

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ  
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

Заҳриддин Муҳаммад Бобур номидаги  
Андижон давлат университети



*«ИННОВАЦИОН FOЯЛАР, ИШЛАНМАЛАР АМАЛИЁТГА: муаммолар, тадқиқотлар ва  
ечимлар»*

Халқаро онлайн илмий-амалий анжуман

*«ИННОВАЦИОННЫЕ ИДЕИ, РАЗРАБОТКИ В ПРАКТИКУ: проблемы, исследования и  
решения»*

Международная научно-практическая онлайн конференция

*«INNOVATIVE IDEAS, DEVELOPMENTS IN PRACTICE: problems, research and solutions»*

International scientific and practical online conference

2021 йил 21 апрель, Андижон

24	<b>Б.А.Мадаминов, А.А.Шагатаева, М.П.Худайбергенова</b> Изоморфизмы внутренних $\log$ -алгебр	74
25	<b>Н.А.Тўраева, Ж.Ф.Тураев, З.Субхонова.</b> Математика фанини ўқитишда ўрта таълим мактаблари ва олий таълим муассасалари ўртасидаги узвийлик	77
26	<b>Ф.М. Жураев, Ш.Н.Бахриева - М.С. Садирова , Г.О. Хакимова</b> Задача типа геллерстедта для вырождающегося нагруженного уравнения парабола-гиперболического типа	80
27	<b>R.O'.Siddiqov, M.Inomjonova</b> Umumiy o'rta ta'lim maktablaridagi matematika fanini o'qitishda mental arifmetika usullarni o'rni	82
28	<b>K.O. Umrzoqova, U.O'.Shodmonov</b> Qattiq disklar modellarining biri uchun davriy gibbs o'lchovlarining yagonalik shartlari	84
29	<b>M.T. Maxammadaliyev, B.M.Pyaminov</b> Hard-core modellarining biri uchun translyatsion-invariant gibbs o'lchovining yagonaligi	87
30	<b>N.M. Saidova, G.E. Yoqubova</b> Iqtisodiy tizimlarning turli faoliyat yo'nalishlarini o'rganishda matematik modellardan foydalanish	91
31	<b>С.Отакулов, Рахимов Б.Ш., Собирова Г.Д.</b> Свойства множества управляемости дифференциального включения при условии подвижности терминального множества	93
32	<b>С.Отакулов, Холиярова Ф.Х.</b> Условия оптимальности в негладкой задаче управления для дифференциального включения с запаздываниями	97
33	<b>Д.Э.Абдураимов, А.Н.Адилов, А.С.Салимбоев, А.П.Турдиев</b> Термоэластик боғлиқ масалаларни ечишга ошкор ва ошкормас айирмалари схемаларнинг тадбири	101
34	<b>Х.Жуманиязов, Д.Вохидов, О.Сайтиев</b> Ansys дастурий комплексида кўшма конструкция - цистернанинг кучланганлик ва деформацияланганлик ҳолатини тадқиқ қилиш	103
35	<b>Ж.Д.Дехконов, Ш.К.Умрзаков</b> Ограничные конфигурации трансляционно-инвариантных мер гиббса для модели поттса на дереве кэли порядка три	105
36	<b>Ш.Б.Меражова, Н.И. Меражов, Д.О.Азимова</b> Постановка обратных задач для одного модельного уравнения смешанного парабола-гиперболического типа: двумерный случай	109
37	<b>Ш.Б. Меражова, Меражов Н.И, Ахмадова М</b> Илдизларни математик анализ элементларидан фойдаланиб ҳисоблаш	112
38	<b>A.A.Zafarov, Z.A.Zaparov, U.Mirxamidov</b> Quvurlardagi ikki fazali muhitda vaqtinchalik harakat differensiyal tenglamalari	114
39	<b>A.A.Зафаров,З.А.Запаров,М.Эралиев</b> Математика фанини ўқитишда ностандарт масалаларни ечиш орқали ўқувчилар креатив фикрлашини ривожлантириш	118
40	<b>Д.Қ.Якубжанова, Ф. Х.Кучқоров, Ж.С.Тошбоев</b> Трактор трансмиссиясинингузатмалар кутиси ҳаракатини математик модели	122
41	<b>Ҳ.Р. Умаров, А.Б. Янгибоев</b> Натурал сонлардаражалари йиғиндисини учун формула	125
42	<b>Ф.М.Жураев</b> Осуществование решение локальной краевой задачи для нагруженного уравнения парабола-гиперболического типа, вырождающегося внутри области	128
43	<b>Ш.Ч.Мисиров, М. Исраилов</b> Ҳарбий мутахассислар тайёрлашда физикани ихтисослик фанлари билан интеграциялаш асосида ўқитиш орқали таълим самарадорлигини ошириш	131
44	<b>A.Artikov</b> 6-sinf fizikasida ayrim optik hodisalar haqidagi dastlabki tushinchalarning o'qitilishidagi ayrim muammolar haqida	134
45	<b>X.X. Tajiboyeva, Sh.P.Usmanova, Sh. Qurbonova</b> Molekulyar fizikani innovatsion texnologiyalar asosida o'qitish imkoniyatlari	135

