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  решением ученого совета ННГУ  протокол от  «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_ |

**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

2021 год

1. **Место дисциплины в структуре ОПОП**

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**.** |

1. **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 применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности* | *ОПК-1.1. Знает основные положения и концепции в области математических и естественных наук, основную терминологию.* | *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. Имеет практический опыт работы с решением стандартных математических задач..* | *Умеет находить погрешность вычисления и оценивать ее*  *Грамотно применяет вычислительные методы для нахождения численного решения задачи, в том числе при помощи ПК.* | *Задача* |
| *ОПК-2*  *Способен применять методы математического и алгоритмического моделирования, современный математический аппарат в научно-исследовательской и опытно-конструкторской деятельности* | *ОПК-2.1*  *Знает основные положения, терминологию и методологию в области математического и алгоритмического моделирования.* | *Знает погрешности основных вычислительных методов* | *Собеседование* |
|  | *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* | *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**  **- занятия семинарского типа**  **- занятия лабораторного типа**  **- текущий контроль (КСР)** | **64**  **64**  **32**  **3** |
| **самостоятельная работа** | **53** |
| **Промежуточная аттестация –** | **Зачет в 5 сем**  **Экзамен в 6 сем** |

**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 | | | | **Самостоятельная работа обучающегося, часы** |
| **Занятия лекционного   типа** | **Занятия семинарского   типа** | **Занятия лабораторного   типа** | **Всего** |
| Очная | Очная | Очная | Очная | Очная | Очная |
| Тема 1. Ведение в дисциплину | 13 | 2 |  | 2 | 4 | 9 |
| Тема 2. Основы теории погрешностей | 13 | 2 |  | 2 | 4 | 9 |
| Тема 3. Основы теории приближений | 19 | 2 |  | 8 | 10 | 9 |
| Тема 4. Решение нелинейных уравнений с одной переменной | 17 | 2 |  | 6 | 8 | 9 |
| Тема 5. Численные методы линейной алгебры | 26 | 4 |  | 8 | 12 | 14 |
| Тема 6. Численное решение задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений | 19 | 4 |  | 6 | 10 | 9 |
| Текущий контроль (КСР) | 1 |  |  |  |  |  |
| Промежуточная аттестация – зачет |  |  |  |  |  |  |
| Итого | 252 |  |  |  |  |  |

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

Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме зачета и экзамена.

1. **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.

1. **Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю**),

включающий:

* 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 | | | | |
| Знания | 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 ошибки. | 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. |
| Умения | 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 |
| Навыки | 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. | 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 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» |

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

**5.2.1 Контрольные вопросы**

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

**5.2.2. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции**

**УК-1:**

Задача 1. Решить задачу Коши для дифференциального уравнения: 

Задача 2. Решить задачу Коши для дифференциального уравнения: 

Задача 3. На отрезке [-3;3] аппроксимировать кубическим сплайном функцию: 

Задача 4. На отрезке [-3;3] аппроксимировать кубическим сплайном функцию: 

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

**ПК-1:**

Задача 1. Решить методом прогонки



Задача 2. Решить методом прогонки



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



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



**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 втузов]. - 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)

**7.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 по направлению 09.03.03 Прикладная информатика.

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

от 24.02.2021 года, протокол № 5.

Авторы \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Рецензент (ы) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_