

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

01.03.02 - Прикладная математика и информатика

---

Направленность образовательной программы

Прикладная математика и информатика (общий профиль)

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.30 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 фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1: Обладает фундаментальными знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук ОПК-1.2: Умеет использовать фундаментальные знания в профессиональной деятельности, осуществлять выбор методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний ОПК-1.3: Имеет практический опыт применения фундаментальных знаний, полученных в области математических и естественных наук в профессиональной деятельности	ОПК-1.1: Знает основные понятия и результаты линейной алгебры, аналитической геометрии, высшей алгебры, элементов абстрактной алгебры  ОПК-1.2: Умеет решать основные задачи линейной алгебры, аналитической геометрии, высшей алгебры, абстрактной алгебры  ОПК-1.3: Имеет практический опыт использования аппарата алгебры и геометрии при решении практических задач	Контрольная работа Тест	Зачёт: Задачи

## 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)	128
- КСР	3
самостоятельная работа	85
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	
	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0
Целые числа	7	0	4	4	3
Комплексные числа	12	0	8	8	4
Кольцо многочленов над заданным полем (кольцом)	12	0	8	8	4
Кольцо матриц над заданным полем (кольцом)	11	0	8	8	3
Линейное (векторное) пространство над полем	12	0	8	8	4
Теория систем линейных уравнений	10	0	6	6	4
Суммы подпространств	9	0	6	6	3
Векторы на плоскости и в пространстве	5	0	2	2	3
Скалярное, векторное и смешанное произведение векторов	9	0	6	6	3
Прямые и плоскости	9	0	6	6	3
Определитель матрицы и его свойства	11	0	8	8	3
Линейные преобразования векторного пространства	13	0	10	10	3
Билинейные функции	7	0	4	4	3
Евклидовы и унитарные пространства	15	0	12	12	3
Линейные преобразования евклидовых и унитарных пространств	23	0	10	10	13
Кривые и поверхности 2-го порядка	25	0	12	12	13
Абстрактная алгебра	23	0	10	10	13
Аттестация	0				
КСР	3				3
Итого	216	0	128	131	85

#### Содержание разделов и тем дисциплины

1 семестр. Целые числа. Делимость. НОД. Простые числа. Бесконечность множества простых чисел. Основная

теорема арифметики. Сравнимость целых чисел по заданному модулю. Классы вычетов. Арифметика

вычетов. Комплексные числа. Алгебраическая и тригонометрическая форма записи комплексных чисел. Сопряженные числа. Неравенство треугольника. Формула Муавра, корни из единицы. Решение алгебраических уравнений 3-й и 4-й степеней. Группы, кольца, поля. Понятие алгебраической операции. Полугруппа, группа. Симметрическая группа (группа подстановок), группа вычетов по заданному модулю. Кольцо. Поле. Характеристика поля. Примеры числовых колец и полей. Кольцо вычетов. Теорема: кольцо вычетов по модулю  $n$  является полем тогда и только тогда, когда  $n$  – простое. Понятие изоморфизма алгебраических систем. Кольцо многочленов над заданным кольцом (полем). Делимость в кольце многочленов. НОД. Взаимно простые многочлены. Неприводимые многочлены над полем. Разложение многочлена на неприводимые. Производная многочлена. Выделение кратных множителей. Основная теорема алгебры над полем комплексных чисел (с доказательством). Формулы Виета. Интерполяционный многочлен. Теорема Штурма. Неприводимые многочлены над  $\mathbb{Z}$  и  $\mathbb{Q}$ . Признак Эйзенштейна неприводимости над  $\mathbb{Z}$ . Алгоритм Шуберта–Кронекера разложения многочлена на неприводимые множители над  $\mathbb{Z}$ . Кольцо матриц над заданным кольцом (полем). Операции с матрицами. Системы линейных уравнений. Метод Гаусса их решения. Его трудоемкость. Матричная интерпретация метода Гаусса. LU-разложение. Эквивалентные матрицы. Обратная матрица. 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. Линейная оболочка. Линейная зависимость. Эквивалентные системы векторов. Теорема о замене. Конечномерные и бесконечномерные линейные пространства. Размерность и базис линейного пространства. Координаты вектора в базисе. Изоморфизм линейных пространств. Понятие об аффинном пространстве. Линейное многообразие. Теория систем линейных уравнений. Теорема Кронекера–Капелли. Два способа задания линейного подпространства, фундаментальная система решений системы линейных уравнений. Множество решений системы линейных уравнений, два способа задания линейного многообразия. Суммы подпространств, базис и размерность суммы. Прямая сумма. Изменение координат вектора при замене базиса и при аффинном преобразовании.

