

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Директор политехнического
института

Д.В. Артамонов

«01» октября 2014 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**А1.В.ДВ.В.2.2 ГИПЕРСИНГУЛЯРНЫЕ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ.
ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ**

Направление подготовки 02.06.01. «Компьютерные и информационные науки»


Направленность (профиль) Вычислительная математика

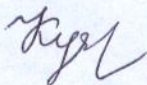
Квалификация: Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения: очная

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению 02.06.01 «Компьютерные и информационные науки» подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (уровень подготовки кадров высшей квалификации)

Программу составили:

Бойков И.В., заведующий кафедрой «Высшая и прикладная математика» 

Кудряшова Н.Ю., доцент кафедры «Высшая и прикладная математика» 

Программа обсуждена на заседании кафедры «Высшая и прикладная математика»

Протокол № 1 от « 01 » сентября 2014 года


Зав. кафедрой  Бойков И.В.

Программа согласована с деканом факультета ВТ

Декан факультета  Фионова Л.Р.

Программа одобрена методической комиссией факультета ВТ

Протокол № 1 от « 19 » 19 2014 года

Председатель методической комиссии факультета ВТ  Коннов Н.Н.

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

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в системе подготовки аспиранта, требования к уровню освоения содержания дисциплины

1.1. Цели и задачи изучения дисциплины

Цель изучения дисциплины

Целью изучения дисциплины «Гиперсингулярные интегральные уравнения. Численные методы» является

- развитие у аспирантов логического и алгоритмического мышления;
- формирование у аспирантов современных математических знаний для успешного овладения общенаучными и общеинженерными дисциплинами на необходимом научном уровне;
- изучение теоретического материала и получение практических навыков необходимых для подготовки квалификационной работы.

Задачи дисциплины:

- Определение и основные свойства сингулярных и гиперсингулярных интегралов;
- Изучение приближенных методов вычисления сингулярных интегралов;
- Изучение приближенных методов вычисления гиперсингулярных интегралов;
- Изучение теории одномерных сингулярных интегральных уравнений (аналитическое решение характеристических сингулярных интегральных уравнений, регуляризация, теоремы Нетер);
- Приближенные методы решения одномерных гиперсингулярных интегральных уравнений;
- Приближенные методы решения многомерных гиперсингулярных интегральных уравнений;
- Применение гиперсингулярных интегральных уравнений к решению задач математической физики;
- Применение гиперсингулярных интегральных уравнений к решению статических и динамических задач многослойных пластин и композитных материалов.

2. Место дисциплины в структуре ООП аспирантуры

Дисциплина «Гиперсингулярные интегральные уравнения. Численные методы» относится к вариативным дисциплинам учебного плана ООП по направлению подготовки 02.06.01 – Компьютерные и информационные науки, профилю – 01.01.07 – Вычислительная математика.

2.1. Связь с предшествующими и последующими дисциплинами

Курс предполагает наличие у аспирантов знаний по курсам «Численные методы», «Уравнения математической физики», «Нелинейные уравнения математической физики», «Функциональный анализ», «Квадратурные формулы», «Теория приближения» (бакалавриат). Знания и навыки, полученные аспирантами при изучении данного курса, могут быть применены при подготовке и написании диссертации по направлению подготовки 02.06.01 – Компьютерные и информационные науки.

3. Компетенции аспиранта, формируемые в результате освоения программы дисциплины «Гиперсингулярные интегральные уравнения. Численные методы».

Процесс освоения программы направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

Коды компетенции	Наименование компетенции	Структурные элементы компетенции (в результате освоения дисциплины обучающийся должен знать, уметь, владеть)
1	2	3
ПК-1	способность создавать новые математические модели при решении естественнонаучных задач	<i>Знать:</i> Теорию гиперсингулярных интегральных уравнений и основные численные методы их решения.
		<i>Уметь:</i> Применять общую теорию приближенных методов к решению гиперсингулярных интегральных уравнений. Применять методы гиперсингулярных интегральных уравнений к решению уравнений математической физики.
		<i>Владеть:</i> методами обоснования и программной реализации численных методов решения гиперсингулярных интегральных уравнений.
ПК-2	способность использовать новые разделы фундаментальных наук при решении естественнонаучных задач	<i>Знать:</i> Теорию аналитических и численных методов решения гиперсингулярных интегральных уравнений.
		<i>Уметь:</i> Применять теорию и приближенные методы решения гиперсингулярных интегральных уравнений к новым классам уравнений математической физики.
		<i>Владеть:</i> методами применения численных методов решения гиперсингулярных интегральных уравнений к различным задачам теории граничных интегральных уравнений.

