

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт экономики

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ННГУ

протокол № 10 от 02.12.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Математический анализ

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

38.03.01 - Экономика

Направленность образовательной программы

Экономика, международный бизнес и предпринимательство

Форма обучения

очная, очно-заочная

г. Нижний Новгород

2025 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.10 Математический анализ относится к обязательной части образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1: Четко описывает состав и структуру требуемых данных и информации, грамотно реализует процессы их сбора, обработки и интерпретации	УК-1.1: Знать состав и структуру требуемых данных и информации. Уметь грамотно реализовывать процессы сбора данных и информации. Владеть методиками обработки и интерпретации данных и информации.	Аудиторная контрольная работа Внеаудиторная контрольная работа	Экзамен: Задачи Контрольные вопросы
ОПК-5: Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении профессиональных задач	ОПК-5.2: Использует современные информационные технологии и программные средства для решения профессиональных задач	ОПК-5.2: Знать факты, задачи, методы математического анализа, необходимые для обработки экономических данных в соответствии с поставленной задачей, анализа результатов расчетов, обоснования полученных выводов. Уметь среди фактов, задач, методов, предоставляемых математическим анализом, выбрать инструментальные средства для обработки экономических данных в соответствии с поставленной задачей, анализа результатов расчетов, обоснования полученных выводов. Владеть методикой решения задач математического анализа, необходимых для обработки экономических данных в соответствии с	Аудиторная контрольная работа Внеаудиторная контрольная работа	Экзамен: Задачи Контрольные вопросы

КСР	2	2					2	2		
Итого	180	180	32	16	32	16	66	34	78	110

Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1. Числа, множества, функции. Развитие понятия о числе. Натуральные, целые, рациональные, действительные числа. Координатная ось. Числовые множества. Ограниченные множества. Интервалы на действительной прямой, открытые, замкнутые, полуоткрытые. Число сочетаний. Бином Ньютона. Треугольник Паскаля. Понятие функции, область определения, область значений. Способы задания функций. Возрастающие и убывающие функции. Чётные, нечётные, периодические функции; функции общего вида. Сложная функция как композиция нескольких функций. Явное задание функций в декартовых координатах. Основные элементарные функции: степенная, показательная, логарифмическая, тригонометрические, обратные тригонометрические, их свойства и графики. Понятие обратной функции. Элементарные способы построения графиков (сдвиг и растяжение вдоль осей, отображение относительно осей, сложение и умножение). Другие способы аналитического задания функций и кривых в декартовых координатах: неявное, параметрическое. Функция натурального аргумента – последовательность. Примеры последовательностей. Арифметическая и геометрическая прогрессии.

Тема 2 Введение в теорию пределов. Предел последовательности, его геометрическая интерпретация. Сходящиеся и расходящиеся последовательности. Единственность предела последовательности. Теоремы о пределах последовательности. Понятие о неопределённых. Ограниченность сходящейся последовательности. Теорема Вейерштрасса о пределе монотонной ограниченной последовательности, ее геометрическая интерпретация. Предел функции в бесконечности и в точке. Единственность предела, теоремы о пределах. Виды неопределённостей и их раскрытие. Первый и второй замечательные пределы, следствия из них. Непрерывность функции в точке. Точки разрыва и их классификация. Односторонняя непрерывность. Непрерывность функции на множестве. Свойства непрерывных функций на замкнутом интервале. Непрерывность элементарных функций в области их определения.

Тема 3 Дифференциальное исчисление функции одного переменного. Задачи, приводящие к понятию производной. Определение производной функции в точке. Обозначения производной. Геометрический, физический и экономический смысл производной. Правила дифференцирования и производные основных элементарных функций. Производная сложной функции. Логарифмическое дифференцирование. Определение дифференцируемой функции и дифференциала. Геометрический смысл дифференциала. Приближенные вычисления с помощью дифференциала. Непрерывность дифференцируемой функции. Производные и дифференциалы высших порядков. Основные теоремы дифференциального исчисления: теоремы Ферма, Ролля, Лагранжа, Коши. Геометрические интерпретации. Правило Лопиталя раскрытия неопределённостей. Монотонность функции и знак производной. Точки экстремума: определение, необходимое условие экстремума, достаточные условия экстремума. Вторая производная и геометрия кривой, точки перегиба. Асимптоты графика функции. Общая схема исследования функции и построения графика. Задачи на наибольшее и наименьшее значения функции на замкнутом промежутке.

