

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»



**УТВЕРЖДАЮ**

Декан строительного факультета

Панфилов Д.В.

« 30 » августа 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины**

**«ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА»**

Б1.Б.9

**Направление подготовки (специальность):** 08.03.01 «Строительство»

**Профиль (Специализация):** «Промышленное и гражданское строительство»

**Квалификация (степень) выпускника:** бакалавр

**Нормативный срок обучения:** 4 года/5 лет

**Форма обучения:** очная/заочная

Авторы программы  д.т.н., проф. Цеханов Ю.А.

 доц. Платежова Е.В.

Программа обсуждена на заседании кафедры информатики и графики

« 30 » 08 2017 года Протокол № 1

Зав. кафедрой  Авдеев В.П.

Воронеж 2017

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цели дисциплины:

- получение знаний, умений и навыков по построению и чтению проекционных чертежей и чертежей строительных объектов, отвечающих требованиям стандартизации и унификации;
- освоение студентами современных методов и средств компьютерной графики,
- приобретение знаний и умений по построению двухмерных геометрических моделей объектов с помощью графической системы

### 1.2. Задачи освоения дисциплины:

- развитие у студентов пространственного мышления и навыков конструктивно-геометрического моделирования; выработка способностей к анализу и синтезу пространственных форм, реализуемых в виде чертежей зданий и сооружений;
- получение студентами знаний, умений и навыков по выполнению и чтению различных архитектурно-строительных и инженерно-технических чертежей зданий, сооружений, конструкций и их деталей и по составлению проектно-конструкторской и технической документации;
- изучение принципов и технологии моделирования двухмерного графического объекта (с элементами сборки); освоение методов и средств компьютеризации при работе с пакетами прикладных графических программ; изучение принципов и технологии получения конструкторской документации с помощью графических пакетов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Инженерная графика (Б1.Б.9) относится к дисциплинам базовой части учебного плана.

Изучение дисциплины «Инженерная графика» требует основных знаний, умений и компетенций студента по курсам основной средней школы:

#### **Студент должен:**

##### *Знать:*

- основные понятия, аксиомы и наиболее важные соотношения и формулы геометрии;
- элементы тригонометрии;
- правила построения чертежа.

##### *Уметь:*

- выполнять простейшие геометрические построения;
- представлять форму предметов и их взаимное положение в пространстве.

##### *Владеть:*

- навыками использования чертежных и измерительных инструментов для выполнения построений на чертеже.

Дисциплина «Инженерная графика» является предшествующей для дисциплины «Основы архитектуры и строительных конструкций», а также для дисциплин профильной направленности.

### 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины «Инженерная графика» направлен на формирование следующих компетенций:

- овладение основными законами геометрического формирования, построения и взаимного пересечения моделей плоскости и пространства, необходимых для выполнения и чтения чертежей зданий, сооружений, конструкций, составления конструкторской документации и чертежей деталей (ОПК - 3);

**В результате изучения дисциплины студент должен:**

**Знать:**

Основы и методы построения графических изображений; способы решения на чертежах основных метрических и позиционных задач; методы построения эскизов, чертежей и технических рисунков стандартных деталей, разъемных и неразъемных соединений; построение и чтение сборочных чертежей общего вида и строительных чертежей.

**Уметь:**

Пространственно мыслить, мысленно представлять форму предметов и их взаимное положение в пространстве; уметь читать и составлять графическую и текстовую конструкторскую документацию в соответствии с требованиями стандартов; использовать для решения типовых задач методы и средства геометрического моделирования.

**Владеть:**

Методами и средствами построения графических изображений

### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Инженерная графика» составляет 3 зачетные единицы.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр/Курс
		1/1
Аудиторные занятия (всего)	36/8	36/8
В том числе:		
Лекции	18/4	18/4
Практические занятия (ПЗ)	18/4	18/4
Лабораторные работы (ЛР)	-/-	
Самостоятельная работа (всего)	72/96	72/96
В том числе:		
Контрольная работа	-/-	-/-
Вид промежуточной аттестации (зачет)	-/4	Зачет/ Зачет
Общая трудоемкость	час	108/108
	зач. ед.	3/3

*Примечание:* здесь и далее числитель – очная/знаменатель – заочная формы обучения.

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Начертательная геометрия Точка, прямая	Методы проецирования. Задание точки, на комплексном чертеже Монжа.
		Задание прямой, на комплексном чертеже. Классификация прямых. Натуральная величина прямой. Следы прямой. Взаимное положение прямых.
2	Начертательная геометрия Плоскости	Способы преобразования чертежа. Метод замены плоскостей проекций. Метод вращения, плоскопараллельного перемещения.
		Задание плоскости на комплексном чертеже. Положение плоскостей относительно плоскостей проекций. Следы плоскости. Прямая и точка, принадлежащие плоскости. Главные линии плоскости.
		Позиционные задачи: пересечение прямой с плоскостью, прямая перпендикулярная плоскости, прямая параллельная плоскости, взаимное положение плоскостей
3	Начертательная геометрия Поверхности	Метрические задачи: решение основных задач Задание многогранников на комплексном чертеже. Сечение многогранников плоскостями частного и общего положения. Пересечение прямой с многогранником. Пересечение многогранников между собой. Кривые линии и поверхности. Поверхности вращения. Пересечения с поверхностями вращения. Обобщенные позиционные задачи. Построение разверток поверхностей. Касательные линии и плоскости к поверхности. Аксонометрические проекции Линейчатые поверхности, Циклические, винтовые, параллельного переноса. Определитель и каркас поверхности.
4	Инженерная графика Геометрические построения	Построение перпендикулярных и параллельных прямых. Деления отрезка прямой. Построение и измерения углов, деление углов, построение уклонов.
5	Инженерная графика Проекционное черчение	Оформление чертежей. Основные требования к чертежам в соответствии с ГОСТами Прямоугольное проецирование.
6	Инженерная графика Машиностроительное черчение	Конструкторская документация. Оформление чертежей. Кривые линии и их применение в чертежах. Элементы геометрии деталей.
7	Инженерная графика Строительное черчение	Правила оформления строительных чертежей. Архитектурно-строительные чертежи зданий. Чертежи строительных конструкций и узлов

<b>8</b>	Инженерная графика Теория перспективы	Перспективы точки, линий, плоских фигур Перспективные масштабы Перспектива геометрических тел
----------	--	---

### 5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Основы архитектуры и строительных конструкций	+	+	+	+	+	+	+	+

### 5.3. Разделы дисциплин и виды занятий

№	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	ПЗ	ЛР	СРС	Всего час.
1	Начертательная геометрия Точка, прямая	4/1	1/0,5	-	8/2	13/3,5
2	Начертательная геометрия Плоскости	6/5	1/0,5	-	12/2	19/7,5
3	Начертательная геометрия Поверхности	8/5	2/1	-	16/4	36/10
4	Инженерная графика Геометрические построения	-	1/0,5	-	4/4	5/4,5
5	Инженерная графика Проекционное черчение	-	2/2,5	-	10/2	12/4,5
6	Инженерная графика Машиностроительное черчение	-	4/4	-	6/37	10/41
7	Инженерная графика Строительное черчение	-	4/6	-	10/50	12/56
8	Инженерная графика Теория перспективы	-	1/1	-	6/4	7/5

### 5.4. Лабораторный практикум

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

## 5.5. Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудо-ем-кость (час)
1	Начертательная геометрия Точка, прямая	Правила оформления чертежей. Стандарты ЕСКД. Форматы. Масштабы. Линии чертежа.	0,5
		Решение задач на задание точки в системе 2-х и 3-х плоскостей проекций. Задание прямых общего и частного положения в системе 2-х и 3-х плоскостей проекций. Взаимное положение прямых. Проецирование прямого угла.	0,5
2	Начертательная геометрия Плоскости	Решение основных задач на замену плоскостей проекций. Решение задач с использованием методов вращения и плоскопараллельного перемещения.	0,5
		Способы задания плоскостей. Плоскости общего и частного положения. Положение прямых относительно плоскостей: принадлежность, параллельность, перпендикулярность	0,5
		Решение основных позиционных задач.	0,5
		Решение основных метрических задач.	0,5
		Решение задач с многогранниками: задание, принадлежность точки, прямой; пересечение с прямой линией. Решение задач с многогранниками: сечения плоскостями, пересечение между собой.	1
3	Начертательная геометрия Поверхности	Задачи с поверхностями вращения: принадлежность точки, прямой; пересечение с прямой линией; сечения плоскостями. Решение обобщенных позиционных задач: пересечение поверхностей способами секущих плоскостей, способом концентрических сфер.	1
4	Инженерная графика Геометрические построения	Геометрические построения Основные виды. Построение 3-х видов детали по ее наглядному изображению.	1,5
5	Инженерная графика Проекционное черчение	Построение аксонометрических проекций многогранника, цилиндра, конуса. Построение разверток способом раскатки, нормального сечения, триангуляции (треугольников).	1
6	Инженерная графика Машиностроительное черчение	Разрезы. Простые разрезы: горизонтальные, вертикальные, наклонные, местные Разрезы сложные: ступенчатые, ломаные. Аксонометрия детали Сечения. Отличие сечения от разреза. Сечения вынесенные и наложенные Разъемные соединения. Соединения болтом, шпилькой. Расчет соединения. Сборочный чертеж и чертеж общего вида.	4,5
7	Инженерная графика	Составление эскизов. Технический рисунок. Сборочный чертеж и чертеж общего вида.	6

	Строительное черчение	Планы сооружений. ГОСТЫ. СПДС. Стены. Перегородки. Проемы оконные, дверные. Условные обозначения на планах. Нанесение размеров. Разрезы по сооружениям. Фасады сооружений.	
8	Инженерная графика Теория перспективы	Аппарат перспективы. Построение перспективы методом архитекторов. Членения в перспективе. Использование дополнительных горизонтальных (опущенных) и вертикальных ("боковая стенка") плоскостей	1

## **6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ, КУРСОВЫХ И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ**

Не предусмотрено учебным планом.

## **7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.**

№ п/п	Компетенция (общекультурная – ОК; профессиональная - ПК)	Форма контроля	Семестр
1	ОПК-3. Владение основными законами геометрического формирования, построения и взаимного пересечения моделей плоскости и пространства, необходимыми для выполнения и чтения чертежей зданий, сооружений, конструкций, составления конструкторской документации и деталей	Расчетно-графическая работа (РГР) Тестирование (Т) Зачет (З)	1

## 7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

	Показатель оценивания	Форма контроля					
		РГР	КЛ	КР	Т	Зачет	Экзамен
Знает	Основы и методы построения графических изображений; способы решения на чертежах основных метрических и позиционных задач; методы построения эскизов, чертежей и технических рисунков стандартных деталей, разъемных и неразъемных соединений; построение и чтение сборочных чертежей общего вида и строительных чертежей.	+			+	+	-
Умеет	Пространственно мыслить, мысленно представлять форму предметов и их взаимное положение в пространстве; уметь читать и составлять графическую и текстовую конструкторскую документацию в соответствии с требованиями стандартов; использовать для решения типовых задач методы и средства геометрического моделирования.	+			+	+	-
Владеет	Методами и средствами построения графических изображений	+				+	-

### 7.2.1. Этап текущего контроля знаний

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по пятибальной шкале с оценками:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно»;
- «не аттестован».

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
Знает	Основы и методы построения графических изображений; способы решения на чертежах основных метрических и позиционных задач; методы построения эскизов, чертежей и технических рисунков стандартных деталей, разъемных и неразъемных соединений; построение и чтение сборочных чертежей общего вида и строительных чертежей.	отлично	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Выполненные РГР на оценки «отлично».
Умеет	Пространственно мыслить, мысленно представлять форму предметов и их взаимное положение в пространстве; уметь читать и составлять графическую и текстовую конструкторскую документацию в соответствии с требованиями стандартов; использовать для решения типовых задач методы и средства геометрического моделирования.		
Владеет	Методами и средствами построения графических изображений		
Знает	Основы и методы построения графических изображений; способы решения на чертежах основных метрических и позиционных задач; методы построения эскизов, чертежей и технических рисунков стандартных деталей, разъемных и неразъемных соединений; построение и чтение сборочных чертежей общего вида и строительных чертежей.	хорошо	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Выполненные РГР на оценки «хорошо».
Умеет	Пространственно мыслить, мысленно представлять форму предметов и их взаимное положение в пространстве; уметь читать и составлять графическую и текстовую конструкторскую документацию в соответствии с требованиями стандартов; использовать для решения типовых задач методы и средства геометрического моделирования.		

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
Владеет	Методами и средствами построения графических изображений		
Знает	Основы и методы построения графических изображений; способы решения на чертежах основных метрических и позиционных задач; методы построения эскизов, чертежей и технических рисунков стандартных деталей, разъемных и неразъемных соединений; построение и чтение сборочных чертежей общего вида и строительных чертежей.	удовлетворительно	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Удовлетворительные выполненные РГР.
Умеет	Пространственно мыслить, мысленно представлять форму предметов и их взаимное положение в пространстве; уметь читать и составлять графическую и текстовую конструкторскую документацию в соответствии с требованиями стандартов; использовать для решения типовых задач методы и средства геометрического моделирования.		
Владеет	Методами и средствами построения графических изображений		
Знает	Основы и методы построения графических изображений; способы решения на чертежах основных метрических и позиционных задач; методы построения эскизов, чертежей и технических рисунков стандартных деталей, разъемных и неразъемных соединений; построение и чтение сборочных чертежей общего вида и строительных чертежей.	неудовлетворительно	Частичное посещение лекционных и практических занятий. Неудовлетворительно выполненные РГР.

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
Умеет	Пространственно мыслить, мысленно представлять форму предметов и их взаимное положение в пространстве; уметь читать и составлять графическую и текстовую конструкторскую документацию в соответствии с требованиями стандартов; использовать для решения типовых задач методы и средства геометрического моделирования.		
Владеет	Методами и средствами построения графических изображений		
Знает	Основы и методы построения графических изображений; способы решения на чертежах основных метрических и позиционных задач; методы построения эскизов, чертежей и технических рисунков стандартных деталей, разъемных и неразъемных соединений; построение и чтение сборочных чертежей общего вида и строительных чертежей.	не аттестован	Непосещение лекционных и практических занятий. Невыполненные РГР.
Умеет	Пространственно мыслить, мысленно представлять форму предметов и их взаимное положение в пространстве; уметь читать и составлять графическую и текстовую конструкторскую документацию в соответствии с требованиями стандартов; использовать для решения типовых задач методы и средства геометрического моделирования.		
Владеет	Методами и средствами построения графических изображений		

### 7.2.2. Этап промежуточного контроля знаний

В первом семестре результаты промежуточного контроля знаний (зачет) оцениваются по двухбалльной шкале с оценками:

- «зачет»;
- «незачет».

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
Знает	Основы и методы построения графических изображений; способы решения на чертежах основных метрических и позиционных задач; методы построения эскизов, чертежей и технических рисунков стандартных деталей, разъемных и неразъемных соединений; построение и чтение сборочных чертежей общего вида и строительных чертежей.	зачтено	<p>1. Студент демонстрирует полное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.</p> <p>2. Студент демонстрирует значительное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.</p> <p>3. Студент демонстрирует частичное понимание заданий. Большинство требований, предъявляемых к заданию выполнены.</p>
Умеет	Пространственно мыслить, мысленно представлять форму предметов и их взаимное положение в пространстве; уметь читать и составлять графическую и текстовую конструкторскую документацию в соответствии с требованиями стандартов; использовать для решения типовых задач методы и средства геометрического моделирования.		
Владеет	Методами и средствами построения графических изображений		
Знает	Основы и методы построения графических изображений; способы решения на чертежах основных метрических и позиционных задач; методы построения эскизов, чертежей и технических рисунков стандартных деталей, разъемных и неразъемных соединений; построение и чтение сборочных чертежей общего вида и строительных чертежей.	не зачтено	<p>1. Студент демонстрирует небольшое понимание заданий. Многие требования, предъявляемые к заданию не выполнены.</p> <p>2. Студент демонстрирует непонимание заданий.</p> <p>3. У студента нет ответа. Не было попытки выполнить задание.</p>
Умеет	Пространственно мыслить, мысленно представлять форму предметов и их взаимное положение в пространстве; уметь читать и составлять графическую и текстовую конструкторскую документацию в соответствии с требованиями стандартов; использовать для решения типовых задач методы и средства геометрического моделирования.		
Владеет	Методами и средствами построения графических изображений		

### **7.3. Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)**

#### **7.3.1. Примерная тематика РГР**

##### **1 семестр**

**Задание 1.** Правила оформления чертежей по стандартам ЕСКД.

Лист 1.

Выполнить упражнения на соблюдение правил оформления формата чертежа: типов линий, масштабов, шрифтов, нанесения размеров.

**Задание 2.** Метрические задачи.

Лист 2.

а) натуральная величина отрезка (метод прямоугольного треугольника, метод вращения);

б) расстояние от точки до прямой (метод замены плоскостей проекций);

в) расстояние от точки до плоскости (метод замены плоскостей проекций);

г) натуральная величина плоского контура (метод вращения).

**Задание 3.** Поверхности.

Лист 3.

Многогранник со сквозным вырезом, образованным плоскостями частного положения и его аксонометрия;

Лист 4.

Поверхность вращения со сквозным вырезом, образованным плоскостями частного положения и её аксонометрия.

Лист 5.

Построение линии пересечения поверхностей:

а) способ плоских сечений;

б) способ концентрических сфер.

**Задание 4.** Проекционное черчение.

Листы 1, 2.

1. Основные виды. Построение трех видов детали по ее наглядному изображению с простановкой размеров (1 лист).
2. Сложные разрезы: ступенчатый, ломаный (1 лист).
3. Сечения (аудиторная работа).

**Задание 5.** Перспектива.

Лист 3. Построение перспективы схематизированного здания методом архитекторов.

**Задание 6.** Машиностроительное черчение.

Листы 4,5.

1. Сборочный чертеж на примере выполнения разъемных соединений (1 лист).
2. Составление эскизов (аудиторная работа).

**Задание 7.** Строительное черчение

Лист 6,7.

1. План здания. Фасад здания (1 лист).
2. Разрез по зданию и конструктивный узел (1 лист).

### **7.3.2. Примерная тематика и содержание КР**

Не предусмотрено.

### **7.3.3. Примерный перечень вопросов для коллоквиумов**

Не предусмотрено.

#### **7.3.4. Примерные задания для тестирования**

**1-й семестр по теме «Начертательная геометрия»**

ТЕСТ-БИЛЕТ №1-1

ВОПРОС	ОТВЕТ			
	1	2	3	4
1 Расстояние от точки A до фронтальной плоскости проекций равно координате___	$X_A$	$Y_A$	$Z_A$	0
2 На ___ чертеже точка равно удалена от плоскостей проекций				
3 На ___ чертеже точка A принадлежит горизонтальной плоскости проекций				
4 На ___ чертеже изображена фронтальная прямая AB				
5 На ___ чертеже изображена профильно проецирующая прямая AB				
6 На ___ чертеже точка C принадлежит прямой AB				

ТЕСТ-БИЛЕТ №2-1

ВОПРОС	ОТВЕТ			
	1	2	3	4
7 На ___ чертеже прямые [AB] и [CD] задают плоскость				
8 На ___ чертеже прямая [MN] принадлежит плоскости Σ (ABVBC)				
9 На ___ чертеже прямая [A1] является горизонталью плоскости				
10 На ___ чертеже пересечение прямой общего положения с плоскостью общего положения определяется без дополнительного построения				
11 На ___ чертеже плоскости пересекаются по прямой перпендикулярной плоскости Π1				

ТЕСТ-БИЛЕТ № 3-1

	ВОПРОС	ОТВЕТ			
		1	2	3	4
12	На ___ чертеже прямые [AB] и [CD] задают фронтально проецирующую плоскость				
13	На ___ чертеже прямая [MN] принадлежит плоскости				
14	На ___ чертеже один из отрезков, задающих плоскость, является линией наибольшего наклона плоскости				
15	На ___ чертеже прямая [MN] пересекается с плоскостью				
16	На ___ чертеже [MN] является профильной прямой				

ТЕСТ-БИЛЕТ №4-1

	ВОПРОС	ОТВЕТ			
		1	2	3	4
17	На ___ чертеже плоскость $\alpha$ пересекает пирамиду по четырехугольнику				
18	Видимость ребер пирамиды верно изображена на ___ чертеже				
19	Точка K принадлежит поверхности пирамиды на ___ чертеже				
20	Точка A принадлежит поверхности конуса на ___ чертеже				
21	В сечении конуса плоскостью $\alpha$ на ___ чертеже получится гипербола				

## Тесты к разделу «Инженерная графика»

1) Впишите наименование видов изделий – деталь, сборочная единица, комплекс, комплект:

Виды изделий			
1-	2-	3-	4-
Изделие, составные части которого подлежат соединению между собой сборочными операциями на заводе изготовителя	Два и более изделия, не соединенные на предприятии изготовителя, но предназначенные для выполнения взаимосвязанных функций	Два и более изделия, не соединенные на предприятии изготовителя, но имеющие общее эксплуатационное назначение	Изделие, изготовленное из однородного материала, без применения сборочных операций

2) Впишите наименование видов конструкторских документов – чертеж детали, сборочный чертеж, чертеж общего вида, спецификация:

Виды конструкторских документов			
1-	2-	3-	4-
Документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его составных частей и поясняющий принцип его работы	Документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта	Документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные для ее изготовления и контроля	Документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля

- 3) Изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета называется \_\_\_\_\_
- 4) Дополнительным называется \_\_\_\_\_
- 5) Местным называется вид, \_\_\_\_\_
- 6) Вид сверху располагают (выше, ниже, слева, справа) \_\_\_\_\_ от главного вида, вид справа \_\_\_\_\_, вид снизу \_\_\_\_\_, вид слева \_\_\_\_\_
- 7) Укажите количество видов, необходимое для изображения гайки \_\_\_\_\_
- 8) При выполнении разреза на чертеже показывают то, что расположено \_\_\_\_\_
- 9) При выполнении сечения на чертеже показывают то, что расположено \_\_\_\_\_
- 10) Перечислите виды разрезов: простые - \_\_\_\_\_, сложные - \_\_\_\_\_
- 11) Перечислите виды сечений \_\_\_\_\_
- 12) Укажите стандартный угол штриховки разрезов и сечений \_\_\_\_\_; угол, в случае совпадения стандартной штриховки с линиями контура - \_\_\_\_\_
- 13) Укажите линию, которой обводится вынесенное сечение - \_\_\_\_\_

наложенное сечение - \_\_\_\_\_

14) Назовите место на чертеже, где указывают материал, из которого изготавливают деталь \_\_\_\_\_

15) К разъемным соединениям относятся: \_\_\_\_\_

16) К неразъемным соединениям относятся: \_\_\_\_\_

17) Перечислите основные параметры резьбы \_\_\_\_\_

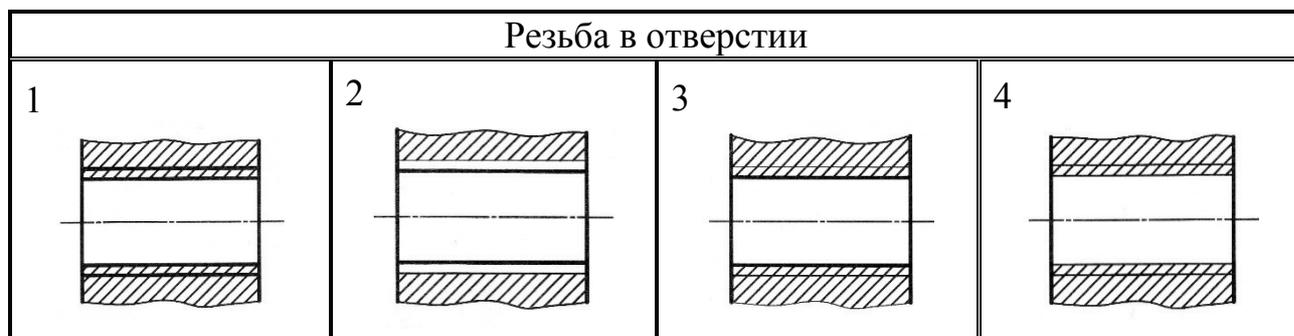
18) Резьба нарезается на \_\_\_\_\_ поверхностях

19) В обозначении Болт 2М16×1.60.58 цифры означают: 2 - \_\_\_\_\_, 16 - \_\_\_\_\_, 60 - \_\_\_\_\_, 58 - \_\_\_\_\_

