

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Наумова Наталия Александровна
Должность: Ректор
Дата подписания: 15.09.2025 12:08:40
Уникальный программный ключ:
6b5279d84e0e7b1030e5d4a7e3e11

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ»
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ)

Физико-математический факультет

Кафедра высшей алгебры, математического анализа и геометрии

Согласовано

деканом физико-математического факультета

«19» марта 2025 г.

/Кулешова Ю.Д./

Рабочая программа дисциплины

Математический анализ

Направление подготовки

44.03.01 Педагогическое образование

Профиль:

Информатика

Квалификация

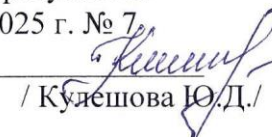
Бакалавр

Форма обучения

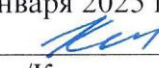
Очная

Согласовано учебно-методической комиссией
физико-математического факультета

Протокол от «19» марта 2025 г. № 7

Председатель УМКом 
/Кулешова Ю.Д./

Рекомендовано кафедрой высшей
алгебры, математического анализа и
геометрии

Протокол от «18» января 2025 г. № 5
Зав. кафедрой 

/Кондратьева Г.В./

Москва

2025

Автор-составитель:

Зверев Н.В.

доцент кафедры высшей алгебры, математического анализа и геометрии,
кандидат физико-математических наук, доцент

Рабочая программа дисциплины «Математический анализ» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 44.03.01 Педагогическое образование, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ России № 121 от 22.02.2018 г.

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» и является обязательной для изучения.

Год начала подготовки (по учебному плану) 2025

СОДЕРЖАНИЕ

1. Планируемые результаты обучения	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	4
3. Объем и содержание дисциплины	4
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся	10
5. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине	12
6. Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины	23
7. Методические указания по освоению дисциплины	24
8. Информационные технологии для осуществления образовательного процесса по дисциплине	24
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины	24

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

1.1. Цель и задачи дисциплины

Цель освоения дисциплины:

формирование знаний и понятий в области высшей математики, её роли и месте в системе естественных и математических наук, отчетливое усвоение студентами исходных идей, значений основных результатов математического анализа, а также овладение техникой рассуждений и вычислений в областях математического анализа.

Задачи дисциплины:

- изучение основных понятий и теорем математического анализа;
- применение основных понятий математического анализа в различных дисциплинах физики, математики и информатики.;
- способствовать развитию творческого потенциала обучающегося в процессе освоения данного курса, активизации самостоятельной деятельности, включению в исследовательскую работу;
- сформировать готовность обучающегося к реализации полученных знаний и умений в практической деятельности.

1.2. Планируемые результаты обучения

В результате освоения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции:

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

ПК-3. Способен формировать развивающую образовательную среду для достижения личностных, предметных и метапредметных результатов обучения средствами преподаваемых учебных предметов

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» и является обязательной для изучения.

Программа дисциплины «Математический анализ» построена таким образом, что её основные понятия и методы в практическом плане органично дополняют программы курсов «Линейная алгебра», «Аналитическая геометрия», «Дискретная математика».

Данная дисциплина является основой для более подробного изучения дисциплин «Теория алгоритмов», «Вычислительный практикум».

3. ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Объем дисциплины

Показатель объема дисциплины	Кол-во часов
Объем дисциплины в зачетных единицах	11
Объем дисциплины в часах	396
Контактная работа:	188,9
Лекции	60
Практические занятия	122
Контактные часы на промежуточную аттестацию:	6,9
Предэкзаменационная консультация	6
Экзамен	0,9
Самостоятельная работа	178

Контроль	29,1
----------	------

Форма промежуточной аттестации: экзамен в 1,2,3 семестрах.

3.2. Содержание дисциплины

Наименование разделов (тем) дисциплины	Кол-во часов	
	Лекции	Практические занятия
Семестр 1		
Раздел 1. Дифференциальное исчисление функций одной переменной		
Тема 1. Действительные числа Числовые множества. Множество действительных чисел. Периодические десятичные дроби. Максимум и минимум числовых множеств. Множество действительных чисел. Точная верхняя и точная нижняя грани числовых множеств. Теорема о точных гранях.	3	4
Тема 2. Понятие функции Числовая функция. Область определения и множество значений функции. Способы задания функции. Сложная и обратная функция. Сложная и обратная функция. Чётная, нечётная и периодическая функция. Возрастание и убывание функции. Основные элементарные функции. Понятие элементарной функции.	3	4
Тема 3. Числовые последовательности и их пределы Числовая последовательность. Предел числовой последовательности. Арифметические операции с пределами последовательностей. Свойства предела последовательности. Теорема Вейерштрасса о монотонных ограниченных последовательностях. Число e . Сумма бесконечно убывающей геометрической прогрессии. Теорема Больцано – Вейерштрасса. Критерий Коши сходимости числовой последовательности	2	5
Тема 4. Предел и непрерывность функции Предел функции. Односторонний и бесконечный пределы функции. Свойства предела функции. Первый и второй замечательные пределы. Непрерывность функции. Свойства непрерывности функции. Разрывы функции. Теорема о разрывах монотонных функций. Отношения «О» и «о». Эквивалентные функции.	2	5
Тема 5. Производная и дифференциал Производная функции. Её геометрический и физический смысл. Дифференцируемость функции. Связь производной, дифференцируемости и непрерывности функции. Правила дифференцирования. Производные основных элементарных функций. Гиперболические синус, косинус, тангенс и котангенс; их производные. Производная показательной-степенной функции. Логарифмическая производная. Дифференциал, его свойства, инвариантность формы дифференциала. Производная функции, заданной параметрически. Производные и дифференциалы высших порядков.	2	6

Тема 6. Основные теоремы дифференциального исчисления функций одной переменной Необходимое условие локального экстремума функции (теорема Ферма). Теоремы Ролля, Лагранжа и Коши. Функция с нулевой производной. Виды неопределённостей. Правило Лопиталя раскрытия неопределённостей. Формула Тейлора для многочлена. Бином Ньютона. Формула Лейбница для производной высшего порядка произведения функций. Формула Тейлора для произвольной функции. Остаточное слагаемое в форме Пеано и в форме Лагранжа.	2	5
Тема 7. Применение дифференциального исчисления к исследованию функций одной переменной Теоремы о возрастании и убывании функций. Достаточные условия локального экстремума функции. Экстремум функции, заданной на отрезке. Выпуклость функций. Необходимое и достаточное условия выпуклости функции. Теорема о выпуклости функции. Точка перегиба функции. Достаточные условия точки перегиба функции. Асимптоты графика функции. Схема построения графика функции.	2	5
Итого в семестре 1	16	34
Семестр 2		
Раздел 2. Интегральное исчисление функций одной переменной		
Тема 1. Неопределённый интеграл: определение и основные свойства Первообразная функции и неопределённый интеграл. Линейность неопределённого интеграла и его противоположность дифференцированию. Таблица основных неопределённых интегралов. Метод замены переменной и метод интегрирования по частям в неопределённом интеграле.	2	4
Тема 2. Основные классы функций, интегрируемых в конечном виде Интегрирование дробно-рациональной функции. Неопределённые интегралы от простейших рациональных дробей. Метод неопределённых коэффициентов и метод «вычёркиваний». Интегрирование рациональных тригонометрических функций. Универсальная тригонометрическая подстановка. Интегрирование симметричных рациональных тригонометрических функций. Интегрирование квадратичных иррациональностей и рациональных функций с квадратичными иррациональностями. Интегрирование дробно-линейных иррациональностей и дифференциальных биномов.	4	6
Тема 3. Определённый интеграл Понятие определённого интеграла. Необходимое условие существования определённого интеграла. Теорема Коши о существовании определённого интеграла. Геометрический смысл определённого интеграла. Линейность, аддитивность и монотонность определённого интеграла. Теорема о среднем и производная определённого интеграла с переменным верхним пределом. Формула Ньютона – Лейбница. Замена переменной и интегрирование по частям в определённом интеграле. Определённый интеграл от чётной, нечётной и периодической функции. Формула Тейлора с остаточным слагаемым в интегральной форме.	4	6
Тема 4. Геометрические приложения определённого интеграла Площадь области на плоскости, ограниченной кривыми. Площадь криволинейного сегмента и площадь области в параметрической форме. Длина дуги пространственной кривой в параметрической форме. Длина дуги плоской кривой в прямоугольных и полярных координатах. Объём тела по площадям параллельных сечений. Объём тела вращения. Площадь поверхности вращения в прямоугольных координатах и в параметрической	2	6

