

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Кафедра машиноведения, механики и инженерной графики**

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Е.И. Луковникова

«\_\_» декабря 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА**

**Б.1.В.10**

**НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ**

**13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

**ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ**

**Электроснабжение**

Программа академического бакалавриата

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

<b>1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>3</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>3</b>
<b>3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения.....	4
3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости .....	4
<b>4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>5</b>
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий .....	6
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам .....	6
4.3 Лабораторные работы.....	59
4.4 Практические занятия.....	59
4.5 Контрольные мероприятия: контрольная работа , курсовая работа.....	60
<b>5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>63</b>
<b>6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	<b>64</b>
<b>7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>64</b>
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>65</b>
<b>9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>65</b>
9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению практических работ	67
9.2. Методические указания по выполнению контрольной работы.....	84
<b>10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>85</b>
<b>11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>85</b>
<b>Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....</b>	<b>86</b>
<b>Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины .....</b>	<b>92</b>
<b>Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе .....</b>	<b>93</b>

# 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

## Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к производственно-технологическому виду профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

## Цель дисциплины

- развитие пространственного представления и воображения; конструктивно-геометрического мышления; способностей к анализу и синтезу пространственных форм и отношений на основе графических моделей пространства; выработка знаний, умений и навыков, необходимых для разработки и чтения машиностроительных чертежей различного назначения.

## Задачи дисциплины

- формирование у обучающегося системы знаний о способах получения определенных геометрических моделей пространства, основанных на ортогональном и центральном проецировании; умение решать задачи, связанные с пространственными формами и отношениями.

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
ПК-9	способность составлять и оформлять типовую техническую документацию	<b>знать:</b> способы задания точки, прямой, плоскости и многогранников на чертеже; позиционных и метрических задач; кривых линий; поверхностей вращения; линейчатых винтовых, циклических поверхностей; построение разверток поверхностей, касательных линий и плоскостей к поверхности; аксонометрических проекций; конструкторской документации; оформления чертежей; рабочих чертежей и эскизов деталей и машин; эксплуатационной документации; <b>уметь:</b> выполнять графические построения деталей и узлов, использовать конструкторскую и технологическую документацию в объеме, достаточном для решения эксплуатационных задач; <b>владеть:</b> способностью к конструктивно-геометрическому пространственному мышлению; навыками автоматизированного проектирования; навыками чтения конструкторской документации.
ОПК-1	способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий	

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.10 Инженерная графика является базовой.

Дисциплина Инженерная графика базируется на знаниях, полученных при изучении учебных дисциплин основных общеобразовательных программ.

Основываясь на изучении вышеперечисленных дисциплин, инженерная графика, представляет основу для изучения дисциплин: Компьютерные технологии.

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации бакалавр.

### 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоёмкость дисциплины в часах						контроль ная работа	Вид промежу точной аттеста ции
			Всего часов (с экз.)	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Заочная	2	-	252	20	4	-	16	228	2кр, КР	Зачет с оценкой
Заочная (ускоренное обучение)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Очно-заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

#### 3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоёмкости

Вид учебных занятий	Трудо- ёмкость (час.)	в т.ч. в интерактивной, активной, иннова- ционной формах, (час.)	Распределение по семестрам, час
			1
1	2	3	4
<b>I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)</b>	20	4	20
Лекции (Лк)	4	4	4
Практические занятия (ПЗ)	16	-	16
Контрольная работа*	+	-	+
Групповые (индивидуальные) консультации*	+	-	+
<b>II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)</b>	228	-	228
Подготовка к практическим занятиям	68	-	68
Подготовка к зачету в течение семестра	40	-	40
Выполнение контрольной работы	40	-	40
Выполнение курсовой работы	80	-	80
<b>III. Промежуточная аттестация</b> зачет с	4	-	4

оценкой			
Общая трудоемкость дисциплины ..... час.	252	-	252
зач. ед.	7	-	7

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий

- для заочной формы обучения:

№ раз- дела и темы	Наименование раздела дисциплины	Трудоем- кость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)		
			учебные занятия		самостоятель- ная работа обучаю- щихся*
			лекции	практические занятия	
1	2	3	4	5	6
1.	Начертательная геометрия	56	2	4	50
2.	Инженерная графика	118	2	8	108
3.	Машинная графика	74	-	4	70
	<b>ИТОГО</b>	<b>248</b>	<b>4</b>	<b>16</b>	<b>228</b>

##### 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

Алгоритм проведения интерактивного занятия в форме лекции – визуализации:

###### 1. Подготовка занятия

Слайд-презентацию лекции по теме занятия согласно учебного плана подготавливает преподаватель.

###### 2. Вступление (мотивация бакалавра на новую форму освоения материала).

Излагается тема, план и цель лекции. Поясняется, что реализуемый в дальнейшем на занятии принцип наглядности компенсирует недостаточную зрелищность учебного процесса. Для создания предпосылки мотивации обучающихся приводится интересный факт, иллюстрируемый средствами мультимедиа, или задаётся мотивирующий вопрос. При этом один из их ожидаемых ответов на него демонстрируется в форме видеоряда.

###### 3. Основная часть (формулировка и изложение вопросов).

В начале изучения каждого вопроса производится его визуализация на опорных слайдах презентации, а в процессе его изложения используются различные формы наглядности: натуральные, изобразительные или символические. При этом допускаются паузы в изложении для того, чтобы обучающиеся успевали законспектировать воспринятую визуально информацию – и не механически, а осмысленно, а также, чтобы они имели возможность кратковременной разрядки по истечении пиков внимания. В ходе лекции используются реплики: «это следует записать буквально или изобразить подробно», «сейчас можно просто послушать или пронаблюдать». Повторами и более медленным темпом выделяется наиболее важная информация, проводится контроль за её фиксацией.

###### 4. Заключение

Напоминание темы и цели занятия, основных позиций лекции с применением опорных слайдов презентации. Подведение итогов в виде фронтальной беседы и ответов на ключевые вопросы темы.

#### Раздел 1. Начертательная геометрия

**Тема:** Цели и задачи курса исторический обзор. Понятие о ГОСТах. Система ЕСКД. Аксонометрические проекции.

Цели и задачи курса исторический обзор.

Изучение начертательной геометрии способствует развитию пространственного воображения и навыков правильного логического мышления.

Чертеж - это графическое изображение предмета, основной конструкторский документ, по которому изготавливается то или иное изделие. Другими словами, чертеж является языком всех технически грамотных людей, и, как всякий язык, он имеет свою азбуку и грамматику, изучив которые, можно изготовить и читать всевозможные чертежи.

Понятие о ГОСТах. Система ЕСКД.

В азбуку чертежного искусства можно отнести: правильное применение принадлежностей, инструментов, линий, букв и цифр; знание ГОСТов «Единая система конструкторской документации» (ЕСКД) и «Система проектной документации для строителей» (СПДС).

В ГОСТах даны единые нормы и правила составления чертежей, а также стандартные условные изображения и обозначения.

Для чтения и выполнения чертежей необходимо знание ГОСТов.

1. *Форматы ГОСТ 2.301-68;*
2. *Масштабы ГОСТ 2.302-68;*
3. *Линии ГОСТ 2.303-68;*
4. *Шрифты чертежные ГОСТ 2.304-81.*

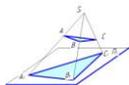
**Тема: Виды проецирования, проекции точки. Проекция прямой. Комплексный чертеж, его свойства. Задание прямой на комплексном чертеже. Прямые общего положения, уровня, проецирующие. Взаимное положение прямых. (Презентация 2 часа)**

### **Виды проецирования**

#### **Метод центрального проецирования**

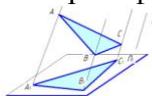
Центральное проецирование является наиболее общим случаем проецирования геометрических объектов на плоскости. Основными и неизменными его *свойствами* (инвариантами) являются следующие:

- 1) проекцией точки является точка;
- 2) проекцией прямой является в общем случае – прямая;
- 3) если точка принадлежит прямой, то проекция этой точки принадлежит проекции прямой.



#### **Метод параллельного проецирования**

При удалении центра  $S$  в бесконечность в направлении  $t$  ( $t$  – направление проецирования) центральное проецирование трансформируется в параллельное.



Очевидно, что при параллельном проецировании все проецирующие лучи параллельны направлению проецирования.

$$AA_1 // t; BB_1 // t \Rightarrow AA_1 // BB_1$$

При параллельном проецировании сохраняются свойства центрального проецирования и добавляются следующие:

1. Проекция параллельных между собою прямых – параллельны между собой.
2. Отношение отрезков прямой линии равно отношению проекций этих проекций.
3. Отношение отрезков двух параллельных прямых равно отношению их проекций.

#### **Проекция прямой**

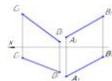
Прямая – движение точки в одном направлении.

- Через любую точку можно провести бесконечно много прямых.
- Через любые две несовпадающие точки можно провести единственную прямую.
- Две несовпадающие прямые на плоскости или пересекаются в единственной точке, или являются параллельными (следует из предыдущего).

## Положение прямой относительно плоскостей проекций.

### Прямая общего положения.

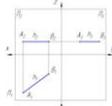
Если прямая не параллельна и не перпендикулярна ни к одной из плоскостей проекций, то это прямая общего положения.



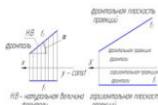
### Прямые частного положения.

I. Прямые уровня. Прямые, параллельные каким-либо плоскостям проекций, называют прямыми уровня.

Прямая, параллельная плоскости  $\Pi_1$ . Все точки такой прямой имеют одинаковую координату  $Z$ . Эту прямую называют *горизонталью*.



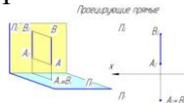
Прямая, параллельная плоскости  $\Pi_2$ . Все точки такой прямой имеют одинаковую координату  $Y$ . Эту прямую называют *фронталью*.



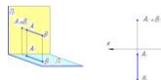
II. Проецирующие прямые. Если прямая перпендикулярна какой-либо плоскости проекций, то она совпадает с проецирующими лучами. Такую прямую называют *проецирующей*.

Прямая перпендикулярная к плоскости  $\Pi_1$  совпадает с проецирующими лучами, перпендикулярными к плоскости проекций  $\Pi_1$ . Такую прямую называют *горизонтально проецирующей* прямой.

Чертеж *горизонтально проецирующей* прямой.

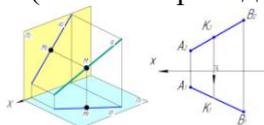


Прямая перпендикулярная к плоскости  $\Pi_2$  совпадает с проецирующими лучами, перпендикулярными к плоскости проекций  $\Pi_2$ . Такую прямую называют *фронтально проецирующей* прямой.



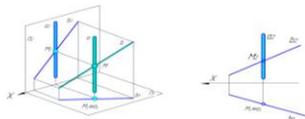
Взаимное положение прямой и точки.

Если точка принадлежит прямой, то проекции данной точки должны принадлежать одноименным проекциям этой прямой (аксиома принадлежности точки прямой).



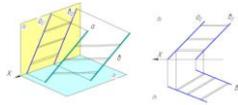
### Взаимное положение прямых в пространстве.

а) *пересекающиеся* прямые



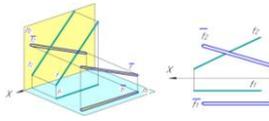
б) *параллельные* прямые

Если прямые в пространстве параллельны, то соответствующие проекции рассматриваемых прямых также параллельны.



в) *скрещивающиеся* прямые

Прямые, не пересекающиеся и не параллельные между собой называются *скрещивающимися*.



**Тема: Задание и проекции плоскости на комплексном чертеже. Плоскости общего положения, уровня, проецирующие. Точка; прямая в плоскости. Взаимное положение прямой и плоскости, плоскостей.**

**Задание и проекции плоскости на комплексном чертеже.**

**Плоскость** – одно из основных понятий геометрии. Плоскость состоит из множества точек, равноотстоящих от двух заданных в пространстве точек.

Одна и та же плоскость может быть задана различными геометрическими элементами, расположенными в ней:

три точки, не лежащими на одной прямой	двумя параллельными прямыми	прямой и точкой, не принадлежащей этой прямой	двумя пересекающимися прямыми	плоской геометрической фигурой

**Положение плоскости относительно плоскостей проекций**

По положению плоскости относительно плоскостей проекций различают:

- плоскости общего положения (не параллельные и не перпендикулярные ни к одной из плоскостей проекций; способы их задания на чертеже см. выше);
- плоскости проецирующие (перпендикулярные к одной из плоскостей проекций);
- плоскости уровня (параллельные к одной из плоскостей проекций или перпендикулярные к двум плоскостям проекций).

**Плоскости уровня**

Плоскость, параллельная фронтальной плоскости проекций называется <b>фронтальной плоскостью</b> .	Плоскость, параллельная горизонтальной плоскости проекций называется <b>горизонтальной плоскостью</b> .

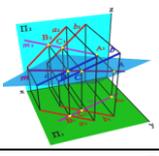
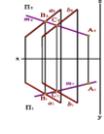
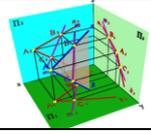
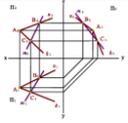
**Проецирующие плоскости**

Плоскость, перпендикулярная фронтальной плоскости проекций называется <b>фронтально проецирующей плоскостью</b> .	
Плоскость, перпендикулярная горизонтальной плоскости проекций называется <b>горизонтально проецирующей плоскостью</b> .	

**Взаимное положение прямой и плоскости, плоскостей.**

Решение задач на принадлежность прямых и точек некоторой плоскости сводится к реализации на эпюре известных положений:

- прямая принадлежит плоскости, если она проходит через две точки плоскости, либо через одну точку плоскости параллельно какой-либо прямой, лежащей в этой плоскости;
- точка принадлежит плоскости, если она лежит на какой-либо прямой в этой плоскости.

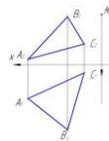
Точка, принадлежащая плоскости.	
	
Две общие точки прямой линии и плоскости	
	

*Построение недостающей проекции точки, лежащей в заданной плоскости*

### Задача

*Дано:* Плоскость треугольника  $ABC - \Sigma(\Delta ABC)$ .

*Требуется:* Построить недостающую проекцию точки  $K$ , принадлежащую плоскости треугольника  $ABC$ .



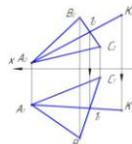
*Ход решения задачи:*

- 1) Строится вспомогательная прямая линия  $t$ , принадлежащая заданной плоскости  $\Sigma(\Delta ABC)$ . Фронтальная проекция прямой линии  $t - t_2$  проходит через  $A_2$  и через известную фронтальную проекцию точки  $K (K_2)$ .
- 2) Проекция вспомогательной прямой линии пройдет через некоторую точку  $1_2$  на фронтальной проекции отрезка  $B_2C_2$ .
- 3) По линии проекционной связи определяем горизонтальную проекцию прямой  $t - t_1$ . Она пройдет через  $A_1$  и проекцию некоторой точку  $1_1$  на горизонтальной проекции отрезка  $B_1C_1$ .
- 4) Определяем недостающую проекцию точки  $K$ , проведя линию проекционной связи до пересечения с горизонтальной проекцией вспомогательной прямой линии  $t_1 - (K_1)$ .

Решение:

*1 этап.* Проведение вспомогательной линии  $t$  через известную проекцию заданной точки  $K$ .

*2 этап.* Построение горизонтальной проекции вспомогательной линии  $t$  и определение недостающей проекции заданной точки  $K$ .



**Тема Сечение тел плоскостью. Сечение поверхностей общего положения проецирующими плоскостями. Пересечение кривой поверхности прямой линией.**

**Пересечение поверхностей. Использование в качестве посредников плоскостей частного, общего положений. Метод плоскостей посредников. Метод концентрических сфер.**

**Сечение тел плоскостью. Сечение поверхностей общего положения проецирующими плоскостями. Пересечение кривой поверхности прямой линией.**

**Сечение поверхности плоскостью**

В общем случае при пересечении поверхности с плоскостью образуется плоская кривая линия, все точки которой лежат в секущей плоскости. Для определения точек линии пересечения пользуются плоскостями-посредниками. Плоскости-посредники подбирают таким образом, чтобы исходная поверхность пересекалась с ними по прямой или окружности.

Рассмотрим линии, которые образуются при пересечении секущей плоскости с поверхностью конуса.

### **Сечения конуса**

При различных положениях секущей плоскости на поверхности прямого кругового конуса образуются различные алгебраические линии 2-го порядка.

1. Если секущая плоскость проходит через вершину конуса, то в сечении образуется треугольник.



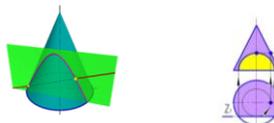
2. Если секущая плоскость проходит перпендикулярно оси вращения, то в сечении образуется окружность.



3. Если секущая плоскость проходит под углом не равным  $90^0$  и при этом пересекает все образующие конуса, то в сечении образуется эллипс.



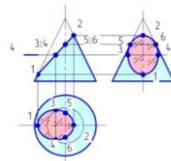
4. Если секущая плоскость проходит параллельно оси вращения, то в сечении образуется гипербола.



5. Если секущая плоскость проходит какой-либо образующей конуса, то в сечении образуется парабола.



Для определения линии пересечения секущей плоскости с поверхностью конуса выделяют, так называемые, опорные точки.

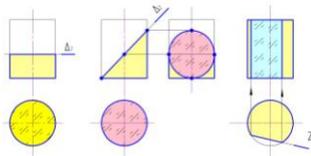


Точки 1 и 2 – самая нижняя и самая верхняя точки сечения; точки 5 и 6 – точки профильного очерка. Точки 3 и 4 определяем с помощью одного из носителей точек. В данном примере выбрана траектория движения – окружность. Полученные точки на каждой из проекций соединяем плавной линией.

### **Сечение цилиндра**

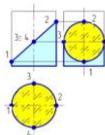
В зависимости от того, какое положение занимает секущая плоскость по отношению к поверхности прямого кругового цилиндра, возможны три типа линии их взаимного пресечения:

- секущая плоскость перпендикулярна оси вращения цилиндра – в сечении образуется окружность;
- секущая плоскость расположена под углом, отличным от  $90^\circ$  к оси вращения цилиндра, – в сечении образуется эллипс;
- секущая плоскость параллельна оси вращения цилиндра – в сечении образуется прямоугольник.



При построении линии пересечения секущей плоскости с поверхностью прямого кругового цилиндра выделяют опорные точки:

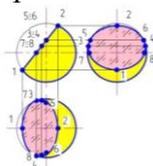
- точки 1 и 2 – самая нижняя и самая верхняя точки сечения;
- точки 3 и 4 – точки профильного очерка;
- точка 4 – самая ближняя точка сечения;
- точка 3 – самая дальняя точка сечения.



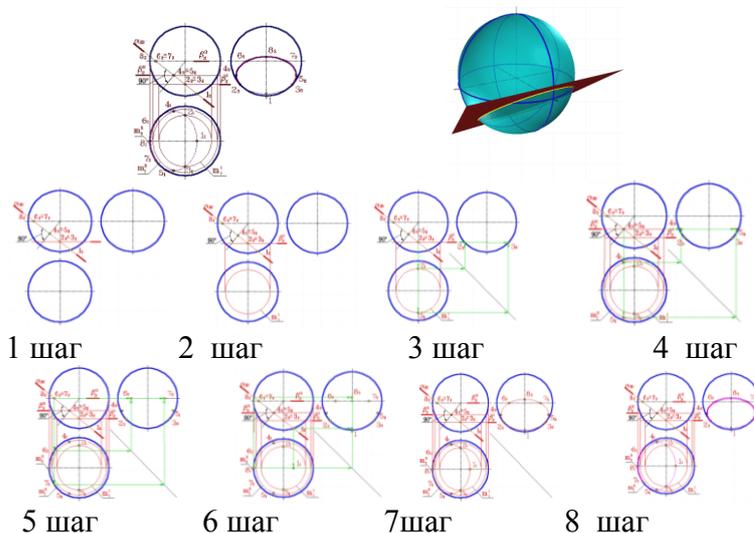
### Сечение сферы

При пересечении поверхности сферы с секущей плоскостью всегда образуется окружность, которая в зависимости от положения секущей плоскости по отношению к плоскостям проекций, может проецироваться в виде окружности, эллипса или прямой линии. При построении линии пересечения секущей плоскости с поверхностью сферы выделяют опорные точки:

- точки 1 и 2 – самая нижняя и самая верхняя точки сечения;
- точки 5 и 6 – точки профильного очерка;
- точки 7 и 8 – точки горизонтального очерка.



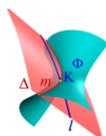
Рассмотрим подробно построение линии пересечения сферы и фронтально проецирующей плоскостью



## Пересечение прямой линии с кривой поверхностью

В общем случае для геометрического определения точек пересечения линии  $l$  с поверхностью  $\Phi$  необходимо выполнить ряд геометрических построений, описываемых следующим алгоритмом:

1. Заключаем линию  $l$  в некоторую вспомогательную плоскость  $\Delta$  (как правило, проецирующую);
2. Строим линию пересечения  $m$  вспомогательной плоскости  $\Delta$  и заданной поверхности  $\Phi$ ;
3. Определяем искомую точку  $K$  пересечения линии  $l$  и  $m$  (точка может быть не единственной).



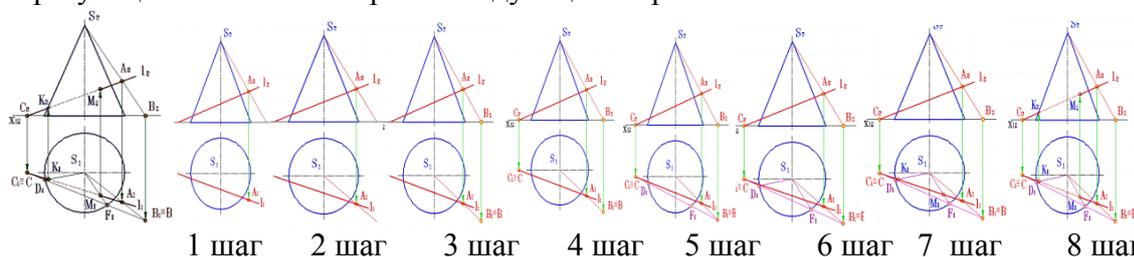
## Пересечение прямой линии с конусом

Рассмотрим задачу на определение точки пересечения прямой линии общего положения с поверхностью прямого кругового конуса. В качестве вспомогательных плоскостей-посредников можно выбрать фронтально проецирующую плоскость (в сечении образуется эллипс), горизонтально проецирующую плоскость (в сечении образуется гипербола) и плоскость общего положения (в сечении образуется треугольник).

Построение кривых линий значительно усложняет задачу. Поэтому в данном случае рациональной плоскостью является плоскость общего положения, проходящую через вершину конуса.

Пересечение прямой линии с прямым круговым конусом. Рассмотрим решение этой задачи подробнее.

Такая плоскость пересечёт конус по треугольнику, боковыми сторонами которого являются образующие. Плоскость строим следующим образом.



Так как плоскость можно задать тремя точками, не лежащими на одной прямой, то в качестве таких точек выбираем следующие (шаг 1, 2, и 3):

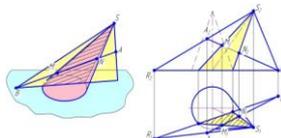
- вершина конуса точка  $S$ ;
- точка, расположенная на прямой  $l$  и принадлежащая плоскости  $\Pi_1 - C$  ( $C_1$  и  $C_2$ );
- любая произвольная точка, принадлежащая прямой  $l$ , например точка  $A$  ( $A_1$  и  $A_2$ ).

Во вспомогательной плоскости строим прямую, проходящую через точку  $S$  и точку  $A$  ( $A_1$  и  $A_2$ ). Продолжая построенную прямую (шаг 4) до пересечения с плоскостью  $\Pi_1$ , получаем точку  $B$  ( $B_1$  и  $B_2$ ).

Через точки  $C$  ( $C_1$  и  $C_2$ ) и  $B$  ( $B_1$  и  $B_2$ ) проходит линия пересечения вспомогательной плоскости с плоскостью проекций  $\Pi_1$ , в которой расположено основание конуса (шаг 5).

Пересекаясь с окружностью основания, вспомогательная плоскость определяет точки  $D$  ( $D_1$ ,  $D_2$ ) и  $F$  ( $F_1$  и  $F_2$ ). Через эти точки проходят образующие, расположенные в треугольном сечении и пересекающие заданную прямую в искомым точках (шаг 6, 7 и 8).

