

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Начертательная геометрия и инженерная графика

Направление подготовки (специальность) 35.03.01 Лесное дело

Профиль образовательной программы Лесное хозяйство

Форма обучения очная

СОДЕРЖАНИЕ

1. Конспект лекций	3
1.1 Лекция № 1 Основные форматы, масштабы. Линии чертежа	3
1.2 Лекция № 2 Основные правила нанесения размеров.	8
1.3 Лекция № 3 Сопряжение геометрических фигур	12
1.4 Лекция № 4 Виды сопряжения	14
1.5. Лекция № 5 Центральное, параллельное проецирование	16
1.6. Лекция № 6 Взаимное положение прямых.	22
1.7. Лекция № 7 Строительные чертежи	27
2. Методические указания по выполнению лабораторных работ	
2.1 Лабораторная работа № 1 ЛР-1 Шрифты	33
2.2 Лабораторная работа № 2 ЛР-2 Основные линии, штриховка	35
2.3 Лабораторная работа 3 ЛР-3 Сопряжения углов	36
2.4 Лабораторная работа 4 ЛР-4 Сопряжение двух дуг	37
2.5 Лабораторная работа 5 ЛР-5 Центральное, параллельное проецирование	38
2.6 Лабораторная работа 6 ЛР-6 Изучить интерфейс компьютерной программы AutoCad	40
3. Методические материалы по проведению практических занятий – не предусмотрено РУП.	40
4. Методические материалы по проведению семинарских занятий – не предусмотрено РУП.	40

1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

1.1 Лекция № 1 (2 часа).

Тема: «Основные форматы, масштабы. Линии чертежа»

1.1.1 Вопросы лекции:

1. Введение. Шрифты чертежные.
2. Особенности конструкций букв, цифр и знаков.
3. Основные форматы, линии.

1.1.2 Краткое содержание вопросов:

1. Вопрос № 1 Введение. Шрифты чертежные.

Чертежи и другие графические задания выполняются на листах чертежной бумаги определенных размеров, установленных ГОСТ 2.301-68. Форматы листов определяются размерами внешней рамки, выполненной тонкой линией. ГОСТ 2.301-68. Предусматривается 5 основных форматов и неограниченное количество дополнительных. Основные форматы получают последовательным делением формата А0 с размерами 1189 × 841 мм, площадь которого 1 м², на две равные части. Каждый последующий формат получают делением предыдущего формата тонкой линией, параллельной его короткой стороне. Надписи на чертежах выполняют стандартным шрифтом согласно ГОСТ 2.304 - 81. Стандартом установлены 2 типа шрифтов: тип А и тип Б. В правом нижнем углу формата помещается основная надпись (рис.2), все графы которой заполняются надписями шрифтом по ГОСТ 2.304-81. В графе 1 основной надписи указывают шифр (номер зачетной книжки, номер задания, номер группы); в графе 2 - наименование задания или название выполняемой детали; в графе 3 - материал детали. Основную надпись на листах формата А4 располагают вдоль короткой стороны листа, на остальных форматах можно располагать вдоль той и другой стороны.

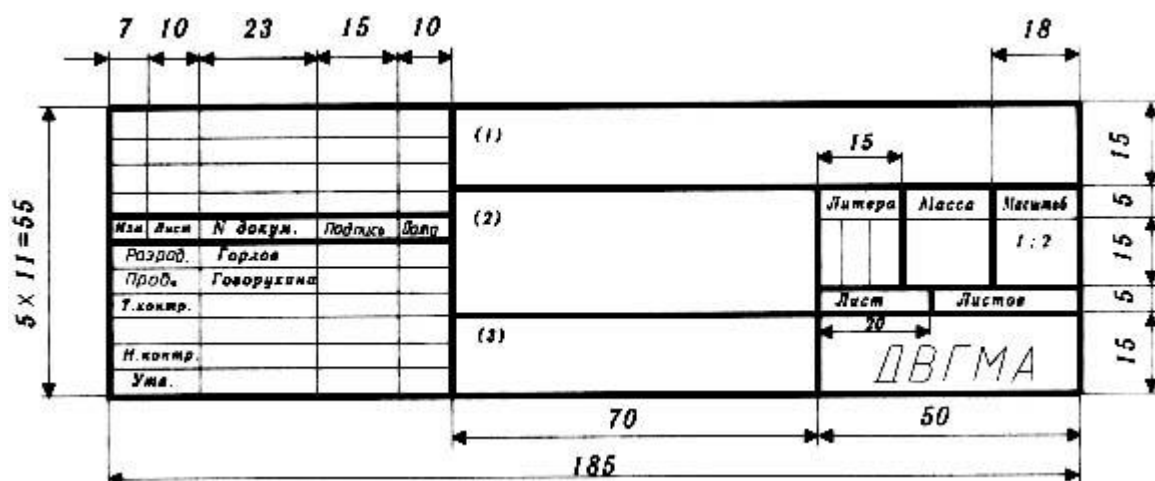


Рис. 2

Чертежи вычерчиваются с помощью чертежных инструментов в масштабе и размещаются с учетом наиболее равномерного размещения всего задания в пределах формата. Для выполнения чертежей необходимо иметь чертежные инструменты: карандаши различной твердости (для проведения тонких линий лучше всего твердости Т, для сплошных основных линий - марки ТМ); линейку мерительную; угольники с углами 30-60-90; готовальню (включающую круговой циркуль, циркуль-измеритель, кронциркуль для проведения дуг и окружностей малого радиуса); стирательную резинку, кнопки, лекала, рейсшину и т.д. Бумага чертежная выбирается курсантом самостоятельно, и от ее качества зависит качество чертежа. Шрифты чертежные (тип А) Изучить правила написания букв и цифр по ГОСТ 2.304-81. На бумаге формата А4 вычертить рамку и выполнить надписи шрифтами 5 и 7. Рекомендуется вначале выполнить упражнения по написанию шрифта всего алфавита на отдельном листе, используя вспомогательную сетку (рис.3), для того чтобы выработать глазомер для правильного соотношения размеров и наклона (75°) букв и цифр (75°).

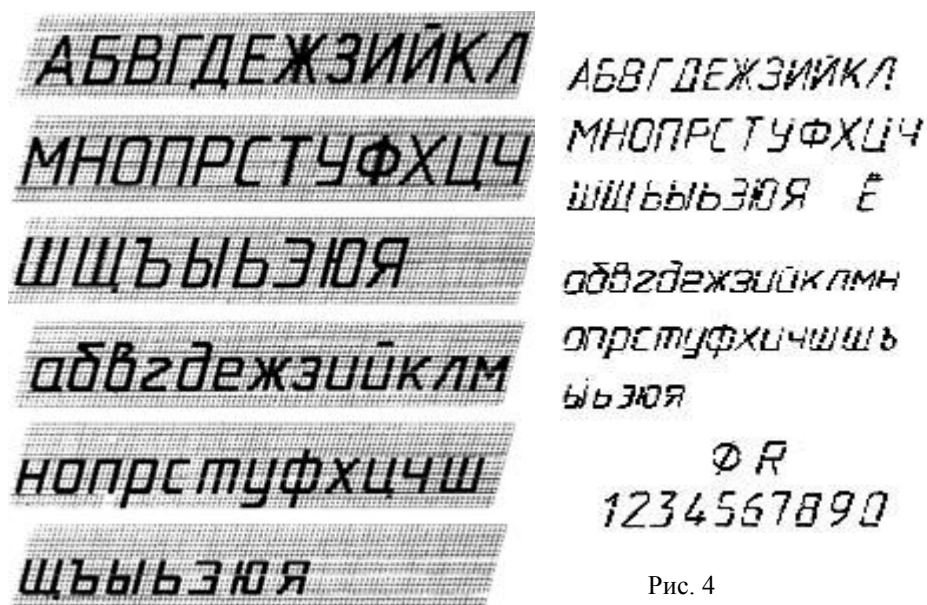


Рис. 3

Рис. 4

Все прописные, строчные буквы и цифры на листе имеют одну толщину (S) линий шрифта. Расстояние между буквами в слове равно $1,5 - 2S$, между словами в предложении - $6S$.; Для того чтобы буквы не прыгали, соблюдалась их высота и предложения были горизонтальными, необходимо с помощью циркуля (кронциркуля с двумя иглами) или какого-либо другого приспособления продавить две параллельные линии по высоте строчных букв, в диапазоне которых выполнить начертание букв.

2. Наименование вопроса № 2 Особенности конструкций букв, цифр и знаков

Чертежи и прочие конструкторские документы содержат необходимые надписи: название изделий, размеры, данные о материале и т. д. Все надписи на чертежах должны выполняются шрифтом согласно ГОСТ 2.304-81. Основным параметром шрифта является его размер. Размер шрифта h – величина, определенная высотой прописных букв в миллиметрах. Высота прописных букв измеряется перпендикулярно к основанию строки. Высота строчных букв с определяется из отношения их высоты (без отрошков k) к размеру шрифта h , например, $c=7/10 h$ (рис. 11). Ширина буквы g – наибольшая ширина буквы, измеренная в соответствии с рис. 8. Толщина линий шрифта d зависит от типа и высоты шрифта. Стандартом установлены следующие размеры шрифта: 2,5;3,5;5;7;10;14; 20; 28; 40. Этим стандартом

установлено два типа шрифтов: тип А и тип Б, каждый из которых можно выполнять с наклоном или без наклона. Наиболее часто используется тип Б с наклоном 75° к основанию строки. Все параметры шрифта типа Б измеряются количеством долей, равных $1/10$ части размера шрифта. Шрифты обычно выполняют с помощью сетки с шагом d , в которую вписывают буквы. Шаг d равен толщине линий шрифта.

Прописные буквы по их написанию можно разделить на четыре группы. Буквы первой группы: Н,Е,Ц,Г,Ш,Т,П,Щ образованы прямолинейными элементами, расположенными горизонтально или под углом 75° к основанию строки. Буквы второй группы: А,И,Й,Х,К,Ж.,М,Л,Д также образованы прямолинейными элементами, расположенными горизонтально или под углом 75° к основанию строки и наклонно или диагонально. Буквы третьей группы: Б,В,Р,У,Ч,Ъ,Ь,Ы,Я,С, Э образованы прямолинейными и криволинейными элементами.

