

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 № 15 от 24.12.2025 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Дополнительные главы математического анализа

---

Уровень высшего образования  
Бакалавриат

---

Направление подготовки / специальность  
02.03.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии

---

Направленность образовательной программы  
Системное программирование

---

Форма обучения  
очная

---

г. Нижний Новгород

2026 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.28 Дополнительные главы математического анализа 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<br>(код, содержание компетенции)   | Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции  |  | Наименование оценочного средства   |                                |
|--|--|--|------------------------------------|--------------------------------|
|  | Индикатор достижения компетенции<br>(код, содержание индикатора)   | Результаты обучения по дисциплине  | Для текущего контроля успеваемости | Для промежуточной аттестации   |
| ОПК-1: Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности | <p>ОПК-1.1: Знает основные положения и концепции в области математических и естественных наук, базовые теории и истории основного, теории коммуникации; знает основную терминологию</p> <p>ОПК-1.2: Умеет осуществлять первичный сбор и анализ материала, интерпретировать различные математические объекты</p> <p>ОПК-1.3: Имеет практический опыт работы с решением стандартных математических задач и применяет его в профессиональной деятельности</p> | <p>ОПК-1.1:</p> <p>Понятие числовой последовательности, ее предела.</p> <p>Свойства непрерывных функций. Понятие равномерной непрерывности функции.</p> <p>Свойства дифференцируемых на отрезке функций.</p> <p>Формула Тейлора.</p> <p>Знает понятие квадратуемости ограниченной плоской фигуры по Жордану, кубичности тела, критерии квадратуемости, кубичности. Евклидово пространство <math>R^n</math>, предел последовательности в <math>R^n</math>, множества в <math>R^n</math>: открытые, замкнутые, ограниченные, линейно связные, выпуклые, компактные.</p> <p>Понятие функции многих переменных.</p> <p>Необходимые и достаточные условия дифференцируемости.</p> <p>Необходимые и достаточные условия локального экстремума.</p> <p>Двойные интегралы.</p> <p>ОПК-1.2:</p> <p>Уметь</p> <p>Находить пределы числовых последовательностей и</p> | Задания                            | <p>Экзамен:</p> <p>Задания</p> |

|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|  |  | <p>функций.<br/>Находить производные и дифференциалы.<br/>Находить касательные и нормали.<br/>Исследовать непрерывность функции.</p> <p>ОПК-1.3:<br/>Готов<br/>Проводить полное исследование функции и строить эскизы графиков функций заданных явно и параметрически.<br/>Применять определенный и двойной интеграл для решения задач, связанных с определением длины дуги спрямляемой кривой, площади плоской фигуры, площади поверхности и объема тел.<br/>Находить локальный, глобальный экстремум функции на множестве, условный экстремум функции.</p> |  |  |
|--|--|--|--|--|

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

|  | очная          |
|--|----------------|
| <b>Общая трудоемкость, з.е.</b>  | <b>7</b>       |
| <b>Часов по учебному плану</b>   | <b>252</b>     |
| в том числе  |                |
| <b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>                           |                |
| - занятия лекционного типа   | <b>80</b>      |
| - занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы) | <b>48</b>      |
| - КСР  | <b>4</b>       |
| самостоятельная работа   | <b>48</b>      |
| <b>Промежуточная аттестация</b>  | <b>72</b>      |
|  | <b>Экзамен</b> |

#### 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 | в том числе |
|--|-------|-------------|

|  | (часы)      | 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<br>Ф<br>0 | 0<br>Ф<br>0  | 0<br>Ф<br>0  | 0<br>Ф<br>0 | 0<br>Ф<br>0                               |
| Вводный курс                                     | 24          | 14   | 6  | 20          | 4   |
| Числовые последовательности                      | 26          | 14   | 8  | 22          | 4   |
| Множества  | 10          | 6  |  | 6           | 4   |
| Свойства непрерывных функций                     | 7           | 3  |  | 3           | 4   |
| Свойства дифференцируемых функций                | 17          | 11   | 2  | 13          | 4   |
| Квадрируемость плоской фигуры, кубируемость тела | 20          | 4  | 12   | 16          | 4   |
| Многомерное евклидово пространство               | 8           | 4  | 0  | 4           | 4   |
| Предел и непрерывность фмп                       | 12          | 4  | 4  | 8           | 4   |
| Неявные функции                                  | 9           | 3  | 2  | 5           | 4   |
| Дифференциалы и производные высших порядков      | 16          | 4  | 8  | 12          | 4   |
| Экстремумы ФНП                                   | 15          | 5  | 6  | 11          | 4   |
| Двойные интегралы                                | 12          | 8  |  | 8           | 4   |
| Аттестация                                       | 72          |  |  |             |   |
| КСР  | 4           |  |  | 4           |   |
| Итого  | 252         | 80   | 48   | 132         | 48  |

