Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования   
«Национальный исследовательский университет

«Московский институт электронной техники»

#### Кафедра Высшей математики 1

#### 

|  |
| --- |
| УтверждЕН  на заседании кафедры ВМ-1  «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_202\_\_ г., протокол № \_\_  Заведующий кафедрой ВМ-1  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Прокофьев А.А. |
|  |
|  |

**ФОНД**

**ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**ПО ПОДКОМПЕТЕНЦИИ ПК-2. ЧМРУрМФ.** Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы для численного решения уравнений математической физики при моделировании физических процессов.

**КОМПЕТЕНЦИИ ПК-2.** Способен применять вычислительные методы к решению естественнонаучных и прикладных задач.

**Дисциплина** «**Численные методы решения уравнений математической физики»**

Направление подготовки 02.03.01 «Математика и компьютерные науки»

Направленность (профиль) - «Компьютерная математика и анализ данных»

|  |  |
| --- | --- |
|  | СОГЛАСОВАНО  Начальник АНОК  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ И.М. Никулина  "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_\_\_\_ 20 \_\_\_ г. |

Москва 2025

1. **ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ/ПОДКОМПЕТЕНЦИИ**

**Тип задач профессиональной деятельности:** научно-исследовательский

**Задача профессиональной деятельности**: использование вычислительных методов, разработка, отладка, модификация программного обеспечения в сфере разработки математических методов, математического моделирования объектов, процессов.

**Компетенция ПК-2.** Способен применять вычислительные методы к решению естественнонаучных и прикладных задач.

**Подкомпетенция ПК-2.ЧМРУрМФ** Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы для численного решения уравнений математической физики при моделировании физических процессов.

**Индикаторы достижения компетенций/подкомпетенций:**

***Знает*** теоретические основы современных численных методов решения уравнений математической физики.

***Умеет*** реализовывать современные численные методы решения уравнений математической физики с помощью аналитических и научных пакетов прикладных программ.

***Имеет опыт*** моделирования физических процессов, разработки алгоритмов и компьютерных программ для исследования моделей.