форме.		
Тема 5. Несобственные интегралы Несобственный интеграл 1-го рода. Признаки сходимости несобственных интегралов 1-го рода. Несобственный интеграл 2-го рода. Признаки сходимости несобственных интегралов 2-го рода.	2	6
Итого в семестре 2	14	28
Семестр 3		
Раздел 3. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных		
Тема 1. Предел и непрерывность функции нескольких переменных Функция нескольких переменных, область определения. Пределы по Коши и по Гейне, непрерывность функции нескольких переменных. Предел сложной функции. Связное множество. Прохождение непрерывной функции через промежуточное значение. Открытое и замкнутое множества, область. Теоремы Вейерштрасса о непрерывной функции.	2	4
Тема 2. Частные производные и дифференциалы функции нескольких переменных Частные производные первого порядка. Дифференцируемость функции нескольких переменных, дифференциал функции. Дифференцирование сложной функции. Частные производные высших порядков. Смешанные производные, их равенство. Дифференциалы высших порядков.	2	4
Тема 3. Формула Тейлора и экстремум функций нескольких переменных Формула Тейлора функции нескольких переменных. Остаточное слагаемое в форме Пеано и в форме Лагранжа. Полином Ньютона. Экстремум функции нескольких переменных. Необходимое и достаточное условия экстремума. Экстремум функции двух переменных.	2	4
Тема 4. Неявные функции нескольких переменных Неявная функция. Теорема о неявной функции. Дифференцирование неявной функции. Система неявных функций. Якобиан. Теорема о системе неявных функций. Условный экстремум. Необходимое условие условного экстремума – метод функции Лагранжа. Достаточное условие условного экстремума. Экстремум квадратичной формы на единичной сфере.	2	4
Тема 5. Геометрические приложения дифференциального исчисления функций нескольких переменных Производная функции по направлению. Градиент функции и его геометрический смысл. Поверхность уровня. Касательная плоскость.	2	4
Раздел 4. Кратные интегралы		

Тема 1. Двойные интегралы Квадрируемость и площадь плоской фигуры. Определение и геометрический смысл двойного интеграла. Теорема о существовании и основные свойства двойного интеграла. Повторные интегралы. Замена переменных в двойном интеграле. Двойной интеграл в полярных координатах. Интеграл Пуассона.	2	4
Тема 2. Тройные интегралы Кубируемость и объём фигуры в трёхмерном пространстве. Определение тройного интеграла. Теорема о существовании и основные свойства тройного интеграла. Повторные интегралы. Замена переменных в тройном интеграле. Тройной интеграл в цилиндрических и сферических координатах.	2	4
Тема 3. Многомерные интегралы Измеримость и мера Жордана фигуры в многомерном пространстве. Многомерные интегралы: определение, теорема о существовании, основные свойства, замена переменных.	2	4
Тема 4. Интегралы, зависящие от параметра Собственные и несобственные интегралы, зависящие от параметра. Дифференцирование и интегрирование по параметру. Бета-функция и гамма-функция. Их основные свойства.	2	4
Раздел 5. Числовые и функциональные ряды		
Тема 1. Числовые ряды Понятие числового ряда. Сходимость числового ряда. Необходимый признак сходимости. Признаки сравнения. Признаки Даламбера и Коши сходимости. Интегральный признак сходимости. Знакопеременный ряд. Признак Лейбница сходимости. Абсолютно и условно сходящиеся числовые ряды. Теоремы об абсолютно и условно сходящихся числовых рядах.	2	4
Тема 2. Функциональные и степенные ряды Понятие функционального ряда. Равномерная сходимость функционального ряда. Признаки Вейерштрасса, Дирихле и Абеля равномерной сходимости функциональных рядов. Свойства равномерно сходящихся функциональных рядов. Понятие степенного ряда. Радиус сходимости степенного ряда. Равномерная сходимость степенного ряда. Свойства степенных рядов. Сходимость ряда Тейлора.	2	4
Раздел 6. Криволинейные и поверхностные интегралы		
Тема 1. Криволинейные интегралы Криволинейный интеграл 1-го рода: определение, теорема о существовании, основные свойства, методы вычисления. Криволинейный интеграл 2-го рода: определение, теорема о существовании, основные свойства, связь с криволинейным интегралом 1-го рода, методы вычисления.	2	4
Тема 2. Поверхностные интегралы Поверхностный интеграл 1-го рода: определение, теорема о существовании, основные свойства, методы вычисления. Телесный угол. Поверхностный интеграл 2-го рода: определение, теорема о существовании, основные свойства, связь с поверхностным интегралом 1-го рода, методы вычисления. Формулы Остроградского – Грина, Стокса и Остроградского – Гаусса.	2	4
Раздел 7. Ряды Фурье и преобразование Фурье		
Тема 1. Ряды Фурье Тригонометрический ряд Фурье. Коэффициенты Фурье. Тождество и неравенство Бесселя и равенство Парсеваля. Лемма Римана. Ядра Дирихле и Фейера ряда Фурье. Теоремы Фейера и Дирихле о сходимости ряда Фурье. Условие абсолютной и равномерной сходимости, почленное	2	4

дифференцирование и почленное интегрирование ряда Фурье.		
Тема 2. Преобразование Фурье Прямое преобразование Фурье. Лемма Римана. Обратное преобразование Фурье (интеграл Фурье). Равенство Планшереля. Почленное дифференцирование интеграла Фурье. Теорема Котельникова.	2	4
Итого в семестре 3	30	60
Итого	60	122

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Темы для самостоятельного изучения	Изучаемые вопросы	Кол-во часов	Формы самостоятельной работы	Методическое обеспечение	Формы отчетности
Семестр 1					
Тема 1. Дифференциальное исчисление функций одной переменной	Понятие элементарной функции. Теорема о разрывах монотонных функций. Отношения «О» и «о». Производные и дифференциалы высших порядков.	46	Изучение материалов лекций, выполнение домашних заданий. Работа с учебной литературой	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	Конспект
Итого в семестре 1		46			
Семестр 2					
Тема 2. Интегральное исчисление функций одной переменной	Метод «вычёркиваний». Определённый интеграл от чётной, нечётной и периодической функции. Формула Тейлора с остаточным слагаемым в интегральной форме. Площадь криволинейного сегмента и	14	Изучение материалов лекций, выполнение домашних заданий. Работа с учебной литературой	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	Конспект

	площадь области в параметрической форме.				
Тема 3. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных	Функция нескольких переменных. Предел функции по Гейне.	12	Изучение материалов лекций, выполнение домашних заданий. Работа с учебной литературой	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	Конспект
Тема 4. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных	Полином Ньютона. Система неявных функций. Якобиан. Теорема о системе неявных функций.	14	Изучение материалов лекций, выполнение домашних заданий. Работа с учебной литературой	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	Конспект
Тема 5. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных	Полином Ньютона. Система неявных функций. Якобиан. Теорема о системе неявных функций.	14	Изучение материалов лекций, выполнение домашних заданий. Работа с учебной литературой	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	Конспект
Итого в семестре 2		54			
Семестр 3					
Тема 6. Числовые и функциональные ряды	Теоремы об абсолютно и условно сходящихся числовых рядах.	20	Изучение материалов лекций, выполнение домашних заданий. Работа с учебной литературой	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	Конспект
Тема 7. Числовые и функциональные ряды	Признаки Вейерштрасса, Дирихле и Абеля равномерной сходимости	20	Изучение материалов лекций, выполнение домашних заданий. Работа с учебной	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	Конспект

