

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского

Агрономический факультет
Кафедра ботаники, плодоводства и ландшафтной архитектуры

«НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И ВИДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ»

Учебно-методические пособие к лекционным, лабораторно-практическим и самостоятельным занятиям для студентов очного обучения и индивидуальных контрольных заданий для студентов заочного и дистанционного обучения агрономического факультета направления подготовки 35.03.10 – Ландшафтная архитектура

Иркутск 2019

УДК514.18:72.012

Решение научно-методического совета Иркутского государственного аграрного университета им. А.А. Ежевского (протокол № 7 от 16.04.2019г.)

НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И ВИДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Составитель: Г.В Скрипник, Е.Г Худоногова

Рецензент: д.т.н., доцент С.Н Шуханов

© Иркутский государственный аграрный
университет им.А.А. Ежевского, 2019г

Введение

Цель освоения дисциплины: профессиональная подготовка бакалавров по направлению «Ландшафтная архитектура», владение основными законами геометрического формирования, развитие пространственное мышление, пространственное воображение.

При изучении курса начертательной геометрии параллельно с изучением теоретического материала необходимо выполнять графические работы.

Построение фронтальной и угловой перспективы интерьера, перспективы архитектурного объекта.

В пособии даны методические указания, рекомендации и последовательность необходимые для выполнения графических работ. Для облегчения выполнения заданий дается краткий теоретический материал по темам.

Последовательное и своевременное выполнение графических работ способствует развитию пространственных представлений, закреплению теории и усвоению приемов решения широкого круга пространственных геометрических задач на перспективных чертежах

Рекомендуемая последовательность изучения курса начертательной геометрии:

- 1) По конспекту лекций ознакомиться с содержанием материала изучаемой темы;
- 2) В одном из рекомендованных учебников прочитать разделы, относящиеся к данной теме, прочитать в данном пособии методические указания к работе, составить общее представление об излагаемом материале, обратить внимание на основные правила.
- 3) Перейти к детальному изучению материала, усвоить основные теоретические положения и последовательность решения(план) типовых графических задач;
- 4) Выполнить графические работы в соответствии с заданием. Учащимся необходимо приобретать умение представлять мысленно и анализировать все геометрические операции, выполняемые в трехмерном пространстве, и отображать геометрические операции на чертеже.

Основная задача начертательной геометрии

- Научиться достаточно точно строить изображения предметов;
- Развить логическое конструктивно-геометрическое мышление, пространственное представление и воображение.
- Показать взаимосвязь трех учебных дисциплин изобразительного цикла: «Рисунок», «Начертательная геометрия» и «Архитектурная графика»;
- Показать роль начертательной геометрии в подготовке направления ландшафтных архитекторов (Системы озеленения населенных мест)
- Ознакомления с основами построения изображений (включая аксонометрические проекции) точек, прямых, плоскостей и отдельных видов линий и поверхностей);

- Реконструирование пространства - это умение по плоскому изображению восстановить оригинал. Развить у студентов пространственное мышление, т. е. научить их быстро и отчетливо представлять в уме пространственные формы (без чего невозможно проектирование и конструирование).

Краткая историческая справка

Основоположник начертательной геометрии – Гаспар Монж. Годы жизни – 1746 – 1818. Он обобщил ранее накопленный опыт по теории и практике изображений и создал стройную научную дисциплину о прямоугольных проекциях, которую назвал «Начертательная геометрия». Первый учебник по начертательной геометрии опубликован во Франции в 1798 г. С открытием в 1810 г. В Петербурге Института корпуса инженеров путей сообщения наряду с другими дисциплинами там начал преподаваться курс начертательной геометрии. Первым преподавателем по этому курсу был ученик Г. Монжа Карл Потье. С 1818 г. Лекции по начертательной геометрии стал читать профессор Я. А. Севастьянов, а в 1821г. был опубликован его учебник по начертательной геометрии – первый учебник, изданный на русском языке. В октябре 1900 г. начались занятия в Томском технологическом институте (ныне Томском политехническом университете). Первую лекцию по начертательной геометрии 28(16)октября 1900 г. прочел Валентин Николаевич Джонс

В настоящее время начертательная геометрия продолжает развиваться как наука во многих направлениях.

Общее методическое руководство по изучению дисциплины

Согласно учебному плану формой промежуточной аттестации дисциплины «Начертательная геометрия» является экзамен.

Для сдачи экзамена студент очного обучения должен изучить все разделы курса, сдать коллоквиум, по курсу при подготовке к экзаменационной сессии.

Для сдачи зачета студент заочного обучения и заочного с применением дистанционных образовательных технологий обучения должен изучить все разделы курса и выполнить одну контрольную работу при подготовке к экзаменационной сессии.

Контрольная работа студента заочного обучения в электронном виде должна быть размещена в электронной информационно-образовательной среде Иркутского ГАУ, а 4 также в печатном виде может быть сдана лично методисту заочного обучения Иркутского ГАУ, ведущему преподавателю, или отправлена почтой России на адрес Иркутского ГАУ по адресу: 664038, Иркутская область, Иркутский район, пос.

Молодежный, главный корпус Иркутского ГАУ, методисту заочного обучения агрономического факультета.

Работа студента заочного с применением дистанционных образовательных технологий обучения в электронном виде должна быть размещена в электронной информационно-образовательной среде Иркутского ГАУ, а также отправлена специалисту по учебно-методической работе Центра заочного обучения Иркутского ГАУ электронной почтой по адресу: e-mail: do@igsha.ru (664038, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, ИрГАУ, каб.342 (ЦЗО), тел./факс 8 (3952) 237-656, 89834676869. Сайт www.irgsha.ru).

Студенты очного и заочного обучения на занятиях прослушивают курс лекций, посещают лабораторно-практические занятия. В период экзаменационной сессии студенты обобщают и углубляют свои знания, знакомятся с наглядными пособиями: стендами, чертежами и др. При подготовке к экзамену студенту необходимо овладеть теоретическим и практическим материалом. Во время сессии и в межсессионный период студентам дают консультации по интересующим вопросам. При самостоятельной работе в межсессионный период, а также во время сессии необходимо пользоваться учебной литературой.

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания для проведения аудиторных (лабораторно-практических) занятий

Лекция – одна из организационных форм обучения и один из методов обучения традиционна для высшего образования, где на ее основе формируются курсы по многим предметам учебного процесса. Лекция входит органичной частью в систему учебных занятий и должна быть содержательно увязана с их комплексом, с характером учебной дисциплины, с учебным предметным курсом. Поэтому при подготовке лекций преподаватель должен руководствоваться государственным образовательным стандартом, примерной программой дисциплины (при наличии), действующим учебным планом. Тематика лекций должна по содержанию и объему соответствовать перечисленным документам.

Лекция – экономный по времени способ сообщения слушателям значительного объема информации. Лектор должен постоянно совершенствовать содержание лекции, руководствуясь следующими требованиями:

- целостность, систематичность и доступность изложения материала;
- выделение и акцентирование главных положений;

- логическая связь излагаемого материала с ранее изложенным;
- реализация всех дидактических принципов с учетом этой формы обучения;
- структурно-логическая взаимосвязь излагаемого материала с положениями других дисциплин; четкое фиксирование заключительных положений.

Особое место в лекции занимает использование элементов проблемности. Для этого при подготовке к лекции следует подобрать риторические вопросы для обращения к студентам, которые оживляют лекцию, создают контакт с аудиторией, привлекают внимание студентов к излагаемому материалу и повышают его усвоение.

При подготовке лекций и их чтении надо четко представлять и различать две стороны педагогического процесса – учебную и воспитательную. Процесс обучения – это процесс воздействия на интеллект студента.

Процесс воспитания – процесс воздействия на волю, эмоции, эстетические чувства и мораль студента. Воспитывающее действие педагогического процесса на студента складывается из двух моментов:

- с одной стороны, лектор может развивать интеллект своего слушателя, меняя соответствующим образом метод преподнесения материала;
- с другой стороны, педагогический процесс, осуществляемый лектором, в целом сказывается в формировании личности студента и его отношении к данной дисциплине.

Поэтому при чтении лекций надо развивать у студентов способность к самостоятельному мышлению, к освоению идей и методов составляющих фундамент дисциплины.

Лабораторно-практические занятия - один из видов самостоятельной практической работы учащихся в высшей, средней специальной и общеобразовательной школе: имеют целью углубление и закрепление теоретических знаний, развитие навыков самостоятельного экспериментирования. Включают подготовку необходимых для опыта (эксперимента) приборов, оборудования, реактивов и др., составление схемы-плана опыта, его проведение и описание. Широко применяются в процессе преподавания естественнонаучных и технических дисциплин.

Лабораторно-практические занятия должны помочь студенту правильно организовать самостоятельную работу, помочь усвоить и закрепить теоретический материал, приобрести навыки в решении задач.

Успешное проведение лабораторно-практических занятий обеспечивается высокой степенью теоретической подготовленности преподавателя и высоким уровнем его педагогического мастерства.

Чтобы подготовить отдельное лабораторно-практическое занятие, преподаватель должен в первую очередь четко сформулировать тему занятия, в соответствии с ней выбрать ту или иную форму его проведения, продумать форму б проверки домашнего задания, опроса студентов по теоретическому материалу, найти средства стимулирования их работы.

Выбор формы и методов проведения практического занятия диктуется темой текущего занятия. Однако, как бы ни было оно построено, его составными частями является разбор домашнего задания, повторение теоретического материала, решение задач, подведение итогов, задание очередной домашней работы.

Различным сочетанием этих составных частей, воплощением в той или иной форме, и определяется структура лабораторно-практического занятия.

Исключением в смысле построения является первое лабораторно-практическое занятие, где студентам нужно перечислить разделы данного курса, познакомиться с предъявляемыми требованиями и с формами отчетности для получения зачета, рекомендовать определенные сборники задач, дать советы для правильной организации самостоятельной работы.

Лабораторно-практическое занятие, даже хорошо построенное, пройдет с оптимальной пользой для студентов лишь тогда, когда к нему готовятся и они. Поэтому на таких занятиях реализуется проверка домашнего задания и теоретической подготовленности студентов.

Для активной творческой работы студентов преподавателю следует проводить занятие в темпе, удовлетворяющем большую часть аудитории; установить с ней контакт; стремиться дополнить с помощью задач лекционный материал; рассматривать кроме стандартных нешаблонные приемы решения задач; давать дополнительные задачи студентам, которые справляются с основным заданием быстрее других.

Методические указания по организации самостоятельной работы

обучающихся

Методика обучения в образовательной организации высшего образования должна быть направлена на то, чтобы научить студента умению самостоятельно приобретать и пополнять знания, оригинально мыслить и принимать самостоятельные решения при консультирующей, направляющей роли преподавателя.

Приступая к изучению каждого нового раздела, прежде всего, следует ознакомиться с содержанием темы по программе и методическим указаниям, уяснить объем темы и последовательность рассматриваемых в ней вопросов.

Приступая впервые к работе над учебником, необходимо предварительно ознакомиться с ним. Оглавление книги укажет на её содержание, предисловие и введение дадут представление о содержании книги, а беглый просмотр поможет узнать, какие в книге имеются таблицы, схемы, графики и другой иллюстративный материал.

При работе над книгой студенту необходимо выделять в тексте главное, разбираться в закономерностях. При чтении книги нужно внимательно рассматривать имеющийся в ней иллюстративный материал. Закончив изучение темы, прежде чем переходить к следующей, следует ответить на вопросы и тесты по данной теме, помещенные в конце соответствующей главы и предназначенные для самопроверки приобретенных знаний. Изучение материала учебника должно сопровождаться выполнением содержащихся в нем (или методических указаниях) упражнений, относящихся к рассматриваемой теме. В случае каких-либо затруднений в самостоятельной работе студент всегда может обратиться за консультацией к преподавателю. Цель выполнения графической работы - показать степень освоения студентом основных положений изучаемого курса, способность к анализу и обобщению основных положений курса.

Рекомендуется следующий порядок выполнения графических работ:

1. Ознакомиться самостоятельно с содержанием программы, соответствующего раздела курса.
2. Прочитать соответствующие параграфы учебника, чтобы получить общее представление об излагаемых вопросах. Лучше пользоваться одним из указанных учебников (Крылов Н.Н Начертательная геометрия,–М.; Высшая школа, 1984; Климухин, А.Г. Начертательная геометрия: Учебное пособие/А.Г. Климухин: Архитектура-С., 2007)
3. Ознакомиться с имеющимися решениями типовых задач. Чертеж следует выполнять особо тщательно, с помощью чертежных инструментов. Главное - уяснить план решения задачи.
4. Ответить на вопросы для самопроверки, приведенные в учебнике после каждого раздела.
5. Выполнить общие требования к выполнению графической работы. Каждый лист работы выполняется на форматах А4 (210x297) и формата А3 (297x420). На каждом листе вычерчивается рамка и на формате А3 в правом нижнем углу чертежа выполняется основная надпись(штамп) по ГОСТ2104-94 (рисунок1, 2). На формате А4 штамп располагается внизу чертежа, вдоль короткой стороны(рисунок1).



Рисунок 1 – Применяемые форматы для выполнения работ

При оформлении чертежей придерживаться ГОСТ 2.301-68, ГОСТ 2.302-68, ГОСТ 2.303-68, ГОСТ 2.304-68, ГОСТ 2.307.68.

Выполнение заданий предпочтительно на горизонтальных форматах, в 25 масштабе 1:1.

Размещение чертежа на листе следует начинать после выполнения основной надписи. Все надписи и обозначения должны быть выполнены стандартным чертежным шрифтом размера 5 мм в соответствии с ГОСТ 2.304 - 81.

Шрифты чертежные

Все надписи на чертежах и схемах выполняются шрифтом чертежным в соответствии с ГОСТ 2.304-81 (рис. 2–рис.3).

Контрольные работы для студентов заочного и дистанционного обучения

Для выполнения контрольных работ необходимо выполнить:

1. Ответить на любые 3 вопроса из раздела, для выполнения контрольных работ (стр 66).
2. Выполнить на формате А4, согласно ГОСТ2104-94, по выбору одну из перечисленных графических работ № 3, 4, 5, 6.



Рис. 2 Русский алфавит (шрифт типа Б с наклоном)

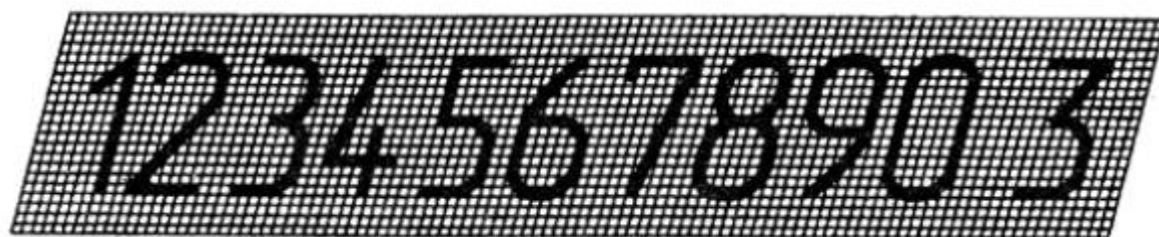


Рис. 3 Арабские цифры

Чертежи выполняют с помощью чертежных инструментов простым карандашом. Толщина сплошной основной линии должна быть 0,5-1,4 мм в зависимости от величины и сложности изображения, а также от формата чертежа. Толщина линий должна быть одинакова для всех изображений на данном чертеже. Линии центров и осевые – штрих пунктирные выполняют толщиной от $S/2$ до $S/3$ мм. Линии построений и линии связи должны быть сплошными тонкими $S/3$ - $S/2$. Линии невидимых контуров вычерчивают штриховыми линиями толщиной $S/2$.

Точки на чертежах следует выполнять в виде окружностей по возможности очень малых диаметров (до 1,5 мм) с помощью циркуля. Графическая работа может быть представлена на проверку только в полном объеме.

Самостоятельные работы студент должен выполнять и защищать в установленные учебным планом сроки и сохранять до конца семестра. К последнему занятию семестра работы по начертательной геометрии складывают в папку по порядку выполнения и сопровождают титульным листом. Так же иметь наличие контрольных и проверочных аудиторных работ. Аудиторные контрольные работы по начертательной геометрии и аудиторные самостоятельные работы по начертательной геометрии выполняют на практических занятиях в период лабораторно-экзаменационной сессии или при проведении очных занятий, организуемых в течение учебного года. Их цель систематизация и закрепление учебного материала, подготовка к экзамену и зачетам и дополнительный контроль знаний студентов по изучаемым курсам. Представленный альбом, контрольные и проверочные работы служат основанием допуска к экзамену.

Принятые обозначения и символы

1. Плоскости проекций:

горизонтальная – P_1 ; фронтальная – P_2 ; профильная – P_3 ;

дополнительная – P_4, P_5, \dots

2. Точки – A, B, C, D, \dots или 1, 2, 3, 4, ...

3. Проекции точек на плоскость:

$P_1 - A_1, B_1, C_1, D_1, \dots$ или $1_1, 2_1, 3_1, 4_1, \dots$;

$P_2 - A_2, B_2, C_2, D_2, \dots$ или $1_2, 2_2, 3_2, 4_2, \dots$;

$P_3 - A_3, B_3, C_3, D_3, \dots$ или $1_3, 2_3, 3_3, 4_3, \dots$

4. Точки на развертках – $A_0, B_0, C_0, D_0, \dots$ или $1_0, 2_0, 3_0, 4_0, \dots$

5. Линии a, b, c, d, \dots

6. Проекция на плоскость: $\Pi_1 - a_1, b_1, c_1, d_1, \dots$;

$\Pi_2 - a_2, b_2, c_2, d_2, \dots$;

$\Pi_3 - a_3, b_3, c_3, d_3, \dots$

7. Линии уровня: горизонталь $-h$; фронталь $-f$.

8. Прямая, проходящая через точки A и $B - AB$.

9. O - точка пересечения осей проекций;

10. $\grave{}$, $"$, $\grave{}$ - верхние индексы для проекций точек, прямых, углов, фигур, поверхностей на плоскости проекций (именуемые как горизонтальную, фронтальную, профильную соответственно);

1, 2, 3 - верхние индексы для проекций точек, прямых, углов, фигур, поверхностей на плоскости проекций (именуемые как горизонтальную, фронтальную, профильную соответственно);

11. Координатные оси проекций:

абсцисс $-x$ или $x_{1,2}$; ординат $-y$; аппликат $-z$.

1. Виды проецирования. Метод Монжа

1.1. Способы проецирования.

Не всякое изображение предмета на листе бумаги позволяет точно определить его геометрическую форму. Поэтому необходимо, чтобы изображение предмета было построено по определённым геометрическим правилам, позволяющим от плоских форм переходить к пространственным формам изображаемого предмета. Такое геометрически закономерное изображение пространственного предмета на плоскости достигается с помощью метода проецирования, который и является методом начертательной геометрии. Различают два основных метода проецирования: 1) центральное (полярное, коническое) проецирование; 2) параллельное (цилиндрическое) проецирование.

Суть метода – проведение проецирующих прямых из какой-либо точки S через точки заданной фигуры A, B, C, \dots до пересечения с плоскостью проекций Π_1 и построение изображения фигуры на плоскости Π_1 проекциями ее точек A_1, B_1, C_1, \dots

(точки пересечения проецирующих прямых с плоскостью Π_1).

Проецирование можно выполнять для любых точек пространства, кроме точек, лежащих в плоскости, проходящей

через точку S и параллельной плоскости Π_1 . Различают центральное, параллельное, косоугольное и ортогональное (прямоугольное) проецирование.

Проецирование, осуществляемое из некоторой точки пространства S , не лежащей в плоскости проекций Π_1 , путем проведения проецирующих прямых через точки заданной фигуры, называется *центральным*.

Аппарат центрального проецирования (рис.1) включает плоскость проекций Π_1 ; центр проецирования – точку S , не лежащую в плоскости проекций Π_1 ;

прямые SA, SB, SC, SD – проецирующие прямые; точки A_1, B_1, C_1, D_1 – проекции точек A, B, C, D на плоскость Π_1 ; треугольник A_1, B_1, C_1 – проекцию треугольника ABC на плоскость Π_1 .

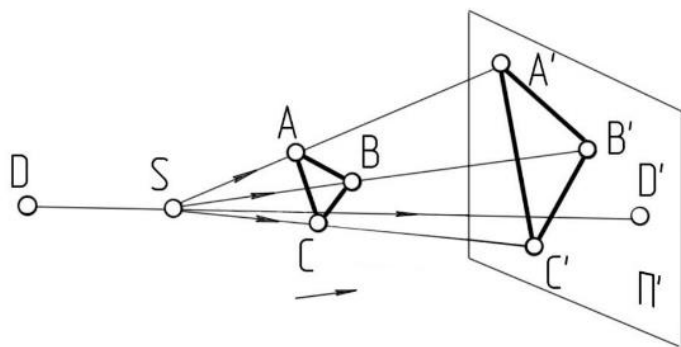


Рис.1. Схема центрального проецирования

Проецирование из бесконечно удаленной точки пространства S называется *параллельным*. В этом случае все проецирующие прямые, как пересекающиеся в бесконечно удаленной точке S , будут параллельны некоторому направлению m . Для того чтобы построить проекции точек A, B, C (рис.2), через них проводят проецирующие прямые параллельно направлению проецирования m , а затем находят точки A_1, B_1, C_1 – пересечения этих прямых с плоскостью Π_1 .

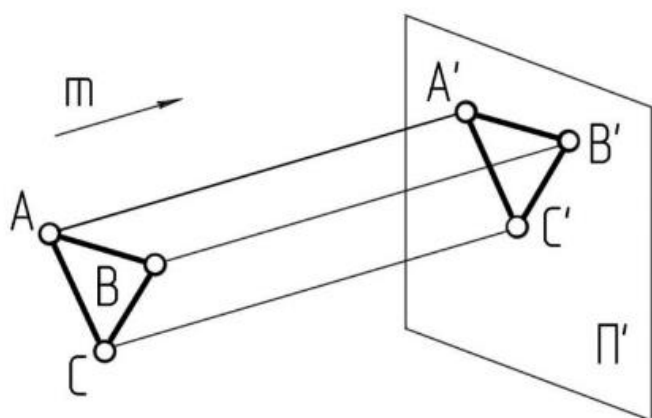


Рис.2. Схема параллельного проецирования

1.2. Особенности центрального и параллельного проецирования

Каждая геометрическая фигура представляет собой множество точек. Для построения ее проекции необязательно проецировать все ее точки.

Достаточно для прямой линии (или ее отрезка) построить проекции двух ее точек, для плоскости – трех точек, для многоугольника (многогранника) – проекции его вершин.

1.3. Суть косоугольного и прямоугольного (ортогонального) параллельного проецирования

Если направление параллельного проецирования m перпендикулярно плоскости проекции Π_1 , то проецирование называется *прямоугольным* или *ортогональным*. Во всех остальных случаях параллельное проецирование называется *косоугольным*.

1.4. Свойства параллельного проецирования

1.4.1. Проекцией точки является точка.

1.4.2. Проекцией прямой линии является прямая линия (общий случай). Это свойство называют свойством *прямолинейности*.

1.4.3. Проекцией точки, лежащей на некоторой прямой, является точка, лежащая на проекции данной прямой. Это свойство называют свойством *принадлежности*.

1.4.4. Проекциями параллельных прямых являются параллельные прямые (общий случай). Это свойство называют свойством *сохранения параллельности*.

1.4.5. Отношение проекций отрезков, лежащих на параллельных прямых или на одной и той же прямой, равно отношению самих отрезков.

1.4.6. Проекция фигуры (оригинала) не меняется при *параллельном переносе* плоскости проекций или самой фигуры.

1.5. Системы изображения в начертательной геометрии и их особенности.

В начертательной геометрии при проецировании используют четыре основные системы построения изображений:

Эпюр (ортогональный или комплексный чертеж). Способ проецирования – ортогональное. Особенность – условное совмещение плоскостей проекций с плоскостью чертежа путем их вращения;

Проекция с числовыми отметками. Способ проецирования – ортогональное. Особенность – расстояние до плоскости проекций определяется числовой отметкой;

Перспектива. Способ проецирования – центральное. Особенность – ограничение максимального угла между проецирующими прямыми (лучами);

АксонOMETрические проекции. Способ проецирования – параллельное или центральное. Особенность – проецирование вместе с осями координат.

1.6. Прямоугольный (ортогональный) чертеж точки на две и три плоскости проекций

Требования, предъявляемые к проекционному чертежу

К проекционным чертежам предъявляются следующие основные требования:

1) чертеж должен быть наглядным, т.е. вызывать пространственное представление об изображенном предмете;

2) чертеж должен точно (единственным образом) определять положение изображаемого предмета, его форму (геометрию) и размеры. Это

свойство чертежа называют обратимость;

3) изображение предмета должно быть удобным для чтения размеров;

4) процесс построения изображения должен быть простым.

Приведенные на (рис. 1) и (рис. 2) схемы центрального и параллельного проецирования на одну плоскость проекций не определяют однозначно форму и положение оригинала (предмета) в пространстве (известны две координаты из необходимых трех).

Такие чертежи не обладают обратимостью. Для построения обратимых чертежей проекционные чертежи дополняют необходимыми условиями. Наибольшее распространение в практике получили комплексные чертежи в ортогональных проекциях и аксонометрические чертежи.

1.7. Получение комплексного чертежа точки А (эпюр Монжа) на две и три фиксированные плоскости проекций

Три декартовы координаты точки однозначно определяют ее положение в пространстве. Этому соответствует чертеж, составленный из ортогональных проекций оригинала на две или более взаимно перпендикулярные плоскости проекций. Такой чертеж называется *комплексным*.

Принцип образования комплексного чертежа: предмет проецирования (точка, линия, поверхность, форма техническая и т.п.) располагается внутри куба, и рассматриваются его проекции на грани куба изнутри. Проекции называются видами, так как под видом понимают изображение обращенной к наблюдателю видимой части предмета проецирования. Государственный стандарт ЕСКД предусматривает шесть основных видов (ГОСТ 2.305-68). Образование трехпроекционного(трехкартинного) комплексного чертежа точки А показано на рис 3.

Точка А (оригинал) проецируется на три фиксированные плоскости проекций: П1 (фронтальная плоскость проекций –Ф), П2(горизонтальная плоскость проекций –Г) и П3(профильная плоскость проекций –П).

Линии пересечения плоскостей x , y , z называются *осями координат*(осями проекций). А1(вид спереди) проекция точки А на фронтальную плоскость проекций –Ф(П1); А2(вид сверху) проекция точки А на горизонтальную плоскость проекций Г(П2); А3(вид слева) проекция точки А на профильную плоскость проекций П(П3); высота точки h – удаление точки А от горизонтальной плоскости проекций П2(Г); глубина точки f – удаление точки А от фронтальной плоскости проекций П1(Ф); широта точки p – удаление точки А от профильной плоскости проекций П3(П).

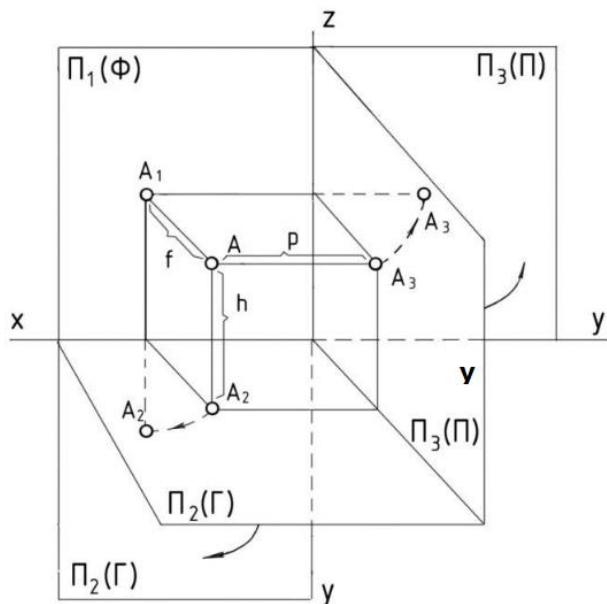


Рис 3. Образование трехпроекционного комплексного чертежа точки А на фиксированных плоскостях проекций

Для того чтобы получить комплексный чертеж (эпюру Монжа), горизонтальную П2 и профильную П3 плоскости проекций совмещают поворотом вокруг осей координат x и z с фронтальной плоскостью проекций П1 (см. рис 3).

В результате получают чертеж (рис.4), состоящий из трех проекций точки А: А1, А2 и А3.

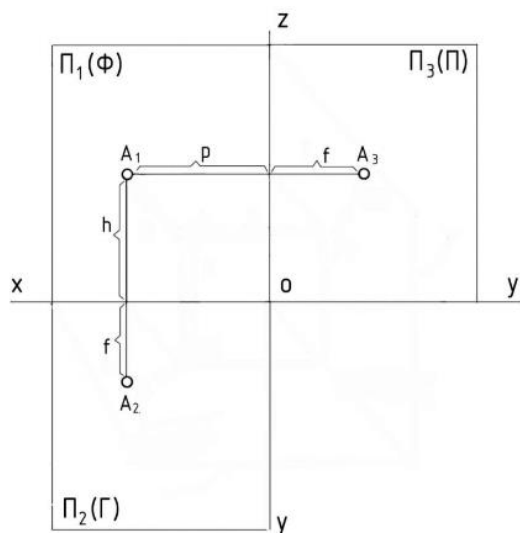


Рис 4. Трехпроекционный чертеж точки А на фиксированных плоскостях проекций

Линии А1-А2, А1-А3 называются *линиями связи*. Из чертежа следует, что виды спереди и сверху располагаются на вертикальной (перпендикулярно оси x), а виды спереди и слева – на горизонтальной (перпендикулярно оси z) линиях связи. Общим параметром, связывающим виды спереди и сверху, является ширина p , виды спереди и слева – высота h , виды слева и сверху – глубина f .

Из рис.4 видно, что любые две проекции точки на чертеже (A1-A2, A1-A3, A2-A3) однозначно определяют ее положение в пространстве. В этом случае координаты точки x, y, z известны, т.е. по двум проекциям заданной точки всегда можно построить третью, и притом только одну. Ортогональные чертежи в начертательной геометрии с двумя проекциями (видами) называют *двухпроекционными (двухкартинными)*.

1.8. Чертеж прямой линии, чертеж плоскости

Способы задания прямой линии на чертеже

В пространстве положение любой прямой определяется положением двух ее точек (рис. 5).

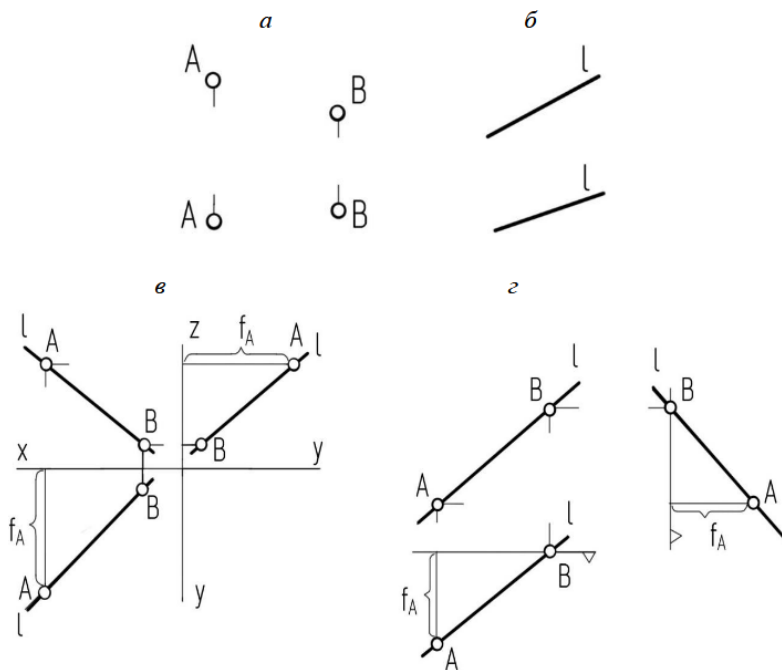


Рис. 5 Способы задания прямой l на чертеже: а–видами двух точек A и B ; б–видами этой прямой (на основании свойств прямолинейности); в–на фиксированных плоскостях проекций; г–на нефиксированных плоскостях проекций

1.9. Способы задания плоскости на чертеже

В пространстве положение плоскости однозначно определяется пятью вариантами взаимного расположения различных геометрических фигур, представленными на рис. 7.

Каждый из представленных на рис. 6 способов задания плоскости может быть преобразован один в другой. Кроме отмеченных случаев, в начертательной геометрии плоскость иногда задают проекциями любой плоской фигуры, все точки которой лежат в одной плоскости и ограничены линиями, составляющими контур этой фигуры. К плоским фигурам можно отнести многоугольники, окружности, эллипсы, параболы и другие плоские кривые линии.

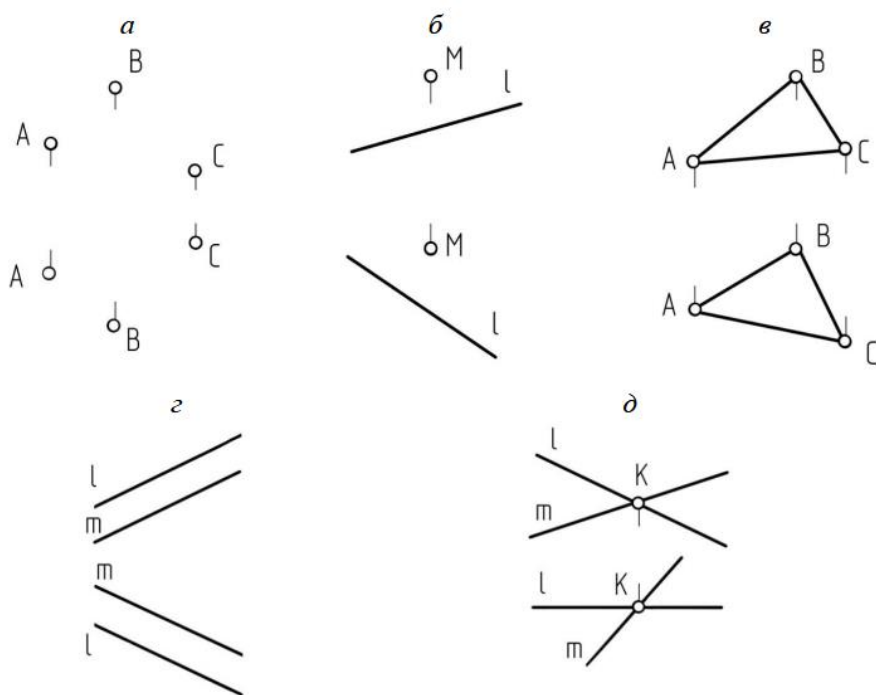


Рис. 6 Способы задания плоскости на чертеже: а–проекциями трех точек, не лежащих на одной прямой (А, В, С); б–проекциями прямой и точки, не принадлежащей этой прямой(l , М); в–отсеком плоскости(Δ АВС); г–проекциями двух параллельных прямых ($l//m$); д–проекциями двух пересекающихся прямых ($l \times m$)

Наиболее простой фигурой, которой может быть задана плоскость, является треугольник (см. рис.6в).

При построении проекции плоской фигуры необходимо убедиться, что все ее точки находятся в одной плоскости. Например, четырехугольник может быть задан двумя проекциями трех его вершин и лишь одной проекцией четвертой вершины (рис.8а).

Недостающая проекция вершины (проекция точки D на виде спереди) лежит на пересечении линии проекционной связи, проведенной из точки D на виде сверху, и проекции диагонали BD, проходящей, в свою очередь, через точку K пересечения диагоналей (рис.7б).

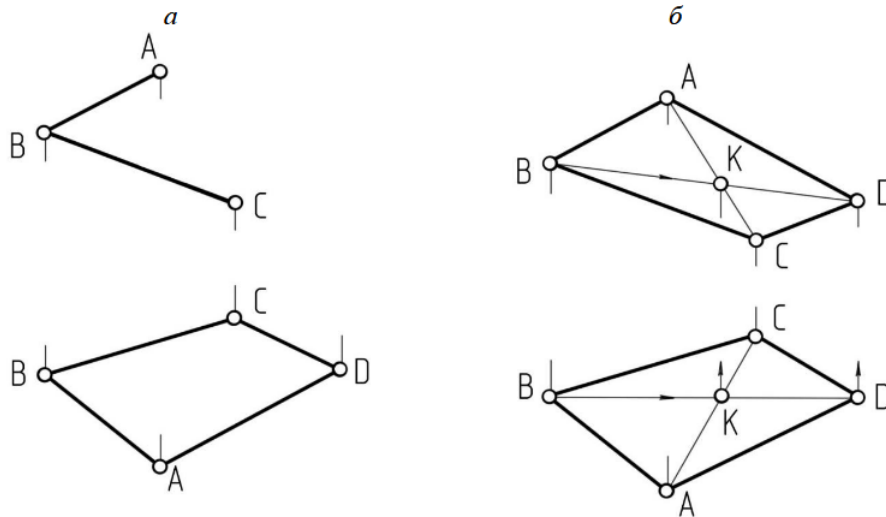


Рис.7 Построение проекций плоскости, заданной четырехугольником: а–условие задачи; б–решение задачи

1.10. Точка на прямой

Если точка лежит на прямой, то проекции этой точки лежат на одноименных проекциях прямой. Точка C лежит на прямой AB , а точка D – не лежит на этой прямой (рис.8).

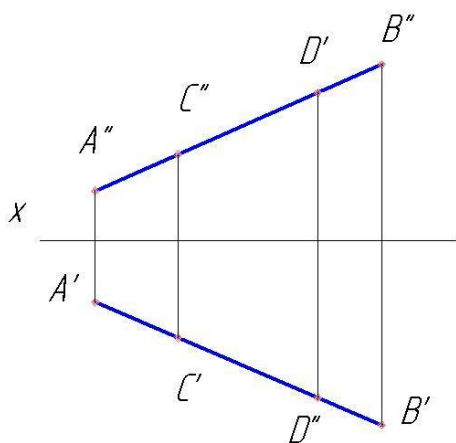


Рис.8 Точка на прямой

1.11. Деление отрезка в заданном отношении

Деление отрезка на равные или пропорциональные части выполняют по теореме Фалеса: Если на одной прямой отложить равные или пропорциональные отрезки и через их концы провести параллельные прямые, то эти прямые отсекут на другой прямой равные или пропорциональные отрезки. Разделим отрезок AB в соотношении 3:1 (рис.9).

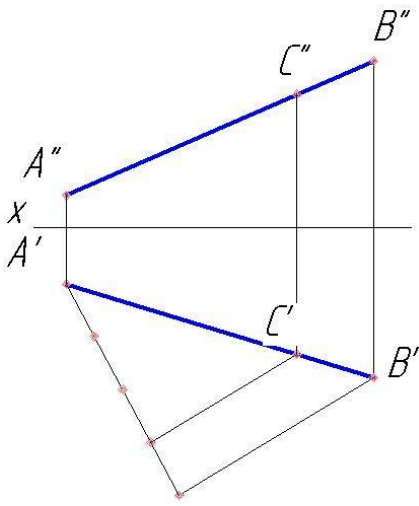


Рис.9 Деление отрезка в заданном отношении

1.12. Определение истинной величины отрезка прямой методом прямоугольного треугольника

В пространстве отрезок AB прямой общего положения спроецирован на две плоскости π_1 и π_2 и представляет собой гипотенузу двух прямоугольных $\triangle ABC$ и ABD . В $\triangle ABC$ катет AC параллелен и равен $A'B'$, катет CB составляет разность координат z точек A и B .

1.13. Следы прямой

Следом прямой называется точка пересечения прямой с плоскостью проекций.

Прямая общего положения в системе трех плоскостей проекций имеет три следа: горизонтальный, фронтальный и профильный.

Прямая не имеет следа на плоскости проекций, если она \parallel этой плоскости проекций.

Для построения горизонтального следа прямой необходимо продолжить прямую до пересечения с горизонтальной плоскостью проекций Π_1 , при этом горизонтальная проекция горизонтального следа M_1 совпадает с самим следом M , а фронтальная проекция горизонтального следа M_2 лежит на оси проекций x . Аналогично, для построения фронтального следа N необходимо продолжить прямую до пересечения с фронтальной плоскостью проекций, при этом фронтальная проекция N_2 фронтального следа N совпадает с самим следом, а горизонтальная проекция фронтального следа N_1 лежит на оси проекций (рис.10).

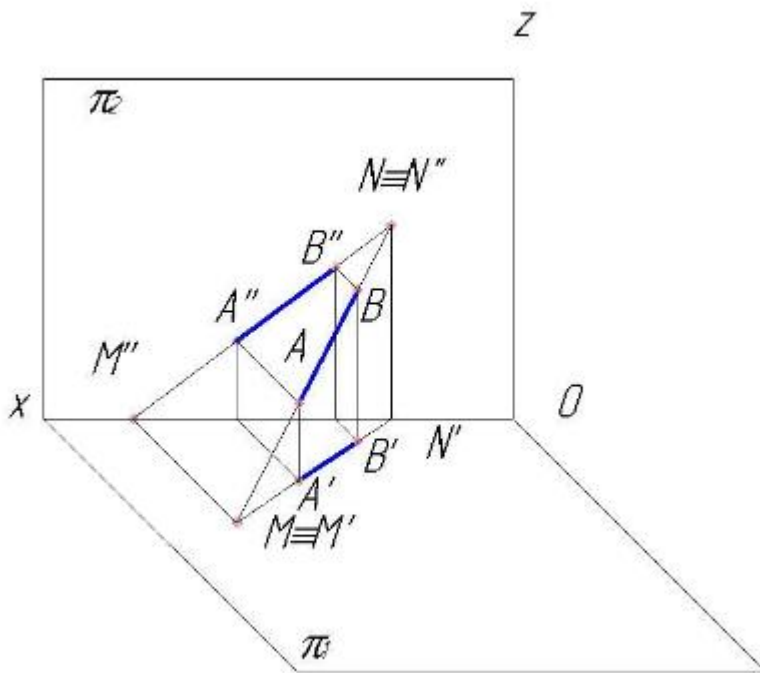


Рис. 10 Следы прямой

1.14. Взаимное расположение прямых линий

Взаимное расположение прямых линий может быть представлено следующим образом: быть параллельными, пересекаться, скрещиваться.

1. **Параллельными** называются две прямые, которые лежат в одной плоскости и не имеют общих точек. (Рис.11)

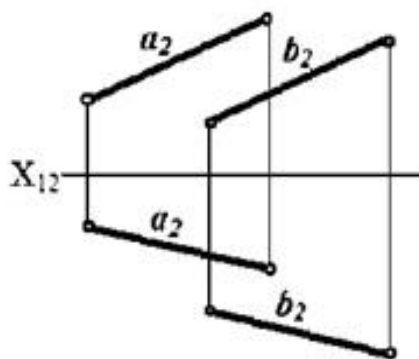


Рис.11 Параллельные прямые

Проекция **параллельных** **прямых** на любую плоскость проекций (не перпендикулярную данным прямым) — параллельны.

2. **Пересекающимися** называются две прямые лежащие в одной плоскости и имеющие одну общую точку (Рис.12)
- 3.

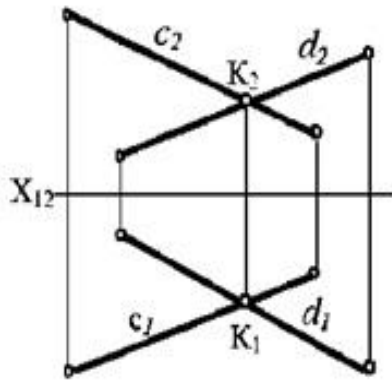


Рис.12 Пересекающиеся прямые

Прямые пересекаются, если их одноименные проекции также пересекаются, а проекции точки пересечения лежат на одной линии связи.

4. *Скрещивающимися* называются две прямые не лежащие в одной плоскости.

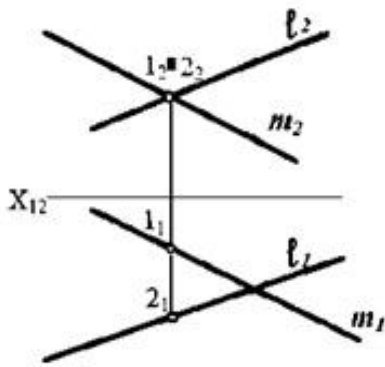


Рис.13 Скрещивающиеся прямые

Прямые скрещиваются, если они не пересекаются и не параллельны между собой, а точки пересечения их одноименных проекций не лежат на одной линии связи (Рис.13)

2. Проекция плоскости

2.1. Способы задания плоскости на комплексном чертеже.

Плоскость в начертательной геометрии может быть задана:

- 1) тремя точками, не лежащими на одной прямой (рис. 14, а);
- 2) прямой и точкой, не лежащей на этой прямой (рис. 14, б);
- 3) двумя параллельными прямыми (рис. 14, в);
- 4) двумя пересекающимися прямыми (рис. 14, г);
- 5) плоской фигурой (рис. 14, д);
- 6) масштабом уклонов (рис. 14, е).

Каждый из перечисленных способов задания плоскости допускает переход к любому другому. В некоторых случаях плоскость на комплексном чертеже целесообразно задать следами.

