

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**

Основы компьютерных наук

---

Уровень высшего образования

Бакалавриат

---

Направление подготовки / специальность

01.03.01 - Математика

---

Направленность образовательной программы

Математика (общий профиль)

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.19 Основы компьютерных наук 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
УК-3: Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	УК-3.1: Знает основы социального взаимодействия УК-3.2: Умеет осуществлять социальное взаимодействие, реализовывать свою роль при работе в команде УК-3.3: Владеет навыками распределения ролей при работе в команде	УК-3.1: Уметь распределять роли при исполнении проекта.  УК-3.2: Уметь осуществлять социальное взаимодействие, реализовывать свою роль при работе в команде  УК-3.3: Владеть навыками коммуникации для эффективной реализации проекта в составе команды	Проект	Зачёт: Контрольные вопросы
ОПК-4: Способен решать задачи профессиональной деятельности с использованием существующих информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	ОПК-4.1: Знает существующие информационно-коммуникационные технологии и основы и требования информационной безопасности ОПК-4.2: Умеет решать задачи профессиональной деятельности с использованием существующих информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	ОПК-4.1: Знать основные методы численного решения систем обыкновенных и дифференциальных уравнений.  ОПК-4.2: Уметь определять погрешность метода. Уметь составлять программы с использованием рекурсии и функций высших порядков. Уметь пользоваться интерактивной системой доказательств Coq.  ОПК-4.3: Владеть навыками	Задания Задачи	Зачёт: Контрольные вопросы

	ОПК-4.3: Владеет существующими информационно-коммуникационными технологиями с учетом основных требований информационной безопасности	составления формализованных доказательств корректности программ.		
--	--	--	--	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная</b>
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>10</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>360</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	<b>0</b>
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	<b>120</b>
- КСР	<b>4</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>236</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, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
0 ф 0	0 ф 0	0 ф 0	0 ф 0	0 ф 0	
1. Теория погрешностей	5		2	2	3
2. Теория интерполирования	17		8	8	9
3. Численное интегрирование	13		6	6	7
4. Конечно-разностные формулы численного дифференцирования	9		4	4	5
5. Метод Гаусса решения СЛАУ	9		4	4	5
6. Метод прогонки решения СЛАУ с трехдиагональной матрицей	9		4	4	5

7. Метод простой итерации итерационного решения СЛАУ	9		4	4	5
8. Метод Ньютона решения нелинейного уравнения	11		5	5	6
9. Метод Ньютона решения системы нелинейных уравнений	11		5	5	6
10. Метод Эйлера решения задачи Коши для ОДУ первого порядка.	9		4	4	5
11. Семейство явных двухэтапных методов Рунге-Кутта	9		4	4	5
12. Метод дифференциальной прогонки решения краевых задач для ОДУ	9		4	4	5
13. Метод конечных разностей для уравнений в частных производных	11		6	6	5
14. Спектральный признак устойчивости Неймана	11		4	4	7
15. Основы языка программирования Racket и функционального программирования	25		8	8	17
16. Использование рекурсии при реализации алгоритмов	27		8	8	19
17. Построение абстракций при помощи данных	27		8	8	19
18. Макропрограммирование в языке Racket	26		8	8	18
19. Введение, основная методология системы интерактивных доказательств Coq	18		4	4	14
20. Работа с логическими связками	18		4	4	14
21. Теория отношений	18		4	4	14
22. Средства функционального программирования в Coq	18		4	4	14
23. Доказательства по индукции	18		4	4	14
24. Верификация функциональных программ	19		4	4	15
Аттестация	0				
КСР	4			4	
Итого	360	0	120	124	236

### Содержание разделов и тем дисциплины

1. Теория погрешностей
2. Теория интерполирования
3. Численное интегрирование
4. Конечно-разностные формулы численного дифференцирования
5. Метод Гаусса решения СЛАУ
6. Метод прогонки решения СЛАУ с трехдиагональной матрицей
7. Метод простой итерации итерационного решения СЛАУ
8. Метод Ньютона решения нелинейного уравнения
9. Метод Ньютона решения системы нелинейных уравнений
10. Метод Эйлера решения задачи Коши для ОДУ первого порядка.
11. Семейство явных двухэтапных методов Рунге-Кутта
12. Метод дифференциальной прогонки решения краевых задач для ОДУ
13. Метод конечных разностей для уравнений в частных производных
14. Спектральный признак устойчивости Неймана
15. Основы языка программирования Racket и функционального программирования
16. Использование рекурсии при реализации алгоритмов

17. Построение абстракций при помощи данных
18. Макропрограммирование в языке Racket
19. Введение, основная методология системы интерактивных доказательств Coq
20. Работа с логическими связками
21. Теория отношений
22. Средства функционального программирования в Coq
23. Доказательства по индукции
24. Верификация функциональных программ

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе, в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 4 ч.

