МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

ОШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ЖАЛАЛ-АБАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИНСТИТУТ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ ЮЖНОГО ОТДЕЛЕНИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Диссертационнный совет К 01.17.554

На правах рукописи
УДК 517.928

Омуралиев Марсбек Кенешалиевич

О ПОСТРОЕНИИ РАВНОМЕРНОЙ АСИМПТОТИКИ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЯ ЛАГЕРСТРОМА

01.01.02 – дифференциальные уравнения,
динамические системы и оптимальное управление

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук

Ош-2018

Работа выполнена в Институте социального развития и предпренимательства

Научный руководитель: доктор физико-математических наук,
профессор, Заслуженный деятель науки КР,
член-корр. НАН КР **Алымкулов Келдибай**.

Официальные оппоненты: доктор физико-математических наук,
доцент **Джураев Абубакир Мухтарович**

кандидат физико-математических наук,
доцент **Абдувалиев Абдыганы Осмонович**

Ведущая организация: КазНУ им. Аль-Фараби, Алматы,
пр-т Аль-Фараби, д. 71.

Защита диссертации состоится «16» февраля 2018 г. в часов на заседании Диссертационного совета К 01.17.554 по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук при Ошском государственном университете, Жалал-Абадском государственном университете и Институте природных ресурсов южного отделения НАН Кыргызской Республики по адресу: 723500, г. Ош, ул. Ленина, 331.

С диссертацией можно ознакомиться в Центральной библиотеке Ошского государственного университета по адресу: Кыргызстан, 723500, г. Ош, ул. Ленина, 333.

Автореферат разослан « 15 » января 2018 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
кандидат физ.-мат. наук, доцент Бекешов Т.О.

Общая характеристика работы

Диссертационная работа посвящена построению равномерных асимптотических разложений решений исходного и обобщенного уравнения Лагерстрома.

Актуальность темы диссертации. Асимптотический анализ постоянно растет под влиянием различных прикладных задач небесной механики, радиофизики, механики жидкостей и газа, квантовой механики, математической биофизикии медицины и других прикладных исследований. К этому разделу также относится теории возмущений (пертурбаций) дифференциальных уравнений. Впервые такие регулярно возмущенные уравнения возникли в небесной механике. И в теории возмущений возник классический метод разложения по малому параметру решений дифференциальных уравнений, если эти уравнения зависят от малого параметра регулярным образом. Если исходное, изучаемое дифференциальнное уравнение зависит от малого параметра аналитически (или достаточно гладко), то решение этого уравнения является также аналитической функцией по малому параметру (гладкой функцией, т.е. разлагается в ряд Тейлороа с остаточным членом). В теорию классического метода возмущений большой вклад внес французский математик Анри Пуанкаре (Jules Henri Poincaré). Он, впервые дал строгое определение асимптоти ического ряда.

В изучении вопросов обтекания тел механики жидкостей и газа возникли сингулярно возмущенные дифференциальные уравнения. Родоначальником появления этой теории, был немецкий механик Людвиг Прандтль (Ludwig Prandtl).

Сингулярно возмущенные уравнения с малым параметром не зависят от малого параметра гладко, т.е. если написать исследуемое уравнение в нормальном виде, то это уравнение имеет полюс некоторого порядка по малому параметру. Поэтому при построении асимптотики решения этих уравнений возникают определенные трудности, в связи понижением порядка или появлением особой точки соответствующего невозмущенного уравнения.

В радиофизике также возник сингулярно возмущенное уравнение Ван-дер-поля (Van der Pol - датский инженер).

По словам известных математиков К. Фридрихса (K. Friedrich) и Л.Сегал (L. Segel) "Асимптотическое описание является прекрасным математическим инструментом анализа явлений природы, но имеет глубокое значение для прикладной и вычислительной математики".

Поэтому, разработка методов построения асимптотики решений сингулярно возмущенных уравнений вызывает большой интерес для прикладных исследований.

В данной диссертационной работе методом структурного сращивания и доминантного анализа строится равномерная асимптотика решения модельного уравнения Лагерстрома на бесконечном отрезке.

Цель работы

1. Получить равномерные асимптотические разложения решений для возмущенного исходного модельного уравнения Лагерстрома второго порядка на бесконечном отрезке.

2. Получить равномерные асимптотические разложения решений для возмущенного обобщенного модельного уравнения Лагерстрома второго порядка на бесконечном отрезке.

