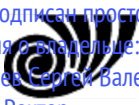


Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор	 МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)		
Дата подписания: 20.05.2026 23:50:53 Уникальный идентификатор документа: 891934b8c2cf7b6350cbe51cdda3096e877fa1f3	Рабочая программа дисциплины "Математический анализ" по направлению подготовки (специальности) 01.03.02 Прикладная математика и информатика направленности (профилю) Математическое моделирование ФГБОУ ВО «ЧелГУ»		стр. 1

Рабочая программа дисциплины (модуля)*
Математический анализ

Направление подготовки (специальность)

01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль)

Математическое моделирование

Присваиваемая квалификация (степень)

бакалавр

Форма обучения

очная

Год(ы) набора 2026

*Рабочая программа дисциплины (модуля) адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Миасс 2026 г.



Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)
4. Объем дисциплины (модуля)
5. Структура и содержание дисциплины (модуля)
6. Фонд оценочных средств
 - 6.1. Перечень видов оценочных средств
 - 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации
 - 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации
 - 6.4. Критерии оценивания
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
 - 7.1. Рекомендуемая литература
 - 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"
 - 7.3. Перечень информационных технологий
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Специальные условия освоения дисциплины обучающимися с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья



1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью курса является знакомство с методами дифференциального и интегрального исчисления, теорией рядов, необходимых для построения математических моделей различных процессов и явлений естествознания, изучение основных методов исследования возникающих при этом математических задач, выяснение физического смысла полученных решений.

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижения индикаторов:

ОПК-1.1. Обладает фундаментальными знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук;

ОПК-1.2. Демонстрирует умение решать задачи, формулируемые в рамках математических и (или) естественных наук;

ОПК-1.3. Имеет навыки использования основных понятий, теорем, законов математики и (или) естественных наук для решения задач профессиональной деятельности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.О.06

2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

При изучении дисциплины используются знания элементарной математики: курсов "Алгебра и начала анализа 10-11" и "Геометрия 9-11".

2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Дифференциальные уравнения

Комплексный анализ

Дискретная математика

Физика

Теоретическая механика

Теория вероятностей

Функциональный анализ

Производственная практика (преддипломная практика)

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

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

Знать:

Для достижения ОПК-1.1:
знать основные понятия теории множеств, теории пределов, числовых и функциональных рядов, теории дифференциального и интегрального исчисления.

Уметь:

Для достижения ОПК-1.2:
уметь дифференцировать и интегрировать основные элементарные функции; исследовать функции методами дифференциального исчисления; применять методы дифференциального и интегрального исчисления при решении прикладных задач, применять теорию числовых и функциональных рядов для приближённых вычислений.

Владеть:

Для достижения ОПК-1.3:
владеть методами дифференциального и интегрального исчисления для исследования функций, методикой решения прикладных геометрических и физических задач.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1 **Знать:**



3.1.1	– основные понятия теории множеств, теории пределов, теории непрерывности функций одной и многих переменных;
3.1.2	– понятия производной и дифференциала первого и высших порядков функций одной и многих переменных;
3.1.3	– теорию неопределенных интегралов, интегралов Римана, несобственных, криволинейных и кратных интегралов;
3.1.4	– возможности теории пределов, дифференциального и интегрального исчисления при исследовании функций одной и многих переменных;
3.1.5	– табличные производные и интегралы;
3.1.6	– теорию числовых и функциональных рядов.
3.2	Уметь:
3.2.1	– вычислять пределы последовательности и функции в точке;
3.2.2	– находить производные функции одной переменной и частные производные функции многих переменных;
3.2.3	– исследовать функцию многих переменных на все виды экстремума;
3.2.4	– применять различные методы интегрирования;
3.2.5	– применять теорию кратных, криволинейных и поверхностных интегралов к решению прикладных задач геометрии и физики;
3.2.6	– применять теорию числовых и функциональных рядов для приближённых вычислений.
3.3	Владеть:
3.3.1	использования основных понятий, теорем, законов математического анализа для решения задач профессиональной деятельности.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость	15 ЗЕТ
Часов по учебному плану : 540	Виды контроля в семестрах: экзамены 1, 3 зачеты 1, 2, 3
в том числе :	
аудиторные занятия : 264	
самостоятельная работа : 223,8	
часов на контроль : 45	
контактная работа: 271,2	
ИКР: 7,2	

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	Раздел 1. Теория множеств и теория чисел.			
1.1	Основные понятия теории множеств. Множество натуральных чисел. Конечные множества. Отображения. Система аксиом действительных чисел и ее следствия. Рациональные степени действительных чисел. Расширенная числовая прямая, отрезок, интервал, полуинтервал, окрестность точки. Ограниченные и неограниченные множества. Верхняя и нижняя грань. Принцип Архимеда. Теорема о вложенных отрезках. /Лек/	1	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э2
1.2	Основные понятия теории множеств. Множество натуральных чисел. Конечные множества. Отображения. Система аксиом действительных чисел и ее следствия. Рациональные степени действительных чисел. Расширенная числовая прямая, отрезок, интервал, полуинтервал, окрестность точки. Ограниченные и неограниченные множества. Верхняя и нижняя грань. Принцип Архимеда. Теорема о вложенных отрезках. /Пр/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э2



1.3	Основные понятия теории множеств. Множество натуральных чисел. Конечные множества. Отображения. Система аксиом действительных чисел и ее следствия. Рациональные степени действительных чисел. Расширенная числовая прямая, отрезок, интервал, полуинтервал, окрестность точки. Ограниченные и неограниченные множества. Верхняя и нижняя грань. Принцип Архимеда. Теорема о вложенных отрезках. /Ср/	1	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э2
Раздел 2. Числовые последовательности.				
2.1	Предел числовой последовательности. Сходящиеся и расходящиеся последовательности, единственность предела. Ограниченность и монотонные последовательности. Переход к пределу в неравенствах. Теорема Больцано–Вейерштрасса. Подпоследовательности и частичные пределы. Критерий Коши сходимости последовательности. Число ϵ . Бесконечно малые и бесконечно большие величины. Свойства предела. Верхний и нижний пределы последовательности. /Лек/	1	10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Э2
2.2	Предел числовой последовательности. Сходящиеся и расходящиеся последовательности, единственность предела. Ограниченность и монотонные последовательности. Переход к пределу в неравенствах. Теорема Больцано–Вейерштрасса. Подпоследовательности и частичные пределы. Критерий Коши сходимости последовательности. Число ϵ . Бесконечно малые и бесконечно большие величины. Свойства предела. Верхний и нижний пределы последовательности. /Пр/	1	10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Э2
2.3	Предел числовой последовательности. Сходящиеся и расходящиеся последовательности, единственность предела. Ограниченность и монотонные последовательности. Переход к пределу в неравенствах. Теорема Больцано–Вейерштрасса. Подпоследовательности и частичные пределы. Критерий Коши сходимости последовательности. Число ϵ . Бесконечно малые и бесконечно большие величины. Свойства предела. Верхний и нижний пределы последовательности. /Ср/	1	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Э2
Раздел 3. Функции одной переменной.				
3.1	Определение действительной функции. Способы задания функции. Элементарные функции и их классификация Пределы функции по Гейне и по Коши. Условия существования предела функции. Свойства пределов. Замечательные пределы. Односторонние пределы. Бесконечно малые и бесконечно большие функции. Предел композиции функций. Различные формы записи непрерывности функции в точке. Классификация точек разрыва функции. Предел монотонной функции. Непрерывность композиции функций. Локальные свойства функций, существование предела в точке. Свойства непрерывных функций на промежутках. Обратные функции. Непрерывность элементарных функций. Эквивалентные функции. Замечательные пределы. /Лек/	1	16	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Э2
3.2	Определение действительной функции. Способы задания функции. Элементарные функции и их классификация Пределы функции по Гейне и по Коши. Условия существования предела функции. Свойства пределов. Замечательные пределы. Односторонние пределы. Бесконечно малые и бесконечно большие функции. Предел композиции функций. Различные формы записи непрерывности функции в точке. Классификация точек разрыва функции. Предел монотонной функции. Непрерывность композиции функций. Локальные свойства функций, существование предела в точке. Свойства непрерывных функций на промежутках. Обратные функции. Непрерывность элементарных функций. Эквивалентные функции. Замечательные пределы. /Пр/	1	18	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Э2



