

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Физический факультет

Утверждено
решением ученого совета ННГУ
(протокол от 16.06.2021 г. №8)

Рабочая программа дисциплины

Математический анализ

Уровень высшего образования
бакалавриат

Направление подготовки
11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Направленность образовательной программы
Радиофотоника и оптоэлектроника

Форма обучения
очная

Нижегород

2021 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Математический анализ» (Б1.О.06.01) относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана ООП направления подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника.

Дисциплина преподается в 1-3 семестре.

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	
ОПК-1. Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ОПК-1.1. Знать основы высшей математики, общей и теоретической физики.	<i>Знать</i> основные понятия и теоремы дифференциального и интегрального исчисления функций одного и нескольких вещественных переменных; теории числовых и функциональных рядов; их приложения к классическим задачам физики.	Теоретические вопросы
	ОПК-1.2. Уметь решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования.	<i>Уметь</i> применять математические методы для решения задач физики; использовать адекватный математический аппарат; выполнять математическую обработку результатов экспериментов, выполнять приближенные вычисления и оценивать их погрешность; использовать методы математического моделирования в практической деятельности.	Задачи
	ОПК-1.3. Иметь навыки теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.	<i>Владеть</i> навыками применения понятий и конструкций математического анализа к решению конкретных задач, методами решения прикладных задач.	Задачи

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

Очная форма обучения	
Общая трудоемкость	16 ЗЕТ
Часов по учебному плану	576
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	288
- занятия лекционного типа, ч	160
- практические занятия, ч	128
- лабораторных, ч	
- контроль самостоятельной работы, ч	6
самостоятельная работа, ч	174 (работа в семестре) 108 (на подготовку к экзамену)
Промежуточная аттестация	Экзамен в 1-3 семестрах

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),	Всего (часы)	В том числе				Самостоятельная работа, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы				
		из них				
		Занятия лекционного типа	Практические занятия	Занятия лабораторного типа	Всего	
Тема 1. Введение в анализ.	30	8	6		14	10
Тема 2. Пределы последовательности и функции. Непрерывность функции.	53	16	12		28	18
Тема 3. Дифференциальное исчисление функций одной переменной.	62	20	16		36	18
Тема 4. Интегральное исчисление функций одной переменной.	66	20	20		40	20

Тема 5. Дифференциальное исчисление функций многих переменных.	48	18	14		32	8
Тема 6. Кратные интегралы.	40	14	10		24	7
Тема 7. Криволинейные и поверхностные интегралы.	42	16	10		26	7
Тема 8. Интегралы несобственные и зависящие от параметра.	40	16	8		24	8
Тема 9. Числовые, функциональные и степенные ряды.	92	12	20		32	38
Тема 10. Ряд и интеграл Фурье.	50	10	8		18	25
Тема 11. Преобразование Лапласа.	47	10	4		14	15
КСРИФ	6				6	
Экзамены	108					
Итого	576	160	128	0	294	174

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа.

Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме - экзамен в 1–3 семестрах.

Содержание дисциплины

Тема 1. Введение в анализ

Предмет математики. Физические явления как источник математических понятий. Понятие множества, операции с множествами. Функция действительного переменного, область определения и область изменения, способы задания функции. Графики основных элементарных функций (прямая, парабола, кубическая парабола, окружность, гипербола, показательная и логарифмическая функции, тригонометрические функции). Обратные тригонометрические функции и их свойства. Преобразование графиков. Построение графиков с помощью цепочки преобразований. Действия с графиками. График сложной функции. График функции, заданной параметрически. Полярные координаты.

Тема 2. Пределы последовательности и функции. Непрерывность функции

Понятие последовательности действительных чисел. Предел последовательности. Геометрический смысл предела последовательности. Теорема о единственности предела. Ограниченность сходящейся последовательности. Предельные переходы в равенствах и неравенствах. Теорема о существовании предела монотонной ограниченной последовательности, число e . Понятие подпоследовательности, частичные пределы. Теорема Больцано-Вейерштрасса. Критерий Коши сходимости последовательности. Вычисление пределов последовательностей.

Предел функции действительного переменного по Коши и по Гейне. Геометрический смысл предела функции действительного переменного. Односторонние пределы. Свойства пределов функций. Арифметические операции над функциями, имеющими предел. Первый и второй замечательные пределы и следствия из них. Классификация бесконечно малых и бесконечно больших функций. Эквивалентные бесконечно малые и бесконечно большие

функции. Вычисление пределов, в частности, применение замены на эквивалентную функцию и метода выделения главной части при вычислении пределов.

Непрерывность функции действительного переменного в точке и на множестве. Арифметические действия с непрерывными функциями. Непрерывность сложной функции. Теорема о существовании и непрерывности обратной функции. Свойства функций, непрерывных на отрезке. Сохранение знака непрерывной функции; существование корня у функции, принимающей на концах отрезка значения разных знаков; теорема о промежуточных значениях. Теоремы Вейерштрасса об ограниченности непрерывной на отрезке функции и о достижении непрерывной функции на отрезке своих точных верхней и нижней граней. Равномерная непрерывность. Теорема Кантора. Односторонняя непрерывность. Классификация точек разрыва.

Тема 3. Дифференциальное исчисление функций одной переменной

Производные и односторонние производные, бесконечные производные. Геометрический и физический смысл производной. Правила дифференцирования и таблица производных. Дифференциал и его геометрический смысл. Производная сложной функции. Логарифмическое дифференцирование, производная степенно-показательной функции. Производные и дифференциалы высших порядков. Формула Лейбница. Инвариантность формы первого и неинвариантность формы высших дифференциалов. Параметрически заданные функции и их дифференцирование. Производная функции, заданной неявно. Основные теоремы дифференциального исчисления: теоремы Ферма, Ролля, Лагранжа, Коши. Правило Лопиталя для раскрытия неопределенностей. Формула Тейлора и формула Маклорена. Разложения по формуле Маклорена основных элементарных функций. Приложения формулы Тейлора. Признаки монотонности функции на промежутке. Экстремумы и правила их нахождения. Выпуклость, вогнутость и точки перегиба. Асимптоты. Применение дифференциального исчисления к исследованию функций и построению графиков.

