ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ

**ФОНД**

**ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

текущего, рубежного и промежуточного контроля успеваемости

**ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Численные методы решения задач математической физики на неортогональных сетках**

**1.ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**1.1 Область применения**

Фонд оценочных средств (ФОС) *–* является неотъемлемой частью учебно-методического комплекса учебной дисциплины «Численные методы решения задач математической физики на неортогональных сетках» и предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу данной дисциплины.

**1.2 Цели и задачи фонда оценочных средств**

Целью Фонда оценочных средств является установление соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям ОС НИЯУ МИФИ.

Для достижения поставленной цели Фондом оценочных средств по дисциплине «Численные методы решения задач математической физики на неортогональных сетках» решаются следующие задачи:

– контроль и управление процессом приобретения обучающимися знаний, умений и навыков, предусмотренных в рамках данного курса;

– контроль и оценка степени освоения общекультурных, общепрофессиональных ипрофессиональных компетенций предусмотренных в рамках данного курса;

– обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс в рамках данного курса.

**1.3 Контролируемые компетенции**

ОС НИЯУ МИФИ по направлению подготовки 01.04.02«Прикладная математика и информатика» и рабочая программадисциплины «Численные методы решения задач математической физики на неортогональных сетках» бакалаврской программы «Методы математической физики и математическое моделирование» в рамках профиля «Математическое моделирования физических процессов»предусмотрено формирование следующих общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций:

|  |  |
| --- | --- |
| **Код компетенций** | **Компетенция** |
| ОПК-1 | Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики |
| ОПК-2 | Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач |
| ОПК-3 | Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности |
| ПК-1 | Способен проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива |

**1.4 Планируемые результаты обучения**

Поскольку перечисленные компетенции носят интегральный характер, для разработки оценочных средств целесообразно выделить планируемые результаты обучения – знания, умения и навыки, характеризующие этапы формирования компетенций и обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы. Таким образом, в результате освоения дисциплины «Численные методы решения задач математической физики на неортогональных сетках» студенты должны:

*Знать:*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Код** | **Результаты обучения** | **Показатели оценки результатов** |
| З1 | базовые понятия теории разностных схем | - основные методы построения сеточных аппроксимаций дифференциальных моделей для физических процессов;  - методы рядов Фурье, энергетических неравенств, принцип максимума и спектральный метод для исследования устойчивости разностных схем;  - построение дифференциальных приближений для разностных схем |
| З2 | методы решения линейных и нелинейных систем алгебраических уравнений | **- п**остроение итерационных по нелинейностям алгоритмов;  - организация метода матричной прогонки с линеаризацией методом Ньютона;  - понятие о потоковой прогонке |
| З3 | виды записи дифференциальных моделей физических процессов | **- з**апись уравнений газовой динамики в лагранжевых и эйлеровых переменных;  **-**дивергентные и недивергентные формы записи законов сохранения;  - запись основных уравнений математической физики в нестационарных системах координат |
| З4 | свойства операторов переноса | - свойства оператора диффузионного переноса;  - принцип максимума для стационарных задач конвекции-диффузии;  - условия монотонности разностных схем для уравнений переноса |
| 35 | особенности динамической адаптации для гиперболических уравнений | - различные походы для расчета ударных волн;  - особенности гиперболических уравнений и методы регуляризации функции преобразования |

*Уметь:*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Код** | **Результаты обучения** | **Показатели оценки результатов** |
| У1 | корректно составлять математическую модель для описания заданного на формальном языке физического процесса | - постановка задач нелинейной теплопроводности и конвекции-диффузии с различными граничными и начальными условиями;  - постановка задач газовой динамики;  - запись математических моделей в безразмерных переменных |
| У2 | строить сеточные аппроксимации математических моделей | * применение метода конечных объемов для законов сохранения;   - построение слабых формулировок задач, построение решений методами Галеркина |
| У3 | применять методы динамической адаптации для дифференциальных моделей | * переход в нестационарную систему координат; * определение функции преобразования; * применение принципа квазистационарности; * исследование дифференциального приближения для повышения качества разностных схем |
| У4 | исследовать разностные схемы для выполнение принципа максимума | - достаточное условие монотонности разностной схемы;  - использование фундаментального решения сопряженной задачи |