Тема 4 Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных. Понятие функции нескольких переменных. Функция двух независимых переменных: область определения, область значений. Геометрическая интерпретация функции двух переменных. Линии уровня. Общее представление о пределе функции двух переменных. Частное приращение, частная производная и частный дифференциал функции двух переменных. Полное приращение и дифференциал функции двух переменных. Частные производные высших порядков. Производная по направлению. Градиент. Экстремум функции двух переменных. Условный экстремум. Метод непосредственной подстановки; метод Лагранжа поиска условного экстремума.

Тема 5 Интегральное исчисление. Первообразная. Понятие неопределенного интеграла и его свойства.

Основные методы интегрирования: элементарное интегрирование, замена переменной и интегрирование по частям. Классы интегрируемых функций: дробно-рациональные функции, тригонометрические функции, некоторые виды иррациональностей. Интеграле, не берущиеся в элементарных функциях. Определённый интеграл: площадь криволинейной трапеции и определение определённого интеграла. Свойства определённого интеграла. Теоремы о среднем, интеграл с переменным верхним пределом, формула Ньютона-Лейбница. Геометрические приложения определённого интеграла: нахождение площадей плоских фигур, объемов тел вращения. Несобственные интегралы. Интегралы первого и второго рода. Понятие сходимости и расходимости несобственного интеграла.

Тема 6 Обыкновенные дифференциальные уравнения. Понятие дифференциального уравнения. Порядок дифференциального уравнения. Общее решение, частное решение, задача Коши. Интегральные кривые. Дифференциальные уравнения первого порядка. Основные определения. Разрешение относительно производной. Уравнения с разделяющимися переменными. Однородные обыкновенные дифференциальные уравнения первого порядка. Линейные обыкновенные дифференциальные уравнения первого порядка. Обыкновенные дифференциальные уравнения высших порядков: общее решение, частное решение. Определение комплексного числа. Геометрическая интерпретация, модуль, аргумент. Комплексно сопряженные величины. Арифметические действия над комплексными числами. Решение квадратных уравнений с отрицательным дискриминантом. Тригонометрическая форма комплексного числа. Показательная форма комплексного числа. Формулы Эйлера. Формула Муавра возведения в степень. Извлечение корня натуральной степени из комплексного числа. Линейные обыкновенные дифференциальные уравнения второго порядка: однородные и неоднородные. Теорема о структуре общего решения линейного неоднородного дифференциального уравнения. Линейные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами. Общее решение однородного дифференциального уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами. Нахождение частного решения линейного неоднородного дифференциального уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами методом неопределенных коэффициентов.

Тема 7. Ряды. Числовые ряды. Сходимость числового ряда. Необходимое условие сходимости, признак расходимости. Ряды с положительными членами: теоремы сравнения, признак Даламбера, радикальный признак Коши. Интегральный признак сходимости Коши знакоположительного числового ряда. Знакопередающиеся числовые ряды: признак Лейбница. Знакопеременные числовые ряды: абсолютная и условная сходимость. Свойства абсолютно сходящегося ряда. Степенные ряды: общие понятия. Область сходимости, интервал сходимости и радиус сходимости степенного ряда. Исследование сходимости на концах интервала сходимости. Ряды Тейлора. Ряды Маклорена. Разложение элементарных функций в степенной ряд.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Виды самостоятельной работы по дисциплине:

1. Подготовка к практическим занятиям, в частности выполнение заданий и решение задач, выдаваемых на самостоятельную подготовку;
2. Выполнение аудиторных и домашних контрольных работ;
3. Работа с литературой;
4. Самостоятельное изучение отдельных вопросов теории;
5. Подготовка к экспресс-контрольным по учебным темам дисциплины.

