

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт экономики

---

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ННГУ

протокол № 10 от 02.12.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Численные методы и их компьютерная реализация

---

Уровень высшего образования

Бакалавриат

---

Направление подготовки / специальность

09.03.03 - Прикладная информатика

---

Направленность образовательной программы

Прикладная информатика в экономике

---

Форма обучения

очная, заочная

---

г. Нижний Новгород

2025 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.14 Численные методы и их компьютерная реализация относится к части, формируемой участниками образовательных отношений 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
УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	<p>УК-1.1: Демонстрирует знание принципов сбора, отбора и обобщения информации, базирующихся на системном подходе</p> <p>УК-1.2: Демонстрирует умение соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности</p> <p>УК-1.3: Демонстрирует наличие практического опыта работы с информационными источниками, опыта научного поиска и представления научных результатов</p>	<p>УК-1.1: Знать приемы и виды вычислительных процедур, научиться выбирать оптимальный численный метод решения данной задачи, давать математические характеристики точности исходной информации и оценивать точность полученного численного решения.</p> <p>УК-1.2: Уметь использовать современные компьютерные технологии и пакеты прикладных программ для решения численных задач.</p> <p>УК-1.3: Владеть навыками численного решения прикладных задач.</p>	<p>Собеседование</p> <p>Тест</p> <p>Отчет по лабораторным работам</p> <p>Контрольная работа</p>	<p>Экзамен:</p> <p>Задачи</p> <p>Тест</p>

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная	заочная
Общая трудоемкость, з.е.	4	4
Часов по учебному плану	144	144

в том числе		
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>		
- занятия лекционного типа	32	6
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	16	6
- КСР	2	2
<b>самостоятельная работа</b>	<b>58</b>	<b>121</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>36</b> Экзамен	<b>9</b> Экзамен

### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)		в том числе								
			Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них						Самостоятельная работа обучающегося, часы		
			Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы		Всего				
	ОФ	ЗФ	ОФ	ЗФ	ОФ	ЗФ	ОФ	ЗФ	ОФ	ЗФ	
Тема 1. Погрешность результата численного решения задачи	14	22	4	1	2	1	6	2	8	20	
Тема 2. Численные методы решения нелинейных уравнений	19	22	6	1	3	1	9	2	10	20	
Тема 3. Численные методы линейной алгебры	19	20	6	1	3	1	9	2	10	18	
Тема 4. Приближение функций	19	20	6	1	3	1	9	2	10	18	
Тема 5. Численное дифференцирование	9	14	2	0.5	1	0.5	3	1	6	13	
Тема 6. Численное интегрирование	12	17	4	0.5	2	0.5	6	1	6	16	
Тема 7. Численные методы решения дифференциальных уравнений	14	18	4	1	2	1	6	2	8	16	
Аттестация	36	9									
КСР	2	2						2	2		
Итого	144	144	32	6	16	6	50	14	58	121	

### Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1. Погрешность результата численного решения задачи.

Источники и классификация погрешностей. Абсолютная и относительная погрешности вычислений.

Погрешности арифметических операций. Погрешность функции. Погрешность метода и вычислительная погрешность. Плохо обусловленные задачи. Обратная задача теории погрешностей.

Тема 2. Численные методы решения нелинейных уравнений.

Точные и итерационные методы. Скорость сходимости метода. Уточнение корней: метод дихотомии, метод хорд, метод Ньютона, метод секущих, метод простой итерации. Условия сходимости, погрешности методов. Определение всех корней функции на отрезке. Отделение корней алгебраических многочленов.

Тема 3. Численные методы линейной алгебры.

Решение систем линейных алгебраических уравнений: метод простой итерации, метод Зейделя, метод квадратного корня, метод прогонки. Условия сходимости итерационных методов, оценка погрешности. Число обусловленности матрицы.

Тема 4. Приближение функций.

Задача интерполяции. Многочлен Лагранжа. Интерполяционная формула Ньютона с разделенными разностями. Сходимость интерполяционных многочленов. Сплайн-интерполяция. Метод наименьших квадратов.

Тема 5. Численное дифференцирование.

Полиномиальные формулы. Оценка погрешности.

Тема 6. Численное интегрирование.

Простейшие квадратурные формулы. Формула прямоугольников. Формула трапеций. Формула Симпсона.

Тема 7. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.

Метод Эйлера решения задачи Коши. Неявный метод Эйлера. Метод Эйлера-Коши. Неявный метод Эйлера-Коши. Метод Эйлера-Коши с итерационной обработкой. Построение, погрешность аппроксимации.

#### **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:

Численные методы и их компьютерная реализация, <https://e-learning.unn.ru/enrol/index.php?id=4708>.

Иные учебно-методические материалы:

Цель самостоятельной работы - формирование навыков непрерывного самообразования и профессионального совершенствования.

Самостоятельная работа способствует формированию аналитического и творческого мышления, совершенствует способы организации исследовательской деятельности, воспитывает целеустремленность, системность и последовательность в работе студентов, развивает у них навык завершать начатую работу.

Основные виды самостоятельной работы студентов:

- работа с основной и дополнительной литературой;
- изучение категориального аппарата дисциплины;
- самостоятельное изучение тем дисциплины;
- подготовка докладов-презентаций;
- подготовка к экзамену;
- работа в библиотеке;
- изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет.

Работа с основной и дополнительной литературой

Изучение рекомендованной литературы следует начинать с учебников и учебных пособий, затем переходить к научным монографиям и материалам периодических изданий. Работа с литературой предусматривает конспектирование наиболее актуальных и познавательных

материалов. Это не только мобилизует внимание, но и способствует более глубокому осмыслению материала, его лучшему запоминанию, а также позволяет студентам проводить систематизацию и сравнительный анализ изучаемой информации. Таким образом, конспектирование – одна из основных форм самостоятельного труда, которая требует от студента активно работать с учебной литературой и не ограничиваться конспектом лекций. Студент должен уметь самостоятельно подбирать необходимую литературу для учебной и научной работы, уметь обращаться с предметными каталогами и библиографическим справочником библиотеки.

Изучение категориального аппарата дисциплины

Изучение и осмысление экономических категорий требует проработки лекционного материала, выполнения практических заданий, изучение словарей, энциклопедий, справочников.

Индивидуальная самостоятельная работа студента направлена на овладение и грамотное применение экономической терминологии в области компьютерного моделирования.

Самостоятельное изучение тем дисциплины

Особое место отводится самостоятельной проработке студентами отдельных разделов и тем изучаемой дисциплины. Такой подход вырабатывает у студентов инициативу, стремление к увеличению объема знаний, умений и навыков, всестороннего овладения способами и приемами профессиональной деятельности.

Изучение вопросов определенной темы направлено на более глубокое усвоение основных категорий экономической теории, понимание экономических процессов, происходящих в обществе, совершенствование навыка анализа теоретического и эмпирического материала.

Подготовка докладов-презентаций

Написание докладов и подготовка презентации позволяет студентам глубже изучить темы курса, самостоятельно освоить изучаемый материал, пользуясь учебными пособиями и научными работами. Тема реферата может назначаться преподавателем или инициироваться студентом.

Подготовка к экзамену

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине проходит в виде экзамена и предусматривает оценку. Условием успешного прохождения промежуточной аттестации является систематическая работа студента в течение семестра. В этом случае подготовка к экзамену является систематизацией всех полученных знаний по данной дисциплине.

Рекомендуется внимательно изучить перечень вопросов к экзамену, а также использовать в процессе обучения программу, учебно-методический комплекс, другие методические материалы.

Желательно спланировать троекратный просмотр материала перед экзаменом. Во-первых, внимательное чтение с осмыслением, подчеркиванием и составлением краткого плана ответа. Во-вторых, повторная проработка наиболее сложных вопросов. В-третьих, быстрый просмотр материала или планов ответов для его систематизации в памяти.

Самостоятельная работа в библиотеке

Важным аспектом самостоятельной подготовки студентов является работа с библиотечным фондом.

Это работа предполагает различные варианты повышения профессионального уровня студентов:

- а) получение книг для подробного изучения в течение семестра на научном абонементе;
- б) изучение книг, журналов, газет - в читальном зале;
- в) возможность поиска необходимого материала посредством электронного каталога;

г) получение необходимых сведений об источниках информации у сотрудников библиотеки.

Изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет

Ресурсы Интернет являются одним из альтернативных источников быстрого поиска требуемой информации. Их использование возможно для получения основных и дополнительных сведений по изучаемым материалам. Необходимо помнить об оформлении ссылок на Интернет-источники.

