



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Б1.О.04.02 Алгебра и геометрия

Направление подготовки: 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль): Компьютерное моделирование экономических процессов

Квалификация (степень): бакалавр

Форма обучения: очная

Институт: математики, естествознания и техники

Кафедра: математики и методики ее преподавания

	очная форма	очно-заочная форма	заочная форма
Курс	1-2		
Семестр/триместр	1234		

Лекции	72		
Лабораторные занятия	—		
Практические (семинарские) занятия	72		
Консультации	6		
Форма(ы) промежуточной аттестации	Экзамен-0,9 Зачет - 0,2		
Контроль	99		
Иные формы работы	—		
Самостоятельная работа	217,9		

Всего часов: 468

Трудоемкость: 13 зачетных единиц.

Разработчик рабочей программы:

кандидат педагогических наук, доцент Л.В. Жук

I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Цель изучения дисциплины: базовая подготовка бакалавров в области высшей алгебры, аналитической и дифференциальной геометрии, ориентированная на развитие логического и пространственного компонентов мышления, а также способности применять алгебраический и геометрический аппарат для построения математических моделей и решения конкретных прикладных задач.

Задачи изучения дисциплины:

- выстраивание общего контекста математического мышления как культурной формы деятельности, определяемой не только структурными особенностями математического знания, но и местом математики в системе наук,
- осознание социальной значимости будущей профессии, формирование мотивации к осуществлению профессиональной деятельности;
- подготовка к использованию систематизированных знаний и практических умений при решении профессиональных задач.

Место дисциплины в структуре ОПОП: реализуется в рамках обязательной части блока Б1. Дисциплины (модули).

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций:

Код компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-1	Знать: - факты, концепции, принципы теорий, связанные с прикладной математикой и информатикой;	Знает: - базовые понятия и методы матричной, векторной и линейной алгебры, аналитической геометрии, - элементы теории множеств, элементы общей алгебры, теорию систем линейных уравнений, - линейные операторы и квадратичные формы; евклидовы и унитарные пространства
	Уметь: - разрабатывать алгоритмы, вычислительные модели и модели данных для решения научно-исследовательских задач;	Умеет: - выполнять операции над множествами; оперировать с комплексными числами; решать системы линейных уравнений различными способами; вычислять определители; производить операции над матрицами; определять линейную зависимость и независимость системы векторов; определять базис и ранг системы векторов; работать с линейными операторами евклидова и унитарного пространства; формулировать и доказывать теоремы; - определять типы и свойства кривых и поверхностей первого и второго порядка, - использовать математический язык, алгебраические и геометрические методы при построении моделей реальных процессов, - применять математические методы к решению тех-

		нических, экономических и других задач
	Владеть: - навыками применения математического аппарата для решения научно-исследовательских задач.	Владеет: - навыками работы с математической литературой, - навыками применения современного математического инструментария для решения задач экономики и информатики, - математическим аппаратом для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования экономических систем, явлений и процессов, - культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения; - способностью логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь

II. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего	Аудиторные занятия			Сам. раб.
			ЛК	ПЗ	ЛБ	
	Раздел 1. Множества и отношения. Алгебраические системы.	52	6	6		40
1.	Тема 1. Множества и операции над ними. Бинарные отношения	14	2	2		10
2.	Тема 2. Алгебраические операции. Основные алгебраические структуры	14	2	2		10
3.	Тема 3. Комплексные числа	24	2	2		20
	Раздел 2. Матрицы и определители.	72	6	6		60
4.	Тема 4. Операции над матрицами. Обратимые матрицы.	34	2	2		30
5.	Тема 5. Ранг матрицы. Определители	38	4	4		30
	Раздел 3. Системы линейных уравнений.	53,7	6	6		41,7
6	Тема 6. СЛАУ: основные понятия. Формулы Крамера.	14	2	2		10

	Метод обратной матрицы.					
7	Тема 7. Однородные СЛАУ	24	2	2		20
8	Тема 8. Общее решение неоднородных СЛАУ	15,7	2	2		11,7
	Контроль	36				
	Консультации	2				
	Экзамен	0,3				
	Итого за 1 семестр	216	18	18		141,7
	Раздел 4. Линейные операторы.	18	4	4		10
9	Тема 9. Линейные отображения. Невырожденные операторы.	8	2	2		4
10	Тема 10. Линейные и билинейные формы. Квадратичные формы в вещественном пространстве.	10	2	2		6
	Раздел 5. Алгебра многочленов.	53,8	14	14		25,8
11	Тема 11. Делимость многочленов. Корни многочленов.	8	2	2		4
12	Тема 12. Разложение многочленов на неприводимые множители. НОД и НОК	14	4	4		6
13	Симметрические многочлены. Результант и его приложения.	8	2	2		4
14	Тема 14. Решение алгебраических уравнений	13,8	4	4		5,8
15	Целые и рациональные корни многочлена с рациональными коэффициентами.	10	2	2		6
	Зачет	0,2				
	Итого за 2 семестр	72	18	18		35,8
	Раздел 6. Элементы векторной алгебры в пространстве.	18	4	4		10
16	Тема 16. Векторы. Линейная зависимость векторов.	10	2	2		6

17	Тема 17. Координаты вектора в заданном базисе. Скалярное произведение векторов.	8	2	2		4
	Раздел 7. Метод координат на плоскости.	26	8	8		10
18	Тема 18. Аффинная система координат на плоскости.	4	1	1		2
19	Тема 19. Прямоугольная декартова система координат	4	1	1		2
20	Тема 20. Прямая на плоскости.	12	4	4		4
21	Тема 21. Линии второго порядка	6	2	2		2
	Раздел 8. Метод координат в пространстве.	25,7	6	6		13,7
22	Тема 22. Векторное и смешанное произведения векторов.	6	1	1		4
23	Тема 23. Плоскости и прямые в пространстве	12	4	4		4
24	Тема 24. Поверхности второго порядка	7,7	1	1		5,7
	<i>Контроль</i>	36				
	<i>Консультации</i>	2				
	<i>Экзамен</i>	0,3				
	Итого за 3 семестр	108	18	18		33,7
	Раздел 9. Элементы топологии.	14	6	6		2
25	Тема 25. Топологические пространства	7	3	3		1
26	Тема 26. Ориентируемые и неориентируемые двумерные многообразия	7	3	3		1
	Раздел 10. Линии и поверхности в евклидовом пространстве	14	6	6		2
27	Тема 27. Гладкие линии. Касательная к линии. Естественная параметризация.	7	3	3		1
28	Тема 28. Кривизна и	7	3	3		1

