

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В.ЛОМОНОСОВА»
ФАКУЛЬТЕТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ И КИБЕРНЕТИКИ



УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета ВМК МГУ,

Академик

/И.А. Соколов/

«14» сентября 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Численный метод интегральных уравнений в краевых задачах
Numerical method for integral equations in boundary value problems

Программа (программы) подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Приказом Ректора МГУ №1216 от 24 ноября 2021 года «Об утверждении Требований к основным программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, самостоятельно устанавливаемых Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова»

1. Краткая аннотация:

Название дисциплины Численный метод интегральных уравнений в краевых задачах

Цель изучения дисциплины – В курсе излагаются численные методы решения краевых задач, основанные на использовании интегральных представлений решения с интегралами по границе области, в которой решается задача, курс является расширением базового курса, что позволяет дополнить аспирантам знания о новых методах и тенденциях в численном моделировании. Численная схема строится на основе дискретизации граничной поверхности с применением аппроксимаций неизвестных плотностей интегральных представлений системами поверхностных конечных элементов. Приводятся примеры использования этого метода при решении типичных краевых задач.

Numerical methods for boundary value problems based on the use of integral representations of solutions with integrals along the boundary of the domain in which the problem is solved are presented in the course. The numerical scheme is based on the discretization of the boundary surface using approximations of unknown densities of integral representations by systems of surface finite elements. Examples of the use of this method for the typical boundary value problems are given.

2. Уровень высшего образования –аспирантура

3. Научные специальности Научная специальность 1.2.1., 1.2.2., 1.2.3., 1.1.2., 1.1.4., 1.1.5., 1.1.6., 2.3.5., 2.3.6., отрасль науки: физико-математические науки,

Научная специальность 1.2.2., отрасль науки: технические науки

4. Место дисциплины (модуля) в структуре Программы аспирантуры: элективный курс.

5. Объем дисциплины (модуля) составляет 2 зачетные единицы, всего 72 часа, из которых 40 часов составляет контактная работа аспиранта с преподавателем, 32 часа составляет самостоятельная работа учащегося.

6. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия.

На предыдущих уровнях высшего образования должны быть освоены общие курсы:

1. Алгебра и геометрия
2. Математический анализ
3. Функциональный анализ
4. Уравнения математической физики
5. Численные методы

7. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы						Самостоятельная работа обучающегося, часы		
		из них						из них		
		Занятия лекционно готипа	Занятия семинарско готипа	Групповые консуль тации	Индивидуальные кон сультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка к коллоквиумам	Всего
Тема 1. Численное решение краевых задач в областях с замкнутой границей. Сведение внутренних и внешних задач Неймана и Дирихле для уравнений Лапласа и Гельмгольца к граничным интегральным уравнениям Фредгольма второго рода. Разрешимость краевых задач и соответствующих	26	16					16	10		10

интегральных уравнений для уравнения Лапласа. Численная схема решения граничных интегральных уравнений Фредгольма второго рода для задач Неймана и Дирихле в случаях однозначной и неоднозначной разрешимости.										
Тема 2. Численное решение двумерных краевых задач на разрезе. Краевая задача Дирихле на разрезе. Сведение к интегральному уравнению первого Фредгольма рода. Построение численной схемы с применением кусочно-постоянной аппроксимации и метода коллокаций. Краевая задача Неймана на разрезе. Сведение задачи к гиперсингулярному интегральному уравнению. Численное решение краевой задачи о восстановлении векторного поля с нулевыми ротором и дивергенцией по нормальной компоненте на разрезе сведением к сингулярному интегральному уравнению. Численное решение краевых задач с граничным	24	12					12	12		12

условием на наклонную производную.										
Тема 3. Численное решение пространственных краевых задач на экране. Краевая задача Неймана для уравнений Лапласа и Гельмгольца на экране. Сведение задачи к гиперсингулярному интегральному уравнению для плотности потенциала двойного слоя. Численное решение краевой задачи Неймана для уравнений Лапласа и Гельмгольца методом вихревых рамок. Численное решение краевой задачи Дирихле на тонком экране. Численное решение краевых задач с граничным условием на наклонную производную.	20	10					10	10		10
4. Промежуточная аттестация – устный экзамен	2	2								
Итого	72	40					32			

8. Образовательные технологии.

Доска и мел. Информационные и интерактивные технологии используются при обсуждении проблемных и неоднозначных вопросов, требующих выработки решения в ситуации неопределенности.

9. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы по дисциплине (модулю):

Самостоятельная работа учащихся состоит в изучении лекционного материала, учебно-методической литературы, подготовки к текущему контролю и промежуточной аттестации.

Литература для самостоятельной работы студентов в соответствии с тематическим планом .

Тема 1 «Численное решение краевых задач в областях с замкнутой границей»

Тема 2 «Численное решение двумерных краевых задач на разрезе»

Тема 3 «Численное решение пространственных краевых задач на экране»

10. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу

Основная литература

Основная литература

1. Сетуха А.В. Численные методы в интегральных уравнениях и их приложения. Учебное пособие. — М.:Аргамак-Медиа, 2014. — С. 256.
2. Тихонов А.Н. Самарский А.А. Уравнения математической физики. Учебное пособие. — М.: МГУ, 1999. — 798с.
3. Лифанов И.К. Метод сингулярных интегральных уравнений и численный эксперимент. — М.: ТОО «Янус», 1995. — 520 с.

Дополнительная литература

1. Колтон Д., Кресс Р. Методы интегральных уравнений в теории рассеяния. М.: Мир, 1987. —311с.
2. Бахвалов Н.~С., Жидков Н.~П., Кобельков Г.~М. Численные методы. Учебник. --- М.:~Бином, 2003. --- 632~с.
3. Галишникова Т.~Н., Ильинский А.~С. Метод интегральных уравнений в задачах дифракции волн. --- М.:~МАКС Пресс, 2013. --- 248~с.
4. Дмитриев В.~И., Захаров Е.~В. Метод интегральных уравнений в вычислительной электродинамике. М.:~МАКС Пресс, 2013. --- 2008~с.
5. Захаров Е.~В. Орлик С.~И. Интегральные уравнения. Учеб. пособие. --- М.:МАКС Пресс, 2012. --- Части 1---3.
6. Тиртышников Е.~Е. Методы численного анализа: уч. пособ. --- М.:~Академия, 2007. --- 320~с.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

<http://elibrary.ru>

www.scopus.com

Описание материально-технической базы.

Занятия проводятся в аудитории, оснащенной доской

11. Язык преподавания – русский

12. Преподаватели:

Степень, должность ФИО., e-mail, тел.: - проф., д.ф.м.н, Сетуха Алексей Викторович,
setuhaav@rambler.ru

Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения

Список вопросов для устного экзамена.

1. . Сведение внутренних и внешних задач Неймана и Дирихле для уравнений Лапласа и Гельмгольца к граничным интегральным уравнениям Фредгольма второго рода.
2. Разрешимость краевых задач и соответствующих интегральных уравнений для уравнения Лапласа. Внутренняя задача Дирихле и внешняя задача Неймана.
3. Разрешимость краевых задач и соответствующих интегральных уравнений для уравнения Лапласа. Внутренняя задача Неймана.
4. Разрешимость краевых задач и соответствующих интегральных уравнений для уравнения Лапласа. Внешняя задача Дирихле.
5. Численная схема решения граничных интегральных уравнений Фредгольма второго рода для задач Неймана и Дирихле в случае однозначной разрешимости уравнений. Численная схема с кусочно-постоянной аппроксимацией неизвестной функции.
6. Численное решение граничных интегральных уравнений Фредгольма второго рода в случае неоднозначной разрешимости. Случай внешней задачи Дирихле для уравнения Лапласа. Случай внутренней задачи Неймана для уравнения Лапласа.
7. Численное решение двумерной краевой задачи Дирихле для уравнения Лапласа на разрезе.
8. Численное решение двумерной краевой задачи Неймана для уравнения Лапласа на разрезе.
9. Численное решение задачи о потенциальном обтекании телесного и тонкого профилей методом сингулярных интегральных уравнений.

10. Численное решение пространственной краевой задачи Дирихле для уравнения Лапласа на экране.
11. Численное решение пространственной краевой задачи Неймана для уравнения Лапласа на экране.
12. Численное решение пространственных задач о рассеянии скалярной волны на системе тел методом граничных элементов на основе граничных интегральных уравнений Фредгольмы второго рода.
13. Численное решение пространственных задач о рассеянии скалярной волны на системе тел и экранов методом граничных элементов на основе гиперсингулярных интегральных уравнений.
14. Численное решение краевых задач на экране с граничным условием на наклонную производную.

Материалы для мероприятий текущего контроля.

Мероприятия текущего контроля реализуются в виде лекций дискуссий.

Примерные темы рефератов. Примеры тем:

- 1) Граничные интегральные уравнения
- 2) Численные методы решения граничных интегральных уравнений

Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения

Особенности организации процесса обучения

Для эффективного освоения курса рекомендуется перед каждым занятием привести в порядок конспекты лекций. После каждого занятия рекомендуется найти и прочитать дополнительную литературу по теме лекции и прочитать свои конспекты.

Система контроля и оценивания

За работу во время лекций-дискуссий и за реферат выставляются оценки.

Окончательная оценка определяется в первую очередь на основании оценки устного ответа аспиранта. При этом окончательная оценка корректируется в сторону повышения на основании оценок за реферат, а также оценок, полученных на лекциях-дискуссиях.

Структура и график контрольных мероприятий

Лекция дискуссия на 8-й, 17-й неделях, реферат в течение семестра, устный экзамен в конце семестра.