Для повышения эффективности самостоятельной работы студентов преподавателю целесообразно использовать следующие виды деятельности:

- консультации,
- выдача заданий на самостоятельную работу,
- информационное обеспечение обучения,
- контроль качества самостоятельной работы студентов.

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

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используется электронный курс

«Численные методы и их компьютерная реализация» по адресу

<https://e-learning.unn.ru/enrol/index.php?id=4708>, созданный в системе электронного обучения ННГУ - <https://e-learning.unn.ru/>.

## **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 - Собеседование) для оценки сформированности компетенции УК-1:**

1. Погрешность результата численного решения задачи. Виды погрешностей.
2. Точность машинного представления чисел с плавающей запятой.
3. Погрешности арифметических операций.
4. Корректность задач и устойчивость методов их решения.
5. Решение нелинейных уравнений.
6. Отделение корней нелинейных уравнений.
7. Скорость сходимости итерационных методов.
8. Методы уточнения корней нелинейных уравнений.
9. Метод половинного деления решения нелинейного уравнения.

10.Метод хорд решения нелинейного уравнения.
11.Метод Ньютона решения нелинейного уравнения.
12.Модифицированный метод Ньютона решения нелинейного уравнения.
13.Метод секущих решения нелинейного уравнения.
14.Метод простой итерации решения нелинейного уравнения.
15.Условия сходимости и оценка погрешности каждого метода решения нелинейных уравнений.
16.Определение всех корней функции на отрезке.
17.Методы отделения корней алгебраического многочлена.
18.Метод понижения порядка определения всех корней алгебраического многочлена.
19.Методы решения систем линейных алгебраических уравнений.
20.Нормы векторов и матриц.
21.Обусловленность матриц.
22.Пример плохо обусловленной системы линейных алгебраических уравнений.
23.Метод простой итерации решения систем линейных алгебраических уравнений.
24.Метод Зейделя решения систем линейных алгебраических уравнений.
25.Условия сходимости и оценка погрешности метода простой итерации решения систем линейных алгебраических уравнений.
26.Метод Ньютона решения систем нелинейных уравнений.
27.Метод простой итерации решения систем нелинейных уравнений.
28.Методы приближения функций.
29.Приближение функций многочленами Тейлора.
30.Интерполяционный многочлен Лагранжа.
31.Интерполяционный многочлен Ньютона.
32.Погрешность интерполяционных многочленов.
33.Метод наименьших квадратов приближения функций.

34.Постановка задачи численного дифференцирования функций.
35.Дифференцирование интерполяционного полинома Ньютона.
36.Дифференцирование с использованием ряда Тейлора.
37.Постановка задачи численного интегрирования.
38.Численное интегрирование с использованием ряда Тейлора.
39.Квадратурные формулы численного интегрирования.
40.Численное интегрирование по методу прямоугольников.
41.Численное интегрирование по методу трапеций.
42.Метод Симпсона численного интегрирования.
43.Погрешность численного интегрирования по методу прямоугольников и трапеций.
44.Погрешность численного интегрирования методом Симпсона.
45.Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.
46.Метод Эйлера решения задачи Коши.
47.Неявный метод Эйлера.
48.Метод Эйлера-Коши.
49.Неявный метод Эйлера-Коши.

#### **Критерии оценивания (оценочное средство - Собеседование)**

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	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	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно» или на уровне «плохо»

### 5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции УК-1:

Выберите один или несколько правильных ответов на поставленный вопрос.

#### 1 вопрос

Приближенным числом а называют число, незначительно отличающиеся от

- a) приблизительного А
- b) неточного А
- c) среднего А
- d) точного А

#### 2 вопрос

Относительная погрешность

- a)  $\sigma = \Delta / |A|$
- b)  $\sigma = \Delta$
- c)  $\sigma = a - A$

#### 3 вопрос

Методы решения уравнений делятся на:

- a) Определенные и неопределенные
- b) Прямые и косвенные
- c) Прямые и итерационные
- d) Начальные и конечные
- e) Простые и сложные

#### 4 вопрос

Формулы для нахождения многочлена, принимающего в данных точках

$x_i$  ( $i = 0; 1; \dots; n$ ) данные значения  $P_n(x_i)$  называются:

- a) аналитическими
- b) интерполяционными
- c) итерационными
- d) численными

#### 5 вопрос

Какой интерполяционный многочлен соответствует таблице

i	0	1	2
x	-2	-1	0
y	2	14	-1

a)  $y = 2x^2 + x - 1$

b)  $y = 3x^2 + x - 1$

c)  $y = 4x^2 - x - 1$

d)  $y = 6x^2 + x - 1$

Выберите один или несколько правильных ответов на поставленный вопрос.

### 1 вопрос

Под ошибкой или погрешностью  $\Delta a$  приближенного числа  $a$  обычно понимается

a)  $\Delta a = A - a$

b)  $\Delta a = A + a$

c)  $\Delta a = A/a$

где  $A$  – точное число

### 2 вопрос

Определить предельную абсолютную погрешность числа  $a = 3,14$ , заменяющего число  $\pi = 3,1415926535$

a) 0,001

b) 0,002

c) 3,141

d) 0,2

e) 0,003

### 3 вопрос

Какой из методов решения нелинейного уравнения имеет наивысшую скорость сходимости?

a) Метод половинного деления

b) Метод хорд

- с) Метод Ньютона
- d) Метод секущих
- е) Метод простой итерации

#### 4 вопрос

Функция задана таблицей:

	0	1	2
x-	0	1	
1			
y2-	0		
1			

соответствующий интерполяционный многочлен имеет вид

- a)  $y = 7x^2 - x - 1$
- b)  $y = 2x^2 - x - 1$
- c)  $y = 3x^2 + 5x - 1$
- d)  $y = 2x^2 - 5x + 1$

#### 5 вопрос

Методы решения систем уравнений делятся на:

- a) Прямые и итерационные
- b) Прямые и косвенные
- с) Определенные и неопределенные
- d) Начальные и конечные
- е) Простые и сложные

#### Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
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

Оценка	Критерии оценивания
	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»
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»

### 5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции УК-1:

Лабораторная работа 1. Погрешность результата численного решения задачи.

Составить программу вычисления функции с использованием разложения в ряд. Суммирование прекращать, когда очередное слагаемое станет по модулю меньше заданного значения.

Сравнить результаты вычисления функции в различных точках области сходимости ряда со значениями, полученными с помощью стандартных программ. Вывести требуемое количество слагаемых. Оценить погрешности метода и вычислений. Предложить наиболее рациональный алгоритм вычисления функции.

Лабораторная работа 2. Численные методы решения нелинейных уравнений.

2.1 Написать программу нахождения одного из корней заданного уравнения  $f(x)=0$  методами

1. Деления отрезка пополам
2. Хорд
3. Ньютона
4. Секущих
5. Простой итерации

С помощью анализа функции  $f(x)$  подобрать отрезок локализации корня, на котором выполняются условия сходимости всех методов. Используя программу, найти корень каждым методом. Итерации завершать по достижении заданной близости двух соседних приближений. В отчете привести формулы расчета погрешности последнего приближения через два последних приближения, найти эти погрешности. Сравнить результаты решения различными

методами по точности, по числу итераций и по числу вычисления функций. Привести графическую иллюстрацию каждого метода.

2.2 Написать программу нахождения всех корней уравнения. Для функции–многочлена применить метод понижения порядка, использовать способы отделения корней алгебраического многочлена.

Лабораторная работа 3. Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений.

Написать программу решения систем линейных алгебраических уравнений методом простой итерации или методом Зейделя. Итерации завершать по достижении заданной близости двух соседних приближений по выбранной норме. Выполнить расчеты для заданной системы уравнений. Предварительно проверить условие сходимости метода. В программе предусмотреть преобразование системы уравнений с преобладающими диагональными коэффициентами к виду с выполненными условиями сходимости.

В отчете привести формулы расчета погрешности последнего приближения через два последних приближения, найти эту погрешность.

Лабораторная работа 4. Приближение функций.

Построить (вручную или программно) интерполяционные полиномы Лагранжа и Ньютона для таблично заданной функции. Оценить значение погрешности интерполяции в промежуточной точке для аналитически заданной функции.

**Критерии оценивания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам)**

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	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	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно» или на уровне «плохо»

#### **5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции УК-1:**

У заочного отделения учебным планом предусмотрена контрольная работа.