Методы исследования

Метод малого параметра, метод структурного сращивания, метод математической индукции, метод мажорант, метод доминантного анализа с дальнейшим применением функции Грина.

Научная новизна работы

Впервые получены равномерные асимптотические разложения решений исходного и обобщенного модельного уравнения Лагерстрома второго порядка на бесконечном отрезке. Доказана не только асимптотический характер решения, но и равномерная сходимость построенной асимптотики.

Теоретическая и практическая ценность

Настоящая работа, носит теоретический характер, но ее результаты могут найти приложение в механике жидкостей и газа, в квантовой механике и других областях техники и науки.

Основное положение, выносимое на защиту

Построение равномерных асимптотических разложений решений исходного и обобщенного модельного уравнения Лагерстрома второго порядка на бесконечном отрезке.

Доказательство асимптотического характера решения и равномерной сходимости построенной асимптотики.

Апробация результатов. Результаты настоящей работы докладывались:

- -на межрегиональном семинаре математиков южного Кыргызстана (руководитель член-корр. НАН КР К. Алымкулов);
- на международной конференции посвященной 70-летию заслуженного деятеля науки КР, д.ф.-м.н., профессора Б. Арапова (2013 г., г. Ош);
- на международной конференции посвященной 20-летию КРСУ и 100-летию чл.-корр. НАН КР Я.В. Быкова (2013, Ысык-Куль).
- на международном конференции посвященном 70-летию академика РК Отелбаева (2012, г. Астана).

Публикации по теме диссертации. Основное содержание настоящей работы опубликовано в статьях [1-10] приведенных в конце реферата. В работах [1-2,5, 9-10] Алымкулову К. принадлежит постановка проблемы, в работе [3] Алымкулову К. и Зулпукарову А.З. принадлежит постановка проблемы, а автору – получение научных результатов и доказательства теорем.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из списка используемых обозначений и определений, введения, трех глав, разбитых на 12 параграфов, вывода, списка использованных источников. Работа изложена на 88 страницах текста.

Автор выражает глубокую признательность и искреннюю благодарность научному руководителю, доктору физико-математических наук, профессору, заслуженному деятелю науки, член-корреспонденту Национальной Академии Наук Кыргызской Республики *Алымкулову Келдибаю* за постоянное внимание и полезные советы при обсуждении работы.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении дано обоснование тематики и общая характеристика работы. Работа состоит из трех глав разбитых на 12 параграфов.

Первая глава состоит из двух параграфов. §1.1 посвящен общему обзору результатов по теории модельного уравнения Лагерстрома. Здесь отмечено, что Лапласиан в n-мерном декартовой системе координат имеет вид

$$\Delta u = \frac{\partial^2 u}{\partial x_1^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial x_2^2} + \ldots + \frac{\partial^2 u}{\partial x_n^2}, \text{ где } u=u(x_1,x_2,\ldots,x_n)$$

а при $u(x_1,x_2,\ldots,x_n)=u(r)$, *где* $r = \sqrt{\left(x_1 - x_{0,1}\right)^2 + \left(x_2 - x_{0,2}\right)^2 + \ldots + \left(x_n - x_{0,n}\right)^2}$,

примет вид

$$\Delta u\left(r\right) = \frac{d^2 u(r)}{dr^2} + \frac{n-1}{r}\frac{du}{dr}.$$

1950 году английский механик и математик Лагерстром (Lagerstrom A.P.) для исследования несжимаемой жидкости при низких числах Рейнольдса вместо уравнения Навье Стокса предложил модельную задачу

$$\frac{d^2 u(r)}{dr^2} + \frac{n-1}{r}\frac{du}{dr} + u(r)\frac{du}{dr} = 0, \quad u(\varepsilon) = 0, \quad u(\infty) = 1, \tag{1}$$

где 0<ε – малый параметр, n-размерность пространства.

Отметим, что в уравнении (1) к n мерному оператору Лапласа добавлен член $u(r)u'(r)$ который отражает некоторые тепловые потери для изучаемой стационарной системы.

