

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
(РОСАВИАЦИЯ)
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»
(ФГБОУ ВО СПбГУ ГА)**

УТВЕРЖДАЮ

Первый

проректор-проректор

по учебной работе

Н.Н. Сухих

2019 года



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Математический анализ

Направление подготовки
01.03.04 Прикладная математика

Направленность программы (профиль)
Математическое и программное обеспечение систем управления

Квалификация выпускника
бакалавр

Форма обучения
очная

Санкт-Петербург
2019

1 Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Математический анализ» являются формирование у обучающихся комплекса теоретических знаний, охватывающих методы, задачи и теоремы математического анализа, а также приобретение ими умений и практических навыков решения математических задач.

Задачами освоения дисциплины «Математический анализ» являются формирование у обучающихся знаний основных понятий математического анализа, приобретение обучающимися умений использовать методы теории пределов, дифференциального и интегрального исчисления функций одного и нескольких действительных переменных, теории рядов, собственных и несобственных интегралов, а также овладение обучающимися навыками самостоятельного исследования математических задач.

Дисциплина обеспечивает подготовку выпускника к научно-исследовательскому типу профессиональной деятельности.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Математический анализ» представляет собой дисциплину, относящуюся к Обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина «Математический анализ» базируется на результатах обучения, полученных при изучении школьных курсов математических дисциплин.

Дисциплина «Математический анализ» является обеспечивающей для дисциплин: «Уравнения математической физики», «Теория случайных процессов и основы теории массового обслуживания», «Теория управления», «Нелинейные модели», «Вычислительная математика».

Дисциплина изучается в 1, 2, 3 и 4 семестрах.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Перечень и код компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач (УК-1)	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none">- способы поиска информации, необходимой для решения научно-исследовательской задачи методами математического анализа; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none">- анализировать и выбирать математические научные источники, наиболее подходящие для поиска информации при решении научно-исследовательской задачи; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none">- навыками синтеза данных, полученных в ходе поиска информации в математических научных источниках;
Способен применять знание фундаментальной математики и естественно-научных дисциплин при решении задач в области естественных наук и инженерной практике (ОПК-1)	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none">- основные формулы и теоремы математического анализа и способы их применения в профессиональной деятельности; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none">- осуществлять приведение научно-исследовательской задачи к математической форме; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none">- основными математическими методами для решения научно-исследовательских задач;

4 Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 18 зачетных единиц, 648 академических часов.

Наименование	Всего часов	Семестры			
		1	2	3	4
Общая трудоемкость дисциплины	648	180	180	144	144
Контактная работа:	334	84,5	100,5	56,5	92,5
лекции	146	42	40	28	36
практические занятия	184	42	60	28	54
семинары	-	-	-		
лабораторные работы	-	-	-		
курсовой проект (работа)	-	-	-		
Самостоятельная работа студента	237	78	71	70	18
Промежуточная аттестация	81	18	9	18	36
контактная работа	4	0,5	0,5	0,5	2,5
самостоятельная работа по подготовке к зачету с оценкой (1,2,3 семестр), экзамену (4 семестр)	77	17,5	8,5	17,5	33,5

5 Содержание дисциплины

5.1 Соотнесения тем (разделов) дисциплины и формируемых в них компетенций

Темы (разделы) дисциплины	Количество часов	Компетенции		Образовательные технологии	Оценочные средства
		УК-1	ОПК-1		
Тема 1. Вводные вопросы анализа	8	+	+	ВК, Л, ПЗ, СРС	У, РЗ
Тема 2. Предел последовательности	24	+	+	Л, ПЗ, СРС	У, РЗ
Тема 3. Предел функции	26	+	+	Л, ПЗ, СРС	У, РЗ
Тема 4. Непрерывность функции	26	+	+	Л, ПЗ, СРС	У, РЗ
Тема 5. Производная и дифференциал.	26	+	+	Л, ПЗ, СРС	У, РЗ

Темы (разделы) дисциплины	Количество часов	Компетенции		Образовательные технологии	Оценочные средства
		УК-1	ОПК-1		
Тема 6. Приложения производной	26	+	+	Л, ПЗ, СРС	У, РЗ
Тема 7. Неопределенный интеграл	26	+	+	Л, ПЗ, СРС	У, РЗ
Тема 8. Определенный интеграл	26	+	+	Л, ПЗ, СРС	У, РЗ
Тема 9. Приложения определенного интеграла	26	+	+	Л, ПЗ, СРС	У, РЗ
Тема 10. Несобственные интегралы	26	+	+	Л, ПЗ, СРС	У, РЗ
Тема 11. Числовые ряды	30	+	+	Л, ПЗ, СРС	У, РЗ
Тема 12. Функциональные ряды	30	+	+	Л, ПЗ, СРС	У, РЗ
Тема 13. Степенные ряды	33	+	+	Л, ПЗ, СРС	У, РЗ
Тема 14. Ряды Фурье	30	+	+	Л, ПЗ, СРС	У, РЗ
Тема 15. Понятие функции нескольких переменных, её предел и непрерывность.	24	+	+	Л, ПЗ, СРС	У, РЗ
Тема 16. Производные и дифференциалы функций нескольких переменных. Приложения дифференциального исчисления функции нескольких переменных.	36	+	+	Л, ПЗ, СРС	У, РЗ
Тема 17. Кратные интегралы.	36	+	+	Л, ПЗ, СРС	У, РЗ
Тема 18. Криволинейные интегралы.	20	+	+	Л, ПЗ, СРС	У, РЗ
Тема 19. Поверхностные интегралы.	22	+	+	Л, ПЗ, СРС	У, РЗ
Тема 20. Скалярное поле. Векторное поле и поток векторного поля.	22	+	+	Л, ПЗ, СРС	У, РЗ
Тема 21. Дивергенция и циркуляция векторного поля.	22	+	+	Л, ПЗ, СРС	У, РЗ
Тема 22. Потенциальное поле. Основные	22	+	+	Л, ПЗ,	У, РЗ

Темы (разделы) дисциплины	Количество часов	Компетенции		Образовательные технологии	Оценочные средства
		УК-1	ОПК-1		
операции векторного анализа в криволинейных координатах.				СРС	
Всего по дисциплине	567				
Промежуточная аттестация	81				
Итого по дисциплине	648				

Л – лекция, ПЗ – практическое занятие, СРС – самостоятельная работа студента, ВК – входной контроль, РЗ – разноуровневые задания, У – устный опрос.

5.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

Наименование темы (раздела) дисциплины	Л	ПЗ	С	ЛР	СРС	КР	Всего часов
1 семестр							
Тема 1. Вводные вопросы анализа	2	2			4		8
Тема 2. Предел последовательности	6	6			12		24
Тема 3. Предел функции	6	6			14		26
Тема 4. Непрерывность функции	6	6			14		26
Тема 5. Производная и дифференциал	8	8			10		26
Тема 6. Приложения производной	6	6			14		26
Тема 7. Неопределенный интеграл	8	8			10		26
Всего за семестр 1	42	42			78		162
Промежуточная аттестация							18
Итого за семестр 1							180
2 семестр							
Тема 8. Определенный интеграл	6	10			10		26
Тема 9. Приложения определенного интеграла	6	10			10		26
Тема 10. Несобственные интегралы	6	8			12		26
Тема 11. Числовые ряды	8	10			12		30
Тема 12. Функциональные ряды	8	10			12		30
Тема 13. Степенные ряды	6	12			15		33
Всего за семестр 2	40	60			71		171
Промежуточная аттестация							9
Итого за семестр 2							180
3 семестр							
Тема 14. Ряды Фурье	6	6			18		30

Тема 15. Понятие функции нескольких переменных, её предел и непрерывность.	6	6			12		24
Тема 16. Производные и дифференциалы функций нескольких переменных. Приложения дифференциального исчисления функции нескольких переменных.	8	8			20		36
Тема 17. Кратные интегралы	8	8			20		36
Всего за семестр 3	28	28			70		126
Промежуточная аттестация							18
Итого за семестр 3							144
4 семестр							
Тема 18. Криволинейные интегралы.	8	10			2		20
. Тема 19. Поверхностные интегралы.	8	10			4		22
Тема 20. Скалярное поле. Векторное поле и поток векторного поля.	8	10			4		22
Тема 21. Дивергенция и циркуляция векторного поля.	6	12			4		22
Тема 22. Потенциальное поле. основные операции векторного анализа в криволинейных координатах.	6	12			4		22
Всего за семестр 4	36	54			18		108
Промежуточная аттестация							36
Итого за семестр 4							144
Итого по дисциплине							648

Л – лекция, ПЗ – практическое занятие, СРС – самостоятельная работа студента, С – семинар, ЛР – лабораторная работа, КР – курсовая работа (проект).

