

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)



УТВЕРЖДАЮ
Директор института

[Handwritten signature]

«20» 05 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Алгебра и геометрия

направление подготовки:

09.03.04 «Программная инженерия»

Направленность программы (профиль):

Разработка программно-информационных систем

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Институт энергетики, информационных технологий и управляющих систем

Кафедра программного обеспечения вычислительной техники и
автоматизированных систем

Белгород 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 09.03.04 «Программная инженерия», утвержденного приказа Минобрнауки России от 19.09.2017 № 920
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель : к.ф.-м.н., доцент  (ученая степень и звание, подпись) (Хлопов А.М.)
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 28 » 04 2022 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент  (ученая степень и звание, подпись) (Поляков В.М.)
(инициалы, фамилия)


Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем
(наименование кафедры/кафедр)

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент  (ученая степень и звание, подпись) (Поляков В.М.)
(инициалы, фамилия)

« 28 » 04 2022 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 26 » 05 2022 г., протокол № 9

Председатель к.т.н., доцент  (ученая степень и звание, подпись) (Семернин А.Н.)
(инициалы, фамилия)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Применение естественно-научных и общеинженерных знаний	ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Применяет основы естественнонаучных и общеинженерных знаний в профессиональной деятельности	Знания: основы математических методов решения задач. Умения: обоснованно выбрать нужные для решения той или иной задачи математические методы. Навыки: решения разными методами задач на определители матрицы, поля, кольца, системы уравнений и неравенств
		ОПК-1.2. Решает стандартные профессиональные задачи с применением методов математического анализа и моделирования.	Знания: способов решения типовых задач на определители матрицы, поля, кольца, системы уравнений и неравенств. Умения: решать задачи математическими методами. Навыки: математическими методами решения задач на определители матрицы, поля, кольца, системы уравнений и неравенств.
		ОПК-1.3. Использует методы теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	Знания: математических методов, которые используются для решения задач профессиональной деятельности. Умения: решать различные типы профессиональных задач математическими методами. Навыки: решения задач на определители матрицы, поля, кольца, системы уравнений и неравенств.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общепрофессиональные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1.	Математический анализ
2.	Алгебра и геометрия
3.	Физика
4.	Информатика
5.	Инженерная графика
6.	Дискретная математика
7.	Математическая логика и теория алгоритмов
8.	Вычислительная математика
9.	Теория вероятностей и математическая статистика
10.	Исследование операций

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. единиц, 180 часов.

Форма промежуточной аттестации: экзамен

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 1
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	180
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	73	73
лекции	34	34
лабораторные	—	—
практические	34	34
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	5	5
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	112	112
Курсовой проект	—	—
Курсовая работа	—	—
Расчетно-графическое задание	—	—
Индивидуальное домашнее задание	18	18
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	53	53
Экзамен	36	36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4.1 Наименование тем, их содержание и объем
Курс 1 Семестр 1

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1. Элементы линейной алгебры					
	Определители. Вычисление определителей.	2	2		4
	Матрицы. Действия над матрицами.	2	4		4
	Системы линейных алгебраических уравнений. Матричный метод. Правило Крамера.	2	2		4
	Метод Гаусса. Общее решение системы линейных алгебраических уравнений.	4	4		5
2. Элементы векторной алгебры					
	Векторы. Линейные операции над векторами	2	2		4
	Произведения векторов	2	4		4
	Базис и размерность линейного пространства. Матрица перехода.	4	2		4
	Матрица линейного оператора в различных базисах. Собственные числа и собственные векторы линейного оператора.	4	4		4
3. Элементы аналитической геометрии					
	Прямая на плоскости	2	2		4
	Линии второго порядка.	2	2		4
	Плоскость в пространстве	2	2		4
	Прямая в пространстве. Прямая и плоскость.	2	2		4
	Поверхности второго порядка	4	2		4
	ВСЕГО	34	34		53

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	Кол-во лекц. часов	Кол-во часов СРС
семестр № 1				
1	Элементы линейной алгебры	Определители. Вычисление определителей.	2	2
2	Элементы линейной алгебры	Матрицы. Действия над матрицами.	4	4
3	Элементы линейной алгебры	Системы линейных алгебраических уравнений. Матричный метод. Правило Крамера.	2	2
4	Элементы линейной алгебры	Метод Гаусса. Общее решение системы линейных алгебраических уравнений.	4	4
5	Элементы векторной алгебры	Векторы. Линейные операции над векторами	2	2
6	Элементы векторной алгебры	Произведения векторов	4	4
7	Элементы векторной алгебры	Базис и размерность линейного пространства. Матрица перехода.	2	2
8	Элементы векторной алгебры	Матрица линейного оператора в различных базисах. Собственные числа и собственные векторы линейного оператора.	4	4
9	Элементы аналитической геометрии	Прямая на плоскости	2	2
10	Элементы аналитической геометрии	Линии второго порядка.	2	2
11	Элементы аналитической геометрии	Плоскость в пространстве	2	2
12	Элементы аналитической геометрии	Прямая в пространстве. Прямая и плоскость.	2	2
13	Элементы аналитической геометрии	Поверхности второго порядка	2	2
ВСЕГО:			34	34

4.3. Содержание лабораторных занятий

Не предусмотрено учебным планом

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Учебным планом предусмотрено два индивидуальных домашних задания, для выполнения которых предусмотрено 18 часов самостоятельной работы студента (по 9 часов на каждое задание).

ИДЗ №1. «Линейная и векторная алгебра»

Цель ИДЗ: проверка и закрепление знаний по разделам «Линейная алгебра» и «Векторная алгебра», полученных студентами в процессе самостоятельной проработки учебного материала, умение применять на практике приобретенные знания.

Типовые задания ИДЗ:

1. Вычисление определителей высших порядков.
2. Действия с матрицами, нахождение обратной матрицы.
3. Решение неоднородных систем линейных уравнений.
4. Решение однородных систем линейных уравнений.
5. Исследование систем линейных уравнений на совместность.
6. Нахождение координат вектора в заданном базисе.
7. Линейная зависимость системы векторов.
8. Линейные операторы.
9. Матрица линейного оператора в заданном базисе.
10. Собственные значения и собственные векторы линейного оператора.

ИДЗ №2. «Аналитическая геометрия»

Цель ИДЗ: проверка и закрепление знаний по разделу «Аналитическая геометрия», полученных студентами в процессе самостоятельной проработки учебного материала, умение применять на практике приобретенные знания.

Типовые задания ИДЗ:

1. Задачи с использованием метода координат.
2. Действия с векторами.
3. Скалярное, векторное и смешанное произведения векторов.
4. Приложения произведений векторов для решения задач.
5. Прямая на плоскости.
6. Канонические уравнения кривых второго порядка.
7. Классификация кривых второго порядка.
8. Уравнения плоскости.
9. Прямая в пространстве.
10. Классификация поверхностей.

В процессе выполнения индивидуальных домашних заданий осуществляется контактная работа обучающегося с преподавателем. Консультации проводятся в аудитории и/или посредством электронной информационно-образовательной среды университета.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1 Компетенция ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-1.1. Применяет основы естественнонаучных и общинженерных знаний в профессиональной деятельности	Устный опрос, работа на практических занятиях
ОПК-1.2. Решает стандартные профессиональные задачи с применением методов математического анализа и моделирования.	Выполнение контрольных работ и ИДЗ
ОПК-1.3. Использует методы теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	Выполнение контрольных работ и ИДЗ, экзамен

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Понятие поля и кольца. Свойства алгебраических полей. (ОПК-1.1)	<p>Дайте понятие поля.</p> <p>Сформулировать понятие кольца.</p> <p>Сформулировать свойства сложения в кольце.</p> <p>Дать понятие полугруппы. и подполугруппы, их взаимосвязь.</p> <p>Дать понятие подполугруппы, и у становить взаимосвязь ее сполугруппой.</p> <p>Описать свойства и методы умножения в кольце.</p> <p>Сформулировать понятие множеств и операции над ними.</p>
2	Векторные пространства (ОПК-1.2)	<p>Сформулировать понятие векторного пространства.</p> <p>Сформулировать понятие векторного пространства как упорядоченного набора элементов числового поля.</p> <p>Сформулировать понятие базиса и размерности векторного пространства.</p> <p>Сформулировать понятие и размерности векторного пространства.</p> <p>Решение задач на использование векторных пространств.</p> <p>Способы разложения вектора по базису.</p> <p>Сформулировать понятие обратного вектора и правило его нахождения.</p>
3	Прямая и плоскость (ОПК-1.3)	<p>Сформулировать понятие декартовой прямоугольной системы координат и способы ее задания.</p> <p>Привести примеры использования декартовой системы координат.</p> <p>Сформулировать понятие коллинеарности векторов</p>