Позже Лагерстром предложил обобщенную модельную задачу

$$\frac{d^2 u(r)}{dr^2} + \frac{n-1}{r}\frac{du}{dr} + u(r)\frac{du}{dr} + \beta\left(\frac{du}{dr}\right)^2 = 0, \quad u(\varepsilon) = 0, \quad u(\infty) = 1. \tag{2}$$

Пусть $r = \varepsilon x,\ y = 1 - u$, тогда (1) и (2) примет соответственно вид

$$\frac{d^2 y(x)}{dx^2} + \left(\frac{\alpha}{x} + \varepsilon\right)\frac{dy}{dx} - \varepsilon y(x) y'(x) = 0, \quad y(1) = 1, \quad y(\infty) = 0, \tag{3}$$

$$\frac{d^2y(x)}{dx^2}+\left(\frac{\alpha}{x}+\varepsilon\right)\frac{dy}{dx}-\varepsilon y(x)y'(x)-\beta\left(y'(x)\right)^2=0,\quad y(1)=1,\quad y(\infty)=0,\qquad(4)$$

где α=n–1.

Далее всюду в диссертации под исходной задачи понимаем задачу (3), а под обобщенной задачей Лагерстрома задачу (4).

В первой главе в обзоре приведены результаты по теории модельного уравнения Лагерстрома, которые в основном были получены зарубежными математиками.

В §1.2 приведены основные содержания полученных научных результатов диссертации. В конце главы сделано заключение по первой главе.

Во второй главе строится асимптотика решения исходной задачи Лагерстрома.

§2.1 построено равномерное представление решения исходнай задачи Лагерстрома размерности один:

$$\frac{d^2y(x)}{dx^2}+y(x)\frac{dy(x)}{dx}=0,\ y(\varepsilon)=0, y(\infty)=1$$

которое интегрируется точно и имеет решение

$$y(x)=\frac{e^{x-\varepsilon}-1}{e^{x-\varepsilon}+1}=th\frac{x-\varepsilon}{2},$$

и разлагается в асимптотический ряд по ε:

$$y(x)=y(x,\varepsilon)=y(x,0)+y'_x(x,0)\varepsilon+\ldots+y_\varepsilon^{(n)}(x,0)\varepsilon^n+\ldots=\frac{2e^x}{(e^x+1)^2}+2\frac{e^x-e^{3x}}{(e^x+1)^4}\varepsilon+\ldots$$

В §2.2 рассматривается одномерная задача

$$\frac{d^2y(x)}{dx^2}+\left(\frac{1}{x}+\varepsilon\right)\frac{dy}{dx}=\varepsilon y(x)\frac{dy}{dx},\quad y(1)=1,\quad y(\infty)=0.\qquad(5)$$

Доказаны следующие теоремы

Теорема 2.1. Внешнее решение задачи (5) на отрезке $I(\varepsilon)=\left[1,\varepsilon^{-1}\right)$ представимо в виде

$$y(x,\varepsilon)=y_0(x)+\varepsilon y_1(x)+\ldots+\varepsilon^n y_n(x)+R_{n+1}(x,\varepsilon)\qquad(6)$$

и для остаточного члена $R_{n+1}(x,\varepsilon)$ справедлива оценка: $\left|R_{n+1}(x,\varepsilon)\right|\le l\mu^{n+1}$, где $\mu=(-ln\varepsilon)^{-1}$, 0<$l$ – const.

Теорема 2.2. Решение задачи (5) представляется в виде равномерно сходящегося ряда

$$y(x,\mu)=y_0(x,\varepsilon)+y_1(x,\varepsilon)\mu+y_2(x,\varepsilon)\mu^2+\ldots+y_m(x,\varepsilon)\mu^m+\ldots,$$

где $\mu \sim [\ln 1/\varepsilon]^{-1}$, $y_m(x,\varepsilon) = O(1), x \in [1,\infty), \varepsilon \to 0$.

В §2.3 строится асимптотика решения исходной задачи Лагерстрома размерности большего двух, но меньших трех.

Рассмотрена задача

$$\frac{d^2 y(x)}{dx^2} + (\frac{\alpha}{x} + \varepsilon)\frac{dy}{dx} = \varepsilon y(x)\frac{dy}{dx}, \quad y(1) = 1,\ y(\infty) = 0, \tag{7}$$

где 1<α<2.

Доказаны следующие теоремы

Теорема 2.3. Внешнее решение задачи (7) на отрезке $I(\varepsilon) = [1,\varepsilon^{-1}]$, представимо в виде (6), где $\left|R_{n+1}(x,\varepsilon)\right| \le l\varepsilon^{n+1}$.

Теорема 2.4. Решение задачи (7) представимо в виде равномерно сходящегося ряда

$$y(x,\mu) = y_0(x,\varepsilon) + y_1(x,\varepsilon)\mu + y_2(x,\varepsilon)\mu^2 + \ldots + y_n(x,\varepsilon)\mu^n + \ldots,$$

где $\mu \sim O(\varepsilon^{\alpha-1})$. $y_m(x,\varepsilon) = O(1),\ x \in [1,\infty),\ \varepsilon \to 0$.

В §2.4 построена асимптотика решения исходной задачи Лагерстрома размерности три, т.е. исследуется задача

$$\frac{d^2 y(x)}{dx^2} + \left(\frac{2}{x} + \varepsilon\right)\frac{dy}{dx} = \varepsilon y(x)\frac{dy}{dx}, \quad y(1) = 1,\ y(\infty) = 0. \tag{8}$$

Доказаны

Теорема 2.5. Внешнее решение задачи (8) на отрезке $I(\varepsilon) = \left[1,\varepsilon^{-1}\right)$ можно представить в виде

$$y(x,\varepsilon) = y_0(x) + \mu y_1(x) + \ldots + \mu^n y_n(x) + \mu^{n+1} R_{n+1}(x,\varepsilon)$$

где $\left|R_{n+1}(x,\varepsilon)\right| \le l\mu^{n+1}$, $\mu = \varepsilon ln\frac{1}{\varepsilon}$.

Теорема 2.6. Решение задачи (8) представляется в виде равномерно сходящегося ряда

$$y(x,\mu) = y_0(x,\varepsilon) + y_1(x,\varepsilon)\mu + y_2(x,\varepsilon)\mu^2 + \ldots + y_n(x,\varepsilon)\mu^n + \ldots,$$

где $\mu \sim \varepsilon[\ln 1/\varepsilon]$, $y_m(x,\varepsilon) = O(1),\ x \in [1,\infty),\ \varepsilon \to 0$.

В § 2.5 строится асимптотика решения исходной задачи Лагерстрома размерности четыре

$$\frac{d^2y(x)}{dx^2}+\left(\frac{3}{x}+\varepsilon\right)\frac{dy}{dx}=\varepsilon y(x)\frac{dy}{dx},\quad y(1)=1,\ y(\infty)=0. \qquad (9)$$

Доказаны

Теорема 2.7. Внешнее решение задачи (9) на отрезке $I(\varepsilon)=\left[1,\varepsilon^{-1}\right)$ имеет вид (6), где $\left|R_{n+1}(x,\varepsilon)\right|\le l\varepsilon^{n+1}$.

Теорема 2.8. Решение задачи (9) представляется в виде равномерно сходящегося ряда

$$y(x,\mu)=y_0(x,\varepsilon)+y_1(x,\varepsilon)\mu+y_2(x,\varepsilon)\mu^2+\ldots+y_n(x,\varepsilon)\mu^n+\ldots,$$

где $\mu\sim O(\varepsilon),y_m(x,\varepsilon)=O(1),\ x\in[1,\infty),\ \varepsilon\to 0.$

В конце главы сделано заключение.

В третьей главе исследуется обобщенное уравнение Лагерстрома

В §3.1 построено равномерное представление решения обобщенной задачи Лагерстрома размерности один, т.е. задачи

$$y''(x)+y(x)y'(x)=-\beta y'^2(x),\ y(\varepsilon)=0,\ y(\infty)=1 \qquad (10)$$

где $0<\beta$ - постоянная.

Доказана

Теорема 3.1. Решение задачи (10) имеет вид

$$x-\varepsilon=\beta^2\int_0^y\frac{ds}{1-\beta s+c\beta^2e^{-\beta s}}$$

Отметим, что функция $F(s)=1-\beta s+c\beta^2e^{-\beta s}$ должна имеет нуль первого порядка в точке y=1, т.е. $F(1)=1-\beta+c\beta^2e^{-\beta}=0$.

В §3.2 построена асимптотика решения обобщенной задачи Лагерстрома размерности два

$$y''(x)+(x^{-1}+\varepsilon)y'(x)-\varepsilon y(x)y'(x)=-\beta(y'(x))^2,y\ (1)=1,\ y(\infty)=0 \qquad (11)$$

Доказаны следующие теоремы

Теорема 3.2. Внешнее решение задачи (11) с начальными условиями $y(1)=1,\ y'(1)=\mu=\left(\ln\frac{1}{\varepsilon}\right)^{-1}$ на отрезке $J(\varepsilon)=[1,\varepsilon^{-1}]$ представимо в виде

$$Y(x,\varepsilon)=y_0(x)+\varepsilon y_1(x)+\varepsilon^2y_2(x)+\ldots+\varepsilon^ny_n(x)+\ldots \qquad (12)$$

Теорема 3.3. Внешнее решение задачи (11) представляется в виде равномерно сходящегося ряда

$$y(x,\mu)=y_0(x,\varepsilon)+y_1(x,\varepsilon)\mu+y_2(x,\varepsilon)\mu^2+\ldots+y_n(x,\varepsilon)\mu^n+\ldots,$$

где $\mu\sim[\ln 1/\varepsilon]^{-1}$, $y_m(x,\varepsilon)=O(1)$, $x\in[1,\infty)$, $\varepsilon\to 0$.

§ 3.3 строится асимптотика решения обобщенной задачи Лагерстрома размерности большего двух, но меньших трех

$$y''(x)+(\alpha x^{-1}+\varepsilon)y'(x)-\varepsilon y(x)y'(x)=-\beta(y'(x))^2,\ y\ (1)=1,\ y(\infty)=0 \qquad (13)$$

Доказаны

Теорема 3.4. Внешнее решение задачи (13) с начальными условиями $y(1)=1$, $y'(1)=\varepsilon$ на отрезке $J(\varepsilon)=[1,\varepsilon^{-1})$ можно представить в виде (12).

Теорема 3.5. Асимптотика решение задачи (13) представляется в виде равномерно сходящегося ряда

$$y(x,\mu)=y_0(x,\varepsilon)+y_1(x,\varepsilon)\mu+y_2(x,\varepsilon)\mu^2+\ldots+y_n(x,\varepsilon)\mu^n+\ldots,$$

где $\mu\sim O(\varepsilon^{\alpha-1})$. $y_m(x,\varepsilon)=O(1)$, $x\in[1,\infty)$, $\varepsilon\to 0$.

В §3.4 построена асимптотика решения обобщенной задачи Лагерстрома размерности три

$$y''(x)+(2x^{-2}+\varepsilon)y'(x)-\varepsilon y(x)y'(x)=-\beta(y'(x))^2, y\ (1)=1,\ y(\infty)=0 \qquad (14)$$

Доказаны следующие теоремы

Теорема 3.6. Внешнее решение задачи (14) с начальными условиями $y(1)=1$, $y'(1)=\mu=\varepsilon\ln\frac{1}{\varepsilon}$ на отрезке $J(\varepsilon)=[1,\varepsilon^{-1}]$ представимо в виде (12).

Теорема 3.7. Решение задачи

$$u''(t)+\left(\frac{2}{t}+1\right)u'(t)=\beta\left(u'(t)\right)^2+u(t)u'(t)\ ,\quad u(\varepsilon)=1,\ u(\infty)=0$$

можно представить в виде

$$u(t,\varepsilon)=u_0(t,\mu)+u_1(t,\mu)+u_2(t,\mu)+\ldots+u_n(t,\mu)+$$

где $u_k(t,\mu)=O(\mu^k)$, $u'_k(t)=O(\mu^k)$, $(k=0,1,2,\ldots)$

Теорема 3.8. Асимптотика решение задачи (14) представляется в виде равномерно сходящегося ряда

$$y(x,\mu)=y_0(x,\varepsilon)+y_1(x,\varepsilon)\mu+y_2(x,\varepsilon)\mu^2+\ldots+y_n(x,\varepsilon)\mu^n+\ldots,$$

где $\mu\sim\varepsilon[\ln 1/\varepsilon]$, $y_m(x,\varepsilon)=O(1), x\in[1,\infty), \varepsilon\to 0$.

В §3.5 строится асимптотика решения обобщенной задачи Лагерстрома размерности четыре

Рассматривается обобщенная задача Лагерстрома

$$y''(x)+(3x^{-2}+\varepsilon)y'(x)-\varepsilon y(x)y'(x)=-\beta(y'(x))^2,\ y\ (1)=1,\ y(\infty)=0 \quad (15)$$

Доказаны

Теорема 3.9. Внешнее решение задачи (15) с начальными условиями $y(1)=1$, $y'(1)=a=\varepsilon$ на отрезке $J(\varepsilon)=[1,\varepsilon^{-1}]$ можно представить в виде (12).

