

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ

Кафедра высшей математики

Утверждено на заседании
Ученого совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ
Протокол от 28.08.2023 № 23.8

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Математический анализ / Mathematical Analysis

название дисциплины

для направления подготовки

14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика

код и название направления подготовки

образовательная программа

Nuclear Technologies

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2023 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины –

- теоретическая подготовка и получение практических навыков по математическому анализу для успешного усвоения фундаментальных, общетехнических и специальных дисциплин учебного плана, а также для возможности изучения специальной литературы, в случае необходимости самостоятельного углубления математических знаний после окончания ВУЗа;
- развить логическое мышление студентов, привить потребность теоретического обоснования различных явлений.

2. ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Задачи дисциплины –

- создание у студентов достаточно широкой подготовки в области математики и воспитание достаточно высокой математической культуры;
- сформировать навыки использования математических методов и основ математического моделирования в практической деятельности;
- привить навыки самостоятельной работы с литературой по математике и ее приложениям.

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ (далее – ОП) БАКАЛАВРИАТА

Дисциплина реализуется в рамках базовой части и относится к естественно-научному модулю.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения школьной программы по алгебре, анализу и геометрии. Дисциплины, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Дифференциальные и интегральные уравнения», «Теория вероятностей и математическая статистика»

Дисциплина изучается на I и II курсах в I, II и III семестрах.

4. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения ОП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код компетенций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УКЕ-1	УКЕ-1 Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах	З-УКЕ-1 знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования У-УКЕ-1 уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи

		<p>математической статистики; решать типовые расчетные задачи</p> <p>В-УКЕ-1 владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами.</p>
ОПК -1	Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	<p>З-ОПК-1 знать базовые законы естественнонаучных дисциплин; основные математические законы; основные физические явления, процессы, законы и границы их применимости; сущность основных химических законов и явлений; методы математического моделирования, теоретического и экспериментального исследования.</p> <p>У-ОПК-1 уметь выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат</p> <p>В-ОПК-1 владеть математическим аппаратом для разработки моделей процессов и явлений, решения практических задач профессиональной деятельности; навыками использования основных общефизических законов и принципов</p>

5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Вид работы	Количество часов на вид работы:			
	семестр 1	семестр 2	семестр 3	всего
Контактная работа обучающихся с преподавателем				

Аудиторные занятия (всего)	64	64	64	192
включая:				
<i>Лекции</i>	32	32	32	96
<i>Практические занятия лабораторные занятия</i>	32	32	32	96
	0	0	0	0
Промежуточная аттестация				
включая:				
<i>экзамен</i>	44	44	44	132
<i>зачет</i>				
Самостоятельная работа обучающихся	36	36	36	108
Всего (часы):	144	144	144	432
Всего (зачетные единицы):	4	4	4	12

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

6.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

Неделя	Наименование раздела / темы дисциплины	Виды учебной работы				
		Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО
Первый семестр						
1-2	Основные понятия	4	4	0	0	6
1	Множества	1	1	0	0	2
1-2	функции	2	1	0	0	2
2	Алгебра и тригонометрия	1	2	0	0	2
3-8	Предел и непрерывность	12	12	0	0	10
3	Теория вещественных чисел. Полнота множества \mathbb{R} .	2	2	0	0	2
4-5	Предел последовательности	4	4	0	0	4
6-8	Предел функции. Непрерывность.	6	6	0	0	4
9-16	Дифференциальное исчисление	16	16	0	0	20
9-10	Производные элементарных функций. Правила дифференцирования.	3	3	0	0	4
11	Теоремы Ролля, Лагранжа, Коши.	2	2	0	0	4
12-13	Производные высших порядков	4	4	0	0	4
14-15	Формула Тейлора и ее приложения	4	4	0	0	4
16	Построение графиков	3	3	0	0	4

	функций					
	Всего за 1 семестр	32	32	0	0	36
Второй семестр						
1-12	Интегральное исчисление	24	24	0	0	20
1-5	Неопределенный интеграл. Правила и методы интегрирования.	10	10	0	0	4
6-7	Определенный интеграл.	4	4	0	0	4
8	Приложения интеграла.	2	2	0	0	4
9-10	Несобственные интегралы.	4	4	0	0	4
11-12	Гамма и бета функции	4	4	0	0	4
13-16	Ряды	8	8	0	0	16
13-14	Числовые ряды	4	4	0	0	6
15-16	Функциональные ряды	4	4	0	0	10
	Всего за 2 семестр	32	32	0	0	36
Третий семестр						
1-6	Функции нескольких переменных	12	12	0	0	12
1	Предел и непрерывность.	2	2	0	0	2
2	Производные и дифференциалы.	2	2	0	0	2
3	Производные высших порядков. Формула Тейлора.	2	2	0	0	2
4	Исследование функции на экстремум	2	2	0	0	2
5	Неявная функция.	2	2	0	0	2
6	Условный экстремум.	2	2	0	0	2
7-10	Кратные интегралы	8	8	0	0	12
7-8	Двойные и тройные интегралы	4	4	0	0	4
9	Замена переменной в двойном и тройном интеграле	2	2	0	0	4
10	Приложения кратных интегралов.	2	2	0	0	4
11-16	Криволинейные и поверхностные интегралы	12	12	0	0	12
11	Криволинейные интегралы 1 рода	2	2	0	0	2
12	Криволинейные интегралы 2 рода. Теорема Грина.	2	2	0	0	2
13	Поверхностные интегралы 1 рода	2	2	0	0	2
14	Поверхностные интегралы 2 рода	2	2	0	0	2
15-16	Теоремы Гаусса и Стокса	4	4	0	0	4
	Всего за 3 семестр	32	32	0	0	36

Прим.: Лек – лекции, Пр – практические занятия / семинары, Лаб – лабораторные занятия, Внеауд – внеаудиторная контактная работа, СРО – самостоятельная работа.