		<p>пространства. Использование коллинеарности при решении задач. Привести примеры. Назвать способ определения коллинеарности в пространстве</p>
4	Системы линейных уравнений (ОПК-1.1, ОПК-1.2)	<p>Сформулировать понятие о множестве решений системы линейных уравнений. Сформулировать теорему Кронекера — Капелли. Описать метод Гаусса решения систем линейных уравнений (показать на своем примере). Сформулировать понятие базисного минора системы линейных уравнений. Записать формулу Крамера решения системы трех линейных уравнений (показать на примере). Решить систему линейных уравнений методом Крамера.</p>
5	Понятие определителя. Матрицы. Линейные операторы (ОПК-1.1, ОПК-1.2)	<p>Сформулировать понятие матрицы. Опишите метод создания обратной матрицы из заданной. Сформулировать понятие детерминанта. Привести примеры решения задач различного типа на матрицы, определители. Опишите способ образования транспонированной, комплексно сопряженной и эрмитово сопряженной матриц. Сформулировать понятие симметричной и кососимметричной (антисимметричной) матрицы. Примеры на каждый вид матрицы</p>
6	Полилинейные операции (ОПК-1.3)	<p>Сформулировать понятие полилинейных операций и их инвариантов (следов и свертков). Описать понятие тензора. Сформулировать понятия тензоров первого и второго рангов. Описать ковариантные, контрвариантные и смешанные тензоры второго рода.</p>
7	Инвариантные подпространства (ОПК-1.3)	<p>Сформулировать понятие инвариантных подпространств. Описать собственные векторы и собственные значения линейного оператора. Способы их нахождения. Понятие характеристического многочлена. Понятие кратности корня многочлена.</p>
8	Евклидовы пространства и их линейные преобразования (ОПК-1.3)	<p>Сформулировать евклидовы пространства и их линейные преобразования. Дать понятие скалярного произведения. Описать процесс ортогонализации. Сформулировать понятие ортогональных матриц. Сформулировать понятие изоморфизма евклидовых пространств.</p>
9.	Поверхности второго порядка (ОПК-1.3)	<p>Понятие билинейных функционалов. Описать квадратичные формы. Описать гиперповерхности второго порядка. Сформулировать понятие о кривых второго порядка как конические сечения. Их свойства. Назвать поверхности второго порядка.</p>
10.	Системы линейных неравенств. Неотрицательные	<p>Описать способы решения однородных и неоднородных систем линейных неравенств. Понятие о неразложимых матрицах.</p>

	матрицы. (ОПК-1.2, ОПК-1.3)	Сформулировать понятие собственных векторов неотрицательных матриц. Описать способ решения задач на использование матриц для типовых задач профессиональной деятельности.
--	--------------------------------	--

Задачи в экзаменационных билетах

1. При каком значении α векторы $\vec{a} = (\alpha, -3, 2)$ и $\vec{b} = (1, 2, -\alpha)$ взаимно перпендикулярны?

2. Найти решение системы уравнений:
$$\begin{cases} 2x + y - z = 0, \\ 3y + 4z = -6, \\ x + z = 1. \end{cases}$$

3. Определить угол между прямыми: $y = 5x + 7$, $y = \frac{2}{3}x + 1$.

4. Вычислить определитель:
$$\begin{vmatrix} 2 & 3 & 4 \\ 5 & -2 & 1 \\ 1 & 2 & 3 \end{vmatrix}$$
.

5. Составить уравнение прямой, проходящей через точки $A(3, -2, -1)$ и $B(5, 4, 5)$.

6. Даны матрицы $A = \begin{pmatrix} 3 & 5 \\ 2 & -1 \end{pmatrix}$ и $B = \begin{pmatrix} 1 & 4 \\ 3 & -2 \end{pmatrix}$. Найти $2A - B^T$.

7. Найти обратную матрицу для матрицы $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ -1 & 3 \end{pmatrix}$.

8. Составить уравнение плоскости, проходящей через точку $A(0, -2, 4)$ и перпендикулярной к вектору $\vec{a}(1, 2, -3)$.

9. Привести уравнение эллипса $x^2 + 4y^2 = 16$ к каноническому виду. Найти вершины, фокусы, эксцентриситет. Выполнить чертеж.

10. Пусть $A = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 2 \\ 1 & 3 & 1 \\ 4 & 1 & 1 \end{pmatrix}$. Найти $2A^2 + 3A + 5E$.

11. Даны матрицы $A = \begin{pmatrix} 1 & 6 \\ 2 & -4 \\ -3 & 9 \end{pmatrix}$ и $B = \begin{pmatrix} -2 & 4 \\ 3 & 7 \\ 8 & -11 \end{pmatrix}$. Найти: 1) $A+B$; 2) $A-B$; 3) $3A+4B$.

12. Даны матрицы $A = \begin{pmatrix} 1 & -1 & 3 \\ 2 & 0 & 2 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$ и $C = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 0 \\ -1 & 2 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 & 0 \end{pmatrix}$. Найти те из произведений AB, BA, AC, CA, BC, CB , которые имеют смысл.

13. Вычислить:

$$1) \begin{pmatrix} 1 & 1 & 3 \\ 2 & 2 & 1 \\ 3 & 2 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & -1 & 2 \\ -2 & 1 & 2 \\ 1 & 0 & -1 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}; \quad 2) \begin{pmatrix} 1 & -1 & 2 \\ -2 & 1 & 2 \\ 1 & 0 & -1 \end{pmatrix}^2 + \begin{pmatrix} 1 & 1 & 3 \\ 2 & 2 & 1 \\ 3 & 2 & 1 \end{pmatrix};$$

14. Найти матрицу, обратную к данной: а) через алгебраические дополнения, б)

с помощью присоединенной матрицы: $A = \begin{pmatrix} 3 & 4 & 7 \\ 5 & 1 & 3 \\ 2 & -1 & 8 \end{pmatrix}$.

15. Найти ранг матрицы: $A = \begin{pmatrix} 3 & 2 & 1 \\ 7 & 3 & 5 \\ 15 & 7 & 11 \\ 11 & 5 & 8 \end{pmatrix}$.

16. Вычислить определители, а) разложив их по теореме Лагранжа по элементам строки или столбца; б) путем накопления нулей в строке или

столбце: $\begin{vmatrix} 1 & 1 & 4 & 1 \\ 2 & 1 & 3 & 0 \\ 3 & 1 & 2 & 1 \\ 4 & 1 & 1 & 0 \end{vmatrix}$;

17. Исследовать систему на совместность и найти ее общее решение.

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 + x_3 + x_4 = 5, \\ x_2 + x_3 + x_4 = 3, \\ x_1 + x_2 = 2. \end{cases}$$

18. Даны векторы $\vec{a} = (3, -2, 6)$ и $\vec{b} = (-2, 1, 0)$. Найти координаты векторов: $2\vec{a} - \frac{1}{3}\vec{b}$,

$$\frac{1}{3}\vec{a} - \vec{b}, \quad 2\vec{a} + 3\vec{b}.$$

19. Даны точки А и В. Определить координаты вектора \overline{AB} и найти его длину и направление. $A(2, 2, 0)$, $B(0, -2, 5)$.

20. Даны векторы \vec{a} и \vec{b} . Вычислить: \vec{a}^2 , \vec{b}^2 , $(\vec{a} + \vec{b})^2$, $(\vec{a} - \vec{b})^2$. 1) $|\vec{a}| = 3$, $|\vec{b}| = 4$,

$$(\vec{a}, \vec{b}) = 2\pi/3. \quad 2) \vec{a} = (4, -2, -4), \vec{b} = (6, -3, 2). \quad \text{Ответ: } 36, 49, 129, 41.$$

21. Определить углы $\triangle ABC$ с вершинами $A(2, -1, 3)$, $B(1, 1, 1)$ и $C(0, 0, 5)$.