4. Структура и содержание дисциплины «Гиперсингулярные интегральные уравнения. Численные методы»

4.1. Структура дисциплины «Гиперсингулярные интегральные уравнения. Численные методы»

Общая трудоемкость дисциплины 3 зачетные единицы, 108 часов, в т.ч. 36 часов подготовки к экзамену

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины	Семестр	Недели семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)								Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)							
				Аудиторная работа				Самостоятельная работа				Собеседование	Коллоквиум	Проверка тестов	Проверка контролльн. работ	Проверка реферата	Проверка эссе и иных творческих работ	курсовая работа (проект)	др.
				Всего	Лекция	Практические занятия	Лабораторные занятия	Всего	Подготовка к аудиторным занятиям	Реферат, эссе и др.	Курсовая работа (проект)								
1.	Раздел 1. . Введение.	1	1-6	12	6	6		26	13			13							
1.1.	Тема 1.1. Определение и основные свойства сингулярных и гиперсингулярных интегралов.	1	1-2	4	2	2		6	3			3							
1.2.	Тема 1.2. Приближенные методы вычисления сингулярных интегралов.	1	3	2	1	1		6	3			3							
1.3.	Тема 1.3. Приближенные методы вычисления гиперсингулярных интегралов.	1	4	2	1	1		6	3			3							
1.4	Тема 1.4. Теория сингулярных интегральных уравнений (обзор).	1	5-6	4	2	2		8	4			4							
2.	Раздел 2. Приближенное решение	1	7-	16	8	8		8	4			4							

	сингулярных и гиперсингулярных интегральных уравнений.		14																
2.1.	Тема 2.1. Приближенные методы решения одномерных сингулярных интегральных уравнений.	1	7-8	4	2	2		6	3			3							
2.2.	Тема 2.2. Приближенные методы решения многомерных сингулярных интегральных уравнений.	1	9-10	4	2	2		8	4			4							
2.3.	Тема 2.3. Приближенные методы решения одномерных гиперсингулярных интегральных уравнений.	1	11-12	4	2	2		8	4			4							
	Тема 2.4. Приближенные методы решения многомерных гиперсингулярных интегральных уравнений.	1	13-14	4	2	2		8	4			4							
3.	Раздел 3. Приложения.	1	15-18	8	4	4		8	4			4							
3.1.	Тема 3.1. Применение гиперсингулярных интегральных уравнений к решению задач математической физики.	1	15-16	4	2	2		8	4			4							
3.2.	Тема 3.2. Применение гиперсингулярных интегральных уравнений к решению статических и динамических задач теории многослойных пластин и композитных материалов.	1	17-18	4	2	2		8	4			4							
	Общая трудоемкость, в часах			36	18	18		72	36			36	Промежуточная аттестация						
													Форма	Семестр					
													Зачет	-					
													Экзамен	I					

4.2. Содержание дисциплины «Гиперсингулярные интегральные уравнения. Численные методы»

Раздел 1. Введение

Тема 1.1. Пространства гильбертовских функций. Норма пространства. Полнота пространства. Определение сингулярного интеграла в смысле Коши в пространстве Гильдера. Определение сингулярного интеграла в пространстве $L_p (1 < p < \infty)$. Пространства Соболева. Определение гиперсингулярного интеграла в пространстве Соболева.

Тема 1.2. Квадратурные формулы вычисления сингулярных интегралов (одномерных, полисингулярных, многомерных). Оптимальные методы вычисления сингулярных интегралов. Вопросы сложности вычисления.

Тема 1.3. Интерполяционные квадратурные формулы вычисления гиперсингулярных интегралов (одномерных, полисингулярных, многомерных). Оптимальные по точности методы вычисления гиперсингулярных интегралов.

Тема 1.4. Решение краевой задачи Римана. Решение характеристического сингулярного интегрального уравнения. Перестановки сингулярных операторов. Регуляризация справа, слева, равносильная. Теоремы Нетер.

