АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИИ

На правах рукописи
УДК 517.953.5

ИРГАШЕВ БАХРОМ ЮСУПХАНОВИЧ

КРАЕВЫЕ ЗАДАЧИ ДЛЯ ВЫРОЖДАЮЩИХСЯ УРАВНЕНИЙ ВЫСОКОГО НЕЧЕТНОГО ПОРЯДКА С КРАТНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

01.01.02-дифференциальные уравнения

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени кандидата
физико-математических наук

Ташкент – 2010

Работа выполнена в Институте математики и информационных технологий Академии наук Республики Узбекистан.

Научные руководители: доктор физико-математических наук, академик
Джураев Тухтамурад Джураевич,
доктор физико-математических наук
Тахиров Жозил Останович

Официальные оппоненты: доктор физико-математических наук, профессор
Халмухамедов Олимжон Рахимович,
кандидат физико-математических наук, доцент
Курбанов Одилжон Тухтамурадович

Ведущая организация: **Ферганский Государственный университет**

Защита диссертации состоится «___»________________20____ г. в _____ часов на заседании Специализированного совета Д 015.17.01 при Институте математики и информационных технологий АН РУз по адресу: 700125. г.Ташкент, ул. Дурмон йули, 29.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института математики и информационных технологий АН РУз.

Автореферат разослан «___»________________20___ г.

Ученый секретарь
Специализированного совета Д 015.17.01,
кандидат физико-математических наук А.А.Заитов

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В последнее время наряду с изучением классических типов уравнений второго порядка, внимание исследователей всё чаще уделяется изучению дифференциальных уравнений в частных производных высокого порядка. Это объясняется с одной стороны потребностями механики, гидро- и газодинамики, других прикладных дисциплин, с другой стороны потребностями собственно математической науки.

Со середины XX века физические модели подвергались непрерывными многочисленными уточнениями, что привело к появлению уравнений высших порядков, таких как: уравнение продольных колебаний балки, уравнение Кортевега – де Фриза, уравнение Соболева, регуляризованное длинноволновое уравнение, уравнение Буссинеска-Лява и многих других. Однако, в отличие от уравнений 2-го порядка, качественная теория уравнений высоких порядков пока ещё очень далека от завершения.

Одним из представителей уравнений высокого порядка являются уравнения составного типа. Корректные краевые задачи для уравнений составного и смешанно-составного типов впервые были исследованы А.В.Бицадзе, М.С.Салахитдиновым и Т.Д.Джураевым. Отметим здесь также работы А.И.Кожанова.

Классификация общих линейных уравнений в частных производных 3-го и 4-го порядков и исследования корректных краевых задач для них были проведены в работах Т.Д.Джураева и его учеников.

Предметом диссертационной работы является исследование корректных краевых задач для вырождающихся уравнений нечетного порядка с кратными характеристиками. Они имеют интересные приложения в газо-гидродинамике и на сегодняшний день имеются немногочисленные исследования, посвященные развитию теории этих уравнений. В качестве примера можно привести работы О.С.Рыжова, В.Н.Диесперова, Л.А.Ломакина и др. В этих работах изучены краевые задачи для вырождающихся уравнений третьего порядка (ВТ-уравнение) в неограниченных областях.

Известно, что теория вырождающихся уравнений не является простым обобщением для обычных уравнений. Исследования корректности краевых задач, построение автомодельных решений и изучение спектральной задачи требует, помимо обычно используемых методов, привлечение и других средств.

Выше изложенное показывает актуальность исследований, проведенных в настоящей диссертационной работе.

Степень изученности проблемы. Теория уравнений с кратными характеристиками

$$\frac{\partial^p u}{\partial x^p} + a\frac{\partial^q u}{\partial y^q} = f\left(u, u_x, u_y, ...\right), \qquad (1)$$

где $p > q$, $a - const$, является одним из важных разделов современной теории дифференциальных уравнений с частными производными.

Первые фундаментальные результаты в случае $p = 3$, $q = 1$ и $p = 3$, $q = 2$ были получены в работах H.Block, L.Cattabriga и E.Del Vecchio. Далее эти результаты были обобщены для случая $p = 2n + 1$ в работах L.Cattabriga.

Но теория этих уравнений начала интенсивно развиваться только в последнее время. Существенные результаты были получены в работах Т.Д.Джураева, С.Абдиназарова и их учеников.