22. Докажите, что векторы $\vec{a}(6, -3, 2)$ и $\vec{b}(-3, 2, -6)$ не являются коллинеарными.

Найдите площадь треугольника, построенного на этих векторах.

23. Докажите, что векторы $\vec{a}(1, 2, 3)$, $\vec{b}(-1, 3, 2)$ и $\vec{c}(7, -3, 5)$ не являются компланарными и найдите объем пирамиды, построенной на этих векторах.

24. Даны вершины пирамиды $A_1(3, 1, 4)$, $A_2(-1, 6, 1)$, $A_3(-1, 1, 6)$, $A_4(0, 4, -1)$.

Требуется: 1) записать векторы $\overline{A_1A_2}$, $\overline{A_1A_3}$, $\overline{A_1A_4}$ и найти модули этих векторов; 2) найти угол между векторами $\overline{A_1A_2}$ и $\overline{A_1A_3}$; 3) найти площадь грани $A_1A_2A_3$; 4) найти объем пирамиды $A_1A_2A_3A_4$.

25. Написать уравнения прямых, привести их к общему виду. Сделать чертеж.

1) прямая отсекает на оси Оу отрезок $b=3$ и составляет с осью Ох угол в 45° ; 2) прямая проходит через точки $A(-3, 2)$ и $B(5, 3)$.

26. По данным уравнениям построить прямые, найти их угловые коэффициенты и отрезки, отсекаемые ими на осях координат: а)

$$2x - y + 3 = 0; \quad \text{б) } 5x + 2y - 8 = 0; \quad \text{в) } 3x + 8y + 16 = 0; \quad \text{г) } 3x - y = 0.$$

27. Записать уравнения прямых, которые проходят через точку $A(3, -1)$ и параллельны: а) оси абсцисс, б) оси ординат, в) биссектрисе первого

координатного угла; г) прямой $y = 3x + 9$.

28. Записать уравнение прямой, проходящей через точку $P(5, 2)$ и отсекающей равные отрезки на осях координат.

29. Определить угол между прямыми: 1) $y = 2x - 3$, $y = \frac{1}{2}x + 1$; 2)

$$5x - y + 7 = 0, 2x - 3y + 1 = 0; 3) 2x + y = 0, y = 3x - 4.$$

30. Построить окружности 1) $x^2 + y^2 - 4x + 6y - 3 = 0$; 2) $x^2 + y^2 - 8x = 0$.

31. Написать каноническое уравнение эллипса, зная, что: 1) расстояние между фокусами равно 8, а малая полуось $b = 3$; 2) расстояние между фокусами равно 6, а малая ось равна 24.

32. Написать каноническое уравнение гиперболы, зная, что: расстояние между фокусами равно 10, а между вершинами 8.

33. Построить параболы, заданные уравнениями: 1) $y^2 = 4x$; 2) $y^2 = -4x$; 3) $x^2 = 4y$; 4) $x^2 = -4y$, а также их фокусы и директрисы и написать уравнения директрис.

34. Написать каноническое уравнение параболы, зная, что: 1) парабола имеет фокус $F(0, 2)$ и вершину в точке $O(0, 0)$; 2) парабола симметрична относительно оси абсцисс и проходит через точки $O(0, 0)$ и $M(1, -4)$.

35. Выяснить, является ли оператор $A(x)$ линейным, если вектор $x = (x_1, x_2, x_3)$:
 $A(x) = (x_2 - 2x_3, x_1 + x_2, x_1)$.

36. Найти матрицу A^* линейного оператора в базисе (e_1^*, e_2^*, e_3^*) , заданного матрицей A в базисе (e_1, e_2, e_3) : $A = \begin{pmatrix} -3 & 1 \\ 2 & -1 \end{pmatrix}$, $e_1^* = e_2$, $e_2^* = e_1 + e_2$.

37. Найти собственные значения и собственные векторы линейного оператора

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

38. В некотором базисе векторы \vec{a} , \vec{b} , \vec{c} и \vec{d} заданы координатами. Убедиться, что векторы \vec{a} , \vec{b} , \vec{c} образуют базис, и найти в нем координаты вектора \vec{d} . 1) $\vec{a} = (2, 2, 1)$, $\vec{b} = (0, 4, 8)$, $\vec{c} = (-1, -1, 3)$, $\vec{d} = (1, 1, 2)$. 2) $\vec{a} = (5, 4, 1)$, $\vec{b} = (-3, 5, 2)$, $\vec{c} = (2, -1, 3)$, $\vec{d} = (7, 23, 4)$.

39. Векторы \vec{a} и \vec{b} взаимно перпендикулярны, $|\vec{a}| = 3$ и $|\vec{b}| = 4$. Вычислить: $|\vec{a} \times \vec{b}|$, $|(\vec{a} + \vec{b}) \times (\vec{a} - \vec{b})|$; $|(3\vec{a} - \vec{b}) \times (\vec{a} - 2\vec{b})|$.

40. Исследовать систему на совместность и найти ее общее решение.

$$1) \begin{cases} x_1 + 2x_2 + x_3 + x_4 = 5, \\ x_2 + x_3 + x_4 = 3, \\ x_1 + x_2 = 2. \end{cases} \quad 2) \begin{cases} 2x_1 - x_2 = -1, \\ x_1 + 2x_2 - x_3 = -2, \\ x_2 + x_3 = -2. \end{cases} \quad 3) \begin{cases} 2x_1 + 7x_2 + 3x_3 + x_4 = 6, \\ 3x_1 + 5x_2 + 2x_3 + 2x_4 = 4, \\ 9x_1 + 4x_2 + x_3 + 7x_4 = 2. \end{cases}$$

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в форме написания контрольных работ и защиты ИДЗ.

Защита ИДЗ проводится в форме устного опроса студента по выполненной работе и направлена на проверку степени усвоения материала и понимания теоретических сведений, используемых в процессе выполнения работы.

Примерные тематика и состав контрольной работы:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1.	Понятие поля и кольца. Свойства алгебраических полей (ОПК-1.1)	<p>Дайте понятие поля. Сформулировать понятие кольца. Сформулировать свойства сложения в кольце. Дать понятие полугруппы. и подполугруппы, их взаимосвязь. Дать понятие подполугруппы, и у становить взаимосвязь ее сполугруппой. Описать свойства и методы умножения в кольце. Сформулировать понятие множеств и операции над ними</p>
2.	Векторные пространства (ОПК-1.2)	<p>Сформулировать понятие векторного пространства. Сформулировать понятие векторного пространства как упорядоченного набора элементов числового поля. Сформулировать понятие базиса и размерности векторного пространства. Сформулировать понятие и размерности векторного пространства. Решение задач на использование векторных пространств. Способы разложения вектора по базису. Сформулировать понятие обратного вектора и правило его нахождения</p>
3.	Прямая и плоскость (ОПК-1.3)	<p>Сформулировать понятие декартовой прямоугольной системы координат и способы ее задания. Привести примеры использования декартовой системы координат. Сформулировать понятие коллинеарности векторов пространства. Использование коллинеарности при решении задач. Привести примеры. Назвать способ определения коллинеарности в пространстве</p>
4.	Системы линейных уравнений (ОПК-1.1, ОПК-1.2)	<p>Сформулировать понятие о множестве решений системы линейных уравнений. Сформулировать теорему Кронекера — Капелли. Описать метод Гаусса решения систем линейных уравнений (показать на своем примере). Сформулировать понятие базисного минора системы линейных уравнений. Записать формулу Крамера решения системы трех</p>

		линейных уравнений (показать на примере). Решить систему линейных уравнений методом Крамера
5.	Понятие определителя. Матрицы. Линейные операторы (ОПК-1.1, ОПК-1.2)	Сформулировать понятие матрицы. Опишите метод создания обратной матрицы из заданной. Сформулировать понятие детерминанта. Привести примеры решения задач различного типа на матрицы, определители. Опишите способ образования транспонированной, комплексно сопряженной и эрмитово сопряженной матриц. Сформулировать понятие симметричной и кососимметричной (антисимметричной) матрицы. Примеры на каждый вид матрицы
6.	Полилинейные операции (ОПК-1.3)	Сформулировать понятие полилинейных операций и их инвариантов (следов и свертков). Описать понятие тензора. Сформулировать понятия тензоров первого и второго рангов. Описать ковариантные, контрвариантные и смешанные тензоры второго рода.
7.	Инвариантные подпространства (ОПК-1.3)	Сформулировать понятие инвариантных подпространств. Описать собственные векторы и собственные значения линейного оператора. Способы их нахождения. Понятие характеристического многочлена. Понятие кратности корня многочлена.
8.	Евклидовы пространства и их линейные преобразования (ОПК-1.3)	Сформулировать евклидовы пространства и их линейные преобразования. Дать понятие скалярного произведения. Описать процесс ортогонализации. Сформулировать понятие ортогональных матриц. Сформулировать понятие изоморфизма евклидовых пространств.
9.	Поверхности второго порядка (ОПК-1.3)	Понятие билинейных функционалов. Описать квадратичные формы. Описать гиперповерхности второго порядка. Сформулировать понятие о кривых второго порядка как конические сечения. Их свойства. Назвать поверхности второго порядка.
10.	Системы линейных неравенств. Неотрицательные матрицы (ОПК-1.2, ОПК-1.3)	Описать способы решения однородных и неоднородных систем линейных неравенств. Понятие о неразложимых матрицах. Сформулировать понятие собственных векторов неотрицательных матриц. Описать способ решения задач на использование матриц для типовых задач профессиональной деятельности..