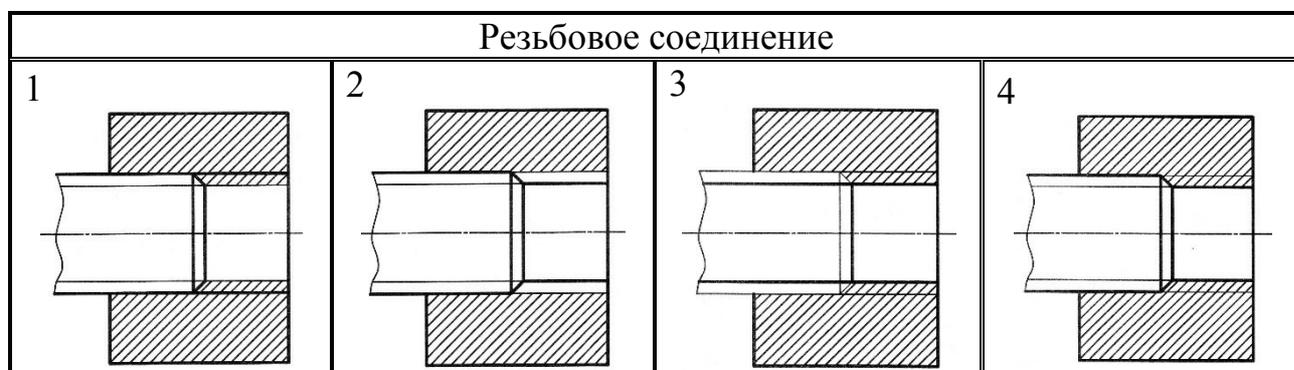
20) Пронумеруйте последовательность расположения элементов при обозначении однозаходной резьбы:

- шаг
- ГОСТ
- класс прочности
- исполнение
- номинальный диаметр

21) Укажите правильное изображение резьбы в отверстии: № \_\_\_\_\_

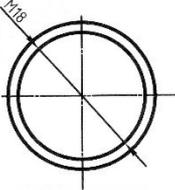
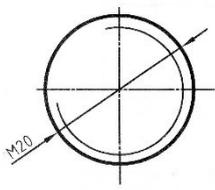
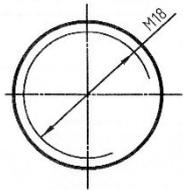
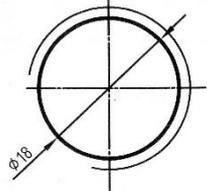
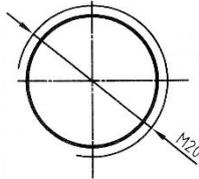
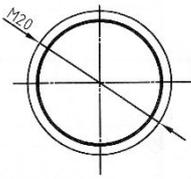


22) Укажите правильное изображение резьбового соединения: № \_\_\_\_\_



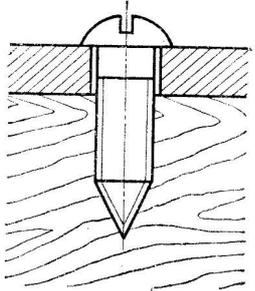
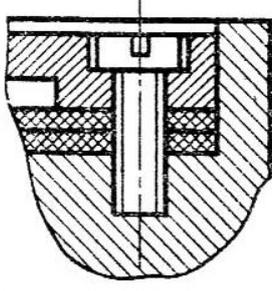
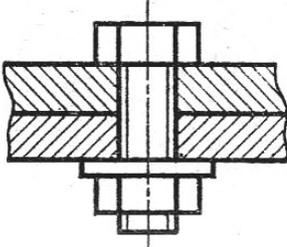
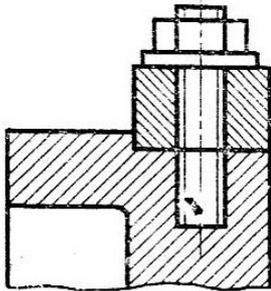
23) Укажите номер чертежа, на котором правильно изображена резьба на виде сбоку: на стержне № \_\_\_\_\_, в отверстии № \_\_\_\_\_

### Условное обозначение резьбы

1 	2 	3 
4 	5 	6 

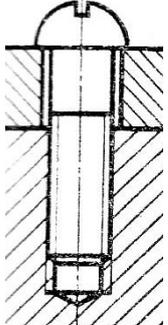
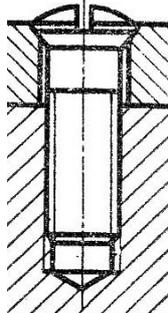
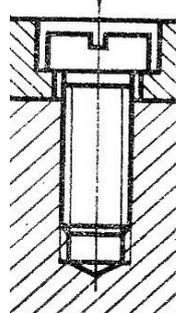
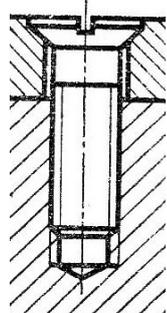
24) Надпишите наименование соединения, например: «Болт»

### Разъемные соединения

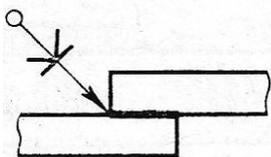
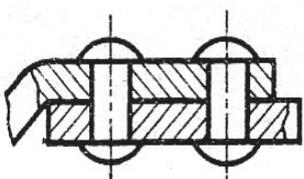
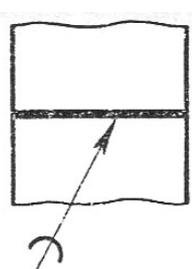
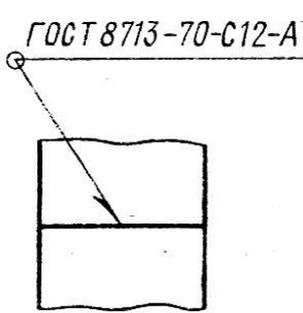
1- 	2- 	3- 	4- 
---	---	--	---

25) Надпишите наименование винтов, например: «С потайной головкой»

### Винты

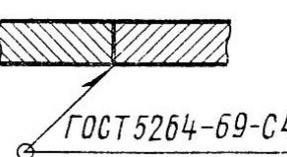
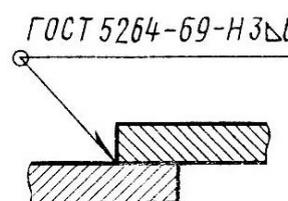
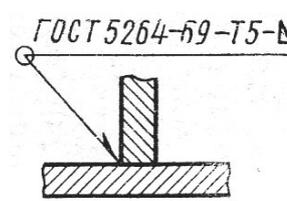
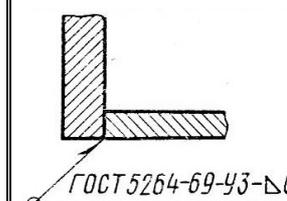
1- 	2- 	3- 	4- 
---	---	--	---

26) Надпишите вид соединения, например: «Сварка»

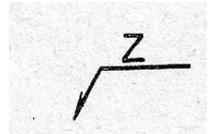
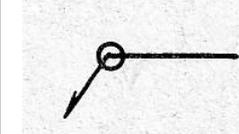
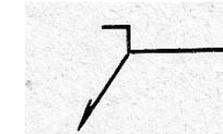
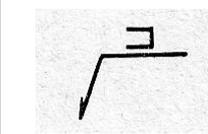
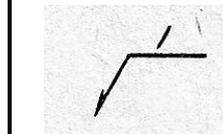
Неразъемные соединения			
1-	2-	3-	4-
			

27) Назовите линию, которой изображают видимый паяный шов \_\_\_\_\_, невидимый \_\_\_\_\_

28) Надпишите виды сварных швов, например: «Стыковое»

Сварные швы			
1-	2-	3-	4-
			

29) Надпишите наименование вспомогательных для обозначения сварных швов: «Замкнутый»

Вспомогательные знаки				
1-	2-	3-	4-	5-
				

30) Текстовый документ, определяющий состав сборочной единицы, называется \_\_\_\_\_

31) Детализация сборочного чертежа – это \_\_\_\_\_

32) Первым разделом спецификации является раздел \_\_\_\_\_

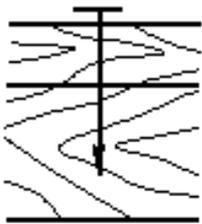
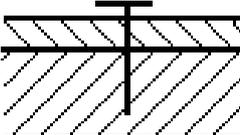
33) Чертеж, выполненный от руки глазомерном масштабе, называется \_\_\_\_\_

34) Пронумеруйте порядок составления эскиза

- нанести выносные и размерные линии;
- определить необходимое число видов, разрезов и сечений;
- измерить деталь и проставить размерные числа;
- определить, из каких геометрических поверхностей состоит деталь;
- обвести чертеж, заштриховать разрезы и сечения;
- выбрать формат, вычертить рамку, выделить место для основной надписи;
- нанести тонкими линиями наружные контуры детали, выполнить необходимые разрезы и сечения;

35) На сборочных чертежах для изображения соединений «пограничных» деталей, не входящих в данное изделие используется \_\_\_\_\_ линия

36) Укажите наименование условных изображений соединений, например: «болтовое»

Условное изображение соединения			
1-	2-	3-	4-
			

### 7.3.5. Вопросы для зачета

#### Раздел «Начертательная геометрия»

1. Сущность метода проецирования. Проекция центральные и параллельные. Ортогональные проекции.

а) проекций точки на две и три плоскости проекций и принадлежащих плоскостям проекций;

б) расстояние от точки до плоскостей проекций;

2. Прямая линия:

а) способы задания прямых;

б) классификация прямых (положение прямых относительно плоскостей проекций);

в) взаимное положение прямой и точки;

г) определение натуральной величины отрезка прямой общего положения методом прямоугольного треугольника;

д) взаимное положение прямых;

е) взаимно перпендикулярные прямые (о проецировании прямого угла).

3. Преобразование проекций. Замена плоскостей проекций:

а) сущность метода;

б) определение натуральной величины отрезка прямой общего положения;

в) определение расстояния от точки до прямой;

г) определение расстояния между двумя параллельными прямыми

- д) определение расстояния от точки до плоскости;
  - е) определение натуральной величины плоского контура.
4. Преобразование проекций. Вращение вокруг проецирующих осей
- а) определение натуральной величины отрезка прямой общего положения;
  - б) определение натуральной величины плоского контура;
  - в) решение метрических задач методом плоско - параллельного перемещения.
5. Плоскость:
- а) способы задания плоскости;
  - б) классификация плоскостей (положение плоскостей относительно плоскостей проекций);
  - в) прямые и точки, принадлежащие плоскости; главные линии плоскости;
  - г) взаимное положение двух плоскостей;
  - д) построение линии пересечения двух плоскостей;
  - е) взаимное положение прямой и плоскости (прямая параллельная плоскости, пересекающая плоскость, прямая перпендикулярная плоскости).
6. Многогранники:
- а) сечение многогранника плоскостью;
  - в) пересечение прямой с многогранником;
  - г) пересечение многогранников между собой.
7. Поверхности вращения:
- а) способы образования, задание и построение проекций;
  - б) точки и прямые, принадлежащие поверхностям (цилиндрическим, коническим, сферическим);
  - в) сечение поверхностей вращения плоскостью;
  - г) пересечение поверхностей вращения с прямыми.
8. Пересечение поверхностей:
- а) метод плоскостей-посредников;
  - б) предварительный анализ пересечения;
  - в) решение задач пересечения поверхностей различного вида.
9. Проекции аксонометрические:
- а) прямоугольная изометрия;
  - б) прямоугольная диметрия;
  - в) способы построения аксонометрических проекций.

## **Раздел «Инженерная графика»**

### **Часть 1. ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ**

#### **Основные правила оформления чертежей**

1. Какие основные форматы чертежей установлены по ГОСТ 2.301—68?
2. Какой формат принят за единицу измерения других форматов?
3. Где на листе формата принято размещать основную надпись?
4. Какие вы знаете установленные ГОСТ 2.302—68 масштабы уменьшения и увеличения?
5. Какие размеры шрифта установлены ГОСТ 2.304—68? Чем определяется размер шрифта?
6. Каким должен быть угол наклона букв и цифр?

7. Каково соотношение между высотой прописной и строчной букв?
8. Какой должна быть толщина букв и цифр в зависимости от размера шрифта?
9. Какие линии на чертежах установлены ГОСТ 2.302—68?
10. В каких пределах должна быть толщина сплошной основной линии?
11. Каково соотношение толщин других линий?
12. Как штрихуют длинные узкие площади сечений металла?
13. Какие основные правила нанесения выносных и размерных линий?
14. Как должна быть проведена размерная линия при обозначении дуги, угла?
15. Как следует писать размерные числа, если размерная линия горизонтальная, вертикальная, наклонная?
16. Как проставляют размеры радиусов, диаметров?
17. Как обозначают размеры одинаковых элементов?
18. Каково соотношение элементов размерной стрелки?
19. Что называется конусностью и как его обозначают?

## **Часть 2. ПРОЕКЦИОННОЕ ЧЕРЧЕНИЕ**

### **Изображения. Проецирование геометрических тел и деталей**

1. Что такое вид?
2. Какие различают виды?
3. В каких случаях основные виды подписывают?
4. Что такое разрез?
5. Какие вы знаете разрезы?
6. Как обозначаются разрезы на чертежах?
7. Какая разница между разрезом и сечением?
8. Как обозначаются сечения на чертежах?
9. Как оформляется выносной элемент на чертежах?
10. Какие общие правила построения проекций геометрических тел?

### **Наглядные изображения**

1. Какие виды аксонометрических проекций рекомендует ГОСТ?
2. Как располагаются оси в изометрической проекции? В диметрической проекции? Во фронтальной диметрической проекции?
3. В какой последовательности строят наглядное изображение детали?
- 4.

## **Часть 3. РАЗЪЕМНЫЕ И НЕРАЗЪЕМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ**

### **Резьба и разъемные соединения деталей**

1. Как обозначаются на чертежах метрические резьбы с крупным шагом и метрические резьбы с мелким шагом?
2. Как обозначаются на чертежах резьбы: трубная цилиндрическая, трапециевидная, упорная, коническая?
3. Какая разница между болтом и винтом?
4. Каковы условные соотношения в зависимости от  $d$  — диаметра и  $t$  — шага при вычерчивании болтов и гаек?
5. Каковы условные обозначения болтов, винтов, гаек, шпилек, шайб, шрифтов, шплинтов и шпонок?

### **Болтовое соединение**

1. Из каких деталей состоит болтовое соединение?

2. Как подсчитать длину болта для соединения деталей?
3. Какие размеры указываются на чертеже болтового соединения?
4. Назовите условные соотношения, по которым вычерчивается болт на сборочном чертеже?
5. Назовите условные соотношения, по которым вычерчивается гайка на сборочном чертеже?
6. Назовите условные соотношения, по которым вычерчивается шайба на сборочном чертеже?

#### **Часть 4. РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ И ЭСКИЗЫ ДЕТАЛЕЙ**

##### **Требования к рабочим чертежам и эскизам деталей машин**

1. Какие требования предъявляются к рабочим рисункам деталей?
2. Какие чертежи называются эскизами?
3. Какое изображение на чертеже называют главным видом?
4. Какое количество видов должен иметь рабочий чертеж детали?

#### **Часть 5. СБОРОЧНЫЕ ЧЕРТЕЖИ**

1. Что называется изделием?
2. Что называется деталью, сборочной единицей, комплектом, комплексом?
3. Какие существуют стадии разработки чертежей?
4. Какие существуют виды чертежей?
5. Что представляет собой система обозначения изделий?
6. Какие основные требования предъявляются к сборочным чертежам?
7. Как штрихуют смежные плоскости?
8. Какие сведения помещают в основной надписи?
9. В какой последовательности выполняется сборочный чертеж?
10. Какие условности и упрощения применяют на сборочных чертежах?

#### **Часть 6. СТРОИТЕЛЬНЫЕ ЧЕРТЕЖИ**

##### **Общие сведения о строительном чертеже**

1. Отличие строительных чертежей от машиностроительных по применяемым масштабам, по типам линий, по нанесению размеров.
2. Типы зданий и сооружений.
3. Стадии проектирования.
4. Основные конструктивные и архитектурные элементы зданий и сооружений.

##### **Чертежи зданий**

1. Масштабы строительных чертежей.
2. Какое изображение называют планом?
3. Какие планы применяются в строительном черчении?
4. Координационные оси, их назначение.
5. Последовательность выполнения плана.
6. Условные изображения на планах.
7. Простановка размеров на планах.
8. Какое изображение называют разрезом?
9. Какие бывают разрезы на строительных чертежах?
10. Как проводят плоскость разреза?
11. Простановка размеров на разрезах.
12. Высотная отметка.

13. Чертежи лестниц.
14. Условные изображения в разрезах.
15. Чертежи фасадов зданий.
16. Размеры на фасадах.

### 7.3.6. Примерный перечень вопросов к экзамену

Не предусмотрены.

### 7.3.7. Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Начертательная геометрия Точка, прямая	ОПК-3	Расчетно-графическая работа (РГР) Тестирование (Т) Экзамен
2	Начертательная геометрия Плоскости	ОПК-3	Расчетно-графическая работа (РГР) Тестирование (Т) Экзамен
3	Начертательная геометрия Поверхности	ОПК-3	Расчетно-графическая работа (РГР) Тестирование (Т) Экзамен
4	Инженерная графика Геометрические построения	ОПК-3	Расчетно-графическая работа (РГР) Тестирование (Т) Зачет
5	Инженерная графика Проекционное черчение	ОПК-3	Расчетно-графическая работа (РГР) Тестирование (Т) Зачет
6	Инженерная графика Машиностроительное черчение	ОПК-3	Расчетно-графическая работа (РГР) Тестирование (Т) Зачет
7	Инженерная графика Строительное черчение	ОПК-3	Расчетно-графическая работа (РГР) Тестирование (Т) Зачет
8	Инженерная графика Теория перспективы	ОПК-3	Расчетно-графическая работа (РГР) Тестирование (Т) Зачет

#### 7.4. Порядок процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности на этапе промежуточного контроля знаний

При проведении устного зачета обучающемуся предоставляется 90 минут на подготовку, необходимые графические построения.

Зачет может проводиться по итогам текущей успеваемости и сдачи РГР, и (или) путем организации специального опроса, проводимого в устной и (или) письменной форме.

Во время проведения зачета обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также вычислительной техникой.

### 8. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

№ п/п	Наименование издания	Вид издания (учебник, учебное пособие, методические указания, компьютерная программа)	Автор (авторы)	Год издания	Место хранения и количество
1	Строительное черчение	Учеб. для вузов	Каминский В.П., Георгиевский О.В. и др.	2007	Библиотека 450 экз.
2	Начертательная геометрия	Учебник для вузов	Васильева В.Е., Иконников Г.С., Крылов Н.Н.	2006	Библиотека 400 экз.
3	ЕСКД	Государственные стандарты		1984	
4	СПДС	Государственные стандарты		1977	

### 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Графическое решение типовых задач выделять красным цветом. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Практические занятия	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Решение типовых графических задач по предлагаемой теме.

Контрольная работа/Расчетно-графическая работа	Знакомство с основной и дополнительной литературой, конспектом лекций, методическим пособиям по инженерной графике. Просмотр решения типовых графических задач. Выполнение расчетно-графических заданий.
Подготовка к экзамену (зачету)	При подготовке к экзамену (зачету) систематизируются и углубляются знания, ориентируясь на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и решение задач на практических занятиях.

## 10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 10.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля) :

#### 10.1.1 Основная литература:

1. Чекмарев А.А. Инженерная графика: Учеб. для не маш. спец. вузов / А.А. Чекмарев. – М.: Высшая школа, 2007. – 365 с.: ил. <http://www.iprbookshop.ru/21587.html>
2. Крылов Н.А., Иконников Г.С., Николаев В.Л., Лаврухина Н.М. Начертательная геометрия. Учебник для вузов– М.: Высшая школа, 2001.

#### 10.2 Дополнительная литература:

1. Гордон В.О. Сборник задач по курсу начертательной геометрии: Учебное пособие/ Гордон В.О., Иванов Ю.Б., Солнцева Т.Е. – 7-е изд., стер. – М.: Высш. шк..., 2000. – 319с.: ил.

2. Платежова Е.В. Строительное черчение: методические указания к решению расчетно-графических задач и контрольные задания для студентов 2-го курса строительных специальностей заочной формы обучения/ Е.В. Платежова, Л.Н. Шерстюкова, Т.Г. Сидорова. – Воронеж, 2008. – 45 с.: ил. <http://www.iprbookshop.ru/27166.html>

#### 10.1.2. Дополнительная литература:

№ п/п	Наименование издания	Вид издания (учебник, учебное пособие, методические указания, компьютерная программа)	Автор (авторы)	Год издания	Место хранения и количество
1	Чертежи строительные	Учебное пособие	Каминский В.П.	2002	Библиотека 100–экз.
1	Курс начертательной геометрии	Учебник для вузов	Гордон В.О	1988	Библиотека 150–экз.
2	Начертательная геометрия ч.1	Методические указания	Цеханов Ю.А. Золотарева Н.Л. Платежова Е.В.	2014	Библиотека 200–экз.
3	Начертательная геометрия ч.2	Методические указания	Цеханов Ю.А. Золотарева Н.Л. Платежова Е.В.	2014	Библиотека 200–экз.

## **10.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Не предусмотрено

## **10.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля):**

<http://catalog2.vgasu.vrn.ru/MarcWeb2> - электронная библиотека

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

При изучении дисциплины используются современные современные ТСО.

1. Кабинет машиностроительного черчения, оборудованный чертежными столами, электрифицированными стендами, экраном для иллюстрации лекционного материала с помощью полилюкса «Лектор», плакатами.
2. Комплект тестов по курсу начертательной геометрии.
3. Мультимедийный проектор и ноутбук

## **12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (образовательные технологии)**

Рекомендуемые образовательные технологии:

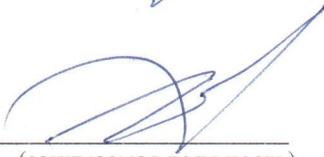
- на лекциях по разделу «Инженерная графика» используется визуально-демонстративный материал;
- на практических занятиях по разделам «Инженерная графика» используются рабочие тетради, предназначенные для выполнения графических задач и содержащих условия задач, заготовки чертежей и иллюстрации по темам;
- РГР по инженерной графике являются частью текущей аттестации, выполняются студентами самостоятельно под контролем и с консультацией преподавателя.
- Для текущей и промежуточной аттестации студентов проводится 1 контрольная работа по каждому разделу дисциплины.
- В качестве итогового контроля по разделу "Инженерная графика" проводится зачет по разделам дисциплины.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВО по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство»

Руководитель ОПОП к.т.н., проф.  Ткаченко А.Н.  
(занимаемая должность, ученая степень и звание) (подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией строительного факультета

« 30 » 08 2017 г., протокол № 1.  
Председатель: к.э.н., проф.  Власов В.Б.  
учёная степень и звание, подпись (инициалы, фамилия)

Эксперт ООО «Строй Вектор»  директор Болотских Л.В.  
(место работы) (занимаемая должность) (подпись) (инициалы, фамилия)



МП  
организации

## ЛЕКЦИЯ № 1

**Основной курс начертательной геометрии** – это курс метрических задач, теории теней и перспективы, - проекции с числовыми отметками. Н.Г. – наука молодая. Основана 200 лет назад Гаспаром Монжем.

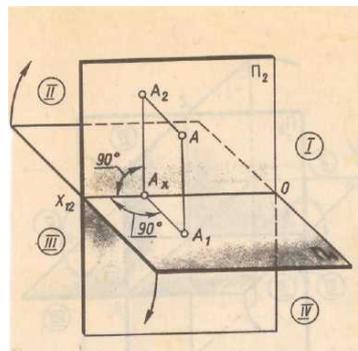
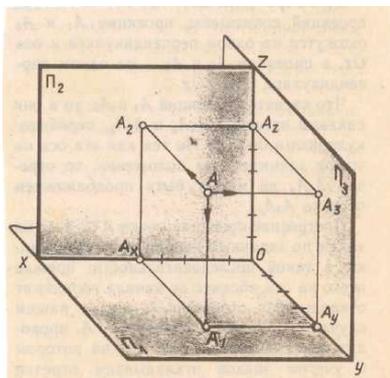
Н.Г изучает методы и способы изображения пространственных фигур на плоском чертеже, алгоритмы решения позиционных метрических и конструктивных задач. Позиционные задачи на взаимную принадлежность и пересечения геометрических фигур.

