YADRODA BESSEL FUNKSIYASI QATNASHGAN INTEGRAL OPERATORLARNING YARIM GRUPPA TASHKIL ETISHI VA UNDAN KELIB CHIQADIGAN NATIJA

Zaylobiddin Zokirovich Xo'jaxonov
"Oliy matematika" kafedrasi katta o'qituvchisi, Farg'ona Politexnika institute, Farg'ona, O'zbekiston
zaylobiddinxojaxonov@gmail.com
ORCID: 0000-0002-9955-4235

ANNOTATSIYA

Ushbu maqolamizda telegraf tenglamasi uchun korrekt masalalar qo'yishda va tekshirishda keng foydalaniladigan va muhim ahamiyatga ega integral operatorlarning xossalaridan biri o'rganilgan. Olingan natijani teskari integral operator da ham o'rinli ekanligi, shuningdek bu olingan natijalar umumiy holda qaralganda ham o'rinli ekanligi ko'rib chiqilgan.

Kalit so'zlar: *yadro, Bessel funksiyasi, integral operator, yarim gruppa, telegraf tenglamasi, Riman-Liuvil, teskari operatorlar, xususiy hosilali, differensial tenglama, parameter.*

СОЗДАНИЕ ПОЛУГРУППЫ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ОПЕРАТОРОВ С ФУНКЦИЕЙ БЕССЕЛЯ В ЯДЕРНОМ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Зайлобиддин Зокирович Хужахонов
Старший преподаватель кафедры "Высшей математики", Ферганский политехнический институт, Фергана, Узбекистан
zaylobiddinxojaxonov@gmail.com
ORCID: 0000-0002-9955-4235

АННОТАЦИЯ

В этой статье исследуется одно из свойств интегральных операторов, которые широко используются и важны при постановке и проверке правильности задач для телеграфного уравнения. Считается, что полученный результат справедлив и в обратном интегральном операторе, и что эти результаты справедливы и в общем случае.

Ключевые слова: *ядро, функция Бесселя, интегральный оператор, подгруппа, телеграфное уравнение, Римана-Лиувилля, обратные операторы, специальная производная, дифференциальное уравнение, параметр.*

CREATION OF A SEMIGROUP OF INTEGRAL OPERATORS WITH THE BESSEL FUNCTION IN THE NUCLEAR AND RESULTS

Zaylobiddin Zokirovich Xujaxonov
Senior Lecturer of the Department of Higher Mathematics, Fergana Polytechnic Institute, Fergana, Uzbekistan
zaylobiddinxojaxonov@gmail.com
ORCID: 0000-0002-9955-4235

ABSTRACT

This article explores one of the properties of integral operators that are widely used and important in setting and verifying correct problems for the telegraph equation. It is considered that the result obtained is also valid in the inverse integral operator, and that these results are also valid in general.

***Keywords**: core, Bessel function, integral operator, subgroup, telegraph equation, Riemann-Liuville, inverse operators, special derivative, differential equation, parameter.*

KIRISH

Faraz qilaylik, $f(x)\in C(m,n)\cap L_1[m,n]$, $g(x)\in C^1(m,n)\cap L_1[m,n]$ va $k\in[m,n]$, $x\in(m,n)$.

MUHOKAMA VA NATIJALAR

Quyidagi operatorlarni kiritaylik:

$$A_{kx}^{s,\lambda}[f(x)]=f(x)-\int_k^x f(x)\left(\frac{t-k}{x-k}\right)^s\frac{\partial}{\partial t}J_0\left[\lambda\sqrt{(x-k)(x-t)}\right]dt, \qquad (1)$$

$$B_{kx}^{s,\lambda}[f(x)]=f(x)+\int_k^x f(x)\left(\frac{x-k}{t-k}\right)^{1-s}\frac{\partial}{\partial t}J_0\left[\lambda\sqrt{(t-k)(t-x)}\right]dt, \qquad (2)$$

bu yerda $s=0{,}1$.

Bu operatorlar

$$\Delta_\lambda U=U_{xx}-U_{yy}+\lambda^2 U=0$$

telegraf tenglamasi uchun korrekt masalalar qo'yishda va tekshirishda keng foydalaniladi. Shuning uchun ularning xossalarini o'rganinsh muhim ahamiyatga ega.

Xozirgacha (1) va (2) operatorlar o'zaro teskari operatorlar ekanligi, ular uchun ekstremum prinsipi, hamda ushbu operatorlar bilan kasr tartibli Riman-Liuvil ma'nosidagi operatorlarning kompozitsiyalari hisoblangan va ular spectral parametrli buziladigan giperbolik va aralash tipdagi xususiy hosilali differensial tanglamalar uchun nolokal masalani tadqiq etishda qo'llanilgan [1-9]. Bundan tashqari ushbu $\frac{\partial^2}{\partial x^2}$ operatorlar bilan almashtirish operatorlari vazifasini bajarish holi ham isbotlangan [1-9].