*Владеть:*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Код** | **Результаты обучения** | **Показатели оценки результатов** |
| В1 | навыками реализации алгоритмов численного решения задач математической физики | - составление программ для численного решения модельных задач;  - проведение численных экспериментов для модельных задач и оценка точности расчетов |
| В2 | навыками визуализации результатов численных расчетов | - демонстрация навыков представления результатов расчетов с помощью специальных средств визуализации |
| В3 | методами сеточной аппроксимации расчетных областей | * триангуляция Делоне, построение диаграмм Вороного |

**1.5 Промежуточная аттестация по дисциплине**

Формой промежуточной аттестации по дисциплине «Численные методы решения задач математической физики на неортогональных сетках» является:

экзамен.

**1.6 Перечень оценочных средств**

*1 семестр*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Код** | **Наименование оценочного средства** | **Краткая характеристика оценочного средства** | **Представление оценочного средства в фонде** |
| ДЗ1 | Домашнее задание №1 | Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу | Комплект домашних заданий по вариантам |
| ДЗ2 | Домашнее задание №2 |

**1.7 Расшифровка компетенций через планируемые результаты обучения**

Связь между формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения представлена в следующей таблице:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Код** | **Проектируемые результаты освоения дисциплины**  **и индикаторы формирования компетенций** | | | **Средства и технологии оценки** |
| **Знать (З)** | **Уметь (У)** | **Владеть (В)** |
| ОПК-1 | З1 – З5 | У1 - У4 | — | ДЗ1, ДЗ2, Э |
| ОПК-2 | З1 – З5 | У1 - У4 | В1 – В3 | ДЗ1, ДЗ2, Э |
| ОПК-3 | З1 – З5 | У1 - У4 | В1 – В3 | ДЗ1, ДЗ2, Э |
| ПК-1 | З1 – З5 | У1 - У4 | В1 – В3 | ДЗ1, ДЗ2, Э |

**1.8 Этапы формирования компетенций**

*1 Семестр*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Раздел** | **Темы занятий** | **Коды**  **компетенций** | **Знания, умения и навыки** | **Виды аттестации** | | |
| **Текущий контроль –**  **неделя** | **Рубежный контроль – неделя** | **Промежуточная**  **аттестация** |
| Раздел 1 | Тема 1.  Метод конечных объемов для стационарной задачи конвекции-диффузии | ОПК-1, ОПК-2,  ОПК-3,  ПК-1 | З1, У1, У2, У4, З3 | ДЗ7 | КИ-8 | экзамен |
| Тема 2.  Методы численного решения одномерных уравнений диффузии | ОПК-1, ОПК-2,  ОПК-3,  ПК-1 | З1, З3, У1, У2, У4, В3 |
| Раздел 2 | Тема 3.  Метод динамической адаптации для параболических уравнений  Тема 4.  Математический аппарат метода опорных операторов | ОПК-1, ОПК-2,  ОПК-3,  ПК-1 | З1 – З5, У1 - У4 В1, В2, В3 | ДЗ15 | КИ-16 |
| Тема 5.  Смешанная краевая задача для волнового уравнения.  Тема 6. Смешанная краевая задача для уравнения теплопроводности. |