Раздел 2. Приближенное решение сингулярных и гиперсингулярных интегральных уравнений

Тема 2.1. Проекционные методы решения одномерных сингулярных интегральных уравнений. Метод дискретных вихрей. Спектральный метод обоснования. Проекционные методы решения многомерных сингулярных интегральных уравнений. Приближенные методы решения нелинейных сингулярных интегральных уравнений.

Тема 2.2. Приближенные методы решения многомерных сингулярных интегральных уравнений – а) метод моментов; б) метод дискретных вихрей; в) коллокационный метод.

Тема 2.3. Приближенные методы решения одномерных гиперсингулярных уравнений: сведением к интегро-дифференциальным уравнениям; методом сплайн - коллокации нулевого порядка.

Тема 2.4. Сплайн-коллокационные методы нулевого порядка решения многомерных гиперсингулярных интегральных уравнений на различных многообразиях. Вопросы сходимости и оценки погрешности.

Раздел 3. Приложения

Тема 3.1. Построение теории граничных задач; решение задач математической физики методом граничных интегральных уравнений.

Тема 3.2. Исследование нового класса гиперсингулярных интегралов и гиперсингулярных интегральных уравнений, возникающего в задачах моделирования статики и динамики композитных материалов.

4.3. Особенности организации изучения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Организация изучения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

1. ст.79, 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»

2. Раздел IV, п.п. 46-51 приказа Минобрнауки России от 19.11.2013 № 1259 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)»

3. Методические рекомендации по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А.Климовым от 08.04.2014 г. № АК-44/05 вн)

5. Образовательные технологии

В ходе освоения дисциплины «Гиперсингулярные интегральные уравнения. Численные методы» при проведении аудиторных занятий используются следующие образовательные технологии:

1. Технология развития критического мышления реализуется в ходе проведения следующих видов учебной работы:

1.1. *Проблемные лекции*, которые предполагают диалоговый тип лекционного преподавания, предметом которого выступает вводимый лектором материал и система познавательных задач, отражающих основное содержание темы. В виде проблемных лекций реализуется темы 1.2, 2.1, 2.2, 2.3, 3.2, 3.4.

1.2. *Семинары-круглые столы*, в ходе которых происходит групповое обсуждение аспирантами учебной проблемы под руководством преподавателя. В ходе проведения круглого стола аспиранты приобретают навыки устного изложения заранее подготовленного материала, умение выслушивать коллег-сокурсников, делать заключения. В виде семинаров - круглых столов реализуются темы 1.1, 1.2, 3.1, 3.2.

1.3. *Семинары-дискуссии*, в ходе которых обсуждается проблемная ситуация, поставленная преподавателем, а аспиранты защищают различные точки зрения на поставленную проблему. В ходе проведения дискуссии аспиранты приобретают умение излагать и аргументировано отстаивать точку зрения, обоснованно критиковать оппонентов, сопоставлять различные подходы к решению проблемной ситуации, делать выводы. В виде семинаров-дискуссий реализуются темы 2.1, 2.2, 2.3, 3.2.

2. Медиатехнология реализуется в ходе проведения следующих видов учебной работы:

2.1. *Проблемные лекции*, в ходе которых используются презентации, выполненные в среде Power-Point, и содержащие иллюстрации приводимых положений, видеофрагменты, элементы работы математических моделей – симуляций физических, технологических и экологических процессов. В виде проблемных лекций с использованием медиатехнологий реализуется темы 1.2, 2.1, 2.2, 2.3, 3.2.

2.2. *Семинары-круглые столы*, в ходе которых аспиранты делают краткие сообщения по рассматриваемой проблематике с использованием презентации. В результате использования этой технологии аспиранты учатся лаконично и ярко представлять информацию в аудитории. В виде семинаров-круглых столов с использованием медиатехнологий реализуются темы 1.2, 3.1, 3.2.

3. Кейс-технология реализуется в ходе проведения следующих видов учебной работы:

3.1. *Семинары-дискуссии*, в ходе которых в качестве одной из технологий используются такие приемы как мозговой штурм и дебаты. Мозговой штурм позволяет, используя групповую форму работы смоделировать процесс получения абсолютно новых для аспирантов знаний.

