

ISSN 2518-1726 (Online),  
ISSN 1991-346X (Print)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

# Х А Б А Р Л А Р Ы

---

---

## ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**ФИЗИКА-МАТЕМАТИКА  
СЕРИЯСЫ**



**СЕРИЯ**

**ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ**



**PHYSICO-MATHEMATICAL  
SERIES**

**5 (315)**

**ҚЫРКУЙЕК – ҚАЗАН 2017 Ж.  
СЕНТЯБРЬ – ОКТЯБРЬ 2017 Г.  
SEPTEMBER – OCTOBER 2017**

1963 ЖЫЛДЫҢ ҚАҢТАР АЙЫНАН ШЫҒА БАСТАҒАН  
ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 1963 ГОДА  
PUBLISHED SINCE JANUARY 1963

ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ  
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД  
PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА  
АЛМАТЫ, НАН РК  
ALMATY, NAS RK

Б а с р е д а к т о р ы  
ф.-м.ғ.д., проф., ҚР ҰҒА академигі **Ғ.М. Мұтанов**

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

**Жұмаділдаев А.С.** проф., академик (Қазақстан)  
**Кальменов Т.Ш.** проф., академик (Қазақстан)  
**Жантаев Ж.Ш.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Өмірбаев У.У.** проф. корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Жүсіпов М.А.** проф. (Қазақстан)  
**Жұмабаев Д.С.** проф. (Қазақстан)  
**Асанова А.Т.** проф. (Қазақстан)  
**Бошқаев К.А.** PhD докторы (Қазақстан)  
**Сұраған Д.** корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Quevedo Hernando** проф. (Мексика),  
**Джунушалиев В.Д.** проф. (Қырғыстан)  
**Вишневский И.Н.** проф., академик (Украина)  
**Ковалев А.М.** проф., академик (Украина)  
**Михалевич А.А.** проф., академик (Белорус)  
**Пашаев А.** проф., академик (Әзірбайжан)  
**Такибаев Н.Ж.** проф., академик (Қазақстан), бас ред. орынбасары  
**Тигиняну И.** проф., академик (Молдова)

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Физика-математикалық сериясы».

ISSN 2518-1726 (Online), ISSN 1991-346X (Print)

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (Алматы қ.)  
Қазақстан республикасының Мәдениет пен ақпарат министрлігінің Ақпарат және мұрағат комитетінде  
01.06.2006 ж. берілген №5543-Ж мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік

Мерзімділігі: жылына 6 рет.  
Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекенжайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,  
[www.nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz) / [physics-mathematics.kz](http://physics-mathematics.kz)

---

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2017

Типографияның мекенжайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Муратбаева көш., 75.

Главный редактор  
д.ф.-м.н., проф. академик НАН РК **Г.М. Мутанов**

Редакционная коллегия:

**Джумадильдаев А.С.** проф., академик (Казахстан)  
**Кальменов Т.Ш.** проф., академик (Казахстан)  
**Жантаев Ж.Ш.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Умирбаев У.У.** проф. чл.-корр. (Казахстан)  
**Жусупов М.А.** проф. (Казахстан)  
**Джумабаев Д.С.** проф. (Казахстан)  
**Асанова А.Т.** проф. (Казахстан)  
**Бошкаев К.А.** доктор PhD (Казахстан)  
**Сураган Д.** чл.-корр. (Казахстан)  
**Quevedo Hernando** проф. (Мексика),  
**Джунушалиев В.Д.** проф. (Кыргызстан)  
**Вишневский И.Н.** проф., академик (Украина)  
**Ковалев А.М.** проф., академик (Украина)  
**Михалевич А.А.** проф., академик (Беларусь)  
**Пашаев А.** проф., академик (Азербайджан)  
**Такибаев Н.Ж.** проф., академик (Казахстан), зам. гл. ред.  
**Тигиняну И.** проф., академик (Молдова)

«Известия НАН РК. Серия физико-математическая».

ISSN 2518-1726 (Online), ISSN 1991-346X (Print)

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов  
Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5543-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год.

Тираж: 300 экземпляров.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,  
[www.nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz) / [physics-mathematics.kz](http://physics-mathematics.kz)

---

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2017

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75.

E d i t o r i n c h i e f  
doctor of physics and mathematics, professor, academician of NAS RK **G.M. Mutanov**

E d i t o r i a l b o a r d:

**Dzhumadildayev A.S.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Kalmenov T.Sh.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Zhantayev Zh.Sh.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Umirbayev U.U.** prof. corr. member. (Kazakhstan)  
**Zhusupov M.A.** prof. (Kazakhstan)  
**Dzhumabayev D.S.** prof. (Kazakhstan)  
**Asanova A.T.** prof. (Kazakhstan)  
**Boshkayev K.A.** PhD (Kazakhstan)  
**Suragan D.** corr. member. (Kazakhstan)  
**Quevedo Hernando** prof. (Mexico),  
**Dzhunushaliyev V.D.** prof. (Kyrgyzstan)  
**Vishnevskiy I.N.** prof., academician (Ukraine)  
**Kovalev A.M.** prof., academician (Ukraine)  
**Mikhalevich A.A.** prof., academician (Belarus)  
**Pashayev A.** prof., academician (Azerbaijan)  
**Takibayev N.Zh.** prof., academician (Kazakhstan), deputy editor in chief.  
**Tiginyanu I.** prof., academician (Moldova)

**News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Physical-mathematical series.**

**ISSN 2518-1726 (Online), ISSN 1991-346X (Print)**

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of information and archives of the Ministry of culture and information of the Republic of Kazakhstan N 5543-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,  
[www.nauka-nanrk.kz/physics-mathematics.kz](http://www.nauka-nanrk.kz/physics-mathematics.kz)

---

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2017

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

**NEWS**

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN  
**PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES**

ISSN 1991-346X

Volume 5, Number 315 (2017), 134 – 142

**V.N. Kossov<sup>1</sup>, D.B. Zhakebaev<sup>2</sup>, O.V. Fedorenko<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan;

<sup>2</sup> Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan;

<sup>3</sup> Institute of Experimental and Theoretical Physics, Almaty, Kazakhstan

[kosov\\_vlad\\_nik@list.ru](mailto:kosov_vlad_nik@list.ru)

**NUMERICAL ANALYSIS OF CONVECTIVE MOTIONS  
OCCURRING UNDER ISOTHERMAL DIFFUSION IN THE VERTICAL  
CHANNELS IN TERNARY GASEOUS MIXTURES**

**Abstract.** There is a wide variety of mixing regimes in a multicomponent gas mixture. Solution of the issues related to the boundary determination of change in the diffusion-convection regimes in multicomponent mixtures, the parameters indicating the occurrence of a convective regime are important for the problems of convective mass transfer.

The paper proposes a computational model on the study of diffusion isothermal transport in ternary gas mixtures having different ratios between the transport coefficients over time by means of 2-D modeling in a vertical cylindrical channel of finite dimensions.