2 семестр. Векторы на плоскости и в пространстве. Операции с векторами. Коллинеарные и компланарные векторы. Базис на плоскости и в пространстве. Декартова прямоугольная и аффинная системы координат. Деление отрезка в заданном отношении. Центр тяжести системы материальных точек. Полярная, цилиндрическая и сферическая системы координат. Скалярное, векторное, смешанное произведения векторов. Скалярное произведение геометрических векторов и его свойства. Выражение скалярного произведения в прямоугольной и произвольной аффинной системе координат. Векторное произведение. Его свойства, выражение через координаты. Смешанное произведение. Определители 2-го и 3-го порядка, их геометрический смысл. Прямые и плоскости.

Различные виды задания прямых и плоскостей, геометрический смысл коэффициентов. Взаимное расположение прямых и плоскостей. Задачи на нахождение расстояний и углов между прямыми и плоскостями. Определитель (детерминант) матрицы и его свойства. Теорема Лапласа. Три точки зрения на определители. Правило Крамера. Обратная матрица. Решение матричных уравнений. Теорема об умножении определителей. Формула Бине–Коши. Линейные отображения (операторы), действия с ними, их матрицы. Изменение матрицы линейного отображения при изменении базисов. Эквивалентные матрицы. Ядро, образ, ранг, дефект линейного отображения. Линейные преобразования векторного пространства, подобие матриц. Инвариантные подпространства. Собственные векторы и числа. Характеристический многочлен линейного преобразования. Выражение его коэффициентов через элементы матрицы. Теорема о существовании собственного вектора над полем комплексных чисел и ее вещественный аналог. Теорема Гамильтона–Кэли. Минимальный аннулирующий многочлен преобразования (матрицы). Жорданова форма линейного преобразования (матрицы). Функции от линейных преобразований (от матриц). Билинейные и полуторалинейные функции (формы) и их матрицы. Квадратичные функции. Изменение матрицы билинейной и полуторалинейной функции при изменении базиса. Конгруэнтные матрицы. Симметричные и эрмитовы функции. Теорема Лагранжа и Якоби о приведении симметричной и эрмитовой билинейной функции к каноническому виду.

Закон инерции. Критерий Сильвестра положительной определенности.

Евклидовы и унитарные пространства. 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. Нахождение псевдорешения несовместных систем линейных уравнений (метод наименьших квадратов). Геометрический смысл определителя. Неравенство Адамара. 3 семестр. Линейные преобразования евклидовых и унитарных пространств. Связь линейных преобразований и билинейных функций в унитарном пространстве. Сопряженное преобразование, свойства операции сопряжения. Нормальное преобразование унитарного пространства, существование у него базиса из собственных векторов. Комплексификация евклидова пространства. Теорема Шура. Теорема о нормальном преобразовании евклидова пространства. Унитарные и ортогональные преобразования. Сопряженные и симметричные преобразования. Неотрицательное самосопряженное преобразование, извлечение квадратного корня из него. Приведение квадратичной формы к главным осям и спектральное разложение симметрических матриц. Одновременное приведение пары квадратичных форм к каноническому виду. Полярное и сингулярное разложения матриц. Кривые и поверхности 2-го порядка. Эллипс, гипербола, парабола. Цилиндрические и конические поверхности. Поверхности вращения. Поверхности 2-го порядка. Аффинная классификация кривых и поверхностей 2-го порядка. Взаимное расположение прямой и поверхности 2-го порядка. Центр, асимптотические направления, диаметральные плоскости. Ортогональная классификация кривых и поверхностей 2-го порядка. Инварианты и полуинварианты. 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. Кольца. Идеалы в кольцах и их связь с гомоморфизмами. 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.

Самостоятельная работа студента при изучении дисциплины «Практикум по алгебре и геометрии» включает выполнение домашних заданий, подготовку к зачету. Для самоконтроля у студента имеется возможность удаленного тестирования по дистанционному курсу. <http://e-learning.unn.ru/>

Самостоятельная работа заключается в ознакомлении с теоретическим материалом по учебникам, указанным в списке литературы, решении практических задач. Самостоятельная работа может происходить как в читальном зале библиотеки, так и в домашних условиях. При выполнении самостоятельной работы студентам рекомендуется использовать конспекты лекций, а также рекомендуемую в литературе:

Основная литература: 1. Сборник задач по аналитической геометрии и линейной алгебре / Беклемишева Л. А., Беклемишев Д. В., Петрович А. Ю., Чубаров И. А. - 9-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 496 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции Лань - Математика. - ISBN 978-5-8114-9224-4.

<https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=782950&idb=0>

2. Проскуряков И. В. Сборник задач по линейной алгебре / Проскуряков И. В. - 16-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 476 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС

Лань. - Книга из коллекции Лань - Математика. - ISBN 978-5-8114-9039-4.

