

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Институт информационных технологий, математики и механики

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ННГУ

протокол № 10 от 02.12.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Математический анализ

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

09.03.04 - Программная инженерия

Направленность образовательной программы

Разработка программно-информационных систем

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2025 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.05 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: Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации УК-1.2: Умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности УК-1.3: Имеет практический опыт работы с информационными источниками, опыт научного поиска, создания научных текстов	УК-1.1: Знать основные понятия и утверждения дисциплины «Математический анализ», методы и способы вычисления пределов, методы дифференциального и интегрального исчисления, методы разложения функции в степенные ряды и ряды Фурье, классификацию основных типов дифференциальных уравнений, интегрируемых в квадратурах, и методы их решения. УК-1.2: Уметь переводить на математический язык задачи, поставленные в терминах других предметных областей. УК-1.3: Владеть навыками работы с информацией из различных информационных источников.	Коллоквиум	Экзамен: Контрольные вопросы
ОПК-1: Способен применять естественнонаучные и общетеоретические знания, методы математического анализа и	ОПК-1.1: Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования ОПК-1.2: Умеет решать стандартные профессиональные задачи с	ОПК-1.1: Знать основные понятия и теоремы дифференциального и интегрального исчисления функций одного и нескольких действительных переменных; теорию числовых	Контрольная работа	Экзамен: Задачи

моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;	применением естественнонаучных и общинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования ОПК-1.3: Имеет навыки теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	и функциональных рядов; их геометрические и физические приложения. ОПК-1.2: Уметь применять алгоритмы исследования функций при построении графиков и при вычислении основных характеристик геометрических фигур и физических величин, используя фундаментальные методы и приемы математического анализа. ОПК-1.3: Владеть навыками применения понятий и методов математического анализа к решению конкретных задач, методами решения прикладных задач.		
--	---	--	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	12
Часов по учебному плану	432
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	160
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
- КСР	6
самостоятельная работа	126
Промежуточная аттестация	108
	Экзамен

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе	
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них	Самостоятельная работа обучающегося,

		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/ лабора- торные работы), часы	Всего	часы
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Тема 1. Введение в анализ.	12	6	0	6	6
Тема 2. Пределы последовательности и функции. Непрерывность функции.	40	26	0	26	14
Тема 3. Дифференциальное исчисление функций одного действительного переменного.	52	32	0	32	20
Тема 4. Интегральное исчисление функций одного действительного переменного.	44	22	0	22	22
Тема 5. Дифференциальное исчисление функций многих действительных переменных.	34	22	0	22	12
Тема 6. Дифференциальные уравнения.	30	20	0	20	10
Тема 7. Кратные, криволинейные и поверхностные интегралы.	36	10	10	20	16
Тема 8. Числовые, функциональные, степенные ряды, ряды Фурье.	70	22	22	44	26
Аттестация	108				
КСР	6			6	
Итого	432	160	32	198	126

Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1. Введение в анализ.

Множества и действия над ними. Метод математической индукции. Бином Ньютона. Действительные числа. Аксиоматика действительных чисел. Модуль действительного числа. Точные грани множества. Свойства множества действительных чисел.

Понятие функции действительного переменного. Способы задания функции. Основные характеристики функции. Понятие обратной функции. Понятие сложной функции. Основные элементарные функции и их графики. Элементарные функции. Графики и свойства гиперболических функций.

Тема 2. Пределы последовательности и функции. Непрерывность функции.

Понятие числовой последовательности и ее предела. Теорема о единственности предела. Теорема "о двух милиционерах". Предельные переходы в неравенствах. Ограниченность сходящейся последовательности. Бесконечно малые последовательности и их свойства. Арифметические действия над пределами последовательностей. Теорема о существовании предела монотонной ограниченной последовательности, число e . Понятие подпоследовательности, частичные пределы. Теорема Больцано-Вейерштрасса. Критерий Коши сходимости последовательности. Вычисление пределов последовательностей.

Определение предела функции в точке по Коши и по Гейне, эквивалентность определений. Предел функции на бесконечности, бесконечный предел. Односторонние пределы. Свойства пределов функций. Арифметические операции над функциями, имеющими предел. Первый и второй замечательные пределы. Классификация бесконечно малых функций. Эквивалентные бесконечно малые функции. Вычисление пределов функций. Применение эквивалентностей и метода выделения главной части при вычислении пределов.

Понятие непрерывности функции в точке, на интервале и на отрезке. Точки разрыва функции и их классификация. Непрерывность основных элементарных функций. Арифметические действия над непрерывными функциями. Непрерывность обратной функции. Непрерывность сложной функции. Свойства функций, непрерывных на отрезке. Теорема о сохранении знака непрерывной функции.

Теоремы Больцано-Коши о существовании корня у непрерывной функции, принимающей на концах отрезка значения разных знаков, и о промежуточных значениях непрерывной на промежутке функции. Теоремы Вейерштрасса об ограниченности непрерывной на отрезке функции и о достижении непрерывной функции на отрезке своих точных верхней и нижней граней. Понятие равномерной непрерывности. Теорема Кантора.

Тема 3. Дифференциальное исчисление функций одного действительного переменного.

Определение производной функции в точке. Геометрический и физический смысл производной.

