

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования_
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт информационных технологий, математики и механики

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Практикум по алгебре и геометрии

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

09.03.03 - Прикладная информатика

Направленность образовательной программы

Прикладная информатика в области принятия решений

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.25 Практикум по алгебре и геометрии относится к обязательной части образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ОПК-1: Способен применять естественнонаучные и общетеоретические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;	ОПК-1.1: Демонстрирует знание основ высшей математики, физики, вычислительной техники и программирования. ОПК-1.2: Демонстрирует умение решать профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общетеоретических знаний, методов математического анализа и моделирования. ОПК-1.3: Демонстрирует наличие практического опыта теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.	ОПК-1.1: Знать основы высшей алгебры, линейной алгебры, теории матриц, абстрактной алгебры. Уметь решать основные задачи линейной алгебры, аналитической геометрии, высшей алгебры Владеть опытом использования аппарата алгебры и геометрии при решении практических задач ОПК-1.2: Уметь использовать основные методы линейной алгебры, аналитической геометрии при получении новых результатов и решении практических задач Знать основные методы линейной алгебры, аналитической геометрии, высшей алгебры, элементов абстрактной алгебры Владеть основными методами линейной алгебры, аналитической геометрии для получения новых результатов и при решении практических задач ОПК-1.3: Уметь использовать на практике основные алгебраические модели	Контрольная работа	Зачёт: Контрольные вопросы

		Знать основные алгебраические модели и их важнейшие приложения Владеть вычислительными методами алгебры, которые используются для решения и исследования практических задач		
--	--	--	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	6
Часов по учебному плану	216
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	0
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	112
- КСР	3
самостоятельная работа	101
Промежуточная аттестация	0 Зачёт

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Семестр 1. Тема 1. Группа, кольцо, поле.	4		2	2	2
Тема 2. Комплексные числа.	4		2	2	2
Тема 3. Многочлены.	10		8	8	2
Тема 4. Системы линейных уравнений.	3		1	1	2
Тема 5. Матрицы и определители матриц.	12		10	10	2

Тема 6. Векторы на плоскости и в пространстве.	6		4	4	2
Тема 7. Линейное (векторное) пространство над полем.	15		10	10	5
Тема 8. Теория систем линейных уравнений.	6		4	4	2
Тема 9. Суммы подпространств, базис и размерность суммы.	4		2	2	2
Тема 10. Линейные преобразования.	7		5	5	2
Семестр 2. Тема 11. Евклидово (унитарное) пространство.	15		6	6	9
Тема 12. Скалярное произведения векторов.	10		4	4	6
Тема 13. Линейные преобразования евклидовых и унитарных пространств.	12		6	6	6
Тема 14. Билинейные и квадратичные функции.	12		6	6	6
Тема 15. Кривые и поверхности 2-го порядка.	10		4	4	6
Тема 16. Минимальный аннулирующий многочлен, жорданова форма, жорданов базис.	12		6	6	6
Семестр 3. Тема 17. Группы.	27		12	12	15
Тема 18. Кольца.	25		10	10	15
Тема 19. Поля.	19		10	10	9
Аттестация	0				
КСР	3			3	
Итого	216	0	112	115	101

Содержание разделов и тем дисциплины

Семестр 1.

Тема 1. Группа, кольцо, поле. Понятие группы, кольца поля. Примеры, конечные поля.

Тема 2. Комплексные числа. Тригонометрическая форма комплексного числа. Сопряженные числа.

Неравенство треугольника. Формула Муавра, корни из единицы. Решение алгебраических уравнений малых степеней.

Тема 3. Многочлены. Делимость в кольце многочленов. НОД. Неприводимые многочлены над полем. Разложение многочлена на неприводимые. Выделение кратных множителей. Основная теорема алгебры. Интерполяционный многочлен. Теорема Штурма. Неприводимые многочлены над кольцом целых и полем рациональных чисел. Критерий Эйзенштейна.

Тема 4. Системы линейных уравнений. Метод Гаусса.

Тема 5. Матрицы и определители матриц. Связь элементарных преобразований строк и столбцов с умножением матриц. Свойства определителей. Теорема Лапласа. Правило Крамера. Обратная матрица.. Решение матричных уравнений. Формула Бине–Коши.

Тема 6. Векторы на плоскости и в пространстве. Операции с векторами. Базис. Координаты вектора в базисе. Аффинная система координат. Деление отрезка в заданном отношении. Центр тяжести системы материальных точек. Полярная, цилиндрическая и сферическая системы координат. Различные уравнения прямых и плоскостей.

Тема 7. Линейное (векторное) пространство над полем. Линейная оболочка. Линейная зависимость. Эквивалентные системы векторов. Теорема о замене. Базис линейного пространства. Координаты вектора в базисе. Изменение координат при замене базиса. Изоморфизм линейных пространств.

Тема 8. Теория систем линейных уравнений. Теорема Кронекера–Капелли. Множество решений

системы линейных уравнений, два способа задания линейного многообразия. Размерность линейного многообразия.

Тема 9. Суммы подпространств, базис и размерность суммы. Прямая сумма.

Тема 10. Линейные преобразования. Ядро, образ, ранг, дефект линейного преобразования. Матрица преобразования. Изменение матрицы при изменении базиса. Подобие матриц. Инвариантные подпространства. Собственные векторы и числа. Характеристический многочлен линейного преобразования. Теорема о существовании собственного вектора над полем комплексных чисел и ее вещественный аналог.

Семестр 2.

Тема 11. Евклидово (унитарное) пространство. Неравенство Коши–Буняковского–Шварца. Неравенство треугольника. Теорема Пифагора. Линейная независимость ортогональной системы ненулевых векторов. Запись скалярного произведения через координаты в произвольном, ортогональном и ортонормированном базисах. Процесс ортогонализации Грама–Шмидта. QR-разложение матрицы. Изоморфизм унитарных пространств. Псевдорешения несовместных систем линейных уравнений. Нормальные решения систем линейных уравнений. Объем системы векторов. Свойства матрицы Грама. Геометрический смысл определителя. Неравенство Адамара.

Тема 12. Скалярное произведение векторов. Скалярное произведение геометрических векторов и его свойства. Выражение скалярного произведения в прямоугольной и произвольной аффинной системе координат.

Тема 13. Линейные преобразования евклидовых и унитарных пространств. Сопряженное преобразование, свойства операции сопряжения. Нормальное преобразование унитарного пространства, существование у него базиса из собственных векторов. Теорема о нормальном преобразовании евклидова пространства. Унитарные и ортогональные преобразования. Самосопряженные и симметричные преобразования. Неотрицательное самосопряженное преобразование, извлечение квадратного корня из него.

Тема 14. Билинейные и квадратичные функции. Изменение матрицы квадратичной функции при изменении базиса. Теорема Лагранжа и Якоби о приведении симметричной (эрмитовой) билинейной формы к каноническому виду. Закон инерции. Критерий Сильвестра положительной определенности, связь со скалярным произведением. Приведение квадратичной формы к главным осям.

Тема 15. Кривые и поверхности 2-го порядка. Аффинная классификация кривых и поверхностей 2-го порядка. Цилиндрические и конические поверхности. Центр, асимптотические направления, диаметральные плоскости. Ортогональная классификация кривых и поверхностей 2-го порядка.

Тема 16. Минимальный аннулирующий многочлен, жорданова форма, жорданов базис.

Семестр 3.

Тема 17. Группы. Теорема Кэли. Циклические группы и их подгруппы. Разбиение группы на смежные классы, теорема Лагранжа. Нормальный делитель. Фактор-группа. Гомоморфизм групп. Связь нормальных делителей с гомоморфизмами.

Тема 18. Кольца. Идеалы в кольцах и их связь с гомоморфизмами. Фактор-Кольцо.

Тема 19 Поля. Характеристика поля. Конечные поля, число элементов в них.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс "-" (-).
- открытый онлайн-курс МООС "-" (-).

Иные учебно-методические материалы: Образовательный материал для самостоятельной работы студента:

1. Кострикин А. И. - Введение в алгебру: учеб. для студентов ун-тов, обучающихся по специальностям "Математика" и "Прикладная математика". – Ч. 1, 2, 3 М.: Физматлит, 2001-2004 (в библиотеке ННГУ более 50 экз.)
2. Беклемишев Д. В. - Курс аналитической геометрии и линейной алгебры: учебник для вузов. - М.: Физматлит, 2002. - 376 с.. 430экз.
3. Курош А. Г. Курс высшей алгебры. – СПб.: Лань, 2003. 158экз.
4. Беклемишева Л. А., Петрович А. Ю., Чубаров И. А. Сборник задач по аналитической геометрии и линейной алгебре. – М.: Физматлит, 2004. 104экз

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ОПК-1:

Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенции ОПК-1

1. Через точку $A(1, 0, 7)$ параллельно плоскости $6x-3y+4z-11=0$ проведите прямую так, чтобы она пересекала прямую $\{x=2t, y=5-t, z=-1-t\}$.
2. Центр квадрата находится в точке $P(-1, 0)$, уравнение одной из его сторон $x+3y-5=0$. Составьте уравнения трех других сторон квадрата.
3. На прямой $x+y-8=0$ найти точки, равноудаленные от точки $P(2,8)$ и от прямой $x-3y+2=0$.
4. Найти точки, находящиеся на равных расстояниях от точек $P(4, 1)$ и $Q(8, -3)$ и от прямой $5x+12y = 0$.
5. Найти расстояние от точки $M(1, 3, 5)$ до прямой $\{3x+y+z-1=0, 3x+y+2z-3=0\}$.
6. Напишите уравнение плоскости, перпендикулярной к плоскости $5x-y+3z-2=0$ и пересекающей ее по прямой, лежащей в плоскости Oxy .
7. Напишите уравнение плоскости, проходящей через прямую $\{2x-y+3z-5=0, x+2y-z+2=0\}$ перпендикулярно к плоскости $5x-y+3z-2=0$.
8. Найти точку, симметричную точке $P(-3,1, -1)$ относительно прямой $\{4x-3y-13=0, y-2z+5=0\}$.
9. Найти точку, симметричную точке $B(4, 3, 10)$ относительно прямой $\frac{x-1}{2} = \frac{y-2}{4} = \frac{z-3}{5}$.
10. Найти расстояние от вектора $x=(1,1,-2,1)$ до подпространства, порожденного векторами $a=(3,2,1,1)$, $b=(1,1,2,2)$, $c=(2,1,0,-1)$. Скалярное произведение – стандартное.
11. Найти проекцию вектора $x=(1,1,-2,1)$ на подпространство, порожденное векторами $a=(3,2,1,1)$, $b=(1,1,2,2)$. Скалярное произведение – стандартное.

12. Постройте ортогональный базис линейной оболочки заданных векторов $(1, 1, -1, -2)$, $(5, 8, -2, -3)$, $(3, 9, 3, 8)$. Скалярное произведение стандартное
13. Найдите ортогональный базис ортогонального дополнения к линейной оболочке векторов $(1, 2, 3, 4)$, $(4, 3, 2, 1)$

Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции ОПК-1

1. При каких значениях λ квадратичная функция положительно определена? $x_1^2 + x_2^2 + 5x_3^2 + 2\lambda x_1x_2 - 2x_1x_3 + 4x_2x_3$.
2. Методом Гаусса найти нормальный вид квадратичной функции $x_1x_2 + x_1x_3 + x_1x_4 + x_2x_3 + x_2x_4 + x_3x_4$.
3. Привести квадратичную функцию к каноническому виду ортогональным преобразованием $x_1^2 - 5x_2^2 + x_3^2 + 4x_1x_2 + 2x_1x_3 + 4x_2x_3$.
4. Поверхность задана уравнением в декартовой прямоугольной системе координат. Найти каноническую систему координат и каноническое уравнение этой поверхности: $2x^2 + 9y^2 + 2z^2 - 4xy + 4yz - 1 = 0$.
5. Поверхность задана уравнением в декартовой прямоугольной системе координат. Найти каноническую систему координат и каноническое уравнение этой поверхности: $x^2 + y^2 + z^2 - xy + xz + yz + 3x + 3y - 3z = 0$.
6. Вычислить матрицу линейного преобразования φ множества векторов плоскости с заданным на ней базисом, если φ есть отражение плоскости в прямой $x+2y=0$ параллельно прямой $x+3y=0$. Диагонализируемо ли φ ? Если да, то найти базис в котором оно диагонализируемо.
7. Линейное подпространство L четырехмерного евклидова пространства в некотором ортонормированном базисе задано системой двух линейных уравнений $x_1 - x_2 + x_3 - x_4 = 0$, $3x_2 - 2x_3 + 3x_4 = 0$. Найти в том же базисе матрицу ортогонального проектирования на L .
8. Найти собственный ортонормированный базис и матрицу в этом базисе для оператора, заданного матрицей $\begin{pmatrix} 5 & -1 & -1 \\ -1 & 5 & -1 \\ -1 & -1 & 5 \end{pmatrix}$.
9. Найти собственный ортонормированный базис и матрицу в этом базисе для оператора в C^2 , заданного матрицей $\begin{pmatrix} \frac{i}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} \\ -\frac{1}{\sqrt{2}} & -\frac{i}{\sqrt{2}} \end{pmatrix}$.
10. Найти линейное уравнение, определяющее двумерное инвариантное подпространство преобразования, заданного в некотором ортонормированном базисе трехмерного евклидова пространства матрицей $\begin{pmatrix} 3 & -2 & 3 \\ 1 & 2 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}$.

11. Для преобразования, заданного в некотором ортонормированном базисе матрицей A , найти ортонормированный базис, в котором матрица преобразования будет верхнетреугольной

$$\begin{pmatrix} 3 & -2 & 3 \\ 1 & 2 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}.$$

12. Вычислить $\sqrt[3]{A}$, где $A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 2 \end{pmatrix}.$

13. Найти 100 степень матрицы $\begin{pmatrix} -1 & 1 & 1 \\ -3 & 2 & 2 \\ -1 & 1 & 1 \end{pmatrix}.$

14. Найти минимальный многочлен линейного преобразования $\begin{pmatrix} 3 & -1 \\ 4 & -1 \end{pmatrix}.$

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Решены все задачи. Допущено минимальное количество ошибок.
не зачтено	Не решено большинство задач.

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатор достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.

	отказа обучающегося от ответа		ошибок	несколько негрубых ошибок	несколько несущественных ошибок	нет.	
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-1

1 семестр.

1. Группа, примеры
2. Кольцо. Кольцо вычетов. Поле вычетов
3. Комплексные числа. Тригонометрическая форма комплексного числа. Сопряженные числа. Неравенство треугольника. Формула Муавра, корни из единицы
4. Кольцо многочленов над заданным кольцом (полем). Делимость в кольце многочленов. НОД. Взаимно простые многочлены
5. Производная многочлена. Выделение кратных множителей
6. Неприводимые многочлены над полем. Разложение многочлена на неприводимые
7. Основная теорема алгебры над полем комплексных чисел.
8. Интерполяционный многочлен. e
9. Симметрические многочлены и их выражение через элементарные
10. Теорема Штурма
11. Неприводимые многочлены над кольцом целых и полем рациональных чисел. Признак Эйзенштейна неприводимости
12. Кольцо матриц над заданным кольцом (полем).
13. Системы линейных уравнений. Метод Гаусса их решения, его трудоемкость, оценка числа операций. Матричная интерпретация метода Гаусса
14. Обратная матрица
15. Векторы на плоскости и в пространстве. Операции с векторами. Базис на плоскости и в пространстве. Декартова прямоугольная и аффинная системы координат
16. Деление отрезка в заданном отношении.
17. Скалярное произведение геометрических векторов и его свойства. Выражение скалярного произведения в прямоугольной и произвольной аффинной системе координат

18. Линейное (векторное) пространство над полем. Примеры: пространство геометрических векторов, пространство радиус-векторов, арифметическое пространство над полем F , пространство матриц над полем F , пространство многочленов. Простейшие следствия из аксиом
 19. Линейная оболочка. Линейная зависимость. Эквивалентные системы векторов. Теорема о замене
 20. Размерность и базис линейного пространства.
 21. Координаты вектора в базисе. Изоморфизм линейных пространств.
 22. Теория систем линейных уравнений. Теорема Кронекера–Капелли. Множество решений системы линейных уравнений, два способа задания линейного многообразия.
 23. Различные виды задания прямых и плоскостей.
 24. Задачи на нахождение расстояний и углов между прямыми и плоскостями
 25. Определитель (детерминант) матрицы и его свойства.
 26. Теорема Лапласа.
 27. Правило Крамера. Обратная матрица. Решение матричных уравнений.
 28. Формула Бине–Коши.
 29. Суммы подпространств, базис и размерность суммы. Прямая сумма.
 30. Линейные отображения (операторы), действия с ними, их матрицы.
 31. Изменение матрицы линейного отображения при изменении базисов. Подобие матриц.
 32. Ядро, образ, ранг, дефект линейного отображения.
 33. Инвариантные подпространства. Собственные векторы и числа.
- 2 семестр.**
1. Евклидово (унитарное) пространство. Неравенство Коши–Буняковского–Шварца.
 2. Неравенство треугольника. Теорема Пифагора. Линейная независимость ортогональной системы ненулевых векторов. Запись скалярного произведения через координаты.
 3. Процесс ортогонализации Грама–Шмидта.
 4. Изоморфизм унитарных пространств.
 5. Нахождение псевдорешения несовместных систем линейных уравнений.
 6. Нахождение нормальных решений систем линейных уравнений.
 7. Объем системы векторов. Неравенство Адамара.

