

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ**

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета  
  
Л.Р.Фионова  
« 03 » 07 2019 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.В.02 ГРАНИЧНЫЕ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ**

Направление подготовки 01.03.04 «Прикладная математика»

Направленность (профиль подготовки) «Математическое моделирование в  
экономике и технике»

Квалификация выпускника – бакалавр

Форма обучения – очная

Пенза, 2019

## **1. Цели освоения дисциплины.**

Целью изучения дисциплины «Граничные интегральные уравнения» является

- развитие у студентов логического и алгоритмического мышления;
- формирование у студентов математических знаний для успешного овладения общенаучными и инженерными дисциплинами на необходимом научном уровне.

Формируемые дисциплиной знания и умения готовят выпускника данной образовательной программы к выполнению следующих трудовых функций:

- А/01.5 Осуществление проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований (профстандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам»);
- А/02.5 Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок (профстандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам»);
- А/03.5 Подготовка элементов документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ (профстандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам»);
- С/05.6 Разработка концепции системы (профстандарт 06.022 «Системный аналитик»);
- С/06.6 Разработка технического задания на систему (профстандарт 06.022 «Системный аналитик»);
- С/07.6 Организация оценки соответствия требованиям существующих систем и их аналогов (профстандарт 06.022 «Системный аналитик»).

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата.**

Дисциплина «Граничные интегральные уравнения» в учебном плане содержится в части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» ОПОП и является одной из дисциплин, формирующих профессиональные знания и навыки, характерные для бакалавра по направлению подготовки «Прикладная математика».

Изучение дисциплины базируется на знаниях студентами курсов «Математический анализ», «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Теория функций и элементы функционального анализа», «Теория функций комплексной переменной», «Прикладной функциональный анализ». Для изучения дисциплины «Граничные интегральные уравнения» необходимо владеть сведениями из теории дифференциального и интегрального исчисления, линейной алгебры, математического анализа, функционального анализа. Дисциплина служит основой для дальнейшего изучения такой дисциплины, как «Параллельные вычисления и параллельное программирование».

### 3. Результаты освоения дисциплины «Граничные интегральные уравнения».

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению:

Коды компетенции	Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции (закрепленный за дисциплиной)	Структурные элементы компетенции (в результате освоения дисциплины обучающийся должен знать, уметь, владеть)
1	2		3
ПК-1	Способен выявить естественнонаучную сущность проблем в области экономики и техники, готов использовать для их решения существующие математические модели и соответствующий математический аппарат	ПК-1.2. Использует существующие математические модели и соответствующий математический аппарат для решения задач в области экономики и техники	<b>Знать:</b> основные понятия теории интегралов в смысле главного значения по Коши; определение сингулярных интегралов на дуге и действительной прямой; формулу Племеля – Сохоцкого, теорему Привалова, формулу Гильберта, формулы композиции сингулярных интегралов; основные методы решения краевой задачи Римана; понятие индекса, теорему об аналитическом продолжении, теорему Лиувилля; теорию однородной и неоднородной краевой задачи Римана при различных индексах; основные методы решения сингулярных интегральных уравнений: решение характеристического уравнения, регуляризацию слева, регуляризацию справа, равносильную регуляризацию, теорему Нетер; основные понятия о гиперсингулярных интегралах и гиперсингулярных интегральных уравнениях определение гиперсингулярных интегралов, регуляризацию гиперсингулярных

			интегралов к сингулярным интегралам; приближенное решение гиперсингулярных интегральных уравнений; методы граничных интегральных уравнений применительно к эллиптическим, гиперболическим и параболическим уравнениям.
			<b>Уметь:</b> решать краевую задачу Римана, сингулярные и гиперсингулярные интегральные уравнения, сводить задачи математической физики к сингулярным интегральным уравнениям.
			<b>Владеть:</b> навыками решения краевых задач Римана, сингулярных и гиперсингулярных интегральных уравнений, сведение краевых задач математической физики к сингулярным и гиперсингулярным интегральным уравнениям.
ПК-2	Способен проводить исследования на основе существующих методов в области математического моделирования в экономике и технике	ПК-2.1 Применяет математический аппарат для решения поставленных задач в научно-исследовательской деятельности	<b>Знать:</b> основные понятия теории сингулярных и гиперсингулярных интегралов: теоремы существования, методы вычисления; основные понятия теории сингулярных и гиперсингулярных интегральных уравнений, краевой задачи Римана; методы сведения краевых задач математической физики к сингулярным и гиперсингулярным интегральным уравнениям.
			<b>Уметь:</b> применять полученные знания при изучении других дисциплин; применять полученные знания при решении прикладных задач.