	кручение линии.					
	Раздел 11. Поверхности в евклидовом пространстве	14,7	6	6		2,7
29	Тема 29. Гладкие поверхности. Замена параметризации.	5	2	2		1
30	Тема 30. Кривые на гладкой поверхности.	2	1	1		
31	Тема 31. Касательная плоскость и нормаль.	5	2	2		1
32	Тема 32. Главные кривизны. Полная и средняя кривизны поверхности.	2,7	1	1		0,7
	<i>Контроль</i>	27				
	<i>Консультации</i>	2				
	<i>Экзамен</i>	0,3				
	Итого за 4 семестр	72	18	18		6.7
	ИТОГО	468	72	72		217,9

Очно-заочная форма обучения не реализуется

Заочная форма обучения не реализуется

III. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Текущая аттестация проводится в форме контрольной работы, теста, реферата.

Типовой вариант контрольной работы

Контрольная работа в 1 семестре

1. На множестве всех целых чисел Z задано бинарное отношение $G = \{(x, y) \mid x, y \in Z \wedge (x-y):4\}$. Доказать, что G – отношение эквивалентности на Z и построить фактор-множество Z/G .

2. Доказать, что множество целых чисел, кратных четырём, образует группу относительно обычного сложения чисел.

3. Представить комплексное число $z = 2\sin \frac{\pi}{4} - 2i \cos \frac{\pi}{4}$ в тригонометрической форме.

4. Пользуясь формулой Муавра, найти $\left(\frac{\sqrt{3} + i}{1 - i} \right)^{12}$.

5. Решить уравнение $x^4 + 81 = 0$.

6. Вычислить определитель

$$\begin{vmatrix} 4 & 5 & -3 & 2 \\ 2 & -2 & 3 & 2 \\ -2 & -5 & 5 & 2 \\ 2 & -5 & 3 & 2 \end{vmatrix}$$

7. Решить систему линейных уравнений по формулам Крамера

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 + 5x_3 = 1 \\ 3x_1 + 2x_2 + x_3 = 6 \\ x_1 + x_2 + x_3 = 1 \end{cases}$$

Контрольная работа во 2 семестре

1. Найти собственные векторы и собственные значения матрицы:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ -1 & 4 \end{pmatrix} \quad A = \begin{pmatrix} 3 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & 0 \\ 1 & 1 & 3 \end{pmatrix}.$$

2. Найти ФСР однородной СЛАУ

$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 - x_3 - x_4 + x_5 = 0, \\ x_1 - x_2 + x_3 + x_4 - 2x_5 = 0, \\ 3x_1 + 3x_2 - 3x_3 - 3x_4 + 4x_5 = 0, \\ 4x_1 + 5x_2 - 5x_3 - 5x_4 + 7x_5 = 0 \end{cases}$$

3. Решить систему линейных уравнений

$$\begin{cases} 7x_1 + 10x_2 - x_3 + 4x_4 = -1, \\ 3x_1 + 5x_2 - 4x_3 + 6x_4 = 1, \\ 3x_2 - 15x_3 + 18x_4 = 6, \\ x_1 + 2x_2 - 3x_3 + 4x_4 = 1. \end{cases}.$$

4. Разложить многочлены на множители, неприводимые над полем \mathbb{R}

$$\begin{aligned} f(x) &= x^4 + 8x^3 + 8x - 1 \\ f(x) &= x^4 + 4 \end{aligned}$$

5. Разложить многочлены на множители, неприводимые над полем \mathbb{C}

$$\begin{aligned} f(x) &= x^3 + 9x^2 + 9x + 8 \\ f(x) &= x^4 + 4x^3 + 4x^2 + 1 \end{aligned}$$

6. Пользуясь схемой Горнера, определить кратность корня x_0 многочлена $f(x)$ и записать его разложение на множители $f(x) = x^5 - 5x^4 + 40x^2 - 80x + 48$, $x_0 = 2$

Контрольная работа в 3 семестре

1. Дан треугольник ABC и произвольная точка O пространства. Пусть M – точка пересечения каких-либо двух медиан треугольника: $\overrightarrow{OA} = \vec{r}_1$, $\overrightarrow{OB} = \vec{r}_2$, $\overrightarrow{OC} = \vec{r}_3$. Доказать, что

$$\overrightarrow{OM} = \frac{1}{3}(\vec{r}_1 + \vec{r}_2 + \vec{r}_3).$$

2. На плоскости даны два вектора $\vec{u}(2,1)$, $\vec{v}(1,0)$. Найти коэффициенты разложения вектора $\vec{a}(9,1)$ по векторам $\vec{u}(2,1)$, $\vec{v}(1,0)$.
3. Даны две смежные вершины квадрата A(-2,1) и B(3,3). Найти две другие вершины.
4. Две вершины треугольника ABC имеют координаты A(3,6), B(-3,5). Определить координаты вершины C при условии, что середины сторон AC и BC лежат на разных осях координат.
5. Определить координаты точки, симметричной началу координат относительно прямой $x - 4y + 17 = 0$.
6. Написать уравнение прямой, которой принадлежит биссектриса тупого угла между прямыми $3x - 4y + 12 = 0$, $12x + 5y - 7 = 0$.
7. Привести к каноническому виду уравнение кривой 2-го порядка $x^2 + y^2 - 2x + 6y + 9 = 0$.
8. Составить уравнение плоскости, касательной к сфере $x^2 + y^2 + z^2 = 49$ в точке $M_0(2, -3, 6)$.
9. Парабола с параметром $p = 5$ расположена на плоскости OYZ так, что директриса совпадает с осью OZ. Написать уравнение поверхности, образованной вращением параболы вокруг оси OZ.
10. Привести к каноническому виду уравнение поверхности $4x^2 + 9y^2 + 36z^2 - 8x - 18y - 72z + 13 = 0$.

