

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

09.03.03 - Прикладная информатика

---

Направленность образовательной программы

Прикладная информатика в области обработки данных

---

Форма обучения

очно-заочная

---

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.23 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: Демонстрирует знание основ высшей математики, физики, вычислительной техники и программирования ОПК-1.2: Демонстрирует умение решать профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования ОПК-1.3: Демонстрирует наличие практического опыта теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.	ОПК-1.1: Знать основные фундаментальные понятия и утверждения дисциплины «Математический анализ» и связанных с ним дисциплин высшей математики, физики, вычислительной техники и программирования, основные методы и приемы при решении математических и (или) естественных наук при решении практических задач  ОПК-1.2: Уметь использовать фундаментальные знания в профессиональных задачах, поставленные в терминах других предметных областей естественнонаучных и общетехнических знаний, и решать методом математического анализа и моделирования математически сформулированную задачу, интерпретировать ее решение, решать математические задачи и проблемы, аналогичные ранее изученным для решения задач профессиональной	Контрольная работа	Зачёт: Контрольные вопросы

		<p>деятельности на основе теоретических знаний при изучении дисциплины «Математический анализ» с разделами дифференциального и интегрального исчисления.</p> <p>ОПК-1.3: Иметь практический опыт в овладении теоретического и экспериментального исследования объектов предметной области, навыками применения методов дифференциального и интегрального исчислений для решения геометрических и физических задач, анализа и моделирования процессов профессиональной деятельности.</p>		
--	--	---	--	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очно-заочная</b>
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>4</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>144</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	<b>0</b>
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	<b>64</b>
- КСР	<b>2</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>78</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>0</b>
	<b>Зачёт</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 (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
Тема 1. Действительные числа	6		2	2	4
Тема 2. Числовые последовательности и их предел.	11		6	6	5
Тема 3. Функции одной переменной и их предел. Разрывы и непрерывность.	9		4	4	5
Тема 4. Производная и дифференциал функции одной переменной и их свойства.	9		4	4	5
Тема 5. Производные и дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора	9		4	4	5
Тема 6. Правила Лопиталя раскрытия неопределённостей	9		4	4	5
Тема 7. Экстремумы функции одной переменной. Необходимые и достаточные условия	9		4	4	5
Тема 8. Применение дифференциального исчисления для исследование функции одной переменной	9		4	4	5
Тема 9. Неопределённый интеграл и способы его вычисления	9		4	4	5
Тема 10. Определённый интеграл, свойства. Формула Ньютона-Лейбница	9		4	4	5
Тема 11. Приложения определённого интеграла: геометрические и механические	7		2	2	5
Тема 12. Функции многих переменных. Пределы двойные и повторные	10		6	6	4
Тема 13. Частные производные и дифференциалы функции многих переменных.	9		4	4	5
Тема 14. Неявные функции и их частные производные и дифференциалы	9		4	4	5
Тема 15. Формула Тейлора для функции многих переменных	9		4	4	5
Тема 16. Локальный и условный экстремумы функций многих переменных. Необходимые и достаточные условия	9		4	4	5
Аттестация	0				
КСР	2			2	
Итого	144	0	64	66	78

### Содержание разделов и тем дисциплины

1 семестр:

1. Действительные числа
2. Числовые последовательности и их предел.
3. Функции одной переменной и их предел. Разрывы и непрерывность.
4. Производная и дифференциал функции одной переменной и их свойства.
5. Производные и дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора.
6. Правила Лопиталя раскрытия неопределённостей.
7. Экстремумы функции одной переменной. Необходимые и достаточные условия.
8. Применение дифференциального исчисления для исследование функции одной переменной.

2 семестр:

1. Неопределённый интеграл и способы его вычисления
2. Определённый интеграл, свойства. Формула Ньютона-Лейбница
3. Приложения определённого интеграла: геометрические и механические
4. Функции многих переменных. Пределы двойные и повторные.
5. Частные производные и дифференциалы функции многих переменных.
6. Неявные функции и их частные производные и дифференциалы
7. Формула Тейлора для функции многих переменных.
8. Локальный и условный экстремумы функций многих переменных. Необходимые и достаточные условия.

