

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
математического и прикладного анализа


А.И. Шашкин
22.03.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.О.18 Математический анализ

- 1. Код и наименование специальности:** 10.05.01 Компьютерная безопасность
- 2. Специализация:** специализация N 4 "Безопасность компьютерных систем и сетей" (по отрасли или в сфере профессиональной деятельности)
- 3. Квалификация выпускника:** специалист по защите информации
- 4. Форма обучения:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** кафедра математического и прикладного анализа
- 6. Составители программы:** к.ф.-м.н., доцент Черникова Анастасия Сергеевна, Астахова Екатерина Владимировна
- 7. Рекомендована:** решением Научно-методическим советом факультета прикладной математики, информатики и механики (22.03.2024 г., протокол №5)

отметки о продлении вносятся вручную)

8. Учебный год: 2024/2025

Семестр(ы): 1, 2

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Целью освоения дисциплины математического анализа является изучение основных математических понятий, их взаимосвязи и развития, а также отвечающих им методов, используемых для анализа, моделирования и решения прикладных задач.

В задачи курса математического анализа входят: развитие алгоритмического и логического мышления студентов, овладение методами исследования и решения математических задач, выработка у студентов умения самостоятельно расширять свои математические знания и проводить математический анализ прикладных задач.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: блок Б1, обязательная часть.

Для освоения дисциплины обучающийся должен владеть знаниями, умениями и навыками, сформированными в процессе получения среднего общего образования в рамках дисциплины «Математика: алгебра и начала математического анализа, геометрия».

Изучение дисциплины «Математический анализ» осуществляется в тесном взаимодействии с дисциплинами «Алгебра», «Дискретная математика», «Информатика». Дисциплина «Математический анализ» является предшествующей и необходимой для изучения всех естественнонаучных дисциплин учебного плана (например, Дифференциальные уравнения, Методы вычислений, Математические модели и методы в связи и др.).

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОПК-2	способность корректно применять при решении профессиональных задач аппарат математического анализа, геометрии, алгебры, дискретной математики, математической логики, теории алгоритмов, теории вероятностей, математической статистики, теории информации, теоретико-числовых методов	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none">– основные понятия, положения, законы и методы математического анализа для понимания сущности проблемы. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none">– приводить научные положения и факты для обоснования сущности проблемы, определять возможности применения теоретических положений и методов математического анализа для постановки и решения конкретных прикладных задач;– проводить доказательные рассуждения в ходе решения задач;– производить оценку качества полученных решений прикладных задач. <p>владеть навыками:</p> <ul style="list-style-type: none">– использования математического инструментария для решения конкретных задач;– анализа и интерпретации полученных результатов.

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 9 ЗЕТ/324 час.

Форма промежуточной аттестации: экзамены

13. Виды учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость		
		Всего	По семестрам	
			1 семестр	2 семестр
Аудиторные занятия				
в том числе:	лекции	68	34	34
	практические	84	34	50
	лабораторные	-	-	-
Самостоятельная работа		100	58	42
в том числе: курсовая работа		-	-	-
Контроль		72	36	36
Форма промежуточной аттестации		экзамен	зачет, экзамен	зачет, экзамен, курсовая работа

Итого:	324	162	162
--------	-----	-----	-----

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лекции		
1 семестр		
1.1.1	Множества. Метод математической индукции	Множества и операции над ними. Использование специальных и логических символов. Метод математической индукции. Бином Ньютона.
1.1.2	Вещественные числа. Числовые множества	Вещественные числа и их основные свойства. Абсолютная величина вещественного числа. Числовые множества, понятие расширенной числовой прямой, окрестности, промежутка. Равнозначные множества. Счетные и несчетные множества. Ограниченные и неограниченные множества.
1.1.3	Числовые последовательности	Понятие числовой последовательности. Ограниченные числовые последовательности. Определение предела числовой последовательности, бесконечно малые числовые последовательности. Расходящиеся последовательности. Единственность предела числовой последовательности. Арифметические операции над сходящимися числовыми последовательностями. Ограниченность сходящейся числовой последовательности. Переход к пределу в неравенствах. Монотонные последовательности. Теорема Вейерштрасса о сходимости монотонной ограниченной последовательности. Число ϵ . Понятие подпоследовательности числовой последовательности. Предел подпоследовательности сходящейся числовой последовательности. Частичные пределы. Теорема Больцано-Вейерштрасса о сходящейся подпоследовательности. Верхний и нижний пределы последовательности. Фундаментальная последовательность и критерий Коши.
1.1.4	Функции и их пределы	Понятие отображения, функции. Способы задания функции. Определения предела функции по Гейне и по Коши (в точке, на бесконечности, односторонний), эквивалентность определений. Единственность предела функции. Критерий Коши существования предела функции в точке. Арифметические операции над функциями, имеющими пределы в точке. Бесконечно малые и бесконечно большие функции. Сравнение функций в окрестности точки. О-символика.
1.1.5	Непрерывность функции	Условие непрерывности функции в точке. Непрерывность в точке (на бесконечная, односторонняя) по Гейне и по Коши. Непрерывная на множестве функция. Классификация точек разрыва. Ограниченность функции. Локальные свойства непрерывной функции. Арифметические операции над непрерывными функциями. Теорема Больцано-Коши о промежуточном значении непрерывной функции. Монотонные функции. Непрерывность на отрезке строго монотонной функции. Обратная функция. Существование для функции строго монотонной и непрерывной обратной функции. Сложная функция. Непрерывность сложной функции. Теорема Вейерштрасса о непрерывной на отрезке функции. Равномерная непрерывность. Элементарные функции и их непрерывность.
1.1.6	Производная и дифференциал функции	Производная функции в точке. Физический и геометрический смыслы производной. Односторонние производные. Арифметические свойства производной. Непрерывность функции, имеющей производную. Производная обратной функции. Производная сложной функции. Производная функции, заданной параметрически. Таблица производных. Дифференциал функции. Дифференцирование суммы, разности, произведения и частного дифференцируемой функции. Дифференциал сложной функции. Инвариантность формы 1-го дифференциала.
1.1.7	Производные и дифференциалы высших порядков	Производные высших порядков. Формула Лейбница. Дифференциалы высших порядков. Нарушение инвариантности формы дифференциалов высших порядков.
1.1.8	Теоремы о среднем для дифференцируемой функции	Теорема Ферма. Теоремы Ролля, Лагранжа и Коши о средних значениях.
1.1.9	Правило Лопиталья	Раскрытие неопределенностей по правилу Лопиталья.
1.1.10	Формула Тейлора	Разложение произвольных функций: формула Тейлора с дополнительным членом в форме Лагранжа, Коши Пеано. Единственность многочлена Тей-