Контрольная работа в 4 семестре

1. Линия γ задана параметрическими уравнениями:
 $x = e^t \cos t$; $y = e^t \sin t$; $z = e^t$; $-\infty < t < +\infty$. Определить класс гладкости линии γ и написать уравнения касательной к линии γ в точке $t = 0$.
2. Написать уравнения касательной плоскости и нормали к геликоиду, заданному уравнениями $x = u \cos v$; $y = u \sin v$; $z = bv$; $b > 0$, $(u, v) \in \mathbb{R}^2$, в точке $M_0(u_0, v_0)$.
3. Найти первую квадратичную форму геликоида $x = u \cos v$; $y = u \sin v$; $z = bv$; $b > 0$, $(u, v) \in \mathbb{R}^2$.
4. Дана первая квадратичная форма поверхности: $(ds)^2 = (du)^2 + (u^2 + v^2)(dv)^2$. Вычислить длину дуги лежащей на поверхности линии $u = 2t$, $v = 3$, от точки $M(0)$ до точки $M(1)$.
5. Вычислить кривизну и кручение кривой $x = 2t$, $y = \ln t$, $z = t^2$ в точке $M(2, 0, 1)$ этой кривой.
6. Показать, что интервал $(-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2})$ гомеоморфен числовой прямой, полуинтервал $[0, \frac{\pi}{2})$ гомеоморфен лучу, а интервал $(0, \frac{\pi}{2})$ - открытому лучу.
7. Найти эйлерову характеристику сферы S.

**Тест №1 по разделам «Множества и отношения»,
«Алгебры и алгебраические системы»**

Вариант 1

1	Определите элементы множества $\{x \in R \mid x^2 - 5x + 4 > 0\}$.	<p>А. $x \in (-\infty; 1) \cup (4; +\infty)$</p> <p>Б. $x \in (4; +\infty)$</p> <p>В. $x \in (-\infty; 1] \cup [4; +\infty)$</p> <p>Г. $x = \{1; 4\}$</p>
2	Определите, в результате какой операции получилось $M = \{1, 2, 3\}$, если $A = \{1, 2, 3\}$, $B = \{2, 3, 4, 5\}$, $U = \{0, 1, 2, \dots, 9\}$.	<p>А. $U \setminus (A \cap B)$</p> <p>Б. $A' \cap B'$</p> <p>В. $A \cup (U \setminus B)$</p> <p>Г. $(A \cap B') \cup A$</p>
3	Какое из перечисленных отношений является отношением эквивалентности?	<p>А. $R = \{ \langle x, y \rangle \mid x, y \in Z \wedge (x - y) : 3 \}$</p> <p>Б. $R = \{ \langle x, y \rangle \mid x, y \in Z \wedge x + y = 2 \}$</p> <p>В. $R = \{ \langle x, y \rangle \mid x, y \in Z \wedge x : y \}$</p> <p>Г. $R = \{ \langle x, y \rangle \mid x, y \in Z \wedge y : x \}$</p>
4	Найдите множество $A'(x) \cap B(x)$, если $A(x) = \{x^2 + 2x - 3 > 0 \mid x \in R\}$, $B(x) = \{\frac{x+2}{4x-5} \leq 0 \mid x \in R\}$	<p>А. $[-2; 1]$</p> <p>Б. $[-2; 1)$</p> <p>В. $\left(-3; \frac{5}{4}\right)$</p> <p>Г. \emptyset</p>
5	Решите уравнение с неизвестным $Z \in C$ $(2+i)z^2 - (5-i)z + (2-2i) = 0$	<p>А. $\frac{4}{5} - \frac{2}{5}i$; $1-i$</p> <p>Б. $4-2i$; $\frac{1}{5} + \frac{1}{5}i$</p> <p>В. $-\frac{4}{5} + \frac{2}{5}i$; $-1+i$</p> <p>Г. $\frac{2}{5} - \frac{4}{5}i$; $-1-i$</p>
6	Пользуясь формулой Муавра, вычислите: $(-1+i\sqrt{3})^{10}$	<p>А. $-\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2}i$</p> <p>Б. $-512 + 512\sqrt{3}i$</p> <p>В. $-512i$</p> <p>Г. $1024 + 512\sqrt{3}i$</p>
7	Представить в тригонометрической форме: $-1+i$	<p>А. $\sqrt{2} \left(\cos \frac{3\pi}{4} + i \sin \frac{3\pi}{4} \right)$</p> <p>Б. $\sqrt{2} \left(\cos \frac{\pi}{4} + i \sin \frac{\pi}{4} \right)$</p> <p>В. $\sqrt{2} \left(\cos \frac{\pi}{2} + i \sin \frac{\pi}{2} \right)$</p> <p>Г. $\sqrt{2} \left(\cos \frac{5\pi}{4} + i \sin \frac{5\pi}{4} \right)$</p>

