

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Высшая школа информационных технологий и информационных систем



Программа дисциплины

Численное решение краевых задач Б1.В.ОД.9

Направление подготовки: 09.03.03 - Прикладная информатика

Профиль подготовки: Прикладная информатика в образовании

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Губайдуллина Р.К. , Ожегова А.В.

Рецензент(ы):

Насрутдинов М.Ф.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Авхадиев Ф. Г.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Высшей школы информационных технологий и информационных систем:

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Регистрационный No 689518515

Казань

2015

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) ассистент, к.н. Губайдуллина Р.К. Кафедра теории функций и приближений отделение математики, RKGubajdullina@kpfu.ru; доцент, к.н. (доцент) Ожегова А.В. Кафедра теории функций и приближений отделение математики, Alla.Ozhegova@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины "Численное решение краевых задач" является изучение основных приемов разработки и применения на практике методов решения различных математических задач, возникающих как в теории, так и в приложениях к различным областям математики, физики, механики, химии и т.п. В процессе практических и самостоятельных занятий выпускник должен получить навыки решения задач с применением компьютера.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ОД.9 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 09.03.03 Прикладная информатика и относится к обязательным дисциплинам. Осваивается на 3 курсе, 6 семестр.

Освоение курса предполагает предварительное знакомство студентов с содержанием учебных дисциплин: "Математический анализ", "Линейная алгебра", "Дифференциальные уравнения".

Дисциплина "Численное решение краевых задач" изучает приближенные методы решения задач алгебры, анализа, дифференциальных уравнений и их приложений в задачах механики и математической физики. Знания и умения, приобретенные студентами по этой дисциплине, будут использоваться при изучении курсов по прикладной математике, при выполнении курсовых и дипломных работ, связанных с математическим моделированием и обработкой наборов данных, решением конкретных задач из механики, физики и т.п.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-23 (профессиональные компетенции)	способностью применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основные идеи, лежащие в основе численных методов, роль этих методов в современной математике, механике и физике; иметь представление о существующих пакетах прикладных программ

2. должен уметь:

ориентироваться в потоке информации о численных методах, уметь их практически применить к конкретным прикладным задачам, оценивать погрешности применяемых методов, реализовывать вычислительные алгоритмы на языке программирования высокого уровня

3. должен владеть:

навыками применения численных методов и доведения решения различных классов задач до числа

применять полученные знания при решении различных прикладных задач

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 6 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Тема 1. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений.	6	1	2	0	6	домашнее задание
2.	Тема 2. Тема 2. Приближенные методы решения нелинейных уравнений.	6	3	2	0	6	контрольная работа
3.	Тема 3. Тема 3. Интерполирование многочленами.	6	7	2	0	6	домашнее задание
4.	Тема 4. Тема 4. Численное дифференцирование	6	9	2	0	6	устный опрос
5.	Тема 5. Тема 5. Квадратурные формулы	6	11	2	0	6	домашнее задание
6.	Тема 6. Тема 6. Численные методы решения дифференциальных уравнений	6	13, 15	8	0	6	контрольная работа устный опрос
	Тема . Итоговая форма контроля	6		0	0	0	зачет
	Итого			18	0	36	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Тема 1. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Точные методы решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ): метод Крамера, метод Гаусса. Применения метода Гаусса к вычислению определителей и обратной матрицы. Наиболее употребительные нормы матриц. Понятие об итерационных методах решения СЛАУ. Метод простой итерации, итерационный метод Зейделя. Необходимые и достаточные условия сходимости рассматриваемых итерационных методов.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Метод простой итерации, метод Зейделя решения СЛАУ. Вычисление нормы матрицы.

Тема 2. Тема 2. Приближенные методы решения нелинейных уравнений.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Аналитический и графический методы отделения корней. Метод Ньютона и метод итераций решения нелинейных уравнений.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Метод Ньютона, метод итераций решения нелинейных уравнений

Тема 3. Тема 3. Интерполирование многочленами.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Алгебраическое интерполирование. Интерполяционный полином Лагранжа. Погрешность (остаточный член) интерполирования. Конечные разности и разностные отношения. Интерполяционный многочлен Ньютона. Интерполирование по равноотстоящим узлам. Интерполирование по кратным узлам. Тригонометрическое интерполирование

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Построение интерполяционных полиномов Лагранжа, Ньютона, тригонометрического полинома для заданных функций и получение оценок погрешностей

Тема 4. Тема 4. Численное дифференцирование

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Формулы численного дифференцирования. Погрешности, возникающие при численном дифференцировании.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Вычисление производных с помощью формул численного дифференцирования

Тема 5. Тема 5. Квадратурные формулы

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Понятие о квадратурных формулах, порядок алгебраической точности квадратурных формул, интерполяционные квадратурные формулы. Составные квадратурные формулы, вывод формулы трапеций, формулы Симпсона, формул левых, средних и правых прямоугольников. Оценки погрешности для формул прямоугольников, трапеций и Симпсона. Квадратурные формулы наивысшего алгебраического порядка точности (формулы Гаусса).

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Приближенное вычисление интегралов.

Тема 6. Тема 6. Численные методы решения дифференциальных уравнений

лекционное занятие (8 часа(ов)):

Метод последовательных приближений Пикара для решения обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ). Метод степенных рядов (метод Коши) для решения ОДУ. Метод Рунге-Кутты для численного решения ОДУ. Оценка погрешности одношаговых методов численного решения ОДУ. Многошаговые методы решения ОДУ. Метод конечных разностей для численного решения краевых задач на примере линейных ОДУ второго порядка. Разностные методы решения для уравнений эллиптического типа на примере задачи Дирихле для уравнения Пуассона. Разностные методы решения уравнений параболического типа. Разностные методы решения уравнений гиперболического типа.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Разностные методы решения уравнений математической физики.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений.	6	1	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание
2.	Тема 2. Приближенные методы решения нелинейных уравнений.	6	3	подготовка к контрольной работе	10	контрольная работа
3.	Тема 3. Интерполирование многочленами.	6	7	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание
4.	Тема 4. Численное дифференцирование	6	9	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
5.	Тема 5. Квадратурные формулы	6	11	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание
6.	Тема 6. Численные методы решения дифференциальных уравнений	6	13, 15	подготовка к контрольной работе	6	контрольная работа
				подготовка к устному опросу	6	устный опрос
Итого					54	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Сочетание традиционных образовательных технологий в форме лекций и практических занятий, самостоятельных работ и проведение контрольных мероприятий (зачетов, промежуточного тестирования).

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений.

домашнее задание, примерные вопросы:

Примерное задание: решить систему линейных уравнений методом простых итераций, оценить скорость сходимости приближенных решений к точному.

Тема 2. Приближенные методы решения нелинейных уравнений.

контрольная работа, примерные вопросы:

Примерное задание: с заданной точностью определить все корни нелинейного уравнения.

Тема 3. Интерполирование многочленами.

домашнее задание , примерные вопросы:

Примерное задание: восстановить функцию, заданную таблично.

Тема 4. Численное дифференцирование

устный опрос , примерные вопросы:

Устный опрос должен выявить знания студентов о способах нахождения производных различных функций.

Тема 5. Квадратурные формулы

домашнее задание , примерные вопросы:

Примерное задание: вычислить интеграл с заданной точностью.

Тема 6. Численные методы решения дифференциальных уравнений

контрольная работа , примерные вопросы:

Примерное задание: решить обыкновенное дифференциальное уравнение методом Рунге-Кутты, погрешность оценить методом двойного перерасчета.

устный опрос , примерные вопросы:

Устный опрос должен выявить знания студентов о различных методах решения обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, способах оценки погрешности.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Примерные вопросы к зачету:

1. Интерполяционные полиномы Лагранжа.
2. Представления Лагранжа для интерполяционного полинома.
3. Формула для остаточного члена интерполяционного полинома Лагранжа для функций, имеющих непрерывную производную порядка n и ее следствия.
3. Разделенные разности и интерполяционные полиномы в форме Ньютона.
4. Конечные разности и интерполяционные полиномы Ньютона по равноотстоящим узлам.
5. Кратное интерполирование. Теорема существования и единственности интерполяционного многочлена Эрмита.
6. Тригонометрическое интерполирование, теорема единственности и существования тригонометрического интерполяционного полинома.
7. Тригонометрический интерполяционный полином для равноотстоящих узлов.
8. Интерполяционные квадратурные формулы: определение, оценка погрешности, алгебраический порядок точности.
9. Оценки погрешности для формулы трапеций.
10. Оценки погрешности для формул прямоугольников (случаи левых, средних и правых прямоугольников).
11. Квадратурные формулы Гаусса (определения, утверждения о порядке алгебраической точности).
12. Связь узлов в квадратурных формулах Гаусса с ортогональными многочленами.
13. Оценки погрешности квадратурных формул Гаусса, частные случаи формулы.
14. Метод Гаусса для решения СЛАУ с оценкой числа арифметических операций.
15. Применение метода Гаусса к вычислению определителей и обратной матрицы.
16. Различные нормы матриц.
17. Метод простой итерации решения СЛАУ.
18. Критерий сходимости метода простой итерации.
19. Итерационные методы Зейделя.
20. Приближенные решения нелинейных уравнений: метод деления отрезка пополам и метод итерации с применением теоремы о сжимающих отображениях.

21. Порядок итерационного метода и уточненные оценки сходимости. Метод Ньютона приближенного решения нелинейного уравнения и его модификации.
22. Метод Коши - метод степенных рядов решения ОДУ.
23. Метод ломаных Эйлера приближенного решения ОДУ.
24. Метод Рунге-Кутты приближенного решения ОДУ - общий подход, определение порядка точности.
25. Сходимость и оценка погрешности одношаговых методов численного решения ОДУ.
26. Главный член погрешности одношаговых методов решения ОДУ и правило Рунге выбора оптимального шага.
27. Многошаговые методы решения ОДУ: экстраполяционный метод Адамса.
28. Многошаговые методы решения ОДУ: интерполяционный метод Адамса.
29. Алгоритмы численного решения задачи Коши для системы ОДУ и ОДУ высших порядков.
30. Разностный метод решения краевой задачи для линейного ОДУ 2-го порядка.
31. Классификация линейных ДУ в частных производных 2-го порядка и основные краевые задачи для уравнений эллиптического типа.
32. Разностный (сеточный) метод решения краевой задачи Дирихле для уравнения Пуассона в прямоугольнике.
33. Разностный (сеточный) метод решения уравнений параболического типа в полуплоскости.
34. Разностные методы решения уравнений гиперболического типа.

7.1. Основная литература:

1. Марчук Г.И. Методы вычислительной математики. - СПб.: "Лань", 2009.- 608 с. ISBN:978-5-8114-0892-4 http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=255
2. Бахвалов Н.С., Лапин А.В., Чижонков Е.В. Численные методы в задачах и упражнениях. - "Лаборатория знаний", 2013. - 240. ISBN: 978-5-9963-2266-4 http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=56911
3. Копченова Н.В., Марон И.А. Вычислительная математика в примерах и задачах. - СПб.: "Лань", 2009.- 368 с. ISBN: 978-5-8114-0801-6 http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=198

7.2. Дополнительная литература:

1. Калиткин, Н. Н. Численные методы: учеб. пособие / Н. Н. Калиткин. ? 2-е изд., исправленное. ? СПб.: БХВ-Петербург, 2011. ? 586 с.: ил. ? (Учебная литература для вузов). - ISBN 978-5-9775-0500-0. <http://znanium.com/bookread.php?book=350803>
2. Кетков Ю.Л., Кетков А.Ю., Шульц М.М. MATLAB 7. Программирование, численные методы. - СПб.: БХВ-Петербург, 2005. - 734 с. - ISBN 5-94157-347-2. <http://znanium.com/bookread.php?book=356644>

7.3. Интернет-ресурсы:

- Scopus - scopus.com
Единое образовательное окно - <http://window.edu.ru/>
Общероссийский математический портал - <http://www.mathnet.ru/>
Сайт матмеха Санкт-Петербургского госуниверситета - <http://www.math.spbu.ru>
Сайт мехмата МГУ - <http://www.math.msu.ru>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Численное решение краевых задач" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 09.03.03 "Прикладная информатика" и профилю подготовки Прикладная информатика в образовании .

Автор(ы):

Ожегова А.В. _____

Губайдуллина Р.К. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Насрутдинов М.Ф. _____

"__" _____ 201__ г.