ISSN 2663-6417

ПАЁМИ

ДОНИШГОҲИ ДАВЛАТИИ БОХТАР
ба номи НОСИРИ ХУСРАВ
(маҷаллаи илмӣ)
СИЛСИЛАИ ИЛМҲОИ ТАБИӢ

ВЕСТНИК

БОХТАРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
имени НОСИРА ХУСРАВА
(научный журнал)
СЕРИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

BULLETIN

OF BOKHTAR STATE UNIVERSITY
named after NOSIRI KHUSRAV
(scientific journal)
SERIES OF NATURAL SCIENCES

ДОНИШГОҲИ ДАВЛАТИИ БОХТАР
ба номи НОСИРИ ХУСРАВ
МАРКАЗИ ТАБЪУ НАШР, БАРГАРДОН ВА ТАРҶУМА

БОХТАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени НОСИРА ХУСРАВА
ЦЕНТР ПЕРИОДИКИ, ПУБЛИКАЦИИ И ПЕРЕВОДА

BOKHTAR STATE UNIVERSITY
named after NOSIRI KHUSRAV
CENTER OF PERIODICALS, PUBLISHING AND TRANSLATION

2/1 (72)

БОХТАР-2020

ПАЁМИ ДОНИШГОҲИ ДАВЛАТИИ БОХТАР БА НОМИ НОСИРИ ХУСРАВ

Муассиси маҷалла:
МДТ «Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав»

Маҷалла соли 2016 таъсис ёфта, соли 2018 тағйири ном кардааст.
Дар як сол 4 шумора нашр мегардад

САРМУҲАРРИР:

Давлатзода Сайфиддин Хайриддин — доктори илмҳои биология, профессор, ректори МДТ «Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав»

МУОВИНИ САРМУҲАРРИР:

Комилӣ Абдулҳай Шарифзода — доктори илмҳои физика-математика, профессор.

МУОВИНИ САРМУҲАРРИР:

Абдураҳимов Алимурод Одинаевич — номзади илмҳои физика-математика, дотсент.

КОТИБИ МАСЪУЛ:

Болтаев Малик Аҷикович — номзади илмҳои химия, дотсент

ҲАЙАТИ ТАҲРИРИЯ:

01.01.00 – Илмҳои физикӣ-математикӣ

Рачабов Нусрат Рачабович — доктори илмҳои физика-математика, профессор, академики АМИТ.

Қурбонов Икром Қурбонович — доктори илмҳои физика-математика, профессор узви вобастаи АМИТ.

Табаров Абдулло Ҳабибуллоевич — доктори илмҳои физика-математика, профессор.

Сафаров Ҷумабой Сафарович — доктори илмҳои физика-математика, профессор.

02.00.00 – Химия

Бадалов Абдулхайр Бадалович — доктори илмҳои химия, профессор, узви вобастаи АМИТ.

Каримов Маҳмадқул Бобоевич — доктори илмҳои химия, профессор, узви вобастаи АМИТ.

Эшов Бахтиёр Бадалович — доктори илмҳои техникӣ, профессор.

Ғафуров Бобомурод Абукаҳорович — доктори илмҳои химия, дотсент.

03.00.00 – Биология

Абдуллоев Абдуманнон Абдуллоевич — доктори илмҳои биология, профессор.

Бердиев Ҷумъа Бердиевич — номзади илмҳои биология, дотсент.

07.00.10 – Таърихи илм ва техника

Шерматов Дӯстназар Саидович — доктори илмҳои физика-математика, профессор.

Қурбонов Баҳром Раҳмонович — доктори илмҳои таърих, профессор.

Дар маҷалла мақолаҳои илмии соҳаҳои илмҳои физика-математика, химия, биология, таърихи илм ва техника барои чоп қабул карда мешаванд.

Маҷалла мақолаҳои илмии муаллифонро аз рӯи ихтисосҳои зерин ба чоп қабул менамояд:

Физика-математика: *01.01.02, 01.01.04, 01.01.07, 01.02.01, 01.04.02, 02.04.14*

Химия: *02.00.01, 02.00.02, 02.00.04, 02.00.05*

Биология: *03.02.01, 03.02.04, 03.02.14*

Таърихи илм ва техника: *07.00.10*

Маҷалла дар Шохиси иқтибосҳои илмии Русия (РИНЦ) ворид карда шудааст.

Маҷалла ба забонҳои тоҷикӣ ва русӣ нашр мешавад.

Матни мукаммали маводи чопӣ дар сомонаи расмии маҷалла ҷойгир карда шудааст (www.bgu-vestniki.tj).

Паёми Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав.
Бохтар-2020. №2/1(72)
ISSN 2663-6417

Маҷалла дар Вазорати фарҳанги Ҷумҳурии Тоҷикистон №142/МҶ-97, аз 10.12.2019 ба қайд гирифта шудааст.

Маҷалла дар Маркази табъу нашр, баргардон ва тарҷумаи ДДБ ба номи Носири Хусрав таҳия мегардад.

Нишонии Марказ: 735140, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Бохтар, кӯчаи Айнӣ, 67.
Сомонаи маҷалла: www.bgu-vestniki.tj
E-mail: payomiddq@mail.ru
Тел.: (832 22) 2-44-61.

ВЕСТНИК БОХТАРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
ИМЕНИ НОСИРА ХУСРАВА

Учредитель журнала:
ГОУ «Бохтарский государственный университет имен Носира Хусрава»

Журнал основан в 2016 году и переименован в 2018 г.
Издается 4 раза в год

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

Давлатзода Сайфиддин Хайриддин — доктор биологических наук, профессор, ректор ГОУ «Бохтарский государственный университет имени Носира Хусрава»

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

Комили Абдулхай Шарифович — доктор физико-математических наук, профессор.

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

Абдурахимов Алимурод Одинаевич — кандидат физико-математических наук, доцент.

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ:

Болтаев Малик Аджикович — кандидат химических наук, доцент

Члены редколегии:

01.01.00 – Физико-математические науки

Раджабов Нусрат Раджабович — доктор физико-математических, наук, профессор, академик НАНТ.

Курбонов Икром Курбонович — доктор физико-математических наук, профессор, член.-корр. НАНТ

Табаров Абдулло Хабибуллоевич — доктор физико-математических наук, профессор.

Сафаров Джумабой Сафарович — доктор физико-математических наук, профессор.

02.00.00 – Химические науки

Бадалов Абдулхайр Бадалович — доктор химических наук, профессор, член.-корр. НАНТ

Каримов Маматкул Бобоевич — доктор химических наук, профессор, член.-корр. НАНТ

Эшов Бахтиёр Бадалович — доктор химических наук, профессор

Гафуров Бобомурод Абдукахорович — доктор химических наук, доцент

03.00.00 – Биологические науки

Абдуллоев Абдуманнон Абдуллоевич — доктор биологических наук, профессор

Бердиев Джума Бердиевич — кандидат биологических наук, доцент

07.00.10 – История науки и техники

Шерматов Дустназар Саидович — доктор физико-математических наук, профессор

Курбонов Бахром Рахмонович — доктор исторических наук, профессор

Для публикации в журнале принимаются научные статьи по физико-математическим, химическим, биологическим наукам, а также истории науки и техники.

В журнале печатаются научные статьи по следующим отрасям науки и научным специальностям:

Физика-математика: *01.00.01, 01.01.04 01.01.07, 01.02.01, 01.04.02, 01.04.14*

Химия: *02.00.01, 02.00.02, 02.00.04, 02.00.05*

Биология: *03.02.01, 03.02.14, 03.02.08, 03.02.14*

История науки и техники: *07.00.10*

Журнал включен в базу данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ).

Журнал печатается на таджикском и русском языках.

Полнотекстовые версии опубликованных материалов размещены на официальном сайте журнала (www.bgu-vestniki.tj).

Вестник Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Бохтар-2020. №2/1(72)

ISSN 2663-6417

Журнал зарегистрирован в Министерстве культуры Республики Таджикистан. Свидетельство №142/МҶ-97, от 10.12.2019.

Журнал подготавливается к изданию в Издательском центре БГУ имени Носира Хусрава.

Адрес Издательского центра:
735140, Республика Таджикистан,
г. Бохтар, улица Айни, 67.
Сайт журнала: www.bgu-vestniki.tj
E-mail: payomiddq@mail.ru
Тел.: (832 22) 2-44-61.

BOKHTAR STATE UNIVERSITY NAMED AFTER NOSIRI KHUSRAV

Founder of the journal:
SEI «Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav»

The jounal was founded in 2016 and renamed in 2018.
Published 4 times a year.

CHIEF EDITOR:

Davlatzoda Sayfiddin Khayriddin — Doctor of biological sciences, professor, rector of SEI «Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav»

DEPUTY CHIEF EDITOR:

Komili Abdulhai Sharifzoda — doctor of physical and mathematical sciences, professor.

DEPUTY CHIEF EDITOR:

Abdurahimov Alimurod Odinaevich — candidate of physical and mathematical sciences, associate professor

EXECUTIVE SECRETARY:

Boltaev Malik Ajikovich — candidate of chemical sciences, associate professor.

MEMBERS OF THE EDITORIAL BOARD:

01.01.00 – Physical and mathematical sciences

Rajabov Nusrat Rajabovich — doctor of physical and mathematical sciences, professor, academician of the NAST.

Qurbonov Ikrom Qurbonovich — doctor of physical and mathematical sciences, professor, member-correspondent of the NAST

Tabarov Abdullo Habibulloevich — doctor of physical and mathematical sciences, professor.

Safarov Jumaboi Safarovich — doctor of physical and mathematical sciences, professor.

02.00.00 – Chemical sciences

Badalov Abdulkhair Badalovich — doctor of chemical sciences, professor, member-correspondent of the NAST.

Karimov Mahmadqul Boboevich — doctor of chemical sciences, professor, member-correspondent of the NAST.

Eshov Bakhtiyor Badalovich — doctor of technical sciences, professor.

Ghafurov Bobomurod Abduqahorovich — doctor of chemical sciences, associate professor.

03.00.00 – Biological sciences

Abdulloev Abdumannon Abdulloevich — doctor of biological sciences, professor.

Berdiev Juma Berdievich — candidate of biological sciences, associate professor.

07.00.10 – History of science and technique

Shermatov Dustnazar Saidovich — doctor of physical and mathematical sciences, professor.

Qurbonov Bahrom Rahmonovich — doctor of historical sciences, professor.

The journal accepts scientific articles on physical and mathematical, chemical, biological sciences, also history of science and techniques.

The journal accepts scientific articles in the following branches of science and scientific specialties:

Physics and matematics: *01.01.01, 01.01.20, 01.01.07, 01.02.01, 01.04.02, 1.04.14*

Chemistry: *02.00.01, 02.00.02, 02.00.04, 02.04.14*

Biology: *03.02.01, 03.02.14, 03.02.08.*

History of science and techniquess: *07.00.10*

The journal is included in the database of Russian Science Citation Index (RSCI).

The journal is published in Tajik and Russian.

Full-text versions of published materials are available on the journal's official website (www.bgu-vestniki.tj).

Bulletin of Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav.
Bokhtar-2020. №2/1(72)
ISSN 2663-6417

The journal is registered with the Ministry of Culture of the Republic of Tajikistan.
Certificate №142/MJ-97, dated 10.12.2019.

The journal is being prepared for publication Center of BSU named after Nosiri Khusrav.
Publishing Center Address:
735140, Republic of Tajikistan,
Bokhtar city, Aini street, 67.
Journal website: www.bgu-vestniki.tj
E-mail: payomiddq@mail.ru
Phone: (832 22) 2-44-61.

УДК 517. 544

ДВОЯКОПЕРИОДИЧЕСКИЕ ОГРАНИЧЕННЫЕ РЕШЕНИЯ НЕОДНОРОДНОГО УРАВНЕНИЯ БИЦАДЗЕ С ЗАДАННЫМИ ГЛАВНЫМИ ЧАСТЯМИ

Сафаров Д. С.
Бохтарский государственный университет имени Носира Хусрава

На комплексной плоскости $\mathbb{C}$ рассмотрим дифференциальное уравнение с частными производными, которое в комплексной записи имеет вид [1], [2]

$$\frac{\partial^2 w}{\partial \bar{z}^2} = f(z), \tag{1}$$

где $z = x + iy$, $w(z) = u(x,y) + iv(x,y)$ – искомая функция, $4w_{\bar{z}\bar{z}} = w_{xx} - -w_{yy} + 2iw_{xy}$ –дифференциальный оператор Бицадзе, $2w_{\bar{z}} = w_x + iw_y$ – дифференциальный оператор Коши–Римана, $f(z)$ – заданная функция.

Для уравнения (1) исследуем задачи существования и нахождения ограниченных двоякопериодических решений с заданными периодами ω_1, ω_2, $Im(\omega_2/\omega_1) \neq 0$, допускающие особые точки ограниченности. Аналогичная задача для неоднородного уравнения Коши–Римана с заданными полюсами, а также с заданными полюсами и нулями исследовано в [3]. При решении этой задачи использован аппарат теории эллиптических функций Вейерштрасса [3].

В отличие от системы Коши-Римана однородное уравнение (1)

$$\frac{\partial^2 w}{\partial \bar{z}^2} = 0, \tag{2}$$

допускает ограниченное решение с особыми точками неопределенности.

Например, функция [4]

$$F(z) = \sum_{k=1}^{\infty} A_k \frac{\bar{z} - \bar{a}_k}{z - a_k}, \qquad \sum_{k=1}^{\infty} |A_k| < +\infty,$$

где $a_k \to \infty$ при $k \to \infty$, будучи ограниченной в $\mathbb{C} \setminus \{a_1, a_2, \cdots\}$ константой $A = \sum_{k=1}^{\infty} |A_k|$ является ограниченным решением уравнения (2) с точками ограниченной неопределенности $a_1, a_2, \cdots$.

Эта функция выпускает бесконечно много комплексных значений, но не является константой. Значит теорема Пикара, известная для мероморфных аналитических функций [4] на решение уравнения (такие функции называются бианалитическими) не распространяется.

Уравнение (1) является комплексной записью равномерно эллиптической системы уравнений в частных производных второго порядка вида

$$\begin{aligned} u_{xx} - u_{yy} - 2v_{xy} &= f_1(x,y) \\ v_{xx} - v_{yy} + 2u_{xy} &= f_2(x,y) \end{aligned} \tag{3}$$

На примере этой системы впервые А. В. Бицадзе [1] показал, что однородная задача Дирихле в круге $D: |z - z_0| < \varepsilon$, при $f(z) \equiv 0$, имеет бесконечное множество линейно независимых решений. Задача Дирихле для неоднородного уравнения (1) (или (3)) не будучи ни фредгольмовой, ни нетеровой–нормально разрешимо по Хаусдорфу. И все такие решения при $f(z) \in C^1(D)$ представимы в виде [1]

$$w(z) = (\varepsilon^2 - z\bar{z})\psi(z) + w_0(z) - \frac{\bar{z}}{2\pi i} \int\limits_{|z - z_0| = \varepsilon} \frac{t w_0(t)}{t - z} dt,$$

где $w_0(z)$ – решение однородного уравнения (1)

$$w_0(z) = \frac{1}{\pi^2}\iint\limits_D \frac{d_\tau D}{\tau - z}\iint\limits_D \frac{f(t)d_t\Omega}{t-\tau}, \qquad t,\tau \in D\,, \tag{4}$$

и условие разрешимости задачи имеет вид

$$\iint\limits_D f(t)\ \ (1-t\bar{t})\bar{t}^k\, d_t\Omega\ =\ 0, \qquad\qquad k = 1,2,3,\cdots,$$

здесь $w^* = \bar{z}^{\,k}(\varepsilon^2 - z\bar{z})$ – решение союзного уравнения (2) , то есть

$$\frac{\partial^2 w^*}{\partial z^2} = 0$$

с граничным условием $w^*|_{\,r} = 0, \quad \Gamma\colon |z - z_0| = \varepsilon$.

Заметим, что частное решение неоднородного уравнения, функцию $w_0(z)$ легко можно преобразовать в виде

$$w_0 = \frac{1}{\pi}\iint\limits_D \frac{d_\tau D}{\tau - z}\iint\limits_D \frac{f(t)d_t\Omega}{\tau - t} = \frac{1}{\pi}\iint\limits_D \frac{\bar{t}-\bar{z}}{t-z} f(t)d_t\Omega\,. \tag{5}$$

Решение однородного уравнения (2) называется уравнением Бицадзе [2], общее решение которого записывается в виде

$$w_1(z) = \bar{z}\psi(z) + \varphi(z)\,, \tag{6}$$

где $\psi(z),\ \varphi(z)$ – аналитические функции.

На полезность привлечения бианалитических функций, то есть на функции вида (6) к эффективному решению плоской задачи теории упругости впервые обратил внимание Г.В. Колосов ещё в 1908 году [6].

Важные и плодотворные применения этой идеи в механике в исследованиях Г.В. Колосова, Н.И. Мусхелишвили, их учеников и последователей, получили широкую известность [6]).

Применяя эту идею, В.Я. Натанзон [9] привел решение одного частного случая плоской задачи теории упругости к нахождению двоякопериодических решений уравнения (2), с основными периодами $\omega_1, \omega_2,\ Im(\omega_2/\omega_1) \neq 0$ и заданными полюсами $\omega = m_1\omega_1 + m_2\omega_2,\ m_1 m_2 = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \cdots$.

При этом, применяя аппарат теории эллиптических функций Вейерштрасса, он нашёл двоякопериодические решения уравнения (2) в виде

$$P_2(z) = 2\left[\frac{\bar{z}}{z^3} + \sum{}' \frac{\overline{z-\omega}}{(z-\omega)^3} - \frac{\bar{\omega}}{\omega}\cdot\frac{1}{\omega^2}\right], \tag{7}$$

где суммирование распространено на все периоды $\omega \neq 0$

$$\omega = m_1\omega_1 + m_2\omega_2, \qquad m_1 m_2 = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \cdots.$$

1. Эта функция внутри любого параллелограмма периодов двоякопериодической группы

$$P(z) = z + m_1\omega_1 + m_2\omega_2, \qquad m_1, m_2 = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \cdots$$

содержащий начало координат, удовлетворяет уравнение (2).

2. $P_2(z)$ является четной, $P_2(-z) = P_2(z)$.

3. $P_2(z)$ – двоякопериодическая бианалитическая функция, что непосредственно следует из двоякопериодичности производных

$$\frac{\partial P_2(z)}{\partial z} = -2\sum_\omega \left(\frac{\overline{z-\omega}}{z-\omega}\right)\frac{1}{(z-\omega)^3}$$

$$\frac{\partial P_2(z)}{\partial \bar{z}} = -2\sum_\omega \frac{1}{(z-\omega)^3}$$

4. Она в точках $z = \omega$ имеет полюсы второго порядка с главными частями

$$\frac{\overline{z-\omega}}{z-\omega}\cdot\frac{1}{(z-\omega)^2}\,.$$

Функция Вейерштрасса $\wp(z)$ [10] является эллиптическим аналогом функции $P_2(z)$, так как

$$\wp'(z) = -2\sum_{\omega}\frac{1}{(z-\omega)^3} \quad \text{и}$$

$$\wp(z) = \frac{1}{z^2} + \sum{}' \left[\frac{1}{(z-\omega)^2} - \frac{1}{\omega^2}\right].$$

В теории эллиптических функций хорошо известно формула Эрмита о представление эллиптической функции в виде суммы простейшие дроби [5]. Показеев В.В. в работе [6] получил обобщение формулы Эрмита для двоякопериодических полианалитических функций, то есть на решение уравнения

$$\frac{\partial^n w}{\partial \bar{z}^n} = 0, \;\; n \geq 2, \tag{8}$$

с главными частями

$$\left(\frac{\bar{z}}{z}\right)^{n-1} \quad \text{и} \quad \left(\frac{\bar{z}}{z}\right)^{n} \cdot \frac{1}{z}\,.$$

При $n = 2$, такие функции имеют вид

$$\Omega_1(z) = \frac{\bar{z}}{z} + \sum{}' \left[\frac{\overline{z-\omega}}{z-\omega} - \frac{\bar{\omega}}{\omega} - \frac{\bar{\omega}}{\omega}\cdot\frac{z}{\omega} - \frac{\bar{\omega}}{\omega}\cdot\frac{z^2}{\omega^2} + \frac{\bar{z}}{\omega} + \frac{\bar{z}z}{\omega^2}\right]. \tag{9}$$

$$\zeta_1(z) = -[\Omega_1(z)]_z = \frac{\bar{z}}{z}\cdot\frac{1}{z} + \sum{}' \left[\frac{\overline{z-\omega}}{z-\omega}\cdot\frac{1}{z-\omega} + \frac{\bar{\omega}}{\omega}\cdot\frac{1}{\omega} + 2\frac{\bar{\omega}}{\omega}\cdot\frac{z}{\omega^2} - \frac{\bar{z}}{\omega^2}\right]. \tag{10}$$

Эти функции являются бианалитическими функциями. Интересно заметить, что в теории эллиптических функций нет аналога функции $\Omega_1(z)$.

А эллиптическим аналогом функции $\zeta_1(z)$, очевидно является известная дзета–функция Вейерштрасса [5]

$$\zeta(z) = \frac{1}{z} + \sum{}' \left[\frac{1}{z-\omega} + \frac{1}{\omega} + \frac{z}{\omega^2}\right].$$

В угоду принятых обозначений в [6], положено $\zeta_0(z) = \zeta(z)$.

В [5-6] показаны, что написанные ряды в правых частях (7), (8), (9) абсолютно и равномерно сходятся в любой ограниченной области D, всюду кроме попавших к него конечные особые точки этих рядов. Поэтому суммы рядов (7), (8), (9) представляют собою бианалитические функции.

Приведем основные свойства функции $\Omega_1(z)$, $\zeta_1(z)$ [6]:

1. Функция $\Omega_1(z)$ в точках $z = \omega$ имеет особые точки ограниченности с главными частями

$$\frac{\overline{z-\omega}}{z-\omega}.$$

2. Если в (8) заменить z на $-z$, а затем ω на $-\omega$, то получим

$$\Omega_1(-z) = \Omega_1(z),$$

отсюда следует четность $\Omega_1(z)$.

3. Функция $\Omega_1(z)$ связана с функциями $\zeta(z) = \zeta_0(z)$ и $\zeta_1(z)$ следующими дифференциальными уравнениями:

$$\frac{\partial\zeta_1(z)}{\partial\bar{z}} = \wp(z), \qquad \frac{\partial\Omega_1(z)}{\partial\bar{z}} = \zeta(z) = \zeta_0(z), \qquad \frac{\partial\Omega_1}{\partial z} = \zeta_1(z).$$

4. Функции $\zeta_0(z)$, $\zeta_1(z)$ – квазипериодические функции

$$\zeta_n(z+\omega_i) - \zeta_n(z) = 2\eta_{i,n}\,, \;\; i = 1,2,$$

или $\zeta_n(z + m_1\omega_1 + m_2\omega_2) - \zeta_n(z) = 2(m_1\eta_{1,n} + m_2\eta_{2,n})$,

$\eta_{1,n}$, $\eta_{2,n}$, $n = 0, 1$ – циклические постоянные и вычисляются формулами

$$\eta_{i,n} = \zeta_n(\omega_i/2)\,, \;\; i = 1,2; \;\; n = 0, 1.$$

5. $\Omega_1(z)$ – квазипериодическая, то есть

$$\Omega_1(z+\omega_i)-\Omega_1(z)=\left(2\eta_{i,0}\bar{z}-2\eta_{i,1}z\right)+\left(\eta_{i,0}\overline{\omega}_i-\eta_{i,1}\omega_i\right),\ \ i=1,2$$

или в общем случае

$$\Omega_1(z+m_1\omega_1+m_2\omega_2)-\Omega_1(z)=2\bar{z}\left(m_1\eta_{i,0}+m_2\eta_{2,1}\right)-$$
$$-2z\left(m_1\eta_{1,1}+m_2\eta_{2,n}\right)+m_1^2\left(\eta_{1,0}\overline{\omega}_1-\eta_{1,1}\omega_1\right)+m_2^2\left(\eta_{2,0}\overline{\omega}_2-\eta_{2,1}\omega_2\right),$$
$$m_1,m_2=0,\pm1,\pm2,\cdots.$$

Все эти свойства функции $\Omega_1(z)$, $\zeta_1(z)$, в общем случае $\Omega_n(z)$, $\zeta_n(z)$ доказаны в работе [6]. С помощью этих функций он нашел обобщение формулы Эрмита для решения уравнения (8), в частности при $n=2$ для решения уравнения (2). Функция $\mathrm{P}_n(z)$ для $n\geq 2$ была изучена в работе [8].

Теперь при условии, что $f(z)$ – двоякопериодическая функция с периодами ω_1,ω_2 и $f(z)\in C^1(R_0)$, где R_0 – основной параллелограмм двоякопериодической группы

$$P(z)=z+m_1\omega_1+m_2\omega_2\,;\quad m_1,m_2=0,\pm1,\pm2,\cdots$$

с вершинами z_0, $z_0+\omega_1$, $z_0+\omega_1+\omega_2$, $z_0+\omega_2$, содержащее начало координат, будем искать двоякопериодические решения уравнения (1) с заданными главными частями вида

$$\sum_{k=1}^{r}A_k\frac{\bar{z}-\bar{a}_k}{z-a_k}\,,\qquad r\geq 1, \tag{11}$$

где $a_1,a_2,\cdots a_r$ – точки ограниченной неопределенности, лежащие внутри R_0, A_k – постоянные.

Класс двоякопериодических решений уравнения (1) с основными периодами ω_1,ω_2 и принадлежащих классу $C^2\left(\widetilde{R_0}\right)$, $\widetilde{R_0}$ – подобласти R_0 не содержащие точки $a_1,a_2,\cdots a_r$, обозначим через $\widetilde{C_*^2}$. Когда $R_0=\widetilde{R_0}$, а класс таких решений обозначим через C_*^2.

Для их различия заметим, что C_*^2 – означает класс двоякопериодических регулярных решений (без особых точек), $\widetilde{C_*^2}$ – класс двоякопериодических обобщенных решений (с особыми точками, даже с полюсами).

Все двоякопериодические решения уравнения (1) из класса C_*^2 найдены в [7], с помощью интегрального представления двоякопериодических функций с ядром функции $\Omega_1(z)$, [6].

Имеет место

Теорема. *Для разрешимости уравнения* (1) *в классе* $\widetilde{C_*^2}$ *с заданными главными частями* (11) *необходимо и достаточно, чтобы выполнялось условие*

$$\sum_{k=1}^{r}A_k=\frac{1}{\pi}\iint\limits_{R_0}f(z)d\Omega\,. \tag{12}$$

При этом все решения уравнения (1) *из класса* $\widetilde{C_*^2}$ *представимы в виде*

$$w(z)=c+A\bar{z}+Bz+\sum_{k=1}^{r}A_k\,\Omega_1(z-a_k)+\frac{1}{\pi}\iint\limits_{R_0}f(t)\Omega_1(t-z)d_t\Omega\,,$$

где c *– произвольная постоянная, а постоянные* A,B *определяются через точки* $a_1,a_2,\cdots a_r$ *и некоторые функционалы, зависящие от* f.

Доказательство необходимости. Если $w(z)$ – решение уравнения (1) с главными частями вида (11), то функция $\frac{\partial w}{\partial\bar{z}}$ заведомо имеет в точках $a_1,a_2,\cdots a_r$, полюсы с главными частями

$$\sum_{k=1}^{r}\frac{A_k}{z-a_k}\,, \tag{13}$$

и удовлетворяет неоднородного уравнения Коши – Римана

$$\frac{\partial}{\partial \bar{z}}\left(\frac{\partial w}{\partial \bar{z}}\right) = f(z).$$

Тогда, согласно результатам работы [3] из этого уравнения находим

$$\frac{\partial w}{\partial \bar{z}} = \Phi(z) + \mathrm{T}_{\zeta} f(z), \tag{14}$$

где $\Phi(z)$ – мероморфная функция с полюсами в точках $a_1, a_2, \cdots a_r$, а $\mathrm{T}_{\zeta} f(z)$ – интегральный оператор вида

$$\mathrm{T}_{\zeta} f(z) = -\frac{1}{\pi} \iint\limits_{R_0} f(t)\zeta(t-z) d_t\Omega\,, \tag{15}$$

$\zeta(z)$ – дзета–функция Вейерштрасса в обозначениях [10], $\zeta(z) = \zeta_0(z)$.

Свойства интегрального оператора $\mathrm{T}_{\zeta} f$ аналогично свойствам интегрального оператора Векуа [3]

$$\mathrm{T}_{R_0} f = -\frac{1}{\pi} \iint\limits_{R_0} \frac{f(t)}{t-z} d_t\Omega\,.$$

В силу квазипериодичности $\zeta(z) = \zeta_0(z)$,

$$\zeta_0(z+\omega_i) - \zeta_0(\omega_i) = \eta_{i,0}\,, \qquad i = 1, 2, \tag{16}$$

где $\eta_{i,0}$ – циклические постоянные с периодами ω_i связанным соотношением Лежандра [10]

$$\omega_2\eta_{1,0} - \omega_1\eta_{2,0} = 2\pi i\,. \tag{17}$$

Так как, $\frac{\partial w}{\partial \bar{z}}$ двоякопериодическая с периодами ω_1, ω_2, то для двоякопериодичности правой части (14) мероморфная функция $\Phi(z)$ должна удовлетворять условия

$$\Phi(z+\omega_i) - \Phi(z) = -\frac{\eta_{i,0}}{\pi} \iint\limits_{R_0} f(z) d\,R_0 = -\eta_{i,0} f_0\,. \tag{18}$$

Таким образом, в формуле (14), $\Phi(z)$ квазидвоякопериодическая функция с главными частями вида

$$\frac{A_k}{z-a_k}\,, \qquad k = 1, 2, \cdots, r. \tag{19}$$

Как показано в [3], для существования таких функций необходимо и достаточно, чтобы

$$\sum_{k=1}^{r} A_k = \sum_{k=1}^{r} \underset{z=a_k}{res}\, \Phi(z) = -\,f_0\,. \tag{20}$$

При этом функция $\Phi(z)$ представимо в виде

$$\Phi(z) = A + \sum_{k=1}^{r} A_k\, \zeta(z-a_k)\,, \qquad \zeta_0(z) \equiv \zeta(z),$$

A – некоторая постоянная.

Подставляя $\Phi(z)$ в (14), получим

$$\frac{\partial w}{\partial \bar{z}} = A + \sum_{k=1}^{r} A_k\, \zeta(z-a_k) + \mathrm{T}_{\zeta} f(z). \tag{21}$$

Так как при $z \neq a_k$

$$\zeta(z-a_k) = \zeta_0(z-a_k) = \frac{\partial \Omega_1(z-a_k)}{\partial \bar{z}}$$

и $t \neq z$

$$\zeta(t-z) = -\frac{\partial \Omega_1(t-z)}{\partial \bar{z}},$$

то интегрируя (21) получим решение уравнения (1) в виде

$$w(z) = A\bar{z} + \varphi(z) + \sum_{k=1}^{r} A_k\, \Omega_1(z-a_k) + \frac{1}{\pi}\iint\limits_{R_0} f(t)\Omega_1(t-z)d_t\, R_0\,, \qquad (22)$$

где постоянная A и аналитическая функция $\varphi(z)$ пока неизвестные.

Теперь при выполнении условии теоремы требуем, чтобы правая часть была двоякопериодическая с периодами $\omega_1\,, \omega_2$.

При этом, используя свойств функции $\Omega_1(z)$ и свойства

$$\Omega_1(z-\omega_i) - \Omega_1(z) = -2\big(\eta_{i,0}\bar{z} - \eta_{i,1}z\big) + \big(\eta_{i,0}\bar{\omega}_i - \eta_{i,1}\omega_i\big)$$

при выполнении условии теоремы получим, что функция $\varphi(z)$ должна удовлетворять условия

$$\varphi(z+\omega_i) - \varphi(z) = -A\bar{\omega}_i + 2\eta_{i,0}\sum_{k=1}^{r} A_k\, \bar{a}_k - 2\eta_{i,1}\sum_{k=1}^{r} A_k\, a_k +$$
$$+2\eta_{i,0}f_0^1 - 2\eta_{i,1}f_0^2\,, \qquad i = 1, 2, \qquad (23)$$

где

$$f_0^1 = \frac{1}{\pi}\iint\limits_{R_0} f(t)\bar{t}dR_0\,, \quad f_0^2 = \frac{1}{\pi}\iint\limits_{R_0} f(t)tdR_0.$$

Таким образом, чтобы формула (22) давала решения задачи (1), (11,) аналитическая функция $\varphi(z)$ при выполнении условия теоремы должна удовлетворять условия квазипериодичности (23).

Искомую функцию $\varphi(z)$ представим в виде

$$\varphi(z) = \psi(z) + Bz\,, \qquad B - const. \qquad (24)$$

Тогда, относительно неизвестной функция $\psi(z)$ и постоянной B получим систему уравнений

$$\psi(z+\omega_i) - \psi(z) = -B\omega_i - A\bar{\omega}_i + 2\eta_{i,0}\sum_{k=1}^{r} A_k\, \bar{a}_k - 2\eta_{i,1}\sum_{k=1}^{r} A_k\, a_k +$$
$$+2\eta_{i,0}f_0^1 - 2\eta_{i,1}f_0^2\,, \qquad i = 1, 2, \qquad (25)$$

Из правой части системы (25) определим постоянные A, B из системы уравнений

$$\begin{cases} B\omega_1 + A\bar{\omega}_1 = -2\eta_{1,0}\sum\limits_{k=1}^{r} A_k\, \bar{a}_k + 2\eta_{1,1}\sum\limits_{k=1}^{r} A_k\, a_k - 2\eta_{1,0}f_0^1 + 2\eta_{1,1}f_0^2\,, \\ B\omega_2 + A\bar{\omega}_2 = -2\eta_{2,0}\sum\limits_{k=1}^{r} A_k\, \bar{a}_k + 2\eta_{2,1}\sum\limits_{k=1}^{r} A_k\, a_k - 2\eta_{2,0}f_0^1 + 2\eta_{2,1}f_0^2\,. \end{cases} \qquad (26)$$

Эта система уравнений в силу условия $Im(\omega_2/\omega_1) \neq 0$ имеет единственное решение. Поэтому если постоянные A, B удовлетворяют систему уравнений (26), то в представление (24) $\psi(z)$ является аналитической и двоякопериодической функцией без особых точек. Тогда функция $\psi(z)$ удовлетворяет условия теоремы Лиувилля: $\psi(z)$ – целая ограниченная функция на плоскости $\mathbb{C}$, значит $\psi(z) \equiv c\,,\ c - const.$ и функция $\varphi(z)$ в представлении (20) имеет вид

$$\varphi(z) = c + A\bar{z} + Bz\,,$$

где c – произвольная постоянная, а A и B решение системы уравнений (26).

Теорема доказана.

Доказанная теорема является обобщением теоремы, полученной в [7] для регулярных решений уравнения (1) из класса C_*^2 , когда все $a_k = 0$.

Из этой теоремы получим

Следствие 1. *Однородное уравнение* (1) *не имеет решения с одной точкой ограниченной неопределенности.*

Следствие 2. *Однородное уравнение с двумя точками ограниченной неопределенности* a_1 *,* a_2 *существует, если*

$$\underset{z=a_1}{res}\left(\frac{\partial w}{\partial \bar{z}}\right)+\underset{z=a_2}{res}\left(\frac{\partial w}{\partial \bar{z}}\right)=0.$$

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бицадзе А.В. Некоторые классы уравнений в частных производных. -М.: Наука, 1981. – 448 с.
2. Берс Л. Уравнения с частными производными. – М.: Мир, 1966. – 351с.
3. Сафаров Д.С. Двоякопериодические обобщённые аналитические функции и их приложения. – Душанбе: Дониш, 2012. – 190 с.
4. Балк М.Б. Полианалитические функции и их обобщения. // Итоги науки и техн., Сер., соврем. пробл. мат. фундам. направления, 1991, том 85. –С. 187 -246.
5. Лаврентьев М.А., Шабат Б.В. Методы теории функций комплексного переменного. – М.: Наука, 1973. – 736 с.
6. Показеев В.В. Полианалитические двоякопериодические функции. // Тр. сем. по краям. задачам. – Из-во Казанский ун-та, 1982. Вып. 18. – С.155 – 167.
7. Сафаров Д. С. Интегральные представления двоякопериодических функций класса C^2. // Труды международной летный математической школы –конференции С.Б. Стечинка по теории функций. – Душанбе, 2016. – С. 227 -230.
8. Erwe F. Ubergewisse Klasson doppelt periodischer Funktionen / F. Erwe //Acta Math. 97 (1957). – P. 145 – 187.
9. Натанзон, В.Я. О напряжениях в растягиваемой пластине, ослабленной отверстиями, расположенными в шахматном порядке [Текст] / В.Я. Натанзон // Матем. сборник, 1935, 42, вып. 5. – С. 617-636
10. Ахиезер Н.И. Элементы теории эллиптических функций. – М.: Наука, 1974. – 304 с.

ҲАЛЛИ МАҲДУДИ ДУДАВРДОШТАИ МУОДИЛАИ ҒАЙРИЯКҶИНСАИ БИТСАДЗЕ БО ҚИСМҲОИ АСОСИИ ДОДАШУДА

Дар мақола ҳалли маҳдуди муодилаи ғайриякҷинсаи Битсадзе, ки нуқтаҳои махсуси типи бо номуайянӣ маҳдудшуда дорад, ёфта шудааст.

КАЛИДВОЖАҲО: ҳалли маҳдуд, функсияи аналитикӣ, функсияи дудаврдошта, оператори интегралӣ.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ: Сафаров Ҷумабой Сафарович, доктори илмҳои физика–математика, профессор, мудири кафедраи таҳлили математикии ДДБ ба номи Носири Хусрав. Тел.: (+992) 917-07-96-40.

ДВОЯКОПЕРИОДИЧЕСКИЕ ОГРАНИЧЕННЫЕ РЕШЕНИЯ НЕОДНОРОДНОГО УРАВНЕНИЯ БИЦАДЗЕ С ЗАДАННЫМИ ГЛАВНЫМИ ЧАСТЯМИ

В работе находится ограниченное решение неоднородного уравнения Бицадзе с заданными особыми точками типа ограниченной неопределенности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ограниченное решение, аналитическая функция, двоякопериодическая функция, интегральный оператор.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ: Сафаров Джумабой Сафарович, доктор физико–математических наук, профессор, заведующий кафедрой математического анализа БГУ имени Носира Хусрава. Тел.: (+992) 917-07-96-40.

DUAL-PERIOD BOUNDED SOLUTIONS OF NON-UNIFORM BITSADZE EQUATION WITH SPECIFIED MAIN PARTS

In this paper, we find a bounded solution of the inhomogeneous Bitsadze equation with specified singular points of the bounded uncertainty type.

KEY WORDS: bounded solution, analytical function, binary periodic function, integral operator.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR: Safarov Jumaboy Safarovich, doctor of physical and mathematical sciences, professor, head of the department of mathematical analysis of BSU named after Nosiri Khusrav. Phone: (+992) 917-07-96-40.

УДК 517.946

ОГРАНИЧЕННОЕ РЕШЕНИЕ НЕОДНОРОДНОГО УРАВНЕНИЯ БИЦАДЗЕ

Мухаммадали Дж., Сафаров Д. С.
Бохтарский государственный университет имени Носира Хусрава

На комплексной плоскости $\mathbb{C}$ рассмотрим дифференциальное уравнение с частными производными, которое записано в комплексной форме [1]

$$\frac{\partial^2 w}{\partial \bar{z}^2} = f(z), \tag{1}$$

где $z = x + iy$, $w(z) = u(x,y) + iv(x,y)$ – искомая функция, $4w_{\bar{z}\bar{z}} = w_{xx} - -w_{yy} + 2iw_{xy}$ –дифференциальный оператор Бицадзе, $2w_{\bar{z}} = w_x + iw_y$ – дифференциальный оператор Коши–Римана, $f(z)$ – заданная функция.

Для уравнения (1) исследуем задачи нахождения ограниченных решений на всей плоскости, то есть

$$|w(z)| \le K, \quad K - const. \tag{2}$$

Уравнение (1) является комплексной записью равномерно эллиптической системе уравнений в частных производных второго порядка вида

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} - 2\frac{\partial^2 v}{\partial x \partial y} = f_1(x,y),$$
$$\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + 2\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} = f_2(x,y).$$

В 1948 г. А.В. Бицадзе показал, что для однородного уравнения (1), то есть уравнение вида

$$\frac{\partial^2 w}{\partial \bar{z}^2} = 0, \tag{3}$$

однородная задача Дирихле в круге D: $|z - z_0| < 1$, с граничным условием

$$w\Big|_{\Gamma} = 0, \tag{4}$$

Γ – окружность: $|z - z_0| = 1$, имеет бесконечно много линейно независимых решений вида [1]

$$w(z) = (1 - |z|^2)\varphi(z),$$

$\varphi(z)$ – произвольная аналитическая функция.

Уравнение (3) называется уравнением Бицадзе [2].

Соответствующей (3), (4) сопряженной задачей является однородная задача Дирихле

$$w^*\Big|_{\Gamma} = 0 \tag{5}$$

для сопряженного уравнения виде

$$\frac{\partial^2 w^*}{\partial z^2} = 0. \tag{6}$$

Легко увидеть, что все решения задачи (5), (6) имеют вид

$$w^*(z) = (1 - z\bar{z})\overline{\psi(z)},$$

где $\psi(z)$ – произвольная антианалитическая в круге D функция переменной z, $\psi(z) \in C(D \cup \Gamma)$. Поэтому однородная сопряженная задача также имеет бесконечно много линейно независимых решений.

Общее решение неоднородного уравнения при $f(z) \in C^1(D \cup \Gamma)$ можно представить в виде [1]

$$w(z) = \bar{z}\varphi(z) + \psi(z) + w_0(z), \tag{7}$$

где $\bar{z}\varphi(z) + \psi(z)$ - решение однородного уравнения $\varphi(z)$, $\psi(z)$ - произвольные аналитические функции в круге D, а

$$w_0(z) = \frac{1}{\pi^2}\iint\limits_D \frac{d_t\Omega}{\tau - z}\iint\limits_D \frac{F(t)d_t\Omega}{t-\tau}\ , \qquad t,\tau,z \in D, \tag{8}$$

решение неоднородного уравнения.

Легко увидеть, что повторный интеграл можно преобразовать в один интеграл в виде

$$\frac{1}{\pi^2}\iint\limits_D \frac{d_\tau\Omega}{\tau - z}\iint\limits_D \frac{F(t)d_t\Omega}{t-\tau} = \frac{1}{\pi}\iint\limits_D \frac{(\bar{t}-\bar{z})F(t)}{t-z}d_t\Omega\,. \tag{9}$$

Эта формула в работе [3] неправильно написана.

Таким образом, общее решение (7) получит вид

$$w(z) = \bar{z}\varphi(z) + \psi(z) + \frac{1}{\pi}\iint\limits_D \frac{\bar{t}-\bar{z}}{t-z}F(t)d_t\Omega\,.$$

При помощи этого представления в [5] показано, что задача (1), (4) разрешимо тогда и только тогда, когда $tw_0(t)\,, |t| = 1$, является предельным значением аналитической в круге D функции при $z \to t = e^{i0}$.

Это условие равносильно условию [1]

$$\iint\limits_D F(t)(1 - t\bar{t})\bar{t}^k\, d\Omega = 0\,, \quad \mathrm{k} = 0, 1, 2, \cdots, \tag{10}$$

где $(1 - z\bar{z})\bar{z}^k$ – решение союзной однородной задачи (3), (4), то есть задачи (5), (6).

Таким образом, однородная задача Дирихле для уравнения (1) не будучи ни фредгольмовой, ни нетеровой, нормально разрешимо по Хаусдорфу. Эта же задача в области D, граница Г которой содержит отрезок $a < x < b$ оси $y = 0$, не является нормально разрешимой [1].

Решение однородного уравнения (3), то есть функцию вида $\bar{z}\varphi(z) + \psi(z)$ называются бианалитическими, $\varphi(z), \psi(z)$ – произвольные аналитические функции. Хотя бианалитические функции близки к аналитическим функциям, но многие известные свойства аналитических функций для них не сохраняются.

Например, теорема об устранении особых точек [4]: если аналитическая функция $F(z)$ ограничена в окрестности изолированной особой точки a, $0 < |z - a| < \varepsilon$, то a является устранимой особой точкой этой функции, то есть существует $\lim\limits_{z\to a} F(z)$. В силу аналитичности и ограниченности функции $F(z)$ можно разлагать в степенной ряд

$$F(z) = c_0 + c_1(z-a) + c_2(z-a)^2 + \cdots + c_n(z-a)^n \cdots.$$

Если полагать

$$F(a) = \lim_{z\to a} F(z) = c_0$$

то функция $F(z)$ будет аналитической и в точке a, так как во всем круге $|z - a| < R$ она будет представляться суммой, сходящей рядом аналитических функций.

Для уравнения (3) фундаментальное ее решение имеет вид

$$\chi(z) = \frac{\bar{z}}{z}\,, \qquad 0 < |z| < \infty,$$

то есть, решение уравнения [5]

$$\frac{\partial^2 w}{\partial \bar{z}^2} = \delta(z),$$

где $\delta(z)$ – дельта функция Дирака. Эта функция является ограниченной на всей плоскости $\mathbb{C}$, но $\chi(z) \neq const$. Но если искать целое ограниченное решение уравнения (3), то есть из класса $C^2(\mathbb{C})$, то $w(z) \equiv const$. [6]

Таким образом, точка $z = 0$ для решения уравнения (3) является точкой ограниченной неопределенности полюса. Например, для решения вида

$$\frac{\bar{z}}{z} \cdot \frac{1}{z}$$

точка $z = 0$ является полюсом.

Этот пример показывает, что даже известная теорема Пикара [4], [7] для мероморфных аналитических функций на бианалитические функции не распространяется.

В самом деле [6] бианалитическая функция вида

$$F(z) = \sum_{k=1}^{\infty} A_k \frac{\bar{z} - \bar{a}_k}{z - a_k} \ , \tag{11}$$

где $a_k \to \infty$ при $k \to \infty$ и абсолютно сходится ряд

$$\sum_{k=1}^{\infty} |A_k| < +\infty \, ,$$

является и ограниченной в $\mathbb{C} \setminus \{a_1 \, , a_2, \cdots\}$ константой $A = \sum_{k=1}^{\infty} |A_k|$ и выпускает бесконечно много комплексных значений, но $F(z) \neq const$.

Таким образом, при отыскании ограниченных решений уравнения (1) можно выделить два класса решений:

1. Ограниченные регулярные решения, то есть без особых точек ограниченной неопределённости, и из класса $C^2(\mathbb{C})$.
2. Ограниченные обобщенные решения, то есть решения с точками ограниченной неопределенности, и из класса $C^2(G_0)$, $G_0 = \mathbb{C} \setminus \{a_1 \, , a_2, \cdots\}$, $\lim\limits_{k \to \infty} a_k \to \infty$.

Теперь потребуем, чтобы $f(z) \in C^1(\mathbb{C})$ и сходился несобственный интеграл

$$\iint\limits_{\mathbb{C}} |f(z)| \, dxdy < +\infty. \tag{12}$$

Напомним, что несобственный интеграл на плоскости понимается в смысле главного значения, то есть, как предел:

$$\iint\limits_{\mathbb{C}} |f(z)| \, dxdy = \lim_{R \to \infty} \iint\limits_{|z| < R} |f(z)| \, dxdy =$$

$$= \lim_{R \to \infty} \int\limits_0^R \int\limits_0^{2\pi} |f(r \cos \varphi \, , r \sin \varphi)| \, r dr d\varphi \, , \ \ 0 < r < R.$$

Лемма. *Пусть* $f(z) \in C^1(\mathbb{C})$, *интеграл* (12) *сходится и*

$$\iint\limits_{\mathbb{C}} |f(z)| dxdy = B < +\infty.$$

Тогда частное решение однородного уравнения (1)

$$w_0 = \frac{1}{\pi} \iint\limits_{\mathbb{C}} \frac{\bar{t} - \bar{z}}{t - z} f(t) d_t \Omega$$

является ограниченной на всей плоскости $\mathbb{C}$ *и*

$$|w_0(z)| \leq \frac{B}{\pi} .$$

В самом деле, функция $w_0(z)$ при условии леммы удовлетворяет уравнения

$$\frac{\partial w_0}{\partial \bar{z}} = -\frac{1}{\pi} \iint\limits_{\mathbb{C}} \frac{f(t)}{t - z} d_t \Omega \, .$$

Отсюда, в силу дифференциального свойства интеграла Векуа [1]

$$\mathrm{T}_\Omega f = -\frac{1}{\pi}\iint\limits_{\mathbb{C}} \frac{f(t)}{t-z} d_t\Omega\,,$$

$$(\mathrm{T}_\Omega f)_{\bar z} = f(z)$$

получим, что $w_0(z)$ удовлетворяет уравнения (1). Далее, в силу условия леммы получим

$$|w_0(z)| \le \frac{1}{\pi}\iint\limits_{\mathbb{C}} \left|\frac{\bar t - \bar z}{t-z}\right| \cdot |f(t)| d\Omega = \frac{1}{\pi} B.$$

Из этой леммы в силу свойства ограниченных решений однородного уравнения (3) получим:

Теорема 1. *Пусть функция $f(z)$ удовлетворяет условия леммы. Тогда однородное уравнение* (1) *в классе ограниченных функций из $C^2(\mathbb{C})$ имеет только одно тривиальное постоянное решение $w_1(z) \equiv c,\ c - const$. При этом, неоднородное уравнение всегда разрешимо и все решения уравнения представляются в виде*

$$w(z) = c + \frac{1}{\pi}\iint\limits_{\mathbb{C}} \frac{\bar t - \bar z}{t-z} f(t) d_t\Omega\,. \qquad (13)$$

В самом деле, пусть $w(z)$ – решение задачи (1), (2) из класса $C^2(\mathbb{C})$, тогда разность

$$w(z) - \frac{1}{\pi}\iint\limits_{\mathbb{C}} \frac{\bar t - \bar z}{t-z} f(t) d_t\Omega = \Phi(z)$$

является решением однородного уравнения из класса $C^2(\mathbb{C})$ и

$$|\Phi(z)| \le |w(z)| + \left|\frac{1}{\pi}\iint\limits_{\mathbb{C}} \frac{\bar t - \bar z}{t-z} f(t) d_t\Omega\right| \le K + \frac{B}{\pi}\,.$$

Значит $\Phi(z)$ – целая ограниченная бианалитическая функция и согласно теоремы Лиувилля [4], $\Phi(z) \equiv c,\ c - const$. Поэтому для ограниченного решения уравнения (2) из класса $C^2(\mathbb{C})$ справедлива формула (13).