### Содержание разделов и тем дисциплины

Введение. Множества, операции. Кванторы. Действительные числа, натуральные числа, рациональные числа, модуль, окрестность точки. Ограниченность множества, существование точных граней. Функции и их свойства (взаимно-однозначные, обратные, четные, нечетные, периодические, монотонные). Основные элементарные функции, классификация элементарных функций. Гиперболические функции. Числовые последовательности: Предел последовательности, его единственность; предельные переходы в неравенствах, связь сходимости с ограниченностью; свойства бесконечно малых, арифметические свойства предела; монотонные последовательности, сходимость монотонной ограниченной последовательности; принцип вложенных отрезков; подпоследовательности, теорема Больцано-Вейерштрасса; критерий Коши сходимости последовательности; частичные пределы и их связь со сходимостью; классификация точек множества на числовой прямой, свойства предельной точки, открытые и замкнутые множества.

Критерий Коши сходимости функции.

Локальное свойство сохранения знака непрерывной функции. Непрерывность обратной функции, композиции функций. Точки разрыва, их классификация. Свойства функций, непрерывных на отрезке: ограниченность, существование наибольшего и наименьшего значений, промежуточные значения.

Понятие равномерной непрерывности на множестве.

Основные теоремы о дифференцируемых функциях и их приложения: Теоремы Ферма, Ролля, Лагранжа. Правило Лопиталю. Формула Тейлора с остаточным членом в форме Пеано и в форме Лагранжа. Разложение основных элементарных функций по формуле Тейлора. Условия монотонности функции. Экстремумы функции. Отыскание наибольшего и наименьшего значений функции, непрерывной на

отрезке. Исследование выпуклости функции. Точки перегиба. Асимптоты функций. Общая схема исследования функции и построения ее графика.

Длина спрямляемой кривой. Понятие квадратуемости по Жордану. Критерии квадратуемости. Площадь плоской квадратуемой фигуры. Объем кубуемого тела. Объем и площадь поверхности тела вращения.

Пространство  $R^n$ . Скалярное произведение, норма, метрика. Предел последовательности в  $R^n$ . Множества в  $R^n$ : открытые, замкнутые, ограниченные, линейно связные, выпуклые. Компактность. Условный экстремум. Метод множителей Лагранжа. Функции многих переменных и пределы: Пространство  $R^n$ . Предел последовательности в  $R^n$ .

Множества в  $R^n$ : открытые, замкнутые, ограниченные, линейно связные, выпуклые. Компактность. Предел функции нескольких переменных. Непрерывные функции многих переменных: Непрерывность функции в точке. Функции, непрерывные на компактах. Промежуточные значения непрерывных функций на линейно связных множествах.

Частные производные и дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора. Неявные функции и системы функций. Теоремы существования, дифференцирование неявных функций.

Экстремумы функций многих переменных: Необходимое условие экстремума. Достаточное условие экстремума. Условный экстремум. Метод множителей Лагранжа.

Двойные интегралы, их свойства. Сведение двойного интеграла к повторному. Замена переменных. Приложения.

#### **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:

Математический анализ ДО (1 семестр), Математический анализ ДО (2 семестр), <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=243>, <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=626>.

#### **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 - Задания) для оценки сформированности компетенции ОПК-1:**

Что такое счетное множество?

Выберите один ответ:

- Множество, эквивалентное множеству натуральных чисел.
- Неограниченное множество.
- Множество бесконечной мощности.
- Множество, элементы которого можно пересчитать.

Какие из нижеследующих свойств для показательных и логарифмических функций правильны?

Выберите один или несколько ответов:

- множество значений показательной функции - множество всех положительных чисел;
- логарифмическая функция  $y = \log_a x$  является возрастающей на промежутке  $x > 0$ , если  $a > 1$ , и убывающей, если  $0 < a < 1$ ;
- область определения показательной функции - множество всех положительных чисел;
- показательная функция  $y = a^x$  является убывающей на множестве всех действительных чисел, если  $0 < a < 1$ , и возрастающей, если  $a > 1$ ;
- если  $a > 1$ , то функция  $y = \log_a x$  принимает отрицательные значения при  $x > 1$ , положительные — при  $0 < x < 1$ .

Множество  $A$  называется ограниченным сверху, если

Выберите один ответ:

- $\forall c \exists a \in A : a \geq c$
- $\exists c \forall a \in A : a \geq c$
- $\exists c \forall a \in A : a \leq c$
- $\forall c \exists a \in A : a \leq c$
- $\exists a \in A : \forall c a \leq c$
- $\forall a \in A \exists c : a \leq c$

Продолжите утверждение (критерий Коши). В  $n$ -мерном евклидовом пространстве последовательность точек  $\mathbf{a}^k$  сходится тогда и только тогда, когда

Выберите один или несколько ответов:

- $\exists \varepsilon > 0 \quad \forall N : \quad \exists k > N, \exists p \quad \|\mathbf{a}^{k+p} - \mathbf{a}^k\| > \varepsilon$
- $\forall \varepsilon > 0 \quad \exists N : \quad \forall k > N, \quad \|\mathbf{a}^{k+p} - \mathbf{a}^k\| < \varepsilon$
- $\forall \varepsilon > 0 \quad \exists N : \quad \forall k > N, \forall p \quad \|\mathbf{a}^{k+p} - \mathbf{a}^k\| > \varepsilon$
- $\forall \varepsilon > 0 \quad \exists N : \quad \forall k > N, \forall p \quad \rho(\mathbf{a}^{k+p}, \mathbf{a}^k) < \varepsilon$
- $\forall \varepsilon > 0 \quad \exists N : \quad \forall k > N, \forall p \quad \|\mathbf{a}^{k+p} - \mathbf{a}^k\| < \varepsilon$
- $\forall \varepsilon > 0 \quad \exists N : \quad \exists k > N, \forall p \quad \rho(\mathbf{a}^{k+p}, \mathbf{a}^k) < \varepsilon$
- $\exists \varepsilon > 0 \quad \forall N : \quad \exists k > N, \exists p \quad \|\mathbf{a}^{k+p} - \mathbf{a}^k\| < \varepsilon$
- $\forall \varepsilon > 0 \quad \exists N : \quad \forall k > N, \exists p \quad \rho(\mathbf{a}^{k+p}, \mathbf{a}^k) < \varepsilon$

Выберите верные утверждения

Выберите один или несколько ответов:

- Метрическое пространство всегда является нормированным пространством.
- В нормированном пространстве всегда можно определить скалярное произведение.
- $\|\mathbf{x} + \mathbf{y}\| = \|\mathbf{x}\| + \|\mathbf{y}\|$
- Евклидово пространство всегда является нормированным пространством.
- Нормированное пространство всегда является метрическим пространством.
- Евклидово пространство это линейное пространство, в котором определено скалярное произведение.
- Евклидово пространство всегда является метрическим пространством.

Вариант 2.

1. Найти пределы  $\{x_n\}$ , если  
 (a)  $x_n = \frac{\sqrt{n^2+1} - \sqrt{n^2-1}}{\sqrt{n^2+n} - n - 1}$ , (b)  $x_n = \frac{\sqrt[3]{n^3+5} - \sqrt{3n^4+2}}{1+3+\dots+(2n-1)}$ .
2. Найти предел  $\{x_n\} = \left\{ \left( \frac{n+3}{n^2-0,5} \right)^n \right\}$ , обосновав свои действия с помощью теоремы „о 2-х милионерах“.
3. Доказать по определению  $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n^2+1}{2n-1} \sin \frac{2n-1}{3n^3} = 0$ .
4. Используя критерий Коши расходимости  $\{x_n\}$ , доказать расходимость  $\{x_n\} = \left\{ (-1)^n 5^{(-1)^n} \right\}$ .
5. Найти  $\inf_{n \in \mathbb{N}} \left\{ \frac{(-1)^n}{n} + \frac{1+(-1)^n}{2} \right\}$ , и обосновать результат с помощью определения точной нижней грани.
6. Сформулировать и доказать теорему Больцано-Вейерштрасса.

Вариант 3.

1. Найти пределы  $\{x_n\}$ , если  
 (a)  $x_n = \frac{\sqrt{n^2+1} - n}{\sqrt{n^3+1} - n\sqrt{n}}$ , (b)  $x_n = \frac{\lg^2(10n)}{\lg^2 n}$ .
2. Найти предел  $\{x_n\} = \left\{ 2^n \sqrt{\frac{3^n - n^3}{4^n - n}} \right\}$ , обосновав свои действия с помощью теоремы „о 2-х милионерах“.
3. Доказать по определению  $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{3^n - 2}{\sqrt[2014]{2014} \sin n} = \infty$ .
4. По критерию Коши док-ть сх-ть  $\{x_n\} = \{0, \underbrace{55 \dots 5}_{n \text{ цифр}}\}$ .
5. Найти  $\sup_{n \in \mathbb{N}} \left( \frac{n+1}{n} \cos \frac{\pi n}{2} \right)$ , и обосновать результат с помощью определения точной верхней грани.
6. Сформулировать теоремы о предельных переходах в неравенствах. Доказать теорему о сохранении нестрого неравенства в пределе.

Вариант 4

1. Найти пределы  $\{x_n\}$ , если  
 (a)  $x_n = \frac{\sqrt{n+1} - \sqrt{n}}{\sqrt{n^2+1} - n}$ , (b)  $x_n = \sum_{k=1}^n \frac{2^k + 3^k}{6^k}$ .
2. Найти предел  $\{x_n\} = \left\{ \left( \frac{2n+5}{5n-2} \right)^{n^2} \right\}$ , обосновав свои действия с помощью теоремы „о 2-х милионерах“.
3. Доказать по определению  $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{(3n^3+5) \cos(1/n)}{5^n} = 0$ .
4. Используя критерий Коши расходимости последовательности, доказать расходимость  $\{x_n\}$ , если  $x_n = n \sin \frac{\pi n}{2}$ .
5. Найти  $\sup_{n \in \mathbb{N}} \left\{ \frac{(-1)^n}{n} + \frac{1+(-1)^n}{2} \right\}$ , и обосновать результат с помощью определения точной верхней грани.
6. Исследование последовательности  $(1+1/n)^n$ . Число  $e$ .

Вариант 6.

1. Найти пределы  $\{x_n\}$ , если  
 (a)  $x_n = \frac{\sqrt{n^2+1} - \sqrt{n^2-1}}{\sqrt{n^2+n} - n - 1}$ , (b)  $x_n = \frac{n^2 + \sqrt{n} - 1}{2+7+\dots+(5n-3)}$ .
2. Найти предел  $\{x_n\} = \left\{ \sqrt[n]{\frac{\ln n}{n+2}} \right\}$ , обосновав свои действия с помощью теоремы „о 2-х милионерах“.
3. Доказать по определению  $\lim_{n \rightarrow \infty} (2+n) \operatorname{arctg} \frac{n-1}{n^3} = 0$ .
4. Используя критерий Коши расходимости последовательности, доказать расходимость  $\{x_n\}$ , если  $x_n = \frac{n \cos \pi n - 1}{2n}$ .
5. Найти  $\sup_{n \in \mathbb{N}} \left\{ \frac{((-1)^n - 1)n^2 + n + 1}{n} \right\}$ , и обосновать результат с помощью определения точной верхней грани.
6. Сформулировать свойства бесконечно малых последовательностей. Доказать, что сумма конечного числа бесконечно малых есть бесконечно малая. Справедливо ли это для счетного числа бесконечно малых? Ответ обосновать.

Вариант 1.

1. Найти пределы  $\{x_n\}$ , если  
 (a)  $x_n = \frac{2n - \sqrt{4n^2-1}}{\sqrt{n^2+3} - n}$ , (b)  $x_n = \frac{\ln(n^2 + 2n \cos n + 1)}{1 + \ln(n+1)}$ .
2. Найти предел  $\{x_n\} = \left\{ \sqrt[n]{\frac{1}{n^3} - \frac{1}{3n}} \right\}$ , обосновав свои действия с помощью теоремы „о 2-х милионерах“.
3. Доказать по определению  $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{2-3n^2}{4+5n^2} = -\frac{3}{5}$ .
4. Док-ть сх-ть  $\{x_n\} = \left\{ \sum_{k=1}^n \operatorname{arctg} \frac{1}{k^2} \sin 6^k \right\}$  по крит. Коши.
5. Найти  $\sup_{n \in \mathbb{N}} \left( \frac{n+2}{n+1} \sin \frac{2\pi n}{3} \right)$ , и обосновать результат с помощью определения точной верхней грани.
6. Сформулировать теоремы о вложенных отрезках. Доказать принцип вложенных отрезков.

Вариант 5.

1. Найти пределы  $\{x_n\}$ , если  
 (a)  $x_n = \frac{2n - \sqrt{4n^2-1}}{\sqrt{n^2+3} - n}$ , (b)  $x_n = \frac{\ln(n^2 - n + 1)}{n^{10} + n + 1}$ .
2. Найти предел  $\{x_n\} = \left\{ n^2 \sqrt{2014n + 2014} \right\}$ , обосновав результат с помощью теоремы „о 2-х милионерах“.
3. Доказать по определению  $\lim_{n \rightarrow \infty} \cos \frac{n+1}{5n^2} = 1$ .
4. Док-ть сх-ть  $\{x_n\} = \left\{ \sum_{k=1}^n \frac{1}{(k+1)^2 - k} \right\}$  по крит. Коши.
5. Найти  $\inf_{n \in \mathbb{N}} \left\{ \frac{n+1}{n} \cos \frac{\pi n}{2} \right\}$ , и обосновать результат с помощью определения  $\inf_{n \in \mathbb{N}} \{x_n\}$ .
6. Ограниченные последовательности, связь со сходимостью. Доказать, что сходящаяся последовательность ограничена.

Вариант 8.

1. Найти пределы  $\{x_n\}$ , если  
 (a)  $x_n = \frac{\sqrt{n+1} - \sqrt{n}}{\sqrt{n^2+1} - n}$ , (b)  $x_n = n - \frac{3}{\frac{3}{n} - \frac{3}{n^2} + \frac{1}{n^3}}$ .
2. Найти предел  $\{x_n\} = \left\{ \left( \frac{5n+1}{n+5} \right)^{2n} \right\}$ , обосновав свои действия с помощью теоремы „о 2-х милионерах“.
3. Доказать по определению  $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n+4}{2n^3-1} \ln n = 0$ .
4. Используя критерий Коши расходимости последовательности, доказать расходимость  $\{x_n\}$ , если  $x_n = \frac{1}{2^2} + \frac{2}{3^2} + \dots + \frac{n}{(n+1)^2}$ .
5. Найти  $\sup_{n \in \mathbb{N}} \left\{ 3^{(-1)^n n} \right\}$ , и обосновать результат с помощью определения точной верхней грани.
6. Критерий Коши. Доказать, что фундаментальная последовательность сходится.

Вариант 7.

1. Найти пределы  $\{x_n\}$ , если  
 (a)  $x_n = \frac{\sqrt{n^2+1} - n}{\sqrt{n^3+1} - n\sqrt{n}}$ , (b)  $x_n = \sum_{k=1}^n \frac{1+3^k}{10^k}$ .
2. Найти предел  $\{x_n\} = \left\{ \sqrt[n]{\frac{3n^3 - 2n^2 + 1}{n^4 + 3n - 1}} \right\}$ , обосновав результат с помощью теоремы „о 2-х милионерах“.
3. Доказать по определению  $\lim_{n \rightarrow \infty} \operatorname{ctg} \frac{1}{n} = +\infty$ .
4. Док-ть сх-ть  $\{x_n\} = \left\{ \sum_{k=1}^n \sin \frac{1}{3^k - 1} \sin 3^k \right\}$  по крит. Коши.
5. Найти  $\inf_{n \in \mathbb{N}} \left( \frac{n+2}{n+1} \sin \frac{2\pi n}{3} \right)$ , и обосновать результат с помощью определения точной нижней грани.
6. Сформулировать арифметические свойства пределов. Док-ть свойство о предельном переходе в произведении.

Вариант 4.

1.  $\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{dx}{3 \sin^2 x + \cos^2 x}$ .
2. Построить область, ограниченную петлей, и найти ее площадь  $x = \frac{t}{3}(6 - t), y = \frac{t^2}{8}(6 - t)$
3. Найти длину дуги кр-й  $r = a \cos^4 \frac{\varphi}{4}, 0 \leq \varphi \leq \pi$ .
4. Найти объем тела, образ. при вращ. вокруг оси  $Ox$  области, огр-й линиями  $y = x^3, y = x^2$ .

---

Вариант 1.

1.  $\lim_{\substack{x \rightarrow 0 \\ y \rightarrow 0}} \frac{x^2 y}{x^2 + y^2}$ .
2. Ис-ть на диф-ть в точке  $(0, 0) f = \sqrt[3]{x^2 y}$ .
3. Найти  $d^2 f$  в точке  $(1; 1)$  если  $f = e^{x^2/y}$ .
4. Найти  $du, d^2 u$ , если  $u = f\left(\frac{y}{x+y}, x^2 - y^2\right)$ .

Вариант 2.

1.  $\lim_{\substack{x \rightarrow 0 \\ y \rightarrow 0}} \frac{y - 2x^2}{y - x^2}$
2. Ис-ть на диф-ть в точке  $(0, 0) f = \sqrt[3]{x^2 y^2}$ .
3. Найти  $d^2 f$  в точке  $(1; 1)$  если  $f = (2x + y) \ln(x/y)$ .
4. Найти  $du, d^2 u$ , если  $u = f\left(x^2, \arctg \frac{y}{x}\right)$ .

Вариант 3.

1.  $\lim_{\substack{x \rightarrow 0 \\ y \rightarrow 0}} \frac{x^3 - y}{x^3 + y}$
2. Ис-ть на диф-ть в точке  $(0, 0) f = \sqrt[3]{y^2} \arctg \sqrt{|x|}$ .
3. Найти  $d^2 f$  в точке  $(2; 1)$  если  $f = e^{y \ln x}$ .
4. Найти  $du, d^2 u$ , если  $u = f\left(\sin x, \frac{y}{x}\right)$ .

Вариант 4.

1.  $\lim_{\substack{x \rightarrow 0 \\ y \rightarrow 0}} \frac{y}{x} \operatorname{tg} \frac{x}{x+y}$
  2. Ис-ть на диф-ть в точке  $(0, 0) f = (\sin x + \sqrt[3]{xy})^2$ .
  3. Найти  $d^2 f$  в точке  $(\pi/2; -1)$  если  $f = x \cos(xy)$ .
  4. Найти  $du, d^2 u$ , если  $u = f\left(xy^2, \frac{x}{y}\right)$ .
- 

**Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)**

| Оценка              | Критерии оценивания  |
|---------------------|--|
| превосходно         | Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.<br>Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.<br>Задания выполнены на 100%.   |
| отлично             | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, все задания выполнены без ошибок. Задания выполнены на 89-99%   |
| очень хорошо        | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки.<br>Допущено несколько несущественных ошибок. Задания выполнены на 75-88%  |
| хорошо              | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки.<br>Допущено несколько не грубых ошибок. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Задания выполнены на 60-74%. |
| удовлетворительно   | Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок. Решены типовые задачи с не грубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме. Задания выполнены на 50-59%.          |
| неудовлетворительно | Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. Задания выполнены на 20-49%.  |
| плохо               | Отсутствие минимальных знаний и умений. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа. Задания выполнены менее, чем на 20%.  |

## 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 | 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 и недочетами                                    | Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми и 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    | <b>превосходно</b>         | 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 |
|            | <b>отлично</b>             | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».  |
|            | <b>очень хорошо</b>        | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»  |
|            | <b>хорошо</b>              | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».   |
|            | <b>удовлетворительно</b>   | 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 | <b>неудовлетворительно</b> | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».   |
|            | <b>плохо</b>               | 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 - Задания) для оценки сформированности компетенции ОПК-1

1. \_\_\_ ФИО

1.  $y = \ln \arccos \sqrt{1 - e^{4x}}$   
 $y'(x) =$

3. \_\_\_ ФИО

1.  $y = \frac{4^x ((\ln 4) \sin 4x - 4 \cos 4x)}{16 + \ln^2 4}$ ;  
 $y'(x) =$

2. Главная часть б.м.  $\log_b(1 + \alpha(x))_{\alpha(x) \rightarrow 0}$

3. Написать разложение по формуле Маклорена  
 $\sin x =$

4. Рисунок, опр-ние  $(\varepsilon - \Delta) \lim_{x \rightarrow -\infty} f(x) = 2 + 0$ .

2. \_\_\_ ФИО

1.  $y = \sqrt{1 + 2x - x^2} \arcsin \frac{x\sqrt{2}}{1+x}$ ;  
 $y'(x) =$

2. Главная часть б.м.  $\ln(1 - \alpha(x))_{\alpha(x) \rightarrow 0}$

3. Написать разложение по формуле Маклорена  
 $e^x =$

4. Рисунок, опр-ние  $(\varepsilon - \Delta) \lim_{x \rightarrow +\infty} f(x) = 1 - 0$ .

4. \_\_\_ ФИО

1.  $y = (\sqrt[3]{x-1} - \frac{1}{2}) 3^{2\sqrt[3]{x-1}}$ ;  
 $y'(x) =$

2. Главная часть б.м.  $b^{\alpha(x)} - 1_{\alpha(x) \rightarrow 0}$

3. Написать разложение по формуле Маклорена  
 $\cos x =$

4. Рисунок, опр-ние  $(\varepsilon - \delta) \lim_{x \rightarrow -0} f(x) = 1 - 0$ .

2. Главная часть б.м.  $(1 - \alpha(x))^p - 1_{\alpha(x) \rightarrow 0}$

3. Написать разложение по формуле Маклорена  
 $\ln(1 + x) =$

4. Рисунок, опр-ние  $(\varepsilon - \Delta) \lim_{x \rightarrow +1} f(x) = -\infty$ .

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1.

1. Определение ограниченного множества. Определение точных нижней и верхней границ множества. Связь ограниченности с наличием точных границ.
2. Определение производной. Вывести производную функции  $y = \sin x$ .
3. Найти предел функции  $f(x) = \frac{x^2 - 2x + 1}{2x^2 - x - 1}$  в точке  $x = 1$ , не используя правило Лопиталья.
4. Построить график функции  $y = 2x^3 - 9x^2 + 12x - 9$  с помощью производной первого порядка (найти экстремумы и промежутки монотонности).

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Экзаменатор \_\_\_\_\_

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2.