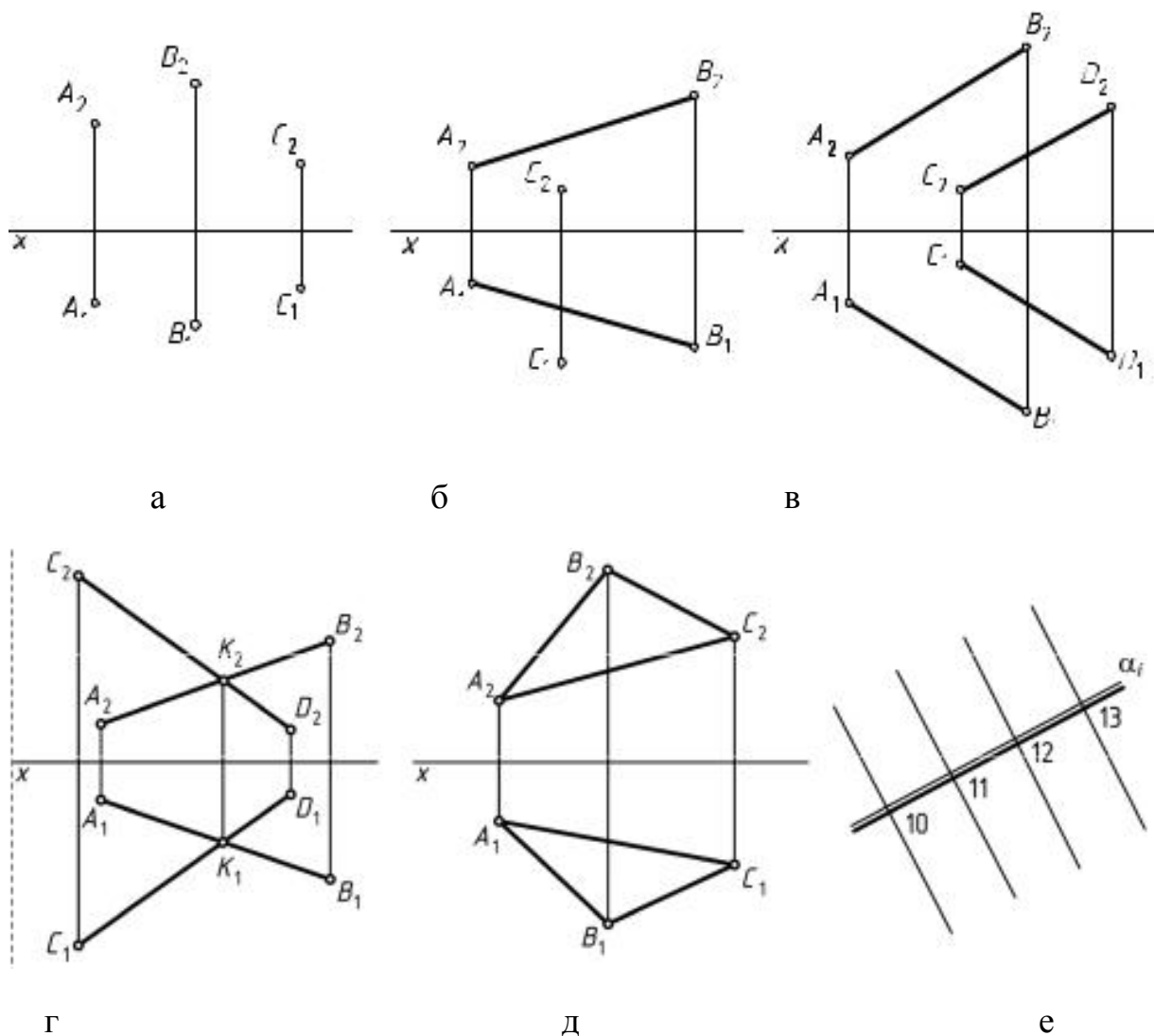


Рис.14 Способы задания плоскости на чертеже

2.2 Следы плоскости.

Следы плоскости - это линии пересечения (встречи) плоскости с плоскостями проекций

Следы плоскости обозначают и называют зависимости от того с какой плоскостью проекции происходит встреча плоскости. Например для плоскости α :

$\alpha_H = \alpha \cap H$ - горизонтальный след плоскости α ;

$\alpha_V = \alpha \cap V$ - фронтальный след плоскости α ;

$\alpha_W = \alpha \cap W$ - профильный след плоскости α .

Следы плоскости пересекаются (сходятся) в точка a_x, a_y, a_z которых называют точками схода следов. Сопоставляя между собой пространственный чертеж и его плоскостную модель, мы видим, что для задания плоскости на чертеже можно использовать **следы плоскости**. Этот способ обладает рядом преимуществ перед

другими вариантами: во-первых, сохраняется наглядность изображения, что позволяет легко представить положение плоскости в пространстве; во-вторых, при задании плоскости следами требуется указать только две прямые (в системе плоскостей проекций H и V) вместо четырех (параллельные прямые) или шести (треугольник).

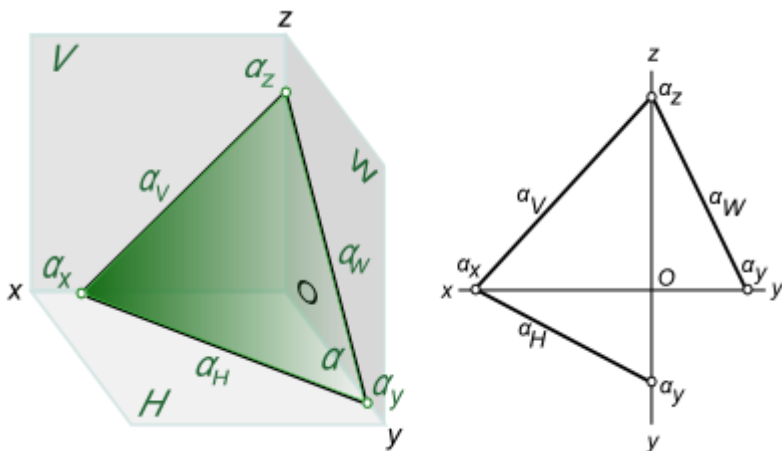


Рис.15 Следы плоскости

2.3 Прямые особого положения в плоскости

Прямыми особого положения в плоскости являются горизонталь h , фронталь f и линии наибольшего наклона к плоскостям проекций.

- 1. Горизонталью плоскости** называется прямая, лежащая в плоскости и параллельная горизонтальной плоскости проекций, обозначаемая h . Построение горизонтали начинается с фронтальной проекции h_2 . Все горизонтالي одной плоскости между собой параллельны. Горизонталь есть геометрическое место точек плоскости, удаленных от плоскости π_1 на одно и то же расстояние

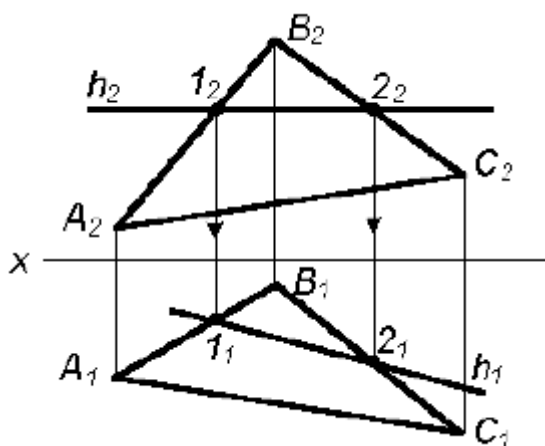


Рис.16 Горизонталь плоскости

- 2. Фронталью плоскости** называется прямая, лежащая в плоскости и параллельная фронтальной плоскости проекций, обозначаемая f . Все фронтальи одной плоскости параллельны между собой. Фронталь плоскости – это геометрическое место точек, удаленных от плоскости π_2 на одно и то же расстояние.

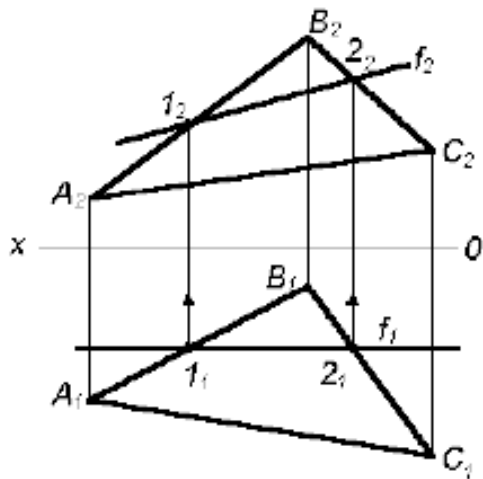


Рис.17 Фронталь плоскости

3. **Линиями наибольшего наклона** данной плоскости к плоскостям проекций называются линии, лежащие в плоскости и перпендикулярные горизонтали, фронтали или ее профильной прямой. В первом случае определяется наклон данной плоскости к плоскости π_1 , во втором – к π_2 , в третьем – к π_3 . Линия наибольшего наклона к π_1 называется линией наибольшего ската (ЛНС). Построение ЛНС начинается с ее горизонтальной проекции n_1 , так как согласно свойству проецирования прямого угла, угол 90° между ЛНС и h_1 на π_1 проецируется без искажения

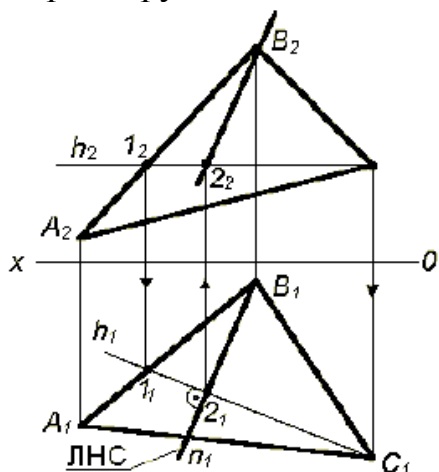
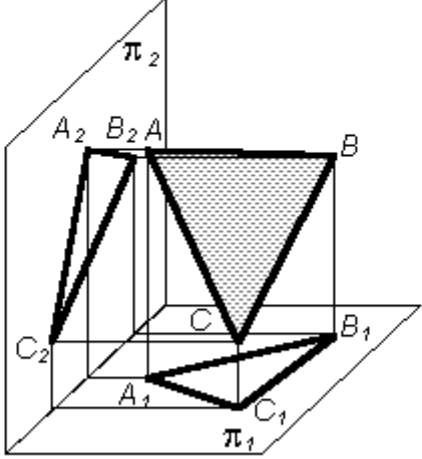
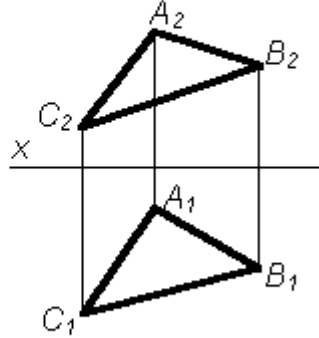


Рис.18 Линии наибольшего наклона

2.4 Положение плоскости относительно плоскостей проекций

Плоскости в пространстве могут занимать общее и частное положение

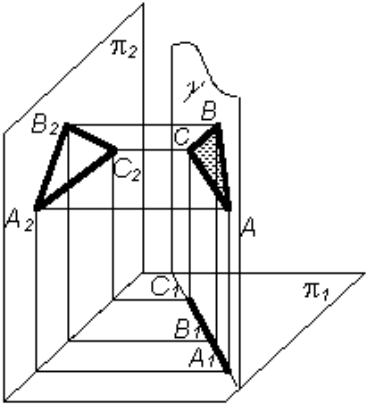
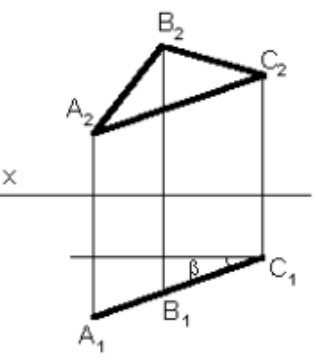
Плоскость общего положения

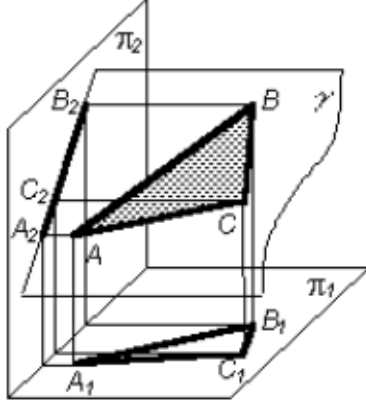
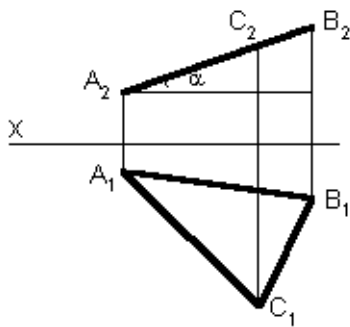
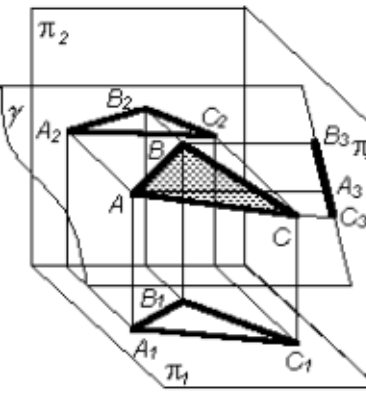
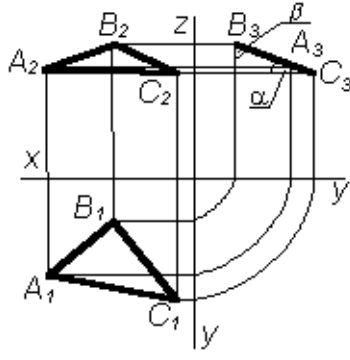
Определение	Наглядное изображение	Комплексный чертёж
<p>Плоскость, не перпендикулярную ни к одной из плоскостей проекций, называют плоскостью общего положения</p>		

Плоскости частного положения

Плоскостью частного положения называют плоскость, которая либо перпендикулярна, либо параллельна одной из плоскостей проекций. Плоскости частного положения могут быть проецирующими (табл. 5.3) и плоскостями уровня (табл. 5.4).

Плоскости проецирующие

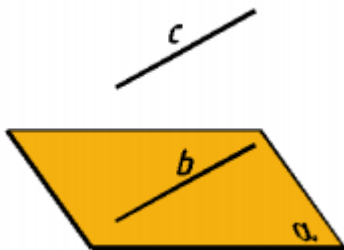
Определение	Наглядное изображение	Комплексный чертёж
<p>Горизонтально-проецирующей плоскостью называют плоскость, перпендикулярную к плоскости проекций Σ ($DABC$)\wedge ρ_1. Любой элемент, лежащий в этой плоскости, проецируется на плоскость ρ_1 в прямую линию; горизонтальная проекция $D A_1 B_1 C_1$ есть прямая линия на плоскости ρ_1; угол β есть угол наклона этой плоскости к плоскостям ρ_2. Он проецируется на горизонтальную плоскость без искажения</p>		

<p>Фронтально-проецирующей плоскостью называют плоскость, перпендикулярную к плоскости проекций π_2. Любой элемент, лежащий в этой плоскости, проецируется на плоскость π_2 в прямую линию; фронтальная проекция $\Delta A_2B_2C_2$ есть прямая линия на плоскости π_2. Угол α есть угол наклона этой плоскости к плоскости π_1, он проецируется на плоскость π_2 без искажения</p>		
<p>Профильно-проецирующей плоскостью называют плоскость перпендикулярную к плоскости проекций π_3. Любой элемент, лежащий в этой плоскости, проецируется на профильную плоскость проекций в прямую линию. Профильная проекция $\Delta A_3B_3C_3$ есть прямая линия плоскости π_3. Углы α и β есть углы наклона этой плоскости к π_1 и π_2</p>		

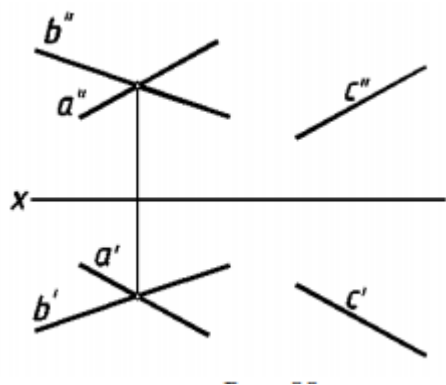
Таким образом, если плоскость перпендикулярна одной из плоскостей проекций, то на эту плоскость она проецируется в виде прямой линии.

2.5 Параллельность прямой и плоскости

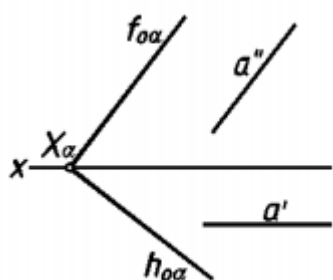
Признак параллельности прямой и плоскости: если плоскость содержит в себе прямую, параллельную данной, то данная прямая и плоскость взаимно параллельны



Прямая c и плоскость, заданная прямыми b и c , взаимно параллельны, т.к. прямая c параллельна прямой a , лежащей в плоскости.

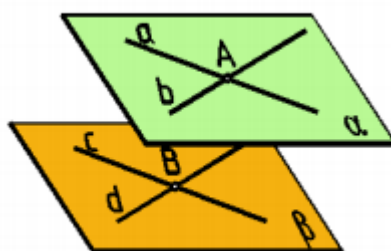


Прямая a и плоскость, заданная следами, взаимно параллельны, т.к. прямая a параллельна фронтальному следу плоскости.



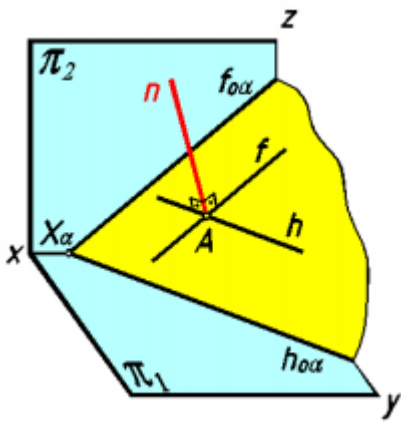
2.6 Параллельность двух плоскостей

Признак параллельности плоскостей: если две пересекающиеся прямые, принадлежащие одной плоскости, соответственно параллельны двум пересекающимся прямым, принадлежащим другой плоскости, то такие плоскости взаимно параллельны



2.7 Перпендикулярность прямой и плоскости

Признак перпендикулярности прямой и плоскости: прямая перпендикулярна плоскости, если она перпендикулярна двум пересекающимся прямым, принадлежащим данной плоскости. На чертеже в качестве пересекающихся прямых плоскости выбирают произвольные горизонтали и фронталы этой плоскости, чтобы можно было использовать частный случай проецирования прямого угла (рис 19)



Тогда признак перпендикулярности прямой и плоскости на чертеже можно сформулировать следующим образом: если горизонтальная проекция прямой перпендикулярна горизонтальной проекции горизонтали плоскости, а фронтальная проекция этой прямой перпендикулярна фронтальной проекции фронтали этой плоскости, то такая прямая и плоскость в пространстве взаимно перпендикулярны (рис 1 и 2)

Рис.19 Перпендикулярность прямой и плоскости

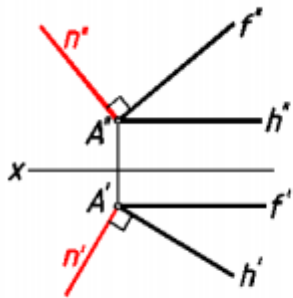


Рис.1

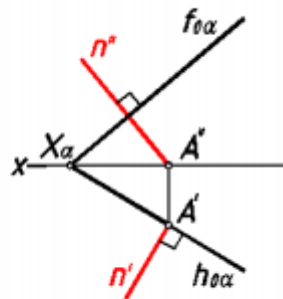


Рис. 2

На рис. 1 прямая n и плоскость, заданная горизонталью h и фронталью f взаимно перпендикулярны, т.к. $n h'' \perp$ и $n h''' \perp$

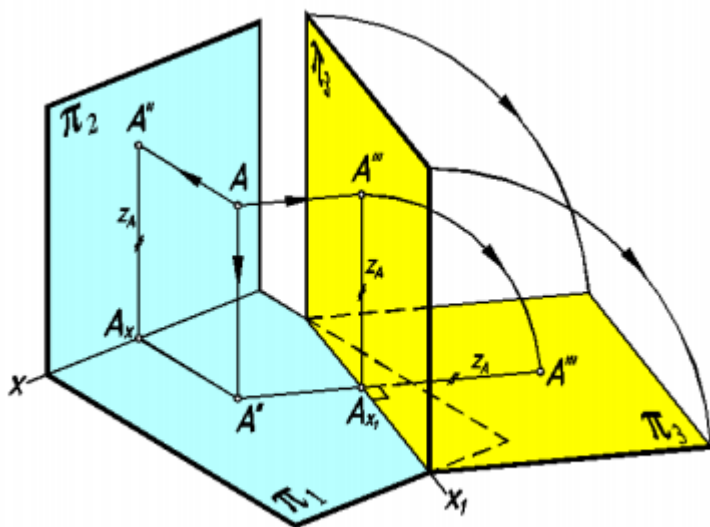
3. СПОСОБЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЧЕРТЕЖА

Определение метрических характеристик изображаемых фигур, а также определение по ортогональным проекциям взаимного расположения заданных геометрических элементов значительно упрощается при частном их расположении относительно плоскостей проекций. В этой связи, при решении многих позиционных и метрических задач с целью упрощения их решения приходится производить преобразование чертежа, на котором геометрические фигуры заданы в общем положении, в чертеж, где те же заданные фигуры занимают частное положение. Различают два основных способа преобразования ортогонального чертежа: 1) плоскости проекций подвижны, а заданные геометрические элементы неподвижны (способ замены плоскостей проекций). 2) плоскости проекций неподвижны, а заданные геометрические элементы подвижны (способ вращения). При применении всех способов преобразования чертежа взаимное расположение заданных геометрических фигур остаётся неизменным

3.1 Способ замены плоскостей проекции

Суть этого способа заключается в том, что в системе двух плоскостей проекций заменяют одну из плоскостей проекций на новую плоскость, перпендикулярную неизменяемой плоскости проекций. На эту плоскость проецируют заданные

геометрические фигуры, которые в пространстве неподвижны. Рассмотрим особенности применения способа замены плоскостей проекций на примере проецирования точки A (Рис 20) Рис. 20 Способ замены плоскостей проекции



В системе плоскостей проекций π_1 и π_2 задаем новую плоскость π_3 перпендикулярную плоскости π_1 . Плоскость π_3 пересекает плоскость π_1 по прямой x_1 , которую принимаем за ось проекций в новой системе плоскостей проекций. Опустив перпендикуляр из точки A на плоскость π_3 , находим ее проекцию A''' . Описанная последовательность действий

называется переходом от системы плоскостей проекций $2 \ 1 \ x \ \pi \ \pi$ к системе плоскостей проекций. Для получения проекционного чертежа плоскость проекций π_3 поворотом вокруг оси x_1 совмещается с плоскостью π_1 . Поскольку плоскость π_1 не изменяет своего положения, расстояние от точки A до этой плоскости не изменяется в старой и новой системах плоскостей проекций,

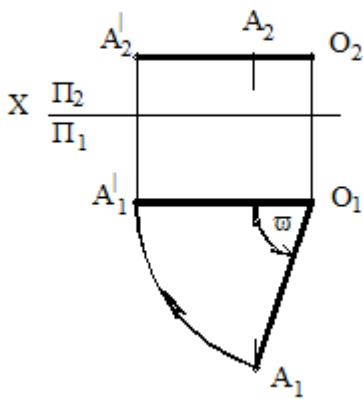
Поэтому, координата Z_A проекций точки на плоскостях π_2 и π_3 сохраняет свое значение.