3.3	Определение действительной функции. Способы задания функции. Элементарные функции и их классификация Пределы функции по Гейне и по Коши. Условия существования предела функции. Свойства пределов. Замечательные пределы. Односторонние пределы. Бесконечно малые и бесконечно большие функции. Предел композиции функций. Различные формы записи непрерывности функции в точке. Классификация точек разрыва функции. Предел монотонной функции. Непрерывность композиции функций. Локальные свойства функций, существование предела в точке. Свойства непрерывных функций на промежутках. Обратные функции. Непрерывность элементарных функций. Эквивалентные функции. Замечательные пределы. /Ср/	1	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Э2
Раздел 4. Производная и дифференциал функции одной переменной.				
4.1	Определение производной функции в точке, дифференциала функции. Дифференцирование функции. Геометрический и физический смысл производной и дифференциала. Правила вычисления производной. Производная обратной функции. Производная и дифференциал сложной функции. Таблица производных. Производные высших порядков от сложных и обратных функций, от функций, заданных параметрически. Свойства дифференцируемых функций: теоремы Ферма, Ролля, Лагранжа, Коши. Правило Лопиталья. Формула Тейлора. Вычисление пределов с помощью формулы Тейлора. Признак монотонности. Отыскание наибольших и наименьших значений функций. Выпуклость и точки перегиба. Асимптоты. Построение графиков. /Лек/	1	16	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Э1 Э2
4.2	Определение производной функции в точке, дифференциала функции. Дифференцирование функции. Геометрический и физический смысл производной и дифференциала. Правила вычисления производной. Производная обратной функции. Производная и дифференциал сложной функции. Таблица производных. Производные высших порядков от сложных и обратных функций, от функций, заданных параметрически. Свойства дифференцируемых функций: теоремы Ферма, Ролля, Лагранжа, Коши. Правило Лопиталья. Формула Тейлора. Вычисление пределов с помощью формулы Тейлора. Признак монотонности. Отыскание наибольших и наименьших значений функций. Выпуклость и точки перегиба. Асимптоты. Построение графиков. /Пр/	1	20	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Э1 Э2
4.3	Определение производной функции в точке, дифференциала функции. Дифференцирование функции. Геометрический и физический смысл производной и дифференциала. Правила вычисления производной. Производная обратной функции. Производная и дифференциал сложной функции. Таблица производных. Производные высших порядков от сложных и обратных функций, от функций, заданных параметрически. Свойства дифференцируемых функций: теоремы Ферма, Ролля, Лагранжа, Коши. Правило Лопиталья. Формула Тейлора. Вычисление пределов с помощью формулы Тейлора. Признак монотонности. Отыскание наибольших и наименьших значений функций. Выпуклость и точки перегиба. Асимптоты. Построение графиков. /Ср/	1	15,5	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Э1 Э2
4.4	Индивидуальные консультации/ИКР /ИКР/	1	3,5	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5
Раздел 5. Неопределенный интеграл.				



5.1	Первообразная и неопределенный интеграл. Свойства неопределенного интеграла. Таблица первообразных. Различные методы интегрирования. /Лек/	2	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 ЭЗ
5.2	Первообразная и неопределенный интеграл. Свойства неопределенного интеграла. Таблица первообразных. Различные методы интегрирования. /Пр/	2	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 ЭЗ
5.3	Первообразная и неопределенный интеграл. Свойства неопределенного интеграла. Таблица первообразных. Различные методы интегрирования. /Ср/	2	10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 ЭЗ
Раздел 6. Интеграл Римана.				
6.1	Определение, основные свойства интеграла Римана. Критерий Коши существования интеграла. Ограниченность интегрируемой функции. Верхние и нижние суммы и интегралы Дарбу. Свойства верхних и нижних сумм. Основная лемма Дарбу. Необходимые и достаточные условия интегрируемости. Критерий интегрируемости Дарбу и Римана. Классы интегрируемых функций. Необходимые и достаточные условия интегрируемости. Критерий интегрируемости Дарбу и Римана. Свойства определенного интеграла. Оценки интегралов. Первообразная непрерывной функции. Правила интегрирования функций. Интеграл как функция верхнего предела. Основная формула интегрального исчисления. Формула Тейлора с остаточным членом в интегральной форме. Неравенство Юнга. Неравенства Гельдера и Минковского для сумм. Неравенства Гельдера и Минковского для интегралов. /Лек/	2	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 ЭЗ
6.2	Первообразная непрерывной функции. Правила интегрирования функций. Приложения определённого интеграла для геометрии и физики. /Пр/	2	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 ЭЗ
6.3	Определение, основные свойства интеграла Римана. Критерий Коши существования интеграла. Ограниченность интегрируемой функции. Верхние и нижние суммы и интегралы Дарбу. Свойства верхних и нижних сумм. Основная лемма Дарбу. Необходимые и достаточные условия интегрируемости. Критерий интегрируемости Дарбу и Римана. Классы интегрируемых функций. Необходимые и достаточные условия интегрируемости. Критерий интегрируемости Дарбу и Римана. Свойства определенного интеграла. Оценки интегралов. Первообразная непрерывной функции. Правила интегрирования функций. Интеграл как функция верхнего предела. Основная формула интегрального исчисления. Формула Тейлора с остаточным членом в интегральной форме. Неравенство Юнга. Неравенства Гельдера и Минковского для сумм. Неравенства Гельдера и Минковского для интегралов. /Ср/	2	20,9	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 ЭЗ
Раздел 7. Несобственные интегралы.				
7.1	Несобственные интегралы I рода. Критерий Коши сходимости. Достаточные признаки сходимости. Абсолютная и условная сходимость. Признак Дирихле-Абеля. Замена переменных и интегрирование по частям. Несобственный интеграл II рода. Критерий Коши. Свойства интеграла II рода. Главное значение несобственных интегралов I и II родов. /Лек/	2	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 ЭЗ
7.2	Несобственные интегралы I рода. Критерий Коши сходимости. Достаточные признаки сходимости. Абсолютная и условная сходимость. Признак Дирихле-Абеля. Замена переменных и интегрирование по частям. Несобственный интеграл II рода. Критерий Коши. Свойства интеграла II рода. Главное значение несобственных интегралов I и II родов. /Пр/	2	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 ЭЗ