Контрольная работа №1. «Линейная алгебра»:

№1. Даны матрицы $A = \begin{pmatrix} 2 & -1 & -3 \\ 8 & -7 & -6 \\ -3 & 4 & 2 \end{pmatrix}$ и $B = \begin{pmatrix} 2 & -1 & -2 \\ 3 & -5 & 4 \\ 1 & 2 & 1 \end{pmatrix}$.

Найти: 1) $A \cdot B^T + 2E$; 2) $\text{tr}A$.

№2. Вычислить определитель 4-ого порядка:

$$\begin{vmatrix} 1 & 0 & -2 & 0 \\ 3 & 6 & -2 & 5 \\ 1 & 0 & 6 & 4 \\ 2 & 0 & 5 & -1 \end{vmatrix}.$$

№3. Решить систему уравнений тремя методами:

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

№4. Найти ранг матрицы A методом приведения к треугольному виду:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & -2 & 1 \\ 2 & 4 & -5 \\ 3 & 2 & -4 \end{pmatrix}.$$

Контрольная работа №2. «Векторная алгебра»:

№1. Даны вершины $A(7,9)$, $B(2,-3)$, $C(3,6)$ треугольника. Найти:

- 1) периметр треугольника;
- 2) площадь треугольника;
- 3) точку M , делящую сторону AB в отношении $AM / MB = 3$.

№2. Известны координаты векторов: $\vec{a}(-2;4)$, $\vec{b}(1;0)$, $\vec{c}(3;-4)$. Найти координаты вектора $\vec{d} = 5\vec{a} + 4\vec{b} - 4\vec{c}$ и угол между векторами \vec{a} и \vec{b} .

№3. В некотором базисе векторы \vec{a} , \vec{b} , \vec{c} и \vec{d} заданы координатами. Убедиться, что векторы \vec{a} , \vec{b} , \vec{c} образуют базис, и найти в нем координаты вектора \vec{d} .
 $\vec{a} = (2, 2, 1)$, $\vec{b} = (0, 4, 8)$, $\vec{c} = (-1, -1, 3)$, $\vec{d} = (1, 1, 2)$.

№4. Даны векторы $\vec{a}(2, -3, 1)$, $\vec{b}(0, 1, 4)$, $\vec{c}(5, 2, -3)$. Найти: а) смешанное произведение трех векторов; б) модуль векторного произведения; в) скалярное произведение двух векторов; г) проверить ортогональность двух векторов; д) проверить компланарность трех векторов.

№5. Найти собственные числа оператора, заданного матрицей: $A = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \\ 2 & 1 & 1 \end{pmatrix}$.

Контрольная работа №3. «Аналитическая геометрия»:

№1. Даны вершины $A(2;1)$, $B(3;0)$, $C(-4;-1)$ треугольника. Найти:

- 1) уравнение стороны AB и AC ;
- 2) угол A ;
- 3) уравнение прямой, проходящей через вершину C параллельно стороне AB ;
- 4) длину высоты BD ;
- 5) уравнение медианы AM .

№2. Составить канонические уравнения:

- 1) эллипса, если меньшая полуось $b=15$, фокус $F(-10;0)$;
 - 2) параболы с вершиной в начале координат, директриса которой $D: x = -4$.
- Построить графики полученных кривых.

№3. Даны точки $A_1(6,6,5)$, $A_2(4,9,5)$, $A_3(4,6,11)$, $A_4(6,9,3)$. Найти:

- 1) длину ребра A_1A_4 ;
- 2) объем пирамиды $A_1A_2A_3A_4$;
- 3) уравнение плоскости $A_1A_2A_3$;
- 4) уравнение прямой A_1A_4 ;
- 5) угол между плоскостью $x + y - 1 = 0$ и плоскостью $A_1A_2A_3$;
- 6) расстояние от точки A_4 до плоскости $A_1A_2A_3$;
- 7) площадь грани $A_1A_2A_3$;
- 8) угол между ребром A_1A_4 и гранью $A_1A_2A_3$.

№4. Построить тело, ограниченное плоскостями: $x=0$, $y=0$, $z=0$, $x-2y-z+4=0$.

Критерии оценки контрольной работы: контрольная работа оценивается по 5-тибалльной шкале: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Тестовые задания по темам

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1.	Понятие поля и кольца. Свойства алгебраических полей (ОПК-1.1)	<p><u>Задание 1.</u> Наибольшим общим делителем (НОД) двух чисел называется... <i>Выберите 1 правильный ответ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) общее из двух чисел; 2) целое положительное число; 3) наибольшее целое положительное число, являющееся делителем обоих этих чисел; 4) наибольшее число. <p><u>Задание 2.</u> Вычет, равный самому остатку, называется... <i>Выберите 1 правильный ответ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) наименьшим вычетом; 2) наименьшим неотрицательным вычетом; 3) неотрицательным вычетом; 4) наименьшим неотрицательным числом. <p><u>Задание 3.</u> Группой G называется множество элементов, для которых... <i>Выберите 1 правильный ответ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) определена некоторая операция $*$ и выполняются 4 аксиомы; 2) определена некоторая операция $*$ и выполняются 2 аксиомы; 3) определены операции $+$, $*$ и выполняются 4 аксиомы; 4) неопределена операция $*$ и выполняются 4 аксиомы. <p><u>Задание 4.</u> Группа содержит один единичный элемент, и каждый элемент группы имеет... <i>Выберите 1 правильный ответ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 2 обратных элемента; 2) не единственный обратный элемент; 3) взаимно сопряженный элемент; 4) единственный обратный элемент. <p><u>Задание 5.</u> Число элементов в группе называется... <i>Выберите 1 правильный ответ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) рангом группы; 2) порядком группы; 3) диаметром группы; 4) степенью группы. <p><u>Задание 6.</u> Подмножество элементов группы G называется..., если оно удовлетворяет всем аксиомам группы. <i>Выберите 1 правильный ответ.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) полем H; 2) матрицей; 3) подгруппой H; 4) кольцом . <p><u>Задание 7.</u> Число смежных (т.е. неперекрывающихся) классов k в разложении группы по подгруппе называется... <i>Выберите 1 правильный ответ.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) индексом H в G; 2) рангом группы; 3) порядком; 4) номером. <p><u>Задание 8.</u> Если a – порождающий элемент циклической группы порядка n, то</p>

