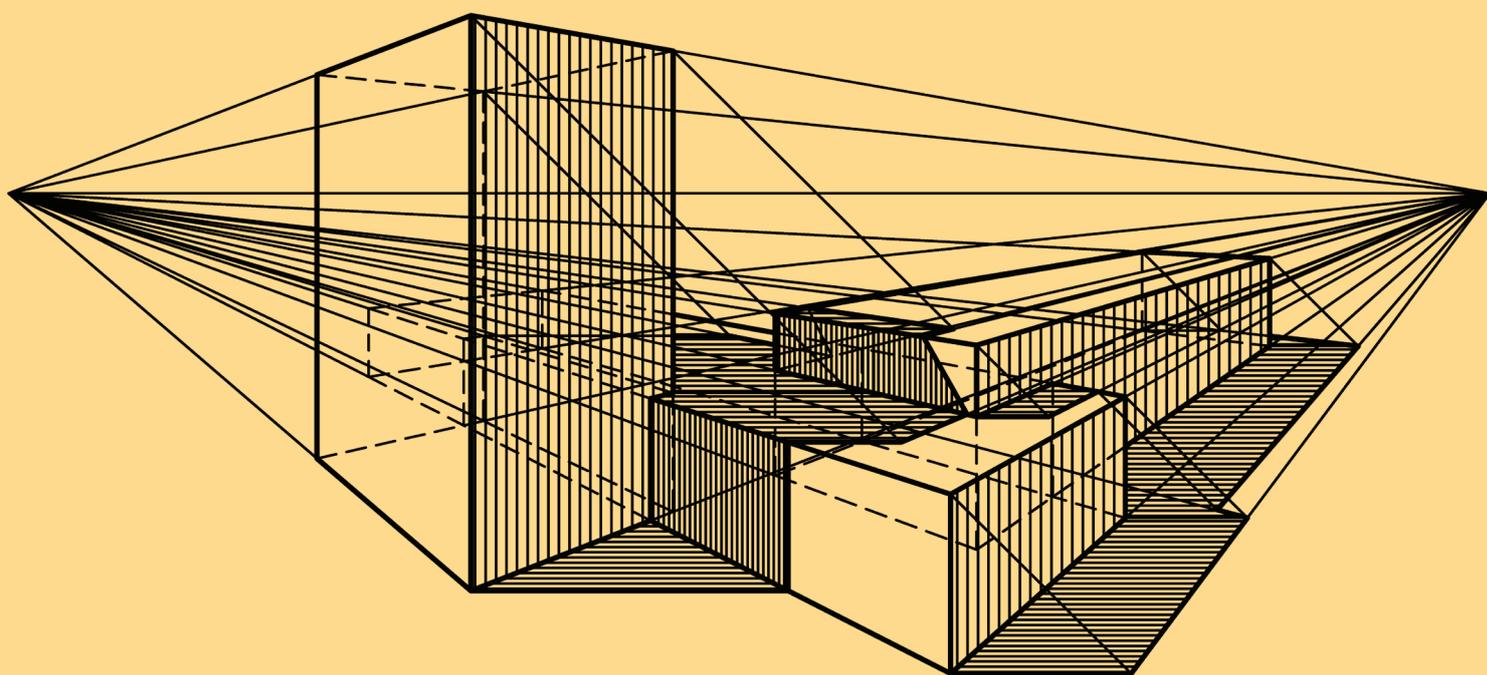


В.В. Петрова  
Н.И. Масакова

 **ТОЛЬЯТТИНСКИЙ**  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
**УНИВЕРСИТЕТ**

# ЛИНЕЙНАЯ ПЕРСПЕКТИВА И ТЕНИ



Тольятти  
Издательство ТГУ  
2014

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Тольяттинский государственный университет  
Архитектурно-строительный институт  
Кафедра «Дизайн и инженерная графика»

В.В. Петрова, Н.И. Масакова

## **ЛИНЕЙНАЯ ПЕРСПЕКТИВА И ТЕНИ**

Учебно-методическое пособие

Тольятти  
Издательство ТГУ  
2014

УДК 514.182.3(075.8)

ББК 22.151.3

П305

Рецензенты:

канд. техн. наук, доцент Поволжского государственного университета сервиса

*Г.В. Радюхина;*

д-р техн. наук, профессор Тольяттинского государственного университета

*А.Г. Егоров.*

Научный редактор — канд. пед. наук, доцент Тольяттинского  
государственного университета *Т.А. Варенцова.*

**П305** Петрова, В.В. Линейная перспектива и тени : учеб.-метод. пособие / В.В. Петрова, Н.И. Масакова. — Тольятти : Изд-во ТГУ, 2014. — 132 с. : обл.

В учебно-методическом 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 072500.62 «Дизайн», 072600.62 «Декоративно-прикладное искусство и народные промыслы», 050100.62 «Педагогическое образование» (профиль «Изобразительное искусство»), специальности 071001.65 «Живопись» очной и заочной форм обучения.

УДК 514.182.3(075.8)

ББК 22.151.3

Рекомендовано к изданию научно-методическим советом Тольяттинского государственного университета.

© ФГБОУ ВПО «Тольяттинский государственный университет», 2014

## 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 представление 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 изображении.

Изучение курса «Перспектива» является неотъемлемой частью графической подготовки будущих дизайнеров и художников. В учебном курсе на основе научных законов и правил рассматриваются практические способы и приемы построения изображе-

ний предметов окружающего нас мира, соответствующих зрительному восприятию их в натуре. Для направления подготовки 072500.62 «Дизайн» учебный курс «Перспектива» входит в состав дисциплины «Начертательная геометрия и инженерная графика». Для специальности 071001.65 «Живопись», направлений подготовки 072600.62 «Декоративно-прикладное искусство и народные промыслы» и 050100.62 «Педагогическое образование» (профиль «Изобразительное искусство») учебный курс «Перспектива» входит в состав дисциплины «Начертательная геометрия и перспектива».

**Цель курса** – развитие профессиональной компетентности студентов, направленной на освоение методов изображения перспективных проекций геометрических фигур и форм предметов, необходимое 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 освещений.

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

**В результате изучения курса студент должен сформировать следующие компетенции:**

*по направлению подготовки 072500.62 «Дизайн»*

- владеть рисунком, уметь использовать рисунки в практике составления композиции и переработки их в направлении проектирования любого объекта; владеть принципами выбора техники исполнения конкретного рисунка; навыками линейно-конструктивного построения и основами академической живописи; элементарными профессиональными навыками скульптора; современной шрифтовой культурой; приемами работы в макетировании и моделировании; приемами работы с цветом и цветовыми композициями; методами и технологией классических техник станковой графики (гравюра, офорт, монотопия); основными правилами и принципами набора и верстки (ПК-2);

*по направлению подготовки 072600.62 «Декоративно-прикладное искусство и народные промыслы»*

- владеть рисунком и уметь использовать рисунки в практике составления композиции и переработки их в направлении проектирования любого объекта; обладать навыками линейно-конструктивного построения и основами академической живописи; элементарными профессиональными навыками скульптора; современной шрифтовой культурой; приемами работы в макетировании и моделировании; приемами работы с цветом и цветовыми композициями (ПК-1);

*по специальности 071001.65 «Живопись»*

- демонстрировать свободное владение выразительными средствами изобразительного искусства (рисунок, живопись, графика), проявлять креативность композиционного мышления (ПК-1);

*по направлению подготовки 050100.62 «Педагогическое образование» (профиль «Изобразительное искусство»)*

- реализовывать учебные программы базовых и элективных курсов в различных образовательных учреждениях (ПК-1);
- применять современные методики и технологии, в том числе информационные, для обеспечения качества учебно-воспитательного процесса на конкретной образовательной ступени конкретного образовательного учреждения (ПК-2);

***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 выполнения 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;
- решать задачи построения теней от предметов в перспективе при различных положениях источника света;

***овладеть навыками:***

- пространственно-образного мышления через развитие способности к оперированию образам геометрических фигур, изображаемых в соответствии со зрительным восприятием;
- использования систем перспективы в качестве выразительного средства в композиции;
- определения метода построения теней в зависимости от источника света.

## Глава 1. ВВЕДЕНИЕ В ТЕОРИЮ ПЕРСПЕКТИВЫ

### 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. Согласно римскому архитектору *Витрувию* (конец I в. до н. э.), представление о радиусе, выступающем из зафиксированной точки схода, как о средстве создания иллюзорного изображения зданий в пределах нарисованных «декораций» разрабатывалось четырем столетиями ранее греческими учеными, например, *Демокритом* (около 460–370 гг. до н. э.).

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. 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 «Геогра-

фия» 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 живописи.

Римский архитектор, инженер **Витрувий** (конец I в. до н. э.) в трактате «Десять книг об архитектуре» изложил способы построения перспективных изображений и составления архитектурно-строительных чертежей планов и фасадов зданий. Трактат 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 (рис. 1). В 1425 году Брунеллески продемонстрировал систему центральной перспективы, в которой все линии ортогональных форм соединялись в центральной точке схода, местонахождение которой определялось расположением зрителя.

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 др.

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».

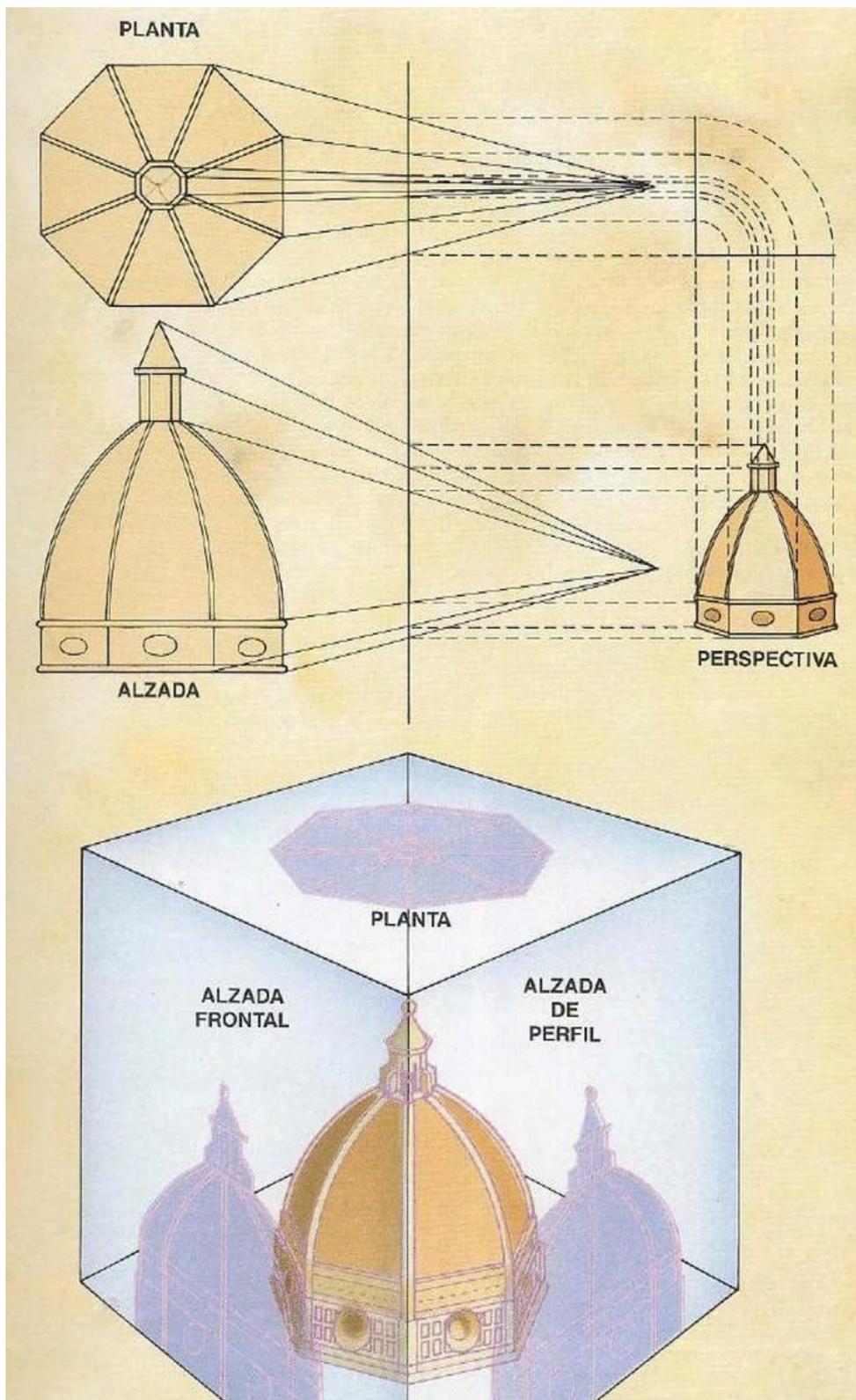


Рис. 1

Леонардо да Винчи выделял три основные части перспективы.

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

**2. Воздушная и цветовая перспектива** — 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 ней 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 др.

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 конкурсе, 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 году Дюрер издал трактат «Руководство для измерения циркулем и правилом», в котором изложил 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 году, он подробно изложил 23 правила построения перспективных проекций. Так было положено начало научному обоснованию рельефной перспективы.

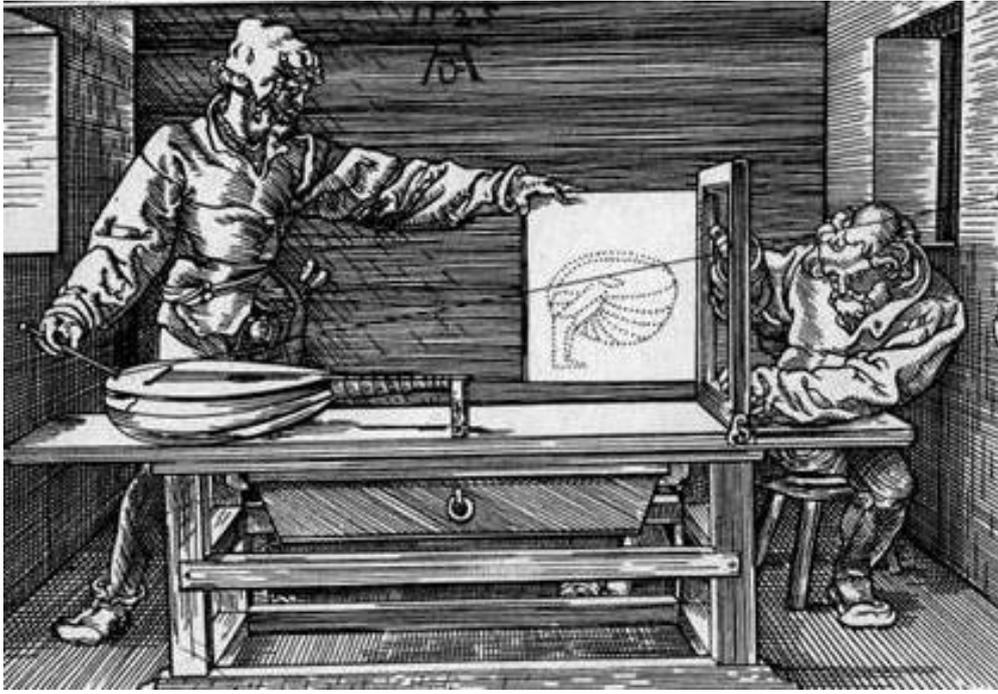


Рис. 2



Рис. 3

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 году, явилась первым систематизированным изложением методов изображения пространственных фигур на плоскости. Метод Монжа является основным в начертательной геометрии. В книге также сделаны первые попытки построить тени на ортогональном чертеже (эпюре) 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. Трактровка 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 года было выполнено с соблюдением некоторых законов перспективы (рис. 4).

Чертеж Московского Кремля 1600 года 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 века. 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.

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

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

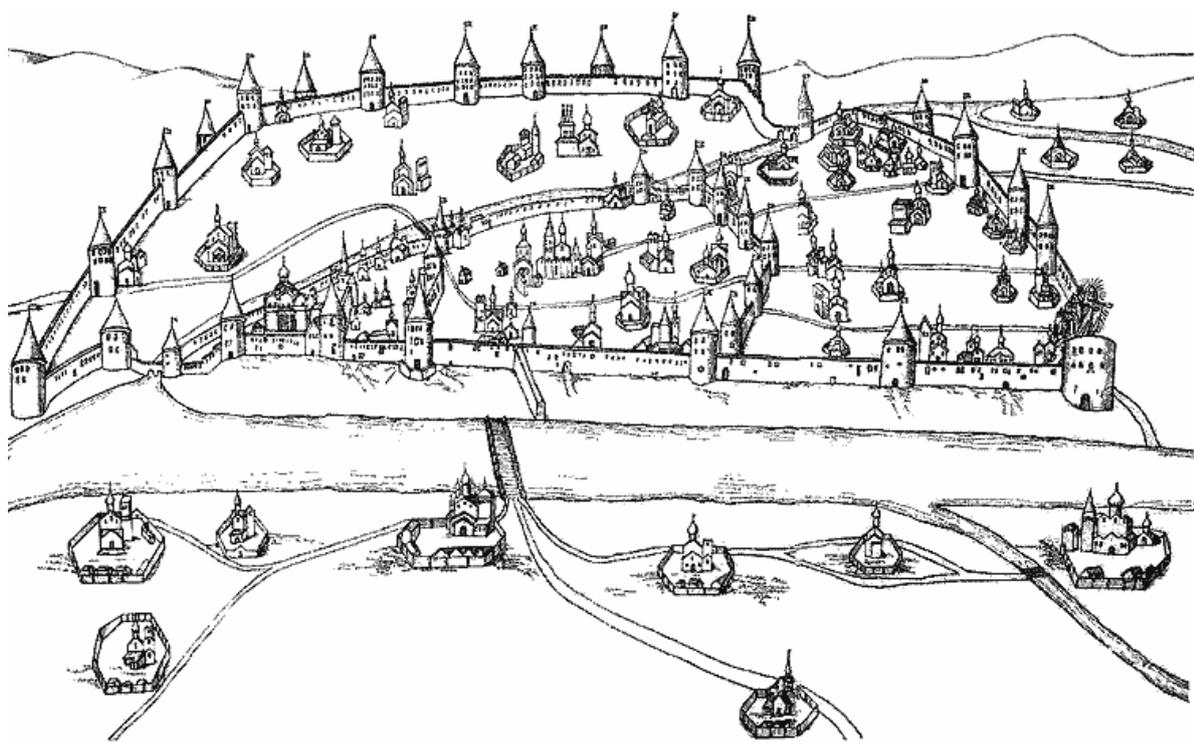


Рис. 4

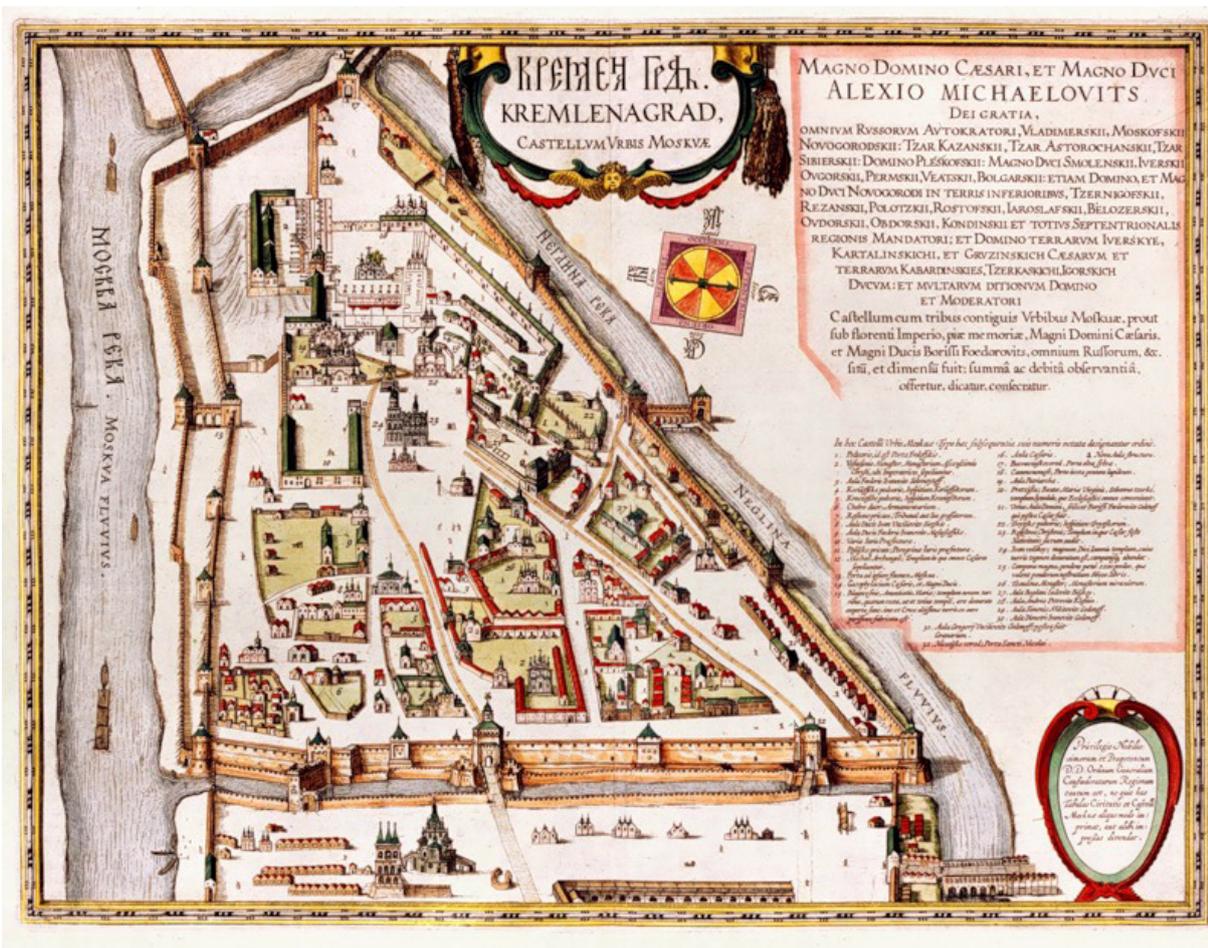


Рис. 5

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 году 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, содержал 150 рисунков-иллюстраций. Автором его 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.

Еще при жизни Шебуева появились исследования касательно его творчества. А.Н. Андреев писал: «Шебуев бесспорно принадлежит к великому семейству художников, трудам которых наиболее обязана русская школа своим направлением».

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 году 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 «талантливой глаза», она требует строгой 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 веке в общеобразовательных школах.

Сложнейшие технические чертежи выполнялись в России по судостроению, гидротехнике уже в XVIII веке. С первой половины XIX века в России начертательная

геометрия становится самостоятельной наукой и вводится как обязательный предмет в высших технических учебных заведениях. Раздел «Перспектива» изучается как специальный предмет в художественных учебных заведениях.

Первым русским профессором по начертательной геометрии, основоположником этой науки в России был **Яков Александрович Севастьянов** (1796–1849). Изданная им в 1821 году 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 ортогональных 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 века 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 века 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 объёмно-пространственных форм.

Понятие «перспектива» (фр. *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 цен-

трального 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, наиболее соответствующего физическому процессу видения, для объекта  $ABCDE$ , где  $S$  — центр проекций;  $SA; SB...$  — проецирующие лучи;  $SABCDE$  условно называют *конусом видимости*.

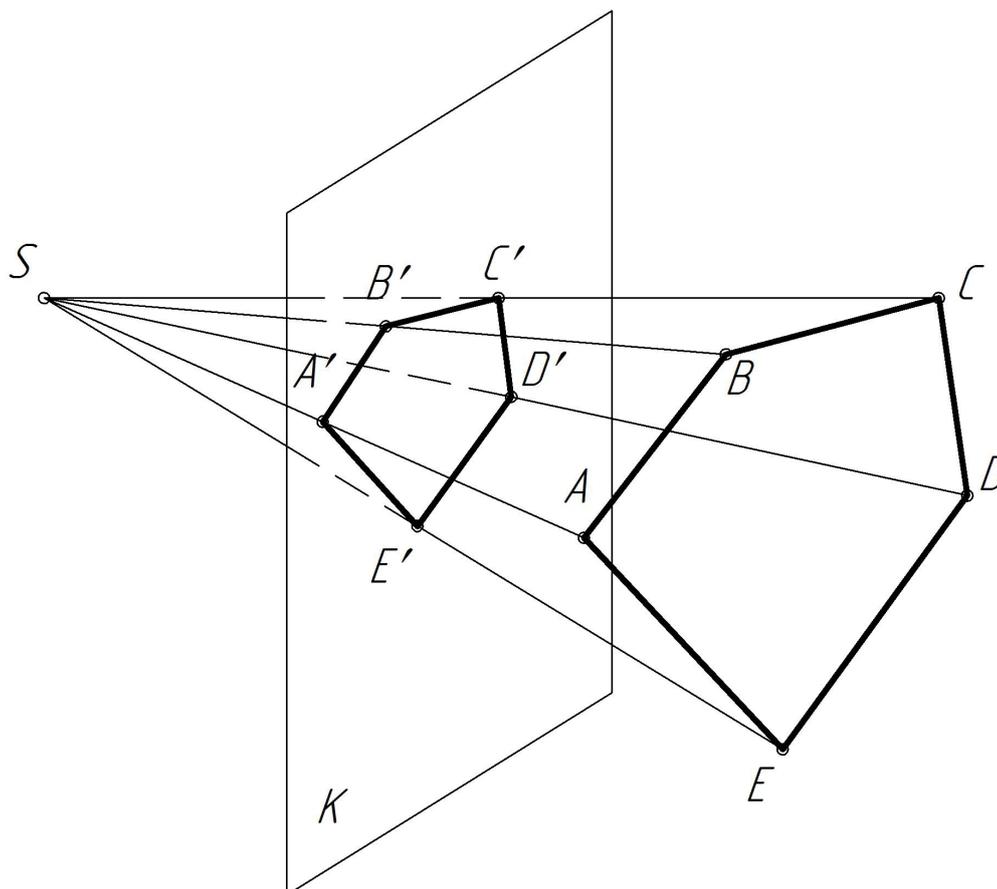


Рис. 6

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*.

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.

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).

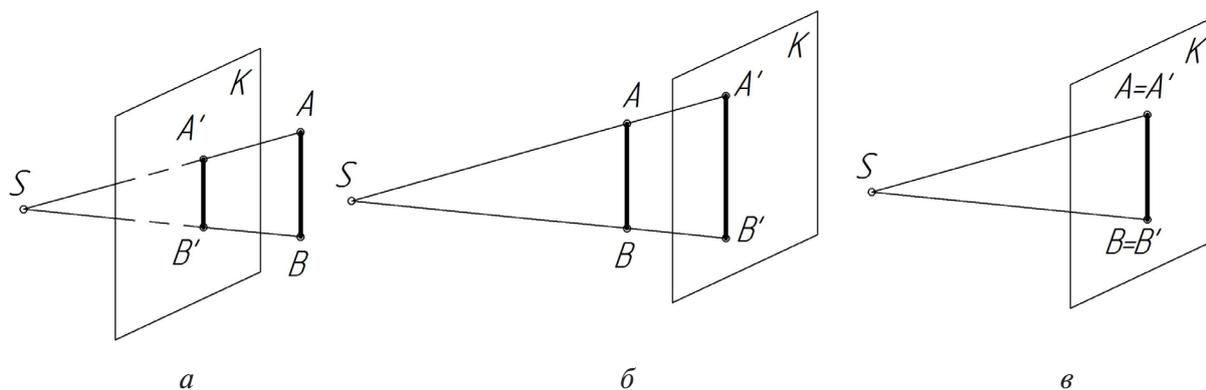


Рис. 7

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

- *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 передачей их светотеневых и колористических качеств. 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 следующие элементы (рис. 8, 9):

$\Pi_1$  – *предметная плоскость*, на которой располагается предмет;

$K$  – *картинная плоскость* (или картина), перпендикулярная предметной плоскости  $\Pi_1$ ; 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*;

$SP$  – *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 предметной плоскости;

$SPP_0S_1$  – *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  $\Pi_1$  (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:  $PD_1 = PD_2 = SP$ .

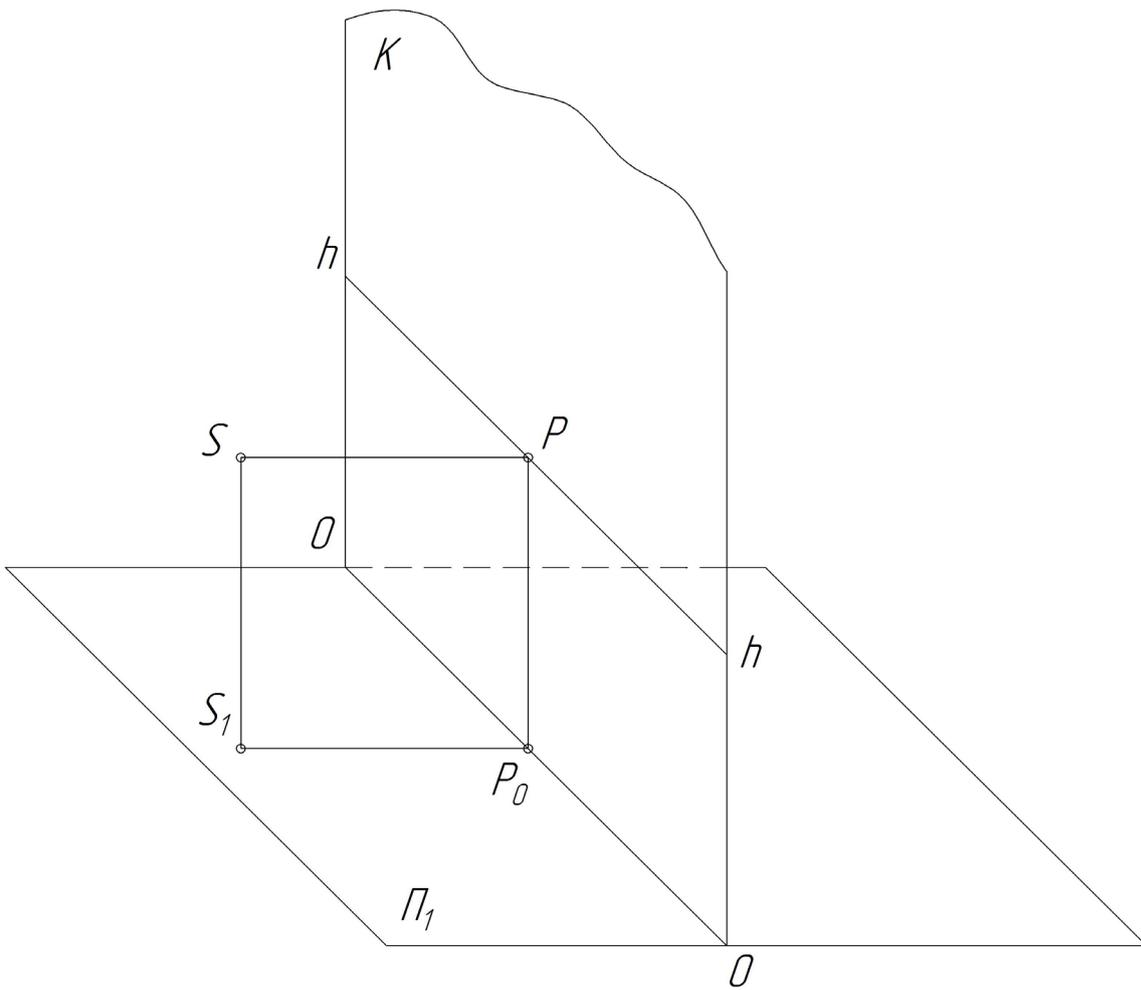
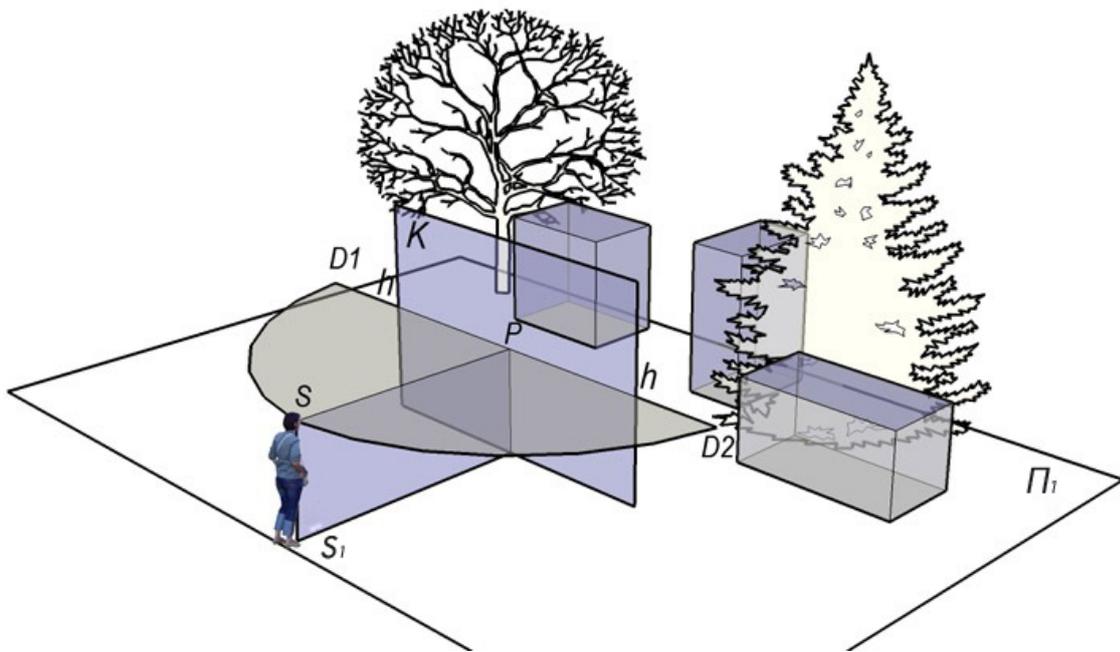


Рис. 8

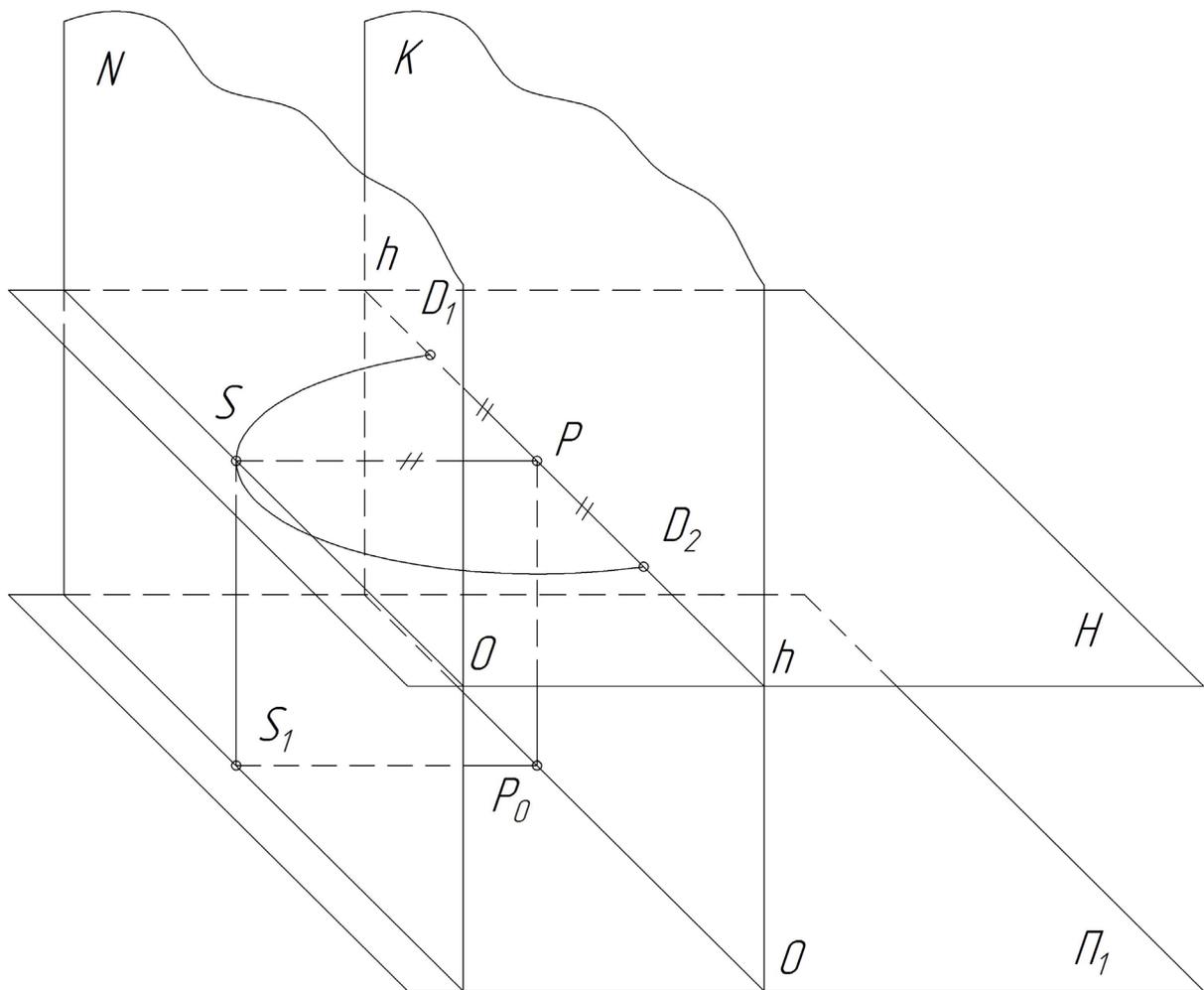


Рис. 9

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

- 1) за плоскостью  $K$  (перед зрителем) – **предметное (картинное) пространство**;
- 2) между плоскостями  $N$  и  $K$  – **промежуточное пространство**;
- 3) 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**:

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

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.

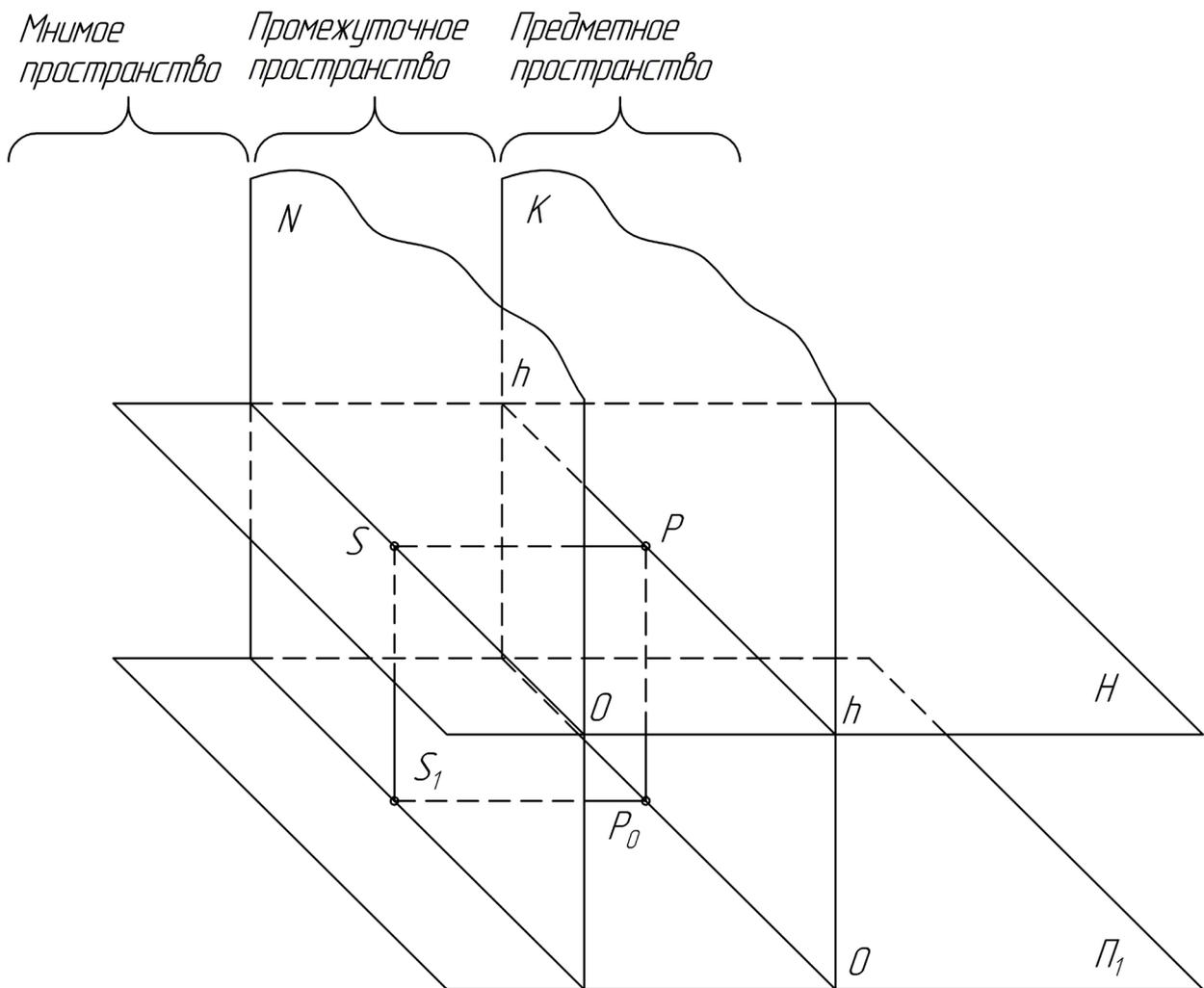


Рис. 10

### 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 найти две точки, 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  $n$ .

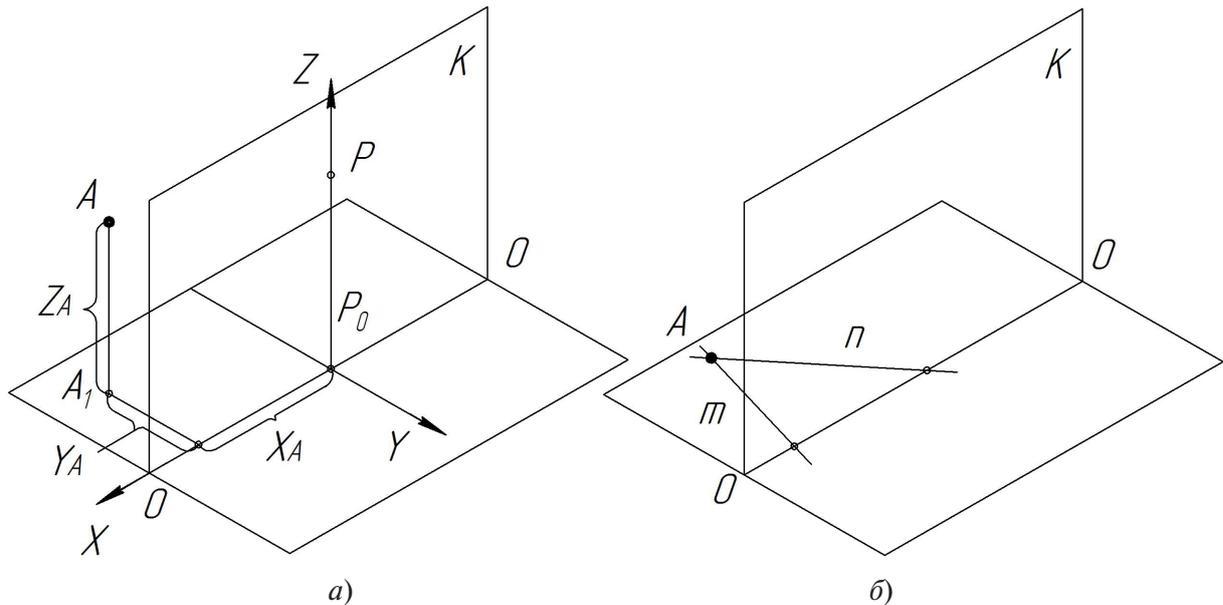


Рис. 11

### 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  $\Pi_1$ , 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  $\Sigma$  ( $SS_1 \perp \Pi_1$ ), 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  $A$** :  $A_0A' \cap SA = A'$ .