3.2 Метод вращения

Сущность метода вращения заключается в том, что плоскости проекций остаются неподвижными, а меняется положение объекта проецирования путем вращения вокруг неподвижной оси до удобного положения для проведения необходимых построений. Если ось вращения не задана, ее располагают перпендикулярно к одной из плоскостей проекций, так как упрощаются все построения при решении задач.

Действительно, если ось вращения перпендикулярна к какой – либо плоскости проекций, то плоскость, в которой вращается точка, параллельна этой плоскости проекций. Траектория движения точки на эту плоскость проекций проецируется без искажения, а на вторую плоскость проекций проецируется в виде отрезка прямой линии. Вращение вокруг оси, перпендикулярной плоскости проекций.

Рассмотрим этот метод на примере (рисунок 21)



Поворота точки A вокруг оси i , перпендикулярной плоскости Π_1 , на некоторый угол. Траектория перемещения точки – окружность, плоскость которой перпендикулярна оси i и параллельна плоскости Π_1 . Поэтому на плоскость Π_1 проецируется без искажения. Фронтальная проекция этой траектории будет прямой, параллельная оси X . Точка O является центром вращения точки A , а отрезок $A_1O_1=A_1'O_1$ – радиус вращения.

Рис. 21 Метод вращения

3.3 Вращение вокруг проецирующих прямых

Это частный случай плоскопараллельного перемещения при котором траектория перемещения точки в пространстве - не произвольная кривая, а окружность с центром на оси вращения. Плоскость окружности перпендикулярна оси вращения. Радиус окружности равен расстоянию от точки до оси вращения и измеряется на плоскости проекций, перпендикулярной оси вращения. При вращении вокруг проецирующих прямых сохраняются величины проекций геометрических образов на плоскость проекций, которой перпендикулярна ось вращения.

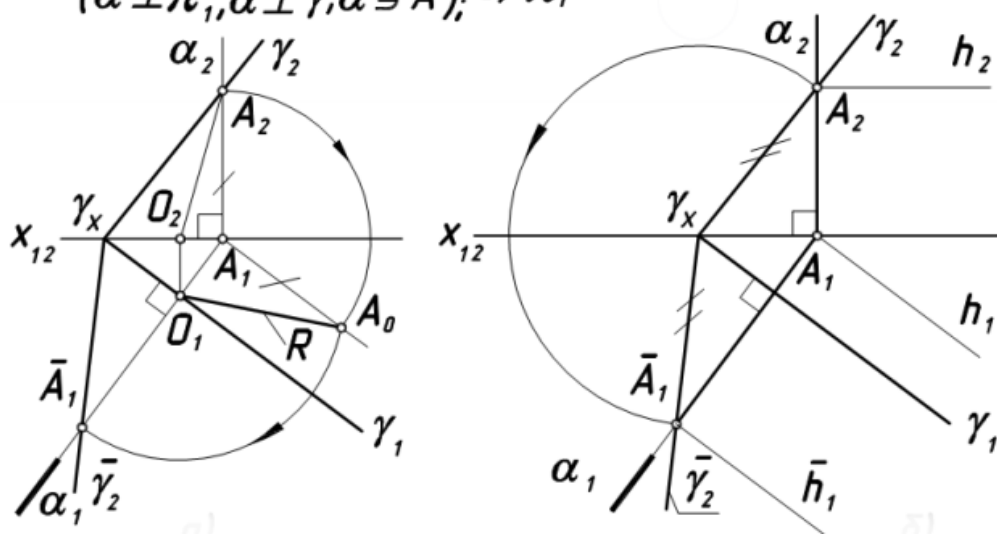
3.4 Вращение вокруг следа плоскости

Способ вращения вокруг оси, принадлежащей плоскости проекций (вокруг следа плоскости), еще называют совмещением. Это частный случай вращения плоскости вокруг нулевой горизонтали или нулевой фронтальной – следов плоскости. В этом случае в результате поворота плоскости она совмещается с одной из плоскостей проекций. Совмещение так же как и вращение вокруг горизонтали или фронтальной применяется, когда требуется определить истинный вид фигур, принадлежащих плоскости, или построить в плоскости общего положения фигуру заданной формы и размеров.

Сущность способа совмещения можно уяснить из рассмотрения рис.22(а, б). Плоскость общего положения γ вращается вокруг горизонтального следа γ_1 до совмещения ее с горизонтальной плоскостью проекций. При этом преобразовании след γ_1 как ось вращения, останется на месте. Поэтому для нахождения совмещенного положения плоскости достаточно найти совмещенное положение только одной принадлежащей ей точки (не лежащей на следе γ_1). В качестве такой точки целесообразно для упрощения графических построений взять точку A на фронтальном следе. Тогда $A(A_1, A_2)$ при вращении вокруг оси γ_1 будет перемещаться по дуге окружности, принадлежащей плоскости вращения α , перпендикулярной к оси вращения.

6 элементов вращения

- 1) A – объект вращения; 4) O – центр вращения
 2) γ_1 – ось вращения; ($O = \alpha \cap \gamma_1$);
 3) α – плоскость вращения ($\alpha \perp \pi_1, \alpha \perp \gamma, \alpha \ni A$); 5) R – радиус вращения ($R = |OA|$);
 6) π_1 – плоскость совмещения.



а

Рис.22

б

Вращение вокруг следа плоскости

4. КРИВЫЕ ЛИНИИ

4.1 Общие характеристики кривых линий

В начертательной геометрии линии занимают особое положение. С помощью линий создаются наглядные модели многих процессов, происходящих в природе, творческой деятельности инженеров, конструкторов, архитекторов, дизайнеров и других специалистов. В любой области человеческой деятельности мы встречаемся с кривыми линиями в виде моделей физических процессов или геометрических образов: траектории движения небесных тел и летательных аппаратов, точек движения машин и механизмов, обводы фюзеляжей самолётов и корпусов судов и т.п. Линию можно рассматривать как траекторию перемещения в пространстве некоторой точки. Линию также можно рассматривать как результат взаимного пересечения поверхностей или границу поверхности.

Линия – геометрическое понятие, которому в разных разделах геометрии дают различные определения. В начертательной геометрии линию рассматривают либо как траекторию движущейся точки, либо как границу поверхности, либо как результат взаимного пересечения поверхностей. Простейшая линия – прямая. Прямую линию можно считать либо траекторией материальной точки, движущейся по инерции равномерно и прямолинейно (в соответствии с первым законом Ньютона), либо

множеством общих точек двух пересекающихся плоскостей. Ломаная линия составлена из отрезков прямой линии. Например, граница плоской многоугольной фигуры – ломаная линия.

Способы образования линий могут быть различными, и они могут быть заданы графически и аналитически, т.е. уравнением. Кривая как множество точек пространства, координаты которых являются функциями одной переменной p , задается системой уравнений: $x = f_1(p)$, $y = f_2(p)$, $Z = f_3(p)$.

Уравнение линии позволяет определить координаты любой точки, принадлежащей этой линии. Линии разделяют на *алгебраические* (определяемые в декартовых координатах алгебраическими уравнениями) и *трансцендентные* (определяемые трансцендентными уравнениями). Если алгебраическое уравнение, описывающее линию, n -й степени, то алгебраическая линия называется линией *n -го порядка*. Для построения ортогональных проекций кривой линии необходимо построить проекции ряда точек, принадлежащих этой кривой, и соединить между собой одноименные проекции в той же последовательности, в какой они располагались на оригинале. Линии, у которых все точки лежат в одной плоскости, называются *плоскими*. В противном случае они называются *пространственными*.

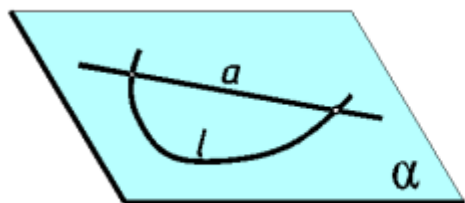


Рис 23.1

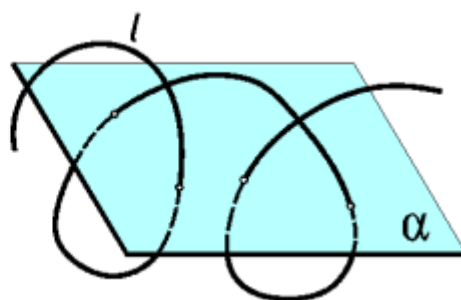


рис 23.2

Графически порядок плоской алгебраической линии характеризуется наибольшим числом точек пересечения ее с прямой линией (рис 23. 1). Порядок пространственной алгебраической линии характеризуется числом точек пересечения ее с плоскостью (рис.23.2). При этом надо иметь в виду, что в число точек пересечения входят как действительные, так и мнимые точки.

При построении ортогональных проекций кривых необходимо знать те свойства этих кривых, которые сохраняются при проецировании. К таким свойствам относятся следующие:

1. Порядок проекции алгебраической кривой равен порядку самой кривой.
2. Несобственным точкам кривой соответствуют несобственные точки ее проекции.
3. Касательные к кривой проецируются в касательные к её проекциям

4.2 Поверхности вращения

Поверхность вращения - это поверхность, образованная вращением некоторой линии, называемой образующей поверхности, вокруг неподвижной прямой - оси вращения. При этом образующая, вращаясь вокруг оси, пересекает окружность, называемую направляющей поверхности.

Образующей поверхности вращения может быть прямая или кривая линия. В зависимости от этого различают соответственно поверхности вращения линейчатые и криволинейные.

К линейчатым поверхностям вращения относятся цилиндр и конус.

К криволинейным поверхностям вращения относятся:

- сфера (образующая окружность);
- эллипсоид (образующая эллипс);
- одно и двуполостные гиперболоиды (образующая гипербола);
- параболоид (образующая парабола);
- торовые (образующая окружность).

Все названные виды поверхностей вращения, кроме торовых, являются поверхностями второго порядка (по порядку образующей или направляющей). Торовые поверхности вращения относятся к поверхностям четвертого порядка (по произведению порядков двух окружностей - образующей и направляющей).

Существуют три типа кривых второго порядка: эллипс, парабола и гипербола. Эллипс и гипербола имеют две взаимно перпендикулярные оси симметрии. У параболы одна ось симметрии. Если кривую второго порядка вращать вокруг оси симметрии, то получается эллипсоид вращения, параболоид вращения или гиперболоид вращения (рис. 24).

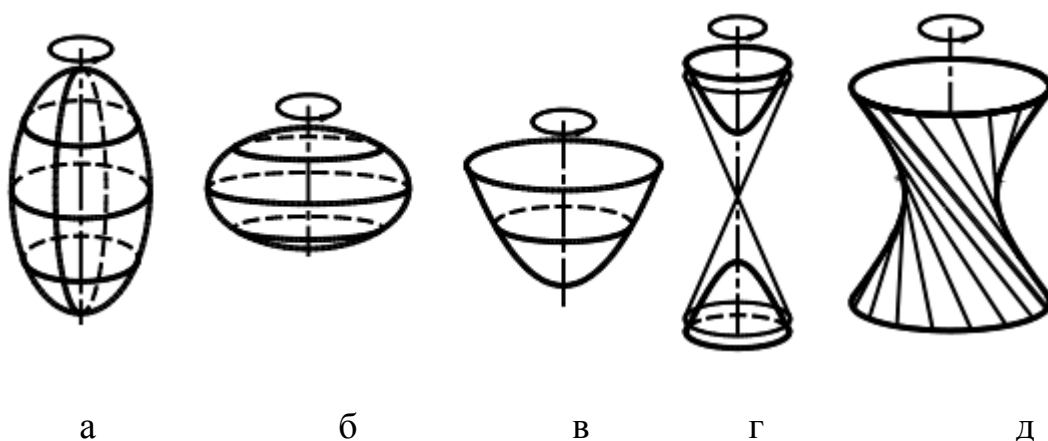
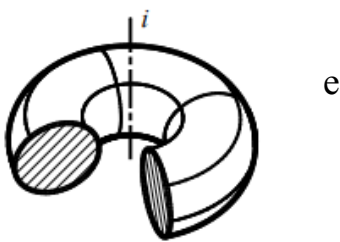


Рис. 24 Поверхности вращения

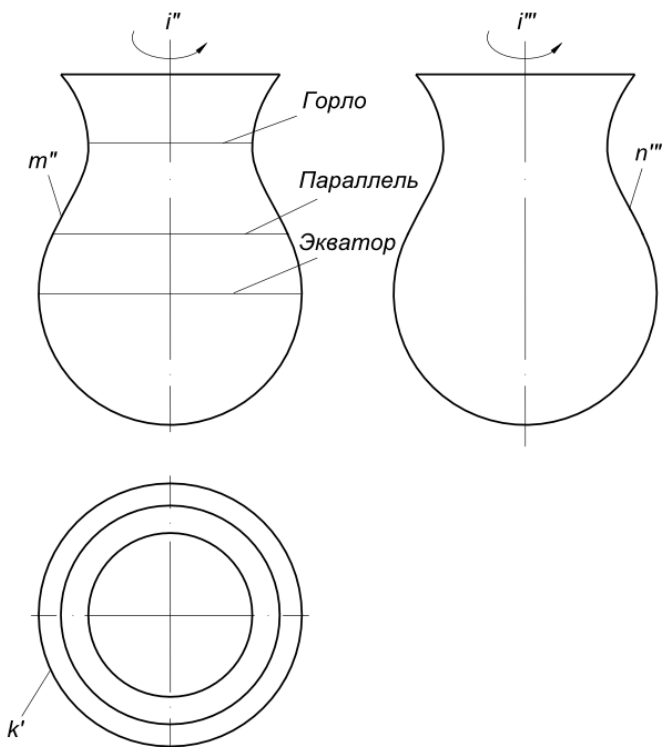
Вращая эллипс вокруг большой оси, получаем вытянутый эллипсоид вращения (рис. 24 а). При вращении эллипса вокруг малой оси возникает сжатый эллипсоид вращения

(рис. 24 б). При вращении окружности вокруг диаметра получается сфера. Сфера – частный случай эллипсоида вращения. Вращая параболу вокруг ее оси симметрии, получаем параболоид вращения (рис. 24, в). При вращении гиперболы вокруг действительной оси получаем двуполостный гиперболоид вращения. Асимптоты гиперболы описывают асимптотический конус (рис. 24 г). При вращении гиперболы вокруг мнимой оси получаем однополостный гиперболоид вращения (рис. 24 д).

Тор (рис. 24 е). образуется вращением окружности вокруг оси i , лежащей в плоскости окружности, но не проходящей через ее центр. Поверхность тора – алгебраическая поверхность четвертого порядка. Возможны три случая расположения оси вращения относительно образующей окружности.



Поверхность вращения



На рисунке изображена **поверхность вращения** общего вида, образующая которой кривая линия вращается вокруг горизонтально-проецирующей оси i . Все точки образующей вращаются вокруг оси i по окружностям соответствующего радиуса, называемыми параллелями поверхности. На фронтальную и профильную плоскости проекций эти параллели проецируются в прямые линии, перпендикулярные оси вращения i . На горизонтальную плоскость проекций параллели проецируются в виде окружностей. Некоторые параллели получили характерные наименования:

горло - это параллель наименьшего радиуса;
 экватор - это параллель наибольшего радиуса.

Проекция поверхности вращения образуются следующим образом:

- горизонтальная проекция или горизонтальный очерк определяется окружностью

экватора;

- фронтальная проекция или фронтальный очерк образуется замкнутой линией главного фронтального меридиана m'' , полученного при пересечении поверхности вращения фронтальной плоскостью уровня, проходящей через ее ось вращения;

- профильная проекция или профильный очерк образуется замкнутой линией главного профильного меридиана n'' , полученного при пересечении поверхности вращения профильной плоскостью уровня, проходящей через ее ось вращения;

5. ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ПЛОСКОСТЬЮ.

Линия пересечения поверхности плоскостью является плоской кривой, лежащей в плоскости сечения. Для построения этой линии строят точки, принадлежащие одновременно поверхности и секущей плоскости, соединив которые получают линию пересечения. Среди точек этой линии есть точки, которые выделяются своим особым положением. Их называют опорными. Это точки: расположенные на крайних образующих поверхности и являющиеся границами видимости на чертеже; наиболее или наименее удаленные от наблюдателя; определяющие построение некоторых линий пересечения. Для построения этих точек применяют различные приемы. Все остальные точки называются общими или произвольными и для них используют одни и те же приемы построения.

Основной способ построения заключается в следующем:

1) вводится вспомогательная плоскость, которая должна пересекать и поверхность, и плоскость по некоторым линиям;

2) при пересечении этих линий между собой получают точки, принадлежащие и поверхности, и плоскости сечения, т.е. точки, составляющие линию пересечения поверхности и плоскости.

Таким способом определяют общие точки, а также и некоторые опорные точки. Вспомогательную секущую плоскость рекомендуется выбирать таким образом, чтобы она пересекала поверхность по простым линиям (прямым или окружностям). Кроме того, проекции линий пересечения также должны быть или прямыми, или окружностями. Указанный способ построения называется способом вспомогательных секущих плоскостей. Это тот же способ, который применяется и при пересечении плоских фигур.

5.1 Пересечение цилиндрической поверхности плоскостью.

Для построения линии пересечения цилиндрической поверхности плоскостью в общем случае находят точки пересечения образующих с секущей плоскостью в отношении

любых линейчатых поверхностей. При необходимости не исключается применение и вспомогательных секущих плоскостей, пересекающих поверхность и плоскость. Любую цилиндрическую поверхность плоскость, расположенная параллельно образующей этой поверхности, пересекает по прямым линиям (образующим). Вид линии, образованной при пересечении плоскостью прямого кругового цилиндра, определяется положением плоскости относительно оси.

Пересечение сферы плоскостью Плоскость всегда пересекает сферу по окружности, которая проецируется в виде отрезка прямой, в виде эллипса или в виде окружности в зависимости от положения секущей плоскости по отношению к плоскости проекции

При построении конической поверхности вращения плоскостью получают различные линии - прямые, замкнутые кривые - окружности и эллипсы, незамкнутые кривые - параболы и гиперболы, а также точка. Вид указанных линий определяется положением секущей плоскости относительно вершины конической поверхности и соотношением между величинами углов наклона секущей плоскости и образующей конической поверхности к ее оси.

5.2 Построение развертки цилиндрической поверхности

Предварительно в заданный цилиндр вписывают n -угольную призму, а затем определяют развертку данной поверхности способом «нормального сечения» или способом «раскатки».

Если эта поверхность – прямой круговой цилиндр, то данную задачу целесообразней решить способом «нормального сечения»

На рисунке 25 изображен усеченный прямой круговой цилиндр. Так как нижнее основание цилиндра лежит в плоскости Π_1 , то его можно рассматривать как плоскость нормального сечения данной поверхности. Горизонтальная проекция нижнего основания совпадает с горизонтальной проекцией цилиндра, поэтому натуральной величиной периметра нормального сечения является длина окружности основания.

Для построения точки C_0 развертки откладывается отрезок B_0D_0 равный длине отрезка B_1D_1 . Остальные точки развертки построены аналогично.

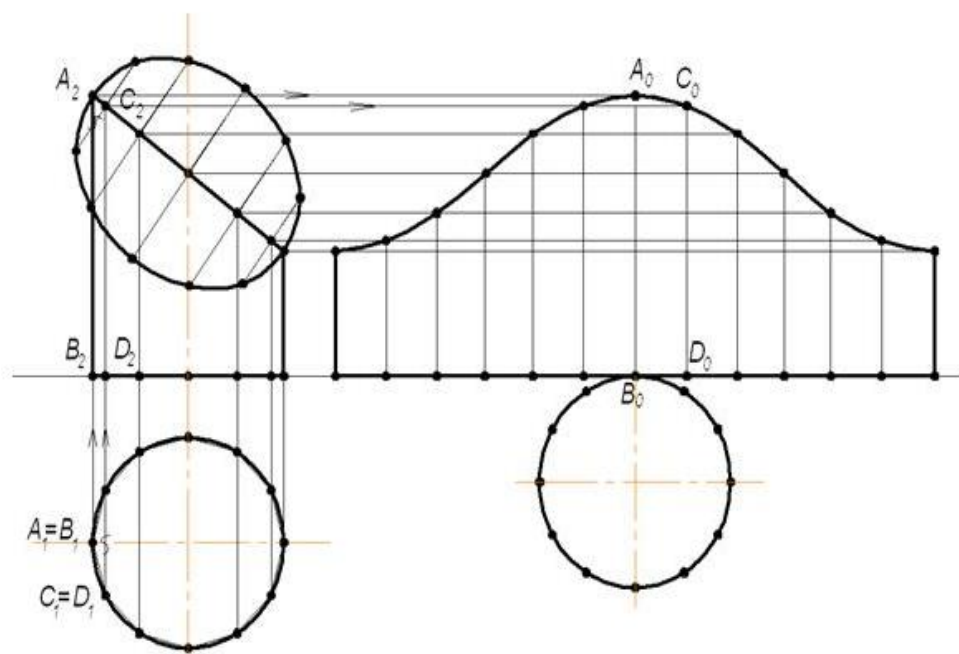


Рис.25

Развертка цилиндрической поверхности способом «нормального сечения»

Если цилиндр наклонный круговой или эллиптический, то развертку такой поверхности можно построить способом «раскатки». Параллельность образующих цилиндра плоскости Π_2 делает возможным выполнить развертку без предварительного преобразования проекций в соответствии с рисунком. 26

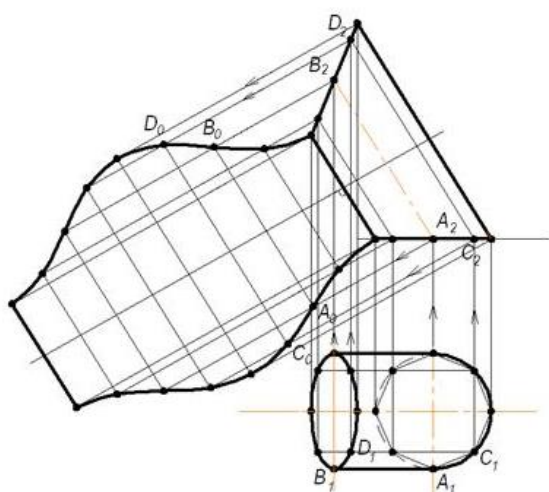


Рис. 26 Развертка боковой поверхности цилиндра способом «раскатки»

6. ПЕРЕСЕЧЕНИЕ КОНИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПЛОСКОСТЬЮ.

При пересечении конической поверхности вращения плоскостью получаются различные линии — прямые, замкнутые кривые — окружности и эллипсы, незамкнутые кривые — параболы и гиперболы, а также точка.

Для построения кривой линии, получаемой при пересечении конической поверхности плоскостью, следует в общем случае находить точки пересечения образующих с секущей плоскостью.

Если плоскость, пересекающая коническую поверхность, проходит через вершину этой поверхности, то получаются две прямые — образующие

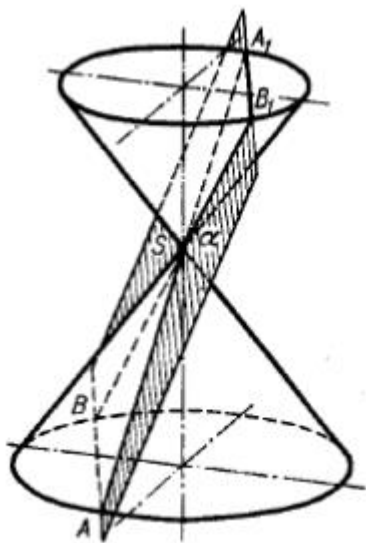


Рис.27 Пересечение конической поверхности вращения плоскостью

6.1 Развертка конической поверхности

Выполняется аналогично развертке пирамиды в следующем порядке. Сначала в заданный конус вписывают n -угольную пирамиду (число n от масштабов и размеров чертежа, следует брать в пределах от 8 до 12). Затем строят развертку боковой поверхности вписанной пирамиды в соответствии с рисунком 28.

Соединив концы ребер плавной кривой, получают приближенную развертку боковой поверхности конуса.

В данном примере выполнено построение развертки наклонного эллиптического конуса, заданного круговым основанием, лежащим в горизонтальной плоскости, и вершиной S . Натуральная величина боковых ребер вписанной восьмиугольной пирамиды найдена способом вращения.

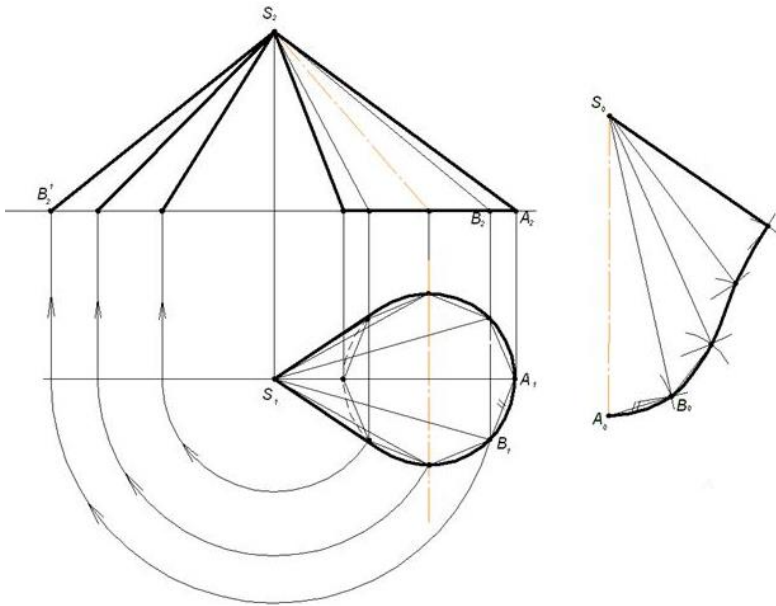


Рис.28 Развертка конической поверхности

6.2 Пересечение прямой линии с кривой поверхностью

Прямая линия может пересекать поверхность в двух и более точках. Этапы решения этой задачи аналогичны описанному ранее построению пересечения прямой с плоскостью или многогранной поверхностью. Чтобы найти точки пересечения прямой линии с кривой поверхностью, следует (рис.29):

- а) провести через данную прямую вспомогательную секущую плоскость;
- б) построить линию пересечения вспомогательной плоскости с данной поверхностью;
- в) точки пересечения заданной прямой с построенной линией сечения и будут искомыми точками.

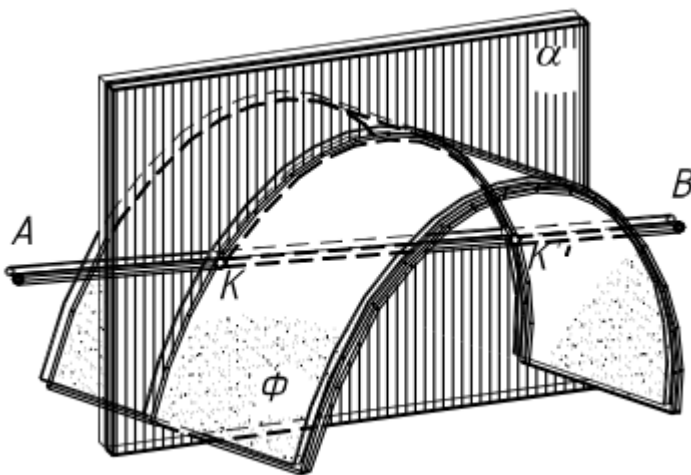


Рис.29 Пересечение прямой линии с кривой поверхностью

При построении точек пересечения кривой поверхности с прямой линией вспомогательную секущую плоскость выбирают так, чтобы она пересекала 30 кривую поверхность по линии, легко определяемой на чертеже. Наиболее желательно получить сечение, имеющее вид прямых линий или окружности.

6.3 Пересечения поверхностей

Построение линии пересечения поверхностей сводится к построению ряда точек, принадлежащих обеим поверхностям. Для чего используются посредники: плоскости или поверхности. Посредники выбирают так, чтобы они пересекали заданные поверхности по графически простым линиям прямым или окружностям, и проекции окружности были в виде окружности или отрезка прямой. Рассмотрим использование общего алгоритма с использованием плоскостей-посредников (рис. 30).

а) проводят вспомогательную секущую плоскость α , пересекающую заданные поверхности;

б) строят линии 1-2 и 3-4 пересечения вспомогательной плоскости с заданными поверхностями Σ и Φ ;

в) определяют точку К пересечения вспомогательных линий 1-2 и 3-4.

Поскольку точка К одновременно принадлежит обеим вспомогательным линиям и, следовательно, пересекающимся поверхностям, то она является точкой, принадлежащей искомой линии пересечения. Проведя несколько вспомогательных секущих плоскостей, получим ряд точек линии пересечения. Они соединяются между собой в определенной последовательности. Проекция линии пересечения должны располагаться в пределах очерков обеих поверхностей. Построение линии пересечения поверхностей начинают с определения характерных ее точек – высшей и низшей, точек видимости и др.

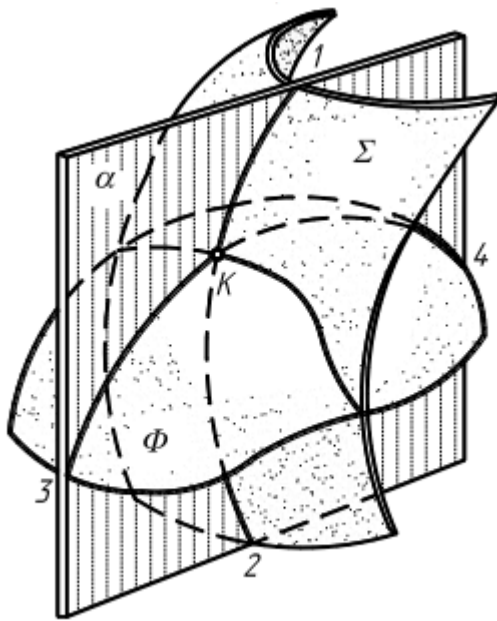


Рис. 30 Пересечения поверхностей

7. ИЗОБРАЖЕНИЯ – ВИДЫ, РАЗРЕЗЫ, СЕЧЕНИЯ

Основные положения Правила изображения предметов на чертежах изложены в ГОСТ 2.305-2008. Изображение предметов должно выполняться по методу прямоугольного проецирования. Параллельная проекция: изображение предмета или его части, полученное проецированием их воображаемым параллельным пучком лучей на плоскость. Ортогональная проекция: параллельная проекция предмета или его части на плоскость, перпендикулярную к направлению проецирующих лучей, представляющую совмещенную с чертежом одну из граней пустотелого куба, внутри которого мысленно помещен предмет. В зависимости от содержания изображения делятся на виды, разрезы, сечения. Количество их должно быть наименьшим, но достаточным для полного представления об изображаемом предмете.

7.1 Виды

Вид: ортогональная проекция обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета, расположенного между ним и плоскостью проецирования. Виды подразделяют на основные, дополнительные и местные.

Основной вид: вид предмета, который получен путем совмещения предмета и его изображения на одной из граней пустотелого куба, внутри которого мысленно помещен предмет, с плоскостью чертежа. Примечание: основной вид предмета может относиться к предмету в целом, его разрезу или сечению.

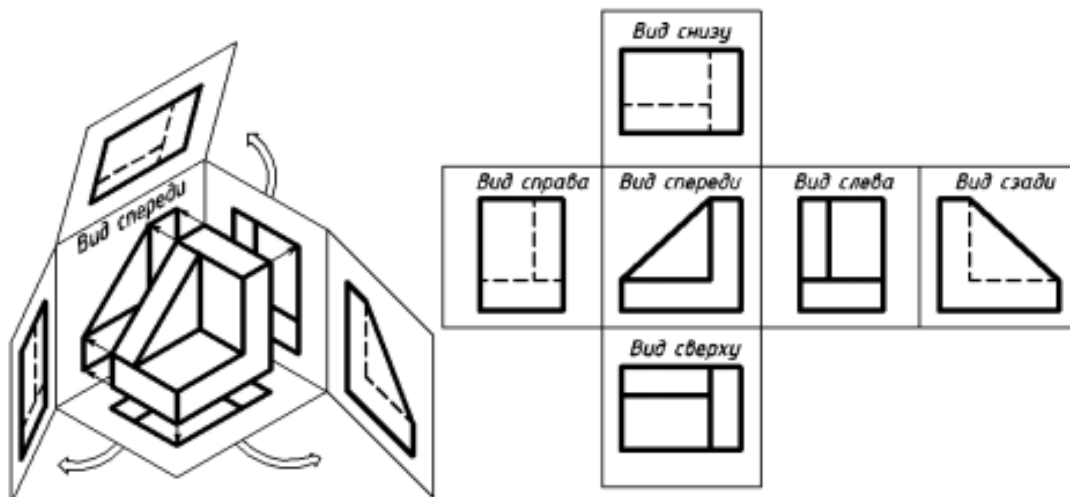


Рис.31 Развертка граней куба

Устанавливаются следующие названия видов: 1 - вид спереди (главный вид) 4 - вид справа; 2 - вид сверху; 5 - вид снизу; 3 - вид слева; 6 - вид сзади

Главный вид: основной вид предмета на фронтальной плоскости проекций, который дает наиболее полное представление о форме и размерах предмета, относительно которого располагают остальные основные виды. Виды не обозначают если они расположены в установленной проекционной связи (рис. 31). Если какие-либо из основных видов не находятся в непосредственной проекционной связи с главным изображением, то направление взгляда указывают стрелкой, над стрелкой и полученным видом наносят одну и ту же прописную букву русского алфавита (рис. 32)

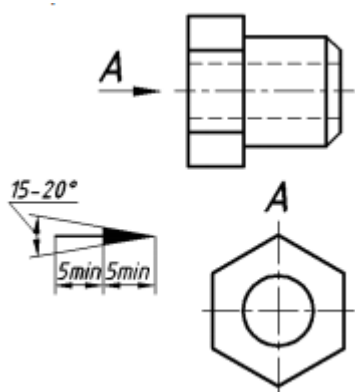


Рис.32

Обозначение вида, расположенного без проекционной связи

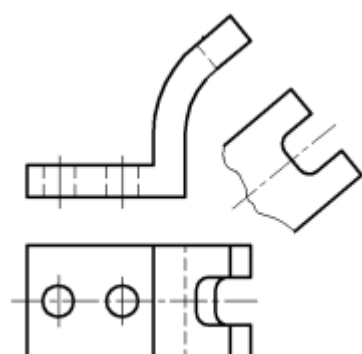
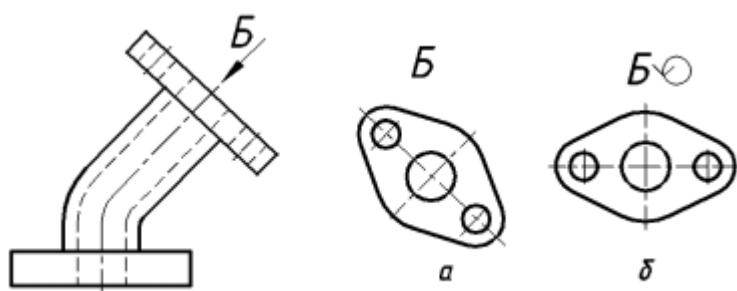


Рис.33

Дополнительный вид расположен в проекционной связи

Дополнительный вид: изображение предмета на плоскости, непараллельной ни одной из основных плоскостей проекций, применяемое для неискаженного изображения поверхности, если ее нельзя получить на основном виде (рис. 33, 34). Дополнительный вид на чертеже отмечают прописной буквой русского алфавита, а направление взгляда у связанного с видом изображения указывают стрелкой с той же буквой (рис 34, а).

Дополнительный вид допускается поворачивать, при этом обозначение вида дополняют условным графическим обозначением (рис.34, б). Дополнительный вид, расположенный в проекционной связи с соответствующим изображением, не обозначается (рис.33).



34. Дополнительные виды: а - расположенный соответственно направлению проецирования, б – повернутый

Местный вид: изображение отдельного ограниченного участка поверхности предмета. Местный вид позволяет выявить форму отдельного элемента предмета и образуется проецированием этого элемента на одну из основных плоскостей проекций. Местный вид может быть ограничен сплошной волнистой линией (рис. 35, а) или выполнен без ограничения (рис. 35, б). Местные виды отмечают на чертежах по тем же правилам, что и дополнительные.

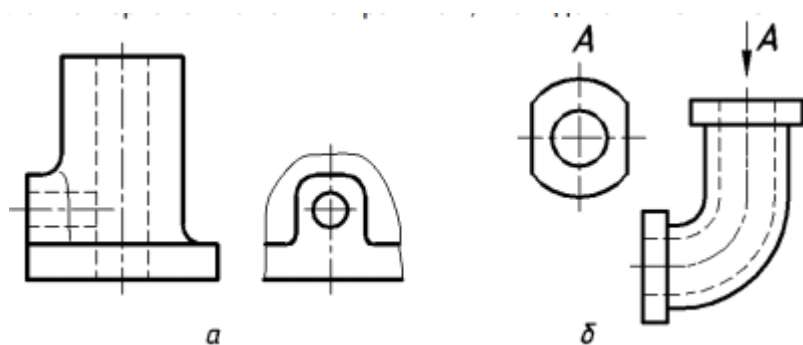


Рис. 35. Местные виды: а - с ограничением линией обрыва, б - без ограничения

7.2 Разрезы

Разрез: ортогональная проекция предмета, мысленно рассеченного полностью или частично одной или несколькими плоскостями для выявления его невидимых

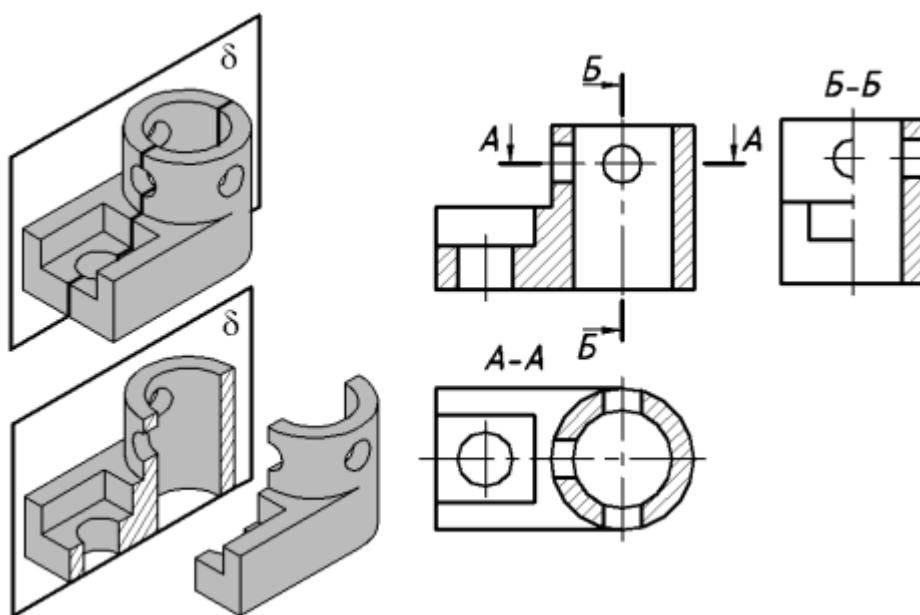
поверхностей. На разрезе изображают то, что находится в секущей плоскости и за ней. Внутренние очертания предмета на разрезе изображают сплошными основными линиями, а та часть предмета, что попадает в секущую плоскость, выделяется на чертеже штриховкой.

Классификация разрезов

1. В зависимости от положения секущей плоскости:

а) горизонтальный разрез: разрез, выполненный секущими плоскостями, параллельными горизонтальной плоскости проекций.

б) вертикальный разрез: разрез, выполненный секущими плоскостями, перпендикулярными к горизонтальной плоскости проекций. Фронтальный разрез: вертикальный разрез, выполненный секущими плоскостями, параллельными фронтальной плоскости проекций. Профильный разрез: вертикальный разрез, выполненный секущими плоскостями, параллельными профильной плоскости проекций. Горизонтальные и вертикальные разрезы обычно размещают на основных видах (рис. 37): фронтальный - на месте вида спереди, горизонтальный – на месте вида сверху, профильный на месте вида слева;



36. Формирование фронтального разреза 37. Расположение разрезов на месте основных видов

в) наклонный разрез: разрез, выполненный секущей плоскостью, составляющей с горизонтальной плоскостью проекций угол, отличный от прямого (рис. 38).

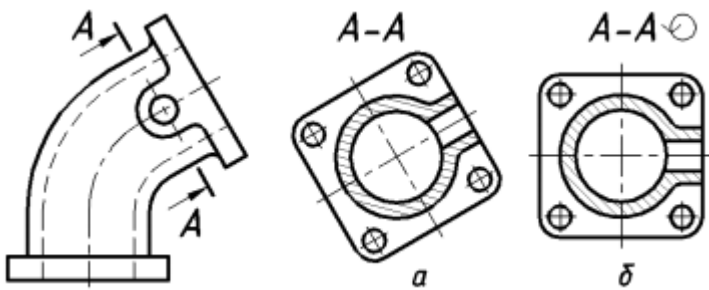


Рис. 38. Наклонные разрезы: а - расположенный в соответствии с направлением взгляда, б - повернутый

2. В зависимости от положения секущей плоскости относительно основных измерений предмета различают разрезы:

- а) продольный разрез: разрез, выполненный секущей плоскостью, направленной вдоль длины или высоты предмета (рис. 37, фронтальный разрез);
- б) поперечный разрез: разрез, выполненный секущей плоскостью, направленной перпендикулярно к длине или высоте предмета (рис. 39).

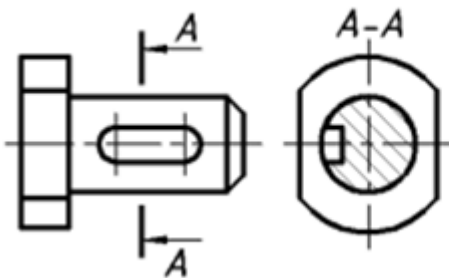


Рис.39

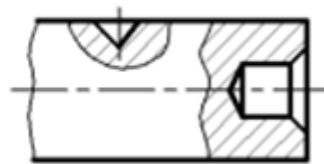


Рис.40

3. В зависимости от полноты изображения разрезы бывают:

- а) полный разрез - секущая плоскость пересекает весь предмет;
- б) местный разрез: разрез, выполненный секущей плоскостью только в отдельном, ограниченном месте предмета (рис. 40). Местный разрез ограничивают на чертеже сплошной волнистой линией.

4. В зависимости от числа секущих плоскостей:

- а) простой разрез: разрез, выполненный одной секущей плоскостью;
- б) сложный разрез: разрез, выполненный двумя и более секущими плоскостями. Ступенчатый разрез: сложный разрез, выполненный параллельными секущими плоскостями (рис. 41).

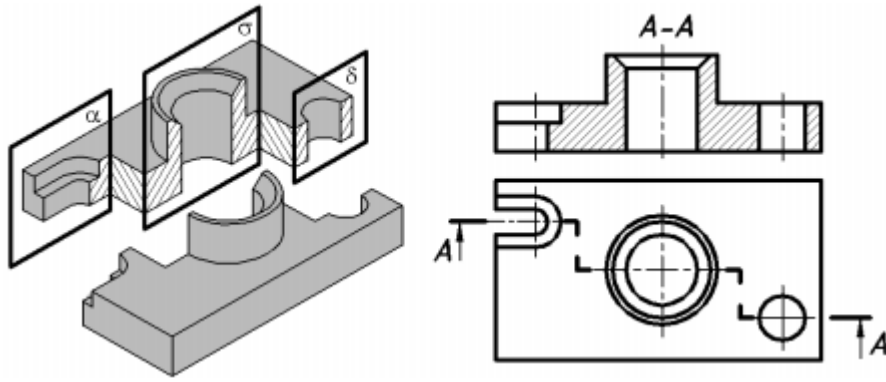


Рис.41 сложный разрез

Ломанный разрез: сложный разрез, выполненный пересекающимися плоскостями (рис. 42). При выполнении ступенчатого разреза секущие плоскости условно перемещают до совмещения в одну плоскость. Наличие изломов в линии сечения не отражается на графическом оформлении разреза, он оформляется как простой разрез.

