

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

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

Факультет математики и информационных технологий
Кафедра высшей математики и методики преподавания математики

УТВЕРЖДАЮ
проректор

_____ П. А. Машаров
«17» апреля 2025 г.
МП

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

АЛГЕБРА И ГЕОМЕТРИЯ

Укрупненная группа направлений подготовки	02.00.00 Компьютерные и информационные науки
Программа высшего образования	Программа бакалавриата
Направление подготовки	02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии
Направленность (профиль) образовательной программы	Фундаментальная информатика и информационные технологии
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная

Рабочая программа может быть адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2025

Рабочая программа дисциплины **«Алгебра и геометрия»** для обучающихся по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии (Профиль: Фундаментальная информатика и информационные технологии), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 23 августа 2017 г. № 808 (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 2025 года.

Разработчик:

профессор кафедры высшей математики
и методики преподавания математики
доктор физ.-мат. наук, доцент

А.В. Зыза

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры высшей математики и методики преподавания математики
Протокол от 10.04.2025 г. № 9

Заведующий кафедрой

Е.И. Скафа

СОГЛАСОВАНО:

Декан факультета математики и
информационных технологий
16.04.2025 г.

И. А. Моисеенко

Учебно-методическая комиссия факультета математики и информационных технологий.
Протокол от 16.04.2025 № 3
Председатель

Л. И. Селякова

Руководитель основной образовательной
программы, д-р техн. наук, доц.
10.04.2025 г.

Д.В. Шевцов

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ

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

базовая подготовка по математике в объеме программы средней школы;

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

Операционные системы, Информатика, Базы данных и другие.

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы (далее – ОП)	02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии (Профиль: Фундаментальная информатика и информационные технологии)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.Б. 15 Алгебра и геометрия
Часть образовательной программы	Базовая часть
Количество зачетных единиц / всего часов	10 / 360

В случае предъявления от обучающегося или его родителя (законного представителя) заявления на обучение по адаптированной образовательной программе высшего образования, подкрепленного заключением психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК) или медико-социальной экспертизы (МСЭ) с рекомендациями создания индивидуальной программы реабилитации и абилитации (ИПРА), данная рабочая программа может быть адаптирована с учетом индивидуальных особенностей здоровья обучающегося.

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	34	34	-	112	180	экзамен
Очная	1	2	34	34	-	112	180	экзамен
Очная, всего			68	68	-	224	360	

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

- ознакомится с основными понятиями алгебры и геометрии;
- научиться формулировать и доказывать основные результаты изучаемых разделов алгебры и геометрии;
- освоить методы и способы решения алгебраических и геометрических задач;
- развивать логическое и алгоритмическое мышления;
- овладеть основными методами исследования и решения математических задач;
- выработать умения самостоятельно расширять математические знания и проводить постановку и математический анализ прикладных задач;

- приобрести знания, умения и навыки, позволяющие подготовить выпускника к научно-исследовательской, проектной и производственно-технологической деятельности в области системного и прикладного программного обеспечения;

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

4.1. Компетенции

ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности.

4.2. Индикаторы компетенций

ОПК-1.2. Применяет основные положения и концепции в области математических наук и основную терминологию при решении задач профессиональной деятельности.

4.3. Результаты обучения

ОПК-1.2.1. Знает теорию матриц, определителей и систем линейных уравнений

ОПК-1.2.2. Знает теорию линейных, точечно-векторных и унитарных пространств

ОПК-1.2.3. Знает теорию линейных операторов на конечномерных пространствах

ОПК-1.2.4. Знает теорию билинейных и квадратичных форм на конечномерных пространствах

ОПК-1.2.5. Умеет применять теоретический материал для решения задач профессиональной деятельности

ОПК-1.2.6. Умеет составлять рациональный алгоритм для достижения желаемого результата при решении задач повышенной сложности, связанных с профессиональной деятельностью.

