

**АННОТАЦИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**подготовки магистра по направлению 010800 Механика и**  
**математическое моделирование**

Механика деформируемых тел и сред

**М.2 ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ЦИКЛ**

**БАЗОВАЯ ЧАСТЬ:**

**3. СПЕЦИАЛЬНЫЕ РАЗДЕЛЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ**

**Цели и задачи изучения дисциплины.**

**Цель дисциплины** – рассмотрение набора тем, оказавших значительное влияние на развитие нелинейной математической физики и математики. Каждая тема содержит то, или иное явление, с которым обычно ассоциируется представление о наиболее характерных особенностях проявления нелинейности.

**Задачи дисциплины** - данный курс направлен на подготовку специалиста, владеющего современными представлениями о закономерностях, присущих нелинейным физическим явлениям, методами построения и исследования нелинейных уравнений, описывающих основные нелинейные процессы, формирование у студента целостного представления о сложных нелинейных процессах и явлениях на основе синергетического подхода и концепции самоорганизации.

**Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля).**

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен:

**Иметь представление:**

- об особенностях, присущих нелинейным системам, о классах нелинейных уравнений, об отличиях нелинейных систем от линейных,
- о математических методах и моделях, описывающих нелинейные системы, о широкой области применения нелинейных моделей,
- об общности понятий и представлений, используемых в нелинейной математической физике, их применимости к анализу сложных систем и процессов, взаимосвязи с другими математическими и физическими дисциплинами;
- об основных понятиях в теории нелинейных волнах;
- о солитонных уравнениях и методе обратной задачи рассеяния.

**Знать:**

- примеры нелинейных систем и явлений и иметь представление об особенностях, отличающих нелинейные системы от линейных;
- основные виды нелинейных уравнений, описывающих различные явления;
- основные закономерности нелинейного распространения тепла, включая режим с обострением;

**Уметь:**

- выделять в конкретных физических, технических и других проблемах задачи, допускающие формулировку и решение методами нелинейной математической физики.

**Быть способным:**

- к построению нелинейных моделей физических процессов;
- к владению математическими методами исследования нелинейных процессов;
- к интенсивной научно-исследовательской и научно-изыскательской деятельности;
- к самостоятельному исследованию нелинейных процессов;
- к собственному видению прикладного аспекта в теоретических результатах теории нелинейных процессов;

- к самостоятельному освоению специальной научной литературы по теории нелинейных процессов;
- к созданию и исследованию новых математических моделей физических процессов;
- к совершенствованию, углублению и развитию математической теории нелинейных процессов.

**Владеть компетенциями:**

<b>Код компетенции</b>	<b>Наименование результата Обучения</b>
ОК – 10	Умение находить, анализировать и контекстно обрабатывать информацию, в том числе относящуюся к новым областям знаний, непосредственно не связанным со сферой профессиональной деятельности
ПК – 3	Способность к интенсивной научно-исследовательской и научно-изыскательской деятельности
ПК – 9	Умение ориентироваться в современных алгоритмах компьютерной математики, совершенствовать, углублять и развивать математическую теорию и физико-математические модели, лежащие в их основе
ПК - 21	Умение самостоятельно математически корректно ставить задачи механики
ПК - 22	Владение навыками интерпретации полученных результатов исследования и оценки точности полученного решения, доведения решения до практически приемлемого результата
ПК - 23	Владение классическими методами исследования проблем механики деформируемого твердого тела
ПК - 28	Способность к самостоятельному использованию математического аппарата на всех этапах научной и практической деятельности

**Содержание учебного курса.**

**РАЗДЕЛ I. КЛАССЫ КВАЗИЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ.**

**Тема 1. Классификация линейных и квазилинейных дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка.**

- 1.1. Нелинейные системы и их модели.
- 1.2. Особенности нелинейных систем. Классификация квазилинейных уравнений.
- 1.3. Метод приведения квазилинейного уравнения второго порядка к каноническому виду.
- 1.4. Канонический вид квазилинейного уравнения второго порядка.

