

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

**/ ЭЛЕКТРОСТАЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)
МОСКОВСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА /**



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Математический анализ

Направление подготовки/специальность
08.03.01 Строительство

Профиль/специализация
Промышленное и гражданское строительство

Квалификация
Бакалавр

Формы обучения
Очная, очно-заочная

Электросталь, 2026 г.

Разработчик:

Доцент, к.т.н.

/П.Л. Алексеев/

Согласовано:

Заведующий кафедрой «Гуманитарные науки и межкультурные коммуникации»

Кандидат экономических наук, доцент



/Т.И. Покровская/

Содержание

1	Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине	4
2	Место дисциплины в структуре образовательной программы	4
3	Структура и содержание дисциплины	4
3.1	Виды учебной работы и трудоемкость	5
3.1	Тематический план изучения дисциплины	5
3.2	Содержание дисциплины	6
3.3	Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий	7
3.4	Тематика курсовых проектов (курсовых работ)	7
4	Учебно-методическое и информационное обеспечение	7
4.1	Нормативные документы и ГОСТы	7
4.2	Основная литература	7
4.3	Дополнительная литература	8
4.4	Электронные образовательные ресурсы	8
4.5	Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение	8
4.6	Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы	9
5	Материально-техническое обеспечение	9
6	Методические рекомендации	9
6.1	Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения	9
6.2	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	10
7	Фонд оценочных средств	11
7.1	Методы контроля и оценивания результатов обучения	11
7.1	Шкала и критерии оценивания результатов обучения	11
7.2	Оценочные средства	12

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Математический анализ» является: формирование у студентов теоретических знаний приемов и методов математического анализа и практических навыков применения методов математического анализа для решения экономических задач.

К основным задачам освоения дисциплины «Математический анализ» следует отнести:

- развитие навыков математического мышления;
- воспитание математической культуры;
- приобретение обучающимися широкого круга математических знаний, умений и навыков;
- развитие навыков использования математических методов и основ математического моделирования в практической деятельности;
- формирование у обучающихся навыков самостоятельного изучения учебной и научной литературы, содержащей математические сведения и результаты.

Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: основы математического анализа, необходимые для постановки и решения экономических задач.

Уметь: применять основные определения и формулы при решении задач по математическому анализу; выбирать алгоритм решения задач по математическому анализу; анализировать результаты решения задач, грамотно оформлять ход решения задач.

Владеть: навыками применения современного математического инструментария для решения экономических задач.

Обучение по дисциплине «Математический анализ» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИУК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие ИУК-1.2. Осуществляет поиск, критически оценивает, обобщает, систематизирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи ИУК-1.3. Рассматривает и предлагает рациональные варианты решения поставленной задачи, используя системный подход, критически оценивает их достоинства и недостатки

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Математический анализ» к относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)».

Освоение дисциплины «Математический анализ» базируется на пройденной дисциплине «Линейная алгебра».

Дисциплины, для которых освоение дисциплины «Математический анализ» необходимо как предшествующее: Экономическая статистика, Комплексный экономический анализ.

3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость (по формам обучения)

3.1.1 Очно-заочная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			2	
1	Аудиторные занятия	36	36	
	в том числе:			
1.1	Лекции	18	18	
1.2	Семинарские/практические занятия	18	18	
1.3	Лабораторные занятия	-	-	
2	Самостоятельная работа	108	108	
3	Промежуточная аттестация	экзамен	экзамен	
	Итого	144	144	

3.2 Тематический план изучения дисциплины (по формам обучения)

3.2.1 Очно-заочная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Всего	Трудоемкость, час				
			Аудиторная работа				Самостоя- тельная работа
			Лек- ции	Семи- нарские/ практи- ческие занятия	Лабо- ратор- ные заня- тия	Прак- тиче- ская подго- товка	
1	Раздел 1. Дифференциальное исчисление функций одной переменной						
1.1	Тема 1. Пределы и непрерывность функций.		2	2	-	-	12
1.2	Тема 2. Производная и её применение.		2	2	-	-	12
1.3	Тема 3. Методы раскрытия неопределённостей и разложения функций		2	2	-	-	12
2	Раздел 2. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных						
2.1	Тема 4. Функции нескольких переменных		2	2	-	-	12
2.2	Тема 5. Производная по направлению		2	2	-	-	12
3	Раздел 3. Интегральное исчисление						
3.1	Тема 6. Первообразная и неопределенный интеграл		2	2	-	-	12
3.2	Тема 7. Определенный интеграл		2	2	-	-	12

3.3	Тема 8. Несобственные интегралы		2	2	-	-	12
3.4	Тема 9. Многомерные интегралы		2	2	-	-	
	Итого	144	18	18	-	-	108

3.3 Содержание дисциплины

Раздел 1. Дифференциальное исчисление функций одной переменной

Введение. Предмет, задачи и содержание дисциплины. Основные этапы развития дисциплины. Структура курса, его место и роль в подготовке бакалавра, связь с другими дисциплинами.

