

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  
*(факультет / институт / филиал)*

---

УТВЕРЖДЕНО  
решением ученого совета ННГУ  
протокол от  
«30» ноября 2022 г. № 13

**Рабочая программа дисциплины**

**Практикум по математическому анализу**

*(наименование дисциплины (модуля))*

Уровень высшего образования

**Бакалавриат**

*(бакалавриат / магистратура / специалитет)*

Направление подготовки / специальность

**01.03.02 Прикладная математика и информатика**

*(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)*

Направленность образовательной программы

**Прикладная математика и информатика (общий профиль)**

*(указывается профиль / магистерская программа / специализация)*

Форма обучения

**очная**

*(очная / очно-заочная / заочная)*

**Нижегород**

**2023 г.**

## 1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Математический анализ» относится к обязательной части.

Код дисциплины **Б1.О.26** «Практикум по математическому анализу»

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
1	Блок 1. Дисциплины (модули) Обязательная часть	Дисциплина <b>Б1.О.26</b> «Практикум по математическому анализу» относится к обязательной части ООП направления подготовки <i>01.03.02 Прикладная математика и информатика</i> .

## 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**	
<b>ОПК-1:</b>  Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук и использовать их в профессиональной деятельности	<b>ОПК-1.1.</b> Обладает фундаментальными знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук	<i>Знать</i> основные понятия математического анализа, понятия предела и его свойства, понятия непрерывной функции и ее свойства, дифференцируемой функции и ее свойства, формулы и ряда Тейлора, неопределенного и определенного интеграла, функции многих переменных, числового и функционального рядов, ряда Фурье. Понимать взаимосвязи между изученными понятиями и их свойствами, теоремы о непрерывной функции, о дифференцируемой функции, теоремы об интегрируемости, формулировки критерия Коши сходимости последовательностей и рядов, равномерную сходимость.	Задания к зачету, контрольные работы
	<b>ОПК-1.2.</b> Умеет использовать фундаментальные знания в профессиональной деятельности, осуществлять выбор методов решения задач профессиональной	<i>Уметь</i> применять приемы раскрытия неопределенностей, технику дифференцирования, методы интегрирования, исследование рядов на сходимость и равномерную сходимость, раскладывать функции в ряды Тейлора и Фурье, определять области сходимости рядов.	Задания к зачету, контрольные работы

	<i>деятельности на основе теоретических знаний</i>		
	<b>ОПК-1.3.</b> <i>Имеет практический опыт применения фундаментальных знаний, полученных в области математических и естественных наук в профессиональной деятельности.</i>	<b>Владеть</b> навыком взятия производных, исследовать на экстремум функции одной и многих переменных, применять определенный интеграл к решению геометрических и физических задач, выбирать наиболее подходящий прием или метод для решения практической задачи.	<i>Задания к зачету, контрольные работы</i>

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная форма обучения</b>
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>4 ЗЕТ</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>144</b>
<b>в том числе</b>	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	<b>130</b>
- занятия лекционного типа	<b>0</b>
- занятия семинарского типа	<b>128</b>
- контроль самостоятельной работы	<b>2</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>14</b>
<b>Промежуточная аттестация – зачет</b>	<b>0</b> <b>Зачет</b>

#### Трудоемкость дисциплины 1 семестр

	<b>очная форма обучения</b>
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>2 ЗЕТ</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>72</b>
<b>в том числе</b>	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	<b>65</b>
- занятия лекционного типа	<b>0</b>
- занятия семинарского типа	<b>64</b>

- контроль самостоятельной работы	1
самостоятельная работа	7
Промежуточная аттестация – зачет	0 Зачет

### Трудовое количество дисциплины 2 семестр

	очная форма обучения
Общая трудовое количество	2 ЗЕТ
Часов по учебному плану	72
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	65
- занятия лекционного типа	0
- занятия семинарского типа	64
- контроль самостоятельной работы	1
самостоятельная работа	7
Промежуточная аттестация – зачет	0 Зачет