В основу организации самостоятельной работы студентов положен компетентностный подход. Для эффективного выполнения заданий самостоятельной работы студентам предлагается

организовать свою работу в рамках когнитивных и метакогнитивных учебных стратегий. Когнитивные стратегии включают в себя учебные действия, направленные на обработку и усвоение учебной информации. К когнитивным учебным стратегиям относятся:

- Повторение (заучивание, переписывание, подчеркивание, выделение, обозначение и др.);
- Эlaboration (конспектирование, подбор примеров, сравнение, установление межпредметных связей, использование дополнительной литературы, перефразирование, составление понятийного дерева и др.);
- Организация (группирование по темам, составление классификации, таблиц, схем, написание резюме и др.); планирование (составление плана, логика построения содержания, постановка цели, реализация цели и др.).

Метакогнитивные стратегии подразумевают организацию и управление учебной деятельностью. К метакогнитивным стратегиям относятся:

- Планирование (составление плана, логика построения содержания, постановка цели, реализация цели и др.);
- Наблюдение (оценка достигнутого, ответы на вопросы для самоконтроля, применение теории на практике, составление тезисов по теме, обращение к другим научным источникам и др.);
- Регуляция (самоконтроль, самооценка, использование дополнительных ресурсов, волевая регуляция, определенная последовательность выполнения задания и др.).

Задания первого и второго уровней самостоятельной работы – общеобразовательные и опираются на базовые учебные стратегии (повторения, эlaboration), поэтому в одинаковой мере могут быть использованы для формирования всех профессиональных компетенций.

Первый уровень самостоятельных работ: письменные ответы на вопросы, определение понятий «своими словами».

Второй уровень самостоятельных работ: составление профессионального мини-гlossария по теме исследования; домашние контрольные работы.

Третий уровень самостоятельных работ: конспектирование научной литературы заданной теме, аннотирование научной литературы по актуальным проблемам исследования.

Четвертый уровень самостоятельных работ: подготовка обзора по теме «Методы оптимизации в современных исследованиях в области экономико-математического моделирования», изучение научных журнальных работ отечественных и зарубежных исследователей по актуальным проблемам исследования с восстановлением промежуточных выкладок.

Пятый уровень самостоятельных работ: составление портфолио; выполнение учебно-исследовательской (проектной) работы.

Качество выполнения самостоятельных работ студентов осуществляется на основе нескольких видов контроля. Корректирующий контроль осуществляется преподавателем во время индивидуальных занятий в виде собеседования или тестовой проверки. Констатирующий контроль происходит по заранее составленным индивидуальным планам изучения дисциплины или выполнения определенного задания для оценки результатов завершенных этапов самостоятельной работы. Самоконтроль осуществляется самим студентом по мере изучения дисциплины по составленным программным вопросам. Итоговый контроль представляет собой аттестацию студентов по всем видам работы.

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Аудиторная контрольная работа) для оценки сформированности компетенции УК-1:

Вариант 1.

1. Найти указанные пределы.

1.1. $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{2x^2 - x - 1}{(x-1)^2}$

Ответ: бесконечность

1.2. $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x^2 - 2x + 5}{x^3 + 3x + 7}$

Ответ: 0

1.3. $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1 - \cos x}{x^2}$

Ответ: 0.5

1.4. $\lim_{x \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{5}{x}\right)^{3x}$

Ответ: e^{15}

2. Вычислить производную функции.

2.1. $y = \left(\sqrt[3]{\operatorname{tg}^2 x}\right)$

Ответ: $\frac{2}{3} \operatorname{tg}^{-\frac{1}{3}} x \cdot \frac{1}{\cos^2 x}$

2.2. $y = 2e^{\sqrt{x}} \cdot (\sqrt{x} - 1)$

Ответ: $e^{\sqrt{x}}$

2.3. $y = \frac{\ln(\operatorname{tg} x)}{e^{1-2x}}$

Ответ: $\frac{1}{\cos x \cdot \sin x} + 2 \cdot \ln(\operatorname{tg} x)$
 e^{1-2x}

Вариант 1.

1. $\int \frac{(2\sqrt{x}+1)^3}{x\sqrt{x}} dx$

Ответ: $8x + 12 \cdot 2x^{\frac{1}{2}} + 6\ln|x| + (-2)x^{-\frac{1}{2}} + C$

2. $\int \frac{1}{x\sqrt{4-\ln^2 x}} dx$

Ответ: $\arcsin \frac{\ln x}{2} + C$

3. $\int (2+3x) \cdot e^{\frac{x}{3}} dx$

Ответ: $3(2+3x) \cdot e^{\frac{x}{3}} - 21 \cdot e^{\frac{x}{3}} + C$

4. $\int \frac{2x^2+41x-91}{(x-1)(x+3)(x-4)} dx$

Ответ: $4\ln|x-1| - 7\ln|x+3| + 5\ln|x-4| + C$

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Аудиторная контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ОПК-5:

Вариант 1.

1. Для функции $z = \sqrt{x^2 - y^2}$ найти частные производные первого и второго порядка в точке $(1, 0)$.

Ответ: 1, 0, -1, 0, 0

2. Для функции $z = \sqrt{4 + x^2 + y^2}$ найти градиент в точке $(2, 5)$, модуль градиента.

Ответ:

$$\vec{\text{grad}}(z) \Big|_A = \frac{2}{\sqrt{33}} \vec{i} + \frac{5}{\sqrt{33}} \vec{j} \quad \left| \vec{\text{grad}}(z) \right| = \sqrt{\left(\frac{2}{\sqrt{33}} \right)^2 + \left(\frac{5}{\sqrt{33}} \right)^2} \approx 0.93$$

Вариант 1.

1. Решить задачу Коши $(xy^2 + x)dx + (y - x^2y)dy = 0$, $y(\sqrt{2}) = \sqrt{3}$

Ответ: $1 + y^2 = 4(x^2 - 1)$

2. Найти общее решение дифференциальных уравнений:

2.1. $y^2 + x^2 y' = xy y'$

Ответ: $Cy = e^{\frac{y}{x}}$

2.2. $y' \cos x - y \sin x = \sin 2x$

Ответ: $y = uv = \frac{1}{\cos x} \left(-\frac{1}{2} \cos 2x + C \right)$

Критерии оценивания (оценочное средство - Аудиторная контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Продemonстрированы все основные умения и навыки. Решены все задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, без недочетов.
отлично	Продemonстрированы все основные умения и навыки. Решены все задачи в полном объеме с отдельными несущественными недочетами.
очень хорошо	Продemonстрированы все основные умения и навыки. Решены все задачи, в полном объеме, но некоторые с недочетами.
хорошо	Продemonстрирована большая часть основных умений и навыков. Решены все типовые задачи с негрубыми ошибками и недочетами.
удовлетворительно	Продemonстрированы некоторые умения и навыки. Решена большая часть типовых задач с негрубыми ошибками и недочетами.
неудовлетворительно	Задачи не решены или решены неверно. При решении стандартных задач не продemonстрированы основные умения и навыки. Имеют место грубые ошибки.

Оценка	Критерии оценивания
плохо	Решение всех задач отсутствует. Невозможность оценить наличие умений и навыков вследствие несданной контрольной работы.

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Внеаудиторная контрольная работа) для оценки сформированности компетенции УК-1:

Вариант 1.

1. $y'' - 4y' + 3y = 0$

Ответ: $y = C_1 e^x + C_2 e^{3x}$

2. $y'' - 4y' + 4y = 0$

Ответ: $y = C_1 e^{2x} + C_2 x e^{2x}$

3. $y'' - 4y' + 13y = 0$

Ответ: $y = e^{2x} (C_1 \cos 3x + C_2 \sin 3x)$

4. $y'' - 2y' + y = x + 1$

Ответ: $y = C_1 e^{-x} + C_2 e^{3x} - \frac{x^3}{3} + \frac{4}{9}x - \frac{14}{27}$

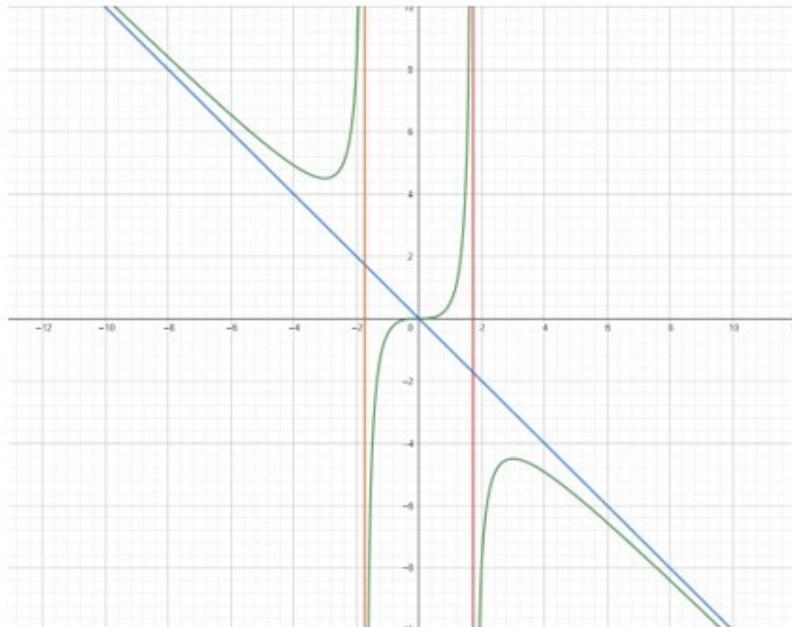
Для заданных ниже функций:

- 1) найти область определения;
- 2) найти точки экстремума и промежутки возрастания-убывания (или показать, что их нет);
- 3) найти точки перегиба (или показать, что их нет);
- 4) найти асимптоты (или показать, что их нет);
- 5) построить график функции.

Вариант 1.

1.1. $y = x^2 + 2x - 1$

Ответ:



5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Внеаудиторная контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ОПК-5:

Внеаудиторная контрольная работа №2 для оценки компетенции ОПК-5.

Для заданных ниже функций:

- 1) найти область определения;
- 2) найти точки экстремума и промежутки возрастания-убывания (или показать, что их нет);
- 3) найти точки перегиба (или показать, что их нет);
- 4) найти асимптоты (или показать, что их нет);
- 5) построить график функции.

Вариант 1.

1.1. $y = x^2 + 2x - 1$ 1.2. $y = \frac{x^3}{3 - x^2}$

Вариант 2.

1.1. $y = x^3 + 3x^2 - 24x - 21$ 1.2. $y = \frac{x^2 + 27}{x + 3}$

Критерии оценивания (оценочное средство - Внеаудиторная контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Продemonстрированы все основные умения и навыки. Решены все задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, без недочетов.
отлично	Продemonстрированы все основные умения и навыки. Решены все задачи в полном объеме с отдельными несущественными недочетами.
очень хорошо	Продemonстрированы все основные умения и навыки. Решены все задачи, в полном объеме, но некоторые с недочетами.
хорошо	Продemonстрирована большая часть основных умений и навыков. Решены все типовые задачи с негрубыми ошибками и недочетами.
удовлетворительно	Продemonстрированы некоторые умения и навыки. Решена большая часть типовых задач с негрубыми ошибками и недочетами.
неудовлетворительно	Задачи не решены или решены неверно. При решении стандартных задач не продemonстрированы основные умения и навыки. Имеют место грубые ошибки.
плохо	Решение всех задач отсутствует. Невозможность оценить наличие умений и навыков вследствие несданной контрольной работы.