Тема 1. Пределы и непрерывность функций.

Числовая последовательность. Предел числовой последовательности и его свойства. Функция. Построение графиков функций. Предел функции. Основные теоремы о пределах функции. Первый и второй замечательные пределы. Сравнение бесконечно малых и бесконечно больших величин. Эквивалентные бесконечно малые величины. Непрерывность функций в точке и на промежутке, Точки разрыва функции, их классификация. Асимптоты графика функции, их классификация.

Тема 2. Производная и её применение.

Производная функции. Геометрический и физический смысл производной. Правила дифференцирования и формулы вычисления производных. Таблица производных основных элементарных функций. Вычисление производных функций, заданных различным образом. Дифференциал. Производные и дифференциалы высших порядков. Приближенные вычисления с помощью дифференциалов.

Тема 3. Методы раскрытия неопределённостей и разложения функций

Правило Лопиталя. Формула Тейлора. Раскрытие неопределённостей различного типа. Разложение основных элементарных функций по формуле Тейлора. Приближенные вычисления с помощью формулы Тейлора.

Основные теоремы дифференциального исчисления. Монотонность функции, экстремумы. Необходимые и достаточные условия монотонности, локального экстремума. Исследование выпуклости графика функции. Точки перегиба графика функции. Общая схема исследования функции и построения ее графика. Свойства функций, непрерывных на отрезке. Наибольшее и наименьшее значения функции на отрезке.

Раздел 2. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных

Тема 4. Функции нескольких переменных. Линии и поверхности уровня. Частные производные. Полный дифференциал. Производные сложной функции нескольких переменных. Частные производные и дифференциалы высших порядков. Теорема Шварца.

Тема 5. Производная по направлению. Градиент. Касательная к кривой. Касательная плоскость и нормаль к поверхности. Формула Тейлора. Экстремум функции нескольких переменных. Необходимые и достаточные условия экстремума.

Раздел 3. Интегральное исчисление

Тема 6. Первообразная и неопределенный интеграл

Первообразная. Теорема существования неопределенного интеграла. Неопределенный интеграл и его свойства. Таблица интегралов от основных элементарных функций. Метод непосредственного интегрирования. Методы интегрирования с помощью замены переменной, подведением под знак дифференциала. Метод интегрирования по частям. Интегрирование рациональных дробей, интегрирование некоторых видов иррациональных и тригонометрических функций.

Тема 7. Определенный интеграл

Задачи, приводящие к понятию определенного интеграла. Определенный интеграл, его свойства. Условия интегрируемости. Интеграл с переменным пределом интегрирования. Формула Ньютона – Лейбница. Замена переменной в определенном интеграле. Приложения определенного интеграла в геометрии и механике (вычисление площадей плоских фигур, длины кривой, объемов).

Тема 8. Несобственные интегралы

Несобственные интегралы первого и второго рода (по бесконечному промежутку, от неограниченных функций на конечном промежутке), их свойства.

Тема 9. Многомерные интегралы

Задачи, приводящие к кратным интегралам. Двойной и тройной интегралы, их свойства. Правила вычисления двойных интегралов.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1 Семинарские/практические занятия

1. Задачи на вычисление пределов числовых последовательностей и функций.
2. Производная функции. Правила дифференцирования и формулы вычисления производных. Техника дифференцирования.
3. Правило Лопиталю. Формула Тейлора. Разложения основных элементарных функций по формуле Маклорена. Полное исследование функций и построение графиков.
4. Частные производные. Производная по направлению. Градиент.
5. Экстремум функции нескольких переменных. Необходимые и достаточные условия экстремума.
6. Первообразная. Неопределенный интеграл и его свойства. Метод непосредственного интегрирования.
7. Определенный интеграл.
8. Несобственные интегралы первого и второго рода, их вычисление
9. Вычисление двойных интегралов сведением к повторным. Геометрические и физические приложения кратных интегралов.

3.4.2 Лабораторные занятия

Не предусмотрены учебным планом

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрены учебным планом

4 Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

Не предусмотрены

4.2 Основная литература

1. Фихтенгольц Г.М. Основы математического анализа: учебник для вузов, 15-е изд., стер. СПб, Лань. 2023. Часть 1. 444 с.
2. Фихтенгольц Г.М. Основы математического анализа: учебник для вузов, 14-е изд., стер. СПб, Лань. 2023. Часть 2. 464 с.
3. Кудрявцев Л.Д. Краткий курс математического анализа. Т.1. Дифференциальное и интегральное исчисления функций одной переменной. Ряды: Учебник [Электронный ресурс]: учеб. - Электрон. дан. - Москва: Физматлит, 2015. - 444 с. [Режим доступа: URL: <https://e.lanbook.com/book/71994> - Загл. с экрана.]
4. Высшая математика для экономистов: учебник для студентов вузов, обучающихся по экономическим специальностям / Н.Ш. Кремер [и др.] ; под ред. проф. Н.Ш. Кремера. - 3-е изд. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2017. - 479 с. — (Серия «Золотой фонд российских

учебников») - ISBN 978-5-238-00991-9. — Режим доступа:
<http://znanium.com/catalog/product/1028709> или <http://www.iprbookshop.ru/74953.html>

4.3 Дополнительная литература

1. Гопенгауз Б.Р. Высшая математика. Интегральное исчисление функций одной переменной. Учебное пособие. - Электросталь, ЭПИ МИСиС, 2011. - 130 с.
2. Гопенгауз Б. Е. Высшая математика, Раздел: Теория функций комплексного переменного и операционное исчисление, Курс лекций. - ЭПИ МИСиС, 1997. – 135с.
3. Гопенгауз Б. Е. Высшая математика, Раздел: Теория функций комплексного переменного и операционное исчисление, Учебное пособие. - ЭПИ МИСиС, 1997. – 164с. 6.
4. Пискунов Н.С. Дифференциальное и интегральное исчисления в 2-х томах. - М.: Интеграл-пресс, 2005.- 432 с.
5. Данко П.Е., Попов А.Г., Кожевникова Т.Я. Высшая математика в упражнениях и задачах. Том 1,2.- С.–П.: Оникс, 2005.- 304 с.; 416с.
6. Демидович, Б. П. Сборник задач и упражнений по математическому анализу : учебное пособие для вузов / Б. П. Демидович. — 26-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 624 с. — ISBN 978-5-507-47767-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/426251>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
7. Дудникова Т.В., Караваева Н.Н. Высшая математика. Раздел: Аналитическая геометрия (методическое пособие № 952) - Электросталь: ЭПИ МИСиС, 2008.- 68 с.
8. Красс М.С., Чупрынов Б.П. Основы математики и ее приложения в экономическом образовании: Учебное пособие. – М.: Дело, 2008. – 720с.
9. Математический анализ: сборник задач с решениями: Учебное пособие / Шершнев В.Г. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 164 с.: 60х90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) ISBN 978-5-16-005487-2 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/501529>

4.4 Электронные образовательные ресурсы

1. ЭОР Элементы математического анализа
<https://online.mospolytech.ru/local/crw/course.php?id=313>
2. ЭОР Интегральное исчисление функций одной переменной
<https://online.mospolytech.ru/local/crw/course.php?id=3781>
3. ЭОР Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных
<https://online.mospolytech.ru/local/crw/course.php?id=3362>
4. ЭОР Дополнительные главы математического анализа
<https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=3592>
5. Научная электронная библиотека «КИБЕРЛЕНИНКА» (www.cyberleninka.ru)
6. Национальная электронная библиотека (НЭБ) (<https://rusneb.ru/>)
7. Образовательная платформа ЮРАЙТ (www.urait.ru)
8. ЭБС «IPR SMART» ([https://www.iprbookshop.ru/](http://www.iprbookshop.ru/))
9. Электронно-библиотечная система «Лань» (<https://e.lanbook.com/>)

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. Операционная система Windows 7 DreamSpark № 9d0e9d49-31d1-494a-b303-612508131616
2. Офисные приложения, Microsoft Office 2013 (или ниже) – Microsoft Open License. Лицензия № 61984042
3. Microsoft Project 2013 Stadart 32- bit/x64 Russian.
4. Антивирусное ПО Avast (бесплатная версия)

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Общероссийский математический портал <http://www.mathnet.ru/>
2. Образовательный математический сайт Exponenta.ru
<https://moeobrazovanie.ru/partners/Exponenta>
3. Высшая математика, эконометрика, задачи, решения Кузнецов, Чудесенко, Рябушко
<https://www.reshebnik.ru/>

