

Минобрнауки России

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

**УТВЕРЖДАЮ**



Заведующий кафедрой  
Кургалин Сергей Дмитриевич  
Кафедра цифровых технологий

28.02.2022

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.О.13 Математический анализ

**1. Код и наименование направления подготовки/специальности:**

09.03.04 Программная инженерия

**2. Профиль подготовки/специализация:** Информационные системы и сетевые технологии

**3. Квалификация (степень) выпускника:**

Бакалавриат

**4. Форма обучения:**

Очная

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:**

Кафедра цифровых технологий

**6. Составители программы:**

Минин Леонид Аркадьевич, к. ф.-м. н., доцент

**7. Рекомендована:** протокол НМС №3 от 25.02.2022

**8. Учебный год:**

2022-2023 и 2023-2024

**9. Цели и задачи учебной дисциплины:**

Цели учебной дисциплины: изучение основ дифференциального и интегрального исчисления.

Задачи учебной дисциплины:

- обучение классическим и современным методам математических исследований, рассмотрение результатов и идей, необходимых для изучения других математических дисциплин;
  - выработка навыков обращения с изучаемым математическим аппаратом;
  - воспитание критического восприятия математических высказываний, повышение стандартов математической строгости и понимания практической обоснованности изучаемого материала и выбранного уровня строгости изложения;
  - развитие математической интуиции, точности выполнения математических операций и совершенствование общей культуры мышления.
- 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:**

Математический анализ входит в цикл профессиональных дисциплин в обязательной части блока

Б1. Для успешного изучения данного курса необходимы знания и умения, приобретенные в результате освоения школьного курса математики.

Математический анализ относится к числу фундаментальных разделов современной математики. Знание основ математического анализа является важной составляющей общей математической культуры выпускника.

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

Код и название компетенции	Код и название индикатора компетенции	Знания, умения, навыки
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования.	Знать: классические и современные методы математического анализа.
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ОПК-1.2 Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования.	<p>Уметь: проявлять способность обосновывать правильность выбранной модели, а также критическое восприятие математических высказываний, стандартов математической строгости и понимать практическую обоснованность изучаемого материала.</p> <p>Владеть: практическими навыками применения классических и современных методов математического анализа и проявлять готовность использовать их для решения прикладных задач.</p>
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ОПК-1.3 Имеет навыки теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.	Владеть: практическими навыками применения классических и современных методов математического анализа и проявлять готовность использовать их для решения прикладных задач.

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час:**

13/468

**Форма промежуточной аттестации:**

Экзамен

### 13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Семестр 1	Семестр 2	Семестр 3	Всего
Аудиторные занятия	68	64	50	182
Лекционные занятия	34	32	34	100
Практические занятия	34	32	16	82
Лабораторные занятия				0
Самостоятельная работа	76	44	58	178
Курсовая работа				0
Промежуточная аттестация	36	36	36	108
Часы на контроль	36	36	36	108
Всего	180	144	144	468

#### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
1	Числовые последовательности	Вещественные числа, Supremum, Infimum, Принцип вложенных промежутков, Предельная точка множества. Предел последовательности. Частичный предел. Верхний и нижний пределы. Предел функции. Односторонние пределы. Существование односторонних пределов у монотонных функций. Коши существования предела. Свойства пределов функций. Бесконечно малые (большие) функции, их сравнение.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11889">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11889</a>
2	Непрерывные функции	Локальные свойства непрерывных функций. Замечательные пределы. Глобальные свойства функций непрерывных на отрезке. Равномерная непрерывность.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11889">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11889</a>
3	Производные и дифференциалы	Производная и дифференциал. Дифференциалы высших порядков. Инвариантность формы дифференциала.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11889">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11889</a>

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
-----	---------------------------------	-------------------------------	--

4	Интегрирование	<p>Неопределенный интеграл. Таблица интегралов. Методы интегрирования.</p> <p>Интегрирование различных видов функций. "Неберущиеся" интегралы. Критерий Дарбу. Класс интегрируемых функций. Свойства определенного интеграла. Интеграл с переменным верхним пределом. Несобственные интегралы. Несобственные интегралы по бесконечному промежутку и от неограниченной функции. Признаки сходимости несобственных интегралов.</p> <p>Абсолютная сходимость.</p>	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11889">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11889</a>
5	Функции нескольких переменных	<p>Конечномерные пространства. Метрика, окрестность. Последовательность. Предел. Принцип БольцаноВейерштрасса. Функции нескольких переменных. Частные производные. Дифференциал.</p>	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11889">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11889</a>
6	Дифференцирование функций нескольких переменных	<p>Частные производные, градиент. Дифференцирование сложной функции. Производная по направлению, градиент. Геометрический смысл градиента.</p>	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11889">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11889</a>
7	Двойные и криволинейные интегралы функций двух переменных	<p>Двойные и повторные интегралы. Замена переменных в двойных интегралах. Двойной интеграл в полярных координатах. Вычисление интегралов по вещественной переменной. Криволинейные интегралы 1 и 2 рода.</p>	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11889">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11889</a>
8	Тройные и поверхностные интегралы. Элементы теории поля	<p>Тройные и повторные интегралы. Замена переменных в тройных интегралах. Поверхностные интегралы 1 и 2 рода. Теорема ОстроградскогоГаусса. Теорема Стокса.</p>	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11889">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11889</a>
п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК

9	Числовые ряды. Признаки сходимости. Свойства числовых рядов	Числовые ряды. Абсолютная и условная сходимость. Критерий Коши. Признаки Деламбера и Коши. Достаточный признак Вейерштрасса.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11889">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11889</a>
10	Функциональные ряды. Степенные ряды. Ряды Лорана	Функциональные ряды. Дифференцирование и интегрирование функциональных рядов. Степенные ряды. Радиус сходимости.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11889">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11889</a>
11	Ряды Фурье	Ряды Фурье. Сходимость рядов Фурье. Ортогональные ряды и сходимость в среднем.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11889">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11889</a>

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Лекционные занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	Всего
1	Числовые последовательности	12	10		12	34
2	Непрерывные функции	10	10		12	32
3	Производные и дифференциалы	10	10		22	42
4	Интегрирование	10	10		12	32
5	Функции нескольких переменных	8	8		12	28
6	Дифференцирование функций нескольких переменных.	8	8		32	48
7	Двойные и криволинейные интегралы функций двух переменных.	8	6		24	38
8	Тройные и поверхностные интегралы. Элементы теории поля	10	6		14	30
№ п/п	Наименование темы (раздела)	Лекционные занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	Всего

9	Числовые ряды. Признаки сходимости. Свойства числовых рядов	8	4		10	22
10	Функциональные ряды. Степенные ряды. Ряды Лорана.	8	4		14	26
11	Ряды Фурье.	8	6		14	28
		100	82	0	178	360

#### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины складывается из аудиторной работы (учебной деятельности, выполняемой под руководством преподавателя) и внеаудиторной работы (учебной деятельности, реализуемой обучающимся самостоятельно).

Аудиторная работа состоит из выполнения практических и лабораторных заданий в объёме, предусмотренном учебным планом.

Самостоятельная работа предполагает углублённое изучение отдельных разделов дисциплины с использованием литературы, рекомендованной преподавателем, а также конспектов практических (лабораторных) занятий. В качестве плана для самостоятельной работы может быть использован раздел 13.1 настоящей рабочей программы, в котором зафиксированы разделы дисциплины и их содержание. В разделе 13.2 рабочей программы определяется количество часов, отводимое на самостоятельную работу по каждому разделу дисциплины. Больше количество часов на самостоятельную работу отводится на наиболее трудные разделы дисциплины. Для самостоятельного изучения отдельных разделов дисциплины используется перечень литературы и других ресурсов, перечисленных в пунктах 15 и 16 настоящей рабочей программы.

Успешность освоения дисциплины определяется систематичностью и глубиной аудиторной и внеаудиторной работы обучающегося.

При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения выполнять все указания преподавателей, вовремя подключаться к online занятиям, ответственно подходить к заданиям для самостоятельной работы.

#### 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

№ п/п	Источник
1	Фихтенгольц, Г. М. Основы математического анализа. Часть 1 : учебник. Ч. 1 / Фихтенгольц Г. М. — 11-е изд., стер. — 2019 .— 444 с. <URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/112051">https://e.lanbook.com/book/112051</a> >
№ п/п	Источник

2	Фихтенгольц, Г. М. Основы математического анализа. Часть 2 : учебник. Ч. 2 / Фихтенгольц Г. М. — 10-е изд., стер. — 2019 .— 464 с. <URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/115730">https://e.lanbook.com/book/115730</a> >
---	--