#### 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:

- электронный курс "Математический анализ (ПрИнф)" (<https://e-learning.unn.ru/enrol/index.php?id=6864>).

#### 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:

Вариант контрольной работы:

###### Вариант 2

Задание 1. Найти предел  $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{6^n - 8^n}{n}$ . Ответ: предел равен -1.

Задание 2. Найти предел  $\lim_{n \rightarrow \infty} (\sqrt{n^2 + 5} - n)$ . Ответ: предел равен 0.

Задание 3. Найти предел  $\lim_{x \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{3}{x^2}\right)^{7x^2+1}$ . Ответ: предел равен  $e^{21}$ .

Задание 4. Найти точки разрыва функции и установить их род  $f(x) = \frac{1}{9-x^2}$ . Ответ: разрыв 2-го рода при  $x = 3$  и  $x = -3$ .

Задание 5. Вычислить по правилу Лопиталя  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1 - \cos 6x}{x \sin x}$ . Ответ: предел равен 18.

Задание 6. Найти производную  $y = \arctg(x^2)$ . Ответ:  $y'(x) = \frac{2x}{1+x^4}$ .

Задание 7. Найти производную 2-го порядка для  $y = \ln(x+5)$ . Ответ:  $y'(x) = -\frac{1}{(x+5)^2}$ .

Задание 8. Разложить по формуле Тейлора  $f(x) = xe^{2x}$  в окрестности  $x_0 = 0$  до 2-го члена разложения. Ответ:  $f(x) = x + 2x^2 + o(x^2)$

Задание 9. Найти экстремум функции  $y = x^3 - x^2 + 2$ . Ответ:  $y'(x) = 3x^2 - 2x = 0$  при  $x = 0$  и  $x = \frac{2}{3}$ . В  $x = 0$  локальный максимум  $y(0)$ , а в  $x = \frac{2}{3}$  локальный минимум  $y(\frac{2}{3})$ .

Полный перечень приведен в ФОС дисциплины.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Задания контрольной выполнены верно или допущены незначительные ошибки.
не зачтено	Задания не выполнены или допущены грубые ошибки.

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

#### Шкала оценивания сформированности компетенций

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

	оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	ованы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	для решения стандартных задач с некоторым и недочетами	решении стандартных задач с некоторым и недочетами	решении стандартных задач без ошибок и недочетов	решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	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 ОПК-1**

Примеры вопросов:

1. Сформулируйте определения ограниченного, неограниченного множества.
2. Сформулируйте определение предела последовательности и его арифметические свойства
3. Сформулируйте определение сходящейся (расходящейся) последовательности
4. Сформулируйте свойства бесконечно малых последовательностей.
5. Сформулируйте критерий Коши существования предела последовательности.
6. Сформулируйте определение по Гейне и Коши предела функции. Арифметические свойства предела.
7. Сформулируйте определение непрерывной функции.
8. Понятие разрывов функции и классификация разрывов.
9. Сформулируйте определение производной функции в точке.
10. Арифметические свойства производной и сложной функции.
11. Какой геометрический смысл имеет производная функции в точке и дифференциал функции в точке?
13. Сформулируйте определение дифференцируемой функции в точке и дифференциала.
14. Сформулируйте определение дифференциала $n$ -го порядка.
15. Сформулируйте определение локального минимума (максимума) функции.
16. Сформулируйте необходимое условие экстремума функции. Стационарные точки.
17. Сформулируйте достаточное условие экстремума функции
18. Что такое формула Тейлора? Примеры разложений.
19. Выпуклость функции. Какая точка называется точкой перегиба дифференцируемой функции?

Полный перечень приведен в ФОС дисциплины.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Ответы на вопросы верны или есть незначительные ошибки.
не зачтено	Ответов нет или ответы с грубыми ошибками.

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

Основная литература:

- 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>.
- 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>.

Дополнительная литература:

- 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>.

2. 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>.

3. 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>.

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

<https://e-learning.unn.ru/enrol/index.php?id=6864>  
<https://e-lib.unn.ru/MegaPro/Web/SearchResult/ToPage/1>

## **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 09.03.03 - Прикладная информатика.

Автор(ы): Федоткин Андрей Михайлович, кандидат физико-математических наук, доцент.

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

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