

ISSN 2663-6417

ПАЁМИ

ДОНИШГОҶИ ДАВЛАТИИ БОХТАР
ба номи НОСИРИ ХУСРАВ
(маҷаллаи илмӣ)
СИЛСИЛАИ ИЛМҶОИ ТАБИЙ
Қисми 2

ВЕСТНИК

БОХТАРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
имени НОСИРА ХУСРАВА
(научный журнал)
СЕРИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК
Часть 2

BULLETIN

OF BOKHTAR STATE UNIVERSITY
named after NOSIRI KHUSRAV
(scientific journal)
SERIES OF NATURAL SCIENCES
Part 2

ДОНИШГОҶИ ДАВЛАТИИ БОХТАР
ба номи НОСИРИ ХУСРАВ
МАРКАЗИ ТАБЪУ НАШР, БАҶГАРДОН 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

2/3 (126)

БОХТАР-2024

ПАЁМИ ДОНИШГОҶИ 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

САРМУҶАРРИР:

Қурбонзода Маҳмадалӣ
Раҳмат

доктори илмҳои иқтисодӣ, профессор, ректори МДТ
«Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав»

МУОВИНИ САРМУҶАРРИР:

Комилӣ Абдулхайр Шариғзода доктори илмҳои физика-математика, профессор.

МУОВИНИ САРМУҶАРРИР:

Шамсудинов Файзулло Мамадуллоевич доктори илмҳои физика-математика, профессор.

КОҶИБИ МАСЪУЛ:

Болтаев Малик Аҷикович номзади илмҳои химия, дотсент.

ҲАЙАТИ ТАҲРИРИЯ:

01.00.00 – Илмҳои физикӣ-математикӣ

Раҷабов Нусрат Раҷабович доктори илмҳои физика-математика, профессор, академики АМИТ.

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

Табаров Абдулло Ҳабибуллоевич доктори илмҳои физика-математика, профессор.

Сафаров Чумабой 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 Абуқаҳорович доктори илмҳои химия, дотсент.

03.00.00 – Биология

Абдуллоев Абдуманнон Абдуллоевич доктори илмҳои биология, профессор.

Сафарова Сафаргул Саидовна 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.

Маҷалла ба Феҳристи нашрияҳои илмӣ тақризишавандаи Комиссияи олии аттестатсионии назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, аз 18.05.2021, ворид гардидааст.

Дар маҷалла мақолаҳои илмӣ соҳаҳои илмҳои физика-математика, химия, биология, таърихи илм ва техника барои ҷоп қабул карда мешаванд. Маҷалла мақолаҳои илмӣ муаллифноро аз рӯи ихтисосҳои зерин ба ҷоп 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 илмӣ Русия (РИНЦ) ворид карда шудааст.

Маҷалла ба забонҳои тоҷикӣ ва русӣ нашр мешавад.

Матни мукаммали маводи ҷопӣ дар сомонаи расмӣ маҷалла ҷойгир карда шудааст (www.bgu-n-vestniki.tj).

Паёми Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав.

Бохтар-2024. №2/3(126). Қисми 2.
ISSN 2663-6417

Маҷалла дар Вазорати фарҳанги Ҷумҳурии Тоҷикистон №316/МҶ-97, аз 27.11.2023 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 Айни, 67.

Сомонаи маҷалла: www.bgu-n-vestniki.tj

E-mail: rayomiddq@mail.ru

Тел.: (832 22) 2-44-61.



ВЕСТНИК БОХТАРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
ИМЕНИ НОСИРА ХУСРАВА

Учредитель журнала:

ГОУ «Бохтарский государственный университет имени Носира Хусрава»

Журнал основан в 2016 году и переименован в 2018 г.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

Курбонзода Махмадали
Рахмат

доктор экономических наук, профессор, ректор ГОУ
«Бохтарский государственный университет имени Носира Хусрава»

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

Комили Абдулхай Шарифзода доктор физико-математических наук, профессор.

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

Шамсуддинов Файзулло Мамадуллоевич доктор физико-математических наук, профессор.

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ:

Болтаев Малик Ажикович кандидат химических наук, доцент

ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЕГИИ:

01.00.00 – 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 технических наук, профессор
Гафуров Бобомурод Абдукахорович доктор химических наук, доцент

03.00.00 – Биологические науки

Абдуллоев Абдуманнон Абдуллоевич доктор биологических наук, профессор
Сафарова Сафаргул Саидовна 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

Журнал входит в Перечень рецензируемых научных изданий ВАК при Президенте Республики Таджикистан от 18.05.2021 г.

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 отраслям 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-n-vestniki.tj).

Вестник Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Бохтар-2024. №2/3(126). Часть 2. ISSN 2663-6417

Журнал зарегистрирован в Министерстве культуры Республики Таджикистан.

Свидетельство №316/МЧ-97, от 27.11.2023.

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-n-vestniki.tj

E-mail: payomiddq@mail.ru



BOKHTAR STATE UNIVERSITY NAMED AFTER NOSIRI KHUSRAV

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

The magazine was founded in 2008 and renamed in 2018.
The are 4 issues in a year.

CHIEF EDITOR:

Qurbonzoda Mahmatali
Rahmat

doctor of biological sciences, professor, rector of SEI
«Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav»

DEPUTY CHIEF EDITOR:

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

DEPUTY CHIEF EDITOR:

Shamsuddinov Fayzullo doctor of physical and mathematical
Mamadulloevich sciences, professor

EXECUTIVE SECRETARY:

Boltaev Malik candidate of chemical
Ajikovich sciences, associate professor.

MEMBERS OF THE EDITORIAL BOARD:

01.00.00 –Physical and mathematical sciences

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

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

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

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

02.00.00 – Chemical sciences

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

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

Eshov Bakhtiyor doctor of technical sciences, professor.
Badalovich

Gafurov Bobomurod doctor of chemical sciences,
Abduqahorovich associate professor.

03.00.00 – Biological sciences

Abdulloev doctor of biological sciences,
Abdumannon professor.
Abdulloevich

Safarova Safargul candidate of biological
Saidovna sciences, associate professor.

07.00.10 – History of science and technique

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

Qurbonov Bahrom doctor of historical sciences,
Rahmonovich professor.

The journal is included in the List of peer-reviewed scientific publications of the Higher Attestation Commission under the President of the Republic of Tajikistan from 18.05.2021.

The magazine 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 the Russian Science Citation Index (RSCI). The magazine is published in Tajik and Russian.

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

Bulletin of Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav.

Bokhtar-2024. №2/3(126). Part 2.

ISSN 2663-6417

The magazine is registered with the Ministry of Culture of the Republic of Tajikistan.

Certificate №316/MJ-97, dated 27.11.2023.

The magazine 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-n-vestniki.tj

E-mail: payomiddq@mail.ru

Phone: (832 22) 2-44-61.



**ТОЧНОЕ ОГРАНИЧЕННОЕ И ПЕРИОДИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ОБОБЩЕННОГО
УРАВНЕНИЯ ХАПНЕНКО С ПОСТОЯННЫМИ ОТКЛОНЯЮЩИМИСЯ
АРГУМЕНТАМИ**

Сафаров Д.С., Миратов С.К.

Бохтарский государственный университет имени Носира Хусрава

Рассмотрим нелинейное уравнение вида

$$uu_{xxt} - u_t u_x + [\alpha_1 + \beta_1 u(x, t - \tau)u(x, t)]u_t = \alpha_2 + \beta_2 u(x + \theta, t)u(x, t), \quad (1)$$

где $\alpha_1, \beta_1, \tau, \alpha_2, \beta_2, \theta$ – постоянные, $u(x, t)$ – искомая функция.

Это уравнение при $\alpha_1 = \tau = \alpha_2 = \beta_2 = 0$ и $\beta_1 = 1$ принимает вид уравнения Хапненко [1]

$$uu_{xxt} - u_t u_{xt} + u^2 u_t = 0. \quad (2)$$

Нелинейное уравнение Хапненко встречается для описания длинных волн малых амплитуд распространяющихся в средах с нелинейной дисперсией. Нелинейное уравнение Хапненко исследованы во многих работах [1], [2], [3]. В работе [1], получены новые решения в виде эллиптической функции Якоби, методом разложения в ряд по степеням $sn\xi$ (эллиптический синус).

В работах [10], [11] даны применения эллиптических функций Якоби и решению нелинейных дифференциальных уравнений второго порядка с постоянными отклонениями аргумента.

Следующие функций Якоби обладают полезными свойствами [4]

$$\begin{aligned} sn^2\xi + cn^2\xi &= 1, \quad dn^2\xi + k^2 sn^2\xi = 1, \\ \frac{dsn\xi}{d\xi} &= cn\xi dn\xi, \quad \frac{dcn\xi}{d\xi} = -sn\xi dn\xi, \quad \frac{ddn\xi}{d\xi} = -k^2 sn\xi cn\xi, \end{aligned} \quad (3)$$

где k – модуль функция $0 < k^2 < 1$.

Эти функции обладают свойством периодичности

$$\begin{aligned} sn(\xi + 4K) &= sn\xi, \quad cn(\xi + 4K) = cn\xi, \\ dn(\xi + 2K) &= dn\xi, \quad dn\xi dn(\xi + K) = k', \end{aligned} \quad (4)$$

где k' – дополнительный модуль, $k^2 + k'^2 = 1$ и

$$K = K(k) = \int_0^{\frac{\pi}{2}} (1 - k^2 \sin^2\varphi)^{-1/2} d\varphi, \quad 0 < k^2 < 1.$$

В [1] получены решения уравнения (2) в виде волновых решений по переменной

$$\begin{aligned} \xi &= x + at, \\ u_1(\xi) &= 2(k^2 + 1) + 2\sqrt{k^4 - k^2 + 1} - 6k^2 sn^2\xi, \\ u_2(\xi) &= 2(k^2 + 1) - 2\sqrt{k^4 - k^2 + 1} - 6k^2 sn^2\xi. \end{aligned} \quad (5)$$

В обозначениях работы [1] вместе k^2 написаны m^2 , а вместе k'^2 , m'^2 .

Воспользуясь формулами (3) и (5), можно написать еще четыре решения посредством функции $dn^2\xi$ и $cn^2\xi$.

В работе покажем, что когда в уравнении (1) отклонения τ и θ связаны с эллиптическим интегралом $K = K(k)$, решение можно найти с помощью функции $dn\xi$.

Уравнение (1) в переменной $\xi = x + at$, $a > 0$,

$$u(x, t) = \varphi(\xi) = \varphi(x + at), \quad (6)$$

принимает вид

$$\varphi\varphi_{\xi\xi} - a\varphi_{\xi}\varphi_{\xi\xi} + [\alpha_1 + \beta_1\varphi(\xi - at)\varphi(\xi)]\varphi_{\xi} = \tilde{\alpha}_2 + \tilde{\beta}_2\varphi(\xi + \theta)\varphi(\xi), \quad (7)$$

где $\tilde{\alpha}_2 = a_2/a$, $\tilde{\beta}_2 = \beta_2/a$.

Такие уравнения называются дифференциально-разностными уравнениями [5], [6]. В основном изучены уравнения в частных производных с запаздывающим аргументам только по времени. Для линейных уравнений к этим задачам может быть применен метод разделения

переменных, общая схема которого почти не отличается от схемы применений этого метода к решению краевых задач без отклонений аргумента.

К сожалению такие методы не могут быть применены к нелинейным уравнениям. Поэтому для уравнения волновых процессов в нелинейной математической физики применяются разные способы нахождения точных решений [7], [8].

Если $\varphi(\xi)$ имеет период $T > 0$ и at кратен T , $\theta = T/2$, то уравнение (7) примет вид

$$\varphi\varphi_{\xi\xi} - a\varphi_{\xi}\varphi_{\xi\xi} + [\alpha_1 + \beta_1\varphi^2]\varphi_{\xi} = \tilde{\alpha}_2 + \tilde{\beta}_2\varphi\left(\xi + \frac{T}{2}\right)\varphi(\xi). \quad (8)$$

Теперь воспользуясь свойствами (4), функции $dn\xi$, решение этого уравнения будем искать в виде

$$\varphi(\xi) = Adn^2\xi = Adn^2[\xi, k^2] \quad (9)$$

с неизвестными параметрами A и k^2 , $0 < k^2 < 1$, так как модуль k – является элементом построения функций Якоби [4].

Легко видеть, что в силу дифференциального уравнения для функции $dn\xi$

$$(dn\xi)' = (1 - dn^2\xi)(dn^2\xi - k'^2),$$

функция $\varphi(\xi)$ представленная формулой (9), удовлетворяет дифференциальных уравнений вида

$$\varphi''(\xi) = -2Ak'^2 + 4(1 + k'^2)\varphi(\xi) - \frac{6}{A}\varphi^2(\xi),$$

$$\varphi'''(\xi) = 4(1 + k'^2)\varphi(\xi) - \frac{12}{A}\varphi(\xi)\varphi'(\xi).$$

Подставляя эти производные вместе с (9) в уравнении (8) при условии, что at кратен $T = 2K(k)$, $\theta = K(k)$, с учетом, функционального равенства

$$\varphi(\xi + K)\varphi(\xi) = A^2k'^2,$$

закключаем, что функция (9) при $a = 1$ удовлетворяет уравнению (8), если его коэффициенты связаны с параметрами A и k'^2 условиями

$$-\frac{6}{A} + \beta_1 = 0, \quad 2Ak'^2 + \alpha_1 = 0, \quad \alpha_2 + A^2k'^2\beta_2 = 0. \quad (10)$$

Здесь имеется три уравнения с двумя неизвестными. При выполнении условия согласованности $3\alpha_1\beta_2 = \beta_1\alpha_2$, находим

$$A = \frac{6}{\beta_1}, \quad k'^2 = -\frac{\alpha_1\beta_1}{12} = 0, \quad \alpha_1\beta_1 < 0. \quad (11)$$

Отсюда при условии $|\alpha_1\beta_1| < 12$ и $k^2 = 1 + \frac{\alpha_1\beta_1}{12}$ период функции $dn\xi$ вычисляется формулой

$$T = 2K(k) = 2 \int_0^{\frac{\pi}{2}} \left[1 - \left(1 + \frac{\alpha_1\beta_1}{12} \sin^2\varphi \right) \right]^{-1/2} d\varphi. \quad (12)$$

Итак, доказана

Теорема 1. Пусть в уравнении (1) все коэффициенты отличны от нуля, $\alpha_1\beta_1 < 0$, $|\alpha_1\beta_1| < 12$ и связаны условием $3\alpha_1\beta_2 = \beta_1\alpha_2$. Пусть модуль функции $dn\xi$ вычислено формулой $k^2 = 1 + \frac{\alpha_1\beta_1}{12}$ и отклонения τ и θ таковы, что

$$\tau = \frac{T}{a}, \quad a > 0, \quad \theta = \frac{T}{2}, \quad T = 2K(k).$$

Тогда уравнение (1) имеет решение вида

$$u(x, t) = \frac{6}{\beta_1} dn^2(x + t, k^2), \quad k^2 = 1 + \frac{\alpha_1\beta_1}{12}.$$

2. Теперь находим решение нелинейного уравнения вида

$$uu_{xxt} - u_t u_{xt} + \alpha u(x + \tau_1, t)u_t + \beta u(x + \tau_2, t)u(x, t)u_{xt} + \gamma u_{xx} = 0, \quad (14)$$

где $\alpha, \beta, \gamma, \tau_1, \tau_2$ – постоянные числа.

В отличие от уравнения Хаппенко при $\tau_1 = 0, \beta = \gamma = 0$ мы имеем уравнение

$$uu_{xxt} - u_t u_{xt} + \alpha u(x, t)u_t = 0.$$

В переменной $\xi = x + at$

$$u(x, t) = \varphi(\xi),$$

для $\varphi(\xi)$ получим обыкновенное дифференциальное уравнение вида

$$\varphi\varphi'' - a\varphi'\varphi'' + \alpha\varphi\varphi' = 0.$$

Решение этого уравнения будем искать в виде волновое решение вида (6). Тогда для функции $\varphi(\xi) = \varphi(x + at)$ получим нелинейное дифференциально-разностное уравнение

$$\varphi\varphi'' - a\varphi'\varphi'' + \alpha\varphi(\xi + \tau_1)\varphi' + \beta\varphi(\xi + \tau_2)\varphi(\xi)\varphi'' + \tilde{\gamma}\varphi'' = 0. \quad (15)$$

Периодическое решение этого уравнения будем искать в виде

$$\varphi(\xi) = A \operatorname{dn} \xi = A \operatorname{dn} \xi[x + at, k^2], \quad (16)$$

с неизвестными параметрами A, a, k^2 , $0 < k^2 < 1$.

Функция $\varphi(\xi)$ в силу функционального уравнения для $\operatorname{dn} \xi$

$$\operatorname{dn}(\xi + 2K)\operatorname{dn}(\xi + K) = \operatorname{dn} \xi \operatorname{dn}(\xi + K) = k',$$

удовлетворяет уравнению

$$\varphi(\xi)\varphi(\xi + K) = A^2 k', \quad 0 < k' < 1. \quad (17)$$

В силу дифференциального уравнения для $\operatorname{dn} \xi$, функция $\varphi(\xi)$ удовлетворяет следующим дифференциальным уравнениям

$$\varphi''(\xi) = (1 + k'^2)\varphi(\xi) - \frac{2}{A^2}\varphi^3(\xi), \quad (18)$$

$$\varphi'''(\xi) = (1 + k'^2)\varphi'(\xi) - \frac{6}{A^2}\varphi(\xi)\varphi^2\varphi'(\xi).$$

Предположим, что вдоль решение (16) $\tau_1 = 2K, \tau_2 = K$. Тогда с учетом (17) решение уравнения (15) удовлетворяет уравнению

$$\varphi\varphi''' - a\varphi'\varphi'' + \alpha\varphi\varphi' + (\beta A^2 k' + \tilde{\gamma})\varphi'' = 0. \quad (19)$$

С другой стороны в силу (18), функция $\varphi(\xi)$ при $a = -3$ удовлетворяет дифференциального уравнения

$$\varphi\varphi''' + 3\varphi'\varphi'' + 2(1 + k'^2)\varphi\varphi' = 0. \quad (20)$$

Теперь, если в уравнении (19) полагать $a = -3$, то уравнения (19) и (20) будут эквивалентными вдоль решения вида (15), если при допущенных условиях их коэффициенты связать условиями

$$\begin{aligned} \beta A^2 k' + \tilde{\gamma} &= 0, \\ 2(1 + k'^2) &= \alpha. \end{aligned} \quad (21)$$

Из этой системы, находим

$$k'^2 = \frac{\alpha}{2} - 1, \quad A^2 = -\frac{\tilde{\gamma}}{\beta k'}. \quad (22)$$

Так как $0 < k' < 1$, то в силу $k^2 + k'^2$, при $2 < \alpha < 4$, получим

$$k^2 = 2 - \frac{\alpha}{2}, \quad A^2 = \pm \frac{\sqrt{2}\gamma}{3\beta\sqrt{\alpha - 2}}. \quad (23)$$

Справедлива следующая

Теорема 2. Пусть в уравнении (14) все коэффициенты отличны от нуля, $2 < \alpha < 4$ и модуль функции $\operatorname{dn} \xi$ вычислено формулой (23).

Тогда при $a = -3$ и $\tau_1 = 2K, \tau_2 = K$, где $K = K(k)$, функции

$$u_j(x, t) = A_j \operatorname{dn}(x - 3t), \quad j = 1, 2$$

являются решениями уравнения (14) имеющие периоды $\tau_1 = 2K$ по x и $\tau_2 = \frac{2}{3}K$ по t , A_1, A_2 – корни уравнения

$$A^2 = \frac{\sqrt{2}\gamma}{3\beta\sqrt{\alpha - 2}}.$$

ЛИТЕРАТУРА:

1. Xiang C.H. and Wang H.L. Jacobi Elliptic Function Expansion Method for the Nonlinear Vakhnenko Equation // Journal of Applied Mathematics and Physics – 2020. – №8. – Pp. 793-798.
2. Mo G.Q Travelling Wave Solution of Disturbed Vakhnenko Equation for Physical Model // Acta Physica Sinica. – 2011. – №6. Article ID: 090203.

3. Parces E.J. The Stability of Solutions of Vakhnenko's Equation // Journal of Physics. A General Physics. – 1993. – №26. – Pp. 64-69.
4. Сикорский Ю.С. Элементы теории эллиптических функций. Изд. 2. – М.: КомКнига, 2006. – 368 с.
5. Эльсгольц Л.Э., Норкин С.П. Введение в теорию дифференциальных уравнений с отклоняющимся аргументом. – М.: Наука, 1971. – 296 с.
6. Пинни Э. Обыкновенные дифференциально-разностные уравнения. – М.: Изд-во иностр. лит., 1961. – 248 с.
7. Zhang, J.F. and Chen, F.Y. Truncated Expansion Method and New Exact Soliton-Like Solution of the General Variable Coefficient KdV Equation. Acta Physica Sinica. – 2001. – №50. – Pp. 1648-1650.
8. Liu, S.K., Fu, Z.T. and Liu, S.D. A Simple Fast Method in Finding Particular Solutions of Some Nonlinear PDE. // Applied Mathematics and Mechanics. – 2001. – №22. – Pp. 326-331.
9. Yusufolu, E. and Bekir, A. The Tanh and the Sine-Cosine Methods for Exact Solutions of the MBVM and the Vakhnenko Equations // Chaos Solitons & Fractals. – 2008. – №38. – №1126-1133.
10. Сафаров Д.С., Миратов С.К. О решении одного класса дифференциальных уравнений второго порядка с постоянными отклонениями аргумента // Доклады НАНТ. – 2021. Т. 64. – №9-10. – С. 515-525.
11. Сафаров Д.С., Миратов С.К. Точное положительное ограниченное и периодическое решение для одного нелинейного одномерного псевдопараболического уравнения / Международной научной конференции «Уфимская осенняя математическая школа» (4-8 октября 2023 г.) В 2 томах. Том 1. – Уфа: Аэтерна, 2023. – С. 222-223.

ҲАЛЛИ АНИҚИ МАҲДУД ВА ДАВРИИ МУОДИЛАИ УМУМИКАРДАШУДАИ ХАПНЕНКО БО ДОИМИҲОИ ФАРҚКУНАНДАИ АРГУМЕНТҲО

Дар кор ҳалли аниқи маҳдуд ва даврии муодилаи умумикардашудаи Хапненко бо доимиҳои фарқкунандаи аргументҳо бо ёрии функцияи эллиптикӣ Якоби $-dnu$ ёфта шудааст.

КАЛИДВОЖАҲО: функцияи эллиптикӣ, ҳалҳои даврӣ, интегралҳои эллиптикӣ, модули функция.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Сафаров Чумабой, доктори илмҳои физикаю математика, профессори кафедраи таҳлили математикӣ ва муодилаҳои дифференсиалии Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав. Тел.: (+992) 917-07-96-40; e-mail: safarov-5252@mail.ru

Миратов Сафархон Кудратович, доктори PhD аз рӯи ихтисоси математика, саромӯзгори кафедраи таҳлили математикӣ ва муодилаҳои дифференсиалии Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав. Тел.: (+992) 918-48-42-76; e-mail: safarkhonop@mail.ru

ТОЧНОЕ ОГРАНИЧЕННОЕ И ПЕРИОДИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ОБОБЩЕННОГО УРАВНЕНИЯ ХАПНЕНКО С ПОСТОЯННЫМИ ОТКЛОНЯЮЩИМИСЯ АРГУМЕНТАМИ

В работе найдено точное ограниченное и периодическое решение обобщенного уравнения Хапненко с постоянными отклоняющимся аргументом с помощью функция дельта-амплитуды $-dnu$ Якоби.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: эллиптическая функция, периодическое решение, эллиптический интеграл, модуль функции.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Сафаров Джумабой, доктор физико-математических наук, профессор кафедры математического анализа и дифференциальных уравнений Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Тел.: (+992) 917-07-96-40; e-mail: safarov-5252@mail.ru

Миратов Сафархон Кудратович, доктор PhD по специальности математики, ст. преподаватель кафедры математического анализа и дифференциальных уравнений Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Тел.: (+992) 918-48-42-76; e-mail: safarkhonop@mail.ru

EXACT BOUNDED AND PERIODIC SOLUTION OF THE GENERALIZED KHAPNENKO EQUATION WITH CONSTANT DEVIATING ARGUMENTS

In this paper, an exact bounded and periodic solution of the generalized Khapnenko equation with constant deviating argument is found using the Jacobi delta-amplitude function $-dnu$.

KEY WORDS: elliptic function, binary periodic solution, elliptic integral, modulus of the function.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Safarov Jumaboy, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor of the Department of Mathematical Analysis and Differential Equations at Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav. Phone: (+992) 917-07-96-40; e-mail: safarov-5252@mail.ru

Miratov Safarhon Kudratovich, PhD in Mathematics, Senior Lecturer of the Department of Mathematical Analysis and Differential Equations at Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav. Phone: (+992) 918-48-42-76; e-mail: safarkhonop@mail.ru

ОГРАНИЧЕННЫЕ МЕТААНАЛИТИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ МНОГИХ КОМПЛЕКСНЫХ ПЕРЕМЕННЫХ

Мухаммадали Дж.

Бохтарский государственный университет имени Носира Хусрава

В теории аналитических функций комплексных переменных и их многочисленных приложениях важнейшее место занимает теорема Лиувилля. Это теорема гласит, что целая аналитическая функция и ограниченная на всей комплексной плоскости является тождественно постоянной.

Распространение этой теоремы на обобщенные аналитические функции в рамках пространства $L_{p,2}(\mathbb{C})$, $p > 2$ занимался академик И.Н. Векуа [1]. Также им было приведено пример, что если коэффициенты уравнения не принадлежат классу $L_{p,2}(\mathbb{C})$, $p > 0$, то пространство ограниченных обобщенных аналитических функций может быть как нулевым, так и бесконечномерным. Дальнейшие распространения теоремы Лиувилля для обобщенных аналитических функций с одним и многим комплексным переменным занимались В.С. Виноградов [2], Д.С. Сафаров [3], С. Байзаев и другие.

Цель настоящей работы является распространением теоремы Лиувилля на решение одного класса переопределенных многомерных эллиптических систем уравнений второго порядка метааналитических функций многих комплексных переменных. Дается описание пространство ограниченных метааналитических функций многих комплексных переменных и базиса этого пространства.

В комплексном пространстве $\mathbb{C}^n = \overbrace{\mathbb{C} \times \mathbb{C} \times \dots \times \mathbb{C}}^{n\text{-раз}}$, \mathbb{C} – комплексная плоскость, рассмотрим систему уравнений в частных производных вида

$$\frac{\partial^2 w}{\partial \bar{z}_j^2} + a_j \frac{\partial w}{\partial \bar{z}_j} + b_j w = 0, \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad (1)$$

где $z_j = x_j + iy_j$, $4\partial_{\bar{z}_j}^2 = 4\partial_{\bar{z}_j}(\partial_{\bar{z}_j}) = \partial_{x_j x_j} - \partial_{y_j y_j} + 2i\partial_{x_j y_j}$ – дифференциальный оператор Бицадзе, $2\partial_{\bar{z}_j} = \partial_{x_j} + i\partial_{y_j}$ – дифференциальный оператор Коши – Римана, a_j, b_j – постоянные, $w(z) = w(z_1, z_2, \dots, z_n)$ – искомая.

При $j = 1$ решение уравнения (1) в некоторой области $G \subset \mathbb{C}$ называется обобщенной полианалитической или метааналитической функцией второго порядка в этой области.

Будем искать решение системы уравнений из класса $C^2(\mathbb{C}^n)$ и удовлетворяющие условию роста на бесконечности

$$|w(z)| \leq K(|z_1| + |z_2| + \dots + |z_n|)^S, \quad S \geq 1 - \text{целое}. \quad (2)$$

Решение задачи (1), (2) образует линейное пространство над полем комплексных чисел, которое обозначим через X . Вопрос заключается в описании пространство X и ее размерности.

В работе [6] методом теории обобщенных функций в смысле Соболева – Шварца доказана следующая теорема, обобщающая классическую теорему Лиувилля: всякое регулярное (то есть из класса $C^n(\mathbb{C})$) на всей плоскости решение уравнения с постоянными коэффициентами вида

$$\frac{\partial^n \varphi}{\partial \bar{z}^n} + a_1 \frac{\partial^{n-1} \varphi}{\partial \bar{z}^{n-1}} + \dots + a_n \varphi = 0, \quad (3)$$

растущая не быстрее чем $|z|^s$, имеет вид

$$\varphi(z) = \sum_{k=0}^s P_k(z, \bar{z}) \exp(\lambda_k \bar{z} - \bar{\lambda}_k z),$$

где все $P_k(z, \bar{z})$ – полиномы степени не выше s относительно пары переменных z и \bar{z} , λ_k – корни характеристического уравнения

$$\lambda^n + a_1 \lambda^{n-1} + \dots + a_n = 0.$$

Теперь используя этот результат, находим решение задачи (1), (2) в случае $s = 0$, то есть, когда

$$|w(z)| \leq K. \quad (4)$$

Многообразие и размерность пространство ограниченных решений для одного уравнения второго порядка

$$\frac{\partial^2 f}{\partial \bar{z}^2} + a_1 \frac{\partial f}{\partial \bar{z}} + a_2 f = 0 \quad (5)$$

зависит от свойства решений характеристического уравнения

$$\lambda^2 + a_1 \lambda + a_2 = 0. \quad (6)$$

Из выше приведенного утверждения для задачи (4), (5) получим:

Утверждение. 1) Если $\lambda_1 \neq \lambda_2$ корни уравнения (6), то всякое регулярное ограниченное решение уравнения (5) имеет вид

$$f(z) = c_1 e^{\lambda_1 \bar{z} - \bar{\lambda}_1 z} + c_2 e^{\lambda_2 \bar{z} - \bar{\lambda}_2 z}, \quad (7)$$

где c_1, c_2 – произвольные постоянные.

2) Если $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda$ – корни уравнения (6), то регулярное ограниченное решение уравнения (5) представимо в виде

$$\varphi(z) = c e^{\lambda \bar{z} - \bar{\lambda} z}, \quad (8)$$

где c – произвольная постоянная.

Теперь используя это утверждение, находим регулярное ограниченное решение системы уравнений (1) в случае трёх уравнений (для наглядности)

$$\frac{\partial^2 w}{\partial \bar{z}_j^2} + a_j \frac{\partial w}{\partial \bar{z}_j} + b_j w = 0, \quad j = 1, 2, 3. \quad (9)$$

Решение этой системы зависит от свойства решений трёх уравнений

$$\lambda_j^2 + a_j \lambda_j + b_j = 0, \quad j = 1, 2, 3. \quad (10)$$

Теорема 1. Пусть все три уравнений (10) имеют только кратные корни, то есть $\lambda_j^1 = \lambda_j^2 = \nu_j, j = 1, 2, 3$. Тогда всякое регулярное ограниченное решение системы уравнений (9) имеет вид

$$w(z) = c \exp(\nu_1 \bar{z}_1 - \bar{\nu}_1 z_1 + \nu_2 \bar{z}_2 - \bar{\nu}_2 z_2 + \nu_3 \bar{z}_3 - \bar{\nu}_3 z_3), \quad (11)$$

где c – произвольная постоянная.

Доказательство. Пусть выполнены условия теоремы и ν_1, ν_2, ν_3 соответственно кратные корни уравнений (10) при $j = 1, 2, 3$. Тогда легко видеть, что функция

$$\chi(z_1, z_2, z_3) = \exp(\nu_1 \bar{z}_1 + \nu_2 \bar{z}_2 + \nu_3 \bar{z}_3)$$

является решением системы уравнений (9). Покажем, что в таком случае любое другое решение системы (9) $w_0(z)$ представимо в виде

$$w_0(z) = \Phi(z) \exp(\bar{\nu}_1 z_1 + \bar{\nu}_2 z_2 + \bar{\nu}_3 z_3), \quad (12)$$

где $\Phi(z) = \Phi(z_1, z_2, z_3)$ – полианалитическая функция [6] второго порядка по каждому переменному z_j , то есть удовлетворяет систему уравнений

$$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial \bar{z}_j^2} = 0, \quad j = 1, 2, 3. \quad (13)$$

Действительно, если $w_0(z)$ – решение системы (9) то легко видеть, что функция

$$w_0(z) \exp(-\nu_1 \bar{z}_1 - \nu_2 \bar{z}_2 - \nu_3 \bar{z}_3)$$

является решением системы уравнений (13). Поэтому мы вправе обозначать эту функцию через $\Phi(z)$ и в итоге получим формулу (11).

Теперь в формуле (12) полианалитическую функцию $\Phi(z)$ берём в виде

$$\Phi(z) = \Phi(z_1, z_2, z_3) = \varphi(z_1, z_2, z_3) \exp(-\bar{\nu}_1 z_1 - \bar{\nu}_2 z_2 - \bar{\nu}_3 z_3),$$

и после подстановке в (12) получим формулу

$$w_0(z) = \varphi(z_1, z_2, z_3) \exp(\nu_1 \bar{z}_1 - \bar{\nu}_1 z_1 + \nu_2 \bar{z}_2 - \bar{\nu}_2 z_2 + \nu_3 \bar{z}_3 - \bar{\nu}_3 z_3), \quad (14)$$

где $\varphi(z_1, z_2, z_3)$ – полианалитическая функция второго порядка, то есть удовлетворяет систему уравнений (13).

Так как

$$|\exp(\nu_1 \bar{z}_1 - \bar{\nu}_1 z_1 + \nu_2 \bar{z}_2 - \bar{\nu}_2 z_2 + \nu_3 \bar{z}_3 - \bar{\nu}_3 z_3)| = 1,$$

то $|w_0(z)| = |\varphi(z)| = |\varphi(z_1, z_2, z_3)|$ и при ограниченном $w_0(z)$, то есть $|w_0(z)| \leq K$, будет $|\varphi(z)| \leq K$.

Покажем, что $\varphi(z) \equiv c$, c – const. Для функции одной переменной $\varphi(z_1)$ это следует из работы [6]. Пусть это результат верно для функций двух переменных z_1, z_2 , то есть $\varphi(z_1, z_2) \equiv const$. Докажем, что она верна и для функций трёх переменных $\varphi(z_1, z_2, z_3)$. Как в [8] возьмем две произвольные точки $a, b \in \mathbb{C}^3$, $a = (a_1, a_2, a_3)$, $b = (b_1, b_2, b_3)$. Так как функция $\varphi(z_1, z_2, a_3)$ по индуктивному предположению постоянна, то $\varphi(a_1, a_2, a_3) = \varphi(b_1, b_2, a_3)$.

Но функция $\varphi(b_1, b_2, z_3)$ также постоянна, поэтому $\varphi(b_1, b_2, a_3) = \varphi(b_1, b_2, b_3)$. Таким образом, $\varphi(a_1, a_2, a_3) = \varphi(b_1, b_2, b_3)$ и поскольку a, b – произвольные точки и $\varphi(z)$ – однозначная функция, то $\varphi(z_1, z_2, z_3) \equiv c$, $c - const$.

Таким образом, для любого регулярного ограниченного решения системы уравнений (9) из класса C^2 справедлива формула (11), теорема доказана.

Теорема 2. Пусть уравнение (10) при $j = 1, 2$ имеют лишь кратные корни $\lambda_j^1 = \lambda_j^2 = \nu_j$, $j = 1, 2$, а при $j = 3$ только простые корни $\lambda_3^1 \neq \lambda_3^2$. Тогда любое регулярное ограниченное решение системы уравнений (9) имеет вид

$$w(z) = [c_1 \exp(\lambda_3^1 \bar{z}_3 - \bar{\lambda}_3^1 z_3) + c_2 \exp(\lambda_3^2 \bar{z}_3 - \bar{\lambda}_3^2 z_3)] \chi(z_1, z_2), \quad (15)$$

где c_1, c_2 – произвольные постоянные, функция $\chi(z_1, z_2)$ имеет вид

$$\chi(z_1, z_2) = e^{\nu_1 \bar{z}_1 - \bar{\nu}_1 z_1 + \nu_2 \bar{z}_2 - \bar{\nu}_2 z_2}.$$

Доказательство. Если выполнены условия теоремы 2, то из первых двух уравнений системы (по теореме 1 в случае $j = 2$) при каждом фиксированном z_3 находим

$$w(z_1, z_2, z_3) = \psi(z_3) e^{\nu_1 \bar{z}_1 - \bar{\nu}_1 z_1 + \nu_2 \bar{z}_2 - \bar{\nu}_2 z_2}. \quad (16)$$

Подставляя это выражение в третье уравнение системы относительно $\psi(z_3)$, получим уравнение вида

$$\frac{\partial^2 \psi(z_3)}{\partial \bar{z}_3^2} + a_3 \frac{\partial \psi(z_3)}{\partial \bar{z}_3} + b_3 \psi(z_3) = 0. \quad (17)$$

По условию теоремы характеристическое уравнение для этого уравнения имеет простые корни λ_3^1, λ_3^2 . Поэтому согласно утверждению 1, для регулярного ограниченного решения уравнения (17) справедлива формула

$$\psi(z_3) = c_1 e^{\lambda_3^1 \bar{z}_3 - \bar{\lambda}_3^1 z_3} + c_2 e^{\lambda_3^2 \bar{z}_3 - \bar{\lambda}_3^2 z_3}, \quad (18)$$

c_1, c_2 – произвольные постоянные.

Подставляя (18) в (16) получим формулу (15) и теорема доказана.

Теорема 3. Пусть первое уравнение (10) имеет лишь кратный корень $\lambda_1^1 = \lambda_1^2 = \lambda$, а при $j = 2, 3$ имеют простые корни: $\lambda_2^1 \neq \lambda_2^2$; $\lambda_3^1 \neq \lambda_3^2$, соответственно. Тогда всякое регулярное ограниченное решение системы уравнений (9) имеет вид

$$w(z) = c (d_1^1 e^{\lambda_2^1 \bar{z}_2 - \bar{\lambda}_2^1 z_2} + d_2^1 e^{\lambda_2^2 \bar{z}_2 - \bar{\lambda}_2^2 z_2}) \times \\ \times (d_1^2 e^{\lambda_3^1 \bar{z}_3 - \bar{\lambda}_3^1 z_3} + d_2^2 e^{\lambda_3^2 \bar{z}_3 - \bar{\lambda}_3^2 z_3}) e^{\lambda \bar{z}_1 - \bar{\lambda} z_1}, \quad (19)$$

где $c, d_1^1, d_2^1, d_1^2, d_2^2$ – произвольные постоянные.

Доказательство. Пусть выполнены условия теоремы. Тогда из первого уравнения системы, согласно утверждению 1 при фиксированных (z_2, z_3) находим

$$w(z_1, z_2, z_3) = \varphi(z_2, z_3) e^{\lambda \bar{z}_1 - \bar{\lambda} z_1}, \quad (20)$$

где $\varphi(z_2, z_3)$ – искомая функция. Подставляя (20) во второе и третье уравнение системы, получим систему относительно φ

$$\begin{cases} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \bar{z}_2^2} + a_2 \frac{\partial \varphi}{\partial \bar{z}_2} + b_2 \varphi = 0, \\ \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \bar{z}_3^2} + a_3 \frac{\partial \varphi}{\partial \bar{z}_3} + b_3 \varphi = 0. \end{cases} \quad (21)$$

Ограниченное решение этой системы можно искать методом разделения переменных в виде

$$\varphi(z_2, z_3) = f_1(z_2) f_2(z_3). \quad (22)$$

Тогда при постановке (22) в (21) относительно $f_1(z_2), f_2(z_3)$ получим уравнения вида

$$\frac{\partial^2 f_1}{\partial \bar{z}_2^2} + a_2 \frac{\partial f_1}{\partial \bar{z}_2} + b_2 f_1 = 0, \quad (23)$$

$$\frac{\partial^2 f_2}{\partial \bar{z}_3^2} + a_3 \frac{\partial f_2}{\partial \bar{z}_3} + b_3 f_2 = 0. \quad (24)$$

По условию теоремы для каждой уравнений (23), (24), их характеристическое уравнение имеют соответственно различные корни $\lambda_2^1 \neq \lambda_2^2$; $\lambda_3^1 \neq \lambda_3^2$. Поэтому согласно утверждение 1 из уравнений (23) и (24) соответственно получим

$$\begin{aligned} f_1(z_2) &= d_1^1 e^{\lambda_2^1 \bar{z}_2 - \bar{\lambda}_2^1 z_2} + d_2^1 e^{\lambda_2^2 \bar{z}_2 - \bar{\lambda}_2^2 z_2}, \\ f_2(z_3) &= c_1^2 d_1^2 e^{\lambda_3^1 \bar{z}_3 - \bar{\lambda}_3^1 z_3} + d_2^2 e^{\lambda_3^2 \bar{z}_3 - \bar{\lambda}_3^2 z_3}, \end{aligned}$$

где $d_1^1, d_2^1, d_1^2, d_2^2$ – произвольные постоянные.

Подставляя эти значения $f_1(z_2), f_2(z_3)$ в представлении (22) получим утверждение теоремы, то есть формулу (19).

Аналогично случаю системы (21), можно доказать

Теорема 4. Пусть все уравнения (10) имеют только простые корни соответственно: $\lambda_1^1 \neq \lambda_1^2$; $\lambda_2^1 \neq \lambda_2^2$; $\lambda_3^1 \neq \lambda_3^2$. Тогда регулярное ограниченное решение системы (9) можно представить в виде

$$w(z) = \prod_{j=1}^3 \left(c_1^j e^{\lambda_j^1 \bar{z}_j - \bar{\lambda}_j^1 z_j} + c_2^j e^{\lambda_j^2 \bar{z}_j - \bar{\lambda}_j^2 z_j} \right), \quad (25)$$

где $c_1^j, c_2^j, j = 1, 2, 3$ – произвольные постоянные.

Легко заметить, что представление (25) содержит восемь произвольных постоянных, формула (19) – четыре постоянных, формула (1) – две постоянных, а формула (11) – одно постоянное.

Так как система уравнений (9) линейное, то пространство ограниченных регулярных решений X принимает следующие значения $\dim X = \{1, 2, 4, 8\}$.

Аналогично, для системы уравнений (1) можно доказать:

Теорема 5. 1) Пусть при любой $j, 1 \leq j \leq n$ уравнению

$$\lambda_j^2 + a_j \lambda_j + b_j = 0, \quad (26)$$

имеют только кратные корни. Тогда всякое регулярное ограниченное решение системы уравнений (1) представимо в виде

$$w(z) = c \prod_{j=1}^n \exp(\lambda_j \bar{z}_j - \bar{\lambda}_j z_j),$$

где $\lambda_j = \lambda_j^1 = \lambda_j^2, j = 1, 2, \dots, n$; c – произвольная постоянная.

2) Если k уравнений (26) имеют только кратные корни, а остальные лишь простые корни, тогда система уравнений (1) имеет решение вида

$$w(z) = c \prod_{j=1}^k e^{(\lambda_j \bar{z}_j - \bar{\lambda}_j z_j)} \prod_{j=k+1}^n \left(c_1^j e^{\lambda_j^1 \bar{z}_j - \bar{\lambda}_j^1 z_j} + c_2^j e^{\lambda_j^2 \bar{z}_j - \bar{\lambda}_j^2 z_j} \right),$$

где $\lambda_j = \lambda_j^1 = \lambda_j^2, j = \overline{1, k}$ – кратные корни, а $\lambda_j^1 \neq \lambda_j^2, j = \overline{k+1, n}$ – простые корни, и c, c_1^j, c_2^j – произвольные постоянные.

Из этой теоремы следует

Теорема 6. Для размерности пространство X – регулярных ограниченных решений задачи (1), (2) справедлива формула

$$\dim X = 2^{n-k},$$

где k – количество уравнений (26), имеющие только кратные корни.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Векуа И.Н. Обобщенные аналитические функции. – М.: Физматгиз, 1959. – 628 с.
2. Виноградов В.С. О теореме Лиувилля для обобщенных аналитических функций // ДАН СССР. – 1968. – №3. – С. 503-506.
3. Сафаров Д.С. О теореме Лиувилля для обобщенных аналитических функций многих комплексных переменных // Мат. заметки. – 1982. Т. 31. – №1. – С. 33-40.
4. Сафаров Д.С. О размерности пространство решений степенного роста для одного класса переопределенных эллиптических систем // Дифференциальные уравнения. – 1979. Т. 15. – №8. – С. 1526-528.

5. Байзаев С., Рахимова М.А. Об ограниченных решениях одного класса переопределенных систем уравнений в частных производных // Учёные записки. Серия: естественные и экономические науки. – Худжанд: Нури маърифат. – 2016. – №3(38). – С. 8-14.
6. Балк М.Б., Зуев М.Ф. О полианалитических функциях. // Успехи математических наук. – 1970. Т. XXV. Вып. 5. – №155. – С. 203-226.
7. Балк М.Б., Зуев М.Ф. О метааналитических функциях // Учен. зап. СГПИ. – 1970. Вып. 25.
8. Шабат Б.В. Введение в комплексный анализ. Ч. II. Функции нескольких переменных. – М.: Наука, 1976. – 400 с.
9. Фукс Б.А. Введение в теорию аналитических функций многих комплексных переменных. – М.: Физматгиз, 1962. – 419 с.

ФУНКСИЯҲОИ МЕТАНАНАЛИТИКИИ МАҲДУДИ БИСЁРТАҒИРЁБАНДАИ КОМПЛЕКСӢ

Дар ин кор ҳалҳои регулярии маҳдуди якҷанд системаҳои тартиби дуоми метааналитикии бисёртағйирёбандаи комплексӣ ёфта шудааст. Тасвири (навишти) фазои функсияҳои метааналитикии маҳдуди бисёртағйирёбандаи комплексӣ ва базиси (асоси) ин фазо дода шудааст. Ғайр аз ин, андозаи (ченаки) ин фазо ҳисоб карда шудааст.

КАЛИДВОЖАҲО: системаи муодилаҳо, маҳдуд, ҳалли регулярий, андозаи (ченаки) фазо, функсияи метааналитикӣ.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ: Мухаммадали Чурамурад, омӯзгори кафедраи таҳлили математикӣ ва муодилаҳои дифференсиалии Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав.

ОГРАНИЧЕННЫЕ МЕТААНАЛИТИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ МНОГИХ КОМПЛЕКСНЫХ ПЕРЕМЕННЫХ

В данной работе найдены регулярных ограниченных решений некоторых метааналитических системы второго порядка со многими комплексными переменными. Дано описание пространство ограниченных метааналитических функций многих комплексных переменных и базиса этого пространства. Кроме того вычислено размерность этого пространство.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: система уравнений, ограниченная, регулярная решения, размерность пространство, метааналитическая функция.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ: Мухаммадали Джурамурад, преподаватель кафедры математического анализа и дифференциальных уравнений Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава.

RESTRICTED META-ANALYTICAL FUNCTIONS OF MANY COMPLEX VARIABLES

In this paper, we find regular limited solutions to some second-order meta-analytical systems with many complex variables. A description of the space of bounded meta-analytical functions of many complex variables and the basis of this space is given. In addition, the dimension of this space is calculated.

KEY WORDS: system of equations, bounded, regular solutions, dimension space, meta-analytical function.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR: Muhammadali Juramurod, Lecturer of the Department of Mathematical Analysis and Differential Equations at Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav.

УДК: 519.85

ТАҲҚИҚИ АМСИЛАИ МАТЕМАТИКИИ ТАЪСИРИ ИВАЗШАВИИ ИҚЛИМ БА МАСЪАЛАИ МУҲОФИЗАТИ РАСТАНӢ

Ғафоров А.Б.