		<p>a^k –....</p> <p>Выберите 1 правильный ответ.</p> <p>1) центральный элемент; 2) главный элемент; 3) порождающий элемент; 4) новый элемент.</p> <p>Задание 9.</p> <p>Кольцом \mathcal{R} называется множество элементов, на котором определены...</p> <p>Выберите 1 правильный ответ.</p> <p>1) операция сложения, и в \mathcal{R} выполняются 4 аксиомы; 2) операция умножения, и в \mathcal{R} выполняются 4 аксиомы; 3) две операции – сложение и умножение, и в \mathcal{R} выполняются 2 аксиомы; 4) две операции – сложение и умножение, и в \mathcal{R} выполняются 4 аксиомы.</p> <p>Задание 10.</p> <p>Поле F называют коммутативное кольцо с единицей, в котором...</p> <p>Выберите 1 правильный ответ.</p> <p>1) некоторые ненулевые элементы имеют мультипликативный обратный элемент (т.е. обратный по умножению) 2) каждый нулевой элемент имеет мультипликативный обратный элемент (т.е. обратный по умножению) 3) каждый ненулевой элемент имеет мультипликативный обратный элемент (т.е. обратный по умножению); 4) каждый ненулевой элемент имеет противоположный элемент (т.е. обратный по умножению).</p>
2.	Векторные пространства ОПК-1.2.	<p>Задание 1.</p> <p>Векторным пространством называется...</p> <p>Выберите 1 правильный ответ.</p> <p>1) абелева группа V; 2) аддитивная группа V; 3) аддитивное абелево кольцо V; 4) аддитивная абелева группа V.</p> <p>Задание 2.</p> <p>Групповая операция в векторном пространстве V называется...</p> <p>Выберите 1 правильный ответ</p> <p>1) сложением векторов; 2) умножением векторов; 3) вычитанием векторов; 4) суперпозицией векторов.</p> <p>Задание 3.</p> <p>Нейтральный элемент группы V называется...</p> <p>Выберите 1 правильный ответ</p> <p>1) положительным элементом; 2) отрицательным элементом; 3) нулевым элементом; 4) обратным элементом.</p> <p>Задание 4.</p> <p>Отображение $F: U \rightarrow W$ из векторного пространства U в векторное пространство W называется линейным отображением, если...</p> <p>Выберите 1 правильный ответ</p> <p>1) оно переводит $U \rightarrow W$; 2) оно преобразовывает U в U; 3) оно преобразовывает U в W; 4) оно перестановочно со сложением векторов и умножением векторов на числа.</p> <p>Задание 5.</p> <p>Векторные пространства, между которыми имеется взаимно однозначное линейное отображение, называются...</p> <p>Выберите 1 правильный ответ</p> <p>1) изоморфными; 2) гомоморфными; 3) нейтральными; 4) нулевыми.</p>

		<p><u>Задание 6.</u> Векторы a и b произвольного векторного пространства V называются пропорциональными, если... <i>Выберите 1 правильный ответ</i> 1) $a = b$; 2) $b = a$; 3) $x \cdot a = y \cdot b$ для некоторых чисел $x, y \in \mathbb{K}$, не равных одновременно нулю; 4) $x \cdot a = b$.</p> <p><u>Задание 7.</u> Векторное пространство, в котором имеется конечный порождающий набор векторов, называется... <i>Выберите 1 правильный ответ</i> 1) нейтральным; 2) конечномерным; 3) нулевым; 4) положительным.</p> <p><u>Задание 8.</u> Порождающий векторное пространство V набор векторов $\{e_v\}$ называется... <i>Выберите 1 правильный ответ</i> 1) элементом этого пространства; 2) нулевым элементом этого пространства; 3) главным элементом этого пространства; 4) базисом этого пространства.</p> <p><u>Задание 9.</u> Коэффициенты x_i единственного линейного выражения $v = \sum x_i e_i$ вектора v через базисные векторы e_v называются... <i>Выберите 1 правильный ответ</i> 1) координатами вектора v в базисе $\{e_v\}$; 2) векторами в базисе; 3) базисом; 4) векторным пространством.</p> <p><u>Задание 10.</u> Вектор-строка, имеющий те же элементы, что и e_i, называется... 1) эрмитово сопряженным; 2) обратным; 3) противоположным; 4) транспонированным вектором e_i</p>
3.	Прямая и плоскость (ОПК-1.3)	<p><u>Задание 1.</u> Уравнение вида $F(x, y, z) = 0$ называется... <i>Выберите 1 правильный ответ</i> 1) уравнением прямой; 2) уравнением эллипса; 3) уравнением плоскости; 4) уравнением окружности.</p> <p><u>Задание 2.</u> Уравнение вида $Ax + By + Cz + D = 0$ называется... <i>Выберите 1 правильный ответ</i> 1) общим уравнением прямой; 2) общим уравнением плоскости; 3) уравнением прямой; 4) уравнением окружности.</p> <p><u>Задание 3.</u> Уравнение вида $\frac{x}{a} + \frac{y}{b} + \frac{z}{c} = 1$, называется... <i>Выберите 1 правильный ответ</i> 1) уравнением прямой в отрезках; 2) уравнением плоскости в прямых; 3) уравнением плоскости в отрезках; 4) уравнение плоскости.</p> <p><u>Задание 4.</u> Уравнение вида $A(x - x_0) + B(y - y_0) + C(z - z_0) = 0$ называется... <i>Выберите 1 правильный ответ</i> 1) уравнением прямой; 2) уравнением отрезков; 3) уравнением эллипса; 4) уравнением плоскости, проходящей через</p>

точку перпендикулярно к заданному вектору.

Задание 5.

$$\begin{vmatrix} x - x_1 & y - y_1 & z - z_1 \\ x_2 - x_1 & y_2 - y_1 & z_2 - z_1 \\ x_3 - x_1 & y_3 - y_1 & z_3 - z_1 \end{vmatrix} = 0.$$

Уравнение вида называется...

Выберите 1 правильный ответ

- 1) уравнением плоскости;
- 2) уравнением плоскости, проходящей через три точки;
- 3) уравнением прямой в пространстве;
- 4) уравнением эллипса в пространстве.

Задание 6.

$$\cos \varphi = \frac{\vec{N}_1 \cdot \vec{N}_2}{|\vec{N}_1| \cdot |\vec{N}_2|} = \frac{A_1 A_2 + B_1 B_2 + C_1 C_2}{\sqrt{A_1^2 + B_1^2 + C_1^2} \cdot \sqrt{A_2^2 + B_2^2 + C_2^2}}.$$

Формула формулой...

Выберите 1 правильный ответ

- 1) расстояния между прямыми;
- 2) расстояния между плоскостями;
- 3) расстояния между прямой и плоскостью;
- 4) угла между плоскостями.

Задание 7.

$$d_{(Q)}^{M_0} = \frac{|Ax_0 + By_0 + Cz_0 + D|}{\sqrt{A^2 + B^2 + C^2}}.$$

Формула называется формулой...

Выберите 1 правильный ответ

- 1) расстояния от данной точки до данной плоскости;
- 2) угла между плоскостями;
- 3) расстояния между прямыми;
- 4) расстояния между плоскостями.

Задание 8.

$$\frac{x - x_0}{m} = \frac{y - y_0}{n} = \frac{z - z_0}{p}. \quad (2)$$

Уравнение вида Называется...

Выберите 1 правильный ответ

- 1) параметрическим уравнением прямой;
- 2) уравнением прямой в отрезках;
- 3) каноническим уравнением прямой в пространстве;
- 4) уравнением прямой, проходящей через заданную точку.

Задание 9.

$$\frac{x - x_1}{x_2 - x_1} = \frac{y - y_1}{y_2 - y_1} = \frac{z - z_1}{z_2 - z_1}$$

Уравнение вида называется уравнением...

Выберите 1 правильный ответ.

- 1) прямой в отрезках;
- 2) плоскости в отрезках;
- 3) плоскости через прямую;
- 4) прямой, проходящей в пространстве через 2 точки.

Задание 10.

$$\frac{m}{A} = \frac{n}{B} = \frac{p}{C}$$

Соотношение называется условием...

Выберите 1 правильный ответ.

- 1) параллельности прямых;
- 2) перпендикулярности прямой и плоскости;
- 3) параллельности прямой и плоскости;
- 4) коллинеарности 2 плоскостей.

4. Системы линейных уравнений (ОПК-1.1, ОПК-1.2)

Задание 1.

Два вектора плоскости линейно зависимы тогда и только тогда, когда они...

Выберите 1 правильный ответ.

- 1) перпендикулярны;
- 2) коллинеарны;
- 3) компланарны;
- 4) взаимно сопряжены.

Задание 2.

Два вектора плоскости \vec{e}_1, \vec{e}_2 линейно независимы в том и только том случае, если они...

Выберите 1 правильный ответ.

- 1) коллинеарны; 2) параллельны; 3) перпендикулярны;
- 4) неколлинеарны

Задание 3.

В записи $\vec{v} = \alpha \cdot \vec{e}_1 + \beta \cdot \vec{e}_2$ числа α, β называются ...