Следующая задача на определение точки пересечения прямой общего положения с поверхностью наклонного конуса решается подобным образом.



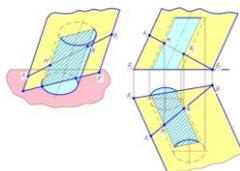
Пересечение прямой линии с наклонным конусом.

## **Пересечение прямой линии с цилиндром**

В задаче на определение точки пересечения прямой общего положения с поверхностью наклонного цилиндра в качестве вспомогательной плоскости-посредника также рациональнее всего выбрать плоскость общего положения.

Такая плоскость пересечет исходную поверхность по прямолинейным образующим и задается двумя параллельными прямыми, каждая из которых параллельна образующим наклонного цилиндра и проходит через точки на исходной прямой  $A$  и  $B$ .

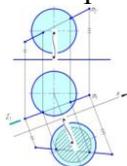
Пересечение вспомогательной плоскости с горизонтальной плоскостью проекций, в которой расположено основание цилиндра, происходит по прямой  $BR$ . Пересечение прямой  $BR$  с основанием наклонного цилиндра определяет точки, через которые проходят образующие сечения. Горизонтальные проекции искомых точек ( $M$  и  $N$ ) получаем при пересечении сторон сечения, образованного вспомогательной плоскостью и поверхностью цилиндра, с горизонтальной проекцией заданной прямой. Фронтальные проекции искомых точек определяем по линии связи.



## **Пересечение прямой с поверхностью сферы**

Для определения точки пересечения прямой общего положения  $m$  со сферической поверхностью, необходимо воспользоваться способом замены плоскостей проекций и ввести новую плоскость проекций так, чтобы по отношению к ней заданная прямая стала прямой уровня.

В этом случае вспомогательная плоскость-посредник пересечет поверхность сферы по окружности, которая будет проецироваться на одну из плоскостей проекций в виде окружности. Новая ось проекций, определяющая положение новой плоскости проекций в пространстве, проходит параллельно одной из проекций исходной прямой.



Плоскость  $\Sigma$  пересечет поверхность сферы по окружности, которую легко построить на новой плоскости проекций. Построенное сечение (окружность), пересекаясь с проекцией заданной прямой, определяет искомые точки пересечения.

## **Взаимное пересечение поверхностей**

### **Взаимное пересечение многогранных поверхностей (Презентация 2 часа)**

Линия взаимного пересечения двух многогранников представляет собой замкнутую пространственную ломаную линию. Стороны или звенья этой ломаной линии являются отрезками прямых, по которым пересекаются грани обоих многогранников, а ее вершинами являются точки пересечения ребер первого многогранника с гранями второго и ребер второго многогранника с гранями первого. Отсюда вытекают два способа построения линии взаимного пересечения двух многогранников:

1. Построение вершин ломаной линии пересечения многогранников (способ ребер).
2. Построение сторон ломаной линии пересечения многогранников (способ граней).

В первом случае построение сводится к многократному решению основной задачи по нахождению точки пересечения прямой с плоскостью. Во втором случае решается задача о пересечении двух плоскостей (двух граней заданных многогранников) с применением вспомогательных плоскостей-посредников.

Соединять отрезками прямых можно только те пары вершин ломаной, которые лежат в одной грани первого многогранника, и в то же время, лежат в одной грани второго многогранника.

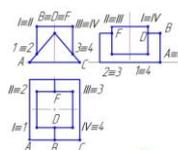
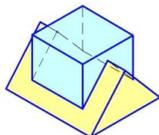
Рассмотрим некоторые примеры решения задач с применением способа ребер.

**Пример 1.** Пересекаются 2 призмы: горизонтальная трехгранная призма с ребрами  $A, B, C$  и вертикальная четырехгранная с ребрами I, II, III, IV. У трехгранной призмы в пересечении участвует лишь ребро  $B$ , а у четырехгранной участвуют все 4 ребра. Ребро  $B$  пересекается с гранями вертикальной призмы в точках  $F$  и  $D$ .

Ребра вертикальной призмы пересекаются с гранями трехгранной следующим образом:

- ребро I пересекает левую грань трехгранной призмы в точке 1;
- ребро II пересекает грань левую трехгранной призмы в точке 2;
- ребро III пересекает грань правую трехгранной призмы в точке 3;
- ребро IV пересекает грань правую трехгранной призмы в точке 4;

На фронтальной плоскости проекций проекции точек 1 и 2, а также 3 и 4 совпадают. На профильной плоскости проекций совпадают проекции точек 2 и 3, а также – 1 и 4. Последовательно соединяя точки 1, 2, 3, 4,  $F$  и  $D$  получаем замкнутую ломаную линию пересечения.

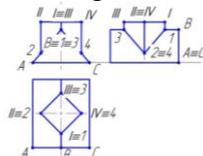


**Пример 2.** Пересекаются 2 призмы: горизонтальная трехгранная призма с ребрами  $A, B, C$  и вертикальная четырехгранная с ребрами I, II, III, IV. У трехгранной призмы в пересечении участвует лишь ребро  $B$ , а у четырехгранной участвуют все 4 ребра.

Ребро  $B$  пересекается с ребрами вертикальной призмы в точках 1 и 3. Ребра вертикальной призмы пересекаются с гранями трехгранной следующим образом:

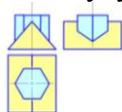
- ребро I пересекает ребро  $B$  трехгранной призмы в точках 1;
- ребро II пересекает левую грань трехгранной призмы в точке 2;
- ребро III пересекает ребро трехгранной призмы в точке 3;
- ребро IV пересекает правую грань трехгранной призмы в точке 4;

На фронтальной плоскости проекций совпадают проекции точек 1 и 3. На профильной плоскости проекций совпадают проекции точек 2 и 4. Последовательно соединяя точки 1, 2, 3 и 4 получаем замкнутую ломаную линию пересечения.



**Пример 3.** Пересекаются 2 призмы: горизонтальная трехгранная призма и вертикальная шестигранная. У трехгранной призмы в пересечении участвует лишь верхнее ребро, а у шестигранной участвуют все 6 ребер.

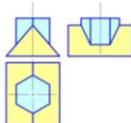
Точки пересечения вертикальных ребер с гранями горизонтальной призмы определяем аналогично рассмотренным случаям в примерах 1 и 2. Последовательно соединяя полученные точки пересечения, получаем замкнутую ломаную линию пересечения.



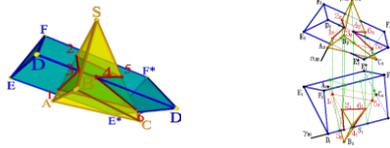
**Пример 4.** Пересекаются 2 призмы: горизонтальная трехгранная призма и вертикальная шестигранная. У трехгранной призмы в пересечении участвует лишь верхнее ребро.

У шестигранной призмы участвуют в пересечении все 6 ребер. Точки пересечения вертикальных ребер с гранями горизонтальной призмы определяем аналогично рассмотренным случаям в примерах 1 и 2.

Последовательно соединяя полученные точки пересечения, получаем замкнутую ломаную линию пересечения.



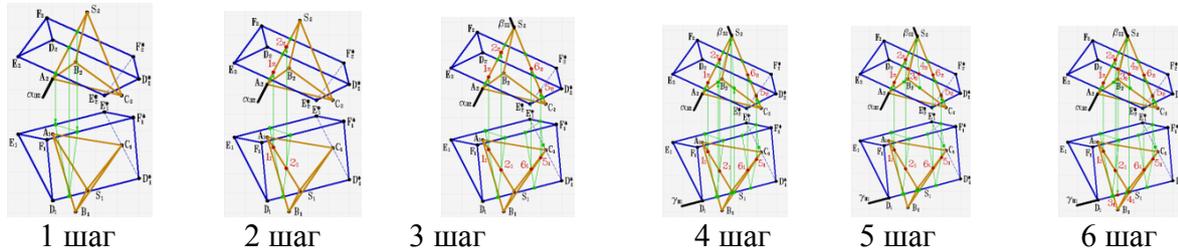
**Пример 5.** Пересекаются призма общего положения и пирамида общего положения.



Определение линии взаимного пересечения многогранных поверхностей общего положения.

В случае пересечения поверхностей многогранников, имеющих общее положение, линию пересечения строят также используя метод ребер или метод граней.

Но в этом случае ребра и грани многогранников являются геометрическими элементами общего положения.



У пирамиды участвуют в пересечении 2 ребра: ребро  $A$  и ребро  $C$ ; а у призмы участвует в пересечении ребро  $C$ .

Для определения точки пересечения ребра призмы  $D$  с гранями пирамиды решается задача о пересечении прямой линии и плоскости (основная позиционная задача начертательной геометрии, решаемая в три этапа). Ребро призмы  $D$  пересекает пирамиду в точках 3 и 4.

Для определения точек пересечения ребер пирамиды  $A$  и  $C$  с гранями призмы также решается задача о пересечении прямой линии и плоскости (три этапа). Ребро пирамиды  $A$  пересекает призму в точках 1 и 2. Ребро пирамиды  $C$  пересекает призму в точках 5 и 6.

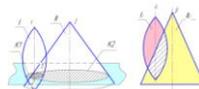
Последовательно соединяя полученные точки пересечения, получаем замкнутую ломаную линию пересечения.

Ниже приводятся пространственные изображения пересекающихся призмы и пирамиды и двух призм.



### **Взаимное пересечение кривых поверхностей**

Две поверхности пересекаются по кривой линии, которую можно определить по точкам пересечения линий каждой из поверхностей – линий первой поверхности со второй и линий второй поверхности с первой. Для построения линии пересечения поверхностей необходимо найти общие точки для данных поверхностей. Линией пересечения двух кривых поверхностей второго порядка в общем случае является пространственная кривая четвертого порядка



Наиболее общим методом нахождения линии пересечения двух поверхностей является метод посредников, при котором исходные поверхности пересекаются третьей (вспомогательной) поверхностью или плоскостью – посредником. Рассмотрим взаимное пересечение поверхностей в случае, если исходные поверхности обе являются поверхностями вращения; поверхность. Вращения и многогранной поверхностью; двумя многогранными поверхностями.

Для нахождения линии пересечения выполняют следующие операции:

1. Исходя из положения заданных поверхностей относительно плоскостей проекций, выбирается вид посредника (плоскости или поверхности).
2. Определяются линии пересечения  $K^1$  и  $K^2$  посредника с поверхностями I и II соответственно.
3. Определяются искомые точки 1 и 2 – как результат пересечения линий  $K^1$  и  $K^2$ .

Для построения других точек линии пересечения процедуру повторяют несколько раз. Полученные точки линии пересечения последовательно соединяют плавной линией.



### Метод секущих плоскостей

При пересечении двух кривых поверхностей плоскость-посредник следует выбирать так, чтобы он пересекал исходные поверхности I и II по простейшим для вычерчивания линиям: прямым или окружностям.

Проекция линии пересечения поверхностей I и II на фронтальную плоскость проекций находится в зоне наложения их фронтальных проекций  $I_2$  и  $II_2$ . Аналогично – проекция линия пересечения на горизонтальную плоскость проекций находится в зоне наложения их горизонтальных проекций  $I_1$  и  $II_1$ .

Так, в случае пересечения двух прямых круговых конусов самыми рациональными плоскостями-посредниками являются горизонтальные плоскости уровня, так как они пересекаются с каждым из конусов по окружностям.

Окружности оснований обоих конусов располагаются в горизонтальной плоскости проекций  $\Pi_1$ , и пересекаются в симметричных точках  $N$  ( $N_1, N_2$ ), являющимися самыми нижними точками линии пересечения. Общая плоскость симметрии  $E$  пересекает оба конуса по треугольникам (фронтальные очерки каждого конуса). Полученные сечения, пересекаясь определяют самую верхнюю точку линии пересечения  $M$  ( $M_1, M_2$ ).

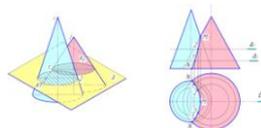
Ряд промежуточных точек определяем с помощью произвольно расположенных по высоте между точками  $N$  и  $M$  горизонтальных плоскостей уровня  $\Delta$  и  $\Delta'$ . Плоскость  $\Delta$  пересекает оба конуса по окружностям, которые, в свою очередь, пересекаясь, определяют горизонтальные проекции симметричных точек линии пересечения 1. Фронтальные проекции парных точек 1 определяются по линии связи на уровне  $\Delta_2$ . Аналогично определяются симметричные точки линии пересечения 2. Затем точки соединяются плавной кривой линией. Фронтальные проекции парных точек 2 определяются по линии связи на уровне  $\Delta_2'$ .

На горизонтальной плоскости проекций все точки линии пересечения являются видимыми – линия пересечения также будет видимой. На фронтальной плоскости проекций точки, расположенные до фронтальных очерков обоих конусов, являются видимыми, а точки, расположенные за фронтальными очерками, являются невидимыми. Так как линия пересечения симметрична относительно плоскости  $E$ , то проекции невидимых точек совпадают с проекциями видимых точек.

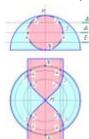
При построении линии пересечения поверхностей подлежат обязательному определению так называемые *характерные* или *опорные* точки линии пересечения:

- точки на очерковых образующих поверхностей;
- крайнюю левую и крайнюю правую точки кривой;
- самую высокую и самую нижнюю точки кривой и т.п.

Видимость линии пересечения поверхностей определяется отдельно для каждой плоскости проекций.



Линия пересечения на фронтальной плоскости проекций  $\Pi_2$  является видимой, если она видима на фронтальных проекциях обеих пересекающихся поверхностей. Линия пересечения на горизонтальной плоскости проекций  $\Pi_1$  является видимой, если она видима на горизонтальных проекциях обеих пересекающихся поверхностей.



Рассмотрим пример, в котором одна из пересекающихся поверхностей является проецирующей.

Требуется определить линию пересечения фронтально проецирующего прямого кругового цилиндра и половины сферы.

Так как одна из поверхностей является проецирующей, то на одной из проекций линия пересечения вырождается в линию основания. В данном случае на фронтальной плоскости проекций окружность основания цилиндра совпадает с фронтальной проекцией линии пересечения.

Для определения горизонтальных точек линии пересечения выбираем в качестве плоскостей-посредников горизонтальные плоскости уровня. Такие плоскости-посредники пересекают прямой круговой цилиндр по образующим, а поверхность полусферы – по окружностям. Пересекаясь между собой эти сечения, определяют точки линии пересечения, которые соединяем между собой плавной линией. Под горизонтальным очерком цилиндра (образующие, проходящие через парные точки 3) линия пересечения на горизонтальной проекции становится не видимой.

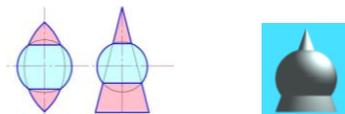
### Метод концентрических сфер-посредников

Применение поверхности сферы в качестве посредника основано на следующем положении: если центр сферы расположен на оси какой-либо поверхности вращения, то линией их пересечения является окружность.



В этом случае одна из многочисленных осей сферы совпадает с осью поверхности вращения (такие поверхности называют соосными). Линия пересечения (окружность) располагается в плоскости, перпендикулярной общей оси.

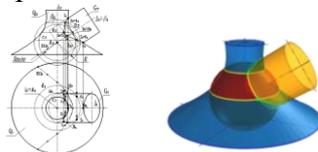
Проекция окружности вырождается в отрезок, который проходит через точки пересечения очерков сферы и поверхности вращения перпендикулярно к общей оси вращения.



Для применения метода сферических посредников необходимо выполнение следующих условий:

- исходные поверхности являются поверхностями вращения;
- оси поверхностей пересекаются и расположены в плоскости, параллельной одной из плоскостей проекций;
- центр сфер выбирается в точке пересечения осей пересекающихся поверхностей.

Ниже приведены примеры построения линии пересечения поверхностей вращения методом вспомогательных сфер-посредников.



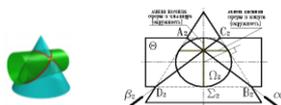
Пересекающиеся конус и сфера



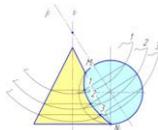
Два пересекающихся конуса

В случае, когда сфера минимального радиуса касается одновременно двух поверхностей, то линия пересечения распадается на два эллипса, расположенных в проецирующих плоскостях.

Приводим пример пересекающихся конуса и цилиндра, имеющих общую вписанную сферу-посредник.



**Пример 1.** Рассмотрим пример на определение линии пересечения поверхностей прямого кругового конуса и сферы. Задачу можно решать и на одной из плоскостей проекций, в данном случае – фронтальной.



Точка пересечения оси вращения  $i$  конуса и оси вращения  $j$  сферы является центром вспомогательных сфер-посредников.

Сфера-посредник 1 произвольного радиуса (изображена не полностью) пересекает конус по окружности, перпендикулярной оси  $i$  и исходную сферу по окружности, перпендикулярной оси  $j$ .

Пересечение этих окружностей определяет первую парную точку 1, принадлежащую искомой линии пересечения заданных поверхностей.

Для определения остальных точек процесс повторяют (строят вспомогательные сферы-посредники 2, 3 и т.д.). \

Наивысшая точка  $M (M_2)$  и самая нижняя точка  $N (N_2)$  определены в результате пересечения фронтальных очерков как сечений, расположенных в общей плоскости симметрии.

**Пример 2.** Определить линию пересечения двух прямых круговых конусов, оси вращения которых пересекаются между собой.

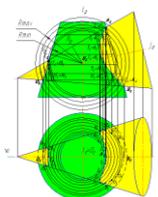
В случае пересечения двух конусов для выявления самой глубокой точки линии пересечения требуется подбор вспомогательной сферы-посредника минимального радиуса. Сферы-посредники, имеющие меньший, чем у неё радиус, не будут иметь общих точек с одной из поверхностей, а значит и не позволят определить точки линии пересечения.

Сфера-посредник, определяющая самую глубокую точку линии пересечения, касается самой широкой поверхности в данном месте. Она имеет минимальный радиус, который равен по величине перпендикуляру, проведенному из точки пересечения осей исходных поверхностей к очерку самой широкой поверхности (на чертеже – это отрезок, проведенный из точки пересечения осей конусов к фронтальному очерку вертикального конуса).

В этом случае сфера-посредник лишь касается поверхности вертикального конуса.

Линия касания также является окружностью и лежит в плоскости, перпендикулярной к оси вертикального конуса (частный случай линии пересечения).

Самую верхнюю и самую нижнюю точки линии пересечения определяем как в предыдущих случаях.

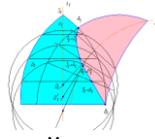


На горизонтальную плоскость проекций точек линии пересечения проецируем на соответствующие их траектории, рассматривая их как точки, принадлежащие и вертикальному конусу в том числе.

**Пример 3.** Рассмотрим пример, которая решается *способом эксцентричных сфер*.

Даны две поверхности вращения  $\Phi_1$  и  $\Phi_2$  (см.рис.ниже). Рассмотрим в качестве примера построение линии  $q (q_1, q_2)$  пересечения поверхностей  $\Phi_1$  и  $\Phi_2$ . Расположение поверхностей таково, что оси поверхностей  $i \perp \Pi_2, k \perp \Pi_1$ , а  $\Sigma(\Sigma_1)$  - фронтальная плоскость уровня - плоскость симметрии поверхностей. Экстремальные точки линии пересечения А(А<sub>2</sub>) (наивысшая) и В(В<sub>2</sub>) (наинишшая). Для построения произвольных точек линии  $q$  через ось  $i$  поводят плоскость  $\Gamma(\Gamma_2) \perp \Pi_2$ , пересекающую поверхность  $\Phi_1$  по окружности  $P'(P'_2)$  с центром на осевой линии поверхности  $\Phi_1$ . Центр сферы  $w$ , пересекающей кольцо по окружности  $P'$ , находится в точке пересечения перпендикуляра, восстановленного из центра окружности  $P'$  с осью  $\Phi_2$  поверхности  $k$ . В этом случае сфера  $w$

сосна относительно  $\Phi_2$  поверхности и пересекает ее по окружности  $P$ , которая проецируется на плоскости  $\Pi_2$  в виде отрезка, перпендикулярного оси  $k$ . Так как  $p \in \omega$ , то  $p \cap p' = L^i \dots \in q$ . Выбирая множество эксцентрических сфер- посредников, можно построить линию  $q$  с достаточной степенью точности.



Пересечение поверхностей методом эксцентричных сфер

Заметим, что к опорным точкам линии  $q$  принадлежат и точки пересечения ее с осевой линией кольца, М и N - точки видимости построенной кривой относительно плоскости  $\Pi_1$ .

Горизонтальную проекцию строят с использованием принадлежности точек  $L^i$  параллелям  $p^i$ , проецирующимся на плоскость  $\Pi_1$  без искажения.

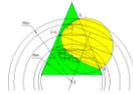
Алгоритм решения задачи:

$$A(A_2), B(B_2) \in q_2; A_1, B_1 \in \Sigma_1;$$

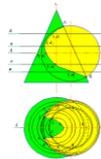
$$\Gamma \cap \Phi_2 = p' \in \omega, \omega \cap \Phi_1 = p, p \in \omega \Rightarrow p \cap p' = 1, 2;$$

$$A_2, 1_2, 3_2, M_2, 5_2, B_2 \dots \in q_2.$$

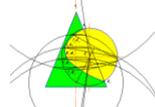
На закрепление преподаватель решает одну и ту же задачу разными способами: методом плоскостей уровня, концентрических сфер и эксцентрических сфер.



Решение задачи методом концентрических сфер



Решение задачи способом плоскостей уровня

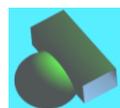
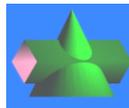


Решение задачи способом эксцентричных сфер

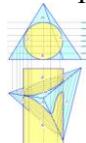
### ***Взаимное пересечение многогранной и кривой поверхностей***

В результате пересечения гранной поверхности с кривой поверхностью второго порядка образуется пространственная линия, составленная из кусков кривых второго порядка.

Точки стыка этих кривых линий являются точками пересечения рёбер гранной поверхности с кривой поверхностью. Такие задачи необходимо решать с помощью плоскостей-посредников.



Рассмотрим пример на определение линии пересечения трёхгранной пирамиды и горизонтального цилиндра. Для нахождения линии пересечения в этом случае рассматривается пересечение цилиндра каждой гранью пирамиды как секущей плоскостью.



Пространственные кривые стыкуются в точках, в которых рёбра пирамиды пересекают поверхность цилиндра.

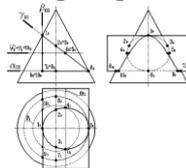
Поскольку цилиндр является проецирующей поверхностью по отношению к фронтальной плоскости проекций, то на этой плоскости проекций линия пересечения совпадает с проекцией основания цилиндра, то есть на окружность.

В качестве вспомогательных плоскостей–посредников в данном случае лучше всего воспользоваться горизонтальными плоскостями уровня.

Каждая плоскость–посредник пересекает трехгранную пирамиду по треугольнику, а прямой круговой цилиндр вдоль прямолинейных образующих. Пересекаясь между собой треугольник и прямолинейные образующие, определяют точки принадлежащие линии пересечения.

Самая верхняя точка – точка  $M$ , а самая нижняя точка – точка  $N$ . Точки, расположенные на очерке цилиндра слева и справа – две точки  $O$ , определяющие границы видимости линии пересечения на горизонтальной плоскости проекций.

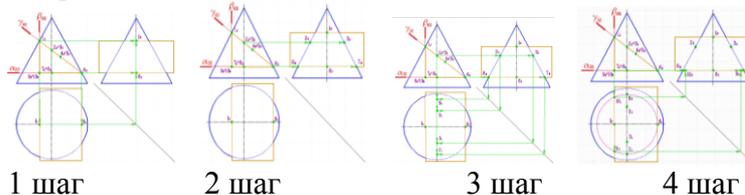
Рассмотрим пересечение конуса и прямой трехгранной призмы.



Поверхность призмы является проецирующей по отношению к фронтальной плоскости проекций, следовательно, на этой плоскости проекций линия пересечения совпадает с проекцией основания призмы – треугольником.

