

Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Донецкий государственный университет»

Физико-технический факультет  
Кафедра математической физики



П.А. Машаров

«29» марта 2024 г.

МП

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### АНАЛИТИЧЕСКАЯ ГЕОМЕТРИЯ И ЛИНЕЙНАЯ АЛГЕБРА. ТЕОРИЯ ГРУПП

Укрупненная группа направлений подготовки	03.00.00 Физика и астрономия
Программа высшего образования	Программа бакалавриата
Направление подготовки	03.03.02 Физика
Профиль подготовки	Физика
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная

Рабочая программа адаптирована для лиц  
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2024

Рабочая программа учебной дисциплины «Аналитическая геометрия и линейная алгебра. Теория групп» для обучающихся по направлению подготовки 03.03.02 Физика (Профиль подготовки: Физика) составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 03.03.02 Физика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07 августа 2020 г. № 891 (с изм. и доп.), Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06 апреля 2021 г. № 245 (с изм. и доп.), в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДонГУ» для набора 2024 года.

Разработчик:

доцент кафедры математической физики,  
канд. физ.-мат. наук

В.И. Колесник

ст. преподаватель кафедры  
математической физики,  
канд. филос. наук

Л.В. Лозовая

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры математической физики.  
Протокол от 26.03.2024 г. № 9

Врио зав. кафедрой

В.И. Колесник

СОГЛАСОВАНО:

И.о. декана физико-технического факультета  
28.03.2024 г.

С.А. Фоменко

Учебно-методическая комиссия физико-технического факультета.  
Протокол от 27.03.2024 г. № 2.  
Председатель

В.Н. Котенко

Руководитель основной профессиональной  
образовательной программы,  
канд. физ.-мат. наук

А.В. Безус

## 1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной:

базовая подготовка по математике в объёме программы средней школы.

1.2. Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

математический анализ, дифференциальные уравнения, теория функций комплексной переменной, теория вероятности и математическая статистика, векторный и тензорный анализ, используются при подготовке выпускной квалификационной работы.

## 2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	03.03.02 Физика (Профиль: Физика)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.Б.М2.2. Аналитическая геометрия и линейная алгебра. Теория групп
Часть образовательной программы	Базовая часть
Количество зачетных единиц / всего часов	5,5 / 198

### 2.2. Распределение часов по формам и периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы+ контроль	всего	
Очная	1	1	15	—	15	42	72	экзамен
		2	34	—	34	58	126	экзамен
Очная, всего			49		49	100	198	

## 3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Овладение основными понятиями дисциплины, расширение математических знаний и их связей с другими дисциплинами, развитие математической интуиции, воспитание математической культуры, овладение логическими основами курса, необходимыми для решения теоретических и практических задач.

#### 4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ИХ ИНДИКАТОРЫ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

##### 4.1. Компетенции

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности.	ОПК-1.3. Демонстрирует теоретические знания аналитической геометрии и линейной алгебры, теории групп.	ОПК-1.3.1. Знает основы аналитической геометрии, линейной алгебры и теории групп.
	ОПК-1.4. Применяет знания аналитической геометрии, линейной алгебры и теории групп при решении задач теоретического и прикладного характера.	ОПК-1.4.1. Умеет применять знания аналитической геометрии, линейной алгебры и теории групп при решении математических и физических задач. ОПК-1.4.2. Владеет навыками применения инструментария линейной алгебры, аналитической геометрии и теории групп.