Б В Р У Ч Ъ Ь Ы Я С Э

О З Ф Ю 

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 № 3

б в д о р у ф

а и ъ п с т ш з щ ц




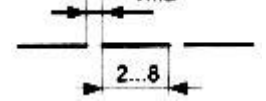
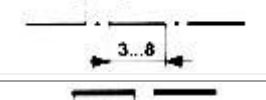

Буквы четвертой группы: О,З,Ф,Ю в основном состоят из криволинейных элементов. По характеру начертания арабские цифры подразделяются на две группы: 1)цифры 1, 4, 7, состоящие только из прямолинейных элементов; 2)цифры 2, 3, 5, 6, 8, 9, 0, состоящие из сочетания прямолинейных и криволинейных элементов.Из всего алфавита только 15 строчных букв по конструкции отличаются от соответствующих прописных. В основе начертания этих букв лежит конструкция элементов буквы І

3 Наименование вопроса № 3 Основные форматы, линии.

Формат.		Размеры листа в мм.		Формат по ГОСТ 9327-60.	
11		297 X 210		A4	
12		297 X 420		A3	
22		594 X 420		A2	
24		594 X 841		A1	
44		1189 X 841		A0	
Дополнительные форматы и обозначения.					
13	297 X 631	52	1486 X 420	29	594 X 1892
14	297 X 841	62	1783 X 420	54	1486 X 841
15	297 X 1051	72	2081 X 420	64	1783 X 841
16	297 X 1261	25	594 X 1051	74	2081 X 841
17	297 X 1472	26	594 X 1261	84	2378 X 841
32	892 X 420	27	594 X 1472	94	2675 X 841
42	1189 X 420	28	594 X 1682		

Линии (их назначение, толщина, начертание) по ГОСТ 2.303-68 должны соответствовать требованиям табл.1.

Таблица 1

Наименование	Начертание	Толщина	Назначение
Сплошная основная		S	Линии видоимого контура, вынесенного сечения.
Сплошная тонкая		S/3...S/2	Контур наложенного сечения, выносные, размерные, штриховка.
Сплошная волнистая		S/3...S/2	Линии обрыва, разграничения вида и разреза.
Штриховая		S/3...S/2	Линии невидимого контура.
Штриховая пунктирная		S/3...S/2	Осевые линии и центровые.
Разомкнутая		S...1 1/2S	Линии сечений (начала и конца).

Толщина основных линий чертежей формата до A1 равна примерно 0,3 мм. Длина штрихов в штриховых и штрихпунктирных линиях следует выбирать в зависимости от величины изображения. Штрихи линии должны быть одинаковой длины. Промежутки между штрихами в линии должны быть равны. Штрихпунктирные линии должны пересекаться и заканчиваться штрихами. В случае, если диаметр окружности менее 12 мм., штрихпунктирная линия заменяется сплошной тонкой линией.

Лекция № 2(2 часа).

Тема: «Основные правила нанесения размеров»

1.1.2 Вопросы лекции:

1. Виды размеров.
2. Размерные числа, линии контура.
3. Штриховка.
4. Обводка

1.1.2 Краткое содержание вопросов:

1. Вопрос № 1 Виды размеров.

Основанием для определения величины предмета служат размерные числа, нанесенные на чертеже. Исключение составляют случаи, когда величину изделия или его элементов определяют по изображениям, выполненным с соответствующей точностью. Простановка размеров – это один из важнейших этапов выполнения чертежей. Его разбивают на два: задание размеров и нанесение размеров. Простановка размеров – это один из важнейших этапов выполнения чертежей. Его разбивают на два: задание размеров и нанесение размеров. Задать размеры на чертеже – значит определить тот необходимый минимум размеров, который нужен для обеспечения изготовления детали в соответствии с требованиями конструкции, и позволяющих применить к детали разные варианты технологического процесса. Нанести размеры на чертеже – значит так расположить выносные и размерные линии, размерные числа, чтобы исключить возможность их неправильного толкования и обеспечить удобство чтения чертежа. ГОСТ 2.307-68 устанавливает правила нанесения размеров на чертежах. Количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия. Не допускается повторять размеры одного элемента на разных изображениях и наносить размеры в виде замкнутой цепи. Размеры на чертежах указывают размерными числами. Размеры бывают линейные: длина, ширина, высота,

величина диаметра, радиуса, дуги. Иугловые – размеры углов. Линейные размеры указывают на чертеже в миллиметрах, единицу измерения на чертеже не указывают. Размеры, приводимые в технических требованиях и надписях на поле чертежа, обязательно указывают с единицей измерения. Угловые размеры указывают в градусах, минутах и секундах с обозначением единицы, например, $12^{\circ}45'30''$. Некоторые угловые размеры задают значениями уклона или конусности (см.

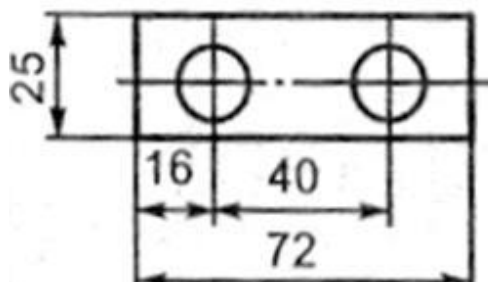
Вопрос № 2 Размерные числа, линии контура.

При нанесении размера прямолинейного отрезка размерную линию проводят параллельно этому отрезку, а выносные линии – перпендикулярно размерным линиям. За исключением случаев, когда они вместе с измеряемым отрезком образуют параллелограмм. Размерную линию с обоих концов ограничивают стрелками, упирающимися в выносные или контурные линии. Выносные линии должны выходить за концы стрелок размерной линии на 1...5 мм. Стрелки должны быть одинаковыми на всем чертеже. Расстояние между размерными линиями выбирают в зависимости от размеров изображения и насыщенности чертежа. При этом минимальное расстояние между параллельными размерными линиями 7 мм, между размерной и линией контура – 10 мм. При изображении изделия с разрывом размерную линию не прерывают и наносят действительный размер. Нельзя использовать линии контура, осевые, центровые и выносные в качестве размерных линий. При указании размера диаметра окружности размерные линии допускается проводить с обрывом независимо от того, изображена ли окружность полностью или частично. При этом разрыв размерной линии делают дальше центра окружности. При нанесении размера угла размерную линию проводят в виде дуги с центром в вершине угла, а выносные линии – радиально. При недостатке места для стрелки из-за близко расположенной контурной линии ее необходимо прервать. Пересекать размерные стрелки, какими бы то ни было линиями, не допускается. В тех случаях, когда длина

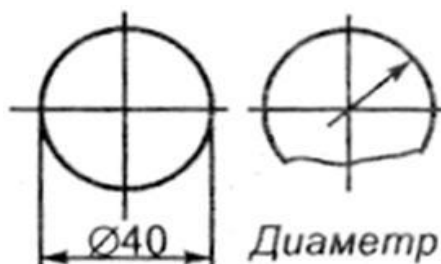
размерной линии недостаточна для размещения на ней стрелок, размерную линию продолжают за выносные линии и стрелки наносят, как показано на рис. 1.40, а. При недостатке места для стрелок их допускается заменять засечками под углом 45° к размерным линиям или четко написанными точками. Выносные линии проводят, как правило, от линий видимого контура, центров окружностей, от точек пересечения продолжений линий видимого контура. Выносные линии допускается проводить от линий невидимого контура, если при этом отпадает необходимость в вычерчивании дополнительного изображения. Размерные числа наносят над размерной линией возможно ближе к ее середине. Однако при нанесении размера диаметра внутри окружности размерные числа смещают относительно середины размерных линий. При нанесении нескольких параллельных или концентрических размерных линий размерные числа над ними рекомендуется располагать в шахматном порядке. В зоне, расположенной выше горизонтальной осевой линии, размерные числа помещают над размерными линиями со стороны выпуклости, в противоположной зоне – со стороны вогнутости. Для углов малых размеров при недостатке места размерные числа помещают на полках линий-выносок в любой зоне. Способ нанесения размерного числа при различных положениях размерных линий (стрелок) определяется наибольшим удобством чтения чертежа. Вариант нанесения размерного числа на полке линии-выноски параллельно основной надписи чертежа является предпочтительным.

Вопрос № 3 Штриховка.

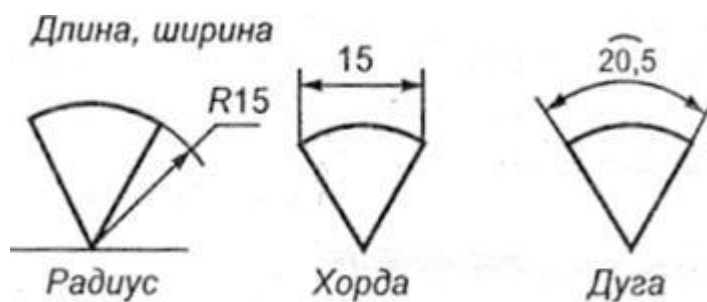
При указании размера прямолинейного отрезка размерную линию следует проводить параллельно этому отрезку. При указании длины окружности размерную линию следует проводить концентрично дуге. При указании размера угла, размерную линию следует проводить в виде дуги с центром в вершине этого угла. Стрелки, ограничивающие размерные линии, должны опираться остриём в соответствующие линии контура, выносные, осевые.



Указание прямолинейного отрезка

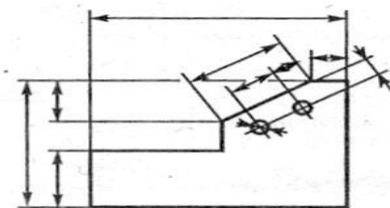


Пример обозначения длины окружности



Указание размера угла

Если вид или разрез симметричного изделия вычерчен только до оси симметрии или с обрывом, то размерная линия должна быть проведена несколько дальше оси линии обрыва. Расстояния между параллельными размерными линиями, а также расстояния от размерных линий до параллельных им линий контура, центровых, осевых и выносных линий



должны быть не менее 8 мм.
стрелок

Пример нанесения размерных

Вопрос № 4. Обводка

Вычерчивание всех элементов задания на листе, включая построения, следует выполнять тонкими, но четкими линиями, используя граненый карандаш Т или 2Т. Карандаш нужно заточить на длину 25-30 мм, пишущий стержень должен выступать на 8-10 мм. Линии проводят слева направо, держа карандаш в плоскости, перпендикулярной чертежу, немного наклоняя вправо по ходу движения и прижимая его к кромке угольника или линейки. Циркуль при обводке сплошных линий должен быть заправлен пишущим графитным стержнем от карандаша, но на номер мягче выбранного для обводки прямых линий. Порядок обводки чертежа. Обвести все осевые и центровые линии. Обвести контур фигур. Сначала обводясь окружности и дуги окружностей, затем обводят горизонтальные, вертикальные наклонные линии. Обвести все выносные и размерные линии и выполнить штриховку. Начертить стрелки и обвести от руки дули очень маленьких радиусов (0,5 , 1 мм). Вписать цифры. Обвести рамки. Внешнюю рамку обводят толщиной $S/2$, внутреннюю – S . Заполнить надписи.