<https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=781523&idb=0>

Дополнительная литература: 1. Ильин В. А. Линейная алгебра / Ильин В. А., Позняк Э. Г. - 6-е изд., стер. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2020. - 280 с. - Рекомендовано Министерством образования Российской Федерации в качестве учебника для студентов физических специальностей и специальности "Прикладная математика". - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ФИЗМАТЛИТ - Математика. - ISBN 978-5-9221-0481-4. <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=781680&idb=0>

2. Ильин В. А. Аналитическая геометрия / Ильин В. А., Позняк Э. Г. - 7-е изд., стер. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 224 с. - Рекомендовано Министерством образования Российской Федерации в качестве учебника для студентов физических специальностей и специальности "Прикладная математика". - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ФИЗМАТЛИТ - Математика. - ISBN 978-5-9221-0511-8.

<https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=665727&idb=0>

3. Фаддеев Д. К. Задачи по высшей алгебре / Фаддеев Д. К., Соминский И. С. - 17-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 288 с. - Рекомендовано Министерством общего и профессионального образования Российской Федерации в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по математическим специальностям. - Книга из коллекции Лань - Математика. - ISBN 978-5-8114-0427-8. <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=799585&idb=0>

4. Икрамов Х. Д. Задачник по линейной алгебре / Икрамов Х. Д., Воеводина В. В. - 2-е изд. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 320 с. - Книга из коллекции Лань - Математика. - ISBN 5-8114-0670-3. <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=799567&idb=0>

## **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:**

2 семестр

#### **ВАРИАНТ 1**

1. В ортонормированном базисе даны вектора:  $a(-1, -2)$ ,  $b(-2, -3)$  и  $c(2, 1)$ . Вычислить  $b^2(a, c) - c^2(a, b)$ .
2. Найти вектор длины 4, ортогональный векторам  $(-1, 2, 1)$  и  $(2, 3, 4)$ .
3. Найти площадь треугольника с вершинами  $(2, -1, 0)$ ,  $(1, 2, -1)$ ,  $(-2, 3, 4)$ .

**Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)**

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все задачи решены полностью с подробным обоснованием
отлично	Все задачи решены полностью
очень хорошо	Все задачи решены, допущены недочеты
хорошо	Решение задач обосновано, но допущены арифметические ошибки
удовлетворительно	Решены основные части задач или решение не доведено до ответа.
неудовлетворительно	Сделан первый этап в решении задач
плохо	Задачи не решены

### 5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ОПК-1:

1 семестр

Какие из нижеперечисленных утверждений верны для всех матриц  $A, B, C, D$  при условии, что размеры матриц согласованы для корректного выполнения операций?

Выберите один или несколько ответов:

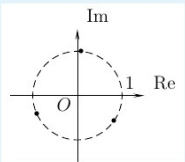
- ☒  $(2B - 3A)^T = -3A^T + 2B^T$
- ☐  $A^2 B^2 = (AB)^2$
- ☐  $(A - B)^2 = A^2 - 2AB + B^2$
- ☐  $A(BC)D = (AD)(BC)$
- ☒  $(AB)^T = B^T A^T$

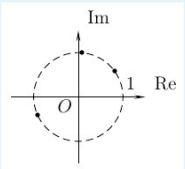
Какая из систем чисел образует полную систему вычетов по модулю 7?

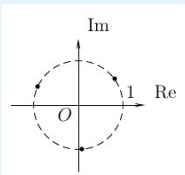
Выберите один ответ:

- ☐ 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
- ☒ -12, -3, -1, 3, 8, 14, 26
- ☐ -6, -5, 0, 1, 2, 3, 4

Выбрать рисунок, на котором приведено правильное изображение всех значений корня  $\sqrt[3]{-\frac{7}{25} + \frac{24}{25}i}$

☐ 

☐ 

☒ 

### Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	70-100 баллов (%)
не зачтено	0-69 баллов (%)

### 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 отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.



<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	<b>превосходно</b>	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
	<b>отлично</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	<b>очень хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	<b>хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	<b>удовлетворительно</b>	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	<b>неудовлетворительно</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	<b>плохо</b>	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 - Задачи) для оценки сформированности компетенции ОПК-1

1 семестр

1. Вычислить  $\frac{(2-i)^2(1+3i)}{3-2i}$ .

2. Представить в тригонометрической форме и изобразить на плоскости число  $\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{2}i$ .

3. Решить уравнение  $x^2 - x + 2 = 0$ .

4. Найти наибольший общий делитель и коэффициенты Безу для многочленов

$$x^2 - x + 3 \text{ и } x^2 + x + 1.$$

5. Вычислить произведение матриц  $\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 2 & 1 \\ 5 & -1 \\ -4 & 1 \end{pmatrix}$ .

#### Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Задача решена полностью или решена основная часть задачи, или задача решена с недочетами
не зачтено	Задача не решена или сделан первый этап решения задачи

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

Основная литература:

1. Сборник задач по аналитической геометрии и линейной алгебре / Беклемишева Л. А., Беклемишев Д. В., Петрович А. Ю., Чубаров И. А. - 9-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 496 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции Лань - Математика. - ISBN 978-5-8114-9224-4., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=782950&idb=0>.
2. Проскуряков И. В. Сборник задач по линейной алгебре / Проскуряков И. В. - 16-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 476 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции Лань - Математика. - ISBN 978-5-8114-9039-4.,

Дополнительная литература:

1. Фаддеев Д. К. Задачи по высшей алгебре / Фаддеев Д. К., Соминский И. С. - 17-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 288 с. - Рекомендовано Министерством общего и профессионального образования Российской Федерации в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по математическим специальностям. - Книга из коллекции Лань - Математика. - ISBN 978-5-8114-0427-8., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=799585&idb=0>.
2. Икрамов Х. Д. Задачник по линейной алгебре / Икрамов Х. Д., Воеводина В. В. - 2-е изд. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 320 с. - Книга из коллекции Лань - Математика. - ISBN 5-8114-0670-3., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=799567&idb=0>.
3. Задачи по алгебре (часть 2) : Учебно-методическое пособие. Ч. 2 : Задачи по алгебре (часть 2) / Чирков А. Ю., Киселева Л. Г., Веселов С. И., Золотых Н. Ю., Шевчук Е. А., Сидоров С. В. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2015. - 80 с. - Рекомендовано методической комиссией факультета ВМК для студентов ННГУ, обучающихся по направлениям подготовки 02. 03. 02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии», 01. 03. 02 «Прикладная математика и информатика» 09. 03. 03 «Прикладная информатика» 09. 03. 04 «Программная инженерия». - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ННГУ им. Н. И. Лобачевского - Математика., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=729799&idb=0>.
4. Линейные преобразования евклидовых и унитарных пространств : учебно-методическое пособие / Золотых Н. Ю., Сидоров С. В., Смирнова Т. Г., Чирков А. Ю. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2017. - 68 с. - Рекомендовано методической комиссией института информационных технологий, математики и механики для студентов ННГУ, обучающихся по направлениям подготовки 010302 «Прикладная математика и информатика», 020302 «Фундаментальная информатика и информационные технологии», 090303 «Прикладная информатика». - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ННГУ им. Н. И. Лобачевского - Математика., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=730338&idb=0>.
5. Задачи по алгебре : учеб.-метод. пособие для студентов ННГУ, обучающихся по направлениям подготовки 010300 "Фундам. информатика и информ. технологии", 010400 "Приклад. математика и информатика". Ч. 1 / ННГУ. - Н. Новгород : [б. и.], 2013 (Тип ННГУ). - 71 с. - Авт. указ. на обороте тит. л. - 23.00., 30 экз.
6. Киселева Лариса Георгиевна. Кривые и поверхности второго порядка : учеб.-метод. пособие для студентов ННГУ, обучающихся по направлениям подготовки "Приклад. математика и информатика", "Информ. технологии" / ННГУ. - Н. Новгород : [б. и.], 2009 (Тип. ННГУ). - 76 с. - 25.00., 30 экз.
7. Киселева Лариса Георгиевна. Аналитическая геометрия : задачи и решения : учеб.-метод. пособие для студентов ННГУ, обучающихся по направлениям подготовки "Приклад. математика и информатика", "Фундам. информатика", "Приклад. информатика" / ННГУ. - Н. Новгород : [б. и.], 2011 (Тип. ННГУ). - 67 с. - 22.00., 50 экз.
8. Ильин В. А. Аналитическая геометрия / Ильин В. А., Позняк Э. Г. - 7-е изд., стер. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 224 с. - Рекомендовано Министерством образования Российской Федерации в качестве учебника для студентов физических специальностей и специальности "Прикладная

математика". - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ФИЗМАТЛИТ - Математика. - ISBN 978-5-9221-0511-8., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=665727&idb=0>.

9. Ильин В. А. Линейная алгебра / Ильин В. А., Позняк Э. Г. - 6-е изд., стер. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2020. - 280 с. - Рекомендовано Министерством образования Российской Федерации в качестве учебника для студентов физических специальностей и специальности "Прикладная математика". - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ФИЗМАТЛИТ - Математика. - ISBN 978-5-9221-0481-4., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=781680&idb=0>.

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

нет

### **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

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

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/специальности 01.03.02 - Прикладная математика и информатика.

Автор(ы): Титова Елена Борисовна.

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

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