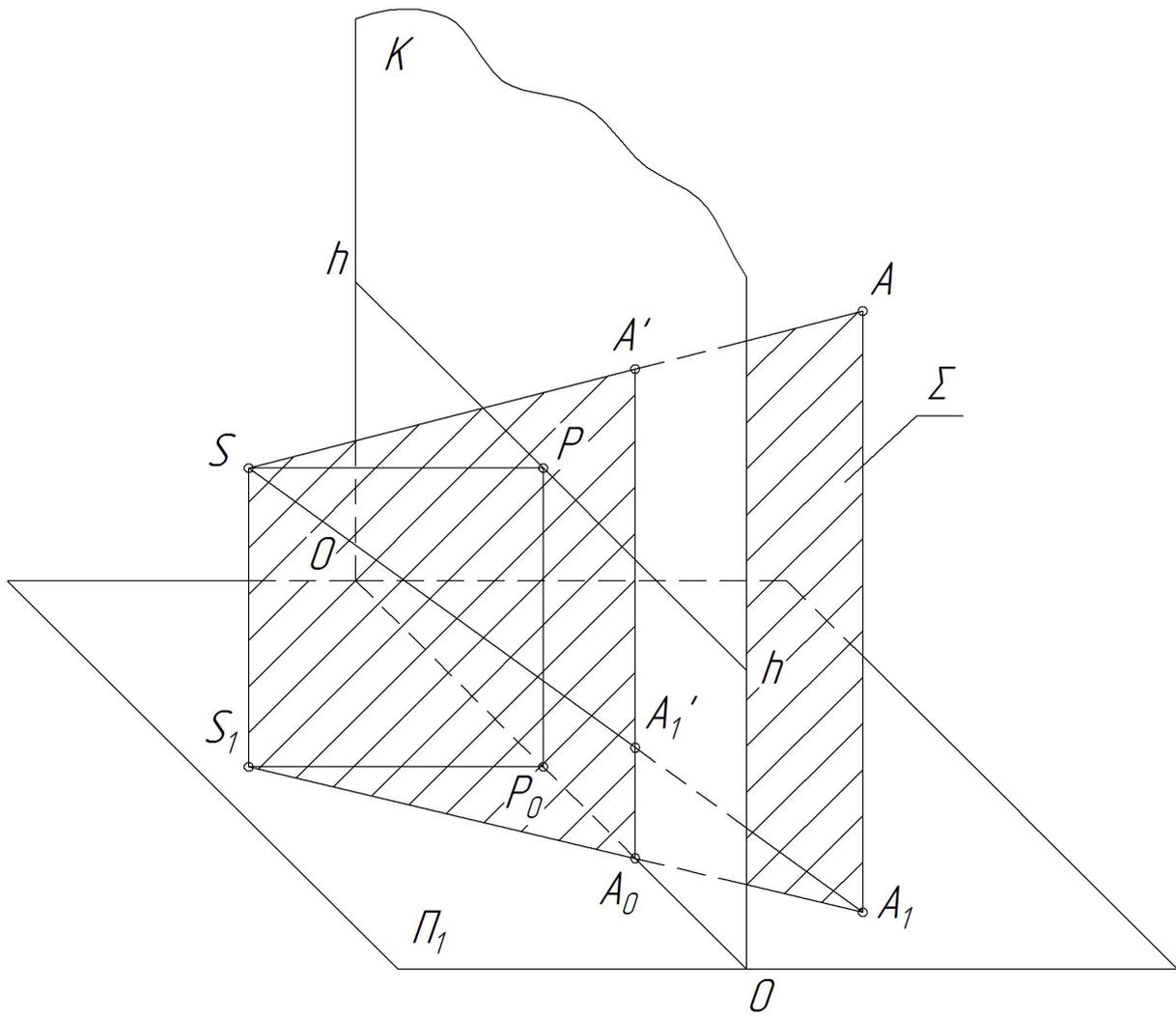


Рис. 12

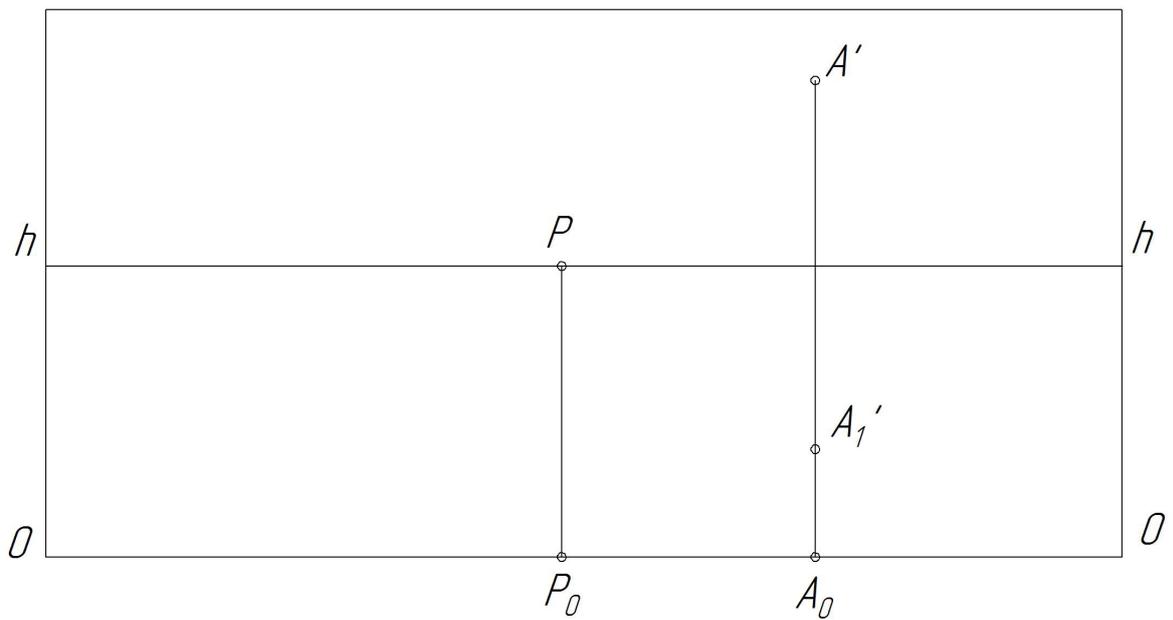


Рис. 13

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  $A$ .

$SA_1 \subset \Sigma, \rightarrow A_1' \in A_0A'$ .

$A'$  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).

### 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).

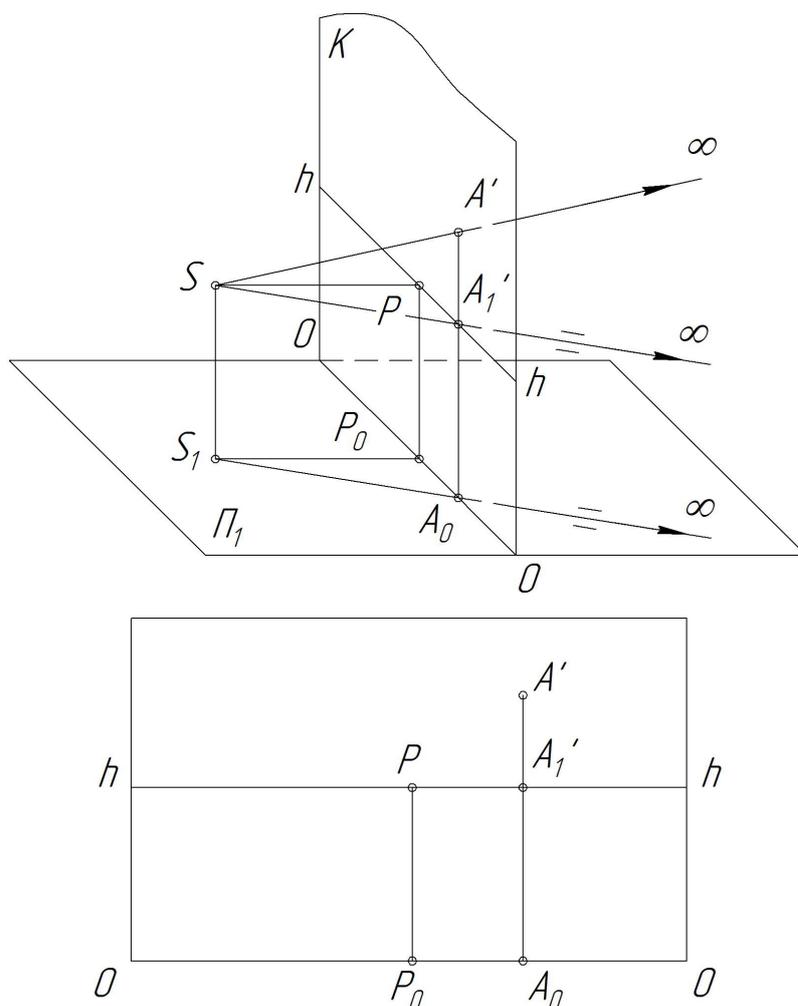


Рис. 14

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).

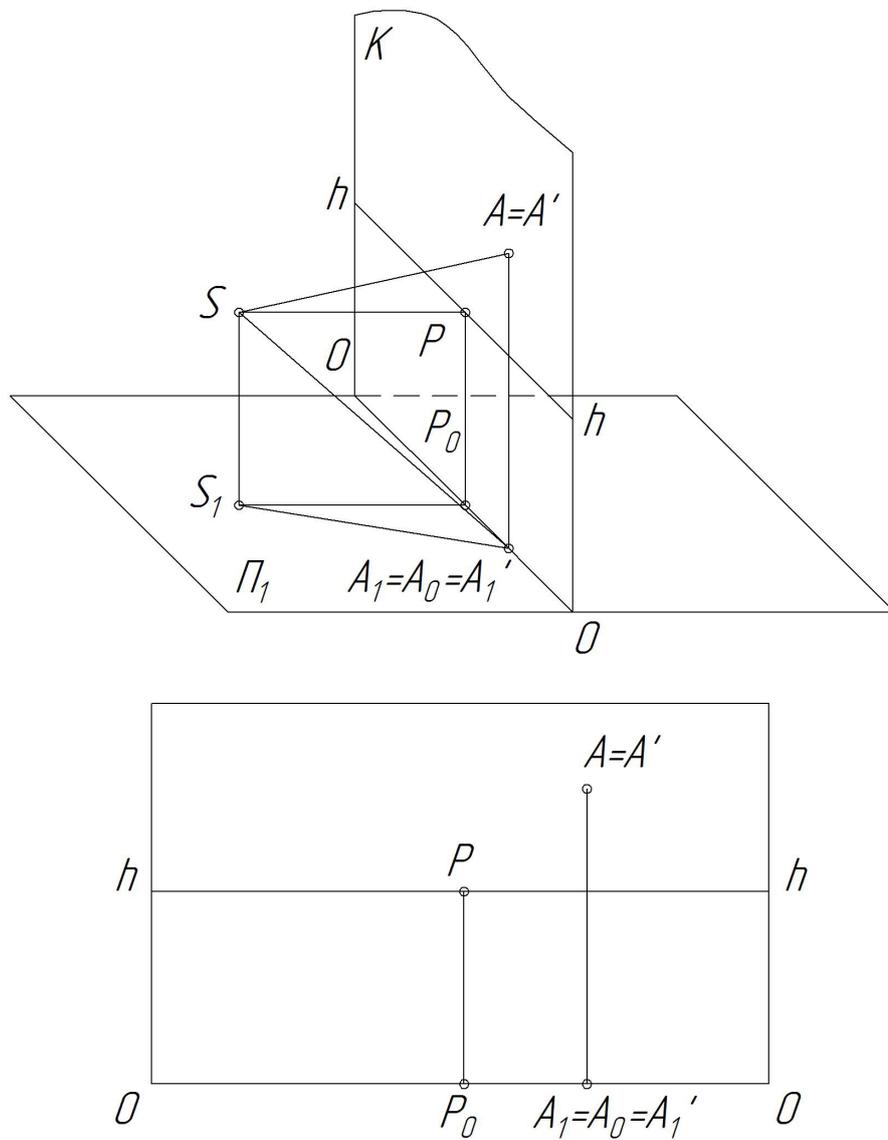


Рис. 15

7. Вторичная проекция точки промежуточного пространства находится ниже основания картины (рис. 16).

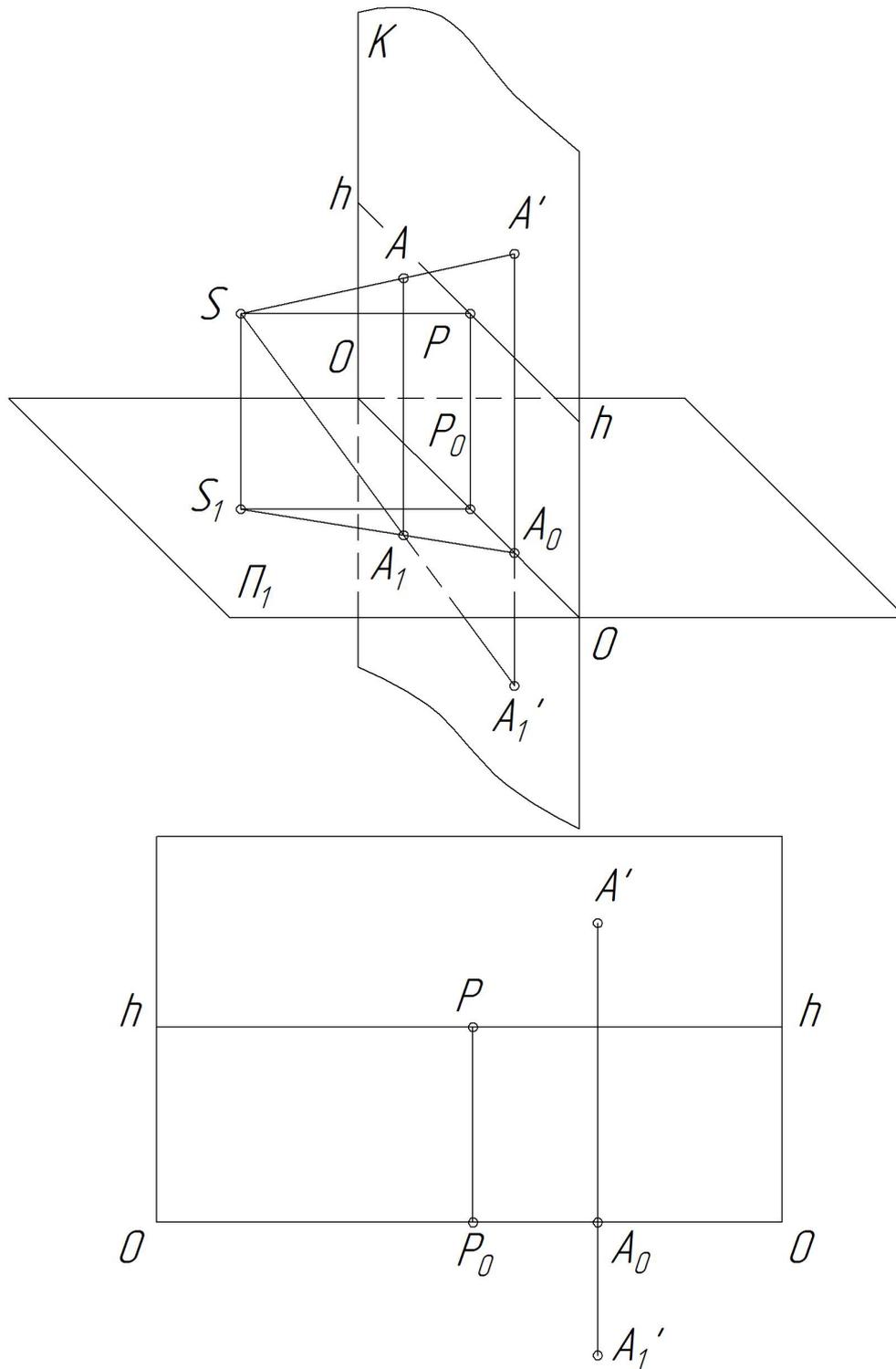


Рис. 16

8. Вторичная проекция точки совпадает с перспективой этой точки, если точка находится на предметной плоскости (рис. 17).

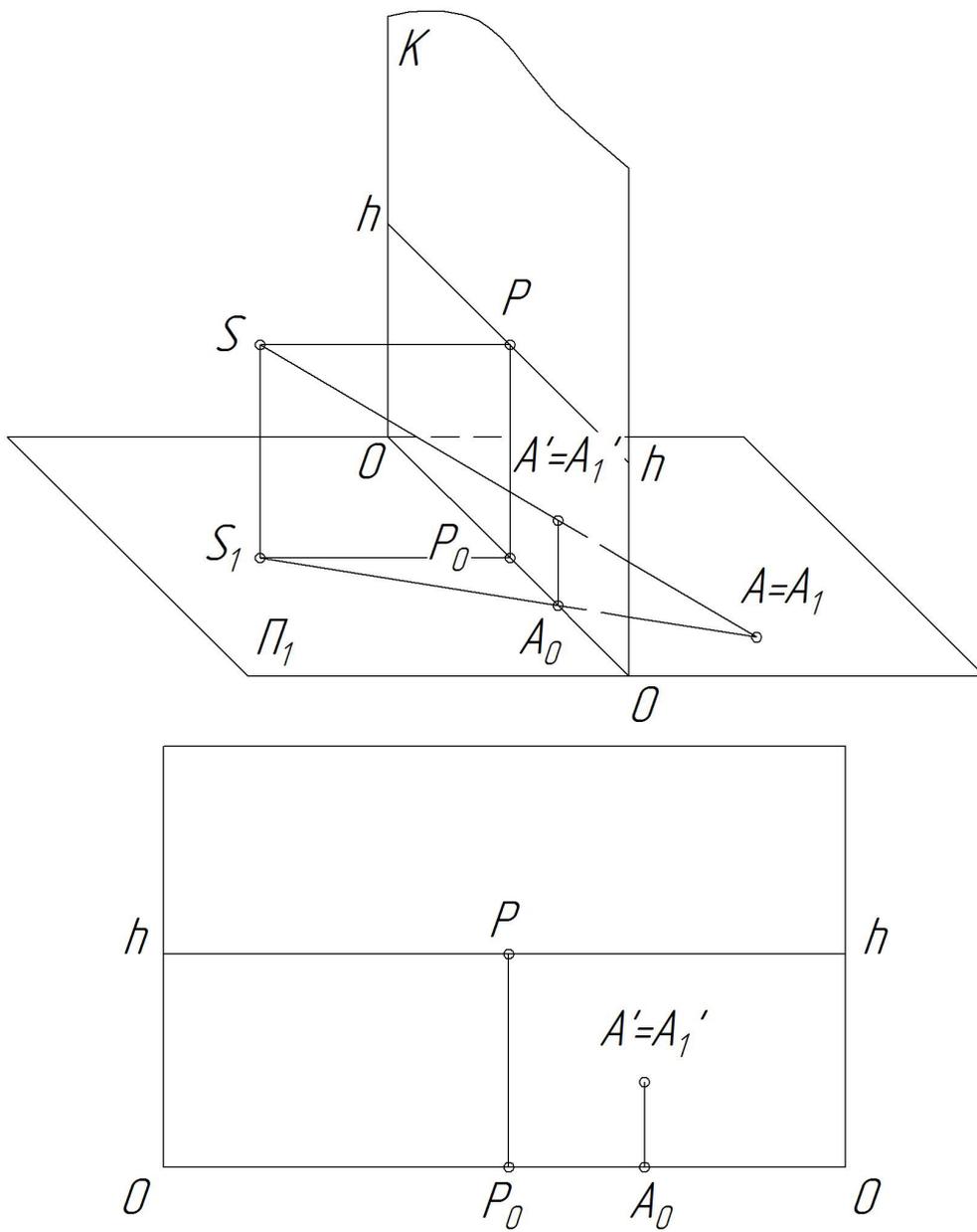


Рис. 17

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.

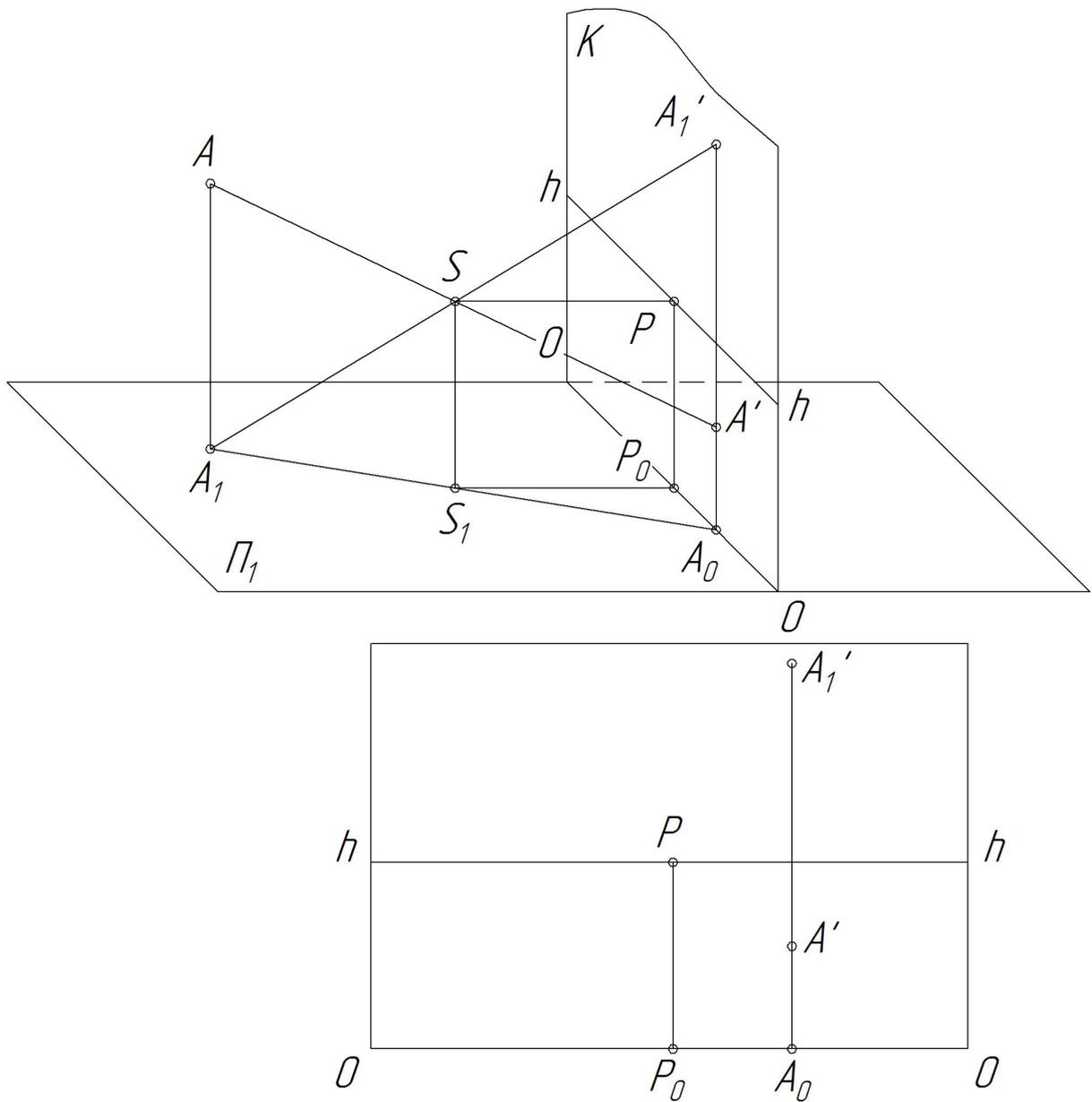


Рис. 18

## 1.4. Построение перспективы прямой линии

В предметном пространстве прямые могут занимать различное положение. Прямые, расположенные под произвольным углом (отличным от  $0^\circ$  и  $90^\circ$ ) 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.

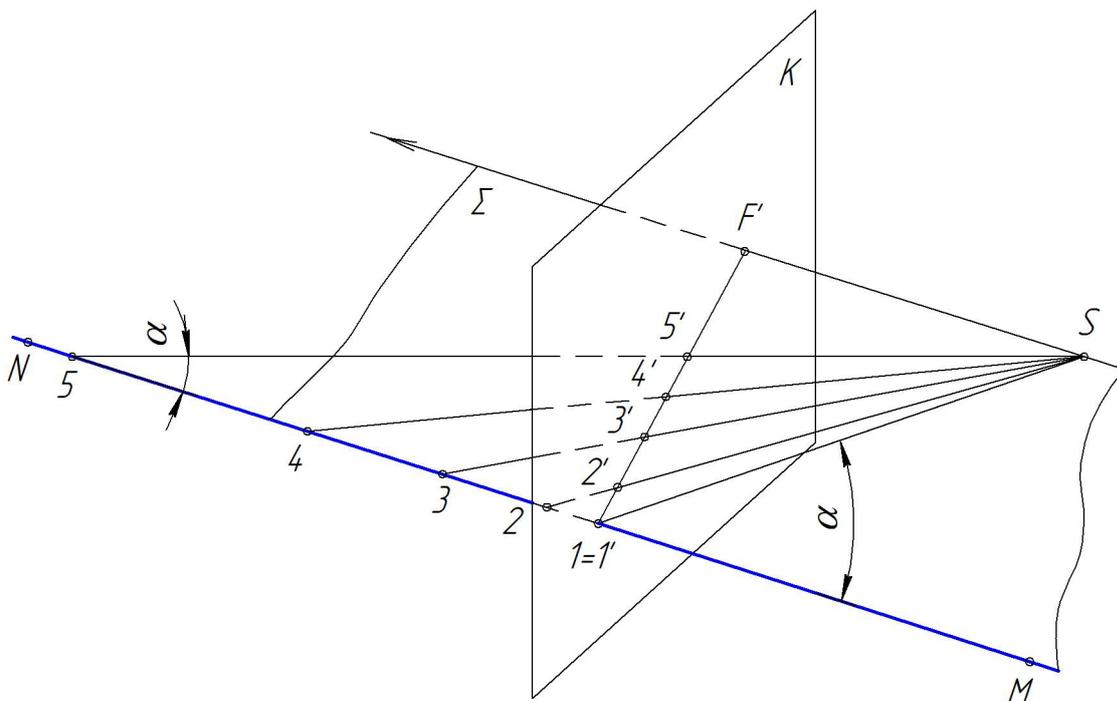


Рис. 19

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  $S_1, S_2, \dots, S_7$ , пересекающие прямую  $MN$  и проходящие через точку  $S$ , лежат в одной плоскости  $\Sigma$ , 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  $\alpha$ , причем по мере удаления точки пересечения луча с прямой от плоскости  $K$  угол  $\alpha$  уменьшается. Если точка  $N$  как угодно далека от точки  $I$ , то угол  $\alpha$  будет как угодно мал. При луче, параллельном прямой  $MN$ , угол  $\alpha$  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*.

*Точка схода* является одним из важнейших понятий 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:

- 1) параллельные прямые, параллельные предметной плоскости, в перспективе всегда сходятся в точке, лежащей на линии горизонта;
- 2) 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 предельных точек 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).

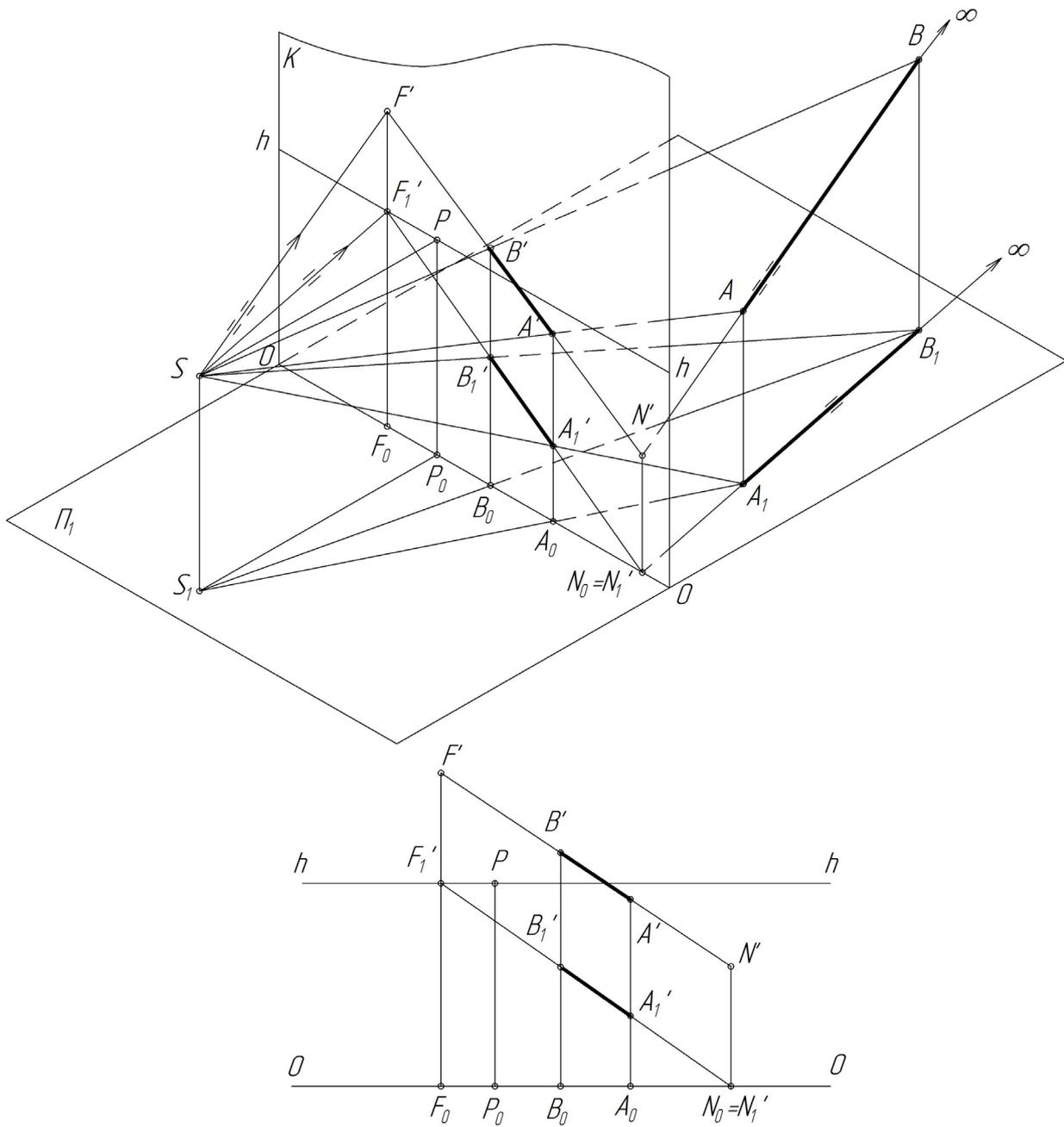


Рис. 20

**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).

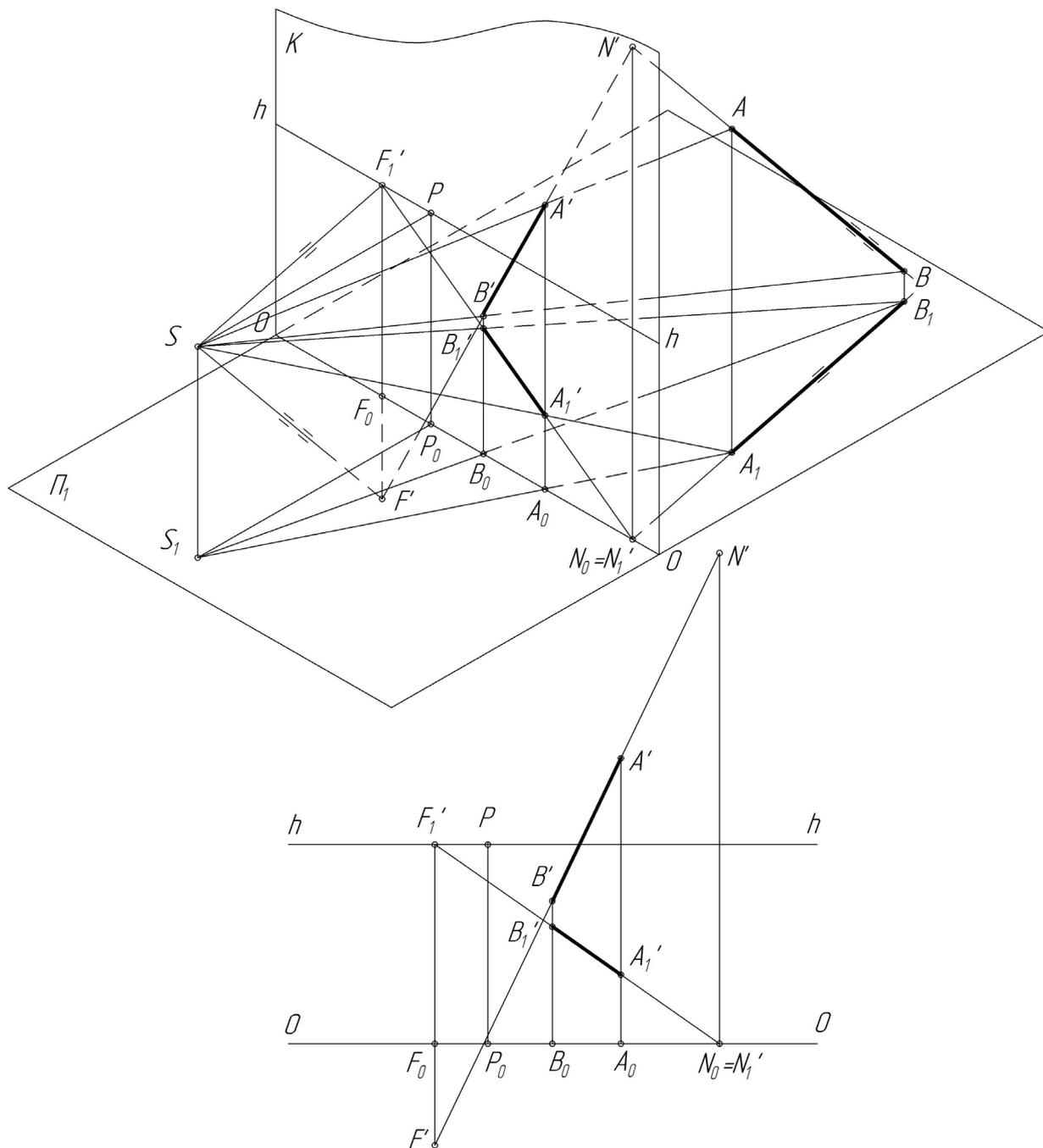


Рис. 21

## Перспектива 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** в перспективе находится на линии главного вертикала над горизонтом, а ее вторичная проекция – в главной точке картины (рис. 22).

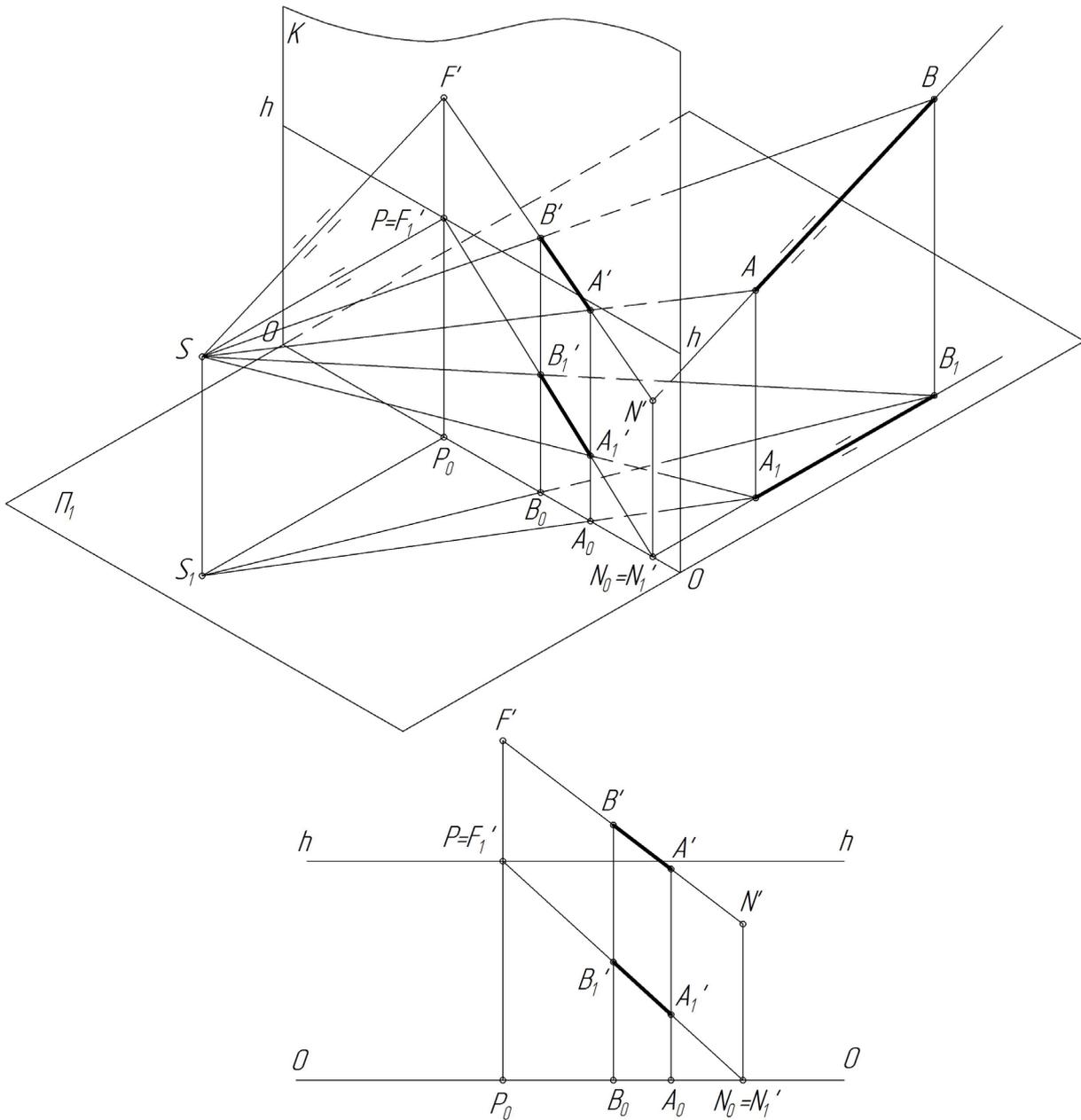


Рис. 22

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

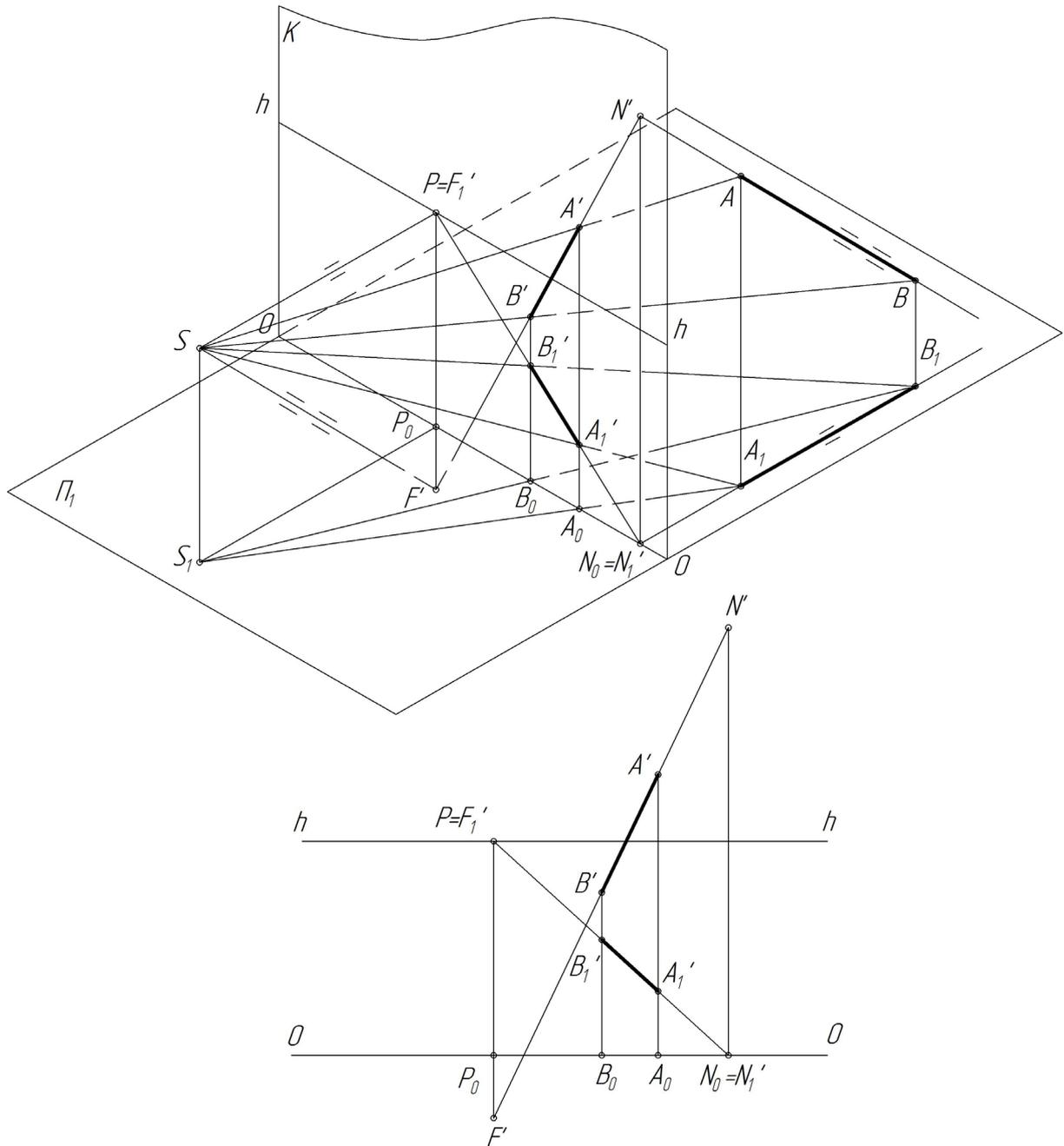


Рис. 23

## 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  $F'$  — точка схода параллельных прямых  $AB$  и  $CD$ .

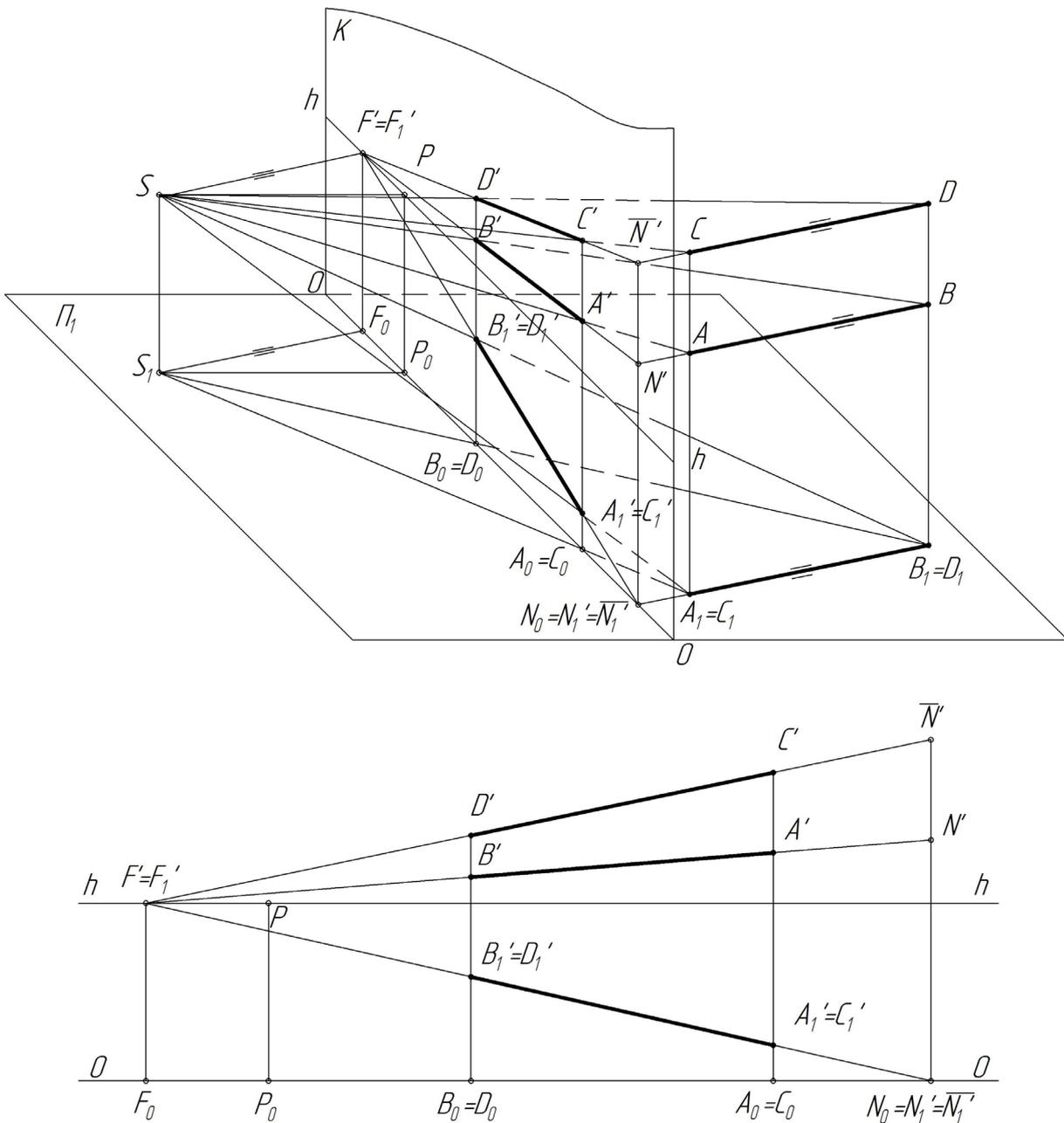


Рис. 24

Вторичные проекции и точки схода 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).