Кривые на плоскости и в пространстве: понятие длины кривой, натуральный параметр, достаточное условие спрямляемости кривой, кривизна кривой, радиус и центр кривизны.

Тема 4. Интегральное исчисление функций одной переменной

Понятие первообразной и неопределенного интеграла. Свойства неопределенного интеграла. Таблица неопределенных интегралов. Техника интегрирования (непосредственное интегрирование с помощью таблиц, метод разложения, замена переменной, интегрирование по частям, приведение квадратного трехчлена к каноническому виду). Разложение многочлена с действительными коэффициентами на множители. Представление правильной рациональной дроби в виде суммы простейших рациональных дробей. Интегрирование простейших дробей. Интегрирование рациональных функций. Сведение интегралов от иррациональных и тригонометрических функций к интегрированию рациональных функций.

Определенный интеграл. Условие существования определенного интеграла. Классы интегрируемых функций. Свойства определенного интеграла. Интеграл с переменным верхним пределом. Формула Ньютона-Лейбница. Приложение определенного интеграла к вычислению длин дуг, площадей плоских фигур, объемов и площадей поверхности тел вращения.

Тема 5. Дифференциальное исчисление функций многих переменных

Понятие функции двух переменных, ее геометрическое изображение. Функции трех и более переменных. Понятие n -мерного арифметического пространства, евклидова пространства, норма, метрика, скалярное произведение.

Предел и непрерывность. Двойные и повторные пределы. Дифференциальное исчисление функций многих переменных. Частные производные. Дифференцируемость функции многих переменных. Необходимые условия дифференцируемости. Достаточные условия дифференцируемости функции многих переменных. Производная сложной функции. Дифференциал функции многих переменных, применение дифференциалов к приближенным

вычислениям. Производная по направлению. Градиент. Связь производной по направлению с градиентом. Уравнения касательной плоскости и нормали к поверхности. Геометрический смысл дифференциала. Производные и дифференциалы высших порядков. Равенство смешанных производных. Формула Тейлора. Экстремум.

Неявные функции. Теоремы о существовании неявной функции. Функциональные определители. Существование системы неявных функций. Условный экстремум. Правило множителей Лагранжа. Замена переменных в дифференциальных выражениях.

Тема 6. Кратные интегралы

Определение двойного интеграла. Классы интегрируемых функций. Свойства двойного интеграла. Приведение двойного интеграла к повторному. Криволинейные координаты на плоскости. Полярные и эллиптические координаты. Замена переменных в двойном интеграле. Тройной интеграл. Сведение тройного интеграла к повторному. Замена переменных в тройном интеграле. Сферические и цилиндрические координаты.

Мера Жордана. Измеримые множества. Необходимое и достаточное условие измеримости множества на плоскости. Приложения двойных и тройных интегралов: вычисление площади плоской фигуры, объема тела, площади поверхности, массы, координат центра масс, статических моментов и моментов инерции.

Тема 7. Криволинейные и поверхностные интегралы

Определение криволинейных интегралов. Основные формулы вычисления криволинейных интегралов. Циркуляция вектора. Вычисление работы силы. Формула Грина. Вычисление площади с помощью криволинейных интегралов. Условия независимости криволинейного интеграла от пути. Определения поверхностных интегралов первого и второго рода. Вычисление поверхностных интегралов. Поток вектора через поверхность. Скалярные и векторные поля. Теорема Гаусса-Остроградского, ее векторная форма. Дивергенция векторного поля и ее инвариантное определение. Теорема Стокса и ее векторная форма. Ротор и его инвариантное определение.

Тема 8. Интегралы несобственные и зависящие от параметра

Определение несобственных интегралов первого и второго рода. Эталонные интегралы. Свойства сходящихся интегралов. Критерии сходимости несобственных интегралов. Достаточные признаки сходимости несобственных интегралов. Мажорантный признак сравнения. Предельный признак сравнения. Абсолютная и условная сходимость несобственных интегралов. Признак Абеля. Признак Дирихле. Расширение методов интегрирования на несобственные интегралы. Замена переменных. Интегрирование по частям. Главное значение несобственного интеграла. Интегралы, зависящие от параметра. Непрерывность, дифференцирование и интегрирование по параметру. Несобственные интегралы от параметра. Интегралы Эйлера первого и второго рода. Вычисление интегралов с помощью Бета- и Гамма-функций.

Тема 9. Числовые, функциональные и степенные ряды

Числовые ряды. Сходящиеся и расходящиеся ряды. Критерии сходимости числового ряда. Необходимое условие сходимости. Достаточные признаки сходимости: мажорантный и предельный признаки сравнения, Даламбера, Коши, интегральный, Дирихле, Абеля. Абсолютная и условная сходимость. Умножение рядов. Перестановка членов ряда. Функциональные последовательности и ряды функций. Поточечная и равномерная сходимость. Признак Вейерштрасса равномерной сходимости функционального ряда. Непрерывность суммы, интегрирование и дифференцирование равномерно сходящихся рядов. Степенной ряд. Радиус и интервал сходимости степенного ряда. Дифференцирование и интегрирование степенного ряда внутри области сходимости. Ряд Тейлора и Маклорена. Стандартные

разложения основных элементарных функций в ряд Маклорена. Приближенные вычисления с помощью рядов значений функций, интегралов, решение алгебраических и дифференциальных уравнений.

Тема 10. Ряд и интеграл Фурье.

Постановка задачи. Гильбертово пространство. Скалярное произведение и норма функции. Поточечная, равномерная сходимость и сходимость в среднем последовательностей и рядов. Ортогональные и ортонормированные элементы пространства со скалярным произведением. Ряд Фурье по ортогональной и ортонормированной системам функций. Минимальное свойство частичных сумм ряда Фурье. Неравенство Бесселя. Условие сходимости ряда Фурье. Равенство Парсеваля. Замкнутые и полные ортогональные системы элементов в пространстве со скалярным произведением. Тригонометрический ряд Фурье для 2π – периодических функций. Разложение четной и нечетной функции в тригонометрический ряд Фурье. Тригонометрический ряд Фурье для функций произвольного периода. Комплексная форма ряда Фурье. Поточечная и равномерная сходимость тригонометрического ряда Фурье. Полнота тригонометрической системы функций.