Agar $A_{kx}^{n,\lambda} A_{kx}^{n,\mu} = A_{kx}^{n,\lambda+\mu}$ tenglik bajarilsa, $A_{kx}^{n,\lambda}$ operator λ parametr bo'yicha yarim gruppa tashkil etadi deyiladi.

Teorema. $f(x) \in L_1(k,+\infty)$ bo'lsin, u holda $x > k$ bo'lganda

$$A_{kx}^{n,\lambda} A_{kx}^{n,\mu} f(x) = A_{kx}^{n,\sqrt{\lambda^2+\mu^2}} f(x)$$

tenglik o'rinli bo'ladi.

Isbot. Oldin $n = 0$ holni ko'rib chiqamiz:

$$A_{kx}^{0,\lambda} A_{kx}^{0,\mu} f(x) = A_{kx}^{0,\mu} f(x) - \int_k^x \left\{A_{kx}^{0,\mu} f(t)\right\} \frac{\partial}{\partial t} J_0\left[\lambda\sqrt{(x-k)(x-t)}\right] dt =$$

$$= f(x) - \int_k^x f(t) \frac{\partial}{\partial t} J_0\left[\mu\sqrt{(x-k)(x-t)}\right] dt - \int_k^x f(t) \frac{\partial}{\partial t} J_0\left[\lambda\sqrt{(x-k)(x-t)}\right] dt -$$

$$- \int_k^x \frac{\partial}{\partial t} J_0\left[\lambda\sqrt{(x-k)(x-t)}\right] dt \int_k^t f(s) \frac{\partial}{\partial s} J_0\left[\mu\sqrt{(t-k)(t-s)}\right] ds =$$

$$= f(x) - \int_k^x f(t) \frac{\partial}{\partial t} J_0\left[\mu\sqrt{(x-k)(x-t)}\right] dt - \int_k^x f(t) \frac{\partial}{\partial t} J_0\left[\lambda\sqrt{(x-k)(x-t)}\right] dt -$$

$$- \int_0^x f(s) ds \int_s^x \frac{\partial}{\partial t} J_0\left[\lambda\sqrt{(x-k)(x-t)}\right] \frac{\partial}{\partial s} J_0\left[\mu\sqrt{(t-k)(t-s)}\right] dt.$$

Ichki integralni hisoblaymiz:

$$I = \int_s^x \frac{\partial}{\partial t} J_0\left[\lambda\sqrt{(x-k)(x-t)}\right] \frac{\partial}{\partial s} J_0\left[\mu\sqrt{(t-k)(t-s)}\right] dt =$$

$$= J_0\left[\lambda\sqrt{(x-k)(x-x)}\right] - J_0\left[\lambda\sqrt{(s-s)}\right] = 0$$

$$\int_k^x f(t) \frac{\partial}{\partial t} J_0\left[\mu\sqrt{(x-k)(x-t)}\right] dt + \int_k^x f(t) \frac{\partial}{\partial t} J_0\left[\lambda\sqrt{(x-k)(x-t)}\right] dt =$$

$$= \int_k^x f(t) \frac{\partial}{\partial t} \left\{J_0\left[\lambda\sqrt{(x-k)(x-t)}\right] + J_0\left[\mu\sqrt{(x-k)(x-t)}\right]\right\} dt =$$

$$= \int_k^x f(t) \frac{\partial}{\partial t} J_0\left[\sqrt{\lambda^2+\mu^2}\sqrt{(x-k)(x-t)}\right] dt,$$

yuqoridagi tenglikdan teorema isbotlandi. Demak, $n = 0$ da

$$A_{kx}^{0,\lambda} A_{kx}^{0,\mu} f(x) = A_{kx}^{0,\sqrt{\lambda^2+\mu^2}} f(x)$$

ga teng, $n = 1$ bo'lgan holda ham o'rinli.

XULOSA

Shunday qilib, $A_{kx}^{s,\lambda}$ operatorga teskari $B_{kx}^{s,\lambda}$ operator uchun ham quyidagi teorema o'rinli ekanligi kelib chiqadi.

Teorema. $f(x)\in L_1(k,+\infty)$ bo'lsin, u holda $x>k$ bo'lganda

$$B_{kx}^{n,\lambda}B_{kx}^{n,\mu}f(x)=B_{kx}^{n,\sqrt{\lambda^2+\mu^2}}f(x)$$

tenglik o'rinli bo'ladi.

Bu teorema ham yuqoridagi kabi isbotlanadi [10-21].

Yuqoridagi teoremalardan quyidagi umumiy teorema kelib chiqadi:

Teorema. $f(x)\in L_1(k,+\infty)$ bo'lsin, u holda $x>k$ bo'lganda

$$A_{kx}^{n,\lambda_1}A_{kx}^{n,\lambda_2}A_{kx}^{n,\lambda_3}\dots f(x)=A_{kx}^{n,\sqrt{\lambda_1{}^2+\lambda_2{}^2+\lambda_3{}^2+\dots}}f(x),$$

$$B_{kx}^{n,\lambda_1}B_{kx}^{n,\lambda_2}B_{kx}^{n,\lambda_3}\dots f(x)=B_{kx}^{n,\sqrt{\lambda_1{}^2+\lambda_2{}^2+\lambda_3{}^2+\dots}}f(x)$$

tenglik o'rinli bo'ladi.

REFERENCES

1. Abdurazakov, A., Makhmudova, N., & Mirzamakhmudova, N. (2021). On one method for solving degenerating parabolic systems by the direct line method with an appendix in the theory of filration.

2. Shadimetov, K., & Daliyev, B. (2021, July). Composite optimal formulas for approximate integration of weight integrals. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2365, No. 1, p. 020025). AIP Publishing LLC.

3. Hayotov, A. R., Bozarov, B. I., & Abduganiev, A. (2018). Optimal formula for numerical integration on two dimensional sphere. *Uzbek Mathematical Journal*, *3*, 80-89.

4. Шадиметов, Х. М., & Далиев, Б. С. (2020). Коэффициенты оптимальных квадратурных формул для приближенного решения общего интегрального уравнения Абеля. *Проблемы вычислительной и прикладной математики*, (2 (26)), 24-31.

5. Bozarov, B. I. (2019). An optimal quadrature formula with sinx weight function in the Sobolev Абдуразаков, А., Махмудова, Н., & Мирзамахмудова, Н. (2019). Решения многоточечной краевой задачи фильтрации газа в многослойных пластах с учетом релаксации. *Universum: технические науки*, (11-1 (68)).

6. space. *Uzbekistan academy of sciences vi romanovskiy institute of mathematics*, 47.

7. Hayotov, A., & Bozarov, B. (2021, July). Optimal quadrature formulas with the trigonometric weight in the Sobolev space. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2365, No. 1, p. 020022). AIP Publishing LLC.

8. Alimjonova, G. (2021). Modern competencies in the techno-culture of future technical specialists. *Current research journal of pedagogics (2767-3278)*, *2*(06), 78-84.

9. Каримов, Ш. Т., & Хожиакбарова, Г. (2017). Аналог задачи гурса для одного неклассического уравнения третьего порядка с сингулярным коэффициентом. *Toshkent shahridagi turin politexnika universiteti*, 121.

10. Каримов, Ш. Т., & Хожиакбарова, Г. (2017). Аналог задачи гурса для одного неклассического уравнения третьего порядка с сингулярным коэффициентом. *Toshkent shahridagi turin politexnika universiteti*, 121.

11. Ахмедова, Г. А., & Файзуллаев, Ж. И. (2014). Управление инновационной активностью промышленных предприятий на основе эффективных методов ее оценки и стимулирования. *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*, (4-1).

12. Fayzullaev, J. (2020). A systematic approach to the development of mathematical competence among students of technical universities. *European Journal of Research and Reflection in Educational Sciences Vol*, *8*(3).

13. Mirzakarimov, E. M., & Faizullaev, J. I. (2019). Method of teaching the integration of information and educational technologies in a heterogeneous parabolic equation. *Scientific Bulletin of Namangan State University*, *1*(5), 13-17.

14. Mirzakarimov, E. M., & Fayzullaev, J. S. (2020). Improving the quality and efficiency of teaching by developing students* mathematical competence using the animation method of adding vectors to the plane using the maple system. *Scientific Bulletin of Namangan State University*, *2*(9), 336-342.

15. Nazarova, G. (2021). Methods of directing economics to scientific research activities. *Current research journal of pedagogics (2767-3278)*, *2*(06), 90-95.

16. Atroshchenko, P. V., & Yusupova, N. I. (2007). On an approach to risk forecasting in leasing activities. *Problemy Upravleniya*, *6*, 35-40.

17. Azizov, M. S., & Rustamova, S. T. (2017). Yuqori tartibli differensial tenglamalarni bernulli tenglamasiga keltirib yechish. *Toshkent shahridagi turin politexnika universiteti*, 61.

18. Каримов, Ш. Т., & Юлбарсов, Х. А. (2021). Задача гурса для одного псевдопараболического уравнения третьего порядка с оператором бесселя. *ББК 22.161 С56*, 176.

19. Xujaxonov, Z. Z. (2019). Approximate computation by the interpolation polynomial method some curvilinear integrals with singular coefficients. *Scientific Bulletin of Namangan State University*, *1*(6), 22-25.

20. Sattorov, A. M., & Xujaxonov, Z. Z. (2019). Approach calculation of certain specific integrals by interpolating polynomials. *Scientific Bulletin of Namangan State University*, *1*(3), 10-12.

21. Hayotov, A., & Rasulov, R. (2021, July). Improvement of the accuracy for the Euler-Maclaurin quadrature formulas. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2365, No. 1, p. 020035). AIP Publishing LLC.