Метрические задачи на определение расстояний и натуральных величин геометрических фигур, конструктивные построения геометрических фигур и их образование на чертеже.

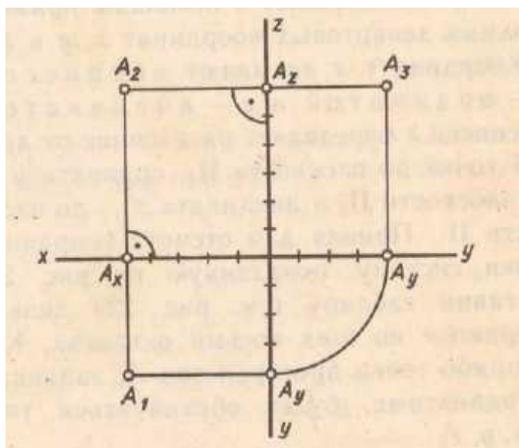
Изображение, полученное в результате центрального или параллельного проецирования, называется **проекционным чертежом**.

1. Чертеж должен быть наглядным.
2. Чертеж должен точно определять форму и положение изображаемого предмета.
3. Изображение предмета должно быть удобным для чтения размеров.
4. Процесс построения изображения должен быть простым.

### *Ортогональная система двух плоскостей проекций*



*Развернутый плоскостной чертеж – эпюр*



$\Pi_1$  – горизонтальная плоскость проекции, она бесконечна

$\Pi_2$  – фронтальная плоскость проекции  $\Pi_1 \wedge \Pi_2 90^\circ$

$\Pi_3$  – профильная плоскость

Линии пересечения  $\Pi_1 \Pi_2$  – ось  $x$ ,  $\Pi_2 \Pi_3$  – ось  $z$ ,  $\Pi_1 \Pi_3$  – ось  $y$

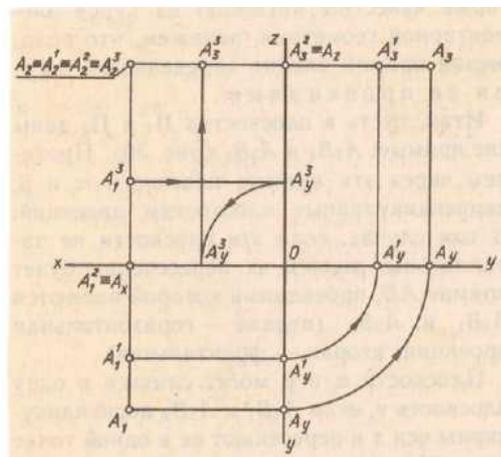
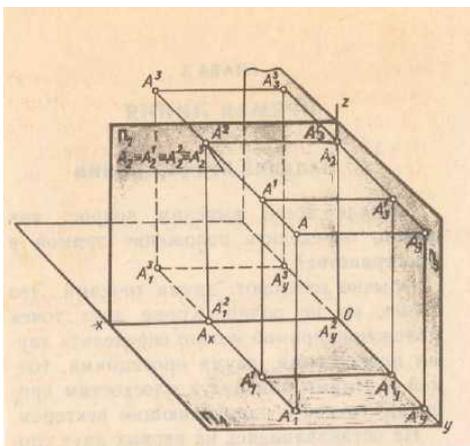
$A_1$  – горизонтальная проекция (.)  $A$

$A_2$  – фронтальная проекция (.)  $A$

$A_3$  – профильная проекция (.)  $A$

Любая точка, расположенная в пространстве имеет координаты. **Координатами** называются числа, которые ставят в соответствие точке для определения ее положения в пространстве. Координата – расстояние точки до плоскостей проекций.

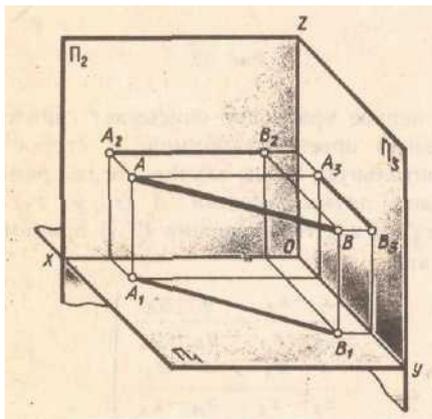
*Точки, расположенные на плоскости проекций*



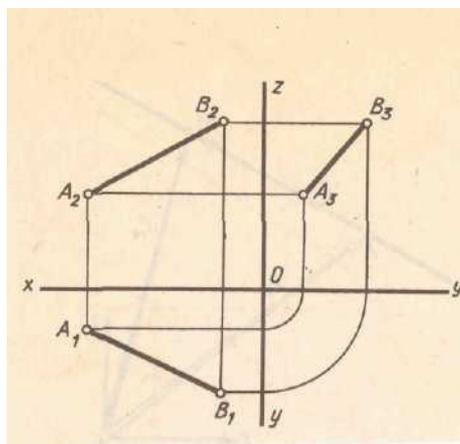
**ЛЕКЦИЯ № 2**

## Прямая линия. Задание прямой линии. Проекция прямой.

Положение прямой в пространстве определяется положением двух ее точек, так как через две точки можно провести только одну прямую. Это верно, но не полно, кроме двух точек положение прямой в пространстве можно определить двумя плоскостями, двумя проекциями, точкой и углами наклона к плоскостям проекций. Проекцией прямой на плоскости проекций является прямая.



*Опустив перпендикуляр из точки  $A$  на  $\Pi_1$  и  $\Pi_2$  получим  $A_1$  и  $A_2$*



### Различные положения прямой относительно плоскостей проекций.

Прямая непараллельная и неперпендикулярная ни одной из плоскостей проекций называется **прямая общего положения**.

Проекция отрезка прямой общего положения всегда наклонены к осям проекций и по величине меньше самого отрезка прямой.

Прямые параллельные плоскости  $\Pi_1$ , горизонтальной плоскости проекций, называются **горизонтальными** или **горизонталями**. Так как все точки прямой нахо-

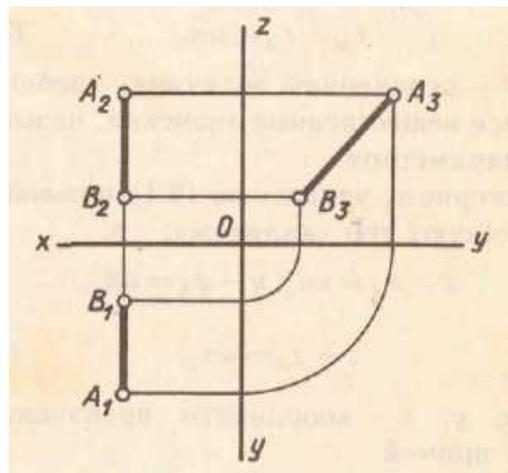
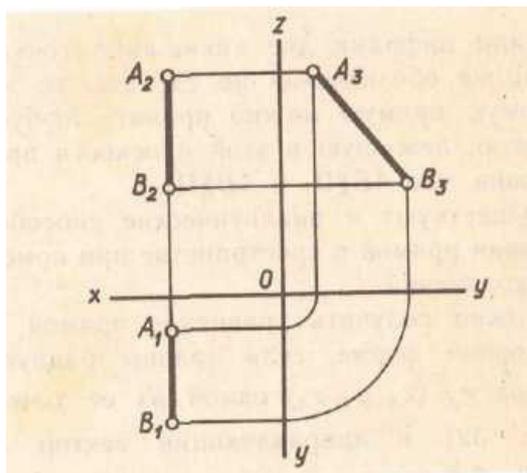
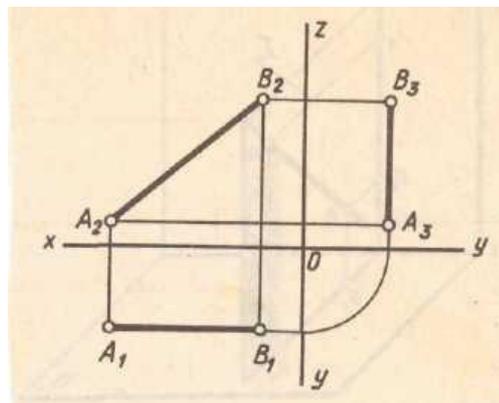
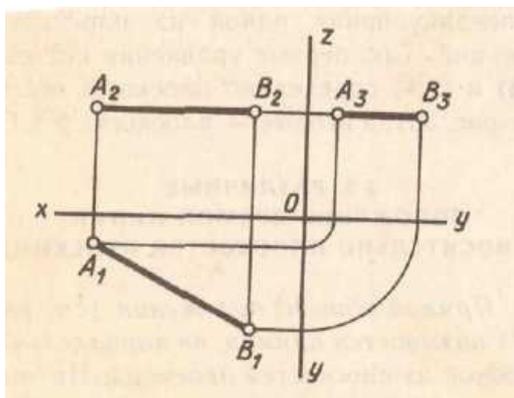
дятся на одинаковом расстоянии от плоскости  $\Pi_1$ , то для любой пары точек горизонтали должно быть справедливо равенство  $z_A = z_B$ . А это значит, на эюре фронтальная проекция  $A_2B_2 \parallel$  оси  $x$ , горизонтальная проекция может занимать любое положение, а  $A_3B_3 \parallel$  оси  $y$ .

Аналогичный вывод можно сделать о прямой параллельной плоскости  $\Pi_2$ . Фронтальная прямая  $AB$  параллельная  $\Pi_2$  – **фронталь**.

Прямые параллельные плоскости  $\Pi_3$ , профильной плоскости проекций, называются **профильными**.

$$x_A = x_B \quad \begin{array}{c} | \\ A_1B_1 \perp x, \\ | \end{array} \quad \begin{array}{c} | \\ A_2B_2 \perp x, \\ | \end{array}$$

Прямые параллельные плоскостям проекций называются **прямыми уровня**.

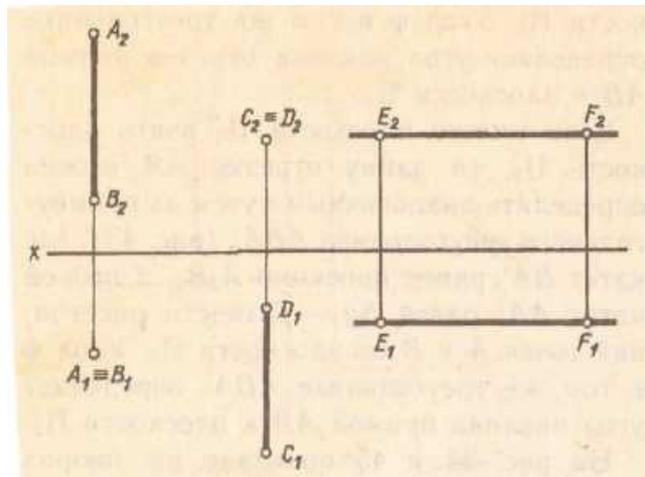


Прямые перпендикулярные плоскостям проекций называются **проецирующими**.

$$AB \perp \Pi_1 \text{ – горизонтально проецирующая}$$

$CD \Pi_2$  – фронтально проецирующая

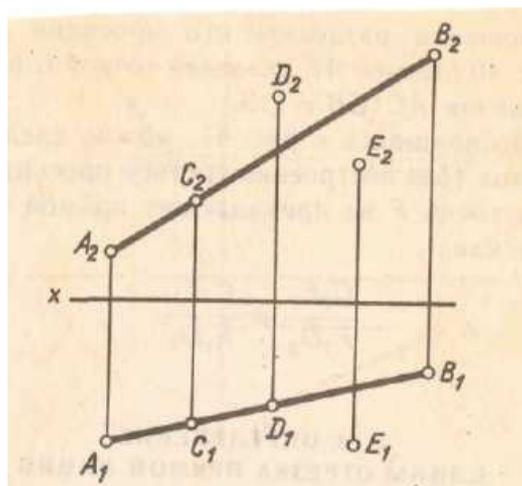
$EF_2 \Pi_3$  – профильно проецирующая



### Взаимное положение прямой и точки.

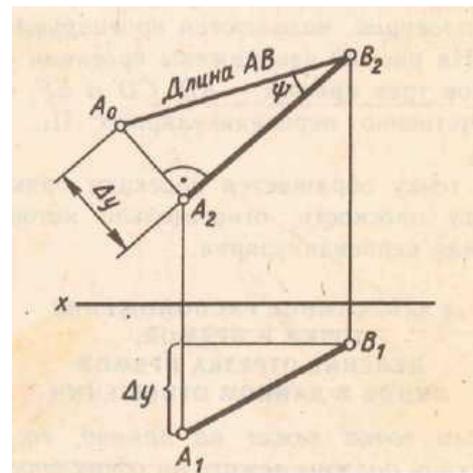
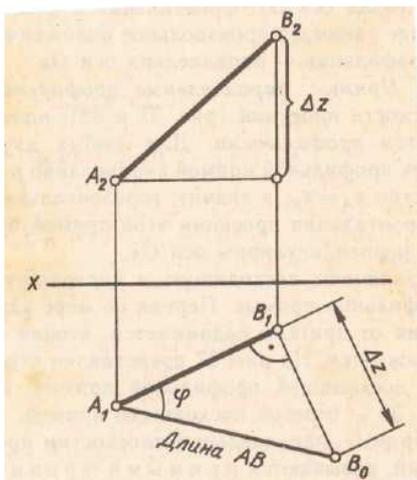
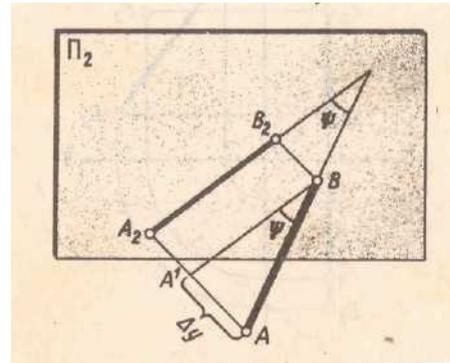
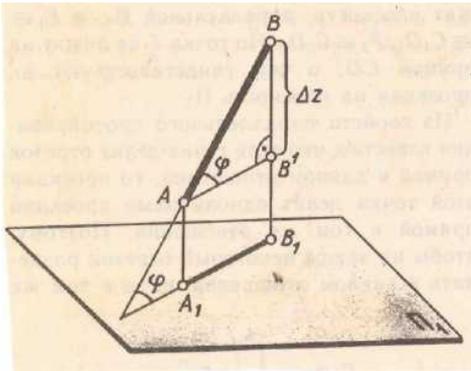
Если точка принадлежит прямой, то ее проекции тоже должны принадлежать одноименным проекциям прямой. Точка  $C$  принадлежит прямой  $AB$ .

Из свойств параллельного проецирования известно, что если точка делит отрезок прямой в данном отношении, то проекции этой точки делят одноименные проекции отрезка в том же отношении.



### Определение истинной величины отрезка прямой.

Натуральная величина отрезка прямой определяется по правилу прямоугольного треугольника, одним катетом которого является проекция прямой на какую-то плоскость проекций, вторым катетом является разность расстояний концов отрезка до данной плоскости проекций, а гипотенуза треугольника и есть **натуральная величина отрезка**.



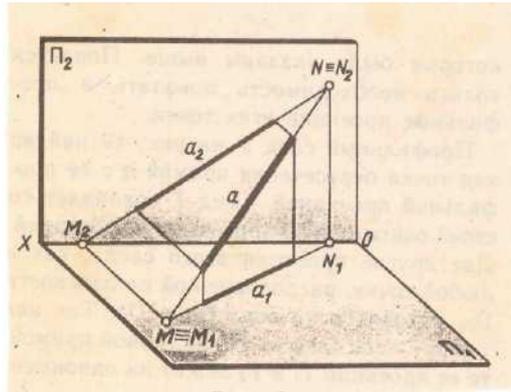
### Следы прямой.

**Следом прямой линии** называется точка, в которой прямая пересекается с плоскостью проекций.

Точка пересечения с плоскостью  $\Pi_1$  называется **горизонтальным следом**  $M$  ( $M_1M_2M_3$ ).

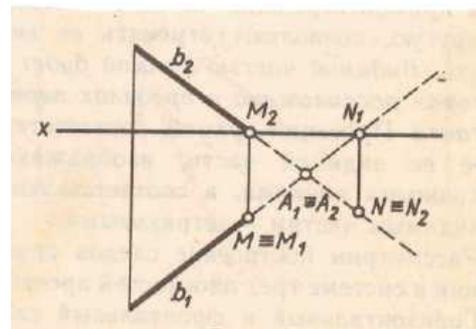
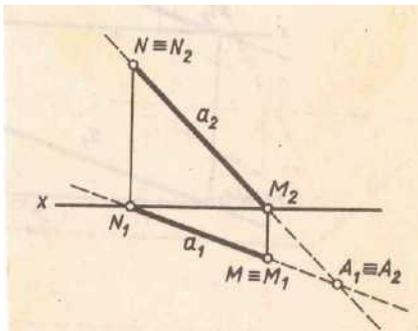
Точка пересечения с плоскостью  $\Pi_2$  называется **фронтальным следом**  $N$  ( $N_1N_2N_3$ ).

Точка пересечения с плоскостью  $\Pi_3$  называется **профильным следом**  $T$  ( $T_1T_2T_3$ ).



Чтобы найти горизонтальный след прямой, т.е. точку пересечения прямой с горизонтальной плоскостью проекций  $\Pi_1$  необходимо:

1. фронтальную проекцию прямой продолжить до пересечения с осью  $x$  – получим фронтальную проекцию горизонтального следа;
2. из точки пересечения с осью  $x$  опустить или восстановить перпендикуляр до пересечения с продолжением горизонтальной проекции прямой – получим горизонтальную проекцию горизонтального следа и сам след.

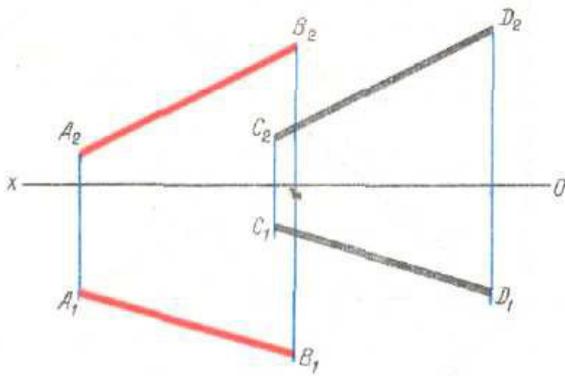


### Взаимное положение прямых в пространстве.

Прямые в пространстве могут быть параллельны, могут пересекаться или скрещиваться.

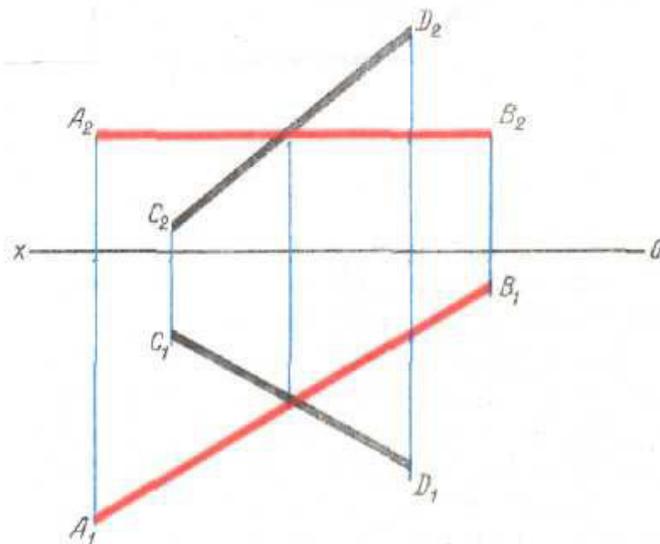
#### I. Параллельные прямые.

Если прямые в пространстве параллельны, то их одноименные проекции так же параллельны.



## II. Пересекающиеся прямые.

Если две прямые в пространстве пересекаются, то их одноименные проекции тоже пересекаются. При этом точки пересечения их одноименных проекций должны быть расположены на одном перпендикуляре к оси  $x$ .

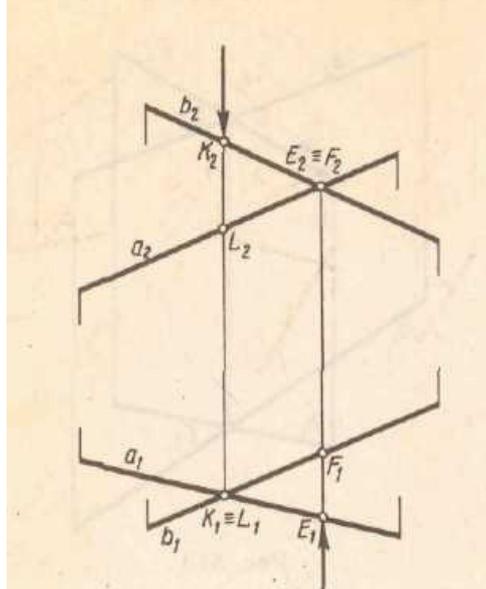


## III. Скрещивающиеся прямые.

Если прямые не параллельны и не пересекаются, то такие прямые называются **скрещивающиеся прямые**. Точки пересечения одноименных проекций не лежат на одном перпендикуляре к оси  $x$ .

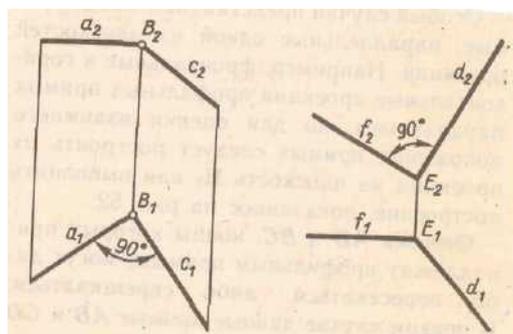
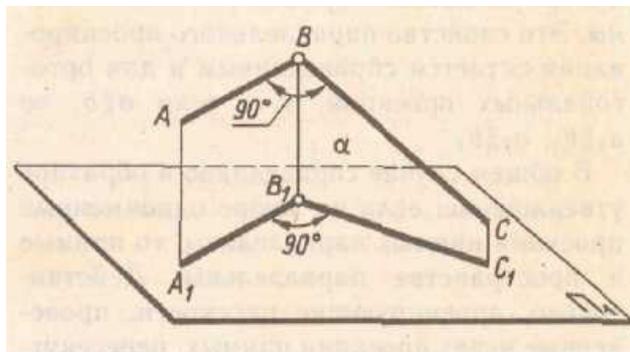
### Определение видимости точек.

*Проецирование прямого угла в натуральную величину*



Если две прямые пересекаются под прямым углом, то проекции их не образуют прямой угол.

Прямой угол на заданную плоскость проекций проецируется в виде прямого угла в том случае, когда одна из его сторон параллельна данной плоскости проекций, а вторая не перпендикулярна ей.



### ЛЕКЦИЯ № 3

#### Плоскость.

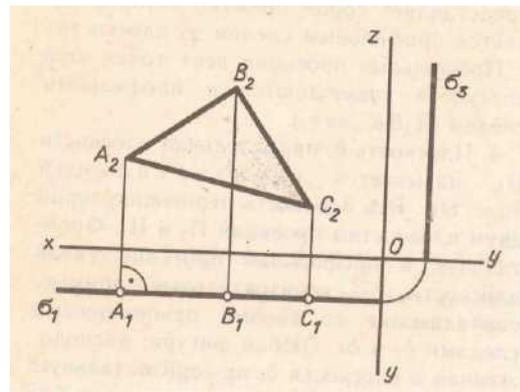
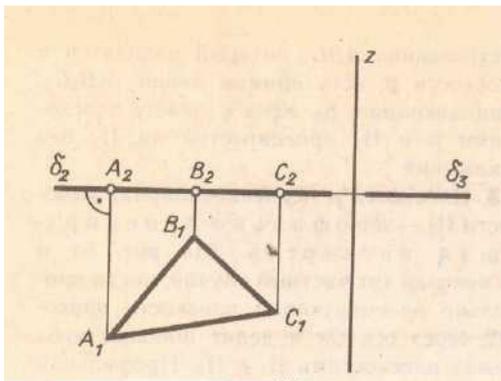
Положение плоскости в пространстве определяется положениями задающих ее элементов. Плоскость может быть задана:

1. Тремя точками, не лежащими на одной прямой  $\alpha[(.A)(.B)(.C)]$ ;
2. Прямой и точкой, не лежащей на этой прямой  $\beta[(AB)(.C)]$ ;
3. Двумя пересекающимися прямыми  $\gamma[(AB) \cap (CD)]$ ;
4. Двумя параллельными прямыми  $\delta[(AB) \parallel (CD)]$ ;
5. Плоской фигурой  $\Psi[(\Delta ABC)]$ ;
6. Следами  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ .

**След** – линия пересечения плоскости с плоскостями проекций. Точка пересечения плоскости с осями проекций называется **точкой схода следов**.

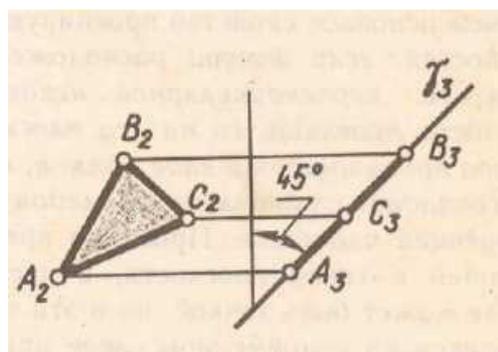
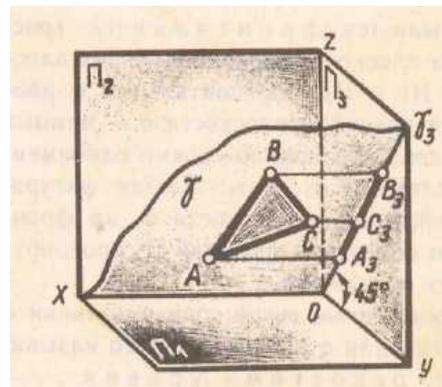
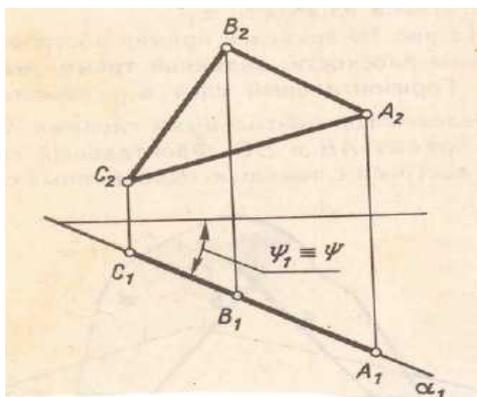
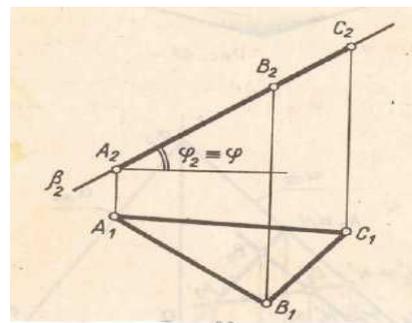
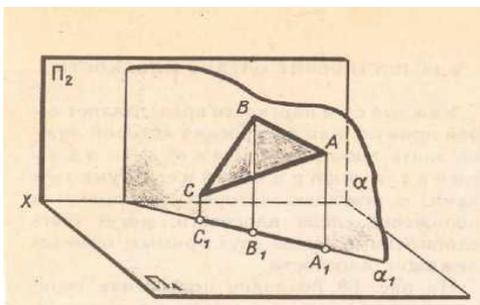


*Различные положения плоскости относительно плоскостей проекций*



### Плоскости проецирующие.

*Плоскости перпендикулярные плоскостям проекций*

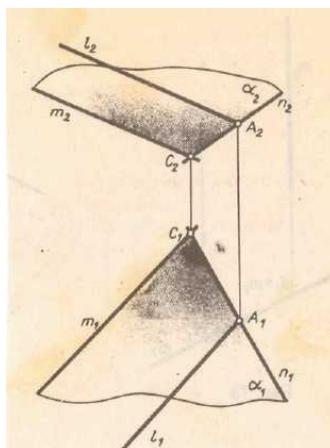


Свойства проецирующих плоскостей:

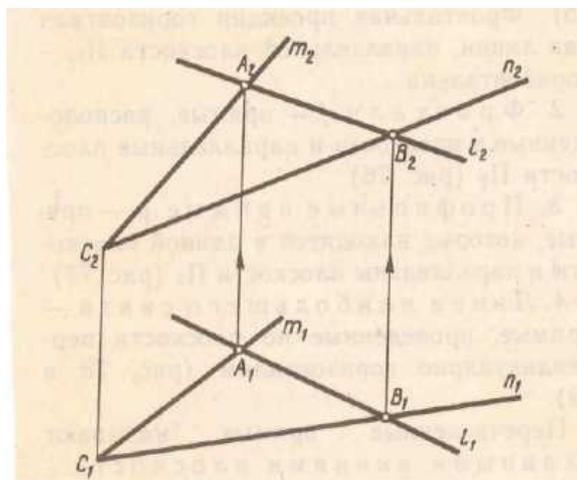
1. Проекции точек и линий, лежащих в этих плоскостях, будут находиться на той проекции, где плоскость изображается прямой линией;
2. Углы наклона проецирующих плоскостей к плоскостям проекций проецируются в натуральную величину.

### Основные аксиомы геометрии.

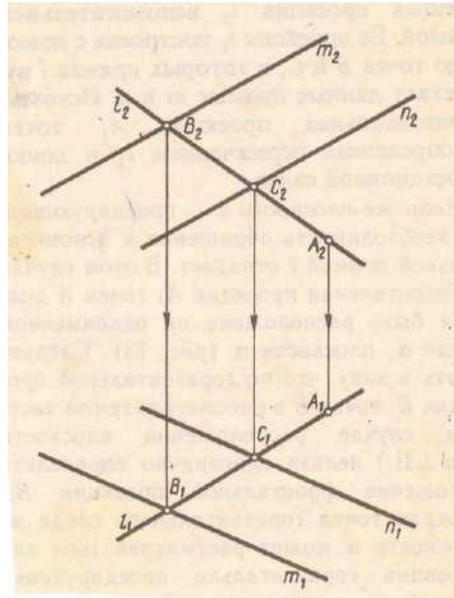
Прямая принадлежит плоскости, если две точки этой прямой принадлежат той же плоскости.



Прямая принадлежит плоскости, если она имеет с плоскостью одну общую точку и параллельна какой-либо прямой расположенной в этой плоскости.



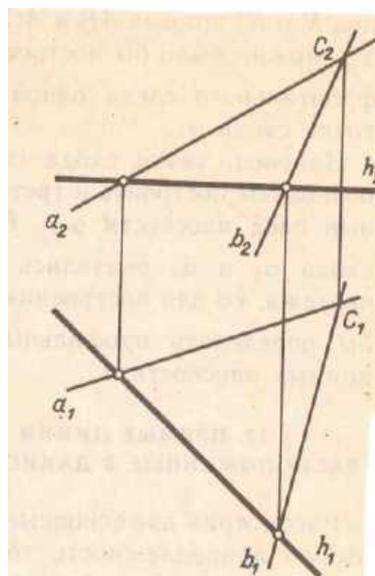
Точка принадлежит плоскости, если она расположена на прямой, лежащей в этой плоскости.



### Главные линии плоскости.

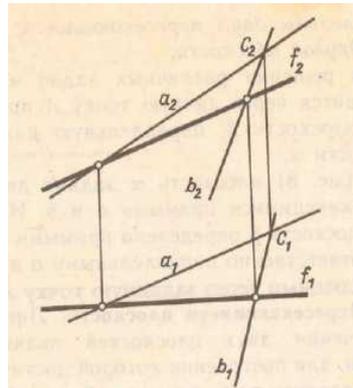
Среди прямых линий, которые могут быть расположены в данной плоскости, особое место занимают прямые четырех направлений:

1. Горизонтали – прямые лежащие в данной плоскости и параллельные горизонтальной плоскости проекций. Фронтальная проекция горизонтали, как линии параллельна  $\Pi_1$ .



2. Фронталы – прямые расположенные в плоскости и параллельные  $\Pi_2$ .

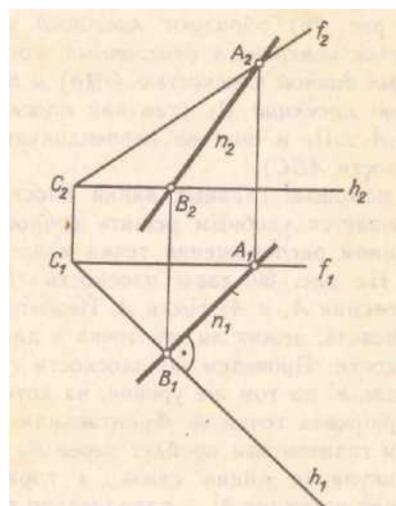
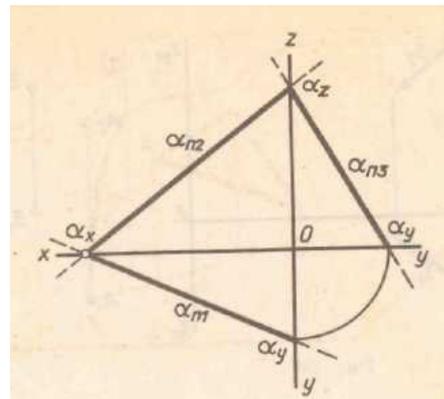
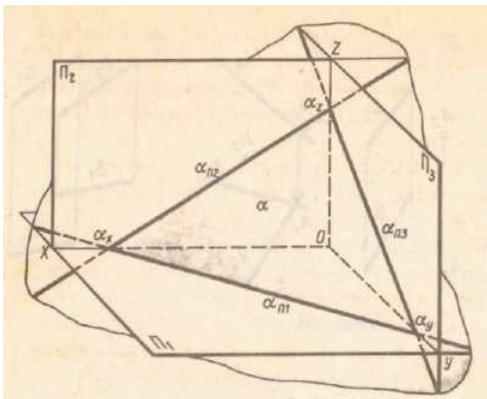
3. Профильные прямые – прямые находящиеся в данной плоскости и параллельные  $\Pi_3$ .



4. Линии наибольшего ската – прямые проведенные по плоскости перпендикулярно к горизонталям.

На любой плоскости можно провести бесчисленное множество главных линий. Все горизонталы плоскости параллельны между собой.

Следы плоскости можно рассматривать как главные линии плоскости.



## ЛЕКЦИЯ № 4

### Взаимное положение двух плоскостей, прямой и плоскости.

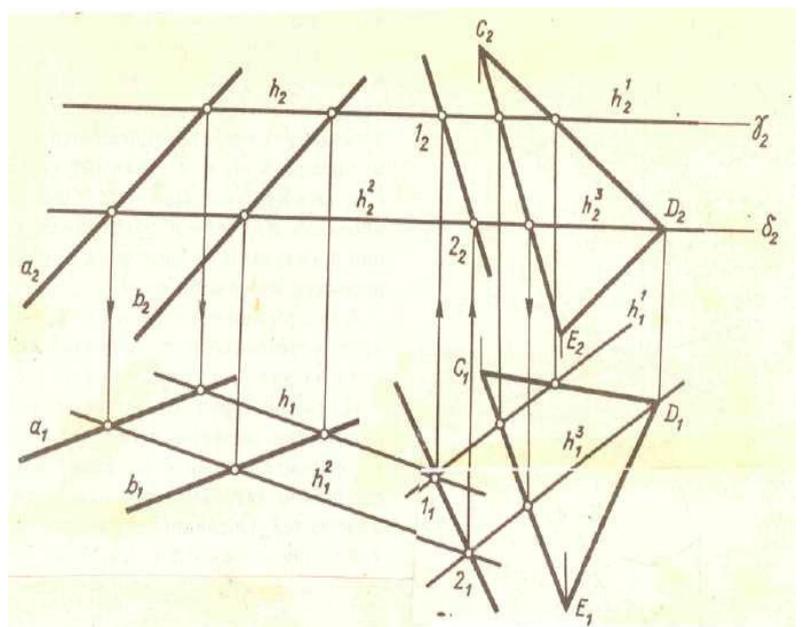
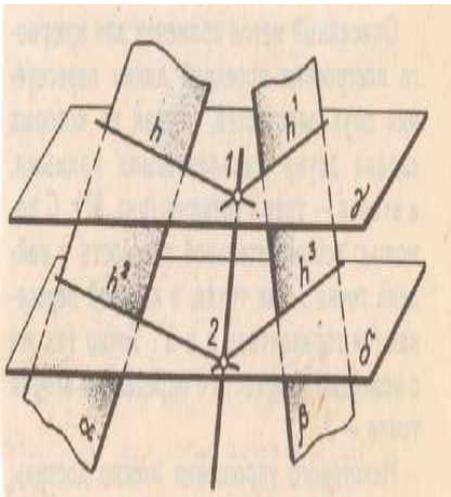
Две плоскости в пространстве могут быть параллельны или пересекаться между собой.

**Плоскости параллельны** между собой, если в каждой из них можно построить по две пересекающиеся между собой прямые так, что две пересекающиеся прямые одной плоскости соответственно параллельны двум пересекающимся прямым другой плоскости. Если плоскости параллельны и задаются следами, то их одноименные проекции следов так же параллельны.

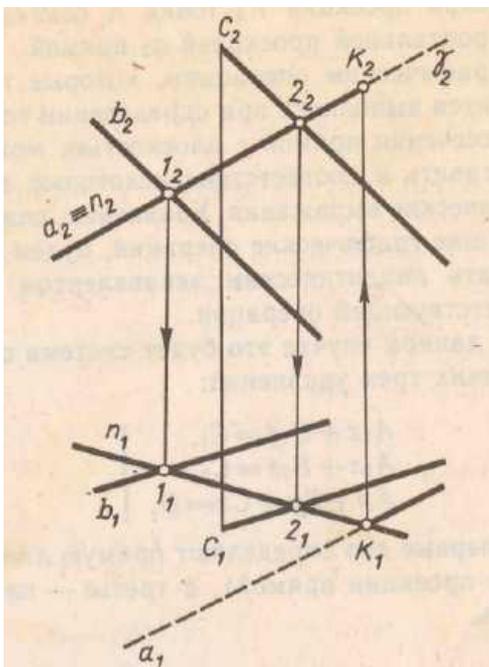
Если плоскости не параллельны в пространстве, то они пересекаются.

### Построение линии пересечения двух плоскостей.

Прямая линия получаемая при взаимном пересечении двух плоскостей вполне определяется двумя точками, из которых каждая принадлежит обеим плоскостям. Для построения линии пересечения необходимо найти какие-либо две точки, каждая из которых принадлежит обеим плоскостям, эти точки и определяют линию пересечения двух плоскостей.



*Пересечение двух плоскостей, одна из которых задана следами другой любым другим способом*



Алгоритм решения задачи на построение линии пересечения двух плоскостей:

1. Вводятся вспомогательные секущие плоскости, лучше всего плоскости частного положения;
2. Строятся линии пересечения вспомогательных и заданных плоскостей;
3. Определяются две точки принадлежащие линии пересечения двух плоскостей;
4. Проводятся линии пересечения двух плоскостей.

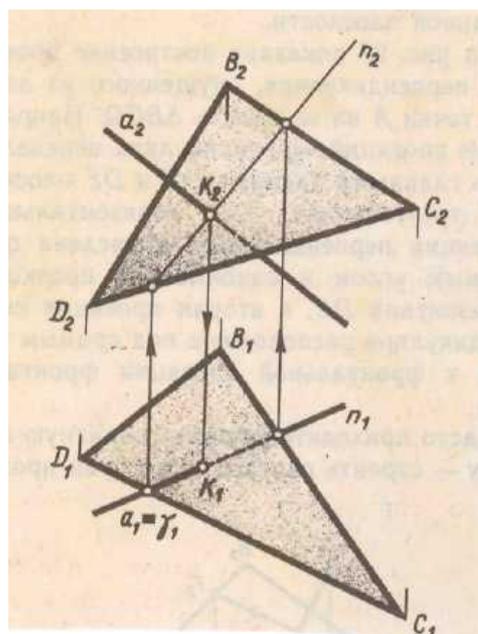
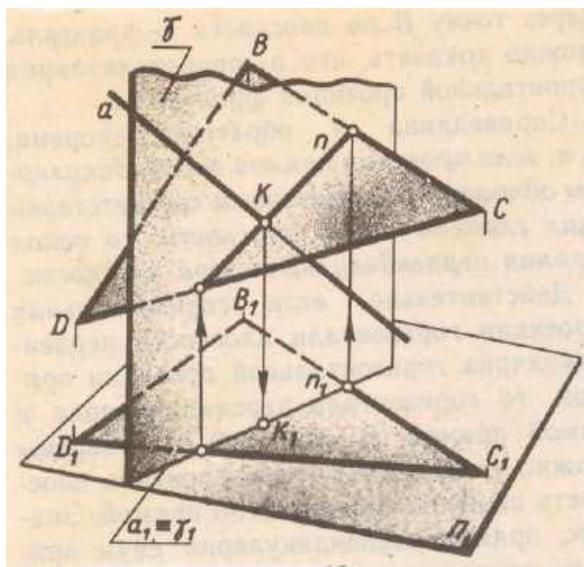
Взаимное положение прямой и плоскости в пространстве:

1. Прямая принадлежит плоскости;
2. Прямая пересекает плоскость;
3. Прямая параллельна плоскости;
4. Прямая перпендикулярна плоскости.

**Пересечение прямой линии с плоскостью.**

Алгоритм решения:

1. Через данную прямую провести некоторую вспомогательную секущую плоскость (проецирующую);
2. Построить линию пересечения вспомогательной плоскости и заданной;
3. Зафиксировать положение точки пересечения прямой с плоскостью, которая определится как точка пересечения прямых заданной и построенной линии пересечения.



## ЛЕКЦИЯ № 5

Способы преобразования чертежа.

Решение задач позиционного и главным образом метрического характера значительно облегчается когда данные элементы располагаются на прямых или на плоскостях частного положения.

При решении метрических задач, которые связаны с определением истинных размеров изображаемых на эюре фигур, могут встретиться трудности, если заданные проекции не подвергнуть специальным преобразованиям. Такими преобразованиями являются:

1. способ замены плоскостей проекций;
2. способ вращения;
3. способ плоскопараллельного перемещения.

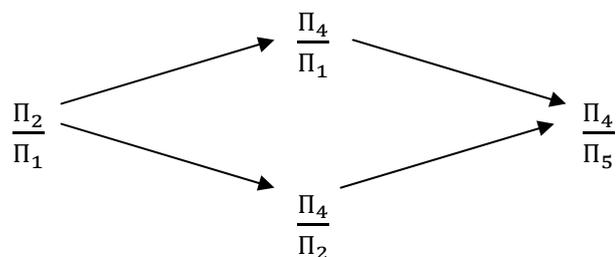
В этой лекции мы рассмотрим эти способы, которые дадут возможность переходить от общих положений прямых и плоских фигур к частным в системе плоскостей  $P_1$  и  $P_2$ .

**Способ замены плоскостей проекций** заключается в том, что положение точек линий, плоских фигур поверхностей в пространстве остается неизменным, а система плоскостей проекций  $P_1P_2$  дополняется новыми плоскостями проекций так, чтобы получаемые на них проекции обеспечивали рациональное решение, но каждая новая система плоскостей проекций должна быть ортогональной.

В некоторых случаях для решения задачи достаточно введение одной дополнительной плоскости проекций.

Обычно вводится новая плоскость проекций перпендикулярно горизонтальной плоскости проекций при этом сама плоскость проекций является горизонтально-проецирующей или вводится новая плоскость проекций перпендикулярная фронтальной плоскости проекций при этом сама плоскость проекций является фронтально-проецирующей плоскостью. Если введение одной дополнительной плоскости проекций недостаточной для решения задачи, то вводят дополнительные плоскости проекций, но уже к измененной системе плоскостей проекций.

Можно представить переход от одной системы плоскостей проекций к последующим системам в следующем виде:

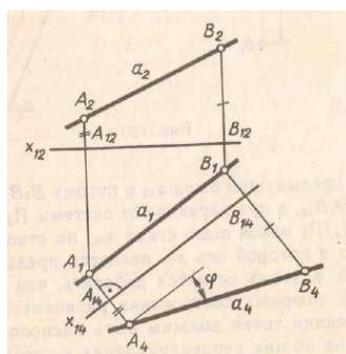
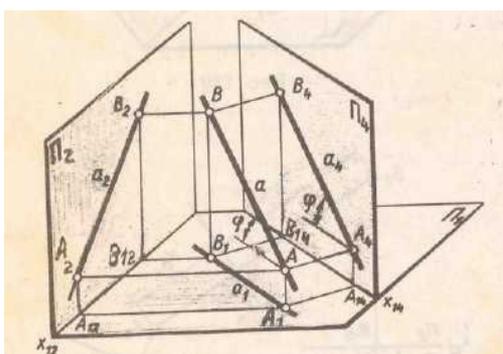


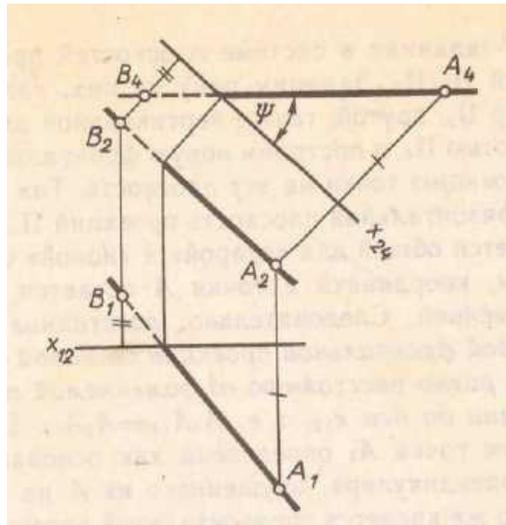
Рассмотрим некоторые примеры.

Определим натуральную величину отрезка прямой общего положения.

**Решение:** нам известно, что если отрезок прямой параллелен какой-либо плоскости проекций, то на данную плоскость проекций этот отрезок проецируется в натуральную величину. Это положение позволяет нам ввести дополнительную плоскость проекций таким образом, что она будет перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций и в то же время параллельна самому отрезку. На новую плоскость проекций заданный отрезок спроецируется в натуральную величину.

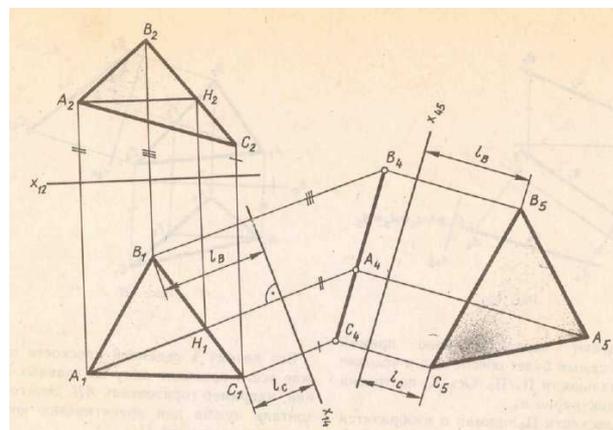
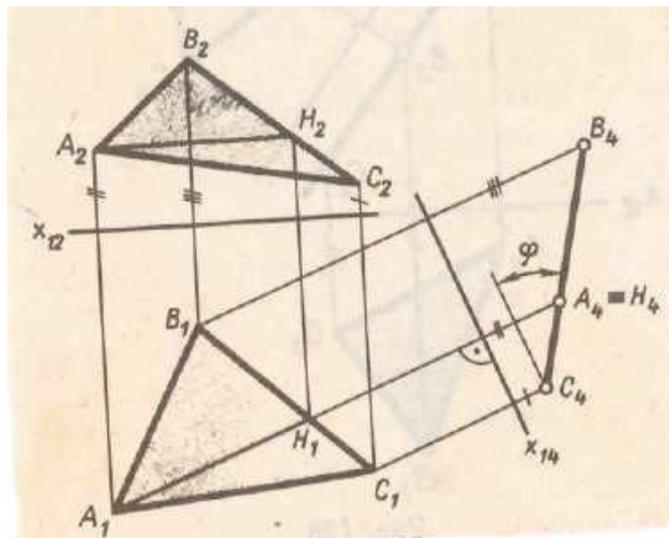
При решении данной задачи можно было ввести дополнительную плоскость фронтально-проецирующую и параллельную самому отрезку и получить тот же самый конечный результат.





