

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
президиумом Ученого совета ННГУ
протокол от
«14» декабря 2021 г. № 4

Рабочая программа дисциплины

Основы компьютерных наук

Уровень высшего образования
бакалавриат

Направление подготовки / специальность

02.03.01 Математика и компьютерные науки

Направленность образовательной программы
Общий профиль

Форма обучения
Очная

Нижегород

2022 год

1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Основы компьютерных наук» (Б1.О.19) относится к обязательной части ООП, преподается в 5, 6, 7 и 8 семестрах.

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
1	Блок 1. Дисциплины (модули) Обязательная часть	Дисциплина Б1.0.19, «Основы компьютерных наук», относится к обязательной части ООП направления подготовки 02.03.01 Математика и компьютерные науки

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	
УК-3: Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	УК-3.1. Знать основы социального взаимодействия. УК-3.2. Уметь осуществлять социальное взаимодействие, реализовывать свою роль при работе в команде. УК-3.3. Владеть навыками распределения ролей при работе в команде.	Уметь распределять роли при исполнении проекта. Владеть навыками коммуникации для эффективной реализации проекта в составе команды.	Проект
ОПК-4. Способен находить, анализировать, реализовывать программы и использовать на практике математические алгоритмы, в том числе с применением современных	ОПК-4.1. Знает теорию алгоритмов, методологии и технологии программирования ОПК-4.2. Умеет находить, анализировать, реализовывать программно математические алгоритмы, в том числе с применением современных вычислительных систем	Знать основные методы технологии программирования. Уметь составлять программы с использованием рекурсии и функций высших порядков.	Собеседование, контрольные работы, задачи

вычислительных систем	ОПК-4.3. Имеет практический опыт программной реализации математических алгоритмов	Владеть навыками составления формализованных доказательств корректности программ.	
ОПК-5. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	<p>ОПК-5.1. Знает основы операционных систем, систем управления базами данных, компьютерных сетей, архитектуры информационных систем</p> <p>ОПК-5.2. Умеет использовать существующие информационно-коммуникационные технологии при решении задач профессиональной деятельности</p> <p>ОПК-5.3. Имеет практические навыки использования информационно-коммуникационных технологий при решении задач профессиональной деятельности</p>	<p>Знать погрешность методов.</p> <p>Уметь пользоваться интерактивной системой доказательств Coq.</p> <p>Владеть навыками использования информационно-коммуникационных технологий, формализованных доказательств корректности программ</p>	Собеседование, контрольные работы, задачи

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения
Общая трудоемкость	9 ЗЕТ
Часов по учебному плану	324
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа)	122

самостоятельная работа	202
Контроль	
Промежуточная аттестация – зачет	

3.2. Содержание дисциплины

	Раздел дисциплины	Семестр	Всего	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа обучающегося, часы
				Лек.	Пр.	Лаб.	Всего	
1	Теория погрешностей	5	5			2	2	3
2	Теория интерполирования.	5	17			8	8	9
3	Численное интегрирование	5	13			6	6	7
4	Конечно-разностные формулы численного дифференцирования	5	9			4	4	5
5	Метод Гаусса решения СЛАУ	5	9			4	4	5
6	Метод прогонки решения СЛАУ с трехдиагональной матрицей	5	9			4	4	5
7	Метод простой итерации итерационного решения СЛАУ	5	9			4	4	5
	Текущий контроль (КСР)	5	1				1	
	Промежуточная аттестация — зачёт							
	Итого 5 семестр		73			32	33	39
8	Метод Ньютона решения нелинейного уравнения	6	11			5	5	6
9	Метод Ньютона решения системы нелинейных уравнений	6	11			5	5	6
10	Метод Эйлера решения задачи Коши для ОДУ первого порядка.	6	9			4	4	5
11	Семейство явных двухэтапных методов Рунге-Кутты	6	9			4	4	5
12	Метод дифференциальной прогонки решения краевых задач для ОДУ второго порядка	6	9			4	4	5
13	Метод конечных разностей для уравнений в частных производных	6	13			6	6	7
14	Спектральный признак устойчивости Неймана	6	9			4	4	5
	Текущий контроль (КСР)	6	1				1	
	Промежуточная аттестация — зачёт							
	Итого 6 семестр		72			32	33	39
15	Основы языка программирования Racket и функционального	7	27			8	8	19

