

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова
Филиал Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова
в городе Сарове

УТВЕРЖДАЮ

Директор филиала МГУ в городе
Сарове

 /В.В. Воеводин/

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Наименование дисциплины (модуля):

Метод конечных элементов в приложениях

Уровень высшего образования:

магистратура

Направление подготовки (специальность):

01.04.02 "Прикладная математика и информатика"

Направленность (профиль) ОПОП:

"Вычислительные методы и методика моделирования"

"Суперкомпьютерные технологии математического моделирования и обработки данных"

Форма обучения:

Очная

Саров 2021

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки по направлениям 01.04.02 «Прикладная математика и информатика» в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

1. НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Метод конечных элементов в приложениях

2. УРОВЕНЬ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Подготовка научно-педагогических кадров в магистратуре.

3. НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ, НАПРАВЛЕННОСТЬ (ПРОФИЛЬ) ПОДГОТОВКИ

Направление 01.04.02 «Прикладная математика и информатика». Направленность (профиль) «Математические и компьютерные методы решения задач естествознания». Образовательная программа «Численные методы и математическое моделирование».

4. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в обязательную часть магистерской образовательной программы «Численные методы и математическое моделирование», изучается в 4-м семестре.

5. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательной программы:

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения
Способность использовать современные пакеты прикладных программ для решения прикладных задач (СПК-42)	З1 (СПК-42) Знать: основной набор инструментов, потенциальные возможности и особенности применения современных пакетов метода конечных элементов на примере пакета FreeFEM++ У1 (СПК-42) Уметь Решать основные задачи математической физики и визуализировать полученные результаты с помощью пакета FreeFEM++

Оценочные средства для промежуточной аттестации приведены в Приложении.

6. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, всего 72 часа.

32 часа составляет контактная работа с преподавателем – 32 часов занятий лекционного типа

4 часа составляет самостоятельная работа учащегося.

7. ВХОДНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Учащиеся должны владеть знаниями по математическому анализу, линейной алгебре, дифференциальным уравнениям и краевым задачами, численным методам в объеме, соответствующем основным образовательным программам бакалавриата по укрупненным группам направлений и специальностей 01.00.00 «Математика и механика», 02.00.00 «Компьютерные и информационные науки».

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В процессе обучения используются пакет прикладных программ FreeFEM++.

9. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В курсе дается обзор существующих вычислительных алгоритмов, пакетов и библиотек метода конечных элементов. На примере FreeFEM++ изучаются основы работы в подобных системах и их базовые функции: задание расчетной области, вывод и представление билинейной формы, решение различных задач.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	В том числе								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы					Самостоятельная работа учащегося, часы			
		из них					из них			
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости: коллоквиумы,	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п..	Всего

						практические контрольные занятия и др.				
Тема 1. Обзор современных реализаций и сфер применения метода конечных элементов Метод конечных элементов и математическое моделирование Коммерческие пакеты (ANSYS) Свободно доступные пакеты. Пакет FreeFEM++	4	2	-	-	-	-	4	-	-	4
Тема 2. Вычислительные алгоритмы метода конечных элементов Построение сеток. Триангуляция Делоне Билинейные формы. Матрица масс и матрица	24	24	-	-	-	-	24	4	-	28

<p>диффузии</p> <p>Линейные и нелинейные задачи. Метод Ньютона в FEM</p> <p>Техника разреженных матриц в FEM</p> <p>Решение сеточных уравнений в FEM и понятие о крыловских методах</p> <p>Обработка результатов вычислений</p>										
<p>Тема 3. Примеры работы с пакетом FreeFEM++</p> <p>Пример МКЭ для задачи о диэлектрическом рассеивателе</p>	4	4	-	-	-	-	4	-	-	4
	32	32	-	-	-	-	32	4	-	36
<p>Промежуточная аттестация – практическое контрольное задание + индивидуальное собеседование</p>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Итого	32	32	36
--------------	-----------	-----------	-----------

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ УЧАЩИХСЯ

Самостоятельная работа учащихся состоит в изучении лекционного материала, учебно-методической литературы, выполнения домашнего задания

11. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Основная учебно-методическая литература

- 1) В.Б. Андреев, «Лекции по методу конечных элементов», М. 256 с.
- 2) В.Б. Андреев, «Численные методы», М. 2013 324 с.
- 3) J.R. Shewchuk, “What is a Good Linear Finite Element?” <https://people.eecs.berkeley.edu/~jrs/papers/elemj.pdf>

Дополнительная учебно-методическая литература

- 1) М.Ю. Баландин, Э.П. Шурина, «Векторный метод конечных элементов», Н. 2001.

Лицензионное программное обеспечение, в том числе отечественного производства
При реализации дисциплины может быть использовано следующее программное обеспечение:

1. Программный продукт Red Hat Enterprise Linux Server for HPC Compute Node for Power, LE, Self-support 4 шт. №5540331
2. Программный продукт Red Hat Enterprise Linux Server for HPC Head Node for Power, LE, Standard 1 шт. №5540332
3. Операционная система SUSE Linux Enterprise Server 11 SP4 for x86_64 16 шт.
4. Операционная система Red Hat Enterprise Linux Server 5.0 for x86_64 14шт.
5. Операционная система SUSE Linux Enterprise Server 10 SP3 for ppc64 7 шт.
6. Операционная система Ubuntu 18.04.
7. Программное обеспечение для виртуализации Oracle VM VirtualBox
8. Операционная система ALTLinuxMATEStarterkit 9 лицензияGPL
9. Программный продукт JetBrains IntelliJ IDEA Community Edition Free Educational Licenses
10. Программный продукт JetBrains PyCharm Community Edition Free Educational Licenses

11. Программный продукт JetBrainsCLion Community Edition Free Educational Licenses
12. Программный продукт UPPAAL (<http://www.uppaal.org/>) академическая лицензия
13. Программный продукт Java 8 (64-bit)Oracle Corporation
14. Программный продукт Java SE Development Kit 8(64-bit) Oracle Corporation
15. Программный продукт NetBeans IDE 8.2 NetBeans.org
16. Программный продукт Dev-C++ Bloodshed Software
17. Программный продуктCodeBlocksThe Code::Blocks Team
18. Программный продукт Free Pascal 3.0.0Free Pascal Team
19. Программный продукт Python 3.5.1 (64-bit)Python Software Foundation
20. Программный продукт R for Windows 3.2.2 R Core Team
21. Программный продуктHaskell Platform 7.10.3 Haskell.org
22. Операционная система Microsoft Windows 7 корпоративная академическая лицензия
23. Операционная система Microsoft Windows 10 Education академическая лицензия
24. Программный продукт Microsoft ProjectProfessional 2013 академическая лицензия
25. Программный продукт Microsoft VisioProfessional 2013 академическая лицензия
26. Программный продуктMicrosoft VisualStudioProfessional 2013 - RUS [Русский (Россия)] академическая лицензия

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. <http://www.edu.ru> – портал Министерства образования и науки РФ
2. <http://www.ict.edu.ru> – система федеральных образовательных порталов «ИКТ в образовании»
3. <http://www.openet.ru> - Российский портал открытого образования
4. <http://www.mon.gov.ru> - Министерство образования и науки Российской Федерации
5. <http://www.fasi.gov.ru> - Федеральное агентство по науке и инновациям

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- 1) <http://arturo.imati.cnr.it/~marini/didattica/Metodi-engl/Intro2FEM.pdf>
- 2) <http://www.ee.iitm.ac.in/~uday/notes/fem2dprimer.pdf>

Информационные технологии, используемые в процессе обучения

В процессе обучения используются пакет прикладных программ FreeFEM++.

Материально-техническая база

Для преподавания дисциплины требуется класс, оборудованный маркерной или меловой доской.

12. ЯЗЫК ПРЕПОДАВАНИЯ

Русский

13. РАЗРАБОТЧИК ПРОГРАММЫ, ПРЕПОДАВАТЕЛЬ

к.ф.- м.н., доцент Хапаев Михаил Михайлович (vmhap@cs.msu.ru)