

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ 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
от 30.11.2022 г.
протокол № 13

Рабочая программа дисциплины

ПРАКТИКУМ ПО МАТЕМАТИЧЕСКОМУ АНАЛИЗУ **WORKSHOP ON MATHEMATICAL ANALYSIS**

Уровень высшего образования
бакалавриат

Направление подготовки
02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

Профиль подготовки
Общий профиль

Квалификация выпускника
Бакалавр
Bachelor

Форма обучения
очная

1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.26 «Практикум по математическому анализу» относится к обязательной части ООП по направлению подготовки 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии». Дисциплина читается студентам 1 курса в 1-2 семестрах, 4 зачетных единицы, 144 часа, зачеты по окончании 1, 2 семестров.

Дисциплина является основой для последующего изучения других базовых и вариативных курсов по математике и информатике, предусмотренных программой направления подготовки 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии».

Курс необходим для дальнейшего изучения следующих предметов: Алгебра и геометрия, Программирование, Теория вероятностей и математическая статистика, Дифференциальные уравнения, Вычислительные методы, Физика.

Prerequisite knowledge for the learning of this subject: secondary-school mathematics; the course will be required in the future to study the following subjects: Algebra and Geometry, Programming, Probability Theory and Mathematical Statistics, Differential Equations, Computational Methods, Physics.

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
1	Блок 1. Дисциплины (модули) Обязательная часть	Дисциплина Б1.О.26 «Практикум по математическому анализу» относится к обязательной части ООП направления подготовки 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии».

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции) / Formed competencies (code, content of competence)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции / Planned learning outcomes for the discipline (module), in accordance with the indicator of achievement of competency		Наименование оценочного средства / Name of the evaluation tool
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора) / Competency achievement indicator (code, indicator content)	Результаты обучения по дисциплине / Learning outcomes by the discipline	
ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и	ОПК-1.1. Знать основные положения и концепции в области математических и естественных наук, базовые теории и основную	<i>Знать</i> основные факты математического анализа / basic facts of mathematical analysis	Экзамен / Exam

использовать их в профессиональной деятельности Able to apply fundamental knowledge gained in the field of mathematical and / or natural sciences, and use them in professional activities	терминологию. Know the basic concepts and concepts in the field of mathematical and natural sciences, basic theories and basic terminology.		
	ОПК-1.2. Умеет осуществлять первичный сбор и анализ материала, интерпретировать различные математические объекты. Able to carry out the primary collection and analysis of material, to interpret various mathematical objects.	Уметь использовать на практике знания, полученные при изучении математического анализа / Use the basic knowledge of the facts contained in the course of mathematical analysis	Экзамен / Exam задачи / tasks

3. Структура и содержание дисциплины «Практикум по математическому анализу»

3.1. Трудоемкость дисциплины

	Очная форма обучения		
	Всего	1 семестр	2 семестр
Общая трудоемкость	4 ЗЕТ	2 ЗЕТ	2 ЗЕТ
Часов по учебному плану	144	72	72
в том числе			
аудиторные занятия (контактная работа):	82	49	33
- занятия лекционного типа	0	0	0
- занятия семинарского типа	80	48	32
- занятия лабораторного типа	0	0	0
- текущий контроль (КСР)	2	1	1
самостоятельная работа	62	23	39
Промежуточная аттестация – зачеты			

Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Се ме ст р	Часов					
			Всего	В том числе				Сам осто ятел ьная рабо та обуч ающ его с я
				Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них				
				Зан яти я лек цио нно го тип а	Зан яти я сем ина рско го тип а	Зан яти я лабо рато рно го тип а	Вс его	
1.	Системы чисел / Number System.	1	12		8		8	4
2.	Арифметика полиномов / Polynomial arithmetic.		12		8		8	4
3.	Корни и радикалы / Roots and radicals.		12		8		8	4
4.	Функции / Functions.		12		8		8	4
5.	Тригонометрия / Trigonometry.		12		8		8	4
6.	Логарифмы и степени / Logarithms and exponents.		11		8		8	3
	В т.ч. текущий контроль (КСР) 1 час							
	Промежуточная аттестация: зачет							
7.	Пределы / Limits.	2	16		8		8	8
8.	Непрерывность / Continuity.		11		4		4	7
9.	Производная и дифференциал / Derivative and differential.		16		8		8	8
10.	Теоремы о среднем значении / Mean value theorems.		14		6		6	8
11.	Исследование функций / Investigation of functions.		14		6		6	8
	В т.ч. текущий контроль (КСР) 1 час							
	Промежуточная аттестация: зачет							