5 Материально-техническое обеспечение

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Учебная аудитория лекционного типа № 1501, учебно-лабораторный корпус	Комплект мебели, переносной мультимедийный комплекс (проекционный экран, проектор, ноутбук)
Учебная аудитория для занятий семинарского типа № 1401, учебно-лабораторный корпус	Комплект мебели, переносной мультимедийный комплекс (проекционный экран, проектор, ноутбук)

6 Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Прежде всего, следует обратить внимание студентов на то, что практически весь изучаемый ими материал не требует какой-либо специальной (дополнительной) подготовки и вполне может быть успешно изучен, если студенты будут посещать занятия, своевременно выполнять домашние задания и пользоваться (при необходимости) системой плановых консультаций в течение каждого семестра. Вошедшие в курс матанализа разделы являются классическими, в то же время они практически ориентированы, так как имеют широкое распространение для решения разного рода задач внутри самой математики и прикладных задач. Их освоение поможет студентам логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь, успешно применять накопленные знания в профессиональной деятельности.

Необходимо с самого начала занятий рекомендовать студентам основную и дополнительную литературу, а в конце семестра дать список вопросов для подготовки к экзамену.

На первом занятии по дисциплине следует обязательно проинформировать студентов о виде и формах текущей и промежуточной аттестаций по дисциплине, сроках их проведения, условиях допуска к промежуточной аттестации, применяемых видах промежуточного контроля.

Изложение теоретического материала должно сопровождаться иллюстративными примерами, тщательно отобранными преподавателем так, чтобы технические трудности и выкладки при решении задачи не отвлекали от главного: осмысления идеи и сути применяемых методов. Следует всегда указывать примеры практического применения рассмотренных на занятиях уравнений и формул.

Преподавателю следует добиваться систематической непрерывной работы студентов в течение семестра, необходимо выявлять сильных студентов и привлекать их к научной работе, к участию в разного рода олимпиадах и конкурсах. Студент должен ощущать заинтересованность преподавателя в достижении конечного результата: в приобретении обучающимися прочных знаний, умений и владения накопленной информацией для решения задач в профессиональной деятельности.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплин

Раздел 1. Дифференциальное исчисление функций одной переменной

При изучении дифференциального исчисления функций одной переменной обратите внимание на понятие предела функции в точке и методы его вычисления. Предел – одно из основных понятий математического анализа. При вычислении пределов функции надо, прежде всего, выяснить характер неопределенности $(0, \infty, 0 \cdot \infty, \infty - \infty, 1 \cdot \infty)$. Чтобы овладеть техникой решения задач на вычисление пределов, надо знать два замечательных предела, таблицу эквивалентных бесконечно малых, правило Лопиталя, различные приемы раскрытия неопределенностей в зависимости от вида функции и решить достаточно большое количество задач. При изучении тем, посвященных производной и дифференциалу функции, надо осмыслить их геометрический смысл, понимать различие между ними (дифференциал – это главная линейная часть приращения функции). Твердо знать (как таблицу умножения) формулы дифференцирования основных элементарных функций и правила дифференцирования (все, конечно, но особенно правило дифференцирования сложной функции). Обратите внимание также на особенности дифференцирования функций, заданных в неявной форме, параметрически, на прием логарифмического дифференцирования. Следует четко знать и уметь применять алгоритм исследования функций и построения графиков: определение точек разрыва (и их классификацию), асимптот графика (вертикальной, наклонной, горизонтальной), необходимые и достаточные условия монотонности функции, существования локального экстремума, промежутков выпуклости и вогнутости функции и точек перегиба.

Раздел 2. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных При изучении данного раздела обратите внимание на то, что функция двух переменных имеет наглядный геометрический смысл – это поверхность в трехмерном пространстве. Надо осмыслить понятия частных производных и полного дифференциала и особенность их вычисления, овладеть техникой вычисления производных от сложной функции нескольких переменных. Следует обратить внимание на то, что для функции $z = z(x, y)$ смешанные частные производные второго порядка равны между собой: $\frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y} = \frac{\partial^2 z}{\partial y \partial x}$ (теорема Шварца), то есть порядок дифференцирования не имеет значения. Для функции нескольких переменных скорость изменения функции в произвольном направлении характеризуется производной по направлению, а наибольшая скорость изменения функции будет в направлении вектора градиента. Следует обратить в этой теме внимание на необходимые и достаточные условия существования экстремума функции нескольких переменных.