При организации самостоятельной работы используются следующие технологии:

1. Технология систематизации имеющейся информации (работа с конспектом лекции для подготовки к экзамену; темы 1.1 – 3.2)
2. Технология поиска и сбора новой информации (работа на компьютере с целью поиска информации в базах данных, работа с учебной, справочной и научной литературой с целью подготовки к семинарам: темы 1.1 – 3.2);
3. Технология анализа и представления новой информации (работа по подготовке устных сообщений на семинарах - круглых столах (темы 1.1, 3.1, 3.2), по подготовке для выступлений презентациями на семинарах-дискуссиях (темы 1.2, 2.1, 2.2, 2.3, 3.1.), по подготовке к экзамену).

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов

6.1. План самостоятельной работы аспирантов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1-2	Определение и основные свойства сингулярных и гиперсингулярных интегралов	Подготовка к семинарскому занятию	Критерии существования сингулярных и гиперсингулярных интегралов. Оценки норм сингулярных и гиперсингулярных операторов в различных пространствах.	ОЛ. 1,2,3.	3
		Подготовка к экзамену			3
3	Приближенные методы вычисления сингулярных интегралов	Подготовка к семинарскому занятию	Квадратурные формулы. Оптимальные алгоритмы	ОЛ. 1,2,3.	3
		Подготовка к экзамену			3
4	Приближенные методы вычисления гиперсингулярных интегралов	Подготовка к семинарскому занятию	Квадратурные формулы. Оптимальные алгоритмы. Оценки погрешности.	ОЛ. 3.	3
		Подготовка к экзамену			3
5-6	Теория сингулярных интегральных уравнений (обзор)	Подготовка к семинарскому занятию	Краевая задача Римана. Характеристическое сингулярное интегральное уравнение.	ОЛ. 1.	4
		Подготовка к экзамену			4
7-8	Приближенные методы решения одномерных сингулярных интегральных уравнений	Подготовка к семинарскому занятию	Методы коллокации и механических квадратур. Обоснование в пространствах Гельдера и L_p .	ОЛ. 1.	3
		Подготовка к экзамену			3
9-10	Приближенные методы решения многомерных	Подготовка к семинарскому занятию	Теорема Адамара об обратимости матриц. Логарифмическая норма.	ОЛ. 1.	4

	сингулярных интегральных уравнений	Подготовка к экзамену	Проекционные методы.		4
11-12	Приближенные методы решения одномерных гиперсингулярных интегральных уравнений	Подготовка к семинарскому занятию	Проекционные методы. Связь гиперсингулярных интегральных уравнений с сингулярными интегро-дифференциальными уравнениями.	ДЛ. 2.	4
		Подготовка к экзамену			4
13-14	Приближенные методы решения многомерных гиперсингулярных интегральных уравнений	Подготовка к семинарскому занятию	Проекционные методы. Теоремы Лозинского об обратимости матриц.	ДЛ. 2., ЭДЛ.1-3.	4
		Подготовка к экзамену			4
15-16	Применение гиперсингулярных интегральных уравнений к решению задач математической физики	Подготовка к семинарскому занятию	Метод граничных интегральных уравнений	ДЛ.1., ЭДЛ.1-3.	4
		Подготовка к экзамену			4
17-18	Применение гиперсингулярных интегральных уравнений к решению статических и динамических задач теории многослойных пластин и композитных материалов	Подготовка к семинарскому занятию	Метод граничных интегральных уравнений для систем линейных уравнений в частных производных.	ДЛ.1., ЭДЛ.1-3.	4
		Подготовка к экзамену			4

Подробный план самостоятельной работы по темам:

Тема 1.1. Подготовка к семинару-круглому столу (3 часа). Подготовка к экзамену (3 часа).

Примерные вопросы семинара: Интегралы типа Коши. Производные интеграла от аналитических функций. Интегралы в смысле главного значения по Коши. Основная лемма, формулы Сохоцкого – Племеля. Теорема Привалова.

Тема 1.2. Подготовка к семинару-круглому столу (3 часа). Подготовка к экзамену (3 часа).

Примерные вопросы семинара: Квадратурные формулы вычисления сингулярных интегралов (одномерных, полисингулярных, многомерных). Оптимальные методы вычисления сингулярных интегралов.

Тема 1.3. Подготовка к семинару-дискуссии (3 часа). Подготовка к экзамену (3 часа).

Примерные вопросы семинара: Интерполяционные квадратурные формулы вычисления гиперсингулярных интегралов (одномерных, полисингулярных, многомерных). Оптимальные по точности методы вычисления гиперсингулярных интегральных уравнений. Оценки снизу.