Вариант 2

1	Определите элементы множества $A = \left\{ x \in \mathbb{R} \mid \frac{2x}{x^2 + 1} \right\} < 3$	А. $x \in \mathbb{R}$ Б. $x \in \emptyset$ В. $x \in (-\infty; 0]$ Г. $x \in (-\infty; 0]$
2	Даны множества: $A = \{x \mid x \in \mathbb{N}\}$ и $B = \{x = 3k, k \in \mathbb{N}\}$ Какое из утверждений верно.	А. $-17 \in A \cap B$ Б. $12 \in A \cup B$ В. $12 \in A \setminus B$ Г. $16 \in B \setminus A$
3	Какое из перечисленных бинарных отношений обладает свойством транзитивности.	А. $R = \{ \langle x, y \rangle \mid x, y \in \mathbb{Z} \wedge (x - y) : 4 \}$ Б. $R = \{ \langle x, y \rangle \mid x, y \in \mathbb{Z} \wedge x + y = 5 \}$ В. $R = \{ \langle 1, 2 \rangle, \langle 1, 3 \rangle, \langle 3, 1 \rangle \}$ Г. $R = \{ \langle 1, 2 \rangle, \langle 2, 1 \rangle, \langle 3, 1 \rangle, \langle 1, 3 \rangle \}$
4	Найдите множество $A'(x) \cup B(x)$, если $A(x) : "x^2 - 8x + > 0"$ $B(x) : "\frac{3x - 6}{x - 5} \geq 0"$	А. \emptyset Б. $(-\infty; +\infty)$ В. $(-\infty; 2] \cup (3; 5) \cup (5; +\infty)$ Г. $(-\infty; 2] \cup [3; +\infty)$
5	Решите уравнение с неизвестным $z \in \mathbb{C}$ $z^2 + (5 - 2i)z + 5(1 - i) = 0$	А. $2 + i, 3 + i$ Б. $-2 + i, -3 - 2i$ В. $2 + 2i, 3 - 2i$ Г. $2 - i, -3 - i$
6	Пользуясь формулой Муавра, найдите значение $\left(\frac{\sqrt{3} + i}{1 - i} \right)^{12}$	А. 0 Б. 64 В. -64i Г. -64
7	Представить комплексное число $z = 2\sin \frac{\pi}{4} - 2i \cos \frac{\pi}{4}$ в тригонометрической форме	А. $2 \left(\sin \frac{\pi}{4} - i \cos \frac{\pi}{4} \right)$ Б. $-2 \left(i \cos \frac{\pi}{4} - \sin \frac{\pi}{4} \right)$ В. $2 \left(\cos \frac{3\pi}{4} + i \sin \frac{3\pi}{4} \right)$ Г. $2 \left(\cos \frac{7\pi}{4} + i \sin \frac{7\pi}{4} \right)$

Вариант 3

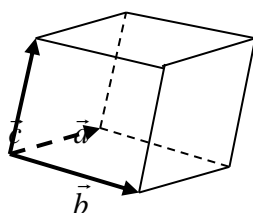
1	Определите, какому множеству равно множество $A = \{x \mid x \in \mathbb{N} \wedge x : 3 \wedge x < 16\}$	А. $\{0, 3, 6\}$ Б. $\{3, 15\}$ В. $\{15, 18\}$ Г. $\{3, 6, 9, 12, 15\}$
2	Какое из перечисленных бинарных отношений является отношением эквивалентности?	А. $R = \{ \langle x, y \rangle \mid x, y \in \mathbb{Z} \wedge x : y \}$ Б. $R = \{ \langle x, y \rangle \mid x, y \in \mathbb{Z} \wedge (x - y) : 4 \}$ В. $R = \{ \langle x, y \rangle \mid x, y \in \mathbb{Z} \wedge x + y = 5 \}$

		Г. $R = \{\langle 1,1 \rangle, \langle 1,3 \rangle, \langle 1,2 \rangle, \langle 2,3 \rangle\}$
3	Какое из перечисленных бинарных отношений не обладает свойством симметричности.	А. $R = \{\langle x, y \rangle \mid x, y \in Z \wedge x + y = 5\}$ Б. $R = \{\langle x, y \rangle \mid x, y \in Z \wedge (x - y) : 2\}$ В. $R = \{\langle 1,2 \rangle, \langle 2,3 \rangle, \langle 3,1 \rangle\}$ Г. $R = \{\langle 1,1 \rangle, \langle 1,2 \rangle, \langle 2,1 \rangle, \langle 2,2 \rangle\}$
4	Определите множество $A'(x) \cap B'(x)$, если $A(x) : "2x^2 - 14x + 20 < 0"$, $B(x) : "\frac{x-6}{x+1} \geq 0"$	А. $[-1; 2] \cup [5; 6]$ Б. $(-1; 2) \cup (5; 6)$ В. $(-\infty; +\infty)$ Г. \emptyset
5	Решите уравнение с неизвестным $z \in C$ $z^2 + (1 - 2t)z - 2t = 0$	А. $(-1; 2t)$ Б. $(-1; -2t)$ В. $(0; 2t)$ Г. $(1; -2t)$
6	Пользуясь формулой Муавра найдите значение $\frac{(1 + i\sqrt{3})^{15}}{(1 + i)^{10}}$	А. 0 Б. $1024i$ В. 1024 Г. $-1024i$
7	Представьте комплексное число в тригонометрической форме $z = -2\sin \frac{\pi}{4} - 2i\cos \frac{\pi}{4}$	А. $2\left(\cos \frac{5\pi}{4} + i\sin \frac{5\pi}{4}\right)$ Б. $-2\left(\sin \frac{\pi}{4} + i\cos \frac{\pi}{4}\right)$ В. $2\left(\cos \frac{\pi}{4} + i\sin \frac{\pi}{4}\right)$ Г. $2\left(\cos \frac{\pi}{4} - i\sin \frac{\pi}{4}\right)$

Тест №2 по разделу «Элементы векторной алгебры»

Вариант 1

1 (дополнить чертеж). На трех векторах $\vec{a}, \vec{b}, \vec{c}$ построен параллелепипед.



Провести его вектор-диагональ, равную $\vec{a} - \vec{b} - \vec{c}$.

2 (развернутый ответ). Проверить линейную зависимость векторов $\vec{a}(2, -1)$ и $\vec{b}(-6, 3)$. Как они направлены – одинаково или противоположно?

3 (выбрать один ответ). Если вектор \vec{x} в базисе \vec{e}_1, \vec{e}_2 имеет координаты $(-3, 1)$, то координаты \vec{x} в базисе $\vec{e}_1^* = -2\vec{e}_1 + \vec{e}_2, \vec{e}_2^* = \vec{e}_2$

4 (выбрать один ответ). 12. Если \vec{a} и \vec{b} – единичные векторы, и $|\vec{a} + \vec{b}| = \sqrt{3}$, то ска-

лярное произведение $(3\vec{a} - \vec{b}) \cdot (\vec{a} + \vec{b})$ равно: 1)2; 2)3; 3)4; 4)5; 5)6.

5 (несколько вариантов ответа). При каком значении m векторы $\vec{a} = m\vec{i} + 2\vec{j} + 4\vec{k}$ и $\vec{b} = m\vec{i} + m\vec{j} - 2\vec{k}$ ортогональны?

6 (выбрать один ответ). Угол между векторами $\vec{a}(1,2,3)$ и $\vec{b}(6,4,-2)$ равен

7 (выбрать один ответ). Если $|\vec{a}| = 4$, $|\vec{b}| = 6$ и угол между векторами \vec{a} и \vec{b} равен $\frac{\pi}{3}$, то скалярное произведение векторов $3\vec{a} - 2\vec{b}$ и $5\vec{a} - 6\vec{b}$ равно

8 (развернутый ответ). Векторы $\vec{a}, \vec{b}, \vec{c}$ имеют равные длины и образуют попарно равные углы. Найти вектор \vec{c} , если $\vec{a} = \vec{i} + \vec{j}$ и $\vec{b} = \vec{j} + \vec{k}$.

9. На плоскости даны два вектора $\vec{u}(2,1)$, $\vec{v}(1,0)$. Найти коэффициенты разложения вектора $\vec{a}(9,1)$ по векторам $\vec{u}(2,1)$, $\vec{v}(1,0)$.

10(развернутый ответ). В треугольнике ABC сторона AB разделена точкой M в отношении 1:4, считая от точки A. Тогда разложение вектора \vec{CM} по векторам $\vec{a} = \vec{CA}$ и $\vec{b} = \vec{CB}$ имеет вид:

1) $\frac{4}{5}\vec{a} + \frac{1}{5}\vec{b}$; 2) $4\vec{a} + \vec{b}$; 3) $\frac{4}{5}\vec{a} - \frac{1}{5}\vec{b}$; 4) $\frac{1}{5}\vec{a} + \frac{4}{5}\vec{b}$; 5) $-\vec{a} + 4\vec{b}$;

11. Если единичный вектор \vec{a} образует равные тупые углы с базисными ортами \vec{i} , \vec{j} , \vec{k} то сумма координат вектора \vec{a} равна:

12. Даны векторы $\vec{a} = -2\vec{i} + \vec{j} - 8\vec{k}$; $\vec{b} = -4\vec{i} - 2\vec{j} - 3\vec{k}$; $\vec{c} = 3\vec{i} - 4\vec{j} + 12\vec{k}$ проекция вектора $\vec{a} - 2\vec{b}$ на ось вектора \vec{c} равна:

13. Если \vec{a} и \vec{b} - единичные векторы и $|\vec{a} - \vec{b}| = \sqrt{3}$, то скалярное произведение $(3\vec{a} - 4\vec{b})(\vec{a} + \vec{b})$ равно:

14. Если $|\vec{a}| = 1$; $|\vec{b}| = 2\sqrt{3}$; а угол между векторами \vec{a} и \vec{b} равен 120° , то площадь треугольника, построенного на векторах $2\vec{a} + \vec{b}$ и $\vec{a} - \vec{b}$ равна: 1)4 ед²; 2)3 ед²; 3)3,5 ед²; 4)4,5 ед²; 5)5,5 ед².

Тест №3 по разделу «Матрицы и определители»

1. Запишите ступенчатую матрицу размера 4×3 .

2. Какое из следующих равенств справедливо

А) $\begin{pmatrix} 8 & 14 & 2 \\ -10 & 6 & 42 \end{pmatrix} = 2 \cdot \begin{pmatrix} 8 & 14 & 2 \\ -5 & 3 & 21 \end{pmatrix}$

Б) $\begin{pmatrix} 8 & 14 & 2 \\ -10 & 6 & 42 \end{pmatrix} = 2 \cdot \begin{pmatrix} 3 & 7 & 2 \\ -5 & 3 & 42 \end{pmatrix}$

В) $\begin{pmatrix} 8 & 14 & 2 \\ -10 & 6 & 42 \end{pmatrix} = 2 \cdot \begin{pmatrix} 3 & 7 & 1 \\ -5 & 3 & 21 \end{pmatrix}$

Г) $\begin{pmatrix} 8 & 14 & 2 \\ -10 & 6 & 42 \end{pmatrix} = 2 \cdot \begin{pmatrix} 8 & 7 & 1 \\ -5 & 3 & 21 \end{pmatrix}?$

3. Даны матрицы $A = \begin{pmatrix} 1 & 3 \\ 5 & 7 \end{pmatrix}$ и $B = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 0 \\ 3 & 1 & 0 \end{pmatrix}$. Какие из следующих операций можно вы-

полнить (**несколько вариантов ответа**)?

А) $A + B$

Б) $A^T + B$

В) $A + B^T$

Г) $A \cdot B$

Д) $B \cdot A$

Е) $A \cdot B^T$

Ж) $A^T \cdot B$

З) $A^T \cdot B^T$

И) $B^T \cdot A^T$

4. Дана матрица $A = \begin{pmatrix} 7 & -3 \\ 6 & -1 \end{pmatrix}$. Тогда матрица $A \cdot A^T$ имеет вид....

5. Даны матрицы $A = \begin{pmatrix} 3 & 5 \\ 4 & 1 \end{pmatrix}$ и $B = \begin{pmatrix} 2 & 3 \\ 1 & -2 \end{pmatrix}$. Тогда произведение элементов побочной диагонали матрицы $A \cdot B$ равно....