Теорема 2. *Пусть выполнены условия леммы и $w(z)$ – ограниченное решение уравнений (1) из класса $C^2(G_0)$, $G_0 = \mathbb{C} \setminus \{a_1, a_2, \cdots\}$. $a_k \to \infty$ при $k \to \infty$ и $F(z)$ – ограниченное решение определяемое формулой* (7). *Тогда однородное уравнение имеет бесконечно много ограниченных решений вида*

$$A_k \frac{\bar z - \bar a_k}{z - a_k}\ , \quad k = 1, 2, 3, \cdots,$$

где сходится ряд $\sum_{k=1}^{\infty} |A_k| < +\infty$, а неоднородное уравнение всегда разрешимо. При этом все ограниченные решения уравнения (1) *представимы в виде*

$$w(z) = c + \sum_{k=1}^{\infty} A_k \frac{\bar z - \bar a_k}{z - a_k} + \frac{1}{\pi}\iint\limits_{\mathbb{C}} \frac{\bar t - \bar z}{t-z} f(t) d_t\Omega\,,$$

где c – произвольная постоянная.

Доказательство этой теоремы аналогично теореме 1.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бицадзе А. В. Некоторые классы уравнений в частных производных. – М. Наука, 1981 – 448 с.
2. Берс Л., Джон Ф., Шехтер М. Уравнения с частными производными. перев. с англ., – М.: Мир, 1966. – 351 с.
3. Михайлов Л. Г., Шарипов Б. Явные формулы представления решений некоторые классы обобщенной аналитической функции. – Душанбе: Изд. Маориф, 2017. – 140 с.
4. Лаврентьев М. А., Шабат Б. В. Методы теории функций комплексного переменного. – М.: Наука, 1973. – 736 с.
5. Владимиров В. С. Обобщенные функции в математической физике. – М.: Наука, 1979. – 161 с.

6. Балк М. Б. Полианалитические функции и их обобщения. Итоги науки и техн. соврем. проблемы мат. фундам. направления, 1991, т. 85. – С. 187-246.
7. Привалов И. И. Введение в теории функций комплексного переменного. – М.: Наука, 1967.

ҲАЛЛИ МАҲДУДИ МУОДИЛАИ ҒАЙРИЯКҶИНСАИ БИТСАДЗЕ

Дар мақола масъалаи ёфтани ҳалли маҳдуд дар тамоми ҳамвории комплексии ℂ мавриди таҳқиқ қарор гирифтааст.

КАЛИДВОЖАҲО: ҳалли регулярӣ, ҳалли умумикардашуда, ҳалли маҳдуд, функсияи аналитикӣ.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Муҳаммадалӣ Ҷӯрамурод, омӯзгори кафедраи таҳлили математикии ДДБ ба номи Носири Хусрав. Тел.: (+992) 917-39-25-00.

Сафаров Ҷумабой Сафарович, доктори илмҳои физика-математика, профессор, мудири кафедраи таҳлили математикии ДДБ ба номи Носири Хусрав. Тел.: (+992) 917-07-96-40.

ОГРАНИЧЕННОЕ РЕШЕНИЕ НЕОДНОРОДНОГО УРАВНЕНИЯ БИЦАДЗЕ

В работе исследована задача нахождения ограниченных решений на всей комплексной плоскости ℂ.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: регулярное решение, обобщенное решение, ограниченное решение, аналитическая функция.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Мухаммадали Джурамурод, преподаватель кафедры математического анализа БГУ имени Носира Хусрава. Тел.: (+992) 917-39-25-00.

Сафаров Джумабой Сафарович, доктор физико–математических наук, профессор, заведующий кафедрой математического анализа БГУ имени Носира Хусрава. Тел.: (+992) 917-07-96-40.

LIMITED SOLUTION OF NON-HOMOGENEOUS BITSADZE EQUATION

The work investigated the problem of finding limited solutions on the entire complex plane C.

KEY WORDS: regular solutions, generalized solutions, bounded solution, analytical function.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Muhammadali Juramurod, teacher of the department of mathematical analysis of BSU named after Nosiri Khusrav. Phone: (+992) 917-39-25-00.

Safarov Jumaboy Safarovich, doctor of physical and mathematical sciences, professor, head of the department of mathematical analysis of BSU named after Nosiri Khusrav. Phone: (+992) 917-07-96-40.

АМСИЛАИ КОНСЕПТУАЛӢ ВА РИЁЗИИ ПОПУЛЯТСИЯИ ЯК ГУРӮҲИ МОҲИҲО ДАР ЭКОСИСТЕМАИ ОБАНБОРИ «НОРАК»

Саидов И., Каримов У.
Донишгоҳи миллии Тоҷикистон

Муҳтаво. Дар мақолаи таҳияшуда масъалаҳои омӯзиш, таҳқиқ, таҳлил, идоракунӣ ва пешгӯии равандҳои экологии дар обанбори «Норак» рӯйдиҳандаро мавриди омӯзиш қарор додаем. Обанборҳо на танҳо ҳамчун махзани нигаҳдории оби ошомиданӣ, балки метавонанд ҳамчун манбаи дастрасӣ ба сафеда (моҳӣ), коргоҳи истеҳсоли неруи барқ, сарчашмаи обёрии замин ва объекти истироҳатӣ хизмат расонанд. Дар мақолаи илмӣ усулҳои амсиласозии махзанҳои обӣ пешниҳод шуда, амсилаи консептуалӣ ва риёзии обанбор сохта шудааст.

Инсон обанборро ба хотири идора кардан ва оқилона истифода бурдан бунёд месозад. Идоракунӣ ба сохтор ва ҷузъҳои обанбор таъсир расонида, метавонад ба экодинамикаи он тағйироти ғайричашмдошту манфиро эҷод намояд. Маҳз барои баҳисобгирии таъсири ниҳоии ин ё он реҷаи идоракунӣ ва баҳодиҳӣ ба табодули имконпазири моддаҳо дар низоми сохтории экосистемаи обанбор аз методи тарҳрезии консептуалӣ ва риёзӣ истифода мебаранд. Амсиласозиҳои консептуалӣ ва риёзӣ на танҳо экодинамикаи махзани обиро пешгӯйӣ менамояд, балки гипотезаҳои

алтернативиро нисбат ба принсипҳои инкишофи равандҳои он месанҷад. Ҳангоми сохтани амсилаи махзанҳои обӣ зарур аст, ки комплекси омилҳои муайянкунандаи фаъолияти он - равандҳои экологӣ, гидрологӣ, гидродинамикӣ, антропогенӣ ва гидрометеорологӣ ба ҳисоб гирифта шаванд.

Таъсири антропогенӣ ба обанбор, пеш аз ҳама, аз рӯи шиддат (бор)-и биогении он муайян карда мешавад. Бинобар ин, ҳангоми тасвири ин раванд талаб карда мешавад, ки гардиши биогидрохимиявии моддаҳои биогенӣ, ки раванди сабзиши ҳосилро маҳдуд карда метавонанд, ба таври мукаммал ба ҳисоб гирифта шаванд.

Амсилаи консептуалӣ. Хусусияти таҳқиқоти мо, аз як тараф, дар он аст, ки барои муайянкунӣ ва арзёбии иқтидори моҳипарварии обанбор, бояд мо ҳам таркиби хӯрокаи (ратсион)-и моҳиҳои обанбор, ҳам таъсири мутақобилаи трофикии байни навъҳои гуногуни моҳӣ ва ҳам алоқамандии байни моҳиву дигар ҷузъҳо (компонентҳо)-и экосистемаро муфассал тасвир карда тавонем. Аз тарафи дигар, барои он ки мо ба раванди эвтрофикатсионии обанбор дуруст баҳо дода тавонем, бояд гардиши биогидрохимиявии моддаҳои онро ба таври муфассал тавсиф ва тасвир намоем [1., с. 100].

Аз ин рӯ, амсилаи консептуалиро бо дарназардошти шароит, хусусият ва муҳити экосистемаи обанбори «Норак» таҳия менамоем. Чунки дар обанбори «Норак» солҳои 1970-1980 таҳқиқоти илмии зиёде гузаронида шудааст ва онҳоро ҳамчун сарчашмаи илмӣ барои таҳияи мақола истифода мебарем.

Популятсияи моҳиёни обанборро мо вобаста ба тарзи дарёфти ғизо гурӯҳбандӣ менамоем. Мо популятсияи моҳиёни обанборро ба чор гурӯҳ ҷудо намуда, як гурӯҳи онро мавриди омӯзиш қарор медиҳем. Чунки ин гурӯҳ нисбат ба гурӯҳҳои дигар шумораашон нисбатан зиёд аст.

Яъне моҳиёни фитофаг, бентофаг ва детритофаг – *заҒорамоҳӣ, муйлабмоҳии оралӣ, ҷумҷумамоҳӣ*.

Дар амсилаи консептуалии экосистемаи обанбори «Норак» консентратсияи моҳиҳои гурӯҳи мазкурро мувофиқан бо тағйирёбандаи шартии M_{fbd} ишора мекунем. Дар асоси пойгоҳи ғизоии моҳиҳои обанбор ба амсила тағйирёбандаҳои зеринро дохил мекунем: F_{it} – *фитопланктон,* консентратсияи муттаҳидаи ҳамаи намудҳои обсабзҳои обанбор ва B_{ns} –*бентос,* консентратсияи муттаҳидаи организмҳои бентосӣ.

Тамоми он организмҳои зиндае, ки дар обанбор зиндагӣ мекунанд дар расми 1 оварда шудаанд.

Расми 1. Нақшаи ҷойгиршавии организмҳои зинда дар обанбор.

Аз сабаби он ки дар экосистемаи обанбор нақши омили маҳдудкунандаи сабзиши фитопланктонро унсури биогении карбон, нитроген ва фосфор бозӣ мекунад, бинобар ин, дар амсилаи консептуалӣ ҳар сеи ин унсурҳои биогениро ба ҳисоб гирифта, ин

равандро *таъсири маҳдудгузори бисёромила* меномем ва аз ишораҳои маъмули онҳо истифода мебарем: *P – консентратсияи фосфори ғайриорганикӣ; N – консентратсияи нитрогени ғайриорганикӣ; C – консентратсияи карбони ғайриорганикӣ* [1, с. 102].

Дар асоси меъёрҳои амсиласозӣ ва тарзи интихоби тағйирёбандаҳои амсила, мо барои тасвиру тавсифи экосистемаи обанбор аз ҳафт тағйирёбандаи фазавии M_{fbd}, F_{it}, B_{ns}, P, N, C ва D истифода мебарем.

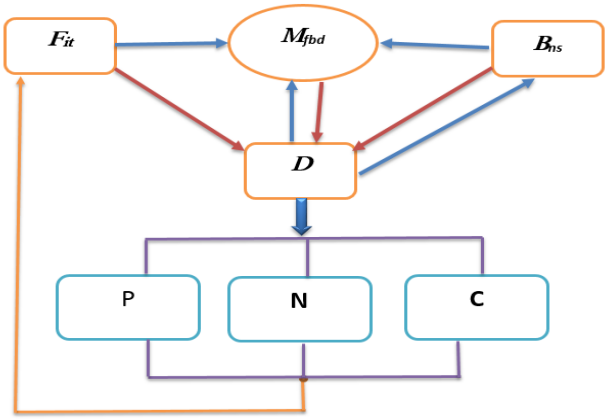
Ғизои дӯстдоштаи моҳиҳо (M_{fbd}) организмҳои бентосӣ (B_{ns}) ба ҳисоб мераванд. Ҳангоми норасоии бентос ин моҳиҳо ба истеъмоли ғизои ивазкунанда, яъне фитопланктон (F_{it}) мегузаранд. Дар мавриди норасоии ҳам ғизои дӯстдошта (B_{ns}) ва ҳам ивазкунандаи он (F_{it}), моҳиҳо (M_{fbd}) ба истеъмоли ғизои иҷборӣ, яъне детрит мегузаранд, ки таркиби он ба ғайр аз массаи органикии ғайризинда (ҷасади организмҳо, обсабзҳо ва растаниҳои олии обӣ), инчунин аз бактерияҳо (деструкторҳо) иборат мебошад.

Фитопланктон (F_{it}) мувофиқи қонунҳои стехиометрӣ ба сифати ғизоҳои истеъмолии худ аз унсурҳои биогении дар об ҳалшуда – консентратсияҳои умумии ғайриорганикии фосфор (P), нитроген (N) ва карбон (C) истифода мебарад.

Консентратсияҳои умумии ғайриорганикии фосфор (P), нитроген (N) ва карбони (C) қабати оби обанбор тибқи таносубҳои стехиометрии ин унсурҳои биогенӣ аз ҳисоби таҷзияи бактериявии детрити қабати об (D) барқарор ва пурра гардонида мешаванд.

Амсилаи риёзӣ. Амсилаи риёзии экосистемаи обанбори «Норак»-ро дар асоси диаграммаи селии амсилаи консептуалии популятсияи моҳиҳои экосистемаи обанбори «Норак» рӯйи кор оварда, тартиб медиҳем. Амсилаи риёзӣ барои тасвир намудани вобастагӣ ва алоқамандии тағйирёбандаҳои экосистемаи обанбор ва пурсамар идора кардани экосистемаи он пешбинӣ шудааст [3].

Амсилаи консептуалии экосистемаи обанбори «Норак»-ро дар чунин намуд тартиб медиҳем.



Расми 2. Диаграммаи селии амсилаи консептуалии популятсияи моҳиҳои экосистемаи обанбори «Норак».

Асоси амсилаи риёзии экосистемаи обанборро системаи ҳафт муодилаи дифференсиалии одии ғайрихаттӣ ташкил менамояд, ки он дар заминаи диаграммаи селии амсилаи консептуалии популятсияи моҳиҳои экосистемаи обанбори «Норак» ҳосил шудаанд:

$$\frac{dM_{fbd}}{dt} = Q_{F_{it}M_{fbd}} + Q_{B_{ns}M_{fbd}} + Q_{DM_{fbd}} - Q_{M_{fbd}D}$$

$$\frac{dF_{it}}{dt} = Q_{PF_{it}} + Q_{NF_{it}} + Q_{CF_{it}} - Q_{F_{it}M_{fbd}} - Q_{F_{it}D}$$

$$\frac{dB_{ns}}{dt} = Q_{DB_{ns}} - Q_{B_{ns}M_{fbd}} - Q_{B_{ns}D}$$

$$\frac{dD}{dt} = Q_{M_{fbd}D} + Q_{F_{it}D} + Q_{B_{ns}D} - Q_{DM_{fbd}} - Q_{DB_{ns}} - Q_{DP} - Q_{DN} - Q_{DC}$$

$$\frac{dP}{dt} = Q_{DP} - Q_{PF_{it}}$$

$$\frac{dN}{dt} = Q_{DN} - Q_{NF_{it}}$$

$$\frac{dC}{dt} = Q_{DC} - Q_{CF_{it}}$$

Ҳамин тавр, аз рӯйи амсилаҳои ҳосилшуда вазъи экосистемаи обанборро дар ҳар як лаҳзаи вақти додашуда бо ёрии консентратсияи ҳафт тағйирёбандаи интихобшуда муайян намуда, дурнамои вазъи экосистемаро таҳқиқ, таҳлил, пешгӯйӣ ва баҳо додан мумкин аст.

Сели моддаҳо. Гузариши сели моддаҳо аз блоки *i*-юм ба блоки *j*-юм бо воситаи формулаи зерин

$$Q_{ij} = f_j(T) \cdot \xi_j(L) \cdot r(i,j) \cdot \left(1 - \delta_j\right) \quad (1)$$

ҳисоб карда мешавад.

Масалан:

- истеъмоли ғизои дӯстдоштаи моҳиҳо (бентос – B_{ns})

$$Q_{B_{ns}M_{fbd}} = f_{M_{fbd}}(T) \cdot r(B_{ns}, M_{fbd}) \cdot (1 - \delta_{M_{fbd}}).$$

- истеъмоли ғизои ивазии моҳиҳо (фитопланктон – F_{it})

$$Q_{F_{it}M_{fbd}} = f_{M_{fbd}}(T) \cdot min\{[r(B_{ns_{cr}}, M_{fbd}) - r(B_{ns}, M_{fbd})], r(F_{it}, M_{fbd}) \cdot \eta(B_{ns})\} \cdot (1 - \delta_{M_{fbd}})$$

- истеъмоли ғизои иҷбории моҳиҳо (детрит – D).

$$Q_{DM_{fbd}} = f_{M_{fbd}}(T) \cdot min\{min\{[r(B_{ns_{cr}}, M_{fbd}) - r(B_{ns}, M_{fbd})], r(F_{it}, M_{fbd}) \cdot \eta(B_{ns})\} - min\{[r(F_{it_{cr}}, M_{fbd}) - r(F_{it}, M_{fbd})] \cdot \eta(B_{ns})\}, r(D, M_{fbd}) \cdot \eta(F_{it}) \cdot \eta(B_{ns})\} \cdot \left(1 - \delta_{M_{fbd}}\right).$$

Истеъмоли унсурҳои биогенӣ аз тарафи фитопланктон (F_{it}) мувофиқи таносубҳои стехиометрӣ [2, с. 21]:

- истеъмоли фосфор (P)

$$Q_{PF_{it}} = f_{F_{it}}(T) \cdot \xi_{F_{it}}(L) \cdot min\left\{\frac{r(P, F_{it})}{\chi_{PF_{it}}}, \frac{r(N, F_{it})}{\chi_{NF_{it}}}, \frac{r(C, F_{it})}{\chi_{CF_{it}}}\right\} \cdot (1 - \delta_{F_{it}})$$

- истеъмоли нитроген (N)

$$Q_{NF_{it}} = \chi_{NF_{it}} \cdot Q_{PF_{it}}$$

- истеъмоли карбон (C)

$$Q_{CF_{it}} = \chi_{CF_{it}} \cdot Q_{PF_{it}}$$

Раванди детритшавии моҳиҳо (M_{fbd}):

$$Q_{M_{fbd}D} = \omega_{M_{fbd}} \cdot M_{fbd} + \frac{\delta_{M_{fbd}}}{(1 - \delta_{M_{fbd}})} \cdot \left(Q_{F_{it}M_{fbd}} + Q_{B_{ns}M_{fbd}} + Q_{DM_{fbd}}\right)$$

Раванди детритшавии фитопланктон (F_{it}):

$$Q_{F_{it}D} = \omega_{F_{it}} \cdot F_{it} + \frac{\delta_{F_{it}}}{(1 - \delta_{F_{it}})} \cdot \left(Q_{PF_{it}} + Q_{NF_{it}} + Q_{CF_{it}}\right)$$

Раванди детритшавии бентос (B_{ns}):

$$Q_{B_{ns}D} = \omega_{B_{ns}} \cdot B_{ns} + \frac{\delta_{B_{ns}}}{(1 - \delta_{B_{ns}})} \cdot Q_{DB_{ns}}$$

Раванди таҷзияи детрит (D) то унсури биогении фосфор (P):

$$Q_{DP} = \frac{\chi_{PD} \cdot des \cdot f_D(T) \cdot D}{\chi_{PD} + \chi_{ND} + \chi_{CD} + \chi_{sedD}}$$

Раванди таҷзияи детрит (D) то унсури биогении нитроген (N):

$$Q_{DN} = \chi_{ND} \cdot Q_{DP}$$

Раванди таҷзияи детрит (D) то унсури биогении карбон (C):

$$Q_{DC} = \chi_{CD} \cdot Q_{DP}$$

ω_i – коэффитсиенти фавти организми навъи i-юмро ифода менамояд.

δ_i – коэффитсиенти метаболизми организми навъи i-юм, j, i – тағйирёбандаҳои амсила мебошанд.

Гузариши моддаҳо аз як сатҳи трофикӣ ба сатҳи дигар дар амсила бо ёрии функсияи трофикии s-шакли (2) тасвир карда мешавад.

$$r(i,j) = \frac{\mu_{ij} \cdot i^s}{K_{ij}^s + i^s} \cdot j \qquad (2)$$

Бо воситаи формулаи мазкур суръати истеъмоли ғизо (субстрат)-и i-юм аз тарафи организми j-юм, ки дар сатҳи трофикии болоӣ қарор дорад, муайян карда мешавад. Дар формулаи додашуда s (параметр) ифодагари каҷии графики функсияи трофикӣ буда, μ_{ij} коэффитсиенти суръати максималии истеъмоли ғизои i-юмро аз тарафи организми j-юм (*1/шб*) ва K_{ij} (коэффитсиент) нимсершавии организми j-юмро ҳангоми истеъмоли ғизои i-юм (*мг/л*) тавсиф менамоянд [2, с. 20].

Мувофиқи формулаи (2), масалан, истеъмоли бентос (B_{ns}), ҳамчун ғизои дӯстдоштаи моҳиҳо бо ёрии функсияи зерин

$$r\left(B_{ns}, M_{fbd}\right) = \frac{\mu_{B_{ns}M_{fbd}} \cdot B_{ns}^s}{K_{B_{ns}M_{fbd}}^s + B_{ns}^s} \cdot M_{fbd}$$

муайян карда мешавад. Истеъмоли мустақими унсурҳои биогенӣ, масалан фосфор (P), аз тарафи фитопланктон (F_{it}) низ айнан ҳамин тавр тасвир карда мешавад:

$$r(P, F_{it}) = \frac{\mu_{PF_{it}} \cdot P^s}{K_{PF_{it}}^s + P^s} \cdot F_{it}.$$

Хулоса ва натиҷаҳо. Амсилаҳои консептуалӣ ва риёзии коркардшудаи популятсияи моҳиҳои экосистемаи обанбори «Норак» имконият медиҳанд, ки:

– таркиби объекти таҳқиқотии тарҳрезишавандаи экосистемаи обанбори «Норак» дарк карда шавад;

– тарзҳои идоракунии объекти таҳқиқотӣ коркард шуда, роҳҳои нисбатан сода ва самараноки идоракунии он вобаста ба мақсаду меъёрҳои гузошташуда муайян карда шавад;

– дар заминаи амсилаҳои консептуалӣ ва риёзии сохташуда, рӯйи кор омадани абзори асосии таҳқиқотӣ ва идоракунии объект, яъне амсилаи компютерӣ дар назар аст, ки он барои муайян намудани дурнамои экосистемаи обанбори «Норак» нақши муҳим мебозад.

АДАБИЁТ:

1. Комилов, Ф.С. Тарҳрезии консептуалии популятсияи моҳиҳои экосистемаи обанбори пастоб / Ф.С. Комилов, И.М. Саидов // Паёми Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. Бахши илмҳои табиӣ, 2017. – №1/3. – С. 99-104. ISSN 2413-452X.
2. Комилов, Ф.С. Амсилаи математикии популятсияи моҳиҳои экосистемаи обанбори пастоб / Ф.С. Комилов, И.М. Саидов, Ф.Т. Шамсов // Паёми Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. Бахши илмҳои табиӣ, 2017. – №1/3. – С. 18-25. ISSN 2413-452X.
3. Комилов, Ф.С. Амсиласозии популятсияи моҳиҳои экосистемаи обанбор / Ф.С. Комилов, И.М. Саидов, Ф.Т. Шамсов // Ахбори шуъбаи тоҷикистонии Академияи илмҳои байналхалқии мактабҳои олӣ, 2017. – №1. – С. 58-71.
4. Комилов, Ф.С. Имитационное моделиирование динамики экосистем водохранилищ. – Душанбе: Амри илм, 1996. – 142 с.
5. Комилов Ф.С. Математическая модель экосистемы равнинного водохранилища. // Аграрная наука. Журнал межгосударственного совета по аграрной науке и информации стран СНГ. – М., 2003. – №9. – С. 24-26.

6. Комилов, Ф.С. Разработка концептуальной модели экосистемы рыбоводного пруда и её исследование на качественную устойчивость / С.З. Зайнудинов, Ф.С. Комилов, С.Х. Мирзоев, Ф. Акобирзода // Интерактивная наука, 2016. – № 4. – С. 18-22.
7. Комилов, Ф.С. Состояние и перспективы развития рыбоводства на примере форелевой аквакультуры в Таджикистане / Ф.С. Комилов, И.М. Саидов // Таджикистан и современный мир (Вестник Центра стратегических исследований при Президенте Республики Таджикистан), 2015. – № 7 (50). – С. 153-162.
8. Комилов, Ф.С. Обменная энергия прудовой рыбы и её зависимость от внешних факторов водной среды / Ф.С. Комилов, И.М. Саидов // Вестник Таджикского национального университета. Серия гуманитарных наук, 2015. – № 1/4 (168). – С.157-163.
9. Водохранилища мира. – М.: Наука, 1979. – 287 с.
10. Кайраккумское водохранилище. Результаты исследований по гидробиологии. – Душанбе: Дониш, 1982. – 288 с.

АМСИЛАИ КОНСЕПТУАЛӢ ВА РИЁЗИИ ПОПУЛЯТСИЯИ ЯК ГУРӮҲИ МОҲИҲО ДАР ЭКОСИСТЕМАИ ОБАНБОРИ НОРАК

Дар ин мақола масъалаҳои омӯзиш, таҳқиқ, таҳлил, идоракунӣ ва пешгӯии равандҳои экологии дар обанбори «Норак» рӯйдиҳанда мавриди омӯзиш қарор дода шудааст. Обанборҳо натанҳо ҳамчун махзани нигаҳдории оби ошомиданӣ, балки метавонанд ҳамчун манбаи дастрасӣ ба маҳсулоти моҳигӣ, коргоҳи истеҳсоли неруи барқ, сарчашмаи обёрии замин ва объекти истироҳатӣ хизмат намоянд.

Дар мақола амсилаи консептуалӣ ва риёзии популятсияи як гурӯҳи моҳиёни обанбори «Норак» пешниҳод гардидааст.

Ҳамин тариқ, таҳлилҳои гузаронидашуда нишон медиҳанд, ки амсилаҳои консептуалӣ ва риёзии сохташудаи экосистемаи обанборро барои омӯзиш ва таҳқиқи таъсири антропогенӣ бо махзанҳои сунъии обӣ истифода бурдан мумкин аст. Инчунин тавассути амсилаҳои сохташуда гузаронидани санҷишҳои компютерӣ имкон дорад. Бо ёрии амсилаи мазкур иттилооти таҷрибавиро таҳлил, самтҳои асосии тағйирёбии бори биогениро муайян, ба вазъи экосистема баҳо ва дурнамои онро пешгӯиву тарҳрезӣ намудан мумкин аст.

КАЛИДВОЖАҲО: омилҳои антропогенӣ, омилҳои биогенӣ, экосистема, амсила, обанбор, популятсия, моҳӣ, фитопланктон, зоопланктон, бентос, дитритофаг, фитофаг.

МАЪЛУМОТ ОИД БА МУАЛЛИФОН: Саидов Исроил Маҳмадович, номзади илмҳои техникӣ, ассистенти кафедраи информатикаи ДМТ. Тел.: (+992) 904-48-55-55; e-mail: isroil-84@list.ru.

Каримов Умед Мӯсоевич, ассистенти кафедраи информатикаи ДМТ. Тел.: (+992) 93-103-04-00; e-mail: umedjon_karimov@list.ru.

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПОПУЛЯЦИИ ОДНОЙ ГРУППЫ РЫБ В ЭКОСИСТЕМЕ НУРЕКСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

В данной статье говорится об исследовании, анализе управлении и рассмотрении экологического процесса в Нурекском водохранище. Водохранилище служит не только источником добычи рыб, выработки электроэнергии, орошения земель, но и объектом оздоровительного отдыха.

В даной статье говорится о концептуальной математической популяции одного из видов рыб в Нурекском водохранилище.

Таким образом, проведенные исследования показывают, что концептуальную и математическую модель построения экосистемы водохранилища для изучения и антропогенного влияния можно использовать в этом водохранилище. А также можно, опираясь на концептуальную математическую модель, проводить компютерные исследования. При помощи этой модели можно проводить практический анализ, выявить изменение биогенов, оценивать состояние экосистемы и перспективу.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: антропоген, биоген экосистема, модель, водохранилище, популяция рыбы фитоплантон, зоопланктон, бентос, дитритофат, фитофат.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Саидов Исроил Махмадович, кандидат технических наук, ассистент кафедры информатики ТНУ. Тел.: (+992) 904-48-55-55; e-mail: isroil-84@list.ru.

Каримов Умед Мусоевич, ассистент кафедры информатики ТНУ. Тел.: (+992) 93-103-04-00; e-mail: umedjon_karimov@list.ru.

CONCEPTUAL AND MATHEMATICAL MODEL OF THE POPULATION OF ONE GROUP OF FISHES IN NUREK RESERVOIR ECOSYSTEM

This article deals with research, analysis, management and consideration of the environmental process in Nurek reservoir. The reservoir serves not only as a source of fish extraction, electricity generation, irrigation of land, but also as an object of sanative recreation.

This article refers about the conceptual mathematical population of one of the fish species in Nurek reservoir.

Thus, the conducted studies show that the conceptual and mathematical model of the structure of the reservoir ecosystem for studying and anthropogenic influence can be used in this reservoir. And it is also possible, based on a conceptual mathematical model, to conduct computer studies. With the help of this model, it is possible to carry out a practical analysis, identify the nutrient abilities, what state the ecosystem is in, evaluate and predict it.

KEY WORDS: anthropogen, biogen ecosystem, model, reservoir, fish population phytoplanton, zooplanton, benthos, ditritophate, phytophate.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Saidov Isroil Makhmadovich, candidate of technical sciences, assistant of the department of informatics of TNU. Phone: (+992) 904-48-55-55; e-mail: isroil-84@list.ru.

Karimov Umed Musoyevich, assistant of the department of informatics of TNU. Phone: (+992) 93-103-04-00; e-mail: umedjon_karimov@list.ru.

РЕШЕНИЕ ЛИНЕЙНОЙ ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ

Мирзозода К.К.
Бохтарский государственный университет имени Носира Хусрава
Тагайназаров С.
Институт энергетики Таджикистана

Постановка задачи. Оптимальное и субоптимальное μ-управление. Рассмотрим линейную задачу оптимального управления дискретной системой:

$$Y(u) = c'x(t^*) \to \max_u, \tag{1}$$

$$X(t+1) = A(t)x(t) + B(t)u(t) + D(t)\xi(t), \tag{2}$$

$$X(t_*) = x_0 \epsilon X_*, X_* = \{x \div x = Gw + g, w_* \le w \le w^*\} \tag{3}$$

$$U_*(t) \le U(t) \le U^*(t), \tag{4}$$

$$\xi_*(t) \le \xi(t) \le \xi^*(t), t\epsilon T = [t_*, t_* + 1, \dots, t^* - 1] \tag{5}$$

$$h_* \le Hx(t^*) \le h^*. \tag{6}$$

Для элементов задачи(1)-(6) введем следующие названия: x(t)-n – вектор состояния системы (2), (3) в дискретный момент времени t; U (t)-r – вектор управляющих воздействий; $\xi(t)$-*K* – вектор неконтролируемых возмущений;

A(t), B(t), D(t), G, H- соответственно *nxn*-, *nxr*-, *nxk*-, *nxl*-, mxn- матрицы; *c*, *g*, *n* – W^*-*l* векторы h_*, h^* m – векторы; U_* (t) ; U^* (t),$t \in T$, - r – вектор функции ограничений на управляющие воздействия; $\xi_*(t)$, $\xi^*(t), t\epsilon T$, - K - вектор функции, определяющей границы неконтролируемых возмущений.

Обозначим:

$\Xi_t = \{\xi[\tau], t_* \le \tau \le t: \xi_*[\tau] \le \xi[\tau] \le \xi^*[\tau]\}$,

$\xi_t = (\xi(\tau), t_* \le \tau \le t), u_t = (u(\tau), t_* \le \tau \le t)$.

Определение 1. Множество $X(t+1;u) = X(t+1;u_t, X_*, \Xi_t) = \left\{ \begin{matrix} x(t+); \\ U_t, \xi_t, x_0): x_0 \epsilon X_*, \xi_t \epsilon \Xi_t \end{matrix} \right\}$,

Представляющее объединение всех состояний *x(t+1)* системы *(2), (3),* полученных для заданного управления u_t при всевозможных начальных состояниях $x_0 \epsilon X_*$ и возмущениях $\xi_t \epsilon \Xi_t$, назовем состоянием в момент времени *t+1* системы (2) в условиях неопределенности, соответствующим управлению u_t.

Пусть задана совокупность $\mu = (\alpha,\ d_*, d^*)$, где α- число, d_*, d^*- m – векторы.

*Определение 2.*_Управление U(t), tϵT, - удовлетворяющее неравенства (4), назовем μ -допустимым (или кратко, *μ-управлением*), если

$$X(t^*, u)c = \{\chi \epsilon R^n : h_* + \alpha d_* \le Hx \le h^* + \alpha d^*\}.$$

Число $Y(u) = \min\limits_{x \epsilon X(t^*_, u)} c'x$ будем называть гарантированным значением критерия качества на μ - допустимом управлении *U (t), tϵT.*

Определение 3. μ -управление $U^0=(U^0(t), t\epsilon T)$называется оптимальным, если $Y^*(U^0)=\max\limits_{u} Y^*(U)$.

Как известно (9), состояние x(t) дискретных систем с помощью матричной функции F(t, τ):

$F(t, \tau - 1)= F(t, \tau)\ A(\tau)$, $\tau=t_*, t_*+1, \ldots, t-1$,

$$F(t,t-1)=E, \tag{7}$$

Можно вычислять по формуле Коши

$$X(t) = \sum_{\tau=t_*}^{t-1} F(t,\tau)B(\tau)u(\tau) + \sum_{\tau=t_*}^{t-1} F(t,\tau)D(\tau)\xi(\tau) + F(t, t_* - 1)x_o. \tag{8}$$

Используя (8), задачу (1)- (6) сведем к эквивалентной задаче:

$$\sum_{t=t_*}^{t^*-1} C'F(t^*,t)B(t)u(t) + \sum_{t=t_*}^{t^*-1} C'F(t^*,t)D(t)\xi(t) + C'F(t^*, t_* - 1)x_o \to \max_{u},$$

$$h_* \le \sum_{t=t_*}^{t^*-1} HF(t^*,t)B(t)u(t) + \sum_{t=t_*}^{t^*-1} HF(t^*,t)D(t)\xi(t) + HF(t^*, t_* - 1)x_0 \le h^*,$$

$$u_*(t) \le u(t) \le u^*(t),\ \xi_*(t) \le \xi(t) \le \xi^*(t), t\epsilon T, x_0 \epsilon X_*.$$

Вводим обозначения

$C'(t)= C'F(t^*, t)\ B\ (t)$,

$\bar{H}(t)=HF(t^*,t)B(t)$,

$\bar{D}(t)=HF(t^*,t)D(t)$,

$\bar{G}=HF(t^*,t_*-1)$.

Оптимальное μ -управление $U^0=(U^0(t), t\epsilon T)$(в силу определения (3) можно искать как решение задачи

$$Y_1(u) \sum_{t\epsilon T} \bar{C}^I(t)u(t) \to \max_{u},$$

$$h_* + \alpha d_* \le \sum_{t\epsilon T} \bar{H}(t)u(t) + \sum_{t\epsilon T} \bar{D}(t)\xi(t) + \bar{G}x_o \le h^* + \alpha d^*, \tag{10}$$

$$U_*(t) \le U(t) \le U^*(t), \xi_*(t) \le \xi(t) \le \xi^*(t), t\epsilon T, x_0 \epsilon X_*.$$

Задача (10) представляет собой статическую задачу линейного программирования с $r(t^*-t_*)$ контролируемыми интенсивностями

$u_p(\tau), p = \overline{1,r}\ ;\ \tau\epsilon T u c K(t^* - t_*) + n$ неконтролируемыми интенсивностями

$$\xi_i(\tau), i = \overline{1,k}; \tau\epsilon T, x_n(t_*), \eta = \overline{1,\eta}.$$

2. Опора. Опорное управление. Пусть I_{on} – произвольное подмножество множества I={1,2, … , m}. На отрезке T выберем множество моментов $\tau_{on} = \{\tau j, j\epsilon Y_{on}\}$, где $Y_{on} = \{1,2, \ldots, J_{on}\}, J_{on} \le |I_{on}|$. Каждому моменту $\tau_j \epsilon \tau_{on}$ поставим в соответствие такой набор индексов $R_{on}(\tau_j) \varsigma R, R = \{1,2, \ldots, r\}$, что $|I_{on}| = |R_{on}|, R_{on} = \{R_{on}(\tau_j), j\epsilon J_{on}\}$.

Вводя обозначение $k_{on}=\{\tau_{on}, R_{ou}\}$, составим матрицу $\Phi(I_{on}, K_{on}) = (\bar{H}^{on}(I_{on}, P/\tau_j), \tau_j \epsilon \tau_{on}, P\epsilon R_{on}(\tau_j) j\epsilon J_{on})$, где символом $\bar{H}^{on}(I_{on}P/t)$ обозначен -ый столбец матрицы $\bar{H}^{on}(t)=\bar{H}^{on}(I_{on},R/t)$.

Определение 5. Совокупность $M_{on}=\{I_{on}K_{on}\}$ назовем опорой задачи - (6), если не вырождена опорная матрица: $\Phi(M_{on})= \Phi(I_{on},K_{on})$. Ввиду особой роли матрицы, обратной к $\Phi(M_{on})$, обозначим ее через $Q=(\Phi(M_{on}))^{-1}$. Проверка множества M_{on} на опорность осуществляется следующим образом. Как видно из (9), $h_i(t)i$-я строка матрицы $\bar{H}^{on}$ (t) равна $h'_{(i)}(t)=h'_{(i)} F(t^*,t)B(t)=\Psi_{(i)}^{\bar{H}'}(t)B(t)$, $\Psi_{(i)}^{\bar{H}^1}(t) = h_{(i)}^1 F(t^*, t)$, где $h_{(i)}$ – i-я строка матрицы H.

Используя (7) получим

$$\psi_{(i)}^{\bar{H}^1}(t) = h_{(i)}^1 F(t^*, t) = h_i^1 F(t^*, t+1)A(t+1) = \Psi_{(i)}^{\bar{H}^1}(t+1)A(t+1), i\epsilon I_{on}$$

$\psi_{(i)}^{\bar{H}}(t^*-1) = h_{(i)}$. Поэтому для проверки на опорность выбранного множества M_{on} найдем (I_{on}) решений $\psi_{(i)}^{\bar{H}}(t), t\epsilon T, i\epsilon I_{on}$, уравнения

$$\psi(t-1) = A^1(t)\psi(t), \tag{11}$$

с начальными условиями

$$\psi_i(t^*-1) = h_{(i)}, i\epsilon I_{on}. \tag{12}$$

Умножая эти решения в моменты $\tau_j \epsilon \tau_{on}$ на векторы $b_\rho(\tau_j)$, $\rho\epsilon R_{on}(\tau_j)$ – столбцы матрицыB (τ_j) , получим столбцы $\bar{H}^{on}(I_{on}, \mathrm{PI}\tau j), \tau j\epsilon\tau_{on}, P\epsilon R_{on}(\tau j), j\epsilon Y_{on}$, матрицы $\Phi(M_{on})$. Если $det\Phi(M_{on}) \neq$о, то M_{on}-опора.

Определение 6. Пару$\{u, M_{on}\}$ из μ – управления и опоры назовем опорным μ – управлением. Опорное μ управление будем называть прямо невырожденным, если $u_{*p}(t) < u_p(t) < u_p^*(t), t\epsilon\tau_{on}, p\epsilon R_{on}$, при всех $x_0 \epsilon x_*, \xi(t)\epsilon\Xi, t\epsilon T$, выполняются неравенства

$$h_{*H} + \alpha d_{*H} < \sum_{t\epsilon T} \bar{H}(I_H, R/t)u(t) + \sum_{t\epsilon T} \bar{D}(I_H, \Gamma/t)\xi(t) + \bar{G}(I_H, N)x_0 < h_H^* + \alpha d_H^*,$$

где $\Gamma=\{1,2, \dots к\}, N = \{1,2, \dots n\}$.

Определение 7. Функцию $w(t), t\epsilon T$, которая при заданном векторе ξ_{on} удовлетворяет уравнения

$$\xi_{on} = \sum_{t=t_*}^{t^*-1} \bar{H}^{on}(\mathrm{I}_{on}, R/t)w(t), \tag{13}$$

назовем псевдоуправлением, соответствующим вектору ϑ_{on}. Псевдоуправление w(t),tϵT, легко строится с помощью опоры. Для этого зададим произвольными $w_p(t), t\epsilon\tau_H = \frac{T}{\tau_{on}}, \rho\epsilon R; w\rho(t), t\epsilon\tau_{on}, p\epsilon R_H(t) = \frac{R}{R_{on}(t)}$, и запишем (13)в виде

$$\xi_{on} = \sum_{t\epsilon\tau_{on}} \sum_{p\epsilon R_{on}(t)} \bar{H}^{on}(\mathrm{I}_{on}, P/t)w_p(t) + \sum_{t\epsilon\tau_{on}} \sum_{p\epsilon R_H(t)} \bar{H}^{on}(\mathrm{I}_{on}, P/t)w_P(t) +$$

$$+ \sum_{t\epsilon\tau_H} \sum_{p\epsilon R} \bar{H}^{on}(\mathrm{I}_{on}, P/t)w_P(t).$$

Найдем отсюда

$w_{on} = \left(w_p(t), t\epsilon\tau_{on}, \rho\epsilon\, R_{on}(t)\right)$;

$W_{on} = Q\xi_{on} - \sum_{t\epsilon\tau_{on}} \sum_{p\epsilon R_{H(t)}} Q\, \bar{H}^{on}(I_{on,}P/t)W_p(t) + \sum_{t\epsilon\tau_H} \sum_{p\epsilon R} Q\bar{H}^{on}(I_{on,}P/t)W_p(t).$

Функция $W = \left(W_{on,} W_H\right)$где $W_H = (W_p(t), t\epsilon\tau_{on,}\rho\epsilon R_H(t);$
$W_p(t), t\epsilon\tau_{H,}\rho\epsilon R)$ и будет искомым псевдоупралением.

3. Формула приращения целевой функции. Наряду сопорным $\mu -$ управлением $\{U, M_{on}\}$ и соответствующим ему вектором $\cancel{Z}$:

$$\cancel{Z} = \sum_{t\epsilon T} \bar{H}\left(I, \frac{R}{t}\right) u(t) \tag{14}$$

рассмотрим управление $\bar{u}(t), t\epsilon T,$ удовлетворяющее при $\chi_0\epsilon X_{*,}\xi(t)\epsilon\Xi_{t,}t\epsilon T,$ опорной группе основных ограничений задачи (10):

$h_{*on} + \alpha d_{*on} \leq \sum_{t\epsilon T} \bar{H}^{on}\left(I_{on,}R/t\right)\bar{u}(t) + \sum_{t\epsilon T} \bar{D}\left(I_{on,}\Gamma/t\right)\xi(t) + \bar{G}\left(I_{on,}N\right)\chi_0 \leq h^*_{on}\ \alpha d^*_{on}.$

Отсюда

$$h_{*on} + \alpha d_* \leq \sum_{t\epsilon T} \bar{H}^{on}\left(I_{on,}R/t\right)u(t) + \sum_{t\epsilon T} \bar{H}^{on}\left(I_{on,}R/t\right)\Delta u(t) +$$

$$\sum_{t\epsilon T} \bar{D}(\mathrm{I}_{on}, \Gamma/t)\xi(t) + \bar{G}(\mathrm{I}_{on}, N)X_0 \leq h^*_{on} + \alpha d^*_{on},$$

или

$$h_{*on} + \alpha d_{*on} - \cancel{Z}_{on} \leq \sum_{t\epsilon T} \bar{H}(\mathrm{I}_{on}, R/t)\Delta u(t) +$$

$$+ \sum_{t\epsilon T} \bar{D}\left(I_{on,}\Gamma/t\right)\xi(t) + \bar{G}\left(I_{on,}N\right)\chi_o \leq h^*_{on} + \alpha d^*_{on} - \cancel{Z}_{on.}$$

Обозначив

$$\sum_{t\epsilon T} \bar{H}^{on}\left(I_{on,}R/t\right)\Delta u(t) = \Delta\cancel{Z}_{on}\ , \tag{15}$$

последнее неравенство запишем в виде

$$h_{*on} + \alpha d_{*on} - \cancel{Z}_{on} \leq \Delta\cancel{Z}_{on} + \sum_{t\epsilon T} \bar{D}\left(I_{on,}\Gamma/t\right)\xi(t) + \bar{G}\left(I_{on,}N\right)\chi_0 \leq h^*_{on} +$$
$$+\alpha d^*_{on} - \cancel{Z}_{on}. \tag{16}$$

Исследуем, каким должен быть вектор $\Delta\cancel{Z}_{on,}$ чтобы неравенство (16) имело место при любых $\chi_0\epsilon\mathrm{X}_{*,}\xi(t)\epsilon\Xi, t\epsilon T$. Для этого, неравенство (16) запишем в компонентной форме

$$h_{*i} + \alpha d_{*i} - \cancel{Z}_i \leq \Delta\cancel{Z}_i + \sum_{t\epsilon T} \bar{D}(i, \Gamma/t)\xi(t) + \bar{G}(i, N)\chi_0 \leq h^*_i + \alpha d^*_i - \cancel{Z}_{i,} i\epsilon I_{on.}$$

Подсчитаем

$$\varphi_{*i} = \min_{\chi_0\epsilon\mathrm{X}_{*,}\xi(t)\epsilon\Xi_t} \left[\sum_{t\epsilon T} \bar{D}(i, \Gamma/t)\xi(t) + \bar{G}(i, N)\chi_0\right]$$

$$\varphi^*_i = \max_{X_0\epsilon\mathrm{X}_{*,}\xi(t)\epsilon\Xi_t} \left[\sum_{t\epsilon T} \bar{D}(i, \Gamma/t)\xi(t) + \bar{G}(i, N)\chi_0\right] \tag{17}$$

$$\alpha_{*i} = h_{*i} + \alpha d_{*i} - \varphi_{*i,}$$
$$\alpha^*_i = h^*_i + \alpha d^*_i - \varphi^*_{i,} i\epsilon I_{on.}$$

Вектор $\Delta\cancel{Z}_{on}$ будет удовлетворять неравенство (16) при всех $\chi_0\epsilon\mathrm{X}_*, \xi(t)\epsilon\Xi, t\epsilon T,$ тогда и только тогда, когда его компоненты $\Delta\cancel{Z}_{i,} i\epsilon I_{on}$,стеснены не равенствами

$\alpha_{*i} - \cancel{Z}_i \leq \Delta\cancel{Z}_i \leq \alpha^+_i - \cancel{Z}_i, i\epsilon I_{on}$

По вектору $\Delta Ƶ_{on}$ на основании (15) построим вектор $\Delta u = (\Delta u_{on}, \Delta u_H)$:

$$\Delta u_{on} = Q(\Delta Ƶ_{on} - \sum_{t\epsilon\tau_{on}} \sum_{p\epsilon R_H(t)} \bar{H}^{on}(I_{on}, P/t)\Delta u_p(t) - \sum_{t\epsilon\tau_H} \sum_{p\epsilon R} \bar{H}^{on}(I_{on,}P/t)\Delta u_p(t) \quad (18)$$

Где $\Delta u_{on} = \left(\Delta u_p(t), p\epsilon R_{on}(t), t\epsilon\tau_{on}\right)$.

Таким образом, какими бы ни взять вектор $\Delta Ƶ_{on} = \left(\Delta Ƶ_{i,} i\epsilon I_{on}\right)$ и неопорного компонента управления

$\Delta u_H = (\Delta u_p(t), p\epsilon R_H(t),$

$t\epsilon\tau_{on};\ \Delta u_p(t), t\epsilon\tau_{H,} p\epsilon R)$, можно, вычислив по формуле (18) вектор$\Delta u_{on,}$ получить такой вектор $\Delta u = \left(\Delta u_{on,} \Delta u_H\right)$, добавление которого к $u(t), t\epsilon T$, даст управление $\bar{u}(t) = u(t) + \Delta u(t), t\epsilon T$, на котором выполняется равенство $Ƶ_{on} + \Delta Ƶ_{on} = \bar{Ƶ}_{on}$. Положим $\Delta u(t) = \bar{u}(t) - u(t), t\epsilon T$, и подсчитаем приращение критерия качества задачи (10)

$$\Delta Y,(u) = Y,(\bar{u}) - Y,(u) = \sum_{t\epsilon T} C'(t)\bar{u}(t) - \sum_{t\epsilon T} C'(t)u(t) = \sum_{t\epsilon T} C'(t)\Delta u(t). \quad (19)$$

Преобразуем (19), используя соотношение (18):

$$\Delta Y,(u) = \sum_{t\epsilon T} \sum_{p\epsilon R} C_p(t)\Delta u_p(t) = \sum_{t\epsilon\tau_{on}} \sum_{p\epsilon R} c_p(t)\,\Delta u_p(t) +$$

$$+ \sum_{t\epsilon\tau_H} \sum_{p\epsilon R} C_p(t)\Delta u_p(t) = \sum_{t\epsilon\tau_{on}} \sum_{p\epsilon R_{on}(t)} C_p(t)\Delta u_p(t) +$$

$$+ \sum_{t\epsilon\tau_{on}} \sum_{p\epsilon R_{H(t)}} C_p(t)\Delta u_p(t) + \sum_{t\epsilon\tau_H} \sum_{p\epsilon R} C_p(t)\Delta u_p(t) = \quad (20)$$

$$= C'_{on}\Delta u_{on} + \sum_{t\epsilon\tau_{on}} \sum_{p\epsilon R_H(t)} C_p(t)\Delta u_p(t) + \sum_{t\epsilon\tau_H} \sum_{p\epsilon R} C_p(t)\Delta u_p(t) =$$

$$= C'_{on}Q\Delta Ƶ_{on} - \sum_{t\epsilon\tau_{on}} \sum_{p\epsilon R_H(t)} C'_{on}Q\,\bar{H}^{on}\left(\mathrm{I}_{on,}P/t\right)\Delta u_p(t) -$$

$$- \sum_{t\epsilon\tau_H} \sum_{p\epsilon R} c'_{on}Q\bar{H}^{on}(\mathrm{I}_{on,}P/t)\Delta u_p(t) + \sum_{t\epsilon\tau_{on}} \sum_{P\epsilon R_H(t)} C_p(t)\Delta u_p(t) +$$

$$+ \sum_{t\epsilon\tau_H} \sum_{p\epsilon R} C_p(t)\Delta u_p(t), \quad (20)$$

где $\mathrm{C}_{on} = (C_p(t), p\epsilon R_{on}(t), t\epsilon\tau_{on.})$

Вектор потенциалов для задачи оптимального управления обозначим через ν: $\nu^I_{on} = C^I_{on}Q, \nu_H = 0$ (21)

Для подсчета $\mathrm{C}_{on} = \left(C_p(t), P\epsilon R_{on}(t), t\epsilon\tau_{on}\right)$ найдем решение $\Psi(t)$, $t\epsilon T$, уравнения (11) с начальным условием $\Psi^c(t^* - 1) = C$ и положим $C(t) = B^I(t)\Psi^C(t)$.

Тогда формула приращения (20) критерия качества примет вид

$$\Delta Y_1(u) = \nu'_{on}\Delta Ƶ_{on} - \sum_{t\epsilon\tau_{on}} \sum_{p\epsilon R_H(t)} (\nu^I\bar{H}^{on}(I_{on,}P/t)C_p(t))\Delta u_p(t) -$$

$$- \sum_{t\epsilon\tau_H} \sum_{P\epsilon R} (\nu'\bar{H}^{on}\left(\mathrm{I}_{on,}\frac{P}{t}\right) - C_P(t))\,\Delta u_P(t) \quad (22)$$

Обозначив

$\Delta_p(t) = \nu_{on}^I \bar{H}^{on}\left(I_{on,}P/t\right) - C_p(t),$
из (22) получим окончательную формулу приращения
$$\Delta Y_1(u) = \nu_{on}^I \Delta Z_{on} - \sum_{t\epsilon\tau_{on}} \sum_{P\epsilon R_H(t)} \Delta_P(t)\Delta u_P(t) - \sum_{t\epsilon\tau_H} \sum_{P\epsilon R} \Delta_P(t)\Delta u_P(t). \quad (23)$$
Функцию
$\Delta(t) = \bar{H}^{on^I}\left(I_{on,}R/t\right)\nu_{on} - C(t), t\epsilon T.$(24)
будем называть коуправлением, сопровождающим опору $M_{on.}$

Приведем другой способ вычисления коуправления. Согласно соотношениям (9) имеем:
$\Delta^I(t) = \nu_{on}^I H^{on} F(t^*, t)B(t) - C^I F(t^*, t)B(t) =$
$= (H^{on^I}\nu_{on} - C)^I F(t^*, t)B(t), t\epsilon T.$
Введем функцию
$\Psi'(t) = -(H^{on'}\nu_{on} - C)'F(t^*, t), t\epsilon T.$
Используя (7) , получим
$\Psi'(t-1) = -(H^{on'}\nu_{on} - C)'F(t^*, t-1) = -(H^{on'}\nu_{on} - C)'F(t^*,t)\ A\ (t) =$
$= \Psi'(t)A(t), t\epsilon T,$
$$\Psi(t^* - 1) = C - H^{on'}\nu_{on.}$$
Таким образом, функция $\Psi(t), t\epsilon T,$ есть решение уравнения.
$\Psi(t-1) = A^I(t)\varphi(t),$ (25)
с начальным условием
$$\Psi(t^* - 1) = C - H^{on^I}\nu_{on.} \quad (26)$$
Уравнение (25) называется сопряженной системой. Его решение $\Psi(t), t\epsilon T$, с начальным условием (26) назовем котраекторией, сопровождающей опорное управление $\{u, M_{on}\}$. Hетрудно заметить, что
$$\Psi(t) = \Psi^C(t) - \sum_{i\epsilon I_{on}} \nu_i \Psi_i^H(t), t\epsilon T,$$
$$\Delta_p(t) = 0, p\epsilon R_{on}(t), t\epsilon\tau_{on}$$
Приведенные вычисления показывают, что коуправление (24) выражается через котраекторию следующим образом:
$$\Delta(t) = -B^I(t)\Psi(t), t\epsilon T \quad (27)$$
4. Критерий оптимальности. Пусть $\{u^0(.), M_{on}^0\}$ – опорное μ-управление. Следуя (14), (21), (27), (17), подсчитаем сопровождающие его вектор $Z_{on,}^o$ вектор потенциалов ν^0, коуправление $\Delta^0(t), t\epsilon T,$ векторы
$\alpha_{*on} = \left(\alpha_{*i,} i\epsilon I_{on}\right), \alpha_{on}^* = (\alpha_i^*, i\epsilon I_{on}).$
Это доказывается при использовании формулы (23).

Теорема. Для оптимальности μ − управления $u^0(t), t\epsilon T,$ достаточно выполнение соотношений:

$\nu_i^0 \geq 0$ при $Z_i^0 = \alpha_i^*,$
$\nu_i^o \leq 0$ при $Z_i^o = \alpha_{*i},$ (28)
$\nu_i^o = 0$ при $\alpha_{*i} < Z_i^o < a_i^*, i\epsilon I_{on};$
$\Delta_p^0(t) \geq 0$ при $u_p^0(t) = u_{*p}(t)$
$\Delta_p^0(t) \leq 0$ при $u_p^0(t) = u_p^*(t),$(29)
$\Delta_p^0(t) = 0$ при $u_{*p}(t) < u_p^0(t) < u_p^*(t),$
$\left(t\epsilon\tau_{on,} p\epsilon R_H(t), t\epsilon\tau_{H,} p\epsilon R\right).$

Пусть $\{u^0(.), M_{on}^0\}$ − невырожденное опорное управление.
Тогда условия (28) , (29) необходимы для оптимальности μ-управления $u^o(t), t\epsilon T.$

Следуя традициям теории оптимального управления, сформулируем критерий оптимальности в экстремальной форме. Для этого введем функции $h(\nu, z) = \nu^I Z$, $H(\Psi, u, t) = \Psi^I B(t)U$.

Теорема. Для оптимальности μ-управления $u^o(t), t\epsilon T$,достаточно существования такой опоры M_{on}^o, при котором вдоль опорного μ-управления $\{u^o(.), M_{on}^o\}$ и соответствующих ему векторов $\nu^0 Z^o$ траектории $\Psi^0(t), t\epsilon T$,
При сопряженной системы (25), (26) выполнялись условия

$$h(\nu^0, Z^o) = \max_{\alpha_* \le Z \le \alpha *} h(\nu^o, Z), \tag{30}$$

$$H(\Psi^o(t), u^o(t), t) = \max_{u_* \le u \le u^*} H\,(\Psi^0(t), u, t), t\epsilon T.$$

Если $\{u^o(.), M_{on}^o\}$–невырожденное опорное μ-управление, то для оптимальности μ-управления $u^o(t), t\epsilon T$, необходимо, чтобы вдоль
$\{u^o(.), M_{on}^o\}, \nu^o, Z^o, \Psi^o(t), t\epsilon T$ выполнялись соотношения (30).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бутковский А.Г. Методы управления системами с распределёнными параметрами. – М.: Наука, 1975. – 568 с.
2. Евтущенко Ю.Г. Методы решения экстремальных задач и их применение в системах оптимизации. – М.: Наука, 1982. – 432 с.
3. Тагайназаров С. Оптимизация динамической системы управления в условиях неопределённости. Тезисы докладов. – Минск, 1989.– С. 232-233.
4. Тагайназаров С. Оптимальное управление линейной системой в условиях неопределенности. – Минск, 1989. – 40 с. Библиогр.:5-назв.-/ БГУ им. В.И. Ленина. Деп. в ВИНИТИ 28.02.89. – № 1364-В89.
5. Штофф, В.А. Моделирование и философия / В.А. Штофф. – М.-Л.: Наука, 1956. –348 с.

ҲАЛЛИ МАСЪАЛАҲОИ ХАТТӢ БО ИДОРАКУНИИ ОПТИМАЛӢ ДАР ШАРОИТИ НОМУАЙЯНӢ

Дар мақола ҳалли масъалаҳои хаттӣ бо идоракунии оптималӣ дар низоми фосиладор, формулаи афзоиши функсяи мақсаднок ва ғайра мавриди баррасӣ қарор ёфтаанд. Инчунин, аз ҷониби муаллифон 6 таъриф оварда ва бо мисолҳо исбот карда шудаанд.

КАЛИДВОЖАҲО: муносибгардонӣ, низоми фосиладор, низоми хаттӣ, функсияи векторӣ, μ-идоракунии такягоҳӣ, назария, барномасозӣ, усул, тадқиқот, ҷараён.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Мирзозода Кибриё Қара, номзади илмҳои педагогӣ, саромӯзгори кафедраи методикаи таълими физикаи ДДБ ба номи Носири Хусрав. Тел.: (+992) 987-54-80-88.

Тагайназаров Суфхонали, кандидат физико-математических наук, ст. преподаватель кафедры математико-экономических наук ИЭТ.

РЕШЕНИЕ ЛИНЕЙНОЙ ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ

В данной статье рассмотрены решение линейной задачи оптимального управления дискретной системой, опимальное управление, опорное управление, формула приращения целевой функции и др. Также, авторами приведены 6 определений и доказаны примерами.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: оптимизация, дискретная система, линейная система, вектор-функция, опорное μ-управление, теория, программирования, метод, исследование, процесс.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Мирзозода Кибриё Кара, кандидат педагогических наук, ст. преподаватель кафедры методики преподавания физики БГУ имени Носира Хусрава. Тел.: (+992) 987-54-80-88.

Тагайназаров Суфхонали, кандидат физико-математических наук, ст. преподаватель кафедры математико-экономических наук ИЭТ.

SOLVING A LINEAR OPTIMAL CONTROL PROBLEM UNDER UNCERTAINTY

This article deals with the solution of the linear problem of optimal control of a discrete system, optimal control, reference control, the formula for the increment of the objective function, etc. Also, the authors give 6 definitions and prove them by examples.

KEY WORDS: optimization, discrete system, linear system, vector function, reference control, theory, programming, method, research, process.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Mirzozoda Kibrie Kara, candidate of pedagogical sciences, senior lecturer of the department of methods of teaching physics of BSU named after Nosiri Khusrav. Phone: (+992) 987-54-80-88.

Tagainazarov Sufkhonali, candidate of physico-mathematical sciences, senior lecturer of the department of mathematical and economic sciences of IET.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СМЕСЕЙ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ПЕРОКСИДА ВОДОРОДА И ЭТИЛЕНГЛИКОЛЯ С ДОБАВКОЙ НАНОФЕРОМАГНЕТИКОВ ПРИ ВЫСОКИХ ПАРАМЕТРОВ СОСТОНИЯ

Зарипов Дж.А., Сафаров М.М., Зарипова М.А.
Таджикский технический университет имени акад. М.С. Осими.

Эффективность работ по проектированию теплотехнического, химического и многих других видов современного оборудования невозможно без знания численных значений основных физико-химических, термодинамических, кинетических параметров рабочих тел. Экспериментальное получение вышеперечисленных констант, помимо прочего, позволяет дополнять, совершенствовать наши знания о природе многих физических процессов, что имеет и практическое применение. Особенно это касается современной энергетики.

В настоящее время во всем мире наблюдается повышенный интерес к вопросам энергоэффективности. Решение проблем недостатка или экономии энергоресурсов, как правило, находится в плоскости местных географических возможностей. Таджикистан находится на юге бывшего Советского Союза, количество солнечных дней в нем достигает в среднем 260 в год по всей территории республики. Кроме богатой возможности использования гидроресурсов для выработки электроэнергии в республике возрастает интерес к ресурсам, связанными с солнечной радиацией. Для получения горячей воды и использования ее в бытовых и промышленных целях при современном развитии техники в зонах богатых солнечной энергией часто предлагается использовать солнечные коллектора.

Солнечный коллектор имеет несколько разновидностей: вакуумный, двухконтурный, плоский и т.п. но каждый из них имеет разновидностью теплообменников. Эффективность каждого из видов коллекторов в значительной мере определяется конкретным теплоносителем, использующимся для восприятия, переноса и передачи теплоты. Эти способности теплоносителя определяются его теплофизическими характеристиками (коэффициентом теплопроводности, температуропроводности, теплоемкости и др.).

Для исследовательских или проектных работ по анализу и выбору схем, конструкций гелиевого коллектора необходимо создания математических моделей процессов, происходящих во время его работы. Математическое моделирование значительно сокращает временные и материальные затраты на получение основных параметров работы устройств по сравнению с физическим экспериментом, однако достоверность результатов численного моделирования напрямую зависит от экспериментальных данных по теплофизическим параметрам применяемых материалов. В том числе, это касается теплофизических параметров теплоносителя. Необходимо отметить, что под воздействием повышенных температур в некоторых теплоносителях, например, в водном растворе пероксида водорода, наблюдаются процессы термического разложения, что приводит к ухудшению их эксплуатационных свойств.

Таким образом, исследование теплофизических параметров теплоносителей, кинетики их термического разложения является актуальным и имеет практическое применение. Использование этих экспериментальных данных при моделировании процессов в различных теплообменниках позволяет более точно проанализировать эффективность выбранных конструктивных решений, определить время «живучести» теплоносителя до ухудшения его свойств. В последнее время существует большой интерес к использованию в качестве теплоносителей, таких веществ, свойства которых подается регулировке благодаря воздействию силовых полей. В том числе электромагнитных. Разработан целый ряд таких магнитных жидкостей.

Исследование термодинамических и физико-химических свойств с учетом процессов меж частичных взаимодействий и ориентационных эффектов, развивающихся в магнитных жидкостях под действием магнитного поля, температуры и давления является весьма актуальной задачей. Исследование магнитных жидкостей представляет собой большое теоретическое значение, что связано с фундаментальными физико-химическими проблемами. Своего практического применения такие вещества находят в машиностроении, электронике, медицине, космической технике и т.д. [1-13].

Изучение теплофизических свойств теплоносителей способствует развитию и совершенствованию современных представлений о параметрах жидкого состояния, выяснению механизма межмолекулярного взаимодействия в конкретных веществах, выбранных в качестве теплоносителей.

Практическая значимость

1. Разработанные экспериментальные установки и методики определения значений физико-химических и термодинамических параметров используются в научных целях и в учебных процессах;
2. Полученные экспериментальные данные по физико-химическим, термодинамическим параметрам исследуемых систем и кинетике их термического разложения рекомендуются для применения в конструкторских и научных расчетах;
3. Результаты численного исследования солнечных коллекторов могут быть использованы для анализа существующих и использующихся конструкций в целях повышения их эффективности.

Заключение:

- изучены физико-химические, термодинамические свойства и термограммы системы (этиленгликоль + вода + манганиты, пероксид водорода + вода + манганиты) в интервале температур (298-423) К, давления (0,101-49,01) Мпа;

- на основе установки измерителя теплоемкости ИТ–*с*–400, которая разработана Платуновым Е.С. и его учениками (г. Санкт-Петербург), усовершенствована экспериментальная установка для измерения теплоемкости жидкостей (установка разработанной профессором Сафаровым М.М.) в интервале температур 273– 473К при различном давлении (0,101-49,01) Мпа;

по методу монотонного разогрева. Разработан блок автоматизированной обработки данных с датчиков, предусмотрена возможность проведения измерений в условиях увеличения давления выше атмосферного;

- впервые получены экспериментальные данные по физико-химическим, термодинамическим свойствам, изменения адиабатической температуры исследуемых образцов системы (этиленгликоль + вода + манганиты, (La_ySrMnO_{3-x}, при $y<x$) и растворов пероксида водорода и воды;

-установлено, что добавление манганитов системы (La_ySrMnO_{3-x}, при $y<x$) существенно влияет на изменение физико-химических и термодинамических свойств растворов пероксида водорода, этиленгликоля и воды;

- для расчета эффективности солнечных двухконтурных коллекторов с учетом нового поколения теплоносителя (этиленгликоль + вода, пероксид водорода + вода) использована программа для ЭВМ «Sunmedia». Рассчитан КПД солнечных двухконтурных коллекторов. Установлено, что для системы этиленгликоль + пероксида водорода эффективность ПСК увеличивается с 18% до 60%;

- установлено, что изменение вектора индукции магнитного поля увеличивает температуропроводность исследуемых теплоносителей, а также растворов, которые имеют некоторое количество манганитов и магнитных порошков.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Амирханов, Х.И. Экспериментальное исследование теплопроводности воды / Х.И. Амирханов, А.П. Адамов, У.Б. Магомедов. Ин-т физики Дагест. филиала АН СССР. – Махачкала: Ин-т физики ДНЦ РАН, 1974. – 42 с.
2. Александров, А.А. Теплофизические свойства воды при атмосферном давлении. / А.А. Александров, М. С. Трахтенгерц – М.: изд – во стандарты, 1977. – 471с.
3. Arrhenius S. Z. Ueber die Reaktionsgeschwindigkeit bei der Inversion von Rohrzucker durch Säuren // Z. phys. Chem. – 1889. –Bd.4. – P. 226–248.
4. Алиев, А.М. Магнетокалорические свойства манганитов $La_{0.7}$ $Ca_{0.3}$ MnO_3 с изотопическим замещением ^{16}O - ^{18}O / А. М. Алиев. И. К. Камалов // Физика фазовых переходов: сб. тр. 20 Всеросс. шк. - семинара молодых ученых, посвящ. 55-летию создания Ин – та физики и 105-летию со дня рожд. чл.-корр. АН СССР Х. И. Амирханова. – Махачкала: Ин – т физики ДНЦ РАН, 2012. – С. 95–97.
5. Балыкин, В.П. Кинетические особенности процесса термической деструкции тетрааминкупросульфата / В.П. Балыкин, Т.Н. Исаева // Термический анализ и калориметрия (RTAC – 2013): сб. тр. Междунар. науч.-техн. конф., С.-Петербург, 23 – 28 сент. 2013 г. – СПб.: Изд – во Политехн. ун – та, 2013. – С. 39 – 42.
6. Барбин, Н.М. Термический анализ процесса сжигания радиоактивного графита в расплаве Na_2CO_3-KCO_3-SnO_2 / Н.М. Барбин, А.В. Пешков, В.М. Замятин // Термический анализ и калориметрия (RTAC – 2013): сб. тр. Междунар. науч.-техн. конф., С.-Петербург, 23 – 28 сент. 2013 г. – СПб.: Изд – во Политехн. ун – та, 2013. – С. 56 – 58.
7. Бехтерева, Е.М. Фазовые равновесия в трехкомпонентной взаимной системе Na, K||I, WO_4 / Бехтерева Е. М., Е. О. Игнатьева, И. К. Гаркуши // Термический анализ и калориметрия (RTAC – 2013): сб. тр. Междунар. науч.-техн. конф., С.-Петербург, 23 – 28 сент. 2013 г. – СПб.: Изд – во Политехн. ун – та, 2013. – С. 58–60.
8. Barrett, T. Thermal conductivity of liquids and solids / T. Barratt, H. Nettleton // Int. critical tables of numerical data, physics, chemistry and technology. – N. Y.: McGraw-Hill, 1929. – Vol. 5. – P. 218–233.
9. Bach, J. In stationare Messung der warmeleifahigkeit mit optischer Registrie-rung / J. Bach, U. Grigull // Warme und Stoffubertragung. – 1970. – Bd. 3. – P. 44–57.
10. Баштовой, В. Г. Введение в термомеханику магнитных жидкостей / В. Г. Баштовой, Б. М. Берковский, А. Н. Вислович. – М.: Ин-т высоких температур АН СССР, 1985. – 188 с.
11. Берковский, Б. М. Магнитные жидкости / Б.М. Берковский, В.Ф. Медведев, Н.С. Крипов. – М.: Химия, 1989. – 240 с.
12. Берналь, Дж. Структура воды и в ионных растворах / Дж. Берналь, Р. Фаулер // Успехи физ. Наук, 1934. – Т. 14, вып. 5. – С. 586–644.
13. Богородицкий, Н.П. Электротехнические материалы / Н.П. Богородицкий, В. В. Пасынков, Б. М. Гареев. – Л.: Энергоатомиздат, 1985. – 304 с.

ХОСИЯТҲОИ ФИЗИКӢ-ХИМИЯВИИ ОМЕХТАИ МАҲЛУЛҲОИ ОБИИ ПЕРОКСИДИ ГИДРОГЕН ВА ЭТИЛЕНГЛИКОЛ БО ИЛОВАИ НАНОФЕРОМАГНЕТИКҲО ДАР ПАРАМЕТРҲОИ БАЛАНДИ ҲОЛАТ

Дар ин мақола самаранокии кор оид ба лоиҳакашии таҷҳизоти теплотехникӣ, химиявӣ ва намудҳои дигари онҳо таҳлил гардидааст. Таъкид мешавад, ки бе донистани қиматҳои ададии параметрҳои асосии физикӣ-химиявӣ, термодинамикӣ ва кинетикӣ самарабахшии чунин кор ғайриимкон мебошад. Ба таври озмоишӣ ба даст овардани ин константаҳо имкон медиҳад, ки донишҳои мо дар бораи табиати равандҳои зиёди физикӣ васеъ гардида, дар баробари ин, он махсусан дар энергетикаи муосир аҳамияти муҳимми амалӣ дорад.

Муаллифон таъкид месозанд, ки омӯзиши хосиятҳои теплофизикии ҳомилони гармо ба рушд ва такмили тасаввуроти муосир дар хусуси параметрҳои ҳолати моеъ, дарки механизмҳои таъсири мутақобилаи байнимолекулярӣ дар моддаҳои мушаххасе, ки ба сифати ҳомилони ҳарорат интихоб шудаанд, мусоидат менамояд.

КАЛИДВОЖАҲО: таҷҳизот, параметрҳои физикӣ-химиявӣ, самаранокии энергетикӣ, гармигузаронандагӣ, коллектори офтобӣ, амсиласозии математикӣ, таҷзияи термикӣ.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Зарипов Ҷамшед Абдусаломович, номзади илмҳои техникӣ, саромӯзгори кафедраи теплотехника ва таҷҳизоти теплотехникии ДТТ ба номи ак. М. Осимӣ. Тел.: (+992) 919-62-33-26; e-mail: dzamshed-zaripov@mail.ru

Сафаров Маҳмадалӣ Маҳмадиевич, доктори илмҳои техникӣ, профессор, Корманди хизматнишондодаи илм ва техникаи Тоҷикистон, профессори кафедраи теплотехника ва таҷҳизоти теплотехникии ДТТ ба номи ак. М. Осими. Тел.: (+992) 951-63-15-85; e-mail: mahmad1@list.ru

Зарипова Моҳира Абдусаломовна, доктори илмҳои техникӣ, дотсенти кафедраи теплотехника ва таҷҳизоти теплотехникии ДТТ ба номи ак. М. Осими. Тел.: (+992) 93-181-57-19; e-mail: mohira.zaripova@list.ru

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СМЕСЕЙ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ПЕРОКСИДА ВОДОРОДА И ЭТИЛЕНГЛИКОЛЯ С ДОБАВКОЙ НАНОФЕРОМАГНЕТИКОВ ПРИ ВЫСОКИХ ПАРАМЕТРОВ СОСТОНИЯ

В статье представлен анализ по эффективности работ по проектированию теплотехнического, химического и многих других видов современного оборудования. Подчеркивается, что эффективность этих работ невозможно без знания численных значений основных физико-химических, термодинамических, кинетических параметров рабочих тел. Экспериментальное получение вышеперечисленных констант, помимо прочего, позволяет дополнять, совершенствовать наши знания о природе многих физических процессов, что имеет и практическое применение. Особенно это касается современной энергетики.

Авторы утверждают, что изучение теплофизических свойств теплоносителей способствует развитию и совершенствованию современных представлений о параметрах жидкого состояния, выяснению механизма межмолекулярного взаимодействия в конкретных веществах, выбранных в качестве теплоносителей.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: оборудование, физико-химические параметры, энергоэффективность, теплопроводность, солнечный коллектор, математическое моделирование, термическое разложение.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Зарипов Джамшед Абдусаломович, кандидат технических наук, ст. преподаватель кафедры теплотехники и теплотехнические оборудования ТТУ имени ак. М. Осими. тел.: (+992) 919-62-33-26; e-mail: dzamshed-zaripov@mail.ru

Сафаров Махмадали Махмадиевич, доктор технических наук, профессор, Заслуженный деятель науки и техники Таджикистана, профессор кафедры теплотехники и теплотехнические оборудования ТТУ имени ак. М. Осими. Тел.: (+992) 951-63-15-85; e-mail: mahmad1@list.ru

Зарипова Мохира Абдусаломовна, доктор технических наук, доцент кафедры теплотехники и теплотехнические оборудования ТТУ имени ак. М. Осими. Тел.: (+992) 93-181-57-19; e-mail: mohira.zaripova@list.ru

PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF MIXTURES OF AQUEOUS SOLUTIONS OF HYDROGEN PEROXIDE AND ETHYLENE GLYCOL WITH ADDITION OF NANOPHEROMAGNETS AT HIGH STATE PARAMETERS

The article presents an analysis on the efficiency of the design of thermal, chemical and many other types of modern equipment. It is emphasized that the effectiveness of these works is impossible without knowledge of the numerical values of the main physical-chemical, thermodynamic, and kinetic parameters of working persons. The experimental production of the above constants, among other things, allows us to supplement and improve our knowledge about the nature of many physical processes, which has practical applications. This is especially true for modern energy.

The authors argue that the study of the thermophysical properties of heat carriers contributes to the development and improvement of modern ideas about the parameters of the liquid state, the clarification of the mechanism of intermolecular interaction in specific substances selected as heat carriers.

KEY WORDS: equipment, physical and chemical parameters, energy efficiency, thermal conductivity, solar collector, mathematical modeling, thermal decomposition.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Zaripov Jamshed Abdusalomovich, candidate of technical sciences, senior lecturer of the department of heat engineering and heat engineering equipment of TTU named after M. Osimi. Phone: (+992) 919-62-33-26; e-mail: dzamshed-zaripov@mail.ru

Safarov Makhmadali Makhmadievich, doctor of technical sciences, professor, honored worker of science and technology of Tajikistan, professor of the department of heat engineering and heat engineering equipment of TTU named after M. Osimi. Phone: (+992) 951-63-15-85; e-mail: mahmad1@list.ru

Zaripova Mohira Abdusalomovna, doctor of technical sciences, associate professor of the department of heat engineering and heat engineering equipment of TTU named after M. Osimi. Phone: (+992) 93-181-57-19; e-mail: mohira.zaripova@list.ru

ОРГАНИЗАЦИЯ СВЕТОВОЙ СРЕДЫ НА ОСНОВЕ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕОРИИ СВЕТОВОГО ПОЛЯ

Хамидов К.А., Сафарзода Б.
Таджикский технический университет им. академика М.С. Осими

Проектирование рабочих помещений и рабочих мест должно всегда базироваться на необходимости создания условий, обеспечивающих возможность эффективного труда. Под эффективным трудом надо понимать такой высокопроизводительный труд, который обоснован эргономически и психологически, т. е. условия труда поставлены в соответствие не с реализацией предельных или минимальных, а оптимальных возможностей человека. Однако, проектирование и создание рабочих помещений и мест ведется зачастую без учета возможностей формирования оптимальных условий для осуществления трудовой деятельности, а иногда только из соображений конструктивной простоты.

Среди многообразия факторов, определяющих эффективность трудовой деятельности, одним из важнейших является световая среда, т. е. распределение параметров и качество освещения в помещении. Значение этого фактора трудно переоценить, т. к. необоснованным образом выбранные параметры световой среды могут создать такие условия, когда, с одной стороны окажется невозможной высокая эффективность труда, а с другой – появится возможность профессиональных заболеваний.

Существующими нормами освещения зданий регламентируется уровень горизонтальной освещенности, устанавливаемый на основе требований остроты зрения. Будучи двухмерной и привязанной к условной рабочей поверхности, горизонтальная освещенность не может учитывать взаимосвязь работающего человека и окружающей его световой среды.

Качество освещения неразрывно связано с законами видимости предмета. Видимость же предмета, особенно при выполнении работ, связанных с прецизионной сенсомоторной деятельностью, зависит не только от уровня освещенности, но и от многих других компонентов световой среды, в частности, от условий тенеобразования. При одних и тех же уровнях горизонтальной освещенности условия видимости могут быть различными в зависимости от направления преобладающего светового потока и глубины собственных и падающих теней на объекте.

Тенеобразование характеризуется пространственными характеристиками светового поля, которые впервые были разработаны и предложены в 30-х годах прошлого столетия профессором Гершуном А.А. в Теории светового поля. Применение их для организации световой среды в помещениях и на рабочих местах ограничивается, в основном, недостаточной разработкой проблем пространственной оценки освещения. В соответствии с Теорией светового поля, световая среда в количественном и качественном отношении оценивается системой пространственных характеристик, которая может состоять из следующих параметров:

- средняя сферическая (полусферическая) освещенность, $E_{4\pi}$ ($E_{2\pi}$);
- модуль светового вектора, $/\xi/$;
- азимут β и Угловая высота θ светового вектора;

- контрастность освещения $m = (|\xi|)/ E_{4\pi}$ (или $m = (|\xi|)/ E_{2\pi}$).

Задача оптимизации световой среды по перечисленным параметрам заключается в экспериментальном определении требуемых значений пространственных характеристик светового поля для конкретного вида зрительной работы и разработке рекомендаций по организации световой среды на основе полученных значений.

В настоящее время такие исследования проведены для ряда производственных процессов (электроламповое, метизное, ткацкое производство, приборостроение) и на их основе разработаны соответствующие предложения по организации световой среды, кардинально отличающиеся от практикуемого подхода к этой проблеме.

В данной работе рассматриваются особенности применения пространственных характеристик светового поля для швейной отрасли.

На швейных предприятиях напряженная зрительная работа занимает от 50 до 90% рабочего времени. Наиболее напряженной является операция строчки деталей, когда работница осуществляет высокоточную сенсомоторную деятельность на участке диаметром около 10 см вокруг швейной иглы, где и нормируется освещенность. Эта деятельность характеризуется необходимостью различать движущиеся, зачастую малоконтрастные объекты, корректировать направление их движения и скорость прохождения. В процессе труда швей-мотористок и спецмотористок, независимо от вида выпускаемой продукции, необходимы точная координация движений рук, зрительный анализатор и подвижность нервных процессов. Постоянный контроль процессов шитья глазами приводить в психической области не только к сенсорным нагрузкам, но и требует длительных способностей сосредоточиться, т. к. не все виды работ могут выполняться рефлекторно.

В соответствии с нормами, работа по изготовлению одежды по зрительному напряжению относится к разряду очень высокой точности. Объектом различения служит нить, диаметром 0,2…0,3 мм, как правило, такого же цвета, что и фон, на котором она рассматривается. Освещенность нормируется, исходя из наиболее трудоемкой работы с ориентацией на темную ткань.

Психофизические исследования по оптимизации световой среды включают эксперименты по субъективным оценкам и по зрительной работоспособности. В условиях швейного производства экспериментальные психофизические исследования проводились в два этапа. На первом этапе, методом шкалирования, основу которого составляет количественная оценка мнений человека относительно соответствующей световой обстановки, определялись наиболее приемлемые диапазоны значений исследуемых параметров световой среды.

На втором этапе, исследованиями по зрительной работоспособности устанавливались оптимальные значения этих параметров, находящиеся в пределах найденных диапазонов. На этом этапе применялся модернизированный метод постоянных раздражителей – метод констант. При этом важное место отводилось проблеме формирования стимульного материала (тест-объекта) – обобщенной модели объекта труда с характерными для него зрительными задачами. Для того, чтобы максимально приблизить экспериментальные условия к реальным условиям работ швей-мотористок и спецмотористок, стимульный материал определялся на основе анализа технологии швейного производства.

Тест-объект был разработан в виде длинной ленты (около 9 м) из черной шерсти. На ленте были прострочены швы (параллельные строчки) шириной 3 мм из черной нитки. Длина каждого шва составляла 16 см. Всего было 24 шва на одной ленте. 12 качественных и 12 бракованных швов располагались через каждые 20 см в случайном порядке. Рандомизированная последовательность расположения швов производилась с использованием таблиц случайных чисел.

Эксперименты проводились с применением ротатабельного планирования 2-го порядка. Параметром оптимизации служила зрительная работоспособность, выраженная в количестве правильных ответов испытуемых. Задача оптимизации заключалась в достижении максимальной зрительной работоспособности.

Обработкой результатов исследований получены следующие значения пространственных характеристик светового поля, соответствующие оптимальным условиям световой среды на рабочих местах швей-мотористок и спецмотористок, и, следовательно, наивысшей производительности труда:

- уровень средней полусферической освещенности…… $E_{2\pi}$ = 375 лк;
- азимут светового вектора – горизонтальный угол от проекции линии зрения работницы до проекции направления светового вектора по ходу часовой стрелки

$$\beta_1 = 142^0 \text{ (основной) и } \beta_2 = 225^{0;}$$

- угловая высота светового вектора – вертикальный угол между направлением светового вектора и его горизонтальной проекцией

$$\theta_1 = 51^0 \text{ (основной) и } \theta_2 = 30^0;$$

- контрастность освещения …… m = 1,20.

Было установлено, что контрастность освещения незначительно влияет на зрительную работоспособность; ее влияние проявляется, в основном, во взаимодействии с уровнем освещенности. Наибольшее влияние оказывает направление светового вектора в пространстве.

Измерения показали, что при обеспечении найденных параметров световой среды горизонтальная освещенность будет составлять в среднем 600 лк, что меньше нормируемой освещенности для рассматриваемого вида зрительной работы на 20%. Это позволяет снизить площадь светопрозрачных ограждений и значительно экономить электроэнергию на освещение. Кроме того, большой социально-экономический эффект достигается улучшением условий труда и соответствующим ростом его производительности.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Гершун А.А. Световое поле. - В кн.: Избранные труды по фотометрии и светотехнике. – М.: Физматгиз, 1958. – С. 223-397.
2. Кондратенков А.Н., Соловьев А.К., Хамидов К.А. Оценка световой среды производственных помещений по характеристикам светового поля. // Журнал «Светотехника». – Москва, 1987. – № 4. – С. 3-5.
3. Пахомов А.П., Хамидов К.А. Психофизические исследования оптимизации световой среды на рабочих местах швейного производства. / Международный семинар: Человеческий фактор в современном автоматизированном производстве. – Хабаровск, 1987. – С. 83-87.

ТАШКИЛИ МУҲИТИ РАВШАННОКӢ ДАР АСОСИ АМАЛИСОЗИИ НАЗАРИЯИ МАЙДОНИ РӮШНОӢ

Муаллифони мақола қайд мекунанд, ки аз байни омилҳои гуногуншакли самарабахши фаъолияти меҳнатиро муайянкунанда муҳимтаринаш муҳити равшанӣ, яъне тақсимоти параметрҳо ва сифати равшанӣ дар бино ба ҳисоб меравад. Аҳамияти ин омилро баҳогузорӣ кардан хеле мушкил аст, зеро параметрҳои беасос интихобшудаи муҳити рӯшноӣ метавонанд шароитҳоеро ба миён оранд, ки аз як тараф, самаранокии меҳнатро кам намуда, аз тарафи дигар, боиси сар задани беморихои касбӣ гарданд.

Дар ин мақола хусусиятҳои истифодаи тавсифи фазоии майдони рӯшноӣ дар соҳаи дӯзандагӣ баррасӣ шудааст. Муқаррар карда шудааст, ки ҷилонокии рӯшноӣ ба қобилияти кории биниш таъсири ночиз мерасонад, зеро таъсири он дар робита бо дараҷаи равшаннокӣ ба миён меояд.

Ченкуниҳои аз тарафи муаллифон анҷомдодашуда нишон доданд, ки ҳангоми таъмини параметрҳои муқарраршудаи муҳити рӯшноӣ равшаннокии уфуқӣ ба ҳисоби миёна ба 600 лк

баробар мешавад, ки ин аз равшаннокии меъёрӣ тақрибан 20% кам аст. Ин имкон медиҳад, ки фазои монеаҳои шафоф кам шуда, энергияи барои равшанкунӣ истифодашаванда сарфа гардад.

КАЛИДВОЖАҲО: самаранокии меҳнат, сифати рӯшноӣ, бино, қувваи биниш, равшаннокӣ, модул, азимут, корхонаи дӯзандагӣ, самараи иқтисодӣ.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Хамидов К.А., ДТТ ба номи академик М.С. Осими.

Сафарзода Б., ДТТ ба номи академик М.С. Осими.

ОРГАНИЗАЦИЯ СВЕТОВОЙ СРЕДЫ НА ОСНОВЕ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕОРИИ СВЕТОВОГО ПОЛЯ

Авторы статьи отмечают, что среди многообразия факторов, определяющих эффективность трудовой деятельности, одним из важнейших является световая среда, т.е. распределение параметров и качество освещения в помещении. Значение этого фактора трудно переоценить, т.к. необоснованным образом выбранные параметры световой среды могут создать такие условия, когда, с одной стороны окажется невозможной высокая эффективность труда, а с другой – появится возможность профессиональных заболеваний.

В этой статье рассмотрены особенности применения пространственных характеристик светового поля для швейной отрасли. Было установлено, что контрастность освещения незначительно влияет на зрительную работоспособность; ее влияние проявляется, в основном, во взаимодействии с уровнем освещенности. Наибольшее влияние оказывает направление светового вектора в пространстве.

Измерения, проведенные авторами, показали, что при обеспечении найденных параметров световой среды горизонтальная освещенность будет составлять в среднем 600 лк, что меньше нормируемой освещенности для рассматриваемого вида зрительной работы на 20%. Это позволяет снизить площадь светопрозрачных ограждений и значительно экономить электроэнергию на освещение. Кроме того, большой социально-экономический эффект достигается улучшением условий труда и соответствующим ростом его производительности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: эффективность труда, качество освещения, помещение, острота зрения, освещенность, модуль, азимут, контрастность освещения, швейные предприятия, экономический эффект.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Хамидов К.А., ТТУ им. академика М.С. Осими.

Сафарзода Б., ТТУ им. академика М.С. Осими.

ORGANIZATION OF LIGHT MEDIUM BASED ON REALISATION OF LIGHT FIELD THEORY

The authors of the article note that among the variety of factors determining the efficiency of work, one of the most important is the light environment, that is, the distribution of parameters and the quality of lighting in the room. It is difficult to overestimate the importance of this factor, since the unreasonably chosen parameters of the light environment can create conditions when, on the one hand, high labor efficiency is impossible, and on the other hand, there is a possibility of occupational diseases.

In this article the peculiarities of application of spatial characteristics of light field for garment industry are considered. It was found that the contrast of lighting slightly affects visual performance; its effect is mainly manifested in the interaction with the level of illumination. The direction of the light vector in space has the greatest influence.

The measurements carried out by the authors showed that if the found parameters of the light environment are provided, the horizontal illumination will average 600 Lux, which is 20% less than the normalized illumination for the considered type of visual work. This allows you to reduce the area of translucent fences and significantly save electricity for lighting. In addition, a large socio-economic effect is achieved by improving working conditions and a corresponding increase in productivity.

KEY WORDS: labor efficiency, lighting quality, room, visual acuity, illumination, module, azimuth, lighting contrast, sewing enterprises, economic effect.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Hamidov K. A., TTU named after academician M.S. Osimi.

Safarzoda B., TTU named after academician M.S. Osimi.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ С ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ РАБОТОЙ НАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ

Кахоров Р. А., Джахонгири А., Шарифов С.К.
Институт энергетики Таджикистана

Насосные станции (НС) являются энергоемкими технологическими установками. На них приходится более 20% от суммарного объема потребляемой электроэнергии. Вопросы, связанные с экономией электроэнергии и энергоэффективным режимом работы при управлении НС, рассматриваются до сегодняшнего дня. Используемые в настоящее время системы регулирования производительности НС, часто не используют весь потенциал ресурсо- и энергосбережения, поэтому актуальной является задача развития систем, средств и методов энергоэффективного управления производительностью НС.

В насосных станциях с широким диапазоном изменения производительности, как правило, применяют несколько насосных агрегатов (НА), работающих параллельно на общую магистраль. Управление такими агрегатами осуществляется по давлению в выходном коллекторе или в диктующей точке магистрального трубопровода.

Режим работы НА определяются суточными, недельными и сезонными изменениями потребления воды [3]. На режим водопотребления влияет ряд факторов: погодные (температура и величина осадков), социальные (численность населения; режим работы предприятий) и др. Это требует регулирования производительности НА. Одним из наиболее перспективных и эффективных методов регулирования производительности является изменение частоты вращения рабочего колеса НА с помощью частотно – регулируемых электроприводов (ЧРП). Применение ЧРП НА обеспечивает заданных статических и динамических значений давлений при произвольном изменении расхода жидкости в магистрали, исключает аномальных явлений в виде кавитаций и гидравлических ударов, повышает надежность гидравлического оборудования и обеспечивает высокую экономичность используемых агрегатов.

При организации систем автоматического управления любых НА с параллельной работы на общую магистраль [1] решаются три основные задачи управления:

1. Изменения структуры управления, связанные с включением и отключением дополнительных НА к работающему основному НА;
2. Распределением нагрузок между параллельно работающими НА;
3. Очередностью работы НА в виде основных и дополнительных для равномерной их загрузки по ходу продолжительной эксплуатации и выравнивания ресурсных возможностей.

Параметром, характеризирующим энергетических показателей НА, является мощность.

Гидравлическая (полезная) мощность насоса и мощность, потребляемая насосом, определяются выражением:

$$P_{\text{гид}} = p_i Q_i;$$

$$P_{\text{пот}} = \frac{p_i Q_i}{\eta_{i\text{н}}},$$

Потери мощности насоса

$$\Delta P_{\text{нас}} = P_{\text{пот}} - P_{\text{гид}}.$$

Значения потребляемой мощности $P_{\text{на}}$ группы НА определяются следующим образом:

$$P_{\text{на}} = \sum_{i=1}^{m} \frac{p_i Q_i}{\eta_{i\text{на}}};$$

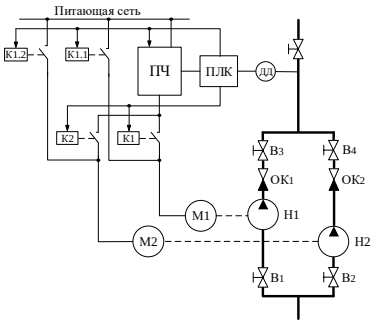
$$\eta_{i\text{на}} = \eta_{i\text{н}}\eta_{i\text{н}}\eta_{i\text{пч}},$$

где: $\eta_{i\text{на}}$ - КПД НА, $\eta_{i\text{н}}$ - КПД насоса, $\eta_{i\text{пч}}$ - КПД преобразователя частоты, $\eta_{i\text{д}}$ - КПД асинхронного электродвигателя, m - количество работающих НА, Q_i -подача НА, p_i - давление НА.

Рассмотрим двух оптимальных вариантов систем управления (СУ) с параллельной работы НА [1].

1. Управление группой электроприводов НА с использованием одного преобразователя частоты (ПЧ) и коммутационных устройств подключения электроприводов на питающую сеть.
2. Применение ПЧ для каждого электропривода НА.

Функциональная схема системы управления с двумя насосными агрегатами и одним преобразователем частоты представлена на рис. 1. Данная система позволяет включить каждого НА от ПЧ, и сделать его регулируемым в диапазоне нагрузок, допустимых для одного агрегата. Преимуществом системы с одним ПЧ является низкая стоимость аппаратной части. По оценкам начальных капитальных затрат, данный вариант является наименее затратным в сравнении со вторым. Но для рассматриваемой системы неизбежны дополнительные энергетические потери из-за неравномерного распределения нагрузок между НА, работающими с различной производительностью.



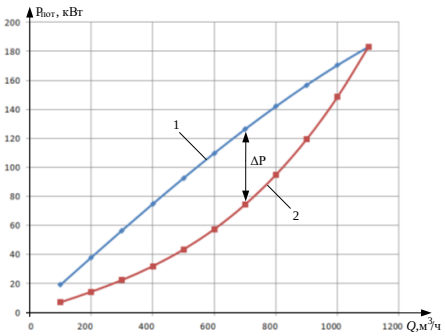


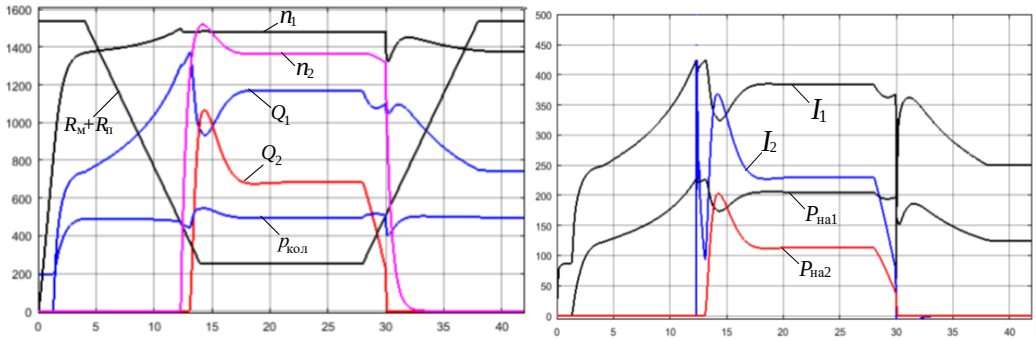
Рис.1 Функциональная схема системы управления с параллельно работающими НА.
Рис.2 График потребляемой мощности насосного агрегата: 1 – нерегулируемого; 2 – регулируемого.

На рис. 2. показаны графики потребляемой мощности $P_{\text{пот}} = f(Q)$ нерегулируемого и регулируемого НА. Из графики можно оценить выигрыш потребляемой мощности при частотном регулировании НА по отношению с нерегулируемом. Ожидаемая экономия электроэнергии при работе одного НА от ПЧ составит до 50 % от его энергопотребления.

Алгоритм работы рассматриваемого варианта СУ следующий: как видно из графиков (рис. 3*а*), при увеличении расхода жидкости в магистрали уменьшается сопротивление у потребителя за магистральным трубопроводом и электропривод, увеличивая частоту вращения основного НА, стабилизирует давление в выходном коллекторе в диапазоне нагрузок, допустимых для одного агрегата. При дальнейшем росте расхода и выхода на максимальную производительность электродвигатель основного НА переключается на питающую сеть, а ПЧ переключается на дополнительный НА, который становится основным. Отключение дополнительного НА будет происходить при снижении расхода в магистрали, когда его частота вращения снизится и нагрузка основного агрегата станет меньше номинальной.

На рис. 3 показаны графики гидравлических переменных при работе двух НА с одним ПЧ и коммутацией (рис. 3*а, б*), полученной на разработанной программе в среде MATLAB-Simulink. Обозначено: $p_{\text{кол}}$ – давление выходного коллектора; $Q_1, Q_2, ф P_1, P_2$ – соответственно подачи, мощности, первого и второго НА.

В первом варианте НА, который регулируется от ПЧ, может работать длительное время за пределами паспортной рабочей области. Нерегулируемый НА с постоянной скоростью, и соответственно, с номинальной производительностью, через общий выходной коллектор противодействует насосному агрегату с меньшей производительности. В этом случае, регулируемый НА работает в неэффективном режиме. Но, при этом, технологические переменные обеспечиваются в магистральной сети. С уменьшением частоты вращения 40% от номинальной, наблюдается увеличение дополнительные потери мощности. Дополнительные потери мощности характеризуют разность гидравлической (полезной) мощности регулируемого и нерегулируемого НА. А разность гидравлической мощности характеризуется отклонением электрических, механических и гидравлических параметров НА от номинальных значений, различий сопротивления в трубопроводах и запорной арматуре между входным и выходным коллектором.



а *б*

Рис.3. Графики гидравлических переменных (а) и потребляемой мощностью (б) параллельно работающих НА.

