

ISSN 2010-9075

БЕРДАҚ атындағы ҚАРАҚАЛПАҚ
МӘМЛЕКЕТЛИК УНИВЕРСИТЕТИНИҢ

ХАБАРШЫСЫ

БЕРДАҚ номидаги ҚОРАҚАЛПОҚ
ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИНИНГ

АХБОРОТНОМАСИ

ВЕСТНИК

КАРАКАЛПАКСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА им. БЕРДАХА

1

НӨКИС 2020 НУКУС

**БЕРДАҚ атындағы ҚАРАҚАЛПАҚ МӘМЛЕКЕТЛИК
УНИВЕРСИТЕТИНИҢ**

ХАБАРШЫСЫ

**БЕРДАҚ номидаги ҚОРАҚАЛПОҚ
ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИНИНГ**

АХБОРОТНОМАСИ

ВЕСТНИК

**КАРАКАЛПАКСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА им. БЕРДАХА**

№ 1 (46)

2020

Каракалпакский госуниверситет им. Бердаха

СОДЕРЖАНИЕ

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

МАТЕМАТИКА. ФИЗИКА.
ТЕХНИКА.

Отаров А.О., Медетбаева С.Б., Хамитова К.М. Применение Δ^2 -преобразования Эйткена к улучшению сходимости итерационных методов решения нелинейных скалярных уравнений	4
Отаров А.О., Кеуниджаева Г.П. Применение преобразования Эйлера для улучшения сходимости степенных рядов	8
Реймов К.М., Бобожанов Ю. М., Юлдошев Т.М. Модели минимизации потерь в электрических сетях оптимизацией реактивной мощности и напряжений узлов на основе необходимого условия экстремума функции	11
Сейпуллаев Ж.Х., Пирекеев Ж.Х., Абдиреймов А.Р. 2-локальные дифференцирования смешанного типа второго порядка	15
Отарова Ж.А., Алламбергенова Т.А. Разрешимость краевой задачи для уравнения смешанного типа второго порядка	18

ХИМИЯ. ТЕХНОЛОГИЯ
БИОЛОГИЯ. ГЕОГРАФИЯ

Джуманова З.К., Артыкбаева Б.Р., Жугинисов Б.Б. Сульфометилирование лигноцеллюлозных материалов рисовой лузги и соломы	22
Тиллаев Х.Р., Тураев Х.Х., Кулматов Р.А., Умбаров И.А. Сурхондарё сувининг кимёвий таҳлили	24
Турдимамбетов И.Р., Уразимбетова Ю.Х. Жиноятчилик ва уни тадқиқ қилишнинг географик хусусиятлари	27
Мадримов Р.М., Сейтмусаев А.И. Қуйи Амударё ҳавзаси тупроқлари эволюцияси, ҳозирги ҳолати ва улардан фойдаланиш	29
Ходжаева Г.А., Даулетбаева Д.Д., Байрамова М. Проблемы формирования городских поселений Республики Каракалпакстан	32
Джумабаева Ш. Х. Мустақиллик йилларида Қарақалпоғистон Республикаси демографик вазиятидаги ўзгаришлар ..	34

ЭКОНОМИКА. ФИНАНС.

Умарова Г. Т. Экотуризм: Аҳоли бандлигини таъминлаш асоси сифатида	38
Тажекеев З. К. Аудиторлик далилларини олиш манбалари ва усулларини шакллантириш	40
Утегенова С. Т. Ўзбекистонда аудитнинг иш сифатини назоратини амалга оширишда халқаро аудит стандартларини қўллашнинг амалий жиҳатлари	42
Мырзанов Б.Ж. Ялпи ички маҳсулотни якуний истеъмол усулида ҳисоблашдаги муаммолар ва уларни бартараф этиш йўллари	45
Қалмуратов Б. С. Экономиканы модернизациялау шараятида қарақалпакстан республикасында инновациялық искерликти шөлкемлестирюу ҳам басқарууды жетилистриюу бағдарлары	48
Тлеубергенов Р.Ш., Исмаилов Б.А. «Бандлик» тоифаси тушунчаси ва хусусиятлари	51
Даулетмуратов А.М. Инсан капиталының экономикалық раўажланыўдағы роли	54
Норов А. Э. Инновацияларни тижоратлаштириш стратегияси	56
Исаков Ж.Я., Исаков И.Ж. Научно-теоретические основы обеспечения устойчивого макроэкономического роста	63
Мадреймов А. О. Маҳаллий бюджетлар даромадларининг шаклланиши ва ўнда бюджетлараро муносабатларнинг аҳамияти	66
Айтмуратова У. Ж., Даулетбаев М.Р. Инвестиция рискларини бошқариш самарадорлигини ошириш ва уларни пасайтириш йўллари	68
Эгамбердиева С. Банклар фаолиятининг самарадорлигини оширишда тўлов тизимини аҳамияти ва афзалликлари	71

ОБРАЗОВАНИЕ. МЕТОДОЛОГИЯ.
ПСИХОЛОГИЯ

Темирбеков Б.О. Оқитуўда интерактив методлардан пайдаланыўдың психологиялық тийкарлары	74
Турекеева А. Ж. Ўқитувчи касбий компетенциялари турлари	76
Утегенов Ж.Ж., Турдымуратов Ж.А. Талаба-ёшларнинг жисмоний ривожланиш кўрсаткичлари динамикаси	80
Абдурахимов Қ. Таълим менежери фаолиятини такомиллаштириш тизимини амалга ошириш механизмлари	82
Асаматдинова Ж., Айтымбетов М. Ахлокий-эстетик тарбия жараёнида ўқувчиларда қадриятга йўналганликни ривожлантириш технологияси самарадорлиги	84
Қодирова А.Б. Ал-Ҳаким Ат-Термизийнинг тасаввуфда тугган ўрнига психологик ёндашув	86
Шомирзаев М. Х. Қаштачилик санъати ва унинг ўзига хос жиҳатлари	88
Қурбанов Х.М. Методика постановки и проведения физического практикума в технических ВУЗах	91
Таспанова Ж.К. Эжинияз поэзиясында тәрбияның жәмийетлик әҳмийети ҳаққында	93
Обидов С. Альтернативные формы дошкольного образования и воспитания	96

8. Аюпов Ш.А.: Классификация и представление упорядоченных йордановых алгебр. Ташкент: Фан, 124 с. (1986).
 9. Uppmeyer H.: Derivations of Jordan algebras. Math.Scand. 46. 251-264 (1980).

Спин-факторларда 2-локаль дифференциаллашлар

Сейпуллаев Ж.Х., Пирекеев Ж.Х., Абдиреймов А.Р. Қарақалпақ мамлекетлик университети

Резюме. Мақалада спин-факторларда 2-локаль дифференциаллашлар дифференциаллаш болатуғынлығы көрсетилди.
 Таяныш сөзлер: JBW-алгебра, спин-фактор, дифференциаллаш, 2-локаль дифференциаллаш.

Спин-факторларда 2-локаль дифференциаллашлар

Сейпуллаев Ж.Х., Пирекеев Ж.Х., Абдиреймов А.Р. Қарақалпақ давлат университети

Резюме. Мақалада спин-факторларда 2-локаль дифференциаллашлар дифференциаллаш бўлиши кўрсатилди.

Таяныч сўзлар: JBW-алгебра, спин-фактор, дифференциаллаш, 2-локаль дифференциаллаш.

2-локальные дифференцирования спин-фактора

Сейпуллаев Ж.Х., Пирекеев Ж.Х., Абдиреймов А.Р.

Каракалпакский государственный университет

Резюме. В настоящей статье доказано, что каждое 2-локальное дифференцирование на спин-факторе является дифференцированием.

Ключевые слова: JBW-алгебра, спин-фактор, дифференцирование, 2-локальное дифференцирование

2-local differentiations of the spin-factor

Seypullaev J.X., Pirekeev J.X., Abdireymov A.E.

Karakalpak State University

Summary. In this article, it is proved that each 2-local differentiation on the spin factor is a differentiation.

Key words: JBW-algebra, spin-factor, differentiation, 2-local differentiation

УДК 517.95

РАЗРЕШИМОСТЬ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ УРАВНЕНИЯ СМЕШАННОГО ТИПА ВТОРОГО ПОРЯДКА

Отарова Ж.А., Алламбергенова Т.А.

Каракалпакский государственный университет

Теория уравнений смешанного типа имеет сравнительно недолгую историю. Уравнения смешанного типа стали объектом систематических исследований с конца сороковых годов прошлого столетия. Возникшие в приложениях проблемы, в частности проблемы околосзвукового течения сжимаемой среды и безмоментной теории оболочек, описываются уравнениями смешанного типа второго порядка, для которых задача Трикоми, так и, другие ее математические обобщения имеют вполне определенный физический или геометрический смысл. Начало исследований краевых задач для уравнений смешанного типа было положено в известных работах Ф. Трикоми и С. Геллерстедта, где были впервые поставлены и исследованы краевые задачи для модельных уравнений смешанного типа, теперь известные как "Задача Трикоми" и "Задача Геллерстедта". Ф.И.Франкль обнаружил важные приложения задачи Трикоми и других родственных ей задач в трансзвуковой газодинамике. И.Н.Векуа указал на важность проблемы уравнений смешанного типа при решении задач, возникающих в теории бесконечно малых изгибов поверхностей, а также в безмоментной теории оболочек с кривизной переменного знака. А.В.Бицадзе впервые сформулировал принцип экстремума для задачи Трикоми. Позднее он был доказан и для других краевых задач для уравнений смешанного типа. В работах [1]-[6] и многих других теория уравнений смешанного типа развивалась в различных направлениях.

В настоящей работе рассматриваются вопросы однозначной разрешимости краевой задачи для уравнения смешанного типа второго порядка.

Постановка задачи. В области $D = \{(x, t) : 0 < x < q, -T < t < T, T > 0\}$ рассмотрим уравнение

$$u_{tt} + \operatorname{sgn} t \cdot u_{xx} = f(x, t), \quad (1)$$

где $f(x, t)$ – заданная функция.

Обозначим $D^+ = D \cap (t > 0)$, $D^- = D \cap (t < 0)$.

Задача А. Найти в области D решение $u(x, t)$ уравнения (1) удовлетворяющее условиям склеивания

$$\frac{\partial^k u}{\partial t^k}(x, +0) = \frac{\partial^k u}{\partial t^k}(x, -0), \quad k = 0, 1 \quad 0 \leq x \leq q, \quad (2)$$

граничным условиям

$$u(0, t) = u(q, t) = 0, \quad -T \leq t \leq T, \quad (3)$$

$$u(x, T) = 0, \quad 0 \leq x \leq q, \quad (4)$$

$$u(x, -T) = 0, \quad 0 \leq x \leq q, \quad (5)$$

Единственность решения.

Теорема 1. Пусть числа q и T такие, что при $k = 1, 2, \dots$

$$P_k(T) = \left| sh\left(\frac{k\pi}{q}\right)T \cos\left(\frac{k\pi}{q}\right)T + ch\left(\frac{k\pi}{q}\right)T \sin\left(\frac{k\pi}{q}\right)T \right| \geq \delta_0 > 0, \quad (6)$$

тогда если существует регулярное решение задачи А, то оно единственно.

Доказательство. Пусть существуют два решения $u_1(x, t)$ и $u_2(x, t)$ задачи. Их разность удовлетворяет однородному уравнению (1) и условиям (2) - (5). Обозначим эту разность через $u(x, t)$, т. е. $u(x, t) = u_1(x, t) - u_2(x, t)$.

Известно, что функции

$$X_k(x) = \sqrt{\frac{2}{q}} \sin \lambda_k x, \quad \lambda_k = \frac{k\pi}{q}, \quad k=1, 2, \dots, \quad (7)$$

образуют в $L_2(0, q)$ полную ортонормированную систему.

Обозначим

$$u(x, t) = \begin{cases} u^+(x, t), & (x, t) \in D^+ \\ u^-(x, t), & (x, t) \in D^- \end{cases}$$

Рассмотрим интегралы

$$\int_0^q u^+(x, t) X_k(x) dx = \alpha_k(t), \quad k=1, 2, \dots, \quad t > 0, \quad (8)$$

а для отрицательных значений

$$\int_0^q u^-(x, t) X_k(x) dx = \beta_k(t), \quad k=1, 2, \dots, \quad t < 0 \quad (9)$$

где функции $X_k(x)$ определены в (7).

На основании (8), (9) вводим функции

$$\alpha_{k,\varepsilon}(t) = \int_{\varepsilon}^{q-\varepsilon} u(x, t) X_k(x) dx, \quad k=1, 2, \dots, \quad t > 0, \quad 0 < \varepsilon < q, \quad (10)$$

$$\beta_{k,\varepsilon}(t) = \int_{\varepsilon}^{q-\varepsilon} u(x, t) X_k(x) dx, \quad k=1, 2, \dots, \quad t < 0, \quad 0 < \varepsilon < q, \quad (11)$$

причём $(\varepsilon, q - \varepsilon) \neq \emptyset$. Дифференцируя (10) и (11) два раза по t , и интегрируя два раза по частям, переходя к пределу при $\varepsilon \rightarrow 0$ с учётом условий (3) получаем уравнения

$$\alpha_k''(t) - \lambda_k^2 \alpha_k(t) = 0, \quad k=1, 2, \dots, \quad t > 0, \quad (12)$$

$$\beta_k''(t) + \lambda_k^2 \beta_k(t) = 0, \quad k=1, 2, \dots, \quad t < 0 \quad (13)$$

Решая уравнения (12) и (13) при условиях $\alpha_k(T) = 0$, $\beta_k(-T) = 0$, $\alpha_k(0) = \beta_k(0)$, $\alpha_k'(0) = \beta_k'(0)$ получаем $\alpha_k(t) = 0$, $\beta_k(t) = 0$ при $t \in [-T, T]$. Тогда, правые части равенства (8) и (9) будут равны нулю. Отсюда следует ортогональность $u(x, t)$ к полной системе (7). Следовательно $u(x, t) \equiv 0$.

Существование решения.

Теорема 2. Если $f(x, t) \in C_{x,t}^{1,0}(\overline{D})$, $f_x(x, t) \in L_2(0, q)$, $\forall t \in [-T, T]$ и $f(0, t) = f(q, t) = 0$, и выполняется условие (6), то регулярное решение задачи А существует и принадлежит классу $C_{x,t}^{2,2}(\overline{D})$.

Доказательство. Частные решения уравнения (1), не равные нулю в области D , будем искать в виде $u(x, t) = X(x) \cdot T(t)$, удовлетворяющего нулевым граничным условиям (3). Подставляя данное произведение в однородное уравнение (1), получим относительно $X(x)$.

$$X''(x) - \lambda^2 X(x) = 0, \quad 0 < x < q, \quad (14)$$

Решаем уравнение (14) с условиями (3), которые переходят в следующие

$$X(0) = X(q) = 0. \quad (15)$$

Решение задачи (14), (15) имеет вид (7). Решение уравнения (1) ищем в виде ряда

$$u^+(x, t) = \sum_{k=1}^{\infty} u_k^+(t) X_k(x), \quad t > 0, \quad (16)$$

а при $t < 0$ в виде

$$u^-(x, t) = \sum_{k=1}^{\infty} u_k^-(t) X_k(x). \quad (17)$$

Решения (16) и (17) удовлетворяют условиям (3). Разлагая $f(x, t)$ в ряд Фурье по собственным функциям $X_k(x)$ задачи (14), (15), а также подставляя (16) и (17) соответственно в уравнение (1) придём к следующим двум уравнениям

$$u_k^{+*}(t) - \lambda_k^2 u_k^+(t) = f_k(t), \quad t > 0,$$

$$u_k^{-*}(t) + \lambda_k^2 u_k^-(t) = f_k(t), \quad t < 0.$$

Решая эти уравнения с условиями (2), (4) получаем

$$u_k^+(t) = A_k(t) \cdot e^{-\frac{\pi k}{q}t} + B_k(t) \cdot e^{\frac{\pi k}{q}t},$$

$$u_k^-(t) = C_k(t) \cdot \cos \frac{\pi k}{q}t + D_k(t) \cdot \sin \frac{\pi k}{q}t,$$

Для нахождения неизвестных коэффициентов $A_k(t)$, $B_k(t)$, $C_k(t)$, $D_k(t)$ используем условия (2), (4), (5) тогда:

$$u_k^+(t) = -\frac{1}{\lambda_k} \int_t^T f_k(\tau) \operatorname{sh} \lambda_k(t-\tau) d\tau + A(T) \cdot e^{-\lambda_k t} + B(T) \cdot e^{\lambda_k t}, \quad (18)$$

$$u_k^-(t) = \frac{1}{\lambda_k} \int_{-T}^t f_k(\tau) \sin \lambda_k(t-\tau) d\tau + C(-T) \cdot \cos \lambda_k t + D(-T) \cdot \sin \lambda_k t, \quad (19)$$

Тогда получим систему уравнений для определения $A(T)$, $B(T)$, $C(-T)$, $D(-T)$.

$$\begin{cases} A(T) \cdot e^{-\lambda_k T} + B(T) \cdot e^{\lambda_k T} = 0, \\ C(-T) \cdot \cos \lambda_k(-T) + D(-T) \cdot \sin \lambda_k(-T) = 0, \\ \frac{1}{\lambda_k} \int_0^T f_k(\tau) \operatorname{sh} \lambda_k \tau d\tau + A(T) + B(T) = -\frac{1}{\lambda_k} \int_{-T}^0 f_k(\tau) \sin \lambda_k \tau d\tau + C(-T), \\ -\int_0^T f_k(\tau) \operatorname{ch} \lambda_k \tau d\tau - \lambda_k A(T) + \lambda_k B(T) = \int_{-T}^0 f_k(\tau) \cos \lambda_k \tau d\tau + \lambda_k D(-T), \end{cases} \quad (20)$$

Решая систему (20) находим значения:

$$A(T) = -\frac{e^{\lambda_k T}}{2\lambda_k} \int_0^T f_k(\tau) \frac{\operatorname{sh} \lambda_k \tau \cos \lambda_k T + \operatorname{ch} \lambda_k \tau \sin \lambda_k T}{P_k(T)} d\tau - \frac{e^{\lambda_k T}}{2\lambda_k} \int_{-T}^0 f_k(\tau) \frac{\sin \lambda_k(T+\tau)}{P_k(T)} d\tau,$$

$$B(T) = \frac{e^{-\lambda_k T}}{2\lambda_k} \int_0^T f_k(\tau) \frac{\operatorname{sh} \lambda_k \tau \cos \lambda_k T + \operatorname{ch} \lambda_k \tau \sin \lambda_k T}{P_k(T)} d\tau + \frac{e^{-\lambda_k T}}{2\lambda_k} \int_{-T}^0 f_k(\tau) \frac{\sin \lambda_k(T+\tau)}{P_k(T)} d\tau,$$

$$C(-T) = \frac{1}{\lambda_k} \int_0^T f_k(\tau) \frac{\operatorname{sh} \lambda_k \tau \operatorname{ch} \lambda_k T - \operatorname{sh} \lambda_k T \operatorname{ch} \lambda_k \tau}{P_k(T)} \cdot \sin \lambda_k T d\tau +$$

$$+ \frac{1}{\lambda_k} \int_{-T}^0 f_k(\tau) \frac{\sin \lambda_k \tau \operatorname{ch} \lambda_k T - \cos \lambda_k \tau \operatorname{sh} \lambda_k T}{P_k(T)} \cdot \sin \lambda_k T d\tau,$$

$$D(-T) = \frac{1}{\lambda_k} \int_0^T f_k(\tau) \frac{\operatorname{sh} \lambda_k \tau \operatorname{ch} \lambda_k T - \operatorname{sh} \lambda_k T \operatorname{ch} \lambda_k \tau}{P_k(T)} \cdot \cos \lambda_k T d\tau +$$

$$+ \frac{1}{\lambda_k} \int_{-T}^0 f_k(\tau) \frac{\sin \lambda_k \tau \operatorname{ch} \lambda_k T - \cos \lambda_k \tau \operatorname{sh} \lambda_k T}{P_k(T)} \cdot \cos \lambda_k T d\tau.$$

Подставляя эти значения соответственно в (18) и (19) получим при $t > 0$

$$u_k^+(t) = -\frac{1}{\lambda_k} \int_t^T f_k(\tau) \frac{\cos \lambda_k T \operatorname{sh} \lambda_k t + \sin \lambda_k T \operatorname{ch} \lambda_k t}{P_k(T)} \cdot \operatorname{sh} \lambda_k(T-\tau) d\tau -$$

$$- \frac{1}{\lambda_k} \int_0^t f_k(\tau) \frac{\cos \lambda_k T \operatorname{sh} \lambda_k \tau + \sin \lambda_k T \operatorname{ch} \lambda_k \tau}{P_k(T)} \cdot \operatorname{sh} \lambda_k(T-t) d\tau -$$

$$- \frac{1}{\lambda_k} \int_{-T}^0 f_k(\tau) \frac{\sin \lambda_k(\tau+T)}{P_k(T)} \cdot \operatorname{sh} \lambda_k(T-t) d\tau,$$

и при $t < 0$ функцию

$$u_k^-(t) = \frac{1}{\lambda_k} \int_{-T}^t f_k(\tau) \frac{\sin \lambda_k t \operatorname{ch} \lambda_k T - \cos \lambda_k t \operatorname{sh} \lambda_k T}{P_k(T)} \cdot \sin \lambda_k(T+\tau) d\tau -$$

$$- \frac{1}{\lambda_k} \int_t^0 f_k(\tau) \frac{\sin \lambda_k \tau \operatorname{ch} \lambda_k T - \cos \lambda_k \tau \operatorname{sh} \lambda_k T}{P_k(T)} \cdot \sin \lambda_k(T+t) d\tau + \frac{1}{\lambda_k} \int_0^T f_k(\tau) \frac{\operatorname{sh} \lambda_k(\tau-T)}{P_k(T)} \cdot \sin \lambda_k(T+t) d\tau.$$

Непосредственной проверкой можно убедиться, что функция

$$u(x, t) = \begin{cases} u^+(x, t) = \sum_{k=1}^{\infty} u_k^+(t) \cdot X_k(x), & (x, t) \in D^+ \\ u^-(x, t) = \sum_{k=1}^{\infty} u_k^-(t) \cdot X_k(x), & (x, t) \in D^- \end{cases} \quad (21)$$

будет регулярным решением задачи А.

При выполнении условия (6) и используя неравенство Коши-Буняковского имеем

$$|u^+(x, t)| \leq C, \quad |u^-(x, t)| \leq C_1. \quad (22)$$

где $C, C_1 = \text{const} > 0$, и в силу этого ряды в (21) сходятся абсолютно и равномерно в рассматриваемой области.

Более того, при выполнении условий теоремы 2 наложенные на функцию $f(x, t)$, ряды в (22) можно дифференцировать почленно два раза по x и t в D при этом полученные ряды сходятся абсолютно и равномерно в области $\bar{D}$. Отсюда следует, что $u(x, t) \in C_{x,t}^{2,2}(\bar{D})$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аманов Д., Отарова Ж.А. Краевая задача для уравнения смешанного типа четвертого порядка // Узб. мат. журн. – Ташкент, 2008. – №3. – С.13-22.
2. Бицадзе А.В. Уравнения смешанного типа. М.: АН СССР, 1959. – 164 с.
3. Джураев Т. Д., Сопуев А. Мамажонов М. Краевые задачи для уравнений парабола-гиперболического типа. – Ташкент: Фан. 1986. – 220 с.
4. Джураев Т.Д. Краевые задачи для уравнений смешанного и смешанно-составного типов. Ташкент: ФАН, 1979. – 240 с.
5. Отарова Ж.А. Краевая задача для уравнения смешанного типа четвертого порядка // Дифференциальные уравнения и топология: Тез. докл. междунар. конф. посвященной 100-летию со дня рождения Л.С. Понтрягина. 17-22 июня 2008.- Москва, 2008. – С. 170-171.
6. М.С. Салахитдинов, А.К. Уринов Краевые задачи для уравнений смешанного типа со спектральным параметром. – Ташкент, «Фан». 1997.-165с.

Аралаш типдаги иккинчи тартибли тенглама учун чегаравий масаланинг ечимлиги
Отарова Ж.А., Алламбергенова Т.А. Қарақалпақ давлат университети

Бу мақолада аралаш типдаги иккинчи тартибли тенглама учун чегаравий масала ўрганилган. Масала тўртбurchакли соҳада қаралган. Масаланинг ягона регуляр ечимининг мавжудлиги ва турғунлиги исботланган. Масала ечими Фурье қатори ёрдамида қурилган. Ечимнинг ягоналиги ортонормал системанинг тулиқлиги ёрдамида исботланган.

Калит сўзлар: чегаравий масала, аралаш типдаги тенглама, регуляр ечим, Фурье қатори, тўлиқлик

Разрешимость краевой задачи для уравнения смешанного типа второго порядка
Отарова Ж.А., Алламбергенова Т.А. Каракалпакский государственный университет

Резюме. В данной работе исследована разрешимость одной краевой задачи для уравнения смешанного типа второго порядка. Задача рассматривается в прямоугольной области. Доказаны единственность, существование и устойчивость регулярного решения. Регулярное решение рассматриваемой задачи строится методом разделения переменных. Единственность решения доказывается с использованием полноты ортонормированной системы.

Ключевые слова: краевая задача, уравнение смешанного типа, регулярное решение, ряд Фурье, полнота

Solvability of the boundary value problem for the second order mixed type equation
Otarova Zh.A., Allambergenova T.A. Karakalpak State University

Summary. In this article, the solvability of one boundary value problem for a second-order mixed-type equation is investigated. The problem is considered in a rectangular area. The uniqueness, existence and stability of the regular solution are proved. The regular solution of the problem is constructed by the method of separation of variables. The uniqueness of the solution is proved using the completeness of the orthonormal system.

Key words: boundary value problem, mixed type equation, regular solution, Fourier series, completeness