			<b>Владеть:</b> основными положениями теории сингулярных и гиперсингулярных интегралов и сингулярных и гиперсингулярных интегральных уравнений.



	Привалова.																			
1.5	Тема 1.5. Аналитические методы вычисления сингулярных интегралов. Композиции сингулярных интегралов.	7	5	4	2	1	1		4	2		2								
1.6.	Тема 1.6. Приближенные методы вычисления сингулярных интегралов. Определение гиперсингулярных интегралов. Основные свойства.	7	6	4	2	1	1		-	-		-								
<b>2.</b>	<b>Раздел 2. Краевая задача Римана.</b>	<b>7</b>	<b>7-9</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>3</b>		<b>12</b>	<b>6</b>		<b>6</b>								
2.1.	Тема 2.1. Теорема об аналитическом продолжении. Теоремы Лиувилля. Индекс. Приближенное вычисление индекса.	7	7	4	2	1	1		4	2		2								
2.2.	Тема 2.2. Однородная краевая задача Римана.	7	8	4	2	1	1		4	2		2								
2.3.	Тема 2.3. Неоднородная краевая задача Римана.	7	9	4	2	1	1		4	2		2						+		
<b>3.</b>	<b>Раздел 3. Сингулярные интегральные уравнения.</b>	<b>7</b>	<b>10-14</b>	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>5</b>		<b>20</b>	<b>10</b>		<b>10</b>								
3.1.	Тема 3.1. Характеристическое сингулярное интегральное уравнение. Связь с краевой задачей Римана. Индекс равен 0, больше 0, меньше 0.	7	10	4	2	1	1		4	2		2								
3.2.	Тема 3.2. Полные сингулярные интегральные уравнения. Регуляризация слева.	7	11	4	2	1	1		4	2		2								
3.3.	Тема 3.3. Полные сингулярные интегральные уравнения. Регуляризация справа. Равносильная регуляризация.	7	12	4	2	1	1		4	2		2								
3.4.	Тема 3.4. Приближенное решение линейных сингулярных интегральных	7	13	4	2	1	1		4	2		2								

	уравнений. Обоснование в пространствах Гельдера.																			
3.5.	Тема 3.5. Приближенное решение нелинейных сингулярных интегральных уравнений. Обоснование в пространствах Гельдера.	7	14	4	2	1	1		4	2		2								+
<b>4.</b>	<b>Раздел 4. Гиперсингулярные интегральные уравнения.</b>	<b>7</b>	<b>15</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>		<b>7</b>	<b>2</b>		<b>5</b>								
4.1.	Тема 4.1. Основные свойства гиперсингулярных интегральных уравнений. Сведение к сингулярным интегральным уравнениям.	7	15	4	2	1	1		7	2		5								
<b>5.</b>	<b>Раздел 5. Метод граничных интегральных уравнений в задачах математической физики.</b>	<b>7</b>	<b>16-17</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		<b>9.8</b>	<b>4.8</b>		<b>5</b>								
5.1.	Тема 5.1. Применение метода граничных интегральных уравнений к решению эллиптических уравнений.	7	16	4	2	1	1		7.4	2.4		5								+
5.2.	Тема 5.2. Применение метода граничных интегральных уравнений к решению параболических уравнений.	7	17	4	2	1	1		2.4	2.4										+
	<i>Курсовой проект</i>	7										36								
	<i>Подготовка к экзамену</i>	7											36							
	<i>Др. виды контактн. работы</i>							7.2												
	Общая трудоемкость, в часах			68	34	17	17		68.8	32.8		36								
														Экзамен		7				



## 4.2. Содержание дисциплины.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	Интеграл в смысле главного значения по Коши.	Интегралы типа Коши. Производные интеграла от аналитических функций. Интегралы в смысле главного значения по Коши. Интегралы на комплексной плоскости. Основная лемма. Формулы Сохоцкого – Племеля. Теорема Привалова. Интегралы на бесконечной прямой. Приближенные методы вычисления сингулярных интегралов.
2.	Краевая задача Римана.	Многозначные функции комплексной переменной. Индекс. Приближенные методы вычисления индекса. Теоремы Лиувилля и аналитического продолжения. Однородная краевая задача Римана. Неоднородная задача Римана. Особые случаи краевой задачи Римана. Краевая задача со сдвигом.
3.	Сингулярные интегральные уравнения.	Характеристические сингулярные интегральные уравнения. Решение однородных и неоднородных характеристических сингулярных интегральных уравнений при различных значениях индекса. Композиция сингулярных операторов. Полные сингулярные интегральные уравнения. Регуляризация (слева, справа). Теоремы Нетер. Проекционные методы решения характеристических сингулярных интегральных уравнений. Метод механических квадратур решения полных сингулярных интегральных уравнений. Приближенные методы решения полных сингулярных интегральных уравнений. Понятие о многомерных сингулярных интегральных уравнениях.
4.	Гиперсингулярные интегральные уравнения.	Гиперсингулярные интегралы. Определения гиперсингулярных интегралов по Адамару и Коши – Адамару. Связь с сингулярными интегралами. Определение многомерных гиперсингулярных интегралов. Методы приближенного вычисления гиперсингулярных интегралов. Гиперсингулярные интегральные уравнения. Связь с краевой задачей Римана в исключительных случаях. Сведение к сингулярным интегральным уравнениям. Проекционные методы решения гиперсингулярных интегральных уравнений.
5.	Метод граничных интегральных уравнений в задачах математической физики.	Граничные интегральные уравнения. Функции Грина. Общий метод приведения задач математической физики (уравнения Лапласа, Пуассона, теплопроводности, Гельмгольца) к сингулярным и гиперсингулярным интегральным уравнениям. Применение метода граничных интегральных уравнений к решению эллиптических уравнений. Приближенное решение граничного интегрального уравнения. Применение метода граничных интегральных уравнений к решению параболических уравнений. Приближенное решение граничного интегрального уравнения. Применение метода граничных

		интегральных уравнений к решению гиперболических уравнений. Приближенное решение граничного интегрального уравнения.
--	--	--

## 5. Образовательные технологии.

В процессе изучения дисциплины «Граничные интегральные уравнения» предполагается использовать структурно-логические и интеграционные образовательные технологии, реализуемые посредством:

- лекций в виде вводных, текущих, обзорных и заключительно-обобщающих занятий;

- практических занятий с использованием методов «многократного повторения» и «мозговой атаки»; по логике мышления – индуктивные, дедуктивные и репродуктивные.

- организации самостоятельной работы на основе лично-дифференцированного подхода планирования заданий в виде воспроизводящей и частично-поисковой работ.

- организации текущего контроля знаний студентов методами: выполнения домашних заданий, оценки активности на практических занятиях и рейтинговой системы общей оценки знаний студентов.

- Занятия, проводимые в интерактивных формах, с использованием интерактивных технологий, составляют 30% занятий.

- В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по собственной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины базируется на следующих возможностях: обеспечение внеаудиторной работы со студентами в том числе в электронной образовательной среде с использованием соответствующего программного оборудования, дистанционных форм обучения, возможностей интернет-ресурсов, индивидуальных консультаций и т.д.

Другие виды контактной работы: проведение консультаций, прием экзаменов.

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

### 6.1. План самостоятельной работы студентов.

№ нед.	Тема	Вид самост. работы	Задание	Рекоменд. литер.	Кол-во часов
1-6	<b>Раздел 1. Интеграл в смысле главного значения по Коши.</b>	Подготовка к аудиторным занятиям.	Решение задач. Изучение теор.матер.	[1-3]	20
1	Определение интеграла в смысле главного значения по Коши. Основные свойства.	Подготовка к аудиторным занятиям.	Решение задач. Изучение теор.матер.	[1-3]	4
2	Обзор основных сведений из теории функций комплексной переменной. Интеграл типа Коши.	Подготовка к аудиторным занятиям.	Решение задач. Изучение теор.матер.	[1-3]	4
3	Основная лемма.	Подготовка к	Решение	[1-3]	4

	Формулы Сохоцкого - Племеля.	аудиторным занятиям.	задач. Изучение теор.матер.		
4	Классы функций. Гладкость сингулярных интегралов. Теорема Привалова.	Подготовка к аудиторным занятиям.	Решение задач. Изучение теор.матер.	[1-3]	4
5	Аналитические методы вычисления сингулярных интегралов. Композиции сингулярных интегралов.	Подготовка к аудиторным занятиям.	Решение задач. Изучение теор.матер.	[1-3]	4
6	Приближенные методы вычисления сингулярных интегралов. Определение гиперсингулярных интегралов. Основные свойства.	Подготовка к аудиторным занятиям.	Решение задач. Изучение теор.матер.	[1-3]	
7-9	<b>Раздел 2. Краевая задача Римана.</b>	Подготовка к аудиторным занятиям и контр.раб.	Решение задач. Изучение теор.матер.	[1-3]	12
7	Теорема об аналитическом продолжении. Теоремы Лиувилля. Индекс. Приближенное вычисление индекса.	Подготовка к аудиторным занятиям и контр.раб.	Решение задач. Изучение теор.матер.	[1-3]	4
8	Однородная задача Римана. Приближенные методы.	Подготовка к аудиторным занятиям и контр.раб.	Решение задач. Изучение теор.матер.	[1-3]	4
9	Неоднородная задача Римана. Индекс равен 0, больше 0, меньше 0. Численные методы.	Подготовка к аудиторным занятиям и контр.раб.	Решение задач. Изучение теор.матер.	[1-3]	4
10-14	<b>Раздел 3. Сингулярные интегральные уравнения.</b>	Подготовка к аудиторным занятиям и контр.раб.	Решение задач. Изучение теор.матер.	[1-3]	20
10	Характеристические сингулярные интегральные уравнения. Связь с краевой задачей Римана. Индекс равен 0, больше 0, меньше 0.	Подготовка к аудиторным занятиям и контр.раб.	Решение задач. Изучение теор.матер.	[1-3]	4
11	Полные сингулярные интегральные уравнения. Регуляризация слева.	Подготовка к аудиторным занятиям и контр.раб.	Решение задач. Изучение теор.матер.	[1-3]	4
12	Полные сингулярные интегральные уравнения.	Подготовка к аудиторным занятиям	Решение задач.	[1-3]	4

	Регуляризация справа. Равносильная регуляризация.	занятиям и контр.раб.	Изучение теор.матер.		
13	Приближенное решение линейных сингулярных интегральных уравнений. Обоснование в пространствах Гельдера.	Подготовка к аудиторным занятиям и контр.раб.	Решение задач. Изучение теор.матер.	[1-3]	4
14	Приближенное решение нелинейных сингулярных интегральных уравнений. Обоснование в пространствах Гельдера.	Подготовка к аудиторным занятиям и контр.раб.	Решение задач. Изучение теор.матер.	[1-3]	4
15	<b>Раздел 4. Гиперсингулярные интегральные уравнения.</b>	Подготовка к аудиторным занятиям и курс.раб.	Решение задач. Изучение теор.матер.	[1-3]	2
15	Аналитические методы вычисления гиперсингулярных интегралов. Численные методы вычисления гиперсингулярных интегралов. Вычислительные схемы приближенного решения гиперсингулярных интегральных уравнений.	Подготовка к аудиторным занятиям и курс.раб.	Решение задач. Изучение теор.матер.	[1-3]	2
16-17	<b>Раздел 5. Метод граничных интегральных уравнений в задачах математической физики.</b>	Подготовка к аудиторным занятиям и курс.раб.	Решение задач. Изучение теор.матер.	[1-3]	4.8
16	Метод граничных интегральных уравнений для эллиптических уравнений.	Подготовка к аудиторным занятиям и курс.раб.	Решение задач. Изучение теор.матер.	[1-3]	2.4
17	Метод граничных интегральных уравнений для параболических уравнений.	Подготовка к аудиторным занятиям и курс.раб.	Решение задач. Изучение теор.матер.	[1-3]	2.4
1-17	Все темы.	Подготовка к сдаче экзамена.	Изучение теор.матер	[1-3]	36

## 6.2.Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

– подготовка к аудиторным занятиям, контрольным работам и коллоквиумам проводится посредством изучения курса лекций, дополнительной литературы, а также решения предложенных задач;

- подготовка рефератов и докладов осуществляется с использованием дополнительной литературы;
- подготовка курсовой работы осуществляется с использованием рекомендованной общей дополнительной литературы и специальных источников, рекомендованных руководителем работы;
- подготовка к зачету – изучение курса лекций, основной и дополнительной литературы и решение основных задач;
- подготовка к экзамену – изучение курса лекций, основной и дополнительной литературы и решение основных задач.

### 6.3. Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов.

#### Контроль освоения компетенций

№ п/п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1.	Проведение контрольной работы	Разделы 1,2	ПК–1,2.
2	Проведение контрольной работы	Разделы 3,4	ПК–1,2.
3	Прием курсовой работы	Все разделы	ПК–1,2.

Материалы для проведения текущего контроля знаний и промежуточной аттестации составляют отдельный документ – Фонд оценочных средств по дисциплине «Граничные интегральные уравнения».

Демонстрационные варианты оценочных средств для каждого вида контроля можно посмотреть <http://moodle.pnzgu.ru> в разделе дисциплины

#### Демонстрационный вариант контрольной работы №1.

1. Определение интеграла в смысле Коши.
2. Формулы Сохоцкого–Племеля. (вывод).
3. Однородная краевая задача Римана с нулевым индексом.
4. Вычислить интеграл  $\frac{1}{\pi i} \int_L \frac{\ln \frac{\tau-2}{\tau-3}}{\tau^2-4} \frac{d\tau}{\tau-t}$  где  $L = \left\{ |z| = \frac{3}{2} \right\}$
5. Решить краевую задачу

$$\Phi^+(t) = \frac{(t-i)(t-2i)}{(t+i)(t+2i)} \Phi^-(t) + \frac{2t}{(t+i)^2(t+2i)(t-i)}$$

считая, что точки  $i, 2i$  принадлежат области  $D^+$ , а точки  $-i, -2i$  принадлежат области  $D^-$ .

#### Демонстрационный вариант контрольной работы №2.

1. Композиция сингулярных операторов.
2. Характеристическое сингулярное интегральное уравнение (нулевой индекс).
3. Первая теорема Нетер.
4. Решить уравнение

$$t\varphi(t) - \frac{t-2}{\pi i} \int_L \frac{\varphi(\tau)}{\tau-t} d\tau = 2(t^2 - 1)$$

если точка 1 принадлежит  $D^+$ .

### Примерные темы курсовых работ

1. Приближенное решение краевой задачи Римана со сдвигом.
2. Приближенное решение краевой задачи Римана с сопряжением.
3. Приближенное решение краевой задачи Римана в исключительных случаях.
4. Приближенное решение краевой задачи Римана с бесконечным индексом.
5. Краевая задача Гильберта.
6. Применение краевых задач в теории массового обслуживания.
7. Сингулярное интегральное уравнение со сдвигом.
8. Сингулярное интегральное уравнение с сопряжением.
9. Слабосингулярные интегральные уравнения Фредгольма.
10. Слабосингулярные интегральные уравнения Вольтерра.
11. Обобщенные аналитические функции по Векуа. Решение краевых задач.
12. Элементы теории ньютоновского потенциала.
13. Краевые задачи для уравнений эллиптического вида.
14. Краевые задачи для систем уравнений эллиптического вида.
15. Обратные задачи теории аналитических функций.
16. Приближенные методы вычисления многомерных гиперсингулярных интегралов.
17. Приближенные методы решения гиперсингулярных интегральных уравнений (одномерные уравнения).
18. Приближенные методы решения гиперсингулярных интегральных уравнений (полигиперсингулярные уравнения).
19. Приближенные методы решения гиперсингулярных интегральных уравнений (многомерные гиперсингулярные уравнения).

### Примерные темы лабораторных работ.

Лабораторная работа № 1.

Вычисление сингулярных интегралов на замкнутых контурах;  
 Вычисление сингулярных интегралов на сегментах;  
 Вычисление сингулярных интегралов на числовой оси.

Лабораторная работа № 2.

Приближенное решение краевой задачи Римана на замкнутых контурах. Индекс равен нулю;  
 Приближенное решение краевой задачи Римана на замкнутых контурах. Индекс больше нуля;  
 Приближенное решение краевой задачи Римана на замкнутых контурах. Индекс меньше нуля;  
 Приближенное решение краевой задачи Римана на сегментах. Индекс равен нулю.

Лабораторная работа № 3.

Приближенное решение линейных сингулярных интегральных уравнений на замкнутых контурах. Индекс равен нулю;  
 Приближенное решение линейных сингулярных интегральных уравнений на замкнутых контурах. Индекс больше нуля;  
 Приближенное решение линейных сингулярных интегральных уравнений на замкнутых контурах. Индекс меньше нуля.

#### Лабораторная работа № 4.

Приближенное решение нелинейных сингулярных интегральных уравнений на замкнутых контурах. Индекс равен нулю;  
 Приближенное решение нелинейных сингулярных интегральных уравнений на замкнутых контурах. Индекс больше нуля;  
 Приближенное решение нелинейных сингулярных интегральных уравнений на замкнутых контурах. Индекс меньше нуля.

#### Примерные вопросы к экзамену.

1. Интеграл типа Коши
2. Главное значение особого интеграла
3. Свойства особого интеграла (замена переменных и интегрирование по частям)
4. Сингулярные интегралы по бесконечной прямой
5. Формулы Сохоцкого
6. Теорема Привалова о гладкости сингулярного интеграла
7. Перестановка регулярного и сингулярного интегралов
8. Теорема Пуанкаре-Бертрана о перестановке сингулярных интегралов
9. Индекс. Определение и основные свойства
10. Решение однородной задачи Римана
11. Решение неоднородной задачи Римана (индекс равен 0)
12. Решение неоднородной задачи Римана (индекс больше 0)
13. Приближенное решение краевой задачи Римана (индекс больше 0)
15. Приближенное решение краевой задачи Римана (индекс меньше 0)
16. Приближенное решение сингулярных интегральных уравнений (индекс равен 0)
17. Приближенное решение сингулярных интегральных уравнений (индекс больше 0)
18. Характеристическое сингулярное интегральное уравнение (индекс равен 0)
19. Характеристическое сингулярное интегральное уравнение (индекс больше 0)
20. Характеристическое сингулярное интегральное уравнение (индекс меньше 0)
21. Приближенное решение сингулярных интегральных уравнений (индекс меньше 0)
22. Регуляризация слева
23. Регуляризация справа
24. Приближенное решение сингулярных интегральных уравнений (индекс меньше 0)
25. Приближенное решение сингулярных интегральных уравнений (индекс больше 0)
26. Приближенное решение сингулярных интегральных уравнений (индекс равен 0)
27. Теоремы Нетера

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

### а) литература.

1. Бойков И.В. Приближенное решение сингулярных интегральных уравнений. Издательство ПГУ. 2004. 316 с. – 28 экземпляров,  
[http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r\\_91/cgiirbis\\_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL\\_PRINT&S21FMT=fullw\\_print&C21COM=F&Z21MFN=5030](http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL_PRINT&S21FMT=fullw_print&C21COM=F&Z21MFN=5030)
2. Методы граничных интегральных уравнений [Текст] : метод. указ. к выполнению практ. и лаб. работ / Пенз. гос. ун-т ; сост. Н. Ю. Кудряшова, Т. В. Елисеева. - Пенза : Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2017. - 36 с.  
[http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r\\_91/cgiirbis\\_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL\\_PRINT&S21FMT=fullw\\_print&C21COM=F&Z21MFN=19279](http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL_PRINT&S21FMT=fullw_print&C21COM=F&Z21MFN=19279)
- 3 Мусхелишвили Н.И. Сингулярные интегральные уравнения. - М.: Наука, 5 экз.  
[http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r\\_91/cgiirbis\\_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL\\_PRINT&S21FMT=fullw\\_print&C21COM=F&Z21MFN=20521](http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL_PRINT&S21FMT=fullw_print&C21COM=F&Z21MFN=20521)
- 4 Бойков И.В. Приближенные методы вычисления сингулярных и гиперсингулярных интегралов. Часть первая. Сингулярные интегралы. Пенза: Издательство Пензенского государственного университета. 2005. 360 с. 13 экземпляров,  
[http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r\\_91/cgiirbis\\_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL\\_PRINT&S21FMT=fullw\\_print&C21COM=F&Z21MFN=5859](http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL_PRINT&S21FMT=fullw_print&C21COM=F&Z21MFN=5859)
- 5 Бойков И.В. Приближенные методы вычисления сингулярных и гиперсингулярных интегралов. Часть вторая. Гиперсингулярные интегралы. Пенза: Издательство Пензенского государственного университета. 2009. 252 с. 15 экземпляров,  
[http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r\\_91/cgiirbis\\_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL\\_PRINT&S21FMT=fullw\\_print&C21COM=F&Z21MFN=12857](http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL_PRINT&S21FMT=fullw_print&C21COM=F&Z21MFN=12857)

### б) Интернет-ресурсы

1. Бойков И.В. Приближенное решение сингулярных интегральных уравнений. Издательство ПГУ. 2004. 316 с. –  
[http://dep\\_vipm.pnzgu.ru/files/dep\\_vipm.pnzgu.ru/books/boikov1.pdf](http://dep_vipm.pnzgu.ru/files/dep_vipm.pnzgu.ru/books/boikov1.pdf)



2. Бойков И.В. Приближенные методы вычисления сингулярных и гиперсингулярных интегралов. Часть первая. Сингулярные интегралы. Пенза: Издательство Пензенского государственного университета. 2005. 360 с. 10 экземпляров, [http://dep\\_vipm.pnzgu.ru/files/dep\\_vipm.pnzgu.ru/books/boikov2.pdf](http://dep_vipm.pnzgu.ru/files/dep_vipm.pnzgu.ru/books/boikov2.pdf))
3. Бойков И.В. Приближенные методы вычисления сингулярных и гиперсингулярных интегралов. Часть вторая. Гиперсингулярные интегралы. Пенза: Издательство Пензенского государственного университета. 2009. 252 с. 10 экземпляров, [http://dep\\_vipm.pnzgu.ru/files/dep\\_vipm.pnzgu.ru/books/boikov5.pdf](http://dep_vipm.pnzgu.ru/files/dep_vipm.pnzgu.ru/books/boikov5.pdf))

#### в) Программное обеспечение

ПО «MathCad», регистрационный номер 969/CL073530 (25 лицензий) (УИ) (договор АО «СофтЛайн Трейд» 2010 г.Бессрочный);  
 Microsoft VISUAL STUDIO 2010 (Microsoft VISUAL STUDIO 2010 договор № СД-130712001 от 12.07.2013 (подписка с 1 сентября 2013 г. до 31 августа 2017 г.)  
 продление MicrosoftImagineStandard KDF-00031 (подписка с 1 сентября 2017 г. до 31 августа 2020 г.);  
 MicrosoftVisio 2007(MicrosoftVisio 2007  
 Договор № СД-130712001 от 12.07.2013 (подписка с 1 сентября 2013 г. до 31 августа 2017 г.)  
 Продление MicrosoftImagineStandard KDF-00031 (подписка с 1 сентября 2017 г. до 31 августа 2020 г.)).

#### д) другое материально-техническое обеспечение дисциплины.

Учебные занятия по дисциплине «Граничные интегральные уравнения» проводятся в лекционных аудиториях учебных корпусов ПГУ

Рабочая программа дисциплины «Граничные интегральные уравнения» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.04 — «Прикладная математика», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «10» января 2018 г. №10.

Программу составили:

профессор кафедры ВиПМ  Бойков И. В.

**Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.**

Программа одобрена на заседании кафедры «Высшая и прикладная математика»

Протокол № от «11» <sup>01.04</sup> 2008 года

Зав. кафедрой ВиПМ, проф.  Бойков И.В.

Программа согласована с заведующим выпускающей кафедрой «Высшая и прикладная математика»

Зав. кафедрой ВиПМ, проф.  Бойков И.В.

Программа одобрена методической комиссией ФВТ

Протокол № 10 от «03» <sup>04</sup> 2008 года

Председатель методической комиссии ФВТ

к.т.н. доцент



Глотова Т.В.