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой

	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции УК-1

1 семестр

Вычислить пределы функции:

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

Ответ: 1

2.
$$\lim_{x \rightarrow 1} \frac{x^2 - 4x - 5}{x^2 - 2x - 3}$$

Ответ: 3/2

Вычислить производную функции:

1. $y = \frac{1 - \arcsin x^2}{x^2}$

Ответ:

$$-\frac{2}{x\sqrt{1-x^4}} - \frac{2(1 - \arcsin(x^2))}{x^3}$$

2. $y = \sqrt{1 + \left(x + \frac{1}{x}\right)^2}$

Ответ:

$$\frac{\left(x + \frac{1}{x}\right) \cdot \left(1 - \frac{1}{x^2}\right)}{\sqrt{1 + \left(x + \frac{1}{x}\right)^2}}$$

2 семестр

Вычислить интегралы:

1.
$$\int \frac{\arcsin(x)}{\sqrt{x+1}} dx$$

Ответ: $2\sqrt{x+1} \arcsin(x) + 4\sqrt{1-x} + C$

2.
$$\int x^{2.5} \sqrt{x^3 + 2} dx$$

Ответ: $\frac{5}{18} \sqrt[5]{(x^3 + 2)^6} + C$

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ОПК-5

1 семестр

Найти асимптоты графика функции:

1. $y = \frac{x^2 + 27}{x + 3}$

Ответ: $x = -3$, $y = x - 3$

2. $y = \frac{5x - 8}{6x^2 + 1}$

Ответ: $y = 0$

Найти наибольшее и наименьшее значения функции на заданном отрезке.

1. $y = 2x^3 - 9x^2 + 12x - 2$ $[0, 2]$

Ответ: 3, 2

2. $y = x^3 - 3x^2 - 24x + 26$ $[0, 2]$

Ответ: 54, -54

2 семестр

Решить дифференциальные уравнения:

1. $\sin(x) \operatorname{tg}(y) dx - \frac{dy}{\sin(x)} = 0$

Ответ: $\ln |\sin y| = C + \frac{x}{2} - \frac{1}{4} \sin(2x)$

2. $\operatorname{tg} x \sin^2 y dx + \cos^2 x \operatorname{ctg} y dy = 0$

Ответ: $\operatorname{ctg}^2 y = \operatorname{tg}^2 x + C$

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Продemonстрированы все основные умения и навыки. Решены все задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, без недочетов.
отлично	Продemonстрированы все основные умения и навыки. Решены все задачи в полном объеме с отдельными несущественными недочетами.
очень хорошо	Продemonстрированы все основные умения и навыки. Решены все задачи, в

Оценка	Критерии оценивания
	полном объеме, но некоторые с недочетами.
хорошо	Продemonстрирована большая часть основных умений и навыков. Решены все типовые задачи с негрубыми ошибками и недочетами.
удовлетворительно	Продemonстрированы некоторые умения и навыки. Решена большая часть типовых задач с негрубыми ошибками и недочетами.
неудовлетворительно	Задачи не решены или решены неверно. При решении стандартных задач не продemonстрированы основные умения и навыки. Имеют место грубые ошибки.
плохо	Решение всех задач отсутствует. Невозможность оценить наличие умений и навыков вследствие несданной контрольной работы.