		лора. Примеры разложений функций по формуле Тейлора.
1.1.11	Применение дифференциального исчисления к исследованию функций	Связь монотонности и дифференцируемости функции. Локальные экстремумы функции. Достаточное условие локального экстремума функции в терминах смены производной. Понятие выпуклости функции. Связь выпуклости и дифференцируемости функции. Определение точек перегиба. Нахождение точек перегиба. Асимптоты графика функции. Схема исследования функций.
1.1.12	Первообразная функции и неопределенный интеграл	Определение первообразной функции. Свойства первообразной функции. Неопределенный интеграл. Свойства неопределенного интеграла. Таблица неопределенных интегралов. Замена при интегрировании. Метод интегрирования по частям. Интегрирование рациональных функций. Интегрирование тригонометрических выражений. Универсальная тригонометрическая подстановка. Интегрирование рациональной функции от степеней дробно-линейной функции. Интегрирование функции, содержащей корень из квадратного трехчлена. Подстановка Эйлера. Интегралы от дифференциальных биномов. Обзор частных случаев.
2 семестр		
1.2.1	Определенный интеграл Римана	Интегрируемость функции по Риману. Определение определенного интеграла Римана в терминах интегральных сумм Римана. Ограниченность интегрируемой на отрезке функции. Суммы Дарбу и их свойства. Верхние и нижние интегралы Дарбу. Необходимое и достаточное условие интегрируемости по Риману ограниченной функции. Свойства определенного интеграла Римана. Формулы среднего значения для определенного интеграла Римана. Интегрируемость непрерывных и монотонных на отрезке функций. Интеграл с переменным верхним пределом. Существование первообразной у непрерывной функции. Дифференцируемость и непрерывность интеграла с переменным верхним пределом. Формула Ньютона-Лейбница. Замена при вычислении определенного интеграла. Вычисление определенного интеграла по частям. Приложения определенного интеграла к вычислению площади криволинейной трапеции и площади криволинейного сектора. Приложение определенного интеграла к вычислению объема тела вращения и к вычислению длины дуги.
1.2.2	Несобственные интегралы	Несобственные интегралы 1-го и 2-го рода. Свойства несобственных интегралов. Замена переменной и интегрирование по частям в несобственных интегралах. Критерий Коши сходимости несобственного интеграла. Абсолютная и условная сходимость. Общий признак сравнения для несобственных интегралов в форме неравенств и в предельной форме. Частные признаки сравнения для несобственных интегралов 1-го и 2-го рода в форме неравенств и в предельной форме.
1.2.3	Числовые ряды	Числовой ряд. Сходимость. Критерий Коши сходимости числового ряда. Необходимое условие сходимости числового ряда. Простейшие свойства и признаки сходимости числовых рядов. Абсолютная сходимость числового ряда. Числовые ряды с неотрицательными членами. Необходимое и достаточное условие сходимости. Признак Коши. Признаки сравнения сходимости числовых рядов с неотрицательными членами в форме неравенств и в предельной форме. Интегральный признак сходимости числового ряда с неотрицательными членами. Расходимость гармонического ряда. Знакопередающиеся ряды. Признак Лейбница сходимости знакопередающегося ряда.
1.2.4	Степенные ряды	Определение степенного ряда. Теорема Коши-Адамара. Теорема о радиусе сходимости степенных рядов, полученных почленным дифференцированием и интегрированием степенного ряда. Вещественно аналитические функции. Единственность разложения в степенной ряд. Достаточное условие разложимости в степенной ряд. Примеры разложения в степенной ряд функций.
1.2.5	N-мерное евклидово пространство	Определение N-мерного евклидова пространства E. Свойства расстояния в E. Последовательность точек в E. Сходящиеся последовательности и их свойства. Критерий Коши сходимости последовательности точек в E. Предельные точки множества.
1.2.6	Функции нескольких действительных переменных	Понятие функции нескольких действительных переменных. Определение предела функции в точке. Арифметические свойства пределов функции. Критерий Коши существования конечного предела функции n переменных. Непрерывность функции n переменных. Арифметические операции над

		непрерывными функциями. Свойства непрерывных функций. Частные производные функции нескольких переменных. Дифференцируемость в точке. Связь дифференцируемости с существованием частных производных. Геометрический смысл условия дифференцируемости в случае функции двух переменных. Достаточные условия дифференцируемости. Понятие дифференциала. Дифференцируемость сложной функции и инвариантность формы 1-го дифференциала. Производная по направлению. Градиент. Частные производные и дифференциалы высших порядков. Теорема о равенстве смешанных производных.
1.2.7	Экстремум функции n переменных	Необходимое условие экстремума в терминах 1-го дифференциала. Достаточные условия строгого экстремума.
1.2.8	Условный экстремум	Понятие условного экстремума. Метод неопределенных множителей Лагранжа. Достаточные условия для точек условного экстремума.
1.2.9	Кратные интегралы	Определение и условия существования двойного интеграла. Сведение двойного интеграла в повторному. Примеры вычисления двойного интеграла. Замена переменных в кратном интеграле.
1.2.10	Криволинейные интегралы	Определение и физический смысл криволинейных интегралов. Существование криволинейных интегралов и сведение их к определенным интегралам. Условие независимости криволинейного интеграла второго рода от пути интегрирования.
1.2.11	Ряды Фурье	Определение ряда Фурье для абсолютно интегрируемой функции. Ядро Дирихле и его свойства. Интеграл Дирихле. Принцип локализации. Минимальное свойство коэффициентов Фурье. Почленное дифференцирование рядов Фурье.
2. Практические занятия		
1 семестр		
2.1.1	Множества. Метод математической индукции	Метод математической индукции.
2.1.2	Вещественные числа. Числовые множества	Абсолютная величина вещественного числа. Решение уравнений и неравенств с модулем. Верхняя и нижняя грани множества.
2.1.3	Числовые последовательности	Определение предела числовой последовательности. Использование свойствам пределов числовых последовательностей для их вычисления. Верхний и нижний пределы последовательности. Фундаментальная последовательность. Критерий Коши.
2.1.4	Функции и их пределы	Определение функции. Способы задания функции. Область определения и область значения функции. Четность и периодичность функции. Сложные и обратные функции. Предел функции в точке. Предел функции на бесконечности. Бесконечно малые и бесконечно большие функции. Неопределенности разных видов, возникающие при подсчете пределов. Замечательные пределы. О-символика.
2.1.5	Непрерывность функции	Непрерывность функции. Точки разрыва функции.
2.1.6	Производная и дифференциал функции	Таблица производных. Основные правила дифференцирования. Производная обратной функции, Производная функции, заданной различными способами (параметрической, неявно заданной).
2.1.7	Производные и дифференциалы высших порядков	Производные высших порядков.
2.1.8	Теоремы о среднем для дифференцируемой функции	Применение теорем о среднем для дифференцируемой функции.
2.1.9	Правило Лопиталья	Раскрытие неопределенностей по правилу Лопиталья.
2.1.10	Формула Тейлора	Разложение функций по формуле Тейлора с остаточными членами в форме Лагранжа, Коши, Пеано.
2.1.11	Применение дифференциального исчисления к исследованию функций	Связь монотонности и дифференцируемости функции. Точки экстремума. Связь выпуклости и дифференцируемости функции. Точки перегиба.
2.1.12	Первообразная функции и неопределенный интеграл	Таблица неопределенных интегралов. Замена при интегрировании. Метод интегрирования по частям. Интегрирование рациональных функций. Интегрирование тригонометрических выражений. Универсальная тригонометри-

