

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

Базовая кафедра
вычислительных и
информационных технологий
(ВиИТ_ФМиИ)

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий ОП ВО

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Базовая кафедра вычислительных
и информационных технологий
(ВиИТ_ФМиИ)

наименование кафедры

профессор, д.ф.-м.н. Шайдуров
В.В.

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий дисциплину

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МЕТОД КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
В МЕХАНИКЕ СПЛОШНЫХ СРЕД

Дисциплина Б1.В.01 Метод конечных элементов в механике сплошных сред

Направление подготовки /
специальность 02.04.01 Математика и компьютерные науки
Магистерская программа 02.04.01.02
Вычислительная математика

Направленность
(профиль)

Форма обучения очная

Год набора 2020

Красноярск 2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования с учетом профессиональных стандартов по укрупненной группе

020000 «КОМПЬЮТЕРНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ НАУКИ»

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

Направление 02.04.01 Математика и компьютерные науки

Магистерская программа 02.04.01.02 Вычислительная математика

Программу
составили

к.ф.-м.н., доцент, Гилева Л.В.

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Цель преподавания данной дисциплины состоит в ознакомлении студентов с основными способами построения и исследования схем метода конечных элементов для типичных задач математической физики. Метод конечных элементов играет важную роль в теории и практике численного решения задач математической физики. Знания основ метода конечных элементов необходимы для специалистов в области вычислительной и прикладной математики.

1.2 Задачи изучения дисциплины

Задача изучения данной дисциплины состоит в том, чтобы научить студентов применять метод конечных элементов и строить эффективные вычислительные алгоритмы на его основе для приближенного решения краевых задач для уравнений математической физики. Кроме того, студенты должны знать основные свойства и характеристики приближенного решения, полученного с помощью метода конечных элементов, что, в частности, позволит квалифицированно применять существующее прикладное программное обеспечение.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

ПК-5:Способен создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках, промышленности и бизнесе, с учетом возможностей современных информационных технологий, программирования и компьютерной техники	
Уровень 1	- современные информационные технологии, информационные системы и ресурсы в области профессиональной деятельности; - основные понятия и методы математического моделирования;
Уровень 1	- разрабатывать и анализировать модели функционирования объектов и процессов; - разрабатывать математические и информационные модели и алгоритмы для решения прикладных задач; - адаптировать задачи из различных областей науки и практики для представления их в терминах дисциплины с использованием современного математического аппарата и информационных технологий;
Уровень 1	- навыками разработки алгоритмов для решения поставленных научных и практических задач профессиональной деятельности; - навыками применения информационно технологий для задач профессиональной деятельности; - навыками интерпретации результатов проведенного исследования

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина изучается в третьем семестре магистратуры и является обязательной дисциплиной вариативной части магистерской программы 02.04.01.02 Вычислительная математика.

Для изучения данной дисциплины студент должен знать элементы линейной алгебры (основы теории матриц, системы линейных алгебраических уравнений), функционального анализа (функциональные пространства, обобщенные производные, нормы в функциональных пространствах), теории уравнений с частными производными, численных методов (численное интегрирование, итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений). Полученные при изучении данной дисциплины знания и навыки студент может применить при написании магистерской диссертации.

1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр
		3
Общая трудоемкость дисциплины	7 (252)	7 (252)
Контактная работа с преподавателем:	1,06 (38)	1,06 (38)
занятия лекционного типа	0,53 (19)	0,53 (19)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия	0,53 (19)	0,53 (19)
практикумы		
лабораторные работы		
другие виды контактной работы		
в том числе: групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иная внеаудиторная контактная работа:		
групповые занятия		
индивидуальные занятия		
Самостоятельная работа обучающихся:	4,94 (178)	4,94 (178)
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет
Промежуточная аттестация (Экзамен)	1 (36)	1 (36)

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Математические основы и вспомогательные результаты	6	4	0	62	
2	Пространства конечных элементов и оценки погрешности интерполяции	7	7	0	62	
3	Метод конечных элементов для эллиптических уравнений	6	8	0	54	
Всего		19	19	0	178	

3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Математические основы и вспомогательные результаты.	1	0	0
2	1	Основные идеи МКЭ на примере краевой задачи для обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка.	1	0	0

3	1	Абстрактные задачи. Уравнение с ограниченным положительно определенным оператором. Лемма Лакса-Мильграма. Задача минимизации квадратичного функционала. Метод Рунге. Метод Галеркина. Лемма Сеа.	1	0	0
4	1	Элементы теории пространств Соболева. Основные функциональные пространства. Простейшие неравенства. Обобщенные производные. Пространства Соболева. Теоремы вложения.	2	0	0
5	1	Краевые задачи для эллиптических уравнений второго порядка. Типы краевых задач. Обобщенная формулировка для краевой задачи.	1	0	0
6	2	Пространства конечных элементов и оценки погрешности интерполяции.	1	0	0

7	2	<p>Описание конечного элемента. Эталонный конечный элемент. Примеры конечных элементов: одномерный лагранжев элемент, лагранжев треугольный элемент, лагранжев прямоугольный элемент. Аффинно-эквивалентные конечные элементы. Регулярность семейства аффинно-эквивалентных конечных элементов. Изопараметрические конечные элементы. Пространства конечных элементов. Оператор интерполяции.</p>	3	0	0
8	2	<p>Оценки погрешности интерполяции. Оценки на эталонном конечном элементе. Оценки для аффинно-эквивалентных конечных элементов. Оценки для семейства регулярных аффинно-эквивалентных элементов</p>	3	0	0
9	3	<p>Метод конечных элементов для эллиптических уравнений.</p>	1	0	0
10	3	<p>Схема метода конечных элементов для разных типов краевых задач для эллиптического уравнения второго порядка. Построение системы уравнений метода конечных элементов. Оценка точности приближенного решения в различных нормах.</p>	3	0	0

11	3	Локальная и глобальная матрица жесткости. Вычисление правой части системы уравнений. Примеры квадратурных формул.	2	0	0
			10	0	0

3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Линейные функционалы и билинейные формы. Примеры.	1	0	0
2	1	Нормы в функциональных пространствах.	1	0	0
3	1	Обобщенные формулировки для краевых задач. Формула Грина. Учет краевых условий.	2	0	0
4	2	Одномерный лагранжев элемент степени m . Лагранжев прямоугольный элемент степени m . Лагранжев треугольный элемент степени m . Одномерный эрмитов элемент. Треугольный и прямоугольный эрмитовы элементы. Построение базиса Лагранжа.	3	0	0
5	2	Аффинно-эквивалентные конечные элементы. Якобиан преобразования.	1	0	0
6	2	Прямоугольный билинейный изопараметрический элемент. Треугольный квадратичный изопараметрический элемент.	2	0	0
7	2	Триангуляция двумерной области.	1	0	0

8	3	Построение системы уравнений МКЭ для уравнений Пуассона в квадрате с использованием кусочно-линейных элементов на треугольниках.	2	0	0
9	3	Построение системы уравнений МКЭ для уравнения Пуассона в квадрате с использованием билинейных элементов на прямоугольниках.	2	0	0
10	3	Локальная и глобальная матрица жесткости.	2	0	0
11	3	Вычисление элементов матрицы жесткости и вектора правой части системы уравнений, в том числе с использованием квадратурных формул.	2	0	0
Всего			10	0	0

3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
Всего					

4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Гилева Л.В.	Метод конечных элементов для уравнений математической физики: [учеб -метод. материалы к изучению дисциплины для ...02.04.01.01 Математическое и компьютерное моделирование]	Красноярск: СФУ, 2017

5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Васильева В. Н.	Введение в теорию метода конечных элементов: монография	Иркутск: Иркутский университет [ИрГУ], 1986
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Стренг Г., Фикс Д. Д., Марчук Г. И.	Теория метода конечных элементов: пер. с англ.	Москва: Мир, 1977
Л2.2	Ильин В. П.	Методы и технологии конечных элементов: монография	Новосибирск: Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН [ИВМиМГ СО РАН], 2007
Л2.3	Голованов А. И., Бережной Д. В.	Метод конечных элементов в механике деформируемых твердых тел	Казань: Дас, 2001
Л2.4	Варвак П. М., Бузун И. М., Городецкий А. С., Пискунов В. Г., Толокнов Ю. Н., Варвак П. М.	Метод конечных элементов: учебное пособие для студентов технических вузов	Киев: Вища школа, 1981
Л2.5	Сьярле Ф., Яненко Н. Н.	Метод конечных элементов для эллиптических задач: перевод с английского	Москва: Мир, 1980
Л2.6	Марчук Г. И., Агошков В. И.	Введение в проекционно-сеточные методы: учебное пособие для вузов по специальности "Прикладная математика"	Москва: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1981
Л2.7	Каропова Е. Д.	Метод конечных элементов для задач конвекции - диффузии с преобладанием конвекции: автореферат диссертации ... кандидата физико-математических наук	Новосибирск, 2000
6.3. Методические разработки			

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
ЛЗ.1	Гилева Л.В.	Метод конечных элементов для уравнений математической физики: [учеб-метод. материалы к изучению дисциплины для ...02.04.01.01 Математическое и компьютерное моделирование]	Красноярск: СФУ, 2017

7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Э1	научная библиотека СФУ	http://bik.sfu-kras.ru/
Э2	научная электронная библиотека	http://elibrary.ru
Э3	система электронного обучения СФУ	http://study.sfu-kras.ru/course/category.php?id=148
Э4	Федеральный портал российского профессионального образования	http://edu.ru/

8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Процесс изучения данной дисциплины осуществляется в следующих организационных формах:

- аудиторные занятия (лекции и занятия семинарского типа);
- самостоятельное изучение материала.

В процессе освоения дисциплины, можно выделить два типа знаний:

- теоретические знания;
- практические знания и навыки, состоящие в умении решать конкретные задачи.

Теоретические знания образуют понятийный каркас дисциплины. Данный уровень знаний студенты получают на лекциях.

Практические знания студенты получают на занятиях семинарского типа. На этих занятиях студенты учатся решать задачи на основе знаний, полученных на лекциях. Решение задач осуществляется как путем коллективного обсуждения, так и индивидуально. Во время практического занятия студент должен:

- продемонстрировать знание теоретического материала в рамках тематики решаемой задачи;
- уметь применить полученные знания для решения конкретной задачи.

Самостоятельная работа включает изучение теоретического материала дисциплины и решение задач, при котором используются знания и навыки, полученные на лекционных и практических занятиях. Самостоятельное изучение теоретического материала подразумевает более глубокую проработку лекционного материала. Задачи для самостоятельного решения студенты получают на практических занятиях у преподавателя. Правильность решения задач проверяется также на практических занятиях. Основные формы контроля самостоятельной работы – коллективное обсуждение в аудитории и индивидуальное собеседование. Для самостоятельной работы достаточно пользоваться материалами лекционных и практических занятий, а также литературой из списка, предлагаемого в пункте 4.

Организация самостоятельной работы осуществляется в соответствии с графиком учебного процесса и самостоятельной работы.

Итоговый контроль – экзамен.

9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

9.1 Перечень необходимого программного обеспечения

9.1.1	Программное обеспечение не используется.
-------	--

9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

9.2.1	Справочные системы не используются.
-------	-------------------------------------

10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для чтения лекций по данной дисциплине требуется аудитория, оснащенная интерактивной доской. Для проведения занятий семинарского типа необходима интерактивная доска.