Лекция № 3(2 часа).

Тема: «Сопряжение геометрических фигур»

1.1.3 Вопросы лекции:

1. Сопряжения острого, тупого, прямого угла
2. Сопряжение двух прямых, двух дуг.

1.1.2 Краткое содержание вопросов:

1. *Вопрос № 1* Сопряжения острого, тупого, прямого угла

При выполнении геометрических построений часто приходится плавно соединять прямые и кривые линии . Плавный переход одной линии в другую называется сопряжением. Для построения сопряжения необходимо знать величину радиуса сопряжения, найти центры и точки сопряжений. Дуга окружности, по которой одна линия плавно переходит в другую, называется дугой сопрягающей окружности.

Радиус этой окружности – радиус сопряжения. Центр этой окружности – центр сопряжения. Точка, в которой одна линия плавно переходит в другую, – точка сопряжения. Сопряжение сторон острого и тупого углов дугой окружности заданного радиуса.

Расстояние от центра сопряжения до каждой стороны угла равно заданному радиусу сопряжения R_1 . Чтобы найти центр сопряжения, необходимо провести две вспомогательные прямые, параллельные каждой стороне угла, на расстоянии R_1 от них. Для проведения вспомогательных прямых из произвольных точек, лежащих на сторонах угла, раствором циркуля, равным R_1 , выполняем две-три засечки и к ним проводим касательные. Точка пересечения O построенных касательных и будет центром сопряжения. Точки сопряжения получим, опустив из точки O перпендикуляры.

Вопрос № 2 Сопряжение двух прямых, двух дуг.

Даны две окружности с центрами в точках O_1 и O_2 . Их радиусы R_1 и R_2 . Требуется провести к ним внутреннюю касательную. Из центра O_2 проводим вспомогательную окружность радиуса $(R_2 + R_1)$. Соединяем центры O_1 и O_2 . Отрезок O_1O_2 делим на две равные части – получаем точку B . Из центра B проводим дугу окружности. Её радиус $R = O_2B$. На пересечении дуги с вспомогательной окружностью получаем точку N . Через центр O_2 и точку N проводим прямую, её пересечение с окружностью радиуса R_2 даст нам первую точку касания M . Через центр O_1 проводим отрезок O_1K параллельно O_2M . Точка K – вторая точка касания. Соединяем точки K и M . Прямая MK есть внутренняя касательная к заданным окружностям. Построение внешнего сопряжения дуги и прямой дугой радиуса R . Даны дуга окружности радиуса R_1 с центром в точке O_1 и прямая a . Из центра O_1 проводим вспомогательную дугу радиуса $(R + R_1)$. Проводим вспомогательную прямую, параллельную заданной прямой a , на расстоянии радиуса сопряжения R . На пересечении вспомогательных дуг и прямой получаем точку O – центр сопряжения.

Проводим прямую OO_1 – получаем первую точку сопряжения. Опускаем перпендикуляр из точки O на прямую a – получаем вторую точку сопряжения.

Лекция № 4(2 часа).

Тема: «Виды сопряжения»

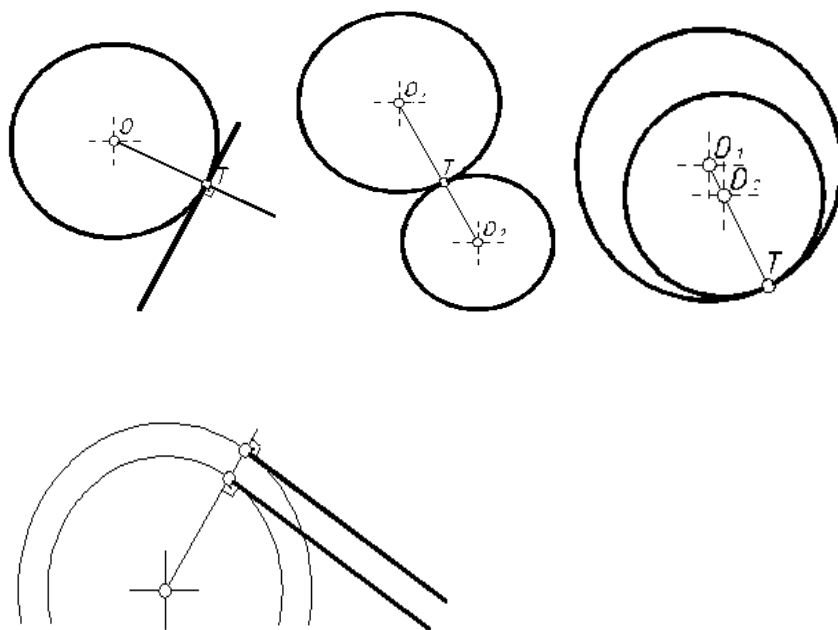
1.1.4 Вопросы лекции:

1. Внешнее сопряжение
2. Внутреннее сопряжение

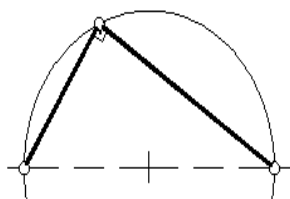
1.1.2 Краткое содержание вопросов:

Вопрос № 1 Внешнее сопряжение

Сопряжение – это плавный переход от одной линии к другой. То есть: касание прямой и дуги окружности, касание двух дуг окружностей. Это и плавный переход от одной линии к другой при помощи третьей, промежуточной линии. Точки касания линий называются точками сопряжения, а центры дуг – центрами сопряжения. Выполнить сопряжение при заданных радиусах – значит предварительно построить необходимые центры и точки сопряжения. Способы построения сопряжений основаны на известных положениях школьного курса геометрии: 1. Касательная к окружности и радиус, проведенный в точке касания – взаимно перпендикулярны. 2. Центры дуг окружностей и точка их сопряжения лежат на одной прямой линии. При внешнем касании окружностей расстояние между их центрами равняется сумме радиусов, и точка сопряжения находится между центрами. При внутреннем касании расстояние между центрами равняется разности радиусов, и точка сопряжения в этом случае оказывается по одну сторону от центров окружностей. Определение момента в защемлении статически неопределимой балки Экспериментальное определение момента в защемлении статически неопределимой балки и сравнение его с моментом в защемлении, полученным теоретическим путем.



Если угол с вершиной на окружности опирается на концы ее диаметра, то этот угол – прямой



Касательные к концентрическим окружностям параллельны, если точки касания лежат на одном радиусе

Вопрос № 2 Внутренне сопряжение

Построение внутреннего сопряжения:

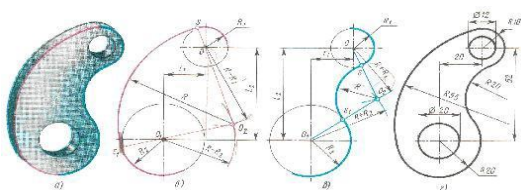
Задано:

- а) радиусы R и R_1 сопрягаемых дуг окружностей;
- б) расстояния между центрами этих дуг;
- в) радиус R сопрягающей дуги;

Требуется:

- а) определить положение O_2 сопрягающей дуги;
- б) найти точки сопряжения s и s_1 ;
- в) провести дугу сопряжения;

Построение внешнего сопряжения показано на рисунке 4(в). По заданным расстояниям на чертеже находят точки O и O_1 , из которых описывают сопрягаемые дуги радиусов R_1 и R_2 . Из центра O проводят вспомогательную дугу окружности радиусом, равным сумме радиусов сопрягаемой дуги R_2 и сопрягающей R . Вспомогательные дуги пересекутся в точке O_2 , которая будет искомым центром сопрягающей дуги. Для нахождения точек сопряжения центры дуг соединяют прямыми линиями OO_2 и O_1O_2 . Эти две прямые пересекают сопрягаемые дуги в точках сопряжения s и s_1 . Из центра O_2 радиусом R проводят сопрягающую дугу, ограничивая ее точками S и S_1 .



Лекция № 5(2 часа).

Тема: « Центральное, параллельное проецирование»

1.1.5 Вопросы лекции:

1. Центральные и параллельные проекции
2. Проекции точек на плане. Прямая линия

1.1.2 Краткое содержание вопросов:

Вопрос № 1 Центральные и параллельные проекции

Изображения предметов на чертежах получают проецированием. Проецирование - это процесс получения изображения предмета на какой-либо поверхности. Получившиеся при этом изображение называют проекцией предмета. Элементами, с помощью которых осуществляется проецирование, являются (рис. 11): центр проецирования - точка, из которой производится проецирование; объект проецирования - изображаемый предмет; плоскость проекции - плоскость, на которую производится проецирование; проецирующие лучи - воображаемые прямые, с помощью которых производится проецирование, результатом проецирования является

изображение, или проекция, объекта. Различают центральное и параллельное проецирование. При центральном проецировании все проецирующие лучи исходят из одной точки - центра проецирования, находящегося на определённом расстоянии от плоскости проекций. На рис. 11а за центр проецирования условно взята электрическая лампочка. Исходящие от неё световые лучи, которые условно приняты за проецирующие, образуют на полу тень, аналогичную центральной проекции предмета.