7.3	Несобственные интегралы I рода. Критерий Коши сходимости. Достаточные признаки сходимости. Абсолютная и условная сходимость. Признак Дирихле-Абеля. Замена переменных и интегрирование по частям. Несобственный интеграл II рода. Критерий Коши. Свойства интеграла II рода. Главное значение несобственных интегралов I и II родов. /Ср/	2	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Э3
	Раздел 8. Приближенные методы вычисления определенных интегралов.			
8.1	Усреднение n чисел. Метод прямоугольников, остаточный член. Метод трапеций, остаточный член. Метод парабол, остаточный член. /Лек/	2	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Э3
8.2	Усреднение n чисел. Метод прямоугольников, остаточный член. Метод трапеций, остаточный член. Метод парабол, остаточный член. /Пр/	2	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Э3
8.3	Усреднение n чисел. Метод прямоугольников, остаточный член. Метод трапеций, остаточный член. Метод парабол, остаточный член. /Ср/	2	4,9	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Э3
	Раздел 9. Функции многих переменных.			
9.1	Основные понятия. График функции, множество уровня. Предел функции многих переменных. Повторные пределы. Непрерывные функции. Свойства пределов функций и свойства непрерывных функций. Предел и непрерывность композиции функций. Непрерывность элементарных функций. Теоремы о функциях, непрерывных на множествах. Модуль непрерывности и его свойства. Функция с ограниченной производной. Теорема Кантора. Условие равномерной непрерывности. /Лек/	2	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Э1 Э3
9.2	Область определения. Построение графиков. Линии уровня. Поверхность уровня. Предел функции многих переменных. /Пр/	2	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Э1 Э3
9.3	Основные понятия. График функции, множество уровня. Предел функции многих переменных. Повторные пределы. Непрерывные функции. Свойства пределов функций и свойства непрерывных функций. Предел и непрерывность композиции функций. Непрерывность элементарных функций. Теоремы о функциях, непрерывных на множествах. Модуль непрерывности и его свойства. Функция с ограниченной производной. Теорема Кантора. Условие равномерной непрерывности. /Ср/	2	16	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Э1 Э3
	Раздел 10. Дифференцируемость функций многих переменных.			
10.1	Дифференцируемость функции нескольких переменных. Геометрический смысл условия дифференцируемости функции. Нормаль к поверхности, касательная плоскость. Достаточные условия дифференцируемости. Дифференциал функции нескольких переменных. Дифференцирование сложной функции. Условия существования, непрерывности и дифференцируемости неявной функции в окрестности точки. Частные производные неявной функции. Неявные функции, заданные системой функциональных уравнений. Определитель Якоби. Теорема Эйлера об однородных функциях. Инвариантность формы первого дифференциала. Производная по направлению и градиент функции. Частные производные высших порядков. Достаточные условия m-кратной дифференцируемости функции в точке. Условие независимости частных производных высших порядков от порядка дифференцирования. Дифференциал второго порядка для независимых переменных. Правила вычисления дифференциалов высших порядков. Условие инвариантности формы второго дифференциала и дифференциалов высших порядков в случае зависимых аргументов. Формула Тейлора для функции нескольких переменных с остаточным членом в различных формах. /Лек/	2	10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Э3



10.2	Дифференцируемость функции нескольких переменных. Геометрический смысл условия дифференцируемости функции. Нормаль к поверхности, касательная плоскость. Достаточные условия дифференцируемости. Дифференциал функции нескольких переменных. Дифференцирование сложной функции. Условия существования, непрерывности и дифференцируемости неявной функции в окрестности точки. Частные производные неявной функции. Неявные функции, заданные системой функциональных уравнений. Определитель Якоби. Инвариантность формы первого дифференциала. Производная по направлению и градиент функции. Частные производные высших порядков. Достаточные условия m -кратной дифференцируемости функции в точке. Условие независимости частных производных высших порядков от порядка дифференцирования. Дифференциал второго порядка для независимых переменных. Правила вычисления дифференциалов высших порядков. Условие инвариантности формы второго дифференциала и дифференциалов высших порядков в случае зависимых аргументов. Формула Тейлора для функции нескольких переменных с остаточным членом в различных формах. /Пр/	2	18	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 ЭЗ
10.3	Дифференцируемость функции нескольких переменных. Геометрический смысл условия дифференцируемости функции. Нормаль к поверхности, касательная плоскость. Достаточные условия дифференцируемости. Дифференциал функции нескольких переменных. Дифференцирование сложной функции. Условия существования, непрерывности и дифференцируемости неявной функции в окрестности точки. Частные производные неявной функции. Неявные функции, заданные системой функциональных уравнений. Определитель Якоби. Инвариантность формы первого дифференциала. Производная по направлению и градиент функции. Частные производные высших порядков. Достаточные условия m -кратной дифференцируемости функции в точке. Условие независимости частных производных высших порядков от порядка дифференцирования. Дифференциал второго порядка для независимых переменных. Правила вычисления дифференциалов высших порядков. Условие инвариантности формы второго дифференциала и дифференциалов высших порядков в случае зависимых аргументов. Формула Тейлора для функции нескольких переменных с остаточным членом в различных формах. /Ср/	2	28	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 ЭЗ
	Раздел 11. Экстремум функции нескольких переменных.			
11.1	Необходимые условия локального экстремума. Достаточные условия экстремума. Положительно (отрицательно) определенные квадратичные формы. Критерий Сильвестра. Теорема о достаточных условиях экстремума функции. Определение условного экстремума. Необходимые условия существования условного экстремума. Метод неопределенных коэффициентов, функция Лагранжа. Достаточные условия экстремума. Глобальный экстремум. /Лек/	2	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 ЭЗ
11.2	Необходимые условия локального экстремума. Достаточные условия экстремума. Положительно (отрицательно) определенные квадратичные формы. Критерий Сильвестра. Теорема о достаточных условиях экстремума функции. Определение условного экстремума. Необходимые условия существования условного экстремума. Метод неопределенных коэффициентов, функция Лагранжа. Достаточные условия экстремума. Глобальный экстремум. /Пр/	2	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 ЭЗ



11.3	Необходимые условия локального экстремума. Достаточные условия экстремума. Положительно (отрицательно) определенные квадратичные формы. Критерий Сильвестра. Теорема о достаточных условиях экстремума функции. Определение условного экстремума. Необходимые условия существования условного экстремума. Метод неопределенных коэффициентов, функция Лагранжа. Достаточные условия экстремума. Глобальный экстремум. /Ср/	2	16	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Э3
11.4	Индивидуальные консультации/ИКР /ИКР/	2	0,2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5
Раздел 12. Числовые ряды.				
12.1	Определение числового ряда и его сходимости. Свойства сходящихся рядов. Критерий Коши сходимости ряда. Ряды с неотрицательными членами. Признак сравнения для рядов с неотрицательными членами. Признаки Даламбера и Коши для рядов с неотрицательными членами, интегральный признак. Теорема Лейбница. Абсолютно сходящиеся ряды. Признаки Даламбера и Коши для произвольных рядов. Теорема Римана для условно сходящихся рядов. Признаки сходимости Дирихле и Абеля. /Лек/	3	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Э4
12.2	Определение числового ряда и его сходимости. Свойства сходящихся рядов. Критерий Коши сходимости ряда. Ряды с неотрицательными членами. Признак сравнения для рядов с неотрицательными членами. Признаки Даламбера и Коши для рядов с неотрицательными членами, интегральный признак. Теорема Лейбница. Абсолютно сходящиеся ряды. Признаки Даламбера и Коши для произвольных рядов. Теорема Римана для условно сходящихся рядов. Признаки сходимости Дирихле и Абеля. /Пр/	3	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Э4
12.3	Определение числового ряда и его сходимости. Свойства сходящихся рядов. Критерий Коши сходимости ряда. Ряды с неотрицательными членами. Признак сравнения для рядов с неотрицательными членами. Признаки Даламбера и Коши для рядов с неотрицательными членами, интегральный признак. Теорема Лейбница. Абсолютно сходящиеся ряды. Признаки Даламбера и Коши для произвольных рядов. Теорема Римана для условно сходящихся рядов. Признаки сходимости Дирихле и Абеля. /Ср/	3	10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Э4
Раздел 13. Функциональные последовательности и ряды.				
13.1	Сходимость функциональных последовательностей и рядов. Равномерная сходимость функциональных последовательностей, критерий Коши. Свойства равномерно сходящихся последовательностей. Равномерно сходящиеся функциональные ряды, необходимое условие равномерной сходимости, признак Вейерштрасса, критерий Коши. Свойства равномерно сходящихся рядов и последовательностей: непрерывность суммы, почленное интегрирование и дифференцирование рядов. /Лек/	3	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Э4
13.2	Сходимость функциональных последовательностей и рядов. Равномерная сходимость функциональных последовательностей, критерий Коши. Свойства равномерно сходящихся последовательностей. Равномерно сходящиеся функциональные ряды, необходимое условие равномерной сходимости, признак Вейерштрасса, критерий Коши. Свойства равномерно сходящихся рядов и последовательностей: непрерывность суммы, почленное интегрирование и дифференцирование рядов. /Пр/	3	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Э4