6.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Неделя	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
Первый семестр		
1-2	Основные понятия	
1	Множества	Множества и операции с множествами (объединение, пересечение, разность, дополнение). Числовые множества (натуральные, целые, рациональные, иррациональные) и их основные свойства. Метод математической индукции. Неравенство Бернулли. Факториалы и биномиальные коэффициенты.
1-2	Функции	Понятие функции. Область определения и множество значений. График функции. Определения и примеры. Пробраз. Сюръективные и инъективные функции; взаимно-однозначные функции, обратная функция. Монотонные функции. Композиция функций. Параллельный перенос, масштабирование, отражение относительно осей.
2	Алгебра и тригонометрия	Элементарные функции и свойства. Степени, полиномиальные и рациональные функции, экспоненциальные и логарифмические функции, тригонометрические функции и обратные тригонометрические функции.
3-8	Предел и непрерывность	
3	Теория вещественных чисел. Полнота множества \mathbb{R} .	Ограниченные множества. Верхняя грань, нижняя грань. Супремум, Инфинум. Свойства полноты и отделимости. Теорема о существовании точной верхней грани ограниченного сверху множества.
4-5	Предел последовательности	Предел последовательности. Свойства сходящихся последовательностей (арифметические и связанные с неравенствами). Теорема «о двух полицейских». Предел монотонной ограниченной последовательности. Число Эйлера. Теорема о вложенных отрезках. Частичные пределы, верхние и нижние пределы. Теорема Больцано-Вейерштрасса.
6-8	Предел функции. Непрерывность.	Предел функции. Два определения предела (по Гейне и по Коши), их эквивалентность. Свойства функций, имеющих пределы (локальное поведение функций, арифметические свойства и свойства, связанные с неравенствами). Односторонние пределы, бесконечные пределы и пределы на бесконечности. Два замечательных предела. Бесконечно большие и бесконечно малые функции. Символы Ландау (o - и O -символы). Локальные свойства непрерывных функций. Классификация точек разрыва. Непрерывность основных элементарных функций. Свойства непрерывных на отрезке функций. Равномерная непрерывность. Теоремы Вейерштрасса и Кантора.
9-16	Дифференциальное исчисление	
9-10	Производные элементарных функций.	Понятие производной, ее механический и геометрический смысл. Уравнения касательной и

	Правила дифференцирования.	нормальной прямой к графику. Дифференцируемость, дифференциал. Непрерывность дифференцируемой функции. Правила дифференцирования суммы, произведения, частного. Производная обратной функции. Производная композиции функций. Инвариантность первого дифференциала. Приложения первого дифференциала к приближенным вычислениям. Логарифмическая производная.
11	Теоремы Ролля, Лагранжа, Коши.	Теоремы Ролля, Лагранжа, Коши.
12-13	Производные высших порядков	Высшие производные некоторых элементарных функций. Формула Лейбница.
14-15	Формула Тейлора и ее приложения	Формула Тейлора с остаточным членом в форме Пеано и Лагранжа.
16	Построение графиков функций	Монотонность, экстремумы, выпуклость, точки перегиба, асимптоты (наклонные, горизонтальные и вертикальные). Рисование графиков.
Второй семестр		
1-12	Интегральное исчисление	
1-5	Неопределенный интеграл. Правила и методы интегрирования.	Первообразная. Неопределенный интеграл. Таблица первообразных. Правила и методы интегрирования. Линейность интеграла. Интегрирование по частям и с помощью замены. Интегрирование рациональных, иррациональных и тригонометрических функций. Дифференциальный бином.
6-7	Определенный интеграл.	Площадь криволинейной трапеции. Определенный интеграл. Интегрируемость. Класс интегрируемых функций на отрезке. Свойства определенных интегралов: аддитивность, линейность, положительность, монотонность, верхняя и нижняя границы. Интегральное среднее. Формула Ньютона-Лейбница.
8	Приложения интеграла.	Приложения определенных интегралов: площади в декартовой и полярной системах координат; длина дуги в 2-D и 3-D; объем тел с использованием площадей поперечных сечений, объем тела вращения; площадь поверхности вращения; масса, координаты центра масс и др. Теоремы Гульдина.
9-10	Несобственные интегралы.	Несобственные интегралы (неограниченные области, неограниченные подынтегральные выражения). Сходимость, расходимость несобственных интегралов. Интегралы от положительнозначных функций, неограниченные подынтегральные выражения и (или) неограниченные области интегрирования. Признак сравнения и асимптотический признак сравнения. Абсолютная и условная сходимость. Признаки Абеля и Дирихле.
11-12	Гамма и бета функции	Бета, Гамма функции. Интегралы Пуассона и Дирихле и их приложения при вычислении определенных интегралов.

13-16	Ряды	
13-14	Числовые ряды	Ряды с неотрицательными членами: радикальный признак, Даламбера признак, интегральный признак сходимости. Абсолютно и условно сходящиеся ряды. Знакопеременные ряды. Признак Лейбница. Признаки Абеля и Дирихле.
15-16	Функциональные ряды	Ряды функций, степенные ряды. Ряд Тейлора. Область сходимости. Вычисление суммы степенного ряда дифференцированием или интегрированием.
Третий семестр		
1-6	Функции нескольких переменных	
1	Предел и непрерывность.	Евклидово пространство R^n . Множества - открытое, замкнутое, граница. Линейно-связные, несвязные множества, компоненты связности, выпуклые множества, компактные множества. Скалярные функции. Область определения. Линии уровня. Предел и непрерывность функций. Свойства функций, непрерывных на компактах (ограниченность, минимальное и максимальное значения). Свойства функций, непрерывных на линейно связных множествах (промежуточные значения).
2	Производные и дифференциалы.	Частные производные первого порядка и градиент. Дифференцируемость, достаточное условие дифференцирования. Уравнения касательной плоскости и нормальной прямой к графику (поверхности). Дифференциал и его приложения для приближенных вычислений. Производная по направлению. Геометрический смысл градиента.
3	Производные высших порядков. Формула Тейлора.	Вторые частные производные и частные производные более высокого порядка. Смешанные производные и теорема Шварца. Дифференциалы второго и более высоких порядков. Формула Тейлора.
4	Исследование функции на экстремум	Точки экстремума функции; стационарные точки. Необходимое условие экстремума. Вторые частные производные и матрица Гессе. Квадратичные формы. Каноническая форма квадратичной формы. Положительно-определенные, отрицательно определенные и неопределенные квадратичные формы. Критерий Сильвестра. Достаточное условие локального экстремума.
5	Неявная функция.	Теорема о неявной функции. Вычисление частных производных неявной функции. Разложение неявных функций по формуле Тейлора. Экстремум неявной функции.
6	Условный экстремум.	Метод множителей Лагранжа.
7-10	Кратные интегралы	
7-8	Двойные и тройные интегралы	Измеримые множества. Интеграл Римана. Классы интегрируемых функций. Свойства кратных интегралов.
9	Замена переменной в двойном и тройном интеграле	Замена переменной в двойном и тройном интеграле Якобиан. Полярные, сферические и цилиндрические координаты.
10	Приложения кратных	Вычисление объема, массы, координат центра масс.