Метод центрального проецирования используется при построении перспективы. Перспектива даёт возможность изображать предметы такими, какими они представляются нам в природе при рассмотрении их с определённой точки наблюдения. Центральное проецирование - наиболее общий случай получения проекций геометрических фигур. Сущность его состоит в следующем:

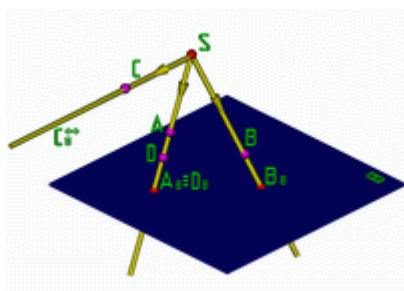


Рис.1

Пусть даны плоскость Π (тэта) и точка $S \notin \Pi$ (рис.1). Возьмём в пространстве произвольную точку A , причём $A \notin S \wedge A \neq S$. Нам нужно построить центральную проекцию точки A . Для этого через заданные точки S и A проведём луч $[SA]$. Центральной проекцией точки A будет точка пересечения луча $[SA]$ с плоскостью Π .

$$[SA] \cap \Pi = A^{\Pi}$$

Плоскость Π называют плоскостью проекций, точку S - центром проекции, полученную точку A^{Π} - центральной проекцией точки A на плоскость Π , $[SA^{\Pi}]$ - проецирующим лучом. Аппарат центрального проецирования задан, если задано положение плоскости проекций Π и центра проекций S . Если аппарат проецирования задан, то всегда можно определить положение центральной проекции любой точки пространства на плоскости проекций. Например: Дана точка B . Проведём проецирующий луч $[SB]$ и определим точку встречи его с плоскостью Π . Это и есть центральная проекция B^{Π} точки B при заданном аппарате проецирования (Π, S) . Если точка C расположена так, что проецирующий луч $[SC] \parallel \Pi$, то он пересечёт плоскость проекций в несобственной точке C_{∞}^{Π} . При заданном аппарате проецирования

(O, S) каждая точка пространства будет иметь одну и только одну центральную проекцию (т.к. через две различные точки можно провести одну и только одну прямую). Обратное утверждение не имеет смысла, так как точка A^O может быть центральной проекцией любой точки, принадлежащей прямой $(A^O S)$ (Например центральные проекции точек A и D совпадают). Отсюда следует, что одна центральная проекция точки не определяет положение точки в пространстве.

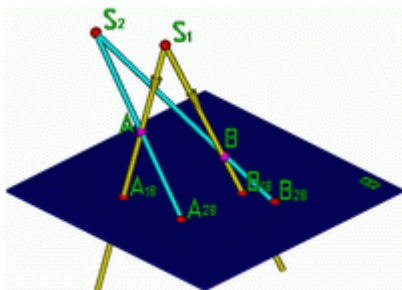


Рис.2

Для определения положения точки в пространстве необходимо иметь две центральные проекции точки, полученные из двух различных центров проецирования (рис.2).

Достоинство центрального проецирования - наглядность. Недостаток - степень искажения изображения зависит от расстояния центра проекций до плоскости проекций, поэтому центральное проецирование неудобно для простановки размеров.

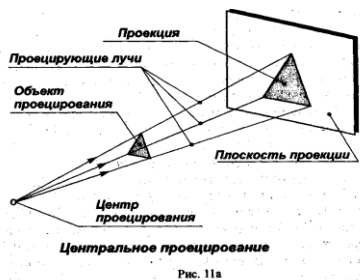


Рис. 11а

Параллельное проецирование

Параллельное проецирование является частным случаем центрального проецирования, когда центр проекций лежит в несобственной точке S_{∞} , поэтому все проецирующие лучи параллельны.

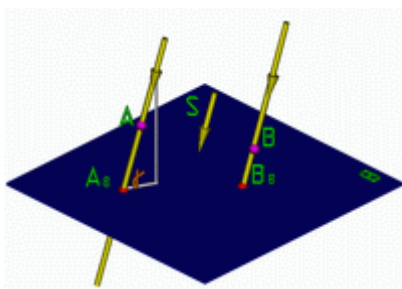


Рис.3

Аппарат параллельного проецирования задан, если задано положение плоскости проекций O и направление проецирования S .

Все свойства центрального проецирования справедливы для параллельного проецирования:

1. При задании аппарата параллельного проецирования каждая точка пространства имеет одну и только одну параллельную проекцию. Обратное утверждение не имеет места.
2. Для задания точки в пространстве необходимо иметь две её параллельные проекции, полученные при двух различных направлениях проецирования.

Параллельное проецирование делится на:

- Прямоугольное - $\varphi = 90^\circ$ (φ - угол падения проецирующего луча к плоскости проекций).
- Косоугольное - $\varphi \neq 90^\circ$.

Основные инвариантные (независимые) свойства параллельного проецирования.

При параллельном проецировании нарушаются метрические характеристики геометрических фигур (происходит искажение линейных и угловых величин), причём степень нарушения зависит как от аппарата проецирования, так и от положения проецируемой геометрической фигуры в пространстве по отношению к плоскости проекции.

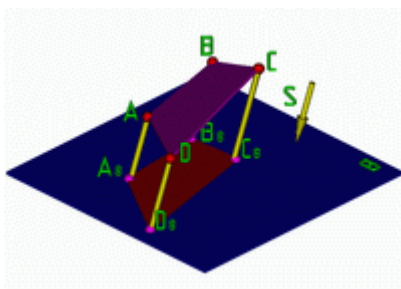


Рис.4

Пример:

$$\Omega(A, B, C, D) \neq \Omega'$$

$$|AB| \neq |A' B'|, |BC| \neq |B' C'| \text{ и т.д.}$$

$$\angle DAB \neq \angle D' A' B', \angle ABC \neq \angle A' B' C' \text{ и т.д.}$$

Но наряду с этим, между оригиналом и его проекцией существует определённая связь, заключающаяся в том, что некоторые свойства оригинала сохраняются и на его проекции. Эти свойства называются инвариантными (проективными) для данного способа проецирования. В процессе параллельного проецирования (получения проекций геометрической фигуры по её оригиналу) или реконструкции чертежа

(воспроизведения оригинала по заданным его проекциям) любую теорему можно составить и доказать, базируясь на инвариантных свойствах параллельного проецирования, которые в начертательной геометрии играют такую же роль, как аксиомы в геометрии.

Вопрос № 2 Проекция точек на плане. Прямая линия

Если информацию о расстоянии точки относительно плоскости проекции дать не с помощью числовой отметки, а с помощью второй проекции точки, построенной на второй плоскости проекций, то чертеж называют двухкартинным или комплексным. Основные принципы построения таких чертежей изложены Г. Монжем. Изложенный Монжем метод - метод ортогонального проецирования, причем берутся две проекции на две взаимно перпендикулярные плоскости проекций, - обеспечивая выразительность, точность и удобоизмеримость изображений предметов на плоскости, был и остается основным методом составления технических чертежей. Точка в системе трех плоскостей проекций. Третья плоскость, перпендикулярная и P_1 , и P_2 , обозначается буквой P_3 и называется профильной. Проекция точек на эту плоскость обозначаются заглавными буквами или цифрами с индексом 3. Плоскости проекций, попарно пересекаясь, определяют три оси Ox , Oy и Oz , которые можно рассматривать как систему декартовых координат в пространстве с началом в точке O . Три плоскости проекций делят пространство на восемь трехгранных углов - октантов. Как и прежде, будем считать, что зритель, рассматривающий предмет, находится в первом октанте. Для получения эпюра точки в системе трех плоскостей проекций плоскости P_1 и P_3 вращают до совмещения с плоскостью P_2 . При обозначении осей на эпюре отрицательные полуоси обычно не указывают. Если существенно только само изображение предмета, а не его положение относительно плоскостей проекций, то оси на эпюре не показывают. Координатами называют числа, которые ставят в соответствие точке для определения ее положения в пространстве или на поверхности. В трехмерном

пространстве положение точки устанавливают с помощью прямоугольных декартовых координат x , y и z (абсцисса, ордината и аппликата). Для определения положения прямой в пространстве существуют следующие методы:

1. Двумя точками (A и B). Рассмотрим две точки в пространстве A и B . Через эти точки можно провести прямую линию получим отрезок $[AB]$. Для того чтобы найти проекции этого отрезка на плоскости проекций необходимо найти проекции точек A и B и соединить их прямой. Каждая из проекций отрезка на плоскости проекций меньше самого отрезка: $[A_1B_1] < [AB]$; $[A_2B_2] < [AB]$; $[A_3B_3] < [AB]$.
2. Двумя плоскостями (a ; b). Этот способ задания определяется тем что две непараллельные плоскости пересекаются в пространстве по прямой линии (этот способ подробно рассматривается в курсе элементарной геометрии).
3. Точкой и углами наклона к плоскостям проекций. Зная координаты точки принадлежащей прямой и углы наклона ее к плоскостям проекций можно найти положение прямой в пространстве. В зависимости от положения прямой по отношению к плоскостям проекций она может занимать как общее, так и частные положения.

1. Прямая не параллельная ни одной плоскости проекций называется прямой общего положения. Прямая общего положения
2. Прямые параллельные плоскостям проекций, занимают частное положение в пространстве и называются прямыми уровня. В зависимости от того, какой плоскости проекций параллельна заданная прямая, различают:
 - 2.1. Прямые параллельные горизонтальной плоскости проекций называются горизонтальными или горизонталями.
 - 2.2. Прямые параллельные фронтальной плоскости проекций называются фронтальными или фронталями.
 - 2.3. Прямые параллельные профильной плоскости проекций называются профильными.
3. Прямые, перпендикулярные плоскостям проекций, называются проецирующими. Прямая перпендикулярная одной плоскости проекций, параллельна двум другим. В зависимости от того, какой плоскости проекций перпендикулярна исследуемая прямая, различают: Если информацию о расстоянии точки относительно плоскости проекции дать не с

помощью числовой отметки, а с помощью второй проекции точки, построенной на второй плоскости проекций, то чертеж называют двухкартинным или комплексным. Основные принципы построения таких чертежей изложены Г. Монжем. Изложенный Монжем метод - метод ортогонального проецирования, причем берутся две проекции на две взаимно перпендикулярные плоскости проекций, - обеспечивая выразительность, точность и удобоизмеримость изображений предметов на плоскости, был и остается основным методом составления технических чертежей

Лекция № 6 (2 часа).

Тема: «Взаимное положение прямых»

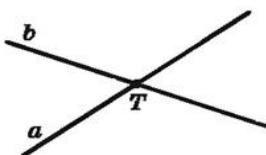
1.1.6 Вопросы лекции:

1. Параллельные и пересекающиеся прямые
2. Перпендикулярные прямые
3. Скрещивающиеся прямые

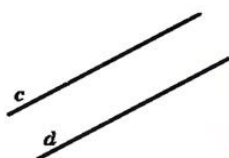
1.1.2 Краткое содержание вопросов:

Вопрос № 1 Параллельные и пересекающиеся прямые

Наши пространственные представления подсказывают, что прямые и плоскости в пространстве могут располагаться по-разному.



Две прямые плоскости могут иметь только одну общую точку, такие прямые называются пересекающимися. На рисунке показаны пересекающиеся прямые а и b и их единственная общая точка Т. Две прямые плоскости могут не иметь общих точек. Тогда их называют параллельными.

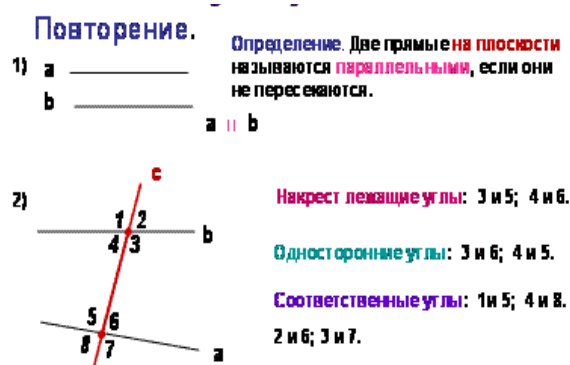


На рисунке показаны параллельные прямые с и d. В пространстве две прямые могут быть расположены так, что они не лежат в одной плоскости, т. е. нет такой плоскости, которой бы они обе принадлежали. Такие прямые называются *скрещивающимися*.

Определение параллельных прямых

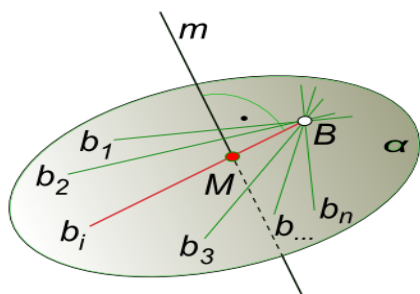


Признаки параллельности двух прямых



Вопрос № 2 Перпендикулярные прямые

Взаимно перпендикулярные прямые - это прямые пересекающиеся под прямым углом. Построить **взаимно перпендикулярные прямые** бывает необходимо для решения той или иной задачи. Например в задаче на определение расстояния от точки до прямой. Наглядное пространственное представление графического решения задачи на построение взаимно перпендикулярных прямых дает рисунок



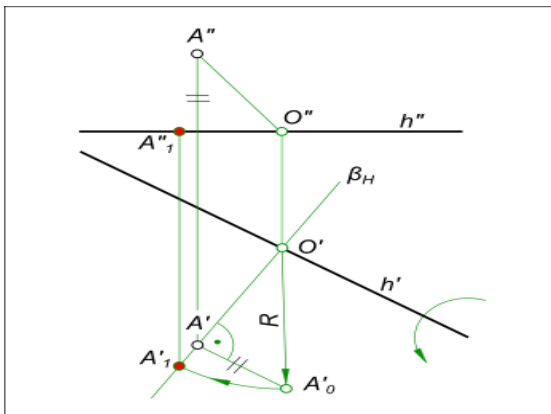
Через точку B можно провести множество прямых $\{b_1, b_2, \dots, b_n\}$, перпендикулярных к прямой m . Это множество прямых определяет плоскость $\alpha \perp m$.

Чтобы выделить из $\{b_1, b_2, \dots, b_n\}$ единственную прямую b_i , пересекающую данную прямую m и следовательно взаимно перпендикулярную к ней, необходимо:

- Найти точку встречи прямой m с плоскостью α . $M = m \cap \alpha$;
- Зная положение точки M , провести через нее прямую b_i и определить действительную величину отрезка $[BM]$, выражающую искомое расстояние от точки до прямой.

На основе выше приведенного рисунка может быть решена задачи по построению перпендикулярных прямых которые не пересекаются, трех взаимно перпендикулярных прямых. Прямой угол между двумя пересекающимися прямыми проецируется без искажения, если хотя бы одна из прямых параллельна плоскости проекций.

Найти расстояние от точки A до прямой h . Решение подобной задачи предполагает, что будут построены **взаимно перпендикулярные прямые**



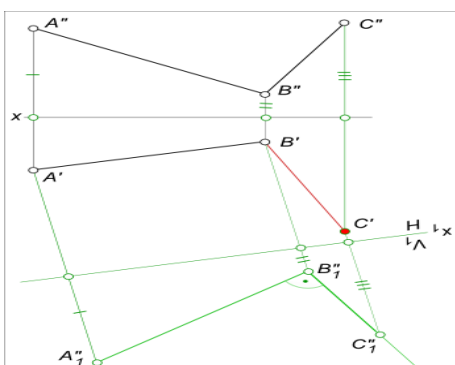
Взаимно перпендикулярные прямые

Для определения натуральной величины отрезка перпендикуляра от точки A до прямой h используем способ вращения вокруг горизонтали:

- через точку A проводим горизонтально проецирующую плоскость $\beta_H \perp h'$ и на их пересечении находим O' и по линии связи O'' - проекции центра вращения;
- определяем действительную величину радиуса вращения $R=[O'A'_0]$, применив способ прямоугольного треугольника;
- описываем дугу радиуса R до пересечения с β_H и находим точку A'_1 и расстояние от точки A до прямой h в виде отрезка $[A'_1O'] \perp h'$.

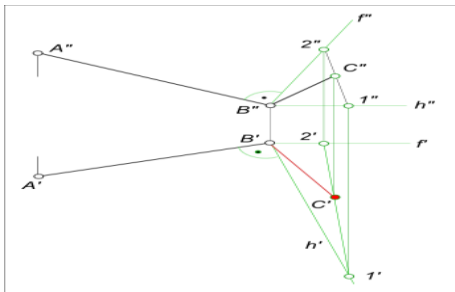
$[AO] \perp h$ - это прямые пересекающиеся под прямым углом - **взаимно перпендикулярные прямые**.

Для того чтобы построить **взаимно перпендикулярные прямые**, в случае когда одна из них задана прямой общего положения, необходимо перевести ее, предварительно, в положение либо горизонтали, либо фронтали



Взаимно перпендикулярные прямые

Здесь построение второй стороны прямого угла выполняется способом перемены плоскости проекции. Вводится новая фронтальная плоскость проекции V_1 , для которой сторона AB прямого угла есть фронтальная прямая. И тогда прямой угол ABC проецируется на V_1 без искажения. Аппликата точки C при перемене плоскости V на V_1 остается неизменной и ее пересечение с направлением стороны BC дает положение искомой точки C_1 . Искомую проекцию C' находим на пересечении линий связи точки C . Та же задача на **взаимно перпендикулярные прямые** может быть решена по другим способом

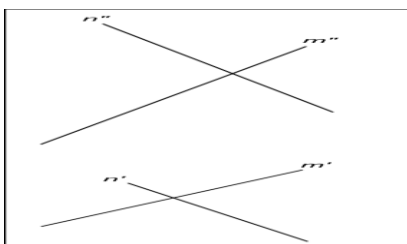


Взаимно перпендикулярные прямые

Здесь сторона BC , заключается в плоскость перпендикулярную второй стороне прямого угла AB . Затем в этой плоскости проводится прямая $1 - 2$ через точку C и находится горизонтальная проекция C' , как принадлежащая прямой $1' - 2'$.

Вопрос № 3 Скрещивающиеся прямые

Скрещивающиеся прямые - это прямые не параллельные и не пересекающиеся между собой. На эюре две **скрещивающиеся прямые** отображаются двумя прямыми не имеющими общей точки, т. е. точки проекции которой лежали бы на одной линии связи.



Лекция № 7 (2 часа).

Тема: «Строительные чертежи »

1.1.7 Вопросы лекции:

1. Основные требования к чертежам.
2. Условные обозначения, оформления

1.1.2 Краткое содержание вопросов:

Вопрос № 1 Основные требования к чертежам.

Объекты, изображаемые на строительных чертежах, – это различные здания и сооружения. Сооружениями в широком смысле слова принято называть всё, что возведено человеком. Зданиями называют наземные сооружения, имеющие помещения, предназначенные для определенной деятельности людей. Сооружения и здания состоят из отдельных взаимосвязанных частей – конструктивных элементов. К основным частям здания относят фундаменты, наружные и внутренние стены, отдельные опоры, перекрытия, крыши, лестницы, перегородки, окна, двери, полы. *Фундаменты* – подземные части здания, передающие все нагрузки от него на прочный слой грунта – основание. Плоскость, которой фундамент опирается на основание, называют подошвой фундамента. Для защиты основания от увлажнения поверхностными водами служит отмостка – полоса твёрдого покрытия участка вокруг здания, устраиваемая по периметру наружных стен. Стены, наружные и внутренние, служат в здании вертикальными ограждениями. Стены могут быть несущими, когда они воспринимают нагрузку от других частей здания, самонесущими, если они несут нагрузку только от собственной массы, и навесными. Нижнюю часть наружной стены называют цоколем. *Отдельные опоры* – несущие вертикальные элементы (стойки, столбы, колонны), они передают нагрузку от перекрытия и других элементов здания на фундаменты. Перекрытия представляют собой горизонтальные ограждения, разделяющие внутреннее пространство здания на этажи. Они несут нагрузку от собственной массы и полезную (временную) нагрузку, т. е. массу людей, оборудования и т. д. Перекрытия могут быть междуэтажными, располагаемыми между двумя смежными этажами,

чердачными – между верхним этажом и чердаком, надподвальными – между первым этажом и подвалом. *Крыша* – конструкция, защищающая здание сверху от атмосферных воздействий. В ней различают несущие элементы – стропила и верхний водоизолирующий слой – кровлю. Крыша вместе с чердачным перекрытием образует покрытие здания. Пространство между крышей и чердачным перекрытием называют чердаком. Животноводческие здания обычно строят без чердаков. В этом случае конструкцию, объединяющую функции чердачного перекрытия и крыши, называют бесчердачным, или совмещённым покрытием. Несущими элементами в таком покрытии обычно служат железобетонные, металлические или деревянные балки и фермы (конструкции из стержней, перекрывающие большие пролёты, – расстояния между стенами или отдельными опорами). Лестницы служат для сообщения между этажами. Часть здания, где расположена лестница, называют лестничной клеткой. *Перегородки* – несущие стены, разделяющие внутреннее пространство здания на отдельные помещения. Для опирания перегородок не требуется устройство фундаментов. В стенах устраивают проёмы для окон, дверей и ворот. Над проёмами укладывают перемычки, которые несут вышележащий участок стены. Оконные проёмы заполняют оконными коробками и переплётами, дверные проёмы – дверными коробками и полотнами. По ГОСТ 2.301 – 68 "Единая система конструкторской документации" применяют пять основных форматов чертежей: 841 x 1189 мм (формат А0); 549 x 841 (формат А1); 420 x 549 (А2); 297 x 420 (А3); 210 x 297 (А4). Поле чертежа выделяют линиями, отступив 5 мм от краёв, кроме левого. С левой стороны оставляют 20 мм для подшивки в альбом. Основные архитектурно-строительные чертежи здания (марка АС). Это фасады, планы, разрезы. Они дают полное представление об архитектуре здания, планировке и размерах помещений, конструкциях и материалах его основных элементов. На основе этих чертежей составляют также чертежи на производствах специальных работ – по монтажу технологического оборудования, водопроводу и канализации, отоплению и вентиляции и др.