ограничения общности, мы можем рассматривать только меру  $\mu_i(\theta, m)$ , соответствующую вектору  $h(m, i) = (\underbrace{h_1, h_1, \dots, h_1}_m, \underbrace{0, 0, \dots, 0}_{q-m-1})$ , т.е. нормированную на  $q$ -й координате. Введем обозначение

$$I_m = \{v \in R^{q-1} : v_1 = \dots = v_m, v_{m+1} = \dots = v_{q-1} = 0\}.$$

Легко видеть, что множество  $I_m$  инвариантно относительно  $G$ , т.е.  $G(I_m) \subset I_m$ .

Следующая лемма дает пределы (4) на инвариантном  $I_m$ .

Теорема.1) Если  $\theta = \theta_{cr}$ , для некоторого  $m = 1, \dots, [\frac{q}{2}]$ , то

$$\lim_{n \rightarrow \infty} G^{(n)}(v^{(0)}) = \begin{cases} h(m, 1), & \text{если } v^{(0)} \in I_m \text{ и } v_1^{(0)} \geq h_1 \\ (0, \dots, 0), & \text{если } v^{(0)} \in I_m \text{ и } v_1^{(0)} < h_1 \end{cases}$$

2) Если  $\theta_c < \theta < \theta_r$ , то

$$\lim_{n \rightarrow \infty} G^{(n)}(v^{(0)}) = \begin{cases} h(m, 1), & \text{если } v^{(0)} \in I_m \text{ и } v_1^{(0)} > 0 \\ h(m, 2), & \text{если } v^{(0)} \in I_m \text{ и } v_1^{(0)} = 0 \\ (0, \dots, 0), & \text{если } v^{(0)} \in I_m \text{ и } v_1^{(0)} < 0 \end{cases}$$

#### Литература

- [1] Р.М.Хакимов, Ф.Х.Хайдаров. ТМФ 189(2),(2016),286-295.
- [2] Kulske C., Rozikov U.A., Khakimov R.M., J. Stat. Phys 156(1), (2014)
- [3] Higuchi Y., Remarks on the limiting Gibbs states on a  $(d + 1)$ -tree, Publ. RIMS, Place Name Kyoto Place Type Univ, 3 (1977), 335–348.
- [4] D. Gandolfo, M.M. Rakhmatullaev, U. A. Rozikov, Boundary conditions for translation invariant Gibbs measures of the Potts model on Cayley trees. J. Stat. Phys2017, doi:10.1007/s10955-017-1771-5

### ПОСТАНОВКА ОБРАТНЫХ ЗАДАЧ ДЛЯ ОДНОГО МОДЕЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ СМЕШАННОГО ПАРАБОЛО-ГИПЕРБОЛИЧЕСКОГО ТИПА: ДВУМЕРНЫЙ СЛУЧАЙ

**Ш.Б.Меражова – старший преподаватель,  
Н.И. Меражов - студент, Д.О.Азимова - магистр.  
Бухарский государственный университет**

*Аннотация* В данной работе приводится постановка и алгоритм решения обратных задач для модельного уравнения смешанного параболо-гиперболического типа на параллелепипеде в двумерном случае.