Выберите 1 правильный ответ.

- 1) координатами скаляра; 2) скалярами; 3) координатами вектора в данном базисе; 4) координатами в декартовой системе.

Задание 4.

Выражение $\alpha \cdot \vec{e}_1 + \beta \cdot \vec{e}_2$ называют...

Выберите 1 правильный ответ.

- 1) разложением вектора по базису (\vec{e}_1, \vec{e}_2) ;
- 2) координатами вектора;
- 3) координатами скаляра;
- 4) линейным представлением скаляра.

Задание 5.

Базисом плоскости называется...

Выберите 1 правильный ответ.

- 1) три линейно независимых (неколлинеарных) векторов, взятые в любом порядке;
- 2) пара линейно независимых (неколлинеарных) векторов (\vec{e}_1, \vec{e}_2) , взятых в любом порядке;
- 3) пара линейно независимых (неколлинеарных) векторов (\vec{e}_1, \vec{e}_2) , взятых в определённом порядке;
- 4) четыре линейно зависимых (коллинеарных) вектора, взятых в определённом порядке.

Задание 6.

Точка O плоскости, которая называется началом координат, и ортонормированный базис (\vec{i}, \vec{j}) задают...

Выберите 1 правильный ответ.

- 1) полярную систему координат;

		<p>2) декартову систему координат; 3) аффинную систему координат; 4) декартову прямоугольную систему координат.</p> <p>Задание 7. Точка O плоскости, которая называется началом координат, и неколлинеарные векторы \vec{e}_1, \vec{e}_2, взятые в определённом порядке, задают...</p> <p><i>Выберите 1 правильный ответ.</i></p> <p>1) полярную систему координат; 2) декартову систему координат; 3) аффинную систему координат; 4) декартову прямоугольную систему координат.</p> <p>Задание 8. Для того чтобы два вектора плоскости $\vec{v}(v_1; v_2), \vec{w}(w_1; w_2)$ были коллинеарны, необходимо и достаточно, чтобы их соответствующие координаты...</p> <p><i>Выберите 1 правильный ответ.</i></p> <p>1) были непропорциональны; 2) были взаимно сопряжены; 3) были коллинеарны; 4) были пропорциональны.</p> <p>Задание 9. Два вектора плоскости $\vec{v}(v_1; v_2), \vec{w}(w_1; w_2)$ коллинеарны тогда и только тогда, когда определитель, составленный из координат данных векторов...</p> <p><i>Выберите 1 правильный ответ.</i></p> <p>1) равен нулю; 2) больше нуля; 3) меньше нуля; 4) меньше единицы.</p> <p>Задание 10. Для того чтобы два вектора пространства $\vec{v}(v_1; v_2; v_3), \vec{w}(w_1; w_2; w_3)$ были коллинеарны, необходимо и достаточно, чтобы их соответствующие координаты были...</p> <p><i>Выберите 1 правильный ответ.</i></p> <p>1) не равны нулю; 2) равны нулю; 3) пропорциональны; 4) одинаковы.</p>
5.	Понятие определителя. Матрицы. Линейные операторы (ОПК-1.1, ОПК-1.2)	<p>Задание 1.</p> $A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix}$ <p>Таблица вида $\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix}$ называется...</p> <p><i>Выберите 1 правильный ответ.</i></p> <p>1) определителем; 2) определителем Вронского; 3) матрицей; 4) симплекс-таблицей.</p> <p>Задание 2. Матрица, у которой всего один столбец, называется...</p> <p><i>Выберите 1 правильный ответ.</i></p> <p>1) числовым вектором; 2) вектором; 3) числом; 4) линейной матрицей.</p> <p>Задание 3. Матрица у которой всего одна строка, называется...</p> <p><i>Выберите 1 правильный ответ.</i></p> <p>1) столбцовой; 2) рядовой; 3) линейной; 4) строчной.</p>

		<p><u>Задание 4.</u> Квадратная матрица, у которой равны нулю все элементы, кроме стоящих на главной диагонали $(a_{11} a_{22} \dots a_{nn})$, называется... <i>Выберите 1 правильный ответ.</i> 1) нулевой; 2) единичной; 3) диагональной; 4) строчной.</p> <p><u>Задание 5.</u> Две матрицы называются равными, если они одинакового размера и их соответствующие элементы... <i>Выберите 1 правильный ответ.</i> 1) большие нуля; 2) меньше нуля; 3) равны нулю; 4) равны.</p> <p><u>Задание 6.</u> Суммой двух матриц одинакового размера называется матрица того же размера, каждый элемент которой равен... <i>Выберите 1 правильный ответ.</i> 1) разности соответствующих элементов данных двух матриц; 2) сумме соответствующих элементов данных двух матриц; 3) произведению соответствующих элементов данных двух матриц; 4) частному соответствующих элементов данных двух матриц.</p> <p><u>Задание 7.</u> Чтобы умножить матрицу на число λ, нужно... <i>Выберите 1 правильный ответ.</i> 1) каждый элемент этой матрицы сложить с числом; 2) каждый элемент этой матрицы разделить на число; 3) каждый элемент этой матрицы отнять от числа; 4) каждый элемент этой матрицы умножить на это число.</p> <p><u>Задание 8.</u> Наивысший из порядков миноров, отличных от нуля, называется... <i>Выберите 1 правильный ответ.</i> 1) детерминантом; 2) рангом определителя; 3) рангом матрицы; 4) определителем.</p> <p><u>Задание 9.</u> Матрицы, полученные одна из другой при элементарных преобразованиях, называются... <i>Выберите 1 правильный ответ.</i> 1) подобными; 2) эквивалентными; 3) равными; 4) сопряженными.</p> <p><u>Задание 10.</u> Определителем ___ порядка называется число, обозначаемое $\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}$ символом <i>Выберите 1 правильный ответ и вставьте вместо троеточия.</i> 1) пятого; 2) третьего; 3) первого; 4) второго.</p>
6.	Полилинейные операции (ОПК-1.3)	<p><u>Задание 1.</u> Тензор — применяемый в математике и физике вид... <i>Выберите 1 правильный ответ</i> 1) матрицы; 2) определителя; 3) линейного многокомпонентного алгебраического объекта, заданного на векторном пространстве конечной размерности 4) линейного многокомпонентного алгебраического отображения.</p> <p><u>Задание 2.</u> Тензоры ранга 1– это.... <i>Выберите 1 правильный ответ</i></p>

1) скаляры пространства; 2) матрицы в пространстве;
3) векторы пространства; 4) определители, заданные в пространстве.

Задание 3.

Тензоры 2 ранга — это....

Выберите 1 правильный ответ

1) линейные операторы; 2) билинейные формы, линейные операторы и бивекторы на V ; 3) линейные формы; 4) линейные матрицы.

Задание 4.

Тензоры были придуманы в году Туллио Леви-Чивита и Грегорио Риччи-Курбастро.

Выберите 1 правильный ответ и вставьте вместо троеточия.

1) 1900; 2) 1905; 3) 1911; 4) 1922.

Задание 5

Контравариантность— это свойство преобразования координат...

Выберите 1 правильный ответ.

1) прямо пропорционально преобразованию базиса;
2) прямо пропорционально изменению порождающего вектора;
3) обратно пропорционально преобразованию базиса;
4) произвольно.

Задание 6.

Ковариантность – это преобразование координат какого-либо объекта....

Выберите 1 правильный ответ.

1) обратно пропорционально базису;
2) независимо от базиса;
3) пропорционально преобразованию определителя;
4) пропорционально преобразованию базиса.

Задание 7.

Тензором типа $\begin{pmatrix} s \\ r \end{pmatrix}$ на векторном пространстве V (размерности n) называется объект, задаваемый в произвольном базисе *Выберите 1 правильный ответ.*

1) матрицей; 2) набором чисел; 3) векторами; 4) линейной комбинацией векторов.

Задание 8.

Число называют...

Выберите 1 правильный ответ.

1) рангом матрицы; 2) рангом определителя; 3) валентностью или рангом тензора; 4) степенью тензора.

Задание 9.

Псевдотензоры — алгебраические объекты, координаты которых...

Выберите 1 правильный ответ.

1) преобразуются аналогично тензорам;
2) преобразуются произвольно;
3) преобразуются аналогично тензорам, за исключением смены ориентации базиса;
4) преобразуются независимо от базиса. базиса

Задание 10.

Многоиндексные объекты, не являющиеся тензорами, – это...

Выберите 1 правильный ответ.

1) символы Кристоффеля ;
2) символы Кирхгоффа;
3) символы Крамера ;

		<p>4) символы Лагранжа.</p> <p><u>Задание 1.</u></p> <p>$l \left(\begin{smallmatrix} s \\ r \end{smallmatrix} \right)$</p> <p>Тензором типа _____ называется... <i>Выберите 1 правильный ответ.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) линейная функция; 2) квадратичная функция; 3) полилинейная функция (полилинейная форма), то есть числовая функция от аргументов следующего вида; 4) функция 2 переменных. <p><u>Задание 2.</u></p> <p>На пространстве V полилинейные функции — это... <i>Выберите 1 правильный ответ.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) числовые функции от нескольких аргументов-векторов этого пространства, линейные по каждому из аргументов; 2) комплексные функции; 3) ряды Фурье на этом пространстве; 4) числовые функции от одного аргумента-вектора этого пространства. <p><u>Задание 3.</u></p> <p>Полилинейные функции от аргументов-векторов в пространстве V являются... <i>Выберите 1 правильный ответ.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) тензорами 1 ранга; 2) тензорами типа $\binom{0}{r}$; 3) вектором пространства; 4) порождающим элементом. <p><u>Задание 4.</u></p> <p>Классическим пример тензоров типа $\binom{0}{2}$ (дважды ковариантный тензор) являются... <i>Выберите 1 правильный ответ.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) функции одного аргумента; 2) функции 3 аргументов; 3) билинейные формы — числовые функции двух аргументов-векторов пространства, линейные по каждому из аргументов; 4) функции, нелинейные по аргументам. <p><u>Задание 5.</u></p> <p>Тензор ранга над n-мерным векторным пространством — это... <i>Выберите 1 правильный ответ.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) тензор 2 ранга; 2) тензор 1 ранга; 3) детерминант; 4) элемент тензорного произведения пространств и \mathbf{r} сопряжённых пространств <p><u>Задание 6.</u></p> <p>Тензорное произведение векторных пространств — это... <i>Выберите 1 правильный ответ.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) векторное пространство W, которое связано с этими векторными пространствами посредством полилинейного отображения; 2) линейное отображение; 3) нелинейное отображение; 4) линейная функция. <p><u>Задание 7.</u></p> <p>Тензорное произведение векторов в координатном представлении —</p>
7.	Инвариантные подпространства (ОПК-1.3)	

		<p>это...</p> <p><i>Выберите 1 правильный ответ.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) скалярное произведение; 2) определитель Вронского; 3) матрица координат; 4) вектор, координатами которого являются всевозможные произведения координат «умножаемых» векторов. <p><u>Задание 8.</u></p> <p>Тензорное произведение некоммутативно, то есть...</p> <p><i>Выберите 1 правильный ответ.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) порядок векторов произвольный; 2) вектора чередуются с координатами; 3) порядок перемножаемых векторов влияет на результат; 4) перемножаются только скаляры. <p><u>Задание 9.</u></p> <p>В физике термин <i>тензор</i> имеет тенденцию применяться только к тензорам...</p> <p><i>Выберите 1 правильный ответ.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) двумерного пространства; 2) над обычным физическим 3-мерным пространством; 3) над многомерным пространством; 4) особой группы. <p><u>Задание 10.</u></p> <p>Симметричным по двум ко-(контра-)вариантным индексам называется тензор, который...</p> <p><i>Выберите 1 правильный ответ.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) не зависит от индексов; 2) зависит от степеней; 3) зависит от скалярного произведения координат; 4) не изменяется от перестановки этих индексов.
8.	Евклидовы пространства и их линейные преобразования (ОПК-1.3)	<p><u>Задание 1.</u></p> <p>На пространстве \mathbb{R}^n задано скалярное произведение, если...</p> <p><i>Выберите 1 правильный ответ.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) каждому значению x соответствует несколько значений y; 2) каждому значению x соответствует одно значение y; 3) каждой паре векторов $x, y \in \mathbb{R}^n$ поставлено в соответствие вещественное число $(x, y) \in \mathbb{R}$, и при этом выполнены аксиомы скалярного произведения; 4) если перемножаются произвольно координаты векторов. <p><u>Задание 2.</u></p> <p>Если на пространстве \mathbb{R}^n введено скалярное произведение, то его называют...</p> <p><i>Выберите 1 правильный ответ.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) комплексным; 2) действительным; 3) рациональным; 4) вещественным евклидовым пространством. <p><u>Задание 3.</u></p> <p>Неравенство вида</p> $ x + y \leq x + y \text{ для любых } x, y \in \mathbb{R}^n.$ <p>называется неравенством</p> <p><i>Выберите 1 правильный ответ.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Минковского; 2) Декарта; 3) Пифагора; 4) Фалеса. <p><u>Задание 4.</u></p> <p>Пространство \mathbb{R}^n со стандартным скалярным произведением</p>

		<p>называют...</p> <p><i>Выберите 1 правильный ответ.</i></p> <p>1) 2-мерным; 2) 2-мерным геометрическим; 3) скалярным; 4) n-мерным арифметическим пространством.</p> <p><u>Задание 5.</u></p> <p>Если на пространстве C^n введено скалярное произведение, то его называют...</p> <p><i>Выберите 1 правильный ответ.</i></p> <p>1) действительным евклидовым пространством; 2) рациональным евклидовым пространством; 3) комплексным евклидовым пространством; 4) иррациональным евклидовым пространством.</p> <p><u>Задание 6.</u></p> <p>Пусть в конечномерном векторном пространстве V с невырожденным скалярным умножением дан ортогональный базис \bar{e}_i, т.е. $\bar{e}_i \cdot \bar{e}_i = 1$, $i = 1, \dots, n$, то этот ортогональный базис называется...</p> <p><i>Выберите 1 правильный ответ</i></p> <p>1) параллельным; 2) ортогональным; 3) перпендикулярным; 4) сопряженным.</p> <p><u>Задание 7.</u></p> <p>Два конечномерных евклидовых пространства изоморфны тогда и только тогда, когда...</p> <p><i>Выберите 1 правильный ответ</i></p> <p>1) имеют размерности разные; 2) одно пространство имеет размерность большую по сравнению со вторым; 3) они имеют одинаковую размерность; 4) одно пространство имеет размерность меньшую по сравнению со вторым.</p> <p><u>Задание 8.</u></p> <p>Линейный оператор, заданный ортогональной матрицей, переводит ортонормированный базис линейного пространства...</p> <p><i>Выберите 1 правильный ответ</i></p> <p>1) в ненормированный; 2) в ортонормированный 3) в ортонормальный; 4) в нерегулируемый.</p> <p><u>Задание 9.</u></p> <p>Матрица вращения является...</p> <p><i>Выберите 1 правильный ответ</i></p> <p>1) единичной; 2) ортонормированной; 3) ортогональной; 4) ненормированной.</p> <p><u>Задание 10.</u></p> <p>Любая вещественная ортогональная матрица подобна...</p> <p><i>Выберите 1 правильный ответ</i></p> <p>1) блочно-диагональной матрице; 2) диагональной матрице; 3) единичной матрице; 4) блочной матрице.</p>
9.	Поверхности второго порядка (ОПК-1.3)	<p><u>Задание 1.</u></p> <p>Билинейной формой называется...</p> <p><i>Выберите 1 правильный ответ</i></p> <p>1) система линейных функций; 2) система квадратичных функций;</p>

$$F: L \times L \rightarrow K$$

3) функция , линейная по каждому из аргументов;

4) линейная функция.

Задание 2.

Билинейная форма F называется симметричной, если...

Выберите 1 правильный ответ

1) каждому x соответствует u;

$$F(x, y) = F(y, x)$$

2) ... для любых векторов;

$$F(x, y) = F(y, x)$$

3) ... для 2 векторов;

4) каждому x соответствует 2 значения u;

Задание 3.

Билинейная форма F называется кососимметричной (антисимметричной), если...

Выберите 1 правильный ответ

1) $F(x, y) = -F(y, x)$ для любых векторов $x, y \in L$;

2) $F(x, y) = -F(y, x)$ только для 2 векторов из всего пространства;

3) каждому x соответствует 2 значения u;

4) каждому x соответствует 1 значение u.