#### 5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

##### 1 семестр

Темы	Вопросы темы
1. Векторная алгебра.	Система координат на плоскости и в пространстве. Векторы и действия над ними. Скалярное произведение векторов, его механическая интерпретация. Векторное произведение векторов, его механическая интерпретация. Смешанное произведение векторов, его геометрическая интерпретация. Двойной векторное произведение.
2. Прямая на плоскости.	Различные уравнения прямой на плоскости.
3. Уравнение плоскости.	Различные формы уравнения прямой в пространстве. Различные формы уравнения плоскости. Взаимное расположение плоскостей. Способы задания прямой в пространстве. Угол между прямой и плоскостью.
4. Линии и поверхности второго порядка	Линии второго порядка – эллипс, гипербола, парабола. Эксцентриситет и директрисы. Полярные уравнения линий второго порядка. Касательные к эллипсу, гиперболе и параболе. Оптические свойства линий второго порядка. Общее уравнение линии второго

	порядка, инварианты этого уравнения, сведение к каноническому виду. Поверхности второго порядка Исследование формы поверхностей второго порядка по их каноническим уравнениям.
--	--

## 2 семестр

Темы	Вопросы темы
5. Матрицы и определители	Основы теории матриц. Основные задачи теории систем линейных уравнений. Матрицы и операции над ними. Определитель $n$ -го порядка и его свойства. Теорема Лапласа. Определитель произведения двух матриц. Теорема Крамера. Понятие обратной матрицы. Союзная матрица. Критерий обратимости. Определение ранга матрицы.
6. Линейное пространство. Общие системы линейных уравнений.	Линейное пространство. Определение линейного пространства. Основные свойства линейных пространств. Базис и размерность линейного пространства. Подпространство. Линейные оболочки. Общее решение неоднородной линейной системы. Нетривиальная совместимость однородной системы. Базис и размерность пространства решений однородной системы. Фундаментальная система решений однородной системы. Структура общего решения неоднородной системы.
7. Действительные и комплексные евклидовы пространства.	Линейные и билинейные формы в действительном и комплексном евклидовом пространстве.
8. Линейные операторы.	Определение линейного оператора. Матрица линейного оператора. Действия над операторами и соответствующие действия над их матрицами. Преобразование матрицы линейного оператора при переходе к новому базису. Характеристическое уравнение. Диагональный вид матрицы линейного оператора в случае простого спектра.
9. Элементы теории групп.	Основные понятия групп. Группы и подгруппы. Группа, порядок элемента, порядок группы, подгруппа. Кольца и поля.

## 6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## 6.1. Форма обучения – очная, курс – 1, семестр – 1

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
<b>Раздел 1. Аналитическая геометрия</b>	15	–	15	40	70
Векторная алгебра	4	–	4	10	18
Прямая на плоскости	3	–	3	8	14
Уравнение плоскости	3	–	3	8	14
Линии второго порядка	3	–	3	8	14
Поверхности второго порядка	2	–	2	8	12
<b>ИТОГО ЗА СЕМЕСТР</b>	15	–	15	42	72

## 6.2. Форма обучения – очная, курс – 1, семестр – 2

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
<b>Раздел 2. Линейная алгебра</b>	12	–	16	28	56
Матрицы и определители	6	–	8	14	28
Общие системы линейных уравнений	6	–	8	14	28
<b>Раздел 3. Линейные пространства</b>	22	–	18	30	70
Действительные и комплексные евклидовы пространства	8	–	6	10	24
Линейные операторы	8	–	6	10	24
Элементы теории групп	6	–	6	10	22
<b>ИТОГО ЗА СЕМЕСТР</b>	34		34	58	126
<b>ИТОГО ПО КОМПОНЕНТУ ОПОП</b>	49	–	49	100	198