Сама линия пересечения представляет собой три плоских линии, расположенных в гранях призмы: - в вертикальной грани располагается кусок гиперболы; в наклонной грани располагается кусок эллипса; в горизонтальной грани располагается кусок окружности. Стыкуются куски этих плоских кривых в точках пересечения ребер призмы с поверхностью конуса.

Рассмотрим подробнее решение данной задачи.



1 шаг

2 шаг

3 шаг

4 шаг

1 шаг – выделяем точки, которые следует определить: точки 1, 9 и 10 вертикальной секущей плоскости; точки 1, 2, 3, 4, 5 и 6 наклонной секущей плоскости; точки 6, 7, 8, 9 и 10 горизонтальной секущей плоскости.

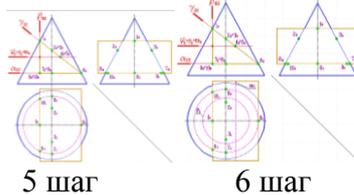
2 шаг – проводим построение недостающих проекций точек, расположенных на очерках прямого кругового конуса: точки 1 и 6 – точки фронтального очерка; точки 2, 3, 7 и 8 – точки профильного очерка.

3 шаг – определяем горизонтальные проекции точек профильного очерка (используя координату  $y$ )

4 шаг – определяем положение точек 9 и 10, расположенных в горизонтальной секущей плоскости, проведя окружность – траекторию их перемещения по поверхности прямого кругового конуса.

5 шаг – вводим плоскость–посредник для определения промежуточных точек 4, 5 для наклонного сечения и промежуточных точек для уточнения линии гиперболы, расположенной в вертикальной секущей плоскости.

6 шаг – строим окружность, которая получается при пересечении плоскости–посредника и поверхности прямого кругового конуса.



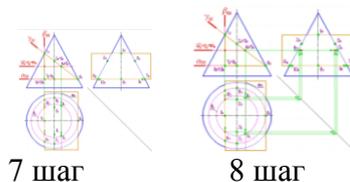
5 шаг

6 шаг

7 шаг – определяем на построенной окружности точки 4 и 5, а также дополнительные точки, принадлежащие гиперболе вертикальной секущей плоскости.

8 шаг – по линии проекционной связи определяем профильные проекции точек, построенные в предыдущем шаге.

9 шаг – соединяем плавной линией полученные проекции точек. Получаем решение задачи. Которое дано вначале.



## 2 раздел: Инженерная графика

**Многогранные поверхности. Общие сведения. Виды многогранников. Чертежи многогранников и многогранных поверхностей. Сечение многогранника плоскостью. Пересечение многогранников прямой линией.**

### *Многогранные поверхности*

Многогранником называется тело, ограниченное плоскими многоугольниками. Элементами многогранника являются вершины, рёбра, грани. Среди огромного разнообразия видов многогранников рассмотрим призмы и пирамиды.

1. *Пирамида* – это многогранник, одна грань которого плоский многоугольник, а все остальные грани – треугольники с общей вершиной.



Пирамида

*Пирамиду* называют *правильной*, если основанием является правильный многоугольник, а высота пирамиды (перпендикуляр, проведённый из вершины на основание) проходит через центр этого многоугольника. Пирамида называется *усечённой*, если вершина её отсекается плоскостью, пересекающей все её ребра, исходящие из этой вершины.

2. *Призма* – это многогранник, две грани которого (основания призмы) есть равные многоугольники с попарно параллельными сторонами, а все другие грани – параллелограммы. Если ребра призмы перпендикулярны плоскости основания, то призму называют *прямой, и правильной*, если в основании лежит правильный многоугольник.



Призма

*Призматойд* - многогранник, ограниченный двумя многоугольниками, расположенными в параллельных плоскостях (они являются его основаниями); его боковые грани представляют собой треугольники и трапеции, вершины которых являются и вершинами многоугольников оснований.



*Тела Платона.* Многогранник, все грани которого представляют собой правильные и равные многоугольники, называют *правильными*. Углы при вершинах такого многогранника равны между собой. Существует пять типов правильных многогранников. Эти многогранники и их свойства были описаны более двух тысяч лет назад древнегреческим философом Платоном, чем и объясняется их общее название. Каждому правильному многограннику соответствует другой правильный многогранник с числом граней, равным числу вершин данного многогранника. Число ребер у обоих многогранников одинаково.

*Тетраэдр* - правильный четырехгранник. Он ограничен четырьмя равносторонними треугольниками (это правильная треугольная пирамида).



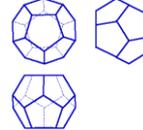
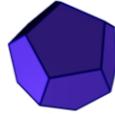
**Гексаэдр** - правильный шестигранник. Это куб состоящий из шести равных квадратов.



**Октаэдр** - правильный восьмигранник. Он состоит из восьми равносторонних и равных между собой треугольников, соединенных по четыре у каждой вершины.



**Додекаэдр** - правильный двенадцатигранник, состоит из двенадцати правильных и равных пятиугольников, соединенных по три около каждой вершины.

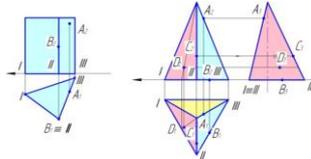


**Икосаэдр** - состоит из 20 равносторонних и равных треугольников, соединенных по пять около каждой вершины.



### Точка на поверхности многогранника

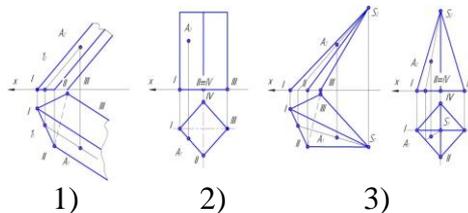
Поскольку каждая грань многогранника является плоскостью, то для определения недостающих проекций точек, принадлежащих его поверхности, необходимо пользоваться признаком принадлежности точки плоскости: точка принадлежит плоскости, если она принадлежит какой-либо прямой, расположенной в этой плоскости.



Прямая призма

Правильная пирамида

Для определения недостающей проекции точки, расположенной в одной из граней поверхности многогранника, необходимо провести через известную проекцию точки вспомогательную прямую.



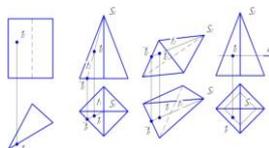
1) На поверхности наклонной призмы точка  $A$  принадлежит грани I-II и некоторой прямой, принадлежащей этой грани, которая проходит параллельно направлению ребер и через точку 1 на стороне основания. Фронтальная проекция вспомогательной прямой проходит через проекцию точки  $1_2$ , а горизонтальная – через проекцию точки  $1_1$ . Горизонтальная проекция точки  $A_1$  принадлежит линии, проходящей через точку  $1_1$  параллельно направлению горизонтальных проекций ребер.

2) На поверхности прямой призмы точка  $A$  принадлежит проецирующей грани I-II. Горизонтальная проекция точки  $A_1$  принадлежит следу-проекции I-II плоскости грани.

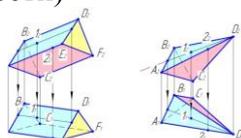
3) На поверхности наклонной пирамиды точка  $A$  принадлежит некоторой прямой, принадлежащей грани I-II-S, проходящей через некоторую точку на основании и вершину пирамиды  $S$ . Фронтальная проекция вспомогательной прямой проходит через фронтальную проекцию вершины  $S_2$ , а горизонтальная – через горизонтальную проекцию вершины  $S_1$ . Горизонтальная проекция точки  $A_1$  лежит на горизонтальной проекции построенной вспомогательной прямой.

4) На поверхности прямой пирамиды точка  $A$  принадлежит некоторой прямой, принадлежащей грани I-II-S, проходящей через некоторую точку на основании и вершину пирамиды  $S$ . Фронтальная проекция вспомогательной прямой проходит через фронтальную проекцию вершины  $S_2$ , а горизонтальная – через горизонтальную проекцию вершины  $S_1$ . Горизонтальная проекция точки  $A_1$  лежит на горизонтальной проекции вспомогательной прямой.

Недостающие проекции точек на поверхностях представленных ниже многогранников определены аналогичным образом.



Неизвестные проекции точек, расположенных на поверхностях наклонных призм и пирамид определяют, исходя из условия принадлежности точки соответствующей грани, являющейся отрезком плоскости (точка принадлежит плоскости, если она принадлежит прямой, расположенной в этой плоскости)



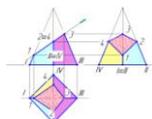
### **Сечение многогранника плоскостью**

В сечении многогранника плоскостью образуется плоский многоугольник, вершинами которого являются точки пересечения ребер многогранника с секущей плоскостью.

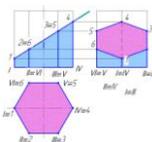


Эти точки определяются как же, как и при решении задачи на пересечение прямой линии и плоскости. Это задача рассмотрена в теме «Взаимное положение прямой и плоскости» и решается в три этапа.

Так, при пересечении пирамиды с секущей фронтально проецирующей плоскостью, боковые ребра пересекаются с ней в следующих точках: ребро I пересекается в точке 1; ребро II – в точке 2; ребро III – в точке 3; ребро IV – в точке 4. Искомое сечение получим, соединяя точки 1, 2, 3, 4.



У призмы ребра I, II, III, IV, V и VI пересекаются с фронтально проецирующей секущей плоскостью соответственно в точках: 1, 2, 3, 4, 5 и 6. Искомое сечение получим, соединяя точки 1, 2, 3, 4, 5 и 6.

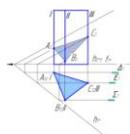


Если секущая плоскость является плоскостью общего положения, то, также определяют точки пересечения ребер многогранника и секущей плоскости. Первым этапом решения подобной задачи является заключение каждого ребра во вспомогательную, проецирующую плоскость-посредник. Следующим этапом определяется линия пересечения заданной секущей плоскости и плоскости-посредника.

Заключительный этап – определение точки пересечения ребра многогранника, которое заключали в о вспомогательную плоскость-посредник, с построенной линией пересечения плоскости-посредника и секущей плоскости. Подобным образом определяются точки пересечения всех ребер многогранника. Затем все полученные точки пересечения ребер многогранника с секущей плоскостью соединяются между собой, образуя сечение.

Рассмотрим пример определения сечения горизонтально проецирующей призмы плоскостью общего положения, заданной нулевыми горизонталью и фронталью. У

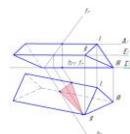
вертикальной призмы все ребра являются горизонтально проецирующими прямыми, поэтому каждое из них заключаем во вспомогательную горизонтально проецирующую плоскость-посредник. В данной задаче эти плоскости еще и параллельны фронтальной плоскости проекций  $\Pi_2$ . Ребро I заключаем во вспомогательную горизонтально-проецирующую плоскость  $\Delta$ .



След-проекция  $\Delta_1$  проходит через горизонтальную проекцию ребра I. Плоскость  $\Delta$  пересекается с заданной секущей плоскостью общего положения по фронтальной прямой, которая пересекается с ребром I в точке A ( $A_1 A_2$ ).

Аналогично определяем точки пересечения остальных ребер с секущей плоскостью общего положения. Полученные точки (A, B, C) соединяем между собой.

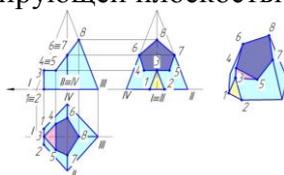
В следующем примере рассмотрим пересечение плоскости общего положения, заданной нулевыми горизонталью и фронталью с наклонной призмой, у которой ребра, являются горизонтальными прямыми.



Каждое ребро последовательно заключаем во вспомогательную горизонтальную плоскость-посредник. Ребро I заключаем во вспомогательную плоскость  $\Delta$ . След-проекция  $\Delta_2$  проходит через фронтальную проекцию ребра I. Плоскость  $\Delta$  пересекается с заданной секущей плоскостью общего положения по новой горизонтальной прямой, параллельной ее нулевой горизонтали (все горизонтали одной плоскости параллельны между собой). Определяем искомую точку пересечения ребра I и новой горизонтали заданной секущей плоскости. Аналогично определяем точки пересечения с секущей плоскостью остальных ребер. Полученные точки соединяем между собой.

### ***Сечение многогранной поверхности несколькими секущими плоскостями***

Для определения сечения многогранной поверхности несколькими секущими плоскостями следует задачу разделить на подзадачи, которых будет столько, сколько секущих плоскостей. Так, у пирамиды – три секущих плоскости: вертикальная, горизонтальная и наклонная, следовательно, получаем три простейшие задачи на пересечение многогранника с проецирующей плоскостью.



Строим сечение в каждой секущей плоскости, отмечая общие (граничные) участки.

Задача 1. Вертикальная плоскость пересекается с призмой по фигуре 1-2-3, точки 1 и 2 принадлежат основанию, точка 3 – ребру I.

Задача 2. Горизонтальная плоскость  $\Delta$  пересекается с пирамидой по фигуре 3-4-5, в которой точки 5 и 4 лежат на боковых гранях пирамиды и определяются при помощи прямых 3-4 и 3-5, параллельных сторонам основания. Точка 3 является общей (граничной) для первого и второго сечений.

Задача 3. Наклонная плоскость пересекается с пирамидой по фигуре 4-5-6-7-8. Точки 5 и 4 являются общими для второго и третьего сечений. Точки 6 и 7 принадлежат боковым ребрам II и IV. Точка 8 принадлежит ребру III.

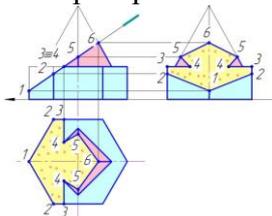
Соединив указанные точки, получим полное сечение многогранника.

### ***Сечение комбинированной многогранной поверхности секущей плоскостью***

Для определения сечения комбинированной поверхности секущей плоскостью следует поверхность разделить на простые многогранные геометрические фигуры: призмы,

пирамиды и т.п. Следующим шагом является определение сечения каждой фигуры секущей плоскостью.

В следующем примере комбинированная фигура состоит из правильной вертикальной шестигранной призмы и правильной четырехгранной пирамиды.



1. Плоскость  $\Delta$  пересекается с призмой по фигуре 1-2-3-3-2-1, точки 1 и 2 лежат на рёбрах призмы, точка 3 принадлежит ее верхнему основанию.

2. Плоскость  $\Delta$  пересекается с пирамидой по фигуре 4-5-6-5-4, где точки 5 и 6 лежат на ее рёбрах, а точки 4 – на основании.

Соединив указанные точки, получим полное сечение комбинированной фигуры.

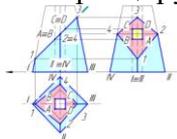
### **Сечение полой геометрической фигуры секущей плоскостью**

Если внутри геометрической фигуры имеется отверстие в виде другой геометрической фигуры – такой объект называется полой геометрической фигурой. При пересечении полой геометрической фигуры с секущей плоскостью следует задачу решать дважды.

Задача 1. Построить сечение внешней геометрической фигуры секущей плоскостью.

Задача 2. Построить сечение геометрической фигуры отверстия.

В нашем примере внешняя геометрическая фигура является усеченной правильной четырехгранной пирамидой, а внутренняя геометрическая фигура (отверстие) является правильной четырехгранной горизонтально проецирующей призмой.



Сечение усеченной правильной четырехгранной пирамиды с секущей фронтально проецирующей плоскостью проходит через точки 1-2-3-4.

Отверстие (четырёхгранная проецирующая призма), пересекается с плоскостью по четырёхугольнику  $ABCD$ . Полное сечение представляет собой плоскую фигуру, заключенную между указанными внешним и внутренним сечениями.

### **Пересечение многогранной поверхности с прямой линией**

В общем случае точек пересечения прямой линии с многогранной поверхностью множество. Рассмотрим алгоритм решения задачи:

Для определения точек пересечения прямой линии с многогранной поверхностью следует выполнить три этапа:

1. Заключение прямую линию во вспомогательную, как правило, проецирующую плоскость.

2. Определить линию пересечения многогранной поверхности со вспомогательной плоскостью.

3. Искомые точки определяются при пересечении заданной прямой линии со сторонами полученного многоугольника сечения.



Определение точек пересечения прямой линии  $m$  с поверхностью пирамиды определено следующим образом:

1. Заключение прямой линии  $m$  во вспомогательную плоскость  $\alpha$ , являющейся фронтально проецирующей.

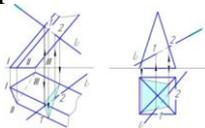
2. Определили линию пересечения вспомогательной плоскости  $\alpha$  с поверхностью пирамиды. Полученное сечение – многоугольник с вершинами 1-2-3-4.

3. Определили пересечение построенной линии сечения 1-2-3-4 с прямой линией  $m$  (точки  $K$  и  $M$ , являются искомыми).

Рассмотрим пример с наклонной призмой.

Требуется определить точки пересечения прямой  $l$  с поверхностью многогранника. Заданную прямую  $l$  заключаем во вспомогательную фронтально проецирующую плоскость.

Эта плоскость, пересекая три ребра призмы, образует в сечении треугольник. Стороны построенного сечения пересекается с прямой  $l$  в искомым точках 1 и 2.



Рассмотрим пример с правильной пирамиды. Требуется определить точки пересечения прямой  $l$  с поверхностью пирамиды. Заданную прямую  $l$  заключаем во вспомогательную фронтально проецирующую плоскость. Эта плоскость, пересекая четыре ребра пирамиды, образует в сечении четырехугольник. Стороны построенного сечения пересекается с прямой  $l$  в искомым точках 1 и 2.

**Построение разверток поверхностей. Общие принципы построения разверток**

### ***Развёртки поверхностей***

**Развёртка** – это результат совмещения поверхности геометрического тела с плоскостью без разрывов и складок. Между поверхностью тела и его развёрткой устанавливается взаимно-однозначное соответствие, в котором:

- сохраняется параллельность прямых линий;
- сохраняются углы между пересекающимися линиями;
- сохраняются длины линий и площади отсеков поверхностей.

Не все поверхности можно совместить с плоскостью, т.е. не все поверхности являются развёртываемыми. Развёртываемыми являются гранные поверхности, а из кривых поверхностей развёртываемыми являются цилиндрические, конические и торсовые поверхности. Для прочих кривых поверхностей строятся приближительные развёртки.

### ***Развёртки гранных поверхностей***

#### ***Развертка призмы***

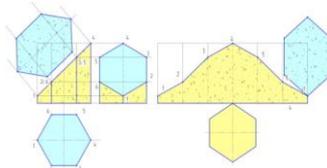
Развертка боковой поверхности правильной призмы представляет соединенные между собой  $n$  прямоугольников, где  $n$  – число граней призмы.

Размеры прямоугольников у правильной призмы одинаковые: высота каждого прямоугольника равна высоте призмы.

Рассмотрим пример построения боковой поверхности усеченной правильной шестигранной призмы.

Так как каждое ребро является горизонтально проецирующей прямой и проецируется на фронтальную плоскость проекций без искажения, то размер высоты призмы можно взять на фронтальной плоскости проекции.

Ширина каждого прямоугольника равна размеру стороны основания (в нашем случае – размер стороны шестиугольника, лежащего в основании призмы).



Так как каждое ребро усечено плоскостью, то их высоты также берутся с фронтальной плоскости проекций.

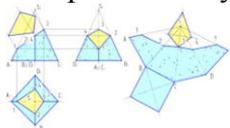
На развертке линии будущих ребер проводим тонкой штрихпунктирной линией с двумя точками (линии сгиба).

Построение развёртки призмы предполагает, что рёбра призмы являются либо проецирующими прямыми, либо линиями уровня. Во всех остальных случаях требуются дополнительные построения по определению натуральных величин ребер призмы и сторон оснований.

### **Развёртка пирамиды**

В общем случае развёртка боковой поверхности правильной пирамиды представляет соединенные  $n$  треугольников с общей вершиной  $S$ , где  $n$  - количество граней пирамиды. Если пирамида правильная, то все боковые грани равны между собой.

Рассмотрим построение развёртки правильной усеченной четырехгранной пирамиды.



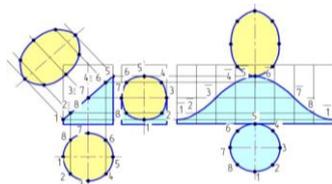
Так как величины ребер равны между собой и равны величине  $A_2S_2$ , то в произвольно выбранном месте для точки  $\bar{S}$  строим дугу радиусом  $r = A_2S_2$ , на которой также в произвольно выбранной точке  $\bar{A}$  откладываем четыре раза величину, равную стороне четырехугольника основания. Получаем точки  $\bar{B}, \bar{C}, \bar{D}$  и  $\bar{A}$ , которые соединяем с вершиной  $\bar{S}$ . Таким образом, строится развёртка боковой поверхности правильной пирамиды. Если требуется построить развёртку боковой поверхности усеченной пирамиды, то необходимо знать натуральные величины длин каждого из усеченных ребер.

Ребра  $SA$  и  $SC$  проецируются без искажения на фронтальную плоскость проекций, а ребра  $SD$  и  $SB$  проецируются без искажения на профильную плоскость проекций

### **Построение развёртки цилиндра**

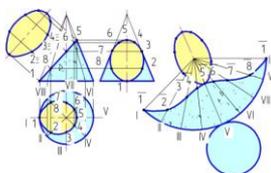
Развёртку прямого кругового цилиндра можно построить, вписав в него правильную  $n$ -гранную призму. В данном случае 8-гранную призму.

Последовательность графических построений производим по аналогии с построением развёртки боковой поверхности правильной шестигранной пирамиды, но полученные точки сечения на развёртке соединяем плавной линией.



### **Построение развёртки конуса**

Развёртку прямого кругового конуса можно построить, вписав в него правильную  $n$ -гранную пирамиду. В данном случае 8-гранную пирамиду. Последовательность графических построений производим по аналогии с построением развёртки боковой поверхности правильной четырехгранной пирамиды, но полученные точки сечения на развёртке соединяем плавной линией. Для определения натуральных величин усеченных секущей плоскостью образующих поверхности конуса поворачиваем их до совмещения с фронтальным очерком. Тогда длина, например, образующей II определится как отрезок длины которого измеряется на фронтальной плоскости проекций высотой от основания конуса вдоль образующей до уровня траектории точки 2.



## АксонOMETРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ ГОСТ 2.317-69

**АксонOMETРИЯ** - греческое слово, состоящее из двух слов аксон- ось и metro- измеряю. В зависимости от направления проецирующих лучей по отношению к картинной плоскости аксонOMETРИЧЕСКИЕ проекции делятся:

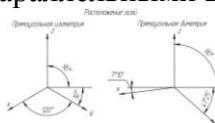
- на прямоугольные - проецирующие лучи перпендикулярны картинной плоскости;
- косоугольные - проецирующие лучи наклонны к картинной плоскости.

В свою очередь прямоугольные аксонOMETРИЧЕСКИЕ делятся на:

- изометрическую проекцию (единый масштаб на всех трех осях);
- диметрическую проекцию (на двух осях масштаб одинаковый, на третьей особый).

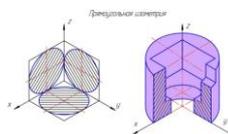
Для всех видов аксонOMETРИЧЕСКИХ проекций при построении той или иной детали некоторые положения в построении чертежа будут одинаковыми, а именно:

- любому чертежу в аксонOMETРИЧЕСКИХ проекциях должен предшествовать чертеж, выполненный в ортогональных проекциях;
- ось Z проецируется всегда вертикально;
- все измерения делаются только по осям или параллельно осям;
- все прямые линии, параллельные между собой или параллельные осям симметрии - на ортогональном чертеже, остаются параллельными в аксонOMETРИИ.



**Изометрическая проекция.** Коэффициент искажения по осям X, Y, Z равен 0,82. Изометрическую проекцию для упрощения выполняют, как правило, без искажения по осям X, Y, Z т.е. принимают коэффициент искажения равным единице.

**Диметрическая проекция.** Коэффициент искажения по оси Y = 0,47, а по осям X и Z = 0,94. Диметрическую проекцию выполняют, как правило, без искажения по осям X и Z и с коэффициентом искажения 0,5 по оси Y.

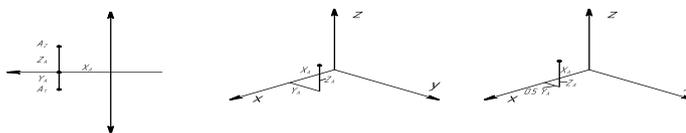


При построении прямоугольной диметрической проекции сокращение длин по оси Y принимают вдвое меньшим, чем по другим.