1. **ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕРКИ УСВОЕНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И ПРИОБРЕТЕНИЯ ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ** 
   1. **Комплект заданий**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ задания** | **Тип задания** | **№ варианта задания** | **Описание задания** | **Ключ/или**  **Эталонный ответ** | **Описание системы оценивания** | **Рекомендуемое время на выполнение**  **задания, *мин.*** | |
| ***Знает*** теоретические основы современных численных методов решения уравнений математической физики. | | | | | | |
| 1 | Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора | 1 | Инструкция  Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  Задание  Какой физический процесс описывается уравнением в частных производных параболического типа?   1. Перенос вещества 2. Стационарное распределение электрического заряда 3. Колебания струны 4. Теплопроводность   Ответ:  Обоснование: | 4 : Уравнение теплопроводности относится к параболическому типу | 1 б – ответ совпадает с верным, приведены корректные аргументы, поясняющие выбор  0 б – остальные случаи | 1 | |
| 2 | Инструкция  Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  Задание  Какой физический процесс описывается уравнением в частных производных гиперболического типа?   1. Перенос вещества 2. Стационарное распределение электрического заряда 3. Колебания струны 4. Теплопроводность   Ответ:  Обоснование: | 3 : Уравнение колебаний относится к гиперболическому типу | 1 б – ответ совпадает с верным, приведены корректные аргументы, поясняющие выбор  0 б – остальные случаи | 1 | |
| 2 | Задание комбинированного типа с выбором нескольких ответов и обоснованием выбора | 1 | Инструкция  Прочитайте текст, выберите два правильных ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  Задание  Какие из приведенных ниже разностных схем для решения задачи Коши являются t-монотонными?   1. Явный Эйлер 2. Одностадийная схема Розенброка с параметром 1 3. Одностадийная схема Розенброка с параметром 0.5 4. Комплексная одностадийная схема Розеброка   Ответ:  Обоснование: | 2 и 4 : явный Эйлер не t-монотонен, вещественная схема Розеброка t-монотонна для значения параметра > 0.5, а для комплексной схемы t-монотонность доказывается отдельно. | 1 б – ответ совпадает с верным, приведены корректные аргументы, поясняющие выбор  0 б – остальные случаи | 1 | |
| 2 | Инструкция  Прочитайте текст, выберите два правильных ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  Задание  Какие из приведенных ниже разностных схем для решения задачи Коши имеют 2 порядок аппроксимации?   1. Явный Эйлер 2. Одностадийная схема Розенброка с параметром 1 3. Одностадийная схема Розенброка с параметром 0.5 4. Комплексная одностадийная схема Розеброка   Ответ:  Обоснование: | 3 и 4: Схема Эйлера и схема Розенброка с параметром 1 имеет 1 порядок, а симметричные по пространству схемы Розенброка с параметром 0.5 и комплексным параметром имеют 2 порядок | 1 б – ответ совпадает с верным, приведены корректные аргументы, поясняющие выбор  0 б – остальные случаи | 1 | |
| 3 | Задание закрытого типа на установление последовательности | 1 | Инструкция  Прочитайте текст и установите последовательность.  Задание  Расположите явные cхемы Рунге-Кутта в порядке роста вычислительной сложности в расчете на 1 шаг:  А) Схема Кутты 4 порядка  Б) Схема Хаммуда  В) Двухстадийная схема типа предиктор-корректор  Г) Схема Эйлера  Запишите соответствующую последовательность букв слева направо   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | |  |  |  |  | | |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | Г | В | А | Б | | 1 б – полный правильный ответ  0 б – все остальные случаи | 5 | |
|  | 2 | Инструкция  Прочитайте текст и установите последовательность.  Задание  Расположите явные cхемы Рунге-Кутта в порядке убывания порядка аппроксимации:  А) Схема Кутты 4 порядка  Б) Схема Хаммуда  В) Двухстадийная схема типа предиктор-корректор  Г) Схема Эйлера  Запишите соответствующую последовательность букв слева направо   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | |  |  |  |  | | |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | Б | А | В | Г | | 1 б – полный правильный ответ  0 б – все остальные случаи | 5 | |
| ***Умеет*** реализовывать современные численные методы решения уравнений математической физики с помощью аналитических и научных пакетов прикладных программ. | | | | | | | |
| 4 | Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора | 1 | Инструкция  Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  Задание  Какова алгоритмическая сложность обращения плотно заполненной квадратной матрицы с числом строк N?  1) O(1)  2) O(N)  3) O(N^2)  4) O(N^3)  Ответ:  Обоснование: | 4 : для квадратной матрицы ее обращение сводится к решению N линейных систем методом Гаусса c одной и той же матрицей, т.е. выполнению 1 прямого хода метода Гаусса (сложность O(N^3)) и N обратных ходов (сложность одного обратного хода O(N^2)). | 1 б – ответ совпадает с верным, приведены корректные аргументы, поясняющие выбор  0 б – остальные случаи | 3 | |