		ческая подстановка. Интегрирование рациональной функции от степеней дробно-линейной функции.
2 семестр		
2.2.1	Определенный интеграл Римана	Применение формулы Ньютона-Лейбница к вычислению определенных интегралов. Замена в определенных интегралах. Сведение к полярным координатам. Интегрирование по частям. Приложение определенных интегралов.
2.2.2	Несобственные интегралы	Вычисление несобственных интегралов 1-го и 2-го рода.
2.2.3	Числовые ряды	Сходимость знакопостоянных и знакопеременных рядов.
2.2.4	Степенные ряды	Сходимость степенных рядов. Область и радиус сходимости степенных рядов.
2.2.5	N-мерное евклидово пространство	Расстояние в N-мерном евклидовом пространстве E. Сходимость последовательности в E.
2.2.6	Функции нескольких действительных переменных	Область определения функции нескольких действительных переменных. Пределы, повторные пределы функции. Частные производные функции. Частные производные сложных функций. Производные по направлению. Дифференциал многомерной функции. Дифференцирование неявной функции.
2.2.7	Экстремум функции n переменных	Поиск экстремума функции нескольких переменных.
2.2.8	Условный экстремум	Поиск условного экстремума функции.
2.2.9	Кратные интегралы	Двойные и тройные интегралы. Приложения двойных и тройных интегралов
2.2.10	Криволинейные интегралы	Криволинейные интегралы 1-го и 2-го рода. Приложения криволинейных интегралов.
2.2.11	Ряды Фурье	Разложение в ряд Фурье периодических функций. Разложение в ряд Фурье функций по симметричному промежутку. Разложение в ряд Фурье четных и нечетных функций.

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)					
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Контроль	Всего
1 семестр							
1.1	Множества. Метод математической индукции	2	2	-	1	1	6
1.2	Вещественные числа. Числовые множества	4	4	-	4	3	15
1.3	Числовые последовательности	6	6	-	6	5	23
1.4	Функции и их пределы	5	6	-	4	4	19
1.5	Непрерывность функции	7	4	-	5	5	21
1.6	Производная и дифференциал функции	6	6	-	5	4	21
1.7	Производные и дифференциалы высших порядков	2	4	-	2	1	9
1.8	Теоремы о среднем для дифференцируемой функции	2	2	-	1	1	6
1.9	Правило Лопитала	2	2	-	2	1	7
1.10	Формула Тейлора	4	2	-	5	3	14
1.11	Применение дифференциального исчисления к исследованию функций	4	4	-	4	3	15
1.12	Первообразная функции и неопределенный интеграл	6	8	-	5	5	24
Итого (1 семестр):		50	50	-	44	36	180

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)					
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа (в т.ч. кур-	Контроль	Всего

					совая работа – 28 часов)		
2 семестр							
2.1	Определенный интеграл Римана	4	6	-	5	3	18
2.2	Несобственные интегралы	6	4	-	5	5	20
2.3	Числовые ряды	7	5	-	6	5	23
2.4	Степенные ряды	5	2	-	6	4	17
2.5	N-мерное евклидово пространство	2	2	-	2	1	7
2.6	Функции нескольких действительных переменных	6	8	-	7	5	26
2.7	Экстремум функции n переменных	4	3	-	3	3	13
2.8	Условный экстремум	2	2	-	2	1	7
2.9	Кратные интегралы	4	6	-	4	3	17
2.10	Криволинейные интегралы	4	4	-	4	3	15
2.11	Ряды Фурье	4	6	-	4	3	17
Итого (2 семестр):		48	48	-	48	36	180

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

В ходе изучения дисциплины «Математический анализ» студент обязан посещать лекционные и семинарские занятия (очно или с применением дистанционных технологий, если это предусмотрено при проведении соответствующего занятия), осуществлять самостоятельную подготовку к занятиям, выполнять задания, данные педагогическим работниками в рамках дисциплины. Обучающемуся необходимо вести конспект, записывать предлагаемые для выполнения задания.

Для достижения хороших результатов в изучении дисциплин необходимо самостоятельно разбирать материалы лекций и соответствующие темы в рекомендованной педагогом литературе, а также выполнять практические задания.

Вопросы по материалам курса обучающийся может задавать преподавателям, реализующим дисциплину «Математический анализ», во время консультаций или в специально отведенное преподавателем на занятиях время.

При подготовке к прохождению текущих аттестаций (контрольных работ) обучающемуся следует изучить лекционные конспекты и практические задачи по проверяемым на аттестации темам.

К промежуточным аттестациям (зачетам и экзаменам) стоит готовиться по выданным преподавателями, реализующими дисциплину, теоретическим вопросам и практическим заданиям (примерам практических заданий) с учетом конспектов лекционных и практических занятий, а также предлагаемой в рабочей программе дисциплины литературы.

Тема курсовой работы назначается преподавателем студенту. Также тема работы может быть сформулирована обучающимся (при согласовании с преподавателем). Обучающийся и преподаватель составляют план выполнения курсовой работы. На первом этапе студент согласует с преподавателем перечень используемых источников. После изучения литературы во время консультаций обучающийся задает преподавателю появившиеся у него по теме работы вопросы, на основе изученного материала выполняет задание.

Курсовая работа имеет следующую структуру:

- титульный лист (образец приведен в Приложении 1);
- содержание;
- текст работы – содержательная часть курсовой работы;
- список литературы;
- приложения (при необходимости).

Содержательная часть курсовой работы представляет собой 2 блока: теоретический (теоретический материал по теме курсовой работы) и практический (применение теории к решению конкретной задачи). В завершении данной части стоит подвести итог выполненной работы (что было изучено и какой результат получен).

