


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
кафедрой оптики и спектроскопии
Овчинников О.В. _
22.04.2024 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.13 Начертательная геометрия и инженерная графика

1. Код и наименование специальности:

14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг

2. Специализация:

Проектирование и эксплуатация атомных станций

3. Квалификация выпускника: инженер – физик

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:

Кафедра оптики и спектроскопии

6. Составители программы:

Королев Никита Викторович, кандидат физико-математических наук, доцент

7. Рекомендована: НМС физического ф-та ВГУ протокол №4 от 18.04.2024

8. Учебный год: 2024/2025

Семестр(ы): 2

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Курс "Начертательная геометрия и инженерная графика" имеет своей целью развитие пространственно-образного мышления с приобретением знаний теоретических основ построения изображений объектов пространства на плоскость совместно с выполнением технических чертежей.

Задачи дисциплины:

- изучение видов проецирования геометрических объектов на плоскость;
- изучение способов образования прямой, плоскости, поверхности в пространстве и задания их на чертеже; приобретение навыков решения задач на взаимную принадлежность, на пересечение геометрических образов;
- изучение основных способов преобразования чертежа;
- приобретение навыков выполнения проекционных чертежей и аксонометрических проекций;
- приобретение навыков выполнения чертежей и эскизов деталей, сборочных единиц в соответствии со стандартами ЕСКД;
- ознакомление с видами изделий, конструкторских документов, с правилами выполнения и назначением конструкторской документации;
- научиться читать чертежи общего вида и выполнять по ним чертежи отдельных деталей;
- освоить систему AutoCAD для проектирования сложных геометрических объектов;
- ознакомиться с методами параметризации чертежей, пространственного компьютерного моделирования.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП

Дисциплина Б1.О.13 «Начертательная геометрия и инженерная графика» является дисциплиной обязательной части цикла Б1.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК-1	Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	ОПК-1.11	Знает основы начертательной геометрии и инженерной графики	Знать: Основы начертательной геометрии и требования к оформлению инженерной графики. Уметь: выполнять и читать технические чертежи и конструкторскую документацию в соответствии с нормами ЕСКД. Владеть навыками по построению 2D и 3D графических моделей, решению инженерно-геометрических задач

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час: 4 / 144

Форма промежуточной аттестации: *зачет с оценкой*

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	Всего	По семестрам
		2 семестр
Аудиторные занятия	60	60
в том числе:	лекции	30
	практические	0
	лабораторные	30
Самостоятельная работа	48	48
в том числе: курсовая работа (проект)	0	0
Форма промежуточной аттестации (зачет с оценкой)	36	36
Итого:	144	144

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
1. Лекции			
1	Введение	Предмет начертательной геометрии и её роль в техническом конструировании. Некоторые исторические сведения.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29172
2	Комплексный чертёж точки, прямой и плоскости	Центральное проецирование. Параллельное проецирование. Основные свойства параллельного проецирования. Прямоугольное проецирование. Пространственная двух проекционная модель. Комплексный чертёж прямой. Задание прямой. Профильная прямая. Комплексный чертёж плоскости. Комплексный чертёж трёх ортогональных проекций. Проецирующие прямые. Проецирующие плоскости. Плоскости уровня. Прямые уровня. Прямые частного положения в плоскости. Условия видимости на комплексном чертеже. Взаимное расположение двух точек. Взаимное расположение точек и прямой. Принадлежность точки и прямой. Деление отрезка в заданном отношении. Взаимное расположение двух прямых. Взаимное расположение точки и плоскости. Принадлежность точки и плоскости. Взаимное расположение прямой и плоскости. Взаимное расположение двух плоскостей. Лабораторные занятия по теме: «Комплексный чертёж точки, прямой и плоскости».	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29172
3	Метрические задачи. Перпендикулярность прямых и плоскостей	Определение натуральной величины отрезка и углов его наклона к плоскости проекции. Ортогональная проекция прямого угла. Прямые наибольшего уклона плоскости. Перпендикулярность прямой и плоскости. Взаимная перпендикулярность плоскостей. Взаимная перпендикулярность прямых общего положения. Лабораторные занятия по теме «Метрические задачи. Перпендикулярность прямых и плоскостей».	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29172
4	Изображение многогранников	Изображение многогранников. Пересечение многогранника с плоскостью. Пересечение многогранника с прямой. Взаимное пересечение многогранников. Лабораторные занятия по теме «Изображение многогранников».	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29172
5	Преобразование комплексного чертежа	Преобразование комплексного чертежа. Основные задачи, решаемые с помощью способа дополнительных видов. Лабораторные занятия по теме «Преобразование комплексного чертежа»	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29172
6	Кривые линии и поверхности	Кривые линии и их проекции. Ортогональная проекция окружности. Пространственные кривые. Образование поверхностей. Задание поверхности на комплексном чертеже. Классификация поверхностей. Поверхности вращения. Поверхности второго порядка. Винтовые поверхности. Циклические поверхности. Топографические поверхности. Лабораторные занятия по теме «Кривые линии и поверхности».	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29172

7	Пересечение поверхностей с плоскостью, прямой линией, и друг с другом	Пересечение поверхностей с плоскостью и прямой линией. Плоскости, касательные к поверхности. Пересечение поверхности с прямой линией. Взаимное пересечение поверхностей. Лабораторные занятия по теме «Пересечение поверхностей с плоскостью, прямой линией, и друг с другом»	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29172
8	Развертки поверхностей	Общие понятия о развёртывании поверхностей. Способы построения развёрток. Лабораторные занятия по теме «Развёртки поверхностей».	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29172
9	Аксонметрические проекции	Общие сведения об аксонометрическом проецировании. Лабораторные занятия «Аксонметрические проекции»	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29172
10	Общие требования к оформлению чертежей разъемных и неразъемных соединений	Единая система конструкторской документации. Система допусков на валы и отверстия. Лабораторные занятия по теме «Общие требования к оформлению чертежей оптических деталей».	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29172
11	САПР Компас 3D	Введение в систему Компас-3D. Лабораторные занятия по теме «САПР: построение 2D-чертежей деталей различной сложности, построение трехмерных моделей изделий».	

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы(раздела) Дисциплины	Виды занятий(количество часов)					Всего
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	Контроль	
1	Введение	1			0		1
2	Комплексный чертёж точки, прямой и плоскости	4		4	4	4	18
3	Изображение многогранников	2		2	4	4	12
4	Метрические задачи. Перпендикулярность прямых и плоскостей	3		4	4	4	15
5	Преобразование комплексного чертежа	2		2	4	4	12
6	Кривые линии и поверхности	2		2	4	4	12
7	Пересечение поверхностей с плоскостью, прямой линией, и друг с другом	4		2	4	4	16
8	Развертки поверхностей	2		2	6	4	13
9	Аксонметрические проекции	4		3	4	4	15
10	Общие требования к оформлению чертежей разъемных и неразъемных соединений	4		3	4	4	16
11	САПР Компас 3D	4		6	6	4	14
	Итого:	30		30	48	36	144

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

- Работа с текстом конспекта лекций.
- Изучение учебной литературы с привлечением электронных средств научной информации.
- Подготовка к лабораторным занятиям, оформление отчетов.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№п/п	Источник
1.	Лобанова, С. В. Основы начертательной геометрии. Перпендикулярность геометрических элементов : учебное пособие : [12+] / С.В. Лобанова, Н.В. Васина. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2020. – 70 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=573514 (дата обращения: 08.02.2021). – Библиогр.: с. 66. – ISBN 978-5-4499-0599-4. – DOI 10.23681/573514. – Текст : электронный.
2.	Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 147 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11231-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: http://biblio-online.ru/bcode/452341 (дата обращения: 08.02.2021).
3.	Начертательная геометрия : практикум / сост. А.А. Лямина, Ю.А. Владыкина, С.С. Врублевская, Л.С. Дрей и др. – Ставрополь : Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2016. – 134 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=459114 (дата обращения: 08.02.2021). – Библиогр.: с. 87. – Текст : электронный.
4.	ГОСТ 2.307-2011 Единая система конструкторской документации. Нанесение размеров и предельных отклонений. – М. :Стандартинформ, 2012. – 31 с.
5.	ГОСТ 25346-2013 Основные нормы взаимозаменяемости. Характеристики изделий геометрические. Система допусков на линейные размеры. Основные положения, допуски, отклонения и посадки. – М. :Стандартинформ, 2014. – 38 с.

