

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)

ОТДЕЛЕНИЕ БИОТЕХНОЛОГИЙ

Одобрено на заседании
Ученого совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ
Протокол от 24.04.2023 № 23.4

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Математический анализ

название дисциплины

для студентов направления подготовки

03.03.02 Физика

профиль:

Ядерно-физические технологии в медицине

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2023 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины – теоретическая подготовка и получение практических навыков по высшей математике 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.

Задачи дисциплины

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

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

Дисциплина реализуется в рамках обязательной части естественнонаучного модуля.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин:

Аналитическая геометрия
Общая физика (механика)
Начертательная геометрия
Информатика
Общая физика (молекулярная физика и основы статистической термодинамики)2
Линейная алгебра 2

Дисциплины и/или практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

Общая физика (электричество и магнетизм)
Дифференциальные и интегральные уравнения
Векторный и тензорный анализ
Теория функций комплексного переменного
Численные методы
Общая физика (волны, оптика и атомная физика)
Теория вероятностей и математическая статистика
Уравнения математической физики
Программирование и моделирование
Электродинамика. Электродинамика сплошных сред
Медицинская электроника и измерительные преобразователи
Обработка экспериментальных данных в медицине
Учебная практика: научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
Основы научно-исследовательской деятельности
Математические методы моделирования в биологии и медицине
Математическое моделирование в физике
Производственная практика: научно-исследовательская работа
Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Дисциплина изучается на 2 курсе в 4 семестре.

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

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

Коды компетенций	Результаты освоения ООП <i>Содержание компетенций</i>	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
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 математической статистики; решать типовые расчетные задачи 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
УКЦ-2	Способен искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач	З-УКЦ-2 Знать: методики сбора и обработки информации с использованием цифровых средств, а также актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности, принципы, методы и средства решения стандартных задач профессиональной деятельности с использованием цифровых средств и с учетом основных требований информационной безопасности У-УКЦ-2 Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; с использованием цифровых средств, осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников, и решать стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием цифровых средств и с учетом основных требований информационной безопасности. В-УКЦ-2 Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации с использованием цифровых средств для решения поставленных задач, навыками подготовки обзоров, аннотаций, составления рефератов, научных докладов, публикаций и библиографии по научно-исследовательской работе с

		использованием цифровых средств и с учетом требований информационной безопасности
ОПК-2	Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	З-ОПК-2 знать типовые методы физических измерений, теоретические основы физических методов исследования. У-ОПК-2 уметь анализировать и обрабатывать данные физического эксперимента и представлять их в ясной и удобной форме В-ОПК-2 владеть навыками обращения с типовыми приборами для электронно-физических и электротехнических измерений, методами анализа и обработки экспериментальной информации.

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Интеллектуальное воспитание	- формирование культуры умственного труда (В11)	Использование воспитательного потенциала дисциплин гуманитарного, естественнонаучного, общепрофессионального и профессионального модуля для формирования культуры умственного труда посредством вовлечения студентов в учебные исследовательские задания, курсовые работы и др.

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:	
	1	2
Контактная работа обучающихся с преподавателем		
Аудиторные занятия (всего)	96	96
В том числе:		
лекции (в интерактивной форме)	48	48
практические занятия (в интерактивной форме)	48	48
лабораторные занятия	-	-
Промежуточная аттестация		
В том числе:		
зачет	0	0

	экзамен	-	36
Самостоятельная работа обучающихся			
Самостоятельная работа обучающихся(всего)	48		84
В том числе:			
проработка учебного материала	20		24
подготовка отчетов по практическим работам	20		24
подготовка зачету	8		0
Всего (часы):	144		216
Всего (зачетные единицы):	4		6

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)

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	Общая трудоёмкость всего (в часах)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успевае-мости	
			Аудиторные учебные занятия		СРО		
			Лек	Сем/Пр			
1.	Элементы функций комплексной переменной	8	2	4		2	
1.1.	Арифметика комплексных чисел.	3	1	2		Контрольная работа 1/1	
1.2.	Элементарные функции комплексного переменного.	5	1	2		темы 1, 2;	
2.	Пределы последовательностей и функций	41	18	16		7	
2.1.	Элементы теории действительных чисел.	4	2	2		индивидуальное задание “Пределы”[4],	
2.2.	Пределы числовых последовательностей.	15	6	6		по темам 1, 2	
2.3.	Пределы функций. Непрерывность функции в точке. Непрерывность функции на отрезке	22	10	8		Коллоквиум темы 1, 2	
3.	Дифференциальное исчисление	59	23	24		12	
3.1.	Производная и дифференциал функции.	16	6	8		Контрольная работа 2/1 тема 3	

3.2.	Основные теоремы дифференциального исчисления.	16	6	6		4	Индивидуальное задание “Дифференцирование” [4] тема 3
3.3	Применение дифференциального исчисления.	27	11	10		6	
4.	Интегральное исчисление	24	8	7		9	
4.1.	Первообразная функции. Неопределённый интеграл	11	4	3		4	
4.2.	Интегрирование рациональных функций. Интегрирование некоторых тригонометрических и иррациональных выражений.	13	4	4		5	Контрольная работа 1/2 темы 4, 5
5.	Интегральное исчисление (определенные интегралы и их приложения)	62	24	24		14	
5.1.	Определённый интеграл Римана.	24	10	10		4	Индивидуальное задание
5.2.	Приложения определенных интегралов.	26	8	10		8	“Интегралы” [4] темы 4, 5
5.3	Несобственные интегралы.	12	6	4		2	
6.	Функции нескольких переменных.	40	14	14		12	
6.1.	Предел и непрерывность функций нескольких переменных.	6	2	2		2	
6.2.	Частные производные и дифференциалы функций нескольких переменных.	6	2	2		2	Контрольная работа 2/2 тема 6
6.3	Частные производные и дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора для функций нескольких переменных. Локальный экстремум	12	4	4		4	

	функций нескольких переменных.					
6.4	Неявная функция. Условный экстремум.	16	6	6	4	
7.	Числовые и функциональные ряды	36	13	13	10	
7.1.	Числовые ряды. Функциональные ряды и последовательности.	16	6	6	4	Индивидуальное задание “Ряды”[4] тема 7
7.2.	Степенные ряды. Ряды Тейлора.	12	4	4	4	Контрольная работа 3/2 тема 7
7.3	Ряды Фурье.	8	3	3	2	

