Федеральное государственное автономное образовательное учреждение

высшего образования

«Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»

СОГЛАСОВАНО	УТВЕРЖДАЮ
Директор ФизМех	Директор ИФиМ
________________А.В.Филимонов	_________________П.В.Захаров
«11» сентября 2024 г.	«11» сентября 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

«Математический анализ»

Разработчик	**Кафедра высшей математики**
Направление (специальность) подготовки	01.03.02 Прикладная математика и информатика
Наименование ООП	01.03.02_01 Математическое моделирование и искусственный интеллект
Квалификация (степень) выпускника	**бакалавр**
Образовательный стандарт	**СУОС**
Форма обучения	**очная**

СОГЛАСОВАНО	Соответствует СУОС СПбПУ
Руководитель ОП	Утверждена протоколом заседания
_______________ К.Н.Козлов	кафедры «КВМ»
«11» сентября 2024 г.	от «11» сентября 2024 г. № 2

РПД разработали:
Доцент, к.ф.-м.н., доц.
А.А.Моисеев,
Профессор, д.ф.-м.н.
И.А.Халидов,
Старший преподаватель
А.В.Баландюк

1. Цели и планируемые результаты изучения дисциплины

Цели освоения дисциплины

1. Знание базисных математических понятий, методов, моделей, применяемых при изучении естественнонаучных, общепрофессиональных, специальных дисциплин и в практической деятельности.

2. Навыки логического и алгоритмического мышления. Математическая культура и развитие.

3. Навыки математического анализа прикладных задач и овладение математическими методами исследования и решения таких задач.

4. Опыт математического исследования прикладных вопросов: перевод реальной задачи на математический язык, выбор методов её решения, в том числе и численных, оценка полученных результатов.

Результаты обучения выпускника

Код	Результат обучения (компетенция) выпускника ООП
УК-1	**Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач**
ИД-2 УК-1	Анализирует задачу на основе системного подхода, выделяя ее базовые составляющие.
ИД-3 УК-1	Выбирает варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки.
ОПК-1	**Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности.**
ИД-1 ОПК-1	Использует аппарат фундаментальной математики для решения задач в области профессиональных интересов.
ИД-2 ОПК-1	Использует фундаментальный математический аппарат для построения вычислительных схем.
ИД-3 ОПК-1	Использует фундаментальные математические результаты для решения прикладных задач в профессиональной сфере.

Планируемые результаты изучения дисциплины

знания:

Знает основные методы математического анализа

Знает условия и границы применения формального аппарата

Знает основные законы и методы фундаментальных дисциплин, необходимых в своей профессиональной деятельности

Знает границы корректного использования математических методов. Знает основные методологические подходы и конкретные приемы работы с информацией

Знает математические методы формализации задач предметной области

умения:

Умеет использовать стандартные решения для решения актуальной задачи в рамках своей профессиональной деятельности

Умеет использовать походящий формализм для решения задачи в области профессиональных интересов

Умеет оценивать эффективность выбранного метода решения задач Умеет анализировать,сравнивать, определять существенное и несущественное, синтезировать и обобщать полученную информацию

Умеет выбирать приемлемый формальный метод решения задачи

Умеет аргументированно выбирать метод решения задачи

навыки:

Владеет опытом решения задач с использованием формализмов математики

Владеет навыками решения задач в области профессиональных интересов

Владеет опытом решения задач в рамках возможностей, предоставленных освоенными формальными системами

Владеет опытом доказательств корректности использования математических методов

Владеет навыками логического анализа и применения системного подхода, учитывающего различные культурные особенности, при работе с информацией любого типа

2. Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины требует знания школьной программы, успешной сдачи вступительных или единых государственных экзаменов.

Дисциплина является фундаментальной и необходима для успешного освоения профильных дисциплин.

3. Распределение трудоёмкости освоения дисциплины по видам учебной работы и формы текущего контроля и промежуточной аттестации

3.1. Виды учебной работы

Виды учебной работы	Трудоёмкость по семестрам
	Очная форма
Лекционные занятия	208
Практические занятия	176
Самостоятельная работа	264
Часы на контроль	100
Общая трудоемкость освоения дисциплины	*в академических часах, ач 792*
	в зачётных единицах, зет 22

3.2. Формы текущего контроля и промежуточной аттестации

Формы текущего контроля и промежуточной аттестации	Количество по семестрам
	Очная форма
Текущий контроль	
Контрольные, шт.	**8**
Промежуточная аттестация	
Экзамены, шт.	4