Интеграл Фурье как предельный случай ряда Фурье. Достаточные признаки сходимости интеграла Фурье. Представление функции интегралом Фурье. Представление четной и нечетной функции интегралом Фурье. Комплексное прямое и обратное преобразования Фурье. Синус-преобразования Фурье и косинус-преобразования Фурье.

Тема 11. Преобразование Лапласа.

Оригиналы и их изображения, теоремы существования и единственности, свойства оператора Лапласа. Изображения единичного скачка, показательной, тригонометрических, гиперболических, степенной функций. Теоремы подобия, смещения, запаздывания, свертывания оригиналов. Дифференцирование и интегрирование оригиналов. Сводная таблица оригиналов и их изображений.

Приложения преобразования Лапласа к интегрированию ЛДУ и систем ЛДУ с постоянными коэффициентами, вычислению несобственных интегралов, решению интегральных уравнений и некоторых задач математической физики.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

4.1. Виды самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студента при изучении дисциплины «Математический анализ» включает выполнение заданий под контролем преподавателя, решение домашних заданий, выполнение домашних самостоятельных работ, подготовку к самостоятельным и контрольным работам, зачету и экзамену.

Самостоятельная работа заключается в ознакомлении с теоретическим материалом по учебникам, указанным в списке литературы, решении практических задач, подготовке ответов на вопросы самоконтроля. Самостоятельная работа может происходить как в читальном зале библиотеки, так и в домашних условиях.

Самостоятельная работа под контролем преподавателя направлена на активизацию познавательной деятельности студента и установление «обратной связи» между студентом и преподавателем.

В данной программе разработаны задания по конкретным темам дисциплины, позволяющие студентам глубже изучить данный раздел программы, способствующие воспитанию у них способности принимать самостоятельные решения. Для проведения

текущего контроля сформированности компетенции используются аудиторные самостоятельные и контрольные работы, домашние самостоятельные работы, коллоквиумы. Приведены задания для контрольных и самостоятельных работ, отчётов по темам дисциплины.

4.2. Методические указания для обучающихся

Изучение теоретического материала определяется рабочей учебной программой дисциплины, календарным планом изучения дисциплины и перечнем литературы. При подготовке к занятиям рекомендуется повторить материал предшествующих тем рабочего учебного плана, а также материал предшествующих учебных дисциплин, который служит базой изучаемого раздела данной дисциплины. *При подготовке к практическому занятию* необходимо изучить материалы лекции, рекомендованную литературу. Изученный материал следует проанализировать в соответствии с планом занятия, затем проверить степень усвоения содержания вопросов.

Практические занятия неразрывно связаны с домашними заданиями как основным видом текущей самостоятельной работы, являясь, в сочетании с систематическим изучением теоретического материала, основой рейтинговой оценки знаний, фиксируемой в промежуточной и итоговой аттестациях.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- повторение пройденного учебного материала, чтение рекомендованной литературы;
- подготовку к практическим занятиям;
- выполнение общих и индивидуальных домашних заданий;
- работу с электронными источниками;
- подготовку к сдаче экзамена (зачета).

Планирование времени на самостоятельную работу важно осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом повторение пройденного материала.

При подготовке к экзамену (зачету) следует руководствоваться перечнем вопросов для подготовки к итоговому контролю по курсу. При этом необходимо уяснить суть основных понятий дисциплины.

Самостоятельная работа студентов, прежде всего, заключается в изучении литературы, дополняющей материал, излагаемый в лекционной части курса. Необходимо овладеть навыками библиографического поиска, в том числе в сетевых Интернет-ресурсах.

Существует несколько методов работы с литературой.

Один из них – метод повторения: смысл прочитанного текста можно заучить наизусть. Простое повторение воздействует на память механически и поверхностно. Полученные таким путем сведения легко забываются.

Наиболее эффективный метод – метод осознанного запоминания: прочитанный текст нужно подвергнуть большей, чем простое заучивание, обработке. Чтобы основательно обработать информацию, важно произвести целый ряд мыслительных операций: прокомментировать новые данные; оценить их значение; поставить вопросы; сопоставить полученные сведения с ранее известными.

Для улучшения обработки информации очень важно устанавливать осмысленные связи, структурировать новые сведения. Изучение научной, учебной и иной литературы требует ведения рабочих записей. Форма записей может быть весьма разнообразной: простой или развернутый план, тезисы, цитаты, конспект.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю),

включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности 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 незначительных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	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.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными незначительными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения, Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. 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 некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	Удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	Неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

5.2.1 Контрольные вопросы

№	Вопросы	Код формируемой компетенции
	1 семестр	
1.	Множества. Действия над множествами. Числовые множества и их свойства. Промежутки в \mathbf{R} .	ОПК-1
2.	Метод математической индукции, вывод формул общего члена и суммы арифметической и геометрической прогрессий. Бином Ньютона.	ОПК-1
3.	Модуль действительного числа и его свойства.	ОПК-1
4.	Ограниченные и неограниченные множества. Понятие точных верхней и нижней граней числового множества	ОПК-1

5.	Понятие функции, способы задания функций. Обратная функция, примеры.	ОПК-1
6.	Элементарные свойства функций: монотонность, периодичность, симметрия.	ОПК-1
7.	Числовая последовательность. Предел числовой последовательности. Геометрическая интерпретация предела. Монотонность и ограниченность числовой последовательности.	ОПК-1
8.	Свойства предела числовой последовательности.	ОПК-1
9.	Бесконечно малые числовые последовательности и их свойства.	ОПК-1
10.	Свойства сходящихся последовательностей.	ОПК-1
11.	Связь между сходимостью и ограниченностью числовой последовательности. Теоремы Вейерштрасса и Больцано-Вейерштрасса.	ОПК-1
12.	Сходимость/расходимость числовой последовательности. Критерий Коши сходимости числовой последовательности.	ОПК-1
13.	Число e .	ОПК-1
14.	Понятие неопределенности. Виды неопределенностей. Раскрытие неопределенностей.	ОПК-1
15.	Определение Гейне предела функции в точке. Определение Коши предела функции в точке. Различные случаи и их геометрическая интерпретация. Эквивалентность определений.	ОПК-1
16.	Односторонние пределы. Критерий существования предела функции в точке.	ОПК-1
17.	Свойства предела функции.	ОПК-1
18.	Бесконечно малые и бесконечно большие функции и их свойства. Неопределенности.	ОПК-1
19.	Первый и второй замечательные пределы. Полезные пределы.	ОПК-1
20.	Сравнение бесконечно малых и бесконечно больших функций. Эквивалентные бесконечно малые. Замена функции эквивалентной под знаком предела. Главная часть функции.	ОПК-1
21.	Непрерывность функции в точке и на множестве. Свойства непрерывных функций. Односторонняя непрерывность.	ОПК-1
22.	Предел и непрерывность степенно-показательной функции.	ОПК-1
23.	Свойства функций непрерывных на отрезке.	ОПК-1
24.	Основные элементарные функции. Непрерывность основных элементарных функций.	ОПК-1
25.	Элементарные функции. Непрерывность элементарных функций.	ОПК-1
26.	Точки разрыва функции. Классификация точек разрыва.	ОПК-1
27.	Определение производной функции в точке. Примеры вычисления производной по определению (производная постоянной, степенной функции с натуральным показателем, синуса, косинуса, показательной функции).	ОПК-1
28.	Односторонние производные функции в точке. Критерий существования конечной производной функции в точке. Необходимое условие существования производной.	ОПК-1
29.	Производная суммы, разности, произведения и частного. Постоянный множитель под знаком производной. Производная тангенса и котангенса. Производная гиперболических функций.	ОПК-1
30.	Производная обратной функции. Производная логарифмической и обратных тригонометрических функций.	ОПК-1
31.	Таблица производных.	ОПК-1

32.	Геометрический и физический смысл производной. Уравнение касательной и нормали к кривой.	ОПК-1
33.	Производная сложной функции. Производная степенной функции с произвольным показателем и степенно-показательной функции. Формула логарифмического дифференцирования.	ОПК-1
34.	Дифференцируемость функции в точке. Дифференциал. Теорема о связи производной и дифференциала. Геометрический и физический смысл дифференциала.	ОПК-1
35.	Применение дифференциала для приближенного вычисления значения функции в точке.	ОПК-1
36.	Дифференциал суммы, разности, произведения и частного. Постоянный множитель под знаком дифференциала.	ОПК-1
37.	Дифференциал сложной функции. Инвариантность формы первого дифференциала.	ОПК-1
38.	Производные высших порядков. Правила вычисления производных высших порядков. Формула Лейбница. Производная порядка n синуса и косинуса.	ОПК-1
39.	Дифференциалы высших порядков и их свойства. Обладает ли дифференциал второго порядка свойством инвариантности?	ОПК-1
40.	Производная параметрически заданной функции.	ОПК-1
41.	Производная функции, заданной неявно.	ОПК-1
42.	Теорема Ферма, ее геометрическая и физическая интерпретации. Теоремы Ролля, Лагранжа и Коши, их геометрическая интерпретация.	ОПК-1
43.	Правило Лопиталю. Применение правила Лопиталю для раскрытия различных видов неопределенностей.	ОПК-1
44.	Формула Тейлора и Маклорена для многочленов. Формула Тейлора и Маклорена для произвольной функции с остаточным членом в форме Пеано, Лагранжа Коши, Шлемильха-Роша.	ОПК-1
45.	Многочлен Тейлора как многочлен наилучшего приближения. Формула Маклорена для основных элементарных функций.	ОПК-1
46.	Применение формулы Тейлора к приближенным вычислениям и вычислению пределов.	ОПК-1
47.	Условия постоянства функции на промежутке.	ОПК-1
48.	Определение функции, монотонной на промежутке. Критерии строгой и нестрогой монотонности.	ОПК-1
49.	Определение точки локального экстремума. Необходимое условие экстремума. Достаточные условия экстремума.	ОПК-1
50.	Определение выпуклости функции на промежутке. Критерии выпуклости.	ОПК-1
51.	Точки перегиба. Необходимые и достаточные условия точки перегиба.	ОПК-1
52.	Асимптоты вертикальные, наклонные и горизонтальные.	ОПК-1
53.	Схема исследования функции и построения ее графика.	ОПК-1
54.	Отыскание наибольшего и наименьшего значения функции.	ОПК-1
55.	Понятие первообразной и неопределенного интеграла. Свойства первообразной и неопределенного интеграла.	ОПК-1
56.	Таблица интегралов.	ОПК-1
57.	Замена переменной в неопределенном интеграле. Примеры.	ОПК-1
58.	Правило интегрирования по частям в неопределенном интеграле. Примеры.	ОПК-1