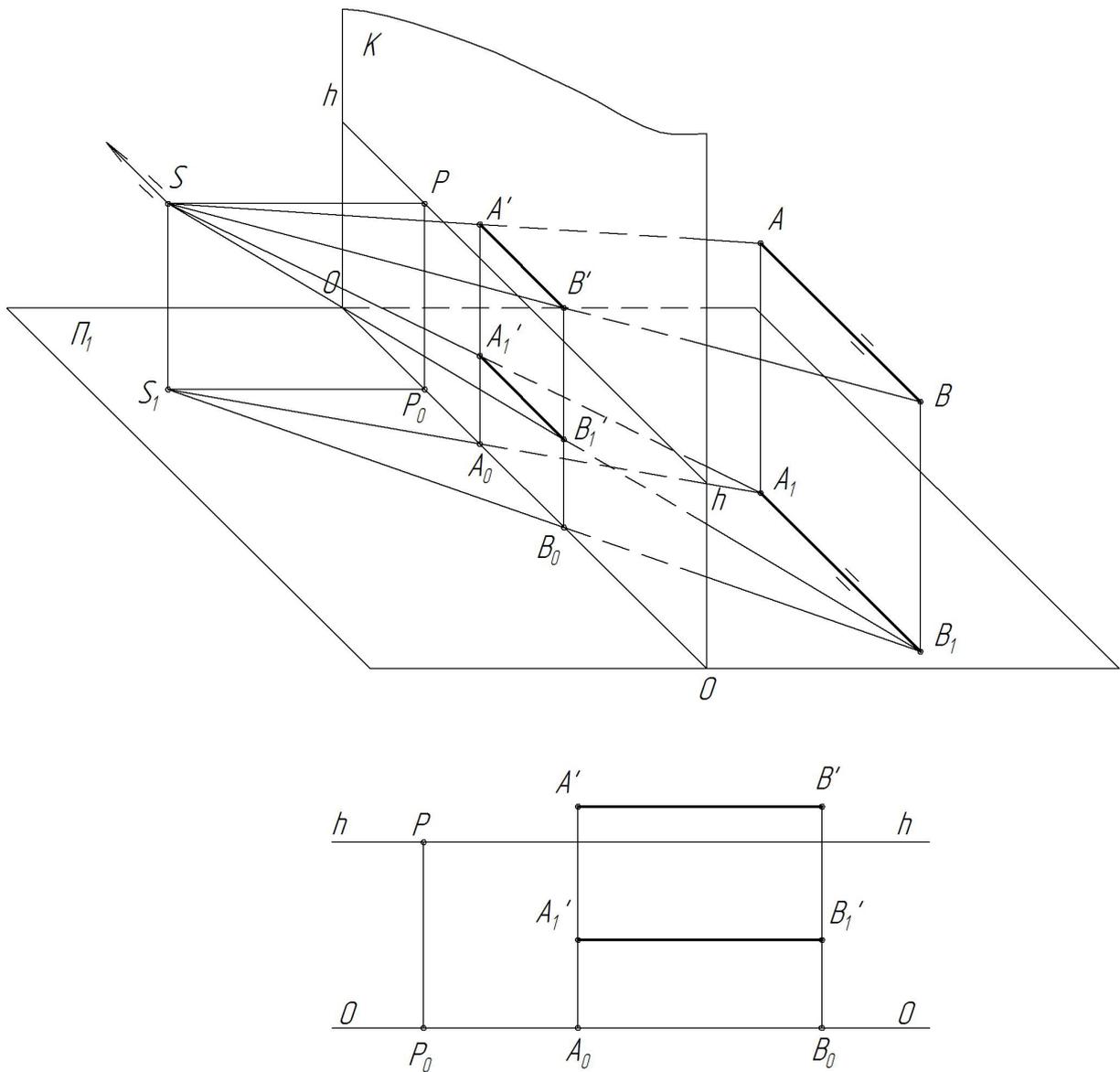


Рис. 25

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

**Перспектива прямой, перпендикулярной картинной плоскости**

Прямая, перпендикулярная картине, называется **глубинной прямой**.

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

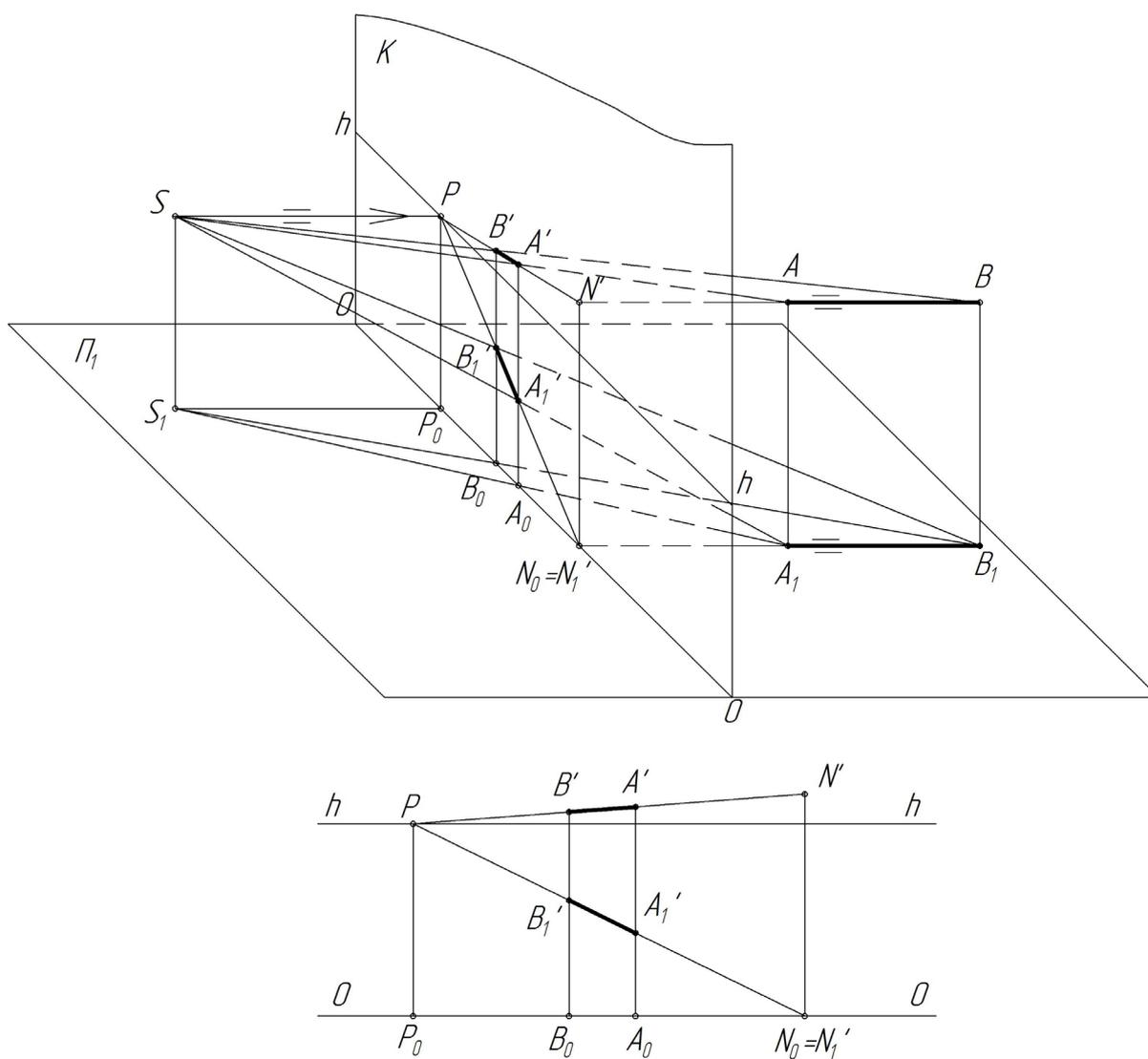


Рис. 26

### Перспектива 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).

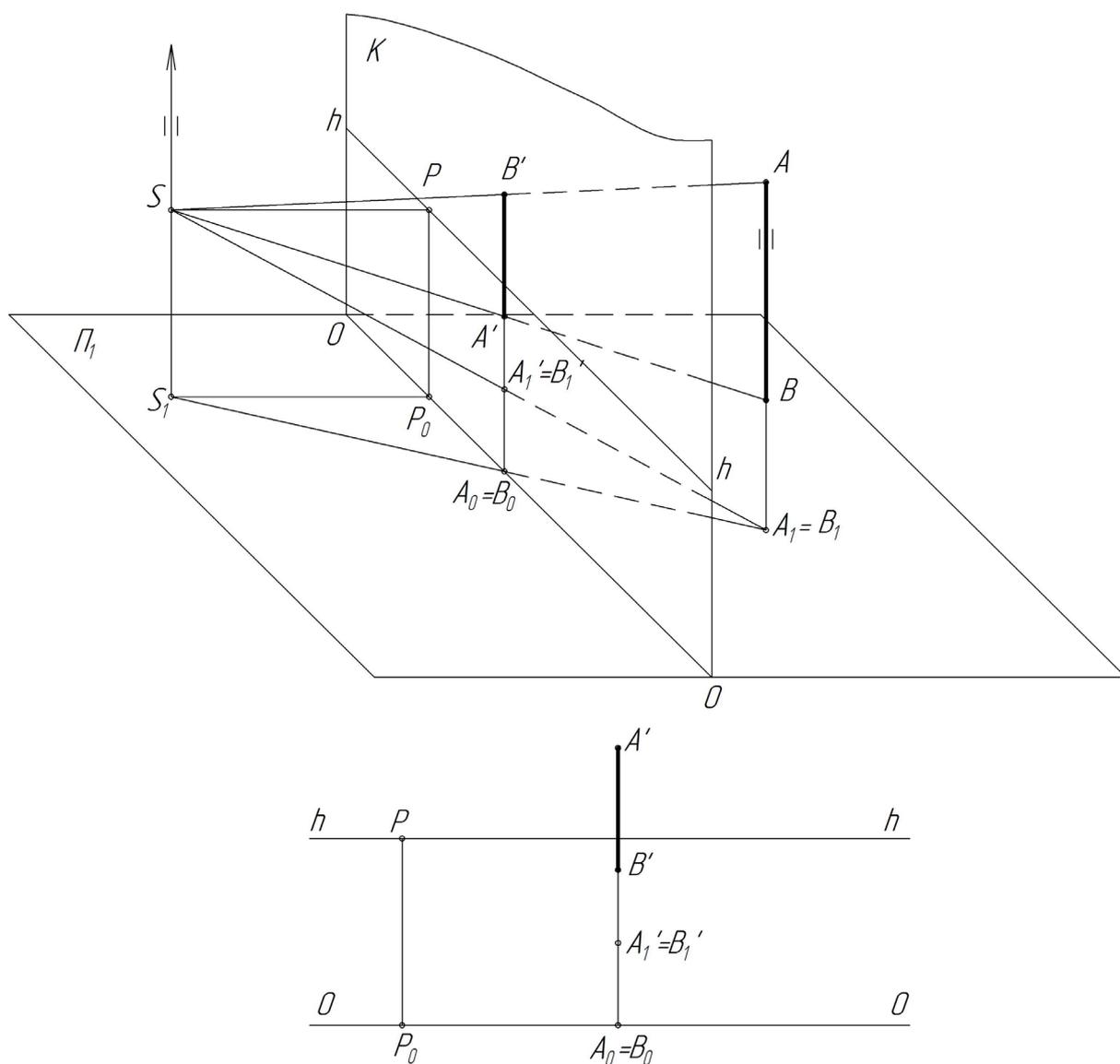


Рис. 27

### Перспектива радиальных прямых

**Радиальная прямая** – это прямая, расположенная в предметной плоскости и проходящая через точку стояния  $S_1$ .

Перспектива радиальной прямой – вертикальная линия, начало прямой находится на основании картины, точка схода – на линии горизонта (рис. 28).

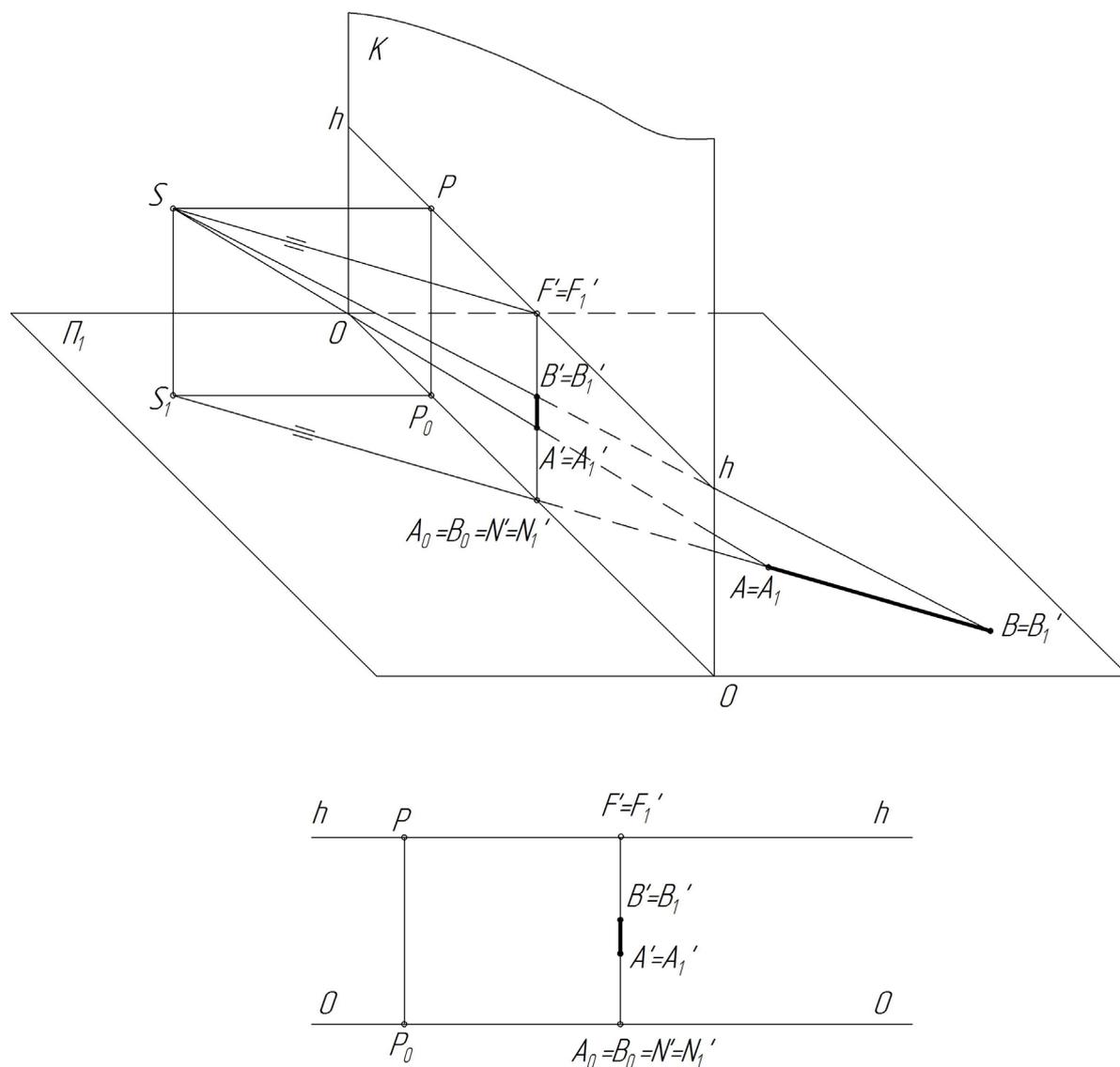


Рис. 28

### *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 (перпендикулярных плоскости картины) 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 под линией 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 под линией 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.

Таким образом, общий метод построения перспективы геометрического объекта состоит из двух частей. Первая часть – выполнение всей подготовительной 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.

## Глава 2. ЗАДАЧИ ТЕОРИИ ПЕРСПЕКТИВЫ В ПРАКТИКЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ

### 2.1. Способы задания и определения элементов картины

Для художника, работающего над изображением какого-либо объекта, важно воспроизвести его правдиво, реалистично, наглядно передать зрителю 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 в 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** – 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  $\alpha$ , 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.

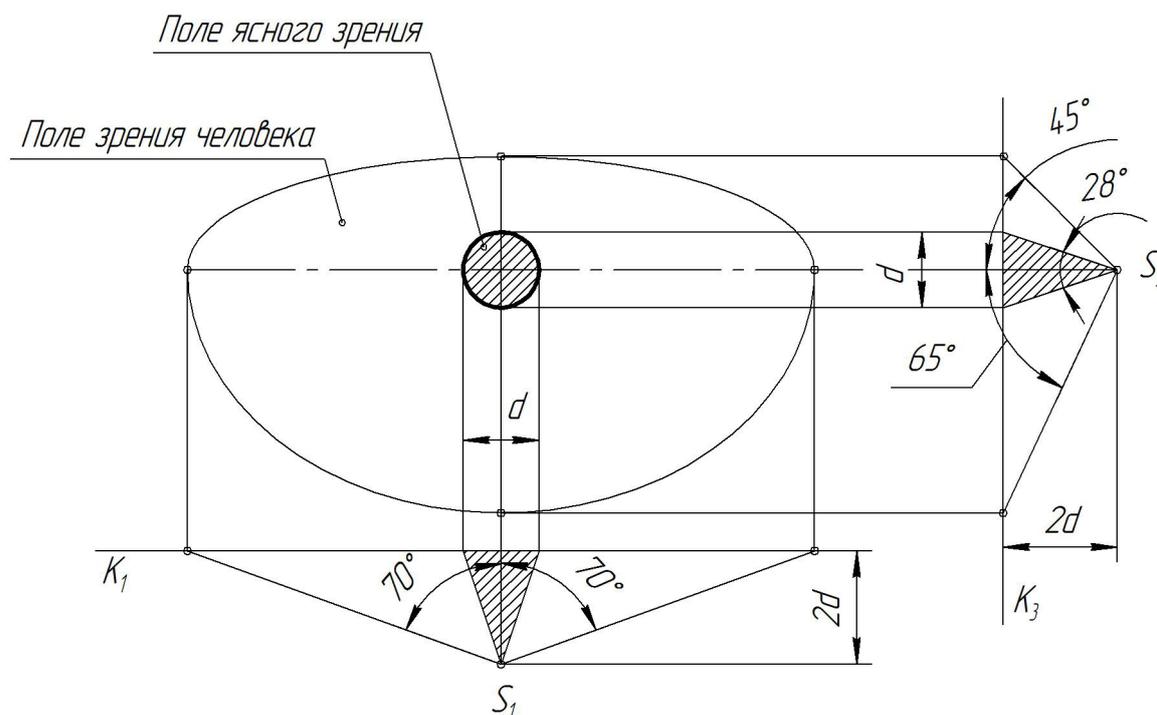


Рис. 29

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

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  $28^\circ$ , 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  $28^\circ$ , 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  $28\text{--}37^\circ$ , умеренная видимость — при угле зрения до  $53^\circ$ . При рассматривании одного и того же предмета с увеличением угла зрения уменьшается **зрительное (дис-**

танционное) расстояние. Если за постоянную единицу измерения принять диаметр основания конуса ясного зрения, то устанавливается зависимость, схематически показанная на рис. 30.

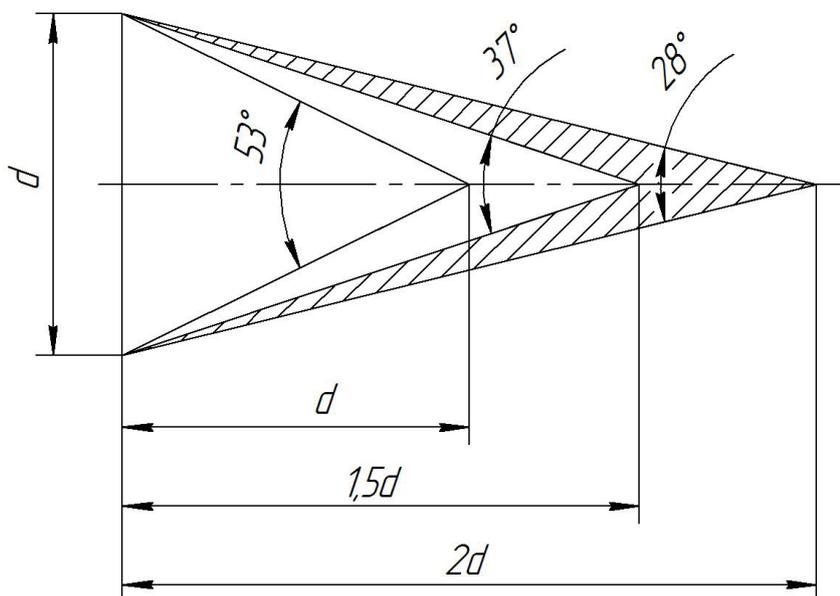


Рис. 30

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, рассматривающий картину, стал как бы участником изображаемых действий и находился в этой комнате. При увеличении дистанционного расстояния до двух 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 одного 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* (от фр. *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°, 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 ( $A' = A_1'$ ).

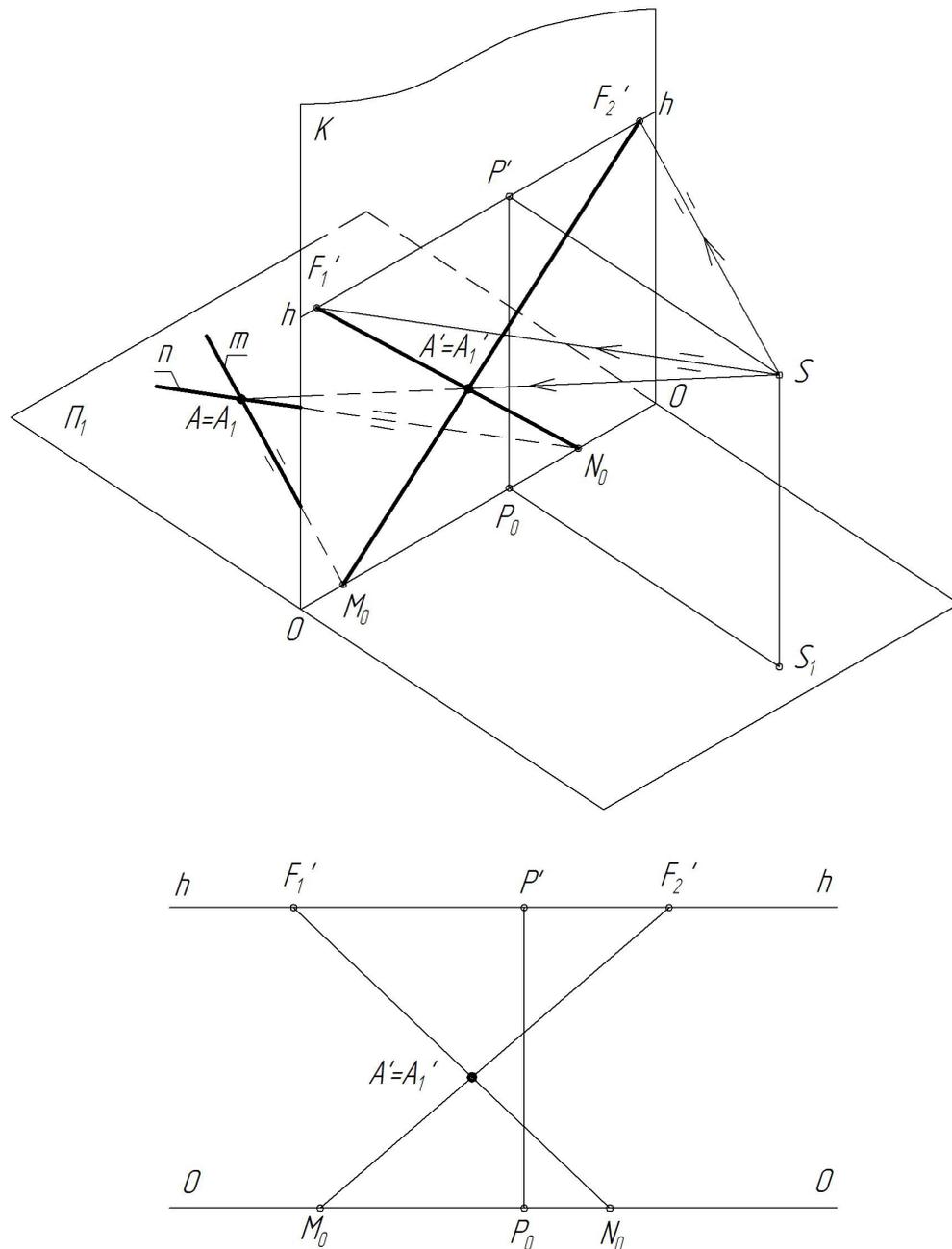


Рис. 31

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

### ***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.

#### **I 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 читался главный и боковой фасады, угол наклона плоскости картины к плоскостям фасада должен быть  $38\text{--}43^\circ$  ( $40^\circ$ ). 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 ( $1_1, 2_1, 3_1...$ ). 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 ( $1_0, 2_0, 3_0...$ ). 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.

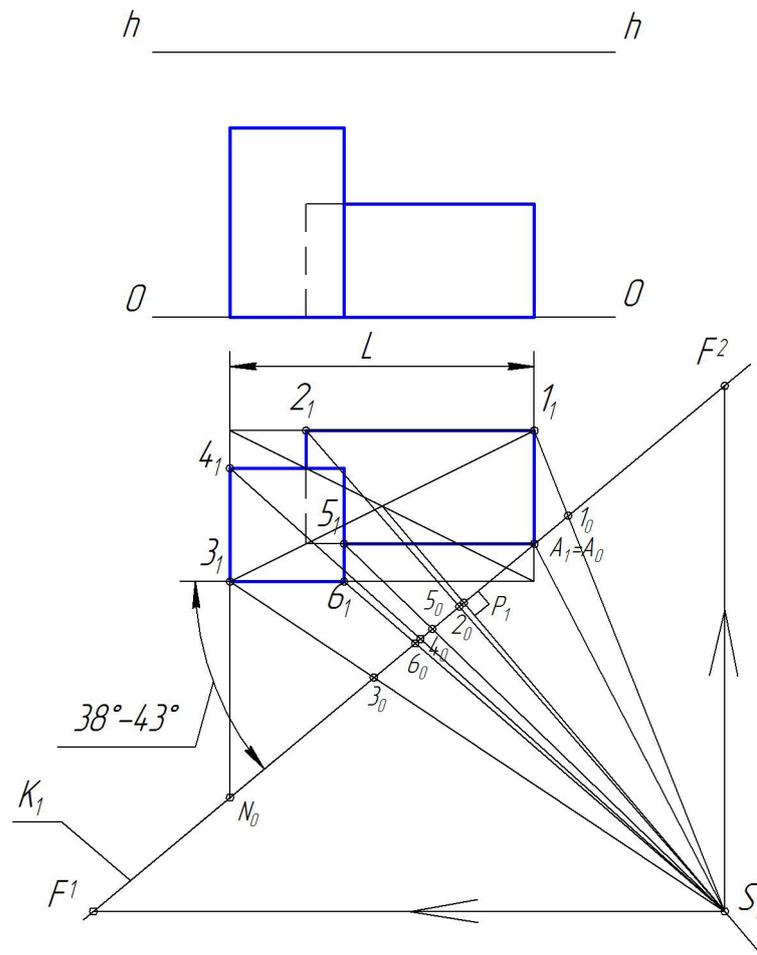


Рис. 32

### 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 точки  $P_0$  и привязанные к ней точки  $A_0, I_0, 2_0, 3_0, 4_0 \dots$  (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  $A_0F'2$  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  $F'2$ .

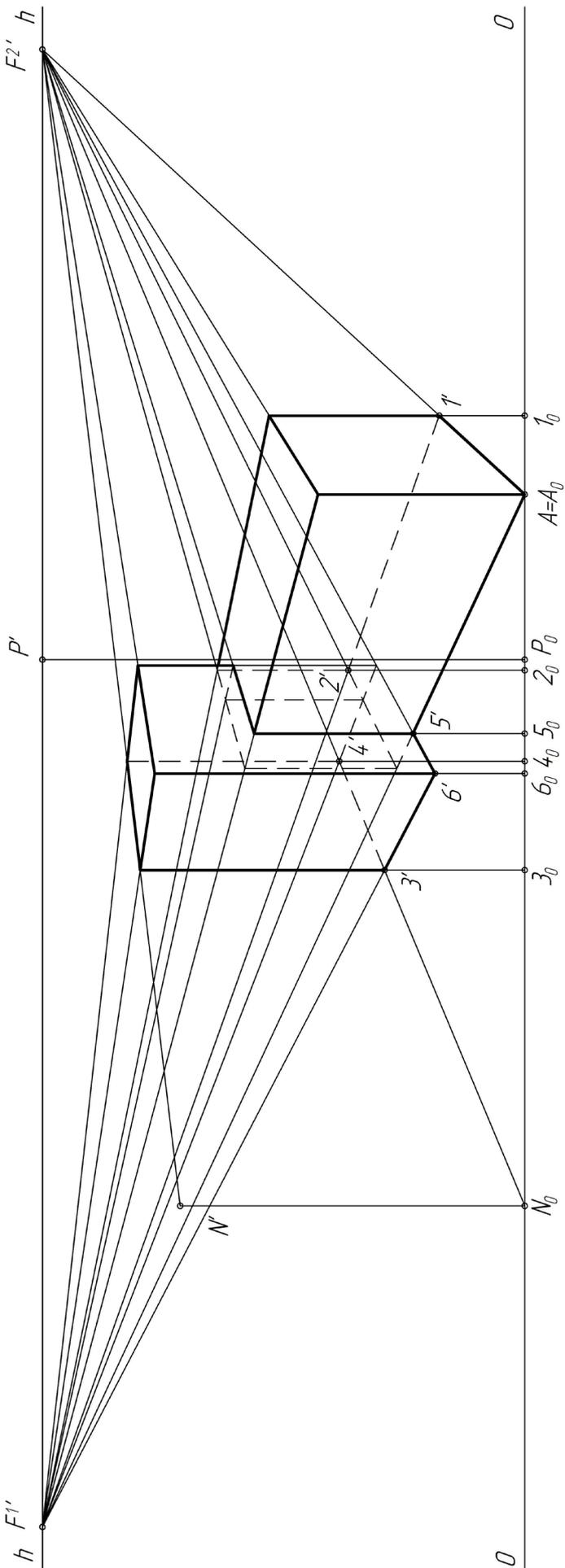


Рис. 33

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

Вторая фигура расположена за плоскостью картины, поэтому все её ребра 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 ( $N_0N'$ ). 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 первой фигуре.

**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.

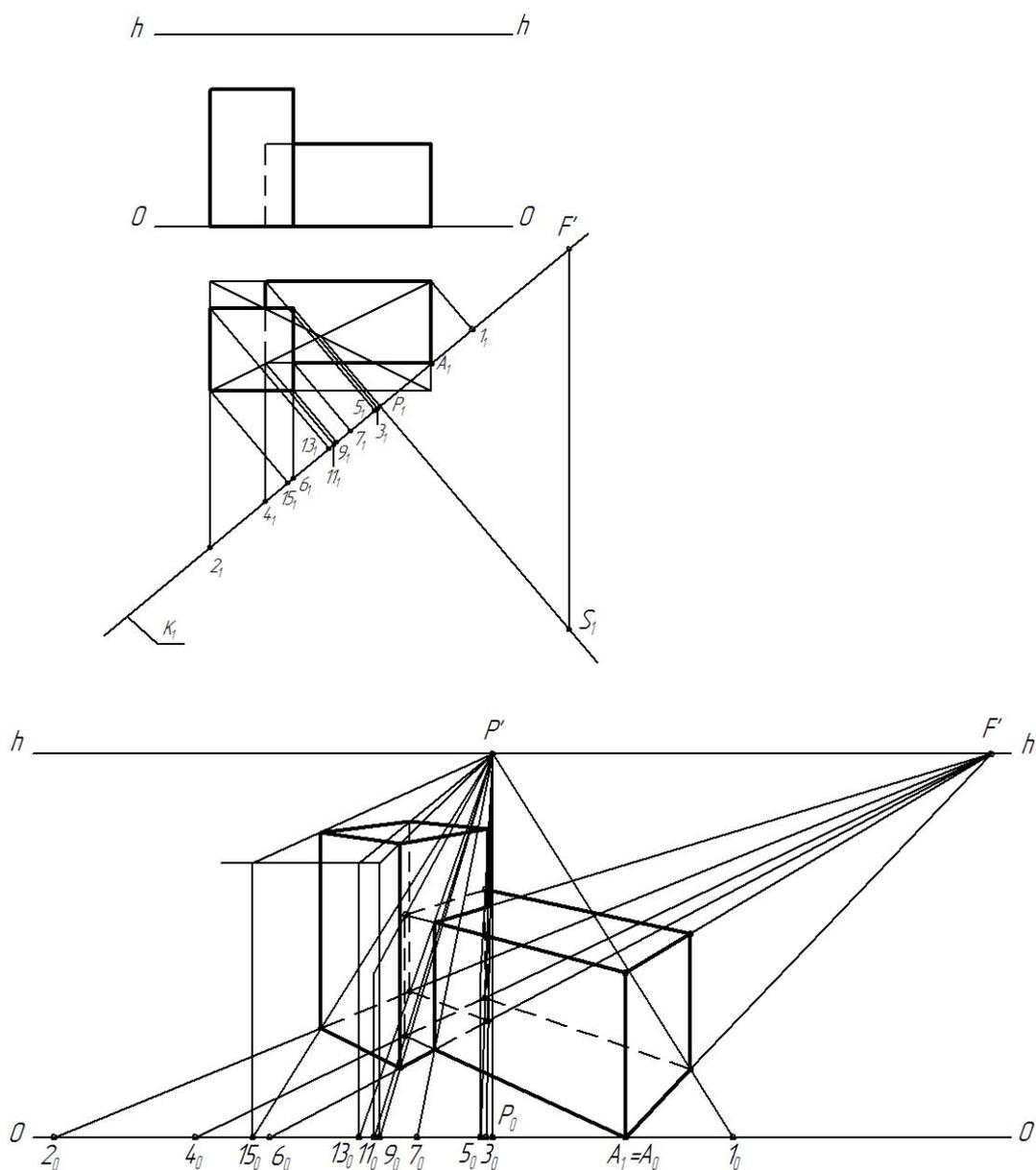


Рис. 34

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

2. Строится вторичная проекция объектов, точки которой есть пересечение прямых линий, сходящихся на линии горизонта в  $F'$  и в  $P'$ .

3. Высота ребер определяется так же, как в предыдущем способе.

### *Построение перспективы объектов по главному пункту картины $P$*

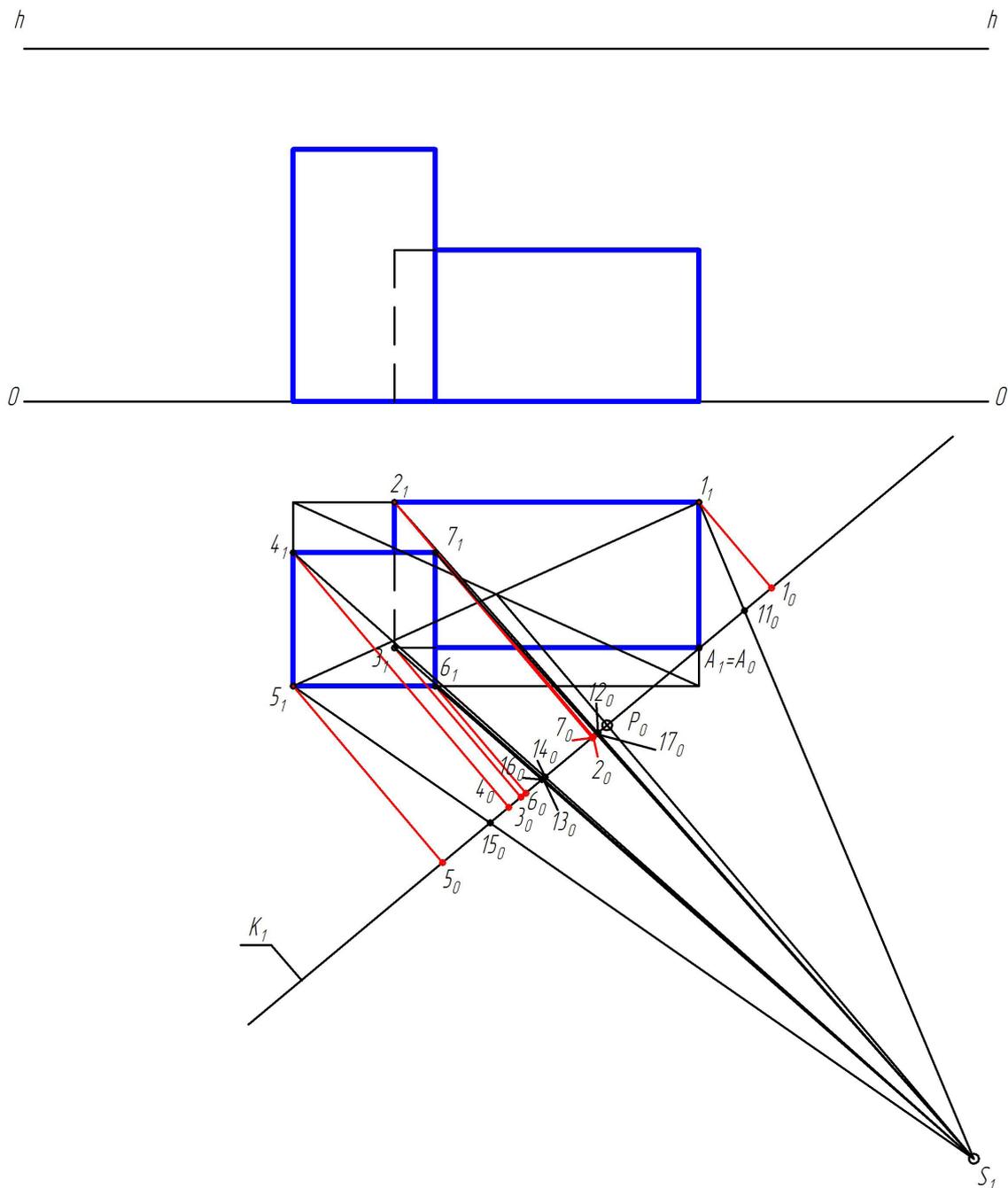


Рис. 35

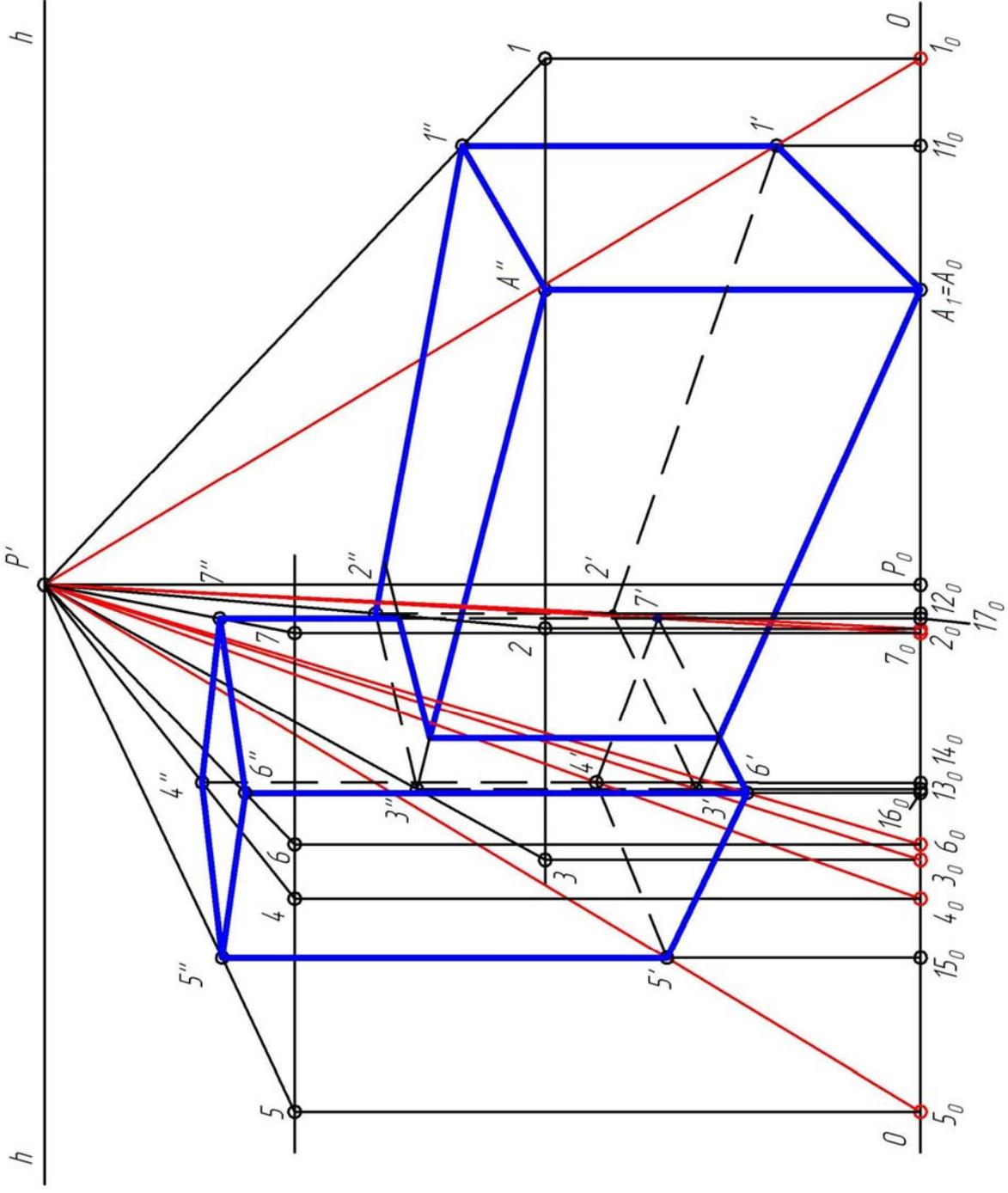


Рис. 36

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.

