

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**федеральное государственное автономное**  
**образовательное учреждение высшего образования**  
**«Национальный исследовательский**  
**Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»**

**УТВЕРЖДЕНО**  
решением ученого совета ННГУ  
протокол от "30" ноября 2022 г. №13

**Рабочая программа дисциплины**  
**Численное решение задач математической физики**

Уровень высшего образования  
**Подготовка научных и научно-педагогических кадров**

Программа аспирантуры  
**Дифференциальные уравнения и математическая физика**

Научная специальность  
**1.1.2 Дифференциальные уравнения и математическая физика**

Форма обучения  
**Очная**

Нижний Новгород  
2023 год

### 1. Место и цель дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Теория нелинейного резонанса» относится к числу обязательных, дисциплин образовательного компонента программы аспирантуры и изучается на 3 году обучения в 5 семестре.

**Цель дисциплины** – ознакомление обучающихся с современными методами решения задач Коши и краевых задач для уравнений математической физики, ознакомление с основными теоретическими и практическими методами построения численных схем для решения уравнений математической физики, выработка навыков решения прикладных задач на ЭВМ.

### 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Выпускник, освоивший программу, должен

**Знать:**

- свойства решений дифференциальных уравнений в частных производных,
- методы построения решений некоторых типов дифференциальных уравнений,

**Уметь:**

- строить численные решения задач математической физики

**Владеть:**

- навыками критического анализа современных передовых публикаций по специальности

### 3. Структура и содержание дисциплины.

Объем дисциплины (модуля) составляет 1 з.е., всего – 36 часов, из которых 36 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа - 36 часов).

**Таблица 2**

**Структура дисциплины**

Наименование раздела дисциплины	Всего, часов	В том числе					Самостоятельная работа обучающегося, часов
		Контактная работа, часов					
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Консультации	Всего	
Решение стационарных краевых задач	9	9					
Решение начально-краевых задач, связанных с нестационарными ДУ в ЧП	9	9					
Визуализация численного решения ДУ в ЧП	9	9					
Метод конечных разностей	9	9					
Промежуточная аттестация в 5 семестре: – зачет							
Итого	36	36					

**Таблица 3****Содержание дисциплины**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Форма проведения занятия	Форма текущего контроля*
1.	Решение стационарных краевых задач	Метод конечных элементов для решения краевых задач, связанных со стационарными ДУ в ЧП на примере уравнения Пуассона.	лекции	Собеседование
2.	Решение начально-краевых задач, связанных с нестационарными ДУ в ЧП	Метод конечных элементов для решения начально-краевых задач, связанных с нестационарными ДУ в ЧП на примере уравнения теплопроводности.	лекции	Собеседование
3.	Визуализация численного решения ДУ в ЧП	Методы визуализации численного решения ДУ в ЧП.	лекции	Собеседование
4	Метод конечных разностей	Метод конечных разностей на примере НКЗ для нестационарных ДУ в ЧП 2-го порядка.	лекции	Собеседование

**4. Формы организации и контроля самостоятельной работы обучающихся**

*Самостоятельная работа обучающегося состоит в изучении конспектов лекций и основной литературы из списка для подготовки к кандидатскому экзамену по специальности. Вопросы для самоконтроля совпадают с экзаменационными вопросами.*

**5. Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине****5.1. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.**

При выполнении всех работ учитываются следующие **основные критерии**:

- уровень теоретических знаний (подразумевается не только формальное воспроизведение информации, но и понимание предмета, которое подтверждается правильными ответами на дополнительные, уточняющие вопросы, заданные членами комиссии);
- умение использовать теоретические знания при анализе конкретных проблем, ситуаций;
- качество изложения материала, то есть обоснованность, четкость, логичность ответа, а также его полнота (то есть содержательность, не исключающая сжатости);
- способность устанавливать внутри- и межпредметные связи,
- оригинальность мышления, знакомство с дополнительной литературой и другие факторы.

**Описание шкалы оценивания на промежуточной аттестации в форме экзамена**

Оценка *отлично* – исчерпывающее владение программным материалом, понимание сущности рассматриваемых процессов и явлений, твердое знание основных положений дисциплины, умение применять концептуальный аппарат при анализе актуальных проблем. Логически последовательные, содержательные, конкретные ответы на все вопросы.

