

СООТВЕТСТВУЕТ
ГОСТ 7.56-2002
СЕТЕВОЕ ИЗДАНИЕ
ISSN 2541-7851

№ 21 (99). Ч.2. ОКТЯБРЬ 2020

ВЕСТНИК НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

 РОСКОМНАДЗОР

ПИ № ФС 77-50633 • ЭЛ № ФС 77-58456

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ «ВЕСТНИК НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ» № 21 (99) Ч.2. 2020



ИЗДАТЕЛЬСТВО «ПРОБЛЕМЫ НАУКИ»

[HTTPS://SCIENCEPROBLEMS.RU](https://scienceproblems.ru)

ЖУРНАЛ: [HTTP://SCIENTIFICJOURNAL.RU](http://scientificjournal.ru)

 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ
БИБЛИОТЕКА
ELIBRARY.RU



**ВЕСТНИК НАУКИ
И ОБРАЗОВАНИЯ**
2020. № 21 (99). Часть 2



Москва
2020

Содержание

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ	7
<i>Болтаев А.А. СУЩЕСТВОВАНИЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КОШИ ДЛЯ СИСТЕМЫ ИНТЕГРОДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ГИПЕРБОЛИЧЕСКОГО ТИПА ПЕРВОГО ПОРЯДКА / Boltayev A.A. EXISTENCE OF A SOLUTION TO THE CAUCHY PROBLEM FOR A SYSTEM OF INTEGRODIFFERENTIAL EQUATIONS OF HYPERBOLIC TYPE OF THE FIRST ORDER</i>	<i>7</i>
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ	11
<i>Мирзаев А.У., Кодирова Ш.И. ВЛИЯНИЕ БЕНТОНИТОВОЙ СУСПЕНЗИИ НА УРОЖАЙНОСТЬ ХЛОПЧАТНИКА / Mirzaev A.U., Kodirova Sh.I. EFFECT OF BENTONITE SUSPENSION ON COTTON YIELD</i>	<i>11</i>
ФИЛОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ	15
<i>Нуритдинова Н.Н. РЕГИОНАЛИЗАЦИЯ ФРАНЦУЗСКОЙ РЕЧИ ВО ФРАНЦИИ / Nuritdinova N.N. REGIONALIZATION OF THE FRENCH SPEECH IN FRANCE.....</i>	<i>15</i>
<i>Мирзаева М.Ж. ЭФФЕКТИВНЫЕ СПОСОБЫ ИЗУЧЕНИЯ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА / Mirzaeva M.Zh. EFFECTIVE METHODS OF LEARNING ENGLISH</i>	<i>18</i>
ЮРИДИЧЕСКИЕ НАУКИ.....	21
<i>Тюрбеев Б.А. САМОЗАЩИТА ГРАЖДАНСКИХ ПРАВ / Tyurbeev B.A. SELF-DEFENSE OF CIVIL RIGHTS</i>	<i>21</i>
ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ.....	25
<i>Базаров О.Ш., Рахимов З.Т. МОДУЛЬНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ КАК ВАЖНЫЙ ФАКТОР РАЗВИТИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА / Bazarov O.Sh., Rakhimov Z.T. MODULAR EDUCATIONAL TECHNOLOGY AS AN IMPORTANT FACTOR IN THE DEVELOPMENT OF THE EDUCATIONAL PROCESS</i>	<i>25</i>
<i>Кулиева Ш.Х. ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОДУЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПОДГОТОВКЕ БУДУЩИХ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ / Kulieva Sh.H. THE IMPORTANCE OF MODULAR EDUCATIONAL TECHNOLOGIES IN PREPARING FUTURE TEACHERS</i>	<i>30</i>
<i>Мадримов Б.Х. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ УЧИТЕЛЯ МУЗЫКАЛЬНОЙ КУЛЬТУРЫ О ПЕДАГОГИЧЕСКОМ ТВОРЧЕСТВЕ И ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ / Madrimov B.Kh. PRESENTATION OF THE MUSIC CULTURE TEACHER ABOUT PEDAGOGICAL CREATIVITY AND PEDAGOGICAL TECHNOLOGY</i>	<i>33</i>
<i>Расулова З.Д. ПРОГРАММНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ - ВАЖНЫЙ ФАКТОР РАЗВИТИЯ ТВОРЧЕСТВА УЧАЩИХСЯ / Rasulova Z.D. SOFTWARE TOOLS - AN IMPORTANT FACTOR IN THE DEVELOPMENT OF STUDENTS CREATIVITY</i>	<i>37</i>

СУЩЕСТВОВАНИЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КОШИ ДЛЯ СИСТЕМЫ ИНТЕГРОДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ГИПЕРБОЛИЧЕСКОГО ТИПА ПЕРВОГО ПОРЯДКА

Болтаев А.А. Email: Boltaev699@scientifictext.ru

*Болтаев Аслиддин Аскар угли – преподаватель,
кафедра дифференциальных уравнений, физико-математический факультет,
Бухарский государственный университет, г. Бухара, Республика Узбекистан*

Аннотация: в статье изучается задача Коши для системы интегро-дифференциальных уравнений гиперболического типа первого порядка. Такие проблемы обычны в геофизике. Проблемой изучения рассматриваемой проблемы является проблема изучения системы интегральных уравнений Вольтера типа 2. Полученная система интегральных уравнений Вольтера 2-го типа исследована методом последовательных приближений. Существование решения обсуждаемого вопроса было заявлено и доказано как ключевой результат. Полученные ряды изучены на сходимость с помощью критерия Даламбера.

Ключевые слова: задача Коши, интегро-дифференциальное уравнение, уравнения Вольтера, критерия Даламбера.

EXISTENCE OF A SOLUTION TO THE CAUCHY PROBLEM FOR A SYSTEM OF INTEGRODIFFERENTIAL EQUATIONS OF HYPERBOLIC TYPE OF THE FIRST ORDER

Boltaev A.A.

*Boltaev Asliddin Askar ugli – Teacher,
DEPARTMENT OF DIFFERENTIAL EQUATION, FACULTY OF PHYSICS AND MATHEMATICS,
BUKHARA STATE UNIVERSITY, BUKHARA, REPUBLIC OF UZBEKISTAN*

Abstract: the article studies the Cauchy problem for a system of integro-differential equations of hyperbolic type of the first order. Such problems are common in geophysics. The problem of studying the problem under consideration is the problem of studying the system of Voltaire integral equations of type 2. The resulting system of Voltaire integral equations of the 2nd type is investigated by the method of successive approximations. The existence of a solution to the issue under discussion was stated and proved as a key result. The series obtained is studied for convergence using the d'Alembert criterion.

Keywords: Cauchy problem, integro-differential equation, Voltaire equations, d'Alembert criterion.

УДК 517.958

Рассмотрим задачу Коши для системы интегро-дифференциальных уравнений гиперболического типа первого порядка следующего вида

$$\begin{cases} \frac{\partial u}{\partial t} + a \frac{\partial u}{\partial x} = \int_0^t [K_1(t-\alpha)u(x, \alpha) + K_2(t-\alpha)v(x, \alpha)] d\alpha \\ \frac{\partial v}{\partial t} + c \frac{\partial v}{\partial x} = \int_0^t [K_2(t-\alpha)u(x, \alpha) + K_1(t-\alpha)v(x, \alpha)] d\alpha \\ u|_{t=0} = \varphi(x) \\ v|_{t=0} = \psi(x) \end{cases} \quad (1)$$

где $a < 0, c > 0, K_1, K_2 \in C, \varphi, \phi \in C^2(0, T)$. Решение системы (1) в области $\Omega = \{(x_0, t_0) : x_0 \in [x - ct, x - at], t_0 \in [0, t]\}$ имеет вид:

$$\begin{cases} u_n = \int_0^t K_1(\alpha) \int_\alpha^t u_{n-1}(x + a(\tau - t), \tau - t) d\tau dt + \\ \quad + \int_0^t K_2(\alpha) \int_\alpha^t v_{n-1}(x + a(\tau - t), \tau - t) d\tau dt, \\ v_n = \int_0^t K_2(\alpha) \int_\alpha^t u_{n-1}(x + c(\tau - t), \tau - t) d\tau dt + \\ \quad + \int_0^t K_1(\alpha) \int_\alpha^t v_{n-1}(x + c(\tau - t), \tau - t) d\tau dt. \end{cases} \quad (2)$$

Основным результатом настоящей работы является следующий результат.

Теорема. Если $K_1, K_2 \in C, \varphi, \phi \in C^2(0, T)$, то система интегральных уравнений типа Вольтера (2) имеет единственный решение.

Isbot. Для системы интегральных уравнений (1) применим метод последовательных приближений.