**1.9 Шкала оценки образовательных достижений**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Код** | **Вид оценочного**  **средства** | | **Критерии** | | | **Балл** | **Макс. балл– мин. балл** |
| ДЗ1 | Домашнее задание №1 | | выставляется студенту при демонстрации адекватной работы программы и знания теоретических основ используемого метода | | | 25 | **25-15** |
| выставляется студенту при демонстрации адекватной работы программы | | | 15−24 |
| при отсутствии или неверной работе программы домашнее задание не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течении семестра или на зачетной неделе | | | н/з |
| ДЗ2 | Домашнее задание №2 | | выставляется студенту при демонстрации адекватной работы программы и знания теоретических основ используемого метода | | | 25 | **25-15** |
| выставляется студенту при демонстрации адекватной работы программы | | | 15−24 |
| при отсутствии или неверной работе программы домашнее задание не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течении семестра или на зачетной неделе | | | н/з |
| Э | | Экзамен | | при полностью правильно написанном билете и при ответе на все дополнительные вопросы по курсу с незначительными неточностями, которые студент должен устранить в процессе беседы с преподавателем, в рамках которой он демонстрирует углубленное понимание предмета и владение ключевыми знаниями, умениями и навыками, предусмотренными данной дисциплиной | 50 | | **50-30** |
| при полностью правильно написанном билете и при ответе на часть дополнительных вопросов по курсу с демонстраций базовых знаний, умений и навыков, предусмотренных данной дисциплиной | 40−45 | |
| при написанных ответах на вопросы билета (допускается содержание некоторых неточностей) и демонстрации базовых знаний, умений и навыков по данной дисциплине | 30−39 | |
| если студент не написал ответ хотя бы на один из вопросов билета и не может ответить на дополнительные компетентностно–ориентированные вопросы | н/з | |

Итоговая оценка представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля, и выставляется в соответствии с Положением о кредитно-модульной системе в соответствии со следующей шкалой:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Оценка по 5-балльнойшкале | Сумма баллов за разделы | Оценка ECTS |
| 5 – *«отлично»* | 90-100 | А |
| 4 – «*хорошо*» | 85-89 | В |
| 75-84 | С |
| 70-74 | D |
| 3 – «*удовлетворительно*» | 65-69 |
| 60-64 | Е |
| 2 – «*неудовлетворительно*» | Ниже 60 | F |

В данном случае, расшифровка уровня знаний соответствующего полученным баллам дается в таблице указанной ниже

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Оценка по 5-балльной шкале – оценка по ECTS** | **Сумма баллов за разделы** | **Требования к знаниям на устном экзамене** |
| *«отлично»*  *–*  *А* | 90 ÷ 100 | Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы. |
| *«хорошо»*  *–*  *D, C, B* | 70 ÷ 89 | Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос. |
| *«удовлетворительно»*  *–*  *E, D* | 60 ÷ 69 | Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала. |
| *«неудовлетворительно»*  *–*  *F* | менее 60 | Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. |

**2.ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ**

**для оценки знаний (3), умений (У) и навыков (В)**

**2.1 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ**

Ниже приведен перечень оценочных средств используемых при проведении текущего контроля успеваемости студентов.

**2.1.5 Домашнее задание №1 (ДЗ1)**

Разработать программный комплекс для численного решения двумерной стационарной задачи конвекции-диффузии в квадрате методом конечных объемов для нерегулярных сеток. Для заданного поля скоростей, точного решения и числа Пекле определить правую часть и протестировать программу.

(1)

(2)

(3)

Вариант 1

Для задачи (1)

Вариант 2

Для задачи (2)

Вариант 3

Для задачи (3)

Вариант 4

Для задачи (1)

Вариант 5

Для задачи (2)

Вариант 6

Для задачи (3)

Вариант 7

Для задачи (2)

Вариант 8

Для задачи (2)

Вариант 9

Для задачи (1)

Вариант 10

Для задачи (3)

**2.1.1 Домашнее задание №2 (ДЗ2)**

С помощью аппроксимации дифференциальной модели методом конечных объемов численно решить трехмерную задачу теплопроводности

#### 

#### 

Вариант 1:

Вариант 2:

Вариант 3:

Вариант 4:

Вариант 5:

Вариант 6:

Вариант 7:

Вариант 8:

Вариант 9:

Вариант 10:

**2.2 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ РУБЕЖНОГО КОНТРОЛЯ**

В рамках дисциплины «Численные методы решения задач математической физики на неортогональных сетках» предусмотрено проведение рубежного контроля успеваемости студентов на 8 и 16 неделе.