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

6.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Элементы функций комплексной переменной	
1.1.	Арифметика комплексных чисел.	Комплексные числа. Арифметика комплексных чисел. Геометрический смысл. Алгебраическая и тригонометрическая формы комплексных чисел. <i>Литература:</i> 1,5,8
1.2.	Элементарные функции комплексного переменного.	Элементарные функции комплексного переменного: возвведение в целую степень и извлечение корня <i>Литература:</i> 1,5,8
2.	Пределы последовательностей и функций	
2.1.	Элементы теории действительных чисел.	Элементы теории действительных чисел. Теоремы о верхней грани и отделимости множеств. <i>Литература:</i> 1,5,8
2.2.	Пределы числовых последовательностей.	Пределы числовых последовательностей. Числовая последовательность, предел последовательности. Свойства бесконечно малых последовательностей. Свойства сходящихся последовательностей. Предел монотонной последовательности. Число е. Лемма о вложенных отрезках. Подпоследовательности: частичные пределы, предельные точки, верхний и нижний пределы. Принцип вложенных отрезков. Теорема Больцано-Вейерштрасса. Критерий Коши. <i>Литература:</i> 1,5,8
2.3.	Пределы функций. Непрерывность функции в точке.	Понятие функции. Область определения и множество значений функции. Сложная функция и обратная функция. График функции. Предел функции. Два определения предела,

	Непрерывность функции на отрезке	их эквивалентность. Свойства функций имеющих пределы. Расширение понятия предела: односторонние пределы, бесконечные пределы и пределы на бесконечности. Замечательные пределы. Эквивалентные бесконечно большие и бесконечно малые функции. Шкала сравнений. О- и о-символика. Свойства функций, непрерывных в точке. Классификация точек разрыва. Непрерывность основных элементарных функций. Свойства функций, непрерывных на отрезке. Равномерная непрерывность. Теоремы Вейерштрасса и Кантора. <i>Литература: 1,5,8</i>
3.	Дифференциальное исчисление	
3.1.	Производная и дифференциал функции.	Понятие производной, её механический и геометрический смысл. Уравнения касательной и нормали к графику. Дифференцируемость, дифференциал. Непрерывность дифференцируемой функции. Правила дифференцирования суммы, произведения, частного. Производная обратной функции. Производная сложной функции. Инвариантность формы 1 дифференциала. Производные и дифференциалы старших порядков. <i>Литература: 1,5,8</i>
3.2.	Основные теоремы дифференциального исчисления.	Теоремы Ферма, Лагранжа, Коши. Раскрытие неопределённостей по правилу Лопиталя. <i>Литература: 1,5,8</i>
3.3	Применение дифференциального исчисления.	Формулы Тейлора с остаточными членами в формах Лагранжа и Пеано. Основные разложения (формулы Маклорена). Исследование функций: монотонность, экстремумы, выпуклость графика, приближённые вычисления, построение графиков. <i>Литература: 1,5,8</i>
4.	Интегральное исчисление	
4.1.	Первообразная функции. Неопределённый интеграл	Теорема о первообразных. Определение неопределенного интеграла и его простейшие свойства. Замена переменных. Интегрирование по частям. <i>Литература: 1,5,8</i>
4.2.	Интегрирование рациональных функций. Интегрирование некоторых тригонометрических и иррациональных выражений.	Алгебраические многочлены и рациональные функции (дроби). Разложение дроби в сумму простейших. Методы нахождения неопределенных коэффициентов. Интегрирование рациональных функций. Интегрирование некоторых тригонометрических и иррациональных выражений. Подстановки Эйлера. Интегрирование дифференциального бинома. <i>Литература: 1,5,8</i>
5.	Интегральное исчисление(определенные интегралы и их приложения)	
5.1.	Определённый интеграл Римана.	Интегральная сумма, ее предел, определение интеграла Римана. Неинтегрируемость неограниченной функции. Суммы Дарбу и их свойства. Интеграл Дарбу. Критерий интегрируемости. Основные классы интегрируемых функций. Основные свойства определённого интеграла: линейность,

		<p>аддитивность как функции множества. Свойства, выраженные неравенствами. Теоремы о среднем. Определённый интеграл с переменным верхним пределом и его свойства. Формула Ньютона-Лейбница и следствия из неё.</p> <p><i>Литература: 1,5,8</i></p>
5.2.	Приложения определенных интегралов.	<p>Длина кривой. Кривые: простые кривые, гладкие кривые. Спрямляемость. Длина дуги. Формулы для нахождения длины. Дифференциал дуги. Векторное уравнение кривой. Кривизна. Площадь плоской фигуры. Понятие квадрируемости. Площадь. Свойства площади. Площадь криволинейной трапеции. Объём тела. Объём тела вращения. Другие геометрические и физические приложения определённых интегралов.</p> <p><i>Литература: 1,5,8</i></p>
5.3	Несобственные интегралы.	<p>Определение, критерий сходимости. Простейшие свойства несобственных интегралов. Сходимость и абсолютная сходимость. Сходимость интегралов от неотрицательных функций. Признаки сходимости. Сходимость абсолютная и условная. Признаки Абеля и Дирихле сходимости несобственных интегралов.</p> <p><i>Литература: 1,5,8</i></p>
6. Функции нескольких переменных.		
6.1.	Предел и непрерывность функций нескольких переменных.	<p>Множества точек в метрическом пространстве: открытость, ограниченность, связность, внутренние точки, предельные точки, граница Последовательности точек в конечномерном пространстве и их свойства. Основные свойства непрерывных функций нескольких переменных.</p> <p><i>Литература: 1,6,8</i></p>
6.2.	Частные производные и дифференциалы функций нескольких переменных.	<p>Дифференцируемость. Дифференциал. Непрерывность дифференцируемой функции. Дифференцируемость сложной функции. Инвариантность формы 1-го дифференциала. Достаточные условия дифференцируемости. <i>Литература: 1,6,8</i></p>
6.3	Частные производные и дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора для функций нескольких переменных. Локальный экстремум функций нескольких переменных.	<p>Частные производные высших порядков. Равенство смешанных производных. Дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора для функций нескольких переменных. Локальный экстремум функций нескольких переменных. Необходимые условия. Достаточные условия</p> <p><i>Литература: 1,6,8</i></p>
6.4	Неявная функция. Условный экстремум.	<p>Неявная функция. Теорема о существовании, непрерывности и дифференцируемости неявной функции. Вычисление производных неявной функции. Неявные функции, определяемые системой функциональных уравнений. Матрицы Якоби, якобианы, их свойства. Зависимость функций. Условный экстремум. Метод множителей Лагранжа. Достаточные условия.</p> <p><i>Литература: 1,6,8,</i></p>