Курсовая работа должна быть оформлена в соответствии с Инструкцией. Общие рекомендации по оформлению курсовых и выпускных квалификационных работ. Текст работы располагается на одной стороне листа белой бумаги формата А4 по ГОСТ 2.301-68 (размер 210 × 297 мм). допускается представлять иллюстрации и таблицы на листах формата не более 420 × 594 мм, должны соблюдаться следующие размеры полей:

- левое - не менее 30 мм;
- правое - не менее 10 мм;
- верхнее - не менее 15 мм;
- нижнее - не менее 20 мм.

Текст работы может быть набран в текстовом редакторе Microsoft Word шрифтом Times New Roman (14 пунктов) через полтора интервала. Абзацный отступ равен 10-17 мм.

На страницах номер проставляют, как правило, сверху по центру. На титульном листе номер не ставится, но включается в общую нумерацию работы. Объем работы составляет 10-20 листов. Количество используемых библиографических источников – не менее 5. Скрепленная и оформленная надлежащим образом курсовая работа предоставляется обучающимся на проверку преподавателю. В срок, установленный календарным учебным графиком, через 1-3 рабочих дня после предоставления обучающимся работы преподавателю на проверку, происходит защита курсовой работы, в ходе которой обучающийся должен показать уверенное знание материала работы.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Ильин В.А. Высшая математика: учебник для студентов вузов / В.А. Ильин, А.В. Куркина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Проспект: Изд-во Моск. ун-та, 2005. – 591 с.
2	Кудрявцев Л. Д. Краткий курс математического анализа: учеб. в 2 т. Т. 1. Дифференциальное и интегральное исчисления функций одной переменной. Ряды / Л. Д. Кудрявцев. – 3-е изд., перераб.– М.: Физматлит, 2009. – 400 с. – http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=82814
3	Кудрявцев Л. Д. Краткий курс математического анализа: учеб. в 2 т. Т. 2. Дифференциальное и интегральное исчисления функций многих переменных. Гармонический анализ / Л. Д. Кудрявцев. – 3-е изд., перераб. – М.: Физматлит, 2010. – 425 с. – http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=82818
6	Демидович Б.П. Сборник задач и упражнений по математическому анализу: Учебное пособие / Б.П. Демидович. – 21-е изд., стер. – СПб: Издательство «Лань», 2019. – 624 с. – https://e.lanbook.com/reader/book/113942/#1
7	Лунгу К.Н. Сборник задач по высшей математике. С контрольными работами: 1 курс / К.Н. Лунгу [и др.]. – 7-е изд. – М.: Айрис-пресс, 2008. – 574 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Фихтенгольц Г.М. Основы математического анализа: Учебник. Часть 1. / Г.М. Фихтенгольц. – 11-е изд., стер. – СПб: Издательство «Лань», 2019. – 444 с. – https://e.lanbook.com/reader/book/112051/#1
2	Фихтенгольц Г.М. Основы математического анализа: Учебник. Часть 2. / Г.М. Фихтенгольц. – 10-е изд., стер. – СПб: Издательство «Лань», 2019. – 464 с. – https://e.lanbook.com/reader/book/115730/#1
3	Зорич В.А. Математический анализ: учебник в 2.ч. Ч. 1. / А.В. Зорич. – М.: Физматлит, 1981. – 543 с.
4	Зорич В.А. Математический анализ: учебник в 2.ч. Ч. 2. / А.В. Зорич. – М.: Физматлит, 1984. – 640 с.
5	Сборник задач по математическому анализу. Т. 1. Предел. Непрерывность. Дифференцируемость: Учеб. пособ. / Л.Д. Кудрявцев [и др.]; под ред. Л.Д. Кудрявцева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Физматлит, 2010. – 496 с. – http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=83187
6	Сборник задач по математическому анализу. Т. 2. Интегралы. Ряды: Учеб. пособ. / Л.Д. Кудрявцев [и др.]; под ред. Л.Д. Кудрявцева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Физматлит, 2009. – 504 с. – http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=82820
7	Сборник задач по математическому анализу. Т. 3. Функции нескольких переменных: Учеб. пособ. / Л.Д. Кудрявцев [и др.]; под ред. Л.Д. Кудрявцева. – 2-е изд., перераб. – М.: Физматлит, 2003. – 472 с. – http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=83191
8	Корн Г. Справочник по математике для научных работников и инженеров: Определения, теоремы, формулы / Г. Корн, Т. Корн. – М.: Наука, 1973. – 832 с. – https://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=454587
9	Выгодский М.Я. Справочник по высшей математике / М.Я. Выгодский. – 14-е изд. – М.: Астрель:

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет):

№ п/п	Ресурс
1	ЭБС «Консультант студента» (http://biblioclub.ru)
2	ЭБС «Лань» (https://e.lanbook.com)
3	Зональная научная библиотека ВГУ (https://lib.vsu.ru/)
4	ЭУМК «Математический анализ (лект. А.С. Черникова)» (https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=5456)

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Положение об организации самостоятельной работы обучающихся в Воронежском государственном университете
2	Инструкция. Общие рекомендации по оформлению курсовых и выпускных квалификационных работ

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы

При выполнении курсовой работы, а также подготовке к лекционным и семинарским занятиям, текущей и промежуточной аттестациям студенту необходимо пользоваться компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", со следующим программным обеспечением:

- операционная система (Windows или Linux);
- Microsoft Office или LibreOffice;
- браузер (Mozilla Firefox, или Internet Explorer, или Chrome и др.).

Дисциплина может быть реализована с применением дистанционных образовательных технологий на Образовательном портале «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru/>) на базе соответствующих ЭУМК.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Специализированная мебель (столы, стулья, доска).

Для выполнения самостоятельной работы обучающемуся предоставляется доступ к компьютерной технике с возможностью подключения к сети "Интернет".

Если дисциплина реализуется с применением дистанционных технологий, то перечень материально-технического обеспечения дисциплины при необходимости может быть дополнен.

19. Фонд оценочных средств:

19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы дисциплины и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ОПК-2 способность корректно применять при решении профессиональных задач аппарат математического анализа, геометрии, алгебры, дискретной математики, математической логики, теории алгоритмов,	Знать: – основные понятия, положения, законы и методы математического анализа для понимания сущности проблемы.	1.1-1.12, 2.1-2.12	КИМ промежуточных аттестаций в форме экзамена
	Уметь: – приводить научные положения и факты для обоснования сущности проблемы, определять возможности применения теоретических положений и методов математического анализа для постановки и решения конкретных прикладных задач; – проводить доказательные рассуж-	1.1-1.12, 2.1-2.12	КИМ промежуточной аттестации в форме экзамена

теории вероятностей, математической статистики, теории информации, теоретико-числовых методов	дения в ходе решения задач; – производить оценку качества полученных решений прикладных задач.		
	Владеть навыками: – использования математического инструментария для решения конкретных задач; – анализа и интерпретации полученных результатов.	1.1-1.12, 2.1-2.12	КИМ промежуточной аттестации в форме экзамена
Промежуточная аттестация			КИМ промежуточной аттестации в форме экзамена

19.2. Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Для оценивания результатов обучения на экзамене используется следующий показатель: знание основных понятий, положений, законов и методов математического анализа для понимания сущности проблемы.

