

**МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ЛГПУ»)**

ПРОГРАММА

профессионального аттестационного экзамена по направлению подготовки

01.04.01 «МАТЕМАТИКА»

(уровень профессионального образования «*Магистратура*»)

Луганск – 2025

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа вступительного экзамена предназначена для поступающих в магистратуру по направлению подготовки 01.04.01 «Математика».

Вступительный экзамен проводится в форме компьютерного тестирования.

Цель вступительного экзамена: определить готовность к освоению магистерской программы по направлению «Математика» на основе выявленного в ходе тестирования уровня профессиональной компетентности.

Каждый тест содержит 50 вопросов: 10 – первого уровня (каждый вопрос оценивается в 1 балл), 30 – второго (каждый вопрос оценивается в 2 балла) и 10 – третьего уровня сложности (каждый вопрос оценивается в 3 балла). Максимальное количество баллов – 100, проходной балл – 30. Длительность теста – 60 минут.

Предлагаемая программа содержит перечень вопросов, по которым составлены тесты, и список литературы для подготовки. В процессе подготовки к компьютерному тестированию рекомендуется изучить материалы периодических изданий, сборников научных трудов.

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ

Алгебра

1. Линейная алгебра

1.1. Матрицы

Понятие матрицы. Размерность матриц. Понятие единичной матрицы. Понятие треугольной матрицы. Операции над матрицами. Свойства матриц. Транспонирование матриц. Обратная матрица. Алгоритм нахождения обратной матрицы. Теорема о существовании обратной матрицы. Ранг матрицы. Свойства ранга матрицы. Элементарные преобразования матриц.

1.2. Определители матриц

Понятие определителя 1-го, 2-го, ..., n -го порядка. Вычисление определителей. Свойства определителей. Миноры и алгебраические дополнения. Теорема о базисном миноре. Теорема Лапласа. Понятие невырожденной матрицы.

1.3. Системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ)

Понятие СЛАУ. Понятие однородных и неоднородных СЛАУ. Свойства СЛАУ. Понятия совместности, несовместности, определенности, неопределенности СЛАУ. Эквивалентность СЛАУ, элементарные преобразования СЛАУ. Понятие матричного уравнения. Метод Гаусса решения СЛАУ. Метод Крамера решения СЛАУ. Теорема Крамера. Теорема Кронекера-Капелли. Метод обратной матрицы решения СЛАУ. Фундаментальная система решений СЛАУ. Общее и частное решения СЛАУ.

1.4. Линейные пространства.

Понятие n -мерного векторного пространства. Линейные операции над n -мерными векторами и их свойства. Понятие линейного пространства. Понятие линейной зависимости векторов. Критерии линейной зависимости векторов. Понятие размерности пространства. Понятие базиса. Теорема о разложении вектора по базису. Переход от старого базиса к новому. Понятие евклидова

линейного пространства. Понятие нормы вектора. Свойства нормы. Теорема Пифагора для ортогональных векторов. Неравенства Гельдера и Минковского. Тождество параллелограмма. Понятие системы ортогональных векторов. Понятие ортонормированного базиса. Теорема о существовании ортонормированного базиса. Процесс ортогонализации. Понятие унитарного пространства.

1.5. Комплексные числа

Аналитическая, геометрическая, тригонометрическая интерпретации комплексного числа. Действия над комплексными числами. Показательная форма комплексного числа. Формула Эйлера. Действия над комплексными числами, заданными в тригонометрической форме: извлечение корня, возведение в степень. Теорема Безу. Основная теорема алгебры. Решение уравнений с комплексными коэффициентами. Алгебраическое решение кубических уравнений.

1.6. Линейные операторы.

