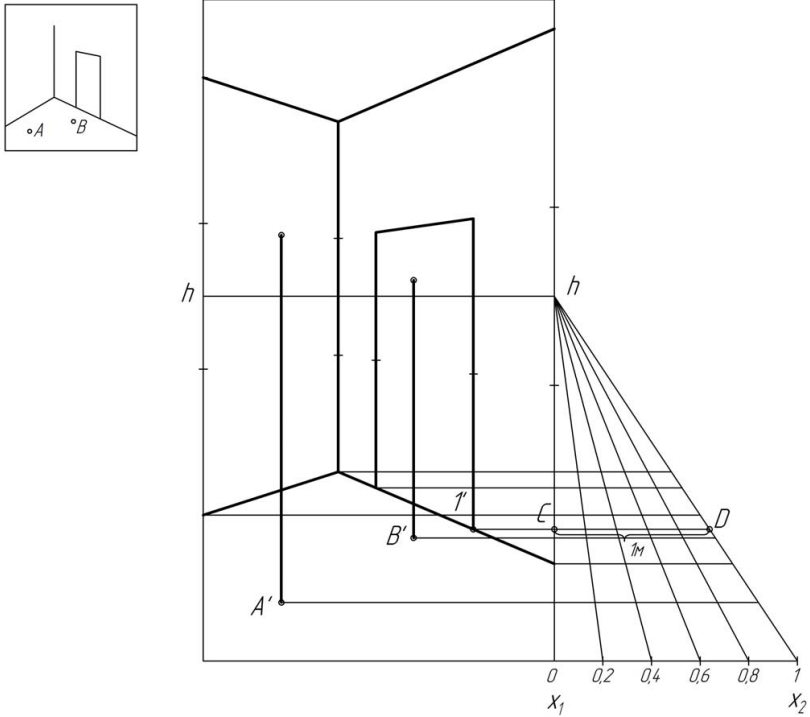


Рис. 44. Построение фрагмента интерьера

Перспективный масштаб глубин

Измерения, проводимые на плоскости картины в направлении, перпендикулярном плоскости картины (ось Y), выполняются при помощи ***перспективного масштаба глубин***.

На рис. 45 изображена глубинная прямая m , перпендикулярная основанию картины OO и лежащая в предметной плоскости.

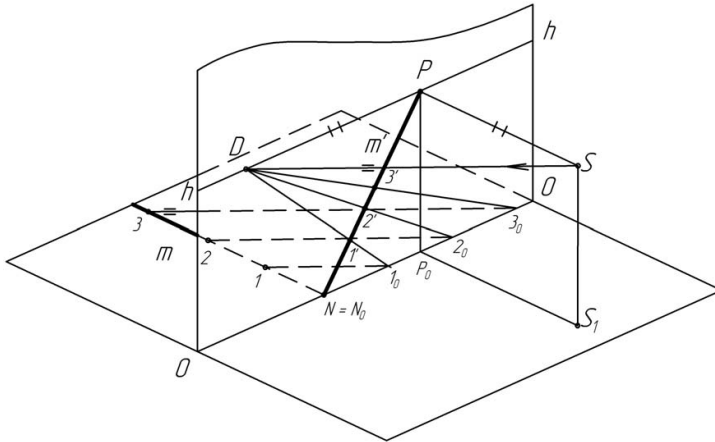


Рис. 45. Определение перспективного масштаба глубин

На ней отмечены три точки ($1, 2, 3$) с равным расстоянием между ними. Перспектива прямой $m - NP$ (N – начало прямой, P – перспектива предельной точки).

Через точки $1, 2, 3$ проведены прямые под углом 45° к прямой m и отмечены начала этих прямых $1_0, 2_0, 3_0$. Предельной точкой прямых $11_0, 22_0, 33_0$ будет дистанционная точка D .

Перспектива точек $1 (1'), 2 (2'), 3 (3')$ определяется как точки пересечения перспективы прямых $11_0, 22_0, 33_0$ с перспективой прямой m . Построенные пересечения (точки $1', 2', 3'$) определяют собой закон изменения единицы измерения, направленной в глубину картинного пространства перпендикулярно плоскости картины.

Полученное в результате указанных выше построений изображение в плоскости картины показано на рис. 46.

В теории перспективы за единицы измерений, производимых перпендикулярно плоскости картины, принимаются проекции перспектив $N_0 1', 1' 2', 2' 3' \dots$ на вертикальную границу картины или другую вертикальную ось ($0' \bar{1}', \bar{1}' \bar{2}', \bar{2}' \bar{3}' \dots$). Совокупность этих проекций, расположенных на боковой стороне картины (или другой линии, перпендикулярной основанию картины), представляет собой *шкалу* последовательного уменьшения в перспективе линейных единиц измерения в глубину предметного пространства перпендикулярно плоскости картины (перспективного масштаба глубин).

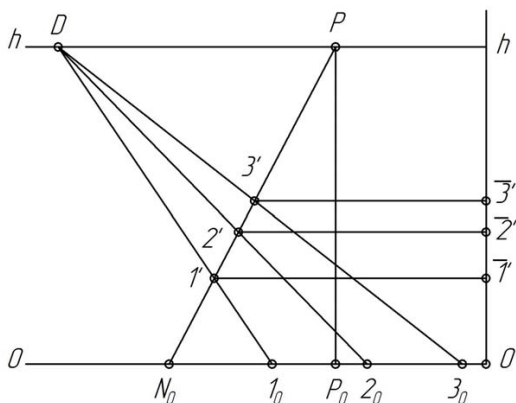


Рис. 46. Построение шкалы перспективного масштаба глубин

Технические затруднения в построении перспективных масштабов глубин из-за расположения точки D за границей картины могут быть устранены применением известного из элементарной геометрии *правила деления на пропорциональные части линий и углов*.

На рис. 47 показаны параллельные прямые AB и CD . Прямой AB принадлежат точки K и M , прямой CD – точки N и L . Соединив точки K и L , M и N , получают две пересекающиеся в точке O прямые.

Если через точку O провести произвольную прямую EF , то она разделит отрезки KM и NL на одинаковое число пропорциональных между собой частей (из свойств подобных треугольников):

$$\frac{KE}{EM} = \frac{FL}{LN} = \frac{KM}{NL}.$$

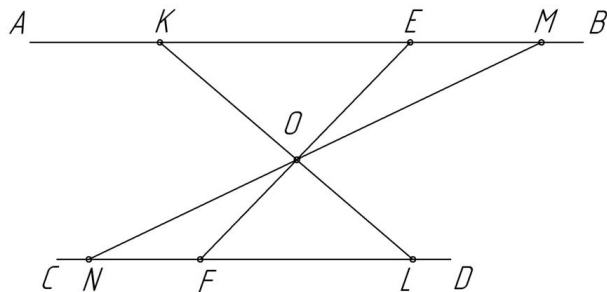


Рис. 47. Пропорционирование отрезков

Из этого следует, что при совмещении точки D с краем картины, если расстояние от P до нее составляет $\frac{1}{4} PD$, величину одного метра необходимо делить, соответственно, на 4 (рис. 48).

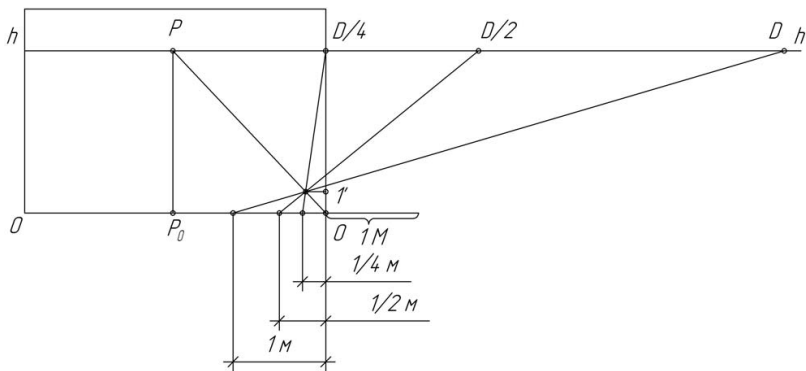


Рис. 48. Построение дробных дистанционных точек

Перспектива линейных единиц измерения, направленных в глубину предметного пространства, по своим численным характеристикам зависит от высоты линии горизонта. Чем выше линия горизонта, тем больше численные характеристики (рис. 49).

Построение шкалы перспективного масштаба глубин можно выполнить на правой и левой границе картины, на любой другой прямой, перпендикулярной основанию картины (например, PP_0). Положение шкалы на правой стороне картины содержит существенные преимущества, так как в одном треугольнике X_1hX_2 совмещаются все перспективные масштабы (широт, высот и глубин). При этом возможно непосредственно сопоставить линейные отрезки единиц измерения по ширине и высоте предметного пространства с единицами измерения в глубину его, соответствующие принятой высоте горизонта.

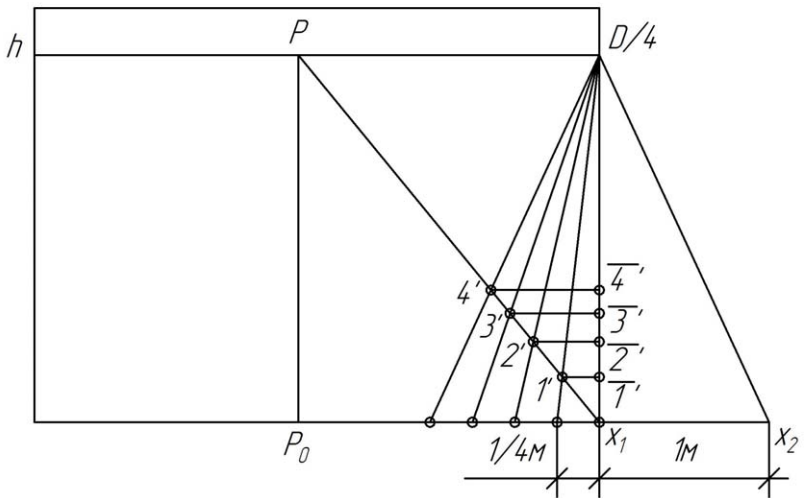
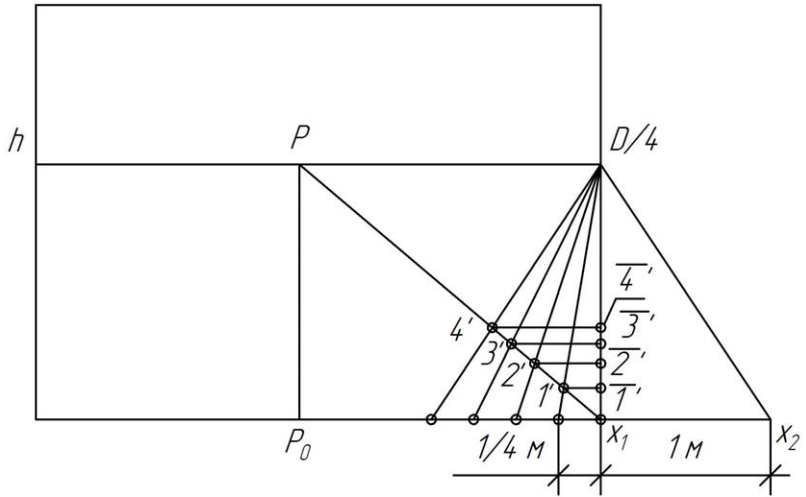


Рис. 49. Зависимость глубины пространства от высоты горизонта

2.4. Построение плоских фигур в перспективе

На рис. 50 показано построение перспективы прямоугольника, лежащего в предметной плоскости.

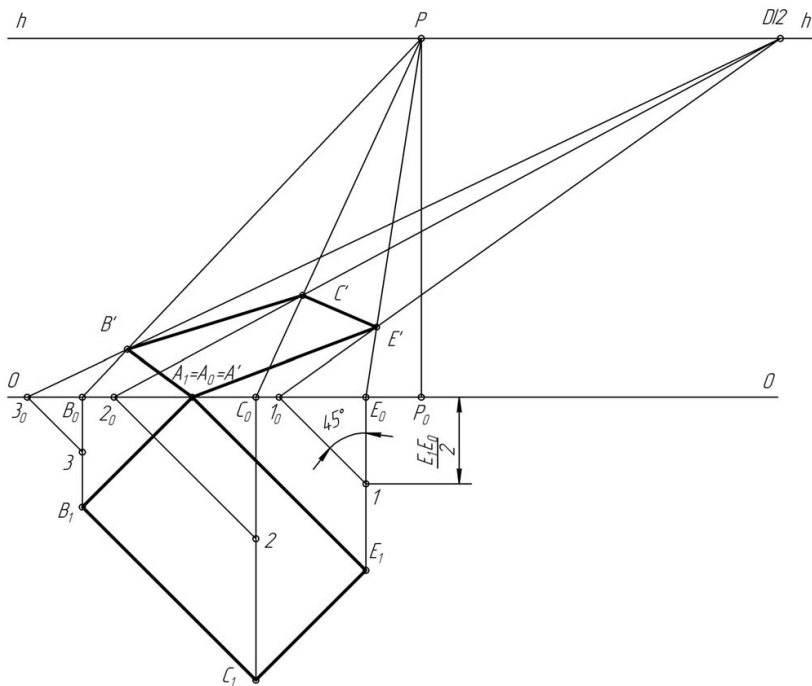


Рис. 50. Построение перспективы прямоугольника

Предметная плоскость совмещена (путем вращения вокруг основания картины) с плоскостью картины. Перспективы точек A , B , C , E определяются как пересечения перспектив прямых, перпендикулярных картине, и прямых, расположенных под углом 45° к картинной плоскости.

Точка A лежит на основании картины, поэтому ее перспектива совпадает с самой точкой A . Из горизонтальных проекций точек (B_1 , C_1 , E_1) проводятся прямые, перпендикулярные плоскости картины, которые в перспективе имеют точку схода P .

Прямые под углом 45° к картине имеют точку схода D . Так как точка D приближена к P в два раза ($D/2$), то глубинные размеры (например, E_0E_1) уменьшаются в 2 раза (точка I).

Из построенных точек $1, 2, 3$ проводятся линии под углом 45° к основанию картины – начала этих прямых ($I_0, 2_0, 3_0$). Точкой схода прямых будет $D/2$.

На пересечении линий двух направлений получают вершины прямоугольника (например, $I_0D/2 \cap E_0P = E'$).

Пример. На рис. 51 показано построение перспективы окружности, лежащей в предметной плоскости.

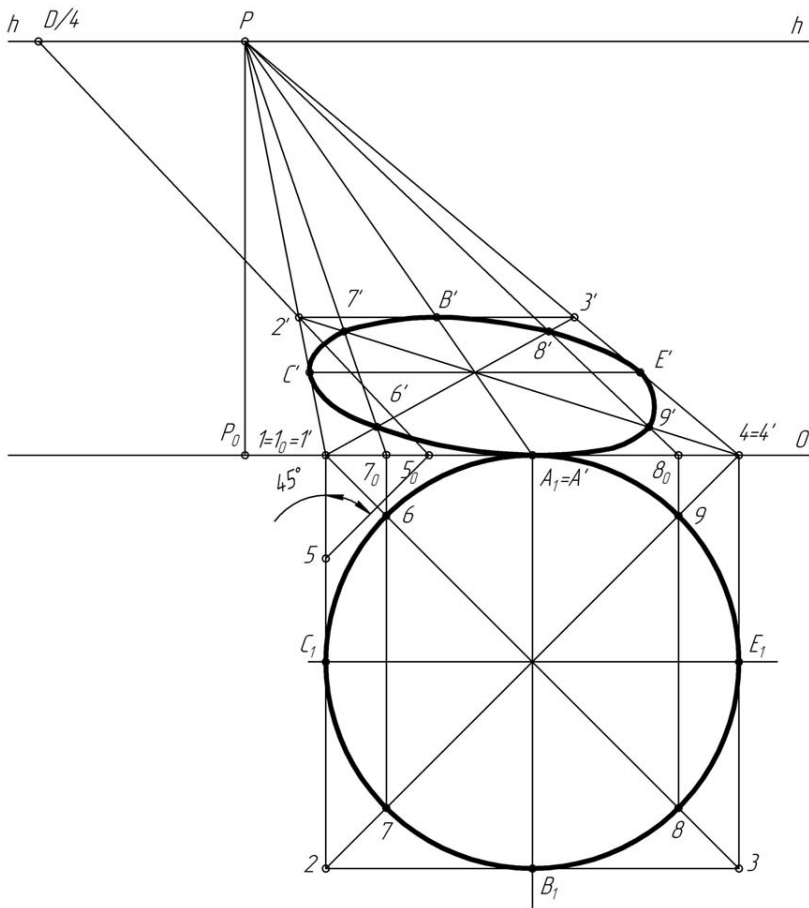


Рис. 51. Построение перспективы окружности

Последовательность решения задачи

1. Окружность вписываются в квадрат $1-2-3-4$.
2. Точки 1 и 4 лежат на основании картины, поэтому перспектива их совпадает с самими точками.
3. Так точка D приближена к P в 4 раза, то расстояние от 1 до 2 делится на 4 (точка 5).
4. Проводится линия через точку 5 под углом 45° к основанию картины и строится ее перспектива (начало прямой – 5_0 , перспектива предельной точки – $D/4$).
5. Перспективой прямой $1-2$ является прямая I_0P ; перспектива точки 1 совпадает с основанием I_0 точки.
6. Определяется положение перспективы точки 2 : $5_0D/4 \cap I_0P = 2'$.
7. Так как сторона квадрата $2-3$ параллельна плоскости картины, то ее перспектива будет параллельна основанию картины.
8. $4'P \cap 2'-3' = 3'$. $1' 2' 3' 4'$ – перспектива квадрата $1-2-3-4$.
9. $1'4' \cap A'P = A'$; $2'3' \cap A'P = B'$; $A'B'$ – малая ось эллипса.
10. Чтобы построить точки C' и E' , проводят диагонали квадрата и их перспективу. Через точку пересечения перспективы диагоналей строят линию, параллельную основанию картины, до пересечения с линией $1'-2'$ (C') и линией $3'-4'$ (E'). CE – большая ось эллипса.
11. Точки $6'$ и $7'$, $8'$ и $9'$ лежат на пересечении перспективы диагоналей с перспективой прямых $6'-7'$ и $8'-9'$.
12. Соединив последовательно построенные точки в перспективе: A' , $6'$, C' , $7'$, B' , $8'$, E' , $9'$ и A' , получают перспективу окружности.

2.5. Построение перспективы интерьера

Изображение интерьера в перспективе часто используют в средовом дизайне и архитектурном проектировании, а также в разработке композиции, связанной с сюжетом картины.

Интерьер – это внутренний вид помещения с предметами мебели. Композиция перспективы интерьера зависит от замысла художника, а в соответствии с этим – от выбора положения элементов картины: высоты линии горизонта, главной точки картины и дистанционного расстояния.

Перспективное изображение интерьера, у которого одна из стен расположена параллельно картине, а другие – перпендикулярно, называется *фронтальной перспективой интерьера*. Пример фронтальной перспективы представлен на рис. 52.



Рис. 52. Фронтальная перспектива интерьера
(с сайта www.pinterest.ru)

Перспективное изображение интерьера, у которого две пересекающиеся стены расположены под произвольным углом к картинной плоскости, называется *угловой перспективой интерьера*. Пример угловой перспективы представлен на рис. 53.

При изображении интерьера в перспективе необходимо размещение в нем предметов мебели, которые должны быть взаимосвязаны и соизмеримы между собой, а также с размерами всего помещения и расположенных в нем окон и дверей. Это особенно важно при проектировании новых помещений и разработке интерьерного дизайна. Поэтому следует учитывать трансформацию предметов обстановки, их подвижность и перемещение, а также соразмерность с «присутствием» человека в данной среде. В связи с этим построе-

ние в перспективе интерьера осуществляется по заданным размерам с учетом взаимного расположения предметов в помещении.



Рис. 53. Угловая перспектива интерьера
(с сайта www.pinterest.ru)

При построении перспективы интерьера большое значение имеет выбор линии горизонта и главной точки картины. Уровень линии горизонта позволяет выявить различные области пространства комнаты (при высокой линии горизонта — мебель сверху, паркетный пол, при низкой — колонны, лепные украшения, росписи потолка и т. п.).

На рис. 54 показаны варианты моделировки пространства в зависимости от положения главной точки картины и линии горизонта (на примере перспективы фронтального интерьера).

При симметричном положении точки зрения относительно боковых стен помещения создается впечатление композиционного безразличия в изображении интерьера. Однако и чрезмерное смещение точки зрения к одной из боковых стен также нежелательно, так как в этом случае она окажется в чрезмерном сокращении и вместо фронтальной перспективы должна быть построена угловая перспектива. Как показывает практика, при незначительном смещении точки зрения от центра (в пределах средней трети ширины пространства интерьера) изображение воспринимается более естественным.

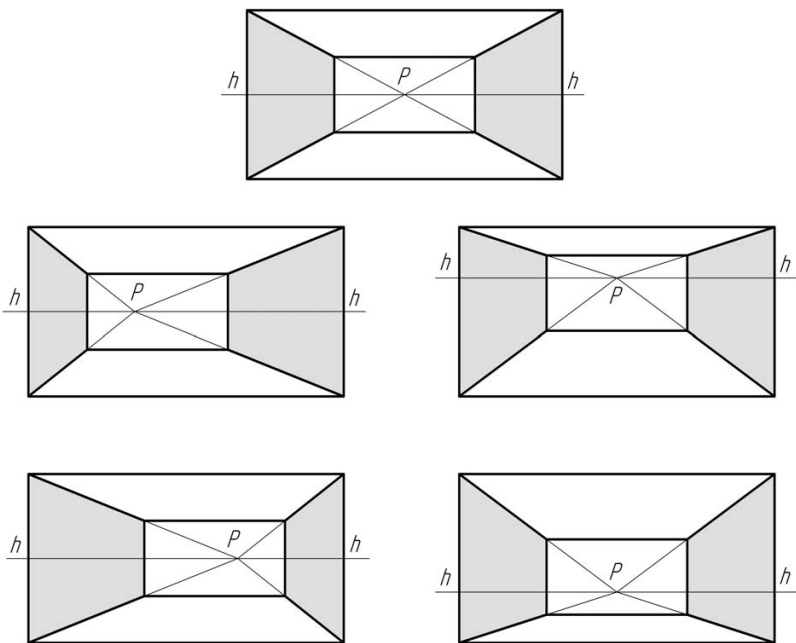


Рис. 54. Варианты моделировки пространства

Выбор дистанционного расстояния также влияет на зрительное впечатление от изображения. На рис. 55 показана перспектива комнаты с неизменным положением линии горизонта, главной точки и фигур людей. Однако дистанционное расстояние во всех случаях взято разное: $0,5d$, $1d$, $2d$ и $3d$. Угол зрения при этом также изменяется: 90° , 53° , 28° и 20° соответственно.