Раздел 3. Интегральное исчисление В интегральном исчислении решается задача, обратной той, которая рассматривалась в дифференциальном исчислении: необходимо найти для данной функции $f(x)$ такую функцию, производная от которой была бы равна заданной. Интегрирование функций – достаточно сложный раздел математики, овладеть которым можно только, если студент «возьмет» достаточно большое количество интегралов разного типа. Надо твердо знать таблицу интегралов от основных элементарных функций, основные методы интегрирования (замена переменной, подведение под знак дифференциала, интегрирование по частям, приемы вычисления интегралов от рациональных дробей, от разного типа тригонометрических функций). Надо осмыслить единство подхода к построению определенных, кратных интегралов – построение некоторой интегральной суммы и предельный переход. Знать геометрический смысл и основную формулу вычисления определенных интегралов – формулу Ньютона – Лейбница, геометрические и физические приложения определенных и кратных интегралов, уметь находить площадь плоской фигуры, длину кривой, объем и площадь поверхности тел вращения.

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающихся направлена на самостоятельное изучение отдельной темы учебной дисциплины. Самостоятельная работа является обязательной для каждого обучающегося, ее объем определяется учебным планом. При самостоятельной работе студент взаимодействует с рекомендованными материалами при участии препода-

вателя в виде консультаций. Для выполнения самостоятельной работы предусмотрено методическое обеспечение. Электронно-библиотечной система (электронная библиотека) обеспечивает возможность индивидуального доступа каждого обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет.

7 Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

1. текущий контроль: контрольная работа, решение задач на практических занятиях;
2. промежуточный контроль: экзамен.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

7.2.1. Критерии оценки ответа на экзамене

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине, при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине методом экспертной оценки.

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине.

По итогам промежуточной аттестации по дисциплине выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

«5» (отлично): обучающийся демонстрирует системные теоретические знания, практические навыки решения задач, владеет терминами, делает аргументированные выводы, показывает свободное владение монологической речью и способность быстро реагировать на уточняющие вопросы.

Обучающийся на высоком уровне владеет: способностью осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач (УК-1).

«4» (хорошо): обучающийся демонстрирует прочные теоретические знания, практические навыки решения задач, владеет терминами, делает аргументированные выводы, показывает свободное владение монологической речью, но при этом делает несущественные ошибки, которые быстро исправляет самостоятельно или при незначительной коррекции преподавателем.

Обучающийся хорошо владеет: способностью осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач (УК-1).

«3» (удовлетворительно): обучающийся демонстрирует неглубокие теоретические знания, проявляет слабо сформированные навыки решения задач, недостаточное умение делать аргументированные выводы, показывает не достаточно свободное владение монологической речью, терминами, логичностью и последовательностью изложения, делает ошибки, которые может исправить только при коррекции преподавателем.

Обучающийся на удовлетворительном уровне владеет: способностью осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач (УК-1).

«2» (неудовлетворительно): обучающийся демонстрирует незнание теоретических основ предмета, отсутствие практических навыков решения задач, не умеет делать аргументированные выводы, показывает слабое владение монологической речью, не владеет терминами, проявляет отсутствие логичности и последовательности при решении за-

дач, делает ошибки, которые не может исправить даже при коррекции преподавателем, отказывается отвечать на дополнительные вопросы.

Обучающийся не владеет:

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

7.2.2. Критерии оценки работы обучающегося на практических занятиях

«5» (отлично): выполнены все задания, предусмотренные планом практических занятий, обучающийся четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы, активно работал на практических занятиях.

«4» (хорошо): выполнены все задания, предусмотренные планом практических занятий, обучающийся с корректирующими замечаниями преподавателя ответил на все контрольные вопросы, достаточно активно работал на практических занятиях.

«3» (удовлетворительно): выполнены все задания, предусмотренные планом практических занятий, с замечаниями преподавателя; обучающийся ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (неудовлетворительно): обучающийся не выполнил или выполнил неправильно практические задания, предусмотренные планом практических занятий; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

7.2.3. Критерии оценки контрольной работы

«5» (отлично): выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания вопросов контрольной работы и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач.

«4» (хорошо): выставляется студенту, если он твердо знает материал, но допускает в решении задач некоторые неточности.

«3» (удовлетворительно): выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильное использование формул при решении стандартных задач, но при этом он владеет основными понятиями выносимых на контрольную работу тем, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

«2» (неудовлетворительно): выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания выносимых на контрольную работу вопросов тем дисциплины, допускает грубые ошибки при решении типовых задач.

7.3 Оценочные средства

7.3.1 Текущий контроль

Примерные задания для решения на практических занятиях

(формирование компетенций УК-1)

Теория пределов и дифференцирование функции одной переменной

1. Найти пределы:

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\sqrt{x^3 + 1} - x}{\sqrt[4]{x^6 + x}}$$

$$\lim_{x \rightarrow +\infty} (\sqrt{x^2 + x} - x)$$

$$\lim_{x \rightarrow 2} \frac{2x^2 - 3x - 2}{3x^3 - 7x - 10}$$

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\cos 3x - \cos 4x}{x \arctg 2x}$$

$$\lim_{x \rightarrow 2} \frac{\operatorname{tg}(\pi(x-2))}{x^2 - 4}$$

$$\lim_{x \rightarrow 2} \frac{\operatorname{arctg} x}{2 - x}$$

2. Исследовать на непрерывность и выполнить чертеж:

$$y = \begin{cases} \sin 2x & \text{при } x \leq \frac{\pi}{2} \\ x^3 - a & \text{при } x > \frac{\pi}{2} \end{cases}$$

3. Найти производную функции:

$$y = \frac{2(3x^3 + 4x^2 - x - 2)}{15\sqrt{1+x}}, \quad y = \ln \arcsin \sqrt{1-e^{2x}}.$$

$$y = \operatorname{arctg} \frac{\operatorname{tg} x - \operatorname{ctg} x}{\sqrt{2}}, \quad \begin{cases} x = \frac{3t^2 + 1}{3t^3}, \\ y = \sin\left(\frac{t^3}{3} + t\right). \end{cases}$$

$$y = \frac{\cos 6x}{3\sin(12x+1)}, \quad y = \operatorname{arctg}^2 \frac{1}{\sqrt{1-2x^2}} + \sin \ln 2x$$

$$y = \operatorname{arctg}^3 \ln \frac{\sqrt{x}}{x+2}, \quad y = (\sqrt{x})$$

$$\sin(x-2y) + \frac{x^3}{y} = 7x, \quad x = e^t \cos t, \quad y = e^t \cos t$$

4. Составить уравнения касательной и нормали к данной кривой в точке с абсциссой x_0 :

$$y = x^2 + 8\sqrt{x} - 32, \quad x_0 = 4.$$

5. Провести полное исследование и построить график

$$f(x) = x^2 + \frac{1}{x^2}$$

Функции нескольких переменных

1. Найти частные производные второго порядка, убедиться, что $z'_{xy} = z'_{yx}$: $z = \frac{x^2 + 3y^2}{xy}$
2. Найти градиент функции $z = f(x, y)$ в точке $M_0(x_0, y_0)$: $z = \frac{y^2}{\sqrt{x}}$, $M_0(4, 6)$.
3. Исследовать на экстремум функцию $z = x^2 - x + y^2 + 2y$.

Интегрирование

Найти интегралы

$$1. \int \frac{\sqrt{\operatorname{tg} x} + 3}{\cos^2 x} dx \quad 2. \int \frac{\sin 2x}{\cos^3 x} dx \quad 3. \int \frac{dx}{2x\sqrt{\ln x}} \quad 4. \int \frac{5x+1}{\sqrt{x^2+2x+7}} dx \quad 5. \int \frac{\cos(2-5\sqrt{x})}{2\sqrt{x}} dx$$

6. $\int (1-3x)\cos 5x dx$ 7. $\int \arctg 2\sqrt{x} dx$ 8. $\int e^{-x} \cos 5x dx$ 9. $\int x^2 \ln(x+3) dx$ 10. $\int \frac{\cos(\ln 3x+4)}{2x} dx$
11. $\int (2-x) \ln \sqrt[3]{x} dx$
12. $\int (x^2+3x-1)3^{5x} dx$ 13. $\int 3x \sin^2 \frac{x}{3} dx$ 14. $\int (8x-3) \cos \frac{x}{4} dx$ 15. $\int (\sqrt{7}-5x) \sin x dx$
16. $\int (x-1)^3 \ln^2(x-1) dx$ 17. $\int \frac{\arctg 2x+x}{1+4x^2} dx$ 18. $\int \frac{9(\sin x + \cos x)}{(\cos x - \sin x)^5} dx$ 19. $\int \frac{x^5 - x^4 - 4x^3 + 13x}{x(x-1)(x-2)} dx$
20. $\int \frac{2x^3 - 6x^2 + 7x - 4}{(x+1)(x-2)^2} dx$ 21. $\int \frac{x^3 + 2x^2 + 2x + 1}{(x^2+1)(x^2+x+2)} dx$ 22. $\int \sin^4 2x \cos^3 2x dx$ 23. $\int \sin^2 x \cos^2 3x dx$
24. $\int \frac{dx}{(4-x^2)\sqrt{3+x^2}}$ 25. $\int \frac{dx}{\sqrt[3]{x+4}-5}$

Несобственные интегралы

1. Укажите, какой из несобственных интегралов является сходящимся

$$\int_1^{\infty} \sqrt{x} dx, \quad \int_1^{\infty} x^{-3} dx, \quad \int_1^{\infty} \sqrt{x^5} dx.$$

2. Вычислить интеграл, установить его сходимость или расходимость $\int_{-\infty}^{\infty} \frac{dx}{1+x^2}$

3. Вычислить интеграл, установить его сходимость или расходимость $\int_1^{\infty} \ln x dx$

4. Вычислить несобственный интеграл $\int_0^{\infty} \frac{dx}{\sqrt{x}}$, установить его сходимость или расходимость.

Кратные интегралы

1. Изменить порядок интегрирования в двойном интеграле

$$\text{a. } \int_0^2 dx \int_{2x}^{6-x} f(x, y) dy, \quad \text{b. } \int_0^1 dy \int_{\sqrt{y}}^{2-y} f(x, y) dx.$$

2. Вычислить $\iint_D (10 - x^2 - y^2) dx dy$, $D = \{(x, y) \mid 1 \leq x \leq 2, 0 \leq y \leq 2\}$.

3. Вычислить

$$\iint_D (12x^2 y^2 + 16x^3 y^3) dx dy;$$

$$D: x=1, y=x^2, y=-\sqrt{x}.$$

4. Вычислить

$$\iint_{(D)} (x^2 + y) dx dy, \quad D - \text{множество точек плоскости, ограниченное линиями}$$

$$y = x/2, \quad y = 2x, \quad y = 2/x \quad (x > 0).$$

Примерные варианты контрольных работ
(формирование компетенций УК-1)

№1

1. Построить график: $y = 3 \cos 2x$

2. Найти пределы:

$$1) \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{(5-n)_2^2 + (5+n)_2^2}{(5-n) - (5+n)}$$

$$2) \lim_{x \rightarrow 0} \frac{1 - \cos 2x}{e^{-1} - 1}$$

$$3) \lim_{x \rightarrow 2} \frac{x^3 - x^2 - x - 2}{x - 2x + x - 2}$$

$$4) \lim_{x \rightarrow 2} \frac{\sqrt{x^2 - x - 1}}{\ln(x-1)}$$

$$5) \lim_{x \rightarrow 0} \left(\frac{1 + x \cos 2x}{1 + x \cos x} \right)^{\frac{x^2}{x}}$$

$$6) \lim_{x \rightarrow \infty} \left(x - \sqrt{x^2 - x + 1} \right)$$

3. Исследовать на непрерывность и выполнить чертеж: $y = \begin{cases} -x, & x \leq 0 \\ x^2, & 0 \leq x < 2 \\ 3, & x > 2 \end{cases}$

№2

1. Найти производную y'_x :

$$а) y = \arctg^3 \ln \sqrt{x} \cdot \frac{x+2}{x^3}$$

$$б) y = (\sqrt{x})$$

$$в) \sin(x-2y) + \frac{x^3}{7x} = 7x$$

$$г) x = e^{-t} \cos t, \quad y = e^t \cos t$$

2. Найти $\lim_{x \rightarrow 0} \left(\frac{1}{x} - \frac{1}{\arctg x} \right)$

3. Провести полное исследование и построить график $f(x) = x^2 + \frac{1}{x^2}$.

№ 3

№1. Вычислить производную по направлению $\frac{\partial u}{\partial S}$ и найти модуль вектора градиента для

функции $u = 2xy + \frac{x}{\sqrt{y}} + z^3$ в точке $A(6;9;1)$ в направлении, составляющем с осями координат углы $\cos \alpha = \frac{3}{7}, \cos \beta = \frac{6}{7}, \gamma < \frac{\pi}{2}$.

№2. Исследовать на экстремум функцию $z = xy(1 - 4x^2 - 4y) - 5$.

№3. $z = \ln(y - x^4), \quad x = \sqrt{\sin t}, \quad y = \cos t$. Найти $\frac{dz}{dt}$.

7.3.2 Промежуточная аттестация

Примерные вопросы к экзамену по дисциплине «Математический анализ»
(формирование компетенций УК-1)

Дифференциальное исчисление функций одной переменной

1. Понятие переменной величины и области ее изменения.
2. понятие функциональной зависимости, классификация функций.
3. Определение и типы числовой последовательности.
4. Предел числовой последовательности. Арифметические операции над последовательностями.
5. Условия существования конечного предела числовой последовательности (теоремы Коши и Вейерштрасса).
6. Второй замечательный предел.
7. Предел функции. Определения. Геометрическая интерпретация понятия предела функции. Свойства пределов.
8. Бесконечно малые, бесконечно большие функции.
9. Первый замечательный предел.
10. Бесконечно малые величины. Эквивалентные бесконечно малые и их использование при вычислении пределов. Таблица эквивалентных бесконечно малых.
11. Непрерывность функции в точке и на промежутке. Односторонние пределы. Классификация точек разрыва графика.
12. Свойства функций, непрерывных на отрезке (теоремы Вейерштрасса, Больцано – Коши).
13. Производная. Геометрический и физический смысл производной. Касательная и нормаль к плоской кривой.
14. Таблица производных основных элементарных функций.
15. Связь между существованием производной функции в точке и непрерывностью функции в той же точке.
16. Производная суммы, произведения, частного. Производная сложной и обратной функций.
17. Производная параметрически заданной функции.
18. Производная функции, заданной неявно.
19. Дифференцирование сложной показательной функции.
20. Дифференцируемость. Дифференциал. Геометрический смысл дифференциала.
21. Производные и дифференциалы высших порядков.
22. Основные теоремы дифференциального исчисления (теорема Ферма, теорема Роля, теорема Лагранжа, теорема Коши).
23. Правило Лопиталя.
24. Многочлен Тейлора и его свойства. Формула Тейлора. Остаточный член формулы Тейлора в форме Лагранжа и Пеано.
25. Асимптоты графика функции.
26. Экстремум. Необходимое условие экстремума.
27. Достаточные условия экстремума.
28. Достаточное условие возрастания (убывания) функции.
29. Наибольшее и наименьшее значения функции на отрезке.
30. Выпуклость, вогнутость, точка перегиба. Достаточное условие вогнутости (выпуклости).
31. Необходимое условие точки перегиба. Достаточное условие перегиба.
32. Общая схема построения и исследования графика функции.

Функции нескольких переменных

1. Определение и геометрический смысл функции двух переменных.

2. Линии уровня функции двух переменных.
3. Частные производные функции нескольких переменных, их геометрический смысл
4. Функции нескольких переменных, понятие полного дифференциала.
5. Дифференцирование сложных функций нескольких переменных.
6. Производные высших порядков функции нескольких переменных. Смешанные производные. Теорема Шварца.
7. Производная функции нескольких переменных по направлению.
8. Производная по направлению и градиент скалярного поля.
9. Экстремум функции нескольких переменных.
10. Необходимое и достаточное условия экстремума функции двух переменных.

Интегральное исчисление

1. Первообразная, неопределенный интеграл. Таблица основных интегралов.
2. Замена переменной и интегрирование по частям в неопределенном интеграле.
3. Интегрирование с помощью подведения под знак дифференциала.
4. Интегрирование рациональных дробей.
5. Интегрирование по частям и замена переменной в определенном интеграле.
6. Интегрирование тригонометрических функций, основные приемы.
7. Интегрирование иррациональных функций.
8. Универсальная тригонометрическая подстановка.
9. Определенный интеграл и его свойства. Формула Ньютона – Лейбница.
10. Приложения определенного интеграла к решению геометрических и физических задач.
11. Вычисление площадей с помощью определенного интеграла.
12. Вычисление площади и длины кривой, заданной уравнениями в параметрической форме.
13. Вычисление площади криволинейного сектора в полярных координатах.
14. Вычисление площадей в прямоугольных и полярных координатах с помощью определенного интеграла.
15. Вычисление длины дуги с помощью определенного интеграла.
16. Вычисление длины дуги кривой, заданной параметрически.
17. Вычисление объема тела вращения с помощью определенного интеграла.
18. Вычисление площади поверхности тела вращения.
19. Несобственные интегралы первого и второго типа. Понятия сходимости и расходимости несобственного интеграла.
20. Несобственные интегралы от разрывных функций.