Фасады – передний (главный), задний, боковые – соответствуют видам здания спереди, сзади, сбоку. План – вид сверху – условный горизонтальный разрез здания, обычно выше уровня низа оконных проёмов. На чертеже плана показывают то, что получается в секущей плоскости и что расположено ниже. При необходимости отдельные участки плана изображают в более крупном масштабе на чертежах элементов плана. По плану можно определить размеры и форму здания, размеры и взаимное расположение помещений, оконных и дверных проёмов, колонн, стен, перегородок и других частей. Комплект чертежей марки АС, кроме планов здания, содержит чертежи планов фундаментов, подземных конструкций, полов и др. Планом фундаментов принято называть разрез здания горизонтальной плоскостью на уровне верха (обреза) фундаментов. На чертежах других подземных конструкций, расположенных ниже уровня пола, показывают различные каналы, прямки и другие элементы конструкций, предназначенных для устройства коммуникаций, систем навозоудаления, а также для размещения технологического оборудования. Конструкцию и расположение полов в здании показывают на листе "Планов полов". Разрез – изображение здания, мысленно рассечённого вертикальной плоскостью. Разрезы делают для того, чтобы показать внутренний вид (интерьер) помещений и выявить конструкцию. Место прохождения секущей плоскости для получения разреза обозначают на плане разомкнутой линией со стрелками на концах, показывающими направление взгляда наблюдателя. Около стрелок ставят цифры 1, 2 и т. д., а на самом чертеже разреза делают соответствующую надпись 1-1 или 2-2 и т. д. В разрезах показывают элементы, которые получаются в секущей плоскости, и те, что видны за ней. Элемент, попадающий в секущую плоскость, обводят контурной линией толщиной 0,2...1 мм. Элемент, находящийся за этой плоскостью, – тонкой линией. Масштаб. Масштаб строительного чертежа зависит от размеров изображаемого объекта и назначения чертежа. Масштаб – это отношение линейных размеров изображаемого предмета на чертеже к его

действительным размерам. Обозначение масштаба М1:100, М1:200 и т. д. В проектах животноводческих предприятий обычно применяют следующие масштабы: для генеральных планов – 1:500; 1:1000; для поэтажных планов – 1:100; 1:200; для фасадов – 1:100; 1:200; для разрезов зданий – 1:100; 1:200; для элементов планов и разрезов – 1:50; 1:100. Координационные (разбивочные) оси и основные параметры здания. На план здания наносят координационные оси, определяющие расположение основных несущих конструкций (стен и колонн). При строительстве перенос чертежа на натуру и разбивку здания начинают с закрепления на местности координационных осей. Их показывают на чертеже длинными штрихпунктирными линиями и обозначают марками, заключёнными в кружки. Оси, расположенные параллельно длинной стороне здания, маркируют заглавными буквами (за исключением букв З, О, Х, Ц, Ч, Щ, Ы, Ъ, Ь), а перпендикулярные им – арабскими цифрами. На планах марки координационных осей выносят на левую и нижнюю стороны, на фасадах и разрезах – вниз. Принята определённая терминология, относящаяся к объёмно-планировочным параметрам зданий: основные координационные размеры – шаг колонн, ширина пролёта, высота этажа. Шаг колонн – расстояние между поперечными координационными осями. Ширина пролёта – расстояние между продольными координационными осями. Высота этажа в одноэтажном здании – расстояние от уровня пола до наиболее низкой части несущей конструкции покрытия (на опоре) а в многоэтажном здании – от уровня пола данного этажа до уровня пола вышележащего этажа. Постановка размеров. Независимо от масштаба и точности выполнения изображения на чертеже о величине изображённого предмета и его частей судят по размерным числам. Размерные числа помещают над серединой размерных линий. Размерные линии в строительных чертежах ограничивают засечками (наклонными чёрточками), расположенными под углом 45° к линии. Засечки ставят на местах пересечения размерных и выносных линий. Размеры на чертежах указывают в миллиметрах без наименования единицы измерения.

На чертежах генеральных планов, выполненных в мелком масштабе, размеры могут быть проставлены в метрах, в этом случае на чертеже делают соответствующую оговорку. Внешние размерные линии (от одной до четырёх) размещают обычно слева и снизу плана, вне его контура. На первой линии проставляют размеры оконных и дверных проёмов и простенок между ними, на второй – между смежными осями, на третьей – между крайними осями.

Вопрос № 2. Условные обозначения, оформления

Строительный чертеж - это проекционное изображение возводимых объектов строительства в определенном масштабе на бумаге с помощью точек, отрезков, прямых и кривых линий, символов и условных обозначений. Строительные чертежи различают в проекте по маркам. Марка состоит из начальных букв названия данной части проекта. Отдельным комплектам рабочих чертежей присваивают следующие марки:

Маркировка рабочих чертежей

Наименование чертежей	Маркировка
архитектурные чертежи	АР
архитектурно-строительные чертежи	АС
конструкции железобетонные	КЖ
конструкции металлические	КМ
конструкции деревянные	<u>КД</u>
конструкции строительные	КС
водопровод и канализация	ВК
отопление и вентиляция	ОВ
электроосвещение	ЭО
генеральный план	ГП

технологическая характеристика

ТХ

тепловые сети

ТС

Маркировка позволяет быстро находить нужные чертежи. Для чтения строительных чертежей нужно знать также определенный минимум условных обозначений строительных материалов, конструкций, санитарно-технических устройств, электрооборудования и др., которые приводят в приложении. В пределах каждого комплекта листы чертежей нумеруют в основной надписи /”штампе”/ каждого листа, например: АС-1, ТХ-4, ОВ-2 и т.д.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

2.1 Лабораторная работа № 1 (2 часа).

Тема: «Шрифты»

2.1.1 Цель работы: Изучить и выполнить геометрические построения типов шрифтов

2.1.2 Задачи работы:

- 1) Выполнить по вариантам на листе чертежной бумаги формата А4 предложенный тип шрифтов;
- 2) Получить навыки по работе с типами шрифтов;
- 2) Знать правила построения шрифтов;
- 3) Научиться заполнять основную надпись чертежа.

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Карандаши М, Т, ТМ; чертежная бумага; раздаточный материал.

2.1.4 Описание (ход) работы:

Для написания шрифта по ГОСТ 2.304–81 следует разлиновать строчки на расстоянии 10 мм друг от друга для прописных букв и цифр. Остальную разлиновку – согласно следующему пояснению. Размер шрифта есть высота прописных (заглавных) букв и цифр, например 14; 10; 7; 5; 3,5 мм. Ширина большинства строчных букв для приведенных размеров шрифта, соответственно, 10; 7; 5; 3,5; 2,5. Ширина букв Д, Ж, Ф, Ш, Щ, Ъ равна их высоте, буква М немного уже. Расстояние между буквами приблизительно равно разности между соседними размерами шрифта, например, $10 - 7 = 3$ мм. Отростки строчных букв р, б, в и других выступают на такую же высоту. Провести наклонные линии под углом, равным 75° с учетом ширины букв и расстояния между ними. Рекомендуется, кроме того, проводить ориентировочные наклонные линии через 10...15 мм. Писать буквы необходимо на глаз, тщательно доводя каждую до разлиновки. Если рядом стоят буквы Г и Д или Г и Л просвет между ними не делается. Расстояние

между словами равно высоте букв. Подробные сведения о шрифте наглядно представлены на рисунках в учебниках. Выполним основную надпись и обведем чертеж. Толщина линий обводки выбирается в зависимости от величины и сложности изображения, назначения и сложности чертежа. В чертежах ГР при обводке карандашом толщину S основной линии следует выбирать в пределах от 0,8 до 1,0 мм. Очень важным в графическом оформлении чертежа является правильно подобранное и выдержанное на всем листе соотношение толщин различных линий. Надписи на чертежах (в том числе и в основной надписи) рекомендуется выполнять шрифтом размером 7; 5; 3,5; 2,5; размерные числа – шрифтами размером 5 и 3,5.

Буквы вычертить по сетке с наклоном к строке под углом 75° карандашом. Шрифт прописных букв принять размером 10; 7; 5. Вычертить рамку.

2.2 Лабораторная работа № 2 (2 часа).

Тема: «Основные сведения о нанесении размеров»

2.2.1 Цель работы: на предложенных чертежах проставить размеры всех видов

2.2.2 Задачи работы:

- 1) Получить навыки по работе с размерами;
- 2) Знать правила построения выносных линий.

2.2.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Карандаши М, Т, ТМ; чертежная бумага; раздаточный материал

2.2.4 Описание (ход) работы:

О величине изображаемого предмета и его элементов судят по размерным числам, нанесенным на чертеже. Правильное нанесение размеров облегчает и ускоряет чтение чертежа, способствует бездефектному выпуску изделий. Размеры на чертежах следует проставлять с учетом: Формы детали, Последовательности ее изготовления, Обеспечение ясности и выразительности чертежа. Размер - числовое значение линейной или угловой величины в выбранных единицах. Наносить размеры следует только после построения всех видов, разрезов и сечений. Нанесение размеров на чертежах следует выполнять в два этапа: • выбор размеров, которые следует нанести на чертеже; • нанесение размеров согласно требованиям ГОСТ 2.307 . Выбор размеров основывается на анализе геометрии форм, составляющих деталь. Анализ геометрической формы детали , т. е. мысленное расчленение её на простые геометрические элементы, определяет порядок построения проекций и простановку размеров формы этих элементов. Один и тот же размер на разных изображениях чертежа, как правило, не повторяется.

2.3 Лабораторная работа № 3 (2 часа).