Донишгоҳи миллии Тоҷикистон

Таъсири ивазшавии иқлим ба муҳити зист ва ғабюляти инсон яке аз масъалаҳои муҳимми илми муосир ба шумор меравад. Афзоиши ҳарорати глобалӣ, тағйирот дар сохтори боришот ва дигар падидаҳои марбут ба тағйирёбии иқлим на танҳо ба вазъи экосистемаҳо, балки ба самаранокии истеҳсолоти кишоварзӣ таъсир мерасонанд. Дар чунин шароит, таҳқиқи таъсири ивазшавии иқлим ба растаниҳо ва коркарди амсилаҳои математикӣ барои муайян кардани роҳҳои беҳтар намудани муҳити кишоварзӣ аҳамияти махсус пайдо мекунад.

Ҳадафи асосии таҳқиқоти мазкур омӯзиши таъсири тағйироти иқлимӣ ба соҳаи ҳифзи растаниҳо бо истифода аз усулҳои амсиласозии математикӣ мебошад. Амсиласозӣ имкон медиҳад, ки равандҳои мураккаби экологӣ ва таъсири омилҳои иқлимӣ ба рушди растаниҳо бо тарзи систематикӣ ва дақиқ таҳлил гарданд.

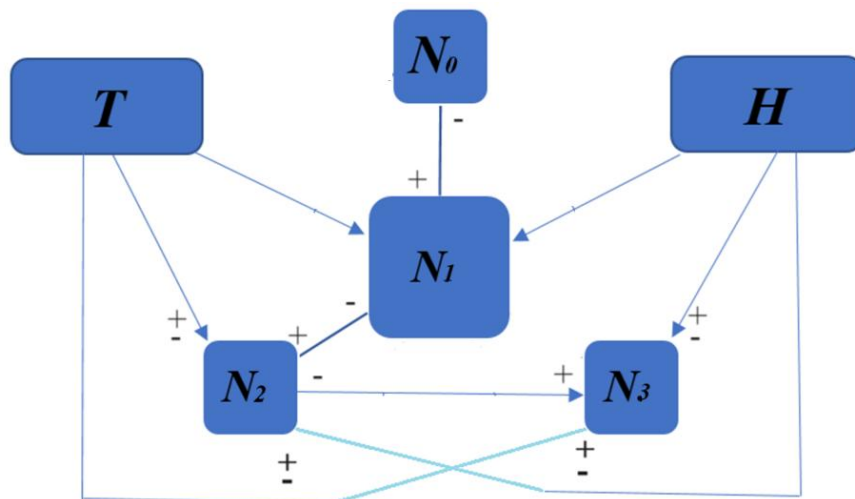
Саҳми олимон дар таҳқиқи таъсири ивазшавии иқлим ба экосистемаҳо ва соҳаи кишоварзӣ, махсусан дар робита бо муҳофизати растаниҳо ва ҳашарот, хеле муҳим ва фароҳ мебошад. Як қатор олимон ва муҳаққиқон бо истифода аз методҳои амсиласозии математикӣ ва компютерӣ ба таҳқиқи таъсири тағйироти иқлимӣ даст заданд.

Дар қорҳои [1-3] таъсири тағйироти иқлим ба биология ва идоракунии ҳашароти гандум таҳлил мешавад. Муаллифони нишон медиҳанд, ки тағйироти иқлим метавонад ба ҳаёти ҳашарот таъсир расонад ва инчунин роҳҳои нави мубориза бо онҳо лозим шавад. Ин таҳқиқот аҳамияти рушди стратегияҳои мутобикшавӣ ба шароити тағйирёбандаи иқлимро таъкид мекунад.

Қорҳои [4-6] ба муносибатҳои байни тағйироти иқлим ва ҳашароти зараррасон равона шудааст. Муаллифони нишон медиҳанд, ки гармшавии иқлим метавонад ба паҳншавии ҳашароти зараррасон ва таъсири онҳо ба экосистемаҳои кишоварзӣ ва ҷангалҳо мусоидат намояд.

Дар ин замина, коркарди амсилаҳои муносири математикӣ барои пешгӯии воқунишҳои растани ба тағйирот дар ҳарорат, намнокӣ, равшанӣ ва таъсири ҳашароти зараррасон зарур аст. Ҳамчунин, амсилаҳои пешниҳодшуда метавонанд ҳамчун воситаи муҳим барои қабули қарорҳои самаранокӣ идоракунии истеҳсолоти кишоварзӣ истифода шаванд.

Амсилаи концептуалии масъаларо меорем, ки дар он таъсири ҳарорат T ва намнокӣ H ба система таҳлил шудааст. Ин амсила равоити байни омилҳои иқлимӣ ва ҳолатҳои дохилии система N_0, N_1, N_2, N_3 -ро бо нишондиҳандаҳои мусбат (+) ва манфӣ (-) тавсиф мекунад.



Расми 1. Амсилаи концептуалии таъсири ивазшавии иқлим ба масъалаи муҳофизати растани.

Амсилаи концептуалии мазкур таъсири омилҳои иқлимӣ, аз ҷумла ҳарорат T ва намнокӣ H -ро ба системае, ки аз параметрҳои N_0, N_1, N_2 ва N_3 иборат аст, инъикос менамояд. Ҳарорат ва намнокӣ ҳамчун омилҳои асосӣ ба ҳолатҳои дохилии система таъсир мерасонанд ва боиси тағйироти мусбат (+) ё манфӣ (-) мешаванд.

Ҳолати N_0 , ки шояд як марҳалаи ибтидоии рушди система бошад, тавассути ҳарорат ва ҳолати N_1 танзим мегардад. N_1 ҳамчун маркази асосии система, бо дигар параметрҳо ҳамкориҳои мустақим ва ғайримустақим дорад, ки ин робитаҳо низ бо аломатҳои «+» ва «-» нишон дода шудаанд.

N_2 ва N_3 ҳолатҳоеро нишон медиҳанд, ки метавонанд ба ҳосилнокӣ ё муқовимати система ба омилҳои беруна вобаста бошанд. Дар байни ин ҳолатҳо таъсири мутақобила мавҷуд буда, тавассути пайвастагиҳо нишон дода шудааст.

Ин амсила имконияти таҳияи муносибатҳои муодилавиرو барои таҳлили равандҳои экологӣ ва таъсири иқлим ба соҳаи кишоварзӣ фароҳам меорад.

Акнун дар асоси амсилаи концептуалии сохташуда амсилаи математикии масъаларо таҳқиқ мекунем, ки дар он равоити омилҳои иқлимӣ ва ҳолатҳои дохилии система бо усулҳои математикӣ баён мегарданд.

$$\begin{cases} \frac{dN_0}{dt} = Q - \alpha N_0 N_1 \\ \frac{dN_1}{dt} = (\delta_0 + \delta_1 T + \delta_2 H) N_0 N_1 - \epsilon N_2 N_1 \\ \frac{dN_2}{dt} = (\varphi_0 + \varphi_1 T + \varphi_2 H) N_1 N_2 - \theta N_3 N_2 \\ \frac{dN_3}{dt} = (k_0 + k_1 T + k_2 H) N_2 N_3 - \varepsilon N_3 \end{cases} \quad (1)$$

ки дар ин чо N_0 – биомассаи манбаи беруна; Q - суръати воридшавии манбаи беруна; $\alpha N_0 N_1$ - истеъмоли манбаи беруна аз чониби растани; N_1 - биомассаи растани; $(\delta_0 + \delta_1 T + \delta_2 H)$ - коэффитсиенти афзоиши растаниҳо вобаста аз ҳарорат T ва намнокӣ H ; δ_0 - коэффитсиенти асосии афзоиши растаниҳо; $\delta_1 T$ - таъсири ҳарорат ба афзоиши растаниҳо; $\delta_2 H$ - таъсири намнокӣ ба афзоиши растаниҳо; ϵN_2 - таъсири ҳашароти зараррасон ба растаниҳо; N_2 – биомассаи ҳашароти зараррасон; $(\varphi_0 + \varphi_1 T + \varphi_2 H)$ - коэффитсиенти афзоиши ҳашароти зараррасон, ки аз ҳарорат T ва намнокӣ H вобаста аст; φ_0 - коэффитсиенти асосии афзоиши ҳашароти зараррасон; $\varphi_1 T$ - таъсири ҳарорат ба афзоиши ҳашароти зараррасон; $\varphi_2 H$ - таъсири намнокӣ ба афзоиши ҳашароти зараррасон; θN_3 - таъсири ҳашароти фоидаовар ба коҳиши ҳашароти зараррасон; N_3 – биомассаи ҳашароти фоидаовар; $(k_0 + k_1 T + k_2 H)$ - коэффитсиенти афзоиши ҳашароти фоидаовар, ки аз ҳарорат T ва намнокӣ H вобаста аст; k_0 - коэффитсиенти асосии афзоиши ҳашароти фоидаовар; $k_1 T$ - таъсири ҳарорат ба афзоиши ҳашароти фоидаовар; $k_2 H$ - таъсири намнокӣ ба афзоиши ҳашароти фоидаовар ва λN_3 - коэффитсиенти фавт ё коҳиши табиӣ ҳашароти фоидаовар мебошанд.

Ин параметрҳо дар яқҷоягӣ динамикаи ҳамкори байни растаниҳо, ҳашароти фоидаовар ва ҳашароти зараррасон дар экосистема ва воқуниши онҳоро ба шароити тағйирёбандаи иқлим муайян мекунанд.

Ҳамин тавр, амсила таъсири ивазшавии иқлимро ба соҳаи кишоварзӣ тавассути муносибати байни популясияҳои растаниҳо, ҳашароти фоидаовар ва ҳашароти зараровар дар назар дорад. Амсила ба таври муфассал таҳлил мекунад, ки чӣ гуна шароити иқлимӣ ба афзоиш ва коҳиши ин популясияҳо таъсир мерасонад, ки дар натиҷа он метавонад ба ҳосилнокии кишоварзӣ таъсир расонад.

Ин амсила ба мо имкон медиҳад, ки таъсири тағйирёбии иқлимро ба ҳамкори байни растаниҳо, ҳашароти фоидаовар ва ҳашароти зараррасон арзёбӣ кунем, ки метавонад барои таҳияи стратегияҳо оид ба муҳофизати растаниҳо ва афзоиши ҳосилнокӣ дар иқлими тағйирёбанда истифода шавад.

Бигзор ҳарорат ва намнокӣ ба тариқи зерин тағйир ёбанд:

$$T(t) = T_0 + A_T \sin(\omega_T t)$$

$$H(t) = H_0 + A_H \sin(\omega_H t)$$

ки дар ин чо T_0 ва H_0 - қиматҳои миёнаи ҳарорат ва намнокӣ, A_T ва A_H - амплитудайи тағйирёбӣ, ω_T ва ω_H - басомади тағйирёбӣ мебошанд.

Барои ҳалли ин система дар ҳолати статсионарӣ, мо тағйирёбии вақтро ба сифр баробар мегирем ва дар натиҷа системаи муодилаҳои алгебравии намуди (2) -ро ҳосил мекунем:

$$\begin{cases} Q - \alpha N_0 N_1 = 0 \\ (\delta_0 + \delta_1 T + \delta_2 H) N_0 N_1 - \epsilon N_2 N_1 = 0 \\ (\varphi_0 + \varphi_1 T + \varphi_2 H) N_1 N_2 - \theta N_3 N_2 = 0 \\ (k_0 + k_1 T + k_2 H) N_2 N_3 - \varepsilon N_3 = 0 \end{cases} \quad (2)$$

Барои ҳалли системаи муодилаҳои статсионарӣ, мо қиматҳои N_0 , N_2 ва N_3 -ро бо роҳи пай дар пай иваз кардан ва содакунии муодилаҳо муайян мекунем. Дар зер ҳалли умумии аналитикиро меорем:

Аз муодилаи якуми система қимати Q - ро меёбем, яъне:

$$Q - \alpha N_0 N_1 = 0$$

$$N_0 = \frac{Q}{\alpha N_1}$$

Аз муодилаи дууми система бо дарназардошти $N_1 \neq 0$ меёбем

$$(\delta_0 + \delta_1 T + \delta_2 H) N_0 N_1 - \epsilon N_2 N_1 = 0$$

$$\epsilon N_2 = (\delta_0 + \delta_1 T + \delta_2 H) N_0$$

$$N_2 = \frac{(\delta_0 + \delta_1 T + \delta_2 H)}{\epsilon} N_0$$

$$N_2 = \frac{(\delta_0 + \delta_1 T + \delta_2 H)}{\epsilon} \cdot \frac{Q}{\alpha N_1}$$

$$N_2 = \frac{(\delta_0 + \delta_1 T + \delta_2 H)Q}{\epsilon \alpha N_1}$$

N_3 – ро аз муодилаи сеюми система меёбем:

$(\varphi_0 + \varphi_1 T + \varphi_2 H)N_1 N_2 - \theta N_3 N_2 = 0$, ки дар ин ҷо низ $N_2 \neq 0$ буда,

$$N_3 = \frac{(\varphi_0 + \varphi_1 T + \varphi_2 H)}{\theta} N_1.$$

Аз ин ҷо маълум мегардад, ки ҳалли статсионарии масъала намуди зеринро дорад:

$$N_0 = \frac{Q}{\alpha N_1},$$

$$N_2 = \frac{(\delta_0 + \delta_1 T + \delta_2 H)Q}{\epsilon \alpha N_1}, \quad N_3 = \frac{(\varphi_0 + \varphi_1 T + \varphi_2 H)}{\theta} N_1.$$

Ҳалли статсионарии масъала, ки бо истифода аз муодилаҳои алгебравӣ ва таҳлили динамикии омилҳои иқлимӣ ба даст омадааст, нишон медиҳад, ки биомассаи манбаи беруна N_0 баръакс ба миқдори биомассаи растанӣ N_1 вобаста аст. Агар N_1 зиёд шавад (масалан, растаниҳо фаъолон рушд мекунад), истеъмоли захираҳои низ зиёд мегардад, ки ба коҳиши N_0 оварда мерасонад. Баръакс, агар N_1 кам бошад, захираҳои N_0 бештар чамъ мешаванд.

Ин муодила нишон медиҳад, ки манбаи беруна ба миқдори омилҳои гуногуни экосистема вобаста аст.

Биомассаи ҳашароти зараррасон (N_2) ба таври мусбат аз Q (захираҳои беруна) ва омилҳои иқлимӣ (T ва H) вобаста аст. Агар ҳарорат ва намнокӣ ба афзоиши растанӣ мусоидат кунанд ($\delta_1 T + \delta_2 H > 0$), ин метавонад популятсияи ҳашароти зараррасонро низ зиёд кунад. Инчунин, агар N_1 зиёд бошад, таъсири ҳашароти зараррасон ба растанӣ бештар мешавад, ки ин боиси кам шудани N_2 мегардад.

Биомассаи ҳашароти фоидаовар (N_3) ба таври мусбат ба биомассаи растанӣ (N_1) вобаста аст. Ин маънои онро дорад, ки бо зиёд шудани N_1 , ҳашароти фоидаовар низ зиёд мешаванд, зеро онҳо ба мавҷудияти растаниҳо барои ғизо ё паноҳгоҳ вобастаанд. Илова бар ин, омилҳои иқлимӣ (T ва H) метавонанд ба афзоиши N_3 мусоидат кунанд, агар $\varphi_1 T + \varphi_2 H$ кимати мусбат дошта бошад.

Ҳалҳои статсионарии амсила равобитаи мураккаби байни популятсияҳои растаниҳо, ҳашароти зараррасон, ҳашароти фоидаовар ва таъсири омилҳои иқлимиро нишон медиҳанд. Ин робитаҳо ҳамчун замина барои фаҳмидани механизмҳои экосистема ва таҳияи стратегияҳои идоракунии он хидмат мекунад. Махсусан, омилҳо ва равобитаи зерин муҳиманд:

- ҳарорат - T ва намнокӣ - H ба тамоми қисматҳои система таъсир мерасонанд. Ин омилҳо метавонанд ба афзоиш ё коҳиши популятсияҳои растаниҳо, ҳашароти зараррасон ва ҳашароти фоидаовар таъсири мусбат ё манфӣ расонанд;
- идоракунии биомассаи ҳашароти зараррасон - N_2 тавассути чораҳои химиявӣ ё биологӣ метавонад зарари ба растанӣ расидаро кам кунад;
- рушд ва ҳифзи популясияҳои ҳашароти фоидаовар метавонад таъсири манфии ҳашароти зараррасонро коҳиш диҳад. Ин усулҳои экологӣ буда, барои устувории экосистема мусоидат мекунад.

Ин амсила на танҳо барои таҳлили равандҳои дохилии экосистема кумак мекунад, балки барои пешгӯии тағйирот дар система дар шароити тағйирёбандаи иқлим нақши муҳим мебозад. Он метавонад ҳамчун воситаи муҳими илмӣ барои таҳияи стратегияҳои мутобикшавӣ дар бахши кишоварзӣ истифода шавад, масалан:

- пешгӯии тағйироти популятсияҳои ҳашароти зараррасон ва фоидаовар;
- идоракунии захираҳо бо мақсади кам кардани таъсири манфии иқлим ба истеҳсолот;
- рушди усулҳои устувори муҳофизати растанӣ, ки ба тағйирёбии иқлим мутобик мешаванд.

Дар маҷмӯъ, ин амсила барои роҳнамоӣ дар ҳалли мушкилоти марбут ба идоракунии экосистемаҳо, ҳифзи зироатҳо ва ҳалли масоили экологӣ дар шароити тағйирёбии иқлим нақши назаррас мебозад.

Таҳқиқоти мазкур ба таҳлили таъсири ивазшавии иқлим ба соҳаи муҳофизати растанӣ ва муносибати он бо экосистемаҳои кишоварзӣ бахшида шудааст. Амсилаҳои математикӣ, ки дар таҳқиқот истифода мешаванд, имконияти таҳлил ва пешгӯии воқунишҳои растаниҳо, ҳашароти

зараррасон ва фоидаовар ба тағйирот дар ҳарорат, намнокӣ ва дигар омилҳои иқлимиро фароҳам меоранд. Тағйироти иқлимӣ, ҳарорат ва намнокӣ, таъсири мустақим ба афзоиш ва коҳиши популятсияҳои растаниҳо ва ҳашароти зараррасонро доранд, ки ин таъсир метавонад ба камшавии ҳосилнокии кишоварзӣ ва стратегияҳои муҳофизати растаниҳо боис гардад.

Амсилаи концептуалӣ ва математикӣ, ки дар таҳқиқот истифода шудааст, равобита байни омилҳои иқлимӣ ва ҳолатҳои дохилии экосистемаҳои кишоварзиро тасвир карда, имкон медиҳад, ки таҳлил ва идоракунии самаранок дар шароити тағйирёбандаи иқлим амалӣ гардад. Ин таҳқиқот нишон медиҳад, ки барои ҳифзи самараноки растаниҳо ва афзоиши ҳосилнокӣ дар шароити тағйирёбии иқлим, зарур аст, ки амсилаҳои математикӣ барои қабули қарорҳои дуруст дар идоракунии кишоварзӣ истифода шаванд.

Дар натиҷаи таҳқиқи амсилаҳои математикӣ, ки таъсири ивазшавии иқлимро ба экосистемаҳои кишоварзӣ ва муҳофизати растаниҳо таҳлил мекунанд, як қатор ҳалҳои муҳим ёфта шуданд. Аз ҷумла, амсилае, ки таъсири ҳарорат (T) ва намнокӣ (H) ба биомассаи растаниҳо, ҳашароти зараррасон ва фоидаоварро ба таври динамикӣ таҳлил мекунад, бо муодилаҳои алгебравӣ мураттаб шудааст. Ҳалҳои ёфташуда нишон медиҳанд, ки ҳарорат ва намнокӣ метавонанд ба афзоиш ё коҳиши популятсияҳои растаниҳо ва ҳашарот таъсири мусбат ё манфӣ дошта бошанд.

Дар ҳолати статсионарӣ, ҳалли муодилаҳои системавӣ, ба таври алгебравӣ, барои параметрҳо ва популяцияҳои экосистемаи муҳокима шудааст. Маълумоти ёфташуда нишон медиҳад, ки биомассаи манбаҳои беруна (N_0), растаниҳо (N_1), ҳашароти зараррасон (N_2) ва фоидаовар (N_3) метавонанд ба таври мутақобила ва вобаста ба ҳарорат ва намнокӣ мутағйир шаванд. Бо истифода аз усулҳои математикии таҳлилий, суръати воридшавии манбаҳои беруна (Q), афзоиши растаниҳо, таъсири ҳашароти зараррасон ва фоидаовар, инчунин фишорҳои экологӣ дар экосистема муайян карда шудаанд.

Ҳалҳои ёфташуда имконият медиҳанд, ки динамикаи экосистемаҳо ва таъсири иқлим ба онҳо бо дақиқӣ арзёбӣ карда шаванд, ки дар натиҷа метавонад барои таҳияи стратегияҳои самараноки муҳофизати растаниҳо ва ҳосилнокӣ дар шароити тағйирёбии иқлим кумак расонад.

АДАБИЁТ:

1. Bajwa, A.A., Farooq, M., Al-Sadi, A.M., Nawaz, A., Jabran, K. & Siddique, K.H.M. Impact of climate change on biology and management of wheat pests. *Crop Protection*. – 2020. – №137. – С. 105304 [онлайн]. [По состоянию на 31 марта 2021 года]. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105304>
2. Bale, J.S. & Hayward, S.A.L. Insect overwintering in a changing climate. // *The Journal of Experimental Biology*. – 2010. – №213. – Pp. 980-994.
3. Battilani, P., Toscano, P., van der Fels-Klerx, H.J., Moretti, A., Camardo Leggieri, M., Brera, C., Rortais, A. et al. 2016. Aflatoxin B1 contamination in maize in Europe increases due to climate change. *Scientific Reports*, 6: 24328 [онлайн]. [По состоянию на 28 декабря 2020 года]. <https://doi.org/10.1038/srep24328>
4. Björkman, C. & Niemelä, P. *Climate change and insect pests*. Wallingford, UK, CABI. – 2015.
5. Bonello, P., Campbell, F.T., Cipollini, D., Conrad, A.O., Farinas, C., Gandhi, K.J.K., Hain, F.P. et al. Invasive tree pests devastate ecosystems – a proposed new response framework. *Frontiers in Forests and Global Change*. – 2020. V.3: 2 [онлайн]. [По состоянию на 28 декабря 2020 года]. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2020.00002>
6. Borkataki, S., Reddy, M.D., Nanda, S.P. & Taye, R.R. Climate change and its possible impact on the existence of insect pests. // *Ecology, Environment and Conservation*. – 2020. – №26. – Pp. 271-277.
7. Arditi R., Tyutyunov Yu., Morgulis A., Govorukhin V., Senina I. Directed movement of predators and the emergence of density-dependence in predator-prey models // *Theor. Popul. Biol.* – 2001. V. 59. – №3. – Pp. 207-221.
8. Тютюнов Ю.В., Титова Л.И., Сурков Ф.А., Бакаева Е.Н. Трофическая функция коловраток-фитофагов (rotatoria), эксперимент и моделирование // *Журнал общей биологии*. – 2010. Том 71. – №1. – С. 52-62.
9. Одинаев Р. Н. Математическая модель задачи защиты растений в биосистеме типа «вредные насекомые - полезные насекомые» с произвольными трофическими функциями / Одинаев Р.Н. // *Системы и средства информатики*. – 2019. – Т. 29. – №1. – С. 96-108. – DOI 10.14357/08696527190109. – EDN BDQEJR.
10. Одинаев, Р. Н. Математическое и компьютерное моделирование агроценоза хлопчатника с учетом возрастной структуры и с произвольными трофическими функциями / Р.Н. Одинаев, А.Б. Гафоров // *Системы и средства информатики*. – 2021. – Т. 31. – №2. – С. 173-183. – DOI 10.14357/08696527210216. – EDN HQKZFI.

11. Одинаев Р.Н., Назруллоев П.Л., Раимзода Ф. Оптимизационный процесс интегрированного метода защиты растений для точечных моделей / Р.Н. Одинаев, П.Л. Назруллоев, Ф. Раимзода // Системы и средства информатики. – 2021. – Т. 32. – №4. – С. 134-144. –10.14357/08696527220413 – EDN UBHFTL
12. Одинаев Р.Н. Оптимизационные модели интегрированного метода борьбы с вредителями биосистем трех трофических уровней / Р.Н. Одинаев, М.К. Юнуси // Вестник ТНУ. Серия естественных наук. – Душанбе: Сино, 2016. – №3(200). – С. 46-52.
13. Одинаев, Р.Н. Математическое и компьютерное моделирование агроценоза хлопчатника с учетом возрастной структуры и с произвольными трофическими функциями / Р.Н. Одинаев, А.Б. Гафоров // Системы и средства информатики. – 2021. – Т. 31. – №2. – С. 173-183. – DOI 10.14357/08696527210216. – EDN HQKZFI.
14. Одинаев, Р.Н. Моделсозии математикии таъйирёбии намноқӣ бо назардошти боршот ва ҳарорати ҳаво / Р.Н. Одинаев, А.Б. Гафоров / Таҳлили компютери масъалаҳои илм ва технология: маводи Конференсия байналмилалии илмӣ-амалӣ бахшида ба «Солҳои 2020-2040 эълон гардидани 20-солаи омӯзиш ва рушди илмҳои табиатшиносӣ, дақиқ ва риёзӣ дар соҳаи илму маориф» ва «75-солагии Донишгоҳи миллии Тоҷикистон». Душанбе, 24 октябри соли 2023. – С. 28-31. – EDN OQNEUY.
15. Одинаев, Р. Н. Исследование математической модели процесса защиты агроценоза хлопчатника от вредителей сельскохозяйственной культуры в нестационарном случае / Р.Н. Одинаев, А.Б. Гафоров, С.С. Мусоев / Компьютерный анализ проблем науки и технологии: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной «2020-2040 годы, 20-летию изучения и развития естественных, точных и математических наук в области науки и образования» и «75-летию Таджикского национального университета». Душанбе, 24 октября 2023 года. – С. 40-46. – EDN GIXGQE.

ТАҲҚИҚИ АМСИЛАИ МАТЕМАТИКИИ ТАЪСИРИ ИВАЗШАВИИ ИҚЛИМ БА МАСЪАЛАИ МУҲОФИЗАТИ РАСТАНӢ

Таҳқиқи таъсири ивазшавии иқлим ба экосистемаҳо ва соҳаи кишоварзӣ, махсусан муҳофизат ва ҳифзи растаниҳо, инчунин таъсири омилҳои иқлимӣ ба популятсияҳои ҳашарот ва рушди растаниҳо, дар аҳамияти калидии илми экология, агрономия ва амсиласозии математикӣ қарор дорад. Амсиласозии динамикӣ ва компютерӣ ба олимон имконият медиҳанд, ки барои пешгӯии воқунишҳои экосистемаҳо дар шароити иқлимӣ ва барои таҳияи стратегияҳои самаранок барои ҳифзи растаниҳо ва рушди кишоварзӣ таҳқиқот анҷом диҳанд. Ин таҳқиқот ба рушди самтҳои нав дар кишоварзӣ ва муҳофизати муҳити зист кумак мерасонанд.

Таҳқиқоти мазкур ба таҳлили таъсири ивазшавии иқлим ба соҳаи ҳифзи растаниҳо бо истифода аз амсилаҳои математикӣ бахшида шудааст. Дар амсилаи концептуалии таҳияшуда, таъсири омилҳои иқлимӣ, аз ҷумла ҳарорат ва намноқӣ, ба динамикаи экосистемаҳои кишоварзӣ ва муҳофизати растаниҳо таҳлил мегардад. Амсила бо истифода аз муодилаҳои дифференсиалӣ равобита байни биомассаи манбаҳои беруна, растаниҳо ва ҳашароти зараррасонро тасвир мекунад.

КАЛИДВОЖАҲО: ивазшавии иқлим, экосистема, амсиласозии математикӣ, муҳофизати растаниҳо, ҳашароти зараррасон, соҳаи кишоварзӣ, стратегияҳои мутобиқшавӣ, амсиласозии компютерӣ, омилҳои иқлимӣ, таъсири экологӣ, ҳарорат, намноқӣ.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ: Гафоров Алишер Бобобекович, номзоди илмҳои физикаю математика, муаллими калони кафедраи амсиласозии математикӣ ва компютери Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. Тел.: (+992) 900-76-66-03; e-mail: alisher_gaforov@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ЗАДАЧИ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

Изучение воздействия изменения климата на экосистемы и сельское хозяйство, особенно на защиту растений, а также влияние климатических факторов на популяции насекомых и развитие растений, является ключевой задачей в области экологии, агрономии и математического моделирования. Динамическое и компьютерное моделирование позволяют ученым предсказать реакции экосистем в условиях изменения климата и разрабатывать эффективные стратегии для защиты растений и развития сельского хозяйства. Эти исследования способствуют развитию новых направлений в сельском хозяйстве и охране окружающей среды.

Данное исследование посвящено анализу воздействия изменения климата на сферу защиты растений с использованием математических моделей. Разработана концептуальная модель, анализирующая влияние климатических факторов, таких как температура и влажность, на динамику сельскохозяйственных экосистем и защиту растений. Модель использует дифференциальные уравнения для описания взаимосвязей между биомассой внешних источников, растениями и вредными насекомыми.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: изменение климата, экосистема, математическое моделирование, защита растений, вредные насекомые, сельское хозяйство, стратегии адаптации, компьютерное моделирование, климатические факторы, экологическое воздействие, температура, влажность.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ: Гафоров Алишер Бобобекович, кандидат физико-математических наук, ст. преподаватель кафедры математического и компьютерного моделирования Таджикского национального университета. Тел.: (+992) 900-76-66-03; e-mail: alisher_gaforov@mail.ru

ON THE MATHEMATICAL MODEL OF THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON PLANT PROTECTION ISSUES

The study of the impact of climate change on ecosystems and agriculture, particularly on plant protection, as well as the influence of climatic factors on insect populations and plant development, holds a key position in the fields of ecology, agronomy, and mathematical modeling. Dynamic and computer modeling enable researchers to predict ecosystem responses in climatic conditions and develop effective strategies for plant protection and agricultural development. These studies contribute to the development of new directions in agriculture and environmental protection.

This research is dedicated to analyzing the impact of climate change on plant protection using mathematical models. A conceptual model has been developed, analyzing the effect of climatic factors, such as temperature and humidity, on the dynamics of agricultural ecosystems and plant protection. The model uses differential equations to describe the relationships between the biomass of external sources, plants, and harmful insects.

KEYWORDS: climate change, ecosystem, mathematical modeling, plant protection, harmful insects, agriculture, adaptation strategies, computer modeling, climatic factors, ecological impact, temperature, humidity.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR: Gaforov Alisher Bobobekovich, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Senior Lecturer of the Department of Mathematical and Computer Modeling at Tajik National University. Phone: (+992) 900-76-66-03; e-mail: alisher_gaforov@mail.ru

ТАҲҚИҚИ НИШОНДИҲАНДАИ NPS БО ИСТИФОДА АЗ МУОДИЛАИ РЕГРЕССИЯ

Афзалшоҳи Сафархон
Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав

Иқтисоди математикӣ як соҳаи фаъолияти назариявӣ ва амалии илмӣ буда, ҳадафи он омӯзиш ва аз ҷиҳати математикӣ ба расмият даровардани объектҳо, равандро ва падидаҳои иқтисодӣ мебошад. Дар баробари содатарин усулҳои геометрӣ дар доираи иқтисоди математикӣ, асбобҳои ҳисобкунии интегралӣ ва дифференциалӣ, алгебраи матритсавӣ, барномасозии математикӣ ва дигар усулҳои ҳисоббарорӣ истифода бурда, муодилаҳои намуди гуногун тартиб дода ва ҳал карда мешаванд.

Усулҳои математикӣ ба иқтисодчиён имкон медиҳад, ки дар бораи бисёр падидаҳои мураккаб, ки тавсифи онҳо бе иштироки дастгоҳи риёзӣ душвор ба назар мерасад, фарзияҳои пурмазмун ва санҷидашаванда таҳия кунанд. Гузашта аз ин, хусусияти зиддиятноки баъзе падидаҳои иқтисодӣ омӯзиши онҳоро бе истифодаи математика имконнопазир мегардонад. Ҳоло қисми муҳими муносибатҳои назариявии иқтисодӣ дар амсилаҳои математикӣ инъикос ёфтааст.

Нишондиҳандаи NPS, ки бори аввал аз тарафи Фред Райхел, муаллифи китоби «Масъалаи аз ҳама асосӣ» таҳия шудааст, ченаки фаъолиятнокии мизочон махсуб ёфта, эҳтимолияти онро, ки мизочон такроран ягон маҳсулот харидорӣ мекунад ва ё ба дӯсти худ ширкати Шуморо тавсия медиҳанд, пешгӯӣ менамояд. Ин метод нахустин маротиба соли 2003 истифода бурда шуд. Нишондиҳандаи NetPromoter® Score метавонад аз минуси 100 (вақте ҳамаи мизочон мунаққидон мебошанд) то плюси 100 (вақте ҳамаи мизочон тарафдорон мебошанд) ташкил диҳад. NPS®, Net Promoter® ва Net Promoter® Score аломатҳои савдои бақайдгирифташудаи Satmetrix Systems, Inc., Bain & Company ва Fred Reichheld мебошанд.

Яке аз мафҳумҳои асосие, ки барои таҳлил ва пешгӯии равандроҳои иқтисодӣ истифода мешаванд, ин муодилаи регрессия мебошад. Муодилаи регрессия имконият медиҳад, ки аз рӯи додаҳои маълум, функсияе сохта шавад, ки барои дигар қиматҳо натиҷагирӣ ва пешгӯӣ карда шавад.

Бигузор ба мо чадвали ҷавобҳои мизочон барои соли 2021 дода шуда бошад (чадвали 1).

Чадвали 1

Моҳ	Мунаққидон (М)	Бетарафрон (В)	Тарафдорон (Т)	Нишондиҳандаи NPS
1	36	74	50	8,75
2	29	57	67	24,84

3	32	88	59	15,08
4	78	258	379	42,10
5	35	234	332	49,42
6	41	245	296	43,81
7	5	267	254	47,34
8	3	279	264	47,80
9	1	296	334	52,77
10	75	315	365	3,41
11	78	364	394	37,80
12	5	259	456	62,64

Нишондиҳандаи NPS бо формулаи зерин ҳисоб карда мешавад.

$$NPS = \frac{T - M}{M + B + T}.$$

Аз рӯйи қиматҳои ҷадвал муодилаи регрессияро месозем.

Дар ин ҷо мо регрессияи хатиро дида мебароем. Ин маънои онро дорад, ки оилаи функцияҳои, ки мо аз онҳо интиҳоб мекунем, маҷмуи хаттии функцияи f_i -и пешаки муайяншуда мебошад.

$$f_i = \sum_i w_i f_i.$$

Мақсади регрессия дарёфти коэффитсиентҳои ин комбинатсияи хатӣ ва ба ин васила муайян кардани функцияи регрессионии f_i (инчунин амсила номида мешавад), мебошад.

Барои сохтани муодилаи регрессия аз усули квадратҳои хурдтарин истифода мебарем.

Муодилаи регрессияи хатӣ намуди зеринро дорад:

$$y = ax + b$$

дар ин ҷо:

a, b – коэффитсиентҳои муодилаи регрессияи хатӣ;

x – моҳҳо;

y – нишондиҳандаи NPS мебошад.

Коэффитсиентҳои муодилаи регрессияи хатиро бо истифода аз усули квадратҳои хурдтарин бо формулаҳои зерин муайян мекунем:

$$\sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - y_i^*)^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - ax_i - b)^2 \rightarrow \min$$

Ҳосилаҳои хусусии функцияро ба сифр баробар мекунем:

$$\begin{cases} \frac{\partial G}{\partial a} = -2 \sum_{i=1}^n (y_i - bx_i - b) = 0 \\ \frac{\partial G}{\partial b} = -2 \sum_{i=1}^n (y_i - ax_i - b) x_i = 0 \end{cases}$$

Аз ин ҷо системаи муодилаҳои зеринро ҳосил мекунем:

$$\begin{cases} bn + a \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n y_i \\ b \sum_{i=1}^n x_i + a = \sum_{i=1}^n x_i^2 = \sum_{i=1}^n x_i y_i \end{cases}$$

Бо истифода аз ин формула системаи муодилаҳоро мувофиқан бо масъалаи таҳқиқшаванда месозем:

$$\begin{cases} 12b + a \sum_1^{12} x_i = \sum_1^{12} y_i \\ b \sum_1^{12} x_i + a = \sum_1^{12} x_i^2 = \sum_1^{12} x_i y_i \end{cases}$$

Ҷадвали ёрирасонро месозем.

Чадвали ёрирасон

<i>x</i>	<i>y</i>	<i>xу</i>	<i>X²</i>
1	8,75	8,75	1
2	24,84	49,68	4
3	15,08	45,24	9
4	42,10	168,4	16
5	49,42	247,1	25
6	43,81	262,86	36
7	47,34	331,38	49
8	47,80	382,4	64
9	52,77	474,93	81
10	3,41	34,1	100
11	37,80	415,8	121
12	62,64	751,68	144
Сумма	78	435,76	650

Аз натиҷаҳои чадвал истифода бурда системаи муодилаҳоро дар намуди зерин менависем:

$$\begin{cases} 12b + 78a = 435,76 \\ 78b + 650a = 3172,32 \end{cases}$$

Системаро бо усули Крамер ҳал намуда қиматҳои *a* ва *b* - ро меёбем:

$$\Delta = \begin{vmatrix} 12 & 78 \\ 78 & 650 \end{vmatrix} = 1716$$

$$\Delta a = \begin{vmatrix} 435,76 & 78 \\ 3172,32 & 650 \end{vmatrix} = 35803,04$$

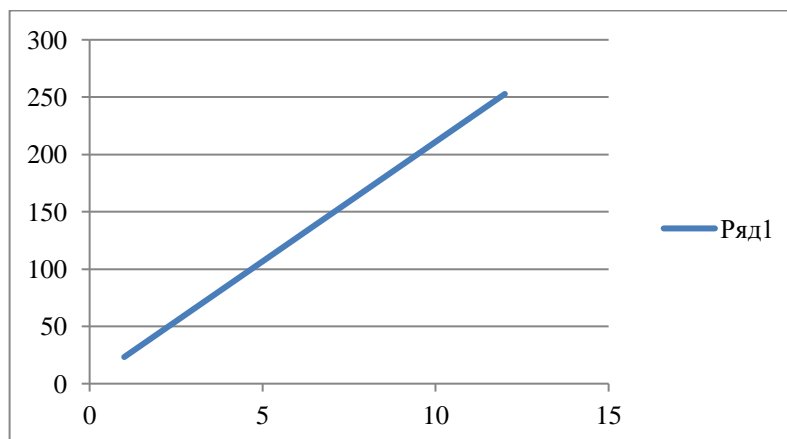
$$\Delta b = \begin{vmatrix} 12 & 435,76 \\ 78 & 3172,32 \end{vmatrix} = 4078,56$$

$$a = 20,86424 \quad b = 2,376783$$

Аз ин ҷо муодилаи регрессионӣ намуди зеринро дорад.

$$y = 20,86424x + 2,376783$$

Графики муодилаи регрессия намуди зеринро дорад.



Бо истифода аз ин муодилаи ҳосилшуда нишондиҳандаи NPS-ро барои вақти дилхоҳ муайян намудан мумкин аст.

АДАБИЁТ:

1. Афзалшохи, С. Амсилаи математикӣ ва компютери автоматикунони воситаҳои қарзӣ дар бонк / С. Афзалшохи // Паёми Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав. Силсилаи илмҳои табиӣ. – 2022. – №2-3(102). – С. 26-31. – EDN OBUEKT.
2. Юнуси М. Методы оптимизации / М. Юнуси, Р.Н. Одинаев. – Душанбе: Таджикский национальный университет, 2014.
3. Юнуси Ф.М. Об одном методе решения экономических задач сводящие к задачам линейного программирования. – Душанбе ТГНУ: Central Asia Journal of Information Technology. – САИТ. 2009. – Р. 140-142. (Совместно с Юнуси М.К).
4. Reichheld, F. The One Number You Need to Grow. Harvard Business Review, 2003.
5. Chamberlain, E. The Essentials of Linear Regression. Springer-Verlag, 2009.
6. Weitzman, E. Statistical Methods for Business and Economics. Wiley, 2017.
7. Bain & Company. The Net Promoter System. Bain & Company Insights, 2003.

ТАҲҚИҚИ НИШОНДИҲАНДАИ NPS БО ИСТИФОДА АЗ МУОДИЛАИ РЕГРЕССИЯ

Мақола ба таҳқиқи нишондиҳандаи Net Promoter Score (NPS) бо истифода аз муодилаи регрессияи хаттӣ (linear regression) бахшида шудааст. Нишондиҳандаи NPS як ченаки муҳимми қаноатмандии мизочон ва эҳтимолияти тавсия ва хариди такрорӣ маҳсулот аз тарафи онҳо аст. Мақола бо истифода аз маълумоти ҷавобҳои мизочон барои соли 2024, системаи муодилаҳои регрессияро таҳлил намуда, нишондиҳандаи NPS-ро барои ҳар моҳ ҳисоб мекунад. Муодилаи регрессияи хаттӣ дар асоси усули квадратҳои хурдтарин ба даст омадааст. Дар мақола нишон дода шудааст, ки бо ёрии муодилаи регрессия метавон NPS-ро барои вақтҳои оянда пешгӯӣ кард. Ин таҳқиқот барои таҳлили рақобатпазирии ширкатҳо ва стратегияи маркетингии онҳо муфид аст.

КАЛИДВОЖАҲО: нишондиҳандаи NPS, муодилаи регрессия, математикаи иқтисодӣ, ҳосил намудани функсия, квадратҳои хурдтарин, таҳлил ва пешгӯии маълумот, мизочон ва қаноатмандӣ, тарафдорон, мунаққидон

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ: Афзалшоҳи Сафархон, омӯзгори кафедраи технологияи иттилоотӣ ва методикаи таълими информатикаи Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав. Тел.: (+992) 931-80-90-00; e-mail: sobirov.afzalshoh@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ NPS С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УРАВНЕНИЯ РЕГРЕССИИ

Статья посвящена исследованию показателя Net Promoter Score (NPS) с использованием линейной регрессии. Показатель NPS является важным индикатором удовлетворенности клиентов и вероятности повторной покупки и рекомендаций продуктов со стороны клиентов. Статья анализирует данные откликов клиентов за 2021 год, строит регрессионную модель и вычисляет показатель NPS для каждого месяца. Линейная регрессионная модель была получена методом наименьших квадратов. В статье показано, что с помощью полученной модели можно предсказать показатель NPS на будущие периоды. Это исследование полезно для анализа конкурентоспособности компаний и их маркетинговых стратегий.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: показатель NPS, уравнение регрессии, экономическая математика, вывод функции, метод наименьших квадратов, анализ и прогнозирование данных, клиенты и удовлетворенность, сторонники и критики.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ: Афзалшоҳи Сафархон, преподаватель кафедры информационных технологий и методики преподавания информатики Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Тел.: (+992) 931-80-90-00; e-mail: sobirov.afzalshoh@mail.ru

STUDYING NPS PERFORMANCE USING REGRESSION EQUATION

The article is dedicated to the investigation of the Net Promoter Score (NPS) indicator using linear regression. The NPS is an important measure of customer satisfaction and the likelihood of repeat purchases and recommendations of products by customers. The article analyzes customer response data for 2021, constructs a regression model, and calculates the NPS for each month. The linear regression model was derived using the least squares method. The article demonstrates that with the obtained model, the NPS can be predicted for future periods. This research is valuable for analyzing the competitiveness of companies and their marketing strategies.

KEY WORDS: NPS score, regression equation, economic mathematics, function derivation, least squares method, data analysis and forecasting, customers and satisfaction, promoters and detractors.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR: Afzalshohi Safarkhon, Lecturer of the Department of Information Technology and Methods of Teaching Informatics at Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav. Phone: (+992) 931-80-90-00; e-mail: sobirov.afzalshoh@mail.ru

УДК 541.127:669.892.782

КИНЕТИКА ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ОКИСЛЕНИЯ АЛЮМИНИЕВОГО ПРОВОДНИКОВОГО СПЛАВА $AlZr_{0,1}$ С ЛИТИЕМ, В ТВЕРДОМ СОСТОЯНИИ

Наботов Ш.Д., Ганиев И.Н., Сафаров А.Г., Азимов Х.Х., Одинаев Ф.Р., Ботуров К., Кучакшоев Д.С.
Физико-технический институт имени С.У. Умарова Национальной академии наук Таджикистана

Введение

В современных материалах должны сочетаться высокие свойства и качества для обеспечения необходимых ресурсов и надёжности работы изделий авиационно-космической техники, машиностроения, атомной энергетики, радиотехники, электроники и т.д. В связи с этим особое значение приобретает производство и использование алюминия и его сплавов, обладающих высокой коррозионной стойкостью, механической прочностью и рядом других специфических свойств. В настоящее время алюминий и его сплавы используют практически во всех областях современной техники. Алюминий и ряд сплавов на его основе находят применение в электротехнике, благодаря хорошей электропроводности, коррозионной стойкости, небольшому удельному весу, и, что немаловажно, меньшей стоимостью, по сравнению с медью и ее проводниковыми сплавами [1].

В связи с этим для улучшения свойств, сплавы на основы алюминия, легируются добавкам, таких элементов, как медь, кремний, магний, цинк, марганец, цирконий. Цирконий считается одним из перспективным легирующим компонентом сплавов цветных металлов. Так, добавление 0,02-0,05% (по массе) циркония увеличивает предел прочности алюминия более чем в 3 раза и обеспечивает высокую стабильность свойств при нагреве до 300°C [2-3].

Вопрос об использовании циркония в качестве легирующего элемента лёгких сплавов давно привлекает внимание металловедов. Дополнительное легирование и модифицирование этого класса сплавов щелочными, щелочноземельными и редкоземельными металлами и изучение их взаимодействий с основой сплава позволяет создать на их основе новые материалы [4-5].

Целью работы является исследование кинетики высокотемпературного процесса окисления алюминиевого проводникового сплава $AlZr_{0,1}$ с литием, в твердом состоянии.

Материалы и методики исследования

Для получения тройных сплавов нами сплав $AlZr_{0,1}$ легировалось металлическим литием марки «чистый» в шахтном лабораторном печи типа СШОЛ при температуре 800-850°C. Содержание лития в исходном сплаве варьировалось в пределах 0,01-1 мас.%. Химический анализ полученных сплавов проводился в Центральной заводской лаборатории Таджикского алюминиевой компании ГУП «ТАЛКО».

Для проведения исследований была собрана установка, принцип работы которой описан ранее в работах [6-10]. Тигель с исследуемым металлом помещался в изотермической зоне печи. Температуру повышали со скоростью 2-3°C/мин. Перед разогревом печи катетометр настраивали на указатель пружины, записывали на шкале точки отсчета и в течение нагрева контролировали изменение массы образца. При достижении заданного режима записывали новую точку отсчета. Изменение массы образца фиксировали по растяжению пружины с помощью катетометра КМ-8. В опытах использовались тигли из оксида алюминия диаметром 18-20 мм, высотой 25-26 мм. Тигли перед опытом прокаливали при температуре 1273-1473 К в окислительной среде в течение 1,5 ч до достижения постоянной массы. Массу образца из исследуемого сплава параллельно контролировали до и после опыта на аналитических весах. В качестве прибора, регистрирующего температуру, использовали потенциометр ПП-63. По окончании опыта систему охлаждали, тигель с содержимым взвешивали и определяли реакционную поверхность. Погрешность эксперимента может быть рассчитана из исходной формулы константы скорости окисления

$$k = \frac{\Delta g}{s \cdot t},$$

где Δg – изменение массы металла; s – поверхность реагирования; t – время [9].

Вычисленная относительная ошибка эксперимента складывается из суммы относительных ошибок:

$$\frac{\Delta k}{k} = \left(\frac{\Delta g}{g}\right)^2 + \left(\frac{\Delta s}{s}\right)^2 + \frac{\Delta t}{t} = (2,71)^2 + (1,5)^2 + 0,027 = 9,62\%.$$

Температуру измеряли платина-платинородиевой термопарой, горячий спай которой находился на уровне поверхности образца. Точность измерения температуры принята равной ± 2 К. Ошибка измерений температуры составила 9,62%.

