

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Институт ИТММ ННГУ им. Н.И. Лобачевского
(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
президиумом Ученого совета ННГУ
от 14.12.2021 г. протокол №4

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)

Нижегород

2022 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 | <p>Знает основы фундаментальных физико-математических дисциплин и других естественных наук.</p> <p>ОПК-1.2. Умеет анализировать и решать стандартные профессиональные задачи с применением фундаментальных знаний математики, физики и других естественных наук.</p> | <p>Знает основные положения и концепции в области математических и естественных наук, основную терминологию</p> <p>Грамотно применяет вычислительные методы для нахождения численного решения задачи, в том числе при помощи ПК. Умеет находить погрешность вычисления и оценивать ее</p> | Собеседование |
| | <p>ОПК-1.3. Владеет навыками применения фундаментальных разделов механики, базовых знаний естественнонаучного и математического</p> | <p>Имеет практический опыт работы с решением стандартных математических задач. Умеет находить погрешность вычисления и оценивать ее циклов при решении стандартных профессиональных задач.</p> | Задача |
| ОПК-2 Способен применять методы математического и алгоритмического моделирования, современный математический аппарат в научно- | <p>ОПК-2.1 Знает основные положения, терминологию и методологию в области математического и алгоритмического моделирования.</p> | <p>Знает погрешности основных вычислительных методов</p> | 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 | Преисходно Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «преисходно» |

| | | |
|------------|---------------------|--|
| | 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 библ.ННГУ)
2. Демидович Б. П., Марон И. А. - Основы вычислительной математики: [для вузов]. - М.: Наука, 1970. - 664 с. (23 экз в библ.ННГУ)
3. Березин И. С., Жидков Н. П. - Методы вычислений: [учеб. пособие для вузов]. Т. 2. - М.: Физматгиз, 1959. - 620 с. (26 экз в библ.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 библ.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 _____

Рецензент (ы) _____

Заведующий кафедрой _____

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики

от 01.12.2021 года, протокол № 2.