

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского



Программа дисциплины

Дополнительные главы по численным методам Б1.В.ДВ.6

Направление подготовки: 15.03.03 - Прикладная механика

Профиль подготовки: Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Губайдуллина Р.К.

Рецензент(ы):

Ожегова А.В.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Авхадиев Ф. Г.

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

Учебно-методическая комиссия Института математики и механики им. Н.И. Лобачевского :

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

Регистрационный No 817221815

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

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины (модуля) "Дополнительные главы по численным методам" являются: изучение основных приемов и методик разработки численных методов решения различных математических задач. В процессе лабораторных и самостоятельных занятий выпускник должен получить навыки решения задач с применением ЭВМ.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.6 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 15.03.03 Прикладная механика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 3 курсе, 5 семестр.

Дисциплина "Дополнительные главы по численным методам" изучает приближенные методы решения задач дифференциальных и интегральных уравнений и их приложений в задачах механики и математической физики. Дисциплина изучается на 3 курсе в 5 семестре. Для освоения данной дисциплины требуются знания из дисциплин "Математический анализ", "Функциональный анализ", "Дифференциальные уравнения и уравнения в частных производных", "Компьютерные науки", "Теоретическая механика".

Курс "Дополнительные главы по численным методам" должен предшествовать курсам специальных дисциплин, выполнению выпускной квалификационной работы, прохождению преддипломной (производственной) практики.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1 (профессиональные компетенции)	быть способным выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат;
ПК-2 (профессиональные компетенции)	применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности;
ПК-4 (профессиональные компетенции)	быть готовым выполнять расчетно-экспериментальные работы в области прикладной механики с использованием современных вычислительных методов, высокопроизводительных вычислительных систем и наукоемких компьютерных технологий, широко распространенных в промышленности систем мирового уровня, и экспериментального оборудования для проведения механических испытаний

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основные идеи, лежащие в основе численных методов, роль этих методов в современной математике и механике.

2. должен уметь:

ориентироваться в потоке информации о численных методах, уметь их практически применить к конкретным задачам механики.

3. должен владеть:

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

к самостоятельному построению алгоритма и его анализу.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 5 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. Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений	5	1-8	8	8	0	контрольная работа
2.	Тема 2. Численные методы решения основных уравнений математической физики	5	9-14	6	6	0	письменная работа
3.	Тема 3. Методы решения интегральных уравнений	5	15-18	4	4	0	контрольная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	5		0	0	0	зачет
	Итого			18	18	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений

лекционное занятие (8 часа(ов)):

Постановки задач. Классификация методов. Метод последовательных приближений. Метод степенных рядов. Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод Рунге-Кутты и его частные случаи. Сходимость и оценки погрешности одношаговых методов. Главный член погрешности. Правило Рунге. Многошаговые методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Экстраполяционный и интерполяционные методы Адамса. Расчетные формулы и оценки погрешности. Сравнение интерполяционного и экстраполяционного методов Адамса. Численные методы решения граничных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод сеток. Способы построения сеточных уравнений и их численной реализации. Обоснование метода сеток. Разрешимость систем сеточных уравнений. Оценки погрешности метода сеток. Сходимость метода сеток. Проекционные (в частности, вариационные) методы для обыкновенных дифференциальных уравнений. Методы Ритца, моментов, Галёркина, наименьших квадратов.

практическое занятие (8 часа(ов)):

Метод последовательных приближений. Метод степенных рядов. Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений (метод Рунге-Кутты, методы Адамса). Численные методы решения граничных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод сеток. Способы построения сеточных уравнений и их численной реализации. Проекционные методы для обыкновенных дифференциальных уравнений (методы Ритца, моментов, Галёркина, наименьших квадратов).

Тема 2. Численные методы решения основных уравнений математической физики

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Постановки задач. Разностные методы. Способы построения разностных схем. Аппроксимация разностной схемы. Устойчивость разностной схемы. Сходимость разностной схемы. Связь аппроксимации и устойчивости со сходимостью. Разностные схемы для уравнений эллиптического типа. Решение задачи Дирихле для уравнения Пуассона. Аппроксимация разностной схемы. Принцип максимума. Устойчивость и сходимость разностной схемы. Вопросы численной реализации. Метод матричной прогонки. Правило Рунге. Итерационные методы решения разностной схемы для эллиптических уравнений. Разностные схемы для уравнений параболического типа. Решение задачи Коши. Построение разностных схем, проверка условий аппроксимации. Устойчивость и сходимость двухслойных разностных схем. Вопросы численной реализации. Разностные схемы для решения смешанных граничных задач для уравнения теплопроводности. Условия устойчивости. Понятие об экономичных разностных схемах. Разностные схемы для уравнений гиперболического типа. Решение задачи Коши и смешанной задачи для волнового уравнения. Построение разностных схем и их исследование. Проекционные методы решения уравнений в частных производных.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Разностные методы. Способы построения разностных схем. Связь аппроксимации и устойчивости со сходимостью. Решение задачи Дирихле для уравнения Пуассона. Метод матричной прогонки. Правило Рунге. Итерационные методы решения разностной схемы для эллиптических уравнений. Решение задачи Коши. Построение разностных схем, проверка условий аппроксимации. Устойчивость и сходимость двухслойных разностных схем. Разностные схемы для решения смешанных граничных задач для уравнения теплопроводности. Разностные схемы для уравнений гиперболического типа. Решение задачи Коши и смешанной задачи для волнового уравнения. Построение разностных схем и их исследование. Проекционные методы решения уравнений в частных производных.

Тема 3. Методы решения интегральных уравнений

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Постановки задач. Приближенные методы решения интегральных уравнений Фредгольма второго рода. Метод вырожденных ядер и метод механических квадратур. Проекционные методы решения интегральных уравнений Фредгольма II-го рода: коллокации, наименьших квадратов, моментов, Галеркина. Приближенные методы решения уравнений Вольтерра. Общая теорема о сходимости проекционных методов. Приближенные методы решения интегральных уравнений первого рода. Понятие о некорректно поставленных задачах и способах их решения.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Приближенные методы решения интегральных уравнений Фредгольма второго рода (методы вырожденных ядер, механических квадратур, коллокации, наименьших квадратов, моментов, Галеркина). Приближенные методы решения уравнений Вольтерра. Приближенные методы решения интегральных уравнений первого рода.

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 обыкновенных дифференциальных уравнений	5	1-8	подготовка к контрольной работе	12	контрольная работа
2.	Тема 2. Численные методы решения основных уравнений математической физики	5	9-14	подготовка к письменной работе	14	письменная работа
3.	Тема 3. Методы решения интегральных уравнений	5	15-18	подготовка к контрольной работе	10	контрольная работа
	Итого				36	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

- 1) Повышение активности обучающегося путем совместного обсуждения узловых моментов лекционного и, в особенности, материала лабораторных занятий.
- 2) Индивидуальное обсуждение метода, примененного студентом при выполнении контрольного задания с применением ЭВМ.

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

Тема 1. Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений

контрольная работа , примерные вопросы:

1. Найти решение уравнения $y''+xy'+2y=12$, удовлетворяющее начальным условиям $y(0)=5$, $y'(0)=2$, в виде ряда по степеням x .
2. Применяя метод последовательного дифференцирования, найти решение уравнения $y'=x^2+y^2$, удовлетворяющее начальному условию $y(0)=0.5$.
3. Применяя метод Эйлера, численно решить дифференциальное уравнение $y'=1+xy^2$ с начальным условием $y(0)$ на отрезке $[0,1]$. Оценить погрешность.

Тема 2. Численные методы решения основных уравнений математической физики

письменная работа , примерные вопросы:

1. Применяя метод сеток, найти решение уравнения Лапласа во внутренних точках квадрата при краевых условиях, указанных на рисунке.
2. Найти решение уравнения Лапласа с заданной погрешностью для области, показанной на рисунке, взяв шаг $h=1/4$.
3. Решить задачу об упругой деформации квадратной пластины под действием постоянной силы методом сеток, приняв сторону квадрата, равной 1, и шаг $h=1/4$.

Тема 3. Методы решения интегральных уравнений

контрольная работа , примерные вопросы:

1. Применяя квадратурную формулу Гаусса при $n=3$, найти приближенное решение интегрального уравнения. 2. С помощью составной формулы трапеций найти решение интегрального уравнения с заданной точностью. 3. Решить интегральное уравнение методом вырожденных ядер.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

1. Метод последовательных приближений Пикара решения ОДУ.
2. Метод Коши - метод степенных рядов решения ОДУ.
3. Метод ломаных Эйлера приближенного решения ОДУ.
4. Численные методы решения ОДУ, основанные на приближениях интегралов по формулам прямоугольников или трапеций.
5. Метод Рунге-Кутты приближенного решения ОДУ - общий подход, определение порядка точности и метод 1-го.
6. Методы Рунге-Кутты порядка 2 - 4.
7. Сходимость и оценка погрешности одношаговых методов численного решения ОДУ.
8. Главный член погрешности одношаговых методов решения ОДУ и правило Рунге выбора оптимального шага.
9. Многошаговые методы решения ОДУ: экстраполяционный метод Адамса.
10. Многошаговые методы решения ОДУ: интерполяционный метод Адамса.
11. Алгоритмы численного решения задачи Коши для системы ОДУ и ОДУ высших порядков.
12. Разностный метод решения краевой задачи для линейного ОДУ 2-го порядка.

Численные методы решения

дифференциальных уравнений в частных производных

13. Классификация линейных ДУ в частных производных 2-го порядка и основные краевые задачи для уравнений эллиптического типа.
14. Разностный (сеточный) метод решения краевой задачи Дирихле для уравнения Пуассона в прямоугольнике.
15. Разностный (сеточный) метод решения уравнений параболического типа в полуплоскости.
16. Разностные методы решения уравнений гиперболического типа.
17. Метод полиномиальной коллокации решения интегрального уравнения Фредгольма 2-го рода.
18. Метод сплайн - коллокации решения интегрального уравнения Фредгольма 2-го рода.
19. Квадратурные методы решения интегральных уравнений.

7.1. Основная литература:

Демидович, Борис Павлович.

Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения : учеб. пособие / Б. П. Демидович, И. А. Марон, Э. З. Шувалова ; ред. Б. П. Демидович .- 4-е изд., стер. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2008 .- 400 с.

Киреев, Владимир Иванович.

Численные методы в примерах и задачах : учебное пособие / В. И. Киреев, А. В. Пантелеев .- Издание 2-е, стереотипное .- Москва : Высшая школа, 2006 .- 480 с.

Бахвалов, Николай Сергеевич.

Численные методы : учеб. пособие для студентов физ.-мат. спец. вузов / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков ; Моск. гос. ун-т .- 4-е изд. - Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2006 .- 636 с.

Численные методы в примерах и задачах [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.И. Киреев, А.В. Пантелеев. ? Электрон. дан. ? СПб. : Лань, 2015. ? 448 с. ? Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=65043

Куликовский А.Г., Погорелов Н.В., Семёнов А.Ю. Математические вопросы численного решения гиперболических систем уравнений. - М. : Физматлит, 2012. ? 654 с. ISBN 978-5-9221-1198-0. ? http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5277

7.2. Дополнительная литература:

Математический центр им. Н. И. Лобачевского.

Труды математического центра им. Н. И. Лобачевского [Текст: электронный ресурс] / Казан. мат. о-во .- (Казань : Казанский федеральный университет, 2015)

Т. 33: Численные методы решения задач математической физики [Текст : электронный ресурс] : материалы Всероссийской молодежной научной школы-конференции (Казань, 26 июня - 1 июля 2006 г.) / [науч. ред. - А. М. Елизаров, А. В. Лапин ; сост. - М.А. Игнатъева] .- Электронные данные (1 файл: 129 Мб) .- (Казань : Научная библиотека Казанского федерального университета, 2015) .- Загл. с экрана.

Оригинал копии: Численные методы решения задач математической физики : материалы Всероссийской молодежной научной школы-конференции (Казань, 26 июня - 1 июля 2006 г.) / [науч. ред. - А. М. Елизаров, А. В. Лапин ; сост. - М.А. Игнатъева] .- 2006 .- 230 с. : ил. - ISBN 5-900975-40-1, 200.

<URL:<http://libweb.kpfu.ru/e-journals/lms/2006/33/656203.pdf>>.

Калиткин, Н.Н. Вычисления на квазиравномерных сетках [Электронный ресурс] : монография / Н.Н. Калиткин, А.Б. Альшин, Е.А. Альшина [и др.]. ? Электрон. дан. ? М. : Физматлит, 2005. ? 224 с. ? Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59387

7.3. Интернет-ресурсы:

Scopus - scopus.com

Единое образовательное окно - <http://window.edu.ru/>

Методы вычислительной математики - http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=255

Общероссийский математический портал - <http://www.mathnet.ru/>

Численные методы в задачах и упражнениях - http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4399

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Дополнительные главы по численным методам" 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.

Для освоения дисциплины необходимы классы персональных компьютеров с набором базового программного обеспечения.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 15.03.03 "Прикладная механика" и профилю подготовки Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры .

Автор(ы):

Губайдуллина Р.К. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Ожегова А.В. _____

"__" _____ 201__ г.