5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции УК-1

1. Число сочетаний. Бином Ньютона. Треугольник Паскаля.
2. Понятие функции. Способы задания функций. Элементарные свойства функций (монотонность, четность, нечетность, периодичность). Функция общего вида. Сложная функция.
3. Основные элементарные функции. Функция, обратная данной. Элементарные функции. Элементарные способы построения графиков.
4. Предел последовательности, геометрическая интерпретация. Единственность предела последовательности. Теоремы о пределах последовательности, связанных с равенствами и с неравенствами (без доказательства; геометрические интерпретации).
5. Предел функции в бесконечности и в точке. Единственность предела, теоремы о пределах (без доказательства).
6. Возможные виды неопределённости.
7. Первый и второй замечательные пределы, следствия из них.
8. Непрерывность функции в точке. Точки разрыва и их классификация. Односторонняя непрерывность. Непрерывность функции на множестве. Свойства непрерывных функций на замкнутом интервале.
9. Асимптоты графиков функций и их классификация. Нахождение асимптот.
10. Задачи, приводящие к определению производной. Определение производной.
11. Правила дифференцирования и производные основных элементарных функций. Производная сложной функции. Логарифмическое дифференцирование.
12. Производные и дифференциалы высших порядков.
13. Основные теоремы дифференциального исчисления: теоремы Ферма, Ролля, Лагранжа, Коши. Геометрические интерпретации.
14. Правило Лопиталя раскрытия неопределённости.
15. Монотонность функции и знак производной. Точки экстремума: определение, необходимое условие экстремума, достаточные условия экстремума. Вторая производная и геометрия кривой, точки перегиба. Общая схема исследования функции и построения графика.
16. Понятие функции n переменных. Функция двух независимых переменных: область определения, область значений. Геометрическая интерпретация функции двух переменных. Линии уровня.

17. Общее представление о пределе функции двух переменных.
18. Частное приращение, частная производная и частный дифференциал функции двух переменных. Полное приращение и дифференциал функции двух переменных. Частные производные высших порядков.
19. Производная по направлению. Градиент.
20. Экстремум функции двух переменных. Необходимые условия, достаточные условия. Условный экстремум. Метод непосредственной подстановки; метод Лагранжа поиска условного экстремума.

5.3.4 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-5

1. Интегральное исчисление. Первообразная. Неопределённый интеграл. Свойства неопределённого интеграла и таблица интегралов элементарных функций.
2. Замена переменного. Подведение под знак дифференциала.
3. Интегрирование по частям.
4. Интегрирование дробно-рациональной функции. Некоторые замены в интегралах от тригонометрических функций и простейших иррациональностей.
5. Определённый интеграл: площадь криволинейной трапеции и определение определённого интеграла. Свойства определённого интеграла.
6. Интеграл с переменным верхним пределом, формула Ньютона-Лейбница.
7. Геометрические приложения определённого интеграла.
8. Несобственные интегралы первого и второго рода. Понятие сходимости и расходимости.
9. Понятие дифференциального уравнения. Общее и частное решения, задача Коши. Интегральные кривые. Дифференциальное уравнение первого порядка в общем случае. Уравнения с разделяющимися переменными.
10. Однородные обыкновенные дифференциального уравнения первого порядка. Линейные обыкновенные дифференциального уравнения первого порядка.
11. Определение комплексного числа. Геометрическая интерпретация, модуль, аргумент. Комплексно сопряжённые величины. Арифметические действия над комплексными числами. Решение квадратных уравнений с отрицательным дискриминантом.
12. Тригонометрическая форма комплексного числа. Показательная форма комплексного числа. Формулы Эйлера (без доказательства). Формула Муавра возведения в степень. Извлечение корня натуральной степени из комплексного числа.
13. Линейные обыкновенные дифференциальные уравнения высших порядков: однородные и неоднородные. Структура общего решения однородного уравнения.
14. Однородные уравнения с постоянными коэффициентами. Характеристическое уравнение (с выводом). Линейно независимые решения в случаях различных действительных корней характеристического уравнения; кратных действительных корней; комплексно сопряжённых корней; кратных комплексно сопряжённых корней.
15. Линейные неоднородные уравнения с постоянными коэффициентами и специальной правой частью: метод неопределённых коэффициентов.
16. Числовые ряды. Определение, сходящиеся и расходящиеся ряды, необходимое условие сходимости, признак расходимости.
17. Ряды с положительными членами: теоремы сравнения. Признак Даламбера, радикальный признак Коши. Интегральный признак сходимости Коши знакоположительного числового ряда.
18. Знакопередающиеся числовые ряды: признак Лейбница. Знакопеременные числовые ряды: абсолютная и условная сходимость. Свойства абсолютно сходящегося ряда.
19. Степенной ряд: определение. Область сходимости, интервал сходимости, радиус сходимости степенного ряда. Исследование сходимости на концах интервала сходимости.
20. Ряды Тейлора. Ряды Маклорена. Разложение элементарных функций в степенной ряд.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Красс М. С. Математика в экономике. Базовый курс / Красс М. С. - 2-е изд. ; испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2021. - 470 с. - (Бакалавр. Базовый курс). - URL: <https://urait.ru/bcode/487773> (дата обращения: 05.01.2022). - ISBN 978-5-9916-3137-2 : 1409.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=787607&idb=0>.
2. Бурмистрова Наталия Александровна. Математика. Математический анализ для экономистов. Руководство к решению задач : Учебное пособие / Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Омский ф-л. - 1. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2022. - 130 с. - Профессиональное образование. - ISBN 978-5-16-111233-5., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=837625&idb=0>.
3. Высшая математика для экономического бакалавриата в 3 ч. Часть 1 : учебник и практикум / Н. Ш. Кремер, М. Н. Фридман, Б. А. Путко, И. М. Тришин ; под редакцией Н. Ш. Кремера. - 5-е изд. ; пер. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - 276 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/491006> (дата обращения: 14.08.2022). - ISBN 978-5-534-05820-8 : 899.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=818039&idb=0>.
4. Высшая математика для экономического бакалавриата в 3 ч. Часть 2 : учебник и практикум / Н. Ш. Кремер, М. Н. Фридман, Б. А. Путко, И. М. Тришин ; под редакцией Н. Ш. Кремера. - 5-е изд. ; пер. и доп. - Москва : Юрайт, 2023. - 239 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-05822-2. -