Рассмотрим еще один пример.

Введение дополнительной плоскости проекций дает возможность преобразовать чертеж так, что плоскость общего положения заданная в системе  $\frac{\Pi_1}{\Pi_2}$  становится частного положения в новой системе плоскостей проекций.



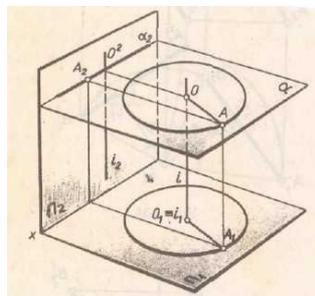
## Способ вращения.

Способ вращения заключается в том, что положение данной геометрической фигуры относительно неподвижных плоскостей проекций изменяют посредством поворота ее вокруг некоторой оси.

Для осуществления этого способа необходимо задать некоторую неподвижную прямую – ось вращения.

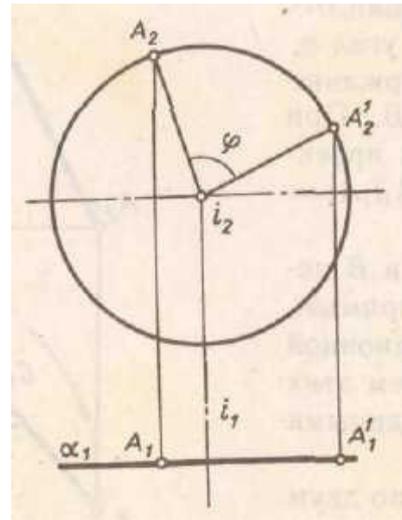
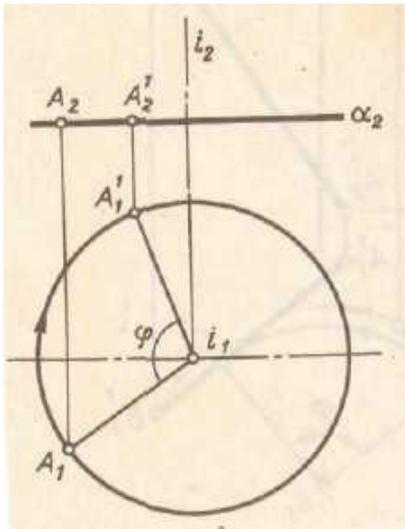
Каждая точка вращаемого объекта перемещается в плоскости перпендикулярной к оси вращения. При этом любая точка объекта будет перемещаться по окружности, центр которой находится в точке пересечения оси с плоскостью вращения (центр вращения), а радиус окружности равняется расстоянию от вращаемой точки до центра вращения (радиус вращения).

Ось вращения может быть задана или выбрана. Если ось вращения перпендикулярна к плоскости  $\Pi_2$ , то плоскость в которой происходит вращение точки  $A$  параллельна плоскости  $\Pi_2$ . Следовательно траектория движения точки проецируется на  $\Pi_2$  без искажения, а на  $\Pi_1$  – в виде отрезка прямой.



Вращение точки вокруг заданной оси перпендикулярно к плоскости проекций.

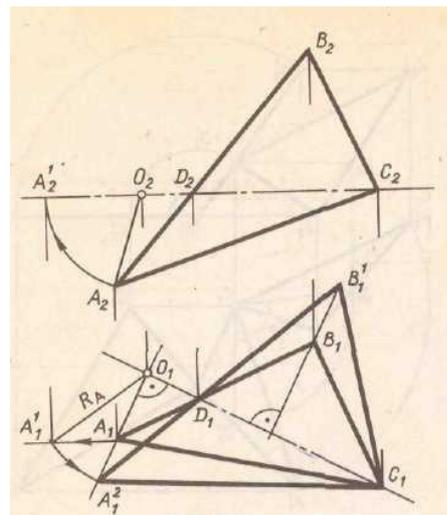
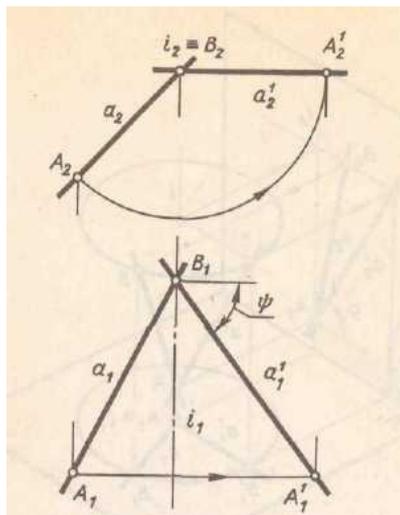
Пусть точка  $A$  вращается вокруг оси перпендикулярной к плоскости  $\Pi_1$ . Через точку  $A$  проведена плоскость перпендикулярная к оси вращения и следовательно параллельна  $\Pi_1$ . При вращении точка  $A$  описывает в плоскости окружность радиуса  $R$ . Величина радиуса выражается длиной перпендикуляра проведенного из точки  $A$  на ось. Окружность описанная в пространстве точкой  $A$  проецируется на  $\Pi_1$  без искажения, а на  $\Pi_2$  – в виде отрезка прямой.



Требуется определить натуральную величину отрезка прямой общего положения способом вращения.

При решении данной задачи ось вращения удобно выбрать проходящей через один из концов отрезка. Построение при этом упростится, так как точка через которую проходит ось будет неподвижной и для поворота отрезка надо построить новое положение проекций точки одной точки – другого конца прямой.

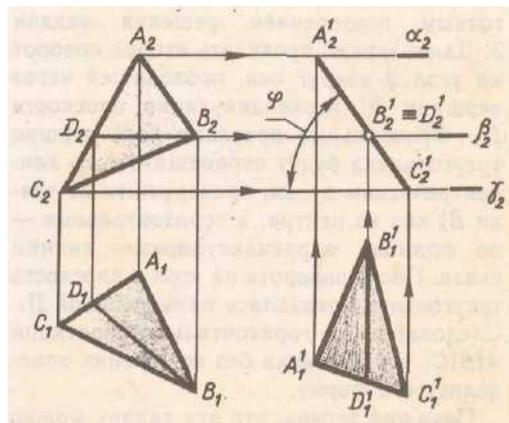
Если выбрать ось перпендикулярную  $\Pi_1$  и провести ее через точку  $B$ , то нужно поворачивать точку  $A$  до тех пор пока отрезок не займет положение параллельное фронтальной плоскости проекций.



Способ вращения в дальнейшем будем использовать при построении разверток различных поверхностей.

И в заключении рассмотрим применение способа вращения без указания на чертеже осей вращения перпендикулярных к плоскости  $\Pi_1$ . Этот случай вращения называют **способ плоскопараллельного перемещения** и заключается он в том, что данный элемент в пространстве перемещается таким образом, что данный элемент в пространстве перемещается таким образом, что все точки его всё время находятся во взаимно-параллельных плоскостях.

На этом эюре перемещение осуществляют параллельно плоскостям проекций  $\Pi_1$  или  $\Pi_2$ , когда каждая точка фигуры движется в плоскостях уровня.



Этот способ имеет преимущество перед вращением. Упрощаются построения, не происходит наложений одной проекции на другую.

## ЛЕКЦИЯ № 6

### **Кривые линии. Плоские кривые. Пространственные кривые. Поверхности вращения. Линейчатые поверхности. Винтовые поверхности.**

Любая кривая линия может рассматривается как траектория движения какой-либо точки.

Кривая линия называется **плоской**, если все ее точки располагаются в одной плоскости. Кривая линия может быть получена в пресечении кривой поверхности с плоскостью, такая кривая будет плоской.

Если кривая образуется согласно какому-то закону и ее образование может быть выражено математически, то такая кривая называется **закономерной кривой**.

Если образование кривой не может быть выражено математическим уравнением, то такая кривая называется **незакономерной**.

Для построения проекций кривой линии следует найти проекции нескольких ее точек и соединить их плавной кривой линии.

### Особые точки кривой.

**Обыкновенной** точкой кривой называют такую точку  $M$ , которую можно заключить в прямоугольник (хотя бы очень малый) так, что попавшая в него часть кривой является простым отрезком.

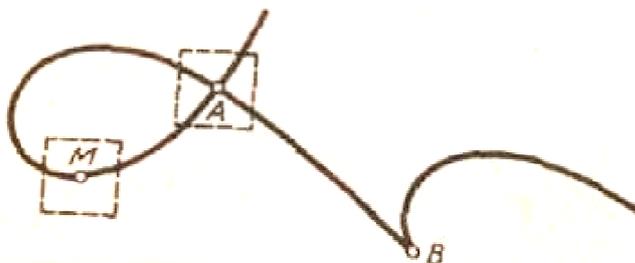


Рис. 1

Все другие точки являются особыми **узловая** точка  $A$  или точка **самопересечения**. В этой точке кривая имеет две различные касательные. Точка  $B$  (точка возврата) первого рода, в которой кривая подходит к точке двумя ветвями, имеющими в точке  $B$  общую касательную. Точка  $C$  (точка возврата) второго рода, в которой кривая подходит к точке двумя ветвями, имеющими в точке  $C$  общую касательную, расположенную вблизи точки  $C$  по одну сторону от обеих ветвей.

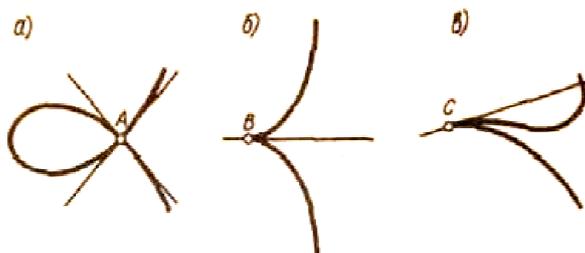


Рис. 2

### Пространственные кривые.

Кривая линия называется **пространственной**, если она всеми своими точками не лежит в одной плоскости.

К пространственным кривым линиям относятся цилиндрическая и коническая винтовые линии.

### **Цилиндрическая винтовая линия.**

Цилиндрической винтовой линией называется траектория точки, движущейся по образующей прямого кругового цилиндра, которая, в свою очередь, вращается вокруг оси цилиндра. Расстояние, на которое перемещается точка по образующей за один полный её оборот, называется **шагом винтовой линии**. Ось цилиндра называется **осью винтовой линии**. Радиус основания цилиндра называется **радиусом винтовой линии**.

Рассмотрим построение цилиндрической винтовой линии, перпендикулярной к плоскости  $\Pi_l$  с шагом  $h$  и радиусом  $R$ . Такая винтовая линия на плоскости  $\Pi_l$  изобразится в виде окружности радиуса  $R$ .

Чтобы построить фронтальную проекцию винтовой линии, следует разделить её горизонтальную проекцию на несколько равных частей. В данном случае разделим окружность на 8 частей. На такое же количество частей делим фронтальную проекцию. В данном случае высота фронтальной проекции является шагом винтовой линии. Построение винтовой линии на рис.3 начато сточки 1 ( $1_1, 1_2$ ).

При повороте точки на одну восьмую ( $1/8$ ) часть дуги окружности она соответственно переместится по высоте вдоль оси винтовой линии на  $1/8$  часть шага (точки  $2_1$  и  $2_2$ ). При повороте точки на две восьмых дуги окружности точка переместится на две восьмых ( $2/8$ ) высоты шага (точки  $3_1$  и  $3_2$ ) и т.д. (рис.3).

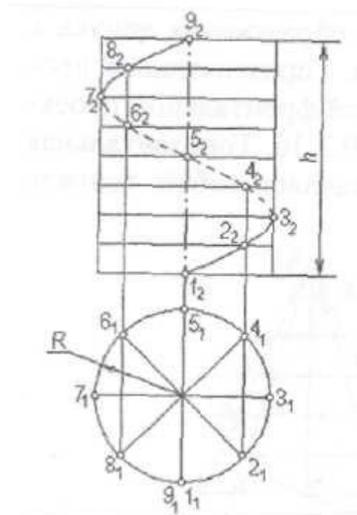
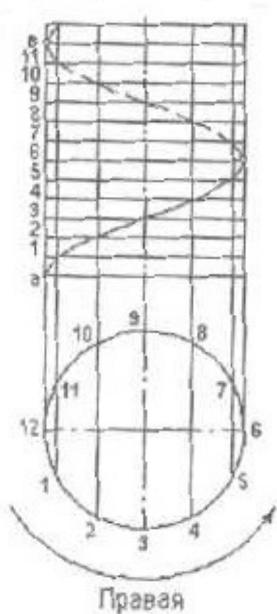


Рис. 3

Соединив фронтальные проекции точек  $1_2, 2_2, 3_2$  и т.д. плавной кривой, получим фронтальную проекцию цилиндрической винтовой линии. Цилиндрическая поверхность при построении винтовой считается непрозрачной.

Различают правую и левую винтовую линии. **Правой** называют винтовую линию, когда точки при подъёме вращаются против часовой стрелки, а её участок на передней части цилиндра имеет подъём слева направо. У **левой** винтовой линии точка вращается по часовой стрелке, а подъём кривой линии на передней части цилиндра справа налево (рис.4 а, б).

а)



б)

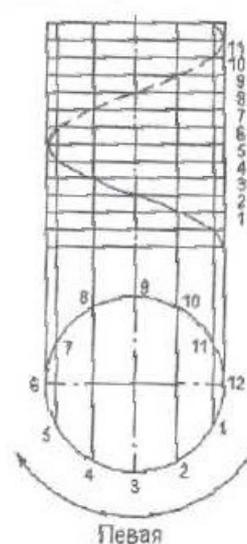


Рис. 4

### Коническая винтовая линия.

Такую линию описывает точка, которая движется по какой-нибудь образующей прямого кругового конуса, вращающегося в тоже время около своей оси так, что путь проходимый точкой по образующей все время пропорционален углу поворота конуса.

Проекция на ось конуса смещения точки вдоль образующей за один оборот называется **шагом конической винтовой линии**.

Особенность построения горизонтальной проекции конической винтовой линии состоит в том, что горизонтальная проекция движущейся точки определяется с учетом двух движений: вращательного — вместе с образующей и поступательного — вдоль образующей.

Так, при построении точки  $I$  горизонтальная проекция образующей конуса  $SO$  была повернута на  $360^\circ/12$ , а точка перемещена по ней на  $1/12$  длины  $SO$ . В такой же последовательности построены и остальные точки.

Горизонтальная проекция конической винтовой линии представляет собой **спираль Архимеда**. Фронтальная проекция каждой точки винтовой линии определяется пересечением фронтальных проекций параллелей конуса, плоскости которых смещены одна относительно другой на расстояние, равное  $h/12$ , и линий проекционной связи.

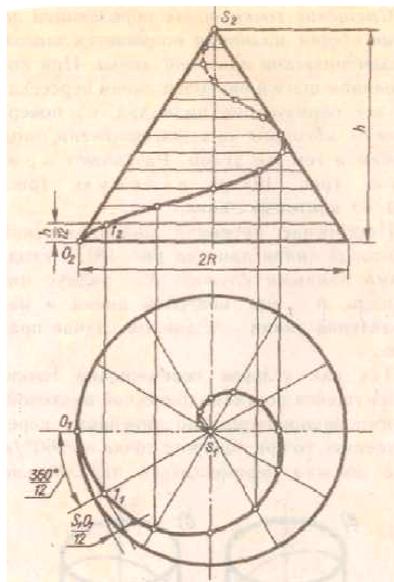


Рис. 5

Всякая правильная кривая поверхность представляет собой непрерывную совокупность последовательных положений прямой или кривой линии, движущейся в пространстве по определённому закону. Линия, образуемая своим движением поверхность, называется **образующей** поверхности. Линия, по которой движется образующая, называется **направляющей** поверхности. На рисунке 6 а, б дан пример образования конической и цилиндрической поверхности.

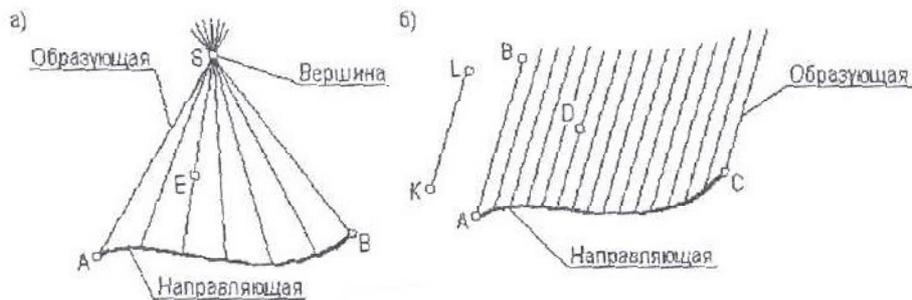
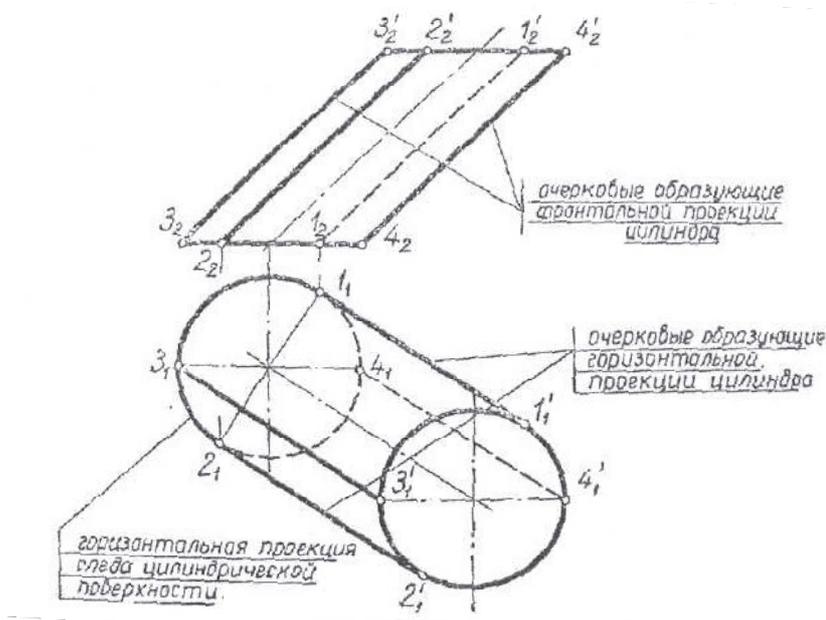


Рис. 6

Чертёж поверхности представляет собой проекцию очерка поверхности. **Очерком поверхности** называется проекция видимого контура поверхности относительно данной плоскости проекции. Контуром видимости поверхности является линия касания проецирующих лучей, огибающих (обёртывающих) данную поверхность при изображении её на плоскости проекций.

На рисунке 7 дано построение очерковых образующих цилиндра на фронтальную и горизонтальную плоскость проекций.



В зависимости от вида образующих, все кривые поверхности можно разделить на два класса:

1. Поверхности с прямолинейными образующими - это линейчатые поверхности.

2. Поверхности с криволинейными образующими.

Линейчатые поверхности, в свою очередь, делятся на развёртываемые и неразвёртываемые.

**Развёртываемой** называется поверхность, если её без складок и разрывов можно совместить с плоскостью. У развёртываемых поверхностей смежные образующие параллельны друг другу или пересекаются друг с другом.

У поверхностей **неразвёртываемых** смежные прямолинейные образующие не параллельны друг другу и не пересекаются.

Все поверхности с криволинейными образующими неразвёртываемые.

Из общей массы поверхностей выделяется особый класс поверхностей, которые называются **поверхностями вращения**.

Поверхности вращения образуются вращением какой-нибудь образующей прямой или кривой вокруг неподвижной прямой, которая является **осью вращения**.

При вращении кривой 6, 2, 1, 3 вокруг оси  $OO$  (рис.8а) образуется поверхность вращения. На рис.8б она представлена ортогональным чертежом, а на рис.8 в) дано её наглядное изображение.

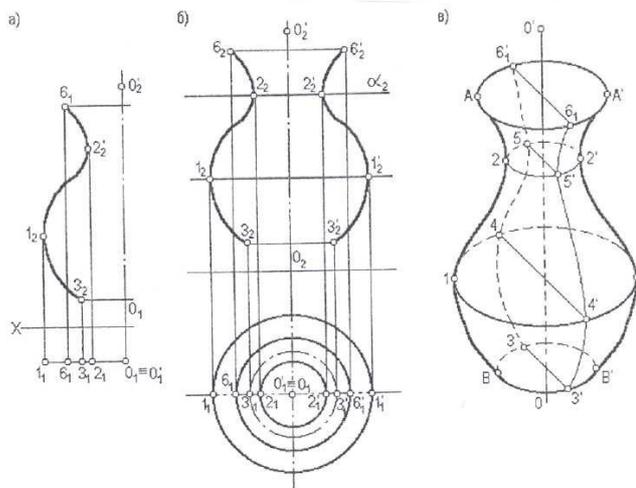


Рис. 8

Сечение поверхности вращения плоскостью, перпендикулярной оси вращения, представляет собой окружность. Все такие окружности называются **параллелями** поверхности.

Параллель наибольшего диаметра называется **экватором**, меньшего диаметра - **горлом** поверхности. На рис.8в окружность 1-1 - экватор, окружность 2-2 - горло поверхности. Следы секущих плоскостей  $\alpha_2, \beta_2$  перпендикулярны оси вращения поверхности.

Плоскость, проходящая через ось поверхности вращения, называется **меридиональной плоскостью**, а контур сечения поверхности такой плоскостью - **меридианом**. Все меридианы представляют собой кривые, равные друг другу.

Рассмотрим образование некоторых наиболее часто встречающихся в инженерной практике поверхностей.

**Цилиндрическая поверхность** представляет собой поверхность, образованную движением прямой линии по некоторой кривой линии. Причём прямая во всех своих положениях остаётся параллельной некоторому постоянному направлению (рис.9).

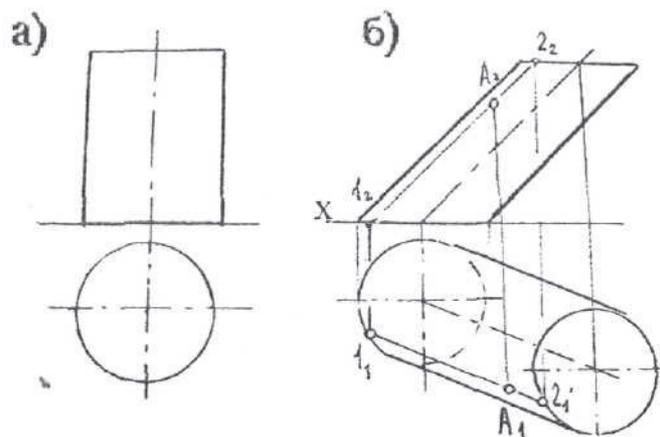


Рис. 9

Если точка лежит на цилиндрической поверхности, то она должна лежать на образующей этой поверхности. Замкнутая цилиндрическая поверхность, заключённая между двумя параллельными плоскостями образуют геометрическое тело - ци-

линдр. На рис.9а изображён прямой цилиндр, на рис.9б - наклонный. На рис.9б показано положение точки на поверхности цилиндра.

**Коническая поверхность** представляет собой поверхность, образованную движением прямой линии по некоторой направляющей. В данном случае направляющей является окружность. Причём прямая во всех положениях проходит через одну и ту же точку, называемую вершиной (рис.10). Часть замкнутой конической поверхности, заключённой между её вершиной и плоскостью любого направления, образует геометрическое тело - **конус**. На рис. 10 а, б дано изображение прямого и наклонного конуса и определение положения точки на их поверхностях.

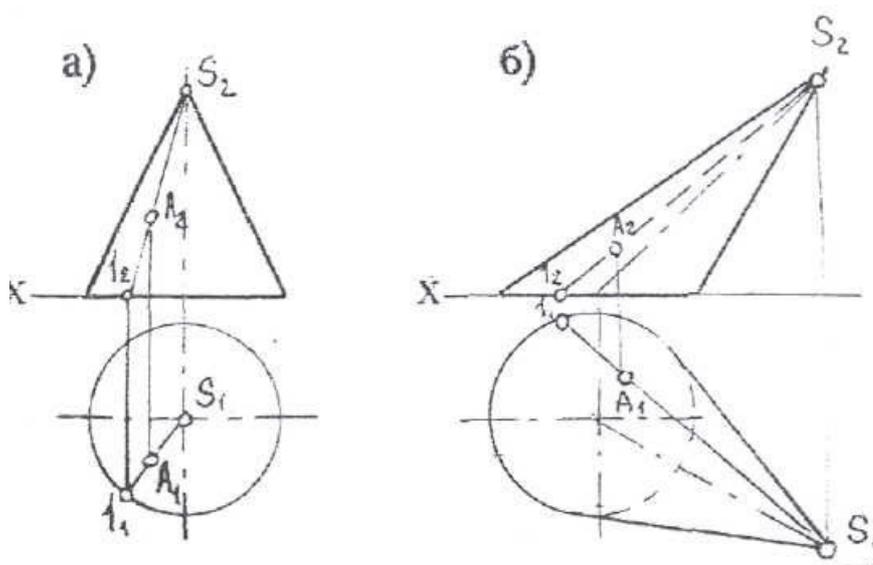


Рис. 10

**Цилиндроид** - поверхность, образованная движением прямой линии по двум не лежащим в одной плоскости направляющим - кривым линиям. При этом прямая во всех положениях остаётся параллельной некоторой плоскости - плоскости параллелизма. На рис.11а дано наглядное изображение цилиндриоида. На рис.11б изображён цилиндриоид в ортогональной проекции.

а)

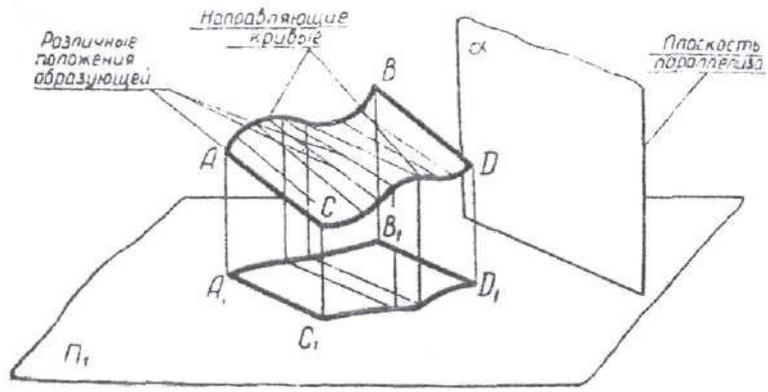


Рис. 11

б)

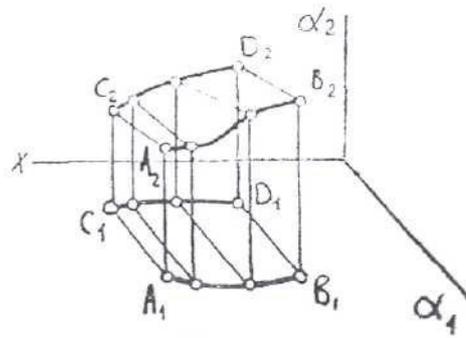


Рис. 11

**Коноид** - линейчатая поверхность, у которой одна направляющая является кривой линией, а вторая - прямой. Образующая во всех положениях параллельна некоторой плоскости параллелизма (рис.12 а, б).

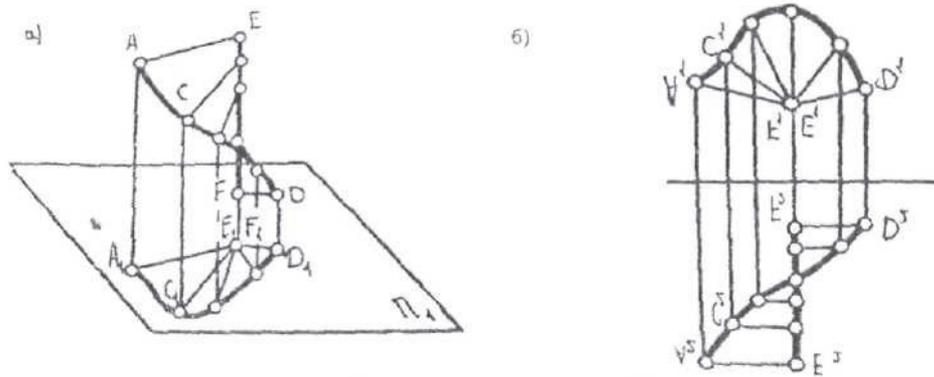


Рис. 12

**Косая плоскость** (гиперболический параболоид) - частный случай цилиндриоида и представляет собой поверхность, образованную движением прямолинейной образующей параллельно плоскости параллелизма по двум скрещивающимся направляющим прямым. Это  $AB$  и  $CD$ . За плоскость параллелизма принята горизонтальная плоскость  $\Pi_1$ , образующая  $AC \parallel \Pi_1$  (рис. 13).

Косая плоскость относится к линейчатым поверхностям. Она образуется движением прямой линии. Однако для этой поверхности образующей может быть и кривая линия, например, парабола. Если эту поверхность пересечь плоскостью, параллельной плоскости  $\Pi_1$ , то в сечении получится гипербола. Поэтому косую плоскость также называют гиперболическим параболоидом.

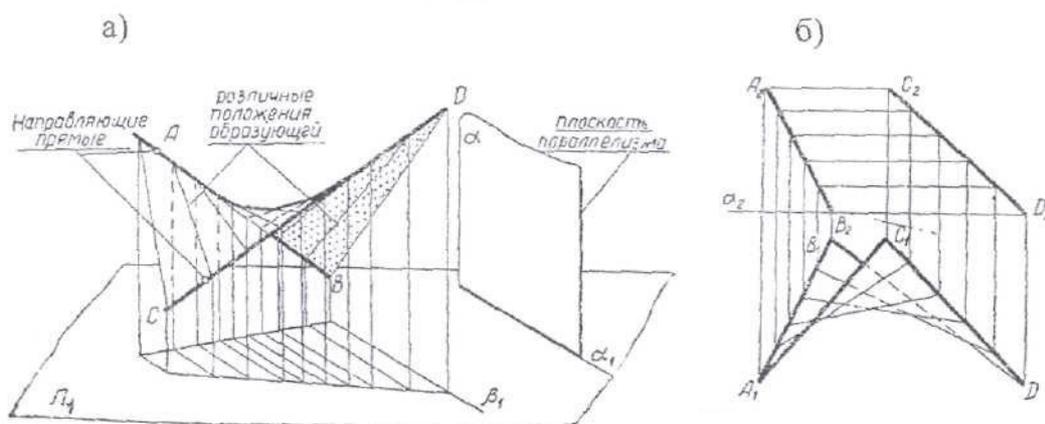


Рис. 13

**Гиперболоид вращения.** Существуют два вида гиперboloида: однополостный и двуполостный. Первый получается при вращении гиперболы вокруг её мнимой оси (рис.14а). Поверхность однополостного гиперboloида может быть образована и вращением прямой линии. Это поверхность дважды линейчатая, т.е. через каждую точку однополостного гиперboloида проходят две и только две его прямолинейные образующие. Проекция однополостного гиперboloида строятся следующим образом (рис.14б). Пусть ось  $i$  расположена перпендикулярно плоскости  $\Pi_1$ . Когда образующая  $AB$  вращается вокруг оси  $i$ , каждая точка прямой перемещается в пространстве по окружности (параллели), плоскость которой перпендикулярна оси  $i$ .

Таким образом, на плоскости  $\Pi_1$  эта окружность проецируется без искажения, а на плоскость  $\Pi_2$  - в виде горизонтальной прямой. Ближайшая к оси вращения точка  $C$  образующей опишет окружность минимального радиуса. Это будет окружность горла. Горизонтальные проекции всех образующих должны касаться проекции окружности горла. Таким образом, каждое последующее положение прямолинейной образующей можно получать проведением касательных к проекции окружности горла.

На рис.14б эта окружность разделена на двенадцать частей. К проекции этой окружности в точке  $D_1$  проведена касательная  $A_1'B_1'$ , а горизонтальная проекция образующей повернута на  $30^\circ$ . Фронтальная проекция этой касательной определяется точками  $A_2'B_2'$ , каждая из которых расположена в плоскости своей параллели. Остальные образующие строятся аналогично. Форма поверхности гиперboloида зависит от следующих параметров:  $D'$  и  $D$ ,  $D'$  и  $H$ , а также и от диаметра горла поверхности.

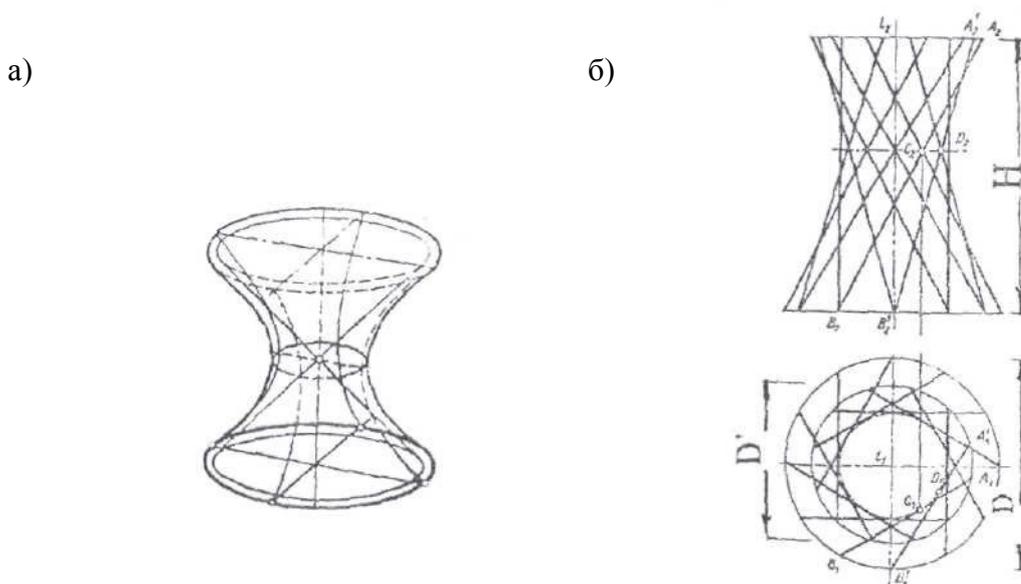


Рис. 14

## Многогранники

**Многогранник** – это конечная часть пространства, ограниченная отсеками пересекающихся плоскостей.

Совокупность отсеков образует гранную поверхность многогранника. Отсеки плоскостей называются **гранями**, а линии их пересечения **ребрами**. Ребра пересекаются в точках называемых **вершинами**.

Гранная поверхность называется **выпуклой**, если она целиком лежит по одну сторону от плоскости любой своей грани. Если гранями многогранника служат равные правильные многоугольники, а многогранные углы при вершинах равны, то такой многогранник правильный. Существует пять правильных многогранников:

тетраэдр – четырехгранник;

гексаэдр – куб;

октаэдр – восьмигранник;

додекаэдр – двенадцатигранник;

икосаэдр – двадцатигранник.

Определителем многогранника называется совокупность условий необходимых и достаточных для его однозначного задания.

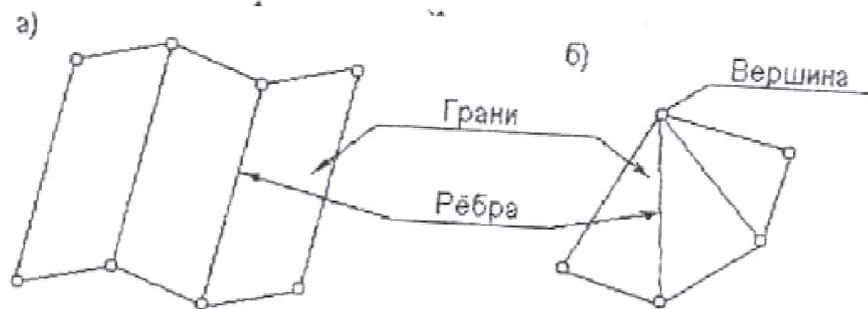


Рис. 1

Наиболее распространенными видами многогранников являются призмы и пирамиды. Призма, у которой боковые грани перпендикулярны плоскости основания называется **прямой** (рис. 2 а, б).

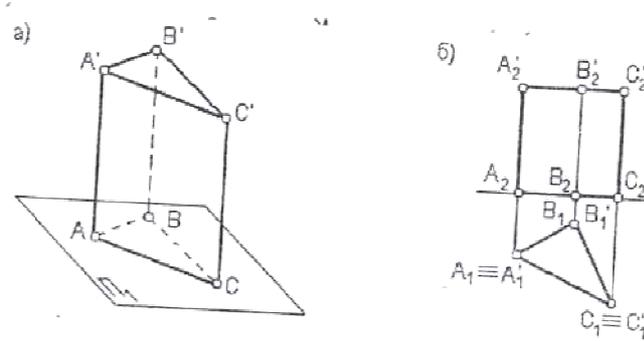


Рис. 2

Если боковые грани призмы не перпендикулярны плоскости основания, то такая призма называется **наклонной** (рис.3 а, б).

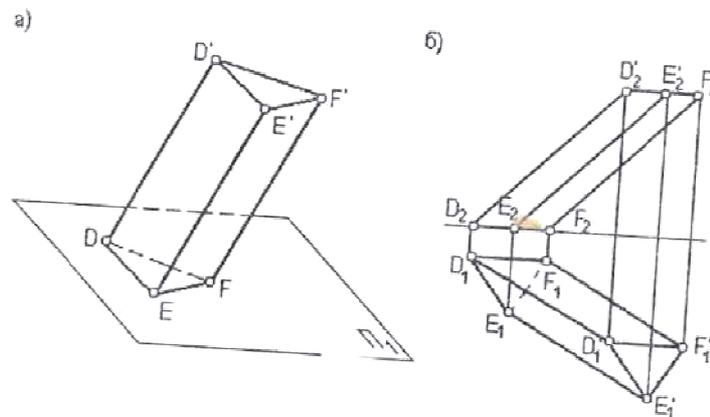


Рис. 3

Многогранник, у которого основание представляет собой многоугольник, а боковые грани - треугольники, сходящиеся в одной точке - вершине, называется **пирамидой**.

Если высота пирамиды проходит через центр тяжести основания, то такая пирамида называется **прямой**. При всех других случаях пирамида будет **наклонной** (рис.4).

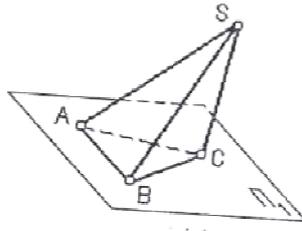


Рис. 4

На ортогональных чертежах каждый многогранник должен быть изображён двумя проекциями всех рёбер и вершин.

Если точка лежит на поверхности многогранника, то она располагается либо на ребре, либо на грани этого многогранника (рис.5 а, б, в).

Построение точки на ребре многогранника выполняется также, как построение точки на прямой (рис.5а). Проекция точки на поверхности грани многогранника находится так же, как проекция точки на плоскости. Сначала через проекцию точки проводится прямая, заведомо лежащая в плоскости грани. Затем эта проекция прямой строится на другой проекции грани. Далее на этой проекции прямой строится проекция точки (рис.5 б, в).

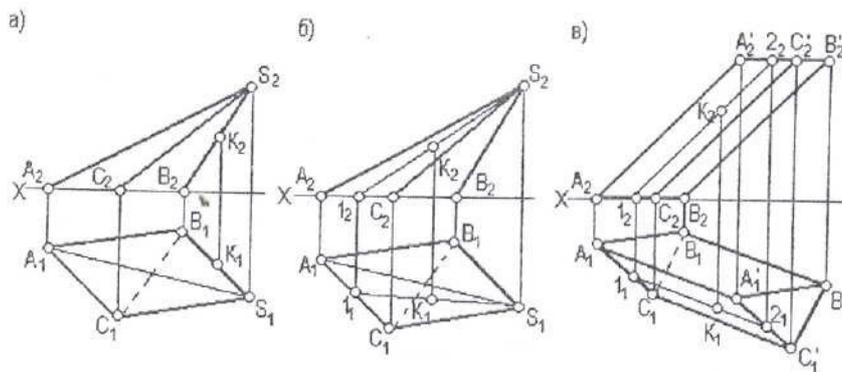


Рис. 5

## Сечение поверхности плоскостью.

Пересечение многогранников и кривых поверхностей плоскостью.

В этом случае контур пересечения представляет собой многоугольник, вершины которого расположены на рёбрах многогранника, а стороны на его гранях. Чтобы определить контур пересечения многогранника с плоскостью, следует определить точки пересечения рёбер многогранника с секущей плоскостью.

**Пересечение многогранника плоскостью частного положения (фронтальнопроецирующей) и определение истинной величины сечения способом замены плоскостей проекций и способом плоскопараллельного перемещения.**

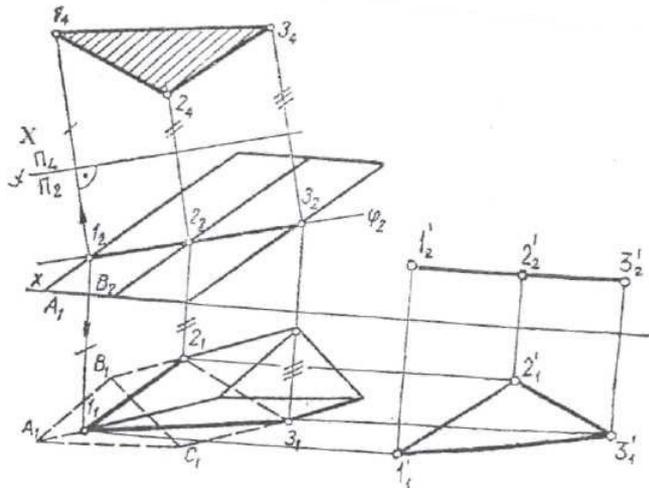


Рис. 6

Так как плоскость является фронтальнопроецирующей, то фронтальная проекция линии пересечения будет лежать на фронтальном следе плоскости. Точки пересечения рёбер многогранника со следом определяют фронтальную проекцию контура пересечения. Проецируя эти точки на горизонтальные проекции рёбер, получим контур горизонтальной проекции пересечения (рис. 6).

Определение истинной величины сечения рассматривалось ранее и понятно из чертежа.

На рисунке 7 показано построение сечения пирамиды трехгранной плоскостью общего положения заданной треугольником  $FEL$ . Задача решена методом замены плоскостей проекций. Новая ось  $\tilde{o}_1 \frac{\tilde{I}^2}{\tilde{I}^4}$  выбрана перпендикулярной горизонтали треугольника  $EL$ , в этом случае плоскость стала проецирующей, дальше задача решается как предыдущая. Натуральная величина сечения найдена методом плоско-параллельного перемещения.

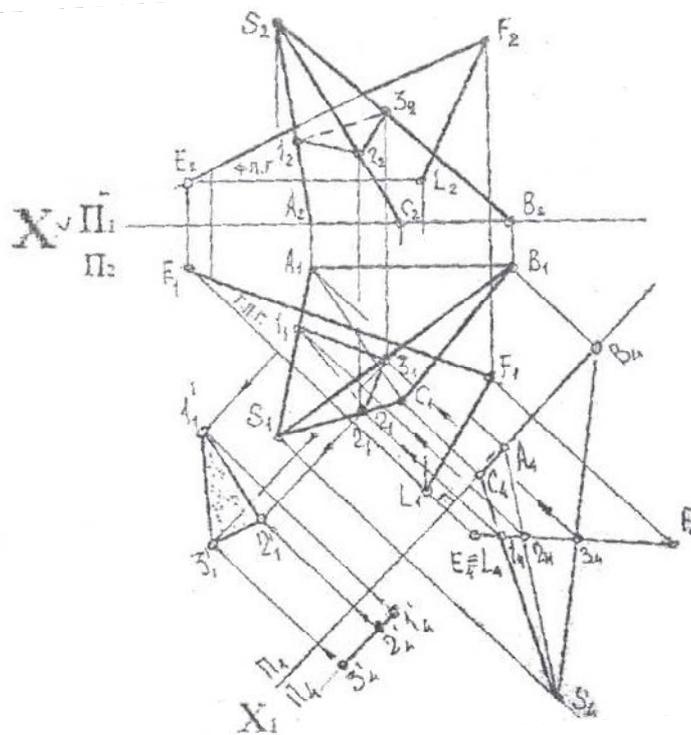


Рис. 7

**Сечение конуса плоскостью. Конические сечения.** При пересечении прямого кругового конуса различными плоскостями образуются следующие фигуры сечения: окружность, эллипс, парабола, гипербола, треугольник (рис.8).

Положение сечения плоскостью	Наглядное изображение	Фронтальная проекция	Фигура сечения
Плоскость $\perp$ оси конуса			Окружность
Плоскость перпендикулярна к образующей конуса			Эллипс
Плоскость параллельна образующей конуса			Парабола
Плоскость параллельна двум образующим конуса			Гипербола
Плоскости проходят через вершину конуса			Прямые

Рис. 8

**Пересечение конуса плоскостью частного положения.** Разберём построение линии пересечения, образованной фронтальнопроецирующей плоскостью. Рассмотрим сначала самый простой способ (рис.9). Прежде всего следует построить ряд образующих, т.е. их фронтальную и горизонтальную проекции. Затем отметим точки пересечения фронтального следа плоскости с фронтальными проекциями образующих. Горизонтальные проекции этих точек будут лежать на пересечении линии связи с горизонтальной проекцией образующей.

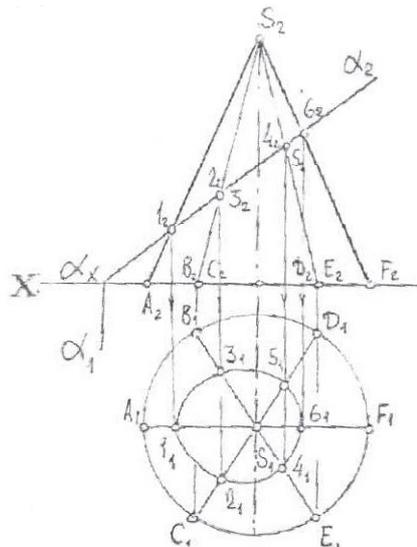


Рис. 9

Сначала определим опорные точки 1 и 6, а затем все остальные. Соединив плавной кривой найденные точки, получим искомую линию пересечения. Так как при таком положении секущей плоскости контур сечения представляет собой эллипс, то в этом случае можно построить эллипс, определив его оси.

На рис.10 дано построение контура сечения по малой 3,4 и большой 1,2 оси эллипса и с использованием образующих.

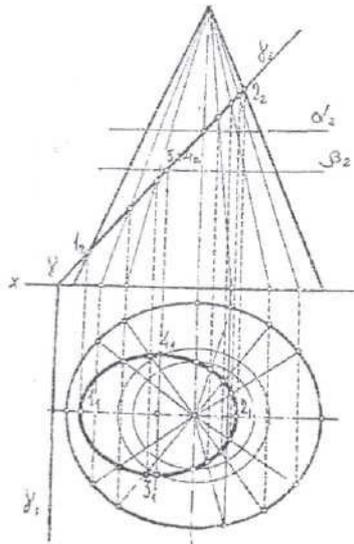


Рис. 10

На рис.11 приводится ещё один способ построения контура сечения.

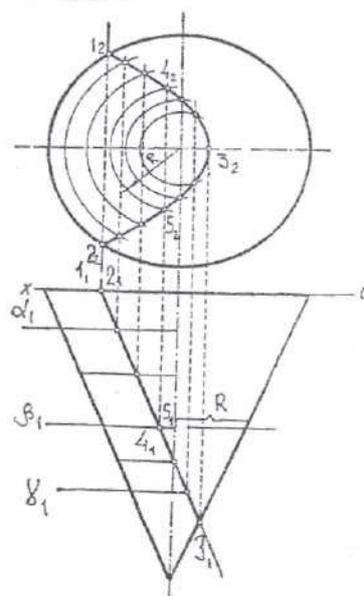


Рис. 11

**Пересечение прямой с поверхностью наклонной призмы.** Для определения точек пересечения прямой с поверхностью наклонной призмы используется фронтально-проецирующая плоскость (рис.12). Все построения аналогичны построениям, принятым на рис.13 а, б. Сначала строится контур сечения от вспомогательной плоскости  $\alpha$  на горизонтальной проекции фигуры и отмечаются проекции точек пересечения (точек входа и выхода)  $K_1$  и  $K_1'$ . Затем находим фронтальные проекции этих точек  $K_2$  и  $K_2'$ . Фронтальные проекции точек пересечения лежат на пересечении линии связи с фронтальной проекцией линии пересечения, которая совпадает с фронтальным следом плоскости  $\alpha$ . Видимость элементов определяется отдельно для каждой проекции.