Задание 4.

Радикалом билинейной формы называется...

Выберите 1 правильный ответ

1) некоторое векторное пространство;

2) некоторое поле;

3) некоторое кольцо;

4) ортогональное дополнение самого пространства относительно

Задание 5.

Билинейная форма называется невырожденной, если...

Выберите 1 правильный ответ

1) её ранг меньше 1

2) её ранг равен 1

3) её ранг равен

4) её ранг равен

Задание 6.

Квадратичная форма — это....

Выберите 1 правильный ответ

1) это некоторое поле;

2) функция на некотором кольце;

3) функция на некоторой алгебраической группе;

4) функция на векторном пространстве, задаваемая однородным многочленом второй степени от координат вектора.

Задание 7.

Квадратичная форма называется положительно определённой, если ...

Выберите 1 правильный ответ.

1) для любого $x \neq 0$ выполнено неравенство

2) для любого $x \neq 0$ выполнено неравенство

3) для любого $x \neq 0$ выполнено неравенство

4) для любого члена $z=0$ /

Задание 8.

Положительно определённые и отрицательно определённые формы называются...

	<p><i>Выберите 1 правильный ответ.</i></p> <p>1) знакопеременными; 2) знакочередующимися; 3) знакоопределенными; 4) знакоотрицательными.</p> <p><u>Задание 9.</u></p> <p>Квадратичная форма является положительно определенной, тогда и только тогда, когда...</p> <p><i>Выберите 1 правильный ответ.</i></p> <p>1) все угловые миноры её матрицы строго положительны; 2) все угловые миноры её матрицы строго отрицательны; 3) угловые миноры её матрицы меняют знак с положительного на отрицательный; 4) угловые миноры её матрицы меняют знак с отрицательного на положительный.</p> <p><u>Задание 10.</u></p> <p>Дать определение кривой второго порядка.</p>
--	--

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзаменов используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
	<p>ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности</p> <p>ОПК-1.1. Применяет основы естественнонаучных и общеинженерных знаний в профессиональной деятельности</p> <p>ОПК-1.2. Решает стандартные профессиональные задачи с применением методов математического анализа и моделирования.</p> <p>ОПК-1.3. Использует методы теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности</p>
Знания	<p>Знание определений, основных фактов и теорем линейной, векторной алгебры и аналитической геометрии</p> <p>Объем освоенного материала</p> <p>Полнота ответов на вопросы</p> <p>Четкость изложения и интерпретации знаний</p>
Умения	<p>Умение применение основных методов алгебры и аналитической геометрии при решении простейших задач</p> <p>Умение использовать теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач</p> <p>Умение проверять решение и анализировать результаты</p>
Навыки	<p>Владение навыками применения средств алгебры и аналитической геометрии при моделировании простейших явлений и процессов</p> <p>Качество выполнения исследований объектов профессиональной деятельности</p> <p>Самостоятельность выполнения исследований объектов профессиональной деятельности</p>

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание определений, основных фактов и теорем линейной, векторной алгебр и аналитической геометрии	Не знает определений, основных фактов и теорем линейной, векторной алгебр и аналитической геометрии	Знает некоторые определения, факты и теоремы линейной, векторной алгебр и аналитической геометрии	Знает основные определения, факты и теоремы линейной, векторной алгебр и аналитической геометрии	Знает определения, факты и теоремы линейной, векторной алгебр и аналитической геометрии
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение применять методы алгебры и аналитической геометрии при решении задач	Не умеет применять методы алгебры и аналитической геометрии при решении задач	Допускает неточности в решении задач с применением методов алгебры и аналитической геометрии	При решении задач с применением методов алгебры и аналитической геометрии иногда допускает ошибки	Безошибочно решает задачи с применением методов алгебры и аналитической геометрии
Умение использовать теоретические знания для	Не умеет использовать теоретические знания для	Использование теоретических знаний для	Умеет использовать теоретические знания для	Умело использует теоретические знания для выбора методики решения

знания для выбора методики решения профессиональных задач	выбора методики решения профессиональных задач	выбора методики решения профессиональных задач вызывает затруднения	выбора методики решения профессиональных задач	профессиональных задач
Умение проверять решение и анализировать результаты	Не умеет проверять решение и анализировать результаты	Умеет проверять решение некоторых задач	Умеет проверять решение некоторых задач и анализировать результаты	Умеет проверять решение и анализировать результаты

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владение навыками применения средств алгебры и аналитической геометрии при моделировании простейших явлений и процессов	Не владеет навыками применения средств алгебры и аналитической геометрии при моделировании простейших явлений и процессов	Не достаточно хорошо владеет навыками применения средств алгебры и аналитической геометрии при моделировании простейших явлений и процессов	Владеет навыками применения средств алгебры и аналитической геометрии при моделировании простейших явлений и процессов	Профессионально владеет навыками применения средств алгебры и аналитической геометрии при моделировании простейших явлений и процессов
Самостоятельность решения задач методами алгебры и аналитической геометрии	Не может самостоятельно решать задачи методами алгебры и аналитической геометрии	Решает задачи методами алгебры и аналитической геометрии с посторонней помощью	При решении задач методами алгебры и аналитической геометрии иногда требуется посторонняя помощь	Самостоятельно решает задачи методами алгебры и аналитической геометрии

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий	Специализированная мебель. Мультимедийная установка, экран, доски
2.	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий	Специализированная мебель. Компьютеры на базе процессоров Intel или AMD.
3.	Зал электронных ресурсов, здание библиотеки, № 302 Читальный зал учебной литературы, здание библиотеки, № 303	Специализированная мебель. Компьютерная техника, подключенная к сети интернет и имеющая доступ в электронно-образовательную среду

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1.	Microsoft Windows 10 Корпоративная	(Соглашение Microsoft Open Value Subscription V9221014 Соглашение действительно с 01.11.2020 по 31.10.2023). Договор поставки ПО № 128-21 от 30.10.2021.
2.	Microsoft Office Professional Plus 2016	(Соглашение Microsoft Open Value Subscription V9221014 Соглашение действительно с 01.11.2020 по 31.10.2023). Договор поставки ПО № 128-21 от 30.10.2021.
3.	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
4.	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5.	Среды программирования Dev C++ , CodeBlocks, Visual Studio Community Edition	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Беклемишев, Д. В. Курс аналитической геометрии и линейной алгебры [Электронный ресурс]: учебник / Д. В. Беклемишев. - 15-е изд., стер. - [Б. м.]: Лань, 2018. - 448 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/98235> — ЭБС БГТУ им В.Г. Шухова, по паролю
2. Сборник задач по аналитической геометрии и линейной алгебре: учебное пособие / Л. А. Беклемишева, Д. В. Беклемишев, А. Ю. Петрович, И. А. Чубаров. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 496 с. — ISBN 978-5-8114-0861-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/97281> — ЭБС БГТУ им В.Г. Шухова, по паролю
3. Клетеник, Д. В. Сборник задач по аналитической геометрии: учебное пособие / Д. В. Клетеник; под редакцией Н. В. Ефимова. — 17-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2018. — 224 с. — ISBN 978-5-8114-1051-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/103191> — ЭБС БГТУ им В.Г. Шухова, по паролю
4. Курош А. Г. Курс высшей алгебры. / А. Г. Курош. – Спб.: Лань, 2008. – 431 с.
5. Ефимов Н.В. Краткий курс аналитической геометрии. – М.: Физматлит, 2004. – 238 с.
6. Федоренко Б.З, Петрашев В.И., Математика. Сборник индивидуальных заданий: Учебно-практическое пособие/ – 2-е изд., перераб. и доп. – Белгород:

Изд-во БИЭИ. –Ч.1: Линейная алгебра. Аналитическая геометрия. Введение в математический анализ. – 2004. – 70 с.

7. Кострикин А. И. Введение в алгебру. Основы алгебры. / А. И. Кострикин. – М.: Физматлит, 2004. – 271 с.

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. Электронная библиотека (на базе ЭБС «БиблиоТех») — Режим доступа: <http://ntb.bstu.ru>

2. Электронно-библиотечная система IPRbooks — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>

3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE» — Режим доступа: <http://www.biblioclub.ru/>