Оценка *хорошо* – достаточно полные знания программного материала, правильное понимание сути вопросов, знание определений, умение формулировать тезисы и аргументы. Ответы последовательные и в целом правильные, хотя допускаются

неточности, поверхностное знакомство с отдельными теориями и фактами, достаточно формальное отношение к рекомендованным для подготовки материалам.

Оценка *удовлетворительно* – фрагментарные знания, расплывчатые представления о предмете. Ответ содержит как правильные утверждения, так и ошибки, возможно, грубые. Испытуемый плохо ориентируется в учебном материале, не может устранить неточности в своем ответе даже после наводящих вопросов.

Оценка *неудовлетворительно* – отсутствие ответа хотя бы на один из основных вопросов, либо грубые ошибки в ответах, полное непонимание смысла проблем, не достаточно полное владение терминологией.

## ***5.2. Примеры типовых контрольных заданий или иных материалов, используемых для оценивания результатов обучения по дисциплине***

Вопросы к зачету

1. Основные этапы МКЭ.
2. Структура программы, реализующей МКЭ.
3. Описание входных данных для программы, реализующей МКЭ.
4. Локальные матрицы и векторы нагрузки в МКЭ и их сборка в глобальную матрицу и глобальный вектор.
5. Применение ограничений в МКЭ.
6. Краевые задачи для двумерного уравнения Пуассона. Постановки задач и переход к слабой формулировке.
7. Треугольный конечный элемент.
8. Программирование МКЭ для решения задачи Дирихле.
9. Программирование МКЭ для смешанной задачи Дирихле-Неймана.
10. Особенности программирования МКЭ для эллиптического уравнения в дивергентной форме.
11. Краевые задачи для уравнения теплопроводности. Постановки задач и переход к слабой формулировке.
12. Методы правой и левой разностной производной.
13. Метод Кранка-Николсон.
14. Программирование МКЭ и метода Кранка-Николсон.
15. Особенности программирования системы уравнений теплопроводности.
16. Понятие о триангуляции Делоне. Построение триангуляции в системе MATLAB.
17. Построение линий уровня функции, заданной на триангуляции.
18. Построение градиентного поля направлений на триангуляции.
19. Решение задачи Гурса-Дарбу методом конечных разностей.
20. Решение задачи Коши-Дарбу методом конечных разностей.
21. Решение смешанной задачи для волнового уравнения методом конечных разностей.
22. Решение первой краевой задачи для уравнения теплопроводности методом конечных разностей.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.**

1. Самарский А.А. Теория разностных схем. М.: Наука, 1977 (6 экз.), 1983 (4 экз.), 1989 (2 экз.).
2. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. М.: Лаборатория базовых знаний, 2000 (1 экз.), 2001 (1 экз.), 2002 (1 экз.), 2003 (49 экз.), 2004 (20 экз.), 2007 (5 экз.), 2008 (2 экз.).

б) дополнительная литература:

1. Вержбицкий В. М. Численные методы. Математический анализ и обыкновенные дифференциальные уравнения: учеб. пособие для вузов. М.: Высшая школа, 2001 (11 экз.).
2. Формалев В. Ф. , Ревизников Д. Л. Численные методы: учеб. пособие для студентов техн. ун-тов. М.: Физматлит, 2006 (10 экз.).

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

<http://www.lib.unn.ru/ebs.html>

MATLAB

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

- помещения для проведения занятий: лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования и помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ННГУ;
  - материально-техническое обеспечение, необходимое для реализации дисциплины, включая лабораторное оборудование;
  - лицензионное программное обеспечение: *Windows, Microsoft Office*;
  - обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечиваются электронными и (или) печатными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.
- ресурсам.

Рабочая программа учебной дисциплины составлена в соответствии с учебным планом, Положением о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре) (Постановление Правительства РФ от 30.11.2021 № 2122), Федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре) (Приказ Минобрнауки РФ от 20.10.2021 № 951).

Авторы:

Авторы: доцент кафедры прикладной математики Чернов А.В.

Рецензент(ы) \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Программа одобрена на заседании методической комиссии Института информационных технологий, математики и механики от 01.12.2021 №2.