ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ

ОДОБРЕНО  
  
протокол № 18 / 03   
  
от « 31 » мая 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ НА НЕОРТОГОНАЛЬНЫХ СЕТКАХ

|  |  |
| --- | --- |
| Направление подготовки (специальность) | 01.04.02 Прикладная математика и информатика |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Семестр** | **Трудоемкость, кред.** | **Общий объем курса, час.** | **Лекции, час.** | **Практич. занятия, час.** | **Лаборат. работы, час.** | **СРС, час.** | **КСР, час.** | **Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП** |
| 1 | 3 | 108 | 16 | 16 | 0 | 40 | 0 | Э |

АННОТАЦИЯ

В курсе «Численные методы» излагаются основные сведения о классических численных методах решения различных прикладных задач таких, как: прямые и итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений, решение нелинейных алгебраических и трансцендентных уравнений; интерполирование, дифференцирование и интегрирование, решение краевых задач и задач Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений, а также методы решения смешанных краевых задач для дифференциальных уравнений в частных производных на примере волнового уравнения и уравнения теплопроводности.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения учебной дисциплины «Численные методы» является

- ознакомление студентов с основами численных методов и формирование у них умений и навыков решения практических задач;

- формирование навыков анализа и обработки полученных при выполнение лабораторных работ результатов, а также их систематизация в форме научного отчета;

- развити навыков программирования и разработки законченных программ.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Для успешного освоения дисциплины «Численные методы» требуются базовые знания по следующим курсам: математический анализ, линейная алгебра, обыкновенные дифференциальные уравнения, дифференциальные и интегральные уравнения, уравнения математической физики. Основные положения курса «Численные методы» должны / могут быть использованы при изучении дисциплин: методы оптимизации, методы решения некорректных задач, теория вероятности и математическая статистика, численные методы и т.д. Также, полученные знания, умения и навыки необходимы для успешного выполнения научно–исследовательской работы и прохождения преддипломной практики.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и общепрофессиональные компетенции:

|  |  |
| --- | --- |
| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции |

Профессиональные компетенции в соотвествии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Задача профессиональной деятельности (ЗПД)** | **Объект или область знания** | **Код и наименование профессиональной компетенции;** **Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)** | **Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции** |

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п.п** | **Наименование раздела учебной дисциплины** | **Недели** | **Лекции/ Практ. (семинары )/ Лабораторные работы, час.** | **Обязат. текущий контроль (форма\*, неделя)** | **Максимальный балл за раздел\*\*** | **Аттестация раздела (форма\*, неделя)** | **Индикаторы освоения компетенции** |
|  | *1 Семестр* |  |  |  |  |  |  |
| 1 | Раздел 1 | 1-8 | 8/8/0 | ДЗ-3 | КИ-8 | 25 |  |
| 2 | Раздел 2 | 9-16 | 8/8/0 | ДЗ-11 | КИ-16 | 25 |  |
|  | *Итого за 1 Семестр* |  | 16/16/0 |  |  | 50 |  |
|  | **Контрольные мероприятия за 1 Семестр** |  |  |  | Э | 50 |  |

\* – сокращенное наименование формы контроля

\*\* – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

|  |  |
| --- | --- |
| **Обозначение** | **Полное наименование** |
| ДЗ | Домашнее задание |
| КИ | Контроль по итогам |
| Э | Экзамен |

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Недели** | **Темы занятий / Содержание** | **Лек., час.** | **Пр./сем., час.** | **Лаб., час.** |
|  | *1 Семестр* | 16 | 16 | 0 |
| **1-8** | **Раздел 1** | 8 | 8 | 0 |
| 1 - 6 | **Тема 1. Введение. Интерполирование, дифференцирование и интегрирование. Метод конечных объемов для стационарной задачи конвекции-диффузии** Дается краткая характеристика предмета. Рассматриваются исторические предпосылки к развитию методов вычислительной математики как самостоятельного раздела науки. Описываются и иллюстрируются примерами отличия вычислительной математики от других дисциплин математического цикла.  Методы интерполяции функций, т.е. методы позволяющие по конечному набору значений функции в некоторых точках приближенно восстановить ее вид. Приводятся простейшие примеры полиномиальной интерполяции. Интерполяционные полиномы Лагранжа и Ньютона. Точность интерполяции по Лагранжу. Минимизации ошибки интерполяции по Лагранжу с применением нулей полиномов Чебышева.  Численное дифференцирование функций. Метод неопределенных коэффициентов, метод рядов Тейлора и метод дифференцирования интерполяционных полиномов. Порядка аппроксимации и его оценки для различных формул численного дифференцирования.  Методы численного интегрирования.Метод прямоугольников, трапеций, Симсона и метод Гаусса. Оценка погрешностей данных методов. | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов |
| 4 | 4 |  |
| Онлайн | Онлайн | Онлайн |
|  |  |  |
| 7 - 8 | **Тема 2. Итерационные методы решения трансцендентных уравнений. Методы численного решения одномерных уравнений диффузии** Трансцендентные уравнения. Методы отделения корней. Графический метод и метод диления отрезка пополам. Итерационные методы поиска корней трансцендентных уравнений. Метод дихотомии (бисекции), метод простой итерации, метод Ньютона. Графический смысл метода Ньютона. Скорость сходимости итерационных методов. | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов |
| 4 | 4 |  |
| Онлайн | Онлайн | Онлайн |
|  |  |  |
| **9-16** | **Раздел 2** | 8 | 8 | 0 |
| 9 - 10 | **Тема 3. Задача Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод динамической адаптации для параболических уравнений** Задача Коши для обыкновенного дифференциального уравнения (ОДУ) n-ого порядка. Нормальная система ОДУ. Сведение задачи Коши для ОДУ n-ого порядка к нормальной системе. Методы решения задачи Коши для ОДУ 1-ого порядка. Метод Эйлера, метод предиктор-корректор. Иерархия методов Рунге-Кутта и методов Адамса. Графический смысл методлов. Априорные и апостериорные оценки точности метода. Поправка Рунге. | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов |
| 2 | 2 |  |
| Онлайн | Онлайн | Онлайн |
|  |  |  |
| 11 | **Тема 4. Краевые задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений и методы решения СЛАУ. Математический аппарат метода опорных операторов** Краевая задача для обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка. Аппроксимация производных конечными разностями. Координатная сетка. Понятие невязки. Использование невязки для оценки порядка аппроксимации производных конечными разностями. Замена дифференциального уравнения системой алгебраических уравнений. Метод фиктивных точек для аппроксимации краевых условий с повышенной точностью. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Метод прогонки. Необходимое условие для устойчивости метода прогонки. | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов |
| 2 | 2 |  |
| Онлайн | Онлайн | Онлайн |
|  |  |  |
| 12 - 13 | **Тема 5. Смешанная краевая задача для волнового уравнения.** Пространственно-временная сетка. Шаблон разностной схемы. Явные и неявные разностные схемы. Понятие невязки, порядка аппроксимации и устойчивости разностных схем. Шаблон типа “крест” для одномерного волнового уравнения. Порядок аппроксимации и устойчивость разностной задачи на шаблоне типа “крест”. Использование метода фиктивных точек для получения аппроксимации начальных и граничных условий. Исследование устойчивости схемы “крест”. Условие Куранта. | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов |
| 2 | 2 |  |
| Онлайн | Онлайн | Онлайн |
|  |  |  |
| 14 - 16 | **Тема 6. Смешанная краевая задача для уравнения теплопроводности.** Шеститочечный шаблон и семейство разностных схем для одномерного уравнения теплопроводности. Оценка порядка аппроксимации для схем на основе шеститочечного шаблона. Обоснование преимуществ симметричной схемы и схемы повышенной точности. Анализ устойчивости схем на основе шеститочечного шаблона. | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов |
| 2 | 2 |  |
| Онлайн | Онлайн | Онлайн |
|  |  |  |

Сокращенные наименования онлайн опций:

|  |  |
| --- | --- |
| **Обозначение** | **Полное наименование** |
| ЭК | Электронный курс |
| ПМ | Полнотекстовый материал |
| ПЛ | Полнотекстовые лекции |
| ВМ | Видео-материалы |
| АМ | Аудио-материалы |
| Прз | Презентации |
| Т | Тесты |
| ЭСМ | Электронные справочные материалы |
| ИС | Интерактивный сайт |

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе лекционных и лабораторных занятий рассматриваются практические задачи, делается акцент на прикладных исследованиях. Студенты получают опыт самостоятельной подготовки законченных программ, улучшают навыки программирования, учатся систематизировать и представлять результаты исследований в виде отчетов. При обсуждении тем лекционных занятий используются интерактивные формы обучения, в частности используются презентации, обсуждаются последние научные работы, новые численные методы и схемы, рассказывается о работе с научной литературой. Обязательным является самостоятельная работа студентов, выполнение индивидуальных заданий, работа с литературой.

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

|  |  |
| --- | --- |
| **Компетенция** | **Индикаторы освоения** |

Оценочные средства приведены в приложении.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ К 90 Математические вопросы численного решения гиперболических систем уравнений : учебное пособие, Москва: Физматлит, 2012

2. ЭИ Б 30 Численные методы в задачах и упражнениях : учебное пособие, Москва: Лаборатория знаний, 2015

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 519 Ч-67 Численные методы Кн.1 Численный анализ, Москва: Академия, 2013

2. 519 Ч-67 Численные методы Кн.2 Методы математической физики, Москва: Академия, 2013

3. 519 Б89 Теория разностных схем(основные понятия) : Учеб. пособие, Брушлинский К.В., М.: МИФИ, 1986

4. 517 Г59 Разностные схемы : Введение в теорию: учебное пособие для вузов, Годунов С.К.,Рябенький В.С., Москва: Наука, 1977

5. 519 Ч-67 Численные методы решения уравнений с частными производными Ч.1 Разностные схемы для решения уравнения конвективного переноса (одномерное уравнение), С. А. Губин [и др.], Москва: НИЯУ МИФИ, 2012

6. 517 С17 Теория разностных схем : Учеб.пособие для вузов, Самарский А.А., М.: Наука, 1989

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

-

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с ОС НИЯУ МИФИ (ФГОС) и учебным планом основной образовательной программы (программ).

Автор(ы):

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Синельщиков Дмитрий Игоревич, к.ф.-м.н. |  |
|  | Рябов Павел Николаевич, к.ф.-м.н. |  |
|  | Чмыхов Михаил Александрович, к.ф.-м.н., доцент |  |

Рецензент(ы):

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | д.ф.-м.н., профессор К.В. Брушлинский |  |