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
Раздел 1.	
Тема 1. Основные понятия векторной алгебры.	Системы координат. Декартова прямоугольная система координат. Проекция вектора на ось, свойства проекций. Направляющие косинусы вектора, свойство направляющих косинусов. Линейные операции над векторами, их свойства. Линейная зависимость и независимость векторов. Критерий коллинеарности векторов. Базис системы векторов. Теорема о разложении вектора по базису. Координаты вектора.
Тема 2. Операции над векторами.	Скалярное произведение векторов. Критерий ортогональности векторов. Скалярное произведение в декартовых координатах. Алгебраические и геометрические свойства скалярного произведения. Векторное произведение векторов. Векторное произведение в декартовых координатах. Алгебраические и геометрические свойства векторного произведения. Смешанное произведение векторов. Смешанное произведение в декартовых координатах. Геометрический смысл смешанного произведения. Критерий компланарности трёх векторов.
Тема 3. Прямая на плоскости.	Понятие об уравнениях линий и поверхностей, типы уравнений: явное, общее, параметрические. Прямая на плоскости. Различные формы записи уравнений прямой, расстояние от точки до прямой. Деление отрезка в заданном отношении.

Тема 4. Плоскость в пространстве.	Плоскость в пространстве. Различные формы записи уравнений плоскости. Взаимное расположение плоскостей.
Тема 5. Прямая в пространстве	Прямая в пространстве. Различные формы записи уравнений прямой в пространстве. Взаимное расположение прямых в пространстве. Взаимное расположение прямой и плоскости в пространстве.
Тема 6. Определители.	Определители. Свойства определителей. Миноры, алгебраические дополнения. Вычисление определителей.
Тема 7. Алгебра матриц.	Алгебра матриц. Матрицы их типы, операции над матрицами и их свойства. Умножение матриц и его свойства. Степени квадратной матрицы. Транспонирование матриц. Обратная матрица. Обратимость и односторонняя обратимость. Многочлены от матрицы. Простейшие матричные уравнения. Ранг матрицы. Вычисление ранга матриц методом элементарных преобразований. Теорема о базисном миноре. Критерий равенства нулю определителя.
Тема 8. Общая теория систем линейных уравнений.	Системы линейных уравнений. Классификация, основные понятия и определения. Критерии совместности и единственности решения. Матричный способ решения. Метод Крамера. Метод Гаусса решения произвольной системы линейных уравнений. Ранг матрицы. Определения ранга. Свойства решений систем линейных однородных уравнений. Фундаментальная система решений. Структура общего решения.
Тема 9. Алгебра комплексных чисел.	Комплексные числа. Три формы записи комплексного числа и операции над комплексными числами. Геометрическая интерпретация комплексных чисел. Формула Муавра. Свойства модуля и аргумента комплексных чисел. Корни из комплексных чисел. Корни из единицы. Группа корней из единицы.
Тема 10. Алгебра многочленов.	Многочлены. Теорема единственности. Операции над многочленами. Деление с остатком. НОД. Алгоритм Евклида. Корни многочленов. Теорема Безу и следствие из неё. Разложение по корням. Кратность корня. Теорема Виета. Многочлены с вещественными коэффициентами и их корни, разложение на неприводимые множители. Многочлены с целыми коэффициентами. Целые и рациональные корни многочленов с целыми коэффициентами. Производная многочлена. Корни многочлена и производной.
Раздел 2.	
Тема 11. Линейные пространства.	Линейные пространства. Определение и примеры. Базис и размерность. Переход к новому базису. Матрица перехода. Свойства матриц перехода. Линейные подпространства. Линейная оболочка как подпространство. Свойства линейных оболочек. Сумма и пересечение линейных подпространств. Теорема о размерностях.
Тема 12. Евклидовы пространства.	Евклидовы пространства. Определение и примеры. Длина вектора. Угол между векторами. Неравенство Коши-Буняковского. Теорема Пифагора. Ортогональные системы и их свойства. Ортонормированные системы. Равенство Парсеваля. Координаты вектора в ортонормированном базисе. Процесс ортогонализации. Ортогональная прямая сумма. Разложение в ортогональную

	прямую сумму. Расстояние от вектора до подпространства. Ортогональное дополнение и его свойства.
Тема 13. Линейные операторы и их матрицы.	Линейные операторы в линейных пространствах. Определение и примеры. Ядро и образ, и их свойства. Матрица линейного оператора в конечномерных пространствах. Преобразование матрицы линейного оператора при переходе к новому базису. Размерность ядра и образа. Ранг оператора. Теорема о $\dim \ker A + \dim \operatorname{Im} A$. Пространство линейных операторов.
Тема 14. Спектральная теория линейных операторов.	Собственные векторы и собственные значения линейного оператора. Характеристический многочлен линейного оператора. Теорема об инвариантности характеристического многочлена. Характеристические корни линейного оператора. Теорема о линейной независимости собственных векторов, отвечающих разным собственным значениям.
Тема 15. Линейные операторы в евклидовых пространствах.	Ортогональные матрицы и их свойства. Матрица и определитель Грама. Сопряженный оператор и его матрица. Самосопряженные операторы и их свойства. Инвариантные подпространства и инвариантность ортогонального дополнения к ним для самосопряженного оператора. Вещественность спектра самосопряженного оператора. Норма оператора. Оценка спектра через норму.
Тема 16. Билинейные и квадратичные формы.	Билинейные и квадратичные формы. Определение и матрица билинейной формы. Связь между матрицами билинейной формы в разных базисах. Симметрическая запись квадратичной формы. Критерии положительной и отрицательной определенности. Критерий Сильвестра.
Тема 17. Кривые второго порядка.	Кривые второго порядка, их геометрические свойств. Канонические уравнения. Исследование формы кривых. Уравнения касательных, эксцентриситет и директрисы. Приведение общего уравнения кривой второго порядка к каноническому виду.
Тема 18. Поверхности второго порядка.	Поверхности второго порядка, канонические уравнения. Построение поверхностей второго порядка. Линейчатые поверхности. Инварианты.

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Форма обучения – очная, курс – 1, семестр – 1,2

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
Раздел 1.	34	34	-	112	180
Тема 1	3	3	-	11	17
Тема 2	3	3	-	11	17
Тема 3	3	3	-	11	17
Тема 4	3	3	-	11	17
Тема 5	3	3	-	11	17
Тема 6	3	3	-	11	17
Тема 7	4	4	-	11	19
Тема 8	4	4	-	11	19
Тема 9	4	4	-	11	19

Тема 10	4	4	-	13	19
ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	34	34	-	112	180
Раздел 2.	34	34	-	112	180
Тема 11	4	4	-	14	22
Тема 12	4	4	-	14	22
Тема 13	4	4	-	14	22
Тема 14	4	4	-	14	22
Тема 15	4	4	-	14	22
Тема 16	4	4	-	14	22
Тема 17	5	5	-	14	22
Тема 18	5	5	-	14	22
ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	34	34	-	112	180
ИТОГО ПО КОМПОНЕНТУ ОПОП	68	68	-	224	360

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

7.1. Контрольные вопросы

Раздел 1.

- 1) Критерий линейной зависимости двух векторов.
- 2) Критерий линейной зависимости трёх векторов.
- 3) Критерий ортогональности векторов.
- 4) Геометрические и алгебраические свойства скалярного произведения. Скалярное произведение в декартовых координатах.
- 5) Геометрические и алгебраические свойства векторного произведения. Векторное произведение в декартовых координатах.
- 6) Смешанное произведение. Смешанное произведение в декартовых координатах.
- 7) Уравнения прямой на плоскости: векторное, параметрическое, каноническое, общее, с угловым коэффициентом.
- 8) Отклонение точки от прямой.
- 9) Уравнение плоскости: нормальное, нормальное в координатной форме, в отрезках, общее.
- 10) Отклонение точки от плоскости.
- 11) Определители 2, 3 порядка.
- 12) Линейные системы и их матрицы.
- 13) Комплексные числа. Три формы записи комплексных чисел. Модуль, аргумент, формула Муавра.
- 14) Извлечение корня из комплексных чисел.
- 15) Комплексные числа. Арифметические операции, сопряжение.
- 16) Многочлены с одним неизвестным, основная теорема алгебры, теорема Виета, деление с остатком, корни многочлена.

Раздел 2.

- 17) Канонические уравнения эллипса, гиперболы, параболы.
- 18) Эксцентриситет эллипса, гиперболы, параболы.
- 19) Директрисы эллипса, гиперболы, параболы.
- 20) Уравнения касательных к эллипсу, гиперболе, параболы.
- 21) Оптические свойства эллипса, гиперболы, параболы.
- 22) Канонические уравнения эллипсоида, конуса, цилиндра.
- 23) Канонические уравнения параболоидов, гиперболоидов.
- 24) Общее уравнение линии второго порядка.

- 25) Центральные линии. Геометрический смысл параллельного переноса и поворота.
- 26) Инварианты уравнения линии второго порядка.
- 27) Классификация центральных линий второго порядка.
- 28) Классификация нецентральных линий второго порядка.
- 29) Общее уравнение поверхности второго порядка.
- 30) Инварианты уравнения поверхности второго порядка.
- 31) Классификация центральных поверхностей второго порядка.
- 32) Классификация нецентральных поверхностей второго порядка.
- 33) Линейные пространства. Определение подпространства.
- 34) Определение прямой суммы подпространств.
- 35) Составной базис и теорема о размерности прямой суммы нескольких подпространств.
- 36) Определение линейных отображений. Ядро и образ линейного отображения.
- 37) Изоморфизм линейных пространств. Сохранение размерности при изоморфизме (без доказательства).
- 38) Матрица линейного отображения.
- 39) Теорема о сумме размерностей ядра и образа. Понятие о ранге линейного отображения.
- 40) Линейные операторы как частный случай линейных отображений.
- 41) Обратимые линейные операторы.
- 42) Матрица линейного оператора.
- 43) Определение собственного числа и собственного вектора для линейного оператора.
- 44) Характеристический полином линейного оператора.
- 45) Связь собственных чисел с корнями характеристического полинома (сравнить случаи операторов в пространствах над полями рациональных, вещественных и комплексных чисел).
- 46) Понятие собственного подпространства, отвечающего заданному собственному числу. Инвариантность собственных подпространств.
- 47) Теорема о прямой сумме собственных подпространств линейного оператора (без доказательства).
- 48) Теорема о линейной независимости собственных векторов отвечающих различным собственным числам (без доказательства).
- 49) Определение билинейных и квадратичных форм.
- 50) Связь симметричных билинейных форм с квадратичными формами.
- 51) Матрица билинейной формы. Теорема о приведении матрицы билинейной формы к диагональному виду (без доказательства).
- 52) Понятие положительно определенной квадратичной формы и сравнение его с понятием скалярного произведения в трехмерном пространстве. Критерий Сильвестра.
- 53) Понятие евклидова пространства. Неравенство Коши-Буняковского-Шварца и неравенство треугольника.
- 54) Понятие угла между векторами в многомерном евклидовом пространстве.
- 55) Матрица Грама и обратная матрица Грама.

7.2. Темы письменных работ (типы задач)

Контрольные работы по практике:

- матрицы, определители, системы линейных уравнений;
- алгебра комплексных чисел и многочленов с одной переменной;
- аналитическая геометрия на плоскости и в пространстве.

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

7.3. Образец содержания экзаменационного билета

БИЛЕТ №n

1. Комплексные числа. Три формы записи комплексных чисел. Модуль, аргумент, формула Муавра.
2. Критерий линейной зависимости трёх векторов.
3. Разделить многочлен $x^4 - 3x^3 + x^2 + x + 3$ на многочлен $x^2 - x + 1$.
4. Решить матричное уравнение $\begin{pmatrix} 3 & -1 & 2 \\ 4 & 1 & 3 \\ 1 & 3 & 1 \end{pmatrix} \cdot X = \begin{pmatrix} 1 & 4 & 2 \\ 1 & 11 & 3 \\ 2 & 5 & 1 \end{pmatrix}$.
5. Через точки $M(1,3,7)$ и $N(-1,3,4)$ провести плоскость, перпендикулярную плоскости $2x - 2y - z + 3 = 0$.

Утверждено на заседании кафедры высшей математики и методики преподавания математики протокол № ____ от «__» _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой
Экзаменатор

Е.И. Скафа
А.В. Зыза

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.).

Самостоятельная работа оценивается на основе предоставленных на проверку выполненных домашних, индивидуальных заданий с учетом своевременности их предоставления и соответствия требованиям к их выполнению.

Количество баллов за контрольную работу вычисляется как сумма баллов за все входящие в её состав задания. Каждое задание оценивается исходя из максимально возможного количества баллов с учетом правильности выполнения задания, полноты приводимых обоснований.

По результатам работы в семестре обучающийся, набравший не менее 60 баллов, имеет право получить оценку. Те, кто претендует на более высокий балл, проходят промежуточную аттестацию. Максимальное количество баллов на промежуточной аттестации – 100. Общее количество баллов за семестр вычисляется как максимальная из полученных за семестр и на промежуточной аттестации и выставляется согласно принятому порядку.

8.1. Семестр 1

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1-10	Организационно-учебная работа в аудитории	10
	Самостоятельная работа	10

	Контрольные работы по практике	20
	Контрольная работа по теоретическому материалу	20
ИТОГО		60
Зачёт		40
Общий итог за семестр		100

8.2. Семестр 2

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
11-18	Организационно-учебная работа в аудитории	10
	Самостоятельная работа	10
	Контрольные работы по практике	20
	Контрольная работа по теоретическому материалу	20
ИТОГО		60
Зачёт		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. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в Главном корпусе ДонГУ (г. Донецк, пр. Гурова, 6). Для проведения 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 Главного корпуса (ауд.705).

Обучающиеся имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине, размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ФГБОУ ВО «ДонГУ». При изучении дисциплины могут применяться 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.

10. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

10.1. Основная литература

1. Зыза А.В. Алгебра и геометрия: методические приемы обучения. Часть 1. Геометрия: учебно-методическое пособие / А.В. Зыза, Н.В. Коваленко, Л.И. Селякова. – Донецк: ДонНУ, 2020. – 104 с.

2. Курош А.Г. Курс высшей алгебры : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальностям «Математика», «Прикладная математика» / А. Г. Курош. – 17-е изд., стер. – СПб : Лань, 2008. – 431 с.

3. Алгебра и геометрия (линейная алгебра и аналитическая геометрия) [Электронный ресурс] : методическое пособие [для студентов специальности "Прикладная математика" дневной и заочной формы обучения] / А. В. Зыза и др. ; Донецкий нац. ун-т. – Электронные текстовые данные. – Донецк : ДонНУ, 2006.

4. Зыза А.В. Алгебра : методика обучения студентов педагогических направлений [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие : для студентов направлений подготовки 01.03.01 Математика, 44.03.05 Педагогическое образование (Профиль: математика и информатика) Ч. 1 / А. В. Зыза, А. М. Кизименко, Л. И. Селякова ; ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет", Кафедра высшей математики и методики преподавания математики. – Донецк : ДонНУ, 2018.

5. Коваленко Н.В. Алгебра и геометрия [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие : для студентов факультета математики и информационных технологий, обучающихся по направлениям подготовки: 01.03.02 Прикладная математика и информатика, 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, 01.03.02 Прикладная математика и информатика (Профиль: Статистика) и 09.03.04 Программная инженерия. Ч. 2 / Н. В. Коваленко, А. В. Зыза ; ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет". –Донецк : ДонНУ, 2019.

10.2. Дополнительная литература

1. Проскуряков И.В. Сборник задач по линейной алгебре : Учеб. пособие для физ.-мат. специальностей вузов / И. В. Проскуряков. - 8-е изд. – М. : Лаб. Базовых Знаний, 2003. – 382 с.

2. Цубербиллер О.Н. Задачи и упражнения по аналитической геометрии [Текст] / О.Н. Цубербиллер. – Изд. 34-е, стер. – СПб [и др.] : Лань, 2009. – 336с.

11. 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: 31.03.2025). – 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: 31.03.2025). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. –Текст: электронный.

3. Научная электронная библиотека **«КиберЛенинка»:** сайт / Ассоциация «Открытая наука». – Москва, 2014- . – URL: <https://cyberleninka.ru/> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

4. Электронно-библиотечная система **«Лань»:** [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: издания Сетевой электронной библиотеки, для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

5. **ЭБС Юрайт**: электронная библиотечная система: сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://urait.ru/library/svobodnyy-dostup/> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: издания свободного доступа, для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
6. **Электронно-библиотечная система ДонГУ**: сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016- . – URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения: 31.03.2025). – 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: 31.03.2025). – 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: 31.03.2025). – Режим доступа: свободный.

12. 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).