7.	Числовые и функциональные ряды	
7.1.	Числовые ряды. Функциональные ряды и последовательности.	Числовой ряд, сходимость и сумма ряда. Необходимый признак сходимости. Критерий Коши. Сходимость и абсолютная сходимость. Знакопостоянные ряды, критерий сходимости. Признаки сходимости: признак сравнения признаки Коши и Даламбера, интегральный признак Коши. Условная сходимость. Признаки сходимости знакопеременных рядов: признак Лейбница, признаки Дирихле и Абеля. Свойства абсолютно сходящихся и условно сходящихся рядов. Поточечная и равномерная сходимости. Критерии и признаки равномерной сходимости. Непрерывность, интегрируемость и дифференцируемость суммы равномерно сходящегося ряда. <i>Литература:</i> 1,5,8
7.2.	Степенные ряды. Ряды Тейлора.	Степенной ряд, круг (интервал) сходимости. Формулы Коши-Адамара и Даламбера для радиуса сходимости степенного ряда. Дифференцирование и интегрирование степенных рядов. Ряды Тейлора, теорема о разложении функции в ряд Тейлора. Ряды Маклорена для известных функций: вид, область сходимости. <i>Литература:</i> 1,5,8
7.3	Ряды Фурье.	Тригонометрическая ортогональная система функций, ряд Фурье, теоремы о коэффициентах ряда и условиях сходимости ряда Фурье. Ряды Фурье для четных и нечетных функций. <i>Литература:</i> 1,5,8

Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Элементы функций комплексной переменной	
1.1.	Арифметика комплексных чисел.	Комплексные числа. Арифметика комплексных чисел. Геометрический смысл. Алгебраическая и тригонометрическая формы комплексных чисел.
1.2.	Элементарные функции комплексного переменного.	Элементарные функции комплексного переменного: возведение в целую степень и извлечение корня
2.	Пределы последовательностей и функций	
2.1.	Элементы теории действительных чисел.	Графики основных элементарных функций. Методы построения графиков функций.
2.2.	Пределы числовых последовательностей.	Предел последовательности, вычисление пределов последовательностей (методы раскрытия неопределенностей)
2.3.	Пределы функций. Непрерывность функции в точке. Непрерывность функции на отрезке	Предел функции, основные методы вычисления пределов функций (раскрытие неопределенностей, замечательные пределы, эквивалентные бесконечно малые). Непрерывность функции в точке. Классификация точек разрыва. Применение теорем о функции непрерывной на отрезке.
3.	Дифференциальное исчисление	
3.1.	Производная и дифференциал функции.	Вычисление производная и дифференциала. Приложения: приближенные вычисления, уравнения касательной и нормали. Дифференцирование неявно заданной, обратной,

		параметрически заданной функции. Повторное дифференцирование.
3.2.	Основные теоремы дифференциального исчисления.	Исследование функций. Монотонность, выпуклость, вогнутость, экстремумы, точки перегиба. Наибольшее и наименьшее значение функции на отрезке.
3.3	Применение дифференциального исчисления.	Построение графика функции с полным исследованием. Правило Лопиталя, формула Тейлора.
4.	Интегральное исчисление	
4.1.	Первообразная функции. Неопределённый интеграл	Неопределенный интеграл. Простейшие методы интегрирования: табличные интегралы, формула замены переменной и интегрирование по частям.
4.2.	Интегрирование рациональных функций. Интегрирование некоторых тригонометрических и иррациональных выражений.	. Основные приёмы и методы вычисления неопределенных интегралов. Интегрирование неправильной и правильной дроби (рациональной функции), основных типов тригонометрических и иррациональных выражений (интегрирование дифференциального бинома, тригонометрические подстановки и пр.)
5.	Интегральное исчисление (определенные интегралы и их приложения)	
5.1.	Определённый интеграл Римана.	Вычисление определенных интегралов(формула Ньютона-Лейбница, замена переменных, интегрирование по частям)
5.2.	Приложения определенных интегралов.	Вычисление с помощью определенных интегралов площади фигуры, длины кривой, объема тела (методом сечений и объем тела вращения), площадь поверхности вращения.
5.3	Несобственные интегралы.	Вычисление несобственных интегралов первого и второго рода. Признаки сходимости несобственных интегралов.
6.	Функции нескольких переменных.	
6.1.	Предел и непрерывность функций нескольких переменных.	Вычисление пределов и исследование на непрерывность функций нескольких переменных.
6.2.	Частные производные и дифференциалы функций нескольких переменных.	Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных. Вычисление частных производных, дифференциалов, дифференцирование сложной, неявно заданной функции.
6.3	Частные производные и дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора для функций нескольких переменных. Локальный экстремум функций нескольких переменных.	Повторное дифференцирование. Вычисление дифференциалов и производных высших порядков. Разложение функции по формуле Тейлора. Нахождение экстремумов функций нескольких переменных.
6.4	Неявная функция. Условный экстремум.	Нахождение частных производных функции, заданной неявно. Нахождение условных экстремумов функции(метод исключения неизвестных, метод Лагранжа)
7.	Числовые и функциональные ряды	

7.1.	Числовые ряды. Функциональные ряды и последовательности.	Сходимость числового ряда, нахождение суммы ряда, признаки сходимости рядов с неотрицательными членами. Исследование сходимости знакопеременных рядов(абсолютная, условная сходимость).Нахождение области сходимости функциональных рядов.
7.2.	Степенные ряды. Ряды Тейлора.	Нахождение радиуса сходимости и области сходимости степенного ряда, вычисление суммы ряда с помощью дифференцирования и интегрирования. Разложение функции в ряд Тейлора.
7.3	Ряды Фурье.	Разложение функций в ряд Фурье, ряды для четных и нечетных функций.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Основная литература - учебники и пособия 4, 7 - 10

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 (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части) / и ее формулировка	Наименование оценочного средства
1.	1.Элементы функций комплексного переменного. 2.Пределы последовательностей и функций.	УКЕ-1, УКЦ-2, ОПК-2	Контрольная работа 1/1, , экзамен (1 сем.)
2.	2.Пределы последовательностей и функций.	УКЕ-1, УКЦ-2, ОПК-2	Коллоквиум, экзамен(1 сем.)
3.	3.Дифференциальное исчисление.	УКЕ-1, УКЦ-2, ОПК-2	Контрольная работа 2/1, экзамен (1 сем.)
4.	4.Интегральное исчисление. 5.Интегральное исчисление (Определенные интегралы)	УКЕ-1, УКЦ-2, ОПК-2	Контрольная работа 2/1, экзамен (1,2 сем)
5.	6. Функции нескольких переменных.	УКЕ-1, УКЦ-2, ОПК-2	Контрольная работа 2/2, Экзамен (2сем)
2.	Числовые и функциональные ряды.	УКЕ-1, УКЦ-2, ОПК-2	Контрольная работа 3/2,экзамен (2сем)