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Виды самостоятельной работы студентов

- проработка теоретического материала лекционных занятий;
- выполнение домашних заданий по практическим занятиям;
- подготовка к выполнению письменных контрольных работ

Образовательные материалы для самостоятельной работы студентов, практические задания для проведения текущего контроля

1. Grines V.Z., Gurevich E.Ya., Pochinka O.V. Precalculus – Nizhny Novgorod: Lobachevskiy University of Nizhny Novgorod, 2012.- 112 p. FEER, № 406.12.08.
2. Trench W.F. Introduction to real analysis. Free Hyperlinked Edition 2.04 December 2013. URL: <http://digitalcommons.trinity.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1006&context=mono>

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

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности 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, 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 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 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
зачтено	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 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

Контрольная работа для оценки компетенций «ОПК-1»:

1-2. Найдите значение выражения / Find the value of the expression.

$$\begin{array}{llll}
 1.1. \quad \frac{5}{7} - \frac{4}{7} = & 1.4. \quad 9\frac{8}{11} - 5\frac{3}{11} = & 2.1. \quad \frac{5}{7} \div \frac{4}{7} = & 2.4. \quad 9\frac{8}{11} \div 5\frac{3}{11} = \\
 1.2. \quad \frac{1}{12} + \left(\frac{3}{4} \times \frac{2}{3}\right) = & 1.5. \quad \frac{7}{9} + \frac{3}{4} = & 2.2. \quad \frac{1}{12} \times \left(\frac{3}{4} \div \frac{2}{3}\right) = & 2.5. \quad \frac{7}{9} \div \left(\frac{3}{4}\right)^2 = \\
 1.3. \quad \frac{5}{13} - \left(\frac{3}{13} - \frac{1}{13}\right) = & 1.6. \quad \frac{9}{7} - \frac{17}{7} = & 2.3. \quad \frac{0.6}{0.36} = & 2.6. \quad \frac{7\frac{2}{3}}{3\frac{1}{3}} = \\
 & 1.7. \quad 1\frac{7}{8} - 2\frac{3}{16} = & & 2.7. \quad \frac{8.4}{2.1} =
 \end{array}$$

3. Разложите на множители / factorize.

$$\begin{array}{l}
 31 \quad 27x^3 = \underline{3 \cdot 6 \cdot 3 \cdot 8} = \\
 32 \quad x^2 - 6x = \underline{3 \cdot x \cdot 4 \cdot 9} =
 \end{array}$$

Контрольная работа для оценки компетенции ОПК-1.

Найти неопределенные интегралы и результаты интегрирования проверить дифференцированием / Find indefinite integrals and integration results check by differentiating.

$$\text{a) } \int (x^2 + 4x - 5) dx; \quad \text{б) } \int \frac{2x dx}{\sqrt{1-x^2}}; \quad \text{в) } \int x e^x dx; \quad \text{г) } \int \frac{dx}{x^2 + 4x + 1}$$

Вопросы для контроля

- 1) Система чисел: натуральные числа, целые, рациональные числа. / System of numbers: natural numbers, integers, rational numbers.
- 2) Правила действий с дробями. / Rules of action with fractions.
- 3) Преобразование дробей. / Conversion of fractions.
- 4) Определение и свойства степеней, рациональные показатели. Definition and properties of powers, rational exponents.
- 5) Формулы сокращённого умножения. / Formulas of abridged multiplication.
- 6) Абсолютное значение. / Absolute value.
- 7) Окружность. / Circle.
- 8) Понятие функции. Графики функций. Симметрия. Монотонные функции. / The concept of a function. Graphs of functions. Symmetry. Monotonic functions.
- 9) Полиномиальные функции. Линейные функции. / Polynomial functions. Linear functions.
- 10) Степенная функция. Простые деформации. / Power function. Simple deformations.
- 11) Квадратичной функции. Формула корней квадратного уравнения. / The quadratic function. The formula for the roots of a quadratic equation.
- 12) Рациональные неравенства. / Rational inequalities.
- 13) Углы и их измерения. Тригонометрические функции. / Angles and their dimensions. Trigonometric functions.
- 14) Основное тригонометрическое тождество. Таблица значений тригонометрических функций. / Pythagorean Identity. Table of values for trigonometric functions.
- 15) Графики тригонометрических функций. / Graphs of trigonometric functions.
- 16) Формулы суммы и разности. Двойной и половинные углы. / The sum and difference formulas. Double and half angles.
- 17) Простейшие тригонометрические уравнения. Обратные функции. The simplest trigonometric equations. Inverse functions.
- 18) Экспоненциальная функция. Число e . / Exponential function. The number e .
- 19) Логарифмические функции. Натуральный логарифм. Свойства логарифмической функции. / Logarithmic functions. Natural logarithm. Properties of the logarithmic function.
- 20) Логарифмические и показательные уравнения и неравенства. / Logarithmic and exponential equations and inequalities.
- 21) Предел последовательности. Теоремы о пределах последовательности. / The limit of a sequence. Theorems on the limits of a sequence.
- 22) Предел функции (конечный и бесконечный). Теоремы о пределах функции. / Limit of the function (finite and infinite). Theorems on the limits of a function.
- 23) Первый и второй замечательные пределы, следствия из них. / The first and second remarkable limits, the consequences of them.
- 24) Производная. Определение, геометрический смысл, физический смысл. / The derivative. Definition, geometric interpretation, physical interpretation.
- 25) Правила дифференцирования. / Differentiation rules.
- 26) Производные основных элементарных функций. / Derivatives of the basic elementary functions.
- 27) Дифференциал. / Differential.
- 28) Производные и дифференциалы высших порядков. / Derivatives and differentials of higher orders.
- 29) Теоремы о среднем значении в дифференциальном исчислении. / Theorems on the mean value in the differential calculus.
- 30) Теоремы о связи монотонности функции и знака производной. / Theorems on the connection between the monotonicity of a function and the sign of a derivative.
- 31) Достаточное условие экстремума. / A sufficient condition for an extremum.

**Тестирование по курсу «Практикум по математическому анализу»
(проверка компетенции ОПК-1).**

1. Тип — одиночный выбор.

Является ли последовательность $x_n = n / (n + 5)$ бесконечно малой?

Type - single choice.

Is the sequence $x_n = n / (n + 5)$ infinitely small?

- Да / Yes
- Да при $n \geq 5$ / Yes if $n \geq 5$
- Да при $n < 5$ / Yes if $n < 5$
- Нет / No (+)

2. Тип — одиночный выбор.

Является ли последовательность $x_n = 3^n / n$ бесконечно большой?

Type - single choice.

Is the sequence $x_n = 3^n / n$ infinitely large?

- Да / Yes (+)
- Да при $n \geq 3$ / Yes if $n \geq 3$
- Да при $n < 3$ / Yes if $n < 3$
- Нет / No

3. Тип — одиночный выбор.

Чему равен предел последовательности $x_n = (1 + 4/n)^n$?

Type - single choice.

What is the limit of the sequence $x_n = (1 + 4/n)^n$?

- 0
- 1
- e
- e^2
- e^4 (+)

4. Тип — одиночный выбор.

Чему равен дифференциал функции $f(x) = \ln^2 x$?

Type – single choice.

What is the differential of the function $f(x) = \ln^2 x$?

- $2 \ln x / x$
- $2 \ln x dx / x (+)$
- $1 / x^2$
- dx / x^2

5. Тип — одиночный выбор.

Какая точка является точкой минимума функции $f(x) = x^2 - 6x + 8$?

Type - single choice.

Which point is the minimum point of the function $f(x) = x^2 - 6x + 8$?

- $x_0 = 0$
- $x_0 = 1$
- $x_0 = 2$
- $x_0 = 3 (+)$

6. Тип — одиночный выбор.

Чему равна первообразная функции $f(x) = e^{2x+3}$?

Type – single choice.

What is the antiderivative of the function $f(x) = e^{2x+3}$?

- $3e^{2x+3} + C$
- $e^{2x+3} / 3 + C$
- $2e^{2x+3} + C$
- $e^{2x+3} / 2 + C (+)$

7. Тип — одиночный выбор. Сходится ли ряд

$$\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n / n^3 ?$$

Type – single choice. Does the series

$$\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n / n^3 \text{ converge?}$$

- Да, ряд сходится абсолютно /
Yes, it converges absolutely (+)

- Сходится условно, но не абсолютно / It converges conditionally, but not absolutely
- Нет, ряд расходится / No, the series diverges
- Сходимость ряда неизвестна / The convergence of the series is unknown

8. Тип — одиночный выбор. Сходится ли ряд

$$\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n / n \text{ ?}$$

Type – single choice. Does the series

$$\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n / n \text{ converge?}$$

- Да, ряд сходится абсолютно / Yes, it converges absolutely
- Сходится условно, но не абсолютно / It converges conditionally, but not absolutely (+)
- Нет, ряд расходится / No, the series diverges
- Сходимость ряда неизвестна / The convergence of the series is unknown

9. Тип — одиночный выбор.

При выполнении какого из следующих условий числовой ряд

$$\sum_{n=1}^{\infty} c_n \text{ сходится?}$$

Type – single choice.

What is the condition for a numerical series

$$\sum_{n=1}^{\infty} c_n \text{ to converge?}$$

- общий член c_n ряда стремится к нулю /
the general term c_n of the series tends to zero
- Частичные суммы ряда ограничены /
Partial sums of the series are limited
- Существует конечный предел частичных сумм /
There is a finite limit of partial sums (+)
- Ни при каком из вышеперечисленных условий /
None of the above conditions

10. Тип — одиночный выбор.

Что из перечисленного ниже является разложением функции $f(x) = x e^x$ в степенной ряд?

Type – single choice.

Which of the following expressions is the expansion of the function $f(x) = x e^x$ in the power series?

- $\sum_{n=0}^{\infty} x^n / n!$
- $\sum_{n=0}^{\infty} x^{n+1} / n! \quad (+)$
- $\sum_{n=1}^{\infty} x^{n-1} / n!$
- $\sum_{n=0}^{\infty} x^n$

6.4.4 Пример задания для зачета

Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского
Институт/факультет Информационных технологий математики и механики
Дисциплина Практикум по математическому анализу
БИЛЕТ № 1

1. Числовые множества / Numerical sets.

$$\frac{(1-85940)}{1-85940}$$

2. Вычислить / to calculate:

$$\frac{2}{9} + \frac{5}{18} = \frac{3}{6}$$

3. Упростить / to simplify: $\sqrt{\frac{2001}{5}}$

4. Найти область определения функции / Find the domain of the function

$$\sqrt{x^2-3} \in \mathbb{R}$$

Экзаменатор _____

Заведующий кафедрой _____

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература

Mariano Giaquinta, Giuseppe Modica Mathematical Analysis. An Introduction to Functions of Several Variables. 2009 . Birkhäuser Basel. eBook ISBN 978-0-8176-4612-7. DOI 10.1007/978-0-8176-4612-7. Hardcover ISBN 978-0-8176-4509-0. Softcover ISBN 978-0-8176-4507-6.

<http://www.springer.com/la/book/9780817645090>

б) дополнительная литература:

1. Grines V.Z., Gurevich E.Ya., Pochinka O.V. Precalculus – Nizhny Novgorod: Lobachevskiy University of Nizhny Novgorod, 2012.- 112 p. FEER, № 406.12.08.

2. Grines V.Z., Gurevich E.Ya., Pochinka O.V. Methods of integrals in examples and problems– Nizhny Novgorod: Lobachevskiy University of Nizhny Novgorod, 2013.

в) software and Internet resources

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

<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/calculus.htm>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой (лекционного и семинарского типа), 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.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО /ОС ННГУ _____.

Автор: к.ф.-м.н. доц. _____Круглов Е.В.

Рецензент _____

Заведующий кафедрой: д.ф.-м.н. _____Калинин А.В.

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики от 30.11.2022 года, протокол № 3.