	ти функцион альных рядов.		литературой		
Тема 8. Криволинейные и поверхностные интегралы	Решение задач с помощью формулы Острогра дского – Грина, Стокса и Острогра дского – Гаусса.	20	Изучение материалов лекций, выполнение домашних заданий. Работа с учебной литературой	Учебно- методическое обеспечение дисциплины	Конспект
Тема 9. Ряды Фурье и преобразование Фурье	Лемма Римана. Ядра Дирихле и Фейера ряда Фурье. Равенство Планшереля.	18	Изучение материалов лекций, выполнение домашних заданий. Работа с учебной литературой	Учебно- методическое обеспечение дисциплины	Конспект
Итого в семестре 3		78			
Итого		178			

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

5.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Код и наименование компетенции	Этапы формирования
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятельная работа
ПК-3. Способен формировать развивающую образовательную среду для достижения личностных, предметных и метапредметных результатов обучения средствами преподаваемых учебных предметов	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятельная работа

5.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Оцени ваемые компет енции	Уров ень сфор миро ванно сти	Этап формирован ия	Описание показателей	Критерии оценивания	Шкала оценивания
------------------------------------	---	--------------------------	----------------------	------------------------	---------------------

УК-1	Порог овый	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятел ьная работа	Знать основы системного подхода Уметь осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход	Конспект, устный опрос	Шкала оценивания конспекта Шкала оценивания устного опроса
	Прод винут ый	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятел ьная работа	Знать основы системного подхода Уметь осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход Владеть способностью осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Конспект, домашнее задание; устные опросы, контрольная работа	Шкала оценивания конспекта Шкала оценивания домашнего задания Шкала оценивания устного опроса Шкала оценивания контрольной работы
ПК-3	Поро говый	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятел ьная работа	Знать основы формирования развивающей образовательной среды Уметь формировать развивающую образовательную среду для достижения нужных результатов	Конспект, устный опрос	Шкала оценивания конспекта Шкала оценивания устного опроса
	Прод винут ый	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятел ьная работа	Знать основы формирования развивающей образовательной среды Уметь формировать развивающую образовательную среду для достижения нужных результатов Владеть способностью формировать развивающую образовательную среду для достижения личностных, предметных и метапредметных результатов обучения средствами преподаваемых учебных предметов	Конспект, домашнее задание; устные опросы, контрольная работа	Шкала оценивания конспекта Шкала оценивания домашнего задания Шкала оценивания устного опроса Шкала оценивания контрольной работы

Шкала оценивания конспекта.

Критерий	Баллы
Студент написал 0 – 10% всех лекций	0
Студент написал 11 – 20% всех лекций	1
Студент написал 21 – 40% всех лекций	2
Студент написал 41 – 60% всех лекций	3
Студент написал 61 – 80% всех лекций	4
Студент написал 81 – 100% всех лекций	5
Всего (максимум)	5

Шкала оценивания домашнего задания.

Показатель	Баллы
Студент правильно выполнил 0 – 5% всех домашних заданий	0
Студент правильно выполнил 5 – 10% всех домашних заданий	1
Студент правильно выполнил 11 – 20% всех домашних заданий	2
Студент правильно выполнил 21 – 30% всех домашних заданий	3
Студент правильно выполнил 31 – 40% всех домашних заданий	4
Студент правильно выполнил 41 – 50% всех домашних заданий	5
Студент правильно выполнил 51 – 60% всех домашних заданий	6
Студент правильно выполнил 61 – 70% всех домашних заданий	7
Студент правильно выполнил 71 – 80% всех домашних заданий	8
Студент правильно выполнил 81 – 90% всех домашних заданий	9
Студент правильно выполнил 91 – 100% всех домашних заданий	10
Всего (максимум)	10

Шкала оценивания устного опроса.

Критерий оценивания	Баллы
Студент правильно ответил на 0 – 5% всех заданных вопросов	0
Студент правильно ответил на 5 – 10% всех заданных вопросов	1
Студент правильно ответил на 11 – 20% всех заданных вопросов	2
Студент правильно ответил на 21 – 30% всех заданных вопросов	3
Студент правильно ответил на 31 – 40% всех заданных вопросов	4
Студент правильно ответил на 41 – 50% всех заданных вопросов	5
Студент правильно ответил на 51 – 60% всех заданных вопросов	6
Студент правильно ответил на 61 – 70% всех заданных вопросов	7
Студент правильно ответил на 71 – 80% всех заданных вопросов	8
Студент правильно ответил на 81 – 90% всех заданных вопросов	9
Студент правильно ответил на 91 – 100% всех заданных вопросов	10
Всего (максимум)	10

Шкала оценивания контрольной работы.

Две контрольные работы в каждом семестре содержит в сумме 8 заданий. Баллы за каждое задание:

Показатель	Баллы
Студент решил задачу и показал полное и уверенное знание темы задания	5
Студент решил задачу, однако в решении имеются несущественные ошибки, недостатки и недочеты	4
Студент в целом решил задачу, но в решении имеются заметные и грубые ошибки, недостатки и недочёты	3

Студент не решил задачу, но имеются более двух правильных идей или подходов к решению задачи	2
Студент не решил задачу, но имеются только одна-две идеи или подходы к решению задачи	1
Студент не решил задачу и показал полное незнание темы задания	0
Всего (максимум)	30

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

Примерные темы для конспектов.

1. Числовые множества.
2. Множество действительных чисел.
3. Максимум и минимум числовых множеств. Точная верхняя и точная нижняя грани числовых множеств.
4. Теорема о точных гранях.
5. Числовая функция.
6. Область определения и множество значений функции.
7. Способы задания функции.
8. Сложная и обратная функция.
9. Чётная, нечётная и периодическая функция.
10. Возрастание и убывание функции.
11. Основные элементарные функции. Понятие элементарной функции.
12. Числовая последовательность. Предел числовой последовательности.
13. Арифметические операции с пределами последовательностей. Свойства предела последовательности.
14. Теорема Вейерштрасса о монотонных ограниченных последовательностях.
15. Сумма бесконечно убывающей геометрической прогрессии.
16. Теорема Больцано – Вейерштрасса.
17. Критерий Коши сходимости числовой последовательности
18. Предел функции. Односторонний и бесконечный пределы функции. Свойства предела функции.
19. Первый и второй замечательные пределы.
20. Непрерывность функции. Свойства непрерывности функции.
21. Разрывы функции. Теорема о разрывах монотонных функций.
22. Эквивалентные функции.
23. Производная функции. Её геометрический и физический смысл.
24. Дифференцируемость функции. Правила дифференцирования.
25. Связь производной, дифференцируемости и непрерывности функции.
26. Производные основных элементарных функций.
27. Гиперболические синус, косинус, тангенс и котангенс; их производные.
28. Производная показательной-степенной функции. Логарифмическая производная.
29. Дифференциал, его свойства, инвариантность формы дифференциала.
30. Производная функции, заданной параметрически.
31. Производные и дифференциалы высших порядков.
32. Необходимое условие локального экстремума функции (теорема Ферма). Т
33. еоремы Ролля, Лагранжа и Коши.
34. Функция с нулевой производной.
35. Виды неопределённостей. Правило
36. Лопиталя раскрытия неопределённостей.
37. Формула Тейлора для многочлена.