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 7.1. Контрольные вопросы

## Раздел 1

## Аналитическая геометрия на плоскости

1. Системы координат на плоскости и в пространстве.
2. Понятие вектора. Линейные операции над векторами.
3. Линейная зависимость и независимость векторов. Основные теоремы.
4. Линейная зависимость двух, трех и четырех векторов.
5. Понятие базиса. Аффинные координаты.
6. Декартовы координаты как частный случай аффинных координат. Координаты векторов в декартовой системе. Направляющие косинусы.
7. Скалярное произведение векторов, его механическая интерпретация. Геометрические и алгебраические свойства скалярного произведения.
8. Представление скалярного произведения в декартовой системе координат.
9. Определители второго и третьего порядка, их основные свойства.
10. Правые и левые тройки векторов. Правая и левая системы координат.
11. Векторное произведение векторов, его механическая интерпретация. Геометрические и алгебраические свойства векторного произведения.
12. Представление векторного произведения в декартовой системе координат.
13. Смешанное произведение векторов, его геометрическая интерпретация. Алгебраические свойства смешанного произведения.
14. Представление смешанного произведения в декартовой системе координат.
15. Двойное векторное произведение.
16. Различные формы уравнения прямой на плоскости.
17. Взаимное расположение прямых на плоскости. Условие параллельности двух прямых, условие перпендикулярности двух прямых.

## Аналитическая геометрия в пространстве

18. Различные формы уравнения плоскости.
19. Взаимное расположение двух плоскостей. Условие параллельности, условие перпендикулярности.
20. Различные способы задания прямой в пространстве.
21. Взаимное расположение прямой и плоскости. Угол между ними.
22. Линии второго порядка как конические сечения. Общее уравнение линии второго порядка.

23. Эллипс. Вывод канонического уравнения.
24. Исследование формы эллипса по его каноническому уравнению.
25. Эксцентриситет и директрисы эллипса. Директориальное свойство эллипса.
26. Гипербола. Вывод канонического уравнения.
27. Исследование формы гиперболы по ее каноническому уравнению.
28. Эксцентриситет и директрисы гиперболы. Директориальное свойство гиперболы.
29. Парабола. Вывод канонического уравнения. Исследование формы.
30. Определение линий второго порядка на основе их директориальности.
31. Касательные к линиям второго порядка. Оптические свойства эллипса, гиперболы и параболы.
32. Поверхности второго порядка.

## Раздел 2

33. Матрицы, виды матриц. Операции над матрицами, свойства этих операций.
34. Определитель  $n$ -го порядка (индуктивное определение).
35. Определитель произведения квадратных матриц.
36. Обратная матрица. Теорема о существовании и единственности обратной матрицы.
37. Правило Крамера решения систем уравнений.
38. Понятие линейного пространства (примеры).
39. Линейная зависимость и линейная независимость системы векторов, свойства.
40. Базис и размерность линейного пространства.
41. Координаты вектора. Теорема о разложении вектора по базису (единственность разложения).
42. Понятие базисного минора, ранг матрицы. Теорема о ранге матрицы.
43. Системы линейных уравнений, основные определения. Матричная запись системы линейных уравнений.
44. Теорема Кронекера-Капелли.
45. Однородные системы уравнений. Фундаментальная система решений. Свойства решений однородной системы линейных алгебраических уравнений.
46. Структура общего решения неоднородной системы линейных алгебраических уравнений

## Раздел 3

47. Понятие линейного преобразования линейных пространств. Матрица линейного преобразования (примеры).
48. Собственные векторы и собственные значения матрицы линейного преобразования.
49. Характеристический многочлен. Алгоритм нахождения собственных векторов и собственных значений.
50. Квадратичные формы. Матрица квадратичной формы. Канонический и нормальный вид квадратичной формы. Закон инерции.
51. Приведение квадратичной формы к каноническому виду.
52. Положительно и отрицательно определенные квадратичные формы. Критерий Сильвестра.
53. Базис геометрических векторов на прямой, на плоскости и в пространстве. Координаты вектора в данном базисе, выражение через координаты начала и конца. Линейные операции над векторами в координатной форме.
54. Ортогональные проекции векторов. Скалярное произведение векторов. Свойства. Выражение через координаты сомножителей в ортонормированном базисе.
55. Определение линейного оператора.
56. Матрица линейного оператора. Действия над операторами и соответствующие действия над их матрицами.
57. Преобразование матрицы линейного оператора при переходе к новому базису.
58. Характеристическое уравнение.

59. Диагональный вид матрицы линейного оператора в случае простого спектра.
60. Группы и подгруппы.
61. Группа, порядок элемента, порядок группы, подгруппа.
62. Кольца и поля.

#### 7.2. Темы докладов (рефератов)

1. Системы координат на плоскости.
2. Системы координат в пространстве.
3. Понятие базиса. Аффинные координаты.
4. Правые и левые тройки векторов. Правая и левая системы координат.
5. Двойной векторное произведение.
6. Линии второго порядка как конические сечения.
7. Поверхности второго порядка.
8. Базис и размерность линейного пространства.
9. Фундаментальная система решений.
10. Собственные векторы и собственные значения матрицы линейного преобразования.
11. Квадратичные формы.
12. Базис геометрических векторов на прямой, на плоскости и в пространстве.
13. Группы и подгруппы.
14. Кольца и поля.

#### 7.3. Темы письменных работ (типы задач)

Контрольные работы по практике по темам:

- векторная алгебра (нахождение координат и длины вектора; разложение вектора по базису; вычисление скалярного, векторного и смешанного произведения);
- прямая на плоскости (составление различных типов уравнений прямой на плоскости);
- уравнения плоскости (составление различных типов уравнений плоскости);
- линии второго порядка (составление уравнений линий второго порядка);
- матрицы и определители (решение матричных уравнений, вычисление определителей);
- общие системы линейных уравнений (решение систем линейных уравнений методом Крамера, методом обратной матрицы и методом Гаусса);
- действительные и комплексные евклидовы пространства (переход к новому базису, приведение квадратичной формы к каноническому виду);
- линейные операторы (нахождение собственных значений и собственных векторов линейного оператора);
- элементы теории групп (выявление групп, подгрупп, колец и полей по определению).

Контрольная работа по проверке теоретических знаний – по всем темам, с использованием указанных выше контрольных вопросов.



## 7.4. Образец содержания экзаменационного билета

## 1 семестр

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
ФГБОУ ВО «ДОНЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Физико-технический факультет  
Кафедра математической физики**

*Образовательная программа:* Бакалавриат

*Направление подготовки:* 03.03.02 Физика

*Специализация:* Физика

*Форма обучения:* Очная

*Семестр* Первый

*Дисциплина:* Аналитическая геометрия и линейная алгебра. Теория групп

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1**

1. Найти точку пересечения прямой  $L: \frac{x-2}{2} = \frac{y+1}{-1} = \frac{z-1}{-3}$  и плоскости  $\alpha: -x + 2y - z - 3 = 0$ .

2. Составить уравнение гиперболы, фокусы которой размещены на оси абсцисс симметрично относительно начала координат, если заданы  $2b=8$ ,  $2c=10$ . Построить гиперболу.

3. Написать уравнение гиперболы, если ее фокусы находятся в точках  $F_1(-2,0)$ ,  $F_2(2,0)$ , а длина ее действительной оси равна 1.

## 2 семестр

*Образовательная программа:* Бакалавриат

*Направление подготовки:* 03.03.02 Физика

*Специализация:* Физика

*Форма обучения:* Очная

*Семестр* Второй

*Дисциплина:* Аналитическая геометрия и линейная алгебра. Теория групп

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №2**

1. Дана матрица  $A$ . Вычислить обратную матрицу  $A = \begin{bmatrix} 2 & 1 & -1 \\ 2 & -1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ .

2. Решить систему уравнений

$$\begin{cases} 8x_1 + 3x_2 - 6x_3 = -4, \\ x_1 + x_2 - x_3 = 2, \\ 4x_1 + x_2 - 3x_3 = -5. \end{cases}$$

3. Найти ФСР и общее решение системы

$$\begin{cases} 2x_1 - x_2 + x_3 + x_4 = 1 \\ x_1 + 2x_2 - x_3 + 4x_4 = 2 \\ x_1 + 7x_2 - 4x_3 + 11x_4 = 5 \end{cases}.$$

В случае ведения учебного процесса с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, содержание билета может отличаться от приведенного.

## 8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Общая оценка знаний обучающихся по дисциплине проводится по 100-балльной шкале исходя из максимума, приведенного в таблице ниже. Организационно-учебная работа в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, своевременное и качественное выполнение домашних заданий, активность во время проведения лекционных и практических занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

### 8.1. Семестр 1

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1	Организационно-учебная работа в аудитории	15
	Самостоятельная работа	15
	Контрольные работы по практике	15
	Контрольная работа по теоретическому материалу	15
ИТОГО		60
Экзамен		40
Общий итог за семестр		100

### 8.2. Семестр 2

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
2-3	Организационно-учебная работа в аудитории	15
	Самостоятельная работа	15
	Контрольные работы по практике	15
	Контрольная работа по теоретическому материалу	15
ИТОГО		60
Экзамен		40
Общий итог за семестр		100

### Соответствие баллов оценке

Количество баллов из 100	ECTS	Оценка по пятибалльной шкале	
		Экзамен, дифференцированный зачет	Зачет
90-100	A	отлично	зачтено
80-89	B	хорошо	зачтено
75-79	C		зачтено
70-74	D	удовлетворительно	зачтено
60-69	E		зачтено
35-59	FX	неудовлетворительно	не зачтено
0-34	F		не зачтено

## 9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

- 1) для слепых и слабовидящих:
  - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
  - для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
  - письменные задания оформляются увеличенным шрифтом.
- 2) для глухих и слабослышащих:
  - лекции оформляются в виде электронного документа;
  - письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
  - экзамен проводится в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.
- 3) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
  - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
  - письменные задания выполняются на компьютере;
  - экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- 1) для слепых и слабовидящих:
  - в печатной форме увеличенным шрифтом;
  - в форме электронного документа;
- 2) для глухих и слабослышащих:
  - в печатной форме;
  - в форме электронного документа.
- 3) для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
  - в печатной форме;
  - в форме электронного документа.

## 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в четвертом корпусе ДонГУ (г. Донецк, пр. Театральный, 13). Для проведения лабораторных занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской, мультимедийный проектор и экран, ноутбук, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя, выход в Интернет – проводной или с использованием Wi-Fi.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, учебно-методическое обеспечение, представленное в учебно-методическом кабинете четвертого корпуса (ауд.108).

Обучающиеся имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине, размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ФГБОУ ВО «ДонГУ». При изучении дисциплины применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

С использованием ресурсов платформы дистанционного образования осуществляется текущий контроль знаний обучающихся на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

## 11. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### 11.1. Основная литература

1. Беклемишев Д.В. Дополнительные главы линейной алгебры: [учеб. пособие для вузов по спец. "Физика" и "Прикл. математика"] / Д.В. Беклемишев. – Москва: Наука, 1983. – 335 с.
2. Беклемишев Д.В. Курс аналитической геометрии и линейной алгебры: [Учеб. пособие для студентов вузов] / Д. В. Беклемишев. – 2-е изд. – М.: Наука, 1974. – 320 с.
3. Гельфанд И.М. Лекции по линейной алгебре / И.М. Гельфанд. – 4-е изд. – Москва: Наука, 1971. – 272 с.
4. Ильин В.А. Аналитическая геометрия : [Учебник для физ. специальностей и специальности "Прикл. математика" ун-тов] / В.А. Ильин, Э.Г. Позняк. – 3-е изд. – М.: Наука, 1981. – 232 с.
5. Ильин В.А. Линейная алгебра: [Учеб. для ун-тов по специальностям "Прикл. математика" и "Физика"] / В.А. Ильин, Э.Г. Позняк. – 2-е изд. – М.: Наука, 1978. – 302 с.
6. Ильин В.А. Линейная алгебра и аналитическая геометрия: учеб. для студентов ун-тов и техн. вузов, обучающихся по специальности "Математика", "Прикладная математика и информатика" / В.А. Ильин, Г.Д. Ким; Московский гос. ун-т им. М.В. Ломоносова. – 3-е изд. – Москва: Проспект, 2008. – 393 с.
7. Канатников А.Н. Аналитическая геометрия: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по естественно-научным, техническим и экономическим направлениям и специальностям / А.Н. Канатников, А.П. Крищенко. – Москва: Академия, 2009. – 199 с.
8. Каплан И. А. Практические занятия по высшей математике. Ч. 1: Аналитическая геометрия на плоскости и в пространстве / И. А. Каплан. – 5-е изд. – Харьков: Изд-во Харьк. гос. ун-та, 1973. – 204 с.
9. Клетеник Д.В. Сборник задач по аналитической геометрии: [учеб. пособие для вузов] / Д.В. Клетеник; под ред. Н.В. Ефимова. – 17-е изд. – Санкт-Петербург: Профессия, 2009. – 199 с.
10. Курош А. Г. Курс высшей алгебры: учебник для ун-тов / А. Г. Курош. – 9-е изд. – Москва: Наука, 1968. – 431 с.
11. Минорский В.П. Сборник задач по высшей математике: [Учеб. пособие для вузов] / В.П. Минорский. – 13-е изд. – М.: Наука, 1987. – 350 с.
12. Письменный Д.Т. Конспект лекций по высшей математике: Полный курс / Д.Т. Письменный. – 2-е изд. – М.: Айрис пресс, 2004. – 608 с.
13. Погорелов А.В. Аналитическая геометрия: [учебник для мат. и физ. специальностей вузов] / А.В. Погорелов. – 3-е изд. – Москва: Наука, 1968. – 176 с.
14. Проскуряков И.В. Сборник задач по линейной алгебре: [Учеб. пособие для физ.-мат. специальностей вузов] /

И.В. Проскуряков. – 6-е изд. – М.: Наука, 1978. – 384 с.

### 11.2. Дополнительная литература

15. Ефимов, Н.В. Краткий курс аналитической геометрии: [для вузов] / Н.В. Ефимов. – 10-е изд. – Москва: Наука, 1969. – 272 с.
16. Колесник В.И. Векторная алгебра. [Учебно-методическое пособие]. / В.И. Колесник. – Донецк: ГОУ ВПО ДонНУ, 2019. – 93 с.
17. Колесник В.И.. Решение линейных систем. [Учебно-методическое пособие]. / В.И. Колесник. – Донецк: ГОУ ВПО ДонНУ, 2018. – 57 с.
18. Фаддеев Д.К. Лекции по алгебре: [Учеб. пособие для вузов и пед. ин-тов] / Д.К. Фаддеев. – М.: Наука, 1984. – 416 с. 27

## 12. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. **Национальная электронная библиотека (НЭБ):** федеральная государственная информационная система / Министерство Культуры РФ; Российская государственная библиотека. – Москва, 2019- . – URL: <https://rusneb.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный, подписка. Необходима установка программного обеспечения. – Текст: электронный.
2. **eLIBRARY.RU:** научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000- . – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
3. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка»: сайт / Ассоциация «Открытая наука». – Москва, 2014- . – URL: <https://cyberleninka.ru/>. – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
4. Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
5. **ЭБС Юрайт:** электронная библиотечная система: сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://biblio-online.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
6. **Электронно-библиотечная система ДонГУ:** сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016- . – URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
7. **Электронный каталог** Научной библиотеки ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://library.donnu.ru/catalog/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: поиск свободный, электронные документы – для пользователей ДонГУ.
8. **Электронный архив ДонГУ:** раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://repo.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный.

## 13. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонГУ № 46484614)
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919)
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы Dream Spark для высших учебных заведений)
4. Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).