

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

«УТВЕРЖДАЮ»



Директор ФИ

Д.В. Артамонов

10

2014 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
А1.В.ДВ.2.1 КРАЕВЫЕ ЗАДАЧИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

Направление подготовки
01.06.01 Математика и механика

Направленность (профиль):

Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление

Квалификация (степень) – Исследователь. Преподаватель-исследователь.

Форма обучения: очная

Пенза – 2014 г.

1. Цели и задачи изучения дисциплины

Цель изучения дисциплины – формирование у аспирантов углубленных профессиональных знаний о роли краевых задач в изучении физических проблем и проблем естествознания; ознакомить с современным состоянием теории краевых задач и ее применением к решению задач естествознания.

Задачи дисциплины:

- изучить основные постановки краевых задач для уравнений различных типов;
- изучить сведение краевой задачи для уравнения в частных производных к задаче на собственные значения;
- изучить сведение краевой задачи для уравнения в частных производных к интегральному уравнению или псевдодифференциальному уравнению;
- подготовить аспирантов к применению полученных знаний для решения задач естествознания;
- подготовить аспирантов к применению полученных знаний для решения практических исследовательских задач.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП аспиранта

Дисциплина «Численные методы решения краевых задач» относится к дисциплинам по выбору вариативной части учебного плана ООП по направлению подготовки 01.06.01 – Математика и механика, профилю подготовки «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление».

Научно-исследовательская работа аспиранта осуществляется в каждом семестре всего периода обучения.

Курс предполагает наличие у аспирантов знаний по курсам математического анализа, обыкновенных дифференциальных уравнений; уравнений с частными производными; функционального анализа; теории функций комплексного переменного.

Знания и навыки, полученные аспирантами при изучении данного курса, могут быть применены при подготовке и написании диссертации по специальности 01.01.02 «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление», а также при изучении дисциплины «Численные методы решения краевых задач».

3. Компетенции аспиранта, формируемые в результате освоения программы дисциплины.

Изучение дисциплины направлено 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-4	способность использовать методы математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач	<i>Знать:</i> основную терминологию по теме дисциплины, основные понятия и определения, основные уравнения математической физики и классические задачи для них; основные классы методов решения краевых задач математической физики.
		<i>Уметь:</i> разрабатывать численные методы решения краевых задач; доказывать (исследовать теоретически) сходимости (и/или внутреннюю сходимость) численных методов
		<i>Владеть:</i> методами постановки и численного решения краевых и начальных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных.
ПК-5	способность математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики	<i>Знать:</i> о роли краевых задач в задачах естествознания; о различных постановках краевых задач и различных типах краевых условий; о сведении краевой задачи к изучению интегрального или псевдодифференциального уравнения, основные теоремы теории краевых задач.
		<i>Уметь:</i> решать конкретные типы краевых задач; доказывать основные теоремы о свойствах решений краевых задач.
		<i>Владеть:</i> методами постановки и решения краевых и начальных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных.

4. Структура и содержание дисциплины «Краевые задачи математической физики»

4.1. Структура дисциплины «Краевые задачи математической физики»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, лекции 18 часов, практические занятия 18 часов, самостоятельная работа 72 часа, в т.ч. 36 часов подготовки к экзамену.

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины	Семестр	Недели семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)						Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)			
				Аудиторная работа			Самостоятельная работа			Оценка работы на практических занятиях	Семинар	Контрольная работа	
				Всего	Лекция	Практические занятия	Всего	Подготовка к практическим занятиям	Подготовка к семинару				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
	Раздел 1. Теория потенциала.	1	1-2	8	4	4	8	4	4		1-2	1-2	
	Тема 1.1. Ньютонов потенциал и его свойства		1	4	2	2	4	2	2		1		
	Тема 1.2. Потенциалы простого и двойного слоя.		2	4	2	2	4	2	2		2	2	
	Раздел 2. Пространства Соболева	1	3-4	8	4	4	8	4	4		3-4	3-4	
	Тема 2.1. Преобразование Фурье обобщенных функций		3	4	2	2	4	2	2		3		
	Тема 2.2. Пространства Соболева		4	4	2	2	4	2	2		4	4	
	Раздел 3. Постановки краевых задач	1	5-6	8	4	4	8	4	4		5-6	5-6	