б) дополнительная литература:

№п/п	Источник
6.	Проекционное черчение: сборник заданий с примерами их выполнения для студентов технических направлений подготовки : [16+] / сост. Н. Т. Новоселов ; Поволжский государственный технологический университет. – Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2019. – 66 с. : ил. — Режим доступа : по подписке. — URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=560557 (дата обращения: 08.02.2021). – Библиогр.: с. 46. – Текст : электронный.
7.	Быков Б. З. Оформление рабочих чертежей оптических деталей и выбор допусков на оптические детали / Б. З. Быков, В. А. Перов. – Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. – 100 с.
8.	ГОСТ 2.412-81 Единая система конструкторской документации правила выполнения чертежей и схем оптических изделий.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№п/п	Ресурс
9.	«Университетская библиотека online» https://biblioclub.ru/
10.	ЭБС «Консультант студента» http://www.studentlibrary.ru/
11.	ЭБС «Рукопт» https://rucont.ru/
12.	ЭБС «Юрайт» https://biblio-online.ru/
13.	Обучающие материалы Компас-3D: Приборостроение https://kompas.ru/publications/video/?cat=3

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№п/п	Источник
1	Электронная библиотека учебно-методических материалов ВГУ http://www.lib.vsu.ru/cgi-bin/zgate?Init+lib.xml,simple.xml+rus
2	Яковенко Н. В. Самостоятельная работа студентов: методические рекомендации / Н. В. Яковенко, О. Ю. Сушкова. – Воронеж, 2015. – 22 с.

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

В учебном процессе используются следующие образовательные технологии. По образовательным формам: лекции. По преобладающим методам и приемам обучения: объяснительно-иллюстративные (объяснение, показ – демонстрация учебного материала и др.); активные (анализ учебной и научной литературы, составление схем и др.) и интерактивные, в том числе и групповые (взаимное обучение в форме подготовки и обсуждения докладов); информационные; мультимедийные (работа с сайтами академических структур, научно-исследовательских организаций, электронных библиотек и др., разработка презентаций, сообщений и докладов, работа с электронными обучающими программами и т.п.).

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Ноутбук, с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ВГУ, проектор, доска магнитно-маркерная 100*200, компьютерный класс (аудитория 313а).

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция (и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1	Введение	ОПК-1	ОПК-1.11	Перечень вопросов и практических заданий
2	Комплексный чертёж точки, прямой и плоскости	ОПК-1	ОПК-1.11	Перечень вопросов и практических заданий
3	Изображение многогранников	ОПК-1	ОПК-1.11	Перечень вопросов и практических заданий
4	Метрические задачи. Перпендикулярность прямых и плоскостей	ОПК-1	ОПК-1.11	Перечень вопросов и практических заданий
5	Преобразование комплексного чертежа	ОПК-1	ОПК-1.11	Текущая аттестация по ключевым практическим заданиям
6	Кривые линии и поверхности	ОПК-1	ОПК-1.11	Перечень вопросов и практических заданий
7	Пересечение поверхностей с плоскостью, прямой	ОПК-1	ОПК-1.11	Перечень вопросов и практических заданий
8	Развертки поверхностей	ОПК-1	ОПК-1.11	Перечень вопросов и практических заданий
9	Аксонметрические проекции	ОПК-1	ОПК-1.11	Текущая аттестация по ключевым практическим заданиям
10	Общие требования к оформлению чертежей разъемных и неразъемных соединений	ОПК-1	ОПК-1.11	Перечень вопросов и практических заданий
11	САПР Компас 3D	ОПК-1	ОПК-1.11	Практические задания
Промежуточная аттестация форма контроля – экзамен				Комплект КИМ

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Устный опрос по темам занятий на основе лекционного материала или виде теста.

Пример теста:

1. Профильно-проецирующая прямая на эпюре будет характеризоваться:
 - a. параллельными оси Ox горизонтальной и фронтальной проекциями;
 - b. параллельными оси Oz профильной и фронтальной проекциями;
 - c. параллельными оси Oy профильной и горизонтальной проекциями.
2. Фронталь позволяет определить угол между:
 - a. данной плоскостью и горизонтальной плоскостью;
 - b. данной плоскостью и профильной плоскостью;
 - c. данной плоскостью и фронтальной плоскостью;
 - d. данной плоскостью и горизонтальной, а также профильной плоскостями проекций.
3. На каком методе основано построение плоских изображений:
 - a. параллельном проецировании;
 - b. ортогональном проецировании;
 - c. центральном проецировании.
4. Точка A из второго октанта будет иметь горизонтальную проекцию A_1 :
 - a. ниже оси Ox в области отрицательных значений z ;
 - b. в области положительных значений z и отрицательных значений x ;
 - c. над осью Ox в области положительных значений z и x ;
 - d. ниже оси Ox в области отрицательных значений z положительных значений y .
5. Для определения положения точки в пространстве недостаточно:
 - a. положений горизонтальной и фронтальных проекций;
 - b. положений профильной и фронтальных проекций;
 - c. положений горизонтальной и профильной проекций.
6. Для двух пересекающихся прямых их проекции:
 - a. пересекаются, причем точка пересечения не лежит на одной линии проекционной связи;
 - b. пересекаются, причем точка пересечения лежит на одной линии проекционной связи;
 - c. пересекаются во фронтальной и горизонтальной плоскостях, а на профильной параллельны.
7. Плоскость общего положения, задаваемая треугольником ABC , на эпюре представляется:
 - a. треугольниками на каждой плоскости проекций;
 - b. треугольниками на горизонтальной и фронтальной плоскости, а на профильной – прямой линией;
 - c. треугольниками на каждой плоскости проекций одинакового размера.
8. К позиционным задачам относятся задачи на:
 - a. определение пространственной ориентации объекта через углы к плоскостям проекций;
 - b. определение общих элементов геометрических объектов;
 - c. определению натуральной величины геометрических объектов.
9. Поверхность, которая образовывается при произвольном движении окружности постоянного радиуса называется:
 - a. цилиндроид;
 - b. коноид;
 - c. трубчатая поверхность.
10. Какие плоскости называются меридиональными:
 - a. Плоскости, проходящие через ось вращения;
 - b. плоскости, проходящие через самую широкую часть фигуры;
 - c. плоскости, проходящие через самую узкую часть фигуры.
11. Сечением называют:
 - a. изображение предмета с торца;
 - b. изображение осевой или центральной части предмета;
 - c. изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями.
12. Размеры на чертежах указываются в:
 - a. сантиметрах ;
 - b. миллиметрах;
 - c. метрах;
 - d. миллиметрах и микрометрах при необходимости.

Практических заданий следующего вида:

1. В плоскости Σ построить проекции точки Т по двум ее известным координатам.
2. Способом прямоугольного треугольника определить натуральную величину отрезка АВ и углы его наклона к горизонтальной и фронтальной плоскостям проекций.
3. С помощью линий наибольшего наклона определить углы наклона плоскости Λ к горизонтальной и фронтальной проекции.
4. Через произвольную точку S провести плоскость Пси, параллельную плоскости Λ .
5. Построить линии пересечения плоскостей Σ и Λ .
6. Построить проекции точки Е, которая является ортогональной проекцией точки D на плоскость Σ .
7. Провести через точку D плоскость Θ , перпендикулярную к плоскости Σ и параллельную прямой АВ.
8. Через вершину В провести плоскость Ω , перпендикулярную к прямой АС.

№	Плоскость Σ									Т		
	К			L			M					
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	200	15	65	100	30	90	140	100	10	-	50	50
2	350	50	90	200	80	50	250	20	20	330	-	100
3	180	35	10	100	80	75	100	20	10	-	35	20

№	Плоскость Λ									D		
	К			L			M					
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	40	25	30	25	70	80	10	10	25	60	10	30
2	150	80	50	100	10	10	80	80	90	260	100	90
3	70	100	40	25	35	80	10	65	40	60	70	20

9. Определить натуральную величину грани многогранника (ABC).
10. Определить натуральную величину высоты многогранника и построить его проекции.
11. Определить величину двугранного угла при указанном ребре многогранника.
12. Определить расстояние между указанными ребрами многогранника (AB и SC в пирамиде, SA и BC в призме).

№	Много-гранник	Вершины многогранника											Определить величину угла при ребре	
		A			B			C			S (или A')			
		X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y		Z
1	Призма	29	65	60	0	85	9	9	55	0	46	92	92	SA
2	Пирамида	20	45	50	10	10	20	55	10	50	80	60	60	AB

13. Построить линию пересечения двух поверхностей способом вспомогательных секущих плоскостей (рисунок 1).
14. Построить линию пересечения двух поверхностей способом вспомогательных сфер (рисунок 2).
15. По заданным аксонометрическим проекциям требуется построить трехпроекционный чертеж двух деталей в масштабе 1:1 без разрезов и сечений (рисунок 3). Поставить необходимые размеры.