ГОСТ 2.317-69 устанавливает некоторые условности изображения аксонOMETРИИ объектов. Например, линии штриховки сечения в аксонOMETРИИ наносятся параллельно или перпендикулярно одной из диагоналей проекций квадратов, стороны которых параллельны аксонOMETРИЧЕСКИМ осям; на тонкостенные элементы: ребра жесткости, спицы маховиков и шкивов необходимо нанести штриховку.

### Практические приемы построения аксонOMETРИЧЕСКИХ проекций.

Рассмотрим построение точки A в прямоугольной изометрии и прямоугольной диметрии.



Ортогональный  
чертёж точки A

Прямоугольная  
изометрия точки A

Прямоугольная  
диметрия точки A

Рассмотрим последовательность построения предмета в прямоугольной изометрии (Рис. 18).

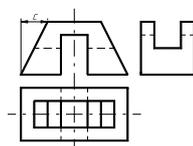


Рис. 6. Ортогональный чертёж предмета.

Рассмотрим этот предмет как бывший параллелепипед (Рис.7).

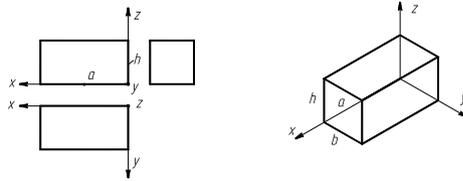


Рис. 7. Чертёж и изометрия параллелепипеда.

На этом этапе отсечём верхние углы у параллелепипеда (Рис. 8).

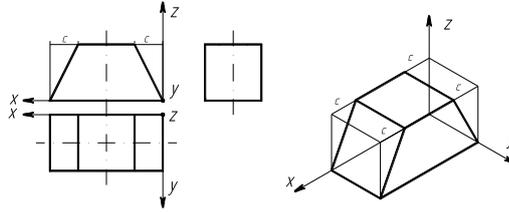


Рис. 8. Чертёж и изометрия параллелепипеда с отсечёнными углами.

3.3. Выполним продольный вырез (паз) на высоту  $d$  (Рис. 9).

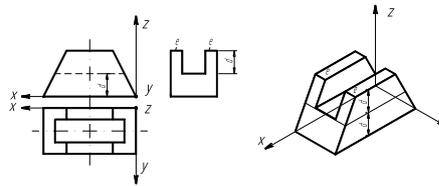


Рис. 9. Чертёж и изометрия предмета с продольным пазом.

А теперь выполним поперечный паз на высоту  $k$  (Рис. 10).

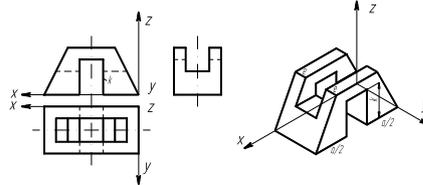


Рис. 10. Чертёж и изометрия предмета с продольным и поперечным пазами.

Сложная форма детали при внимательном ее рассмотрении всегда может быть расчленена на простейшие геометрические формы (фигуры). Следовательно, выполнение аксонометрического изображения детали сводится к выполнению аксонометрического изображения этих форм с учетом их взаимного расположения. Поэтому очень важно уметь правильно и быстро строить аксонометрические изображения геометрических тел (рис. 11 – 12).

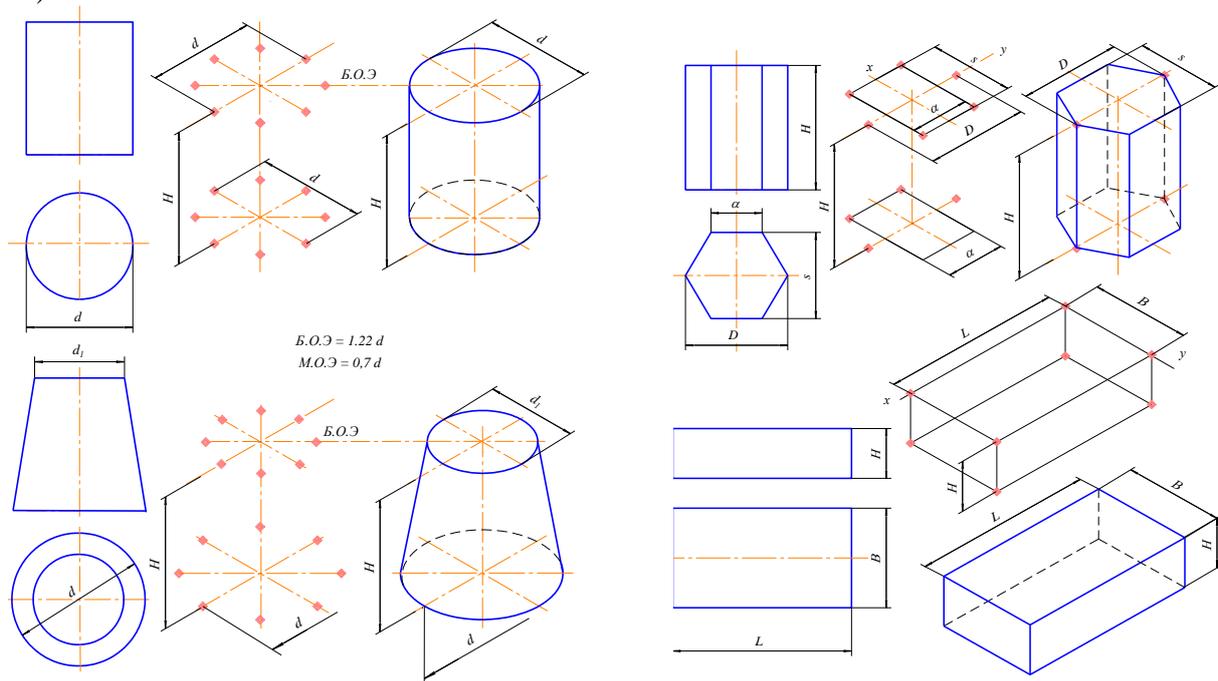


Рис. 11

Изображение геометрических поверхностей в прямоугольной диметрии рассмотрим на примере построения стандартной прямоугольной диметрии прямого кругового цилиндра. На рис.6 приведен пример комплексного чертежа полого цилиндра высотой  $H$  с наружным  $d$  и внутренним  $d_1$  диаметрами.

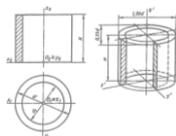


Рис. 12

Рис. 13 Построение стандартной прямоугольной диметрии прямого кругового цилиндра

Цилиндр расположим в натуральную величину в натуральной системе координат  $Oxyz$ , относительно которой построим диметрическую его проекцию. Как и в случае построения окружностей в изометрии, в диметрии также начнем построение фигуры с эллипсов верхнего и нижнего оснований цилиндра, которые являются изометрическими проекциями окружностей этих оснований. Окружности основания расположены в плоскостях, параллельных горизонтальной плоскости проекций, поэтому, пользуясь приведенными ранее правилами, определим, что большие оси эллипсов будут перпендикулярны оси  $Oz$ . Малые оси эллипсов совпадут с направлением оси  $Oz$ . Центры осей эллипсов нижнего и верхнего оснований расположены на расстоянии  $Y$ . Величины осей определяем в зависимости от величины наружного и внутреннего диаметров цилиндров. Построив эллипсы, приведем очерковые линии, касательные к внешним эллипсам.

Для наглядности построим вырез четверти цилиндра, построение которого видно из рис. 13. Направление штриховки выреза выберем, как показано на рис. 5. Невидимые линии покажем штриховыми линиями. Для наглядности такими же линиями покажем линии вырезанной части цилиндра. Видимые контурные линии наводят нужной толщиной.

Изображение геометрических поверхностей в прямоугольной изометрии рассмотрим на примере построения стандартной прямоугольной изометрии усеченного прямого кругового конуса (рис. 14).

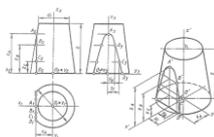


Рис. 14 Прямоугольная изометрия усеченного прямого кругового конуса

На комплексном чертеже изображен конус вращения, усеченный горизонтальной плоскостью уровня, расположенной на высоте  $z$  от нижнего основания, и профильной плоскостью уровня, дающей в сечении на поверхности конуса гиперболу с вершиной в точке  $A$ . Проекция гиперболы построены по отдельным ее точкам.

Отнесем конус к натуральной системе координат  $Oxyz$ . Построим проекции натуральных осей на комплексном чертеже и отдельно их изометрическую проекцию. Построение изометрии начинаем с построения эллипсов верхнего и нижнего оснований, которые являются изометрическими проекциями окружностей оснований. Малые оси эллипсов совпадают с направлением изометрической оси  $Oz$  (см. рис. 2). Большие оси эллипсов перпендикулярны малым. Величины эллипсов осей определяются в зависимости от величины диаметра окружности ( $d$  — нижнего основания и  $d_1$  — верхнего основания). Затем строят изометрию сечения конической поверхности профильной плоскости уровня, которая пересекает основание по прямой, отстоящей от начала координат на величину  $X_A$  и параллельной оси  $Oy$ .

Изометрия точек гиперболы строится по координатам, замеряемым на комплексном чертеже, и откладываем без изменения вдоль соответствующих изометрических осей, так как приведенные коэффициенты искажения  $u = v = w = 1$ . Изометрические проекции точек гиперболы соединяем плавной кривой. Построение изображения конуса заканчивается проведением очерковых образующих касательной к эллипсам оснований. Невидимая часть эллипса нижнего основания проводится штриховой линией.

## Разрезы. Классификация, обозначения

**Разрезом** называется изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями, при этом мысленное рассечение предмета относится только к данному разрезу и не влечет за собой изменения других изображений того же предмета. На разрезе показывается то, что получается в секущей плоскости и что расположено за ней.

Чтобы показать на чертеже внутренние очертания и форму изображаемых предметов, их мысленно рассекают плоскостями, перпендикулярными к плоскостям проекций.

Разрез - изображение предмета, мысленно рассеченного плоскостью (или несколькими плоскостями).

При этом рассечение предмета относится только к данному разрезу и не влечет за собой изменения других изображений того же предмета на чертеже.

На разрезе показывается то, что получается в секущей плоскости и что расположено за ней.

В зависимости от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекций различают разрезы:

- а) горизонтальные — секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций;
- б) вертикальные - секущая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций.

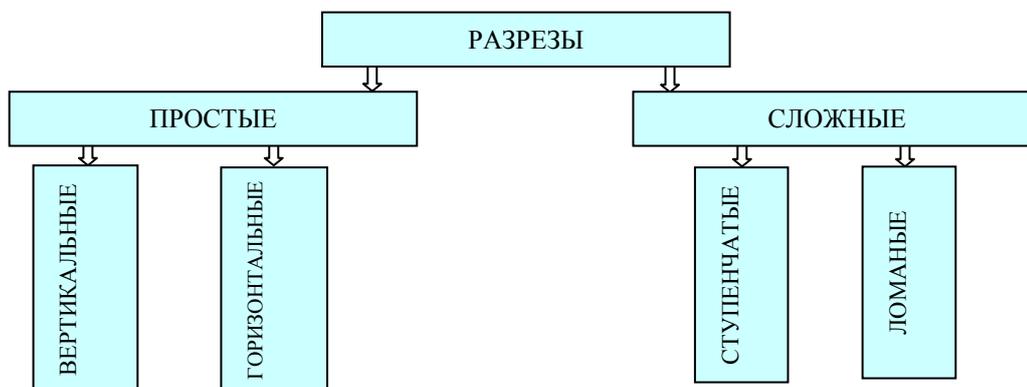
Вертикальный разрез называют фронтальным, если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций, и профильным, если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций;

- в) наклонные - секущая плоскость составляет с горизонтальной плоскостью проекций угол, отличный от прямого.

Разрез называют продольным, если секущая плоскость направлена параллельно длине или высоте предмета.

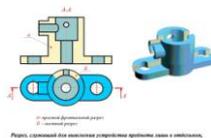
В зависимости от числа секущих плоскостей разрезы разделяют на простые и сложные.

- а) простые - при одной секущей плоскости;
- б) сложные - при нескольких секущих плоскостях.



### Простые разрезы

**Простые разрезы** — при одной секущей плоскости, сложные - при нескольких секущих плоскостях.



В зависимости от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекций разрезы разделяются:

- На горизонтальные —секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций;

Вертикальные –секущая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций;

Наклонные – секущая плоскость составляет с горизонтальной плоскостью проекций угол, отличный от прямого.

Вертикальный разрез называют фронтальным, если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций, и профильный, если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций.

Разрезы называются продольными, если секущие плоскости направлены вдоль длины или высоты предмета, и поперечными, если секущие плоскости направлены перпендикулярно длине или высоте предмета.

Если секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии предмета, а разрез выполнен на месте соответствующего вида в проекционной связи и не разделен каким-либо другим изображением, то для горизонтальных, фронтальных и профильных разрезов отмечать положение секущей плоскости не нужно и разрез надписью не сопровождается.

Простые наклонные и сложные разрезы обозначаются всегда.

### Сложные разрезы

Сложные разрезы разделяются на:

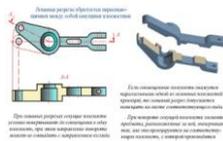
- а) ступенчатые разрезы, если секущие плоскости параллельны (ступенчатые горизонтальные, ступенчатые фронтальные);
- б) ломаные разрезы, если секущие плоскости пересекаются.

ОБОЗНАЧЕНИЕ СЛОЖНЫХ РАЗРЕЗОВ		
Тип разреза	Условное изображение секущих плоскостей и направление взгляда	Обозначение разреза
Ступенчатый		A-A, B-B
Ломаный		B-B, A-A

### Ломаные разрезы

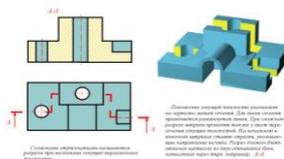
Ломанными называются разрезы, если секущие плоскости пересекаются между собой.

При выполнении ломаного разреза секущие плоскости условно разворачивают до совмещения в одну плоскость.



### Ступенчатые разрезы

Ступенчатыми называют разрезы если секущие плоскости параллельны между собой.



### Сечения

Изображение фигуры, полученное в результате мысленного рассечения предмета плоскостью называется сечением.

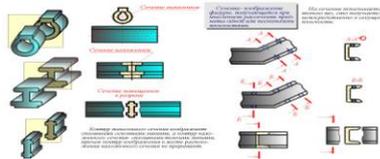
В сечении показывается только то, что попадает в секущую плоскость, а все что находится за ней, в сечении не показывается.

ОБОЗНАЧЕНИЕ СЕЧЕНИЙ (РАЗРЕЗОВ)	
ОБЪЕКТ	СВОБОДНОЕ СЕЧЕНИЕ
Симметричные детали (детали с осью симметрии)	
Несимметричные детали (детали без осей симметрии)	
Симметричные детали (детали с осью симметрии)	
Несимметричные детали (детали без осей симметрии)	

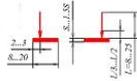
Сечения применяют как дополнительные изображения, поясняющие конструкцию невыявленных в проекциях форм.

Сечения разделяются на выносные и наложенные.

Сечения допускается выполнять в любом месте чертежа в проекционной и не в проекционной связи и с поворотом, в последнем случае с значком повернуто.



Положение секущей плоскости указывают на чертеже линией сечения. Для линии сечения применяют разомкнутую линию со стрелками указывающими направление взгляда и обозначают секущую плоскость одинаковыми прописными буквами русского алфавита. Сечение сопровождается надписью по типу А-А.



Буквенные обозначения присваивают в алфавитном порядке без повторения и без пропусков, независимо от количества листов чертежа. Размер шрифта буквенных обозначений должен быть на два порядка больше размера цифр размерных чисел, применяемых на том же чертеже.

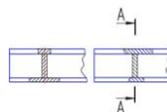
Масштаб изображения, отличающийся от указанного в основной надписи, указывают рядом с надписью, относящейся к данному изображению.

Сечения в зависимости от их положения на чертеже делятся на вынесенные и наложенные. Вынесенные сечения располагают на свободном поле чертежа, иногда в проекционной связи на месте вида слева. Вынесенное сечение можно располагать в разрыве между частями одного и того же вида. Контур вынесенного сечения изображают сплошной основной линией. Предпочтение следует отдавать вынесенным сечениям. Наложное сечение располагают на основном виде. Контур наложенного сечения – сплошная тонкая линия, причем контур изображения в месте расположения наложенного сечения не прерывают.

### Наложённые сечения

Наложное сечение располагают на основном виде. Контур наложенного сечения – сплошная тонкая линия, причем контур изображения в месте расположения наложенного сечения не прерывают.

В зависимости от формы фигуры, полученной при рассечении предмета, сечения можно разделить на симметричные (а) и несимметричные (б).



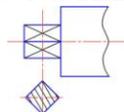
а б

Если секущая плоскость проходит через сквозное некрутое отверстие и сечение получается состоящим из отдельных самостоятельных частей, то вместо сечения следует выполнять разрез.

### Вынесенное сечение

Вынесенное сечение допускается выполнять в любом месте чертежа в проекционной и не в проекционной связи и с поворотом, в последнем случае с значка повернуто.

Вынесенное сечение обводится сплошными контурными линиями. Внутри контура сечение штрихуется тонкими линиями под углом 45°. Если штриховка совпадает с направлениями линий контура, то разрешается выполнять штриховку под углом 30 и 60°.



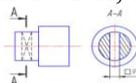
Ось симметрии вынесенного или наложенного сечения указывают штрихпунктирной тонкой линией. На чертеже сечения выделяют штриховкой. Вид ее зависит от графического обозначения материала детали и должен соответствовать ГОСТ 2.306 - 68.

Металлы и твердые сплавы в сечениях обозначают наклонными параллельными линиями штриховки, проведенными под углом  $45^\circ$  к линии контура изображения или к его оси, или к линиям рамки чертежа.

Линии штриховки должны наноситься с наклоном влево или вправо, как правило, в одну и ту же сторону на всех сечениях, относящихся к одной и той же детали.

Если секущая плоскость проходит через ось поверхности вращения, ограничивающей отверстие или углубление, то контур отверстия или углубления в сечении показывают полностью.

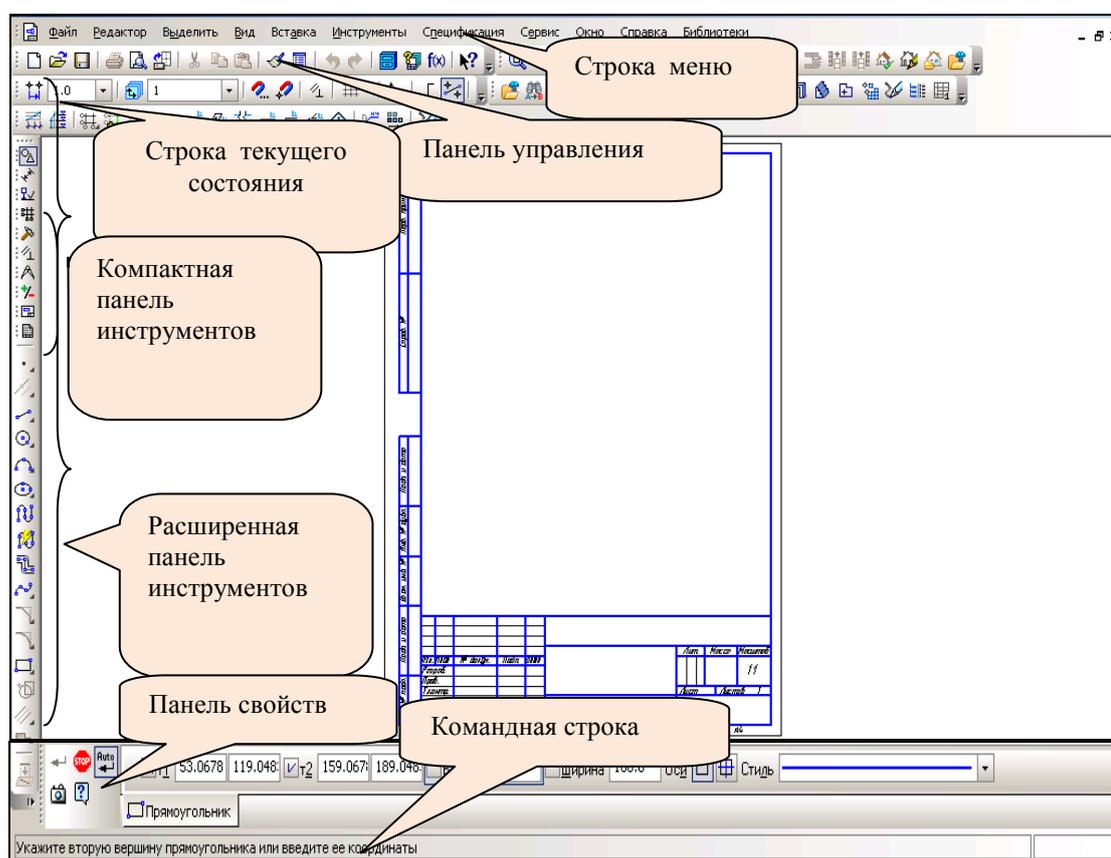
Если секущая плоскость проходит через некруглое отверстие и сечение получается состоящим из отдельных самостоятельных частей, то следует применять разрезы.



### Раздел 3: Машинная графика

### Интерфейс системы автоматизированного проектирования КОМПАС 3DV14

### Основные теоретические сведения



#### Строка меню

Строка меню располагается в верхней части программного окна, сразу под строкой заголовка. Строка меню изменяется в зависимости от созданного документа.



#### Панель управления

Панель управления располагается в верхней части программного окна под строкой меню. Панель включает в себя кнопки, наиболее часто используемые при работе. Количество

и состав данной строки можно изменять каждому пользователю как ему удобнее. В зависимости от документа, в котором пользователь работает, панель управления имеет набор своих кнопок.



 - Создать новый документ (чертеж, фрагмент, ...).



Наиболее часто используемые кнопки Панели управления:



- Создать новый документ;



- Открыть документ;



- Сохранить текущий документ;



- Предварительный просмотр;



- Менеджер библиотек;



- Показать все;



- Показать рамкой;



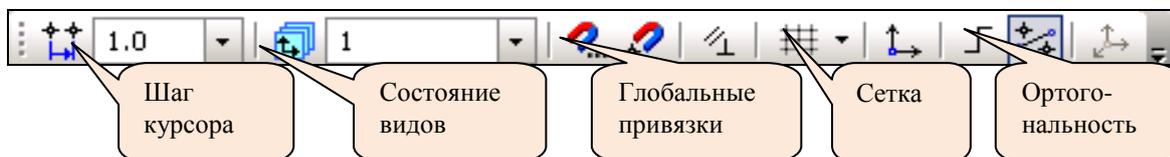
- Уменьшить масштаб;



- Увеличить масштаб....

### Строка текущего состояния

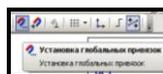
Строка текущего состояния располагается ниже панели управления.



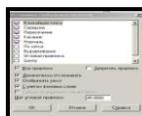
В этой строке отражаются параметры текущего состояния КОМПАС-3DV13 шаг курсора, состояние видов, глобальные привязки, запретить привязки, параметрический режим, сетка, локальная система координат, ортогональность, скругление, а так же некоторые управляющие кнопки.

В процессе работы над чертежами возникает необходимость точно установить курсор в различные точки элементов, уже существующих на чертеже, иными словами, выполнить привязку к точкам или объектам.

Кнопка установки **глобальных привязок** расположена в **Строке текущего состояния**.



Выполните щелчок по этой кнопке. На экране появится диалоговое окно **Установка глобальных привязок**.



**Важная особенность глобальных привязок в КОМПАС-ГРАФИК можно включать несколько различных привязок и все они будут работать одновременно.** Выбрав необходимые для работы привязки, начинаем выполнять чертеж.