Тема: «Сопряжение углов»

2.3.1 Цель работы: Изучить сопряжение на разных геометрических фигурах (углах)

2.3.2 Задачи работы:

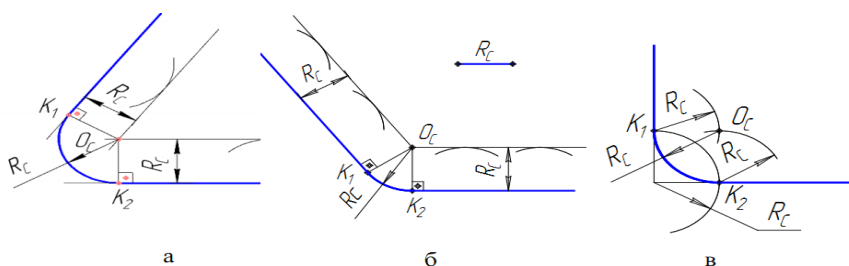
1. Построить сопряжение прямого угла
2. Построить сопряжение развернутого угла
3. Построить сопряжение острого угла

2.3.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Карандаши М, Т, ТМ; чертежная бумага;

2.3.4 Описание (ход) работы:

Сопряжение двух прямых, расположенных под острым (рис. а) и тупым (рис. б) углами, выполняют в следующем порядке. Находят центр ОС дуги сопряжения в пересечении вспомогательных прямых, которые проводят на расстоянии, равном радиусу сопряжения R_C , параллельно сторонам угла. Используя первое теоретическое положение (рис. а) находят точки сопряжения К1 и К2, для этого из точки ОС проводят перпендикуляры к сторонам угла и сопрягающую дугу радиусом R_C между точками К1 и К2. При скруглении прямого угла центр ОС дуги сопряжения проще находить с помощью циркуля (рис. в). Приняв вершину прямого угла за центр, проводят вспомогательную дугу радиусом сопряжения R_C между сторонами угла, в результате находят точки сопряжения К1 и К2. Из этих точек проводят дуги радиуса R_C до взаимного пересечения в точке ОС, являющейся центром сопряжения. Из центра ОС проводят сопрягающую дугу между точками К1 и К2.



2.4 Лабораторная работа № 4 (2 часа).

Тема: «Сопряжение двух дуг»

2.4.1 Цель работы: Изучить сопряжение двух дуг окружности прямой

2.4.2 Задачи работы:

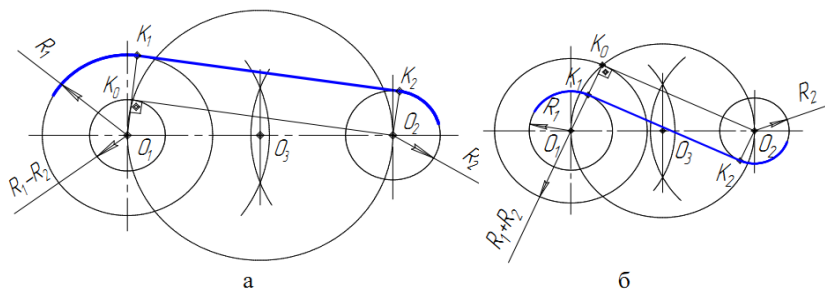
1. Построить внешние касательные к дугам
2. Построить внутренние касательные к дугам

2.4.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Карандаши М, Т, ТМ; чертежная бумага;

2.4.4 Описание (ход) работы:

Для построения внешней касательной (а) используют первое теоретическое положение (рис. б). Для этого из центра O_1 проводят вспомогательную окружность радиусом, равным разности радиусов $R_1 - R_2$ заданных окружностей. К ней строят касательную из центра O_2 в точку касания K_0 . Через точки O_1 и K_0 проводят прямую до пересечения с окружностью радиуса R_1 в точке K_1 , являющейся точкой сопряжения. Точку сопряжения K_2 на окружности радиуса R_2 получают, проведя $O_2K_2 \parallel O_1K_1$. Соединив точки K_1 и K_2 отрезком, получим касательную. Построение прямой, имеющей внутреннее касание к окружностям, аналогично предыдущему. Только в этом случае радиус вспомогательной окружности равен сумме радиусов $(R_1 + R_2)$ заданных окружностей (рис. в).



2.5 Лабораторная работа № 5 (2 часа).

Тема: «Центральное параллельное проектирование»

2.5.1 Цель работы: Изучить виды проектирования

2.5.2 Задачи работы:

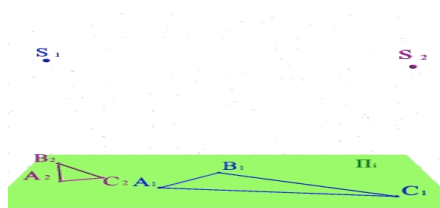
1. Построить центральное проектирование
2. Построить параллельное проектирование

2.5.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Карандаши М, Т, ТМ; чертежная бумага;

2.5.4 Описание (ход) работы:

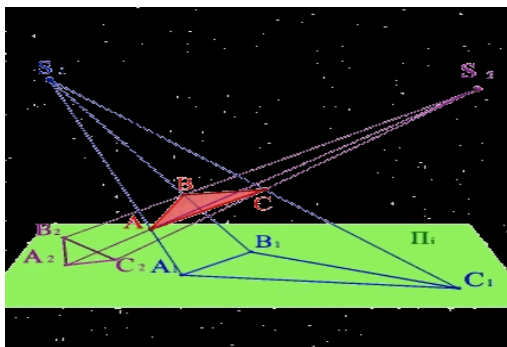
Задача 1. По двум центральным проекциям треугольника ABC определить его пространственное положение.



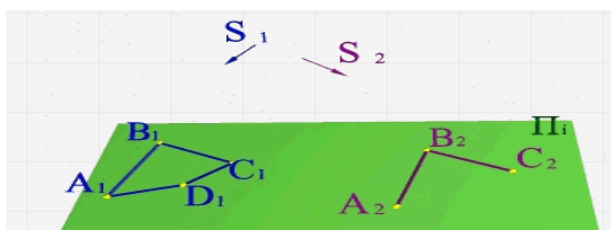
Решение. Для решения задачи необходимо ознакомиться с методом центрального проектирования и выполнить обратные действия:

- 1) Из центра S_1 провести проектирующие лучи к проекциям $A_1 B_1 C_1$;
- 2) Из центра S_2 провести проектирующие лучи к проекциям $A_2 B_2 C_2$;

3) Точки A, B, C находятся на пересечении лучей S_1A_1 и S_2A_2 , S_1B_1 и S_2B_2 , S_1C_1 и S_2C_2 соответственно и определяют положение плоскости заданной треугольником в пространстве.



Задача 2. По имеющимся параллельным проекциям четырехугольника $ABCD$ построить пространственное положение четырехугольника $ABCD$ и построить недостающую проекцию его вершины D

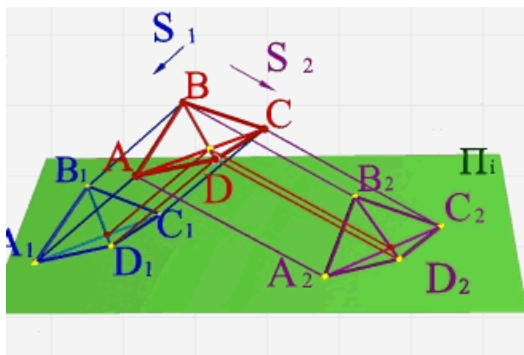


Для решения задачи необходимо ознакомиться с методом параллельного проецирования и знать его свойства:

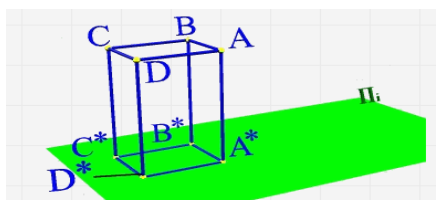
1. Если прямые пересекаются, то пересекаются и проекции этих прямых;
2. Если точка принадлежит прямой, то и проекции точки принадлежат проекциям прямой;
3. Для построения проекции прямой линии необходимо найти проекции двух её точек.

Решение:

1. Проводим проецирующие лучи из известных проекций, находим пространственное положение точек A, B, C ;
2. Вводим диагонали четырехугольника: A_1C_1, B_1D_1, AC и A_2C_2 ;
3. Находим с помощью проецирующих лучей точку пересечения диагоналей на AC и её проекцию на A_2C_2 ;
4. Через B и точку пересечения диагоналей проводим прямую на которой с помощью проецирующих лучей определяем положение точки D .



Задача 3. Построить проекцию параллелепипеда $ABCD A^* B^* C^* D^*$ на плоскость его основания по направлению диагонали $A^* C$.

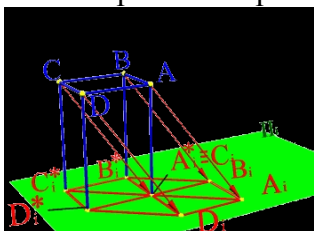


Для решения задачи необходимо знать метод параллельного проецирования и свойства параллельного проецирования:

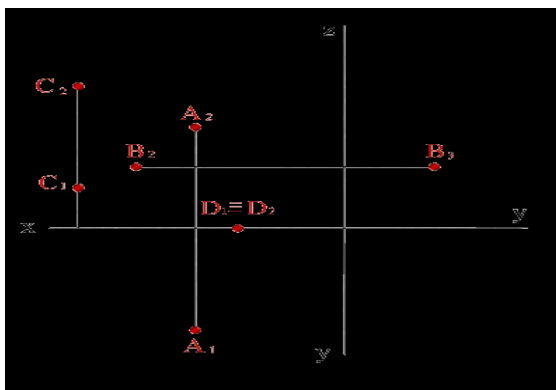
1. Проекции параллельных прямых параллельны между собой;
2. Если точка принадлежит прямой, то одноименные проекции точки принадлежат одноименным проекциям прямой.

Решение:

1. Плоскость проекций Π_i совпадает с плоскостью основания параллелепипеда $A^*B^*C^*D^*$, таким образом основание совпадает со своей проекцией $A_i^*B_i^*C_i^*D_i^*$;
2. Направление проецирования определяется диагональю CA^* следовательно проекция C_i точки C совпадает с A_i^* , а ребро CC^* проецируется в отрезок $C_i^*C_i$;
3. Остальные ребра проецируются в отрезки прямых параллельных $C_i^*C_i$;
4. Проекция B_i, C_i, D_i точек B, C, D находятся на пересечении соответствующих прямых и проецирующих лучей.