1. Понятие функции. Взаимно-однозначная функция. Обратная функция. Найти обратную для  $y = \operatorname{sh} x$ .
2. Определение функции, дифференцируемой в точке. Определение дифференциала. Необходимое и достаточное условие дифференцируемости.
3. Доказать ограниченность последовательности  $a_n = \frac{(-1)^n n + 10}{\sqrt{n^2 + 1}}$ ,  $n \in \mathbb{N}$ .
4. Найти наибольшее и наименьшее значение функции  $y = \frac{10x + 10}{x^2 + 2x + 2}$  на отрезке  $[-1, 2]$ .

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Экзаменатор \_\_\_\_\_

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3.

1. Понятие функции. Свойство четности, нечетности. Функции  $y = \cos x$ ,  $y = \operatorname{ctg} x$  и их графики.
2. Правила вычисления производных и дифференциалов, связанные с арифметическими действиями над функциями. Доказать правило дифференцирования произведения двух функций.
3. Используя критерий Коши, доказать сходимость последовательности  $x_n = \frac{1}{n} \sin \frac{\pi n}{2}$ .
4. Построить график функции  $y = 2 - 3x^2 - x^3$  с помощью производной первого порядка (найти экстремумы и промежутки монотонности).

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Экзаменатор \_\_\_\_\_

Вариант 1. гр. ФИО

1.  $f = \ln(xy - \sin x)$ .

$$\frac{\partial f}{\partial x} =$$

$$\frac{\partial f}{\partial y} =$$

2.  $\int \frac{dx}{a^2 + x^2} =$

3.  $\int_1^2 \frac{dx}{\sqrt{x}} =$

4. Разложить в окрестности  $(0, 0)$  до  $o(\rho^2)$

$$e^x \cos y =$$

Вариант 2. гр. ФИО

1.  $f = \sin(x^2 + y^2 + 1)$ .

$$\frac{\partial f}{\partial x} =$$

$$\frac{\partial f}{\partial y} =$$

2.  $\int \frac{dx}{\sqrt{a^2 + x^2}} =$

3.  $\int_{1/4}^{1/2} \frac{x dx}{\sqrt{1 - x^2}} =$

4. Разложить в окрестности  $(0, 0)$  до  $o(\rho^2)$

$$\sqrt{1 + x} \sin y =$$

Вариант 3. гр. ФИО

1.  $f = x \sin(x + y) + y \cos(x + y)$ .

$$\frac{\partial f}{\partial x} =$$

$$\frac{\partial f}{\partial y} =$$

2.  $\int \frac{dx}{\sqrt{a^2 - x^2}} =$

3.  $\int_{-1}^0 \frac{dx}{5^x} =$

4. Разложить в окрестности  $(0, 0)$  до  $o(\rho^2)$

$$\cos x \cdot e^y =$$

Вариант 4. гр. ФИО

1.  $f = (2x^2y^2 - x + 1)^3$ .

$$\frac{\partial f}{\partial x} =$$

$$\frac{\partial f}{\partial y} =$$

2.  $\int \frac{dx}{a^2 - x^2} =$

3.  $\int_0^a \frac{x dx}{\sqrt{a^2 + x^2}} =$

4. Разложить в окрестности  $(0, 0)$  до  $o(\rho^2) =$

$$\sin x \cdot \sqrt{1 + y} =$$

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1.

1. Понятие неопределенного интеграла, его свойства.
2. Определение экстремума функции нескольких переменных, необходимое условие экстремума.
3.  $\int \frac{(2 - \sqrt{x})^3}{x\sqrt{x}} dx$ .
4. Исследовать на экстремум функцию  $z = x^3 + 8y^3 - 6xy + 1$ .
5. Найти  $d^2 f(-\frac{\pi}{2}; 0)$  функции  $f = \ln(xy - \sin x)$ .

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2.

1. Таблица интегралов.
2. Формула Тейлора для функции нескольких переменных с остаточным членом в форме Пеано.
3.  $\int \frac{3^{x-1} + 5^{x+1}}{15^x} dx$ .
4. Разложить функцию  $f(x, y) = e^x \sin y$  по формуле Тейлора – Маклорена до  $o(\rho^5)$ , где  $\rho = \sqrt{x^2 + y^2}$ .
5. Найти  $d^2 f(0; 0)$  функции  $f = \sin(x^2 + y^2 + 1)$ .

**Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)**

| Оценка              | Критерии оценивания   |
|---------------------|---|
| превосходно         | Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.<br>Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.  |
| отлично             | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, все задания выполнены без ошибок.  |
| очень хорошо        | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки.<br>Допущено несколько несущественных ошибок.   |
| хорошо              | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки.<br>Допущено несколько не грубых ошибок. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. |
| удовлетворительно   | Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок. Решены типовые задачи с не грубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.          |
| неудовлетворительно | Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.  |
| плохо               | Отсутствие минимальных знаний и умений. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа.  |

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

Основная литература:

1. Ильин В. А. Основы математического анализа: В 2-х ч. Часть I. Ч. 1. Основы математического анализа: В 2-х ч. Часть I / Ильин В. А., Позняк Э. Г. - 7-е изд., стереот. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2021. - 648 с. - Рекомендовано Министерством образования Российской Федерации в качестве учебника для студентов физических специальностей и специальности "Прикладная математика". - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ФИЗМАТЛИТ - Математика. - ISBN 978-5-9221-0902-4., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=781681&idb=0>.
2. 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>.
3. 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>.
4. Ильин В. А. Основы математического анализа : Учеб. для вузов. Ч. II. Основы математического анализа: В 2-х ч. Часть II / Ильин В. А., Позняк Э. Г. - 5-е изд., стереот. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2022. - 464 с. - Рекомендовано Министерством образования Российской Федерации в качестве учебника для студентов физических специальностей и специальности "Прикладная математика". - Книга из коллекции ФИЗМАТЛИТ - Математика. - ISBN 978-5-9221-0537-8., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=802930&idb=0>.
5. 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>.
6. Кузенков Олег Анатольевич. Введение в математический анализ. Лекции : учебное пособие / О. А. Кузенков, Е. А. Рябова ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2019. - 112 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=795144&idb=0>.
7. Кузенков Олег Анатольевич. Введение в математический анализ. Практикум : учебно-методическое пособие / О. А. Кузенков, Е. А. Рябова ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2019. - 63 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=795147&idb=0>.
8. Кузенков Олег Анатольевич. Дифференциальное исчисление функций одного переменного. Лекции : учебное пособие / О. А. Кузенков, Е. А. Рябова ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2024. - 87 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=892588&idb=0>.
9. Костромина Ольга Сергеевна. Теоретический минимум для успешного освоения дисциплины «Математический анализ» : учебно-методическое пособие. Ч. 1. Минимально необходимый уровень / О. С. Костромина, О. А. Кузенков ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород :

Изд-во ННГУ, 2021. - 24 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=793981&idb=0>.

10. Костромина Ольга Сергеевна. Теоретический минимум для успешного освоения дисциплины «Математический анализ» : учебно-методическое пособие. Ч. 2. Минимально необходимый уровень / О. С. Костромина, О. А. Кузенков ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2021. - 23 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=793983&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Никольский С. М. Курс математического анализа / Никольский С. М. - 6-е изд., стер. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2001. - 592 с. - Рекомендовано Министерством образования Российской Федерации в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ФИЗМАТЛИТ - Математика. - ISBN 978-5-9221-0160-8., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=665764&idb=0>.

2. Фихтенгольц Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. В 3-х тт. Том 1 : учебник для вузов / Фихтенгольц Г. М. - 17-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 608 с. - Книга из коллекции Лань - Математика. - ISBN 978-5-507-45809-7., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=859125&idb=0>.

3. Фихтенгольц Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. В 3-х тт. Том 2 : учебник для вузов / Фихтенгольц Г. М. - 17-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 800 с. - Книга из коллекции Лань - Математика. - ISBN 978-5-507-47277-2., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=883765&idb=0>.

4. Фихтенгольц Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления В 3-х тт. Том 3 : учебник для вузов / Фихтенгольц Г. М. - 14-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 656 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции Лань - Математика. - ISBN 978-5-507-47239-0., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=876886&idb=0>.

5. Предел. Непрерывность. Дифференцируемость. Т. 1. Предел. Непрерывность. Дифференцируемость : учебник: 3-х томах / Кудрявцев Л. Д., Кутасов А. Д., Чехлов В. И., Шабунин М. И. Кудрявцев Л. Д. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 496 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ФИЗМАТЛИТ - Математика. - ISBN 978-5-9221-0306-0., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=665749&idb=0>.

6. Интегралы. Ряды. Т. 2. Интегралы. Ряды / Кудрявцев Л. Д., Кутасов А. Д., Чехлов В. И., Шабунин М. И. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2021. - 504 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ФИЗМАТЛИТ - Математика. - ISBN 978-5-9221-0307-7., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=781683&idb=0>.

7. Функции нескольких переменных. Т. 3. Функции нескольких переменных : в 3-х томах / Кудрявцев Л. Д., Кутасов А. Д., Чехлов В. И., Шабунин М. И. Кудрявцев Л. Д. - 2-е изд., перераб. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2003. - 472 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ФИЗМАТЛИТ - Математика. - ISBN 5-9221-0308-3., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=665744&idb=0>.

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

<http://www.unn.ru/books/resources.html>

<http://e-learning.unn.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 02.03.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии.

Автор(ы): Рябова Елена Александровна, кандидат физико-математических наук.

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

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 17.12.2025, протокол № протокол №6.