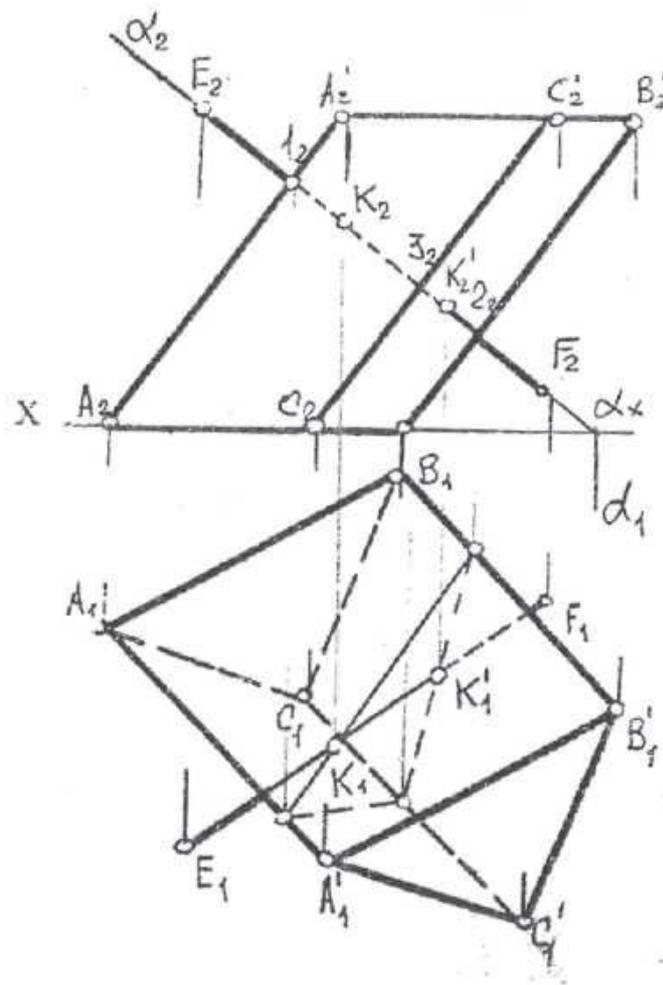


Рис. 12

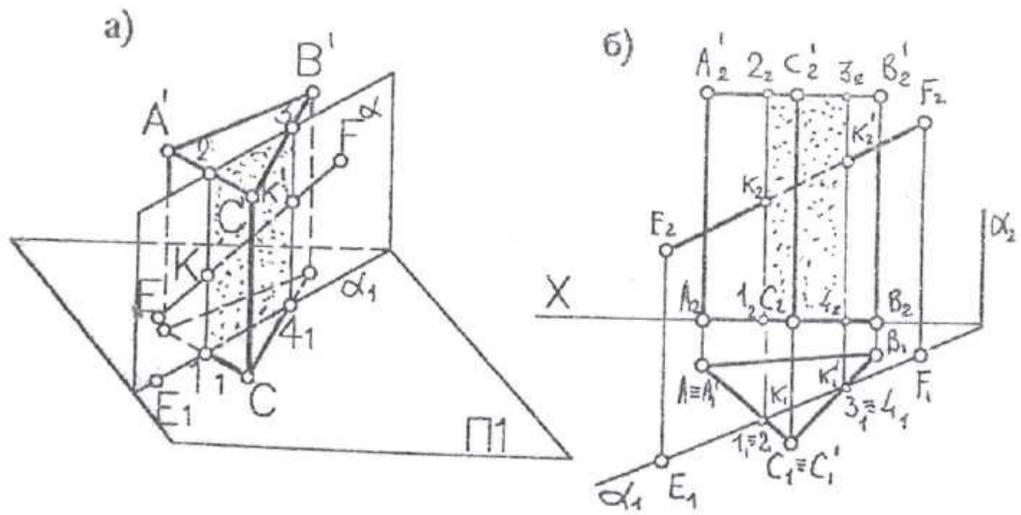


Рис. 13

**Пересечение прямой с поверхностью пирамиды.** В данном примере (рис.14) для определения точек пересечения прямой с поверхностью пирамиды используется горизонтально-проецирующая плоскость. Все остальные построения понятны из чертежа.

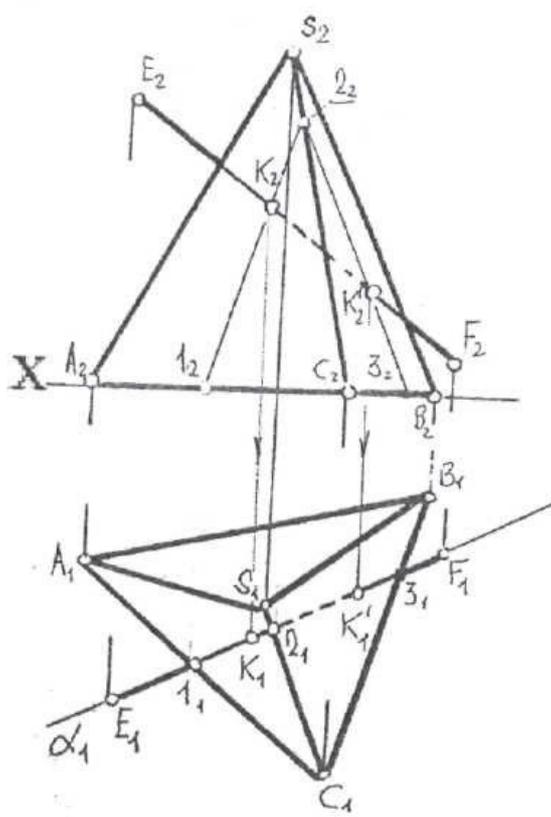


Рис. 14

Приведенные на рис.15 а, б определения точек пересечения понятны из чертежа и основываются на ранее разобранных примерах.

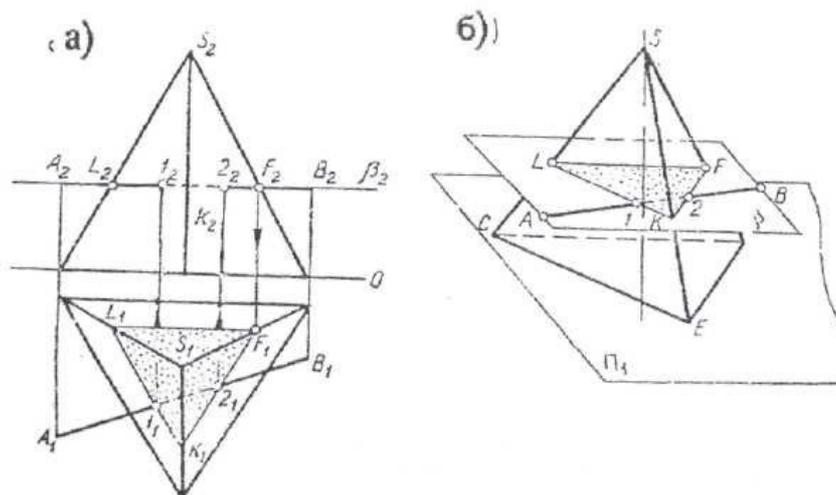


Рис. 15

**Точки пересечения прямой с поверхностью конуса.** Конус пресекаем заданной прямой  $EM$  и прямой проходящей через вершину конуса  $S$ . В сечении получаем на горизонтальной проекции треугольник  $I_1S_12_1$ . Остальные построения понятны из чертежа (рис.16).

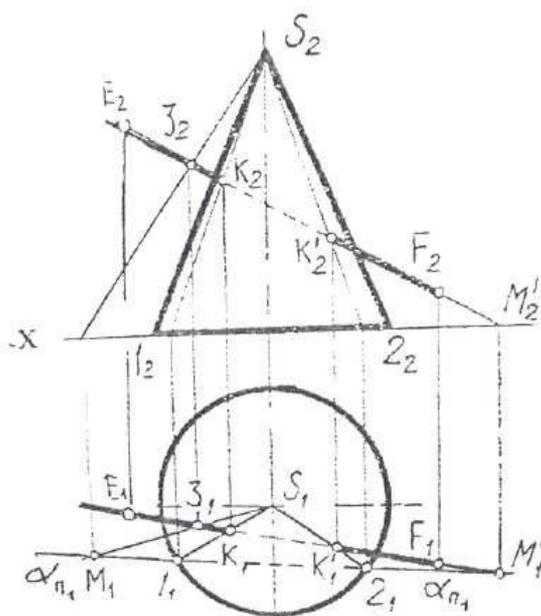


Рис. 16

**Пересечение прямой с поверхностью шара.** Рассмотрим частные случаи пересечения, когда прямая расположена параллельно горизонтальной или фронтальной плоскости проекции. В первом случае для определения точек пересечения применяем вспомогательную плоскость, параллельную горизонтальной плоскости проекции, т.е. горизонтальную плоскость (рис.17).

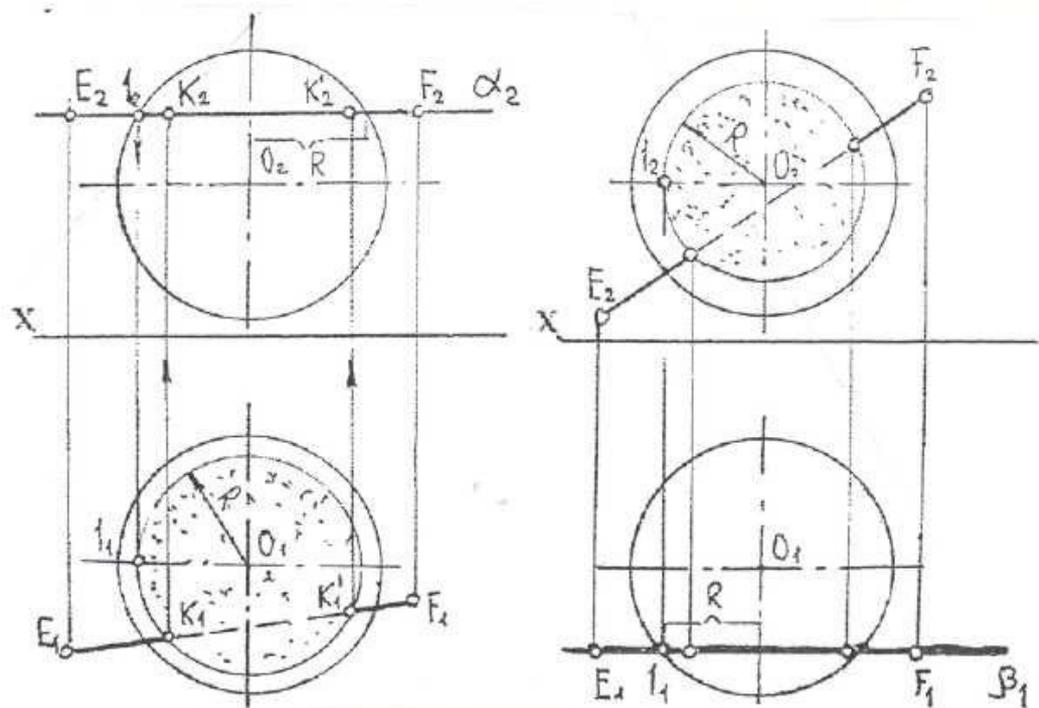


Рис. 17

## ЛЕКЦИЯ № 8

### Взаимное пересечение двух поверхностей

**Линия пересечения двух поверхностей** – геометрическое место точек, принадлежащих одновременно обеим поверхностям.

Наиболее распространенный способ построения линии пересечения двух поверхностей – это способ посредников. В качестве посредников могут быть использованы проецирующие плоскости, плоскости общего положения, шаровые поверхности.

Как правило, построение линии пересечения следует начинать с определения опорных точек - это точки, расположенные на контурах поверхностей - так называемые **точки смены видимости**, крайние левые или крайние правые. Остальные точки называются промежуточными, или случайными (рис.1).

Следует помнить, что проекция линии пересечения всегда лежит в площади наложения. **Площадь наложения** - это площадь, общая для двух пересекающихся поверхностей (рис.2). При построении линии пересечения двух поверхностей могут встретиться два случая. В первом случае все рёбра или образующие одной поверхности участвуют в пересечении. В этом случае Линии пересечения образуют две замкнутые кривые или ломаные линии. Такое пересечение называется **полным**.

Во втором случае в пересечении участвуют не все рёбра или образующие одной из поверхностей. Такое пересечение называется **частичным**. Линия пресечения в этом случае представляет собой одну замкнутую кривую линию.

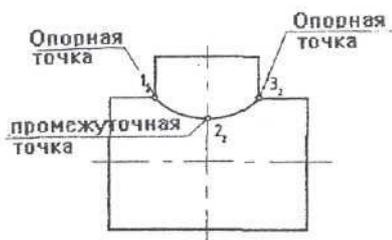


Рис. 1

Рис. 2

### Пересечение призмы и пирамиды.

Для определения точек линии пересечения используются горизонтально-проецирующие плоскости  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ . Рёбра  $EE'$  и  $FF'$  в пересечении не участвуют. Определение точек линии пересечения сводится (как и в ранее рассматриваемых примерах) к определению точки пересечения ребра (как прямой) с плоскостью грани фигуры. В данном случае, так как два ребра призмы в пересечении не участвуют, следует определить точки пересечения ребра  $DD'$  с гранями  $ASB$  и  $BSC$  (рис.3). Для этого заключаем ребро  $DD'$  в горизонтально-проецирующую плоскость  $\alpha$ . Затем найдем линию пересечения вспомогательной плоскости  $\alpha$  с гранью  $ASB$  - это будет линия  $KM$  - и с гранью  $BSC$  - это будет линия  $LN$ .

На горизонтальной проекции они совпадут со следом плоскости  $\alpha_1$ . На фронтальной проекции точка  $1_2$  пересечения  $D_2D_2'$  с  $K_2M_2$  и точка  $2_2$  пересечения  $D_2D_2'$  с  $L_2M_2$  будут являться точками, принадлежащими линии пересечения. Чтобы определить точки пересечения ребра пирамиды  $SA$  с гранями призмы  $FF'$ ,  $D_1D'$  и  $D_1D'$ ,  $EE'$ , заключаем ребро  $SA$  в горизонтально-проецирующую плоскость  $\beta$ . Находим линию пересечения её  $PQ$  с гранью  $FF'$ ,  $DD'$  и линию пересечения  $RQ$  с гранью  $DD'$ ,  $EE'$ . Точки пересечения 3, 4 с этими линиями пересечения дадут нам искомые точки. Все остальные построения аналогичны рассмотренным и понятны из чертежа.

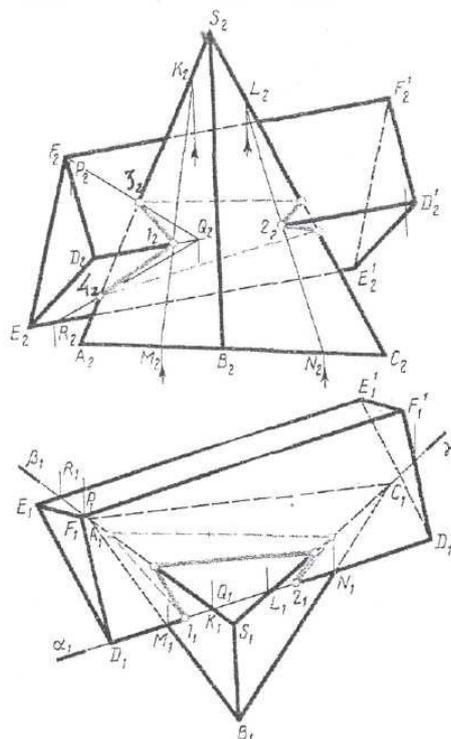


Рис. 3

На рис.4 приведён пример пересечения призмы с цилиндром. Все построения понятны из чертежа.

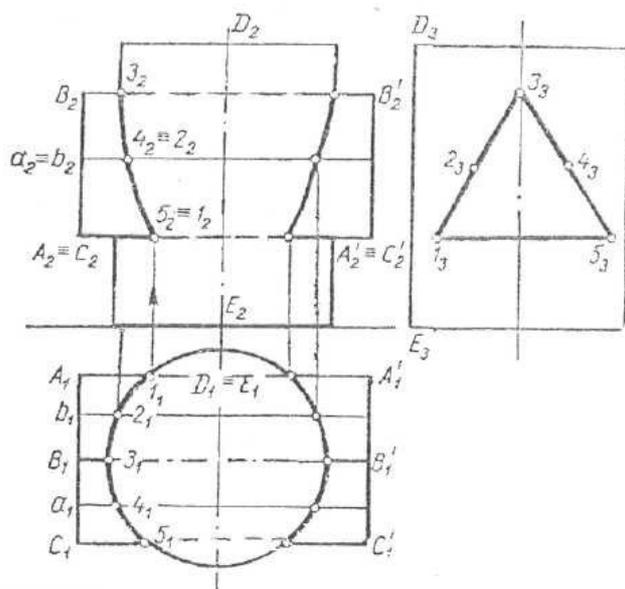


Рис. 4

На рис.5 приведён пример пересечения конуса с цилиндром. Линия пересечения построена с помощью плоскостей посредников. Последовательность построения понятна из чертежа. Здесь представлено полное пересечение.

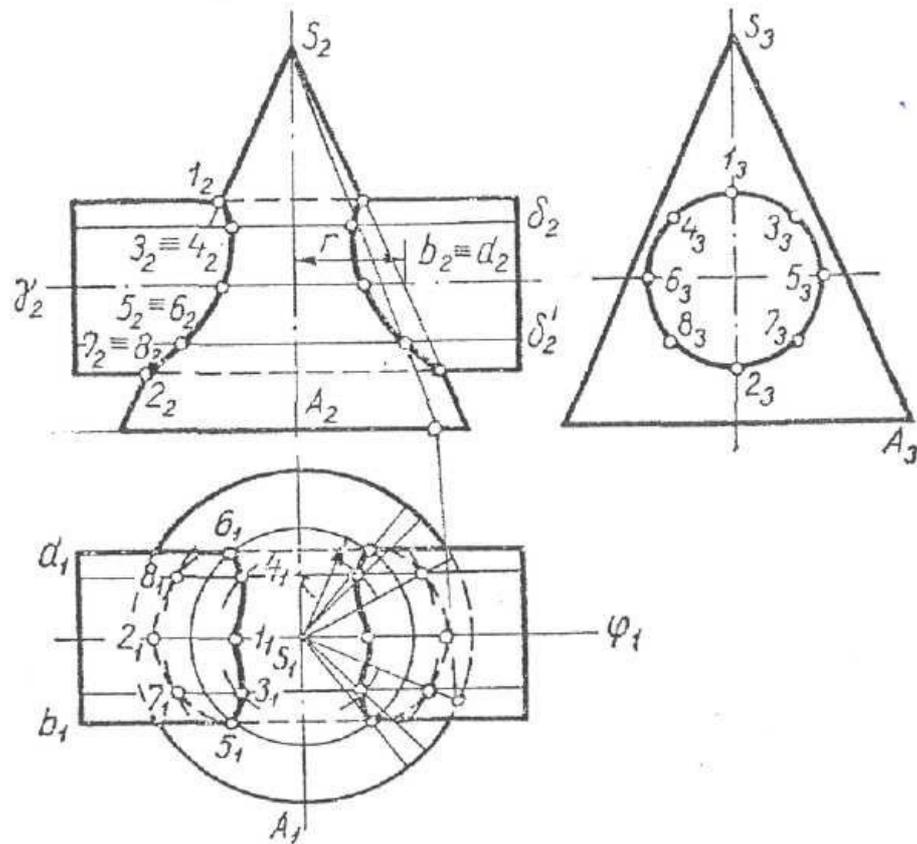


Рис. 5

На рис.6 даётся пример пересечения цилиндра с конусом. Как и в предыдущем случае, линия пересечения определяется с помощью плоскостей-посредников. Линия пересечения здесь представляет одну замкнутую линию. Это будет частичное пересечение. Построение линии пересечения понятно из чертежа.

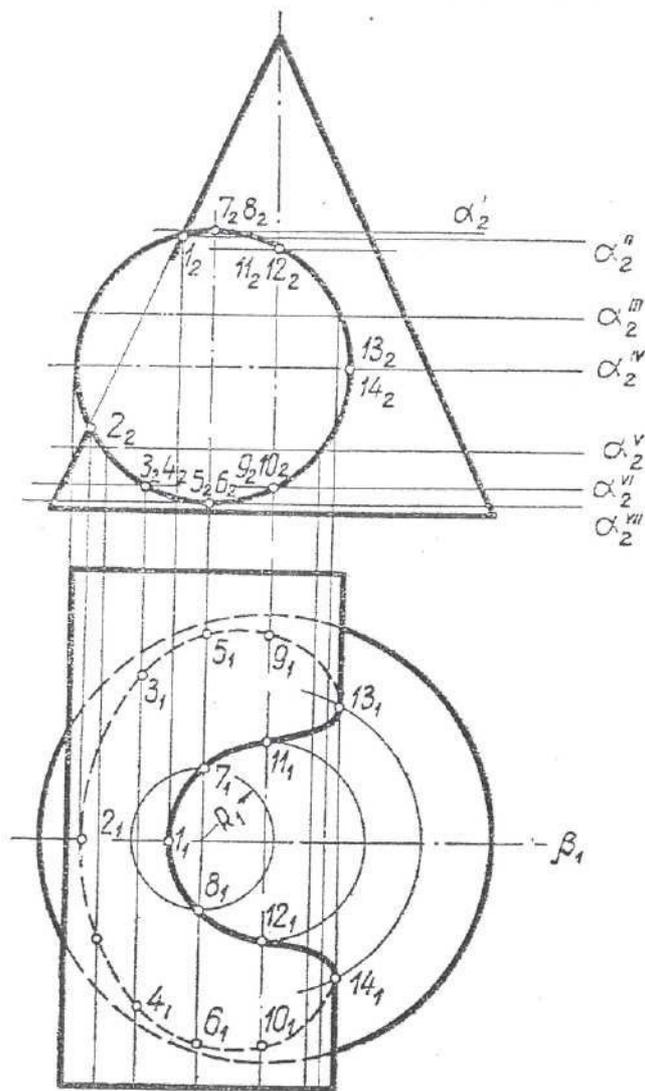


Рис. 6

На рис.7 дается построение линии пересечения цилиндра с шаром. Построение точек линии пересечения определяется с помощью вспомогательных плоскостей частного положения.

Это плоскости дважды проецирующие - горизонтальные. Такая плоскость пересекает обе поверхности по окружности. Сначала находим эти точки на горизонтальной проекции, а затем проецируем на фронтальный след проецирующей плоскости. Построения понятны из чертежа.

В задаче, приведённой на рис.8 для определение точек линии пересечения в основном используются плоскости, параллельные плоскости  $\Pi_2$  - фронтальные плоскости. Эти плоскости пересекают поверхность шара по окружности, а по-

верхность цилиндра по образующим. На их пересечении получаем точки 1, 2, 5, 6 и др. Низшую точку  $A$  и высшую точку  $B$  находим на пересечении с поверхностью шара тех образующих цилиндра, которые расположены в горизонтально-проецирующей плоскости  $\beta$ , проходящей через ось цилиндра и центр шара. Остальные построения понятны из чертежа.