Односторонние производные. Правила вычисления производных, связанные с арифметическими действиями над функциями. Производные основных элементарных функций. Производная сложной и

обратной функции. Производная параметрически заданной функции. Логарифмическое дифференцирование, производная степенно-показательной функции. Обобщение понятия производной.

Понятие дифференцируемости и дифференциала функции. Геометрический смысл дифференциала. Связь дифференцируемости и непрерывности. Правила вычисления дифференциала, связанные с

арифметическими действиями над функциями. Дифференциал сложной функции. Инвариантность формы первого дифференциала. Приближенные вычисления с помощью дифференциала.

Производные и дифференциалы высших порядков. Формула Лейбница.

Теоремы о дифференцируемых функциях (Ферма, Ролля, Лагранжа, Коши).

Правила Лопиталя для раскрытия неопределенностей. Формула Тейлора: многочлен Тейлора; формула Тейлора с остаточным членом в форме Пеано; стандартные разложения; формула Тейлора с остаточным членом в форме Лагранжа; оценка остаточного члена и ее применение для оценки погрешности при замене функции ее многочленом Тейлора.

Исследование функций при помощи производных. Условия монотонности функции на интервале.

Экстремум функции, необходимое условие экстремума, достаточные условия экстремума. Наибольшее и наименьшее значения функции на отрезке. Выпуклость функции, необходимые и достаточные условия выпуклости. Точки перегиба дифференцируемой функции, необходимое условие точки перегиба, достаточное условие точки перегиба. Асимптоты графика функции. Общая схема исследования функции и построения графика.

Тема 4. Интегральное исчисление функций одного действительного переменного.

Понятие первообразной и неопределенного интеграла. Свойства неопределенного интеграла. Таблица неопределенных интегралов. Основные методы интегрирования: метод непосредственного интегрирования, метод подстановки (замена переменной), метод интегрирования по частям.

Интегрирование рациональных функций: разложение многочлена на простейшие множители; разложение правильной рациональной дроби на простейшие дроби; интегрирование простейших дробей. Сведение интегралов от иррациональных и тригонометрических функций к интегралам от рациональных функций.

Задача о нахождении площади криволинейной трапеции. Задача о нахождении работы переменной силы.

Понятие определенного интеграла. Необходимое условие интегрируемости. Классы интегрируемых функций (достаточные условия существования определенного интеграла). Свойства определенного интеграла. Интеграл с переменным верхним пределом. Формула Ньютона–Лейбница, замена переменной и интегрирование по частям.

Несобственные интегралы и их свойства. Достаточные признаки сходимости несобственных интегралов от неотрицательных функций. Интегралы от функций, меняющих знак: абсолютная сходимость.

Геометрические приложения определенного интеграла: вычисление площади плоской фигуры, длины дуги плоской кривой, объема и площади поверхности тела вращения. Механические приложения определенного интеграла.

Тема 5. Дифференциальное исчисление функций многих действительных переменных.

Понятие n -мерного координатного пространства, евклидова n -мерного пространства. Точки и множества в R_n . Последовательность в R_n и ее предел. Покоординатная сходимость.

Понятие функции нескольких переменных. Геометрическое изображение функции двух переменных.

Кратные и повторные пределы функции. Свойства пределов. Различные определения непрерывности

функции в точке. Непрерывность по совокупности переменных и по отдельным переменным. Свойства непрерывных функций.

Понятие частных производных. Геометрический и физический смысл частной производной.

Дифференцируемость функции в точке. Необходимое условие дифференцируемости. Дифференциал функции. Достаточное условие дифференцируемости. Приближенные вычисления с помощью дифференциала.

Производная сложной функции. Инвариантность формы первого дифференциала.

Касательная плоскость и нормаль к поверхности. Геометрический смысл дифференциала. Производная функции по направлению. Градиент функции.

Частные производные и дифференциалы высших порядков. Равенство смешанных производных.

Формула Тейлора.

Неявные функции. Теоремы о существовании, единственности и дифференцируемости неявной функции. Вычисление производных неявных функций.

Локальный экстремум функции нескольких переменных. Необходимое условие экстремума.

Достаточное условие экстремума.

Условный экстремум. Метод множителей Лагранжа. Необходимое требование условного экстремума.

Достаточное требование условного экстремума.

Наибольшее и наименьшее значения непрерывной функции в ограниченной замкнутой области.

Замена переменных в дифференциальных выражениях.

Тема 6. Дифференциальные уравнения.

Понятие обыкновенного ДУ, порядок ДУ, решение ДУ. Задачи, приводящие к ДУ. Понятие ДУ 1-го порядка, решение ДУ, задача Коши, геометрический смысл ДУ и его решения. Изоклины, метод изоклин. Понятия общего и частного решений для ДУ 1-го порядка, разрешенного относительно производной. Формулировка теоремы о существовании и единственности решения задачи Коши для ДУ 1-го порядка. Пример, показывающий, что теорема дает лишь достаточные условия существования и единственности решения задачи Коши. Особые решения.