4. Содержание и результаты обучения

4.1 Разделы дисциплины и виды учебной работы

№ Раздела	Разделы дисциплины, мероприятия текущего контроля	Очная форма		
		Лек, ач	Пр, ач	Ср, ач
1.	Введение в математический анализ			
1.1.	Элементы теории множеств и математической логики	4	2	6
1.2.	Вещественные числа	4	4	6
1.3.	Последовательности и их пределы	4	4	6
1.4.	Предел функции	6	4	8
1.5	Непрерывные функции	6	4	8
2.	Дифференциальное исчисление функций одной переменной			
2.1.	Основные понятия дифференциального исчисления	8	8	12
2.2.	Важнейшие теоремы о дифференцируемых функциях	8	4	12
2.3.	Исследование функций методами дифференциального исчисления	8	8	10
3.	Интегрирование функций одной переменной			
3.1	Неопределенный интеграл	6	6	8
3.2	Определенный интеграл	8	6	8
3.3	Несобственный интеграл	6	4	6
3.4	Собственные интегралы, зависящие от параметра	4	2	4
4.	Функции нескольких переменных			
4.1	n-мерное пространство	4	2	6
4.2	Предел и непрерывность функций нескольких переменных	6	4	6
4.3	Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных	14	12	14
5	Несобственные интегралы, зависящие от параметра			
5.1	Сходимость несобственных интегралов, зависящих от параметра	4	4	4

5.2	Интегралы Эйлера	4	2	2
6	Числовые и функциональные ряды			
6.1.	Числовые ряды	8	4	8
6.2.	Функциональные ряды	4	6	6
6.3.	Степенные ряды	6	6	8
6.4	Ряды и интеграл Фурье	8	6	8
7	Обыкновенные дифференциальные уравнения			
7.1	Введение в теорию дифференциальных уравнений	2	2	4
7.2	Дифференциальные уравнения первого порядка, разрешенные относительно производной	4	6	6
7.3	Дифференциальные уравнения первого порядка, не разрешенные относительно производной	4	2	6
7.4.	Дифференциальные уравнения высших порядков	4	4	6
7.5	Линейные дифференциальные уравнения	4	6	8
8	Системы дифференциальных уравнений			
8.1.	Общая теория систем	2	2	4
8.2.	Линейные системы	4	2	4
8.3.	Линейные системы с постоянными коэффициентами	4	4	4
9.	Интеграл Лапласа и операционное исчисление			
9.1	Изображения и оригиналы по Лапласу	4	2	6
9.2	Решение дифференциальных уравнений и систем операторным методом	2	4	4
10.	Интегрирование функций нескольких переменных			
10.1	Двойной интеграл	6	4	6
10.2	Тройной и многократный интегралы	4	4	4
10.3	Криволинейные интегралы	6	4	6

10.4	Дифференциальные формы, их интегрирование	6	6	10
10.5	Теорема Стокса. Теория поля	6	6	8
11.	Теория функций комплексного переменного			
11.1	Введение в ТФКП	2	2	4
11.2	Функции комплексного переменного. Непрерывность и дифференцируемость	2	2	4
11.3	Интегрирование функций комплексного переменного	2	2	4
11.4	Комплексные ряды	4	4	4
11.5	Теория вычетов	4	4	4
11.6.	Принцип максимума модуля и принцип аргумента	2	2	2
Итого по видам учебной работы:		208	176	264
Экзамены, ач				100
Часы на контроль, ач				100
Промежуточная аттестация (экзамен)		44		
Общая трудоёмкость освоения: ач / зет		792/22		

4.2. Содержание разделов и результаты изучения дисциплины

Разделы дисциплины	Содержание
1. Введение в математический анализ	
1.1. Элементы теории множеств и математической логики	Логические символы, основные операции математической логики. Понятие множества, теоретико-множественные операции. Мощность множества. Отношения. Функции.
1.2. Вещественные числа	Аксиоматическое описание множества вещественных чисел. Свойство полноты. Грани ограниченных множеств. Натуральные, целые, рациональные числа. Абсолютная величина вещественного числа.

Разделы дисциплины	Содержание
1.3. Последовательности и их пределы	Числовые последовательности. Предел последовательности; единственность предела; ограниченность последовательности, имеющей конечный предел; предел подпоследовательности. Свойства пределов, связанные с арифметическими операциями над последовательностями. Предел и неравенства. Признак существования предела монотонной последовательности. Число е. Критерий Коши существования предела последовательности.
1.4. Предел функции	Понятие функции одной переменной. Способы задания функции: аналитический, табличный, графический. Элементарные функции и их классификация. Два определения предела функции; их равносильность. Односторонние пределы функции. Свойства пределов функций. Бесконечно малые и бесконечно большие функции. Пределы монотонной функции. Критерий Коши существования предела функции. Натуральные логарифмы. Показательная функция, понятие о гиперболических функциях. Сравнение бесконечно малых величин. Эквивалентные бесконечно малые. Теорема о замене бесконечно малых эквивалентными при отыскании предела отношения.
1.5. Непрерывные функции	Непрерывность функции в точке. Односторонняя непрерывность. Арифметические операции над непрерывными функциями. Непрерывность сложной функции. Теорема о стабильности знака. Непрерывность функции в промежутке.

Разделы дисциплины	Содержание
	Основные свойства функций, непрерывных в замкнутом промежутке. Равномерная непрерывность. Теорема Кантора. Понятие обратной функции. Теорема об обращении строго монотонной, непрерывной функции. Непрерывность элементарных функций. Три важных предела. Точки разрыва функции и их классификация.
2. Дифференциальное исчисление функций одной переменной	
2.1. Основные понятия дифференциального исчисления	Понятия производной и дифференцируемой функции, связь этих понятий. Арифметические операции над дифференцируемыми функциями. Дифференцируемость обратной функции и композиции.
2.2. Важнейшие теоремы о дифференцируемых функциях	Теоремы Ферма, Ролля, Лагранжа, Коши. Правило Лопиталя раскрытия неопределенностей. Формула Тейлора. Использование формулы Тейлора и правила Лопиталя в исследованиях функций, требующих раскрытия неопределенностей.
2.3. Исследование функций методами дифференциального исчисления	Условия постоянства, монотонности функции. Экстремумы. Отыскание наименьшего и наибольшего значений функции. Выпуклые функции. Перегибы.
3. Интегрирование функций одной переменной	
3.1. Неопределенный интеграл	Первообразная функция. Строение множества первообразных. Неопределенный интеграл; его основные свойства. Таблица простейших неопределенных интегралов. Основные методы интегрирования: разложение на слагаемые, замена переменной, интегрирование по частям. Интегрирование рациональных дробей. Интегрирование

Разделы дисциплины	Содержание
	некоторых иррациональностей. Подстановки Эйлера. Дифференциальные биномы. Интегрирование тригонометрических выражений
3.2. Определенный интеграл	Понятие определенного интеграла Римана. Верхняя и нижняя суммы Дарбу, их свойства. Необходимое и достаточное условие интегрируемости. Интегрируемость непрерывной функции. Интегрируемость монотонных функций. Линейность, аддитивность, монотонность определенного интеграла. Теорема о среднем. Неравенство Коши-Буняковского-Шварца. Определенный интеграл с переменным верхним (нижним) пределом. Теоремы о непрерывности и дифференцируемости. Формула Ньютона-Лейбница. Замена переменной и интегрирование по частям в определенных интегралах. Геометрические и физические приложения определенного интеграла: вычисление площадей плоских фигур в декартовых и полярных координатах; вычисление длин дуг кривых; вычисление объемов тел; вычисление площадей поверхностей тел вращения; масса и центр тяжести кривых и плоских фигур.
3.3. Несобственный интеграл	Несобственные интегралы первого и второго рода. Сходимость интеграла в случае неотрицательной функции. Сходимость интеграла в общем случае. Критерий Коши. Абсолютно сходящиеся несобственные интегралы. Условно сходящиеся несобственные интегралы. Признаки Абеля и Дирихле. Интегрирование по частям. Замена

Разделы дисциплины	Содержание
	переменной интегрирования. Применение основной формулы интегрального исчисления. Главное значение несобственного интеграла в смысле Коши.
3.4. Собственные интегралы, зависящие от параметра	Понятие и свойства собственных интегралов, зависящих от параметра. Предельный переход и непрерывность. Дифференцирование и интегрирование интегралов, зависящих от параметра.
4. Функции нескольких переменных	
4.1. n-мерное пространство	Понятие метрического пространства. Примеры метрических пространств. Сходимость в метрическом пространстве. Полнота метрического пространства. Принцип неподвижной точки. Понятие n-мерного координатного пространства. Множества точек n-мерного евклидова пространства. Сходящиеся последовательности точек в n-мерном евклидовом пространстве. Свойства ограниченных последовательностей точек. Принцип выбора. Компакты в n-мерном пространстве.
4.2. Предел и непрерывность функции нескольких переменных	Понятие функции нескольких переменных. Предел функции. Повторные пределы функции. Понятие непрерывной функции. Свойства непрерывных функций. Непрерывность суперпозиции непрерывных функций. Теоремы о функциях, непрерывных на множествах (теорема Коши, первая и вторая теоремы Вейерштрасса). Равномерная непрерывность функции нескольких переменных. Теорема Кантора.
4.3. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных	Частные производные от функции нескольких переменных.

Разделы дисциплины	Содержание
	Формула для полного приращения функции. Дифференцируемость функции в точке. Теорема о дифференцируемости сложной функции. Частные дифференциалы и полный дифференциал. Связь между полным дифференциалом и полным приращением функции. Инвариантность формы первого дифференциала. Частные производные высших порядков. Теорема о независимости смешанной производной от порядка дифференцирований.
5. Несобственные интегралы, зависящие от параметра	
5.1. Сходимость несобственных интегралов, зависящих от параметра	Равномерная сходимость несобственных интегралов, зависящих от параметра. Признаки равномерной сходимости. Теоремы о предельном переходе и непрерывности. Дифференцирование и интегрирование несобственных интегралов, зависящих от параметра. Знаменитые интегралы.
5.2. Интегралы Эйлера	Гамма-функция, бета-функция. Их основные свойства и взаимосвязь. Техника вычислений с использованием гамма и бета-функций.
6. Числовые и функциональные ряды	
6.1. Числовые ряды	Понятие числового ряда. Сумма ряда. Необходимое условие сходимости. Общие свойства рядов. Линейность. Монотонность. Свойства остатка. Ассоциативность сложения. Критерий Коши. Ряды с положительными членами. Необходимое и достаточное условие сходимости. Теоремы сравнения. Признаки Даламбера, Коши, Раабе. Интегральный признак Коши. Ряды с произвольными членами. Абсолютная и

Разделы дисциплины	Содержание
	условная сходимость. Перестановка членов ряда. Умножение рядов. Признак Лейбница. Преобразование Абеля. Признаки Абеля и Дирихле.
6.2. Функциональные ряды	Понятия функциональной последовательности и функционального ряда. Множество сходимости. Равномерная сходимость. Признаки равномерной сходимости. Перестановка предельных переходов. Непрерывность суммы равномерно сходящегося ряда непрерывных функций. Интегрирование и дифференцирование равномерно сходящихся функциональных последовательностей и рядов.
6.3. Степенные ряды	Понятие степенного ряда. Радиус и интервал сходимости. Равномерность сходимости степенного ряда. Дифференцирование и интегрирование степенных рядов. Ряд Тейлора. Разложение основных элементарных функций в ряд Маклорена.
6.4. Ряды и интеграл Фурье	Понятие об ортогональных системах функций. Ортогональная система тригонометрических функций. Определение ряда Фурье. Интеграл Дирихле. Теорема Римана-Лебега. Следствие из теоремы Римана-Лебега (принцип локализации). Проблема разложения функции в ряд Фурье. Признак Дини и следствия из него. Характер сходимости ряда Фурье. Почленное дифференцирование и интегрирование рядов Фурье. Ряды Фурье для четных и нечетных функций. Разложение в ряд Фурье функции, заданной в "неполном промежутке". Сдвиг и

Разделы дисциплины	Содержание
	растяжение основного промежутка. Комплексная форма записи ряда Фурье. Формула замкнутости Парсеваля-Ляпунова. Понятие о разложении функции в ряд по произвольной ортогональной системе. Представление функции интегралом Фурье. Различные виды записи формулы Фурье. Интеграл Фурье для четных и нечетных функций. Представление интегралом Фурье функции, заданной на полуоси. Преобразование Фурье. Свойства преобразования Фурье абсолютно интегрируемых функций.
7. Обыкновенные дифференциальные уравнения	
7.1. Введение в теорию дифференциальных уравнений	Понятие обыкновенного дифференциального уравнения. Порядок уравнения. Решение дифференциального уравнения. Конкретные задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям.
7.2. Дифференциальные уравнения первого порядка, разрешенные относительно производной	Обыкновенное дифференциальное уравнение (ОДУ) первого порядка, разрешенное относительно производной. Решение ОДУ, поле направлений. Задача Коши. Теорема существования решения. Теоремы единственности. Примеры нарушения единственности. Основные типы уравнений, интегрируемых в квадратурах: ОДУ с разделяющимися переменными, однородное уравнение, линейное уравнение, уравнение Бернулли, ОДУ в полных дифференциалах. Интегрирующий множитель.
7.3. Дифференциальные уравнения первого порядка, не разрешенные относительно производной	Постановка задачи Коши. Существование и единственность решения. Методы интегрирования дифференциальных

Разделы дисциплины	Содержание
	уравнений, не разрешенных относительно производной: сведение к уравнению, разрешенному относительно производной, метод введения параметра. Уравнения Лагранжа и Клеро. Понятие особого решения. Огибающая семейства кривых.
7.4. Дифференциальные уравнения высших порядков	ОДУ высших порядков. Решение уравнения. Постановка задачи Коши. Существование и единственность решения. Основные приемы понижения порядка ДУ.
7.5. Линейные дифференциальные уравнения	Основные понятия и определения. Линейные однородные дифференциальные уравнения (ЛОДУ). Общие теоремы о решениях ЛОДУ. Фундаментальная система решений (ФСР). Общее решение ЛОДУ. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения. Структура общего решения ЛДУ. Метод вариации произвольных постоянных. Линейные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами. Построение фундаментальной системы решений ЛОДУ с постоянными коэффициентами. Метод неопределенных коэффициентов построения решения ЛДУ с постоянными коэффициентами и правой частью специального вида. Уравнение Эйлера.
8. Системы дифференциальных уравнений	
8.1. Общая теория систем	Нормальные системы ОДУ. Задача Коши. Решение задачи Коши методом последовательных приближений Пикара. Теорема Пикара. Общее решение нормальной системы ОДУ. Понятие интеграла нормальной системы; критерий интеграла. Понятие независимости интегралов. Методы