38. Бином Ньютона.
39. Формула Лейбница для производной высшего порядка произведения функций.
40. Формула Тейлора для произвольной функции.
41. Остаточное слагаемое в форме Пеано и в форме Лагранжа.
42. Теоремы о возрастании и убывании функций.
43. Достаточные условия локального экстремума функции. Экстремум функции, заданной на отрезке.
44. Выпуклость функций. Необходимое и достаточное условия выпуклости функции. Теорема о выпуклости функции.
45. Точка перегиба функции. Достаточные условия точки перегиба функции.
46. Первообразная функции и неопределённый интеграл. Линейность неопределённого интеграла и его противоположность дифференцированию.
47. Метод замены переменной и метод интегрирования по частям в неопределённом интеграле.
48. Интегрирование дробно-рациональной функции.
49. Неопределённые интегралы от простейших рациональных дробей.
50. Метод неопределённых коэффициентов и метод «вычёркиваний».
51. Интегрирование рациональных тригонометрических функций.
52. Универсальная тригонометрическая подстановка.
53. Интегрирование симметричных рациональных тригонометрических функций.
54. Интегрирование квадратичных иррациональностей и рациональных функций с квадратичными иррациональностями.
55. Интегрирование дробно-линейных иррациональностей и дифференциальных биномов.
56. Понятие определённого интеграла. Необходимое условие существования определённого интеграла. Теорема Коши о существовании определённого интеграла. Геометрический смысл определённого интеграла. Линейность, аддитивность и монотонность определённого интеграла. Теорема о среднем и производная определённого интеграла с переменным верхним пределом. Формула Ньютона – Лейбница. Замена переменной и интегрирование по частям в определённом интеграле. Определённый интеграл от чётной, нечётной и периодической функции. Формула Тейлора с остаточным слагаемым в интегральной форме.
57. Геометрические приложения определённого интеграла
58. Несобственный интеграл 1-го рода. Признаки сходимости несобственных интегралов 1-го рода.
59. Несобственный интеграл 2-го рода. Признаки сходимости несобственных интегралов 2-го рода.
60. Функция нескольких переменных, область определения.
61. Пределы по Коши и по Гейне, непрерывность функции нескольких переменных. Предел сложной функции. Прохождение непрерывной функции через промежуточное значение. Открытое и замкнутое множества, область. Теоремы Вейерштрасса о непрерывной функции.
62. Частные производные первого порядка.
63. Дифференцируемость функции нескольких переменных, дифференциал функции.
64. Дифференцирование сложной функции.
65. Частные производные высших порядков. Смешанные производные, их равенство. Дифференциалы высших порядков.
66. Формула Тейлора функции нескольких переменных.
67. Остаточное слагаемое в форме Пеано и в форме Лагранжа. Полином Ньютона.
68. Экстремум функции нескольких переменных. Необходимое и достаточное условия экстремума. Экстремум функции двух переменных.
69. Неявная функция. Теорема о неявной функции. Дифференцирование неявной функции. Система неявных функций. Теорема о системе неявных функций.
70. Условный экстремум. Необходимое условие условного экстремума – метод функции Лагранжа. Достаточное условие условного экстремума. Экстремум квадратичной формы на единичной сфере.
71. Геометрические приложения дифференциального исчисления функций нескольких переменных

72. Двойные интегралы. Определение и геометрический смысл двойного интеграла. Теорема о существовании и основные свойства двойного интеграла. Повторные интегралы. Замена переменных в двойном интеграле. Двойной интеграл в полярных координатах. Интеграл Пуассона.
73. Тройные интегралы. Кубируемость и объём фигуры в трёхмерном пространстве. Определение тройного интеграла. Теорема о существовании и основные свойства тройного интеграла.
74. Многомерные интегралы. Измеримость и мера Жордана фигуры в многомерном пространстве. Многомерные интегралы: определение, теорема о существовании, основные свойства, замена переменных.
75. Собственные и несобственные интегралы, зависящие от параметра.
76. Дифференцирование и интегрирование по параметру.
77. Бета-функция и гамма-функция. Их основные свойства.
78. Понятие числового ряда. Сходимость числового ряда. Необходимый признак сходимости. Признаки сравнения. Признаки Даламбера и Коши сходимости. Интегральный признак сходимости. Знакопеременный ряд. Признак Лейбница сходимости. Абсолютно и условно сходящиеся числовые ряды. Теоремы об абсолютно и условно сходящихся числовых рядах.
79. Понятие функционального ряда. Равномерная сходимость функционального ряда. Признаки Вейерштрасса, Дирихле и Абеля равномерной сходимости функциональных рядов. Свойства равномерно сходящихся функциональных рядов.
80. Понятие степенного ряда. Радиус сходимости степенного ряда. Равномерная сходимость степенного ряда. Свойства степенных рядов. Сходимость ряда Тейлора.
81. Криволинейный интеграл 1-го рода: определение, теорема о существовании, основные свойства, методы вычисления.
82. Криволинейный интеграл 2-го рода: определение, теорема о существовании, основные свойства, связь с криволинейным интегралом 1-го рода, методы вычисления.
83. Поверхностный интеграл 1-го рода: определение, теорема о существовании, основные свойства, методы вычисления. Телесный угол.
84. Поверхностный интеграл 2-го рода: определение, теорема о существовании, основные свойства, связь с поверхностным интегралом 1-го рода, методы вычисления. Формулы Остроградского – Грина, Стокса и Остроградского – Гаусса.
85. Тригонометрический ряд Фурье. Коэффициенты Фурье.
86. Тожество и неравенство Бесселя и равенство Парсеваля. Лемма Римана. Ядра Дирихле и Фейера ряда Фурье. Теоремы Фейера и Дирихле о сходимости ряда Фурье.
87. Условие абсолютной и равномерной сходимости, почленное дифференцирование и почленное интегрирование ряда Фурье.
88. Прямое преобразование Фурье. Лемма Римана. Обратное преобразование Фурье (интеграл Фурье). Равенство Планшереля. Почленное дифференцирование интеграла Фурье. Теорема Котельникова.

Примерные задачи домашнего задания.

Семестр 1

1. Найти предел последовательности $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{3^{n+2} + \cos(6n)}{3^{n+1} + 2^n}$.
2. Найти предел функции $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1 - \sqrt[5]{\cos x}}{x \sin x}$.
3. Найти производную $y'(x)$ функции $y = \sqrt{x} - (x+1) \operatorname{arctg} \sqrt{x}$.
4. Найти производную $y'(x)$ параметрически заданной функции $x = \arcsin \sqrt{t}$, $y = (1 + \sqrt{t})^{1/2}$.

5. Найти наибольшее и наименьшее значения функции $y = \frac{x}{1+x^2}$ на отрезке $[1/2, 3]$.
6. Найти интервалы возрастания и убывания и точки экстремума функции $y = \frac{x^3}{3} + \frac{1}{x}$.
7. Найти интервалы выпуклости и точки перегиба функции $y = \frac{\ln x}{x^2}$.
8. Найти асимптоты графика функции $y = \frac{3x^4}{(x-1)^2(x+1)}$.

Семестр 2

1. Найти неопределённый интеграл $\int \frac{\sin x dx}{\sqrt{1+3\cos x}}$.
2. Найти неопределённый интеграл $\int x \arctg x dx$.
3. Найти определённый интеграл $\int_0^{\pi/6} \tg^2 x dx$.
4. Найти площадь фигуры, ограниченной линиями $y = \frac{\ln x}{x}$ и $y = 0$, $1 \leq x \leq e^2$.
5. Найти длину дуги кривой, заданной в полярных координатах $r = 3 \sin \varphi$, $0 \leq \varphi \leq \pi$.
6. Найти несобственный интеграл 1-го рода $\int_1^{+\infty} \frac{e^{-\sqrt{x}}}{\sqrt{x}} dx$.
7. Найти двойной предел $\lim_{\substack{x \rightarrow 4 \\ y \rightarrow 0}} \frac{1}{xy+3y^2} \ln \frac{x}{x-y}$.
8. Найти смешанную производную z''_{xy} функции $z = x^y$.

