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  «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_201\_\_ г., протокол № \_\_  Заведующий кафедрой  ВМ-1 Прокофьев А.А. |
|  |
|  |

**ФОНД**

**ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**ПО ПОДКОМПЕТЕНЦИИ** ОПК-3.ЧМРУрМФ. Способен самостоятельно реализовывать и грамотно применять современные численные методы решения уравнений математической физики, используя аналитические и научные пакеты прикладных программ.

**КОМПЕТЕНЦИИ** ОПК-3. Способен использовать и развивать методы математического моделирования и применять аналитические и научные пакеты прикладных программ.

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

Направление подготовки - 01.03.04. «Прикладная математика»

Профиль - «Применение математических методов к решению инженерных и естественнонаучных задач»

Квалификация (степень) выпускника — бакалавр

|  |  |
| --- | --- |
| СОГЛАСОВАНО  Зам. Директора института МПСУ  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Калеев Д.В.  "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г. | СОГЛАСОВАНО  Начальник АНОК  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ И.М. Никулина  "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_\_\_\_ 20 \_\_\_ г. |
| СОГЛАСОВАНО  Представитель предприятия-партнера  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ И.О. Фамилия  "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_\_\_\_ 20 \_\_ г. |  |

Москва 2020

1. **ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ/ПОДКОМПЕТЕНЦИИ**

**ОПК-3.** Способен использовать и развивать методы математического моделирования и применять аналитические и научные пакеты прикладных программ.

**Подкомпетенция ОПК-3. ЧМРУрМФ** Способен самостоятельно реализовывать и грамотно применять современные численные методы решения уравнений математической физики, используя аналитические и научные пакеты прикладных программ.

**Знания:**

Знает теоретические основы современных численных методов решения уравнений математической физики.

**Умения:**

Умеет реализовывать эти методы с помощью аналитических и научных пакетов прикладных программ.

**Опыт деятельности:**

Имеет опыт моделирования физических процессов.

1. **ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИИ**

| **Индикаторы достижения сформированности компетенции** | **Показатели**  **оценки** | **Название оценочного средства** |
| --- | --- | --- |
| Знает основные методы приближенных вычислений, понятия аппроксимации, устойчивости и сходимости, порядка численного метода, методы априорной и апостериорной оценки погрешности численного метода, понятия расчетной сетки и виды сеток, шаблона схемы расчета, методы решения линейных систем и нелинейных задач с помощью многомерного метода Ньютона. | Воспроизводит базовые факты теории численных методов (понятия и взаимосвязи между ними, свойства объектов, простых алгоритмов) с использованием ее языка знаков (в пределах содержания, определенного рабочей программой (РП)) | Теоретические вопросы экзаменационного билета |
| Совершает простейшие действия с понятиями и объектами теории численных методов: относит конкретные объекты к понятию, иллюстрирует понятия и свойства объектов на примерах (переходит от знаковой формы, задающей понятие или свойство, к знаковой форме частного объекта) и т.п. (в пределах содержания, определенного РП). | Теоретические вопросы экзаменационного билета |
| Анализирует объекты теории численных методов в пределах содержания, определенного РП (выводит следствия из факта принадлежности объекта данному классу; выбирает системы необходимых и достаточных признаков для распознавания объекта; выявляет взаимосвязи между системами понятий и утверждений, в том числе неочевидные; сравнивает, классифицирует, выявляет иерархические отношения внутри системы понятий и утверждений). | Теоретические вопросы экзаменационного билета |
| Умеет писать простые программы на языке программирования высокого уровня с использованием его основных средств (циклов, ветвлений, стандартных и пользовательских функций, текстового ввода-вывода и т.п.), умеет грамотно использовать стандартные библиотеки, умеет визуализировать результаты расчетов в виде одномерных и двумерных графиков. | Программа, написанная студентом, запускается без ошибок, выдает результат по прошествии допустимого времени, результат ее работы соответствует ожидаемому (эталонному), студент может объяснить, как она работает и ответить на вопросы по тексту программы. | Задачи экзаменационного билета |
| Имеет опыт моделирования физических процессов. | Строит математическую модель физического процесса, составляет алгоритм расчета по этой модели, реализует этот алгоритм в виде программы (в пределах содержания, определенного РП). | Практико-ориентированное задание экзаменационного билета |

**3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕРКИ УСВОЕНИЯ ЗНАНИЙ И УМЕНИЙ**

**3.1. Название оценочного средства**

Список теоретических вопросов к экзамену.