Разделы дисциплины	Содержание
	интегрирования нормальных систем ОДУ: метод исключения, нахождение интегрируемых комбинаций для нормальных систем ОДУ, записанных в симметричной форме. Интегрирование линейных и квазилинейных ДУ первого порядка с частными производными. Понятие о характеристических кривых и характеристических поверхностях. Продолжение решений нормальных систем ОДУ. Максимальный интервал существования решения. Теорема о существовании максимального интервала. Глобальная теорема существования и единственности и следствия из нее. Теоремы о непрерывной зависимости решений нормальной системы ОДУ от начальных данных и параметров.
8.2. Линейные системы	Линейные системы ОДУ. Свойства решений линейной однородной системы ОДУ. Линейная зависимость решений линейной однородной системы ОДУ. Фундаментальная матрица решений линейной однородной системы ОДУ. Формула Остроградского-Лиувилля. Общее решение линейной неоднородной системы ОДУ. Метод вариации произвольных постоянных для нахождения решения линейной неоднородной системы ОДУ.
8.3. Линейные системы с постоянными коэффициентами	Понятие матричной последовательности и матричного ряда. Матричные степенные ряды. Теорема об условиях сходимости матричного степенного ряда. Экспонента от матрицы. Поэлементная структура матрицы-экспоненты. Фундаментальная матрица

Разделы дисциплины	Содержание
	решений однородной системы ОДУ с постоянными коэффициентами. Группы решений системы, соответствующие клеткам Жордана нормальной формы матрицы системы. Линейные неоднородные системы ОДУ с постоянными коэффициентами.
9. Интеграл Лапласа и операционное исчисление	
9.1. Изображения и оригиналы по Лапласу	Теорема существования. Свойства интеграла Лапласа. Вычисление изображений базовых элементарных функций и оригиналов от дробно-рациональных функций.
9.2. Решение дифференциальных уравнений и систем операторным методом	Вычисление изображений линейных дифференциальных уравнений и систем. Нахождение оригиналов для выражений, получаемых после решения уравнений и систем в изображениях.
10. Интегрирование функций нескольких переменных	
10.1. Двойной интеграл	Интеграл Римана на прямоугольнике. Условия интегрируемости. Мера плоского множества. Интеграл по измеримому множеству. Основные свойства двойного интеграла. Классы интегрируемых функций. Сведение двойного интеграла к повторному. Замена переменных в двойном интеграле.
10.2. Тройной и многократный интегралы	Понятие тройного интеграла. Основные свойства. Сведение тройного интеграла к повторному. Замена переменных. Тройной интеграл в цилиндрических и сферических координатах. Определение и основные свойства многократного интеграла.
10.3. Криволинейные интегралы	Криволинейные интегралы первого и второго рода, их свойства и взаимосвязь. Геометрические и физические приложения.
10.4. Дифференциальные формы, их интегрирование.	Гладкие поверхности. Полилинейные формы.

Разделы дисциплины	Содержание
	Операции над ними. Дифференциальные формы. Интеграл от дифференциальной формы. Его основные свойства.
10.5. Теорема Стокса. Теория поля	Теорема Стокса в общей форме. Скалярные и векторные поля. Основные операции векторного анализа. Градиент, дивергенция, ротор, их свойства. Формулы Грина, Стокса, Остроградского.
11. Теория функций комплексного переменного	
11.1. Введение в ТФКП	Комплексные числа. Арифметические операции. Алгебраическая и тригонометрическая формы комплексного числа. Геометрическое изображение комплексных чисел. Расстояние в множестве комплексных чисел. Предел последовательности. Его основные свойства. Расширенная комплексная плоскость.
11.2 Функции комплексного переменного. Непрерывность и дифференцируемость	Функция комплексного переменного, вещественная и мнимая части. Понятия предела и непрерывной функции. Основные свойства непрерывных функций. Понятие дифференцируемой функции комплексного переменного. Условия Коши-Римана. Понятие голоморфной функции. Основные элементарные функции.
11.3. Интегрирование функций комплексного переменного	Понятие криволинейного интеграла для функции комплексного переменного. Основные свойства интеграла. Сведение к вещественным интегралам. Теорема Коши для односвязной и многосвязной областей. Существование первообразной. Интегральная формула Коши. Бесконечная дифференцируемость голоморфной функции.
11.4 Комплексные ряды	Понятие степенного ряда. Радиус

Разделы дисциплины	Содержание
	сходимости. Голоморфность суммы степенного ряда. Разложение голоморфной функции в степенной ряд. Разложения Тейлора для основных элементарных функций. Целые функции, теорема Лиувилля. Нули голоморфной функции. Теорема единственности. Понятие ряда Лорана. Кольцо сходимости. Голофорфность суммы. Разложение голоморфной функции в ряд Лорана. Изолированные особые точки, их классификация. Решение дифференциальных уравнений путем разложения в ряды Тейлора и Лорана.
11.5. Теория вычетов	Понятие вычета. Вычисление вычетов. Вычет функции в бесконечно удаленной точке. Теорема Коши о вычетах. Основные приемы вычисления определенных интегралов с помощью теоремы о вычетах. Интегралы Дирихле, Френеля, Лапласа.
11.6 Принцип максимума модуля и принцип аргумента	Логарифмическая производная. Логарифмический вычет. Принцип аргумента. Теорема Руше. Основная теорема высшей алгебры. Теорема о максимуме модуля голоморфной функции. Лемма Шварца об ограниченной голоморфной функции в единичном круге.

5. Образовательные технологии

1. Лекции в сочетании с отработкой навыков практического применения знаний на практических занятиях.
2. Компьютерные технологии с использованием распространённого математического программного обеспечения (Excel, MathCAD, Wolfram Mathematica).