| 2 | Инструкция  Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  Задание  Какова алгоритмическая сложность решения линейной системы с трехдиагональной квадратной матрицей с числом строк N?  1) O(1)  2) O(N)  3) O(N^2)  4) O(N^3)  Ответ:  Обоснование: | 2 : линейные системы с трехдиагональной матрицей решаются методом прогонки или методом Гаусса для ленточной матрицы с обходом 0. Эти методы имеют сложность O(N). | 1 б – ответ совпадает с верным, приведены корректные аргументы, поясняющие выбор  0 б – остальные случаи | 3 | |
| 5 | Задание закрытого типа на установление соответствия | 1 | Инструкция  Прочитайте текст и установите соответствие.  Задание  Соотнесите тип задачи и математический метод ее решения.  К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца:   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | задача | | метод | |  | | А | уравнение переноса | 1 | Метод дополненного вектора |  | | Б | многомерная теплопроводность | 2 | Эволюционно-факторизованная схема |  | | В | уравнение колебаний | 3 | Схема «крест» |  | | Д | задача Коши | 4 | Метод Крейга |  | |  |  | 5 | Схемы бегущего счета |  | |  |  | 6 | Метод Кутты |  |   Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | А | Б | В | Д | |  |  |  |  | | |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | А | Б | В | Д | | 5 | 2 | 3 | 6 | | 1 б – полное правильное соответствие  0 б – остальные случаи | 5 | |
| 2 | Инструкция  Прочитайте текст и установите соответствие.  Задание  Соотнесите тип задачи и математический метод ее решения.  К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца:   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | задача | | метод | |  | | А | уравнение переноса | 1 | Метод дополненного вектора |  | | Б | задача на собственные значеия | 2 | Эволюционно-факторизованная схема |  | | В | уравнение колебаний | 3 | Схема «крест» |  | | Д | уравнение эллиптического типа | 4 | Метод Крейга |  | |  |  | 5 | Схемы бегущего счета |  | |  |  | 6 | Метод Кутты |  |   Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | А | Б | В | Д | |  |  |  |  | | |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | А | Б | В | Д | | 5 | 1 | 3 | 4 | | 1 б – полное правильное соответствие  0 б – остальные случаи | 5 | |
| ***Имеет опыт*** моделирования физических процессов, разработки алгоритмов и компьютерных программ для исследования моделей. | | | | | | | |
| 6 | Задание открытого типа с развёрнутым ответом | 1 | Инструкция  Прочитайте текст и запишите развёрнутый обоснованный ответ.  Задание  Целесообразно ли применять жесткий метод прямых к решения многомерных задач со многими процессами?  Ответ:  Обоснование: | Нет, нецелесообразно, так как для многомерных задач жесткий метод прямых очень трудоемок. В этом случае используют расщепление по процессам. | 1 б – полное правильное соответствие  0 б – остальные случаи | 5 | |
| 2 | Инструкция  Прочитайте текст и запишите развёрнутый обоснованный ответ.  Задание  Можно ли применять метод расщепления по процессам к решению одномерных задач со многими процессами?  Ответ:  Обоснование: | Да, применять можно, так как он не имеет каких-либо ограничений на размерность задачи. | 1 б – полное правильное соответствие  0 б – остальные случаи | 5 | |
| 7 | Задание открытого типа с развёрнутым ответом | 1 | Инструкция  Прочитайте текст и запишите развёрнутый обоснованный ответ.  Задание  Сколько физических процессов содержит в себе уравнение теплопроводности?  Ответ:  Обоснование: | Два процесса: 1 -зависимость теплового потока от градиента температуры  2 - закон сохранения энергии | 1 б –обоснованный правильный ответ  0 б – остальные случаи | 5 | |
| 2 | Инструкция  Прочитайте текст и запишите развёрнутый обоснованный ответ.  Задание  Сколько физических процессов содержит в себе уравнение колебаний?  Ответ:  Обоснование: | Два процесса: 1 - перенос амплитуды возмущения  2 - перенос скорости изменения амплитуды | 1 б – обоснованный правильный ответ  0 б – остальные случаи | 5 | |

**2. 2. Условия выполнения задания:**

***Место выполнения*** – учебная аудитория или компьютерный класс

***Программное обеспечение:*** Браузер Яндекс, офисный пакет прикладных программ

**Дополнительные материалы и оборудование*:*** бумага, ручка, калькулятор.

**3. Методические указания по процедуре оценивания:**

Задания закрытого типа оцениваются путём сравнения с ключом правильного ответа. Задания комбинированного и открытого типа – с применением экспертной оценки (с учётом указаний к оцениванию и критериев оценивания, приложенных к каждому из заданий).

**4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ О СФОРМИРОВАННОСТИ ПОДКОМПЕТЕНЦИИ**

Подкомпетенция считается сформированной, если студент получил не менее 5 баллов (из 10) за задания.

**РАЗРАБОТЧИК ФОС:**

Доцент кафедры ВМ-1 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ /И.А. Козлитин/