### 3.2. Содержание дисциплины

#### Семестр 1

Наименование и краткое содержание 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	Занятия лабораторного типа	Всего	
	Очная	Очная	Очная	Очная	Очная	Очная
Тема 1. Введение	0				0	0
Тема 2. Вещественные числа	10		10		10	0
Тема 3. Числовые последовательности	13		12		12	1
Тема 4	14		12		12	2

Предел функции						
Тема 5 Непрерывные функции	11		10		10	1
Тема 6 Производная функции	12		10		10	2
Тема 7 Основные теоремы о дифференцируемых функциях и их приложения	11		10		10	1
Текущий контроль (КСР)	1				1	
Промежуточная аттестация – зачет	0					
<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>0</b>	<b>64</b>		<b>65</b>	<b>7</b>

## Семестр 2

Наименование и краткое содержание 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	Занятия лабораторного типа	Всего	
	Очная	Очная	Очная	Очная	Очная	Очная
Тема 1 Неопределенный интеграл	11	0	10		10	1
Тема 2 Определенный интеграл	11	0	10		10	1
Тема 3 Приложения определенного интеграла	7	0	6		6	1
Тема 4 Функции многих переменных и пределы	11	0	10		10	1
Тема 5 Непрерывные функции многих переменных	8	0	8		8	0
Тема 6 Дифференцирование функции многих переменных	11	0	10		10	1
Тема 7 Неявно заданные функции	7	0	6		6	1
Тема 8	5	0	4		4	1

Экстремумы функций многих переменных						
Текущий контроль (КСР)	1				1	
Промежуточная аттестация – зачет	0				0	
<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>0</b>	<b>64</b>		<b>65</b>	<b>7</b>

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа.

Промежуточная аттестация проходит в традиционных формах (зачет)

#### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельное повторение теоретического материала и решение практических примеров по сборнику задач по дисциплине.

Самостоятельная работа студента при изучении дисциплины «Математический анализ» включает выполнение домашних заданий, подготовку к зачету. Для самоконтроля у студента имеется возможность удаленного тестирования по дистанционному курсу. <http://e-learning.unn.ru/>

Самостоятельная работа заключается в ознакомлении с теоретическим материалом по учебникам, указанным в списке литературы, решении практических задач, подготовке ответов на вопросы самоконтроля. Самостоятельная работа может происходить как в читальном зале библиотеки, так и в домашних условиях.

#### Учебно-методическое обеспечение

1. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления: <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/calculus.htm>
2. Демидович Б.П. Сборник задач и упражнений по математическому анализу: Учеб. пособие. М.: АСТ Астрель, 2010. 558 с. (252 экз.)
3. Кудрявцев Л.Д. и др. Сборник задач по математическому анализу / М.И.Т.(в 3 т), 2003 – 472 с. (116 экз.)
4. Графики функций: учебно-метод. пособие. Сост. Т.П.Киселева, И.И.Олюнина. - Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2015. - 43с. <http://www.unn.ru/books/resources.html>

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

**5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:**

##### 5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности	Шкала оценивания сформированности компетенций					
	плохо	неудовлетво	удовлетвори	хорошо	очень хорошо	отлично

компетенций (индикатора достижения компетенций)		хорошо	удовлетворительно				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 незначительных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	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 незначительными 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 владения материалом. 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 оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция

зачтено		сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «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», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

## 5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

### 5.2.1 Типовые задания к зачету

Задания к зачёту по дисциплине Математический анализ

Задания для оценки компетенции «ОПК-1»:

#### Семестр 1

1.	2.
<p>1. Найти предел <math>\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sqrt[4]{1+x^2} + x^3 - 1}{\ln(\cos x)}</math></p> <p>2. Найти <math>f'_+(x)</math>; <math>f'_-(x)</math></p> <p><math>f(x) = \arcsin(e^{-x^2})</math></p>	<p>1. Доказать, что <math>\lim_{x \rightarrow 0} \operatorname{sign}\left(\sin \frac{1}{x}\right)</math> не существует.</p> <p>2. Разложить по формуле Тейлора функцию <math>f(x) = xe^{2x}</math> в окрестности точки <math>x_0 = 1</math> до <math>o((x-1)^n)</math>.</p>