Семестр 3

1. Разложить многочлен $P(x, y) = x^2 + 5xy + y^2 - 3x$ в ряд Тейлора с центром в точке $x_0 = -1, y_0 = 1$.
2. Найти экстремумы функции $z = x - y - 3x^2 - 2y^2 + xy$.
3. Найти частные производные z'_x и z'_y неявно заданной функции $z = z(x, y)$: $e^z + 4z = x^3 \cos y$.
4. Найти экстремумы функции $z = xy$ при наличии условия $\frac{x^2}{25} + y^2 = 1$.
5. Изменить порядок интегрирования в повторном интеграле $\int_{-2}^1 dy \int_0^{\sqrt{2+y}} f(x, y) dx$.
6. Найти двойной интеграл $\iint_D \arctg \frac{y}{x} dx dy$, где $D = \{x^2 + y^2 \leq 1, x \geq 0, y \geq 0\}$.
7. Найти тройной интеграл $\iiint_H \frac{dx dy dz}{x^2 + y^2 + z^2}$, где $H = \{1 \leq x^2 + y^2 + z^2 \leq 4, 0 \leq z \leq \sqrt{(x^2 + y^2)/3}\}$.
8. Исследовать на абсолютную и условную сходимость числовой ряд $\sum_{n=2}^{\infty} \frac{(-1)^n}{n \ln^4 n}$.

9. Найти область сходимости степенного ряда $\sum_{n=1}^{\infty} (2x+5)^{n^2}$.
10. Разложить в ряд Тейлора по степеням x функцию $(x+x^3) \operatorname{arctg} x$ и указать область сходимости ряда.
11. Найти сумму ряда $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{4n+1}{(2n)!} x^{4n}$, выполнив сначала почленное интегрирование, а затем почленное дифференцирование.
12. Найти криволинейный интеграл 1-го рода $\int_{\Gamma} xy \, dl$, где $\Gamma = \left\{ x = 3 \cos t, y = \sin t, 0 \leq t \leq \frac{\pi}{2} \right\}$.
13. Вычислить криволинейный интеграл 2-го рода $\int_{\Gamma} x^{-1} dy + y \, dx + y^{-1} dz$, где $\Gamma = \{x = t^2, y = t^3, z = t^4, 1 \leq t \leq 2\}$, обход контура по возрастанию t .
14. Найти поверхностный интеграл 1-го рода $\int_{\sigma} (z + 2x + 4y/3) \, dS$, где $\sigma = \{6x + 4y + 3z = 11, x \geq 0, y \geq 0, z \geq 0\}$.
15. Найти поверхностный интеграл 2-го рода $\int_{\sigma} x^2 \, dx \, dy$, где $\sigma = \{z = \sqrt{x^2 + y^2}, x \geq 0, y \geq 0, z \leq 3\}$, нормаль $\mathbf{n}$ к σ образует острый угол с осью OZ .
16. Разложить в ряд Фурье функцию $y(x)$, заданную на отрезке $[-\pi, \pi]$ и равную 1 при $x > 0$, 0 при $x = 0$ и -1 при $x < 0$.
17. Найти преобразование Фурье функции $y(x) = \begin{cases} 1 - |x|, & |x| \leq 1 \\ 0, & |x| > 1 \end{cases}$.

Примерные задания контрольных работ.

Семестр 1

1. Найти предел последовательности $\lim_{n \rightarrow \infty} (\sqrt{(n+7)(n+2)} - n)$.
2. Найти предел функции $\lim_{x \rightarrow 2} \frac{x^5 - 15x - 2}{\sqrt{x+7} - 3}$.
3. Найти производную функции $y = \ln \arcsin \sqrt{1 - e^{2x}}$.
4. Найти производную $y'(x)$ параметрически заданной функции $x = \sqrt{2t - t^2}$, $y = \arcsin(t - 1)$.
5. Разложить многочлен $P(x) = x^4 - 6x^3 + 8x$ в ряд Тейлора с центром в точке $x_0 = -1$.
6. Найти интервалы возрастания и убывания и точки экстремума функции $y = x^2 \ln x$.
7. Найти интервалы выпуклости и точки перегиба функции $y = x^4 e^{-x}$.

8. Найти асимптоты графика функции $y = \frac{\operatorname{arctg} x + \pi}{3\operatorname{arctg} x - \pi}$.

Семестр 2

1. Найти неопределённый интеграл $\int \frac{dx}{\sqrt{e^x - 1}}$.
2. Найти неопределённый интеграл $\int (x+1)\sin(4x) dx$.
3. Найти определённый интеграл $\int_0^1 \frac{\operatorname{arctg} x}{x^2 + 1} dx$.
4. Найти площадь фигуры, ограниченной линиями $y = \cos(\pi x)$ и $y = \frac{3x}{2}$, $0 \leq x \leq 1/3$.
5. Найти длину дуги кривой, заданной параметрически в прямоугольных координатах $x = \cos t + t \sin t$, $y = \sin t - t \cos t$, $0 \leq t \leq \pi$.
6. Найти несобственный интеграл 1-го рода $\int_0^{+\infty} \frac{1}{(x+1)(x+5)} dx$.
7. Найти двойной предел $\lim_{\substack{x \rightarrow 0 \\ y \rightarrow -3}} \frac{1 - \cos(xy)}{x^2(y+4)}$.
8. Найти смешанную производную z''_{xy} функции $z = \ln(1 + x^2 y^4)$.

Семестр 3

1. Найти экстремумы функции $z = xy + \frac{1}{x} + \frac{1}{2y^2}$ ($x > 0, y > 0$).
2. Найти частные производные z'_x и z'_y неявно заданной функции $z = z(x, y)$:
 $\ln(1+z) - z^3 = \sin(x^2 y)$.
3. Найти экстремумы функции $z = x - y$ при наличии условия $\frac{x^2}{9} + \frac{y^2}{16} = 1$.
4. Изменить порядок интегрирования в повторном интеграле $\int_1^e dy \int_{\ln y}^1 f(x, y) dx$.
5. Найти двойной интеграл $\iint_D \sqrt{16 - x^2 - y^2} dx dy$, где $D = \{x^2 + y^2 \leq 16, x \leq y \leq x\sqrt{3}\}$.
6. Найти тройной интеграл $\iiint_H x dx dy dz$, где $H = \{0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 10x, 0 \leq z \leq xy\}$.
7. Найти тройной интеграл $\iiint_H (x^2 + y^2) dx dy dz$, где $H = \{x^2 + y^2 + z^2 \leq 9, \sqrt{x^2 + y^2} \leq z\}$.
8. Исследовать на абсолютную и условную сходимость ряд $\sum_{n=2}^{\infty} \frac{(-1)^n \ln n}{n^2}$.
9. Разложить в ряд Тейлора по степеням x функцию $\frac{1}{3 - 4x + x^2}$ и указать область сходимости ряда.