Результаты и обсуждение

Состав сплавов и результаты исследования представлены в таблицах 1-2 и на рисунках 1-6. Окисление сплава AlZr0,1 с литием в твердом состоянии проводили при температурах 723, 773 и 823 К. Кинетические кривые окисления сплавов представлены на рисунке 1. С повышением температуры наблюдается рост удельной массы образца (g/s) в зависимости от времени (t). В первые 15 минут наблюдается интенсивное протекание процесса окисления образцов, при котором зависимость g/s-t имеет прямолинейный характер. В дальнейшем, по мере формирования защитного оксидного слоя, состоящего преимущественно из оксида алюминия, причём с хорошими защитными способностями, процесс окисления затормаживается, и кривые приобретают параболический вид. После 30-40 минут не наблюдаются изменения удельной массы образцов. Скорость окисления для исходного сплава при температурах 723К, 773К, и 823К составляет, соответственно, $2,07 \cdot 10^{-4}$; $2,20 \cdot 10^{-4}$ и $2,50 \cdot 10^{-4}$ кг·м⁻²·сек. с кажущейся энергии активации 145,5 кДж/моль (таблица 1).

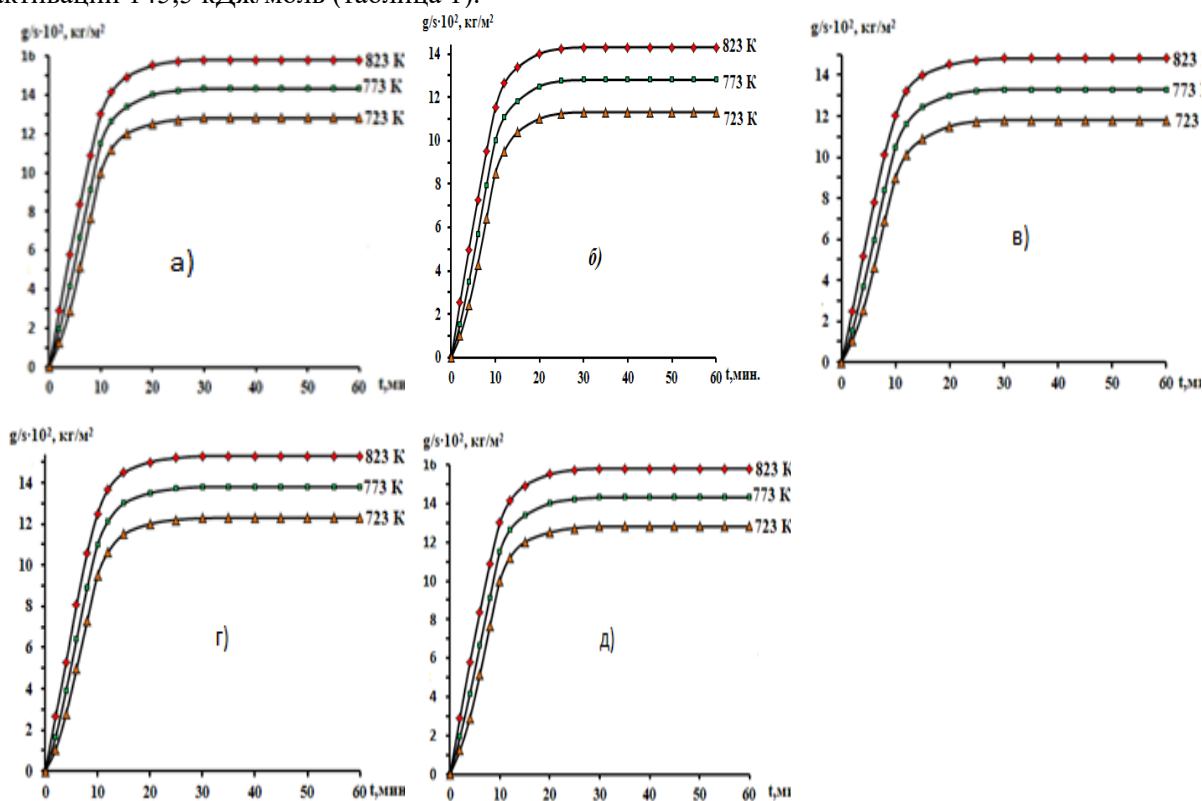


Рисунок 1. Кинетические кривые окисления алюминиевого сплава AlZr0,1 (а) с литием, мас. %: 0,01(б); 0,1(в); 0,5(г); 1,0(д).

Сплав с содержанием 0,01 мас.% лития подвергали окислению при температурах 723, 773 и 823К (рисунке 1б). Для данного сплава характерно более высокое значение истинной скорости окисления по сравнению с исходным сплавом. Величина истинной скорости окисления составляет $2,12 \cdot 10^{-4}$, $2,30 \cdot 10^{-4}$ и $2,61 \cdot 10^{-4}$ кг·м⁻²·сек⁻¹ при указанных температурах и кажущаяся энергии активации составляет 141,9 кДж/моль (таблица 1).

Кинетические кривые окисления, приведённые на рисунке 2в, показывают, что скорость окисления сплава, содержащего 0,1 мас.% литий с ростом температуры возрастает. Максимальная скорость процесса отмечена в начальный период. Скорость окисления, вычисленная по касательным проведённым от начала координат к исследуемым участкам кривых, увеличивается с $2,19 \cdot 10^{-4}$ кг·м⁻²·сек⁻¹ при 723К до $2,68 \cdot 10^{-4}$ кг·м⁻²·сек⁻¹ при 823К. Кажущаяся энергия активации при этом составляет 138,0 кДж/ моль.

Таблица 1

Кинетические параметры процесса окисления алюминиевого сплава AlZr0,1 с литием, в твердом состоянии

Содержание лития в сплаве, мас.%	Температура окисления, К	Истинная скорость окисления $K \cdot 10^4$, $\text{кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$	Кажущаяся энергия активации, кДж/моль
0,0	723	2,07	145,5
	773	2,20	
	823	2,50	
0,01	723	2,12	141,9
	773	2,30	
	823	2,61	
0,1	723	2,19	138,0
	773	2,39	
	823	2,68	
0,5	723	2,27	134,1
	773	2,44	
	823	2,75	
1,0	723	2,34	130,7
	773	2,52	
	823	2,82	

Кривые окисления, характеризующие изменение массы во времени для сплава с 0,5 мас.% литием, помещены на рисунке 1 г и имеют параболический вид. Истинная скорость окисления при температуре 723К, имеет величину $2,27 \cdot 10^{-4}$ $\text{кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{сек}^{-1}$, при температуре 773К; и при температуре 823 К возрастает до $2,75 \cdot 10^{-4}$ $\text{кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{сек}^{-1}$. Кажущаяся энергия активации при этом составляет 134,1 кДж/ моль. На рисунке 1д приведены кинетические кривые окисления, принадлежащие сплаву, содержащему 1,0 мас.% лития. Данный сплав подвергали окислению также при температурах 723, 773 и 823К. Образующаяся оксидная плёнка на поверхности расплава предотвращает окислению последнего к 10-20 минутам. Добавка лития к сплаву AlZr0,1 в количестве 1,0 мас.% также усиливает его окисляемость. Следовательно, уменьшается величина кажущейся энергии активации, которая для данного сплава составляет 130,7 кДж/моль, и показывает, что процесс окисления протекает с малыми энергетическими затратами (таблица 1).

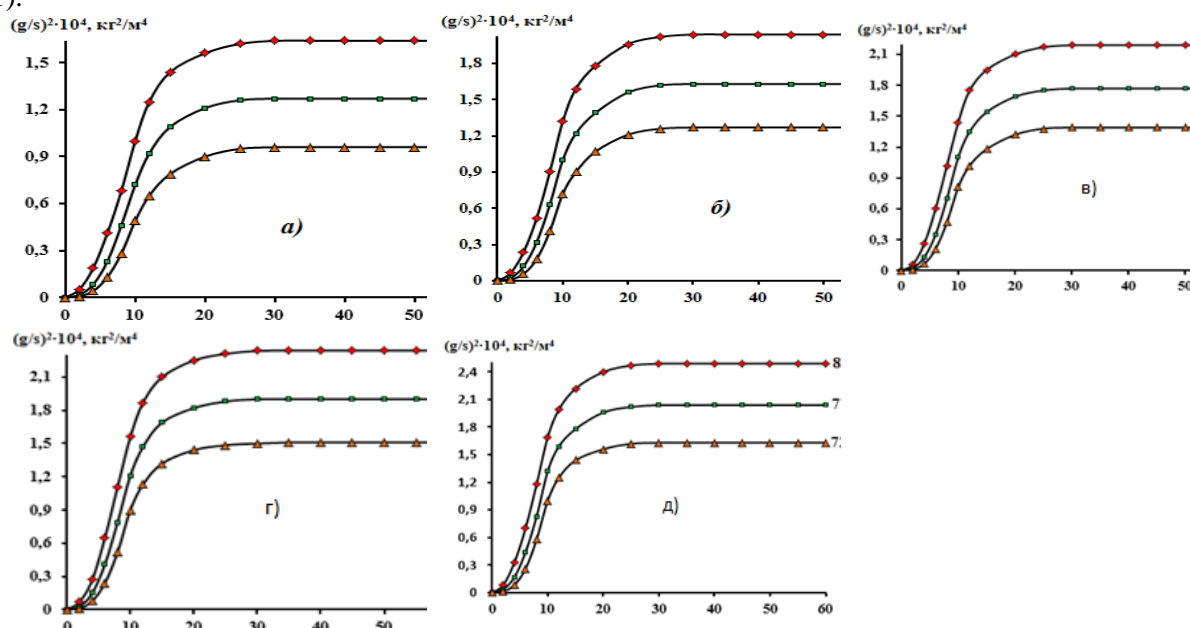


Рисунок 2. Квадратические кинетические кривые окисления алюминиевого сплава AlZr0.1 с литием, мас. %: 0,01(б); 0,1 (а); 0,01(б); 0,1(в); 0,5(г); 1,0(д).

На рисунке 2 представлены квадратичные кинетические кривые окисления сплавов содержащих 0,01÷1,0 мас.% лития в виде зависимости $(g/s)^2-t$, а результаты их математической обработки приведены в таблице 2. Судя по нелинейной зависимости $(g/s)^2-t$ (рис. 2) и данным

таблицы 2, следует, что характер окисления сплавов подчиняется гиперболической зависимости $y = kx^n$, где значение $n = 1 \div 4$.

Таблица 2

Результаты математической обработки квадратичных кинетических кривых окисления алюминиевого сплава AlZr0,1, легированного литием, в твердом состоянии

Содержание лития в сплаве, мас. %	Температура окисления, К	Полиномы квадратичных кинетических кривых окисления сплавов	Коэффициент регрессии R^2
0,0	723	$y = -0,6 \cdot 10^{-8} x^4 + 0,4 \cdot 10^{-3} x^3 - 2,58 \cdot 10^{-2} x^2 + 0,7798x$	0,978
	773	$y = -0,6 \cdot 10^{-2} x^4 + 0,5 \cdot 10^{-3} x^3 - 3 \cdot 10^{-2} x^2 + 1,1324x$	0,984
	823	$y = -0,6 \cdot 10^{-5} x^4 + 0,2 \cdot 10^{-3} x^3 - 5,7 \cdot 10^{-2} x^2 + 1,3507x$	0,994
0,01	723	$y = -0,6 \cdot 10^{-1} x^4 + 0,3 \cdot 10^{-3} x^3 - 3,34 \cdot 10^{-2} x^2 + 1,1636x$	0,976
	773	$y = -0,6 \cdot 10^{-3} x^4 + 0,6 \cdot 10^{-3} x^3 - 4,88 \cdot 10^{-2} x^2 + 1,2408x$	0,984
	823	$y = -0,6 \cdot 10^{-6} x^4 + 1,1 \cdot 10^{-3} x^3 - 6,76 \cdot 10^{-2} x^2 + 1,5587x$	0,993
0,1	723	$y = -0,6 \cdot 10^{-1} x^4 + 0,4 \cdot 10^{-3} x^3 - 3,72 \cdot 10^{-2} x^2 + 1,2414x$	0,974
	773	$y = -0,6 \cdot 10^{-4} x^4 + 0,7 \cdot 10^{-3} x^3 - 5,24 \cdot 10^{-2} x^2 + 1,3175x$	0,983
	823	$y = -0,6 \cdot 10^{-7} x^4 + 1,2 \cdot 10^{-3} x^3 - 7,26 \cdot 10^{-2} x^2 + 1,6535x$	0,992
0,5	723	$y = -0,6 \cdot 10^{-2} x^4 + 0,5 \cdot 10^{-3} x^3 - 4,11 \cdot 10^{-2} x^2 + 1,1196x$	0,975
	773	$y = -0,6 \cdot 10^{-4} x^4 + 0,8 \cdot 10^{-3} x^3 - 5,70 \cdot 10^{-2} x^2 + 1,4043x$	0,984
	823	$y = -0,6 \cdot 10^{-7} x^4 + 1,4 \cdot 10^{-3} x^3 - 7,61 \cdot 10^{-2} x^2 + 1,7247x$	0,993
1,0	723	$y = -0,6 \cdot 10^{-2} x^4 + 0,5 \cdot 10^{-3} x^3 - 4,3 \cdot 10^{-2} x^2 + 1,1854x$	0,976
	773	$y = -0,6 \cdot 10^{-5} x^4 + 0,2 \cdot 10^{-3} x^3 - 6,02 \cdot 10^{-2} x^2 + 1,4684x$	0,985
	823	$y = -0,6 \cdot 10^{-8} x^4 + 1,5 \cdot 10^{-3} x^3 - 8,01 \cdot 10^{-2} x^2 + 1,8024x$	0,994

Примечание: y^* - привес массы образцов ((g/s) кг²/м⁴); x^{**} - продолжительность времени окисления t(мин).

На рисунке 3 изображена логарифмическая зависимость $-\lg K - 1/T$ для сплава AlZr0,1, содержащего литий различной концентрации, которая имеет прямолинейный характер. Видно, что кривые, относящиеся к сплавам с литием, располагаются выше кривой для исходного сплава.

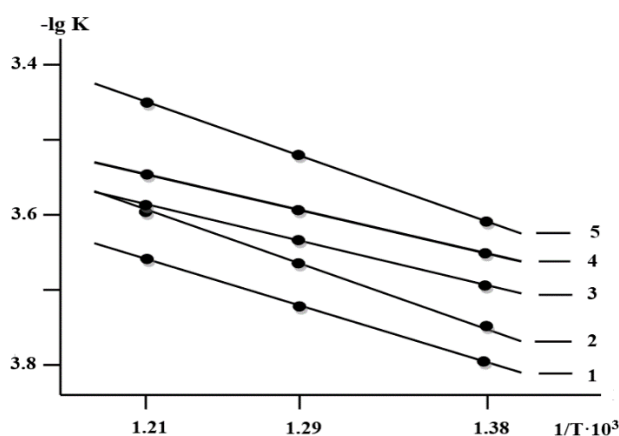


Рисунок 3. Зависимость $-\lg K$ от $1/T$ для алюминиевого сплава AlZr0,1 (1), модифицированного литием, мас. %: 0,01(2); 0,1(3); 0,5(4); 1,0(5).

Изохронны окисления сплавов, легированных литием, представлены на рисунке 4. Видно, что с увеличением концентрации лития скорость окисления растёт как при 10-минутной выдержке образцов в окислительной атмосфере (кривая 1), так и при 20-минутной выдержке (кривая 2). Эта закономерность более четко выражается при 873К, о чем также свидетельствует уменьшение величины кажущейся энергии активации с ростом концентрации лития.

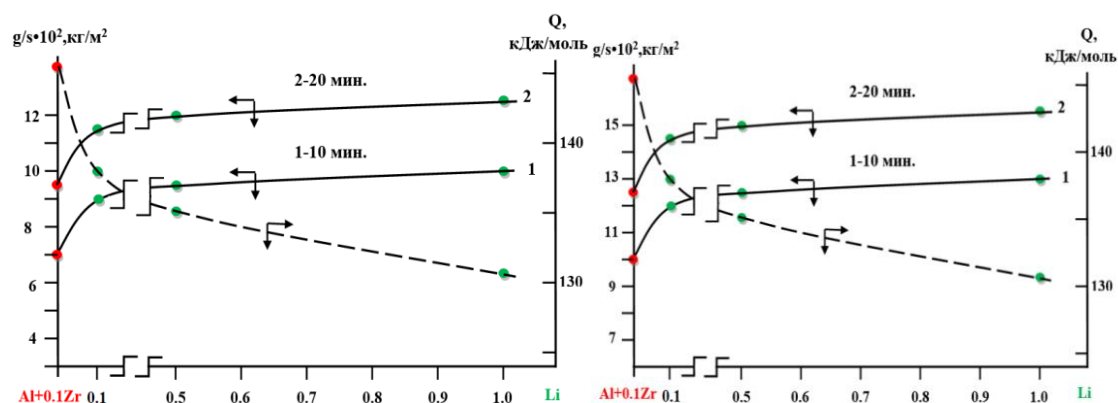


Рисунок 4. Изохроны окисления алюминиевого сплава AlZr0,1 с литием при 723 К(а) и 823 К(б).

Методом рентгенофазового анализа определялась фазовый состав продуктов окисления алюминиевого сплава AlZr0,1, легированного литием. На рисунке 5 в качестве примера приведены дифрактограммы продуктов окисления сплавов. Видно, что продукты окисления сплава AlZr0,1 с литием состоят из следующих оксидов: Al₂O₃, ZrO₂, Al_{21.333}O₃₂, Al₁₁O₁₇, LiAl₅O₈, Li₂O₂, (Li₂O)(Al₂O₃)₁₁(H₂O)_{1.5}

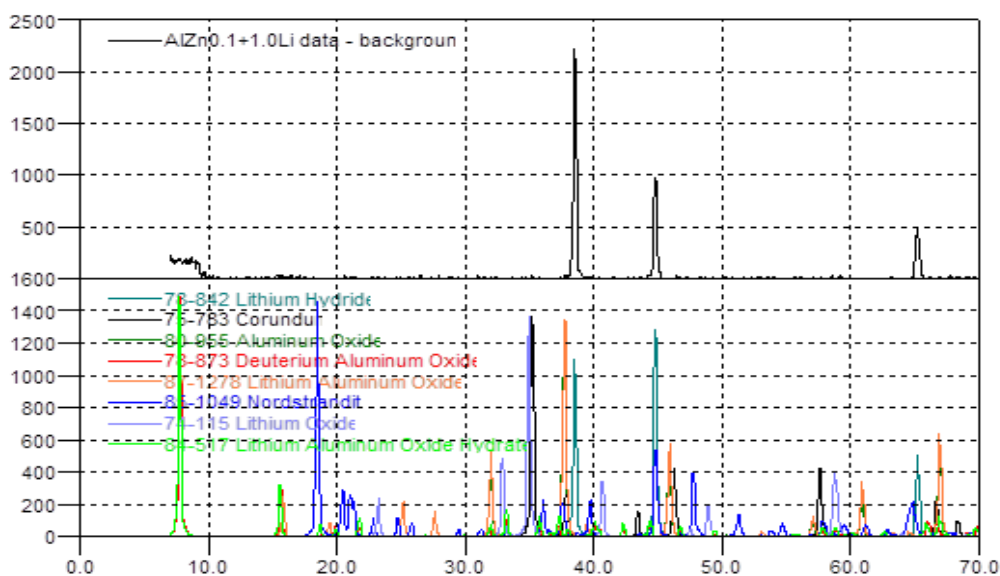


Рисунок 5. Дифрактограммы продуктов окисления алюминиевого сплава AlZr0,1, легированного 1мас.% литием

Выводы:

1. На основании термогравиметрических исследований кинетики окисления алюминиевого сплава AlZr0,1, легированного литием, в твердом состоянии установлено, что окисление сплавов подчиняется гиперболическому закону с истинной скоростью окисления порядка 10^{-4} кг·м⁻²·сек⁻¹.
2. Выявлено, что самые максимальные значения кажущейся энергии активации имеет исходный сплав AlZr0,1, а минимальные – относятся к сплаву, легированного 1,0 мас.% литием.
3. Методом РФА показано, что продуктами окисления сплавов являются: Al₂O₃, ZrO₂, Al_{21.333}O₃₂, Al₁₁O₁₇, LiAl₅O₈, Li₂O₂, (Li₂O)(Al₂O₃)₁₁(H₂O)_{1.5}.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Альтман М.Б. Металлургия литейных алюминиевых сплавов. – М.: Металлургия, 1977. – 240 с.
2. Москвитин В.И., Попов Д.А., Махов С.В. Термодинамические основы алюминотермического восстановления циркония из ZrO₂ в хлоридно-фторидных расплавах // Цветные металлы. – 2012. – №4. – С. 43-46.
3. Москвитин В.И., Махов С.В., Попов Д.А. Основы кинетики и технологии алюминотермического получения Al-Zr лигатуры из ZrO₂ в хлоридно-фторидных солевых расплавах // Цветные металлы. – 2014. – №11. – С. 20-25.

4. Баранов В.Н., Лопатина Е.С., Дроздова Т.Н. и др. Исследование влияния параметров литья на структуру сплавов системы Al-Zr // Литейное производство. – 2011. – №11. – С. 16-18.
5. Биркс Н., Майер Дж. Введение в высокотемпературное окисление металлов. – М.: Металлургия, 1987. – 184 с.
6. Раджабова Ш.Г., Иброхимов П.Р., Ганиев И.Н., Обидов З.Р. Кинетика окисления сплава Zn55Al с молибденом в твердом состоянии // Журнал физической химии. – 2023. Т. 97. – №2. – С. 237-240.
7. Ганиев И.Н., Олимов Н.С., Джабборов Б.Б., Ширинов М.Ч. / Кинетика окисления расплавов системы Ca-Ge кислородом воздуха // Расплавы. – 2023. – №2. – С. 156-166.
8. Содикова С.С., Ганиев И.Н., Саидзода Р.Х. / Кинетика окисления сплавов системы Zn-Pb // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна Серия 1: Естественные и технические науки. – 2022. – №3. – С. 108-113.
9. Шарипов Дж.Х., Хакимов И.Б., Ганиев И.Н., Обидов З.Р. / Окисление сплава Zn22Al, легированного таллием // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. – 2022. – №4. – С. 122-126.
10. Ганиев И.Н., Сафаров А.Г., Ботуров К., Одинаев Ф.Р., Алидодов Т.М. / Кинетика окисления алюминиевого сплава АЖ4,5 с висмутом в твёрдом состоянии // Вестник Педагогического университета. Естественные науки. – 2022. – №1(13). – С. 65-73.

КИНЕТИКА И ОКСИДНОГО ХАРОРАТБАЛАНДИ ХУЛАИ АЛЮМИНИЙ НОҚИЛҲОИ AlZr_{0,1} БО ЛИТИЙ, ДАР ҲОЛАТИ САХТ

Таъсири мутақобилаи ҳулаи ноқилкунандаи алюминий AlZr_{0,1} бо литий дар ҳолати сахт дар ҳарорати 723, 773 ва 823К бо усули термогравиметрӣ омӯхта шуд. Муқаррар карда шудааст, ки процесси оксидшавии алюминий AlZr_{0,1} дар ҳолати сахт дар баробари баланд шудани ҳарорат ва таркиби литий меафзояд, дар айни замон арзиши энергияи фаъоли фаъол кам мешавад; Суръати оксидшавии ҳулаҳо дар ҳарорати омӯхташуда ба 10⁻⁴ кг·м⁻² баробар аст. сония-1. Раванди оксидшавӣ ба муодилаи гипербола итоат мекунад. Маҳсулоти оксидшавии ҳулаҳо оксидҳои ягона ва оксидҳои навъи шпинел мебошанд.

КАЛИДВОЖАҲО: ҳулаи алюминий AlZr_{0,1}, литий, усули термогравиметрӣ, кинетикаи оксидшавӣ, суръати оксидшавӣ, энергияи намоёни фаъолсозӣ.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Наботов Шорамазон Давлатбекович, унвонҷӯи Пажӯҳишгоҳи физикаю техники ба номи С.У. Умарови АМИ Тоҷикистон.

Ганиев Изатулло Наврузович, академики АМИ Тоҷикистон, доктори илмҳои химия, профессор, мудири озмоишгоҳи ашёҳои ба зангзании лабораторӣ тобовари Пажӯҳишгоҳи химияи ба номи Никитин АМИ Тоҷикистон. E-mail: ganievizatullo48@gmail.com

Сафаров Амиршо Ғоибович, доктори илмҳои техникӣ, ходими пешбари илмии Пажӯҳишгоҳи физикаю техники ба номи С.У. Умарови АМИ Тоҷикистон. E-mail: amirsho71@mail.ru

Азимов Холикназар Хакимович, номзади илмҳои техникӣ, докторанти Пажӯҳишгоҳи физикаю техники ба номи С.У. Умарови АМИ Тоҷикистон.

Одинаев Фатхулло Раҳматович, номзади илмҳои техникӣ, ходими пешбари илмии Пажӯҳишгоҳи физикаю техники ба номи С.У. Умарови АМИ Тоҷикистон.

Ботуров Қодир, номзади илмҳои физикаю математика, ходими пешбари илмии Пажӯҳишгоҳи физикаю техники ба номи С.У. Умарови АМИ Тоҷикистон. E-mail: boturov.kodir@mail.ru

Кучакшоев Давлатназар Соҳибназарович, сарҳодими илмии Пажӯҳишгоҳи физикаю техники ба номи С.У. Умарови АМИ Тоҷикистон. E-mail: k.davlat@mail.ru

КИНЕТИКА ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ОКИСЛЕНИЯ АЛЮМИНИЕВОГО ПРОВОДНИКОВОГО СПЛАВА AlZr_{0,1} С ЛИТИЕМ, В ТВЕРДОМ СОСТОЯНИИ

Термогравиметрическим методом исследовано взаимодействие алюминиевого проводникового сплава AlZr_{0,1} с литием в твердом состоянии при температурах 723, 773 и 823К. Установлено, что процесс окисления алюминиевого сплава AlZr_{0,1} в твердом состоянии с повышением температуры и содержания лития растёт, а значение эффективной энергии активации уменьшается; скорость окисления сплавов при исследованных температурах имеют порядок 10⁻⁴ кг·м⁻²·сек⁻¹. Процесс окисления подчиняется уравнению гиперболы. Продуктами окисления сплавов являются одинарные оксиды и оксиды типа шпинелей.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: алюминиевый сплав AlZr_{0,1}, литий, термогравиметрический метод, кинетика окисления, скорость окисления, кажущаяся энергия активации.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Наботов Шорамазон Давлатбекович, соискатель Физико-технического института имени С.У. Умарова НАН Таджикистана.

Ганиев Изатулло Наврузович, академик НАН Таджикистана, доктор химических наук, профессор, зав. лабораторией коррозионностойкие материалы Института химии имени В.И. Никитина НАН Таджикистана. E-mail: ganievizatullo48@gmail.com

Сафаров Амиршо Ғоибович, доктор технических наук, ведущий научный сотрудник Физико-технического института имени С.У. Умарова НАН Таджикистана. E-mail: amirsho71@mail.ru

Азимов Холиқназар Хақимович, кандидат технических наук, докторант Института химии имени В.И. Никитина НАН Таджикистана.

Одинаев Фатхулло Рахматович, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник Физико-технического института имени С.У. Умарова НАН Таджикистана.

Ботуров Кодир, кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Физико-технического института имени С.У. Умарова НАН Таджикистана. E-mail: boturov.kodir@mail.ru

Кучакшоев Давлатназар Соҳибназарович, ст. научный сотрудник Физико-технического института имени С.У. Умарова НАН Таджикистана. E-mail: k.davlat@mail.ru

KINETICS OF HIGH-TEMPERATURE OXIDATION OF ALUMINUM CONDUCTOR ALLOY AlZr_{0.1} WITH LITHIUM IN THE SOLID STATE

The interaction of aluminum conductive alloy AlZr_{0.1} with lithium in the solid state at temperatures of 723, 773 and 823K was studied using the thermogravimetric method. It was found that the oxidation process of aluminum alloy AlZr_{0.1} in the solid state increases with increasing temperature and lithium content, while the value of the effective activation energy decreases; the oxidation rate of the alloys at the temperatures studied is of the order of 10⁻⁴ kg·m⁻²·sec⁻¹. The oxidation process obeys the hyperbola equation. The oxidation products of the alloys are single oxides and spinel-type oxides.

KEY WORDS: aluminum alloy AlZr_{0.1}, lithium, thermogravimetric method, oxidation kinetics, oxidation rate, apparent activation energy.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Nabotov Shoramazon Davlatbekovich, Applicant of the Physico-Technical Institute named after S.U. Umarov at National Academy of Sciences of Tajikistan.

Ganiev Izatullo Navruzovich., Academician of the National Academy of Sciences of Tajikistan, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Head of the laboratory of Corrosion-resistant materials of the Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin at National Academy of Sciences of Tajikistan. E-mail: ganievizatullo48@gmail.com

Safarov Amirsho Goibovich, Doctor of Technical Sciences, Leading Researcher of the Physico-Technical Institute named after S.U. Umarov at National Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan. E-mail: amirsho71@mail.ru

Azimov Kholiqnazar Hakimovich, Candidate of Technical Sciences, Doctoral student of the Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin at National Academy of Sciences of Tajikistan.

Odinaev Fathullo Rahmatovich, Candidate of Technical Sciences, Leading researcher at the Physico-Technical Institute named after S.U. Umarov at National Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan.

Boturov Qodir, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Leading researcher of the Physico-Technical Institute named after S.U. Umarov at National Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan. E-mail: boturov.kodir@mail.ru

Kuchakshoev Davlatnazar Sohibnazarovichm, Senior researcher of the Physico-Technical Institute named after S.U. Umarov at National Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan. E-mail: k.davlat@mail.ru

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДА НАСОСНОГО АГРЕГАТА С НЕЙРОННЫМ РЕГУЛЯТОРОМ РАБОТАЮЩЕГО НА РАСПРЕДЕЛЁННУЮ МАГИСТРАЛЬ

Кахоров Р.А., Исозода Д.Т., Носиров И.С.
Институт энергетики Таджикистана

Система управления НА с учетом упругости магистрального трубопровода характеризуется нелинейными зависимостями, сложными для моделирования динамических свойств, наличием неустановившихся процессов в магистральном трубопроводе, вызванные изменениями гидравлического режима подачи воды, препятствующих реализации традиционных методов управления [2]. В существующих системах управления электроприводов НА используются классические методы настройки. Известны случаи, когда неожиданно происходит быстрое изменение расхода воды в сети (резкое изменение гидравлического сопротивления магистральной сети) или быстрое закрытие и открытие задвижек, в результате эти случаев приводят к значительному колебанию давления и гидравлических ударов в трубопроводе. Классические системы регулирования давления не могут устранить колебательные процессы в полной мере, так как при увеличении быстродействия увеличивается их перерегулирование. Поэтому более эффективной является разработка систем управления на основе нейросетевого управления. Синтез нейросетевой системы управления производится с помощью пакета прикладных программ Neural Network Toolbox системы MATLAB. Далее,

приводится краткая характеристика пакета и порядок синтеза нейроконтроллера, а так же результаты моделирования нейросетевой системы управления НА.

Как показали исследования, для решения поставленной задачи наиболее эффективным является NN Predictive Controller. Регулятор использует модель нелинейного управляемого объекта в виде нейронной сети для того, чтобы предсказывать его будущее поведение. Кроме того, регулятор вычисляет сигнал управления, который оптимизирует поведение объекта на заданном интервале времени. Следовательно, проектирование нейросетевого контроллера состоит из двух этапов: этап идентификации управляемого объекта и этапа синтеза закона управления. На этапе идентификации разрабатывается модель управляемого объекта в виде нейронной сети, которая на этапе синтеза используется для синтеза регулятора [1; 3; 6].

Для повышения качество регулирования давления НА с учетом динамики магистрального трубопровода используется нейрорегулятор с предсказанием. На рис. 1 показана модель нейросетевой системы управления НА, разработанная в среде Simulink. Модель включает в себе блок регулятора NN Prediction Controller, блок управляемого объекта (электропривод и насос), а также блок ступенчатого сигнала и блок построения графиков. Упрощенная схема модели объекта управления представлена на рис. 3.

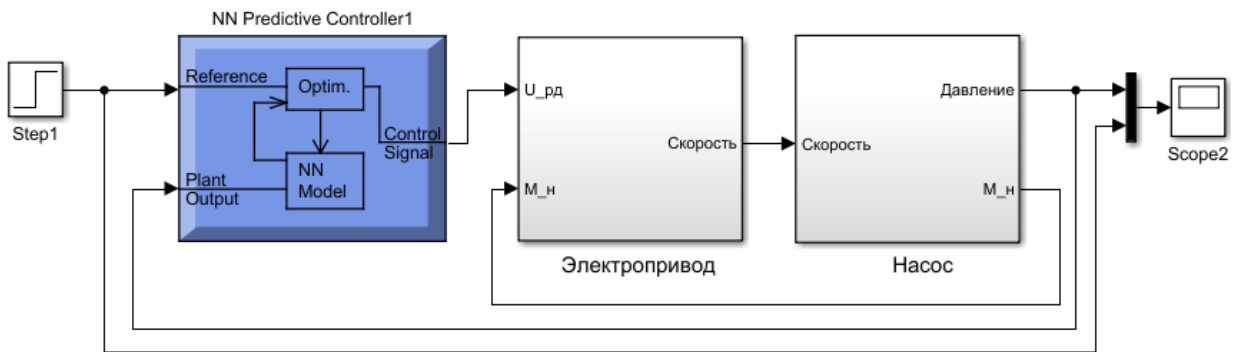


Рис. 1. Модель нейросетевой системы управления НА.

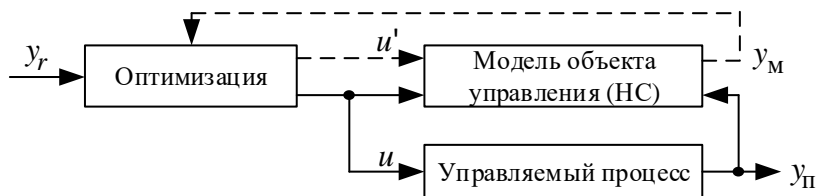


Рис. 2. Процесс управления с предсказанием.

Нейрорегулятор состоит из нейросетевой модели управляемого процесса, имеющий два слоя нейронов с использованием линии задержки и блока оптимизации, который показано на рис. 2. Блок оптимизации определяет значения пробных управляющих сигналов u' , которые минимизируют критерий качества управления, а соответствующий управляющий сигнал u управляет процессом [1; 3; 7].

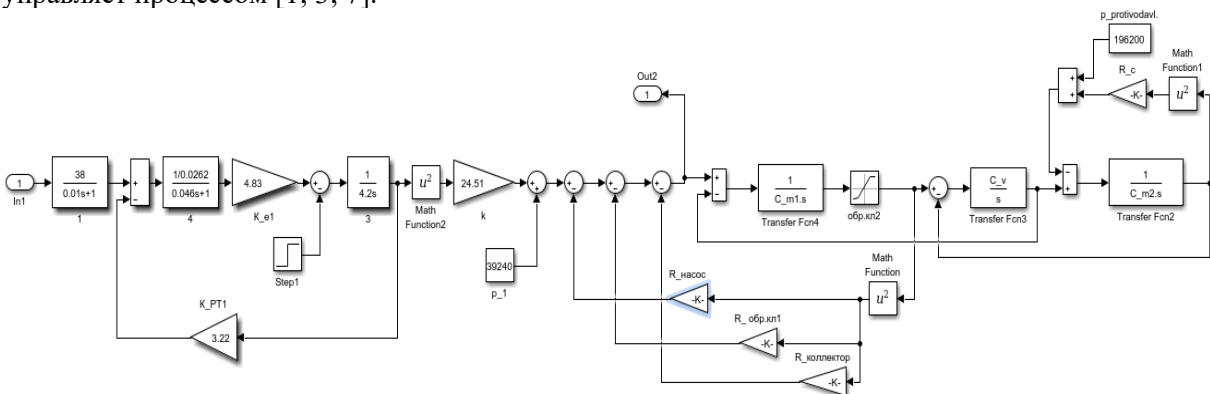


Рис. 3. Упрощенная схема модели насосного агрегата.

Предсказания используются программой численной оптимизации для того, чтобы вычислить управляющий сигнал, который минимизирует следующий критерий качества управления:

$$J = \sum_{j=N_1}^{N_2} (y_r(t+j) - y_m(t+j))^2 + \rho \sum_{j=1}^{N_u} (u'(t+j-1) - u'(t+j-2))^2,$$

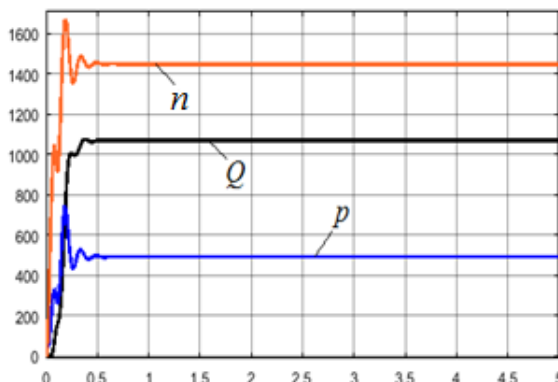
где константы N_1, N_2 и N_u задают пределы, внутри которых вычисляются ошибка слежения и величина управляющего сигнала. Переменная u' описывает пробный управляющий сигнал, y_r – желаемая реакция, y_m – истинная реакция модели объекта управления. Величина ρ – весовой коэффициент, характеризующий вклад, который вносит управление в критерий качества.

Для установления оптимальных параметров нейрорегулятора с предсказанием была рассмотрена несколько вариантов синтеза, определены параметров, влияющих на работу регулятора. В результате проведенных исследований были установлены оптимальные параметры нейрорегулятора, которые соответствуют вариантам, $a - в$, приведенные в таблице 1. Из представленных в таблице 1 данных можно заключить, что вариант $в$ показатели качества синтезируемого регулятора обеспечивает лучшее качество переходного процесса.

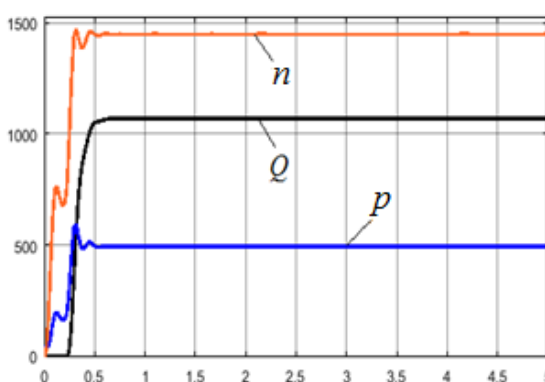
Таблица 1

Параметры нейросетевого регулятора

№	Параметры нейрорегулятора (NN Prediction Controller)	Обозначение	Варианты		
			a	$б$	$в$
1	Size of Hidden Layer	N	2	3	5
2	Sampling Interval	Δt	0,1	0,1	0,1
3	No. Delayed Plant Inputs	N_i	2	2	2
4	No. Delayed Plant Outputs	N_j	2	2	2
5	Training Epochs	-	200	200	200
6	Training samples	N_B	800	1200	1000
7	Maximum Plant Input	φ_{max}	10	10	10
8	Minimum Plant Input	φ_{min}	0	0	0
9	Maximum Interval Value	t_{max}	20	5	10
10	Minimum Interval Value	t_{min}	5	0,5	1
11	Cost Horizon	N_2	8	20	10
12	Control Horizon	N_u	6	5	3
13	Control Weighting Factor	ρ	0,05	0,05	0,05
14	Search parameter	α	0,001	0,001	0,001
15	Iterations Per Sample Time	t	2	2	2



а)



б)

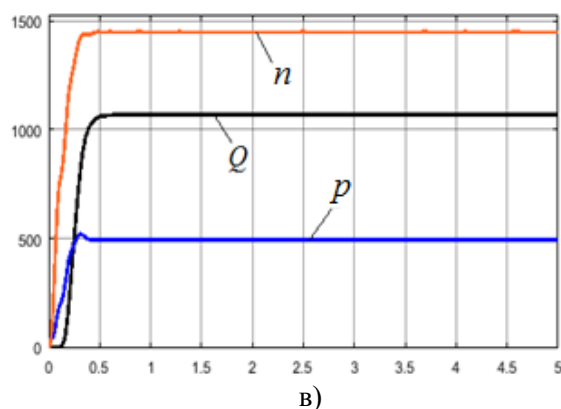


Рисунок 4. Графики подачи, давления и скорости вращения насосного агрегата при быстрых изменениях возмущающего воздействия без учета динамики трубопровода.

Графики переходных процессов системы управления насосного агрегата при быстрых изменениях возмущающего воздействия без учета динамики трубопровода представлены на рисунке 4 а, б, в, которые соответствуют вариантами а, б, в таблицы 1. Как видно из графиков, вариант имеет высокую динамическую характеристику.

Для исследования динамических процессов использовалась модель трубопровода в виде передаточной функции описывающая изменение давления в конкретной точке трубопровода [2; 5].

$$W(s) = \frac{1 + \frac{\left(\frac{x}{c} \sqrt{(s+2a)s}\right)^2}{2!}}{\frac{\left(\frac{l}{c} \sqrt{(s+2a)s}\right)^2}{2!}} = \frac{\frac{1}{2} \left(\frac{x}{c}\right)^2 s^2 + \frac{1}{2} \left(\frac{x}{c}\right)^2 2as + 1}{\frac{1}{2} \left(\frac{l}{c}\right)^2 s^2 + \frac{1}{2} \left(\frac{l}{c}\right)^2 2as + 1}.$$

Графики переходных процессов системы управления по давлению насосного агрегата с нейрорегулятором и ПИ регулятором при быстрых изменениях возмущающего воздействия с учетом распределённой магистрали представлены на рисунке 5.

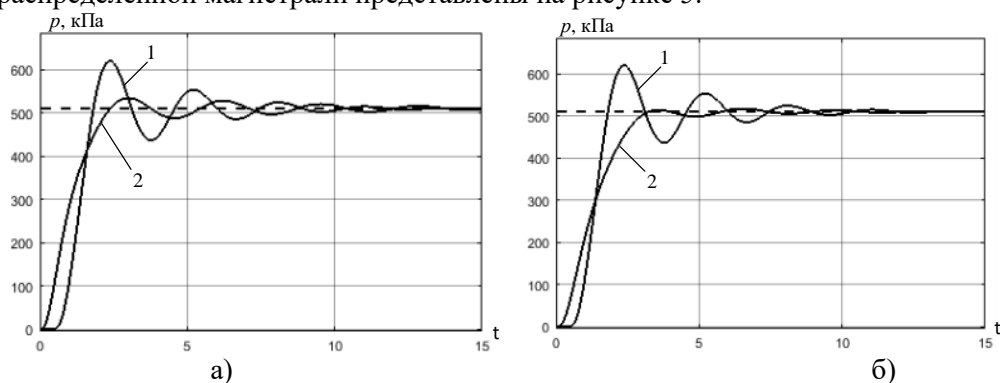


Рис. 8. Графики переходных процессов: 1 – с ПИ-регулятором; 2 - с нейрорегулятором.

Таким образом, варьируя параметрами настройки регулятора (функции обучения нейронной сети, размера слоя и т.д.), можно подобрать наиболее оптимальных варианты параметров для системы управления, что приведет к наиболее качественному управлению системы.

Из результатов исследования можно заключить, что для достижения требуемого качества управления НА с учетом распределенной магистрали применение нейрорегулятора является целесообразным.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Белов, М.П. Компьютерные технологии в задачах синтеза и исследования автоматизированных электромеханических комплексов / М.П. Белов. – СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2010. – 158 с.

2. Белов, М.П., Тигист, Т.Т., Коточигов, А.М., Мядзель, В.Н. Метод расчета переходных процессов в магистральных трубопроводах с учетом затухания / М.П. Белов, Т.Т. Тигист, А.М. Коточигов, В.Н. Мядзель // Современные технологии, материалы, машины и оборудование: Материалы международной конференции по проблемам управления в технических системах, 2019. Т. 1. – С. 216-219.
3. Медведев В. С., Потемкин В. Г. Нейронные сети. MATLAB 6 / Под общ. ред. В. Г. Потемкина. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2001. – 630 с.
4. Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в Matlab, SimPowerSystems и Simulink – М.: ДМК Пресс; СПб.: Питер, 2008. – 288 с.
5. Чарный, И.А. Неустойчившееся движение реальной жидкости в трубах / И.А. Чарный. Изд.2, перераб. и доп. – М.: Недра, 1975. – 296 с.
6. Cus F. and Balic J., Optimization of cutting process by GA approach. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 2003. – №13. – Pp. 113-121.
7. Shin Y.C. and Joo Y.S. Optimization of Machining Conditions with Practical Constraints // International Journal of Production Research. – 1992. Vol. 30. – No.12. – Pp. 2907-2919.

КОРКАРД ВА ТАҲҚИҚОТИ ҲАРАКАТОВАРИ БАРҚИИ АГРЕГАТИ НАСОСӢ БО ТАНЗИМКОРИ НЕЙРОНИИ ДАР МАГИСТРАЛИ ТАҚСИМШУДА КОРКУНАНДА

Дар мақола таҳлили норасоии танзимкори анъанавӣ хангоми идоракунии ҳаракатовари барқии агрегати насосӣ оварда шудааст. Дар асоси тасвири математикӣ амсилаи системаи идоракунандаи ҳаракатовари барқии агрегати насосӣ ва кубури магистралӣ бо танзимкори нейронӣ тартиб ва таҳқиқот гузаронида шудааст. Натиҷаҳои таҳқиқоти ҳаракатовари барқии агрегати насосӣ, ки дар магистрали тақсимшуда қор мекунад, оварда шудааст.

КАЛИДВОЖАҲО: истгоҳҳои насосӣ, системаҳои ҳаракатоварҳои барқӣ, системаи идоракунанда, агрегати насосҳо, танзимкори нейронӣ бо пешгӯикунӣ.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Қаҳоров Рустам Асалиевич, номзади илмҳои техникӣ, саромӯзгори кафедраи автоматонии ҳаракатоварҳои барқии Донишқадаи энергетикӣи Тоҷикистон. Тел.: (+992) 906-55-22-26; e-mail: rustam-kahorov-2226@mail.ru

Исозода Диловар Тарик, доктори илмҳои техникӣ, профессори кафедраи илмҳои табиӣ-риёзии Донишқадаи энергетикӣи Тоҷикистон. Тел.: (+992) 93-564-64-07; e-mail: isoev-d@mail.ru

Носиров Исмоил Сафарович, номзади илмҳои техникӣ, саромӯзгори кафедраи химояи релей ва автоматикаи Донишқадаи энергетикӣи Тоҷикистон. Тел.: (+992) 902-20-24-51; e-mail: nosirov6@mail.ru

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДА НАСОСНОГО АГРЕГАТА С НЕЙРОННЫМ РЕГУЛЯТОРОМ РАБОТАЮЩЕГО НА РАСПРЕДЕЛЁННУЮ МАГИСТРАЛЬ

В статье дан анализ недостатков традиционных регуляторов при управлении электроприводом насосного агрегата (НА). На основе математического описания составлено и исследовано модель системы управления электропривода насосного агрегата и магистрального трубопровода с нейронным регулятором. Представлены результаты исследования электропривода насосного агрегата, работающего на распределённую магистраль.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА насосные станции, электроприводные системы, системы управления насосных агрегатов, нейрорегулятор с предсказанием.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Қаҳоров Рустам Асалиевич, кандидат технических наук, ст. преподаватель кафедры автоматизированные электроприводы Института энергетики Таджикистана. Тел.: (+992) 906-55-22-26; e-mail: rustam-kahorov-2226@mail.ru

Исозода Диловар Тарик, доктор технических наук, профессор кафедры естественных и математических наук Института энергетики Таджикистана. Тел.: (+992) 93-564-64-07; e-mail: isoev-d@mail.ru

Носиров Исмоил Сафарович, кандидат технических наук, ст. преподаватель кафедры релейной защиты и автоматика Института энергетики Таджикистана. Тел.: (+992) 902-20-24-51; e-mail: nosirov6@mail.ru

DEVELOPMENT AND RESEARCH OF AN ELECTRIC DRIVE PUMPING UNIT WITH A NEURAL REGULATOR OPERATING ON A DISTRIBUTED BACKGROUND

The report provides an analysis of the disadvantages of traditional regulators when controlling an electric drive of a pump unit. On the basis of a mathematical description, a model of a control system for an electric drive of a pumping unit and a main pipeline with a neural controller has been compiled and investigated. The results of the study of the electric drive of a pumping unit operating on a distributed highway are presented.

KEY WORDS: pumping stations, electric drive systems, pumping unit control systems, predictive neuroregulator.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Qahorov Rustam Asalievich, Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer of the Department of Automated Electric Drives at Energy Institute of Tajikistan. Phone: (+992) 906-55-22-26; e-mail: rustam-kahorov-2226@mail.ru

Isozoda Dilovar Tariq, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Natural and Mathematical Sciences at Energy Institute of Tajikistan. Phone: (+992) 93-564-64-07; e-mail: isoev-d@mail.ru

Nosirov Ismoil Safarovich, Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer of the Department of Relay Protection and Automation at Energy Institute of Tajikistan. Phone: (+992) 902-20-24-51; e-mail: nosirov6@mail.ru

УДК 551.574.42

ТАҒЙИРЁБИИ ХУСУСИЯТҲОИ РАДИАТСИОНИИ АТМОСФЕРА ҲАНГОМИ ВОРИДОТИ ЧАНГУ ҒУБОР ДАР ШАҲРИ ДУШАНБЕ

Ваҳобов Р.Р., Абдуллозода С.Ф.

Институти физикаю техникаи ба номи С.У. Умарови Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон

Муқаддима

Асосгузори сулҳу ваҳдати миллӣ - Пешвои миллат, Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон муҳтарам Эмомалӣ Раҳмон дар Паёми худ қайд намуданд, ки «Ба Академияи илмҳо зарур аст, ки дар ҳамкорӣ бо олимони кишварҳои дигар дар самти пайомадҳои тағйирёбии иқлим таҳқиқоти омӯзиш гузаронида, дастовардҳои кишварро дар ин самт ҳамачониба муаррифӣ намояд» [1].

Ба тағйирёбии иқлим чор омил таъсири назаррас мерасонад:

1. Газҳои гулхонаӣ;
2. Тағйирёбии радиатсияи мустақими Офтоб;
3. Тағйирёбии қобиляти инъикоси сатҳи Замин (албеда);
4. Мавҷудияти аэрозол дар атмосфера.

Ин омилҳои тағйирёбии иқлим ҳанӯз аз давраи охири солҳои 80-уми асри ХХ дар лабораторияи физикаи атмосфера мавриди омӯзиш қарор гирифта буданд.

Ҳанӯз соли 1827 аз тарафи олими фаронсавӣ Жозеф Фуре эффекти гулхонаиро соҳиб будани атмосфера кашф гардида буд. Атмосфера аз 78% нитроген, 21% оксиген, 0,9% аргон, ки онҳо қариб доимӣ ҳастанд ва 0,1% газҳои дигари тағйирёбанда иборат аст. Ба ин 0,1% газҳои тағйирёбанда гази карбонат, озон, буғи об, метан ва ғайраҳо шомил мебошанд, ки онҳо хусусияти гармхонаӣ доранд.

Ҳангоми ба замин афтодани нурҳои Офтоб сатҳи Замин гарм мешавад ва энергияи гармие, ки аз Замин мебарояд дар атмосфера аз тарафи ҳамин 0,1% газҳои гулхонаӣ фуру бурда мешавад, дар навбати худ гармӣ ба ҳаво дода шуда, ин боиси гармшавии иқлим мегардад. Агар Замин атмосфера намедошт ин энергияи гармӣ ба кайҳон мерафт ва сатҳи Замин то -18 дараҷа хунук мебуд ва дар Замин ҳаёт мисле, ки ҳозир зебо аст, вучуд намедошт. Яъне, атмосфера барои замин он нақшо иҷро мекунад, ки пленка дар гармхона иҷро менамояд. Дар охири солҳои 80-уми асри гузашта ҳарорати миёнаи солони атмосфера аз давраи инқилоби индустриалӣ камтар зиёд гардид, ки он ба гармшавии иқлим оварда расонд. Тағйирёбии иқлим дар баъзе минтақаҳо гармӣ ва дар дигар минтақаҳо хунокиро ба вучуд овард. Дар арсаи байналмилалӣ олимони ҳанӯз аз охири солҳои 80-уми асри гузашта ин даҳшати асрро арзёбӣ карда буданд.

Дар Киото (Япония) 11 декабри соли 1997 протоколи Конвенсияи қолабии СММ оид ба тағйирёбии иқлим қабул гардид ва он 16 феввали соли 2005 ҳукми қонунро қабул намуда, онро 190 кишвари олам ба имзо расониданд. Дар ин протокол оид ба квотаҳо сухан мерафт. Тибқи муқаррароти он ҳар як давлат метавонад фақат то 20 млн. тонна партовҳои газҳои гулхонаиро дар як сол ба атмосфера интиқол диҳад. Давлате, ки аз ин миқдор зиёд ба атмосфера партовҳои газҳои гулхонаиро мепартояд, аз давлатҳое, ки аз ин миқдор кам мепартоянд, квотаҳои онҳоро бояд харидорӣ мекард. Феълан ҳар сол зиёда аз 40 млн. гигатон партовҳои газҳои гулхонаӣ ба атмосфераи Замин интиқол мегардад. Он то соли 2050-ум бояд то ба 8-20 млрд. гигатон кам карда шавад. Аз солҳои 1900 ба ҳисоби миёна 80 фоизи партовҳоро сӯзиши ангишту нафт ташкил медиҳад. Саҳми давлатҳои мутараққӣ 85 фоизи ин партовҳоро ташкил медиҳад, ки дар ин кишварҳо ҳамагӣ 15 фоизи аҳолии кураи Замин зиндагӣ мекунад, вале барои давлатҳои рӯбатараққӣ, ки дар онҳо 85 фоизи аҳолии кураи Замин зиндагӣ мекунад, ҳамагӣ 15% партовҳои газҳои гулхонаӣ рост меояд. Ин беадолатӣ дар олам то ҳол идома дорад.

Дар конфронси Париж (Франсия) охири соли 2015 кишварҳои олам уҳдадорӣ гирифтанд, ки партовҳои газҳои гулхонаиро аз 30 то 70% нисбат ба соли 1990 кам намоянд. Дар конфронси Париж дар бораи квотаҳо масъалагузорӣ нагардид. Тоҷикистон дар конфронси Париж уҳдадорӣ гирифт, ки то 67% партовҳои газҳои гулхонаиро нисбат ба соли 1990 кам мекунад. Аз ҳисоби захираҳои гидроэнергетикӣ Тоҷикистон дар олам дар ҷои 8-ум ҷойгир буда, 98% аз ҳисоби

«энергияи сабз» фаъолият мекунад. Ҳангоми пурра ба кор даромадани неругоҳи барки обии Роғун Тоҷикистон дар қатори 3 давлати истифодакунандаи «энергияи сабз» шомил мегардад.

Дар Паёми Ҷаноби Олӣ чунин омадааст: «Дар Тоҷикистон истеҳсоли 98 фоизи неруи барқ ба соҳаи гидроэнергетика рост меояд. Бинобар ин, кишвари мо аз ҳисоби нишондиҳандаи партови газҳои гулхонаӣ дар ҳаҷми мушкilotи глобалӣ мебошад. Ин чунин маънӣ дорад, ки ҳаҷми партови газҳои гулхонаӣ дар Тоҷикистон ба ҳар як нафари аҳоли дар миқёси минтақа камтарин буда, саҳми муносиби мо дар беҳдошти вазъи экологии минтақа ва сайёра мебошад. Дар нигоҳ доштани сатҳи пасттарини партовҳои зараровар ба мо истифодаи васеи манбаъҳои барқароршавандаи энергия, асосан гидроэнергетика мусоидати чиддӣ менамояд. Хотирнишон месозам, ки истифодаи васеи манбаъҳои барқароршавандаи энергия, баҳусус, захираҳои об яке аз сарчашмаҳои асосии тавлиди «энергияи сабз» ва рушди «иктисоди сабз» ба ҳисоб меравад».

Гарчанде Тоҷикистон аз ҳисоби партовҳои газҳои гулхонаӣ ҳаҷми 135-умро ишғол менамояд (он 0,02 фоизи умумии партовҳои оламро дар бар мегирад), вале концентратсияи газҳои гулхонаӣ дар ҳудуди Тоҷикистон мисли дигар давлатҳо зиёд шуда истодааст. Ин аз он далолат мекунад, ки атмосфера системаи динамикӣ буда, ҳамеша дар ҳаракат аст, партове, ки дар як мавзӯё зоҳир мешавад, тамоми оламро фаро мегирад. Аз ин лиҳоз, барои ҳалли ин масъала тамоми давлатҳои дунё бояд бо дастаҷамъӣ масъалаҳои ба ин соҳа марбутро ҳаллу фасл намоянд. Барои барқарор кардани оқибатҳои тағйирёбии иқлим давлатҳои абарқудрат, ба монанди ИМА, кишварҳои Аврупо, Корея, Канада ва Чин барои тавлиди «энергияи сабз» миқдори зиёди маблағҳоро сарф мекунанд. Созмони Милали Муттаҳид дар конфронси Париж барои паст кардани партовҳои газҳои гулхонаӣ ба давлатҳои рӯбатараққӣ 100 млрд. доллари ИМА-ро то 2020 ҷудо карда буд.

Тоҷикистон бо захираҳои бойи гидроэнергетикии табиӣ худ метавонад дар ин самт пешрав бошад.

2. *Таъсири нури мустақими Офтоб* низ яке аз омилҳои муҳиме аст, ки ба тағйирёбии иқлим мусоидат менамояд. Дар ин ҳусус дар лабораторияи мо таҷҳизоти расади офтобӣ бо истифода аз дастгоҳҳои сабти нури рӯшноӣ (глобалӣ, инъикосшавӣ, парокандашавӣ ва радиатсияи мустақими Офтоб) ба роҳ монда шудааст, ки барои ҳисоб намудани нури фурубурдашуда, радиатсияи аз ҷиҳати фотосинтетикӣ фаъол ва баланси радиатсия имконият медиҳад.

3. *Қобилияти инъикоси нури рӯшноии Офтоб (албеда)*. Ин яке аз омилҳои назаррас оид ба таъсир ба иқлими олам аст. Қобилияти инъикоси нур аз сатҳҳои баҳру уқёнусҳо, пирияхҳо барфҳо, биёбону бешазору чангалҳо аз ҳамдигар ба кулӣ фарқ мекунанд. Дар охири солҳои 80-уми асри ХХ дар саросари Тоҷикистон худсарона нобуд кардани чангалзорҳо ба биёбоншавии босуръат саҳм гузошт, ки ин ба гармшавии иқлими минтақа саҳми назарраси гидро гузошт. Агар ҳамаи давлатҳои Осиёи Марказӣ бо ин суръат чангалзорҳоро нест кунанд, оқибат Осиёи Марказӣ ба биёбони бузург табдил хоҳад ёфт. Чи тавре ки ба ҳамагон маълум аст байни биёбон ва чангалзор ҳарорати ҳаво ба кулӣ фарқ мекунад.

4. *Аэрозоли атмосфера* яке аз омилҳои назаррас барои тағйирёбии иқлим ба шумор меравад. Тоҷикистон дар тасмаи чангу ғубор, яъне дар самти ҳаракати чангу ғубор ҷойгир буда, ҳамасола аз моҳи май то ноябр чангу ғубори дар биёбонҳои бузурги олам (Саҳрои Кабир (биёбони Саҳара), биёбони Арабистон, биёбони Эрон (Дашти Кабир ва Дашти Лут), Аралқум, Қизилқум, Қароқум, биёбони Такоа Макан ва Гобби) бавучудомада, аз қисми ҷанубию ғарбии кишварамон ворид гардида, муддатҳои зиёд дар фазои Тоҷикистон боқӣ мемонад, ки ин боиси коҳиш ёфтани сифати ҳаво ва экологияи муҳити зист мегардад. Аз сабаби он ки дар Тоҷикистон аз охири моҳи май то охири моҳи ноябр боришоти борон ба назар намерасад, чангу ғубори аз дуриҳои дур омада, муддатҳои зиёд дар фазои Тоҷикистон боқӣ мемонад ва такшиншавии чангу ғубор дар болои пирияхҳо боиси обшавии босурати онҳо мегардад [2-3]. Азбаски ш. Душанбе бо тепшаю кӯҳҳо ихота шудааст, чангу ғубори ба пойтахт воридшуда муддатҳои зиёд, аз 2-3 то 10 рӯз, дар фазои шаҳри Душанбе боқӣ мемонад ва ба сифати ҳавои шаҳр таъсири назаррас мерасонад (масалан, тобистони соли 2001 дар фазои шаҳри Душанбе қариб 29 рӯз чангу ғубор ҳукмфармой мекард) [4-5].

Мақсади ин мақола таҳқиқи хусусиятҳои радиатсионии Офтоб дар мавриди воридшавии чангу ғубор дар атмосфераи Душанбе мебошад.

Натиҷаҳои омӯзиш. Дар моҳи июли соли 2021 (расми 1) якҷанд воридоти чангу ғубор бо фотометри офтобии CIMEL-318В (истеҳсоли Фаронса) дар шабакаи АЭРОНЕТИ Душанбе ба

қайд гирифта шуд. Дар вақти ба қайдгирии ҳолати воридоти ҷангу ғубор ҷунин меъёрҳо ба назар гирифта шуданд (ҷадвали 1).

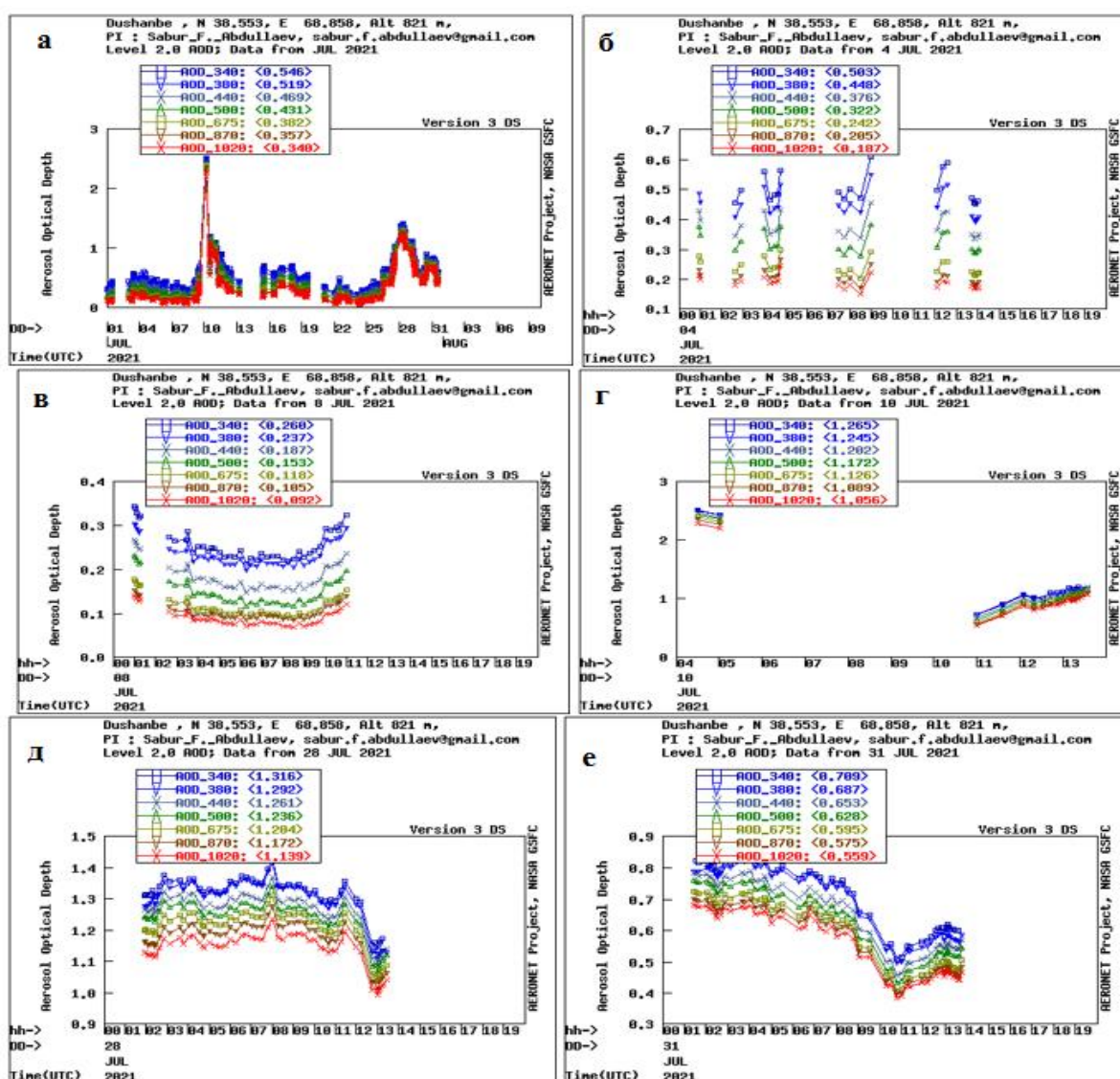
Ҷадвали 1

Намудҳои аэрозоли атмосфера

Намудҳои аэрозоли атмосфера	$\tau(\lambda)$	$\alpha(\lambda)$
континенталии тоза	$< 0,2$	$> 1,0$
баҳри тоза	$< 0,2$	$< 0,9$
антропогенӣ/натичаи сӯхтор	$> 0,3$	$> 1,0$
зарраҳои калонандоза/ҷангу ғубор	$> 0,6$	$< 0,7$
фақат ҷангу ғубор	$> 0,6$	$< 0,2$

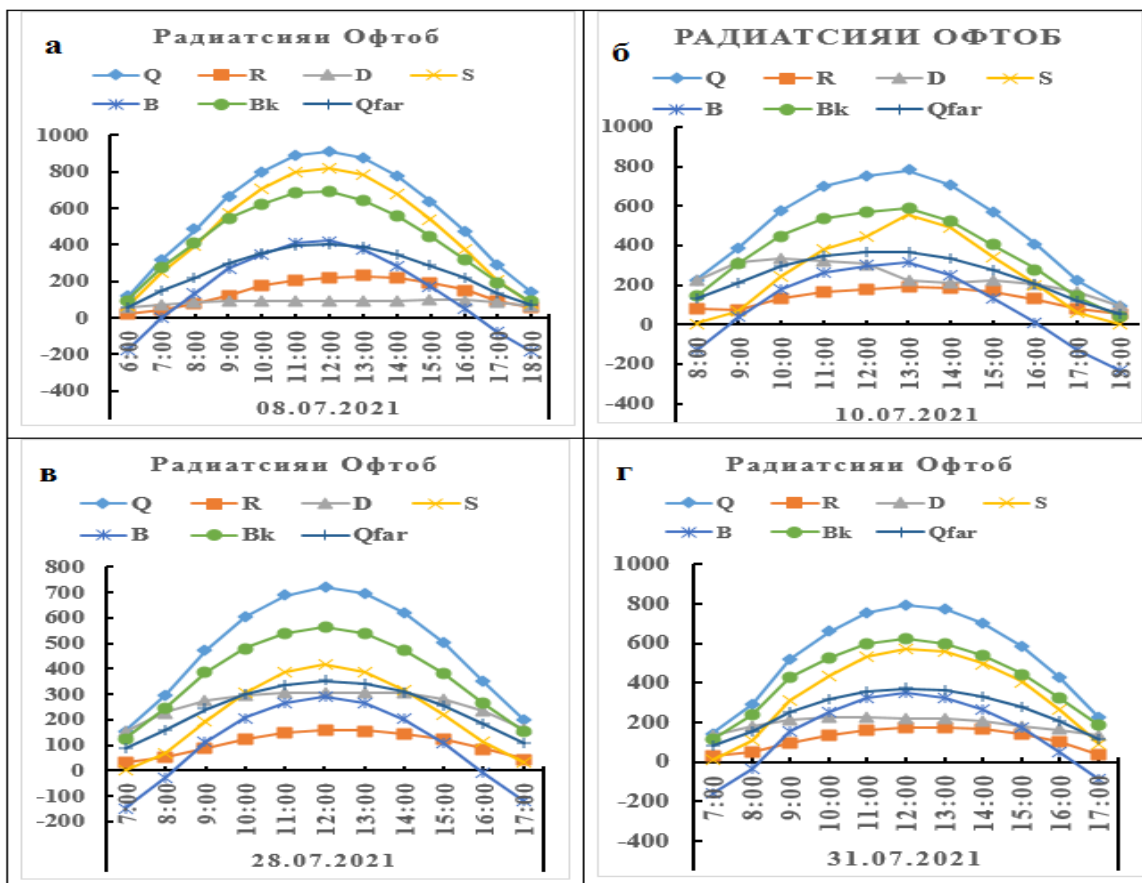
Дар расми 1 раванди тағйирёбии ғафсии оптикӣ аэрозоли атмосфера барои моҳи июли соли 2021(а), рӯзи муқаррарии ш. Душанбе - 4 июли соли 2021(б); рӯзи тоза – 8 июли соли 2021(в), рӯзи ҷангу ғубори пурқувват - 10 июли соли 2021(г) ва 28 июли соли 2021(д) ва рӯзи абри ҷангӣ - 31 июли соли 2021(е) оварда шудааст.

Дар расми 2 радиатсияи глобалӣ, инъикосшуда, парокандашуда, радиатсияи мустақим, тавозуни радиатсия, радиатсияи фурубурдашуда ва радиатсияи аз ҷиҳати фотосинтетикӣ ғаёл барои рӯзи тоза моҳ – 8 июли соли 2021(а), рӯзи ҷангу ғубори пурқувват - 10 июли соли 2021(б) ва 28 июли соли 2021 (в) ва рӯзи абри ҷангӣ - 31 июли соли 2021(г) тасвир ёфтааст.



Расми 1. Раванди тағйирёбии ғафсии оптикӣ аэрозоли атмосфера барои моҳи июли соли 2021(а), рӯзи муқаррарии ш. Душанбе – 4 июли соли 2021(б); рӯзи тоза моҳ – 8 июли соли 2021(в), рӯзи ҷангу ғубори пурқувват - 10 июли соли 2021(г) ва 28 июли соли 2021 (д) ва рӯзи абри ҷангӣ - 31 июли соли 2021(е).

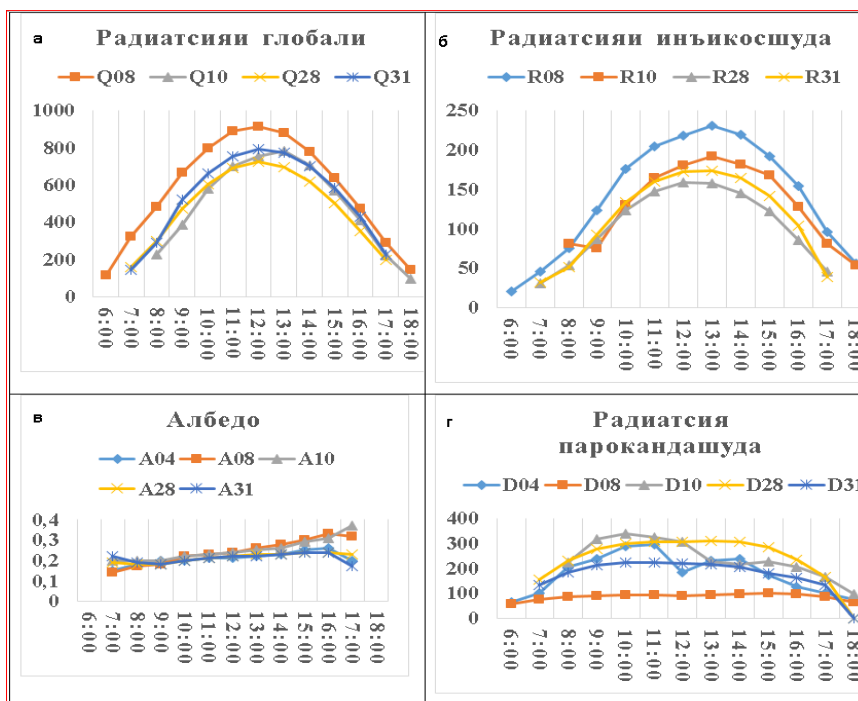
Мо дар мақолаи [6] бо истифода аз маълумоти ҷенкардаи радиатсияи глобалӣ, инъикосшуда, парокандашуда ва радиатсияи мустақим қимати тавозуни радиатсия, радиатсияи фурубурдашуда ва радиатсияи аз ҷиҳати фотосинтетикӣ фаълро барои рӯзи 10.09.2021 ҳисоб карда будем. Аз расми 2 дида мешавад, ки радиатсияи пароканда дар рӯзҳои ҷангу ғубор нисбат ба рӯзи тоза (08.07.2021) зиёд аст ва он дар рӯзи ҷангу ғубори пуршиддат (10.07.2021 ва 28.07.2021) нисбат ба рӯзи абри ҷангӣ (31.07.2021) зиёдтар аст.



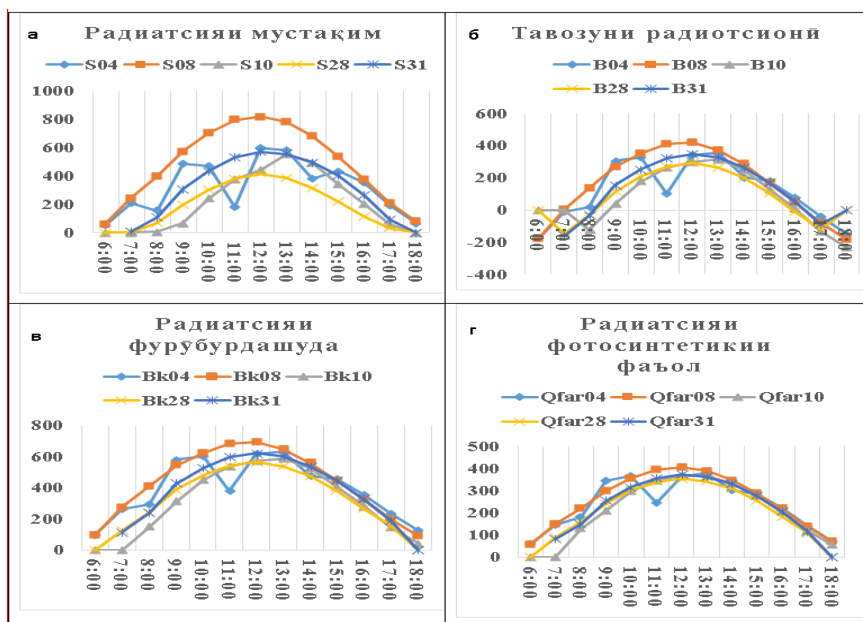
Расми 2. Радиатсияи глобалӣ, инъикосшуда, парокандашуда, радиатсияи мустақим, тавозуни радиатсия, радиатсияи фурубурдашуда ва радиатсияи аз ҷиҳати фотосинтетикӣ фаъл барои рӯзи тозаи моҳ - 8 июли соли 2021(а), рӯзи ҷангу ғубори пурқувват -10 июли соли 2021(б) ва 28 июли соли 2021) ва рӯзи абри ҷангӣ - 31 июли соли 2021(г).

Барои арзёбии фарқияти радиатсияи гуногуни дар рӯзҳои дар расми 2 овардашуда дар расми 3 ин маълумотро гирд овардаем.

Дар расми 3а тағйирёбии радиатсияи глобалӣ оварда шудааст. Тибқи он муқаррар карда шуд, ки нисбат ба рӯзи тоза 08.07.2021 ҳангоми ҷангу ғубори 10.07.2021 радиатсияи глобалӣ ба 110 Вт/м^2 ва рӯзи ҷангу ғубори 28.07.2021 ба 190 Вт/м^2 ва рӯзи абри ҷангу ғубор (31.07.2021) ба 102 Вт/м^2 кам шудааст. Радиатсияи инъикосшуда дар муқоиса ба рӯзи тоза 08.07.2021 ҳангоми ҷангу ғубори 10.07.2021 ба $33,4 \text{ Вт/м}^2$ ва рӯзи ҷангу ғубори 28.07.2021 ба $73,7 \text{ Вт/м}^2$ ва рӯзи абри ҷангу ғубор (31.07.2021) ба $58,37 \text{ Вт/м}^2$ кам шудааст (расми 3б). Дар расми 3в тағйирёбии албедро оварда шудааст. Аз он муайян карда шуд, ки нисбат ба рӯзи тоза 08.07.2021 ҳангоми ҷангу ғубор он то 0,2 кам шудааст. Муқоисаи радиатсияи парокандашуда нисбат ба рӯзи тоза зиёдшавӣ барои рӯзи ҷангу ғубори 10.07.2021 243 Вт/м^2 , барои ҷангу ғубори 28.07.2021 297 Вт/м^2 ва рӯзи абри ҷангу ғубор (31.07.2021) ба 140 Вт/м^2 зиёдшавӣ ба қайд гирифта шудааст (расми 3г). Зеро ҳангоми ҷангу ғубор консентратсияи заррачаҳои аэрозоли ҷангу хок барои пароканда намудани нури рӯшноӣ саҳми назаррас доранд.



Расми 3. Радиатсияи глобалӣ (а), инъикосшуда (б), алbedo (в) ва радиатсияи парокандашуда (д) барои рӯзи тозаи моҳ – 8 июли соли 2021, рӯзи чангу ғубори пурқувват - 10 июли соли 2021 ва 28 июли соли 2021 ва рӯзи абри чангӣ - 31 июли соли 2021.



Расми 4. Радиатсияи мустақим (а), тавозуни радиотсионӣ (б), радиатсияи фурубурдашуда (в) ва радиатсияи аз ҷиҳати фотосинтетикӣ фаъл (д) барои рӯзи тозаи моҳ - 8 июли соли 2021, рӯзи чангу ғубори пурқувват - 10 июли соли 2021 ва 28 июли соли 2021 ва рӯзи абри чангӣ - 31 июли соли 2021.

Дар расми 4а тағйирёбии радиатсияи мустақими Офтоб оварда шудааст. Муайн гардид, ки нисбат ба рӯзи тоза 08.07.2021 хангоми чангу ғубори 10.07.2021 радиатсияи мустақим ба 243 Вт/м^2 , рӯзи чангу ғубори 28.07.2021 ба 297 Вт/м^2 ва рӯзи абри чангу ғубор (31.07.2021) ба 140 Вт/м^2 кам шудааст. Тавозуни радиотсионӣ дар муқоиса ба рӯзи тоза 08.07.2021 хангоми чангу ғубори 10.07.2021 ба 120 Вт/м^2 ва рӯзи чангу ғубори 28.07.2021 ба 131 Вт/м^2 ва рӯзи абри чангу ғубор (31.07.2021) ба 76 Вт/м^2 кам шудааст (расми 4б). Дар расми 4в радиатсияи фурубурдашуда оварда шудааст. Аз он муайян карда шуд, ки нисбат ба рӯзи тоза 08.07.2021 хангоми чангу ғубор 10.07.2021 75 Вт/м^2 , барои чангу ғубори 28.07.2021 130 Вт/м^2 ва рӯзи абри чангу ғубор

(31.07.2021) ба 73 Вт/м² кам шудааст (расми 3г). Муқоисаи радиатсияи аз ҷиҳати фотосинтетикӣ фаъол нисбат ба рӯзи тоза камшавӣ аз 20-35 Вт/м² ба қайд гирифта шудааст (расми 4г).

Хулоса:

Тоҷикистон аз сабаби он ки 93 Ҷоизи масоҳаташро қўҳистон ташкил медиҳад, аз тарафи Созмони Милали Муттаҳид ба дахғонаи давлатҳои ба тағйирёбии иқлим осебпазир шомил гардидааст. Аён аст ки Россия, Австралия, Бразилия ва Амазона аз ҳисоби ҷангалзорҳои беканор ба тағйирёбии иқлим осебпазир нестанд. Агар мо хоҳем, ки минтақаи худро бо иқлими форами таъмин намоем, дар тамоми талу тепшаҳо ва қўҳу водиҳо ҷангалзорҳоро бояд барқарор намоем. Ин ягона роҳи осон, каммасраф ва Ҷоиданоку имконпазир аст ки:

- а) иқлими минтақа муътадил мегардад;
- б) истифодаи дарахтони ҳосилдиҳанда ба иҷрои яке аз ҳадафҳои стратегии давлат - таъмини истиқлолияти озуқаворӣ кишвар мусоидат менамояд;
- в) дарахтон пешро роҳи вайроншавии хок (эрозия, шўршавии хок)-ро гирифта ба рушди соҳаи кишоварзӣ мусоидат менамоянд;

г) сифати ҳаво беҳтар мегардад.

Аз ин лиҳоз пешниҳод дорем, ки:

1. Дар Тоҷикистон 50-солаи барқароркунии ҷангалзорҳо ҳамчун ҳадафи стратегии давлатӣ қабул карда шавад, зеро дар гардиши об дар табиат ҷангалзорҳо ҳиссаи назаррас доранд (ҷангалзорҳо нисбат ба сатҳи укёнусу баҳро дарёҳо се маротиба зиёд боришоти боронро таъмин менамоянд).

2. Қадам ба қадам гузариш ба нақлиёти истифодакунандаи неруи барқ;

3. Истифодаи доимӣ ва саривақт тоза кардан ё ивази филтрҳо дар лулаҳои Марказҳои гармидиҳӣ ва корхонаҳои сементбарорӣ барои кам кардани партовҳо ба атмосфера;

4. Қадам ба қадам гузариш ба манбаҳои барқароршавандаи энергия (Офтоб ва шамол);

Барои эҳтироми ҳуқуқи экологӣ барои нафас кашидан аз ҳавои тоза, ҳукуматҳо, корхонаҳо ва ҷамоатҳои саросари кишвар бояд:

- ташкил ва рушди шабакаҳои мониторинги сифати ҳаворо ба роҳ монанд;

- барои кам кардани миқдори манбаҳои асосии ифлосшавии атмосфера саъйи иловагӣ ба харҷ диҳад;

- гузариш ба сўзишвории Ҷоиданокро ба роҳ монанд;

- имкониятҳои Ҷавкулодаи иқтисодиро, ки тавассути энергияи барқароршаванда, ки самаранокии энергияро таъмин мекунад, гармидиҳӣ ва рўшноӣ ва воситаҳои нақлиёти партовҳои сифрӣ фароҳам оварда шудаанд, фаро гирад;

- мусоидат ба дастгирии талошҳо барои ҷалб ва огоҳ кардани мардум; қабули қонунҳо, қоидаҳо ва стандартҳои сифати ҳаво;

- таъмини нақши васоити ахбори омма дар баланд бардоштани сатҳи огоҳӣ дар бораи ҳавои тоза тавассути маъракаи солонаи ҳавои тоза (ҳавои тоза барои Тоҷикистон) ё ҳафтаи огоҳии сифати ҳаво (дар сатҳи миллий);

- гузаштан ба сохтмони биноҳои сабз (энергияи самарабахш: истифода аз манбаҳои барқароршаванда, обгармкунакҳои офтобӣ ва панелҳои офтобӣ дар болои биноҳои маъмурӣ ва зист) тарҳрезии онҳо дар сохтмони биноҳо;

- ҳавасмандгардонии гузариш ба энергияи барқароршаванда;

- ҳавасмандгардонии иштирок дар ташаббусҳои экологии ҷомеа;

Ҳар як шахс дар хона ё корхонаю ҷойҳои ҷамъиятӣ бояд намунаи ибрат бошад бо:

- самаранокии истифодабарии энергия (барқ ва об);

- шинондан ва парвариши ниҳолҳо ва дарахтон, аз ҷумла растаниҳои хонагӣ;

- кушодани тирезаҳо дар як рӯз на камтар аз як маротиба, барои иваз кардани ҳаво ба муҳлати на камтар аз як соат (дар биноҳо);

- тағйир додани тарзи ҳаёт (масалан, сайругашт, истифодаи дучарха ё нақлиёти ҷамъиятӣ) бо мақсади коҳиш додани ифлосшавии ҳаво аз партовҳои автомобилҳо;

- хангоми интизори касе будан муҳаррики мошини худро хомӯш кардан;

- нигоҳубину ивази мунтазами филтрҳо;

- гузаронидани раванди тозакунии ҳамаҷонибаи биноҳо ва муассисаҳои таълимӣ боғчаҳои кӯдакон, хусусан пеш аз он ки онҳоро ишғол кунанд ва интиҳоби маҳсулоти аз ҷиҳати экологӣ тоза;

- истифодаи ниқобҳои муҳофизатӣ аз охири моҳи май то охири ноябр ҳамасола дар минтақаи ҷанубу маркази Тоҷикистон барои беҳдошти саломатии инсон.

АДАБИЁТ:

1. Паёми Пешвои миллат, Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон муҳтарам Эмомалӣ Раҳмон ба Маҷлиси Олии Ҷумҳурии Тоҷикистон, шаҳри Душанбе, 26 декабри соли 2019. <https://mfa.tj/tg/main/pajomho-va-sukhanronihoi-prezident>
2. Nazarov, B.I. Optical and Microphysical Parameters of Arid Dust Aerosol / B.I. Nazarov, V.A. Maslov, S.F. Abdullaev // *Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics*. Pleiades Publishing, Ltd., 2010. V.46. – №4. – Pp. 468-474.
3. Hofer, J. Long-term profiling of mineral dust and pollution aerosol with multiwavelength polarization Raman lidar at the Central Asian site of Dushanbe, Tajikistan: case studies / J. Hofer, D., Althausen, S. F. Abdullaev et al. // *Atmos. Chem. Phys.* – 2017. – №17. – Pp.14559-14577, <https://doi.org/10.5194/acp-17-14559-145772017>
4. Abdullaev, S.F. Main Characteristics of Dust Storm sand Their Radiative Impacts: With a Focuson Tajikistan / S.F. Abdullaev, I.N. Sokolik // *J. Atmos.Sci. Res.* – 2019. – №2. <https://doi.org/10.30564/jasr.v2i2.352>
5. Abdullaev, S.F. Assessment of the Influences of Dust Storms on Cotton Production in Tajikistan / S.F. Abdullaev, I.N. Sokolik // *Landscape Series, Vol. 17, Garik Gutman et al. (Eds): Landscape Dynamics of Drylands across Greater Central Asia: People, Societies and Ecosystems*, https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-30742-4_6
6. Ваҳобов, Р.Р. Мониторинги хусусиятҳои радиатсионии атмосфераи минтақаи нимхушки Тоҷикистон / Р.Р. Ваҳобов // *Паёми политехникӣ (бахши Интелекет, Инноватсия, инвеститсия)*. – 2022. – №1(57). – С. 25-29.

ХУСУСИЯТҲОИ РАДИАТСИОНИИ АТМОСФЕРА ҲАНГОМИ ВОРИДОТИ ЧАНГУ ҶУБОР ДАР ШАҲРИ ДУШАНБЕ

Дар ин мақола натиҷаҳои омӯзиши тағйирёбии хусусиятҳои радиатсионии атмосфера дар шаҳри Душанбе, бо истифода аз натиҷаҳои ҷенкунии параметрҳои радиатсионӣ пешниҳод карда шудааст. Таҳқиқот нишон доданд, ки воридоти ҷангу ҷубори шадиди 10 июл ва 28 июли соли 2021 дар Душанбе боиси коҳиш ёфтани сифати ҳаво гардидаанд. Яқинанд пешниҳодҳо барои паст кардани таъсири тағйирёбии иқлим изҳор карда шудааст.

КАЛИДВОЖАҲО: радиатсияи глобалӣ, инъикосшуда, парокандашуда, радиатсияи мустақим, тавозуни радиатсия, радиатсияи фурубурдашуда, радиатсияи аз ҷиҳати фотосинтетикӣ ғайрӣ.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Ваҳобов Рачабалӣ Рустамович, докторанти PhD-и лабораторияи физикаи атмосфераи Институти физикаю техникаи ба номи С.У. Умарови Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон. Тел.: (+992) 985-03-73-68; e-mail: rajabali.r.vahobov@gmail.com

Абдуллозода Сабур Фузайл, доктори илмҳои физика ва математика, профессор, мудири лабораторияи физикаи атмосфераи Институти физикаю техникаи ба номи С.У. Умарови Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон. Тел.: (+992) 93-489-60-14; e-mail: sabur.f.abdullaev@gmail.com

РАДИАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АТМОСФЕРЫ ПРИ ПЫЛЕВЫХ ВТОРЖЕНИЯХ В ГОРОДЕ ДУШАНБЕ

В данной статье представлены результаты исследования изменения радиационных характеристик атмосферы в городе Душанбе с использованием данных измерений радиационных параметров. Исследования показали, что приток тяжелой пыли 10 и 28 июля 2021 года в Душанбе вызвал ухудшение качества воздуха. Было сделано несколько предложений по смягчению последствий изменения климата.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: глобальная радиация, отраженная, рассеянная, прямая радиация, радиационный баланс, поглощенная радиация, фотосинтетически активная радиация.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Ваҳобов Раджабали Рустамович, докторант PhD лаборатории физики атмосферы Физико-технического института им. С.У. Умарова НАНТ. Тел.: (+992) 985-03-73-68; e-mail: rajabali.r.vahobov@gmail.com

Абдуллозода Сабур Фузайл, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий лабораторией физики атмосферы Физико-технического института имени С.У. Умарова НАНТ. Тел.: (+992) 93-489-60-14; e-mail: sabur.f.abdullaev@gmail.com

RADIATION CHARACTERISTICS OF THE ATMOSPHERE DURING DUST INTRUSIONS IN THE CITY OF DUSHANBE

This paper presents the results of the study of changes in the radiation characteristics of the atmosphere in the city of Dushanbe using data from measurements of radiation parameters. The study showed that the heavy dust intrusion on July 10 and July 28, 2021 in Dushanbe caused the deterioration of air quality. Several suggestions were made to mitigate the effects of climate change.

KEY WORDS: Global radiation, reflected, scattered, direct radiation, radiation balance, absorbed radiation, photosynthetically active radiation.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Vahobov Rajabali Rustamovich, PhD student of the Laboratory of Atmospheric Physics named after S.U. Umarov at Physical-technical Institute of the National Academy of Sciences of Tajikistan. Phone: (+992) 985-03-73-68; e-mail: rajabali.r.vahobov@gmail.com

Abdullozoda Sabur Fuzail, Doctor of Physical-Mathematical Sciences, Professor, Head of the Laboratory of Atmospheric Physics named after S.U. Umarov at Physical-technical Institute of the National Academy of Sciences of Tajikistan. Phone: (+992) 93-489-60-14; e-mail: sabur.f.abdullaev@gmail.com

УДК 656. 338:656.072+577.4

РАЗВИТИЕ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ВЛИЯНИЕ ЕЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Сайдализода А.С., Саидзода М.Р.

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

Муродов С.Д.

Бохтарский государственный университет имени Носира Хусрава

Введение

Развитие транспортно-технологических систем (ТТС) имеет значительное влияние на окружающую среду. С одной стороны, современные технологии в области автомобильной, железнодорожной, воздушной и водной транспортировки могут способствовать снижению негативного воздействия на окружающую среду. Например, использование электромобилей, более эффективные двигатели, альтернативные источники топлива и интеллектуальные системы управления транспортом помогают сокращать выбросы вредных веществ и уменьшать потребление ресурсов.

Таким образом, развитие ТТС должно сопровождаться мерами по оптимизации использования ресурсов, снижению выбросов и защите окружающей среды, чтобы обеспечить устойчивое развитие транспортного сектора.

Ученые и экологи в настоящее время активно занимаются проблемами экологии в транспорте. Они стремятся найти решения, которые помогут уменьшить негативное влияние транспорта на окружающую среду.

Некоторые исследования сфокусированы на разработке более эффективных двигателей, использующих меньше топлива и выбрасывающих меньше вредных веществ. Например, автомобили на электрической энергии или с гибридными двигателями все больше внедряются на рынок.

Кроме того, совершенствуются системы общественного транспорта, чтобы сделать их более доступными и удобными для использования. Расширение сетей общественного транспорта и повышение их эффективности помогают сократить количество личных автомобилей на дорогах и уменьшить загрязнение.

Также ведутся исследования в области развития автономного транспорта, которое может помочь снизить заторы и эмиссии вредных веществ.

Ученые также исследуют альтернативные виды транспорта, такие как велосипеды, электрические транспортные средства и общественные средства передвижения с нулевыми выбросами, чтобы способствовать более экологически чистой транспортной системе.

Благодаря исследованиям и инновациям в этой области, можно надеется на появление более устойчивой и экологически чистой транспортной инфраструктуры в будущем.

На наш взгляд преимущество развития потенциальной мощности транспортных предприятий заключается в следующих аспектах:

1. Увеличение пропускной способности: развитие потенциальной мощности позволит увеличить количество транспортных средств и перевозимый грузов и пассажиров, что

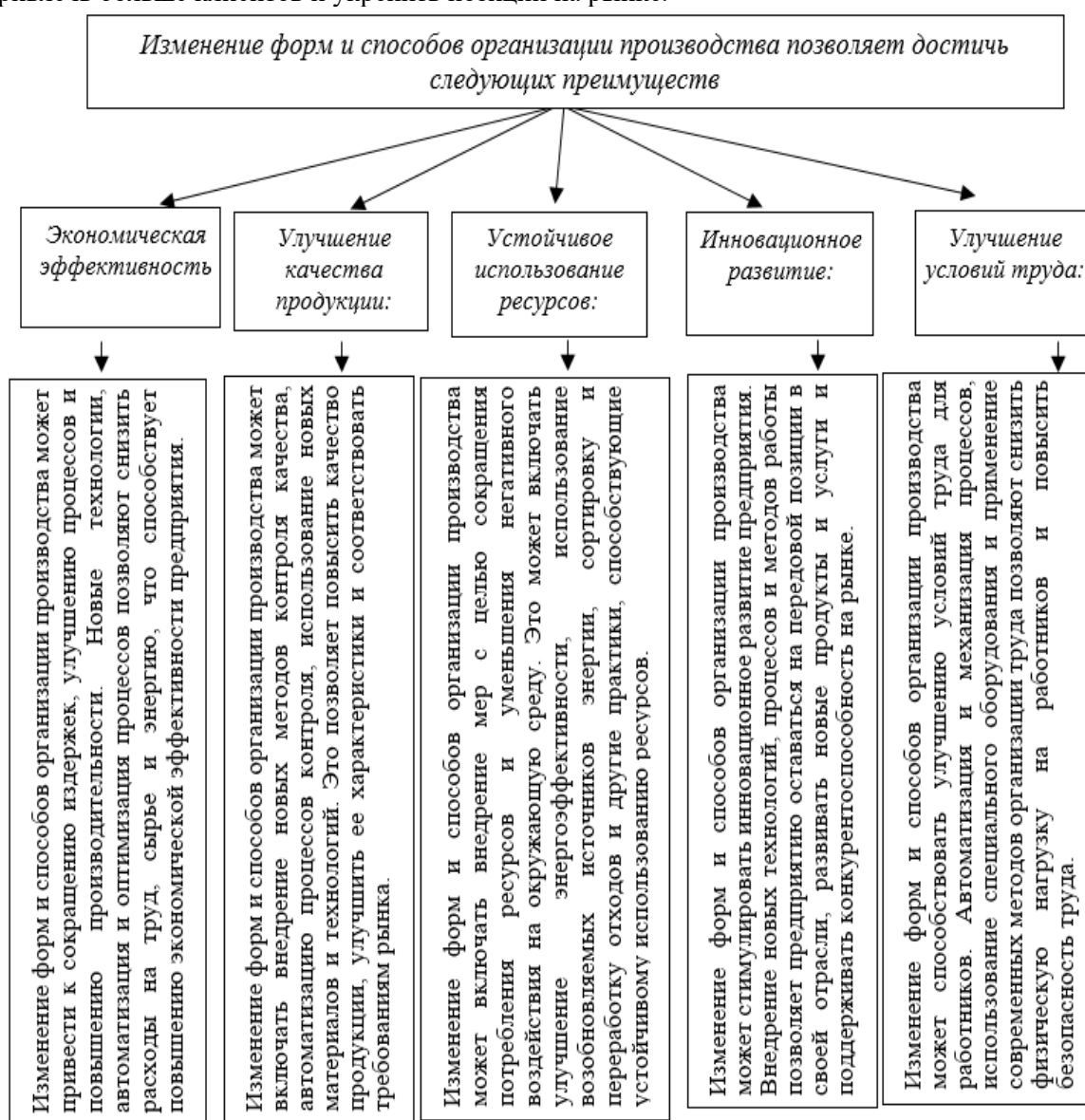
способствует увеличению пропускной способности транспортной системы. Это позволит более эффективно удовлетворять потребности в перевозках и снизить степень перегрузки.