Доказана

Теорема 3.10. Асимптотика решение задачи (15) представляется в виде равномерно сходящегося ряда

$$y(x,\mu)=y_0(x,\varepsilon)+y_1(x,\varepsilon)\mu+y_2(x,\varepsilon)\mu^2+\ldots+y_n(x,\varepsilon)\mu^n+\ldots,$$

где $\mu\sim O(\varepsilon)$, $y_m(x,\varepsilon)=O(1)$, $x\in[1,\infty)$, $\varepsilon\to 0$.

Вывод

Впервые получены равномерные асимптотические приближения решения исходного и обобщенного модельного уравнения Лагерстрома второго порядка на бесконечном отрезке.

Доказан асимптотический характер и равномерная сходимость полученных решений при малом ε, решения задачи Лагерстрома.

Исследованы также случаи нецелой размерности пространства.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ В РАБОТАХ

1. Омуралиев, М.К. Построение асимптотики решения сингулярно возмущенной задачи Лагерстрома размерности два, методом структурного сращивания [Текст] / К. Алымкулов, Омуралиев М.К. // Вестник ОшГУ. – 2013. - № 1. – С. 55-61.
2. Омуралиев, М.К. Построение асимптотики решения сингулярно возмущенной задачи Лагерстрома размерности три, методом структурного сращивания [Текст] / К. Алымкулов, Омуралиев М.К. // Вестник ОшГУ. – 2013. - № 1. – С. 61-65.
3. Омуралиев, М.К. Построение асимптотики решения сингулярно возмущенной обобщенной задачи Лагерстрома размерности два, методом структурного сращивания [Текст] / К. Алымкулов, Омуралиев М.К., Зулпукаров А. // Вестник ОшГУ. – 2013. -№ 2. Вып. 2. – С. 173-176.
4. Омуралиев, М.К. Построение асимптотики решения сингулярно возмущенной задачи Лагерстрома размерности четыре, методом структурного сращивания [Текст] / Омуралиев М.К. // Вестник ОшГУ. – 2013. -№ 2. Вып. 2. – С. 192-196.
5. Омуралиев, М.К. Построение асимптотики решения сингулярно возмущенной обобщенной задачи Лагерстрома размерности три, методом структурного сращивания [Текст] / К. Алымкулов, Омуралиев М.К. // Материалы 2-й международной конференции, посвященной 20-и летию образования КРСУ им. Б.Н. Ельцина и 100 летию профессора Я.В. Быкова. Т. 2. 2013. – С. 88-94.
6. Омуралиев, М.К. Построение асимптотики решения сингулярно возмущенной обобщенной задачи Лагерстрома размерности четыре, методом структурного сращивания [Текст] /Омуралиев М.К. // ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ. – 2014. - № 11. – С. 3-6.
7. Омуралиев, М.К. Построение асимптотики решения сингулярно возмущенной задачи Лагерстрома методом структурного сращивания в случае размерности больше двух, но меньших три [Текст] /Омуралиев М.К. // ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ. – 2014. - № 11. – С. 10-14.
8. Omuraliev, M.K. Method of Structural Matching and its Application to Lagerstrom's Model Equation [Text] / K. Alymkulov, M.K. Omuraliev // International Journal of Scientific and Innovative Mathematical Research (IJSIMR), Volume 3, Issue 3, March 2015. – Pp. 81-88.

9. Омуралиев, М.К. Построение асимптотики решения сингулярно возмущенной задачи Лагерстрома методом структурного сращивания в случае нецелой размерности пространства [Текст] / К. Алымкулов, Омуралиев М.К. // Приволжский научный вестник. – 2017. -№ 3(67). – С. 5-9.
10. Омуралиев, М.К. Построение асимптотики решения сингулярно возмущенной обобщенной задачи Лагерстрома в случае, когда размерности больше одного, но меньших двух методом структурного стращивания [Текст] / К. Алымкулов, Омуралиев М.К. // Сборник научных работ Евразийского Научного Объединения. – Москва: ЕНО, 2017. – С. 1-4.