Текст : электронный // ЭБС "Юрайт", <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=845311&idb=0>.

5. Высшая математика для экономического бакалавриата в 3 ч. Часть 3 : учебник и практикум / под редакцией Н. Ш. Кремера. - 5-е изд. ; пер. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - 416 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/491008> (дата обращения: 14.08.2022). - ISBN 978-5-534-05823-9 : 1289.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт", <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=820840&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Ключин В. Л. Высшая математика для экономистов : учебное пособие / В. Л. Ключин. - 2-е изд. ; испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2023. - 412 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-08689-8. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт", <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=847132&idb=0>.
2. Ключин В. Л. Высшая математика для экономистов. Задачи, тесты, упражнения / Ключин В. Л. - 5-е изд. ; пер. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - 165 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/488776> (дата обращения: 05.01.2022). - ISBN 978-5-534-03124-9 : 469.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт", <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=788559&idb=0>.
3. Математика для экономистов : учебник / О. В. Татарников [и др.] ; под общей редакцией О. В. Татарникова. - Москва : Юрайт, 2022. - 593 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/489073> (дата обращения: 14.08.2022). - ISBN 978-5-534-14844-2 : 1769.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт", <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=817751&idb=0>.
4. Математика для экономистов. Практикум / под общ. ред. Татарникова О. В. - Москва : Юрайт, 2022. - 285 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/489292> (дата обращения: 05.01.2022). - ISBN 978-5-9916-8868-0 : 729.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт", <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=788320&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

1. <http://www.unn.ru/rus/books/table.html>
2. <http://elibrary.ru/>
3. <http://e.lanbook.com/>
4. <http://www.znanium.com/>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 38.03.01 - Экономика.

Автор(ы): Тутынина Ольга Игоревна, кандидат физико-математических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Семенов Алексей Валерьевич, кандидат физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 12.11.2024, протокол № №5.