2. Улучшение качества услуг: развитие потенциальной мощности транспортных предприятий позволяет повысить качество услуг, предоставляемых клиентам. Увеличение парка транспортных средств и наличие достаточного количества ресурсов позволяют предложить разнообразные варианты перевозок, сократить время ожидания и обеспечить более гибкую и надежную доставку грузов.

3. Экономическая эффективность: развитие потенциальной мощности транспортных предприятий может привести к экономической эффективности. Увеличение масштабов производства и использования ресурсов более эффективным образом позволяет снизить издержки и повысить доходы. Это способствует более устойчивому и конкурентоспособному развитию предприятий и отрасли в целом.

4. Развитие инфраструктуры: увеличение потенциальной мощности требует развития соответствующей инфраструктуры, включая дорожную сеть, терминалы, грузовые площадки и другие сопутствующие объекты. Это приводит к созданию новых рабочих мест, развитию инвестиций и повышению уровня развития территорий.

5. Улучшение конкурентоспособности: развитие потенциальной мощности транспортных предприятий позволяет повысить их конкурентоспособность на рынке. Увеличение возможностей для предоставления широкого спектра услуг и доставки товаров в срок позволяет привлечь больше клиентов и укрепить позиции на рынке.



Таким образом, развитие потенциальной мощности транспортных предприятий имеет ряд преимуществ, связанных с увеличением пропускной способности, улучшением качества услуг, экономической эффективностью, развитием инфраструктуры и повышением конкурентоспособности. Это способствует развитию транспортной отрасли и ресурсосбережению в глобальном масштабе.

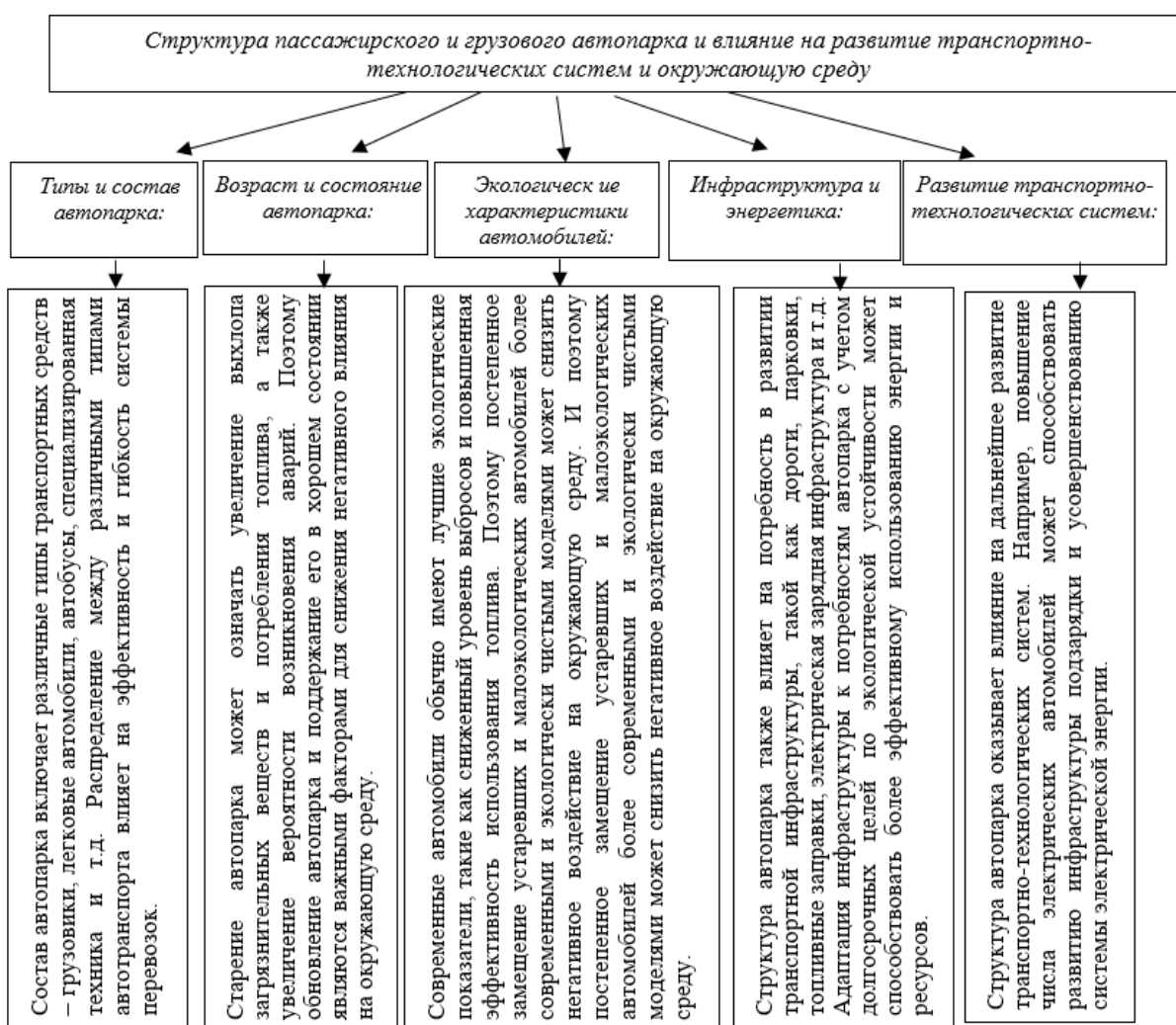
Обзор литературы

По проведенным исследованиям [2; 5-6] переход с одного способа организации технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей на другой позволяет на тех же производственных площадях в среднем на 5-10% больше обслужить автомобилей.

Анализ научно-практических работ показывает, что изменение форм и способов организации производства позволяет достичь следующих преимуществ (рисунок 1).

Анализ научно-практических работ подтверждает, что изменение форм и способов организации производства приводит к ряду преимуществ, включая экономическую эффективность, улучшение качества продукции, устойчивое использование ресурсов, инновационное развитие и улучшение условий труда. Это позволяет предприятиям быть конкурентоспособными и соответствовать требованиям современного рынка.

Изменение форм и способов организации производства позволяет увеличить мощность грузовых и пассажирских предприятий по обслуживанию подвижного состава до 30%, а увеличение сменности работы способствует увеличению мощности АТП по обслуживанию в среднем в 1,5 раза.



Проведенные исследования [1-6] позволили также установить, что за счет улучшения конструкции автомобиля (автобуса) в перспективе, повышения надежности и долговечности узлов и агрегатов, создания более перспективных новых моделей подвижного состава, приспособленных к горным условиям эксплуатации, внедрения передовых методов диагностики,

улучшения качества эксплуатационных материалов, общая трудоемкость ТО и Р может быть снижена в 2-3 раза. Существующие затраты на техническое обслуживание и текущий ремонт, требующийся в настоящее время 100 автомобилям [5-6], в перспективе будут достаточны для 200 автомобилей. Необходимо учесть при разработке перспективного плана размещения ПАТП, что снижение трудоемкости ТО и Р капитальных вложений, приходящихся на одного автомобиля, снижается до 40%.

Методика исследования

Структура пассажирского и грузового автопарка имеет значительное влияние на развитие транспортно-технологических систем и окружающую среду. Некоторые основные аспекты, которые следует учитывать (рисунок 2).

Оценка и управление структурой автопарка требует комплексного подхода, включая анализ экологических и экономических показателей, обновление и модернизацию автопарка в соответствии с устойчивыми целями и поддержку развития соответствующей инфраструктуры. Все эти меры позволят улучшить взаимодействие транспорта с окружающей средой и способствовать более устойчивому развитию.

Трудоёмкость технического обслуживания вышерассмотренных факторов зависит от условий эксплуатации. С ухудшением условий эксплуатации она возрастает [5-6] (табл. 1).

Таблица 1

Трудоёмкость ТО в зависимости от условия эксплуатации

<i>Наличие подвижного состава в парке</i>	<i>Категории условий эксплуатации</i>		
	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>
	<i>Коэффициент трудоемкости ТО и ремонта</i>		
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
<i>50</i>	<i>1,35</i>	<i>1,50</i>	<i>1,70</i>
<i>100</i>	<i>1,06</i>	<i>1,20</i>	<i>1,37</i>
<i>150</i>	<i>0,98</i>	<i>1,10</i>	<i>1,26</i>
<i>200</i>	<i>0,89</i>	<i>1,00</i>	<i>1,14</i>
<i>300</i>	<i>0,84</i>	<i>0,95</i>	<i>1,08</i>
<i>500</i>	<i>0,80</i>	<i>0,90</i>	<i>1,03</i>
<i>700</i>	<i>0,76</i>	<i>0,86</i>	<i>1,98</i>

Конструкция автомобиля обладает рядом потенциальных свойств, которые могут повлиять на его эффективность и безопасность. Некоторые из них:

1. Вес и жесткость: легкий, но жесткий каркас автомобиля может обеспечить улучшенную штатность и комфорт, уменьшение топливного расхода и повышение безопасности при столкновениях.

2. Аэродинамика: хорошая аэродинамическая форма кузова и других элементов автомобиля помогает уменьшить сопротивление воздуха, что способствует снижению топливного расхода и повышению скорости.

3. Эффективность двигателя: возможности конструкции двигателя, такие как использование турбонадува или прямого впрыска топлива, могут повысить его эффективность и снизить выбросы вредных веществ.

4. Ведение дороги и управляемость: хорошо продуманная подвеска, рулевое управление и динамические системы могут улучшить ведение дороги и управляемость автомобиля, обеспечивая безопасность и комфорт во время езды.

5. Степень автоматизации: возможности автоматической конструкции, такие как системы адаптивного круиз-контроля, помощи при парковке или самостоятельного торможения, могут повысить безопасность и удобство водителя.

6. Использование новых материалов: применение легких и прочных материалов, таких как алюминий, карбоновые волокна или композиты, может снизить вес автомобиля, улучшить его экономичность и производительность.

7. Энергоэффективность: различные конструктивные решения, такие как система

рекуперации энергии торможения, улучшение термоизоляции или использование энергосберегающих технологий, могут помочь снизить энергопотребление автомобиля и его воздействие на окружающую среду.

Потенциальные свойства конструкции автомобиля могут быть разработаны и улучшены с помощью инноваций и технологического развития, принося преимущества в плане экономической эффективности, энергоэффективности, безопасности и устойчивости автомобиля.

Результаты исследования

С нашей точки зрения настало время принять новые исходные положения для классификации дорожных и климатических условий в Республики Таджикистан. В контексте дорожных и климатических условий Республики Таджикистан, новые исходные положения для их классификации могут быть полезными и позволить более точно учитывать особенности данной области. Рассмотрим некоторые возможные аспекты, которые могут быть учтены при разработке новых исходных положений для классификации:

1. Типы дорог: важным аспектом классификации дорожных условий является учет различных типов дорог, таких как горные дороги, шоссе, трассы, грунтовые дороги и т.д. Каждый тип дорог имеет свои особенности и требования к безопасности и эксплуатации.

2. Климатические условия: учет климатических условий, характерных для Республики Таджикистан, таких как горные районы, суровые зимы или высокая влажность, позволит более точно определить набор критериев и требований для дорожной инфраструктуры и безопасности дорожного движения.

3. Высота и наклон дорог: учет высоты и наклона дорог является важным аспектом классификации, особенно в горных районах Таджикистана. Эти параметры оказывают существенное влияние на безопасность дорожного движения и требования к конструкции дорог.

4. Поверхность дорог: состояние и качество поверхности дорог также являются важными факторами, влияющими на безопасность и комфорт дорожного движения. Классификация может включать оценку состояния дорожного покрытия, наличия ям, трещин и других повреждений.

5. Влияние природных факторов: учет влияния природных факторов, таких как сезонные осадки, землетрясения или оползни, позволит определить требования к дорожной инфраструктуре и безопасности с учетом этих условий.

6. Транспортные нагрузки: классификация может включать учет типов и объемов транспортных нагрузок, таких как грузовой или легковой транспорт, частота движения и прочие факторы, влияющие на требования к дорожной инфраструктуре и безопасности.

Новые исходные положения для классификации дорожных и климатических условий Республики Таджикистан помогут более точно определить и охарактеризовать специфические особенности данной страны, что в свою очередь позволит разработать более эффективные стратегии и меры по обеспечению безопасности и эффективности дорожной инфраструктуры.

Таблица 2

Классификация среды функционирования системы водитель-автомобиль-дорога-среда (ВАДС) в горных условиях Таджикистана

№	Тип рельефа местности	Высота местности над уровнем моря, м	Количество осадок (режим влажности)	T_{max} воздуха в июле, °C
	Равнинный (Р)	До 200	До 500	48
I	Слабохолмистый (СХ)	201-300	До 500	47
II	Холмистый (Х)	301-500	До 5000	46
V	Гористый (ГС)	501...1000	До 693	46
	Низкогорье (НГ)	A	1001...1500	842
		B	1501...2000	До 911
I	Горный (ГР)	A	2001...2500	812
		B	2501...3000	До 1333
II	Высокогорный (ВГ)	A	3001...3500	До 850
		B	3501...4000 и выше	До 160

Таблица 3

Коэффициент корректирования нормативов технической эксплуатации автомобилей (ТЭА) в зависимости от природно - климатических условий в горных регионах (K_3) $K_{гор}$

№	Тип рельефа местности	Высота местности над уровнем моря, м	Нормативы	
			Периодичность ТО и пробег до КР	Удельная трудоемкость ТР и расход ЗПЧ
	Равнинный (Р)	До 200	1,0...0,954	1,0...1,048
I	Слабохолмистый (СХ)	201-300	0,954...0,931	1,048...1,074
II	Холмистый (Х)	301-500	0,931...0,887	1,074...1,127
V	Гористый (ГС)	501...1000	0,887...0,785	1,127...1,274
	Низкогорье (НГ)	A	1001...1500	0,785...0,693
		Б	1501...2000	0,693...0,610
I	Горный (ГР)	A	2001...2500	0,610...0,536
		Б	2501...3000	0,536...0,469
II	Высокогорный (ВГ)	A	3001...3500	0,469...0,410
		Б	3501...4000 и выше	0,410...0,357

Факторы, влияющие на систему, водитель-автомобиль-дорога-среда (ВАДС) в горных условиях, имеют особенности и требуют специального исследования.

Таблица 4

Факторы, влияющие на систему ВАДС в горных условиях

Факторы	Специфическое особененость
Погодные условия	Горные регионы часто характеризуются непредсказуемыми и переменчивыми погодными условиями, такими как снегопады, ледяные дороги, гололед. Это создает сложности для водителей и требует особой аккуратности и адаптации, чтобы справиться с такими условиями.
Пересечение горных участков	Горные дороги обычно имеют множество извилистых и живописных участков, неровности, подъемы и спуски. Пересечение таких участков требует хорошей техники управления автомобилем и правильного подбора передач для преодоления трассы.
Ландшафт	Горные регионы обладают сложным ландшафтом, с крутыми склонами, узкими дорогами, ограниченным видимым пространством. Водители должны быть особенно внимательными и предельно осторожными.
Дорожное покрытие	В горных районах дорожное покрытие может быть менее качественным из-за сложной топографии и климатических условий. Это включает наличие трещин, выбоин, деформаций, а также лавинных и оползневых участков. Такие неровности могут повышать риск аварий и сокращать срок службы автомобилей.
Высота	Горные регионы часто имеют высокогорные участки с большой высотой над уровнем моря. На больших высотах уровень кислорода в воздухе снижается, что может оказывать влияние на работу двигателя и производительность автомобиля.
Загрязнение воздуха	Горные долины могут страдать от проблемы загрязнения воздуха из-за стойкости атмосферных газов. Это может сказываться на качестве воздуха внутри и вблизи автомобиля и требует особой системы очистки воздуха и вентиляции.

При проектировании и эксплуатации системы водитель-автомобиль-дорога-среда в горных условиях, необходимо учесть все эти факторы.

Надежность автобусов ПАЗ-672 «Г» горной модификации в экстремальных условиях Республики Таджикистан, их достоинство и недостатки, частота отказов тормозных систем подробно рассмотрены в работах [5-6].

Так, в соответствии с методикой определения горных автобусных маршрутов [5-6], эксплуатация автобусов на горных маршрутах запрещена после пробега с начала эксплуатации 200 тыс. км. Наличие большого количества горных автобусных маршрутов, с учетом вышеизложенного, приводит к хронической нехватке автобусов типа ПАЗ-672 «Г».

Обзор возможных практических применений исследования

К подвижному составу, эксплуатируемому на горных автобусных маршрутах, предъявляются повышенные требования. Высотные дороги и автобусные маршруты в горных районах представляют особые требования и вызовы для подвижного состава. Некоторые из них:

1. Прочность и надежность: подвижный состав, эксплуатируемый на горных автобусных маршрутах, должен быть прочным и надежным, чтобы справляться с различными дорожными условиями, крутыми подъемами и спусками, а также значительными перепадами высот.

2. Мощность: автобусы, предназначенные для горных маршрутов, должны иметь достаточную мощность, чтобы справляться с крутыми подъемами и спусками без потери скорости и эффективности.

3. Тормозная система: на горных маршрутах особенно важна эффективная и надежная тормозная система. Она должна обеспечивать достаточную скорость торможения и быть способной работать на длинных и крутых спусках, минимизируя износ тормозов и предотвращая перегрев.

4. Управляемость и устойчивость: горные автобусные маршруты часто характеризуются узкими и извилистыми дорогами, где важна хорошая управляемость и устойчивость подвижного состава в поворотах и на склонах.

5. Пассажирская безопасность: при эксплуатации на горных маршрутах, особое внимание следует уделять пассажирской безопасности. Автобусы должны быть оборудованы соответствующими системами безопасности, такими как системы управления устойчивостью, системы предупреждения столкновения и другие.

6. Климатическая адаптация: из-за изменчивости климатических условий в горных районах, подвижный состав должен быть адаптирован к таким факторам, как низкие температуры, снегопады и другие неблагоприятные погодные условия.

Учитывая эти требования, производители и эксплуатационные компании должны выбирать соответствующий подвижный состав и проводить регулярное обслуживание и проверки, чтобы обеспечить безопасность и надежность на горных автобусных маршрутах.

Заключение

1. Анализ научно-практических работ подтверждает, что изменение форм и способов организации производства приводит к ряду преимуществ, включая экономическую эффективность, улучшение качества продукции, устойчивое использование ресурсов, инновационное развитие и улучшение условий труда.

2. Новые исходные положения для классификации дорожных и климатических условий Республики Таджикистан помогут более точно определить и охарактеризовать специфические особенности страны, что в свою очередь позволит разработать более эффективные стратегии и меры по обеспечению безопасности и эффективности дорожной инфраструктуры.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Фохаков, А.С. Эффективность транспортного обслуживания населения горного региона в условиях рыночной экономики (на примере Республики Таджикистан): дис. на соис. уч. степ. к.э.н. / Фохаков А.С. – Душанбе, 2004.
2. Фохаков, А.С. Научно-прикладные аспекты обеспечения устойчивого развития транспортно-технологических систем обслуживания населения горных регионов Таджикистана: дис. на соис. уч. степ. д.т.н. / Фохаков А.С. – Душанбе, 2020. – 350 с.
3. Фохаков, А.С. Влияние факторов и выбор критериев эксплуатации автомобилей, работающих в условиях горных регионов Республики Таджикистан [Текст] / А.С. Фохаков, К.Р. Ашуров // Вестник Таджикского национального университета. Серия социально-экономических и общественных наук. – 2017. – №2-9. – С. 115-120.
4. Фохаков, А.С. Характерные особенности горного региона, формирование и развитие его транспортной системы [Текст] / А.С. Фохаков, К.Р. Ашуров // Вестник Таджикского национального университета. Серия социально-экономических и общественных наук. – 2017. – №2-6. – С. 80-86.
5. Турсунов, А.А. Надежность автомобилей в горных условиях / Турсунов А. А. – Душанбе: Маориф, 1999. – 141 с.
6. Турсунов, А.А., Абдуллоев, М.А. Методические указания по корректированию нормативов технической эксплуатации автомобилей в горных условиях / Турсунов А.А., Абдуллоев М.А. Министерство транспорта Республики Таджикистан. – Душанбе 2002. – 16 с.

РУШДИ СИСТЕМАҲОИ НАҚЛИЁТӢ-ТЕХНОЛОҒӢ ВА ТАЪСИРИ ОН БА МУҲИТИ АТРОФ

Дар мақола рушди системаҳои нақлиёти-технологӣ ва таъсири он ба муҳити атроф баррасӣ карда шудааст. Омилҳои асосие, ки ба инкишофи иқтисодии потенциалии корхонаҳои нақлиёт таъсир мерасонанд, муайян карда шуданд. Таснифи шароити роҳу иқлими Ҷумҳурии Тоҷикистон пешниҳод шудааст, ки барои дақиқтар муайян ва тавсифи хусусиятҳои хоси минтақаҳо мусоидат мекунад, ки дар навбати худ барои таҳияи стратегияҳо ва тадбирҳои самараноки таъмини бехатарӣ ва самаранокии ҳаракати нақлиёт ва инфрасохтори роҳ, имкон медиҳад.

КАЛИДВОЖАҲО: системаи нақлиёти-технологӣ, муҳити зист, гурӯҳбандии шароити роҳ ва иқлим, стратегияҳои самаранок, таъмини бехатарӣ, самаранокии инфрасохтори роҳ, шароити истифодабарӣ.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Сайдализода Абдурауф Сайдали, доктори илмҳои техникаӣ, дотсент, узви вобастаи Академияи муҳандисии Ҷумҳурии Тоҷикистон, сардори Раёсати таълими Донишгоҳи техникаи Тоҷикистон ба номи акад. М.С. Осими. E-mail 6463fohakov68@mail.ru

Саидзода Муҳаммад Раҳим, ассистенти кафедраи ташкили интиқол ва идора дар нақлиёти Донишгоҳи техникаи Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осими. E-mail: muhammadjon_R@mail.ru

Муродов Сафило Давлатович, омӯзгори кафедраи нақлиёти автомобилии Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав. E-mail: safialom@mail.ru

РАЗВИТИЕ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ВЛИЯНИЕ ЕЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

В статье исследуется, развитие транспортно-технологических систем и влияние ее на окружающую среду. Выявлены основные факторы влияющие на развития потенциальной мощности транспортных предприятий. Предложен классификации дорожных и климатических условий Республики Таджикистан способствующий более точно определить и охарактеризовать специфические особенности регионов, что в свою очередь позволит разработать более эффективные стратегии и меры по обеспечению безопасности и эффективности дорожной инфраструктуры.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: транспортно-технологических система, окружающая среда, классификации дорожных и климатических условий, эффективные стратегии, обеспечение безопасности, эффективности дорожной инфраструктуры, условия эксплуатации.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Сайдализода Абдурауф Сайдали, доктор технических наук, доцент, член-кор. Инженерной академии Республики Таджикистан, начальник Учебного управления Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими. E-mail 6463fohakov68@mail.ru

Саидзода Мухаммад Рахим, ассистент кафедры организация перевозок и управление на транспорте Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими. E-mail: muhammadjon_R@mail.ru

Муродов Сафило Давлатович, преподаватель кафедры автомобильного транспорта Бохтарского государственного университета имени Носири Хусрава. E-mail: safialom@mail.ru

DEVELOPMENT OF TRANSPORTATION AND TECHNOLOGICAL SYSTEMS AND ITS IMPACT ON THE ENVIRONMENT

The article examines the development of transport and technological systems and its impact on the environment. The main factors influencing the development of the potential capacity of transport enterprises have been identified. A classification of road and climatic conditions of the Republic of Tajikistan is proposed, which helps to more accurately determine and characterize the specific features of the regions, which in turn will allow the development of more effective strategies and measures to ensure the safety and efficiency of road infrastructure.

KEY WORDS: transport and technological system, environment, classification of road and climatic conditions, effective strategies, ensuring safety, efficiency of road infrastructure, operating conditions.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Saidalizoda Abdurauf Saidali, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Corresponding-member engineering of Academy of the Republic of Tajikistan, Head of the Educational Department at Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi. E-mail 6463fohakov68@mail.ru

Saidzoda Muhammad Rahim, Assistant of the Department of Organization of Transportation and Transport Management at Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi. E-mail: muhammadjon_R@mail.ru

Murodov Safialo Davlatovich, Lecturer of the Department of Automobile Transport at Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav. E-mail: safialom@mail.ru

УДК 624

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДЕРИВАЦИОННОГО ТОННЕЛЯ НА ПРИМЕРЕ D1-D2 РОГУНСКОЙ ГЭС

Зувайдов М.М., Абдуллоев С.С.,
Бохтарский государственный университет имени Носира Хусрава
Хасанов Н.М.
Таджикский технический университет имени академик М.С. Осими

Введение. В соответствии с концепцией относительно деривационных тоннелей, уровень порога входного портала деривационных тоннелей 1 и 2 (*D1, D2*) должен быть увеличен с целью предотвращения пропуска большого количества отложений через тоннели. Это было сделано посредством установки шандоров на отметке 1013 м н.у.м. в следующей последовательности.

Платформа портала *D1*, где работали механическое оборудование и персонал во время установки шандоров, находились на отм. 1020,0 м. н.у.м. В момент перекрытия *уровень воды в верхнем бьефе (УВВБ)* водохранилища должен сохраняться ниже этой отметки.

Материалы и методы исследования. На рисунок 1 были представлены ежедневный расход за 15 лет. Следует отметить, что годы 1953, 1958 и 1969 представляли собой выборку лет с особо высоким расходом. Во всех доступных записях в течение первой половины марта расход остается ниже 500,0 м³/с, поднимаясь выше 300,0 м³/с только во время одного локализованного паводка. Таким образом, считается вполне вероятным, что расход ниже 300,0 м³/с подтвердилось во время работ по выполнению модификаций в марте 2018 г.

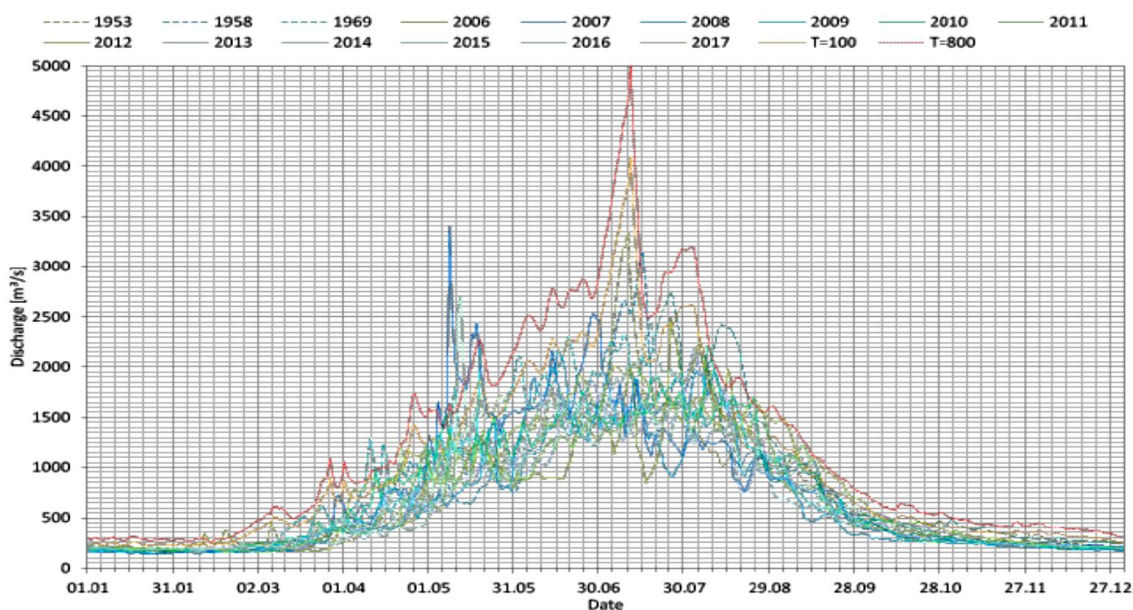


Рисунок 1. Записи ежедневного расхода и расчетных паводков.

В любом случае, рекомендуется координировать любую операцию с метеорологическим прогнозом, поскольку аномально высокая температура может привести к аномальному таянию, а ливни на более низких высотах могут напрямую сказаться на быстром (пусть и ограниченном) увеличении притока.

Во время установки шандоров в *D1*, тоннель *D2* не должен использоваться ввиду текущих работ. Таким образом, УВВБ не должен превышать 1016 м н.у.м., создавая опасность для персонала, работающего во входном портале на отм. 1020 м н.у.м. Этот предел представляется разумным, но должен получить подтверждение от Салини Импреджило, в зависимости от возможности эвакуации персонала и механизмов [1].

Поскольку шандоры должны быть установлены в гидростатических условиях, сегментные затворы *D1* будут закрыты, а речной сток полностью перекрыт. Это безусловно вызовет довольно быстрый подъем УВВБ, которого должно быть достаточно, чтобы установить все шандоры. Если этого не произойдет, операцию все же можно будет разделить на две фазы, снова открыв *D1* между этими фазами, чтобы понизить УВВБ.

Шандорный затвор (шандор) - это временный затвор, устанавливаемый в канале для проведения ремонтных или аварийных работ (рисунок 2).

Эта последовательность моделируется для двух разных расходов:

- если приток во время операции составляет $300 \text{ м}^3/\text{с}$, вода достигнет отметки 1016 м н.у.м. примерно через 15 часов, а отметки 1020 м н.у.м. через 19 часов (рисунок 3);

- если приток составляет $500 \text{ м}^3/\text{с}$, этот предел значительно сократится, и вода поднимется до отметки 1016 м н.у.м. через 7,5 часов, а до отметки 1020 м н.у.м. через 10 часов (рисунок 4).



Рисунок 2. Вид шандорных затворов.

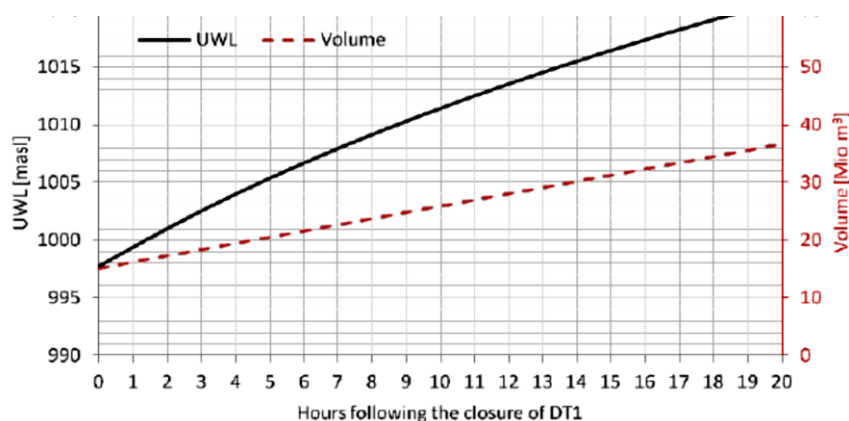


Рисунок 3. Заполнение водохранилища после закрытия D1. Приток в $300 \text{ м}^3/\text{с}$.

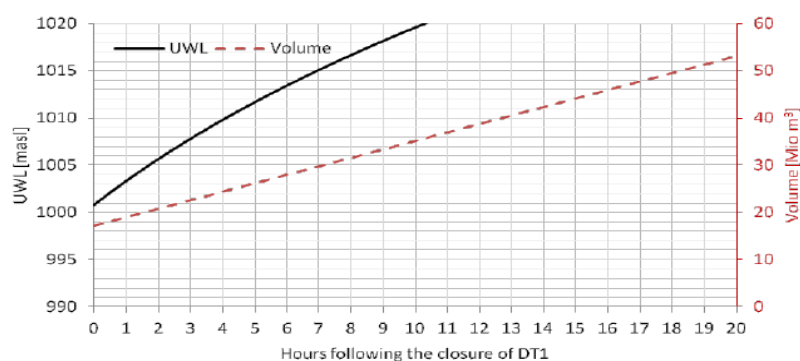


Рисунок 4. Заполнение водохранилища после закрытия D1. Приток в $500 \text{ м}^3/\text{с}$.

Результаты и обсуждения. Если требуется промежуточное снижение уровня водохранилища, D1 будет функционировать асимметрично, используя только участок на левом берегу. С точки зрения гидравлики такая ситуация обычно нежелательна, поскольку за закрытым выходным отверстием будут генерироваться вторые потоки, что может стать причиной колебания для шандорного затвора.

Чтобы убедиться, что асимметричный поток не приводит к повреждению шандорного затвора, численно смоделировали режим работы. Первый шаг заключался в числовой модели 1D деривационного тоннеля D1 в 20 м ниже по течению от входного портала до камеры затвора (~400 м). Расчеты проводились в Центре по гидрологической технике при инженерном корпусе

США (HEC-RAS), а результаты показаны на рисунке 5. Как можно видеть, по крайней мере для отвода воды до $500 \text{ м}^3/\text{с}$, поток всегда становится сверхкритическим, достигая камеры затвора. Это означает, что, если камера затвора полностью открыта, отвод воды в тоннеле не будет зависеть от условий в нижнем бьефе, и, таким образом, тоннель не будет находиться под давлением.

Исходя из результатов HEC-RAS, можно установить рейтинговую кривую сразу после водозаборного сооружения ниже по течению и использовать ее в качестве граничного условия для числовой модели 2D входного портала. Численный анализ 2D проводился с использованием программного обеспечения BASEMENT [2]. Домен, содержащий более 12000 ячеек, приведено на (рисунке 6).

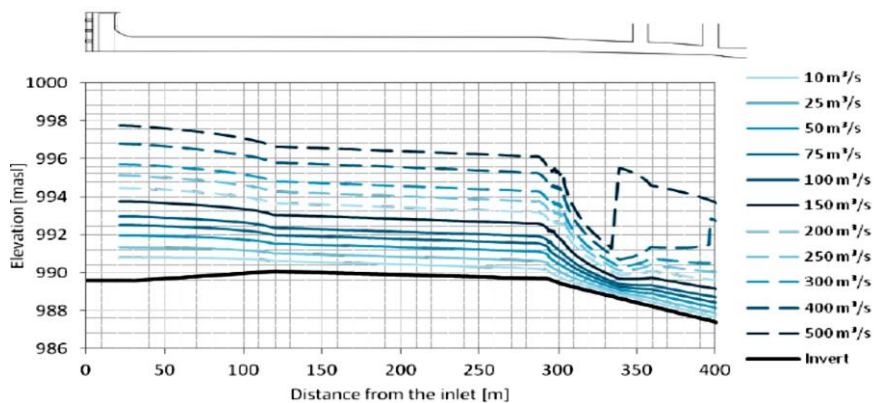


Рисунок 5. Профиль поверхности воды верхнего бьефа перед камерой затвора D1 рассчитан численно в HEC-RAS.

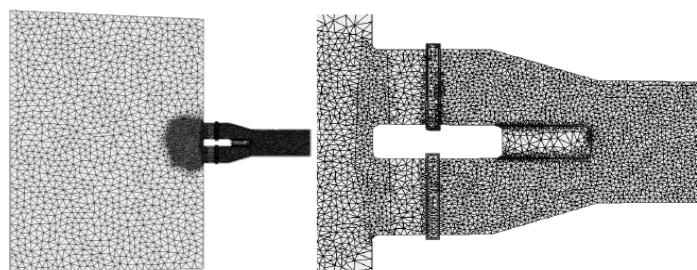


Рисунок 6. Расчетная область 2D-модели входного портала деривационного тоннеля D1. Слева: полный домен; справа: детали водозаборного сооружения.

Смоделированы два случая. Во-первых, для подтверждения результатов изучен входной портал D1 без модификаций. Во-вторых, рассчитали случай с полной блокировкой одного входа. Последние расчеты проиллюстрированы на рисунке 7 и рисунке 8.

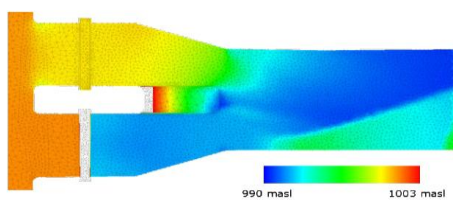


Рисунок 7. Уровни воды стационарного состояния ($300 \text{ м}^3/\text{с}$).

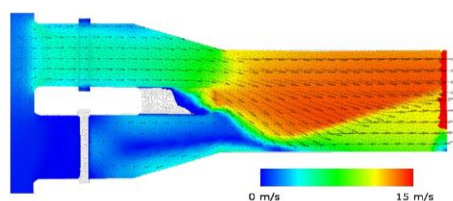


Рисунок 8. Скорости стационарного состояния ($300 \text{ м}^3/\text{с}$).

Полученные профили водной поверхности различных расходов воды для полностью открытой конфигурации представлены на рисунке 9. Как можно видеть, поток остается спокойным в моделируемой области.

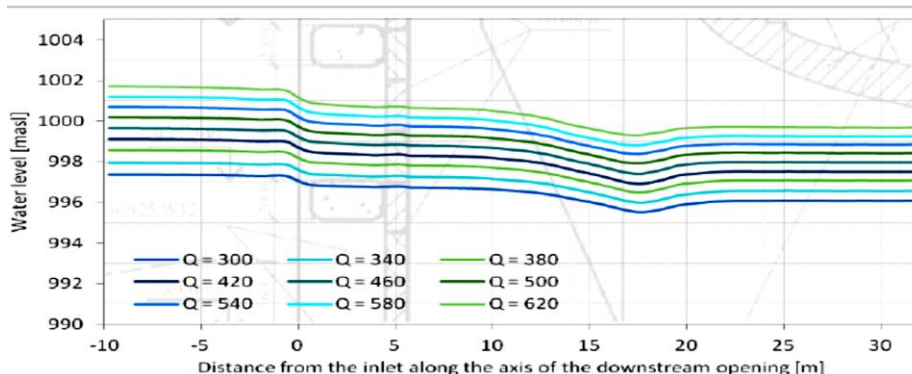


Рисунок 9. Профиль водной поверхности вдоль входного портала деривационного тоннеля D1 в своей исходной конфигурации.

Это изменяется при установке первой стойки шандорного затвора (рисунок 10). Изменение приводит к значительному увеличению УВВБ для тех же самых расходов воды и создает сверхкритический режим потока сразу после конструкции в нижнем бьефе.

Пропускная способность тоннеля в зависимости от УВВБ (BASEMENT DT1-1) можно сравнить с кривой, отрегулированной результатами физической модели [3] (свободная поверхность НПИ DT1-1) на рисунке 12. УВВБ, рассчитанный с помощью двумерной (2D) модели BASEMENT незначительно падает ниже модели кривой результатов испытаний из-за того, что в числовую модель не включили первую горизонтальную плиту.

Хотя численный метод завышает пропускную способность входного портала, предполагается, что расчет достаточно точный, чтобы сообщить, какова будет пропускная способность полуоткрытого входного портала с шандорным затвором, установленным на входе нижнего бьефа. Численные результаты (BASEMENT DT1-1 w/stoplogs) теперь можно сравнить с кривой на основании предложенных в [3] уравнений расходов воды, которые рассчитаны исходя из половины доступной ширины.

Свободная часть поверхности принятой кривой вычисляется согласно:

$$Q = 0.802 \cdot 6.75 \cdot \sqrt{2g(UWL - 989.6)^3}$$

Хотя ее часть, находящаяся под давлением, также берется из [3]:

$$Q = 0.23 \cdot 60.16 \cdot \sqrt{2g(UWL - 992.04)}$$

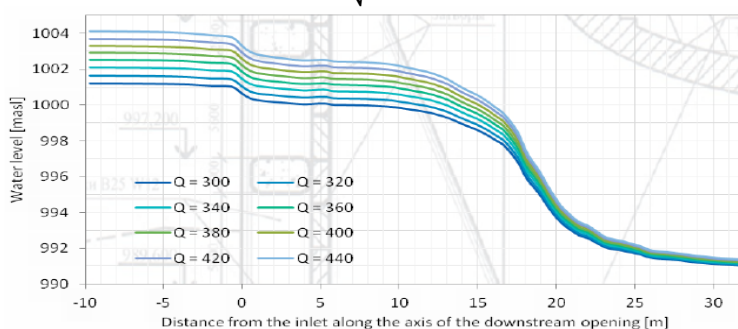


Рисунок 10. Профиль водной поверхности вдоль входного портала D1, когда шандорный затвор установлен на входе нижнего бьефа.

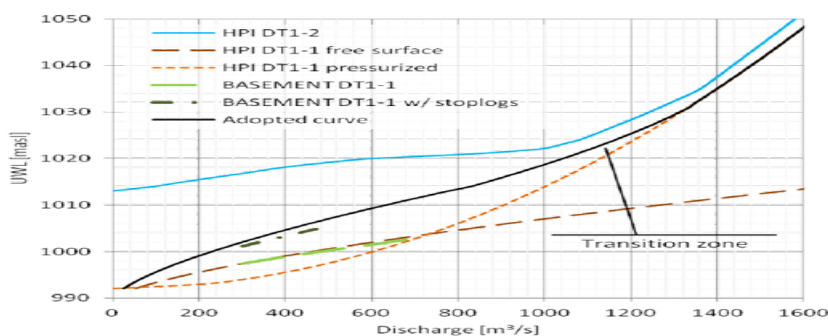


Рисунок 11. Краткое изложение расчетных отношений Q-UWL.

На основании данных результатов можно продемонстрировать промежуточное функционирование *D1* и его воздействие на уровень воды верхнего бьефа. При потоке $300 \text{ м}^3/\text{с}$, уровень воды верхнего бьефа (УВВБ) достигает отметки $1016,0 \text{ м н.у.м}$ за 15 часов. Когда открывается сегментный затвор, УВВБ при постепенном снижении за 20 часов достигнет отм. $1002,0 \text{ м н.у.м}$ (рисунок 12).

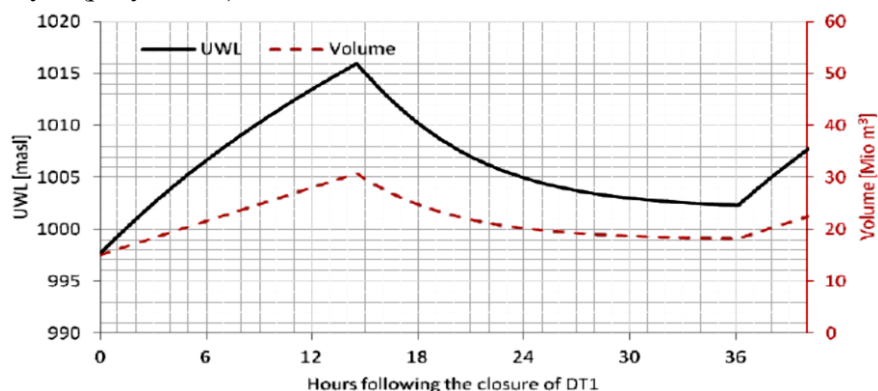


Рисунок 12. Процесс изменения УВВБ и объёма водохранилища при сбросе воды через *D1*, с использованием входа верхнего бьефа после достижения УВВБ отм. = $1016,0 \text{ м н.у.м}$. Постоянный приток составляет $300 \text{ м}^3/\text{с}$.

При притоке $500 \text{ м}^3/\text{с}$ УВВБ также может снижаться при промежуточном функционировании, однако обеспечение равновесия УВВБ, в данном случае, будет достигнуто выше отм. $1007,0 \text{ м н.у.м}$. С этой отм. УВВБ, когда сегментные ворота вновь будут закрыты, вода поднимается до отм. $1016,0 \text{ м н.у.м}$ в течение 5 часов и до отм. $1020,0 \text{ м н.у.м}$ менее чем за 8 часов (рисунок 13).

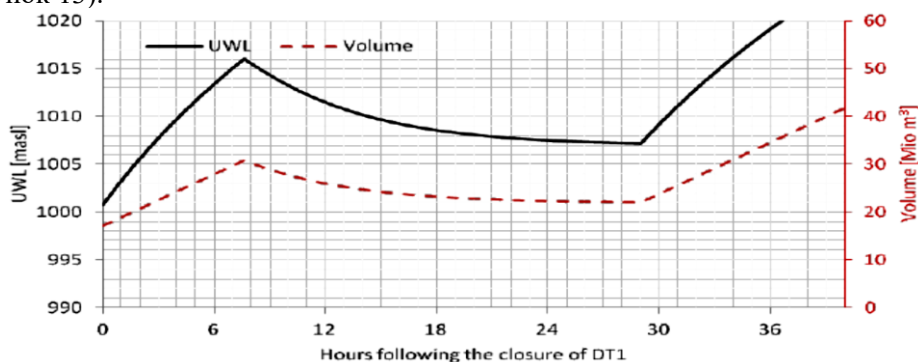


Рисунок 13. Процесс изменения УВВБ и объёма водохранилища при сбросе воды через *D1*, с использованием входа верхнего бьефа после достижения УВВБ отм. = $1016,0 \text{ м н.у.м}$. Постоянный приток $500 \text{ м}^3/\text{с}$.

Выводы:

- предполагается, что приток в течении марта останется ниже $300 \text{ м}^3/\text{с}$ и только при исключительных условиях данное значение может подойти к отметке $500 \text{ м}^3/\text{с}$;
- любые работы следует координировать с метеорологическими прогнозами, поскольку необычно высокие температуры могут вызвать нетипичные условия снеготаяния, а выпадение атмосферных осадков на более низких высотах могут напрямую способствовать быстрому увеличению притоков;
- при притоке $300 \text{ м}^3/\text{с}$ воды, приблизительно за 15 часов, достигнет отметки $1016,0 \text{ м}$, а за 19 часов приблизится к отметке $1020,0 \text{ м н.у.м}$;
- при притоке $500 \text{ м}^3/\text{с}$, граница будет существенно сокращена и вода поднимется до отметки $1016,0 \text{ м}$ за 7,5 часов, а до отметки $1020,0 \text{ м н.у.м}$ всего за 10 часов;
- при промежуточном понижении воды в водохранилище с притоком $300 \text{ м}^3/\text{с}$ УВВБ достигает отметки $1016,0 \text{ м н.у.м}$ за 15 часов. Как только открываются сегментные ворота, УВВБ постепенно опускается за 20 часов до отметки $1002,0 \text{ м н.у.м}$;
- при притоке $500 \text{ м}^3/\text{с}$, УВВБ также может понижаться при промежуточном функционировании, однако равновесие УВВБ в данном случае достигается выше отметки $1007,0$

м н.у.м. С указанной отметки УВВБ, при повторном закрытии сегментных затворов, вода поднимется до 1016,0 м н.у.м в течение 5 часов и до 1020,0 м н.у.м менее чем за 8 часов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Салини Импреджило. Программа работ, MU07. – Декабрь, 2017.
2. Vetsch D., Fäh R., Farshi D. и Müller R. «BASEMENT - объектно-ориентированная система программного обеспечения для моделирования природных опасностей» в Festtagskolloquium 75 Jahre VAW, 2005.
3. РусГидро. Отчет по теме «Гидравлические исследования строительных туннелей 1-го и 2-го уровня с впускными типами валов, в том числе схема сифонного водосброса русла реки Вахш для туннеля 1-го уровня», (контракт № 12/124-12 от 10.02.2012), этап 1, 2012 г.
4. ОАО Рогунская ГЭС, лот 2 – Контракт на строительство плотины, том 2 – Требования Заказчика, Проектное задание, июль 2015 г.
5. Инженерное и техническое сопровождение строительства Рогунской плотины «Анализ прочности соединительных галерей структуры деривационных туннелей 1 и 2 уровней через русло реки Вахш», А-0214-В-СW-DCO-TR-001-А1, 29 апреля 2017 г.
6. Инженерная и техническая поддержка строительства Рогунской плотины «Геологическое сопровождение при проектировании и строительстве этапа 1 (этап 2)», А-0214-С-СW-GGE-TR-029-А0, 27 июня 2017 г.
7. Eurocode 2. Design of Concrete Structures, EN1992-1-1.
8. Eurocode 7. Geotechnical Design, EN1997-1.
9. CEB-FIP. Fib Model Code for Concrete Structures 2010, Fédération Internationale du Béton / International Federation for Structural Concrete (Fib), 2013.
10. SAP2000. User's Manual, version 14, 2016.
11. TNO DIANA. DIANA User's Manual, Release 10.1, 2017.

ТАҲЛИЛИ ГИДРАВЛИКИИ НАҚБИ ДЕРИВАТСИОНӢ ДАР МИСОЛИ Д1-Д2 НБО-и РОГУН

Дар мақола баҳодиҳии муҳлате, ки барои паст кардани дарвозаҳои шандори иншооти дармадгоҳи нақби диверсияи Д1 дар сурати бе қор будани нақби диверсияи Д2 ва пурра баста шудани дарёи Вахш пешбини гардидааст, оварда шудааст. Шароити гидравликии, ки дар вақти паст шудани миёнаи об дар обанбор ба амал омада метавонанд, бо истифода аз амсиласозии ададӣ (амсилаҳои 1-ченака ва 2-ченака) таҳлил карда шуданд.

Сатҳи остонаи вуруди D1/D2, ки бояд баланд карда шавад, низ баррасӣ мешавад то аз нақб гузаштани микдори зиёди пасандозҳо пешгирӣ карда шавад. Ин тавассути нақб кардани шандорҳо то нуқтаи 1013,0 м аз сатҳи баҳр дар пайдарпайии муайян анҷом дода мешавад.

КАЛИДВОЖАҲО: нақбҳои ҳосилавӣ, методология, сатҳи остона, гидравлика, ҷараёни об, амсиласозӣ, ҳавзи болоӣ.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Зувайдов Маҳмадулло Маҳмасолиевӣ, ассистенти кафедраи сохтмони Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав.

Абдуллоев Сафарбек Саъдуллоевич, номзоди илмҳои техникӣ, дотсенти кафедраи сохтмони Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав.

Ҳасанов Нуралӣ Мамедовӣ, доктори илмҳои техникӣ, профессори кафедраи асосҳо, таҳкурсиҳо ва иншоотҳои зерзаминии Донишгоҳи техникӣ Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ. Тел.: (+992) 988-89-95-75; e-mail: khasanov.nurali@mail.ru

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДЕРИВАЦИОННОГО ТОННЕЛЯ НА ПРИМЕРЕ D1-D2 РОГУНСКОЙ ГЭС

В статье приводится оценка периода, предусмотренного для опускания шандорных затворов входного сооружения деривационного тоннеля D1, при отсутствии эксплуатации деривационного тоннеля D2 и выполнении полного перекрытия реки Вахш. Гидравлические условия, которые могут произойти при промежуточном понижении воды в водохранилище были проанализированы при помощи численного моделирования (1-мерной и 2-мерной моделей).

Также рассматривается уровень порога впускного отверстия D1/ D2, который необходимо поднять для предотвращения пропуска большого количества отложений через тоннель. Это будет сделано посредством установки шандоров до отметки 1013,0 м н.у.м. в определенной последовательности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: деривационные тоннели, методология, уровень порога, гидравлика, приток воды, моделирование, верхний бьеф

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Зувайдов Маҳмадулло Маҳмасолиевӣ, ассистент кафедры строительства Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава.

Абдуллоев Сафарбек Саъдуллоевич, кандидат технических наук, доцент кафедры строительства Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава.

Хасанов Нуралӣ Мамедовӣ, доктор технических наук, профессор кафедры основания, фундаменты и подземные сооружения Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими.

HYDRAULIC ANALYSIS OF A DIVERSION TUNNEL USING THE EXAMPLE OF D1-D2 ROGUN HYDROPOWER STATION

The article provides an assessment of the period envisaged for lowering the stopcocks of the inlet structure of the diversion tunnel D1, in the absence of operation of the diversion tunnel D2 and the complete closure of the Vakhsh River. The hydraulic conditions that may occur during an intermediate drawdown of water in the reservoir were analyzed using numerical modeling (1-D and 2-D models).

Also considered is the level of the inlet sill D1/D2, which must be raised to prevent the passage of large quantities of sediment through the tunnel. This will be done by installing stopcocks up to the mark of 1013.0 m above sea level in a certain sequence.

KEY WORDS: diversion tunnels, methodology, sill level, hydraulics, water inflow, modeling, upper pool.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Zuwaydov Mahmaddullo Mahmasolievich, Assistant of the Department of Construction at Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav.

Abdulloev Safarbek Sadulloevich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Construction at Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav.

Hasanov Nurali Mamedovich, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor of Department of Foundations, bases and underground constructions at Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi.

УДК 536.21

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ СИСТЕМЫ (БЕНЗОЛ+ЧЕТЫРЕХХЛОРИСТЫЙ УГЛЕРОД) В ЖИДКОМ ФАЗЕ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ КОНЦЕНТРАЦИИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ И ДАВЛЕНИЯ

Сафарова Ф.А.

Технический колледж Таджикского технического университета имени академика М. Осими

В практике теплофизического эксперимента существуют два основных подхода к изучению теплопроводности бинарных органических растворов: аналитический и экспериментальный. В данной работе рассматривается комплексный (комбинированный) подход для прогнозирования теплофизических свойств (ТФС) различных растворов. Наиболее известные методы расчёта коэффициента теплопроводности были описаны в работе Рида Р. и др. [1-2].

Бензол (C_6H_6) - бесцветное химическое вещество со сладким запахом, которое может быть получено из природного газа, сырой нефти или угля и в основном используется в качестве сырья для производства других химических веществ. Бензол также используется в качестве растворителя в химической и фармацевтической промышленности.

Бензол с молекулярной формулой C_6H_6 - ароматический углеводород с характерным кольцевым строением и является простейшим соединением этой группы веществ. Это бесцветная жидкость, легко воспламеняющаяся и легче воды. При достаточно высокой концентрации в воздухе можно почувствовать характерный запах бензола. Бензол высокотоксичен и канцерогенен по своей природе. В основном он используется в производстве полистирола.

Четыреххлористый углерод CCl_4 - прозрачная жидкость со своеобразным запахом (т. кип. $75-77^\circ C$). Он смешивается в любых соотношениях с ацетоном, бензолом, бензином, сероуглеродом и другими органическими растворителями. В воде при $20^\circ C$ растворяется около 0,01% четыреххлористого углерода. Четыреххлористый углерод не огнеопасен, его пары в несколько раз тяжелее воздуха.

В данной статье приведены результаты экспериментального исследования по теплопроводности исследуемых растворов системы (бензол+четырёххлористого углерода) в жидкой фазе в зависимости от температуры (300-370) К и давления (0,1-50) МПа, а также изменения концентрации второго жидкого компонента, то есть четырёххлористого углерода от 10 до 90 мол. концентрации.

Для выполнения данной задачи нами было собрано и использовано экспериментальные установки, полная характеристика которой приведен на [3-4]. Результаты экспериментального исследования изучаемых объектов приведена на таблицах 1-9 и рисунках 1-4.

В [5] на большом экспериментальном материале приведены основания для расчета теплопроводности водных растворов. Показаны графики зависимости коэффициента теплопроводности водных растворов от температуры и концентрации. Следует отметить, что

знание зависимости коэффициента теплопроводности от температуры в широком диапазоне частот позволяет получить более точные реологические уравнения состояния жидкостей и их растворов, а по заданным реологическим свойствам предсказать область их применения. В связи с этим представляет большой интерес температурная зависимость водных растворов теплоносителей или хладоносителей.

Поэтому на данной статье рассмотрены изменения теплопроводности исследуемых образцов в зависимости от температуры и давления, а также при изменении концентрации четыреххлористого углерода от 10 до 90 мол. концентрации.

Таблица 1

Экспериментальные значения по теплопроводности (λ , Вт/(м·К)) системы (бензол+четырехлористый углерод) в жидком фазе для (90%С₆Н₆+10%ССl₄) мол. в зависимости от температуры и давления

Т, К	Давление Р, МПа					
	0,1	10	20	30	40	60
310	0,137	0,140	0,143	0,149	0,152	0,158
320	0,133	0,137	0,141	0,145	0,148	0,154
330	0,131	0,135	0,139	0,142	0,146	0,152
340	0,127	0,131	0,136	0,139	0,142	0,148
350	0,125	0,129	0,133	0,137	0,139	0,146
360		0,124	0,130	0,134	0,137	0,143
370		0,122	0,127	0,130	0,135	0,142

Таблица 2

Экспериментальные значения по теплопроводности (λ , Вт/(м·К)) системы (бензол + четыреххлористый углерод) в жидком фазе для 80%С₆Н₆+20%ССl₄) мол. в зависимости от температуры и давления

Т, К	Давление Р, МПа					
	0,1	10	20	30	40	60
310	0,132	0,135	0,139	0,144	0,147	0,153
320	0,128	0,132	0,137	0,140	0,143	0,149
330	0,126	0,130	0,135	0,138	0,141	0,147
340	0,123	0,127	0,131	0,135	0,138	0,144
350	0,121	0,124	0,128	0,132	0,134	0,142
360		0,119	0,125	0,129	0,132	0,139
370		0,118	0,123	0,125	0,130	0,137

Таблица 3

Экспериментальные значения по теплопроводности (λ , Вт/(м·К)) системы (бензол + четыреххлористый углерод) в жидком фазе для 70%С₆Н₆+30%ССl₄) мол. в зависимости от температуры и давления

Т, К	Давление Р, МПа					
	0,1	10	20	30	40	60
310	0,126	0,131	0,134	0,139	0,142	0,148
320	0,124	0,128	0,132	0,136	0,139	0,144
330	0,122	0,127	0,130	0,134	0,137	0,142
340	0,119	0,122	0,127	0,130	0,133	0,139
350	0,117	0,120	0,124	0,128	0,130	0,137
360		0,114	0,121	0,125	0,128	0,134
370		0,113	0,118	0,121	0,126	0,133

Таблица 4

Экспериментальные значения по теплопроводности (λ , Вт/(м·К)) системы (бензол + четыреххлористый углерод) в жидком фазе для (60%С₆Н₆+40%ССl₄) мол. в зависимости от температуры и давления

Т, К	Давление Р, МПа					
	0,1	10	20	30	40	60
310	0,123	0,126	0,130	0,134	0,137	0,143

320	0,120	0,123	0,127	0,131	0,134	0,139
330	0,118	0,121	0,125	0,129	0,132	0,137
340	0,114	0,118	0,122	0,126	0,128	0,134
350	0,112	0,116	0,119	0,123	0,125	0,132
360		0,112	0,117	0,120	0,123	0,130
370		0,110	0,114	0,117	0,122	0,128

Таблица 5

Экспериментальные значения по теплопроводности (λ , Вт/(м·К)) системы (бензол + четыреххлористый углерод) в жидком фазе для 50%С₆Н₆+50%ССl₄ мол. в зависимости от температуры и давления

Т,К	Давление Р, МПа					
	0,1	10	20	30	40	60
310	0,119	0,122	0,125	0,129	0,132	0,138
320	0,116	0,119	0,123	0,126	0,129	0,135
330	0,114	0,117	0,121	0,124	0,127	0,133
340	0,111	0,114	0,118	0,121	0,124	0,130
350	0,108	0,112	0,115	0,119	0,121	0,128
360		0,108	0,113	0,116	0,119	0,125
370		0,106	0,110	0,113	0,117	0,124

Таблица 6

Экспериментальные значения по теплопроводности (λ , Вт/(м·К)) системы (бензол+четырёххлористый углерод) в жидком фазе для (40%С₆Н₆+60%ССl₄) мол. в зависимости от температуры и давления

Т,К	Давление Р, МПа					
	0,1	10	20	30	40	60
310	0,114	0,117	0,120	0,124	0,127	0,132
320	0,111	0,114	0,118	0,121	0,124	0,130
330	0,109	0,112	0,116	0,119	0,122	0,128
340	0,106	0,109	0,113	0,116	0,119	0,125
350	0,104	0,107	0,111	0,114	0,116	0,123
360		0,104	0,108	0,112	0,114	0,120
370		0,102	0,106	0,108	0,113	0,119

Таблица 7

Экспериментальные значения по теплопроводности (λ , Вт/(м·К)) системы (бензол + четыреххлористый углерод) в жидком фазе для (30%С₆Н₆+70%ССl₄) мол. в зависимости от температуры и давления

Т,К	Давление Р, МПа					
	0,1	10	20	30	40	60
310	0,110	0,112	0,116	0,119	0,122	0,127
320	0,107	0,110	0,114	0,116	0,119	0,125
330	0,105	0,108	0,111	0,114	0,117	0,123
340	0,102	0,105	0,109	0,112	0,114	0,120
350	0,100	0,103	0,106	0,110	0,112	0,118
360		0,100	0,104	0,107	0,110	0,116
370		0,098	0,102	0,104	0,108	0,115

Таблица 8

Экспериментальные значения по теплопроводности (λ , Вт/(м·К)) системы (бензол + четыреххлористый углерод) в жидком фазе для (20%С₆Н₆+80%ССl₄) мол. в зависимости от температуры и давления

Т,К	Давление Р, МПа					
	0,1	10	20	30	40	60
310	0,105	0,108	0,111	0,114	0,117	0,122
320	0,103	0,106	0,109	0,112	0,115	0,120

330	0,101	0,103	0,107	0,110	0,113	0,118
340	0,098	0,101	0,104	0,107	0,109	0,115
350	0,096	0,099	0,102	0,105	0,107	0,113
360		0,096	0,099	0,103	0,106	0,111
370		0,094	0,097	0,099	0,104	0,110

Таблица 9

Экспериментальные значения по теплопроводности (λ , Вт/(м·К)) системы (бензол + четыреххлористый углерод) в жидкой фазе для (10%С₆Н₆+90%ССl₄)мол. в зависимости от температуры и давления

T, K	Давление P, МПа					
	0,1	10	20	30	40	60
310	0,101	0,103	0,107	0,109	0,112	0,117
320	0,098	0,101	0,104	0,107	0,110	0,115
330	0,096	0,099	0,102	0,105	0,108	0,113
340	0,094	0,097	0,100	0,103	0,105	0,111
350	0,092	0,094	0,097	0,101	0,103	0,109
360		0,092	0,095	0,098	0,101	0,107
370		0,089	0,093	0,095	0,099	0,106

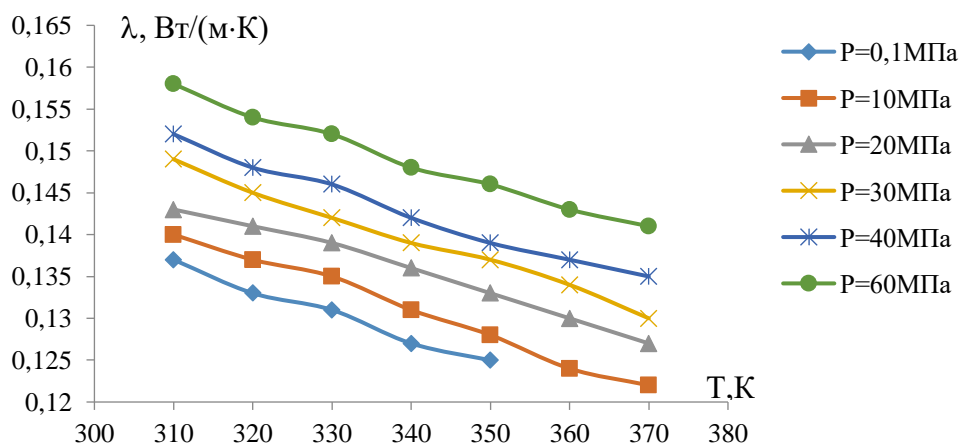


Рисунок 1. Зависимость теплопроводности системы (бензол+четырёххлористый углерод) в жидкой фазе для (90%С₆Н₆+10%ССl₄) мол. в зависимости от температуры и концентрации четырёххлористого углерода.

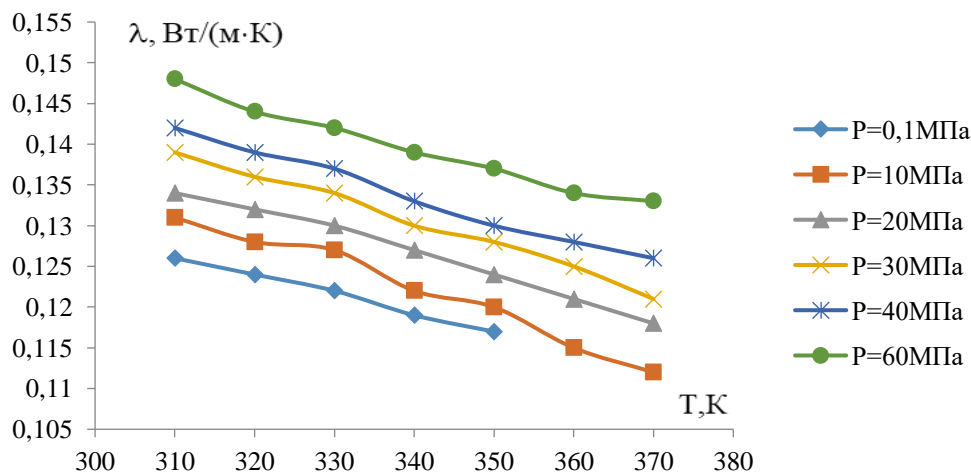


Рисунок 2. Зависимость теплопроводности системы (бензол+четырёххлористый углерод) в жидкой фазе для (70%С₆Н₆+30%ССl₄) мол. в зависимости от температуры и концентрации четырёххлористого углерода.

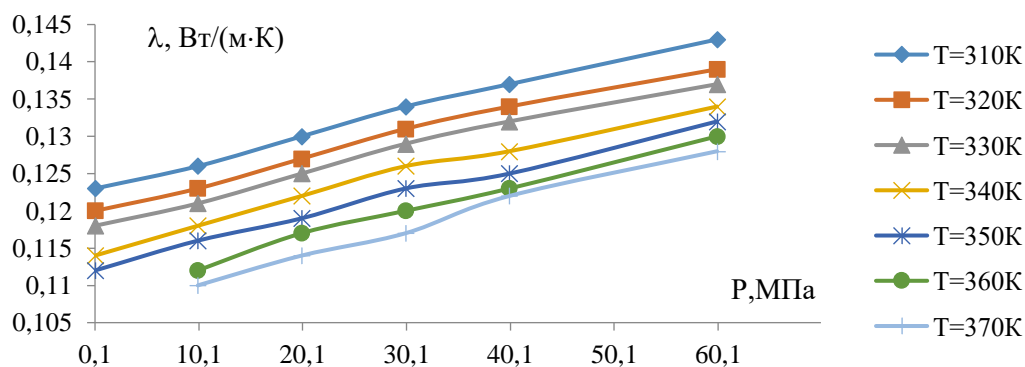


Рисунок 3. Зависимость теплопроводности системы (бензол+тетрахлористый углерод) в жидкой фазе для (60%С₆Н₆+40%ССl₄) мол. в зависимости от давления и концентрации тетрахлористого углерода.

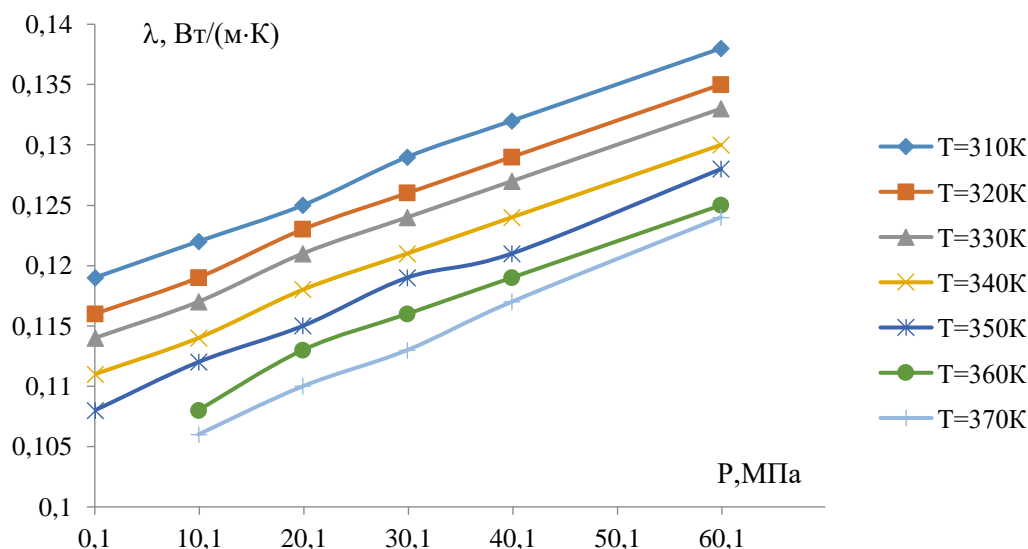


Рисунок 4. Зависимость теплопроводности системы (бензол+тетрахлористый углерод) в жидкой фазе для (50%С₆Н₆+50%ССl₄) мол. в зависимости от давления и концентрации тетрахлористого углерода.

Из результатов проведенных экспериментов и теории которые приведены в таблицах 1-9 и рисунках 1-4 видно, что теплопроводность исследуемых растворов, то есть растворов системы (бензол+тетрахлористого углерода (10-90%)) в жидком фазе с ростом температуры и концентрации тетрахлористого углерода уменьшаются а с ростом давления увеличиваются.

Механизм изменение теплопроводности исследуемых систем (бензол + тетрахлористого углерода) с повышением температуры, можно объяснить следующим образом: при повышении температуры расстояние между молекулами концентрации первого и второго компонента растет, тепло из одного молекула к другому переходит медленно, поэтому и уменьшается.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Рид, Р., Праусниц Дж., Шервуд Т. Свойства газов и жидкостей: Справочное пособие. 3-е изд. – Л.: Химия, 1982.
2. Побережский, С.Ю. Теплопроводность бинарных растворов органических жидкостей по группам классификации эвелла // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – №4.; URL : <https://science-education.ru/ru/article/view?id=13977> (дата обращения: 12.07.2024).
3. Зарипова, М.А. Влияние наночастиц на изменение теплофизических, термодинамических свойств некоторых кислородосодержащих, азото-содержащих органических жидкостей при различных температурах и давлениях / Мохира Абдусаломовна Зарипова. Дисс. д-ра техн. наук. – Казань, 2016. – 513 с.
4. Сафаров, М.М. Устройства для определения коэффициента тепло-проводности наножидкостей / М.М. Сафаров, М.А. Зарипова М.М. Гуломов, Дж.Ф. Собиров, С.С. Рафиев, Д.Ш. Раджабова, А.Р. Раджабов и др. // Патент Республики Таджикистан. – №ТJ 923. – Душанбе, 2017. – 5с.
5. Бертшнайдер С.Т. Свойства газов и жидкостей. – М.: Химия, 1966. – 535 с.

**БУЗУРГИҶОИ ТАҶРИБАВИИ ҒАРМИГУЗАРОНИИ СИСТЕМАИ (БЕНЗОЛ + ТЕТРАХЛОРИДИ
КАРБОН) ДАР ФАЗАИ МОЕЪ ҲАҶГОМИ ТАҶҒИР ЁҒТАНИ КОНСЕНТРАТСИЯ
АЗ ҲАРОРАТ ВА ФИШОР**

Дар ин мақола натиҷаҳои таҳқиқоти таҷрибавӣ оид ба ғармигузарони маҳлулҳои таҳқиқоти система (бензол + тетраҳлориди карбон) дар фазои моеъ вобаста ба ҳарорат (300-370) К ва фишор (0,1-50) МПа, инчунин тағйир ёфтани консентратсияи компоненти дууми моеъ, яъне тетраҳлориди карбон аз 10 то 90 мол. консентратсия оварда шудааст. Натиҷаҳои таҳқиқоти таҷрибавӣ нишон доданд, ки ғармигузарони маҳлулҳои системаи «бензол+тетраҳлориди карбон» бо консентратсияи гуногуни компоненти дуум бо баланд шудани ҳарорат кам шуда, бо баланд шудани фишор то $p=60$ МПа коэффитсиенти ғармигузарони системаи таҳқиқшаванда меафзояд.

КАЛИДВОЖАҲО: тетраҳлориди карбон, бензол, ҳарорат, фишор, консентратсия, ғармигузаронӣ.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ: Сафарова Фарзона Амруллоевна, ст. преподаватель кафедры физики и технологии Технического колледжа Таджикского технического университета имени академика М. Осими, соискатель кафедры общей физики Таджикского государственного педагогического университета имени С. Айни. Тел.: (+992) 777-11-14-81; e-mail: safarovafarzona19@gmail.com

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ СИСТЕМЫ
(БЕНЗОЛ+ЧЕТЫРЕХХЛОРИСТЫЙ УГЛЕРОД) В ЖИДКОМ ФАЗЕ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ
КОНЦЕНТРАЦИИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ И ДАВЛЕНИЯ**

В данной статье приведены результаты экспериментального исследования по теплопроводности исследуемых растворов системы (бензол+четырёххлористого углерода) в жидком фазе в зависимости от температуры (300-370)К и давления (0,1-50)МПа, а также изменении концентрации второго жидкого компонента, то есть четырёххлористого углерода от 10 до 90мол. концентрации. Результаты экспериментального исследования показали, что теплопроводность растворов системы «бензол + четырёххлористого углерода» с различными концентрациями второго компонента с ростом температуры уменьшается, а с ростом давления до $p = 60$ МПа коэффициент теплопроводности исследуемой системы увеличивается.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: четырёххлористый углерод, бензол, температура, давления, концентрация, теплопроводность

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ: Сафарова Фарзона Амруллоевна, ст. преподаватель кафедры физики и технологии Технического колледжа Таджикского технического университета имени академика М. Осими, соискатель кафедры общей физики Таджикского государственного педагогического университета имени С. Айни. Тел.: (+992) 777-11-14-81; e-mail: safarovafarzona19@gmail.com

**EXPERIMENTAL VALUE OF THERMAL CONDUCTIVITY OF THE SYSTEM (BENZENE +
CARBON TETRACHLORIDE) IN THE LIQUID PHASE WITH A CHANGE IN CONCENTRATION
FROM TEMPERATURE AND PRESSURE**

This article presents the results of an experimental study on the thermal conductivity of the studied solutions of the system (benzene + carbon tetrachloride) in the liquid phase depending on the temperature (300-370) K and pressure (0.1-50) MPa, as well as a change in the concentration of the second liquid component, that is, carbon tetrachloride from 10 to 90 mol. concentration. The results of the experimental study showed that the thermal conductivity of solutions of the system "benzene + carbon tetrachloride" with different concentrations of the second component decreases with increasing temperature, and with an increase in pressure to $p = 60$ MPa, the thermal conductivity coefficient of the studied system increases.

KEY WORDS: carbon tetrachloride, benzene, temperature, pressure, concentration, thermal conductivity.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR: Safarova Farzona Amrulloevna, Senior Lecturer of the Department of Physics and Technology at Technical College of Tajik Technical University named after Academician M. Osimi, Applicant student of the Department of General Physics at Tajik State Pedagogical University named after S. Aini. Phone: (+992) 777-11-14-81; e-mail: safarovafarzona19@gmail.com

УДК 669.45.018.8.24/882

МИКРОСТРУКТУРА И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СВИНЦОВОГО БАББИТА Б(PbSb15Sn10) С КАДМИЕМ

Ходжаназаров Х.М., Ганиев И.Н., Шарипов Ф.Б.
Таджикский технический университет имени М.С. Осими
Джумъева М.Б.

Институт химии имени В.И. Никитина Академии наук Республики Таджикистан

Введение

Баббиты – это специальные сплавы на основе олова, свинца и некоторых других металлов. Такие сплавы обладают высокими антифрикционными свойствами, т.е. низкими коэффициентами трения. Свинцовые баббиты обладают удивительными свойствами при использовании в качестве материала подшипников. Они пластичны, но при этом устойчивы к коррозии. Этот материал может выдерживать большие нагрузки и иметь хорошую приработку при использовании с другими материалами вала, такими как сталь. Баббиты обозначают буквой Б и двух или однозначной цифрой, указывающей среднее содержание олова в процентах Б88, Б83, Б83С, Б16, БН, БС6 (для оловянных и свинцовых баббитов) и БКА, БК2, БК2Ш (для безоловянных баббитов). Буквы Н, К, С, Т обозначают наличие в баббите никеля, кальция, свинца и теллура [1].

В качестве дополнительного к свинцу и олову металла при изготовлении баббита чаще всего используются медь либо сурьма. Высокие антифрикционные свойства этот сплав имеет прежде всего потому, что состоит как из твердых, так и из мягких элементов. К положительным свойствам баббита, помимо низкого коэффициента трения, относят еще и износостойкость, и легкоплавкость. Даже при сильной нагрузке такой сплав способен прослужить очень долгое время [2].

В технике применяются антифрикционные свинцовосурьмяные сплавы обычно содержат до 6% олова, за эвтектические до 16% олова. Добавка олова служит для повышения твердости, улучшения прилуживаемости при заливке баббитом по стали или бронзе и улучшения вязкости баббита. Медь предотвращает ликвацию сплава, увеличивает твердость и ударную вязкость. Мышьяк увеличивает жидкость баббита, уменьшает падение твердости при повышении температуры. Никель уменьшает износ баббитов, увеличивает вязкость и твердость. Кадмий увеличивает прочность и твердость, улучшает коррозионную устойчивость [3].

Баббит марки БТ имеет состав примерно такой же, как и баббит БН, но вместо никеля он содержит около 0,2% теллура. Баббит БТ обладает большей вязкостью, чем баббит Б16 и поэтому может быть применен в подшипниках, испытывающих ударные нагрузки (в автомобильных и тракторных двигателях). Несмотря на высокий коэффициент трения, баббиты БТ нашли широкое применение благодаря своему свойству хорошо прирабатываться и удовлетворительной пластичности. После термической обработки пластичность баббита БТ значительно увеличивается, а твердость уменьшается [6-7].

По сравнению с оловянными баббитами материалы на основе свинца менее дороги и имеют меньшую склонность к задирам на валу. Благодаря быстрому охлаждению для получения тонкой микроструктуры, тонким поверхностным слоям для повышения усталостной прочности и тщательному склеиванию свинцовый баббит отлично служит и используется в гораздо больших объемах, чем оловянный баббит [8].

Свинцовый баббиты имеют следующие механические свойства: твердость (по шкале Бринелля): 20-40НВ, прочность на разрыв 150-250 МПа, предел текучести 50-150 МПа, удлинение при разрыве 5-15%, плотность 8,7г/см³. Эти механические свойства делают баббиты подходящими для различных условий эксплуатации, где требуется мягкий и среднетвердый баббит.

Свойства материалов зависят не только от свойств атомов и других, более крупных структурных элементов, образующих данную систему, но и от того, как эти элементы располагаются в пространстве. Другими словами, в формировании свойств материалов существенную роль играет не только их химический (элементный) состав, но и структура (строение). По этой причине, структурным исследованиям, проводимым на различных

масштабных уровнях, в материаловедении придают особое значение. В связи с широким применением свинцовых баббитов в различных отраслях промышленности ведут систематические научно-исследовательские работы по улучшению их эксплуатационных характеристик [9-10].

Данные о механических свойствах свинцового баббита Б(PbSb15Sn10) с кадмием в литературы отсутствуют. Подобные сведения пополняют страницы соответствующих справочников и являются ценной информацией при выборе материала конструкций из баббитов.

Целью настоящей работы является исследование влияния добавок кадмия на микроструктуру и механических свойств свинцового баббита Б(PbSb15Sn10).

Материалы и методики исследования

Свинцовый баббит с кадмием получали в шахтной лабораторной печи СШОЛ при температуре 450-500°C путём плавки свинца марки С1 (99,985% Pb) (ГОСТ 3778-77), олова марки ОВЧ – 000 (99,999% Sn) (ГОСТ 860-75), сурьмы металлической марки Су00 (99,9% Sb) (ГОСТ 1089-82) и металлического кадмия марки КдО (99,96% Cd) ГОСТ 1467-93. Содержание кадмия в исходном сплаве составило 0,1; 0,5; 1,0; 2,0 мас.%. Состав полученных сплавов контролировалось взвешиванием шихты и полученных образцов. В случае отклонения массы образцов более чем на 3% от массы шихты синтез сплавов проводился заново.

Изучение микроструктуры является одним из главных средств исследования сплавов. Это дает возможность определять влияние различных деформационных и термических обработок на свойства готовых баббитовых изделий, а также анализировать причины ее брака. Исследования позволяют точно определить протяженность границы гомогенных и гетерогенных областей, наблюдать изменения микроструктуры в зависимости от состава сплава, а также наличие интерметаллидных фаз в системе. Микроструктуру баббита Б(PbSb15Sn10) с кадмием исследовали на световом микроскопе марки БИОМЕД-1.

Микроскопический метод исследования металлов и сплавов, или кратко микроанализ, заключается в изучении строения (структуры) при помощи микроскопа на специально подготовленных образцах, называемых микрошлифами. Приготовление микрошлифа для изучения микроструктуры обычно начинается с вырезания образца из определённого участка изучаемого объекта. Этот участок определяется целью проводимого исследования (например, ближе к излому или трещине на изделии). Наиболее удобными для приготовления микрошлифов являются образцы цилиндрического или квадратного сечения диаметром или стороной квадрата от 10 до 20 мм и высотой от 10 до 30 мм. Заточенный образец шлифуется на шлифовальной бумаге до полного удаления рисок, с постепенным переходом от бумаги с зернистостью абразива 150-50 мкм до бумаги микронной зернистости (20-5 мкм). При переходе с одной бумаги на другую, более тонкую, необходимо очищать образец и менять направление шлифовки на 90°. Шлифовка образцов производится на специальных станках с закреплением шлифовальной бумаги на вращающихся дисках или лентах. Полирование ведется на вращающихся кругах диаметром 250 мм, обтянутые грубым сукном (предварительное полирование) или фетром (окончательное полирование). Исследования проводили по методикам, описанным в работах [11-12].

Для исследования микроструктуры исследуемых образцов из полученного расплава отливались цилиндрические образцы диаметром 10-16 мм и длиной 5-10 мм. Каждый образец предварительно отшлифовывали, обезжиривали спиртом и погружали в 20 процентный водный раствор азотной кислоты. Время травления составляло от 10 до 20 с. После травления микрошлиф промывали в проточной воде и тщательно высушивали прижатием к чистой фильтровальной бумаге.

Методика измерения твердость сплавов. Одной из наиболее распространенных характеристик, определяющих качество металлов и сплавов, возможность их применения в различных конструкциях и при различных условиях работы, является твердость. Испытания на твердость производятся чаще, чем определение других механических характеристик металлов: прочности, относительного удлинения и др.

Твердость по методу Бринелля (ГОСТ 9012 – 59) измеряют вдавливанием в испытываемый образец стального шарика определенного диаметра D (2,5; 5; 10 мм) под действием заданной нагрузки F в течение определенного времени (рис. 1а). Преимуществами этого метода являются простота, достаточная точность, минимальные требования к чистоте поверхности по сравнению с другими методами, а также наличие устойчивой связи НВ с величиной σ_B .

Число твердости по Бринеллю, обозначаемое HB (H – начальная буква слова Hardness – твердость; B – начальная буква названия метода определения твердости Brinell), представляет собой отношение нагрузки F к площади поверхности сферического отпечатка S и измеряется в кгс/мм² или МПа по формуле:

$$HB = \frac{P}{S}. \quad (1)$$

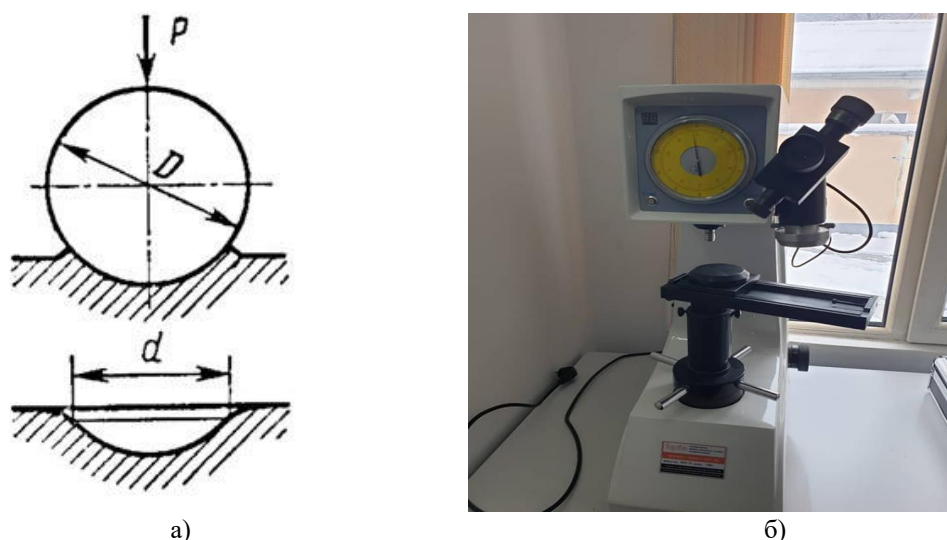


Рис. 2. Схема испытания на твердость по методу Бринелля (ГОСТ 9012 – 59) (а) и твердомер MODEL HBRV-187.5D (б).

Твердость, выраженная через диаметр шарика D и диаметр отпечатка d , характеризуется формулой:

$$HB = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}. \quad (2)$$

Твердость сплавов измерили по Бринеллю согласно стандартной методике, описанной в работах [13-15] на приборе MODEL HBRV-187.5D (рис. 1б). Испытанию подвергались образцы толщиной 10 мм, диаметром 16 мм. Исследование проведено при нагрузке $P = 250$ кг и диаметром шарика $D = 10$ мм. Испытанию подвергались образцы сплавов толщиной более 6 мм, диаметром 16 мм.

Экспериментальные результаты и их обсуждение

Материалом исследования служил литой промышленный свинцовый баббит, содержащий, мас. %: Sb-15 и Sn-10; остальное - Pb. Для изучения влияния добавок кадмия на микроструктуру свинцового баббита Б(PbSb15Sn10) были получены серии сплавов с содержанием кадмием в диапазоне 0,1-2,0 мас. %.

Добавки кадмием к свинцовому баббиту способствуют измельчению его структурных составляющих. Согласно диаграмме состояния системы Sn-Pb-Sb, структура баббита состоит из следующих фазовых составляющих: первичные кристаллы (SnSb)-фазы, эвтектическая (или частично перитектического происхождения) смесь кристаллов Pb-SbSn.

Микроструктуры свинцового баббита Б(PbSb15Sn10) с кадмием приведены на рис. 2. Видно кристаллы SbSn на фоне тройной эвтектики Pb+SbSn+ γ , а также небольшое количество иглообразных кристаллов химического соединения PbSn и химических соединений PbCd.

Структура баббита Б(PbSb15Sn10) аналогична структуре баббита БН, за исключением того, что в ней отсутствует мышьяковистая составляющая. Баббит Б(PbSb15Sn10) по составу лежит на линии Pb-SnSb, поэтому его кристаллизация закончится образованием двойной эвтектики α (Pb) + β (SnSb). Добавки кадмия особенно от 0,5 до 2,0 мас. % значительно измельчают структурные составляющие исходного сплава Б(PbSb15Sn10).

Установлено, что добавки до 2,0 мас. % кадмия как модификаторы структуры значительно измельчают микроструктуру исходного сплава и она становится однородной и мелкозернистой. В результате проведенных исследований установлено, что структура изученных сплавов однотипная и состоит из твердого раствора свинца и других фаз. Среди легированных металлов наиболее эффективной модифицирующей добавкой является 2 мас. % кадмия.

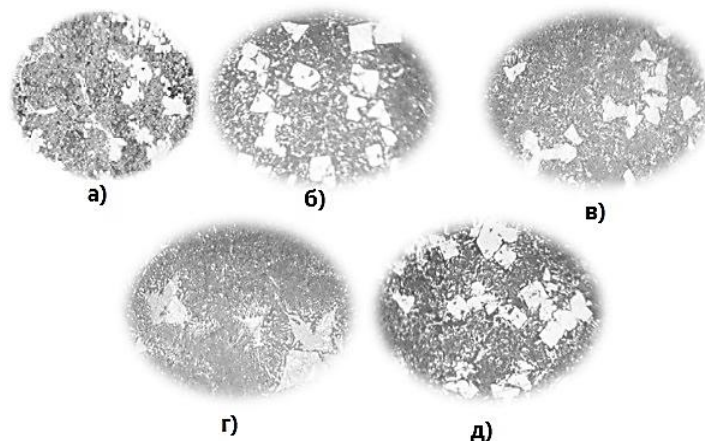


Рис. 2. Микроструктуры (x500) свинцового баббита Б(PbSb15Sn10) (а), содержащего кадмия, мас. %: 0,1(б); 0,5(в); 1,0 (г); 2,0(д).

Одним из широко распространенных видов механических испытаний металлов является измерение твёрдости. Так как большинство свойств металлов и сплавов определяется его структурой, по значению твёрдости можно сделать предварительные выводы о других механических свойствах металла (сплава). Измерение твёрдости позволяет сделать выводы о наличии или отсутствии в деталях упрочненных поверхностей в результате различных видов термической обработки сплавов, связанной с изменением структуры по сечению детали.

Для вычисления предела прочности исследуемого материала необходимо выбрать расчетную формулу внести значение k для марки материала и произвести расчет, подставив в формулу значение твердости НВ. Приближенная зависимость предела прочности металла и твердости по Бринеллю описываются следующим уравнением

$$\sigma_{\text{р}} = k \cdot \text{НВ}, \text{ МПа.} \quad (3)$$

Значение k для свинцовых сплавов равно 0,07. С учётом этого пересчитано значение $\sigma_{\text{в}}$ сплавов. Результаты расчетов представлены в таблице. Как видно из таблицы при добавке кадмия до 2,0 мас.% твердость и прочность исходного сплава повышается. Среди изученных концентрация легирующих элементов наибольшее максимальное воздействие оказывают добавки 2 мас.% кадмия.

Таблица 1

Твёрдость и расчетная прочность свинцового баббита Б(PbSb15Sn10) с кадмием

Содержание кадмия в баббите, мас. %	*Твёрдость НВ, кгс/мм ²	Твёрдость НВ, МПа	Расчетная прочность, МПа
0,0	22,86	224,18	15,70
0,1	23,02	225,74	15,80
0,5	24,65	241,73	16,92
1,0	26,16	256,54	17,95
2,0	28,74	281,84	19,72

*-среднее значение определили по результатам 3 измерений.

Выводы

Микроструктурные анализы как известно дают возможность наблюдать включения примесей эффект деформации размер и ориентировку зерна а также вид и расположение второй фазы. Подробные микроструктурные исследования сплавов в литом гомогенизированном и термообработанном состояниях позволяют получить полную картину фазового состава в твердом состоянии. Микроструктура свинцового баббита Б(PbSb15Sn10) представляет собой твердый раствор свинца с включениями эвтектики, количество и размер которой зависит от содержания модифицирующего элемента в сплаве. Сплавы с относительно малыми добавками кадмия характеризуются довольно крупнозернистой структурой. Дальнейшее повышение содержания модифицирующего компонента измельчает микроструктуру, свинцового баббита Б(PbSb15Sn10), и она становится однородной и мелкозернистой.

Измерение твердости металла – важнейшее исследование, которое позволяет оценить способность материала к сопротивлению деформирующим усилиям. От характеристик

твердости напрямую зависят основные показатели качества, прочности, долговечности и различные особенности эксплуатации данного материала в условиях работы. В работе исследовано влияние добавок кадмия на твердость и прочность свинцового баббита Б(PbSb15Sn10). Показано, что значение твердости и прочности свинцового баббита Б(PbSb15Sn10) при увеличении концентрации легируемых металлов увеличивается. Методом металлографии показано, что добавки кадмия до 2,0 мас.% значительно измельчают структурные составляющие исходного баббита Б(PbSb15Sn10).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Александров В.М. Материаловедение и технология конструкционных материалов. Учебное пособие. Часть 1. Материаловедение. – Архангельск: Северный (Арктический) Федеральный университет, 2015. – 327 с.
2. Лужникова Л.П. Материалы в машиностроении. Т. 1. Цветные металлы и сплавы. – М., 1967. – 287 с.
3. Семенов, А.П. Антифрикционные материалы: опыт применения и перспективы // Трение и смазка в машинах и механизмах. – 2007. – №12. – С. 2136.
4. Королев А.А., Краухин С.А., Мальцев Г.И. Фазовые равновесия для Pb-Sb-Sn сплава при вакуумной дистилляции // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Технические науки. – 2018. – №1(57). – С. 128-140.
5. Rezaei B. Effects of casting temperature of Pb-Sb-Sn grid alloy on the polarization potential of oxygen evolution of lead acid batteries // Russian Journal of Electrochemistry. – 2006. Vol. 42. – №4. – Pp. 350-354.
6. Ali E.A., Majeed Hameed M., Gumaan M.S., Alameri A., Alsowidy Sh.M.A.M., Al Naggar N.Q., Shalaby R.M. Effects of sb and/or Sn concentrations on the sbsn formation in a ternary melt-spun Pb-Sb-Sn alloy // Results in Materials. – 2022. Vol. 16.
7. ГОСТ 1320-74. Баббиты оловянные и свинцовые. Технические условия. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
8. Бешевли О.Б. Дуюн Т.А. Особенности теплового состояния баббитов при механической обработке // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2010. – №2(85). – С. 75-81.
9. Мальцев М.В. Модифицирование структуры металлов и сплавов. – М.: Металлургия, 1984. – 280 с.
10. Ганиев И.Н., Ходжаев Ф.К., Одинаев А.Х. Микроструктура свинцового баббита БCa(PbSb15Sn10Kа) с натрием и фазовый состав продуктов их окислений. Нумановские чтения. «Результаты инновационных исследований в области химических и технических наук в XXI» // ГНУ «Институт химии имени В.И. Никитина НАНТ», 2022. – С. 112-115.
11. Давлатзода Ф.С. Ганиев И.Н., Иброхимов Н.Ф., Раджабалиев С.С., Караев П.Н. Влияние титана, ванадия и ниобия на микроструктуру и механические свойства алюминиевого сплава АМг2 // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. – 2019. Т. 46. – №2. – С. 67-71.
12. Зарифова М.С. Холов Х.И., Ходжаназаров Х.М. Микроструктура и механические свойства алюминиевого сплава AlFe5Si10 с оловом, свинцом и висмутом / Твердость и прочность свинцового баббита б(PbSb15Sn10) с редкоземельными металлами (La, Ce, Nd). Материалы Международной научно-практической конференции «Роль филиала Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова в городе Душанбе в развитии науки и образования», Душанбе, 22–23 ноября 2024 года. Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2024. – С. 224-228.
13. Ганиев И.Н., Абуали Э., Валиев С.З., Хочаназаров Х.М., Сафаров Б.С. Таъсири иловаи калий ба хосиятҳои механикӣ ва микроструктураи хӯлаи алюминийи AlCu4,5Mg1 навъи дюралюминӣ // Маҷаллаи назариявӣ ва илмӣ оид ба ислоҳоти «Кишоварз». – 2024. – №4(105). – С. 85-89.
14. Ганиев И.Н., Элмурод А., Хочаназаров Х.М., Сафаров Б.С. Микроструктура ва хосиятҳои механикӣи хӯлаи алюминийи AlCu4,5Mg1 навъи дюралюминӣ бо литий чавҳаронидашуда // Вестник Дангаринского государственного университета. – 2024. – №3(29). – С. 114-125.
15. Ганиев И.Н., Ходжаназаров Х.М., Исмонов Р.Д., Файзуллоев У.Н. Влияние добавок лития, натрия и калия на микроструктуру и механические свойства свинцового баббита Б(PbSb15Sn10) // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. – 2024. – № 3(67). – С. 31-36.

МИКРОСОХТОР ВА ХОСИЯТИ МЕХАНИКӢИ БАББИТИ СУРБӢ Б(PbSb15Sn10) БО КАДМИЙ

Дар мақола натиҷаҳои омӯзиши микросохтор ва хосиятҳои механикӣи баббита сурбӣ Б(PbSb15Sn10) бо кадмий чавҳаронида оварда шудааст. Заррачаҳои фазаҳои байниметаллӣ, ки ҳангоми кристаллшавии хӯла ба вучуд меоянд, низ мушоҳида мешаванд. Миқдор ва андозаи зарраҳои марҳалаи дуюм дар ниҳоят ба хосиятҳои механикӣи хӯлаи аввала таъсир мерасонанд. Афзоиши минбаъдаи консентратсияи унсурҳои чавҳаронӣ микросохторро хурд намуда, он яқхела ва майдадона мешавад. Усулҳои стандартии ченкунии сахтии металлҳо (усули Бринелл) нишон доданд, ки то 2,0 % мас. илова кардани кадмий сахтӣ ва мувофиқан мустаҳкамӣ ба баббит авваларо Б(PbSb15Sn10) зиёд мегардонад.

КАЛИДВОЖАҲО: баббита сурбӣ Б(PbSb15Sn10), кадмий, микросохтор, хосиятҳои механикӣ, сахтӣ, мустаҳкамӣ.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Хочаназаров Хайрулло Махмудхонович, номзади илмҳои техникӣ, муаллими калони кафедраи метрология, стандартикуноӣ ва сертификатсияи Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ. Тел.: (+992) 985-26-87-37; e-mail: khayrullo.khodzhanazarov@bk.ru

Ғаниев Изатулло Наврӯзович, академики АМИТ, доктори илмҳои химия, профессори кафедраи технологияи истеҳсолоти химиявии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ. E-mail: ganiev48@mail.ru

Чумъаева Мавҷуда Бердиевна, ходими илмии Институти кимиё ба номи В.И. Никитини Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон. Тел.: (+992) 93-596-44-40; e-mail: mavjuda964440@mail.ru

Шарипов Фарход Баротович, номзади илмҳои техникӣ, дотсенти кафедраи механикаи назариявӣ ва муковимати маводи Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осими. Тел.: (+992) 93-030-44-42; e-mail: abdullo.1982@mail.ru

МИКРОСТРУКТУРА И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СВИНЦОВОГО БАББИТА Б(PbSb15Sn10) С КАДМИЕМ

В работе представлены результаты изучения микроструктуры и механических свойств свинцового баббита Б(PbSb15Sn10), легированного кадмием. Также наблюдаются частицы интерметаллических фаз, образовавшихся в процессе кристаллизации сплава. Количество и размер частиц второй фазы в конечном итоге влияют на механические свойства исходного сплава. Дальнейшее повышение концентрации легирующего компонента измельчает структуру, и она становится однородной и мелкозернистой. Стандартными методами измерения (метод Бринелля) твёрдости металлов показано, что добавки до 2,0 мас.% кадмия увеличивают твёрдость и соответственно прочность исходного баббита Б(PbSb15Sn10).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: свинцовый баббит Б(PbSb15Sn10), кадмий, микроструктура, механические свойства, твердость, прочность.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Ходжаназаров Хайрулло Махмудхонович, кандидат технических наук, ст. преподаватель кафедры метрология, стандартизация и сертификации Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими. Тел.: (+992) 985-26-87-37; e-mail: khayrullo.khodzhanazarov@bk.ru

Ғаниев Изатулло Наврӯзович, академик НАНТ, доктор химических наук, профессор кафедры технология химических производств Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими. E-mail: ganiev48@mail.ru

Джумъаева Мавҷуда Бердиевна, научный сотрудник Института химии имени В.И. Никитина Национальной академии наук Таджикистана. Тел.: (+992) 93-596-44-40; e-mail: mavjuda964440@mail.ru

Шарипов Фарход Баротович, кандидат технических наук, доцент кафедры теоретической механики и сопротивление материалов Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими. Тел.: (+992) 93-030-44-42; e-mail: abdullo.1982@mail.ru

MICROSTRUCTURE AND MECHANICAL PROPERTIES OF LEAD BABBITTE B(PbSb15Sn10) WITH CADMIUM

The paper presents the results of studying the microstructure and mechanical properties of lead babbitt B (PbSb15Sn10) alloyed with cadmium. Particles of intermetallic phases formed during the crystallization of the alloy are also observed. The amount and size of the particles of the second phase ultimately affect the mechanical properties of the original alloy. A further increase in the concentration of the alloying component refines the structure, and it becomes homogeneous and fine-grained. Standard methods for measuring the hardness of metals (Brinell method) show that additives of up to 2,0 wt.% cadmium increase the hardness and, accordingly, the strength of the original babbitt B (PbSb15Sn10).

KEY WORDS: lead babbitt B (PbSb15Sn10), cadmium, microstructure, mechanical properties, hardness, strength.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Khojanazarov Khayrullo Mahmudkhonovich, Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer of the Department of Metrology, Standardization and Certification at Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi. Phone: (+992) 985-26-87-37; e-mail: khayrullo.khodzhanazarov@bk.ru

Ganiev Izatullo Navruzovich, Academician of the National Academy of Sciences of Tajikistan, Doctor of Chemical Sciences, Professor of the Department of Chemical Production Technology at Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi. E-mail: ganiev48@mail.ru

Jumaeva Mavjuda Berdievna, Researcher of the Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin at National Academy of Sciences of Tajikistan. Phone: (+992) 93-596-44-40; e-mail: mavjuda964440@mail.ru

Sharipov Farhod Barotovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Theoretical Mechanics and Strength of Materials at Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi. Phone: (+992) 93-030-44-42; e-mail: abdullo.1982@mail.ru

КОМПЛЕКСНЫЕ КАЛЬЦИЕВЫЕ СМАЗКИ НА БАЗЕ ВТОРИЧНЫХ ПРОДУКТОВ ПРОИЗВОДСТВА РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ

Юнусов М.Ю.

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

Введение

Как известно, в неорганической химии широко применяется словосочетание «комплексные соединения» [1]. Термин «комплексные» является условным и обычно характеризует мыльные кристаллы или мыльные волокна, образующиеся в результате совместной кристаллизации мыл щелочных и щелочноземельных металлов высших жирных кислот с солями тех же металлов низкомолекулярных органических (например, щавелевой, уксусной, бензойной и др.) или неорганических (угольной, борной) кислот. В результате этой реакции изменяются основные свойства смазки, что обычно проявляется в повышении температуры каплепадения, а также заметном улучшении других показателей качества (механическая стабильность, смазочные свойства и др.). Среди множества теоретически возможных комплексных мыльных смазок особенно важное значение приобрели смазки, загущенные комплексными кальциевыми, натриевыми, алюминиевыми, литиевыми и бариевыми мылами.

Комплексные кальциевые смазки впервые были применены в 1940 году и с тех пор остаются самыми распространенными комплексными мыльными смазками [2]. Промышленное производство кСа – смазок организовано в США, Канаде, Англии, ФРГ, Франции, Чехии и в других странах. Они имеют высокие температуры каплепадения (около 250°C, а у некоторых – выше 300°C), хорошую стойкость к напряжению сдвига, водостойкость и слабую склонность к синерезису. Благодаря высокой термической и механической стабильности, хорошим смазочным и защитным свойствам, эти смазки находят широкое применение в металлургической, горнорудной, шинной, текстильной, целлюлознобумажной промышленности, автотракторной и сельскохозяйственной технике [3]. Оптимальные композиции комплексных кальциевых смазок могут применяться в антифрикционных подшипниках при температуре до 160°C, а в случае периодической подпитки и до 200°C при непрерывном пополнении смазки. Их применение при высоких температурах лимитируется разложением мыла, которое начинается при 160°C и сопровождается образованием кетонов [4].

Материалы и методы

Комплексные кальциевые смазки обладают высокими противозадирными и противоизносными свойствами, однако склонны к термо – и влагоупрочнению в процессе эксплуатации. В бывшем СССР выпускалось несколько марок кСа-смазок: Униол-1 - для промышленного оборудования, средств транспорта и сельскохозяйственной техники; Униол – 2 – для централизованных систем смазки металлургического оборудования; Униол – 3м – для узлов трения техники, эксплуатируемой в условиях Крайнего Севера; Долотол АУ – для опор скольжения буровых шарошечных долот; ЦИАТИМ-221- низкотемпературная смазка для агрегатных и приборных подшипников авиационной техники. Загустителем кСа – смазок являются кальциевые мыла жирных или оксигирных кислот и низкомолекулярной кислоты. Наибольшее практическое применение в качестве основного жирового сырья для производства кСа – смазок нашли стеариновая (HSt), олеиновая (HOI), 12 – гидроксистеариновая (12 - HoSt) кислоты и их глицериды, а также синтетические жирные кислоты широкой фракции (C₁₀ – C₂₀). В качестве низкомолекулярной кислоты (комплексообразователя) практически во всех известных технологиях используют уксусную кислоту.

Анализ различных источников литературы [5-11], позволяет сделать вывод, что свойства кСа – смазок существенно зависят от соотношения низко – и высокомолекулярных карбоновых кислот в комплексном мыле. Не менее важную роль играют состав и свойства высокомолекулярных карбоновых кислот – основного омыляемого компонента комплексного мыла.

По экономическим и экологическим причинам в ряде стран СНГ в том числе и в России практически прекратился выпуск синтетических жирных кислот, служивших основным жировым сырьем для производства кСа-смазок. Сложившаяся ситуация требует поиска альтернативных источников жирового сырья, относительно недорогого и экологически

безопасного. В качестве такового предложено нами использовать вторичные ресурсы производства хлопкового масла – дистиллированные жирные кислоты.

Данных по использованию в рецептуре кСа – смазок жирных кислот, идентичных по составу дистиллированным жирным кислотам хлопкового соапстока в литературе отсутствуют.

Результаты

Увеличение молярного соотношения НАс:ДЖК от 1,0:1 до 2,0:1 положительно сказывается на объемно – механические свойства смазок: повышается предел прочности с 250 Па до 600 Па, отпрессовываемость масла снижается с 5,8 % до 3,5%.

Дальнейшее увеличение доли НАс до 2,5 – в составе омыляемых практически не приводит к улучшению основных характеристиках синтезируемых кСа – смазок: оптимальное молярное отношение НАс:ДЖК близко 2:1 (таблица 1).

Объемно-механические свойства таких смазок при деформировании и последующем восстановлении мало изменяются. Значения индексов разрушения и восстановления практически близки между собой ($K_p = 41\%$; $K_v = 38\%$). Оптимальная композиция кСа – смазки (НАс:ДЖК = 2,5:1) по механической стабильности не уступает смазкам на 12 - HoSt и превосходит смазки полученные на основе 12-HoSt и СЖК C₁₀–C₂₀.

Таблица 1

Влияние молярного соотношения НАс:ДЖК на свойства кСа-смазок

Молярное соотношение НАс:ДЖК	Предел прочности на сдвиг, Па, при температуре °С			Коллоидная стабильность %	Механическая стабильность: предел прочности на разрыв при 20 °С, Па		
	20	50	80		Исходный	После разрушения и отдыха, через	
						5 с.	3 суток
кСа-мыло ДЖК + НАс = 18%							
1,0:1	250	170	40	6,2	-	-	-
1,5:1	450	450	80	4,5	-	-	-
2,0:1	580	550	280	3,5	380	320	290
2,5:1	600	620	300	3,6	410	290	400
кСа-мыло (СЖК C₁₀–C₂₀ + НАс=18%)							
2,0:1	820	960	400	6,2	740	2000	2000
кСа-мыло 12 HoSt + НАс = 18%*							
2,0:1		520	260	7,8	720	760	730
кСа-мыло HSt + НАс = 11%							
3:1	930	640	320	6,5	1100	690	560

Существенное влияние на качество кСа-смазок оказывает режим гомогенизации от интенсивности которого во многом зависят структурно – механические свойства получаемых смазок. В работе было проведено сравнительное исследование качества кСа – смазок приготовленных на ДЖК, прогомогенизированных тремя разными способами: перетиркой через сетку (размер ячеек 140 мкм), перемешиванием в мешалке от пенетрометра (100 двойных ходов), пропусканием через роторно–дисковый гомогенизатор. Как видно из таблицы 2 качество получаемых смазок не зависит от типа гомогенизатора и интенсивности режима гомогенизации.

Таблица 2

Влияние режима гомогенизации на свойства кСа – смазки

Способ гомогенизации	Предел прочности на сдвиг при 20°С	Коллоидная стабильность, %
Перетирка через сетку	600	3,6
В мешалке от пенетрометра	630	3,3
Роторно-дисковый гомогенизатор	620	3,5

По жирнокислотному составу ДЖК хлопкового масла занимают промежуточное положение между широкой фракцией СЖК C₁₀ - C₂₀, традиционным сырьем для производства кСа – смазок и стеариновой кислотой (рисунок 1).

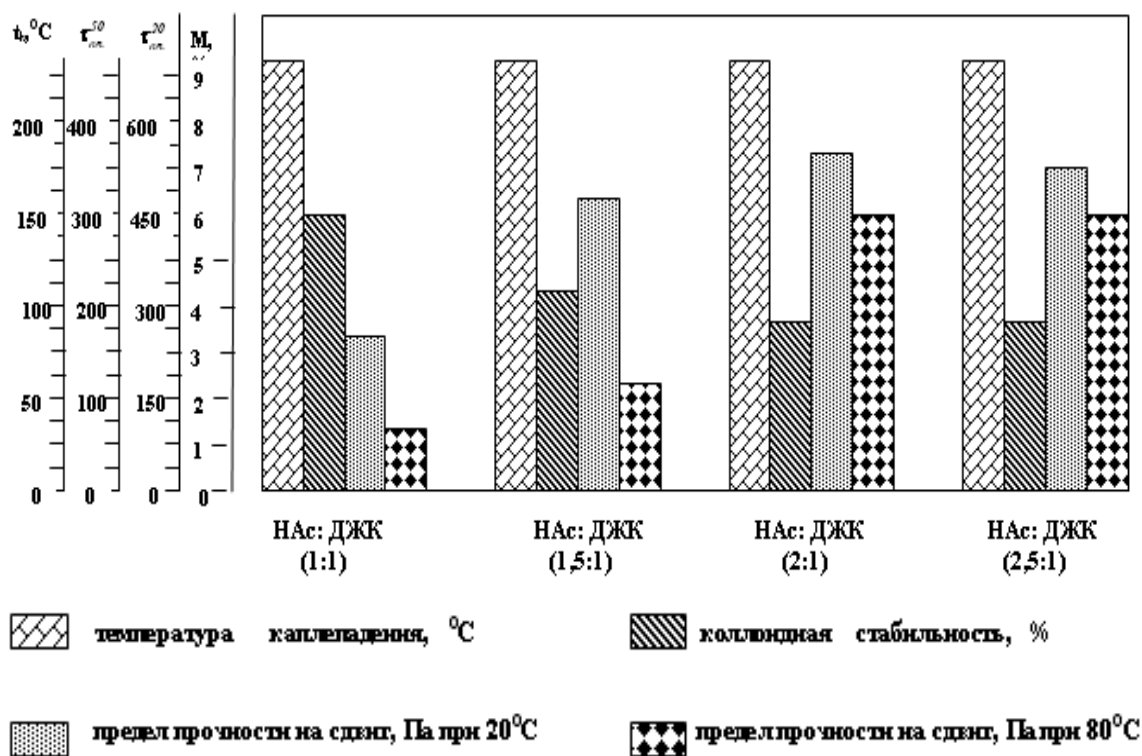


Рисунок 1. Влияние молярного соотношения НАс и ДЖК на свойства кСа – смазки.

На этом основании можно сделать вывод о принципиальной возможности использования ДЖК хлопкового масла в качестве омыляемого компонента для приготовления кСа – смазок.

Полученные по оптимальной рецептуре и технологии смазки по своим объемно – механическим и смазочным характеристикам не уступают товарным кСа – смазкам Униол -1 и Униол – 2 (таблица 3), будучи при этом дешевле и экологически безопаснее за счет использования в качестве омыляемого сырья дистиллированных жирных кислот.

Таблица 3

Показатели качества товарных смазок серии Униол и опытных образцов кСа – смазок

№ n/n	Показатели качества	Униол-1 (ТУ 38 УСССР (201150-78))	Униол-2 (ГОСТ 23510-79)	Опытные образцы
1.	Температура каплепадения, °C	250	250	250
2.	Предел прочности, Па при 50°C при 80°C	250-600 150-400	150-350 100-300	520-620 280-300
3.	Вязкость при 0°C, Па с	160	110	100-110
4.	Испаряемость при 150°C, %	1,0-2,0	1,0-2,0	2,0
5.	Термоупрочнение при 120°C, %	50-300	250	80-85
6.	Смазочные свойства на ЧШМ Критическая нагрузка, Н Нагрузка сваривания, Н	800-1120 1780-3200	890 2000	890 2240

Выводы

Таким образом, подводя итоги данных исследований, можно сделать вывод о возможности получения комплексных кальциевых смазок путем загущения их нефтяной основы дистиллированными кислотами производства хлопковых масел при использовании уксусной кислоты в качестве комплексообразователя. Выявлены рецептурно-технологические факторы, оказывающие наибольшее влияния на качество смазок и определены оптимальные значения: дисперсионная среда – нефтяное масло, в котором концентрация загустителя составляет 16-18%, а соотношение НАс:ДЖК (2,0:1-2,5:1).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Павлов Н.Н. Теоретические основы общей химии. – М.: Высшая школа, 1978. – 304 с.
2. Джамалов, А.А. Структурообразование и совместимость пластичных смазок на основе карбоновых кислот хлопкового масла. Монография / Джамалов А.А., Юнусов М.Ю. – Душанбе, 2014. – 246 с.
3. Синицын, В.В. Подбор и применения пластичных смазок / В.В. Синицын. – М.: Химия, 1974. – 416 с.
4. Максимилиан, А.Л. Влияние молекулярной массы и строения высокомолекулярных кислот на свойства комплексных алюминиевых смазок / А.Л. Максимилиан, Н.К. Маньковская // Нефтепереработка и нефтехимия. – 1978. – Вып. 6. – С. 15-17.
5. Ищук, Ю.Л. Технология пластичных смазок / Ю.Л. Ищук. – Киев: Наука думка, 1986. – 248 с.
6. Ищук, Ю.Л. Состав, структура и свойства пластичных смазок / Ю.Л. Ищук. – Киев: Наука думка, 1996 – 512 с.
7. Фехервари А. Исследование в области структуры и свойств консистентных смазок на комплексных мылах: автореф. канд. техн. наук. – М., 1966. – 25 с.
8. Наконечная М.Б. Комплексные кальциевые смазки, их состав, приготовление структура и свойства: автореф. дисс. канд. техн. наук. – М., 1970 – 40 с.
9. Кретковская О.Я. Состав, структура и свойства комплексных кальциевых смазок на мылах оксикарбоновых кислот: автореф. дисс. канд. техн. наук. – М., 1975. – 33с.
10. Наконечная М.Б. Ищук Ю.Л., Синицын В.В. Соотношение высоко – и низкомолекулярных кислот и свойства комплексных кальциевых смазок // Нефтепереработка и нефтехимия. – 1986. – Вып. 3. – С. 27-23.
11. Ибезиако И.Э. Комплексные кальциевые смазки на основе отходов масложирового производства.: дисс. канд. тех. наук. – М., 1997 – 115 с.

ХАМИРАВАҒАНҲОИ КОМПЛЕКСИ КАЛТСИЙДОР ДАР АСОСИ МАҲСУЛОТИ ДУЮМДАРАЧАИ ИСТЕҲСОЛИ РАВҒАНҲОИ РАСТАНӢ

Аз миёнаҳои асри ХХ хамираравағанҳои мураккаби калтсийдор (кСа) яке аз маъмултарин равағанҳои собуни комплексӣ ба ҳисоб мераванд, ки барои равағанкунии чузъҳои соишхӯрандаи дастгоҳҳо, мошинҳо ва механизмҳои истифода мешаванд. Истеҳсоли саноати хамираравағанҳои комплексии калтсийдор дар мамлакатҳои гуногун ба роҳ монда шудааст. Хусусияти ин навъи равағанҳои молидани дар он аст, ки онҳо дорои кимати баланди ҳарорати қатраафкани (тақрибан 250°C ва дар баъзе мавридҳо ҳатто аз 300°C боло), устувории баланд ба шиддати кӯчиш ва майли суст ба синерезис мебошанд. Аз сабаби устувории баланди ҳароратӣ ва механикӣ, ҳосиятҳои хуби молидани ва муҳофизатӣ ин равағанҳои молидани дар саноати металлургӣ, кӯҳӣ, шинабарорӣ, бофандагӣ, саноати целлюлозаю коғаз, мошинсозӣ ва мошинҳои кишоварзӣ васеъ истифода мешаванд.

Бо сабабҳои иқтисодию экологӣ дар як қатор мамлакатҳои ИДМ, аз ҷумла дар Россия истеҳсоли кислотаҳои равағанини синтетикӣ, ки ҳамчун ашёи хоми асосӣ барои истеҳсоли хамираравағанҳои комплексии калтсийдор хизмат мекарданд, амалан катъ гардидааст. Вазъияти ҳозира ҷустуҷӯи манбаҳои алтернативии ашёи хоми хамираравағани нисбатан арзон ва аз ҷиҳати экологӣ беҳавфро талаб мекунад. Ҳамин тариқ, ба сифати манбаи мазкур маҳсулоти дуҷумдараҷаи истеҳсоли равағани пахта - кислотаҳои равағанини софкардашударо (КРС) пешниҳод намудан мумкин аст.

КАЛИДВОЖАҲО: хамираравағанҳои комплексии калтсийдор, маҳсулоти дуҷумдараҷа, кислотаҳои муқаттар.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ: Юнусов Мансур Юсуфович, номзади илмҳои техникӣ, дотсенти кафедраи истифодабарии нақлиёти автомобилҳои Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осими. Тел.: (+992) 934-48-83-99; e-mail: m-yunusov@mail.ru.

КОМПЛЕКСНЫЕ КАЛЬЦИЕВЫЕ СМАЗКИ НА БАЗЕ ВТОРИЧНЫХ ПРОДУКТОВ ПРОИЗВОДСТВА РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ

Со середины ХХ в. комплексные кальциевые смазки (кСа) остаются одними из самыми распространенными комплексными мыльными смазками, применяющимися в трибоузлах станков, машин и механизмов. Промышленное производство кСа – смазок организовано в самых различных странах. Особенность данных видов смазочных материалов состоит в том, что они имеют высокие температуры каплепадения (около 250°C, а у некоторых – выше 300°C), хорошую стойкость к напряжению сдвига, водостойкость и слабую склонность к синерезису. Благодаря высокой термической и механической стабильности, хорошим смазочным и защитным свойствам, эти смазки находят широкое применение в металлургической, горнорудной, шинной, текстильной, целлюлознобумажной промышленности, автотракторной и сельскохозяйственной технике.

По экономическим и экологическим причинам в ряде стран СНГ в том числе и в России практически прекратится выпуск синтетических жирных кислот, служивших основным жировым сырьем для производства кСа–смазок. Сложившаяся ситуация требует поиска альтернативных источников жирового

сырья, относительно недорогого и экологически безопасного. В качестве такового предложено нами использовать вторичные ресурсы производства хлопкового масла – дистиллированные жирные кислоты (ДЖК).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: комплексные кальциевые смазки, вторичные продукты, дистиллированные кислоты.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ: Юнусов Мансур Юсуфович, кандидат технических наук, доцент кафедры эксплуатации автомобильного транспорта Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими. Тел.: (+992) 934-48-83-99; e-mail: m-yunusov@mail.ru.

COMPLEX CALCIUM GREASES BASED ON SECONDARY VEGETABLE OIL PRODUCTS

From the middle of the twentieth century complex calcium greases (cCa) remain one of the most common complex soap greases used in tribounits of machine tools, machines and mechanisms. Industrial production of cCa - lubricants is organized in various countries. The peculiarity of these types of lubricants is that they have high dropping points (about 2500C, and in some - above 3000C), good resistance to shear stress, water resistance and a weak tendency to syneresis. Due to high thermal and mechanical stability, good lubricating and protective properties, these lubricants are widely used in the metallurgical, mining, tire, textile, pulp and paper industries, automotive and agricultural machinery.

For economic and environmental reasons, in a number of CIS countries, including Russia, the production of synthetic fatty acids, which served as the main fatty raw material for the production of cCa-lubricants, will practically cease. The current situation requires the search for alternative sources of fatty raw materials, relatively inexpensive and environmentally safe. As such, we proposed to use secondary resources for the production of cottonseed oil - distilled fatty acids.

KEY WORDS: complex calcium lubricants, secondary products, distilled acids.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR: Yunusov Mansur Yusufovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Operation of Road Transport at Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi. Phone: (+992) 934-48-83-99; e-mail: m-yunusov@mail.ru.

ТАҲҚИҚОТИ КИНЕТИКАИ ОКСИДШАВИИ ХҶЛАҲОИ АЛЮМИНИИ ДАРАҶАИ А7Е БО НИКЕЛ, МИС ВА РУҲ

Рашидов А.Р.

Донишкадаи энергетикаи Тоҷикистон

Ноқили алюминий дар таркибаш якчанд даҳяки фоиз ғашҳо (на зиёда аз 0,5 фоизи вазн)-ро дар бар мегирад, ки асоситарини он оҳан ва силитсий мебошанд. Мутобиқи ГОСТи 31947-2012 барои маснуоти ноқилӣ ва барқгузарон алюминийи тамғаҳои А7, А6, А5Е, ки мутаносибан 99,7, 99,6, 99,5% алюминийро ташкил медиҳанд, истифода мешаванд. Миқдори умумии оҳан ва силитсий дар алюминийи ноқилӣ набояд аз 0,45% зиёд гардида, ҳамаи ғашҳо бошанд на бештар аз 0,5 фоизро ташкил диҳанд.

Чи тавре ки маълум аст ба коррозияи ноқилҳои алюминий таркиби химиявӣ ва фазавии онҳо, инчунин нуқсонҳои сатҳӣ (қатшавӣ, ҷозибӣ ва амсоли ин), таъсир мерасонанд, ки аз роғҳои кафидаи дар вақти тайёркунии варақаҳо ҳосилшуда ба вучуд меоянд.

Дигар сабаби гуногунии коррозияи ноқилҳои алюминий ин нуқсонҳои зимни таҷҳизонидани он, аз қабилӣ вайроншавии сатҳӣ ноқилҳо дар натиҷаи кашонидани он дар рӯйи замини саҳт ва ифлосшавии сатҳӣ ноқилҳо бо оҳақҳо ҳангоми кашонидани он дар рӯйи хоки оҳақдор мебошанд.

Алюминий новобаста аз фаъолнокии химиявиаш дар ҳавои тоза устувор аст, зеро сатҳи он зуд бо пардаи тунуки оксидӣ рӯйпӯш мешавад (тартиби ғафсии пардаи оксидӣ 10^{-6} мм), ки оксидшавии минбаъдаи онро пешгирӣ менамояд. Алюминийи хеле тоза низ ба муқобили таъсири электролитҳо устувор аст, вале ғашҳое, ки дар таркиби алюминийи техникӣ мавҷуданд устувории онро ба коррозия кам менамоянд.

Чи тавре ки дар боло қайд шуд, ғашҳои асосии таркиби алюминий, ки аз ашӯ ва маводи барои истеҳсоли он хизматрасон ба вучуд меоянд ин оҳан ва силитсий мебошанд, ки бо меъёри муайян маҳдуд карда мешаванд.

Дараҷаи омӯзиши масъалаи таҳияшаванда бо он шарҳ дода мешавад, ки ғашҳои алоҳида ба коррозияи алюминий вобаста аз он, ки дар қадом намуд дар он мавҷуданд таъсирҳои гуногундараҷа мерасонанд. Силитсий ҳангоми ҳарорати ҳона дар алюминий амалан ҳал нашуда, дар шакли воридотӣ иштирок менамояд. Обутобдихӣ қобилияти гузариши силитсийро ба маҳлули саҳт ё шакли тунукдисперсии камзарари мисли коррозияро зоҳир менамояд, вале ингуна

коркард барқгузаронии алюминийро кам менамояд ва он барои барқгузаронӣ қабул карда намешавад.

Воридкунии силитсийи элементарӣ аз рӯи таҳлили якчанд муаллифон маркази микрокоррозияи алюминий мебошад, ин ба ҳисоби потенциали манфии он (-0,421 В), нисбат ба потенциали алюминий (-0,525 В) вобаста карда мешавад.

Оҳан дар алюминий пайвастагии Al_3Fe ҳосил менамояд, ки дар ҳолати саҳт дар алюминий ҳал намешавад. Аммо дар якҷоягӣ силитсий ва оҳан метавонанд пайвастагии $Al_6Fe_2Si_3$ -ро ҳосил намоянд. Ҳалшавии ин пайвастагӣ дар алюминий дар ҳарорати паст хеле ночиз аст, вале ҳангоми ҳарорати баланд нисбат ба алюминиди оҳан хеле зиёд мешавад.

Пайвастшавии алюминиди оҳан коррозияи мунтазами алюминийро нисбат ба силитсий, вобаста аз потенциали манфии он (-0,14 В) ба вучуд меорад. Онҳо ҳамчунин монанди силитсий вобаста аз чарснокии худ зарароваранд. Аниқ карда шуд, ки пайвастагии силитсий ва алюминиди оҳан маркази коррозияи ноқилҳои осебдида мебошанд.

Чи тавре ки маълум аст маводи ноқилӣ бояд: 1) барқгузаронии хеле баланд; 2) ҳосияти механикии баланди кофӣ; 3) муқовимати коррозияи атмосферӣ ва 4) қобилияти коркарди хуби механикӣ дар зери фишорро дошта бошанд.

Дар ин бобат норасоии асосии алюминий ҳамчун ноқил ин мустақкамии механикии пастии он мебошад. Барои алюминийи тамғаи А5 ин нишондиҳанда $\sigma_b = 14,7$ кг/мм² ва барои хӯлаи ноқилии «алдрей» $\sigma_b = 32-37$ кг/мм² аст. Вобаста ба гуфтаҳои боло, баланд бардоштани ҳосиятҳои механикӣ ва зидди зангзании алюминийи ноқилии дараҷаи А7 бо роҳи микроаллюзияи он бе осеб расонидан ба паст кардани ҳосиятҳои ноқилӣ вазифаи таъхирнопазир мебошад [1-5].

Исбот шудааст, ки бо баланд шудани ҳарорат суръати оксидшавии хӯлаҳои алюминий бо никел, мис ва руҳ дар ҳолати саҳтӣ меафзояд. Илова кардани никел то 0,5 вазн.% муқовимати алюминийро ба оксидшавӣ зиёд мекунад ва иловаҳои мис ва руҳ онро коҳиш медиҳанд. Мутаносибан, ҳангоми аз хӯлаҳои дорои никел ба хӯлаҳои дорои мис ва руҳ гузаштан энергияи намоёни фаъолшавӣ кам мешавад. Миқдори доимии оксидшавӣ ба 10-4 кг/м²·с⁻¹ баробар аст. Муайян карда шудааст, ки оксидшавии хӯлаҳои алюминийи А7 бо никел, мис ва руҳ ба қонуни гиперболӣ итоат мекунад.

Барои омӯхтани таъсири никел ба кинетикаи оксидшавии алюминий дар ҳолати саҳт хӯлаҳои дорои миқдори никел аз 0,01 то 0,5 вазн.% синтез карда шуданд. Таҳқиқот дар атмосфераи ҳаво дар ҳарорати 673К, 773К ва 873К гузаронида шуд. Параметрҳои кинетикӣ ва энергетикӣи раванди оксидшавии хӯлаҳои системаи Al-Ni дар ҷадвалҳои 1-2 ва расмҳои 1-4 оварда шудаанд.

Ҷадвали 1

Параметрҳои кинетикӣ ва энергетикӣи раванди оксидшавии хӯлаҳои системаи Al-Ni, дар ҳолати саҳтӣ

Миқдори никел дар алюминий, %-и вазн	Ҳарорати оксидшавӣ, К	Суръати ҳақиқии оксидшавӣ $K \cdot 10^{-4}$, кг·м ⁻² ·с ⁻¹	Энергияи эҳтимолии фаъолишавӣ, кҶ/мол
0,0	673	2,78	164,4
	773	3,05	
	873	3,52	
0,01	673	2,41	189,5
	773	2,55	
	873	3,09	
0,05	673	2,33	194,8
	773	2,47	
	873	3,01	
0,1	673	2,26	199,0
	773	2,49	
	873	2,94	
0,5	673	2,17	203,3
	773	2,43	
	873	2,87	

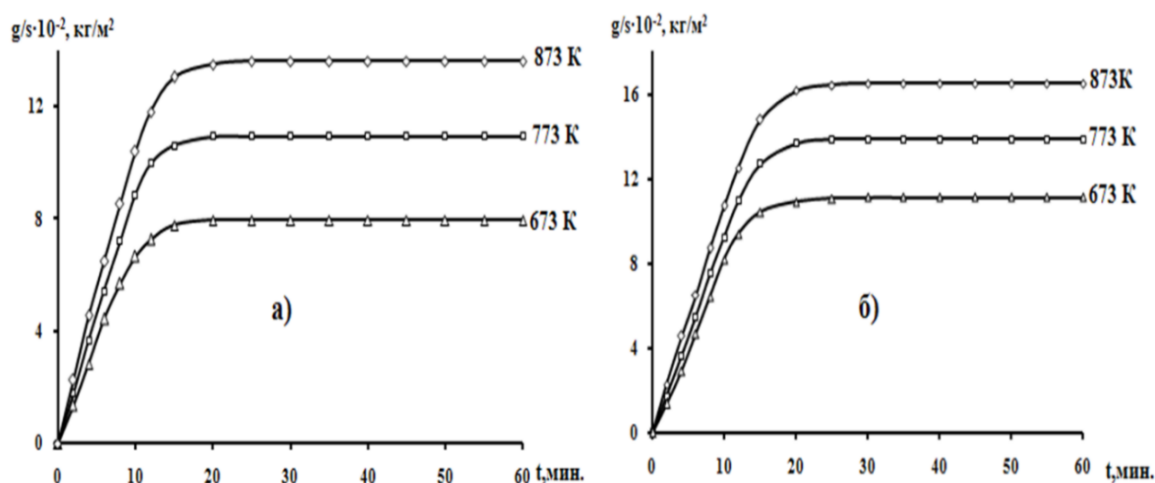
Ҳисоб кардани энергияи фаъолшавии намоёни раванди оксидшавии хӯлаҳо нишон медиҳад, ки иловаҳои никел (то 0,5%) суръати оксидшавии хӯлаҳоро коҳиш медиҳанд, ки ин бо афзоиши энергияи намоёни фаъолшавии оксидшавӣ аз 164,4 то 203,3 кҶ/мол ҳамроҳ мешавад.

Сатҳи оксидшавии хӯлаҳое, ки дар таркибашон 0,01, 0,05, 0,1 ва 0,5 вазн.% никел доранд, дар ҳарорати омӯхташуда барои хӯлаҳо нисбат ба алюминийи техникӣ як андоза пасттаранд. Плёнкаҳои оксидие, ки дар ибтидои раванди оксидшавӣ ҳосил мешаванд, ҳосиятҳои ҳифзӣ надоранд, ки ин аз афзоиши суръати оксидшавии хӯлаҳо вобаста ба ҳарорат дар давраи аввал шаҳодат медиҳад.

Сатҳи оксидшавии хӯлаҳоро бо истифода аз тангенсҳои аз пайдоиш ба хатҳои оксидшавӣ кашидашуда бо формулаи $K=g/s \cdot \Delta t$ ҳисоб мекунанд ва барои хӯлаи дорои 0,5% никел он аз $2,17 \cdot 10^{-4}$ то $2,87 \cdot 10^{-4}$ кг·м⁻²·с⁻¹, дар 673К ва 873К фарқ мекунанд. Энергияи фаъолшавии раванди оксидшавӣ, ки аз рӯи нишебии вобастагии $\text{Log}K-1/T$ барои ин хӯла ҳисоб карда шудааст, 203,3 кҶ/молро ташкил медиҳад (ҷадвали 1).

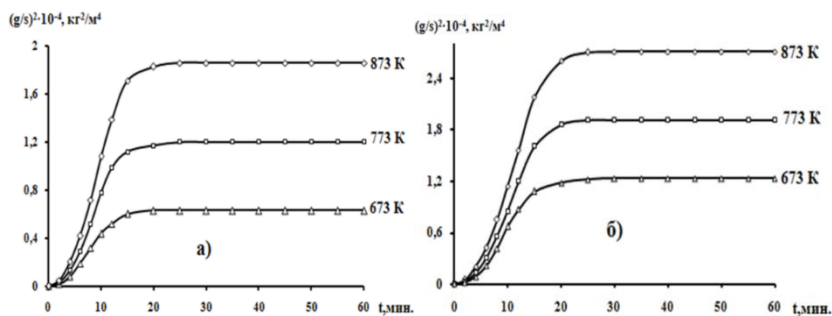
Суръати оксидшавии намунаҳо вобаста ба ҳарорат зиёд мешавад (расми 1). Оксидшавии хӯлаҳо тавассути механизмҳои гуногун ба амал меоянд. Хӯлаҳои дорои 0,01, 0,05, 0,1 ва 0,5 вазн.% никел дар аввал бо шиддат ва 15 дақиқа оксид мешаванд, раванд ба сифр наздик мешавад. Дар ин ҳолат, зухуроти оксиди муҳофизатӣ мушоҳида мешавад.

Қаҷхатаҳои оксидшавии кинетикӣ дар координатҳо (g/s)²-т барои хӯлаҳои алюминий бо вазни 0,01-0,5% никел дар расми 1 оварда шудаанд.



Расми 1. Қаҷхатаҳои кинетикӣ оксидшавии алюминийи дараҷаи А7 (а), хӯлаи дорои 0,01 (б) вазни % никел, дар ҳолати сахтӣ.

Натиҷаҳои коркарди математикии хатҳои оксидшавии квадратии хӯлаҳои системаи Al-Ni дар ҷадвали 2 оварда шудаанд. Чунонки дида мешавад, полиномҳои ҳосилшудаи хатҳои оксидшавӣ механизми гиперболии оксидшавии хӯлаҳоро нишон медиҳанд, зеро дар муодилаи $y=kx^n$ қимати $n=3 \div 9$ аст. Тартиби оксидшавии изоҳронии хӯлаҳо дар 10 ва 20 дақиқаи оксидшавӣ ва ҳарорати 673 К дар расми 2 оварда шудааст. Мумкин аст, ки бо зиёд шудани миқдори никел вазни хӯлаҳо кам шуда, арзиши энергияи фаъолшавии намоён кам мешавад.



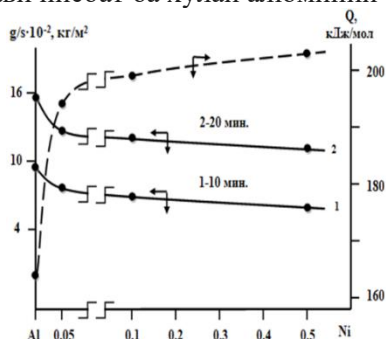
Расми 2. Қаҷҳои квадратии кинетикӣ оксидшавии алюминийи дараҷаи А7(а) ва хӯлаи дорои 0,01(б) вазн.% никел дар ҳолати сахтӣ.

Натиҷаҳои коркарди математикии ҳаҷҳои квадрати кинетикии оксидшавии хӯлаҳои алюминий бо никел, дар ҳолати саҳт

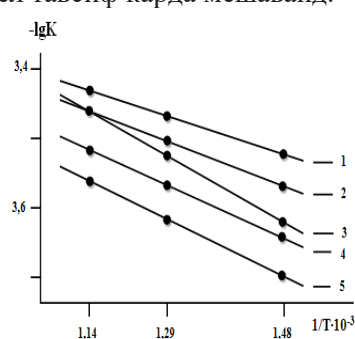
Миқдори никел дар алюминий, фоизи вазн	Ҳарорати оксидшавӣ, К	Полиномаҳои қачхатҳои кинетикии оксидшавии хӯлаҳо	Зариби коррелятсия R
0,0	673	$y = -0,6 \cdot 10^{-2}x^4 + 0,000x^3 - 0,039x^2 + 0,972x$	0,992
	773	$y = -0,6 \cdot 10^{-9}x^4 + 0,000x^3 - 0,037x^2 + 1,191x$	0,991
	873	$y = -0,5 \cdot 10^{-1}x^4 - 0,5 \cdot 10^{-6}x^3 - 0,038x^2 + 1,384x$	0,994
0,01	673	$y = -0,5 \cdot 10^{-3}x^4 - 0,001x^3 - 0,008x^2 + 0,928x$	0,990
	773	$y = -0,5 \cdot 10^{-4}x^4 - 0,001x^3 + 0,002x^2 + 1,016x$	0,995
	873	$y = -0,5 \cdot 10^{-4}x^4 - 0,001x^3 - 0,002x^2 + 1,209x$	0,997
0,05	673	$y = -0,5 \cdot 10^{-4}x^4 - 0,001x^3 - 0,002x^2 + 1,209x$	0,991
	773	$y = -0,5 \cdot 10^{-5}x^4 - 0,002x^3 + 0,019x^2 + 0,92x$	0,995
	873	$y = -0,5 \cdot 10^{-4}x^4 - 0,001x^3 - 0,001x^2 + 1,204x$	0,998
0,1	673	$y = -0,5 \cdot 10^{-4}x^4 - 0,001x^3 + 0,004x^2 + 0,923x$	0,994
	773	$y = -0,5 \cdot 10^{-4}x^4 - 0,001x^3 + 0,006x^2 + 1,039x$	0,998
	873	$y = -0,5 \cdot 10^{-3}x^4 - 0,001x^3 - 0,000x^2 + 1,219x$	0,999
0,5	673	$y = -0,5 \cdot 10^{-3}x^4 - 0,001x^3 + 0,000x^2 + 0,868x$	0,991
	773	$y = -0,5 \cdot 10^{-4}x^4 - 0,001x^3 + 0,010x^2 + 0,965x$	0,996
	873	$y = -0,5 \cdot 10^{-4}x^4 - 0,001x^3 - 0,000x^2 + 1,193x$	0,998

y^* - вазни хӯлаҳо; x^{**} давомнокии вақти оксидшавӣ мебошад.

Вобастагии $\log K - 1/T$, ки дар расми 4 барои хӯлаҳои алюминий бо никел нишон дода шудааст, шаҳодат медиҳад, ки арзиши пасттарини $\log K$ ба хӯлаи дорои 0,5% никел ва бо ҳадди ақали оксидшавӣ $2,87 \cdot 10^{-4}$ кг·м⁻²·с дар 873К дахл дорад. Дигар хӯлаҳо бо суръати баландтари оксидшавӣ нисбат ба хӯлаи алюминий бо вазни 0,5% никел тавсиф карда мешаванд.



Расми 3. Оксидшавии изохронии хӯлаҳои алюминий ва никел дар ҳарорати 673К.



Расми 4. Вобастагия $\log K$ аз $1/T$ барои хӯлаҳои системаҳои Al-Ni, муҳим% Ni: 0,0(1); 0,01(2); 0,05 (3); 0,1 (4); 0,5 (5).

Чадвали 3 арзишҳои энергияи фаълкуниро барои раванди оксидшавии хӯлаҳои алюминий, ки бо никел, мис ва руҳи концентратсияҳои гуногун омехта шудаанд, ҷамъбаст менамояд. Дар байни элементҳои хӯлақунанда, хӯлаҳои никел баландтарин энергияи фаълкуниро доранд.

Вобастагии энергияи фаълшавии намоёни раванди оксидшавии хӯлаҳои системаҳои Al-Ni, Al-Cu ва Al-Zn, дар ҳолати саҳтӣ

Миқдори Ni, Cu ва алюминий Zn дар, вазн.%	0,0	0,01	0,05	0,1	0,5
Al + Ni	164,4	189,5	194,8	199,0	203,3
Al + Cu		178,1	185,9	191,7	197,0
Al + Zn		169,6	174,9	178,0	183,1

Дар асоси таҳқиқоти кинетикаи оксидшавии хӯлаҳои алюминий бо никел, мис ва руҳ дар ҳолати саҳт омехташуда тағирёбии характеристикаҳои кинетикӣ ва энергетикӣ раванди оксидшавӣ муқаррар карда шудааст.

АДАБИЁТ:

1. Усов В.В., Займовский А.С. Проводниковые, реостатные и контактные материалы. Материалы и сплавы в электротехнике Том II. – М.: Госэнергоиздата, 1957. – 184 с.

2. Алюминиевые сплавы: свойства, обработка, применение / Отв. ред. Л.Х. Райтбарга. Изд. 13-е, перераб. и доп. – М.: Металлургия, 1979. – 679 с.
3. Альтман М.Б. и др. Промышленные алюминиевые сплавы. – М.: Металлургия, 1984. – 528 с.
4. Кинетика окисления сплавов алюминия с никелем, в твердом состоянии / И.Н. Ганиев, Дж.Х. Джайлоев, А.Р. Рашидов, У.Ш. Якубов // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия естественных наук. – 2020. – № 2.
5. Особенности окисления алюминия, легированного никелем, в твердом состоянии / И.Н. Ганиев, Дж.Х. Джайлоев, А.Р. Рашидов, У.Ш. Якубов, И.Н. Ганиева / Мат. республиканской научно-практической конференции «Развитие науки и ее практика реализации в период формирования цифровой экономики». – 2020. – С. 33-33.

ТАҲҚИҚОТИ КИНЕТИКАИ ОКСИДШАВИИ ХҶЛАҲОИ АЛЮМИНИИ ДАРАҶАИ А7 БО НИКЕЛ, МИС ВА РУҶ

Дар мақола таҳқиқоти оксидшавии ҳулаи алюминии тамғаи А7 бо никел, мис ва руҳ дида баромада шудааст. Ибтот шудааст, ки бо баланд шудани ҳарорат суръати оксидшавии ҳулаҳои алюминий бо никел, мис ва руҳ дар ҳолати сахтӣ меафзояд. Илова кардани никел то 0,5 вазн.% муқовимати алюминийро ба оксидшавӣ зиёд мекунад ва иловаҳои мис ва руҳ онро коҳиш медиҳад.