### 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  $OO$ . Условную единицу измерения в таком направлении принято называть **линейным масштабом широт**.

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

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

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

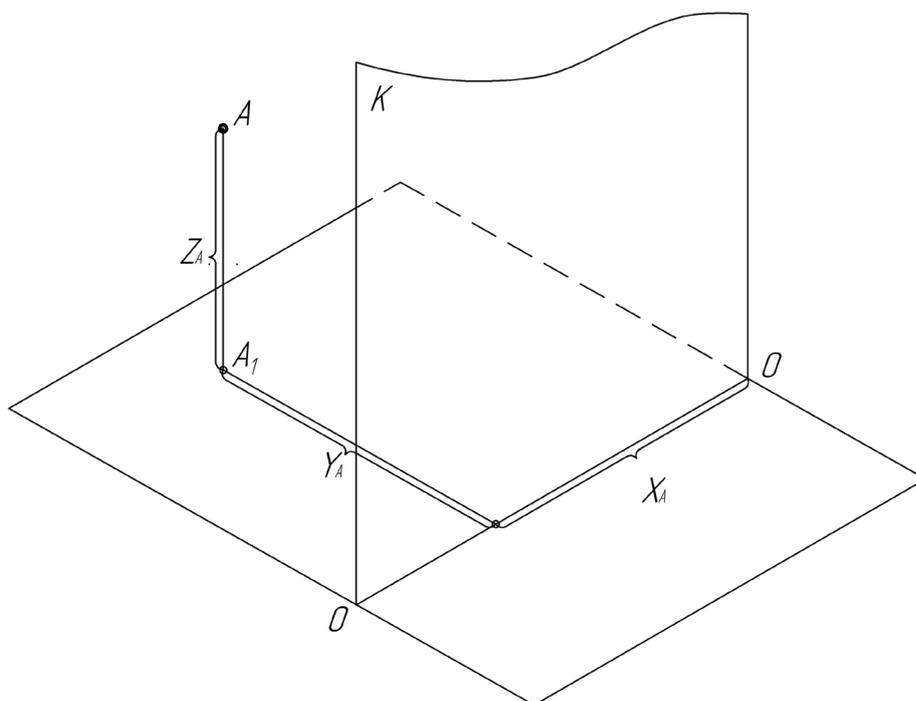


Рис. 37

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 единицы 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).

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

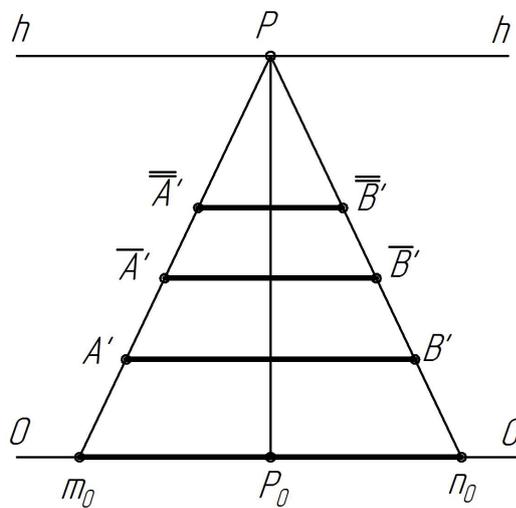
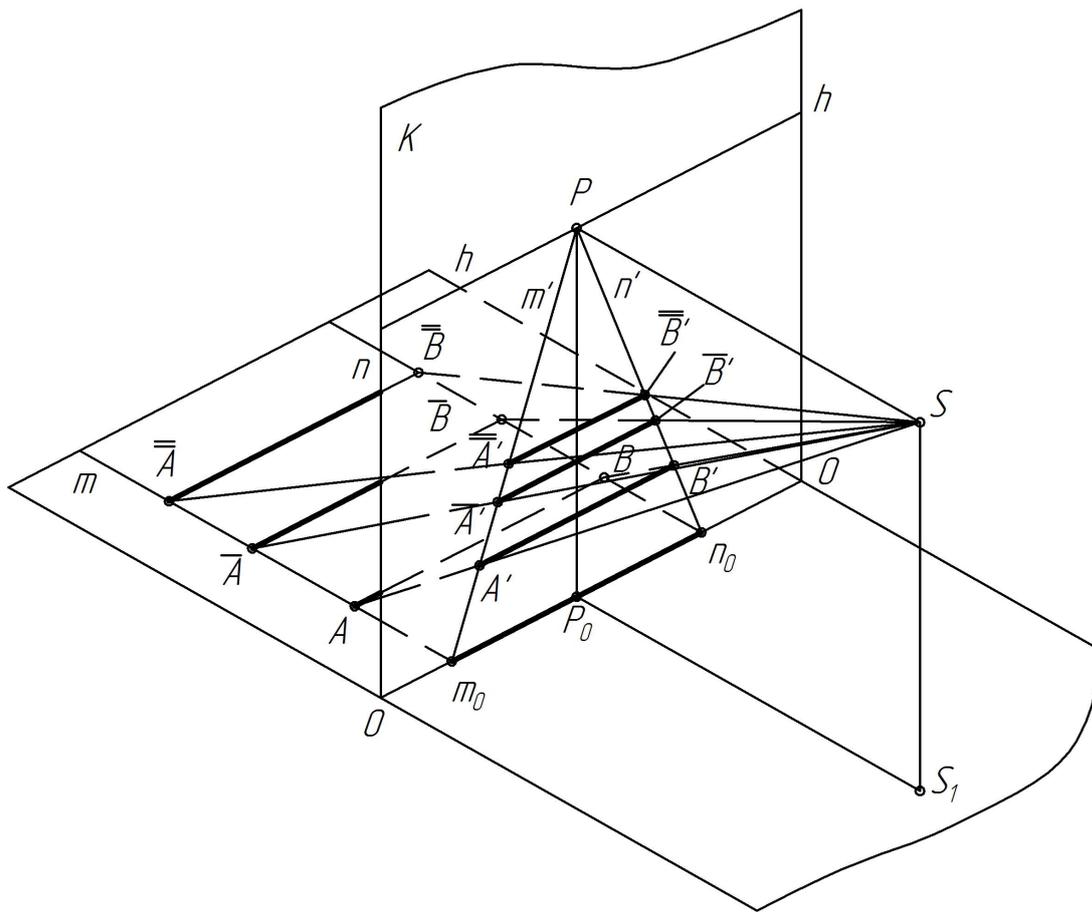


Рис. 38

На основании положения элементарной геометрии о свойствах равновеликих фигур, треугольник  $m_0Pn_0$  можно заменить на треугольник  $X_1hX_2$ . При этом единица измерения  $X_1X_2$ , равная  $AB$ , вынесена за пределы вертикальной границы плоскости картины (рис. 39).

Прямоугольный треугольник  $X_1hX_2$  выражает собой так называемый **перспективный масштаб широт**. В этом треугольнике при построении перспективы катеты  $X_1h$  и  $X_1X_2$  обычно являются заданными величинами.

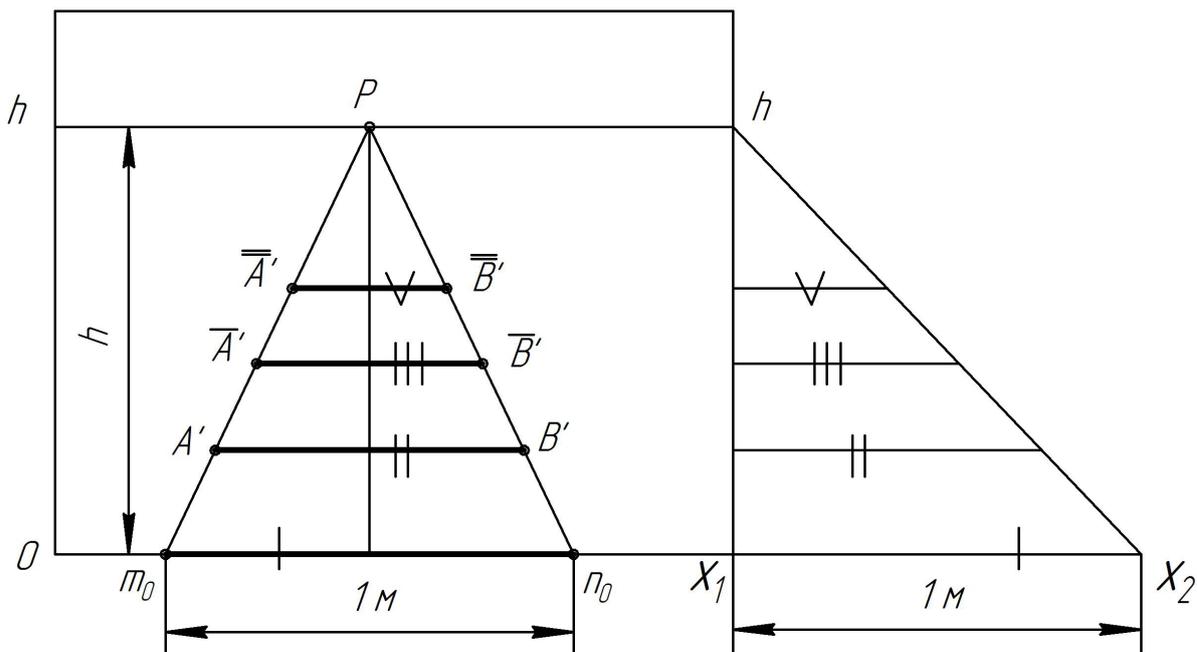


Рис. 39

Если линия горизонта выбрана не произвольно, а в заданных размерах, то пропорционально высоте горизонта задается и единица масштаба широт. Например, если высота линии горизонта  $Oh$  равна 2 м, то  $X_1X_2$  — 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.

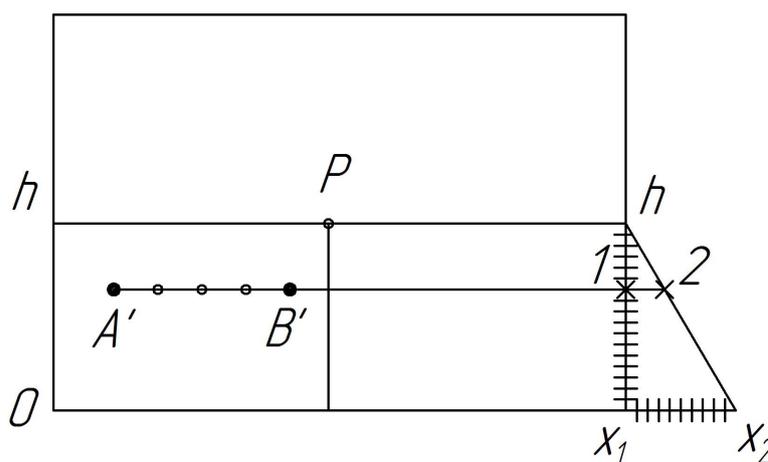


Рис. 40

*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  $X_1 h X_2$ .
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.

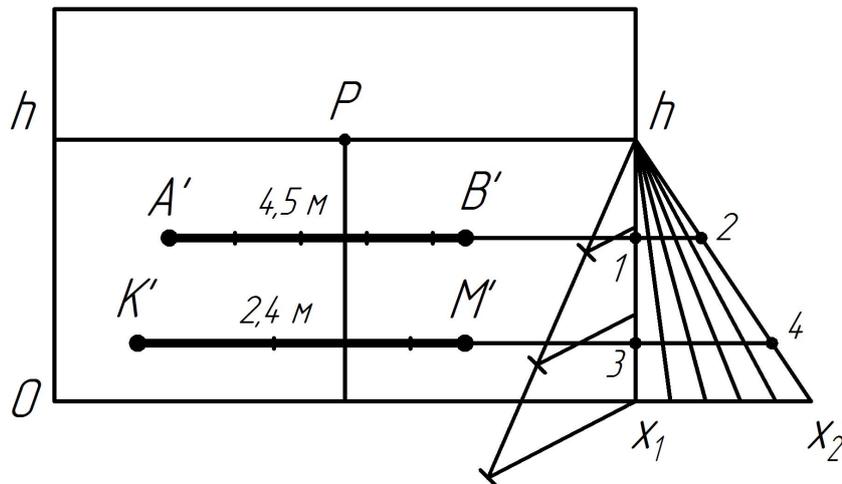


Рис. 41

*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  $AB$  и  $KM$ .

**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).

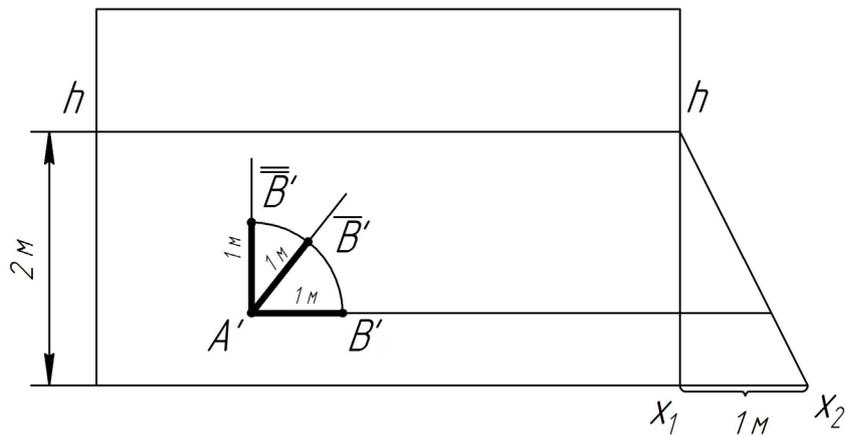


Рис. 42

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

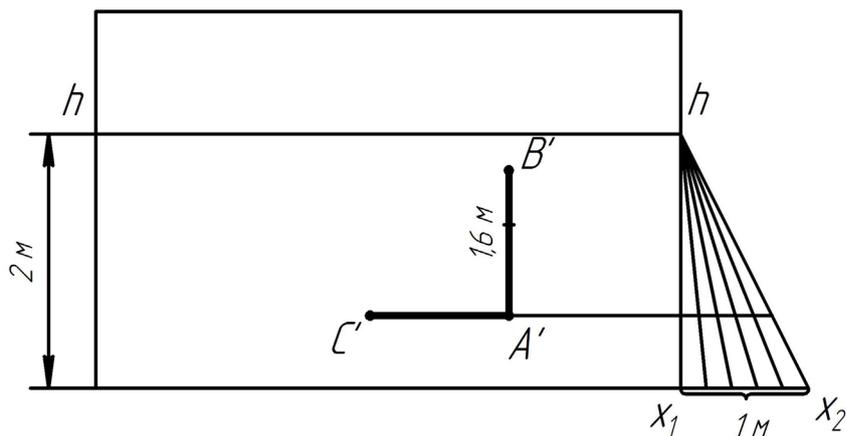


Рис. 43

*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  $AC$  и его дробные доли.
4. Определяют длину отрезка  $AB$ .

**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  $A$  стоит человек ростом 1,8 м, а в точке  $B$  – человек ростом 1,6 м.

Определить линии пересечения потолка и стен, проверить верность перспективного изображения двери и показать в перспективе рост людей, стоящих в точках  $A$  и  $B$ .

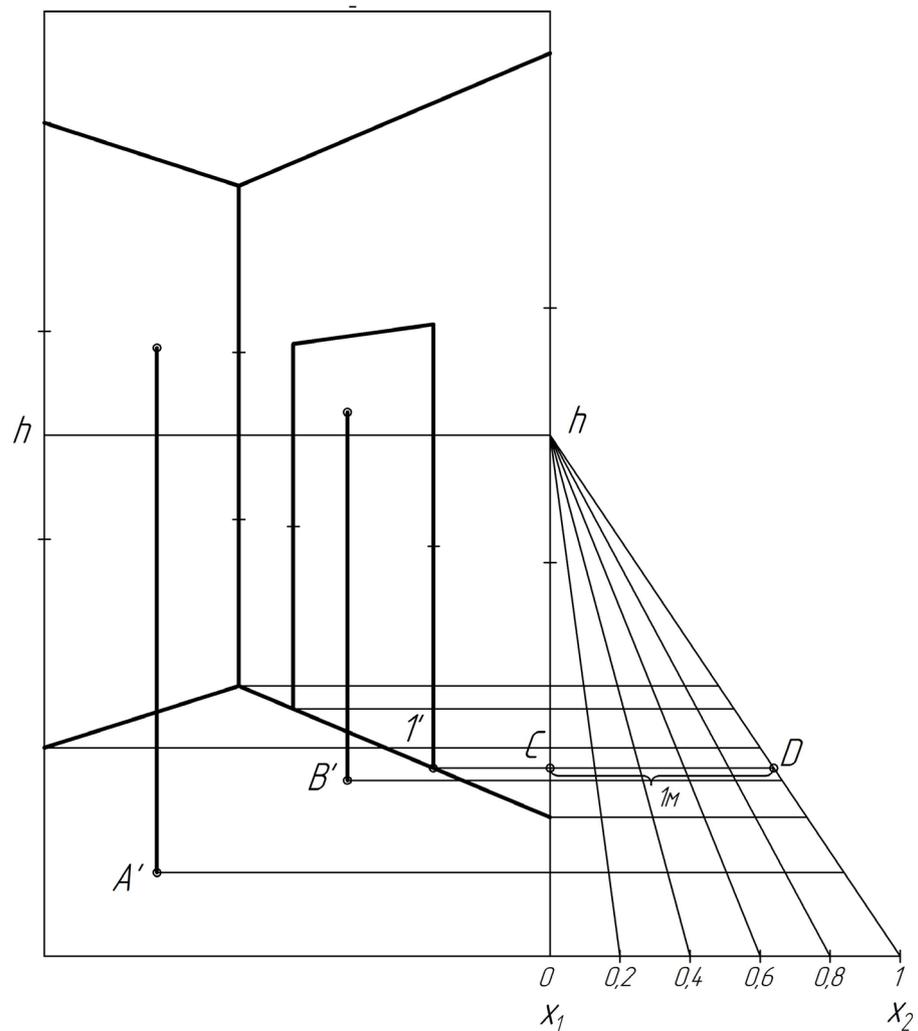
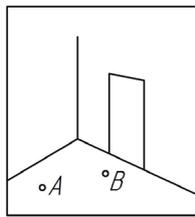


Рис. 44

*Последовательность решения задачи*

1. Из точки  $I$  (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 рост людей на чертеже (в точках  $A$  и  $B$ ).

### 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.

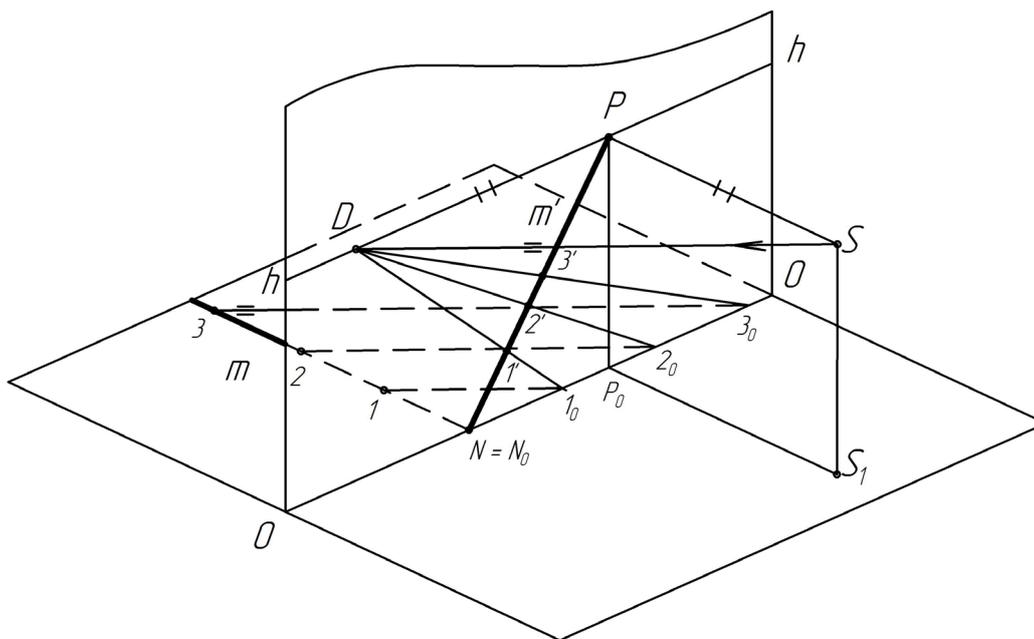


Рис. 45

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

Через точки  $1, 2, 3$  проведены прямые под углом  $45^\circ$  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  $D$ .

Перспективы точек  $1 (1'), 2 (2'), 3 (3')$  есть точки пересечения перспектив прямых  $11_0, 22_0, 33_0$  с перспективной 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).

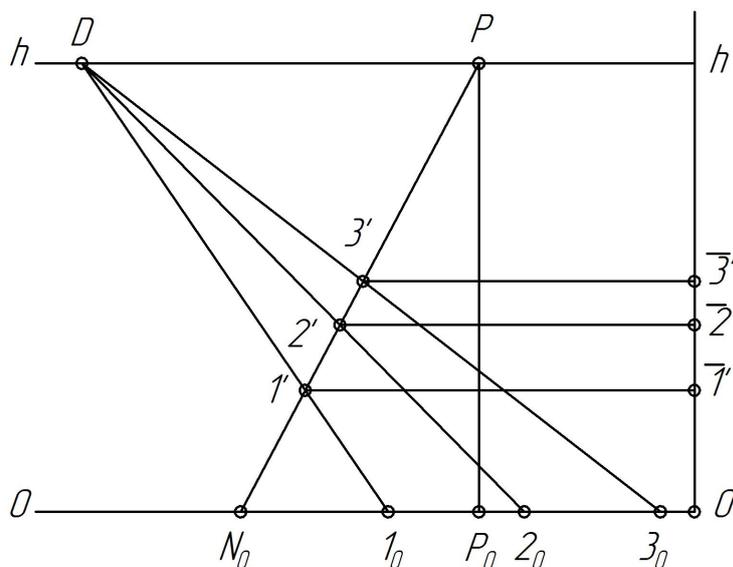


Рис. 46

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):

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

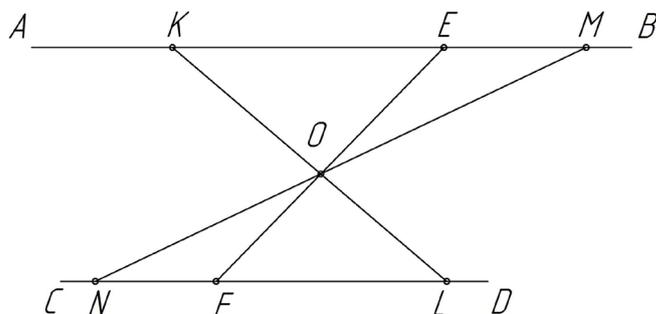


Рис. 47

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

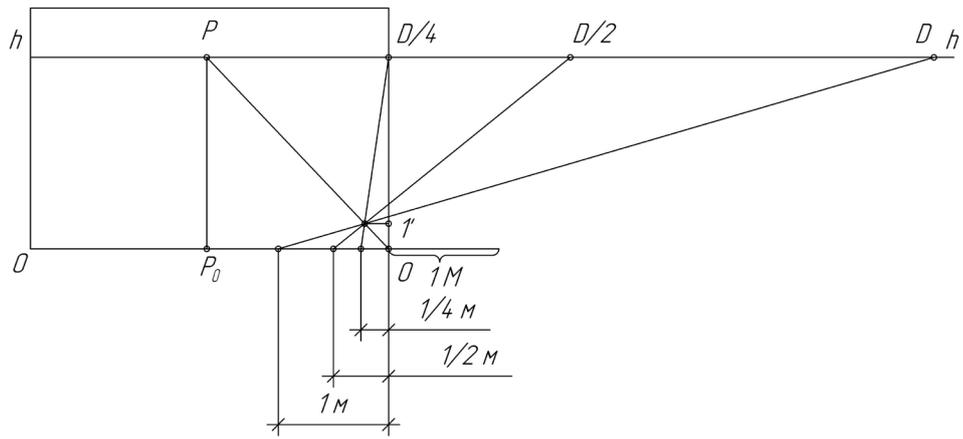


Рис. 48

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).

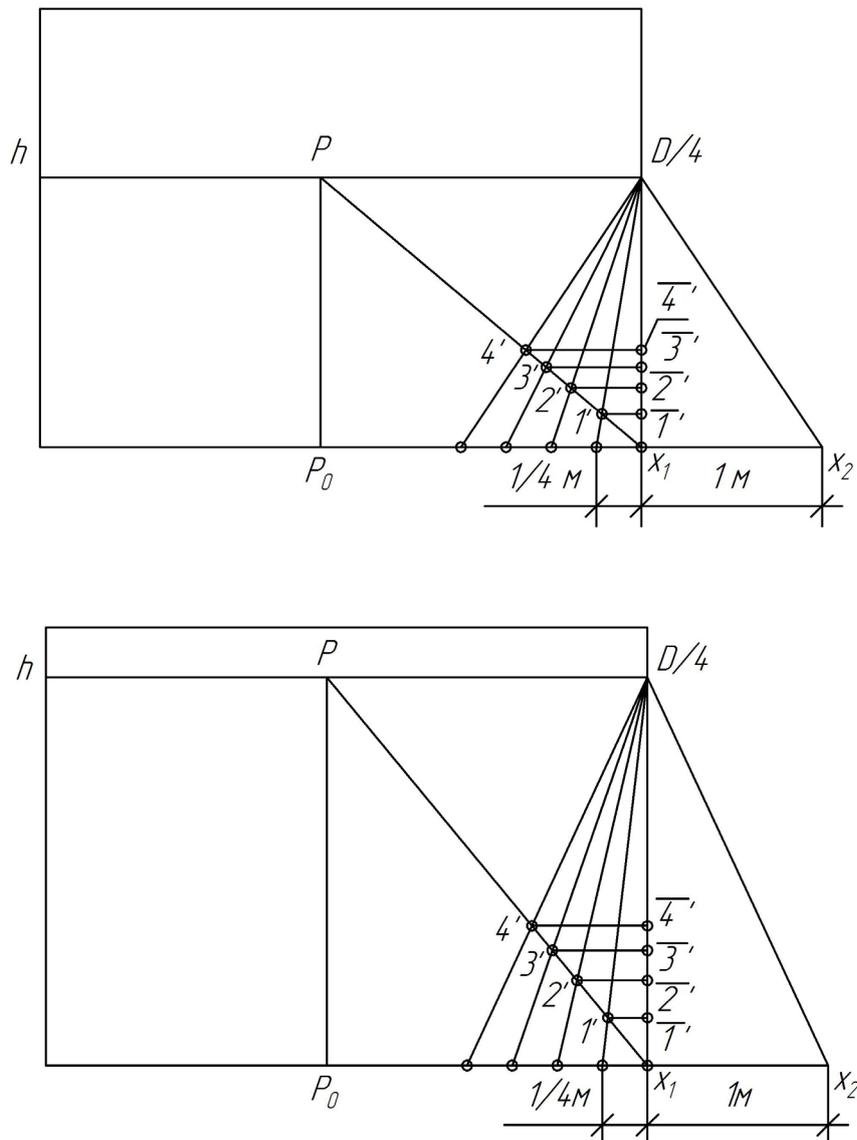


Рис. 49

Построение шкалы перспективного масштаба глубин можно выполнить на правой и левой границах 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.

## 2.4. Построение плоских фигур в перспективе

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

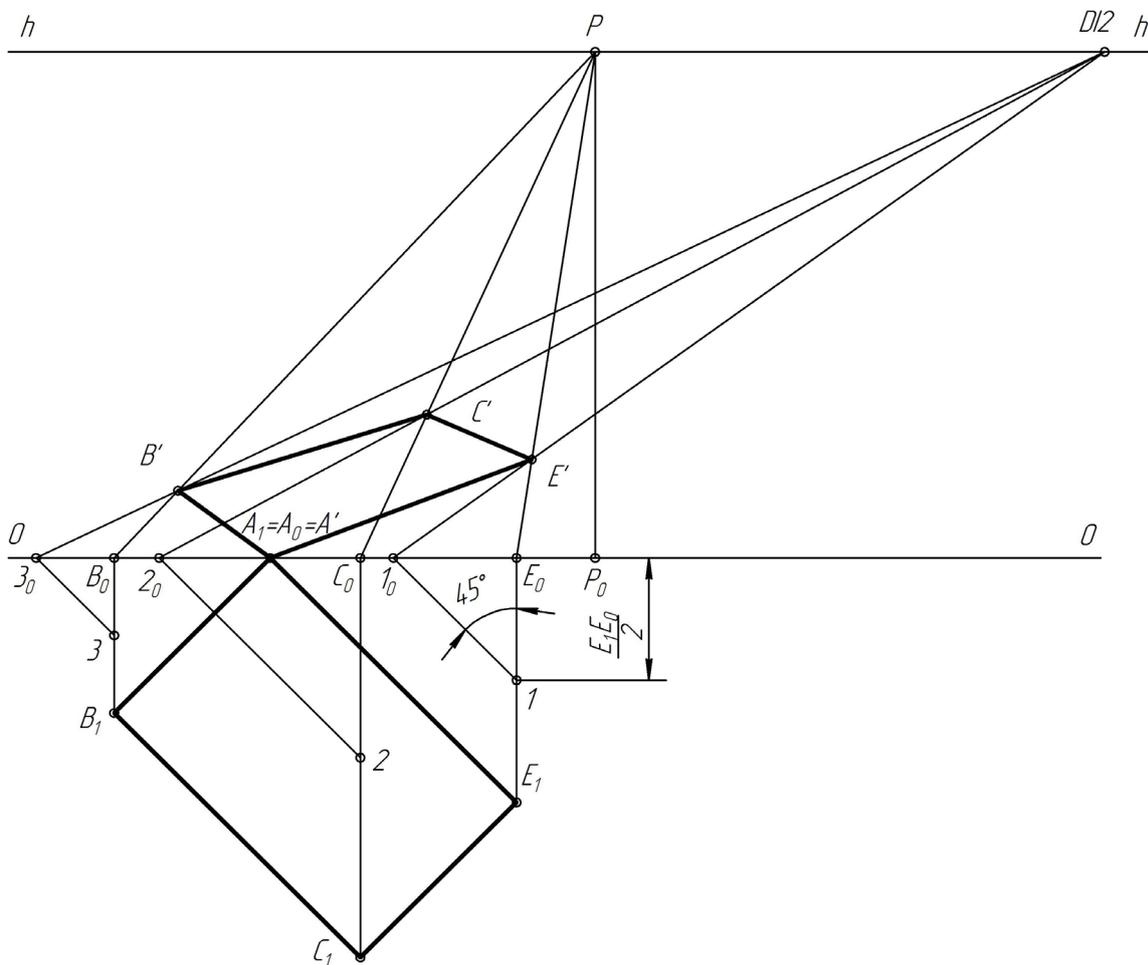


Рис. 50

Предметная плоскость совмещена (путем вращения вокруг основания картины) с плоскостью картины. Перспектива точек  $A$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $E$  определяется как пересечение перспективы прямых, перпендикулярных картине, и прямых, расположенных под углом  $45^\circ$  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  $45^\circ$  к картине имеют точку схода  $D$ . Так как точка  $D$  приближена к  $P$  в 2 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  $45^\circ$  к основанию картины – начала этих прямых ( $1_0, 2_0, 3_0$ ). Точкой схода прямых будет  $D/2$ .

На пересечении линий двух направлений получают вершины прямоугольника (например,  $1_0 D/2 \cap E_0P = E'$ ).

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

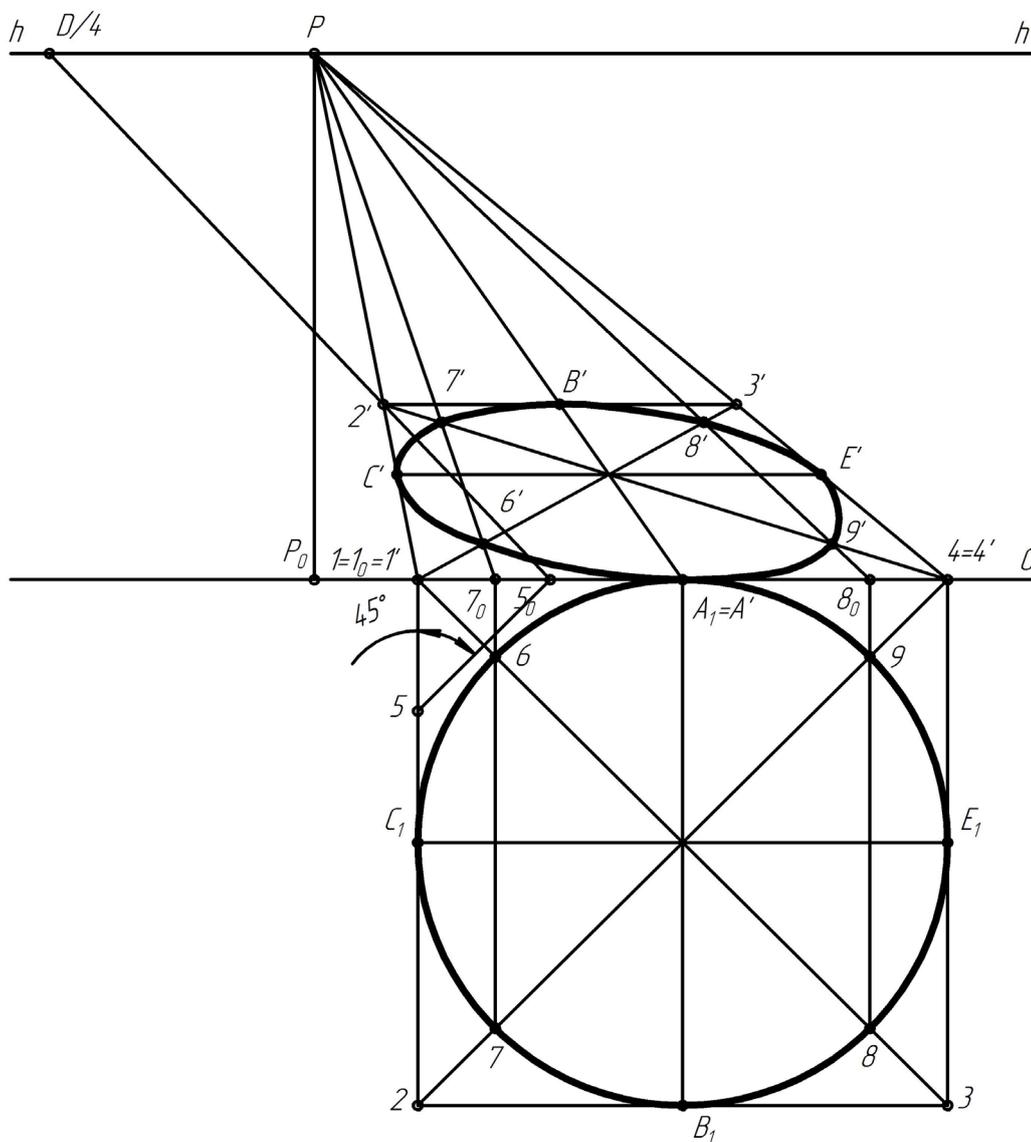


Рис. 51

### Последовательность решения задачи

1. Окружность вписывается в квадрат  $1-2-3-4$ .
2. Точки  $1$  и  $4$  лежат на основании картины, поэтому перспективы их совпадают с самими точками.
3. Так как точка  $D$  приближена к  $P$  в 4 раза, то расстояние от  $1$  до  $2$  делится на 4 (точка  $5$ ).
4. Проводится прямая через точку  $5$  под углом  $45^\circ$  к основанию картины и строится ее перспектива (начало прямой –  $5_0$ , перспектива предельной точки –  $D/4$ ).
5. Перспективой прямой  $1-2$  является прямая  $1_0P$ ; перспектива точки  $1$  совпадает с основанием  $1_0$  точки.
6. Определяется положение перспективы точки  $2$ :  $5_0 D/4 \cap 1_0P = 2'$ .
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 перспективы. Через точку пересечения перспектив 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 перспектив диагоналей с перспективами прямых  $6'-7'$  и  $8'-9'$ .
12. Соединив последовательно перспективы построенных точек  $A'$ ,  $6'$ ,  $C'$ ,  $7'$ ,  $B'$ ,  $8'$ ,  $E'$ ,  $9'$  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.

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.



Рис. 52



Рис. 53

Следует учитывать трансформацию предметов обстановки, их подвижность и перемещение, а также соразмерность с «присутствием» человека в данной среде. В связи с этим построение в перспективе интерьера осуществляется по заданным размерам с учетом взаимного расположения предметов в помещении.

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.

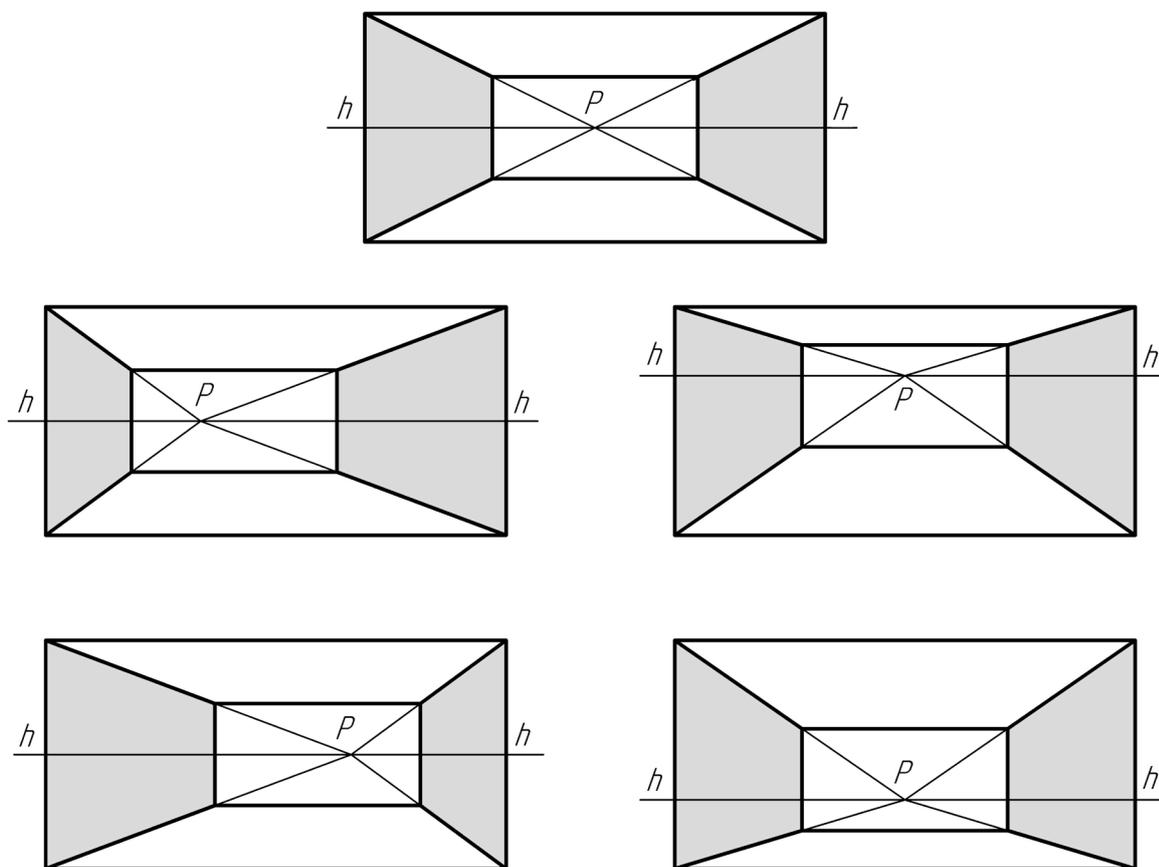


Рис. 54

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:  $90^\circ$ ,  $53^\circ$ ,  $28^\circ$  и  $20^\circ$  соответственно.

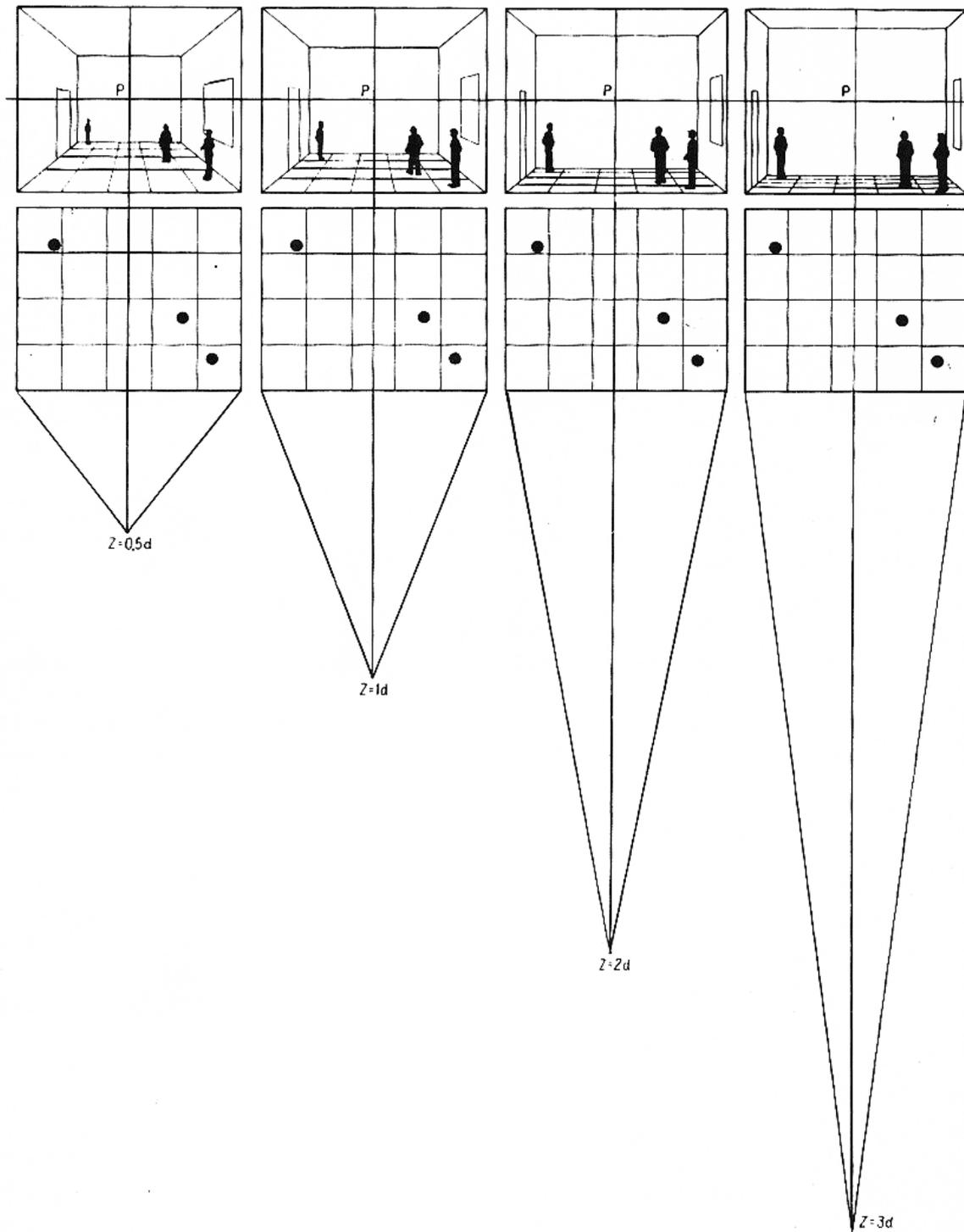


Рис. 55

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  $28^\circ$  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  $37\text{--}53^\circ$ .

В теории перспективы известны различные способы построения интерьера, имеющие большое 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  $P\text{--}D/2$  (для угла зрения  $53^\circ$ ) 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).
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).
11. Выполняется построение окна. Сначала строятся его контуры в масштабе чертежа, а затем толщина стены (рис. 58).

