

MIRZO ULUG‘BEK NOMIDAGI O‘ZBEKISTON MILLIY UNIVERSITETI
O‘zR FA V.I. ROMANOVSKIY NOMIDAGI MATEMATIKA INSTITUTI
M.V. LOMONOSOV NOMIDAGI MOSKVA DAVLAT UNIVERSITETINING
TOSHKENT SHAHRIDAGI FILIALI
GENT “ANALIZ VA XUSUSIY HOSILALI TENGLAMALAR” MARKAZI (BELGIYA)
“SCIENCE AND INNOVATION” XALQARO ILMIY JURNALI

MATEMATIK FIZIKANING ZAMONAVIY USULLARI VA ULARNING TADBIQLARI

akademik Sh.A. Alimov tavalludining 80 yilligiga bag‘ishlangan respublika
ilmiy anjumani

Toshkent shahri, 22-24-aprel, 2025 yil

MA’RUZALAR TEZISLARI

I TOM

===== ◇ =====

НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ УЗБЕКИСТАНА ИМЕНИ МИРЗО УЛУГБЕКА
ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ ИМЕНИ В.И. РОМАНОВСКОГО АН РУЗ
ФИЛИАЛ МГУ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА В ГОРОДЕ ТАШКЕНТЕ
ГЕНТСКИЙ ЦЕНТР «АНАЛИЗ И УРАВНЕНИЯ С ЧАСТНЫМИ
ПРОИЗВОДНЫМИ» (БЕЛЬГИЯ)
МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ “SCIENCE AND INNOVATION”

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ И ИХ ПРИЛОЖЕНИЯ

Республиканская научная конференция
посвященная 80-летию со дня рождения академика Ш.А. Алимова
Ташкент, 22–24 апреля, 2025 год

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

ТОМ I

УДК 517.5 + 517.95 + 517.97 + 517.98 + 517.958 + 517.968 + 519.6.

«Современные методы математической физики и их приложения»: Тезисы докладов республиканской научной конференции посвященной 80-летию со дня рождения академика Ш.А. Алимова (22–24 апреля 2025 года, Ташкент, Узбекистан). – Ташкент. Изд-во «Маърифат». 2025. 310 с.

Данный сборник содержат научные доклады участников международной научной конференции «Современные методы математической физики и их приложения» по следующим направлениям: Спектральная теория дифференциальных операторов, Краевые задачи для уравнений математической физики, Дифференциальные уравнения дробного порядка, Современные проблемы алгебры и геометрии, Теория функций, Теория вероятностей и математическая статистика, Математическое моделирование и вычислительная математика.

Данная конференция организована на основании распоряжения 72–Ф Кабинета Министров Республики Узбекистан от 13 февраля 2025 года, приказом № 490 министра высшего образования, науки и инновациям Республики Узбекистан от 27 декабря 2024 года и приказом № 01–23 ректора Национального университета Узбекистана имени Мирзо Улугбека от 22 января 2025 года.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

профессор **Арипов М.М.**
профессор **Зикиров О.С.**
профессор **Джамалов С.З.**
профессор **Халмухамедов А.Р.**
профессор **Фаязов К.С.**

профессор **Ашуров Р.Р.**
профессор **Артикбаев А.**
профессор **Файзиев Ю.Э.**
профессор **Хаётов А.Р.**
профессор **Шоимкулов Б.А.**

Ответственные за выпуск:

д.ф.-м.н., доцент **Собиров З.А.**

к.ф.-м.н., доцент **Эшимбетов М.Р., Хушвактов Н.Х., Шокиров А.А.**

За содержание и оригинальность тезисов, представленных в данном сборнике, ответственность несут авторы этих работ.