На рис. 4 *б, в* показаны графики суммарной потребляемой мощностью НА для первого варианта с одним ПЧ и для второго варианта, в котором каждый НА имеет свой ПЧ. Можно оценить потери мощности, когда первый НА работает с номинальной частотой вращения и второй с минимальной частотой вращения: гидравлические потери достигают 13 % от суммарной мощности агрегатов, а общие потери мощности НА более 18% от суммарной мощности. Степень потребляемой мощности и потери НА также зависят от статического давления (противодавление) в гидравлической системе.

Отметим, что СУ с двумя НА и одним ПЧ не может исключить неэффективный режим работы НА при больших диапазонах изменения жидкости в магистральной сети и это приводит к снижению КПД системы. Таким образом, при параллельной работе двух НА целесообразно регулировать от ПЧ каждый агрегат.

Рассмотрим второго варианта СУ с применением ПЧ для каждого электропривода НА. Функциональная схема такой СУ представлена на рис. 4*а*. Как было сказано выше, второй вариант является наиболее затратным, чем первый вариант, но при его применении достигаются наиболее высокие показатели энергоэффективности выполняемой технологии. На рис. 4*б,в*. показаны графики суммарной потребляемой мощности НА $P_{на} = f(Q)$ при разных заданных значениях давления для первого варианта с одним ПЧ и для второго варианта, в котором каждый НА имеет свой ПЧ.

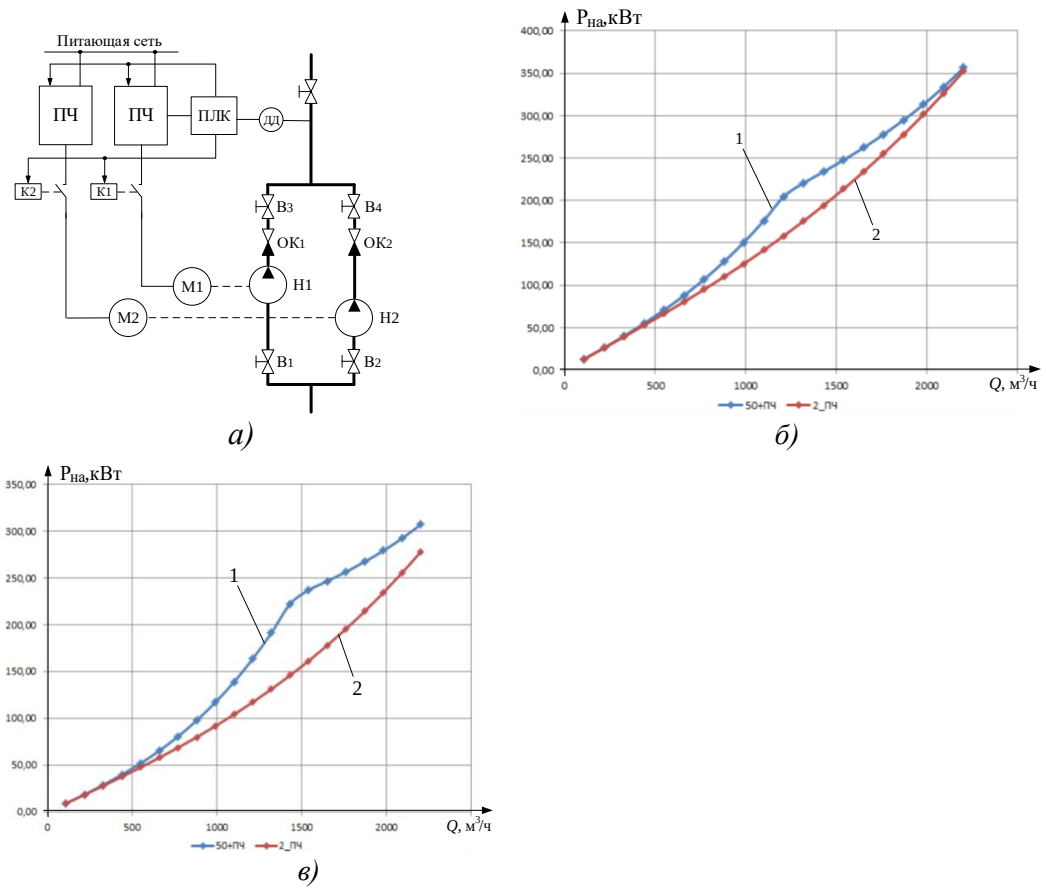
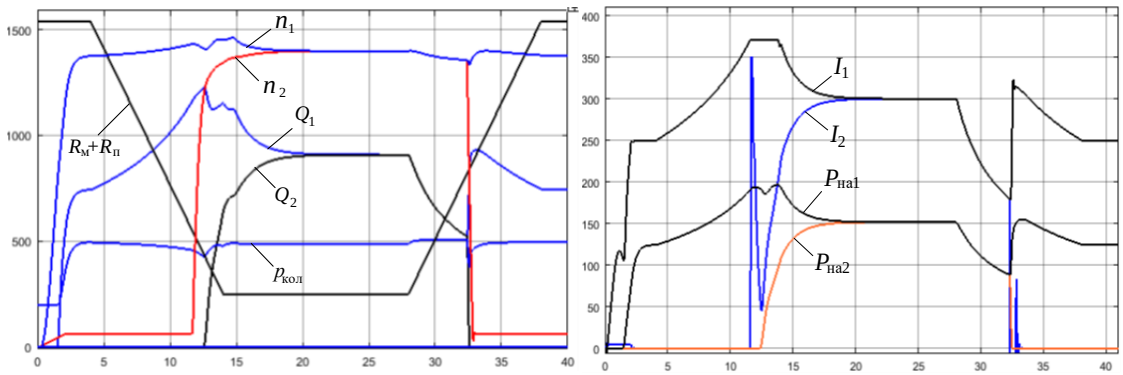


Рис .4. а) – функциональная схема системы управления с параллельно работающими НА; б) – график суммарной потребляемой мощности параллельно работающих НА при $p_i = 294$ кПа *; в) при* $p_i = 392$ кПа *: 1 – вариант системы с одним ПЧ; 2 – вариант системы с двумя ПЧ.*

Анализ графиков, приведенных на рис. 4*б,в*, показывает, что данная система работает эффективно почти во всех диапазонах изменения производительности в сравнении с первым вариантом системы. Оценим потери мощности: гидравлические потери достигают 9 % от суммарной мощности агрегатов, а общие потери мощности НА более 14% от суммарной мощности.

Алгоритм работы рассматриваемого варианта системы следующий: как и первый вариант СУ (рис.5 *а*), при увеличении расхода жидкости в магистрали уменьшается сопротивление у потребителя за магистральным трубопроводом и электропривод увеличивая частоту вращения основного НА стабилизирует давление в выходном коллекторе в диапазоне нагрузок, допустимых для одного агрегат. При дальнейшем росте расхода и выхода на максимальную производительность включается в работу дополнительный НА и система выравнивает нагрузки двух работающих приводов. При увеличении расхода жидкости в магистрали частота вращения рабочих колес двух НА, и соответственно, двигателей увеличиваются до номинальных значений. Отключение дополнительного НА будет происходить при снижении расхода в магистрали, когда его частота вращения снизится и нагрузка основного агрегата станет меньше номинальной. Процесс включения и отключения НА можно выполнять как в функции частот вращения двигателей, так и в функции токов нагрузки.

На рис. 4 показаны графики гидравлических переменных при работе двух НА с одним ПЧ и коммутацией (рис.5*а, б*), полученной на разработанной программе в среде MATLAB-Simulink. Обозначено: $p_{кол}$ – давление выходного коллектора; $Q_1, Q_2, ф P_1, P_2$ – соответственно подачи, мощности, первого и второго НА.



а *б*

Рис. 5. Графики гидравлических переменных (а) и потребляемой мощности параллельно (б) работающих НА.

Выше было упомянуто, что при параллельной работе НА возникают гидравлические потери из-за различий сопротивления в трубопроводах и запорной арматуре между входным и выходным коллектором и характеристик агрегатов, вследствие чего эти потери могут привести к неравномерному распределению нагрузок и соответственно подач между НА. Данная СУ выравнивает нагрузку НА при введении в контур регулирования регулятора соотношения моментов. Таким образом, исключается энергетически затратный режим работы.

Применение индивидуальных частотно-регулируемых электроприводов НА, повышение уровня информатизации и автоматизации НА дают возможность обеспечить качественное регулирование технологических переменных через регулирование механических и электромагнитных переменных электропривода, поддержания заданного давления в любых точках магистральной сети при произвольном изменении расхода и обеспечить оптимальные режимы управления НА.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Прокопов А.А., Кахоров Р.А., Новиков В.А., Беляев Т.Е. Вариативная оптимизация электроприводных систем насосных агрегатов // Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». – №5/2018.
2. Сербин Ю.В., Прокопов А.А., Бугров В.П. Параллельная работа насосных агрегатов при использовании технологии частотного регулирования // Информационный бюллетень инженерного центра «Арт, 2007. – №2. – С. 57-65.
3. Лезнов Б.С. Частотно-регулируемый электропривод насосных установок. – М.: Машиностроение, 2013. – 176 с.
4. Усачев, А. П. Управление параллельной работой центробежных насосов / А.П. Усачев // Водоснабжение и санитарная техника, 2018. – № 2. – С. 55-60.
5. Онищенко, Г.Б. Эффективность электроприводы газоперекачивающих агрегатов / Г.Б. Онищенко // Промышленная энергетика, 2014. – № 8. – С. 23-29.

ТАҲҚИҚИ САМАРАНОКИИ ЭНЕРГЕТИКИИ НИЗОМИ ИДОРАКУНИИ КОРИ МУТАВОЗИИ АГРЕГАТҲОИ ОБКАШӢ

Дар мақола натиҷаи таҳқиқи самаранокии энергетикии ду варианти низоми идоракунии кори мутавозии агрегатҳои обкашӣ пешкаш шудааст. дар асоси ҳисобу китобҳои энергетикӣ графикҳои муқоисавии тавоноии истеъмолшавандаи агрегатҳои обкашии ба таври мутавозӣ коркунанда дар қиматҳои гуногуни фишор нишон дода шуда, реҷаҳои динамикии кори мутавозии агрегатҳои обкашӣ дар тағйироти сохтории дастгоҳҳои элекӣрикӣ баррасӣ гардидааст.

КАЛИДВОДАҲО: пойгоҳҳои обкашӣ, кори мутавозии агрегатҳои обкашӣ, низоми идоракунӣ, самаранокии энергетикӣ, дастгоҳҳои зудиашон танзимшаванда, талафоти тавоноӣ.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Қаҳоров Рустам Асалиевич, номзади илмҳои техникӣ, мудири кафедраи дастгоҳҳои электрикии автоматикунонидашудаи ДЭТ. Тел.: (+992) 93-538-22-26.

Ҷаҳонгири Адулвоҳид, омӯзгори кафедраи дастгоҳҳои электрикии автоматикунонидашудаи ДЭТ. Тел.: (+992) 777-07-65-39.

Шарифов Соатулло Қосимович, эксперти Раёсати экспертизаи давлатии ихтироот ва намунаҳои саноатии Маркази миллии иттилоотии патентии Ҷумҳурии Тоҷикистон. Тел.: (+992) 918-24-72-94.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ С ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ РАБОТОЙ НАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ

В статье представлен анализ энергоэффективности двух вариантов системы управления насосных агрегатов с параллельной работой. На основе энергетических расчетов приведены сравнительные графики потребляемой мощности параллельно работающих насосных агрегатов при разных заданных значениях давления. Выполнено исследование динамических режимов параллельной работы насосных агрегатов при структурном изменении электроприводов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: насосные станции, параллельная работа насосных агрегатов, система управления, энергоэффективность, частотно – регулируемый привод, потеря мощности**.**

СВЕДЕНИЯ О АВТОРАХ: Кахоров Рустам Асалиевич, кандидат технических наук, заведующий кафедрой автоматизированные электроприводы ИЭТ. Тел.: (+992) 93-538-22-26.

Джахонгири Адулвохид, преподаватель кафедры автоматизированные электроприводы ИЭТ. Тел.: (+992) 777-07-65-39.

Шарифов Соатулло Касымович, главный эксперт Управления государственной экспертизы изобретений и промышленных образцов Национального патентного информационного центра Республики Таржикистан. Тел.: (+992) 918-24-72-94.

ENERGY EFFICIENCY STUDY OF CONTROL SYSTEM WITH PARALLEL OPERATION OF PUMPING UNITS

The article presents the analysis of the energy efficiency of two variants of the control system of pumping units with parallel operation. On the basis of energy calculations, comparative graphs of power consumption of parallel pumping units at different given pressure values are presented. Investigation of dynamic modes of parallel operation of pump units at structural change of electric drives was performed.

KEY WORDS: pumping stations, parallel operation of pumping units, control system, energy efficiency, variable frequency drive, power loss.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Qahorov Rustam Asalievich, candidate of technical sciences, head of the department of automated electric drives of IET. Phone: (+992) 93-538-22-26.

Jahongiri Abdulwohid, lecturer of the department of automated electric drives of IET. Phone: (+992) 777-07-65-39.

Sharifov Soatullo Qosymovich, chief expert of the department of state examination of inventions and industrial designs of the National patent information center of the Republic of Tajikistan. Phone: (+992) 918-24-72-94.

ИЗОТОПНЫЙ СОСТАВ УГЛЕРОДА ГРАФИТА В СВЯЗИ С ВОЗРАСТОМ МЕТАМОРФИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ГАРМСКОГО МАССИВА (ЮЖНЫЙ ТЯНЬ-ШАНЬ)

Хасанов А.Х.
Таджикский национальный университет

Зеравшана-Гиссарская горная область (Южный Тянь-Шань) является составной частью Урало-Монгольской складчатой системы. Регион представляет собой складчатоглыбовое сооружение, сложенное в основном палеозойскими породами большой (до 17000 м) мощности преимущественно геосинклинальных формаций. Среди них превалируют терригенно-карбонатные и вулканогенные породы, в меньшей мере - мраморированные известняки, доломиты (нередко с тремолитом и актинолитом)

и вулканиты спилитокератофировой и диабазовой формации. Они по своим особенностям соответствуют образованиям зеленокаменной стадии регионального метаморфизма. Об этом свидетельствует наблюдаемый минеральный парагенезис пород (кварц-серицит - альбит – хлорит-эпидот-тремолит-актинолит), в том числе, наличие в них в количестве до 0,7% слабоупорядоченных (рентгеноаморфных) органических углеродистых веществ.

В отдельных значительно выдвинутых блоках, благодаря длительной их денудации и сильной эрудированности, наблюдаются выходы пород более глубинных зон земной коры, отличающиеся высокой степенью регионального метаморфизма и гранитизации, придающих им облик древнейших пород. Одним из таких блоков в пределах Гарм – Хаитской структурно-фациональной зоны является Гармский кристаллический массив протяженностью более 100 км при ширине 20-25 км. Это бассейны рек Хильмони, Камароу, Сорбог, Шуль, Сангикарр, Ясман - правых притоков р. Сурхоб. Здесь обнажаются различные мигматитовые гнейсы, кристаллические (слюдистые, гранатовые, силлиманитовые, графитовые) сланцы, крупнозернистые мраморы (кальцифиры) с графитом и амфиболиты. В тесной ассоциации с ними находятся интрудирующие их гнейсовидные и пегматоидные высокоглиноземистые гранитоиды местами с гранатом, корундом, силлиманитом, кордиеритом и графитом Гармского, по нашему мнению, средне-верхне карбонового интрузива. Гранитоиды, помимо обособленных выходов, образуют густую сеть разномасштабных инъекций среди метаморфических образований, создавая тем самым обширные поля разнообразных (полосчатых, очковых, теневых, плойчатых и т. д.) мигматитов.

Отмеченный комплекс пород Гармского блока на основе первых рекогносцировочных наблюдений геологом, впоследствие академиком Д.В. Наливкиным [1], видимо на основе их - древнего облика, был принять за докембрийские образования. Однако последующие геологические исследования А.П. Марковского [2], В.А. Николаевича [3] и других показали сомнительность отнесения подобных метаморфических комплексов региона к докембрию. Тот факт, что с удалением от выходов гранитоидов (в частности, в бассейне р. Сорбог) уменьшается степень метаморфизма пород, в которых сохранены остатки палеозойской фауны, свидетельствуют о значительной метаморфизующей роли гранитоидных интрузий. Позднее, с учетом указанных дополнительных исследований он (Д.В. Наливкин) считал, что «… наиболее правильно называть эти толщи метаморфическими толщами неопределенного возраста» [4]. И в последующие годы, видимо, следуя мнению именитого геолога и элементу заданности, рассматриваемые метаморфические породы одних «условно» [5-6] и др., а других «достаточно уверенно» [7] относили тоже к докембрию. Последние считали, что степень их метаморфизма присуща якобы «исключительно архей - раннепротерозойским образованиям» [7, с. 114]. Некоторые геологи [цит. по 7] докембрийский возраст рассматриваемых пород обосновывают данными абсолютной геохронологии по свинцово-изотопному методу (2,6-3,0 млрд. лет). Вместе с тем известны многочисленные определения абсолютного возраста этих же самых пород, в том числе и автора, по калий–аргоновому и рубидий-стронциевому методам, дающим цифры 290-400 млн. лет, соответствующие палеозойскому возрасту пород. На этом основании очевидно было высказанное мнение [8] существования здесь двух разновозрастных (докембрийских и палеозойских) метаморфических комплексов.

В ходе систематических геологических работ породы Гармского метаморфического комплекса были выделены в самостоятельную «каратегинскую метаморфическую свиту» (по древнему названию этого края), представляющую собой «…несомненно, те же силурийские, девонские и каменноугольные отложения …, поскольку в отдельных местах … встречаем фауну верхнего силура, девона и карбона» [8]. Такого мнения были и другие геологи Таджикско-Памирской экспедиции АН СССР

[3; 9-10 и др.]. Во время проведения государственных среднемасштабных геологических съемок мнение о палеозойском возрасте метаморфических пород Гармского массива получило дополнительное подтверждение: в пределах названого массива и в его обрамлении среди менее метаморфизованных остатков исходных пород геологами - Шадчиневым А.С, Жирновым О.Г., Дранниковым В.С., Гриненко Г.С., Муфтиевым З.З. и Широковым В.Г. [11] повторно были обнаружены фаунистические остатки силура, девона и карбона.

Представление о палеозойском возрасте исходных пород Гармского метаморфического массива было подтверждено в дальнейшем общегеологическими, петролого-минерагеническими [12-14] ретроспективными петрографо-геохимическими [15] исследованиями, а также данными (290-390 млн. лет) абсолютной геохронологии. Согласно проведенным исследованиям [15], метаморфизм исходных палеозойских пород носил здесь изохимический характер и проявлен неравномерно. Температура в различных зонах той своеобразной термической колонны колебалась в пределах 390-750°С при давлении 5-8 кбар. Вариация термодинамических параметров обусловливала возникновение различных минеральных (биотит-мусковитовой, гранатовой, ставролитовой и силлиманитовой) фаций метаморфизма. В соответствии с существующей диаграммой Р-Т условий минеральных фаций метаморфических пород [16] – метаморфизм рассматриваемых образований в своем максимальном проявлении приближается (в зависимости от типа исходных пород - метапелитов или метабазитов) к высокотемпературным и глубинным фациям силлиманит – гранат – кордиеритовых гнейсов и пироксеновых амфиболитов.

Эти данные позволяют отметить, что глубокий метаморфизм пород Гармского кристаллического массива не является функцией времени и показателем их древности. Они, скорее всего, образованы за счет нижне и среднепалеозойских терригеннокарбонатных и вулканогенных пород при высоких термодинамических условиях в глубинных частях складчатой зоны. Это является наглядным подтверждением справедливости, сказанных в свое время слов академика Николаева В.А. [3] о том, что использование фактора глубокого метаморфизма «в пользу древнего возраста …во многих случаях имеет совершенно поверхностный характер и основано на применении (вернее злоупотреблении) признаком метаморфизма…» (с. 379). Аналогичные мнения и у других видных исследователей – Ю.И. Половинкиной [17], Б.Я. Хоревой [8]. В частности, Б.Я. Хорева [18] констатирует, что «имеются многочисленные примеры образования в особых геологических условиях глубокометаморфизованных пород за счет осадочных отложений любого возраста… Все эти факты заставляют… отказаться от использования степени метаморфизма в качестве критерия возраста метаморфических пород» (с. 81).

В подтверждение этих слов можно привести примеры о том, что, в частности, на Памир - фаунистически установлен не только палеозойский, но и нижний мезозойский (юрский) возраст пород, которые ранее относились к «самым древним» образованиям [19].

В целях получения дополнительной информации по обсуждаемой проблеме автором использованы данные по изотопному составу углерода различно метаморфизованных фаций региона. Судя по существующей в литературе информации, этот показатель может в определенной мере способствовать решению обсуждаемого вопроса.

№№ пп	№№ проб	Место взятия	$Б^{13}С‰_0$
1	61	Левый борт долины р. Сангикарр,	-18,70
2	61*	----------	-21,71

3	62	Бассейн р. Сангикарр, у кишлака Сурхдара	-21,34
4	62*	----------	-20,21
5	63	Левый борт долины р. Хильмони	-10,77
6	63*	----------	-11,48
7	64	Долина р. Санги-карр у кишлака Охангарон	-12,41
8	64*	----------	-11,76

Органогенное углеродистое вещество слабо метаморфизованных палеозойских пород (так называемых, «ягнобских зеленых сланцев») представлено слабо упорядоченной, характерной для зеленосланцевой фации метаморфизма разновидностью. Изотопный его состав (б^{13}С) колеблется в пределах от -25,5 до -22,2% [20] а с учетом других данных «от -31,6 до -22,1%» (с. 414), что укладывается в пределы осадочного биогенного органогенного вещества [21].

Углеродистое вещество глубокометаморфизованных пород Гармского массива представлено вкраплениями и интерстиционными выделениями графита, образующего иногда шлиры, гнезда и существенные обособленные скопления. Изотопный состав углерода (б^{13}С) графита из этих скоплений и шлир по нашим данным (таблицы), варьируется в пределах от -10,7% до 21,7%. Этот диапазон достаточно близко коррелируется с данными других авторов [22], где для графитов из мигматитового ядра Гармского блока получены и по-своему интерпретированы «две группы значений б^{13}С: от -10,0 до -7,6% $_0$ и 20.1% $_0$» (с. 249). Сравнение изотопного состава углерода пород зеленосланцевой фации западных частей Зеравшано-Гиссарской зоны («ягнобских сланцев») и более глубокометаморфизованных пород Гармского Массива указывает на явно заметную тенденцию к его утяжелению. Его диапазон значителен и составляет от 31,6% до 10,7% и явно связан с возрастанием с переменной динамикой степени регионального и плутонометаморфизма нижне- средне палеозойских пород (рис.1)

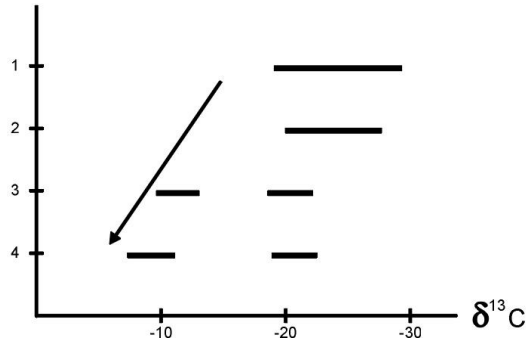


Рис. 1. Динамика (вектор) изменения изотопного состава углерода различно метаморфизированных пород Центрального Таджикистана: 1 – биогенное органическое вещество по литературным данным; 2 – углеродистое вещество глаукофан – зеленосланцевых ягнобских сланцев [20]; 3 – графит метаморфических пород Гармского массива (данные автора статьи); 4. – графит метаморфических пород Гармского массива [22].

В связи с этим уместно упомянуть высказывание академика А.Н. Заварицкого [23], что сильному метаморфизму могут быть подвержены и молодые осадки, особенно связанные «с наиболее глубокими зонами» (с. 281). Отмеченная вариация изотопов углерода в различно метаморфизованных фациях региона достаточно хорошо согласуется с имеющимися геологическими материалами по другим территориям, а также с утверждением академика Галимова Э.М. [22], что «… графит, ассоциирующий …с гнейсами, обычно существенно обеднен легким по сравнению с графитом … филлитовых сланцев …» (с. 170). Подобные закономерности приводятся и в работе академика Ф.В. Чухрова с сотрудниками [24] на примере нескольких регионов мира. Так, они отмечают, что по данным Хѐфса и Фрея, возрастание степени метаморфизма

глинистых сланцев юры Швейцарских Альп и превращение их в кристаллические (ставролитовые) сланцы сопровождаются возрастанием $б^{13}C$ от -25% $_0$ до - 11%. По мнению авторов, [22] «…образование некоторых графитов с повышенными значениями $б^{13}C$ в метаморфических породах связано с их длительным интенсивным прогреванием и выделением из осадочного органического вещества обогащенных $б^{12}C$ фракций с накоплением в остатке менее подвижных органических соединений более тяжелого углерода» (с. 1684). Эта концепция, как видно, получает свое подтверждение на примере генезиса и закономерной вариации изотопного состава различно метаморфизованных пород рассматриваемого региона. Что касается метаморфических пород Гармского кристаллического массива, имеющих облик древнейших образований, в действительности, на наш взгляд, образованы в результате интенсивного метаморфизма и гранитизации нижне - среднепалеозойских толщ в глубоких (около 9-10 км) частях земной коры при длительном и активном высокотермальном воздействии флюидов интрудирующей в среднем и верхнем карбоне гранитоидов Гармского интрузива. Подобные образования и процессы описаны во многих достаточно удаленных друг от друга складчатых областях [17; 25-28] и других.

Приведенные в статье материалы позволяют заключить следующее. Хотя изотопное соотношение углерода графитов пород непосредственно, напрямую не может свидетельствовать об их геологическом возрасте, тем не менее, его закономерное изменение (вектор) при постепенном переходе различно метаморфизованных фаций отдельных регионов, в частности, Гармского массива, вполне может косвенно указывать на происхождение и возраст исходных пород. Из этих позиций справедливо мнение Галимова Э.М. [21], что определение изотопного состава углерода пород в сочетании с другими специальными исследованиями может способствовать эффективному решению многих геологических проблем.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Наливкин, Д.В. Очерк геологии Туркестана / Д.В. Наливкин. – Ташкент: Изд. акц. общ. «Туркпечать», 1926.
2. Марковский, А.П. Зеравшано - Гиссарская область / А.П. Марковский. – Ленинград: Тр. ТКЭ, 1932, вып. 4. Геохимтехиздат, 1934. – С. 1-48.
3. Николаев, В.А. Очерк магматической геологии Памира и Дарваза / В.А. Николаев. Научные итоги ТПЭ. Изд. АН СССР, 1936. – С. 330-392.
4. Наливкин, Д.В. Палеогеография Средней Азии / Д.В. Наливкин. Научные итоги ТПЭ, Изд. АН СССР, 1936. – С. 35-50.
5. Овчинников, С.К. Структурные этажи Южного Гиссара / С.К. Овчинников. – ССР: Изв. АН Тадж., 1959. – вып. 3.
6. Кухтиков, М.М. Тектоническая зональность и некоторые вопросы магматической геологии южного склона Гиссарского хребта (Южный Тянь-Шань) / М.М. Кухтиков. // Тр. Ин-та геологии АН Тадж. ССР, 1956. – вып.1.
7. Баратов, Р.Б. Докембрий Таджикистана / Р.Б. Баратов, К.Т. Буданова, В.И. Буданов. - Бюлл. МОИП, отд. геол., 1977. Т. 52 (5). – С.113-125.
8. О возрасте метаморфических пород Гармского блока (Восточный Каратегин) / Б.Я. Хорева, В.А. Кутенец, С.Л. Миркина [и др.] // ДАН СССР, 1957. – С.221. – №2. – С. 439-441.
9. Полякова, Е.Д. Магматические породы Гиссарского хребта. В кн.: «К геологии Зеравшано-Гиссарской системы. Петрография и минералогия» / Е.Д. Полякова. // Тр. ТПЭ, Изд. АН СССР, 1935. – С.141–216.
10. Попов, В.И. О древних метаморфических толщах Памира и Дарваза. В кн.: «Метаморфические породы Памира» / В.И. Попов. – Л: Тр. ТКЭ, 1935. Вып.17. – С. 3-50.
11. О находках органических остатков в метаморфических образованиях Гарм-Хаитского района (Каратегин) / [А.С. Шадчинев, О.Г. Жирнов, В.С. Дранникови др.] // Докл. АНТадж. ССР, 1970. Т. XIII. – №3. – С. 43-45.

12. Хасанов, А.Х. Роль эрозионного среза при геолого–петрографических и металлогенических исследованиях на примере Каратегинского хребта (Южный Тянь–Шань) / А.Х. Хасанов. // Из в. АН Тадж. ССР, отд. геол.- хим. и техн. наук, 1962. Вып. 1 (7). – С. 88-101.
13. Хасанов, А.Х. Геология и возраст метаморфических формаций Гарм-Хаитской зоны (Центральный Таджикистан) / А.Х. Хасанов. // Изв. АН Тадж. ССР. отд. физ. – мат. и геол. - хим. наук, 1987. – №3(69). – С. 106-109.
14. Хасанов, А.Х. Геология и магматизм Каратегинского хребта (Южный Тянь - Шань) / А.Х. Хасанов. – Душанбе: Изд. Олами донишхо, 2013. – 215 с.
15. Толмачева, Е.В. К вопросу о возрасте метаморфических толщ Восточного Каратегина (Южный ТяньШань) / Е.В. Толмачева // ДАН СССР, 1978. Т.241. – №1. – С. 185-188.
16. Маракушев, А.А. Минеральные фации метаморфических пород / А.А. Маракушев // Докл. АН СССР, 1985. Т. 282. – №5. – С. 1230-1233.
17. Половинкина, Ю.И. О задачах и направлениях петрографических исследований. Петрограф / Ю.И. Половинкина // Сб. ВСЕГЕИ, нов. сер., 1962. Т.73. – №4.
18. Хорева, Б.Я. Означении метаморфизма при решении вопроса о возрасте метаморфических комплексов складчатых областей / Б.Я. Хорева. // Петрографич. сб. Тр.ВСЕГЕИ, нов. серия, 1962. Т. 73. – №4. – С. 81-88.
19. Левен, Э.Я. О возрасте метаморфических толщ Центрального Памира / Э.Я. Левен // В сб.: Матер.по геологии Памира», 1963. Вып.1. – С. 89-123.
20. Изотопный состав углерода «ягнобских сланцев» и его генетический смысл / [В.Н. Куземко, Г.П. Мамчур, Н.А. Гнутенко и др.] // Докл. АН Таджикский ССР, 1982. Т. 25. – №27. – С. 413-416.
21. Галимов, Э.М. Геохимия стабильных изотопов углерода / Э.М. Галимов. – Изд. «Недра», 1968. – 224 с.
22. Минаев, В.Е. Изотопный состав углерода в метаморфических породах Каратегина / В.Е. Минаев Г.П. Мамчур // Докл. АН Тадж. ССР, 1981. Т.24. – №4. – С. 249-252.
23. 23.Заварицкий, А.Н. Изверженные горные породы / А.Н. Заварицкий. // Изд. АН СССР, 1955.
24. Чухров, Ф.В. К вопросу об изотопном составе углерода графитов / Ф.В. Чухров, Л.П. Ермилова, Я. П.Носик // Геохимия, 1983. – №12. – С.1681-1687.
25. Нехорошев, В.П. Есть ли архей на Алтае? / В.П. Нехорошев. // Сов геология, 1957. – №61. – С. 299.
26. Гнибиденко, Г.С. К вопросу о докембрии на северо-востоке Корякского нагорья / Г.С. Гнибиденко, И.С. Розенблюм // Докл. Ан СССР, 1966. Т.167. – №4.
27. Малхасян, Э.Г. О генезисе и возрасте древнего метаморфического субстрата центральной части Малого Кавказ / Э.Г. Малхасян. // Сов геология, 1965. – №1.
28. Перфилев, А.С. Пример несоответствия метаморфизма и стратиграфии (Полярный Урал) / А.С. Перфилев, Ю.Е. Молдаваницев // Докл. АН СССР, 1960. Т.132. – №6.

ТАРКИБИ ИЗОТОПИ КАРБОН – ГРАФИТ ДАР РОБИТА БО СИННУ СОЛИ КОМПЛЕКСҲОИ МЕТАМОРФОЗИИ МИНТАҚАИ ҒАРМ (ТИЁНШОНИ ҶАНУБӢ)

Мақола ба проблемаи баҳснок – муайянкунии синну соли ҷинсҳои метаморфозии амиқ (гнейсҳо, мигматитҳо)-и минтақаи кристалии Ғарм бахшида шудааст. Ин ҷинсҳо дар як қатор корҳои таҳқиқотӣ, аз ҷумла аз тарафи муҳаққиқони аввалин ба ҳосилаҳои токембрии қадим мансуб дониста мешаванд. Гурӯҳи дигари муҳаққиқон ин қабил ҷинсҳоро ба палеозойи поёнӣ ва миёна мансуб медонанд ва ин ақидаи худро бо бозёфтҳои зиёди геологӣ, петрографӣ, инчунин бозмондаҳои фаунагӣ, ки дар қитъаҳои ҷудогонаи ин ғафсӣ ёфта шудаанд, асоснок менамоянд.

Муаллиф дар асоси муқоисаи таркиби изотопи карбон – графити таркиби ҷинсҳои ба таври гуногун шаклдигаркардаи қабати ғафсӣ исбот мекунад, ки ҷинсҳои ин минтақа, ки намуди қадима доранд, ба туфайли шаклдигаркунии пуршиддат ва плутонометаморфози боқимондаҳои намунаҳои ибтидоии давраи полеозой ба вуҷуд омадаанд.

КАЛИДВОЖАҲО: графит, изотоп, гнейс, сланетс, метаморфизм, гранат, силлимант, вектор, токембрӣ, полеозой.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ: Ҳасанов А.Ҳ., профессор, ДМТ. Тел.: (+992) 935-00-36-73.

ИЗОТОПНЫЙ СОСТАВ УГЛЕРОДА ГРАФИТА В СВЯЗИ С ВОЗРАСТОМ МЕТАМОРФИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ГАРМСКОГО МАССИВА (ЮЖНЫЙ ТЯНЬ-ШАНЬ)

Статья посвящена дискуссионной проблеме геологического возраста глубокометаморфизованных пород (гнейсов, мигматитов и т.д.). Гармского кристаллического массива. Они в ряде работ, в том числе, первых исследователей отнесены к древним докембрийским образованиям. Другая, преобладающая часть геологов относят их к нижнему и среднему палеозою, что подтверждается многими геологическими, петрографическими, а также находками фаунистических остатков в отдельных участках этой толщи. Автор на основании сравнения изотопного состава углерода графита различно метаморфизованных пород толщи доказывает, что породы массива, имеющие древний облик, образованы в результате интенсивного метаморфизма и плутонометаморфизма исходных осадочных пород палеозоя.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: графит, изотоп, гнейс, сланцы, метаморфизм, гранат, силлиманит, вектор, докембрий, палеозой.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ: Хасанов А.Х., профессор ТНУ. Тел.: (+992) 935-00-36-73.

ISOTOPIC COMPOSITION OF GRAPHITE CARBON DUE TO AGE OF METAMORPHIC COMPLEXES OF GARM'S MASSIF (SOUTHERN TIEN SHAN)

The article is devoted to the discussion problem of geological age of deep-metamorphosed rocks (gneiss, migmatites, etc.) of Garm crystal mass. They in a number of works, including the first researchers, are assigned to ancient precambrian formations. Another, predominant part of geologists attributes them to the lower and middle paleozoic, which is confirmed by many geological, petrographic, as well as finds of faunal remains in certain areas of this stratum. The author, based on a comparison of the isotopic composition of graphite carbon of differently metamorphized rocks of the thickness, proves that the rocks of the massif having an ancient appearance are formed as a result of intense metamorphism and plutonometamorphism of the original sedimentary rocks of the paleozoic.

KEY WORDS: graphite, isotope, gneiss, shale, metamorphism, pomegranate, sillimanite, vector, precambrium, paleozoic.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR: Hasanov A. Kh., professor of TNU. Phone: (+992) 935-00-36-73.

УДК 669.715.620.193

КИНЕТИКА ОКИСЛЕНИЯ ЦИНКОВОГО СПЛАВА ЦАМСв4-1-2,5, ЛЕГИРОВАННОГО КАЛЬЦИЕМ

Ганиев И.Н.
Институт химии имени В.И. Никитина Национальной академии наук Таджикистана
Аминова Н.А., Бердиев А.Э., Алихонова С.Дж.
Российско-Таджикский (Славянский) университет

Цинк-алюминиевые сплавы серии ЦАМ (цинк-алюминий-медь) отличаются хорошей сопротивляемостью к коррозии. Хотя обязательным условием при этом должно быть предварительное нанесение на их поверхность гальванических покрытий. Эти сплавы активно взаимодействуют с большинством кислот и щелочей [1-3].

ЦАМы не вступают во взаимодействии с такими химическими элементами как азот, углерод, водород, бор и кремний. Они инертны к аммиачной среде при температуре до 480^0С.

Все вышеперечисленные характеристики позволили сплавам серии ЦАМ получить широкое распространение в разного рода производств. Наибольшее применение ЦАМы получили в сфере автомобилестроения. Из них производят тонкостенные корпуса карбюраторов и насосов, решетки радиаторов и элементы гидравлического тормоза [1-3].

Подшипниковая промышленность использует этот сплав как материал для изготовления подшипников скольжения и монометаллических вкладышей. В текстильном производстве по причине способности сплавов хорошо передавать сложные оттенки, изготавливают застежки, кнопки и пуговицы. В пищевой промышленности сплавы серии ЦАМ можно встретить в качестве материала деталей холодильников, посудомоечных машин и прочей бытовой техники. Из сплавов серии ЦАМ производят спусковой механизм стрелкового оружия и др. [1-3].

Экспериментальные результаты и их обсуждение. Для изучения кинетики окисления цинкового сплава ЦАМСв4-1-2,5, (AI-4%; Cu-1%; Pb-2.5%; Zn-остальное), легированного кальцием в изотермических условиях, использовали термогравиметрический метод, основанный на непрерывном взвешивании образцов сплавов в твердом состоянии. Подробная методика исследования приведена в работах [4-10].

Для исследования влияния кальция на кинетику окисления цинкового сплава ЦАМСв4-1-2,5, в твердом состоянии была синтезирована серия сплавов с содержанием кальция от 0.01 до 0.5% по массе. Сплавы для исследования получили из цинка марки Ц3 (ГОСТ 19424-97), алюминия марки А7 (ГОСТ 11069-2001) и стронция металлического марки СтМ1. Исследование проводили в атмосфере воздуха при температурах 523, 573 и 623 К. Результаты исследования представлены на рисунках 1-3 и в таблицах 1, 2.

Таблица 1

Кинетические и энергетические параметры процесса окисления цинкового сплава ЦАМСв4-1-2,5, легированного кальцием, в твердом состоянии

Содержание кальция в сплаве, мас.%	Температура окисления, К	Истинная скорость окисления $K \cdot 10^{-4}$, $кг \cdot м^{-2} \cdot с^{-1}$	Кажущаяся энергия активации, кДж/моль
0,0	523 573 623	3,48 3,53 3,60	136,8

0,05	523 573 623	3,51 3,56 3,64	130,7
0,1	523 573 623	3,55 3,60 3,67	126,1
0,5	523 573 623	3,59 3,64 3,71	121,5
1,0	523 573 623	3,62 3,68 3,75	117,9

Кинетические кривые окисления цинкового сплава ЦАМСв4-1-2,5, в твердом состоянии (рисунок 1а) характеризуются боле растянутым процессом формирования оксидной плёнки на начальном этапе окисления. Скорость окисления данного сплава в зависимости от времени и температуры незначительно увеличивается. Однако рост удельной массы образца к 15 минутам приобретает постоянное значение. Истинная скорость окисления, вычисленная по касательным, проведённым от начала координат к кривым и рассчитанная по формуле $K=g/s\cdot\Delta t$, составляет $3{,}48\cdot10^{-4}$ и $3{,}6\cdot10^{-4}$ кг·м$^{-2}$·сек$^{-1}$, соответственно при температурах 523 и 623 К. Кажущаяся энергия активации окисления, вычисления по тангенсу угла наклона прямой зависимости lgK-1/T, составляет 136,8 кДж/моль (таблица 1).

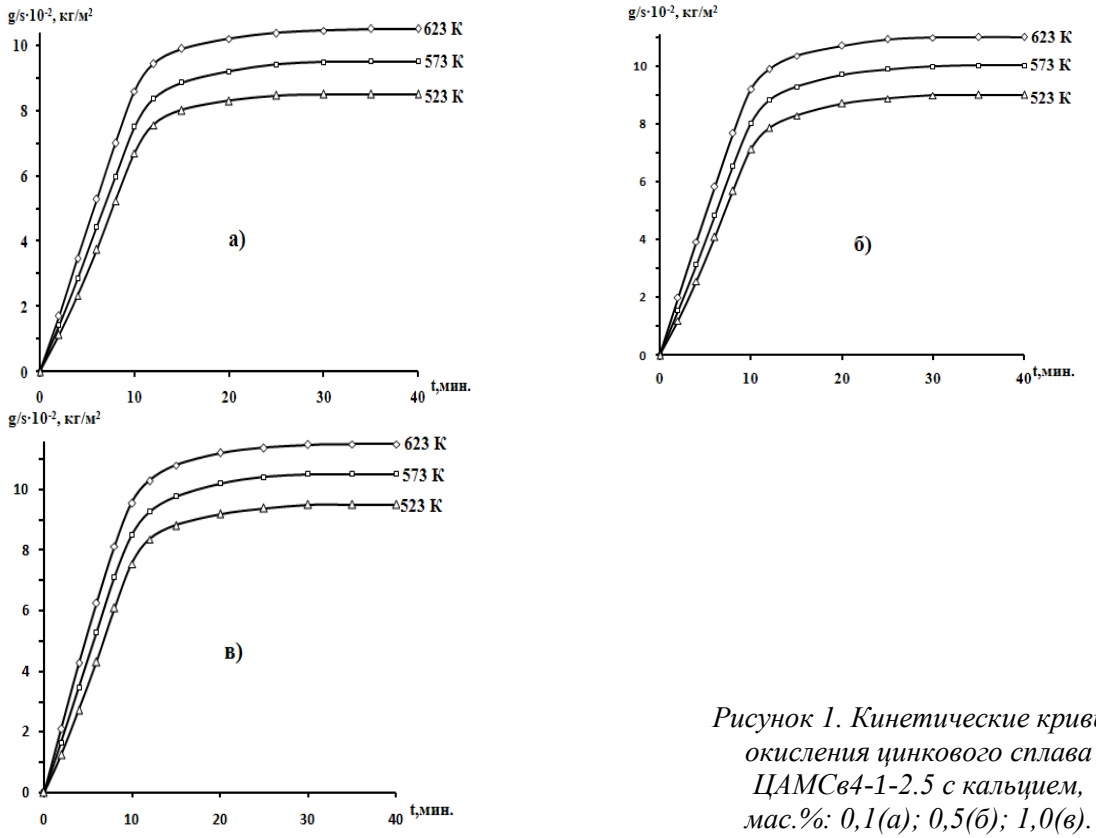


Рисунок 1. Кинетические кривые окисления цинкового сплава ЦАМСв4-1-2.5 с кальцием, мас.%: 0,1(а); 0,5(б); 1,0(в).

При температурах 523К и 623К значение истинной скорости окисления сплава, содержащего 0.05 мас. % кальция, изменяется от $3{,}51\cdot10^{-4}$ до $3{,}64\cdot10^{-4}$ кг·м$^{-2}$·сек$^{-1}$ (рисунок 1а). Кажущаяся энергия активации при этом составляет 130,7 кДж/моль.

Кинетические кривые процесса окисления цинкового сплава ЦАМСв4-1-2,5, содержащего 0.5 мас. % кальция, приведены на рисунке 1б. Данный сплав подвергался окислению при температурах 523К, 573К и 623 К. Истинная скорость окисления составляет величину $3{,}59\cdot10^{-4}$ и $3{,}7110^{-4}$ кг·м$^{-2}$·сек$^{-1}$ при 523К и 623 К. Кажущаяся энергия активации при этом составляет 121,5 кДж/моль.

Квадратичные кинетические кривые окисления цинкового сплава ЦАМСв4-1-2.5 с содержанием 0.05 ÷ 1.0 мас. % кальция в координатах $(g/s)^2$-t представлены на рисунке 2. Полиномы кинетических кривых окислений сплавов представлены в таблице 2. Непрямолинейный характер кривых свидетельствует о гиперболическом механизме окисления сплавов.

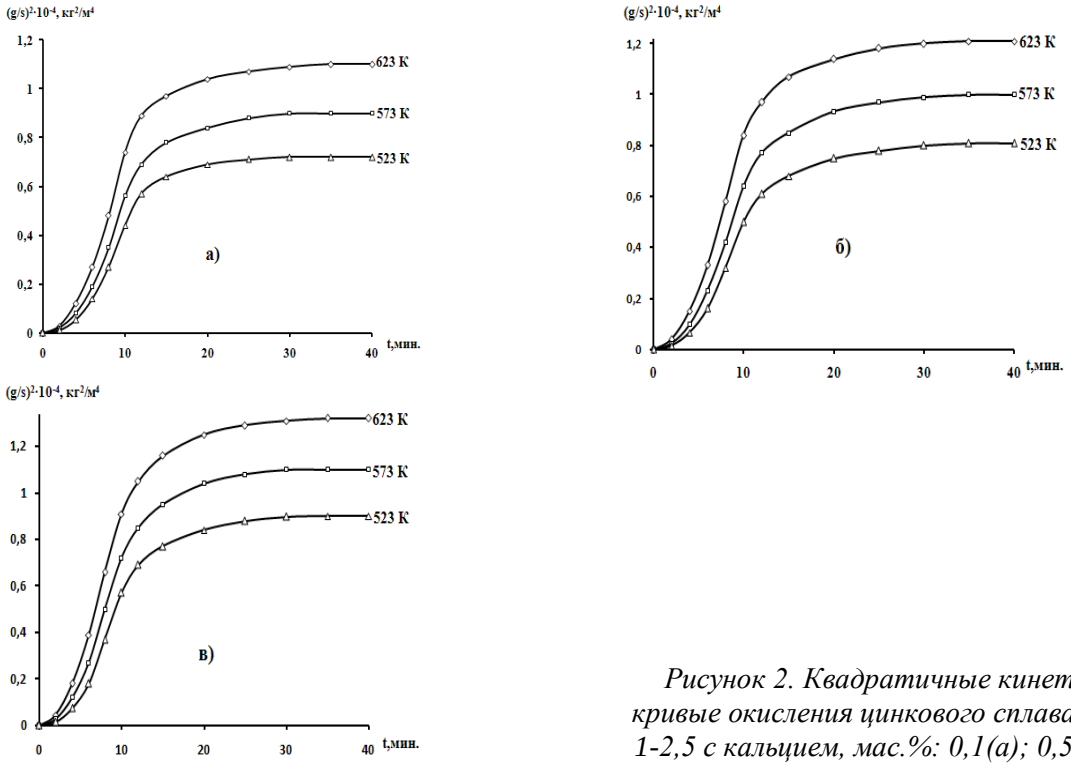


Рисунок 2. Квадратичные кинетические кривые окисления цинкового сплава ЦАМСв4-1-2,5 с кальцием, мас.%: 0,1(а); 0,5(б); 1,0(в).

На рисунке 3 изображена зависимость lgK-1/T для цинкового сплава ЦАМСв4-1-2.5, содержащего 0.05; 0.1; 0.5; 1.0 мас. % кальция, который имеют прямолинейный характер. Видно, что кривые окисления, относящиеся к сплавам с кальцием, располагаются выше кривой исходного сплава. По тангенсу угла наклона данных прямых и была определена величина кажущейся энергиям активации процесса окисления сплавов (таблица 1).

Таблица 2

Полиномы кинетических кривых окисления цинкового сплава ЦАМСв4-1-2.5 с кальцием, в твердом состоянии

Содержание кальция в сплаве, мас. %	Температура окисления, К	Полиномы кинетических кривых окисления сплавов	Коэффициент регрессии R,%
0,0	523 573 623	$y = -0{,}001x^3 - 0{,}012x^2 + 0{,}591x$ $y = -0{,}001x^3 - 0{,}015x^2 + 0{,}694x$ $y = -05\cdot10^{-1}x^3 - 0{,}024x^2 + 0{,}874x$	0,992 0,995 0,994

0,05	523 573 623	$y = -0{,}001x^3 - 0{,}008x^2 + 0{,}686x$ $y = -0{,}001x^3 - 0{,}019x^2 + 0{,}863x$ $y = -0{,}001x^3 - 0{,}044x^2 + 1{,}159x$	0,987 0,991 0,992
0,1	523 573 623	$y = -0{,}001x^3 - 0{,}010x^2 + 0{,}761x$ $y = -0{,}001x^3 - 0{,}021x^2 + 0{,}925x$ $y = -0{,}001x^3 - 0{,}036x^2 + 1{,}143x$	0,986 0,990 0,991
0,5	523 573 623	$y = -0{,}001x^3 - 0{,}017x^2 + 0{,}851x$ $y = -05 \cdot 10^{-5}x^3 - 0{,}029x^2 + 1{,}031x$ $y = -0{,}001x^3 - 0{,}050x^2 + 1{,}298x$	0,987 0,990 0,992
1.0	523 573 623	$y = -0{,}001x^3 - 0{,}019x^2 + 0{,}906x$ $y = -0{,}001x^3 - 0{,}037x^2 + 1{,}143x$ $y = -0{,}001x^3 - 0{,}057x^2 + 1{,}396x$	0,987 0,991 0,994

y^* —удельный привес сплавов

x^{**} —продолжительность окисления

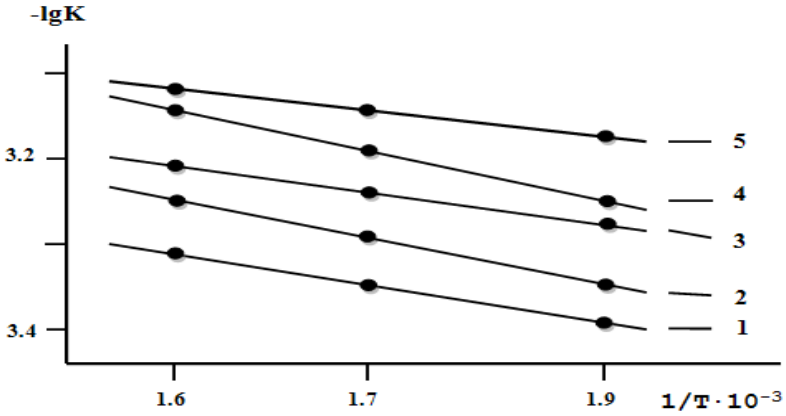


Рисунок 3. Зависимость lgK от 1/T для цинкового сплава ЦАМСв4-1-2.5(1) с кальцием, мас. %: 0,05(2); 0,1(3); 0,5(4); 1,0(5).

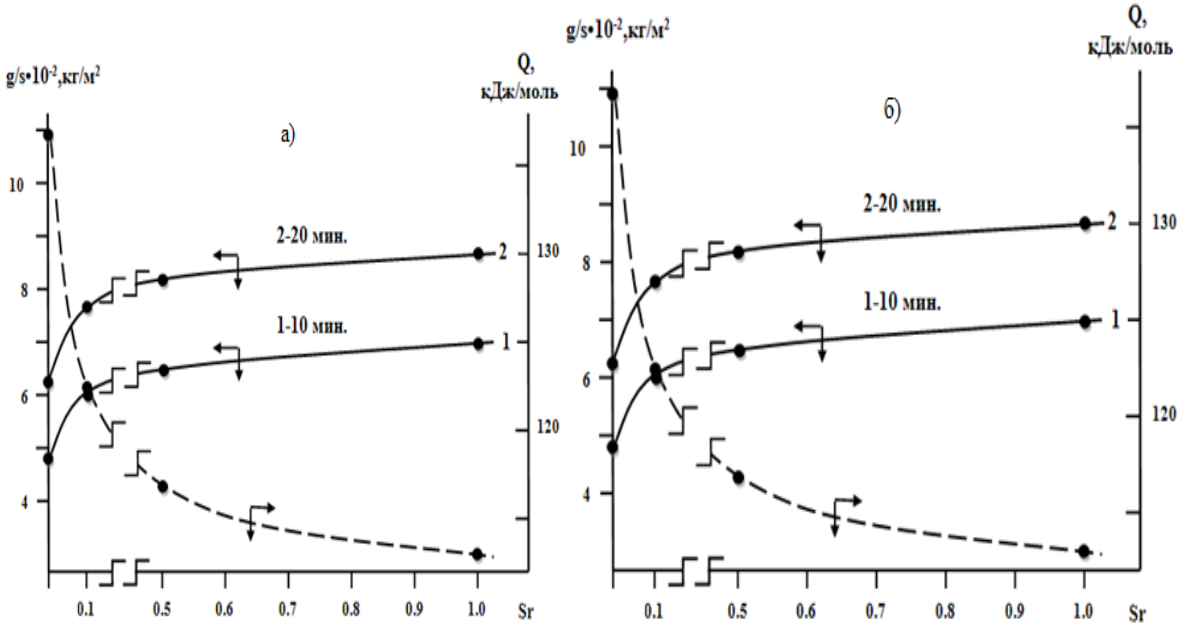


Рисунок 4. Изохронны окисления сплава ЦАМСв4-1-2.5 с кальцием при 523 К (а) и 623К (б)

Заключение. Как известно, окисление металлов при высоких температурах приводит, как правило к образованию на поверхности реагирования оксидной плёнки

или окалины. Образующаяся плёнка оксида и определяет механизм окисления. Характер окисления зависит также от плотности образующегося в результате окисления оксида.

Плотная плёнка служит преградой, разделяющей металл и газообразный кислород. В случае, когда на поверхности оксида находится достаточное количество кислорода, в таком случае скорость окисления при высоких температурах определяется диффузией, в твердом состоянии через плотный слой оксида. Плотная плёнка обладает наилучшими защитными свойствами и с точки зрения практики представляет собой ценную особенность окисления металлов.

Таким образом, методом термогравиметрии показано, что легирование кальцием увеличивает скорость окисления сплава ЦАМСв4-1-2.5, что сопровождается уменьшением кажущейся энергии активации процесса окисления сплавов от 136,8 до 117.9 кДж/моль. Скорость окисления сплавов имеет порядок 10^{-4} кг·м$^{-2}$·с$^{-1}$

ЛИТЕРАТУРА:

1. Кечин В.А., Люблинский Е.Я. Цинковые сплавы. – М.: Металлургия, 1986. – 247 с.
2. Дунаев Ю.Д. Нерастворимые аноды на основе свинца. – Алма-Ата: Наука, Каз. ССР., 1978. – 316 с.
3. Лепинских Б.М. Кисилёв В. Об окислении жидких металлов и сплавов кислородом из газовой фазы // Изв. АН СССР. Металлы, 1974. – № 5. – С. 51-54.
4. Кубашевский О., Гопкинс Г.М. Окисление металлов и сплавов. – М.: Металлургия, 1985. – С. 360-363.
5. Талашманова, Ю.С. Антонова Л.Т., Денисов В.М. Окисление жидких сплавов на основе свинца // Матер. конф. «Современные проблемы науки и образования», 2006. – № 2. – С. 75-76.
6. Назаров, Ш.А. Ганиев И.Н., Irene Calliari., Бердиев А.Э., Ганиева Н.И. Кинетика окисления сплава Al+6%Li, модифицированного лантаном, в твердом состоянии // Металлы, 2018. – №1. – С. 34-40.
7. Назаров Ш.А. Ганиев И.Н., Эшов Б.Б., Ганиева Н.И. Кинетика окисления сплава Al+6%Li, модифицированного церием // Металлы, 2018. – № 3. – С. 33-38.
8. Ганиев И.Н. Ганиева Н.И., Эшова Д.Б. Особенности окисления алюминиевых расплавов с редкоземельными металлами // Металлы, 2018. – № 3. – С. 39-47.
9. Норова, М.Т., Ганиев И.Н., Эшов Б.Б. Кинетика окисления сплава АМг0.2 с лантаном, празеодимом и неодимом в твёрдом состоянии // Известия Санкт-Петербургского государственного технического института (технологического университета), 2018. – № 44 (70). – С. 35-39.
10. Ганиев И.Н., Ашурматов Дж.Т., Гулов С.С., Бердиев А.Э. Кинетика окисления сплава АК9М2, легированного скандием // Доклады АН Республики Таджикистан, 2017. Т. 60. – № 10. – С. 552-556.

КИНЕТИКАИ ОКСИДШАВИИ ХӮЛАИ РУҲ ЦАМСв4-1-2,5, КИ БО КАЛСИЙ ҶАВҲАРОНИДА ШУДААСТ

Бо усули термогравиметрӣ кинетикаи оксидшавии хӯлаи руҳ САМСв4-1-2,5, ки бо калсий ҷавҳаронида шудааст, дар ҳолати сахт омӯхта шудааст. Нишон дода шудааст, ки иловаи калсий, дар ҳудуди омӯхташуда оксидшавии хӯлаи аввалияи САМСв4-1-2,5-ро зиёд менамояд.

КАЛИДВОЖАҲО: хӯлаи руҳ САМСв4-1-2,5, калсий, усули термогравиметрӣ, кинетикаи оксидшавӣ, суръати миёнаи оксидшавӣ, энергияи эффективии активатсия.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Ганиев Изатулло Наврӯзович, доктори илмҳои химия, профессор, академики АМИТ, мудири лабораторияи ИХ В.И. Никитини АМИТ. Тел.: (+992) 93-572-88-99; e-mail: ganiev48@mail.ru

Аминова Нигора Аминовна, мудири лабораторияи кафедраи химия ва биологияи ДСТР. E-mail: nigora.aminova.92@mail.ru.

Бердиев Асадкул Эгамович, доктори илмҳои техникӣ, дотсент, мудири кафедраи химия ва биологияи ДСТР. E-mail: berdiev75@mail.ru

Алихонова Сурайё Ҷамшедовна, номзади илмҳои химия, саромӯзгори кафедраи химия ва биологияи ДСТР. E-mail: thuraya86@inbox.ru

КИНЕТИКА ОКИСЛЕНИЯ ЦИНКОВОГО СПЛАВА ЦАМСв4-1-2,5, ЛЕГИРОВАННОГО КАЛЬЦИЕМ

Термогравиметрическим методом исследована кинетика окисления цинкового сплава ЦАМСв4-1-2,5, легированного кальцием в твердом состоянии. Показано, что добавки кальция в пределах изученной концентрации увеличивают окисляемость исходного цинкового сплава ЦАМСв4-1-2,5.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: цинковый сплав ЦАМСв4-1-2,5, кальций, термогравиметрический метод, кинетика окисления, истинная скорость окисления, энергия активации.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Ганиев Изатулло Наврузович, доктор химических наук, профессор, академик НАНТ, зав. лабораторией ИХ имени В.И. Никитина НАНТ. Тел.: (+992) 93-572-88-99; e-mail: ganiev48@mail.ru

Аминова Нигора Аминовна, зав лабораторией кафедры химия и биологии РТСУ. E-mail: nigora.aminova.92@mail.ru

Бердиев Асадкул Эгамович, доктор технических наук, доцент, зав. кафедрой химии и биологии РТСУ. E-mail: berdiev75@mail.ru

Алихонова Сурайё Джамшедовна, кандидат химических наук, ст. преподаватель кафедры химии и биологии РТСУ. E-mail: thuraya86@inbox.ru.

OXIDATION KINETICS OF ZINC ALLOY ZAMSv4-1-2.5, CALCIUM DOPED

Thermogravimetric method investigated oxidation kinetics of zinc alloy ZAMSv4-1-2.5, doped with calcium in solid state. It is shown that calcium additives within the studied concentration increase oxidability of the initial zinc alloy ZAMSv4-1-2.5.

KEY WORDS: zinc alloy ZAMSv4-1-2.5, calcium, thermogravimetric method, oxidation kinetics, true oxidation rate, apparent activation energy.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Ganiev Izatullo Navruzovich, doctor of chemical sciences, professor, academician of NAST, head of the department of the laboratory named after V.I. Nikitin NAST. Phone: (+992) 93-572-88-99; e-mail: ganiev48@mail.ru

Aminova Nigora Aminovna, head of the laboratory of the department of chemistry and biology of RTSU. E-mail: nigora.aminova.92@mail.ru

Berdiyev Asadqul Egamovich, doctor of technical sciences, associate professor, head of the department of chemistry and biology of RTSU. E-mail: berdiev75@mail.ru

Alikhonova Surayo Jamshedovna, candidate of chemical sciences, senior lecturer of the department of chemistry and biology of RTSU. E-mail: thuraya86@inbox.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ЭНТАЛЬПИИ ПЛАВЛЕНИЯ ЭВТЕКТИКИ СИСТЕМ АЛЮМИНИЙ-ЛАНТАНОИДЫ, БОГАТЫХ ЛАНТАНИДОМ

Ахмедов Ш.А., Мирзоев Ш.И.
Таджикский аграрный университет имени Ш. Шотемура
Гафуров Б.А.
Бохтарский государственный университет имени Носири Хусрава
Бадалов А.
Таджикский технический университет имени акад. М.С. Осими

Определение достоверных сведений о термических, термодинамических характеристиках поликомпонентных металлических систем, о влиянии отдельных компонентов на общие свойства, создают научную основу для подбора, содержания модификаторов в зависимости от прикладных задач, условии эксплуатации материалов, моделировании диаграммы состояния двух и поликомпонентных металлических систем. Анализ термодинамических характеристик сплавов позволяют определить

рациональные условия и направления технологических процессов. Такие исследования приобретают особое значение для сплавов на основе алюминия (Al), модифицированные лантанидами (Ln). Эти сплавы проявляют важные прикладные характеристики для атомной энергетики, полупроводниковой, лазерной, люминофорной и военной техники, для получения особых конструкционных и сверхпроводящих материалов с характеристиками, превосходящих используемых [1-5].

Данная работа является продолжением наших исследований [6-8] по изучению термических свойств модифицированных алюминиевых сплавов. В работе приведены результаты системного анализа литературных и полученных нами сведений по энтальпии плавления эвтектических составов, образующихся или виртуальных в системах алюминий – лантаниды в области богатых лантанидами. Установлена закономерность изменения этой характеристики эвтектик в зависимости от природы лантанидов.

Обобщённые сведения по диаграмме состояния Al – Ln [9] показывают, что в этих системах наряду с образованием интерметаллидов составов $AlLn_3$, $AlLn_2$, Al_2Ln_3, AlLn, Al_2Ln, Al_3Ln, α-$Al_{11}Ln_3$ и β-$Al_{11}Ln_3$ имеются также эвтектические сплавы и превращения. В таблице 1 приведены литературные и оценённые нами [7] (для систем Al-Pm, Al-Eu, Al-Tb, Al-Tm и Al-Lu) значения температуры плавления эвтектических сплавов систем Al – Ln, образующихся в области богатых лантанидами.

Имеющиеся или уточнённые величины температуры и энтальпии плавления лантанидов [8; 10], алюминия [10] и температуры плавления эвтектик систем Al – Ln, богатых алюминием (таблица 1), позволили рассчитать их энтальпию плавления ($\Delta H^0_{пл.}$, кДж/моль-атомов) по уравнению (расчёт -1) предложенное автором работы [11].

$$\Delta H^0_{пл.,\ эвтектики}\ Al_xLn_y = T_{пл.}^{им}\,(y\,\Delta H_{пл.}^{Ln} / T_{пл.}^{Ln} + x\Delta H_{пл.}^{Al} / T_{пл.}^{Al})\,/(x+y) \qquad (1)$$

Отсутствующие значения температуры и энтальпии плавления указанных лантана, гадолиния и лютеция определены расчётными методами [12]. Эти данные являются базисными для проведения системного анализа искомых характеристик эвтектик. Результаты расчётов значений энтальпии плавления эвтектик систем Al – Ln, богатых алюминием, проведённых по формуле (1) (расчёт-1), приведены в таблице 1.

Для сопоставления результатов с помощью базисных величин рассчитаны также энтальпии плавления эвтектик систем Al – Ln полуэмпирическим методом [13-14] (расчёт-2) по следующему уравнению:

$$\Delta H^0_{пл.,\ эвтектики}\ Al_xLn_y = \Delta H^0_{пл.,\ AlxLay} + \alpha N_f + \beta S + \gamma' S_{(Ce-Eu)}\,(\gamma'' L_{(Tb-Yb)}) \qquad (2)$$

Таблица 1

Температура и энтальпия плавления эвтектики в системах Al – Ln: (а) -литература [9], (б) – расчёт (1), (в) – расчет (2)

Сис-тема	*Эвтектические превращения*	*Ln,%*	*Tпл., K*		*$\Delta H_{пл.T}$, кДж/моль*	
			(а)	*(в)*	*(в)*	*(б)*
Al-La	*La + $AlLa_3$*		*820; 912*	*920**	*6,22*	*6,22*
Al-Ce	*Ж=β$AlCe_3$* *Ж = (Ce) + β $AlCe_3$*	*70* *89,0*	*918* *853*	*920*	*6,41*	*5,73*
Al-Pr	*$AlPr_2$ + αPr*	*82*	*923*	*923*	*6,28*	*7,04*
Al-Nd	-	-	*908*	*920*	*6,40*	*6,61*
Al-Pm	-	-	-	*953*	*6,76*	*6,98*
AlSm	-	-	*1023*	*1007*	*7,36*	*7,55*
Al-Eu	-	-	-	*940*	*7,03*	*7,01*
Al-Gd	*Ж = (αGd) + + Al_3Gd_2*	*77,0*	*1148*	*1148*	*8,74*	*8,74*
Al-Tb	-	-	-	*1210*	*9,37*	*9,47*

Al-Dy	*Ж — (Dy) + $AlDy_2$,* *Ж— $AlDy_2$ + Al_2Dy_3*	*81,0* *61,0*	*1278* *1279*	*1241*	*9,66*	*9,69*
Al-Ho	*$AlHo_2$ + Ho* *Al_2Ho_3 + Al_2Ho*	*76,0*	*1249* *1257*	*1273*	*10,19*	*10,23*
Al-Er	- -	*88,0* *58,0*	*1278* *1318*	*1305*	*10,94*	*10,78*
Al-Tm	-	-	-	*1338*	*11,91*	*11,98*
Al-Yb	-	-	*930*	*1150*	*9,33*	*9,33*
Al-Lu	-	-	-	*1373**	*13,98*	*13,98*

Коэффициенты уравнения (2), которые равны α = 0,5543, β = 0,4543 γ'= -0,4432 и γ"= -0.6034, учитывают влияние: - α – 4f – электронов, β- и γ – спин (S) – и орбитальных (L) – моментов движения атомов и ионов лантанидов на значение величины энтальпии плавления эвтектик. Коэффициенты относятся: γ' - к лантанидам цериевой подгруппы, а γ" – к металлам иттриевой подгруппы.

Полученные полные сведения по температуре и энтальпии плавления эвтектик систем Al-Ln, богатых лантанидом, позволили определить закономерности их изменения в зависимости от природы лантанидов, графики которых приведены на рисунках 1 и 2, соответственно.

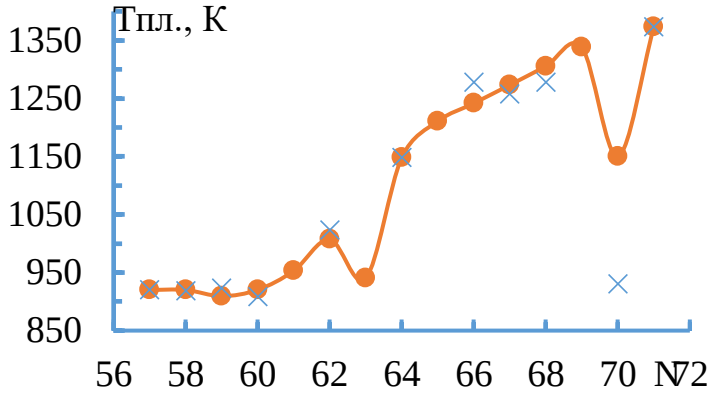


Рисунок 1. График закономерности изменения температуры плавления эвтектики систем Al-Ln, богатых лантанидом, от природы лантанидов: х – литература; ●- расчёт.

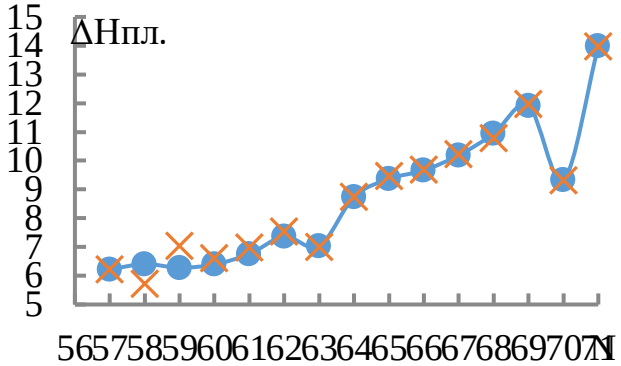


Рисунок 2. График закономерности изменения энтальпии плавления эвтектики систем Al-Ln, богатых лантанидом, от природы лантанидов: х – расчёт-1; ●- расчёт-2.

Из рисунков 1 и 2 видно хорошее совпадение литературных и расчётных величин, что свидетельствует о достоверности полученных результатов, независимыми методами. Графики закономерности изменения температуры и энтальпии плавления эвтектик систем Al-Ln, богатых лантанидами, в зависимости от природы лантанидов имеют идентичный характер с проявлением «тетрад - эффект»-а. По характеру графиков можно отметить следующие особенности:

- разделение закономерности по подгруппам лантанидов: - цериевой и иттриевой;

- выпадение характеристики для систем Al-Eu и Al-Yb из общей закономерности, обусловленное частичным $4f^7$ у атома европия и полным $4f^{14}$ заполнением электронами орбиталей;

- для систем Al-Ln цериевой подгруппе (Al-La - Al-Eu) с ростом порядкового номера лантанида наблюдается незначительное уменьшение величины температуры и энтальпии плавления эвтектик до средины подгруппы Al-Pr и заметное её повышение во второй части подгруппы;

- для систем Al-Ln иттриевой подгруппы (Al-Gd - Al-Lu) закономерность имеет почти прямолинейный характер с симбатным повышением температуры и энтальпии плавления эвтектик.

Полученные полные сведения по температуре и энтальпии плавления эвтектик систем Al - Ln позволили провести математическое моделирование закономерности их изменения в зависимости от природы лантанидов. Моделирование результатов проведено по стандартной программе MICROSOFT EXCEL. Исходя из разного характера закономерностей изменения свойств эвтектик, обработка данных проведена отдельно для цериевой и иттриевой подгрупп лантанидов. При расчётах не учтены значения характеристики для ИМ европия и иттербия, так как они выпадают из общих закономерностей.

Полученные уравнения, которые с высокой достоверностью выражают установленные закономерности по подгруппам лантанидов, приведены в таблице 2

Таблица 2

Математические уравнения закономерности изменения характеристик (У) эвтектик систем Al – Ln, богатых лантанидами от их природы (х)

Функция		*Вид уравнений*	*ЛТ*	R^{2*}
$T_{пл.}$	*(а)*	$У= 8,0291x^2 - 939,84x + 28410$	*П*	*0,996*
	(б)	$У= -2,4886x^2 + 367,21x - 12154$	*П*	*0,995*
$\Delta H^0_{пл.}$	*(а)*	$y = 0,0256x^3 - 4,5066x^2 + 263,95x - 5146,8$	*П*	*0,986*
	(б)	$y = 0,1277e^{0,0658x}$	*Э*	*0,982*

Примечание: -(а) – цериевая -; (б) – иттриевая подгруппы лантанидов; R^2 – степень достоверности; х – порядковый номер лантанида; у – соответствующая характеристика в эвтектики, ЛТ- линия тренда, П – полиноминальная, Э – экспоненциальная.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Горбунов Ю.А. Роль и перспективы редкоземельных металлов в развитии физико-механических характеристик и областей применения деформируемых алюминиевых сплавов // Журн. СФУ. Сер. Техника и технологии, 2015, Т. 8. – № 5. – С. 636-645.
2. Jiang C., Gleeson B. A combined first-principles/CALPHAD modeling of the Al–Ir system // Acta Materialia. 54. 2006. – P. 4101-4110.
3. N.A. Belov, A.M. Dostaeva, P.K. Shurkin, N.O. Korotkova, A.A. Yakovlev Influence of annealing on electrical resistance and hardness of hot-rolled aluminum alloy sheets containing up to 0.5% Zr // Russ. J. Non-Ferr. Met., 2016. 57. – № 5. P. 429-435.
4. Zhang H., Gu D., Yang J., Dai D., Zhao T., Hong C., Gasser A., Poprawe R. Selective laser melting of rare earth element Sc modified aluminum alloy: Thermo-dynamics of precipitation behavior and its influence on mechanical properties // Additive Manufacturing, 2018.
5. Обидов З.Р., Ганиев И.Н. Физикохимия цинк - алюминиевых сплавов с редкоземельными металлами. – Душанбе: Андалеб Р, 2015. – 334 с.
6. Закономерности в изменениях температуры плавления эвтектических сплавов систем алюминий – лантаниды, богатых алюминием. / Матер.4-й межд. н./пр. конф., – Душанбе, ТНУ, 2019, 3-4 мая. – С. 167-171. М. Чаманова, Ш. Х. Ахмедов, Ш. И. Мирзоев, А.Х. Бобоева, А. Бадалов.

7. Моделирование закономерности изменения температуры и энтальпии плавления интерметаллидов систем алюминий – лантаниды, богатых алюминием // Вестник Иркутского гос. техн. универ., 2018. –№22(12). – С. 221-230. DOI: 10. 21285/1814-3520-2018-12-221-230. М. Чаманова, Ш.А. Ахмедов, Эшов Б.Б., Бадалов А.Б.
8. Чаманова М., Тсюан Тсзингжи, Мирзоев Ш.И., Бадалов А. Закономерности изменения термохимических характеристик интерметаллидов состава $Al_{11}Ln_3$ и лантаноидов // Вестник Таджикского технического университета, 2016. – №3 (35). – С. 38-45.
9. Алюминиевые сплавы. Металловедение алюминия и его сплавов / Под ред. И. Н. Фридляндера. – М.: Металлургия, 1971. – 352 с.
10. Волков А.И., Жарский И.М. Большой химический справочник. – Минск: Современная школа, 2005. – 608 с.
11. Баянов А.П. Расчет энтальпии образования соединений редкоземельных элементов на основе кристаллохимических характеристик // Изв. АН СССР, неорган. матер., 1973, т. 9. – № 6. – С. 959-963.
12. Киреев В.А. Методы практических расчётов в термодинамике химических реакций. – М.: Химия, 1975. – 536 с.
13. Полуэктов Н.С., Мешкова С.Б., Коровин Ю.В., Оксиненко И.И. Корреляционный анализ в физикохимии соединений трёхвалентных ионов лантаноидов // Докл. АН СССР, 1982, т. 266. – №5. – С. 1157 – 1159.
14. Мешкова, З.Б., Полуэктов Н.С., Топилова З.М., Данилкович М.М. Гадолиниевый излом в ряду трехвалентных лантаноидов // Коорд. хим., 1986, Т. 12, вып. 4. – С. 481-484.

АМСИЛАСОЗИИ ҚОНУНИЯТИ ТАҒЙИРЁБИИ ГУДОЗИШИ ЭНТАЛПИЯИ НИЗОМҲОИ ЭВТЕТИКИИ АЛЮМИНИЙ-ЛАНТАНОИДҲО, КИ БО ЛАНТАНИДҲО БОЙ ГАШТААНД

Тавассути усулҳои нимэмпирикӣ тавсифоти ҳаратӣ, яъне ҳарорат ва гудозиши энталпияи низомҳои эвтетикии алюминий-лантаноидҳо, ки бо лантаноидҳо бой гаштаанд, аниқ ва ё муайян карда шудаанд. Таҳлили системавии маълумотҳои гирифташуда гузаронида шуд, қонунияти тағйирёбии тавсифоти эвтетикҳо вобаста ба табиати лантаноидҳо муқаррар гардидаанд ва муодилаҳои математикии онҳо мураттаб сохта шудаанд.

КАЛИДВОЖАҲО: хӯлаҳои алюминий, лантанидҳо, эвтектика, ҳарорат ва энталпияи гудозиш, қонуният, амсиласозӣ.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Бадалов Абдулхайр, доктори илмҳои химия, профессор, узви вобастаи АМИТ. Тел.: (+992) 93-571-21-25; e-mail: badalovab@ mail.ru

Ғафуров Бобомурод Абдуқаҳорович, доктори илмҳои химия, дотсент, мудири кафедраи химияи органикӣ ва биологии ДДБ ба номи Носири Хусрав. Тел.: (+992) 907-43-72-72; e-mail: gafurov.bobomurod.64@ mail.ru)

Ахмедов Шараф Абдухоликович, ассистенти кафедраи ЭАСХ ДАТ ба номи Ш. Шотемур. Тел.: (+992) 985-11-50-50.

Мирзоев Шамсулло Изатович, номзади илмҳои техникӣ, дотсент, декани факултаи механикониии кишоварзии ДАТ ба номи Ш. Шотемур. Тел.: (+992) 919-70-14-26.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ЭНТАЛЬПИИ ПЛАВЛЕНИЯ ЭВТЕКТИКИ СИСТЕМ АЛЮМИНИЙ-ЛАНТАНОИДЫ, БОГАТЫХ ЛАНТАНИДОМ

Полуэмпирическими методами уточнены и/или определены термические характеристики: температура и энтальпия плавления эвтектик систем алюминий – лантаниды, богатых лантанидами. Проведён системный анализ полученных данных, установлено закономерности изменения характеристик эвтектик в зависимости от природы лантанидов и составлены математические их уравнения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: алюминиевые сплавы, лантаниды, эвтектика, температура и энтальпия плавления, закономерность, моделирование.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Бадалов Абдулхайр, доктор химических наук, профессор, –чл.- корр. НАНТ. Тел.: (+992) 93-571-21-25; e-mail: badalovab@ mail.ru

Гафуров Бобомурод Абдукахорович, доктор химических наук, доцент, заведующий кафедрой органической и биологической химии БГУ имени Носира Хусрава. Тел.: (+992) 907-43-72-72; e-mail: gafurov.bobomurod.64@ mail.ru)

Ахмедов Шараф Абдухаликович, ассистент кафедры ЭАСХ ТАУ имени Ш. Шотемура. Тел.: (+992) 985-11-50-50.

Мирзоев Шамсулло Изатович, кандидат технических наук, доцент, декан факулта механизации сельского хозяйства ТАУ имени Ш. Шотемура. Тел.: (+992) 919-70-14-26.

MODELING THE REGULARITIES OF CHANGES IN THE EUTECTIC MELTING ENTHALPY OF ALUMINUM-LANTHANIDE-RICH SYSTEMS

Semi-empirical methods refined and/or determined thermal characteristics: temperature and enthalpy of melting eutectic systems aluminum - lanthanides rich in lanthanides. A systematic analysis of the obtained data was carried out, regularities of changing the characteristics of eutectics were established depending on the nature of lanthanides and their mathematical equations were compiled.

KEY WORDS: aluminum alloys, lanthanides, eutectic, melting temperature and enthalpy, regularity, modeling.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Badalov Abdulhai, doctor of chemical sciences, professor, corresponding member of NAST Phone: (+992) 93-571-21-25; e-mail: badalovab@ mail.ru

Gafurov Bobomurod Abduqahorovich, doctor of chemical sciences, associate professor, head of the department of organic and biological chemistry of BSU named after Nosiri Khusrav. Phone: (+992) 907-43-72-72; e-mail: gafurov. bobomurod.64@ mail.ru)

Akhmedov Sharaf Abdukhaliqovich, assistant of the department of EASKh TAU named after SH. Shotemur. Phone: (+992) 985-11-50-50.

Mirzoev Shamsullo Izatovich, candidate of technical sciences, associate professor, dean of the faculty of agricultural mechanization of TAU named after Sh. Shotemur. Tel.: (+992) 919-70-14-26.

УДК 669.76+542.943

ВЛИЯНИЕ МЕДИ НА КИНЕТИКУ ОКИСЛЕНИЯ СВИНЦОВО - СУРЬМЯНОГО СПЛАВА ССу3 В ТВЕРДОМ СОСТОЯНИИ

Худойбердизода С.У., Ганиев И.Н., Джайлоев Дж.Х.
Институт химии имени В.И. Никитина Национальной академии наук Таджикистана
Муллоева М.Н., Рахимов Ф.А.
Государственное научное учреждение «Центр исследования инновационных технологий» при Национальной академии наук Таджикистана

Комплексное легирование свинца сурьмой, медью в оптимальных концентрациях позволило получить высокоэффективные сплавы для защитных кабельных оболочек.

Свинцово-сурьмянный сплав ССу3 с медью обеспечивает кабельной оболочке высокое сопротивление усталости, ползучести и активной деформации в широкой области температур, а также хорошую технологичность при ее изготовлении. Основной для такого комплекса положительных характеристик является специфическая мелкозернистая термостабильная структура, обуславливающая стабильность свойств при эксплуатации. Сплавы вышеуказанной композиции находятся на уровне мировых стандартов-обладают лучшим комплексом эксплуатационных и технологических характеристик по сравнению с наиболее перспективными отечественными и иностранными аналогами [1-2].

Благодаря своей высокой коррозионной стойкости, свинцово-сурьмянные сплавы находят широкое применение в различных отраслях промышленности. Производство аккумуляторов, антикоррозионных оболочек кабелей являются важными областями применения свинца и его сплавов

Исследование кинетики окисления твердых металлов и сплавов с кислородом газовой фазы представляет научный и практический интерес. В процессе такого взаимодействия сплав загрязняется оксидными включениями, ухудшается качество поверхности, понижаются механические свойства изделий. Определение кинетических параметров и механизма окисления позволит получить дополнительную информацию о процессе окисления [1-2].

Твердый свинец при 250-320^{0}С окисляется по параболическому закону с образование красновато- коричневого оксида, ровным слоем плотно прилегающего к металлу [3-4].

Настоящая работа посвящена исследованию влияния меди на кинетику окисления свинцового сплава ССу3, в твердом состоянии. Процесс окисления исследован методом термогравиметрии с непрерывным взвешиванием образцов [5-7]. Для получения исследуемых сплавов при температурах 600–650℃ была использована шахтная печь сопротивления типа СШОЛ. Шихтовка сплавов проводилась с учётом угара металлов. Для изучения влияния добавок меди на кинетику окисления сплава ССу3 были получены серии сплавов с содержанием меди в диапазоне 0,01-0,5 мас.%.

Окисления сплавов в твердом состоянии проводили на воздухе при постоянной температуре 473 К, 523 К и 573 К. По растяжении пружины с помощью катетометра КМ-8 измеряли изменения веса образцов. Для исследования использовались тигли диаметром 18-20 мм, высотой 25-26 мм из оксида алюминия. В работах [8-11] описана методика исследования кинетики окисления сплавов.

Результаты термогравиметрического исследования кинетики окисления свинцового сплава ССу3, легированного медью, приведены в таблице 1, которые показывают уменьшение средней скорости окисления исходного сплава в зависимости от состава, в пределах концентрации добавки 0,01-0,5 мас. % меди и увеличение от температуры исследуемых сплавов. Так, средняя скорость окисления исходного сплава в интервале температур 473 К - 573 К имеет величину $2.50\cdot10^{-4}$ - $3.25\cdot10^{-4}$ кг·м$^{-2}$ ·сек$^{-1}$, а для сплава, с добавкой 0,5 мас. % меди достигает величины $2,26\cdot10^{-4}$ – $3,01\cdot10^{-4}$ кг·м$^{-2}$ ·сек$^{-1}$ при тех же температурах. Эффективная энергия активации процесса окисления вышеуказанных сплавов при этом увеличивается соответственно от 38.32 до 53.12 кДж/моль. Кинетические и энергетические параметры процесса окисления сплавов зависят от структуры образующей оксидной плёнки. Если образующаяся на образцах оксидная плёнка рыхлая, то процесс переноса кислорода через неё облегчается и, соответственно, увеличивается скорость окисления. Образование плотной пленки затрудняет транспорт кислорода через нее, что приводит к снижению скорости процесса.

В качестве примера на рисунке 1 приведены кинетические кривые окисления, характеризующие изменение массы во времени для сплава ССу3, содержащего 0,1 и 0,5 мас. % меди, при температурах 473-573 К. Процесс окисления протекает с диффузионными затруднениями и заканчивается на 15- 20-й мин.

Таблица 1

Кинетические и энергетические параметры процесса окисления свинца и свинцово - сурьмяного сплава ССу3 с медью, в твёрдом состоянии

Содержание меди в сплаве, мас.%	*Температура окисления, К*	*Истинная скорость окисления К·10^{-4}, кг·м$^{-2}$·с$^{-1}$*	*Кажущаяся энергия активации, кДж/моль*
0,0	*473* *523* *573*	*2,50* *2,77* *3,25*	*38,32*
0,01	*473* *523* *573*	*2,45* *2,71* *3,19*	*41,18*
0,05	*473* *523* *573*	*2,38* *2,65* *3,14*	*43,78*

0,1	*473* *523* *573*	*2,32* *2,57* *3,08*	*47,28*
0,5	*473* *523* *573*	*2,26* *2,50* *3,01*	*53,12*

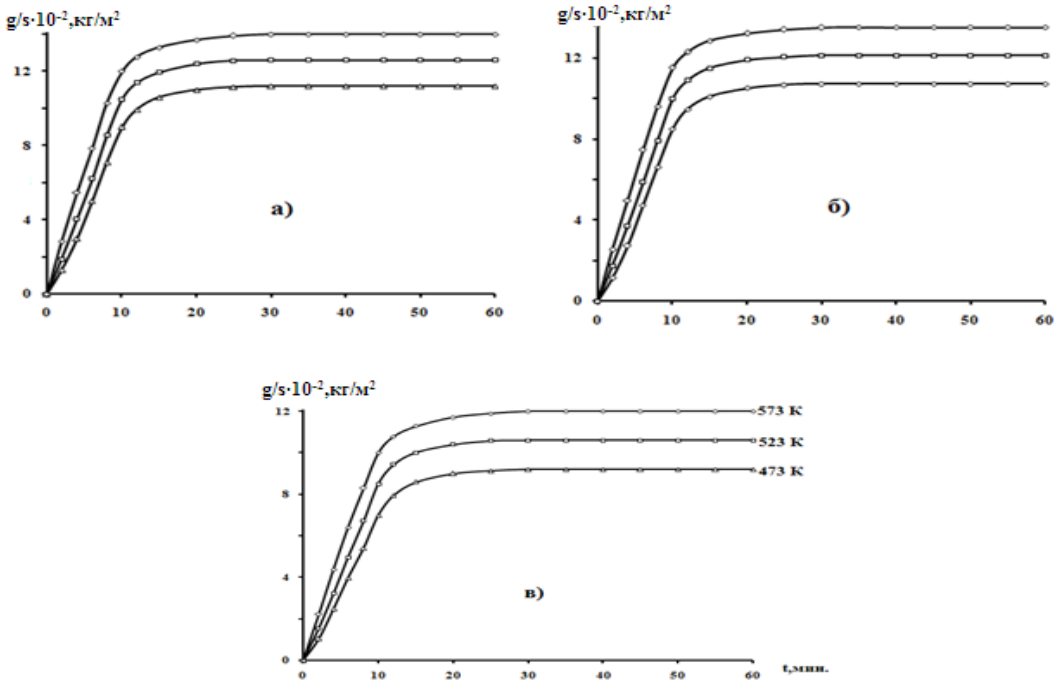


Рисунок 1. Кинетические кривые окисления свинцово - сурьмяного сплава ССу3 (а), содержащего меди, мас. %: 0,01(б); 0,5(в)

Результаты математической обработки кинетических кривых окисление сплавов обобщены в таблице 2. Полиномы кривых окисления сплавов свидетельствуют, что процесс окисления подчиняется гиперболическим уравнениям.

Таблица 2

Полиномы кинетических кривых окисления свинцово-сурьмянного сплава ССу3 с медью в твёрдом состоянии

Содержание меди в сплаве, мас. %	*Температура окисления, К*	*Полиномы кривых окисления сплавов*	*Коэффициент корреляции R, %*
0,0	*473* *523* *573*	$y^{*} = -1 \cdot 10^{-5}x^5 + 0{,}001x^4 - 0{,}012x^3 + 0{,}095x^2 + 0{,}522x^{**}$ $y = -7 \cdot 10^{-6}x^5 + 0{,}001x^4 - 0{,}009x^3 + 0{,}065x^2 + 0{,}779x$ $y = -1 \cdot 10^{-6}x^5 + 0{,}002x^4 - 0{,}009x^3 + 0{,}095x^2 + 0{,}899x$	*0,999* *0,999* *0,999*
0,01	*473* *523* *573*	$y = -7 \cdot 10^{-6}x^4 + 0{,}001x^3 - 0{,}040x^2 + 0{,}953x$ $y = -2 \cdot 10^{-5}x^4 + 0{,}001x^3 - 0{,}009x^2 + 0{,}964x$ $y = -1 \cdot 10^{-5}x^4 + 0{,}002x^3 - 0{,}039x^2 + 1{,}329x$	*0,992* *0,995* *0,998*

0,05	*473* *523* *573*	$y = -3 \cdot 10^{-5}x^4 - 0{,}001x^3 - 0{,}002x^2 + 0{,}855x$ $y = -3 \cdot 10^{-5}x^4 - 0{,}001x^3 - 0{,}007x^2 + 1{,}012x$ $y = -2 \cdot 10^{-5}x^4 - 0{,}002x^3 - 0{,}021x^2 + 1{,}236x$	*0,994* *0,996* *0,997*
0,1	*473* *523* *573*	$y = -1 \cdot 10^{-5}x^4 - 0{,}001x^3 - 0{,}020x^2 + 0{,}855x$ $y = -3 \cdot 10^{-5}x^4 - 0{,}001x^3 - 0{,}008x^2 + 0{,}961x$ $y = -3 \cdot 10^{-5}x^4 - 0{,}002x^3 - 0{,}004x^2 + 1{,}073x$	*0,992* *0,995* *0,996*
0,5	*473* *523* *573*	$y = -4 \cdot 10^{-5}x^4 - 0{,}001x^3 + 0{,}012x^2 + 0{,}755x$ $y = -3 \cdot 10^{-5}x^4 - 0{,}001x^3 + 0{,}002x^2 + 0{,}939x$ $y = -2 \cdot 10^{-5}x^4 - 0{,}002x^3 - 0{,}016x^2 + 1{,}196x$	*0,995* *0,996* *0,998*

y^* –удельный привес сплавов
x^{**} –продолжительность окисления

Изохронны окисления сплавов, соответствующих температуре 573К приведены на рисунке 2. Отмечается тенденция к уменьшению скорости окисления по мере увеличения содержания меди до 0,5 мас. %, что сопровождается повышением кажущейся энергии активации процесса окисления.

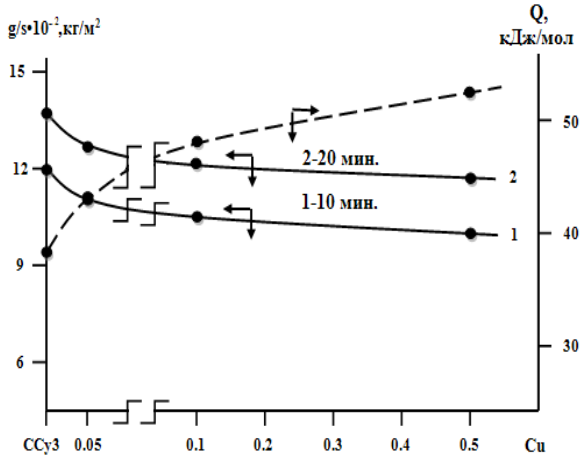


Рисунок 2. Изохронны окисления свинцово - сурьмяного сплава ССу3 с медью при 573 К

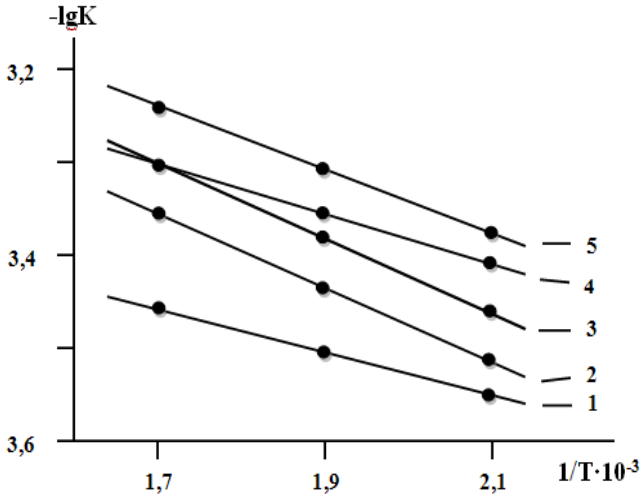


Рисунок 3. Зависимость lgK от 1/T для свинцово - сурьмяного сплава ССу3 (1) с медью, мас. %: 0,01(2); 0,05(3); 0,1(4); 0,5(5).

На рисунке 3 приведена зависимости lgK-1/T для свинцово - сурьмяного сплава ССу3 с медью. Видно, что в целом в координатах lgK-1/T кривые имеют прямолинейный характер и относящиеся к сплавам кривые располагаются ниже кривой

для свинцово - сурьмяного сплава ССу3. Все сплавы характеризуются более низким значением истинной скорости окисления по сравнению с исходным свинцово - сурьмяного сплава ССу3. Этого и следует ожидать, так как суммарная скорость окисления слагается из целого ряда этапов, различных по своей природе. Тем не менее, можно проследить некоторые закономерности, характерные для окисления сплавов данных систем в твердом состоянии.

Это, прежде всего, то, что с ростом температуры скорость окисления сплавов растёт. Добавки меди увеличивают почти в 1,5 раза кажущуюся энергию активации процесса окисления свинцово - сурьмяного сплава ССу3 в твердом состоянии. Константы истинной скорости окисления при одинаковых температурах у сплава ССу3 с 0,05; 0,1 и 0,5 мас. % меди несколько меньше, чем у исходного сплава ССу3.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Иброхимов Н.Ф., Ганиев И.Н., Ганиева Н.И., Бердиев А.Э. Влияние иттрия на кинетику окисления твёрдого сплава Al+2.0% Mg // ДАН Республики Таджикистан, 2013. Т. 56. – № 7. – С. 559-564.
2. Лепинских Б.М., Кисилёв В. Об окисление жидких металлов и сплавов кислородом из газовой фазы // Изв. АН СССР. Металлы, 1974. – № 5. – С. 51-54.
3. Ганиев И.Н., Муллоева Н.М., Эшов Б.Б. Кинетика окисления сплавов Pb-Ca в жидком состоянии // Журнал физической химии, 2013. Т. 87. – № 11. – С. 1894.
4. Талашманова Ю.С., Антонова Л.Т., Денисов В.М. Окисление жидких сплавов на основе свинца / Матер. конф. «Современные проблемы науки и образования», 2006. – № 2. – С. 75-76.
5. Муллоева М.Н., Ганиев И.Н., Махмадуллоев Х.А. Физикохимия сплавов свинца с щелочноземельными металлами. Германия: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013. 152 с.
6. Худойбердизода С.У., Ганиев И.Н., Муллоева Н.М., Эшов Б.Б., Джайлоев Дж.Х., Якубов У.Ш. Потенциодинамическое исследование сплава ССу3, легированного медью, в среде электролита NaCl // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук, 2019. – № 1. – С. 206-212.
7. Муллоева Н.М., Ганиев И.Н., Эшов Б.Б. Кинетика окисления сплавов Pb-Sr (Ba), в жидком состоянии // Журнал физической химии, 2015. Т. 89. – № 10. – С. 1-5.
8. Умаров М.А., Ганиев И.Н., Бердиев А.Э. Влияния алюминия на кинетику окисления свинца в твёрдом состоянии // Доклады Академии наук Республики Таджикистан, 2014. Т.57. – №3. – С. 230 – 234.
9. Джураева Л.Т., Ганиев И.Н. Окисление сплавов системы алюминий-лантан // Расплавы, 1990. – № 5. – С. 86.
10. Ганиев И.Н., Джураева Л.Т. Окисление сплавов системы алюминий-иттрий // Расплавы, 1990. – № 6. – С. 87.
11. Джураева Л.Т., Ганиев И.Н. Окисление сплавов системы алюминий-неодим // Расплавы, 1995. – № 4. – С. 35.

ТАЪСИРИ МИС БА КИНЕТИКАИ ОКСИДШАВИИ ХӮЛАИ СУРБ БО СУРМА ССу3 ДАР ҲОЛАТИ САХТ

Бо усули термогравиметрӣ оксидшавии хӯлаи сурб бо сурьма ССу3, ки бо мис ҷавҳаронидашуда бо оксигени ҳаво дар ҳудуди ҳарорати 473-573 К дар ҳолати сахт таҳқиқ карда шудааст. Нишондиҳандаҳои кинетикии раванди оксидшавӣ муайян карда шудааст. Нишон дода шудааст, ки бо зиёдшавии миқдори иловаи мис, энергияи эффективии активатсияи раванди оксидшавӣ хӯлаи ССу3 аз 38.32 то 53.12 кҶ/мол афзоиш меёбад.

КАЛИДВОЖАҲО: хӯлаи сурб бо сурьма ССу3, мис, усули термогравиметрӣ, кинетикаи оксидшавӣ, суръати миёнаи оксидшавӣ, энергияи эффективии активатсия.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Худойбердизода Саидмири Убайдулло, ходими калони илмии ПХ ба номи В.И. Никитини АМИТ. Тел.: (+992) 92-792-37-92; e-mail: saidmir010992@mail.ru

Ғаниев Изатулло Наврӯзович, доктори илмҳои химия, проффессор, академики АМИТ, мудири лабораторияи ИХ В.И. Никитини АМИТ. Тел.: (+992) 93-572-88-99; e-mail: ganiev48@mail.ru

Муллоева Нуқра Мазабшоевна, номзади илмҳои химия, мудири лабораторияи МДТ «Маркази таҳқиқоти технологияҳои инноватсионӣ»-и АМИТ.

Ҷайлоев Ҷамшид Ҳусейнович, номзади илмҳои техникӣ наук, ходими калони илмии ПХ ба номи В.И. Никитини АМИТ. Тел.: (+992) 93-415-71-15; e-mail: huseynzod85@mail.ru

Раҳимов Фирӯз Акбарович, номзади илмҳои техникӣ, ходими калони илмии МДТ «Маркази таҳқиқоти технологияҳои инноватсионӣ»-и АМИТ. Тел.: (+992) 93-100-36-74; e-mail: r.f.a-040891@bk. ru

ВЛИЯНИЕ МЕДИ НА КИНЕТИКУ ОКИСЛЕНИЯ СВИНЦОВО - СУРЬМЯНОГО СПЛАВА ССу3, В ТВЕРДОМ СОСТОЯНИИ

Термогравиметрическим методом исследовано взаимодействие свинцово - сурьмяного сплава ССу3, легированного медью, с кислородом воздуха в интервале температур 473 - 573 К, в твёрдом состоянии. Определены кинетические параметры процесса окисления. Показано, что по мере увеличения содержания легирующей добавки эффективная энергия активации процесса окисления повышается от 38,32 до 53,12 кДж/моль.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: свинцово-сурьмяного сплава ССу3, медь, кинетика окисления, термогравиметрический метод, истинная скорость окисления, кажущаяся энергия активации.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Худойбердизода Саидмири Убайдулло, ст. научный сотрудник ИХ имени В.И. Никитина НАНТ. Тел.: (+992) 92-792-37-92; e-mail: saidmir010992@mail.ru

Ганиев Изатулло Наврузович, доктор химических наук, профессор, академик НАНТ, заведующий лабораторией Института химии В.И. Никитина НАНТ. Тел.: (+992) 93-572-88-99; e-mail: ganiev48@mail.ru

Муллоева Нукра Мазабшоевна, кандидат химических наук, зав. лабораторией ГНУ «Центр исследования инновационных технологий» при НАНТ.

Джайлоев Джамшид Хусейнович, кандидат технических наук, ст. научный сотрудник ИХ имени В.И. Никитина НАНТ. Тел.: (+992) 93-415-71-15; e-mail: huseynzod85@mail.ru

Рахимов Фируз Акбарович, кандидат технических навук, ст. научный сотрудник ГНУ «Центр исследования инновационных технологий» при НАНТ. Тел.: (+992) 93-100-36-74; e-mail: r.f.a-040891@bk. ru

INFLUENCE OF COPPER ON THE KINETICS OF OXIDATION OF LEAD - ANTIMONY ALLOY SSU3, IN THE SOLID STATE

The thermogravimetric method investigated the interaction of a lead-antimony alloy CCu3 doped with copper with air oxygen in the temperature range 473-573 K, in a solid state. The kinetic parameters of the oxidation process are determined. It is shown that as the dopant content increases, the effective activation energy of the oxidation process increases from 38.32 to 53.12 kJ / mol.

KEY WORDS: lead - antimony alloy CCu3, copper, thermogravimetric method, oxidation kinetics, true oxidation rate, apparent activation energy.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Khudoyberdizoda Saidmiri Ubaidullo, senior researcher of the Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin of NAST. Phone: (+992) 92-792-37-92; e-mail: saidmir010992@mail.ru

Ganiev Izatullo Navruzovich, doctor of chemical sciences, professor, academician of NIAT, head of the laboratory of the Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin of NAST. Phone: (+992) 93-572-88-99; e-mail: ganiev48@mail.ru NAST.

Mulloeva Nuqra Mazabshoevna, candidate of chemical sciences, head of the laboratory of the SSI «Center for research of innovative technologies» at NAST.

Jailoyev Jamshid Huseynovich, candidate of technical sciences, senior researcher of the Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin of NAST. Phone: (+992) 93-415-71-15; e-mail: huseynzod85@mail.ru

Rahimov Firuz Akbarovich, candidate of technical sciences, senior researcher of SSI «Center for research of innovative technologies» at NAST. Phone: (+992) 93-100-36-74; e-mail: r.f.a-040891@bk. ru

УДК 633.884615.32

СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ В ЮЖНЫХ ОТРОГАХ ГИССАРСКОГО ХРЕБТА

Сатторов Дж.С., Ниматджанова К.Н.
Таджикский агарарный унивеситет имени Ш. Шотемура

Известно, что природные условия горных лесов Таджикистана является особенно сложным и многообразным, что вызывается воздействием многих факторов, к которым относятся климат, рельеф, высота местности над уровнем моря, формы склонов и их экспозиции, выхода различных горных пород и т.д. На сравнительно небольших территориях наблюдается очень пёстрая мозаика почв и растительности. Растительный покров может меняться и в течение сезона (года), и в период вегетации.

Среди растительности лесов немаловажное место занимают многообразие лекарственных растений. Природа дикорастущих лекарственных растений лесов нашей республики очень разнообразна и богата. Определение природных запасов некоторых лекарственных растений изучено [1-2]. Семенная продуктивность и качество семян на примере Памирских видов Rhodiola L. изучена [3], а на примере видов Heracleum L. [4]. Продуктивность и состояние ценопопуляций Hypericum perforatum L. отображены в работе [5]. Методы исследования и оценка семян установлены [6].

Однако, в связи со стремительными темпами неразумной заготовки, истребления со стороны населения и развития туризма, а также отсутствия продуктивной меры, принимаемые для их возобновления, отмечается истощения, а в дальнейшем данные факторы могут довести многих дикорастущих лекарственных растений на грань исчезновения в пределах ареала своего распространения. Сохранение, умножение и возобновление лекарственных растений в большей степени зависит от антропогенных и климатических факторов.

Климат участка Кондара и Магов, где проводились наши исследования, заметно различаются. Участок Кондара расположен на высоте 700-1100 м над ур. моря. Среднегодовое количество осадков составляет 400 мм и выпадает неравномерно. Весной выпадение количества осадков больше, чем в другие сезоны года. Климат данного участка тёплый и сухой. Среднегодовая температура составляет +14°С, максимальная температура составляет +42°С, минимальная температура составляет -21°С. Зима в данном регионе протекает мягко – умеренная.

Почву данного района обычно составляют серозёмы с аллювиальными осадочными породами в нижних слоях почвы. Рельеф ущелья характеризуется крутыми экспозициями склонов, расположенными по обеим сторонам ручья Кондара, которое протекает по нижней точке расщелины данного ущелья. Низменная часть ущелья (расстояние от левобережной экспозиции склона до правобережной) составляет не более 50-200 м.

Участок Магов находится на территории Вахдатского лесхоза, который относится к Каферниганско-Вахшскому флористическому району. Данный район характеризуется тёплым климатом и большими её амплитудными колебаниями. Количество годовых осадков составляет 150 мм, а в нижних частях района доходит до 300 мм в год. Период, протекающий без осадков, длится с мая по ноябрь месяц. Зима короткая и тёплая, всего 10 дней отмечается снегопад. Среднегодовая температура составляет +16°С, а минимальная -23°С. Среднегодовая влажность доходит до 50%. Подземные воды в данном флористическом районе залегают в верхних слоях почвы, поэтому в теплые дни влага испарятся, и в почве остаются остатки гипса, извести, солей натрия и магния. Рельеф данного участка характеризуется средней крутизной экспозиции склонов. По

низменной части ущелья протекает ручей Магов. По обе стороны данного ручья расположена равнинная часть, которая составляет 100-500 м от левобережного склона до правобережного.

В качестве объектов исследования нами взяты дикорастущие лекарственные растения, более распространённые в данных участках и наиболее широко используемые в народной медицине (зверобой удлиненный, душица мелкоцветковая и тысячелистник таволголистный).

Учитывая особенность местности, как описано нами выше, для исследования были отобраны от 4-ёх до 15 участков разного размера. Размер участка зависел от местности произрастания лекарственных растений (таблица 1).

Таблица 1

Площадь исследованных лекарственных растений

№	Наименоване растений	Местность	Количество участков	Размер исследованных площадей, м^2
1	Тысячелистник тавоголистный	Магов	15	164050
2	Душица мелкоцветковая		10	52475
3	Зверобой удлиненный		6	54600
4	Тысячелистник тавоголистный	Кондара	5	7820
5	Душица мелкоцветковая		4	3700
6	Зверобой удлиненный		5	4400

Наибольшая площадь выделена на участке Магов, чем на участке Кондара. Это связано с распространением лекарственных растений.

Для оценки состояния ресурсов лекарственных растений нами были определены в течение 3-х лет весь биологический запас исследуемых растений. Наблюдения и учет проводились во всех выделенных участках. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2

Биологические ресурсы некоторых лекарственных растений

Показатели биологического ресурса растений	Тысячелистник тавоголистный	Душица мелкоцветковая	Зверобой удлиненный
Участок Магов			
Среднее количество взрослых особей на заложенных площадях	38,1±1,23	45,9±1,57	40,8±1,26
Среднее количество взрослых особей, шт/м^2 площади	1,52	1,84	1,63
Среднее количество стеблей с соцветиями в 1-ой особи, шт	7,03±0,14	12,3±0,07	7,45±0,12
Всего количество стеблей с соцветиями на исследованных площадях, тыс. шт	1756,98	111,71	663,94
Участок Кондара			
Среднее количество взрослых особей на заложенных площадях	21,7±1,1	31,8±3,96	23,1±1,32
Среднее количество взрослых особей, шт/м^2 площади	0,9	1,27	0,92
Среднее количество стеблей с соцветиями в 1-ой особи, шт	9,1±0,09	9,2±0,38	9,5±0,15

Всего количество стеблей с соцветиями на исследованных площадях, тыс. шт	*64,05*	*43,22*	*38,46*

Согласно данных таблицы 2 число взрослых особей при учете численности, в среднем по участкам и на 1 м2 площади на участке Магов встречаются больше всего душицы мелкоцветковой. Такая картина обнаружена и при учете количества взрослых особей на метр квадратной площади и количество стеблей с соцветиями в одной особи. В связи с тем, что число площадок было меньше, поэтому общее количество стеблей с соцветиями на исследованных площадях оказалось меньше, чем у тысячелистника таволголистного. По этой же причине меньше число стеблей с соцветиями отмечено и у зверобоя удлиненного. На участке Кондара также отмечается больше ресурсов тысячелистника таволголистного, чем двух остальных исследованных растений. В целом, по всем параметрам, участок Магов больше располагает запасом всех исследованных нами лекарственных растений, чем участок Кондара.

Как известно, процесс самовозобновления и искусственное возобновление уничтоженных лекарственных растений, как и многих травянистых растений в лесах, зависит от количества качественных семян. При обильном плодоношении, образования большого количества высококачественных и зрелых семян можно добиться самовозобновления дикорастущих лекарственных растений. В связи с этим, нами проведены исследования качества семян в 2007-2008 гг. и дана характеристика собранным семенам (таблицы 3 и 4).

Таблица 3

Показатели качества семян лекарственных растений на участке Магов

Наименования растений	*Показатели качества семян, %*				*Всего некачест-венные*
	Полноценные	*Незрелые*	*Мелкие*	*Поврежденные*	
2007					
Тысячелистник тавоголистный	*87,7±1,5*	-	*12,3±1,5*	-	*12,3±1,5*
Душица мелкоцветковая	*57,7±1,8*	*26,0±1,2*	*16,3±0,9*	-	*42,3±1,1*
Зверобой удлиненный	*71,4±1,3*	*9,3±0,8*	*8,0±1,1*	*11,3±0,7*	*28,6±1,3*
2008					
Тысячелистник тавоголистный	*86,7±1,4*	-	*13,3±1,2*	-	*13,3±1,2*
Душица мелкоцветковая	*50,7±0,9*	*29,3±1,5*	*20,0±0,6*	-	*49,3±1,1*
Зверобой удлиненный	*61,7±2,2*	*12,3±1,5*	*11,7±0,9*	*14,3±0,9*	*38,3±1,1*

Таблица 4

Показатели качества семян лекарственных растений на участке Кондара

Наименования растений	*Показатели качества семян, %*				*Всего некачест-венные*
	Полноценные	*Незрелые*	*Мелкие*	*Поврежденные*	
2007					
Тысячелистник тавоголистный	*88±2,3*	-	*12,0±2,3*	-	*12,0±2,3*
Душица мелкоцветковая	*51,3±1,8*	*27,7±1,2*	*21,0±0,6*	-	*48,7±0,9*
Зверобой удлиненный	*71,3±2,0*	*7,3±1,5*	*11,7±0,9*	*9,7±0,3*	*28,7±0,9*

2008					
Тысячелистник тавоголистный	*86,0±0,6*	-	*14,0±0,6*	-	*14,0±0,6*
Душица мелкоцветковая	*48,0±2,5*	*32,0±1,5*	*20,0±2,3*	-	*52,0±1,9*
Зверобой удлиненный	*68,7±1,1*	*10,3±0,9*	*10,0±0,6*	*11,0±0,6*	*31,3±0,7*

Результаты показывают, что за исследования у тысячелистника таволголистного годы на обоих участках качества семян одинаковы. Процент полноценных семян колеблется от 86 до 88%, остальная часть состоит из некачественных семян. Процент незрелых и поврежденных семян растений не обнаружено.

Семенам душицы мелкоцветковой полноценность характерна всего от 48% до 57,7%, а зверобою удлиненному, от 61,7% до 71,4%. Остальную часть семян составляют незрелые, мелкие и поврежденные. Особенно много (от 26% до 32%) незрелых семян обнаружено у душицы мелкоцветковой. Доля мелких семян также высока у этих растений. В целом, качества семян, изученных нами лекарственных растений за период наблюдения оказались примерно одинаковыми. Доля неполноценных семян у душицы мелкоцветковой состоит из мелких и незрелых, а у зверобоя, удлиненного из мелких, незрелых и поврежденных. Формированию полноценных семян тысячелистника таволголистного способствует низменная равнинная часть ущелья, где подземные воды залегают ближе к поверхности земли. Эти условия благоприятно влияют на распространение этого растения. Что касается душицы мелкоцветковой и зверобоя удлиненного, то они в основном произрастают на склонах, где условие более суровое, нежели на равнинах.

Следовательно, наличие большего количества полноценных семян и благоприятные условия их произрастания на равнинных землях, обеспеченных влагой, способствуют большую распространённость популяции тысячелистника таволголистного в обоих исследованных участках, чем душицы мелкоцветковой у зверобоя удлиненного. Другая немало важная причина меньшего распространения двух последних растений связана с их интенсивной заготовкой местным населением.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Каримов Х.Х. Запасы фитомассы растительных сообществ Западного Памира Алая. – Душанбе: Дониш, 1996. – 23 с.
2. Сабоиев С.С., Мастоншоева Х.С. Запасы сырья двух видов Hypericum perforatum L. и Origanum tyttanthum gontsh в Западных районаах Горно-Бадахшанской АО Таджикистана // Раст. ресурсы, 1992. Т. 28, вып. 2. – С. 36-47.
3. Данилов Ю.Я., Юсуфбеков Х.Ю. Семенная продуктивность и качество семян Памирских видов Rhodiola L. // Раст. ресурсы, 1983. Т. XIX, вып. 4. – С. 487-493.
4. Ткаченко К.Г. семенная продуктивность и качества семян у некоторых видов Heracleum L. интродуцированных в Ленинградскую область // Раст. ресурсы, 1985. Т. XXI, вып. 3. – С. 487-493.
5. Гонтарь Э.М. продуктивность и состояние ценопопуляции Hypericum perforatum L. (Республика Алтай и некоторые области Казахстана) // Раст. ресурсы, 2000. Т. 36, вып. 3. – С. 19-26.
6. Фирсова М.К. Методы исследования и оценки качества семян. – Москва: Наука, 1955. – С. 375.

ҲОЛАТИ ЗАХИРАҲОИ ТАБИИИ БАЪЗЕ НАМУДҲОИ РАСТАНИҲОИ ШИФОБАХШ ДАР ҚИСМИ ҶАНУБИИ ҚАТОРКӮҲҲОИ ҲИСОР

Дар ин мақола натиҷаи мушоҳидавии захираҳои табиии баъзе растаниҳои шифобахш (бӯимодарони баргаш табулғашакл, субинак ва чойкаҳак) ва сифати тухмии онҳо дар ду сол мушоҳида дарҷ гардидааст. Натиҷаҳои аз таҷрибаҳо ва мушоҳида ҳосилшуда хусусиятҳои ҳар як намуди растаниҳои таҳқиқшударо нишон медиҳад.

КАЛИДВОЖАҲО: растаниҳои шифобах, захираҳо, тухмбандӣ, маҳсулнокӣ, фардҳо.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Сатторов Дж.С., сармӯзгор, ДАТ ба номи Ш. Шотемур.

Ниматджанова Кимиё Ниматджоновна, доктори илмҳои биологӣ, профессор, ДАТ ба номи Ш. Шотемур.

СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ В ЮЖНЫХ ОТРОГАХ ГИССАРСКОГО ХРЕБТА

В данной статье приведены результаты наблюдения за природными ресурсами некоторых видов лекарственных растений (тысячелистник таволголистный, душица мелкоцветковая, зверобой удлиненый) и качеством их семян в течение двух лет. Результаты опытов и наблюдений показывают особенности каждого вида исследованных растений.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: лекарственные растения, ресурсы, семяизложение, эффективность, особи.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Сатторов Дж.С., ст. преподаватель, ТАУ имени Ш. Шотемура.

Ниматджанова Кимиё Ниматджоновна, доктор биологических наук, профессор, ТАУ имени Ш. Шотемура.

STATE OF NATURAL RESOURCES OF CERTAIN TYPES OF MEDICINAL PLANTS IN SOUTHERN SPURS OF GISSAR RIDGE

This article presents the results of observation of the natural resources of certain types of medicinal plants (thousand-leaf tavolgolly, small-flowered fragrance, elongated St. John's wort) and the quality of their seeds for two years. The results of experiments and observations show the features of each species of plants studied.

KEY WORDS: medicinal plants resources, seed statement, the effectiveness of the individual.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Sattorov J. S., senior lecturer of the TAU named after Sh. Shotemur.

Nigmatjanova Kimiyo Nimatjonovna, doctor of biological sciences, professor of TAU named after Sh. Shotemur.

ДАРАҶАИ САБЗИШИ ЮНУЧҚА ВОБАСТА БА ДАРАВ БАРОИ ТУХМӢ ДАР ЗАМИНҲОИ ОБӢ ВА ЛАЛМӢ

Ятимов П.М.
Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи носири Хусрав

Шароиту иқлими Тоҷикистон чӣ дар заминҳои обӣ ва чӣ дар заминҳои лалмии аз боришот таъминшаванда ба парвариши юнучқа на танҳо барои хӯроки чорво, балки барои гирифтани ҳосили баланди тухмӣ ҳам хеле қулай ва ҷавобгӯй аст. Таъмини гармии ҳаво, равшании рӯз ва муддати дарози нашв, аз моҳи март то охири октябр, инчунин таъмин намудани намӣ ба воситаи обёрӣ дар заминҳои обӣ, расидани намӣ дар 70% заминҳои аз боришот таъминшавандаи заминҳои лалмӣ имконият медиҳад, ки дар аксари минтақаҳо ва ҳатто минтақаҳои баландкӯҳи Тоҷикистон то 3000 м дар як сол аз 1-2 то 10-12 сентнерӣ тухми юнучқа гирифта шавад [1].

Дар истеҳсоли хӯроки чорвои Тоҷикистон дар шароити заминҳои обёришаванда юнучқа мавқеи асосӣ дорад. Зимни агротехникаи муносиб гирифтани ҳосили баланд таъмин мегардад. Дар шароити заминҳои обёришавандаи водии Вахш зимни 4-9 дарав аз ҳар яки он 700-900 сентнерӣ алафи кабуд ва қариб 150-200 сентнерӣ хасбеда мегиранд. Мувофиқи таҳқиқоти дар водии Вахш гузаронидаи дигар олимони тоҷик юнучқа дар ҳолати парвариши хуби агротехникӣ дар соли якум аз 75 то 125, соли дуюм 170-240 ва соли сеюм то 280 с/га бедаи хушк додааст [2].

Юнучқа ба ҳосилхезшавии хок таъсири ҳаматарафа расонида, бо моддаҳои органикӣ аз ҳисоби резиш, боқимондаи пояҳои гандум, ҷав, ғалла ва решаҳо онро бой

мегардонад. Бо шарофати сифати хӯроки чорво ва агротехникаи он ҳоло 50 ҳазор гектар заминҳои кишти обӣ ва лалмиро ташкил медиҳад. Солҳои охир майдонҳои кишти юнучқа дар ҷумҳурӣ кам гардидааст, ки он бо истеҳсоли нокифояи тухмии ин зироат алоқаманд аст.

Бинобар ин, солҳои охир мо бо мақсади омӯзиши таъсири усулу омилҳои гуногуни агротехникӣ дар гирифтани ҳосили баланди тухмӣ силсилаи таҷрибаҳоро гузаронидем.

Ҳамзамон муқаррар гашт, ки яке аз сабабҳои асосии ҳосилнокии пасти юнучқаи тухмӣ дар шароити заминҳои обёришаванда хусусиятҳои физиологии он, яъне навшавии даврии пояҳои «сабзиш» мебошад, ки дар натиҷаи он алафзори зич то давраи гулкунӣ ва пухтарасии тухмӣ ташаккул меёбад ва ба бордоршавии гулҳову пухтарасии баробари лубиёдонаҳо таъсири манфӣ мерасонад. Бо ин мақсад аксари муҳаққиқон бо мақсади камсозии таъсири манфии сабзиш ба маҳсулнокии юнучқаи тухмӣ ва дар ҳар як минтақаи мушаххаси хокӣ-иқлимӣ меъёрҳои гуногуни кишти тухмӣ ва нақшаи кишти онро барои бунёди поябандии баробар ва алафзори зич интихоб мекунанд.

Дар таҳқиқоти хеш мо дар назди худ вазифа гузоштем, ки таъсири даравҳои гуногунро зимни бунёди норасоии намӣ дар як метри қабати хок ба дараҷаи сабзиши растаниҳо, ба ҳосилнокии юнучқаи тухмии солҳои дуюм ва сеюм омӯзем.

Бо мақсади гирифтани тухмӣ дар таҷрибаҳо юнучқаи солҳои дуюму сеюм, даравҳои дуюм ва сеюмро мавриди истифода қарор додем. Муодилҳои таҷрибаи якум аз тирамоҳ то ҳосилғундории тухмӣ обёрӣ нашуданд. Дар таҷрибаи дуюм алафзорро мувофиқи муодилҳо обёрӣ намудем.

Маълум аст, ки об қисми муҳимми таркибии ҳуҷайраи растанӣ буда, вазъи коллоидии органоидҳо, маҳлулшавии моддаҳо ва маҳсулоти мубодилаи моддаҳои ҳуҷайра, вазъи тургор, аҳамияти ферментҳо ва ғайраро асоснок менамояд. Об моддаҳои минералиро маҳлул намуда, бо онҳо ба ҳуҷайра ворид шуда, ба шаклҳои гуногун аз берун дохил шуда, таъсир мерасонад, дар ҷараёнҳои муҳимми физиологӣ, амсоли фотосинтез ва транспиратсия иштирок мекунад. Об ба растанӣ, пеш аз ҳама, тавассути хок таъсир мерасонад, бинобар ин, намии хок аҳамияти калон дорад. Дараҷаи намии хок ба афзоиш, рушд ва маҳсулнокии юнучқа таъсир мерасонад.

Юнучқа вобаста аз талабот ба намӣ ба навъи мезофилии растаниҳо мансуб аст. Шароити мусоидтарин барои афзоишу рушди он 75-80 фоизи намии хок аз намиғунҷоиши саҳроӣ (НС) мебошад.

Натиҷаҳои дар таҷрибаи якум бе обёрӣ гирифтаи мо нишон медиҳанд, ки даравҳо ба намии хок таъсир мерасонанд. Чунончи, аз маълумоти гирифташуда аён мегардад, ки дар марҳилаи гулкунии пурра дар муодили дарави дуюм бе обёрӣ, дар муодили якуми назоратӣ ва дар муодили даравҳои дуюм ва сеюм (ду ҳосили тухмӣ) намии хок мувофиқан ба 52,7% ва 51,7% баробар буд (ҷадвали 1).

Дар муодилҳои мутобиқи юнучқаи соли сеюм намии хок вобаста ба муодилҳо 53,1% ва 52,9% аз НС-ро ташкил дод, ки он тақрибан ба юнучқаи соли дуюм баробар аст.

Дар муодилҳои дарави сеюм дар ҳосили якум ва дуюм пастшавии намии хок дар қиёс бо соли дуюм мушоҳида мегардад. Чунончи, дар муодили танҳо як дарави сеюм ва дарави дуюм ва сеюм (ду ҳосили тухмӣ) намии хок ба 44,3 ва 45,4% аз НС баробар буд, ки ин назар ба муодили назоратӣ мувофиқан 8,8% ва 7,7 % камтар аст.

Ҷадвали 1

Намии хок дар марҳилаи гулкунии пурраи юнучқа вобаста ба дарав бо обёрӣ, % аз НС(с.2017-2019)

Муодили таҷриба	*Солҳои ҳаёти юнучқа*		*Миёна*	*Дуршавӣ дар қиёс бо назоратӣ (+,-)*	
	Дуюм	*Сеюм*		*Дуюм*	*Сеюм*
Дуюм	*52,5*	*53,1*	*52,8*	-	-

Дуюм ва сеюм	*51,7*	*52,9*	*52,3*	*-0,8*	*-0,2*
	46,5	*45,4*	*46,0*	*-6,0*	*-7,7*
Сеюм	*45,5*	*44,3*	*44,9*	*-7,0*	*-8,8*

Ҳамин тариқ, хулоса баровардан мумкин аст, ки даравҳои гуногун ва якҷоясозии онҳо зимни гирифтани ду ҳосили тухмӣ дар як сол ба намии хок бе обёрӣ новобаста ба соли истифодаи хоҷагидории алафзор таъсир мерасонад. Ҳамзамон, муодили даравҳои дуюм ва сеюм (ду ҳосил) ва дарави сеюм таъсири камтари манфӣ дорад.

Ба таҳқиқи маҳсулнокии тухмии юнучқа вобаста ба дарав оғоз карда, мо дар назди худ вазифаи омӯзиши онро, ки чи тавр обёрӣ ба маҳсулнокии тухмии юнучқаи дарави дуюм ва сеюми соли дуюм ва сеюми ҳаёт таъсир мерасонад, гузоштем.

Аз маълумоти гирифташуда аён аст, ки дар ҳамаи муодилҳои таҷрибаи дуюм бо обёрӣ нишондиҳандаи намии хок назар ба муодилҳои бе обёрӣ баландтар аст. Чунончи, вобаста ба реҷаи обёрӣ аз рӯи даравҳо дар муодилҳои юнучқаи соли дуюм намии хок дар сатҳи 47,2 ва 59,5 % аз НС қарор дошта, он назар ба муодилҳои таҷрибаи якум мувофиқан 1,7 ва 7,0% аз НС зиёдтар буд (ҷавали 2). Қонунияти мутобеҳ дар муодилҳои юнучқаи соли сеюми ҳаёт гирифта шудааст.

Ҷадвали 2

Намии хок дар марҳилаи гулкунии пурраи юнучқа вобаста ба дарав бе обёрӣ, % аз НС (2017-2019)

Муодили таҷриба		*Соли ҳаёти юнучқа*		*Миёна*	*Дуршавӣ дар қиёс бо назоратӣ*	
Дарав	*Обёрӣ*	*дуюм*	*сеюм*		*дуюм*	*сеюм*
Дугаи назоратӣ	+	*58,5*	*59,1*	*58,8*	-	-
Дуюм ва сеюм	+	*57,8*	*58,4*	*58,1*	*-0,7*	*-0,7*
	_	*47,2*	*46,1*	*46,7*	*-11,3*	*-13,0*
Дугаи дуюм ва сеюм	_	*52;4*	*53,6*	*53,0*	*-6,1*	*-5,5*
	+	*57,5*	*58,0*	*57,8*	*-1,0*	*-1,1*
Дуюм ва сеюм	+	*59,5*	*58,4*	*59,0*	*+1,0*	*-0,7*
	+	*58,5*	*58,8*	*58,7*	*0,0*	*-0,3*
сеюм	+	*57,5*	*59,3*	*58,4*	*-1,0*	*+0,2*

Таҳқиқот нишон доданд, ки намии хок дар марҳилаи гулкунии пурра дар муодилҳои юнучқаи дарави дуюми соли дуюми ҳаёт бо обёрӣ вобаста ба каратии гирифтани ҳосил (як ва ду) қариб якхеланд. Дар муодилҳои дарави дуюм ва сеюм бе обёрӣ бошад, намии хок назар ба муодили назоратӣ 6,1% аз НС кам аст. Чунин қонуният дар алафзорҳои юнучқаи соли дуюм, дарави сеюм мушоҳида мегардад.

Дар муодили назоратии юнучқаи соли сеюми ҳаёт намии хок дар марҳилаи гулкунии пурра 59,1 фоизро аз НС ташкил дод. Ҳамзамон, дар муодилҳои таҷрибавӣ ин нишондиҳанда вобаста ба реҷаи обёрӣ аз рӯи даравҳо дар сатҳи вобаста ба реҷаи обёрӣ аз рӯи даравҳо дар сатҳи 46,1-58,8 % аз НС қарор дошт, ки назар ба дарави дуюм бо обёрӣ 0,3-13,0% кам буд. Дар муодилҳои дарави дуюми юнучқаи соли сеюми ҳаёт бо обёрӣ намии хок 58,4-59,3 % аз НС буд.

Бояд қайд кард, ки амали баъд аз обёрӣ зимни дарави дуюм ба намии хок ва рушди юнучқа дар дарави сеюм новобаста ба соли истифодаи алафзор таъсир мерасонад.

Натиҷаҳои таҳқиқи маълумоти ҷадвалҳои як ва дуро доир ба намии хок ҷамъбаст карда, қайд намудан зарур аст, ки обёрӣ аз рӯи даравҳо ба андозаи ин нишондиҳандаи реҷаи обии хок таъсир мерасонанд.

Маълум аст, ки об барои фаъолияти ҳаётии растаниҳо, хок ва организмҳои дигар аҳамияти калон дорад. Он ба сифати танзимкунандаи ҳарорат хизмат мерасонад, ба транспиратсия, тавозуни гармӣ, реҷаҳои хок таъсир расонида, аксаран сатҳи ҳосилнокии самараноки хокро муайян менамояд. Дар баробари ин, намии хок зимни

гузаштани даравҳо бо мақсади гирифтани тухмӣ ба баландии пояҳои сабзиш таъсир мерасонад. Чунончи, дар дарави назоратии таҷрибаи якуми бе обёрӣ дар дарави дуюм пояҳои сабзиши юнучқаи соли дуюми ҳаёт баландии 45,5 см ва соли сеюм баландии 48,4 сантиметрро дошт (ҷадвали 3).

Ҷадвали 3

Баландии пояҳои ғовкунии юнучқа дар дарав барои тухмӣ бе обёрӣ, % аз НС (см),(солҳои 2017-2019)

Муодили таҷриба (дарав)	*Соли ҳаёти юнучқа*		*Миёна*	*Дуршавӣ дар қиёс бо назоратӣ (+, _)*	
	дуюм	*сеюм*		*дуюм*	*сеюм*
Дугаи (назоратӣ)	*45,5*	*48,4*	*47,0*	-	-
Дуюм ва сеюм	*46,3*	*49,0*	*47,6*	*+0,8*	*+0,6*
	-	-	-	-	-
Сеюм	-	-	-	-	-

Дар муодили дугаи зимни гирифтани ду ҳосили тухмӣ аз дарави дуюм ва сеюм ғавкунӣ танҳо дар дарави дуюм қайд мегардад. Мувофиқан аз рӯи солҳои истифодаи хоҷагидории алафзор пояҳои ғавкунӣ 46,3 ва 49,0 сантиметрро ташкил дод, ки ин назар ба муодили назоратӣ 0,8 см ва 0,6 см зиёдтар аст.

Илова бар ин, маълумот дар дарави сеюми солҳои дуюм ва сеюми пояҳои пайдошудаи ғавкунӣ, бинобар начандон баланд буданашон, ба ҳисоб гирифта намешаванд, ки, ба ақидаи мо, бо норасоии намии хок дар қабати якметраи хок алоқаманд аст.

Натиҷаҳои таққиқот нишон доданд, ки обёриҳо ба баландии пояҳои сабзиш таъсири ҷиддӣ расониданд. Дар таҷрибаи дуюм бо обёрӣ дар муодили назоратӣ афзоиши пояҳои ғавкунӣ дар давраи гулкунии пурраи алафзор вобаста ба соли истифодаи хоҷагидорӣ ба 51,0-52,8 см намии хок мувофиқан ба 58,5-59,1% аз НС расиданд (ҷадвали 4)

Ҷадвали 4

Баландии пояҳои ғавкунии юнучқа дар марҳилаи гулкунии пурра вобаста ба дарав бо обёрӣ,% аз НС (см) (2017-2019)

Муодили таҷриба		*Соли ҳаёти юнучқа*		*Миёна*	*Дуршавӣ дар қиёс бо назоратӣ (+-)*	
Дарав	*обёрӣ*	*дуюм*	*сеюм*		*дуюм*	*сеюм*
Дуюм (назоратӣ)	+	*51,0*	*52,8*	*51,9*	-	-
Дуюм ва сеюм	+	*51,9*	*53,1*	*52,5*	*+0,9*	*+0,3*
	-	*42,1*	*40,5*	*41,3*	*-8,9*	*-12,3*
Дуюм ва сеюм	-	*46,1*	*47,5*	*46,8*	*-4,9*	*-5,3*
	+	*52,5*	*51,9*	*52,2*	*+1,5*	*-0,9*
Дуюм ва сеюм	+	*52,3*	*52,6*	*52,5*	*+1,3*	*-0,2*
	+	*51,8*	*53,1*	*52,4*	*+0,8*	*+0,3*
Сеюм	+	*51,1*	*51,7*	*51,4*	*+0,1*	*-1,1*

Нишондиҳандаҳои мушобеҳ дар муодилҳои дуюм ва чорум бо обёрӣ зимни гирифтани ду ҳосили тухмӣ дар як сол ба даст оварда шудаанд. Баландии пояҳои ғавкунии юнучқа дар ин муодил 51,9 ва 52,3 см мебошад ва он назар ба муодили назоратӣ 0,9 ва 1,3 см баландтар аст.

Дар муодили сеюм, ки дар он обёрӣ дар дарави сеюм гузаронида шуд, баландии пояҳои ягонашуда ба 46,1 см расид, ки назар ба муодилҳои бо обёрӣ 4,9 см пасттар аст.

Баландии пояҳои ғавкунӣ зимни гирифтани тухмӣ аз дарави сеюми юнучқаи соли дуюм бе обёрӣ ба 42,1 см, бо обёрӣ ба 51,1-52,5 см расид. Илова бар ин, бояд қайд кард,

ки обёрӣ дар дарави дуюм зимни гирифтани ду ҳосили тухмӣ ба сабзиши пояҳо дар дарави сеюм таъсири мусбат мерасонанд.

Чунончи, дар таҷрибаи якуми бе обёрӣ дар дарави сеюм пояҳои сабзиш дида нашуд.

Обёрӣ дар дарави дуюм ба афзоиши онҳо мусоидат намуда, баландии онҳо аз амали баъди обёрӣ 42,1см, аз обёрии бевосита 51,1-52,5 см буд, ки бо таъсири мусбати обёрӣ ба намии хок дар ин давраи афзоиш ва рушди растаниҳо алоқаманд аст.

Чунин қонуният дар нишондиҳандаҳои баландии пояҳои сабзиш дар даравҳои дуюм ва сеюми юнучқаи соли сеюми ҳаёт вобаста ба обёрӣ қайд гардидааст.

Ҳамин тариқ, муқаррар карда шудааст, ки дараҷаи сабзиши юнучқаи тухмӣ ба намии хок алоқаи зич дорад. Зимни даравҳои дертар барои тухмӣ ва намии пасти хок сабзиш боздошта мешавад ва ё суст зоҳир мегардад.

Муқаррар шудааст, ки дар муодилҳо бо обёрӣ баландии афзоиши хатии юнучқа ба бештар аз 100 см мерасад, дар натиҷаи он юнучқа мехобад, пояҳои сабзиш бошад аз пояҳои хобида баландтар шуда биомассаи кабудро мепӯшонанд. Зери рӯйпӯши пояҳои сабзиш, лӯбидонагиҳо шабона зери таъсири қатраҳои шабнами хок кам мегарданду рӯзона зери таъсири ҳарорати баланди ҳаво хушк мешаванд ва ҳамин тариқ, аксари онҳо мерезанд, бинобар ин, ҳосили юнучқаи тухмӣ паст мегардад.

АДАБИЁТ:

1. Имомов С. Зироати юнучқа. – Душанбе: Андалеб-Р, 2015. – 248 с.
2. Гулов Т. Научные основы технологии возделывания люцерны на кормовые цели и семена в условиях Юга Таджикистана: автореф. на соис. уч. степ. док. с/х наук. – Душанбе, 1999.
3. Литвинов В.Н., Домуллоджонов Х.Д., Имомов С. Рекомендации по возделыванию люцерны на кормовые цели и семена. – Душанбе, 1994.
4. Имомов С., Каримов З. Юнучқа дар заминҳои обӣ ва лалмӣ. – Душанбе: Ирфон, 1971.

ДАРАҶАИ САБЗИШИ ЮНУЧҚА ВОБАСТА БА ДАРАВ БАРОИ ТУХМӢ ДАР ЗАМИНҲОИ ОБӢ ВА ЛАЛМӢ

Дар ин мақола таъсири даравҳои гуногун ба дараҷаи сабзиши растаниҳо, ба ҳосилнокии юнучқаи тухмии солҳои дуюм ва сеюм зимни норасоии намӣ дар хок мавриди омӯзиш қарор ёфтааст. Инчунин, оид ба ошкорсозии намии хок дар марҳалаи гулкунии пурраи юнучқа вобаста ба дарав бо обёрӣ ва бе обёрӣ, баландии пояҳои ғавкунии юнучқа дар марҳалаи гулкунии пурра вобаста ба дарав бо обёрӣ ва бе обёрӣ тадқиқот гузаронида шудааст.

КАЛИДВОЖАҲО: заминҳои обӣ ва лалмӣ, дарав, сабзиш, тухмӣ, марҳалаи гулкунии пурра, ҳосилнокӣ, намии хок.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ: Ятимов Парвиз Мадаминович, номзади илмҳои химия, мудири кафедраи биологияи умумии ДДБ ба номи Носири Хусрав. Тел.: (+992) 93-403-03-22.

СТЕПЕНЬ ПРОРАСТАНИЯ ЛЮЦЕРНЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УКОСА ДЛЯ СЕМЯН НА ОРОШАЕМЫХ И БОГАРНЫХ ЗЕМЛЯХ

В этой статье изучено влияние различных укосов на степень прорастания растений, на урожайность люцерны второго и третьего года при нехватки влажности в почвах. Также, проведены исследования по выявлению влажности почвы в период полного цветения люцерны в зависимости от укоса с орошением и без орошения, высота стеблей люцерны в период полного цветения в зависимости от укоса с орошением и без орошения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: орошаемые и богарные земли, укос, прорастание, семена, период полного цветения, урожайность, влажность почвы.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ: Ятимов Парвиз Мадаминович, кандидат химических наук, заведующий кафедрой общец биологии БГУ имени Носира Хусрава. Тел.: (+992) 93-403-03-22.

THE DEGREE OF ALFALFA GERMINATION DEPENDING ON THE MOWING FOR SEEDS ON IRRIGATED AND DRY LANDS

In this article, the influence of various stings on the degree of germination of plants, on the yield of alfalfa of the second and third years with a lack of humidity in soils was studied. Also, studies were carried out to identify soil moisture during the period of complete flowering of alfalfa, depending on the dump with irrigation and without irrigation, the height of alfalfa stems during the period of complete flowering, depending on the dump with irrigation and without irrigation.

KEY WORDS: irrigated and dry lands, mowing, germination, seeds, full flowering period, yield, soil moisture.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR: Yatimov Parviz Madaminovich, candidate of chemical sciences, head of the department of general biology of BSU named after Nosiri Khusrav. Phone: (+992) 93-403-03-22.

ТАЪСИРИ МУТАҚОБИЛАИ ГЕНҲОИ АЛЛЕЛӢ

Зарифов Ҳ.Ғ.
Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав

Қонуниятҳои таҷзияи муайян кардаи Мендел қобилияти генҳоро ба худҳосилкунӣ (худтавлидкунӣ)-и мӯътадил ва қобилияти захиравии фенотипро акс мекунанд. Аз таҷрибаҳои Мендел нисбати зоҳиршавии бевоситаи аломатҳо, амали генҳоро мушоҳида кардан мумкин аст. Аз ин ҷо бармеояд, ки алоқаи мустаҳками байни ген ва аломат мавҷуд аст, ки генотип аз маҷмӯи аломатҳои ҷудогона ба шумор меравад. Генотип системаи таъсири тарафайни генҳо мебошад. Аниқтараш, таъсири тарафайн на аз худи генҳо (қитъаи молекулаи КДН), балки дар асоси ахбороти генетикӣ маҳсулоти генҳосилкунанда (КРН ва баъдан сафедаҳо) ба амал меояд. Сафедаҳое, ки дар ҳуҷайраҳои организм синтез мешаванд, ҷараёни мубодилаи моддаҳоро идора карда, дар ҷараёни ташаккули фенотипи организм нақши муҳимро иҷро мекунанд.

Ҳамин тариқ, дар баъзе ҳолатҳо амали генҳои гуногун нисбатан аз якдигар новобастаанд, аммо, чун қоида, зоҳиршавии аломатҳо натиҷаи таъсири тарафайни маҳсулоти генҳои гуногун мебошанд.

Ҳодисае, ки дар он барои зоҳиршавии як аломат якчанд ген (аллелҳо) ҷавобгаранд, таъсири тарафайни генҳо ном доранд. Агар аллелҳои як ген ба ҳамдигар таъсир намоянд, таъсири тарафайни генҳои аллелӣ номида мешавад. Боҳамтаъсиркунии аллелҳои генҳои гуногунро таъсири тарафайни генҳои ғайриаллелӣ меноманд.

Чунин навъҳои асосии таъсири тарафайни генҳои аллелӣ, амсоли доминантнокӣ, доминантнокии нопурра, доминантнокии барзиёд ва кодоминантнокӣ вуҷуд дошта, аз ҳам фарқ мекунанд [1].

Доминантнокӣ навъи таъсири тарафайни ду аллели як ген мебошад, ки яке аз онҳо пурра зоҳиршавии амали дигарашро рад мекунад. Ба доминантнокӣ ранги бунафши гули нахӯд нисбат ба сафед, шакли суфта нисбат ба чиндор, мӯйи сиёҳ нисбат ба малла, чашмони мешӣ нисбат ба чашмони кабуд ва ғайраҳо мисол шуда метавонад [4].

Масъала. Дар харгӯш ранги хокистарранги мӯйина нисбати ранги сиёҳи мӯйина доминант аст. Зимни дурага намудани харгӯши гомозиготии мӯйинааш хокистарранг бо харгӯши мӯйинааш сиёҳ, наслҳо чӣ гуна мешаванд?

Ҳалли масъала:

А- сиёҳ

а-хокистарранг

P ♀ AA x ♂ aa

G A A a a

F_1 Aa : Aa : Aa : Aa

F_1 Генотип 4Aa

Фенотип 4 хокистарранг

Доминантнокии нопурра – аломати мобайнии бамеросгузорӣ дар он вақт мушоҳида мешавад, ки фенотипи дурага (гетерозигот) аз ҳардуи волидон фарқ менамояд. Зоҳиршавии аломати мобайнӣ қисман ба аломати модарӣ ё падарӣ майл карда метавонад. Механизми ин ҳодиса дар он аст, ки аллели ретсессивӣ фаъол нест, аммо дараҷаи фаъолияти аллели доминантӣ барои таъминоти зоҳиршавии аломати доминантӣ кифоя аст.

Меросгузории ранги гулҳои шому саҳар, мисоли доминантнокии нопурра шуда метавонад. Ҳангоми дурагакунии растаниҳои гули рангаш сурх ва сафед дар F_1 ҳамаи растаниҳо гули рангаш гулобӣ дошта, хислати ба меросгузории мобайнӣ мушоҳида мешавад. Ҳангоми ҷуфтикунонии дурагаҳои гули ранги гулобидор дар F_2 таҷзия аз рӯи генотип ва фенотип мушоҳида мешавад, чунки гомозиготи доминантӣ (АА) аз гетерозиготӣ (Аа) фарқ мекунад. Таҷзия дар F_2 аз рӯи ранги гулҳо чунин аст: 1 сурх (АА): 2 гулобӣ (Аа): 1 сафед (аа).

P + АА (гули сурх) х > аа (гули сафед)

Гаметаҳо А а

F_1 Аа (гули банафш)

P + Аа (гули гулобӣ) х > Аа (гули гулобӣ)

Гаметаҳо А а А а

F_2 АА Аа Аа аа

(гули сурх) (гули гулобӣ) (гули гулобӣ) (гули сафед)

Доминантнокии нопурра ҳодисаи васеъ паҳншуда аст. Вай дар аломати мӯйи ҷингилаи одам, ранги пашми ҳайвони калони шохдор ва ранги парҳои парандаҳо мушоҳида мешавад.

Доминантнокии барзиёд зоҳиршавии нисбатан пурзӯри аломат дар гетерозиготаҳо (Аа), нисбат дар гомозиготаҳои гуногун (Аа ва аа) мебошад. Мисоли равшани он ҳодисаи гетерозис мебошад.

Доминантнокӣ – иштироки ҳардуи аллелҳо дар муайянкунии аломати фарди гетерозиготӣ мебошад. Меросгузории гурӯҳи хуни IV дар мисоли одам кодоминантӣ буда метавонад.

Эритроситҳои одамони ин гурӯҳи хун ду навъи антиген доранд. А (гении I^A муайянкунанда), ки дар яке аз хромосомаҳо мавҷуд аст ва антигени В (гении I^B муайянкунанда), ки дар дигар хромосомаи гомологӣ мавҷуд аст. Танҳо дар чунин ҳолатҳо амали худашонро зоҳир карда метавонанд: I^A дар ҳолати гомозиготӣ гурӯҳи хуни II, А-ро назорат мекунад ва I^B дар ҳолати гомозиготӣ гурӯҳи хуни III, гурӯҳи В-ро назорат мекунад. Аллелҳои I^A ва I^B дар ҳолати гетерозиготӣ новобаста аз якдигар фаъолият мекунанд.

Мисоли ба меросгузории гурӯҳҳои хун зоҳиршавии бисёраллелизмро нишон медиҳад: гении I бо се аллели гуногун $I^{A,}$ $I^{B,}$ I^O пешниҳод мешавад, ки дутои аввал нисбат ба ҳамдигар кодоминантанд ва ҳарду нисбат ба сеюмин доминантанд. Ҳамаи аллелҳои як ген номи бисёраллелиро гирифтаанд, ки ҳар як организми диплоидӣ метавонад, аллели гуногун дошта бошад. Дар байни ин аллелҳо ҳамаи навъҳои таъсири тарафайни аллелӣ имконият дорад [2].

Гурӯҳи I	*O*	$I^O I^O$	*Гомозиготӣ*
Гурӯҳи II	*A*	$I^A I^A$	*Гомозиготӣ*
		$I^A I^O$	*гетерозиготӣ*
Гурӯҳи III	*B*	$I^B I^B$	*Гомозиготӣ*
		$I^B I^O$	*Гетерозиготӣ*
Гурӯҳи IV	*AB*	$I^A I^B$	*Гетерозиготӣ*

Ғайр аз ин, гурӯҳҳои хуни одамон аз рӯи резус фактор (омил) фарқ мекунанд. Хун метавонад, резуси мусбӣ (Rh^+) ё резуси манфӣ (rh^-) дошта бошад. Резус аз тарафи гени

R муайян карда мешавад. R^+ аз ҳосилкунии сафеда (сафедаи резуси мусбат) хабар медиҳад, аммо гени r^- аз сафеда хабар намедиҳад. Гени аввалин нисбат ба дуюмин доминантӣ аст. Агар хуни резусаш мусбиро (Rh^+) ба одами хуни резуси манфӣ (rh^-) гузаронанд, дар вай агглютинини хусусӣ ҳосил мешавад ва баъди такроран маротибаи дуюм гузаронидани чунин хун дар он агглютинатсия – часпиши эритроситҳои хун ба амал меояд. Аз резуси мусбии аз падар ба мерос гирифта, дар ҷанини батни модар инкишофёбанда, резуси муқобил ба амал меояд.

Дар баъзе ҳолатҳо амали генҳои гуногун нисбатан аз якдигар новобастаанд, аммо чун қоида зоҳиршавии аломатҳо натиҷаи таъсири тарафайни маҳсулоти генҳои гуногун мебошанд. Навъҳои асосии таъсири тарафайни генҳои аллелӣ: доминантнокӣ, доминантнокии нопурра, доминантнокии барзиёд ва кодоминантнокӣ аз ҳам фарқ карда мешавад. Зимни доминантнокӣ дар натиҷаи таъсири тарафайни ду аллели як ген, яке аз онҳо пурра зоҳиршавии амали дигарашро рад мекунад. Ба ин доминантнокӣ ранги бунафши гули нахӯд нисбат ба сафед, шакли суфта нисбат ба чиндор, мӯйи сиёҳ нисбат ба малла, чашмони мешӣ нисбат ба чашмони кабуд дар одам ва ғайра мисол шуда метавонанд. Меросгузории гурӯҳҳои хун дар одам кодоминантӣ буда, ба ҳодисаи бисёраллелизм тааллуқ дорад.

АДАБИЁТ:

1. Баротов К.А. Ба роҳ мондани корҳои мустақилона дар дарсҳои биология. – Душанбе, 2012. – 47 с.
2. Беляев Д.К. и др. Общая биология. – Москва: Просвещение, 1985. – 204 с.

ТАЪСИРИ МУТАҚОБИЛАИ ГЕНҲОИ АЛЛЕЛӢ

Дар ин мақола дар бораи меросгузории аломатҳо ва хусусиятҳои фарққунандаи генҳои аллелӣ сухан меравад. Харгӯшҳои хокистарранг бо мӯйинаи сиёҳ, гулҳои шому саҳар, инчунин гурӯҳҳои хуни одамон ба сифати мисол оварда шудаанд.

КАЛИДВОЖАҲО: генҳо, сафедаҳо, фенотип, зуҳурот, меросгирифтвшуда, доминант, аллелӣ.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ: Зарипов Ҳайдар Ғуломовичвич, номзади илмҳои педагогӣ, саромӯзгори кафедраи биологияи умумии ДДБ ба номи Носири Хусрав. Тел.: (+992) 93-599-79-78.

ВЗАИМОВЛИЯНИЕ АЛЛЕЛЬНЫХ ГЕНОВ

В данной статье речь идёт об унаследовании признаков и отличательных черт аллельных генов. В качестве примера приводятся серые кролики с черным мехом, утренние и вечерние цветы, а также группа крови людей.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: гены, белки, фенотип, проявления, унаследовавший, доминант, аллельный.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ: Зарипов Хайдар Гуломовичвич, кандидат педагогических наук, ст. преподаватель кафедры общей биологии БГУ имени Носира Хусрава. Тел.: (+992) 93-599-79-78.

ALLELIC GENE INTERACTION

This article deals with the inheritance of traits and hallmarks of allelic genes. As an example, gray rabbits with black fur, morning and evening flowers, as well as the blood type of people are cited.

KEY WORDS: gene, proteins, phenotype, appearance, inherited, dominant, aliel.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR: Zaripov Haidar Ghulomovich, candidate of pedagogical sciences, senior lecturer of the department of general biology of BSU named after Nosiri Khusrav. Phone: (+992) 93-599-79-78.

ПОЯГУЗОРИ ИЛМИ МАТЕМАТИКА

Сафаров Ҷ., Сатторов А., Сафарзода Ф.
Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав

Дар солҳои соҳибистиқлолӣ Ҷумҳурии Тоҷикистон дар ҳама соҳаҳои хоҷагии халқ - саноат, кишоварзӣ, илму фарҳанг ва таълиму тарбия ба муваффақиятҳои беназир ноил гаштааст. Маълум аст, ки рушди илм ба пешравии ҷамъият мусоидат менамояд, бинобар ин, аз дастовардҳои олимон дар соҳаҳои мухталифи истеҳсолот босамар истифода бурдан лозим аст.

Дар миёни илмҳои дақиқ, ки алҳол дар ҷумҳурӣ ба рушди он диққати алоҳида дода мешавад, илми математика ҷои муҳимро ишғол менамояд, зеро илми мазкур бо усулу имкониятҳои худ дар ҳама илмҳо татбиқ меёбад. Аз ин лиҳоз, айни ҳол дар аксар қисмҳои илми математика аз ҷониби олимони ҷумҳурӣ бомуваффақият таҳқиқот бурда мешавад ва Институти математикаи ба номи академик Абдуҳамид Ҷӯраеви Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон дар ин раванд нақши бузург мебозад.

Вақте ки дар бораи илми математика дар ҷумҳурӣ сухан меравад, мо бояд номи поягузорони онро қайд намоем ва эҳтиромашонро ба ҷо орем. Дар сафи пеши поягузорон номи академик А. Ҷӯраев меистад. Аз ин рӯ, зарур донистем, ки ба фаъолияти илмии ин шахси мӯътабар ва олими сатҳи ҷаҳонӣ баъзе маълумотро пешкаш намоем.

Олими барҷастаи соҳаи илми математика, барандаи ҷоизаи давлатии ба номи Абӯалӣ ибни Сино, доктори илмҳои физика-математика, профессор, академики Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон Абдуҳамид Ҷӯраев дар баробари натиҷаҳои илмии аҳамияти ҷаҳонӣ, ҳамчун поягузори илми математика дар ҷумҳурӣ соҳиби эҳтироми хосса мебошад.

Ин олими намоён 10 октябри соли 1932 дар шаҳри Исфара таваллуд шуда, соли 1956 факултети физика-математикаи Донишгоҳи давлатии Тоҷикистон ба номи В.И. Ленин (алҳол Донишгоҳи миллии Тоҷикистон)-ро бо баҳои аъло хатм менамояд ва ҳамчун хатмкунандаи беҳтарин дар ҳамин факултет ба кор даъват карда мешавад. Баъди ду соли фаъолияти омӯзгорӣ Абдуҳамиди ҷавон ба аспирантураи Институти математикаи ба номи В.А. Стеклови АИ ИҶШС дохил мешавад ва таҳти роҳбарии олими шинохтаи давлати шӯравӣ, академик Иля Несторович Векуа ба корҳои илмӣ шурӯъ менамояд. Хислатҳои меҳнатдӯстию масъулиятшиносии ӯ имкон медиҳад, ки дар муддати таҳсил дар аспирантура рисолаи номзадии худро омода намояд ва соли 1961 онро бомуваффақият дифоъ кунад.

Баъди ба ватан баргаштан ӯ ба шӯъбаи физика-математикаи АМИ Тоҷикистон ба кор медарояд ва фаъолияти илмӣ-педагогиро идома медиҳад.

Бо иштироки бевоситаи ӯ соли 1964 Институти физика-техникӣ, соли 1970 Шӯъбаи математика бо Маркази ҳисоббарории АМИ Тоҷикистон ташкил мегардад, ки ин дар рянда ба маркази илми математика дар Ҷумҳурии Тоҷикистон мубаддал гашт. Дар баробари заҳматҳои зиёд ҷиҳати корҳои ташкилӣ олим Абдуҳамид Ҷӯраев корҳои илмиро низ пайваста идома медиҳад ва соли 1967 рисолаи доктории худро дар мавзӯи «Масъалаҳои хаттии канорӣ барои системаҳои муодилаҳои типи таркибӣ» бо муваффақият дифоъ мекунад. Олим соли 1968 аъзо-корреспонденти АМИ Ҷумҳурии Тоҷикистон ва соли 1973, яъне дар 41 солагӣ академик интихоб мегардад. Ӯ дар ҷумҳурӣ нахустин доктори илм дар соҳаи математика буд.

Таҳти роҳбарии ӯ нафарони зиёде рисолаҳои номзадӣ ва докториро дифоъ намуданд. Ҳоло бошад Институти математикаи АМИ Тоҷикистон бо номи академик А. Ҷӯраев номгузорӣ карда шудааст.

Дар радифи омӯзиши муодилаҳои классикии бо ҳосилаҳои хусусӣ: навъи элиптикӣ, гиперболикӣ ва параболикӣ, ҳалли як қатор масъалаҳои физика, таҳлили математикӣ ва геометрӣ, зарурати омӯзиши муодилаҳои дифференсиалӣ бо ҳосилаҳои хусусии дар намуди умумӣ ба миён омад. Дар аввали солҳои 30-юми асри гузашта мисолҳои муодилаҳои дифференсиалӣ бо ҳосилаҳои хусусии навъи таркибӣ (баъзан ин намуди системаи муодилаҳоро муодилаҳои ғайриклассикӣ низ мегӯянд) дида баромада шуда буд. Математики машҳури фаронсавӣ Ж. Адамар барои омӯзиш ва рушди масъалаҳои канорӣ барои системаи муодилаҳои навъи таркибии содатарин бо ду тағйирёбандаҳои новобаста кӯшиш ба харҷ додааст.

Минбаъд синфи муҳимми муодилаҳои бо ҳосилаҳои хусусӣ муодилаҳои навъи омехта-таркибӣ номида шуданд. Як қатор масъалаҳои канорӣ барои модели баъзе муодилаҳои навъи омехта-таркибӣ бо ду тағйирёбандаҳои новобаста аз тарафи математики машҳур А. В. Битсадзе ва шогирдонаш омӯхта шуданд.

Академик А. Ҷӯраев аввалин шуда кӯшиши сохтани назарияи масъалаҳои канориро барои системаи муодилаҳои бо ҳосилаҳои хусусии таркибии дорои ду тағйирёбандаи новобаста ба уҳда гирифтааст. Диққати ӯро гузориши масъалаҳои табии умумӣ барои ин гуна системаҳо ҷалб намуданд.

Тавре маълум аст, барои муодилаҳо ва системаи муодилаҳои навъи эллиптикӣ омӯзиши масъалаҳои канорӣ исботи теоремаҳои умумии ҳалшавандагӣ ва ҳосил намудани формулаи умумӣ барои ҳисоб намудани индекси масъала мебошад.

Бинобар ин, А. Ҷӯраев мавриди таҳқиқи гузориши масъалаҳои канорӣ барои системаҳои муодилаҳои навъи таркибӣ диққати асосиро ба ёфтани шартҳои зарурӣ ва кифоягӣ ҳалли масъалаҳои ғайриякҷинса ва инчунин ёфтани формулаи ҳисоб намудани индекси масъалаи канорӣ равона кардааст.

Пештар кашф шуд буд, ки ҳамаи ҳалҳои муодилаи дифференсиалии навъи эллиптикӣ бо коэффитсиентҳои аналитикӣ боз функсияҳои аналитикӣ мешаванд. Бо ин нишон дода шуда буд, ки байни назарияи муодилаҳои дифференсиалии эллиптикӣ ва назарияи функсияҳои тағйирёбандаҳои комплексӣ алоқамандии зич мавҷуд аст. Баъд таҷдиди назар шуд, ки шарти аналитикии коэффитсиентҳо нақши асосӣ намебозанд.

Дар корҳои бунёдии математикони машҳур И.Н. Векуа, Л. Берс ва дигарон вобастагии зичи байни функсияҳои аналитикӣ ва ҳалли муодилаҳои дифференсиалии эллиптикӣ бо коэффитсиентҳои ғайрианалитикӣ нишон дода шуда буд. Маҳз бо чунин алоқамандӣ ҳалли бисёр масъалаҳои муодилаҳои дифференсиалии эллиптикӣ бо пуррагӣ омӯхта шудаанд.

Ин таҳқиқоти И.Н. Векуа ва Л. Берс боиси он гардид, ки шохаи нави назарияи функсияҳои тағйирёбандаҳои комплексӣ бо номи «Функсияҳои аналитикии умумикардашуда» пайдо шавад. Назарияи ин функсияҳо татбиқи бениҳоят васеъро дар масъалаҳои геометрия, механика, динамикаи газ ва ғайраҳо доранд.

Дар корҳои А. Ҷӯраев аввалин маротиба аппарати назарияи функсияҳои тағйирёбандаи комплексӣ барои омӯзиши масъалаҳои канорӣ барои системаи муодилаҳои навъи таркибӣ татбиқ карда шудааст. Дар ин омӯзишҳо ӯ алоқаи зичи байни масъалаҳои канориро барои системаҳои муодилаҳои навъи таркибӣ бо масъалаҳои канорӣ барои функсияҳои аналитикии умумикардашуда ёфтааст.

Ҳамаи ин таҳқиқот дар асоси як қатор муносибатҳо ва формулаҳо иҷро карда шудаанд, ки ҳалли системаи муодилаҳои навъи таркибиро бо синфи функсияҳои аналитикии умумикардашудаи яктағйирёбандаи комплексӣ ва функсияҳои ихтиёрии дорои яктағйирёбандаи (ҳақиқӣ) алоқаманд мегардонад.

Дар омӯзиши муодилаҳои дифференсиалии бо ҳосилаи хусусӣ намуди каноникиашон, вобаста ба навъи муодила, мавқеи намоёнро ишғол менамояд. Зеро, вобаста ба навъашон ҳалли муодила ҷараёнҳоеро, ки ҳаракатҳои мавҷӣ, диффузионӣ, статсионариро муайян менамояд, инъикос месозад.

Пас аз ба намуди каноникӣ овардани муодила баъд ба ҷустуҷуи ҳалли он шуруъ менамояд (агар ин имконпазир бошад).

А. Ҷӯраев аввалин шуда, барои ба намуди каноникӣ овардани системаҳои муодилаҳои навъи таркибӣ ҳиссаи худро гузоштааст. Масалан, системаи се муодилаҳои бо ҳосилаҳои хусусии тартиби якумро дида мебароем:

$$V_x - A(x,y)V_y - B(x,y)V = 0. \quad (1)$$

Дар ин ҷо $A(x,y), B(x,y)$ матритсаҳои тартиби сеюм, ки дар ягон соҳаи G –ҳамвории декартии $R^2 = R \cdot R$ дода шудаанд ва вектори $V(x,y) = \left(U_1(x,y),\ U_2(x,y), U_3(x,y)\right)$ - номаълум. $V_x -$ ҳосилаи хусусӣ нисбат ба x, $V_y -$ ҳосилаи хусусӣ нисбат ба y:

$$V_x = \left(\frac{\partial U_1}{\partial x}, \frac{\partial U_2}{\partial x}, \frac{\partial U_3}{\partial x}\right), V_x = \left(\frac{\partial U_1}{\partial y}, \frac{\partial U_2}{\partial y}, \frac{\partial U_3}{\partial y}\right)$$

мебошад.

Шакли каноникии системаҳои муодилаҳои (1) вобаста аз хосияти решаҳои муодилаи характеристикӣ мебошанд:

$$|A - \lambda E| = det|A - \lambda E| = 0 \quad (2)$$

Ки дар ин ҷо Е-матритсаи воҳидӣ ҳисоб меёбад.

А. Ҷӯраев нишон дод, ки агар муодилаи характеристикии (2) дар нуқтаи (x_0, y_0), як решаи ҳақиқии $\lambda_0(x_0, y_0)$ ва ду решаҳои байни худ ҳамроҳшудаи комплексии $\lambda_1(x_0, y_0), \overline{\lambda_1(x_0, y_0)}$ дошта бошад, он гоҳ дар ягон атрофи хурди ин нуқта, яъне доираи $(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 \leq \delta^2$ системаи муодилаҳои (1)-ро ба шакли зерин овардан мумкин аст:

$$\frac{\partial V_1}{\partial \eta} = A_1(\zeta)V_1(\zeta) + Re\left(B_1(\zeta)V_0(\zeta)\right), \quad (3)$$

$$\frac{\partial V_0}{\partial \zeta} - q(\xi)\frac{\partial V_0}{\partial \zeta} = A_0(\zeta)V_1(\zeta) + B_0(\zeta)V_0(\zeta) + C_0(\zeta)\overline{V_0(\zeta)},$$

ки дар ин ҷо $\zeta = \xi + i\eta, \xi = \xi(x,y), \eta = \eta(x,y)$, $A_1(\zeta) -$ функсияҳои ҳақиқӣ $A_0(\zeta), \mathrm{B}_0(\zeta), \mathrm{C}_0(\zeta) -$ функсияҳои қиматҳояшон комплексии вобаста аз тағйирёбандаи комплексии ζ, $q(\zeta) -$ функсияи қиматҳояш комплексӣ, ки шарти зеринро қаноат мекунад:

$$|q(\zeta)| \leq q_0 < 1.$$

Тарафи чапи муодилаи дуюмро оператори дифференсиалии Белтрами меноманд. Муодилаи Белтрами

$$B\varphi = \frac{\partial \varphi}{\partial \bar{z}} - q(z)\frac{\partial \varphi}{\partial z} = f(z), \quad (4)$$

дар ҳалли масъалаҳои геометрӣ (инъикосҳои квазиконформӣ), механикаи ҷисмҳои сахт, динамикаи газ ва дигар масъалаҳои таҳлили математикӣ истифода бурда мешавад.

Ӯ хосияти ҳалли муодилаи Белтрамиро истифода намуда, намуди содатарини системаи се номаълумаҳои навъи таркибиро дар шакли зерин дар координатаҳои (x,y) навиштааст:

$$\frac{\partial u}{\partial y} = Re\left(A_1(z)w(z)\right), z = x + iy$$

$$\frac{\partial w}{\partial \bar{z}} = A_0(z)w(z) + B_0(z)w(z) + C_0(z)\overline{w(z)}$$

Ин системаро боз дар шакли соддаи намуди зерин навиштан мумкин аст:

$$\frac{\partial u}{\partial y} = Re\left(A_1(z)w(z)\right)$$

$$\frac{\partial w}{\partial \bar{z}} = B_0(z)u(z) + C_0(z)\overline{w(z)},$$

ки ин чо $u(z)-$ функсияи ҳақиқӣ, $w(z)-$ функсияи қиматҳояш комплексӣ, $z=x+iy$, $A_0(z), B_0(z), C_0(z)-$ функсияи маълум.

Ин шакли каноникӣ ба А. Ҷӯраев имкон доданд, ки сохтори ҳалли ин системаҳоро навишта, ҳалли масъалаҳои канориро ёбад. Намуди каноникии системаи муодилаҳо имкон медиҳад, ки тасвири ҳалли системаи муодилаҳо бо ёрии ду функсияҳои ихтиёрӣ: якеаш функсияи аналитикии тағйирёбандаи комплексӣ ва дигаре функсияи ихтиёрии ҳақиқии яктағйиёбанда навишта шавад.

АДАБИЁТ:

1. Джураев А. Системы уравнений составного типа. – Москва: Наука, 1972. – 227 с, английский перевод 1989, изд. Longman (Англия) и Джон Велий энд сонсы (США).
2. Джураев А. Метод сингулярных интегральных уравнений. – Москва: Наука, 1987. – 415 с, английский перевод 1992, kLongman, Hariovs (Англия) в 1992.
3. Juraev A. Degenerate and other Problems-Longman, Scientific and Technicals (Англия, США), 1992.
4. Juraev A. An introduction to several complex variables and partial Differential Equations. – Изд. Addison Wesley, Longman (Англия, США), 1997. – 454 p.
5. Juraev A. Singular partial differential equations. – Издательство Chapman & Hall/ CRC. США, 2000.

ПОЯГУЗОРИ ИЛМИ МАТЕМАТИКА

Дар ин мақола дар бораи кору фаъолияти нахустин доктори илмҳои физикаву математика дар Ҷумҳурии Тоҷикистон, академики Академияи миллии илми Тоҷикистон, олими намоёни тоҷик дар соҳаи муодилаҳои дифференсиалӣ, ҳосилаҳои хусусӣ ва ададҳои комплексӣ, академик Абдуҳид Ҷӯраев маълумот оварда шудааст.

КАЛИДВОЖАҲО: кинъикоси квазиконформӣ, масъалаҳои хаттии канорӣ, ҳалшавандагӣ, функсияҳои аналитикии умумикардашуда, шакли каноникӣ, муодилаи характеристикӣ, муодилаи Белтрами, ҷинсҳои сахт, динамикаи газӣ.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Сафаров Ҷумабой Сафарович, доктори илмҳои физика-математика, мудири кафедраи таҳлили математикии ДДБ ба номи Носири Хусрав. Тел.: (+992) 917-07-96-40; e-mail: safarov-5252@mail.ru

Сатторов Абдурасул Эшбекович, доктори илмҳои педагогӣ, номзади илмҳои физика-математика, мудири кафедраи алгебра ва геометрияи ДДБ ба номи Носири Хусрав. Тел.: (+992) 987-67-57-73; e-mail: asattorov50@mail.ru

Сафарзода Фатҳиддин Оймаҳмад, докторанти Phd-и ДДБ ба номи Носири Хусрав. Тел.: (+992) 93-558-15-55.

ОСНОВАТЕЛЬ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ НАУКИ

В этой статьи приведены некоторые сведения о научных исследованиях первого доктора физико-математических наук в Республики Таджикистан, академика Национальной академии Таджикистана, известного учёного Джураева Абдухамида по теории дифференциальных уравнений в частных производных и комплекского анализа.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: квазиконформное отоброжение, линейные краевые задачи, разрещимость, обобщенные аналитические функции, канонический вид, характеристическая уравнения, уравнения Белтрами, твёрдых тел, газовая динамика.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Сафаров Джумабой Сафарович, доктор физико-математических наук, заведующий кафедрой математического анализа БГУ имени Носира Хусрава. Тел.: (+992) 917-07-96-40; e-mail: safarov-5252@mail.ru

Сатторов Абдурасул Эшбекович, доктор педагогических, кандидат физико-математических наук, зав. кафедрой алгебры и геометрии БГУ имени Носира Хусрава. Тел.: (+992) 987-67-57-73; e-mail: asattorov50@mail.ru

Сафарзода Фатхиддини Оймахмад, докторант Phd БГУ имени Носира Хусрава. Тел.: (+992) 93-558-15-55.

FOUNDER OF MATHEMATICAL SCIENCE

This article provides some information about the research of the first doctor of physical and mathematical sciences in the Republic of Tajikistan, academician of the National Academy of

Tajikistan, famous scientist Juraev Abdukhamid on the theory of partial differential equations and complex analysis.

KEY WORDS: quasi-conformal frosting, linear boundary value problems, decomposability, generalized analytical functions, canonical form, characteristic equations, Beltrami equations, solids, gas dynamics.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Safarov Jumaboy, doctor of physical and mathematical sciences, head of the department of mathematical analysis of BSU named after Nosiri Khusrav. Phone: (+992) 917-07-96-40; e-mail: safarov-5252@mail.ru

Sattorov Abdurasul Eshbekovich, doctor of pedagogical sciences, candidate of physical and mathematical sciences, head of the department of algebra and geometry of BSU named after Nosiri Khusrav. Phone: (+992) 987-67-57-73; e-mail: asattorov50@mail.ru

Safarzoda Fathiddini Oymahmad, PhD student of BSU named after Nosiri Khusrav. Phone: (+992) 93-558-15-55.

РУШДИ ИЛМИ МАТЕМАТИКА ДАР ДАВРАИ ИСТИҚЛОЛИЯТ

Сатторов А.Э., Тиллобаева С.
Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав

Аз рӯзҳои аввалини сарвариашон роҳбари давлат маорифро ҳамчун самти афзалиятнок дар рушди мамлакат эълон кард. Мо шоҳиди он пешравию комёбиҳое мебошем, ки кишвари мо дар солҳои соҳибистиқлолӣ, яъне давраи барои таърих начондон зиёд аст, ноил гаштааст. Таи ин муддат чанд макотиби олию миёнаи махсус, коллеҷҳо, мактабҳои миёна бо тамоми таҷҳизоти ҳозиразамон қомат рост кардааст. Мисоли мушаххас, Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав, ки дар солҳои истиқлолият ҳам аз ҷиҳати моддӣ, ҳам аз ҷиҳати зеҳнӣ, алалхусус дар солҳои охир, хело пурқувват ва зебо шудааст, мебошад.

Маориф дар ҳақиқат соҳае мебошад, ки бе рушди он пешравии давлату миллатро тасаввур кардан амри маҳол аст, зеро маориф ин дониш, ақлу тафаккур, ин зиёест, ки бо нураш роҳи ояндаро рӯшан месозад, ин зеҳн ва тавоноӣ, ин қудрату шаҳомати миллат аст.

Маориф пояи илм аст ва ҳар як мушкилӣ танҳо бо илм ҳал мешавад. Дар байни илмҳои мавҷуда математика ҷои намоёнро ишғол менамояд, зеро аз имкониятҳову усулҳои ин фан дар аксар равияҳои таҳқиқотии физика, химия, техника, геология, геометрия, информатика, технология, меъморӣ ва даҳҳо дигар илмҳо самаранок истифода мебаранд.

Фанни математика нисбат ба дигар фанҳо таърихи қадима дорад, зеро одамон дар ҳар рӯзи фаъолияташон ба ҳисоб, ба ченкунӣ ниёз доранд ва ин ҳолат аз ҳисобкуниҳои одӣ ба мураккаб, аз фигураҳои мушаххас ба фигураҳои умум ва дар ин замина ба ҳосил намудани формулаву қоидаҳо ва теоремаҳо оварда расонид. Аввалин олимони соҳаи математика дар замини Мисри қадиму Юнонистон, монанди Евклид, Пифагор, Аристотел, Архимед, Аполлоний, Платон ва даҳҳо дигарон кору фаъолият намуданд. Бояд қайд намуд, ки аввалин асар бо номи «Ибтидо», ки аз 13 китоб иборат аст, ба қалами Евклид мутаалиқ мебошад. Ин асар муддати зиёд, қариб 2000 сол, ҳамчун китоби дарсӣ дар аксар мамолики Европаву Осиё истифода шуд. Аз ин асар олимони шинохтаи асримиёнагии Осиёи Марказӣ, монанди Закариёи Розӣ, Муҳаммад ал-Хоразмӣ, Абӯрайхони Берунӣ, Абӯалӣ ибни Сино, Абӯнасри Форобӣ, Абӯмаҳмуди Хуҷандӣ, Насриддини Тӯсӣ, Умари Хайём, Қутбиддини Шерозӣ, Абулвафо Бузҷонӣ, инчунин, аз мактаби олимони Самарқанд Ҷамшеди Кошонӣ, Қозизода ар-Румӣ, Аловуддин Али-Қушчӣ ва баъдтар Баҳоваддини Омулӣ, Наҷмиддини Алихон ва даҳҳо дигарон бархурдор шудаанд. Онҳо аз ин асар на танҳо математикаро омӯхтаанд, балки ин асарро таҳлил намудаанд, тафсиру шарҳҳо навиштаанд [1, с. 5]. Асарҳои иншонамудаи ин мутафаккирон олимони Европаро ба ҳайрат овард, ба ин асарҳо онҳо

дар таҳқиқоти худ такя намудаанд. Масалан, Муҳаммад Хоразмӣ бо асари «Китоби мухтасар оид ба ал-ҷабр ва ал-муқобала», ки ба ҳалли муодилаҳои хаттию квадратӣ иборат аз 6 намуд бахшида шудааст, ба фанни алгебра асос гузошт. Калимаи алгебра низ аз шакли дигари талаффузи «ал-ҷабр» - алгабр ба вуҷуд омадааст [2, с. 88].

Олими барҷаста Умари Хайём, ки аксар ӯро ҳамчун шоири рубоисаро медонанд, оид ба масъалаи ҳалли муодилаҳо 25 намуд муодилаи хаттӣ, квадратӣ ва кубиро нишон медиҳад. Ҳалли муодилаҳои кубӣ дар Европа баъд аз 400 сол аз тарафи олими итолёвӣ Ҷираламо Кардано дода шудааст. Дар соҳаи геометрия низ Умари Хайём дар масъалаи назарияи параллелҳо, ки аз постулати 5-уми Евклид ибтидо мегирад, гипотезаҳоро пешниҳод намуд, ки бо ин кораш ӯ нисбат ба олимони Европа хеле пешсаф буд. Ин гуна мисолҳоро зиёд овардан мумкин аст. Умуман, ба фанни математика аҷдодони мо бо диққати хоса муносибат мекардаанд, бо ин фан фаъолона машғул мешудаанд.

Чи тавре мебинем, ин замин ватани олимони машҳури ҷаҳон будааст ва олимони имрӯза ин анъанаро идома дода истодаанд.

Аз солҳои таъсисёбии Тоҷикистони Шӯравӣ то имрӯз рушди илми математикаро ба се марҳила ҷудо намудан мумкин аст:

1. Математика то таъсисёбии Институти математика, соли 1973;
2. Аз рӯзи таъсисёбии институт то соли 1991, яъне то ба даст овардани истиқлолии давлатӣ;
3. Давраи истиқлолияти давлатӣ.

Ба вуҷуд омадани якумин муассисаи илмӣ-татқиқотӣ - расадхонаи Тоҷикистон (1932), базаи АИ ИҶШС (1933), АИ ҶШС Тоҷикистон (1943) бо муассисаҳои зиёди илмӣ (пажӯҳишгоҳи математика, астрофизика, химия, геология ва ғайра), донишкадаҳои омӯзгорӣ дар Душанбе (1932), Ленинобод (1933), Кӯлоб (1945) ва ДМТ (1948) барои тадқиқоти математикӣ ва омода намудани кормандони соҳаи математика таҳкурсии устувор гузоштанд.

Дар рушду нумӯи математика саҳми олимони шинохтаи шӯравӣ, ки аз мавзеъҳои гуногуни Иттиҳод мебошанд, хеле калон буд. Чи тавре ки собиқ Президенти АМИ Тоҷикистон академик М. Илолов қайд мекунад «аз диди сохторӣ ва идорӣ мисли дигар самтҳои илм риёзӣ дар замони Шӯравӣ таъсис ёфтааст».

Дар солҳои 70-80-уми қарни ХХ таҳқиқотҳои олимони тоҷик дар соҳаҳои гуногуни математика хеле афзуд. Дар бораи баъзе аз онҳо бо тарзи мухтасар маълумот медиҳем:

Леонид Григоревич Михайлов соли таваллудаш 1928, вафоташ 2017, (доктор - 1965, профессор – 1967, академик – 1987, дорандаи Ҷоизаи давлатии ба номи А. Сино – 2007), аввалин олимест, ки дар соҳаи муодилаҳои дифференсиалӣ бо коэффитсиентҳои сингулярӣ мактаби илмӣ бунёд намуда, аз он 30 номзади илм ва чандин докторҳо (Н. Рачабов, З.Д. Усмонов, Н.Усмонов, шодравон Р. Акбаров ва дигарон) ба воя расидаанд.

Дар мактаби илмии Магалим Акрамович Субҳонқулов (1920-1976) (доктор – 1964) дар самти таҳқиқи масоили «Теоремаҳои тауберӣ бо аъзоҳои боқимонда ва истифодаи онҳо» гурӯҳи шогирдонаш (Б. Тошбоев, М. Тен, Ғ. Бобоева, М.М. Каримова дигарон) методҳои нави таҳқиқотиро кашф карда, ба натиҷаҳои намоён соҳиб гаштаанд.

Аз мактаби илмии математикони маъруфи тоҷик: Абдуҳамид Ҷӯраев (1932-2005) (доктор – 1967, профессор – 1968, академики АИ ҶТ – 1973, дорандаи Ҷоизаи давлатии ба номи А. Сино – 2002) оид ба таҳқиқи системаи муодилаҳои дифференсиалии навъи эллипсӣ, назарияи масъалаҳои канорӣ барои системаҳои муодилаҳои дифференсиалии ҳосилаҳои хусусидошта чандин муҳаққиқ (Д. Муртазоев, Ҷ.Х. Сафаров, С.Х. Муллоев, С. Бобоев) ҳамчун олим сабзида ба камол расидаанд.

Владимир Яковлевич Стетсенко (1935-2007) (доктор 1970, узви вобастаи АИ ҶТ – 1983) дар соҳаи таҳлили функсионалӣ таҳқиқи муодилаҳои операторҳои хаттӣ ва

ғайрихаттӣ пайравон ва шогирдони зиёди ӯ (Б.И. Имомназаров, И. Солеҳов, О. Хосабеков, Д. Осимова, Д. Каримова) саҳми босазо гузоштаанд.

Зафар Ҷӯраевич Усмонов (доктор – 1973, профессор – 1963, академик – 1981, Корманди хизматнишондодаи илми ҶТ) оид ба масоили геометрию топология ва лингвистикаи компютерии тоҷик бисёр ҷавонони тоҷик (А. Ҳамидов, Наҷмиддинов, Р. Аҳмедов, С. Зарипов) ва дигаронро ба воя расонидааст.

Нусрат Рачабов соли таваллудаш 1938 (доктор – 1975, профессор – 1979, академик – 2001, Ходими хизматнишондодаи илм, дорандаи Ҷоизаи «Ситораҳои Иттиҳод»-и ИДМ) рочеъ ба омӯзиш ва таҳқиқи муодилаҳои дифференсиалӣ бо коэффитсиентҳои суперсингулярӣ ва системаи ингуна муодилаҳо 21 нафар шогирдон тайёр карда, асарҳои илмиаш дар Германия, Хитой, Америка, Эрон ва дигар мамлакатҳо ба чоп расидаанд.

Темур Собиров (1940-1977) (доктор – 1975, профессор – 1977) оид ба назарияи бифуркатсияи ҳалҳои даврӣ ва қарибдаврии муодилаҳои дифференсиалии ғайрихаттӣ 4 нафар - И. Раупов, Ю. Муродов, М. Илоловро муттаҳид сохтааст.

Камолиддин Бойматов (1950-2010) (доктор - 1982, дар мавзӯи «Асимптотики спектралии операторҳои дифференсиалӣ ва теремаҳои ҷудошавандагӣ», профессор - 1991, узви вобаста - 1993, академик - 2001), шогирдонаш дар донишгоҳи мо Рахимов З.Х., Шодиев М.С. кору фаъолият карда истодаанд.

Эргашбой Муҳаммадиев соли таваллудаш 1941 (доктор – 1980, профессор – 2002, соҳиби номи фахрии «Асосгузори мактаби илмӣ»-и АИТ ФР – 2010) дар самти таҳқиқи назарияи муодилаҳои дифференсилии одӣ ва бо ҳосилаҳои хусусидошта 17 нафар (А. Нозимов, Т. Ҳусайнов, Р. Азизов, А.Н. Наимов, Байзоев, С. Ҷӯраев) ва дигаронро тарбия карда, ба воя расонидааст. Алҳол ин олим дар Россия кору фаъолият менамояд.

Соли 1973 барои муттаҳид намудани корҳои илмӣ дар соҳаи математика дар назди Академияи улуми ҷумҳурӣ Институти математика таъсис ёфт, ки то соли 1987 роҳбарии он ба души академик А.Ҷӯраев буд. Солҳои 1987-1999 академик З.Ҷ. Усмонов директори он интихоб гардид. Аз соли 1999 то ҳол роҳбарии ин муассисаи илмӣ дар зиммаи узви вобастаи Академияи миллии илми Тоҷикистон профессор З.Х. Раҳмонов, ки соли 2017 академик интихоб гардидаанд, мебошад.

Дар ин институт ҳоло 5 шӯъба фаъолият менамояд:

1. Муодилаҳои дифференсиалӣ; 2. Назарияи функсияҳо ва таҳлили функсионалӣ; 3. Назарияи ададҳо, алгебра ва топология, 4. Моделиронии математикӣ; 5. Математикаи татбиқӣ ва механика.

Дар ин институт мактабҳои илмии зерин таъсис ёфт:

1. Муодилаҳои типи мураттабшуда (асосгузор академик Ҷӯраев А.)
2. Муодилаҳои сингулярии дифференсиалию интегралӣ (асосгузорон академикҳо Михайлов Л.Г. ва Усмонов З.Ҷ.).
3. Назарияи спектралии муодилаҳои дифференсиалию псевдодифференсиалӣ (асосгузорон академик Бойматов К., профессор Исҳоқӣ С., ки соли 2017 аъзо-корреспонденти АИ интихоб гардидаанд).
4. Таҳлили функсионалӣ, назарияи сифатии ҳалҳои даврию қариб даврии муодилаҳои дифференсиалӣ (асосгузорон Э. Мухаммадиев, М. Илолов).
5. Назарияи аппроксиматсияи функсияҳо (М. Шабозов).
6. Назарияи аналитикии ададҳо (З. Рахмонов).
7. Лингвистикаи компютерӣ (З.Ҷ. Усмонов).

Дар 15 соли охир дар Шӯрои диссертатсионии ин институт зиёда аз 10 нафар рисолаҳои докторӣ ва қариб 50 нафар рисолаҳои номзадӣ дифоъ карданд. Бо хушнудӣ бояд қайд кард, ки аз устодони донишгоҳи мо – Иззатуллоев Д. (роҳбараш академик Рачабов Н.), Гулова М. (роҳбараш Юнусӣ М.), Каримов А., Неъматуллоев О. (роҳбараш Исҳоқов С.) ва Ҳакимова О. (роҳбараш Қурбонов И.), Саидназаров Р. (роҳбараш

профессор Сафаров Ҷ.), Мирзораҳимов Ш. (роҳбараш академик Раҳмонов З.) ва чанд нафаре дигарон дар ин Шӯро рисолаи худро дифоъ намудаанд.

Алҳол барои ҷавонони ҷумҳуриамон ҷиҳати пеш бурдани корҳои илмӣ шароити хуб фароҳам омадааст, яъне устодони варзида дар ҷумҳурӣ, ки роҳбари илмӣ шуда метавонанд, кору фаъолият доранд. Аз ҷумла, 5 нафар академикон Усмонов З.Ҷ., Илолов М.И., Рачабов Н.Р., Шабозов М.Ш., Раҳмонов З. инчунин, узви вобастаи АИ Қурбонов И.Қ., Исҳоқов С. ва А. Ҳабибулло, профессорон Мустафоқулов М., Сатторов А., Юнусӣ М., Рачабова Д., Сафаров Ҷ., Ҷангибеков Г., Азизов М., Қурбоншоев С., Ҳасанов Ю. Усмонов Н.У., Исмати М. ва дигарон оид ба масоили гуногуни математикаи ҳозиразамон таҳқиқоти фаъол мебаранд ва метавонанд ба ҷавонон дар роҳи илм роҳбаладӣ намоянд.

Кафедраҳои математикии донишгоҳамон бо марказҳои илмии ҷумҳурӣ ва Россия робитаҳои қавии илмӣ доранд. Масалан, кафедраи алгебра ва геометрия, ғайр аз Институти математика, мактабҳои олии ҷумҳурӣ, боз бо донишгоҳҳои Россия, монанди Донишгоҳи дӯстии халқҳои Россия, Донишгоҳи давлатии педагогии Арзамас, Донишгоҳи давлатии Қазон, Донишгоҳи давлатии Толятти, Донишгоҳи давлатии Пенза ва ғайра робитаи илмӣ дорад. Алҳол омӯзгори ҷавони кафедра, хатмкунандаи факултети математика Ҳакимов Ҷ. дар курси дуюми аспирантураи Донишгоҳи давлатии Қазон аз рӯи ихтисоси геометрия ва топология таҳсил дорад.

Дар Паёми навбатии худ, Президенти мамлакат, муҳтарам Эмомалӣ Рахмон дар назди мо, омӯзгорон вазифаҳои нав ҷиҳати беҳтар намудани сифати таълим ва баланд бардоштани масъулиятшиносии ҳар як корманди маорифро гузошт. Ҳалли ин масъалаҳо барои тайёр кардани мутахассисони варзидаи соҳаи худ, аз ҷумла математикони шинохта замина мегузорад.

АДАБИЁТ:

1. Сатторов А.Э. Педагогические идеи ученых-естествоиспытателей Ближнего и Среднего Востока IX-XVII вв. – Душанбе: Дониш, 2009. – 173 с.
2. Собиров Г. Инкишофи математика дар Осиёи Миёна. – Душанбе: Ирфон, 1966.

РУШДИ ИЛМИ МАТЕМАТИКА ДАР ДАВРАИ ИСТИҚЛОЛИЯТ

Дар мақола доир ба таърихи пайдоиши математика ва дастоварди илмии олимони шинохтаи асримиёнагии Осиёи Марказӣ, инчунин корҳои риёзидонон дар давраи истиқлолият маълумот дода шудааст.

КАЛИДВОЖАҲО: таърихи математика, олимони асри миёна, математика, истиқлолият, Академияи илмҳо, дастовардҳои математикӣ.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Сатторов Абдурасул Эшбекович, доктори илмҳои педагогӣ, номзади илмҳои физика-математика, мудири кафедраи алгебра ва геометрияи ДДБ ба номи Носири Хусрав. Тел.: (+992) 987-67-57-73; e-mail: asattorov50@mail.ru

Тиллобоева Салима, омӯзгори кафедраи алгебра ва геометрияи ДДБ ба номи Носири Хусрав.

РАЗВИТИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ НАУКИ В ПЕРИОД НЕЗАВИСИМОСТИ

В статье представлены сведения об истории возникновения математики и о научных достижениях известных средневековых ученых Центральной Азии, а также о трудах математиков в период независимости.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: история математики, ученые в средние века, математика, независимость, Академия наук, математические достижения.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Сатторов Абдурасул Эшбекович, доктор педагогических, кандидат физико-математических наук, зав. кафедрой алгебры и геометрии БГУ имени Носира Хусрава. Тел.: (+992) 987-67-57-73; e-mail: asattorov50@mail.ru

Тиллобоева Салима, преподаватель кафедры алгебры и геометрии БГУ имени Носира Хусрава.

DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL SCIENCE IN THE PERIOD OF INDEPENDENCE

The article presents information about the history of the emergence of mathematics and the scientific achievements of famous medieval scientists in Central Asia, as well as about the works of mathematicians during the period of independence.

KEY WORDS: history of mathematics, scientists in the middle ages, mathematics, independence, Academy of Sciences, mathematical achievements.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Sattorov Abdurasul Eshbekovich, doctor of pedagogical sciences, candidate of physico-mathematical sciences, head of the department of algebra and geometry of BSU named after Nosiri Khusrav. Phone: (+992) 987-67-57-73; e-mail: asattorov50@mail.ru

Tillabaeva Salima, lecturer of the department of algebra and geometry of BSU named after Nosiri Khusrav.

МАТЕМАТИКА В ТРУДАХ АБУАЛИ ИБН СИНА

Комили А.Ш.
Бохтарский государственный университет имени Носира Хусрава
Шарипов Б.Г.
Дангаринский государственный университет
Шарипов Ш.А.
Кулябский государственный университет имени Абуабдулла Рудаки

Великий таджикский энциклопедист Абу Али ибн Сина (Авиценна, 980-1037) оставил после себя огромное научное наследие. Он известен в мире, главным образом как медик и философ. Ибн Сина признан также основоположником философского жанра рубаи (четверостишие) на таджикском (персидском дари) языке. Авиценну как математик, физик, механик, астроном, биолог, химик знают лишь узкий круг ученых. Статья посвящена математике Авиценны.

Математические наследия Авиценны отражены в таких его энциклопедических сочинениях, как «Книга исцеления» («كتاب الشفاء»), «Книга спасения» («كتاب النجاة»), «Донишнома» («دانشنامه»), а также в его отдельном трактате, специально посвященном вопросам математики «Сокращенная книга арифметики» («Мухтасар китаб ал-арисматики» - инуреБ монохйарубА с хаксипереп хынчуан оге в и (ىقتامثرلاا باتک رصتخم относительно сочинения Аристотеля «Физики» и «Книги о небе».

В средневековых классификациях музыка и некоторые вопросы физики и астрономии входили в состав математики, точнее изучались под эгидой математики. Вот что он пишет относительно математики в «Книге знания»: «Другая наука – математика, в которой меньше неясностей и путаницы, потому что она удалена от движения и изменения и предметом её в общем является «количеством», а если её расчленить, - то мера и число. Геометрия, арифметика, астрономия, музыка, оптика, механика, наука о движущихся сферах, наука о приборах и тому подобное входят в состав математики» [6, с. 141].

В «Книге знания» Авиценна, говоря о натуральных числах, правильно определяет четные и нечетные числа. Определяя само число как совокупность единиц, он пишет: «Четное число, то, которое можно разделить на две равные части без остатка. При делении такого числа на две части не могут получиться числа разных родов – четное и нечетное…Что же касается нечетного числа, то это такое число, которое нельзя разделить на две равные части без остатка…» [4, с. 105]. Говоря современным математическим языком, с помощью символов определение Авиценны относительно четного и нечетного числа можно написать таким образом: число вида $2n$ - это четное, а $2n+1$ - это нечетное.

Одна из важных заслуг Авиценны в математике заключается в том, что он систематически применял к геометрическим величинам арифметическую

терминологию, чего никогда не делали до него, а только после него во второй половине XI века такое расширение понятия числа предложил другой таджикский энциклопедист Омар Хайям (1048-1123 гг.). Например, он в геометрической части «Книги знания», в «разделе о началах [геометрии], относящихся к умножению линий и к следствиям из этого» пишет: «Умножить линию на себя – это построить на ней квадрат, длина которого равна ширине; его длина умножается на его ширину, так, как и длина и ширина равны этой линии» [4, с. 31].

Ибн Сина, изучая произведения классической древности – «Начала» Евклида, «Математическое построение» («Альмагест») и «Учение о гармонии» Птолемея, «Введение в арифметику» Никомаха, которые составили основу его «квадривиума» (четырехпутье), дает комментарии для каждого из них, вводит дополнения.

В своей «Книге знания» Ибн Сина посвящает главу различным вопросам арифметики, и эта глава состоит следующих разделов:

1. Об общих свойствах и различных родах чисел.
2. О четных числах.
3. О нечетных числах.
4. Об избыточных, недостаточных и совершенных числах.
5. Об отношениях.
6. О составлении отношений.
7. О пропорциях.

В первой части он пишет: «число – это совокупность единиц». Здесь же он дает определения четных и нечетных чисел. Здесь также приводится правило суммирования натуральных чисел.

Он пишет: «Если сложить последовательные нечетные числа от единицы, получится квадрат. Например, единица и три-четыре, единица, три и пять-девять, единица, три, пять и семь-шестнадцать и так далее, до бесконечности». Это можно написать современным математическом языком таким образом:

$1+3=4;\ 4=2^2.$

$1+3+5=9;\ 9=3^2.$

$1+3+5+7=16;\ 16=4^2$ и т.д.

Второй раздел посвящен четным числам. В нём даются правила суммирования четных чисел и определения четно-четных, четно-нечетных и нечетно-четных чисел. Также определяются простые и совершенные числа, причем для определения совершенного числа он поступает так: «складывают элементы ряда парно-четных чисел и останавливаются там, где сумма является первым числом, как например, сумма единицы и двух. Сложив эти числа, умножают сумму на последнее четно-четное число, на котором остановились – в нашем случае на два. Полученное произведение является совершенным числом: в нашем примере это шесть».

Третий раздел посвящен анализу различных видов нечетных чисел. Ибн Сина пишет: «Нечетные числа также бывают трех видов. Числа первого вида называются первыми и простыми. Числа второго вида, которые противоположны числам первого рода, называются вторыми и составными. Числа третьего вида, являющиеся промежуточными между двумя предыдущими видами, сами по себе – вторые и составные».

В четвертом разделе изучены совершенные числа, а также так называемые недостаточные и избыточные числа. Например, «Избыточное число – та сумма делителей, которая больше самого числа, к примеру, восемь. Совершенное число – та сумма делителей, которая равна самому этому числу, например – шесть».

Отмечается, что совершенные числа только четные числа, потому что они получаются из произведения четного числа на нечетное.

Пятый раздел посвящен числовым отношениям и здесь дается классификация этих отношений. Здесь существенным является такой факт, что Ибн Сина отождествляет отношения вида m:n, где m<n, с дробями, что представлял собой существенный шаг вперед в расширении понятия числа.

В шестом разделе речь идет о составлениях числовых отношений, что имеет важное значение для Ибн Сина для разработки с одной стороны теории музыки, а с другой – к отношению геометрических величин.

В последнем, седьмом разделе рассматриваются арифметическая, геометрическая и гармоническая пропорции. Здесь отмечается, что вообще можно изучить десять видов пропорции, а подробно изучены три вида пропорций, отмеченные выше.

Конечно, в средние века ещё не были придуманы математические символы, поэтому часто математические задачи выражались словесно и даже в поэзии.

Ибн Сина в своей книге «Татаммат-ун-наджат» («Дополнения к Книге Спасения») приводит привлекательные математические задачи, одну из таких приведем в качестве примера. Он пишет, что «если складывать последовательные числа, начиная от единицы до какого - угодно числа, и обратно до единицы, то результат будет равен квадрату того числа, до которого мы начали провести процесс складывания. Примером служит число десять. Если мы складываем от единицы до десяти, и обратно от десяти до единицы, то их сумма будет равнаа ста, в то время сто является квадратом десяти» [5, с. 81]. Это высказывание Ибн Сина можно написать следующим образом:

$$1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+9+8+7+6+5+4+3+2+1=100.$$

$$100=10^2.$$

Кроме «четного» (2n) и «нечетного» (2n+1) числа, Ибн Сина определяет еще так называемые «четно-четные» и «четно-нечетные» числа. Четно-четные числа по его определению, это числа, которые, когда делят пополам, получится также четное число. Например, 8, когда делим на 2 получится 4, который тоже является четным. Примером четно-нечетного числа служит 6, когда делим его пополам, получится 3, которое является нечетным числом.

Относительно признаков делимости, следует отметить, что в истории математики прочно вошли «задачи Авиценны» о свойствах делимости на число 9. Считаем нужным привести эти «задачи Авиценны»:

а) Если число, будучи разделено на 9, даёт в остатке 1 или 8, то квадрат этого числа, деленный на 9, даёт в остатке 1.

б) Если число, разделенное на 9, даёт в остатке 2 или 7, то квадрат его при делении на 9, даёт в остатке 4.

в) Если число, деленное на 9, даёт

в остатке 1, 4 или 7, то куб его, деленный на 9, даёт в остатке 1.

г) Если число, деленное на 9, даёт в остатке 2, 5 или 8, то куб его, деленный на 9, даёт в остатке 8.

д) Если число, деленное на 9, даёт в остатке 3 или 6, то куб его кратен 9. [32, с. 34].

Пользуясь современной математической терминологией, правило проверки возведения в квадрат можно выразить всё это следующим образом:

$$(9n \pm 1)^2 \equiv 1(\mathrm{mod}\ 9).$$
$$(9n \pm 2)^2 \equiv 4(\mathrm{mod}\ 9).$$
$$(9n \pm 3)^2 \equiv 0(\mathrm{mod}\ 9).$$
$$(9n \pm 4)^2 \equiv 7(\mathrm{mod}\ 9).$$

Это означает, что если данное число при делении на 9 даёт в остатке 1 или 8, то квадрат его, будучи разделен на 9, даст в остатке 1.

Правило проверки результата возведения числа в куб можно записать в следующем виде:

$$(9n + 1)^2 \equiv 1(\mathrm{mod}\ 9).$$

$$(9n+2)^2 \equiv 8(\mathrm{mod}\ 9).$$
$$(9n+3)^2 \equiv 0(\mathrm{mod}\ 9).$$

Математические науки, согласно классификации Ибн Сина, включают четыре части: учение о числа (‘илм ал-‘адад), геометрию (‘илм ал-хандаса), астрономию (‘илм ал-хай’а) и музыку (‘илм ал-мусики).

Таким образом, творчество Абу Али ибн Сина оказало самое плодотворное влияние на формирование и развитие средневековой математики и науки вообще. Можно утверждать, что научные достижения Абу Али ибн Сины, наряду с трудами Абу Махмуда Худжанди, Абулвафо Бузджани и Абурайхана Беруни можно рассматривать как один из существенных этапов предыстории классической науки физико-математического цикла.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Ибн-Сина, Абу Али. Математические главы «Книги знания» (Донишнома) – Душанбе: Ирфон, 1967. – 180 с.
2. Ибн Сина. Жизнеописание. – Абу Али ибн Сина. Избранные произведения. – Т.1. – Душанбе: Ирфон, 1980.
3. Ибн Сина. Дониш-намэ. – Абу Али ибн Сина. Избранные произведения. – Т.1. – Душанбе: Ирфон, 1980.
4. Ибн Сина. Переписка Беруни и Ибн Сина. – Абу Али ибн Сина. Избранные произведения. – Т.1. – Душанбе: Ирфон, 1980.
5. Комили Абдулхай. Физика Авиценны. – Душанбе: Дониш, 2013. – 146 с.
6. Попов Г.Н. Исторические задачи по элементарной математике. – М.-Л.: ГТТИ, 1932. – 223 с
7. وبا یلع نبا انیس تتمة النجاة ترجمه از عربی و پیشگفتار بقلم حسین احمد تربیت دوشنبه عرفان ۱۹۸۰
8. نبا انیس. تاجنلا مرهاق ۱۳۳۷

РИЁЗИЁТ ДАР ОСОРИ АБӮАЛӢ ИБНИ СИНО

Энсиклопедисти бузурги тоҷик Абӯалӣ ибни Сино (Авитсенна, 980-1037) осори ғание аз худ ба мерос гузоштааст. Ӯ дар ҷаҳон асосан ҳамчун табиб ва файласуф маъруф аст. Ибни Синоро ҳамчун асосгузори жанри фалсафии рубоӣ ба забони тоҷикӣ низ меҳисобанд. Ӯро ҳамчун риёзидон, физикдон, кимиёшинос, ситорашинос, зистшинос танҳо як гурӯҳи хурди донишмандон мешиносанду халос. Мақола ба риёзиёт дар осори Абӯалии Сино бахшида шуда, ба муаррихони илми риёзиёт ва умуман барои ҳамаи муаррихони илм бахшида шудааст.

КАЛИДВОЖАҲО: Абӯалии Сино, Авитсенна, риёзиёт, мураббаъ, нишонаҳои тақсимшавии ададҳо, адаҳои ҷуфт ва тоқ.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Комилӣ Абдулҳай Шарифзода, директори Институти илмӣ-таҳқиқотии таърихи илмҳои табииётшиносӣ ва техникаи назди ДДБ ба номи Носири Хусрав, доктори илмҳои физикаю математика, профессор. Тел.: (+992) 919-18-00-99; e-mail: akomili2006@mail.ru

Шарипов Бахтиёр Гургович, омӯзгори ДДД. Тел.: (+992) 988-81-71-77; e-mail: gurg@bk.ru

Шарипов Шамсиддин Асоевич, омӯзгори ДДК ба номи Рӯдакӣ. Тел.: (+992) 988-81-71-77.

МАТЕМАТИКА В ТРУДАХ АБУАЛИ ИБН СИНА

Великий таджикский энциклопедист Абу Али ибн Сина (Авиценна, 980-1037) оставил после себя огромное научное наследие. Он известен в мире, главным образом, как медик и философ. Ибн Сина признан также основоположником философского жанра рубаи (четверостишие) на таджикском (персидском дари) языке. Авиценну как математик, физик, механик, астроном, биолог, химик знает лишь узкий круг ученых. Статья посвящена математике Авиценны и адресована специалистам истории математики, а также всем историкам науки.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Ибн Сина, Авиценна, математика, квадрат, признак делимости, четные и нечетные числа.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Комили Абдулхай Шарифзода, директор научно-исследовательского Института истории естественных наук и техники БГУ имени Носира

Хусрава, доктор физико-математических наук, профессор. Тел.: (+992) 919-18-00-99; e-mail: akomili2006@mail.ru

Шарипов Бахтиёр Гургович, ст. преподаватель ДГУ. Тел.: (+992) 988-81-71-77; e-mail: gurg@bk.ru

Шарипов Шамсиддин Асоевич, ст. преподаватель КГУ имени Рудаки. Тел.: (+992) 918-64-68-87.

MATHEMATICS IN THE WRITINGS OF ABUALI IBN SINA

The great Tajik encyclopedist Abu Ali ibn Sina (Avicenna, 980-1037) left behind a huge scientific heritage. He is known in the world, mainly as a doctor and philosopher. Ibn Sina is also recognized as the founder of the philosophical genre of rubai (quatrain) in Tajik (Persian Dari). Avicenne as a mathematician, physicist, mechanic, astronomer, biologist, chemist knows only a narrow circle of scientists. The article is devoted to the mathematics of Avicenna and is addressed to specialists in the history of mathematics, as well as to all historians of science.

KEY WORDS: Ibn Sina, Avicenna, mathematics, square, sign of divisibility, even and odd numbers.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Komili Abdulhay Sharifzoda, doctor of physical and mathematical sciences, professor, director of the research Institute of the history of natural sciences and technology of BSU named after Nosiri Khusrav. Phone: (+992) 919-18-00-99; e-mail: akomili2006@mail.ru

Sharipov Bakhtiyor Gurgovich, senior lecturer of DSU. Phone: (+992) 988-81-71-77; e-mail: gurg@bk.ru

Sharipov Shamsiddin Asoevich, senior lecturer of KSU named after A. Rudaki. Phone: (+992) 988-81-71-77.

АНДАР ТАЪРИХИ ПАЙДОИШИ МАФҲУМУ МАЗМУНИ КИМИЁ

Болтаев М.А.
Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав
Шамсиддинов М.
Донишгоҳи давлатии Хуҷанд ба номи академик Б. Ғафуров

Роҷеъ ба пайдоиши вожаи «кимиё» дар маъхазҳои мухталиф тафсирҳои гуногун вуҷуд дорад. Бархе аз донишмандон «кимиё»-ро «илм» ва баъзе «санъат» меҳисобанд. Таърихи пайдоиши ин вожа ҳамчун саромади дониши «химия»-и муосир тӯлонист, ки ҳанӯз аз даврони Мисри Қадим сарчашма мегирад.

Дар Мисри қадим «кимиё»-ро илми муқаддас меномиданд ва коҳинон (ғайбдонон), ба он ибодат мекарданд. Дар афсонаҳои мисрӣ ихтироъкунандаи ин илми муқаддасро Тавут медонистанд, ки гӯё Худои чунин санъат будааст. Тавутро юнониҳо баъдан Ҳирмис, тарисмагистус, ки се неъмат ба ӯ ато шуда будааст, меномиданд. Мисриён Тавут ё Ҳирмисро ихтироъкори хат ва худои андоза, адад, мусиқӣ, муассиси ситорашиносӣ ва муаллифи китобҳои муқаддас, ки гӯё ҳамаи асрори ҷаҳон дар он навишта шудааст, медонистаанд.

Дар Мисри қадим танҳо коҳинҳо метавонистанд, ки бо ин илм ошно шаванд. Ба ҳамин ҷиҳат Фисоғуриус (Файсоғурас, Пифагор, 570-490 п.а.м.) (с. 327-347 пеш аз милод) пас аз он ки бист сол дар Миср монда буд, маҷбур шуд ба ҳалқаи коҳинҳо ворид шавад, то битавонад китобҳои онҳоро мутолиа бикунад [7, с. 14-15].

Тарҷумаи бисёре аз навиштаҳои мансуб ба Ҳирмис ба забонҳои юнонӣ мондааст, қисмате низ ба арабӣ тарҷума шуда, дар китоби «Ал-Феҳрист»-и Ибни Надим низ омадааст, вале Ибни Надим ӯро Ҳирмизи Бобулӣ номидааст. Новобаста аз он ки Ҳирмис (Ҳирмиз) Бобулӣ буд ё Мисрӣ, далел он аст, ки донишҳои кимиёӣ таърихи қадима доштааст.

Тибқи ривоёти мавҷуда донишманди дигари Юнони Қадим – Зимикротис (Демокрит, 460-370 п.а.м.) низ дар замони мусофирташ ба Миср дар худойхонаи

Мумафис бо муғи бузург Астонис ва шогирдонаш мулоқот кардааст. Астонис худ аз аҳли Эрон буда, солҳо дар Миср монда, ба узвияти коҳинҳои мисрӣ даромада будааст. Зимикротис тавассути ӯ аз асрори ин илми пинҳонӣ огоҳӣ пайдо кардааст [14, с. 23].

Яҳудиён дар афсонаҳои худ илми кимиёро аз ибтикориҳои Ҳом медонанд ва асли калимаи кимиёро аз ин исм мепиндоранд. Ҳомро писари Нӯҳ, ҳамон Зардушт пайғамбари Ирониён медонанд. Дар ин бора чандин афсонаи мухталиф мавҷуд аст, ки гуфтаанд, гӯё Нӯҳ китобҳои марбут ба илми ҷодугариро аз Борис бурда буд, ҳамчунон китобҳои Идрисро дар гӯшаи кишти пинҳон карда, баъд ҳамаи онҳоро пайдо намуда, ба писараш медиҳад, ки ӯ онҳоро ба Мисроим, яъне ба кишвари Миср мебарад [7, с. 18].

Биохимики амрикоӣ Айзек Азимов (1920-1992), ки ҳамчун нависанда маъруфият касб кардааст, менависад, ки «арабҳо (дар назар аст мусулмонҳо – А.К., М.Б.) калимаи «khemeia»-ро ба «al-kimiya» табдил додаанд. Баъдтар аврупоиён ин вожаро аз арабҳо қабул кардаанд, ки дар натиҷа дар забонҳои аврупоӣ истилоҳи «алхимия» ва «алхимик» пайдо гардид. Ҳоло истилоҳи «алхимия» дар мавриде истифода мегардад, ки вақте сухан дар бораи таърихи тақрибан дуҳазораи химия меравад, ки солҳои 300 то 1600-ро дар бар мегирад» [1, с. 11].

Бино бар маълумоти андӯхтаи М. Джуа [3], илми кимиё аз давраи пайдоиш то замони кунунӣ якчанд марҳаларо дар бар мегирад, ки онро олимони таърихи кимиё ба 5 давраи муҳимми зерин табақабандӣ кардаанд.

1. Давраи қабл аз ал-кимиёӣ, ки аз даврони қадим то асрҳои IV милодиро дар бар мегирад.

2. Давраи ал-кимиёӣ, ки фарогири асрҳои IV-XVI-и милодӣ мебошад.

3. Давраи муттаҳидшавии илми кимиё, ки асрҳои XVI то XVIII-ро дар бар гирифта, дар навбати худ ба чаҳор зердавраи зерин тақсим мешавад:

а) кимиёи ятро;

б) кимиёи газҳо;

в) назарияи флагистон;

г) системаи антифлагистонии Лавуазйе (Лавуазе).

4. Давраи қонунияти миқдорӣ, ки фарогири 60 соли аввали асри XIX аст.

5. Давраи ба истилоҳ «навин», ки аз солҳои шастуми асри XIX оғоз гардида, то замони мо идома дорад, ки маҳз дар ҳамин давра илми кимиё дар рушди босуръати беш аз пеш арзи ҳастӣ дорад.

Вадим Рабинович дар китоби худ «Алхимия ҳамчун хориқаи тамаддуни асримиёнагӣ» бамаврид изҳори ақида кардааст, ки «дар бораи моҳияти алхимия натанҳо химикон, балки файласуфҳо, таърихшиносон ва равоншиносон низ баҳсҳо оростаанд [8, с. 5].

Дар Ховари асримиёнагии олами ислом пажӯҳиш ва омӯзиши донишҳои кимиёӣ зери мафҳуми «ал-кимиё» мавриди баррасӣ қарор мегирифт. Бояд гуфт, ки «кимиё» ва ё «ал-кимиё» ҳамчун бахши муҳимми илми табииётшиносӣ мавриди таҳқиқи донишмандони зиёде қарор гирифта, дар пешравии донишҳои муосири кимиёӣ ва тиббии муосир нақши арзанда гузоштааст ва донишмандони оламшумуле аз қабили Абӯбакр Муҳаммад ийни Закариёи Розӣ (865-925), Шайхурраис Абӯалии Сино (980-1037), Абӯрайҳони Берунии Хоразмӣ (973-1048), Абӯабдуллоҳ Муҳаммад ибни Аҳмади Хоразмӣ (асри X) ва дигарон дар инкишофи ин соҳаи дониш саҳми босазое гузоштаанд. Вале бинобар шуғли бархе аз «ҳавасмандон», ки хаёлашон банди тиллосозии мис тавассути кимиё буд, дар луғатномаҳои адабӣ, аз ҷумла дар «Фарҳанги забони тоҷикӣ» дар таърифи кимиё, ба фикри мо, маълумоти мубҳам бад-ин мазмун дарҷ гардидааст. «Кимиё ё алкимиё – а) илми бардуруғ, ки мақсади он маъданҳои сода, масалан мисро ба нуқраву тиллло мубаддал кардан буд; б) чизи камёб, ноёб, нодир; в) макру ҳилла, фикр ва мулоҳизаҳои нозукбинона» [11].

Ҳанӯз дар дунёи қадим ва асрҳои миёна амалияи «ал-кимиё», яъне кӯшиши ба тилло табдил додани филозоти одӣ аз тарафи бархе аз донишмандон мавриди танқид қарор гирифта буд. Зеро ҷустуҷӯи «иксир» ё «санги фалсафӣ» бе натиҷа анҷом меёфт. Барои тасдиқи чунин фикр метавон аз ашъори Саъдии Шерозӣ байтеро мисол овард:

Кимиёгар ба ғусса мурдаву ранҷ,
Аблаҳ андар хароба ёфта ганҷ [10, с. 13].

Истифодаи вожаи «кимиё»-ро дар осори аксари ниёгонамон дучор омадан мумкин аст, ки барои мисол ба байтҳои зерини Мавлоно Ҷалолуддини Балхии Румӣ (1207-1273) ва Хоҷа Ҳофизи Шерозӣ (1325-1390) иктифо мекунем.

Кимёсоз аст, чу буд кимиё,
Мӯъҷизабахш аст, чу буд симиё.

***

Куфру имон ошиқи он кубриё,
Мису нуқра бандаи он кимиё [10, с. 13].

***

Эй бехабар бикӯш, ки соҳибҳунар шавӣ,
То роҳрав набошӣ, кай роҳбар шавӣ.
Дар мактаби ҳақоиқ пеши адиби ишқ,
Ҳон, эй писар бикӯш, ки рӯзе падар шавӣ.
Даст аз мису вуҷуд, чу мардони раҳ бишӯй,
То кимиёи ишқ ёбиву зар шавӣ.
Ҳофиз ғубори фақру қаноат зи рӯҳ машӯй,
Ки ин хок беҳтар аз амали кимиёӣ шавӣ [13].

Дар адабиёти классикии форс-тоҷик дар радиф ва бар вазни илми «кимиё», илмҳои дигаре бо номҳои «лимиё», «римиё», «симиё» ёд мешаванд, ки таърифи онҳоро аз «Ғиёс-ул-луғот» зикр мекунем,

Лимиё (ليميا) - бар вазни кимиё, ки яке аз илмҳои асримиёнагӣ доир ба риёзиёт будааст.

Римиё (ريميا) - бар вазни кимиё номи илмест, ки аз он дар ҳар ҷо, ки хоҳанд дар як лаҳза бираванд.

Симиё (سيميا) - илми тилисм, ки аз он интиқоли рӯҳ дар бадани дигаре кунанд ва ба ҳар шакле, ки хоҳанд дароянд ва чизҳои мавҳум дар назар оранд, ки дар ҳақиқат вуҷуди онҳо набошад.

Химиё (خيميا) - илми тилисм аст, ки дар баъзе ҳолот ба маънои кимиё низ мавриди истифода қарор гирифтааст [2, с. 11].

Таҳлили маълумоти мавҷуда ба чунин хулоса водор месозад, ки дар даврони аввали пайдоиши кимиё ҳамчун «илм» ва ҳамчун «санъат» кимиёгарон ба он бештар неруи фавкуттабииро мансуб медонистанд.

АДАБИЁТ:

1. Азимов А. Краткая история химии. Развитие идей и представлений в химии. – М.: Мир, 1983. – 190 с.
2. Ғиёсуддин М. Ғиёс-ул-луғот. Ҷилди 1-3. – Душанбе: Адиб, 1988. – 480 с.
3. Джуа М. История химии. – М.: Мир, 1966. – 402 с.
4. Каримов У.И. Неизвестное сочинение ар-Рази «Книга тайны тайн» Ташкент: Изд. АН Уз. СССР. – 1957. – 264 с.
5. Комилӣ Абдулҳай. Файсоғурас (Пифагор). – Душанбе: Нодир, 2008. – 56 с.
6. Комили Абдулхай. Физика Абу Бакра ар-Рази. – М.: МБА, 2014. – 104 с.
7. Қасас-ул-анбиё. – Душанбе: Ориён, 1991. – 386 с.

8. Рабинович В.Л. Алхимия как феномен средневековой культуры. - М.: Наука, 1970. – 350 с.
9. Рабинович В.Л. Образ мира в зеркале алхимии от стихии и атомов древних до элементов Бойля. – М.: Энергоиздат, 1981. – 148 с.
10. Саъдии Шерозӣ. Куллиёт. Ҷилди 1. – Душанбе: Адиб, 1988. – 344 с.
11. Фарҳанги забони тоҷикӣ. Ҷилди 1, А-О. – М.: Советская энциклопедия, 1969. – 952 с.
12. Фигуровский Н.А. История химии. – М.: «Просвешение» – 1979. 305 с.
1. Ҳофизи Шерозӣ. Куллиёт. – Душанбе. «Ирфон». 1989. – 656 с.
13. Igbol Muhammad / Rubar. Surdey of Muslim contributions to chemistry International conference of science in Islamic polity. – Islamabad, 1983. – 286 p.
14. عمر فروخ .تاريخ العلوم عند المرب دارالعلم للمكيين بيروت ١٣٩٧

АНДАР ТАЪРИХИ ПАЙДОИШИ МАФҲУМУ МАЗМУНИ КИМИЁ

Дар ин мақола бо истифода аз маъхазҳои гуногун дар бораи пайдоиши вожаи «кимиё» маълумот пешкаш гардидааст. Бино бар маълумоти М. Джуа илми кимиё аз давраи пайдоиш то замони кунунӣ якчанд марҳаларо дар бар мегирад, ки онро олимони таърихи кимиё ба 5 давраи муҳим табақабандӣ кардаанд.

Истифодаи вожаи «кимиё»-ро дар осори аксари ниёгонамон дучор омадан мумкин аст.

Ҳамин тариқ, маълумоти мавҷуда ба чунин хулоса водор месозад, ки дар даврони аввали пайдоиши кимиё ҳамчун «илм» ва ҳамчун «санъат» кимиёгарон онро мисли неруи фавқуттабиӣ мешумориданд.

КАЛИДВОЖАҲО: Мисри Қадим, ихтироъкор, ситорашиносӣ, Юнони Қадим, алхимия, химияи ятро, назарияи флагистон, табиатшиносӣ, санги фалсафӣ.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Болтаев Малик Аҷикович, номзади илмҳои кимиё, дотсенти кафедраи химияи биологӣ ва органикии ДДБ ба номи Носири Хусрав. Тел.: (+992) 903 50 53 59; E-mail:

Шамсиддинов Мӯъминҷон Иномҷонович, номзади илмҳои физика-маттематика, декани факултети физикаю техникаи ДДХ ба номи ак. Б. Ғафуров. Тел.: (+992) 926-20-20-44.

ОБ ИСТОРИИ ВОЗНИКОВЕНИЯ ПОНЯТИЙ И СОДЕРЖАНИЯ ХИМИИ

В данной статье с использованием различных источников предложены сведения о возникновении слово «химия». Согласно М. Джуа, химическая наука охватывает несколько периодов с сомента возникновения до наших дней. Историю химии ученые делят на 5 периодов.

Многие наши предки в своих произведениях использовали слово «химия».

Таким образом, существующая информация вынуждает нас заключить, что на первом периоде возникновения химии как «науки» и как «искусства» химии считали ее сверхестественной силой.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Древный Египет, изобретатель, астрономия, Древная Греция, алхимия, ятрохимия, теория флагистона, природоведение, философский камень.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Болтаев Малик Ажикович, кандидат химических наук, доцент кафедры биологоической и органической химии БГУ имени Носира Хусрава. Тел.:

Шамсиддинов Муъминджон Иномджонович, кандидат физико-математических наук, декан факултета физики и техники ХГУ имени ак. Б. Гафурова. Тел.: (+992) 926-20-20-44.

ON THE HISTORY EMERGENCE OF CONCEPTS AND CONTENTS OF CHEMISTRY

In this article, using various sources, information about the occurrence of the word "chemistry" is proposed. According to M. Jua, chemical science covers several periods from the moment of emergence to the present day. Scientists divide the history of chemistry into 5 periods.

Many of our ancestors in their works used the word "chemistry."

Thus, existing information forces us to conclude that in the first period of the emergence of chemistry as a "science" and as an "art" of chemistry, it was considered a supernatural force.

KEY WORD: Ancient Egypt, inventor, astronomy, Ancient Greece, alchemy, jatrochemistry, flagiston theory, natural science, philosopher's stone.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Boltaev Malik Ajikovich, candidate of chemical sciences, associate professor of the department of biological and organic chemistry of BSU named after Nosiri Khusrav. Phone: (+992) 919-01-43-38; e-mail: malik.boltaiev.57@mail.ru

Shamsiddinov Muminjon Inomjonovich, candidate of physical and mathematical sciences, dean of the faculty of physics and technology of KhSU named after ac. B. Gafurov. Phone: (+992) 926-20-20-44.

АНДАР БАЪЗЕ ЭҶОДИЁТИ МУҲАММАДИ ХОРАЗМӢ ДАР ТАЪРИХИ МАТЕМАТИКА

Ғуломов И.Н.
Донишгоҳи давлатии Кӯлоб ба номи Абӯабдуллоҳ Рӯдакӣ.
Шакарбекова Д.С.
Донишкадаи давлатии забонҳои Тоҷикистон ба номи Сотим Улугзода

Маълумоти тарҷумаиҳолӣ дар бораи Абӯабдуллоҳ Муҳаммад ибни Мӯсои Хоразмӣ начандон зиёд боқӣ мондааст. Ҳатто рӯзи аниқи таваллуд ва вафоти ӯ маълум нест. Фақат ҳаминаш ба мо маълум аст, ки ӯ дар охири асри VIII ба дунё омада ва нимаи аввали асри IX аз дунё гузаштааст. Ҳаройина дар асоси сарчашмаҳои маҳфузмонда соли таваллуд ва вафоти ӯро шартан (783 – 850) ҳисобидаанд. Дар баъзе сарчашмаҳои таърихи Хоразмӣ бо номи «Ал-Маҷусӣ» зикр мешавад, ки далел ба пайрави дини зардуштӣ буданаш аст. Аз ин маълум мешавад, ки гузаштагони ӯ пайрави дини зардуштӣ будаанд. Диққати Хоразмиро барои кору фаъолият маркази хилофати араб - шаҳри Бағдод ҷалб карда буд. Дар он вақт ин гуна олимон кам набуданд. Дар байни муосирони Хоразмӣ, ки дар Бағдод метавонем олимони бузургеро ба мисли ситорашиноси машҳур Абулаббос Ахмади Фарғонӣ ва Аҳмад ибни Абдуллоҳи Марвазӣ ки бо номи Ҳабаши ҳосиб шинохта мешавад, зикр кардан мумкин аст.

Маркази илмии шаҳри Бағдод дар солҳои 60-уми асри VIII аз тарафи халифаи Аббосӣ Мансур, ки аз сулолаи Аббосиён буд ва солҳои 754 то 775 ҳукумронӣ кардааст, бунёд ёфтааст. Бағдод дар як муддати кӯтоҳ маркази савдо, илм ва маданият шуд. Китобхона сохта шуд, ки бо китобҳои зиёд ва меҳнатҳои қиммати илмӣ таҷҳизонида шуда буд. Аз ҳама муҳимаш дар он марказ дастовардҳои олимони Юнони Қадим ва дигар донишмандони сурёнию ҳиндӣ ҷамъоварӣ шуда, ба забони арабӣ тарҷума шуда буданд. Бисёртар ба илмҳои дақиқ - риёзиёт, ситорашиносӣ, ҷуғрофиё ва ҷуғрофиёи риёзӣ диққати махсус дода мешуд. Дар ин роҳ дастовардҳо ва натиҷаҳои зиёд дар соҳаҳои гуногуни илм ба даст омаданд.

Дар «Байт-ул-ҳикмат» китобхонаи бойи дорои дастнависҳои қадимтарин ва расадхонаи ситорашиносӣ ҷой дошт [2]. Дар Бағдод Хоразмӣ дар нисбат ба дигар олимон солҳои зиёд кору фаъолият кардааст. Таърихнависи шинохтаи асри X Ибни Надим хабар медиҳад, ки Муҳаммад ибни Мӯсо аз Хоразмӣ ба Байт-ул-ҳикмат бо даъвати Халифа Ал-Маъмун омада буд. То соли 813 Маъмун дар Марв зиндагонӣ мекард. Дар он ҷо бо Хоразмӣ вохӯрда, ӯро ба Бағдод даъват кардааст. Олимони «Байт-ул-ҳикмат» дар фанҳои риёзиву ситорашиносӣ саҳми калон гузоштаанд. Арзиши камони 1° наздики ба воқеият (111 км) ёфта шуда буд. Таърихшиносон бар он ақидаанд ки дар ин кор саҳми Хоразмӣ аз ҳама бештар аст. Каме дертар Хоразмӣ дар соли 847 ҳангоми марги халифа Ал-Восиқ ёд мешавад, ки ин далели дар маросими дафни халифа иштирок кардани Хоразмиро нишон медиҳад. Ба ин васила фаҳмидан мумкин аст, ки дар бораи зиндагии ин нобиғаи бузурги форс-тоҷик тамоман далелҳои кам боқӣ мондааст. Барои ҳамин таърихшиносон бояд ба дастовардҳои асосии ӯ такя кунанд. Ин рафтор метавонад далели зиёдеро барои мо равшан кунад. Мароқзоҳиркунии бештари Хоразмӣ дар омӯзиши илмҳои риёзӣ, ситорашиносии амаливу назариявӣ ва ҷуғрофиюву таърих ошкор мешуд. Ҳамаи меҳнатҳо ва дастовардҳои ин олими бузурги асримиёнагии форс-тоҷик то ба мо омада нарасидаанд. Дар баъзе навиштаҷотҳои шоирону нависандагони асримиёнагӣ фаъолияти Хоразмӣ инъикос ёфтааст, аммо онҳо

низ то ба мо наомадаанд. Рисолаи ҷуғрофии Хоразмӣ «Китоби тасвири замин» якумин дастоварди бузурги ҷуғрофӣ ба забони арабӣ мебошад. Ӯ маҳорати баланди худро дар сарзаминҳои Шарқи исломӣ нишон дода тавонист.

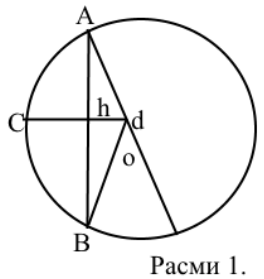
Тибқи маълумоти таърихшиносони Шарқ, мероси илмии Хоразмӣ хеле кам то ба замони мо омада расидааст. Аз ӯ ба мо китобҳои зерин боқӣ мондаанд: «Китоб дар мавриди ҳисоби ҳиндӣ», «Китоби мухтасари ал-ҷабр ва-л-муқобала», «Ҷадвали нуҷум», «Китоби тасвири замин», «Китоби сохтусози устурлобӣ», «Китоби иқдомоти устурлобӣ», «Китоби соатҳои офтобӣ», «Рисола дар таърифи идҳову анъанаҳои яҳудиён», «Китоби таърих».

Аз китобҳои дар боло номбаршуда то ба мо ҳамагӣ ҳафт дастнавис омада расидаанд.

Китоби «Мухтасари ал-ҷабр ва-л-муқобала» аз ду қисмат иборат аст [3]. Дар қимати якум назарияи муодилаҳои хаттӣ ва муодилаҳои квадратӣ, инчунин баъзе масъалаҳои ҳандасӣ дида баромада мешавад. Олимон ва мутафакирони онвақта ба масъалаҳои ҳандасӣ бисёртар мароқ зоҳир менамуданд. Онҳо ба китоби «Ибтидо»-и Уқлидус бисёртар диққат медоданд. Ин китоб ба забони арабӣ дар охири асри VIII ва аввали асри IX тарҷума шуда буд. Истифода аз ин китоб масъаълаҳои ҳандасӣ омӯхта мешуд, баҳсҳо гузаронида ва фикру ақидаҳои худро пешниҳод менамуданд.

Аввалин маротиба Хоразмӣ маъумоти заруриро аз ҳаёт ва фаъолити инсонҳо ҷамъ оварда, онро бо забони арабӣ рӯи чоп овард. Ба ин масъала боби ҳандасии он «Алгебра»-аш бахшида шудааст. Он «Боб доир ба ченкунӣ» ном дорад. Мақсади асосии ин боб аз ченкунии шаклҳои ҳандасӣ иборат мебошад.

Китоби «Дар мавриди ҳисоби ҳиндӣ»-и Хоразмӣ аввалин бор ҳалли муодилаҳои арифметикиро равшан менамояд, ки ин китоб дар асри XII ба забони лотинӣ тарҷума шудааст ва ҳоло дар Кембриҷ нигоҳ дошта мешавад. Дар забони лотинӣ номи Хоразмӣ «Алгаризмӣ» талаффуз мешавад. Баъдан ин ном бо унвони «Алгоритм» шинохта шуд, ки пайдарпайии иҷроиши амалҳоро мегӯянд. Хоразмӣ якумин донишманде буд, ки дар ҳисоб рақами сифр (0)-ро ворид кард ва ин боиси омӯзиши ададҳои манфӣ гардид. Китоби «Таърих»-и Хоразмӣ дар аксари ёдоштҳои асримиёнагӣ оварда мешавад. Барои ҳамин Хоразмӣ ҳамчун яке аз аввалин таърихнавис бо забони арабӣ низ шинохта мешавад.



Расми 1.

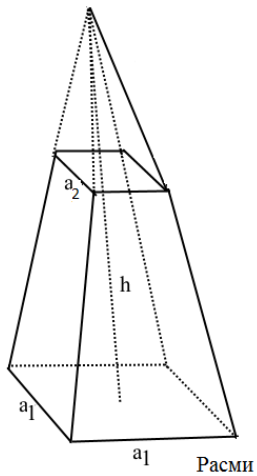
Дар ибтидо Хоразмӣ мафҳуми масоҳати воҳидиро дохил менамояд. Масоҳати квадрат, секунҷа ва ромбро ҳисоб менамояд. Хоразмӣ секунҷаи баробартарафро дида баромада, қонун барои секунҷаи намуди дилхоҳ доштаро пешниҳод менамояд: «Агар баландӣ ва нисфи асоси секунҷа, ки ба он баландӣ гузаронида шудааст, зарб намоем, масоҳати секунҷа ҳосил мешавад».

Дар бораи ромб Хоразми чунин мегӯяд: «Агар шумо як диогонали ромбро ба нисфи диогонали дигари он зарб намоед, масоҳати ромбро ҳосил мекунед».

Хоразмӣ масоҳати сегменти давраро, ки онро мувофиқан масоҳати камон меномад, чунин ҳисоб менамуд. Барои ҳисоб намудан дарозӣ s камони AB, хорда ва баландии сегмент h, ки номи «тири камон»-ро дорад, дохил намуд (расми 1).

Масъалаи дигаре, ки Хоразмӣ дида мебарояд, ин ба ҳисоб намудани ҳаҷми ҷисмҳои – параллепипед, силинлр, призма, конус, пирамида вобаста буд.

Хоразмӣ нисбати пирамида чунин гуфтааст: «Агар дарозӣ, бар ва баландии онро зарб намоем, ҳаҷми он пайдо мешавад».



Расми 2.

Дар қисмати геометрии китоби Хоразмӣ қонуни ҳисоб

намудани ҳаҷми пирамидаи сарбурида, ки баландӣ ва асосҳояш дода мешаванд, оварда шудааст.

Бигузор баландии пирамидаи сарбурида h, тарафҳои асоси поёниаш a_1 ва тарафҳои асоси болоиаш a_2 маълум бошанд (Расми 2). Баландии пирамидаи сарбурида H бо тарзи зерин муайян карда мешавад:

$$\frac{h}{H} = \frac{a_1 - a_2}{a_1}$$

Боз ёд мешавад ки ӯ муаллифи китоби «Дар мавриди мусиқӣ» низ мебошад. Дер ё зуд паҳлӯҳои дигари фаъолияти ӯ ба мо равшан мегардад ва бароямон далелҳои кофӣ медиҳад, ки Хоразмӣ яке аз бузургтарин донишманди асримиёнагӣ ба шумор меравад.

АДАБИЁТ:

1. Хорезми М. Астрономические трактаты / Вступ. Статья, пер. и коммент. А.Ахмедова; Отв. ред. С Х.Сираждинов, М.М.Хайруллаев, П.Г. Булгаков. Т.: Фан, 1983.- 142 с.
2. Комили А.Ш. Об алгебре ал-Хорезми и его вкладе в развитии и распространении индийской арифметики // Наука и образование: новое время, № 5, 2016. – С. 189-192.
3. Мираханова М.А. Выдающийся математик ал-Хорезми и его геометрические задачи. Молодой учёный. Научной журнал, №2 (106). С. 20-22.
4. Юшкевич А.П. Арифметический трактат Мухаммада ибн Муса ал-Хорезми / Труды Ин-та истории естествознания и техники АН СССР. Вып.1. М., 1964. - С. 5-26.

АНДАР БАЪЗЕ ПАҲЛУҲОИ ЭЪҶОДИЁТИ МУҲАММАДИ ХОРАЗМӢ ДАР ТАЪРИХИ МАТЕМАТИКА

Дар мақола мухтасари ҳаёт ва фаолияти математики бузург Абу Абдуллоҳ Муҳаммад ибни Мусои Хоразмӣ (783-850) оварда шудааст. Инчунин, сухан дар бораи сахми ӯ дар таърихи риёзиёт ва ҳандаса меравад, ки бо мисолҳои равшан мавриди баррасӣ қарор гирифтааст. Мақола ба таърихи илм бахшида шуда, барои риёзидонон, мутахассисони таърихи риёзиёт судманд хоҳад буд.

КАЛИДВОЖАҲО: Хоразмӣ, ал-ҷабр, ҳисоби ҳиндӣ, алгоритм, сегменти давра, секунҷа, масоҳат.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Ғуломов Ислом Назарович, доктори илмҳои педагогӣ, профессори ДДК ба номи Абӯабдуллоҳ Рӯдакӣ. Тел.: (+992) 918-46-56-39.

Шакарбекова Дилоро Сарвархоновна, ассистенти кафедраи информатика ва фанҳои табиӣ-риёзии ДДЗТба номи Сотим Улугзода. Тел.: (+992) 501-00-83-87.

ОТНОСИТЕЛЬНО НЕКОТОРЫХ СТОРОН ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АЛ-ХОРЕЗМИ В ИСТОРИИ МАТЕМАТИКИ

Статья посвящена некоторым сторонам деятельности Абу Абдуллы Мухаммада ибн Мусы ал-Хорезми (783-850). В ней также обсуждается его вклад в историю математики и геометрии с наглядными примерами. Статья посвящена истории науки и будет полезна математикам, специалистам по истории математики.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: аль-Хорезми, аль-Джабр, индийская арифметика, алгоритм, сегмент круга, треугольник, площадь.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Гуломов Ислом Назарович, доктор педагогических наук, профессор КГУ имени Абуабдуллах Рудаки. Тел.: (+992) 918-46-56-39.

Шакарбекова Дилоро Сарвархоновна, ассистент кафедры информатики и естественно-математическах наук ТГИЯ имени Сотим Улугзода. Тел.: (+992) 918-46-56-39.

CONCERNING CERTAIN PARTIES TO THE ACTIVITIES OF AL-KHOREZMI IN THE HISTORY OF MATHEMATICS

The article focuses on some aspects of the activities of Abu Abdullah Muhammad ibn Musa al-Khorezmi (783-850). It also discusses his contributions to the history of mathematics and geometry with illustrative examples. The article is devoted to the history of science and will be useful to mathematicians, specialists in the history of mathematics.

KEY WORDS: al-Khorezmi, al-Jabr, Indian arithmetic, algorithm, circle segment, triangle, area.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Ghulomov Islom Nazarovich, doctor of pedagogical sciences, professor of KSU named after Abuabdullah Rudaki. Phone: (+992) 918-46-56-39.

Shakarbekova Diloro Sarvarkhonovna, assistant of the department of informatics and natural and mathematical sciences of TSIL named after Sotim Ulugzoda. Phone: (+992) 918-46-56-39.

БА ТАВАҶҶУҲИ МУАЛЛИФОН

Маҷаллаи «Паёми Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав» нашрияи Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав ба ҳисоб меравад.

Маҷалла тибқи «Қонун дар бораи матбуот ва воситаҳои ахбори умум» интишор мегардад.

Дар силсилаи илмҳои табиии маҷалла натиҷаи корҳои илмӣ-таҳқиқотии профессорону омӯзгорони донишгоҳ ва уламои ватаниву хориҷӣ оид ба риёзиёт, физикаю технология, химия ва биология, таърихи илм ва техника нашр карда мешавад.

Ҳайати таҳририя, ки ба он мутахассисони соҳаҳои илм шомиланд, бо фармони ректори Донишгоҳ тасдиқ карда шудааст.

Маҷалла мақолаҳои илмию назариявиро вобаста ба нусхаи асл ба забонҳои тоҷикӣ, русӣ ва англисӣ ба табъ расонида, соле 4 маротиба нашр мешавад. Маҷалла мақолаҳои илмиро тибқи қарори кафедра қабул менамояд.

Мақолаҳое, ки ба суроғаи маҷаллаи «Паёми Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав» ирсол карда мешаванд, бояд ба талаботи зерин ҷавобгӯ бошанд:

Дар мақолаҳои илмӣ ҳалли масъалаҳо аниқ ва равшан ифода гардад.

Ҳаҷми мақола якҷоя бо расм, ҷадвал, диаграмма, график ва матни аннотатсия (0,5 саҳ.) набояд аз 10 саҳифаи чопӣ зиёд бошад.

Мақолаҳо бояд дар компютер тибқи барномаи Microsoft Word бо шрифти Times New Roman 14, андозаи А4 ҳуруфчинӣ ва дар диск сабт карда шаванд.

Фосилаи байни сатрҳо 1 см, ҳошия аз тарафи чап 3 см, аз тарафи рост 2 см, аз боло 3 см ва поёни саҳифа 2,5 см-ро ташкил намуда, матни мақола аз тарафи рост саҳифабандӣ карда шавад.

Дар саҳифаи аввал номи мақола, дар сатри дуюм ному насаби муаллиф ва муассисаи корӣ навишта мешавад.

Дар дохили матни асосӣ адабиёти истифодашуда тибқи муқаррарот, бо қавсайни квадратӣ, масалан [1, с. 10] ишора мегардад. Дар поёни матн рӯйхати адабиёт бо тартиби дар матн нишондодашуда таҳти унвони «Адабиёт» оварда мешавад. Пас аз рӯйхати адабиёт мазмуни мухтасари мақола ба забонҳои тоҷикӣ, русӣ ва англисӣ, ҳамчунин калидвожаҳо бо ин забонҳо (ҳар кадом то 10 калима) илова мегардад.

Мақолаҳои илмие, ки ба идораи маҷалла ирсол мешаванд, бояд варақаи экспертӣ, маълумотномаи муаллифӣ ва тақризи мутахассисони соҳаро дошта бошанд.

Дар охири мақола ному насаб, ҷои кор, дараҷаву унвони илмӣ, суроғa, рақами телефон, e-mail ва имзои муаллиф ҷой дода мешаванд.

Ҳайати таҳририя ҳуқуқ дорад, ки мақолаҳои илмиро ихтисору ислоҳ намояд ва ё мустақилона барои тақризи иловагӣ фиристонад.

Мақолаҳое, ки сатҳи илмии онҳо ҷавобгӯи талабот нест, ба нашр расонида намешаванд.

Аз аспирантон ва докторантони phd-и таҳсили рӯзона барои нашри мақола маблағ гирифта намешавад.

Дастхати мақолаҳо баргардонида намешаванд.

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

В серии естественных наук научного журнала «Вестник Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава» печатаются статьи, содержащие результаты научных исследований по математическим, физическим, технологическим, химическим и биологическим наукам, истории наки и техники.

При отправке статьи в редакцию авторам необходимо соблюдать следующие правила:

Объем статьи не должен превышать 10 страниц компьютерного текста, включая текст, таблицы, библиографию, рисунки и тексты аннотаций на таджикском, русском и английском языках.

Статья должна быть подготовлена в системе Microsoft Word. Одновременно с распечаткой статьи сдается электронная версия статьи. Рукопись должна быть отпечатана на компьютере (гарнитура Times New Roman 14, формат А4, интервал одинарный, поля: верхнее-3 см, нижнее-2,5 см, левое-3 см, правое-2 см), все страницы статьи должны быть пронумерованы.

Сверху страницы по центру листа указывается название статьи, ниже через один интервал инициалы и фамилии автора (авторов). Далее через строку следует основной текст.

Ссылки на цитируемую литературу даются в квадратных скобках, например, [1, с.10]. Список литературы приводится общим списком после основного текста (под заголовком «Литература») в порядке упоминания в тексте.

К статье прилагается резюме на таджикском, русском и английском языках с указанием названия статьи. Текст резюме приводится в конце статьи после списка использованной литературы. В конце резюме приводятся ключевые слова (до 10 слов) на таджиском, русском и английском языках.

Научные статьи, представленные в редакцию журнала, должны иметь экспертное заключение, авторскую справку и отзыв специалистов о возможности опубликования.

В конце статьи приводятся сведения об авторе (авторах) с указанием ученой степени, ученого звания, должности, названия организации, адреса, телефона, e-mail.

Редколлегия оставляет за собой право производить сокращения и редакционные изменения статьи.

Статьи, не отвечающие настоящим требованиям, редколлегией не принимаются.

Плата за опубликование рукописей аспирантов и докторантов phd дневного обучения не взимается.

Рукописи не возвращаются.

МУНДАРИҶА

МАТЕМАТИКА *МАТЕМАТИКА*

Сафаров Д. С.
ДВОЯКОПЕРИОДИЧЕСКИЕ ОГРАНИЧЕННЫЕ РЕШЕНИЯ НЕОДНОРОДНОГО УРАВНЕНИЯ БИЦАДЗЕ С ЗАДАННЫМИ ГЛАВНЫМИ ЧАСТЯМИ……5

Мухаммадали Дж., Сафаров Д. С.
ОГРАНИЧЕННОЕ РЕШЕНИЕ НЕОДНОРОДНОГО УРАВНЕНИЯ БИЦАДЗЕ……..12

Саидов И., Каримов У.
АМСИЛАИ КОНСЕПТУАЛӢ ВА РИЁЗИИ ПОПУЛЯТСИЯИ ЯК ГУРӮҲИ МОҲИҲО ДАР ЭКОСИСТЕМАИ ОБАНБОРИ «НОРАК».....16

Мирзозода К.К., Тагайназаров С.
РЕШЕНИЕ ЛИНЕЙНОЙ ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ……...22

ФИЗИКА *ФИЗИКА*

Зарипов Дж.А., Сафаров М.М., Зарипова М.А.
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СМЕСЕЙ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ПЕРОКСИДА ВОДОРОДА И ЭТИЛЕНГЛИКОЛЯ С ДОБАВКОЙ НАНОФЕРОМАГНЕТИКОВ ПРИ ВЫСОКИХ ПАРАМЕТРОВ СОСТОНИЯ.....30

Хамидов К.А., Сафарзода Б.
ОРГАНИЗАЦИЯ СВЕТОВОЙ СРЕДЫ НА ОСНОВЕ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕОРИИ СВЕТОВОГО ПОЛЯ…….34

Кахоров Р.А., Джахонгири А., Шарифов С.К.
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ С ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ РАБОТОЙ НАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ…….38

Хасанов А.Х.
ИЗОТОПНЫЙ СОСТАВ УГЛЕРОДА ГРАФИТА В СВЯЗИ С ВОЗРАСТОМ МЕТАМОРФИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ГАРМСКОГО МАССИВА (ЮЖНЫЙ ТЯНЬ-ШАНЬ)……..43

ХИМИЯ *ХИМИЯ*

Ганиев И.Н., Аминова Н.А., Бердиев А.Э., Алихонова С.Дж.
КИНЕТИКА ОКИСЛЕНИЯ ЦИНКОВОГО СПЛАВА ЦАМСв4-1-2,5, ЛЕГИРОВАННОГО КАЛЬЦИЕМ……...50

Ахмедов Ш.А., Мирзоев Ш.И., Гафуров Б.А., Бадалов А.
МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ЭНТАЛЬПИИ ПЛАВЛЕНИЯ ЭВТЕКТИКИ СИСТЕМ АЛЮМИНИЙ-ЛАНТАНОИДЫ, БОГАТЫХ ЛАНТАНИДОМ…….55

Худойбердизода С.У., Ганиев И.Н., Джайлоев Дж.Х., Муллоева М.Н., Рахимов Ф.А.
ВЛИЯНИЕ МЕДИ НА КИНЕТИКУ ОКИСЛЕНИЯ СВИНЦОВО - СУРЬМЯНОГО СПЛАВА ССу3 В ТВЕРДОМ СОСТОЯНИИ……....60

БИОЛОГИЯ *БИОЛОГИЯ*

Сатторов Дж.С., Ниматджанова К.Н.
СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ НЕКОТОРЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ В ЮЖНЫХ ОТРОГАХ ГИССАРСКОГО ХРЕБТА……66

Ятимов П.М., Маҳмадов З.А.
ДАРАҶАИ САБЗИШИ ЮНУЧҚА ВОБАСТА БА ДАРАВ БАРОИ ТУХМӢ ДАР ЗАМИНҲОИ ОБӢ ВА ЛАЛМӢ.....70

Зарифов Ҳ.Ғ., Сайфуллоев А.
ТАЪСИРИ МУТАҚОБИЛАИ ГЕНҲОИ АЛЛЕЛӢ.....75

ТАЪРИХИ ИЛМ ВА ТЕХНИКА *ИСТОРИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ*

Сафаров Ҷ., Сатторов А., Сафарзода Ф.
ПОЯГУЗОРИ ИЛМИ МАТЕМАТИКА……...78

Сатторов А.Э., Тиллобаева С.М.
РУШДИ ИЛМИ МАТЕМАТИКА ДАР ДАВРАИ ИСТИҚЛОЛИЯТ.....82

Комили А.Ш., Шарипов Б.Г., Шарипов Ш.А.
МАТЕМАТИКА В ТРУДАХ АБУАЛИ ИБН СИНА.....86

Болтаев М.А., Шамсиддинов М.
АНДАР ТАЪРИХИ ПАЙДОИШИ МАФҲУМУ МАЗМУНИ КИМИЁ.....90

Ғуломов И.Н., Шакарбекова Д.С.
АНДАР БАЪЗЕ ЭЪҶОДИЁТИ МУҲАММАДИ ХОРАЗМӢ ДАР ТАЪРИХИ МАТЕМАТИКА.....94

БА ТАВАҶҶУҲИ МУАЛЛИФОН.....98

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ.....99

МУАССИСИ МАҶАЛЛА:

МДТ «Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав»
Суроғa: 735140, вилояти Хатлон, ш. Бохтар, кӯчаи Айнӣ, 67, бинои асосии донишгоҳ.

НОШИР:

Маркази табъу нашр, баргардон ва тарҷумаи МДТ «Донишгоҳи давлати Бохтар ба номи Носири Хусрав»
Суроғa: 735140, вилояти Хатлон, ш. Бохтар, кӯчаи Айнӣ, 67, бинои асосии донишгоҳ, ошёнаи дуюм.

Маҷалла дар Маркази табъу нашр, баргардон ва тарҷумаи МДТ «Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав» тарҳрезии компютерӣ ва саҳифабандӣ шуда, дар ҶДММ «Матбаа», бо суроғаи ш. Бохтар, кӯчаи Осимӣ, 22А, нашр мегардад.

Ба чоп 30.03.2020 таҳвил шуд. Чопи офсетӣ.

Андозаи 60х84/16. Ҷузъи чопӣ 6,93

Индекс 77737. Адади нашр 500 нусха.

Журнал отпечатан в ООО «Матбаа», г. Бохтар.
Индекс 77737. Тираж 500 экз.

The magazine was printed in LLC «Matbaa», Bokhtar.
Index 77737. Circulation 500 copies.