#### **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:

Основы компьютерных наук 4 курс (математика), <https://e-learning.unn.ru/enrol/index.php?id=4493>.

Иные учебно-методические материалы:

Выполнение домашних практических заданий с последующей проверкой и обсуждением.

1) Сборник заданий для самостоятельной работы по курсу «Численные методы». Часть 1. Учебно-методическое пособие. / Авторы: Игумнов Л.А., Котов В.Л., Литвинчук С.Ю., Чекмарев Д.Т. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2014. – 77с. –Фонд образовательных электронных ресурсов. Рег. № 810.14.06.

[http://www.unn.ru/books/met\\_files/Igumnov.pdf](http://www.unn.ru/books/met_files/Igumnov.pdf)

2) Сборник заданий для самостоятельной работы по курсу «Численные методы». Часть 2. Учебно-методическое пособие / Авторы: Игумнов Л.А., Котов В.Л., Литвинчук С.Ю., Чекмарев Д.Т. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2015. – 69с. –Фонд образовательных электронных ресурсов. Рег. № 915.15.06. [http://www.unn.ru/books/met\\_files/Igumnov2.pdf](http://www.unn.ru/books/met_files/Igumnov2.pdf)

#### **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 - Проект) для оценки сформированности компетенции УК-3:**

Проекты выполняются командами по 2-3 человека. В каждом задании нужно написать программу на С++ вместе со спецификацией и доказать корректность программы в С++.

1. Проверить, является ли массив отсортированным по возрастанию.
2. Найти второй по величине элемент в массиве. Можно сделать предположение, что в массиве  $\geq 2$  элементов и все элементы разные.
3. Определить, встречается ли число в массиве.
4. Найти наибольший делитель (не обязательно простой) числа, строго меньший самого числа.
5. Проверка простоты числа.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Проект)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Ответ полный и правильный на основании изученной теории; теоретический материал и решение поставленных задач изложены в необходимой логической последовательности, грамотный научный язык; ответ самостоятельный. Могут быть допущены две-три несущественные ошибки, исправленные по требованию преподавателя
не зачтено	Ответ обнаруживает непонимание студентом основного содержания учебного материала или допущены существенные ошибки, которые не могут быть исправлены при наводящих вопросах преподавателя

### 5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ОПК-4:

#### Вариант 1

$25.1 \cdot 1.743 = ?$	$L_2(x) = ?, x = \{0, 1/2, 1\},$ $F(x) \equiv (6x - 5)^3$	$H_2(x) = ?, x = \{1, 1, 2\}, F(x) \equiv$ $(6x - 5)^3$
$\int_{3/2}^{7/2} (6x - 5)^2 dx = ?$	$x_1 + x_2 + x_3 = 1,$ $8x_1 + 12x_2 + 14x_3 = 14,$ $2x_1 + 4x_2 + x_3 = 6.$	$x_1 - x_2 = 3,$ $3x_1 + 3x_2 - 12x_3 = 27,$ $3x_2 + x_3 - 14x_4 = 30,$ $2x_3 + 2x_4 = 13.$
$x_1 = \frac{1}{3}x_1 + \frac{1}{2}x_2 + 1,$ $x_2 = x_1 + \frac{1}{3}x_2 + 1.$ $x^{(0)} = (1, 1)^T$	$\forall A \forall x = ? , A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 2 \\ 2 & 1 & 3 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$	$M_A = ?, A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 3 \end{bmatrix}.$

2. Телефонная книга содержит имена и телефоны. Разработать структуру данных телефонная запись и телефонная книга, а также функции whose-number, которая по номеру определяет имя; phone-number, которая по имени выдаёт номер

### Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Ответ полный и правильный на основании изученной теории; теоретический материал и решение поставленных задач изложены в необходимой логической последовательности, грамотный научный язык; ответ самостоятельный. Могут быть допущены две-три

Оценка	Критерии оценивания
	несущественные ошибки, исправленные по требованию преподавателя
не зачтено	Ответ обнаруживает непонимание студентом основного содержания учебного материала или допущены существенные ошибки, которые не могут быть исправлены при наводящих вопросах преподавателя