Требования к контрольной работе:

- контрольную набирают в Word или другом текстовом редакторе с аналогичным функционалом;
- при наборе нужно использовать шрифт Times New Roman;
- интервал между строк — полуторный;
- размер шрифта — 14;
- текст выравнивается по ширине;
- в тексте делают красные строки с отступом в 12,5 мм;

- нижнее и верхнее поля страницы должны иметь отступ в 20 мм;
- слева отступ составляет 30 мм, справа — 15 мм;
- контрольная всегда нумеруется с первого листа, но на титульном листе номер не ставят;
- номер страницы в работе всегда выставляется в верхнем правом углу;
- заголовки работы оформляются жирным шрифтом;
- в конце заголовков точка не предусмотрена;
- заголовки набираются прописными буквами;
- все пункты и разделы в работе должны быть пронумерованы арабскими цифрами;
- названия разделов размещаются посередине строки, подразделы – с левого края;
- работа распечатывается в принтере на листах А4;
- текст должен располагаться только на одной стороне листа.

Работа имеет такую структуру:

1. Титульный лист;
2. Оглавление и введение;
3. Основной текст контрольной;
4. Заключительная часть работы;
5. Перечень использованной литературы и источников;
6. Дополнения и приложения.

Темы контрольных работ

1. Приближенные числа и действия над ними
2. Приближенные решения алгебраических и трансцендентных уравнений
3. Решение систем линейных алгебраических уравнений
4. Интерполирование и экстраполирование функций
5. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений

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

Оценка	Критерии оценивания
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

Оценка	Критерии оценивания
	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»
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. 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	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном

			все задания, но не в полном объеме	Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	в полном объеме, но некоторые с недочетами	и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	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 некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым 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	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

**5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:**

**5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции УК-1**

### Задание 1

Найти положительный корень нелинейного уравнения методом Ньютона с точностью  $10^{-3}$ .

$$x^5 - 7x^2 + 3 = 0$$

### Задание 2

Решить систему нелинейных уравнений методом Ньютона с точностью  $10^{-3}$ .

Найти одно из решений.

$$\begin{aligned}(x_1^2 + 16)x_2 &= 64 \\ (x_1 - 2)^2 + (x_2 - 2)^2 &= 16\end{aligned}$$

### Задание 3

Для таблично заданной функции построить интерполяционный многочлен Лагранжа.

Вычислить значение многочлена в точке  $x^*=1.5$

$i$	0	1	2	3	4
$x_i$	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0
$f_i$	1.0	0.8660 3	0.5	0.0	-0.5

### Задание 4

Решить систему линейных алгебраических уравнений методом простой итерации с точностью  $10^{-3}$ .

### Задание 5

Вычислить определенный интеграл методом трапеций с шагом  $h$ .

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

Оценка	Критерии оценивания
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»
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»

### 5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции УК-1

Прочитайте текст и дайте ответ, соответствующий смысловому содержанию вопроса

№	Вопрос
1	Приближенным числом $a$ называется число
2	Относительная погрешностью $\delta_a$ находится по формуле
3	Заданы два приближенных числа $a=3 \pm 0,2$ и $b=5,3 \pm 0,03$ . Тогда предельная абсолютная погрешность разности этих чисел равна...
4	Предельная абсолютная погрешность числа $a=31,2345$ , у которого все цифры верные (в широком смысле) равна...
5	Три итерации по методу половинного деления при решении уравнения $x^2-45,4=0$ на отрезке от 4 до 8 требуют последовательного вычисления значений функции

	$f(x) = x^2 - 45,4$ в точках...
6	Один из корней уравнения $x^2 - 12x - 4 = 0$ локализован на интервале $[2, 5]$ , тогда при уточнении этого корня методом хорд за точку $x_0$ начального приближения следует принять ...
7	Отделить (локализовать) корни нелинейного уравнения - это значит
8	При применении метода касательных при выборе начального приближения корня необходимо руководствоваться следующим правилом: за исходную точку следует выбирать тот конец отрезка $[a, b]$ , в котором
9	Итерационный процесс решения системы линейных алгебраических уравнений сходится, если для нормы матрицы перехода $S$ выполняется условие...
10	Методы, позволяющие за конечное число действий найти точное решение системы, если входная информация задана точно и вычисления велись без округлений – это
11	Если аппроксимирующая функция составляется из отдельных многочленов, как правило, одинаковой небольшой степени, определенных каждый на своей части отрезка $[a, b]$ , то такая аппроксимация называется
12	Необходимо решить уравнение $dy/dx = f(x, y)$ при начальном условии $y(0) = 1$ , шаг с точностью $O(10^{-4})$ . Чему равен шаг $h$ , если разностная схема имеет второй порядок точности?

Ключи

В качестве верных ответов приведены эталонные/идеальные варианты. Верный ответ – соответствие смысловому содержанию.

№	Верный ответ	Критерии
1	Число незначительно отличающееся от точного числа $A$ и заменяющее его в вычислениях	1 балл – полное или частичное (не менее 50%) смысловое соответствие  0 баллов – остальные случаи
2	$\delta A = \Delta A /  A $	1 балл – полное или частичное (не менее 50%) смысловое соответствие  0 баллов – остальные случаи
3	0,23	1 балл – полное или частичное (не менее 50%) смысловое соответствие  0 баллов – остальные случаи
4	0,0001	1 балл – полное или частичное (не менее 50%) смысловое соответствие  0 баллов – остальные случаи

5	$x_1=4; x_2=6; x_3=7$	1 балл –полное или частичное (не менее 50%) смысловое соответствие  0 баллов – остальные случаи
6	$x_0=2$	1 балл –полное или частичное (не менее 50%) смысловое соответствие  0 баллов – остальные случаи
7	Разбить всю область допустимых значений на отрезки, в каждом из которых содержится один корень	1 балл –полное или частичное (не менее 50%) смысловое соответствие  0 баллов – остальные случаи
8	Знак функции совпадает со знаком второй производной	1 балл –полное или частичное (не менее 50%) смысловое соответствие  0 баллов – остальные случаи
9	$\ S\ <1$	1 балл –полное или частичное (не менее 50%) смысловое соответствие  0 баллов – остальные случаи
10	Прямые методы	1 балл –полное или частичное (не менее 50%) смысловое соответствие  0 баллов – остальные случаи
11	Интерполирование сплайнами	1 балл –полное или частичное (не менее 50%) смысловое соответствие  0 баллов – остальные случаи
12	$10^{-2}$	1 балл –полное или частичное (не менее 50%) смысловое соответствие  0 баллов – остальные случаи

### Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
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»

Оценка	Критерии оценивания
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»
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»

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

### Основная литература:

1. Гулин Алексей Владимирович. Введение в численные методы в задачах и упражнениях : Учебное пособие / Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова. - 1. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2022. - 368 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-16-012876-4. - ISBN 978-5-16-101108-9., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=792022&idb=0>.
2. Казарян Маретта Леоновна. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ : Сборник / Северо-осетинская государственная медицинская академия; Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет); Северо-осетинская государственная медицинская академия; Тольяттинский государственный университет; Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Владикавказский ф-л; Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2018. - 150 с. - ВО - Кадры высшей квалификации. - ISBN 978-5-16-106772-7., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=623516&idb=0>.
3. Савенкова Н.П. Численные методы в математическом моделировании : Учебное пособие. - 2-е изд. - Москва : ООО "АРГАМАК-МЕДИА", 2019. - 176 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-00024-019-9. - ISBN 978-5-16-101124-9. - ISBN 978-5-16-009705-3., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=631685&idb=0>.

### Дополнительная литература:

1. Колдаев Виктор Дмитриевич. Численные методы и программирование : Учебное пособие / Московский институт электронной техники. - 1. - Москва : Издательский Дом "ФОРУМ", 2022. - 336 с. - Среднее профессиональное образование. - ISBN 978-5-8199-0779-5. - ISBN 978-5-16-101025-9. - ISBN 978-5-16-013823-7., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?>

Action=FindDocs&ids=770881&idb=0.

2. Пантелеев Андрей Владимирович. Численные методы. Практикум : Учебное пособие / Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет). - 1. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2023. - 512 с. - (Высшее образование). - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-16-018445-6. - ISBN 978-5-16-105242-6.,  
<https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=874062&idb=0>.

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

- 1 Пакет прикладных программ Visual Studio, DevC++.
- 2 Электронно-библиотечная система «КнигаФонд»: <http://www.knigafund.ru/>.
- 3 Электронно-библиотечная система «Лань»: <http://e.lanbook.com/>.
- 4 Электронно-библиотечная система «Znaniy.com»: <http://znaniy.com/>.

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: компьютерная техника с подключением к сети «Интернет», экран, проектор для вывода мультимедиа материалов на экран, динамики для воспроизведения звука, доска. Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 09.03.03 - Прикладная информатика.

Автор(ы): Эппель Александр Эрнстович, кандидат технических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Трифонов Юрий Васильевич, доктор экономических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 12.11.2024, протокол № 5.