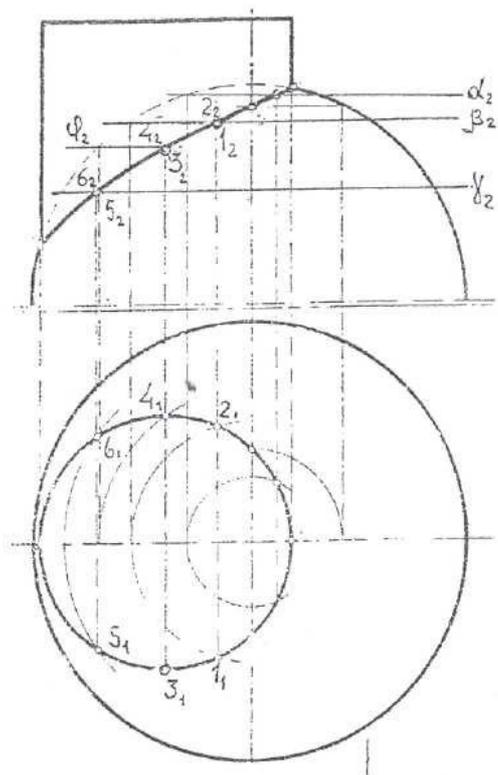


Рис. 7

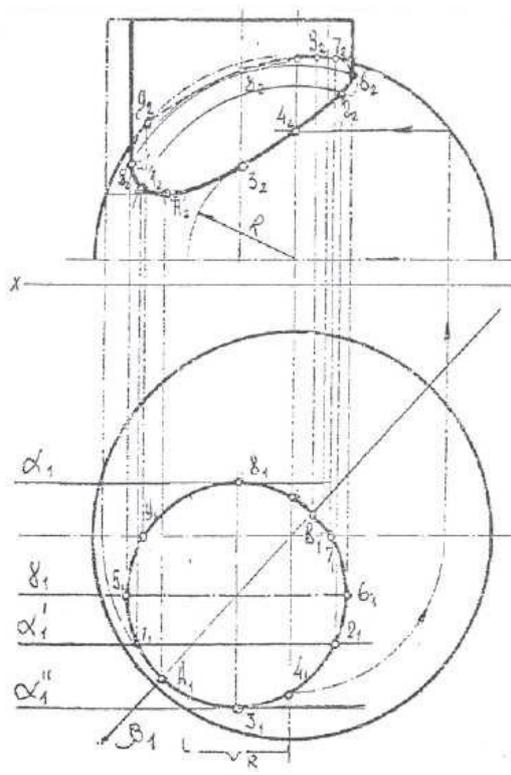


Рис. 8

### Построение линии пересечения конуса с наклонным цилиндром.

Оси вращения этих поверхностей пересекаются и параллельны плоскости  $\Pi_2$ . Следовательно, для определения линии пересечения (линии перехода) можно использовать сферические посредники. Все построения выполняются на основании приёмов, разобранных ранее и понятны из чертежа (рис.9).

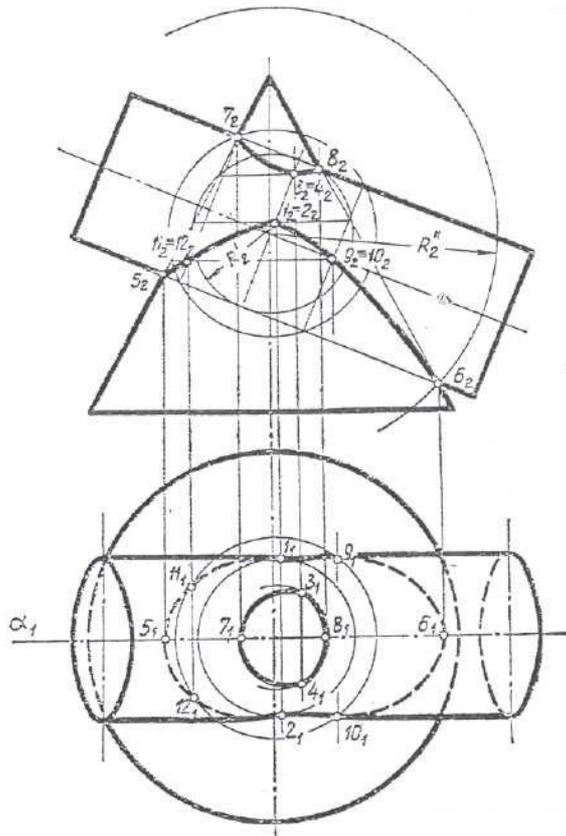


Рис. 9

### Частные примеры пересечения поверхностей вращения второго порядка.

В том случае, когда две пересекающиеся поверхности второго порядка (цилиндр и конус) касаются третьей поверхности второго порядка (в данном случае шара), имеет место следующее положение. Две поверхности второго порядка пересекаются по двум плоским, если эти поверхности описаны около третьей поверхности второго порядка или вписаны в неё (рис.10). Линии пересечения двух цилиндров, двух конусов или цилиндра и конуса, описанные около сферы, будут плоскими кривыми - эллипсами, фронтальные проекции которых представляют собой отрезки прямых (рис.10).

На рис.11 вынесенными сечениями показан действительный вид двух плоских кривых (эллипсов), получившихся при пересечении цилиндра и конуса, описанных около одного и того же шара.

### Двойное касание.

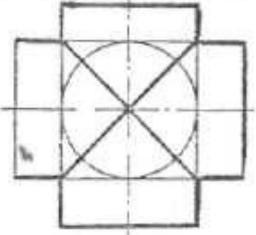
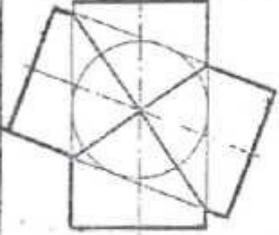
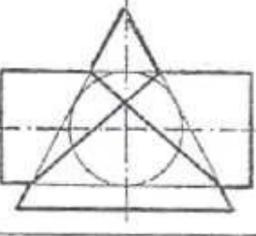
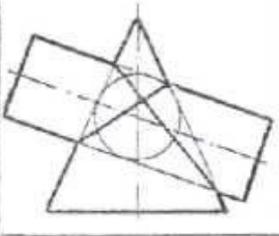
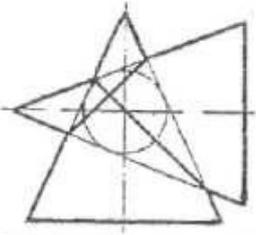
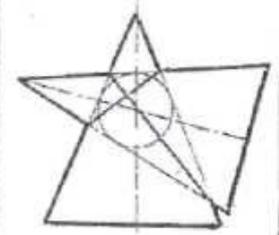
ДВОЙНОЕ КАСАНИЕ		
Пересекающиеся тела	Оси тел вращения взаимно перпендикулярны	Оси тел вращения под произвольным углом
Цилиндр с цилиндром		
Цилиндр с конусом		
Конус с конусом		

Рис. 10

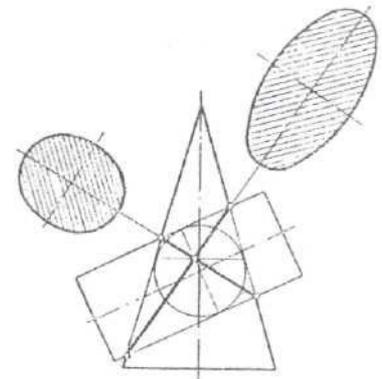


Рис. 11

## Зачетные билеты

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

«УТВЕРЖДАЮ»  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 г.

**ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

Институт  
Кафедра  
Дисциплина  
Курс

**строительный  
инженерной графики  
инженерная графика  
1-ый**

### билет 1

1. Определить натуральную величину треугольника методом замены плоскостей проекций.
2. Построить линию пересечения поверхностей.

Экзаменатор \_\_\_\_\_ Цеханов Ю.А.

---

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

«УТВЕРЖДАЮ»  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 г.

**ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

Факультет  
Кафедра  
Дисциплина  
Курс

**строительный  
инженерной графики  
инженерная графика  
1-ый**

### билет 2

1. Определить расстояние от точки до плоскости, заданной треугольником .
2. Найти точки пересечения прямой с поверхностью пирамиды. Построить их аксонометрическую проекцию.

Экзаменатор \_\_\_\_\_ Цеханов Ю.А.

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

**ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2015 г.

Институт  
Кафедра  
Дисциплина  
Курс

**строительный  
инженерной графики  
инженерная графика  
1-ый**

### билет 3

1. Определить натуральную величину треугольника методом вращения.
2. Построить линию пересечения многогранников.

Экзаменатор \_\_\_\_\_ Цеханов Ю.А.

---

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

**ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2015 г.

Институт  
Кафедра  
Дисциплина  
Курс

**строительный  
инженерной графики  
инженерная графика  
1-ый**

### билет 4

1. Определить натуральную величину треугольника методом плоско параллельного перемещения.
2. Построить две проекции пирамиды с вырезом.

Экзаменатор \_\_\_\_\_ Цеханов Ю.А.

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

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

зовательное учреждение высшего профессио-  
нального образования

«\_\_\_»\_\_\_\_\_2015 г.

**ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

Институт  
Кафедра  
Дисциплина  
Курс

**строительный  
инженерной графики  
инженерная графика  
1-ый**

### билет 5

1. Найти точку пересечения прямой с плоскостью, заданной треугольником. Определить видимость.
2. Построить две проекции конуса с вырезом.

Экзаменатор\_\_\_\_\_ Цеханов Ю.А.

Министерство образования и науки  
Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное об-  
разовательное учреждение высшего профес-  
сионального образования

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
«\_\_\_»\_\_\_\_\_2015 г.

**ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

Институт  
Кафедра  
Дисциплина  
Курс

**строительный  
инженерной графики  
инженерная графика  
1-ый**

### билет 6

1. Определить расстояние от точки D до плоскости, заданной треугольником (ABC).
2. Найти точки пересечения прямых AB и CD с поверхностью пирамиды. Построить их аксонометрическую проекцию.

Экзаменатор\_\_\_\_\_ Цеханов Ю.А.

Министерство образования и науки  
Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное обра-  
зовательное учреждение высшего профессио-

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
«\_\_\_»\_\_\_\_\_2015 г.

нального образования

**ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

Институт  
Кафедра  
Дисциплина  
Курс

**строительный  
инженерной графики  
инженерная графика  
1-ый**

### билет 7

1. Определить расстояние между параллельными прямыми АВ и CD.
2. Построить проекции конуса и его развертку.

Экзаменатор \_\_\_\_\_ Цеханов Ю.А.

---

Министерство образования и науки  
Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное об-  
разовательное учреждение высшего профес-  
сионального образования

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 г.

**ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

Факультет  
Кафедра  
Дисциплина  
Курс

**строительный  
инженерной графики  
инженерная графика  
1-ый**

### билет 8

1. Определить расстояние от точки D до плоскости, заданной треугольником (ABC).
2. Найти точки пересечения прямых АВ и CD с поверхностью пирамиды. Построить их аксонометрическую проекцию.

Экзаменатор \_\_\_\_\_ Цеханов Ю.А.

Министерство образования и науки  
Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное обра-  
зовательное учреждение высшего профессио-

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 г.

нального образования

**ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

Институт  
Кафедра  
Дисциплина  
Курс

**строительный  
инженерной графики  
инженерная графика  
1-ый**

### билет 9

1. Определить расстояние между параллельными прямыми АВ и CD.
2. Построить проекции конуса и его развертку.

Экзаменатор \_\_\_\_\_ Цеханов Ю.А.

---

Министерство образования и науки  
Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное об-  
разовательное учреждение высшего профес-  
сионального образования

**ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

Институт  
Кафедра  
Дисциплина  
Курс

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 г.

**строительный  
инженерной графики  
инженерная графика  
1-ый**

### билет 10

1. Определить расстояние от точки D до плоскости, заданной треугольником (ABC).
2. Найти точки пересечения прямых АВ и CD с поверхностью пирамиды. Построить их аксонометрическую проекцию.

Экзаменатор \_\_\_\_\_ Цеханов Ю.А.

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

**ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

«УТВЕРЖДАЮ»  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 г.

Институт **строительный**  
Кафедра **инженерной графики**  
Дисциплина **инженерная графика**  
Курс **1-ый**

### билет 11

1. Определить расстояние между параллельными прямыми АВ и CD.
2. Построить проекции конуса и его развертку.

Экзаменатор \_\_\_\_\_ Цеханов Ю.А.

---

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

**ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

«УТВЕРЖДАЮ»  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 г.

Институт **строительный**  
Кафедра **инженерной графики**  
Дисциплина **инженерная графика**  
Курс **1-ый**

### 12

1. Определить расстояние от точки D до плоскости, заданной треугольником (ABC).
2. Найти точки пересечения прямых АВ и CD с поверхностью пирамиды. Построить их аксонометрическую проекцию.

Экзаменатор \_\_\_\_\_ Цеханов Ю.А.

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

**ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

«УТВЕРЖДАЮ»  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 г.

Институт  
Кафедра  
Дисциплина  
Курс  
**строительный  
инженерной графики  
инженерная графика  
1-ый**

## 13

1. Определить расстояние между параллельными прямыми АВ и CD.
2. Построить проекции конуса и его развертку.

Экзаменатор \_\_\_\_\_ Цеханов Ю.А.

---

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

**ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

«УТВЕРЖДАЮ»  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 г.

Институт  
Кафедра  
Дисциплина  
Курс  
**строительный  
инженерной графики  
инженерная графика  
1-ый**

## билет 14

1. Определить расстояние от точки D до плоскости, заданной треугольником (ABC).
2. Найти точки пересечения прямых АВ и CD с поверхностью пирамиды. Построить их аксонометрическую проекцию.

Экзаменатор \_\_\_\_\_ Цеханов Ю.А.

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

**ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

«УТВЕРЖДАЮ»  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2015 г.

Институт **строительный**  
Кафедра **инженерной графики**  
Дисциплина **инженерная графика**  
Курс **1-ый**

### билет 15

1. Определить расстояние между параллельными прямыми АВ и CD.
2. Построить проекции конуса и его развертку.

Экзаменатор \_\_\_\_\_ Цеханов Ю.А.

---

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

**ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

«УТВЕРЖДАЮ»  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2015 г.

Институт **строительный**  
Кафедра **инженерной графики**  
Дисциплина **инженерная графика**  
Курс **1-ый**

### 16

1. Определить расстояние от точки D до плоскости, заданной треугольником (ABC).
2. Найти точки пересечения прямых АВ и CD с поверхностью пирамиды. Построить их аксонометрическую проекцию.

Экзаменатор \_\_\_\_\_ Цеханов Ю.А.

Министерство образования и науки  
Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное обра-

«УТВЕРЖДАЮ»  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

**ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

Институт  
Кафедра  
Дисциплина  
Курс

**строительный  
инженерной графики  
инженерная графика  
1-ый**

**17**

1. Определить расстояние между параллельными прямыми АВ и CD.
2. Построить проекции конуса и его развертку.

Экзаменатор\_\_\_\_\_ Цеханов Ю.А.

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

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
«\_\_\_»\_\_\_\_\_2015 г.

**ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

Институт  
Кафедра  
Дисциплина  
Курс

**строительный  
инженерной графики  
инженерная графика  
1-ый**

**18**

1. Определить расстояние от точки D до плоскости, заданной треугольником (ABC).
2. Найти точки пересечения прямых АВ и CD с поверхностью пирамиды. Построить их аксонометрическую проекцию.

Экзаменатор\_\_\_\_\_ Цеханов Ю.А.

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

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
«\_\_\_»\_\_\_\_\_2015 г.

**ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

Институт  
Кафедра  
Дисциплина  
Курс

**строительный  
инженерной графики  
инженерная графика  
1-ый**

**19**

1. Определить расстояние между параллельными прямыми АВ и CD.
2. Построить проекции конуса и его развертку.

Экзаменатор \_\_\_\_\_ Цеханов Ю.А.

---

Министерство образования и науки  
Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное об-  
разовательное учреждение высшего профес-  
сионального образования

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 г.

**ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

Институт  
Кафедра  
Дисциплина  
Курс

**строительный  
инженерной графики  
инженерная графика  
1-ый**

**20**

1. Определить расстояние от точки D до плоскости, заданной треугольником (ABC).
2. Найти точки пересечения прямых АВ и CD с поверхностью пирамиды. Построить их аксонометрическую проекцию.

Экзаменатор \_\_\_\_\_ Цеханов Ю.А.

Министерство образования и науки  
Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное обра-  
зовательное учреждение высшего профессио-  
нального образования

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 г.

**21**

1. Определить расстояние между параллельными прямыми АВ и CD.
2. Построить проекции конуса и его развертку.

Экзаменатор \_\_\_\_\_ Цеханов Ю.А.

---

Министерство образования и науки  
Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное об-  
разовательное учреждение высшего профес-  
сионального образования

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 г.

**ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

Институт  
Кафедра  
Дисциплина  
Курс

**строительный  
инженерной графики  
инженерная графика  
1-ый**

**билет 22**

1. Определить расстояние от точки D до плоскости, заданной треугольником (ABC).
2. Найти точки пересечения прямых АВ и CD с поверхностью пирамиды. Построить их аксонометрическую проекцию.

Экзаменатор \_\_\_\_\_ Цеханов Ю.А.

**ТОЛКОВЫЙ СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ  
(ГЛОССАРИЙ)**

**Аксонометрия** - (греч. *axo* – ось + *metreo* измерять) изображения предметов, полученных путем параллельного проектирования их вместе с осями прямоугольных координат, к которым отнесен предмет, на плоскость проекций – картину (см.).

**Аппроксимация** – замена одной фигуры другой более простой.

**Б**

**Бергштрих** – штрих, направленный в сторону спуска (в проекциях с числовыми отметками)

**В**

**Вид** - Изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета. Основные виды: вид спереди, вид сверху, вид слева, вид справа, вид снизу, вид

**Вращение** – метод преобразования, который используется для решения метрических задач (см.).

**Г**

**Геликоид** - (греч. *pelix* – спираль + *eid* – вид) винтовая поверхность.

**Геометрическое тело** - некоторая замкнутая часть пространства, ограниченная плоскими или кривыми поверхностями.

**Гиперболический параболоид** – (косая плоскость) поверхность, образованная движением прямой образующей, параллельной заданной плоскости, по двум направляющим линиям.

**Гиперболоид** – линейчатая поверхность, с тремя направляющими прямыми линиями.

**Горизонталь** плоскости – линия уровня, параллельная горизонтальной плоскости проекций.

**Грань** – отсек плоскости, элемент многогранной поверхности.

**Д**

**Декарт** (1596-1650г.г.) – французский математик и философ, предложивший систему координат для определения положения системы точек в пространстве.

**Диметрия** (греч. *dis* – дважды + *metron* - мера) – аксонометрическая проекция, у которой коэффициенты искажения по двум осям координат одинаковые.

## **И**

**Изометрия** – (греч. *isos* – равный, одинаковый + *metron* - мера) аксонометрическая проекция, у которой коэффициенты искажения по всем трём осям координат одинаковые.

**Инцидентность** – геометрический термин, который применяется для обозначения отношения принадлежности между объектами геометрии: точками, прямыми, плоскостями.

## **К**

**Каркас поверхности** – множество неподвижных линий, принадлежащих поверхности и объединенных общим признаком

**Картина** – наименование плоскости проекций в аксонометрических проекциях и в перспективе.

**Комплекс** – два и более специфицированных изделия, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но предназначенных для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций.

**Комплексный чертёж** – изображение, составленное из двух или трёх связанных между собой проекционной связью ортогональных проекций геометрического объекта.

**Коноид** – линейчатая поверхность с плоскостью параллелизма (см.), у которой одна направляющая прямая линия, а вторая – кривая.

**Коническая поверхность** – линейчатая поверхность с одной направляющей и вершиной; если направляющая замкнутая кривая, коническая поверхность становится замкнутой.

**Конус** – тело, полученное объединением всех лучей, исходящих из одной точки (вершины конуса) и проходящих через плоскую поверхность. Иногда конусом называют часть такого тела, полученную объединением всех отрезков, соединяющих вершину и точки плоской поверхности (последнюю в таком случае называют основанием конуса, а конус называют опирающимся на данное основание). Также можно сказать, что это тело, полученное при вращении прямоугольного треугольника во-

круг одного из его катетов. Отрезок, соединяющий вершину и границу основания, называется образующей конуса.

**Координатные оси** – система трех взаимно перпендикулярных прямых, пересекающихся в одной точке (начало координат); служат для определения положения объектов проецирования в пространстве.

## Л

**Линия** – след непрерывно движущейся точки.

**Линейчатая поверхность** – поверхности, образованные прямой линией.

## М

**Меридиан** – линия пересечения поверхности вращения с плоскостью, которая проходит через ось поверхности.

**Метод проецирования** – закономерность, способ отображения геометрических объектов на плоскость проекций.

**Метрические задачи** – задачи, связанные с измерением – определением натуральных величин плоскостей, отрезков, углов, расстояний.

**Монж Гаспар** (1746 – 1818г.г.) – французский математик, геометр, государственный деятель, морской министр, автор первого учебника «Начертательная геометрия» (1795 г.).

## Н

**Направляющая** – неподвижная линия или поверхность в пространстве, по которой перемещается образующая (см.), в процессе образования поверхности.

**Начало координат** – точка пересечения осей координат.

## О

**Образующая** - линия, которая при своем движении образует какую-либо поверхность.

**Обратимость** – свойство изображения, позволяющее реконструировать форму предмета, его положение в пространстве.

**Объект проецирования** – трехмерный объект пространства, отображённый на плоскости проекций.

**Овал** – (фр. *ovale* - яйцо + греч. *είδος* — подобный) выпуклая плоская кривая второго порядка, состоящая из четырех дуг окружностей, имеющая две оси симметрии.

**Овоид** – (лат. *ovum* - яйцо + греч. *είδος* – подобный) выпуклая плоская кривая яйцеобразной формы, состоящая из четырех дуг окружностей, имеющая одну ось симметрии.

**Определитель поверхности** – совокупность фигур и связей между ними, которая задаёт поверхность однозначно.

**Ось** – воображаемая прямая линия, которая проходит через тело, а так же прямая, вокруг которой вращается некая система (точка, линия, поверхность...).

**Отметка** – высоты, глубины элементов конструкции относительно какого - либо уровня, принимаемого за нулевой.

**Отсек** – ограниченная часть плоскости, поверхности.

## **П**

**Параболоид** – поверхность второго порядка, не имеющая центра; образуется вращением параболы вокруг ее оси (эллиптический параболоид, гиперболический параболоид).

**Перемещение (плоскопараллельное)** – метод преобразования, который используется для решения метрических задач (см.).

**Перспектива** – способ изображения пространства наиболее близкий к зрительному восприятию.

**Плоскость параллелизма** – которой всегда остаётся параллельна образующая при своём перемещении, при образовании некоторых поверхностей.

**Поверхность** – непрерывное однопараметрическое множество линий или двухпараметрическое множество точек.

**Проекция** – перехода от трехмерного объекта к его изображению на плоскость.

**Проецирование** – процесс построения проекции предмета, основанный на общепринятых правилах.

**Пространство** – понимается как место, в котором возможно движение, различные положения и взаимные расположения объектов, отношения близости-дальности, понятие направления.

**Прямая уровня** – прямая, параллельная какой либо плоскости проекций.

**Р**

**Развёртка** – поверхности, фигура, получаемая в плоскости при совмещении точек данной поверхности с этой плоскостью, при котором длины отрезков остаются неизменными.

**Размерность** – число измерений геометрической фигуры.

**Разрез** – изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями.

**С**

**Скрещивающиеся прямые** – прямые, которые не параллельны друг другу и не пересекаются.

**След плоскости** – линия пересечения данной плоскости с одной из плоскостей проекций.

**След прямой** – точка пересечения прямой с одной из плоскостей проекций.

**Сопряжение поверхностей** – плавный переход одной поверхности в другую.

**Спецификация** – технический документ определенного содержания, составленный по разграфленной форме.

**Спрявление кривой линии** – построение отрезка прямой линии, длина которого приблизительно равна длине дуги кривой.

**Сфера** – поверхность, образованная вращением полуокружности вокруг оси, инцидентной диаметру.

**Т**

**Тор** – поверхность, получаемая вращением окружности вокруг оси, не проходящей через её центр.

**Точка** – элемент пространства, характеризующийся отсутствием таких параметров как длина, ширина, высота, имеющий только координаты X, Y, Z.

**Точность построений** – считается приемлемым такое решение задачи, которое найдено в результате построений линейкой и циркулем.

**У**

**Уклон** – отношение разности высот двух точек к расстоянию между ними.

## **Ф**

**Фронталь плоскости** – линия уровня, параллельная фронтальной плоскости проекций.

## **Ц**

**Центр проецирования** – точка в пространстве, через которую проходят линии проецирования (метод центрального проецирования).

**Цилиндроид** – линейчатая поверхность с плоскостью параллелизма (см.), у которой обе направляющие кривые линии.

## **Ч**

**Чертёж** – графическое изображение, которое обладает свойством обратимости.

## **Э**

**Эллипсоид** – замкнутая поверхность второго порядка, имеющая центр, образованная вращением эллипса вокруг осей, инцидентных какой либо оси эллипса.

**Эпюр** – (фр. *epure* – очищенный; чертёж) изображение предмета в двух проекциях, выполненное методом Монжа, с сохранением проекционной связи.

**Эскиз** - чертёж временного характера, выполненный, как правило, без применения чертёжных инструментов на любом материале без точного соблюдения масштаба.