ДУ 1-го порядка с разделяющимися переменными: понятие, метод интегрирования. ДУ, сводящиеся к уравнению с разделяющимися переменными. Однородные ДУ 1-го порядка и сводящиеся к ним: понятия и методы интегрирования. Линейные ДУ 1-го порядка. Теорема о структуре общего решения линейного неоднородного уравнения. Метод интегрирования линейного неоднородного уравнения (метод Лагранжа вариации произвольной постоянной). Уравнение Бернулли.

ДУ в полных дифференциалах. Необходимое и достаточное условие уравнения в полных дифференциалах. Восстановление функции по ее полному дифференциалу. Некоторые способы решения уравнения, не являющегося уравнением в полных дифференциалах. Интегрирующий множитель.

Способы нахождения интегрирующего множителя.

ДУ высших порядков. Задача Коши. Формулировка теоремы существования и единственности решения задачи Коши. Классы ДУ высших порядков, допускающие понижение порядка. Методы интегрирования.

Линейные дифференциальные уравнения произвольного порядка с переменными коэффициентами, однородные и неоднородные уравнения. Формулировка теоремы о существовании и единственности решения задачи Коши для линейного уравнения, глобальность решения задачи Коши. Понятие линейной зависимости и независимости произвольных функций. Необходимое условие линейной зависимости, определитель Вронского. Необходимое и достаточное условие линейной зависимости. Общие свойства решений ЛОДУ. Структура общего решения ЛОДУ, фундаментальная система решений. Линейное неоднородное ДУ n-го порядка с переменными коэффициентами: структура общего решения; нахождение частного решения методом вариации произвольных постоянных.

Линейное однородное дифференциальное уравнение с постоянными коэффициентами, метод Эйлера, характеристическое уравнение, построение фундаментальной системы решений.

Линейное неоднородное дифференциальное уравнение с постоянными коэффициентами и неоднородностью специального вида: получение частных решений в случае неоднородности типа

квазиполинома. Линейное неоднородное дифференциальное уравнение с постоянными коэффициентами и неоднородностью произвольного вида: метод вариации произвольных постоянных.

Тема 7. Кратные, криволинейные и поверхностные интегралы.

Двойной интеграл: определение и свойства. Сведение двойного интеграла к повторному. Замена переменных в двойном интеграле, переход к полярным координатам. Приложения двойного интеграла.

Тройной интеграл: определение и свойства. Сведение тройного интеграла к повторному. Замена переменных в тройном интеграле, переход к сферическим и цилиндрическим координатам. Приложения тройного интеграла.

Криволинейные интегралы 1 и 2 рода. Определение, свойства, переход к определенному. Формула Грина. Условие независимости криволинейного интеграла 2 рода от пути интегрирования. Приложения. Поверхностные интегралы 1 и 2 рода, определение, свойства, переход к двойному, связь между ними. Формула Остроградского. Формула Стокса. Приложения.

Тема 8. Числовые, функциональные, степенные ряды, ряды Фурье.

Числовые ряды. Примеры вычисления суммы ряда. Свойства сходящихся рядов. Необходимое условие сходимости ряда. Признаки сходимости знакоположительных рядов: сравнения, Даламбера, Коши, интегральный. Знакопеременные ряды. Абсолютная и условная сходимость. Свойства абсолютно сходящихся рядов. Знакопеременяющиеся ряды, признак Лейбница, оценка остатка ряда. Достаточные признаки сходимости знакопеременных рядов (признаки Абеля и Дирихле).

Функциональные ряды. Поточечная и равномерная сходимость. Признак Вейерштрасса равномерной сходимости функционального ряда. Непрерывность суммы, интегрирование и дифференцирование равномерно сходящихся рядов.

Степенные ряды. Радиус и интервал сходимости. Почленное интегрирование и дифференцирование степенных рядов внутри области сходимости.

Ряд Тейлора и Маклорена. Стандартные разложения основных элементарных функций в ряд Маклорена.

Тригонометрический ряд Фурье. Достаточное условие разложимости функции в ряд Фурье.

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.

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 - Коллоквиум) для оценки сформированности компетенции УК-1:

1. Множества и действия над ними. Числовые множества и их свойства.
2. Метод математической индукции, вывод формул общего члена и суммы арифметической и геометрической прогрессий. Бином Ньютона.
3. Модуль действительного числа и его свойства.
4. Ограниченные и неограниченные множества. Понятие точных верхней и нижней граней числового множества. Связь ограниченности с наличием точных граней.

