

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной деятельности КФУ

проф. Таюрский Д.А.

"\_\_" \_\_\_\_ 20\_\_ г.

## **Программа дисциплины**

Аппроксимативные методы решения сингулярных интегральных уравнений Б1.В.ДВ.9

Направление подготовки: 01.03.01 - Математика

Профиль подготовки: Общий профиль

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

**Автор(ы):** Ожегова А.В.

**Рецензент(ы):** Авхадиев Ф.Г.

### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Авхадиев Ф. Г.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_ 20\_\_ г.

Учебно-методическая комиссия Института математики и механики им. Н.И. Лобачевского :

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_ 20\_\_ г.

Казань

2018

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
  - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
  - 7.1. Основная литература
  - 7.2. Дополнительная литература
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Ожегова А.В. (Кафедра теории функций и приближений, отделение математики), Alla.Ozhegova@kpfu.ru

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

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-3	способностью строго доказать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата
ОПК-3	способностью к самостоятельной научно-исследовательской работе
ОПК-4	способностью находить, анализировать, реализовывать программно и использовать на практике математические алгоритмы, в том числе с применением современных вычислительных систем
ПК-10	способностью к планированию и осуществлению педагогической деятельности с учетом специфики предметной области в образовательных организациях
ПК-7	способностью использовать методы математического и алгоритмического моделирования при анализе управленческих задач в научно-технической сфере, в экономике, бизнесе и гуманитарных областях знаний

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен демонстрировать способность и готовность:

строить вычислительные схемы известных аппроксимативных методов для решения прикладных задач, математическими моделями которых служат различные классы сингулярных интегральных уравнений с учетом теории таких уравнений, проводить теоретико-функциональное обоснование этих схем на основе общей теории приближенных методов анализа и их численную реализацию.

## 2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.9 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.03.01 "Математика (Общий профиль)" и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе в 8 семестре.

## 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

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

Контактная работа - 44 часа(ов), в том числе лекции - 22 часа(ов), практические занятия - 22 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 28 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 8 семестре.

## 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Раздел дисциплины/ модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Теория сингулярных интегральных уравнений	8	4	2	0	4

N	Раздел дисциплины/ модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Элементы общей теории приближенных методов анализа и конструктивной теории функций.	8	4	2	0	4
3.	Тема 3. Прямые методы решения сингулярных интегральных уравнений с ядром Коши на отрезке вещественной оси первого рода.	8	6	8	0	8
4.	Тема 4. Прямые методы решения сингулярных интегральных уравнений с ядром Гильберта	8	2	2	0	4
5.	Тема 5. Аппроксимативные методы решения слабо сингулярных интегральных уравнений.	8	6	8	0	8
Итого			22	22	0	28

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Теория сингулярных интегральных уравнений

Интегральные уравнения. Основные понятия. Исторические сведения. Теоремы Фредгольма. Теоремы Нетера. Несобственный интеграл. Сингулярный интеграл, понимаемый в смысле главного значения по Коши. Сингулярный интеграл с ядром Коши на замкнутой кривой. Формулы Сохоцкого-Племеля. Формула перестановки Пуанкаре-Бертрана. Формула обращения сингулярного интеграла. Связь ядер Коши и Гильберта. Классы функций. Свойства сингулярных интегралов в зависимости от структурных свойств плотностей. Теорема Привалова. Теорема Рисса. Пример Лузина. Правая и левая регуляризация. Краевые задачи.

### Тема 2. Элементы общей теории приближенных методов анализа и конструктивной теории функций.

Корректность постановки задачи решения операторного уравнения на паре функциональных пространств. Точное и аппроксимирующее уравнения. Теоретико-функциональное обоснование приближенных методов: доказательство существования и единственности решения аппроксимирующего уравнения, установление эффективных оценок погрешности приближенного решения в зависимости от структурных свойств исходных данных, доказательство сходимости приближенных решений к точному и установление скорости их сходимости, исследование устойчивости приближенных методов. Основные теоремы из общей теории приближенных методов.

### Тема 3. Прямые методы решения сингулярных интегральных уравнений с ядром Коши на отрезке вещественной оси первого рода.

Корректность постановки задачи решения сингулярного интегрального уравнения первого рода с ядром Коши на отрезке. Индекс уравнения. Выбор пространств искомого элемента и правых частей в зависимости от индекса. Метод коллокации. Метод ортогональных многочленов. Метод механических квадратур. Метод наименьших квадратов. Вычислительные схемы и теоретическое обоснование. Сходимость приближенных решений к точному в среднем и равномерно. Общий проекционный метод. Общий прямой метод.

### Тема 4. Прямые методы решения сингулярных интегральных уравнений с ядром Гильберта

Постановка задачи решения сингулярного интегрального уравнения с ядром Гильберта первого рода. Метод коллокации. Метод Галеркина. Метод механических квадратур. Общий прямой метод.

### Тема 5. Аппроксимативные методы решения слабо сингулярных интегральных уравнений.

Уравнения с логарифмической особенностью в главной части интегрального оператора. Периодический и неперіодический случаи. Корректность и некорректность постановки задачи на разных парах функциональных пространств. Периодический и неперіодический случаи. Общий прямой и проекционный методы. Метод Галеркина. Метод коллокации. Метод механических квадратур. Метод дискретных вихрей. Итерационный метод. Теоретико-функциональное обоснование аппроксимативных методов.

## 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года N301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации N14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Положение от 24 декабря 2015 г.  $\blacklozenge$  0.1.1.67-06/265/15 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Положение N 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Положение N 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент N 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент N 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент N 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

РАВНОМЕРНАЯ СХОДИМОСТЬ ПРИБЛИЖЕННЫХ РЕШЕНИЙ СИНГУЛЯРНОГО ИНТЕГРАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ПЕРВОГО РОДА С ЯДРОМ КОШИ - <http://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/handle/net/28916/2011-208.pdf?sequence=1>

## 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

### 6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 8</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Устный опрос	ПК-10	1. Теория сингулярных интегральных уравнений
2	Устный опрос	ПК-10	2. Элементы общей теории приближенных методов анализа и конструктивной теории функций.
3	Письменное домашнее задание	ОПК-3	3. Прямые методы решения сингулярных интегральных уравнений с ядром Коши на отрезке вещественной оси первого рода.
4	Устный опрос	ПК-7	4. Прямые методы решения сингулярных интегральных уравнений с ядром Гильберта
5	Компьютерная программа	ОПК-4	5. Аппроксимативные методы решения слабо сингулярных интегральных уравнений.
	<b>Экзамен</b>	ОПК-3, ОПК-4, ПК-10, ПК-3, ПК-7	

### 6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Семестр 8					

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Текущий контроль					
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продemonстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продemonстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	1
					2
					4
Письменное домашнее задание	Правильно выполнены все задания. Продemonстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продemonстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продemonстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продemonстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	3
Компьютерная программа	Высокий уровень умений и навыков программирования, в том числе моделирования, алгоритмизации, использования языка программирования. Поставленная задача полностью решена.	Хороший уровень умений и навыков программирования, в том числе моделирования, алгоритмизации, использования языка программирования. Поставленная задача в основном решена.	Удовлетворительный уровень умений и навыков программирования, в том числе моделирования, алгоритмизации, использования языка программирования. Поставленная задача решена частично.	Недостаточный уровень умений и навыков программирования, в том числе моделирования, алгоритмизации, использования языка программирования. Поставленная задача не решена.	5

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Экзамен</b>	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

### 6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

#### Семестр 8

#### Текущий контроль

##### 1. Устный опрос

Тема 1

Провести развернутое доказательство теоремы Привалова.

##### 2. Устный опрос

Тема 2

Точное и аппроксимирующее уравнения. Обратимость операторов. Невязка. Погрешность приближенного решения. Содержание теоретико-функционального обоснования приближенного метода. Основная теорема из общей теории приближенных методов анализа. Проекционный оператор. Прямые методы решения операторных уравнений.

##### 3. Письменное домашнее задание

Тема 3

Построить вычислительные схемы методов коллокации и ортогональных многочленов для нахождения решения сингулярного интегрального уравнения с ядром Коши первого рода в классе функций, ограниченных на одном конце и неограниченном на другом конце отрезка. Провести их обоснование.

##### 4. Устный опрос

Тема 4

Сингулярное интегральное уравнение с ядром Гильберта первого рода. Вычислительные схемы методов коллокации, механических квадратур, Галеркина.

##### 5. Компьютерная программа

Тема 5

Провести численную реализацию прямых методов решения интегрального уравнения первого рода с логарифмической особенностью в главной части интегрального оператора на модельном примере.

#### Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Сингулярный интеграл с ядром Коши на единичной окружности и на отрезке вещественной оси, понимаемый в смысле главного значения по Коши.

2. Формула обращения для сингулярного интеграла с ядром Коши на единичной окружности и на отрезке вещественной оси.
3. Сингулярный интеграл с ядром Гильберта, понимаемый в смысле главного значения по Коши.
4. Связь ядер Гильберта и Коши на единичной окружности.
5. Свойства сингулярных интегралов в зависимости от свойств плотности. Теоремы Привалова, Лузина, Рисса.
6. Основная теорема из общей теории приближенных методов анализа.
7. Сингулярные интегральные уравнения с ядром Коши на отрезке вещественной оси первого рода. Классы решений. Индекс уравнения. Корректность и некорректность постановки задачи.
8. Общий проекционный метод решения сингулярных интегральных уравнений с ядром Коши на отрезке вещественной оси первого рода. Теоретическое обоснование.
9. Метод коллокации решения сингулярных интегральных уравнений с ядром Коши на отрезке вещественной оси первого рода.
10. Метод ортогональных многочленов решения сингулярных интегральных уравнений с ядром Коши на отрезке вещественной оси первого рода.
11. Корректность и некорректность задачи решения слабо сингулярного интегрального уравнения первого рода на парах функциональных пространств.
12. Метод коллокации задачи решения слабо сингулярного интегрального уравнения первого рода. Вычислительная схема и ее обоснование.
13. Метод Галеркина задачи решения слабо сингулярного интегрального уравнения первого рода. Вычислительная схема и ее обоснование.

#### 6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Семестр 8</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	1 2 4	10 5 5
Письменное домашнее задание	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно дома и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	3	10
Компьютерная программа	Обучающиеся самостоятельно составляют программу на определённом языке программирования в соответствии с заданием. Программа сдаётся преподавателю в электронном виде. Оценивается реализация алгоритмов на языке программирования, достижение заданного результата.	5	20
<b>Экзамен</b>	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

## 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

### 7.1 Основная литература:

1. Габдулхаев Б.Г. Прямые и проекционные методы решения слабосингулярных интегральных уравнений 1-го рода. Учебное пособие. - Казань: Казанский государственный университет им.В.И.Ульянова-Ленина, 2006.-137с.
2. Габдулхаев Б.Г. Теория приближенных методов решения операторных уравнений. Учебное пособие. -Казань: Казанский государственный университет им.В.И.Ульянова-Ленина, 2006.-112с.
3. Петровский, И.Г. Лекции по теории интегральных уравнений. [Электронный ресурс] - Электрон. дан. - М. : Физматлит, 2009. - 136 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/59553>
4. Колмогоров, А.Н. Элементы теории функций и функционального анализа. [Электронный ресурс] / А.Н. Колмогоров, С.В. Фомин. - Электрон. дан. - М. : Физматлит, 2009. - 572 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/2206> - Загл. с экрана.

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Гахов Ф.Д. Краевые задачи.-М.:Наука, 1977.-640с.
2. Мухелишвили Н.И. Сингулярные интегральные уравнения.-М.:Наука, 1968.-512с.
3. Лифанов И.К. Метод сингулярных уравнений и численный эксперимент.-М.: ТОО 'Янус', 1995.-520с.

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Научная электронная библиотека - <http://elibrary.ru/defaultx.asp>

Общероссийский математический портал - <http://www.mathnet.ru/>

РАВНОМЕРНАЯ СХОДИМОСТЬ ПРИБЛИЖЕННЫХ РЕШЕНИЙ СИНГУЛЯРНОГО ИНТЕГРАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ПЕРВОГО РОДА С ЯДРОМ КОШИ - <http://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/handle/net/28916/2011-208.pdf?sequence=1>

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.
практические занятия	Для выполнения работы на практических занятиях следует изучить теоретический материал по соответствующей теме, внимательно выслушать и понять решение типового задания, разобранный преподавателем и провести решение предложенной задачи. В последующем, изучив приемы и различные типы доказательств, можно переходить к решению нестандартных задач.
самостоятельная работа	Самостоятельная работа студента предполагает изучение и закрепление материала, изложенного в рабочей программе дисциплины вне аудиторных занятий, выполнении домашних заданий, подготовке к контрольным работам, составлении компьютерных программ и соответствующих отчетов. Самостоятельная работа является одной из важных составляющих образования.
устный опрос	Для подготовки к устному опросу необходимо изучить соответствующий теоретический материал, изложенный на лекциях и содержащийся в рекомендованной литературе как основной, так и дополнительной. Выделить суть информации, при необходимости кратко законспектировать, освоить терминологию, ознакомиться с областью применения.
письменное домашнее задание	Письменное домашнее задание рекомендуется выполнять на отдельных листочках, выполняя последовательно все задания. Необходимо кратко приводить теоретический материал ( расчетные формулы), проводить вычисления подробно, оформлять результаты аккуратно. в конце каждого задания записать ответ. Рисунки выполнять карандашом.

Вид работ	Методические рекомендации
компьютерная программа	Для написания компьютерной программы необходимо записать алгоритм решения, перевести его на язык программирования C++, произвести отладку программы, используя для этого промежуточные результаты, вывести наглядно окончательный результат и его проанализировать. По результатам оформить отчет. Отчет должен содержать : титульный лист, постановку задачи, теоретический материал по данной теме, алгоритм решения, ответ, выводы. Код программы оформить в виде приложения.
экзамен	Для подготовки к экзамену необходимо согласно программе дисциплины и вопросов к промежуточной аттестации освоить теоретические основы, закрепить полученные практические навыки, используя как материал аудиторной формы проведения занятий, так и рекомендованную литературу, подготовить перечень вопросов на консультацию преподавателю и обсудить их с ним.

#### 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Освоение дисциплины "Аппроксимативные методы решения сингулярных интегральных уравнений" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian

Браузер Google Chrome

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

#### 11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Освоение дисциплины "Аппроксимативные методы решения сингулярных интегральных уравнений" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

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.

#### 12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;

- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 01.03.01 "Математика" и профилю подготовки Общий профиль .