

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 президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Практикум по математическому анализу

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

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.27 Практикум по математическому анализу 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
ОПК-1: Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;	ОПК-1.1: Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования ОПК-1.2: Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования ОПК-1.3: Имеет навыки теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	ОПК-1.1: Знать основные понятия и теоремы дифференциального и интегрального исчисления функций одного и нескольких действительных переменных; теорию числовых 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.	Контрольная работа	Зачёт: Задачи

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	4
Часов по учебному плану	144
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	0
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	112
- КСР	2
самостоятельная работа	30
Промежуточная аттестация	0 Зачёт

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, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	0 ф 0	0 ф 0	0 ф 0	0 ф 0	0 ф 0
Тема 1. Метод математической индукции, Бином Ньютона. Модуль действительного числа и его свойства	5		3	3	2
Тема 2. Функции, их свойства, графики элементарных функций.	3		3	3	
Тема 3. Числовые последовательности: ограниченные и неограниченные. Определение предела последовательности.	2		2	2	
Тема 4. Свойства предела последовательности. Замечательные пределы. Раскрытие неопределенностей. Теорема о монотонной и ограниченной последовательности.	6		6	6	
Тема 5. Критерий Коши сходимости числовой последовательности. Число e .	2		2	2	
Тема 6. Частичные пределы. Верхний и нижний предел последовательности. Нахождение точных верхней и нижней граней последовательности.	2		2	2	
Тема 7. Контрольная работа по последовательностям	2		2	2	
Тема 8. Определение предела функции в точке по Гейне и по Коши. Односторонние пределы. Свойства предела функции. Раскрытие неопределенностей. O -символика	6		6	6	
Тема 9. Первый и второй замечательные пределы и следствия из них.	6		6	6	
Тема 10. Непрерывность функции. Определение. Свойства непрерывных функций. Точки разрыва и их классификация.	3		3	3	
Тема 11. Контрольная работа по теме «предел функции»	2		2	2	

Тема 12. Производные основных элементарных функций. Дифференцируемость функции в точке. Дифференцирование сложной функции	7		5	5	2
Тема 13. Производная функции заданной неявно, параметрически, обратной функции. Геометрический смысл производной	5		5	5	
Тема 14. Дифференциал и его геометрический смысл. Применение дифференциала к приближенным вычислениям	2		2	2	
Тема 15. Производные и дифференциалы высших порядков. Формула Лейбница	3		3	3	
Тема 16. Раскрытие неопределенностей по правилу Лопиталя	2		2	2	
Тема 17. Формула Тейлора и Маклорена. Разложение функций, вычисление пределов с их помощью	4		4	4	
Тема 18. Условия монотонности, необходимые и достаточные условия экстремума. Направление выпуклости, точки перегиба. Схема исследования функции	2		2	2	
Тема 19. Построение графиков функций, заданных явно и параметрически.	5		2	2	3
Тема 20. Контрольная работа	2		2	2	
Тема 21. Первообразная. Неопределенный интеграл. Свойства. Таблица интегралов. Замена переменного. Интегрирование по частям.	5		5	5	
Тема 22. Интегрирование рациональных, иррациональных и тригонометрических функций	5		5	5	
Тема 23. Контрольная работа на неопределенные интегралы	4		1	1	3
Тема 24. Определенный интеграл. Определение, свойства. Вычисление по формуле Ньютона-Лейбница, по частям, с помощью замены переменного	5		3	3	2
Тема 25. Несобственные интегралы первого и второго рода и их свойства. Достаточные признаки сходимости несобственных интегралов от неотрицательных функций. Интегралы от функций, меняющих знак: абсолютная сходимость.	8		4	4	4
Тема 26. Приложения определенного интеграла. Вычисление длины дуги, площади плоской фигуры, объема тел вращения	7		4	4	3
Тема 27. Контрольная работа на определенные и несобственные интегралы	4		1	1	3
Тема 28. Функция нескольких переменных. Область определения, линии и поверхности уровня. Нахождение повторных и кратных пределов функции. Непрерывность функции нескольких переменных в точке и на множестве	4		4	4	
Тема 29. Частные производные. Дифференцируемость и дифференциал фнп. Градиент функции, производная по направлению	3		3	3	
Тема 30. Производные сложных и неявно заданных функций	2		2	2	
Тема 31. Геометрические приложения, формула Тейлора	3		3	3	
Тема 32. Локальный, условный и глобальный экстремумы функции	4		4	4	
Тема 33. Контрольная работа по функциям многих переменных	3			0	3
Тема 34. ОДУ 1 порядка с разделяющимися переменными. Метод изоклин. Задача Коши. Однородные ОДУ 1 порядка	2		2	2	
Тема 35. Неоднородные ДУ 1 порядка. Метод Лагранжа. Уравнение Бернулли. Уравнение в полных дифференциалах	8		3	3	5
Тема 36. Линейные ДУ n-порядка однородные и неоднородные. Структура общего решения ЛОДУ. Фундаментальная система решений. Нахождение частного решения методом вариации производного	4		4	4	

постоянного					
Аттестация	0				
КСР	2			2	
Итого	144	0	112	114	30

Содержание разделов и тем дисциплины

1 семестр:

Метод математической индукции, Бином Ньютона. Модуль действительного числа и его свойства.

Функции, их свойства, графики элементарных функций.

Числовые последовательности: ограниченные и неограниченные. Определение предела последовательности.

Свойства предела последовательности. Замечательные пределы. Раскрытие неопределенностей. Теорема о монотонной и ограниченной последовательности.

Критерий Коши сходимости числовой последовательности. Число e .

Частичные пределы. Верхний и нижний предел последовательности. Нахождение точных верхней и нижней граней последовательности.

Контрольная работа по последовательностям

Определение предела функции в точке по Гейне и по Коши. Односторонние пределы. Свойства предела функции. Раскрытие неопределенностей. O -символика

Первый и второй замечательные пределы и следствия из них.

Непрерывность функции. Определение. Свойства непрерывных функций. Точки разрыва и их классификация.

Контрольная работа по теме «предел функции»

Производные основных элементарных функций. Дифференцируемость функции в точке.

Дифференцирование сложной функции

Производная функции заданной неявно, параметрически, обратной функции. Геометрический смысл производной

Дифференциал и его геометрический смысл. Применение дифференциала к приближенным вычислениям

Производные и дифференциалы высших порядков. Формула Лейбница

Раскрытие неопределенностей по правилу Лопиталя.

Формула Тейлора и Маклорена. Разложение функций, вычисление пределов с их помощью

Условия монотонности, необходимые и достаточные условия экстремума. Направление выпуклости, точки перегиба. Схема исследования функции

Построение графиков функций, заданных явно и параметрически.

Контрольная работа

2 семестр

Первообразная. Неопределенный интеграл. Свойства. Таблица интегралов. Замена переменного.

Интегрирование по частям.

Интегрирование рациональных, иррациональных и тригонометрических функций

Контрольная работа на неопределенные интегралы

Определенный интеграл. Определение, свойства. Вычисление по формуле Ньютона-Лейбница, по частям, с помощью замены переменного

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

Приложения определенного интеграла. Вычисление длины дуги, площади плоской фигуры, объема тел вращения

Контрольная работа на определенные и несобственные интегралы
Функция нескольких переменных. Область определения, линии и поверхности уровня. Нахождение повторных и кратных пределов функции. Непрерывность функции нескольких переменных в точке и на множестве
Частные производные. Дифференцируемость и дифференциал фнп. Градиент функции, производная по направлению
Производные сложных и неявно заданных функций
Геометрические приложения, формула Тейлора
Локальный, условный и глобальный экстремумы функции
Контрольная работа по функциям многих переменных
ОДУ 1 порядка с разделяющимися переменными. Метод изоклин. Задача Коши. Однородные ОДУ 1 порядка.
Неоднородные ДУ 1 порядка. Метод Лагранжа. Уравнение Бернулли. Уравнение в полных дифференциалах
Линейные ДУ n-порядка однородные и неоднородные. Структура общего решения ЛОДУ.
Фундаментальная система решений. Нахождение частного решения методом вариации производного постоянного

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.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:
Электронные курсы, созданные в системе электронного обучения ННГУ:

Высшая математика (ПРИН), <https://e-learning.unn.ru/enrol/index.php?id=6868>.

Иные учебно-методические материалы:

.

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 - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ОПК-1:

Найти $\lim_{n \rightarrow \infty} x_n$, если x_n равно:

$$\sqrt{n^2 + 1} - \sqrt{n^2 - 1};$$

$$\sqrt[3]{n+1} - \sqrt[3]{n-1}$$

$$\sqrt{(n+2)(n+1)} - \sqrt{n(n-1)}$$

$$x_n = \frac{2^{n+2} + 3^{n+3}}{2^n + 3^n};$$

$$x_n = \frac{5 \cdot 2^n - 3 \cdot 5^{n+1}}{100 \cdot 2^n + 2 \cdot 5^n};$$

$$x_n = \frac{2^n + 3^{-n}}{2^{-n} - 3^n};$$

$$x_n = \frac{(-1)^n \cdot 6^n - 5^{n+1}}{5^n - (-1)^{n+1} \cdot 6^{n+1}}$$

$$x_n = \frac{(n+1)^4 - (n-1)^4}{(n^2+1)^2 - (n^2-1)^2}$$

$$x_n = \frac{n^2}{n+1} - \frac{n^3}{n^2+1};$$

$$x_n = n - \frac{3}{3/n - 3/n^2 + 1/n^3};$$

$$x_n = \frac{(2+n)^{100} - n^{100} - 200n^{99}}{n^{98} - 10n^2 + 1}$$

Найти неопределенный интеграл

$$\int \frac{(5x-14) dx}{x^3 - x^2 - 4x + 4}$$

$$\int x \sqrt{\frac{x-1}{x+1}} dx;$$

$$\int \sqrt[3]{\frac{x+1}{x-1}} dx;$$

$$\int \frac{dx}{x + 2\sqrt{x^3} + \sqrt[3]{x^4}}$$

$$\int \sqrt[3]{1 + \sqrt[4]{x}} dx; \quad \int \frac{\sqrt[3]{1 + \sqrt[4]{x}}}{\sqrt{x}} dx; \quad \int x^{-1/3} (1 - x^{1/6})^{-1} dx;$$

$$\int \frac{\sin 2x}{\cos^3 x} dx; \quad \int \sin^3 x \cos^4 x dx; \quad \int \operatorname{ch}^3 x \operatorname{sh} x dx;$$

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

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

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.

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	При решении стандартных задач не продemonстрир	Продemonстрированы основные умения.	Продemonстрированы все основные	Продemonстрированы все основные	Продemonстрированы все основные	Продemonстрированы все основные умения.

	оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	ованы основные умения. Имели место грубые ошибки	Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	умения. Решены все основные задачи с отдельными и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	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 ОПК-1

Для 1 семестра:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1 + \frac{1}{3} + \frac{1}{9} + \dots + \frac{1}{3^n}}{1 + \frac{1}{4} + \frac{1}{16} + \dots + \frac{1}{4^n}}.$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{4n^3 - 5n^2 + 10n}{21n^3 + 7n - 8}.$$

$$\lim_{x \rightarrow 0} \left(\frac{3+5x}{3+2x} \right)^{\frac{1}{x}}. \quad \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\ln(1+2x)}{\arcsin 3x}.$$

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sqrt{1+x \sin x} - 1}{x^2}.$$

Найти производную функции

$$y = \sqrt[5]{\sin^4 \left(\frac{x-3}{x} \right)}.$$

Найти производную функции $y = x^{\operatorname{arctg} 7x}$.

Написать уравнение касательной и нормали к кривой в точке М

$$x = t \cos t, \quad y = t \sin t, \quad M \left(\frac{\pi\sqrt{2}}{8}; \frac{\pi\sqrt{2}}{8} \right)$$

Для 2 семестра:

1. Вычислить интегралы

$$\int \frac{dx}{\sin x(1 + \cos x)}; \quad \int x e^{-x^2} dx; \quad \int_0^1 \frac{dx}{\sqrt{x^2 + 2x + 2}}.$$

2. Найти площадь фигуры, ограниченной кривыми

$$y = 2x - x^2, \quad y = x;$$

3. Найти длину дуги кривой

$$y = x^2/2 - \ln x/4, \quad 1 \leq x \leq 3;$$

4. Исследовать на сходимость несобственные интегралы

$$\int_0^{+\infty} \frac{\sqrt{x+1}}{1+2\sqrt{x}+x^2} dx. \quad \int_0^1 \frac{dx}{\sqrt{x} + \operatorname{arctg} x}.$$

5. Исследовать на непрерывность функцию

$$f(x; y) = \begin{cases} (x+y) \arccos \frac{2xy}{x^2+y^2}, & \text{при } x \neq 0, y \neq 0, \\ 0, & \text{при } x = 0, y = 0 \end{cases}$$

6. Исследовать на экстремум функцию

$$f(x; y) = 6x^2 - 7xy + 2y^2 + 6x - 3y.$$

7. Решить дифференциальное уравнение

$$y = xy' - xe^{\frac{y}{x}}.$$

8. Решить задачу Коши

$$y'' + y = 4 \sin x, y(0) = 1, y'(0) = 2.$$

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Задачи решены верно или с незначительными ошибками.
не зачтено	Задачи не решены или решены с грубыми ошибками.

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

Основная литература:

1. Демидович Б. П. Сборник задач и упражнений по математическому анализу : учебное пособие для вузов / Демидович Б. П. - 25-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 624 с. - Книга из коллекции Лань - Математика. - ISBN 978-5-507-47148-5., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=865605&idb=0>.
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. Т. 1. Дифференциальное и интегральное исчисления функций одной переменной. Ряды : Учебник. - 4-е изд. - Москва : Издательская фирма "Физико-математическая литература" (ФИЗМАТЛИТ), 2015. - 444 с. - Профессиональное образование. - ISBN 978-5-9221-1585-8., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?>

Action=FindDocs&ids=620670&idb=0.

4. Кудрявцев Лев Дмитриевич. Краткий курс математического анализа. Т. 2. Дифференциальное и интегральное исчисления функций многих переменных. Гармонический анализ : Учебное пособие. - 3-е изд. - Москва : Издательская фирма "Физико-математическая литература" (ФИЗМАТЛИТ), 2003. - 424 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 5-9221-0185-4., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=621730&idb=0>.

5. 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>.

6. 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>.

7. 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>.

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): Олюнина Ирина Игоревна.

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

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 13.12.2023, протокол № 3.