

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по образовательной деятельности КФУ
Проф. Таюрский Д.А.

"__" _____ 20__ г.

Программа дисциплины

Методы граничных интегральных уравнений и их приложения Б1.В.ДВ.8

Направление подготовки: 01.03.04 - Прикладная математика

Профиль подготовки: Математическое моделирование

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Соловьев С.И.

Рецензент(ы):

Даутов Р.З.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Задворнов О. А.

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

Учебно-методическая комиссия Института вычислительной математики и информационных технологий:

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

Регистрационный No

Казань
2017

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) доцент, д.н. (доцент) Соловьев С.И. кафедра вычислительной математики отделение прикладной математики и информатики ,
Sergei.Solovyev@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Цель дисциплины состоит в изучении современных методов исследования и решения интегральных уравнений и задач на собственные значения для интегральных уравнений.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ.8 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 01.03.04 Прикладная математика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

Изучение дисциплины основано на дисциплинах: 'Алгебра и геометрия', 'Математический анализ', 'Функциональный анализ', 'Дифференциальные уравнения', 'Уравнения математической физики', 'Численные методы', 'Метод конечных элементов'.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-7 (общекультурные компетенции)	Способность к самоорганизации и самообразованию
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	Готовность к самостоятельной работе
ОПК-2 (профессиональные компетенции)	Способность использовать современные математические методы и современные прикладные программные средства и осваивать современные технологии программирования
ПК-1 (профессиональные компетенции)	Способность использовать стандартные пакеты прикладных программ для решения практических задач на электронных вычислительных машинах, отлаживать, тестировать прикладное программное обеспечение
ПК-10 (профессиональные компетенции)	Готовность применять математический аппарат для решения поставленных задач, способность применить соответствующую процессу математическую модель и проверить ее адекватность, провести анализ результатов моделирования, принять решение на основе полученных результатов
ПК-12 (профессиональные компетенции)	Способность самостоятельно изучать новые разделы фундаментальных наук
ПК-4 (профессиональные компетенции)	Способность и готовность решать проблемы, брать на себя ответственность
ПК-9 (профессиональные компетенции)	Способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, готовность использовать для их решения соответствующий естественнонаучный аппарат

В результате освоения дисциплины студент:

4. должен демонстрировать способность и готовность:

Применять общие результаты теории гильбертовых и банаховых пространств, теории операторов, теории численных методов, для решения интегральных уравнений и задач на собственные значения для интегральных уравнений.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 8 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. Граничные интегральные уравнения теории гармонических функций	8		0	4	0	Письменное домашнее задание
2.	Тема 2. Основные интегральные неравенства	8		0	5	0	Письменное домашнее задание
3.	Тема 3. Интегральные операторы	8		0	5	0	Письменное домашнее задание
4.	Тема 4. Вполне непрерывные операторы в гильбертовом пространстве	8		0	5	0	Контрольная работа
5.	Тема 5. Исследование граничных интегральных уравнений	8		0	5	0	Письменное 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	
6.	Тема 6. Нётеровы операторы в банаховом пространстве. Сингулярные интегральные уравнения	8		0	6	0	Письменное домашнее задание
7.	Тема 7. Численные методы решения интегральных уравнений	8		0	5	0	Письменное домашнее задание
8.	Тема 8. Задачи плоской теории упругости	8		0	5	0	Контрольная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	Экзамен
	Итого			0	40	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Граничные интегральные уравнения теории гармонических функций

практическое занятие (4 часа(ов)):

Обозначения и определения. Объемный потенциал. Поверхностные потенциалы. Интегральные уравнения для краевых задач.

Тема 2. Основные интегральные неравенства

практическое занятие (5 часа(ов)):

Неравенство Йенсена. Неравенство Гельдера. Неравенство Минковского. Неравенство Ханнера. Неравенство, характеризующее проекцию на выпуклое множество. Неравенство Юнга. Неравенство Харди-Литлвуда-Соболева.

Тема 3. Интегральные операторы

практическое занятие (5 часа(ов)):

Интегральные операторы со слабой особенностью. Интегральные операторы с ядрами общего вида.

Тема 4. Вполне непрерывные операторы в гильбертовом пространстве

практическое занятие (5 часа(ов)):

Свойства вполне непрерывных операторов. Теоремы Фредгольма.

Тема 5. Исследование граничных интегральных уравнений

практическое занятие (5 часа(ов)):

Разрешимость граничных интегральных уравнений. Спектральные свойства граничных операторов.

Тема 6. Нётеровы операторы в банаховом пространстве. Сингулярные интегральные уравнения

практическое занятие (6 часа(ов)):

Проекторы и прямые суммы подпространств. Нормально разрешимые операторы. Нетеровы операторы. Связь нетеровых операторов с компактными фредгольмовыми операторами. Операторы с ограниченным регуляризатором. Сингулярные интегральные операторы и уравнения.

Тема 7. Численные методы решения интегральных уравнений

практическое занятие (5 часа(ов)):

Принцип сжатых отображений. Вычисление собственных значений и собственных функций по методу Келлога. Операторы Гильберта-Шмидта. Представление решения интегрального уравнения в виде ряда. Метод граничных элементов.

Тема 8. Задачи плоской теории упругости

практическое занятие (5 часа(ов)):

Система уравнений плоской задачи теории упругости. Фундаментальное решение плоской задачи теории упругости. Вывод граничных интегральных уравнений.

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. Граничные интегральные уравнения теории гармонических функций	8		подготовка домашнего задания	3	Письменное домашнее задание
2.	Тема 2. Основные интегральные неравенства	8		подготовка домашнего задания	4	Письменное домашнее задание
3.	Тема 3. Интегральные операторы	8		подготовка домашнего задания	4	Письменное домашнее задание
4.	Тема 4. Вполне непрерывные операторы в гильбертовом пространстве	8		подготовка к контрольной работе	4	Контрольная работа
5.	Тема 5. Исследование граничных интегральных уравнений	8		подготовка домашнего задания	4	Письменное домашнее задание
6.	Тема 6. Нётеровы операторы в банаховом пространстве. Сингулярные интегральные уравнения	8		подготовка домашнего задания	5	Письменное домашнее задание
7.	Тема 7. Численные методы решения интегральных уравнений	8		подготовка домашнего задания	4	Письменное домашнее задание
8.	Тема 8. Задачи плоской теории упругости	8		подготовка к контрольной работе	4	Контрольная работа
	Итого				32	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Обучение происходит в форме практических занятий, а также самостоятельной работы студентов. Изучение курса подразумевает получение практических навыков для более глубокого понимания разделов дисциплины, 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 экзамену. При подготовке к сдаче экзамена весь объем работы рекомендуется распределять равномерно по дням, отведенным для подготовки к экзамену, контролировать каждый день выполнения работы.

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

Тема 1. Граничные интегральные уравнения теории гармонических функций

Письменное домашнее задание , примерные вопросы:

Обозначения и определения. Объемный потенциал. Поверхностные потенциалы.

Интегральные уравнения для краевых задач.

Тема 2. Основные интегральные неравенства

Письменное домашнее задание , примерные вопросы:

Неравенство Йенсена. Неравенство Гельдера. Неравенство Минковского. Неравенство Ханнера. Неравенство, характеризующее проекцию на выпуклое множество. Неравенство Юнга. Неравенство Харди-Литлвуда-Соболева.

Тема 3. Интегральные операторы

Письменное домашнее задание , примерные вопросы:

Интегральные операторы со слабой особенностью. Интегральные операторы с ядрами общего вида.

Тема 4. Вполне непрерывные операторы в гильбертовом пространстве

Контрольная работа , примерные вопросы:

Свойства вполне непрерывных операторов. Теоремы Фредгольма.

Тема 5. Исследование граничных интегральных уравнений

Письменное домашнее задание , примерные вопросы:

Разрешимость граничных интегральных уравнений. Спектральные свойства граничных операторов.

Тема 6. Нетеровы операторы в банаховом пространстве. Сингулярные интегральные уравнения

Письменное домашнее задание , примерные вопросы:

Проекторы и прямые суммы подпространств. Нормально разрешимые операторы. Нетеровы операторы. Связь нетеровых операторов с компактными фредгольмовыми операторами. Операторы с ограниченным регуляризатором. Сингулярные интегральные операторы и уравнения.

Тема 7. Численные методы решения интегральных уравнений

Письменное домашнее задание , примерные вопросы:

Принцип сжатых отображений. Вычисление собственных значений и собственных функций по методу Келлога. Операторы Гильберта-Шмидта. Представление решения интегрального уравнения в виде ряда. Метод граничных элементов.

Тема 8. Задачи плоской теории упругости

Контрольная работа , примерные вопросы:

Система уравнений плоской задачи теории упругости. Фундаментальное решение плоской задачи теории упругости. Вывод граничных интегральных уравнений.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

Объемный потенциал.

Поверхностные потенциалы.

Интегральные уравнения для краевых задач.

Неравенство Йенсена.

Неравенство Гельдера.

Неравенство Минковского.

Неравенство Ханнера.

Неравенство, характеризующее проекцию на выпуклое множество.

Неравенство Юнга.

Неравенство Харди-Литлвуда-Соболева.

Интегральные операторы со слабой особенностью.

Интегральные операторы с ядрами общего вида.

Свойства вполне непрерывных операторов.

Теоремы Фредгольма.

Разрешимость граничных интегральных уравнений.

Спектральные свойства граничных операторов.

Проекторы и прямые суммы подпространств.

Нормально разрешимые операторы.

Нетеровы операторы.

Связь нетеровых операторов с компактными фредгольмовыми операторами.

Операторы с ограниченным регуляризатором.

Сингулярные интегральные операторы и уравнения.

Принцип сжатых отображений.

Вычисление собственных значений и собственных функций по методу Келлога.

Операторы Гильберта-Шмидта.

Представление решения интегрального уравнения в виде ряда.

Метод граничных элементов.

Система уравнений плоской задачи теории упругости.

Фундаментальное решение плоской задачи теории упругости.

Вывод граничных интегральных уравнений.

7.1. Основная литература:

Введение в численные методы, Глазырина, Людмила Леонидовна; Карчевский, Михаил Миронович, 2012г.

Введение в теорию метода конечных элементов, Даутов, Рафаил Замилович; Карчевский, Михаил Миронович, 2011г.

Линейная алгебра и аналитическая геометрия, Карчевский, Евгений Михайлович; Карчевский, Михаил Миронович, 2011г.

Уравнения математической физики. Дополнительные главы, Карчевский, Михаил Миронович; Павлова, Мария Филипповна, 2008г.

Лекции по уравнениям математической физики, Карчевский, Михаил Миронович, 2009г.

Интегральные уравнения, Шагидуллин, Ростем Рифгатович, 2013г.

Топологические методы в механике сплошной среды, Шагидуллин, Ростем Рифгатович, 2009г.

7.2. Дополнительная литература:

- Функциональный анализ, Луговая, Галина Дмитриевна;Шерстнев, Анатолий Николаевич, 2008г.
Математические модели и численные методы в спектральной теории диэлектрических волноводов, Карчевский, Евгений Михайлович, 2006г.
Задачи и упражнения по функциональному анализу, Антоневич, Анатолий Борисович;Князев, Павел Николаевич;Радыно, Яков Валентинович;Крейн, С. Г., 2006г.
Функциональный анализ, Сидоров, Анатолий Михайлович, 2010г.
Задачи и упражнения по функциональному анализу, Треногин, Владилен Александрович;Писаревский, Борис Меерович;Соболева, Татьяна Сергеевна, 2005г.
Функциональный анализ, Канторович, Леонид Витальевич;Акилов, Глеб Павлович, 2004г.

7.3. Интернет-ресурсы:

- Карчевский Е.М. Математические модели спектральной теории диэлектрических волноводов: Учебное пособие / Е.М. Карчевский. ? Казань: Казанский государственный университет, 2008. - http://cmc.ksu.ru/books/Karchevskii_posobie.pdf
- Плещинский Н. Б. Абстрактные приближенные схемы / Н. Б. Плещинский. ? Казань: Казанский федеральный университет. - http://libweb.ksu.ru/ebooks/09_64_ds009.pdf
- Соловьев С.И. Аппроксимация дифференциальных задач на собственные значения / С.И. Соловьев // Дифференциальные уравнения. 2013. Т. 49. ♦ 7. С. 936-944. - <http://elibrary.ru/download/81501443.pdf>
- Соловьев С.И. Аппроксимация знаконеопределенных спектральных задач / С.И. Соловьев // Дифференциальные уравнения. 2012. Т. 48. ♦ 7. С. 1042-1055. - <http://elibrary.ru/download/48381783.pdf>
- Соловьев С.И. Метод конечных элементов для несамосопряженных спектральных задач / С.И. Соловьев // Ученые записки Казанского государственного университета. Серия Физико-математические науки. 2006. Т. 148. ♦ 4. С. 51-62. - <http://elibrary.ru/download/61323678.pdf>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Методы граничных интегральных уравнений и их приложения" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Занятия по дисциплине проводятся в аудитории, оснащенной доской и мелом (маркером).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 01.03.04 "Прикладная математика" и профилю подготовки Математическое моделирование .

Автор(ы):

Соловьев С.И. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Даутов Р.З. _____

"__" _____ 201__ г.