3. Интерактивные лекции-консультации по дифференциальным уравнениям и системам дифференциальных уравнений.
4. Интерактивные практические занятия-семинары по методам решения типовых задач.

6. Лабораторный практикум

Не предусмотрено.

7. Практические занятия

№ раздела	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ач
		Очная форма
1	Вещественные числа. Доказательства некоторых равенств и неравенств методом математической индукции. Теория числовых последовательностей. Вычисление пределов последовательностей. Определение области существования функций. Нахождение пределов функций. Исследование функций на непрерывность. Определение точек разрыва функций и исследование характера разрыва.	18
2	Техника дифференцирования явно заданных функций. Дифференцирование функций, заданных параметрически и неявно. Нахождение дифференциалов функций. Нахождение приближенных значений функций методом замены приращения функции ее дифференциалом. Нахождение производных и дифференциалов высших порядков. Определение промежутков монотонности функций. Раскрытие неопределенностей по правилу Лопиталя. Разложение функций до членов заданного порядка по формуле Тейлора. Вычисление пределов функций методом выделения главной части. Исследование функций на экстремум. Нахождение наименьшего и наибольшего значений функции. Построение графиков функций, заданных явно. Построение графиков функций, заданных параметрическими уравнениями. Элементы дифференциальной геометрии на плоскости.	20
3.1	Вычисление неопределенных интегралов с помощью таблицы простейших интегралов. Вычисление неопределенных интегралов с помощью метода подстановки и правила интегрирования по частям. Интегрирование рациональных дробей. Интегрирование	6

	иррациональных функций. Интегрирование дифференциальных биномов. Интегрирование тригонометрических функций.	
3.2	Вычисление определенных интегралов как пределов соответствующих интегральных сумм. Вычисление производных от интегралов с переменным верхним (нижним) пределом по верхнему (нижнему) пределу. Вычисление определенных интегралов с помощью формулы Ньютона-Лейбница. Вычисление пределов некоторых сумм с помощью определенных интегралов. Геометрические и физические приложения определенных интегралов.	6
3.3 3.4	Исследование сходимости и вычисление несобственных интегралов. Собственные интегралы, зависящие от параметра. Исследование на непрерывность интеграла как функции параметра. Предельный переход по параметру под знаком интеграла. Дифференцирование и интегрирование интеграла по параметру под знаком интеграла.	6
4	Определение областей существования функций нескольких переменных. Вычисление двойных и повторных пределов. Нахождение точек разрыва функций нескольких переменных. Непрерывность функции нескольких переменных. Равномерная непрерывность. Исследование функции нескольких переменных на дифференцируемость в точке. Нахождение частных производных первого и высших порядков. Нахождение полных дифференциалов первого и высших порядков функции нескольких переменных. Вычисление приближенных значений функций с помощью замены приращения функции ее дифференциалом. Исследование на экстремум функций нескольких переменных. Условные экстремумы. Метод Лагранжа. Определение наибольшего и наименьшего значений функций нескольких переменных в заданных областях. Дифференцирование функций, заданных неявно одним уравнением и системой уравнений.	18
5	Несобственные интегралы, зависящие от параметра. Определение области сходимости, исследование на равномерную сходимость. Дифференцирование и интегрирование несобственных интегралов, зависящих от параметра. Вычисление интегралов с помощью бета- и гамма-функций.	6
6.1	Числовые ряды. Исследование на сходимость числовых рядов по	16

6.2 6.3	определению и с помощью признаков сравнения. Исследование положительных числовых рядов с помощью признаков Коши, Даламбера, Раабе. Исследование на сходимость знакочередующихся рядов и рядов с членами любых знаков с помощью признаков Лейбница, Дирихле, Абеля. Исследование на сходимость и равномерную сходимость функциональных последовательностей. Определение областей сходимости функциональных рядов общего вида. Исследование на равномерную сходимость функциональных рядов. Степенные ряды. Определение областей сходимости степенных рядов. Разложение функций в степенные ряды. Вычисление приближенных значений функций и интегралов с помощью разложений функций в степенные ряды.	
6.4	Разложение функций в ряд Фурье: а) полный ряд Фурье; б) по косинусам кратных дуг в) по синусам кратных дуг. Представление функций интегралом Фурье.	6
7	Интегрирование дифференциальных уравнений первого порядка: уравнения с разделяющимися переменными, однородные, линейные, в полных дифференциалах. Отыскание интегрирующего множителя. Интегрирование дифференциальных уравнений первого порядка, не разрешенных относительно производной, методом введения параметра. Интегрирование ОДУ высших порядков, допускающих понижение порядка. Интегрирование линейных однородных дифференциальных уравнений n-го порядка с постоянными коэффициентами. Интегрирование линейных неоднородных дифференциальных уравнений n-го порядка с постоянными коэффициентами. Метод вариации.	20
8	Интегрирование систем дифференциальных уравнений общего вида. Интегрирование линейных однородных и неоднородных систем дифференциальных уравнений.	8
9	Нахождение изображений по Лапласу основных элементарных функций. Отыскание оригиналов по Лапласу от дробно-рациональных функций. Решение линейных дифференциальных уравнений высшего порядка методами операционного исчисления. Решение систем линейных дифференциальных уравнений методами операционного исчисления.	6

10.1 10.2	Вычисление двойных интегралов. Вычисление площадей плоских фигур с помощью двойного интеграла. Вычисление тройных интегралов. Вычисление объемов тел с помощью тройных интегралов.	8
10.3 10.4 10.5	Вычисление криволинейных интегралов первого и второго рода. Формула Грина. Вычисление площадей поверхностей. Вычисление поверхностных интегралов. Формула Стокса. Формула Остроградского-Гаусса.	16
11.1 11.2. 11.3	Алгебраическая, тригонометрическая, показательная формы комплексного числа. Сложение и вычитание; умножение и деление. Извлечение корня. Стереографическая проекция. Комплексные функции вещественного переменного; комплексные функции комплексного переменного. Нахождение голоморфной функции по известным вещественной или мнимой частям, модулю или аргументу. Интегрирование функций комплексного переменного. Интегральная теорема и формула Коши.	6
11.4	Числовые ряды с комплексными членами. Функциональные ряды. Равномерная сходимость. Степенные ряды. Определение радиусов сходимости. Поведение ряда на границе круга сходимости. Разложение функций в ряд Тейлора. Разложение функций в ряд Лорана. Изолированные особые точки однозначного характера.	4
11.5 11.6	Вычисление вычетов. Вычисление криволинейных интегралов с помощью вычетов. Вычисление определенных интегралов с помощью вычетов.	6
	Итого часов	176

8. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

СРС направлена на закрепление и углубление освоения учебного материала, развитие практических умений. Изучение курса включает традиционные виды самостоятельной работы студентов:

- работа с лекционным материалом, с рекомендованной учебной литературой;

- изучение разделов, вынесенных на самостоятельную проработку;

- выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ;
- опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях в аудитории);
- подготовка к практическим и семинарским занятиям;
- подготовка к контрольным работам, коллоквиумам, зачётам, экзаменам.

Вид самостоятельной работы	**Примерная трудоёмкость, ач**
	Очная форма
Текущая СР	
работа с лекционным материалом, с учебной литературой	60
опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	12
самостоятельное изучение разделов дисциплины	16
выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	60
подготовка к практическим и семинарским занятиям	40
подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	36
Итого текущей СР:	**224**
Творческая проблемно-ориентированная СР	
выполнение расчётно-графических работ	40
выполнение курсового проекта или курсовой работы	0
поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	
работа над междисциплинарным проектом	0
исследовательская работа, участие в конференциях, семинарах, олимпиадах	0
анализ данных по заданной теме, выполнение расчётов, составление схем и моделей на основе собранных данных	0
Итого творческой СР:	**40**
Итого СР:	**264**

9. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1 Адрес сайта курса

https://hmath.spbstu.ru/educational_work/

9.2. Рекомендуемая литература

Основная литература

№	Автор, название, место издания, издательство, год (годы) издания	Год изд.	Источник
1	Аксенов А.П. Математика. Математический анализ. Ч. 1: Санкт-Петербург: Изд-во СПбГПУ, 2004.	2004	ИБК СПбПУ
2	Аксенов А.П. Математика. Математический анализ. Ч. 2: Санкт-Петербург: Изд-во СПбГПУ, 2004.	2004	ИБК СПбПУ

Дополнительная литература

№	Автор, название, место издания, издательство, год (годы) издания	Год изд.	Источник
1	Аксенов А.П. Математика. Обыкновенные дифференциальные уравнения: Санкт-Петербург: Изд-во СПбГПУ, 2004.	2004	ИБК СПбПУ
2	Аксенов А.П. Математика. Комплексный анализ: Санкт-Петербург: Изд-во СПбГПУ, 2004.	2004	ИБК СПбПУ
3	Кудрявцев Л.Д. Краткий курс математического анализа: Висагинас: Alfa, 1998.	1998	ИБК СПбПУ
4	Тихонов А.Н., Васильева А.Б., Свешников А.Г. Дифференциальные уравнения: Москва: Наука, 1980.	1980	ИБК СПбПУ

Ресурсы Интернета

1. Аксенов, А.П. Математический анализ. Ряды Фурье. Интеграл Фурье. Суммирование расходящихся рядов: http://elib.spbstu.ru/dl/020.pdf/download/020.pdf
2. Аксенов, А.П. Системы обыкновенных дифференциальных уравнений: http://elib.spbstu.ru/dl/129.pdf/download/129.pdf
3. Аксенов, А.П. Математический анализ.Теория рядов.: http://elib.spbstu.ru/dl/021.pdf/download/021.pdf
4. Аксенов, А.П. Математический анализ. Интегралы, зависящие от параметра. Двойные интегралы. Криволинейные интегралы: http://elib.spbstu.ru/dl/032.pdf/download/032.pdf