10. Найти сумму ряда $\sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n x^{2n+2}}{(2n+2)(2n)!}$, выполнив сначала почленное дифференцирование, а затем почленное интегрирование.
11. Найти криволинейный интеграл 1-го рода $\int_{\Gamma} x^2 dl$, где $\Gamma = \{x = \sqrt{8} \cos t, y = \sqrt{8} \sin t, z = t, 0 \leq t \leq \pi\}$.
12. Найти криволинейный интеграл 2-го рода $\int_{\Gamma} y dx$, где $\Gamma = \{x = t - \sin t, y = 1 - \cos t, 0 \leq t \leq \pi\}$, обход контура по возрастанию t .
13. Найти поверхностный интеграл 1-го рода $\iint_{\sigma} z dS$, где $\sigma = \{x^2 + y^2 + z^2 = 4, z \geq 0\}$.
14. Найти поверхностный интеграл 2-го рода $\int_{\sigma} z^2 dx dy$, где $\sigma = \{x^2 + y^2 + z^2 = 1, x \geq 0, y \geq 0, z \geq 0\}$, нормаль $\mathbf{n}$ к σ образует острый угол с осью OZ .
15. Разложить в ряд Фурье функцию $y(x) = \sin \frac{|x|}{2}$, заданную на отрезке $[-\pi, \pi]$.
16. Найти преобразование Фурье функции $y(x) = e^{-4|x|}$.

Примерные вопросы к устному опросу.

Семестр 1

1. Понятие рационального и действительного числа. Иррациональные числа. Свойство упорядоченности. Свойство непрерывности.
2. Изображение действительных чисел на прямой. Аксиоматическое построение множества действительных чисел.
3. Понятие действительной функции действительной переменной. График функции.
4. Ограниченность, неограниченность функции. Четные, нечетные функции. Периодические функции.
5. Сложные функции. Обратные функции.
6. Понятие числовой последовательности. Способы задания последовательностей. Предел числовой последовательности.
7. Геометрический смысл предела последовательности. Бесконечные пределы.
8. Единственность предела. Ограниченность сходящейся последовательности.
9. Арифметические операции над сходящимися последовательностями.
10. Предел монотонной последовательности.
11. Число e как предел последовательности $(1+1/n)^n$.
12. Критерий Коши сходимости последовательности.
13. Бесконечно малые последовательности и их связь с бесконечно большими.
14. Определения предела функции в точке по Гейне и по Коши и их эквивалентность.
15. Односторонние пределы.
16. Предел функции на бесконечности и бесконечные пределы.
17. Свойства пределов функции и арифметические действия над пределами. Пределы монотонных функций. Замечательные пределы.
18. Бесконечно малые функции и их связь с бесконечно большими функциями.
19. Вертикальные, горизонтальные и наклонные асимптоты графика функции.
20. Непрерывность функции в точке. Локальные свойства непрерывных функций.
21. Операции над непрерывными функциями.
22. Предельный переход под знаком непрерывной функции.
23. Точки разрыва и их классификация. Теорема о разрывах монотонных функций.

24. Ограниченность непрерывных на отрезке функций. Достижение экстремальных значений.
25. Теорема о промежуточных значениях непрерывной функции.
26. Производная и ее физический и геометрический смысл. Дифференцируемые функции.
27. Дифференциал и его геометрический смысл.
28. Производная суммы, произведения и частного.
29. Дифференцирование сложной и обратной функций.
30. Производные основных элементарных функций.
31. Производные и дифференциалы высших порядков.
32. Параметрическое задание функций и их дифференцирование.
33. Теорема Ферма. Теорема Ролля. Теорема Лагранжа. Теорема Коши.
34. Раскрытие неопределенностей с помощью производных (правило Лопиталя).
35. Формула Тейлора. Бином Ньютона.
36. Признаки монотонности функции.
37. Локальные экстремумы функции. Необходимое условие экстремума.
38. Достаточные условия экстремума. Наибольшее и наименьшее значения функции.
39. Направление выпуклости кривой и точки перегиба.
40. Исследование функции и построение графика. План.

Семестр 2

1. Первообразная и неопределенный интеграл. Основные свойства неопределенных интегралов.
2. Таблица основных интегралов.
3. Замена переменной в неопределенном интеграле. Подведение под дифференциал в неопределенном интеграле.
4. Интегрирование по частям.
5. Рациональные функции и их интегрирование (см. лекции).
6. Интегрирование иррациональных выражений в простейших случаях (см. лекции).
7. Интегрирование иррациональных выражений с помощью подстановок Эйлера.
8. Интегрирование некоторых других иррациональностей (см. лекции).
9. Интегрирование тригонометрических функций.
10. Понятие определенного интеграла. Необходимое условие интегрируемости функции.
11. Верхние и нижние интегральные суммы и их свойства. Критерий интегрируемости.
12. Свойства определенного интеграла.
13. Теорема о среднем.
14. Существование первообразной от непрерывной функции.
15. Формула Ньютона – Лейбница.
16. Интегрирование по частям в определенном интеграле.
17. Замена переменных в определенном интеграле.
18. Несобственный интеграл от неограниченной функции и по бесконечному промежутку.
19. Теоремы существования несобственных интегралов.
20. Вычисление площадей плоских фигур. Площадь криволинейного сегмента.
21. Вычисление объемов тел по площадям параллельных сечений. Объем тела вращения.
22. Длина кривой. Длина дуги как параметр. Дифференциал дуги.
23. Площадь поверхности вращения.
24. n -мерное евклидово пространство, его подмножества. Понятие области.
25. Последовательности в n -мерном евклидовом пространстве. Предел последовательности. Свойства пределов последовательностей.
26. Числовые действительные функции нескольких переменных. График функции двух переменных.
27. Предел числовых функций нескольких переменных в точке. Свойства пределов функций.
28. Непрерывность числовых функций нескольких переменных в точке. Свойства непрерывных числовых функций.
29. Частные производные, дифференцируемость и дифференциал числовых функций нескольких переменных.

30. Производные сложных функций, дифференциал сложной функции.
31. Частные производные высших порядков и условия их независимости от порядка дифференцирования.
32. Дифференциалы высших порядков.

Семестр 3

1. Формула Тейлора для функции нескольких переменных. Формы остаточного слагаемого.
2. Локальный экстремум функции нескольких переменных, необходимое условие экстремума, достаточные условия экстремума.
3. Неявная функция. Теорема о неявной функции. Частные производные неявной функции.
4. Система неявных функций. Теорема о системе неявных функций. Якобиан.
5. Условный экстремум. Необходимое условие условного экстремума – метод множителей Лагранжа. Достаточное условие условного экстремума.
6. Максимум и минимум квадратичной формы на единичной сфере.
7. Градиент функции. Его геометрический смысл.
8. Поверхности уровня. Касательная плоскость к поверхности.
9. Квадрируемость и площадь плоской фигуры. Понятие двойного интеграла.
10. Необходимое и достаточное условие интегрируемости. Интегрируемость непрерывной функции.
11. Свойства двойного интеграла.
12. Вычисление двойного интеграла сведением к повторному интегралу.
13. Замена переменных в двойном интеграле. Двойной интеграл в полярных координатах.
14. Вычисление интеграла Пуассона.
15. Кубируемость и объём фигуры в трёхмерном пространстве. Понятие тройного интеграла.
16. Теорема о существовании и единственности и основные свойства тройного интеграла.
17. Вычисление тройного интеграла в декартовых координатах. Повторные интегралы.
18. Замена переменных в тройном интеграле. Тройной интеграл в цилиндрических и сферических координатах.
19. Измеримость и мера Жордана фигуры в многомерном пространстве. Примеры измеримых фигур.
20. Определение и основные свойства многомерного интеграла.
21. Вычисление многомерного интеграла. Повторные интегралы.
22. Замена переменных в многомерном интеграле.
23. Собственные интегралы, зависящие от параметра. Дифференцирование и интегрирование по параметру.
24. Бета-функция и гамма-функция. Их основные свойства.
25. Понятие числового ряда и его сходимости. Свойства сходящихся рядов. Критерий сходимости ряда с положительными членами.
26. Сравнительные признаки сходимости положительных рядов. Признак Даламбера. Признак Коши.
27. Критерий Коши сходимости последовательности действительных чисел. Критерий Коши сходимости числового ряда.
28. Абсолютная и условная сходимость рядов. Свойства абсолютно и условно сходящихся рядов.
29. Знакопеременный ряд. Признак Лейбница сходимости знакопеременных рядов.
30. Функциональные последовательности, равномерная сходимость. Критерий Коши равномерной сходимости функциональной последовательности. Непрерывность предельной функции.
31. Функциональные ряды. Признак Вейерштрасса равномерной сходимости функционального ряда.
32. Интегрирование функциональных рядов. Дифференцирование функциональных рядов.
33. Понятие степенного ряда. Понятие верхнего предела, его свойства. Радиус и область сходимости степенного ряда. Свойства степенных рядов.
34. Ряд Тейлора. Необходимое и достаточное условие разложения функции в ряд Тейлора. Достаточные условия сходимости ряда Тейлора.
35. Разложение некоторых элементарных функций в ряд Тейлора.
36. Применение степенных рядов к приближенному вычислению значений элементарных функций

и интегралов.