**3.1.1.Описание типового задания:**Сформулировать основные теоретические положения (утверждения, определения), относящиеся к содержанию экзаменационного вопроса*.* Привести требуемые обоснования (доказательства) утверждений и необходимые примеры. Экзаменуемому задаются два вопроса из списка.

**Пример типового задания** (*список теоретических вопросов*).

1. Аппроксимация, устойчивость, сходимость. Связь между ними.
2. Сгущение сетки и апостериорная оценка погрешности по Ричардсону. Уточнение по Ричардсону при сгущении сетки. Рекуррентное сгущение сетки.
3. Квазиравномерные сетки, их сгущение, сетки в неограниченной области.
4. Уточнение по Эйткену.
5. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Задача Коши для системы ОДУ. Автономность систем ОДУ, автономизация и переход к длине дуги.
6. Схемы Рунге-Кутты для ОДУ. Семейство двухстадийных схем РунгеКутты. Четырехстадийная схема РунгеКутты.
7. Жесткие системы ОДУ. Виды устойчивости, t-монотонность. Трудности явных схем.
8. Семейство схем Розенброка (в том числе CROS); точность, устойчивость, монотонность.
9. Дифференциально-алгебраические системы.
10. Краевые задачи для ОДУ. Виды граничных условий. Написание разностных схем для линейного ОДУ 2-го порядка (краевые задачи). Задачи в неограниченной области.
11. Краевые задачи для ОДУ. Бикомпактные схемы для слоистой среды.
12. Решение нелинейной краевой задачи для ОДУ. Сгущение сеток; многосеточный метод и оценка точности (краевые задачи ОДУ).
13. Задачи на собственные значения ОДУ: постановки и разностные схемы.
14. Метод обратных итераций с переменным сдвигом для линейных уравнений (собственные значения ОДУ).
15. Метод дополненного вектора для нелинейных задач (собственные значения ОДУ).
16. Линейное уравнение переноса; схемы бегущего счета для уравнения переноса: устойчивость, монотонность, диссипативность.
17. Многомерный перенос: постановка задачи, разностные схемы.
18. Уравнение теплопроводности: постановки задач, краевые условия. Метод прямых и семейство схем. Асимптотическая устойчивость.
19. Уравнение теплопроводности: постановки задач, краевые условия. Бикомпактные схемы.
20. Эволюционнофакторизованная схема для многомерного уравнения теплопроводности. Разностные краевые условия.
21. Квазилинейное уравнение переноса. Обобщенное решение. Ложная сходимость для неконсервативных схем. Консервативные схемы для обобщенных решений.
22. Эллиптическое уравнение; логарифмический набор шагов счета на установление.
23. Эллиптические уравнения: постановки задач, итерационные методы.
24. Гиперболическое уравнение, постановка задачи. Схема "крест": написание, точность, устойчивость, первый слой. Неявные схемы: точность и устойчивость.
25. Переход к системе дифференциальных уравнений акустики 1-го порядка. Двухслойная бикомпактная схема для акустической системы.
26. Многомерная акустика: явная схема "крест", факторизованная схема.
27. Интегральные уравнения: виды уравнений, сеточный метод. Понятие о некорректных задачах.
28. Задачи со многими процессами: метод расщепления, жесткий метод прямых.