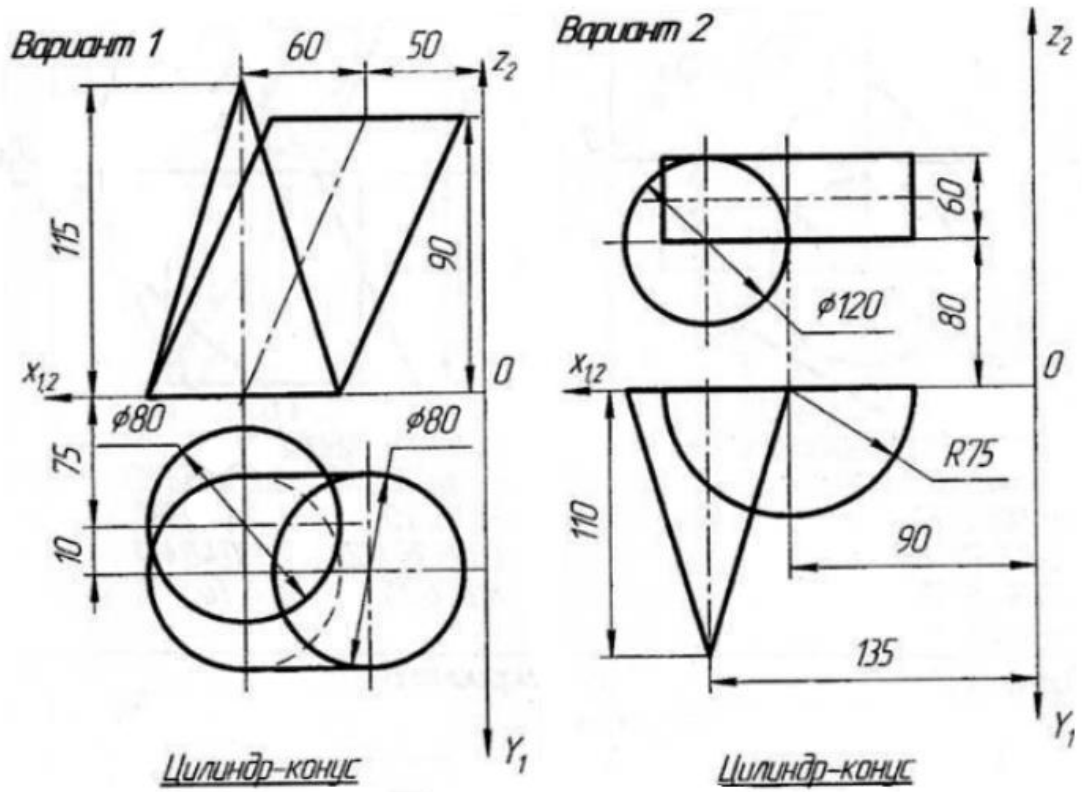


Рисунок 1

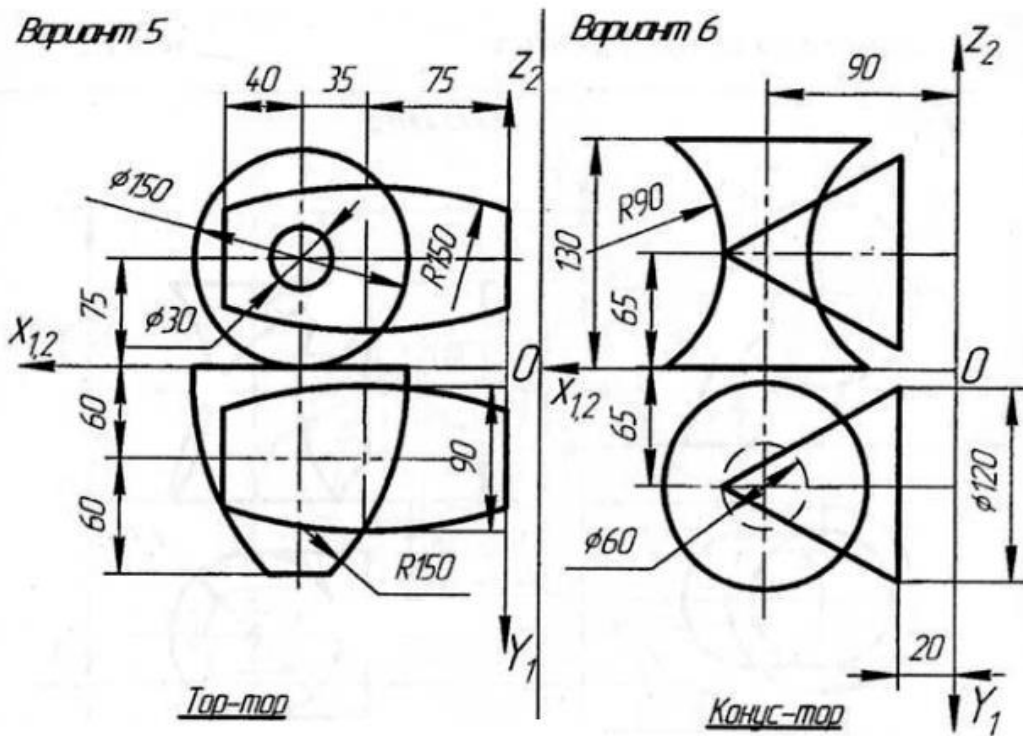
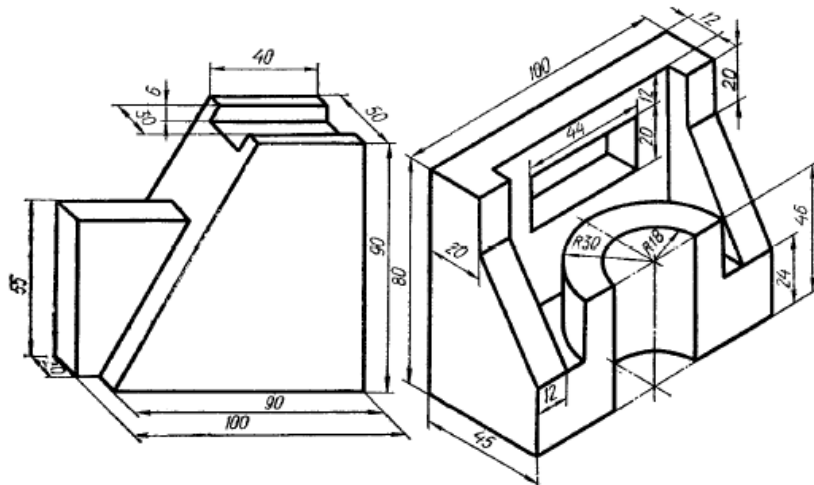


Рисунок 2

1



2

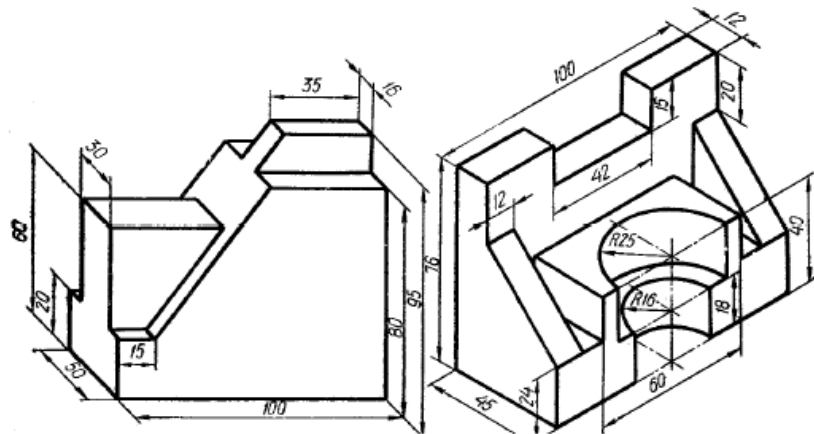


Рисунок 3

20.2 Промежуточная аттестация

1. Методы проецирования. Ортогональное проецирование и его свойства.
2. Комплексный чертёж Монжа.
3. Графическое отображение точки на комплексном чертеже.
4. Графическое отображение прямой на комплексном чертеже: прямые частного и общего положения.
5. Деление отрезка прямой в заданном отношении. Определение натуральной величины отрезка прямой и углов его наклона (метод прямоугольного треугольника).
6. Взаимное положение прямых.
7. Плоскость и её задание на чертеже.
8. Плоскости частного и общего положения.
9. Принадлежности точки и прямой плоскости.
10. Взаимное положение прямых и плоскостей.
11. Линии уровня в плоскости: горизонталь, фронталь, профильная линия.
12. Позиционные и метрические задачи.
13. Взаимное положение плоскостей.
14. Правила замены плоскостей проекций. Определение действительной величины плоскости и двугранного угла.
15. Гранные поверхности. Многогранники: призма, пирамида. Определение натуральной величины высоты и сечения фигуры.
16. Вращение вокруг оси как способ преобразования проекционного чертежа.
17. Линейчатые поверхности с одной направляющей (коническая, цилиндрическая, торс).
18. Линейчатые поверхности с двумя направляющими (цилиндроиd, коноид, косая плоскость).
19. Линейчатые поверхности с тремя направляющими (однополостный гиперболоид, винтовые поверхности).
20. Циклические поверхности (каналовая, трубчатая).