Понятие оператора в R^n . Понятие линейного оператора. Понятие тождественного, нулевого операторов, оператора вращения. Понятие матрицы линейного оператора. Понятие дефекта матрицы, дефекта оператора. Действия над линейными операторами. Зависимость между матрицами одного и того же линейного оператора в различных базисах. Подобные матрицы. Понятие собственного вектора, характеристического многочлена оператора, собственного вектора. Свойства собственных векторов и собственных значений операторов. Теорема о приведении матрицы линейного оператора к диагональному виду.

1.7. Квадратичные формы.

Понятие квадратичной формы, матрицы квадратичной формы. Матрично-векторный вид. Понятие канонической, нормальной квадратичной формы. Теорема Лагранжа. Способы приведения квадратичной формы к каноническому виду. Понятие положительно/отрицательно определенной квадратичной формы. Теоремы о положительно/отрицательно определенной квадратичной форме. Критерий Сильвестра. Понятие неопределенной квадратичной формы. Закон инерции. Понятие ранга квадратичной формы. Билинейная форма. Свойства билинейной формы. Эрмитовы формы. Свойства эрмитовых форм. Применение квадратичных форм к исследованию линий и поверхностей второго порядка.

2. Общая алгебра

2.1. Отношения и алгебраические операции на множестве.

Понятие алгебры, алгебраического отношения и операции. Понятие n -арного (n -местного) отношения на множестве A . Понятие n -арной (n -местной) алгебраической операции. Свойства операций и отношений. Классификация фундаментальной алгебры. Изоморфизм алгебраических систем. Подсистемы алгебраических систем.

2.2. Группы.

Понятие группы. Группа перестановок. Свойства подгрупп. Смежные классы группы по подгруппе. Свойства левых смежных классов.

Факторгруппа. Абелевы группы. Действие группы на множестве. Теорема Лагранжа. Классы сопряженности. Нормальные подгруппы. Конструкции групп. Представления групп. Характеры представлений.

2.3. Кольца.

Понятие кольца. Основные свойства кольца. Лиево кольцо. Связь ассоциативного кольца с лиевым и йордановым кольцами. Теорема об изоморфном вложении кольца K в кольцо с единицей. Понятие простого кольца. Тело. Теоремы Веддербарна о коммутативности конечного тела и о строении простого ассоциативного кольца.

2.4. Поля.

Понятие поля. Понятие алгебры над полем. Ассоциативные алгебры с делением и их свойства. Алгебра кватернионов. Свойства кватернионов. Неассоциативные алгебры. Алгебра Кэли. Альтернативные алгебры. Теорема Артина без доказательства. Ассоциативные алгебры с 1, с делением над полем R . Теорема Фробениуса.

Аналитическая геометрия

1. Векторы и координаты.

Отрезки. Деление отрезка в данном отношении. Вектор. Проекция вектора. Линейная зависимость и независимость векторов, коллинеарность, компланарность. Базисы и реперы. Аффинная и прямоугольная системы координат. Полярные, сферические и цилиндрические координаты. Преобразование координат. Фигуры и уравнения. Скалярное, векторное, смешанное произведение трех векторов. Геометрическое содержание произведений.

2. Прямая линия на плоскости.

Параметрические уравнения прямой. Уравнение прямой на плоскости. Каноническое уравнение прямой на плоскости. Общее уравнение прямой на плоскости. Параллельные прямые. Взаимное расположение двух прямых на плоскости. Теорема единственности. Полуплоскости, на которые прямая разбивает плоскость. Прямые, которые проходят через точку пересечения двух прямых. Расположение прямой по отношению к осям координат.

3. Плоскости в трехмерном аффинном пространстве.

Параметрические уравнения плоскости. Общее уравнение плоскости. Плоскость, проходящая через три неколлинеарные точки. Взаимное расположение двух плоскостей в пространстве. Плоскости, которые проходят через данную прямую.

4. Прямые и плоскости в трёхмерном аффинном пространстве.

Различные виды уравнения прямой в пространстве. Взаимное расположение прямых и плоскостей в 3-мерном аффинном пространстве. Плоскости, проходящие через точку пересечения трех плоскостей. Формулы расстояний от точки до прямой и от точки до плоскости. Геометрический смысл неравенств с двумя и тремя переменными.

5. Кривые второго порядка.

Классификация кривых второго порядка на плоскости. Директориальные свойства кривых второго порядка. Парабола. Каноническое уравнение параболы. Эллипс. Каноническое уравнение эллипса. Параметры. Гипербола. Каноническое уравнение гиперболы и ее параметры. Фокальные свойства эллипса и гиперболы. Касательная к кривой второго порядка в заданной точке. Уравнения касательных к эллипсу, гиперболе, параболе. Оптическое свойство параболы, эллипса и гиперболы. Уравнение эллипсов, парабол и гипербол, которые отнесены к вершине. Полярные координаты. Фокальный параметр эллипса, гиперболы и параболы. Уравнение эллипса, гиперболы и параболы в полярных координатах.

6. Поверхности второго порядка.

Цилиндрические поверхности второго порядка. Конические поверхности второго порядка. Поверхности вращения. Однополостный и двуполостный гиперболоид. Параболоид вращения.

Математический анализ

1. Введение в математический анализ

1.1. Множество действительных чисел.

Понятие множества. Действия над множествами. Понятие множества действительных чисел. Основные свойства множества действительных чисел. Модуль действительного числа и его свойства. Ограниченные числовые множества. Точная верхняя и точная нижняя границы числового множества, их существование и свойства.

1.2. Функции действительной переменной.

Понятие функции одной переменной. Область определения и область значений функции одной переменной. График функции одной переменной. Обратная функция. Графики взаимно-обратных функций. Определения основных элементарных функций и их графиков. Арифметические действия над функциями, композиция функций. Простейшие свойства функций действительной переменной.

1.3. Пределы.

Предел числовой последовательности. Основные теоремы о пределах. Монотонные последовательности. Существование предела монотонной последовательности. Теорема Больцано-Вейерштрасса. Критерий сходимости числовой последовательности. Понятие предела функции действительной переменной в точке. Геометрический смысл предела функции. Односторонние пределы функции в точке. Связь предела функции действительной переменной в точке с односторонними пределами. Понятия бесконечно малой и бесконечно большой функций. Асимптоты. Основные теоремы о пределах. Теоремы о замечательных пределах и следствия из них.

1.4. Непрерывные функции.

Понятие непрерывной функции действительной переменной в точке. Непрерывность суммы, разности, произведения и частного функций. Непрерывность сложной функции. Односторонняя непрерывность. Точки разрыва и их классификация. Свойства функций, непрерывных на отрезке:

ограниченность, существование наибольшего и наименьшего значений, существование промежуточных значений, равномерная непрерывность. Теорема о существовании, монотонности и непрерывности обратной функции.

2. Дифференциальное исчисление функции одной переменной

2.1. Производная и дифференциал.

Определение производной функции действительной переменной в точке. Геометрический и механический смысл производной функции действительной переменной. Уравнения касательной и нормали к кривой в точке. Понятие функции, дифференцируемой в точке. Связь дифференцируемости с непрерывностью. Дифференцируемость суммы, разности, произведения и частного функций. Дифференцируемость сложной и обратной функций. Таблица производных основных элементарных функций. Дифференциал функции, его механический и геометрический смысл. Инвариантность формы дифференциала. Применение дифференциала для приближенных вычислений. Производные и дифференциалы высших порядков. Дифференцирование параметрически заданных функций.

2.1. Основные теоремы дифференциального исчисления и их применение.

Теоремы Ферма, Ролля, Лагранжа и Коши. Правила Лопиталя. Условия постоянства и монотонности функции на промежутке. Точки экстремума функции одной переменной. Теорема о необходимом условии существования экстремума функции одной переменной. Достаточные условия существования экстремума функции одной переменной. Направление выпуклости и точки перегиба графика функции. Полное исследование функции и построение её графика.

3. Интегральное исчисление функции одной переменной

3.1. Неопределенный интеграл.

Понятие первообразной. Теорема о первообразной. Понятие неопределенного интеграла. Таблица основных интегралов. Основные методы интегрирования. Интегрирование простейших рациональных функций. Интегрирование правильных и неправильных рациональных функций. Интегрирование тригонометрических выражений. Интегрирование иррациональных выражений.

3.2. Определенный интеграл.

Разбиение отрезка, ранг разбиения, интегральная сумма. Понятие определенного интеграла. Геометрический смысл определенного интеграла. Теорема о необходимом условии интегрируемости функции. Суммы Дарбу и их свойства. Критерий интегрируемости функции. Интегрируемость непрерывной, кусочно-непрерывной и монотонной функций. Основные свойства определенного интеграла. Интеграл с переменным верхним пределом интегрирования. Существование первообразной непрерывной функции. Теорема о формуле Ньютона-Лейбница. Теорема об интегрировании по частям в определенном интеграле. Теоремы о замене переменной и подстановке в определенном интеграле. Понятие о приближенном вычислении определенных интегралов. Методы вычисления определенных интегралов по формулам

прямоугольников, трапеций и Симпсона. Понятие несобственного интеграла с бесконечными пределами интегрирования. Признаки сходимости несобственных интегралов.

3.3. Применение определенного интеграла.

Вычисление площади плоских фигур в декартовых и полярных координатах. Вычисление объёма тела вращения. Понятие спрямляемой дуги кривой и её длины. Вычисление длины дуги гладкой кривой. Вычисление площади поверхности вращения. Применение определенного интеграла в физике.

4. Ряды

4.1. Числовые ряды.

Понятие числового ряда, его частичных сумм. Сходящиеся и расходящиеся числовые ряды. Сумма числового ряда. Геометрический и гармонический ряды. Сложение сходящихся числовых рядов. Умножение сходящегося числового ряда на число. Теорема о необходимом условии сходимости числового ряда. Остатки числового ряда. Сходимость числового ряда и его остатка. Критерий Коши сходимости числового ряда. Понятие положительного числового ряда. Признаки сравнения, Даламбера и Коши положительных числовых рядов. Интегральный признак сходимости положительных числовых рядов. Знакопередающиеся ряды. Теорема об обобщенных гармонических рядах. Теорема Лейбница о знакопередающемся ряде. Абсолютно и условно сходящиеся числовые ряды. Переместительное свойство сходящихся числовых рядов и произведение абсолютно сходящихся числовых рядов.

4.2. Функциональные последовательности и ряды.

Понятие функциональной последовательности. Область сходимости и предельная функция функциональной последовательности. Понятие функционального ряда. Область сходимости и сумма функционального ряда. Равномерная сходимость функциональной последовательности и функционального ряда. Теорема Вейерштрасса о равномерной сходимости функционального ряда. Необходимое и достаточное условия равномерной сходимости функциональных рядов и функциональных последовательностей. Свойства равномерно сходящихся функциональных рядов.

4.3. Степенные ряды.

Понятие степенного ряда. Теорема Абеля об интервале и радиусе сходимости степенного ряда. Следствия из теоремы. Теорема о равномерной сходимости степенного ряда. Свойства степенных рядов. Разложение функции в степенной ряд. Теорема о единственности разложения функции в степенной ряд. Формула Тейлора. Теорема об условии сходимости ряда Тейлора. Теорема о разложении функции $f(x) = e^x$ в степенной ряд. Теорема о разложении функции $f(x) = \sin x$ в степенной ряд. Теорема о разложении функции $f(x) = \cos x$ в степенной ряд. Теорема о разложении функции $f(x) = \ln(1+x)$ в степенной ряд. Теорема о разложении функции $f(x) = \arctg x$ в степенной ряд. Теорема о разложении функции $f(x) = (1+x)^m$ в биномиальный ряд. Приближенные

вычисления с помощью степенных рядов.

4.4. Тригонометрические ряды. Ряд Фурье.

Понятие степенного ряда в комплексной области. Круг сходимости степенного ряда. Теорема Абеля. Показательная и тригонометрические функции комплексной переменной. Формулы Эйлера. Тригонометрическая система функций и её ортогональность. Понятие тригонометрического ряда. Ряд Фурье. Комплексная форма ряда Фурье. Сходимость ряда Фурье. Теорема Дирихле. Ряды по косинусам и синусам. Специальные приёмы разложения функций в зависимости от заданного интервала разложения. Применение тригонометрических рядов Фурье в приближенных вычислениях.

5. Дифференциальное исчисление функции нескольких переменных

5.1. Частные производные и полные дифференциалы функции нескольких переменных.

Понятие функции двух переменных. Область определения и область значений функции двух переменных. Предел и непрерывность функции двух переменных в точке. Понятия частных производных. Геометрический смысл частных производных двух переменных. Понятие дифференцируемой функции двух переменных в точке. Необходимые условия и достаточные условия дифференцируемости функции двух переменных. Дифференцируемость сложной функции нескольких переменных. Касательная плоскость и нормаль к поверхности. Полный дифференциал функции двух переменных и его геометрический смысл. Производная по направлению и градиент функции нескольких переменных. Частные производные и дифференциалы высших порядков функции нескольких переменных. Теорема о равенстве смешанных частных производных. Дифференцирование неявных функций одной и двух переменных.

5.2. Экстремумы функции двух переменных.

Понятие локального экстремума функции нескольких переменных. Теорема о необходимом условии существования экстремума функции двух переменных. Достаточные условия экстремума двух переменных.

6. Интегральное исчисление функции нескольких переменных

6.1. Кратные интегралы.

Квадрируемые фигуры и их площади. Признак квадрируемости фигуры. Понятие интегральной суммы для функции двух переменных. Понятие двойного интеграла и его геометрический смысл. Необходимое условие существования двойного интеграла. Суммы Дарбу для функции двух переменных. Признак интегрируемости функции двух переменных. Достаточные условия существования двойного интеграла. Свойства двойного интеграла. Понятие повторного интеграла. Вычисление двойного интеграла повторным интегрированием. Понятие тройного интеграла. Вычисление тройного интеграла. Понятие регулярного отображения плоских областей. Теорема о примере регулярного отображения. Преобразование площади при регулярном отображении плоской области. Теорема о замене переменных в двойном интеграле. Теорема о преобразовании двойного интеграла к полярным координатам. Тройной интеграл в сферических и цилиндрических

координатах.

6.2. Применение кратных интегралов.

Применение кратных интегралов к вычислению площадей плоских фигур. Применение кратных интегралов к вычислению объемов тел. Вычисление массы и координат центра тяжести плоской фигуры и тела. Вычисление площади поверхности. Вычисление моментов инерции плоской фигуры и тела.

6.3. Криволинейные интегралы.

Задачи, приводящие к криволинейным интегралам. Понятие криволинейного интеграла первого рода и его свойства. Понятие криволинейного интеграла второго рода и его свойства. Теорема о существовании криволинейного интеграла и формуле для его вычисления. Вычисление работы переменной силы с помощью криволинейного интеграла. Теорема о формуле Римана-Грина и следствие из нее. Условия независимости криволинейного интеграла второго рода от пути интегрирования.

6.4. Поверхностные интегралы.

Определение поверхностного интеграла первого рода. Вычисление поверхностных интегралов первого рода. Определение поверхностного интеграла второго рода. Вычисление поверхностных интегралов второго рода.

Список литературы для подготовки

1. Окунева, Г. Л. Линейная алгебра. Аналитическая геометрия : учебное пособие / Г. Л. Окунева, Л. Б. Польшина, Н. В. Овчарова. – Белгород : БГТУ им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2020. – 88 с. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/110191.html>.
2. Гельфанд И. М. Алгебра : уч. пос. (изд. 5-е, стереотипное) / И.М. Гельфанд, А. Шень. – М. :Физматлит, 2019. – 144 с.
3. Ильин В.А., Позняк Э.Г. Линейная алгебра. М.: Наука, 1974. – 184 с.
4. Глухов М. М. Алгебра : учебник для вузов / М. М. Глухов, В. П. Елизаров, А. А. Нечаев. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 608 с. – ISBN 978-5-8114-9182-7. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/187793>.
5. Фаддеев Д.К., Соминский И.С. Сборник задач по высшей алгебре. М.: Наука, 1982. – 420 с.
6. Задорожный В.Н., Зальмеж В.Ф., Трифонов А.Ю., Шаповалов А.В. Высшая математика для технических университетов. Линейная алгебра I: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2009. – 254 с.
7. Высшая математика в упражнениях и задачах: в 2 ч./ П. Е. Данко [и др.]. – 7-е изд., испр. – Москва: Оникс: Мир и образование Ч. 1 и 2. – 2008.
8. Фейс К. Алгебра. Кольца, модули, категории Том 1, Том 2. М.:Мир 1979. – 688с. – 464с.
9. Оболенский, А. Ю. Лекции по аналитической геометрии : учебно-методическое пособие / А. Ю. Оболенский, И. А. Оболенский. — Москва,

Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2019. — 216 с. — ISBN 978-5-4344-0705-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/91943.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

10. Погорелов, А. В. Аналитическая геометрия / А. В. Погорелов. — 4-е изд. — Москва, Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019. — 208 с. — ISBN 978-5-4344-0720-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/97364.html>. — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

11. Конюхов, А. Н. Аналитическая геометрия : учебное пособие / А. Н. Конюхов, С. Н. Машнина, К. А. Ципоркова. — Рязань : РГРТУ, 2023. — 62 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/380420>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

12. Богун, В. В. Аналитическая геометрия на плоскости с применением программ для ЭВМ: практические занятия : практикум / В. В. Богун. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 121 с. — ISBN 978-5-4497-0706-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/98494.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/98494>.

13. Темербекова, А. А. Аналитическая геометрия: практикум по решению задач : учебное пособие / А. А. Темербекова. — Горно-Алтайск : ГАГУ, 2019. — 159 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/159340>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

14. Клетеник, Д. В. Сборник задач по аналитической геометрии. Учебное пособие для вузов Д. В. Клетеник. — издательство : Лань, 2022. — 224с.

15. Шабунин, М. И. Теория функций комплексного переменного / Шабунин М. И. , Сидоров Ю. В. - 5-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 303 с. Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10". - ISBN 978-5-00101-916-9. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001019169.html> (дата обращения: 11.03.2021).

16. Свешников, А. Г. Теория функций комплексной переменной : Учеб. : Для вузов. / Свешников А. Г. , Тихонов А. Н. - 6-е изд. , стереот. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 336 с. (Курс высшей математики и математической физики.) - ISBN 978-5-9221-0133-2. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922101332.html> (дата обращения: 11.03.2020).

17. Половинкин, Е.С. Теория функций комплексного переменного: Учебник / Половинкин Е.С. - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 254 с.- (Высшее образование) - URL: <http://znanium.com/catalog/product/487040>.

18. Зверович, Э. И. Вещественный и комплексный анализ. В 6 ч. Ч. 1. Введение в анализ и дифференциальное исчисление : учеб. пособие. /

Э. И. Зверович - Минск : Выш. шк. , 2006. - 319 с. - ISBN 985-06-1262-2. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9850612622.html> (дата обращения: 11.03.2020).

19. Привалов, И.И. Введение в теорию функций комплексного переменного: учебник / И.И. Привалов. - 15-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2009. - 432 с. - ISBN 978-5-8114-0913-6.- Текст: электронный// Электронно-библиотечная система 'Лань': [сайт]. - URL: <https://eJanbook.com/book/322>.

20. Волковыский, Л. И. Сборник задач по теории функций комплексного переменного. / Волковыский Л. И., Лунц Г. Л. , Араманович И. Г. - 4-е изд. , перераб. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2006. - 312 с. - ISBN 5-9221-0264-8. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922102648.html> (дата обращения: 11.03.2021).

21. Каибханов, К. Э. Теория функций комплексного переменного : учебное пособие / К. Э. Каибханов, В. В. Ершов, Е. В. Тетруашвили. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 123 с. — ISBN 978-5-4486-0739-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/83816.html> (дата обращения: 21.04.2024).

22. Геворкян, Э. А. Математика. Математический анализ : учебное пособие / Э. А. Геворкян, А. Н. Малахов. – Москва : Евразийский открытый институт, 2010. – 344 с. – ISBN 978-5-374-00369-7. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/10715.html> (дата обращения: 24.01.2025). – Режим доступа: для авторизир. Пользователей.

23. Фихтенгольц, Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления : учебник : в 3 томах / Г. М. Фихтенгольц. – 14-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2020 – Том 1 – 2020. – 608 с. – ISBN 978-5-8114-5841-7. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/147144> (дата обращения: 05.09.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

24. Фихтенгольц, Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления: в 3-х тт. : учебник для вузов : в 2 томах / Г. М. Фихтенгольц. – 16-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022 – Том 2 : Курс дифференциального и интегрального исчисления – 2022. – 800 с. – ISBN 978-5-8114-9785-0. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/199928> (дата обращения: 05.09.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

25. Фихтенгольц, Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления В 3-х тт. : учебник для вузов : в 3 томах / Г. М. Фихтенгольц. – 13-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022 – Том 3 – 2022. – 656 с. – ISBN 978-5-507-44238-6. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/221270> (дата обращения: 05.09.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

26. Берман, Г. Н. Сборник задач по курсу математического анализа / Г. Н. Берман. – 10-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 492 с. – ISBN 978-5-8114-9878-9. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/200084> (дата обращения: 05.09.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

27. Математический анализ. Задачи и упражнения. В 3 частях. Ч.1 : учебное пособие / И. Л. Васильев, Ю. В. Васильев, В. Г. Кротов, Т. С. Мардвилко. – Минск : Вышэйшая школа, 2022. – 296 с. – ISBN 978-985-06-3477-1 (ч.1), 978-985-06-3484-9. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/129986.html> (дата обращения: 20.01.2025). – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

28. Практикум и индивидуальные задания по интегральному исчислению функции одной переменной (типовые расчеты) : учебное пособие / В. А. Болотюк, Л. А. Болотюк, Ю. Г. Галич, О. В. Гателюк. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 336 с. – ISBN 978-5-8114-1287-7. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/209627> (дата обращения: 05.09.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

29. Карташев, А. П. Математический анализ : учебное пособие / А. П. Карташев, Б. Л. Рождественский. – 2-е изд. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 448 с. – ISBN 978-5-8114-0700-2. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/210116> (дата обращения: 05.09.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

30. Берман, Г. Н. Решебник к сборнику задач по курсу математического анализа : учебное пособие / Г. Н. Берман. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 608 с. – ISBN 978-5-8114-0887-0. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/210572> (дата обращения: 05.09.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

Интернет-ресурсы

1. Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru>

2. Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com>.

3. Образовательный математический сайт Exponenta : [сайт]. – Режим доступа: www.exponenta.ru.

4. Новая электронная библиотека : [сайт]. – Режим доступа: www.newlibrary.ru.

5. Федеральный портал российского образования : [сайт]. – Режим доступа: www.edu.ru.

6. Научная электронная библиотека : [сайт]. – Режим доступа: www.elibrary.ru.