Крайние рисунки (при слишком близком и далеком расположении точки зрения) невыразительны, вызывают сомнение в правильности перспективных построений. Для соответствия изображения наилучшему зрительному восприятию вся картина должна находиться в поле ясного зрения ($\alpha = 28^\circ$). Однако для изображения интерьера комнаты при величине угла зрения 28° точка зрения удалена на довольно далекое расстояние от картинной плоскости ($2d$). Это ведет к тому, что глубина внутреннего пространства выявляется слабо, пропорции помещения по длине воспринимаются укороченными. Хотя картина входит в поле ясного зрения, зритель будет воспринимать сюжетное действие как бы со стороны, находясь не

в комнате, что для изображений помещений нежелательно. Поэтому для построения перспективы интерьера оптимальными углами зрения следует считать углы $37-53^\circ$.

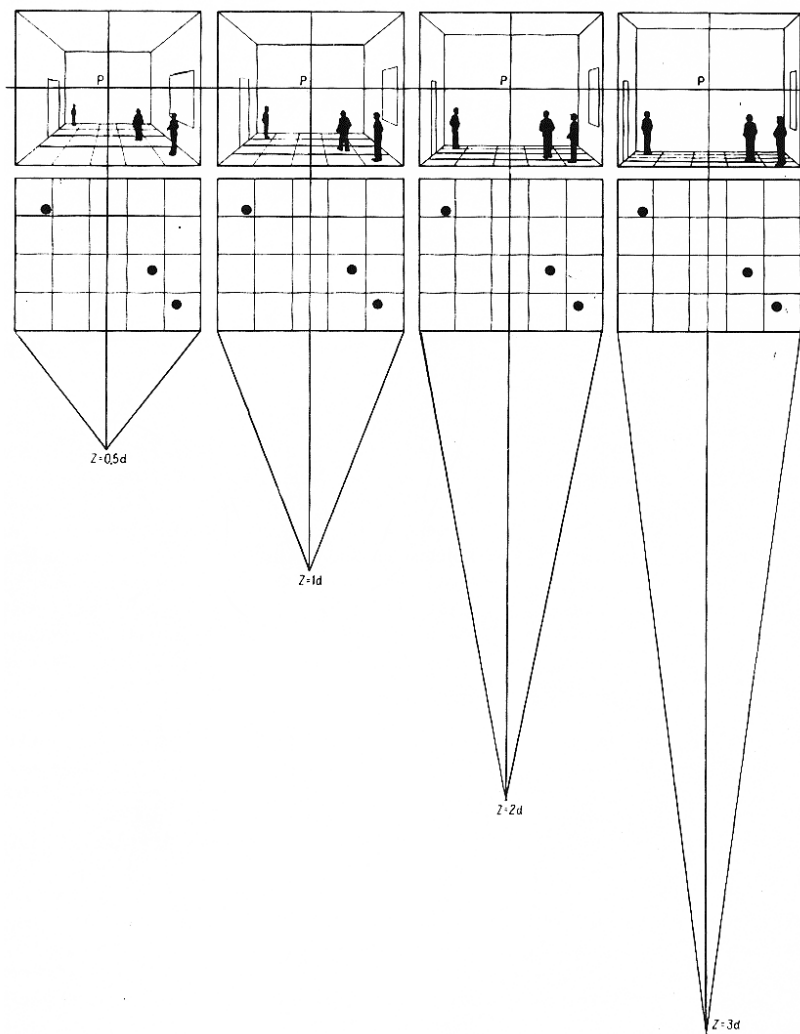


Рис. 55. Перспектива комнаты при различном дистанционном расстоянии

В теории перспективы известны различные способы построения интерьера, имеющие наибольшее практическое применение. Рассмотрим построение перспективы фронтального интерьера с помощью перспективных масштабов.

Построение перспективы фронтального интерьера

Пример (рис. 56–59). *Построить фронтальную перспективу комнаты.*

Исходные данные для построения перспективы фронтального интерьера:

- ширина и глубина комнаты – 4 м;
- высота комнаты – 3 м;
- высота линии горизонта – 1,5 м;
- высота двери – 2 м; ширина двери – 1 м;
- дверь расположена на фронтальной стене на расстоянии 0,5 м от правой стены;
- высота окна – 1,5 м; ширина окна – 2 м;
- окно находится на левой боковой стене на расстоянии 1 м от фронтальной стены;
- уровень оконного проема – 0,75 м;
- толщина стены – 0,3 м;
- дверь открывается наружу.

Последовательность построения (рис. 56–59)

1. Для формата, на котором будет изображен интерьер, выбирается линейный масштаб 1 м.
2. Строится прямоугольник, высота которого равна высоте помещения, а ширина – ширине комнаты в масштабе изображения.
3. Справа от картины выполняется масштабный треугольник (для перспективных масштабов широт и высот).
4. Определяется положение линии горизонта. Для этого 1 м в масштабе чертежа делится на дробные числа (в треугольнике). От основания картины откладывается вверх заданная величина уровня горизонта (1,5 м).
5. Точка *P* может быть расположена на линии горизонта в центре, а также смещена вправо или влево в пределах центральной трети картины. Дистанционная точка указывается в зависимости от величины дистанционного расстояния. В данном примере точка

P смещена влево, расстояние $P-D/2$ (для угла зрения 53°) равно примерно $\frac{1}{2}$ диагонали картины.

6. Строится глубина комнаты (4 м). На основании картины слева откладывается величина 2 м и делится на 4 части (по $\frac{1}{2}$ м каждая). Пересечение линий, проведенных из каждой точки деления в $D/2$, и глубинной прямой (из угла комнаты в точку P) определяет точки, каждая из которых будет на метр дальше от плоскости картины.
7. Строится фронтальная плоскость на глубине 4 м – прямоугольник со сторонами, параллельными прямоугольнику, лежащему в плоскости картины.
8. Строятся линии пересечения стен с полом и потолком. Они перпендикулярны плоскости картины, поэтому сходятся в P и проходят через углы фронтальной стены.
9. Строится дверной проем. Расстояние от левой стены, ширина двери и ее высота берутся в масштабе чертежа на глубине 4 м (рис. 56).

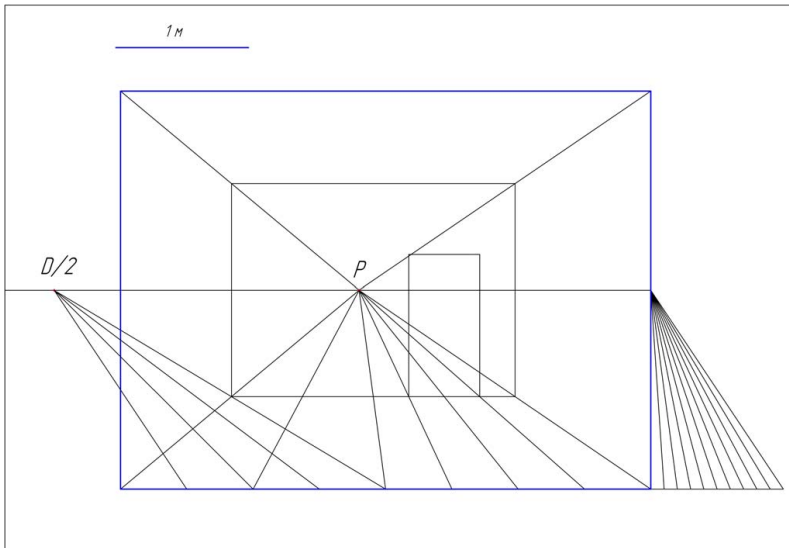


Рис. 56. Построение фронтальной перспективы интерьера (1 этап)

10. Чтобы изобразить открытым дверное полотно, необходимо сначала построить в перспективе окружность, которую описывает его нижняя крайняя точка. Так как ширина дверного полотна 1 м, то окружность должна вписываться в квадрат со сторонами, равными 2 м, центр которой – на оси крепления двери к проему (рис. 57).

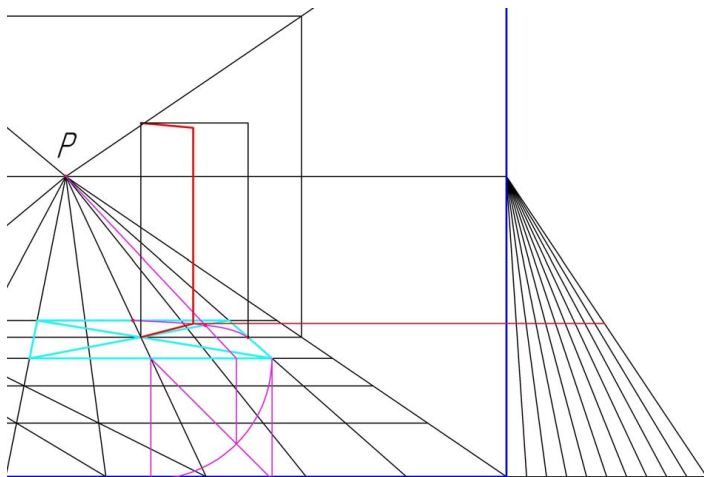


Рис. 57. Построение перспективы открытой комнатной двери

11. Выполняется построение окна. Сначала строятся его контуры в масштабе чертежа, а затем толщина стены (рис. 58).

Для удобства построения перспективы весь пол комнаты можно разбить на участки (прямоугольники, квадраты), величина которых должна быть оптимальной. По сетке этих фигур определяется место расположения окна, двери, мебели (рис. 59).

При построении предметов обстановки заданные их размеры определяются по масштабной шкале с учетом глубины, на которой они находятся. Для передачи объемности предметов применяется искусственное освещение. Устанавливается световое пятно от заданного источника света (лампа, плафон), строятся падающие тени от предметов. Построение падающих теней при искусственном освещении изложено в главе 3 настоящего пособия. На завершающем этапе выполняется интерьер в цвете для придания фактурной естественности предметам обстановки.

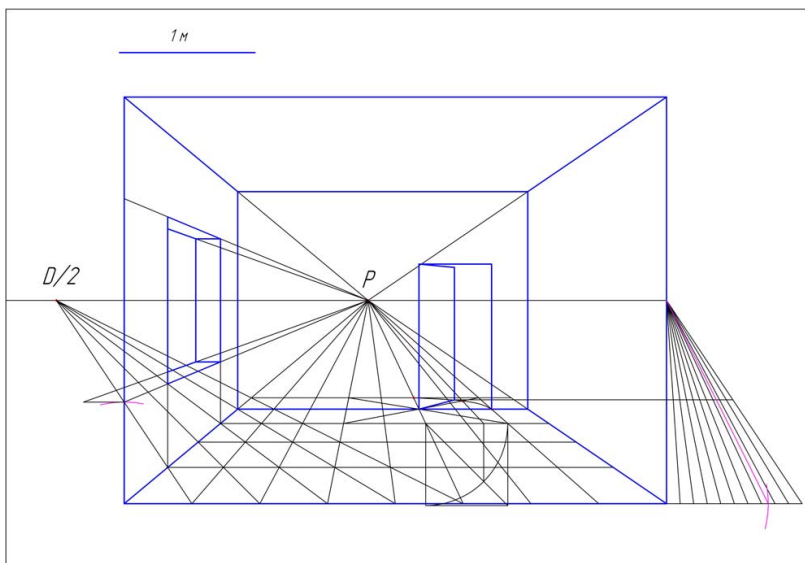


Рис. 58. Построение фронтальной перспективы интерьера (2 этап)

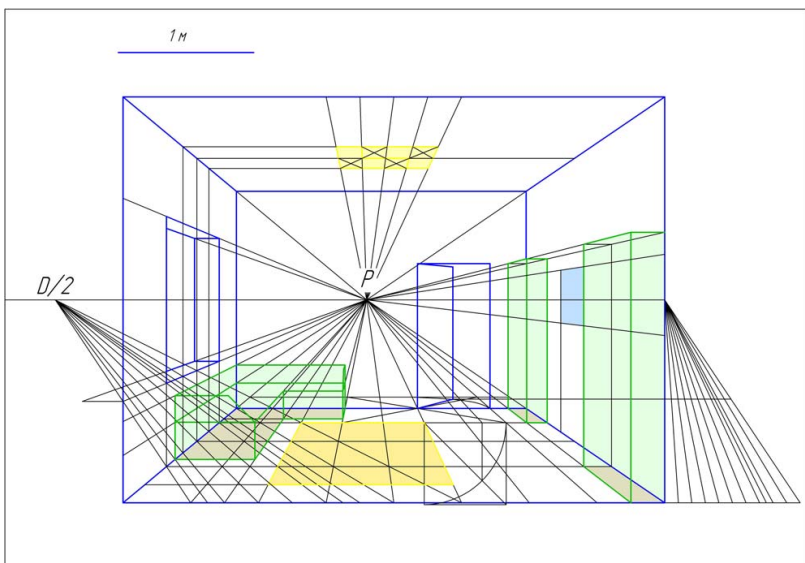


Рис. 59. Построение фронтальной перспективы интерьера (3 этап)

2.6. Построение перспективы при помощи треугольника нормального видения

Геометрические свойства треугольника нормального видения с углом $28^{\circ}4'$ при вершине позволяют применить простой способ построения перспективы точки, следовательно, и любого объекта, рассматривая последний как совокупность точек. При этом все геометрические построения выполняются в пределах принятых границ эскиза, рисунка, картины, без применения точек схода, располагаемых за пределами таких границ. Данный способ легко разрешает важнейшую задачу, стоящую перед художником: задачу проверки перспективных закономерностей объектов, изображаемых в эскизах, рисунках по представлению и картинах.

Сущность этого способа заключается в том, что каждая точка объекта задается пересечением двух отрезков, которые будут параллельны любым из трех геометрических элементов, сходящихся в вершине треугольника нормального видения. Так как в вершине треугольника нормального видения всегда пересекаются три геометрических элемента (три прямые) — две боковые стороны и биссектриса, то сочетаний, содержащих два элемента, пересекающихся в вершине, может быть три (рис. 60).

Так как точки X_1 и X_2 определяют границы картины, предельные точки (точки схода) этих прямых находятся на линии горизонта, то на картине эти точки будут расположены там, где пересекается линия горизонта с краем картины справа и слева.

При помощи данного способа фиксации точки без труда определяется кратчайшее расстояние от рассматриваемой точки до плоскости картины, без построения масштабов глубин.

Совокупность геометрических свойств треугольника нормального видения способствует целесообразному выбору как точки зрения, так и положения плоскости картины относительно заданных и размещенных в картинном пространстве объектов в соответствии с темой композиции.

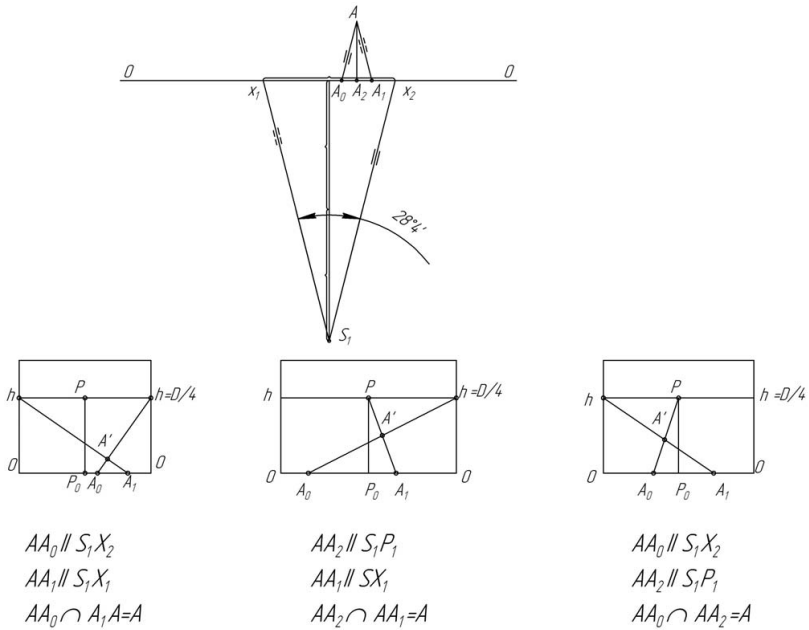


Рис. 60. Способ треугольника нормального видения для построения перспективы

Пример (рис. 61–62). Построить перспективу части ABC интерьера, в котором находятся стол и табурет. Размеры табурета $0,4 \times 0,4$ м. Размеры стола $0,7 \times 1,1$ м, высота – $0,75$ м. Высота горизонта $1,2$ м.

Последовательность построения

1. В заданном на предметной плоскости Π_1 плане интерьера в соответствии с предполагаемой композицией перспективы проводится проекция плоскости картины K_1 . Этот след рекомендуется проводить от проекции ближайшей ножки стола (точка I_1) на расстоянии, не большем меньшего размера стола ($0,7$ м).
2. На следе картинной плоскости в стороне от изображения строится треугольник нормального видения.
3. Затем в соответствии с принятой композицией размещения стола и стула определяются точки A и C , которые задают величину картинного пространства. Через точки A и C проводятся линии, параллельные сторонам треугольника нормального видения. Пе-

ресечением этих линий в точке S_1 (проекция точки зрения) определяется величина изображения ($X_1 X_2$) и главный пункт картины P_1 ($S_1 P_1 \perp K_1$).

4. Через все точки, обозначенные на плане, проводятся линии, параллельные $S_1 X_1$ и $S_1 X_2$ до пересечения со следом картинной плоскости.

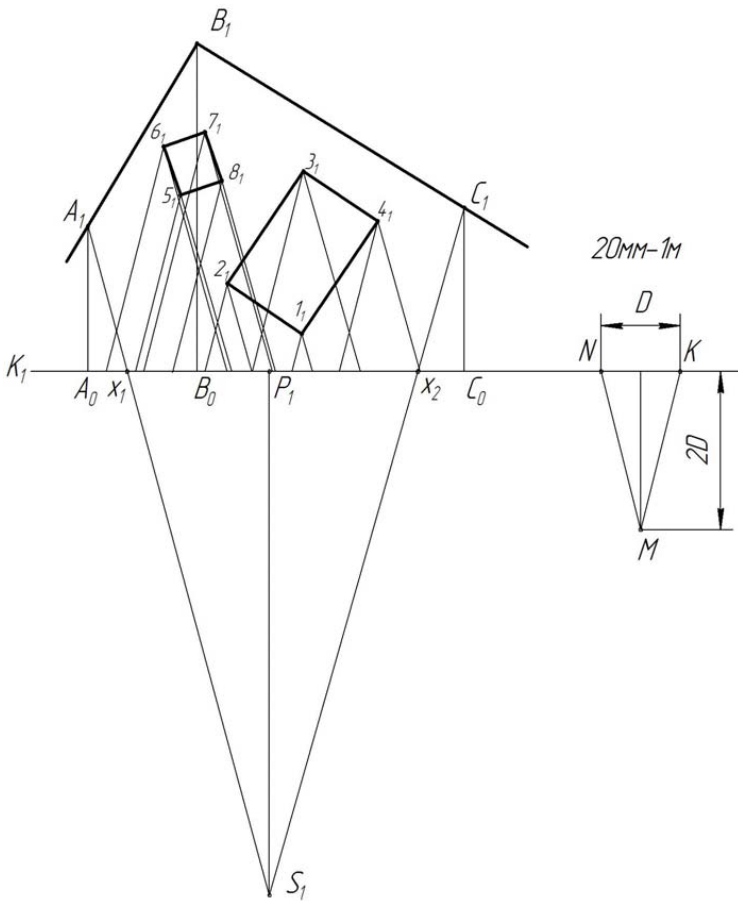


Рис. 61. Построение треугольника нормального видения на плане комнаты

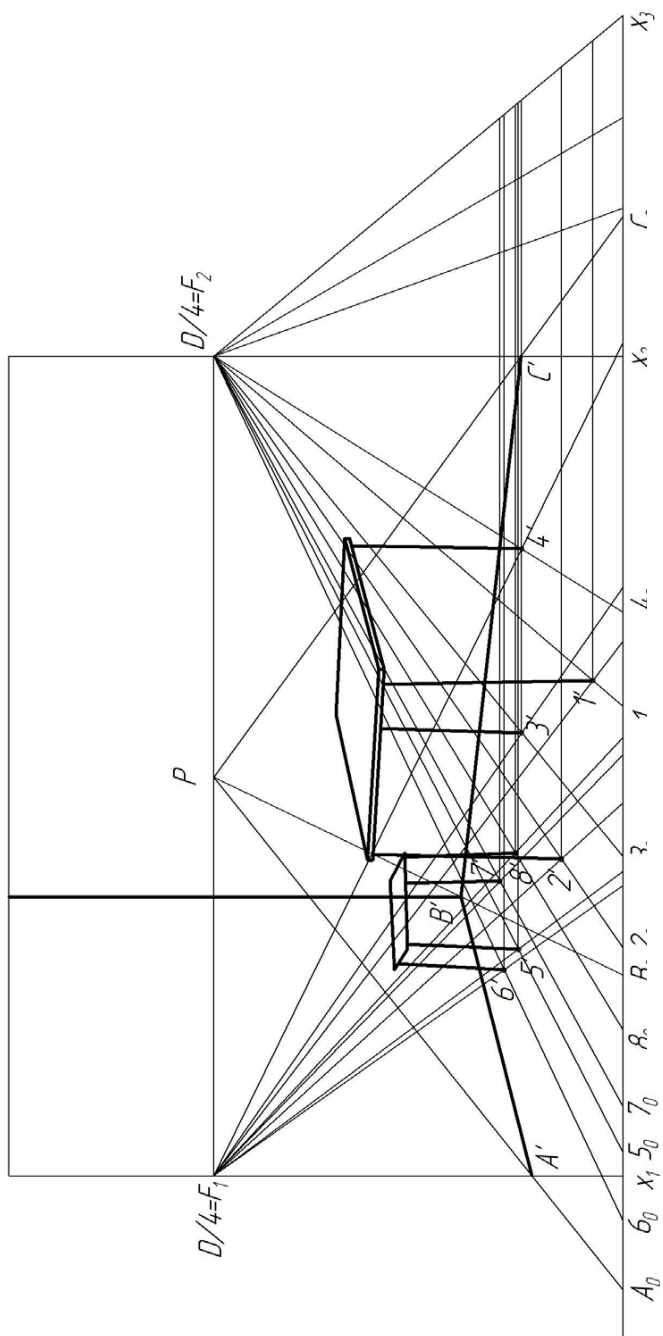


Рис. 62. Построение перспективы интерьера способом треугольника нормального видения

5. Строится перспектива интерьера (рис. 62). Перспектива, построенная в масштабе ортогональных проекций, как правило, получается небольшого размера, поэтому при построении ее все размеры, которые берутся с ортогонального чертежа, необходимо увеличить в 2–4 раза. Объекты, располагаемые в картинном пространстве, в ортогональных проекциях выполняются в масштабе, достаточном для выполнения необходимых вспомогательных геометрических построений в предметной плоскости. Ширина картины (от X_1 до X_2) увеличивается в выбранном масштабе.
6. Далее все построения выполняются так, как показано на рис. 60 (первый вариант). Точки с основания картины K_1 (рис. 61) переносятся на основание картины $O-O$ с соответствующим увеличением размеров.
7. Строится линия горизонта $h-h$ в масштабе чертежа. В точках пересечения линии горизонта с боковыми границами картины отмечаются точки схода F_1 и F_2 .
8. Строятся перспективы точек A , B и C и проходящих через них линий пересечения пола со стенами, перспектива линии пересечения стен.
9. Определяются вторичные проекции точек 1 , 2 , 3 , 4 , 5 , 6 , 7 , 8 в перспективе. При помощи масштаба высот ($X_2 D/4 X_3$) определяются высоты столешницы и сидения табурета, т. е. законченные перспективы этих предметов.

На рис. 63 показано построение угловой перспективы интерьера с помощью треугольника нормального видения и совмещения предметной плоскости с картинной.

Применение способа построения перспектив при помощи треугольника нормального видения способствует успешному решению задач, стоящих перед художниками станкового и монументального изобразительного искусства.

2.7. Частные случаи построения перспектив

Рассмотренные способы построения перспектив позволяют строить перспективы любых объектов независимо от их форм. В настоящем разделе рассмотрены и решены частные задачи по построению перспектив линий, наиболее часто применяемых в эскизах и рисунках.

К подобным частным задачам можно отнести проведение перспектив параллельных прямых в горизонтальных и вертикальных плоскостях без применения точек схода, если они располагаются далеко за пределами эскиза или рисунка. Другими частными задачами будут построения в перспективе всевозможных ритмических делений, соответствующих композиции эскиза или рисунка, а также задачи на построение плоских кривых.

Рекомендуемые методы решения частных задач обеспечивают не только построение перспективных изображений прямых и кривых линий, но и проверку перспективных закономерностей изображений непосредственно в эскизах и рисунках по представлению, а также в станковых и монументальных работах.

Пример (рис. 64). *Через точки 1 и 2 провести прямые b и c , параллельные заданной прямой a , лежащей в предметной плоскости. Высота линии горизонта 1,5 м.*

Последовательность решения задачи

1. Определяется величина 1 м. Для этого X_1h делится на три части. $2/3$ этого отрезка – 1 м. На продолжении основания картины от точки X_1 вправо откладывается величина 1 м (X_1X_2).
2. Строится масштабный треугольник X_1hX_2 , обозначаются дробные единицы одного метра.
3. Через заданную перспективу точки 2 (прямая b) проводится горизонтальная прямая, параллельная основанию картины. Эта прямая пересекает прямую a в точке A . Определяется расстояние между точками A и 2. Для этого прямая $A2$ продолжается до пересечения с треугольником X_1hX_2 (2_12_2). Величина 2_12_2 – величина 1 м при заданном удалении точки 2 от основания картины. В соответствии с этим значением определяется величина $A2$ (в данном примере 3,3 м).

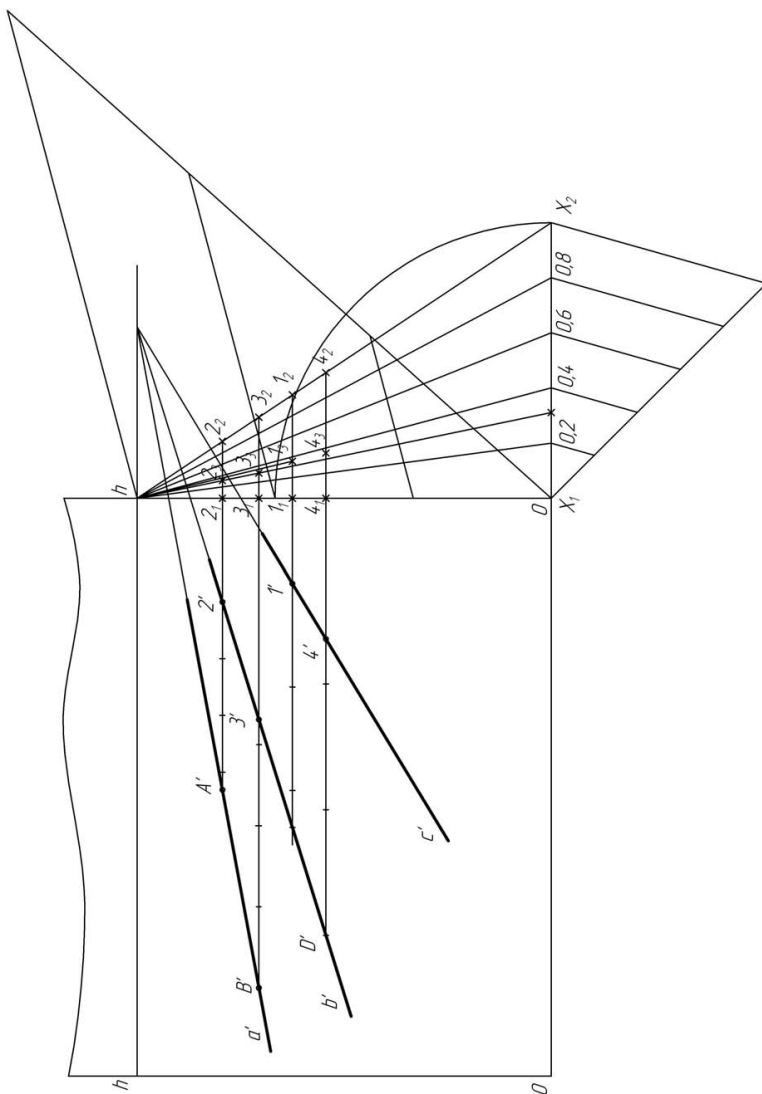


Рис. 64. Построение перспективы параллельных прямых

4. Произвольно на прямой a обозначается точка $B (B')$. Определяется величина одного метра на глубине этой точки при помощи горизонтальной линии. От точки B' на этой линии откладывается 3,3 величины 1 м (точка $3'$) на данном удалении. Через точки $2'$ и $3'$ проводится прямая b , которая в пространстве параллельна прямой a .
5. Определяется расстояние от точки I до прямой b (аналогично точкам A и 2).
6. Через произвольную точку D прямой b проводится прямая и на ней обозначается точка 4 , расположенная на таком же расстоянии, что и точка I от прямой b .
7. Через точки I и 4 проводится прямая c .

Пример (рис. 65). На картине изображена плоскость $A'A''B''B'$. Требуется разделить ее длину на четыре равные части вертикальными линиями.

Последовательность решения задачи

1. В плоскости $A'A''B''B'$ проводятся диагонали $A''B'$ и $A'B''$. Точка их пересечения $\bar{1}$ – центр плоскости. Через него проводится вертикальная линия, которая делит плоскость пополам ($1'1''$).
2. Затем каждая половина таким же образом делится на две части. На пересечении диагоналей каждой половины получаются точки $\bar{2}$ и $\bar{3}$, через которые проводятся вертикальные линии.

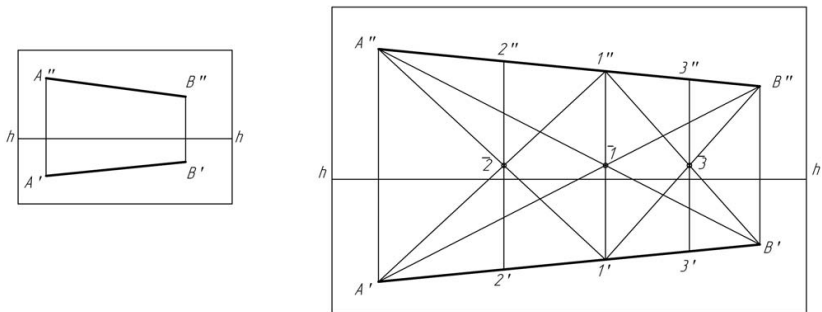


Рис. 65. Деление длины объекта на 4 части

Пример (рис. 66). На картине изображена схема фрагмента спортивного зала. Построить у вертикальной стены шведскую стенку, на полу через заданную точку D провести прямую, параллельную стене и служащую границей поля для соревнований.

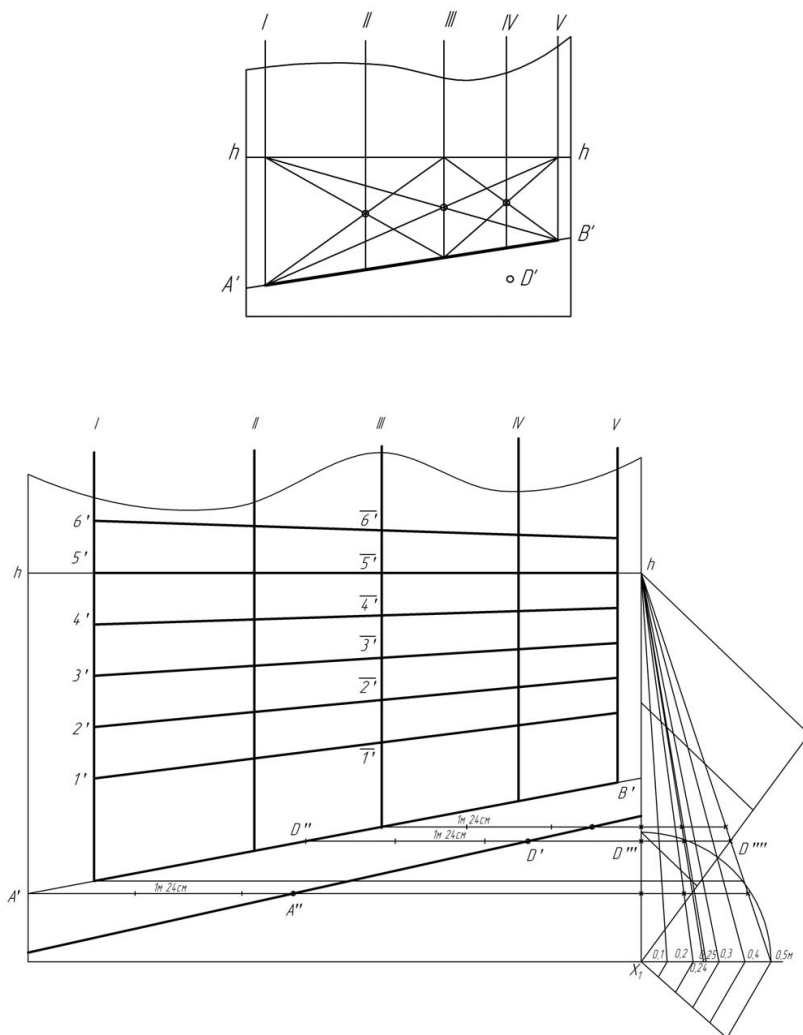


Рис. 66. Построение фрагмента спортивного зала (шведской стенки)

Дано:

- схема фрагмента спортивного зала;
- пересечение плоскости стены с полом ($A'B'$);
- у стены задано положение стоек I , II , III , IV и V , расстояние между которыми одинаковое;
- расстояние между горизонтальными элементами стенки равно 0,25 м;
- нижний горизонтальный элемент стенки отстоит от пола на расстоянии 0,5 м;
- на полу задана точка D' , через которую требуется провести параллельную стене прямую, отмечающую границу поля соревнования;
- высота горизонта 1,5 м.

Расстояние между вертикальными линиями строится так же, как в примере 2.

Последовательность решения задачи

1. Делением высоты линии горизонта определяется величина 0,5 м. Строится перспективный масштаб широт и высот, который должен содержать дробные доли, равные 0,25 м.
2. Определяется величина 0,5 м на глубине I и III стойки и откладывается от линии пересечения стены и пола вверх. Линия, проходящая через эти точки, – нижняя линия шведской стенки.
3. Определив величину 0,25 м для этих же стоек, таким же образом строят остальные горизонтальные линии.
4. Линия, проходящая через точку D и расположенная параллельно линии пересечения стены и пола $A'B'$, строится так же, как в примере 1. Через точку D' проводится горизонтальная линия, определяется величина 0,5 м на ее глубине и длина $D'D''$. Затем на линии пересечения пола и стены на глубине точки A' определяется величина 0,5 м и откладывается отрезок $A'A''$, равный величине $D'D''$. Соединив точки D' и A'' , получают прямую, параллельную $A'B'$.

Пример (рис. 67). Дан прямоугольник в перспективе $A'A''B''B'$. Разделить его длину на 5 равных частей и провести вертикальные линии.

Для решения этого примера применяется способ пропорционального деления.

Последовательность решения задачи

1. Вертикальные линии прямоугольника $A'A''$ и $B'B''$ делятся на 5 равных частей.
2. Через точки 1 и $\bar{1}$, 2 и $\bar{2}$, 3 и $\bar{3}$, 4 и $\bar{4}$ проводятся прямые.
3. Проводится любая из диагоналей прямоугольника ($A''B''$ или $A'B'$).
4. Диагональ $A'B''$ пересекается с линиями $1\bar{1}$ в точке I , $2\bar{2}$ – в точке II , $3\bar{3}$ – в точке III и $4\bar{4}$ – в точке IV .
5. Через полученные точки I, II, III, IV проводятся вертикальные линии.

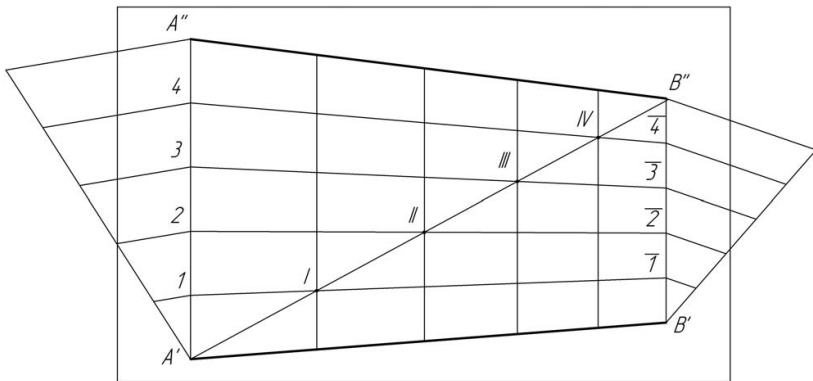


Рис. 67. Деление длины прямоугольника на 5 равных частей

Такие части на эскизе или картине и будут перспективными изображениями равных между собой делений заданного прямоугольника.

Пример (рис. 68). *На картине на заданной перспективе стены дома построить цоколь и три окна.*

Дано:

- высота стены здания – 6 м;
- высота линии горизонта – 1,8 м;
- высота цоколя – 0,9 м;
- высота окна – 2 м;
- ширина окна – 1 м;
- нижняя линия каждого окна находится на отметке 2,2 м;
- расстояние между окнами – 1 м;
- расстояние от угла до первого окна – 1,5 м.

Для решения этого примера применяется метод с использованием вспомогательных прямых, проводимых только в пределах границ картины, и перспективного масштаба широт и высот.

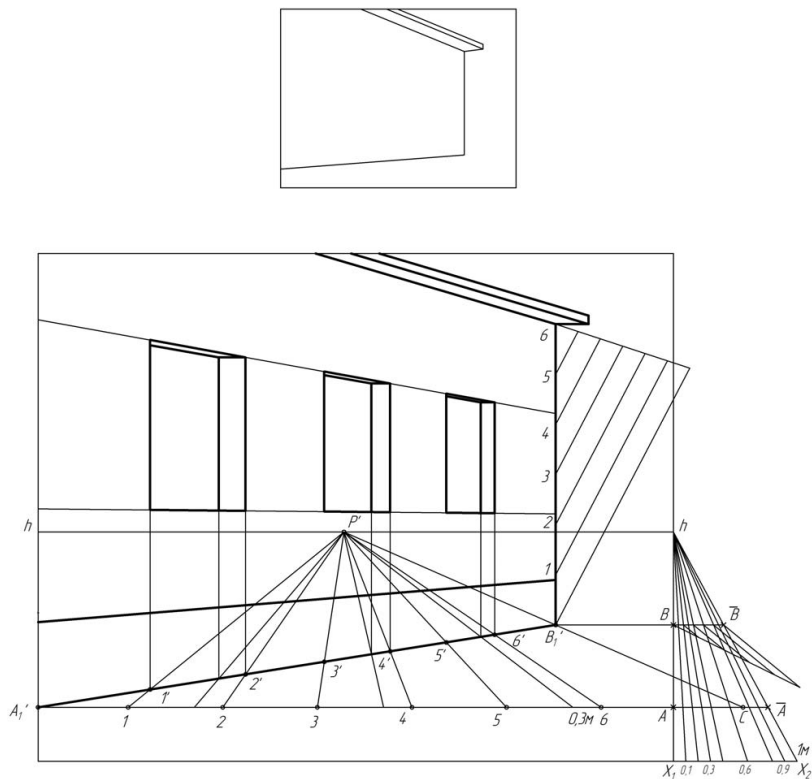


Рис. 68. Построение цоколя и оконных проемов дома

Последовательность решения задачи

1. Строится перспективный масштаб широт и высот. Для этого ребро стены делится на 6 равных частей (высота 6 м). Через точку B_1' проводится горизонтальная линия, и на ней от границы картины откладывается величина 1 м (1/6 часть высоты ребра). От точки B_1' вверх откладывается $1,8 \times \overline{B\overline{B}}$ для определения точки, через которую пройдет линия горизонта. Через h и \overline{B} проводится линия до пересечения с продолжением основания картины. X_1X_2 — величина 1 м на основании картины.

2. Строится линия цоколя. Для этого от точки B_1' вверх откладывается отрезок, равный $0,9 \times \overline{BB}$, а от A_1' – отрезок $0,9 \times \overline{AA}$.

3. Аналогично строятся нижняя и верхняя линии окон. От точки B_1' откладывается вверх 2,2 м и 4,2 м, от точки A_1' – 2,2 м и 4,2 м с учетом перспективного масштаба высот.

4. Определяется ширина окон и расстояние между ними. Для этого из точки A_1' проводится горизонтальная линия, которая пересекает стороны треугольника перспективного масштаба широт и высот в точках A и \overline{A} . $A\overline{A}$ – величина 1 м. Через точки B_1' и P проводят линию пересечения с горизонтальной прямой из точки A_1' (точка C). От точки C откладывается 1,5 м с учетом перспективного масштаба широт (точка b), а от нее по 1 м (точки 5, 4, 3, 2, 1). Из точек 1, 2, 3, 4, 5 и 6 проводятся прямые, проходящие через точку P' (они в пространстве перпендикулярны основанию картины). Эти отрезки, пересекаясь с основанием стены в точках 1', 2', 3', 4', 5' и 6', разделят перспективу прямой $A_1'B_1'$ на части, соответствующие оконным проемам и простенкам. Отрезки 1'2', 3'4' и 5'6' пропорциональны отрезкам 12, 34, 56, нанесенным на прямой $A_1'A$.

Пример (рис. 69, 70). Построить перспективу круговой арки, опирающейся в точках A и B на стены. Высота подъема арки (положение точки C) – 4 м; ширина арки – 2 м; высота линии горизонта от основания картины – 1,7 м.

На рис. 69 дано изображение арки в ортогональных проекциях. На данном чертеже задается проекция плоскости картины (K_1), треугольник нормального видения, определяется проекция точки зрения (S_1). Для этого из точек, ограничивающих изображение арки, проводятся линии, параллельные сторонам треугольника нормального видения. Пересечение этих линий – проекция точки зрения. Определяется положение главного пункта картины. Для этого из S_1 опускается перпендикуляр на проекцию плоскости картины.

Затем для точек A , B и C проводятся вспомогательные линии, параллельные главному лучу зрения (S_1P_1) и одной из сторон треугольника нормального видения.

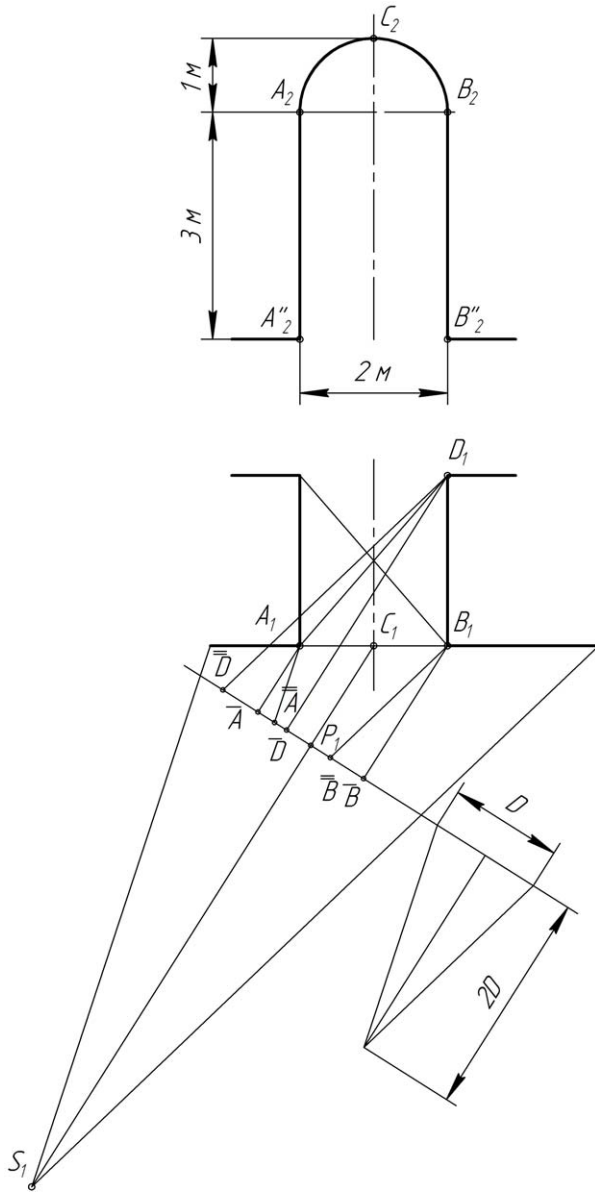


Рис. 69. Построение арочного проема
(ориентировка ортогонального чертежа)

Последовательность построения перспективы арочного проема
(рис. 70)

1. Перспективный чертеж выполняется в масштабе увеличения для наглядности изображения (по сравнению с ортогональным чертежом). На перспективе определяется величина 1 м и откладывается на продолжении основания картины справа от вертикального края картины. Ширина картины равна ширине основания треугольника, умноженной на величину масштаба увеличения.

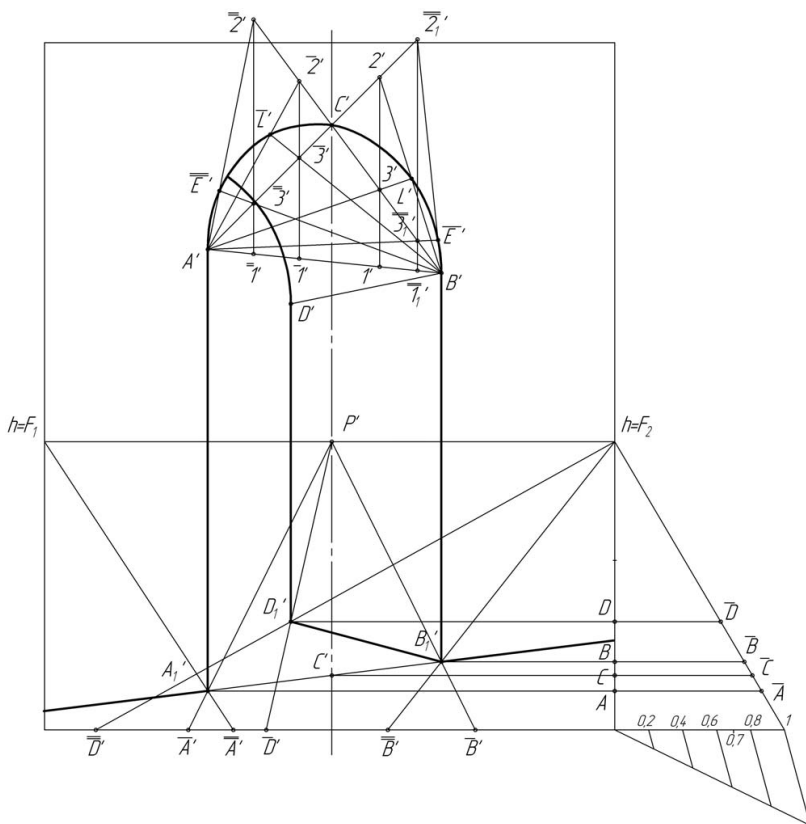


Рис. 70. Построение перспективы арочного проема

2. Определяется высота линии горизонта. От основания картины вверх откладывается 1,7 м. Строится перспективный масштаб широт и высот.

3. Точки A_1' и B_1' строятся как точки пересечения прямых, одна из которых имеет точку схода P' (как перпендикуляр к плоскости картины), а другая – в F_1 или F_2 .
4. С помощью масштаба высот на глубине расположения точек A и B строятся точки A' и B' . Также определяется высота точки C (C').
5. Через точки A' и C' , а также B' и C' проводятся прямые, продолженные за точку C' .
6. Через произвольную точку I' , лежащую на прямой $A'B'$ справа от точки C' , проводится вертикальный отрезок до пересечения с прямой $A'C'$. Точка их пересечения – точка $2'$. Точки $2'$ и B' соединяются отрезком прямой.
7. Прямая $I'2'$ пересекается с прямой $B'C'$ в точке $3'$. Через точки A' и $3'$ проводится прямая до пересечения с $2'B'$.
8. Точка их пересечения – искомая точка L , принадлежащая перспективе контура круговой арки. Другие точки кругового контура строятся аналогично, их можно определить множество. Последовательное соединение полученных точек плавной кривой даст перспективу кругового контура арки.

Пример (рис. 71–73). *Построить перспективы тел вращения в различных положениях.*

Тело вращения представляет собой состоящую из материала объемно-пространственную форму, полученную вращением заданной образующей вокруг оси. При этом ось вращения может быть вертикальной, горизонтальной и наклонной. Всякое тело вращения, попадая в поле зрения, зрительно воспринимается симметричным относительно своей оси вращения при любом ее положении. Поэтому перспективные изображения тел вращения, где бы они ни находились в предметном пространстве, подчинены перспективе оси вращения таких тел. Характерные же точки кривизны образующих легко определяются по закону симметрии относительно оси вращения при помощи различных способов построения перспектив.

Тела вращения в перспективе строятся на основе правил построения перспективы окружности. Единственным геометрическим телом, которое принято изображать на картине не изменяющимся по форме во всех положениях по отношению к горизонту, является

шар. Вместе с тем его тоже не рекомендуется сильно сдвигать вправо или влево от главной точки картины, так как в этом случае при построении получается некоторое искажение его формы. Простейшие геометрические тела вращения можно построить, вписывая (или описывая) их в геометрические фигуры, состоящие из плоских элементов. Этапы построения перспективы горизонтально расположенного цилиндра с заданными высотой и диаметром основания представлены на рис. 71.

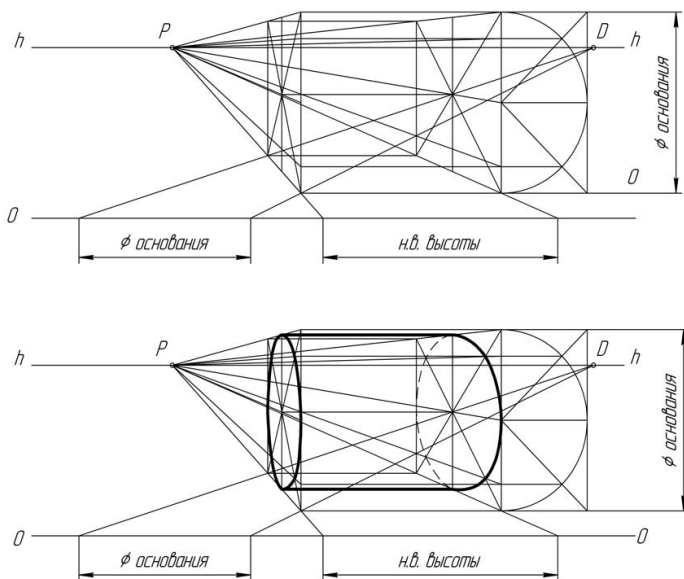


Рис. 71. Этапы построения перспективы горизонтального цилиндра

Построение сложных тел вращения подобным способом всегда содержит большое количество вспомогательных прямых линий, которые не обеспечивают правильное изображение перспектив многих ответственных точек тел вращения. Поэтому наиболее целесообразным способом построения тел вращения следует считать построение перспектив ряда окружностей, образованных плоскими сечениями, перпендикулярными оси вращения, с последующей прорисовкой контура тела вращения. Перспективный рисунок тел вращения и различных положений окружностей показан на рис. 72.

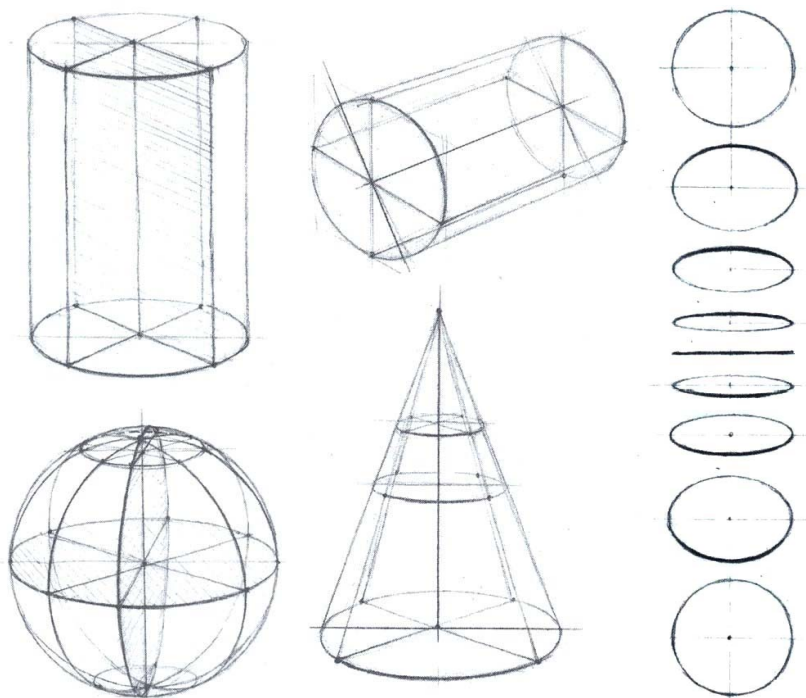


Рис. 72. Перспективный рисунок тел вращения и окружностей
(с сайта <http://gr.pinterest.ru>)

На рис. 73 показано построение перспективы прямых круговых цилиндра и конуса с использованием главной и дистанционной точек картины. Построение основано на выполнении перспектив оснований геометрических тел – окружностей, вписанных в перспективу квадратов. Для выполнения вертикальных построений используют масштаб высоты.

Таким образом, построение перспектив объектов, являющихся частными задачами теории перспективы, легко решаются с помощью перспективных масштабов, а также с помощью специальных вспомогательных приемов.

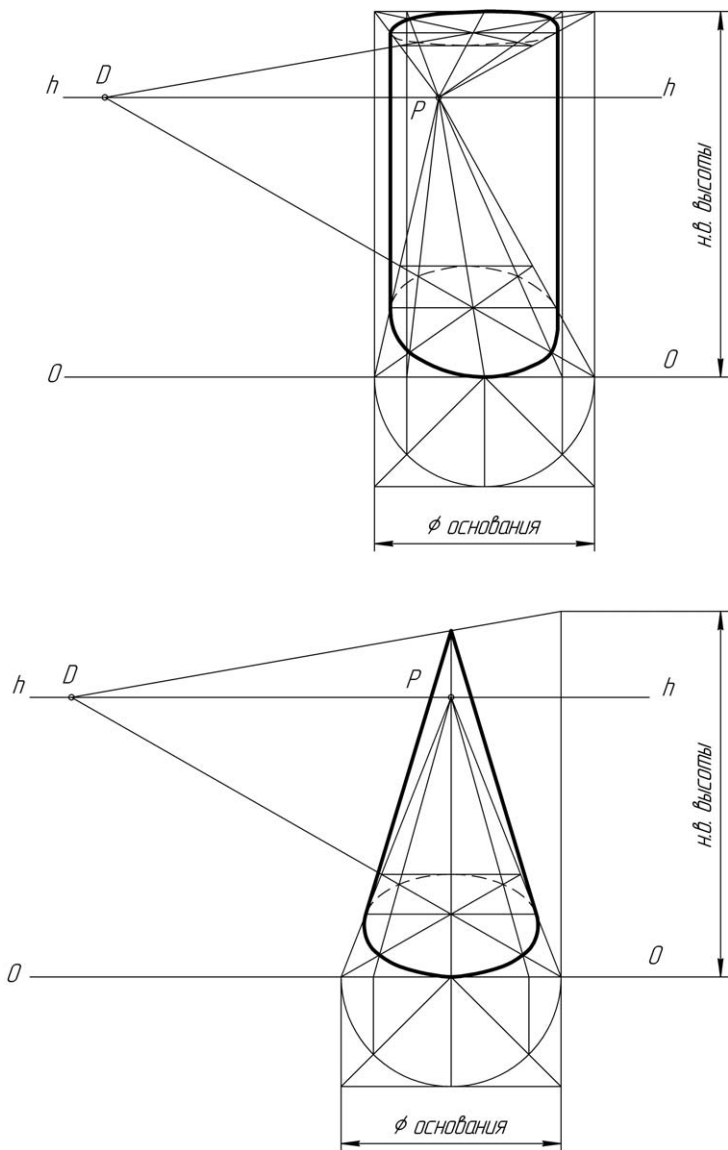


Рис. 73. Построение перспективы прямого цилиндра и конуса

Выводы по главе 2

Реалистичное изображение объектов окружающего мира требует от художника наглядной передачи зрителю формы, размеров и позиции предметов в пространстве. Для этого при задании элементов картины учитывают естественный угол зрения человека.

Для соответствия перспективы наилучшему зрительному восприятию вся картина должна находиться в пределах поля ясного зрения. Величина угла зрения при этом должна быть от 37° до 28° . Это соответствует дистанционному расстоянию, равному 1,5–2 диаметрам основания конуса зрения, а практически 1,5–2 диагоналям картины.

Существуют различные способы построения перспективных изображений. Широко используется способ архитектора как построение перспективы геометрических тел с использованием двух точек схода. Для построения перспективы используют горизонтальные прямые, ограничивающие заданные поверхности и имеющие точки схода на линии горизонта, а также горизонтальные и радиальные прямые. Построение способом архитектора включает 2 этапа: ориентировку ортогонального чертежа и построение перспективы.

В практике изобразительного искусства наиболее удобными для применения являются способы построения перспектив при помощи перспективных масштабов, способ совмещения.

При помощи перспективных масштабов широт, высот и глубин могут успешно решаться как задачи построения перспектив, так и обратные задачи. Данным способом рекомендуется пользоваться в тех случаях, когда линейные размеры, характеризующие глубины, должны быть достаточно точно определены в перспективе.

Способ совмещения применяется для решения многих метрических задач и при построении перспективных изображений предметов, расположенных в предметной плоскости, развернутой к зрителю под произвольным углом. Наиболее широко используется в изображении натюрмортов и интерьеров.

Контрольные вопросы

1. Назовите принципы определения элементов картины.
2. Какая перспектива бывает в зависимости от расположения картинной плоскости?
3. Что определяет на картине высота точки зрения?
4. Как разделяют уровень линии горизонта на картине?
5. Где задается главная точка картины?
6. Что такое поле зрения?
7. Как определить поле ясного зрения?
8. Назовите основное правило построения перспективы по двум точкам схода.
9. Основные этапы построения чертежа объектов способом архитектора.
10. Как построить перспективу призмы по одной точке схода и главному пункту картины?
11. Что такое перспективные масштабы?
12. Как применяется на изображении масштаб широт?
13. Как применяется на изображении масштаб высот?
14. Принципы определения масштаба широт на картине.
15. Приведите пример построения перспективы фронтального интерьера с применением перспективных масштабов.

3.1. Основные положения теории теней

Достоверность перспективного изображения зависит не только от правильности построений и соответствия выбранной точки зрения картины условиям натурального восприятия, но и от верной передачи на изображении реальной освещенности, от построения теней.

Предметы в окружающем нас пространстве зрительно воспринимаются благодаря их освещенности каким-либо источником света. Степень освещенности различных частей поверхности предмета не бывает одинаковой, что позволяет судить о его пространственной форме и рельефе поверхности. Наиболее освещенными являются те части поверхности, на которые лучи света падают под прямым углом. Яркость освещения ослабевает с уменьшением угла наклона световых лучей к освещаемой поверхности. Наиболее темной является та часть поверхности, на которую лучи света не попадают совсем.

Светотень выявляет объемную форму пространственных объектов. Художники наносят светотени по непосредственному наблюдению и восприятию, но и в этом случае они должны знать законы их построения, чтобы проверять и корректировать правильность их выполнения.

Учение о построении теней в теории перспективы базируется на известных положениях о свойствах света, принятых в физике, а именно:

1. Освещение осуществляется прямолинейными лучами, исходящими от источника света и распространяемыми в однородной среде.
2. Пересекающиеся лучи света способны не нарушать распространения света каждым из лучей в отдельности, независимо друг от друга.
3. Лучи света не проникают через непрозрачные тела, освещая их со стороны, обращенной к источнику света.

Освещение, осуществляемое независимыми и не влияющими друг на друга прямолинейными лучами, создающими на освещаемой

мых объектах четкие и освещенные части и резкие тени, принято называть *сосредоточенным светом*.

В зависимости от физического состояния среды прямолинейные лучи света, преломляясь в ней, теряют свои свойства четко освещать объекты и вызывать при этом резкие тени. Такое освещение называется *рассеянным*. Действие рассеянного света проявляется в затененных частях объектов, создавая на них *рефлексы*.

В теории перспективы встречаются два вида освещения сосредоточенным светом: освещение радиально направленными лучами (центрально направленными лучами света) и параллельно направленными лучами. В природе ни тот, ни другой вид не существует, но широко распространены такие случаи, когда условия освещения приближаются к одному из указанных видов.

Если размеры источника света малы по сравнению с освещаемым объектом, а расстояние от источника света до этого объекта не очень велико, то освещение можно с достаточной точностью рассматривать как освещение радиальными лучами (искусственное освещение от лампы, фонаря, свечи и т. д.). Источник света при искусственном освещении называют светящейся точкой или факелом.

Освещение от источника света, который практически бесконечно удален от предмета и вместе с тем мал по сравнению с расстоянием до предмета, можно принять за освещение параллельными лучами (естественное освещение от солнца).

Лучи света при встрече с непрозрачными объектами освещают их. При этом часть лучей за объект не распространяется. Некоторая доля другой части лучей света, касаясь освещенного объекта, распространяется дальше, за пределы освещаемого объекта.

Контур, образованный касательными лучами света, принято называть *светоразделом*. Часть объекта, расположенная ближе к источнику света и ограниченная контуром светораздела, будет освещена; другая часть объекта, недоступная лучам источника света, окажется в тени.

На рис. 74 контур *ABCDE* – светораздел, или контур собственной тени.

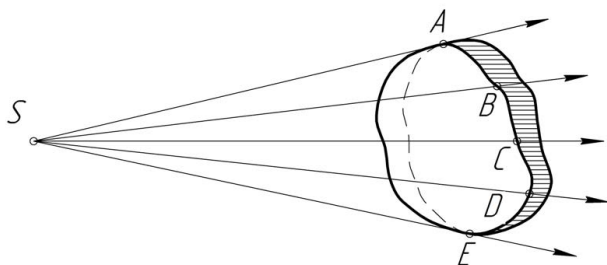


Рис. 74. Образование светораздела

Тень, контур которой определен лучами света, касательными к поверхности освещаемого объекта, принято называть **собственной тенью**.

Если в рассматриваемой однородной среде заданы источник света S и непрозрачный объект, освещаемый источником света и расположенный между источником света и плоскостью Π' (экраном), то множество лучей света, не касаясь объекта, будет освещать экран. Лучи света, касательные к освещаемому предмету, пройдут дальше до встречи с новым непрозрачным объектом (экраном) и отметят на нем замкнутый контур, в пределы которого световые лучи не попадут. Неосвещенную часть экрана, заключенную в замкнутый контур, принято называть **падающей тенью** (рис. 75).

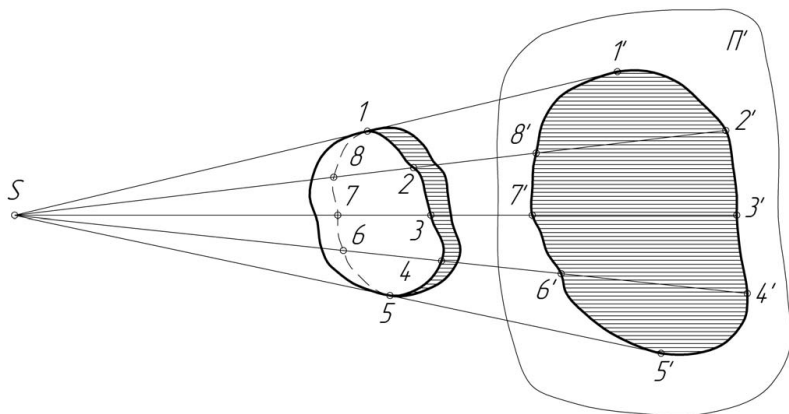


Рис. 75. Образование тени от предмета

Из вышесказанного можно сделать вывод: **контур падающей тени дает граница освещенной части предмета и собственной тени (граница светораздела)**. На рис. 75 контур падающей тени – $1'2'3'4'5'6'7'8'1'$.

Луч света и его проекция находятся в одной вертикальной плоскости – плоскости светового луча. На рис. 76 луч света проходит через точку S (источник света) и освещаемую точку A ; проекции этих точек лежат на проекции луча, так как луч и его проекция составляют одну плоскость. Если допустить, что точка A непрозрачна, то на продолжении светового луча за освещаемую точку A до пересечения с предметной плоскостью в точке A_t в пределах отрезка AA_t будет затемнение. A_t – тень от точки A на предметной плоскости (рис. 76).

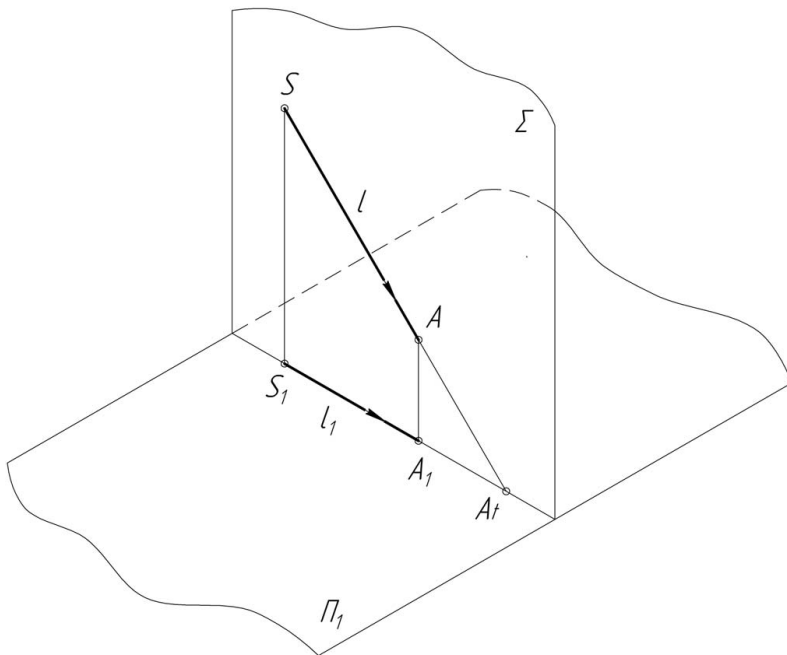


Рис. 76. Построение тени от точки в пространстве

Таким образом, **тень от точки на предметной плоскости определяется пересечением продолженного светового луча с его проекцией** (1 ГПЗ – главная позиционная задача). Это положение является важнейшим правилом определения и построения тени от точки.

Рассмотренное выше правило принято за *основной метод построения теней в перспективе*. Тень от точки в перспективе определяется пересечением перспективы луча света со вторичной проекцией этого луча. На рис. 77 перспектива луча света l' ($l' \supset A'$) пересекает вторичную проекцию луча света l_1' ($l_1' \supset A_1'$), точка $A_t = l' \cap l_1'$ – тень от точки A в перспективе.

Если точка лежит в предметной плоскости, то перспектива точки, ее вторичная проекция и тень от нее совпадают (рис. 78).

Направление луча света выбирается в соответствии с заданием или задуманной композицией.

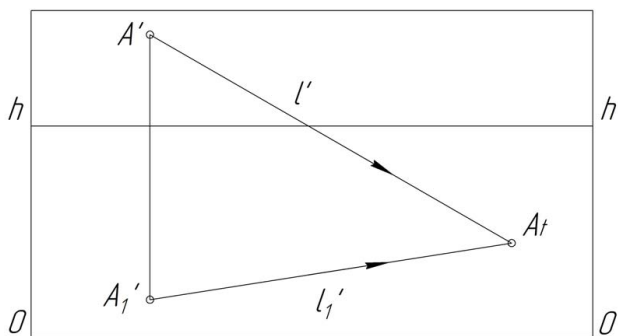


Рис. 77. Основной метод построения тени в перспективе

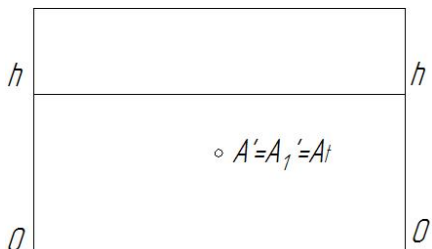


Рис. 78. Тень от точки, принадлежащей предметной плоскости

3.2. Построение теней при естественном освещении

При рисовании с натуры в помещении или на пленэре солнечное освещение объекта, следовательно, и очертание падающей тени от него постоянно меняется, в отличие от искусственного источника света, при котором тени остаются неподвижными.

Солнечное освещение — это частный случай точечного освещения, когда источник света удален на бесконечно большое расстояние. Лучи света при солнечном (лунном) освещении принимаются параллельными.

Относительно зрителя солнце может иметь три положения, в связи с этим возможны три основных направления солнечных лучей.

1. Солнце расположено в промежуточном пространстве, т. е. сбоку от зрителя (слева или справа). В этом случае солнечные лучи параллельны плоскости картины и наклонены к предметной плоскости под произвольным или заданным углом, т. е. они являются фронтальными прямыми. Предмет к зрителю будет обращен частично освещенной и теневой стороной.
2. Солнце расположено в мнимом пространстве, т. е. сзади наблюдателя. В этом случае солнечные лучи — нисходящие параллельные прямые. При таком положении солнца падающая тень будет направлена от зрителя, а сам предмет будет обращен к нему своей солнечной стороной.
3. Солнце расположено в предметном пространстве, т. е. перед зрителем. В этом случае солнечные лучи — восходящие параллельные прямые. При таком положении солнца падающая тень от предмета направлена на зрителя, а сам предмет обращен к нему теневой стороной.

Чем выше солнце, тем ближе к зениту, тем тени короче (в полдень). На восходе или закате тени длиннее.

Метод построения теней при расположении источника света в промежуточном пространстве

Чтобы построить тень от отрезка прямой, необходимо построить тени от двух точек, ограничивающих этот отрезок. Здесь важно знать, как расположен луч света по отношению к плоскости картины.

Если отрезок прямой луча света параллелен плоскости картины (источник света находится в промежуточном пространстве), то вторичная проекция такой прямой параллельна проекции этой прямой, всегда параллельной основанию картины. Перспектива такой прямой параллельна прямой в пространстве (рис. 79).

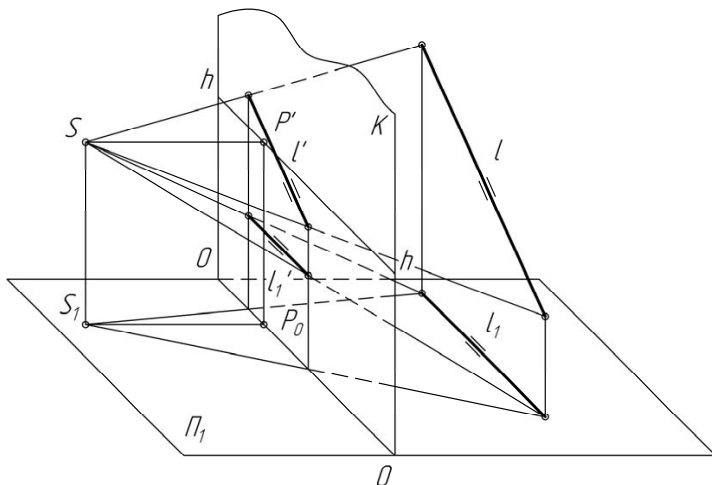


Рис. 79. Перспектива и вторичная проекция луча света, параллельного картинной плоскости

Таким образом, если лучи света расположены параллельно плоскости картины, то перспективы лучей будут параллельны между собой и параллельны заданному лучу, а их вторичные проекции будут параллельны основанию картины или линии горизонта.

Рассмотрим правила построения теней от различных геометрических объектов при расположении источника естественного освещения в промежуточном пространстве.

Тени от прямых

На рис. 80 изображена вертикальная прямая AB . Точка B лежит в предметной плоскости, поэтому тень от нее совпадает с ее перспективой и вторичной проекцией. Тень от точки A есть точка пересечения перспективы луча, проходящего через перспективу точки, со вторичной проекцией этого луча, проходящего через вторичную

проекцию этой точки и параллельного вторичной проекции луча.

Таким образом, *тень от вертикальной прямой всегда совпадает со вторичной проекцией луча.*

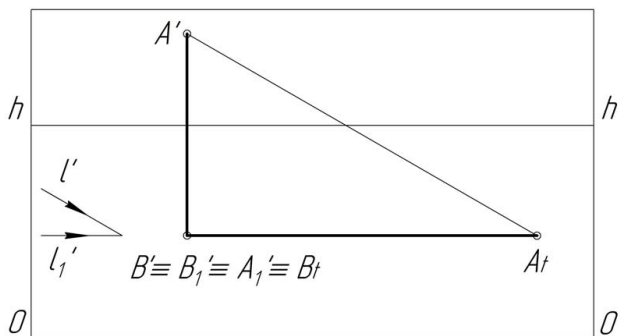


Рис. 80. Тень от вертикального отрезка на предметной плоскости (с началом в предметной плоскости)

На рис. 81 изображен отрезок вертикальной прямой, точки которого не лежат на предметной плоскости. Тень от такого отрезка также совпадает со вторичной проекцией луча.

На рис. 82 изображен отрезок прямой AB , параллельный предметной плоскости. Перспектива и вторичная проекция такой прямой пересекаются на линии горизонта в точке F_2 – перспективе предельной точки этой прямой. Строят тени от точек A (A_1) и B (B_1). Соединив тени от двух точек, получают тень от отрезка прямой, которая при продолжении проходит через точку F_2 .

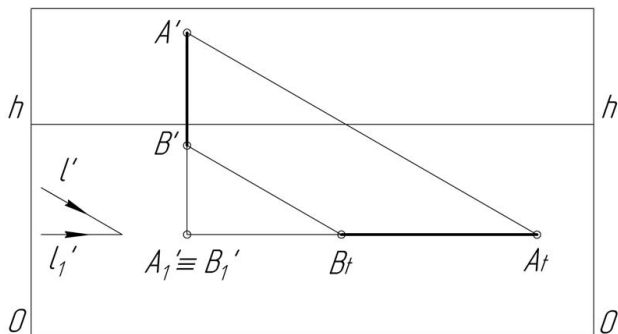


Рис. 81. Тень от вертикального отрезка на предметной плоскости

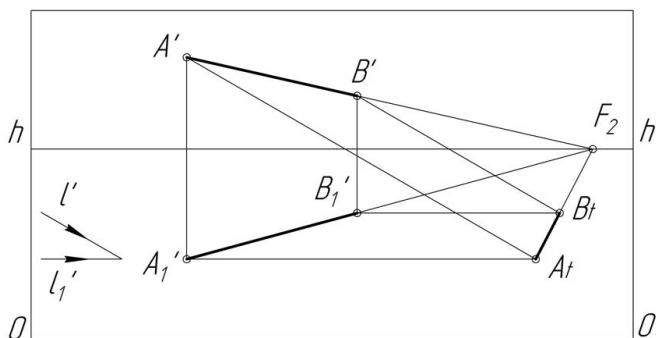


Рис. 82. Тень от горизонтального отрезка на предметной плоскости

Вывод: *если прямая параллельна предметной плоскости, то перспектива, вторичная проекция и тень от нее сходятся в одной точке на линии горизонта.*

Пример (рис. 83). *Построить тень от перекладины в перспективе. Направление светового луча l задано (источник света – в промежуточном пространстве).*

Эта задача решается на основании двух правил, рассмотренных выше. Тени от точек A и D совпадают с их перспективами и вторичными проекциями. Тени от точек B и C строятся как точки пересечения перспективы луча с их вторичными проекциями (1 ГПЗ).

Рассмотрим особенности построения падающих теней от прямых на различных плоскостях.

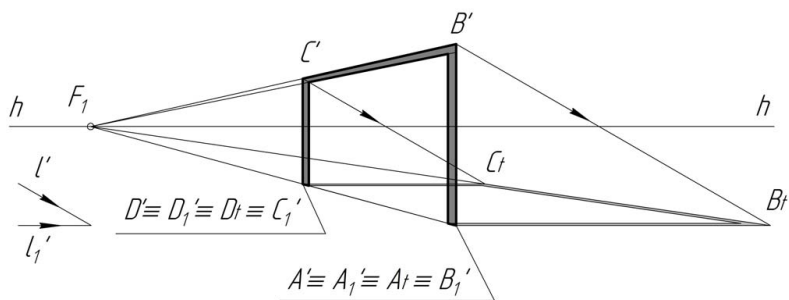


Рис. 83. Тень от перекладины при положении солнца в промежуточном пространстве

Пример (рис. 84). Построить в перспективе тень от горизонтально проецирующей прямой AB на предметной плоскости и горизонтально проецирующей плоскости K' . Направление луча света l задано. Точка B заданного отрезка лежит в предметной плоскости.

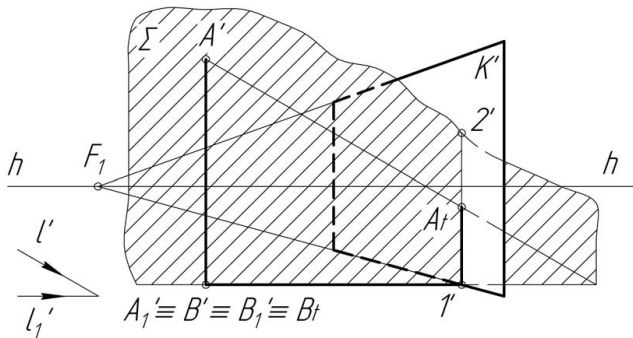


Рис. 84. Тень от вертикального отрезка на предметной и вертикальной плоскостях

Тень от точки B совпадает с ее перспективой. Тень от вертикальной прямой на предметной плоскости совпадает со вторичной проекцией луча. Для построения тени от точки A на плоскости K' строится линия пересечения вспомогательной плоскости Σ , в которую заключается луч света, с плоскостью K' . Пересечение перспективы луча света с линией пересечения $1'2'$ плоскостей Σ и K' (1 ГПЗ) есть тень от точки A на плоскости $K'(A_1)$.

Из чертежа видно, что **тень от вертикальной прямой на горизонтальной проецирующей плоскости есть горизонтально проецирующая прямая (параллельная заданной прямой)**.

Пример (рис. 85). Построить в перспективе тень от горизонтальной прямой AB на горизонтально проецирующей плоскости Σ . Направление луча света l задано.

Так как прямая AB параллельна предметной плоскости, то ее перспектива и вторичная проекция сходятся в точке F_1 , лежащей на линии горизонта. Тени от точек A и B на плоскости Σ строят аналогично примеру 1. Вспомогательные плоскости, в которые заключают лучи света, не показывают (дважды решается 1 ГПЗ). Соединив

точки A_t и B_t , получают тень от прямой, которая при продолжении пройдет через точку F_1 .

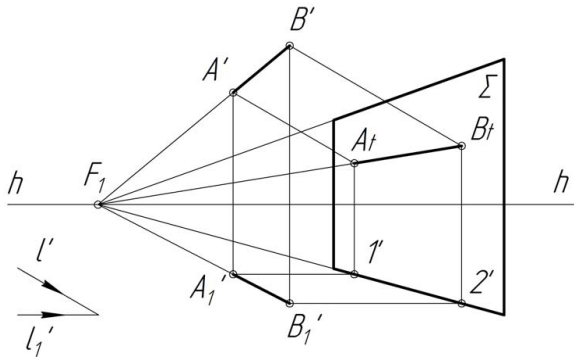


Рис. 85. Тень от горизонтального отрезка на вертикальной плоскости

Вывод: *перспектива отрезка горизонтальной прямой, вторичная проекция и тень этого отрезка на горизонтально проецирующей плоскости сходятся в одной точке F_p , лежащей на линии горизонта.*

Пример (рис. 86). *Построить в перспективе тень от горизонтальной прямой AB на горизонтальной плоскости $CDEM$. Направление луча света l задано.*

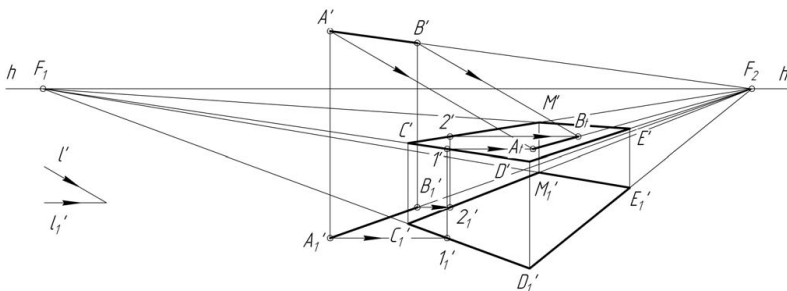


Рис. 86. Построение тени от горизонтального отрезка на горизонтальной плоскости

Отрезок прямой и плоскость заданы перспективой и вторичной проекцией. Так как параллельные прямые AB , CM и DE параллельны предметной плоскости, то их перспектива и вторичные проекции сходятся в точке F_2 , лежащей на линии горизонта. Стороны CD и EM параллельны между собой и предметной плоскости, поэтому имеют точку схода F_1 на линии горизонта.

Для построения тени от точки A на горизонтальной плоскости $CDEM$ необходимо:

1. Луч, проходящий через точку A , заключить мысленно в горизонтально проецирующую плоскость.

2. Определить линии пересечения этой плоскости с предметной плоскостью Π_1 (прямая $A_1'I_1'$), вертикальной плоскостью $C_1'C'D'D_1'(I_1'I')$ и плоскостью $CDEM(I'A_r)$; $I'A_r \parallel A_1'I_1'$.

3. Пересечение луча $A'A_r$ с прямой $I'A_r$ есть искомая точка.

Аналогично строится тень от точки B на эту же плоскость. Соединив тени точек A и B , получают тень от отрезка прямой на горизонтальной плоскости. ***Тень от горизонтальной прямой в пространстве параллельна самой прямой, поэтому в перспективе (при продолжении) пройдет через ту же точку схода F_2 , что перспектива и вторичная проекция отрезка.***

Пример (рис. 87). Построить в перспективе тень от горизонтальной прямой AB на две плоскости – вертикальную и горизонтальную. Направление луча света l задано.

Последовательность решения задачи

1. Строят тень от точки A на вертикальной плоскости.
2. Строят тень от точки B на горизонтальной плоскости $CDEM$.
3. Так как перспектива горизонтальной прямой AB и ее тень сходятся в одной точке F_2 , проводят прямую через точки B_r и F_2 до пересечения с линией $C'M'$, ограничивающей горизонтальную плоскость. Получают точку L_r .
4. Соединив тени от точек L (L_r) и A (A_r), получают тень на вертикальной плоскости от горизонтальной прямой AB .

При помощи обратного луча света, проведенного из точки L_r , можно определить границу участка прямой AB , от которого тень падает на вертикальную либо на горизонтальную плоскость.

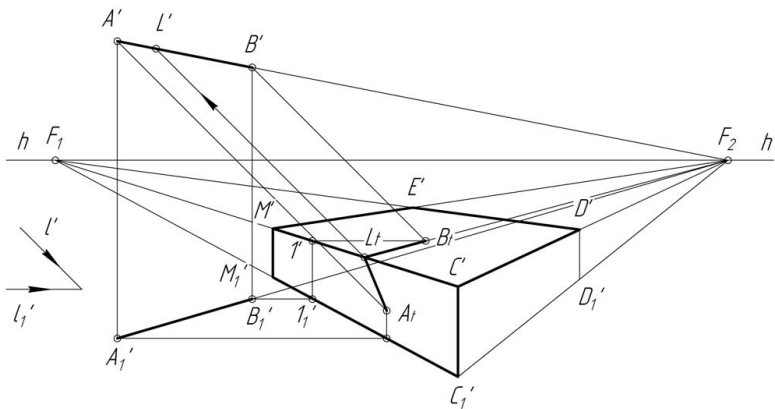


Рис. 87. Построение тени от горизонтального отрезка на двух плоскостях

Тени от объемных фигур

Рассмотрим правила построения теней от объемных фигур. На рис. 88, 89 показаны тени от объемных фигур при различном наклоне лучей света.

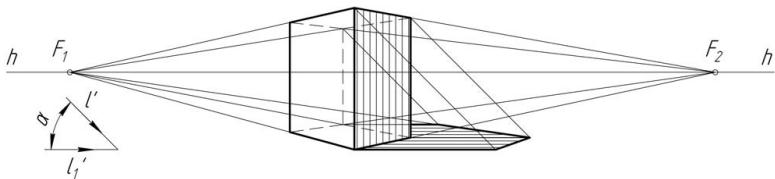


Рис. 88. Тень от призмы при наклоне лучей света 45°

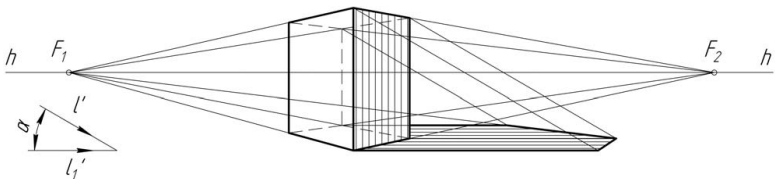


Рис. 89. Тень от призмы при наклоне лучей света 30°

На рис. 88 тень короче, чем на рис. 89, так как угол наклона лучей света (α) в первом случае больше, чем во втором. **Чтобы тени были более выразительными, угол наклона лучей должен быть меньше.**

При построении теней от объемных фигур сначала определяется граница собственной тени, так как контур падающей тени есть тень линий светораздела (контур границы собственной тени) (рис. 90).

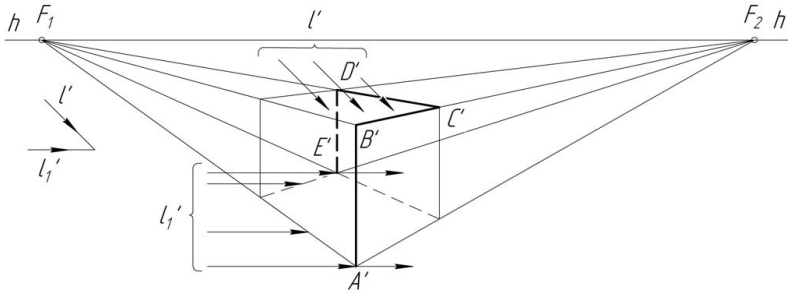


Рис. 90. Построение линии светораздела

Для этого мысленно проводятся перспективы и вторичные проекции лучей света. Если они пересекаются с плоскостями или прямыми, ограничивающими их, то эти плоскости будут освещаться. На остальных плоскостях – собственная тень. На рис. 90 контуром собственной тени является ломаная $A'B'C'D'E'$.

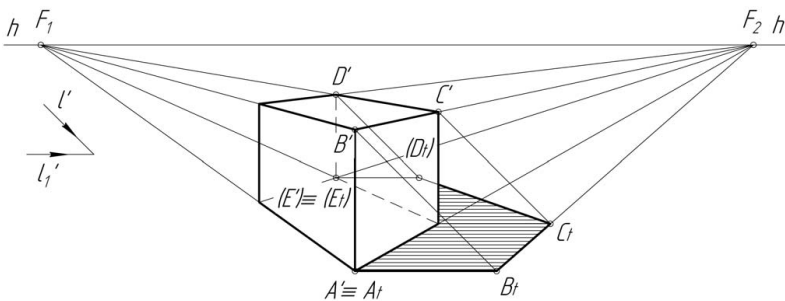


Рис. 91. Построение тени от призмы при положении солнца в промежуточном пространстве

Используя правила, рассмотренные выше, строятся тени от всех звеньев ломаной линии (рис. 91). От отрезка прямой AB тень

совпадает со вторичной проекцией луча света. От отрезка прямой BC тень, при продолжении, пройдет через точку схода F_2 . От отрезка прямой CD тень, при продолжении, пройдет через точку схода F_1 . От отрезка DE тень совпадает со вторичной проекцией луча света, как от любой вертикально расположенной прямой.

На рис. 92 показано построение теней от двух пересекающихся призм. Сначала определяется контур собственной тени на обеих призмах (две ломаные линии $A_1'A'B_1'$ и $D_1'D'E_1'$). Тень от вертикального ребра, проходящего через точку A , на предметной плоскости совпадает со вторичной проекцией луча ($A_1'I'$), на вертикальной грани второй призмы – параллельна ребру ($I_1'I' \parallel A_1'A'$), на верхней горизонтальной грани – также параллельна вторичной проекции луча ($I'A_t \parallel A_1'I_1'$). Пересечение прямой $I'A_t$ с лучом света $A'A_t$ есть тень от точки A . Тень от ребра AB будет направлена в точку F_2 , от ребра BC – в точку схода F_1 ; тень от вертикального ребра $C'C_1'$ совпадает со вторичной проекцией луча, расположенной на верхней грани низкой призмы. Тень от низкой призмы строится аналогично рис. 92.

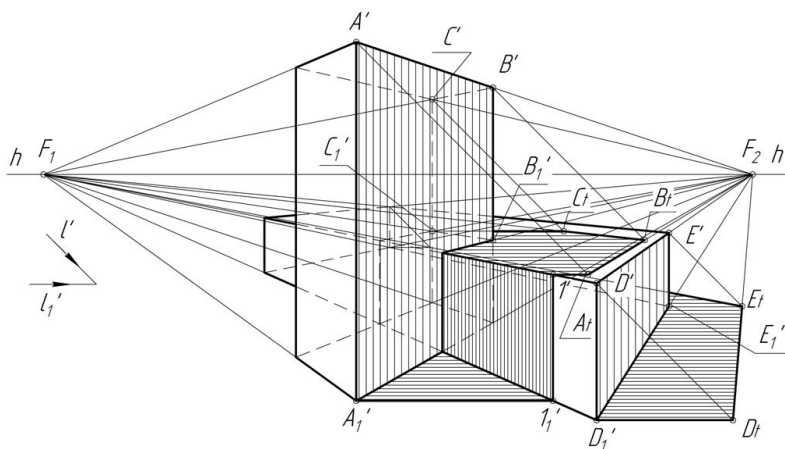


Рис. 92. Построение тени от группы призм при положении солнца в промежуточном пространстве (вариант 1)

Последовательность построения тени на рис. 93 такая же, как на рис. 92. Однако тень от ребра AB ($A'B'$) частично падает на верхнюю грань призмы, а от остальной части – на предметную плоскость. Точка R' определяется при помощи обратного луча. На чертеже ее можно не строить.

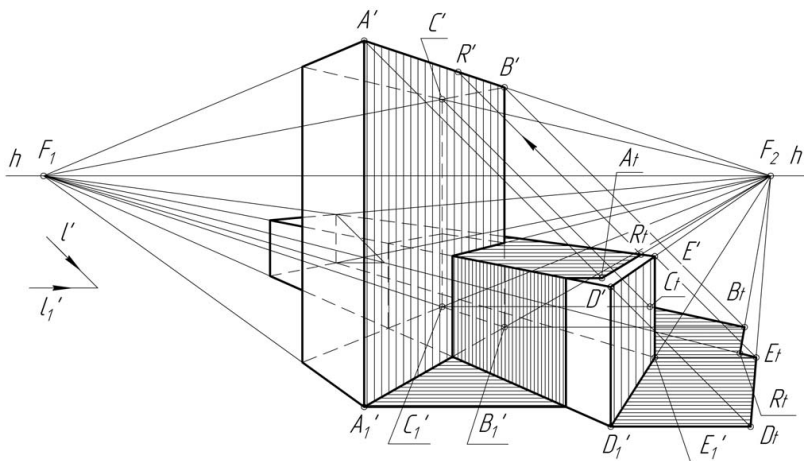


Рис. 93. Построение тени от группы призм при положении солнца в промежуточном пространстве (вариант 2)

На рис. 94 показано построение теней от группы пересекающихся призм. Тени от ребер AB и BN падают на три плоскости. Построение их разобрано в примерах на рис. 11, 12, 13. Построение тени от ребра EM показано на рис. 93. Собственные тени на предметах обычно изображают более светлыми, чем падающие, из-за отражений (рефлексов) от земли и окружающих предметов.

Оттенение может быть выполнено различными способами. При штриховке учитывают ее плотность (больше – у падающей тени) и направление линий (вертикальное – на вертикальных плоскостях, горизонтальное – на горизонтальных плоскостях).

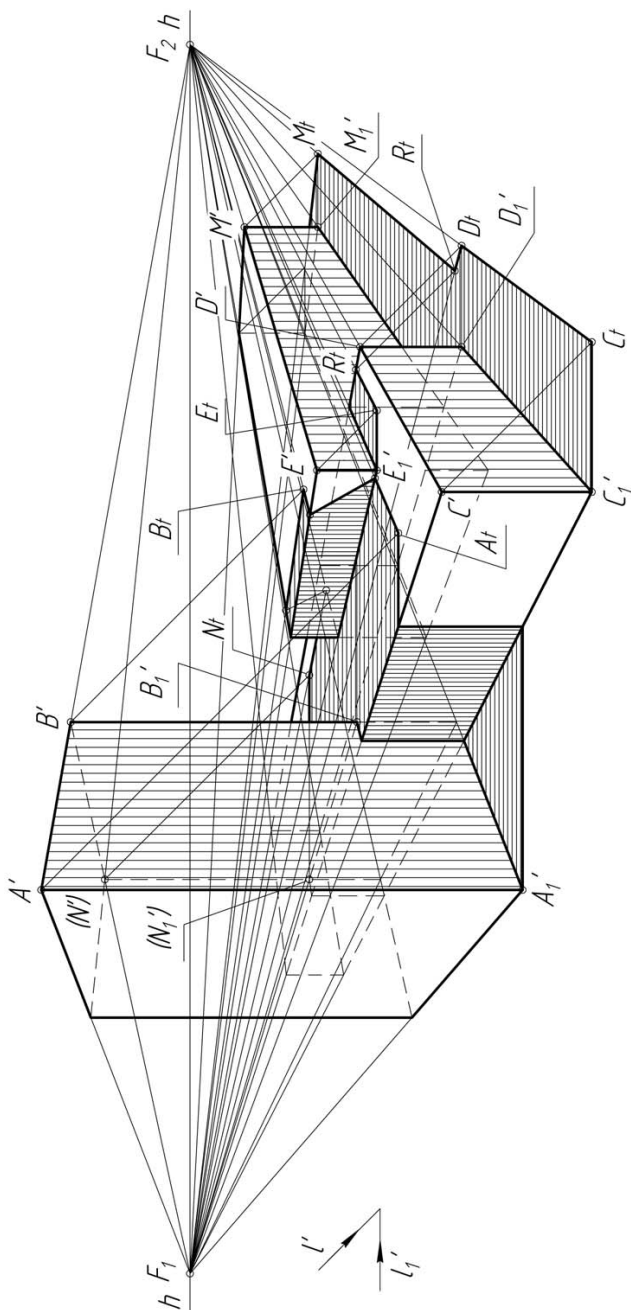


Рис. 94. Построение тени от трех призм при положении солнца в промежуточном пространстве

Метод построения теней при расположении источника света в мнимом пространстве

Если лучи света параллельны между собой и находятся в мнимом пространстве (рис. 95), то в перспективе их вторичные проекции будут сходиться в точке схода F_1' , лежащей на линии горизонта ($S\bar{F}_1' \parallel l_1'$, $S\bar{F}_1' \cap h-h = \bar{F}_1'$), а все световые лучи в перспективе будут пересекаться в точке схода F' ($S\bar{F}' \parallel l'$). Перспектива и вторичная проекция точки всегда лежат на одном перпендикуляре к линии горизонта ($F'F_1' \perp h-h$). Угол наклона лучей света к предметной плоскости (α) задается в соответствии с композицией рисунка.

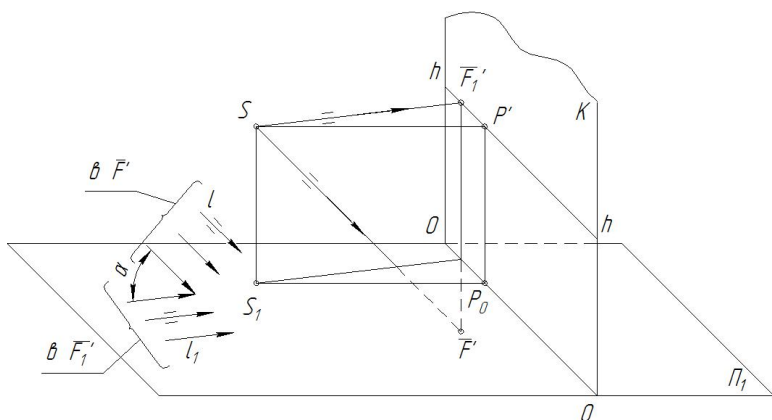


Рис. 95. Положение нисходящего луча света

Пример (рис. 96). *Построить падающую тень от перекладины, если Солнце находится сзади наблюдателя (в мнимом пространстве).*

Для построения падающей тени применяются правила, изложенные в предыдущих примерах.

1. Тень от точки есть пересечение перспективы луча света со вторичной проекцией луча. Если точка лежит в предметной плоскости, то тень от нее совпадает с перспективой и вторичной проекцией этой точки.
2. Тень от вертикальной прямой совпадает со вторичной проекцией луча.
3. Тень от горизонтальной прямой в перспективе при продолжении проходит через ту же точку схода, что и сама прямая.

Чем больше расстояние $\overline{F_1' F'}$, тем выше солнце, следовательно, тени будут короче; чем меньше расстояние $\overline{F_1' F'}$, тем ниже солнце и тени длиннее. Если прямая $\overline{F_1' F'}$ расположена ближе к объекту, то угол наклона лучей света к предметной плоскости будет больше; если угол наклона световых лучей меньше, то $\overline{F_1' F'}$ будет расположена дальше от объекта.

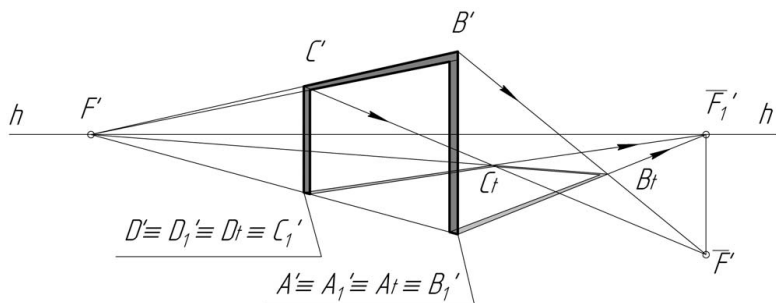


Рис. 96. Тень от перекладки при положении солнца в мнимом пространстве

Пример (рис. 97). *Построить тени от двух призм при расположении источника света (солнца) в мнимом пространстве.*

1. Определяются контуры собственных теней (рис. 90).
2. Строится тень от вертикального ребра, проходящего через точку A ($A'A_1'$): на предметной плоскости тень совпадает со вторичной проекцией луча, на вертикальной грани второй призмы параллельна ребру, т. е. является вертикальной прямой. Пересечение этой вертикальной прямой с перспективой луча есть тень от точки $A-A_t$.
3. Строится тень от ребра AB на вертикальной (горизонтально проецирующей) плоскости. Так как точка B лежит в этой плоскости, то тень от нее совпадает с перспективой этой точки. $A_t B_t$ — тень от ребра AB .

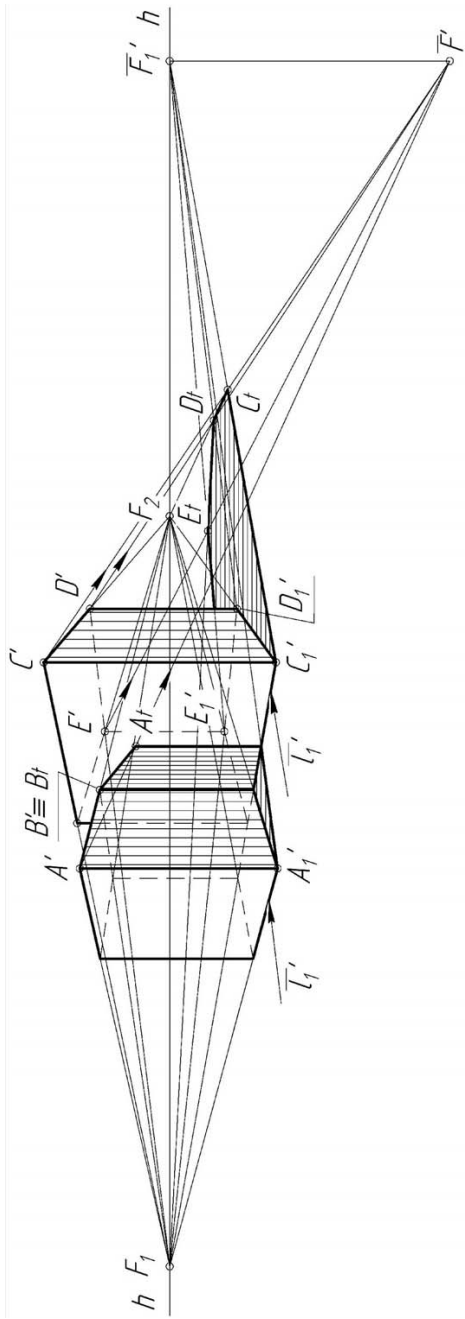


Рис. 97. Построение тени от группы призм при положении солнца в минимом пространстве

4. Построение падающей тени от второй призмы выполняется аналогично примеру на рис. 96:

- тень от ребра CC_1 совпадает со вторичной проекцией луча света и направлена в точку схода \overline{F}'_1 ;
- тень от ребра CD направлена в точку схода F_2 ;
- тень от ребра DE направлена в точку схода F_1 ;
- тень от ребра EE_1 проходит через точку схода \overline{F}'_1 (совпадает со вторичной проекцией луча света).

Метод построения теней при расположении источника света в предметном пространстве

Если источник света расположен в предметном пространстве (перед наблюдателем за плоскостью картины) и удален в бесконечность (солнце), то все лучи, параллельные друг другу, в перспективе будут сходиться в точке \overline{F}' , расположенной выше линии горизонта (рис. 98). Вторичные проекции лучей в перспективе будут сходиться в точке \overline{F}'_1 , лежащей на линии горизонта.

Правила построения теней при таком расположении солнца сохраняются, как и при других положениях.

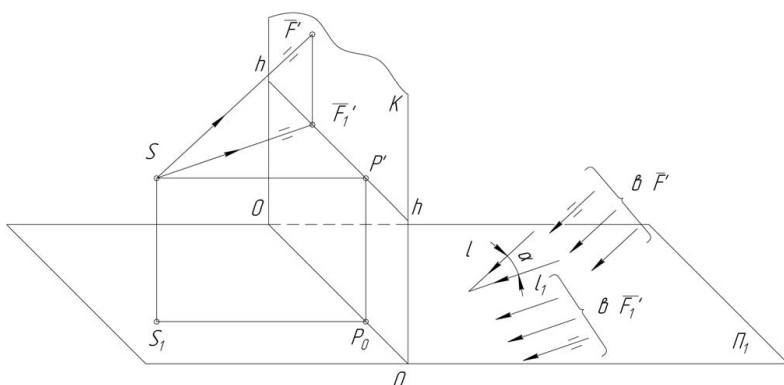


Рис. 98. Положение восходящего луча света

Пример (рис. 99). *Построить падающую тень от перекладины, если источник света (солнце) расположен в предметном пространстве.*

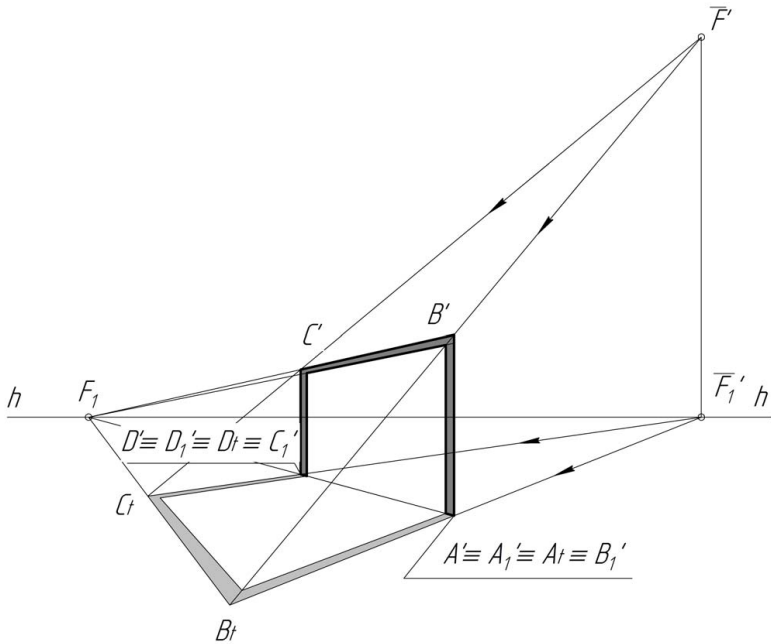


Рис. 99. Тень от перекладины при положении солнца в предметном пространстве

Тень от горизонтально проецирующей прямой AB совпадает со вторичной проекцией светового луча. Тень от горизонтальной прямой BC и ее перспектива сходятся в одной точке схода F_1 . Тень от прямой CD совпадает со вторичной проекцией луча света.

Пример (рис. 100, 101). *Построить тень от призмы, если источник света (солнце) расположен в предметном пространстве.*

Рассмотрим случаи различного удаления источника света (солнца), расположенного в предметном пространстве, от объемного предмета.

Последовательность и правила построения теней будут одинаковыми в обоих примерах (рис. 100, 101), аналогичны другим положениям источника света.

1. Определяется граница светораздела, т. е. контур собственной тени.

2. Тени от горизонтально проецирующих прямых AB и DE совпадают со вторичной проекцией луча света, от горизонтальных прямых BC и CD направлены в точки схода F_1 и F_2 .

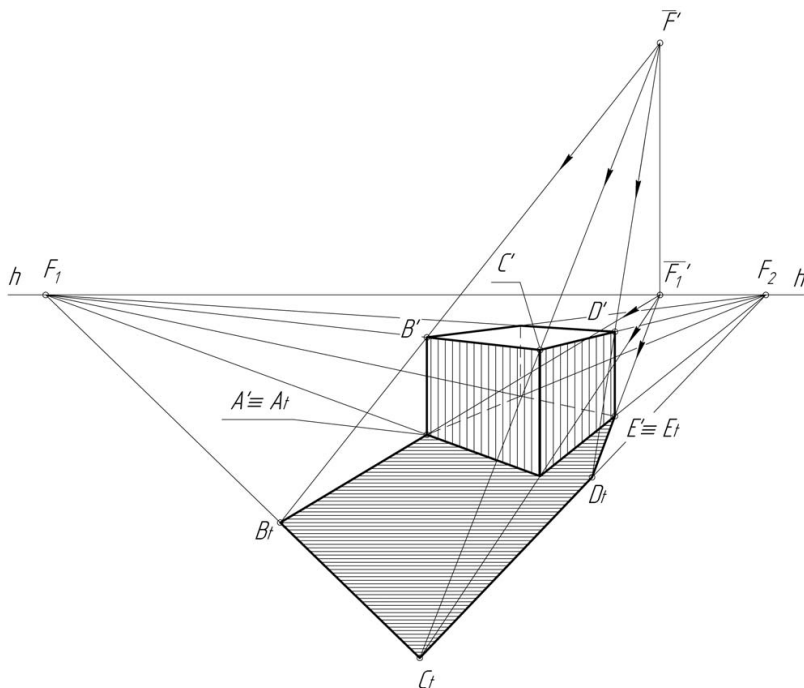


Рис. 100. Построение тени от призмы при положении солнца в предметном пространстве

Если источник света расположен ближе к изображаемому объекту или за ним, то почти вся видимая часть его будет в тени, а падающая тень будет перед объектом (рис. 100).

Если источник света удаляется вправо (рис. 101) или влево, то большая часть объекта будет освещаться, а падающая тень на предметной плоскости будет отклоняться соответственно влево (рис. 101) или вправо.

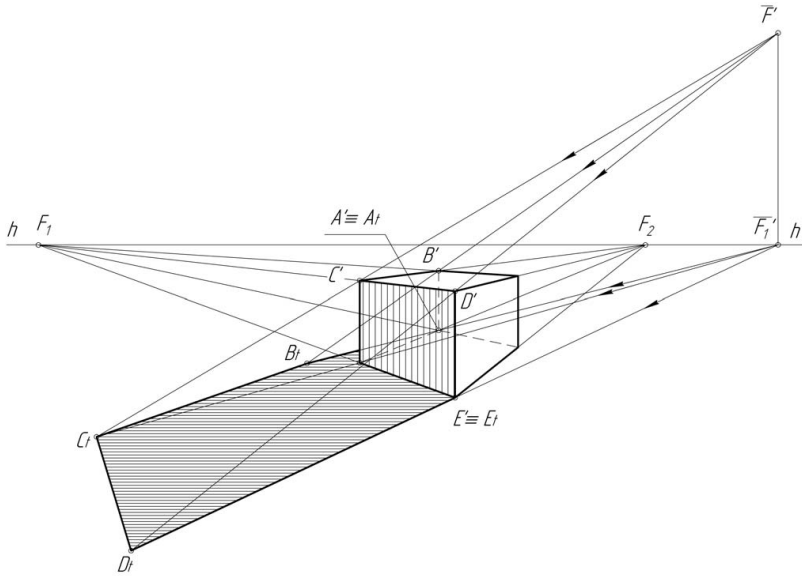


Рис. 101. Построение тени от призмы при положении солнца справа в предметном пространстве

Чем выше источник света (\bar{F}'), тем падающая тень будет короче, чем ниже — тем длиннее.

3.3. Построение теней при искусственном освещении

Освещение радиально направленными лучами осуществляется чаще всего в интерьерах. При этом каждый луч света вместе с его проекцией всегда лежит в одной горизонтально проецирующей плоскости, как при построении тени от естественного источника света (рис. 76). В этой плоскости всегда располагаются точки:

- S — источник света;
- S_1 — проекция источника света;
- A — точка пространства;
- A_1 — проекция точки пространства.

Точка пересечения луча света и его проекции есть тень от точки пространства A (A_t).

На рис. 102 построена тень от отрезка прямой AB на горизонтальной плоскости. Перспектива отрезка и его тень сходятся в точке F_2 на линии горизонта.

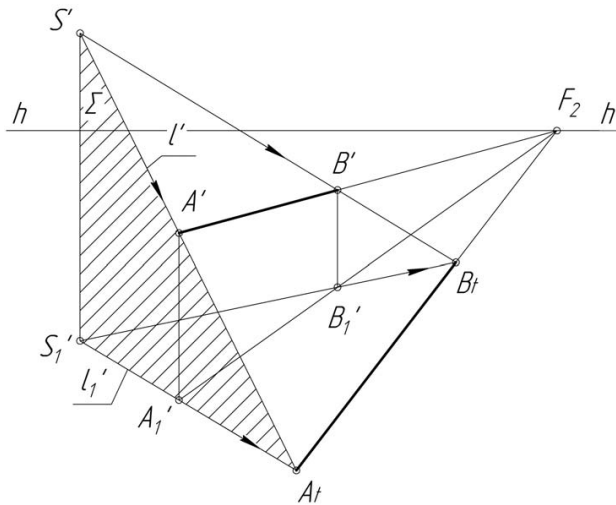


Рис. 102. Тень от горизонтального отрезка на предметной плоскости при искусственном освещении

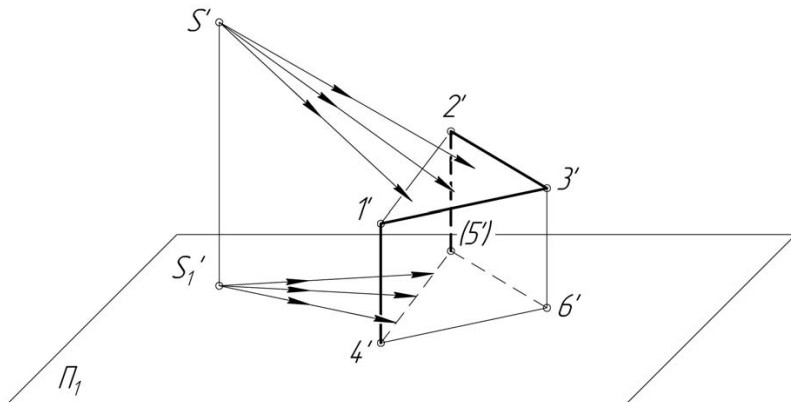


Рис. 103. Определение линии светораздела

На рис. 103 изображена трехгранная призма. Для определения границы собственной тени мысленно через проекцию точки S (S_1) проводятся проекции лучей света. Так как они пересекаются с ребром $4-5$, то грань $1-2-5-4$ будет полностью освещена. В данном примере источник света располагается выше грани $1-2-3$, поэтому она также будет освещена. Границей собственной тени будет ломаная линия $4-1-3-2-5$, следовательно, в собственной тени находятся грани $4-1-3-6$ и $5-2-3-6$.

На рис. 104 построена тень от трехгранной призмы на плоскости проекций Π_1 .

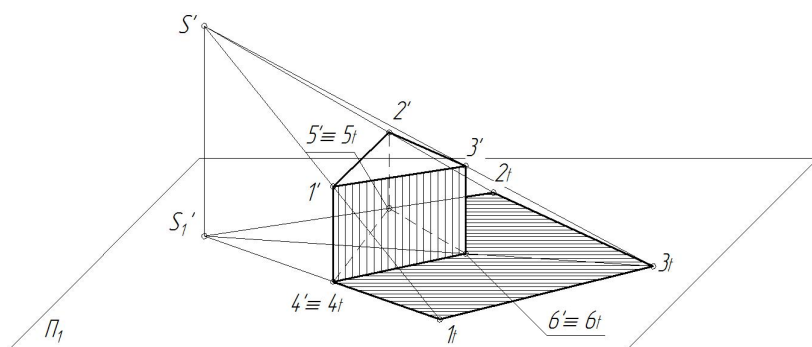


Рис. 104. Построение тени от призмы при искусственном освещении

Тени от прямых частного и общего положений

Пример (рис. 105). *Построить тень от отрезка AB вертикальной прямой на предметной плоскости и вертикальной (горизонтально проецирующей) плоскости Σ . Источник света S и его проекция S_1 заданы.*

Правила построения тени от отрезка AB при освещении от искусственного источника S те же, что при естественном освещении:

1. Тень от вертикальной прямой на предметной плоскости совпадает с горизонтальной проекцией луча.
2. Тень от горизонтально проецирующей прямой на вертикальной плоскости будет параллельна самой прямой, как линия пересечения двух вертикальных плоскостей.

Если отрезок прямой занимает общее положение или параллелен предметной плоскости, то тень от него на вертикальной плоскости будет наклонная прямая, а для этого достаточно построить тени от двух точек этой прямой.

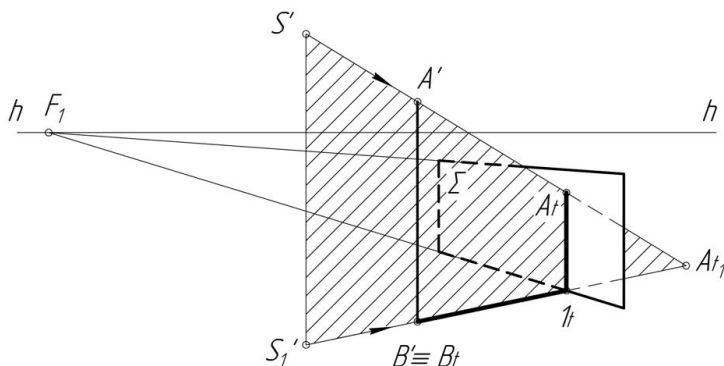


Рис. 105. Тень от вертикального отрезка на двух плоскостях

Пример (рис. 106). *Построить тень от отрезка AC прямой общего положения на предметной плоскости и вертикальной (горизонтально проецирующей) плоскости Σ . Источник света S и его проекция S_1 в перспективе заданы.*

Отрезок общего положения AC задан таким образом, что точка C принадлежит предметной плоскости, а точкой B он касается верхнего края 2–3 горизонтально проецирующей плоскости Σ .

Сначала строится тень от отрезка прямой AC на предметной плоскости, для чего определяется вторичная проекция этого отрезка. Так как точки A , B и C принадлежат отрезку, то их вторичные проекции принадлежат вторичной проекции этого отрезка. Проекция точки C (C_1) совпадает с самой точкой, проекция точки B (B_1) строится по принадлежности проекции прямой 2–3 (2_1-3_1). На продолжении прямой C_1B_1 находится проекция точки A (A_1).

Для построения тени от точки A строится луч SA и его горизонтальная проекция S_1A_1 . Пересечение их есть тень от точки A (A_t). Тень от точки C (C_t) совпадает с самой точкой и ее проекцией.

Так как прямая 4–5, принадлежащая плоскости Σ , и тень A_1C_1 лежат в предметной плоскости, то они пересекаются в точке I . Точка B принадлежит плоскости Σ , тень от точки B на плоскости Σ совпадает с самой точкой. I_1B_1 есть тень от отрезка BC на плоскости Σ .

Тень от плоскости Σ (2–3–4–5) строится аналогично рис. 104.

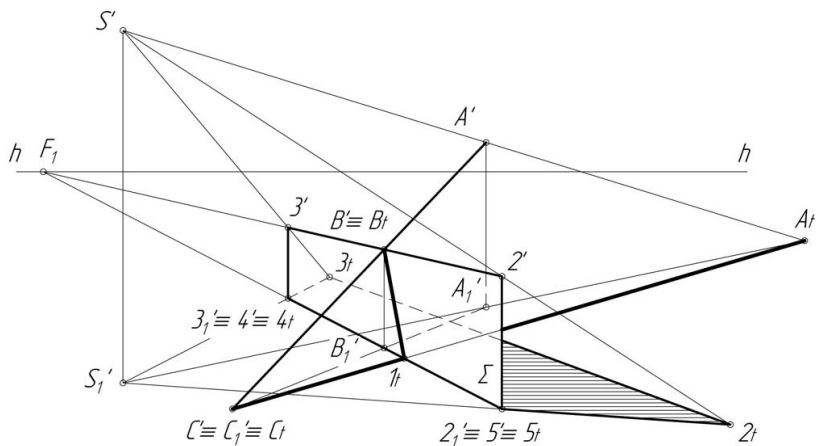


Рис. 106. Тень от отрезка общего положения на двух плоскостях

Пример (рис. 107). Построить тень от отрезка AB прямой общего положения на предметной плоскости и вертикальной (горизонтально проецирующей) плоскости Σ . Источник света S и его проекция S_1 в перспективе заданы.

На рис. 107 отрезок AB прямой общего положения не имеет общих точек с горизонтально проецирующей плоскостью Σ . Отрезок AB задан перспективой и вторичной проекцией. Плоскость Σ пересекается с предметной плоскостью по прямой 4–5 ($4'-5'$).

Последовательность построения аналогична предыдущей задаче

1. Строится тень от плоскости Σ на предметной плоскости ($2_t-3_t-4_t-5_t$).
2. Строится тень от отрезка AB прямой на плоскость Σ (A_1B_1).
3. Тени от отрезка AB и плоскости Σ пересекаются в точках I_t и C_t ; $2_t-3_t-4_t-5_t \cap A_1B_1 = I_t$ и C_t . Тень C_t и точка C (C') определяются с помощью обратного луча C_tS' . Луч C_tS' пересекает прямую 2–3

($2'-3'$) и отрезок AB ($A'B'$) соответственно в точках C_t и C (C'). Таким образом, тень от точки C (C') падает на прямую $2-3$ и предметную плоскость.

4. $l_t C_t$ есть тень от отрезка AB прямой общего положения на плоскости Σ .

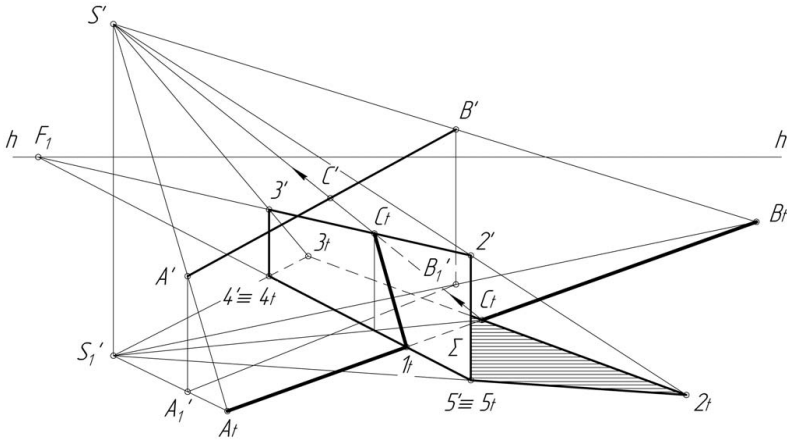


Рис. 107. Тень от отрезка общего положения на двух плоскостях

Пример (рис. 108). Построить тень от отрезка AB прямой общего положения на предметную плоскость, вертикальную и горизонтальную грани четырехгранной призмы. Источник света S и его проекция S_1 в перспективе заданы.

На рис. 108 тени от отрезка прямой AB на предметную плоскость и вертикальную грань четырехугольной призмы строятся аналогично рис. 107. Для построения тени на горизонтальную грань проводится обратный луч ($D_t S'$) через точку пересечения тени от отрезка AB ($A'B'$) и тени от ребра $4-5$ ($4'-5'$) на предметную плоскость. Определяется точка D (D') на AB ($A'B'$), от которой падает тень на ребро $4-5$ ($4'-5'$). $C_t D_t$ – тень от отрезка AB на горизонтальной грани призмы.

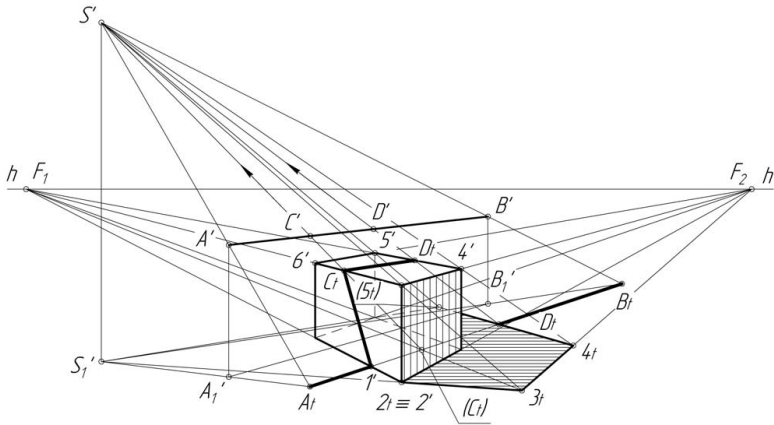


Рис. 108. Тень от отрезка общего положения на предметной плоскости и гранях призмы

Тени в интерьере от искусственного источника света

На рис. 109 изображена перспектива интерьера комнаты, источник света S' и его вторичная проекция S_1' на плоскости стола, а также вторичная проекция наклонной картины на полу ($1_1' 2_1' 3_1' 4_1'$).

Для изображения теней от всех объектов необходимо и достаточно построить тени от отдельных точек этих объектов лучами света, исходящими от источника S' , на пол или стены.

При построении теней от всех предметов следует изобразить опущенную вторичную проекцию источника света S' на полу (S_2'). Для этого через S_1' проводится произвольно расположенная прямая $5-6$ ($5'-6'$) на плоскости стола. Ее вторичная проекция $5_1'-6_1'$ строится по принадлежности вторичной проекции столешницы $A_1' B_1' C_1' D_1'$. Точка S_2' — точка пересечения продолжения проецирующего луча $S'S_1'$ с отрезком $5'-6'$.

На рис. 110–112 показано построение теней от отдельных предметов интерьера.

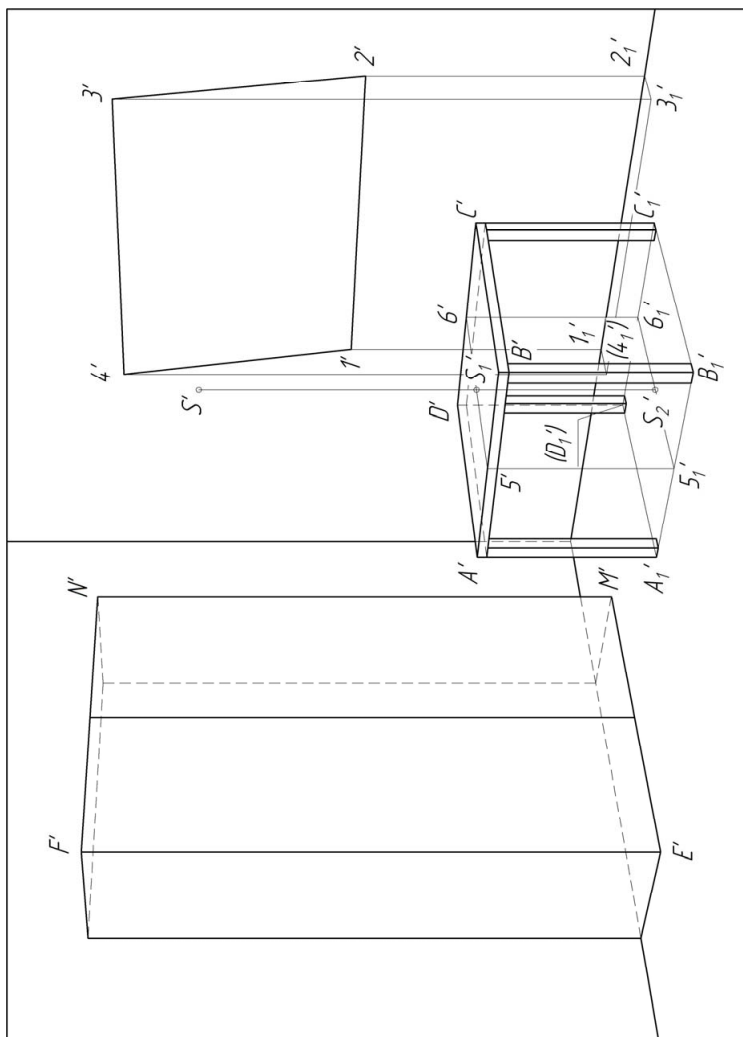


Рис. 109. Перспектива интерьера комнаты

Построение тени от стола

Так как источник света расположен над столом, то столешница освещается, а боковые стороны стола находятся в тени (рис. 110). В этом случае контур падающей на пол тени будет давать контур столешницы. Для построения этой тени проводят лучи света через точку S и освещенные точки A', B', C', D' до пересечения со вторичными проекциями этих лучей:

$$S'A' \cap S_2'A_1' = A_i;$$

$$S'B' \cap S_2'B_1' = B_i;$$

$$S'C' \cap S_2'C_1' = C_i;$$

$$S'D' \cap S_2'D_1' = D_i.$$

Соединив последовательно тени от точек (A_i, B_i, C_i, D_i) , получают контур падающей тени от стола на полу.

Построение тени от шкафа

Тень от шкафа характеризуется тенями от его ребер FE, NM, FN (рис. 111). Так как шкаф стоит на полу, то тени от точек E и M будут совпадать с перспективой этих точек. От края шкафа FE тень частично падает на пол и частично на плоскость стены. Через вторичную проекцию точки E , которая совпадает с ее перспективой (E'), проводят вторичную проекцию луча $S_2'E_1'$ до пересечения с линией пересечения пола и стены в точке 7 . E_i7 – тень от ребра шкафа на полу.

Тень на стене от вертикальной линии FE будет параллельна самой прямой, т. е. будет вертикальной линией, ограниченной тенью от точки F (F_i). Точка F_i есть точка пересечения этой вертикальной линии с продолжением луча $S'F$. Аналогично строится тень от второго ребра шкафа MN . Соединив тени от точек F и N , получают тень от верхней линии шкафа.

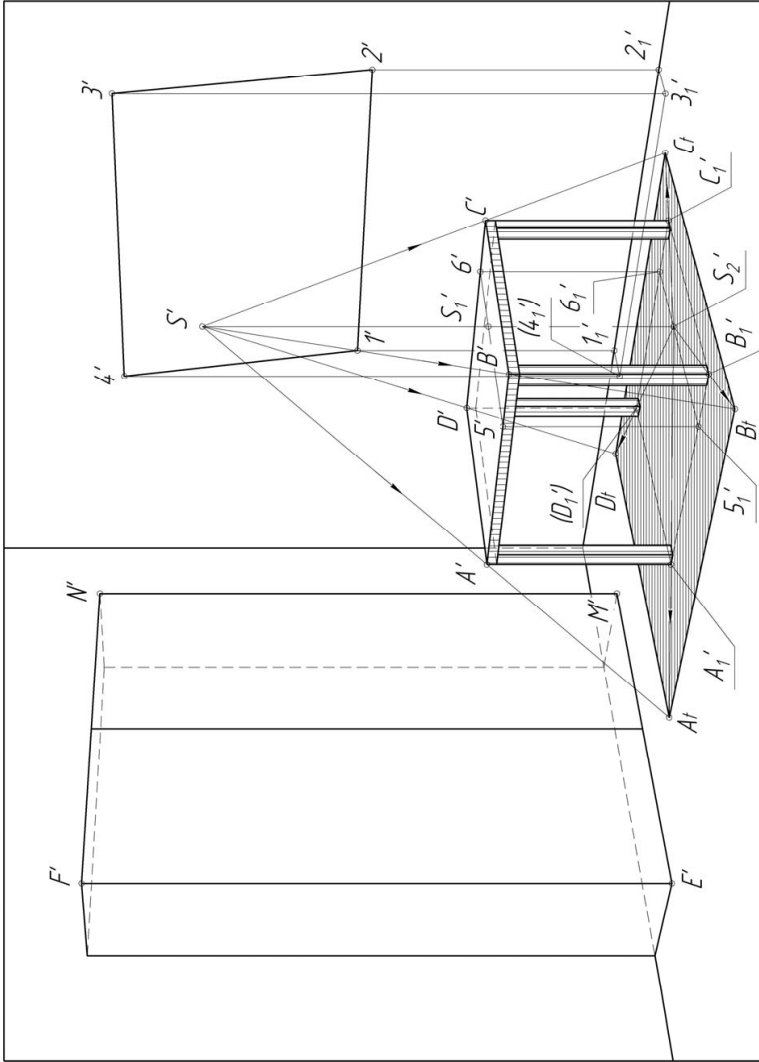


Рис. 110. Построение тени от стола

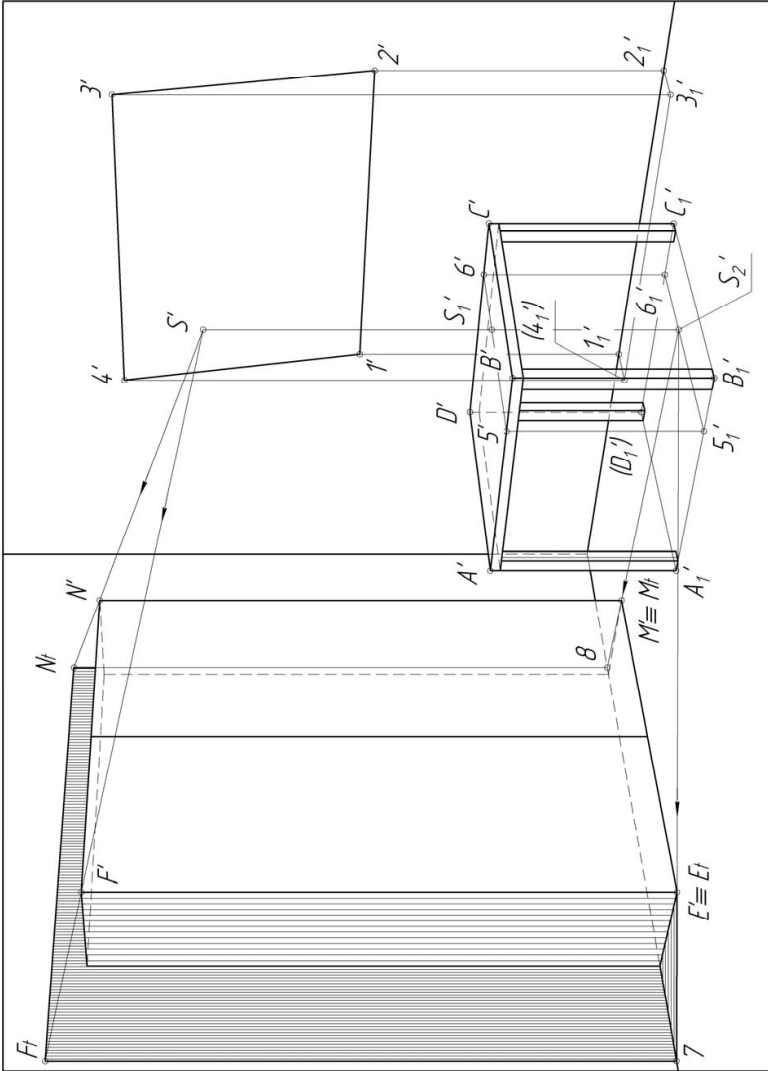


Рис. 111. Построение тени от шкафа

Построение тени от картины

Картина изображена в интерьере схематически, ее нижнее ребро $1-2$ принято совмещенным с плоскостью стены для упрощения построений (рис. 112). Вторичная проекция картины на полу задана — $1'_1 2'_1 3'_1 4'_1$.

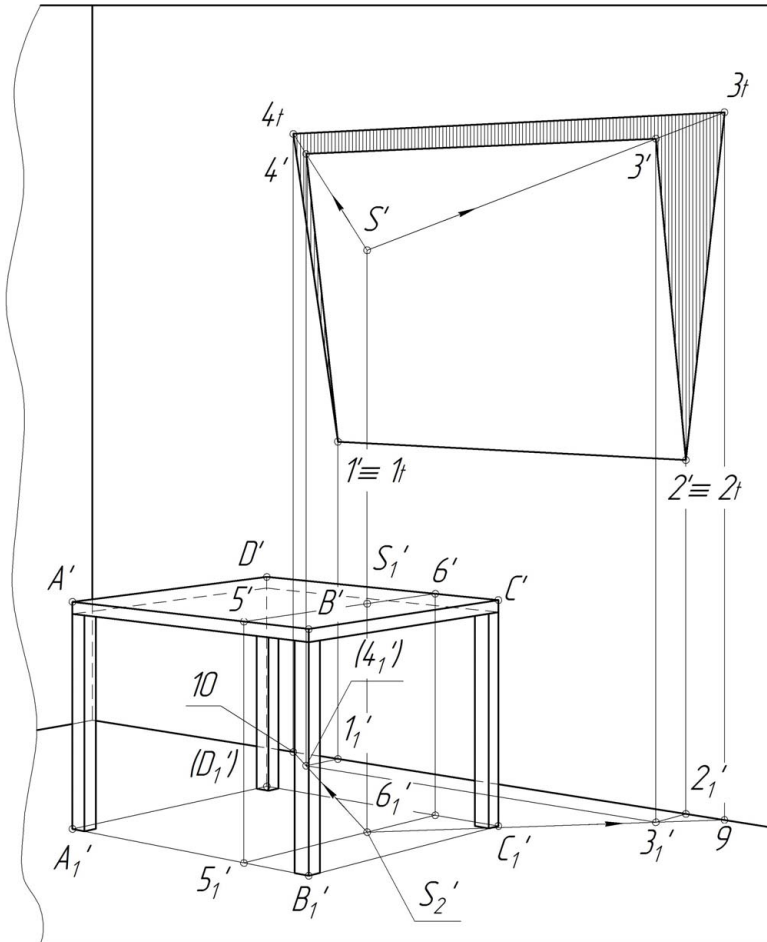


Рис. 112. Построение тени от картины

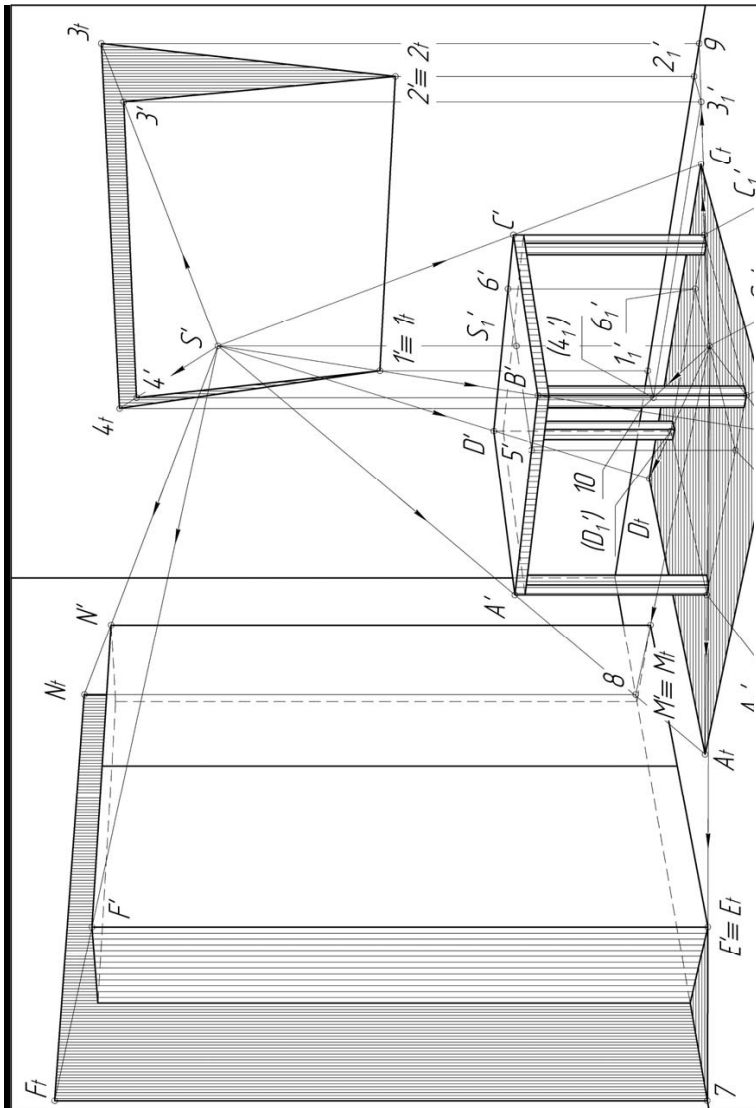


Рис. 113. Построение теней в интерьере от искусственного источника света

Так как сторона картины $1-2$ лежит в плоскости стены, то вторичная проекция ее будет совпадать с линией пересечения пола и стены. Тени от этих точек на плоскости стены будут совпадать с перспективами этих точек.

Чтобы построить тень от точек 3 и 4 , проводят вторичные проекции лучей $S_2'3_1'$ и $S_2'4_1'$ до пересечения с линией пересечения стены и пола. Через полученные точки 9 и 10 проводят вертикальные линии, которые пересекаются с продолжением лучей $S'3'$ и $S'4'$. Эти точки являются тенями от точек 3 (3_t) и 4 (4_t) на стене. Соединив тени 1_t , 4_t , 3_t и 2_t , получают контур тени от картины на плоскости стены.

На рис. 113 показано изображение теней от стола, шкафа и картины, размещенных в интерьере.

Выводы по главе 3

Окружающие предметы зрительно воспринимаются благодаря их освещенности естественным или искусственным источником света. К естественному источнику относится солнце, к искусственным — все созданные человеком источники света.

При солнечном освещении световые лучи воспринимаются параллельными. В зависимости от положения солнца относительно зрителя они могут быть параллельными картинной плоскости или пересекать ее (быть восходящими или нисходящими прямыми). При искусственном освещении лучи распространяются радиально; искусственное освещение называют точечным, факельным.

В любом случае методика построения теней в перспективе одна и та же. Тень от точки на предметной плоскости определяется пересечением продолженного светового луча с его проекцией. Это позиционная задача начертательной геометрии, которая сводится к нахождению точки пересечения светового луча с поверхностью, на которую падает тень. Различные положения источников света дают определенную направленность теней относительно зрителя и размеры контуров.

Предметы имеют собственную и падающую тени. Собственная тень определяется контуром, образованным световыми лучами, касательными к поверхности освещаемого объекта. Этот контур называется светоразделом.

Падающая тень — это тень от предмета на соседних плоскостях и предметах. Контур падающей тени дает граница светораздела — граница освещенной части предмета и собственной тени. Поэтому при построении теней от объемных фигур сначала определяют границу светораздела, затем строят тени от найденной линии.

Правильное изображение перспективы предметов, умелое распределение элементов светотени оказывает решающее влияние на зрительное восприятие картины.

Контрольные вопросы

1. На чем базируется учение о построении теней в теории перспективы?
2. Что такое собственная тень?
3. Как образуется падающая тень?
4. Что такое светораздел?
5. Назовите правило построения тени от точки в перспективе.
6. Какие виды освещения бывают? Как проходят световые лучи при этих видах освещения?
7. Приведите пример построения тени объемной фигуры в перспективе при солнечном освещении, когда лучи света параллельны плоскости картины.
8. Приведите пример построения тени объемной фигуры в перспективе при солнечном освещении, когда лучи света пересекают картину.
9. Назовите правила построения теней при искусственном освещении.
10. Принципы построения теней в интерьере при искусственном освещении.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для художника очень важно уметь внимательно всматриваться в окружающую действительность и знать, как можно передать ее на плоскости картины. Изучением методов построения на плоскости конструктивных, пространственных форм занимается предмет «Линейная перспектива», с ее принципами связаны наиболее распространенные методы изображения: рисунок, чертеж, фотографический снимок. В перспективе объекты изображаются так, как их наблюдает зритель в натуре.

В основе методов построения изображений пространственных фигур, соответствующих зрительному восприятию, лежит основной принцип начертательной геометрии – принцип проекций. Перспективное изображение – это центральная проекция предмета на картинную плоскость. Следование методам начертательной геометрии при построении изображений предметов окружающего мира является обязательным условием качественной работы специалистов в области художественного и технического творчества.

Существует множество способов построения перспективных изображений. Для их понимания необходимы знания перспективы простейших геометрических фигур – точек и линий, так как любое тело есть совокупность точек. В данном пособии рассмотрены способы построения геометрических тел с использованием точек схода (одной, двух), главной точки картины, включая способ архитектора как наиболее известный в практике перспективных изображений объектов дизайна и строительства. В практике изобразительного искусства наиболее удобными для применения являются способы построения перспектив при помощи перспективных масштабов, при помощи треугольника нормального видения, способ совмещения.

При помощи перспективных масштабов широт, высот и глубин могут успешно решаться как задачи построения перспектив, так и обратные задачи. Данным способом рекомендуется пользоваться в тех случаях, когда линейные размеры, характеризующие глубины, должны быть достаточно точно определены в перспективе.

Способ построения перспектив при помощи треугольника нормального видения решает задачи, стоящие перед художниками

станкового и монументального изобразительного искусства. Этот способ, являясь элементарно простым и достаточно точно разрешающим прямую и обратную задачу теории перспективы, существенно полезен для теоретиков изобразительных искусств.

Способ совмещения применяется для решения многих метрических задач и при построении перспективных изображений предметов, расположенных в предметной плоскости, развернутой к зрителю под произвольным углом. Наиболее широко используется в изображении натюрмортов и интерьеров.

Реальное зрительное восприятие пространственных форм обусловлено освещением окружающих нас предметов. Построение теней на графических изображениях придает им большую объемность и наглядность.

Построение теней в перспективе является позиционной задачей, которая сводится к нахождению точки пересечения светового луча с поверхностью, на которую падает тень. При солнечном и искусственном освещении принцип построения теней один и тот же, так как солнечное освещение является частным случаем точечного освещения. Различные положения источников света дают определенную направленность теней относительно зрителя и размеры контуров.

Грамотное изображение перспективы на чертеже или рисунке, умелое распределение элементов светотени оказывает решающее влияние на восприятие, усиливает объемно-пространственную композицию изображений. Это позволяет художнику, дизайнеру создавать на высоком профессиональном уровне изображения реальных форм на основе непосредственного наблюдения или мысленного представления предметов, а также образов проектируемых объектов в процессе художественного творчества.

ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

1. Кто считается основоположником перспективы как науки?

- 1) Демокрит
- 2) Ф. Брунеллески
- 3) А. Дюрер
- 4) Г. Монж

2. К какому виду проецирования относится перспективное изображение?

- 1) центральному проецированию
- 2) ортогональному проецированию
- 3) аксонометрическому проецированию
- 4) косоугольному проецированию

3. Если предмет находится за картинной плоскостью, то его перспективное изображение

- 1) всегда больше натуральной величины
- 2) равно натуральной величине
- 3) увеличено вдвое
- 4) всегда меньше натуральной величины

4. Какой вид перспективного изображения представлен на картине?



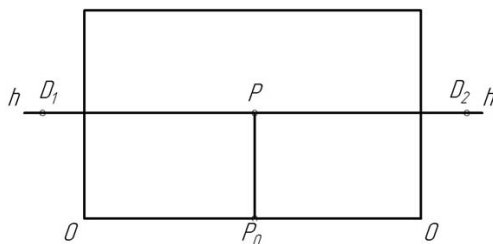
<http://polenov.su/>

- 1) панорамная перспектива
- 2) линейная перспектива
- 3) купольная перспектива
- 4) театральная перспектива

5. Как называется плоскость, проходящая через главный луч зрения параллельно предметной плоскости?

- 1) плоскость горизонта
- 2) нейтральная плоскость
- 3) плоскость главного луча зрения
- 4) картинная плоскость

6. Какая из точек является главной точкой картины?



- 1) D_1
- 2) P_0
- 3) P
- 4) D_2

7. Как называется безграничное пространство за нейтральной плоскостью позади зрителя?

- 1) мнимое пространство
- 2) предметное пространство
- 3) промежуточное пространство
- 4) нейтральное пространство

8. Чему равен угол ясного зрения?

- 1) 53°
- 2) 28°
- 3) 37°
- 4) 45°

9. Какой уровень линии горизонта имеет картина?



<https://infourok.ru/>

- 1) высокий горизонт
- 2) нормальную высоту горизонта
- 3) низкий горизонт
- 4) горизонт с высоты «птичьего полета»

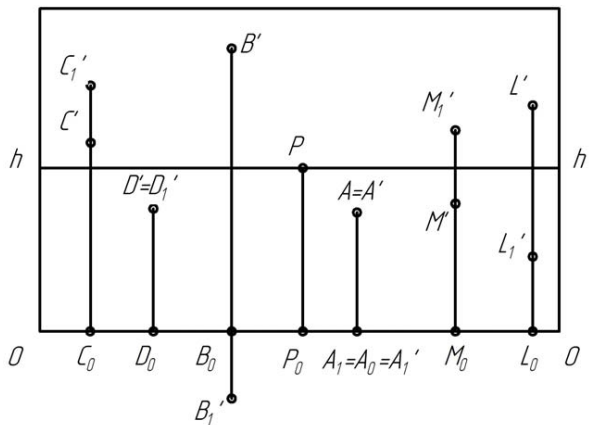
10. Как называется прямая, точки которой по мере удаления от картины приближаются к предметной плоскости?

- 1) радиальная
- 2) восходящая
- 3) нисходящая
- 4) глубинная

11. В какой части линии горизонта задается главная точка картины для четкого выявления формы и размеров изображаемых предметов?

- 1) на середине линии горизонта или в средней трети ее части
- 2) ближе к правому краю картины
- 3) произвольно в любой части линии горизонта
- 4) ближе к левому краю картины

14. По изображению на картине определите точки, расположенные перед зрителем выше линии горизонта.

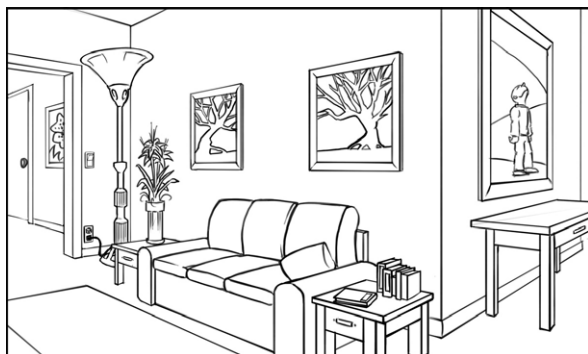


- 1) A
- 2) B
- 3) C
- 4) D
- 5) L
- 6) M

15. Как называется перспективный масштаб, построенный на прямой, параллельной основанию картины?

- 1) масштаб глубин
- 2) масштаб широт
- 3) масштаб высот
- 4) численный масштаб

16. Как называется перспективное изображение?



<https://www.pinterest.ru>

- 1) наблюдательная перспектива
- 2) фронтальный интерьер
- 3) фронтальная перспектива
- 4) угловой интерьер

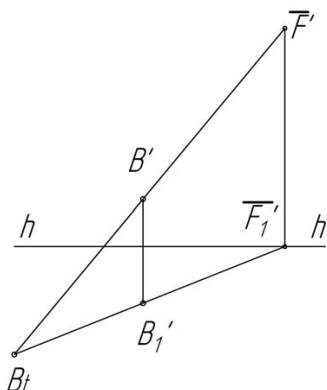
17. Какие прямые используются при построении перспективы объекта по главному пункту картины?

- 1) радиальные и глубинные
- 2) фронтальные и радиальные
- 3) глубинные и горизонтальные прямые, параллельные одному из направлений сторон объекта
- 4) параллельные вертикальные прямые

18. В каком случае возможно провести наиболее точный перспективный анализ картины?

- 1) когда на картине изображены геометрические фигуры
- 2) нельзя никогда
- 3) в любом случае
- 4) когда на картине не изображены определенные геометрические фигуры

19. При каких условиях освещения найдена тень от точки B ?



- 1) при искусственном освещении
- 2) при солнечном освещении, когда источник света расположен перед наблюдателем за картиной
- 3) при солнечном освещении, когда источник света расположен позади наблюдателя
- 4) при солнечном освещении, когда источник света расположен сбоку от наблюдателя в промежуточном пространстве

20. Тень от точки на предметной плоскости определяется

- 1) пересечением светового луча с перпендикуляром из точки
- 2) пересечением продолженного светового луча с картинной плоскостью
- 3) пересечением продолженного светового луча с его проекцией
- 4) пересечением двух световых лучей, параллельных картинной плоскости

Ответы к тесту

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ответ	2	1	4	2	1	3	1	2	2	3	1	3	3	B, L	2	4	1	1	2	3

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Иванцовская, Н.Г. Перспектива: теория и виртуальная реальность : учеб. пособие / Н.Г. Иванцовская. — Новосибирск : НГТУ, 2010. — 197 с. — ISBN 978-5-7782-1328-9. — Текст : непосредственный.
2. Климухин, А.Г. Тени и перспектива / А.Г. Климухин. — Москва : Архитектура-С, 2010. — 200 с. — Текст : непосредственный.
3. Леонардо да Винчи. Трактат о живописи / Леонардо да Винчи. — Харьков : Фолио, 2012. — 224 с. — ISBN 978-966-03-5831-7. — Текст : непосредственный.
4. Лециус, Е.П. Построение теней и перспективы ряда архитектурных форм / Е.П. Лециус. — Москва : Архитектура-С, 2005. — 145 с. — Текст : непосредственный.
5. Макарова, М.Н. Перспектива / М.Н. Макарова. — Изд. 3-е, перераб. и доп. — Москва : Акад. Проект, 2009. — 477 с. — (Gaudeamus). — ISBN 978-5-8291-1080-2. — Текст : непосредственный.
6. Макарова, М.Н. Практическая перспектива : учеб. пособие для худож. вузов / М.Н. Макарова. — Изд. 3-е, перераб. и доп. — Москва : Акад. Проект, 2016. — 395 с. — (Gaudeamus). — ISBN 978-5-8291-1774-0. — Текст : непосредственный.
7. Макарова, М.Н. Рисунок и перспектива : теория и практика : учеб. пособие / М.Н. Макарова. — 3-е изд. — Москва : Акад. Проект, 2016. — 382 с. — (Gaudeamus). — ISBN 978-5-8291-1913-3. — Текст : непосредственный.
8. Петерсон, В.Е. Перспектива / В.Е. Петерсон. — Москва : Искусство, 1970. — 184 с. — Текст : непосредственный.
9. Перспектива : учеб. пособие по дисциплине «Технический рисунок» / сост. А.И. Калугин ; под ред. Т.Т. Фоминой. — Москва : МГПУ, 2013. — 98 с. — Текст : непосредственный.
10. Плешивцев, А.А. Технический рисунок и основы композиции : учеб. пособие для студентов 1-го курса заоч. отделения бакалавриата / А.А. Плешивцев. — Москва : МГСУ : Ай Пи Эр Медиа : ЭБС АСВ, 2015. — 162 с. — (Архитектура). — ISBN 978-5-7264-1036-4. — Текст : непосредственный.

11. Пресняков, М.А. Перспектива : учеб. пособие / М.А. Пресняков. – Москва : Форум : ИНФРА-М, 2016. – 112 с. – (Просто, кратко, быстро). – ISBN 978-5-91134-659-1. – Текст : непосредственный.
12. Справчикова, Н.А. Построение и реконструкция перспективы : учеб. пособие / Н.А. Справчикова. – Самара : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2012. – 80 с. – ISBN 978-5-9585-0309-4. – Текст : непосредственный.
13. Степанова, А.П. Перспектива / А.П. Степанова, М.С. Корж. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2009. – 129 с. – Текст : непосредственный.

ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

1. Васин, С.А. Перспектива : конспект лекций / С.А. Васин, И.В. Ушакова, М.В. Миронова // Единое окно доступа к образовательным ресурсам. – URL: <http://window.edu.ru/resource/688/67688> (дата обращения: 12.09.2019). – Текст : электронный.
2. Доржиев, Ц.Ц. Перспектива и тени : методические указания по курсу «Начертательная геометрия и технический рисунок» / Ц.Ц. Доржиев, Ф.К. Чистяков // Единое окно доступа к образовательным ресурсам. – URL: <http://window.edu.ru/resource/582/48582> (дата обращения: 10.09.2019). – Текст : электронный.
3. Кириллова, Т.И. Перспектива и тени : учеб. электрон. текстовое издание / Кириллова, Т.И. – URL: <https://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/191> (дата обращения: 12.09.2019). – Текст : электронный.
4. Семенова, Н.К. Основы перспективы : учеб. пособие / Н.К. Семенова. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2016. – 72 с. – URL: <http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/4746/1/01521.pdf> (дата обращения: 12.09.2019). – Текст : электронный.

ГЛОССАРИЙ

Главный луч зрения — перпендикуляр, проведенный из точки зрения к картине.

Дистанционное (зрительное) расстояние — расстояние от зрителя до картины.

Естественное освещение (освещение параллельными лучами) — освещение от естественного источника света (Солнца, Луны), который условно расположен в бесконечности и вместе с тем мал по сравнению с расстоянием до предмета.

Искусственное освещение (освещение радиально направленными лучами) — освещение от источника света, размеры которого малы по сравнению с освещаемым объектом, а расстояние от источника света до этого объекта не очень велико (освещение от лампы, фонаря, свечи и т. д.). Источник света при искусственном освещении называют светящейся точкой или факелом.

Основной метод построения теней в перспективе: тень от точки в перспективе определяется пересечением перспективы луча света со вторичной проекцией этого луча.

Падающая тень — тень, отбрасываемая освещенным предметом на плоскость или какую-либо другую поверхность. Контур падающей тени дает граница освещенной части предмета и собственной тени (граница светораздела).

Перспектива (франц. *perspective* — насквозь видеть, внимательно рассматривать; от латинского глагола *perspicere* — ясно вижу) — способ изображения предметов пространства на плоскости или какой-либо поверхности в соответствии с теми кажущимися изменениями размеров, очертаний их формы и светотеневых отношений, которые зритель наблюдает в натуре.

Плоскость светового луча — вертикальная плоскость, в которой лежит луч света и освещаемая этим лучом точка. Образуется лучом света и его проекцией.

Поле зрения — плоская фигура, полученная в результате сечения конуса зрения плоскостью, перпендикулярной главному лучу зрения SP.

Ракурс — это перспективное сокращение формы предмета, изменяющее его привычные очертания.

Рассеянный свет — освещение, осуществляемое лучами, отраженными от множества частиц, образующих среду и насыщающих ее. Освещение рассеянным светом не вызывает четкой и достаточно сильной освещенности и резких теней. Действие рассеянного света проявляется в затененных частях объектов, создавая на них рефлекс.

Рефлекс — отраженный свет на поверхности предмета в неосвещенной его части. Эффект отраженного света возникает из-за рассеивания лучей света частицами окружающего воздуха, отражения световых лучей от соседних освещенных предметов, неба и пр.

Светораздел (контур собственной тени, линия раздела света и тени) — контур, образованный лучами света, касательными к поверхности предмета. Часть объекта, расположенная ближе к источнику света и ограниченная контуром светораздела, будет освещена; другая часть объекта, недоступная лучам источника света, окажется в тени.

Светотень — наблюдаемое на поверхности объекта распределение освещенности, создающей шкалу яркостей. Светотень является одним из средств композиционного построения и выражения замысла произведения. Различают следующие элементы светотени: собственная тень, падающая тень, рефлекс, полутень, свет, блик.

Собственная тень — неосвещенная часть предмета, граница которой определена касательными к поверхности предмета лучами света.

Сосредоточенный свет — освещение, осуществляемое независимыми и не влияющими друг на друга прямолинейными лучами, распространяемыми источником света и доходящими до освещаемого объекта. Сосредоточенные лучи создают на освещаемых объектах четкие и освещенные части и резкие тени.

Тень — пространственное оптическое явление, выражающееся зрительно уловимым силуэтом, возникающим на произвольной поверхности благодаря присутствию объекта между нею и источником света. Своими контурами тень в той или иной степени, с учетом ряда условий, повторяет контуры преграды света. В изобразительном искусстве **тень** — элемент светотени; наименее освещенные участки в натуре и в изображении. Различают собственные и падающие тени.

Точка зрения S — центр проекций, точка, соответствующая положению глаз наблюдателя.

Угловая перспектива — перспективное изображение, полученное в результате проецирования предмета на картинную плоскость, расположенную под углом к предмету.

Угловая перспектива интерьера – перспективное изображение интерьера, у которого две пересекающиеся стены расположены под произвольным углом к картинной плоскости.

Угол зрения – угол зрения α , образованный двумя крайними лучами конуса зрения.

Фронтальная перспектива – перспективное изображение, полученное в результате проецирования на картинную плоскость предмета, расположенного во фронтальном положении (воспринимаемого зрителем анфас, фронтально).

Фронтальная перспектива интерьера – перспективное изображение интерьера, у которого одна из стен расположена параллельно картине, а другие – перпендикулярно.