Изображая на чертеже ломанный разрез, наклонную плоскость мысленно поворачивают до совмещения с направлением основной секущей плоскости.

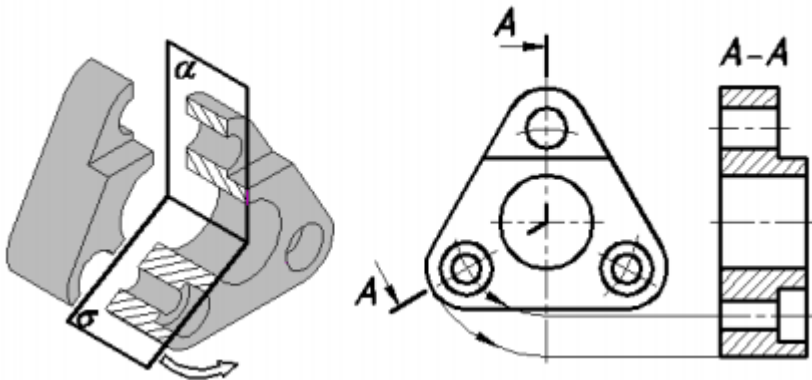


Рис.42 Ломанный разрез

Обозначение разрезов.

Секущая плоскость обозначается линией сечения, изображаемой разомкнутой линией толщиной от "s" до "1,5s" (где s - толщина линии видимого контура). При сложном разрезе штрихи проводят также в местах перехода от одной секущей плоскости к другой. Направление взгляда указывают стрелками так, как показано на рис. 43. Буквы должны находиться с внешней стороны угла, образованного стрелкой и следом секущей плоскости, и располагаться горизонтально. Разрезы обозначают прописными буквами русского алфавита без повторений, придерживаясь алфавитного порядка. Высота буквенных обозначений должна быть больше размерных чисел на один - два размера шрифта. Допускается изображение разреза повертывать на некоторый угол. В этом случае к обозначению буквами добавляют знак , что обозначает «повернуто»

Если секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии предмета в целом, разрезы размещены на одном листе в проекционной связи, то для фронтальных, профильных и горизонтальных разрезов положение секущей плоскости не указывается и изображение разреза надписью не сопровождают (рис. 25).

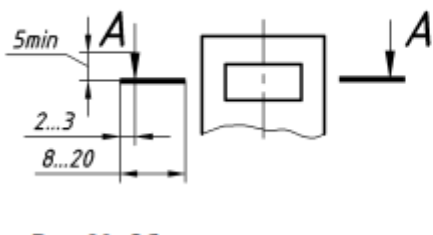


Рис. 43. Обозначение разрезов

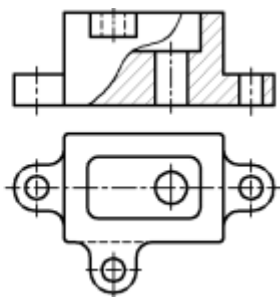


Рис. 44. Соединение части вида и части разреза

Соединение части вида с частью разреза.

Допускается соединять часть вида и часть соответствующего разреза, разделяя их волнистой линией или сплошной тонкой линией с изломом (рис. 44). На симметричных изображениях рекомендуется совмещать половину вида и половину разреза, разделяя вид с разрезом штрихпунктирной линией, являющейся осью симметрии. Если контурная линия предмета совпадает с осью симметрии, то проводят волнистую линию таким образом, чтобы ребро было видимым (рис. 46).

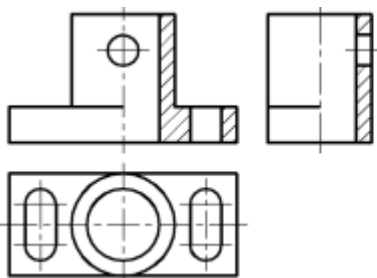


Рис. 45. Разрезы выполнены на симметричных изображениях

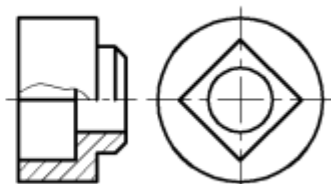
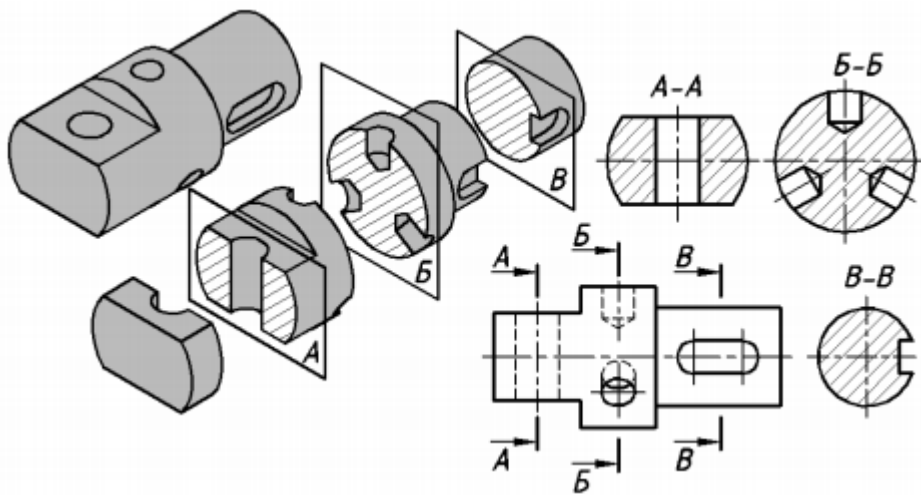


Рис. 46. Волнистая линия проведена, чтобы показать ребро

7.3 Сечения

Сечение: ортогональная проекция фигуры, получающейся в одной или нескольких секущих плоскостях или поверхностях при мысленном рассечении проецируемого предмета. Примечание: при необходимости в качестве секущей допускается применять цилиндрическую поверхность, развертываемую на плоскость чертежа. В сечении показывают только то, что получается в секущей плоскости. Часть предмета, расположенную за секущей плоскостью, в сечении не показывают.

Рис. 47. Формирование сечений



Классификация сечений. Сечения, не входящие в состав разреза, разделяют на два вида:

1. Вынесенное сечение: сечение, расположенное на чертеже вне контура изображения предмета или в разрыве между частями одного изображения. Вынесенные сечения обводят сплошной основной линией и заштриховывают под углом 45° к основной надписи. Вынесенные сечения могут располагаться: - на свободном месте чертежа (без проекционной связи с основным изображением, рис.48); - на продолжении следа секущей плоскости (рис. 49); - в разрыве детали (рис. 50)

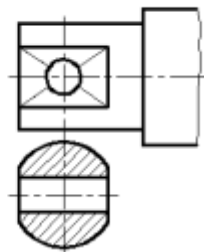
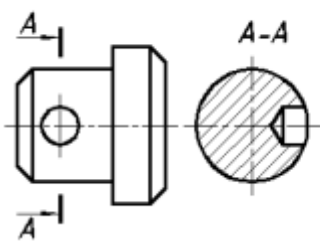


Рис. 48. Вынесенное сечение Рис. 49. Вынесенное сечение на продолжении следа секущей плоскости

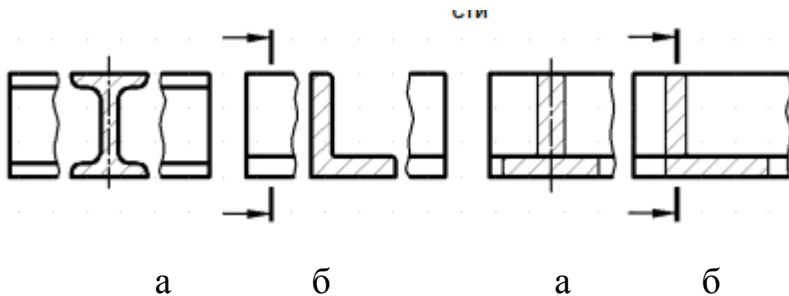


Рис. 50. Вынесенные сечения расположены в разрыве вида: а - симметричное, б - несимметричное

Рис. 51. Наложённые сечения: а – симметричное, б – несимметричное

2. Наложённое сечение: сечение, расположенное непосредственно на изображении предмета вдоль следа секущей плоскости (рис. 51). Наложённые сечения обводят тонкой сплошной линией, причем, контур изображения в месте расположения наложенного сечения не прерывают

Обозначение сечений

Расположение сечения	Наличие симметрии	Обозначение
- на свободном месте чертежа (без проекционной связи)	Любое	Линия сечения Направление взгляда Буквы
- в разрыве детали - наложенное	Несимметричное	Линия сечения Направление взгляда
- на продолжении следа секущей плоскости - в разрыве детали - наложенное	Симметричное	Не обозначается

Если имеется несколько одинаковых сечений, то линии сечений обозначают одинаковыми буквами и вычерчивают одно сечение (рис. 53). Вынесенные сечения допускается поворачивать относительно направления взгляда. В этом случае к надписи над сечением добавляют 25 знак \odot , что означает «повернуто» (рис. 52). Если секущие плоскости расположены под разными углами, то знак \odot не применяют (рис. 3953).

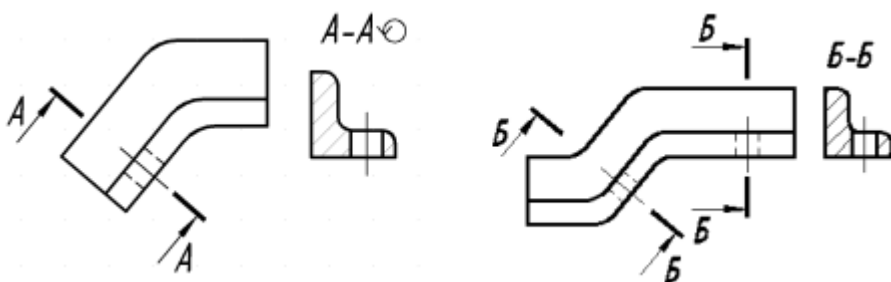


Рис. 52. Сечение повернуто относительно направления взгляда Рис. 53. Секущие плоскости расположены под разными углами

7.4 Виды и комплектность конструкторских документов.

К конструкторским документам относятся графические и текстовые документы, которые в отдельности или в совокупности определяют состав и устройство изделия и содержат необходимые данные для его разработки, изготовления, контроля, приёмки, эксплуатации и ремонта.

К графическим документам относятся различные виды чертежей, схем. В них содержится графическая информация об изделии.

Графические документы подразделяются на следующие виды:

ЧЕРТЕЖ ДЕТАЛИ - документ, содержащий изображение детали и другие данные

необходимые для ее изготовления и контроля.

СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖ - документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля.

ЧЕРТЕЖ ОБЩЕГО ВИДА - документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его составных частей и поясняющий принцип работы изделия

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЧЕРТЕЖ - документ, определяющий геометрическую форму (обводы) изделия и координаты расположения составных частей.

ГАБАРИТНЫЙ ЧЕРТЕЖ - документ, содержащий контурное (упрощенное) изображение изделия с габаритными, установочными и присоединительными размерами.

ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫЙ, МОНТАЖНЫЙ, УПАКОВОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖИ- документы, содержащие контурное (упрощенное) изображение изделия, а также данные, позволяющие производить указанную в названии операцию.

СХЕМА- документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними.

Текстовыми конструкторскими документами являются документы, содержащие информацию об изделии в виде текстов, которые могут быть представлены в форме таблиц, перечней и т.п.

К текстовым конструкторским документам относятся, в частности:

СПЕЦИФИКАЦИЯ(документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта);

ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ (документ, содержащий требования к изделию, его изготовлению, контролю, приёмке и поставке, которые нецелесообразно указывать в других документах), а также различные

ВЕДОМОСТИ, ТАБЛИЦЫ, ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА и т.д.

В зависимости от способа выполнения и характера использования конструкторские документы подразделяются на:

ОРИГИНАЛЫ - документы, выполненные на любом материале и предназначенные для изготовления по ним подлинников.

ПОДЛИННИКИ - документы, оформленные подлинными установленными подписями и выполненные на любом материале, позволяющем многократное воспроизведение с них копий.

ДУБЛИКАТЫ - копии подлинников, обеспечивающие идентичность воспроизведения подлинника, выполненные на любом материале, позволяющие снятие с них копий.

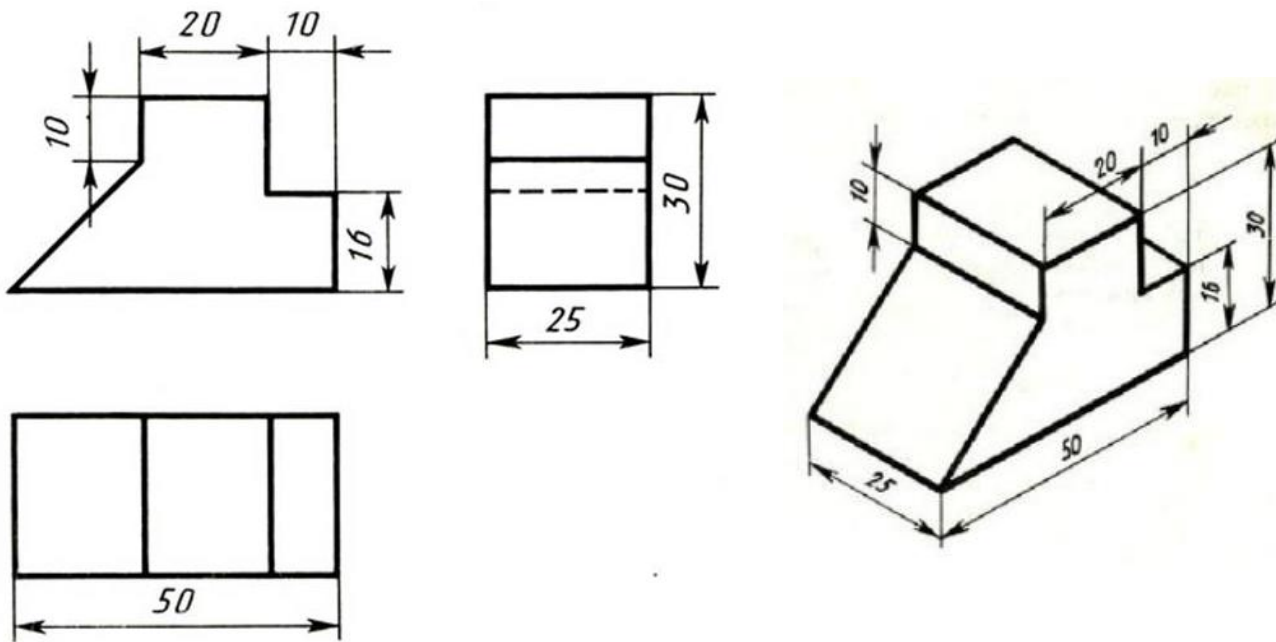
КОПИИ - документы, выполненные способом, обеспечивающим их идентичность с подлинником (дубликатом) и предназначенные для непосредственного использования при разработке, в производстве, эксплуатации и ремонте изделий.

ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА 1

Построение аксонометрической проекции модели в изометрии

Порядок построения проекций следующий:

1. Проводят оси. Строят переднюю грань детали, откладывая действительные величины высоты - вдоль оси Z, длины - вдоль оси X.
2. Из вершин полученной фигуры параллельно оси v проводят ребра, уходящие вдаль. Вдоль них откладывают толщину детали: для фронтальной диметрической проекции - сокращенную в 2 раза; для изометрии - действительную.
3. Через полученные точки проводят прямые, параллельные ребрам передней грани.
4. Удаляют лишние линии, обводят видимый контур и наносят размеры



ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА 2

Угловая перспектива с двумя точками схода (построение куба)

Перспектива – изображение объекта, построенное методом центрального проецирования с учетом некоторых ограничений. Эти ограничения, составляющие понятие "выбор точки зрения", будут рассмотрены ниже. Перспективой называют и тот раздел начертательной геометрии, который занимается теорией построения перспективных изображений. *Perspectus* (лат.) – ясно, правильно увиденный. Особенностью перспективных изображений является их наглядность, т.к. аппарат

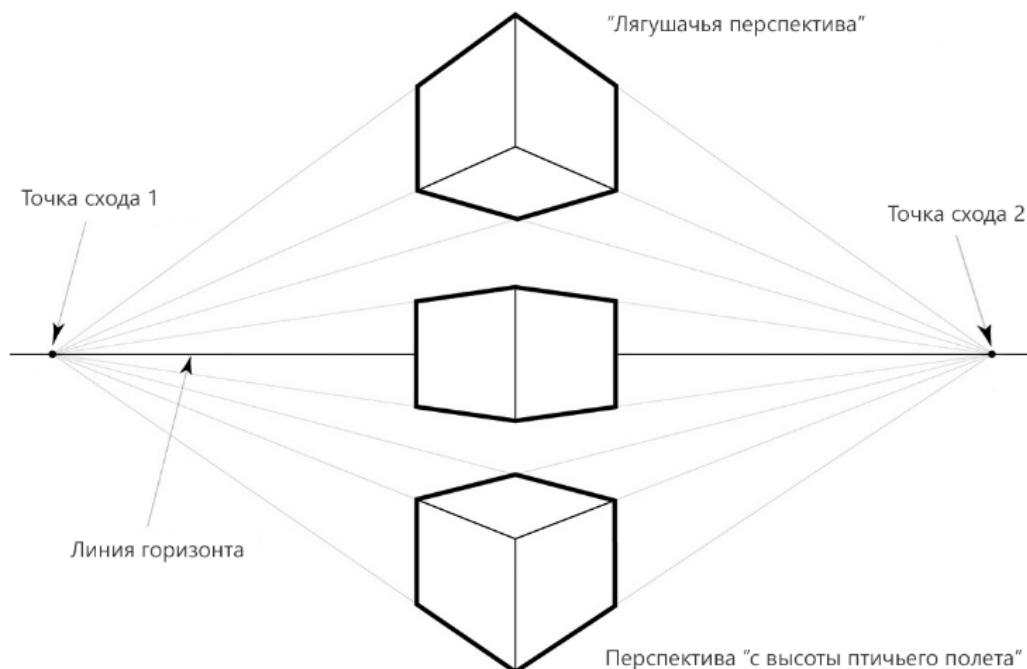
центрального проецирования точно соответствует зрительному аппарату человека. Поэтому перспективу используют в архитектурной практике, в строительном проектировании в тех случаях, когда необходимо представить здание или объемы в окружающей застройке, ландшафте, проверить их пропорции, оценить объемнокомпозиционные решения и т.д.

Перспектива в проектировании и ландшафтной архитектуре (фр. *perspective* от лат. *perspicere* — *смотреть сквозь, проникать взором*) — техника изображения пространственных объектов на плоскости или какой-либо поверхности в соответствии с теми кажущимися сокращениями их размеров, изменениями очертаний, формы и светотеневых отношений, которые наблюдаются в натуре.

Другими словами, перспектива - это:

1. Изобразительное искажение пропорций и формы реальных тел при их визуальном восприятии. Например, два параллельных рельса кажутся сходящимися в точку на горизонте.
2. Способ изображения объёмных тел, передающий их собственную пространственную структуру и расположение в пространстве.

Построение угловой перспективы с двумя точками схода на примере параллелепипеда. Это самый часто встречающийся вид изображения перспективы, так как большинство предметов в реальном мире расположены относительно нас под углом.



Кубы в угловой перспективе по отношению к линии горизонта

В «лягушачьей перспективе» мы смотрим на объект снизу, с «высоты птичьего полета» — сверху, а в нормальной перспективе мы видим соответствующий объект фронтально.

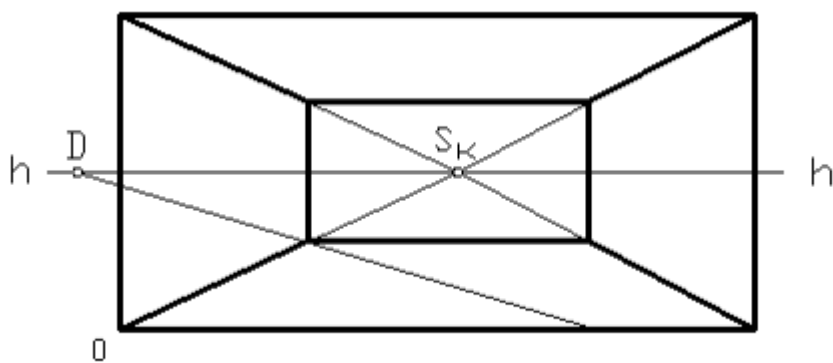
ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА 3

Построение фронтальной и угловой перспективы комнаты

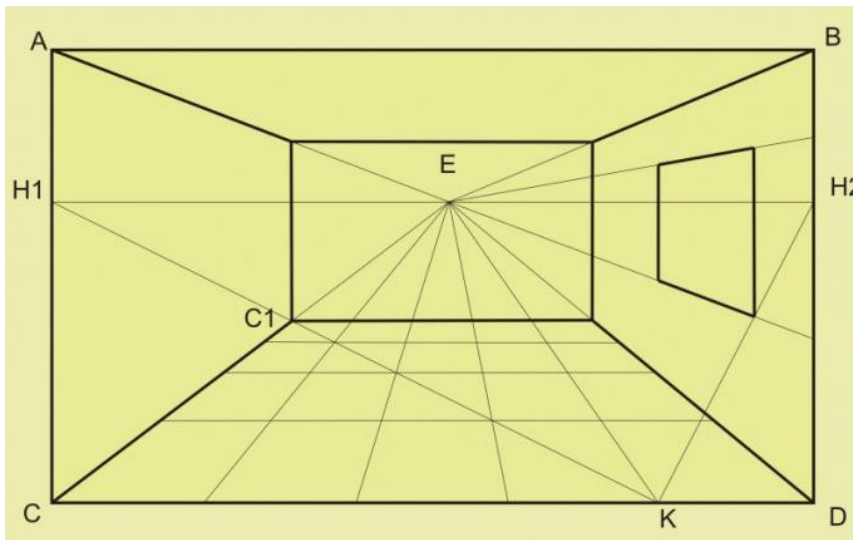
При построении перспективы интерьера используются перспективные масштабы. В зависимости от положения стен относительно плоскости картины интерьер может изображаться во фронтальном и угловом положении, поэтому различают два вида перспективы интерьера: фронтальную и угловую.

Построение фронтального интерьера Перспективное изображение интерьера, у которого одна из стен расположена параллельно картине, а две другие перпендикулярно, называется фронтальной перспективой. Композиция фронтальной перспективы интерьера может быть различной. Она зависит от замысла художника и, в соответствии с ним, от выбора положения элементов аппарата проецирования, т. е. высоты линии горизонта, положения главной точки картины и дистанционной точки. Выбор положения линии горизонта по отношению к высоте изображаемого интерьера зависит от того, какую часть помещения необходимо показать более развернуто. Чтобы получить перспективу пола и потолка в одинаковом ракурсе, линию горизонта нужно проводить по середине высоты помещения (рисунок 50).