**б) дополнительная литература:**

№ п/п	Источник
1	Геворкян, Э.А. Математика. Математический анализ. Учебно-методический комплекс / Э.А. Геворкян ; Малахов А. Н. — Москва : Евразийский открытый институт, 2010 .— 343 с. <URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=93168">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=93168</a> >
2	Полькина, Е.А. Сборник заданий по высшей математике с образцами решений (математический анализ) / Е.А. Полькина ; Стакун Н. С. — Москва : МПГУ; Издательство «Прометей», 2013 .— 200 с. <URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=240475">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=240475</a> >
3	Протасов, Ю.М. Математический анализ / Ю.М. Протасов. — М. : ФЛИНТА, 2012. — 164 с. <URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=115118">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=115118</a> >
4	Сборник задач по математическому анализу / Л.Д. Кудрявцев [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Физматлит, 2003. - Т.1 : Предел. Непрерывность. Дифференцируемость. — 496 с ; - Т.2: Интегралы. Ряды. — 505 с.
5	Тер-Криков, А.М. Курс математического анализа / А.М. Тер-Криков. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2012. — 678 с. <URL: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4398">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4398</a> >

**в) информационные электронно-образовательные ресурсы:**

№ п/п	Источник
1	Электронная библиотека ВГУ <a href="https://lib.vsu.ru">https://lib.vsu.ru</a>
2	Электронный университет ВГУ <a href="https://edu.vsu.ru">https://edu.vsu.ru</a>
3	ЭБС «Лань» <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
4	«Университетская библиотека online» <a href="https://biblioclub.ru/">https://biblioclub.ru/</a>
5	«Консультант студента» <a href="http://www.studmedlib.ru/">http://www.studmedlib.ru/</a>
6	«РУКОНТ» (ИТС Контекстум) <a href="https://lib.rucont.ru/">https://lib.rucont.ru/</a>

**16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы**

№ п/п	Источник
1	Полькина, Е.А. Сборник заданий по высшей математике с образцами решений (математический анализ) / Е.А. Полькина ; Стакун Н. С. — Москва : МПГУ; Издательство «Прометей», 2013 .— 200 с. <URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=240475">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=240475</a> >

2	Фихтенгольц, Г. М. Основы математического анализа. Часть 1 : учебник. Ч. 1 / Фихтенгольц Г. М. — 11-е изд., стер. — 2019 .— 444 с. <URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/112051">https://e.lanbook.com/book/112051</a> >
3	Фихтенгольц, Г. М. Основы математического анализа. Часть 2 : учебник. Ч. 2 / Фихтенгольц Г. М. — 10-е изд., стер. — 2019 .— 464 с. <URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/115730">https://e.lanbook.com/book/115730</a> >

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

При реализации дисциплины могут использоваться технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии на базе портала edu.vsu.ru, а также другие доступные ресурсы сети Интернет.

**18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

Лекционная аудитория, оснащенная мультимедийным проектором; специализированная мебель: доска меловая или маркерная 1 шт., столы, стулья в необходимом количестве. ОС Windows v.7, 8, 10, набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Foxit PDF Reader.

**19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций**

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Разделы дисциплины (модули)	Код компетенции	Код индикатора	Оценочные средства для текущей аттестации
1	Разделы 1-11	ОПК-1	ОПК-1.1	Контрольная работа
2	Разделы 1-11	ОПК-1	ОПК-1.2	Контрольная работа
3	Разделы 1-11	ОПК-1	ОПК-1.3	Контрольная работа

Промежуточная аттестация

Форма контроля - Экзамен

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Комплект КИМ

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

**20.1 Текущий контроль успеваемости**

Текущий контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: контрольная работа.

**Примеры вариантов контрольных работ:**

**Контрольная работа № 1**

**Вариант № 1**

**Задание 1. (5 баллов)** Решить неравенство  $|2x - 1| < |3x + 1|$ .

**Задание 2. (10 баллов)** Доказать с помощью метода математической индукции равенство

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

**Задание 3. (5 баллов)** Вычислить



$$(2+i)^3(11+2i).$$

Задание 4. (10 баллов) Решить систему

$$\begin{cases} z_1 + (i+1)z_2 = 1 + 4i, \\ (3-i)z_1 - 2z_2 = i - 3. \end{cases}$$

$f(g(x))$  и  $g(fg(x))$ , если  $f(x) = (x+1)^2$ ,  $g(x) = \frac{1}{x+2}$

Задание 5. (5 баллов) Найти функции

$$y = 2\cos\left(x - \frac{\pi}{4}\right) + 3.$$

Задание 6. (5 баллов) Построить функции

$$x^{-5} \text{ в выражении } \left(\sqrt{x} - \frac{2}{x}\right)^8.$$

график

Задание 7. (10 баллов) Найти коэффициент при

### Вариант № 2

Задание 1. (5 баллов) Решить неравенство  $|2x-1| - |x-4| > 4$ .

Задание 2. (10 баллов) Доказать с помощью метода математической индукции равенство

$$\sum_{k=1}^n \frac{k-1}{k!} = 1 - \frac{1}{n!}.$$

Задание 3. (5 баллов) Вычислить

$$\frac{(3+4i)(-1+3i)}{6-8i}.$$

Задание 4. (10 баллов) Решить уравнение

$$z^2 - (3+2i)z + 5+i = 0.$$

$f(g(x))$  и  $g(fg(x))$ , если  $f(x) = 2x-3$ ,  $g(x) = x^2 + \frac{1}{x}$

Задание 5. (5 баллов) Найти функции

$$y = \log_2(4-x) - 2.$$

Задание 6. (5 баллов) Построить функции

$$x^{11} \text{ в выражении } \left(3\sqrt[3]{x^2} - \sqrt{x^3}\right)^8.$$

график

Задание 7. (10 баллов) Найти коэффициент при

### Контрольная работа № 2

#### Вариант № 1

Задание 1. (12 баллов) Вычислить для функции :

$$y = \frac{x^3 + 2x^2 - 4x - 8}{x^3 + 8}$$

а) предел при  $x \rightarrow 3$ ; б) предел при  $x \rightarrow -2$ ; в) предел при  $x \rightarrow \infty$ .

$$\infty > .$$

Задание 2. (12 баллов) Вычислить пределы:

$\lim_{x \rightarrow -5} \frac{4 - \sqrt{21-x}}{x^2 - 4x - 5}$ ; б)  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\operatorname{tg} x - \sin x}{x \sin^2 x}$ ; в)  $\lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{x+2}{x-3}\right)^{5x}$  а).

Задание 3. (10 баллов) Пусть

$$x_n = \frac{2}{n} + 4\sin\left(\frac{\pi n}{2}\right)$$

. Найти

$$\inf x_n, \sup x_n, \lim_{n \rightarrow \infty} x_n, \lim_{n \rightarrow \infty} x_n.$$

Задание 4. (6 баллов) Для функции

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x \leq -\pi, \\ \sin x, & -\pi < x < \pi, \\ x, & x \geq \pi, \end{cases}$$

найти точки разрыва, определить скачки и сделать чертеж.

Задание 5. (10 баллов) Вычислить  $\lim_{x \rightarrow 2} \left(\frac{2}{2x-x^2} + \frac{1}{x^2-3x+2}\right)$ .

Вариант № 2

Задание 1. (12 баллов) Вычислить для функции :

$$y = \frac{x^3 - 12x + 16}{x^2 - 4}$$

а) предел при  $x \rightarrow -1$ ; б) предел при  $x \rightarrow 2$ ; в) предел при

$\infty$ .

$$\lim_{x \rightarrow 2} \frac{\sqrt{x+7} - 3}{1 - \sqrt{3-x}}$$

б)  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1 - \cos 2x + \operatorname{tg}^2 x}{x \sin 3x}$

в)  $\lim_{x \rightarrow \infty} \left( \frac{x^2 - 1}{3 + x^2} \right)^{4x^2}$ .

Задание 3. (10 баллов)

Пусть  $x_n = \frac{(-1)^n n + 3}{n + 1}$ .

Найти

$\inf x_n$ ,

$\sup x_n$ ,

$\lim_{n \rightarrow \infty} x_n$ ,

$\overline{\lim}_{n \rightarrow \infty} x_n$

Задание 2. (12 баллов) Вычислить пределы:

а)

Задание 4. (6 баллов) Для функции

$$f(x) = \begin{cases} x + 1, & x \leq 0, \\ (x + 1)^2, & 0 < x \leq 2, \\ 4 - x, & x > 2, \end{cases}$$

найти точки разрыва, определить скачки и сделать чертеж.

Задание 5. (10 баллов) Вычислить  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\ln(\cos^3 x)}{x^2}$ .

Описание технологии проведения: обучающемуся случайным образом дается один из вариантов контрольной работы. На выполнение заданий предоставляется 2 академических часа.

Требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания): максимальная оценка за выполнение каждого задания приведена выше. Оценка снижается, если в процессе выполнения задания были допущены ошибки и неточности. Оценка 0 баллов ставится либо за полностью невыполненное задание, либо при наличии грубых ошибок.

## 20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: комплект КИМ.

### Перечень вопросов к экзамену:

Аксиомы действительных чисел. Комплексные числа и операции с ними. Бином Ньютона. Метод математической индукции. Точные верхняя и нижняя границы множеств.

Предел числовой последовательности. Арифметические свойства предела последовательности. Теорема Вейерштрасса о пределе монотонной последовательности. Число Эйлера  $e$ . Теорема Больцано – Вейерштрасса. Предел функции. Арифметические свойства предела функций. Непрерывность сложной функции.

Первый и второй замечательные пределы. Непрерывность элементарных функций. Теоремы Вейерштрасса и Коши о функциях, непрерывных на отрезке.

Определение производной. Дифференциал. Таблица производных. Геометрический и физический смысл производной. Арифметические свойства производной. Дифференцируемость сложной функции. Старшие производные для элементарных функций. Формула Лейбница.

Теоремы Ферма и Ролля. Формулы конечных приращений Лагранжа и Коши. Правило Лопиталю. Формула Тейлора. Участки монотонности и локальные экстремумы функции. Выпуклость и точки перегиба функции. Асимптоты. Общая схема построения графиков функций.

Таблица первообразных. Замена переменной и интегрирование по частям для неопределённых интегралов. Интегрирование рациональных и тригонометрических функций. Интегрирование функций с квадратичными иррациональностями. Примеры неберущихся интегралов.

О п р е д е л е н и е интегральных сумм и определённого интеграла. Н е о б х о д и м о е условие интегрируемости. Свойства определённых интегралов. Интеграл с переменным верхним пределом. Формула Ньютона – Лейбница. Несобственные интегралы I и II рода. Площадь криволинейной трапеции. Формула для площади в полярной системе координат.

Непрерывность и дифференцируемость функции многих переменных. Геометрический смысл частных производных. Градиент, производная по направлению. Первый и второй дифференциалы. Необходимые и достаточные условия абсолютного экстремума. Условный экстремум. Функция Лагранжа.

Площадь плоской фигуры. Определение двойного интеграла. Переход от двойного интеграла к повторным интегралам. Замена переменных в двойном интеграле. Криволинейные интегралы 1 и 2 рода.

Сходимость числового ряда. Степенные ряды. Радиус и область сходимости. Ряды Тейлора. Ортогональные тригонометрические системы. Коэффициенты Фурье. Ряды Фурье по синусам и косинусам. Ряд Фурье в комплексной форме.

#### **Примеры типовых контрольно-измерительных материалов:**

##### **Контрольно-измерительный материал 1**

1. Предел числовой последовательности.
2. Криволинейные интегралы 1 и 2 рода.

##### **Контрольно-измерительный материал 2**

1. Формула Лейбница.
2. Условный экстремум.

Описание технологии проведения.

Зачет выставляется по результатам контрольных работ, выполненных при прохождении текущих аттестаций.

За каждую контрольную работу необходимо получить не менее 25 баллов. На экзамене обучающемуся случайным образом дается КИМ, содержащий 2 вопроса из перечня. На выполнение заданий предоставляется 2 академических часа.

Требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания). Для оценивания результатов обучения на экзамене используются следующие показатели:

- 1) знание дифференциального и интегрального исчисления функций одной и многих переменных;
- 2) знание постановки классических задач математического анализа;
- 3) знание методов формулировки и доказательства математических утверждений;
- 4) умение применять методы математического анализа для решения задач профессиональной деятельности;
- 5) умение применять полученные знания для математически корректной постановки новых задач в различных областях;
- 6) умение применять аппарат математического анализа для доказательства утверждений и теорем;
- 7) владение навыками самостоятельного выбора методов математического анализа для решения различных задач;

8) владение навыками использования методов решения классических задач математического анализа для решения различных естественнонаучных задач;

9) владение навыками анализа и интерпретации результатов решения задач.

Для оценивания результатов обучения на экзамене используется 4-балльная шкала:

«отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Полное соответствие ответа обучающегося всем перечисленным критериям. Обучающийся демонстрирует высокий уровень владения материалом, ориентируется в предметной области, верно отвечает на все дополнительные вопросы. Сданы все контрольные работы (оценка не менее 25 баллов).	Повышенный уровень	Отлично
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует одному или двум из перечисленных показателей, но обучающийся дает правильные ответы на дополнительные вопросы. Допускаются ошибки при воспроизведении части теоретических положений. Сданы все контрольные работы (оценка не менее 25 баллов).	Базовый уровень	Хорошо
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым трем из перечисленных показателей, обучающийся дает неполные ответы на дополнительные вопросы. Сформированные знания основных понятий, определений и теорем, изучаемых в курсе, не всегда полное их понимание с затруднениями при воспроизведении. Сданы все контрольные работы (оценка не менее 25 баллов).	Пороговый уровень	Удовлетворительно
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым четырем из перечисленных показателей. Обучающийся демонстрирует отрывочные знания (либо их отсутствие) основных понятий, определений и теорем, используемых в курсе, или не сдана хотя бы одна контрольная работа (оценка меньше 25 баллов).	—	Неудовлетворительно