59.	Комплексные числа, действия над ними. Алгебраическая и тригонометрическая формы записи комплексных чисел.	ОПК-1
60.	Разложение многочленов на множители.	ОПК-1
61.	Рациональные функции. Правильные и неправильные дроби. Выделение целой части для неправильной дроби.	ОПК-1
62.	Простейшие рациональные дроби. Разложение правильной дроби на простейшие.	ОПК-1
63.	Интегрирование простейших рациональных дробей (4 типа).	ОПК-1
64.	Алгоритм вычисления неопределенного интеграла от рациональной функции. Методы нахождения неопределенных коэффициентов.	ОПК-1
65.	Интегрирование иррациональных функций.	ОПК-1
66.	Подстановки Эйлера.	ОПК-1
67.	Интегрирование дифференциального бинома.	ОПК-1
68.	Вычисление интегралов от тригонометрических функций.	ОПК-1
69.	Понятие о неберущихся интегралах. Основные примеры неберущихся интегралов. Эллиптические интегралы.	ОПК-1
70.	Понятие определенного интеграла Римана. Геометрический и физический смысл определенного интеграла. Простейшие свойства определенного интеграла.	ОПК-1
71.	Необходимое условие интегрируемости функции по Риману.	ОПК-1
72.	Верхние и нижние суммы Дарбу и их свойства. Геометрический смысл сумм Дарбу. Критерий интегрируемости функции по Риману.	ОПК-1
73.	Достаточные условия интегрируемости по Риману.	ОПК-1
74.	Свойства определенного интеграла.	ОПК-1
75.	Интеграл с переменным верхним пределом и его свойства. Формула Ньютона-Лейбница.	ОПК-1
76.	Формула интегрирования по частям в определенном интеграле.	ОПК-1
77.	Замена переменной в определенном интеграле.	ОПК-1
78.	Общая схема приложений определенного интеграла.	ОПК-1
79.	Понятие площади плоской фигуры. Критерий квадратуемости фигуры. Теорема о площади криволинейной трапеции.	ОПК-1
80.	Площадь фигуры в декартовых координатах и в случае параметрического задания функции.	ОПК-1
81.	Площадь криволинейного сектора в полярных координатах.	ОПК-1
82.	Понятие кривой. Основные определения. Понятие спрямляемой кривой. Длина кривой. Достаточное условие спрямляемости кривой.	ОПК-1
83.	Длина дуги кривой, заданной параметрически, в декартовых координатах. Длина дуги в полярных координатах.	ОПК-1
84.	Понятие объема фигуры. Критерий кубируемости фигуры.	ОПК-1
85.	Объем тела через площадь поперечного сечения. Объем тела вращения.	ОПК-1
86.	Площадь поверхности тела вращения.	ОПК-1
87.	Вычисление массы плоской кривой, статических моментов и координат центров тяжести кривой.	ОПК-1
88.	Вычисление статических моментов и координат центра тяжести однородной плоской фигуры.	ОПК-1
89.	Теоремы Паппа-Гульдина.	ОПК-1
2 семестр		

1.	Понятие метрического пространства. Пространство R^n . Сферические и прямоугольные окрестности в пространстве R^n .	ОПК-1
2.	Последовательности в пространстве R^n , сходимости последовательности в пространстве R^n , свойства сходящихся последовательностей.	ОПК-1
3.	Некоторые типы точек и множеств в пространстве R^n .	ОПК-1
4.	Функция 2-х переменных. Область определения и множество значений. График и линии уровня функций двух переменных. Функция 3-х переменных, поверхность уровня.	ОПК-1
5.	Предел функции n переменных. Связь двойного и повторного пределов. Примеры.	ОПК-1
6.	Непрерывность функции нескольких переменных в точке и на множестве. Арифметические действия над непрерывными функциями. Сложная функция. Непрерывность сложной функции.	ОПК-1
7.	Свойства функции, непрерывной на множестве (обобщение теорем Вейерштрасса и Коши).	ОПК-1
8.	Частные производные. Связь между непрерывностью функции и существованием частных производных. Дифференцируемость и дифференциал функции нескольких переменных. Необходимые условия дифференцируемости. Связь между дифференцируемостью функции и существованием частных производных. Достаточное условие существования дифференциала.	ОПК-1
9.	Дифференцирование сложной функции. Цепное правило. Инвариантность формы 1 дифференциала. Дифференциал суммы, разности, произведения, частного.	ОПК-1
10.	Применение дифференциала к приближенным вычислениям.	ОПК-1
11.	Частные производные и дифференциалы высших порядков. Вычисление дифференциала второго порядка сложной функции.	ОПК-1
12.	Касательная плоскость и нормаль к поверхности. Геометрический смысл частных производных и полного дифференциала. Производная по направлению. Градиент.	ОПК-1
13.	Формула Тейлора для функции двух переменных.	ОПК-1
14.	Экстремум функции нескольких переменных. Необходимое условие экстремума. Достаточные условия экстремума функции двух переменных. Наибольшее и наименьшее значение функции.	ОПК-1
15.	Неявная функция одного переменного. Теорема о существовании неявной функции одного переменного (без доказательства). Вычисление производных неявной функции одного переменного.	ОПК-1
16.	Неявная функция двух переменных. Теорема о существовании неявной функции двух переменных (без доказательства). Вычисление частных производных неявной функции двух переменных.	ОПК-1
17.	Неявные функции, определяемые системой уравнений. Якобиан.	ОПК-1
18.	Условный экстремум функции нескольких переменных. Метод неопределенных множителей Лагранжа.	ОПК-1
19.	Замена переменных в дифференциальных выражениях.	ОПК-1
20.	Задачи, приводящие к понятию двойного и тройного интегралов. Двойные и тройные интегралы. Определение. Теорема существования.	ОПК-1
21.	Свойства двойных и тройных интегралов.	ОПК-1

22.	Вычисление двойного интеграла: сведение двойного интеграла к повторному.	ОПК-1
23.	Криволинейные координаты на плоскости. Выражение площади в криволинейных координатах. Замена переменных в двойном интеграле. Вычисление двойного интеграла в полярных координатах.	ОПК-1
24.	Вычисление тройных интегралов.	ОПК-1
25.	Криволинейные координаты в пространстве. Замена переменных в тройном интеграле. Вычисление тройного интеграла в цилиндрических и сферических координатах.	ОПК-1
26.	Геометрические приложения двойных и тройных интегралов: вычисление площади плоской фигуры, вычисление объемов тел, вычисление площади поверхности.	ОПК-1
27.	Физические приложения двойных и тройных интегралов: вычисление массы, координат центра тяжести, статических моментов тела в пространстве и плоской пластинки, моментов инерции тела в пространстве и плоской пластинки относительно объекта.	ОПК-1
28.	Задача, приводящая к понятию криволинейного интеграла первого рода. Криволинейные интегралы первого рода: определение, теорема существования (без доказательства), свойства. Вычисление криволинейного интеграла первого рода.	ОПК-1
29.	Физические приложения криволинейных интегралов первого рода.	ОПК-1
30.	Криволинейные интегралы второго рода: определение, теорема существования (без доказательства), свойства. Вычисление криволинейного интеграла второго рода.	ОПК-1
31.	Связь между криволинейными интегралами первого и второго рода. Вычисление работы плоского силового поля.	ОПК-1
32.	Формула Грина. Вычисление площади плоской фигуры с помощью криволинейного интеграла.	ОПК-1
33.	Поверхностные интегралы первого рода: определение, теорема существования (без доказательства), свойства. Вычисление поверхностного интеграла первого рода.	ОПК-1
34.	Физические приложения поверхностных интегралов первого рода.	ОПК-1
35.	Поверхностные интегралы второго рода: определение, теорема существования (без доказательства), свойства. Вычисление поверхностного интеграла второго рода.	ОПК-1
36.	Поток вектора через поверхность.	ОПК-1
37.	Формула Остроградского-Гаусса.	ОПК-1
38.	Дивергенция векторного поля. Теорема Остроградского в векторной форме. Физический смысл дивергенции. Соленоидальные поля. Производительность векторной трубки.	ОПК-1
39.	Формула Стокса.	ОПК-1
40.	Условия независимости криволинейного интеграла от пути интегрирования. Полный дифференциал. Восстановление функции по ее полному дифференциалу. Плоский случай.	ОПК-1
41.	Циркуляция вектора вдоль кривой. Ротор вектора. Теорема Стокса в векторной форме. Потенциальные поля.	ОПК-1
42.	Потенциально-соленоидальные поля в плоском случае.	ОПК-1
43.	Несобственные интегралы первого рода: определение, сходимость и расходимость, главное значение, аналог формулы Ньютона-	ОПК-1

	Лейбница. Свойства несобственных интегралов первого рода. Особые точки несобственного интеграла первого рода.	
44.	Теоремы сравнения для несобственных интегралов первого рода.	ОПК-1
45.	Абсолютная и условная сходимость несобственного интеграла первого рода. Теорема Коши о связи абсолютной сходимости и сходимости несобственного интеграла первого рода.	ОПК-1
46.	Несобственные интегралы второго рода: определение, сходимость и расходимость, главное значение, аналог формулы Ньютона-Лейбница. Свойства несобственных интегралов второго рода. Особые точки несобственного интеграла второго рода.	ОПК-1
47.	Теоремы сравнения для несобственных интегралов первого рода.	ОПК-1
48.	Первый и второй признаки сходимости для несобственных интегралов (без доказательства).	ОПК-1
49.	Определенные интегралы, зависящие от параметра. Свойства определенных интегралов, зависящих от параметра: непрерывность, дифференцирование по параметру, интегрирование по параметру.	ОПК-1
50.	Несобственные интегралы, зависящие от параметра. Сходимость и равномерная сходимость. Признак Вейерштрасса равномерной сходимости.	ОПК-1
51.	Свойства равномерно сходящихся несобственных интегралов, зависящих от параметра: непрерывность, интегрирование по параметру, дифференцирование по параметру.	ОПК-1
52.	Признаки равномерной сходимости несобственных интегралов, зависящих от параметра (без доказательства).	ОПК-1
53.	Вычисление несобственных интегралов с помощью предварительного дифференцирования по параметру.	ОПК-1
54.	Гамма-функция: определение, сходимость и равномерная сходимость. Свойства Гамма-функции.	ОПК-1
55.	Бета-функция: определение, сходимость и равномерная сходимость. Свойства Гамма-функции.	ОПК-1
56.	Связь между Бета и Гамма-функциями.	ОПК-1
57.	Формула дополнения, формула удвоения, формула Стирлинга (без доказательства).	ОПК-1
58.	Вычисление интегралов с помощью Бета и Гамма-функций.	ОПК-1
3 семестр		
1.	Числовой ряд. Сходимость и расходимость числового ряда. Простейшие свойства сходящихся рядов. Необходимое условие сходимости.	ОПК-1
2.	Геометрический и обобщенный гармонический ряды и их сходимость.	ОПК-1
3.	Остаток ряда. Связь между сходимостью числового ряда и сходимостью его остатка. Теорема о пределе остатков сходящегося числового ряда.	ОПК-1
4.	Ряды с неотрицательными членами. Теоремы сравнения.	ОПК-1
5.	Признаки Даламбера и Коши сходимости знакоположительных рядов.	ОПК-1
6.	Интегральный признак сходимости знакоположительных рядов.	ОПК-1
7.	Знакопеременные ряды. Теорема Лейбница. Оценка остатка сходящегося знакопеременного ряда.	ОПК-1

8.	Абсолютно сходящиеся ряды и их свойства. Теорема Коши о сходимости абсолютно сходящегося ряда.	ОПК-1
9.	Условно сходящиеся ряды. Теорема Римана.	ОПК-1
10.	Функциональные ряды. Частичная сумма и сумма функционального ряда. Сходимость, область сходимости функционального ряда.	ОПК-1
11.	Равномерно сходящиеся функциональные ряды, связь между сходимостью и равномерной сходимостью функционального ряда.	ОПК-1
12.	Признак Вейерштрасса равномерной сходимости функционального ряда.	ОПК-1
13.	Свойства равномерно сходящихся рядов. Непрерывность суммы ряда. Теоремы о почленном интегрировании и почленном дифференцировании равномерно сходящегося функционального ряда.	ОПК-1
14.	Степенной ряд. Первая теорема Абеля. Радиус сходимости. Интервал сходимости. Промежуток сходимости.	ОПК-1
15.	Теорема об абсолютной и равномерной сходимости степенного ряда. Непрерывность суммы степенного ряда. Вторая теорема Абеля.	ОПК-1
16.	Формулы для вычисления радиуса сходимости степенного ряда.	ОПК-1
17.	Почленное интегрирование и дифференцирование степенных рядов.	ОПК-1
18.	Выражение коэффициентов степенного ряда через значения суммы этого ряда и ее производных в центре ряда. Теорема о единственности разложения функции в степенной ряд.	ОПК-1
19.	Формальный ряд Тейлора. Понятие аналитической в точке функции. Разложение аналитической функции в степенной ряд. Критерий аналитичности функции.	ОПК-1
20.	Достаточное условие разложимости функции в степенной ряд.	ОПК-1
21.	Разложение в ряд Тейлора показательной функции e^x , тригонометрических функций $\cos x$, $\sin x$, натурального логарифма $\ln(1+x)$, биномиальный ряд. Разложение в ряд Тейлора других элементарных функций.	ОПК-1
22.	Понятие о действиях над степенными рядами: умножение степенных рядов, деление степенных рядов, подстановка ряда в ряд.	ОПК-1
23.	Приближенные вычисления с помощью степенных рядов, оценка погрешности в случае знакопеременного и знакоположительного ряда. Другие приложения степенных рядов.	ОПК-1
24.	Ортогональные и ортонормированные системы функций. Ортогональность тригонометрической системы функций на отрезке $[-\pi, \pi]$.	ОПК-1
25.	Нормировка системы функций. Разложение по ортонормированной системе функций. Коэффициенты Фурье.	ОПК-1
26.	Нормировка тригонометрической системы функций. Определение тригонометрического ряда Фурье. Коэффициенты Фурье.	ОПК-1
27.	Понятие кусочно-гладкой функции, заданной на отрезке. Точки разрыва первого рода. Разложение кусочно – гладких 2π -периодических функций в тригонометрические ряды Фурье. Формулировка принципа локализации.	ОПК-1
28.	Представление непериодической функции рядом Фурье.	ОПК-1

29.	Ряды Фурье для четных (нечетных) функций. Разложение функций, заданных на отрезке $[0, \pi]$, в ряд по косинусам или синусам.	ОПК-1
30.	Тригонометрические ряды Фурье в случае произвольного интервала.	ОПК-1
31.	Сходимость рядов Фурье в «среднем». Неравенство Бесселя. Полнота и замкнутость ортогональной системы функций. Равенство Парсеваля. Полнота и замкнутость тригонометрической системы функций.	ОПК-1
32.	Интеграл Фурье. Интеграл Фурье для четных и нечетных функций. Интеграл Фурье для функций, заданных на промежутке $[0, +\infty)$. Преобразования Фурье, формулы обращения.	ОПК-1
33.	Оригиналы и изображения, теоремы существования и единственности, изображение единичного скачка, показательной, степенной, тригонометрических и гиперболических функций.	ОПК-1
34.	Теоремы подобия, сдвига, запаздывания, свертывания оригиналов. Дифференцирование и интегрирование оригиналов.	ОПК-1
35.	Таблица оригиналов и их изображений.	ОПК-1
36.	Применение преобразования Лапласа к интегрированию ЛДУ и систем ЛДУ с постоянными коэффициентами, вычислению несобственных интегралов, решению интегральных уравнений, некоторых задач математической физики.	ОПК-1

5.2.2. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенций ОПК-1

Контрольная работа по теме «Предел числовой последовательности и функции. Непрерывность функции»

- Записать определение предела функции по Коши, нарисовать график функции, удовлетворяющей условию: $\lim_{x \rightarrow 1} f(x) = 6$.
- Построить график функции, для которой одновременно выполняются условия:
 $\lim_{x \rightarrow -\infty} f(x) = 4$; $\lim_{x \rightarrow -2} f(x) = -\infty$; $\lim_{x \rightarrow +\infty} f(x) = +\infty$.
- Вычислить пределы: а) $\lim_{n \rightarrow +\infty} \frac{\arcsin \frac{2}{n}}{\frac{1}{e^{3n+1} - 1}}$; б) $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{3 - \sqrt{5x+4}}{x^4 - 4x^2 + 3}$; в) $\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{2\sqrt{x} + \sqrt[3]{x} + 5\sqrt[5]{x}}{\sqrt{3x-2} + \sqrt[3]{2x-3}}$; г) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin 7x - \sin 2x}{\sin x}$; д) $\lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{4}} (tg x)^{tg 2x}$.
- Исследовать функцию на непрерывность, найти точки разрыва, установить их характер. Построить график функции.

$$f(x) = \begin{cases} -x^2 - 4x, & x < -1 \\ 2x + 1, & -1 \leq x \leq 0 \\ \ln x, & x > 0. \end{cases}$$

Домашняя самостоятельная работа по теме «Приложения определенного интеграла»

- Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями $y = |\log_a x|$, $y = 0$, $x = \frac{1}{a}$, $x = a$, $a > 1$.
- Вычислить площадь фигуры, ограниченной кривой $(x^2 + y^2)^3 = a^2(y^2 - x^2)^2$.

3. Вычислить длину дуги кривой $x = \frac{2}{3}\sqrt{(y-1)^3}$ от точки с абсциссой $x = 0$ до точки с абсциссой $x = 2\sqrt{3}$.
4. Вычислить длину дуги кривой $\begin{cases} x = a \sin 2t, \\ y = 2a \cos^2 t. \end{cases}$
5. Вычислить объем тела, образованного вращением фигуры, ограниченной линиями $y = 1 - x^2$, $x = 0$, $y = 0$, вокруг оси Ox .
6. Вычислить объем тела, образованного вращением фигуры, ограниченной линией $x^2 + y^2 = R^2$, вокруг оси Ox .
7. Вычислить координаты центра тяжести фигуры (меньшей части), ограниченной линиями $x^2 + 4y^2 = 1$, $-x + 2y = 1$ (поверхностную плотность фигуры считать равной единице).

Контрольная работа по теме «Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных»

1. Вычислить производную функции $z = \sin xy$ в точке $(1; 0)$ по направлению к точке $(-1; 3)$.
2. Вычислить $\lim_{\substack{x \rightarrow 0 \\ y \rightarrow 1}} \frac{x^2 y}{\sqrt{1 - x^2 y} - 1}$.
3. Вычислить du и d^2u функции $u = f(x^3 - y^4)$.
4. Найти точки экстремума функции $u = e^{x+2y}(x^2 - y^2)$.
5. Найти наибольшее и наименьшее значения функции $z = 2x^2 - 2y^2$ на множестве $D: x^2 + y^2 \leq 9$.

Домашняя самостоятельная работа по теме «Тройные интегралы»

1. Вычислить интеграл $\iiint_V xy dx dy dz$, где область V ограничена плоскостями $y = x$, $y = 1$, $z = 0$, $x + y + z = 4$.
2. Найти массу тела V , ограниченного поверхностями $64(x^2 + y^2) = z^2$, $x^2 + y^2 = 4$, $y = 0$, $z = 0$ ($y \geq 0$, $z \geq 0$) с плотностью $\rho = \frac{5(x^2 + y^2)}{4}$.

Домашняя самостоятельная работа по теме «Поверхностные интегралы»

Вычислить поверхностные интегралы:

- a) $\iint_S xz dq$, где S – часть цилиндрической поверхности $y - x^2 + 4 = 0$, отсеченная плоскостью $y = 0$ и заключенная между плоскостями $z = 0$, $z = 2$.
- b) $\iint_S xz dx dy + x^2 dy dz - 4 dz dx$, где S – верхняя сторона ограниченной части плоскости $x - 2y + 4z - 8 = 0$, отсеченной координатными плоскостями.

Контрольная работа по теме «Функциональные ряды и их приложения»

1. Найдите область сходимости функционального ряда $\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{3x + 2}{n(n+1)x^n}$.

2. Найдите радиус и интервал сходимости степенного ряда и исследуйте поведение ряда на

концах интервала сходимости $\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{x^n}{2^n \sqrt{n+1}}$.

3. Докажите равномерную сходимость функционального ряда $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sqrt{1-x^{2n}}}{3^{n-1}}, x \in [0;1]$.

4. Разложите функцию $y = 1 + \frac{x^2}{e^{-2x}}$ в ряд Маклорена и укажите, для каких значений x справедливо разложение.

5. Разложите функцию $y = \sqrt{x^3}$ в ряд Тейлора в окрестности точки $x = 1$ и укажите, для каких значений x справедливо разложение.

6. Найти сумму степенного ряда $\frac{x^5}{5} + \frac{x^7}{7} + \dots + \frac{x^{2n+3}}{2n+3} + \dots$

7. Вычислить $\int_0^1 x^4 \cdot \sin \frac{x}{2} dx$ с точностью $\varepsilon = 0,00001$.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Галкина С.Ю., Галкин О.Е., Круглова С.С. Теория пределов. Дифференциальное исчисление функций одной переменной. Электронное учебно-методическое пособие. 2010 г. Нижний Новгород. ННГУ. Регистрационный номер 226.10.06. Адрес ресурса в интернете: www.unn.ru/books/met_files/MA1_KGG.pdf
2. Галкина С.Ю., Галкин О.Е. Неопределённый интеграл. Электронное учебно-методическое пособие. 2015 г. Нижний Новгород. ННГУ. Регистрационный номер 951.15.06. Адрес ресурса в интернете: www.unn.ru/books/met_files/NeoprInt.pdf
3. Галкина С.Ю., Галкин О.Е. Определённый интеграл и его приложения. Электронное учебно-методическое пособие. 2015 г. Нижний Новгород. ННГУ. Регистрационный номер 950.15.06. Адрес ресурса в интернете: www.unn.ru/books/met_files/OprInt.pdf
4. Галкина С.Ю., Галкин О.Е. Дифференциальное исчисление функций многих переменных. Курс лекций. Электронное учебно-методическое пособие. 2017 г. Нижний Новгород. ННГУ. Регистрационный номер 1468.17.06. Адрес ресурса в интернете: www.unn.ru/books/met_files/DiflSch.pdf
5. Солдатов М.А., Круглова С.С., Круглов Е.В. Математический анализ функции многих переменных: Учебное пособие. – Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2014.

В библиотеке ННГУ 90 экз. Ссылка на каталог:

<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=467747>

6. Солдатов М.А., Круглова С.С., Круглов Е.В. Интегралы несобственные и зависящие от параметра. Ряды: Учебное пособие. – Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2014.

В библиотеке ННГУ 90 экз. Ссылка на каталог:

<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=467655>

7. Берман Г.Н. Сборник задач по курсу математического анализа. – М.: Наука, 1985.
В библиотеке ННГУ 370 экз. Ссылка на каталог:
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=92714>

б) дополнительная литература:

1. Кудрявцев Л.Д. Курс математического анализа, т. 1 – М.: Высшая школа, 1988.
В библиотеке ННГУ 370 экз. Ссылка на каталог:
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=364323>
2. Кудрявцев Л.Д. Курс математического анализа, т. 2 – М.: Высшая школа, 1988.
В библиотеке ННГУ 325 экз. Ссылка на каталог:
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=298122>
3. Кудрявцев Л.Д. Курс математического анализа, т. 3 – М.: Высшая школа, 1989.
В библиотеке ННГУ 168 экз. Ссылка на каталог:
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=93050>
4. Солдатов М.А., Круглова С.С. Математический анализ функции одного переменного: Учебное пособие. – Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2013.
В библиотеке ННГУ 111 экз. Ссылка на каталог:
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=474881>
5. Ильин В.А., Позняк Э.Г. Основы математического анализа. Часть 1, Часть 2 – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001.
В библиотеке ННГУ 55 экз. Ссылка на каталог:
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=31258>
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=389760>
6. Фихтенгольц Г.М. Основы математического анализа, т.1 и т.2. – СПб.: Лань, 2008.
В библиотеке ННГУ 208 экз. Ссылка на каталог:
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=298117>

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

www.biblioclub.ru	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
www.elibrary.ru	Научная электронная библиотека
www.ebiblioteka.ru	Универсальные базы данных изданий

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: партами, стульями, учебной доской. Учебная и научная литература, учебно-методические материалы, представленные в библиотечном фонде и в электронных библиотеках.

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 ВО ННГУ с учетом рекомендаций и ОПОП ВПО по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника».

Автор:

доцент кафедры прикладной математики
ИИТММ, к. ф.-м.н.

Ястребова И.Ю.

Рецензент

Заведующий кафедрой

Программа одобрена на заседании Учебно-методической комиссии физического факультета ННГУ, протокол б/н от «20» мая 2023 г.