Для оценивания результатов обучения на экзамене используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения на экзамене:

Показатель оценивания компетенции	Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Обучающийся в полной мере знает основные понятия, положения, законы и методы математического анализа, применяет их для понимания сущности проблемы	На поставленные вопросы обучающийся дает развернутые, последовательные, обоснованные ответы, при необходимости приводит доказательства, примеры. В соответствии с методикой оценивания (п. 19.4) итоговая оценка промежуточной аттестации – 5.	Повышенный уровень	Отлично
Обучающийся знает основные понятия, положения, законы и методы математического анализа, может применять их для понимания сущности проблемы	В целом обучающийся владеет теоретическими основами дисциплины, при ответе на поставленные вопросы дает правильный, но не полные ответы, приводит необходимые доказательства, допускает незначительные ошибки. В соответствии с методикой оценивания (п. 19.4) итоговая оценка промежуточной аттестации – 4.	Базовый уровень	Хорошо
Обучающийся знает основные понятия, положения, законы и методы математического анализа, знает, что с их помощью можно описывать проблемы	Обучающийся демонстрирует частичные знания теоретического материала, дает краткие, необоснованные ответы на поставленные вопросы, допускает ошибки. В соответствии с методикой оценивания (п. 19.4) итоговая оценка промежуточной аттестации – 3.	Пороговый уровень	Удовлетворительно
Обучающийся имеет фрагментарные знания основных понятий, положений, законов и методов математического анализа для понимания сущности проблемы	У обучающегося сформированы отрывочные знания теоретического материала дисциплины, ответы на вопросы не соответствуют предыдущим трем критериям, краткие, необоснованные, содержат грубые ошибки. В соответствии с методикой оценивания (п. 19.4) итоговая оценка промежуточной аттестации – 2.	–	Неудовлетворительно

Для оценивания результатов обучения на зачете используются следующие показатели:

1) знание основных понятий, положений, законов и методов математического анализа для понимания сущности проблемы;

- 2) умение приводить научные положения и факты для обоснования сущности проблемы, определять возможности применения теоретических положений и методов математического анализа для постановки и решения конкретных прикладных задач;
- 3) умение проводить доказательные рассуждения в ходе решения задач;
- 4) умение производить оценку качества полученных решений прикладных задач;
- 5) владение навыками использования математического инструментария для решения конкретных задач;
- 6) владение навыками анализа и интерпретации полученных результатов.

Для оценивания результатов обучения на зачете используется – зачтено, не зачтено.

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения на зачете:

Показатель оценивания компетенции	Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
1) Обучающийся знает основные понятия, положения, законы и методы математического анализа, применяет их для понимания сущности проблемы. 2) Обучающийся умеет приводить научные положения и факты для обоснования сущности проблемы, определять возможности применения теоретических положений и методов математического анализа для постановки и решения конкретных прикладных задач. 3) Обучающийся умеет проводить доказательные рассуждения в ходе решения практической задачи; 4) Обучающийся умеет производить оценку качества полученных решений прикладных задач. 5) Обучающийся владеет навыками использования математического инструментария для решения конкретных задач. 6) Обучающийся владеет навыками анализа и интерпретации полученных результатов.	Обучающийся выполнил зачетную работу (в соответствии с методикой оценивания (п. 19.4)), в полной мере знает основы математического анализа, умеет применять их в ходе решения прикладных задач, приводя логичные, доказательные рассуждения, и анализировать полученные результаты.	Повышенный уровень	Зачтено
1) Обучающийся знает основные понятия, положения, законы и методы математического анализа, может применять их для понимания сущности проблемы. 2) Обучающийся умеет приводить научные положения и факты для обоснования сущности проблемы, определять возможности применения теоретических положений и методов математического анализа для постановки и решения конкретных прикладных задач. 3) Обучающийся умеет проводить доказательные рассуждения в ходе решения практической задачи; 4) Обучающийся умеет производить оценку качества полученных решений прикладных задач. 5) Обучающийся владеет навыками использования математического инструментария для решения конкретных задач. 6) Обучающийся владеет навыками анализа и интерпретации полученных результатов.	Обучающийся выполнил зачетную работу (в соответствии с методикой оценивания (п. 19.4)), знает основы математического анализа, умеет применять их на практике и анализировать полученные результаты.	Базовый уровень	Зачтено
1) Обучающийся знает основные понятия, положения, законы и методы математического анализа, знает, что с их помощью можно описывать проблемы 2) Обучающийся умеет приводить научные положения и факты для обоснования сущности проблемы, определять возможности применения теоретических положений и методов математического анализа для постановки и решения некоторых прикладных задач. 3) Обучающийся умеет проводить доказательные рассуждения в ходе решения некоторых практиче-	Обучающийся выполнил зачетную работу (в соответствии с методикой оценивания (п. 19.4)), знает основные понятия, положения, законы и методы математического анализа, для некоторых конкрет-	Пороговый уровень	Зачтено

ской задачи; 4) Обучающийся умеет производить оценку качества полученных решений некоторых прикладных задач. 5) Обучающийся владеет навыками использования математического инструментария для решения некоторых задач. 6) Обучающийся частично владеет навыками анализа и интерпретации полученных результатов.	ных ситуаций умеет их применять для описания проблем и трактовки результатов ее решения.		
1) Обучающийся имеет фрагментарные знания основных понятий, положений, законов и методов математического анализа для понимания сущности проблемы. 2) Обучающийся частично умеет приводить научные положения и факты для обоснования сущности проблемы, определять возможности применения теоретических положений и методов математического анализа для постановки и решения некоторых прикладных задач. 3) Обучающийся не умеет проводить доказательные рассуждения в ходе решения практической задачи; 4) Обучающийся не умеет производить оценку качества полученных решений прикладных задач. 5) Обучающийся частично владеет навыками использования математического инструментария для решения конкретных задач. 6) Обучающийся частично владеет навыками анализа и интерпретации полученных результатов.	Обучающийся не выполнил зачетную работу (в соответствии с методикой оценивания (п. 19.4)), имеет отрывочные знания основ математического анализа, не умеет (частично умеет) их применять на практике и анализировать полученные результаты.	–	Не зачтено

Для оценивания результатов обучения при выполнении студентом курсовой работы используются следующие показатели:

- 1) знание основных понятий, положений, законов и методов математического анализа для понимания сущности проблемы;
- 2) умение приводить научные положения и факты для обоснования сущности проблемы, определять возможности применения теоретических положений и методов математического анализа для постановки и решения конкретных прикладных задач;
- 3) умение проводить доказательные рассуждения в ходе решения задач;
- 4) умение производить оценку качества полученных решений прикладных задач;
- 5) владение навыками использования математического инструментария для решения конкретных задач;
- 6) владение навыками анализа и интерпретации полученных результатов.

Для оценивания результатов выполнения курсовой работы используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов выполнения курсовой работы:

Показатель оценивания компетенции	Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
1) Обучающийся знает основные понятия, положения, законы и методы математического анализа, применяет их для понимания сущности проблемы. 2) Обучающийся умеет приводить научные положения и факты для обоснования сущности проблемы, определять возможности применения теоретических положений и методов математического анализа для постановки и решения конкретных прикладных задач. 3) Обучающийся умеет проводить доказатель-	В ходе выполнения и защиты курсовой работы обучающийся продемонстрировал знание основ математического анализа, умение их применения для изучения практической задачи, привел логичное, доказательное решение	Повышенный уровень	Отлично

<p>ные рассуждения в ходе решения практической задачи.</p> <p>4) Обучающийся умеет производить оценку качества полученных решений прикладных задач.</p> <p>5) Обучающийся владеет навыками использования математического инструментария для решения конкретных задач.</p> <p>6) Обучающийся владеет навыками анализа и интерпретации полученных результатов.</p>	<p>некоторой конкретной задачи, проанализировал полученные в ходе ее решения результаты. В соответствии с методикой оценивания (п. 19.4) оценка за выполнение курсовой работы – 5 баллов.</p>		
<p>1) Обучающийся знает основные понятия, положения, законы и методы математического анализа, может применять их для понимания сущности проблемы.</p> <p>2) Обучающийся умеет приводить научные положения и факты для обоснования сущности проблемы, определять возможности применения теоретических положений и методов математического анализа для постановки и решения конкретных прикладных задач.</p> <p>3) Обучающийся умеет проводить доказательные рассуждения в ходе решения практической задачи.</p> <p>4) Обучающийся умеет производить оценку качества полученных решений прикладных задач.</p> <p>5) Обучающийся владеет навыками использования математического инструментария для решения конкретных задач.</p> <p>6) Обучающийся владеет навыками анализа и интерпретации полученных результатов.</p>	<p>В ходе выполнения и защиты курсовой работы обучающийся показал знание основных понятий, положения, законы и методы математического анализа, умение их применения для изучения конкретной практической задачи, привел решение поставленной задачи, проанализировал полученные результаты. В соответствии с методикой оценивания (п. 19.4) оценка за выполнение курсовой работы – 4 балла.</p>	<p>Базовый уровень</p>	<p>Хорошо</p>
<p>1) Обучающийся знает основные понятия, положения, законы и методы математического анализа, знает, что с их помощью можно описывать проблемы</p> <p>2) Обучающийся умеет приводить научные положения и факты для обоснования сущности проблемы, определять возможности применения теоретических положений и методов математического анализа для постановки и решения некоторых прикладных задач.</p> <p>3) Обучающийся умеет проводить доказательные рассуждения в ходе решения некоторых практической задачи.</p> <p>4) Обучающийся умеет производить оценку качества полученных решений некоторых прикладных задач.</p> <p>5) Обучающийся владеет навыками использования математического инструментария для решения некоторых задач.</p> <p>6) Обучающийся частично владеет навыками анализа и интерпретации полученных результатов.</p>	<p>В ходе выполнения и защиты курсовой работы обучающийся показал знание основных понятий, положения, законы и методы математического анализа, умение их применения для изучения конкретной практической задачи, привел решение поставленной задачи, проанализировал полученные результаты. В соответствии с методикой оценивания (п. 19.4) оценка за выполнение курсовой работы – 3 балла.</p>	<p>Пороговый уровень</p>	<p>Удовлетворительно</p>
<p>1) Обучающийся имеет фрагментарные знания основных понятий, положений, законов и методов математического анализа для понимания сущности проблемы.</p> <p>2) Обучающийся частично умеет приводить научные положения и факты для обоснования сущности проблемы, определять возможности применения теоретических положений и методов математического анализа для постановки и решения некоторых прикладных задач.</p> <p>3) Обучающийся не умеет проводить доказательные рассуждения в ходе решения практической задачи.</p>	<p>Обучающийся не справился с выполнением курсовой работы. результаты работы не соответствуют указанным выше критериям. В соответствии с методикой оценивания (п. 19.4) оценка за выполнение курсовой работы составляет</p>	<p>–</p>	<p>Неудовлетворительно</p>

<p>ской задачи;</p> <p>4) Обучающийся не умеет производить оценку качества полученных решений прикладных задач.</p> <p>5) Обучающийся частично владеет навыками использования математического инструментария для решения конкретных задач.</p> <p>6) Обучающийся частично владеет навыками анализа и интерпретации полученных результатов.</p>	<p>менее 3 баллов.</p>		
--	------------------------	--	--

19.3. Типовые задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

19.3.1. Перечень вопросов к экзамену:

1 семестр:

1 часть:

- 1.1. Множества. Операции над множествами.
- 1.2. Логические символы. Закон исключения третьего. Обоснование метода «от противного».
- 1.3. Метод математической индукции. Применить на примере.
- 1.4. Понятие множеств рациональных, иррациональных и вещественных чисел. Ограниченность множества.
- 1.5. равномошнные множества. Конечные множества. Примеры равномошнных бесконечных множеств.
- 1.6. Понятие числовой последовательности. Операции над числовыми последовательностями. Ограниченные числовые последовательности. Связь числовых последовательностей с числовыми множествами.
- 1.7. Сходящиеся числовые последовательности. Бесконечно малые последовательности. Теорема о единственности предела числовой последовательности.
- 1.8. Теорема об арифметических операциях над сходящимися числовыми последовательностями.
- 1.9. Теорема об ограниченности сходящейся числовой последовательности. Теорема о предельном переходе в неравенстве. Теорема о сходимости числовой последовательности, члены которой ограничены членами сходящихся последовательностей.
- 1.10. Монотонные числовые последовательности. Теорема о сходимости монотонной числовой последовательности.
- 1.11. Предельные точки числовой последовательности. Теорема о предельной точке сходящейся числовой последовательности. Теорема Больцано-Вейерштрасса для числовой последовательности. Верхний и нижний пределы числовой последовательности.
- 1.12. Предельные точки числового множества. Теорема Больцано-Вейерштрасса для числового множества.
- 1.13. Фундаментальная числовая последовательность. Критерий Коши сходимости числовой последовательности.
- 1.14. Функции. Область задания функции, область изменения функции. Способы задания функций. Примеры.
- 1.15. Предел функции в точке, предел функции на бесконечности (определения по Гейне и по Коши, доказательство эквивалентности определений).
- 1.16. Односторонние пределы функции. Зависимость существования предела функции от односторонних пределов. Арифметические операции над функциями, имеющими предел.
- 1.17. Критерий Коши существования предела функции.
- 1.18. Бесконечно малые и бесконечно большие функции.