5. Понятие функции. Способы задания функций. Основные характеристики функции: четность/нечетность, монотонность, ограниченность, периодичность.
6. Понятие сложной и обратной функций, примеры.
7. Преобразования графиков функций. Элементарные функции. Гиперболические функции: определения, графики, основные свойства.
8. Понятие числовой последовательности. Монотонность и ограниченность числовой последовательности.
9. Предел числовой последовательности. Геометрическая интерпретация предела. Понятия сходящейся, расходящейся, бесконечно малой, бесконечно большой последовательности.
10. Свойства пределов числовых последовательностей: единственность предела; теорема «о двух милиционерах»; предельные переходы в неравенствах; связь между сходимостью и ограниченностью.
11. Бесконечно малые числовые последовательности и их свойства.
12. Арифметические свойства пределов сходящихся последовательностей.
13. Теорема о пределе монотонной ограниченной последовательности. Число e .
14. Подпоследовательности. Частичные пределы числовой последовательности. Верхний и нижний пределы. Теорема Больцано–Вейерштрасса.
15. Критерий Коши сходимости числовой последовательности.
16. Определение предела функции в точке по Гейне и по Коши. Эквивалентность определений.
17. Определение предела функции по Коши. Различные случаи и их геометрическая интерпретация.
18. Односторонние пределы. Критерий существования предела функции в точке.
19. Свойства предела функции.
20. Бесконечно малые и бесконечно большие функции и их свойства.
21. Первый и второй замечательные пределы.
22. Сравнение бесконечно малых функций. Эквивалентные бесконечно малые. Замена функции эквивалентной под знаком предела. Главная часть функции.
23. Непрерывность функции в точке и на множестве. Односторонняя непрерывность. Свойства непрерывных функций.
24. Свойства функций непрерывных на отрезке.
25. Непрерывность основных элементарных функций.
26. Непрерывность элементарных функций.
27. Точки разрыва функции. Классификация точек разрыва.

Критерии оценивания (оценочное средство - Коллоквиум)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Общее понимание изученных вопросов, способность ориентироваться в материале.
не зачтено	Неспособность ориентироваться в материале в целом, частичное понимание (полное непонимание) изученных вопросов.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ОПК-1:

- 1) Вычислить сумму ряда $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{9n^2 + 3n - 2}$.
- 2) Исследовать на сходимость ряд $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{2}{5^{n-1} + n - 1}$, пользуясь признаками сравнения.
- 3) Исследовать на сходимость ряд $\sum_{n=1}^{\infty} n^2 \sin\left(\frac{\pi}{2^n}\right)$, пользуясь признаком Даламбера.
- 4) Пользуясь интегральным признаком Коши, исследовать на сходимость ряд $\sum_{n=2}^{\infty} \frac{\ln n}{n^p}$ при всех значениях параметра p .
- 5) Исследовать на абсолютную и условную сходимость ряд $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{\sqrt[3]{n}}{\sqrt{n+1}}$.
- 6) Найти область сходимости функционального ряда $\sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{nx}{2nx^2 + 1}\right)^n$.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Все задачи решены верно или допущены негрубые ошибки.
не зачтено	Большинство задач не решено, допущены грубые ошибки.

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

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатор 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	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.

					ошибок		
<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	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы 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	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован 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 - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции УК-1

1 семестр

1. Множества и действия над ними. Числовые множества и их свойства.
2. Метод математической индукции, вывод формул общего члена и суммы арифметической и геометрической прогрессий. Бином Ньютона.
3. Модуль действительного числа и его свойства.
4. Ограниченные и неограниченные множества. Понятие точных верхней и нижней граней числового множества. Связь ограниченности с наличием точных граней.
5. Понятие функции. Способы задания функций. Основные характеристики функции: четность/нечетность, монотонность, ограниченность, периодичность.
6. Понятие сложной и обратной функций, примеры.
7. Преобразования графиков функций. Элементарные функции. Гиперболические функции: определения, графики, основные свойства.
8. Понятие числовой последовательности. Монотонность и ограниченность числовой последовательности.
9. Предел числовой последовательности. Геометрическая интерпретация предела. Понятия сходящейся, расходящейся, бесконечно малой, бесконечно большой последовательности.
10. Свойства пределов числовых последовательностей: единственность предела; теорема «о двух милиционерах»; предельные переходы в неравенствах; связь между сходимостью и ограниченностью.
11. Бесконечно малые числовые последовательности и их свойства.
12. Арифметические свойства пределов сходящихся последовательностей.
13. Теорема о пределе монотонной ограниченной последовательности. Число e .
14. Подпоследовательности. Частичные пределы числовой последовательности. Верхний и нижний пределы. Теорема Больцано–Вейерштрасса.
15. Критерий Коши сходимости числовой последовательности.
16. Определение предела функции в точке по Гейне и по Коши. Эквивалентность определений.
17. Определение предела функции по Коши. Различные случаи и их геометрическая интерпретация.
18. Односторонние пределы. Критерий существования предела функции в точке.
19. Свойства предела функции.
20. Бесконечно малые и бесконечно большие функции и их свойства.
21. Первый и второй замечательные пределы.
22. Сравнение бесконечно малых функций. Эквивалентные бесконечно малые. Замена функции эквивалентной под знаком предела. Главная часть функции.
23. Непрерывность функции в точке и на множестве. Односторонняя непрерывность. Свойства непрерывных функций.
24. Свойства функций непрерывных на отрезке.
25. Непрерывность основных элементарных функций.
26. Непрерывность элементарных функций.
27. Точки разрыва функции. Классификация точек разрыва.
28. Определение производной функции в точке. Примеры вычисления производной по определению.
29. Односторонние производные функции в точке. Критерий существования конечной производной функции в точке.
30. Правила вычисления производных, связанные с арифметическими действиями над функциями.

31. Производная обратной функции. Производная сложной функции. Производная степенно-показательной функции. Формула логарифмического дифференцирования.
32. Производная параметрически заданной функции.
33. Таблица производных.
34. Геометрический и физический смысл производной. Уравнение касательной и нормали к кривой.
35. Дифференцируемость функции в точке. Дифференциал. Теорема о связи производной и дифференциала. Геометрический и физический смысл дифференциала.
36. Применение дифференциала для приближенного вычисления значения функции в точке.
37. Правила вычисления дифференциала, связанные с арифметическими действиями над функциями.
38. Дифференциал сложной функции. Инвариантность формы первого дифференциала.
39. Производные высших порядков. Правила вычисления производных высших порядков. Формула Лейбница.
40. Дифференциалы высших порядков. Свойство неинвариантности дифференциалов высших порядков.
41. Теорема Ферма, ее геометрическая и физическая интерпретации. Теоремы Ролля, Лагранжа и Коши, их геометрическая интерпретация.
42. Правила Лопиталя для раскрытия различных видов неопределенностей.
43. Формула Тейлора и Маклорена для многочленов. Формула Тейлора и Маклорена для произвольной функции с остаточным членом в форме Пеано, Лагранжа.
44. Формула Маклорена для основных элементарных функций.
45. Применение формулы Тейлора к приближенным вычислениям и вычислению пределов.
46. Определение функции, монотонной на промежутке. Критерии строгой и нестрогой монотонности.
47. Определение точки локального экстремума. Необходимое условие экстремума. Достаточные условия экстремума.
48. Определение выпуклости функции на промежутке. Критерий выпуклости.
49. Точки перегиба. Необходимое условие точки перегиба. Достаточное условие точки перегиба.
50. Асимптоты графика функции.
51. Наибольшее и наименьшее значения функции.
52. Схема исследования функции и построения ее графика.

2 семестр

1. Понятие первообразной и неопределенного интеграла. Свойства первообразной и неопределенного интеграла.
2. Таблица интегралов.
3. Замена переменной в неопределенном интеграле.
4. Правило интегрирования по частям в неопределенном интеграле.
5. Рациональные функции. Правильные и неправильные дроби. Выделение целой части для неправильной дроби.
6. Простейшие рациональные дроби. Разложение правильной дроби на простейшие.
7. Интегрирование простейших рациональных дробей.
8. Вычисление интегралов от тригонометрических функций.
9. Интегрирование иррациональных функций. Интегрирование дифференциального бинома. Подстановки Эйлера. Тригонометрические подстановки.
10. Понятие определенного интеграла Римана. Геометрический и физический смысл определенного интеграла.
11. Необходимое условие интегрируемости функции по Риману.
12. Достаточные условия интегрируемости по Риману.
13. Свойства определенного интеграла.

14. Интеграл с переменным верхним пределом и его свойства. Формула Ньютона-Лейбница.
15. Формула интегрирования по частям в определенном интеграле.
16. Замена переменной в определенном интеграле.
17. Несобственные интегралы первого и второго рода и их свойства. Достаточные признаки сходимости несобственных интегралов от неотрицательных функций. Интегралы от функций, меняющих знак: абсолютная сходимость.
18. Вычисление площади фигуры в декартовых координатах и в случае параметрического задания функции.
19. Вычисление площади криволинейного сектора в полярных координатах.
20. Вычисление длины дуги кривой, заданной параметрически, в декартовых координатах, в полярных координатах.
21. Вычисление объёма тела через площадь поперечного сечения, объёма тела вращения.
22. Вычисление площади поверхности тела вращения.
23. Вычисление массы плоской кривой, статических моментов, моментов инерции и координат центров тяжести кривой.
24. Понятие n -мерного координатного пространства, евклидова n -мерного пространства. Точки и множества в R_n . Последовательность в R_n и ее предел. Покоординатная сходимость.
25. Понятие функции нескольких переменных. Функция двух переменных, область определения и множество ее значений. График и линии уровня функций двух переменных. Функция трёх переменных, поверхность уровня.
26. Предел функции n переменных. Связь двойного и повторного пределов.
27. Непрерывность функции нескольких переменных в точке и на множестве. Арифметические действия над непрерывными функциями. Сложная функция. Непрерывность сложной функции.
28. Свойства функции, непрерывной на множестве.
29. Частные производные. Геометрический смысл частных производных. Связь между непрерывностью функции и существованием частных производных.
30. Дифференцируемость и дифференциал функции нескольких переменных. Необходимые условия дифференцируемости. Связь между дифференцируемостью функции и существованием частных производных. Достаточное условие существования дифференциала. Применение дифференциала к приближенным вычислениям.
31. Производная сложной функции. Инвариантность формы первого дифференциала.
32. Касательная плоскость и нормаль к поверхности. Геометрический смысл полного дифференциала. Производная по направлению. Градиент.
33. Частные производные и дифференциалы высших порядков. Равенство смешанных производных. Дифференциал второго порядка сложной функции.
34. Формула Тейлора для функции двух переменных.
35. Неявная функция одного переменного. Теорема о существовании неявной функции одного переменного (без доказательства). Вычисление производных неявной функции одного переменного.
36. Неявная функция двух переменных. Теорема о существовании неявной функции двух переменных (без доказательства). Вычисление частных производных неявной функции двух переменных.
37. Неявные функции, определяемые системой уравнений. Якобиан.
38. Локальный экстремум функции нескольких переменных. Необходимое условие экстремума. Достаточные условия экстремума функции двух переменных.
39. Условный экстремум функции нескольких переменных. Метод неопределенных множителей Лагранжа. Необходимое требование условного экстремума. Достаточное требование условного экстремума.
40. Наибольшее и наименьшее значения непрерывной функции в ограниченной замкнутой области.
41. Замена переменных в дифференциальных выражениях.

42. Понятие обыкновенного ДУ, порядок ДУ, решение ДУ. Задачи, приводящие к ДУ.
43. Понятие ДУ 1-го порядка, решение ДУ, задача Коши, геометрический смысл ДУ и его решения. Изоклины, метод изоклин. Понятия общего и частного решений для ДУ 1-го порядка, разрешенного относительно производной.
44. Формулировка теоремы о существовании и единственности решения задачи Коши для ДУ 1-го порядка. Пример, показывающий, что теорема дает лишь достаточные условия существования и единственности решения задачи Коши. Особые решения.
45. ДУ 1-го порядка с разделяющимися переменными: понятие, метод интегрирования. ДУ, сводящиеся к уравнению с разделяющимися переменными.
46. Однородные ДУ 1-го порядка и сводящиеся к ним: понятия и методы интегрирования.
47. Линейные ДУ 1-го порядка. Теорема о структуре общего решения линейного неоднородного уравнения. Метод интегрирования линейного неоднородного уравнения (метод Лагранжа вариации произвольной постоянной).
48. Уравнение Бернулли.
49. ДУ в полных дифференциалах. Необходимое и достаточное условие уравнения в полных дифференциалах. Восстановление функции по ее полному дифференциалу.
50. Некоторые способы решения уравнения, не являющегося уравнением в полных дифференциалах. Интегрирующий множитель. Способы нахождения интегрирующего множителя.
51. ДУ высших порядков. Задача Коши. Формулировка теоремы существования и единственности решения задачи Коши. Классы ДУ высших порядков, допускающие понижение порядка. Методы интегрирования.
52. Линейные ДУ n -го порядка с переменными коэффициентами, однородные и неоднородные уравнения. Формулировка теоремы о существовании и единственности решения задачи Коши для линейного уравнения, глобальность решения задачи Коши.
53. Понятие линейной зависимости и независимости произвольных функций. Необходимое условие линейной зависимости, определитель Вронского. Необходимое и достаточное условие линейной зависимости.
54. Общие свойства решений ЛОДУ. Структура общего решения ЛОДУ, фундаментальная система решений.
55. Линейное неоднородное ДУ n -го порядка с переменными коэффициентами: структура общего решения; нахождение частного решения методом вариации произвольных постоянных.
56. Линейное однородное ДУ n -го порядка с постоянными коэффициентами, метод Эйлера, характеристическое уравнение, построение фундаментальной системы решений.
57. Линейное неоднородное ДУ n -го порядка с постоянными коэффициентами и неоднородностью специального вида.
58. Линейное неоднородное ДУ n -го порядка с постоянными коэффициентами и неоднородностью произвольного вида: метод вариации произвольных постоянных.

3 семестр

1. Двойной интеграл, определение и свойства. Теорема существования.
2. Задачи, приводящие к понятию двойного интеграла.
3. Вычисление двойного интеграла в декартовых координатах: сведение двойного интеграла к повторному.
4. Криволинейные координаты на плоскости. Выражение площади в криволинейных координатах. Замена переменных в двойном интеграле. Вычисление двойного интеграла в полярных координатах.
5. Тройной интеграл, определение и свойства. Теорема существования.
6. Вычисление тройного интеграла в декартовых координатах.
7. Криволинейные координаты в пространстве. Замена переменных в тройном интеграле. Вычисление тройного интеграла в цилиндрических и сферических координатах.

8. Геометрические приложения двойных и тройных интегралов: вычисление площади плоской фигуры, вычисление объемов тел, вычисление площади поверхности.
9. Физические приложения двойных и тройных интегралов: вычисление массы, координат центра тяжести, статических моментов тела в пространстве и плоской пластинки, моментов инерции тела в пространстве.
10. Задача, приводящая к понятию криволинейного интеграла первого рода. Криволинейные интегралы первого рода: определение, теорема существования (без доказательства), свойства. Вычисление криволинейного интеграла первого рода.
11. Приложения криволинейных интегралов первого рода.
12. Криволинейные интегралы второго рода: определение, теорема существования (без доказательства), свойства. Вычисление криволинейного интеграла второго рода.
13. Формула Грина. Вычисление площади плоской фигуры с помощью криволинейного интеграла.
14. Условия независимости криволинейного интеграла второго рода от пути интегрирования. Полный дифференциал. Восстановление функции по ее полному дифференциалу.
15. Приложения криволинейных интегралов второго рода.
16. Поверхностные интегралы первого рода: определение, теорема существования (без доказательства), свойства. Вычисление поверхностного интеграла первого рода.
17. Приложения поверхностных интегралов первого рода.
18. Поверхностные интегралы второго рода: определение, теорема существования (без доказательства), свойства. Вычисление поверхностного интеграла второго рода.
19. Формула Остроградского-Гаусса.
20. Формула Стокса.
21. Приложения поверхностных интегралов второго рода.
22. Числовые ряды. Общий член ряда, сумма ряда. Необходимое условие сходимости ряда.
23. Гармонический и обобщенный гармонический ряды и их сходимость.
24. Ряды с неотрицательными членами. Признаки сравнения.
25. Признаки Даламбера и Коши сходимости знакоположительных рядов.
26. Интегральный признак сходимости знакоположительных рядов.
27. Знакопередающиеся ряды. Признак Лейбница. Оценка остатка сходящегося знакопередающегося ряда.
28. Знакопеременные ряды. Теорема Коши о сходимости абсолютно сходящегося ряда.
29. Абсолютно сходящиеся ряды и их свойства.
30. Условно сходящиеся ряды. Признаки Абеля и Дирихле. Теорема Римана.
31. Функциональные ряды. Частичная сумма и сумма функционального ряда. Сходимость, область сходимости функционального ряда.
32. Равномерно сходящиеся функциональные ряды, связь между сходимостью и равномерной сходимостью функционального ряда.
33. Признак Вейерштрасса равномерной сходимости функционального ряда.
34. Свойства равномерно сходящихся рядов. Непрерывность суммы ряда. Теоремы о почленном интегрировании и почленном дифференцировании равномерно сходящегося функционального ряда.
35. Степенной ряд. Первая теорема Абеля. Радиус сходимости. Интервал сходимости. Промежутки сходимости.
36. Теорема об абсолютной и равномерной сходимости степенного ряда. Непрерывность суммы степенного ряда. Вторая теорема Абеля.
37. Формулы для вычисления радиуса сходимости степенного ряда.
38. Почленное интегрирование и дифференцирование степенных рядов.
39. Разложение функций в степенные ряды. Ряды Тейлора и Маклорена. Достаточное условие разложимости функции в ряд Тейлора.
40. Разложение элементарных функций в ряд Маклорена.

41. Тригонометрический ряд Фурье. Коэффициенты Фурье. Достаточное условие разложимости 2π -периодической функции в ряд Фурье.
42. Разложение в ряд Фурье четных и нечетных функций.
43. Разложение в ряд Фурье функции $f(x)$ на отрезке $[-l; l]$.
44. Разложение в ряд Фурье функции $f(x)$ на отрезке $[0; l]$.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

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

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ОПК-1

1) Найти предел функции $\lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{3x^2 - 5}{3x^2 + 7} \right)^{1-2x^2}$.

2) Исследовать функцию $y = 2x + 6 - 3\sqrt[3]{(x+3)^2}$ на экстремум с помощью производной первого порядка, найти интервалы монотонности функции.

3) Найти неопределенный интеграл $\int \frac{x^3 - 20x - 21}{x(x-1)(x+3)} dx$.

4) Найти направление наискорейшего возрастания функции $z = \ln\left(y - \frac{1}{x}\right)$ в точке $A(1;2)$ и скорость ее возрастания в этом направлении.

5) Пластинка D задана ограничивающими ее кривыми, $\rho = \rho(x, y)$ – поверхностная плотность. Найти массу m пластинки.

$$\rho = \frac{x+2y}{x^2+y^2}, \quad D: x^2+y^2=1, x^2+y^2=4 \quad (x \geq 0, y \geq 0).$$

6) Вычислить криволинейный интеграл первого рода по кривой L

$$\int_L (x-y) ds, \quad L - \text{окружность } x^2 + y^2 = 4x.$$

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи в полном объеме без недочетов.
отлично	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи в полном объеме, с одним недочетом.
очень хорошо	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи, но некоторые с недочетами.
хорошо	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками и некоторые с недочетами.
удовлетворительно	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Решены все предложенные задачи, но не в полном объеме.
неудовлетворительно	При решении стандартных задач не продemonстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа.

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

Основная литература:

1. Демидович Борис Павлович. Сборник задач и упражнений по математическому анализу : учеб. пособие. - 12-е изд., стер. - СПб. : МИФРИЛ, 1995. - 489 с. - 13000.00., 145 экз.
2. Демидович Борис Павлович. Краткий курс высшей математики : учеб. пособие для вузов. - М. : Астрель : АСТ, 2004. - 654, [2] с. : ил. - ISBN 5-17-004601-4. - ISBN 5-271-01318-9 : 202.00., 72 экз.
3. Кудрявцев Лев Дмитриевич. Краткий курс математического анализа : учебник для студентов вузов : [в 2 т.]. Т. 1. Дифференциальное и интегральное исчисления функций одной переменной. Ряды / Л. Д. Кудрявцев. - 3-е изд., перераб. - Москва : Физматлит, 2002. - 400 с. - ISBN 5-9221-0184-6 (т.1). - ISBN 5-9221-0183-8 : 143.00., 32 экз.
4. Кудрявцев Лев Дмитриевич. Краткий курс математического анализа : [в 2 т.] : учеб. для студентов вузов. Т. 2. Дифференциальное и интегральное исчисления функций многих переменных. Гармонический анализ. - 3-е изд., перераб. - М. : Физматлит, 2003. - 424 с. - ISBN 5-9221-0185-4 (т. 2). - ISBN 5-9221-0183-8 : 126.35., 22 экз.
5. Фихтенгольц Григорий Михайлович. Основы математического анализа. Ч. 1. - Изд. 4-е, стер. - СПб. : Лань, 2004. - 448 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 5-9511-0010-0. - ISBN 5-8114-0190-6 (ч. 1) : 135.00., 20 экз.
6. Фихтенгольц Г. М. Основы математического анализа. Часть 1 : учебник для вузов / Фихтенгольц Г. М. - 15-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 444 с. - Допущено Министерством образования и науки РФ в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки и специальностям в области естественных наук и математики, техники и технологий, образования и педагогики. - Книга из коллекции Лань - Математика. - ISBN 978-5-507-45877-6., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=830692&idb=0>.
7. Фихтенгольц Г. М. Основы математического анализа. Часть 2 : учебник для вузов / Фихтенгольц Г. М. - 14-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 464 с. - Допущено Министерством образования и науки РФ в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки и специальностям в области естественных наук и математики, техники и технологий, образования и педагогики. - Книга из коллекции Лань - Математика. - ISBN 978-5-507-46113-4., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=859216&idb=0>.
8. Филиппов А. Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. - М. ; Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, 2003. - 176 с. - (R&C Dynamics). - ISBN 5-93972-008-0 : 64.35., 201 экз.

Дополнительная литература:

1. Киселева Татьяна Петровна. Графики функций : учебно-методическое пособие / Т. П. Киселева, И. И. Олюнина ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2015. - 44 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=850169&idb=0>.
2. Круглова Светлана Серафимовна. Теория пределов. Дифференциальное исчисление функций одной переменной : учебно-методическое пособие / С. С. Круглова, С. Ю. Галкина, О. Е. Галкин ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2010. - 96 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=849863&idb=0>.
3. Галкина С. Ю. Неопределенный интеграл : курс лекций / Галкина С. Ю., Галкин О. Е. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2015. - 37 с. - Рекомендовано методической комиссией механико-математического факультета для студентов ННГУ, обучающихся по направлениям

- подготовки 011200 «Физика», 210100 «Электроника и нанoeлектроника», 230400 «Информационные системы и технологии», 222900 «Нанотехнологии и микросистемная техника».
- Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ННГУ им. Н. И. Лобачевского - Математика., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=730143&idb=0>.
4. Галкина С. Ю. Определенный интеграл и его приложения : курс лекций / Галкина С. Ю., Галкин О. Е. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2015. - 40 с. - Рекомендовано методической комиссией механико-математического факультета для студентов ННГУ, обучающихся по направлениям подготовки 011200 «Физика», 210100 «Электроника и нанoeлектроника», 230400 «Информационные системы и технологии», 222900 «Нанотехнологии и микросистемная техника». - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ННГУ им. Н. И. Лобачевского - Математика., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=730154&idb=0>.
5. Галкина С. Ю. Дифференциальное исчисление функций многих переменных : курс лекций / Галкина С. Ю., Галкин О. Е. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2017. - 67 с. - Рекомендовано методической комиссией ИИТММ для студентов ННГУ, обучающихся по направлениям подготовки 03.03.02 «Физика», 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», 09.03.02 «Информационные системы и технологии», 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника». - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ННГУ им. Н. И. Лобачевского - Математика., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=729805&idb=0>.
6. Солдатов М. А. Кратные интегралы : Учебное пособие. Ч. 2. Кратные интегралы / Солдатов М. А., Круглова С. С., Круглов Е. В. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2014. - 45 с. - Рекомендовано Методической комиссией механико-математического факультета. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ННГУ им. Н. И. Лобачевского - Математика., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=729971&idb=0>.
7. Солдатов М. А. Криволинейные и поверхностные интегралы. Элементы векторного анализа : Учебное пособие предназначено для студентов физического и радиофизического факультетов, а также для студентов направления «Бизнес-информатика». Ч. 3. Криволинейные и поверхностные интегралы. Элементы векторного анализа / Солдатов М. А., Круглова С. С., Круглов Е. В. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2014. - 61 с. - Рекомендовано Методической комиссией механико-математического факультета. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ННГУ им. Н. И. Лобачевского - Математика., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=729965&idb=0>.
8. Солдатов М. А. Числовые и функциональные ряды : Учебное пособие. Ч. 2. Числовые и функциональные ряды / Солдатов М. А., Круглова С. С., Круглов Е. В. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2014. - 44 с. - Рекомендовано Методической комиссией механико-математического факультета. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ННГУ им. Н. И. Лобачевского - Математика., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=730275&idb=0>.
9. Солдатов М. А. Ряды Фурье. Интеграл Фурье : Учебное пособие. Ч. 3. Ряды Фурье. Интеграл Фурье / Солдатов М. А., Круглова С. С., Круглов Е. В. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2014. - 33 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ННГУ им. Н. И. Лобачевского - Математика., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=730275&idb=0>.

Action=FindDocs&ids=729877&idb=0.

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

ЭБС «Университетская библиотека онлайн»: www.biblioclub.ru

Научная электронная библиотека: www.elibrary.ru

Универсальные базы данных изданий: www.ebiblioteka.ru

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 09.03.04 - Программная инженерия.

Автор(ы): Костромина Ольга Сергеевна, кандидат физико-математических наук.

Заведующий кафедрой: Калинин Алексей Вячеславович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 02.12.2024, протокол № 5.