6. Значение матричного многочлена $3A^2 - 2A + 3E$ при $A = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 2 \\ 1 & 3 & 1 \\ 4 & 1 & 1 \end{pmatrix}$ равно....

7. Проверить, являются ли перестановочными матрицы $A = \begin{pmatrix} 3 & 5 \\ 4 & 1 \end{pmatrix}$ и $B = \begin{pmatrix} 29 & 20 \\ 16 & 21 \end{pmatrix}$.

8. Решение матричного уравнения $C \cdot X \cdot A = B$ имеет вид:

А) $X = C^{-1} \cdot B \cdot A^{-1}$

Б) $X = A^{-1} \cdot B \cdot C^{-1}$

В) $X = A^{-1} \cdot C^{-1} \cdot B$

Г) $X = A^{-1} \cdot B^{-1} \cdot C^{-1}$

9. Найти элемент c_{22} матрицы $C = A \cdot B$, если $A = \begin{pmatrix} 3 & 2 & 4 & 5 \\ 9 & 2 & -3 & 4 \\ -1 & -5 & 3 & 11 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} 3 & 2 \\ 4 & -1 \\ 1 & -3 \\ 2 & 5 \end{pmatrix}$

А) 44

Б) 45

В) 46

Г) 47

10. Матрицы A , C имеют размеры соответственно $m \times n$ и $p \times q$, и существует произведение ABC . Каковы размеры матриц B и ABC ?

11. Найти сумму элементов третьего столбца матрицы A^{-1} , если $A = \begin{pmatrix} 1 & -1 & 2 \\ 0 & 2 & -1 \\ 1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$.

12. Если (x_0, y_0, z_0) - решение системы линейных уравнений
$$\begin{cases} 3x + y + 3z = 2, \\ 5x - 2y + 2z = 1, \\ 2x + 2y + 3z = 1 \end{cases}$$
 то

$x_0 + y_0 + z_0$ равно

- А) -3
- Б) -4
- В) -5
- Г) -6

Тест №4 по разделу «Метод координат на плоскости»

Вариант 1

1. Уравнение прямой, отсекающей на оси ординат отрезок $b=-3$ и образующей с положительным направлением оси абсцисс угол $\frac{\pi}{6}$, имеет вид....
2. Разделены ли точки $A(2,-1)$ и $B(3,1)$ прямой $3x - y + 1 = 0$?
3. Записать уравнение прямой d : $\begin{cases} x = 2 + 3t, \\ y = 3 + 2t \end{cases}$ в общем виде.
4. Составить уравнение прямой, проходящей через точку $A(-3,4)$ и параллельной прямой $x - 2y + 5 = 0$.
5. Найти угловой коэффициент прямой, проходящей через точки $A(-3,1)$ и $B(1,2)$.
6. Определить взаимное расположение прямых $d_1 : \begin{cases} x = 2 + 3t, \\ y = 3 + 2t \end{cases}$ и $d_2 : \begin{cases} x = 7 + t, \\ y = 2 + 9t \end{cases}$ на плоскости.
7. Составить уравнение прямой, проходящей через точку $A(-3,4)$ и перпендикулярной прямой $x - 2y + 5 = 0$.
8. Найти координаты точки A , лежащей на прямой $2x - 3y + 4 = 0$, если известно, что расстояние от A до прямой $3y = 4x$ равно 2.
9. Найти точку, лежащую в той же полуплоскости относительно прямой, что и точка $A(.,.)$.

Вариант 2

1. Дано общее уравнение прямой: $12x - 5y - 65 = 0$. Уравнение этой прямой в отрезках имеет вид....
2. Проходят ли прямые $d_1 : 3x - y + 4 = 0$, $d_2 : 2x - y + 1 = 0$, через одну точку?
 $d_3 : x - y = 0$
3. Записать уравнение прямой d : $3x - 4y + 4 = 0$ в параметрической форме.
4. Составить уравнение прямой, проходящей через точку $A(-3,4)$ и параллельной прямой $\frac{x-1}{2} = \frac{y+2}{3}$.
5. Найти угловой коэффициент прямой, проходящей через точки $A(2,1)$ и $B(2,-5)$.

6. Определить взаимное расположение прямых $d_1 : \begin{cases} x = 1 + 2t, \\ y = 1 - t \end{cases}$ и $d_2 : \begin{cases} x = 2 - t, \\ y = 2 + t \end{cases}$ на плоскости.
7. Составить уравнение прямой, проходящей через точку $A(-3, 4)$ и перпендикулярной прямой $\begin{cases} x = 3 + t, \\ y = 4 - 7t \end{cases}$
8. На прямой $5x - y - 4 = 0$ найти точку, равноудаленную от точек $A(1, 0)$ и $B(-2, 1)$.
9. Найти точку, лежащую в той же полуплоскости относительно прямой, что и точка A .

Примерная тематика рефератов

1. Квадрики в аффинном пространстве.
2. Векторное пространство со скалярным умножением. Ортогональная система векторов.
3. Дополнение ортогональной системы до ортогонального базиса. Процесс ортогонализации
4. Спектр линейного оператора. Приведение матрицы линейного преобразования к диагональному виду
5. Линейные преобразования в унитарных пространствах
6. Приложение векторной алгебры к решению задач элементарной геометрии.
7. Изучение кривых 2-го порядка по их каноническим уравнениям.
8. Поверхности вращения.
9. Аффинные и евклидовы многомерные пространства.
10. Первая квадратичная форма поверхности и ее приложения.
11. Вторая квадратичная форма поверхности. Индикатриса Дюпена.
12. Элементы сферической геометрии.
13. Изоморфизмы линейных пространств.
14. Пространство тензоров. Координатное определение тензоров.
15. Базис в пространстве тензоров. Свертка тензоров.

