

ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ КЫРГЫЗСТАНА № 7, 2017

ISSN 1694-7681

ISSN 1694-7681

ОСНОВАН ДИ... ВУЗОВ  
В ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ КЫРГЫЗСТАНА  
В 2015 ГОДУ ВЫХОДИЛ КЖМРСЧНО

Зарегистрирован  
в Министерстве юстиции  
Кыргызской Республики  
Регистрационный № 673  
от 19 декабря 2001 года

Республиканский научный журнал

# ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ КЫРГЫЗСТАНА

В  
О  
З  
У  
В  
У  
В  
С  
Е  
В  
Е  
С  
И



**ЗАВЕРИЛ**  
Ученый секретарь  
ОшТУ *Усман* Усманов

ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ КЫРГЫЗСТАНА № 9, 2017

ISSN 1694-7681

ЖУРНАЛ «ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ»  
ОСНОВАН 2001 ГОДУ, ПЕРЕИМЕНОВАН  
В «ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ КЫРГЫЗСТАНА»  
В 2015 ГОДУ, ВЫХОДИТ ЕЖЕМЕСЯЧНО

Зарегистрирован  
в Министерстве юстиции  
Кыргызской Республики  
Регистрационный № 673  
от 19 декабря 2001 года

Республиканский научно-теоретический журнал

# ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ КЫРГЫЗСТАНА

№ 9, 2017

**ЗАВЕРЯЮ**  
Ученый секретарь  
ОшТУ *Усарова С.О.* Усарова С.О.

БИШКЕК – 2017

МАТЕМАТИКА ИЛИМДЕРИ  
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ  
MATHEMATICAL SCIENCES

*Орозмаматова Ж.Ш.*  
ОКТОГУ БИРИНЧИ ТҮРДӨГҮ ФРЕДГОЛЬМДУН  
СЫЗЫКТУУ ИНТЕГРАЛДЫК  
ТЕНДЕМЕЛЕРИНИН АЙРЫМ БИР КЛАССЫ  
ЖӨНҮНДӨ.....3

*Орозмаматова Ж.Ш.*  
ОБ ОДНОМ КЛАССЕ ЛИНЕЙНЫХ  
ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ  
ФРЕДГОЛЬМА ПЕРВОГО РОДА НА ОСИ.....3

*Zh.Sh. Orozmatatova*  
ABOUT ONE CLASS OF THE LINEAR  
INTEGRAL EQUATIONS OF FREDGOLM  
OF THE FIRST KIND THE AXIS.....3

*Каракеев Т.Т., Мустафаева Н.Т.*  
БИРИНЧИ ТҮРДӨГҮ ЭКИ КӨЗ КАРАНДЫСЫЗ  
ӨЗГӨРҮЛМӨЛҮҮ ВОЛЬТЕРРАНЫН СЫЗЫКТУУ  
ИНТЕГРАЛДЫК ТЕНДЕМЕЛЕРИН  
РЕГУЛЯРДОО.....10

*Каракеев Т.Т., Мустафаева Н.Т.*  
РЕГУЛЯРИЗАЦИЯ ЛИНЕЙНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ  
УРАВНЕНИЙ ВОЛЬТЕРРА ПЕРВОГО РОДА С  
ДВУМЯ НЕЗАВИСИМЫМИ ПЕРЕМЕННЫМИ...10

*T.T. Karakeev, N.T. Mustafaeva*  
REGULARIZATION OF LINEAR VOLTERRA  
INTEGRAL EQUATIONS OF THE FIRST KIND  
WITH TWO INDEPENDENT VARIABLES.....10

*Орозмаматова Ж.Ш.*  
ЖАРЫМ ОКТОГУ БИРИНЧИ ТҮРДӨГҮ  
ФРЕДГОЛЬМДУН СЫЗЫКТУУ ИНТЕГРАЛДЫК  
ТЕНДЕМЕЛЕРИН РЕГУЛЯРИЗАЦИЯЛОО  
ЖАНА ТУРУКТУУЛУГУН БААЛОО.....17

*Орозмаматова Ж.Ш.*  
РЕГУЛЯРИЗАЦИЯ И ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ  
РЕШЕНИЙ ЛИНЕЙНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ  
УРАВНЕНИЙ ФРЕДГОЛЬМА ПЕРВОГО РОДА  
НА ПОЛУОСИ.....17

*Zh.Sh. Orozmatatova*  
THE REGULARIZATION AND EVALUATION OF  
STABILITY ESTIMATES SOLUTIONS OF THE  
LINEAR INTEGRAL EQUATIONS OF FREDGOLM  
OF THE FIRST KIND ON THE SEMIAXIS.....17

ТЕХНИКА ИЛИМДЕРИ  
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ  
TECHNICAL SCIENCES

*Мейманова Ж.С.*  
СОЛТОН-САРЫ КЕН ЖАТАК ЖЕРИНДЕГИ  
КЕНДЕРДИН ГРАВИТАЦИЯЛЫК БАЙЫТУУСУН  
ИЗИЛДӨӨ.....24

*Мейманова Ж.С.*  
ИССЛЕДОВАНИЕ ГРАВИТАЦИОННОЙ  
ОБОГАТИМОСТИ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ  
СОЛТОН-САРЫ.....24

*Zh.S. Meimanova*  
INVESTIGATION OF GRAVITATIONAL  
WELLNESS OF THE ORE MINERALS  
OF SOLTON-SARY.....24

*Шаршембиев Ж.С., Касманбетова Ч., Сагынбекова Г.С., Алымсеитова Ж.К.*  
КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНДАГЫ ЖОЛ  
ТРАНСПОРТ КЫРСЫКТАРЫН БАШКА  
МЕНЕН САЛЫШТЫРМА ТАЛДООСУ  
СУНУШТАРДЫ ИШТЕП ЧЫГУУ.....28

*Шаршембиев Ж.С., Касманбетова Ч., Сагынбекова Г.С., Алымсеитова Ж.К.*  
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДОРОЖНО-  
ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ  
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ С ДРУГИМИ  
СТРАНАМИ И РАЗРАБОТКА  
РЕКОМЕНДАЦИЙ.....28

*Zh.S. Sharshembiev, Ch. Kasmanbetova, G.S. Sagynbekova, Zh.K. Alymseitova*  
COMPARATIVE ANALYSIS OF TRAFFIC  
INCIDENTS OF THE KYRGYZ REPUBLIC  
OTHER COUNTRIES AND DEVELOPMENT  
RECOMMENDATIONS.....28

ГЕОЛОГИЯ  
ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ  
GEOLOGIC

*Савилова Е.Б.*  
ТЕРЕҢ ТУЗДАЛГАН СУУЛАР ТОПТОС  
ЗОНАЛАРЫНЫН КАЛЫПТАНУУСУН  
НЕОТЕКТОНИКАЛЫК ФАКТОРУ Ж  
Савилова Е.Б.  
О НЕОТЕКТОНИЧЕСКОМ ФАКТОРЕ  
ФОРМИРОВАНИЯ ЗОН СОСРЕДОТ  
ГЛУБИННЫХ РАССОЛОВ.....32

*E.B. Savilova*  
ABOUT THE NEOTECTONIC FACTOR  
FORMATION OF ZONES OF THE CON  
OF DEPTH RASSOLS.....32

ЭКОЛОГИЯ  
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ  
ENVIRONMENTAL

*Смаилов Э.А., Ибраев С.А.*  
ТАМЕКИ ПЛАНТАЦИЯСЫНЫН БИО-  
ТЕНДЕМИНИН ГҮЗҮМДӨРҮНҮН  
ӨЗГӨРҮҮЛӨРҮНҮН ӨЗГӨЧӨЛҮК  
БИОМЕТРИКАЛЫК, РАДИАЦИЯЛ  
МҮНӨЗДӨМӨЛӨРҮ.....35

**ЗАВЕРЯЮ**  
Ученый секретарь  
ОшТУ *Усар* Усарова С.С.

Орозмаматова Ж.Ш.

ОКТОГУ БИРИНЧИ ТҮРДӨГҮ ФРЕДГОЛЬМДУН СЫЗЫКТУУ ИНТЕГРАЛДЫК  
ТЕНДЕМЕЛЕРИНИН АЙРЫМ БИР КЛАССЫ ЖӨНҮНДӨ

Орозмаматова Ж.Ш.

ОБ ОДНОМ КЛАССЕ ЛИНЕЙНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ  
ФРЕДГОЛЬМА ПЕРВОГО РОДА НА ОСИ

Zh.Sh. Orozmatova

ABOUT ONE CLASS OF THE LINEAR INTEGRAL EQUATIONS  
OF FREDGOLM OF THE FIRST KIND THE AXIS

УДК: 517.968

Макалада октогу биринчи түрдөгү Фредгольдун сызыктуу интегралдык теңдемелеринин айрым бир класстагы чыгарылышынын туруктуулугу бааланды жана регуляризациялоо оператору жөнүндөгү теорема далилденди.

**Негизги сөздөр:** сызыктуу интегралдык теңдемелер, биринчи типтеги теңдемелер, чыгарылышынын жалгыздыгы, регуляризациялоочу операторлор, туруктуулукту баалоо.

В данной статье построены регуляризирующие операторы теоремы единственности и получены оценки устойчивости решений для одного класса линейных уравнений первого рода Фредгольма на оси.

**Ключевые слова:** линейные интегральные уравнения, уравнения первого рода, единственность решений, регуляризирующие операторы, оценка устойчивости.

In this article on the basis of a method of non-negative square forms uniqueness theorems in one class for the linear integral equations of the first kind of Fredgolm in the axis are proved.

**Key words and phrases:** linear integral equations, first kind equations, non-negative square forms uniqueness, axis.

Рассмотрим уравнение вида

$$Ku \equiv \int_{-\infty}^{\infty} K(t, s)u(s)ds = f(t), \quad t \in (-\infty, \infty), \quad (1)$$

где  $\int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} |K(t, s)|^2 dt ds < \infty,$

$$K(t, s) = \begin{cases} A(t, s), & -\infty < s \leq t < \infty, \\ B(t, s), & -\infty < t \leq s < \infty. \end{cases} \quad (2)$$

Предполагается, что  $A(t, s), B(t, s)$  и  $f(t)$  — данные функции,  $u(t)$  — искомая функция. Отметим, что интегральные уравнения первого рода или интегральное уравнение сводящиеся к ним ранее изучались частности в [1-5], где были получены теоремы единственности устойчивости и регуляризации. В данном случае, исследованы вопросы устойчивости и регуляризации в пространстве  $L_2(-\infty, \infty)$ .

**ЗАВЕРЯЮ**  
Ученый секретарь  
ОшТУ *Усарова* Усарова С.С.

В силу (2) уравнение (1) запишем в виде

$$\int_{-\infty}^t A(t, s)u(s)ds + \int_t^{\infty} B(t, s)u(s)ds = f(t) \quad (3)$$

Умножая обе части (3) на  $u(t)$  и интегрируя по  $t$  получим

$$\int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^t A(t, s)u(s)u(t)dsdt + \int_{-\infty}^{\infty} \int_t^{\infty} B(t, s)u(s)u(t)dsdt = \int_{-\infty}^{\infty} f(t)u(t)dt \quad (4)$$

Применяя формулу Дирихле, из (4) имеем

$$\int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^t A(t, s)u(s)u(t)dsdt + \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^s B(t, s)u(s)u(t)dt ds = \int_{-\infty}^{\infty} f(t)u(t)dt,$$

т.е.

$$\int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^t [A(t, s) + B(s, t)]u(s)u(t)dsdt = \int_{-\infty}^{\infty} f(t)u(t)dt. \quad (5)$$

Обозначим

$$H(t, s) = \frac{1}{2} [A(t, s) + B(s, t)], \quad (t, s) \in G = \{(t, s) : -\infty < s \leq t < \infty\}.$$

Тогда из (5) имеем

$$2 \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} H(t, s)u(s)u(t)dsdt = \int_{-\infty}^{\infty} f(t)u(t)dt.$$

Из условия (2), вытекает, что

$$\int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} H^2(t, s) dsdt < +\infty. \quad (6)$$

Введём новую функцию  $M(t, s)$  следующим образом

$$M(t, s) = \begin{cases} H(t, s), & -\infty < s \leq t < \infty, \\ H(s, t), & -\infty < t \leq s < \infty. \end{cases} \quad (7)$$

Ясно, что

$$M(t, s) = M(s, t), \quad (t, s) \in R \times R.$$

Нетрудно убедиться в справедливости равенства

$$\int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} |M(t, s)|^2 dsdt < \infty.$$

Тогда, известно, что

$$M(t, s) = \sum_{i=1}^{\infty} \frac{\varphi_i(t)\varphi_i(s)}{\lambda_i} \quad (8)$$

где  $\lambda_1, \lambda_2, \dots$  – характеристические числа ядра  $M(t, s)$ , расположенные в порядке возрастания их модулей,  $|\lambda_1| \leq |\lambda_2| \leq \dots$  и  $\varphi_1(t), \varphi_2(t), \dots$  – соответствующие ортонормированные собственные функции.

**Теорема 1.** Пусть  $M(t, s)$  – полное ядро и  $0 < \lambda_1 \leq \lambda_2 \leq \dots$ . Тогда решение уравнения (1) в пространстве  $L_2(-\infty, \infty)$  единственно.

**Доказательство.** Пусть уравнение (1) при  $f(t) \equiv 0$  имеет ненулевое решение  $u(t) \in L_2(-\infty, \infty)$ , т.е.

$$\int_{-\infty}^{\infty} K(t, s)u(s)ds = f(t) \equiv 0, \quad \text{почти при всех } t \in (-\infty, \infty).$$

Отсюда

$$2 \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} H(t, s)u(s)u(t)dsdt = 0 \quad (9)$$

Учитывая (6), (7) и (8) из (9) получим

$$\sum_{i=1}^{\infty} \frac{2}{\lambda_i} \int_{-\infty}^{\infty} \varphi_i(t)u(t) \int_{-\infty}^{\infty} \varphi_i(s)u(s)dsdt = 0$$

$$\sum_{i=1}^{\infty} \frac{1}{\lambda_i} \left| \int_{-\infty}^{\infty} \varphi_i(t)u(t)dt \right|^2 = 0$$

Тогда

$$\int_{-\infty}^{\infty} \varphi_i(t)u(t)dt = 0, \quad (i = 1, 2, \dots)$$

Следовательно,  $u(t) = 0$ . Теорема 1 доказана.

В дальнейшем будем считать, что все собственные значения  $\lambda_\nu$  матричного ядра  $M(t, s)$  положительны.

Семейство множеств корректностей, зависящее от параметра  $\alpha$ , выделим следующим образом:

$$M_\alpha = \left\{ u(t) \in L_2(-\infty, \infty) : \sum_{\nu=1}^{\infty} \lambda_\nu^\alpha |u^{(\nu)}|^2 \leq c \right\},$$

где  $c > 0$ ,  $0 < \alpha < \infty$ ,

$$u^{(v)} = \int_{-\infty}^{\infty} u(t) \varphi_v(t) dt, \quad (10)$$

Ясно, что если  $u(t) \in M_\alpha$ , то

$$\|u(t)\|^2 \leq c \lambda_1^{-\alpha}, \text{ где}$$

$$\|u(t)\| = \left( \int_{-\infty}^{\infty} |u(t)|^2 dt \right)^{\frac{1}{2}}.$$

Будем предполагать, что  $f(t) \in K(M_\alpha)$ . Тогда уравнение (1) имеет решение  $u(t) \in M_\alpha$  справедливо.

$$\sum_{i=1}^{\infty} \frac{1}{\lambda_i} \left| \int_{-\infty}^{\infty} u(t) \varphi_i(t) dt \right|^2 = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) u(t) dt.$$

Отсюда используя неравенство Гёльдера, имеем

$$\sum_{v=1}^{\infty} \lambda_v^{-1} |u^{(v)}|^2 \leq \|f(t)\| \cdot \|u(t)\|. \quad (11)$$

С другой стороны

$$\|u(t)\|^2 = \sum_{i=1}^{\infty} \frac{|u_i|^{\frac{2\alpha}{1+\alpha}}}{\lambda_i^{\frac{\alpha}{1+\alpha}}} \lambda_i^{1+\alpha} |u_i|^{\frac{2}{1+\alpha}} \leq \left( \sum_{i=1}^{\infty} \frac{|u_i|^2}{\lambda_i} \right)^{1+\alpha} \left( \sum_{i=1}^{\infty} \lambda_i^\alpha |u_i|^2 \right)^{\frac{1}{1+\alpha}}$$

Здесь мы применили неравенство Гёльдера при  $p = 1 + \alpha, q = \frac{1 + \alpha}{\alpha}$

Учитывая  $u(t) \in M_\alpha$  и (2), из последнего неравенства имеем

$$\|u(t)\|^2 \leq c^{\frac{1}{1+\alpha}} \left( \|f(t)\| \|u(t)\| \right)^{\frac{\alpha}{1+\alpha}}$$

Отсюда получим следующую оценку устойчивости.

$$\|u(t)\| \leq c^{\frac{1}{2+\alpha}} \|f(t)\|^{\frac{\alpha}{2+\alpha}} \quad 0 < \alpha < \infty \quad (12)$$

Таким образом, доказана следующая теорема.

**Теорема 2.** Пусть оператор  $M$  порожденным матричным ядром  $M(t, s)$  положительный, где  $M(t, s)$  определен по формуле (8). Тогда на множестве  $K(M_\alpha)$  оператор  $K^{-1}$ , обратный  $K$ , равномерно непрерывен с гёльдеровым показателем  $\frac{\alpha}{2+\alpha}$ , т.е. справедлива оценка (12).

Покажем, что решение системы уравнений

$$\varepsilon u(t, \varepsilon) + \int_{-\infty}^{\infty} K(t, s)u(s, \varepsilon)ds = f(t), \quad t \in (-\infty, \infty), \varepsilon > 0 \quad (13)$$

будет регуляризирующим для уравнения (1) на множестве  $M_\alpha$ .

В самом деле, сделав следующую подстановку в уравнение (13)

$$u(t, \varepsilon) = u(t) + \xi(t, \varepsilon),$$

где  $u(t) \in M_\alpha$  - решение уравнения (1), получим

$$\varepsilon \xi(t, \varepsilon) + \int_{-\infty}^{\infty} K(t, s)\xi(s, \varepsilon)ds = -\varepsilon u(t).$$

Умножая последнее уравнение на  $\xi(t, \varepsilon)$  и интегрируя, от  $-\infty$  до  $+\infty$  учитывая (2) и (8) имеем

$$\varepsilon \|\xi(t, \varepsilon)\|^2 + \sum_{v=1}^{\infty} \lambda_v^{-1} |\xi_v(\varepsilon)|^2 \leq \varepsilon \sum_{v=1}^{\infty} |u^{(v)}| \xi_v(\varepsilon), \quad (14)$$

где  $\xi_v(\varepsilon)$  - коэффициенты Фурье для функции  $\xi(t, \varepsilon)$ , по ортонормированной системе  $\{\varphi_v(t)\}$ .

т.е.  $\xi_v(\varepsilon) = \int_{-\infty}^{\infty} \xi(t, \varepsilon) \varphi_v(t) dt$ ,

Применяя неравенство Гёльдера при  $p = q = \frac{1}{2}$ , из (14) получим

$$\|\xi(t, \varepsilon)\| \leq \|u(t)\|, \quad (15)$$

$$\sum_{v=1}^{\infty} \lambda_v^{-1} |\xi_v(\varepsilon)|^2 \leq \varepsilon \|u(t)\|^2 \leq \varepsilon c \lambda_1^{-\alpha}, \quad \varepsilon > 0, \quad (16)$$

с другой стороны

$$\sum_{v=1}^{\infty} |u^{(v)}| \xi_v(\varepsilon) = \sum_{v=1}^{\infty} \frac{|\xi_v(\varepsilon)|^{\frac{\alpha}{1+\alpha}}}{\lambda_v^{\frac{\alpha}{2(1+\alpha)}}} \cdot \lambda_v^{\frac{\alpha}{2(1+\alpha)}} |u^{(v)}|^{\frac{1}{1+\alpha}} |\xi_v(t, \varepsilon)|^{\frac{1}{1+\alpha}} |u^{(v)}|^{\frac{\alpha}{1+\alpha}}$$

Отсюда, после применения к правой части обобщенного неравенства Гельде  
 $p = \frac{2(1+\alpha)}{\alpha}$ ,  $q = 2(1+\alpha)$ ,  $m = 2(1+\alpha)$ ,  $n = \frac{2(1+\alpha)}{\alpha}$  имеем

$$\sum_{v=1}^{\infty} \|u^{(v)}\|_{\xi_v(\varepsilon)} \leq \left( \sum_{v=1}^{\infty} |\xi_v(\varepsilon)|^2 \lambda_v^{-1} \right)^{\frac{\alpha}{(1+\alpha)^2}} \left( \sum_{v=1}^{\infty} \lambda_v^{\alpha} |u^{(v)}|^2 \right)^{\frac{1}{(1+\alpha)^2}} \|\xi(t, \varepsilon)\|_{1+\alpha} \|u(t)\|$$

$$\sum_{v=1}^{\infty} \|u^{(v)}\|_{\xi_v(\varepsilon)} \leq \left( \sum_{v=1}^{\infty} |\xi_v(\varepsilon)|^2 \lambda_v^{-1} \right)^{\frac{1}{p}} \left( \sum_{v=1}^{\infty} \lambda_v^{\alpha} |u^{(v)}|^2 \right)^{\frac{1}{q}} \|\xi(t, \varepsilon)\|_{\frac{2}{q}} \|u(t)\|_{\frac{2}{p}}$$

Далее в силу  $u(t) \in M_{\alpha}$ , (15) и (16) из последнего неравенства имеем

$$\sum_{v=1}^{\infty} \|u^{(v)}\|_{\xi_v(\varepsilon)} \leq (\varepsilon c \lambda_1^{-\alpha})^{\frac{1}{p}} c^{\frac{1}{q}} \|u(t)\|_{\frac{2}{q} + \frac{2}{p}}$$

$$\sum_{v=1}^{\infty} \|u^{(v)}\|_{\xi_v(\varepsilon)} \leq (\varepsilon c \lambda_1^{-\alpha})^{\frac{1}{p}} c^{\frac{1}{q}} (c \lambda_1^{-\alpha})^{\frac{p+q}{pq}}$$

Отсюда, подставляя  $p = \frac{2(1+\alpha)}{\alpha}$ ,  $q = 2(1+\alpha)$ , получим

$$\sum_{v=1}^{\infty} \|u^{(v)}\|_{\xi_v(\varepsilon)} \leq c^{\frac{1}{2(1+\alpha)}} (c \lambda_1^{-\alpha})^{\frac{1}{2}} (\varepsilon c \lambda_1^{-\alpha})^{\frac{\alpha}{2(1+\alpha)}} \quad (17)$$

т.е.

$$\sum_{v=1}^{\infty} \|u^{(v)}\|_{\xi_v(\varepsilon)} \leq c^{\frac{1}{2(1+\alpha)}} c^{\frac{1}{2}} c^{\frac{\alpha}{2(1+\alpha)}} \lambda_1^{-\frac{\alpha}{2}} \lambda_1^{-\frac{\alpha}{2(1+\alpha)}} \varepsilon^{\frac{\alpha}{2(1+\alpha)}}$$

$$\sum_{v=1}^{\infty} \|u^{(v)}\|_{\xi_v(\varepsilon)} \leq c \lambda_1^{\frac{-\alpha(2\alpha+1)}{1+\alpha}} \varepsilon^{\frac{\alpha}{2(1+\alpha)}} \quad (18)$$

Учитывая (18), из (14) имеем

$$\|u(t, \varepsilon) - u(t)\|_{L_2} \leq c^{\frac{1}{2}} \lambda_1^{\frac{-\alpha(2\alpha+1)}{4(1+\alpha)}} \varepsilon^{\frac{\alpha}{4(1+\alpha)}}, \quad 0 < \alpha < \infty. \quad (19)$$

Таким образом, теорема доказана.

**Теорема 3.** Пусть оператор  $M$  порожденный матричным ядром  $M(t, s)$  положите  $f(t) \in K(M_{\alpha})$ . Тогда справедлива оценка (19), где  $u(t, \varepsilon)$ -решение уравнение (1) решение уравнение (1)  $M(t, s)$  определен по формуле (8).

Литература:

1. Лаврентьев М.М. Об интегральных уравнениях первого рода. ДАН СССР. - 1959. 127, №1. - С. 31-33.
2. Лаврентьев М.М., Романов В.Г., Шишатский С.П. Некорректные задачи математической физики и анализа. - М.: Наука 1980.
3. Иманалиев М.И., Асанов А. О решениях систем нелинейных интегральных уравнений Вольтерра первого рода. ДАН СССР. - 1989. - Т.309. - №5. - С. 1052-1055.
4. Asanov A., M.Haluk Chelik, Kadenova Z.A. Uniqueness and Stability of Solutions of Linear Integral Equations of the First Kind with Two Variables.// International journal of contemporary mathematical sciences Vol. 7, 2013, no. 19, 907 - 914.HIKARI Ltd.
5. Asanov A., Kadenova Z. A. Uniqueness and Stability of Solutions Linear Equations of the First Kind with Two Variables.// Bulletin of Peoples Friendship of Russia. - Moscow, Russia, 2013, №3. - С. 30-36.


 АВЕРЯЮ  
 редактор-секретарь  
 Усарева С.О.