	программирования							
16	Использование рекурсии при реализации алгоритмов	7	17			8	8	19
17	Построение абстракций при помощи данных	7	17			8	8	19
18	Макропрограммирование в языке Racket	7	26			8	8	18
	Текущий контроль (КСР)	7	1				1	
	Промежуточная аттестация — зачёт							
	Итого 7 семестр		88			32	33	75
19	Введение, основная методология системы интерактивных доказательств Coq	8	16			2	2	14
20	Работа с логическими связками	8	8			4	4	14
21	Теория отношений	8	11			4	4	14
22	Средства функционального программирования в Coq	8	18			4	4	14
23	Доказательства по индукции	8	18			4	4	14
24	Верификация функциональных программ	8	19			4	4	15
	Текущий контроль (КСР)	8	1				1	
	Промежуточная аттестация — зачёт							
	Итого 8 семестр		91			22	23	85

Текущий контроль успеваемости реализуется в формах сдачи лабораторных работ и опросов. Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме (зачет).

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

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. – 77 с. – Фонд образовательных электронных ресурсов. Рег. № 810.14.06.

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. – 69 с. – Фонд образовательных электронных ресурсов. Рег. № 915.15.06.

http://www.unn.ru/books/met_files/Igumnov2.pdf

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	компетенции (части компетенций), на формирование которых введена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»

	Отлично	компетенции (части компетенций), на формирование которых введена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	компетенции (части компетенций), на формирование которых введена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	Хорошо	компетенции (части компетенций), на формирование которых введена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	Удовлетворительно	компетенции (части компетенций), на формирование которых введена 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 Вопросы, выносимые на зачет для проверки сформированности ОПК-4

Семестры 5, 6

1. Классификация погрешности
2. Классические методы интерполирования
3. Классические методы интегрирования
4. Методы решения алгебраических уравнений и систем
5. Методы решения дифференциальных уравнений и систем
6. Указать постановки задач для систем уравнений в частных производных
7. Указать постановки задач для систем обыкновенных дифференциальных уравнений
8. Указать методы решения систем уравнений в частных производных
9. Указать методы решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений
10. Сходимость интерполяционного процесса
11. Существование и единственность интерполяционного полинома
12. Сходимость итерационного процесса
13. Оценка погрешности приближенных вычислений
14. Графическое представление численных методов

Семестр 7

1. Основные синтаксические конструкции языка функционального типа на примере языка Racket
2. Композитные типы данных в функциональных языках программирования
3. Принципы реализации базовых конструкций программирования в языках функционального типа
4. Организация программных проектов на языках функционального типа
5. Формальные основы функционального программирования, λ -исчисление
6. Метaprogramмирование в языках функционального программирования на примере макросов в Scheme или Common Lisp
7. Объектно-ориентированные возможности функциональных языков

Семестр 8

1. Место интерактивного доказательства теорем в математической практике и программировании
2. Парадигма «Утверждения как типы», ее преимущества
3. Тактики для работы с пропозициональными связками в Coq
4. Использование разделов и релятивизация теорем
5. Представление функций в Coq
6. Функциональное программирование в Coq
7. Доказательства по индукции
8. Примеры верификации функциональных программ

5.2.2. Задания для работ в терминал-классе для проверки сформированности ОПК-4 (семестр 5)

Вариант 1

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

Вариант 2

$1.9 \cdot 2.3 = ?$	$L_2(x) = ?, x = \{0, 1/2, 1\},$ $F(x) \equiv x^4$	$H_2(x) = ?, x = \{1, 2, 2\}, F(x) \equiv$ x^4
$\int_1^3 \frac{1}{x+1} dx = ?$	$5x_1 + 5x_2 + 5x_3 = 5,$ $4x_1 + 6x_2 + 7x_3 = 7,$ $2x_1 + 4x_2 + 6x_3 = 6.$	$3x_1 - 6x_2 = 3,$ $2x_1 + 2x_2 - 18x_3 = 20,$ $2x_2 + x_3 - 21x_4 = 13,$ $x_3 + x_4 = 5.$
$x_1 = \frac{1}{2}x_1 + \frac{1}{3}x_2 + 1,$ $x_2 = \frac{1}{3}x_1 + \frac{1}{3}x_2 + 1.$ $x^{(0)} = (1, 1)^T$	$\forall A \vee \quad ? = ?, A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 2 \end{bmatrix}$	$M_A = ?, A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}.$

5.2.3. Задания для работ в терминал-классе для проверки сформированности ОПК-5 (семестр 6)