8. Линейные преобразования евклидовых и унитарных пространств. Связь линейных преобразований и билинейных функций в унитарном пространстве. Сопряженное преобразование, свойства операции сопряжения
9. Нормальное преобразование унитарного пространства, существование у него базиса из собственных векторов
10. Теорема о нормальном преобразовании евклидова пространства.
11. Унитарные и ортогональные преобразования.
12. Сопряженные преобразования.
13. Неотрицательное самосопряженное преобразование, извлечение квадратного корня из него.
14. Билинейные (полуторалинейные) и квадратичные функции (формы) и их матрицы. Изменение матрицы квадратичной (полуторалинейной) функции при изменении базиса.
15. Теорема Лагранжа и Якоби о приведении симметричной (эрмитовой) билинейной формы к каноническому виду.
16. Закон инерции.
17. Критерий Сильвестра положительной определенности, связь со скалярным произведением
18. Приведение квадратичной формы к главным осям.
19. Кривые и поверхности 2-го порядка. Аффинная классификация кривых и поверхностей 2-го порядка.
20. Ортогональная классификация кривых и поверхностей 2-го порядка. Инварианты и полуинварианты
21. Теорема Гамильтона–Кэли. Минимальный аннулирующий многочлен матрицы.
22. Жорданова форма матрицы.
23. Функции от матриц

3 семестр.

1. Группа, подгруппа, изоморфизм групп. теорема Кэли.
2. теорема Кэли.
3. Циклические группы и их подгруппы
4. Понятие смежного класса, свойства
5. Теорема Лагранжа
6. Нормальный делитель группы

7. Фактор-группа
8. Гомоморфизм групп
9. Теорема о гомоморфизмах групп
10. Кольцо, подкольцо. Виды колец.
11. Изоморфизм колец.
12. Евклидовы кольца.
13. Идеал
14. Фактор-кольцо
15. Гомоморфизм колец
16. Теорема о гомоморфизме колец
17. Тело
18. Характеристика поля
19. Конечные поля (число элементов)
20. Конечные поля (существование и единственность)

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно».
не зачтено	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно» или «плохо».

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Беклемишев Дмитрий Владимирович. Курс аналитической геометрии и линейной алгебры : учеб. для студентов вузов. - Изд. 12-е, испр. - М. : Физматлит, 2009. - 312 с. - ISBN 978-5-9221-0979-6 : 305.00., 19 экз.
2. Курош Александр Геннадьевич. Курс высшей алгебры : учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальностям "Математика", "Прикладная математика". - 12-е изд., стер. - СПб. [и др.] : Лань, 2003. - 432 с. : ил., граф. - (Учебники для вузов. Специальная литература). -

ISBN 5-8114-0521-9 : 142.50., 120 экз.

3. Беклемишева Л. А. Сборник задач по аналитической геометрии и линейной алгебре : [учеб. пособие] / под ред. Д. В. Беклемишева. - Изд. 2-е, перераб. - М. : Физматлит, 2004. - 496 с. - ISBN 5-9221-0010-6 : 196.10., 36 экз.

Дополнительная литература:

1. Воеводин Валентин Васильевич. Линейная алгебра : учебное пособие. - Изд. 3-е, стер. - СПб. : Лань, 2006. - 416 с. : ил. - (Лучшие классические учебники. Математика) (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 5-8114-0671-1 : 275.00., 3 экз.
2. Проскуряков Игорь Владимирович. Сборник задач по линейной алгебре : учеб. пособие. - Изд. 13-е, стер. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2010. - 480 с. - (Классическая учебная литература по математике) (Учебники для вузов. Специальная литература) (Классические задачки и практикумы). - ISBN 978-5-8114-0707-1 : 537.68., 21 экз.
3. Фаддеев Дмитрий Константинович. Задачи по высшей алгебре : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по мат. специальностям. - Изд. 17-е, стер. - СПб. : Лань, 2008. - 288 с. - (Классическая учебная литература по математике) (Классические задачки и практикумы) (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-0427-8 : 232.80., 118 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

<http://www.lib.unn.ru/>

Университетская библиотека ONLINE <http://www.biblioclub.ru>

Библиотека "Лань" <http://e.lanbook.com/>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки 09.03.03 - Прикладная информатика.

Автор(ы): Чирков Александр Юрьевич, кандидат физико-математических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Золотых Николай Юрьевич, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 13.12.2023, протокол № 3.