5. Аксенов, А.П. Математический анализ. Определенный интеграл. Несобственные интегралы. Приложения несобственного интеграла: http://elib.spbstu.ru/dl/033.pdf/download/033.pdf
6. Тер-Крикоров А.М., Шабунин М.И. Курс математического анализа: Учеб. пособие для вузов – ЭБС «Айбукс.ру/ ibooks.ru». Общая коллекция. Москва: Бином. Лаборатория знаний, 2015 г. Математический анализ.: https://ibooks.ru/bookshelf/385360/reading
7. Шабунин М. И.; Сидоров Ю. В. Теория функций комплексного переменного: https://ibooks.ru/bookshelf/372649/reading
8. Романко, В. К. Сборник задач по дифференциальным уравнениям и вариационному исчислению: https://ibooks.ru/bookshelf/335258/reading

9.3. Технические средства обеспечения дисциплины

Мультимедийное оборудование; компьютер с установленным программным обеспечением.

При выполнении домашних заданий и РГР рекомендуется использование компьютера с установленным лицензионным программным обеспечением (Excel, MathCAD, Wolfram Mathematica) для выполнения математических расчетов.

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для лекционных занятий требуется стандартно оборудованная лекционная аудитория (меловая или маркерная доска, столы, стулья) и мультимедиа оборудование, ноутбук или стационарный компьютер с лицензионным программным обеспечением. Для практических занятий – стандартно оборудованная аудиторию (доска, столы, стулья, мультимедиа оборудование, ноутбук или стационарный компьютер с лицензионным программным обеспечением.

11. Критерии оценивания и оценочные средства

11.1. Критерии оценивания

Для дисциплины «Математический анализ» промежуточная аттестация проводится в форме экзамена. Оценивание качества освоения дисциплины производится с использованием рейтинговой системы.

Максимальное количество баллов: 100

Оценка	Количество баллов	Описание
неудовлетворительно	**0 – 61**	Студент не знает основных определений и фактов изученного материал, не умеет применять их к решению самых простых примеров и задач.
удовлетворительно	**62 – 74**	Студент владеет основными понятиями, фактами, формулами, демонстрирует простейшие умения их применения в решении типовых задач, но не понимает взаимосвязи понятий, делает грубые ошибки в применении отдельных формул и теорем.
хорошо	**75 – 84**	Студент хорошо знает и понимает не только основные понятия и факты изученного материала и умеет их применять, но и понимает взаимосвязь всего изученного, умеет доказывать утверждения (леммы, теоремы), изложенные в теоретическом курсе, но не полностью демонстрирует понимание доказанного.
отлично	**85 – 100**	Студент удовлетворяет требованиям на оценку "хорошо" и доказывает изложенные в курсе теоремы, демонстрируя глубокое понимание доказательств (в самых сложных случаях возможно с небольшой помощью

		преподавателя), умеет применять полученные знания в решении задач.

Оценка результатов учебной деятельности учащихся, качества знаний, умений и полученных профессиональных компетенций производится по традиционной шкале : «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично». Основной оценкой является экзаменационная оценка за семестр. Система текущего контроля построена так, чтобы были охвачены все темы курса. Все промежуточные семестровые оценки: месячная аттестация, оценки за контрольные работы и индивидуальные расчетно-графические задания являются рейтинговыми и учитываются при выставлении оценки на экзамене. Экзаменационные оценки выставляются в зачетную книжку студента . Экзамен может проводиться устно, письменно или в виде теста.

11.2. Оценочные средства

Оценочные средства по дисциплине представлены в фонде оценочных средств, который является неотъемлемой частью основной образовательной программы и размещается в электронной информационно-образовательной среде СПбПУ на портале etk.spbstu.ru.

12. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Программа реализуется на лекциях и практических занятиях, а также путем индивидуального общения преподавателей со студентами при приеме индивидуальных расчетных заданий, на консультациях, коллоквиумах, зачетах, экзаменах.

На лекциях излагается основная часть теоретического материала, разбираются характерные примеры. Это изложение должно быть достаточно наглядным и ориентированным на последующее его применение в других дисциплинах и в практической деятельности.

Основные теоремы доказываются, формулы выводятся. Только при этом условии можно обеспечить развитие математического мышления студента.

Основная цель практических занятий – приобретение умений и навыков, используемых в практических приложениях математики. Кроме того, на практических занятиях могут сообщаться дополнительные теоретические сведения, а также приводиться примеры, иллюстрирующие и разъясняющие отдельные теоретические положения.

На лекциях для улучшения усвоение курса математики в целом в каждом разделе программы целесообразно акцентировать внимание учащихся на базовых понятиях, базовых методах и основных задачах.

Система текущего контроля строится так, чтобы были охвачены все темы курса.

Виды контроля: контрольные работы (2 или 3 на семестр), тесты, индивидуальные расчетные задания, коллоквиумы, экзамены. Экзамен может проводиться устно, письменно или в виде теста, в том числе, в форме компьютерного тестирования, а также в смешанной форме: тест +собеседование.

13. Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ

Адаптированная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендаций психолого-медико-педагогической комиссии).