Тема 1.4. Подготовка к семинару-дискуссии (4 часа). Подготовка к экзамену (4 часа).

Примерные вопросы семинара: Решение краевой задачи Римана. Решение характеристического сингулярного интегрального уравнения. Перестановки сингулярных операторов. Регуляризация справа, слева, равносильная. Теоремы Нетер.

Тема 2.1. Подготовка к семинару-дискуссии (3 часа). Подготовка к экзамену (3 часа).

Примерные вопросы семинара: Проекционные методы решения одномерных сингулярных интегральных уравнений. Метод дискретных вихрей. Спектральный метод обоснования. Проекционные методы решения многомерных сингулярных интегральных уравнений. Приближенные методы решения нелинейных сингулярных интегральных уравнений.

Тема 2.2. Подготовка к семинару-круглому столу (4 часа). Подготовка к экзамену (4 часа).

Примерные вопросы семинара: Приближенные методы решения многомерных сингулярных интегральных уравнений – а) метод моментов; б) метод дискретных вихрей; в) коллокационный метод.

Тема 2.3. Подготовка к семинару-круглому столу (4 часа). Подготовка к экзамену (4 часа).

Примерные вопросы семинара: Приближенные методы решения одномерных гиперсингулярных уравнений: сведением к интегро-дифференциальным уравнениям; методом сплайн - коллокации нулевого порядка.

Тема 2.4. Подготовка к семинару-дискуссии (4 часа). Подготовка к экзамену (4 часа).

Примерные вопросы семинара: Сплайн-коллокационные методы нулевого порядка решения многомерных гиперсингулярных интегральных уравнений на различных многообразиях. Вопросы сходимости и оценки погрешности.

Тема 3.1. Подготовка к семинару-круглому столу (4 часа). Подготовка к экзамену (4 часа).

Примерные вопросы семинара: Граничные интегральные уравнения. Общая теория. Сведение задач математической физики к гиперсингулярным интегральным уравнениям.

Тема 3.2. Подготовка к семинару-круглому столу (4 часа). Подготовка к экзамену (4 часа).

Примерные вопросы семинара: Исследование нового класса гиперсингулярных интегралов и гиперсингулярных интегральных уравнений, возникающего в задачах моделирования статике и динамики композитных материалов.

6.3. Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний

№ п\п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1	Доклад на семинаре	Определение и основные свойства сингулярных и гиперсингулярных интегралов	ПК-2
2	Доклад на семинаре	Приближенные методы вычисления сингулярных интегралов	ПК-2

3	Доклад на семинаре	Приближенные методы вычисления гиперсингулярных интегралов	ПК-2
4	Доклад на семинаре	Теория сингулярных интегральных уравнений (обзор)	ПК-2
5	Доклад на семинаре	Приближенные методы решения одномерных сингулярных интегральных уравнений	ПК-2
6	Доклад на семинаре	Приближенные методы решения многомерных сингулярных интегральных уравнений	ПК-2
7	Доклад на семинаре	Приближенные методы решения одномерных гиперсингулярных интегральных уравнений	ПК-2
8	Доклад на семинаре	Приближенные методы решения многомерных гиперсингулярных интегральных уравнений	ПК-2
9	Доклад на семинаре	Применение гиперсингулярных интегральных уравнений к решению задач математической физики	ПК-1
10	Доклад на семинаре	Применение гиперсингулярных интегральных уравнений к решению статических и динамических задач теории многослойных пластин и композитных материалов	ПК-1

6.4. Контрольные работы и промежуточное тестирование

Не предусмотрены.

6.5. Тематика рефератов

Не предусмотрены.

6.6. Вопросы к экзамену:

1. Определение интеграла в смысле Коши.
2. Формулы Сохоцкого – Племеля.
3. Однородная краевая задача Римана с нулевым индексом.
4. Композиция сингулярных операторов.
5. Характеристическое сингулярное интегральное уравнение (нулевой индекс).
6. Первая теорема Нетер.
7. Приближенные методы вычисления многомерных гиперсингулярных интегралов.
8. Приближенные методы решения гиперсингулярных интегральных уравнений (одномерные уравнения).
9. Приближенные методы решения гиперсингулярных интегральных уравнений (полигиперсингулярные уравнения).
10. Приближенные методы решения гиперсингулярных интегральных уравнений (многомерные гиперсингулярные уравнения).
11. Регуляризация слева.
12. Регуляризация справа.