13.3	Сходимость функциональных последовательностей и рядов. Равномерная сходимость функциональных последовательностей, критерий Коши. Свойства равномерно сходящихся последовательностей. Равномерно сходящиеся функциональные ряды, необходимое условие равномерной сходимости, признак Вейерштрасса, критерий Коши. Свойства равномерно сходящихся рядов и последовательностей: непрерывность суммы, почленное интегрирование и дифференцирование рядов. /Ср/	3	10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Э4
Раздел 14. Степенные ряды.				
14.1	Радиус и круг сходимости. Формула Коши–Адамара. Аналитические функции. Аналитические функции в действительной области, их свойства. Ряд Тейлора, условие разложимости функции в ряд Тейлора. Разложение элементарных функций в ряд Тейлора. Формулы Эйлера. Методы разложения функций в степенные ряды путем интегрирования (дифференцирования) известных рядов. /Лек/	3	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1
14.2	Радиус и круг сходимости. Формула Коши–Адамара. Аналитические функции. Аналитические функции в действительной области, их свойства. Ряд Тейлора, условие разложимости функции в ряд Тейлора. Разложение элементарных функций в ряд Тейлора. Формулы Эйлера. Методы разложения функций в степенные ряды путем интегрирования (дифференцирования) известных рядов. /Пр/	3	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1
14.3	Радиус и круг сходимости. Формула Коши–Адамара. Аналитические функции. Аналитические функции в действительной области, их свойства. Ряд Тейлора, условие разложимости функции в ряд Тейлора. Разложение элементарных функций в ряд Тейлора. Формулы Эйлера. Методы разложения функций в степенные ряды путем интегрирования (дифференцирования) известных рядов. /Ср/	3	10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1
Раздел 15. Ряды Фурье.				
15.1	Разложение в ряды Фурье по тригонометрической ортогональной системе. Вычисление коэффициентов Фурье. /Лек/	3	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1
15.2	Разложение в ряды Фурье по тригонометрической ортогональной системе. Вычисление коэффициентов Фурье. /Пр/	3	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1
15.3	Разложение в ряды Фурье по тригонометрической ортогональной системе. Вычисление коэффициентов Фурье. /Ср/	3	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1
Раздел 16. Криволинейные интегралы.				
16.1	Определение и свойства интегралов I рода. Определение и свойства интегралов II рода. Условия независимости криволинейного интеграла от пути интегрирования. Геометрическая и физическая интерпретация криволинейных интегралов. /Лек/	3	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1
16.2	Определение и свойства интегралов I рода. Определение и свойства интегралов II рода. Условия независимости криволинейного интеграла от пути интегрирования. Геометрическая и физическая интерпретация криволинейных интегралов. /Пр/	3	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1
16.3	Определение и свойства интегралов I рода. Определение и свойства интегралов II рода. Условия независимости криволинейного интеграла от пути интегрирования. Геометрическая и физическая интерпретация криволинейных интегралов. /Ср/	3	12	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1
Раздел 17. Двойные интегралы.				



17.1	Понятие меры множества, мера Жордана. Интегрируемость функции. Геометрический смысл двойного интеграла. Свойства двойного интеграла. Оценки двойного интеграла, теорема о среднем. Определение и его свойства. Вычисление двойного интеграла. Классы интегрируемых функций Двойной интеграл в полярных координатах. Общий случай замены переменных в двойном интеграле. Применение двойного интеграла для решения типичных задач геометрии, механики, физики. Вычисление площадей и объемов, площадь поверхности, масса пластины. Моменты инерции плоской фигуры, эллипс инерции, положение центра тяжести. Понятие о несобственных двойных интегралах Римана. Главное значение несобственного интеграла. Формула Грина. Условия независимости криволинейного интеграла от пути интегрирования. Потенциал векторного поля. /Лек/	3	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1
17.2	Понятие меры множества, мера Жордана. Интегрируемость функции. Геометрический смысл двойного интеграла. Свойства двойного интеграла. Оценки двойного интеграла, теорема о среднем. Определение и его свойства. Вычисление двойного интеграла. Классы интегрируемых функций Двойной интеграл в полярных координатах. Общий случай замены переменных в двойном интеграле. Применение двойного интеграла для решения типичных задач геометрии, механики, физики. Вычисление площадей и объемов, площадь поверхности, масса пластины. Моменты инерции плоской фигуры, эллипс инерции, положение центра тяжести. Понятие о несобственных двойных интегралах Римана. Главное значение несобственного интеграла. Формула Грина. Условия независимости криволинейного интеграла от пути интегрирования. Потенциал векторного поля. /Пр/	3	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1
17.3	Понятие меры множества, мера Жордана. Интегрируемость функции. Геометрический смысл двойного интеграла. Свойства двойного интеграла. Оценки двойного интеграла, теорема о среднем. Определение и его свойства. Вычисление двойного интеграла. Классы интегрируемых функций Двойной интеграл в полярных координатах. Общий случай замены переменных в двойном интеграле. Применение двойного интеграла для решения типичных задач геометрии, механики, физики. Вычисление площадей и объемов, площадь поверхности, масса пластины. Моменты инерции плоской фигуры, эллипс инерции, положение центра тяжести. Понятие о несобственных двойных интегралах Римана. Главное значение несобственного интеграла. Формула Грина. Условия независимости криволинейного интеграла от пути интегрирования. Потенциал векторного поля. /Ср/	3	12	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1
Раздел 18. Тройные интегралы.				
18.1	Определение тройного интеграла Римана. Условия интегрируемости и классы интегрируемых функций. Свойства тройного интеграла. Повторный трехкратный интеграл и его свойства. Вычисление тройного интеграла. Замена переменных в тройном интеграле: цилиндрическая, сферическая системы координат, общий случай. Общая схема применения тройного интеграла Римана к задачам геометрии, механики, физики. Понятие о n – кратном интеграле Римана. /Лек/	3	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1
18.2	Вычисление тройного интеграла. Замена переменных в тройном интеграле: цилиндрическая, сферическая системы координат, общий случай. Общая схема применения тройного интеграла Римана к задачам геометрии, механики, физики. Понятие о n – кратном интеграле Римана. /Пр/	3	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1



18.3	Определение тройного интеграла Римана. Условия интегрируемости и классы интегрируемых функций. Свойства тройного интеграла. Повторный трехкратный интеграл и его свойства. Вычисление тройного интеграла. Замена переменных в тройном интеграле: цилиндрическая, сферическая системы координат, общий случай. Общая схема применения тройного интеграла Римана к задачам геометрии, механики, физики. Понятие о n – кратном интеграле Римана. /Ср/	3	10,5	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1
Раздел 19. Поверхностные интегралы.				
19.1	Способы задания поверхности в трехмерном пространстве. Касательная плоскость и нормаль. Поверхностные интегралы первого рода. Поверхностные интегралы второго рода. Вычисление поверхностных интегралов. Механический смысл поверхностных интегралов. /Лек/	3	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1
19.2	Способы задания поверхности в трехмерном пространстве. Касательная плоскость и нормаль. Поверхностные интегралы первого рода. Поверхностные интегралы второго рода. Вычисление поверхностных интегралов. Механический смысл поверхностных интегралов. /Пр/	3	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1
19.3	Способы задания поверхности в трехмерном пространстве. Касательная плоскость и нормаль. Поверхностные интегралы первого рода. Поверхностные интегралы второго рода. Вычисление поверхностных интегралов. Механический смысл поверхностных интегралов. /Ср/	3	12	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1
Раздел 20. Основные операции теории поля.				
20.1	Ротор векторного поля, теорема и формула Стокса. Формула Остроградского, дивергенция, гидромеханическая интерпретация. Соленоидальные векторные поля. Потенциальные векторные поля. Оператор Гамильтона и его применения для скалярных и векторных полей. /Лек/	3	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1
20.2	Ротор векторного поля, теорема и формула Стокса. Формула Остроградского, дивергенция, гидромеханическая интерпретация. Соленоидальные векторные поля. Потенциальные векторные поля. Оператор Гамильтона и его применения для скалярных и векторных полей. /Пр/	3	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1
20.3	Ротор векторного поля, теорема и формула Стокса. Формула Остроградского, дивергенция, гидромеханическая интерпретация. Соленоидальные векторные поля. Потенциальные векторные поля. Оператор Гамильтона и его применения для скалярных и векторных полей. /Ср/	3	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1
20.4	Индивидуальные консультации/ИКР /ИКР/	3	3,5	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

6.1. Перечень видов оценочных средств

1. Тестовые задания.
2. Вопросы к зачётам.
3. Вопросы к экзаменам.
4. Контрольные работы №1, №2, №3

6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

Типовые задания в контрольной работе № 1:

1. Доказать по определению, что предел последовательности и предел функции равны определённому числу;
2. Вычислить предел последовательности, общий член которой задан в виде рациональной дроби, содержит иррациональность;
3. Вычислить предел последовательности или функции с использованием замечательных пределов;



4. Вычислить предел функции с использованием эквивалентности функций;
5. Найти производную явной функции, применяя табличное дифференцирование и правила дифференцирования;
6. Найти производную функции, заданной параметрически;
7. Составить уравнение касательной и нормали в точке;
8. Исследовать функцию на локальный и глобальный экстремум;
9. Построить график функции, проведя полное её исследование с помощью производной.