Эргашева С. Б., Аманов Б. Б., Мирсабурова У. М. О Единственности Задачи С Комбинированным Локальным И Нелокальным Условиями На Одной Граничной Характеристике Для Одного Клас- са Уравнений Смешанного Типа	198
Эрмаматова Ф.Э. О Продолжении Решений Обобщенной Системы Коши-Римана В Много- мерной Пространственной Области По Их Значениям На Куске Границы Этой Области	200
Эшонкулов А. Ю., Кожанов А. И. Нелокальные Задачи С Условиями Интегрального Вида Для Вырождаю- щихся Уравнений	201
Жураев Ф. М. Краевые Задачи С Разрывными Условиями Для Нагруженного Уравнения Смешанного Типа, Вирождающегося Внутри Области	202
Зикиров О.С., Рахматов Н.Б. О Некоторых Задачах С Интегральными Условиями Для Нагруженного Уравнения Третьего Порядка	205
Зикиров О.С., Сагдуллаева М.М. Смешанные Задачи С Интегральными Условиями Для Уравнения Третье- го Порядка	206
Зуннунов Р. Т., Эргашев А. А., Худаёров А. А. Об Одной Нелокальной Задаче Для Уравнения Смешанного Типа Второго Рода, В Области Эллиптическая Часть Которой - Прямоугольник	207
Иброхимов Х. К. Решение Краевой Задачи Для Вязко-Трансзвукового Уравнения С Несим- метричными Условиями По Времени	208
Исламов Н.Б. Нелокальная Задача С Условием Франкля На Разных Частях Краев Раз- реза Вдоль Отрезка Линии Вырождения Для Уравнения Смешанного Ти- па Второго Рода	210
Исломов Б. И., Аликулов Е. К. Краевая Задача Для Нагруженного Уравнения Смешанного Типа Третье- го Порядка В Бесконечной Трехмерной Области	212
Исломов Б.И., Холбеков Ж.А. Об Одной Нелокальной Краевой Задачи Для Нагруженного Параболо- Гиперболического Уравнения С Тремя Линиями Изменения Типа, Когда Нагруженная Часть Содержит Интегральный Оператор Дробного Поряд- ка	214
Исмоилов А. И. Обратная Задача Определения Источника Уравнения Эйлера – Пуассона – Дарбу	217
Карачик В. В. Функция Грина Одной Задачи Для 3-Гармонического Уравнения	218
Каримов К. Т., Орипов Д. Д. Начально-Краевая Задача Для Одного Вырождающегося Уравнения В Частных Производных Высокого Четного Порядка	219
Каримов Ш. Т., Тулашева Ё. И. Задача Коши Для Неоднородного Уравнения Колебания Балки С Опера- тором Бесселя	220

$$u_t - h(t)\Delta u + c(x, t)u = f(x, t)$$

Эти уравнения являются вырождающимися параболическими уравнениями, но, поскольку функция $h(t)$ в этих уравнениях будет неотрицательной и может обращаться в нуль, то данные уравнения будут вырождающимися параболическими уравнениями.

Доказываются теоремы существования и единственности регулярных решений, обладающих всеми необходимыми обобщенными производными по С.Л.Соболеву.

Литература

1. Кожанов А.И., Пулькина Л.С. О разрешимости некоторых граничных задач со смещением для линейных гиперболических уравнений. Математический журнал (Казахстан). 2009. Т.9., №2. С. 78-92.
2. Пулькина Л.С. Задача с неклассическими условиями для гиперболических уравнений. Самара: Изд-Самарского ун-та. 2012
3. Кожанов А.И. Задачи с условиями интегрального вида для некоторых классов нестационарных уравнений. 2014. Т.457, №2. С.152-156
4. А.И. Кожанов, А. В. Дюжева Вторая начально-краевая задача с интегральным смещением для гиперболических и параболических уравнений второго порядка, Вестн. Сам. гос. техн. ун-та. Сер. Физ.-мат. науки, 25:3 (2021), 423–434
5. А.И. Кожанов, А.В.Дюжева Интегральный аналог первой начально-краевой задачи для гиперболических и параболических уравнений второго порядка, Матем. заметки, 111:4 (2022), 540–550

Краевые Задачи С Разрывными Условиями Для Нагруженного Уравнения Смешанного Типа, Вырождающегося Внутри Области

Жураев Ф. М.

Бухарский государственный университет, Бухара, Узбекистан
fjm1980@mail.ru

Краевые задачи для вырождающегося нагруженного уравнения смешанного типа второго порядка исследовались сравнительно мало. Отметим работы А.М. Нахушева [1], В.М. Казиева [2], Б. Исломова и Ф. Джураева [3], Р.Р. Ашурова и С.З. Жамалова [4]. Это связано, прежде всего, с отсутствием представления общего решения для таких уравнений; с другой стороны, такие задачи сводятся к малоизученным интегральным уравнениям.

Данная работа изучаются локальные краевые задачи с разрывными условиями для нагруженного уравнения параболо-гиперболического типа, вырождающегося внутри области.

Пусть Ω — конечная односвязная область в плоскости переменных x, y , ограниченная кривыми:

$$S_j : |x| = 1, \quad 0 < y < 1, \quad S_3 : 0 < x < 1, \quad y = 1, \quad S_4 : -1 < x < 0, \quad y = 1,$$

$$\Gamma_j : |x| - \frac{2}{2-m}(-y)^{\frac{2-m}{2}} = 0, \quad \Gamma_{j+2} : |x| + \frac{2}{2-m}(-y)^{\frac{2-m}{2}} = 1, \quad y \leq 0,$$

здесь и далее $x \geq 0$, при $j = 1$, $x \leq 0$, при $j = 2$, причем $m < 0$.

Введем обозначения $\Omega_1^+ = \Omega \cap \{(x, y) : x > 0, y > 0\}$,

$$\Omega_2^+ = \Omega \cap \{(x, y) : x < 0, y > 0\}, \Omega_1^- = \Omega \cap \{(x, y) : x > 0, y < 0\},$$

$$\Omega_2^- = \Omega \cap \{(x, y) : x < 0, y < 0\}, \quad I_1 = \{(x, y) : 0 < x < 1, y = 0\},$$

$$I_2 = \{(x, y) : -1 < x < 0, y = 0\}, \quad I_3 = \{(x, y) : x = 0, 0 < y < 1\},$$

$$\Omega_j = \Omega_j^+ \cup \Omega_j^- \cup J_j, \quad \Omega_3 = \Omega_1^+ \cup \Omega_2^- \cup J_3, \quad A_j((-1)^{j+1}, 0) = \bar{I}_j \cap \bar{S}_j,$$

$$C_j \left[(-1)^{j+1} \frac{1}{2}; - \left((-1)^{j+1} \frac{2-m}{4} \right)^{2/(2-m)} \right] = \bar{\Gamma}_j \cap \bar{\Gamma}_{j+2}, \quad (j = 1, 2),$$

$$O(0, 0) = \bar{I}_1 \cap \bar{I}_2, \quad B_1(1, 1) = \bar{S}_1 \cap \bar{S}_3, \quad B_2(-1, 1) = \bar{S}_2 \cap \bar{S}_4, \quad B_0(0, 1) = \bar{S}_3 \cap \bar{S}_4.$$

В области Ω рассмотрим уравнение

$$0 = \begin{cases} u_{xx} - |x|^p u_y - \rho_j u(x, 0), & (x, y) \in \Omega_j^+, \\ u_{xx} - (-y)^m u_{yy} + \mu_j u(x, 0), & (x, y) \in \Omega_j^-, \end{cases} \quad (1)$$

где $m, \quad p, \quad \rho_j, \quad \mu_j$ ($j = 1, 2$)—любые действительные числа, причем

$$m < 0, \quad p > 0, \quad \rho_j > 0, \quad \mu_j > 0, \quad (j = 1, 2). \quad (2)$$

В области Ω для уравнения (1) исследуются следующие задачи.