*Ключевые слова:* классификация уравнений, постановка задач, корректно поставленная задача, прямая задача, обратная задача, уравнения смешанного типа, собственные значения, собственные функции.

*Annotatsiya* Ushbu maqolada aralash parabola-giperbolik tipdagi ikki o'lvchovli model tenglama uchun parallelepiped sohada teskari masalalarning qo'yilishi va yechilishi algoritmi ko'rsatilgan.

**Kalitso'zlar:** tenglamalar klassifikatsiyasi, masalaning qo'yilishi, korrekt qo'yilgan masala, tog'ri masala, teskari masala, aralash tipdagi tenglama, xossonlar, xos funksiyalar.

**Annotation** In this paper inverse problems for model equation of mixed parabolic – hyperbolic type are considered. The solutions of these problems are obtained for two-dimensional case in a rectangular domain.

**Key words:** classification of the equations, state of the problem, correct stated problem, direct problem, inverse problem, mixed type equation, eigen value, eigen function

В данной работе приводится постановка обратной задачи для одного модельного уравнения смешенного параболо-гиперболического типа в параллелепипеде в двумерном случае и показываем алгоритм решения этой задачи.

В математической физике обычно рассматриваются прямые задачи. Для уравнений математической физики существует классификация. При этом для каждого класса дифференциальных уравнений имеются типичные постановки задач. Характерной чертой этих задач является их корректность.

Представим теперь, что некоторые из тех функций, которые принято задавать в прямой задаче, неизвестны (и именно их отыскание и представляет основной интерес), а вместо них дана некоторая дополнительная информация о решении прямой задачи. Подобные задачи называются обратными задачами математической физики.

Теория краевых задач для уравнений смешанного типа является одним из центральных разделов теории уравнений в частных производных и встречается при решении многих важных вопросов прикладного характера.

На  $\Pi$  параллелепипеде рассматривается следующее уравнение смешанного параболо-гиперболического типа

$$Lu = \begin{cases} u_t - \Delta u = f(x, y), & t > 0 \\ u_{tt} - \Delta u = f(x, y), & t < 0 \end{cases} \quad (1)$$

где  $\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}$  -оператор Лапласа, **Ошибка! Закладка не определена.**  $\Pi = \{(x, y, t) | 0 < x < 1, 0 < y < 1, -\alpha < t < \beta\}$ ,  $\alpha$  и  $\beta$  – заданные положительные числа.

Пусть

$$u(x, y, t) \in C(\bar{\Pi}) \cap C'(\Pi) \cap C_{x,t}^{2,1}(\Pi_+ \cup \{t = \beta\}) \cap (C^2\Pi_- \cup \{t = -\alpha\}) \quad (2)$$

$$f(x, y) \in C[(0,1) \times (0,1)] \quad (3)$$

$$Lu(x, y, t) \equiv f(x, y), \quad (x, y, t) \in \Pi_+ \cup \Pi_-, \quad (4)$$

$$u(0, y, t) = u(1, y, t) = 0, y \in [0,1] \quad -\alpha \leq t \leq \beta, \quad (5)$$

$$u(x, 0, t) = u(x, 1, t) = 0, x \in [0,1] \quad -\alpha \leq t \leq \beta, \quad (6)$$

$$u(x, y, -\alpha) = \psi(x, y) \quad (x, y) \in [0,1] \times [0,1] \quad (7)$$

$$u(x, y, \beta) = \varphi(x, y) \quad (x, y) \in [0,1] \times [0,1] \quad (8)$$

Для этого уравнения можно поставить несколько обратных задач.

Найти в области  $\Pi$  функции  $u(x, y, t)$  и  $f(x, y)$ , удовлетворяющие следующим условиям. Где  $\varphi(x, y)$  и  $\psi(x, y)$  являются заданными гладкими функциями, удовлетворяющими следующим условиям соответствия:

$$\varphi(0, y) = \psi(1, y) = 0 \quad y \in [0, 1] \quad (9)$$

$$\varphi(x, 0) = \psi(x, 1) = 0 \quad x \in [0, 1] \quad (10)$$

$$\Pi_+ = \Pi \cap \{t > 0\}, \Pi_- = \Pi \cap \{t < 0\}$$

Точно также можно ставить подобные задачи, в которых правая часть является заданной приходится находить начально заданные функции. Обратные задачи для одномерного случая рассматривали в [1,2]

Для решение таких задач воспользуемся методом Фурье. Разложим функции  $u(x, y, t)$ ,  $\varphi(x, y)$ ,  $f(x, y)$ ,  $\psi(x, y)$  в ряд по собственным функциям и находим решение заданной задачи.

После подстановки получим следующее

$$Lu_{m,n}(t) = \begin{cases} u'_{m,n}(t) + \pi^2(m^2 + n^2)u_{m,n}(t) = f_{m,n}, & t > 0 \\ u''_{m,n}(t) + \pi^2(m^2 + n^2)u_{m,n}(t) = f_{m,n}, & t < 0 \end{cases} \quad (11)$$

из условий (7) и (8) из условий склейок  $u(x, y, 0+0) = u(x, y, 0-0)$ ,  $u'(x, y, 0+0) = u'(x, y, 0-0)$  вытекает

$$\begin{aligned} u_{m,n}(-\alpha) &= \psi_{m,n}, \quad u_{m,n}(\beta) = \varphi_{m,n}, \\ u_{m,n}(0+0) &= u_{m,n}(0-0), \quad u'_{m,n}(0+0) = u'_{m,n}(0-0). \end{aligned} \quad (13)$$

Решая уравнение(11), получим:

$$u_{m,n}(t) = a_{m,n}e^{-\pi^2(m^2+n^2)t} + \frac{f_{m,n}}{\pi^2(m^2+n^2)}, \quad t > 0. \quad (14)$$

$$u_{m,n}(t) = b_{m,n} \cos(\pi\sqrt{m^2+n^2}t) + c_{m,n} \sin(\pi\sqrt{m^2+n^2}t) + \frac{f_{m,n}}{\pi^2(m^2+n^2)}, \quad t < 0. \quad (15)$$

Решение заданной задачи получим в виде следующего ряда:

$$u(x, y, t) = \begin{cases} \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \left( a_{m,n}e^{-\pi^2(m^2+n^2)t} + \frac{f_{m,n}}{\pi^2(m^2+n^2)} \right) \sin(m\pi x) \sin(n\pi y), & t > 0 \\ \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \left( b_{m,n} \cos(\pi\sqrt{m^2+n^2}t) + c_{m,n} \sin(\pi\sqrt{m^2+n^2}t) + \frac{f_{m,n}}{\pi^2(m^2+n^2)} \right) \sin(m\pi x) \sin(n\pi y), & t < 0 \end{cases} \quad (16)$$

Далее используя полученные условия (12) и условия склейки (13) получим систему линейных уравнений для неизвестных коэффициентов.

Решая полученную систему, находим неизвестные коэффициенты:

$$\begin{cases} a_{m,n} = b_{m,n} = \frac{\psi_{m,n} - \varphi_{m,n}}{\cos(\pi\sqrt{m^2+n^2}\alpha) + \pi\sqrt{m^2+n^2} \sin(\pi\sqrt{m^2+n^2}\alpha) - e^{-\pi^2(m^2+n^2)\beta}}, \\ c_{m,n} = -\pi\sqrt{m^2+n^2} \cdot \frac{\psi_{m,n} - \varphi_{m,n}}{\cos(\pi\sqrt{m^2+n^2}\alpha) + \pi\sqrt{m^2+n^2} \sin(\pi\sqrt{m^2+n^2}\alpha) - e^{-\pi^2(m^2+n^2)\beta}}, \\ f_{m,n} = \left( \frac{\cos(\pi\sqrt{m^2+n^2}\alpha) + \pi\sqrt{m^2+n^2} \sin(\pi\sqrt{m^2+n^2}\alpha)}{\cos(\pi\sqrt{m^2+n^2}\alpha) + \pi\sqrt{m^2+n^2} \sin(\pi\sqrt{m^2+n^2}\alpha) - e^{-\pi^2(m^2+n^2)\beta}} \right) \varphi_{m,n} - \psi_{m,n} \pi^2(m^2+n^2). \end{cases} \quad (17)$$

И так получили формальное решения заданной обратной задачи:

$$u(x, y, t) = \begin{cases} \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \left( a_{m,n} e^{-z^2(m^2+n^2)} + \frac{f_{m,n}}{\pi^2(m^2+n^2)} \right) \sin(m\pi x) \sin(n\pi y), & t > 0 \\ \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \left( b_{m,n} \cos(\pi\sqrt{m^2+n^2}t) + c_{m,n} \sin(\pi\sqrt{m^2+n^2}t) + \frac{f_{m,n}}{\pi^2(m^2+n^2)} \right) \sin(m\pi x) \sin(n\pi y), & t < 0 \end{cases} \quad (18)$$

$$f(x, y) = \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} f_{m,n} \sin(m\pi x) \sin(n\pi y)$$

где коэффициенты определяются равенствами (17).

### Литература

1. Дурдиев Д.К., Меражова Ш.Б. О решении обратных задач для уравнения смешанного парабола-гиперболического типа: одномерный случай. Бухоро давлат университети илмий ахборотномаси, 2015 йил, 2-сон, 2-6 бетлар

2. Меражова Ш.Б., Азимова Д.О., Хасанова Х.Х. О численном решении обратных задач для уравнения смешанного парабола-гиперболического типа: одномерный случай, abstracts of the international conference modern problems of geometry and topology and its applications, 153-155 p.

## ИЛДИЗЛАРНИ МАТЕМАТИК АНАЛИЗ ЭЛЕМЕНТЛАРИДАН ФОЙДАЛАНИБ ҲИСОБЛАШ

Ш.Б. Меражова –катта ўқитувчи.

Меражов Н.И. –талаба, Ахмадова М.– талаба.

Бухоро давлат университети

**Аннотация** Ушбу мақолада илдизларни тақрибий ҳисоблашда математик анализ элементларидан фойдаланилган.

**Калит сўзлар:** илдиз, тақрибий ҳисоблаш, ҳосила, дифференциал, Тейлор қатори.

**Аннотация** В данной статье используются элементы математического анализа при приближенном вычислении корней.

**Ключевые слова:** корень, приближенное вычисление, производная, дифференциал, ряд Тейлора.

**Annotation** This article uses elements of mathematical analysis in the approximate calculation of the roots.

**Key words:** root, approximate computation, derivative, differential, Taylor series.

Ушбу мақолада илдизларни тақрибий ҳисоблашда математик анализ элементларидан фойдаланиб тақрибий ҳисоблашларни бажариш усулларини қараймиз. Президентимизнинг 2020 йил 7 майдаги “Математика соҳасидаги таълим сифатини ошириш ва илмий-тадқиқотларни ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги қарорлари ҳам математика фанини ўқитишда таълим ва илмий муассасалар ўртасидаги яқин ҳамкорликни таъминловчи яхлит тизимни шакллантириш ва замонавий педагогик технологияларни жорий қилиш ва бошқа устивор йўналишлар белгилаб олинди. 2020–2023 йилларда Ўзбекистон Республикасида математика фанлари бўйича таълим сифатини