The isothermal diffusion mixing in three-component gas mixtures in cylindrical vertical channels is considered by the splitting method into physical parameters. It is shown that in systems where the diffusion coefficients of the components are comparable with each other, the instability of mechanical equilibrium is impossible. Convective motions may arise for systems in which there is a significant difference in the diffusion coefficients of components. Flows with low velocities arise at the initial stage. Then, developed structured currents are realized. The results of the calculations are in satisfactory agreement with the experimental data, which makes it possible to recommend the proposed approach for determining the boundary of change in the diffusion-to-concentration convection regimes in gas mixtures.

**Key words:** diffusion, convection, gases, mixtures, numerical analysis.

УДК 533.15:536.25

**В.Н.Косов<sup>1</sup>, Д.Б. Жакебаев<sup>2</sup>, О.В. Федоренко<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Казахский национальный педагогический университет им. Абая, Алматы, Казахстан;

<sup>2</sup> Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан;

<sup>3</sup> Институт экспериментальной и теоретической физики, Алматы, Казахстан

**Численный анализ конвективных движений, возникающих  
при изотермической диффузии в вертикальных  
каналах в трехкомпонентных газовых смесях**

**Аннотация.** В многокомпонентных газовых смесях имеет место большое разнообразие режимов смешения. Решение вопросов связанных с определением границы смены режимов «диффузия – конвекция» в многокомпонентных смесях, параметров определяющих возникновение конвективного режима являются важными для задач конвективного массопереноса.

В работе предлагается расчетная модель по изучению диффузионного изотермического переноса в трехкомпонентных газовых смесях с различными соотношениями между коэффициентами переноса с течением времени посредством 2-D моделирования в вертикальном цилиндрическом канале конечных размеров.

Методом расщепления по физическим параметрам рассмотрено изотермическое диффузионное смешение в трехкомпонентных газовых смесях в цилиндрических вертикальных каналах. Показано, что в системах, где коэффициенты диффузии компонентов сравнимы друг с другом, неустойчивость механического равновесия невозможна. Для систем, в которых имеет место существенное отличие коэффициентов диффузии компонентов могут возникнуть конвективные движения. На начальной стадии возникают течения с малыми скоростями. Затем реализуются развитые структурированные течения. Результаты расчетов находятся в удовлетворительном согласии с опытными данными, что позволяет рекомендовать предлагаемый подход для определения границы смены режимов «диффузия – концентрационная конвекция» в газовых смесях.

**Ключевые слова:** диффузия, конвекция, газы, смеси, численный анализ.

### Введение

В многокомпонентных газовых смесях существует большое разнообразие режимов смешения [1]. Интенсивность массопереноса в них определяется молекулярным, конвективным, а чаще всего совместным действием перечисленных режимов. При этом практически не принимается во внимание факт, что молекулярная диффузия может привести к неустойчивости механического равновесия смеси с последующим возникновением естественной конвекции, которая заметно интенсифицирует суммарный массоперенос [2]. Причем возникновение и развитие концентрационной конвекции происходит не только в рамках традиционных представлений тепловых задач Рэлея [3], но и для ситуаций, когда движения возникают при устойчивой стратификации в изотермической смеси [4,5]. В опытах по изучению смешения в многокомпонентных системах [6], диффузии смеси паров растворов в инертный газ [7] были зарегистрированы конвективные течения, приводящие к синергетическому эффекту, связанному со значительным увеличением скорости смешения компонентов системы. Поэтому решение вопросов связанных с определением механизма смены режимов «диффузия – конвекция» в многокомпонентных газовых смесях, параметров определяющих возникновение конвективного режима являются важными для задач конвективного массопереноса.

В работе предлагается расчетная модель по изучению диффузионного изотермического переноса в трехкомпонентных газовых смесях с различными соотношениями между коэффициентами переноса с течением времени посредством 2-D моделирования в вертикальном цилиндрическом канале конечных размеров. Проводится сравнение между расчетными результатами и опытными данными.

### Базовые уравнения

Конвективное смешение изотермической тройной газовой смеси описывается общей системой уравнений гидродинамики, которая включает в себя записанные в приближении Буссинеска уравнения Навье-Стокса, сохранения числа частиц смеси и компонентов [6, 8-10]. Принимая во

внимание условие независимой диффузии, при которой для газовой смеси  $\sum_{i=1}^3 \vec{j}_i = 0$ ;  $\sum_{i=1}^3 c_i = 1$ ,

эта система уравнений имеет следующий вид:

$$\rho \left[ \frac{\partial \vec{u}}{\partial t} + (\vec{u} \nabla \vec{u}) \right] = -\nabla p + \eta \nabla^2 \vec{u} + \left( \frac{\eta}{3} + \xi \right) \nabla \operatorname{div} \vec{u} + \rho \vec{g},$$

$$\frac{\partial n}{\partial t} + \operatorname{div}(n \vec{v}) = 0, \quad \frac{\partial c_i}{\partial t} + \vec{v} \nabla c_i = -\operatorname{div} \vec{j}_i, \quad (1)$$

$$\vec{j}_1 = -(D_{11}^* \nabla c_1 + D_{12}^* \nabla c_2),$$

$$\vec{j}_2 = -(D_{21}^* \nabla c_1 + D_{22}^* \nabla c_2).$$

Здесь  $\vec{u}$  – вектор среднемассовой скорости;  $\vec{v}$  – вектор среднечисловой скорости;  $\rho$  – плотность;  $p$  – давление;  $\eta$  и  $\zeta$  – коэффициенты сдвиговой и объемной вязкости;  $\vec{g}$  – вектор ускорения свободного падения;  $n$  – числовая плотность;  $t$  – время;  $c_i$  – концентрация  $i$ -го компонента;  $\vec{j}_i$  – вектор плотности диффузионного потока  $i$ -го компонента;  $D_{ij}^*$  – практические коэффициенты диффузии, которые определяются через коэффициенты взаимной диффузии  $D_{ij}$

$$D_{11}^* = \frac{D_{13} [c_1 D_{32} + (c_2 + c_3) D_{12}]}{D}, \quad D_{12}^* = -\frac{c_1 D_{23} (D_{12} - D_{13})}{D},$$

$$D_{22}^* = \frac{D_{23} [c_2 D_{13} + (c_1 + c_3) D_{12}]}{D}, \quad D_{21}^* = -\frac{c_2 D_{13} (D_{12} - D_{23})}{D},$$

$$D = c_1 D_{23} + c_2 D_{13} + c_3 D_{12}.$$

Связь между  $\vec{j}_i$ ,  $\vec{u}$  и  $\vec{v}$  определяется соотношением

$$\vec{v} = \sum \vec{j}_i / c_0, \quad \vec{u} = \sum m_i \vec{j}_i / \rho,$$

где  $m_i$  – молекулярная масса  $i$ -го компонента,

$$\rho = \sum m_i c_i, \quad c_0 = \sum_{i=1}^n c_i.$$

Система уравнений (1) дополняется уравнением состояния среды

$$\rho = \rho(c_1, c_2, p), \quad T = \text{const} \quad (2)$$

Упростим (1), (2) используя метод малых возмущений [8-10], в котором предполагается, что концентрацию  $i$ -го компонента  $c_i$  и давление  $p$  представим в виде суперпозиции постоянных средних значений  $\langle c_i \rangle$ ,  $\langle p \rangle$ , принимаемых в качестве начала отсчета и малых возмущений  $c_i'$ ,  $p'$  следующим образом:

$$c_i = \langle c_i \rangle + c_i', \quad p = \langle p \rangle + p'.$$

Возмущения  $c_i'$ ,  $p'$  малы и обусловленные ими отклонения плотности  $c'$  от среднего значения  $c_0 = c(\langle c_i \rangle, \langle p \rangle)$  малы по сравнению с  $c_0$ , а также считая, что различия в возмущенных значениях скоростей не существенны [8], систему уравнений (1) возможно свести к возмущенным уравнениям (штрихи опущены) следующего вида

$$\frac{\partial \vec{u}}{\partial t} + (\vec{u} \nabla) \vec{u} = -\frac{1}{\rho_0} \nabla p + \nu \nabla^2 \vec{u} + g(\beta_1 c_1 + \beta_2 c_2) \vec{y}, \quad (3)$$

$$\frac{\partial c_1}{\partial t} + \vec{u} \nabla c_1 = D_{11}^* \nabla^2 c_1 + D_{12}^* \nabla^2 c_2,$$

$$\frac{\partial c_2}{\partial t} + \vec{u} \nabla c_2 = D_{21}^* \nabla^2 c_1 + D_{22}^* \nabla^2 c_2,$$

$$\operatorname{div} \vec{u} = 0.$$

В системе уравнений (3)  $\nu = \eta / \rho$  – кинематическая вязкость смеси,  $\beta_i$  – изотермический аналог коэффициента теплового расширения,  $\vec{y}$  – единичный вектор.

Обезразмерим уравнения (3) относительно заданных масштабных единиц: длины –  $x_1^* = \frac{x}{H}$ ,  $x_2^* = \frac{z}{H}$ , времени –  $\tau = \frac{t\nu}{H^2}$ , скорости –  $u_1^* = \frac{uH}{D_{22}^*}$ ,  $u_2^* = \frac{wH}{D_{22}^*}$ , давления –

$p^* = p \frac{H^2}{\rho_0 \nu D_{22}^*}$ , концентрации  $i$ -го компонента  $c_1^* = \frac{c_1}{A_1 H}$ ,  $c_2^* = \frac{c_2}{A_2 H}$ . Преобразованная

безразмерная система уравнений имеет следующий вид (здесь и далее знак «\*» опускаем):

$$\begin{aligned} \frac{\partial u_1}{\partial \tau} + \frac{1}{P_{22}} u_1 \frac{\partial(u_1)}{\partial(x_1)} + \frac{1}{P_{22}} u_2 \frac{\partial u_1}{\partial(x_2)} &= -\frac{\partial p}{\partial(x_1)} + \frac{\partial^2 u_1}{\partial(x_1)^2} + \frac{\partial^2 u_1}{\partial(x_2)^2} + R_1 c_1, \\ \frac{\partial u_2}{\partial \tau} + \frac{1}{P_{22}} u_1 \frac{\partial(u_2)}{\partial(x_1)} + \frac{1}{P_{22}} u_2 \frac{\partial u_2}{\partial(x_2)} &= -\frac{\partial p}{\partial(x_1)} + \frac{\partial^2 u_2}{\partial(x_1)^2} + \frac{\partial^2 u_2}{\partial(x_2)^2} + R_2 c_2, \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial(c_1)}{\partial(\tau)} + \frac{1}{P_{22}} u_1 \frac{\partial(c_1)}{\partial(x_1)} + \frac{1}{P_{22}} u_2 \frac{\partial(c_1)}{\partial(x_2)} &= \\ \frac{1}{P_{11}} \frac{\partial^2(c_1)}{\partial(x_1)^2} + \frac{1}{P_{11}} \frac{\partial^2(c_1)}{\partial(x_2)^2} + \frac{1}{P_{12}} \frac{\partial^2(c_2)}{\partial(x_1)^2} + \frac{1}{P_{12}} \frac{\partial^2(c_2)}{\partial(x_2)^2}, \\ \frac{\partial(c_2)}{\partial(\tau)} + \frac{1}{P_{22}} u_1 \frac{\partial(c_2)}{\partial(x_1)} + \frac{1}{P_{22}} u_2 \frac{\partial(c_2)}{\partial(x_2)} &= \\ \frac{1}{P_{21}} \frac{\partial^2(c_1)}{\partial(x_1)^2} + \frac{1}{P_{21}} \frac{\partial^2(c_1)}{\partial(x_2)^2} + \frac{1}{P_{22}} \frac{\partial^2(c_2)}{\partial(x_1)^2} + \frac{1}{P_{22}} \frac{\partial^2(c_2)}{\partial(x_2)^2}, \end{aligned}$$

$$\frac{\partial u_1}{\partial x_1} + \frac{\partial u_2}{\partial x_2} = 0.$$

Критериальными параметрами подобия являются:

$$P_{ii} = \frac{\nu}{D_{ii}^*} - \text{диффузионное число Прандтля}, \quad R_1 = \frac{g \beta_1 A_1 H^4}{D_{22}^* \nu}, \quad R_2 = \frac{g \beta_2 A_2 H^4}{D_{22}^* \nu} - \text{парциальное}$$

число Рэлея,  $A_1 = c_1/d$ ,  $A_2 = c_2/d$ .

Начальные условия:



1) Для скорости:  $u_i(x_1, x_2, \tau = 0) = 0, i = 1, 2$ .

2) Изучается процесс, когда тяжелые и легкие газы расположены в верхней части вычислительной области, а газ с промежуточной плотностью – в нижней части. Для концентрации в верхней вычислительной области  $S_1$  (рис. 1а):  $c_1|_{t=0, (x_1, x_2) \in S_1} = X_1$  для самого легкого по плотности компонента,  $c_2|_{t=0, (x_1, x_2) \in S_1} = X_2$  для самого тяжелого по плотности компонента,  $c_3|_{t=0, (x_1, x_2) \in S_1} = 0$  для компонента, который имеет промежуточную плотность,  $X_1, X_2$  мольные концентрации компонентов смеси в вычислительной области  $S_1$ .

3) Для концентрации в нижней вычислительной области  $S_0$  (рис. 1а):  $c_1|_{t=0, (x_1, x_2) \in S_0} = 0$  для легкого компонента,  $c_2|_{t=0, (x_1, x_2) \in S_0} = 0$  для тяжелого компонента,  $c_3|_{t=0, (x_1, x_2) \in S_0} = 1$  для компонента имеющего промежуточное значение плотности.

Граничные условия:

Для скорости смешения:  $u_i = 0, i = 1, 2$ ; для концентрации компонентов:  $\frac{\partial c_i}{\partial n} = 0, i = 1, 2$ .

### Численный алгоритм

Как следует из опытных данных смешение осуществляется в канале, который, как правило, имеет цилиндрическую форму. Тяжелый и легкий по плотностям компоненты бинарной смеси находятся в верхней части канала, а газ с промежуточной плотностью в нижней части канала. Для упрощения задачи рассматривается двумерная область сечение цилиндрической области  $H \times d$  в декартовой системе координат  $(x, y)$ , где  $H$  – высота цилиндрического канала, а  $d = 2r$  – диаметр (рис. 1б). Для регистрации изоконцентрационных линий, характеризующих возникновение и развитие конвекции, достаточно рассматривать часть данной области ( $H/d \gg 1$ ), где происходит диффузия компонентов (рис. 1б), пренебрегая остальными областями двумерной области.

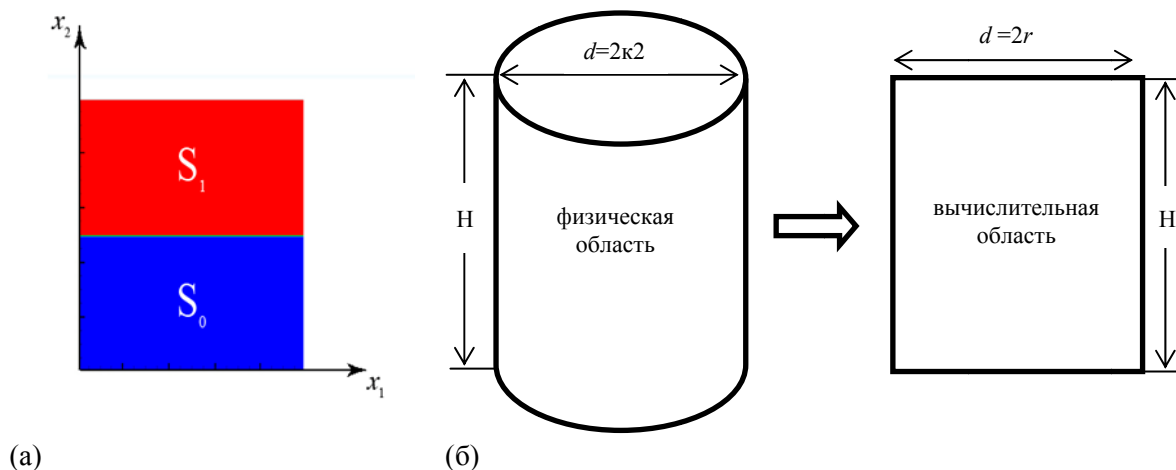


Рисунок 1 - Моделирование исследуемого процесса: а) Начальные условия размещения трехкомпонентных смесей в диффузионном канале; б) Физические и вычислительные области смешения

Для численного решения системы уравнений (3) используется схема расщепления по физическим параметрам. Пространственные производные аппроксимируются на равномерной прямоугольной сетке с числом узлов  $64 \times 64$ . Производные по времени аппроксимируются разностями вперед с первым порядком.

На первом этапе перенос количества движения осуществляется только за счет конвекции и диффузии. Промежуточное поле скорости находится методом пятиточечной прогонки [11] с

четвертым порядком точности по пространству и третьим порядком точности по времени с использованием явной схемы Адамса-Башфорта для конвективных членов и неявной схемы Кранка-Николсона для диффузионных членов [12]

$$\frac{\bar{u}^{n+1} - \bar{u}^n}{\tau} = -\bar{u}^n \nabla \bar{u}^{n+1} + \Delta \bar{u}^{n+1} + \tau_{11} Ra_1 C_1 + Ra_2 C_2. \quad (4)$$

На втором этапе, по найденному промежуточному полю скорости, находится поле давления. Промежуточное поле скорости находится при использовании метода дробных шагов. На каждом этапе метода дробных шагов используется метод прогонки для нахождения этапных значений промежуточного поля скорости [13]

$$\Delta p = \frac{\nabla \bar{u}^{n+1}}{\tau}. \quad (5)$$

На третьем этапе предполагается, что перенос осуществляется только за счет градиента давления, где пересчитывается окончательное поле скоростей

$$\frac{\bar{u}^{n+1} - \bar{u}^{n+1}}{\tau} = -\nabla p. \quad (6)$$

На четвертом этапе вычисляется концентрация компонентов смеси на основе метода пятиточечной прогонки с использованием схемы Адамса-Башфорта с учетом найденных полей скоростей.

$$\frac{\bar{C}_1^{n+1} - \bar{C}_1^n}{\tau} = -\left(\bar{u}^{n+1} \nabla\right) \bar{C}_1^{n+1} + \frac{1}{Pr_{11}} \Delta \bar{C}_1^{n+1} + \frac{1}{Pr_{12}} \Delta \bar{C}_2^{n+1}, \quad (7)$$

$$\frac{\bar{C}_2^{n+1} - \bar{C}_2^n}{\tau} = -\left(\bar{u}^{n+1} \nabla\right) \bar{C}_2^{n+1} + \frac{1}{Pr_{21}} \Delta \bar{C}_1^{n+1} + \frac{1}{Pr_{22}} \Delta \bar{C}_2^{n+1}. \quad (8)$$

### Результаты численного моделирования

Проанализируем результаты численного исследования, выполненные для реальных физических характеристики геометрических параметров канала по предложенной схеме (4) – (8). Основным допущением при моделировании является ограничение двумерными течениями. Как было показано экспериментальными исследованиями [5] в системах, где коэффициенты диффузии компонентов сравнимы друг с другом, массоперенос осуществляется за счет диффузии. Приведенные на рис. 2 а, б изоконцентрационные линии для системы  $0,65 \text{ CH}_4(1) + 0,35 \text{ Ar}(2) - \text{N}_2(3)$  практически не искривленные, что говорит об отсутствии конвективных возмущений в таких смесях.

Совершенно другая ситуация возникает в системе  $0,40\text{He}(1) + 0,60\text{Ar}(2) - \text{N}_2(3)$ , где  $D_{ij}$  существенно отличаются друг от друга. При давлении  $P \sim 2,0$  МПа изображение изоконцентрационных линий искривляются. С течением времени формируются условия для конвективных структурных формирований и происходит переход от диффузионного режима к конвективному. Полученные результаты совпадают с экспериментальными данными, наблюдаемыми в [4,6,8]. Таким образом, основным признаком смены режимов «диффузия – конвекция» это проявление искривления изоконцентрационных линий.

Результаты расчетов показывают, что на начальной стадии возникают течения с малыми скоростями. Затем развитие более интенсивных течений приводит к существенному искривлению изоконцентрационных линий и увеличения скорости переноса. Время потери устойчивости механического равновесия смеси для данной системы составляет десятки секунд, что соизмеримо с опытными данными, приведенными в [8]. Затем наблюдается быстрое развитие

конвективных течений. Конвективные течения реализуются в виде крупномасштабных структур. Таким образом, результаты сравнения показывают, что используемая модель и метод расчета позволяет определить параметры смены режимов «диффузия – концентрационная конвекция», получить надежные данные по концентрационным полям в режиме конвективной неустойчивости у изотермических трехкомпонентных газовых смесях.

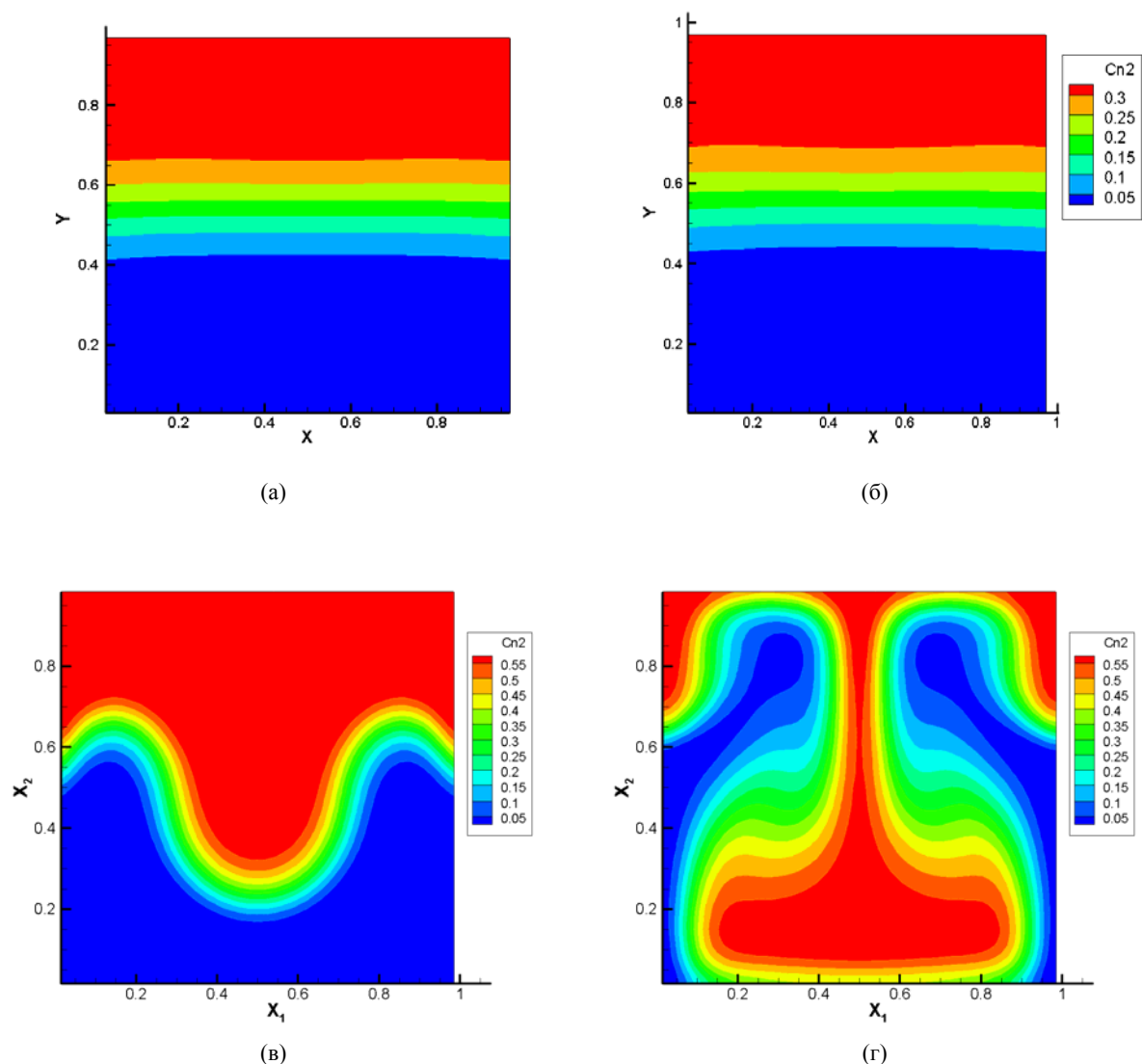


Рисунок 2 - Изоконцентрационные линии для трехкомпонентных систем: а)  $0,65 \text{ CH}_4$  (1) +  $0,35 \text{ Ar}$  (2) –  $\text{N}_2$  (3),  $P = 1,5$  МПа,  $t = 13,5$  с,  $T = 298,0$  К; б)  $0,65 \text{ CH}_4$  (1) +  $0,35 \text{ Ar}$  (2) –  $\text{N}_2$  (3),  $P = 2,0$  МПа,  $T = 298,0$  К,  $t = 18$  с; в)  $0,4 \text{ He}$  (1) +  $0,6 \text{ Ar}$  (2) –  $\text{N}_2$  (3),  $P = 2,5$  МПа,  $T = 298,0$  К,  $t = 10,55$  с; г)  $0,4 \text{ He}$  (1) +  $0,6 \text{ Ar}$  (2) –  $\text{N}_2$  (3),  $P = 2,5$  МПа,  $T = 298,0$  К,  $t = 20,30$  с.

Работа выполнялась в рамках проекта Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан №3482/ГФ, государственная регистрация 0115RK01033.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Taylor R, Krishna R (1993) Multicomponent mass transfer. John Wiley & Sons, Inc., New York. ISBN: 978-0-471-57417-0
- [2] Kaminskii V.A., Obvintseva N.Yu. (2007) Evaporation Regimes of Binary Solutions, Theor. Found. Chem. Engin., 41: 512-518. DOI: 10.1134/S0040579507050090
- [3] Джозеф Д. (1981) Устойчивость движений жидкости, пер. с англ. Мир, Москва.
- [4] Kosov V.N., Seleznev V.D., Zhavrin YuI. (1997). Separation of Components during Isothermal Mixing of Ternary Gas Systems under Free Convection Conditions. Tech. Phys., 42: 1236-1237. DOI: 10.1134/1.1258905

