

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**

**3 (313)**

**МАМЫР – МАУСЫМ 2017 Ж.**

**МАЙ – ИЮНЬ 2017 г.**

**MAY – JUNE 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.** PhD докторы (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.** доктор PhD (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.** PhD (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 3, Number 313 (2017), 103 – 111

УДК 531.2:622.7

**Z.K. Kuralbaev, A.R. Orazaeva, Z.M. Rahimzhanova**

Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty  
[oar\\_is@mail.ru](mailto:oar_is@mail.ru)

**MECHANICAL-MATHEMATICAL MODEL OF KINEMATICS  
IN THE ASTHENOSPHERE UNDER THE INFLUENCE  
OF RISING MANTLE SUBSTANCES**

**Abstract.** The article considers a model investigation of tectonic processes occurring in the peripheral layers of the Earth under the influence of magmatic substances, rising from the lower layers along the so-called "narrow" channels formed in the Earth crust interior. A mechanical-mathematical model of tectonic movements is proposed in which asthenosphere substances and rising magmatic substances are considered as strong-viscosity liquids for which Reynolds numbers are sufficiently small. The corresponding mathematical formulas which form a mathematical model of the problem under consideration, have been obtained; A mathematical formulation of the problem is presented. On the basis of the obtained mathematical model, the following mathematical problem is posed, as a result of which a solution must be determined:

- the law of the change in the region formed by the liquid emerging from the "narrow" channel;
- movement of substances that make up the asthenosphere;
- stressed state of the overlying lithosphere.

**Keywords:** tectonic movements, asthenosphere, lithosphere, magmatic substances, strong viscosity fluid, mathematical model.

**З.К. Куралбаев, А.Р. Оразаева, З.М. Рахимжанова**

Алматинский университет энергетики и связи, г. Алматы

**МЕХАНИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДВИЖЕНИЙ  
В АСТЕНОСФЕРЕ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ПОДНИМАЮЩИХСЯ  
МАНТИЙНЫХ ВЕЩЕСТВ**

**Аннотация.** В статье рассматривается модельное исследование тектонических процессов, происходящих в периферийных слоях Земли, под воздействием поднимающихся из нижних слоев магматических веществ по так называемым «узким» каналам, образованных в недрах Земли. Предлагается механико-математическая модель тектонических движений, в которой вещества астеносферы и поднимающиеся магматические вещества рассматриваются как сильновязкие жидкости, для которых числа Рейнольдса являются достаточно малыми. Получены соответствующие математические формулы, которые образуют математическую модель рассматриваемой задачи; сформулирована математическая постановка задачи. На основе полученной математической модели поставлена следующая математическая задача, в результате решения которой должны быть определены:

- закон изменения области, образованной вытекающей из «узкого» канала жидкостью;
- движения веществ, составляющих астеносферу;
- напряженное состояние вышележащей литосферы.

**Ключевые слова:** тектонические движения, астеносфера, литосфера, магматические вещества, сильновязкая жидкость, математическая модель.

Актуальность данного научного направления общеизвестна и она связана с тем обстоятельством, что процессы, происходящие в периферийных слоях Земли, оказывают существенное влияние на структурообразующие процессы, происходящие в земной коре. Результаты многочисленных геологических и геофизических исследований в этом направлении показали [1-10], что в этих структурообразующих процессах важная роль принадлежит тектоническим движениям, происходящим в астеносферном слое. Известно, что эти тектонические движения являются причиной изменения структуры земной коры, возникновения таких явлений как землетрясение, вулканические процессы, поднятие и опускание земной поверхности и т.д. [1-3,9,10]. Важность этих процессов в жизнедеятельности человечества не вызывает сомнения.

Одной из проблем, возникающей при модельном исследовании тектонических процессов, происходящих в недрах Земли, является количественный анализ движений магматических веществ, поднимающихся из нижних ее слоев. При этом возникает необходимость определения причин возникновения тектонических движений, происходящих в астеносфере. На основе исследований этой проблемы были заложены научные гипотезы о процессах, происходящих в мантии Земли, предложены различные возможные причины, которые оказывают воздействие на процессы в астеносфере [13].

По одной из гипотез о возможных причинах тектонических движений рассматривается поднятие разогретых мантийных веществ по так называемым «узким каналам», имеющимися в недрах Земли, под астеносферой [3,9,10]. Поднимающиеся мантийные вещества создают определенное напряженное состояние в астеносферном, а также в литосферном слоях. Для постановки и решения данной проблемы методами моделирования выдвинута идея о том, что процесс поднятия магматических веществ по «узким каналам» рассматривать как истечение сильновязкой жидкости из некоторого «источника», находящегося под астеносферным слоем [6-10].

Для осуществления этой идеи, необходимо разбить эту достаточно большую и сложную задачу на несколько этапов; на первом этапе предлагается сформулировать постановку задачи о рассматриваемом процессе и создать ее механико-математическую модель. Впоследствии решить математическую задачу, полученную в результате ее моделирования. Разработка механико-математической модели рассматриваемого процесса потребует определенные данные о свойствах данного объекта исследования.

Из литературных источников по геологическим и геофизическим исследованиям могут быть получены эти данные. В работах Walcott R.J. [4], Bills Bruce G., Gurrey Donald R., Marshall Grant A. [6], De Bremacher J-C [7], Harper J.F. [8], Ranalli G. [5], Добрецова Н.Л., Кирдяшкина А.А., Кирдяшкина А.Г. [2,3], Кузьмина М.И., Ярмолюка Б.Б. [9], Лобковского Л.И. [10], и многих других предложены следующие данные о свойствах веществ мантии, астеносферы и литосферы. Например, «... для астеносферы при температуре около  $1500^{\circ}\text{C}$  динамический коэффициент вязкости равен  $\mu = 10^{19} \text{ н} \cdot \text{с} / \text{м}^2$ , для нижней мантии  $\eta = 10^{21} \text{ н} \cdot \text{с} / \text{м}^2$ , для разных частей литосферы  $10^{23} - 10^{27} \text{ н} \cdot \text{с} / \text{м}^2$ » [4].

Исходя из этих данных, для модельного исследования рассматриваемого процесса предполагается, что движение магматических веществ, поднимающихся из нижележащих областей, а также движение веществ астеносферного слоя рассматриваются как движение сильновязкой жидкости при очень малых числах Рейнольдса [11]. Математическая модель подобных течений сильновязкой жидкости была ранее успешно использована для других задач [13].