Задача 1. Найти функцию $u(x, y)$, обладающую следующими свойствами:

- 1) $u(x, y) \in C(\bar{\Omega}) \cap C^1(\Omega_1 \cup \Omega_2 \cup \Omega_3) \cap C_{x,y}^{2,1}(\Omega_1^+ \cup \Omega_2^+) \cap C^2(\Omega_1^- \cup \Omega_2^-)$;
- 2) $u(x, y)$ является регулярным решением уравнения (1) в областях Ω_j^+ и Ω_j^- ($j = 1, 2$);
- 3) $u(x, y)$ удовлетворяет краевым условиям

$$u|_{S_j} = \varphi_j(y), \quad 0 \leq y \leq 1, \quad (3)$$

$$u|_{\Gamma_j} = \psi_j(x), \quad 0 \leq (-1)^{j+1}x \leq \frac{1}{2}, \quad (j = 1, 2); \quad (4)$$

- 4) на линии вырождения I_i ($i = \overline{1, 3}$) выполняется условия склеивания

$$\lim_{y \rightarrow +0} u_y(x, y) = a_j(x) \lim_{y \rightarrow -0} u_y(x, y) + b_j(x), \quad (x, 0) \in I_j, \quad (j = 1, 2), \quad (5)$$

$$\lim_{x \rightarrow +0} u_x(x, y) = a_3(y) \lim_{x \rightarrow -0} u_x(x, y) + b_3(y), \quad (x, 0) \in I_3; \quad (6)$$

где $\varphi_1(y), \varphi_2(y), \psi_1(x), \psi_2(x), a_i(t), b_i(t)$ ($i = 1, 2, 3$)— заданные функции, причем $\psi_1(0) = \psi_2(0)$,

$$\varphi_j(y) \in C[0, 1] \cap C^1(0, 1), \quad (j = 1, 2), \quad (7)$$

$$\psi_1(x) \in C^1 \left[0, \frac{1}{2} \right] \cap C^3 \left(0, \frac{1}{2} \right), \quad \psi_2(x) \in C^1 \left[-\frac{1}{2}, 0 \right] \cap C^3 \left(-\frac{1}{2}, 0 \right). \quad (8)$$

$$a_j(x), \quad b_j(x) \in C(\bar{J}_j) \cap C^2(J_j), \quad a_j(x) \neq 0, \quad \forall x \in \bar{J}_j, \quad (j = 1, 2), \quad (9)$$

$$a_3(y), \quad b_3(y) \in C(\bar{J}_3) \cap C^2(J_3), \quad a_3(y) \neq 0, \quad \forall x \in \bar{J}_3. \quad (10)$$

Задача 2(3). Найти функцию $u(x, y)$, обладающую всеми свойствами задачи 1 кроме условий [\(4\)](#), которые заменяются условиями

$$u|_{\Gamma_1} = g_1(x), \quad 0 \leq x \leq \frac{1}{2}, \quad u|_{\Gamma_4} = g_2(x), \quad -1 \leq x \leq -\frac{1}{2}, \quad (11)$$

$$\left(u|_{\Gamma_2} = f_1(x), \quad -\frac{1}{2} \leq x \leq 0, \quad u|_{\Gamma_3} = f_2(x), \quad \frac{1}{2} \leq x \leq 1 \right), \quad (12)$$

где $g_1(x)$, $g_2(x)$, $(f_1(x), f_2(x))$ – заданные функции, причем $g_1(-1) = \varphi_2(0)$, $(f_2(1) = \varphi_2(0))$,

$$g_1(x) \in C^1 \left[0, \frac{1}{2} \right] \cap C^3 \left(0, \frac{1}{2} \right), \quad g_2(x) \in C^1 \left[-1, -\frac{1}{2} \right] \cap C^3 \left(-1, -\frac{1}{2} \right) \quad (13)$$

$$\left(f_1(x) \in C^1 \left[-\frac{1}{2}, 0 \right] \cap C^3 \left(-\frac{1}{2}, 0 \right), \quad f_2(x) \in C^1 \left[\frac{1}{2}, 1 \right] \cap C^3 \left(\frac{1}{2}, 1 \right) \right). \quad (14)$$

Доказана следующая теорема.

Теорема. Если выполнены условия [\(2\)](#), [\(7\)](#)–[\(10\)](#), то в области Ω решение задачи 1 существует и единственно.

При доказательство единственности решения задачи 1 важную роль играет следующая лемма.

Леммы. Если $\varphi_1(y) \equiv \varphi_2(y) \equiv 0$, $\forall y \in [0, 1]$, $\psi_1(x) \equiv 0$, $\forall x \in [0, \frac{1}{2}]$, и $\psi_2(x) \equiv 0$, $\forall x \in [-\frac{1}{2}, 0]$, то

$$\tau_j(x) \equiv 0, \quad \forall x \in \bar{J}_j \quad (j = 1, 2). \quad (15)$$

Лемма доказывается с помощью метода интегральной энергии. Доказательства теоремы существования решения задачи 1 основана на теории вольтерских и фредгольмских интегральных уравнений.

Замечание. Точно также как выше изложено, можно доказать теоремы единственности и существования решения задачи 2 (3).

Литература

1. Нахушев А.М. О задаче Дарбу для одного вырождающегося нагруженного интегро-дифференциального уравнения второго порядка. Дифференциальные уравнения. 1976. **12**(1). С. 103-108.
2. Казиев В.М. О задаче Дарбу для одного вырождающегося нагруженного интегро-дифференциального уравнения второго порядка. Дифференциальные уравнения. 1978. **14**(1). С.181-184.
3. Исломов Б., Джураев Ф. Аналог задачи Трикоми для вырождающегося нагруженного уравнения парабола-гиперболического типа. Узбекский математический журнал. 2011. **2**. С. 75-85.

4. Dzhamalov S.Z., Ashurov R.R. On a nonlocal boundary-value problem for second kind second-order mixed type loaded equation in a rectangle. Uzbek Mathematical Journal. 2018. **3**. pp. 63-72.

О Некоторых Задачах С Интегральными Условиями Для Нагруженного Уравнения Третьего Порядка

Зикиров О.С.¹, Рахматов Н.Б.²

Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека, Ташкент

¹zikirov@yandex.ru; ²nodirbekrahmatov0@gmail.com

В докладе рассматриваются некоторые смешанные задачи с интегральными условиями для уравнений в частных производных третьего порядка.

В области $D = \{(x, t) : 0 < x < \ell, 0 < t < T\}$ рассмотрим уравнение в частных производных третьего порядка вида

$$Lu \equiv u_{xxt} + d(x, t)u_t + c(x, t)u = f(x, t) + \int_0^\ell k(x, t)u(x, t)dx, \quad (1)$$

Пусть $d(x, t)$, $c(x, t)$, $f(x, t)$, $k(x, t)$, $p(x, t)$ и $\alpha(t)$ – заданные функции, определенные при $x \in [0, \ell]$, $t \in [0, T]$.

В настоящей работе для уравнения (1) изучаются следующие нелокальные задачи с интегральными условиями.

Нелокальная задача А. Найти в области D решение уравнения (1), удовлетворяющее условиям

$$u(x, 0) = \varphi(x), \quad 0 \leq x \leq \ell, \quad (2)$$

$$u(0, t) = \int_0^\ell p(x, t)u(x, t)dx + \mu_1(t), \quad 0 \leq t \leq T, \quad (3)$$

$$u_x(0, t) = \mu_2(t), \quad 0 \leq t \leq T, \quad (4)$$

здесь $\varphi(x)$, $\mu_i(t)$, ($i = \overline{1, 2}$) – заданные, непрерывные на $[0, \ell]$ и $[0, T]$ соответственно функции, удовлетворяющие условиям согласования:

$$\varphi'(0) = \mu_2(0), \quad \varphi(0) = \int_0^\ell p(x, 0)\varphi(x)dx + \mu_1(0).$$

Нелокальная задача В. От нелокальной задачи А отличается тем, что условие (4) заменяется условием вида

$$u_x(\ell, t) = \alpha(t)u(\ell, t) + \mu_2(t), \quad 0 \leq t \leq T,$$

где $\alpha(t)$, $\mu_2(t)$ – заданные, непрерывные функции и удовлетворяющие соответствующие условиям согласования

$$\varphi(0) = \int_0^\ell p(x, 0)\varphi(x)dx + \mu_1(0) \quad \varphi'(\ell) = \alpha(0)\varphi(\ell) + \mu_2(0).$$