

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 Ученого совета ННГУ
(протокол от 14.12.2021 г. №4)

Рабочая программа дисциплины

Основы компьютерных наук

Уровень высшего образования
бакалавриат

Направление подготовки / специальность

01.03.01 Математика

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 01.03.01 Математика

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 решать задачи профессиональной деятельности с использованием существующих информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	ОПК-4.1. Знать существующие информационно-коммуникационные технологии и основы и требования информационной безопасности. ОПК-4.2. Уметь решать задачи профессиональной деятельности с использованием существующих информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности ОПК-4.3. Владеть существующими информационно-коммуникационными технологиями с учетом основных требований информационной безопасности.	Знать основные методы численного решения систем обыкновенных и дифференциальных уравнений. Уметь определять погрешность метода. Уметь составлять программы с использованием рекурсии и функций высших порядков. Уметь пользоваться интерактивной системой доказательств Coq. Владеть навыками составления формализованных доказательств корректности программ.	Собеседование, контрольные работы, задачи

--	--	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

	Очная форма обучения
Общая трудоемкость	10 ЗЕТ
Часов по учебному плану	360
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	122
- занятия лекционного типа	
- занятия семинарского типа	
- занятия лабораторного типа	118
- текущий контроль (КСР)	4
самостоятельная работа	238
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	6	9			4	4	5

	второго порядка							
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 программирования	7	27			8	8	19
16	Использование рекурсии при реализации алгоритмов	7	27			8	8	19
17	Построение абстракций при помощи данных	7	27			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		108			32	33	75
19	Введение, основная методология системы интерактивных доказательств Coq	8	16			2	2	14
20	Работа с логическими связками	8	18			4	4	14
21	Теория отношений	8	18			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		108			22	23	85

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

Практическая подготовка предусматривает выполнение проекта, решение прикладной задачи кейса.

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.	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 несущественным 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 владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие	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.

отказа
обучающегося
от ответа

недочетов.

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

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. Метапрограммирование 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

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

Вариант 2

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

5.2.3. Задания для работ в терминал-классе для проверки сформированности ОПК-4 (семестр 6)

Вариант 1

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

Вариант 2

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

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.

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

Написать в Coq следующие программы и доказать их правильность.

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

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

а) основная литература:

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

б) дополнительная литература:

- Годунов С.К., Рябенский 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. Соц. 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 ОС ВО ННГУ — бакалавриат по направлению подготовки 01.03.01 Математика.

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

Рецензент (ы)

Заведующий кафедрой Игумнов Л.А.

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики от 01.12.2021 №2.