Омуралиев Марсбек Кенешалиевичтин «Лагерстромдун теңдемесинин чечиминин бир калыптагы асимптотикасын тургузуу жөнүндө» деген темадагы 01.01.02 – «Дифференциалдык теңдемелер, динамикалык системалар жана оптималдык башкаруу» адистиги боюнча физика-математикалык илимдердин кандидаты окумуштуулук даражасын алуу үчүн жазылган диссертациясынын

РЕЗЮМЕСИ

Урунттуу сөздөр: Лагерстромдун алгачкы теңдемеси, Лагерстромдун жалпыланган теңдемеси, асимптотикалык ажыралма, кичине параметр, структуралык жалгаштыруу усулу үстөмдүк кылуу методу, Гриндин функциясы.

Изилдөөнүн объекти. Лагерстромдун алгачкы жана жалпыланган маселеси.

Иштин максаттары. Чексиз аралыкта Лагестромдун алгачкы жана жалпыланган маселесинин чечимдеринин бир калыптагы асимптотикалык ажыралмаларын тургузуу.

Изилдөөнүн усулдары: кичине параметр усулу, математикалык индукция усулу, мажоранттар усулу, структуралык жалгаштыруу усулу.

Изилдөөнүн илимий жаңылыктары. Биринчи жолу чексиз аралыкта Лагестромдун алгачкы жана жалпыланган маселесинин чечимдеринин бир калыптагы асимптотикалык ажыралмаларын тургузулду. Чечимдин асимптотикалык гана мүнөздө болбостон кичине параметрдин кичине маанисинде бир калыпта жыйналары да далилденди. Ошондой эле Лагерстромдун теңдемесинин бүтүн эмес мейкиндикте болгон учуру да каралды

РЕЗЮМЕ

диссертационной работы Омуралиева Марсбека Кенешалиевича на тему «О построении равномерной асимптотики решения уравнения Лагерстрома» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.02 – «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление»

Ключевые слова: уравнение Лагерстрома, обобщенное уравнение Лагерстрома, асимптотическое разложение, малый параметр, метод структурного сращивания,метод доминантного анализа, функция Грина.

Объект исследования. Исходная и обобщенная задачи Лагерстрома.

Цель работы. Построить равномерные асимптотические разложения решения исходной и обобщенной задачи Лагерстрома на бесконечном отрезке.

Методы исследования: метод малого параметра, метод математической индукции, метод мажорант, метод структурного сращивания, метод доминантного анализа.

Научная новизна.

Впервые получены равномерные асимптотические приближения исходного и обобщенного модельного уравнения Лагерстрома второго порядка на бесконечном отрезке. Доказана не только асимптотический характер решения, но и равномерная сходимость построенной асимптотики.

Также рассмотрен случай нецелой размерности уравнения Лагерности.

SUMMARY

Omuraliev Marsbek Keneshalievich

Dissertation «About a building (construction) of asymptotic of solutions of the Lagerstrom equation» for the scientific degree of candidate of physical-mathematical sciences

(specialty 01.01.02 – differential equations, dynamical systems and optimal control**)**

Key words: Lagerstrom equation, generalization Lagerstrom equation, asymptotic expansion, small parameter, structural matching method, method of dominant analysis, the function of Green.

Object of research. The initial and generalized Laguerstrom problems.

Aim of research. It is constructed the uniform asymptotic expansions of the solution of the initial and generalized Laguerstrom problem on an infinite interval.

Methods of research: method of the small parameter, method of mathematical induction, method of majorant, structural matching method, method of dominant analysis.

Scientific novelty. For the first time, we obtained uniform asymptotic approximations of the initial and generalized second-order Lagerstrom equation on an infinite interval. It is proved not only the asymptotic nature of the solution, but also the uniform convergence of the constructed asymptotics. The case of nonintegral dimension of the Lagerstrom equation is also considered.

Омуралиев Марсбек Кенешалиевич

О ПОСТРОЕНИИ РАВНОМЕРНОЙ АСИМПТОТИКИ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЯ ЛАГЕРСТРОМА

специальность 01.01.02 – дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук

Подписано в печать: 11.01.2018 г.
Обьем : 1,25 п.л.
Формат 60х84 1/16. Тираж 120 шт

Редакционно-издательский отдел “Билим” ОшГУ
г. Ош, ул. Ленина, 331.