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

8.2.1. Зачет

а) типовые вопросы:

1. 1. Рациональные числа, иррациональные числа, действительные числа. Сравнение, операции, геометрическая интерпретация
2. 2. Понятие комплексного числа. Различные формы записи. Арифметические операции над комплексными числами, возведение в степень и извлечение корня.
3. 3. Верхняя и нижняя грани числового множества. Точная грань. Теорема о существовании точной верхней и нижней граней. Теорема об отдельности числовых множеств.
4. 4. Понятие числовой последовательности. Монотонные и ограниченные

5. последовательности. Определение предела последовательности, сходящейся последовательности. Примеры. Свойства сходящихся последовательностей: единственность предела, ограниченность.
6. 5. Свойства пределов последовательностей (о "зажатой" последовательности, свойства, связанные с неравенствами и алгебраическими операциями).
7. 6. Бесконечно малые и бесконечно большие последовательности и
8. их свойства. Примеры.
9. 7. Теорема о пределе монотонной и ограниченной последовательности. Число "e".
10. 8. Принцип вложенных отрезков (теорема Кантора).
11. 9. Подпоследовательности. Теорема Больцано-Вейерштрасса.
12. 10. Частичный предел. Верхний и нижний пределы последовательности и утверждения о них. Примеры.
13. 11. Определение фундаментальной последовательности. Критерий Коши сходимости последовательности.
14. 12. Понятие функции. График, область определения и область значений, четные, нечетные, ограниченные функции, алгебраические операции, сложные функции. Элементарные функции. Предел функции в точке. Эквивалентность определений по Коши и по Гейне. Односторонние пределы.
15. 13. Свойства предела функции в точке (свойства, связанные с арифметическими операциями, локальные свойства).
16. 14. Свойства пределов функций в точке: свойства, связанные с неравенствами. Правило замены переменной для пределов функций.
17. 15. Бесконечно малые и бесконечно большие функции и теоремы о них. Примеры.
18. 16. Первый замечательный предел и его следствия.
19. 17. Второй замечательный предел и его следствия.
20. 18. Критерий Коши существования предела функции. Теорема о пределе монотонной функции.
21. 19. Сравнение функций. Эквивалентные функции. Порядок бесконечно малой функции.
22. о- и О- символика. Применение эквивалентных бесконечно малых к вычислению пределов. Таблица эквивалентных бесконечно малых.
23. 20. Непрерывность функции в точке (различные формулы записи определения: по Коши и Гейне, с помощью приращений), непрерывность слева и справа. Локальные свойства непрерывной функции.
24. 21. Свойства непрерывных в точке функций, связанные с арифметическими операциями. Непрерывность сложной функции.
25. 22. Точки разрыва (определение, классификация точек разрыва). Примеры.
26. 23. Непрерывность функции на отрезке. Теоремы Вейерштрасса 1, 2 о свойствах функции, непрерывной на отрезке.
27. 24. Теоремы Коши о нулях и промежуточных значениях непрерывной функции. Теорема о непрерывности обратной функции. Непрерывность элементарных функций.
28. 25. Равномерная непрерывность. Теорема Кантора о равномерной непрерывности функции. Примеры.
29. 26. Понятие производной функции в точке, необходимое условие существования производной.
30. 27. Односторонние производные, бесконечные производные. Примеры. Геометрический смысл производной. Уравнения касательной и нормали к графику функции.
31. 28. Правила вычисления производных, связанные с арифметическими действиями над функциями. Производная сложной функции.
32. 29. Производная обратной функции, производная функции, заданной параметрически и неявно. Таблица производных элементарных функций.
33. 30. Дифференцируемость функции в точке, дифференциал функции, теорема о связи дифференцируемости и производной в точке, геометрический смысл дифференциала.
34. 31. Производные высших порядков. Таблица n-ых производных. Формула Лейбница. Производные высших порядков для функции, заданной параметрически.

35. 32. Дифференциал n -ого порядка. Инвариантность 1-ого дифференциала и неинвариантность дифференциала порядка $n \geq 2$.
36. 33. Локальный экстремум (определение) и теорема Ферма. Теорема Ролля о нулях производной.
37. 34. Теорема Лагранжа и её следствия (с док-вом). Формула конечных приращений Лагранжа.
38. 35. Теорема Коши о двух дифференцируемых функциях, обобщённая формула конечных приращений.
39. 36. Правило Лопитала. Примеры вычисления пределов с помощью правила Лопитала.
40. 37. Многочлен Тейлора. Формула Тейлора с остаточным членом в форме Лагранжа. Примеры.
41. 38. Формула Тейлора с остаточным членом в форме Пеано. Формулы Маклорена для простейших элементарных функций. Примеры.
42. 39. Условия возрастания (убывания) дифференцируемой функции (теоремы 1-3).
43. 40. Локальный экстремум (определение). Достаточное условие локального экстремума (теоремы 1-3).
44. 41. Выпуклость вверх (вниз) графика функции. Достаточное условие выпуклости.
45. 42. Точки перегиба. Необходимое условие наличия точки перегиба. Достаточное условие точки перегиба.
46. 43. Асимптоты графика функции (вертикальные, наклонные). Теорема о наклонной асимптоте.
47. 44. Первообразные и их свойства. Понятие неопределенного интеграла, подынтегральной функции, подынтегрального выражения. Свойства неопределенного интеграла (свойства 1-3).
48. 45. Свойства неопределенного интеграла: замена переменной и интегрирование по частям
- .46. Формула интегрирования по частям, три типа примеров интегрирования по частям.
49. 47. Таблица интегралов. Примеры вычисления простейших интегралов.
50. 48. Алгебраические многочлены и разложение многочленов на множители. Разложение рациональной функции в сумму простейших.
51. 49. Интегрирование рациональных функций. Методы нахождения неопределенных коэффициентов.
52. 50. Интегрирование тригонометрических выражений.
53. 51. Интегрирование иррациональных выражений.
- 54.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

В критерии оценки знаний по зачету входят:

1. уровень освоения студентом материала, предусмотренного учебной программой;
2. полнота и правильность ответа, степень осознанности, понимания изученного материала;
3. обоснованность, четкость, краткость изложения ответа;
4. ответы на дополнительные вопросы.

в) описание шкалы оценивания:

Каждому студенту задается 2 вопроса в произвольном порядке из списка вопросов к зачету. Ответ на каждый вопрос оценивается в 20 баллов.

15-20 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- полно раскрывает содержание теоретических вопросов;

8-14 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- допустил незначительные неточности при изложении материала, не искажающие содержание ответа по существу вопроса.

1-7 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- раскрывает содержание не всех теоретических вопросов;

0 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- имеет пробелы в знаниях основного учебного материала по дисциплине, не может дать четкого определения основных понятий;
- не может успешно продолжать дальнейшее обучение в связи с недостаточным объемом знаний.

8.2.2. Экзамен

a) типовые вопросы:

1. Определённый интеграл Римана. Основные определения. Необходимое условие интегрируемости. Суммы Дарбу и их свойства. Условие интегрируемости.
2. Критерий интегрируемости функций. Классы интегрируемых функций. Свойства интеграла, связанные с операциями над функциями.
3. Свойства интеграла, связанные с отрезками интегрирования и неравенствами. Оценки интервалов.
4. Теоремы о среднем.
5. Непрерывность и дифференцируемость интеграла по верхнему пределу.
6. Теорема (формула) Ньютона-Лейбница.
7. Теорема о замене переменной в определённом интеграле, формула интегрирования по частям в определённом интеграле.
8. Площадь фигуры на плоскости (клеточные фигуры, квадрируемые фигуры, мера). Площадь криволинейной трапеции, криволинейного сектора, площадь фигуры с параметрически заданной границей.
9. Объём тела (клеточное тело, кубикуемое тело, мера). Объём цилиндрического тела, объём тела с заданными площадями сечений, объём тела вращения.
10. Длина кривой (определение спрямляемой кривой, длины кривой, теорема о длине, формулы длины для разных случаев задания кривой).
11. Площадь поверхности вращения (определение, теорема). Теорема Гульдена. Физические приложения определённых интегралов.
12. Несобственные интегралы первого рода (определение; свойства, включая интегрирование по частям и формулу Ньютона-Лейбница).
13. Несобственные интегралы второго рода (определение и свойства, включая интегрирование по частям и формулу Ньютона-Лейбница).
14. Условие сходимости несобственных интегралов. Несобственные интегралы от неотрицательных функций - признаки сходимости.
15. Признаки Дирихле и Абеля сходимости несобственных интегралов.
16. Абсолютная и условная сходимость несобственных интегралов (определение, теорема).
17. Метрическое пространство (определение, сходящиеся и фундаментальные последовательности, открытые и замкнутые множества, компакт, пространство R^n).
18. Функции многих переменных. Предел функции в точке, предел по множеству, по направлению.
19. Непрерывность функции многих переменных в точке. Свойства непрерывных функций. Свойства функций, непрерывных на компакте, на связном множестве.
20. Частные производные, дифференцируемость, дифференциал. Теоремы о необходимых и достаточных условиях дифференцируемости функции многих переменных.
21. Дифференцируемость сложной функции. Инвариантность формы 1-го дифференциала. Правила дифференцирования.
22. Односторонние производные, бесконечные производные. Примеры. Геометрический смысл производной. Уравнения касательной и нормали к графику функции.
23. Правила вычисления производных, связанные с арифметическими действиями над функциями. Производная сложной функции.
24. Производная обратной функции, производная функции, заданной параметрически и неявно. Таблица производных элементарных функций.
25. Дифференцируемость функции в точке, дифференциал функции, теорема о связи дифференцируемости и производной в точке, геометрический смысл дифференциала.
26. Производные высших порядков. Таблица n-ых производных. Формула Лейбница. Производные высших порядков для функции, заданной параметрически.

32. Дифференциал n -ого порядка. Инвариантность 1-ого дифференциала и неинвариантность дифференциала порядка $n \geq 2$.
33. Локальный экстремум (определение) и теорема Ферма. Теорема Ролля о нулях производной.
34. Теорема Лагранжа и её следствия (с док-вом). Формула конечных приращений Лагранжа.
35. Теорема Коши о двух дифференцируемых функциях, обобщённая формула конечных приращений.
36. Правило Лопиталя. Примеры вычисления пределов с помощью правила Лопиталя.
37. Многочлен Тейлора. Формула Тейлора с остаточным членом в форме Лагранжа. Примеры.
38. Формула Тейлора с остаточным членом в форме Пеано. Формулы Маклорена для простейших элементарных функций. Примеры.
39. Условия возрастания (убывания) дифференцируемой функции (теоремы 1-3).
40. Локальный экстремум (определение). Достаточное условие локального экстремума (теоремы 1-3).
41. Выпуклость вверх (вниз) графика функции. Достаточное условие выпуклости.
42. Точки перегиба. Необходимое условие наличия точки перегиба. Достаточное условие точки перегиба.
43. Асимптоты графика функции (вертикальные, наклонные). Теорема о наклонной асимптоте.
44. Первообразные и их свойства. Понятие неопределенного интеграла, подынтегральной функции, подынтегрального выражения. Свойства неопределенного интеграла (свойства 1-3).
45. Свойства неопределенного интеграла: замена переменной и интегрирование по частям .46. Формула интегрирования по частям, три типа примеров интегрирования по частям.
47. Таблица интегралов. Примеры вычисления простейших интегралов.
48. Алгебраические многочлены и разложение многочленов на множители. Разложение рациональной функции в сумму простейших.
49. Интегрирование рациональных функций. Методы нахождения неопределенных коэффициентов.
50. Интегрирование тригонометрических выражений.
51. Интегрирование иррациональных выражений.

в) описание шкалы оценивания:

Каждому студенту задается 2 вопроса в произвольном порядке из списка вопросов к зачету. Ответ на каждый вопрос оценивается в 20 баллов.

15-20 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- полно раскрывает содержание теоретических вопросов;

8-14 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- допустил незначительные неточности при изложении материала, не искажающие содержание ответа по существу вопроса.

1-7 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- раскрывает содержание не всех теоретических вопросов;

0 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- имеет пробелы в знаниях основного учебного материала по дисциплине, не может дать четкого определения основных понятий;
- не может успешно продолжать дальнейшее обучение в связи с недостаточным объемом знаний.

8.2.3. Практическая работа №2

a) типовые задания (вопросы) - образец:

Вариант 1.

1. Построить график функции $f(x) = 1 - \sqrt[3]{4-x}$ (2 балла).

2. Вычислить $\frac{(3-2i)}{(\sqrt{3}+i)(1+i\sqrt{3})} + 2i - 3$ (2 балла).

3. Вычислить все значения корня $\sqrt[3]{-1+i}$ и изобразить их на комплексной плоскости (3 балла).

4. Вычислить предел $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sqrt{n^4+5}-\sqrt{n^2+3n+1}}{\sqrt{4n^4+2}+\sqrt[4]{n^3+1}}$ (2 балла).

5. Вычислить предел $\lim_{x \rightarrow -2} \frac{x^3+2x^2+x+2}{x^3+8}$ (3 балла).

6. Вычислить предел $\lim_{x \rightarrow +\infty} \left(\sqrt{x^2+3x+4} - \sqrt{x^2+2x-1} \right)$ (2 балла).

7. Вычислить предел $\lim_{x \rightarrow \pi/4} \frac{\ln(\operatorname{tg} x)}{\cos 2x}$ (3 балла).

8. Вычислить предел $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{7^n + (-3)^n}{3^{n-1} + 7^{n+1}}$

Вариант 2.

1. Построить график функции $f(x) = \log_{\frac{2}{3}}(2-x) + 2$ (2 балла).

2. Вычислить $\frac{(3-i)^2}{-1+i} + 5 - 4i$ (2 балла).

3. Вычислить все значения корня $\sqrt{-\sqrt{3}-3i}$ и изобразить их на комплексной плоскости (3 балла).

4. Вычислить предел $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sqrt{n^2+9} + \sqrt[3]{8n^3-1}}{\sqrt[5]{n^5+2}}$ (2 балла).

5. Вычислить предел $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{x^3-3x^2+2}{x^3-4x^2+3}$ (3 балла).

6. Вычислить предел $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{x}{\sqrt[3]{1+x} - \sqrt[3]{1-x}}$ (2 балла).

7. Вычислить предел $\lim_{x \rightarrow -1} \frac{\operatorname{tg}^2(x+1)}{\cos \pi x + \cos 2\pi x}$ (3 балла).

8. Вычислить предел $\lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{(-1)^n \cos n}{n} + \frac{n^2-1}{n^2+4} \right)$ (3 балла).

Вариант 3.

1. Построить график функции $f(x) = \frac{1}{2} \cos(\pi x) - 2$ (2 балла).

2. Вычислить $\frac{(1-i)^3}{(2+i)^2}$ (2 балла).

3. Вычислить все значения корня $\sqrt[4]{-16}$ и изобразить их на комплексной плоскости (3 балла).

4. Вычислить предел $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sqrt[3]{7n^6+1} - \sqrt{n^3+3}}{\sqrt{n^4+2} + n}$ (2 балла).

5. Вычислить предел $\lim_{x \rightarrow -1} \frac{x^3-3x-2}{x^3+3x^2+5x+3}$ (3 балла).

6. Вычислить предел $\lim_{n \rightarrow \infty} \left(n + \sqrt[3]{27-n^3} \right)$ (2 балла).

7. Вычислить предел $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{e^{5x} - e^{2x}}{\sin 5x - \sin 2x}$ (3балла).

8. Вычислить предел $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n^2 + (n+1)\sin n}{\sqrt{9n^4 + 5}}$ (3балла).

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

7 баллов:

- правильное выполнение практической работы в соответствии с методикой, корректное применение полученных знаний на практике, своевременная сдача отчета, правильные ответы на вопросы во время защиты практической работы.

5-6 баллов:

- правильное выполнение практической работы в соответствии с методикой, хорошее знание теоретической базы, в целом верная постановка целей и задач, решение основных задач, своевременная сдача отчета.

4 баллов:

- слабое знание теории, несвоевременное выполнение работы, несвоевременная защита работы, незнание ответов на вопросы преподавателя.

0 баллов:

- невыполнение работы.

в) описание шкалы оценивания:

4-7 баллов – практическая работа зачтена;

0-3 баллов – отчет по практической работе отдается на доработку.

8.2.4. Практическая работа №3

а) типовые задания (вопросы) - образец:

Коллоквиум: Пределы последовательностей и функций. Непрерывность функции.

а) типовые задания (вопросы) - образец:

Вариант № 1

1. Понятие комплексного числа. Различные формы записи. Арифметические операции над комплексными числами, возведение в степень и извлечение корня.

2. Порядок бесконечно малой $\alpha(x)$ относительно $(x-a)$ при $x \rightarrow a$ (опр.). Найти порядок б.м. $\alpha(x) = \ln(1+x^3) - x^{10}$ при $x \rightarrow 0$.

3. При каких значениях a будет непрерывна функция $y(x) = \begin{cases} \frac{\sqrt{x-2}-2}{\sqrt{x+3}-3}, & x \neq 6 \\ a, & x = 6 \end{cases}$

4. Найти точки разрыва функции и определить их характер: $y(x) = \frac{1}{1-2^{1-x}}$

5. Найти предел $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{\sin 7\pi x}{\sin 8\pi x}$

Вариант № 2

1. Частичный предел. Верхний и нижний пределы последовательности и утверждения о них. Примеры.

2. Бесконечно малые функции (определение, порядок бесконечно малой относительно $(x-a)$ при $x \rightarrow a$). Найти порядок б.м. $\alpha(x) = x + x^2 \cdot \sin x$ при $x \rightarrow 0$.

3. При каких значениях a будет непрерывна функция $y(x) = \begin{cases} \log_3 x + 7, & x \geq 3 \\ x^2 - a, & x < 3 \end{cases}$.

4. Найти точки разрыва функции и определить их характер: $y(x) = \frac{\arctg(x-8)}{(x-8)(x-3)}$.

5. Найти предел $\lim_{x \rightarrow \pi/4} (\operatorname{tg} x)^{\operatorname{tg} 2x}$.

Вариант № 3

1. Свойства пределов функций в точке: свойства, связанные с неравенствами. Правило замены переменной для пределов функций.

2. Определение предела последовательности. Пользуясь определением, доказать: $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{5+2n^2}{1+n^2} = 2$ (по ε указать $N = N(\varepsilon)$).

3. При каких значениях a будет непрерывна функция $y(x) = \begin{cases} \sqrt{x^3 + 1}, & x > 2 \\ ax - 6, & x \leq 2 \end{cases}$.

4. Найти точки разрыва функции и определить их характер: $y(x) = \frac{x+1}{3^{x+1}-1}$.

5. Найти пределы 1. $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x^2 - 1}{2x^2 - x - 1}$, 2. $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{x^2 - 1}{2x^2 - x - 1}$.

Вариант 4.

1. Второй замечательный предел и его следствия.

2. Используя определение предела функции в точке в терминах ε и δ , доказать:

$$\lim_{x \rightarrow 3} \frac{4x^2 - 10x - 6}{x - 3} = 14 \text{ (по } \varepsilon \text{ указать } \delta = \delta(\varepsilon) \text{).}$$

3. При каких значениях a будет непрерывна функция $y(x) = \begin{cases} \frac{x^3 - 4x + 3}{x - 1}, & x \neq 1 \\ A, & x = 1 \end{cases}$.

4. Найти точки разрыва функции и определить их характер: $y(x) = e^{-\frac{11}{4(x-4)}}$.