Если необходимо получить перспективу пола более развернутой к зрителю, чтобы лучше показать изображаемые на нем предметы, то линию горизонта следует проводить выше. Повышенная линия горизонта. Наоборот, если необходимо получить перспективу потолка более развернутой к зрителю, чтобы лучше показать его украшения, линию горизонта следует проводить ниже середины высоты помещения.



Когда главная точка картины S_K находится в центре картины, полученное изображение называется центральной фронтальной перспективой.



Измерьте длину, ширину и высоту комнаты, которую вам надо нарисовать. Например, пусть ее высота будет равняться 3 м, ширина 5 м и длина 4 м.

Нарисуйте на листе бумаги прямоугольник ABCD. Отрезки AB и CD – горизонтальные (ширина комнаты), а отрезки AC и BD – вертикальные (высота комнаты). Отрезки BD и CD разделите на 3 и 5 равных частей. В масштабе они будут равняться 1 м.

Отмерьте и проведите линию горизонта параллельно отрезку CD. Обычно она находится на высоте 1,6 м от нижней линии, т.е. в вашем случае от отрезка CD. Обозначьте точки пересечения линии горизонта с отрезками AC и BD как H1 и H2. На линии горизонта найдите центр и поставьте точку E. Это т.н. точка схода, точка, на которой фокусируется ваш взгляд.

Чтобы получить углы комнаты, от точек A, B, C и D проведите линии к точке схода E.

Отрезок CD (ширину комнаты, которая составляет 5 м) ранее вы уже разделили на 5 равных частей. Теперь от каждой точки деления проведите линии к точке схода E.

Чтобы нарисовать противоположную стену, на которую вы смотрите, следует на вашем рисунке обозначить глубину комнаты (это длина комнаты 4 м). Для этого от точки H1 на отрезке AC проведите линию к отрезку CD, к делению 4. Обозначьте эту точку пересечения как точку K.

Пересечение отрезка H1K с отрезком CE обозначьте точкой C1. От этой точки вправо и вверх проведите линии до пересечения их с диагоналями AE и DE. И от полученных точек еще две линии, которые замкнут прямоугольник противоположной стены.

Чтобы в дальнейшем вы могли без труда нарисовать окно и дверь, а также предметы интерьера, находящиеся справа и слева от вас, необходимо правильно масштабировать их в глубину. Для этого вам следует провести параллельные горизонтальные линии от точек пересечения отрезка H1K с линиями, которые вы раньше провели от каждого

деления отрезка CD к точке схода E. Эти горизонтальные линии должны пересекаться с отрезками EC и ED (углы комнаты).

На стене, находящейся справа от вас, нарисуйте окно. Например, пусть оно находится на расстоянии 1 м от края комнаты, где вы стоите. От точки H2 проведите отрезок к точке K, лежащей на отрезке CD.

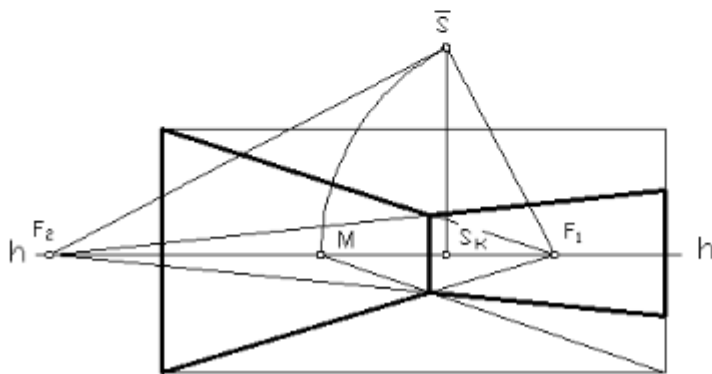
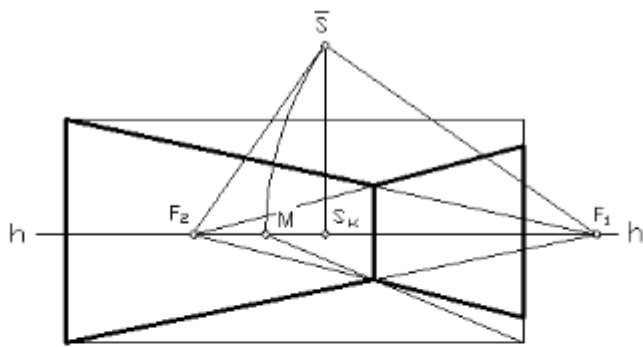
На отрезке BD (высота комнаты) обозначьте точку высоты окна от пола до подоконника. От этой точки до точки схода E проведите линию. В месте ее пересечения с отрезком H2K поставьте точку, а затем от нее проведите вертикальную линию, которая будет высотой окна в масштабе.

Чтобы правильно обозначить на вашем рисунке эту высоту, проведите линию от точки схода E к отрезку BD на той высоте, которая вам нужна (т.е. от подоконника до верхней части окна).

Ширина окна, т.е. его глубина в перспективе определяется по линиям, которые вы раньше проводили параллельно отрезку CD. По такому же принципу рисуются дверь и все предметы интерьера.

Построение углового интерьера

Композиция угловой перспективы определяется замыслом. В соответствии с ним выбирается высота линии горизонта, главная точка картины, а также углы поворота стен к плоскости картины. Рекомендации для выбора высоты линии горизонта те же, что и при построении фронтального интерьера. Главную точку картины SK целесообразнее выбирать ближе к центру картины, тогда зритель будет рассматривать ее, находясь против ее середины. Чтобы получить интерьер с большим видом на одну из стен, то направление этой стены задается под более острым углом к плоскости картины, для чего предельную точку этой стены F смещают в противоположную сторону от главной точки картины SK



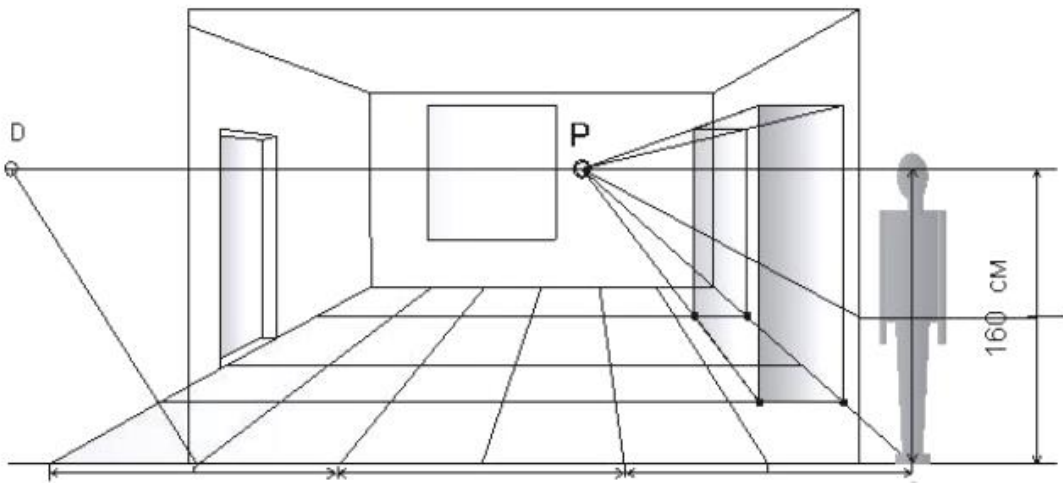
Положение предельной точки при угловом построении.

ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА 4 ФРОНТАЛЬНАЯ ПЕРСПЕКТИВА ИНТЕРЬЕРА

Последовательность изображения предметов мебели

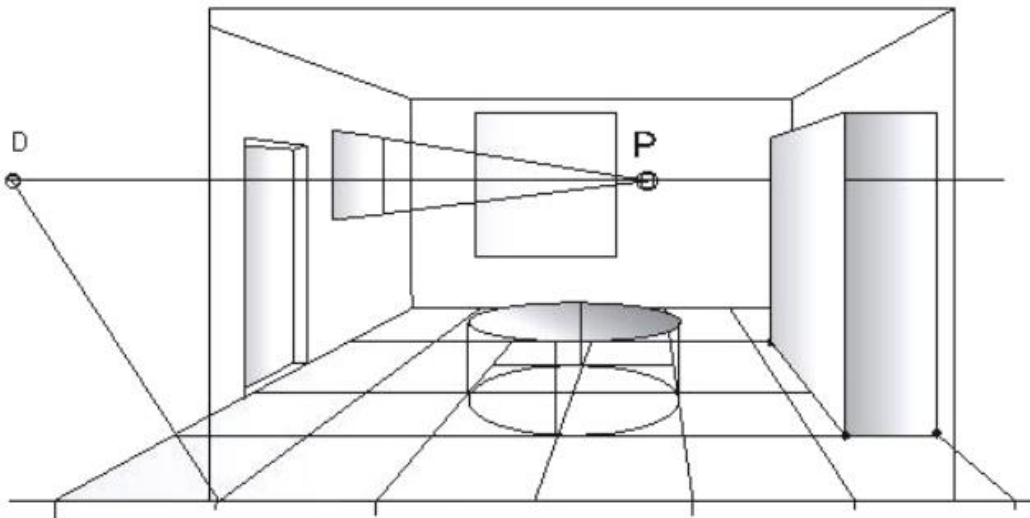
Работа предусматривает изучение основных теоретических положений по теме «Фронтальная перспектива интерьера», используемых при архитектурном и художественном проектировании, и приобретение практических навыков в построении перспективных проекций интерьеров.

Последовательность изображения предметов мебели на примере шкафа (рис.1). У правой стены комнаты на полу отметим проекцию шкафа. На рисунке она выделена чёрными точками. Ширина шкафа будет чуть больше ширины плеч стоящего у стены человека, то есть глубина шкафа примерно равна 55-60 см. Выбор высоты шкафа определяется расстоянием от пола до кончиков пальцев человека с поднятой рукой. Протяженность фасада зависит от композиции элементов шкафа и в современном интерьере может варьироваться. Выбранные пропорции отметим на первом плане, где схематично изображена фигура человека. Размеры с первого плана будут перенесены в перспективу комнаты.



Сходство с реальной вещью мы получим, если лицевую сторону шкафа разделим на створки, полки, ящики и пр. При этом необходимо помнить, что расстояния между вертикальными линиями уменьшается по мере удаления от зрителя. Последовательность выполнения изображения дивана такая же: по размерам фигуры человека определяем масштаб высоты, строим основание дивана-призмы, отмечаем необходимую высоту призмы и строим верхнее основание. Спинка дивана представляет собой призматическую форму, поставленную на сиденье. Подлокотники также достраиваются путем прибавления формы. Самостоятельно постройте перспективу дивана (кровать, кресла, кушетки), ориентируясь на пропорции человека. Помните о значительных сокращениях линейных размеров прямых, уходящих вглубь картины, от зрителя в точку Р. Знание этой особенности перспективы позволяет не делать ошибку в масштабах глубины, когда помещенный параллельно главному лучу предмет чрезмерно растягивается, принимая неестественные пропорции. Дальнейшее композиционное заполнение пространства интерьера производится в глазомерном масштабе. Так, в основе построения ковра, картины, зеркала лежат прямоугольные формы различных пропорций. На перспективном изображении все они подчиняются единой для данной картины системе: выбранной линии горизонта, точке схода, масштабу.

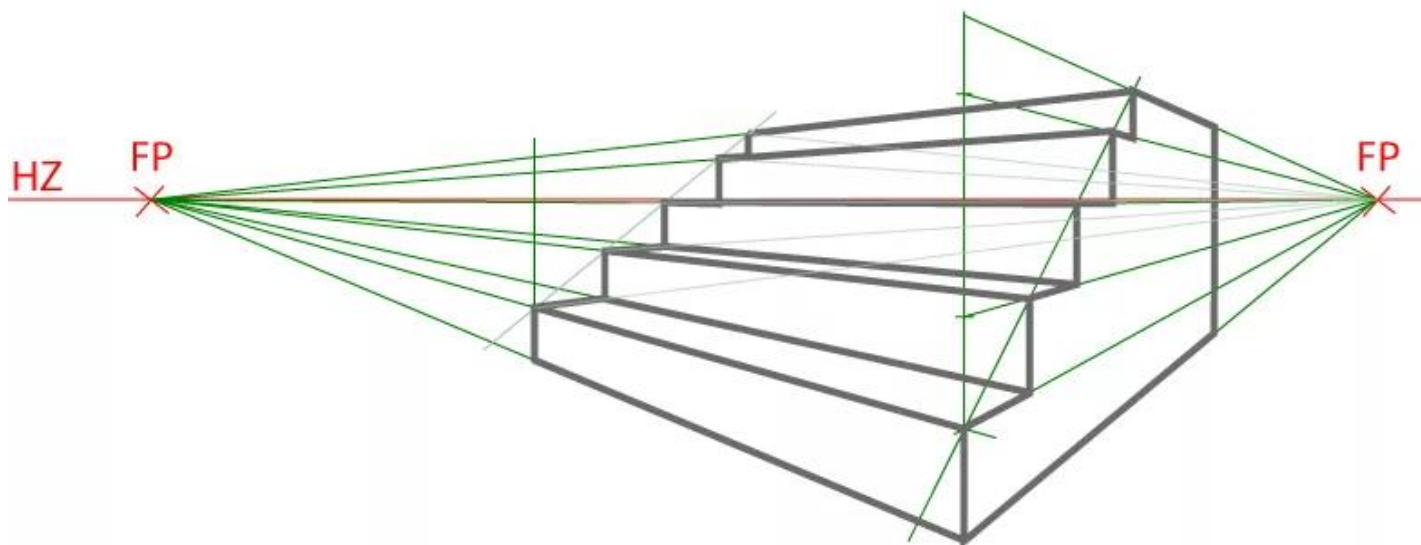
Впечатление пространства усиливают такие эффекты, как частичное загораживание предметов, заполнение интерьера предметами, орнаментация стен или пола. Рассмотрев построение перспективы квадрата по дистанционным точкам, самостоятельно выполните рисунок паркета на основе сетки с чередованием светлых и темных квадратов. Завершается работа над линейной перспективой интерьера удалением линий построения и прорисовкой линий видимого контура.



При этом следует помнить, что толщина линии также является средством перспективы: постепенное уменьшение толщины линии обводки к горизонту позволяет создать впечатление глубины. Линии невидимого контура не изображают. Чтобы заполнить комнату мебелью, желательно ее тоже обозначить на плане. Тогда, расчертив пол сеткой (любой удобной, например 50 x 50 см), можно найти положение этой мебели в комнате (высота также откладывается на вертикальной рамке).

ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА 5

Построение перспективы лестницы с двумя точками схода.



Перспектива (рис. 19) построена на основе вторичной проекции марша и его высоты подъема, заданной отрезком BD . Вторичная проекция марша разделена на шесть равных частей (по числу ступеней) с помощью делительного масштаба $AB0$ и точки $M2$. Для точного построения ширины проступей, высоты подступенков и других элементов надо построить точки измерений $M1$ и $M2$ на линии горизонта h . Для этого найти точку O , поделив линию $F1F2$ пополам. Радиусом $OF1 = OF2$ из точки O провести дугу полуокружности выше горизонта. Из главной точки P провести перпендикуляр к линии h до пересечения с дугой полуокружности. Полученная точка $S'1$ – совмещенная с картиной точка стояния. Расстояние $OS'1 = D$, то есть удалению наблюдателя от плоскости картины. Из центров $F1$ и $F2$ дугами $R1 = F1S'1$. и $R2 = F2S'1$ отметить точки $M1$ и $M2$ на линии горизонта. Полученная точка $M1$ является точкой измерений всех прямых, имеющих своей точкой схода $F1$, а точка $M2$ – для всех прямых, конечной точкой которых является $F2$. При этом все измеряемые отрезки должны быть соответственно совмещены с плоскостью картины. Так, в плоскости картины отрезок $AD0$ является в масштабе перспективы натуральной величиной высоты заложения марша, то есть натуральной величиной отрезка BD . Отрезок $AB0$ – натуральной величиной отрезка AB , а отрезок $AC0$ – натуральной величиной длины ступеней. Разбив $AD0$ и $AB0$ на заданное число равных отрезков по числу ступеней в марше, и, используя точки схода $F1$ и $F2$, точки измерений $M1$ и $M2$, а также точку схода $F3$ восходящих прямых $CF3$ и $AF3$, проводят дальнейшие построения, которые понятны из чертежа (рис. 19).

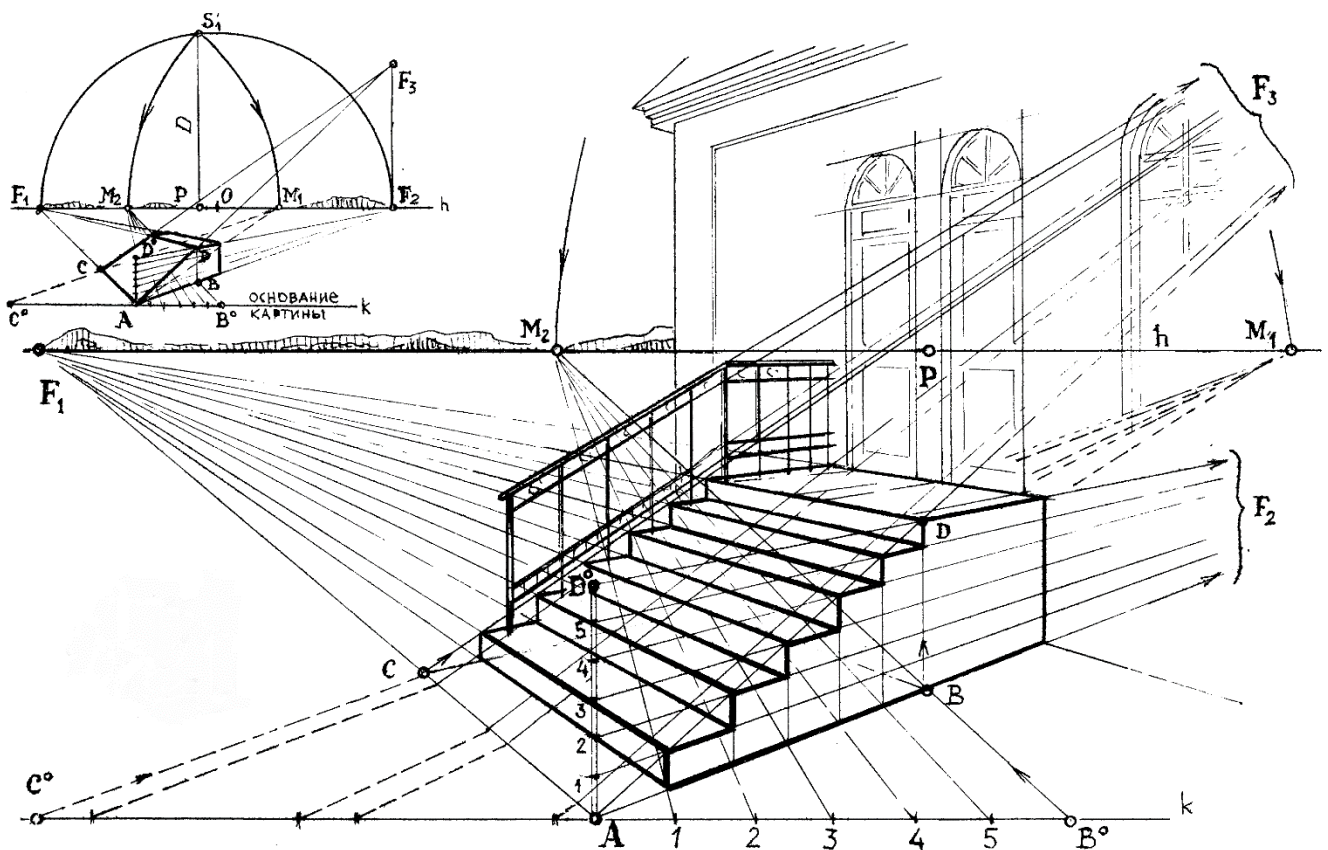


Рис. 19 Построение перспективы лестницы

ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА 6

Построение теней

Перспективное изображение объекта будет более наглядным и выразительным, если на нем построены тени.

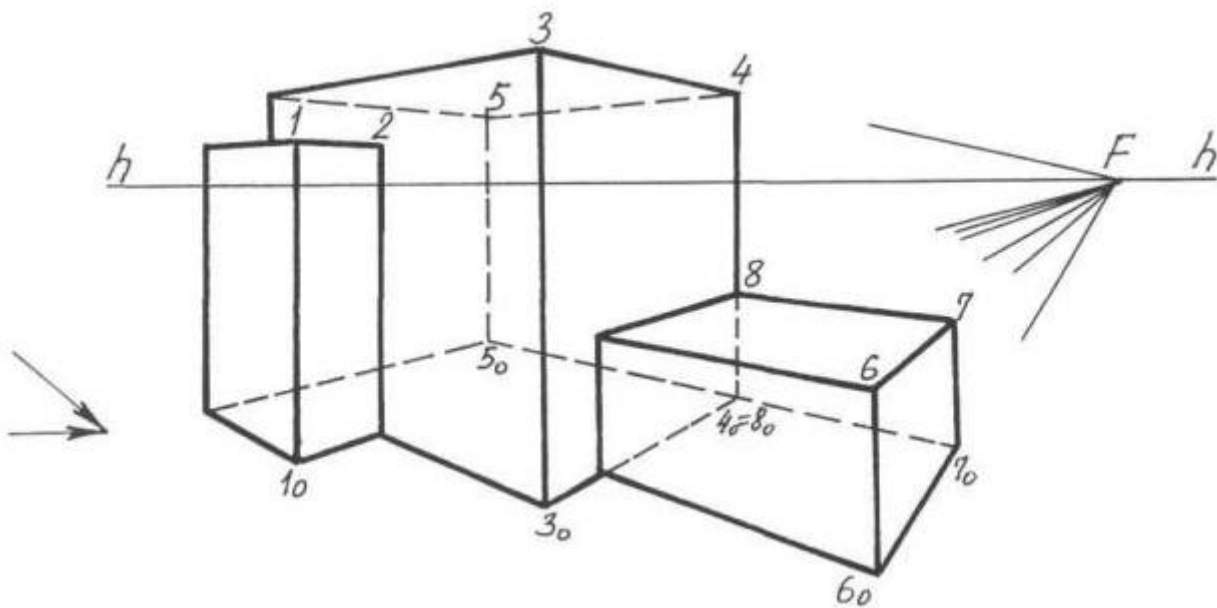
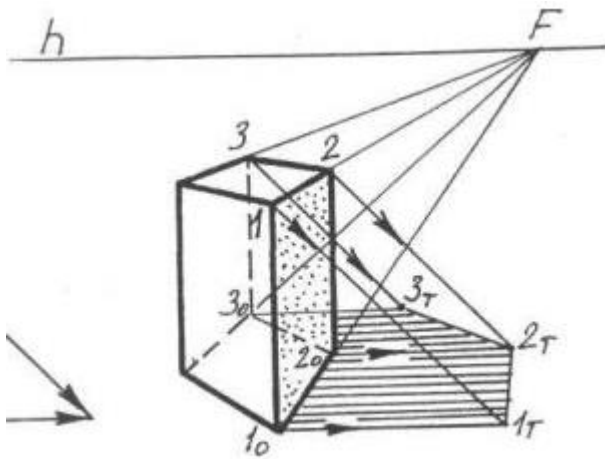
Различают собственные и падающие тени.