37. Спрямо́лость и длина дуги кривой в трёхмерном пространстве.
38. Определе́ние, теорема о существовании и единственности и основные свойства криволинейного интеграла 1-го рода.
39. Вычисле́ние криволинейного интеграла 1-го рода.
40. Определе́ние, теорема о существовании и единственности и основные свойства криволинейного интеграла 2-го рода.
41. Вычисле́ние криволинейного интеграла 2-го рода. Связь с криволинейным интегралом 1-го рода.
42. Криволинейный интеграл 2-го рода по границе плоской области. Направление обхода. Формула Остроградского – Грина.
43. Пло́щадь поверхности в пространстве.
44. Определе́ние, теорема о существовании и единственности и основные свойства поверхностного интеграла 1-го рода.
45. Вычисле́ние поверхностного интеграла 1-го рода. Телесный угол.
46. Определе́ние, теорема о существовании и единственности и основные свойства поверхностного интеграла 2-го рода.
47. Вычисле́ние поверхностного интеграла 2-го рода. Связь с поверхностным интегралом 1-го рода.
48. Поверхностный интеграл 2-го рода по границе фигуры в трёхмерном пространстве. Формула Остроградского – Гаусса.
49. Криволинейный интеграл 2-го рода по замкнутой кривой. Направление обхода. Формула Стокса.
50. Независимость криволинейного интеграла 2-го рода от пути интегрирования.
51. Тригонометрический ряд Фурье. Коэффициенты Фурье. Тождество и неравенство Бесселя и равенство Парсеваля.
52. Ядра Дирихле и Фейера тригонометрического ряда Фурье. Теоремы Фейера и Дирихле о сходимости тригонометрического ряда Фурье.
53. Условие абсолютной и равномерной сходимости и почленное дифференцирование тригонометрического ряда Фурье.
54. Почленное интегрирование тригонометрического ряда Фурье.
55. Преобразование Фурье. Лемма Римана.
56. Разложение функции в интеграл Фурье – обратное преобразование Фурье.
57. Равенство Планшереля. Почленное дифференцирование интеграла Фурье.
58. Теорема Котельникова.

Примерные вопросы к экзамену.

Семестр 1

1. Понятие рационального и действительного числа. Иррациональные числа. Свойство упорядоченности. Свойство непрерывности.
2. Понятие действительной функции действительной переменной. График функции.
3. Ограниченность, неограниченность функции. Четные, нечетные функции. Периодические функции.
4. Сложные функции. Обратные функции.
5. Понятие числовой последовательности. Способы задания последовательностей. Предел числовой последовательности.
6. Геометрический смысл предела последовательности. Бесконечные пределы.
7. Единственность предела. Ограниченность сходящейся последовательности.
8. Арифметические операции над сходящимися последовательностями.
9. Предел монотонной последовательности.
10. Число e как предел последовательности $(1+1/n)^n$.
11. Критерий Коши сходимости последовательности.

12. Бесконечно малые последовательности и их связь с бесконечно большими.
13. Определения предела функции в точке по Гейне и по Коши и их эквивалентность.
14. Односторонние пределы.
15. Предел функции на бесконечности и бесконечные пределы.
16. Свойства пределов функции и арифметические действия над пределами. Пределы монотонных функций. Замечательные пределы.
17. Бесконечно малые функции и их связь с бесконечно большими функциями.
18. Вертикальные, горизонтальные и наклонные асимптоты графика функции.
19. Непрерывность функции в точке. Локальные свойства непрерывных функций.
20. Операции над непрерывными функциями.
21. Предельный переход под знаком непрерывной функции.

Семестр 2

1. Первообразная и неопределенный интеграл. Основные свойства неопределенных интегралов.
2. Таблица основных интегралов.
3. Замена переменной в неопределенном интеграле. Подведение под дифференциал в неопределенном интеграле.
4. Интегрирование по частям.
5. Рациональные функции и их интегрирование (см. лекции).
6. Интегрирование иррациональных выражений в простейших случаях (см. лекции).
7. Интегрирование иррациональных выражений с помощью подстановок Эйлера.
8. Интегрирование некоторых других иррациональностей (см. лекции).
9. Интегрирование тригонометрических функций.
10. Понятие определенного интеграла. Необходимое условие интегрируемости функции.
11. Верхние и нижние интегральные суммы и их свойства. Критерий интегрируемости.
12. Свойства определенного интеграла.
13. Теорема о среднем.
14. Существование первообразной от непрерывной функции.
15. Формула Ньютона – Лейбница.
16. Интегрирование по частям в определенном интеграле.
17. Замена переменных в определенном интеграле.
18. Несобственный интеграл от неограниченной функции и по бесконечному промежутку.
19. Теоремы существования несобственных интегралов.
20. Вычисление площадей плоских фигур. Площадь криволинейного сегмента.

Семестр 3

1. Формула Тейлора для функции нескольких переменных. Формы остаточного слагаемого.
2. Локальный экстремум функции нескольких переменных, необходимое условие экстремума, достаточные условия экстремума.
3. Неявная функция. Теорема о неявной функции. Частные производные неявной функции.
4. Система неявных функций. Теорема о системе неявных функций. Якобиан.
5. Условный экстремум. Необходимое условие условного экстремума – метод множителей Лагранжа. Достаточное условие условного экстремума.
6. Максимум и минимум квадратичной формы на единичной сфере.
7. Градиент функции. Его геометрический смысл.
8. Поверхности уровня. Касательная плоскость к поверхности.
9. Квадрируемость и площадь плоской фигуры. Понятие двойного интеграла.
10. Необходимое и достаточное условие интегрируемости. Интегрируемость непрерывной функции.
11. Свойства двойного интеграла.
12. Вычисление двойного интеграла сведением к повторному интегралу.
13. Замена переменных в двойном интеграле. Двойной интеграл в полярных координатах.