Постановка задачи. Рассматривается задача о движениях сильновязкой несжимаемой жидкости, вытекающей в вертикальном направлении из круглой щели радиуса  $r$ , расположенной на некоторой горизонтальной (подастеносферной) поверхности. Пусть предполагается, что скорость истечения жидкости из щели задана в виде функции  $w(x, t)$ . Кроме этого считается, что известны плотность вытекающей жидкости  $\rho$  и динамический коэффициент ее вязкости  $\mu$ . Под воздействием движения вытекающей из щели жидкости возникают движения в астеносфере и появляется «избыточное» давление из-за ограниченности верхней ее поверхности.

Как было отмечено выше, движение в астеносферном слое также рассматривается как движение сильновязкой жидкости; ее плотность равна  $\rho_a$ , а динамический коэффициент вязкости

$\mu_a$ . Считается, что астеносфера ограничена сверху некоторой твердой поверхностью, т.е. граница между литосферой и астеносферой считается неподвижной. Средняя толщина (мощность) астеносферы предполагается равной  $H$ .

Итак, рассматривается движение сильновязкой жидкости в ограниченном сверху в астеносферном слое под воздействием движения менее вязкой жидкости ( $\mu_a > \mu$ ), вытекающей из щели, находящейся на нижней поверхности этого слоя.

Некоторые допущения и предположения. Для простоты постановки и решения данной задачи, она может рассматриваться для двумерного случая. Такое допущение не уменьшает ценность результатов решения задачи в такой постановке. Тогда параметр  $r$  определяет половину ширины рассматриваемой щели. В принципе, механизм происходящего процесса может быть описан и для трехмерного случая; в этом случае  $r$  может рассматриваться как радиус круглой щели, конца «узкого канала».

С учетом этих допущений, данная задача рассматривается в прямоугольной системе координат  $xOz$ , где  $x$  – горизонтальная и  $z$  – вертикальная оси координат (Рисунок 1). Вертикальная координатная ось  $z$  направлена обратно направлению вектора силы тяжести  $\vec{g}$ .

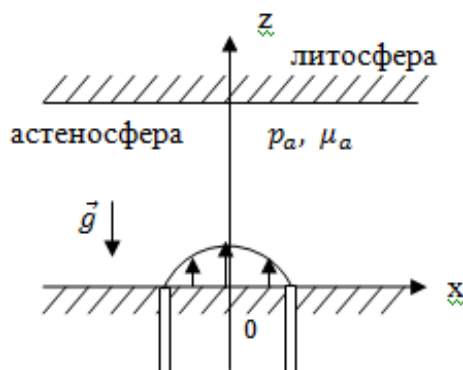


Рисунок 1 – Система координат и конец «узкого канала»

Предполагается, что, исходя из данных геологических исследований магматические вещества, движение которых рассматривается в данной работе, считаются сильновязкими, т.е. динамический коэффициент вязкости для которых очень большими. Из-за такого большого значения динамических коэффициентов вязкости рассматриваемых жидкостей, а также медленность рассматриваемого процесса безразмерное число Рейнольдса ( $Re$ ) для них будут малы. Известно, что число Рейнольдса обратно пропорционально динамическому коэффициенту вязкости  $\mu$ . Такие движения сильновязких жидкостей в литературе по механике называются «ползущими» течениями [11]. Известно, что такие предположения позволяют использовать упрощенные уравнения Навье - Стокса.

Тогда, с учетом таких упрощающих предположений, векторное уравнение таких движений записывается в следующем виде [11]:

$$-\text{grad } p + \rho \cdot \vec{g} + \mu \cdot \Delta \vec{u} = 0, \quad (1)$$

где  $p$  – гидродинамическое давление,  $\vec{u} = \{u_x, u_z\}$  – вектор скорости,  $\vec{g}$  – вектор силы

тяжести,  $\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$  – оператор Лапласа.

Во многих исследованиях обычно пренебрегается сжимаемостью рассматриваемой жидкости, и она считается неразрывной. Тогда условие неразрывности такой жидкости записывается в виде следующего известного уравнения [11]:

$$\operatorname{div} \vec{u} = 0. \quad (2)$$

Еще одним допущением, которое будет сделано, касается относительно вертикальных размеров вытекшей жидкости. Предполагается, что вытекающая жидкость из «узкого канала», т.е. из щели, растекается по горизонтальным направлениям под собственным весом и давлением, оказываемым сверху более вязкой жидкостью астеноферы; область, которую она будет занимать, будет иметь малый вертикальный размер в сравнении с горизонтальным ее размером.

Такое же допущение можно сделать относительно движений сильновязкой жидкости в астенофере, так как вертикальные размеры астеноферы ( $H$ ) значительно меньше предполагаемых горизонтальных размеров ( $L$ ). Такие предположения упрощают уравнения движения (1) для обоих рассматриваемых жидкостей. В механике жидкости такое предположение называется допущением «мелкой воды» [13]. Допуская такое предположение о малости вертикального размера можно считать, что давление в жидкости совпадает с гидростатическим давлением [13]; т.е. имеет следующий вид для областей, куда вытекающая жидкость не достигла:

$$p = q(x, t) + \rho_a \cdot g(H - z), \text{ если } -y(t) \leq x \leq y(t); \quad (3)$$

и для области, куда вытекающая жидкость достигла:

$$p = q(x, t) + \rho_a \cdot g \cdot (H - \xi) + \rho \cdot g \cdot (\xi - z), \\ \text{если } -\infty < x < -y(t) \text{ и } y(t) < x < \infty. \quad (4)$$

Здесь введены следующие обозначения:

$q(x, t)$  – некоторое «избыточное» давление, возникающее из-за движений в астенофере, когда ее верхняя граница ограничена неподвижной поверхностью;  $z = \xi(x, t)$  – функция, описывающая верхнюю границу области, занятой вытекшей жидкостью; эта граница меняется с течением времени  $t$ ;  $y(t)$  – функция, определяющая изменение точки пересечения верхней границы вытекающей жидкости  $\xi(x, t)$  с горизонтальной поверхностью (точка  $M$  на рисунке 1); она удовлетворяет условию  $\xi(y, t) = 0$ .

Математическое моделирование. Использование перечисленных выше допущений и предположений позволяют упростить уравнения движений (1) для рассматриваемых жидкостей.

Уравнения движений для вытекающей из щели жидкости записываются в следующем виде:

$$\frac{\partial^2 u_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u_x}{\partial z^2} = \frac{1}{\mu} \cdot \left[ \frac{\partial q}{\partial x} + (\rho - \rho_a) \cdot g \frac{\partial \xi}{\partial x} \right]; \\ \frac{\partial^2 u_z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u_z}{\partial z^2} = 0. \quad (5)$$

Уравнение неразрывности для этой жидкости имеет следующий вид:

$$\frac{\partial u_x}{\partial x} + \frac{\partial u_z}{\partial z} = 0. \quad (6)$$

Уравнения для астеноферы будут записаны соответственно в виде следующих уравнений:

$$\frac{\partial^2 v_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v_x}{\partial z^2} = \frac{1}{\mu_a} \cdot \frac{\partial q}{\partial x}; \\ \frac{\partial^2 v_z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v_z}{\partial z^2} = 0; \quad (7)$$

и

$$\frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_z}{\partial z} = 0. \quad (8)$$



В формулах (5) = (8) введены следующие обозначения:

$u = \{u_x, u_z\}$  – скорость движения жидкости, вытекающей из щели;  $v = \{v_x, v_z\}$  – скорость движения жидкости в астеносфере.