Известно, что $u_0 = \varphi(x - at), v_0 = \phi(x - ct)$. Введем обозначения

$$K_0 = \max_{t_0 \in (0, t)} \{|K_1(\alpha)|, |K_2(\alpha)|\}, \quad \varphi_0 = \max_{x_0 \in (0, x)} |\varphi(x)|, \quad \phi_0 = \max_{x_0 \in (0, x)} |\phi(x)|$$

Теперь в случае $n = 1$ для решение u_n и v_n имеем

$$\begin{aligned} |u_1| &\leq \int_0^t \int_\alpha^t |K_1(\alpha)| |u_0(x + a(\tau - t), \tau - t)| d\tau dt + \\ &\int_0^t \int_\alpha^t |K_2(\alpha)| |v_0(x + a(\tau - t), \tau - t)| d\tau dt \leq \\ &\leq K_0 \int_0^t \int_\alpha^t |\varphi(x + a(\tau - t) - a(\tau - \alpha))| d\tau dt + \\ &+ K_0 \int_0^t \int_\alpha^t |\phi(x + c(\tau - t) - c(\tau - \alpha))| d\tau dt \leq \\ &\leq K_0 \varphi_0 \int_0^t (t - \alpha) d\alpha + K_0 \phi_0 \int_0^t (t - \alpha) d\alpha = K_0 (\varphi_0 + \phi_0) \frac{t^2}{2}, \end{aligned}$$

и аналогично можно оценить v_1 . Имеет место оценка

$$|u_1| \leq K_0 (\varphi_0 + \phi_0) \frac{t^2}{2}, \quad |v_1| \leq K_0 (\varphi_0 + \phi_0) \frac{t^2}{2} \quad (3)$$

Для остальных членов получим следующие оценки

$$\begin{aligned} |u_2| &\leq \int_0^t \int_\alpha^t |K_1(\alpha)| |u_1(x + a(\tau - t), \tau - t)| d\tau dt + \\ &+ \int_0^t \int_\alpha^t |K_2(\alpha)| |v_1(x + a(\tau - t), \tau - t)| d\tau dt \leq \end{aligned}$$

$$\leq 2K_0 \int_0^t \int_\alpha^t K_0(\varphi_0 + \phi_0) \frac{(\tau - \alpha)^2}{2} d\tau dt =$$

$$= 2K_0 K_0(\varphi_0 + \phi_0) \int_0^t \frac{(\tau - \alpha)^3}{3!} d\alpha = 2K_0^2(\varphi_0 + \phi_0) \frac{t^4}{4!}.$$

Аналогичную оценку можно получить и для v_2 . Таким образом,

$$|u_2| \leq 2K_0^2(\varphi_0 + \phi_0) \frac{t^4}{4!}, \quad |v_2| \leq 2K_0^2(\varphi_0 + \phi_0) \frac{t^4}{4!} \quad (4)$$

Для остальных членов получим соответствующие оценки. Если мы применим метод последовательного приближения к нашим следующим членам, мы обычно получаем следующее:

$$|u_n| \leq 2^{n-1} K_0^n(\varphi_0 + \phi_0) \frac{t^{2n}}{(2n)!}, \quad |v_n| \leq 2^{n-1} K_0^n(\varphi_0 + \phi_0) \frac{t^{2n}}{(2n)!}. \quad (5)$$

Ищем общее решение в виде ряда

$$\begin{cases} u(x, t) = u_0(x, t) + u_1(x, t) + u_2(x, t) + \dots + u_n(x, t), \\ v(x, t) = v_0(x, t) + v_1(x, t) + v_2(x, t) + \dots + v_n(x, t). \end{cases} \quad (6)$$

Из оценки (3)-(5) учитывая (6) получим следующие соотношения

$$|u(x, t)| \leq \varphi_0 + K_0(\varphi_0 + \phi_0) \frac{t^2}{2!} + 2K_0^2(\varphi_0 + \phi_0) \frac{t^4}{4!} + \dots + 2^{n-1} K_0^n(\varphi_0 + \phi_0) \frac{t^{2n}}{(2n)!} \quad (7)$$

$$|v(x, t)| \leq \phi_0 + K_0(\varphi_0 + \phi_0) \frac{t^2}{2!} + 2K_0^2(\varphi_0 + \phi_0) \frac{t^4}{4!} + \dots + 2^{n-1} K_0^n(\varphi_0 + \phi_0) \frac{t^{2n}}{(2n)!} \quad (8)$$

Полученные ряды (7) и (8) проверяются на сходимость с помощью критерия Даламбера:

$$\frac{\mu_n}{\mu_{n-1}} = \frac{2^{n-1} K_0^n(\varphi_0 + \phi_0) \frac{t^{2n}}{(2n)!}}{2^{n-2} K_0^{n-1}(\varphi_0 + \phi_0) \frac{t^{2n-2}}{(2n-2)!}} = 2K_0 t^2 \frac{1}{2n(2n-1)},$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{2K_0 t^2}{2n(2n-1)} = 0 < 1.$$

Значит степенные ряды (5) и (6) сходятся при $0 \leq t \leq t_0$.

Список литературы / References

1. Boltaev A.A. Inverse problem for one system of hyperbolic integro-differential equations of first order // Journal of Global Research in Mathematical Archives. Vol. 25. № 11, 2019. Pp. 43-45.
2. Merazhova S.H.B., Nuriddinov Z.H.Z., Merazhov N.I., Khidirov U.B. Metody resheniy zadachi Koshi dlya uravneniya volny v sluchaye $n = 2$ i $n = 3$ // Academy. 4 (55), 2020. S. 21-25.
3. Merazhova S.H.B. Resheniye metodom prodolzheniya zadach matematicheskoy fiziki v poluogranichennykh oblastyakh // Molodoy uchonyy, 12(116), 2016. S. 43-45.

4. *Merazhova SH.B.* Postanovka obratnoy zadachi dlya parabolicheskikh integro-differentsial'nykh uravneniy s integral'nym chlenom tipa svertki // *Uchenyy XXI veka.* № 5-3 (2018). 47-49.
5. *Merajova Sh.B.* Numerical solution of the second boundary value problem for an equation of mixed-composite type // *Journal of Global Research in Mathematical Archives.* 6(10), 2019.
6. *Merazhova SH.B.* Ekvivalentnost' kharakteristicheskoy zadachi dlya uravneniya smeshannogo tipa zadachi Koshi dlya simmetricheskoy giperbolicheskoy sistemy // *Molodoy uchonyy.* 10(114), 2016. S. 14-16.
7. *Merazhova SH.B.* Raznostnaya krayevaya zadacha dlya uravneniya smeshannogo tipa // *Molodoy uchonyy,* 8(112), 2016, S. 21-23.
8. *Merazhova SH.B., Mamatova N.KH.* Apriornaya otsenka dlya resheniya pervoy krayevoy zadachi dlya uravneniya smeshannogo tipa // *Molodoy uchonyy.* 12(116), 2016. S. 42-43.
9. *Merazhova SH.B.* On the solution of the first boundary value problem on the mixed-type model equation in the plane // *Proceedings of the Scientific Conference "Actual problems and applications of analysis."* 2019. Pp. 173-174.
10. *Durdiyev U.D.* Chislennoye opredeleniye zavisimosti dielektricheskoy pronitsayemosti sloistoy sredy ot vremennoy chastoty // *Sibirskiye Elektronnyye Matematicheskiye Izvestiya.* 17 (2020). S. 179-189.
11. *Durdiyev U.D.* A problem of identification of a special 2D memory kernel in an integro-differential hyperbolic equation. // *Eurasian journal of mathematical and computer applications.* 7:2 (2019). Pp. 4–19.
12. *Durdiyev U.D.* An Inverse Problem for the System of Viscoelasticity Equation in the Homogeneous Anisotropic Media // *Journal of Applied and Industrial Mathematics – Springer,* 13:4 (2019). Pp. 1-8.
13. *Merazhova SH.B., Mamatova N.KH.* Postanovka obratnykh zadach v matematicheskoy fizike // *Uchenyy XXI veka.* № 5-3 (2018). 43-45.
14. *Merazhova SH.B.* Teorema ob ustoychivosti raznostnoy modeli dlya pervoy krayevoy zadachi postavlennuyu v uravneniyu smeshannogo tipa // *Uchenyy XXI veka.* № 5-3 (2018). S. 49-51.
15. *Merazhova SH.B., Mardonova F.YA.* Ekvivalentnost' zadachi dlya uravneniya smeshannogo tipa i zadachi Koshi dlya uravneniy simmetricheskoy sisteme // *Uchonyye XXI veka.* № 6-1 (53), 2019. S. 20-23.
16. *Merazhova SH.B., Madatova G.A.* Ispol'zovaniye metoda Fur'ye dlya resheniya smeshannoy zadachi dlya giperbolicheskoy sistemy // *“Molodoy uchonyy”,* 2017. 15. CHAST' II. Str. 106-109.
17. *Mamatova N.KH., Norova M.* Resheniye zadachi dlya normy funktsionala pogreshnosti interpol'yatsionnoy formuly v prostranstve // *Molodoy uchenny,* 2016. № 12 (116). S. 31-32.
18. *Mamatova N.KH., Merazhova SH.B.* Postanovka zadachi dlya postroyeniya optimal'noy interpol'yatsionnoy formuly v prostranstve S.L. Soboleva neperiodicheskikh funktsiy // *Molodoy uchenny,* 2016. № 10 (114). S. 13-14.