	интегралов.	
11-16	Криволинейные и поверхностные интегралы	
11	Криволинейные интегралы 1 рода	Вычисление криволинейных интегралов 1 рода.
12	Криволинейные интегралы 2 рода. Теорема Грина.	Вычисление криволинейных интегралов 2 рода. Теорема Грина. Вычисление площадей.
13	Поверхностные интегралы 1 рода	Вычисление поверхностных интегралов 1 рода для параметрически заданной поверхности, а также для явно заданной поверхности.
14	Поверхностные интегралы 2 рода	Вычисление поверхностных интегралов 2 рода для параметрически заданной поверхности, а также для явно заданной поверхности.
15-16	Теоремы Гаусса и Стокса	Скалярные и векторные поля. Ротор, дивергенция, градиент. Теорема Гаусса-Остроградского. Теорема Стокса. Потенциальное и соленоидальное векторные поля.

Практические/семинарские занятия

Неделя	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
Первый семестр		
1-2	Основные понятия	
1	Множества	Множества и операции с множествами (объединение, пересечение, разность, дополнение). Метод математической индукции. Неравенство Бернулли. Факториалы и биномиальные коэффициенты.
1-2	Функции	Область определения и множество значений. График функции. Построение графиков с помощью параллельного переноса, масштабирования, отражения относительно осей.
2	Алгебра и тригонометрия	Решение уравнений и неравенств
3-8	Предел и непрерывность	
3	Теория вещественных чисел. Полнота множества \mathbb{R} .	Верхняя грань, нижняя грань. Супремум, Инфинум.
4-5	Предел последовательности	Предел последовательности. Свойства сходящихся последовательностей (арифметические и связанные с неравенствами). Теорема «о двух полицейских». Предел монотонной ограниченной последовательности. Число Эйлера. Частичные пределы, верхние и нижние пределы.
6-8	Предел функции. Непрерывность.	Предел функции. Два определения предела (по Гейне и по Коши). Вычисление пределов. Односторонние пределы, бесконечные пределы и пределы на бесконечности. Два замечательных предела. Символы Ландау (o- и O-символы). Классификация точек разрыва. Непрерывность основных элементарных функций.
9-16	Дифференциальное исчисление	
9-11	Производные элементарных функций. Правила дифференцирования.	Уравнения касательной и нормальной прямой к графику. Дифференциал. Правила дифференцирования суммы, произведения, частного. Производная обратной функции. Производная

		композиции функций. Приложения первого дифференциала к приближенным вычислениям. Логарифмическая производная.
12-13	Производные высших порядков	Высшие производные некоторых элементарных функций. Формула Лейбница.
14-15	Формула Тейлора и ее приложения	Формула Тейлора с остаточным членом в форме Пеано и Лагранжа.
16	Построение графиков функций	Монотонность, экстремумы, выпуклость, точки перегиба, асимптоты (наклонные, горизонтальные и вертикальные). Построение графиков.
Второй семестр		
1-12	Интегральное исчисление	
1-5	Неопределенный интеграл. Правила и методы интегрирования.	Первообразная. Неопределенный интеграл. Таблица первообразных. Правила и методы интегрирования. Линейность интеграла. Интегрирование по частям и с помощью замены. Интегрирование рациональных, иррациональных и тригонометрических функций. Дифференциальный бином.
6-7	Определенный интеграл.	Площадь криволинейной трапеции. Определенный интеграл. Формула Ньютона-Лейбница.
8	Приложения интеграла.	Приложения определенных интегралов: площади в декартовой и полярной системах координат; длина дуги в 2-D и 3-D; объем тел с использованием площадей поперечных сечений, объем тела вращения; площадь поверхности вращения; масса, координаты центра масс и др. Теоремы Гульдина.
9-10	Несобственные интегралы.	Несобственные интегралы (неограниченные области, неограниченные подынтегральные выражения). Сходимость, расходимость несобственных интегралов. Интегралы от положительнозначных функций, неограниченные подынтегральные выражения и (или) неограниченные области интегрирования. Признак сравнения и асимптотический признак сравнения. Абсолютная и условная сходимость. Признаки Абеля и Дирихле.
11-12	Гамма и бета функции	Бета, Гамма функции. Интегралы Пуассона и Дирихле и их приложения при вычислении определенных интегралов.
13-16	Ряды	
13-14	Числовые ряды	Ряды с неотрицательными членами: радикальный признак, Даламбера признак, интегральный признак сходимости. Абсолютно и условно сходящиеся ряды. Знакопеременные ряды. Признак Лейбница. Признаки Абеля и Дирихле.
15-16	Функциональные ряды	Ряды функций, степенные ряды. Ряд Тейлора. Область сходимости. Вычисление суммы степенного ряда дифференцированием или интегрированием.
Третий семестр		
1-6	Функции нескольких переменных	
1	Предел и непрерывность.	Множества - открытое, замкнутое, граница. Линейно-связные, несвязные множества, компоненты связности, выпуклые множества, компактные