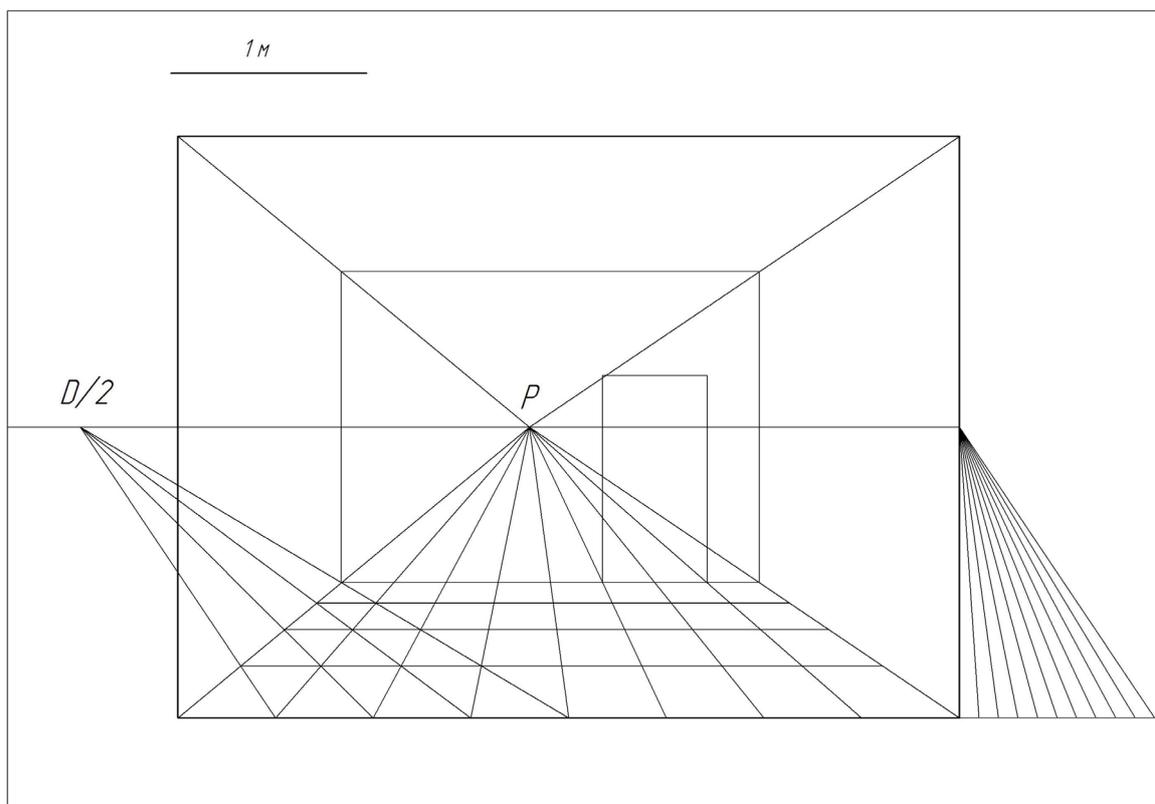


Рис. 56

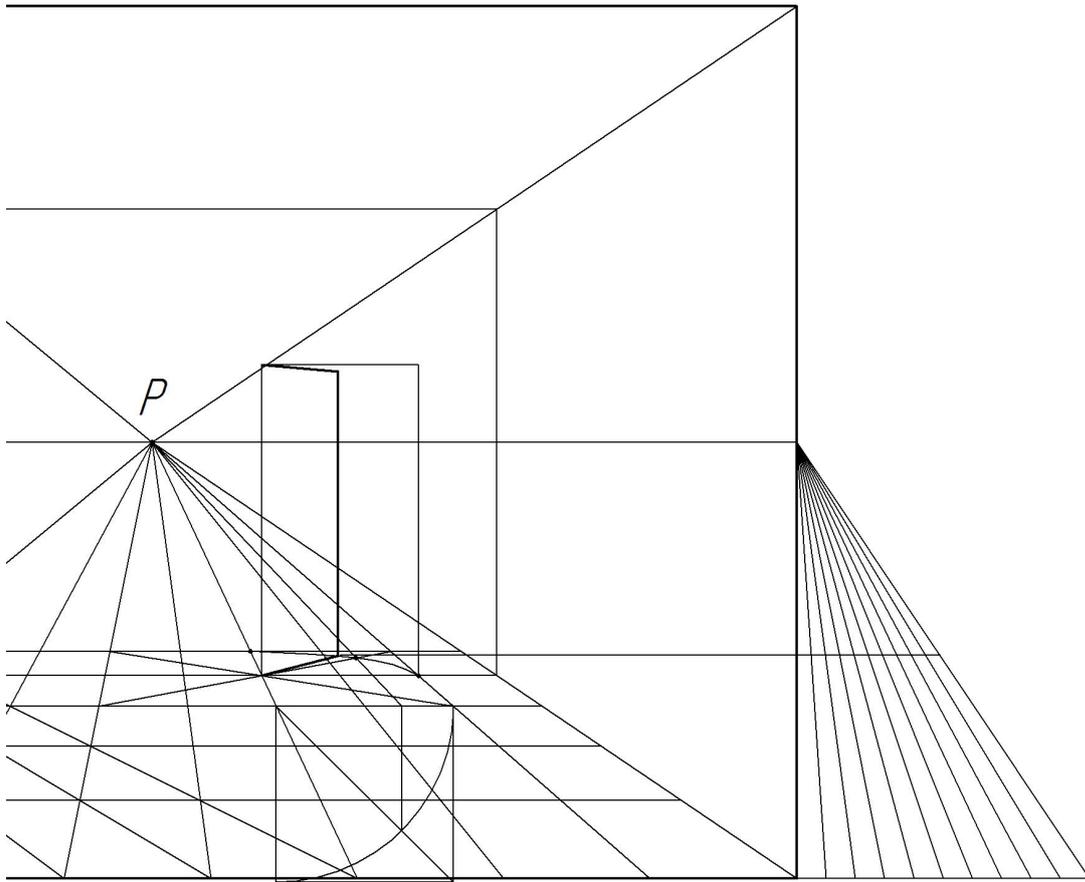


Рис. 57

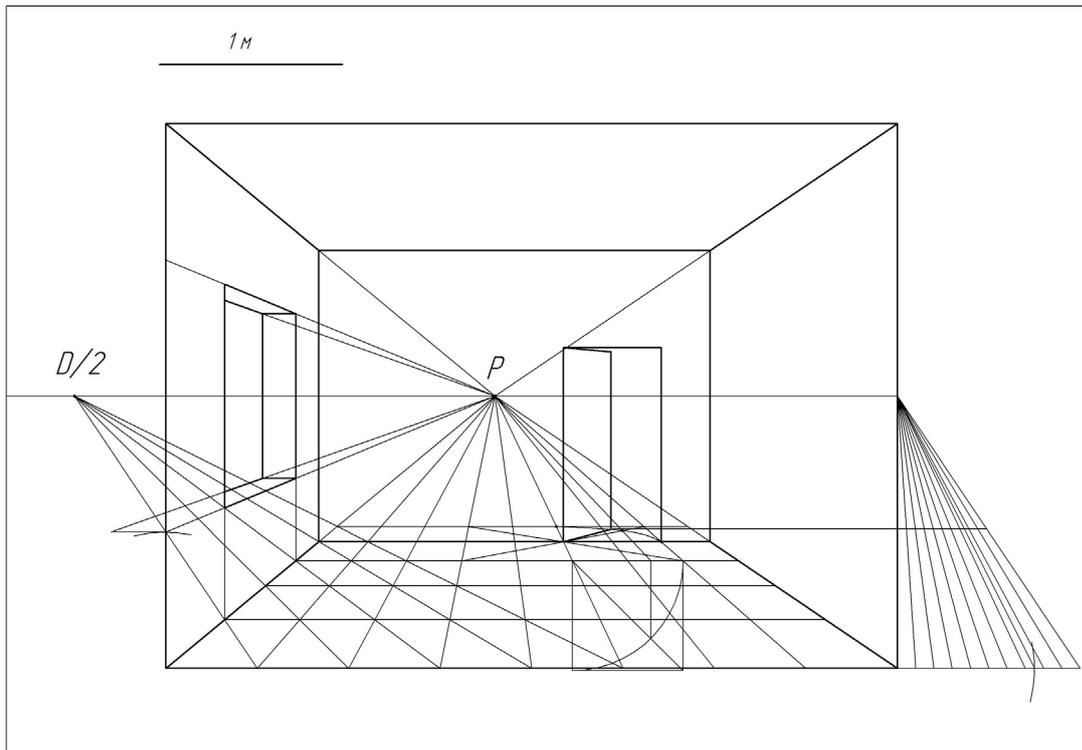


Рис. 58

Для удобства построения перспективы 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).

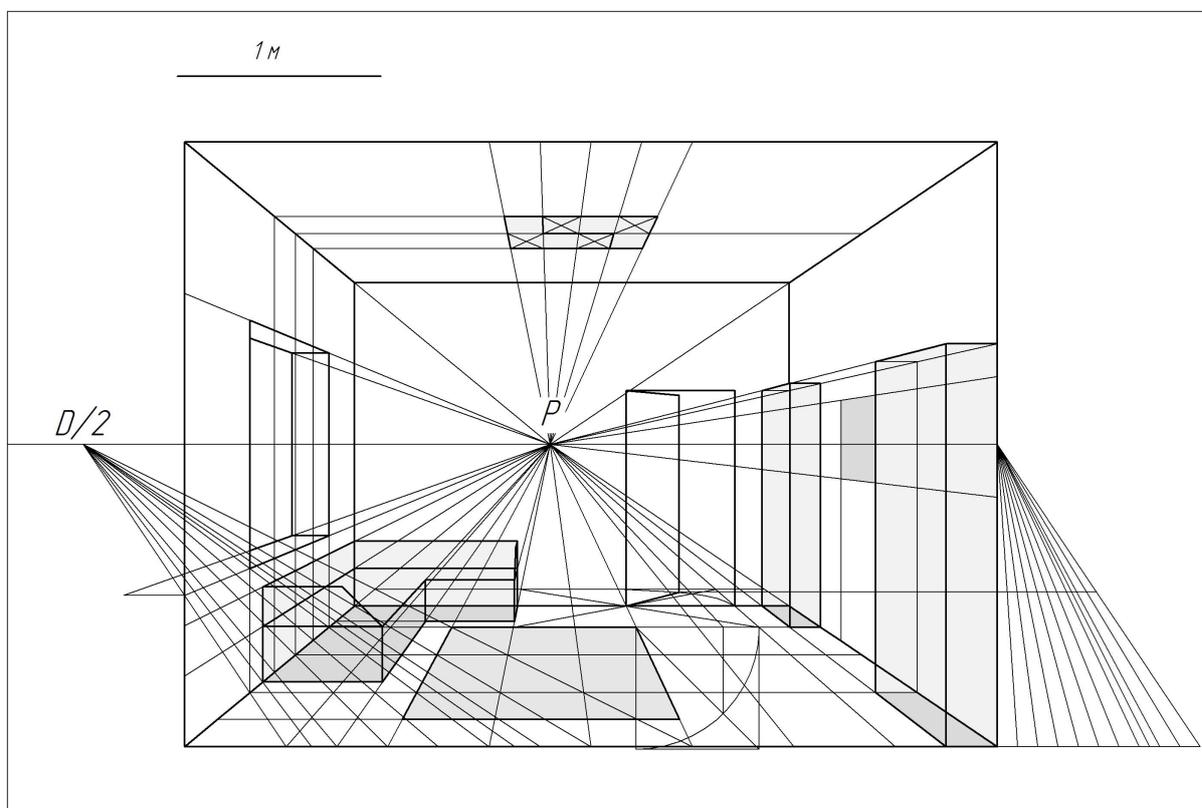


Рис. 59

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.

## 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. 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, — проверку 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.

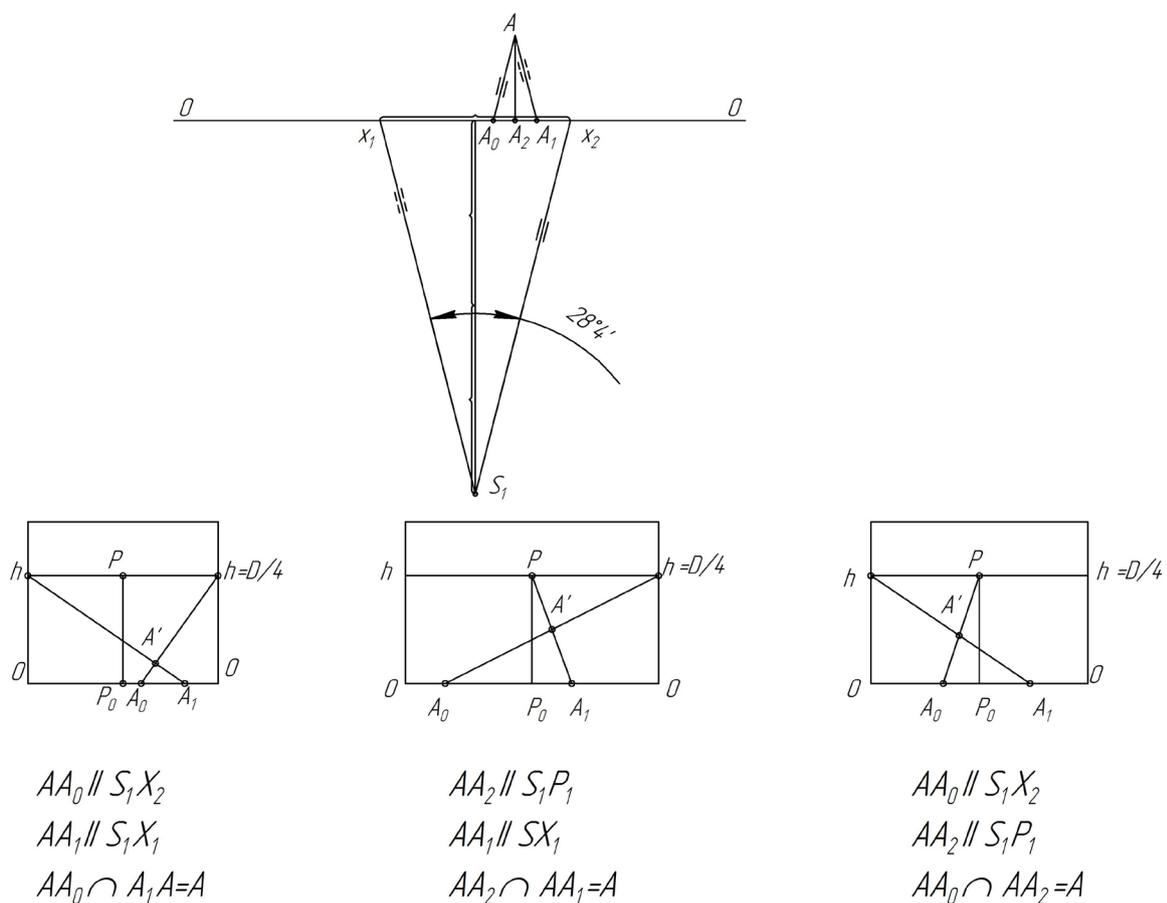


Рис. 60

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.

**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.

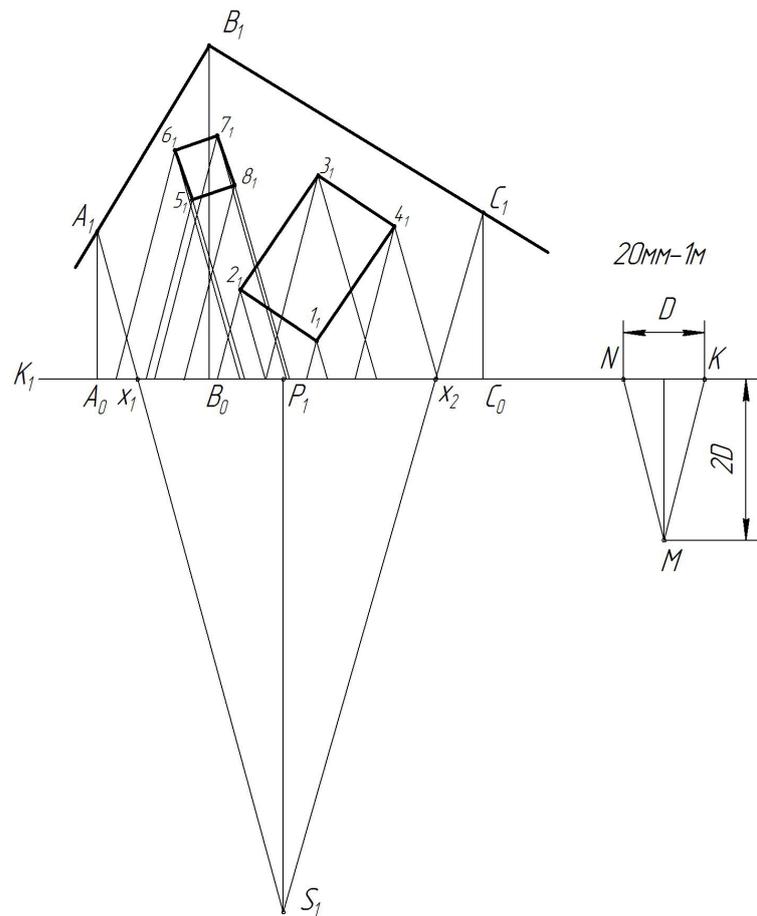


Рис. 61

*Последовательность построения*

1. В заданном на предметной плоскости  $\Pi_1$  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  $A_1$  и  $C_1$  проводятся линии, параллельные сторонам треугольника нормального видения. Пересечением этих линий в точке  $S_1$  (проекции точки зрения) определяются величина изображения ( $X_1X_2$ ) и главный пункт картины  $P_1$  ( $S_1P_1 \perp K_1$ ).
4. Через все точки, обозначенные на плане, проводятся линии, параллельные  $S_1X_1$  и  $S_1X_2$ , до пересечения со следом картинной плоскости.
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 необходимых вспомогательных геометрических построений в предметной плоскости. Ширина картины (от  $X_1$  до  $X_2$ ) увеличивается в выбранном масштабе.

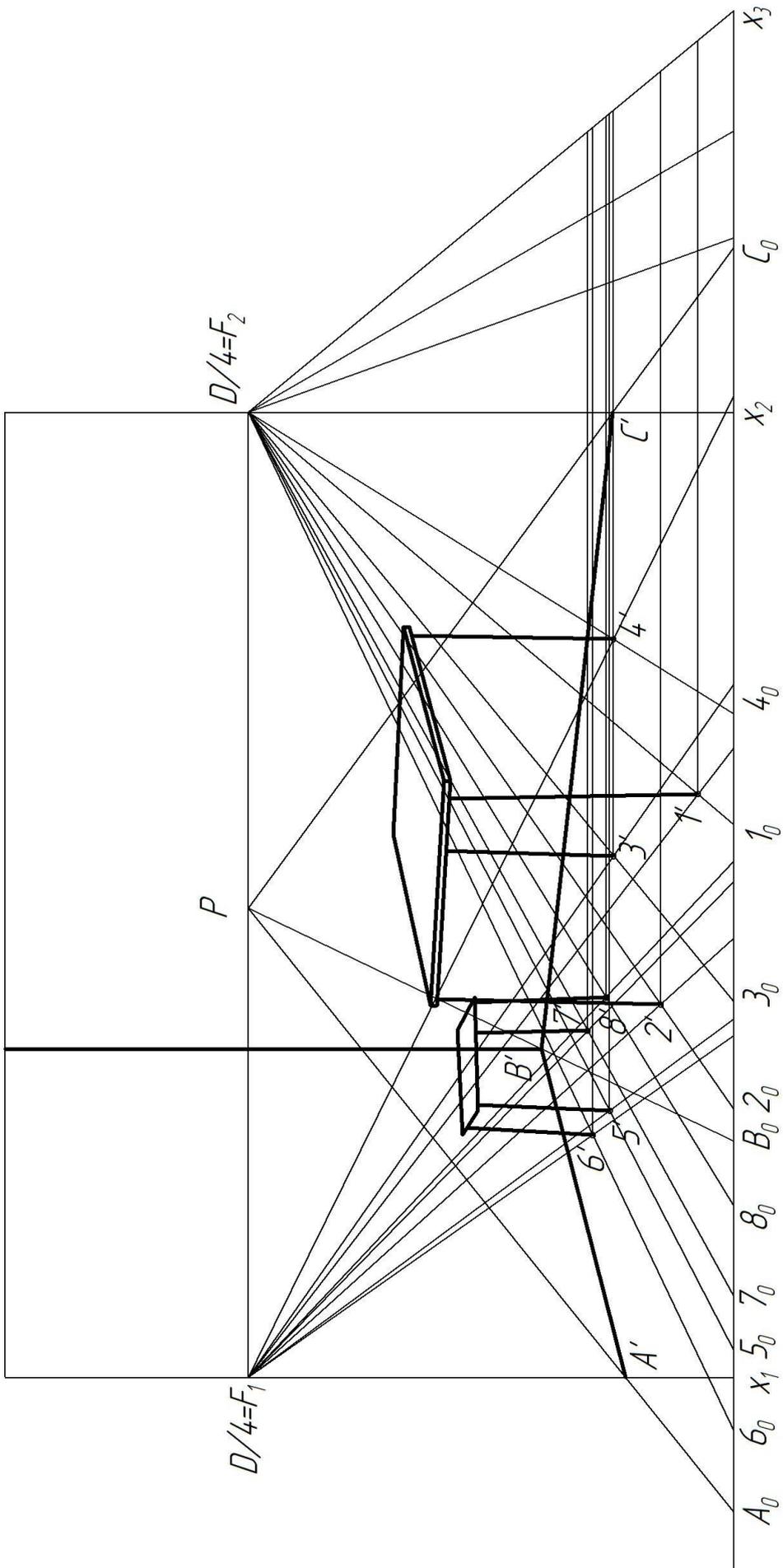


Рис. 62

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 сиденья 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.

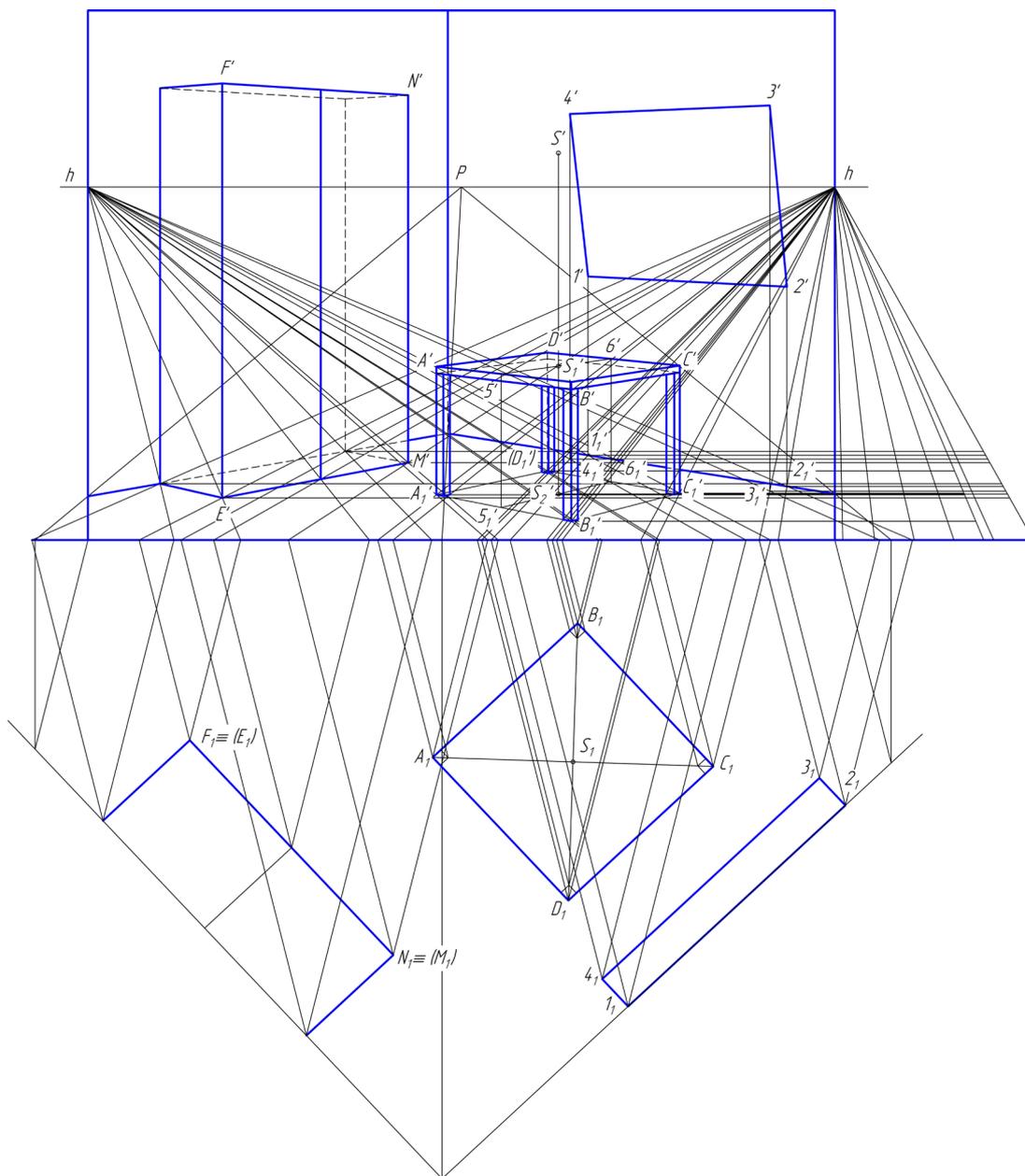


Рис. 63

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

## 2.7. Частные случаи построения перспективы

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

К подобным частным задачам можно отнести проведение перспективы 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).
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  $1$  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  $1$  от прямой  $b$ .
7. Через точки  $1'$  и  $4'$  проводится перспектива прямой  $c$ .

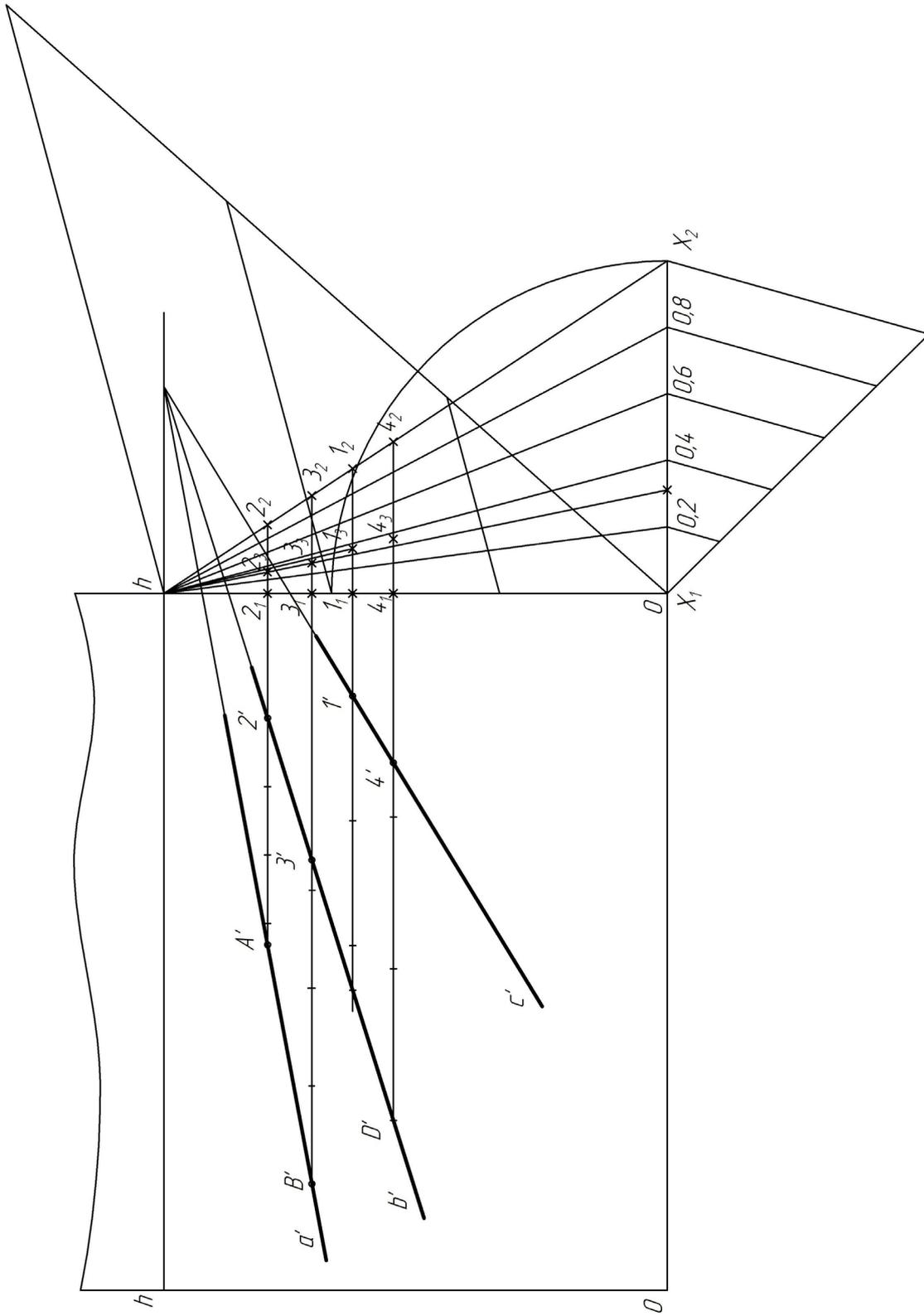


Рис. 64

**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.

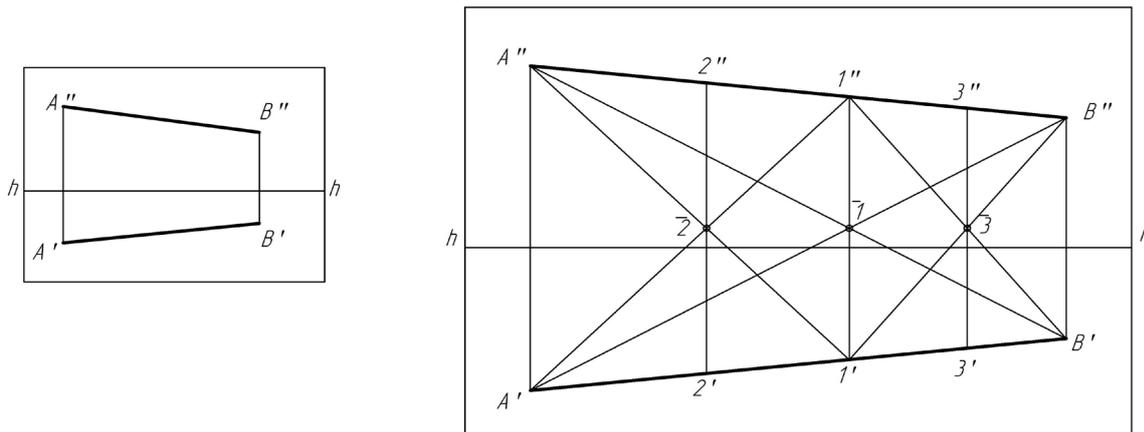


Рис. 65

**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.

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 (рис. 65).

*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  $III$  стоек и откладывается от линии пересечения стены и пола вверх. Линия, проходящая через эти точки, — нижняя линия шведской стенки.

3. Определяется величина 0,25 м для этих же стоек и таким же образом строятся остальные горизонтальные линии стенки.
4. Линия, проходящая через точку  $D'$  и расположенная параллельно линии пересечения стены и пола  $A'B'$ , строится так же, как в примере (рис. 64). 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  $A'B'$ .

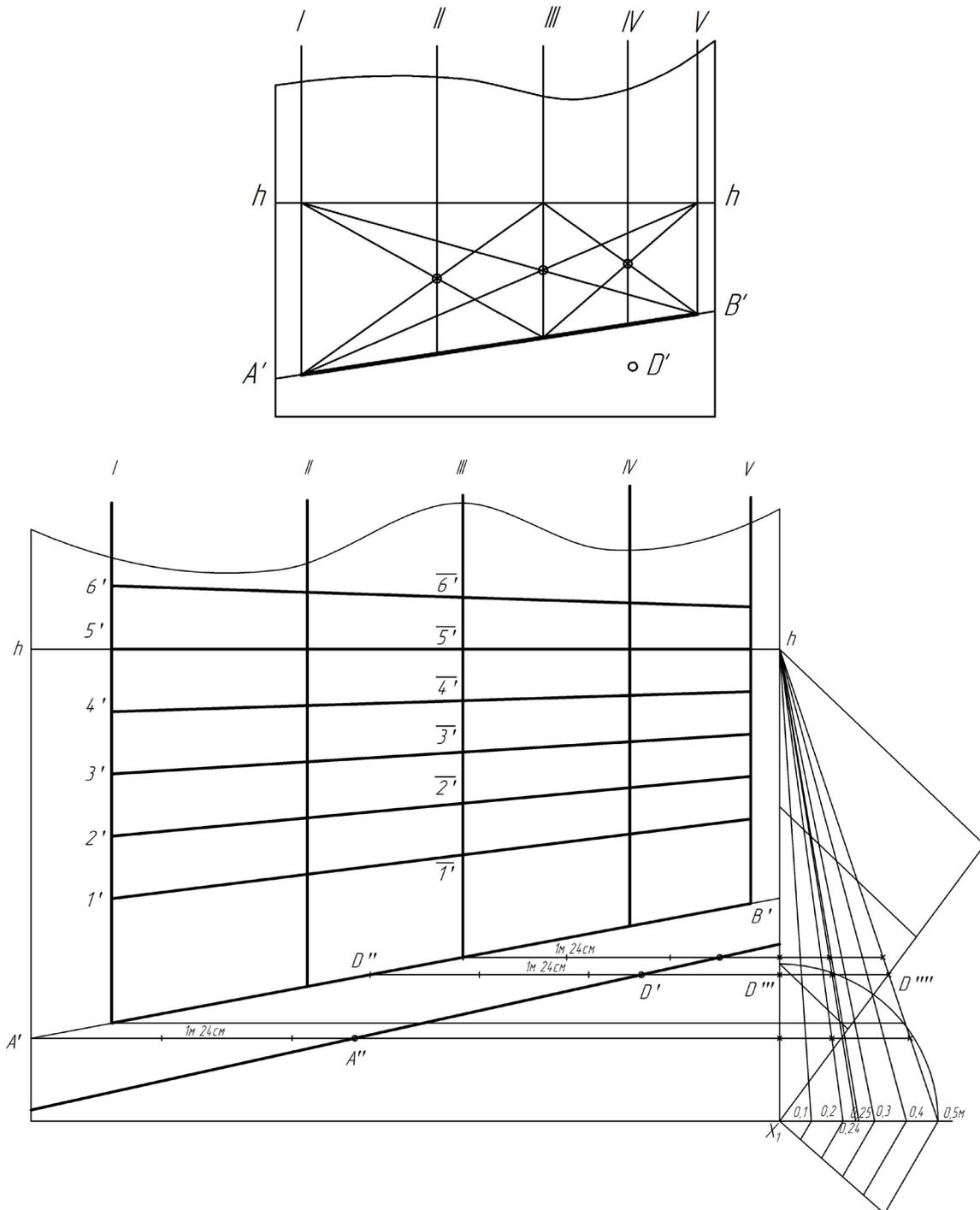


Рис. 66

**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.

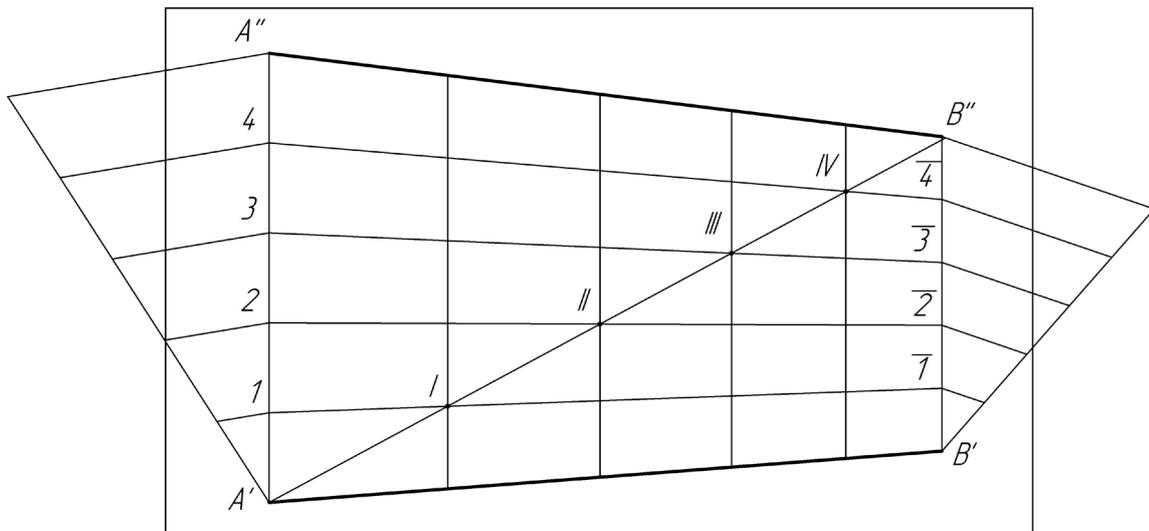


Рис. 67

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.

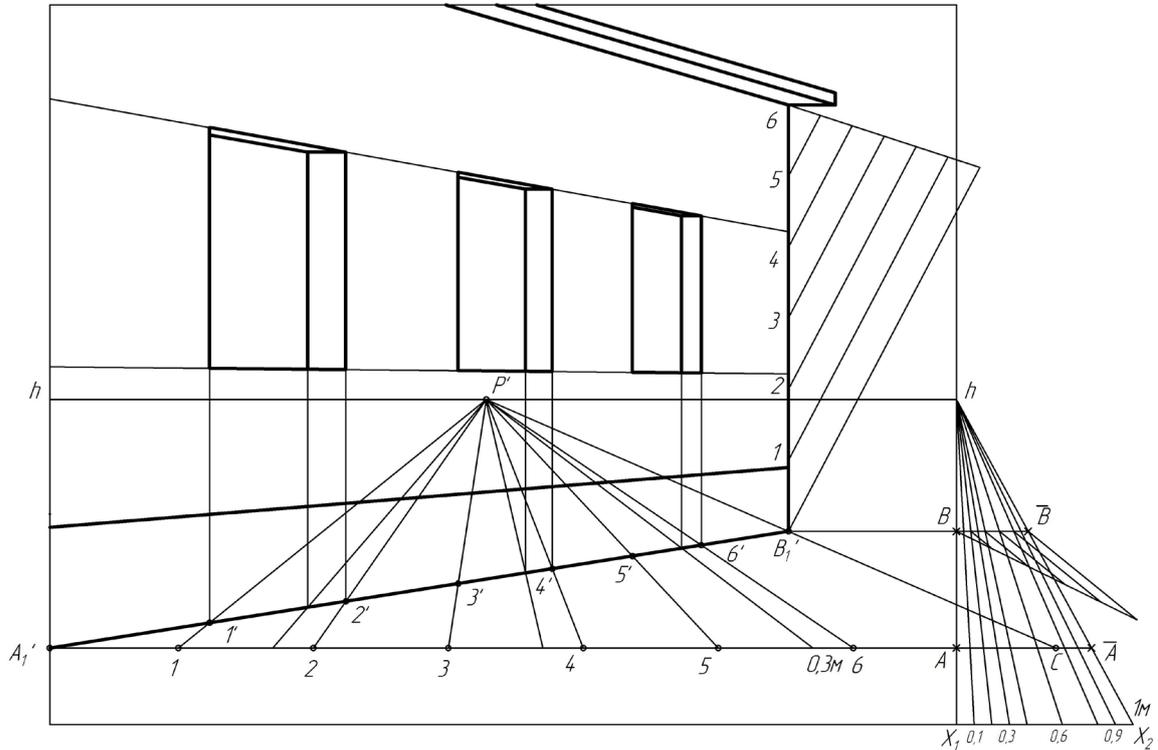
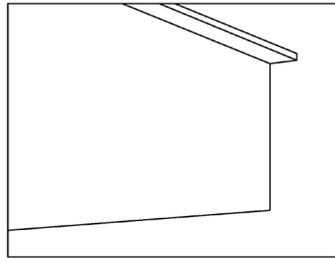


Рис. 68

*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.  $X_1 X_2$  – величина 1 м на основании картины.
2. Строится линия цоколя. Для этого от точки  $B_1'$  вверх откладывается отрезок, равный  $0,9 \times \overline{B \overline{B}}$ , а от  $A_1'$  – отрезок  $0,9 \times \overline{A \overline{A}}$ .
3. Аналогично строятся нижняя и верхняя линии окон. От точки  $B_1'$  откладывается вверх 2,2 и 4,2 м, от точки  $A_1'$  – 2,2 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  $\overline{A}$ .  $\overline{A \overline{A}}$  – 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 пря-

мые, 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  $1-2, 3-4, 5-6$ , построенным 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.

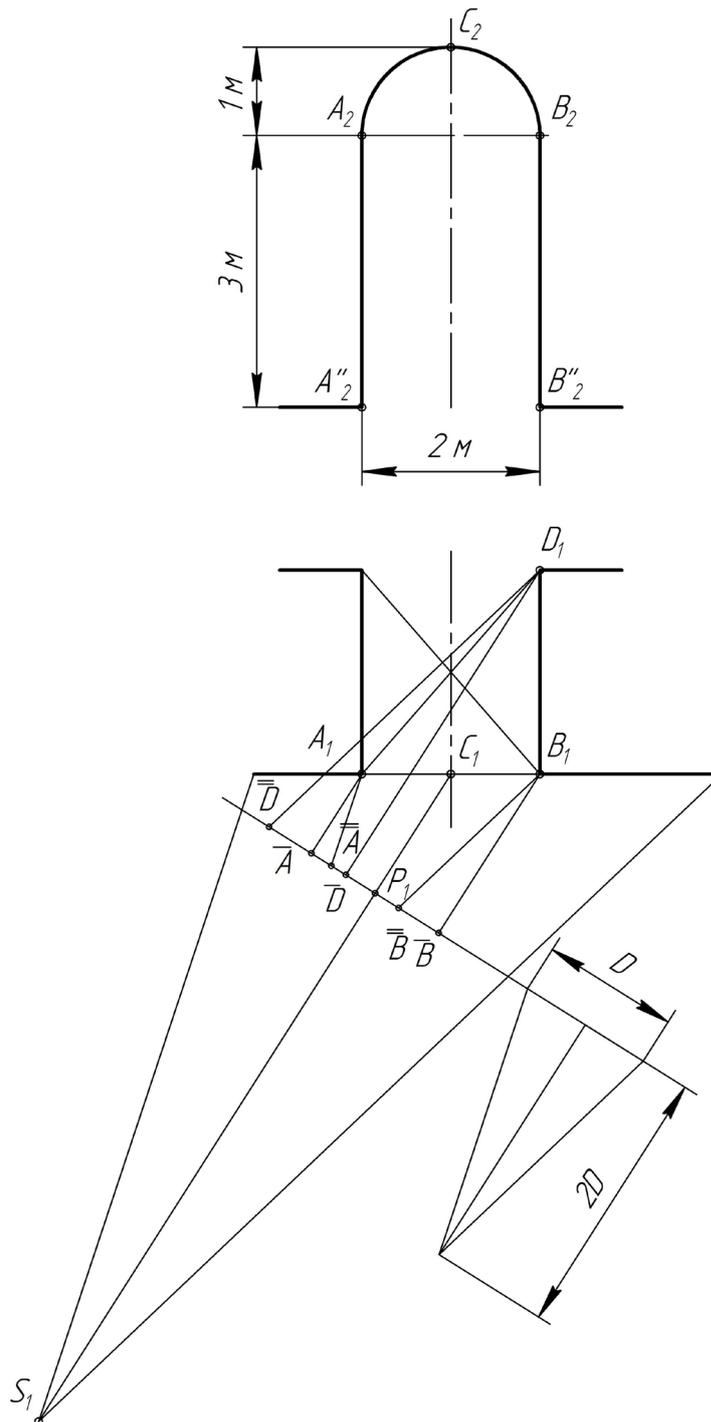


Рис. 69

На рис. 69 дано изображение арки в ортогональных проекциях. На 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 ( $S_1P_1$ ).

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

*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.

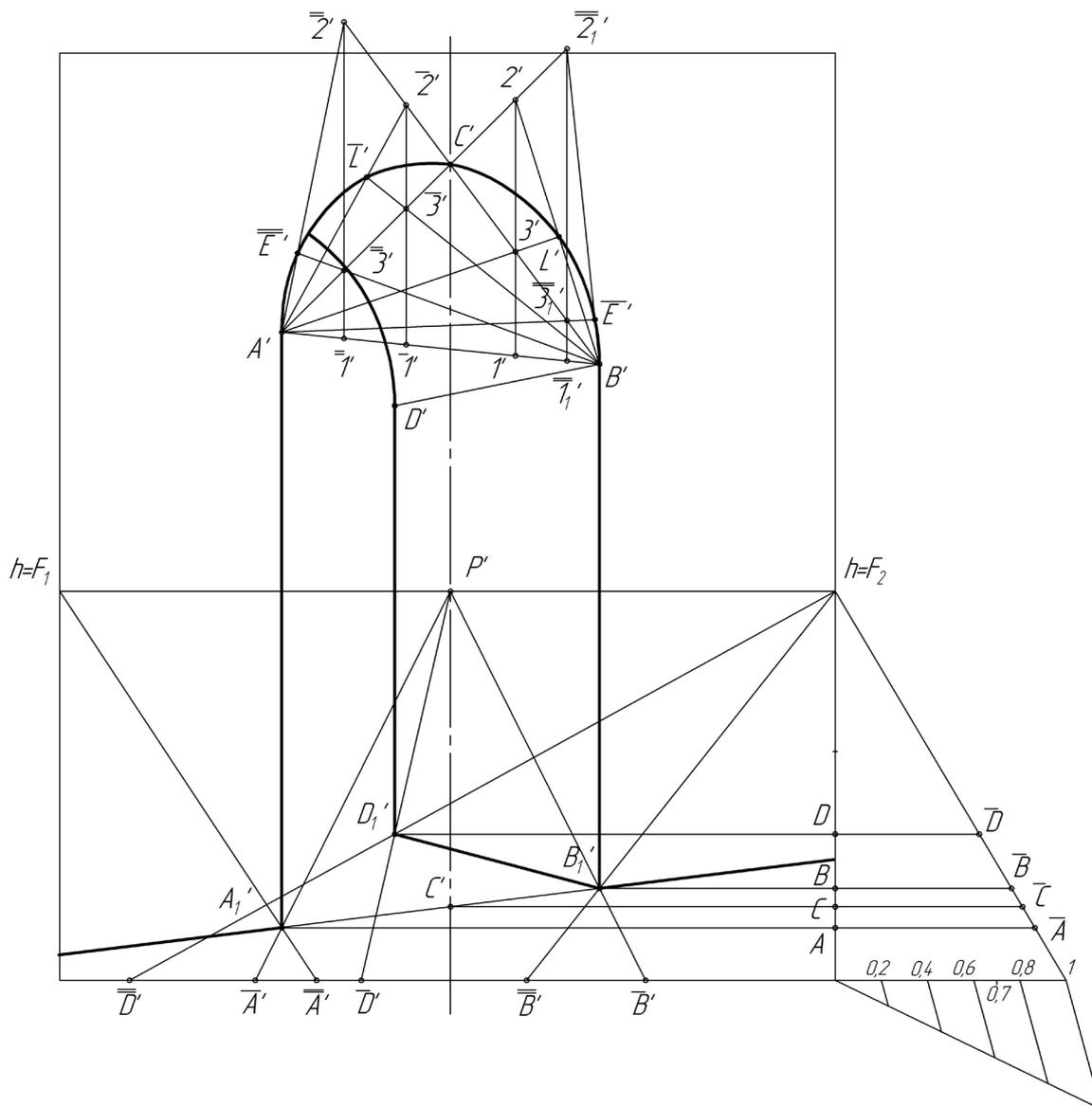


Рис. 70

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  $B'$ . 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  $Z'$ . Точки  $Z'$  и  $B'$  соединяются отрезком прямой.
7. Прямая  $I'Z'$  пересекается с прямой  $B'C'$  в точке  $Z''$ . Через точку  $A'$  и  $Z''$  проводится прямая до пересечения с  $Z'B'$ . Точка их пересечения — искомая точка  $L$ , принадлежащая перспективе контура круговой арки.
8. Другие точки кругового контура строятся аналогично. Последовательное соединение полученных точек плавной кривой даст перспективу кругового контура арки.

**Пример** (рис. 71–73). Построить перспективу 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 или 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 перспективы.

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.

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.

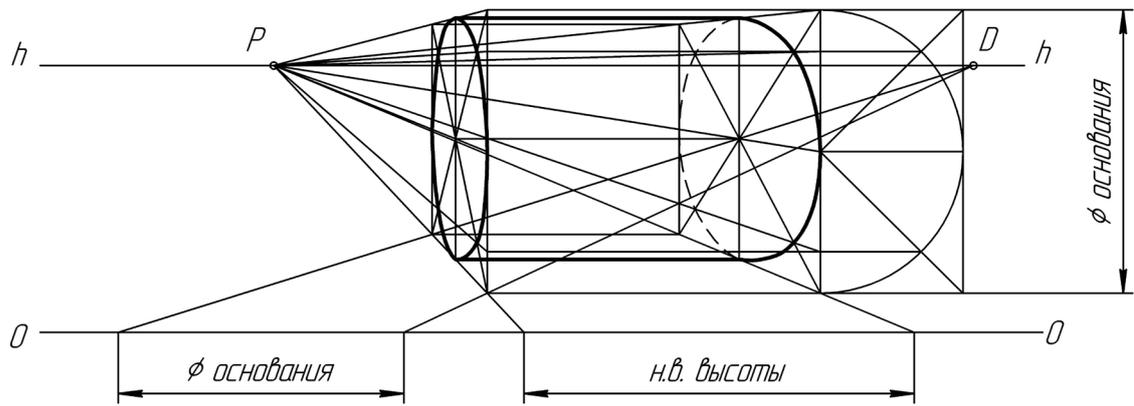
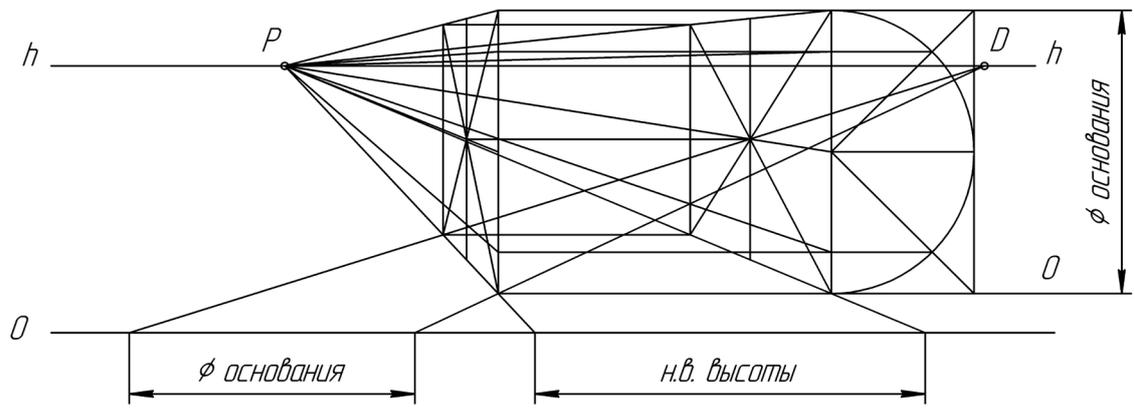


Рис. 71

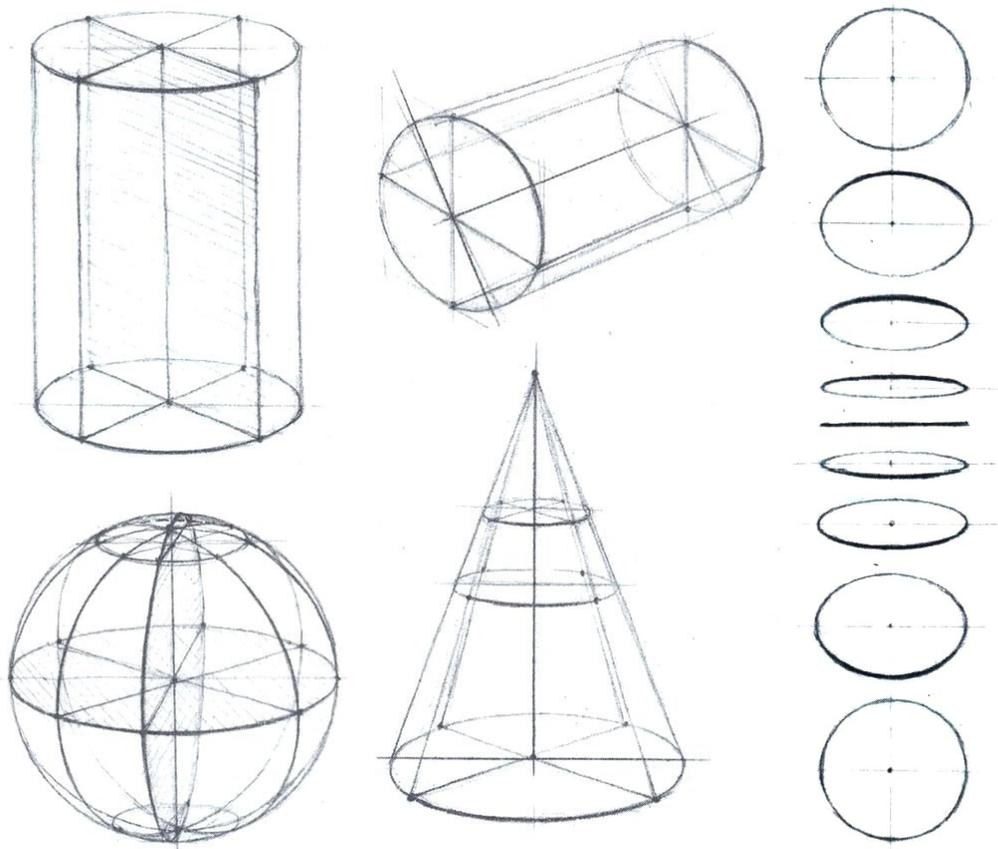


Рис. 72

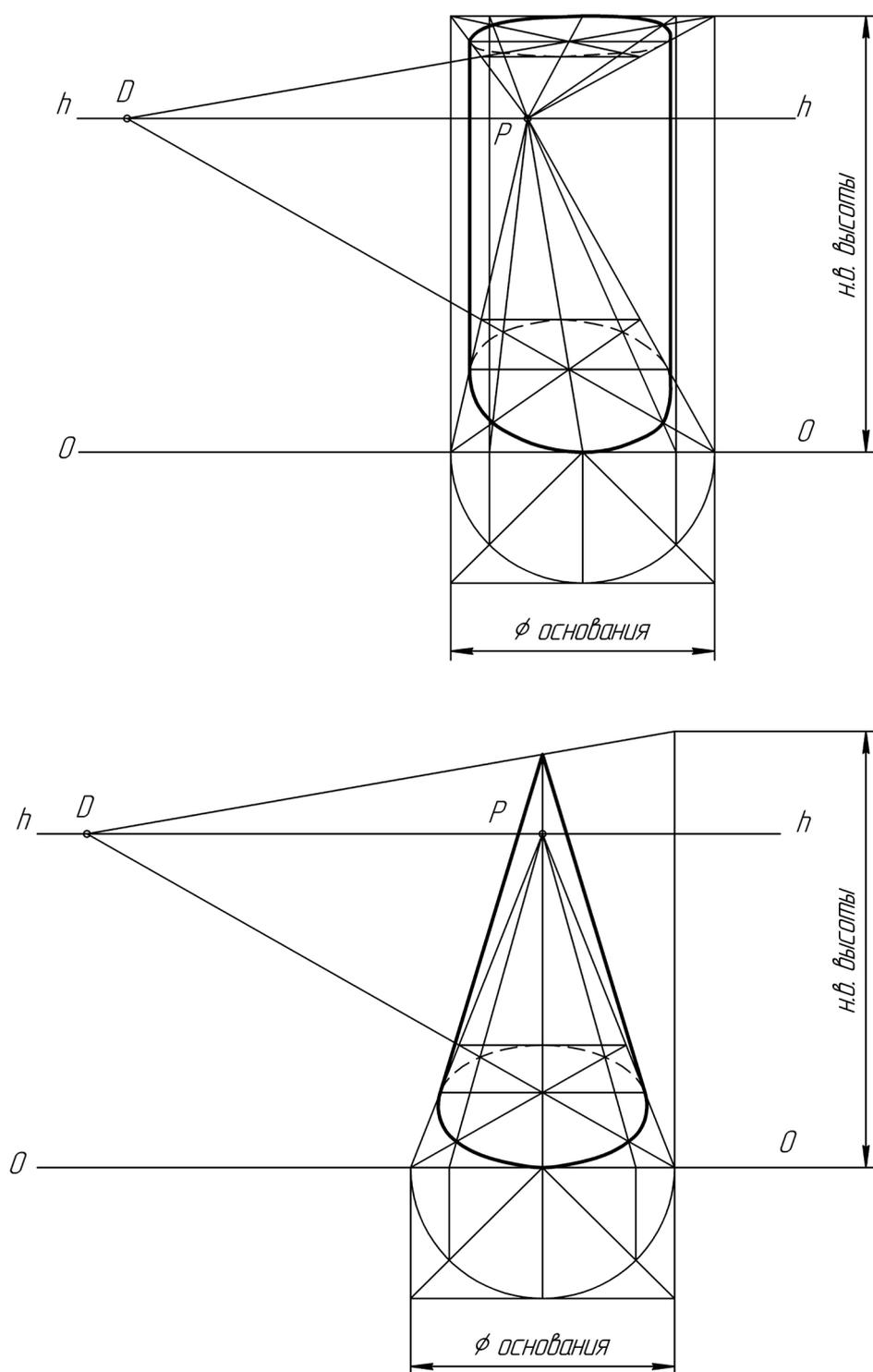


Рис. 73

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 высот.

Построение перспективы объектов – частные задачи теории перспективы, которые легко решаются с помощью перспективных масштабов и специальных вспомогательных приемов.

## Глава 3. ТЕНИ В ПЕРСПЕКТИВЕ

Тень есть лишение света...  
тени в высшей степени необходимы  
в перспективе, ибо без них  
непрозрачные и трехмерные тела  
плохо различимы в отношении того,  
что заключено внутри их границ, и  
плохо различимы их пределы, если  
только они не граничат с фоном  
другого цвета, чем цвет тела...

*Леонардо да Винчи*

### 3.1. Основные положения теории теней

Достоверность перспективного изображения зависит не только от точности 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.

1. Освещение осуществляется прямолинейными лучами, исходящими от источника света и распространяемыми в однородной среде.

2. Пересекающиеся лучи света не нарушают распространение 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 освещаемых 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 существуют, 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  $ABCDE\dots$  – светораздел или контур собственной тени.

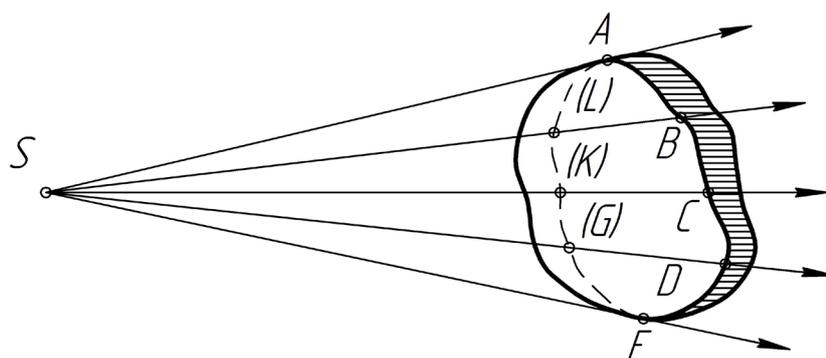


Рис. 74

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  $\Pi'$  (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).

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

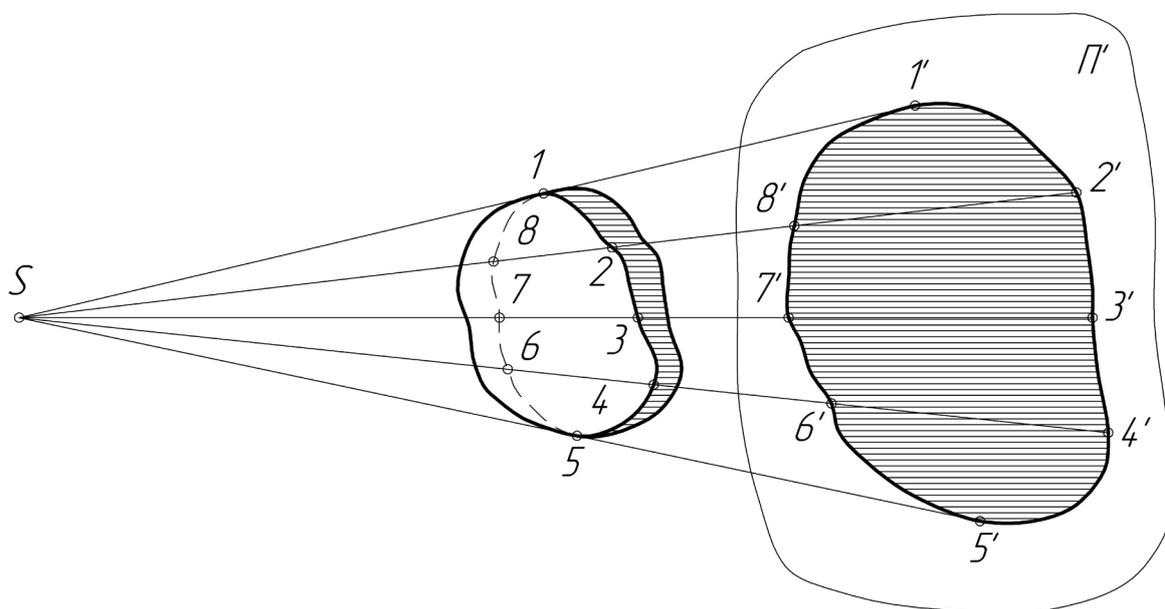


Рис. 75

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  $A_1$  в пределах отрезка  $AA_1$  будет затемнение.  $A_1$  – тень от точки  $A$  на предметной плоскости (рис. 76).

*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.

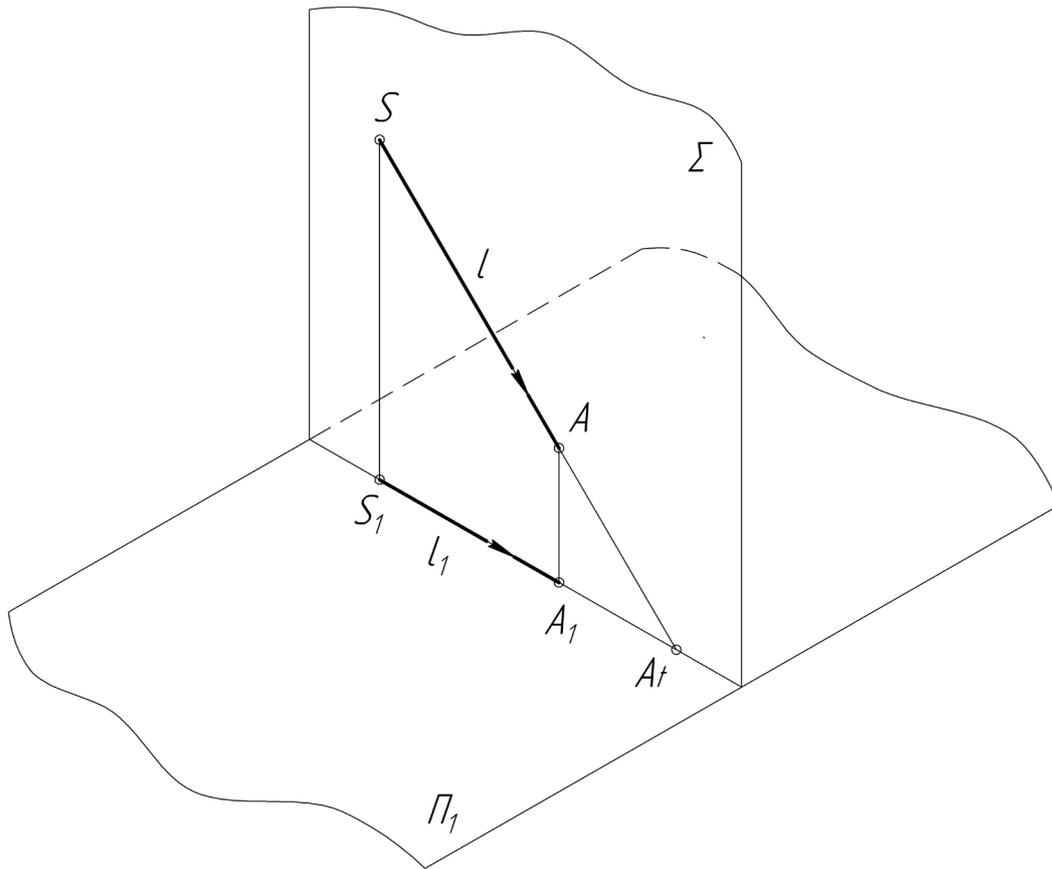


Рис. 76

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.

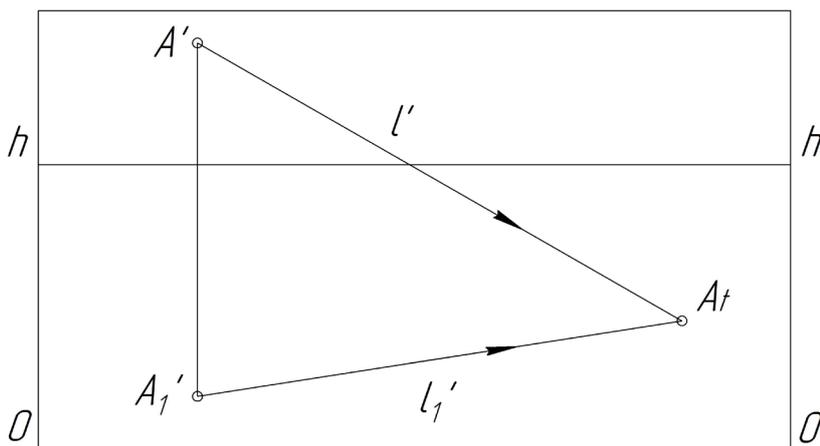


Рис. 77

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.

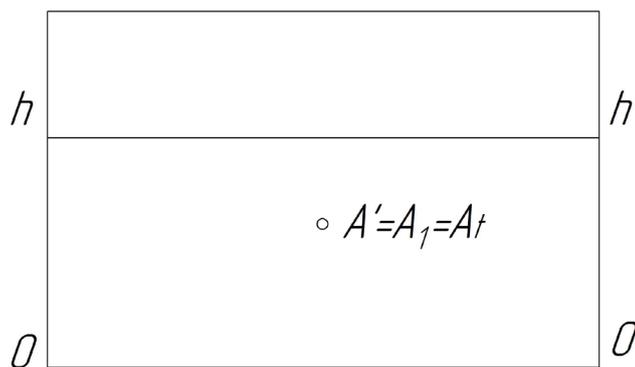


Рис. 78

### 3.2. Построение теней при естественном освещении

При рисовании с натуры в помещении или на пленэре солнечное освещение объекта и очертание падающей тени от него постоянно меняются 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 определить тени от двух точек, ограничивающих этот отрезок. Здесь важно знать, как расположен луч света по отношению к плоскости картины.

Если отрезок прямой луча света  $l$  параллелен плоскости картины (источник света находится в промежуточном пространстве), то вторичная проекция такой прямой  $l_1'$  параллельна проекции этой прямой  $l_1$ , всегда параллельной основанию картины. Перспектива такой прямой  $l'$  параллельна прямой в пространстве  $l$  (рис. 79).

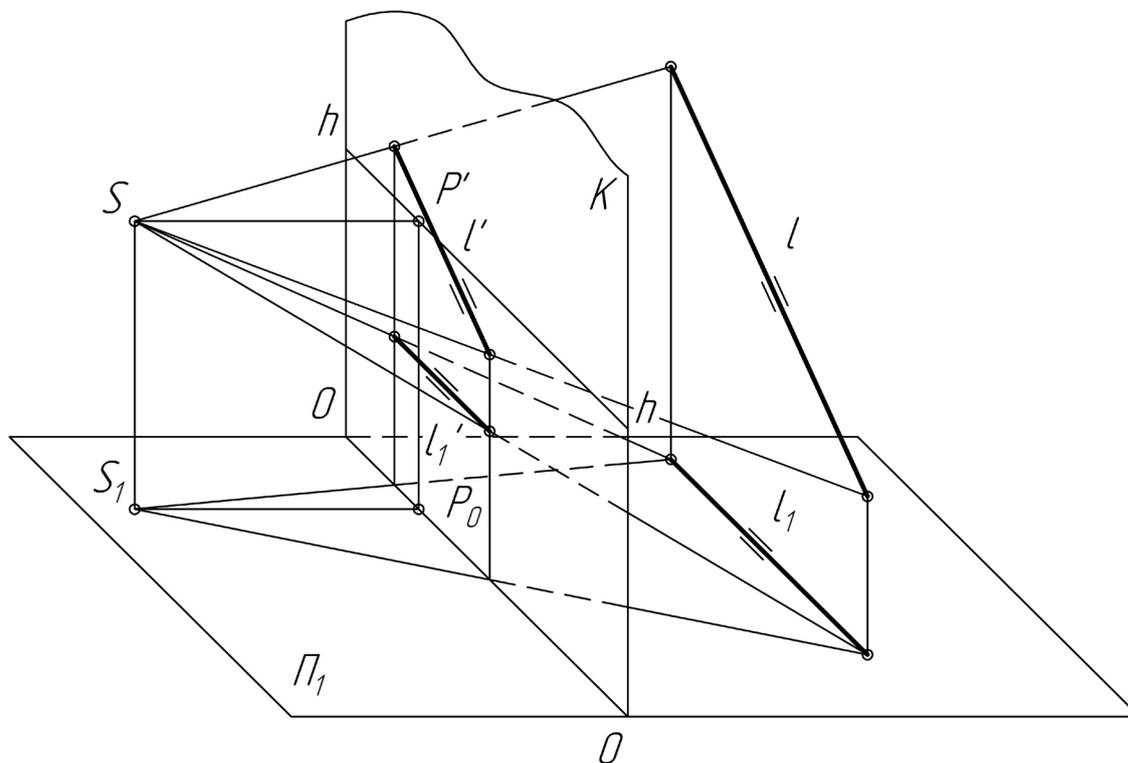


Рис. 79

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.**

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

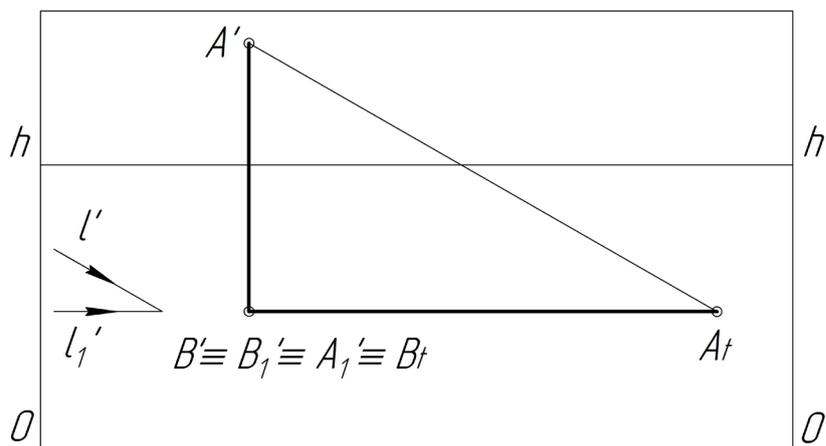


Рис. 80

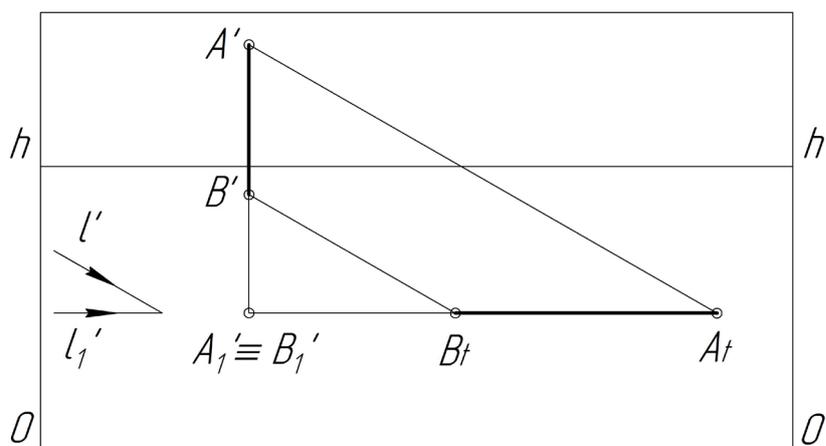


Рис. 81

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  $A$  ( $A_t$ ) и  $B$  ( $B_t$ ). Соединив тени от двух точек, получают тень от отрезка прямой, которая при продолжении проходит через точку  $F_2$ .

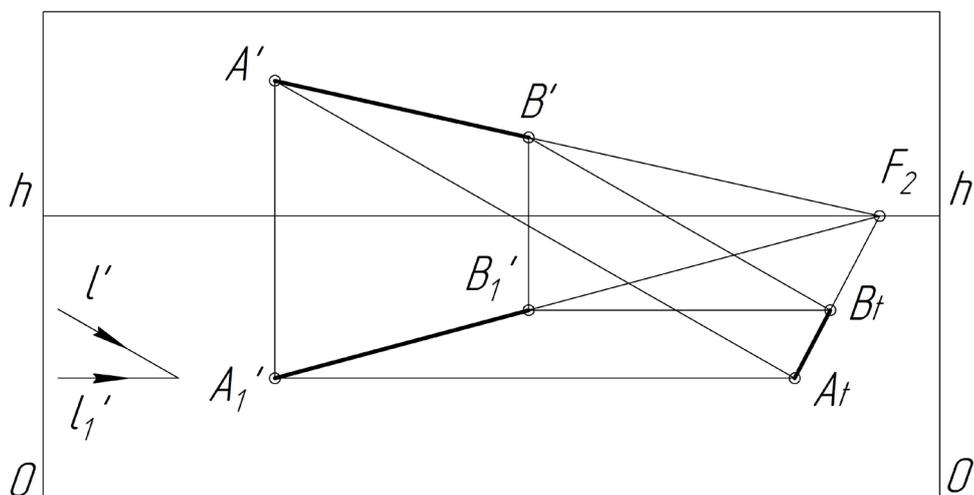


Рис. 82

**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 перекладки в перспективе. Направление светового луча  $l$  задано (источник света – в промежуточном пространстве).

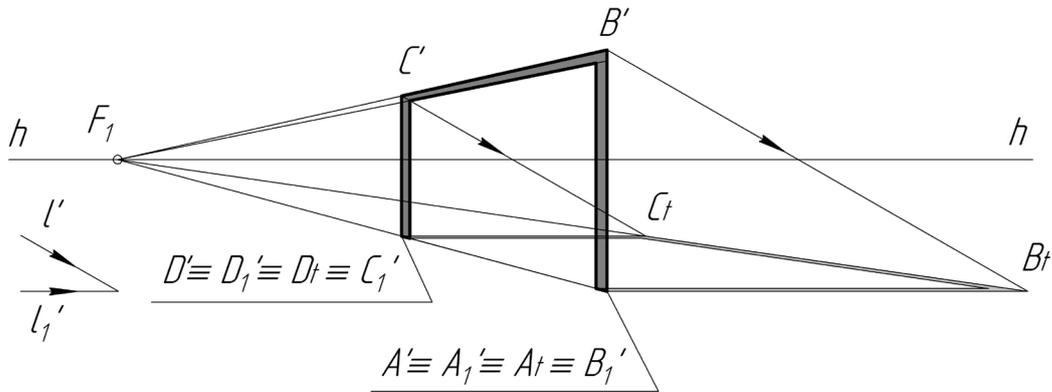


Рис. 83

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.

**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.

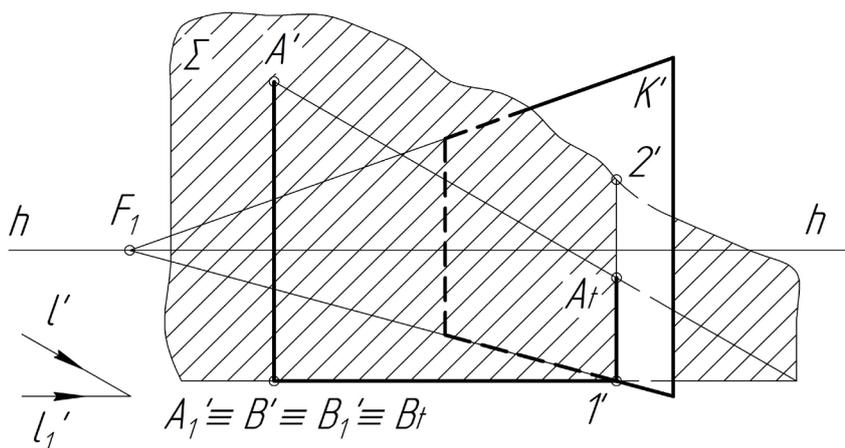


Рис. 84

Тень от 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  $\Sigma$ , в которую заключается луч света, с плоскостью  $K'$ . Пересечение перспективы

луча света с линией пересечения  $1'2'$  плоскостей  $\Sigma$  и  $K'$  (1 ГПЗ) есть тень от точки  $A$  на плоскости  $K'(A_t)$ .

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  $\Sigma$ . 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  $\Sigma$  строят аналогично примеру (рис. 84). 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  $F_1$ .

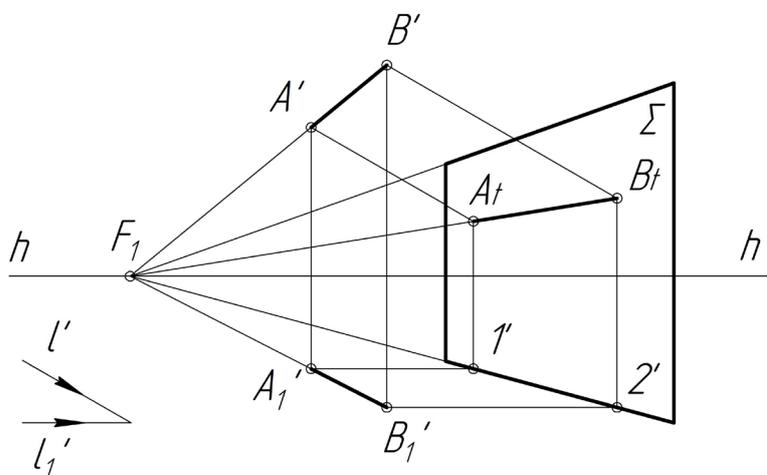


Рис. 85

*Перспектива отрезка горизонтальной прямой, вторичная проекция и тень этого отрезка на горизонтально проецирующей плоскости сходятся в одной точке  $F_1$ , лежащей на линии горизонта.*

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

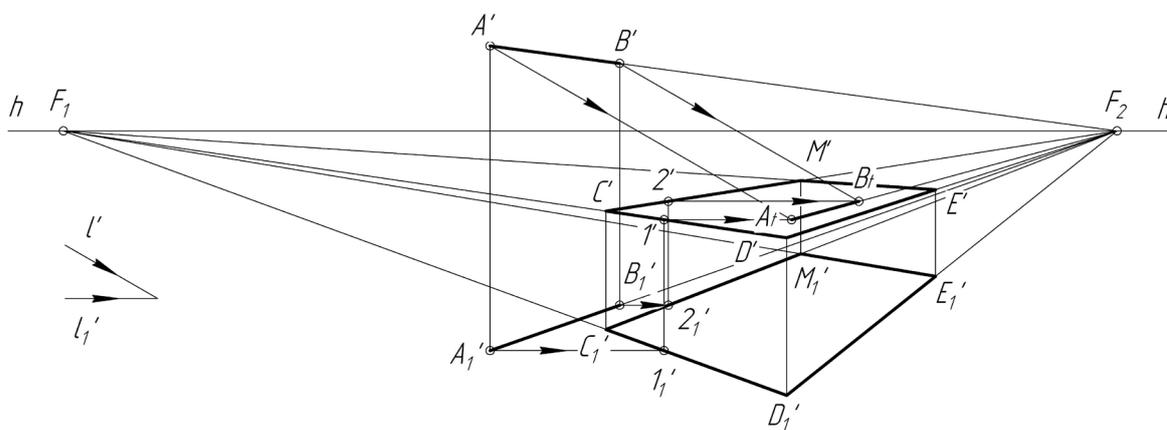


Рис. 86

Отрезок прямой и плоскость заданы перспективой и вторичной проекцией. Так как параллельные прямые  $AB$ ,  $CM$  и  $DE$  параллельны предметной плоскости, то их перспективы 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 выполнить следующее.

1. Луч, проходящий через точку  $A$ , заключить мысленно в горизонтально проецирующую плоскость.
2. Определить линии пересечения этой плоскости с предметной плоскостью  $\Pi_1$  (прямая  $A_1'I_1'$ ), вертикальной плоскостью  $C_1'C'D_1'D_1'$  ( $I_1'I_1'$ ) и плоскостью  $CDEM$  ( $I'A$ );  $I'A \parallel A_1'I_1'$ .
3. Пересечение луча  $A'A_t$  с прямой  $I'A$  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  $B_t$  и  $F_2$  до пересечения с линией  $C'M'$ , ограничивающей горизонтальную плоскость. Получают точку  $L_t$ .
4. Соединив тени от точек  $L$  ( $L_t$ ) и  $A$  ( $A_t$ ), получают тень на вертикальной плоскости от горизонтальной прямой  $AB$ .

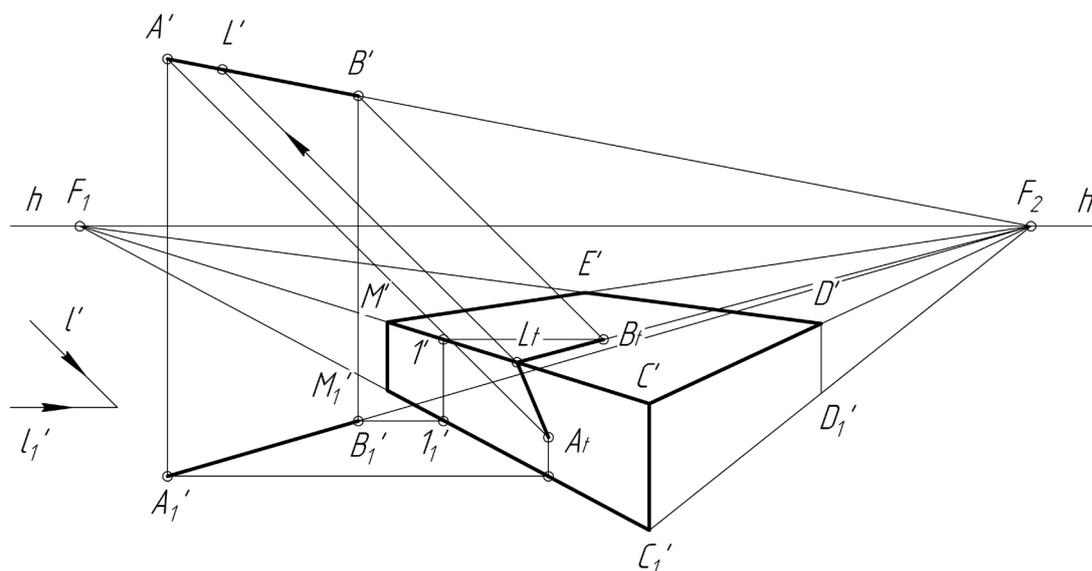


Рис. 87

При помощи обратного луча света, проведенного из точки  $L_1$ , можно определить границу участка прямой  $AB$ , от которого тень падает на вертикальную либо на горизонтальную плоскость.

### 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.

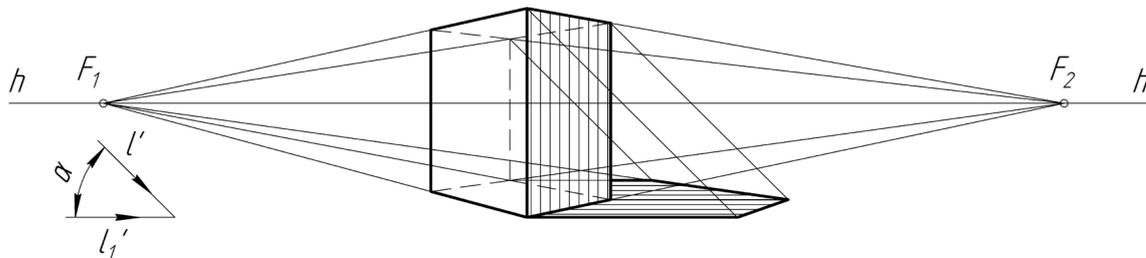


Рис. 88

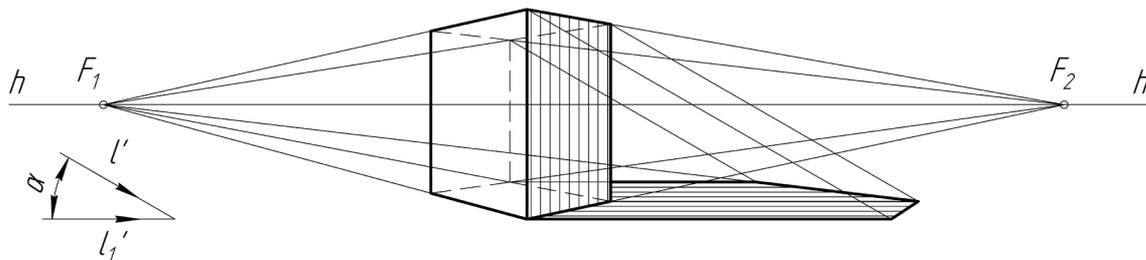


Рис. 89

На рис. 88 тень короче, чем на рис. 89, так как угол наклона лучей света ( $\alpha$ ) в первом случае больше, чем во втором. **Чтобы тени были более выразительными, угол наклона лучей должен быть меньше.** В графических работах угол  $\alpha$  рекомендуется выбирать равным  $30 \div 35^\circ$ .

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

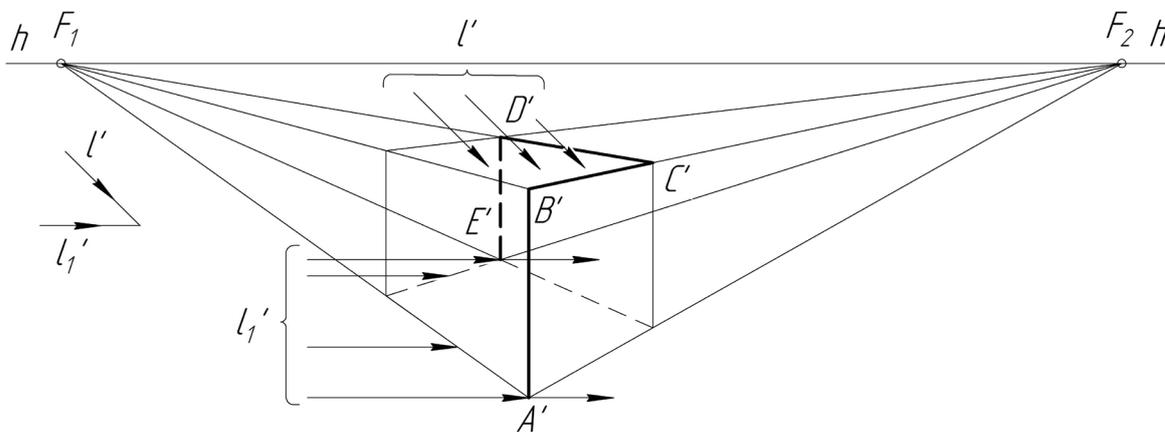


Рис. 90

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  $A' B' C' D' E'$ .