2 часть:

- 2.1. Непрерывность функции в точке, односторонняя непрерывность в точке (основные определения, определения по Гейне и по Коши). Непрерывность функции на множестве. Зависимость непрерывности функции в точке от односторонней непрерывности функции в этой точке. Примеры непрерывных функций. Классификация точек разрыва.
- 2.2. Ограниченная функция. Теорема о локальной ограниченности непрерывной в точке функции. Теорема об устойчивости знака непрерывной в точке функции. (с обоснованием теоремы для функции, непрерывной в точке только справа или только слева). Теорема об арифметических операциях над непрерывными в точке функциями.
- 2.3. Понятие монотонной на множестве функции. Понятие обратной функции. Теорема об обратимости монотонной на отрезке функции (без доказательства). Теорема о существовании односторонних пределов монотонной на отрезке функции (без доказательства). Необходимое и достаточное условие непрерывности на отрезке строго монотонной функции. Условие существования для функции строго монотонной и непрерывной обратной функции.
- 2.4. Теорема Больцано-Коши о промежуточном значении непрерывной функции. Понятие сложной функции. Теорема о непрерывности сложной функции.
- 2.5. Свойства непрерывной на отрезке функции (теоремы Вейерштрасса и Кантора).
- 2.6. Понятие производной функции в точке. Физический и геометрический смыслы производной. Односторонние производные.
- 2.7. Арифметические свойства производной. Непрерывность дифференцируемой функции в точке.
- 2.8. Производная обратной функции. Производная сложной функции.
- 2.9. Производные высших порядков (понятие, арифметические действия).
- 2.10. Дифференциал функции (понятие, арифметические действия). Дифференциал сложной функции. Дифференциалы высших порядков.
- 2.11. Теоремы о среднем для дифференцируемой функции (теоремы Ферма, Ролля, Лагранжа, Коши).
- 2.12. Правило Лопиталя.

3 часть:

- 3.1. Многочлен Тейлора. Формула Тейлора с остаточным членом в форме Лагранжа, Коши, Пеано.
- 3.2. Связь монотонности и дифференцируемости функции. Локальные экстремумы функции. Достаточное условие локального экстремума функции в терминах смены производной.
- 3.3. Понятие выпуклости функции. Связь выпуклости и дифференцируемости функции. Определение точек перегиба. Нахождение точек перегиба.
- 3.4. Асимптоты графика функции. Определение асимптот гиперболы.
- 3.5. Первообразная функции: определение, свойства. Неопределенный интеграл: определение, свойства.
- 3.6. Основные методы интегрирования (замена переменной, интегрирование по частям) и примеры их использования.
- 3.7. Рациональная функция. Интегрирование рациональных функций.
- 3.8. Интегрирование тригонометрических выражений. Универсальная тригонометрическая подстановка. Частные случаи тригонометрических подстановок.
- 3.9. Интегралы вида $\int R(x, y(x)) dx$.
- 3.10. Интегралы вида $\int R\left(x, \left(\frac{ax+b}{cx+d}\right)^{r_1}, \dots, \left(\frac{ax+b}{cx+d}\right)^{r_n}\right) dx$.
- 3.11. Интегралы от дифференциальных биномов.

2 семестр:

1 часть:

- 1.1. Интегрируемость функции по Риману. Интегральные суммы Римана. Определение определенного интеграла Римана. Ограниченность интегрируемой на отрезке функции.

- 1.2. Суммы Дарбу и их свойства. Верхние и нижние интегралы Дарбу.
- 1.3. Необходимое и достаточное условие интегрируемости по Риману ограниченной функции.
- 1.4. Свойства определенного интеграла Римана.
- 1.5. Формулы среднего значения для определенного интеграла Римана.
- 1.6. Интегрируемость непрерывных и монотонных на отрезке функций.
- 1.7. Интеграл с переменным верхним пределом. Существование первообразной у непрерывной функции. Дифференцируемость и непрерывность интеграла с переменным верхним пределом. Формула Ньютона-Лейбница.
- 1.8. Замена при вычислении определенного интеграла. Вычисление определенного интеграла по частям.
- 1.9. Приложения определенного интеграла к вычислению площади криволинейной трапеции и площади криволинейного сектора.
- 1.10. Приложение определенного интеграла к вычислению объема тела вращения и к вычислению длины дуги.
- 1.11. Несобственные интегралы 1-го и 2-го рода. Свойства несобственных интегралов.
- 1.12. Замена переменной и интегрирование по частям в несобственных интегралах.
- 1.13. Главное значение несобственного интеграла. Критерий Коши сходимости несобственного интеграла.
- 1.14. Абсолютная и условная сходимость. Общий признак сравнения для несобственных интегралов в форме неравенств и в предельной форме.
- 1.15. Частные признаки сравнения для несобственных интегралов 1-го и 2-го рода в форме неравенств и в предельной форме.

2 часть:

- 2.1. Числовой ряд. Сходимость. Критерий Коши сходимости числового ряда. Необходимое условие сходимости числового ряда.
- 2.2. Простейшие свойства и признаки сходимости числовых рядов.
- 2.3. Абсолютная сходимость числового ряда. Числовые ряды с неотрицательными членами. Необходимое и достаточное условие сходимости. Признак Коши.
- 2.4. Признаки сравнения сходимости числовых рядов с неотрицательными членами в форме неравенств и в предельной форме. Интегральный признак сходимости числового ряда с неотрицательными членами.
- 2.5. Расходимость гармонического ряда. Знакопередающиеся ряды. Признак Лейбница сходимости знакопередающегося ряда.
- 2.6. Определение степенного ряда. Теорема Коши-Адамара. Теорема о радиусе сходимости степенных рядов, полученных почленным дифференцированием и интегрированием степенного ряда.
- 2.7. Вещественно аналитические функции. Единственность разложения в степенной ряд. Достаточное условие разложимости в степенной ряд.
- 2.8. Примеры разложения в степенной ряд функций (3 элементарные функции).
- 2.9. Определение N-мерного евклидова пространства E . Свойства расстояния в E .
- 2.10. Последовательность точек в E . Сходящиеся последовательности и их свойства.
- 2.11. Критерий Коши сходимости последовательности точек в E . Предельные точки множества.
- 2.12. Понятие функции нескольких действительных переменных. Определение предела функции в точке. Арифметические свойства пределов функции.
- 2.13. Критерий Коши существования конечного предела функции n переменных. Повторные пределы.
- 2.14. Непрерывность функции n переменных. Арифметические операции над непрерывными функциями. Свойства непрерывных функций.
- 2.15. Частные производные функции нескольких переменных. Дифференцируемость в точке. Связь дифференцируемости с существованием частных производных. Геометрический смысл условия дифференцируемости в случае функции двух переменных. Достаточные условия дифференцируемости.