13. Приближенное решение сингулярных интегральных уравнений (индекс меньше 0).
14. Приближенное решение сингулярных интегральных уравнений (индекс больше 0).
15. Приближенное решение сингулярных интегральных уравнений (индекс равен 0).
16. Теоремы Нетер теории сингулярных интегральных уравнений.
17. Метод граничных интегральных уравнений для эллиптических уравнений.
18. Метод граничных интегральных уравнений для параболических уравнений.
19. Метод граничных интегральных уравнений для гиперболических уравнений.
20. Элементы обобщенных функций.

6. Рекомендуемая литература

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров	Число обучающихся, одновременно изучающих дисциплину
Основная литература			
1	Бойков И.В. Приближенное решение сингулярных интегральных уравнений. Издательство ПГУ. 2004. 316 с. http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL_PRINT&S21FMT=fullw_print&C21COM=F&Z21MFN=5030	28	2
2	Бойков И.В. Приближенные методы вычисления сингулярных и гиперсингулярных интегралов. Часть первая. Сингулярные интегралы. Пенза: Издательство Пензенского государственного университета. 2005. 360 с. http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL_PRINT&S21FMT=fullw_print&C21COM=F&Z21MFN=5859	13	2
3	Бойков И.В. Приближенные методы вычисления сингулярных и гиперсингулярных интегралов. Часть вторая. Гиперсингулярные интегралы. Пенза: Издательство Пензенского государственного университета. 2009. 252 с. http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL_PRINT&S21FMT=fullw_print&C21COM=F&Z21MFN=12857	15	2
Дополнительная литература			
1	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	19	2
2	Бойков И.В., Добрынина Н.Ф., Домнин Л.Н. Приближенные методы вычисления интегралов Адамара и решения гиперсингулярных интегральных уравнений / - Пенза	3	2

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров	Число обучающихся, одновременно изучающих дисциплину
	: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 1996. - 187 с. http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?C21COM=S&I21DBN=PUBL&P21DBN=PUBL&S21FMT=fullwebr&S21ALL=REQUEST=&FT_PREFIX=&Z21ID=&S21STN=1&S21REF=1&S21CNR=20		

№ п/п	Наименование и краткая характеристика электронных изданий и информационных баз данных	Количество точек доступа
	Основная литература	
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	Не ограничено
2	Бойков И.В. Приближенные методы вычисления сингулярных и гиперсингулярных интегралов. Часть первая. Сингулярные интегралы. Пенза: Издательство Пензенского государственного университета. 2005. 360 с. http://dep_vipm.pnzgu.ru/files/dep_vipm.pnzgu.ru/books/boikov2.pdf	Не ограничено
3	Бойков И.В. Приближенные методы вычисления сингулярных и гиперсингулярных интегралов. Часть вторая. Гиперсингулярные интегралы. Пенза: Издательство Пензенского государственного университета. 2009. 252 с. http://dep_vipm.pnzgu.ru/files/dep_vipm.pnzgu.ru/books/boikov5.pdf	Не ограничено
	Дополнительная литература	
1	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	Не ограничено
2	Известия Высших учебных заведений. Поволжский регион. Физико-математические науки. http://izvuz_fmn.pnzgu.ru/	Не ограничено
3	Известия Высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. http://izvuz_tn.pnzgu.ru/	Не ограничено

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины «Гиперсингулярные интегральные уравнения. Численные методы»:

– мультимедийные средства обучения (компьютер и проектор; ресурсы Интернета);
– электронные презентации по теме курса в формате программных приложений MS Office Power Point и MS Office Word. Демонстрация ресурсов Интернет (избранных сайтов) по теме лекций и лабораторных занятий, необходим браузер MS Internet Explorer 6.0 и выше. Для подготовки материала к занятиям требуется программный пакет MS Office 2003 и выше, программы MATHCAD-15.

Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и регистрации изменений

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата, подпись зав. кафедрой)	Внесенные изменения	Номера листов (страниц)		
			замененных	новых	аннулированных
2015/16	№1 от 28.09.15 М	Без изменений			
2016/17	№1 от 19.09.16 М	Без изменений			
2017/18	№1 от 04.09.17 М	Без изменений			