21. Принадлежность точки и линии поверхности.
22. Пересечение гранных поверхностей.
23. Развертка поверхностей многогранников. Развертка пирамиды и призмы.
24. Развертка поверхностей вращения.
25. Поверхности вращения (цилиндр, конус, сфера, тор). Меридиан, горло, параллель, экватор.
26. Пересечение поверхностей вращения плоскостями частного положения.
27. Стандартные аксонометрические проекции: изометрия и диметрия. Теорема Польке.
28. Построение аксонометрических проекций. Окружность в аксонометрии. Штриховка.
29. Виды. Разрезы и их классификация. Сечения, правила построения, выносимые элементы. Условности и упрощения.
30. Нанесение размеров на технических чертежах.
31. Единая система конструкторской документации.
32. Допуски формы и расположения поверхностей.

Зачет проводится в письменной форме. Каждый билет включает 25 заданий, которые подразумевают выбор ответа из данных или решение позиционной или метрической задачи. Пример билета представлен ниже.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета.

Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания

Оценка уровня освоения дисциплины «Начертательная геометрия и инженерная графика» осуществляется по следующим показателям:

- предварительная оценка качества и своевременности выполнения лабораторных работ;
- умение выполнять и читать технические чертежи в соответствии с нормами ЕСКД;
- владение навыками решения инженерно-геометрических задач.

Критерии оценки работы обучающихся, которые соотносятся с уровнями сформированности компетенций:

- оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он правильно выполняет все задания и логически обоснованно отвечает на дополнительные вопросы;
- оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он в целом правильно выполняет все задания, допуская незначительные ошибки. При этом допускает неточности в ответах на дополнительные вопросы;
- оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он в целом правильно выполняет все задания, однако при выполнении некоторых заданий допускает существенные ошибки и затрудняется ответить на дополнительные вопросы;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он не удовлетворяет критериям остальных оценок.

Если обучающийся не осваивает дисциплину в установленном программой объеме и в сроки, определенные графиком учебного процесса, он не допускается к промежуточной аттестации по данному виду учебной работы.

1. Указать правильный ответ

Ось проекций OX - это		Ответ
1	линия пересечения плоскостей Π_1 и Π_2	
2	линия пересечения плоскостей Π_2 и Π_3	
3	линия пересечения плоскостей Π_1 и Π_3	

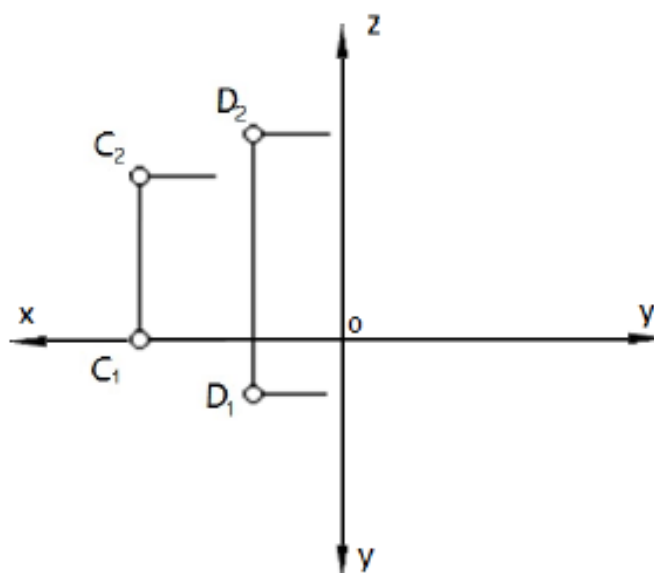
2. Установить соответствие

$A(25, 20, 0)$	$B(55, 0, 20)$	$C(0, 85, 0)$	$D(0, 0, 38)$
$E(20, 15, 25)$	$F(0, 45, 32)$	$M(40, 0, 0)$	$N(25, 20, 70)$
Сравнить координаты и определить расположение каждой точки в системе координат.			Ответ (обозначение точек)
В пространстве расположена точка			
Горизонтальной плоскости проекций принадлежит точка			
Фронтальной плоскости проекций принадлежит точка			
Профильной плоскости проекций принадлежит точка			
На оси X расположена точка			
На оси Y расположена точка			
На оси Z расположена точка			

3. Решить задачу

На трёхкартинном комплексном чертеже построить недостающие проекции точек C и D . Построить точку A перед точкой C на расстоянии 15 мм и точку B под точкой D на расстоянии 10 мм.

Определить видимость способом конкурирующих точек

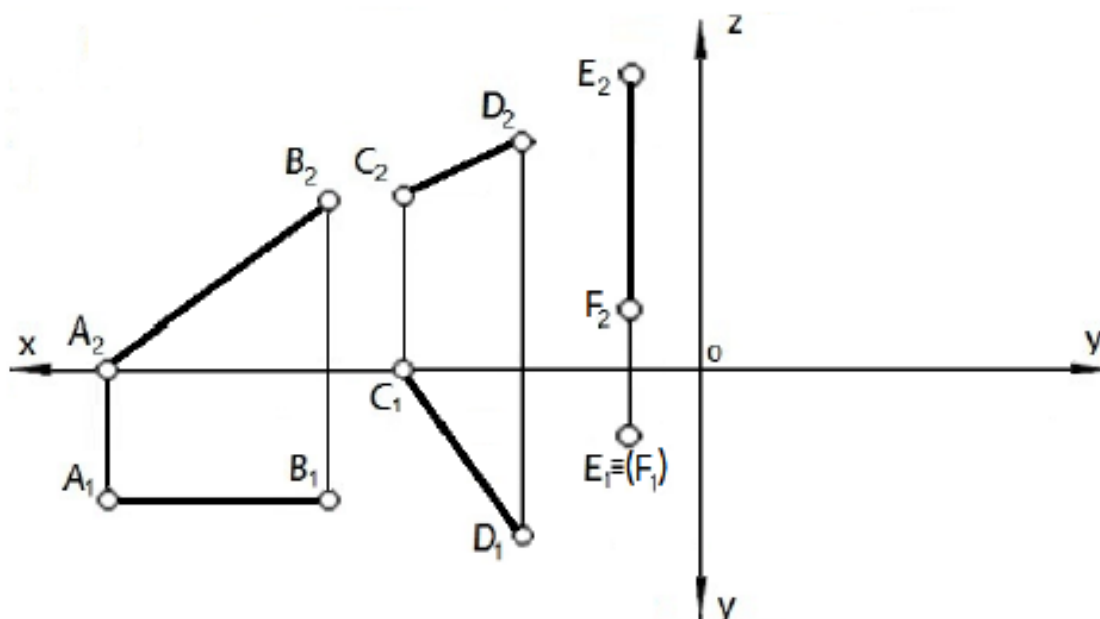


4. Указать правильный ответ

Прямой общего положения является отрезок AB с координатами под номером			Ответ
1	2	3	4
$A(25, 20, 10)$ $B(5, 5, 10)$	$A(20, 5, 25)$ $B(20, 25, 5)$	$A(25, 20, 0)$ $B(5, 0, 20)$	$A(30, 20, 10)$ $B(5, 20, 25)$

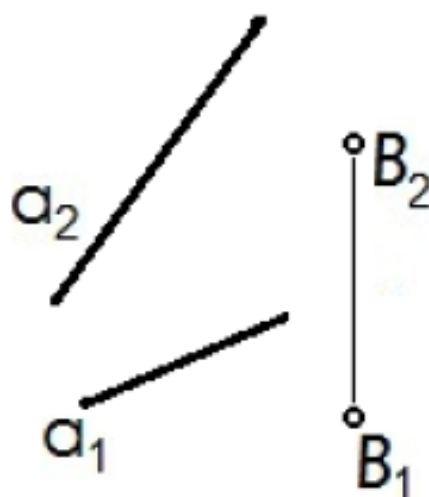
5. Решить задачу

Построить профильные проекции отрезков прямых AB , CD и EF .