		множества. Функции. Область определения. Линии уровня. Предел и непрерывность функций.
2	Производные и дифференциалы.	Частные производные первого порядка и градиент. Дифференцируемость, достаточное условие дифференцирования. Уравнения касательной плоскости и нормальной прямой к графику (поверхности). Дифференциал и его приложения для приближенных вычислений. Производная по направлению. Геометрический смысл градиента.
3	Производные высших порядков. Формула Тейлора.	Вторые частные производные и частные производные более высокого порядка. Смешанные производные и теорема Шварца. Дифференциалы второго и более высоких порядков. Формула Тейлора.
4	Исследование функции на экстремум	Точки экстремума функции; стационарные точки. Необходимое условие экстремума. Вторые частные производные и матрица Гессе. Квадратичные формы. Каноническая форма квадратичной формы. Положительно-определенные, отрицательно определенные и неопределенные квадратичные формы. Критерий Сильвестра. Достаточное условие локального экстремума.
5	Неявная функция.	Теорема о неявной функции. Вычисление частных производных неявной функции. Разложение неявных функций по формуле Тейлора. Экстремум неявной функции.
6	Условный экстремум.	Метод множителей Лагранжа.
7-10	Кратные интегралы	
7-8	Двойные и тройные интегралы	Вычисление кратных интегралов.
9	Замена переменной в двойном и тройном интеграле	Замена переменной в двойном и тройном интеграле Якобиан. Полярные, сферические и цилиндрические координаты.
10	Приложения кратных интегралов.	Вычисление объема, массы, координат центра масс.
11-16	Криволинейные и поверхностные интегралы	
11	Криволинейные интегралы 1 рода	Вычисление криволинейных интегралов 1 рода.
12	Криволинейные интегралы 2 рода. Теорема Грина.	Вычисление криволинейных интегралов 2 рода. Теорема Грина. Вычисление площадей.
13	Поверхностные интегралы 1 рода	Вычисление поверхностных интегралов 1 рода для параметрически заданной поверхности, а также для явно заданной поверхности.
14	Поверхностные интегралы 2 рода	Вычисление поверхностных интегралов 2 рода для параметрически заданной поверхности, а также для явно заданной поверхности.
15-16	Теоремы Гаусса и Стокса	Скалярные и векторные поля. Ротор, дивергенция, градиент. Теорема Гаусса-Остроградского. Теорема Стокса. Потенциальное и соленоидальное векторные поля.

7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Студентам рекомендуются следующие методические пособия, подготовленные преподавателями кафедры высшей математики:

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индикатор достижения компетенции	Наименование оценочного средства текущей и промежуточной аттестации
Текущая аттестация, 1-й семестр			
1.	Пределы	УКЕ-1, ОПК-1	КР 1, Экзамен
2.	Производные	УКЕ-1, ОПК-1	КР 2, Экзамен
Промежуточная аттестация, 1-й семестр			
	экзамен	УКЕ-1, ОПК-1	Экзаменационный билет
Текущая аттестация, 2-й семестр			
1.	Неопределенный интеграл	УКЕ-1, ОПК-1	КР 3, Экзамен
2.	Определенный интеграл, несобственный интеграл, ряды	УКЕ-1, ОПК-1	КР 4, Экзамен
Промежуточная аттестация, 2-й семестр			
	экзамен	УКЕ-1, ОПК-1	Экзаменационный билет
Текущая аттестация, 3-й семестр			
1.	Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных	УКЕ-1, ОПК-1	КР 5, Экзамен
2.	Кратные интегралы	УКЕ-1, ОПК-1	КР 5-6, Экзамен
3.	Криволинейные и поверхностные интегралы	УКЕ-1, ОПК-1	КР 6, Экзамен
Промежуточная аттестация, 3-й семестр			
	экзамен	УКЕ-1, ОПК-1	Экзаменационный билет

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Контрольная работа 1 Пример

$$1. \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sqrt[3]{7n^9 + 1} - \sqrt{n^4 + 3}}{\sqrt{n^6 + 2} + n}.$$

$$2. \lim_{x \rightarrow 1} \frac{x^2 - 3x + 2}{x^3 + x^2 - 2x}.$$

$$3. \lim_{n \rightarrow \infty} \left(n + \sqrt[3]{27 - n^3} \right).$$

$$4. \lim_{x \rightarrow 0} \frac{e^{4x} - e^{2x}}{\sin 4x - \sin 2x}.$$

5. При каких значениях a функция $y(x) = \begin{cases} 2^x, & x \leq 2 \\ x - a, & x > 2 \end{cases}$ непрерывна.

6. Найти точки разрыва $y(x) = \frac{\sin \pi x}{x + 2}$ и классифицировать их.

Критерии оценки компетенций (результаты): КР 1 считается выполненной при условии правильного решения не менее 4 предложенных заданий.

Описание шкалы оценок: тест 1 оценивается в 30 баллов: все задания оцениваются в 5 баллов.

Контрольная работа 2 Пример

1. Вычислить производную y'_x

$$\begin{cases} x = (\arcsin t)^2 \\ y = \frac{t}{\sqrt{1-t^2}} \end{cases}.$$

2. Найти уравнения касательной и нормали в точке x_0

$$y = 6\sqrt[3]{x} - \frac{16\sqrt[4]{x}}{3}, \quad x_0 = 1.$$

3. Вычислить производную $y = (x^2 - 1)^{\sin x}$.

4. Разложить по формуле Тейлора $y = \sin^2 x$ в точке $x_0 = 0$ до членов 2 порядка.

5. Вычислить предел с помощью правила Лопитала $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1 - \cos x^2}{x^2 \sin x^2}$.

6. Построить график $y = e^{-x^2}$.

Критерии оценки компетенций (результаты): КР 2 считается выполненной при условии правильного решения не менее 4 предложенных заданий.

Описание шкалы оценок: тест 1 оценивается в 30 баллов: все задания оцениваются в 5 баллов.

Контрольная работа 3 Пример

$$\int \frac{dx}{1 + \cos x}$$

$$\int (4 - 3x)e^{-3x} dx.$$

$$\int \frac{\sqrt[3]{(1 + \sqrt[4]{x^3})^2}}{x^2 \cdot \sqrt[4]{x}} dx.$$

$$\int \frac{dx}{x\sqrt{x^2 + 1}}.$$

$$\int \frac{x^3 + 4x^2 + 4x + 2}{(x+1)^2(x^2 + x + 1)} dx.$$

$$\int \frac{dx}{(1 + \sin x - \cos x)^2}.$$

Критерии оценки компетенций (результаты): КР 3 считается выполненной при условии правильного решения не менее 4 предложенных заданий.

Описание шкалы оценок: тест 1 оценивается в 30 баллов: все задания оцениваются в 5 баллов.

Контрольная работа 4 Пример

- $$\int_2^9 \frac{x^2 dx}{\sqrt[3]{x-1}}$$
- Найти площадь, ограниченную кривыми $y = (x-2)^3$, $y = 4x-8$.
- Исследовать сходимость
$$\int_1^{\infty} \frac{x}{(x+1)\sqrt{x^2-1}} dx$$
- Вычислить с помощью бета-функции
$$\int_0^1 \frac{dx}{\sqrt[4]{1-x^4}}$$
- Исследовать сходимость
$$\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{\sin(n\sqrt{n})}{n\sqrt{n}}$$
- Найти область сходимости и вычислить сумму ряда
$$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^{2n+2}}{(2n+1)(2n+2)}$$
.

Критерии оценки компетенций (результаты): КР 4 считается выполненной при условии правильного решения не менее 4 предложенных заданий.

Описание шкалы оценок: тест 1 оценивается в 30 баллов: все задания оцениваются в 5 баллов.

Контрольная работа 5 Пример

- Вычислить производную по направлению $\frac{\partial u}{\partial l}$ функции $u = xy^3 + z^2 + xyz$ в точке $M(1,1,-2)$, вектор \vec{l} образует углы $60^\circ, 45^\circ, 60^\circ$ с осями координат.
- Написать уравнения касательной плоскости и нормали к поверхности $z = \arctg \frac{y}{x}$ в точке $M(1,-1,-\pi/4)$.
- Исследовать функцию на экстремум $u(x, y, z) = x^2 + 10x - y^2 - 4y + 15z^3 - 2z^2 - z + 3$
- Вычислить $\frac{\partial z}{\partial x}, \frac{\partial z}{\partial y}, \frac{\partial^2 z}{\partial x^2}, \frac{\partial^2 z}{\partial y^2}, \frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y}$ в точке $M(2,1,1)$, если $z(x, y)$ задана уравнением
$$x^3 + y^3 + z^3 - 3xyz = 4$$
- Разложить функцию по формуле Тейлора $f(x, y) = 2x^2 - xy - y^2 - 6x - 3y + 5$ в точке $(1,-2)$.
- Найти условный экстремум $3x - 4y \rightarrow extr, x^2 + y^2 = 25$.

Критерии оценки компетенций (результаты): КР 4 считается выполненной при условии правильного решения не менее 4 предложенных заданий.

Описание шкалы оценок: тест 1 оценивается в 30 баллов: все задания оцениваются в 5 баллов.

Контрольная работа 6 Пример

1. Изменить порядок интегрирования $\int_0^1 dx \int_{-\sqrt{x}}^0 f dy$

2. Вычислить $\iint_D xy dx dy$, если область D ограничена кривыми:

$$x^2 + y^2 = 1, x^2 + y^2 = 4 \text{ и } 0 \leq y \leq x.$$

3. Вычислить $\iiint_V (x + y) dx dy dz$; если V ограничена плоскостями $y = x, y = 0, x = 1, z = 0$ и параболоидом $z = x^2 + y^2$.

4. Вычислить $\int_L xy dl$, если L задана параметрически $x = \cos t, y = \sin t$ и $t \in \left[0, \frac{\pi}{2}\right]$

5. Вычислить $\iint_S z dS$. Поверхность S задана условиями: $x^2 + y^2 = z^2; 0 \leq z \leq 1$.

6. Вычислить $\iint_S (\vec{a}, \vec{n}) dS$

$\vec{a} = x\vec{i} + y\vec{j} + z^3\vec{k}$, S – внешняя часть цилиндра $x^2 + y^2 = 9$ ограниченная плоскостями $P_1: z = 1, P_2: z = 2$.

Критерии оценки компетенций (результаты): КР 4 считается выполненной при условии правильного решения не менее 4 предложенных заданий.

Описание шкалы оценок: тест 1 оценивается в 30 баллов: все задания оцениваются в 5 баллов.

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине.

Оценочные средства приведены в Приложении «Фонд оценочных средств».

8.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

- Итоговая аттестация по дисциплине является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков обучающихся по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестации.
- Текущая аттестация в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающихся.
- Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.
- Текущая аттестация осуществляется два раза в семестр:
 - контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 8 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 8 неделю учебного семестра.
 - контрольная точка № 2 (КТ № 2) – выставляется в электронную ведомость не позднее 16 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий

текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 9 по 16 неделю учебного семестра.

- Результаты текущей и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Этап рейтинговой системы / Оценочное средство	Неделя	Балл	
		Минимум*	Максимум**
Текущая аттестация	1-16	36 - 60% от максимума	60
Контрольная точка № 1	7-8	18 (60% от 30)	30
<i>KP1</i>	8	60% от M1	30
Контрольная точка № 2	15-16	18 (60% от 30)	30
<i>KP2</i>	16	60% от T1	30
Промежуточная аттестация	-	24 – (60% 40)	40
Экзамен	-		
<i>Экзаменационный билет</i>	-	24	40
ИТОГО по дисциплине		60	100

* - Минимальное количество баллов за оценочное средство – это количество баллов, набранное обучающимся, при котором оценочное средство засчитывается, в противном случае обучающийся должен ликвидировать появившуюся академическую задолженность по текущей или промежуточной аттестации. Минимальное количество баллов за текущую аттестацию, в т.ч. отдельное оценочное средство в ее составе, и промежуточную аттестацию составляет 60% от соответствующих максимальных баллов.

8.4. Шкала оценки образовательных достижений

Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет сумму баллов, заработанных обучающимся при выполнении заданий в рамках текущей и промежуточной аттестации

Сумма баллов	Оценка по 4-х балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоения учебной дисциплины
90-100	5- «отлично»/ «зачтено»	A	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы
85-89	4 - «хорошо»/ «зачтено»	B	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
75-84		C	
70--74		D	

65-69			Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала
60-64	<i>3 - «удовлетворительно»/ «зачтено»</i>	<i>E</i>	
0-59	<i>2 - «неудовлетворительно»/ «не зачтено»</i>	<i>F</i>	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине

9. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная учебная литература:

1. С. Canuto, A. Tabacco: Mathematical Analysis I [Text]. (2nd Ed). – Milano : Springer, 2015, -500p.
2. С. Canuto, A. Tabacco Mathematical Analysis II (2nd Ed.) Milano: Springer 2015, -559 p.
3. Берман Г.Н. Сборник задач по курсу математического анализа: учеб. пособие/ Г.Н. Берман. - 22-е изд., перераб. -СПб.: Профессия, 2007.-432 с. 250 экз.
4. Кузнецов, Л. А. Сборник заданий по высшей математике. Типовые расчеты: учебное пособие для вузов / Л. А. Кузнецов. — 14-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 240 с. — ISBN 978-5-8114-9032-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/183616> (дата обращения: 13.01.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Демидович Б.П. Сборник задач и упражнений по математическому анализу. М.: АСТ Астрель, 2007 г. – 300экз. - 13-е изд., испр. - М. : Сервисная компания, 2014. - 624 с.

б) дополнительная учебная литература:

1. Зорич В.А. Математический анализ.Т.1.М., МЦНМ0,2012.
2. Тер-Крикоров, А. М. Курс математического анализа : учебное пособие / А. М. Тер-Крикоров, М. И. Шабунин. — 8-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 675 с. — ISBN 978-5-00101-702-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/152036> (дата обращения: 13.01.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

10. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» (ДАЛЕЕ - СЕТЬ «ИНТЕРНЕТ»), НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Не требуется

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекции. При изучении дисциплины необходимо конспектировать лекции, кратко записывая основные определения, формулировки теорем и основные пункты их доказательств. Для понимания материала лекций и его качественного усвоения рекомендуется за день до следующей лекции прочитать и повторить материал по конспекту. В случае возникших вопросов изучить теоретический материал по учебнику либо получить консультацию у преподавателя. Желательно дополнительно прочитывать материал по рекомендованным учебникам.

Практические занятия. При подготовке к практическим занятиям надо прочитать теоретический материал по теме и просмотреть материалы предыдущего семинара и только потом приступать к выполнению домашнего задания. На практических занятиях активно участвовать в работе группы, в случае невыполнения отдельных заданий задавать вопросы преподавателю. Важное значение имеет своевременное выполнение индивидуальных домашних заданий. Типовые задачи индивидуального домашнего задания разбираются на практических занятиях. Необходимо тщательно разобраться и выполнить свое аналогичное задание в установленный преподавателем срок. Выполненное индивидуальное задание – необходимое условие допуска к экзамену.

Контрольная работа. При подготовке к контрольной необходимо повторить теоретический материал по лекциям и учебникам, просмотреть типичные задачи по теме, которые решались на занятиях и в домашних заданиях, решить несколько задач по теме из сборника индивидуальных заданий.

Экзамен. При подготовке к экзамену необходимо изучить теоретический материал, который выносится на экзамен, по конспекту лекций. Для лучшего понимания или в случае возникновения вопросов обратиться к рекомендуемым учебникам или Интернет-ресурсам. На консультациях активно выяснять возникшие вопросы. Экзамен является итоговой аттестацией по предмету за семестр, поэтому он требует систематизации всего лекционного и практического материала. Для успешной сдачи экзамена требуется систематическая работа в семестре, активная самостоятельная работа с учебниками или Интернет-ресурсами. Совершенно необходимо для подготовки к экзамену вдумчиво и внимательно выполнить индивидуальное домашнее задание. Задачи по типу этого задания часто встречаются на экзамене.

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)

Использование информационных технологий при осуществлении образовательного процесса по дисциплине осуществляется в соответствии с утвержденным Положением об Электронной информационно-образовательной среде ИАТЭ НИЯУ МИФИ.

Электронная система управления обучением (LMS) используется для реализации образовательных программ при очном, дистанционном и смешанном режиме обучения. Система реализует следующие основные функции:

- 1) Создание и управление классами,
- 2) Создание курсов,
- 3) Организация записи учащихся на курс,
- 4) Предоставление доступа к учебным материалам для учащихся,

- 5) Публикация заданий для учеников,
- 6) Оценка заданий учащихся, проведение тестов и отслеживание прогресса обучения,
- 7) Организация взаимодействия участников образовательного процесса.

Система интегрируется с дополнительными сервисами, обеспечивающими возможность использования таких функций как рабочий календарь, видео связь, многопользовательское редактирование документов, создание форм опросников, интерактивная доска для рисования. Авторизация пользователей в системе осуществляется посредством корпоративных аккаунтов, привязанных к домену oiate.ru.

12.1. Перечень информационных технологий

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

- проведение онлайн лекций и практических занятий с использованием графического планшета;
- использование текстового редактора Microsoft Word;
- использование табличного редактора Microsoft Excel;
- организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты.

12.2. Перечень программного обеспечения

1. Текстовый редактор Microsoft Word;
2. Табличный редактор Microsoft Excel;
3. Редактор презентаций Microsoft PowerPoint;
4. Браузеры: Google Chrome, Internet Explorer, Yandex, Mozilla Firefox, Opera.

12.3. Перечень информационных справочных систем

Не требуется

13. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Аудитории, снабженные доской и мелом, или доской и маркерами.

14. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ

14.1. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

- проверка правильности выполнения домашнего задания
- решение задач на семинарах у доски
- работа в команде
- мозговой штурм
- защита выполненных работ

14.2. Формы организации самостоятельной работы обучающихся (темы, выносимые для самостоятельного изучения; вопросы для самоконтроля; типовые задания для самопроверки)

темы, выносимые для самостоятельного изучения

График функции. Определения и примеры. Сюръективные и инъективные функции; взаимно-однозначные функции, обратная функция. Монотонные функции. Композиция функций. Параллельный перенос, масштабирование, отражение относительно осей. Элементарные функции и свойства. Степени, полиномиальные и рациональные функции, экспоненциальные и логарифмические функции, тригонометрические функции и обратные тригонометрические функции.

вопросы для самоконтроля

Множества и операции с множествами (объединение, пересечение, разность, дополнение). Числовые множества (натуральные, целые, рациональные, иррациональные) и их основные свойства.

Метод математической индукции.

Неравенство Бернулли.

Факториалы и биномиальные коэффициенты.

Понятие функции. Область определения и множество значений.

График функции. Определения и примеры. Сюръективные и инъективные функции; взаимно-однозначные функции, обратная функция. Монотонные функции. Композиция функций. Параллельный перенос, масштабирование, отражение относительно осей.

Элементарные функции и свойства.

Степени, полиномиальные и рациональные функции, экспоненциальные и логарифмические функции, тригонометрические функции и обратные тригонометрические функции.

Ограниченные множества.

Верхняя грань, нижняя грань. Супремум, инфимум. Свойства полноты и отделимости. Теорема о существовании точной верхней грани ограниченного сверху множества.

Предел последовательности.

Свойства сходящихся последовательностей (арифметические и связанные с неравенствами).

Теорема «о двух полицейских».

Предел монотонной ограниченной последовательности.

Число Эйлера.

Теорема о вложенных отрезках.

Частичные пределы, верхние и нижние пределы.

Теорема Больцано-Вейерштрасса.

Предел функции. Два определения предела (по Гейне и по Коши), их эквивалентность.

Свойства функций, имеющих пределы (локальное поведение функций, арифметические свойства и свойства, связанные с неравенствами).

Односторонние пределы, бесконечные пределы и пределы на бесконечности.

Два замечательных предела.

Бесконечно большие и бесконечно малые функции.

Символы Ландау (o- и O-символы).

Локальные свойства непрерывных функций.

Классификация точек разрыва.

Непрерывность основных элементарных функций.

Свойства непрерывных на отрезке функций. Равномерная непрерывность.

Теоремы Вейерштрасса и Кантора

Понятие производной, ее механический и геометрический смысл. Уравнения касательной и

нормальной прямой к графику. Дифференцируемость, дифференциал. Непрерывность дифференцируемой функции. Правила дифференцирования суммы, произведения, частного. Производная обратной функции. Производная композиции функций. Инвариантность первого дифференциала. Приложения первого дифференциала к приближенным вычислениям. Логарифмическая производная.

Теоремы Ролля, Лагранжа, Коши.

Высшие производные некоторых элементарных функций. Формула Лейбница.

Формула Тейлора с остаточным членом в форме Пеано и Лагранжа.

Монотонность, экстремумы, выпуклость, точки перегиба, асимптоты (наклонные, горизонтальные и вертикальные). Построение графиков.

Первообразная. Неопределенный интеграл. Таблица первообразных. Правила и методы интегрирования. Линейность интеграла. Интегрирование по частям и с помощью замены. Интегрирование рациональных, иррациональных и тригонометрических функций. Дифференциальный бином.

Площадь криволинейной трапеции. Определенный интеграл. Формула Ньютона-Лейбница.

Приложения определенных интегралов: площади в декартовой и полярной системах координат; длина дуги в 2-D и 3-D; объем тел с использованием площадей поперечных сечений, объем тела вращения; площадь поверхности вращения; масса, координаты центра масс и др. Теоремы Гульдина.

Несобственные интегралы (неограниченные области, неограниченные подынтегральные выражения). Сходимость, расходимость несобственных интегралов. Интегралы от положительнозначных функций, неограниченные подынтегральные выражения и (или) неограниченные области интегрирования. Признак сравнения и асимптотический признак сравнения. Абсолютная и условная сходимость. Признаки Абеля и Дирихле.

Бета, Гамма функции. Интегралы Пуассона и Дирихле и их приложения при вычислении определенных интегралов.

Ряды с неотрицательными членами: радикальный признак, Даламбера признак, интегральный признак сходимости. Абсолютно и условно сходящиеся ряды. Знакопеременные ряды. Признак Лейбница. Признаки Абеля и Дирихле.

Ряды функций, степенные ряды. Ряд Тейлора. Область сходимости. Вычисление суммы степенного ряда дифференцированием или интегрированием.

Множества - открытое, замкнутое, граница. Линейно-связные, несвязные множества, компоненты связности, выпуклые множества, компактные множества. Функции. Область определения. Линии уровня. Предел и непрерывность функций.

Частные производные первого порядка и градиент. Дифференцируемость, достаточное условие дифференцирования. Уравнения касательной плоскости и нормальной прямой к графику (поверхности). Дифференциал и его приложения для приближенных вычислений. Производная по направлению. Геометрический смысл градиента.

Вторые частные производные и частные производные более высокого порядка. Смешанные производные и теорема Шварца. Дифференциалы второго и более высоких порядков. Формула Тейлора.

Точки экстремума функции; стационарные точки. Необходимое условие экстремума. Вторые частные производные и матрица Гессе. Квадратичные формы. Каноническая форма квадратичной формы. Положительно-определенные, отрицательно определенные и неопределенные квадратичные формы. Критерий Сильвестра. Достаточное условие локального экстремума.

Теорема о неявной функции. Вычисление частных производных неявной функции. Разложение неявных функций по формуле Тейлора. Экстремум неявной функции.

Условный экстремум. Метод множителей Лагранжа.

Замена переменной в двойном и тройном интеграле Якобиан. Полярные, сферические и цилиндрические координаты.

Вычисление объема, массы, координат центра масс

Вычисление криволинейных интегралов 1 рода.

Вычисление криволинейных интегралов 2 рода. Теорема Грина. Вычисление площадей.

Вычисление поверхностных интегралов 1 рода для параметрически заданной поверхности, а также для явно заданной поверхности.

Вычисление поверхностных интегралов 2 рода для параметрически заданной поверхности, а также для явно заданной поверхности.

Скалярные и векторные поля. Ротор, дивергенция, градиент. Теорема Гаусса-Остроградского. Теорема Стокса. Потенциальное и соленоидальное векторные поля.

Типовые задания для самопроверки

1. $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sqrt[3]{7n^9 + 1} - \sqrt{n^4 + 3}}{\sqrt{n^6 + 2} + n}$.

2. $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{x^2 - 3x + 2}{x^3 + x^2 - 2x}$.

3. $\lim_{n \rightarrow \infty} \left(n + \sqrt[3]{27 - n^3} \right)$.

4. $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{e^{4x} - e^{2x}}{\sin 4x - \sin 2x}$.

5. При каких значениях a функция $y(x) = \begin{cases} 2^x, & x \leq 2 \\ x - a, & x > 2 \end{cases}$ непрерывна.

6. Найти точки разрыва $y(x) = \frac{\sin \pi x}{x + 2}$ и классифицировать их.

7. Вычислить производную y'_x

$$\begin{cases} x = (\arcsin t)^2 \\ y = \frac{t}{\sqrt{1-t^2}} \end{cases}.$$

8. Найти уравнения касательной и нормали в точке x_0

$$y = 6\sqrt[3]{x} - \frac{16\sqrt[4]{x}}{3}, \quad x_0 = 1.$$

9. Вычислить производную $y = (x^2 - 1)^{\sin x}$.

10. Разложить по формуле Тейлора $y = \sin^2 x$ в точке $x_0 = 0$ до членов 2 порядка.

11. Вычислить предел с помощью правила Лопиталья $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1 - \cos x^2}{x^2 \sin x^2}$.

12. Построить график $y = e^{-x^2}$.

13. Вычислить интегралы

$$\int \frac{dx}{1 + \cos x}$$

$$\int (4 - 3x)e^{-3x} dx.$$

$$\int \frac{dx}{x\sqrt{x^2 + 1}}$$

$$\int \frac{x^3 + 4x^2 + 4x + 2}{(x+1)^2(x^2 + x + 1)} dx.$$

$$\int \frac{\sqrt[3]{(1 + \sqrt[4]{x^3})^2}}{x^2 \cdot \sqrt[4]{x}} dx. \quad \int \frac{dx}{(1 + \sin x - \cos x)^2}. \quad \int_2^9 \frac{x^2 dx}{\sqrt[3]{x-1}}$$

14. Найти площадь, ограниченную кривыми $y = (x - 2)^3$, $y = 4x - 8$.