Собственной тенью называют неосвещенную часть поверхности самого предмета. **Падающей тенью** называют тень, отбрасываемую предметом на другой предмет или на какую-либо плоскость (например, на предметную плоскость Π_1).

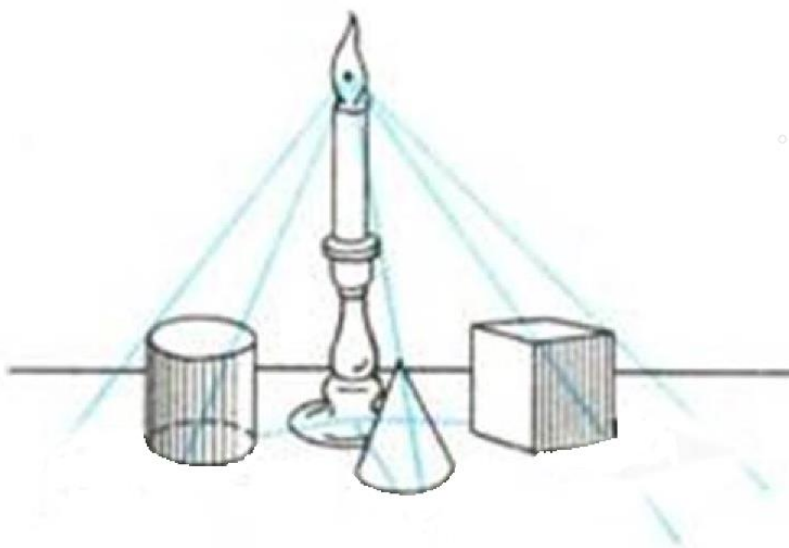
Освещенность объекта, а, следовательно, контур его теней будет зависеть от положения источника света.

Чаще всего направление световых лучей принимают параллельным плоскости картины. В этом случае перспектива лучей света задается определенным углом наклона

(обычно 45°), а вторичные проекции лучей должны быть параллельны основанию картины (т.е. горизонтальны).



Построить тень от сооружения.



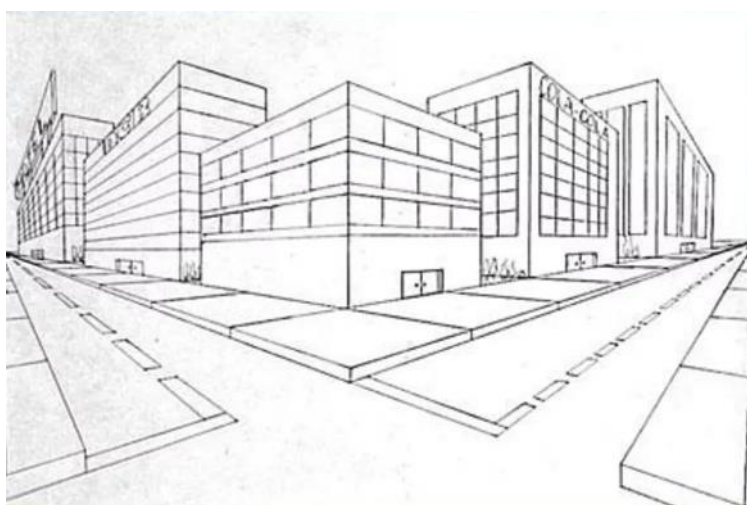
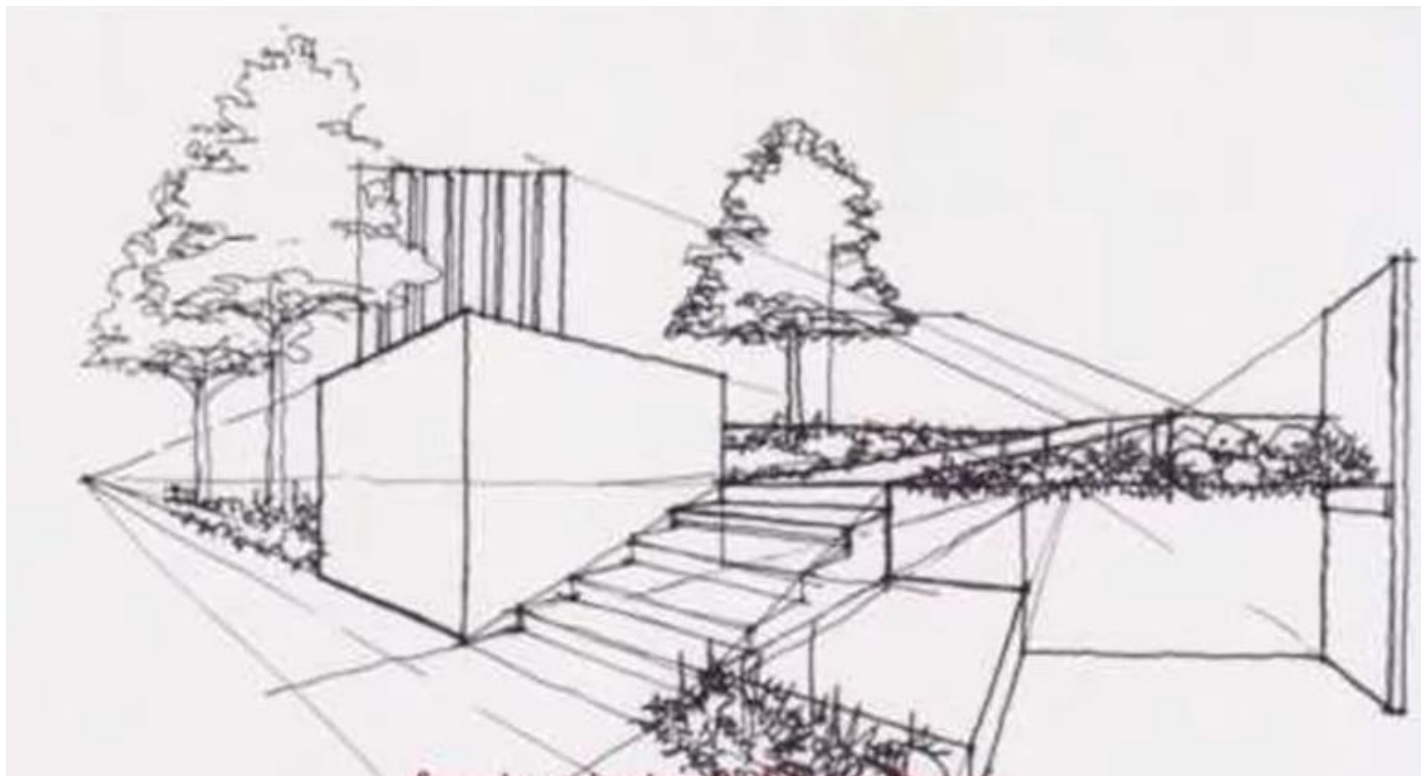
Построить тени геометрических фигур от свечи.

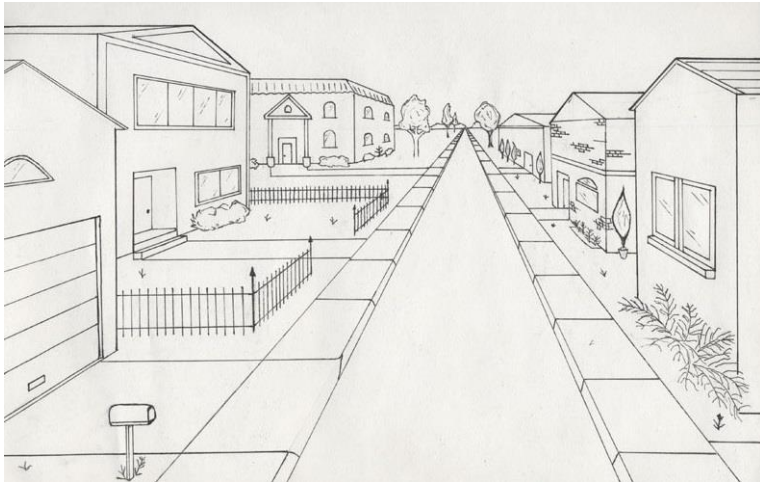
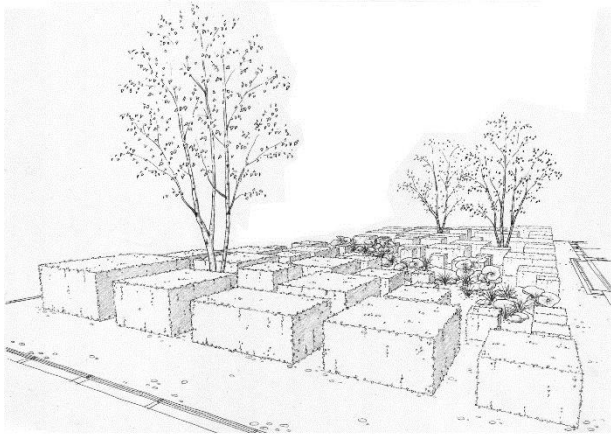
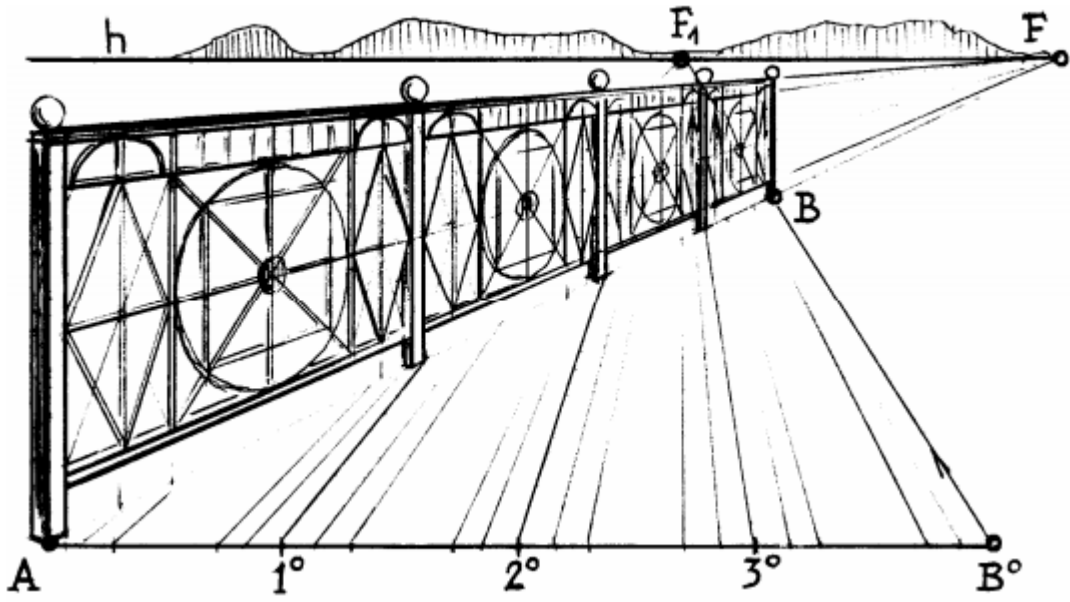
ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА 7

Перспектива с одной или несколькими точками схода.

Линейная перспектива.

Выполнить чертеж перспективы объекта ландшафтной архитектуры (формат А3).





Требования к выполнению контрольных работ

На обложке контрольной работы должен быть титульный лист с указанием:

Министерство образования и науки Российской Федерации
Министерство сельского хозяйства
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

Иркутский государственный аграрный университет имени

А.А.Ежевского

Агрономический факультет

Кафедра ботаники, плодоводства и ландшафтной архитектуры

Специальность _____

Курс _____

Шифр _____

Студент _____

Ф.И.О. (полностью)

Контрольная работа

По начертательной геометрии

Дата регистрации _____

Методистом или кафедрой

Иркутск – 20__ г.

Разделы для выполнения контрольной работ

Вопросы к экзаменам

1. Что изучает начертательная геометрия?
2. Общие правила выполнения чертежей. Параметризация.
3. Метод Монжа. Свойства ортогонального проецирования.
4. Какое проецирование называется прямоугольным
5. Задание плоскости на комплексном чертеже. Плоскость частного положения, уровня и проецирующая, их задание на комплексном чертеже.
6. Принадлежность точки прямой; прямой – плоскости; точки – плоскости. Определение видимости на чертеже.
7. Пересечение прямой и плоскости, пересечение 2-х плоскостей
8. Виды взаимного расположения
9. Что называется следом прямой. След плоскости
10. Горизонтальные, фронтальные плоскости.
11. Поверхности вращения. Понятия: параллель, экватор, горло и тд.
12. Основной способ построения пересечения поверхности плоскостью
13. Как определить по чертежу, что отрезки прямых параллельны?
14. Как определить по чертежу, что отрезки прямых пересекаются?
15. Линейчатые поверхности.
16. Свойства ортогональных проекций кривых
17. Окружность, сфера, тор.
18. Сечение конической поверхности.
19. Виды в изображении
20. Разрез. Классификация разрезов.
21. Сечение.
22. Виды и комплектность конструкторских документов.

Примерные темы рефератов

1. Образование комплексного чертежа. Условие его обратимости
2. Ортогональное проецирование – метод образования комплексного чертежа.
3. Свойства ортогонального проецирования.
4. Аксонометрические проекции. Образование. Расчет аксонометрического масштаба.
5. Метод проецирования. Условия задания обратимости и метрической определенности чертежа.
6. Способы преобразования комплексного чертежа, применение при изображении предметов
7. Кривые линии и поверхности
8. Задание линейных геометрических фигур (точка, прямая, плоскость) на комплексном чертеже.
9. Частные положения геометрических фигур и их свойства.
10. Поверхности. Образование, определение, задание, изображение на чертеже.
11. Линейчатые поверхности. Образование, определение, задание, изображение на чертеже.
12. Позиционные задачи с использованием свойств линейчатых поверхностей.
13. Поверхности вращения. Образование, определение, задание, изображение на чертеже.
14. Позиционные задачи (пересечение геометрических фигур) с использованием свойств поверхностей вращения.
15. Проецирующие поверхности и их свойства. Задачи с использованием свойств проецирующих поверхностей.
16. Перспектива.
17. Теорема Монжа
18. Позиционные задачи. Пересечение проецирующего цилиндра с плоскостями
19. Плоские сечения конуса
20. Прямые уровня и их свойства, применяемые в решении задач.

21. Плоскости уровня и их свойства, применяемые в решении задач.
22. Теорема о проецировании прямого угла и ее применение в решении задач.
23. Геометрические тела и предметы. Образование, задание, изображение.
24. Комплексные и аксонометрические чертежи предметов. Выделить общие свойства.

Заключение

Предлагаемое методическое пособие направлено на совершенствование качества профессионального обучения в высших учебных заведениях по направлениям подготовки 35.03.10 – Ландшафтная архитектура. Знание основ линейной перспективы (центрального проецирования) является обязательной составляющей процесса формирования профессионально важных умений, необходимых для выполнения наглядных изображений объектов предметного мира. В связи с этим методическое пособие содержит информацию об основных способах и приемах выполнения перспективных изображений, которые позволят обучающимся самостоятельно решать творческие задачи в рамках различных изобразительных систем. В то же время учебное пособие содержит материал, необходимый для решения актуальной проблемы – формирования профессиональных компетенций в системе высшего образования. К названным компетенциям можно отнести умение и способность воспринимать и анализировать графическую информацию, умение использовать рисунки в практике составления композиций и переработки их в направлении проектирования любого объекта; навыки линейноконструктивного построения.

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Крылов Н.Н Начертательная геометрия,–М.; Высшая школа, 1984.
2. Климухин, А.Г. начертательная геометрия: Учебное пособие/А.Г. Климухин: Архитектура-С., 2007. – 336с.
3. Макарова М.Н. Перспектива. – М.: Акад. Проект, 2009.

Дополнительная литература:

1. Гервер, В. А. Творческие задачи по черчению / В. А. Гервер. – М. : Просвещение, 1991. – 128 с. – ISBN 5-09-003292-0.
2. Жданова, Н. С. Перспектива : учеб. пособие для студентов учреждений среднего проф. образования / Н. С. Жданова.– М. : ВЛАДОС, 2004. – 224 с. – ISBN 5-691-01133-2.
3. Макарова, М. Н. Перспектива : учеб. для студентов высш. учеб. заведений, обучающихся по специальности «Изобразительное искусство» / М. Н. Макарова. – М. : Академ. проект, 2002. – 512 с. – ISBN 5-8291-0133-5
4. Перспектива : метод. указания к изучению темы. Графические задания / Владим. гос. пед. ун-т ; сост. А. А. Решетникова. – Владимир, 2000. – 31 с.
5. Соловьев, С. А. Перспектива : учеб. пособие / С. А. Соловьев. – М. : Просвещение, 1981. – 144 с.
6. Тени в перспективе : метод. рекомендации / Владим. гос. пед. ун-т ; сост. Н. А. Троицкая. – Владимир, 2007. – 36 с.
7. Короев, Ю.И. Начертательная геометрия / Ю.И. Короев. – М.: Стройиздат, 1987.
8. Будасов, Б.В. Строительное черчение. / Б.В. Будасов, В.П. Каминский. – М.: Стройиздат, 2000.
9. СПДС. ГОСТ 21.501-93. Правила выполнения архитектурно-строительных чертежей. – М.: Минстрой России, 1996.
10. Каминский В. П. Строительное черчение : учебник для вузов / В. П. Каминский, О. В. Георгиевский, Б. В. Будасов. – М. : ООО Издательство «Архитектура – С», 2004. – 456 с.
11. Георгиевский О. В. Правила выполнения архитектурно-строительных чертежей : справочное пособие / О. В. Георгиевский. – М. : АСТ, Астрель, 2005. – 104 с.
12. ЕСКД ГОСТ 2. 301 - 68 – 2.307 - 68. Общие правила выполнения чертежей : ИПК Издательство стандартов, 2001. – 159 с.
13. СПДС ГОСТ 21.101 - 97, 21.107 - 78, 21.501 - 93, 21.508 - 93. Правила выполнения архитектурно-строительных чертежей. – М. : ИПК Издательство стандартов, 1998. – 99 с.
14. Государственные стандарты ЕСКД. Общие правила выполнения чертежей. –М.: Издательство стандартов, 1995.

15. Единая система конструкторской документации. ГОСТ 2.305-2008 Изображения – виды, разрезы, сечения.– М.: ИПК Издательство стандартов, 2008.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины:

<http://www.t-agency.ru/geom/index.html>- В.Т. Тозик Электронный учебник по начертательной геометрии (кафедра Инженерной и Компьютерной графики Санкт-Петербургского государственного университета ИТМО)

<http://dvoika.net/education/Graphbook/>Курс лекций по начертательной геометрии. Практикум по решению задач. Геометрическое черчение. Инженерная графика. ЕСКД.

<http://dvoika.net/education/geom/> Геометрическое черчение. Инженерная графика. ЕСКД.

<https://www.lektorium.tv/university/15616> Омский государственный технический университет Наталья Кайгородцева

Содержание

Введение	3
<i>Краткая историческая справка</i>	4
Общее методическое руководство по изучению дисциплины	4
Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	5
Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся	7
Контрольные работы для студентов заочного и дистанционного обучения	9
Принятые обозначения и символы	11
1. Виды проецирования. Метод Монжа	12
1.1. Способы проецирования.	12
1.2. Особенности центрального и параллельного проецирования.	13
1.3. Суть косоугольного и прямоугольного (ортогонального)	14
1.4. Свойства параллельного проецирования	14
1.5. Системы изображения в начертательной геометрии и их особенности.	14
1.6. Прямоугольный (ортогональный) чертеж точки	14
на две и три плоскости проекций	14
1.7. Получение комплексного чертежа точки А (эпюр Монжа) на две и три фиксированные плоскости проекций	15
1.8. Чертеж прямой линии, чертеж плоскости	17
1.9. Способы задания плоскости на чертеже	18
1.10. Точка на прямой	19
1.11. Деление отрезка в заданном отношении	19
1.12. Определение истинной величины отрезка прямой методом	20
прямоугольного треугольника	20
2. Проекция плоскости	22
2.3 Прямые особого положения в плоскости	24
2.4 Положение плоскости относительно плоскостей проекций	25
Плоскость общего положения	25
Плоскости частного положения	26
Плоскости проецирующие	26
2.5 Параллельность прямой и плоскости	27
2.6 Параллельность двух плоскостей	28
2.7 Перпендикулярность прямой и плоскости	28

3. СПОСОБЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЧЕРТЕЖА	29
3.1 Способ замены плоскостей проекции	29
3.2 Метод вращения.....	30
3.3 Вращение вокруг проецирующих прямых	31
3.4 Вращение вокруг следа плоскости	31
4. КРИВЫЕ ЛИНИИ	32
4.1 Общие характеристики кривых линий.....	32
4.2 Поверхности вращения.....	34
5. ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ПЛОСКОСТЬЮ.....	36
5.1 Пересечение цилиндрической поверхности плоскостью.....	36
5.2 Построение развертки цилиндрической поверхности.....	37
6. ПЕРЕСЕЧЕНИЕ КОНИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТЕЙ	38
ПЛОСКОСТЬЮ.....	38
6.1 Развертка конической поверхности.....	39
6.2 Пересечение прямой линии с кривой поверхностью.....	40
6.3 Пересечения поверхностей.....	41
7. ИЗОБРАЖЕНИЯ – ВИДЫ, РАЗРЕЗЫ, СЕЧЕНИЯ	42
7.1 Виды	42
7.2 Разрезы.....	44
7.3 Сечения.....	48
7.4 Виды и комплектность конструкторских документов.....	50
ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА 1	52
ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА 2	52
ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА 3	54
ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА 4	57
ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА 5	60
ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА 6	61
ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА 7	63
Разделы для выполнения контрольной работ	66
Вопросы к экзаменам.....	66
Примерные темы рефератов	67
Заключение	68
Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины	69
Содержание.....	71