### 5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ОПК-4:

1. Вычислить произведение и определить погрешность вычислений, считая все цифры в записи сомножителей верными значащими в узком смысле. Округлить сомнительные цифры результата, оставив только верные знаки.
2. Для заданных узлов и функции построить таблицу интерполяции и интерполяционный полином Лагранжа. Вычислить и оценить погрешность в точке, сравнить полученные значения. Объяснить результат
3. Для заданных узлов и функции построить таблицу разделенных разностей и интерполяционный полином Эрмита. Вычислить и оценить погрешность в точке, сравнить полученные значения. Объяснить результат
4. Вычислить определенный интеграл по составной формуле трапеций с одним и двумя отрезками разбиения. Вычислить и оценить погрешности, сравнить полученные значения. Применить правило Рунге практической оценки погрешности, уточнить результат по Ричардсону, сравнить с точным значением. Объяснить результат
5. Решить систему линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) методом Гаусса с частичным выбором главного элемента. В процессе решения получить  $LU$  – разложение исходной матрицы системы, найти ее определитель. Получить обратную матрицу и число обусловленности системы

### Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Ответ полный и правильный на основании изученной теории; теоретический материал и решение поставленных задач изложены в необходимой логической последовательности, грамотный научный язык; ответ самостоятельный. Могут быть допущены две-три несущественные ошибки, исправленные по требованию преподавателя
не зачтено	Ответ обнаруживает непонимание студентом основного содержания учебного материала или допущены существенные ошибки, которые не могут быть исправлены при наводящих вопросах преподавателя

### 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 все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми 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

	<b>отлично</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	<b>очень хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	<b>хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	<b>удовлетворительно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
<b>не зачтено</b>	<b>неудовлетворительно</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	<b>плохо</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

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

#### 5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции УК-3

1. Классификация погрешности
2. Классические методы интерполирования
3. Принципы реализации базовых конструкций программирования в языках функционального типа
4. Использование разделов и релятивизация теорем

#### 5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-4

1. Классификация погрешности
2. Классические методы интерполирования
3. Принципы реализации базовых конструкций программирования в языках функционального типа
4. Использование разделов и релятивизация теорем

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

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
не зачтено	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки

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

Основная литература:

1. Самарский Александр Андреевич. Численные методы : [учеб. пособие для вузов по специальности "Прикладная математика"]. - М. : Наука, 1989. - 429, [1] с. : ил. - ISBN 5-02-013996-3 (в пер.) : 1.20., 44 экз.
2. Бахвалов Н. С. Численные методы : учеб. пособие для студентов физ.-мат. спец. вузов / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2003. - 632 с. : ил. - (Технический университет). - ISBN 5-94774-060-5 : 165.00., 45 экз.

Дополнительная литература:

1. Годунов Сергей Константинович. Разностные схемы. Введение в теорию : [для ун-тов и вузов по специальности "Приклад. математика"]. - М. : Наука, 1973. - 400 с. : с черт. - 1.00., 4 экз.
2. Годунов Сергей Константинович. Разностные схемы : введ. в теорию : [учеб. пособие для ун-тов и вузов по специальности "Приклад. математика"]. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Наука, 1977. - 439 с. : ил. - 1.14., 3 экз.
3. Сборник заданий для самостоятельной работы по курсу "Численные методы" : учебно-методическое пособие. Ч. 1 / Л. А. Игумнов, В. Л. Котов, С. Ю. Литвинчук, Д. Т. Чекмарев ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2014. - 77 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=850573&idb=0>.
4. Сборник заданий для самостоятельной работы по курсу «Численные методы» : учебно-методическое пособие. Ч. 2 / Л. А. Игумнов, В. Л. Котов, С. Ю. Литвинчук, Д. Т. Чекмарев ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2015. - 69 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=850035&idb=0>.
5. Кубенский А. А. Функциональное программирование / Кубенский А. А. - Москва : Юрайт, 2022. - 348 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/490015> (дата обращения: 05.01.2022). - ISBN 978-5-9916-9242-7 : 1079.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=786689&idb=0>.

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

1. Крупский В.Н., Кузнецов С.Л. Практикум по математической логике. Соq. МГУ, кафедра математической логики и теории алгоритмов. <http://www.mi.ras.ru/~sk/lehre/coq/>
2. Система интерактивных доказательств Coq <https://coq.inria.fr/>
3. Язык программирования Racket <https://racket-lang.org/>

## **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: проектор

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 01.03.01 - Математика.

Автор(ы): Котов Василий Леонидович, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник

Сабаева Татьяна Анатольевна, кандидат физико-математических наук, доцент

Макаров Евгений Маратович.

Заведующий кафедрой: Игумнов Леонид Александрович, доктор физико-математических наук.

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