5. Найти предел $\lim_{x \rightarrow \pi/2} (\sin x)^{\operatorname{tg} x}$.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

8 баллов:

- правильное выполнение практической работы в соответствии с методикой, корректное применение полученных знаний на практике, своевременная сдача отчета, правильные ответы на вопросы во время защиты практической работы.

6-7 баллов:

- правильное выполнение практической работы в соответствии с методикой, хорошее знание теоретической базы, в целом верная постановка целей и задач, решение основных задач, своевременная сдача отчета.

5 баллов:

- слабое знание теории, несвоевременное выполнение работы, несвоевременная защита работы, незнание ответов на вопросы преподавателя.

0 баллов:

- невыполнение работы.

в) описание шкалы оценивания:

5-8 баллов – практическая работа зачтена;

0-4 баллов – отчет по практической работе отдается на доработку.

8.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений,

навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы студентов.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

Текущий контроль осуществляется два раза в семестр: контрольная точка №1 и контрольная точка № 2.

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

4 Семестр

Вид контроля	Этап рейтинговой системы Оценочное средство	Балл	
		Минимум	Максимум
Текущий	Контрольная точка № 1		
	Практическая работа №1	4	7
	Практическая работа №2	4	7
	Практическая работа №3	5	8
	Практическая работа №4	5	8
	Контрольная точка № 2		
	Практическая работа №5	4	7
	Практическая работа №6	4	7
	Практическая работа №7	4	8
	Практическая работа №8	5	8
Промежуточный	Зачет		
	Вопросы к зачету	25	40
ИТОГО по дисциплине		60	100

Процедура оценивания знаний, умений, владений по дисциплине включает учет успешности по всем видам заявленных оценочных средств.

Устный опрос проводится на каждом занятии и затрагивает как тематику прошедшего занятия, так и лекционный материал. Применяется групповое оценивание ответа или оценивание преподавателем.

По окончании освоения дисциплины проводится промежуточная аттестация в виде экзамена, что позволяет оценить совокупность приобретенных в процессе обучения компетенций. При выставлении итоговой оценки применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов обучения.

Экзамен предназначен для оценки работы обучающегося в течение всего срока изучения дисциплины и призван выявить уровень, прочность и систематичность полученных обучающимся теоретических знаний и умений приводить примеры практического использования знаний (например, применять их в решении практических задач), приобретения навыков самостоятельной работы, развития творческого мышления.

Оценка сформированности компетенций на экзамене для тех обучающихся, которые пропускали занятия и не участвовали в проверке компетенций во время изучения дисциплины, проводится после индивидуального собеседования с преподавателем по пропущенным или не усвоенным обучающимся темам с последующей оценкой самостоятельно усвоенных знаний на экзамене.

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

<i>Сумма баллов</i>	<i>Оценка по 4-х балльной шкале</i>	<i>Оценка ECTS</i>	<i>Требования к уровню освоения учебной дисциплины</i>
90-100	5- «отлично»/ «зачтено»	A	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко иочно 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 твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
75-84		C	
70-74		D	
65-69		E	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	3 - «удовлетворительно»/ «зачтено»		
0-59	2 - «неудовлетворительно»/ «не засчитано»	F	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

a) основная учебная литература:

- 1.Ильин В.А., Позняк Э.Г. Основы математического анализа. М.: Физматлит, 2008 ч.1 -300экз.
- 2.Ильин В.А., Позняк Э.Г. Основы математического анализа. М.: Физматлит, 2006, ч.2. –

140экз.

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 задач по высшей математике. СПб.: «Лань», 2005г- 400экз.
- 5.Кудрявцев Л.Д. Курс математического анализа. М.: Физматлит, 2006 т.1.- 65экз
- 6.Кудрявцев Л.Д. Курс математического анализа. М.: Физматлит, 2006, т.2. -70экз
- 7.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. – 50 экз.
8. Тер-Крикоров А.М., Шабунин М.И. Курс математического анализа. М: Наука, 2002-50экз.
- 9.Галусарьян Р.Т. Введение в математический анализ. Обнинск: ИАТЭ, 2002. –150экз.
10. Л.А. Королева, Неопределенный интеграл. Учебное пособие по курсу “Математический анализ”, Обнинск: ИАТЭ, 2003г. .-150 экз.

б) дополнительная учебная литература:

- 1.Сборник задач по теории функций комплексного переменного (под ред. Буранова А.П.), Обнинск: ИАТЭ, 2005г – 300экз
2. Буранов А.П., Конспект лекций по курсу «Математический анализ», Обнинск: ИАТЭ, 1991 г.
3. Буранов А.П., Конспект лекций по курсу «Высшая математика (раздел «Дифференциальное исчисление функций одного переменного»)», Обнинск: ИАТЭ,1994г.
4. Нестеров А.В., Функции нескольких вещественных переменных. Методическое пособие и варианты индивидуальных домашних заданий для самостоятельной работы студентов по курсу «Математический анализ», Обнинск: ИАТЭ, 1997 г.
5. А.В. Нестеров. О.Ю. Аристов, Числовые и функциональные ряды. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов по курсу «Математический анализ», Обнинск: ИАТЭ, 1997 г.
6. Кузьменко Н.И., Юрченко А.М.. Пределы последовательностей и функций. Непрерывность. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов по курсу «Математический анализ», Обнинск: ИАТЭ, 1995 г.
7. И. Архипов Лекции по математическому анализу. – М.:Высшая школа, 2000.
8. Зорич В.А. Математический анализ.Т.1.М., МЦНМО,2012.
9. Сборник задач по математическому анализу в 3 т.Т.1. Кудрявцев Л.В., Кутасов А.Д., Чехлов В.И., Шабунин М.И., ФИЗМАТЛИТ, 2010.

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

1. Научная электронная библиотека [Электронный ресурс] URL: <http://elibrary.ru> (Дата обращения: 10.05.2020).
2. Библиотека численного анализа НИВЦ МГУ: [Электронный ресурс] URL: http://num-anal.srcc.msu.ru/lib_na/libnal.htm (Дата обращения: 10.05.2020).
3. Электронно-библиотечная система НИЯУ МИФИ": [Электронный ресурс] URL: www.library.mephi.ru (Дата обращения: 10.05.2020).
4. 1. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library.htm>. EqWorld - мир математических уравнений. Учебно-образовательная физико- математическая библиотека.
5. 2.<http://mathhelpplanet.com/> Математический форум Math Help Planet
6. 3.<http://www.iqlib.ru/> Электронная библиотека IQLb образовательных и просветительских изданий. Свободный доступ к электронным учебникам, справочным и учебным пособиям.
7. 4.http://www.edu/ru/modules/php?op=modload&name=Web_Links&file=index&l_op=viewlk&cid=2720 – Федеральный портал российского профессионального образования: Математика и естественно-научное образование.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации.
Практические занятия	При подготовке к практическим работам следует ознакомиться с основами программирования в среде MATLAB (OCTAVE). При защите практических работ важно детально разбираться в теоретических основах применяемых для решения конкретных дифференциальных уравнений.
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, материал практических занятий, рекомендуемую литературу и интернет источники. Важно добиться понимания изучаемой дисциплины.

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 смешенном 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

- Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты.
- Интерактивное общение с помощью программы meet.

12.2. Перечень программного обеспечения

- Компилятор языка программирования MATLAB.

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

Лекционные занятия:

Учебная аудитория на 20 мест с мультимедийным оборудованием, программное обеспечение для компьютерных презентаций. Доска.

Практические занятия:

Учебная аудитория на 20 рабочих мест.

14. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ

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

№ пп	Наименование темы дисциплины	Вид занятий (лекция, семинары, практические занятия)	Количество ак. ч.	Наименование активных и интерактивных форм проведения занятий
1.	Проблемы, возникающие при аппроксимации функций. Интерполяционный многочлен Лагранжа	лекции	1	лекция-беседа
2.	Одномерные кубические сплайны. Двумерные линейные сплайны. Понятие о методе Устный опрос наименьших квадратов.	лекции	1	лекция-беседа
3.	Численное интегрирование.	лекции	1	лекция-беседа
4.	Численное дифференцирование.	лекции	1	лекция-беседа
5.	Итерационные методы решения систем линейных уравнений.	лекции	1	лекция-беседа
6.	Метод прогонки.	лекции	1	лекция-беседа
7.	Использование квадратурных формул для решения интегральных уравнений.	лекции	4	лекция-беседа
8.	Простейшие методы.	лекции	2	лекция-беседа, мозговой штурм
9.	Общий подход к построению методов Рунге-Кутты.	лекции	2	лекция-беседа, мозговой штурм
10.	Неявные методы и разложение в ряд Тейлора.	лекции	2	лекция-беседа, мозговой штурм

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

1 семестр

Тема: Графики (Построение графиков функций с полным исследованием)

Вопросы:

1. Наибольшее значение функции, непрерывной на отрезке.
 2. Выпуклость (вверх и вниз) графика функции. Достаточные условия выпуклости.
 3. Точки перегиба графика функции. Необходимые и достаточные условия перегиба.
 4. Исследование функции на экстремум с помощью высших производных.
 5. Асимптоты.
- Задания для самопроверки: раздел 3 “Графики”([4], Кузнецов Л.А.), задачи 1-10.

2 семестр.

Тема: Интегрирование некоторых рациональных функций (метод Остроградского)

Теория- [10] (Королева Л.А.), §8, практика -№ 1891-1920 [7](Демидович Б.П.):

Типовые задания для самопроверки:

1. $\int \frac{dx}{(x^3 + 8)^2}$
2. $\int \frac{x^2 + 3x - 2}{(x-1)(x^2 + x + 1)^2} dx$
3. $\int \frac{dx}{(x^4 - 4)^3}$
4. $\int \frac{5x^2 - x - 1}{x^3(x-1)^2} dx$

Тема: Ряды Фурье.

Типовые задания для самопроверки:

1. Разложить в ряд Фурье функцию, равную -1 в интервале $(-\pi, 0)$ и 1 в интервале $(0, \pi)$.
2. Разложить в ряд Фурье по синусам функцию $y = \frac{\pi}{4} - \frac{x}{2}$ в интервале $(0, \pi)$.
3. Разложить в ряд Фурье по косинусам функцию $y = \frac{\pi}{4} - \frac{x}{2}$ в интервале $(0, \pi)$.
4. Разложить в ряд Фурье функцию $y = x^2$ в интервале $(-\pi, \pi)$.
5. Разложить в ряд Фурье функцию $y = x^2$ в интервале $(0, 2\pi)$.
6. Разложить в ряд Фурье по синусам функцию $y = x^2$ в интервале $(0, \pi)$.
7. Разложить в ряд Фурье функцию $y = |x|$ в интервале $(-\pi, \pi)$.
8. Разложить в ряд Фурье функцию, равную 1 в интервале $(-\pi, 0)$ и 3 в интервале $(0, \pi)$.

12.3. Краткий терминологический словарь

Асимптота, бесконечно большая величина, бесконечно малая величина, верхняя (нижняя) грань множества, градиент функции, график функции, дифференциал, дифференциальный бином, граница множества, инвариантность, индукция математическая, интеграл (несобственный, сходящийся, неопределенный, определенный), интеграл Дарбу, интегральная сумма, иррациональное число, касательная прямая и плоскость квадрируемые и

кубируемые множества, компакт, кривая (гладкая, спрямляемая, кусочно-гладкая), кривизна, монотонность функции и последовательности, непрерывность, норма, нормаль, область (определения функции), окрестность (проколотая), оператор, остаток ряда, отображение, первообразная, последовательность и подпоследовательность, предел, производная, полином, поле (действительных, комплексных) чисел, признак (сходимости, сравнения), принцип вложенных отрезков, прообраз, равномерная непрерывность, радиус сходимости, разрыв (устранимый, неустранимый), ряд, сумма ряда, сумма Дарбу, точка (максимума, минимума, экстремума, разрыва), функция, экстремум.

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 составил (а) (и):

_____ В.В. Колесов, к.ф.-м.н., доцент отд. ЯФиТ

Рецензент (ы):

_____ Ю.А. Казанский, д.ф.-м.н., профессор отд. ЯФиТ

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа рассмотрена на заседании отделения ЯФиТ (протокол № ____ от « ____ » 20 ____ г.)	Начальник отделения ЯФиТ « ____ » 20 ____ г. ____ Д.С.Самохин
Программа рассмотрена на заседании отделения биотехнологий (протокол № ____ от « ____ » 20 ____ г.)	Руководитель образовательной программы 03.03.02 Физика « ____ » 20 ____ г. ____ Ю.Н. Анохин Начальник отделения биотехнологий « ____ » 20 ____ г. ____ А.А.Котляров

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа дисциплины разработана в отделении биотехнологий ИАТЭ НИЯУ МИФИ.

Рассмотрена на заседании отделения биотехнологий и рекомендована к одобрению Ученым советом ИАТЭ НИЯУ МИФИ (протокол № <u>9/1</u> от « <u>21</u> » <u>04</u> <u>2023</u> г.)	Начальник отделения биотехнологий ИАТЭ НИЯУ МИФИ A.A. Котляров
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------