В качестве оценочного средства при проведении рубежного контроля на 8 неделе используется, так называемый, Контроль по итогам (КИ), минимальная положительная оценка за который подразумевает усвоение студентом необходимого минимума материала, относящегося к Разделу 1 дисциплины. Баллы, за проводящийся на 8 неделе контроль по итогам, выставляются в соответствии со следующими таблицами

*1 семестр*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Код оценочного средства | Вид контроля | Неделя контроля | Минимальный балл | Максимальный бал |
| ДЗ1 | Домашнее задание №1 | 3 | 15 | 25 |
| **КИ** | **Контроль по Итогам** | **8** | **15** | **25** |

Рубежный контроль на 16 неделе проводится аналогично рубежному контролю на 8 неделе и оценивает уровень знаний полученных студентом в Разделе 2 дисциплины и выставляется в соответствии со следующими таблицами

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Код оценочного средства | Вид контроля | Неделя контроля | Минимальный балл | Максимальный бал |
| ДЗ3 | Домашнее задание №3 | 11 | 15 | 25 |
| **КИ** | **Контроль по Итогам** | **16** | **15** | **25** |

**2.3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

**2.3.1 ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ**

1. Идея метода конечных объемов для численного решения задач математической физики.
2. Метод конечных объемов на индексных сетках. Конечно-объемная аппроксимация двумерного уравнения теплопроводности на четырехугольных сетках.
3. Конечно-объемная аппроксимация трехмерной задачи теплопроводности на индексных сетках.
4. Конечно-объемная аппроксимация трехмерных задач газовой динамики на индексных сетках.
5. Операторные формы записи стационарных уравнений конвекции диффузии. Свойства операторовдиффузионного и конвективного переноса в консервативной, неконсервативной и симметричных формах.
6. Многоугольники Вороного, триангуляция Делоне.
7. Метод конечных объемов для стационарной задачи конвекции диффузии на треугольных сетках.
8. Сеточный оператор диффузионного переноса на треугольных сетках и его самосопряженность.
9. Сеточные операторы конвективного переноса их свойства и связь между ними.
10. Связь между сеточными операторами конвективного переноса и условия их эквивалентности. Аналогия с их непрерывными аналогами.
11. Условия монотонности схемвида C1,2 y + Dy=f(**x**).
12. Безусловно монотонные схемы для стационарной задачи конвекции диффузии с конвективным членом в недивергентной форме.
13. Безусловно монотонные схемы для стационарной задачи конвекции диффузии с конвективным членом в дивергентной форме.
14. Параболические уравнения в нестационарных системах координат.
15. Принцип квазистационарности для параболических уравнений.
16. Начальные и граничные условия в подвижной системе координат.
17. Нелинейное уравнение теплопроводности. Применение принципа квазистационарности.
18. Анализ дифференциальных приближений для разностных аппроксимаций принципа квазистационарности. Выбор функции преобразования.
19. Разностная схема расчета формирования неподвижных фронтов для нелинейного уравнения теплопроводности.
20. Задача о распространении тепловых волн.
21. Принцип квазистационарности для уравнений Бюргерса и Бакли — Леверетта.
22. Анализ дифференциального приближения для разностных аппроксимаций принципа квазистационарности для уравнений Бюргерса и Бакли — Леверетта. Выбор функции преобразования.
23. Разностная аппроксимация уравнения Бакли — Леверетта в подвижной системе координат с оптимальной функцией преобразования.
24. Разностная аппроксимацияуравнения Бюргерса в подвижной системе координат с оптимальной функцией преобразования.
25. Разностная схема метода опорных операторов уравнения Пуассона.
26. Дискретная модель сплошной среды.
27. Метод опорных операторов.
28. Проекторы и их моменты.
29. Сеточный аналог интегрального представления функций из
30. Сеточные вложения из в .
31. Слабое сеточное вложение из в .

**Билеты к Экзамену**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| |  |  | | --- | --- | | **МИНОБРНАУКИ РОССИИ** Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» | 01.04.02 Прикладная математика и информатика  (код и наименование направления подготовки/специальность)  Математические и компьютерные методы в научных исследованиях  (профиль подготовки/магистерская программа/специализация)  Прикладная математика  (наименование кафедры) |   Дисциплина: Численные методы решения задач  математической физики на неортогональных сетках  (наименование дисциплины)  **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1**   1. Идея метода конечных объемов для численного решения задач математической физики 2. Слабое сеточное вложение из в .   Заведующий кафедрой №31 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ /Н.А. Кудряшов  (подпись)  Утверждено на заседании кафедры  Протокол №\_\_ от \_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_г. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| |  |  | | --- | --- | | МИНОБРНАУКИ РОССИИФедеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» | 01.04.02 Прикладная математика и информатика  (код и наименование направления подготовки/специальность)  Математические и компьютерные методы в научных исследованиях  (профиль подготовки/магистерская программа/специализация)  Прикладная математика  (наименование кафедры) |   Дисциплина: Численные методы решения задач  математической физики на неортогональных сетках  (наименование дисциплины)  **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №2**   1. Метод конечных объемов на индексных сетках. Конечно-объемная аппроксимация двумерного уравнения теплопроводности на четырехугольных сетках 2. Сеточные вложения из в .   Заведующий кафедрой №31 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ /Н.А. Кудряшов  (подпись)  Утверждено на заседании кафедры  Протокол №\_\_ от \_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_г.  . |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| |  |  | | --- | --- | | МИНОБРНАУКИ РОССИИФедеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» | 01.04.02 Прикладная математика и информатика  (код и наименование направления подготовки/специальность)  Математические и компьютерные методы в научных исследованиях  (профиль подготовки/магистерская программа/специализация)  Прикладная математика  (наименование кафедры) |   Дисциплина: Численные методы решения задач  математической физики на неортогональных сетках  (наименование дисциплины)  **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №3**   1. Конечно-объемная аппроксимация трехмерной задачи теплопроводности на индексных сетках 2. Сеточный аналог интегрального представления функций из   Заведующий кафедрой №31 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ /Н.А. Кудряшов  (подпись)  Утверждено на заседании кафедры  Протокол №\_\_ от \_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_г. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| |  |  | | --- | --- | | МИНОБРНАУКИ РОССИИФедеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» | 01.04.02 Прикладная математика и информатика  (код и наименование направления подготовки/специальность)  Математические и компьютерные методы в научных исследованиях  (профиль подготовки/магистерская программа/специализация)  Прикладная математика  (наименование кафедры) |   Дисциплина: Численные методы решения задач  математической физики на неортогональных сетках  (наименование дисциплины)  **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №4**   1. Конечно-объемная аппроксимация трехмерных задач газовой динамики на индексных сетках 2. Проекторы и их моменты   Заведующий кафедрой №31 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ /Н.А. Кудряшов  (подпись)  Утверждено на заседании кафедры  Протокол №\_\_ от \_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_г. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| |  |  | | --- | --- | | МИНОБРНАУКИ РОССИИФедеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» | 01.04.02 Прикладная математика и информатика  (код и наименование направления подготовки/специальность)  Математические и компьютерные методы в научных исследованиях  (профиль подготовки/магистерская программа/специализация)  Прикладная математика  (наименование кафедры) |   Дисциплина: Численные методы решения задач  математической физики на неортогональных сетках  (наименование дисциплины)  **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №5**   1. Операторные формы записи стационарных уравнений конвекции диффузии. Свойства операторов диффузионного и конвективного переноса в консервативной, неконсервативной и симметричных формах. 2. Метод опорных операторов на примере уравнения Пуассона   Заведующий кафедрой №31 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ /Н.А. Кудряшов  (подпись)  Утверждено на заседании кафедры  Протокол №\_\_ от \_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_г. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| |  |  | | --- | --- | | МИНОБРНАУКИ РОССИИФедеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» | 01.04.02 Прикладная математика и информатика  (код и наименование направления подготовки/специальность)  Математические и компьютерные методы в научных исследованиях  (профиль подготовки/магистерская программа/специализация)  Прикладная математика  (наименование кафедры) |   Дисциплина: Численные методы решения задач  математической физики на неортогональных сетках  (наименование дисциплины)  **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №6**   1. Многоугольники Вороного, триангуляция Делоне. 