14. Вычисление интеграла Пуассона.
15. Кубируемость и объём фигуры в трёхмерном пространстве. Понятие тройного интеграла.
16. Теорема о существовании и единственности и основные свойства тройного интеграла.
17. Вычисление тройного интеграла в декартовых координатах. Повторные интегралы.
18. Замена переменных в тройном интеграле. Тройной интеграл в цилиндрических и сферических координатах.
19. Измеримость и мера Жордана фигуры в многомерном пространстве. Примеры измеримых фигур.
20. Определение и основные свойства многомерного интеграла.
21. Вычисление многомерного интеграла. Повторные интегралы.
22. Функциональные последовательности, равномерная сходимость. Критерий Коши равномерной сходимости функциональной последовательности. Непрерывность предельной функции.
23. Функциональные ряды. Признак Вейерштрасса равномерной сходимости функционального ряда.
24. Интегрирование функциональных рядов. Дифференцирование функциональных рядов.
25. Понятие степенного ряда. Понятие верхнего предела, его свойства. Радиус и область сходимости степенного ряда. Свойства степенных рядов.
26. Ряд Тейлора. Необходимое и достаточное условие разложения функции в ряд Тейлора. Достаточные условия сходимости ряда Тейлора.
27. Разложение некоторых элементарных функций в ряд Тейлора.
28. Применение степенных рядов к приближенному вычислению значений элементарных функций и интегралов.
29. Спрямоугольность и длина дуги кривой в трёхмерном пространстве.
30. Определение, теорема о существовании и единственности и основные свойства криволинейного интеграла 1-го рода.
31. Вычисление криволинейного интеграла 1-го рода.
32. Определение, теорема о существовании и единственности и основные свойства криволинейного интеграла 2-го рода.
33. Вычисление криволинейного интеграла 2-го рода. Связь с криволинейным интегралом 1-го рода.
34. Криволинейный интеграл 2-го рода по границе плоской области. Направление обхода. Формула Остроградского – Грина.
35. Площадь поверхности в пространстве.
36. Определение, теорема о существовании и единственности и основные свойства поверхностного интеграла 1-го рода.
37. Вычисление поверхностного интеграла 1-го рода. Телесный угол.
38. Определение, теорема о существовании и единственности и основные свойства поверхностного интеграла 2-го рода.
39. Вычисление поверхностного интеграла 2-го рода. Связь с поверхностным интегралом 1-го рода.
40. Поверхностный интеграл 2-го рода по границе фигуры в трёхмерном пространстве. Формула Остроградского – Гаусса.

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

Итоговая оценка знаний, умений, способов деятельности студентов по изучаемой дисциплине составляет 100 баллов

Максимальное количество баллов, которое можно набрать, выполняя задания на курсе в течение одного семестра за изучение лекционного материала, выполнение практических заданий и текущий контроль – 70 баллов.

В рамках освоения дисциплины предусмотрены: подготовка конспектов, устный опрос, выполнение домашних заданий, выполнение контрольных работ.

За ответы на вопросы устного опроса обучающийся может набрать максимально 20 баллов.

За подготовку конспектов обучающийся может набрать максимально 10 баллов.

За выполнение контрольных работ обучающийся может набрать максимально 30 баллов

За выполнение домашних заданий обучающийся может набрать максимально - 10 баллов.

Максимальная сумма баллов, которые обучающийся может набрать при сдаче экзамена, составляет 30 баллов.

Для сдачи экзамена необходимо выполнить все задания текущего контроля. Значимым моментом является показатель изучения материала лекций и выполнение заданий в указанные сроки. На экзамен выносятся материал, излагаемый в лекциях и рассматриваемый на практических занятиях.

Шкала оценивания ответов студентов на экзамене.

Количество баллов	Критерии оценивания
25-30	имеет место полное усвоение теоретического и практического материала; студент умеет доказать все теоремы из лекционного курса и решает все задачи и примеры из приведенных заданий
19-24	имеет место основное усвоение теоретического и практического материала; студент умеет доказать основные теоремы из лекционного курса и решает основные задачи и примеры из приведенных заданий
9-15	имеет место знание без доказательства основных теорем и формул курса; студент умеет решать задачи и примеры из приведенных заданий, являющиеся обобщением задач школьного курса математики
0-8	имеет место неусвоение основных теорем и формул курса; студент не умеет решать задачи и примеры из заданных заданий, являющиеся обобщением задач школьного курса математики

Итоговая шкала оценивания результатов освоения дисциплины.

Итоговая оценка по дисциплине формируется из суммы баллов по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации и выставляется в соответствии с приведенной ниже таблицей.

Оценка по 100-балльной системе	Оценка по традиционной системе
81 – 100	Отлично
61 - 80	Хорошо
41 - 60	Удовлетворительно
0 - 40	Неудовлетворительно

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Основная литература

- Ильин, В. А. Математический анализ в 2 ч.: учебник для вузов / В. А. Ильин, В. А. Садовничий, Б. Х. Сендов. — 4-е изд. — Москва : Юрайт, 2023. — 324 с. — Текст : электронный. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/513351>
<https://www.urait.ru/bcode/513352>
<https://www.urait.ru/bcode/511024>
- Кудрявцев, Л. Д. Курс математического анализа в 3 т.: учебник для вузов . — 6-е изд. — Москва : Юрайт, 2023. — Текст : электронный. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/509770>

<https://www.ura.it.ru/bcode/510768>

3. Фихтенгольц, Г.М. Основы математического анализа : учебник для вузов. - 9-е изд. - СПб. : Лань, 2019. Текст: непосредственный

6.2. Дополнительная литература

1. Баврин, И. И. Математический анализ : учебник и практикум для вузов. — 2-е изд. — Москва : Юрайт, 2022. — 327 с. — Текст : электронный. — URL: <https://www.ura.it.ru/bcode/507814>
2. Будаев, В.Д. Математический анализ : функции одной переменной: учебник для вузов / В. Д. Будаев, М. Я. Якубсон. - СПб. : Лань, 2019. - 544с. – Текст: непосредственный
3. Демидович, Б.П. Сборник задач и упражнений по математическому анализу : учеб. пособие - 20-е изд. - СПб. : Лань, 2018. - 624с. – текст: непосредственный
4. Капкаева, Л. С. Математический анализ: теория пределов, дифференциальное исчисление : учебное пособие для вузов . — 2-е изд. — Москва : Юрайт, 2023. — 246 с. — Текст : электронный. — URL: <https://www.ura.it.ru/bcode/515115>
5. Кытманов, А. М. Математический анализ : учебное пособие для вузов . — Москва : Юрайт, 2019. — 607 с. — Текст : электронный. — URL: <https://www.ura.it.ru/bcode/425244>
6. Никитин, А. А. Математический анализ. Углубленный курс : учебник и практикум для вузов / А. А. Никитин, В. В. Фомичев. — 2-е изд. — Москва : Юрайт, 2023. — 460 с. — Текст : электронный. — URL: <https://www.ura.it.ru/bcode/511175>
7. Садовничая, И. В. Математический анализ. Предел и непрерывность функции одной переменной : учебное пособие для вузов / И. В. Садовничая, Т. Н. Фоменко. — 2-е изд. — Москва : Юрайт, 2023. — 115 с. — Текст : электронный. — URL: <https://www.ura.it.ru/bcode/515257>
8. Шагин, В. Л. Математический анализ. Базовые понятия : учебное пособие для вузов / В. Л. Шагин, А. В. Соколов. — Москва : Юрайт, 2023. — 245 с. — Текст : электронный. — URL: <https://www.ura.it.ru/bcode/512337>

6.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Электронная библиотека механико-математического факультета МГУ: <http://lib.mexmat.ru/>
2. Математическое бюро: Учебники по математическому анализу: <http://www.matburo.ru>
3. <http://www.library.mephi.ru/>
4. <http://ega-math.narod.ru/>
5. <http://neo-chaos.narod.ru/fikhtengolts.html>
6. Электронно-библиотечная система Лань <https://e.lanbook.com>
7. ООО «Электронное издательство Юрайт» <https://ura.it.ru>

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы бакалавров.
2. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям.

8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Лицензионное программное обеспечение:

Microsoft Windows
Microsoft Office
Kaspersky Endpoint Security

Информационные справочные системы:

Система ГАРАНТ
Система «КонсультантПлюс»

Профессиональные базы данных
fgosvo.ru – Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования
pravo.gov.ru - Официальный интернет-портал правовой информации
www.edu.ru – Федеральный портал Российское образование

Свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

ОМС Плеер (для воспроизведения Электронных Учебных Модулей)

7-zip

Google Chrome

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает в себя:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: учебной мебелью, доской, демонстрационным оборудованием, персональными компьютерами, проектором;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде.