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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
математической физики и
информационных технологий

С.А. Переселков

28.06.2023г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.11.01 Математический анализ

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:
14.03.02 Ядерные физика и технологии

2. Профиль подготовки/специализация: Физика атомного ядра и частиц.

3. Квалификация (степень) выпускника: Бакалавр.

4. Форма обучения: очная.

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: 0803 кафедра математической физики и информационных технологий.

6. Составители программы: Ратинер Надежда Марковна, кандидат физико-математических наук, доцент

7. Рекомендована: Научно-методическим советом физического факультета, протокол №6 от 27.06.2023

8. Учебный год: 2023/2024 **Семестр(ы):** 1, 2, 3

9.Цели и задачи учебной дисциплины:

1. Цель дисциплины — изучение дифференциального и интегрального исчисления функции одной вещественной переменной, лежащего в основе всех физических и математических курсов, определённого интеграла, который представляет собой важный вопрос курса математического анализа на физическом факультете и имеет приложения в большинстве математических и физических дисциплин, дифференциального и интегрального исчисления нескольких переменных, криволинейных и поверхностных интегралов, числовых рядов, их сходимости (абсолютной и условной), функциональных рядов, степенных рядов, радиуса сходимости степенных рядов, а также рядов Фурье и интеграла Фурье.
2. Задачи дисциплины:
   - сформировать у студентов понимание роли математики в современном мире, науке и практической деятельности в избранной специальности;
   - обучить студентов основным понятиям и методам решения типовых задач математического анализа в объёме, достаточном для изучения физических дисциплин на современном научном уровне, развитие навыков математического мышления;
   - научить студентов эффективно использовать математический аппарат при изучении физических дисциплин;
   - формулировать и решать профессиональные задачи с использованием аппарата математического анализа.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: Математический анализ относится к базовой части математического и естественнонаучного цикла. В результате изучения базовой части цикла студент должен:

— знать основы математического анализа;

— уметь использовать математический аппарат для освоения теоретических основ физики и радиофизики;

— использовать информационные технологии для решения физических задач;

— владеть навыками использования математического аппарата для решения физических задач, методами оценки экспериментальных результатов.

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

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК-1	Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или)	ОПК-1.1	Владеет знаниями фундаментальных разделов математики.	Знает основы математического анализа; связь математического анализа с другими разделами математики, физики и другими науками; приложение математического анализа в других областях и дисциплинах естественнонаучного содержания.

	естественных наук в сфере своей профессиональ ной деятельности	ОПК-1.2	Создает и применяет математические модели в своей практической деятельности.	Применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера. Доказывает утверждения математического анализа; использует знания по математическому анализу для решения физических задач.
		ОПК-1.3	Умеет оценивать границы применимости используемых математических моделей при решении типовых профессиональных задач.	Использует положения, законы и методы естественных наук для решения инженерных задач в сфере профессиональной деятельности.

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.(*в соответствии с учебным планом)* — 13/468.

Форма промежуточной аттестации: зачет/экзамен.

13. Виды учебной работы:

Вид учебной работы		Трудоемкость			
		Всего	По семестрам		
			№ семестра 1	№ семестра 2	№ семестра 3
Аудиторные занятия		200	68	64	68
в том числе:	лекции	100	34	32	34
	практические	100	34	32	34
	лабораторные	0	0	0	0
Самостоятельная работа		160	67	53	40
в том числе: курсовая работа (проект)					
Форма промежуточной аттестации *(зачет – 0 час. / экзамен – ___час.)*		108	36	36	36
Итого:		468	171	153	144

13.1. Содержание дисциплины:

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
		1. Лекции	
1.1.	Числовые множества.	Числовые множества. Аксиомы действительных чисел. Комплексные числа. Бином Ньютона. Метод математической индукции. Точные верхняя и нижняя границы множеств. Принцип вложенных отрезков. Счётные и несчётные множества.	
1.2.	Предел последовательности.	Предел числовой последовательности. Бесконечно малые и бесконечно большие последовательности. Арифметические свойства предела последовательности. Предельный переход в равенствах и неравенствах. Теорема Вейерштрасса о пределе монотонной последовательности. Число Эйлера «е». Теорема Больцано − Вейерштрасса. Критерий Коши для последовательностей. Предельные точки последовательности. Верхний и нижний пределы.	
1.3.	Предел функции.	Предел функции. Критерий Коши для функций. Арифметические свойства предела функций. Замечательные пределы. Односторонние пределы. Классификация бесконечно малых. О-символика.	
1.4.	Непрерывность функции в точке. Теоремы о функциях непрерывных на отрезке.	Непрерывность функции в точке. Классификация точек разрыва функции. Непрерывность сложной функции. Непрерывность элементарных функций. Первая и вторая теоремы Вейерштрасса. Первая и вторая теоремы Коши. Теорема об обратной функции. Теорема Кантора о равномерной непрерывности.	
1.5.	Дифференциальное исчисление.	Определение производной. Геометрический и физический смысл производной. Дифференциал. Правила дифференцирования. Таблица производных. Инвариантность формы первого дифференциала. Производные обратных, параметрически заданных и неявных функций. Односторонние производные. Кусочно-гладкие функции. Старшие производные. Формула Лейбница. Неинвариантность второго дифференциалов.	
1.6.	Теоремы о дифференцируемых функциях.	Теоремы Ферма и Ролля. Формулы конечных приращений Лагранжа и Коши. Правило Лопиталя. Формула Тейлора. Разложение по формуле Тейлора основных элементарных функций. Участки монотонности и локальные экстремумы функции. Выпуклость и точки перегиба функции. Асимптоты. Общая схема построения графиков функций.	

1.7.	Неопределённые интегралы.	Первообразная и неопределенный интеграл. Таблица первообразных. Замена переменной и интегрирование по частям для неопределённых интегралов. Формула Эйлера и её применение для вычисления интегралов. Интегрирование рациональных функций. Интегрирование тригонометрических функций. Интегрирование некоторых иррациональностей. Биномиальные дифференциалы.	
1.8.	Определённые интегралы.	Определённый интеграл. Необходимое условие интегрируемости. Суммы Дарбу. Критерий Дарбу. Классы интегрируемых функций. Свойства определённых интегралов. Теоремы о среднем значении для определённого интеграла. Интеграл с переменным верхним пределом. Формула Ньютона − Лейбница. Несобственные интегралы I и II рода. Признаки сравнения.	
1.9.	Геометрические приложения определённого интеграла.	Площадь плоской фигуры. Площадь криволинейной трапеции. Формула для площади в полярной системе координат. Длина кривой. Объём и площадь поверхности тел вращения.	
1.10.	Функции многих переменных.	Непрерывность и дифференцируемость функции многих переменных. Геометрический смысл частных производных. Градиент, производная по направлению. Первый и второй дифференциалы. Замена переменных в частных производных первого и второго порядка. Якобиан. Формулировка теорем об обратной и неявной функциях. Дифференцирование функций многих переменных, заданных неявно и параметрически. Формула Тейлора для функций многих переменных.	
1.11.	Экстремумы функций многих переменных.	Необходимое условие экстремума. Достаточное условие абсолютного экстремума для функции двух и многих переменных. Критерий Сильвестра. Условный экстремум. Функция Лагранжа.	
1.12.	Кратные интегралы.	Двойной интеграл. Переход от двойного интеграла к повторным интегралам. Замена переменных в двойном интеграле. Объём пространственных объектов. Определение тройного интеграла. Переход от тройного интеграла к повторным интегралам. Замена переменных. Геометрические и физические приложения кратных интегралов.	
1.13.	Криволинейные интегралы.	Криволинейные интегралы 1 и 2 рода. Свойства криволинейных интегралов 1 и 2 рода. Формула Грина. Вычисление площади с помощью формулы Грина. Условия независимости криволинейного интеграла 2 рода от пути интегрирования.	
1.14.	Числовые ряды.	Сходимость числового ряда. Необходимое условие сходимости, критерий Коши. Признаки сравнения и интегральный признак сходимости. Признаки	

		Даламбера и Коши сходимости числовых рядов. Знакочередующиеся ряды. Признак Лейбница. Абсолютно и условно сходящиеся ряды. Теорема Римана. Признаки Дирихле и Абеля сходимости числовых рядов.	
1.15.	Функциональные и степенные ряды.	Поточечная и равномерная сходимость функциональных последовательностей и рядов. Дифференцирование и интегрирование рядов. Степенные ряды. Лемма Абеля. Радиус и область сходимости. Аналитические функции. Ряды с комплексными коэффициентами. Вывод формулы Эйлера.	
1.16.	Интегралы, зависящие от параметра.	Вычисление интеграла Пуассона. Гамма и бета функции Эйлера. Дифференцирование интегралов, зависящих от параметра. Вычисление интеграла Дирихле.	
1.17.	Ряды Фурье и преобразование Фурье.	Ортогональные тригонометрические системы. Коэффициенты Фурье. Ряды Фурье по синусам и косинусам. Ряд Фурье в комплексной форме. Ядро Дирихле. Условия Дирихле и Дини сходимости рядов Фурье. Дифференцируемость рядов Фурье и скорость убывания коэффициентов. Обобщенные ряды Фурье. Неравенство Бесселя, равенство Парсеваля. Интеграл Фурье. Преобразование Фурье. Свойства преобразования Фурье.	
2. Практические занятия			
2.1.	Числовые множества.	Числовые множества. Аксиомы действительных чисел. Комплексные числа. Бином Ньютона. Метод математической индукции. Точные верхняя и нижняя границы множеств. Принцип вложенных отрезков. Счётные и несчётные множества.	
2.2.	Предел последовательности.	Предел числовой последовательности. Бесконечно малые и бесконечно большие последовательности. Арифметические свойства предела последовательности. Предельный переход в равенствах и неравенствах. Теорема Вейерштрасса о пределе монотонной последовательности. Число Эйлера «е». Теорема Больцано − Вейерштрасса. Критерий Коши для последовательностей. Предельные точки последовательности. Верхний и нижний пределы.	
2.3.	Предел функции.	Предел функции. Критерий Коши для функций. Арифметические свойства предела функций. Замечательные пределы. Односторонние пределы. Классификация бесконечно малых. О-символика.	
2.4.	Непрерывность функции в точке. Теоремы о функциях непрерывных на	Непрерывность функции в точке. Классификация точек разрыва функции. Непрерывность сложной функции. Непрерывность элементарных функций. Первая и вторая теоремы Вейерштрасса. Первая и вторая теоремы Коши. Теорема об обратной функции. Теорема Кантора о равномерной непрерывности.	

	отрезке.		
2.5.	Дифференциальное исчисление.	Определение производной. Геометрический и физический смысл производной. Дифференциал. Правила дифференцирования. Таблица производных. Инвариантность формы первого дифференциала. Производные обратных, параметрически заданных и неявных функций. Односторонние производные. Кусочно-гладкие функции. Старшие производные. Формула Лейбница. Неинвариантность второго дифференциалов.	
2.6.	Теоремы о дифференцируемых функциях.	Теоремы Ферма и Ролля. Формулы конечных приращений Лагранжа и Коши. Правило Лопиталя. Формула Тейлора. Разложение по формуле Тейлора основных элементарных функций. Участки монотонности и локальные экстремумы функции. Выпуклость и точки перегиба функции. Асимптоты. Общая схема построения графиков функций.	
2.7.	Неопределённые интегралы.	Первообразная и неопределенный интеграл. Таблица первообразных. Замена переменной и интегрирование по частям для неопределённых интегралов. Формула Эйлера и её применение для вычисления интегралов. Интегрирование рациональных функций. Интегрирование тригонометрических функций. Интегрирование некоторых иррациональностей. Биномиальные дифференциалы.	
2.8.	Определённые интегралы.	Определённый интеграл. Необходимое условие интегрируемости. Суммы Дарбу. Критерий Дарбу. Классы интегрируемых функций. Свойства определённых интегралов. Теоремы о среднем значении для определённого интеграла. Интеграл с переменным верхним пределом. Формула Ньютона − Лейбница. Несобственные интегралы I и II рода. Признаки сравнения.	
2.9.	Геометрические приложения определённого интеграла.	Площадь плоской фигуры. Площадь криволинейной трапеции. Формула для площади в полярной системе координат. Длина кривой. Объём и площадь поверхности тел вращения.	
2.10.	Функции многих переменных.	Непрерывность и дифференцируемость функции многих переменных. Геометрический смысл частных производных. Градиент, производная по направлению. Первый и второй дифференциалы. Замена переменных в частных производных первого и второго порядка. Якобиан. Формулировка теорем об обратной и неявной функциях. Дифференцирование функций многих переменных, заданных неявно и параметрически. Формула Тейлора для функций многих переменных.	
2.11.	Экстремумы функций многих	Необходимое условие экстремума. Достаточное условие абсолютного экстремума для функции двух и многих переменных. Критерий Сильвестра.	

	переменных.	Условный экстремум. Функция Лагранжа.	
2.12.	Кратные интегралы.	Двойной интеграл. Переход от двойного интеграла к повторным интегралам. Замена переменных в двойном интеграле. Объём пространственных объектов. Определение тройного интеграла. Переход от тройного интеграла к повторным интегралам. Замена переменных. Геометрические и физические приложения кратных интегралов.	
2.13.	Криволинейные интегралы.	Криволинейные интегралы 1 и 2 рода. Свойства криволинейных интегралов 1 и 2 рода. Формула Грина. Вычисление площади с помощью формулы Грина. Условия независимости криволинейного интеграла 2 рода от пути интегрирования.	
2.14.	Числовые ряды.	Сходимость числового ряда. Необходимое условие сходимости, критерий Коши. Признаки сравнения и интегральный признак сходимости. Признаки Даламбера и Коши сходимости числовых рядов. Знакочередующиеся ряды. Признак Лейбница. Абсолютно и условно сходящиеся ряды. Теорема Римана. Признаки Дирихле и Абеля сходимости числовых рядов.	
2.15.	Функциональные и степенные ряды.	Поточечная и равномерная сходимость функциональных последовательностей и рядов. Дифференцирование и интегрирование рядов. Степенные ряды. Лемма Абеля. Радиус и область сходимости. Аналитические функции. Ряды с комплексными коэффициентами. Вывод формулы Эйлера.	
2.16.	Интегралы, зависящие от параметра.	Вычисление интеграла Пуассона. Гамма и бета функции Эйлера. Дифференцирование интегралов, зависящих от параметра. Вычисление интеграла Дирихле.	
2.17.	Ряды Фурье и преобразование Фурье.	Ортогональные тригонометрические системы. Коэффициенты Фурье. Ряды Фурье по синусам и косинусам. Ряд Фурье в комплексной форме. Ядро Дирихле. Условия Дирихле и Дини сходимости рядов Фурье. Дифференцируемость рядов Фурье и скорость убывания коэффициентов. Обобщенные ряды Фурье. Неравенство Бесселя, равенство Парсеваля. Интеграл Фурье. Преобразование Фурье. Свойства преобразования Фурье.	

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий:

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1.	Числовые множества.	5	5	0	9	19
2.	Предел последовательности.	5	5	0	9	19
3.	Предел функции.	6	6	0	9	21
4.	Непрерывность функции в точке. Теоремы о функциях непрерывных на отрезке.	6	6	0	9	21
5.	Дифференциальное исчисление.	6	6	0	9	21
6.	Теоремы о дифференцируемых функциях.	6	6	0	9	21
7.	Неопределённые интегралы.	6	6	0	9	21
8.	Определённые интегралы.	6	6	0	9	21
9.	Геометрические приложения определённого интеграла.	6	6	0	9	21
10.	Функции многих переменных.	6	6	0	9	21
11.	Экстремумы функций многих переменных.	6	6	0	10	22
12.	Кратные интегралы.	6	6	0	10	22
13.	Криволинейные интегралы.	6	6	0	10	22
14.	Числовые ряды.	6	6	0	10	22
15.	Функциональные и степенные ряды.	6	6	0	10	22
16.	Интегралы, зависящие от параметра.	6	6	0	10	22
17.	Ряды Фурье и преобразование Фурье.	6	6	0	10	22
	Итого:	100	100	0	160	360

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Работа с конспектами лекций, чтение литературы по предмету; решение задач по курсу в течение семестра.

Самостоятельная работа студентов в течение семестра включает следующие формы работы и виды контроля:

- подготовка к практическим занятиям;

при подготовке к практическим занятиям необходимо проработать теоретические вопросы занятия с использованием материала лекций и рекомендуемой литературы, подробно разобрать примеры решения задач, разобранных на лекциях, выполнить домашние задания по данной теме;

- подготовка к коллоквиуму по лекционному курсу;

при подготовке к коллоквиуму по лекционному курсу необходимо проработать теоретические вопросы данного модуля с использованием материала лекций и рекомендуемой литературы, подробно разобрать примеры, разобранные на лекциях, выполнить домашние задания по данному модулю;

Показателем успешной текущей работы студента является еженедельное выполнение заданий на практических занятиях. Методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по курсу включает:

- Конспект лекций;
- Основную литературу;
- Дополнительную литературу.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины *(список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)*

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Тер-Крикоров А.М. Курс математического анализа / А.М. Тер-Крикоров. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2012. — 678 с. (ЭБС «ЛАНЬ» http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4398)
2	Протасов Ю.М. Математический анализ / Ю.М. Протасов. — М.: ФЛИНТА, 2012. — 164 с. (ЭБС «Университетская библиотека online» http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=115118)
3	Геворкян Э.А. Математика. Математический анализ. Учебно-методический комплекс / Э.А. Геворкян; Малахов А.Н. — Москва: Евразийский открытый институт, 2010. — 343 с. (ЭБС «ЛАНЬ» http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=93168)
4	Полькина Е.А. Сборник заданий по высшей математике с образцами решений (математический анализ) / Е.А. Полькина; Стакун Н.С. — Москва: МПГУ; Издательство «Прометей», 2013. — 200 с. (ЭБС «Университетская библиотека online» http://biblioclub.ru/index.php? page=book&id=240475)

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Кудрявцев Л.Д. Краткий курс математического анализа: [учебник для студентов вузов] / Л.Д. Кудрявцев. — М.: Физматлит, 2005. — ISBN 59221-0183-8.Т. 1: Дифференциальное и интегральное исчисления функций одной переменной. Ряды .— Изд. 3-е, перераб. — 2005 .— 399 с.
2	Сборник задач по высшей математике. С контрольными работами: 1 курс: / К.Н. Лунгу [и др.] .— 7-е изд. — М. : Айрис пресс, 2008 .— 574 с.
3	Сборник задач по высшей математике. С контрольными работами: 2 курс / К.Н. Лунгу [и др.]; под ред. С.Н. Федина. — 6-е изд. — М. : Айрис пресс, 2007 .— 589 с.
4	Ильин В.А. Основы математического анализа / В.А. Ильин, Э.Г. Позняк. — М.: Физматлит, 2005. — (Курс высшей математики и математической физики / под ред. А.Н. Тихонова [и др.] ; Вып. 1) .Ч. 1 .— Изд. 7-е, стер. — 2005. — 646 с.
5	Ильин В.А. Основы математического анализа / В.А. Ильин, Э.Г. Позняк. — М.: Физматлит, 2005. — (Курс высшей математики и математической физики / под ред. А.Н. Тихонова [и др.] ; Вып. 2) .Ч. 2 .— Изд. 5-е, стер. — 2006. — 464 с.

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

№ п/п	Ресурс
1	www.lib.vsu.ru – ЗНБ ВГУ
2	http://e.lanbook/com/ - ЭБС «Лань»
3	http://www.book.ru/ - ЭБС «Book.ru»

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы *(учебно-методические рекомендации, пособия, задачники, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)*

Курс дисциплины построен таким образом, чтобы позволить студентам максимально проявить способность к самостоятельной работе. Для успешной самостоятельной работы предполагается тесный контакт с преподавателем.

Изучение дисциплины следует начинать с проработки настоящей рабочей программы, особое внимание уделяя целям и задачам, структуре и содержанию курса.

Студентам рекомендуется получить в библиотеке учебную литературу по дисциплине, необходимую для эффективной работы на всех видах аудиторных занятий, а также для самостоятельной работы по изучению дисциплины.

Своевременное и качественное выполнение самостоятельной работы базируется на соблюдении настоящих рекомендаций и изучении рекомендованной литературы. Студент может дополнить список использованной литературы современными источниками, не представленными в списке рекомендованной литературы, и в дальнейшем использовать собственные подготовленные учебные материалы.

Успешное освоение курса предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы.

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

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:
(при использовании лабораторного оборудования указывать полный перечень, при большом количестве оборудования можно вынести данный раздел в приложение к рабочей программе)

Лекционная аудитория.

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Разделы 1-17	ОПК-1	ОПК-1.1	Контрольные работы
2.	Разделы 1-17		ОПК-1.2	Контрольные работы
3.	Разделы 1-17		ОПК-1.3	Контрольные работы
Промежуточная аттестация форма контроля — экзамен, зачёт				Перечень вопросов Практическое задание

20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

<u>Контрольные работы.</u>

I семестр.

Контрольная работа № 1. Введение в математический анализ. 8 заданий.

Контрольная работа № 2. Пределы и непрерывность. 8 заданий.

Контрольная работа № 3. Производная и дифференциал. 8 заданий.

II семестр.

Контрольная работа № 4. Неопределённый и определённый интеграл. 9 заданий.

Контрольная работа № 5. Функции нескольких переменных. 7 заданий.

Контрольная работа № 6. Кратные и криволинейные интегралы.6 заданий.

III семестр

Контрольная работа № 7. Числовые и степенные ряды. 7 заданий.

Контрольная работа № 8. Ряды Фурье. Интегралы с параметром. 5 заданий.

Контрольные работы проводятся аудиторно или на портале moodle. Время, отведенное на выполнение контрольной работы, 2 академических часа. При выполнении контрольной работы студент не может пользоваться справочными материалами в любом виде. Допустимо использование простого калькулятора.

За каждое задание в контрольной работе студент получает 1 балл.

Баллы начисляются также за выполнение домашнего задания и посещение практических и лекционных занятий.

Полученные в течении семестра баллы подсчитываются в конце семестра для каждого студента и учитываются при выставлении оценки на экзамене или дифференцированном зачете.

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ

I семестр

1. Множества. Вещественные числа. Свойства вещественных чисел. Модуль числа, целая и дробная части.
2. Метод математической индукции. Бином Ньютона. Треугольник Паскаля.

3. Ограниченные множества. Точные верхняя и нижняя грани. Свойство полноты множества вещественных чисел.
4. Лемма об отделимости множеств. Леммы о системе вложенных отрезков.
5. Отображения. Взаимно однозначное отображение. Обратное отображение.
6. Мощность множества. Счетные множества. Несчетность множества вещественных чисел.
7. Комплексные числа. Операции над комплексными числами. Тригонометрическая и показательные формы комплексного числа.
8. Числовые последовательности. Предел последовательности. Бесконечно малые последовательности и их свойства. Бесконечно большие последовательности.
9. Арифметические свойства предела. Предельный переход в неравенствах.
10. Монотонные последовательности. Теорема Вейерштрасса.
11. Число "е".
12. Подпоследовательности. Частичные пределы. Верхний и нижний пределы последовательности. Теорема Больцано-Вейерштрасса.
13. Критерий Коши сходимости последовательности.
14. Функции. Предел функции. Эквивалентность определений по Коши и по Гейне.
15. Арифметические свойства пределов, предельный переход в неравенствах).
16. Замечательные пределы.
17. Односторонние пределы Монотонные функции. Предел монотонной функции.
18. Критерий Коши существования предела функции.
19. Классификация бесконечно малых и бесконечно больших величин. О-символика.
20. Непрерывность функции в точке. Свойства непрерывных функций. Непрерывность сложной функции. Элементарные функции.
21. Классификация точек разрыва. Примеры.
22. 1 и 2-я теоремы Коши о функциях, непрерывных на отрезке.
23. 1 и 2-я теоремы Вейерштрасса о функциях, непрерывных на отрезке.
24. Обратная функция. Теорема об обратной функции для монотонной непрерывной функции.
25. Равномерная непрерывность функции. Теорема Гейне-Кантора.
26. Производная функции в точке. Геометрический и физический смысл. Примеры. Производная произведения функции на число, суммы функции, произведения и частного.
27. Дифференциал функции. Использование дифференциала для приближенных вычислений. Связь дифференцируемости и непрерывности. Правила дифференцирования.
28. Производная сложной функции. Производная обратной функции.
29. Производные элементарных функций.
30. Инвариантность формы первого дифференциала. Производная функции, заданной параметрически.
31. Производные и дифференциалы высших порядков. Правило Лейбница. Нарушение инвариантности формы 2-го дифференциала.
32. Возрастание и убывание функции в точке. Локальные экстремумы. Теорема Ферма.
33. Теоремы Роля и Лагранжа.
34. Теорема Коши.
35. Раскрытие неопределенностей. Правило Лопиталя.
36. Формула Тейлора с остаточным членом в форме Пеано.
37. Формула Тейлора с остаточным членом в форме Лагранжа (без док-ва). Формула Тейлора для основных функций.
38. Достаточные условия экстремума (1-е, 2-е и 3-е дост. усл.)
39. Выпуклые функции. Точки перегиба.
40. Асимптоты. Исследование поведения функций с помощью производных.

II семестр.

1. Первообразная и неопределенный интеграл. Свойства неопределенного интеграла. Табличные интегралы. Замена переменных. Интегрирование по частям.
2. Интегрирование простейших дробей первого, второго и третьего типов.
3. Интегрирование простейших дробей четвертого типа. Интегрирование рациональных функций.
4. Интегрирование некоторых иррациональностей. Биноминальные дифференциалы.
5. Интегрирование функций R (sin x, cos x).
6. Интегрирование функций. Использование формул понижения степени.
7. Определенный интеграл. Примеры интегрируемой и неинтегрируемой функции. Необходимое условие интегрируемости.
8. Верхние и нижние суммы Дарбу. Их свойства. Необходимое и достаточное условия интегрируемости.
9. Классы интегрируемых функций.
10. Основные свойства интегрируемых функций и определенного интеграла.
11. Свойства определенного интеграла, выражаемые неравенствами. Интегральная теорема о среднем.
12. Определенный интеграл как функция верхнего предела. Формула Ньютона-Лейбница.
13. Кривые в пространстве и на плоскости. Спрямляемые кривые. Длина кривой.
14. Квадрируемые фигуры на плоскости. Площадь плоской фигуры. Выражение площади криволинейной трапеции с помощью определенного интеграла.
15. Функции нескольких переменных. График функции двух переменных. Линии и поверхности уровня. Расстояние в пространстве Rn. Открытый и замкнутый шар, сфера. Окрестность точки в пространстве Rn. Прямоугольные и шаровые окрестности.
16. Частные производные. Дифференциал. Необходимое условие дифференцируемости функции. Пример, показывающий, что необходимое условие дифференцируемости не является достаточным.
17. Достаточное условие дифференцируемости функции.
18. Теорема о дифференцируемости сложной функции. Формула для вычисления частных производных сложной функции.
19. Производная по направлению. Градиент.
20. Частные производные высших порядков. Теорема о равенстве смешанных производных. Дифференциалы высших порядков.
21. Неявные функции. Теорема о неявной функции.
22. Матрица Якоби. Якобиан. Взаимно однозначные отображения.
23. Экстремум функции многих переменных. Необходимые условия экстремума. Достаточные условия экстремума.
24. Условный экстремум. Прямой метод отыскания условного экстремума. Метод Лагранжа отыскания условного экстремума.

III семестр

1. Двойной интеграл. Теорема о сведении двойного интеграла к повторному. Аддитивность двойного интеграла по области.
2. Площадь в криволинейных координатах. Замена переменных в двойном интеграле. Производная двойного интеграла по области. Приложения двойного интеграла.
3. Тройной интеграл. Сведение тройного интеграла к повторному. Замена переменных в тройном интеграле. Приложения тройного интеграла.
4. Криволинейные интегралы первого рода. Натуральный параметр кривой. Сведение криволинейного интеграла к определенному.

5. Криволинейные интегралы второго рода. Сведение к определенному интегралу.
6. Формула Грина.
7. Условия независимости криволинейного интеграла второго рода от пути.
8. Понятие поверхности. Площадь поверхности.
9. Поверхностные интегралы первого рода. Формулы для вычисления поверхностных интегралов первого рода для параметрически и явно заданных поверхностей.
10. Односторонние и двусторонние поверхности. Поверхностные интегралы второго рода. Формулы для вычисления поверхностных интегралов второго рода для параметрически и явно заданных поверхностей.
11. Формула Остроградского. Формула Стокса.
12. Несобственные интегралы первого и второго рода. Примеры. Главное значение несобственного интеграла.
13. Признаки сходимости несобственных интегралов.
14. Абсолютная и условная сходимость несобственных интегралов. Признаки Дирихле и Абеля. Примеры абсолютно и условно сходящихся интегралов.
15. Числовые ряды. Свойства сходящихся рядов. Необходимое условие сходимости ряда. Геометрическая прогрессия. Гармонический ряд.
16. Теорема сравнения для положительных рядов. Теорема сравнения в предельной форме. Обобщенный гармонический ряды. Специальный признак сравнения.
17. Признаки Коши и Даламбера. Интегральный признак Коши.
18. Ряды с произвольными членами. Абсолютная и условная сходимость. Пример условно сходящегося ряда. Теорема о перестановке членов абсолютно сходящего ряда. Теорема о перестановке членов условно сходящегося ряда (теорема Римана). Знакочередующиеся ряды, признак Лейбница.
19. Функциональные ряды. Поточечная и равномерная сходимости. Признак Вейерштрасса равномерной сходимости ряда.
20. Свойства равномерно сходящихся последовательностей и рядов -.
21. Степенные ряды. Интервал и радиус сходимости. Почленное интегрирование и дифференцирование степенных рядов.
22. Разложение функции в степенной ряд. Разложения основных элементарных функций.
23. Периодические функции. Основная тригонометрическая система. Ряд Фурье по основной тригонометрической системе.
24. Среднее квадратичное отклонение. Свойство частичных сумм ряда Фурье. Неравенство Бесселя.
25. Комплексная форма тригонометрического ряда Фурье.
26. Теоремы о сходимости и равномерной сходимости ряда Фурье.
27. Интеграл Фурье как предельная форма ряда Фурье. Преобразование Фурье.

<u>Описание технологии проведения</u>

Экзамен проводится по расписанию экзаменационной сессии аудиторно или на портале moodle. Экзаменационная работа содержит 6 вопросов. Ответ студент предоставляет в письменном виде. На подготовку ответа отводится от 1 час 20 мин до 1 час. 40 мин. Время, отведенное на экзамен, сообщается до начала экзамена. Преподаватель может назначить для студента дополнительное собеседование по результатам письменной работы, на котором может задавать вопросы или задачи по программе курса.

Зачет проводится в конце семестра в письменном виде по расписанию занятий. Возможно распределение зачета на несколько частей в течении семестра.

Преподаватель может назначить для студента дополнительное собеседование по результатам письменной работы, на котором может задавать вопросы или задачи по программе курса.

Для оценивания результатов обучения на экзамене/зачете используются следующие показатели:

1) знание основных понятий математического анализа и его методов, которые используются для построения моделей и конструирования алгоритмов решения практических задач;
2) знание постановки классических задач;
3) знание методов формулировки и доказательства математических утверждений;
4) умение применять методы математического анализа для решения задач в профессиональной деятельности;
5) умение применять аппарат математического анализа для доказательства утверждений и теорем;
6) владение навыками квалифицированного выбора и адаптации существующих методов для решения различных практических задач;
7) владение навыками использования методов решения классических задач математического анализа для решения различных естественнонаучных задач.

Оценка	Критерии оценок
Отлично	Полное знание теоретического курса, умение решать задачи, входящие в программу первого семестра. Полное выполнение учебной нагрузки в течении семестра (посещение практических занятий и лекций, выполнение домашних задание, выполнение контрольных работ не менее, чем на 80%.)
Хорошо	Хорошее знание теоретического курса, возможны некоторые недочеты, умение решать задачи по большей части курс. Выполнение учебной нагрузки в течении семестра не менее, чем на 60 %
Удовлетворительно	Знание основных моментов теоретического курса (формул, теорем), умение решать простейшие задачи по курсу. Выполнение учебной нагрузки не менее, чем на 40%.
Неудовлетворительно	Отсутствие знания основных моментов теоретического курса и отсутствие практических навыков. Выполнение учебной нагрузки менее, чем на 40 %.

20.3 Типовые контрольные задания.

Контрольно-измерительный материал № 1.

1. Решить неравенство $|2x-1|<|3x+1|$.
2. Доказать с помощью метода математической индукции равенство

$$\sum_{k=1}^{n}(2k-1)^2=\frac{1}{3}n\left(4n^2-1\right).$$

3. Вычислить $(2+i)^3 \cdot (11+2i)$.
4. Решить систему $\begin{cases} z_1+(i+1)z_2=1+4i \\ (3-i)z_1-2z_2=i-3 \end{cases}$.

5. Найти функции $f(g(x))$ и $g(f(x))$, если $f(x)=(x+1)^2$, $g(x)=\dfrac{1}{x+2}$.

6. Построить график функции $y=2\cos\left(x-\dfrac{\pi}{4}\right)+3$.

7. Найти коэффициент при x^{-5} в выражении $\left(\sqrt{x}-\dfrac{2}{x}\right)^8$.

Контрольно-измерительный материал № 2.

1. Вычислить df, $d^2 f$, если $f(x,y)=\dfrac{1}{y}e^{xy}$.

2. Доказать, что $y^2\dfrac{\partial\phi}{\partial x}+xy\dfrac{\partial\phi}{\partial y}=x\phi$, если $\phi(x,y)=y\cdot f(x^2-y^2)$.

3. Сделать замену переменных в уравнении $(x+y)\dfrac{\partial z}{\partial x}-(x-y)\dfrac{\partial z}{\partial y}=0$, если $u=\ln\sqrt{x^2+y^2}$, $v=arctg\dfrac{y}{x}$.

4. Найти $\dfrac{\partial f}{\partial \vec{q}}$ в точке M, если $f(x,y)=x\cdot\sin(x+2y)$, $M(1;-1)$, $\vec{q}=(-1;2)$.

5. Найти первые частные производные неявно заданной функции $z=z(x,y)$

$\ln(x-y-z)=2x-y-z$

20.4 Тестовые задания

Текущая аттестация № 1

1. Теорема сравнения для положительных рядов. Теорема сравнения в предельной форме. Обобщенный гармонический ряды. Специальный признак сравнения.
2. Признаки Коши и Даламбера. Интегральный признак Коши.

Текущая аттестация № 2

1. Кривые в пространстве и на плоскости. Спрямляемые кривые. Длина кривой.
2. Квадрируемые фигуры на плоскости. Площадь плоской фигуры. Выражение площади криволинейной трапеции с помощью определенного интеграла.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Направление/специальность 14.03.02 Ядерные физика и технологии

Дисциплина Б1.О.11.01 Математический анализ.

Профиль подготовки Физика атомного ядра и частиц

Форма обучения очная

Учебный год 2023/2024

Ответственный исполнитель

Заведующий кафедрой математической
физики и информационных технологий ________________ Переселков С.А. 28.06.2023

Исполнители

Доцент кафедры математической
физики и информационных технологий ________________ Ратинер Н.М. 28.06.2023

СОГЛАСОВАНО

Куратор ООП
по направлению/специальности __________ ________________ __.__ 2023
подпись *расшифровка подписи*

Начальник отдела обслуживания ЗНБ __________ ____________ __.__ 2023
подпись *расшифровка подписи*

Программа рекомендована Научно-методическим советом физического факультета, протокол №6 от 27.06.2023г.