2. Дискретная модель сплошной среды   Заведующий кафедрой №31 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ /Н.А. Кудряшов  (подпись)  Утверждено на заседании кафедры  Протокол №\_\_ от \_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_г. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| |  |  | | --- | --- | | МИНОБРНАУКИ РОССИИФедеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» | 01.04.02 Прикладная математика и информатика  (код и наименование направления подготовки/специальность)  Математические и компьютерные методы в научных исследованиях  (профиль подготовки/магистерская программа/специализация)  Прикладная математика  (наименование кафедры) |   Дисциплина: Численные методы решения задач  математической физики на неортогональных сетках  (наименование дисциплины)  **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №7**   1. Метод конечных объемов для стационарной задачи конвекции диффузии на треугольных сетках 2. Разностная аппроксимация уравнения Бюргерса в подвижной системе координат с оптимальной функцией преобразования   Заведующий кафедрой №31 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ /Н.А. Кудряшов  (подпись)  Утверждено на заседании кафедры  Протокол №\_\_ от \_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_г. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| |  |  | | --- | --- | | МИНОБРНАУКИ РОССИИФедеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» | 01.04.02 Прикладная математика и информатика  (код и наименование направления подготовки/специальность)  Математические и компьютерные методы в научных исследованиях  (профиль подготовки/магистерская программа/специализация)  Прикладная математика  (наименование кафедры) |   Дисциплина: Численные методы решения задач  математической физики на неортогональных сетках  (наименование дисциплины)  **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №8**   1. Сеточный оператор диффузионного переноса на треугольных сетках и его самосопряженность 2. Разностная аппроксимация уравнения Бакли-Леверетта в подвижной системе координат с оптимальной функцией преобразования   Заведующий кафедрой №31 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ /Н.А. Кудряшов  (подпись)  Утверждено на заседании кафедры  Протокол №\_\_ от \_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_г. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| |  |  | | --- | --- | | МИНОБРНАУКИ РОССИИФедеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» | 01.04.02 Прикладная математика и информатика  (код и наименование направления подготовки/специальность)  Математические и компьютерные методы в научных исследованиях  (профиль подготовки/магистерская программа/специализация)  Прикладная математика  (наименование кафедры) |   Дисциплина: Численные методы решения задач  математической физики на неортогональных сетках  (наименование дисциплины)  **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №9**   1. Сеточные операторы конвективного переноса их свойства и связь между ними 2. Анализ дифференциального приближения для разностных аппроксимаций принципа квазистационарности для уравнений Бюргерса и Бакли-Леверетта. Выбор функции преобразования   Заведующий кафедрой №31 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ /Н.А. Кудряшов  (подпись)  Утверждено на заседании кафедры  Протокол №\_\_ от \_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_г. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| |  |  | | --- | --- | | МИНОБРНАУКИ РОССИИФедеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» | 01.04.02 Прикладная математика и информатика  (код и наименование направления подготовки/специальность)  Математические и компьютерные методы в научных исследованиях  (профиль подготовки/магистерская программа/специализация)  Прикладная математика  (наименование кафедры) |   Дисциплина: Численные методы решения задач  математической физики на неортогональных сетках  (наименование дисциплины)  **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №10**   1. Связь между сеточными операторами конвективного переноса и условия их эквивалентности. Аналогия с их непрерывными аналогами 2. Принцип квазистационарности для уравнений Бюргерса и Бакли-Леверетта   Заведующий кафедрой №31 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ /Н.А. Кудряшов  (подпись)  Утверждено на заседании кафедры  Протокол №\_\_ от \_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_г. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| |  |  | | --- | --- | | МИНОБРНАУКИ РОССИИФедеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» | 01.04.02 Прикладная математика и информатика  (код и наименование направления подготовки/специальность)  Математические и компьютерные методы в научных исследованиях  (профиль подготовки/магистерская программа/специализация)  Прикладная математика  (наименование кафедры) |   Дисциплина: Численные методы решения задач  математической физики на неортогональных сетках  (наименование дисциплины)  **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №11**   1. Условия монотонности схем вида C1,2 y + Dy=f(**x**) 2. Принцип квазистационарности для уравнений Бюргерса и Бакли-Леверетта   Заведующий кафедрой №31 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ /Н.А. Кудряшов  (подпись)  Утверждено на заседании кафедры  Протокол №\_\_ от \_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_г. |
|  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| |  |  | | --- | --- | | МИНОБРНАУКИ РОССИИФедеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» | 01.04.02 Прикладная математика и информатика  (код и наименование направления подготовки/специальность)  Математические и компьютерные методы в научных исследованиях  (профиль подготовки/магистерская программа/специализация)  Прикладная математика  (наименование кафедры) |   Дисциплина: Численные методы решения задач  математической физики на неортогональных сетках  (наименование дисциплины)  **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №12**   1. Безусловно монотонные схемы для стационарной задачи конвекции диффузии с конвективным членом в недивергентной форме 2. Задача о распространении тепловых волн   Заведующий кафедрой №31 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ /Н.А. Кудряшов  (подпись)  Утверждено на заседании кафедры  Протокол №\_\_ от \_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_г. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| |  |  | | --- | --- | | МИНОБРНАУКИ РОССИИФедеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» | 01.04.02 Прикладная математика и информатика  (код и наименование направления подготовки/специальность)  Математические и компьютерные методы в научных исследованиях  (профиль подготовки/магистерская программа/специализация)  Прикладная математика  (наименование кафедры) |   Дисциплина: Численные методы решения задач  математической физики на неортогональных сетках  (наименование дисциплины)  **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №13**   1. Безусловно монотонные схемы для стационарной задачи конвекции диффузии с конвективным членом в дивергентной форме 2. Разностная схема расчета формирования неподвижных фронтов для нелинейного уравнения теплопроводности   Заведующий кафедрой №31 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ /Н.А. Кудряшов  (подпись)  Утверждено на заседании кафедры  Протокол №\_\_ от \_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_г. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| |  |  | | --- | --- | | МИНОБРНАУКИ РОССИИФедеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» | 01.04.02 Прикладная математика и информатика  (код и наименование направления подготовки/специальность)  Математические и компьютерные методы в научных исследованиях  (профиль подготовки/магистерская программа/специализация)  Прикладная математика  (наименование кафедры) |   Дисциплина: Численные методы решения задач  математической физики на неортогональных сетках  (наименование дисциплины)  **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №14**   1. Параболические уравнения в нестационарных системах координат 2. Анализ дифференциальных приближений для разностных аппроксимаций принципа квазистационарности. Выбор функции преобразования   Заведующий кафедрой №31 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ /Н.А. Кудряшов  (подпись)  Утверждено на заседании кафедры  Протокол №\_\_ от \_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_г. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| |  |  | | --- | --- | | МИНОБРНАУКИ РОССИИФедеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» | 01.04.02 Прикладная математика и информатика  (код и наименование направления подготовки/специальность)  Математические и компьютерные методы в научных исследованиях  (профиль подготовки/магистерская программа/специализация)  Прикладная математика  (наименование кафедры) |   Дисциплина: Численные методы решения задач  математической физики на неортогональных сетках  (наименование дисциплины)  **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №15**   1. Принцип квазистационарности для параболических уравнений 2. Нелинейное уравнение теплопроводности. Применение принципа квазистационарности   Заведующий кафедрой №31 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ /Н.А. Кудряшов  (подпись)  Утверждено на заседании кафедры  Протокол №\_\_ от \_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_г. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| |  |  | | --- | --- | | МИНОБРНАУКИ РОССИИФедеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» | 01.04.02 Прикладная математика и информатика  (код и наименование направления подготовки/специальность)  Математические и компьютерные методы в научных исследованиях  (профиль подготовки/магистерская программа/специализация)  Прикладная математика  (наименование кафедры) |   Дисциплина: Численные методы решения задач  математической физики на неортогональных сетках  (наименование дисциплины)  **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №16**   1. Начальные и граничные условия в подвижной системе координат 2. Метод опорных операторов.   Заведующий кафедрой №31 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ /Н.А. Кудряшов  (подпись)  Утверждено на заседании кафедры  Протокол №\_\_ от \_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_г. |