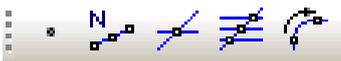
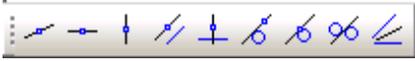
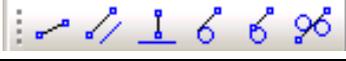
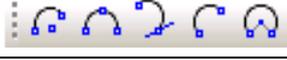
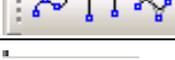
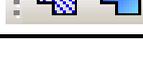
### Компактная панель инструментов

-  - Геометрия
-  - Размеры
-  - Обозначения
-  - Обозначения для ПСП
-  - Редактирование
-  - Параметризация
-  - Измерения
-  - Выделения
-  - Виды
-  - Спецификация

### Расширенная панель инструментов

Рассмотрим наиболее часто используемые команды:

#### - Геометрия

<i>Примитив</i>	<i>Дополнительные опции</i>	<i>Название примитива</i>
		Точка
		Вспомогательная прямая
		Отрезок
		Окружность
		Дуга
		Кривая Бизье
		Фаска
		Скругление
		Прямоугольник
		Эквидистанта
		Штриховка

Дополнительные опции (т.е. дополнительные возможности выполнения данной команды) можно вызвать путём нажима на чёрный треугольник на кнопке (в нижнем правом углу).

#### - Редактирование

<i>Команда</i>	<i>Дополнительные возможности</i>	<i>Название</i>
----------------	-----------------------------------	-----------------

		Сдвиг
		Поворот
		Масштабирование
		Симметрия
		Копирование
		Деформация сдвигом
		Усечь кривую
		Разбить кривую
		Очистить область
		Преобразовать в NURBS



### - Размеры

Команда	Дополнительные возможности	Название
		Авторазмер
		Линейный размер
		Диаметральный размер
		Радиальный размер
		Угловой размер
		Высотная отметка

### Командная строка или строка сообщений.

Располагается внизу рабочего поля. В ней отражаются сообщения и запросы системы:

- ✓ Краткая информация об элементе экрана, к которому подведен курсор;
- ✓ Сообщение о том, ввод каких данных ожидает система в данный момент;
- ✓ Краткая информация о текущем действии, выполняемой системой.

Это главный помощник. Внимательно следите за её состоянием. Это вам поможет правильно выполнять команды и сообщения помогут избежать ошибок при выполнении построений.

Укажите начальную точку отрезка или введите ее координаты

Укажите первую кривую для построения касательного отрезка

### Инструментальная панель обозначения



- Кнопка-переключатель **Обозначения**

	- текст
--	---------

	- ввод таблицы
	- шероховатость
	- база
	- линия выноски
	- обозначение позиций
	- допуск формы
	- обозначение разреза
	- стрелка взгляда
	- выносной элемент
	- осевая по 2 точкам
	- авто осевая
	- обозначение центра
	- волнистая линия



- Кнопка-переключатель **Виды**

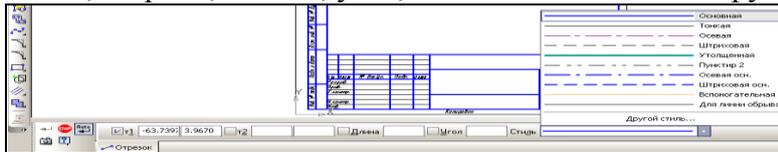
	- создать новый вид
	- <b>стандартные виды</b>
	- <b>произвольный вид</b>
	- проекционный вид
	- вид по стрелке
	- разрез сечение
	- выносной элемент
	- местный вид
	- местный разрез
	- вид с разрывом

### Панель свойств

На Панели специального управления, находятся кнопки, позволяющие контролировать процесс выполнения вызванной команды.

	- команда <b>создать</b> ;
	- команда <b>прервать команду</b> ;
	- команда <b>автосоздание объекта</b> ;

Дополнительно на Панели свойств можно задать параметры объекта: координаты, длина, ширина, высота, угол, типы линий и многое другое.



Познакомившись с основными элементами интерфейса и командами программы, начинаем выполнять построения различной сложности.

### Порядок выполнения работы

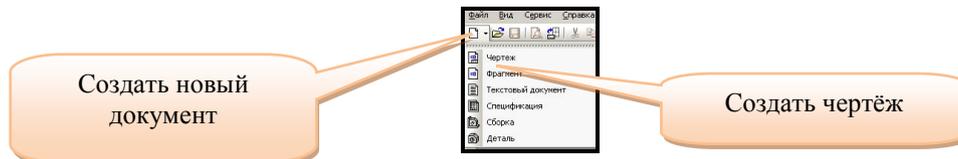
Для выполнения чертежа используем графический пакет Компас-График.

Создание документа, выполняется несколькими путями, рассмотрим все:

а) В строке управления нажимаем команду **Файл - Создать** новый документ на экране появляется диалоговое окно, в котором выбираем тип документа.



б) Второй путь создания нового документа: на **Панели управления** нажимаем кнопку **Создание нового документа** появляется падающее меню, в котором выбираем тип документа.



Выбрав, один из предложенных путей создания документа выбираем тип документа **чертеж**.

Для реализации поставленной цели построение пластины, необходимо воспользоваться командами построения **геометрия**.

1. Создать новый документ с помощью кнопки **Новый документ - Чертеж**. По умолчанию система создает лист формата А4 вертикальной ориентации с типом основной надписи **Чертеж конструкторский**, первый лист. Оставьте данные параметры без изменения.

2. Создание чертежа начинаем с построения прямоугольника. При помощи команды

**прямоугольник**  на **Панели инструментов геометрии** . На **Панели свойств** задаем размеры высота 120 мм, ширина 90 мм и ставим прямоугольник на формат рис.1.

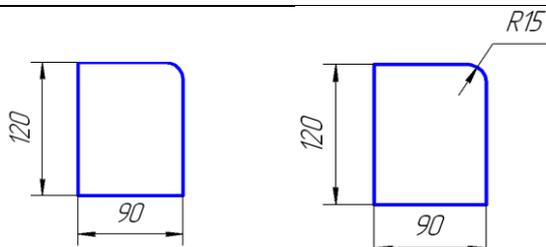
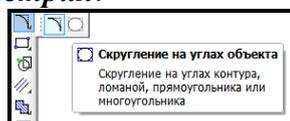


Рис. 1

Рис. 2

3. Выполнить скругление верхнего правого угла прямоугольника. Радиус скругления R 15 мм. Команда **Скругление на углах объекта** позволяет выполнить скругление углов прямоугольника. Для вызова команды нажмите кнопку **Скругление на углах объекта** на инструментальной панели **Геометрия**.



В поле Радиус на *Панели свойств* введите или выберите из списка значение радиуса скругления.

4. Перейдем к построению выреза. С помощью команды **прямоугольник** высота 50 мм и ширина 10 мм и указываем нижнюю левую точку на пластине рис.3

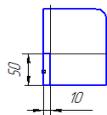


Рис. 3

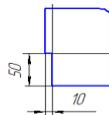


Рис 4

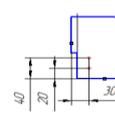


Рис. 5

6. Перейдем к построению окружностей. Определим положение центральных точек окружности с помощью команды **Параллельные прямые**. Полученные точки пересечения вспомогательных линий будут искомыми точками рис 5.

7. Включите кнопку **Ввод окружности**  и постройте две окружности радиусом 10 мм с осями симметрии (рис. 5).

8. Построение прямоугольного выреза начните с определения положения нижнего левого угла прямоугольника с помощью вспомогательных параллельных прямых (рис. 6).

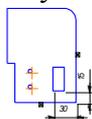


Рисунок 6

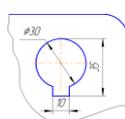


Рисунок 7

9. Активизируйте команду **Прямоугольник**  по заданным вершине, высоте и ширине прямоугольника. В Строке параметров задайте высоту прямоугольника 30 мм и его ширину 15 мм. Поставьте курсор в построенную точку – вершину прямоугольника.

10. Элемент пластины «Окружность с пазом» рисунок 7 строим по выше рассмотренным командам.

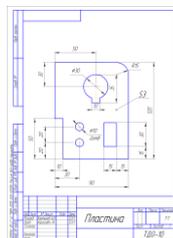


Рисунок 8 Образец выполнения работы.

## Простановка размеров на плоском контуре пластины

### Основные теоретические сведения

Нанесение размеров на чертеже регламентировано ГОСТ 2.307... . Общее число размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия.

Размерные числа должны наноситься над размерной линией, а размерные линии проводятся тонкими сплошными линиями между выносными. Минимальное расстояние между параллельными размерными должно быть 7 мм, а между размерной и линией контура – 10 мм. Размеры следует равномерно распределять по всем изображениям. Размерные линии не должны пересекаться между собой, а выносные линии должны выходить за размерные, т.е. за концы стрелок на 1...5 мм.

От правильности нанесения размеров, размерных линий и цифр зависит ясность чертежа. Размеры не должны затенять чертежа и затруднять его чтение. Повторять размеры не разрешается.

Размеры, относящиеся к одному элементу (пазу, выступу, отверстию и т.п.), следует группировать на том изображении, на котором геометрическая форма данного элемента показана наиболее полно.

Все размеры на чертеже наносятся только в миллиметрах, без проставления единиц измерения.

Размеры, определяющие форму отдельных элементов детали, и их взаимное расположение, должны обеспечивать возможность изготовления детали. На чертеже детали проставляется минимальное, но достаточное количество размеров, необходимых для ее изготовления и контроля.

Все размеры желательно разделить на три группы:

- ✓ размеры, относящиеся к одной поверхности детали называются формообразующими (размеры формы);
- ✓ кроме формообразующих размеров, на чертеже должны проставляться и координирующие размеры (размеры положения), которые определяют взаимное расположение отдельных поверхностей детали друг относительно друга;
- ✓ габаритные размеры (наибольшие).

Если размеров достаточно для выполнения чертежа, значит их достаточно и для изготовления детали.

**Проставляя размеры на чертеже, необходимо учесть следующее:**

1. Каждый размер следует проставлять только один раз и на том изображении, где данный элемент изделия показан наиболее ясно.

2. Размеры нужно проставлять так, чтобы при изготовлении детали не приходилось выяснять какой-либо размер путем подсчета.

3. В зависимости от характера простановки размеров может меняться технология изготовления детали и контроль ее изготовления.

Размеры проставляют от определенных базовых линий (плоскостей) – баз.

Различают цепной, координатный и комбинированный характер расположения размеров на чертеже. Цепной характер удобен в случаях простановки размеров межцентровых расстояний, когда важно строго выдержать расстояние между центрами отверстий, а ошибки в расстояниях каждого из отверстий от какой-либо базы (например, как на рисунке базы 1 и 2) – несущественны. Он применяется также, когда требуется получить очень точные размеры. В данной работе рассматривается только цепной способ простановки размеров.

**Простановка размеров на чертеже пластины.**

Откройте Инструментальную панель размеров и включите команду Линейный размер



. Команда позволяет проставить простой линейный размер.

1. Задайте правильную ориентацию размера. Для этого в строке параметров щелчком мыши включите кнопку **Горизонтальный размер**  для простановки горизонтальных размеров или **Вертикальный размер**  для вертикальных размеров.

2. Укажите точки привязки размера т.1 и т.2 (точки выхода выносных линий). Затем укажите точку, определяющую положение размерной линии, т.3 рис. 9.

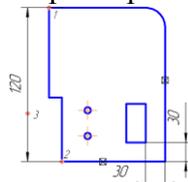


Рисунок 9 Порядок нанесения размеров

3. Постройте диаметральный размер 10 мм для соответствующей окружности. К размерной надписи добавьте текст *2отв*. Размерную надпись расположите на полке вправо.

4. Нажмите кнопку **Диаметральный размер**  на **Инструментальной панели**. Укажите курсором базовую окружность. Зафиксируйте положение размерной линии.

5. Для вызова диалога ввода и редактирования размерной надписи щелкните левой кнопкой мыши на поле **Размерная надпись** в строке **параметров объектов**, прежде чем зафиксировать размер.

6. В диалоговом окне **Задание размерной надписи** включите кнопку значка диаметра в группе **Символ**. Для размещения под размерной линией текста **2 отв.** нажмите кнопку **Далее** в открывшемся дополнительном поле, введите текст. Нажмите кнопку **Назад**. Щелчком по кнопке закройте диалоговое окно.



7. Постройте диаметральный размер большой окружности  $\odot 30$ .

Если размерные стрелки сливаются (например у размера - 10мм), поменяйте их направление. Для этого укажите 2 раза на нужный размер (при этом стрелки меняют цвет и размерная надпись окажется в квадратике).

В **Строке параметров** объекта откройте вкладку **Параметры**. Поменяйте направление обеих стрелок с "Изнутри" на "Снаружи".

8. Проставьте обозначение толщины детали.

Нажмите кнопку **Переключатель обозначения**  на вертикальной Панели инструментов. Включаем кнопку **обозначение позиций** .

В ответ на запрос системы укажите точку начала линии-выноски щелкните в точке 1 рис. 10. Переместите курсор на чертеж - вы увидите фантом строящейся линии-выноски. По умолчанию система генерирует стрелку. Поменяйте вариант окончания линии-выноски.

Щелчком на поле **Текст** в строке параметров вызовите на экран диалоговое окно **Введите текст**

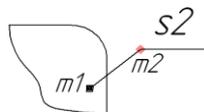
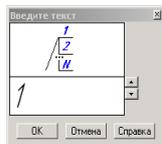


Рисунок 10 Проставка толщины пластины

В текстовом поле 1 введите текст s2, щелчком по кнопке **ОК** закройте окно.

Перемещая курсор по рабочему полю формата вы увидите фантом строящейся линии-выноски. Остановите курсор в точке 2 рис.10.

Завершив построение линии-выноски нажмите кнопку **Создать объект** .

**Форма отчетности:** - на формате А4 располагаем пластину и наносим необходимые размеры. Каждый бакалавр получает индивидуальное задание.

### Виды. Создание 3D модели и построение ассоциативных видов.

**Цель работы:** дать общую геометрическую и графическую подготовку, формирующую навыки правильного восприятия, переработки и воспроизводства графической информации при построении 3D моделей различной сложности, которые получаются путём объединения и удаления простейших геометрических поверхностей из основной заготовки детали, ознакомиться с интерфейсом системы Компас-3D V11; изучить основные принципы создания простейших геометрических объектов.

**Форма отчетности:** - на формате А3 построить три вида детали и объемное изображение с рисунка модели рис. 1.Образец выполнения рис. 1.

### Основные теоретические сведения

Конструктор, разрабатывая деталь заданного функционального назначения, определяет её геометрическую форму. Геометрическую форму любой детали можно представить как совокупность элементарных геометрических тел, их частей или отсеков поверхностей.

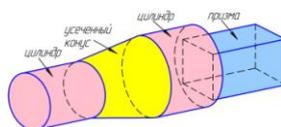


Рис. 1 Анализ формы детали

Тем самым создание модели любой сложности сводится к изучению элементарных поверхностей.

Анализируя форму можно сказать, что внутренняя или наружная формы объекта выполняется как объединение или удаление элементарных поверхностей.

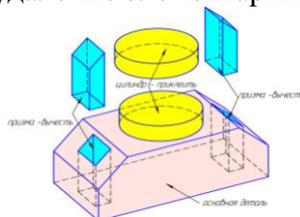


Рис. 2 Анализ булевых операций

Чертеж предмета должен давать полное представление о форме изображаемого предмета, его устройстве, размерах, материале, из которого изготовлен предмет. Вместе с тем чертеж должен содержать минимальное количество изображений и текста, достаточных для свободного чтения чертежа, изготовления по нему детали и её контроля.

Для лучшего понимания и чтения чертежи должны составляться по общим правилам. Все требования к оформлению чертежей, а также условные обозначения, содержащиеся на чертежах, должны быть едиными. Поэтому при выполнении чертежей необходимо руководствоваться основными положениями и правилами ГОСТов «Единой системы конструкторской документации».

### **Порядок выполнения работы:**

Запустите систему Компас и выберите тип создаваемого документа "Фрагмент". Проверьте основные настройки вашего документа, для чего выберите команду меню Сервис, Параметры. В появившемся диалоговом окне настройки параметров фрагмента выберите в левой части окна команду Размеры и двойным нажатием левой кнопки мыши (2 раза) откройте ее. Здесь просмотрите команды Параметры и Надпись. Проверьте следующие условия: длина стрелки – 5мм, высота надписи – 5мм, шрифт – GOST type A. Закройте окно кнопкой ОК.

При помощи команды Сдвинуть  на Панели управления переместите начало координат в левый нижний угол рабочего поля экрана.

Установите требуемые привязки для создаваемых объектов, для чего на Панели текущего состояния нажмите клавишу Установка глобальных привязок . Появится диалоговое окно установки глобальных привязок, т.е. привязок, которые будут действовать в течение всего времени создания документа. При помощи "галочек" установите все привязки, кроме по сетке, а так же установите "галочки" возле команд Динамически отслеживать и Отображать текст. Это позволит вам видеть, какую привязку система использует в каждый момент черчения. Нажмите ОК.

1. В строке управления нажимаем кнопку **Создать** новый документ.

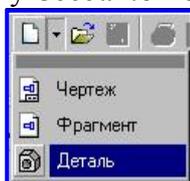


Рис 3 Падающее меню команды **Создать новый документ**

Выбираем **Создать** деталь.

Создание детали может осуществляться двумя способами:

- вращение *эскиза* вокруг оси вращения;
- выдавливание *эскиза*.

*Эскиз* - плоская фигура, в результате перемещения которой образуется объемное тело. Эскиз может располагаться в одной из стандартных плоскостей проекций (как в данном рассматриваемом примере), на плоской грани существующего тела или на вспомогательной плоскости, положение которой определяет пользователь.

Эскизы выполняются средствами модуля плоского черчения и состоят из отдельных графических примитивов: отрезков, дуг, окружностей, ломаных линий и т.д. При этом доступны все команды построения и редактирования изображения, средства создания параметрических зависимостей и различные сервисные возможности.

Требование к эскизам

- Контур в эскизе всегда отображается стилем линии **Основная**;
- контуры в эскизе не должны пересекаться и не должны иметь общих точек;
- в эскизе основания детали может быть один или несколько контуров;
- если контур один, то он может быть разомкнутым или замкнутым;
- если контуров несколько, все они должны быть замкнутыми;
- если контуров несколько, один должен быть наружным, а другие - вложенными в него;
- допускается только один уровень вложенности контуров.

## 2 Установка привязок

В процессе работы над эскизом возникает необходимость точно установить курсор в различные точки элементов, уже существующих в эскизе, иными словами, выполнить *привязку* к точкам или объектам. Кнопка **Установка глобальных привязок** расположена в

*Строке текущего состояния* . Выполните щелчок по этой кнопке. На экране появится диалоговое окно *Установка глобальных привязок*.

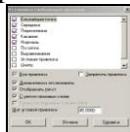


Рис 4 Диалоговое окно установки глобальных привязок.

**Важная особенность глобальных привязок в КОМПАС-3D: можно включать несколько различных привязок и все они будут работать одновременно.** Выбрав необходимые для работы привязки, начинаем выполнять чертеж.

Следующий этап: необходимо правильно выбрать плоскость, в которой будет построен эскиз.

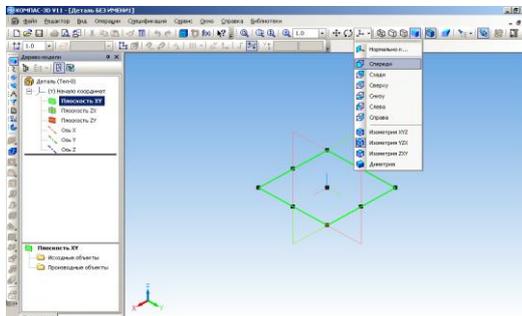


Рис 5 Выбор плоскости проекций

Выбор плоскости осуществляем в *Дереве модели*, которое располагается с левой стороны рабочего поля. Выбираем фронтальную плоскость проекций - (XY).

В выбранной плоскости осуществляем построение эскиза, для этого на **3 Панели** *текущего состояния* нажимаем кнопку *Эскиз* . Система перейдет из работы с деталью

в режим работы с эскизом. На графическом поле появится *Компактная панель инструментов* работы с 2D изображением.

Нажимаем кнопку **Геометрия**  на вертикальной **Панели инструментов** с левой стороны графического поля. Выбираем команду **Отрезок** стиль линии - *основная* и строим основной эскиз детали, построение начинаем из начала координат в правую сторону.

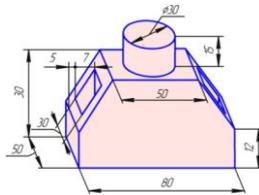


Рис 6 Модель детали

4 Используя размеры модели, выстраиваем эскиз.

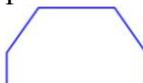
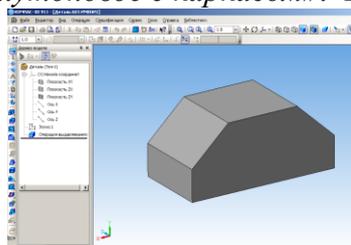


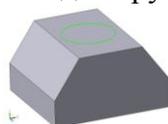
Рис 7 Построение эскиза основной детали

5 Выполняем команду «*Операция выдавливания*»  задавая на панели свойств расстояние 50 мм.

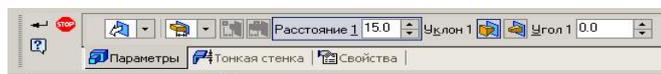
Для наглядности необходимо нажать кнопки расположенные на панели управления  «*Полутоновое*» и  «*Полутоновое с каркасом*». Получаем следующий результат.



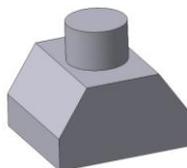
6 Выполняем добавление на верхней части детали цилиндрической формы это осуществляется при помощи команды «*Приклеить выдавливанием*». Для этого выбираем верхнюю плоскость для создания эскиза в виде окружности.



7 Выполняем операцию «*Приклеить выдавливанием*» задавая расстояние на панели свойств 15 мм.



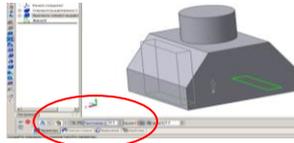
Получаем следующий результат.



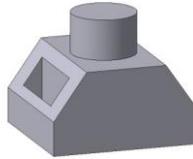
8 Необходимо выполнить вырезы на наклонных площадках данной детали для этого необходимо выбрать *вид снизу* и активизировать эскиз, т.е. на основании детали чертим эскиз отверстий в виде прямоугольников размером **30\*7**.



9 Закрываем эскиз, выполняем операцию «*Вырезать выдавливанием*».



На *Панели свойств* задаем расстояние 30 мм. Деталь полностью создана.



## 10 Создание ассоциативного чертежа

Многие трехмерные модели создаются с целью получения конструкторской или технической документации - рабочих чертежей.

Выполним построение рабочего чертежа трехмерной детали, построение которой было описано выше.

1. Для создания чертежа выполним команду **Создать чертеж**.

2. Щелчком на панели управления нажимаем кнопку **показать все**,  чтобы увидеть его целиком.

3. Изменяем параметры листа *Сервис - Параметры -+ Параметры первого листа - A3, горизонтальный* - ОК.

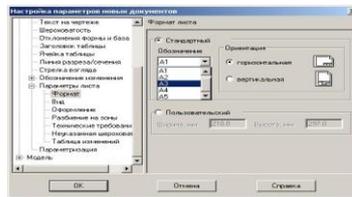


Рис 8 Диалоговое окно «Настройка параметров текущего графического документа».

4. На панели инструментов нажмите кнопку **Ассоциативные виды**.

Ассоциативный вид - это вид чертежа, ассоциативно связанный с определенной 3D-моделью. При изменении формы или размеров модели изменяется изображение на всех связанных с ней ассоциативных видах.

5. На расширенной панели инструментов нажимаем кнопку **Стандартные виды**  - на экране появится диалоговое окно, в котором следует выбрать модель. После того, как выбрана модель, в окне появится фантом изображения в виде прямоугольников видов. С помощью кнопок на панели специального управления Вы можете управлять процессом создания видов.

6. Нажмите кнопку **Схема видов** на панели свойств. В этом диалоге можете установить набор видов необходимых для вашей детали.

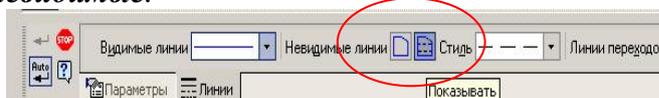


Рис 8 Диалоговое окно выбора схемы видов.

На *Панели свойств* устанавливаем масштаб 2:1.



Активизируя ярлык **линии** на *Панели свойств*, нажимаем, кнопку **показать невидимые**.



После этого в текущий чертеж будут вставлены выбранные виды, а в основную надпись чертежа передадутся сведения из документа-модели: обозначение, наименование,

масса и материал. Кроме того, система автоматически проставит значение масштаба. Поэтому необходимо в основной надписи уточнить масштаб.

7. Вставить рисунок детали над основной надписью с учетом масштаба.

В заключении выполняется оформление чертежа, проводятся оси симметрии и, по необходимости, проставляются размеры и пишутся технические требования.

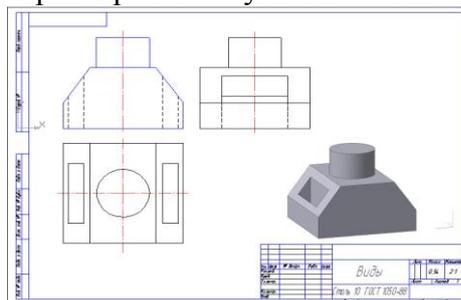


Рис 9

### Варианты индивидуальных заданий

<p>Вариант 0</p>	<p>Вариант 1</p>	<p>Вариант 2</p>	<p>Вариант 3</p>	<p>Вариант 4</p>
<p>Вариант 5</p>	<p>Вариант 6</p>	<p>Вариант 7</p>	<p>Вариант 8</p>	<p>Вариант 9</p>

### 4.3. Лабораторные работы

Учебным планом не предусмотрено.

### 4.4. Практические занятия

№ n/n	Номер раздела дисциплины	Наименование тем практических занятий	Объем (час.)	Вид занятия в интерактивно й, активной, инновационно й формах, (час.)
1	1.	Метод проекций. Центральное и параллельное проецирование. Проецирование прямой линии	0,5	-
2		Комплексный чертеж плоскости. Прямые	0,5	-

		и точки в плоскости.		
3		Главные позиционные задачи для прямой и плоскости, двух плоскостей	0,5	-
4		Способы преобразования чертежа, замена плоскостей проекций, способ вращения.	0,5	-
5		Поверхности.	0,5	-
6		Пересечение поверхностей плоскостью и прямой, развёртки.	0,5	-
7		Пересечение поверхностей. Метод секущих плоскостей и метод сфер.	1	-
8	2.	Взаимное пересечение многогранников. Построение разверток.	1	
9		Пересечение кривых поверхностей (метод секущих плоскостей). Решение задач.	2	-
10		Пересечение кривых поверхностей. Метод концентрических сфер. Решение задач.	1	
11		Виды.	1	-
12		Разрезы простые.	1	
13		Разрезы сложные. Сечения.	1	-
14		Эскизирование. Требование к чертежу. Порядок выполнения эскиза. Общие правила простановки размеров. Выполнение эскизов деталей типа втулка, гайка, фланец.	1	-
15		Правила выполнения видов с использованием информационных технологий.	0,5	-
16	3.	Правила выполнения разрезов с использованием информационных технологий.	1	-
17		Правила выполнения сечений с использованием информационных технологий.	1	-
18		Изображение и обозначение резьбы.	0,5	-
19		Изображение соединений деталей. Соединение болтом.	0,5	-
20		Изображение соединений деталей. Соединение шпилькой.	0,5	-
<b>ИТОГО</b>			<b>16</b>	<b>-</b>

#### 4.5. Контрольные мероприятия: контрольная работа

Контрольная работа №1.

Раздел: Начертательная геометрия.

Тема: Позиционные, метрические задачи. Построение проекций различных геометрических поверхностей, построение разверток поверхностей.

Цель: сформировать умения по построению и чтению чертежей; приобрести навыки применения способов построения изображение геометрических объектов на плоскости; закрепление знаний, полученных на лекционных и практических занятиях,

самостоятельном изучении соответствующих разделов учебно-справочной литературы и методических разработок преподавателей кафедры.

Структура: Контрольная работа оформляется на ватмане формата А3 в виде альбома из 3 чертежей с титульным листом.

Основная тематика:

1. Взаимное положение прямой и плоскости. Взаимное положение плоскостей. (Эпюр №1)
2. Многогранные поверхности. Сечение многогранника плоскостью. (Эпюр №2, ч1)
3. Поверхности. Сечение кривой поверхности плоскостью. (Эпюр №2, ч 2)

Рекомендуемый объем: первого раздела контрольной работы оформляется на ватмане формата А3 в виде альбома из 3 чертежей с титульным листом.

Контрольная работа №2.

Разделы: Инженерной и машинной графики.

Тема. Правила выполнения и оформления конструкторской документации.

Цель: Сформировать знания, умения и навыки разработки конструкторской документации с использованием современных систем автоматизированного проектирования. Выявить уровень соответствия теоретических знаний, практических умений и навыков требованиям образовательного стандарта.

Структура: Контрольная работа оформляется на ватмане формата А3 и А4 в виде альбома из 5- чертежей А3 и 5- чертежей А4 с титульным листом.

Основная тематика:

1. Построение разверток.
2. Пересечение кривых поверхностей (метод секущих плоскостей). (Эпюр №3, ч 1)
3. Пересечение кривых поверхностей. Метод concentрических сфер. (Эпюр №3, ч 2)
4. Виды (три вида, шесть видов).
5. Аксонометрия детали.
6. Разрезы простые.
7. Разрезы сложные (ступенчатый разрез).
8. Разрезы сложные (ломаный разрез).
9. Сечения.

Рекомендуемый объем: Контрольная работа оформляется на листах форматах А3 и А4 в виде альбома из 13 чертежей с титульным листом, выполненных с использованием системы автоматизированного проектирования.

Контрольная работа №2.

Разделы: Инженерной и машинной графики.

Тема. Правила выполнения и оформления конструкторской документации.

Цель: Сформировать знания, умения и навыки разработки конструкторской документации с использованием современных систем автоматизированного проектирования. Выявить уровень соответствия теоретических знаний, практических умений и навыков требованиям образовательного стандарта.

Структура: Контрольная работа оформляется на ватмане формата А3 и А4 в виде альбома из 5- чертежей А3 и 5- чертежей А4 с титульным листом.

Основная тематика:

1. Построение разверток.
2. Пересечение кривых поверхностей (метод секущих плоскостей). (Эпюр №3, ч 1)
3. Пересечение кривых поверхностей. Метод concentрических сфер. (Эпюр №3, ч 2)
4. Виды (три вида, шесть видов).
5. Аксонометрия детали.
6. Разрезы простые.
7. Разрезы сложные (ступенчатый разрез).
8. Разрезы сложные (ломаный разрез).
9. Сечения.

Рекомендуемый объем: Контрольная работа оформляется на листах форматах А3 и А4 в виде альбома из 13 чертежей с титульным листом, выполненных с использованием системы автоматизированного проектирования.

Курсовая работа

Раздел 3: Инженерная графика. Компьютерная графика

Тема: Разработка чертежей в соответствии с нормами ЕСКД.

Цель работы:

- сформировать знания, умения и навыки разработки конструкторской документации ;
- научиться читать чертежи различной сложности с использованием современных систем автоматизированного проектирования;
- выявить уровень соответствия теоретических знаний, практических умений и навыков требованиям образовательного стандарта;
- закрепление изученных тем по проекционному и машиностроительному черчению и выполнению индивидуальных заданий по пройденному материалу;
- закрепление знаний, полученных на лекционных и практических занятиях, при самостоятельном изучении соответствующих разделов учебно-справочной литературы и методических разработок преподавателей кафедры;

Содержание: 5 графических заданий в соответствии с содержанием дисциплины.

Основная тематика:

1. Создание и редактирование: таблиц, спецификаций элементов электрических схем;
2. Выполнение схемы объекта (индивидуальное задание);
3. Составление спецификации объект;
4. Выполнить разрез ОРУ (с нанесением размеров и отметок);
5. Чертеж трансформаторной подстанции
6. Схему, диаграммы, графики

Рекомендуемый объем: Курсовая работа оформляется на ватмане в виде альбома из 2 чертежей формата А3 и 3 чертежей формата А4 с титульным листом, выполненных с использованием системы автоматизированного проектирования.

\*Выдача заданий, прием контрольных работ и защита КР проводится в соответствии с календарным учебным графиком.

\*- виды контрольных мероприятий указываются в соответствии с п.3.1 РПД.

Оценка	Критерии оценки контрольной и курсовой работ
отлично	Оценки «отлично» заслуживает обучающийся, который: умеет решать позиционные, метрические задачи; способен разрабатывать конструкторскую документацию с использованием современных САПР.

хорошо	Оценки «хорошо» заслуживает обучающийся, который усвоил основной алгоритм решения различных типов задач, но периодически допускает ошибки при их решении; испытывает незначительные затруднения в разработке конструкторскую документации с применением САПР.
удовлетворительно	Оценки «удовлетворительно» заслуживает обучающийся, который систематически допускает ошибки при решении главных позиционных задач; недостаточно эффективно использует систему автоматизированного проектирования для разработки различных типов конструкторской документации.
неудовлетворительно	Оценки «неудовлетворительно» заслуживает обучающийся, который не знает алгоритмы решения главных позиционных, метрических задач и не владеет основными алгоритмами и процедурами разработки технической документации при использовании САПР. Оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не способны самостоятельно продолжить изучение предусмотренного контрольной работой учебного материала дисциплины без дополнительной консультации преподавателя.

**5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

<i>№, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Компетенции</i>		<i>Σ комп.</i>	<i>t<sub>ср</sub>, час</i>	<i>Вид учебных занятий</i>	<i>Оценка результатов</i>
		<i>ПК-9</i>	<i>ОПК-1</i>				
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>		<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
<b>1.</b> Начертательная геометрия	56	+	-	1	56	Лк, ПЗ, кр, КР, СР	Зачет с оценкой
<b>2.</b> Инженерная графика	118	+	-	1	118	Лк, ПЗ, кр, КР, СР	Зачет с оценкой
<b>3.</b> Машинная графика	74	-	+	1	74	Лк, ПЗ, кр, КР, СР	Зачет с оценкой
<i>всего часов</i>	<b>248</b>	<b>158</b>	<b>90</b>	<b>1</b>	<b>248</b>		

## 6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Иващенко Г.А. Начертательная геометрия. Инженерная графика: курс лекций / Г. А. Иващенко, Л. А. Киргизова. - Братск : БрГУ, 2009. - 143 с.

[http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная графика/Начертательная%20геометрия%20учебное%20пособие/Иващенко%20Г.А.Кигизова%20Л.А.2009.pdf](http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная%20графика/Начертательная%20геометрия%20учебное%20пособие/Иващенко%20Г.А.Кигизова%20Л.А.2009.pdf)

1. Правила выполнения разрезов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л. П. Григорьевская и др. - Братск : БрГУ, 2003. - 98 с.

<http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная графика/Правила%20выполнения%20разрезов%20учебное%20пособие/Л.П.Григорьевская%20.2003.pdf>

2. Правила выполнения сечений [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л. П. Григорьевская, Г. А. Иващенко [и др.]. - Братск : БрГУ, 2003. - 77 с.

<http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная графика/Правила%20выполнения%20сечений%20учебное%20пособие/Л.П.Григорьевская%20.2003.pdf>

3. Машинная графика. Простановка размеров. Трехмерное моделирование поверхностей : учебное пособие / Л. П. Григорьевская, Г. А. Иващенко, Л. Б. Григорьевский и др. - Братск : БрГУ, 2007. - 202 с.

<http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная графика/Машинная%20графика%20Простановка%20размеров%20учебное%20пособие/Л.П.Григорьевская%20Г.А.Иващенко%20Л.Б.Григорьевский2009.pdf>

4. [Григорьевский Л.Б.](#) Неразъемные соединения. САПР технологии. Построение трехмерных моделей и разработка чертежей неразъемных сборочных единиц в системах автоматизированного проектирования КОМПАС 3D и T-FLEX CAD: учебное пособие / Л. Б. Григорьевский. - Братск : БрГУ, 2012. - 84 с.

<http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная графика/Неразъемные%20соединения%20САПР%20технологии%20Построение%20трехмерных%20моделей%20и%20разработка%20чертежей%20неразъемных%20сборочных%20единиц%20в%20системах%20автоматизированного%20проектирования%20компас3D%20и%20tflexcad%20учебное%20пособие%20Л.Б.Григорьевский2012.pdf>

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Наименование издания	Вид занятия	Количество экземпляров в библиотеке, шт.	Обеспеченность, (экз./ чел.)
1	2	3	4	5
<b>Основная литература</b>				
1.	Чекмарев А.А. Инженерная графика учебник. /А.А. Чекмарев. 10-е изд. Стереотип- М.: Высшая школа, 2008. - 382 с.: ил.	Лк,ПЗ, СР	200	1
<b>Дополнительная литература</b>				
2.	Дегтярев В.М. Инженерная и компьютерная графика: учебник / В.М. Дегтярев, В.П. Затыльников. – 2-е изд., испр. – М.: Академия, 2011. – 240 с.	Лк, СР, кр	33	1
3.	Левицкий В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей: учебник В.С. Левицкий. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2011. – 435 с.	Лк,ПЗ, СР	15	1
<b>Методическая литература</b>				

4.	Григоревская Л.П. Правила выполнения изображений. Разрезы: практикум/ Григоревский Л.Б., Киргизова Л.А.. – Братск: Изд-во БрГУ, 2015. – 124 с.	ПЗ, СР, кр	34	1
5	Л. П. Григоревская Машинная графика. Простановка размеров. Трехмерное моделирование поверхностей : учебное пособие /, Г. А. Иващенко, Л. Б. Григоревский и др. - Братск : БрГУ, 2007. - 202 с.	ПЗ, СР,кр	52	1

## 8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Электронный каталог библиотеки БрГУ  
[http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r\\_15/cgiirbis\\_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=](http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=).
2. Электронная библиотека БрГУ  
<http://ecat.brstu.ru/catalog> .
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»  
<http://biblioclub.ru> .
4. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань»
5. <http://e.lanbook.com> .
6. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"  
<http://window.edu.ru>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru> .
8. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)  
<https://uisrussia.msu.ru/> .
9. Национальная электронная библиотека НЭБ  
<http://xn--90ax2c.xn--p1ai/how-to-search/> .

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Приступая к изучению новой учебной дисциплины, обучающиеся должны ознакомиться с учебной программой, учебной, научной и методической литературой, имеющейся в библиотеке ФГБОУ ВО «БрГУ», получить в библиотеке рекомендованные учебники и учебно-методические пособия, завести новую тетрадь для конспектирования лекций и работы с первоисточниками.

В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

В ходе подготовки к практическим занятиям изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.

В ходе практических занятий принимать активное участие в обсуждении учебных вопросов: выступать с докладами, обзорами научных статей, отдельных публикаций периодической печати, касающихся содержания темы практического занятия. В ходе своего выступления использовать технические средства обучения, доску и мел.

С целью более глубокого усвоения изучаемого материала задавать вопросы преподавателю. После подведения итогов практического занятия устранить недостатки, отмеченные преподавателем.

При подготовке к зачету (в конце семестра) повторять пройденный материал в строгом соответствии с учебной программой, примерным перечнем учебных вопросов, выносящихся на зачет и содержащихся в данной программе. Использовать конспект лекций и литературу, рекомендованную преподавателем. Обратит особое внимание на темы учебных занятий, пропущенных студентом по разным причинам. При необходимости обратиться за консультацией и методической помощью к преподавателю.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется обучающимся по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Содержание внеаудиторной самостоятельной определяется в соответствии с рекомендуемыми видами заданий согласно примерной и рабочей программ учебной дисциплины.

Видами заданий для внеаудиторной самостоятельной работы являются:

- *для овладения знаниями*: чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы), составление плана текста, графическое изображение структуры текста, конспектирование текста, выписки из текста, работа со словарями и справочниками, ознакомление с нормативными документами, учебно-исследовательская работа, компьютерной техники и Интернета и др.

- *для закрепления и систематизации знаний*: работа с конспектом лекции, обработка текста, повторная работа над учебным материалом (учебника, первоисточника, дополнительной литературы, аудио и видеозаписей, составление плана, составление таблиц для систематизации учебного материала, ответ на контрольные вопросы, тематических кроссвордов, тестирование и др.

- *для формирования умений*: решение задач и упражнений по образцу, решение вариативных задач, выполнение чертежей, схем, выполнение расчетов (графических работ), решение ситуационных (профессиональных) задач, проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности, опытно экспериментальная работа, рефлексивный анализ профессиональных умений с использованием аудио- и видеотехники и др.

Самостоятельная работа осуществляется индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся может осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

## **Алгоритм проведения интерактивного занятия в форме тренинга в малой группе:**

### *1. Подготовка к занятиям*

Преподаватель знакомит обучающихся с тематикой предстоящих занятий заранее для того, чтобы они самостоятельно могли выбрать соответствующие темы в зависимости от профессиональных интересов каждого. Определившись с выбором темы обучающиеся подготавливают сообщения (доклады), форма которых определяется каждым обучающимся самостоятельно, например, слайд-презентация, видео- или раздаточный материал по теме

### *2. Вступление*

Сообщается тема и цель занятия. Производится информирование участников о правилах и принципах работы в малой группе: быть активными, уважать мнения участников, быть доброжелательными, пунктуальными, ответственными, открытыми для взаимодействия, проявлять свою заинтересованность и способность придерживаться регламента.

### 3. Основная часть

Обучающийся докладывает аудитории подготовленную им информацию со ссылками на нормативно-технические источники, на учебную и дополнительную литературу.

При этом у обучающихся в ходе обсуждения в малых группах развиваются аналитические способности, комплексное видение проблемы, толерантность к разным точкам зрения, что позволяет вовлечь в обсуждение менее активных участников тренинга.

### 4. Заключение

Напоминание темы и цели занятия. Подведение итогов в виде фронтальной беседы и ответов на ключевые вопросы темы.

## 9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению практических работ

### Практическое занятие № 1

#### Метод проекций. Центральное и параллельное проецирование.

#### Проецирование прямой линии

Цель работы: Научиться строить чертеж точки по методу прямоугольного проецирования. Научиться строить чертеж прямой линии в ортогональных проекциях и по построенным изображениям определять ее положение относительно плоскостей проекций.

Задание: Построить три проекции точки. Построить недостающие проекции точек. Построить проекции отрезка прямой линии и определить ее положение в пространстве.

#### Порядок выполнения:

Приводится в дополнительной литературе [2] стр.10-19.

Приводится в дополнительной литературе [3] стр. 25-29.

#### Форма отчетности:

Отчет оформляется на листе формата А3 бумага-ватман согласно ГОСТ 2.104-2006

#### Задания для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с текстом лекций.
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.

#### Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

[http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная графика/Начертательная%20геометрия%20учебное%20пособие/Ивашенко%20Г.А.Кигизова%20Л.А.2009.pdf](http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная%20графика/Начертательная%20геометрия%20учебное%20пособие/Ивашенко%20Г.А.Кигизова%20Л.А.2009.pdf)

Ивашенко Г.А. Начертательная геометрия. Инженерная графика: курс лекций / Г. А. Ивашенко, Л. А. Киргизова. - Братск : БрГУ, 2009. - 143 с.

#### Основная литература

1. [Чекмарев А.А.](#) Инженерная графика: учебник для вузов / А. А. Чекмарев. - 10-е изд., стереотип. - Москва: Высшая школа, 2008. - 382 с.

#### Дополнительная литература

1. Дегтярев В.М. Инженерная и компьютерная графика: учебник / В.М. Дегтярев, В.П. Затыльников. – 2-е изд., испр. – М.: Академия, 2011. – 240 с.
2. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей:

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Способы проецирования.
2. Метод Монжа.
3. Точка в системе трех плоскостей проекций.
4. Задание прямой линии.
5. Прямые общего и частного положения.
6. Следы прямой

**Практическое занятие № 2**

**Комплексный чертеж плоскости. Прямые и точки в плоскости.**

Цель работы: Научиться задавать плоскость на комплексном чертеже и решать основные позиционные задачи.

Задание: В точке А задать плоскость общего положения  $\alpha(A,B,C)$  и построить точку принадлежащую  $\alpha$ .

Порядок выполнения:

Приводится в дополнительной литературе [3] стр. 44-45.

Форма отчетности:

Отчет оформляется на листе формата А3 бумага-ватман согласно ГОСТ 2.104-2006

Задания для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с текстом лекций.
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

[http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная графика/Начертательная%20геометрия%20учебное%20пособие/Иващенко%20Г.А.Кигизова%20Л.А.2009.pdf](http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная%20графика/Начертательная%20геометрия%20учебное%20пособие/Иващенко%20Г.А.Кигизова%20Л.А.2009.pdf)

Иващенко Г.А. Начертательная геометрия. Инженерная графика: курс лекций / Г. А. Иващенко, Л. А. Киргизова. - Братск : БрГУ, 2009. - 143 с.

Основная литература

1. [Чекмарев А.А.](#) Инженерная графика: учебник для вузов / А. А. Чекмарев. - 10-е изд., стереотип. - Москва: Высшая школа, 2008. - 382 с.

Дополнительная литература

1. Дегтярев В.М. Инженерная и компьютерная графика: учебник / В.М. Дегтярев, В.П. Затыльников. – 2-е изд., испр. – М.: Академия, 2011. – 240 с.
2. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей: учебник В.С. Левицкий. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2011. – 435 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Способы задания плоскости на чертеже.
2. Признак принадлежности прямой плоскости.
3. Признак принадлежности точки плоскости.

### Практическое занятие № 3

#### Главные позиционные задачи для прямой и плоскости, двух плоскостей

Цель работы: Научиться решать главные позиционные задачи для прямой и плоскости: пересечение прямой и плоскости; пересечение двух плоскостей.

Задание: Построить точку пересечения прямой общего положения MN с плоскостью общего положения Z(A,B,C). Построить линию пересечения двух плоскостей общего положения  $\varphi(D,E,F)$  и  $\Lambda(M,L,K)$ .

Порядок выполнения:

Приводится в дополнительной литературе [3] стр. 64-72;

Форма отчетности:

Отчет оформляется на листе формата А3 бумага-ватман согласно ГОСТ 2.104-2006

Задания для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с текстом лекций.
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

[http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная графика/Начертательная%20геометрия%20учебное%20пособие/Ивашенко%20Г.А.Кигизова%20Л.А.2009.pdf](http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная%20графика/Начертательная%20геометрия%20учебное%20пособие/Ивашенко%20Г.А.Кигизова%20Л.А.2009.pdf)

Ивашенко Г.А. Начертательная геометрия. Инженерная графика: курс лекций / Г. А. Ивашенко, Л. А. Киргизова. - Братск : БрГУ, 2009. - 143 с.

#### Основная литература

1. [Чекмарев А.А.](#) Инженерная графика: учебник для вузов / А. А. Чекмарев. - 10-е изд., стереотип. - Москва: Высшая школа, 2008. - 382 с.

#### Дополнительная литература

1. Дегтярев В.М. Инженерная и компьютерная графика: учебник / В.М. Дегтярев, В.П. Затыльников. – 2-е изд., испр. – М.: Академия, 2011. – 240 с.
2. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей: учебник В.С. Левицкий. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2011. – 435 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Классификация позиционных задач в зависимости от положения ГО в пространстве.
2. Общий алгоритм решения задач на взаимное пересечение ГО.
3. Определение видимости проекций ГО при решении задач на взаимное пересечение.

### Практическое занятие № 4

#### Способы преобразования чертежа, замена плоскостей проекций, способ вращения.

Цель работы: Научиться использовать методы преобразования чертежа для решения позиционных задач.

Задание: Методом замены плоскостей проекций определить натуральную величину отрезка прямой общего положения. Используя метод вращения определить истинную величину плоскости общего положения.

Порядок выполнения:

Приводится в дополнительной литературе [2] стр.81-90;

Форма отчетности:

Отчет оформляется на листе формата А3 бумага-ватман согласно ГОСТ 2.104-2006

Задания для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с текстом лекций.
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

[http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная графика/Начертательная%20геометрия%20учебное%20пособие/Иващенко%20Г.А.Кигизова%20Л.А.2009.pdf](http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная%20графика/Начертательная%20геометрия%20учебное%20пособие/Иващенко%20Г.А.Кигизова%20Л.А.2009.pdf)

Иващенко Г.А. Начертательная геометрия. Инженерная графика: курс лекций / Г. А. Иващенко, Л. А. Киргизова. - Братск : БрГУ, 2009. - 143 с.

Основная литература

1. [Чекмарев А.А.](#) Инженерная графика: учебник для вузов / А. А. Чекмарев. - 10-е изд., стереотип. - Москва: Высшая школа, 2008. - 382 с.

Дополнительная литература

1. Дегтярев В.М. Инженерная и компьютерная графика: учебник / В.М. Дегтярев, В.П. Затыльников. – 2-е изд., испр. – М.: Академия, 2011. – 240 с.
2. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей: учебник В.С. Левицкий. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2011. – 435 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Основные задачи преобразования.
2. Метод замены плоскостей проекций.
3. Метод вращения.

**Практическое занятие № 5**

**Поверхности.**

Цель работы: Научиться задавать гранные и кривые поверхности на чертеже. Решать задачи на принадлежность точки поверхности.

Задание: Построение сечений гранных поверхностей (на примере призмы, пирамиды). Построить проекции точек А,В,С,Д принадлежащих конической поверхности  $\Phi(S,m)$ . Построить проекции точек Е,F,S,L принадлежащих поверхности прямой треугольной призмы.

Порядок выполнения:

Приводится в дополнительной литературе [3] стр.107-111,137-156.

Форма отчетности:

Отчет оформляется на листе формата А3 бумага-ватман согласно ГОСТ 2.104-2006

Задания для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с текстом лекций.
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

<http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная>

[графика/Начертательная%20геометрия%20учебное%20пособие/Ивашенко%20Г.А.Кигизова%20Л.А.2009.pdf](http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная%20графика/Начертательная%20геометрия%20учебное%20пособие/Ивашенко%20Г.А.Кигизова%20Л.А.2009.pdf)

Ивашенко Г.А. Начертательная геометрия. Инженерная графика: курс лекций / Г. А. Иващенко, Л. А. Киргизова. - Братск : БрГУ, 2009. - 143 с.

#### Основная литература

1. [Чекмарев А.А.](#) Инженерная графика: учебник для вузов / А. А. Чекмарев. - 10-е изд., стереотип. - Москва: Высшая школа, 2008. - 382 с.

#### Дополнительная литература

1. Дегтярев В.М. Инженерная и компьютерная графика: учебник / В.М. Дегтярев, В.П. Затыльников. – 2-е изд., испр. – М.: Академия, 2011. – 240 с.
2. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей: учебник В.С. Левицкий. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2011. – 435 с.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Задание многогранников на чертеж.
2. Кривые поверхности и их задание на чертеже.
3. Пересечение многогранников и кривых поверхностей прямой и плоскостью.

### Практическое занятие № 6

#### Пересечение поверхностей плоскостью и прямой, развёртки.

Цель работы: Научиться: определять проекции точки или линии пересечения прямой с кривыми и гранными поверхностями; строить развёртки.

Задание: Нахождение точек пересечения призмы и прямой. Нахождение точек пересечения пирамиды и прямой. Построить сечение полученное путем пересечения призмы и плоскости частного положения.

Построить линию пересечения плоскости общего положения  $\alpha(AB \cap BM)$  и наклонной трехгранной призмы.

Построить проекции точек пересечения прямой  $l$  с конической поверхностью  $\Phi(S, m)$ .

#### Порядок выполнения:

Приводится в дополнительной литературе [3] стр.107-111,137-156.

#### Форма отчетности:

Отчет оформляется на листе формата А3 бумага-ватман согласно ГОСТ 2.104-2006

#### Задания для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с текстом лекций.
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.

#### Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

<http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная%20графика/Начертательная%20геометрия%20учебное%20пособие/Ивашенко%20Г.А.Кигизова%20Л.А.2009.pdf>

Ивашенко Г.А. Начертательная геометрия. Инженерная графика: курс лекций / Г. А. Иващенко, Л. А. Киргизова. - Братск : БрГУ, 2009. - 143 с.

#### Основная литература

1. [Чекмарев А.А.](#) Инженерная графика: учебник для вузов / А. А. Чекмарев. - 10-е изд., стереотип. - Москва: Высшая школа, 2008. - 382 с.

#### Дополнительная литература

1. Дегтярев В.М. Инженерная и компьютерная графика: учебник / В.М. Дегтярев, В.П. Затыльников. – 2-е изд., испр. – М.: Академия, 2011. – 240 с.
2. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей: учебник В.С. Левицкий. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2011. – 435 с.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Как находятся точки пересечения прямой с поверхностью?
2. Как производится построение линии пересечения двух многогранников?
3. Общий алгоритм решения задачи на пересечение прямой с поверхностью.
4. Общий алгоритм решения задачи на пересечение поверхности проецирующей плоскостью.
5. Развертываемые и не развертываемые поверхности.

### Практическое занятие № 7

#### Пересечение поверхностей. Метод секущих плоскостей.

Цель работы: Научиться строить линию пересечения многогранников и кривых поверхностей.

Задание: Методом секущих плоскостей построить линию пересечения конуса и цилиндра вращения. Используя метод сфер построить линию пересечения конусов вращения.

Порядок выполнения:

Приводится в дополнительной литературе [3] стр. 194-207.

Форма отчетности:

Отчет оформляется на листе формата А3 бумага-ватман согласно ГОСТ 2.104-2006

Задания для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с текстом лекций.
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

[http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная графика/Начертательная%20геометрия%20учебное%20пособие/Ивашенко%20Г.А.Кигизова%20Л.А.2009.pdf](http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная%20графика/Начертательная%20геометрия%20учебное%20пособие/Ивашенко%20Г.А.Кигизова%20Л.А.2009.pdf)

Ивашенко Г.А. Начертательная геометрия. Инженерная графика: курс лекций / Г. А. Ивашенко, Л. А. Киргизова. - Братск : БрГУ, 2009. - 143 с.

#### Основная литература

1. [Чекмарев А.А.](#) Инженерная графика: учебник для вузов / А. А. Чекмарев. - 10-е изд., стереотип. - Москва: Высшая школа, 2008. - 382 с.

#### Дополнительная литература

1. Дегтярев В.М. Инженерная и компьютерная графика: учебник / В.М. Дегтярев, В.П. Затыльников. – 2-е изд., испр. – М.: Академия, 2011. – 240 с.
2. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей: учебник В.С. Левицкий. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2011. – 435 с.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Какие плоскости следует использовать в качестве вспомогательных плоскостей?

2. В каких случаях возможно применение а качестве вспомогательных поверхностей сферы?.
3. В каких случаях тела вращения будут пересекаться по плоским кривым второго порядка?
4. Общий алгоритм построения линии пересечения двух поверхностей.

### **Практическое занятие № 8**

#### **Взаимное пересечение многогранников. Построение разверток.**

Цель работы: Научиться находить точки пересечения граней и ребер в многогранниках. Строить недостающие проекции группы геометрических тел.

Задание: Используя наглядное изображение предмета построить 3 проекций. Построить линии пересечения 2 многогранников (призма, пирамида)

Порядок выполнения:

Приводится в дополнительной литературе [2] стр. 155-157.

Форма отчетности:

Отчет оформляется на листе формата А3 бумага-ватман согласно ГОСТ 2.104-2006

Задания для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с текстом лекций.
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

[http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная графика/Начертательная%20геометрия%20учебное%20пособие/Иващенко%20Г.А.%20Киги зоваЛ.А.2009.pdf](http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная%20графика/Начертательная%20геометрия%20учебное%20пособие/Иващенко%20Г.А.%20Киги%20зоваЛ.А.2009.pdf)

Иващенко Г.А. Начертательная геометрия. Инженерная графика: курс лекций / Г. А. Иващенко, Л. А. Киргизова. - Братск : БрГУ, 2009. - 143 с.

[http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная графика/Правила%20выполнения%20видов%20учебное%20пособие/Л.П.Григорьевская%20Г.А.Иващенко%20Л.А.2003.pdf](http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная%20графика/Правила%20выполнения%20видов%20учебное%20пособие/Л.П.Григорьевская%20Г.А.Иващенко%20Л.А.2003.pdf)

Правила выполнения видов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л. П. Григорьевская, Г. А. Иващенко [и др.]. - Братск : БрГУ, 2003. - 84 с

#### **Основная литература**

1. [Чекмарев А.А.](#) Инженерная графика: учебник для вузов / А. А. Чекмарев. - 10-е изд., стереотип. - Москва: Высшая школа, 2008. - 382 с.

#### **Дополнительная литература**

1. Дегтярев В.М. Инженерная и компьютерная графика: учебник / В.М. Дегтерев, В.П. Затыльников. – 2-е изд., испр. – М.: Академия, 2011. – 240 с.
2. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей: учебник В.С. Левицкий. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2011. – 435 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Какие многогранники вы знаете?
2. Что такое развертка?
3. Какие плоскости применяются в качестве вспомогательных при построении фигур плоских сечений?
4. Какая будет фигура в сечении, если рассечь шестиугольную пирамиду плоскостью, параллельной основанию?

## Практическое занятие № 9

### Пересечение кривых поверхностей (метод секущих плоскостей). Решение задач.

Цель работы: Научиться решать задачи на пересечение кривых поверхностей.

Задание: Решить задачу методом секущих плоскостей.

Порядок выполнения:

Приводится в дополнительной литературе [2] стр. 163-167.

Форма отчетности:

Отчет оформляется на листе формата А3 бумага-ватман согласно ГОСТ 2.104-2006

Задания для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с текстом лекций.
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

[http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная графика/Начертательная%20геометрия%20учебное%20пособие/Ивашенко%20Г.А.%20КигизоваЛ.А.2009.pdf](http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная%20графика/Начертательная%20геометрия%20учебное%20пособие/Ивашенко%20Г.А.%20КигизоваЛ.А.2009.pdf)

Ивашенко Г.А. Начертательная геометрия. Инженерная графика: курс лекций / Г. А. Ивашенко, Л. А. Киргизова. - Братск : БрГУ, 2009. - 143 с.

[http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная графика/Правила%20выполнения%20разрезов%20учебное%20пособие/Л.П.Григоревская%20О.2003.pdf](http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная%20графика/Правила%20выполнения%20разрезов%20учебное%20пособие/Л.П.Григоревская%20О.2003.pdf)

Правила выполнения разрезов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л. П. Григоревская и др. - Братск : БрГУ, 2003. - 98 с.

#### Основная литература

1. [Чекмарев А.А.](#) Инженерная графика: учебник для вузов / А. А. Чекмарев. - 10-е изд., стереотип. - Москва: Высшая школа, 2008. - 382 с.

#### Дополнительная литература

1. Дегтярев В.М. Инженерная и компьютерная графика: учебник / В.М. Дегтярев, В.П. Затыльников. – 2-е изд., испр. – М.: Академия, 2011. – 240 с.
2. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей: учебник В.С. Левицкий. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2011. – 435 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Как находятся точки пересечения прямой с поверхностью?
2. Какие вспомогательные плоскости применяются при определении точек пересечения поверхности тела прямыми линиями?
3. Какие точки называются опорными или характерными и почему их следует определить в первую очередь?

## Практическое занятие № 10

### Пересечение кривых поверхностей. Метод концентрических сфер. Решение задач.

Цель работы: Научиться решать задачи на использование метода концентрических сфер при пересечении кривых поверхностей.

Задание: Решить задачи на использование метода концентрических сфер при пересечении кривых поверхностей.

Порядок выполнения:

Приводится в дополнительной литературе [2] стр. 167-169.

Форма отчетности:

Отчет оформляется на листе формата А3 бумага-ватман согласно ГОСТ 2.104-2006

Задания для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с текстом лекций.
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

[http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная графика/Начертательная%20геометрия%20учебное%20пособие/Ивашенко%20Г.А.%20Киги%20Л.А.2009.pdf](http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная%20графика/Начертательная%20геометрия%20учебное%20пособие/Ивашенко%20Г.А.%20Киги%20Л.А.2009.pdf)

Ивашенко Г.А. Начертательная геометрия. Инженерная графика: курс лекций / Г. А. Иващенко, Л. А. Киргизова. - Братск : БрГУ, 2009. - 143 с.

Основная литература

1. [Чекмарев А.А.](#) Инженерная графика: учебник для вузов / А. А. Чекмарев. - 10-е изд., стереотип. - Москва: Высшая школа, 2008. - 382 с.

Дополнительная литература

1. Дегтярев В.М. Инженерная и компьютерная графика: учебник / В.М. Дегтярев, В.П. Затыльников. – 2-е изд., испр. – М.: Академия, 2011. – 240 с.
2. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей: учебник В.С. Левицкий. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2011. – 435 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. В каких случаях возможно применение в качестве вспомогательных поверхностей сферы?
2. В каких случаях тела вращения будут пересекаться по плоским кривым второго порядка?

## **Практическое занятие № 11**

**Виды.**

Цель работы: Научиться выполнять чертеж трех и шести видов предмета. Строить недостающую проекцию предмета.

Задание: Используя наглядное изображение предмета построить в его 6 проекций.

Порядок выполнения:

Приводится в дополнительной литературе [2] стр. 155-157.

Форма отчетности:

Отчет оформляется на листе формата А3 бумага-ватман согласно ГОСТ 2.104-2006

Задания для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с текстом лекций.
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

<http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная%20графика/Иващенко%20Г.А.Начертательная%20геометрия.Инженерная%20графика.2009.pdf>

Иващенко Г.А. Начертательная геометрия. Инженерная графика: курс лекций / Г. А. Иващенко, Л. А. Киргизова. - Братск : БрГУ, 2009. - 143 с.

<http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная%20графика/Григоревская%20Л.П.%20Правила%20выполнения%20видов.Уч.пособие.2003.pdf>

Правила выполнения видов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л. П. Григоревская, Г. А. Иващенко [и др.]. - Братск : БрГУ, 2003. - 84 с

#### Основная литература

1. Чекмарев А.А. Инженерная графика: учебник для вузов / А. А. Чекмарев. - 10-е изд., стереотип. - Москва: Высшая школа, 2008. - 382 с.

#### Дополнительная литература

1. Дегтярев В.М. Инженерная и компьютерная графика: учебник / В.М. Дегтярев, В.П. Затыльников. – 2-е изд., испр. – М.: Академия, 2011. – 240 с.
2. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей: учебник В.С. Левицкий. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2011. – 435 с.

#### Методическая литература

1. Григоревская Л.П. Правила выполнения изображений. Разрезы: практикум/ Григоревский Л.Б., Киргизова Л.А.. – Братск: Изд-во БрГУ, 2015. – 124 с.
2. Л. П. Григоревская Машинная графика. Простановка размеров. Трехмерное моделирование поверхностей : учебное пособие /, Г. А. Иващенко, Л. Б. Григоревский и др. - Братск : БрГУ, 2007. - 202 с.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Типы изображений в соответствии с ГОСТ ЕСКД.
2. Определение понятия «вид».
3. Получения вида предмета на чертеже методом первого угла.

### **Практическое занятие № 12**

#### **Разрезы простые.**

Цель работы: Научиться выполнять разрез простой.

Задание: Выполнить фронтальный и профильный разрезы предмета.

Порядок выполнения:

Приводится в дополнительной литературе [2] стр. 163-167.

Форма отчетности:

Отчет оформляется на листе формата А4 бумага-ватман согласно ГОСТ 2.104-2006

Задания для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с текстом лекций.
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.

## Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

[http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная графика/Начертательная%20геометрия%20учебное%20пособие/Иващенко%20Г.А.%20Киги зоваЛ.А.2009.pdf](http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная%20графика/Начертательная%20геометрия%20учебное%20пособие/Иващенко%20Г.А.%20Киги%20зоваЛ.А.2009.pdf)

Иващенко Г.А. Начертательная геометрия. Инженерная графика: курс лекций / Г. А. Иващенко, Л. А. Киргизова. - Братск : БрГУ, 2009. - 143 с.

### Основная литература

1. [Чекмарев А.А.](#) Инженерная графика: учебник для вузов / А. А. Чекмарев. - 10-е изд., стереотип. - Москва: Высшая школа, 2008. - 382 с.

### Дополнительная литература

1. Дегтярев В.М. Инженерная и компьютерная графика: учебник / В.М. Дегтярев, В.П. Затыльников. – 2-е изд., испр. – М.: Академия, 2011. – 240 с.
2. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей: учебник В.С. Левицкий. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2011. – 435 с.

### Методическая литература

1. Григорьевская Л.П. Правила выполнения изображений. Разрезы: практикум/ Григорьевский Л.Б., Киргизова Л.А.. – Братск: Изд-во БрГУ, 2015. – 124 с.
2. Л. П. Григорьевская Машинная графика. Простановка размеров. Трехмерное моделирование поверхностей : учебное пособие / Г. А. Иващенко, Л. Б. Григорьевский и др. - Братск : БрГУ, 2007. - 202 с.

### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Какое изображение называется разрезом?
2. Как делятся разрезы в зависимости от положения секущей плоскости?

## **Практическое занятие № 13**

### **Разрезы сложные. Сечения.**

Цель работы: Научиться выполнять сложные разрезы предмета. Научиться выполнять вынесенные и наложенные сечения предмета.

Задание: Выполнить сложные разрезы (ступенчатый, ломанный). Выполнить изображения наложенного сечения двутаврового профиля и вынесенные сечения вала.

### Порядок выполнения:

Приводится в дополнительной литературе [3] стр. 216-217.

### Форма отчетности:

Отчет оформляется на листе формата А4 бумага-ватман согласно ГОСТ 2.104-2006

### Задания для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с текстом лекций.
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.

## Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

[http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная графика/Начертательная%20геометрия%20учебное%20пособие/Иващенко%20Г.А.%20Киги зоваЛ.А.2009.pdf](http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная%20графика/Начертательная%20геометрия%20учебное%20пособие/Иващенко%20Г.А.%20Киги%20зоваЛ.А.2009.pdf)

Иващенко Г.А. Начертательная геометрия. Инженерная графика: курс лекций / Г. А. Иващенко, Л. А. Киргизова. - Братск : БрГУ, 2009. - 143 с.

#### Основная литература

1. [Чекмарев А.А.](#) Инженерная графика: учебник для вузов / А. А. Чекмарев. - 10-е изд., стереотип. - Москва: Высшая школа, 2008. - 382 с.

#### Дополнительная литература

1. Дегтярев В.М. Инженерная и компьютерная графика: учебник / В.М. Дегтярев, В.П. Затыльников. – 2-е изд., испр. – М.: Академия, 2011. – 240 с.
2. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей: учебник В.С. Левицкий. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2011. – 435 с.

#### Методическая литература

1. Григорьевская Л.П. Правила выполнения изображений. Разрезы: практикум/ Григорьевский Л.Б., Киргизова Л.А.. – Братск: Изд-во БрГУ, 2015. – 124 с.
2. Л. П. Григорьевская Машинная графика. Простановка размеров. Трехмерное моделирование поверхностей : учебное пособие / Г. А. Иващенко, Л. Б. Григорьевский и др. - Братск : БрГУ, 2007. - 202 с.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Как делятся разрезы в зависимости от числа секущих плоскостей, участвующих в разрезе?
2. Какое изображение называется сечением и какое оно бывает?
3. На каком расстоянии следует наносить на чертеже размерные линии от контура?

### Практическое занятие № 14

**Эскизирование. Требование к чертежу. Порядок выполнения эскиза. Общие правила простановки размеров. Выполнение эскизов деталей типа втулка, гайка, фланец.**

Цель работы: Научиться выполнять эскизы деталей.

Задание: Выполнять эскизы деталей типа втулка, гайка, фланец.

Порядок выполнения:

Приводится в дополнительной литературе [3] стр. 234-245.

Форма отчетности:

Отчет оформляется на 3-х листах формата А4 бумага-ватман согласно ГОСТ 2.104-2006

Задания для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с текстом лекций.
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

[http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная графика/Начертательная%20геометрия%20учебное%20пособие/Иващенко%20Г.А.%20КиргизоваЛ.А.2009.pdf](http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная%20графика/Начертательная%20геометрия%20учебное%20пособие/Иващенко%20Г.А.%20КиргизоваЛ.А.2009.pdf)

Иващенко Г.А. Начертательная геометрия. Инженерная графика: курс лекций / Г. А. Иващенко, Л. А. Киргизова. - Братск : БрГУ, 2009. - 143 с.

#### Основная литература

1. [Чекмарев А.А.](#) Инженерная графика: учебник для вузов / А. А. Чекмарев. - 10-е изд., стереотип. - Москва: Высшая школа, 2008. - 382 с.

#### Дополнительная литература

1. Дегтярев В.М. Инженерная и компьютерная графика: учебник / В.М. Дегтярев, В.П. Затыльников. – 2-е изд., испр. – М.: Академия, 2011. – 240 с.
2. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей: учебник В.С. Левицкий. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2011. – 435 с.

#### Методическая литература

1. Григоревская Л.П. Правила выполнения изображений. Разрезы: практикум/ Григоревский Л.Б., Киргизова Л.А.. – Братск: Изд-во БрГУ, 2015. – 124 с.
2. Л. П. Григоревская Машинная графика. Простановка размеров. Трехмерное моделирование поверхностей : учебное пособие / Г. А. Иващенко, Л. Б. Григоревский и др. - Братск : БрГУ, 2007. - 202 с.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Что называется эскизом и чем отличается он от чертежа?
2. В какой последовательности рекомендуется выполнять эскиз?
3. Какой вид детали следует принимать за основной (главный) и где он размещается на чертеже?
4. Какими инструментами пользуются при измерении детали?

#### **Практическое занятие № 15**

#### **Правила выполнения видов с использованием информационных технологий.**

Цель работы: Научиться с помощью современных графических редакторов разрабатывать электронные модели и выполнить чертежи деталей.

Задание: Используя систему автоматизированного проектирования разработать твердотельные модели и чертежи деталей.

#### Порядок выполнения:

Приводится в дополнительной литературе [3] стр. 235-280.

#### Форма отчетности:

Отчет оформляется на листе формата А4 бумага-ватман согласно ГОСТ 2.104-2006

#### Задания для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с текстом лекций.
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.

#### Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

[http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная графика/Начертательная%20геометрия%20учебное%20пособие/Иващенко%20Г.А.%20КиргизоваЛ.А.2009.pdf](http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная%20графика/Начертательная%20геометрия%20учебное%20пособие/Иващенко%20Г.А.%20КиргизоваЛ.А.2009.pdf)

Иващенко Г.А. Начертательная геометрия. Инженерная графика: курс лекций / Г. А. Иващенко, Л. А. Киргизова. - Братск : БрГУ, 2009. - 143 с.

[http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная графика/Машинная%20графика%20Простановка%20размеров%20учебное%20пособие/Л.П.Григоревская%20Г.А.Иващенко%20Л.Б.Григоревский2009.pdf](http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная%20графика/Машинная%20графика%20Простановка%20размеров%20учебное%20пособие/Л.П.Григоревская%20Г.А.Иващенко%20Л.Б.Григоревский2009.pdf)

Машинная графика. Простановка размеров. Трехмерное моделирование поверхностей: учебное пособие / Л. П. Григоревская, Г. А. Иващенко, Л. Б. Григоревский и др. - Братск: БрГУ, 2007. - 202 с.

#### Основная литература

1. [Чекмарев А.А.](#) Инженерная графика: учебник для вузов / А. А. Чекмарев. - 10-е изд., стереотип. - Москва: Высшая школа, 2008. - 382 с.

#### Дополнительная литература

1. Дегтярев В.М. Инженерная и компьютерная графика: учебник / В.М. Дегтярев, В.П. Затыльников. – 2-е изд., испр. – М.: Академия, 2011. – 240 с.
2. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей: учебник В.С. Левицкий. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2011. – 435 с.

#### Методическая литература

1. Григоревская Л.П. Правила выполнения изображений. Разрезы: практикум/ Григоревский Л.Б., Киргизова Л.А.. – Братск: Изд-во БрГУ, 2015. – 124 с.
2. Л. П. Григоревская Машинная графика. Проановка размеров. Трехмерное моделирование поверхностей : учебное пособие / Г. А. Иващенко, Л. Б. Григоревский и др. - Братск : БрГУ, 2007. - 202 с.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Электронные конструкторские документы.
2. Требования стандартов ЕСКД к выполнению электронных моделей и чертежей деталей.
3. Особенности выполнения конструкторских документов среде САПР.

### Практическое занятие № 16

#### **Правила выполнения разрезов с использованием информационных технологий.**

Цель работы: Научиться с помощью современных графических редакторов выполнять разрезы.

Задание: Используя систему автоматизированного проектирования выполнить разрезы различной сложности.

#### Порядок выполнения:

Приводится в дополнительной литературе [3] стр. 294-307.

#### Форма отчетности:

Отчет оформляется на 2 листах формата А4 бумага-ватман согласно ГОСТ 2.104-2006

#### Задания для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с текстом лекций.
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.

#### Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

Иващенко Г.А. Начертательная геометрия. Инженерная графика: курс лекций / Г. А. Иващенко, Л. А. Киргизова. - Братск : БрГУ, 2009. - 143 с.

[Григоревский Л.Б.](#) Неразъемные соединения. САПРтехнологии. Построение трехмерных моделей и разработка чертежей неразъемных сборочных единиц в системах автоматизированного проектирования КОМПАС 3D и T-FLEX CAD: учебное пособие / Л. Б. Григоревский. - Братск : БрГУ, 2012. - 84 с.

#### Основная литература

1. [Чекмарев А.А.](#) Инженерная графика: учебник для вузов / А. А. Чекмарев. - 10-е изд., стереотип. - Москва: Высшая школа, 2008. - 382 с.

#### Дополнительная литература

1. Дегтярев В.М. Инженерная и компьютерная графика: учебник / В.М. Дегтярев, В.П. Затыльников. – 2-е изд., испр. – М.: Академия, 2011. – 240 с.
2. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей:

учебник В.С. Левицкий. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2011. – 435 с.

#### Методическая литература

1. Григорьевская Л.П. Правила выполнения изображений. Разрезы: практикум/ Григорьевский Л.Б., Киргизова Л.А.. – Братск: Изд-во БрГУ, 2015. – 124 с.
2. Л. П. Григорьевская Машинная графика. Простановка размеров. Трехмерное моделирование поверхностей : учебное пособие / , Г. А. Иващенко, Л. Б. Григорьевский и др. - Братск : БрГУ, 2007. - 202 с.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Способы разработки документа спецификации в среде САПР.
2. Требования к разработке моделей сборочных единиц в соответствии с ГОСТ 2.052-2006.

### Практическое занятие № 17

#### **Правила выполнения сечений с использованием информационных технологий.**

Цель работы: Научиться с помощью современных графических редакторов выполнять сечения.

Задание: Используя систему автоматизированного проектирования выполнить сечения деталей.

#### Порядок выполнения:

Приводится в дополнительной литературе [3] стр. 307--310.

#### Форма отчетности:

Отчет оформляется на 2 листах формата А4 бумага-ватман согласно ГОСТ 2.104-2006

#### Задания для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с текстом лекций.
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.

#### Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

1. [Иващенко Г.А.](#) Начертательная геометрия. Инженерная графика: курс лекций / Г. А. Иващенко, Л. А. Киргизова. - Братск : БрГУ, 2009. - 143 с.
2. [Григорьевский Л.Б.](#) Неразъемные соединения. САПРтехнологии. Построение трехмерных моделей и разработка чертежей неразъемных сборочных единиц в системах автоматизированного проектирования КОМПАС 3D и T-FLEX CAD: учебное пособие / Л. Б. Григорьевский. - Братск : БрГУ, 2012. - 84 с.

#### Основная литература

1. [Чекмарев А.А.](#) Инженерная графика: учебник для вузов / А. А. Чекмарев. - 10-е изд., стереотип. - Москва: Высшая школа, 2008. - 382 с.

#### Дополнительная литература

1. Дегтярев В.М. Инженерная и компьютерная графика: учебник / В.М. Дегтярев, В.П. Затыльников. – 2-е изд., испр. – М.: Академия, 2011. – 240 с.
2. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей: учебник В.С. Левицкий. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2011. – 435 с.

#### Методическая литература

1. Григорьевская Л.П. Правила выполнения изображений. Разрезы: практикум/ Григорьевский Л.Б., Киргизова Л.А.. – Братск: Изд-во БрГУ, 2015. – 124 с.
2. Л. П. Григорьевская Машинная графика. Простановка размеров. Трехмерное моделирование поверхностей : учебное пособие / , Г. А. Иващенко, Л. Б. Григорьевский и др. - Братск : БрГУ, 2007. - 202 с.

### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Какое изображение называется сечением и какое оно бывает?

### **Практическое занятие № 18**

#### **Изображение и обозначение резьбы.**

Цель работы: Научиться изображать и обозначать резьбу на наружной и внутренней поверхности.

Задание: Изобразить и обозначить стандартную метрическую наружную и внутреннюю резьбу и на цилиндрической и конической поверхностях.

Порядок выполнения:

Приводится в дополнительной литературе [2] стр. 205-208.

Форма отчетности:

Отчет оформляется на листе формата А3 бумага-ватман согласно ГОСТ 2.104-2006

Задания для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с текстом лекций.
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

<http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная%20графика/Иващенко%20Г.А.Начертательная%20геометрия.Инженерная%20графика.2009.pdf>

Иващенко Г.А. Начертательная геометрия. Инженерная графика: курс лекций / Г. А. Иващенко, Л. А. Киргизова. - Братск : БрГУ, 2009. - 143 с.

#### Основная литература

1. [Чекмарев А.А.](#) Инженерная графика: учебник для вузов / А. А. Чекмарев. - 10-е изд., стереотип. - Москва: Высшая школа, 2008. - 382 с.

#### Дополнительная литература

1. Дегтярев В.М. Инженерная и компьютерная графика: учебник / В.М. Дегтярев, В.П. Затыльников. – 2-е изд., испр. – М.: Академия, 2011. – 240 с.
2. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей: учебник В.С. Левицкий. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2011. – 435 с.

### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Классификация резьб.
2. Изображение, обозначение наружной и внутренней резьбы.
3. Резьбовые соединения и их детали.

### **Практическое занятие № 19**

#### **Изображение соединений деталей. Соединение болтом.**

Цель работы: Научиться выполнять чертеж болтового соединения.

Задание: Используя условные соотношения размеров, выполнить конструктивное соединение болтом (фронтальный разрез и вид сверху). Размер  $l$  подобрать в соответствии с ГОСТ 7798 – 70, так чтобы обеспечить указанное значение свободного конца  $k$ .

Порядок выполнения:

Приводится в дополнительной литературе [2] стр. 210-215.

Форма отчетности:

Отчет оформляется на листе формата А4 бумага-ватман согласно ГОСТ 2.104-2006

Задания для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с текстом лекций.
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

<http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная%20графика/Иващенко%20Г.А.Начертательная%20геометрия.Инженерная%20графика.2009.pdf>

Иващенко Г.А. Начертательная геометрия. Инженерная графика: курс лекций / Г. А. Иващенко, Л. А. Киргизова. - Братск : БрГУ, 2009. - 143 с.

Основная литература

1. [Чекмарев А.А.](#) Инженерная графика: учебник для вузов / А. А. Чекмарев. - 10-е изд., стереотип. - Москва: Высшая школа, 2008. - 382 с.

Дополнительная литература

1. Дегтярев В.М. Инженерная и компьютерная графика: учебник / В.М. Дегтярев, В.П. Затыльников. – 2-е изд., испр. – М.: Академия, 2011. – 240 с.
2. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей: учебник В.С. Левицкий. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2011. – 435 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Состав болтового соединения.
2. Основные параметры и расчет болтового соединения.
3. Классификация болтовых соединений в зависимости от типа крепежных изделий.

## **Практическое занятие № 20**

### **Изображение соединений деталей. Соединение шпилькой.**

Цель работы: Научиться выполнять чертеж соединения шпилькой.

Задание: По приведённым условным соотношениям размеров, выполнить конструктивное и упрощённое соединения шпилькой (фронтальный разрез и вид сверху). Размер  $l$  подобрать в соответствии с ГОСТ 22032 – 76, так чтобы обеспечить указанное значение свободного конца  $k$ .

Порядок выполнения:

Приводится в дополнительной литературе [2] стр. 216-217.

Форма отчетности:

Отчет оформляется на листе формата А4 бумага-ватман согласно ГОСТ 2.104-2006

Задания для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с текстом лекций.
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

<http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная%20графика/Иващенко%20Г.А.Начертательная%20геометрия.Инженерная%20графика.2009.pdf>

Иващенко Г.А. Начертательная геометрия. Инженерная графика: курс лекций / Г. А. Иващенко, Л. А. Киргизова. - Братск : БрГУ, 2009. - 143 с.

#### Основная литература

2. [Чекмарев А.А.](#) Инженерная графика: учебник для вузов / А. А. Чекмарев. - 10-е изд., стереотип. - Москва: Высшая школа, 2008. - 382 с.

#### Дополнительная литература

1. Дегтярев В.М. Инженерная и компьютерная графика: учебник / В.М. Дегтярев, В.П. Затыльников. – 2-е изд., испр. – М.: Академия, 2011. – 240 с.
2. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей: учебник В.С. Левицкий. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2011. – 435 с.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Состав соединения шпилькой.
2. Основные параметры и расчет соединения шпилькой.
3. Зависимость параметров соединения шпилькой от материала соединяемых деталей.

## 9.2 Методические указания по выполнению контрольной работы.

<http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная%20графика/Иващенко%20Г.А.Начертательная%20геометрия.Инженерная%20графика.2009.pdf>

1. Иващенко Г.А. Начертательная геометрия. Инженерная графика: курс лекций / Г. А. Иващенко, Л. А. Киргизова. - Братск : БрГУ, 2009. - 143 с.
2. Григоревская Л.П. Правила выполнения изображений. Разрезы: практикум/ Григоревский Л.Б., Киргизова Л.А.. – Братск: Изд-во БрГУ, 2015. – 124 с.
3. Л. П. Григоревская. Машинная графика. Простановка размеров. Трехмерное моделирование поверхностей : учебное пособие / Г. А. Иващенко, Л. Б. Григоревский и др. - Братск : БрГУ, 2007. - 202 с.

## 10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) – преподаватель использует для:

- получения информации при подготовке к занятиям;
- создания презентационного сопровождения лекций;
- создания тематических веб-сайтов;
- интерактивного общения;
- участия в онлайн-конференциях;
- работы в электронной информационной среде;
- ОС Windows 7 Professional;
- Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level;
- Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Security;
- ПО «Антиплагиат»

## 11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

<i>Вид занятия</i>	<i>Наименование аудитории</i>	<i>Перечень основного оборудования</i>	<i>№ Лк и ПЗ</i>
1	2	3	4
Лк	Лекционная аудитория (мультимедийный класс)	Интерактивная доска «SMART» Интерактивный планшет Wacom RL-2200 Системный блок PЧ-351, учебная мебель	Лк 1-17
ПЗ	Дисплейный класс	16-Монитор 17"LG L1753-SF,16-Системный блок AMD 690G,Seagate 250Gb, DIMM 2*512Mb, DVDRV, FDD, Принтер лазерный HP Laser Jet P2015 A4, учебная мебель	ПЗ 1-20
СР	Читальный зал №1	Оборудование 10-ПК i5-2500/H67/4Gb(монитор TFT19 Samsung); принтер HP LaserJet P2055D, учебная мебель	-
кР	Читальный зал №1	Оборудование 10-ПК i5-2500/H67/4Gb(монитор TFT19 Samsung); принтер HP LaserJet P2055D, учебная мебель	-
кР	Читальный зал №1	Оборудование 10-ПК i5-2500/H67/4Gb(монитор TFT19 Samsung); принтер HP LaserJet P2055D, учебная мебель	-
	Дисплейный класс	16-Монитор 17"LG L1753-SF,16-Системный блок AMD 690G,Seagate 250Gb, DIMM 2*512Mb, DVDRV, FDD, Принтер лазерный HP Laser Jet P2015 A4, учебная мебель	

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ПК-9	Способность выбирать серийные и проектировать новые объекты профессиональной деятельности.	1. Начертательная геометрия	<p><b>1.1</b> Цели и задачи курса исторический обзор. Понятие о ГОСТах. Система ЕСКД. Аксонометрические проекции.</p> <p><b>1.2</b> Виды проецирования, проекции точки. Проекция прямой. Комплексный чертеж, его свойства. Задание прямой на комплексном чертеже. Прямые общего положения, уровня, проецирующие. Взаимное положение прямых. Виды проецирования</p> <p><b>1.3</b> Задание и проекции плоскости на комплексном чертеже. Плоскости общего положения, уровня, проецирующие. Точка; прямая в плоскости. Взаимное положение прямой и плоскости, плоскостей.</p> <p><b>1.4</b> Сечение тел плоскостью. Сечение поверхностей общего положения проецирующими плоскостями. Пересечение кривой поверхности прямой линией. Пересечение поверхностей. Использование в качестве посредников плоскостей частного, общего положений. Метод плоскостей посредников. Метод концентрических сфер.</p>	Зачетные вопросы вопросы 1.1-1.4
		2. Инженерная графика	<p><b>2.1</b> Многогранные поверхности. Общие сведения. Виды многогранников. Чертежи многогранников и многогранных поверхностей. Сечение многогранника плоскостью. Пересечение многогранников прямой линией.</p> <p><b>2.2</b> Построение разверток поверхностей. Общие принципы построения разверток</p> <p><b>2.3</b> Аксонометрические проекции ГОСТ 2.317-69</p> <p><b>2.4</b> Разрезы. Классификация,</p>	Зачетные вопросы 2.1-2.5

			обозначения <b>2.5 Сечения</b>	
ОПК-1	способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий	<b>3. Машинная графика</b>	<b>3.1</b> Интерфейс системы автоматизированного проектирования КОМПАС 3DV14. Основные теоретические сведения <b>3.2</b> Простановка размеров на плоском контуре пластины <b>3.3</b> Виды. Создание 3D модели и построение ассоциативных видов.	Зачетные вопросы 3.1-3.3

### 1. Зачетные вопросы

№ п/п	Компетенции		Зачетные вопросы	№ и наименование раздела
	Код	Определение		
1	2	3	4	5
1.	ПК-9	Способность составлять и оформлять типовую техническую документацию.	<b>1.1</b> Способы проецирования. <b>1.2</b> Метод Монжа. <b>1.3</b> Точка в системе трех плоскостей проекций. <b>1.4</b> Задание прямой линии. <b>1.5</b> Прямые общего и частного положения. <b>1.6</b> Следы прямой <b>1.7</b> Способы задания плоскости на чертеже. <b>1.8</b> Признак принадлежности прямой плоскости. <b>1.9</b> Признак принадлежности точки плоскости. <b>1.10</b> Классификация позиционных задач в зависимости от положения ГО в пространстве. <b>1.11</b> Общий алгоритм решения задач на взаимное пересечение ГО. <b>1.12</b> Определение видимости проекций ГО при решении задач на взаимное пересечение. <b>1.13</b> Основные задачи преобразования.	1. Начертательная геометрия 1.1 -1.25

			<p><b>1.14</b> Метод замены плоскостей проекций.</p> <p><b>1.15</b> Метод вращения.</p> <p><b>1.16</b> Задание многогранников на чертеж.</p> <p><b>1.17</b> Кривые поверхности и их задание на чертеже.</p> <p><b>1.18</b> Пересечение многогранников и кривых поверхностей прямой и плоскостью.</p> <p><b>1.19</b> Как находятся точки пересечения прямой с поверхностью?</p> <p><b>1.20</b> Как производится построение линии пересечения двух многогранников?</p> <p><b>1.21</b> Общий алгоритм решения задачи на пересечение прямой с поверхностью.</p> <p><b>1.22</b> Общий алгоритм решения задачи на пересечение поверхности проецирующей плоскостью.</p> <p><b>1.23</b> Развертываемые и не развертываемые поверхности.</p> <p><b>1.24</b> Какие плоскости следует использовать в качестве вспомогательных плоскостей?</p> <p><b>1.25</b> В каких случаях возможно применение а качестве вспомогательных поверхностей сферы?</p>	
			<p><b>2.6</b> Правила выполнения видов.</p> <p><b>2.7</b> Правила выполнения разрезов.</p> <p><b>2.8</b> Правила выполнения сечений.</p> <p><b>2.9</b> Изображение и обозначение резьбы.</p> <p><b>2.10</b> Изображение соединений деталей. Соединение болтом.</p> <p><b>2.11</b> Изображение соединений деталей. Соединение шпилькой.</p> <p><b>2.12</b> Изображение соединений деталей. Соединение винтом.</p>	<p><b>2.Инженерная графика 2.1-2.27</b></p>

	ОПК-1	<p>Способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий.</p>	<p><b>3.1</b> Общий алгоритм построения линии пересечения двух поверхностей.</p> <p><b>3.2</b> Какие многогранники вы знаете?</p> <p><b>3.3</b> Что такое развертка?</p> <p><b>3.4</b> Какие плоскости применяются в качестве вспомогательных при построении фигур плоских сечений?</p> <p><b>3.5</b> Какая будет фигура в сечении, если рассечь шестиугольную пирамиду плоскостью, параллельной основанию?</p> <p><b>3.6</b> Как находятся точки пересечения прямой с поверхностью?</p> <p><b>3.7</b> Какие вспомогательные плоскости применяются при определении точек пересечения поверхности тела прямыми линиями?</p> <p><b>3.8</b> Какие точки называются опорными или характерными и почему их следует определить в первую очередь?</p> <p><b>3.9</b> В каких случаях возможно применение в качестве вспомогательных поверхностей сферы?</p> <p><b>3.10</b> В каких случаях тела вращения будут пересекаться по плоским кривым второго порядка?</p> <p><b>3.11</b> Типы изображений в соответствии с ГОСТ ЕСКД.</p> <p><b>3.12</b> Определение понятия «вид».</p> <p><b>3.13</b> Получения вида предмета на чертеже методом первого угла.</p> <p><b>3.14</b> Какое изображение называется разрезом?</p> <p><b>3.15</b> Как делятся разрезы в зависимости от положения секущей плоскости?</p> <p><b>3.16</b> Как делятся разрезы в зависимости от числа секущих плоскостей, участвующих в разрезе?</p> <p><b>3.17</b> Какое изображение называется сечением и какое оно бывает?</p> <p><b>3.18</b> На каком расстоянии следует наносить на чертеже размерные линии от контура?</p> <p><b>3.19</b> Что называется эскизом и чем отличается он от чертежа?</p> <p><b>3.20</b> В какой последовательности рекомендуется выполнять эскиз?</p>	<p><b>3.Машинная графика 3.1-3.20</b></p>
--	-------	--	---	---

### 3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p><b>Знать:</b> <b>ПК-9</b> - способы задания точки, прямой, плоскости и многогранников на чертеже; позиционных и метрических задач; кривых линий; поверхностей вращения; линейчатых винтовых, циклических поверхностей; построение разверток поверхностей, касательных линий и плоскостей к поверхности; аксонометрических проекций; конструкторской документации; оформления чертежей; рабочих чертежей и эскизов деталей и машин; эксплуатационной документации;</p> <p><b>Уметь:</b> <b>ПК-9</b> - выполнять графические построения деталей и узлов, использовать конструкторскую и технологическую документацию в объеме, достаточном для решения эксплуатационных задач;</p> <p><b>Владеть:</b> <b>ПК-9</b> - способностью к конструктивно-геометрическому пространственному мышлению; навыками автоматизированного проектирования; навыками чтения конструкторской документации.</p>	<b>отлично</b>	Оценки «отлично» заслуживает обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умение свободно выполнять практические задания, предусмотренные программой, усвоивший основную литературу и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой
	<b>хорошо</b>	Оценки «хорошо» заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание учебного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе практические задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Оценка «хорошо» выставляется обучающимся, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.
	<b>удовлетворительно</b>	Оценки «удовлетворительно» заслуживает обучающийся, обнаруживший знание основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знакомых с основной литературой, рекомендованной программой. Оценки «удовлетворительно» выставляется обучающимся, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя
	<b>неудовлетворительно</b>	Оценки «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий. Оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании образовательного учреждения без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине

#### 4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности

Дисциплина начертательная геометрия, инженерная и машинная графика направлена на развитие пространственного представления и воображения; конструктивно-геометрического мышления; способностей к анализу и синтезу пространственных форм и отношений на основе графических моделей пространства; выработка знаний, умений и навыков, необходимых для разработки и чтения машиностроительных чертежей различного назначения.

Изучение дисциплины инженерная графика предусматривает:

- лекции;
- практические занятия;
- курсовая работа;
- контрольная работа;
- зачет с оценкой.

В ходе освоения раздела **1 Начертательная геометрия:** студенты должны изучить: способы получения различных графических моделей пространства, построение изображений которых, основано на ортогональном проецировании; методы решения задач, связанных с пространственными формами и отношениями.

В ходе освоения раздела **2 Инженерная графика:** студенты должны уяснить понятия: об основных типах изображений: видах, разрезах, сечениях; о видах соединений деталей; о правилах выполнения чертежей изделий.

В ходе освоения раздела **3 Машинная графика:** студенты должны уяснить способы разработки конструкторской документации – чертежей и моделей деталей и сборочных единиц средствами современных графических информационных технологий.

Необходимо овладеть навыками и умениями применения изученных методов для проектно-конструкторского применения и реализации тех или иных проектов в конкретных ситуациях.

В процессе изучения дисциплины рекомендуется на первом этапе обратить внимание на особенности научной терминологии по начертательной геометрии, инженерной и машинной графика.

При подготовке к зачету рекомендуется особое внимание уделить следующим вопросам: формулировке основных положений теории; умение применять теорию для решения основных позиционных и метрических задач.

В процессе проведения практических занятий происходит закрепление знаний, формирование умений и навыков реализации представления о решении задач по разделам Начертательная геометрия, Инженерная графика, Машинная графика.

Самостоятельную работу необходимо начинать с ознакомления с теоретической учебно-научной информацией в учебной и учебно-методической литературе.

В процессе консультации с преподавателем разобраться с наиболее сложными вопросами теории и методикой решения типовых задач.

Работа с литературой является важнейшим элементом в получении знаний по дисциплине. Прежде всего, необходимо воспользоваться списком рекомендуемой по данной дисциплине литературой. Дополнительные сведения по изучаемым темам можно в сети Интернет.

Предусмотрено проведение аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой.

## **АННОТАЦИЯ**

### **рабочей программы дисциплины**

### **Инженерная графика**

#### **1. Цель и задачи дисциплины**

Целью изучения дисциплины является: развитие пространственного представления и воображения; конструктивно-геометрического мышления; способностей к анализу и синтезу пространственных форм и отношений на основе графических моделей пространства; выработка знаний, умений и навыков, необходимых для разработки и чтения машиностроительных чертежей различного назначения.

Задачей изучения дисциплины является: формирование у обучающегося системы знаний о способах получения определенных геометрических моделей пространства, основанных на ортогональном и центральном проецировании; умение решать задачи, связанные с пространственными формами и отношениями.

#### **2. Структура дисциплины**

2.1 Распределение трудоемкости по отдельным видам учебных занятий, включая самостоятельную работу: лекции 4 часов, практические занятия 16 часов, самостоятельная работа 228 часов.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 252 часа, 7 зачетных единиц.

2.2 Основные разделы дисциплины:

- 1 – Начертательная геометрия.
- 2 - Инженерная графика.
- 3 – Машинная графика.

#### **3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:  
ПК-9 - способностью составлять и оформлять типовую техническую документацию;  
ОПК-1- способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий.

**4. Вид промежуточной аттестации:** курсовая работа, зачет с оценкой.

*Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе  
на 20\_\_-20\_\_ учебный год*

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.,  
*(разработчик)*

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
*(подпись)*

\_\_\_\_\_  
*(Ф.И.О.)*

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника от «03» сентября 2015 г. № 955

для набора 2014года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для заочной формы обучения от «03» июля 2018 года № 413

**Программу составил (и):**

Фрейберг С.А. доцент, к.п.н. \_\_\_\_\_

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры ММиИГ

от «14» декабря 2018 г., протокол № 3

Заведующий кафедрой  
ММиИГ \_\_\_\_\_ Л.П. Григоревская

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий выпускающей кафедрой ЭиЭ \_\_\_\_\_ Ю.Н. Булатов

Директор библиотеки \_\_\_\_\_ Т.Ф. Сотник

Рабочая программа одобрена методической комиссией механического факультета

от «14» декабря 2018г., протокол № 4

Председатель методической комиссии МФ \_\_\_\_\_ Г.Н. Плеханов

**СОГЛАСОВАНО:**

Начальник  
учебно-методического управления \_\_\_\_\_ Г.П. Нежевец

Регистрационный № \_\_\_\_\_