	для уравнений математической физики. Функции Грина краевых задач											
	Тема 3.1. Постановки краевых задач для уравнений математической физики.		5	4	2	2	4	2	2	5		
	Тема 3.2. Функции Грина краевых задач.		6	4	2	2	4	2	2	6	6	
	Раздел 4. Сведение краевой задачи к псевдодифференциальному уравнению.	1	7-8	8	4	4	8	4	4	7-8	7-8	
	Тема 4.1. Сведение эллиптической краевой задачи к псевдодифференциальному уравнению.		7	4	2	2	4	2	2	7		
	Тема 4.2. Гладкость решений эллиптических уравнений.		8	4	2	2	4	2	2	8	8	
	Раздел 5. Краевые задачи в электродинамике и акустике.	1	9	4	2	2	4	2	2	9		
	Тема 5.1. Краевые задачи в электродинамике и акустике		9	4	2	2	4	2	2	9	9	
	Подготовка к экзамену						36					
	Общая трудоемкость, в часах		108	36	18	18	72	18	18	Промежуточная аттестация		
										Форма	Семестр	
										экзамен	1	

4.2. Содержание дисциплины «Краевые задачи математической физики».

РАЗДЕЛ 1. Теория потенциала.

Тема 1.1. Ньютонов потенциал и его свойства.

Тема 1.2. Потенциалы простого и двойного слоя.

Ньютонов потенциал. Потенциалы простого и двойного слоя. Физический смысл ньютоновых потенциалов. Свойства потенциалов простого и двойного слоя на поверхности. Разрыв потенциала двойного слоя. Разрыв нормальной производной потенциала простого слоя.

РАЗДЕЛ 2. Пространства Соболева.

Тема 2.1. Преобразование Фурье обобщенных функций.

Тема 2.2. Пространства Соболева.

Преобразование Фурье обычных и обобщенных функций. Пространства Соболева в ограниченной области, в полупространстве, на замкнутом многообразии. Свойства пространств Соболева.

РАЗДЕЛ 3. Постановки краевых задач для уравнений математической физики.

Функции Грина краевых задач.

Тема 3.1. Постановки краевых задач для уравнений математической физики.

Тема 3.2. Функции Грина краевых задач.

Постановка основных краевых задач. Теоремы единственности. Сведение краевых задач к интегральным уравнениям. Условие излучения Зоммерфельда. Принцип предельного поглощения. Принцип предельной амплитуды. Краевые задачи для уравнения Гельмгольца. Определение и свойства функции Грина. Примеры построения функции Грина. Решение краевой задачи с помощью функции Грина. Сведение краевой задачи к интегральному уравнению. Свойства собственных значений и собственных функций.

РАЗДЕЛ 4. Сведение краевой задачи к псевдодифференциальному уравнению.

Тема 4.1. Сведение эллиптической краевой задачи к псевдодифференциальному уравнению.

Тема 4.2. Гладкость решений эллиптических уравнений.

Сведение эллиптической краевой задачи к псевдодифференциальному уравнению на многообразии с краем или без края. Эквивалентность перехода к псевдодифференциальному уравнению. Априорные оценки в пространствах Соболева. Гладкость решений внутри области. Гладкость решений на границе области. Гладкость решений в окрестности угловых и конических точек.

РАЗДЕЛ 5. Краевые задачи в электродинамике и акустике.

Тема 5.1. Краевые задачи в электродинамике и акустике.

Эллиптические уравнения в задачах дифракции на экране. Уравнения электрического и магнитного поля. Вычисление символов уравнений. Результаты о фредгольмовости и разрешимости уравнений.

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 образо-

вательным 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 «Численные методы решения краевых задач» при проведении **аудиторных** занятий используются следующие образовательные технологии:

1. Технология традиционного обучения реализуется в ходе проведения следующих видов учебной работы:

1.1. *Семинары традиционные*, имеющие основной целью углубленное изучение определенных тем курса. В виде традиционных семинаров реализуются все темы.

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

2.1. *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 все темы.

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

3.1. *Семинары традиционные*, в ходе которых аспиранты делают краткие сообщения по рассматриваемой проблематике с использованием презентации. В виде традиционных семинаров с использованием медиатехнологий реализуются все темы.

3.2. *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 все темы.

Занятия, проводимые в интерактивной форме, в том числе с использованием интерактивных технологий, составляют 40 % от общего количества аудиторных занятий.

При организации **самостоятельной работы** используются следующие технологии:

1. Технология систематизации имеющейся информации (работа с конспектом лекции; все темы);

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; все темы);

3. Технология анализа и представления новой информации (работа по подготовке устных сообщений на семинарах-круглых столах, все темы).

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.

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

6.1. План самостоятельной работы аспирантов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература (номера источников из разд. 7 программы)	Количество часов
1	1.1	Подготовка к практическим занятиям и семинарам	Изучить литературу и решить задачи по теме	основная – 1,2,3,4; дополнительная – 1	4
2	1.2	Подготовка к практическим занятиям и семинарам	Изучить литературу и решить задачи по теме	основная – 1,2,3,4; дополнительная – 1	4
3	2.1	Подготовка к практическим занятиям и семинарам	Изучить литературу и решить задачи по теме	основная – 1,2,3,4; дополнительная – 2,3.	4
4	2.2	Подготовка к практическим занятиям и семинарам	Изучить литературу и решить задачи по теме	основная – 1,2,3,4; дополнительная – 2,3	4
5	3.1	Подготовка к практическим занятиям и семинарам	Изучить литературу и решить задачи по теме	основная – 1,2,3,4; дополнительная – 1,3	4
6	3.2	Подготовка к практическим занятиям и семинарам	Изучить литературу и решить задачи по теме	основная – 1,2,3,4; дополнительная – 1,3	4
7	4.1	Подготовка к практическим занятиям и семинарам	Изучить литературу и решить задачи по теме	основная – 1,2,3,4; дополнительная – 2, 3	4
8	4.2	Подготовка к практическим занятиям и семинарам	Изучить литературу и решить задачи по теме	основная – 1,2,3,4; дополнительная – 2,3	4
9	5.1	Подготовка к практическим занятиям и семинарам	Изучить литературу и решить задачи по теме	основная – 1,2,3,4; дополнительная – 3	4

6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы аспирантов

Аспиранты получают от преподавателя задание на повторение пройденного материала и самостоятельное изучение дополнительного материала по изучаемым темам лекционного курса. Преподаватель предлагает студентам литературу для самостоятельного изучения, а также выдает задания на практическую работу.

Для углубленного изучения теоретического материала, решения выданных задач, подготовки к практическим занятиям и семинарам рекомендуется пользоваться рекомендуемой литературой из раздела 7 программы, а также иной литературой из электронных библиотечных систем.

6.3. Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний

№ п\п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1	оценка работы на практических занятиях, семинар	Ньютонов потенциал и его свойства.	ПК – 4,5
2	оценка работы на практических занятиях, семинар	Потенциалы простого и двойного слоя.	ПК – 4,5
3	оценка работы на практических занятиях, семинар	Преобразование Фурье обобщенных функций.	ПК – 4,5
4	оценка работы на практических занятиях, семинар	Краевые задачи в электродинамике и акустике.	ПК – 4,5
5	оценка работы на практических занятиях, семинар	Постановки краевых задач для уравнений математической физики.	ПК – 4,5
6	оценка работы на практических занятиях, семинар	Функции Грина краевых задач.	ПК – 4,5
7	оценка работы на практических занятиях, семинар	Сведение эллиптической краевой задачи к псевдодифференциальному уравнению.	ПК – 4,5
8	оценка работы на практических занятиях, семинар	Функции Грина краевых задач.	ПК – 4,5
9	оценка работы на практических занятиях, семинар	Краевые задачи в электродинамике и акустике.	ПК – 4,5

Вопросы к семинарам

Согласно содержанию дисциплины (см. п.4.2. программы)

Примерный перечень вопросов и заданий к экзамену.