Типовые задания в контрольной работе № 2:

1. Интегрирование по частям;
2. Интегрирование подстановкой;
3. Нахождение площади плоской фигуры для функции, заданной в прямоугольных координатах, в полярных координатах и с помощью промежуточного параметра;
4. Нахождение длины дуги для функции, заданной в прямоугольных координатах, в полярных координатах и с помощью промежуточного параметра;
5. Нахождение частных производных функции двух переменных;
6. Исследование функции двух переменных на экстремум.

Типовые задания к контрольной работе № 3:

1. Нахождение суммы числового ряда;
2. Исследование на сходимость числового знакоположительного и знакопеременного ряда;
3. Нахождение области сходимости функционального ряда;
4. Разложение функции в ряд Тейлора или ряд Маклорена;
5. Изменение порядка интегрирования в двойном интеграле;
6. Вычисление двойного интеграла;
7. Вычисление тройного интеграла;
8. Вычисление площади плоской фигуры, ограниченной заданными линиями;
9. Вычисление объёма тела, ограниченного заданными поверхностями.

Примеры тестовых вопросов

1. Выяснить, какие из функций являются сложными:
2. Выяснить, какие из функций заданы неявно:
3. Выяснить, какие из функций являются ограниченными:
4. Выяснить, какие из функций являются монотонными при $x > 0$:
5. Выяснить, какие из функций являются нечетными:
6. Укажите верные утверждения для функции $y = \sin(x)$:
1) монотонная; 2) ограниченная; 3) неограниченная;
4) четная; 5) нечетная; 6) общего вида; 7) явная; 8) неявная; 9) сложная.
7. Сколько натуральных значений x содержит область определения функции $y = \arcsin(x)$?
8. Найти область значений функции $y = \arcsin(x)$. В ответе указать длину отрезка, представляющего $D(y)$.
9. Найти (в градусах) основной (наименьший) период функции $y = \sin(x)$.
10. Дан график функции $y = f(x)$. Выяснить сколько различных действительных корней имеет уравнение $f(x) = 0$.
11. Выяснить, каким условиям удовлетворяют a, b, c , если график функции $y = f(x)$ имеет вид

6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

Перечень вопросов к зачёту первого семестра:

1. Определение функции одного действительного переменного. Способы задания функции.
2. Элементарные функции и их классификация.
3. Определение предела функции по Гейне и по Коши.
4. Непрерывные функции, примеры.
5. Свойства пределов функции.
6. Различные формы записи непрерывности функции в точке.
7. Классификация точек разрыва функции.
8. Непрерывность элементарных функций.
9. Замечательные пределы.
10. Сравнение функций, свойства эквивалентных функций.
11. Определение производной.
12. Определение дифференциала функции.



13. Геометрический смысл производной и дифференциала.
14. Физический смысл производной и дифференциала.
15. Правила вычисления производных.
16. Производная обратной функции.
17. Производная и дифференциал сложной функции.
18. Производные и дифференциалы высших порядков. Формула Лейбница.
19. Раскрытие неопределенностей по правилу Лопиталья.
20. Формула Тейлора.
21. Вычисление пределов с помощью формулы Тейлора.
22. Исследование функции: признак монотонности функции.
23. Исследование функции: необходимые и достаточные условия экстремума.
24. Исследование функции: выпуклость и точки перегиба.
25. Асимптоты графика функции.

Перечень вопросов к экзамену первого семестра:

1. Основные понятия теории множеств. Операции над множествами.
2. Принцип математической индукции.
3. Конечные множества. Размещения, перестановки, сочетания.
4. Бином Ньютона.
6. Система аксиом действительных чисел.
7. Аксиома непрерывности множества действительных чисел, свойство полноты.
8. Определение модуля действительного числа и его свойства.
9. Сечения в множестве действительных чисел.
10. Понятия целой степени и корня действительного числа. Рациональные степени действительных чисел.
11. Расширенная числовая прямая.
12. Промежутки действительных чисел (отрезок, интервал, полуинтервал, окрестность точки).
13. Ограниченные и неограниченные множества.
14. Определения верхней и нижней граней.
15. Теорема о вложенных отрезках.
16. Два подхода к определению предела последовательности. Конечный, бесконечный предел последовательности.
17. Единственность предела последовательности.
18. Ограниченность сходящихся последовательностей.
19. Переход к пределу в неравенствах.
20. Свойства монотонных последовательностей.
21. Теорема Больцано – Вейерштрасса.
22. Подпоследовательности и частичные пределы.
23. Критерий Коши сходимости последовательности.
24. Число «ε».
25. Бесконечно малые величины (последовательности).
26. Бесконечно большие величины (последовательности).
27. Определение функции одного действительного переменного.
28. Определение предела функции по Гейне и по Коши.
29. Условие существования предела функции.
30. Односторонние пределы и односторонняя непрерывность.
31. Свойства пределов функции.
32. Бесконечно малые и бесконечно большие функции.
33. Различные формы записи непрерывности функции в точке.
34. Классификация точек разрыва функции.
35. Пределы монотонных функций.
36. Критерий Коши существования предела функции.
37. Предел и непрерывность композиции функций.
38. Теорема Вейерштрасса о функциях, непрерывных на отрезке.
39. Обратные функции.
40. Непрерывность элементарных функций.
41. Замечательные пределы.
42. Сравнение функций, свойства эквивалентных функций.
43. Определение производной и дифференциала функции.
44. Теорема Ферма.
45. Теорема Ролля.



46. Теорема Лагранжа о среднем значении.
47. Теорема Коши о среднем значении.
48. Вывод формулы Тейлора.
49. Различные формы остаточного члена.
50. Алгоритм исследования функции с помощью производной.

Перечень вопросов к зачету второго семестра

1. Вычисление неопределенных интегралов. Замена переменной, интегрирование по частям.
2. Интегрирование рациональных и иррациональных функций.
3. Интегрирование тригонометрических и трансцендентных функций.
4. Вычисление интеграла Римана. Формула Ньютона – Лейбница.
5. Интеграл Римана. Замена переменной и интегрирование по частям.
6. Решение типовых задач геометрии, механики и физики с применением интеграла Римана.
7. Вычисление несобственных интегралов Римана первого рода.
8. Вычисление несобственных интегралов Римана второго рода.
9. Вычисление главного значения несобственного интеграла.
10. Приближенное вычисление интегралов Римана. Оценка погрешности.
11. Функции нескольких переменных. График функции. Множество уровня. Линия уровня. Поверхность уровня.
12. Вычисление предела функции. Предел по множеству. Предел функции в точке по кривой. Вычисление повторных пределов.
13. Непрерывность функций многих переменных.
14. Равномерная непрерывность функций.
15. Правила вычисления частных производных и частных дифференциалов.
16. Дифференцируемость функции нескольких переменных. Правила вычисления дифференциалов.
17. Производная по направлению. Градиент. Свойства градиента.
18. Частные производные и дифференциалы высших порядков.
19. Экстремум функции многих переменных.
20. Неявные функции. Вычисление частных производных и дифференциалов неявных функций.
21. Условный экстремум. Вычисление условного экстремума методом неопределенных коэффициентов Лагранжа.
22. Глобальный экстремум.

Перечень вопросов к экзамену второго семестра:

1. Неопределенный интеграл, основные свойства.
2. Неопределенный интеграл, табличные интегралы.
3. Неопределенный интеграл, интегрирование подстановкой.
4. Неопределенный интеграл, интегрирование по частям.
5. Определенный интеграл (Римана), основные свойства.
6. Основная лемма Дарбу.
7. Классы интегрируемых функций.
8. Интегрируемость непрерывной сложной функции.
9. Оценки интегралов.
10. Интеграл с переменным верхним пределом, формула Ньютона – Лейбница.
11. Формула Тейлора с остаточным членом в интегральной форме.
12. Неравенство Юнга.
13. Неравенство Гельдера для сумм и интегралов.
14. Неравенство Минковского для сумм и интегралов.
15. Несобственные интегралы I рода, достаточные признаки сходимости.
16. Несобственные интегралы I рода, абсолютная и условная сходимость.
17. Несобственные интегралы II рода.
18. Главное значение несобственного интеграла.
19. Приближенное вычисление определенного интеграла, метод прямоугольников, остаточный член.
20. Приближенное вычисление определенного интеграла, метод трапеций, остаточный член.
21. Приближенное вычисление определенного интеграла, метод парабол, остаточный член.
22. Функция многих переменных, основные понятия.
23. Свойства пределов функций многих переменных.
24. Свойства непрерывных функций многих переменных.
25. Предел и непрерывность композиции функций многих переменных.
26. Равномерная непрерывность функции с ограниченной производной.



27. Равномерная непрерывность сложной функции (условие Липшица).
28. Условие равномерной непрерывности функции, модуль непрерывности.
29. Частные производные, правила вычисления.
30. Дифференцируемость функции нескольких переменных.
31. Достаточные условия дифференцируемости функции многих переменных.
32. Дифференциал функции нескольких переменных.
33. Дифференцирование сложной функции нескольких переменных, инвариантность формы первого дифференциала.
34. Теорема Эйлера об однородных функциях.
35. Производная по направлению, градиент.
36. Условие равенства вторых смешанных частных производных функции двух переменных.
37. Условие независимости смешанной частной производной порядка m функции n переменных от порядка дифференцирования.
38. Дифференциалы высших порядков функции многих переменных.
39. Второй дифференциал функции многих переменных для случая зависимых аргументов.
40. Условие инвариантности формы дифференциалов высших порядков для случая зависимых аргументов.
41. Формула Тейлора для функции многих переменных с остаточным членом в форме Лагранжа, в форме Пеано.
42. Локальный экстремум функции нескольких переменных, необходимые и достаточные условия.
43. Неявные функции, условия существования, непрерывности и дифференцируемости неявной функции в окрестности точки.
44. Условный экстремум, необходимые условия экстремума.
45. Условный экстремум, метод неопределенных коэффициентов Лагранжа.
46. Достаточные условия условного экстремума.

Перечень вопросов к зачету третьего семестра:

1. Знакопостоянные числовые ряды. Признаки сходимости числовых рядов.
2. Знакопеременные числовые ряды. Абсолютная и условная сходимость. Признаки сходимости.
3. Бесконечные произведения. Двойные и повторные ряды.
4. Функциональные последовательности. Равномерная сходимость. Признаки равномерной сходимости и свойства равномерно сходящихся функциональных последовательностей.
5. Функциональные ряды. Равномерная сходимость. Признаки равномерной сходимости и свойства равномерно сходящихся функциональных рядов.
6. Степенные ряды. Вычисление радиуса сходимости степенных рядов.
7. Ряд Тейлора. Разложения элементарных функций. Разложение функций в степенные ряды интегрированием (дифференцированием) известных рядов.
8. Способы задания кривой на плоскости и в пространстве. Вычисление криволинейных интегралов первого рода.
9. Вычисление криволинейных интегралов второго рода.
10. Вычисление двойного интеграла Римана.
11. Замена переменных в двойном интеграле. Двойной интеграл в полярной системе координат. Общий случай криволинейных координат.
12. Применение двойного интеграла для решения типичных задач геометрии и физики.
13. Формула Грина. Применение формулы Грина для вычисления интегралов.
14. Вычисление тройного интеграла Римана.
15. Замена переменных в тройном интеграле. Цилиндрическая, сферическая системы координат.
16. Применение тройного интеграла Римана для решения типовых задач геометрии и физики.
17. Вычисление двойного и тройного несобственных интегралов Римана.
20. Вычисление главного значения несобственных интегралов.
21. Вычисление поверхностного интеграла первого рода.
22. Вычисление поверхностного интеграла второго рода.
23. Правила дифференцирования интегралов, зависящих от параметра.
24. Признаки равномерной сходимости несобственных интегралов, зависящих от параметра.

Перечень вопросов к экзамену третьего семестра:

1. Критерий Коши сходимости числового ряда.
2. Признак сравнения для числовых рядов с неотрицательными членами, метод выделения главной части.
3. Признаки Даламбера и Коши для рядов с неотрицательными членами и для произвольных рядов.
4. Теорема Лейбница для знакочередующихся рядов.
5. Признак сходимости Дирихле и Абеля числового ряда.



6. Теорема Римана для условно сходящихся рядов.
7. Критерий Коши равномерной сходимости функциональной последовательности.
8. Равномерная сходимость функциональной последовательности, условие равномерной сходимости.
9. Равномерная сходимость функциональных рядов, необходимое условие равномерной сходимости.
10. Признак Вейерштрасса равномерной сходимости функционального ряда.
11. Необходимые и достаточные признаки равномерной сходимости функциональных рядов.
12. Свойства равномерно сходящихся функциональных рядов, достаточное условие непрерывности суммы ряда.
13. Степенной ряд, радиус и круг сходимости.
14. Различные способы вычисления радиуса сходимости степенного ряда, формула Коши – Адамара.
15. Аналитические функции в действительной области, их свойства.
16. Условие разложимости функции в ряд Тейлора.
17. Разложение элементарных функций в ряд Тейлора, формулы Эйлера.
18. Криволинейный интеграл первого рода: определение, свойства, вычисление.
19. Криволинейный интеграл второго рода: определение, свойства, вычисление.
20. Условие независимости криволинейного интеграла второго рода от пути интегрирования.
21. Двойной интеграл, определение, геометрический смысл, основные свойства.
22. Оценка двойного интеграла, теорема о среднем.
23. Двукратный интеграл, его свойства. Вычисление двойного интеграла.
24. Использование двойного интеграла для решения различных задач (вычисление площадей, объемов, центра тяжести, моментов инерции ...).
25. Вычисление двойного интеграла в полярной системе координат.
26. Замена переменных в двойном интеграле.
27. Использование двойного интеграла для вычисления интегралов, зависящих от параметра.
28. Формула Грина. Достаточное условие независимости криволинейного интеграла от пути интегрирования. Понятие потенциала векторного поля.
29. Тройной интеграл, определение, геометрический смысл, основные свойства.
30. Оценка тройного интеграла.
31. Трехкратный интеграл, его свойства. Вычисление тройного интеграла.
32. Вычисление тройного интеграла в цилиндрической и сферической системах координат.
33. Общий случай замены переменных в тройном интеграле.
34. Использование тройного интеграла для решения различных задач.
35. Поверхностный интеграл: определение, механический смысл, вычисление.
36. Ротор векторного поля, формула Стокса.
37. Дивергенция векторного поля, формула Остроградского.
38. Оператор Гамильтона и его применения для скалярных и векторных полей.

6.4. Критерии оценивания

Критерии оценивания экзамена:

При проведении письменного и письменно-устного экзамена выставляется оценка "отлично", если студент продемонстрировал:

1. систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы;
2. точное использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы;
3. владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
4. способность самостоятельно и творчески решать сложные задачи в не-стандартной ситуации в рамках учебной программы, полное усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
5. умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку;
6. активная самостоятельная работа на практических занятиях, творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

выставляется оценка "хорошо", если студент продемонстрировал:

1. достаточно полные и систематизированные знания в объеме учебной программы (образовательного стандарта);
2. использование необходимой научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;



3. владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач; способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы;
4. усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
5. умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку; активная самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

выставляется оценка "удовлетворительно", если студент продемонстрировал:

1. достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта;
2. усвоение большей части основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
3. использование научной терминологии, умение делать выводы без существенных ошибок;
4. владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач;
5. умение под руководством преподавателя решать стандартные (типовые) задачи;
6. умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им оценку;
7. работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий.

выставляется оценка "неудовлетворительно", если студент продемонстрировал:

1. недостаточно полный (фрагментарный) объем знаний в рамках образовательного стандарта;
2. незнание литературных источников, рекомендованной учебной программой дисциплины;
3. неумение использовать научную терминологию, изложение ответа на вопросы с существенными логическими ошибками;
4. слабое владение инструментарием учебной дисциплины, некомпетентность в решении стандартных (типовых) задач;
5. неумение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях изучаемой дисциплины;
6. пассивность на лекционных и практических занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий;
7. отсутствие знаний и компетенций в рамках образовательного стандарта или отказ от ответа.

Критерии оценивания зачёта:

Письменный и письменно-устный ответ студента по вопросам дисциплины оценивается положительно с выставлением оценки «зачтено» в следующих случаях:

- студент глубоко и полно владеет содержанием учебного материала; умеет связывать теорию с практикой, решает соответствующие задачи, теоретические выводы подтверждает примерами, фактами, данными научных исследований; осуществляет межпредметные связи, предложения. Делает выводы логично, четко. Ясно и кратко излагает ответы на поставленные вопросы; умеет обосновывать свои суждения и профессионально-личностную позицию по излагаемому вопросу. Дан полный, развёрнутый ответ на поставленный вопрос; показана совокупность осознанных знаний об объекте изучения, доказательно раскрыты основные положения (свободно оперирует понятиями и терминами); в ответе прослеживается чёткая структура, выстроенная в логической последовательности; ответ изложен литературным грамотным языком и носит самостоятельный характер.

– ответ студента соответствует указанным выше критериям, но содержание ответа имеет отдельные неточности (несущественные ошибки) в изложении теоретического и практического материала, отличается меньшей обстоятельностью, глубиной, обоснованностью и полнотой; были допущены неточности в определении понятий и терминов, допущенные ошибки исправляются студентом после дополнительных вопросов преподавателя.

– студент обнаруживает знание и понимание основных положений учебного материала, но излагает его неполно, непоследовательно, допускает неточности и существенные ошибки в определении понятий, формулировке положений, не привлекает для аргументации ответа основные положения концептуальных и нормативных документов, не умеет обосновать свои суждения; наблюдается нарушение логики изложения; в ответе не присутствуют доказательные выводы; сформированность умений показана слабо. Ответ отличается низким уровнем самостоятельности, не содержит собственной профессионально-личностной позиции.

Оценка «не зачтено» за письменный и письменно-устный ответ студента по вопросам дисциплины выставляется в случаях, когда:

– студент имеет разрозненные, бессистемные знания: не умеет выделять главное и второстепенное; допускает



ошибки в определении понятий, формулировке теоретических положений, искажает их смысл; не ориентируется в нормативно-концептуальных, программно-методических, исследовательских материалах, беспорядочно и неуверенно излагает материал; не умеет соединять теоретические положения с практикой; не умеет применять знания для обоснования и объяснения фактов, не устанавливает межпредметные связи.

При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете.

Критериями оценивания результатов контрольной работы являются следующие:

Оценка "отлично" ставится, если студент

- 1) легко ориентируется в содержании учебного материала, свободно пользуется понятийным аппаратом;
- 2) обладает умением связывать теорию с практикой, высказывать и обосновывать свои суждения;
- 3) знает и правильно применяет формулы;
- 4) решение задачи записано понятно, аккуратно, последовательно;
- 5) записан правильный ответ.

Оценка "хорошо" ставится, если студент

- 1) демонстрирует полное освоение теоретического материала, владеет понятийным аппаратом, ориентируется в изученном материале, осознанно применяет знания для решения практических задач, грамотно излагает свою позицию;
- 2) знает и применяет формулы, но допускает небольшие неточности;
- 3) решение задачи записано, но не приведены формулы, с помощью которых были проведены расчеты;
- 4) записан правильный ответ.

Оценка "удовлетворительно" ставится, если студент

- 1) демонстрирует неполное освоение теоретического материала, плохо владеет понятийным аппаратом, плохо ориентируется в изученном материале, неуверенно излагает свою позицию;
- 2) знает отдельные формулы, но допускает значительные неточности в их применении;
- 3) решение задачи записано неверно, не приведены формулы, с помощью которых были проведены расчеты;
- 4) записан правильный ответ.

Оценка "не удовлетворительно" ставится, если студент

- 1) имеет разрозненные, бессистемные знания, не умеет выделять главное и второстепенное, допускает ошибки в определении понятий, искажающие их смысл;
- 2) беспорядочно и неуверенно излагает материал, не может применять знания для решения практических задач;
- 3) решение задачи записано неверно либо отсутствует;
- 4) записан неправильный ответ либо не записан ответ.

Критерии оценивания теста:

Оценка		Неудовлетворительно	Удовлетворительно
Хорошо	Отлично		
Набранная сумма баллов (% выполненных заданий) (макс – 100)		Менее 60	60-75
76-95	96-100		
Оценка		Не зачтено	Зачтено
Набранная сумма баллов			
(% выполненных заданий) (макс – 100)		Менее 60	60-100

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература



	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л1.1	Протасов Ю. М.	Математический анализ: учебное пособие (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=115118)	Москва : ФЛИНТА, 2024	ЭБС
Л1.2	Горлач Б. А.	Математический анализ: учебное пособие для вузов (https://e.lanbook.com/book/367505)	Санкт- Петербург : Лань, 2024	ЭБС
Л1.3	Багищева Г. А., Журавлева М. И.	Математический анализ: числовые и функциональные ряды: учебно-методическое пособие (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=711245)	Ростов-на- Дону : Издательско- полиграфически й комплекс РГЭУ (РИНХ), 2023	ЭБС
Л1.4	Шершнева В.Г.	Математический анализ: сборник задач с решениями: учебное пособие (https://znanium.ru/catalog/document?id=453063)	Москва : ООО "Научно- издательский центр ИНФРА- М", 2025	ЭБС
Л1.5	Потапов А. П.	Математический анализ. Интегральное исчисление функций нескольких переменных: учебник для вузов (https://e.lanbook.com/book/421898)	Санкт- Петербург : Лань, 2024	ЭБС

7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л2.1	Таратуга Г. А.	Производная и дифференциал функций одной и нескольких переменных: учебно-методическое пособие (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=492530)	Челябинск : ЧГИК, 2016	ЭБС
Л2.2	Филимоненкова Н. В., Бакусов П. А.	Множества и отображения. Интенсивное введение в математический анализ для студентов технических вузов (https://e.lanbook.com/book/209801)	Санкт- Петербург : Лань, 2022	ЭБС

7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	wolframalpha - база знаний и набор вычислительных алгоритмов), вопросно-ответная система. https://www.wolframalpha.com/
Э2	Курс математического анализа 1 семестр в ЭИОС moodle https://moodle.uio.csu.ru/course/view.php?id=1599
Э3	Курс математического анализа 2 семестр в ЭИОС moodle https://moodle.uio.csu.ru/course/view.php?id=1754
Э4	Курс математического анализа 3 семестр в ЭИОС moodle https://moodle.uio.csu.ru/course/view.php?id=1607

7.3 Перечень информационных технологий

7.3.1 Программное обеспечение

Adobe Reader
Octave
WinDjView

7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

1. Электронный каталог научной библиотеки ЧелГУ [Электронный ресурс] : база данных / Челяб. гос. ун-т. – Челябинск, 1992 .
2. Университетская библиотека онлайн [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / ООО Директмедиа Паблишинг. – URL: http://biblioclub.ru/ .
3. Лань [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Лань. – URL: http://e.lanbook.com/ .
4. Юрайт [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Юрайт. – URL: https://urait.ru .
5. eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. – URL: http://elibrary.ru/defaultx.asp .

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)



1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: Миасс, ул. Керченская, д. 1 аудитория № 105.

2. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, для проведения групповых консультаций, индивидуальных консультаций, для текущего контроля и промежуточной аттестации: Миасс, ул. Керченская, д. 1 аудитория № 105.

Основное оборудование: учебные столы, совмещенные со скамейками на 28 посадочных мест, стол преподавателя, стул преподавателя, доска 3 створчатая ученическая обычная настенная, стационарное мультимедийное интерактивное оборудование: проектор Epson EMP-1710, экран настенный, компьютер Intel Pentium, монитор Asus.

Программное обеспечение:

Операционная система Windows 8, акт приема-передачи 19 от 31.10.2014.

Пакет офисных программ Adobe Reader свободное программное обеспечение; OpenOffice свободное программное обеспечение; MPC-NC свободное программное обеспечение; Google Chrome свободное программное обеспечение

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security 11 на основе лицензионного договора № кб-1692 от 11.09.2019.

3. Помещение для самостоятельной работы: Миасс, ул. Керченская, д. 1 Читальный зал, аудитория 312.

Основное оборудование: Количество посадочных мест - 42, 1 персональный компьютер с подключением в сеть «Интернет», неограниченный доступ к ЭБС и БД, Wi-Fi. Программное обеспечение: Операционная система Windows 10 Акт приема-передачи 528/о от 15.09.2014; Операционная система Windows 10 Акт приема-передачи 437/к от 19.09.2012; Пакет офисных программ Adobe Reader свободное программное обеспечение; OpenOffice свободное программное обеспечение; MPC-NC свободное программное обеспечение; Google Chrome свободное программное обеспечение. Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security 11 на основе лицензионного договора № кб-1692 от 11.09.2019.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Приступая к изучению дисциплины «Математический анализ», студент должен ясно представлять, что результат обучения зависит в большой степени от того, насколько добросовестно и ответственно он сам подойдет к этому процессу.

Необходимо сразу точно понять критерии оценки всех видов учебной работы в течение учебного семестра, критерии получения зачёта и оценивания экзамена.

Все формы учебной работы имеют равное значение, поэтому посещение лекционных и практических занятий, выполнение всех видов самостоятельной работы (контрольные работы и домашние задания) и активное участие в учебной деятельности позволят добиться высоких результатов.

Студенту рекомендуется конспектировать материал лекций, однако следует помнить, что лекция не является диктантом, во время которого все следует записывать дословно. Помимо лекционного материала нужно использовать рекомендованную основную и дополнительную литературу, при этом достаточно взять один – два базовых учебника из списка основной литературы, и по мере необходимости – дополнительную учебную литературу и периодические издания.

На практических занятиях студент может не только закрепить знание и понимание учебного материала, но и развить профессиональные навыки письменной и устной речи. Поэтому результат обучения в существенной степени определяется качеством самостоятельной подготовки, умением находить интересный материал. Все контрольные работы и письменные задания являются обязательными для выполнения.

Особое внимание следует уделять самостоятельной работе, в ходе которой можно как закрепить знания материал, так и расширить профессиональный кругозор. Кроме того, можно определить круг научных интересов, выбрав тему будущей дипломной или научно-исследовательской работы при подготовке к практическим занятиям и в ходе выполнения письменных самостоятельных работ. Это позволит накопить достаточно количество теоретического и практического материала для ее выполнения.

Результаты работы студентов подводятся в ходе их текущей и промежуточной аттестации. Текущая аттестация обычно проводится один раз в семестр. Она отражает посещение студентами лекций и работу на практических занятиях.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная работа. Под индивидуальной работой подразумевается две формы взаимодействия с преподавателем: индивидуальная учебная работа (консультации), т.е. дополнительное разъяснение учебного материала и углубленное изучение материала с теми обучающимися, которые в этом заинтересованы, и индивидуальная воспитательная работа. Индивидуальные консультации по предмету является важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или обучающимся с ограниченными возможностями здоровья.

Контрольные работы являются долгосрочными и выполняются студентом в отдельной тетради в клетку. Срок сдачи контрольной работы - за одну неделю до проведения зачёта.



В случае применения при обучении дисциплины электронного обучения, дистанционных образовательных технологий общение обучающихся и преподавателя осуществляется в режиме реального времени (онлайн-лекции (вебинары), чаты, видео-конференции в TeamOffice365) или отложенного времени (система дистанционного обучения Moodle, электронная почта, социальные сети, мессенджеры).

Большую часть времени обучающиеся самостоятельно работают с учебно-методическими материалами. Студенты имеют возможность консультироваться с преподавателем по всем вопросам, возникающим в ходе самостоятельной работы посредством электронной почты, социальных сетей, Office365. Доступ обучающегося к учебным ресурсам в режиме отложенного времени, самостоятельной работы осуществляется через сеть Интернет в удобном для него месте, времени и темпе.

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение, дистанционные образовательные технологии предусматривают возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Реализация дисциплины с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (далее – ЭО, ДОТ) осуществляется на основании «Положения о реализации основных и дополнительных образовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Челябинский государственный университет», «Положения о порядке зачета обучающимися по основным профессиональным образовательным программам высшего образования в ФГБОУ ВО «ЧелГУ» результатов освоения в организациях, осуществляющих образовательную деятельность, учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практик, дополнительных образовательных программ» посредством электронной информационно-образовательной среды ФГБОУ ВО «ЧелГУ». В исключительных случаях (форс-мажор и т.п.) при реализации образовательной деятельности с применением ЭО, ДОТ могут применять компоненты, не входящие в перечень электронной информационно-образовательной среды.

10. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМИСЯ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ И ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием специальных технических средств и информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося (мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения и с нарушением слуха, ассистивные информационные технологии).

При необходимости для обучающихся с нарушениями зрения на рабочих местах для проведения практических или лабораторных занятий устанавливается специальное программное обеспечение (программа речевой навигации, речевые синтезаторы, экранные лупы).

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья. В каждой аудитории, где обучаются инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, предусматривается соответствующее количество мест для обучающихся с учетом нарушений их здоровья.

Для освоения дисциплины инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется доступ к печатным источникам, имеющимся в научной библиотеке ЧелГУ, с помощью специальных технических средств; доступ с помощью специальных технических и программных средств к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах.

Учебно-методические материалы для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и особенностям восприятия информации.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий.

При проведении промежуточной аттестации по дисциплине обучающимся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается по их заявлению предоставление в доступной форме в зависимости от их индивидуальных особенностей инструкции о порядке проведения промежуточной аттестации, оценочных средств и возможности ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно шрифтом Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование предоставленных ЧелГУ или собственных технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на задания, процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

01.03.02 Прикладная математика и информатика, Математическое моделирование, Математический анализ, 2026, очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) одобрена и рекомендована:

Проректор по учебной работе утверждено 27.02.26 А.А. Саламатов

Ученым советом Миасского филиала ФГБОУ ВО "ЧелГУ"

Протокол заседания № 8 от 24.02.2026

Председатель Ученого совета
Миасского филиала ФГБОУ ВО
"ЧелГУ"

согласовано

Т.В. Малькова

Заседанием кафедры прикладной математики

Протокол заседания № 6 от 30.01.2026

Заведующий кафедрой

согласовано

Е.В. Дутикова

Автор (составитель)

Е.В. Дутикова

Структура рабочей программы соответствует приказу ректора ФГБОУ ВО «ЧелГУ» от «13» апреля 2021 г. № 247-1