Полученные уравнения (5)-(8) представляют собой систему дифференциальных уравнений в частных производных; здесь функции  $u = u(x, z, t)$ ,  $v = v(x, z, t)$ ,  $z = \xi(x, t)$  являются неизвестными.

Граничные условия. Для решения этих уравнений должны быть определены граничные условия, которые будут сформулированы из физических условий данной задачи.

На выходе из щели (канала), при  $z = 0$ , предполагается, что скорость истечения жидкости из щели задана и равна  $w(x, t)$ ; и она направлена вертикально вверх по направлению оси  $z$ . Вытекающая из «узкого» канала жидкость образует определенную массу, занимая некоторую область в астеносфере. Поверхность этой области, занимаемой вытекшей жидкостью, описывается некоторой функцией  $z = \xi(x, t)$ , изменяющейся (увеличивающейся) с течением времени  $t$ . Эта функция  $z = \xi(x, t)$  определяет подвижную границу между вытекшей из щели жидкостью и жидкостью астеносферы.

Пусть вначале рассматриваются граничные условия для области, образованной вытекающей из щели жидкости.

1. На нижней границе, при  $z = 0$ , выполняются следующие кинематические условия:

$$\begin{aligned} u_x(x, 0, t) &= 0; \\ u_z(x, 0, t) &= \begin{cases} w(x, t), & x \in [-y(t), y(t)]; \\ 0, & x \notin [-y(t), y(t)]. \end{cases} \end{aligned} \quad (9)$$

2. На границе между областью, занимаемой вытекшей из щели жидкостью, и астеносферой  $z = \xi(x, t)$  для отрезка  $-y(t) \leq x \leq y(t)$  выполняются следующие условия:

- кинематические условия о равенстве скоростей

$$\begin{aligned} u_x(x, \xi, t) &= v_x(x, \xi, t); \\ u_z(x, \xi, t) &= \frac{d\xi}{dt} = v_z(x, \xi, t). \end{aligned} \quad (10)$$

- динамическое условие о равенстве касательных напряжений

$$\mu \cdot \left[ \frac{\partial u_x(x, \xi, t)}{\partial z} + \frac{\partial u_z(x, \xi, t)}{\partial x} \right] = \mu_a \cdot \left[ \frac{\partial v_x(x, \xi, t)}{\partial z} + \frac{\partial v_z(x, \xi, t)}{\partial x} \right]. \quad (11)$$

3. На верхней границе астеносферы (на границе с твердой литосферой), где  $z = H$ , выполняется условие равенства нулю компонентов скорости:

$$\begin{aligned} v_x(x, H, t) &= 0, \\ v_z(x, H, t) &= 0. \end{aligned} \quad (12)$$

Начальное условие. Можно предположить, что в начальный момент времени (при  $t = 0$ ) начинается процесс истечения жидкости. Тогда при  $t=0$  выполняется следующее начальное условие:

$$t = 0, \quad \xi(x, 0) = 0. \quad (13)$$

Считается, что в начальный момент времени отсутствует область, образованная вытекающей из щели жидкости. Область, образованная излившейся из канала жидкости, расширяется не только в вертикальном направлении, а также в горизонтальных направлениях из-за растекания в горизонтальных направлениях. Поэтому должны быть заданы условия на горизонтальных границах этой области, которые могут быть записаны в следующем виде:

$$x = \pm y(t), \quad \xi(\pm y(t), t) = 0. \quad (14)$$

Здесь  $x = \pm y(t)$  - горизонтальные границы области, занятой вытекшей жидкостью. Очевидно, в начальный момент времени эта граница совпадает с границей «канала», откуда вытекает магматические вещества, т.е.

$$y(0) = \pm r. \quad (15)$$

Очевидно, что с течением времени происходит изменение функции  $z = \xi(x, t)$ , которая определяет границу области, занимаемой вытекающей из щели жидкостью, а также ее объем в зависимости от времени. Отсюда может быть определена зависимость между функциями  $\xi(x, t)$  и  $y(t)$ . Эту зависимость можно получить из баланса «расхода» жидкости, вытекающей из «канала» и изменения ее объема над поверхностью. Следует заметить, что здесь рассматривается двумерная задача, поэтому количество жидкости определяется одномерным интегралом.

Количество накапливаемой жидкости, поступающей по «узкому» каналу за время  $t$  может быть определено (с учетом симметрии) в виде следующего определенного интеграла:

$$Q = 2 \cdot \int_0^{y(t)} \xi(x, t) \cdot dx. \quad (16)$$

Расход жидкости из «канала» за это же время  $t$  равен этой же величине  $Q$ , и определен следующим двойным интегралом:

$$Q = 2 \cdot \int_0^t \int_0^r w(x, t) dx dt. \quad (17)$$

Из равенства этих двух формул (16) и (17) следует следующее равенство:

$$\int_0^{p(t)} \xi(x, t) dx = \int_0^t \int_0^r w(x, t) dx dt. \quad (18)$$

Итак, в результате математического моделирования и выводов формул согласно условиям поставленной здесь задачи получена совокупность математических формул (5)-(18).

В этих формулах неизвестными являются следующие переменные величины:

$u_x, u_z$  – компоненты скорости движения жидкости, вытекшей из «узкого» канала;  $v_x, v_z$  – компоненты скорости движения жидкости в астеносфере;  $\xi(x, t)$  – функция, определяющая границу между вытекшей жидкостью и астеносферой;  $y(t)$  – функция, которая определяет точку пересечения границы  $z = \xi(x, t)$  с горизонтальной осью  $x$ ;  $q(t)$  – «избыточное» давление.

Как видно, получена совокупность большого количества разнообразных формул. Для удобства формулировки математической задачи необходимо провести определенные преобразования.

Переход к безразмерным параметрам. Перед тем как приступить к преобразованию формул, целесообразно осуществить переход к безразмерным переменным. Для этого вначале должны быть выбраны так называемые характерные величины [13]. В качестве таких величин выбраны следующие параметры:

$L$  – горизонтальный размер;  $H$  – вертикальный размер;  $U$  – скорость движения по горизонтальному направлению;  $V$  – скорость движения по вертикальному направлению;  $P = \rho \cdot g \cdot H$  – гидродинамическое давление.

Теперь необходимо произвести замену переменных; для этого используются следующие формулы:

$$\begin{aligned} x &= L \cdot \bar{x}, & z &= H \cdot \bar{z}, & \xi &= H \cdot \bar{\xi}, & y &= H \cdot \bar{y}, & t &= T \cdot \bar{t}, \\ u_x &= U \cdot \bar{u}_x, & v_x &= U \cdot \bar{v}_x, & w &= V \cdot \bar{w}, & u_z &= V \cdot \bar{u}_z, & v_z &= V \cdot \bar{v}_z, \\ p &= P \cdot \bar{p}, & r &= H \cdot \bar{r}, & q &= P \cdot \bar{q}. \end{aligned} \quad (19)$$

Использование замены по формулам (19), а затем оценка порядка величин в этих формулах позволяет упростить формулы (5) и (6), и записать их в следующей безразмерной форме:

$$\frac{\partial^2 u_x}{\partial z^2} = ER \cdot \left[ \frac{\partial q}{\partial x} + \left(1 - \frac{\rho_a}{\rho}\right) \cdot \frac{\partial \xi}{\partial x} \right]; \quad (20)$$

и

$$\frac{\partial u_x}{\partial x} + \frac{\partial u_z}{\partial z} = 0. \quad (21)$$

Здесь введено обозначение безразмерного параметра:  $ER = \frac{\rho g H^3}{\mu U L}$ .

Следует заметить, что в формулах (20) и (21) черточки над безразмерными параметрами опущены, и в дальнейшем они будут считаться безразмерными величинами.

Аналогичным образом можно получить следующие формулы из формул (7) и (8):

$$\frac{\partial^2 v_x}{\partial z^2} = ER \cdot \frac{\mu}{\mu_a} \cdot \frac{\partial q}{\partial x} \quad (22)$$

и

$$\frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_z}{\partial z} = 0. \quad (23)$$

Теперь должны быть преобразованы граничные и начальные условия. Формулы (9), (10) и (12) - (19) в результате перехода к безразмерным величинам не меняют свои формы записи. Только формула (11) будет переписана с некоторыми изменениями:

$$\frac{\mu}{\mu_a} \cdot \left[ \frac{\partial u_x(x, \xi, t)}{\partial z} \right] = \frac{\partial v_x(x, \xi, t)}{\partial z}. \quad (24)$$

Следующим этапом преобразования формул является интегрирование безразмерных уравнений (20) – (23).

Вначале производится интегрирование формулы (21) по переменной  $z$  в пределах от 0 до  $\xi(x, t)$ . В результате будет получено следующее выражение:

$$u_z(x, \xi, t) - u_z(x, 0, t) = - \int_0^{\xi} \frac{\partial u_x}{\partial x} dz.$$

Используя граничные условия (9) и (10), после простейших преобразований можно получить следующее уравнение:

$$\frac{\partial \xi}{\partial t} = - \frac{\partial}{\partial x} \int_0^{\xi} u_x dz + \begin{cases} w(x, t), & x \in [-y(t), y(t)], \\ 0, & x \notin [-y(t), y(t)]. \end{cases} \quad (25)$$

Интегрирование уравнения (23) по переменной  $z$  от  $\xi(x, t)$  до  $H$ , и используя граничных условий (10) и (13), можно получить следующее уравнение:

$$\frac{\partial \xi}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \int_{\xi}^H v_x dz. \quad (27)$$

Интегрирование уравнений (20) и (22), а затем использование граничных условий (9) – (12) в безразмерных формах, позволяют получить следующие формулы для определения горизонтальных составляющих скоростей движений в рассматриваемых жидкостях:

$$u_x = A \cdot \frac{z^2}{2} - \frac{z}{2 \cdot [\xi + k(H - \xi)]} \cdot \{A \cdot [\xi^2 + 2k\xi(H - \xi)] + B \cdot (H - \xi)^2\}, \quad (28)$$

где 
$$A = ER \cdot \left[ \frac{\partial q}{\partial x} + \left(1 - \frac{\rho_a}{\rho}\right) \cdot \frac{\partial \xi}{\partial x} \right]; \text{ и}$$

$$v_x = B \cdot \frac{z^2 - H^2}{2} + \frac{z - H}{2 \cdot [\xi + k(H - \xi)]} \cdot \{A \cdot k \cdot \xi^2 - B \cdot [2\xi^2 + k(H^2 - \xi^2)]\}, \quad (29)$$

где 
$$B = ER \cdot \frac{\mu}{\mu_a} \cdot \frac{\partial q}{\partial x}.$$

В результате выполненных преобразований получены формулы (13)-(15), (18), и (25)-(29), которые описывают тектонические движения в астеносферном слое, куда проникают магматические вещества, поступающие из нижних слоев Земли по так называемым «узким» каналам. Эти формулы составляют математическую модель рассматриваемого здесь процесса.

На основе полученной математической модели ставится следующая математическая задача, в результате решения которой должны быть определены:

- закон изменения области, образованной вытекающей из «узкого» канала жидкостью;
- движения веществ, составляющих астеносферу;
- напряженное состояние вышележащей литосферы.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Хаин В.Е. Основные проблемы современной геологии. М.: Научный мир, 2003. 348 с.
- [2] Добрецов Н.Л., Кирдяшкин А.Г., Кирдяшкин А.А. Глубинная геодинамика. Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2003. 420 с.
- [3] Добрецов Н.Л. Крупнейшие магматические провинции Азии (250 млн лет): Сибирские и Эмейшаньские траппы (платобазальты) и ассоциирующиеся гранитоиды // Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео». Геология и геофизика. 2005, т.46. № 9. С. 870-890.
- [4] Walcott R.J. Flexural rigidity, thickness and viscosity of the lithosphere // Journal of Geophysical Research. 1970b. Vol. 75. P.3941-3954.
- [5] Ranalli G. Viscosity of the asthenosphere // Nature (Gr. Br.). 1993. Vol. 361, 6409. P.231.
- [6] Bill Bruce G., Gurrey Donald R., Marshall Grant A. Viscosity estimates for the crust and upper mantle from of lacustrine shoreline deformation in the Eastern Great Basin // Journal of Geophysical Research. B. 1994, 99. Vol. 11. P. 46-58.
- [7] De Bremacher J-C. Is the oceanic lithosphere elastic or viscous // Journal of Geophysical Research. 1977. Vol.82, 14. P. 234- 245.
- [8] Harper J.F. Asthenosphere flow and plate motion // Geophysical Roy. Astron. Soc. 1978. Vol. 5, № 1. P. 123- 134.
- [9] Кузьмин М.И., Ярмолюк Б.Б. Тектоника плит и мантийные плюмы – основа эндогенной тектонической активности Земли последние 2 млрд лет // Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео». Геология и геофизика. 2016. Т.57, №1. С. 11-30.
- [10] Лобковский Л.И. Тектоника деформируемых литосферных плит и модель региональной геодинамики применительно к Арктике и Северо-Восточной Азии. // Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео». Геология и геофизика. 2016. Т.57, №3. С. 11-30.
- [11] Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа: Учебник для вузов. М.: Дрофа, 2003. 840 с.
- [12] Савельева Г.Н., Соболев А.В., Батанова В.Г., Суслов П.В., Брюгманн Г. Структура каналов течения расплавов в мантии // Геотектоника. 2008. № 6, -С. 25-45.
- [13] Куралбаев З.К. Модельное исследование влияния локального поднятия мантийных веществ на тектоносферу // Научный вестник Новосибирского государственного технического университета. 2005ю №1(19). С. 37-49.
- [14] Karato S.-I., Jung H., Katayama I., Skemer Ph. Geodynamic significance of seismic anisotropy of the upper mantle: new insights from laboratory studies // Annu. Rev. Earth Planet. Sci. 2008. Vol.36. P.59-95.
- [15] Kyung H.M., Chongyoun K. Simulation of Particle Migration in Free-Surface Flows // AIChE Journal. 2010, N.10. Vol.56. P. 2539-2550.
- [16] Lassak T.M., McNamara A.K., Edward J., Garnero E.J., Zhong S. Core-mantle boundary topography as a possible constraint on lower mantle chemistry and dynamics // Earth and Planetary Science Letters. 2010. V. 289. P. 232-241.
- [17] Трубицын В.П. Реология мантии и тектоника литосферных плит // Физика Земли. 2012. №6. С. 3-22.

#### REFERENCES

- [1] V.E. Hain. The main problems of modern geology. M.: The scientific world, 2003. 348 s.
- [2] Dobretsov NL, Kirdyashkin AG, Kirdyashkin A.A. Deep geodynamics. Novosibirsk: SB RAS Publishing, Geo Branch, 2003. 420 s.
- [3] Dobretsov N.L. The largest magmatic provinces of Asia (250 million years old): Siberian and Emeiashan traps (plateau basalts) and associated granitoids //Novosibirsk: Izdatel'stvo SB RAS, Geo branch. Geology and Geophysics. 2005. Vol. 46. No.9. P. 870-890.

- [4] Walcott R.J. Flexural rigidity, thickness and viscosity of the lithosphere // Journal of Geophysical Research. 1970. Vol. 75. P.3941-3954.
- [5] Ranalli G. Viscosity of the asthenosphere // Nature (Gr. Br.). 1993. Vol. 361. 6409. P.231.
- [6] Bill Bruce G., Gurrey Donald R., Marshall Grant A. Viscosity estimates for the crust and upper mantle from of lacustrine shoreline deformation in the Eastern Great Basin // Journal of Geophysical Research. B. 1994. Vol. 99. No.11. P. 46-58.
- [7] De Barmacher J-C. Is the oceanic lithosphere elastic or viscous // Journal of Geophysical Research. 1977. Vol.82. No.14. P. 234- 245.
- [8] Harper J.F. Asthenosphere flow and plate motion // Geophysical Roy. Astron. Soc. 1978. Vol. 5. No.1. P. 123- 134.
- [9] Kuzmin M.I., Yarmolyuk B.B. Tectonics of plates and mantle plumes - the basis of endogenous tectonic activity of the Earth for the last 2 billion years // Novosibirsk: Izdatel'stvo SB RAS, Geo branch. Geology and geophysics. 2016. Vol.57. No.1. P. 11-30.
- [10] Lobkovsky L.I. Tectonics of deformable lithospheric plates and a model of regional geodynamics applied to the Arctic and North-East Asia // Novosibirsk: Izdatel'stvo SB RAS, branch "Geo". Geology and geophysics. 2016. Vol.57. No.3. P. 11-30.
- [11] Loitsyansky LG Mechanics of fluid and gas: Proc. For universities. M.: Drofa, 2003. 840 s.
- [12] Savelieva G.N., Sobolev A.V., Batanova V.G., Suslov P.V., and Bryugmann Struktura kanalov techeniya rasplavov v mantii [Structure of the melt flow channels in a mantle] // Geotektonika. 2008. No.6. P. 25-45.
- [13] Kuralbaev Z.K. A Model Study of the Influence of Local Elevation of Mantle Substances on the Tectonosphere // Scientific Bulletin of the Novosibirsk State Technical University. 2005. No. 1(19). P. 37-49.
- [14] Karato S.-I., Jung H., Katayama I., Skemer Ph. Geodynamic significance of seismic anisotropy of the upper mantle: new insights from laboratory studies // Annu. Rev. Earth Planet. Sci. 2008. Vol.36. P.59-95.
- [15] Kyung H.M., Chongyoup K. Simulation of Particle Migration in Free-Surface Flows // AIChE Journal. 2010. Vol.56. No.10. P. 2539-2550.
- [16] Lassak T.M., McNamara A.K., Edward J., Garnero E.J., Zhong S. Core-mantle boundary topography as a possible constraint on lower mantle chemistry and dynamics // Earth and Planetary Science Letters. 2010. V. 289. P. 232-241.
- [17] Trubitsyn V.P. Reologiya mantii i tektonika litosfernykh plit [Mantle rheology and tectonics of the lithospheric plates] // Fizika Zemli. 2012. No.6. P.3-22.

**З.Ж. Құралбаев, А.Р. Оразасва, З.М. Рахимжанова**

Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ.

### **ЖОҒАРЫ КӨТЕРІЛГЕН МАГМА ЗАТТАРЫНЫҢ ӘСЕРІНЕН БОЛАТЫН АСТЕНОСФЕРАДАҒЫ ҚОЗҒАЛЫСТЫҢ МЕХАНИКА-МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛІ**

**Аннотация.** Мақалада Жердің төменгі қабаттарында пайда болып, «тар арналар» деп аталынатын жер қойнауындағы жарықтар арқылы жоғары көтерілетін магма заттарының әсерінен болатын сыртқы қабаттардағы тектоникалық процестерді модельдеу арқылы зерттеуге арналған. Мұнда астеносфера мен магма заттары Рейнольдс саны аса кіші болатын жоғары тұтқырлы сұйық ретінде қарастырылып, тектоникалық қозғалыстың механика-математикалық моделі ұсынылған. Қарастырылып отырған есептің математикалық моделін құрайтын математикалық формулалар келтірілген; математикалық есеп қойылған. Алынған математикалық модельдің негізінде шешімі табылған жағдайда келесілер анықталатын математикалық есеп қойылған:

- «тар» арнадан ағып шығатын, түзілген сұйықтықтың облысының өзгеру заңы;
- астеносфераны құрайтын заттардың қозғалысы;
- жоғары жатқан литосфераның шиеленіскен жағдайы.

**Түйін сөздер:** тектоникалық қозғалыстар, астеносфера, литосфера, магма заттары, аса тұтқырлы сұйық, математикалық модель.

МАЗМУНЫ

<i>Бердібай С.Б., Парецкая Н.А., Сабитов А.Н., Исламов Р.А., Тамазян Р.А., Токмолдин С.Ж., Ильин А.И., Мартиросян К.С.</i> Иод және оның құрылымымен фенилалалиннің кешенді комплексі .....	5
<i>Кабышев А.М., Кутербеков К.А., Пенионжкевич Ю.Э., Маслов В.А., Мендибаев К., Соболев Ю.Г., Лукьянов С.М., Кабдрахимова Г.Д., Азнабаев Д., Курманжанов А.Т.</i> Өлшеу кезіндегі модификацияланған трансмиссионды әдіс негізінде – реакциялардың толық өлшемдерінің кателіктерін және ұшып келуші бөлшектердің энергиясы анықтау.....	10
<i>Бердібай С.Б., Парецкая Н.А., Сабитов А.Н., Исламов Р.А., Тамазян Р.А., Токмолдин С.Ж., Ильин А.И., Мартиросян К.С.</i> Иод және оның құрылымымен фенилалалиннің кешені комплекс фенилаланина с иодом и его структура.....	19
<i>Жұмағұлова Қ.Н., Рамазанов Т.С., Машеева Р.У., Донко З.</i> Үш өлшемді Юкава жүйесінің диффузия коэффициентіне сыртқы магнит өрісінің әсері.....	25
<i>Грушевская Е.А., Лебедев И.А., Темиралиев А.Т., Федосимова А.И.</i> Асимметриялы ядролардың өзара әрекеттерінде снарядтың ядросының толық талқандану жағдайларының сипаттамаларын зерттеу.....	30
<i>Асқарова А., Жұмаханова А.С., Құдайкұлов А., Ташев А.А., Қалиева Г.С.</i> Айнымалы жылу ағынының қатысуымен көлденең қимасының жылу және жылу окшаулаумен бөлек тұрақты жылуфизикалық жай-күйін зерттеу энергиясының әдісі.....	38
<i>Абишев М., Кенжебаев Н., Кенжебаева С., Джанибеков А.</i> Реакторлық нейтрондармен әсерлесудегі катализдық қоспаның изотоптық құрамын және энергия шығаруын есептеу.....	48
<i>Абишев М., Хасанов Н.</i> Жылулық нейтрондардың катализдық қоспамен (Pb, Bi, Po) әсерлесуін "IBUS" компьютерлік бағдарламалау кешенімен жобалау.....	53
<i>Алдабергенова Т.М., Ганеев Г.З., Кислицын С.Б., Досболаев М.К.</i> Графит бетінің термиялық эрозиясы мен құрылымына импульстік плазмалық сәулелендірудің ықпалы.....	57
<i>Жақып К.Б.</i> Стокса және Навье теңдеулерінің генеалогиялары. Дәрежелік реологиялық заңдар және теңдеулер.....	64
<i>Жаугашиева С.А., Валиолда Д.С., Джансейтов Д.М., Жусупова Н.К., Сериков Ж., Айтжан Ф.</i> Теоретическое исследование кулоновского развала гало ядер <sup>11</sup> Be, <sup>15</sup> C.....	81
<i>Жаугашиева С.А., Сайдуллаева Г.Г., Нурбакова Г.С., Хабыл Н., Турарбекова М.М.</i> В(Bs) Мезонның ауыр мезондарға ыдырау қасиетін релятивистік әсерлесуін ескере отырып анықтау .....	86
<i>Қошанов Б.Д., Нұрыкенова Ж.С.</i> Жоғарғы ретті эллиптикалық теңдеулер үшін жалпылаған Дирихле - Нейман есебінің шешілімі туралы.....	95
<i>Құралбаев З.К., Оразаева А.Р., Рахимжанова З.М.</i> Жоғары көтерілген магма заттарының әсерінен болатын астеносферадағы қозғалыстың механика-математикалық моделі.....	103
<i>Мұқашев К.М., Казаченок В.В., Алиева М.Е.</i> Ғарыштық бөлшектер тұрғысынан физиканың іргелі проблемаларын оқытудың парадигмасы туралы жаңа көзқарастар.....	112
<i>Мырзақұл Т.Р., Таушинова А.С., Белисарова Ф.Б., Мырзақұл Ш.Р.</i> Гаусс-Бонн инвариантымен минималды емес байланыс кезіндегі <i>k</i> - эссенцияның инфляциялық моделі.....	120
<i>Омашова Г.Ш., Спабекова Р.С., Қабылбеков К.А., Саудахметов П.А., Абдрахманова Х.К., Арысбаева А.С.</i> Изохоралық процесті зерттеуге арналған компьютерлік зертханалық жұмысты ұйымдастырудың бланкі үлгісінің тапсырмаларын өз бетінше құрастыру.....	127
<i>Рябкин Ю.А., Рақыметов Б.А., Айтмукан Т.</i> Көміртек қабықшасының ЭПР-мәліметі негізінде қатты отын жалынының парамагниттік қасиетін анықтау мүмкіндігі.....	134
<i>Спабекова Р.С., Омашова Г.Ш., Қабылбеков К.А., Саудахметов П.А., Серикбаева Г.С., Актурева Г.К.</i> Тоқ көзін қосқанда және ажыратқанда тізбектегі токкүшінің өзгеруін зерттеуге арналған компьютерлік зертханалық жұмысты ұйымдастыруда матлав бағдарламасын қолдану.....	139
<i>Ташенова Ж.М., Калдарова М., Мусайф М.</i> Жылу ағыны, жылу алмасу және жылу изоляциясы бар үшөлшемді есептің тұрақты температуралы күйіндегі сандық сипаттамасы.....	148
<i>Ташенова Ж.М., Мусайф М., Калдарова М.</i> Термосерпімділікті есептеудегі энергетикалық әдісі.....	155
<i>Тұрғанбай Қ.Е., Қалдыбекова С.У.</i> Жоғарғы мектепте информатика пән мұғалімнің ойлау қабілетін жетілдіру ерекшеліктері.....	163
<i>Шоманов А.С., Ахмед-Заки Д.Ж., Амиргалиев Е.Н., Мансурова М.Е.</i> Кілттерді Mapreduce үлгісінде тарату есебі туралы .....	167
<i>Бакирова Э.А., Искакова Н.Б., Уаисов Б.</i> Параметрі бар фредгольм интегралдық- дифференциалдық теңдеуі үшін сызықты шеттік есепті шешудің бір алгоритмі туралы .....	173
<i>Ақылбаев М.И., Сапрыгина М.Б., Шалданбаев А.Ш.</i> Коэффициенті тұрақты, бірінші ретті кәдімгі дифференциалдық теңдеудің сингуляр әсерленген Коши есебін аргументтің ауытқыту әдісі арқылы шешу.....	181
<i>Рустемова К.Ж., Шалданбаев А.Ш., Ақылбаев М.И.</i> Коэффициенттері тұрақты, екінші ретті кәдімгі дифференциалдықтеңдеудің сингуляр әсерленген Коши есебін аргументтің ауытқыту әдісі арқылы шешу.....	193
<i>Аширбаев Х.К., Қабылбеков К.А., Абдрахманова Х.А., Джумағалиева А.И., Кыдырбекова Ж.Б.</i> MATLAB бағдарлама пакетін қолданып электр және магнит өрістерін зерттеуге арналған компьютерлік зертханалық жұмыстарды ұйымдастыру.....	206

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Бердибай С.Б., Парецкая Н.А., Сабитов А.Н., Исламов Р.А., Тамазян Р.А., Токмолдин С.Ж., Ильин А.И., Мартиросян К.С.</i> Комплекс фенилаланина с иодом и его структура.....	5
<i>Кабышев А.М., Кутербеков К.А., Пенионжкевич Ю.Э., Маслов В.А., Мендибаев К., Соболев Ю.Г., Лукьянов С.М., Кабдрахимова Г.Д., Азнабаев Д., Курманжанов А.Т.</i> Статистические и систематические погрешности, полное сечение реакции, $\gamma$ -спектрометр.....	10
<i>Бердибай С.Б., Парецкая Н.А., Сабитов А.Н., Исламов Р.А., Тамазян Р.А., Токмолдин С.Ж., Ильин А.И., Мартиросян К.С.</i> Комплекс фенилаланина с иодом и его структура.....	19
<i>Джумагулова К.Н., Рамазанов Т.С., Машеева Р.У., Донко З.</i> Влияние внешнего магнитного поля на коэффициент диффузии трехмерной Юкава системы.....	25
<i>Грушевская Е.А., Лебедев И.А., Темиралиев А.Т., Федосимова А.И.</i> Исследование событий полного разрушения ядра снаряда во взаимодействиях асимметрических ядер.....	30
<i>Аскарова А., Жумаханова А.С., Кудайкулов А., Ташев А.А., Калиева Г.С.</i> Энергетический метод в исследовании установившегося теплофизического состояния стержня переменного сечения при наличии теплового потока, теплообмена и теплоизоляции.....	38
<i>Абишев М., Кенжебаев Н., Кенжебаева С., Джанибеков А.</i> Расчет изотопного состава каталитического материала при облучении реакторными нейтронами.....	48
<i>Абишев М., Хасанов М.</i> Моделирование взаимодействия тепловых нейтронов каталитическим составом (Pb,Bi,Po) с помощью программного комплекса "IBUS".....	53
<i>Алдабергенова Т.М., Ганеев Г.З., Кислицин С.Б., Досболаев М.К.</i> Влияние импульсного плазменного облучения на термическую эрозию и структуру поверхности графита.....	57
<i>Джакупов К.Б.</i> Генезис уравнений Стокса и Навье. Степенные реологические законы и уравнения.....	64
<i>Жаугашева С.А., Валиолда Д.С., Джансейтов Д.М., Жусупова Н.К., Сериков Ж., Айтжан Ф.</i> $^{11}\text{Be}$ , $^{15}\text{C}$ Гало ядроларының кулондық күйреуін теориялық зерттеу.....	81
<i>Жаугашева С.А., Сайддуллаева Г.Г., Нурбакова Г.С., Хабыл Н., Турарбекова М.М.</i> Определение свойств тяжелого V(Bs)-мезона в рамках релятивистского характера взаимодействия.....	86
<i>Кошанов Б.Д., Нурикунова Ж.С.</i> О разрешимости обобщенной задачи Дирихле - Неймана для эллиптического уравнения высокого порядка.....	95
<i>Куралбаев З.К., Оразаева А.Р., Рахимжанова З.М.</i> Механико-математическая модель движений в астеносфере под воздействием поднимающихся мантийных веществ.....	103
<i>Мукашев К.М., Казаченок В.В., Алиева М.Е.</i> О новых взглядах на парадигму обучения фундаментальным проблемам физики на примере частиц космического происхождения.....	112
<i>Мырзақұл Т.Р., Таукенова А.С., Белисарова Ф.Б., Мырзақұл Ш.Р.</i> Инфляционная модель $k$ -эссенции при неминимальной связи с инвариантом Гаусса-Боннэ.....	120
<i>Омашова Г.Ш., Саббекова Р.С., Кабылбеков К.А., Саидахметов П.А., Абдрахманова Х.К., Арысбаева А.С.</i> Самостоятельное конструирование заданий для выполнения компьютерной лабораторной работы по исследованию изохорного процесса.....	127
<i>Рябкин Ю.А., Ракыметов Б.А., Айтмуқан Т.</i> О возможности определения парамагнитных характеристик пламени твердого топлива на основе ЭПР-данных углеродных пленок.....	134
<i>Саббекова Р.С., Омашова Г.Ш., Кабылбеков К.А., Саидахметов П.А., Серикбаева Г.С., Актуреева Г.К.</i> Организация компьютерных лабораторных работ по исследованию тока включения и выключения с использованием пакета программ MATLAB.....	139
<i>Ташенова Ж.М., Калдарова М., Мусайф М.</i> Численное обоснование одномерности некоторой трехмерной задачи установившегося температурного состояния при наличии теплового потока, теплообмена и теплоизоляции.....	148
<i>Ташенова Ж.М., Мусайф М., Калдарова М.</i> Энергетический метод в решении задач термоупругости.....	155
<i>Турганбай К.Е., Қалдыбекова С.У.</i> Особенности развития мышления учителя информатики в высшей школе.....	163
<i>Шоманов А.С., Ахмед-Заки Д.Ж., Амирғалиев Е.Н., Мансурова М.Е.</i> О задаче оптимизации распределения ключей в Mapreduce модели.....	167
<i>Бакирова Э.А., Искакова Н.Б., Уаисов Б.</i> Об одном алгоритме решения линейной краевой задачи для интегро-дифференциального уравнения Фредгольма с параметром.....	173
<i>Ақылбаев М.И., Сапрыгина М.Б., Шалданбаев А.Ш.</i> Решение сингулярно возмущенной задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка с постоянным коэффициентом методом отклоняющегося аргумента.....	181
<i>Рустемова К.Ж., Шалданбаев А.Ш., Ақылбаев М.И.</i> Решение сингулярно возмущенной задачи Коши, для обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами, методом отклоняющегося аргумента.....	193
<i>Аширбаев Х.К., Кабылбеков К.А., Абдрахманова Х.А., Джумасалиева А.И., Кыдырбекова Ж.Б.</i> Организация компьютерной лабораторной работы по исследованию электрического и магнитного полей с использованием пакета программ MATLAB.....	206