**3.1.2. Условия выполнения задания:**

**Место выполнения** – учебная аудитория

**Время на выполнение задания** –40 минут

**Материально-техническое обеспечение:** бумага, ручка

**Программное обеспечение:** не требуется

**Список литературы и информационных источников, доступных во время экзамена:** личный конспект сдающего экзамен.

**3.1.3. Условия начисления баллов по критериям оценивания:**

| **Показатель оценки** | **Критерий оценивания достижения показателя** | **Условия начисления баллов по критерию** | **Количество баллов** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1. Воспроизводит базовые факты теории в пределах содержания, определенного рабочей программой (РП): определения, термины, формулировки теоретических положений. | Корректность определений, теоретических утверждений. | Необходимые базовые определения и формулировки даны верно. | 1 |
| Необходимые базовые определения и формулировки даны неверно | 0 |
| 2. Способен привести обоснования (доказательства) изученных в соответствии с РП теоретических положений и продемонстрировать их понимание в беседе с экзаменатором. | Понимание смыслового содержания приводимых теоретических обоснований (доказательств) и примеров. | Дан полный верный ответ на вопрос | 3 |
| В ответе присутствуют неточности, но экзаменуемый демонстрирует понимание излагаемого материала | 2 |
| В ответе присутствуют ошибки, но экзаменуемый демонстрирует понимание большей части излагаемого материала | 1 |
| Экзаменуемый не может привести и пояснить обоснования теоретических положений. | 0 |
| **Суммарный балл по показателю по двум теоретическим вопросам:** | | | **0-8** |

**3.2. Название оценочного средства**

Набор экзаменационных задач

**3.2.1.Описание типового задания:**Привести решение задачи из типового набора к экзамену.

**Пример типового задания.**

Задача. Вывести квадратурную формулу Симпсона на основе формулы трапеций с помощью сгущения сетки и формулы уточнения по Ричардсону.

**3.2.2. Условия выполнения задания:**

**Место выполнения** – учебная аудитория

**Время на выполнение задания** –15 минут

**Материально-техническое обеспечение:** бумага, ручка.

**Список литературы и информационных источников, доступных во время экзамена:** личный конспектсдающего экзамен.

**3.2.3. Условия начисления баллов по критериям оценивания:**

| **Показатель оценки** | **Критерий оценивания достижения показателя** | **Условия начисления баллов по критерию** | **Количествобаллов** |
| --- | --- | --- | --- |
| Решает типовые задачи. | Правильность решения задачи. | Приведено верное решение, получен правильный ответ | 3 |
| Присутствуют незначительные ошибки (описки), вследствие чего полученный ответ верен частично. | 2 |
| Для решения был применен верный подход, однако из-за технических ошибок итоговый ответ оказался неверным. | 1 |
| Решение и ответ отсутствуют. | 0 |
| **Итоговый балл:** | | | **0-3** |

**4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕРКИ ПРИОБРЕТЕНИЯ**

**ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**4.1. Название оценочного средства**

Практико-ориентированное задание экзаменационного билета

**4.1.1. Описание типового задания:** Кейс, включающий исследование практической проблемы на основе опыта, полученного при выполнении лабораторных работ, предусмотренных РП. Решение кейса предполагает рассмотрение различных вариантов решения с выбором оптимального для заданных условий.

**Пример типового задания:**

**4.1.2. Условия выполнения задания:**

**Место выполнения** – компьютерный класс

**Время на выполнение задания** –40 минут

**Материально-техническое обеспечение:** персональный компьютер.

**Список литературы и информационных источников, доступных во время экзамена:** личный конспектсдающего экзамен.

**4.1.3. Условия начисления баллов по критериям оценивания:**

| **Показатель оценки** | **Критерий оценивания достижения показателя** | **Условия начисления баллов по критерию** | **Количество баллов** |
| --- | --- | --- | --- |
| Демонстрирует опыт применения полученных знаний и умений на практике. | Выполнено практико-ориентированное задание экзаменационного билета | Получен верный результат, решение обосновано | 6 |
| Получен в целом верный результат, но при его обосновании экзаменуемый допустил незначительные технические ошибки | 4 |
| Решение основано на верных посылах, но итоговый полученный результат неверен из-за допущенных ошибок | 2 |
| В остальных случаях | 0 |
| **Суммарный балл по показателю:** | | | **0 - 6** |

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

1. Оценивание сформированности компетенции осуществляется преподавателями из числа научно-педагогических кадров института, имеющих базовое образование и/или ученую степень, соответствующие профилю направления подготовки.

2. Оценивание осуществляется по описанным выше критериям.

3.Суммарный балл, выставляемый студенту, определяется простым суммированием баллов, полученных по показателям.

**6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ О СФОРМИРОВАННОСТИ ПОДКОМПЕТЕНЦИИ**

Подкомпетенция считается сформированной, если учащийся набрал не менее половины от максимального числа баллов.

**РАЗРАБОТЧИК ФОС:**

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