Важная проблема состоит во выделении широких классов уравнений с указанием перспективной содержательной проблематики для каждого из этих классов. При выборе свойств, определяющих эти классы, можно исходить из представления и гладкости решений, разрешимости начально-краевых задач и т.д.

Одним из новых классов уравнений с кратными характеристиками является вязко-трансзвуковое или ВТ-уравнение $\left(p = 3, q = 2\right)$, которое содержит вырождающийся член. Наличие вырождения в уравнении не дает возможность использовать известные результаты по уравнению (1). Поэтому до настоящего времени краевые задачи для такого класса уравнений нечетного порядка остаются малоизученными.

Связь диссертационной работы с тематическими планами НИИР. Тема диссертационной работы Иргашева Б.Ю. «Краевые задачи для вырождающихся уравнений высокого нечетного порядка с кратными характеристиками» утверждена на Ученом Совете института математики и информационных технологии АН Руз (протокол №5 от 28.04.2010 г) и связана с плановой темой лаборатории «Неклассические уравнения математической физики»

Цель исследования. Целью настоящей диссертационной работы является изучение вопросов существования и единственности решения новых краевых задач для вырождающихся уравнений нечетного порядка, как в конечных, так и в бесконечных областях, а также исследование вопроса о существовании собственных значений и собственных функций, нахождение автомодельных решений для вырождающегося уравнения третьего порядка.

Задачи исследования. Основными задачами исследования являются:

-постановка и исследование корректности новых краевых задач для вырождающихся уравнений нечетного порядка, как в конечных, так и в бесконечных областях;

-построение автомодельных решений для вырождающегося уравнения третьего порядка;

- исследование спектральных вопросов для вырождающегося уравнения третьего порядка.

Объект и предмет исследования: Объектом исследования являются краевые задачи для вырождающихся уравнений высокого нечетного порядка.

Методы исследования: При изучении рассматриваемых в диссертации задач широко применяются методы разделения переменных, функции Грина, теории интегральных уравнений, подобия и другие методы решений дифференциальных уравнений с частными производными.

Основные положения, выносимые на защиту. В работе получены следующие новые результаты: исследованы корректные краевые задачи для вырождающихся уравнений нечетного порядка, как в конечных, так и в бесконечных областях. При этом решения строятся в виде равномерно сходящихся рядов. Найдены собственные значения и собственные функции прямой и сопряженной задачи для вырождающегося уравнения третьего порядка, получены асимптотические выражения для собственных значений, а также построены автомодельные решения для вырождающегося уравнения третьего порядка и изучены их свойства.

Научная новизна. Результаты диссертации являются новыми и состоят в следующем:

- доказаны единственность и существование решения краевых задач для вырождающихся уравнений нечетного порядка с кратными характеристиками;
- построены автомодельные решения для вырождающегося уравнения третьего порядка;
- найдены собственные значения и собственные функции прямой и сопряженной задачи, получена асимптотика собственных значений.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Результаты, полученные в диссертации, носят теоретический характер. Они могут быть использованы для дальнейшего развития теории краевых задач для вырождающихся уравнений нечетного порядка, а также применены в математической физике, механике.

Реализация результатов. Работа носит теоретический характер.

Апробация работы. Основные результаты диссертации, докладывались на городском семинаре по дифференциальным уравнениям «Современные проблемы теории дифференциальных уравнений в частных производных» при Институте математики и информационных технологий (руководители: академики АН РУз Т.Д.Джураев и М.С.Салахитдинов), на семинаре «Современные проблемы вычислительной математики и математической физики» в НУУз им. М.Улугбека (руководитель: академик АН РУз Ш.А.Алимов), на научном семинаре специализированного совета Д 015.17.01 при Институте математики и информационных технологий АН РУз (председатель семинара – академик М.С.Салахитдинов). Кроме того, результаты частично докладывались на Международной научной конференции: «Актуальные проблемы прикладной математики и информационных технологий-«Аль-Хорезми 2009» (Ташкент, 18-21 сентября 2009 года).

Опубликованность результатов. Все результаты диссертации опубликованы в работах [1-10] в виде статей и тезисов конференций. Список опубликованных работ приведен в конце автореферата.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованной литературы содержащего 66 наименований. Диссертация изложена на 103 страницах машинописного текста.

2. ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении даётся краткий обзор работ по теме диссертации.

Первая глава состоит из двух параграфов. Первый параграф посвящен определению основных понятий, связанных с содержанием настоящей диссертации. Второй параграф состоит из обзора основных результатов диссертации.

Вторая глава состоит из четырех параграфов и посвящена исследованию краевых задач для вырождающихся уравнений третьего порядка. В первых двух параграфах второй главы исследованы краевые задачи для уравнений

$$\frac{\partial^3 u}{\partial x^3} - y^m \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0, \quad 0 < m < 1, \tag{1}$$

$$\frac{\partial^3 u}{\partial x^3} + y^m \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} - b y^{m-1} \frac{\partial u}{\partial y} = 0, \quad 0 < m < 1, b \ge 0 \tag{2}$$

Задача A_1**.** Найти в области $\Omega = \{(x,y): 0 < x, y < 1\}$ решение уравнения (1) из класса $K(\Omega) = \{u \mid u \in C^{3,2}_{x,y}(\Omega) \cap C^{2,1}_{x,y}(\overline{\Omega})\}$, со следующими краевыми условиями

$$u(x,0) = 0 \ ; \ \ u(x,1) = 0, \tag{3}$$

$$u(0,y) = \varphi_1(y), \ u(1,y) = \varphi_2(y), \ u_x(1,y) = \varphi_3(y), \tag{4}$$

где

$$\varphi_i(y) \in C^4(0;1], \ \varphi_i(1) = \varphi_i''(1) = 0, \tag{5}$$

$$\varphi_i^{(j)}(y) = O\left(y^{\frac{7}{2} - m - j}\right) \ при \ y \to +0, \ i = 1,2,3, \ j = \overline{0,4}. \tag{6}$$

Задача A_2**.** Найти в области Ω решение уравнения (1) из класса $K(\Omega)$, удовлетворяющее условиям (4) и

$$u(x,0) = 0 \ ; \ \ u_y(x,1) = 0. \tag{7}$$

Предполагается, что выполнены условия (6) и

$$\varphi_i(y) \in C^4(0;1], \ \varphi_i'(1) = \varphi_i''(1) = 0,$$

Задача A_3**.** Найти в области Ω решение уравнения (2) из класса $K(\Omega)$, удовлетворяющее краевым условиям (3) и

$$u(0,y) = \varphi_1(y), \ u(1,y) = \varphi_2(y), \ u_x(0,y) = \varphi_3(y).$$

Граничные функции удовлетворяют условиям (5) и

$$\varphi_i^j(y) = O\left(y^{\alpha - j}\right) \ при \ y \to +0, \ i = 1,2,3, \ j = \overline{0,4}, \ \alpha > \frac{7 + b - 3m}{2}.$$

Задача A_4**.** Найти в области $D = \{(x,y): -1 < x < 0, 0 < y < 1\}$ решение уравнения (1) из класса $K(D)$ удовлетворяющее краевым условиям (3) и

$$u(0,y)=\varphi_1(y),\ u(-1,y)=\varphi_2(y),\ u_x(0,y)=\varphi_3(y)\ .$$

На граничные функции ставятся ограничения (5),(6).

В пункте 2.1.1 главы II методом интегралов энергии доказывается следующая

Теорема 2.1.1. Краевые задачи A_1, A_2, A_3, A_4 с однородными граничными условиями имеют только тривиальные решения.

Во втором параграфе второй главы доказываются следующая теорема существования

Теорема 2.2.1. Если граничные функции удовлетворяют условиям

$$\varphi_i(y)\in C^4\left(0;1\right],\quad \varphi_i(1)=\varphi_i''(1)=0,$$

$$\varphi_i^{(j)}(y)=O\left(y^{\frac{7}{2}-m-j}\right)\ \text{при}\ y\to+0,\ i=1,2,3,\ j=\overline{0,4},$$

то решение задачи A_1 существует.

При доказательстве теоремы строится решение задачи A_1 (решения задач A_i, $i=\overline{2,4}$ строятся аналогично) методом разделения переменных. При этом решается задача Штурма-Лиувилля по переменной y на нахождение собственного значения и собственной функции, доказывается ортонормированность системы собственных функций и возможность разложения граничных функций по собственным функциям. Само решение получается в виде бесконечного ряда. Используя неравенства Бесселя, Коши-Буняковского и методы интегральных уравнений доказывается равномерная сходимость ряда и рядов, составленных из частных производных.

В третьем параграфе второй главы для линейного дифференциального оператора

$$L\left[u\right]=u_{xxx}-y^m u_{yy},\ \ 0<m<1,$$

исследуется следующая спектральная задача.

Задача D_λ. Найти те значения λ, при которых в области Ω существуют нетривиальные решения уравнения

$$L\left[u\right]=\lambda u\ ,$$

из класса $C_{x,y}^{3,2}\left(\Omega\right)\cap C_{x,y}^{2,1}(\overline{\Omega})$, удовлетворяющие условиям

$$u(x,0)=0,\ \ u(x,1)=0\ ,$$

$$u(0,y)=u(1,y)=u_x(1,y)=0\ .$$

Найдены собственные значения и собственные функции этой и сопряженной к ней задачи. Получена асимптотика собственных значений.

В четвертом параграфе второй главы, методом подобия найдены автомодельные решения уравнения (1), которые выражаются через вырожденные гипергеометрические функции. Изучены некоторые свойства этих решений.

Говорят, что дифференциальное уравнение в частных производных для функции двух независимых переменных (x, y) имеет автомодельное решение, если существуют такие функции $A(y), l(y)$, что решение $u(x, y)$ может быть представлено в виде :

$$u(x,y) = A(y)\, f\left(\frac{x}{l(y)}\right).$$

Решение уравнения в частных производных сводится к решению обыкновенного дифференциального уравнения для функции f.

Для нахождения автомодельного решения используется метод подобия, при котором для уравнения (1) решается следующая задача.

Задача 1. Найти решение уравнения (1), удовлетворяющее условию

$$\lim_{y\to+0} u(x,y) = \begin{cases} 1, & при\ \ x \ge 0 \\ 0, & при\ \ x < 0 \end{cases}.$$

Решение задачи 1 имеет вид

$$u(x,y) = \frac{1}{3\beta}\int_{-\infty}^{t} \varphi_2(\tau)d\tau,$$

где

$$\varphi_2(t) = t\Psi\left(\frac{7-2m}{3(2-m)}, \frac{4}{3}, \frac{(2-m)^2}{27}t^3\right), \;\; t = xy^{-\frac{2-m}{3}},$$

$$\Phi(a,c,x) = 1 + \frac{ax}{c1!} + \frac{a(a+1)x^2}{c(c+1)2!} + \ldots + \frac{(a_n)x^n}{(c_n)n!} + \ldots,$$

$$\Psi(a,c,x) = \frac{\Gamma(1-c)}{\Gamma(1+a-c)}\Phi(a,c,x) + \frac{\Gamma(c-1)}{\Gamma(a)}x^{1-c}\Phi(a-c+1, 2-c, x),$$

$$(a)_n = a(a+1)\ldots(a+n-1), (a)_0 = 1.$$

$$\beta = \frac{6\pi}{\sqrt{3}\sqrt[3]{(2-m)^4}} \frac{\Gamma\left(\frac{1}{2-m}\right)}{\Gamma\left(\frac{5-m}{3(2-m)}\right)\Gamma\left(\frac{7-2m}{3(2-m)}\right)}.$$

Если в задаче 1 начальное условие задается в виде

$$\lim_{y\to+0} u(x,y) = \begin{cases} 0, при\; x < x_1 \\ 1, при\;\; x_1 \le x \le x_2 \\ 0, при\; x > x_2 \end{cases},$$

тогда решение имеет вид

$$u(x,y) = \int_{x_1}^{x_2} u^*(x,y,\xi)d\xi,$$

где

$$u^{*}(x,y,\xi)=\frac{1}{y^{\frac{2-m}{3}}}f\left(\frac{x-\xi}{y^{\frac{2-m}{3}}}\right),\ f(t)=\frac{1}{3\beta}t\Psi\left(\frac{7-2m}{3(2-m)},\frac{4}{3},\frac{(2-m)^{2}}{27}t^{3}\right).$$

Теорема 2.4.1. Для произвольной функции $\varphi(x)$ удовлетворяющей условию Липшица на отрезке $[0;1]$, функция

$$u(x,y)=\int_{0}^{1}u^{*}(x,y,\xi)\varphi(\xi)d\xi$$

удовлетворяет уравнению (1) и условию

$$\lim_{y\to+0}u(x,y)=\varphi(x).$$

Третья глава состоит из двух параграфов. В первом параграфе третьей главы для уравнения

$$D_{x}^{2n+1}u+(-1)^{n}\!=\!y^{m}D_{y}^{2}u\quad 0,\ 0<m<1 \qquad (10)$$

ставятся следующие краевые задачи

Задача B_1**.** Найти в области $D=\{(x,y):0<x<\infty,0<y<1\}$ решение уравнения (10) из класса $u(x,y)\in L_2(D)\cap C_{x,y}^{2n+1,2}(D)\cap C_{x,y}^{2n,1}(D\cup\Gamma)$ (где $\Gamma=\{x\quad 0\}\uplus\{y\quad 0\}\uplus\{y\quad 1\}$) ограниченную вместе с частными производными по x до $2n$-го и по y до первого порядка, а также $u_y\in L_2(D)$ и удовлетворяющее краевым условиям

$$u(x,0)=0,\ u(x,1)=0,$$

$$D_{x}^{s}u(0,y)=\varphi_{s}(y),\ s=0,1,...,n-1,$$

$$\lim_{x\to+\infty}D_{x}^{r}u(x,y)=0,\ r=0,1,...,n,$$

где

$$\varphi_i(y)\in C^{4}(0;1],\quad \varphi_i(1)=\varphi_i''(1)=0,$$

$$\varphi_i^{(j)}(y)=O\left(y^{\frac{7}{2}-m-j}\right)\ при\ y\to+0,\ i=0,..,n-1,\ j=0,..,4.$$

Задача B_2**.** Найти в области $D=\{(x,y):0<x<\infty,0<y<1\}$ решение уравнения (10) из класса $u(x,y)\in L_2(D)\cap C_{x,y}^{2n+1,2}(D)\cap C_{x,y}^{2n,1}(D\cup\Gamma)$ (где $\Gamma=\{x\quad 0\}\uplus\{y\quad 0\}\uplus\{y\quad 1\}$) ограниченную вместе с частными производными по x до $2n$-го и по y до первого порядка, а также $u_y\in L_2(D)$ и удовлетворяющее условиям

$$u(x,0)=0,\ \ u_y(x,1)=0,$$
$$D_x^s u(0,y)=\varphi_s(y),\ \ s=0,1,\ldots,n-1,$$
$$\lim_{x\to+\infty} D_x^r u(x,y)=0,\ \ r=0,1,\ldots,n,$$

где

$$\varphi_i(y)\in C^4\left(0;1\right],\quad \varphi_i'(1)=\varphi_i''(1)=0,$$
$$\varphi_i^{(j)}(y)=O\left(y^{\frac{7}{2}-m-j}\right)\ \ при\ y\to+0,\ \ i=0,..,n-1,\ \ j=0,..4.$$

Теорема 3.1.1. Задачи B_1 и B_2 имеют единственные решения.

Теорема доказывается методом интегралов энергии.

Во втором параграфе третьей главы доказывается следующая теорема существования.

Теорема 3.2.1. Если граничные функции удовлетворяют условиям

$$\varphi_i(y)\in C^4\left(0;1\right],\quad \varphi_i(1)=\varphi_i''(1)=0$$
$$\varphi_i^{(j)}(y)=O\left(y^{\frac{7}{2}-m-j}\right)\ \ при\ y\to+0,\ \ i=0,..,n-1,\ \ j=\overline{0,4},$$

то решение задачи B_1 существует (аналогично доказывается существование решения задачи B_2).

Решение строится методом Фурье

$$u\left(x,y\right)=X\left(x\right)Y\left(y\right).$$

При этом решается краевая задача для обыкновенного дифференциального уравнения

$$X^{(2n+1)}-\left(-1\right)^n\lambda X=0.$$

Для случая четного n (аналогично для нечетного n) приходим к системе алгебраических уравнений с n неизвестными, определитель, которого имеет вид

$$\begin{vmatrix} 1 & . & . & 1 & 0 & . & . & 0 \\ \cos\psi_1 & . & . & \cos\psi_l & \sin\psi_1 & . & . & \sin\psi_l \\ . & . & . & . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . & . & . & . \\ \cos(2l-1)\psi_1 & . & . & \cos(2l-1)\psi_l & \sin(2l-1)\psi_1 & . & . & \sin(2l-1)\psi_l \end{vmatrix},$$

где

$$\psi_j=\frac{2\pi}{2n+1}\left(j+\frac{n}{2}\right).$$

Используя метод вычисления определителя Вандермонда, этот определитель явно вычисляется, показывается отличность его от нуля. Следовательно, система алгебраических уравнений имеет единственное решение.

Пользуясь, случаем выражаю глубокую признательность моим научным руководителям, академику Тухтамураду Джураевичу Джураеву и доктору физико-математических наук Жозилу Остановичу Тахирову за постановку задач, ценные советы и постоянное внимание при проведении настоящих исследований.

3. **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Диссертационная работа, состоящая из трех глав, посвящена постановке и исследованию корректных краевых задач для вырождающихся уравнений высокого нечетного порядка.

Первая глава состоит из двух параграфов. Первый параграф посвящен определению основных понятий, связанных с содержанием настоящей диссертации. Второй параграф состоит из обзора основных результатов диссертации.

Во второй главе диссертации рассматриваются корректные краевые задачи для вырождающихся уравнений третьего порядка в конечных областях.

Найдены собственные значения, их асимптотика и собственные функции следующей задачи:

Задача D_λ. Найти нетривиальные решения уравнения (1) в области $D=\{(x,y): 0<x,y<1\}$ со следующими однородными краевыми условиями

$$u(x,0)=0,\ \ u(x,1)=0,$$

$$u(0,y)=u(1,y)=u_x(1,y)=0.$$

Найдены также собственные значения и собственные функции сопряженной задачи. Построены автомодельные решения уравнения (1) и исследованы их свойства.

В третьей главе диссертации для уравнения

$$D_x^{2n+1}u+(-1)^n y^m D_y^2 u=0,\ 0<m<1,$$

исследуются первая и вторая краевые задачи в полуполосе. При этом решение поставленных задач сводится к решению спектральной задачи для обыкновенного дифференциального уравнения 2-го порядка с особой точкой и решению краевой задачи для обыкновенного дифференциального уравнения $2n+1$- го порядка, при этом приходится решать алгебраическую систему с n неизвестными, которое имеет и самостоятельный интерес с точки зрения теории обыкновенных дифференциальных уравнений.

4. СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Апаков Ю.П.,Иргашев Б.Ю. Об одной задаче для вырождающегося уравнения третьего порядка. // Дифференциальные уравнения, теория функций и приложения: Тез. докл. меж. конф. 28 май -2 июня 2007 г.-Новосибирск, 2007. -С 67-68.
2. Иргашев Б.Ю. Краевая задача для уравнения третьего порядка с кратными характеристиками, имеющего вырождение 2-го рода. // Уравнения смешанного типа и родственные проблемы анализа и информатики: Материалы Меж. Российско-Азербайджанского симпозиума. 12-17 мая 2008 г.- Нальчик, Эльбрус: НИИ прикладной математики и автоматизации КБНЦ РАН. – С. 73-75.
3. Джураев Т.Д., Иргашев Б.Ю. Краевые задачи в полуполосе для вырождающихся уравнений высокого порядка с кратными характеристиками. //Дифференциальные уравнения, функциональные пространства, теория приближений: Тезисы докл. меж. конф. 5-12 октября 2008 г.- Новосибирск, 2008. –С. 76.
4. Иргашев Б.Ю. Вторая краевая задача для вырождающегося уравнения третьего порядка с кратными характеристиками. //Вестник Кабардино-Балкарского государственного университета, сер. Математические науки, Выпуск 5, - Нальчик, 2008 г. - С. 39-49.
5. Иргашев Б.Ю. Краевые задачи в полуполосе для вырождающихся уравнений высокого порядка. // Исследования по интегро-дифференциальным уравнениям. - Бишкек, «Илим» 2008. Выпуск 38. – С. 125-128.
6. Иргашев Б.Ю. Об автомодельных решениях одного вырождающегося уравнения третьего порядка. // Известия Ошского технологического университета. - Ош , 2008, № 2, -С. 135-140.
7. Irgashev B.Yu. Boundary problem for the third order, linear equation with multiple characteristics. // World mathematical society of Turkic countries: Abstracts of third congress of the Volume 1. June 30-July 4, 2009. – Almaty.-P. 216.
8. Иргашев Б.Ю. Краевая задача для одного линейного вырождающегося уравнения третьего порядка. // Современные проблемы вычислительной математики и математической физики, памяти академика А.А. Самарского к 90-летю со дня рождения: Тезисы докл. меж. конф. 16-18 июня 2009 г. – Москва,: Изд. отд. Факультета ВМиК им. М.В.Ломоносова,2009. -С. 178-179.
9. Джураев Т.Д., Иргашев Б.Ю. Об одной спектральной задаче для вырождающегося уравнения третьего порядка. // УзМЖ. Ташкент, 2009. № 3.-С.27-35.

10. Апаков Ю.П., Иргашев Б.Ю. Краевая задача для уравнения третьего порядка вырождающегося на границе области. // УзМЖ. Ташкент, 2010. № 1.-С.14-23

Физика-математика фанлари номзоди илмий даражасига талабгор **Иргашев Бахром Юсупхановичнинг** 01.01.02 – дифференциал тенгламалар ихтисослиги бўйича **“Юқори тоқ тартибли, бузилувчан, каррали характеристикали тенгламалар учун чегаравий масалалар”** мавзусидаги диссертациясининг

РЕЗЮМЕСИ

Таянч сўзлар: Бузилувчан тенгламалар, каррали характеристика, Фурье усули, махсус функциялар, Грин функцияси.

Тадқиқот объектлари: Юқори тоқ тартибли, бузилувчан, каррали характеристикали тенгламалар.

Ишнинг мақсади: Юқори тоқ тартибли, бузилувчан, каррали характеристикали тенгламалар учун чегаравий масалаларнинг қўйилиши, ечимининг мавжудлиги ва ягоналигини тадқиқ қилиш, хос қийматларни аниқлаш, автомодел ечим қуриш.

Тадқиқот усули: Фурье усули ва хусусий ҳосилали тенгламаларни ечишдаги бошқа усуллардан кенг фойдаланилган.

Олинган натижалар ва уларнинг янгилиги: Юқори тоқ тартибли, бузилувчан, каррали характеристикали, тенгламалар учун қўйилган чегаравий масалалар ечимининг мавжудлиги ва ягоналигини ўрганилган, хос қийматлар топилган, автомодел ечимлар қурилган.

Диссертацияда олинган барча натижалар янги.

Амалий аҳамияти: диссертация назарий ахамиятга эга.

Фойдаланиш соҳаси: диссертация натижалари хусусий ҳосилали, бузилувчан тенгламалар назариясига доир илмий изланишларда ҳамда физика ва механика масалаларини ечишда фойдаланилиши мумкин.

РЕЗЮМЕ

диссертации **Иргашева Бахрома Юсупхановича** на тему «Краевые задачи для вырождающихся уравнений высокого нечетного порядка с кратными характеристиками» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.02 – дифференциальные уравнения.

Ключевые слова: Вырождающийся уравнения, кратные характеристики, метод Фурье, специальные функции, функция Грина.

Объекты исследования: Вырождающиеся уравнения высокого нечетного порядка с кратными характеристиками.

Цель работы: Исследование существования и единственности краевых задач для вырождающихся уравнений высокого нечетного порядка с кратными характеристиками, нахождение собственных значений, построение автомодельных решений.

Метод исследования: Применены методы Фурье, подобия и другие методы при решении уравнений с частными производными.

Полученные результаты и их новизна: Исследованы вопросы существования и единственности поставленных краевых задач для вырождающихся уравнений высокого нечетного порядка с кратными характеристиками, найдены собственные значения, построены автомодельные решения для исследованных уравнений.

Все результаты диссертации новые.

Практическая значимость: диссертация имеет теоретическое значение.

Область применения: Результаты диссертации могут быть применены при исследованиях вырождающихся дифференциальных уравнений с частными производными, а также при исследовании задач физики и механики.

RESUME

For the dissertation of **Irgashev Bahrom Yusuphanovich** named **“Boundary problems for degenerating equations of high odd order with multiple characteristics”**

Key words: degenerating equation, multiple characteristics, Fourier method, specific functions, Green function.

Objects of study: Degenerating equations of high odd order with multiple characteristics.

Purpose of the work: Studying the existence and uniqueness of boundary problems for degenerating equations of high odd order with multiple characteristics, finding private values, constructing automodel solution for degenerating equation of high odd order.

Method of study: It was applied Fourier method, method of similarity and other methods in solving the equations with private derivative.

Obtained results and their novelty: the existence and uniqueness of stated boundary problem for degenerating equations of high odd order with multiple characteristics was studied, private values was found, and automodel solution for studied equation was constructed.

All of the results of dissertation are new.

Practical importance: the dissertation has theoretical importance.

Fields of application: The results of the dissertation can be applied to studying degenerating differential equations with private derivative, and to the problems of physics and mechanics.

Соискатель: