

16+

№ 5
2017 год

Научно-методический журнал «НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ: новое время»

Science and education:
modern time

Современная наука

Научные исследования

Модернизация
образования

Высшее образование

Профессиональное
образование

Средняя школа

Начальная школа

Дошкольное образование

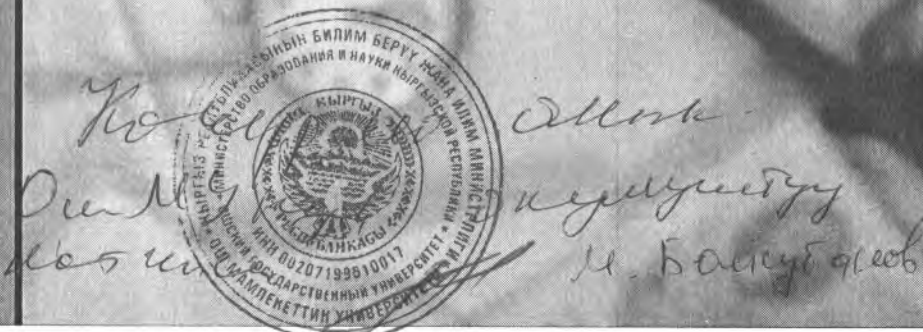
Дополнительное
образование

Специальная
педагогика

Библиотечный мир

Научный резерв

 **cognitus**
Когнитус



Содержание

Современная наука

01.00.00. Физико-математические науки

Искендерова Д.А., Токторбаев А.М.

Разрешимость модели магнитной электрогазо-динамики в неограниченной области.....8

03.02.08. Экология

Ладнер М.Н.

Проблемы обеспечения техногенной безопасности.....13

Ладнер М.Н.

Прогресс техносферы: стоит задуматься сейчас.....15

05.00.00. Технические науки

Журавлёва Т.А.

Диаграммный метод расчета железобетонных конструкций, усиленных присоединением стальных элементов.....17

Кудряшов К.А.

Технология возведения гипсокартонных перегородок при производстве общестроительных работ....19

08.00.00. Экономические науки

Гареев Р.Р.

Новые подходы к организации гостиничной деятельности в преддверии подготовки к Чемпионату мира по футболу-2018.....21

Гордейко О.В.

Эффективная стратегия развития фирмы при активном взаимодействии с банком.....24

Ерастова Е.С.

Ключевые элементы управления стоимостью компании.....26

10.00.00. Филологические науки

Звягинцева А.В.

Иерархичность реализации категории выделенности в английском звучащем тексте.....28

Кожневникова Е.А.

Заглавие как идейно-образная доминанта цикла рассказов А.П. Чехова «В сумерках».....30

Лазутина А.С.

Осуществление вторичной коммуникативной деятельности посредством диалога с текстом.....33

Modern Science

01.00.00. Physical and Mathematical Sciences

Iskenderova D.A., Toktorbaev A.M.

Solvability of the model of the magnetic electrogazodynamics in unbounded domain.....8

03.02.08. Ecology

Ladner M.N.

Problems of ensuring technogenic safety.....13

Ladner M.N.

Progress of a technosphere: it is worth reflecting now.....15

05.00.00. Engineering Sciences

Zhuravlyova T.A.

Diagrammatic method of calculating concrete-steel structures ruggedized by attached steel elements.....17

Kudryashov K.A.

Construction technology drywall partitions in the production of civil works.....19

08.00.00. Economic Sciences

Gareev R.R.

New approaches to organizing hotel work in anticipation of World Football Championship-2018.....21

Gordeyko O.V.

Effective strategy of developing a firm under the conditions of active cooperation with a bank.....24

Erastova E.S.

Key elements of cost management company.....26

10.00.00. Philological Sciences

Zvyaginцева A.V.

The hierarchy of realization of the category of prominence in English spoken text.....28

Kozhevnikova E.A.

The title as an ideal character dominant of the works by Chechov's stories "In the Twilight".....30

Lazutina A.S.

Secondary communicative activity realization by means of a dialogue with a text.....33



Искендерова Джамиля Абыкаевна, Токторбаев Айбек Мамадалиевич

РАЗРЕШИМОСТЬ МОДЕЛИ МАГНИТНОЙ
ЭЛЕКТРОГАЗОДИНАМИКИ В НЕОГРАНИЧЕННОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация

Исследуется система дифференциальных уравнений, описывающая одномерное нестационарное течение вязкого теплопроводного газа с учетом магнитного и электрического полей [2, 3]. Изучается задача Коши с переменным коэффициентом теплопроводности среды. Доказательство теоремы существования единственного обобщенного решения проводится методом априорных оценок.

Ключевые слова: скорость, плотность, температура, магнитное поле, электрическое поле, обобщенное решение, априорные оценки, существование.

Dzhamilia A. Iskenderova, Aibek M. Toktorbaev

SOLVABILITY OF THE MODEL OF THE MAGNETIC
ELECTROGAZODINAMICS IN UNBOUNDED DOMAIN

Abstract

The system of differential equations describing one-dimensional nonstationary flow of a viscous heat-conducting gas in the magnetic and electric fields is considered. The Cauchy problem with variable coefficient of thermal conductivity of the medium is study. The proof of the theorem existence of a unique generalized solution is based on the method of a priori estimates.

Keywords: speed, density, temperature, magnetic field, electric field, generalized solution, a priori estimates, existence.

Система уравнений магнитной ЭГД в массовых лагранжевых координатах имеет вид:

$$\frac{\partial v}{\partial t} - \frac{\partial u}{\partial x} = 0, \quad v = \frac{1}{\rho}, \quad (1.a)$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\mu}{v} \frac{\partial u}{\partial x} \right) - \frac{\partial p}{\partial x} - \mu_e H \frac{\partial H}{\partial x} + \varepsilon E \frac{\partial E}{\partial x}, \quad p = r \frac{\theta}{v}, \quad (1.b)$$

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\lambda(\theta, v)}{v} \frac{\partial \theta}{\partial x} \right) - p \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\mu}{v} \left(\frac{\partial u}{\partial x} \right)^2 + \frac{\mu_e \mu_H}{v} \left(\frac{\partial H}{\partial x} \right)^2 + b \varepsilon v E^2 \frac{\partial E}{\partial x}, \quad (1.c)$$

$$\frac{\partial}{\partial t} v H = \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\mu_H}{v} \frac{\partial H}{\partial x} \right), \quad (1.d)$$

$$(1.e) \quad \frac{\partial E}{\partial t} = -bE \frac{\partial E}{\partial x},$$

здесь $u(x, t), \rho(x, t), v(x, t), \theta(x, t), p(x, t), H(x, t), E(x, t)$ соответственно: скорость, плотность, удельный объем, температура, давление, напряженность магнитного поля, напряженность электрического поля.

Коэффициенты $\mu, \varepsilon, \lambda, \mu_e, \mu_H, b, r$ – положительные постоянные.

В начальный момент времени $t = 0$ значения функций v, u, θ, H, E предполагаются известными:

$$u|_{t=0} = u_0(x) \quad v|_{t=0} = v_0(x) \quad \theta|_{t=0} = \theta_0(x) \quad E|_{t=0} = E_0(x) \quad H|_{t=0} = H_0(x) \quad |x| < \infty \quad (2)$$

причем $(v_0, u_0, \theta_0, H_0, E_0)$ – непрерывные, $0 < m_0 \leq (v_0, \theta_0) \leq M$ и имеют конечные пределы на бесконечности:



$$\lim_{|x| \rightarrow \infty} u_0(x) = 0, \quad \lim_{|x| \rightarrow \infty} E_0(x) = 0, \quad \lim_{|x| \rightarrow \infty} H_0(x) = 0$$

$$\lim_{|x| \rightarrow \infty} v_0(x) = v_\infty = 1, \quad \lim_{|x| \rightarrow \infty} \theta_0(x) = \theta_\infty = 1. \quad (3)$$

(не нарушая общности, можно принять v_∞, θ_∞ равными единице)

ТЕОРЕМА. Пусть $\lambda(\theta, v) = \chi \theta$ или $\lambda(\theta, v) = \chi v$, $\chi = \text{const} > 0$, начальные данные (2) обладают следующими свойствами гладкости:

$$(v_0 - 1, u_0, \theta_0 - 1, H_0, E_0) \in W_2^1(R).$$

Тогда в полосе $\Pi = R \times (0, T)$, $R = (-\infty, \infty)$ с произвольной конечной высотой T , $0 < T < \infty$ существует единственное обобщенное решение задачи (1), (2), удовлетворяющее уравнениям и начальным данным почти всюду, причем

$$(v(t), E(t)) \in L_\infty(0, T; W_2^1(R)), \quad (v_t, u_t, \theta_t, H_t, E_t) \in L_2(\Pi),$$

$$(u(t), \theta(t), H(t)) \in L_\infty(0, T; W_2^1(R)) \cap L_2(0, T; W_2^2(R)), \quad \Pi = R \times (0, T), \quad R = (-\infty, \infty),$$

$v(x, t), \theta(x, t)$ – строго положительные, ограниченные функции.

Доказательство теоремы проводится методом априорных оценок. Выводятся глобальные априорные оценки, положительные постоянные C_i, N_i в которых зависят только от данных задачи и величины T интервала времени, но не зависят от промежутка существования локального решения. Локальная теорема существования доказывается аналогично [1, с. 68; 5, с. 346]. На основе полученных глобальных априорных оценок локальное решение продолжается на весь промежуток времени $[0, T]$, $0 < T < \infty$.

Не ограничивая общности, примем все положительные постоянные в системе (1), равными единице. Предположим, что существует решение задачи (1)–(3).

Из уравнений системы (1) и ограничений на данные задачи видно, что функции $v(x, t), \theta(x, t)$ неотрицательны. Из [6, с. 129] следует:

$$E_x \geq 0, \quad \forall (x, t) \in Q. \quad (4)$$

ЛЕММА 1. При выполнении условий теоремы имеет место оценка

$$U(t) + \int_0^t W(\tau) d\tau \leq N_1, \quad \forall t \in [0, T], \quad (5)$$

$$\text{где } U(t) = \int \left\{ \frac{1}{2} u^2 + \frac{1}{2} v H^2 + \frac{1}{2} v E^2 + (v - \ln v - 1) + (\theta - \ln \theta - 1) \right\} dx,$$

$$W(t) = \int \left\{ \frac{u_x^2}{v\theta} + \frac{H_x^2}{v\theta} + \frac{\lambda(\theta, v)\theta_x^2}{v\theta^2} + \frac{vE^2 E_x}{\theta} \right\} dx.$$

Интегралы по x берутся в пределах от $-\infty$ до ∞ .

Доказательство. Умножим уравнение (1.а) на $\left(\frac{1}{2}E^2 + 1 - \frac{1}{v}\right)$, (1. б) на u , (1.с) на $\left(1 - \frac{1}{\theta}\right)$, (1.д) на H , (1.е) на $E v$ [4, с. 26]. Затем сложим.

$$\frac{\partial}{\partial t} \left\{ (v - \ln v - 1) + \frac{1}{2} u^2 + (\theta - \ln \theta - 1) + \frac{1}{2} v H^2 + \frac{1}{2} v E^2 \right\} =$$

$$= u_x + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{u u_x}{v} \right) - \frac{\partial}{\partial x} \left(u \frac{\theta}{v} \right) - \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{H^2}{2} u \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{u}{2} E^2 \right) +$$

$$+ \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\lambda(\theta, v)\theta_x}{v} - \frac{\lambda(\theta, v)\theta_x}{v\theta} \right) - \frac{\lambda(\theta, v)\theta_x^2}{v\theta^2} - \frac{u_x^2}{v\theta} - \frac{H_x^2}{v\theta} - \frac{vE^2 E_x}{\theta} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{1}{v} H H_x \right).$$

Проинтегрируем полученное равенство по $\Pi = R \times (0, T)$, $R = (-\infty, \infty)$.

$$\int \left\{ \frac{1}{2} u^2 + \frac{1}{2} v H^2 + \frac{1}{2} v E^2 + (v - \ln v - 1) + (\theta - \ln \theta - 1) \right\} dx +$$

$$+ \int_0^t \int \left[\frac{u_x^2}{v\theta} + \frac{H_x^2}{v\theta} + \frac{\lambda(\theta, v)\theta_x^2}{v\theta^2} + \frac{E_x E^2 v}{\theta} \right] dx d\tau =$$

$$= \int \left\{ \frac{1}{2} u_0^2 + \frac{1}{2} v_0 H_0^2 + \frac{1}{2} v_0 E_0^2 + (v_0 - \ln v_0 - 1) + (\theta_0 - \ln \theta_0 - 1) \right\} dx.$$

Учитывая условия теоремы, выводим оценку (5). Лемма 1 доказана.

Следуя [1, с.77], разобьем числовую ось R и соответственно полосу Π на конечные отрезки и прямоугольники при $N = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$:

$$R = \bigcup_{N=-\infty}^{\infty} \bar{\Omega}_N, \quad \Pi = \bigcup_{N=-\infty}^{\infty} \bar{Q}_N, \quad \Omega_N = \{x \mid N < x < N+1\}, \quad Q_N = \Omega_N \times (0, T).$$

Возьмем произвольным образом один из таких прямоугольников. Так как в (5) функции $(v - \ln v - 1)$, $(\theta - \ln \theta - 1)$ неотрицательны при $v > 0, \theta > 0$, то

$$U_N(t) + \int_0^t W_N(\tau) d\tau \leq N_1, \quad (6)$$

где интегралы в определении U_N и W_N берутся по Ω_N .

Из (6) следуют оценки [1, с. 78]

$$\int_N^{N+1} v(x, t) dx \leq N_2, \quad \int_N^{N+1} \theta(x, t) dx \leq N_3, \quad \forall t \in [0, T]. \quad (7)$$

Из (7) вытекает, что при любом $t \in [0, T]$ в каждой области $\bar{\Omega}_N$ существуют точки

$$a(t) = a_N(t) \in [N, N+1], \quad a_1(t) = a_{1N}(t) \in [N, N+1]$$

такие, что

$$v(a(t), t) \leq C_1, \quad \theta(a_1(t), t) \leq C_2. \quad (8)$$

Умножим уравнение напряженности электрического поля (1.e) на E

$$\frac{1}{2} \frac{\partial E^2}{\partial t} + \frac{1}{3} \frac{\partial E^3}{\partial x} = 0. \quad (9)$$

После интегрирования по $\Pi = R \times (0, T)$, из условий теоремы вытекает оценка

$$\|E(t)\|^2 \leq N_4. \quad (10)$$

Проинтегрируем уравнение (9) по x от $-\infty$ до произвольного $x \in R$, а затем по t . Применяя неравенство Гельдера, выводим:

$$\int_0^t E^2(x, \tau) d\tau \leq N_5, \quad \forall t \in [0, T], \quad (11)$$

Из уравнений системы (1.a) и (1.b), рассуждая аналогично [6, с.133], выводится одно вспомогательное соотношение между искомыми функциями в каждом из прямоугольников \bar{Q}_N .

$$v(x, t) = I^{-1}(t) B^{-1}(x, t) \left[v_0(x) + \int_0^t \left(\theta + \frac{1}{2} v H^2 \right) (x, \tau) I(\tau) B(x, \tau) d\tau \right], \quad (12)$$

$$\text{где } B(x, t) = \exp \left\{ \int_{a(t)}^x (u_0(\xi) - u(\xi, t)) d\xi + \int_0^t \frac{E^2}{2}(x, \tau) d\tau \right\},$$

$$I(t) = v_0(a(t)) \exp \left\{ \int_0^t \left(\frac{\theta}{v} + \frac{1}{2} H^2 - \frac{1}{2} E^2 \right) (a(t), \tau) d\tau \right\}.$$

Из оценок (5), (11) следует

$$0 < C_3^{-1} \leq B(x, t) \leq C_3, \quad \forall (x, t) \in Q_N. \quad (13)$$

Из (12) после интегрирования по Ω_N и применения леммы Гронуолла [1, с. 33] с учетом оценок (5), (13), аналогично [6, с. 134], выводится оценка

$$0 < C_4^{-1} \leq I(t) \leq C_4, \quad \forall t \in [0, T]. \quad (14)$$

Пусть $h(x, t)$ – непрерывная функция. Введем обозначения

$$M_h(t) = \max_{|x| < \infty} h(x, t), \quad m_h(t) = \min_{|x| < \infty} h(x, t).$$

ЛЕММА 2. При выполнении условий теоремы имеют место оценки

$$m_v(t) \geq N_6, \quad m_\theta(t) \geq N_7, \quad \forall t \in [0, T].$$

Доказательство. Из (12) – (14) выводим ограниченность снизу удельного объема. Строгая положительность температуры вытекает из уравнения теплопроводности (1.с). Лемма 2 доказана.

ЛЕММА 3. При выполнении условий теоремы имеют место оценки

$$\int_0^t (M_\theta(\tau) + M_H^2(\tau)) d\tau \leq N_8, \quad \forall t \in [0, T]. \quad (15)$$

Доказательство. Используя (8), получим

$$\max_{\bar{\Omega}_N} \theta^{1/2}(t) \leq C_2^{1/2} + \frac{1}{2} \int_N^{N+1} \left| \frac{\theta_x}{\theta^{1/2}} \right| dx \leq C_2^{1/2} + \frac{1}{2} \left(\int_N^{N+1} \frac{\lambda(\theta, v)}{v\theta^2} \theta_x^2 dx \right)^{1/2} \left(\int_N^{N+1} v\theta dx \right)^{1/2}.$$

Отсюда, с учетом (7) находим

$$M_\theta(t) \leq C_5 \left(1 + \int \frac{\lambda(\theta, v)\theta_x^2}{v\theta^2} dx \right).$$

Далее, применяя неравенство Коши и (5), имеем

$$\begin{aligned} M_H^2(t) &\leq 2 \int |HH_x| dx \leq 4 \left(\int \frac{H_x^2}{v\theta} dx \right)^{1/2} \left(\int \frac{1}{2} vH^2 dx \right)^{1/2} M_\theta^{1/2}(t) \\ &\leq 4N_1^{1/2} C_5^{1/2} \left(\int \frac{H_x^2}{v\theta} dx \right)^{1/2} \left(1 + \int \frac{\lambda(\theta, v)\theta_x^2}{v\theta^2} dx \right)^{1/2} \leq C_6 \left(\int \frac{H_x^2}{v\theta} dx + \int \frac{\lambda(\theta, v)\theta_x^2}{v\theta^2} dx + 1 \right). \end{aligned}$$

Интегрируя $M_\theta(t)$, $M_H^2(t)$ по t с учетом (5), выводим оценку (15). Лемма 3 доказана.

ЛЕММА 4. При выполнении условий теоремы имеет место оценка

$$M_v(t) \leq N_9, \quad \forall t \in [0, T].$$

Доказательство. Из представления (12), с учетом (13), (14), вытекает неравенство

$$M_v(t) \leq C_7 \left[1 + \int_0^t (M_\theta(\tau) + M_H^2(\tau)) M_v(\tau) d\tau \right].$$

Применение леммы Гронуолла с учетом (5), (15) дает ограниченность удельного объема. Лемма 4 доказана.

ЛЕММА 5. При выполнении условий теоремы имеют место оценки

$$\max_{0 \leq t \leq T} \|E_x(t)\|^2 + \int_0^T \int E_x^3 dx dt \leq N_{10} \cdot M_E^2(t) \leq N_{11}, \quad \forall t \in [0, T]. \quad (16)$$

Доказательство. Продифференцируем (1.е) по x и умножим на E_x .

$$\frac{1}{2} \frac{d}{dt} E_x^2 + E_x^3 = -E E_x E_{xx}.$$

Проинтегрируем по $\Pi = R \times (0, T)$. После некоторых преобразований [4, с. 13] получим оценки (16). Лемма 5 доказана.

ЛЕММА 6. При выполнении условий теоремы имеют место оценки

$$\int_0^T (\|u_x(t)\|^2 + \|H_x(t)\|^2) dt \leq N_{12}. \quad (17)$$

Доказательство. Умножим уравнения (1.b) на u и (1.d) на H , проинтегрируем по R и сложим.

$$\frac{1}{2} \frac{d}{dt} (\|u\|^2 + \int v H^2 dx) + \int \frac{1}{v} (u_x^2 + H_x^2) dx = \int \left(\frac{\theta-1}{v} u_x + \frac{1}{v} u_x - \frac{1}{2} E^2 u_x \right) dx. \quad (18)$$

Для оценки первого слагаемого в правой части (18) разобьем числовую прямую на области $\sigma_1(t), \sigma_2(t), \sigma_3(t)$ следующим образом:

$$\begin{aligned} \sigma_1(t) &= \{x \in R: \theta(x,t) > C_8\}, \quad C_8 = \text{const} > 1, \\ \sigma_2(t) &= \{x \in R: N_7 \leq \theta(x,t) \leq C_8, \theta(x,t) \neq 1\}, \quad \sigma_3(t) = \{x \in R: \theta(x,t) = 1\}. \end{aligned}$$

Заметим, что если $C_8 \leq N_7$, то R совпадает с областью $\sigma_1(t)$.

Нетрудно проверить, что

$$\text{в } \sigma_1(t): \frac{\theta-1}{\theta-\ln\theta-1} < C_9, \text{ а в } \sigma_2(t): \frac{|\theta-1|}{\sqrt{\theta-\ln\theta-1}} < C_{10}.$$

Применяя неравенства Коши и Юнга с ε и учитывая ограниченность удельного объема, (5), имеем где $0 < \varepsilon_1 < 1/2$. Преобразуем второе слагаемое в правой части (18).

$$\begin{aligned} \int \frac{\theta-1}{v} u_x dx &= \int_{\sigma_1(t)} (\theta - \ln \theta - 1) \frac{\theta-1}{\theta - \ln \theta - 1} \frac{u_x}{v} dx + \int_{\sigma_2(t)} \sqrt{\theta - \ln \theta - 1} \frac{\theta-1}{\sqrt{\theta - \ln \theta - 1}} \frac{u_x}{v} dx \leq \\ &\leq C_{11} \left(\int (\theta - \ln \theta - 1) dx \right)^{1/2} \left(\int \frac{1}{v} u_x^2 dx \right)^{1/2} (M_\theta^{1/2}(t) + 1) \leq \varepsilon_1 \int \frac{1}{v} u_x^2 dx + C_\varepsilon (M_\theta(t) + 1), \end{aligned}$$

Оценим третье слагаемое в (18) с учетом (10), (16).

$$\int \frac{1}{v} u_x dx = \int \frac{\partial \ln v}{\partial t} dx = -\frac{d}{dt} \int (v - \ln v - 1) dx + \int \frac{\partial u}{\partial x} dx = -\frac{d}{dt} \int (v - \ln v - 1) dx.$$

где $0 < \varepsilon_2 < 1/2$. Подставляя полученные соотношения в (18), после интегрирования по t , с учетом (5), (15) выводим оценку (17). Лемма 6 доказана.

$$\int \left| \frac{1}{2} E^2 u_x \right| dx \leq C_{12} \left(\int \frac{1}{v} u_x^2 dx \right)^{1/2} \left(\int E^2 dx \right)^{1/2} \leq \varepsilon_2 \int \frac{1}{v} u_x^2 dx + C_{13}.$$

Рассуждая аналогично, можно получить все априорные оценки, необходимые для доказательства теоремы. Единственность показывается стандартным методом – составлением однородного уравнения для разности двух возможных решений. Теорема полностью доказана.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антонцев С.Н., Кажихов А.В., Монахов В.Н. Краевые задачи механики неоднородных жидкостей. – Новосибирск: Наука, 1983. – 319 с.
2. Бай Ши-и. Магнитная газодинамика и динамика плазмы. – М.: Мир, 1964. – 301 с.
3. Ватажин А.Б. и др. Электрогазодинамические течения. – М.: Наука, 1983. – 344 с.
4. Искендерова Д.А., Токторбаев А.М. Разрешимость одной модели магнитной электрогазодинамики // Приволжский научный вестник. – Ижевск, 2016. – № 3(55) – С. 8-15.
5. Смагулов Ш.С., Дурмагамбетов А.А., Искендерова Д.А. Задача Коши для уравнений магнитной газовой динамики // Дифференц. уравнения. – 1993. – Т. 29. – С. 337-348.
6. Файзуллина Н.Т. Корректность краевой задачи для модели вязкого теплопроводного газа // Динамика сплошной среды. – 1990. – Т. 9. – С. 141-145.

Одобрено
кафедрой
физико-математических наук
Института математики
и механики
Уфимского государственного
университета имени
С.П. Корнеева
М. Байегбаев