- 2.16. Понятие дифференциала. Дифференцируемость сложной функции и инвариантность формы 1-го дифференциала.
- 2.17. Производная по направлению. Градиент.
- 2.18. Частные производные и дифференциалы высших порядков. Теорема о равенстве смешанных производных.

3 часть:

- 3.1. Необходимое условие экстремума в терминах 1-го дифференциала.
- 3.2. Достаточные условия строгого экстремума.
- 3.3. Понятие условного экстремума. Метод неопределенных множителей Лагранжа. Достаточные условия для точек условного экстремума.
- 3.4. Определение и условия существования двойного интеграла.
- 3.5. Сведение двойного интеграла в повторному. Примеры вычисления двойного интеграла.
- 3.6. Замена переменных в кратном интеграле.
- 3.7. Кривые, определение простой непрерывной кривой. Направление на кривой. Длина дуги кривой. Особые точки на кривой, гладкие кривые. Положительное направление касательной на кривой.
- 3.8. Криволинейные интегралы 1-го рода: определение, свойства, вычисление.
- 3.9. Криволинейные интегралы 2-го рода: определение, свойства, вычисление.
- 3.10. Связь криволинейных интегралов 1-го и 2-го родов. Условие независимости криволинейного интеграла 2-го рода от пути интегрирования.
- 3.11. Формула Грина. Вычисление площадей плоских фигур с использованием криволинейных интегралов.
- 3.12. Определение ряда Фурье для абсолютно интегрируемой функции. Ядро Дирихле и его свойства. Интеграл Дирихле.
- 3.13. Принцип локализации. Минимальное свойство коэффициентов Фурье.
- 3.14. Почленное дифференцирование рядов Фурье.

19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме контрольных работ. Результаты выполнения контрольной работы оцениваются по 4 балльной шкале:

Шкала оценивания	Критерии оценивания выполнения контрольной работы
5	Все задачи контрольной работы решены и при ответе на вопросы студент показывает уверенное владение материалом, допускается наличие до 5 арифметических ошибок.
4	Все задачи контрольной работы решены, но при ответе на вопросы студент показывает неполные знания материала, или верно решены 4 из 5 задач контрольной работы, но студент уверенно ориентируется в материале по остальным задачам, или все задачи контрольной работы решены, студент уверенно ориентируется в материале, но допущено более 5 арифметических ошибок.
3	Все задачи контрольной работы решены, но при ответе на вопросы студент показывает слабые знания материала или вовсе не отвечает на них, или верно решены 3 из 5 задач контрольной работы, но студент уверенно ориентируется в материале по решенным задачам, или решены 4 из 5 задач контрольной работы, и студент показывает неполные знания по темам решенных задач.
2	Результаты выполнения контрольной работы не соответствуют указанным выше критериям.

Текущая аттестация считается пройденной, если контрольная работа выполнена на оценку 5, 4 или 3.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования. Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации (экзамена) включают в себя 3 теоретических вопросов (по одному вопросу из каждой части), позволяющих оценить уровень полученных знаний.

Пример КИМ (экзамен, 1 семестр):

УТВЕРЖДАЮ Заведующий кафедрой математического и прикладного анализа	
_____ А.И. Шашкин _____.____.20__	
Специальность	_____ 10.05.01 Компьютерная безопасность _____
Дисциплина	_____ Математический анализ _____
Курс	_____ 1 _____
Форма обучения	_____ очная _____
Вид аттестации	_____ промежуточная _____
Вид контроля	_____ экзамен _____
Контрольно-измерительный материал № 1	
1. Вопрос из 1 части списка вопросов к экзамену (1.1-1.18).	
2. Вопрос из 2 части списка вопросов к экзамену (2.1-2.12).	
3. Вопрос из 3 части списка вопросов к экзамену (3.1-3.11).	
Преподаватель _____	
_____ <i>подпись</i> _____ <i>расшифровка подписи</i>	

Пример КИМ (экзамен, 2 семестр):

УТВЕРЖДАЮ Заведующий кафедрой математического и прикладного анализа	
_____ А.И. Шашкин _____.____.20__	
Специальность	_____ 10.05.01 Компьютерная безопасность _____
Дисциплина	_____ Математический анализ _____
Курс	_____ 1 _____
Форма обучения	_____ очная _____

Вид аттестации промежуточная

Вид контроля экзамен

Контрольно-измерительный материал № 1

1. Вопрос из 1 части списка вопросов к экзамену (1.1-1.15).
2. Вопрос из 2 части списка вопросов к экзамену (2.1-2.18).
3. Вопрос из 3 части списка вопросов к экзамену (3.1-3.14).

Преподаватель _____
подпись *расшифровка подписи*

При оценивании используются количественные шкалы оценок:

Каждый из трех теоретических вопросов оценивается по 4-бальной шкале: 5; 4; 3; 2.

5 – обучающийся дает развернутый, последовательный, обоснованный ответ на поставленный вопрос, приводит необходимые доказательства, при необходимости иллюстрирует его примерами (ответ отражает 80-100% материала, изложенного на лекционных занятиях по соответствующей теме);

4 – обучающийся владеет теоретическими основами дисциплины, при ответе на поставленный вопрос дает правильный, но не полный ответ, приводит необходимые доказательства, допускает незначительные ошибки (ответ отражает 60-79% материала, изложенного на лекционных занятиях по соответствующей теме);

3 – обучающийся демонстрирует частичные знания теоретического материала, дает краткий ответ на поставленный вопрос (основные формулировки без доказательств) (ответ отражает 40-59% материала, изложенного на лекционных занятиях по соответствующей теме);

2 – у обучающегося сформированы отрывочные, фрагментарные знания теоретического материала дисциплины, ответ на вопрос не соответствует предыдущим трем критериям, например, ответ краткий, непоследовательный, студент допускает грубые ошибки.

Если оценка ответа обучающегося хотя бы один на из вопросов промежуточной аттестации 2, то аттестация считается не пройденной (соответствует оценке «неудовлетворительно»). Иначе итоговая оценка за промежуточную аттестацию вычисляется как среднее арифметическое оценок ответов на соответствующие 3 вопроса.