Промежуточная аттестация обучающихся осуществляется в форме зачета, экзамена с использованием следующих оценочных материалов: перечень вопросов к зачету, экзамену.

Вопросы к экзамену

(1 семестр, очная форма обучения)

1. Множества и операции над ними. Диаграммы Эйлера-Венна.
2. Основные числовые множества.
3. Бинарные отношения.
4. Отношение эквивалентности.
5. Алгебраические операции.
6. Понятие алгебры, подалгебры. Гомоморфизмы и изоморфизмы алгебр.
7. Понятие группы, ее простейшие свойства. Примеры групп. Подгруппы.
8. Понятие кольца, его простейшие свойства. Примеры колец. Подкольца.
9. Поле, его простейшие свойства. Примеры полей. Поле рациональных чисел.
10. Понятие алгебраической системы. Система действительных чисел.

11. Поле комплексных чисел. Геометрическое представление комплексных чисел и операций над ними.
12. Тригонометрическая форма комплексного числа.
13. Корни из комплексных чисел.
14. Понятие матрицы. Виды матриц.
15. Операции над матрицами, их свойства.
16. Обратимые матрицы. Элементарные матрицы. Условия обратимости матрицы.
17. Вычисление обратной матрицы.
18. Запись и решение системы n линейных уравнений с n переменными в матричной форме.
19. Ранг матрицы. Базисный минор. Теорема о базисном миноре.
20. Элементарные преобразования и ранг матрицы.
21. Группа подстановок. Четность и знак подстановки.
22. Определитель квадратной матрицы. Основные свойства определителей.
23. Миноры и алгебраические дополнения. Разложение определителя по строке или столбцу.
24. Линейные уравнения.
25. Понятие СЛАУ. Равносильные СЛАУ. Формы записи СЛАУ.
26. Решение СЛАУ по формулам Крамера и методом обратной матрицы.
27. Элементарные преобразования СЛУ. Разрешенные СЛУ.
28. Система линейных однородных уравнений, условия существования нетривиальных решений. Пространство решений СЛАУ и его базис.
29. Неоднородная система линейных уравнений. Линейное многообразие решений.
30. Теорема Кронекера - Капелли.
31. Задачи, приводящие к системам линейных уравнений и неравенств.

Вопросы к зачету

(2 семестр, очная форма обучения)

1. Линейное пространство. Линейное многообразие. Размерность. Пересечение и сумма подпространств.
2. Евклидовы и унитарные пространства.
3. Линейные отображения. невырожденные операторы. Собственные значения и собственные векторы.
4. Функции от операторов и матриц.
5. Линейные формы. Билинейные формы в вещественном пространстве.
6. Квадратичные формы в вещественном пространстве.
7. Метод Лагранжа приведения квадратичной формы к каноническому виду.
8. Понятие и свойства делимости многочленов над данным полем. Деление многочлена на многочлен.
9. Деление многочлена на двучлен $x-a$. Теорема Безу. Схема Горнера.
10. Корни многочлена. Наибольшее возможное число корней многочлена в области целостности.
11. Наибольший общий делитель двух многочленов. Алгоритм Евклида.
12. Линейное представление НОД двух многочленов.
13. НОД нескольких многочленов. Взаимно простые многочлены.
14. Наименьшее общее кратное многочленов.
15. Неприводимые над полем многочлены. Разложение многочлена в произведение

- нормированных неприводимых множителей и его единственность.
16. Разложение многочлена по степеням двучлена $x-a$.
 17. Кратные корни многочлена.
 18. Неприводимые кратные множители многочлена. Схема выделения кратных множителей многочлена.
 19. Симметрические многочлены.
 20. Результант двух многочленов. Исключение переменной из системы двух уравнений с двумя переменными.
 21. Сопряженность мнимых корней многочлена с действительными коэффициентами.
 22. Разложение многочлена над полем действительных чисел в произведение неприводимых множителей.
 23. Уравнения третьей степени. Формулы Кардано.
 24. Уравнение четвертой степени. Метод Феррари.
 25. Целые и рациональные корни многочлена с целыми коэффициентами
 26. Алгебраические и трансцендентные числа. Освобождение от алгебраической иррациональности в знаменателе дроби.

Вопросы к экзамену
(3 семестр, очная форма обучения)

1. Линейные операции над векторами.
2. Линейная зависимость векторов. Свойства линейно зависимых и независимых систем векторов.
3. Векторное пространство. Примеры векторных подпространств.
4. Базис векторного пространства. Теорема о разложении вектора в пространстве по трем некомпланарным векторам.
5. Координаты вектора в заданном базисе, их свойства.
6. Скалярное произведение векторов, его свойства.
7. Длина вектора, угол между векторами в ортонормированном базисе.
8. Аффинная система координат на плоскости. Координаты точки. Деление отрезка в данном отношении.
9. Прямоугольная декартова система координат. Расстояние между двумя точками.
10. Угол между векторами на ориентированной плоскости.
11. Различные способы задания прямой.
12. Общее уравнение прямой. Геометрический смысл коэффициентов при текущих координатах в общем уравнении прямой.
13. Взаимное расположение двух прямых на плоскости.
14. Расстояние от точки до прямой. Угол между двумя прямыми.
15. Эллипс, его каноническое уравнение и свойства.
16. Гипербола, ее каноническое уравнение и свойства.
17. Парабола, ее каноническое уравнение и свойства.
18. Общее уравнение линии второго порядка, приведение его к каноническому виду.
19. Аффинная система координат в пространстве. Условие компланарности 3-ех векторов.
20. Смешанное произведение векторов. Объем тетраэдра.
21. Векторное произведение векторов. Площадь треугольника.
22. Различные способы задания плоскости.

23. Взаимное расположение двух и трех плоскостей.
24. Расстояние от точки до плоскости. Угол между плоскостями.
25. Различные способы задания прямой в пространстве.
26. Взаимное расположение двух прямых в пространстве.
27. Взаимное расположение прямой и плоскости.
28. Угол между двумя прямыми. Угол между прямой и плоскостью.
29. Цилиндрические поверхности. Конические поверхности. Конические сечения.
30. Эллипсоид.
31. Однополостный гиперболоид. Двуполостный гиперболоид.
32. Эллиптический параболоид. Гиперболический параболоид.

