N E W S
OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES
ISSN 1991-346X
Volume 4, Number 302 (2015), 277 – 283

UDC 517.929

ABOUT A BAZISNOST OF OWN VECTORS OF ONE CLASS OF OPERATOR BUNCHES WITH THE WAVE OPERATOR IN A BODY

Imanbayeva A.B., Besbaev G.A., Shaldanbayev A.Sh.
Shymkent, YuKGU of M. Auyezov
shaldanbaev51@mail.ru

Key words: the deviating arguments, strong resolvability, a range, a bunch of operators.

Abstract. An incorrectness of the minimum wave operator well-known because, zero for it is beskonechnokratny own value. As showed our researches, situation will change if to revolt him with the younger member containing spectral parameter in quality of coefficient, as a result the task assumes an air of an operator bunch. The received bunch of operators easily is factorized by means of functional differential operators of the first order which spectral properties it is easily studied by a classical method of division of variables. Direct application of a method of division of variables to an initial bunch of operators encounters not preodelimy difficulties the difficulties with Kostyuchenko A.G. task compared on degree.

УДК 517.929

О БАЗИСНОСТИ СОБСТВЕННЫХ ВЕКТОРОВ ОДНОГО КЛАССА ОПЕРАТОРНЫХ ПУЧКОВ С ВОЛНОВЫМ ОПЕРАТОРОМ В ГЛАВНОЙ ЧАСТИ

Иманбаева А.Б., Бесбаев Г.А., Шалданбаев А.Ш.
г. Шымкент, ЮКГУ им. М.Ауезова

Ключевые слова: отклоняющиеся аргумент, сильная разрешимость,спектр,пучок операторов

Аннотация. Некорректность минимального волнового оператора общеизвестно,ибо,нуль для него является бесконечнократным собственным значением.Как показали наши иследования, положение изменится,если возмутить его младшим членом содержащим в качестве коэффициента спектральный параметр,в итоге задача принимает вид операторного пучка.Полученный пучок операторов легко факторизуется с помощью функционально- дифференциальных операторов первого порядка,спектральные свойства которых легко изучается классическим методом разделения переменных. Непосредственное применение метода разделения переменных к исходному пучку операторов наталкивается на не преоделимые трудности, сравниваемые по степени трудности с задачей Костюченко А.Г.

1. Введение.Пусть $\Omega \subset R^2$- четырехугольник ограниченный отрезками: $AB: 0 \le y \le 1$, $x = 0$; $BC: 0 \le x \le 1$, $y = 1$; $CD: 0 \le y \le 1$, $x = 1$; $DA: 0 \le x \le 1$, $y = 0$ /см. Рис 1/.

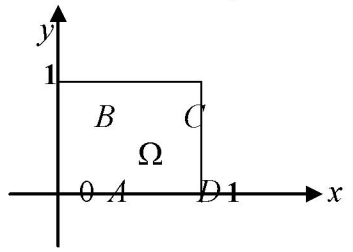

Рис. 1.

Через $C^{1,1}(\Omega)$- обозначим множество функции $u(x,t)$, непрерывно дифференцируемых в области Ω, по переменным x и t. Под границей области Ω понимаем совокупность отрезков: $\Gamma = AB \cup AD \cup CD$.

Исследовать спектральные свойства операторного пучка

$$u_{xx} - u_{yy} = -2\lambda u_x + \lambda^2 u\,; \qquad (1.1)$$

$$u\big|_{y=0} = 0\,, \qquad (1.2)$$

$$u\big|_{x=0} = \alpha u\big|_{x=1}\,, \qquad |\alpha| = 1\,. \qquad (1.3)$$

2.Методы исследований

Лемма 2.1 [1]. Пусть A - плотно определенный оператор в гильбертовом пространстве H. Тогда

(а) A^* - существует и замкнут;

(б) A допускает замыкание, если и только если $D(A^*)$ плотно в H, причем в этом случае $\overline{A} = A^{**}$.

Лемма 2.2. Множество функции финитных в области Ω плотно в пространстве $L^2(\Omega)$ **[2]**.

Лемма 2.3. Если симметрический оператор A имеет полную систему собственных векторов, то замыкание этого оператора $\overline{A}$ самосопряжен в H, иначе говоря, оператор A самосопряжен в существенном в H.

Лемма 2.4. Оператор

$$Lu = iu_x(x,y) + u_y(x,1-y), \qquad (2.1)$$

$$D(L) = \{u \in C^{1,1}(\Omega) \cap C(\overline{\Omega}), u\big|_{y=0} = 0, u\big|_{x=0} = \alpha u\big|_{x=1}, |\alpha| = 1\} \qquad (2.2)$$

является симметрическим оператором в пространстве $L^2(\Omega)$.

Доказательство. Пусть $u, v \in D(L)$, тогда

$$(Lu, v) = \int_0^1\int_0^1 \left[iu_x(x,y) + u_y(x,1-y)\right]\cdot \overline{v}(x,y)dxdy = \int_0^1\int_0^1 iu_x(x,y)\overline{v}(x,y)dxdy +$$

$$\int_0^1\int_0^1 u_y(x,1-y)\overline{v}(x,y)dxdy = J_1 + J_2\,.$$

С помощью теоремы Фубини и интегрирования по частям преобразуем интегралов J_1, J_2.

$$J_1 = \int_0^1\int_0^1 iu_x(x,y)\overline{v}(x,y)dxdy = \int_0^1\left[\int_0^1 iu_x(x,y)\overline{v}(x,y)dx\right]dy = \int_0^1\left[\int_0^1 i\overline{v}(x,y)d_x u\right]dy =$$

$$\int_0^1\left[i\overline{v}(x,y)u(x,y)\Big|_0^1 - i\int_0^1 u(x,y)\overline{v}_x(x,y)dx\right]dy = \int_0^1\left[\int_0^1 u(x,y)\overline{iv_x(x,y)}dx\right]dy =$$

$$\int_0^1\int_0^1 u(x,y)\overline{iv_x(x,y)}dxdy\,;$$

$$J_2 = \int_0^1\int_0^1 u_y(x,1-y)\overline{v}(x,y)dxdy = \int_0^1\left[\int_0^1 u_y(x,1-y)\overline{v}(x,y)dy\right]dx = \int_0^1\left[-\int_0^1 \overline{v}(x,y)d_y u(x,1-y)\right]dx =$$

$$\int_0^1\left[-\overline{v}(x,y)u(x,1-y)\Big|_0^1 + \int_0^1 u(x,1-y)\overline{v}_y(x,y)dy\right]dx = \int_0^1\left[\int_0^1 u(x,1-y)\overline{v_y}(x,y)dy\right]dx =$$

$$\int_0^1\int_0^1 u(x,y)\overline{v_y}(x,1-y)dxdy\,;$$

Следовательно, $(Lu,v)=\int_0^1\int_0^1 u(x,y)\left[iv_x(x,y)+v_y(x,1-y)\right]dxdy=(u,Lv)$.

Лемма 2.5. Спектральная задача

$$Lw=-w''(y)=\nu^2 w(y),$$
$$w(0)=w'(1)=0$$

имеет бесконечное множество собственных значений

$$\nu_n=n\pi-\frac{\pi}{2},\ \ n=1,2,...$$

и соответствующих им собственных функций

$$w_n(y)=\sqrt{2}\sin\left(n\pi-\frac{\pi}{2}\right)y,\ n=1,2,...,$$

которые образуют ортонормированный базис пространства $L^2(0,1)$.

Доказательство.

Ортогональность собственных функций $w_n(y)$ следует из симметричности соответствующего дифференциального оператора L.

Если $Lw_n=\nu_n w_n$, $Lw_m=\nu_m w_m$, то $(Lw_n,w_m)=\nu_n(w_n,w_m)$, $(v_n,Lw_m)=\nu_m(v_n,w_m)$, $\Rightarrow$ $\nu_n(w_n,w_m)=\nu_m(v_n,w_m)$, $\Rightarrow$ $(\nu_n-\nu_m)(w_n,w_m)=0$, $\Rightarrow$ $(w_n,w_m)=0$ при $n\neq m$.

Ортонормированность собственных функций $v_n(x)$ показывается непосредственным вычислением, остается показать полноту.

Допустим, что для некоторой функции $f(y)$ из $L^2(0,1)$ имеет место равенство

$$\int_0^1 f(y)w_n(y)dy=0,\ n=1,2,...,$$

т.е.
$$\int_0^1 f(y)\sin\left(n\pi+\frac{\pi}{2}\right)ydy=0,\ \ n=0,1,2,.... \tag{2.3}$$

Тогда имеет место также равенство

$$\int_0^1 f(y)\sin\left((n-1)\pi+\frac{\pi}{2}\right)ydy=0,\ n=1,2,...\ \text{или}$$

$$\int_0^1 f(y)\sin\left(n\pi-\frac{\pi}{2}\right)ydy=0. \tag{2.4}$$

Сложив равенств (2.3) и (2.4), получим $2\int_0^1 f(y)\cos\frac{\pi}{2}y\cdot\sin n\pi ydy=0$, $n=1,2,...$.

В силу полноты системы функции $\{\sin n\pi y\}$ в $L^2(0,1)$ [1], получим

$$f(y)\cos\frac{\pi y}{2}=0$$

почти всюду в $(0,1)$, следовательно, $f(y)=0$ почти всюду в $(0,1)$, что и требовалось доказать.

Лемма 2.6. Спектральная задача

$$iv_x=\mu v(x),\ v(0)=\alpha v(1),\ |\alpha|=1 \tag{2.5}$$

имеет бесконечное множество вещественных собственных значений

$$\mu_m=\arg\alpha+2m\pi\cdot i,\ m=0,\pm1,\pm2,... \tag{2.6}$$

и соответствующих им собственных функций

$$v_m(x) = \exp[-i(\arg\alpha + 2m\pi)x],\ m = 0,\pm1,\pm2,\dots, \tag{2.7}$$

которые образуют ортонормированный базис пространства $L^2(0,1)$.

Лемма 2.7. Если ортогональные системы $\{\varphi_n(x)\}$ и $\{\psi_n(x)\}$, $n = 1,2,\dots$ полны в пространстве $L^2(0,1)$, то их произведение $\{\varphi_n(x)\cdot\psi_m(y)\}$, $m,n = 1,2,\dots$ полны в пространстве $L^2(0,1)$, где $\Omega = [0,1]\times[0,1]$ [2].

3. Результаты исследований

Теорема 3.1. Краевая задача

$$Lu = iu_x(x,y) + u_y(x,1-y) = f(x,y) \tag{3.1}$$

$$u\big|_{y=0} = 0,\ u\big|_{x=0} = \alpha u\big|_{x=1},\quad |\alpha| = 1, \tag{3.2}$$

имеет бесконечное множество вещественных собственных значений

$$\lambda_{mn} = \arg\alpha + 2m\pi + (-1)^{n+1}\left(n\pi - \frac{\pi}{2}\right),\ n = 1,2,\dots,\ m = 0,\pm1,\pm2,\dots,$$

и соответствующих ,им собственных функций

$$u_{mn}(x,y) = \sqrt{2}\exp[-i(\arg\alpha + 2m\pi)x]\cdot\sin\left(n\pi - \frac{\pi}{2}\right)y,$$

которые образуют ортонормированный базис пространства $L^2(0,1)$.

Доказательство. Пусть $Su(x,y) = u(x,1-y)$, тогда

$iu_x(x,y) + u_y(x,1-y) = \left(i\frac{\partial}{\partial x} + S\frac{\partial}{\partial y}\right)u(x,y)$, мы воспользуемся этой формулой при вычислениях.

Пусть $u_{mn}(x,y) = \sqrt{2}\exp[-i(\arg\alpha + 2m\pi)x]\cdot\sin\left(n\pi - \frac{\pi}{2}\right)y$, $n = 1,2,\dots$, $m = 0,\pm1,\pm2,\dots$.

Тогда имеют место формулы

$$i\frac{\partial}{\partial x}u_{mn}(x,y) = (\arg\alpha + 2m\pi)u_{mn}(x,y);$$

$$S\frac{\partial}{\partial y}u_{mn}(x,y) = \sqrt{2}\left(n\pi - \frac{\pi}{2}\right)\exp[-i(\arg\alpha + 2m\pi)]\cdot\cos\left(n\pi - \frac{\pi}{2}\right)(1-y) =$$

$$\sqrt{2}\left(n\pi - \frac{\pi}{2}\right)\exp[-i(\arg\alpha + 2m\pi)x]\cdot(-1)^{n+1}\sin\left(n\pi - \frac{\pi}{2}\right)y = (-1)^{n+1}\left(n\pi - \frac{\pi}{2}\right)u_{mn}(x,y),$$

$$\left(i\frac{\partial}{\partial x} + S\frac{\partial}{\partial y}\right)u_{mn}(x,y) = \left[\arg\alpha + 2m\pi + (-1)^{n+1}\left(n\pi - \frac{\pi}{2}\right)\right]u_{mn}(x,y).$$

Следовательно, $i\frac{\partial}{\partial x}u_{mn}(x,y) + u_{mny}(x,1-y) = \lambda_{mn}u_{mn}(x,y)$, где

$$\lambda_{mn} = \arg\alpha + 2m\pi + (-1)^{n+1}\left(n\pi - \frac{\pi}{2}\right),\ n = 1,2,\dots,\ m = 0,\pm1,\pm2,\dots.$$

Теорема 3.2. Оператор

$$Lu = iu_x(x,y) + u_y(x,1-y), \tag{3.3}$$

$$D(L) = \{u \in C^{1,1}(\Omega)\cap C(\overline{\Omega}), u\big|_{y=0} = 0, u\big|_{x=0} = \alpha u\big|_{x=1}, |\alpha| = 1\} \tag{3.4}$$

самосопряжен в существенном в пространстве $L^2(\Omega)$.

Доказательство. Эта теорема является простым следствием теоремы 3.1, леммы 2.3 и 2.4.

До настоящего времени мы не говорили о спектре оператора L преднамеренно, ибо это понятие присущее лишь замкнутым оператором, а наш оператор до настоящего времени был незамкнутым. В силу теоремы 3.2 имеет место равенство $\overline{L} = L^*$.

Далее под оператором L будем понимать замыкание оператора (3.3)-(3.4) и исследуем его спектр. Собственные значения этого оператора имеют вид: $\lambda_{mn} = \arg\alpha + 2m\pi + (-1)^{n+1}\left(n\pi - \frac{\pi}{2}\right)$, $n = 1,2,\ldots$, $m = 0,\pm1,\pm2,\ldots$.

а) Пусть $n = 2k$, $k = 1,2,\ldots$, тогда

$$\lambda_{m,2k} = \arg\alpha + 2m\pi - \left(2k\pi - \frac{\pi}{2}\right) = \pi\left[\frac{\arg\alpha}{\pi} + 2(m-k) + \frac{1}{2}\right] = \pi\left[\frac{\arg\alpha}{\pi} + \frac{1}{2} + 2(m-k)\right];$$

Величина $2(m-k)$ пробегает все четные числа, аргумент α лежит в пределах $0 \le \arg\alpha \prec 2\pi$, поэтому $0 \le \frac{\arg\alpha}{\pi} \prec 2$, $\frac{1}{2} \le \frac{\arg\alpha}{\pi} + \frac{1}{2} \prec \frac{5}{2}$. Между числами $\frac{1}{2}$ и $\frac{5}{2}$ находится лишь одно четное число 2, которое достигается при $\frac{\arg\alpha}{\pi} = \frac{3}{2}$. Таким образом, $\lambda_{m,2k} \ne 0$ тогда и только тогда, когда $\frac{\arg\alpha}{\pi} \ne \frac{3}{2}$.

б) Пусть $n = 2k-1$, $k = 1,2,\ldots$, тогда

$$\lambda_{m,2k-1} = \arg\alpha + 2m\pi(2k-1)\pi - \frac{\pi}{2} = \pi\left[\frac{\arg\alpha}{\pi} + 2m + 2k - 1 - \frac{1}{2}\right] = \pi\left[\frac{\arg\alpha}{\pi} - \frac{3}{2} + 2(m+k)\right];$$

Величина $2(m+k)$ пробегает всех четных целых чисел. Имеет место неравенство: $-\frac{3}{2} \le \frac{\arg\alpha}{\pi} - \frac{3}{2} \prec \frac{1}{2}$.

Между числами $-\frac{3}{2}$ и $\frac{1}{2}$ находится лишь одно четное число 0, которое достигается при $\frac{\arg\alpha}{\pi} = \frac{3}{2}$.

Теорема 3.3. Спектр оператора

$$Lu = iu_x(x,y) + u_y(x,1-y), \tag{3.3}$$

$$D(L) = \{u \in C^{1,1}(\Omega) \cap C(\overline{\Omega}); u|_{y=0} = 0, u|_{x=0} = \alpha u|_{x=1}, |\alpha| = 1\} \tag{3.4}$$

состоит из двух серии

а) $\lambda_m^{(1)} = \pi\left[\frac{\arg\alpha}{\pi} + \frac{1}{2} + 2m\right]$, $m = 0,\pm1,\pm2,\ldots$; б) $\lambda_m^{(2)} = \pi\left[\frac{\arg\alpha}{\pi} - \frac{3}{2} + 2m\right]$, $m = 0,\pm1,\pm2,\ldots$

бесконечнократных собственных значений, т.е. каждое из этих значений принимаются бесконечное число раз, соответствующие им собственные функции образуют ортонормированный базис пространства $L^2(\Omega)$.

Обратный оператор L^{-1} существует тогда и только тогда, когда

$$\frac{\arg\alpha}{\pi} \ne \frac{3}{2}. \tag{3.5}$$

Теорема 3.4. Краевая задача (1.1)-(1.3) сильно разрешима в пространстве $L^2(\Omega)$ тогда и только тогда, когда

$$\frac{\arg\alpha}{\pi} \neq \frac{3}{2}. \qquad (3.5)$$

При выполнении условия (3.5) обратный оператор $\left(\overline{L}\right)^{-1}$ существует, ограничен, но некомпактен, ибо присутствует непрерывный спектр оператора $\overline{L}$.

4.Выводы.Спектральная задача (1.2)-(1.3) имеет бесконечное множество собственных значений

$$\lambda_{mn} = \arg\alpha + 2m\pi + (-1)^{n+1}\left(n\pi - \frac{\pi}{2}\right), \quad n = 1,2,\ldots, \quad m = 0,\pm1,\pm2,\ldots.$$

и соответствующих им собственных функций

$$u_{mn}(x,y) = \sqrt{2}\exp\left[-i(\arg\alpha + 2m\pi)x\right]\cdot\sin\left(n\pi - \frac{\pi}{2}\right)y,$$

которые образуют ортонормированный базис пространства $L_2(\Omega)$.

Отметим,что оператор (3.3)- (3.4) является двумерным обобщением оператора рассмотренного в работах [5]- [10],которое нашло приложений к оператору теплопроводности в [11] -[13] , и к некорректным задачам математической физики в [14]- [15].

ЛИТЕРАТУРА

[1] Мизохата С. Теория уравнений с частными производными,М.: Мир, 1977,504с.

[2] Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Элементы теории функций и функционального анализа, М.: Наука, 1968.

[3] Кальменов Т.Ш.. Краевые задачи для линейных уравнений в частных производных гиперболического типа,Шымкент, Гылым, 1993,327 с.

[4] Дезин А.А. Общие вопросы теории граничных задач,М.: Наука, 1980,207 с.

[5] Ахметова С.Т., Шалданбаев А.Ш. О полноте собственных векторов задачи Коши,Наука и образование Южного Казахстана, Шымкент, №27, 2002, С.58-62.

[6] Ахметова С.Т., Шалданбаев А.Ш. О полноте собственных векторов периодической и антипериодической задачи,Наука и образование ЮК, Шымкент, 2003, № 34, С. 25-31.

[7] Кальменов Т.Ш., Ахметова С.Т., Шалданбаев А.Ш. К спектральной теории уравнений с отклоняющимся аргументом // Математический журнал, Алматы, 2004, Т. 4, №3(13). С. 41-48.

[8] Кальменов Т.Ш.,Спабекова Г.М., Шалданбаев А.Ш.Дифференциальные уравнения на окружности с отклоняющимся аргументом, Наука и образование Южного Казахстана, серия экономика, мат.,инф.,физика, 2004, №4(39), С.122-127.

[9] Шалданбаев А.Ш., Рустемова К.Ж.О задаче Коши для уравнения первого порядка с отклоняющимся аргументом,Научный журнал ПОИСК, серия естественных и технических наук, №4, г. Алматы, октябрь 2009г,с. 199-204.

[10] Шалданбаев А.Ш., Рустемова К.Ж.О периодической задаче для уравнения первого порядка с отклоняющимся аргументом,Научный журнал ПОИСК, серия естественных и технических наук, №4, г. Алматы, октябрь 2009г,с. 204-209;

[11] Шоманбаева М.Т. О базисности собственных функций уравнения теплопроводности с отклоняющимся аргументом,«Поиск», г.Алматы, №2, 2006 г.

[12] Шоманбаева М.Т. О задаче Неймана для уравнения теплопроводности с отклоняющимся аргументом,«Поиск», г.Алматы, №3, 2006 г.

[13] Шалданбаев А.Ш., Шоманбаева М.Т. О природе спектра оператора Коши- Неймана для уравнения теплопроводности с отклоняющимся аргументом,«Наука и образование Южного Казахстана», ЮКГУ им.М.Ауезова, 2006 г.

[14] Кальменов Т.Ш.,Шалданбаев А.Ш. Об одном рекуррентном методе решения сингулярно сингулярно возмущенной задачи Коши для уравнения второго порядка,Математические труды, г.Новосибирск, 2010, т.13, №2, с. 128-138.

[15] Kalmenov T.Sh.,A.Sh.Shaldanbaev. On a criterion of solvability of the inverse problem of heat conduction,Iournal of Jnverse and ill- posed problems,2010,v18,№4,p.352-369.

REFERENCES

[1] Mizohata S. Teorija uravnenij s chastnymi proizvodnymi,M.: Mir, 1977,504c.

[2] Kolmogorov A.N., Fomin S.V. Jelementy teorii funkcij i funkcional'nogo analiza, M.: Nauka, 1968.

[3] Kal'menov T.Sh.. Kraevye zadachi dlja linejnyh uravnenij v chastnyh proizvodnyh giperbolicheskogo tipa,Shymkent, Gylym, 1993,327 s.

[4] Dezin A.A. Obshhie voprosy teorii granichnyh zadach,M.: Nauka, 1980,207 s.

[5] Ahmetova S.T., Shaldanbaev A.Sh. O polnote sobstvennyh vektorov zadachi Koshi,Nauka i obrazovanie Juzhnogo Kazahstana, Shymkent, №27, 2002, S.58-62.

[6] Ahmetova S.T., Shaldanbaev A.Sh. O polnote sobstvennyh vektorov periodicheskoj i antiperiodicheskoj zadachi,Nauka i obrazovanie JuK, Shymkent, 2003, № 34, S. 25-31.

[7] Kal'menov T.Sh., Ahmetova S.T., Shaldanbaev A.Sh. K spektral'noj teorii uravnenij s otklonjajushhimsja argumentom // Matematicheskij zhurnal, Almaty, 2004, T. 4, №3(13). S. 41-48.

[8] Kal'menov T.Sh.,Cpabekova G.M., Shaldanbaev A.Sh.Differencial'nye uravnenija na okruzhnosti s otklonjajushhimsja argumentom,Nauka i obrazovanie Juzhnogo Kazahstana,serija jekonomika,mat.,inf.,fizika,2004,№4(39),C.122-127.

[9] Shaldanbaev A.Sh., Rustemova K.Zh.O zadache Koshi dlja uravnenija pervogo porjadka s otklonjajushhimsja argumentom,Nauchnyj zhurnal POISK, serija estestvennyh i tehnicheskih nauk, №4, g. Almaty, oktjabr' 2009g,s. 199-204.

[10] Shaldanbaev A.Sh., Rustemova K.Zh.O periodicheskoj zadache dlja uravnenija pervogo porjadka s otklonjajushhimsja argumentom,Nauchnyj zhurnal POISK, serija estestvennyh i tehnicheskih nauk, №4, g. Almaty, oktjabr' 2009g,s. 204-209;

[11] Shomanbaeva M.T. O bazisnosti sobstvennyh funkcij uravnenija teploprovodnosti s otklonjajushhimsja argumentom,«Poisk», g.Almaty, №2, 2006 g.

[12] Shomanbaeva M.T. O zadache Nejmana dlja uravnenija teploprovodnosti s otklonjajushhimsja argumentom,«Poisk», g.Almaty, №3, 2006 g.

[13] Shaldanbaev A.Sh., Shomanbaeva M.T. O prirode spektra operatora Koshi- Nejmana dlja uravnenija teploprovodnosti s otklonjajushhimsja argumentom,«Nauka i obrazovanie Juzhnogo Kazahstana», JuKGU im.M.Auezova, 2006 g.

[14] Kal'menov T.Sh.,Shaldanbaev A.Sh. Ob odnom rekurrentnom metode reshenija singuljarno singuljarno vozmushhennoj zadachi Koshi dlja uravnenija vtorogo porjadka,Matematicheskie trudy, g.Novosibirsk, 2010, t.13, №2, s. 128-138.

[15] Kalmenov T.Sh.,A.Sh.Shaldanbaev. On a criterion of solvability of the inverse problem of heat conduction,Iournal of Jnverse and ill- posed problems,2010,v18,№4,p.352-369.

Бас бөлігі толқындық оператор болған ,операторлар шоғырының бір класының меншікті векторларының базистігі туралы

Иманбаева А.Б., Бесбаев Г.А., Шалданбаев А.Ш.
г. Шымкент,ЮКГУ им. М.Ауезова

Тірек сөздер: ауытқыған аргумент, әлді шешілу,спектр, операторлар шоғыры.

Аннотация. Толқындық кішік оператордың жайсыз екені көпке мәлім, себебі нөл нүктесі шексіз еселі меншікті мән.Біздің зерттеулеріміздің көрсетуінше,жағдайды өзгертуге болады,бұл ,үшін операторды спектрәлді параметрге көбейтілген кіші мүшемен тітіркендіру жеткілікті,сонда есебіміз операторлар шоғырының кейпіне енеді.Бұл операторлар шоғыры қарапайым операторлардың көбейтіндісіне жіктеледі,ал ол операторлар оңай зерттеледі.

Авторы:

Иманбаева А.Б– к.ф.-м.н.,доцент кафедры «Математические методы и моделирование» Южно-Казахстанского государственного университета им. М.Ауезова, г. Шымкент.

Бесбаев Г.А. – к.ф.-м.н.,декан высшей школы ИТиЭ Южно-Казахстанского государственного университета им. М.Ауезова, г. Шымкент.

Шалданбаев Амир Шалданбаевич – д.ф.-м.н.,профессор кафедры «Математические методы и моделирование» Южно-Казахстанского государственного университета им. М.Ауезова, г. Шымкент.

Поступила 07.07.2015 г.