

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
(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ
протокол от
«30» ноября 2022 г. № 13

Рабочая программа дисциплины

Численные методы

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

бакалавриат

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

01.03.03 Механика и математическое моделирование

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Математическое моделирование и компьютерный инжиниринг

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2023 год

1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Численные методы» относится к обязательной части

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
1	Блок 1. Дисциплины (модули) Обязательная часть	Дисциплина Б1.О.21, «Численные методы» относится к обязательной части ООП направления подготовки 01.03.03 Механика и математическое моделирование.

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**	
ОПК-1. Способен использовать фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, в профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Знает основы фундаментальных физико-математических дисциплин и других естественных наук. ОПК-1.2. Умеет анализировать и решать стандартные профессиональные задачи с применением фундаментальных знаний математики, физики и других естественных наук.	Знает основные положения и концепции в области математических и естественных наук, основную терминологию Умеет грамотно применяет вычислительные методы для нахождения численного решения задачи, в том числе при помощи ПК. Умеет находить погрешность вычисления и оценивать ее.	Собеседование
	ОПК-1.3. Владеет навыками применения фундаментальных разделов механики, базовых знаний естественнонаучного и математического	Владеет практическим опытом работы с решением стандартных математических задач. Умеет находить погрешность вычисления и оценивать ее циклов при решении стандартных профессиональных задач.	Задача
ОПК-2 Способен применять методы математического и алгоритмического моделирования, современный математический аппарат в научно-	ОПК-2.1 Знает основные положения, терминологию и методологию в области математического и алгоритмического моделирования.	Знает погрешности основных вычислительных методов	Собеседование

исследовательской и опытно- конструкторской деятельности			
	ОПК-2.2 Умеет осуществлять анализ и выбор методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний в области математических и компьютерных наук.	Умеет применять основные вычислительные методы для нахождения численного решения данного класса задач.	Собеседование
	ОПК-2.3 Владеет навыками применения базовых знаний в области математического и алгоритмического моделирования, а также современный математический аппарат при решении задач профессиональной деятельности	Владеет навыками применения базовых знаний в области математического и алгоритмического моделирования. Умеет применять основные вычислительные методы для нахождения численного решения данного класса задач.	Задача

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

	Очная форма обучения
Общая трудоемкость	7 ЗЕТ
Часов по учебному плану	252
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	64
- занятия семинарского типа	64
- занятия лабораторного типа	32
- текущий контроль (КСР)	3
самостоятельная работа	53
Промежуточная аттестация – Зачет (5 семестр) Экзамен (6 семестр)	36

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	В том числе	
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы. Из них	ятельная работа обучаю

		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
Тема 1. Введение в дисциплину	26	8	8	2	18	8
Тема 2. Основы теории погрешностей	26	8	8	2	18	8
Тема 3. Основы теории приближений	32	8	8	8	24	8
Тема 4. Решение нелинейных уравнений с одной переменной	35	10	10	6	26	9
Тема 5. Численные методы линейной алгебры	51	16	16	8	40	11
Тема 6. Численное решение задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений	43	14	14	6	34	9
Текущий контроль (КСР)	3					
Промежуточная аттестация – зачет, экзамен	36					
Итого	252	64	64	32	160	53

Текущий контроль успеваемости реализуется в форме практических заданий на занятиях лабораторного типа.

Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме зачета и экзамена.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Образовательные материалы для самостоятельной работы студентов:

- Калашников А.Л., Федоткин А.М., Фокина В.Н.. Методические указания к решению задач по численному дифференцированию. Учебно-методическое пособие. Фонд образовательных электронных ресурсов ННГУ, 2016. -27 с., 1127.16.06 (Электронный ресурс, <http://www.unn.ru/books/resources.html>)
- Калашников А.Л., Федоткин А.М., Фокина В.Н.. Методические указания к решению задач по численному интегрированию. Учебно-методическое пособие. Фонд образовательных электронных ресурсов ННГУ, 2016. -31 с., 1129.16.06 (Электронный ресурс, <http://www.unn.ru/books/resources.html>)
- Калашников А.Л., Фокина В.Н., Федоткин А.М. Методические указания к решению задач по интерполяции функций. Учебно-методическое пособие. Фонд образовательных электронных ресурсов ННГУ, 2016. -35 с., 1133.16.06 (Электронный ресурс, <http://www.unn.ru/books/resources.html>)

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

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 незначительных 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 незначительными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»

	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	Удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	Неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