**РАЗДЕЛ II. НЕЛИНЕЙНОЕ УРАВНЕНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ.**

**Тема 2. Распространение тепла в нелинейной среде.**

- 2.1. Физические закономерности распространения тепла. Закон Фурье.
- 2.2. Отклонение от линейного закона теплопроводности.
- 2.3. Нелинейное уравнение теплопроводности. Задачи с внешней и внутренней нелинейностью.
- 2.4. Свойства автомодельности. Автомодельные переменные и автомодельные решения нелинейных уравнений. Распространение тепла в среде с фазовым переходом. Задача Стефана о фазовом переходе.
- 2.5. Распространение теплового возмущения в нелинейной среде. Распространение тепла от мгновенного теплового источника. Автомодельное решение нелинейного уравнения теплопроводности.
- 2.6. Понятие о тепловой волне. Пространственная локализация теплового возмущения.
- 2.7. Понятие о режимах с обострением.

## **РАЗДЕЛ III. СИСТЕМЫ ТИПА "РЕАКЦИЯ-ДИФФУЗИЯ".**

### **Тема 3. Системы типа "реакция-диффузия".**

- 3.1. Распределенные системы с обратной связью. Положительная и отрицательная обратная связь. Понятие об активаторе и ингибиторе.
- 3.2. Диссипативные структуры и самоорганизация в активных средах.
- 3.3. Модель двухкомпонентной системы типа "реакция - диффузия", с активатором и ингибитором.
- 3.4. Стационарное состояние и его устойчивость.
- 3.5. Критерии устойчивости стационарного состояния в двухкомпонентной системе.
- 3.6. Обзор известных моделей типа "реакция - диффузия". Модель Гирера-Майнхарда. Модель "брюсселятор".

## **РАЗДЕЛ IV. НЕЛИНЕЙНЫЕ ВОЛНЫ.**

### **Тема 4. Нелинейные волны.**

- 4.1. Волновые движения и их классы. Гиперболические волны.
- 4.2. Волны в среде с дисперсией.
- 4.3. Распространение волны в нелинейной среде. Эффект опрокидывания фронта.
- 4.4. Волновое уравнение первого порядка. Решение уравнения методом характеристик. Понятие об ударной волне. Слабые ударные волны.

## **РАЗДЕЛ V. ОБРАТНАЯ ЗАДАЧА РАССЕЯНИЯ.**

### **Тема 5. Обратная задача рассеяния.**

- 5.1. Обратная задача рассеяния в квантовой механике. Задача рассеяния для одномерного уравнения Шредингера. Непрерывный спектр.
- 5.2. Аналитические свойства матрицы переноса.
- 5.3. Функции Иоста и их свойства.
- 5.4. Дискретный спектр в задаче рассеяния.
- 5.5. Понятие о данных рассеяния. Уравнения Гельфанда-Левитана-Марченко и решение обратной задачи рассеяния. Формула для потенциала.

## **РАЗДЕЛ VI. ИНТЕГРИРОВАНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ МЕТОДОМ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ.**

### **Тема 6. Интегрирование нелинейных уравнений методом обратной задачи.**

- 6.1. Понятие об (L-A) -паре Лакса для нелинейного уравнения. Свойства нелинейного уравнения, обладающего (L-A) -парой.
- 6.2. Пара Лакса для уравнения Кортевега - де Фриза. Эволюция данных рассеяния.
- 6.3. Схема метода обратной задачи рассеяния для интегрирования нелинейного уравнения Кортевега - де Фриза.

## **РАЗДЕЛ VII. ВВЕДЕНИЕ В ТЕОРИЮ СОЛИТОНОВ.**

### **Тема 7. Солитонные решения.**

- 7.1. Безотражательные потенциалы и солитонные решения.
- 7.2. Общий вид N-солитонного решения уравнения Кортевега - де Фриза.
- 7.3. Односолитонное решение и его свойства.