## 5.2.2 Типовые задания для текущего контроля успеваемости

### Контрольная работа для оценки компетенции «ОПК-1»:

#### Вариант 1

Найти пределы

- $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{(n+1)^5 - (n-1)^5 - 10n^4}{n^3 - n + 4}$
- $\lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt[n]{\frac{2n^3+1}{3n^3-2}}$
- $\lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt{n^6+8} (\sqrt{n^3+2} - \sqrt{n^3+1})$
- Доказать по определению, что  $x_n = \frac{3n^2+n-1}{2^n}$  бесконечно малая последовательность.
- Найти  $\inf x_n$ ,  $\sup x_n$ , верхний и нижний пределы последовательности  $x_n = \frac{n+2}{2n-1} \cos \frac{\pi n}{2}$
- Пользуясь теоремой о монотонной и ограниченной последовательности или критерием Коши исследовать на сходимость последовательность  $x_n = \frac{1}{\sqrt[5]{2}} + \frac{1}{\sqrt[5]{3}} + \dots + \frac{1}{\sqrt[5]{n}}$
- Доказать по определению, что  $x_n = \frac{n!}{4^n}$  бесконечно большая последовательность.

#### Вариант 2

Найти пределы

- $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{(2n+1)^3 + (3n+2)^3}{(3n-1)^3 + (n+1)^3}$
- $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sqrt{(n+1)^3} - \sqrt{n(n-1)(n-3)}}{\sqrt{n}}$
- $\lim_{n \rightarrow \infty} \left( \frac{2n-1}{5n+1} \right)^{n^2}$
- Доказать по определению, что  $x_n = \frac{(n^3+3) \cos \frac{1}{n}}{3^n}$  бесконечно малая последовательность.
- Найти  $\inf x_n$ ,  $\sup x_n$ , верхний и нижний пределы последовательности  $x_n = \frac{n+1}{2n+1} \cos \frac{\pi n}{3}$
- Пользуясь теоремой о монотонной и ограниченной последовательности или критерием Коши исследовать на сходимость последовательность  $x_n = \frac{5}{2^2} + \frac{7}{3^2} + \dots + \frac{2n+3}{(n+1)^2}$
- Доказать по определению, что  $x_n = 1 - (-1)^n \sqrt[3]{n}$  бесконечно большая последовательность.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

- Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления: <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/calculus.htm>
- Демидович Б.П. Сборник задач и упражнений по математическому анализу: Учеб.пособие. М.: АСТ Астрель, 2010 .558 с. (252 экз.)
- Кудрявцев Л.Д. и др. Сборник задач по математическому анализу / М.И.Т.(в 3 т), 2003 – 472 с. (116 экз.)
- Графики функций: учебно-метод. пособие. Сост. Т.П.Киселева, И.И.Олюнина. - Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2015. - 43с. <http://www.unn.ru/books/resources.html>
- Числовые ряды. Учебно-методическое пособие. Составители: Киселева Т.П., Трубачева А.Л. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2014. - 32с. <http://www.unn.ru/books/resources.html>
- Калашников А.Л., Фокина В.И. Задачи по методам вычислений. Численное интегрирование. Учебно – методическая разработка. Н.Новгород, ННГУ, 1997. <http://www.unn.ru/books/resources.html>

б) дополнительная литература:

- Контрольные задачи на функциональные последовательности и ряды, интеграл и ряды Фурье. Практикум. Составители: Калашников А.Л., Федоткин А.М., Фокина В.Н. – Н. Новгород, Нижегородский госуниверситет, 2011. – 22с. – ННГУ, рег. № 383.11.0. – URL: <http://www.unn.ru/books/resources.html>

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины) <http://www.unn.ru/books/resources.html>

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и 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 ННГУ.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ 01.03.02 Прикладная математика и информатика.

Авторы: к.ф.-м.н., доцент кафедры ДУМиЧА Кротов Н.В.

преподаватель кафедры ДУМиЧА Сизова Н.А.

Рецензент: д.т.н., профессор НГТУ им. Р.Е. Алексеева Ломакина Л.С.

Заведующий кафедрой ДУМиЧА: д.ф.-м.н. Калинин А.В.

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики

от 30 ноября 2022 года, протокол № 3.