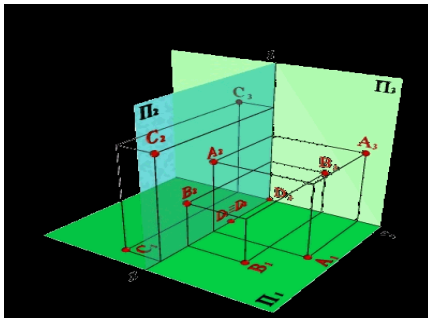
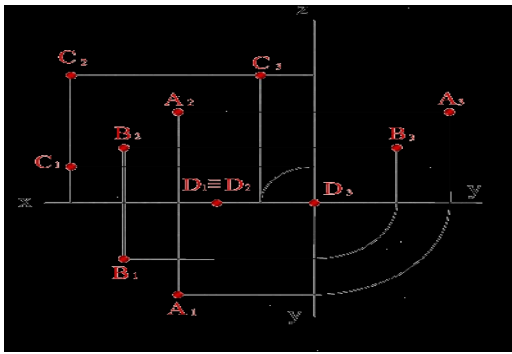


Задача 4. Построить недостающие проекции точек A, B, C, D и их наглядное изображение в системе трех плоскостей проекций.

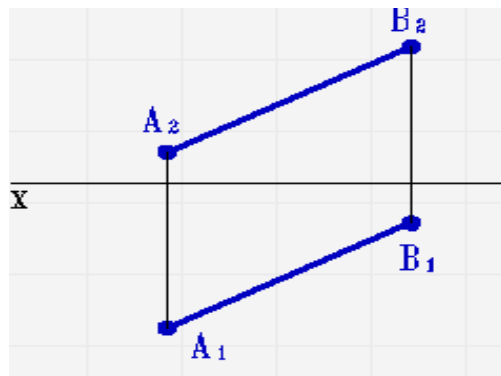


Задача решается в следующей последовательности:

1. Проводим линии связи и находим недостающие проекции точек;
2. Строим трехмерную модель.

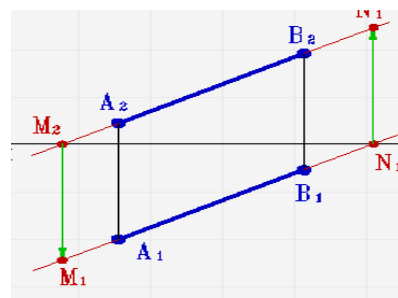


Задача 5. Построить следы прямой линии заданной отрезком.

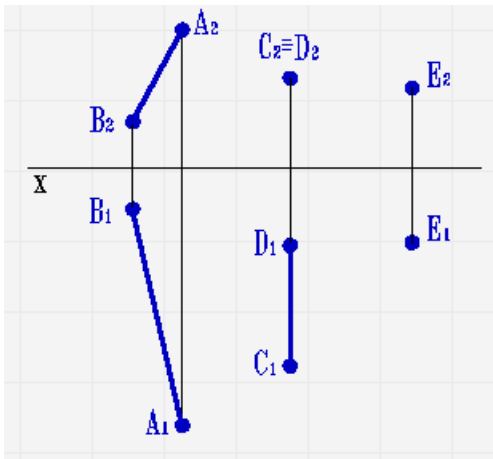


Решение. Для построения фронтальной проекции горизонтального следа продляем фронтальную проекцию отрезка до пересечения с осью x получаем точку M_2 , по линии связи находим горизонтальную проекцию горизонтального следа прямой M_1 .

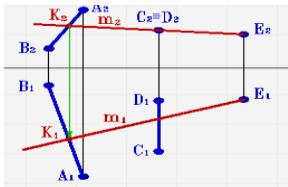
Для построения горизонтальной проекции фронтального следа продляем горизонтальную проекцию отрезка до пересечения с осью x получаем точку N_1 , по линии связи находим фронтальную проекцию фронтального следа прямой N_2 .



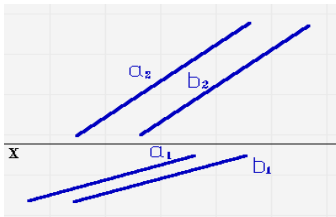
Задача 6. Через точку E провести прямую, пересекающую прямые AB и CD .



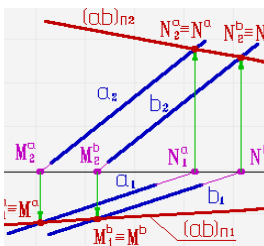
Решение. Через точку E провести прямую, пересекающую прямые AB и CD . Чтобы через точку E провести прямую m , пересекающую прямые AB и CD , отрезка BC необходимо выполнить условие: если прямые пересекаются то точки пересечения их одноименных проекций находятся на одной линии связи.



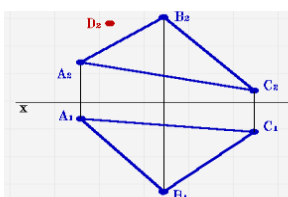
Задача 7. Построить следы плоскости заданной двумя параллельными прямыми.



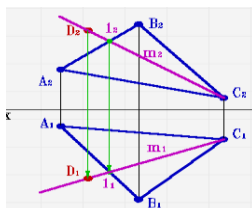
Решение. Построить следы плоскости заданной двумя параллельными прямыми. Для построения горизонтального следа плоскости $(ab)_{H1}$ находим горизонтальные следы прямых a и b - M^a и M^b , для построения фронтального следа плоскости $(ab)_{H2}$ находим фронтальные следы этих прямых - N^a и N^b .



Задача 8. Построить недостающую проекцию точки D принадлежащей плоскости ABC



Решение



Построить недостающую проекцию точки D принадлежащей плоскости ABC .

Для решения задачи воспользуемся аксиомами принадлежности:

1. Если точка принадлежит прямой, то одноименные проекции точки принадлежат одноименным проекциям прямой.

2. Прямая принадлежит плоскости если имеет с ней хотя бы две общие точки.

Таким образом задача решается в следующей последовательности:

1. Через D_2 проведем проекцию прямой m_2 , принадлежащей плоскости ABC ;

2. Построим проекцию m_1 ;

3. Проекция точки D_1 по линии связи лежит на m_1 .

2.6 Лабораторная работа № 6 (2 часа).

Тема: «Изучить интерфейс компьютерной программы AutoCad»

2.7.1 Цель работы: изучить правила выполнения и редактирования чертежей; нанесения размеров, условных обозначений и текста в системе

2.7.2 Задачи работы: Изучить главное меню, панель инструментов, использование специальных команд, методику создания чертежа в системе AutoCAD

2.7.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Компьютерная программа AutoCad

2.7.4 Описание (ход) работы:

Относительные координаты задаются смещением по осям X и Y от последней введенной точки. Ввод относительных координат осуществляется аналогично вводу абсолютных координат, но перед ними ставится знак $@$ ($@dx, dy$ – для прямоугольной системы, $@r < A$ – для полярной). Текущие координаты отображаются в строке состояния. Они изменяются при перемещении курсора «мыши». Формат отображения координат (абсолютные или относительные) можно изменить, нажав

клавишу F6. В AutoCAD имеется возможность устанавливать два режима проведения линий: ортогональный, при котором линии проводятся параллельно осям координат; полярный, при котором линии проводятся под различными углами. Переключение режимов можно производить щелчком «мыши» на кнопке ОРТО в строке состояния. Применение «мыши» для точного ввода координат требует использования специальных команд:

- ШАГ – режим привязки координат к узлам воображаемой сетки (сетка делается видимой

щелчком левой кнопки мыши по кнопке СЕТКА в строке состояния, при этом курсор будет ком левой кнопки мыши по кнопке СЕТКА в строке состояния, при этом курсор будет перемещаться только по узлам сетки);

- ПРИВЯЗКА – привязка координат к различным точкам уже созданных объектов (включение этого режима осуществляется щелчком левой кнопки «мыши» по кнопке ПРИВЯЗКА в строке состояния).

Регулировать характеристики привязок можно с помощью диалогового окна Параметры привязки, которое вызывается щелчком правой кнопки «мыши» по информационной строке. Это окно содержит закладки:

Привязка и сетка – для установки параметров привязки и сетки.

Объектная привязка – для установки параметров объектной привязки.

Объектную привязку следует использовать, когда необходимо точно указать точку на объекте без необходимости задания координат (начальную, конечную, центр окружности и т.д.). К графическому курсору в этом случае добавляется специальный символ – мишень. Можно задать один или несколько текущих режимов объектной привязки, которые впоследствии будут использованы при любом указании точек.

Установленный режим привязки остается в силе до тех пор, пока он не будет отменен.

Основные виды объектной привязки:

Конточка – привязка к ближайшей конечной точке линии или дуги.

Середина – средняя точка отрезка или дуги.

Центр – центр окружности или дуги.

Узел – привязка к точечному элементу.

Квадрант – привязка к ближайшей точке квадранта на дуге или окружности (0, 90, 180, 270°).

Пересечение – пересечение двух линий, линии с дугой или окружностью, двух окружностей или дуг.

Продолжение – привязка к продолжению линии или дуги.

Твставки – точка вставки текста/блока.

Нормаль – привязка к точке на отрезке, дуге, окружности, сплайне, которая образует совместно с последней точкой перпендикуляр к этому объекту.

Касательная – привязка к точке на окружности или дуге, которая при соединении с последней точкой образует касательную.

Ближайшая – привязка к ближайшей точке на линии, дуге или окружности или просто отдельная точка.

Кажущееся пересечение – привязка к точке предполагаемого пересечения (например, скрещивающиеся прямые в пространстве).

Параллель – позволяет проводить линию, параллельно ранее начерченной.

Все режимы объектной привязки могут быть использованы в любой комбинации.

Методика создания чертежа в системе AutoCAD заключается в следующем.

Построение того или иного чертежа зависит от степени сложности чертежа и от вида графических элементов. При создании чертежей в системе AutoCAD можно пользоваться следующим подходом.


1. Задайте формат чертежа, например, А4, для этого необходимо:
 - а) задать пределы чертежа и единицы измерения;
 - б) создать текстовый стиль для выполнения надписей на чертеже;
 - в) произвести настройку стиля для простановки размеров;
 - г) выполнить чертеж рамки и основную надпись;

д) установить режим вывода на экран координатной сетки, например с шагом 5 мм.


2. Выполните сам чертеж, используя методику, аналогичную ручному способу создания чертежа:

а) проведите осевые линии;


б) получите заготовку чертежа, проводя параллельные прямые на заданных


расстояниях от базовых линий при помощи команды Подобие ; .

в) постройте окружности и наклонные линии, используя объектные привязки;


г) измените изображение, используя команды Сопряжение , Фаска

, Массив , Зеркало .

д) отредактируйте заготовку, используя команды Удалить , Разорвать

, Обрезать .

е) добавьте линии, используя объектные привязки, и выполните штриховку с помощью команды

штрих .

ж) проставьте размеры;

з) установите нужную толщину линий.