Вариант 1

$x^3 - 3x^2 + 9x - 8 = 0$	$x_2 = x_1^3 - 1, [x_1^{(0)}].$ $x_2 = -5$	$y' = y, y(0) = 3,$ $h = 0.1.$
$y_{n+1} = y_n + 0 \cdot hf(x_n, y_n) + 1 \cdot hf(x_n + 0.5 \cdot h, y_n + 0.5 \cdot hf(x_n, y_n)).$		
$y'' + 3y = 0, \quad y(0) = 2, y(1) = 2,$ $0 \frac{1}{3} \frac{2}{3} 1, \quad h = 1/3.$		
$\frac{u_m^{p+1} - u_m^p}{\tau} - 3 \cdot \frac{u_{m+1}^p - u_m^p}{h} = 0, u_m^0 = f(m \cdot h).$		$\frac{\partial u}{\partial t} - 3 \cdot \frac{\partial u}{\partial x} = 0, u(x, 0) = f(x)$

Вариант 2

$x^3 - 6x - 8 = 0$	$x_1 = x_2^2 + 2, [x_1^{(0)}]$ $x_2 = 3,$	$y' = y = 1, y(0) = 2,$ $h = 0.1.$
$y_{n+1} = y_n + \frac{1}{2} \cdot hf(x_n, y_n) + \frac{1}{2} \cdot hf(x_n + 1 \cdot h, y_n + 1 \cdot hf(x_n, y_n)).$		
$y'' - 2y = 0, y(0) = 3, y(1) = 4,$ $0 \quad \frac{1}{3} \quad \frac{2}{3} \quad 1, \quad h = 1/3.$		
$\frac{u_m^{p+1} - u_m^p}{\tau} - 2 \cdot \frac{u_m^p - u_{m-1}^p}{h} = 0, u_m^0 = f(m \cdot h).$	$\frac{\partial u}{\partial t} - 2 \cdot \frac{\partial u}{\partial x} = 0, u(x, 0) = f(x)$	

5.2.4. Задания для проверки сформированности ОПК-4 (семестр 7)

1. Разработать функцию quadratic-roots, решающую квадратное уравнение, функция принимает на вход коэффициенты a, b, и c.

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.

3. Разработать функцию integrate-polynomial, аргументом которой является список пар (коэффициент, степень), описывающих полином, а результатом — полином в таком же формате, представляющий собой неопределенный интеграл от входного значения.

5.2.5. Задания для проверки сформированности УК-3, ОПК-4 (семестр 8)

Доказать следующие утверждения в Coq.

1. forall A B : Prop, A -> (B -> A).
2. forall A B C : Prop, (A -> B) -> ((B -> C) -> (A -> C)).
3. forall A B : Prop, (A ∨ ~B) ∧ B -> A.

Написать в Coq следующие программы и доказать их правильность.

1. Программа, находящая сумму чисел в списке.
2. Программы, находящие максимум и минимум чисел в списке.

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

а) основная литература:

1. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы. М. Наука, 1989. (43 экз.)
2. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы, М.: Наука, 2003. (48 экз.)

б) дополнительная литература:

1. Годунов С.К., Рябенький В.С. Разностные схемы. М.:Наука, 1973, 1977 г. (7 экз.)
2. 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. – 77 с. – Фонд образовательных электронных ресурсов. Рег. № 810.14.06.
http://www.unn.ru/books/met_files/Igumnov.pdf

3. 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. – 69 с. – Фонд образовательных электронных ресурсов. Рег. № 915.15.06.
http://www.unn.ru/books/met_files/Igumnov2.pdf

4. Кубенский, А. А. Функциональное программирование. М. : Издательство Юрайт, 2017
<https://biblio-online.ru/book/658E3C89-AAD5-498B-8B34-A29E1750D810>

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используется электронный курс «Основы компьютерных наук 4 курс (математика)»

<https://e-learning.unn.ru/enrol/index.php?id=4493>

созданные в системе электронного обучения ННГУ – <https://e-learning.unn.ru/>.

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)

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: компьютерами и проектором.

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 ФГОС ВО (3++) по направлению подготовки 02.03.01 Математика и компьютерные науки.

Авторы: Котов В.Л., Сабаяева Т.А., Макаров Е.М.

Заведующий кафедрой: Игумнов Л.А.

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики от 1 декабря 2021 года, протокол № 2.