(P_9) $(X_{12}^{0} \& X_{14}^{0} \& X_{15}) => \rceil U_{12};$

(P_{10}) $(X_{12}^{0} \& X_{13}^{0} \& X_{15}) => U_{13};$

(P_{11}) $(X_{12}^{0} \& X_{13}^{0} \& X_{16}) => \rceil U_{11};$

(P_{12}) $(X_{11}^{0} \& X_{13}^{0} \& X_{14}) => U_{12};$

(P_{13}) $(X_{33} \& X_{31} \& X_{14}) => U_{31};$

(P_{14}) $(\rceil X_{33} \& X_{32}) => \rceil U_{31};$

(P_{15}) $(X_{33} \& X_{23} \& X_{21}) => \rceil U_{21};$

(P_{16}) $(\rceil X_{23} \& X_{22}) => U_{21};$

В результате распознавания текущей ситуации в глобальной базе данных на основе информации от сенсорных устройств, установленных в различных позициях активных элементов и с учетом априорных знаний в виде продукций $(P1 - P16)$ возбуждаются соответствующие активные элементы, которые переводят ПР в новое желаемое состояние для достижения конечной цели.

Литература

1. Нильсон Н. Принципы искусственного интеллекта / Пер. с англ. М.: Радио и связь, 1985.376 с.: ил.

2. Колесов Ю.Б., Сениченков Ю.Б. Моделирование систем. Динамические и гибридные системы. БХВ-Петербург, 2006, 284 с.

УДК 517.983

Решение многомерного интегрального уравнения типа Абеля с функцией гиперболического синуса в ядре по пирамидальной области

The solution of multidimensional integral Abel type equation with the hyperbolic sine function in the kernel over pyramidal domain

М.В. Папкович, M.V. Papkovich
О.В. Скоромник, O.V. Skoromnik

Полоцкий государственный университет, Новополоцк, Беларусь

Polotsk State University, Novopolotsk, Belarus

e-mail: mpapkovich@yandex.by, skoromnik@gmail.com

Аннотация: Рассматривается многомерное интегральное уравнение первого рода с функцией гиперболического синуса в ядре по пирамидальной области. Устанавливается формула решения такого уравнения в замкнутой форме, даются необходимые и достаточные условия его разрешимости в пространстве суммируемых функций.

Abstract: Multidimensional integral equation of the first kind with the hyperbolic sine function in the kernel over pyramidal domain is studied. Solution of this equation in closed form is established, and necessary and sufficient conditions for its solvability in the space of summable functions are given.

Ключевые слова: многомерное интегральное уравнение первого рода, функция гиперболического синуса, пространство суммируемых функций, дробные интегралы и производные.

Keywords: multidimensional integral equation of the first kind, hyperbolic sine function, space of summable functions, fractional integrals and derivatives.

Рассматривается интегральное уравнение:

$$\frac{1}{\Gamma(\alpha)}\int\limits_{A_{\mathbf{c},r}(\mathbf{x})}\left(2\operatorname{sh}\frac{A\cdot(\mathbf{x}^{\sigma}-\mathbf{t}^{\sigma})}{2}\right)^{\alpha-1} f(\mathbf{t})d\mathbf{t}=g(\mathbf{x}),\quad \mathbf{x}\in A_{\mathbf{c},r}(\mathbf{b}). \quad (1)$$

Данное уравнение при $\sigma=1$ обобщает соответствующее одномерное интегральное уравнение [1, §37.1].

Здесь $A=\|a_{jk}\|$ $\left(a_{jk}\in\mathrm{R}^1\right)$ – матрица порядка $n\times n\,(n\in N)$ с определителем $|A|\neq 0$, вектор-строки которой обозначим через $\mathbf{a}_j=\left(a_{j1},...,a_{jn}\right)$ $(j=1,2,...,n)$, элементы обратной матрицы A^{-1} обозначим через a_{jk}; $\mathbf{x}=(x_1,...,x_n)\in R^n$; $\mathbf{t}=(t_1,...,t_n)\in R^n$; $\mathbf{x}\cdot\mathbf{t}=\sum\limits_{k=1}^{n}x_k t_k$; $\sigma=(\sigma_1,...,\sigma_n)\in R_+^n$; $\alpha=(\alpha_1,...,\alpha_n)\in R^n$, $0<\alpha_i<1$ $(i=1,...,n)$; $\mathbf{x}^{\alpha}=x_1^{\alpha_1}\cdots x_n^{\alpha_n}$, $\Gamma(\alpha)=\Gamma(\alpha_1)\cdots\Gamma(\alpha_n)$, $A\cdot\mathbf{x}=\left(\mathbf{a}_1\cdot\mathbf{x},...,\mathbf{a}_n\cdot\mathbf{x}\right)$, $(A\cdot\mathbf{x})^{\alpha}=(\mathbf{a}_1\cdot\mathbf{x})^{\alpha_1}\cdots(\mathbf{a}_n\cdot\mathbf{x})^{\alpha_n}$; $A_{\mathbf{c},r}(\mathbf{x})=$ $=\left\{\mathbf{t}\in\mathrm{R}^n: A\cdot(\mathbf{x}-\mathbf{t})\geq 0,\ \mathbf{c}\cdot\mathbf{t}+r\geq 0\right\}$ – пирамида, $\mathbf{x}\geq\mathbf{t}$ означает $x_1\geq t_1,...,\ x_n\geq t_n$, $r\in R^1$; $\mathrm{d}\mathbf{t}=dt_1\cdots dt_n$; $f(\mathbf{t})=f(t_1,...,t_n)$. Функция $\operatorname{sh}(\mathbf{x})$ – функция вида: $\operatorname{sh}(\mathbf{x})=\prod\limits_{j=1}^{n}\operatorname{sh}(x_j)$, где $\operatorname{sh}(x_j)$ $(j=1,2,...,n)$ – функции гиперболического синуса

[1, §28.4; 2 – 4].

Получена формула решения уравнения (1):

$$f(\mathbf{x})=\prod_{k=1}^{n}\left(\sum_{j=1}^{n}a_{jk}\frac{\partial}{\partial x_j}\right)\left\{\frac{\Gamma\left(\frac{\alpha+1}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{-\alpha+1}{2}\right)}\int\limits_{A_{\mathbf{c},r}(\mathbf{x})}\sigma^{1}\mathbf{t}^{\sigma-1}g(\mathbf{t})d\mathbf{t}\right\}. \qquad (2)$$

Введем пространства [2 – 4]:

$$L_1\left(A_{\mathbf{c},r}(\mathbf{b})\right)=\left\{f(\mathbf{x}):\int\limits_{A_{\mathbf{c},r}(\mathbf{x})}\left|f(\mathbf{t})\right|d\mathbf{t}<\infty\right\};$$

$$I_{A_{\mathbf{c},r}}\left(L_1\right)=\left\{\varphi\ :\varphi(\mathbf{x})=\int\limits_{A_{\mathbf{c},r}(\mathbf{x}),A\cdot(\mathbf{b}-\mathbf{t})\geq A\cdot(\mathbf{x}-\mathbf{t})}h(\mathbf{t})d\mathbf{t},\ h(\mathbf{t})\in L_1\left(A_{\mathbf{c},r}(\mathbf{b})\right)\right\}.$$

Пространство $I_{A_{\mathbf{c},r}}\left(L_1\right)$ играет ту же роль для уравнения (1), что и пространство $AC([a,b])$ абсолютно непрерывных функций для классического интегрального уравнения Абеля [1, §2.2].

Теорема. Для разрешимости многомерного интегрального уравнения типа Абеля (1) с $\alpha\in\mathrm{R}^{n}\ (0<\alpha<1)$ и $\sigma\in\mathrm{R}_{+}^{n}$ в пространстве $L_1\left(A_{\mathbf{c},r}(\mathbf{b})\right)$ необходимо и достаточно, чтобы выполнялись следующие условия:

$$f_{A_{\mathbf{c},r}}^{\sigma,\alpha}(\mathbf{x})=f(\mathbf{x})=\frac{\Gamma\left(\frac{\alpha+1}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{-\alpha+1}{2}\right)}\int\limits_{A_{\mathbf{c},r}(\mathbf{x})}\sigma^{1}\mathbf{t}^{\sigma-1}g(\mathbf{t})d\mathbf{t}\in I_{A_{\mathbf{c},r}}\left(L_1\right)$$

и

$$\left[f_{A_{\mathbf{c},r}}^{\sigma,\alpha}(\mathbf{x})\right]_{\mathbf{c}\cdot\mathbf{x}+r=0}=\left[\sum_{j=1}^{n}\tilde{a}_{jk}\frac{\partial}{\partial x_j}f_{A_{\mathbf{c},r}}^{\sigma,\alpha}(\mathbf{x})\right]_{\mathbf{c}\cdot\mathbf{x}+r=0}=\ldots$$

$$\ldots=\left[\prod_{k=2}^{n}\sum_{j=1}^{n}\left(\tilde{a}_{jk}\frac{\partial}{\partial x_j}\right)f_{A_{\mathbf{c},r}}^{\sigma,\alpha}(\mathbf{x})\right]_{\mathbf{c}\cdot\mathbf{x}+r=0}=0.$$

При выполнении этих условий уравнение (1) разрешимо в $L_1\left(A_{\mathbf{c},r}(\mathbf{b})\right)$ и его единственное решение дается формулой (2).

Работа выполнена в рамках ГПНИ «Конвергенция – 2025» (подпрограмма «Математические модели и методы»).

Литература

1. Самко, С.Г. Интегралы и производные дробного порядка и некоторые их приложения / С.Г. Самко, А.А. Килбас, О.И. Маричев. – Минск: Наука и техника, 1987. – 688с.

2. Kilbas, A.A. On integrable solution of a multidimensional Abel-type integral equation / A.A. Kilbas, M. Saigo, H. Takushima // Fukuoka Univ. Sci. Rep. – 1995. – Vol. 25. № 1. – P. 1 – 9.

3. Килбас, А.А. Решение многомерных гипергеометрических уравнений типа Абеля / А.А. Килбас, Р.К. Райна, М. Сайго, Г.М. Сривастава // Доклады НАН Беларуси. – 1995. – Т. 43. № 2. – С. 23 – 26.

4. Скоромник, О.В. Решение многомерного интегрального уравнения первого рода с функцией Куммера в ядре по пирамидальной области / О.В. Скоромник, С.А. Шлапаков // Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітета. – 2014. – № 1. – С. 12–17.

УДК 330.45

Базовые модели симплекс - метода и распределительного метода
Basic models of the simplex method and the distributional method

Т.В.Полушкина, А.А.Бутюгина, Е.Е.Горбунова
T.V.Polushkina, A. A.Butyugina, E. E.Gorbunova

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Курганская государственная сельскохозяйственная академия имени Т. С. Мальцева», Курган
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kurgan State Agricultural Academy by T.S. Maltsev», Kurgan

E-mail: polushkinat@list.ru, nast2_31@mail.ru, eegorbunova@list.ru

Аннотация. Базовые модели линейного программирования позволяют вскрыть неиспользованные возможности производства, глубже и точнее разрабатывать сложные