CONTENTS

<i>Berdibay S.B., Paretskaya N.A., Sabitov A.N., Islamov R.A., Tamazyan R.A., Tokmoldin S.Zh., Ilin A.I., Martirosyan K.S.</i> Phenylalanine - iodine complex and its structure.....	5
<i>Kabyshv A.M., Kuterbekov K.A., Penionzhkevich Yu.E., Maslov V.A., Mendibayev K., Sobolev Yu.G., Lukyanov S.M., Kabdrakhimova G. D., Aznabayev D. T., Kurmanzhanov A. T.</i> Errors in the total reaction cross sections and energies of incident particles measured using modified transmission technique .....	10
<i>Berdibay S.B., Paretskaya N.A., Sabitov A.N., Islamov R.A., Tamazyan R.A., Tokmoldin S.Zh., Ilin A.I., Martirosyan K.S.</i> Phenylalanine complex with iodine and its structure.....	19
<i>Dzhumagulova K.N., Ramazanov T.S., Masheyeva R.U., Donkó Z.</i> Effect of magnetic field on diffusion coefficients of the three-dimensional yukawa systems.....	25
<i>Grushevskaya E.A., Lebedev I.A., Temiraliev A.T., Fedosimova A.I.</i> Study on events with complete destruction of projectile nucleus in interactions of asymmetric nuclei .....	30
<i>Askarova A., Zhumakhanova A.S., Kudaykulov A., Tashev A.A., Kaliyeva G.S.</i> The energy method in the study of steady-state thermophysical condition of a rod of variable cross section in the presence of heat flow, heat exchange and thermal insulation.....	38
<i>Abishev M., Kenzhebeyev N., Kenzhebeyeva S., Dzhanbekov A.</i> Calculation of isotopic composition of catalytic material under radiation by reactor neutrons.....	48
<i>Abishev M., Khassanov M.</i> Simulation of the thermal neutrons interaction with catalytic composition (Pb, Bi, Po) by "IBUS" software.....	53
<i>Aldabergenova T.M., Ganeyev G.Z., Kislitsin S.B., Dosbolaev M.K.</i> Effect of pulsed plasma irradiation on thermal erosion and structure of graphite surface.....	57
<i>Jakupov K.B.</i> Genealogy of the Stokes and Navier equations. Degree rheological laws and equations.....	64
<i>Zhaugasheva S.A., Valiolda D.S., Janseitov D.M., Zhussupova N.K., Serikov Zh., Aitzhan F.</i> Theoretical study of the coulomb breakup of the halo nuclei $^{11}\text{Be}$ , $^{15}\text{C}$ .....	81
<i>Zhaugasheva S.A., Saidullaeva G.G., Nurbakova G.S., Khabyl N., Turarbekova M.M.</i> Determination properties of heavy decay in the B(Bs) meson in the framework of the relativistic character of the interaction.....	86
<i>Koshanov B.D., Nurikenova J.</i> On solvability of the generalized Dirichlet-Neiman problem for a high order elliptic equation.....	95
<i>Kuralbaev Z.K., Orazaeva A.R., Rahimzhanova Z.M.</i> Mechanical-mathematical model of kinematics in the asthenosphere under the influence of rising mental substances.....	103
<i>Mukashev K.M., Kazachenok V.V., Alieva M.E.</i> About new look at the paradigm of study fundamental problems of physics of cosmic the example of origin.....	112
<i>Myrzakul T.R., Taukenova A.S., Belisarova F.B., Myrzakul S.R.</i> Inflation model of $k$ -essence for non minimally coupled Gauss-Bonnet invariant.....	120
<i>Omashova G. Sh., Spabekova R.S., Kabyzbekov K.A., Saidakhmetov P.A., Abdrakhmanova KH.K., Arysbaeva A.S.</i> Independent designing of tasks for performance of computer laboratory work on the investigation of the isophoric process...	127
<i>Ryabikin Yu.A., Rakymetov B.A., Aitmukan T.</i> On the possibility of determination of paramagnetic characteristics of flame of solid fuel on the basis of epr-data carbon films.....	134
<i>Spabekova R. S., Omashova G.SH., Kabyzbekov K. A., Saidakhmetov P. A., Serikbaeva G.S., Aktureeva G.K.</i> Organization of computer laboratory works on the research of turnonand turnoff current with the use of matlab program package .....	139
<i>Tashenova Zh., Kaldarova M., Mussaif M.</i> One-dimensional numerical substantiation of some three-dimensional problem steady state temperature in the presence of heat flow, heat exchange and thermal insulation.....	148
<i>Tashenova Z., Mussaif M., Kaldarova M.</i> Energy method in decision problems thermoelasticity.....	155
<i>Turganbay K.E., Kaldibekoba S.U.</i> Features of thinking of the teacher of Informatics in high school.....	163
<i>Shomanov A.S., Akhmed-Zaki D.Zh., Amirgaliyev E.N., Mansurova M.E.</i> About the problem of key distribution in Mapreduce model .....	167
<i>Bakirova E.A., Iskakova N.B., Uaisov B.</i> On the algorithm for solving of a linear boundary value problem for fredholm integro-differential equation with parameter.....	173
<i>Akylbaev M.I., Saprigina M.B., Shaldanbaeva A.Sh.</i> Solution of a singularly perturbed Cauchy problem, for an ordinary differential equation of the first order with a constant coefficient, by the method of a deviating argument.....	181
<i>Rustemova K.Zh., Shaldanbaeva A.Sh., Akylbaev M.I.</i> Solution of a singularly perturbed Cauchy problem for an ordinary second-order differential equation with constant coefficients by the method of a deviating argument.....	193
<i>Ashirbaev H.A., Kabyzbekov K. A., Abdrakhmanova H. K., Dzhumagalieva A.I., Kydyrbekova Zh.B.</i> Organization of computer laboratory works to study electric and magnetic fields using the software package matlab.....	206



---

**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 10.04.2017.  
Формат 60x88<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Бумага офсетная. Печать – ризограф.  
6,5 п.л. Тираж 300. Заказ 3.

---

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