15. Исследовать сходимость $\int_1^{\infty} \frac{x}{(x+1)\sqrt{x^2-1}} dx$

16. Вычислить интеграл с помощью бета-функции

$$\int_0^1 \frac{dx}{\sqrt[4]{1-x^4}}$$

17. Исследовать сходимость $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{\sin(n\sqrt{n})}{n\sqrt{n}}$

18. Найти область сходимости и вычислить сумму ряда $\sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^{2n+2}}{(2n+1)(2n+2)}$.

19. Вычислить производную по направлению $\frac{\partial u}{\partial l}$ функции $u = xy^3 + z^2 + xyz$ в точке $M(1,1,-2)$, вектор \vec{l} образует углы $60^\circ, 45^\circ, 60^\circ$ с осями координат.

20. Написать уравнения касательной плоскости и нормали к поверхности $z = \arctg \frac{y}{x}$ в точке $M(1,-1,-\pi/4)$.

21. Исследовать функцию на экстремум

$$u(x, y, z) = x^2 + 10x - y^2 - 4y + 15z^3 - 2z^2 - z + 3$$

22. Вычислить $\frac{\partial z}{\partial x}, \frac{\partial z}{\partial y}, \frac{\partial^2 z}{\partial x^2}, \frac{\partial^2 z}{\partial y^2}, \frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y}$ в точке $M(2,1,1)$, если $z(x, y)$ задана уравнением

$$x^3 + y^3 + z^3 - 3xyz = 4$$

23. Разложить функцию по формуле Тейлора $f(x, y) = 2x^2 - xy - y^2 - 6x - 3y + 5$ в точке $(1,-2)$.

24. Найти условный экстремум $3x - 4y \rightarrow \text{extr}, \quad x^2 + y^2 = 25$.

25. Изменить порядок интегрирования $\int_0^1 dx \int_{-\sqrt{x}}^0 f dy$

26. Вычислить $\iint_D xy dx dy$, если область D ограничена кривыми:

$$x^2 + y^2 = 1, \quad x^2 + y^2 = 4 \text{ и } 0 \leq y \leq x.$$

27. Вычислить $\iiint_V (x+y) dx dy dz$; если V ограничена плоскостями $y = x, y = 0, x = 1, z = 0$ и

параболоидом $z = x^2 + y^2$.

28. Вычислить $\int_L xydz$, если L задана параметрически $x = \cos t, y = \sin t$ и $t \in \left[0, \frac{\pi}{2}\right]$

29. Вычислить $\iint_S z dS$. Поверхность S задана условиями: $x^2 + y^2 = z^2; 0 \leq z \leq 1$.

30. Вычислить $\iint_S (\vec{a}, \vec{n}) dS$

$\vec{a} = x\vec{i} + y\vec{j} + z^3\vec{k}$, S – внешняя часть цилиндра $x^2 + y^2 = 9$ ограниченная плоскостями $P_1: z = 1, P_2: z = 2$.

15. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. № АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации обучающихся с ОВЗ с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом индивидуальных психофизических особенностей, а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида.

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление информации визуально (краткий конспект лекций, основная и дополнительная литература), на лекционных и практических занятиях допускается присутствие ассистента, а так же, сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Оценка знаний обучающихся на практических занятиях осуществляется на основе письменных конспектов ответов на вопросы, письменно выполненных практических заданий.

Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.)

С учетом состояния здоровья просмотр кинофильма с последующим анализом может быть проведен дома (например, при необходимости дополнительной звукоусиливающей аппаратуры (наушники)). В таком случае обучающийся предоставляет письменный анализ, соответствующий предъявляемым требованиям.

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости, время подготовки на зачете может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации (например, с использованием программ-синтезаторов речи), а так же использование на лекциях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь.

Оценка знаний обучающихся на практических занятиях осуществляется в устной форме (как ответы на вопросы, так и практические задания). При необходимости анализа фильма может быть заменен описанием ситуации межэтнического взаимодействия (на основе опыта респондента, художественной литературы и т.д.), позволяющим оценить степень сформированности навыков владения методами анализа и выявления специфики функционирования и развития психики, позволяющими учитывать влияние этнических факторов. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Лица с нарушениями опорно-двигательного аппарата не нуждаются в особых формах предоставления учебных материалов. Однако, с учетом состояния здоровья часть

занятий может быть реализована дистанционно (при помощи сети «Интернет»). Так, при невозможности посещения лекционного занятия обучающийся может воспользоваться кратким конспектом лекции.

При невозможности посещения практического занятия обучающийся должен предоставить письменный конспект ответов на вопросы, письменно выполненное практическое задание.

Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.).

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата проводится на общих основаниях, при необходимости процедура зачета может быть реализована дистанционно (например, при помощи программы Skype).

Для этого по договоренности с преподавателем обучающийся в определенное время выходит на связь для проведения процедуры зачета. В таком случае зачет сдается в виде собеседования по вопросам (см. формы проведения промежуточной аттестации для лиц с нарушениями зрения). Вопрос и практическое задание выбираются самим преподавателем.

Примечание: Фонды оценочных средств, включающие типовые задания и методы оценки, критерии оценивания, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины обучающимися с ОВЗ могут входить в состав РПД на правах отдельного документа.

Программу составила:

Н.Э. Клишпонт, доцент, к. ф-м. н., доцент

Рецензент (ы):

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

<p>Программа рассмотрена на заседании кафедры высшей математики (протокол № ____ от «__» _____ 20__ г.)</p>	<p>Заведующий/и.о. заведующего кафедры высшей математики «__» _____ 20__ г. _____ В.К. Артемьев</p> <p>Руководитель ИОПП «__» _____ 20__ г. _____ О. А. Попова</p>
<p>Программа рассмотрена на заседании отделения ядерной физики и технологий (протокол № ____ от «__» _____ 2021 г.)</p>	<p>Руководитель образовательной программы 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика «__» _____ 20__ г. _____ Д.С. Самохин</p> <p>Начальник отделения ядерной физики и технологий «__» _____ 20__ г. _____ Д.С. Самохин</p>