

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт вычислительной математики и информационных технологий



Программа дисциплины
Научно-исследовательский семинар М3.Б.3

Направление подготовки: 231300.68 - Прикладная математика

Профиль подготовки: Математическое моделирование

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Даутов Р.З.

Рецензент(ы):

Задворнов О.А.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Задворнов О. А.

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

Учебно-методическая комиссия Института вычислительной математики и информационных технологий:

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

Регистрационный № 991014

Казань

2014

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) профессор, д.н. (доцент) Даутов Р.З. кафедра вычислительной математики отделение прикладной математики и информатики , Rafail.Dautov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины "Научно-исследовательский семинар" является подготовка квалифицированных специалистов в области исследования и применения приближенных методов для моделирования полей различной физической природы, описываемых уравнениями математической физики.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М3.Б.3 Научно-исследовательская работа магистра" основной образовательной программы 231300.68 Прикладная математика и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 1, 2 курсах, 1, 2, 3 семестры.

Данная дисциплина относится к общепрофессиональным дисциплинам. Читается в первом, втором и третьем семестре для студентов-магистров, обучающихся по направлению "Прикладная математика (Математическое моделирование)".

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-4 (общекультурные компетенции)	способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе, в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять своё научное мировоззрение
ОК-5 (общекультурные компетенции)	способность порождать новые идеи и демонстрировать навыки самостоятельной научно-исследовательской работы и работы в научном коллективе;
ОК-7 (общекультурные компетенции)	способность и готовность к активному общению в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности;
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способность проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты;
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способность разрабатывать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач;

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- правила работы с научно-технической литературой
- правила работы с сетями, компьютерными технологиями

2. должен уметь:

- собирать материал необходимый для научно-исследовательской работы
- анализировать собранный материал и перерабатывать его
- работать с необходимыми пакетами прикладных программ

3. должен владеть:

- навыками сбора материала для научно-исследовательской работы
- навыками анализа собранного материала для научно-исследовательской работы
- навыками работы с необходимыми пакетами прикладных программ
- навыками алгоритмизации и применения стандартных математических методов и математического обеспечения ЭВМ для решения различных задач;
- теоретическими знаниями и практическими навыками о методах приближенного решения с помощью ЭВМ типовых задач математического анализа, алгебры, дифференциальных уравнений.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

алгоритмизации и применения стандартных математических методов и математического обеспечения ЭВМ для решения краевых задач для дифференциальных уравнений.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет зачетных(ые) единиц(ы) 252 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 1 семестре; зачет во 2 семестре; зачет в 3 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. Теория одномерных схем метода конечных элементов (МКЭ) для линейных уравнений второго порядка	1		0	0	6	домашнее задание
2.	Тема 2. Численное исследование одномерных схем МКЭ для линейных задач	1		0	0	12	контрольная работа домашнее задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
3.	Тема 3. Теория одномерных схем разрывного метода Галеркина (HDG) для нелинейных уравнений второго порядка	1		0	0	6	домашнее задание
4.	Тема 4. Численное исследование одномерных HDG-схем для уравнений второго порядка	1		0	0	12	контрольная работа домашнее задание
5.	Тема 5. Теория схем метода конечных элементов для двумерных эллиптических задач	2		0	0	12	контрольная работа домашнее задание
6.	Тема 6. Численное исследование схем метода конечных элементов для двумерных эллиптических задач на основе линейных элементов	2		0	0	24	домашнее задание контрольная работа
7.	Тема 7. Схемы метода конечных элементов для двумерных нестационарных задач	3		0	0	6	домашнее задание
8.	Тема 8. Пакет программ pdetool для решения двумерных стационарных и нестационарных задач математической физики	3		0	0	18	контрольная работа домашнее задание
9.	Тема 9. Численная реализация метода конечных элементов в пакете pdetool	3		0	0	12	контрольная работа домашнее задание
.	Тема . Итоговая форма контроля	1		0	0	0	зачет
.	Тема . Итоговая форма контроля	2		0	0	0	зачет
.	Тема . Итоговая форма контроля	3		0	0	0	зачет

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
	Итого			0	0	108	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Теория одномерных схем метода конечных элементов (МКЭ) для линейных уравнений второго порядка лабораторная работа (6 часа(ов)):

Типы краевых задач. Классическое и обобщенное решение. Метод Галеркина. Пространство лагранжевых сплайнов. Построение схемы МКЭ. Система алгебраических уравнений МКЭ. Алгоритм формирования системы МКЭ. Алгоритм вычисления матрицы жесткости и вектора сил конечного элемента.

Тема 2. Численное исследование одномерных схем МКЭ для линейных задач лабораторная работа (12 часа(ов)):

О программной реализации одномерных схем на ЭВМ. Данные о решаемой задаче. Данные МКЭ. Ортогональные полиномы и квадратуры типа Гаусса. Функции, связанные с базисным элементом. Функции сборки и решения системы МКЭ. Построение графиков решения. Вычисление погрешности решения в различных нормах. Подготовка данных. Примеры тестовых задач. Решение тестовых задач и практическое определение погрешности решения в различных нормах.

Тема 3. Теория одномерных схем разрывного метода Галеркина (HDG) для нелинейных уравнений второго порядка лабораторная работа (6 часа(ов)):

Типы квазилинейных краевых задач. Классическое и обобщенное решение. Определение HDG-схемы. Пространства разрывных конечных элементов. Семейство HDG-схем. Дискретная производная. Основная формулировка схемы. Дискретное неравенство Фридрихса. Разрешимость HDG-схемы.

Тема 4. Численное исследование одномерных HDG-схем для уравнений второго порядка лабораторная работа (12 часа(ов)):

О программной реализации одномерных HDG-схем на ЭВМ. Представление полиномов на базисном элементе. Представление полиномов на конечном элементе. Представление функций из пространств конечных элементов. Сборка системы алгебраических уравнений. Способы численного определения порядка точности метода.

Тема 5. Теория схем метода конечных элементов для двумерных эллиптических задач лабораторная работа (12 часа(ов)):

Исходные краевые задачи. МКЭ на основе лагранжевых элементов. Способы триангуляции области. Система МКЭ. Алгоритм формирования системы МКЭ. Алгоритм вычисления матрицы и вектора сил. Алгоритм решения задачи. Численное интегрирование. Разрешимость схем с численным интегрированием. Точность схем МКЭ.

Тема 6. Численное исследование схем метода конечных элементов для двумерных эллиптических задач на основе линейных элементов лабораторная работа (24 часа(ов)):

Построение двумерных треугольных сеток в MatLab. Определение геометрии области. Кодировка треугольных сеток. Сопряженная кодировка сетки. О программировании МКЭ на основе линейных элементов. Создание и хранение разреженных матриц. Программирование рассылки элементов. Рассылка элементов локальных матриц жесткости. Рассылка элементов локальных векторов сил. Формирование системы МКЭ для линейных элементов. Расчетные формулы для линейных элементов.. Способы задания коэффициентов уравнения. Вклад элементов в систему МКЭ. Учет краевых условий. Формирование системы МКЭ . Формирование и решение тестовых задач. Исследование точности метода.

Тема 7. Схемы метода конечных элементов для двумерных нестационарных задач

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Начально-краевые задачи для уравнений в частных производных параболического типа.

Построение полудискретных схем МКЭ. Формулировка схемы в виде задачи Коши.

Начально-краевые задачи для уравнений в частных производных гиперболического типа.

Построение полудискретных схем МКЭ. Формулировка схемы в виде задачи Коши. Схемы МКЭ для задач на собственные значения для эллиптических операторов.

Тема 8. Пакет программ pdetool для решения двумерных стационарных и нестационарных задач математической физики

лабораторная работа (18 часа(ов)):

Структура пакета программ pdetool. Решение простейшей двумерной задачи эллиптического типа. О схемах МКЭ, реализованных в пакете. Определение геометрии области. Построение сеток в пакете pdetool. Кодировка сеток. Определение уравнений. Задание краевых и начальных условий. Решение задачи. Виды графического представления решения. Экспорт данных и решения в MatLab.

Тема 9. Численная реализация метода конечных элементов в пакете pdetool

лабораторная работа (12 часа(ов)):

О программировании МКЭ в пакете pdetool. Описание функции initmesh. Описание функции asempde. Описание функции pdeplot. Решение стационарных задач эллиптического типа.

Решение нестационарных задач параболического и гиперболического типов. Решение задач на собственные значения.

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. Теория одномерных схем метода конечных элементов (МКЭ) для линейных уравнений второго порядка	1		подготовка домашнего задания	3	домашнее задание
2.	Тема 2. Численное исследование одномерных схем МКЭ для линейных задач	1		подготовка домашнего задания	3	домашнее задание
				подготовка к контрольной работе	3	контрольная работа
3.	Тема 3. Теория одномерных схем разрывного метода Галеркина (HDG) для нелинейных уравнений второго порядка	1		подготовка домашнего задания	3	домашнее задание

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
4.	Тема 4. Численное исследование одномерных HDG-схем для уравнений второго порядка	1		подготовка домашнего задания	3	домашнее задание
				подготовка к контрольной работе	3	контрольная работа
5.	Тема 5. Теория схем метода конечных элементов для двумерных эллиптических задач	2		подготовка домашнего задания	3	домашнее задание
				подготовка к контрольной работе	3	контрольная работа
6.	Тема 6. Численное исследование схем метода конечных элементов для двумерных эллиптических задач на основе линейных элементов	2		подготовка домашнего задания	8	домашнее задание
				подготовка к контрольной работе	4	контрольная работа
7.	Тема 7. Схемы метода конечных элементов для двумерных нестационарных задач	3		подготовка домашнего задания	8	домашнее задание
8.	Тема 8. Пакет программ pdetool для решения двумерных стационарных и нестационарных задач математической физики	3		подготовка домашнего задания	30	домашнее задание
				подготовка к контрольной работе	30	контрольная работа
9.	Тема 9. Численная реализация метода конечных элементов в пакете pdetool	3		подготовка домашнего задания	20	домашнее задание
				подготовка к контрольной работе	20	контрольная работа
	Итого				144	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Обучение происходит в форме лабораторных занятий, а также самостоятельной работы студентов.

Изучение курса подразумевает получение практических навыков для более глубокого понимания разделов дисциплины на основе решения задач и упражнений, иллюстрирующих доказываемые теоретические положения, а также развитие абстрактного мышления и способности самостоятельно доказывать частные утверждения.

Самостоятельная работа предполагает выполнение домашних работ. Практические задания, выполненные в аудитории, предназначены для указания общих методов решения задач определенного типа. Закрепить навыки можно лишь в результате самостоятельной работы.

Кроме того, самостоятельная работа включает подготовку к зачету. При подготовке к сдаче зачета весь объем работы рекомендуется распределять равномерно по дням, отведенным для подготовки к зачету, контролировать каждый день выполнения работы. Лучше, если можно перевыполнить план. Тогда всегда будет резерв времени.

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

Тема 1. Теория одномерных схем метода конечных элементов (МКЭ) для линейных уравнений второго порядка

домашнее задание , примерные вопросы:

Примерные вопросы: 1. Докажите, что из интегрального тождества действительно следует, что справедливо как уравнение во всех точках области, так и краевые условия 2. Сформулируйте интегральное тождество и определите множества функций для данного уравнения при данных краевых условиях. 3. Дайте определение обобщенного решения краевых задач предыдущего пункта. Докажите, что гладкое обобщенное решение является решением краевой задачи. 4. Дайте определение системы МКЭ в случае, когда решается первая краевая задача. 5. Дайте определение системы МКЭ в случае краевой задачи с условием третьего рода в точке $x = a$ и условием Дирихле в точке $x = b$. 6. Дайте определение системы МКЭ в случае, когда решается третья краевая задача. 7. Сформулируйте алгоритм формирования системы МКЭ в следующих случаях: а) решается первая краевая задача. б) решается третья краевая задача. с). решается смешанная краевая задача и при $x = b$ задано условие первого рода 8. Пусть задана разреженная (sparse) матрица K размера $N \times N$. Напишите MatLab код преобразования K в матрицу K_0 вычеркиванием: а) первого столбца и первой строки; а) строки и столбца с номером N ; с) строк и столбцов с номерами 1 и N . 9. Какими способами можно определить в MatLab диагональную матрицу, если известны значения его диагональных элементов в виде а) вектора-строки; б) вектора-столбца?

Тема 2. Численное исследование одномерных схем МКЭ для линейных задач

домашнее задание , примерные вопросы:

Примерные вопросы: 1. Напишите функцию, которая при фиксированном t определяет зависимость погрешности решения схемы МКЭ в нормах C , L_2 и H^{10} от шага сетки h и от N . 2. Напишите функцию, которая при фиксированном h определяет зависимость погрешности решения схемы МКЭ в нормах C , L_2 и H^{10} от t и от N . 3. Определите входные и выходные данные функции сборки системы МКЭ 4. Экспериментально проверьте, что число арифметических операций, затрачиваемых на вычисление матриц интерполяции в написанной вами функции basfnc, имеет порядок $O(n^2 N)$ и $O(n^3 N)$ соответственно. 5. Экспериментально определите зависимость времени работы функции basfnc от n в случае $t = d$. Согласуются ли полученные числа с теоретическими оценками? 6. В случае $t = d$ матрица I является единичной. Покажите, что внедиагональные элементы D можно вычислить по формуле $D_{ij} = \beta_j / \beta_i (t_i - t_j)$, а диагональные элементы по формуле $D_{ii} = -\sum D_{ij}$. 7. Напишите аналог функции basfnc на основе барицентрической формы записи базисных функций в случае, когда ни один узел t не совпадает ни с одним узлом d . Оцените трудоемкость полученной функции 8. Предложите свой метод вычисления матриц интегрирования и дифференцирования.

контрольная работа , примерные вопросы:

Примерные вопросы: 1. Напишите функцию, которая при фиксированном t определяет зависимость погрешности решения схемы МКЭ в нормах C , L_2 и H^{10} от шага сетки h и от N . 2. Опишите и обоснуйте входные и выходные данные функции сборки системы МКЭ.

Тема 3. Теория одномерных схем разрывного метода Галеркина (HDG) для нелинейных уравнений второго порядка

домашнее задание , примерные вопросы:

Примерные вопросы: 1. Сформулируйте HDG- тождества и определите множества функций для данного уравнения когда: а) решается первая краевая задача. б) решается третья краевая задача. с). решается смешанная краевая задача и при $x = b$ задано условие первого рода 2. Дайте определение системы HDG в случае, когда решается первая краевая задача. 3. Дайте определение системы HDG в случае краевой задачи с условием третьего рода в точке $x = a$ и условием Дирихле в точке $x = b$. 4. Дайте определение системы HDG в случае, когда решается третья краевая задача. 5. Сформулируйте алгоритм формирования системы HDG в следующих случаях: а) решается первая краевая задача. б) решается третья краевая задача. с). решается смешанная краевая задача и при $x = b$ задано условие первого рода

Тема 4. Численное исследование одномерных HDG-схем для уравнений второго порядка

домашнее задание , примерные вопросы:

Примерные вопросы: 1. Напишите функцию, которая при фиксированном t определяет зависимость погрешности решения схемы HDG в нормах C , $L2$ и $H10$ от шага сетки h и от N . 2. Напишите функцию, которая при фиксированном h определяет зависимость погрешности решения схемы HDG в нормах C , $L2$ и $H10$ от t и от N . 3. Определите входные и выходные данные функции сборки системы HDG 4. Экспериментально проверьте, что число арифметических операций, затрачиваемых на вычисление матриц интерполяции в написанной вами функции basis, имеет порядок $O(n^2 N)$ и $O(n^3 N)$ соответственно. 5.

Экспериментально определите зависимость времени работы функции basis от n в случае $t = d$. Согласуются ли полученные числа с теоретическими оценками? 6. Докажите справедливость формул вычисления матрицы дифференцирования 7. Предложите свой метод вычисления матриц интегрирования и дифференцирования.

контрольная работа , примерные вопросы:

Примерные вопросы: 1. Напишите функцию, которая при фиксированном t определяет зависимость погрешности решения схемы HDG в нормах C , $L2$ и $H10$ от шага сетки h и от N . 2. Опишите и обоснуйте входные и выходные данные функции сборки системы HDG.

Тема 5. Теория схем метода конечных элементов для двумерных эллиптических задач

домашнее задание , примерные вопросы:

Примерные вопросы: 1. Докажите, что из интегрального тождества следует, что справедливо как уравнение во всех точках области, так и краевые условия 2. Сформулируйте интегральное тождество и определите множества функций при краевых условиях а) Дирихле; б) Неймана; с) смешанных условиях. 3. Дайте определение обобщенного решения краевых задач предыдущего пункта. Докажите, что гладкое обобщенное решение является решением краевой задачи. 4. Дайте определение системы МКЭ в случае, когда решается первая краевая задача. 5. Дайте определение системы МКЭ в случае краевой задачи Неймана. 6. Дайте определение системы МКЭ в случае смешанной краевой задачи. 7. Сформулируйте алгоритм формирования системы МКЭ в следующих случаях: а) решается первая краевая задача. б) решается третья краевая задача. с). решается смешанная краевая

контрольная работа , примерные вопросы:

Примерные вопросы: 1. Определите схему МКЭ на основе линейных треугольных элементов для краевой задачи Дирихле. Укажите формулы вычисления матрицы и правой части системы МКЭ. 2. Определите схему МКЭ на основе линейных треугольных элементов для краевой задачи Неймана. Укажите формулы вычисления матрицы и правой части системы МКЭ. 3. Определите схему МКЭ на основе линейных треугольных элементов для краевой задачи при смешанных условиях. Укажите формулы вычисления матрицы и правой части системы МКЭ.

Тема 6. Численное исследование схем метода конечных элементов для двумерных эллиптических задач на основе линейных элементов

домашнее задание , примерные вопросы:

Примерные вопросы: 1. Дайте определение матрицы и правой части МКЭ в случае задачи Дирихле. 2. Дайте определение матрицы и правой части МКЭ когда на всей границе области задано однородное краевое условие Неймана. 3. Дайте определение матрицы и правой части МКЭ когда на всей границе области задано однородное краевое условие третьего рода. 4. Дайте определение матрицы и правой части МКЭ когда на всей границе области задано смешанное краевое условие третьего рода.

контрольная работа , примерные вопросы:

1. Напишите MatLab-функцию, которая позволяет исследовать зависимость погрешности решения схемы МКЭ от шага сетки а) в равномерной сеточной норме; б) в норме L2; с) в норме W21. 2. Опишите и обоснуйте входные и выходные данные функции сборки системы МКЭ.

Тема 7. Схемы метода конечных элементов для двумерных нестационарных задач

домашнее задание , примерные вопросы:

Примерные вопросы: 1. Получите задачу Коши для системы ОДУ после аппроксимации задачи Дирихле для уравнения теплопроводности методом конечных элементов на основе линейных треугольных конечных элементов. Укажите формулы вычисления матрицы жесткости и матрицы масс. 2. Получите задачу Коши для системы ОДУ после аппроксимации задачи Неймана для уравнения теплопроводности методом конечных элементов на основе линейных треугольных конечных элементов. Укажите формулы вычисления матрицы жесткости и матрицы масс. 3. Получите задачу Коши для системы ОДУ после аппроксимации смешанной краевой задачи для уравнения теплопроводности методом конечных элементов на основе линейных треугольных конечных элементов. Укажите формулы вычисления матрицы жесткости и матрицы масс. 4. Получите задачу Коши для системы ОДУ после аппроксимации задачи Дирихле для уравнения колебания мембранны методом конечных элементов на основе линейных треугольных конечных элементов. Укажите формулы вычисления матрицы жесткости и матрицы масс. 5. Получите задачу Коши для системы ОДУ после аппроксимации задачи Неймана для уравнения колебания мембранны методом конечных элементов на основе линейных треугольных конечных элементов. Укажите формулы вычисления матрицы жесткости и матрицы масс. 6. Получите задачу Коши для системы ОДУ после аппроксимации смешанной краевой задачи для уравнения колебания мембранны методом конечных элементов на основе линейных треугольных конечных элементов. Укажите формулы вычисления матрицы жесткости и матрицы масс.

Тема 8. Пакет программ pdetool для решения двумерных стационарных и нестационарных задач математической физики

домашнее задание , примерные вопросы:

Примерные вопросы: 1. Определить геометрию области заданной формы в pdetool. 2. Определить заданные участки границы области заданной формы в pdetool. 3. Задать коэффициенты уравнения в составной области заданной формы в pdetool. 4. Задать коэффициенты краевых условий в составной области заданной формы в pdetool. 5. Построить сетки в составных областях заданной формы в pdetool, используя параметры сетки.

контрольная работа , примерные вопросы:

Примерные вопросы: 1. Кодировка сеток в пакете pdetool. 2. Экспорт сеток в MatLab. Напишите программу определения всех конечных элементов, принадлежащих подобласти с заданным номером. 3. Экспорт сеток в MatLab. Напишите программу определения всех граничных ребер, принадлежащих граничному сегменту с заданным номером.

Тема 9. Численная реализация метода конечных элементов в пакете pdetool

домашнее задание , примерные вопросы:

Примерные вопросы: 1. Решить данную краевую задачу эллиптического типа в заданной составной области. Получить графическое представление решения в заданном виде. Исследовать зависимость погрешности решения от числа узлов сетки. 2. Решить данную начально-краевую задачу параболического типа в заданной составной области. Получить графическое представление решения в заданном виде. Исследовать зависимость погрешности решения от числа узлов сетки. 3. Решить данную начально-краевую задачу гиперболического типа в заданной составной области. Получить графическое представление решения в заданном виде. Исследовать зависимость погрешности решения от числа узлов сетки. 4. Решить данную задачу на собственные значения для эллиптического оператора в заданной составной области. Получить графическое представление решения в заданном виде. Исследовать зависимость погрешности первого собственного числа от числа узлов сетки.

контрольная работа , примерные вопросы:

Примерные вопросы: 1. Дайте описание функции initmesh. 2. Дайте описание функции asempde. 3. Дайте описание функции pdeplot.

Тема . Итоговая форма контроля

Тема . Итоговая форма контроля

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Примерные вопросы к зачету в 1 семестре.

1. Классическое и обобщенное решение решения краевых задач для ОДУ второго порядка.
2. Метод Галеркина.
3. Пространство одномерных непрерывных лагранжевых сплайнов.
4. Построение схемы МКЭ для краевой задачи для ОДУ второго порядка.
5. Алгоритм формирования системы МКЭ.
6. Алгоритм вычисления матрицы жесткости и вектора сил конечного элемента.
7. Схема МКЭ с численным интегрированием.
8. О программной реализации одномерных схем на ЭВМ.
9. Функции, связанные с базисным элементом.
10. Функции сборки и решения системы МКЭ.
11. Определение HDG-схемы.
12. Пространства разрывных конечных элементов.
13. Семейство HDG-схем.
14. Основная формулировка HDG-схемы.
15. Разрешимость HDG-схемы.
16. Представление функций из пространств разрывных конечных элементов.
17. Сборка системы алгебраических уравнений HDG-схемы.
18. Способы исследования погрешности решения в различных нормах и численного определения порядка точности метода.

Примерные вопросы к зачету во 2 семестре.

1. Классическое и обобщенное решение решения краевых задач для уравнения второго порядка в двумерной области.
2. МКЭ на основе лагранжевых элементов.
3. Алгоритм формирования системы МКЭ.
4. Алгоритм вычисления матрицы и вектора сил элемента для линейных треугольных элементов.
5. Схемы МКЭ с численным интегрированием.
6. Разрешимость схем с численным интегрированием.
7. Точность схем МКЭ.
8. Определение геометрии области.
9. Кодировка треугольных сеток.
10. Создание и хранение разреженных матриц.
11. Программирование рассылки элементов локальных матриц жесткости и вектора сил.
12. Способы задания коэффициентов уравнения.
13. Формирование системы МКЭ.

Примерные вопросы к зачету в 3 семестре.

1. Структура пакета программ pdetool.
2. Алгоритм решения задачи Дирихле для уравнения Пуассона в круге.
3. Определение геометрии области в pdetool.
4. Построение сеток в пакете pdetool.
5. Кодировка треугольных сеток в pdetool.
6. Определение уравнений и способы задания их коэффициентов.
7. Задание краевых и начальных условий.

8. Виды графического представления решения.
9. Экспорт данных и решения в MatLab.
10. Описание функции initmesh.
11. Описание функции asempde.
12. Описание функции pdeplot.
13. Алгоритм решения стационарных задач эллиптического типа в pdetool.
14. Алгоритм решения нестационарных задач параболического и гиперболического типов в pdetool.
15. Алгоритм решения задач на собственные значения в pdetool.

7.1. Основная литература:

1. Лекции по численным методам математической физики: Учебное пособие / М.В. Абакумов, А.В. Гулин; МГУ им. М.В. Ломоносова - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 158 с.: 60x88 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (обложка) ISBN 978-5-16-006108-5, 500 экз.
<http://www.znanius.com/bookread.php?book=364601>
2. Численные методы и программирование: Учебное пособие / В.Д. Колдаев; Под ред. Л.Г. Гагариной. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 336 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Профессиональное образование). (переплет) ISBN 978-5-8199-0333-9, 300 экз.
<http://znanius.com/bookread.php?book=452274>
3. Численные методы. Курс лекций : Учебное пособие/ Срочко В.А. - СПб: Лань, 2010. - 208 с. ISBN 978-5-8114-1014-9 <http://e.lanbook.com/view/book/378/>
4. Аналитические решения параболических и гиперболических уравнений тепломассопереноса: Учеб. пос. / И.В.Кудинов и др.; Под ред. Э.М.Карташова - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013 - 391 с.: 60x90 1/16. - (Высш. обр.: Бакалавр.). (п) ISBN 978-5-16-006724-7, 500 экз <http://www.znanius.com/bookread.php?book=405593>
5. Проекционные итерационные методы решения уравнений и вариац. неравенств с нелинейными операторами теории монотон. операторов: Моногр./ А.А. Фонарёв. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 202 с.: 60x88 1/16. - (Научная мысль). ISBN 978-5-16-009510-3, 500 экз. .
<http://www.znanius.com/bookread.php?book=445170>

7.2. Дополнительная литература:

1. Эванс Л. К. Уравнения с частными производными: перевод с английского / Л. К. Эванс; Пер. Т. Н. Рожковской; Под ред. Н. Н. Уральцевой.?Новосибирск: Тамара Рожковская, 2003.?562 с.: ил.; 25 см..?(Университетская серия; Т. 7).?Загл. и авт. ориг.: Partial differential equations / Lawrence C. Evans.?Библиогр.: с. 557-560.?ISBN 5-901873-06-8.
2. Гулин А. В. Устойчивость нелокальных разностных схем / А. В. Гулин, Н. И. Ионкин, В. А. Морозова; Моск. гос. ун-т, Фак. вычисл. математики и кибернетики.?Москва: УРСС, 2008.?314, [1] с.; 22.?Предм. указ. в конце кн..?Библиогр.: с. 308-315 (78 назв.).?ISBN 978-5-382-00682-6.
3. Математическое моделирование в механике сплошных сред [Электронный ресурс] / Р. Темам, А. Миранвиль; пер. с англ. - 2-е изд.(эл.) - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. -320с: ил. - (математическое моделирование) ISBN 978 -5-9963-2312-8
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=50538

7.3. Интернет-ресурсы:

Аналитические решения параболических и гиперболических уравнений тепломассопереноса -
<http://www.znanius.com/bookread.php?book=405593>

Лекции по численным методам математической физики -
<http://www.znanius.com/bookread.php?book=364601>

Проекционные итерационные методы решения уравнений и вариац. неравенств с нелинейными
операторами теории монотон. операторов - <http://www.znanium.com/bookread.php?book=445170>
Численные методы и программирование - <http://znanium.com/bookread.php?book=452274>
Численные методы. Курс лекций - <http://e.lanbook.com/view/book/378/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Научно-исследовательский семинар" 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.

занятия проводятся в компьютерном классе, снабженном доской

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по
направлению 231300.68 "Прикладная математика" и магистерской программе Математическое
моделирование .

Автор(ы):

Даутов Р.З. _____
"___" 201 ___ г.

Рецензент(ы):

Задворнов О.А. _____
"___" 201 ___ г.