- [5] ZhavrinYu.I., Kosov V.N., Fedorenko O.V., Akzholova A.A. (2016) Some Features of the Multicomponent Gas Transfer in the Convective Instability of Gas Mixture. *Theor. Found. Chem. Engin.*, 50: 171-177. DOI: 10.1134/S0040579516020135
- [6] Kosov V.N., Fedorenko O.V., ZhavrinYu.I., Mukamedenkyzy V. (2014) Instability of Mechanical Equilibrium during Diffusion in a Three-component Gas Mixture in a Vertical Cylinder With a Circular Cross Section. *Tech. Phys.*, 59: 482-486. DOI: 10.1134/S1063784214040161
- [7] Dil'man V.V., Lipatov D.A., Lotkhov V.A., Kaminskii V.A. (2005) Instability in Unsteady-state Evaporation of Binary Solutions into an Inert Gas. *Theor. Found. Chem. Engin.*, 39: 566-572. DOI: 10.1007/s11236-005-0118-0
- [8] Косов В.Н., Селезнев В.Д. (2004) Аномальное возникновение свободной гравитационной конвекции визотермических тройных газовых смесях. Екатеринбург: УрОРАН. ISBN: 5-7691-1441-X
- [9] Гершуни Г.З., Жуховицкий Е.М. (1972) Конвективная устойчивость несжимаемой жидкости. Наука, Москва.
- [10] Полежаев В.И., Бунэ А.В., Верезуб Н.А. и др. (1987) Математическое моделирование конвективно-тепломассообмена на основе уравнений Навье-Стокса. Наука, Москва.
- [11] Navon M. (1987) Pent: aPeriodicPenta-diagonalSystemsSolver. *Commun. inAppliedNumer. Methods*, 3: 63-69. DOI: 0748-8025/87/010063-07\$05.00
- [12] Kim J., Moin P. (1985) Application of a Fractional-Step Method to Incompressible Navier-Stokes Equations. *J. Comp. Phys.*, 59: 308-323. DOI: 10.1016/0021-9991(85)90148-2
- [13] Abdibekova A.U., Zhakebayev D.B., Zhumagulov B.T. (2014) The Decay of MHD Turbulence Depending on the Conducting Properties of Environment. *Magnetohydrodynamics*, 50: 121-138.

## REFERENCES

- [1] Taylor R., Krishna R. (1993) Multicomponent mass transfer. John Wiley & Sons, Inc., New York. ISBN: 978-0-471-57417-0
- [2] Kaminskii V.A., Obvintseva N.Yu. (2007) Evaporation Regimes of Binary Solutions. *Theor. Found. Chem. Engin.*, 41: 512-518. DOI: 10.1134/S0040579507050090
- [3] Joseph D.D. (1981) Stability of Fluid Motions [Ustojchivost' dvizhenijzhidkosti]. Mir, Moscow. (in Russian)
- [4] Kosov V.N., Seleznev V.D., Zhavrin Yu.I. (1997) Separation of Components during Isothermal Mixing of Ternary Gas Systems under Free Convection Conditions. *Tech. Phys.*, 42: 1236-1237. DOI: 10.1134/1.1258905
- [5] Zhavrin Yu.I., Kosov V.N., Fedorenko O.V., Akzholova A.A. (2016) Some Features of the Multicomponent Gas Transfer in the Convective Instability of Gas Mixture. *Theor. Found. Chem. Engin.*, 50: 171-177. DOI: 10.1134/S0040579516020135
- [6] Kosov V.N., Fedorenko O.V., ZhavrinYu.I., Mukamedenkyzy V. (2014) Instability of Mechanical Equilibrium during Diffusion in a Three-component Gas Mixture in a Vertical Cylinder With a Circular Cross Section. *Tech. Phys.*, 59: 482-486. DOI: 10.1134/S1063784214040161
- [7] Dil'man V.V., Lipatov D.A., Lotkhov V.A., Kaminskii V.A. (2005) Instability in Unsteady-state Evaporation of Binary Solutions into an Inert Gas. *Theor. Found. Chem. Engin.*, 39: 566-572. DOI: 10.1007/s11236-005-0118-0
- [8] Kosov V.N., Seleznev V.D. (2004) Anomalous Onset of the Free Gravitational Convection in Isothermal Ternary Gas Mixtures [Anomal'noevoznikoveniesvobodnojgravitacionnojkonvekcii v izotermicheskihtrojnyhgazovyhsmesjah]. Ural Branch Russian Academy of Science, Yekaterinburg. (in Russian)
- [9] Gershuni G.Z., Zhukhovitskii E.M. (1972) Convective stability of incompressible fluid [Konvektivnayaustoiichivostneszhimaemoizhidkosti]. Nauka, Moscow. (in Russian)
- [10] Polezhaev V.I., Bune A.V., Veresub N.A. and others (1987) Mathematical modeling of convective heat and mass transfer based on the Navier-Stokes equations [Matematicheskoe modelirovanie konvektivnogo teplomassoobmenana osnoveuravnenij Nav'e-Stoksa]. Nauka, Moscow. (in Russian)
- [11] Navon M. (1987) Pent: aPeriodicPenta-diagonalSystemsSolver. *Commun. inAppliedNumer. Methods*, 3: 63-69. DOI: 0748-8025/87/010063-07\$05.00
- [12] Kim J., Moin P. (1985) Application of a Fractional-Step Method to Incompressible Navier-Stokes Equations. *J. Comp. Phys.*, 59: 308-323. DOI: 10.1016/0021-9991(85)90148-2
- [13] Abdibekova A.U., Zhakebayev D.B., Zhumagulov B.T. (2014) The Decay of MHD Turbulence Depending on the Conducting Properties of Environment. *Magnetohydrodynamics*, 50: 121-138.

**В.Н.Косов<sup>1</sup>, Д.Б. Жакебаев<sup>2</sup>, О.В. Федоренко<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан;

<sup>2</sup> Аль-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан;

<sup>3</sup> Эксперименталды және теориялық физика институты, Алматы, Қазақстан

**ИЗОТЕРМИЯЛЫҚ ДИФФУЗИЯ КЕЗІНДЕГІ ТІК КАНАЛДАРДАҒЫ  
ҮШКОМПОНЕНТТІ ГАЗДАР ҚОСПАЛАРЫНДА ПАЙДА БОЛАТЫН КОНВЕКТИВТІК  
ҚОЗҒАЛЫСТАРДЫҢ САНДЫҚ ТАЛДАУЫ**

**Аннотация.** Көпкомпонентті газдар қоспаларында араласу тәртібінің әртүрі көптеп орын алады. Көпкомпонентті газдар қоспаларында «диффузия – конвекция» тәртібінің алмасуы шекарасын анықтауға

байланысты сұрақтар, конвективті тәртіптің пайда болуын анықтайтын параметрлер конвективті масса тасымалдау мәселелері бойынша маңызды болып табылады. Көпкомпонентті газдар қоспаларында «диффузия – конвекция» тәртібінің алмасуы шекарасын анықтауға байланысты сұрақтар және конвективті тәртіптің пайда болуын анықтайтын параметрлер конвективті массатасымалдау мәселелері бойынша маңызды болып табылады.

Аталған жұмысташеткі өлшемді тік цилиндр каналдарындағы 2-D модельдеу арқылы тасымалдау коэффициенттері арасындағы уақытқа қатысты әртүрлі байланысқан үшкомпонентті газдар қоспаларындағы диффузиялық изотермиялық тасымалдауды зерттеудің сандық моделі ұсынылған.

Тік цилиндр каналдардағы үшкомпонентті газдар қоспаларында диффузиялық изотермиялық араласу физикалық өлшемдер бойынша бөлшектеу әдісі қарастырылған. Компоненттердің диффузия коэффициенттері өзара бірдей болатын жүйелерде, механикалық тепе-теңдік орнықсыздығы мүмкін болмайды. Компоненттердің диффузия коэффициенттері айтарлықтай өзгеше болатын жүйелерде конвективті қозғалыс пайда болуы мүмкін. Алғашқы кезеңде аз жылдамдықтағы ағын пайда болады. Кейін дамыған құрылымдық ағын қалыптасады. Газдар қоспаларында «диффузия – концентрациялық конвекция» тәртібінің алмасу шекарасын анықтауда есептеулердің нәтижелері тәжірибе арқылы алынған нәтижелермен сәйкес болуына байланысты, аталған әдісті ұсынуға мүмкіндік береді.

**Тірек сөздер:** диффузия, конвекция, газдар, қоспалар, сандық талдау.

**Сведения об авторах:**

Косов Владимир Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор, член-корреспондент НАН РК, проректор по научной работе Казахского Национального Педагогического Университета им. Абая, г. Алматы.

Жакебаев Даурен Бактыбекович, PhD доктор, доцент, заведующий кафедрой математического и компьютерного моделирования Казахского Национального Университета им. аль-Фараби, г. Алматы.

Федоренко Ольга Владимировна, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник НИИ экспериментальной и теоретической физики, г. Алматы.

МАЗМУНЫ

Кульжумиева А.А., Сартабанов Ж.А. Сызықты біртекті $D_e$ -жүйелерді жордандық канондық түрге келтіру.....	5
Сайдуллаева Н.С., Кабылбеков К.А., Аширбаев Х.А., Каликулова А.О., Пазылова Д.Т. Matlab бағдарламалар пакетін қолданып «Сыртқы күш әсер еткенде мәжбүрлі тербелістерді есептеу және визуализациялау» компьютерлік зертханалық жұмысты орындауды ұйымдастыру.....	13
Сайдуллаева Н.С., Тагаев Н.С., Пазылова Д.Т., Каликулова А.О. Влияние однократной перегрузки на развитие усталостной трещины.....	22
Жантаев Ж.Ш., Виляев А.В., Серикбаева Э.Б. Солтүстік Тянь-Шаньнің сейсмикалық тәртіп ерекшелігін бағалауда геотермиялық үлгілеуді қолдану.....	26
Гордиенко Г.И., Яковец А.Ф., Литвинов Ю.Г. Ионосфералақы F-аймақтың биіктігін бағалау әдістерін салыстыру.....	35
Яковец А.Ф., Гордиенко Г.И., Крюков С.В., Жумабаев Б.Т., Литвинов Ю.Г. Электрондық концентрацияның ионосфераның F2-қабатының максималындағы күнделікті өзгеруі.....	44
Яковец А.Ф., Гордиенко Г.И., Жумабаев Б.Т., Литвинов Ю.Г., Абдрахманов Н. Максимум F2-қабатының түнгі көбеюлерінің жұқа құрылымы.....	50
Васильев И.В., Жұмбаев Б.Т. Жердің электрлік өрісінің қалыптасуына гравитациялық күшінің әсері.....	55
Козин И.Д., Федулina И.Н. Радиофизика есептерін шешудегі вакуум – орта.....	60
Козин И.Д., Федулina И.Н. Радиотолқынның қабылдағыш антеннаға әсері.....	66
Жантаев Ж.Ш., Стихарный А.П., Виляев А.В. Жердің қазіргі заманғы қозғалысының GPS бақылауындағы уақыттық қатарларының кедергісін сүзу алгоритмі.....	71
Батрышев Д.Ф., Ерланұлы Е., Рамазанов Т.С., Габдуллин М.Т. Бір қабырғалы көміртекті нанотүтікшелердің құрылымдық және электрондық қасиеттерін BECKE 3-PARAMETER LEE-YANG-PARR (B3LYP) гибрид функционалы негізінде зерттеу.....	75
Серебрянский А. В., Усольцева Л. А., Комаров А. А., Рева И.В. Атмосфералық экстинкцияның лездік мәндері және ауысуы коэффициенттері.....	84
Бақтыбаев Қ., Бақтыбаев М.К., Наукенов Д.Д., Далелханкызы А. Өзара әрекеттесуші бозондар моделінің микроскоптық негіздемесі және ядролық теориядағы жалпыланған квазиспиндік формализм.....	91
Бапаев К.Б., Слэмжанова С.С. Айырымдық-динамикалық жүйелердің орнықтылығы.....	101
Иманбаева А.Б., Шалданбаев А.Ш., Копжасарова А.А. Коэффициенттері тұрақты кәдімгі дифференциалдық теңдеулер системасының сингуляр әсерленген Коши есебін спектралдік әдіспен шешу.....	112
Копжасарова А.А., Шалданбаев А.Ш., Иманбаева А.Б. Ұқсастық әдісі бойынша, сингуляр әсерленген Кошидің есебін шешу.....	127
Косов В.Н., Жакебаев Д.Б., Федоренко О.В. Изотермиялық диффузия кезіндегі тік каналдардағы үшкомпонентті газдар қоспаларында пайда болатын конвективтік қозғалыстардың сандық талдауы.....	134
Мырзақұл Ш.Р., Белисарова Ф.Б., Мырзақұл Т.Р., Мырзакулов К.Р. Старобинский моделінің негізіндегі F-эссенция динамикасы .....	143
Мамырбаев О.Ж., Мухсина Қ.Ж. Мәтін үндесітілігін анықтауға арналған қолданыстағы жүйелерді талдау.....	149
Омашова Г.Ш., Спабекова Р., Қабылбеков К.А., Саидахметов П.А., Абдрахманова Х.К., Аширбаев Х.А. Физикалық құбылыстарды компьютерлік моделдеуде MATLAB жүйесін қолдану.....	156

## СОДЕРЖАНИЕ

Кульжумиева А.А., Сартабанов Ж.А. Приведение линейных однородных $D_e$ -систем к жордановому каноническому виду.....	5
Сайдуллаева Н.С., Кабылбеков К.А., Аширбаев Х.А., Каликулова А.О., Пазылова Д.Т. Организация выполнения компьютерной лабораторной работы «Расчет и визуализация вынужденных колебаний при наличии внешней силы» с применением пакета программ Matlab.....	13
Сайдуллаева Н.С., Тагаев Н.С., Пазылова Д.Т., Каликулова А.О. Влияние однократной перегрузки на развитие усталостной трещины.....	22
Жантаев Ж.Ш., Виляев А.В., Серикбаева Э.Б. Применение геотермического моделирования в оценке особенностей сейсмического режима Северного Тянь-Шаня.....	26
Гордиенко Г.И., Яковец А.Ф., Литвинов Ю.Г. Сравнение методов оценки высоты максимума F-области ионосферы.....	35
Яковец А.Ф., Гордиенко Г.И., Крюков С.В., Жумабаев Б.Т., Литвинов Ю.Г. День ото дня вариации электронной концентрации в максимуме F2-слоя ионосферы.....	44
Яковец А.Ф., Гордиенко Г.И., Жумабаев Б.Т., Литвинов Ю.Г., Абдрахманов Н. Тонкая структура ночных увеличений в максимуме F2-слоя.....	50
Васильев И.В., Жумабаев Б.Т. Влияние гравитации на формирование электрического поля земли.....	55
Козин И.Д., Федулина И.Н. Вакуум – среда в решении задач радиофизики.....	60
Козин И.Д., Федулина И.Н. Воздействие радиоволны на приёмную антенну.....	66
Жантаев Ж.Ш., Стихарный А.П., Виляев А.В. Алгоритм фильтрации помех временных рядов GPS мониторинга современных движений земной поверхности .....	71
Батрышев Д.Г., Ерланулы Е., Рамазанов Т.С., Габдуллин М.Т. Исследование структурных и электронных свойств одностенных углеродных нанотрубок на основе гибридного функционала bescke 3-PARAMETER LEE-YANG-PARR (B3LYP).....	75
Серебрянский А. В., Усольцева Л. А., Комаров А. А., Рева И. В. Коэффициенты перехода и мгновенные значения атмосферной экстинкции.....	84
Бактыбаев К., Бактыбаев М.К., Наукенов Д.Д., Далелханкызы А. Микроскопическое обоснование модели взаимодействующих бозонов и обобщенный квазиспиновый формализм в теории ядра .....	91
Бапаев К.Б., Сламжанова С.С. Об устойчивости разностно – динамических систем.....	101
Иманбаева А.Б., Копжасарова А.А., Шалданбаев А.Ш. Асимптотическое разложение решения сингулярно возмущенной задачи Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.....	112
Копжасарова А.А., Шалданбаев А.Ш., Иманбаева А.Б. Решение сингулярно возмущенной задачи Коши методом подобия.....	127
Косов В.Н., Жакебаев Д.Б., Федоренко О.В. Численный анализ конвективных движений, возникающих при изотермической диффузии в вертикальных каналах в трехкомпонентных газовых смесях.....	134
Мырзакул Ш.Р., Белисарова Ф.Б., Мырзакул Т.Р., Мырзакулов К.Р. Динамика F-эссенции в рамках модели старобинского .....	143
Мамырбаев О.Ж., Мухсина Қ.Ж. Анализ существующих систем для определения тональности текста.....	149
Омашова Г.Ш., Спабекова Р., Кабылбеков К.А., Саидахметов П.А., Абдрахманова Х.К., Аширбаев Х.А. Использование системы MATLAB при компьютерном моделировании физических процессов.....	156

CONTENTS

<i>Kulzhumiyeva A.A., Sartabanov Zh.A.</i> Reduction of linear homogeneous $D_e$ -systems to the jordan canonical form.....	5
<i>Saidullayeva N.S., Kabyzbekov K.A., Ashirbaev Kh.A., Kalikulova A.O., Pazylova D.T.</i> Organization of computer lab work "Calculation and visualization of forced oscillations in the presence of an external force" with the use of the software package Matlab.....	13
<i>Saidullayeva N.S., Tagaev N.S., Pazylova D.T., Kalikulova A.O.</i> Effect of single overload on the development of a fatigue crack.....	22
<i>Zhantaev Zh.Sh., Vilyayev A.V., Serikbaeva E.B.</i> The application of geothermal modeling in the assessment of the features of the seismic regime of the Northern Tien Shan.....	26
<i>Gordienko G.I., Yakovets A.F., Litvinov Yu.G.</i> Comparison of the methods for estimating the hight of the maximum of th $F$ region of the ionosphere.....	35
<i>Yakovets A.F., Gordienko G.I., Kryukov S.V., Zhumabayev B.T., Litvinov Yu.G.</i> Day-to-day variability of electron concentration n the ionospheric $F2$ layer maximum.....	44
<i>Yakovets A.F., Gordienko G.I., Zhumabayev B.T., Litvinov Yu.G., Abdrakhmanov N.</i> Fine structure of nighttime enhancements of the electron concentration in the $F2$ layer maximum .....	50
<i>Vassilyev I.V., Zhumabayev B.T.</i> Influence of gravitation on formation of the electric field of the earth.....	55
<i>Kozin I.D., Fedulina I.N.</i> Vacuum - environment in the decision of radio physics problems.....	60
<i>Kozin I.D., Fedulina I.N.</i> Radio-wave action on the receiving antenna.....	66
<i>Zhantaev Zh.Sh., Stikharny A.P., Vilyayev A.V.</i> The algorithm for filtering the errors of time series GPS monitoring ofafactual movements of the earth's surface.....	71
<i>Batryshev D.G., Yerlanuly Ye., Ramazanov T.S., Gabdullin M.T.</i> Investigation of structural and electronic properties of single-walled carbon nanotubes on the basis of a hybrid functional becke 3-parameter LEE-YANG-PARR (B3LYP).....	75
<i>Serebryanskiy A., Usoltseva L., Komarov A., Reva I.</i> The trasformation coefficients and instantaneous values of atmospheric extinction.....	84
<i>Baktybaev K., Baktybaev M.K., Naukenov D.D., Dalelkhankyzy A.</i> Microscopic justification of the model of interacting bosons and a generalizedquasispin formalism in the theory of the nuclei.....	91
<i>Bapayev K.B., Slamzhanova S.S.</i> On stability of difference-dynamical systems .....	101
<i>Imanbayeva A.B., Shaldanbayev A.Sh., Kopzhasarova A.A.</i> Asymptotic decomposition the decision is singular the indignant task of Cauchy for the system of the ordinary differential equations with constant coefficients.....	112
<i>Kopzhasarova A.A., Shaldanbayev A.Sh., Imanbayeva A.B.</i> The decision is singular the indignant task of Cauchy by a similarity method.....	127
<i>Kossov V.N., Zhakebaev D.B., Fedorenko O.V.</i> Numerical analysis of convective motions occurring under isothermal Diffusion in the vertical channels in ternary gaseous mixtures.....	134
<i>Myrzakul S.R., Belisarova F.B., Myrzakul T.R., Myrzakulov K.R.</i> Dynamics of F-essence in frame of the starobinsky model.....	143
<i>Mamyrbayev O.Zh., Muhsina K.Zh.</i> Analysis of existing systems for determination of tonnity of text.....	149
<i>Omashova G. Sh., Spabekova R., Kabyzbekov K. A., Saidahmetov P. A., Abdrakhmanova H. K., Ashirbaev H. A.</i> The use of the system MATLAB in the compyter simulation of physical processes.....	156



---

**Publication Ethics and Publication Malpractice  
in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct ([http://publicationethics.org/files/u2/New\\_Code.pdf](http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf)). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайтах:

[www.nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

<http://www.physics-mathematics.kz>

**ISSN 2518-1726 (Online), ISSN 1991-346X (Print)**

Редакторы *М. С. Ахметова, Д.С. Аленов, Т.А. Апендиев*  
Верстка на компьютере *А.М. Кульгинбаевой*

Подписано в печать 25.09.2017.  
Формат 60x88<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Бумага офсетная. Печать – ризограф.  
11 п.л. Тираж 300. Заказ 5.

---

*Национальная академия наук РК*  
*050010, Алматы, ул. Шевченко, 28, т. 272-13-18, 272-13-19*