5.2.1 Контрольные вопросы

<i>вопросы</i>	<i>Код формируемой компетенции</i>
Общая постановка задач вычислительной математики. Погрешность вычислений, ее составные части. Абсолютная и относительная погрешности приближенного числа.	ОПК-1
Общая постановка задачи приближенного вычисления функции. Интерполяционный полином Лагранжа.	ОПК-1
Разделенные разности. Определение, свойства, примеры. Интерполяционный полином Ньютона. Случай неравноотстоящих узлов.	ОПК-1
Конечные разности. Интерполяционные полиномы Ньютона, Гаусса, Стирлинга, Бесселя.	ОПК-2
Погрешность интерполяции. Способы ее уменьшения. Сходимость интерполяционного процесса. Достаточные условия сходимости.	ОПК-2
Интерполяция сплайнами. Построение сплайнов 1-го, 2-го и 3-го порядков..	ОПК-2
Задача численного дифференцирования. Построение формул численного дифференцирования, погрешность.	ОПК-2
Задача численного интегрирования. Простейшие квадратурные формулы. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса. .	ОПК-2
Уточнение квадратурных формул. Правило Рунге.	ОПК-2
Квадратурные формулы Гаусса. Составные квадратурные формулы. Оценка погрешности.	ОПК-2
Интегрирование функций многих переменных. Кубатурные формулы.	ОПК-2
Метод простой итерации, обратной интерполяции, хорд, касательных решения уравнения с одной неизвестной.	ОПК-2
Метод Гаусса, прогонки и квадратного корня для систем линейных алгебраических уравнений.	ОПК-2
Метод простой итерации решения систем линейных алгебраических уравнений.	ОПК-2
Частичная проблема собственных значений. Степенной метод..	ОПК-2
Полная проблема собственных значений. QR, QL - алгоритмы	ОПК-2
Задача Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод Эйлера.	ОПК-2
Методы типа Рунге-Кутты. Примеры.	ОПК-2

5.2.2. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции

ОПК-2:

Задача 1. Решить задачу Коши для дифференциального уравнения:
 $u'' + 5u' + 4u = 0, u(0) = 1, u'(0) = -1.$

Задача 2. Решить задачу Коши для дифференциального уравнения:
 $u'' + 5u' + 6u = 0, u(0) = 1, u'(0) = -2.$

Задача 3. На отрезке $[-3;3]$ аппроксимировать кубическим сплайном функцию: $y(x) = \frac{1}{4 + 4x^2}$

Задача 4. На отрезке $[-3;3]$ аппроксимировать кубическим сплайном функцию: $y(x) = \frac{1}{1 + x^2}$

Задача 5. Написать разностную производную третьего порядка. И Оценить погрешность.

ОПК-2:

Задача 1. Решить методом прогонки

$$\begin{cases} 5x_1 + x_2 = 6 \\ 2x_1 + 6x_2 - x_3 = 7 \\ x_2 + 3x_3 - x_4 = 3 \\ x_3 + 4x_4 = 5 \end{cases}$$

Задача 2. Решить методом прогонки

$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 = 4 \\ 2x_1 + 6x_2 - 3x_3 = 11 \\ x_2 + 3x_3 - x_4 = 5 \\ x_3 + 2x_4 = 1 \end{cases}$$

Задача 3. Найти интеграл с помощью формулы Симпсона с погрешностью 0,01.

$$\int_0^{\pi} \sin x dx$$

Задача 4. Найти интеграл с помощью формулы Симпсона с погрешностью 0,01.

$$\int_0^{\pi} (\sqrt{3} \sin x + \cos x) dx$$

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Бахвалов Н. С., Жидков Н. П., Кобельков Г. М - Численные методы: учеб. пособие для студентов физ.-мат. спец. вузов. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2003.- 632 с. (37 экз. в библиот. ННГУ)
2. Демидович Б. П., Марон И. А. - Основы вычислительной математики: [для вузов]. - М.: Наука, 1970. - 664 с. (23 экз в библиот. ННГУ)
3. Березин И. С., Жидков Н. П. - Методы вычислений: [учеб. пособие для вузов]. Т. 2. - М.: Физматгиз, 1959. - 620 с. (26 экз в библиот. ННГУ)

б) дополнительная литература:

1. Крылов В. И., Бобков В. В., Монастырский П. И. - Вычислительные методы: [учеб. пособие для вузов]. Т. 1. - М.: Наука, 1976. - 303 с. (14 экз в библиот. ННГУ)

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой (лекционного и семинарского типа), оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

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

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ 01.03.03 Механика и математическое моделирование

Авторы _____

Заведующий кафедрой _____

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики от 30 ноября 2022 года, протокол № 3.