Используя правила, рассмотренные выше, строят 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.

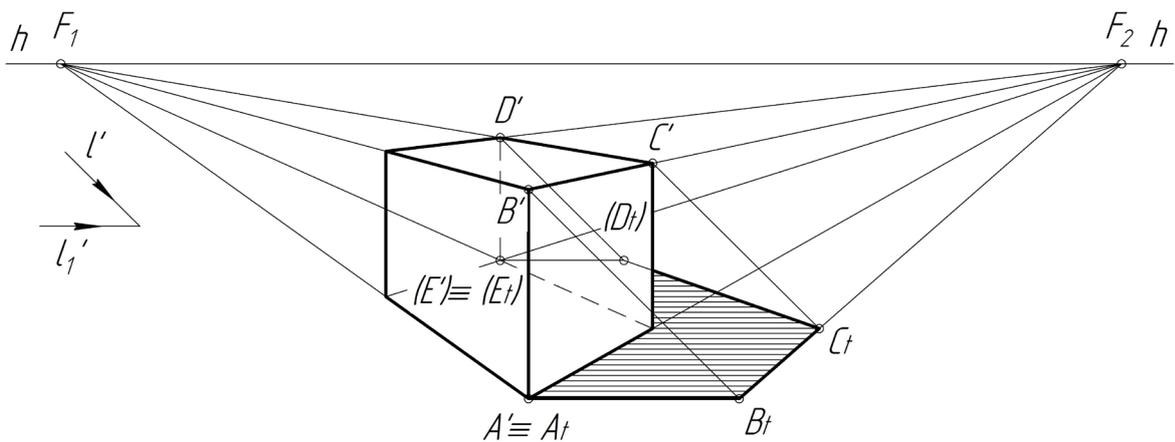


Рис. 91

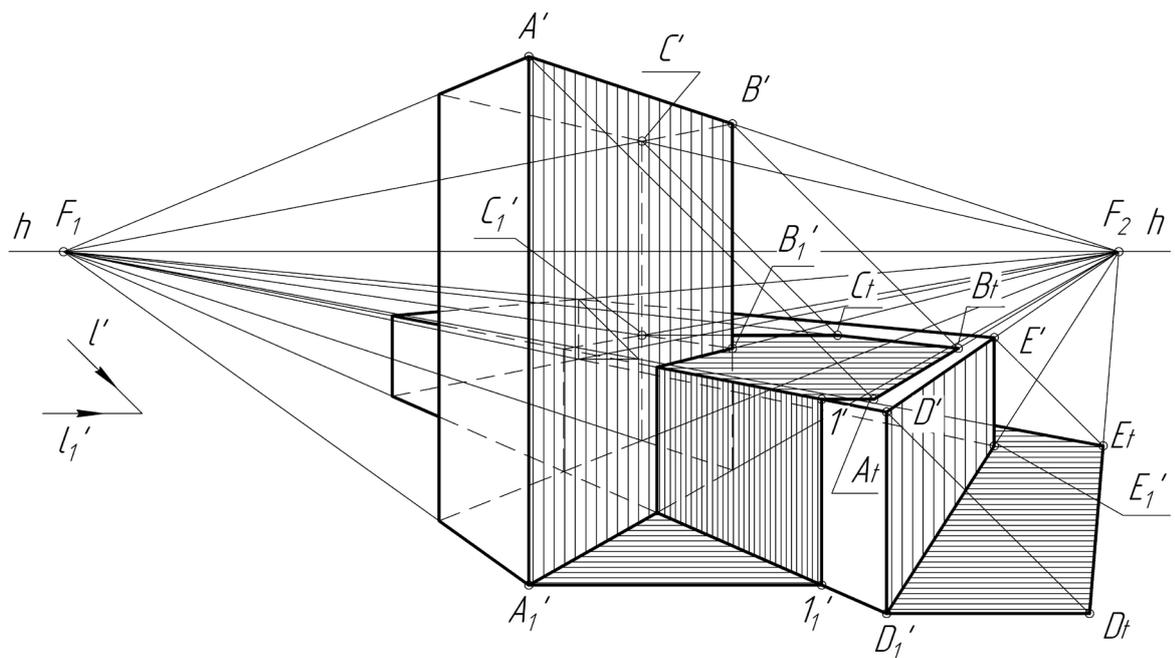


Рис. 92

На рис. 92 показано построение теней от двух пересекающихся призм. Сначала определяется видимый контур собственной тени на обеих призмах (две ломанные линии  $A_1'A'B'B_1'$  и  $D_1'D'E'E_1'$ ). 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 ( $I_1'I' // A_1'A'$ ), на верхней горизонтальной грани — также параллельна вторичной проекции луча ( $I'A_1 // A_1'I_1'$ ). Пересечение прямой  $I'A_1$  с лучом света  $A'A_1$  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.

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.

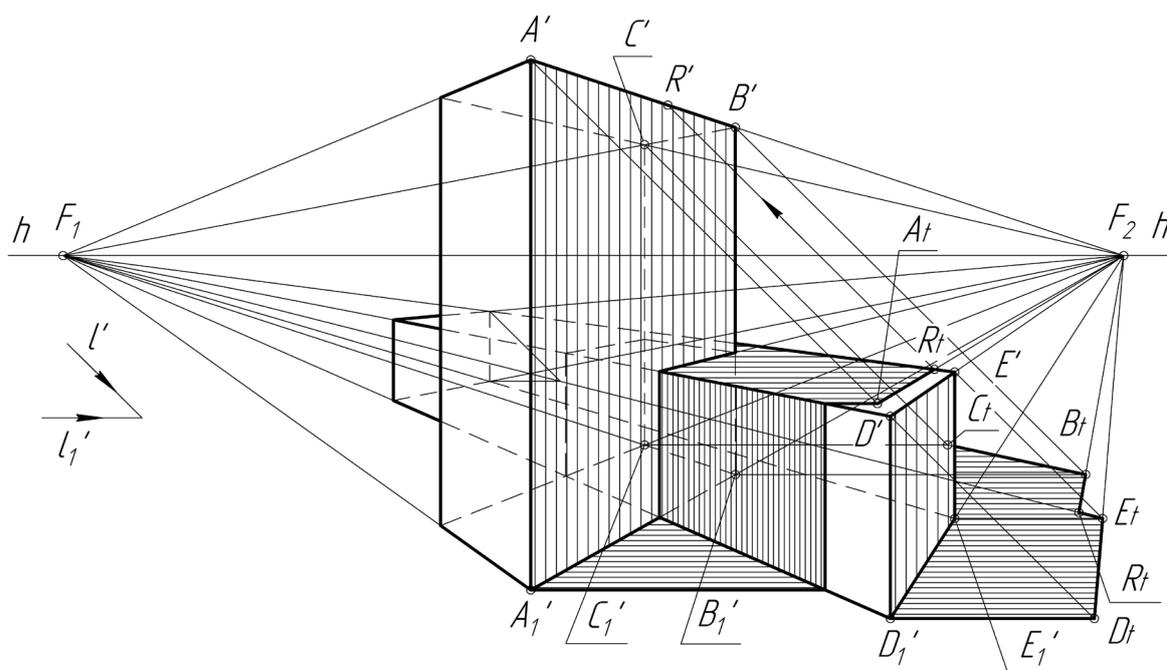


Рис. 93

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 (рис. 86, 87). Построение тени от ребра  $EM$  показано на рис. 93 (ребро  $AB$ ). Собственные тени на предметах обычно изображают более светлыми, чем падающие, из-за отражений (рефлексов) от земли и окружающих предметов.

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

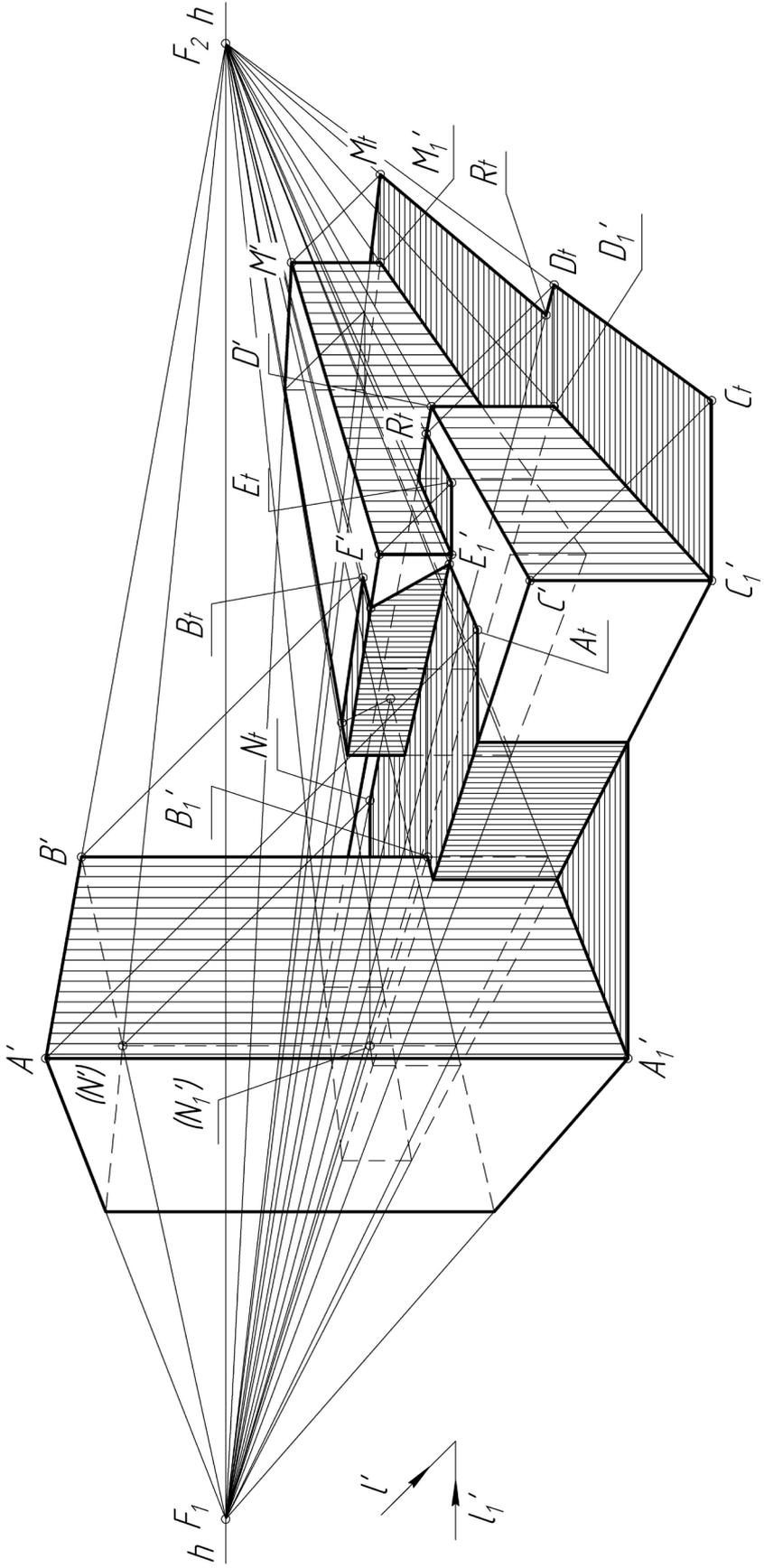


Рис. 94

**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 ( $S \bar{F}_1' \parallel l_1', S \bar{F}_1' \cap h-h = F_1'$ ), а перспективы всех световых лучей 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 ( $\alpha$ ) задается в соответствии с композицией рисунка.

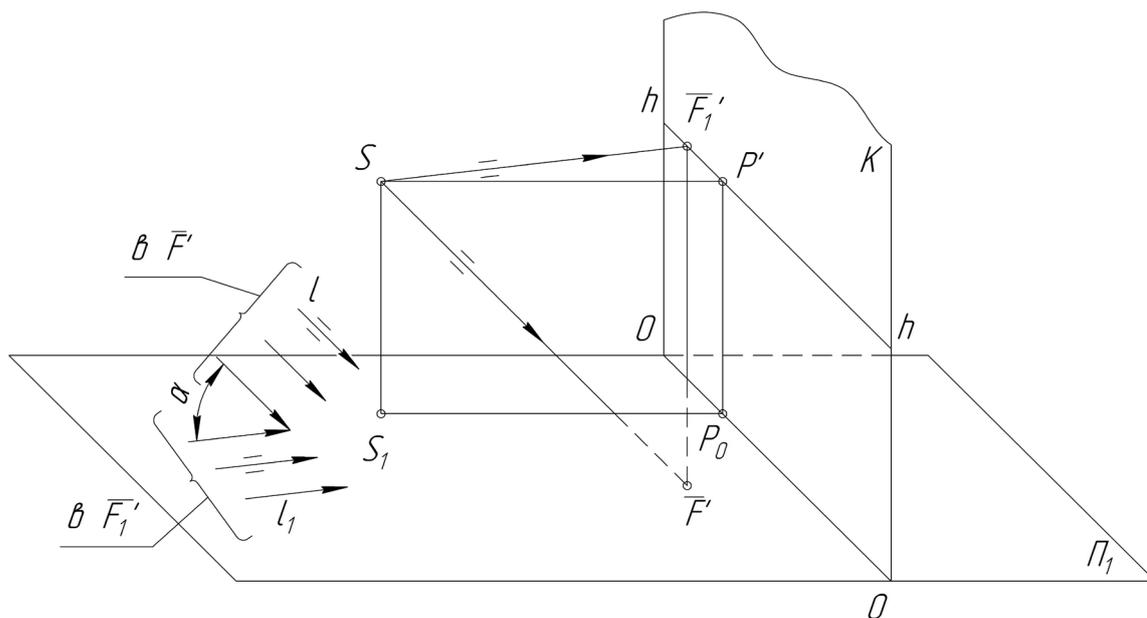


Рис. 95

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

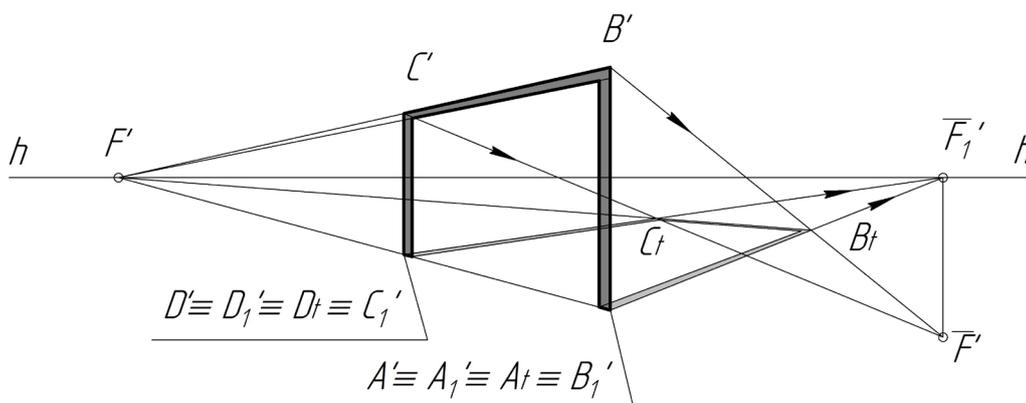


Рис. 96

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 на 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 точку схода, что и сама прямая.

Чем больше расстояние  $\bar{F}'_1 \bar{F}'$ , тем выше солнце, следовательно, тени будут короче; чем меньше расстояние  $\bar{F}'_1 \bar{F}'$ , тем ниже солнце и тени длиннее. Если прямая  $\bar{F}'_1 \bar{F}'$  расположена ближе к объекту, то угол наклона лучей света к предметной плоскости будет больше; если угол наклона световых лучей меньше, то  $\bar{F}'_1 \bar{F}'$  будет расположена дальше от объекта.

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

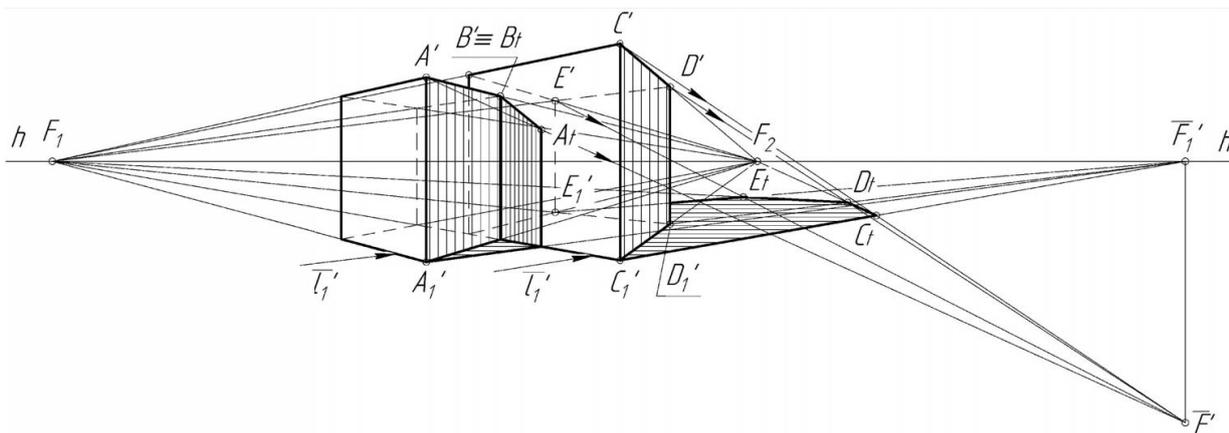


Рис. 97

*Последовательность решения задачи*

1. Определяются контуры собственных теней (см. 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  $A - A_1$ .
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.  $A_1 B_1$  — тень от ребра  $AB$ .
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  $\bar{F}'_1$ ;
  - тень от ребра  $CD$  направлена в точку схода  $F_2$ ;

- тень от ребра  $DE$  направлена в точку схода  $F_1$ ;
- тень от ребра  $EE_1$  направлена в точку схода  $\bar{F}'_1$  (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  $\bar{F}'$ , расположенной выше линии горизонта (рис. 98). Вторичные проекции лучей в перспективе будут сходиться в точке  $\bar{F}'_1$ , лежащей на линии горизонта.

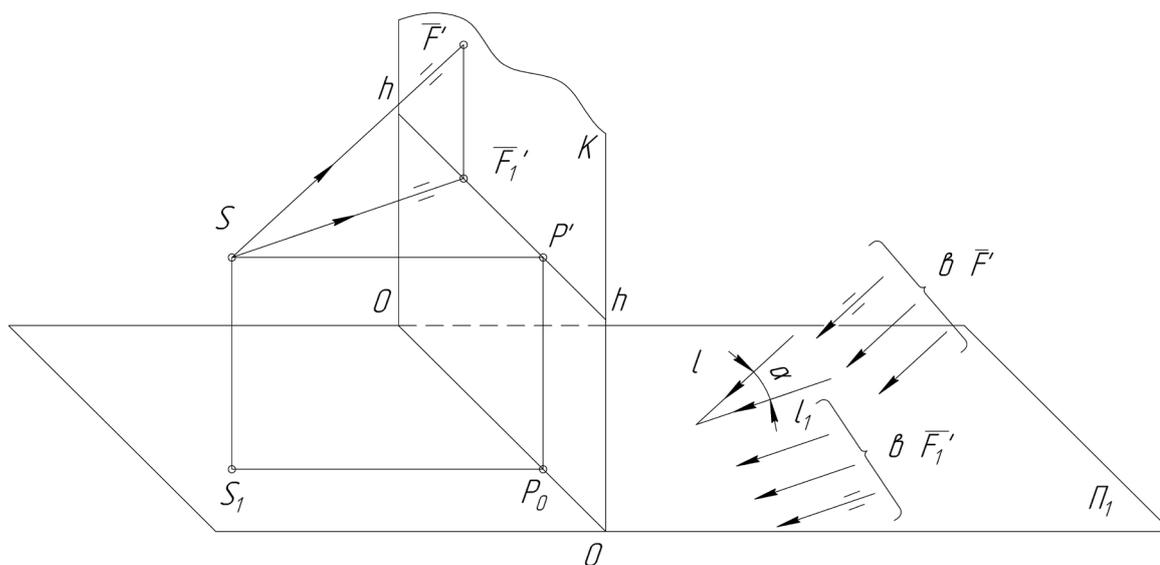


Рис. 98

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

**Пример** (рис. 99). Построить падающую тень от перекладкины, если источник света (солнце) расположен 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 одинаковы 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  $F_2$ .

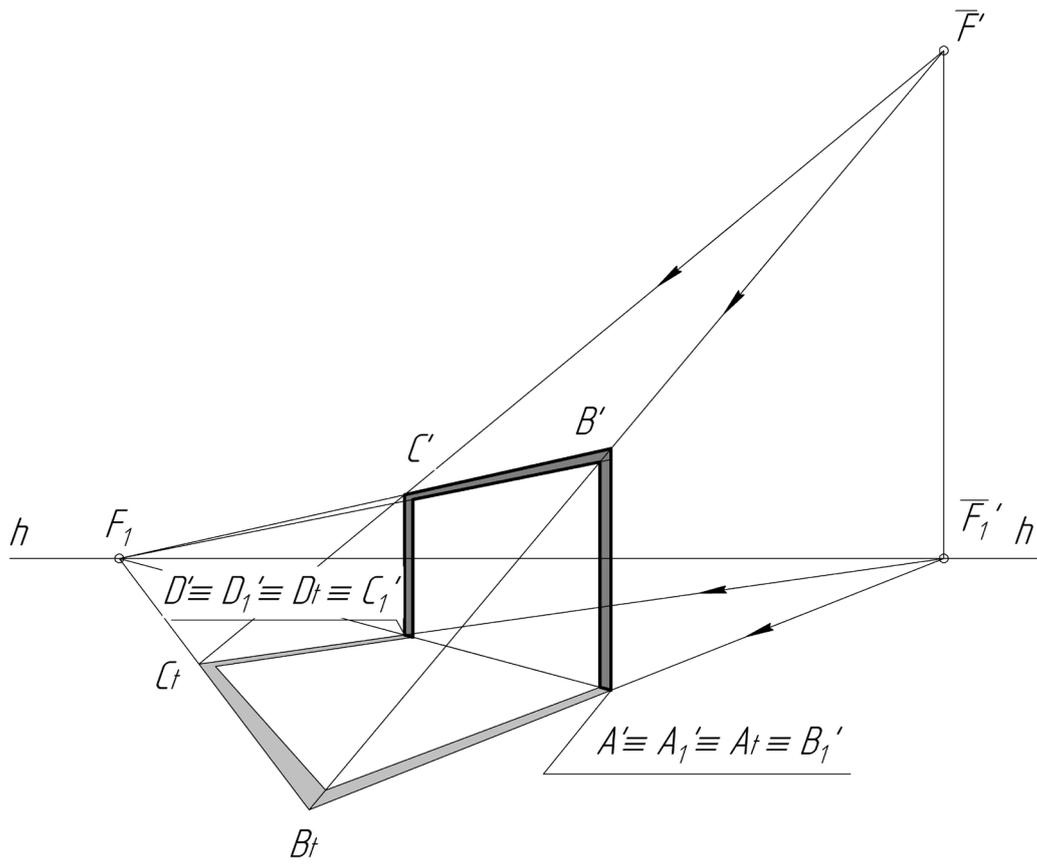


Рис. 99

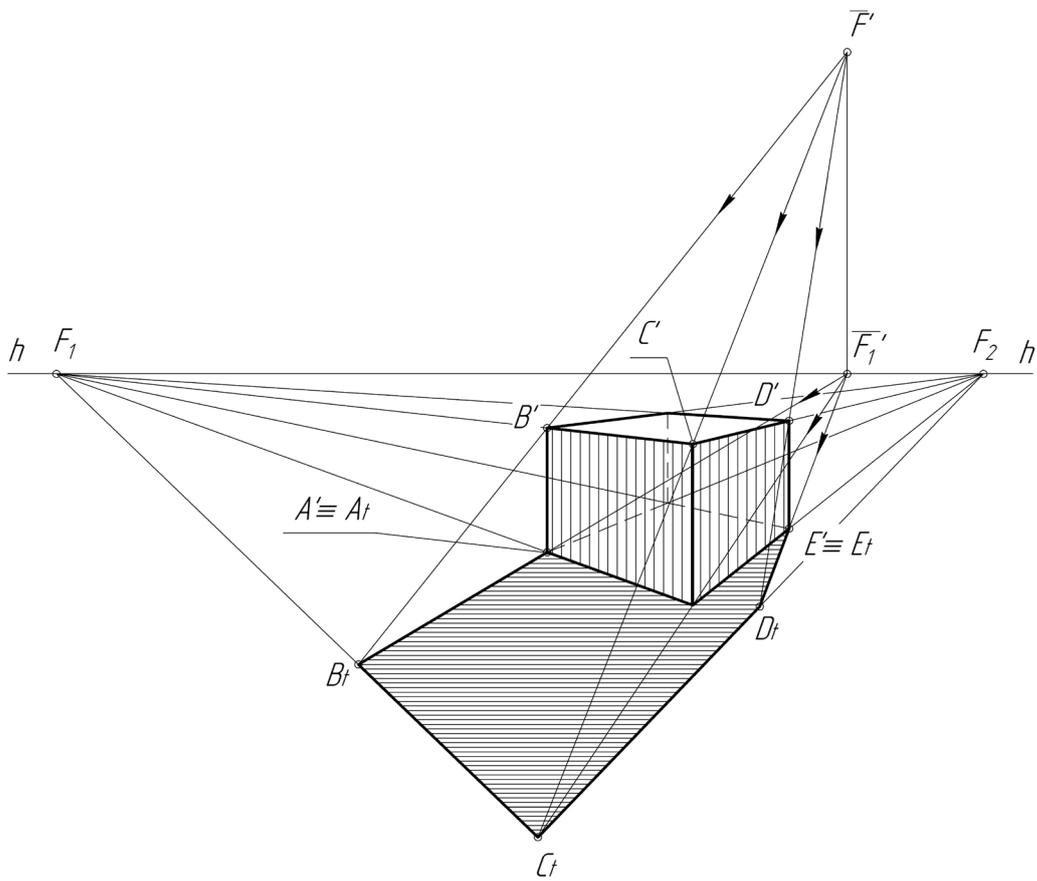


Рис. 100

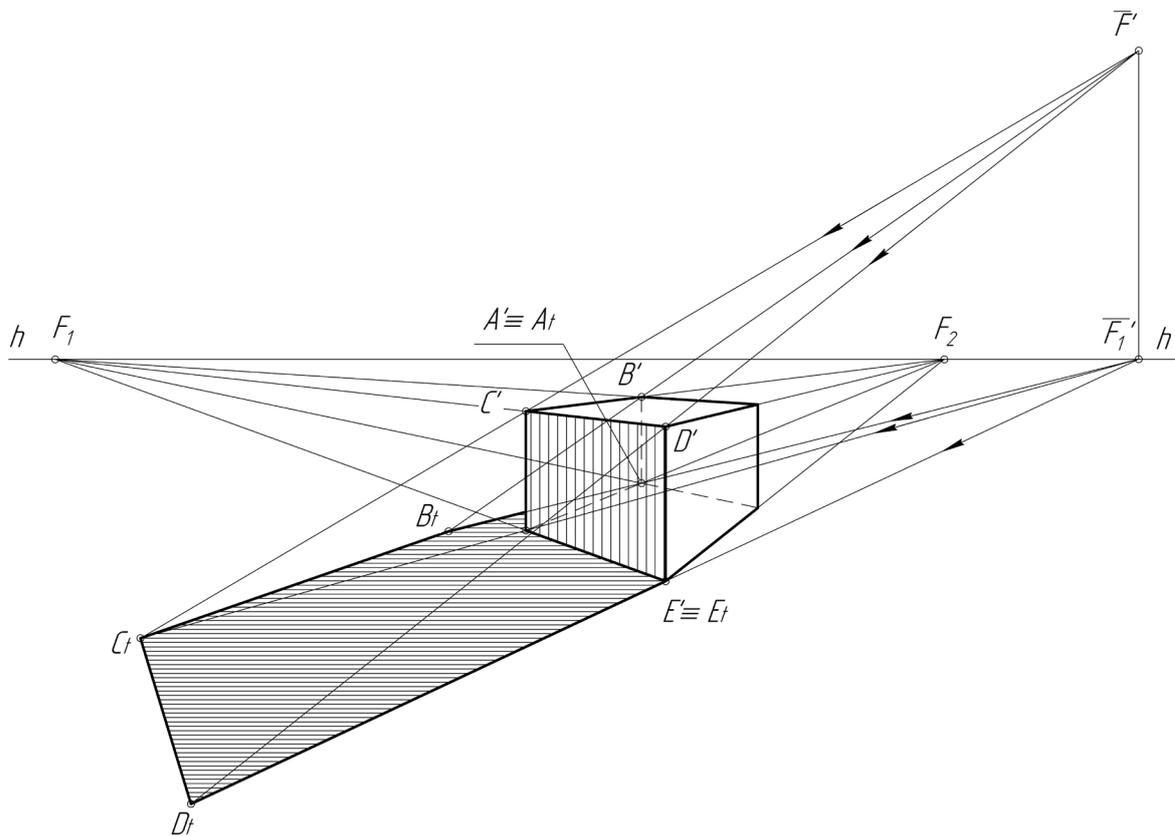


Рис. 101

Если источник света расположен ближе к изображаемому объекту или за ним, то почти вся видимая часть его будет в тени, а падающая тень — 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.

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 от искусственных источников света используется чаще всего в интерьерах. Каждый луч света вместе с его проекцией всегда лежит в одной горизонтально проецирующей плоскости, как при построении тени от естественного источника света (см. рис. 76). В этой плоскости всегда располагаются следующие точки:

- $S$  — источник света;
- $S_f$  — проекция источника света;
- $A$  — точка пространства;
- $A_f$  — 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.

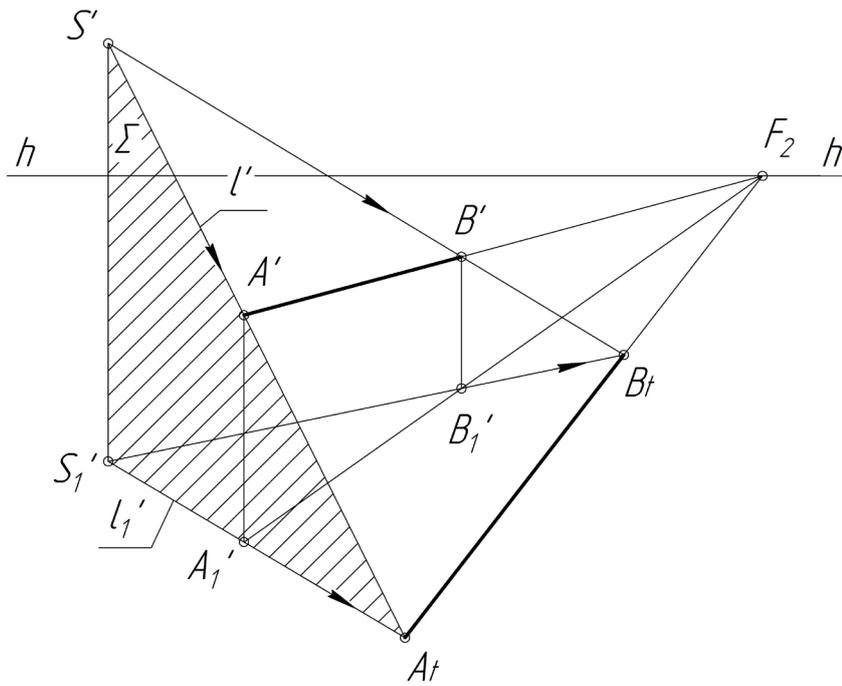


Рис. 102

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  $\Pi_1$ .

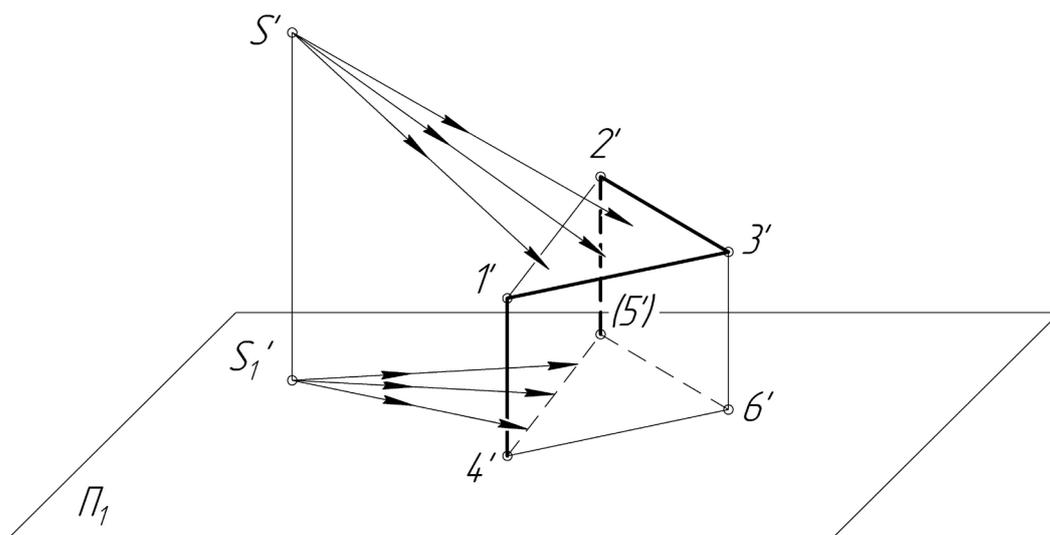


Рис. 103

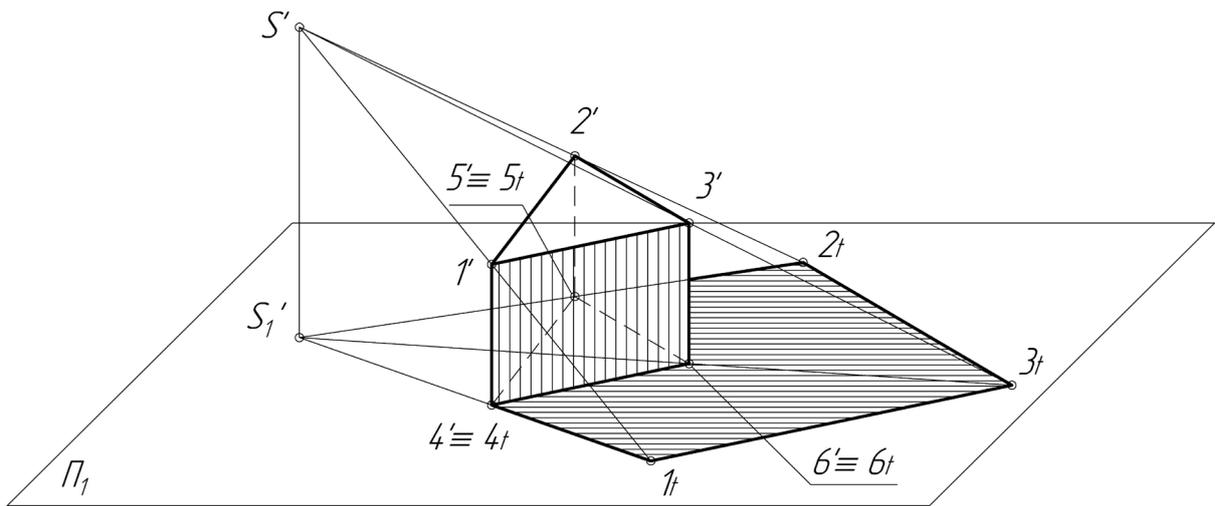


Рис. 104

### 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  $\Sigma$ . Источник света  $S$  и его проекция  $S_1$  заданы.

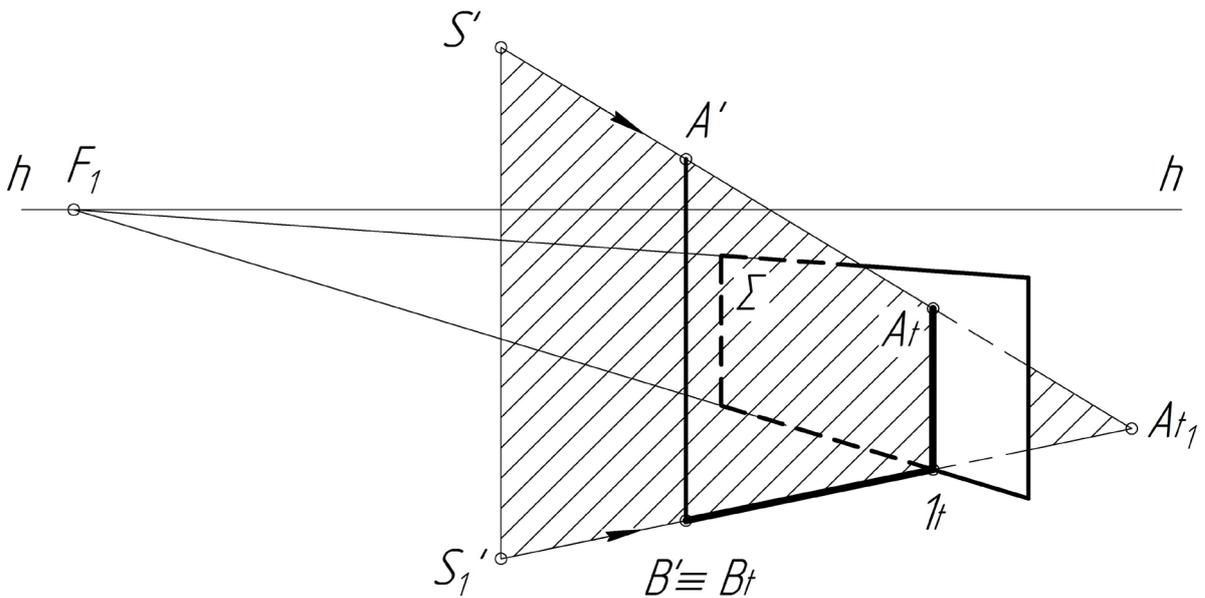


Рис. 105

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

1. От вертикальной прямой тень 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.

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

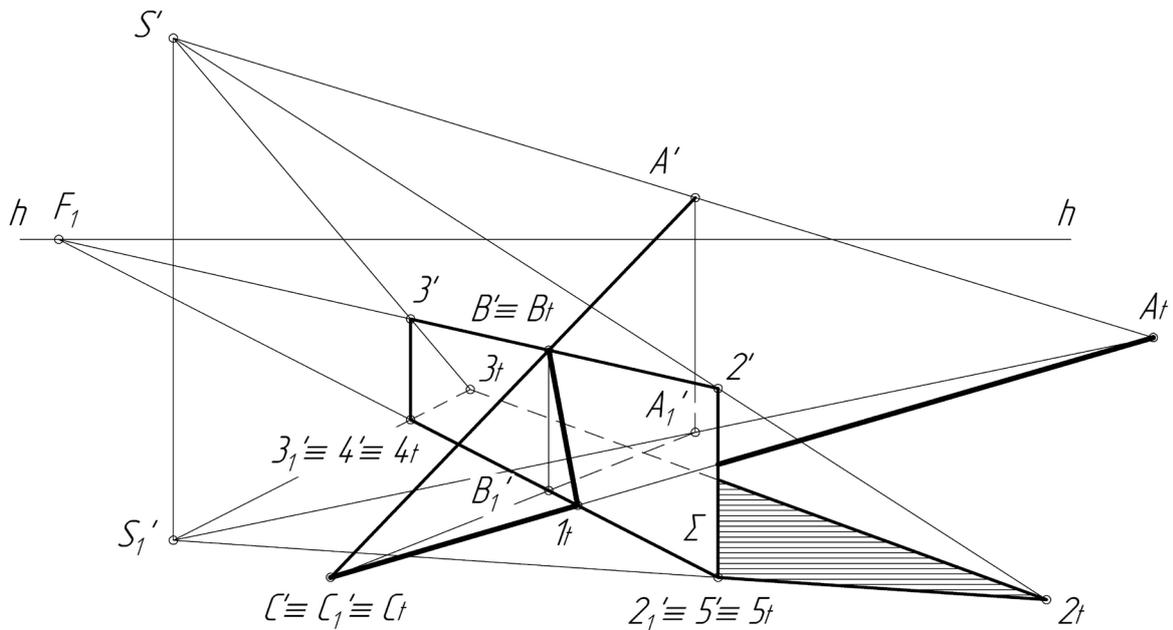


Рис. 106

Отрезок общего положения  $AC$  задан таким образом, что точка  $C$  принадлежит предметной плоскости, а точкой  $B$  он касается верхнего края  $2-3$  фигуры горизонтально проецирующей плоскости  $\Sigma$ .

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  $\Sigma$ , и тень  $A_tC_t$  лежат в предметной плоскости, то они пересекаются в точке  $1$ . Точка  $B$  принадлежит плоскости  $\Sigma$ , тень от точки  $B$  на плоскости  $\Sigma$  совпадает с самой точкой.  $1, B_t$  есть тень от отрезка  $BC$  на плоскости  $\Sigma$ .

Тень от плоскости  $\Sigma$  ( $2-3-4-5$ ) строится аналогично рис. 104.

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

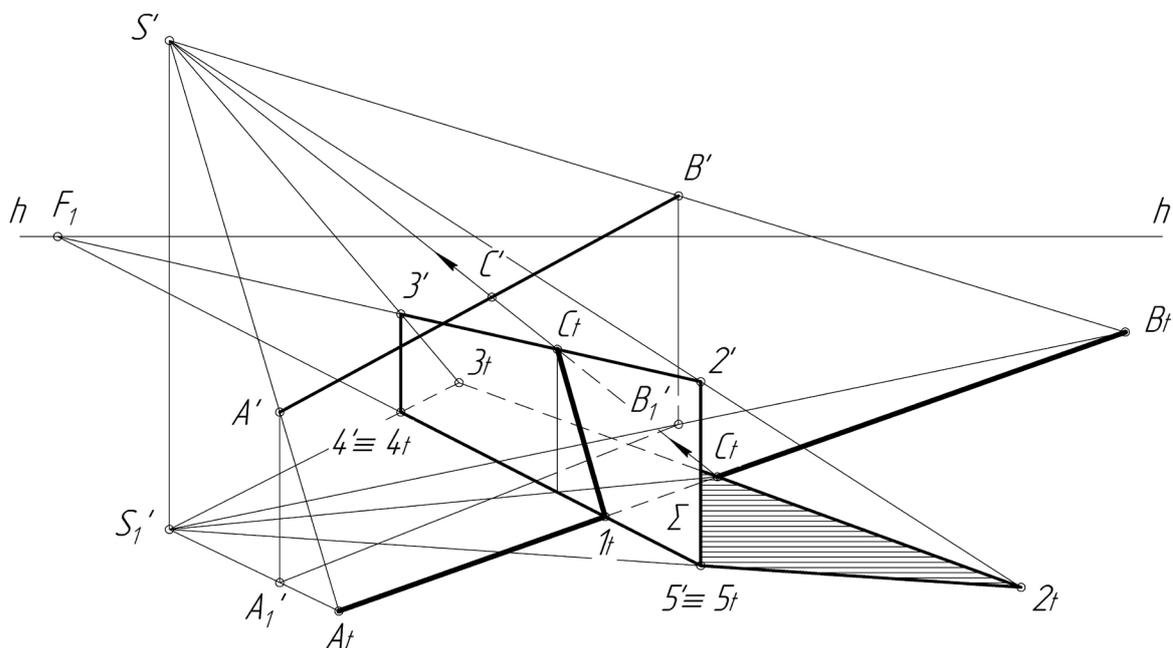


Рис. 107

На рис. 107 отрезок  $AB$  прямой общего положения не имеет общих точек с гранью  $2-3-4-5$ . Отрезок  $AB$  задан перспективой и вторичной проекцией. Плоскость  $\Sigma$  пересекается с предметной плоскостью по прямой  $4-5$  ( $4'-5'$ ).

*Последовательность построения аналогична предыдущей задаче.*

1. Строится тень от плоскости  $\Sigma$  на предметной плоскости ( $2_t-3_t-4_t-5_t$ ).
2. Строится тень от отрезка  $AB$  прямой на плоскости  $\Sigma$  ( $A_t B_t$ ).
3. Тени от отрезка  $AB$  и плоскости  $\Sigma$  пересекаются в точках  $I_t$  и  $C_t$ ;  $2_t-3_t-4_t-5_t \cap A_t B_t = I_t$  и  $C_t$ . Тень  $C_t$  и точка  $C$  ( $C'$ ) определяются с помощью обратного луча  $C_t S'$ . Луч  $C_t S'$  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.  $I_t C_t$  – тень от отрезка  $AB$  прямой общего положения на плоскости  $\Sigma$ .

**Пример** (рис. 108). Построить тень от отрезка  $AB$  прямой общего положения на предметной плоскости, вертикальной и горизонтальной гранях четырехгранной призмы. Источник света  $S$  и его проекция  $S_1$  в перспективе заданы.

На рис. 108 тени от отрезка прямой  $AB$  на предметной плоскости и вертикальной грани четырехгранной призмы строятся аналогично рис. 107. Для построения тени на горизонтальной грани проводится обратный луч ( $D_t S'$ ) через точку пересечения тени от отрезка  $AB$  ( $A_t B_t$ ) и тени от ребра  $4-5$  ( $4'-5'$ ) на предметной плоскости. 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.

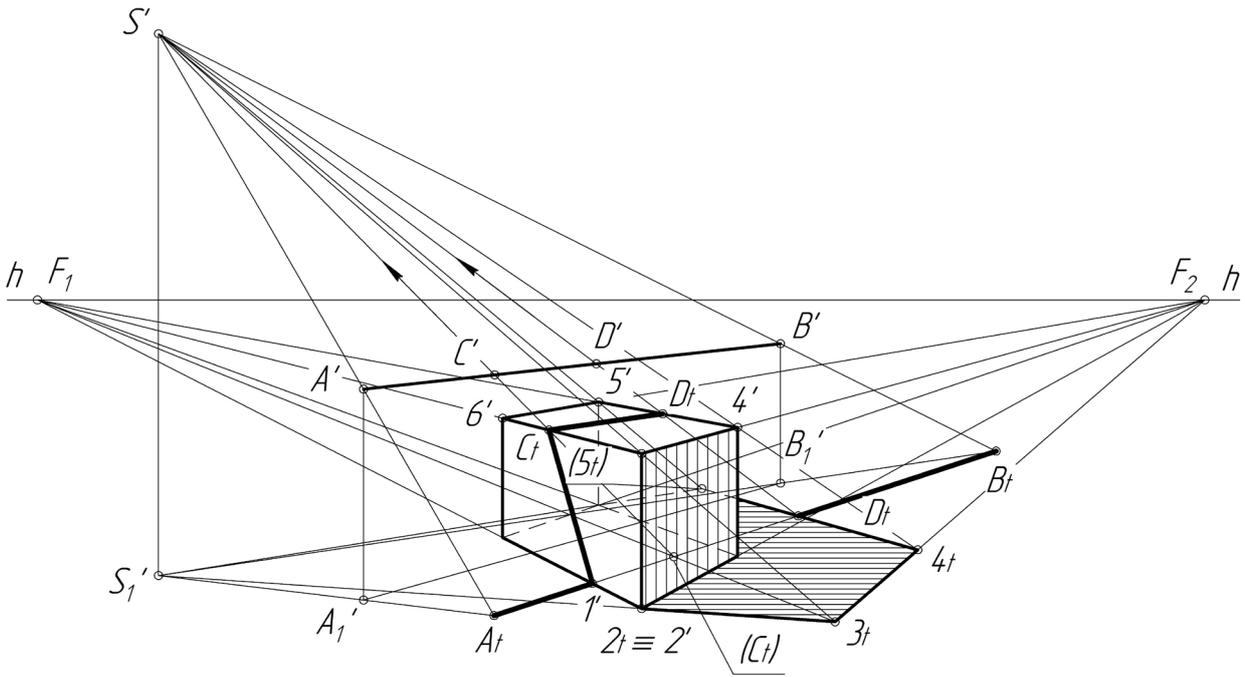


Рис. 108

***Тени в интерьере от искусственного источника света***

На рис. 109 показана 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 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.

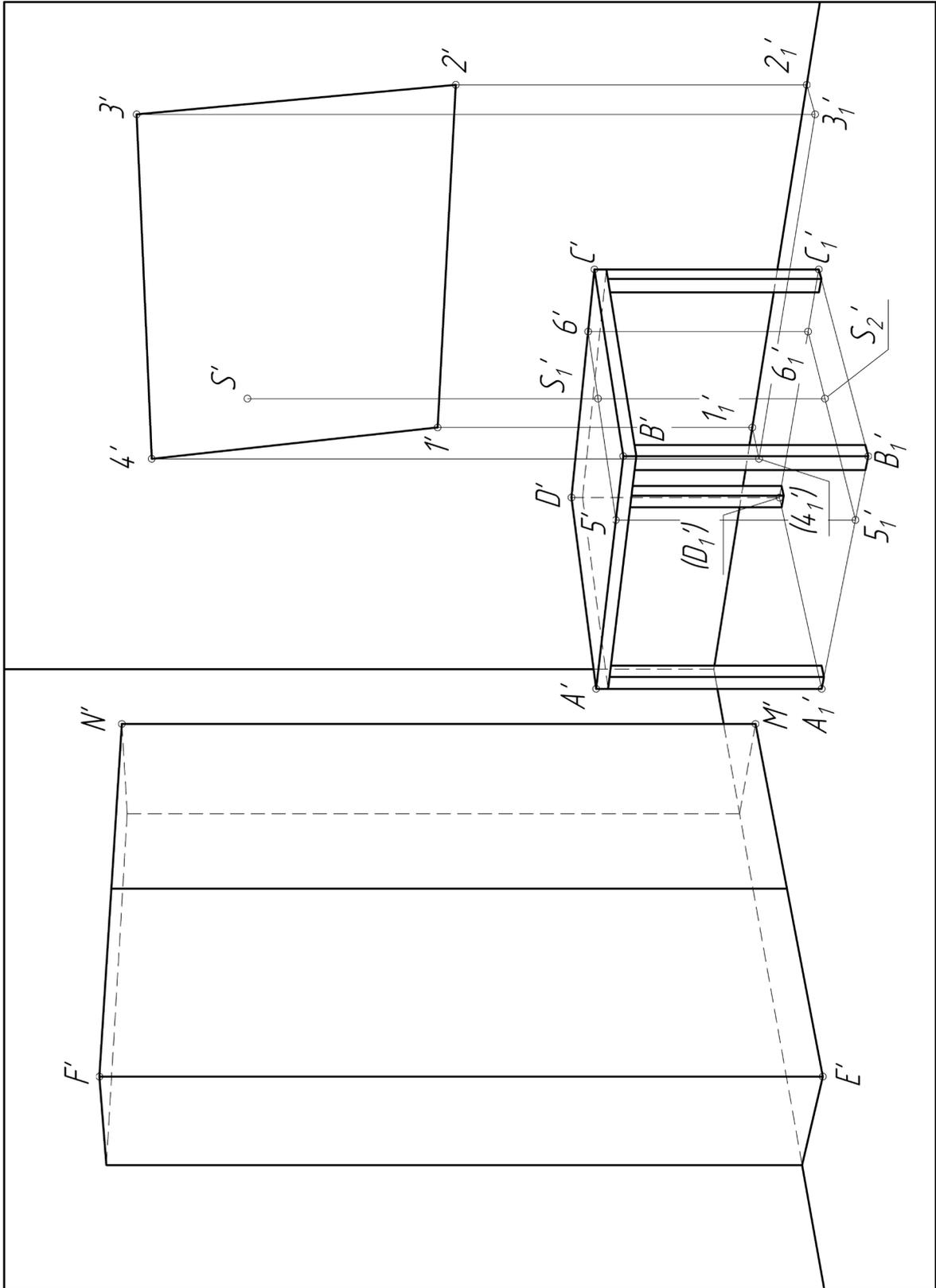


Рис. 109

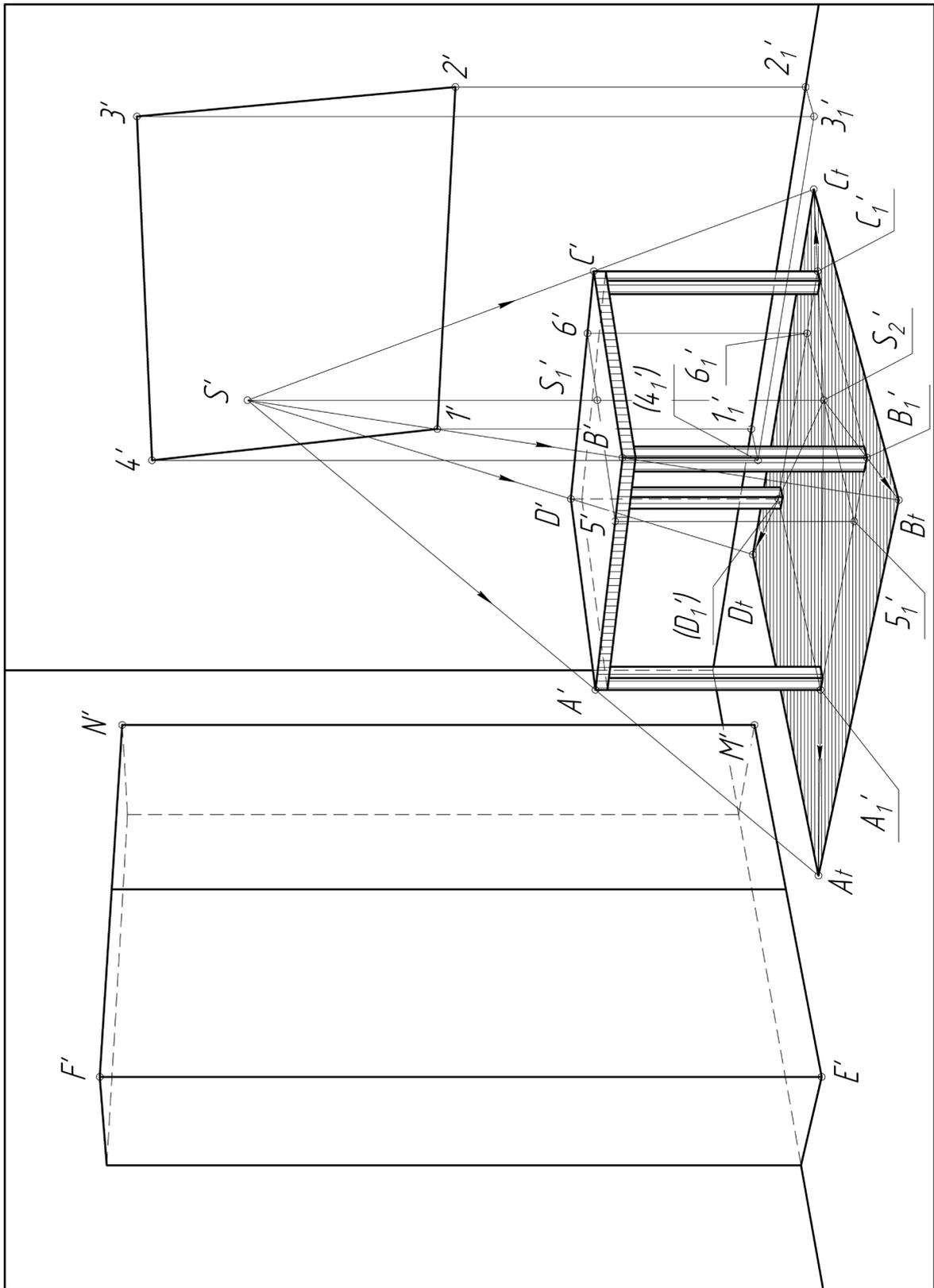


Рис. 110

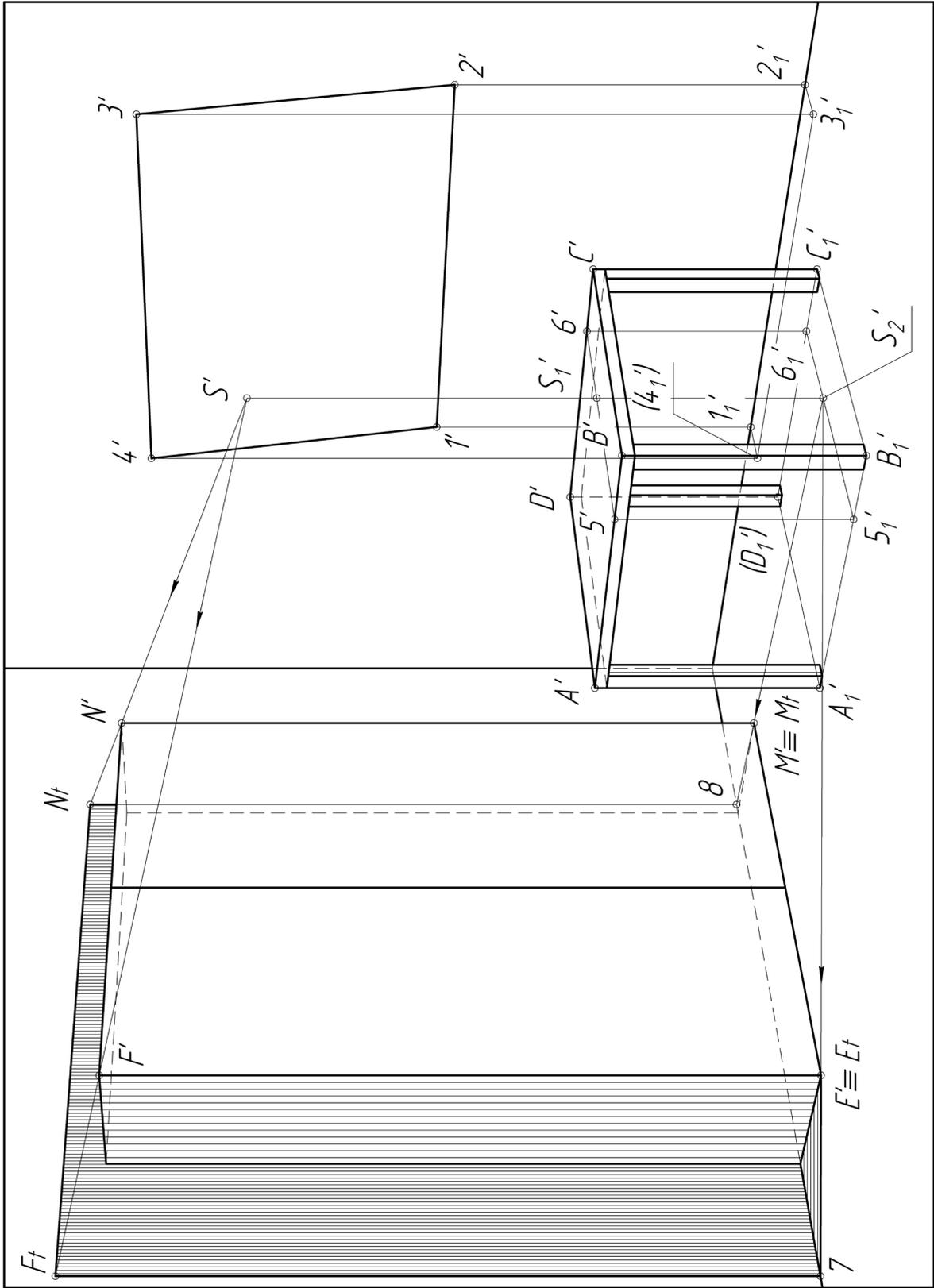


Рис. 111

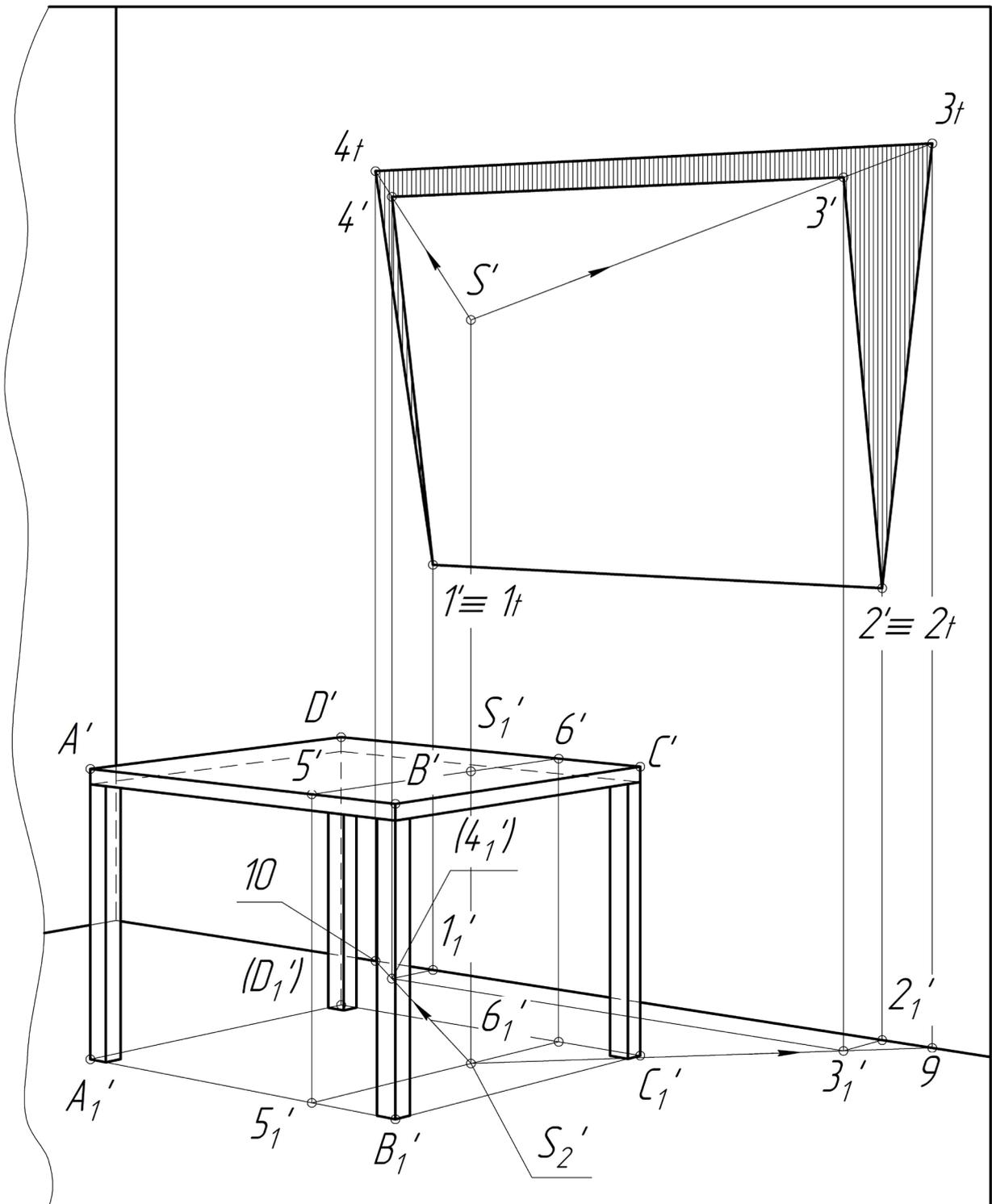


Рис. 112

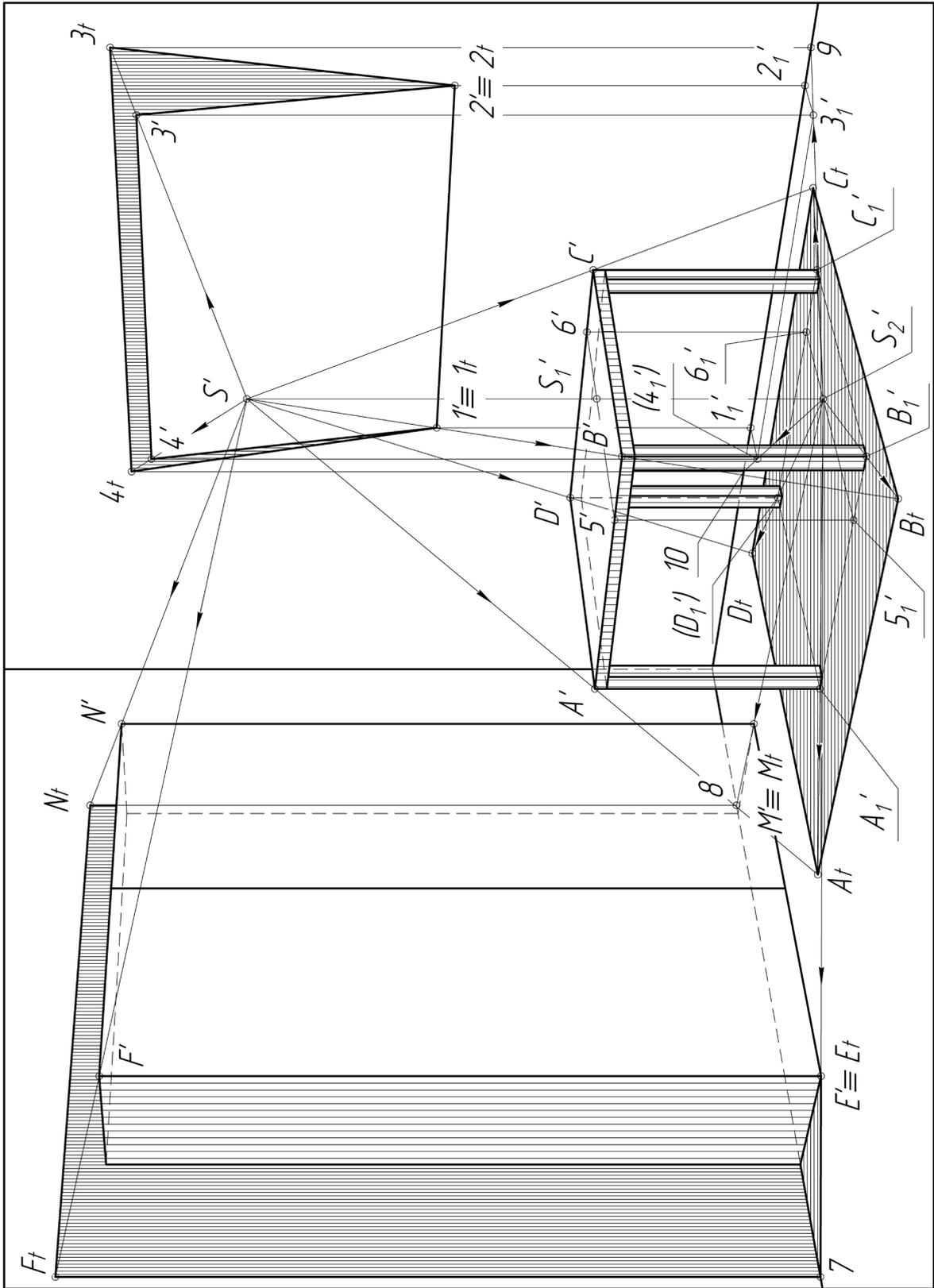


Рис. 113

### **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:

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

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

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

$$S'D' \cap S_2'D_1' = D_r;$$

Соединив последовательно тени от точек  $(A_r, B_r, C_r, D_r)$ , 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  $7. E_17$  – тень от ребра шкафа на полу.

Тень на стене от вертикальной линии  $FE$  будет параллельна самой прямой, ограничена тенью от точки  $F$  ( $F_r$ ). Точка  $F_r$  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.

### **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 –  $1_1' 2_1' 3_1' 4_1'$ .

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  $3$  ( $3_r$ ) и  $4$  ( $4_r$ ) на стене. Соединив тени  $1_r, 4_r, 3_r$  и  $2_r$ , получают контур тени от картины на плоскости стены.

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

## 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 принципами линейной перспективы 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 главный принцип начертательной геометрии – принцип проекций. Перспективное изображение – это центральная проекция предмета на картинной плоскости. 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 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 приняты способы построения перспективы при помощи перспективных масштабов, при помощи треугольника нормального видения, способ совмещения.

С использованием перспективных масштабов широт, высот и глубин можно успешно решать как задачи построения перспективы, 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 перспективы 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 задачи теории перспективы, существенно полезен для теоретиков изобразительного искусства.

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.

## Вопросы итогового контроля

1. Цели и задачи перспективы как науки. Практическое применение теории перспективы в архитектуре, дизайне и изобразительном искусстве.
2. Краткий исторический обзор развития теории перспективы.
3. Центральное проецирование как основной метод построения перспективы. Сущность метода. Основные свойства центрального проецирования.
4. Основные понятия и определения перспективы. Виды перспективы. Элементы аппарата линейной перспективы (показать на примере).
5. Перспектива точек общего и частного положений (принадлежащих предметной и картинной плоскостям) предметного пространства (дать наглядное изображение и изображение в плоскости картины).
6. Перспектива точек, расположенных в промежуточном и мнимом пространствах (дать наглядное изображение и изображение в плоскости картины).
7. Теорема о перспективе прямой и следствия из нее.
8. Перспектива прямых, расположенных в предметном пространстве: прямой, параллельной предметной плоскости и не параллельной плоскости картины; горизонтально проецирующей прямой (дать наглядное изображение прямых и изображение в плоскости картины).
9. Перспектива прямых, расположенных в предметном пространстве: прямой, параллельной предметной плоскости и плоскости картины; прямой, перпендикулярной плоскости картины (дать наглядное изображение прямых и изображение в плоскости картины).
10. Перспектива прямых, расположенных в предметном пространстве: прямой, параллельной плоскости картины и не параллельной предметной плоскости; радиальной прямой, лежащей в предметной плоскости (дать наглядное изображение прямых и изображение в плоскости картины).
11. Перспектива нисходящей и восходящей прямых общего положения, лежащих в предметном пространстве (дать наглядное изображение прямых и изображение в плоскости картины).
12. Перспектива нисходящей и восходящей прямых особого положения, лежащих в предметном пространстве (дать наглядное изображение прямых и изображение в плоскости картины).
13. Правила построения перспективы параллельных прямых.
14. Способы задания и определения элементов картины.
15. Способ архитектора (объяснить на примере четырехгранной призмы).
16. Построение перспективы объекта по одной точке схода и главному пункту картины.
17. Построение перспективы объекта по главному пункту картины.
18. Линейные перспективные масштабы. Перспективный масштаб широт.
19. Перспективные масштабы высот и глубин.
20. Построение перспективы фронтального интерьера с применением перспективных масштабов широт, высот и глубин.

21. Построение плоских фигур в перспективе с использованием дистанционной точки и главного пункта картины.
22. Построение многогранных фигур в перспективе с использованием дистанционной точки и главного пункта картины.
23. Построение тел вращения в перспективе с использованием дистанционной точки и главного пункта картины.
24. Тени, их образование. Определения и правила построения теней в перспективе. Пример построения тени от объемной фигуры при освещении от солнца, расположенного в промежуточном пространстве.
25. Построение теней в перспективе при естественном освещении от солнца, расположенного в мнимом и предметном пространствах.
26. Правила построения теней при искусственном освещении (показать на примере объемной фигуры).
27. Построение теней в интерьере при искусственном освещении.

## 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?

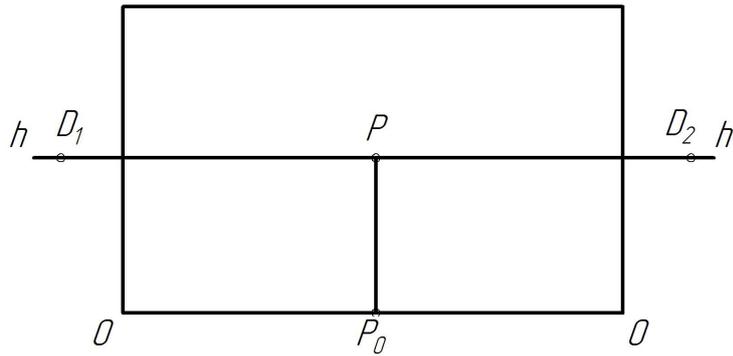


- 1) панорамная перспектива
- 2) линейная перспектива
- 3) купольная перспектива
- 4) театральная перспектива

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)  $53^\circ$
- 2)  $28^\circ$
- 3)  $37^\circ$
- 4)  $45^\circ$

9. Какой уровень линии горизонта имеет картина?



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

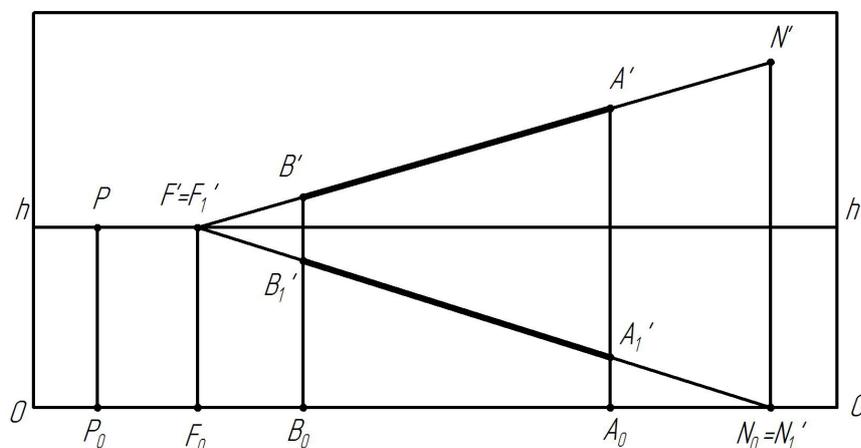
10. Как называется прямая, точки которой по мере удаления от картины приближаются к предметной плоскости?

- 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

12. Какое положение занимает отрезок  $AB$  на картине?



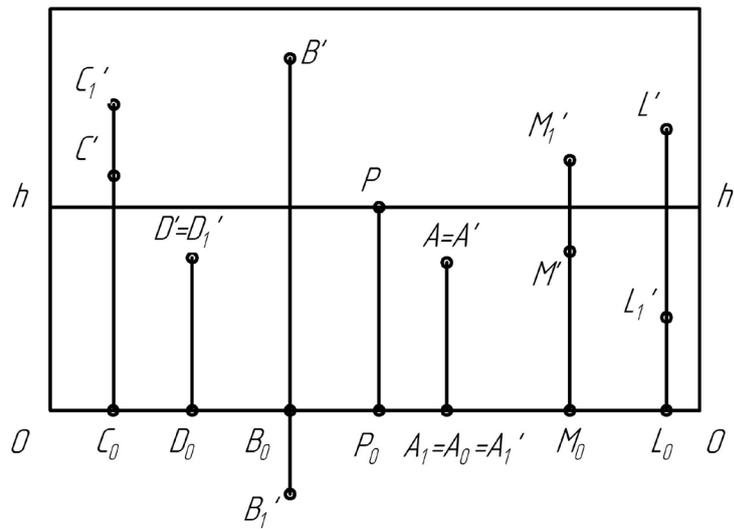
- 1) общее положение
- 2) фронтальное
- 3) горизонтальное
- 4) глубинной прямой

13. Какая система изображения использована художником в картине?



- 1) аксонометрия
- 2) театральная перспектива
- 3) прямая перспектива
- 4) обратная перспектива

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

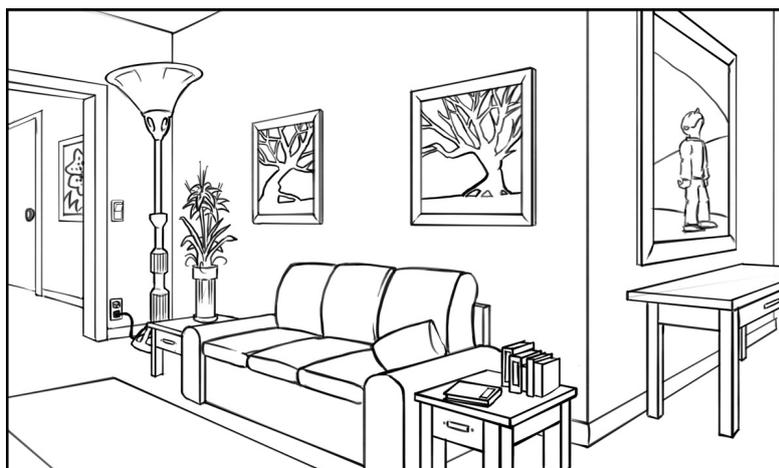


- A
- B
- C
- D
- L
- M

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?



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

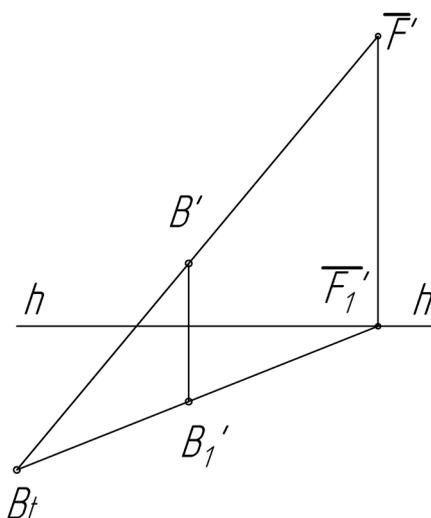
17. Какие прямые используются при построении перспективы объекта по главному пункту картины?

- 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 тестам:**

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

### *Основная литература*

1. Макарова, М.Н. Перспектива / М.Н. Макарова. – М. : Академический проект, 2009. – 480 с.
2. Жданова, Н.С. Перспектива / Н.С. Жданова. – М. : Владос, 2004. – 224 с.
3. Короев, Ю.И. Начертательная геометрия / Ю.И. Короев. – М. : Архитектура-С, 2004. – 422 с.

### *Дополнительная литература*

4. Петерсон, В.Е. Перспектива / В.Е. Петерсон. – М. : Искусство, 1970. – 184 с.
5. Климухин, А.Г. Тени и перспектива / А.Г. Климухин. – М. : Архитектура-С, 2010. – 200 с.
6. Лециус, Е.П. Построение теней и перспективы ряда архитектурных форм / Е.П. Лециус. – М. : Архитектура-С, 2005. – 145 с.
7. Соловьев, С.А. Перспектива / С.А. Соловьев. – М. : Просвещение, 1981. – 144 с.
8. Степанова, А.П. Перспектива / А.П. Степанова, М.С. Корж. – Ростов н/Д : Феникс, 2009. – 129 с.

### *Интернет-ресурсы*

1. Вольхин, К.А. Электронные лекции по начертательной геометрии / К.А. Вольхин. – URL : [http://www.propro.ru/graphbook/1\\_ng/ng/1011/index.htm](http://www.propro.ru/graphbook/1_ng/ng/1011/index.htm).
2. Справочник по вопросам перспективы. – URL : <http://foeshorten.ru>.
3. Уроки по перспективе и теням художника-педагога Джона Хагана // Сайт «График». – URL : <http://www.grafik.org.ru/drawing.html>.
4. Перспектива и тени : метод. указания : Восточно-Сибирский государственный университет // Единое окно доступа к образовательным ресурсам. – URL : [http://window.edu.ru/window\\_catalog/files/r48582/mtdikg20.pdf](http://window.edu.ru/window_catalog/files/r48582/mtdikg20.pdf).
5. Построение теней в перспективе // Сайт «Архитектурное проектирование». – URL : <http://elitesilk.com/Postroenie-tenej-v-perspektive.html>.
6. Учебное электронное текстовое издание по перспективе и теням // Портал информационно-образовательных ресурсов ГОУ ВПО «Уральский государственный технический университет». – URL : [http://study.ustu.ru/view/aid\\_view.aspx?AidId=191](http://study.ustu.ru/view/aid_view.aspx?AidId=191).
7. Понятие о перспективе // Блог о рисунке, живописи и изобразительной грамоте. – URL : <http://www.pictorial-art.info/ponyatie-o-perspektive.html>.
8. Перспектива и тени // Российский сайт художников. – URL : <http://www.xydognik.ru/perspektiva>.
9. Бахтина, Л.Е. Перспектива. Тени в перспективе / Л.Е. Бахтина // Информационный портал Кузбасского государственного технического университета. – URL : [http://cis.kuzstu.ru/umk/?action=3&spec\\_id=2366](http://cis.kuzstu.ru/umk/?action=3&spec_id=2366).

10. Закономерности зрительного восприятия формы и пространства : лекции по курсу «Обработка графической информации» // Портал Мелитопольского государственного университета им. Б. Хмельницкого. –<http://icc.mdpu.org.ua/learn/photo/lec2.html>.
11. Рисование интерьера в перспективе // Сайт «Как научиться рисовать». – URL : <http://www.painter-pro.ru/index.php/ru/risovanie-interjera-v-perspektive.html>.

## ГЛОССАРИЙ

**Воздушная перспектива** — перспективное изображение, полученное совокупностью цветовых и светотеневых характеристик.

**Восходящая прямая** — прямая, точки которой по мере удаления от картины (зрителя) удаляются от предметной плоскости.

**Вторичная проекция точки** — перспектива первичной проекции точки.

**Главная линия картины (или линия главного вертикала)** — прямая пересечения картинной плоскости с плоскостью главного луча зрения.

**Главный луч зрения** — перпендикуляр, проведенный из точки зрения к картине, лежит в плоскости горизонта и определяет дистанционное расстояние. Обеспечивает наивысшую четкость зрительного восприятия пространства и обладает способностью перемещаться за счет вращения глаза, поворота головы и тела зрителя.

**Главный пункт (точка) картины** — точка пересечения главного луча зрения с картиной.

**Глубинная прямая** — прямая, перпендикулярная картинной плоскости.

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

**Дистанционные точки** — точки, лежащие на линии горизонта справа и слева от главного пункта, определяют зрительное расстояние на картине.

**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.

**Картинная плоскость** — плоскость проекций для получения перспективных изображений, располагается между зрителем и объектом перпендикулярно предметной плоскости.

**Конус видимости** — условное название геометрической фигуры, образованной совокупностью лучей зрения, объединенных точкой зрения  $S$  и отнесенных к наблюдаемому объекту.

**Купольная перспектива** — перспективное изображение предмета на внутренней поверхности сферы или эллипсоида.

**Линейная перспектива** — перспективное изображение, построенное на плоскости; центральная проекция предмета на плоскости картины.

**Линейный масштаб** — графически выраженный численный масштаб. Численные масштабы изображений представляют собой дроби, указывающие части от действительных размеров объектов.

**Линия горизонта** — прямая, проходящая через главный пункт картины параллельно ее основанию; уровень линии горизонта определяется высотой точки зрения (нормальная высота горизонта, низкий или высокий горизонт).

**Лучи зрения** — световые лучи, соединяющие глаз зрителя с отдельными точками наблюдаемого объекта.

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

**Масштаб высот** — перспективный масштаб, построенный на прямой, перпендикулярной к предметной плоскости.

**Масштаб глубин** — перспективный масштаб, построенный на прямой, перпендикулярной к плоскости картины.

**Масштаб широт** — перспективный масштаб, построенный на прямой, параллельной основанию картины.

**Мнимое пространство** — часть пространства, расположенная за нейтральной плоскостью позади зрителя.

**Начало прямой** — картинный след прямой (точка пересечения прямой с картинной плоскостью, перспектива и точка на картине совпадают).

**Нейтральная плоскость** — плоскость, проходящая через точку зрения параллельно плоскости картины.

**Нисходящая прямая** — прямая, точки которой по мере удаления от картины (зрителя) приближаются к предметной плоскости.

**Общего положения прямая** — прямая, расположенная под произвольным углом (отличным от  $0^\circ$  и  $90^\circ$ ) к картинной и предметной плоскостям.

**Основание главного пункта картины** — проекция главной точки картины на предметной плоскости.

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

**Особого положения прямая** — это прямая, параллельная плоскости главного луча зрения; может быть восходящей и нисходящей.

**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).

**Панорамная перспектива** — перспективное изображение предмета на внутренней поверхности цилиндра.

**Первичная проекция точки** — проекция точки на предметной плоскости.

**Перспектива** (фр. *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.

**Перспектива точки** — центральная проекция точки на картинной плоскости; точка пересечения проецирующего луча (луча зрения), проходящего через заданную точку, с картинной плоскостью.

**Перспективные масштабы** — масштабы для построения на плоскости картины близких зрительному восприятию изображений объектов, размещенных в предметном пространстве (масштабы широт, высот, глубин).

**Плоскость главного луча зрения** — вертикальная плоскость, проходящая через главный луч зрения и разделяющая пространство на правую и левую части.

**Плоскость горизонта** — горизонтальная плоскость, проходящая через главный луч зрения (на уровне глаз зрителя).

**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.

**Поле ясного зрения** — небольшая часть поля зрения в виде чуть сплюснутого круга с центром в главной точке картины, при этом угол ясного зрения равен  $\sim 28^\circ$ .

**Предметная плоскость** — горизонтальная плоскость, на которой располагаются зритель и наблюдаемые объекты.

**Предметное (картинное) пространство** — часть пространства, расположенная за картинной плоскостью, где находятся объекты, подлежащие построению в перспективе.

**Промежуточное пространство** — часть пространства, расположенная между нейтральной и картинной плоскостями.

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

**Ракурс** — перспективное сокращение формы предмета, изменяющее его привычные очертания (перспективы с острым, резким ракурсом и с тупым, пологим ракурсом).

**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 ок-

ружающего 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 освещённости, создающей шкалу яркостей. Различают следующие элементы светотени: 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 освещенные части и резкие тени.

**Стереоскопический эффект** – зрительное восприятие окружающих предметов объемными и пространственно смещенными друг относительно друга по глубине при бинокулярном (двумя глазами) наблюдении.

**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 учётом 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.

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

**Точка зрения** – центр перспективных проекций; точка, соответствующая положению глаз наблюдателя.

**Точка стояния (основание точки зрения)** – проекция точки зрения на предметной плоскости.

**Точка схода** – перспектива бесконечно удаленной точки прямой, пересекающей картинную плоскость.

**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  $\alpha$ , образованный двумя крайними лучами конуса видимости.

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

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

## Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	3
Глава 1. ВВЕДЕНИЕ В ТЕОРИЮ ПЕРСПЕКТИВЫ.....	6
1.1. Исторический очерк развития перспективы.....	6
1.2. Основные понятия линейной перспективы.....	14
1.3. Построение перспективы точки.....	20
1.4. Построение перспективы прямой линии.....	28
Глава 2. ЗАДАЧИ ТЕОРИИ ПЕРСПЕКТИВЫ В ПРАКТИКЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ.....	40
2.1. Способы задания и определения элементов картины.....	40
2.2. Построение перспективы с использованием точек схода. Способ архитектора.....	43
2.3. Перспективные масштабы.....	50
2.4. Построение плоских фигур в перспективе.....	60
2.5. Построение перспективы интерьера.....	62
2.6. Построение перспективы при помощи треугольника нормального видения.....	69
2.7. Частные случаи построения перспективы.....	74
Глава 3. ТЕНИ В ПЕРСПЕКТИВЕ.....	85
3.1. Основные положения теории теней.....	85
3.2. Построение теней при естественном освещении.....	89
3.3. Построение теней при искусственном освещении.....	103
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	115
Вопросы итогового контроля.....	117
Примеры тестовых заданий.....	119
Библиографический список.....	124
ГЛОССАРИЙ.....	126

Учебное издание

*Петрова Вероника Владимировна*  
*Масакова Наталья Ивановна*

## ЛИНЕЙНАЯ ПЕРСПЕКТИВА И ТЕНИ

Учебно-методическое пособие

Редактор *Г.В. Данилова*  
Технический редактор *З.М. Малявина*  
Вёрстка: *Л.В. Сызганцева*  
Дизайн обложки: *Г.В. Карасева*

Подписано в печать 21.02.2014. Формат 84×108/16.  
Печать оперативная. Усл. п. л. 13,86.  
Тираж 100 экз. Заказ № 1-10-13.

Издательство Тольяттинского государственного университета  
445667, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14