6. Решить задачу

Через точку $B(B_1, B_2)$ провести прямую $n(n_1, n_2)$, параллельную прямой a .

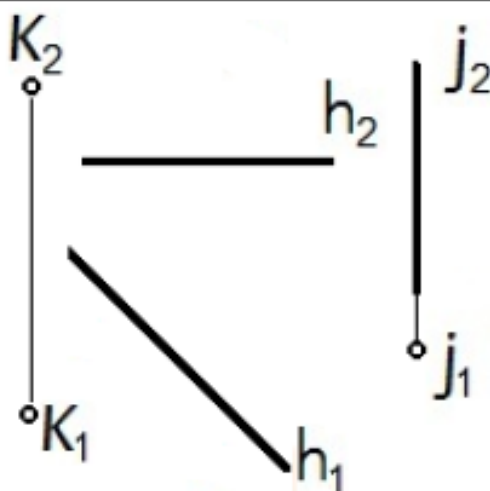


1	2	3	4
5	6	7	8

По заданному чертежу определить положение каждой прямой.	Ответ
Горизонтальная прямая уровня изображена на чертеже	
Фронтальная прямая уровня изображена на чертеже	
Профильная прямая уровня изображена на чертеже	
Горизонтально-проецирующая прямая изображена на чертеже	
Фронтально-проецирующая прямая изображена на чертеже	
Профильно-проецирующая прямая изображена на чертеже	
Прямая общего положения изображена на чертеже	

8. Решить задачу

Через точку $K(K_1, K_2)$ провести прямую $m(m_1, m_2)$, пересекающую две прямые: $h(h_1, h_2)$ и $j(j_1, j_2)$. Обозначить проекции прямой и точек пересечения.



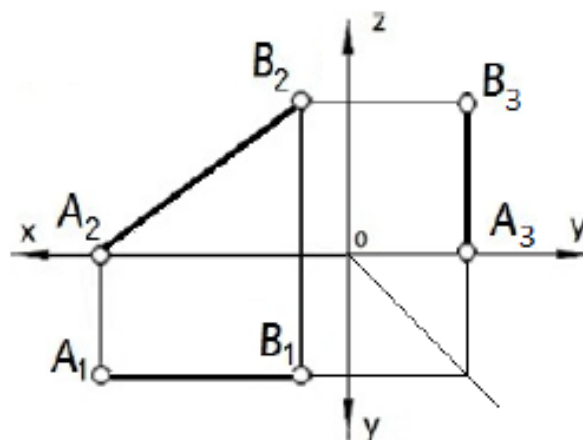
9. Установить соответствие

<p>1</p>	<p>2</p>	<p>3</p>
<p>4</p>	<p>5</p>	<p>6</p>

<p>По заданному чертежу определить взаимное положение прямых и точек.</p>	<p>Ответ</p>
<p>Точка K расположена под фронтально-проецирующей прямой на чертеже</p>	
<p>Точка K расположена за профильно-проецирующей прямой</p>	
<p>Точка K расположена перед прямой общего положения на чертеже</p>	
<p>Параллельные прямые изображены на чертеже</p>	
<p>Профильно-проецирующая скрещивается с фронталью на чертеже</p>	
<p>Горизонтально-проецирующая прямая пересекается с горизонталью на чертеже</p>	

10. Указать правильный ответ

<p>Натуральную величину отрезка AB определяет проекция</p>	<p>Ответ</p>
<p>1 A_1B_1</p>	
<p>2 A_2B_2</p>	
<p>3 A_3B_3</p>	
<p>4 Ни одна из проекций</p>	



11. Указать правильные ответы

Плоскость однозначно может быть задана			Ответы
1 Двумя точками	2 Тремя точками	3 Пересекающимися прямыми	4 Параллельными прямыми
5 Скрещивающимися прямыми	6 Плоской фигурой	7 Прямой и точкой	8 Следами

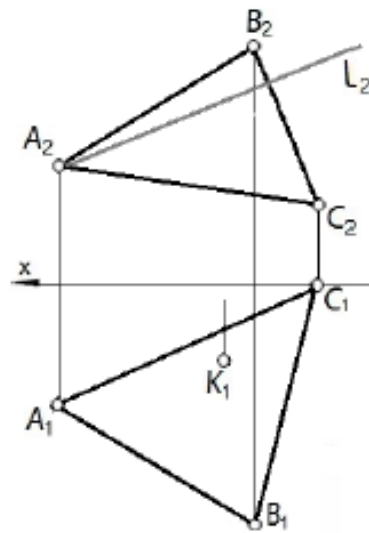
12. Установить соответствие

1 	2 	3 	4
5 	6 	7 	8

По заданному чертежу определить положение каждой плоскости.	Ответы
Горизонтальная плоскость уровня изображена на чертеже	
Фронтальная плоскость уровня изображена на чертеже	
Профильная плоскость уровня изображена на чертеже	
Горизонтально-проецирующая плоскость изображена на чертеже	
Фронтально-проецирующая плоскость изображена на чертеже	
Профильно-проецирующая плоскость изображена на чертеже	
Плоскость общего положения изображена на чертеже	

13. Решить задачу

В плоскости, заданной треугольником ABC , через точку K провести фронталь $f(f_1f_2)$ и с её помощью построить проекцию точки K_2 . Построить недостающую проекцию l_1 прямой l , принадлежащей плоскости.



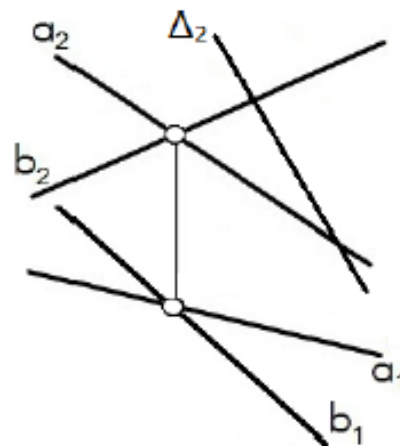
14. Установить соответствие

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

По заданному чертежу определить взаимное положение прямой l и плоскости, заданной параллельными прямыми a и b .		Ответы
1	Прямая l принадлежит плоскости на чертеже	
2	Прямая l параллельна плоскости на чертеже	
3	Прямая l пересекает плоскость на чертеже	

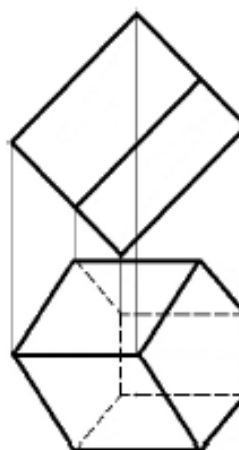
15. Решить задачу

Построить линию $l(l_1, l_2)$ пересечения двух плоскостей $\Sigma(a \cap b)$ и $\Delta(\Delta_2)$.



16. Указать правильный ответ

На чертеже показана геометрическая фигура		Ответ
1	пирамида	
2	конус	
3	призма	
4	сфера	
5	цилиндр	

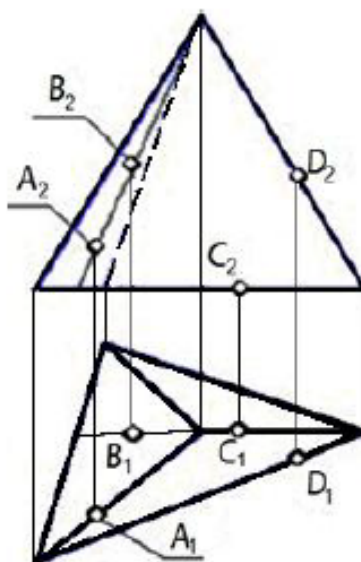


17. Указать правильный ответ

1	2	3	4
Видимость рёбер пирамиды правильно показана на чертеже			

18. Указать правильный ответ

Поверхности пирамиды, изображённой на чертеже, принадлежит точка		Ответ
1	A	
2	B	
3	C	
4	D	

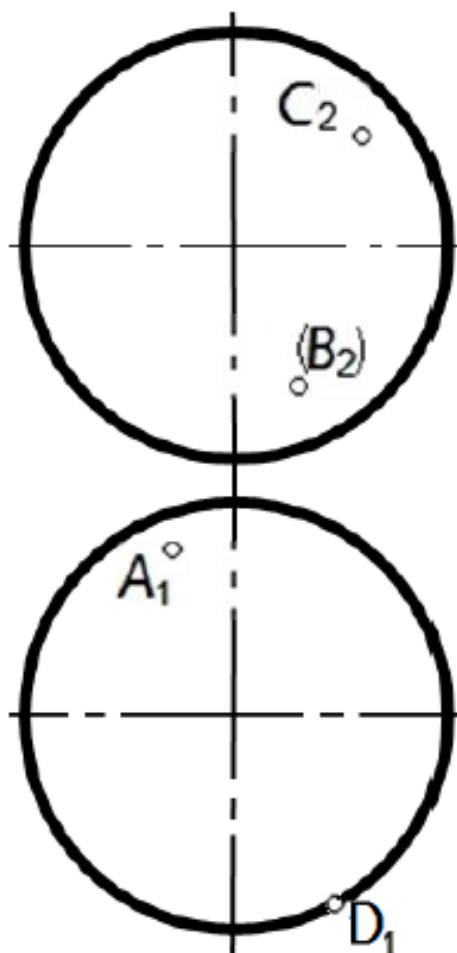


19. Установить соответствие

1		2		3		4	
В сечении конуса плоскостью Σ получается							Ответы
1	треугольник на чертеже						
2	окружность на чертеже						
3	эллипс на чертеже						
4	гипербола на чертеже						

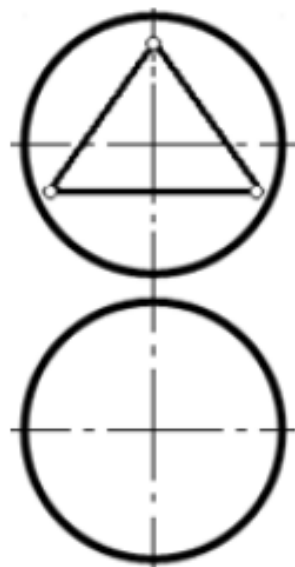
20. Решить задачу

Построить недостающие проекции точек A , B , C и D , принадлежащих поверхности сферы.

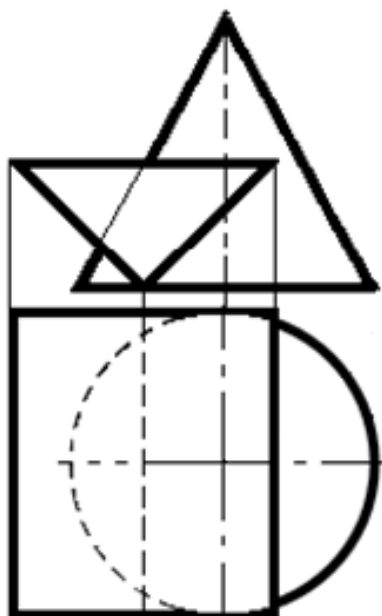


21. Указать правильный ответ

Для построения горизонтальной проекции линии пересечения призматического отверстия в сфере нужно использовать		Ответ
1	профильные плоскости уровня	
2	горизонтальные плоскости уровня	
3	фронтально-проецирующие плоскости	
4	горизонтально-проецирующие плоскости	



22. Указать правильный ответ

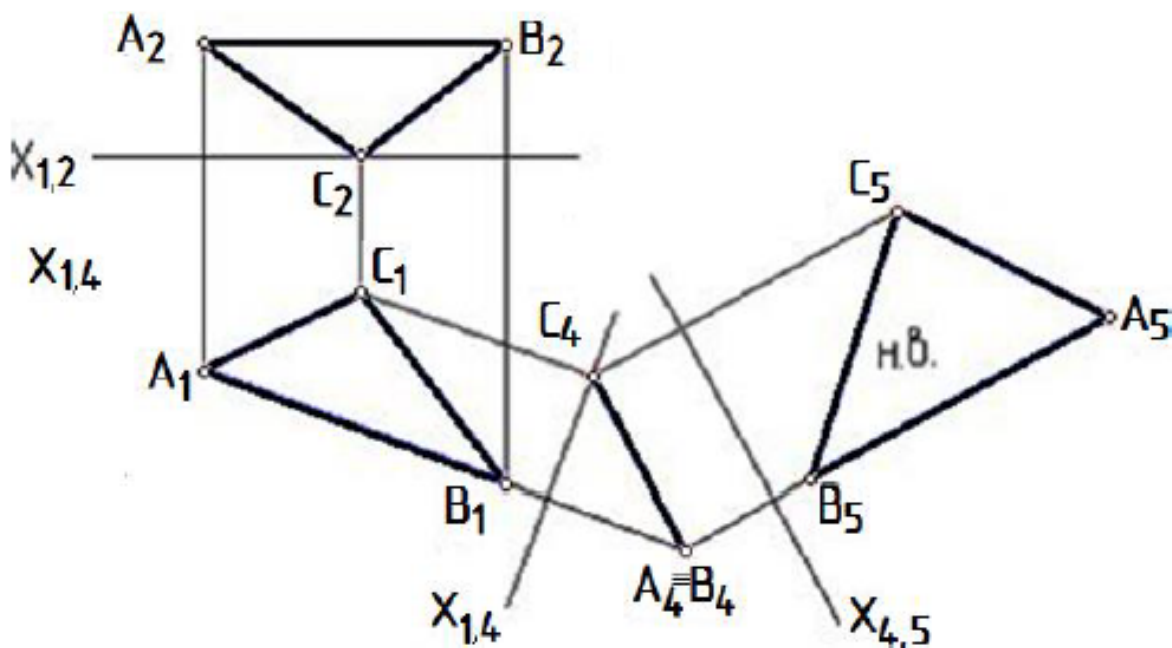


Для построения горизонтальной проекции линии пересечения заданных поверхностей рационально применить способ		Ответ
1	вспомогательных секущих плоскостей	
2	вспомогательных концентрических сфер	
3	прямоугольного треугольника	
4	замены плоскостей проекций	
5	плоскопараллельного перемещения	

23. Указать правильный ответ

Развёртка боковой поверхности прямого кругового цилиндра представляет собой		Ответ
1	треугольник	
2	прямоугольник	
3	сегмент круга	
4	сектор круга	

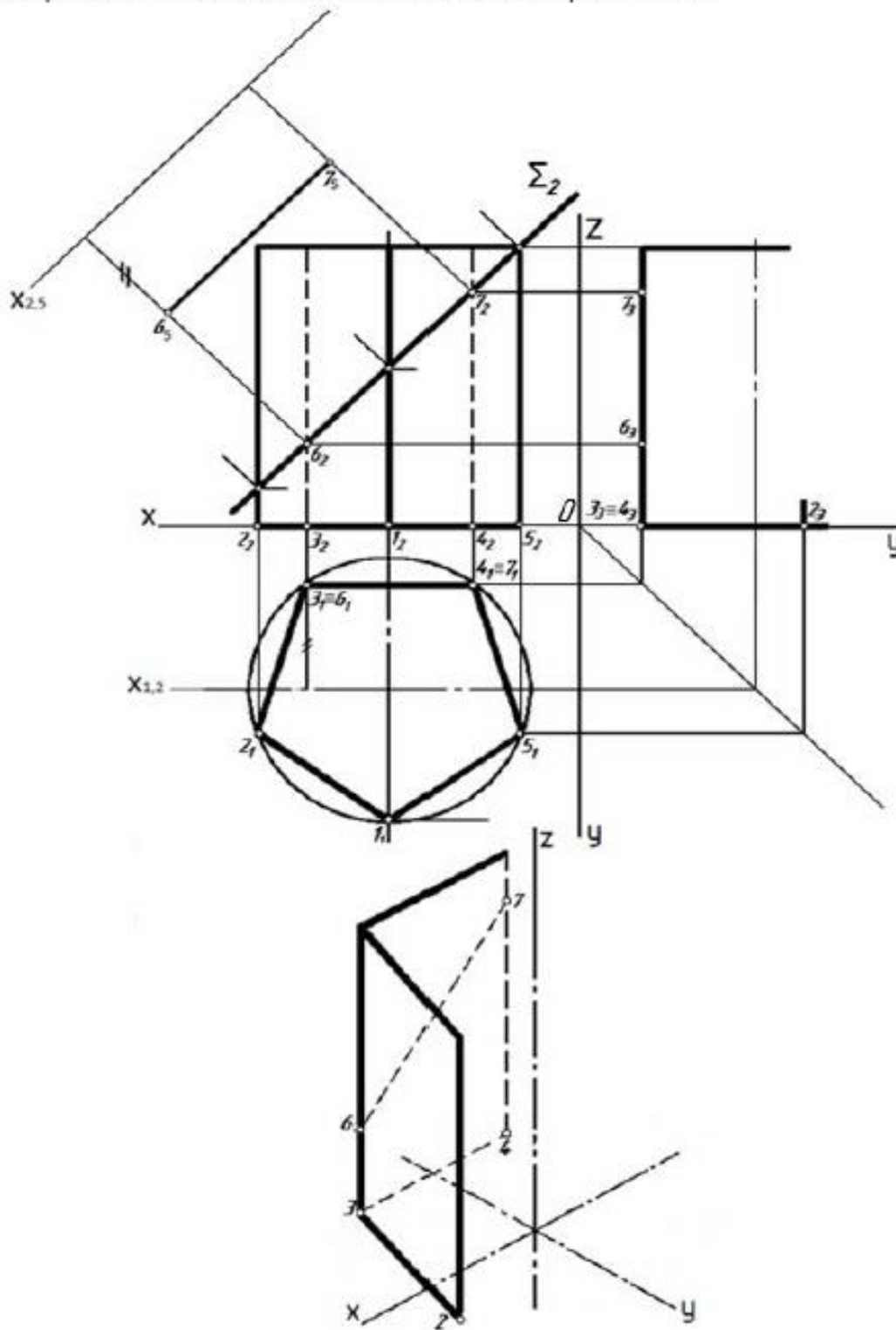
24. Указать правильный ответ



На представленном чертеже определяется		Ответ
1	угол наклона треугольника ABC к плоскости проекций P_2	
2	расстояние от точки A до отрезка прямой BC	
3	расстояние от точки B до отрезка прямой AC	
4	натуральная величина треугольника ABC	

25. Решить задачу

Достроить профильную проекцию призмы с линией пересечения её плоскостью Σ , натуральный вид сечения плоскостью Σ способом замены плоскостей проекций и прямоугольную изометрию данного геометрического тела с нанесением линии пересечения.



21. Фонд оценочных средств

Задания с выбором ответа

Правильный ответ выделен

1. Плоскости проекций с каким названием НЕ существует?

- фронтальная;
- профильная;
- горизонтальная;
- ✓ вертикальная.

2. Какое из приведённых утверждений НЕВЕРНО?

- ✓ при центральном проецировании положение точки может быть однозначно определено по её проекции на плоскость;
- при ортогональном проецировании на плоскость все проецирующие прямые параллельны друг другу;
- положение точки в пространстве может быть однозначно определено по трём декартовым координатам;
- положение точки в пространстве может быть однозначно определено по ортогональным проекциям на две различные плоскости.

3. Выберите верное утверждение:

- ✓ через любую точку плоскости общего положения можно провести линию ската;
- ортогональная проекция прямой всегда есть прямая;
- все горизонтали, лежащие в заданной плоскости, находятся на одинаковом расстоянии друг от друга;
- если проекции прямых на одну и ту же плоскость пересекаются, то и сами прямые пересекаются.

4. Что такое след прямой?

- точка её пересечения с осью координат;
- её ортогональная проекция на плоскость;
- линия, образованная пересечением плоскости проекций с плоскостью, содержащей данную прямую и перпендикулярной плоскости проекций;
- ✓ точка пересечения с плоскостью проекций.

5. При каком условии ортогональной проекцией прямого угла на плоскость будет прямой угол?

- всегда;
- если стороны угла не параллельны ни одной из трёх плоскостей проекций;
- ✓ если хотя бы одна из сторон угла параллельна плоскости проекций;
- если угол лежит в плоскости, ортогональной плоскости проекций.

6. Какое из утверждений НЕВЕРНО?

- ✓ если прямые не пересекаются, то их ортогональные проекции также не пересекаются;
- если прямые пересекаются, то их ортогональные проекции пересекаются или совпадают;
- ортогональное проецирование не изменяет отношения, в котором точка делит отрезок;
- отношение длин параллельных отрезков равно отношению длин их ортогональных проекций.

7. Сколько плоскостей проекций отражено на эпюре Монжа?

- одна;
- две;
- ✓ три;
- три плоскости, но только те их квадранты, которые соответствуют положительным направлениям координатных осей.

8. Чем НЕ характеризуется эпюр Монжа?

- линии связи всегда перпендикулярны осям проекций;
- одна из координатных осей на эпюре Монжа изображается дважды;
- ✓ фронтальная проекция точки всегда находится в левом верхнем квадранте;
- проекции точки на две плоскости позволяют однозначно построить проекцию на третью плоскость.

9. Что достаточно задать для того, чтобы однозначно провести плоскость?

- ✓ две параллельные прямые;
- две различные прямые;
- три различные точки;
- три различные прямые, проходящие через одну точку.

10. В плоскости проведена прямая. Известно, что её фронтальная проекция параллельна оси Ox . Эта прямая является:

- фронталью;
- ✓ горизонталью;
- профильной прямой;
- линией ската.

11. Какая кривая НЕ относится к коническим сечениям?

- ✓ лемниската;
- эллипс;
- гипербола;
- парабола.

12. Какая из перечисленных линий НЕ является плоской?

- спираль Архимеда;
- парабола;
- циклоида;
- ✓ винтовая линия.

13. Пусть линия задана зависимостью $r(t)$ радиус-вектора точки от параметра t . Что показывает вектор производной $r'(t)$?

- положение центра кривизны;
- ✓ направление касательной;
- направление нормали;
- скорость изменения кривизны.

14. Какая из кривых характеризуется постоянной кривизной?

- эллипс;
- парабола;
- ✓ винтовая линия;
- кривых с постоянной кривизной не существует.

15. Какая из перечисленных линий НЕ является гладкой?

- прямая;
- окружность;
- коническая винтовая линия;
- ✓ циклоида.

Задания с развёрнутым ответом

1. Опишите известные вам способы проецирования.

Ответ

При **центральной проецировании** фигуры все проецирующие лучи исходят из одной точки.

При **параллельном проецировании** все проецирующие лучи параллельны между собой. Если проецирующие лучи падают под прямым углом к плоскости проекций, проецирование называют **прямоугольным**, или **ортогональным**. Именно такой способ чаще всего применяется в чертежах. Если угол между проецирующими лучами и плоскостью проекций отличен от прямого, то проецирование называется **косоугольным**.

2. Какими способами может быть задана плоскость в пространстве?

Ответ

- тремя точками, не лежащими на одной прямой;
- двумя параллельными прямыми;
- двумя пересекающимися прямыми;
- прямой и не лежащей на ней точкой.

3. Перечислите не менее трёх свойств фигур, не изменяющихся при ортогональном проецировании.

Ответ

Могут быть указаны, к примеру, такие свойства:

- точка всегда проецируется в точку;
- если фигура Φ_1 содержится в фигуре Φ_2 , ортогональная проекция Φ'_1 фигуры Φ_1 содержится в ортогональной проекции Φ'_2 фигуры Φ_2 ;
- если точка принадлежит линии, то ортогональная проекция этой точки также принадлежит ортогональной проекции этой линии;
- если фигура лежит в плоскости, параллельной плоскости проекций, то её ортогональная проекция конгруэнтна (равна) самой фигуре;
- если прямые пересекаются, то их ортогональные проекции также пересекаются либо совпадают;
- если прямые параллельны и проецируются на плоскость в прямые, то такие ортогональные проекции также параллельны;
- ортогональное проецирование сохраняет отношение длин параллельных отрезков;
- ортогональное проецирование сохраняет отношение, в котором точка делит отрезок.

4. Что такое прямая общего положения? Как выглядят проекции такой прямой?

Ответ

Прямая общего положения не параллельна ни одной из плоскостей проекций, т. е. ко всем плоскостям проекций она проходит под наклоном. Проекция такой прямой не параллельна ни одной из координатных осей.

5. Как выглядят проекции прямой, параллельной одной (ровно одной) из плоскостей проекций. Пояснить на примере.

Ответ

Проекция такой прямой на ту из плоскостей, которой она параллельна, не будет параллельна никакой из координатных осей. На плоскость, параллельную прямой, отрезок этой прямой проецируется без искажений.

Проекция на другие плоскости будут параллельны осям, ограничивающим плоскость, которой параллельна прямая, и пересекутся в одной точке на оси, по которой пересекаются эти плоскости.

Например, пусть прямая L параллельна профильной плоскости W (xOz в декартовой системе координат). Тогда на профильную плоскость любой её отрезок проецируется без искажения. Горизонтальная и фронтальная проекции перпендикулярны оси Ox и имеют на ней общую точку.

6. Как выглядят проекции прямой, параллельной двум плоскостям проекций? Пояснить на примере.

Ответ

Такая прямая перпендикулярна третьей плоскости проекций и параллельна оси, по которой пересекаются две параллельные ей плоскости. На обе эти плоскости любой отрезок прямой проецируется без искажений. Проекции на параллельные прямой плоскости будут параллельны оси, по которой эти плоскости пересекаются. На плоскость, которой прямая перпендикулярна, она проецируется в точку.

К примеру, пусть прямая L параллельна плоскостям V и W . Таким образом, она параллельна оси V/W (т. е. Oz) и перпендикулярна плоскости H . На плоскость H прямая проецируется в точку, на другие плоскости – в вертикальные прямые.

7. Даны фронтальная и горизонтальная проекции отрезка AB . Опишите построение натуральной величины отрезка и угла между AB и горизонтальной плоскостью.

Решение

По фронтальной проекции находим величину $h = |a_z - b_z|$. На горизонтальной проекции откладываем отрезок $h \perp ab$. В полученном прямоугольном треугольнике гипотенуза l есть натуральная величина отрезка AB , угол между l и ab равен углу между AB и горизонтальной плоскостью. Аналогично может быть построен и угол с фронтальной плоскостью.

8. Даны горизонтальная и фронтальная проекции отрезка AB прямой, пересекающей горизонтальную плоскость. Опишите построение горизонтального следа M прямой AB .

Решение

Поскольку M – точка пересечения прямой с горизонтальной плоскостью, об этой точке мы знаем следующее:

- 1) горизонтальная проекция m совпадает с M ;
- 2) фронтальная проекция находится на горизонтальной плоскости. Иначе говоря, $m' = m_z$;
- 3) точка m находится на горизонтальной ab проекции прямой.

Исходя из этого, строим точку следующим образом:

- 1) продолжаем фронтальную проекцию $a'b'$ до пересечения с Ox в точке $m' = m_z$;
- 2) из m' проводим линию связи перпендикулярно Ox в горизонтальную плоскость. Пересечение этой линии с прямой ab и будет искомой точкой $m = M$.

9. Плоскость задана тремя точками A, B, C . Опишите процесс построения горизонтали, проходящей через точку A (и лежащей в плоскости!) по фронтальным и горизонтальным проекциям точек.

Решение

Фронтальная проекция искомой прямой будет параллельна Ox . На фронтальной плоскости проводим через a' прямую до пересечения k' с отрезком $b'c'$. Это и будет фронтальная проекция горизонтали AK . Теперь остаётся достроить горизонтальную проекцию k точки K на отрезке bc . Соединив a и k , получим горизонтальную проекцию прямой AK .

Точка A лежит в плоскости по условию, точка K также лежит в плоскости, так как $K \in BC$, по построению. Так что построенная прямая точно лежит в плоскости и точно горизонтальна.

10. Опишите возможные положения плоскости относительно плоскостей проекций (частные положения можно описать на примерах). Как будут выглядеть следы плоскости в каждом из случаев?

Решение

1) плоскость общего положения: не перпендикулярна ни к одной из плоскостей проекций. Следы такой плоскости не будут перпендикулярны ни к одной из осей проекций.

2) плоскость перпендикулярна к одной из плоскостей проекций. Пусть, к примеру, плоскость π перпендикулярна к горизонтальной плоскости H (такая плоскость называется горизонтально проецирующей). Тогда её следы в двух других плоскостях будут параллельны оси Oz (перпендикулярной к H). Горизонтальный след пройдёт под наклоном к двум другим осям.

3) плоскость перпендикулярна двум плоскостям проекций. Значит, она параллельна третьей плоскости. Пусть, к примеру, плоскость π параллельна H (горизонтальна). Тогда у неё не будет следа в плоскости H , а следы в двух других плоскостях будут перпендикулярны к оси Oz и пересекаться на ней в одной точке.

11. Линия задана векторной функцией $r = (t, t^2, t^3)$. Определить величину скорости в данной параметризации в точке $t_0 = 0$.

Решение

Величина скорости $v = |r'_0|$;

$$r' = (1, 2t, 3t^2);$$

$$r'_0 = r'(0) = (1, 0, 0);$$

$$|r'_0| = 1.$$

Ответ: 1.

12. Линия задана векторной функцией $r = (t, t^2, t^3)$. Определить радиус кривизны в точке $t_0 = 1$.

Решение

Кривизна

$$k = \frac{|[r'_0, r''_0]|}{|r'_0|^3};$$

радиус кривизны

$$R = \frac{1}{k};$$

$$r' = (1, 2t, 3t^2); \quad r'_0 = r'(1) = (1, 2, 3); \quad |r'_0| = \sqrt{14};$$

$$r'' = (0, 2, 6t); \quad r''_0 = (0, 2, 6) = 2(0, 1, 3);$$

$$[r'_0, r''_0] = 2(3, -3, 1); \quad |[r'_0, r''_0]| = 2\sqrt{19}.$$

Получаем

$$k = \frac{2\sqrt{19}}{14^{3/2}},$$

$$R = \frac{14^{3/2}}{2\sqrt{19}}$$

Ответ: $14^{3/2}/2\sqrt{19}$.

13. Линия задана векторной функцией $r = (\cos t, \sin t, t)$. Записать уравнение касательной, проходящей через точку $t_0 = 0$. Что можно сказать о положении касательной относительно координатных плоскостей (осей)?

Решение

Уравнение касательной в векторном виде:

$R = r_0 + r'_0 u$, где u – параметр.

$$r_0 = (1, 0, 0);$$

$$r' = (-\sin t, \cos t, 1); \quad r'_0 = (0, 1, 1).$$

Получаем $R = (1, u, u)$, или в координатном виде:

$$\begin{aligned} x &= 1, \\ y &= u, \\ z &= u, \end{aligned}$$

так что касательная параллельна плоскости zOy .

14. Линия задана векторной функцией $r = (\cos t, \sin t, t)$. Записать уравнение нормальной плоскости, проходящей через точку $t_0 = \pi/2$. Что можно сказать о положении плоскости относительно координатных плоскостей (осей)?

Решение

Уравнение нормальной плоскости:

$$(R - r_0, r'_0) = 0;$$

$r' = (-\sin t, \cos t, 1)$; $r'_0 = (-1, 0, 1)$ – нормальный вектор плоскости. Видим, что плоскость перпендикулярна плоскости xOz .

Записываем уравнение:

$$(x - x_0)x'_0 + (y - y_0)y'_0 + (z - z_0)z'_0 = 0.$$

Получаем:

$$x - z + \pi/2 = 0 \text{ – уравнение плоскости, параллельной оси } Oy.$$

15. Найти угол между прямыми $r_1 = (1 + 2t, 2 - 3t)$ и $r_2 = (-u, 1 + u)$.

Решение

Прямые лежат в одной плоскости, поэтому обязательно пересекутся, если только направляющие векторы не коллинеарны, т. е. не пропорциональны один другому.

Сейчас проверим:

$$r'_1 = (2, -3),$$

$$r'_2 = (-1, 1):$$

не пропорциональны. Следовательно, прямые пересекаются.

Косинус угла:

$$\cos \varphi = \frac{(r'_1, r'_2)}{|r'_1| \cdot |r'_2|};$$

$$(r'_1, r'_2) = -2 - 3 = -5.$$

Косинус получился отрицательный, значит, угол между r'_1 и r'_2 тупой. Чтобы был острый угол, возьмём за направляющие векторы, например, $q_1 = r'_1$ и $q_2 = -r'_2 = (1, -1)$.

Теперь получаем

$$(q_1, q_2) = 5,$$

$$|q_1| = \sqrt{13},$$

$$|q_2| = \sqrt{2},$$

$$\cos \varphi_1 = \frac{(q_1, q_2)}{|q_1| \cdot |q_2|};$$

$$\varphi_1 = \arccos \frac{5}{\sqrt{26}}.$$

Ответ: $\arccos \frac{5}{\sqrt{26}}$.