5.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Вводные вопросы анализа

Понятие множества. Множество R . Простейшие числовые множества. Границы числовых множеств. Отображение множеств. Инъекция, биекция, сюръекция. Функции. Типы функций.

Тема 2. Предел последовательности

Понятие числовой последовательности и операции над ними. Ограниченные и неограниченные последовательности. Бесконечно малые и бесконечно большие последовательности. Основные свойства бесконечно малых последовательностей. Сходящиеся последовательности и их основные свойства. Предельный переход в неравенствах. Монотонные последовательности: определение и признак их сходимости. Число e .

Некоторые свойства произвольных последовательностей. Подпоследовательности числовых последовательностей. Предельные точки последовательности и их существование у ограниченной последовательности. Выделение сходящейся подпоследовательности (принцип Больцано-Вейерштрасса). Необходимое и достаточное условия сходимости последовательности (критерий Коши).

Тема 3. Предел функции

Понятие предела функции в точке на языке последовательности (по Гейне и Коши). Односторонние пределы. Предел функции на бесконечности. Арифметические операции над функциями, имеющими предел.

Определение предела функции на языке « ε - δ » (по Коши). Необходимое и достаточное условие существования предела функции (критерий Коши). Единственность предела. Локальная ограниченность функции, имеющей предел. Предельный переход в неравенствах. Знак функции и знак предела.

Сравнение бесконечно малых и бесконечно больших функций. Предел монотонной функции. Предел сложной функции. Замечательные пределы анализа.

Тема 4. Непрерывность функции

Понятие непрерывности функции в точке. Определение непрерывности функции на языке « ε - δ » (по Коши), на языке последовательностей (по Гейне), разностная форма условия непрерывности. Арифметические операции над непрерывными функциями. Односторонняя непрерывность и классификация точек разрыва. Кусочно-непрерывные функции.

Некоторые свойства монотонных функций. Понятие обратной функции. Монотонные функции, имеющие обратную. Непрерывность сложной функции.

Теорема об устойчивости знака непрерывной функции. Прохождение непрерывной функции через нуль при смене знаков и через любое промежуточное значение. Ограниченность функции, непрерывной на сегменте. Теоремы Вейерштрасса о непрерывных функциях.

Тема 5. Производная и дифференциал

Понятие производной функции в точке. Физическая и геометрическая задачи, приводящие к понятию производной. Односторонние производные. Понятие производной векторной функции. Понятие дифференцируемости функции в точке. Связь между дифференцируемостью и непрерывностью функции. Понятие дифференциала функции.

Правила дифференцирования. Производная обратной функции. Правило дифференцирования сложной функции. Логарифмическая производная. Вычисление производных параметрических и неявных функций.

Инвариантность формы первого дифференциала. Формулы и правила вычисления дифференциалов.

Производные и дифференциалы высших порядков.

Тема 6. Приложения производной

Геометрический смысл производной. Касательная к кривой. Теоремы Ферма, Ролля, Лагранжа и Коши. Правило Лопиталя. Формула Тейлора. Формула Маклорена. Различные формы остаточного члена (в форме Лагранжа и Коши). Разложение элементарных функций по формуле Тейлора.

Признаки постоянства, возрастания и убывания функции. Отыскание точек возможного экстремума. Первое и второе достаточные условия экстремума. Общая схема отыскания экстремумов.

Выпуклость графика функции и ее признаки. Определение точки перегиба. Необходимое условие перегиба. Первое и второе достаточные условия точки перегиба.

Асимптоты графика функции.

Схема исследования графика функции.

Отыскание максимального и минимального значений функции. Краевой экстремум.

Тема 7. Неопределенный интеграл

Понятие первообразной функции и неопределенного интеграла. Основные свойства неопределенного интеграла. Таблица основных неопределенных интегралов.

Основные методы интегрирования. Интегрирование заменой переменной (подстановкой). Интегрирование по частям.

Интегрирование дробно-рациональных функций. Универсальная подстановка. Интегрирование некоторых типов тригонометрических функций. Некоторые интегралы от иррациональных функций.

Тема 8. Определенный интеграл

Интегральные суммы Римана. Интегрируемость. Понятие верхней и нижней сумм Дарбу и их свойства. Необходимое и достаточное условие интегрируемости.

Некоторые классы интегрируемых функций. Свойство равномерной непрерывности функции. Интегрируемость непрерывных функций и некоторых разрывных функций. Интегрируемость монотонных ограниченных функций.

Основные свойства определенного интеграла, выражаемые равенствами и неравенствами.

Оценки интегралов. Теоремы о среднем значении.

Существование первообразной для непрерывной функции. Основная формула интегрального исчисления. Замена переменной под знаком определенного интеграла. Формула интегрирования по частям.

Тема 9. Приложения определенного интеграла

Понятие плоской кривой. Параметрическое задание кривой. Понятие пространственной кривой. Длина дуги кривой. Формулы для вычисления длины дуги кривой. Дифференциал дуги.

Понятие квадратуемости плоской кривой. Площадь квадратуемой плоской фигуры. Площадь криволинейной трапеции.

Понятие кубатуемости и объема. Вычисление объемов тел и площадей поверхности вращения. Работа переменной силы.

Тема 10. Несобственные интегралы

Понятие несобственного интеграла первого рода (по бесконечному промежутку). Критерий Коши сходимости несобственного интеграла первого рода. Достаточные признаки сходимости.

Абсолютная и условная сходимость несобственных интегралов. Несобственный интеграл второго рода (от неограниченной функции). Критерий Коши.

Главное значение несобственного интеграла.

Тема 11. Числовые ряды

Понятие числового ряда. Ряд и его частичная сумма. Сходящиеся и расходящиеся ряды. Критерий Коши сходимости ряда. Два свойства, связанные со сходимостью ряда.

Ряды с положительными членами. Необходимое и достаточное условие сходимости ряда с положительными членами. Признаки сравнения. Признаки Даламбера и Коши. Интегральный признак Коши. Признак Раабе.

Абсолютно и условно сходящиеся ряды. О перестановке членов абсолютно и условно сходящихся рядов.

Арифметические операции над сходящимися рядами.

Признаки сходимости произвольных рядов. Признак Лейбница. Признак Дирихле-Абеля.

Тема 12. Функциональные ряды

Понятие функциональной последовательности и функционального ряда. Сходимость функциональной последовательности. Понятие равномерной сходимости. Достаточные признаки равномерной сходимости.

Почленное интегрирование и дифференцирование функциональных последовательностей и рядов. Сходимость в среднем.

Равномерная непрерывность последовательности функций.

Тема 13. Степенные ряды

Степенной ряд и область его сходимости. Непрерывность суммы степенного ряда. Почленное интегрирование и дифференцирование степенного ряда.

Разложение функции в степенной ряд. Разложение некоторых элементарных функций в ряд Тейлора.

Тема 14. Ряды Фурье

Периодические функции. Определение коэффициентов по методу Эйлера-Фурье.

Разложение функций в ряд Фурье. Случай непериодической функции. Случай произвольного промежутка. Разложения четной и нечетной функции (только по косинусам или только по синусам).

Интеграл Дирихле. Комплексная форма рядов Фурье. Сопряженный ряд.

Тема 15. Понятие функции нескольких переменных, её предел и непрерывность.

Понятие о фундаментальных зависимостях между несколькими переменными величинами. Понятие функции n переменных.

Понятие предела функции нескольких переменных.

Определение непрерывности функции нескольких переменных. Основные свойства. Арифметические операции над непрерывными функциями.

Тема 16 Производные и дифференциалы функций нескольких переменных. Приложения дифференциального исчисления функции нескольких переменных.

Дифференцируемость функции нескольких переменных. Частные производные. Теорема о независимости от порядка дифференцирования. Дифференциал, его применение. Дифференцирование сложной функции. Инвариантность формы первого дифференциала. Дифференцирование неявных функции Частные производные и дифференциалы высших порядков.

Производная по направлению. Градиент. Касательная плоскость и нормаль к поверхности. Формула Тейлора для функции нескольких переменных. Билинейная и квадратичная формы. Определение локального экстремума. Необходимое и достаточное условия локального экстремума. Случай функции двух переменных. Понятие условного экстремума. Метод неопределенных множителей Лагранжа. Достаточные условия.

Тема 17. Кратные интегралы.

Геометрическая задача, приводящая к понятию о двойном интеграле. Двумерная интегральная сумма и ее предел. Определение двойного интеграла. Условия его существования. Свойства двойного интеграла. Теорема о среднем для двойного интеграла.

Вычисление двойного интеграла в прямоугольных координатах. Сведение двойного интеграла к повторному. Замена переменных в двойном интеграле. Вычисление двойного интеграла в полярных координатах.

Физическая задача, приводящая к понятию о тройном интеграле. Трехмерная интегральная сумма и ее предел. Определение тройного интеграла. Условия его существования. Свойства тройного интеграла. Теорема о среднем для тройного интеграла.

Вычисление тройного интеграла в прямоугольной системе координат. Замена переменных в тройном интеграле. Тройной интеграл в цилиндрической

и сферической системах координат. Применение двойного и тройного интегралов к решению геометрических и физических задач.

Кусочно-гладкий контур. Кривая в плоскости и в пространстве. Длина дуги кривой.

Тема 18. Криволинейные интегралы.

Определение криволинейного интеграла первого рода. Свойства криволинейного интеграла. Вычисление криволинейного интеграла первого рода при параметрическом задании линии сведением к обыкновенному определенному интегралу. Определение криволинейного интеграла второго рода. Свойства криволинейного интеграла второго рода. Вычисление криволинейного интеграла второго рода при параметрическом задании кривой.

Вычисление площадей с помощью криволинейных интегралов. Связь между криволинейными интегралами обоих типов.

Условия независимости криволинейного интеграла от пути интегрирования. Связь с вопросом о точном дифференциале. Признак точного дифференциала. Интегралы по замкнутому контуру. Формула Грина. Трехмерный случай. Применение криволинейных интегралов.

Способы задания гладкой поверхности. Нормаль и касательная плоскость. Ориентированная поверхность. Площадь поверхности.

Тема 19. Поверхностные интегралы.

Определение и свойства поверхностного интеграла первого рода. Сведение к обыкновенному двойному интегралу.

Определение и свойства поверхностного интеграла второго рода. Связь между поверхностными интегралами обоих типов.

Формула Гаусса-Остроградского. Формула Стокса. Условия независимости криволинейного интеграла от пути в трехмерном пространстве. Применение поверхностных интегралов к решению физических задач.

Тема 20 Скалярное поле. Векторное поле и поток векторного поля.

Понятие скалярного поля. Линии и поверхности уровня. Производная по направлению. Градиент скалярного поля. Основные свойства градиента. Правила вычисления градиента.

Понятие векторного поля. Векторные линии. Дифференциальные уравнения векторных линий. Понятие потока векторного поля. Свойства потока вектора через поверхность. Поток вектора через незамкнутую поверхность. Поток вектора через замкнутую поверхность.

Тема 21. Дивергенция и циркуляция векторного поля.

Понятие дивергенции векторного поля. Правила вычисления дивергенции. Трубочатое (соленоидальное) поле. Свойства трубчатого поля.

Понятие циркуляции вектора. Ротор (вихрь) векторного поля. Инвариантное определение роторного поля. Физический смысл ротора поля. Правила вычисления ротора.

Тема 21 Потенциальное поле. основные операции векторного анализа в криволинейных координатах.

Понятие потенциального поля. Вычисление криволинейного интеграла в потенциальном поле. Вычисление потенциала в декартовых координатах. Оператор Гамильтона. Оператор Лапласа.

Дифференциальные уравнения векторных линий. Градиент в ортогональных координатах. Ротор в ортогональных координатах. Дивергенция в ортогональных координатах. Вычисление потока в криволинейных координатах. Вычисление потенциала в криволинейных координатах. Линейный интеграл и циркуляция в ортогональных криволинейных координатах. Оператор Лапласа в ортогональных координатах.

5.4. Практические занятия (семинары)

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (часы)
1 семестр		
1	Практическое занятие 1. Символьная запись математических утверждений	2
2	Практическое занятие 2-4. Вычисление предела последовательности	6
3	Практическое занятие 5-7. Правила раскрытия неопределенностей	6
4	Практическое занятие 8-10. Исследование функций на непрерывность	6
5	Практическое занятие 11-12. Вычисление производных и дифференциалов сложных, явных, неявных, параметрических функций	4
5	Практическое занятие 13-14. Вычисление производных и дифференциалов высших порядков	4
6	Практическое занятие 15-16. Исследование функций на экстремум и перегиб	4
6	Практическое занятие 17. Построение графиков функций	2
7	Практическое занятие 18. Вычисление неопределенного интеграла методом подстановки и по формуле интегрирования по частям	2

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (часы)
7	Практическое занятие 19. Интегрирование функций, содержащих квадратный трехчлен	2
	Практическое занятие 20. Интегрирование рациональных дробей	2
	Практическое занятие 21. Интегрирование тригонометрических функций. Интегрирование некоторых иррациональных выражений.	2
Итого за семестр 1		42
2 семестр		
8	Практическое занятие 1-3. Вычисление определенного интеграла	6
8	Практическое занятие 4-5. вычисление определённого интеграла по частям.	4
9	Практическое занятие 6-7. Вычисление площадей плоских фигур, длины дуги и площади поверхности	4
9	Практическое занятие 8-9. Вычисление объемов тел	4
9	Практическое занятие 10. Физические приложения определенного интеграла	2
10	Практическое занятие 11-12. несобственные интегралы первого и второго рода.	4
10	Практическое занятие 13-14. Исследование несобственных интегралов на сходимость	4
11	Практическое занятие 15-16. Признаки сходимости числовых рядов с положительными членами	4
11	Практическое занятие 17-19. Знакопеременные числовые ряды	6
12	Практическое занятие 20-21. Признаки сходимости функциональных рядов.	4
12	Практическое занятие 22-24. Исследование функциональных рядов на сходимость.	6
13	Практическое занятие 25-27. Определение интервала сходимости степенных рядов	6
13	Практическое занятие 28-30. Разложение функций в степенные ряды по формуле Тейлора	6
Итого за 2 семестр		60
3 семестр		

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (часы)
14	Практическое занятие 1-3. Разложение в ряд Фурье 2π -периодических, 2π -периодических, четных, нечетных, и непериодических функций	6
15	Практическое занятие 4. Область определения функции нескольких переменных.	2
15	Практическое занятие 5-6. Предел и непрерывность функции нескольких переменных.	4
16	Практическое занятие 7-8. производные и дифференциалы функции нескольких переменных.	4
16	Практическое занятие 9-10. приложения дифференциального исчисления функции нескольких переменных.	4
17	Практическое занятие 11-12. Вычисление двойных интегралов в декартовых и полярных координатах.	4
17	Практическое занятие 13-14. Вычисление тройных интегралов в декартовых, полярных и сферических координатах.	4
Итого за 3 семестр		28
4 семестр		
18	Практическое занятие 1-2. Вычисление криволинейных интегралов первого и второго рода.	4
18	Практическое занятие 3-5. Вычисление площадей с помощью криволинейных интегралов. формула Грина.	6
19	Практическое занятие 6-7. вычисление поверхностных интегралов первого и второго рода.	4
19	Практическое занятие 8-10. Формула Остроградского-Гаусса. Формула Стокса.	6
20	Практическое занятие 11-12. Скалярное поле. Градиент скалярного поля. Свойства градиента.	4
20	Практическое занятие 13-15. Векторное поле. Поток векторного поля. Поток векторных линий через поверхность.	6
21	Практическое занятие 16-18. Дивергенция	6

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (часы)
	векторного поля. Трубочатое поле.	
21	Практическое занятие 19-21. Циркуляция вектора. Ротор векторного поля. Физический смысл ротора.	6
22	Практическое занятие 22-24. Потенциальное поле. Оператор Гамильтона. Оператор Лапласа.	6
22	Практическое занятие 25-27. Дифференциальные уравнения векторных линий.	6
Итого за 4 семестр		54
Итого по дисциплине		184

5.5 Лабораторный практикум

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

5.6 Самостоятельная работа

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
1 семестр		
1	1. Изучение теоретического материала «Понятие множества. Множество R . Функции.» [1,3,5] 2. Подготовка к устному опросу и разноуровневым заданиям.	4
2	1. Изучение теоретического материала «Понятие числовой последовательности и операции над ними Изучение теоретического материала. Понятие предела функции» [1,2,3, 6] 2. Подготовка к устному опросу и разноуровневым заданиям.	12
3	1. Изучение теоретического материала «Понятие предела функции в точке на языке последовательности (по Гейне и Коши).» [1,2,3,5,7] 2. Подготовка к устному опросу и разноуровневым заданиям.	14

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
4	<p>1.Изучение теоретического материала «Понятие непрерывности функции в точке. Определение непрерывности функции на языке «ε-δ» (по Коши), на языке последовательностей (по Гейне), разностная форма условия непрерывности.»[2,3,5,6,9]</p> <p>2. Подготовка к устному опросу и разноуровневым заданиям.</p>	14
5	<p>1.Изучение теоретического материала «Понятие производной функции в точке. Физическая и геометрическая задачи, приводящие к понятию производной. Односторонние производные. Понятие производной векторной функции. Понятие дифференцируемости функции в точке.»[2,5,9,10]</p> <p>2. Подготовка к устному опросу и разноуровневым заданиям.</p>	10
6	<p>1.Изучение теоретического материала «Геометрический смысл производной. Касательная к кривой. Теоремы Ферма, Ролля, Лагранжа и Коши. Правило Лопиталья. Формула Тейлора.»[1,5,8,9]</p> <p>2. Подготовка к устному опросу и разноуровневым заданиям.</p>	14
7	<p>1.Изучение теоретического материала «Понятие первообразной функции и неопределенного интеграла. Основные свойства неопределенного интеграла. Таблица основных неопределенных интегралов.»[2,5,9]</p> <p>2. Подготовка к устному опросу и разноуровневым заданиям.</p>	10
Итого за семестр 1		78
2 семестр		
8	<p>1.Изучение теоретического материала «Интегральные суммы Римана. Интегрируемость. Понятие верхней и нижней сумм Дарбу и их свойства. Необходимое и достаточное условие интегрируемости.»[1,2,5,6,8]</p>	10

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
	2. Подготовка к устному опросу и разноуровневым заданиям.	
9	1.Изучение теоретического материала «Понятие плоской кривой. Параметрическое задание кривой. Понятие пространственной кривой. Длина дуги кривой. Формулы для вычисления длины дуги кривой. Дифференциал дуги.»[2,5,6,8,9,10] 2. Подготовка к устному опросу и разноуровневым заданиям.	10
10	1.Изучение теоретического материала «Понятие несобственного интеграла первого рода (по бесконечному промежутку). Критерий Коши сходимости несобственного интеграла первого рода.»[2,5,7,9] 2. Подготовка к устному опросу и разноуровневым заданиям.	12
11	1.Изучение теоретического материала «Понятие числового ряда. Ряд и его частичная сумма. Сходящиеся и расходящиеся ряды. Критерий Коши сходимости ряда. Два свойства, связанные со сходимостью ряда.»[1,4,6,7,8] 2. Подготовка к устному опросу и разноуровневым заданиям.	12
12	1.Изучение теоретического материала «Понятие функциональной последовательности и функционального ряда. Сходимость функциональной последовательности. Понятие равномерной сходимости. Достаточные признаки равномерной сходимости.»[1,2,3,4,5,6] 2. Подготовка к устному опросу и разноуровневым заданиям.	12
13	1.Изучение теоретического материала «Степенной ряд и область его сходимости. Непрерывность суммы степенного ряда. Почленное интегрирование и дифференцирование степенного ряда.»[2,4,8,9] 2. Подготовка к устному опросу и разноуровневым заданиям.	15

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
Итого за семестр 2		71
3 семестр		
14	1. Изучение теоретического материала «Ортогональные системы функций. Определение коэффициентов по методу Эйлера-Фурье» [4,7,8,9,10] 2. Подготовка к устному опросу и разноуровневым заданиям.	18
15	1. Подготовка к письменной аудиторной работе. [1-3]. 2. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала [6-9].	12
16	1. Подготовка к письменной аудиторной работе [1-3] 2. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала [6-9]	20
17	1. Подготовка к письменной аудиторной работе [1-3] 2. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала [6-9]	20
Итого за семестр 3		70
4 семестр		
18	1. Подготовка к письменной аудиторной работе [1-3] 2. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала [6-9]	2
19	1. Подготовка к письменной аудиторной работе [1-3] 2. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала [6-9]	4
20	1. Подготовка к письменной аудиторной работе [1-3] 2. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала [6-9]	4
21	1. Подготовка к письменной аудиторной работе [1-3] 2. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала [6-9]	4
22	1. Подготовка к письменной аудиторной работе [1-3] 2. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала [6-9]	4

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
Итого за семестр 4		18
Итого по дисциплине		237

5.7 Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) учебным планом не предусмотрены.

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Карташев, А.П. **Математический анализ** [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.П. Карташев, Б.Л. Рождественский. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2007. — 448 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/178>, свободный — Загл. с экрана

2. Фихтенгольц, Г.М. **Основы математического анализа. В 2-х тт. Том 1** [Электронный ресурс] : учебник / Г.М. Фихтенгольц. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 448 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/65055>, свободный — Загл. с экрана

3. Карасева, Р.Б. **Ряды** [Электронный ресурс] : учебное пособие / Р.Б. Карасева. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 140 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/100923>, свободный — Загл. с экрана.

б) дополнительная литература:

4. Осипов, А.В. **Лекции по высшей математике** [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 320 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/50157>, свободный — Загл. с экрана

5. Горлач, Б.А. **Математический анализ** [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2013. — 608 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4863>, свободный — Загл. с экрана.

в) перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

6. **Общероссийский математический портал** [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.mathnet.ru/>, свободный — Загл. с экрана (дата обращения: 27.03.2019).

7. **Образовательный портал ArtSpb.com: математика и программирование** [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.artspb.com>, свободный — Загл. с экрана (дата обращения: 27.03.2019).

г) программное обеспечение (лицензионное), базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

8 Единое окно доступа к образовательным ресурсам [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru>, свободный — Загл. с экрана (дата обращения: 27.03.2019).

9 Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU» [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://elibrary.ru/>, свободный — Загл. с экрана (дата обращения: 27.03.2019).

10 Электронно-библиотечная система издательства «Лань» [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>, свободный — Загл. с экрана (дата обращения: 27.03.2019).

7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Компьютерные классы кафедры № 8 (ауд.: 800, 801, 803, 804) с доступом в Интернет, переносной проектор.

Информационно-справочные и материальные ресурсы библиотеки СПбГУ ГА.

Лицензионное программное обеспечение: Microsoft Office.

8 Образовательные и информационные технологии

Дисциплина «Математический анализ» предполагает использование следующих образовательных технологий: входной контроль, лекции, практические занятия и самостоятельная работа студента.

В соответствии с реализацией компетентного подхода и учебным задачам дисциплины в начале изучения дисциплины проводится входной контроль. Он осуществляется по вопросам из математических дисциплин школьного курса, на которых базируется дисциплина «Математический анализ» (п. 2).

Лекция проводится с целью организации целенаправленной познавательной деятельности студентов по овладению материалом дисциплины «Математический анализ». Чтение курса лекций позволяет дать связанное, последовательное изложение материала в соответствии с новейшими данными науки, сообщить обучающимся основное содержание дисциплины в целостном, систематизированном виде.

Практическое занятие по дисциплине «Математический анализ» способствует привитию умений и навыков практической деятельности по дисциплине, а также закрепление, углубление, расширение и детализация знаний, полученных в ходе лекций и самостоятельной работы.

Самостоятельная работа студента способствует углублению и расширению знаний, формирование самостоятельных навыков решения научных и прикладных задач, а также самостоятельная работа студента направлена на формирование интереса к познавательной деятельности и навыков самостоятельной работы в научно-исследовательской сфере.

В рамках изучения дисциплины «Математический анализ» предполагается использовать в качестве информационных технологий среду MS Office.

9 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Дисциплина «Математический анализ» предполагает использование следующих оценочных средств: устный опрос и разноуровневые задания.

Устный опрос проводится на практических занятиях в течение не более 10 минут с целью контроля усвоения теоретического материала, излагаемого на лекции. При помощи устного опроса осуществляется систематический контроль за освоением теоретического материала обучающимися.

Разноуровневые задачи позволяют оценивать и диагностировать знание практического материала и умение правильно использовать специальные термины и понятия, синтезировать, анализировать, обобщать теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей; творческого уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в виде зачета с оценкой (1, 2, 3 семестры), и экзамена (4 семестр). Экзамен позволяет оценить уровень освоения компетенций за весь период изучения дисциплины.

9.1 Балльно-рейтинговая оценка текущего контроля успеваемости и знаний студента

1 семестр

Тема/вид учебных занятий (оценочных заданий), позволяющих студенту продемонстрировать достигнутый уровень сформированности компетенций	Количество баллов		Срок контроля (порядковый номер недели с начала семестра)	Примечание
	минимальное значение	максимальное значение		
Контактная работа				
<i>Аудиторные занятия</i>				
Лекции №1-21	10,5	15,75	1-14	
Практические занятия №1-21	10,5	15,75	1-14	
Решение разноуровневых задач №1-21	13,5	21	1-14	
Устный опрос №1-21	10,5	17,5	1-14	
Итого по обязательным видам занятий	45	74		
Зачёт с оценкой	15	30		
Итого по дисциплине	60	100		
Премиальные виды деятельности (для учета при определении рейтинга)				
Научные публикации по теме дисциплины		5		

Тема/вид учебных занятий (оценочных заданий), позволяющих студенту продемонстрировать достигнутый уровень сформированности компетенций	Количество баллов		Срок контроля (порядковый номер недели с начала семестра)	Примечание
	минимальное значение	максимальное значение		
Участие в конференциях по теме дисциплины		5		
Участие в предметной олимпиаде		5		
Прочее		5		
Итого дополнительно премиальных баллов		20		
Всего по дисциплине (для рейтинга)		120		
Перевод баллов балльно-рейтинговой системы в оценку по «академической» шкале				
Количество баллов по БРС	Оценка (по «академической» шкале)			
90 и более	5 – «отлично»			
75÷89	4 – «хорошо»			
60÷74	3 – «удовлетворительно»			
менее 60	2 – «неудовлетворительно»			

2 семестр

Тема/вид учебных занятий (оценочных заданий), позволяющих студенту продемонстрировать достигнутый уровень сформированности компетенций	Количество баллов		Срок контроля (порядковый номер недели с начала семестра)	Примечание
	минимальное значение	максимальное значение		
Контактная работа				
<i>Аудиторные занятия</i>				
Лекции №1-20	9	14	1-20	
Практические занятия №1-30	13,5	21	1-20	
Решение разноуровневых задач №1-30	13,5	21	1-20	
Устный опрос №1-20	9	14	1-20	
Итого по обязательным видам занятий	45	70		
Зачёт с оценкой	15	30		
Итого по дисциплине	60	100		
Премиальные виды деятельности (для учета при определении рейтинга)				
Научные публикации по теме дисциплины		5		
Участие в конференциях по теме дисциплины		5		
Участие в предметной олимпиаде		5		
Прочее		5		
Итого дополнительно премиальных		20		

Тема/вид учебных занятий (оценочных заданий), позволяющих студенту продемонстрировать достигнутый уровень сформированности компетенций	Количество баллов		Срок контроля (порядковый номер недели с начала семестра)	При- меча- ние
	мини- мальное значение	макси- мальное значение		
баллов				
Всего по дисциплине (для рейтинга)		120		
Перевод баллов балльно-рейтинговой системы в оценку по «академической» шкале				
Количество баллов по БРС	Оценка (по «академической» шкале)			
90 и более	5 – «отлично»			
75÷89	4 – «хорошо»			
60÷74	3 – «удовлетворительно»			
менее 60	2 – «неудовлетворительно»			

3 семестр

Тема/вид учебных занятий (оценочных заданий), позволяющих студенту продемонстрировать достигнутый уровень сформированности компетенций	Количество баллов		Срок контроля (порядковый номер недели с начала семестра)	При- меча- ние
	мини- мальное значение	макси- мальное значение		
Контактная работа				
<i>Аудиторные занятия</i>				
Лекции №1-14	14	17,5	1-14	
Практические занятия №1-14	14	17,5	1-14	
Решение разноуровневых задач №1-14	7	17,5	1-14	
Устный опрос №1-14	10	17,5	1-14	
Итого по обязательным видам занятий	45	70		
Зачёт с оценкой	15	30		
Итого по дисциплине	60	100		
Премияльные виды деятельности (для учета при определении рейтинга)				
Научные публикации по теме дисциплины		5		
Участие в конференциях по теме дисциплины		5		
Участие в предметной олимпиаде		5		
Прочее		5		
Итого дополнительно премияльных баллов		20		

Тема/вид учебных занятий (оценочных заданий), позволяющих студенту продемонстрировать достигнутый уровень сформированности компетенций	Количество баллов		Срок контроля (порядковый номер недели с начала семестра)	При- меча- ние
	мини- мальное значение	макси- мальное значение		
Всего по дисциплине (для рейтинга)		120		
Перевод баллов балльно-рейтинговой системы в оценку по «академической» шкале				
Количество баллов по БРС	Оценка (по «академической» шкале)			
90 и более	5 – «отлично»			
75÷89	4 – «хорошо»			
60÷74	3 – «удовлетворительно»			
менее 60	2 – «неудовлетворительно»			

4 семестр

Тема/вид учебных занятий (оценочных заданий), позволяющих студенту продемонстрировать достигнутый уровень сформированности компетенций	Количество баллов		Срок контроля (порядковый номер недели с начала семестра)	При- меча- ние
	мини- мальное значение	макси- мальное значение		
Контактная работа				
<i>Аудиторные занятия</i>				
Лекции №1-18	9	12,6	1-18	
Практические занятия №1-27	13,5	18,9	1-18	
Решение разноуровневых задач №1-27	13,5	25,9	1-18	
Устный опрос №1-18	9	12,6	1-18	
Итого по обязательным видам занятий	45	70		
Экзамен	15	30		
Итого по дисциплине	60	100		
Премияльные виды деятельности (для учета при определении рейтинга)				
Научные публикации по теме дисциплины		5		
Участие в конференциях по теме дисциплины		5		
Участие в предметной олимпиаде		5		
Прочее		5		
Итого дополнительно премиальных баллов		20		
Всего по дисциплине (для рейтинга)		120		
Перевод баллов балльно-рейтинговой системы в оценку по «академической» шкале				

Тема/вид учебных занятий (оценочных заданий), позволяющих студенту продемонстрировать достигнутый уровень сформированности компетенций	Количество баллов		Срок контроля (порядковый номер недели с начала семестра)	При- меча- ние
	мини- мальное значение	макси- мальное значение		
Количество баллов по БРС	Оценка (по «академической» шкале)			
90 и более	5 – «отлично»			
75÷89	4 – «хорошо»			
60÷74	3 – «удовлетворительно»			
менее 60	2 – «неудовлетворительно»			

9.2 Методические рекомендации по проведению процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

1 семестр:

Посещение студентом лекционного занятия с ведением конспекта оценивается от 0,5 до 0,75 балла. Посещение практического занятия оценивается от 0,5 до 0,75 балла.

Решение разноуровневых задач от 0,5 до 1 балла (в зависимости от сложности задания).

Ответы на вопросы в ходе устного опроса от 0,5 до 0,8 балла (в зависимости от сложности).

2 семестр:

Посещение студентом лекционного и практического занятий с ведением конспекта оценивается от 0,45 до 0,7 балла.

Решение разноуровневых задач и ответы на вопросы в ходе устного опроса – от 0,45 до 0,7 балла.

3 семестр

Посещение студентом лекционного занятия с ведением конспекта оценивается от 1 до 1,25 балла. Посещение практического занятия оценивается от 1 до 1,25 балла.

Решение разноуровневых задач от 0,5 до 1,25 балла (в зависимости от сложности задания).

Ответы на вопросы в ходе устного опроса от 0,5 до 1,25 баллов (в зависимости от сложности).

4 семестр

Посещение студентом лекционного занятия с ведением конспекта оценивается от 0,5 до 0,7 балла. Посещение практического занятия оценивается от 0,5 до 0,7 баллов.

Решение разноуровневых задач от 0,5 до 0,9 балла (в зависимости от сложности задания).

Ответы на вопросы в ходе устного опроса от 0,5 до 0,8 баллов (в зависимости от сложности).

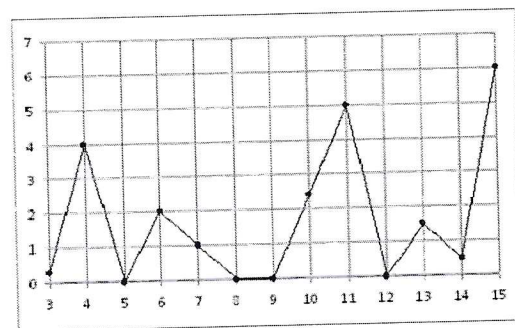
9.3 Темы курсовых работ (проектов)

Написание курсовых работ (проектов) учебным планом не предусмотрено.

9.4 Контрольные задания для проведения входного контроля остаточных знаний по обеспечивающим дисциплинам

1. Шоколадка стоит 25 рублей. В супермаркете проходит рекламная акция: оплачивая две шоколадки, покупатель получает три (одну шоколадку в подарок). Какое наибольшее число шоколадок получит покупатель на 480 рублей?

2. На рисунке жирными точками показано суточное количество осадков, выпадавших в Казани с 3 по 15 февраля 1909 года. По горизонтали указываются числа месяца, по вертикали — количество осадков, выпавших в соответствующий день, в миллиметрах. Для наглядности жирные точки на рисунке соединены линией. Определите по рисунку, сколько дней из данного периода выпадало более 3 миллиметров осадков.



3. Найдите корень уравнения: $\sqrt{\frac{10}{4x-26}} = \frac{1}{7}$

4. В равнобедренном треугольнике ABC (сторона AC – основание) $\cos A = \frac{4}{5}$,

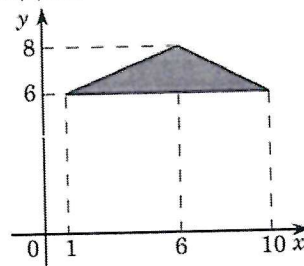
высота BH равна 12. Найдите AC .

5. В таблице даны тарифы на услуги трех фирм такси. Предполагается поездка длительностью 60 минут. Нужно выбрать фирму, в которой будет самый дешевый заказ. Сколько рублей будет стоить заказ?

Фирма такси	Подача машины	Длительность и стоимость минимальной поездки*	Стоимость 1 минуты сверх минимальной поездки
1	200 руб.	нет	14 руб.
2	Бесплатно	15 мин. 300 руб.	17 руб.
3	120 руб.	10 мин. 200 руб.	16 руб.

*Если поездка продолжается меньше указанного времени, она оплачивается по стоимости минимальной поездки.

6. Найдите площадь треугольника, изображенного на рисунке.



7. Найдите значение выражения $5^{\log_{25} 16}$.

8. Для одного из предприятий-монополистов зависимость объёма спроса на продукцию q (единиц в месяц) от её цены p (тыс. руб.) задаётся формулой: $q=100-10p$. Определите максимальный уровень цены p (в тыс. руб.), при котором значение выручки предприятия за месяц $r = q \cdot p$ составит не менее 240 тыс. руб.

9. Найдите наименьшее значение функции $f(x) = (x-22)e^{x-21}$ на отрезке $[20; 22]$.

10. Из А в В одновременно выехали два автомобиля. Первый проехал с постоянной скоростью весь путь. Второй проехал первую половину пути со скоростью, меньшей скорости первого на 15 км/ч, а вторую половину пути — со скоростью 90 км/ч, в результате чего прибыл в В одновременно с первым автомобилем. Найдите скорость первого автомобиля, если известно, что она больше 54 км/ч. Ответ дайте в км/ч.

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

Критерий	Этапы формирования	Показатель
<i>Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач (УК-1)</i>		
Знать: - способы поиска информации, необходимой для решения научно-исследовательской задачи методами математического анализа;	1 этап формирования	- описывает способы поиска информации по методам математического анализа в различных информационных источниках;
	2 этап формирования	- объясняет выбор конкретного метода математического анализа при решении научно-исследовательской задачи;

Критерий	Этапы формирования	Показатель
<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - анализировать и выбирать математические научные источники, наиболее подходящие для поиска информации при решении научно-исследовательской задачи; 	1 этап формирования	- классифицирует информационные источники, используемые в ходе поиска методов математического анализа для решения поставленной задачи;
	2 этап формирования	- выбирает наиболее удобные методы решения научно-исследовательской задачи в математических научных источниках;
<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками синтеза данных, полученных в ходе поиска информации в математических научных источниках; 	1 этап формирования	- сопоставляет исходные данные с информацией в научных математических источниках для выбора метода решения поставленной задачи;
	2 этап формирования	- интерпретирует данные, полученные в ходе поиска методов математического анализа для решения поставленной задачи;
<p><i>Способен применять знание фундаментальной математики и естественно-научных дисциплин при решении задач в области естественных наук и инженерной практике (ОПК-1)</i></p>		
<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные формулы и теоремы математического анализа и способы их применения в профессиональной деятельности; 	1 этап формирования	- называет формулы, теоремы и методы математического анализа, применяемые в профессиональной деятельности;
	2 этап формирования	- анализирует адекватности применения методов, формул или теорем математического анализа при решении конкретной задачи;
<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - осуществлять приведение научно-исследовательской задачи к математической форме; 	1 этап формирования	- воспроизводит способы приведения научно-исследовательской задачи к математической форме;
	2 этап формирования	- решает научно-исследовательскую задачу, приведенную к математической форме;

Критерий	Этапы формирования	Показатель
Владеть: – основными математическими методами для решения научно-исследовательских задач;	1 этап формирования	- определяет возможности применения теоретических положений и методов математического анализа для решения конкретной задачи;
	2 этап формирования	- оценивает результаты, полученные в ходе решения задачи методами математического анализа;

Характеристики шкалы оценивания приведены ниже.

1. Максимальное количество баллов за экзамен (зачет с оценкой) – 30. Минимальное количество баллов – 15 баллов (что соответствует «удовлетворительно»).
2. При наборе менее 15 баллов – экзамен (зачет с оценкой) не сдан по причине недостаточного уровня знаний.
3. Оценка экзамена (зачета с оценкой) выставляется как сумма набранных баллов за ответы на вопросы билета и за решение задачи.
4. Ответы на вопросы билета оцениваются следующим образом:
 - 1 балл: отсутствие продемонстрированных знаний и компетенций в рамках образовательного стандарта (нет ответа на вопрос) или отказ от ответа;
 - 2 балла: нет удовлетворительного ответа на вопрос, демонстрация фрагментарных знаний в рамках образовательного стандарта, незнание лекционного материала;
 - 3 балла: нет удовлетворительного ответа на вопрос, много наводящих вопросов, отсутствие ответов по основным положениям вопроса, незнание лекционного материала;
 - 4 балла: ответ удовлетворительный, оценивается как минимально необходимые знания по вопросу, при этом студентом продемонстрировано хотя бы минимальное знание всех разделов вопроса в пределах лекционного материала. При этом студентом демонстрируется достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта;
 - 5 баллов: ответ удовлетворительный, достаточные знания в объеме учебной программы, ориентированные на воспроизведение; использование научной (технической) терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;
 - 6 баллов: ответ удовлетворительный, студент достаточно ориентируется в основных аспектах вопроса, демонстрирует полные и систематизированные знания в объеме учебной программы;

– 7 баллов: ответ хороший (достаточное знание материала), но требовались наводящие вопросы, студент демонстрирует систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы;

– 8 баллов: ответ хороший, ответом достаточно охвачены все разделы вопроса, единичные наводящие вопросы; студент демонстрирует способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы;

– 9 баллов: систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы; студент демонстрирует способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках учебной программы;

– 10 баллов: ответ на вопрос полный, не было необходимости в дополнительных (наводящих вопросах); студент демонстрирует систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы.

5. Решение задачи оценивается следующим образом:

– 10 баллов: задание выполнено на 91-100 %, решение и ответ аккуратно оформлены, выводы обоснованы, дана правильная и полная интерпретация выводов, студент аргументированно обосновывает свою точку зрения, уверенно и правильно отвечает на вопросы преподавателя;

– 9 баллов: задание выполнено на 86-90 %, решение и ответ аккуратно оформлены, выводы обоснованы, дана правильная и полная интерпретация выводов, студент аргументированно обосновывает свою точку зрения, правильно отвечает на вопросы преподавателя;

– 8 баллов: задание выполнено на 81-85 %, ход решения правильный, незначительные погрешности в оформлении; правильная, но не полная интерпретация выводов, студент дает верные, но не полные ответы на вопросы преподавателя, испытывает некоторые затруднения в интерпретации полученных выводов;

– 7 баллов: задание выполнено на 74-80 %, ход решения правильный, значительные погрешности в оформлении; правильная, но не полная интерпретация выводов, студент дает правильные, но не полные ответы на вопросы преподавателя, испытывает определенные затруднения в интерпретации полученных выводов;

– 6 баллов: задание выполнено на 66-75 %, подход к решению правильный, есть ошибки, оформление с незначительными погрешностями, неполная интерпретация выводов, не все ответы на вопросы преподавателя правильные, не способен интерпретировать полученные выводы;

– 5 баллов: задание выполнено на 60-65 %, подход к решению правильный, есть ошибки, значительные погрешности при оформлении, неполная интерпретация выводов, не все ответы на вопросы преподавателя правильные, не способен интерпретировать полученные выводы;

– 4 балла: задание выполнено на 55-59 %, подход к решению правильный, есть ошибки, значительные погрешности при оформлении

неполная интерпретация выводов, не все ответы на вопросы преподавателя правильные, не способен интерпретировать полученные выводы;

– 3 балла: задание выполнено на 41-54 %, решение содержит грубые ошибки, неаккуратное оформление работы, неправильная интерпретация выводов, студент дает неправильные ответы на вопросы преподавателя;

– 2 балла: задание выполнено на 20-40 %, решение содержит грубые ошибки, неаккуратное оформление работы, выводы отсутствуют; не может прокомментировать ход решения задачи, дает неправильные ответы на вопросы преподавателя;

– 1 балл: задание выполнено менее, чем на 20 %, решение содержит грубые ошибки, студент не может прокомментировать ход решения задачи, не способен сформулировать выводы по работе.

9.6 Типовые контрольные задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Типовые разноуровневые задачи (1 семестр)

1. Продифференцировать данные функции.

$$y = 2x^5 - \frac{4}{x^3} + \frac{1}{x} + 3\sqrt{x} \quad y = 3x^5 - \frac{3}{x} - \sqrt{x^3} + \frac{10}{x^5} \quad y = \frac{6}{x^4} - \frac{3}{x} + 3x^3 - \sqrt{x^7}$$

$$y = \frac{3}{x} + \sqrt[5]{x^2} - 4x^3 + \frac{2}{x^4} \quad y = \frac{8}{x^3} + \frac{3}{x} - 4\sqrt{x^3} + 2x^7 \quad y = \sqrt{x^5} - \frac{3}{x} + \frac{4}{x^3} - 3x^3$$

$$y = 5x^3 - \frac{8}{x^2} + 4\sqrt{x} + \frac{1}{x} \quad y = \frac{9}{x^3} + \sqrt[3]{x^4} - \frac{2}{x} + 5x^4 \quad y = 7x + \frac{5}{x^2} - \sqrt[7]{x^4} + \frac{6}{x}$$

2. Найти предел

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{3x^3 - 5x^2 + 2}{2x^3 + 5x^2 - x} \quad \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{-x^2 + 3x + 1}{3x^2 + x - 5} \quad \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{3x^4 - 6x^2 + 2}{x^4 + 4x - 3}$$

Типовые разноуровневые задачи (2 семестр)

1. Выделить целую часть

$$\int \frac{3 + \sqrt[3]{x^2} - 2x}{\sqrt{x}} dx \quad \int \frac{\sqrt[6]{x^5} - 5x^2 + 3}{x} dx \quad \int \left(\sqrt[3]{x} - \frac{2\sqrt[4]{x}}{x} + 3 \right) dx$$

$$\int \frac{2x^2 + 3\sqrt{x} - 1}{2x} dx \quad \int \left(x\sqrt{x} - \frac{1}{\sqrt{x^3}} + 1 \right) dx \quad \int \frac{\sqrt{x} - 2x^3 + 6}{x} dx$$

$$\int \frac{3\sqrt{x} + 4x^2 - 5}{2x^2} dx \quad \int \left(x^2 - \frac{\sqrt[6]{x}}{x} - 3 \right) dx \quad \int \frac{\sqrt[5]{x} - 2x^3 + 4}{x^2} dx$$

2. Проинтегрировать рациональную дробь

$$\int \frac{6x^2 + 1}{x^3 + 2x^2 - x - 2} dx; \quad \int \frac{4x^2 + 32x + 52}{(x^2 + 6x + 5)(x + 3)} dx;$$

$$\int \frac{2x^2 + 41x - 91}{(x^2 + 2x - 3)(x - 4)} dx; \quad \int \frac{3x^2 - 15x}{(x - 1)(x^2 + 5x + 6)} dx$$

Типовые разноуровневые задачи (3 семестр)

- Найти частные производные функции:
 - $Z = x^3 + y^3 - 3axy$ в точке $P_0(1; 1)$
 - $Z = e^{-xy}$ в точке $P_0(0; 1)$
 - $U = \ln(t + \sqrt{t^2 + s^2})$
 - $u = \operatorname{arctg} \frac{y}{xz}$ по переменной z
- Найти $\frac{\partial^3 z}{\partial y \partial x^3}$, если $Z = \sin xy$
- Найти полный дифференциал функции $Z = \ln(\sqrt{x} + y)$ в точке $P_1(1; 0)$
- Найти уравнение касательной плоскости и уравнение нормали к поверхности $z = 2x^2 + y^2$ в точке $M_0(-1, 2, 6)$
- $u = x^2 + 2xy + y^2 + z^2$, $A(1; 1; 1)$, $a(2; -1; 0)$ Найти:
 - $\operatorname{grad} u$ в точке A .
 - Производную в точке A по направлению вектора a .
- Исследовать функцию $z = y^2 - x^2 + 2xy - 3y$ на локальный экстремум.

Типовые разноуровневые задачи (4 семестр)

- Вычислить двойной интеграл от функции $f(x, y) = 1 + x + y$ по области D , ограниченной линиями: $y = -x$, $x = y$, $y = 2$.
- Изменить порядок интегрирования в интеграле $\int_{-2}^2 dx \int_{x^2}^4 f(x, y) dy$.
- Перейдя в полярную систему координат, вычислить двойной интеграл $\iint_D \frac{dx dy}{\sqrt{x^2 + y^2}}$, где D круговое кольцо, заключенное между окружностями $x^2 + y^2 = 1$ и $x^2 + y^2 = 4$.
- Найти площадь области, ограниченной линиями $y = 2^x$, $y = 2^{-2x}$, $y = 4$.
- Вычислить объем тела, ограниченного поверхностями $y = x^2$, $y = 1$, $x + y + z = 4$ и $z = 0$.

6. Вычислить трехкратный интеграл и построить область интегрирования: $\int_{-1}^1 dx \int_{x^2}^1 dy \int_0^2 (4+z) dz$.

7. Вычислить тройной интеграл $\iiint_V \frac{dx dy dz}{1-x-y}$, если область V ограничена плоскостями $x+y+z=1$, $x=0$, $y=0$, $z=0$.

8. Вычислить объем тела, ограниченного сферической поверхностью $x^2 + y^2 + z^2 = 4a^2$, цилиндром $x^2 + y^2 - 2ay = 0$ и плоскостью $z = 0$.

9. Вычислить криволинейный интеграл $\int_L (x+y) dl$, где l - контур треугольника ABO с вершинами $A(1; 0)$, $B(0; 1)$, $O(0; 0)$.

10. Вычислить криволинейный интеграл $\int (xy - 1) dx + x^2 y dy$ от точки $A(1; 0)$ до точки $B(0; 2)$:

а) по прямой $2x + y = 2$;

б) по дуге параболы $4x + y^2 = 4$

Типовые вопросы для устного опроса (1 семестр)

1. Определение производной. Ее механический и геометрический смысл.
2. Напишите уравнения касательной и нормали. Подкасательная, поднормаль.
3. Как определить выпуклость графика функции и ее признаки.

Типовые вопросы для устного опроса (2 семестр)

1. Назовите основные методы интегрирования.
2. Как выглядит формула Ньютона-Лейбница.
3. Назовите признаки сходимости рядов.

Типовые вопросы для устного опроса (3 семестр)

- 1 Условия существования экстремума функции нескольких переменных.
- 2 Геометрический смысл градиента функции.
- 3 Геометрический смысл двойного интеграла.
- 4 Геометрический смысл тройного интеграла.

Типовые вопросы для устного опроса (4 семестр)

- 1 Геометрические приложения криволинейных интегралов.
2. Условие независимости криволинейного интеграла от пути интегрирования.
- 3 Признак потенциального поля.
- 4 Признак соленоидального поля.

Перечень типовых вопросов к зачету с оценкой для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (1 семестр)

1. Отображение множеств. Функции.
2. Границы числовых множеств. Ограниченные функции.
3. Последовательность. Предел последовательности.
4. Бесконечно малые и бесконечно большие последовательности, их свойства.
5. Сходящиеся последовательности, их основные свойства. Признаки существования предела последовательности.
6. Подпоследовательность. Предельные точки последовательности.
7. Фундаментальные последовательности. Критерий Коши сходимости последовательностей.
8. Предел функции по Коши, по Гейне. Арифметические операции над функциями, имеющими предел.
9. Свойства функций, имеющих предел.
10. Замечательные пределы.
11. Бесконечно малые и бесконечно большие функции, их свойства. Порядок бесконечно малых.
12. Непрерывность функции в точке. Арифметические операции над непрерывными функциями. Точки разрыва и их классификация.
13. Непрерывность функции на множестве.
14. Теорема Больцано - Коши об обращении функции в нуль.
15. Теорема Больцано - Коши о промежуточном значении непрерывных функций.
16. Теорема Вейерштрасса об ограниченности непрерывных функций.
17. Теорема Вейерштрасса о достижении непрерывной функцией точной верхней и нижней граней.
18. Производная. Ее механический и геометрический смысл. Производная векторной функции.
19. Дифференцируемость функции, ее связь с производной. Дифференциал. Инвариантность формы первого дифференциала. Дифференциалы высших порядков.
20. Правила дифференцирования.
21. Производная обратной и сложной функции.
22. Логарифмическая производная. Дифференцирование функции, заданной параметрически (в том числе производные высших порядков).
23. Уравнения касательной и нормали. Подкасательная, поднормаль.
24. Гиперболические функции.
25. Геометрическое значение производной радиус-вектора по полярному углу.
26. Локальные экстремумы. Теорема Ферма о необходимом условии существования экстремума функции.
27. Теорема Ролля.

28. Теорема Лагранжа, ее геометрический смысл и следствия.
29. Теорема Коши для дифференцируемых функций.
30. Правило Лопиталья раскрытия неопределенностей.
31. Формула Тейлора, формула Маклорена.
32. Достаточные условия существования экстремума функции.
33. Выпуклость графика функции и ее признаки.
34. Точки перегиба. Необходимое условие перегиба.
35. Достаточные условия перегиба.
36. Асимптоты графика функции.

Перечень типовых вопросов к зачёту с оценкой для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (2 семестр)

1. Первообразная и неопределенный интеграл. Основные свойства.
2. Основные методы интегрирования.
3. Интегрирование функций, содержащих квадратный трехчлен.
4. Интегрирование простейших рациональных дробей.
5. Интегрирование рациональных дробей.
6. Интегрирования тригонометрических функций.
7. Интегрирование простейших иррациональных функций.
8. Нижняя и верхняя интегральные суммы, их простейшие свойства.
9. Интегральная сумма Римана. Определенный интеграл. Теорема об интегрируемости функций, непрерывных на отрезке.
10. Свойства нижней и верхней интегральных сумм.
11. Основные свойства определенного интеграла (1-4).
12. Теорема о среднем. Аддитивность интеграла (5, 6).
13. Теорема Барроу.
14. Формула Ньютона-Лейбница.
15. Формулы замены переменной и интегрирования по частям в определенном интеграле.
16. Несобственные интегралы. Признаки сходимости несобственных интегралов.
17. Вычисление площади плоской фигуры.
18. Вычисление длины дуги плоской кривой.
19. Вычисление объема тела.
20. Вычисление площади поверхности вращения.
21. Физические приложения определенного интеграла.
22. Тригонометрические ряды. Взаимно-ортогональные функции.
23. Ряды Фурье. Коэффициенты Фурье. Теорема о сумме ряда Фурье (формулировка).
24. Разложение 2π -периодической функции в ряд Фурье на промежутке $[\lambda, \lambda+2\pi]$.
25. Разложение в ряд Фурье четных и нечетных функций.
26. Ряд Фурье для функций с периодом.

27. Разложение в ряд Фурье непериодических функций

Перечень типовых вопросов к зачёту с оценкой для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (3 семестр)

1. Функции нескольких переменных, ее предел и непрерывность.
2. Частные производные функции нескольких переменных.
3. Полный дифференциал функции нескольких переменных, его применение.
4. Производная и полный дифференциал сложной функции.
5. Дифференцирование неявных функции,
6. Производная по направлению.
7. Градиент функции нескольких переменных.
8. Локальный экстремум функции нескольких переменных.
9. Частные производные высших порядков.
10. Формула Тейлора для функции нескольких переменных.
11. Векторная функция, годограф.
12. Предел и производная векторной функции.
13. Правила дифференцирования векторной функции.
14. Уравнение касательной к кривой.
15. Уравнение нормальной плоскости к пространственной кривой.
16. Главная нормаль и кривизна пространственной линии в точке.

Перечень типовых вопросов к экзамену для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (4 семестр)

1. Области, определение интеграла по области, теорема существования, частные случаи интеграла по области.
2. Основные свойства интегралов по области.
3. Двойной интеграл по плоской области. Геометрический смысл.
4. Вычисление двойного интеграла в декартовых координатах.
5. Двойной интеграл в полярных координатах.
6. Двойной интеграл в криволинейных координатах.
7. Геометрические приложения двойного интеграла (площадь плоской фигуры, объем тела, площадь поверхности).
8. Физическое приложение двойного интеграла (статические моменты, моменты инерции и координаты центра масс плоской фигуры).
9. Тройной интеграл в декартовых координатах, геометрический смысл.
10. Тройной интеграл в криволинейных координатах.
11. Физическое приложение тройного интеграла.
12. Криволинейный интеграл первого рода.
13. Криволинейный интеграл второго рода, его связь с криволинейным интегралом первого рода.
14. Применение криволинейных интегралов.
15. Формула Грина.

16. Необходимые и достаточные условия независимости криволинейного интеграла от пути интегрирования.
17. Формула Ньютона-Лейбница для криволинейных интегралов.
18. Поверхностный интеграл первого рода.
19. Поверхностный интеграл второго рода.
20. Формула Остроградского-Гаусса.
21. Формула Стокса.
22. Применение поверхностных интегралов.
23. Интеграл Эйлера II рода, основные свойства.
24. Интеграл Эйлера I рода, основные свойства, связь с интегралом Эйлера II рода.

Типовая задача для промежуточной аттестации (1 семестр)

Найти предел функции: $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x - 2x^2 + 5x^4}{2 + 3x^2 + x^4}$

Типовая задача для промежуточной аттестации (2 семестр)

Вычислить определенный интеграл: $\int_0^{2\pi} \cos(2x) \sin(x) + 2x^2 dx$

Типовая задача для промежуточной аттестации (3 семестр):

Найти уравнение касательной плоскости и уравнение нормали к поверхности $z = 2x^2 + y^2$ в точке $M_0(-1, 2, 6)$

Типовая задача для промежуточной аттестации (4 семестр):

Вычислить двойной интеграл от функции $f(x, y) = 1 + x + y$ по области D , ограниченной линиями: $y = -x$, $x = y$, $y = 2$.

10. Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

Лекции являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся по дисциплинам вообще и по дисциплине «Математический анализ» в частности. Будучи по содержанию теоретическими, прикладными и методическими, по данной дисциплине они являются теоретическими. По назначению: вводными, тематическими и заключительными.

Именно на лекции формируется научное мировоззрение будущего бакалавра, закладываются теоретические основы фундаментальных знаний стимулируется его активная познавательная деятельность.

В данном случае целесообразно характеризовать не лекции вообще, а совокупность этих лекций по дисциплине «Математический анализ», их связь с другими видами учебных занятий.

Методика преподавания лекционного курса дисциплины строится на использовании конкретной, оптимальной для нее методической системы. Методическая система есть сумма методов, приемов и средств обучения. Основой для построения системы служат дидактические принципы высшей школы, педагогическая психология и обобщенный опыт преподавания дисциплины.

Практические занятия по дисциплине имеют целью углубление, и конкретизацию теоретических знаний, полученных на лекции и в ходе самостоятельной работы, для отработки навыков и умений в пользовании соответствующем математическим аппаратом.

Экзамен является заключительным оценочным средством, позволяет определить уровень освоения обучающимся компетенций (п. 9.5) за период изучения данной дисциплины. Экзамен предполагает ответы на 2 теоретических вопроса из перечня вопросов, вынесенных на промежуточную аттестацию, а также решение задачи (п. 9.6).

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.04 «Прикладная математика».

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры №8 Прикладной математики и информатики

« 9 » апреле 2019 года, протокол № 9.

Разработчики:

Скакун Е. В..

(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчиков)

Заведующий кафедрой № 8 Прикладной математики и информатики

к.т.н., доцент

Далингер Я.М.

(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы заведующего кафедрой)

Программа согласована:

Руководитель ОПОП

к.т.н., доцент

Далингер Я.М.

(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы руководителя ОПОП)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании Учебно-методического совета Университета « 16 » апреле 2019 года, протокол № 6.