1. Ньютонов потенциал и его свойства.
2. Потенциалы простого и двойного слоя.
3. Преобразование Фурье обобщенных функций.
4. Пространства Соболева.
5. Постановки краевых задач для уравнений математической физики.
6. Функции Грина краевых задач.
7. Сведение эллиптической краевой задачи к псевдодифференциальному уравнению.
8. Гладкость решений эллиптических уравнений.
9. Краевые задачи в электродинамике и акустике.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Краевые задачи математической физики»

7.1. Основная литература:

1. Агранович М.С. Обобщенные функции: Изд-во МЦНМО, 128 (ЭБС Лань, https://e.lanbook.com/book/9275#book_name).
2. Владимиров В.С., Жаринов В.В. Уравнения математической физики: Изд-тво "Физматлит", 2000 ((ЭБС Лань, <https://e.lanbook.com/book/2363#authors>))
3. Ильин А.М. Уравнения математической физики : Изд-тво "Физматлит", 2009 (ЭБС Лань <https://e.lanbook.com/book/2181#authors>).
4. Полянин А.Д., Зайцев В.Ф., Журов А.И. Методы решения нелинейных уравнений математической физики и механики: Изд-тво "Физматлит", 2000 ((ЭБС Лань, <https://e.lanbook.com/book/59377#authors>))

7.2. Дополнительная литература:

1. Сабитов К.Б. Уравнения математической физики: Изд-тво "Физматлит", 2009 (ЭБС Лань <https://e.lanbook.com/book/59660#authors>).
2. Карчевский М.М. Лекции по уравнениям математической физики: Издательство "Лань", 2016 (ЭБС Лань <https://e.lanbook.com/book/72982#authors>).
3. Ильинский А.С., Смирнов Ю.Г. Дифракция электромагнитных волн на проводящих тонких экранах. М.: ИПРЖР, 1996.

7.3. Интернет-ресурсы:

1. Общероссийский математический портал Math-Net: <http://www.mathnet.ru/>
2. Научная электронная библиотека Elibrary: <http://www.elibrary.ru/>
3. ЭБС Лань: <https://e.lanbook.com>

7.4. Программное обеспечение:

См. п.8 программы.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины «Краевые задачи математической физики»

Для освоения данной дисциплины необходимы:

- компьютерный класс с доступом в Интернет. Отдельный ПК для преподавателя и подключенный к компьютеру проектор для демонстрации презентаций. Интерактивный компьютерный вариант – рабочее место аспиранта, компьютер (допускается одно место на два человека в течение учебного процесса). Индивидуальное рабочее место аспиранта.
- электронные презентации по теме курса в формате программных приложений Adobe Acrobat reader. Демонстрация ресурсов Интернет (избранных сайтов) по теме лекций и практических занятий, необходим браузер Opera, Yandex или иные.
- для подготовки материала к занятиям требуется пакет LaTeX.

Примечание: все вышеуказанное программное обеспечение является бесплатным и свободно распространяемым.

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению 01.06.01 «Математика и механика» подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (уровень подготовки кадров высшей квалификации).

Программу составили:

Смирнов Ю.Г., д.ф.-м.н., профессор,
зав. кафедрой «Математика и суперкомпьютерное моделирование»

Программа обсуждена на заседании кафедры МСМ

Протокол № 1 от «01» 05 2014 года

Зав. кафедрой _____ Смирнов Ю.Г.
(подпись, Ф.И.О.)

Программа согласована с деканом факультета ВТ

Декан факультета ВТ

_____ Фионова Л.Р. 19.09.14.
(подпись, Ф.И.О., дата)

Программа одобрена методической комиссией факультета ВТ

Протокол № 1 от «15» 05 2014 года

Председатель методической комиссии факультета ВТ _____ Коннов Н.Н.
(подпись, Ф.И.О.)

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