Вопросы к экзамену

(4 семестр, очная форма обучения)

1. Топологические пространства. Окрестность точки, база топологии, внутренние, внешние, граничные точки.
2. Замкнутые множества. Топологические подпространства.
3. Непрерывность отображений топологических пространств. Гомеоморфизмы топологических пространств.
4. Предмет топологии. Приведение, вложение, погружение топологических пространств.
5. Покрытие и разбиение множеств. Отделимость, компактность, связность.
6. Ориентируемые и неориентируемые двумерные многообразия.
7. Понятие об условиях гомеоморфизма компактных двумерных многообразий.
8. Теорема Эйлера для многогранников.
9. Топологические свойства листа Мебиуса и проективной плоскости.
10. Векторные функции одного и двух скалярных аргументов и их дифференцирование.
11. Понятие линии. Гладкие линии.
12. Касательная к линии.
13. Длина дуги. Естественная параметризация.
14. Кривизна и кручение линии. Формулы Френе.
15. Вычисление кривизны и кручения в произвольной параметризации.
16. Винтовая линия.
17. Понятие поверхности в евклидовом пространстве. Гладкие поверхности.
18. Кривые на гладкой поверхности. Криволинейные координаты.
19. Замена параметризации. Якобиан. Явное уравнение поверхности.
20. Касательная плоскость и нормаль.
21. Первая квадратичная форма поверхности и ее приложения.
22. Вторая квадратичная форма поверхности.
23. Индикатриса Дюпена.
24. Главные кривизны. Полная и средняя кривизны поверхности.

IV. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Основная литература

1. Чеголин, А.П. Линейная алгебра и аналитическая геометрия : учебное пособие / А.П. Чеголин ; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону : Южный федеральный университет, 2015. – 149 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=445132> (дата обращения: 23.06.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9275-1728-2. – Текст : электронный.
2. Денисов, В.И. Алгебра и геометрия: практикум : [16+] / В.И. Денисов, В.М. Чубич, О.С. Черникова ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. – 307 с. : ил. – (Учебники НГТУ). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576183> (дата обращения: 23.06.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7782-3791-9. – Текст : электронный.

4.2. Дополнительная литература

1. Кадомцев, С.Б. Аналитическая геометрия и линейная алгебра : учебное пособие / С.Б. Кадомцев. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Физматлит, 2011. – 168 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69319> (дата обращения: 23.06.2020). – ISBN 978-5-9221-1290-1. – Текст : электронный.
2. Кузовлев, В.П. Курс геометрии: элементы топологии, дифференциальная геометрия, основания геометрии / В.П. Кузовлев. – Москва : Физматлит, 2012. – 207 с. : схем., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275554> (дата обращения: 23.06.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9221-1360-1. – Текст : электронный.

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

№ пп	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность
1.	http://www.biblioclub.ru	Электронно-библиотечная система (ЭБС) Университетская библио- тека онлайн	Регистрация через лю- бой университетский компьютер. В даль- нейшем индивидуаль- ный неограниченный доступ из любой точ- ки, в которой имеется доступ к сети Интер- нет
2.	http://www.exponenta.ru	Образовательный матема- тический сайт	Свободный доступ
3.	http://www.matclub.ru	Образовательный матема- тический сайт	Свободный доступ
4.	http://www.fismat.ru	Образовательный матема- тический сайт	Свободный доступ
5.	http://www.mathnet.ru	Образовательный матема- тический сайт	Свободный доступ

6.	http://www.edu.ru	Российский общеобразовательный портал	Свободный доступ
7.	http://lib.elsu.ru/ WWW.E.LANBOOK.COM	ЭБС Издательства «ЛАНЬ» – ресурс, предоставляющий online доступ к научным журналам и полнотекстовым коллекциям книг различных издательств.	Работать с ресурсом можно из сети вуза без предварительной регистрации или из любой точки мира, где есть доступ к сети "Интернет", предварительно зарегистрировав свой личный кабинет, находясь внутри сети вуза.
8.	http://allmath.ru	Математический портал, содержащий разделы: высшая математика, прикладная математика, школьная математика, олимпиадная математика.	Неограниченный доступ
9.	http://www.iprbookshop.ru	Полнотекстовая база электронных изданий, содержащая учебники и учебные пособия, монографии, производственно-практические, справочные издания, периодические издания, а также деловую литературу для практикующих специалистов. Ресурс предоставляет доступ к книгам более чем 250 издательств (федеральных, региональных, вузовских).	Доступ к полному тексту изданий на сайте возможен после авторизации, для этого необходимо получить логин и пароль в информационно-библиографическом отделе библиотеки. После получения пароля необходимо пройти личную регистрацию и в дальнейшем работать под своими учетными данными.
10	http://portal.tpu.ru/SHARED/k/KONVAL/Sites/Russian_sites/index1.htm	электронный учебник	Неограниченный доступ
11	http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/angeometry.htm	Международный научно-образовательный сайт EqWorld	Неограниченный доступ

VI. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

1.	zbMATH	Математическая база данных, охватывающая около 4 000 000 документов, из более 3 000 журналов и 170 000 книг по математике, статистике, информатике, физике, естественным наукам	Доступ свободный zbmath.org
2.	http://ilib.mccme.ru	ЭБ с книгами по математике.	Свободный доступ.

VII. ЛИЦЕНЗИОННОЕ И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

При реализации учебной дисциплины применяется следующее лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Windows;
- Microsoft Office;
- LibreOffice и др.

VIII. ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные занятия проводятся в аудиториях, укомплектованных специализированной мебелью, в том числе стационарными или переносными техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Самостоятельная работа проводится в кабинетах, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.