КАЛИДВОЖАҲО: мустаҳкамӣ, металл, руҳ, оксидшавӣ, ҳула, алюминий, таҷҳизот, функсия, тадқиқот, кинетикӣ.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ: Рашидов Акрам Раҷабович, номзади илмҳои техникӣ, саромӯзгори кафедраи автоматонии ҳаракатовараҳои барқии Донишқадаи энергетикӣ Тоҷикистон. Тел.: (+992) 981-09-09-24; e-mail: rashidov0909@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ОКИСЛЕНИЯ СПЛАВОВ АЛЮМИНИЯ МАРКИ А7 С НИКЕЛЕМ, МЕДЬЮ И ЦИНКОМ

В статье рассмотрено исследование окисления алюминиевого сплава А7 никелем, медью и цинком. Доказано, что скорость окисления алюминиевых сплавов никелем, медью и цинком в твердом состоянии увеличивается с повышением температуры. Добавка никеля до 0,5 мас.% повышает стойкость алюминия к окислению, а добавки меди и цинка снижают ее.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: прочность, металл, цинк, окисление, сплав, алюминий, оборудование, функция, исследование, кинетика.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ: Рашидов Акрам Раҷабович, кандидат технических наук, ст. преподаватель кафедры автоматизированных электроприводов Института энергетикӣ Таджикистана. Тел.: (+992) 981-09-09-24; e-mail: rashidov0909@mail.ru

STUDY OF THE OXIDATION KINETICS OF A7 GRADE ALUMINUM ALLOYS WITH NICKEL, COPPER AND ZINC

The article discusses the study of the oxidation of aluminum alloy А7 with nickel, copper and zinc. It has been proven that the rate of oxidation of aluminum alloys by nickel, copper and zinc in the solid state increases with increasing temperature. The addition of nickel up to 0,5 wt.% increases the resistance of aluminum to oxidation, and the addition of copper and zinc reduces it.

KEY WORDS: strength, meta001, zinc, oxidation, alloy, aluminum, equipment, function, research, kinetics.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR: Rashidov Akram Rajabovich, Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer at the Department of Automated Electric Drives of the Institute of Energy of Tajikistan. Phone: (+992) 981-09-09-24; e-mail: rashidov0909@mail.ru

УДК: 633.11:581.13

ОЦЕНКА ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ И СТРУКТУРНЫХ ПРИЗНАКОВ КОНСКОГО БОБА В ДВУХ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОНАХ ТАДЖИКИСТАНА

Лашкарбекова О.М., Абдуллоев А., Маниязова Н.А.

Институт ботаники, физиологии и генетики растений НАН Таджикистана

В современном мировом сообществе возрастает тревога по поводу глобального изменения климата на планете, поскольку этот процесс представляет серьезную угрозу для окружающей среды [1]. Достижение глобальной продовольственной безопасности требует существенной переориентации научных исследований в области растениеводства, усовершенствования сельскохозяйственных культур и агрономии, особенно в отношении зернобобовых культур, в ближайшие десятилетия. Это предполагает проведение интенсивных исследований и разработок с целью выявления видов и сортов, устойчивых к изменяющемуся климату, и обладающих улучшенными характеристиками зерна [2].

Изменения в сельскохозяйственной практике и пищевых привычках могут быть обусловлены глобальным ростом населения и изменением климата. Согласно прогнозам, к 2050 году численность мирового населения достигнет 10 миллиардов человек, а доля выбросов парниковых газов, приходящихся на сельское хозяйство, может достигнуть 30% [3]. Для обеспечения продуктами питания необходимо увеличение производства зернобобовых культур за счет эффективного использования всех имеющихся ресурсов, повышая их урожайность и возделывание новых перспективных зернобобовых культур [4]. Зернобобовые культуры обладают богатым генетическим разнообразием, что открывает возможности для селекционной работы и создания улучшенных сортов [5].

Значимость полученной информации о способности новых высокоурожайных и высокоустойчивых сортов и линий зернобобовых культур, таких, например, как конский боб, к адаптации в различных природно-климатических зонах Республики, является крайне важной. Однако, фенологические особенности и структурные элементы урожая конского боба в условиях Гиссарской долины и Шахритуса ранее не были предметом подробного изучения, что и определило цель настоящей работы.

Объекты и методы исследований

Для проведения исследования были использованы семена разновидностей *Vicia faba* L., (конского боба), полученные из Национального республиканского центра генетических ресурсов Таджикской академии сельскохозяйственных наук, выращенные на экспериментальном участке Института ботаники, физиологии и генетики растений Национальной академии наук Таджикистана (г. Душанбе), расположенном в восточной части Гиссарской долины на высоте 834 м над уровнем моря, и на участке дехканского хозяйства «Кобилиён», Д/ж им. Х. Холматова Шахритуского района на высоте 360 м над уровнем моря. Экспериментальные работы проводились в лаборатории биохимии фотосинтеза Института ботаники, физиологии и генетики растений НАНТ.

Определение продуктивности и учёт основных компонентов структуры растений проводили по В.А. Кумакову [6]. Статистический анализ полученных результатов проводили по методике В.А. Доспехова (1985) и М.А. Бабаджановой и др. (2017) с использованием программы Microsoft Excel 2010 г. В таблицах приведены среднеарифметические величины и стандартные ошибки трёх определений из трёх биологических повторности.

Результаты исследований

Как видно из данных таблица 1, посев всех образцов был произведен в один день. Однако, различия в скорости появления всходов были значительными. Наиболее быстрые всходы были обнаружены у образцов с семенами светло-коричневого цвета из Пенджикента, черного цвета из Ишкашима и *Vicia faba* L. из Ташкента - 02.03.2023, а самые медленные всходы были зафиксированы у образцов с семенами светло-коричневого и белого цвета - 09.03.2023. С наступлением фазы стеблевания образец с семенами черного цвета из Ишкашима превосходил остальные виды конского боба по скорости развития. Ранняя фаза бутонизации была отмечена у *Vicia faba* L. с семенами светло-коричневого цвета из Пенджикента (17.03), а самое позднее

наступление этой фазы было зарегистрировано у вида с семенами белого цвета. Образец со светло-коричневыми семенами из Пенджикента также опережал другие исследуемые виды по срокам наступления фазы цветения. Однако по формированию плодов и достижению полной зрелости лидировали образцы *Vicia faba* L. из Пенджикента (светло-коричневые семена), Ишкашима (черные семена) и Ташкента.

Таблица 1

Фенологические наблюдения за различными видами конского боба в условиях Гиссарской долины

Вид	Вегетационный период						
	Дата посева семян	Всходы	Стеблевание	Бутонизация	Цветение	Плодоношение	Полное созревание
<i>Vicia faba</i> L. с семенами светло-коричневого цвета из Пенджикента	07.02.2023	02-03	10-03	17-03	28-03	15-04	10-05
<i>Vicia faba</i> L. с семенами светло-коричневого цвета	07.02.2023	09-03	15-03	21-03	2-04	30-04	15-05
<i>Vicia faba</i> L. с семенами чёрного цвета из Ишкашима	07.02.2023	02-03	09-03	19-03	30-03	15-04	10-05
<i>Vicia faba</i> L. с семенами белого цвета	07.02.2023	09-03	14-03	25-03	5-04	25-05	10-06
<i>Vicia faba</i> L. с семенами чёрного цвета	07.02.2023	05-03	11-03	23-03	2-04	28-04	20-05
<i>Vicia faba</i> L. из Ташкента	07.02.2023	02-03	10-03	20-03	30-03	15-04	10-05
<i>Vicia faba</i> L. с крупными семенами белого цвета	07.02.2023	04-03	10-03	20-03	2-04	20-04	12-05

Результаты фенологических наблюдений показали, что наиболее ранние всходы, а также быстрое наступление последующих фаз вегетации и раннее созревание характерны для вида с семенами светло-коричневого цвета из Пенджикента. Наоборот, самое позднее созревание было отмечено у *Vicia faba* L. с семенами белого цвета.

В представленной таблице 2 указана единая дата посева для всех исследуемых видов, выращенных в Шахритусе. Однако фенологические наблюдения, проведенные в этом регионе, выявили значительные различия в темпах развития. Наиболее ранние всходы наблюдались у образца с семенами светло-коричневого цвета из Пенджикента, а поздние – у вида *Vicia faba* L. с крупными семенами белого цвета. Аналогичная закономерность отмечается при наступлении фазы стеблевания. Вид *Vicia faba* L. из Пенджикента демонстрировал более раннее наступление фаз бутонизации, цветения, формирования плодов и созревания, превосходя другие исследуемые образцы по этим параметрам. Вид *Vicia faba* L. из Ишкашима с семенами черного цвета отставал по срокам наступления каждой из фаз вегетации от остальных изученных видов.

Фенологические наблюдения, проведенные в Шахритусе, также показали, что наиболее ранние всходы и созревание зарегистрированы у вида с семенами светло-коричневого цвета из Пенджикента, в то время как позднее созревание и более поздние всходы были обнаружены у видов *Vicia faba* L. с семенами черного цвета из Ишкашима и белыми семенами.

Таким образом, сравнительный анализ фенологических наблюдений в двух регионах Таджикистана показал, что наиболее ранние всходы и созревание наблюдались у конского боба с семенами светло-коричневого цвета из Пенджикента, выращенных в разных климатических зонах Таджикистана. Самое позднее созревание было отмечено у видов с семенами черного цвета, выращенных в Шахритусе, и белыми семенами, выращенных в Гиссарской долине.

Фенологические наблюдения за различными видами конского боба в условиях Шахритуса

Вид	Вегетационный период						
	Дата посева семян	Всходы	Стеблевание	Бутонизация	Цветение	Плодоношение	Полное созревание
<i>Vicia faba</i> L. с семенами светло-коричневого цвета из Пенджикента	29.01.23	19-02	28-02	17-03	21-03	10-04	6-05
<i>Vicia faba</i> L. с семенами светло-коричневого цвета	29.01.23	20-02	02-03	18-03	25-03	12-04	8-05
<i>Vicia faba</i> L. с семенами чёрного цвета из Ишкашима	29.01.23	20-02	04-03	20-03	28-03	20-04	15-05
<i>Vicia faba</i> L. с семенами белого цвета	29.01.23	20-02	28-02	19-03	24-03	17-04	12-05
<i>Vicia faba</i> L. с семенами чёрного цвета	29.01.23	20-02	01-03	18-03	23-03	15-04	10-05
<i>Vicia faba</i> L. из Ташкента	29.01.23	24-02	04-03	19-03	23-03	10-04	6-05
<i>Vicia faba</i> L. с крупными семенами белого цвета	29.01.23	26-02	06-03	18-03	22-03	15-04	10-05

Также хорошие результаты показал вид *Vicia faba* L. из Ташкента. Это свидетельствует о том, что *Vicia faba* L. с семенами светло-коричневого цвета из Пенджикента и *Vicia faba* L. из Ташкента, независимо от различных климатических условий, быстро адаптируются и дают хороший урожай.

Структура урожая различных видов конского боба в зависимости от климатических зон Таджикистана

В таблице 3 представлены результаты структурного анализа разновидностей конского боба, выращенных в условия Гиссарской долины. Анализ данных показал, что максимальная высота растений в данном регионе была у *Vicia faba* L. из Ташкента и составила 60 см, а минимальная высота наблюдалась у вида с крупными белыми семенами – 45 см. Остальные виды демонстрировали промежуточные значения данного параметра. Что касается массы растений, то наибольшие показатели были у растений конского боба с семенами белого цвета - 14 г, а наименьшая масса растений была зарегистрирована у вида со светло-коричневыми семенами из Пенджикента – 5,8 г. По результатам таблицы, количество и масса стручков на одном растении у вида с семенами белого цвета были больше по сравнению с другими видами конского боба. Максимальное количество семян на одном растении отмечено у вида с семенами черного цвета - 12,5 шт., в то время как минимальные значения были зафиксированы у вида с крупными белыми семенами – 5 шт. и *Vicia faba* L. из Ташкента – 6 шт., остальные образцы занимали промежуточное положение. Относительно массы семян с одного растения, максимальный показатель наблюдается у *Vicia faba* L., с белыми семенами – 7 г, в то время как у образца из Ташкента зафиксирован низкий показатель – 2,6 г. По длине и массе одного стручка максимальные значения отмечены у *Vicia faba* L. с крупными, белыми семенами, соответственно 8,2 см и 4 г, минимальные – у вида со светло-коричневыми семенами из Пенджикента 5,2 см и 1 г соответственно. Остальные образцы по этим показателям также имеют низкие значения. По количеству семян в одном стручке, наивысший показатель наблюдается у *Vicia faba* L. с белыми семенами - 3,2 шт., а самый низкий показатель отмечается у *Vicia faba* L. из Ташкента - 2,1 шт.

По массе семян с одного стручка наивысший показатель отмечен у *Vicia faba* L. с крупными белыми семенами - 2,9 г, а самый низкий - у образца с семенами черного цвета из Ишкашима - 0,7 г. По массе 1000 семян максимальный показатель у *Vicia faba* L. с крупными

белыми семенами - 1075 г, в то время как минимальный показатель наблюдается у образца с семенами черного цвета из Ишкашима – 256 г.

Таблица 3

Структурный анализ разновидностей конских бобов, выращенных в условия Гиссарской долины

Виды конских бобов	<i>Vicia faba L.</i> с семенами светло-коричневого цвета	<i>Vicia faba L.</i> с семенами белого цвета	<i>Vicia faba L.</i> с семенами чёрного цвета из Ишкашима	<i>Vicia faba L.</i> с семенами чёрного цвета	<i>Vicia faba L.</i> с крупными семенами белого цвета	<i>Vicia faba L.</i> из Ташкента	<i>Vicia faba L.</i> с семенами светло-коричневого цвета из Пенджикента
Высота растений, см	57±2,5	55±4,5	54±0,5	58±4	45±5	60±2,2	57±2,5
Масса растений, г	7,3±0,3	14±2,5	6,7±0,4	8,2±0,7	10,3±0,2	7,3±1,7	5,8±0,6
Количество стручков на одном растении, шт.	4±0,1	8,5±0,5	5,6±0,5	5±00	2±00	3±00	5,5±0,5
Масса общих стручков с одного растения, г	5,6±1	9,5±1,1	4±1	6,6±0,1	6,5±0,5	3,7±0,7	4±0,2
Количество семян в одном растении, шт.	9,5±0,5	21±2	11,3±1,8	12,5±1	5±0,1	6±1	8±0,5
Масса семян с одного растения, г	3,6±0,6	7±0,8	2,9±0,9	4,2±0,3	5,5±1	2,6±0,8	2,7±0,7
Длина одного стручка, см	6,4±0,4	6,2±0,1	5,6±0,3	6±0,2	8,2±0,3	7,6±0,4	5,2±0,2
Масса одного стручка, г	1,4±0,3	1,4±0,3	1,4±0,3	1,4±0,3	1,4±0,3	1,4±0,3	1,4±0,3
Количество семян в одном стручке, шт.	2,5±0,5	2,5±0,5	2,5±0,5	2,5±0,5	2,5±0,5	2,5±0,5	2,5±0,5
Масса семян с одного стручка, г	1±0,2	1±0,2	1±0,2	1±0,2	1±0,2	1±0,2	1±0,2
Масса 1000 семян, г	371±15	371±15	371±15	371±15	371±15	371±15	371±15

В таблице 4 приведены результаты структурного анализа урожая в условиях Шахритуса. Как видно из таблицы, наибольшая высота растений отмечается у *Vicia faba L.* с крупными белыми семенами и составляет 73,6 см, а наименьшая высота - у *Vicia faba L.* с семенами чёрного цвета - 54,3 см. Остальные исследуемые виды конского боба занимают промежуточное положение. Максимальная масса растений отмечается у вида из Пенджикента со светло-коричневыми семенами - 33,5 г, а минимальная - у *Vicia faba L.* с чёрными семенами - 10,3 г. Что касается количества стручков на одном растении, максимальное значение наблюдается у *Vicia faba L.* с семенами светло-коричневого цвета из Пенджикента - 10,5 шт., а минимальное - у *Vicia faba L.*, с крупными белыми семенами - 2 шт., остальные образцы имеют сравнительно низкие показатели. По общей массе стручков с одного растения максимальный показатель отмечен у *Vicia faba L.* с семенами светло-коричневого цвета из Пенджикента - 19,6 г, а самый низкий - у

Vicia faba L. с чёрными семенами - 6,3 г. По количеству семян на одном растении выделяется вид *Vicia faba* L. с семенами светло-коричневого цвета - 35,6 шт., а самый низкий показатель у *Vicia faba* L. с крупными белыми семенами - 5,6 шт. Масса семян с одного растения наивысшая у *Vicia faba* L. с семенами светло-коричневого цвета - 12,7 г, а у *Vicia faba* L. с крупными белыми семенами самая низкая – 4,7 г, остальные занимают промежуточное положение. По длине и массе одного стручка максимальные значения зафиксированы у вида *Vicia faba* L. с крупными белыми семенами - 10,5 см и 3,4 г соответственно. По количеству семян в одном стручке наивысший показатель отмечается у *Vicia faba* L. с семенами светло-коричневого цвета из Пенджикента - 3,5 шт., а самый низкий показатель у *Vicia faba* L. из Ташкента - 2,2 шт., остальные исследуемые виды занимают промежуточное положение. Максимальная масса семян с одного стручка зарегистрирована у *Vicia faba* L. с крупными семенами белого цвета - 2,3 г, а самый низкий показатель принадлежит виду *Vicia faba* L. со светло-коричневыми семенами из Пенджикента - 0,8 г. Что касается массы 1000 семян, максимальный показатель у *Vicia faba* L. с крупными белыми семенами - 835 г, а минимальный - у *Vicia faba* L. со светло-коричневыми семенами из Пенджикента – 260 г, остальные образцы занимают промежуточное положение.

Таблица 4

Структурный анализ разновидностей конских бобов, выращенных в Шахритусе

Виды конских бобов	<i>Vicia faba</i> L. с семенами светло-коричневого цвета	<i>Vicia faba</i> L. с семенами белого цвета	<i>Vicia faba</i> L. с семенами чёрного цвета из Ишкашима	<i>Vicia faba</i> L. с семенами чёрного цвета	<i>Vicia faba</i> L. с крупными семенами белого цвета	<i>Vicia faba</i> L. из Ташкента	<i>Vicia faba</i> L. с семенами светло-коричневого цвета из Пенджикента
Высота растений, см							
Масса растений, г							
Количество стручков на одном растении, шт.							
Масса общих стручков с одного растения, г							
Количество семян в одном растении, шт.							
Масса семян с одного растения, г							
Длина одного стручка, см							
Масса одного стручка, г							
Количество семян в одном стручке, шт.							
Масса семян с одного стручка, г							
Масса 1000 семян, г							

Таким образом, сравнительный структурный анализ урожая разных образцов конского боба в условиях Гиссарской долины и Шахритуса выявил значительные различия в морфологических и продуктивных характеристиках исследуемых образцов, что обусловлено как генетическими особенностями, так и влиянием местных условий выращивания. Наибольшие показатели высоты растений и массы 1000 семян зарегистрированы у *Vicia faba* L. с крупными белыми семенами в обоих регионах (максимальная высота – 73,6 см в Шахритусе, масса 1000 семян – 1075 г в Гиссарской долине). В то же время минимальные значения этих показателей варьировали в зависимости от региона: например, в Гиссарской долине минимальная высота отмечалась у вида с крупными белыми семенами (45 см), а в Шахритусе – у вида с семенами чёрного цвета (54,3 см). Масса растений и продуктивность по количеству и массе стручков также различались. В Гиссарской долине наибольшая масса растений зафиксирована у вида с белыми семенами (14 г), а в Шахритусе - у вида со светло-коричневыми семенами (33,5 г). Эти различия подчёркивают необходимость выбора адаптированных сортов для каждого региона, учитывая их морфологические особенности, продуктивный потенциал и условия выращивания.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Каримов Х.Х. Приоритетные направления научных исследований по влиянию изменения климата на биоразнообразие // Известия АН РТ. Отд. биол. наук. – 2008. – №1(162). – С. 7-14.
2. Michael J. Considine Kadambot H.M. Siddique Christine H. Foyer Nature's pulse power: legumes, food security and climate change // Journal of Experimental Botany. – 2017. Volume 68. – Issue 8. – Pp. 1815-1818.
3. Willett, W., Rockström, J., Loken, B., et al. Food in the Anthropocene: The EAT-Lancet Commission on Healthy Diets from Sustainable Food Systems. The Lancet. – 2019. – №393. – Pp. 447-492. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31788-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31788-4)
4. Возиян В.И, Якобуца М.Д, Таран М.Г, Пинтелей Н.Н. Изучение сои и её роль в создании новых сортов в НИИПК «селекция»// Научно-производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры». – 2013. – №3(7). – С. 54-57.
5. Anna Cristina Lanna, Suzy Taeko Mitsuzono, Thiago Gledson Rios Terra, Rosana Pereira Vianello and Milene Alves de Figueiredo Carvalho. Physiological characterization of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes, waterstress induced with contrasting response towards drought // Australian Journal of Crop Sciences. – 2016. – №10(1). – Pp. 1-6.
6. Кумаков В.А. Физиологическое обоснование моделей сортов пшеницы. – М.: Агропромиздат, 1985. – 267 с.

АРЗИШИ НИШОНДИХАНДАҶОИ ФЕНОЛОГИ ВА СОХТОРИИ БОКИЛО ДАР ДУ МИНТАҚАИ АГРОИҚЛИМИИ ТОҶИКИСТОН

Дар мақола натиҷаҳои таҳқиқот оид ба нишондиҳандаҳои фенологӣ ва сохтори тухмии бокило дар Тоҷикистони Марказӣ ва Ҷанубӣ оварда шудааст. Муқаррар гардидааст, ки вобаста ба шароити минтақаҳои табиӣ ва иқлимӣ, ки дар баландии гуногун аз сатҳи баҳр воқеъ шудаанд, баландии растаниҳо, инчунин параметрҳои сохти зироат, аз қабилӣ «дарозии як курак», «шумораи тухмӣ дар як ниҳол», «миқдори тухмӣ дар як курак» ва «вазни 1000 тухмӣ» гуногунрангии васеъ доранд.

КАЛИДВОЖАҶО: намуд, бокило, дон, марҳалаҳои инкишоф, гул, гуногунии генетикӣ. хоҷагии деҳқонӣ.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Лашкарбекова Оиша Муродбековна, докторанти PhD-и Институти ботаника, физиология ва генетикаи растаниҳои Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон. Тел.: (+992) 501-00-09-61; e-mail: olashkarekova@gmail.com

Абдуллоев Абдуманон, доктори илмҳои биология, профессор, аъзо-корреспонденти АМИТ, мудири лабораторияи биохимияи фотосинтези Институти ботаника, физиология ва генетикаи растаниҳои АМИТ. Тел.: (+992) 918-61-28-42; e-mail: abdumanon@mail.ru

Маниязова Назира Абдуқадировна, номзади илмҳои биология, ходими илми Институти ботаника, физиология ва генетикаи растаниҳои Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон. Тел.: (+992) 901-99-55-45; e-mail: maniyazova58@mail.ru

ОЦЕНКА ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ И СТРУКТУРНЫХ ПРИЗНАКОВ КОНСКОГО БОБА В ДВУХ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОНАХ ТАДЖИКИСТАНА

В статье приводятся результаты исследования по фенологическим показателям и структурному урожаю семян конского боба в Центральном и Южном Таджикистане. Установлено, что в зависимости от условий природно-климатических зон, расположенных на разных высотах над уровнем моря, высота растений, а также параметры структуры урожая, такие как «длина одного стручка», «количество семян в

одном растении», «количество семян в одном стручке» и «масса 1000 семян» имеют широкий диапазон изменчивости.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: вид, конский боб, семена, фазы вегетация, цветок, генетическое разнообразие, дехканское хозяйство.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Лашкарбекова Оиша Муродбековна, докторант PhD Института ботаники, физиологии и генетики растений Национальной академии наук Таджикистана. Тел.: (+992) 501-00-09-61; e-mail: olashkarekova@gmail.com

Абдуллаев Абдуманон, доктор биологических наук, профессор, член-корр. НАНТ, заведующий лабораторией биохимии фотосинтеза Института ботаники, физиологии и генетики растений Национальной академии наук Таджикистана. Тел.: (+992) 918-61-28-42; e-mail: abdumanon@mail.ru

Маниязова Назира Абдукадыровна, кандидат биологических наук, научный сотрудник Института ботаники, физиологии и генетики растений Национальной академии наук Таджикистана. Тел.: (+992) 901-99-55-45; e-mail: maniyazova58@mail.ru

ASSESSMENT OF PHENOLOGICAL AND STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF FACIA BEAN IN TWO AGROCLIMATIC ZONES OF TAJIKISTAN

The article presents the results of a study on the phenological and structural yield of faba bean seeds in Central and Southern Tajikistan. It was found that depending on the conditions of the natural and climatic zones located at different altitudes above sea level, the height of the plants, as well as the parameters of the structural analysis showed a wide range of yield variability - «Length of one pod», «number of seeds in one plant», «Number of seeds in one pod» and «weight of 1000 seeds» changes.

KEY WORDS: species, horse bean, seeds, vegetation phases, flower, genetic diversity, farming.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Lashkarbekova Oisha Murodbekovna, PhD student of the Institute of Botany, Plant Physiology and Genetics at National Academy of Sciences of Tajikistan. Phone: (+992) 501-00-09-61; e-mail: olashkarekova@gmail.com

Abdulloev Abdumanon, Doctor of Biological Sciences, Professor, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Tajikistan, Head of the Laboratory of Photosynthesis Biochemistry at Institute of Botany, Plant Physiology and Genetics at National Academy of Sciences of Tajikistan. Phone: (+992) 918-61-28-42; e-mail: abdumanon@mail.ru

Maniyazova Nazira Abduqadirovna, Candidate of Biological Sciences, Researcher at the Institute of Botany, Physiology and Genetics of Plants of the National Academy of Sciences of Tajikistan. Phone: (+992) 901-99-55-45; e-mail: maniyazova58@mail.ru

БИОЛОГИЯ И ҚАТРОНИ КОЧӢ (*CRAMBE KOTSCHYANA*), ПАҲНШАВӢ ВА АҲАМИЯТИ ҲОҶАГИИ ОН ДАР ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

Сафарова Л.С., Рамазони М., Ҳамроева М.М.
Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав

Ҳар сол талабот ба равшанҳои растанӣ, ки дар таркибашон миқдори зиёди кислотаи эрукат мавҷуд аст, дар саноат ҳазорҳо тоннаро ташкил медиҳад. Барои қонеъ кардани талаботи афзоянда манбаи асосии ашёи хом зироати рапс аст. Аммо ба ақидаи олимон, манбаи алтернативӣ метавонад растании қатрон (*Crambe kotschyana*) бошад, ки дар Федератсияи Русия маълуму машҳур мебошад. Дар равшани ин растанӣ то 60% кислотаи эрукат мавҷуд аст [1, с. 205].

Қатрон ба оилаи чиликгулон дохил мешавад. Ин оила бо формулаи умумии $K_2+2T_4G_2+4M_{(2)}$ шинохта мешавад [5, с. 289]. Дар шароити табиӣ ин растанӣ дар кишварҳои Баҳри Миёназамин, Африқои Шимолӣ, Эфиопия ва Осиёи Миёна мерӯяд [2, с. 309]. Аввалин маротиба растании қатрон дар Русия соли 1932 аз ҷониби профессор В. Василев дар майдонҳои озмоишгоҳи ботаникии ба номи академик Б.А. Каллер дар вилояти Воронеж омӯхта шудааст. Тухмҳои барои таҳқиқоти илмӣ аз ҷониби ботаникии Алчазоир дастрас карда шуд. Дар тули якчанд сол дар озмоишгоҳи биология ва агротехника қатронро омӯхта, қорҳои парвариши тухмӣ ба роҳ монда шуд. Аз соли 1939 марҳалаи дуҷуми омӯзиши он оғоз ёфт. Қатрон барои озмоиш ба вилоятҳо ва ҷумҳуриҳои гуногуни ИҶШС барои таҳқиқ равона карда шуд. Соли 1940 майдони умумии китъаҳои таҷрибавӣ, ки ба растании нав ишғол карда шуда буд, 310 гектарро ташкил дод. Дар ҳамаи ҷумҳуриҳои растании қатрон худро ҳамчун растанӣ серҳосил ва дорои равшани зиёд нишон дод, аммо Ҷанги Бузурги Ватанӣ равшани омӯзиш ва таҳқиқи хусусиятҳои онро боздошт. Қорҳои таҳқиқотӣ ба қатрон дар тули солҳои ҷанг танҳо дар Бошқирдистон таҳти роҳбарии Е. Кучеров, ки дар омӯзиши он саҳми бузург гузоштааст, идома ёфт. Солҳои 1950-1960 қатрон дар майдони зиёда аз 400 гектар парвариш карда шуд ва пас аз он муддати тулонӣ аз кишт нопадид шуд. Дар айни замон, қатрон дар бисёр кишварҳои ҷаҳон ба мисли Шветсия, Лаҳистон, Олмон,

Булғористон, Канада, ИМА, Дания, Чин, Чопон ва ғайра барои гирифтани равған ва ғизои чорво омӯхтаву парвариш карда мешавад [1, с. 205].

Дар худуди Чумхурии Тоҷикистон 3 намуди он дар ҳолати худрӯй ба қайд гирифта шудааст ва имкони парваришаш муҳайё мебошад:

1. Қатрони Шуғнонӣ;
2. Қатрони Кочи;
3. Қатрони Бодягинӣ [3, с. 322].

Танҳо барои омӯзиши онтогенези он корҳои таҳқиқотӣ гузаронидан зарур аст. Барои омӯзиш бо роҳи интихоби сунъӣ аз байни ҷамоаи ташкилкардаи он дар шароити табиӣ тухмиҳои солиму калонҳаҷмро гирифта, дар минтақаи таҷрибавӣ кишт кардан лозим аст. Дар оянда он метавонад ҳамчун ашёи хом барои истеҳсоли равғанҳои дердаргиранда ё худ равғанҳо барои таҷҳизоти техникӣ, инчунин барои соҳаи қаннодӣ истифода шавад, зеро он ба осонӣ тоза карда мешавад.

Дар тухмиҳои қатрон мавҷудияти миқдори зиёди равғани сусти хушкшаванда бо миқдори ками ёд ва миқдори зиёди кислотаи эрукат имкон медиҳад, ки равған ҳам барои мақсадҳои техникӣ ва ҳам барои ҳурукворӣ истифода бурда шавад. Раवғани қатрон дар саноати кимиё ва лак истифода мешавад, масалан, барои баланд бардоштани часпиши каучук ва тайёр кардани плёнкаи пластикӣ, инчунин барои гирифтани пластмасса, нахҳои синтетикӣ ва равғанҳои молидани техникаи истифода мешавад. Инчунин равғани он дар косметология барои нигоҳубини рӯй, мӯй ва бадан бомуваффақият истифода мегардад. Аммо, бо сабаби миқдори зиёди кислотаи эрукат занҷири дароз, ки гармии хоси сӯختани баланд дорад, ба равғани тухми қатрон, пеш аз ҳама, ҳамчун манбаи биодизел таваҷҷуҳ зоҳир мекунанд. Равғани қатрон амалан мазза ва бӯй надорад. Он шафоф аст, аммо метавонад каме ранги зарди сабук дошта бошад. Таркиби он аз пайвастиҳои кислотаҳои сerratравған, фосфолипидҳо, токоферолҳо, витаминҳои E, C, B, A, намакҳои магний ва калий, кислотаи пантотенатӣ иборат аст [4, с. 217].

Таҳқиқоти бисёрсола нишон доданд, ки қатрон ҳамчун растании яқсола ва серҳосил, ба ҳок бетаъсир, ба хушксолӣ тобовар ва бо давраи кӯтоҳи вегетатсионӣ мебошад. Ниҳолҳои қатрон дар рӯзҳои 7-9-уми пас аз кишт пайдо мешаванд. Пас аз 20-27 рӯз, вобаста ба шароити обу ҳаво, дар поя наваҳои паҳлӯи мушоҳида карда мешаванд. Давомнокии давраи аз наваҳо то гулкунӣ ба ҳисоби миёна 45-50 рӯз, аз гулкунӣ то пухтани пурра 35-40 рӯзро ташкил медиҳад. Пухтани дони қатрон дар шароити Волгаи миёна дар даҳаи дуюми июл оғоз ёфта, 28 июл-10 август ба анҷом мерасад [2, с. 309]. Аз нигоҳи агрономӣ муҳим он аст, ки дар муқоиса бо рапс, қатрон ба хушксолӣ хеле тобовартар аст ва ба ҳашароти зараррасон, хусусан ба тортанаҳои салибдор тобовар аст. Массаяи рӯзамини қатрон ҳуҷраҳои хуби ҳайвоноти хоҷагии қишлоқ мебошад. Ғайр аз ин, он метавонад ҳамчун растании киштшаванда дар баробари рапси баҳорӣ, хардали сафед, ба замин кишт шавад. Ҳосили ин растани инчунин аз ҳосилнокии баланди тухмӣ (то 3,0 т/га), миқдори зиёди равған дар тухмҳо (то 46%) ва таркиби сифатии равған, ки нишондиҳандаи муҳимтарин барои наваҳои муосири зироатҳои равғандиҳанда мебошад, муайян карда мешавад. Намуди барвақтии қатрон, бо давраи вегетатсионии 87-95 рӯз мебошад. Он ба хушксолии ҳаво ва ҳок тобовар аст. Вазни 1000 дони тухми он 9,6-10,5 г мебошад [2, с. 309].

Қатронро дар як вақт бо зироатҳои аввали баҳорӣ мекоранд. Дар Волгаи Миёна ин ба даҳаи сеюми апрел ва даҳаи якуми май мувофиқат мекунад. Меъёри кишт 2,5-3 миллион тухмӣ ба 1 га, бо вазн 20-25 кг/гектарро ташкил медиҳад [1, с. 205]. Дар чуқурии камтар тухмиҳо ба қабати хушкшудаи ҳок ворид мешаванд ва қобилияти сабзиширо гум мекунанд. Даравро вақте, ки баргҳо дар растаниҳо мерезанд ва меваҳо ранги зард мегиранд анҷом медиҳанд. Ҳамин тариқ, ҳосилнокии баланд ва равғани тухмҳо, давраи нисбатан кӯтоҳи растани, ки ба парвариши ин зироат қариб дар ҳама ҷо мусоид аст, муқовимати он ба омилҳои абиотикӣ ва биотикӣ муҳити беруна имкон медиҳад, ки қатрон ба қатори зироатҳои равғандиҳандаи ояндадор дохил карда шавад.

Ба ақидаи олимон, қатрон растании оддӣ аст, ки дар бисёр минтақаҳои иқлимӣ парвариш кардан душвор нест. Хусусиятҳои фарқкунандаи он на танҳо ҳосилнокии баланд ва равғаннокии тухмҳо, инчунин давраи нисбатан кӯтоҳи вегетатсионӣ мебошад, ки имкон медиҳад, ин зироат қариб дар ҳама ҷо парвариш карда шавад.

АДАБИЁТ:

1. Большая советская энциклопедия. Т. 23. – 1953.
2. Подгорный П.И. // Растениводство. – Москва, 1957. – С. 309.
3. Флора Таджикистана. Т. 6. – С. 222-224.

4. Бабаев А.А., Винберг Г.Г., Заварзин Г.А. Биологический энциклопедический словарь. – М., 1986.
5. Хражановский В.Г., Попомаренко С.Ф. Ботаника. – Москва: Колос, 1982.

БИОЛОГИЯИ ҚАТРОНИ КОЧӢ (*CRAMBE KOTSCHYANA*), ПАҲНШАВӢ ВА АҲАМИЯТИ ХОҶАГИИ ОН ДАР ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

Дар мақола кайд мешавад, ки дар ҳудуди Ҷумҳурии Тоҷикистон имкони парвариши қатрон муҳайё аст. Танҳо барои омӯзиши онтогенези он корҳои таҳқиқотӣ гузаронидан зарур аст. Қатрон дар Ҷумҳурии Тоҷикистон дар ҳолати хурдӣ ба чашм мерасад. Барои омӯзиш бо роҳи интихоби сунӣ аз байни ҷамоаи ташкилкардаи он дар ҳолати хурдӣ тухмҳои солиму калонтарро гирифта, дар минтақаи таҷрибавӣ кишт кардан зарур аст. Дар оянда он метавонад ҳамчун ашёи хом барои истеҳсоли равғанҳои дердаргиранда ё худ равғанҳо барои таҷҳизоти техникӣ, инчунин барои соҳаи қаннодӣ истифода шавад зеро он осон тоза карда мешавад.

КАЛИДВОЖАҲО: қатрон, чиликгулон, кислотаи эрукат, хурдӣ, интихоби сунӣ, давраи вегетатсионӣ, парвариш, абиотикӣ.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Сафарова Сафаргул Саидовна, номзади илмҳои биология, дотсенти кафедраи биологияи умумии Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав. Тел.: (+992) 918-72-03-59; e-mail: safarovas@gmail.com

Рамазони Маҳимбек, магистранти курси якуми ихтисоси биологияи Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав. Тел.: (+992) 911-11-59-83; e-mail: ramazonimahimbek@gmail.com

Ҳамроева Махбуба Маҳмадуллоевна, магистранти курси ихтисоси биологияи Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав. Тел.: (+992) 917-28-58-68.

БИОЛОГИЯ КРАМБЕ КОЧИ (*CRAMBE KOTSCHYANA*), РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ В РЕСПУБЛИКЕ ТАДЖИКИСТАН

В статье отмечается, что на территории Республики Таджикистан возможно выращивание смолы. Лишь для изучения его онтогенеза необходимо провести исследования. Деготь в Республике Таджикистан можно увидеть в его естественном состоянии. Для обучения необходимо взять здоровые и более крупные семена и посадить их на опытном участке, отобрав растение из числа сформированного им сообщества в дикой природе. В дальнейшем его можно использовать как сырье для производства масел длительного действия или масел для технического оборудования, а также для кондитерской промышленности, поскольку он легко очищается.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: катран, капустные, эруковая кислота, древесина, искусственный отбор, вегетационный период, возделывание, абиотик.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Сафарова Сафаргул Саидовна, кандидат биологических наук, доцент кафедры общей биологии Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Тел.: (+992) 918-72-03-59; e-mail: safarovas@gmail.com

Рамазани Маҳимбек, магистрант первого курса по специальности биологии Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Тел.: (+992) 911-11-59-83; E-mail: ramazonimahimbek@gmail.com

Ҳамроева Махбуба Маҳмадуллоевна, магистрант второго курса по специальности биологии Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Тел.: (+992) 917-28-58-68.

BIOLOGY OF CRAMBE KOTSCHYANA (*CRAMBE KOTSCHYANA*), ITS DISTRIBUTION AND ECONOMIC IMPORTANCE IN THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN

It is possible to grow crambe in the Republic of Tajikistan. It is only necessary to conduct research to study its ontogenesis. Crambe is found in the Republic of Tajikistan in the wild. For the study by artificial selection, it is necessary to take healthy and large seeds from the community formed by it in the wild and plant them in the experimental area. In the future, it can be used as a raw material for the production of long-lasting oils or oils for technical equipment, as well as for the confectionery industry, since it is easily cleaned.

KEY WORDS: crambe, brassicas, erucic acid, wood, artificial selection, vegetation period, germination, abiotic,

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Safarova Safargul Saidovna, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of General Biology at Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav. Phone: (+992) 918-72-03-59; e-mail: safarovas@gmail.com

Ramazani Mahimbek, first-year master's student of specializing in biology at Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav. Phone: (+992) 911-11-59-83; e-mail: ramazonimahimbek@gmail.com.

Hamroeva Mahbuba Mahmaddulloevna, second-year master's student of specializing in biology at Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav. Phone: (+992) 917-28-58-68.

СРЕДА ОБИТАНИЯ И ПОВЕДЕНИЯ ВОРОНА ОБЫКНОВЕННОЙ

Хусенхоцаева М.М.

Донишгоҳи давлатии Хучанд ба номи академик Б. Гафуров.

Семейства вороновые в силу своей подвижности, достаточно высокой численности, биомассы и всеядности имеет большое значение в различных экосистемах, в том числе в антропогенном ландшафте. Велика роль вороновых в зимний период, когда их численность и концентрация вокруг населенных пунктов достигает максимальных значений.

Вороновые, особенно рода *Corvus*, по проявлению высшей нервной деятельности считаются высоко развитыми птицами. Это находит свое выражение в их сложном поведении и особенно быстром приспособлении к изменяющимся условиям существования [3, с. 253].

Значение вороновых для человека неоднозначно. Некоторые из них вредят в сельскохозяйственных угодьях на всходах озимых, кукурузы, свеклы и некоторых других культур, а также при созревании сорго и многих бахчевых. Наряду с этим они уничтожают много вредных беспозвоночных, принося несомненную пользу. Такие птицы как обыкновенный и пустынный вороны, черная и серая вороны истребляют грызунов. Роль санитаров в естественных ландшафтах выполняют обыкновенный и пустынный вороны, черная ворона, сорока, в освоенной зоне - черная и серая вороны, грач, галка, сорока. Особое значение их деятельность приобретает в зимний период в связи с высокой численностью серой вороны, грача и галки и их концентрацией вокруг населенных пунктов [1, с. 94-104].

Высокая численность черных ворон в охотничьих угодьях отрицательно сказывается на численности дичи вследствие её хищничества.

Для знакомства с этим семейством пернатых возьмем в качестве эталона ворона обыкновенного (так называется вид), который, несмотря на название, неординарен хотя бы потому, что это умнейшая птица на планете. Именно обыкновенные вороны живут рядом с людьми на протяжении тысячелетий. Эти пернатые крайне неприхотливы, универсальны и сообразительны. Ворон обыкновенный считается крупнейшим представителем семейства. Максимальная длина тела достигает 70 сантиметров, а размах крыльев колеблется от 120 до 150 сантиметров. Вес может достигать двух килограмм. Клюв массивный, острый. Перья на горле напоминают бороду. Хвост клиновидной формы. Самцы немного крупнее самок. Оперение угольно-черного цвета с металлическим блеском. Однородная окраска черного цвета дает птице множество преимуществ. Черные перья активно поглощают солнечные лучи. Это свойство полезно во время холодов, поскольку повышает температуру тела. Птицы светлой окраски в большей мере страдают от холода. Кроме того, ворона охотится в сумерках, и черный цвет служит ей прекрасной маскировкой. У вороны не только перья черные, но и ноги, и клюв [4].

Ворон можно назвать космополитами, поскольку они расселились по всей планете, за исключением Антарктиды, нескольких островов и почему-то Южной Америки. Это касается ворон вообще. Ворон обыкновенный обитает исключительно в Северном полушарии. Его не встретишь только на островах в Северном Ледовитом океане, на полуостровах Ямал и Таймыр. Зато птица обитает на юге Гренландии. Южная граница ареала проходит по Сирии, Пакистану, Индии, Южному Китаю.

В Европе вороны обитают повсеместно. На юге ареал ограничен побережьем Северной Африки. В Северной Америке птицы расселились крайне неравномерно. Они есть на Аляске и канадских островах, но их не встретишь в центре и на востоке США. Большая популяция есть в штатах Миннесота, Мичиган, Аппалачских горах. Когда-то множество ворон водилось на Великой равнине, но затем птицы полностью исчезли. Это связывают с тем, что были полностью истреблены волки и бизоны. Вороны питались павшими животными. Ареал обитания, прежде всего, зависит от кормовой базы. Где она есть, туда и устремляются вороны. Бывает, для массового перелета птицы собираются в стаи до 50-70 особей. В обычной жизни вороны классические индивидуалы, они не любят общество себе подобных, летая парами. Вороны очень неприхотливы к ландшафту. Единственное, чего они недолюбливают, это густую темнохвойную тайгу. В остальном это типичные лесные птицы, обитающие в лиственных или светлых хвойных лесах. На севере они селятся на арктических побережьях, могут обитать в высокогорных тундрах и выживать в степях и пустынях. В лесах вороны выбирают участки возле вырубок, пустошей, по берегам рек или озер - лишь бы посветлее. Если галки, серые вороны и сороки стараются селиться поближе к человеку, то вороны обыкновенные держатся подальше. Иногда они

захватывают заброшенные деревни. В крайнем случае обживают окраины небольших городков или поселков. Поскольку из правил всегда бывают исключения, ворон можно увидеть в центре Улан-Батора, а также в парках Лос-Анджелеса, Сан-Франциско и Сан-Диего. Почему-то эти города пришлись им по нраву. В конце XX века вороны начали селиться в пригородах Ленинграда, парках Москвы, Лондона, Берна. Раньше эти города птицы избегали.

Род Воронов является частью семейства Вороновых, составляя треть их численности. В свою очередь, род включает около 40 видов, представители которых не слишком сильно отличаются друг от друга. У вида Ворон обыкновенный выделяют 11 подвидов. Птицы отличаются между собой пропорциями клюва, оттенками окраски оперенья, формой перьев на шее. Неспециалисты могут и не заметить различий [2, с. 62-96].

Американский ворон, австралийская ворона, ямайский ворон - по названию вида можно судить об ареале его обитания. К этой же серии относятся гуамский, антильский, новокаледонский, кубинский вороны. Есть виды, выделенные по цвету оперенья - пегий, черный, серый, бронзовый вороны. Белошекий, белошейный, большеклювый, щетинистый - свидетельствуют о внешних особенностях. Малый, гигантский - говорят о размерах. К роду Воронов относятся даурская галка и грач.

Вороны едят все, что попадает на глаза. В первую очередь - падаль. Обычно такой рацион приписывают грифам, но и вороны - падальщики по убеждению. Их можно причислить к санитарам леса. Пищей служат даже такие крупные животные, как павшие волки и олени. В дело идут погибшие грызуны, лягушки и дохлая рыба. Однако падалью рацион ворон не ограничивается, поскольку они неплохие охотники. Жертвами являются мелкие, птицы, ящерицы, змеи, насекомые, черви, моллюски и даже морские ежи.

Растительную пищу они тоже употребляют, но менее охотно. В дело идут фрукты, ягоды, семена, злаки. В южных странах птицы употребляют плоды кактусов. И, конечно, вороны наведываются на свалки и помойки. Особым спросом пользуются отходы скотобоев, а также популярные места пикников, где всегда можно отыскать что-нибудь вкусненькое.

В поисках корма вороны подолгу ковыряются в мусоре, могут разрывать пластиковые мешки с пищевыми отходами. Они долго парят в воздухе сопровождая стаю волков или оленей стадо в ожидании возможной падали. Охотясь за грызунами, ковыряют землю острым клювом, переворачивают щепки в поисках червей, жуков и личинок. Несмотря на социально замкнутый образ жизни, обнаружив пищу, вороны громко кричат, приглашая сородичей на пир.

Остатки трапезы птицы прячут в укромном месте, которое бдительно охраняют от посягательств других животных. Поскольку вороны очень хитрые птицы, они незаметно следят за другими животными, которые прячут пищу, которую потом нагло воруют. Жертвами могут стать не только песцы или лисы, но даже волки! [5].

Еще одна хитрость заключается в том, что в случае подозрения, что корм может быть ядовитым, вороны сначала наблюдают за реакцией других птиц и только в случае благоприятного исхода присоединяются к трапезе. Бывает, что вороны наводят стаю волков на оленей, а потом пользуются остатками их добычи. Волки не против подобного симбиоза.

Вороны могут стать родителями уже на третьем году жизни. Удивительно, что семейные пары сохраняются годами и даже пожизненно! Это крайне редкий случай в животном мире. Известны случаи, когда при длительном отсутствии самца, в гнездо самки наведывается соседний самец! Орнитологи называют такое поведение полиандрией. При этом семейные пары непременно соблюдают дистанцию - соседние гнезда должны быть расположены на расстоянии не менее одного километра друг от друга. Вороны возвращаются выводить птенцов в одно и то же место, отличаясь удивительным постоянством [2, с. 62-96].

Гнезда вороны строят на деревьях, скалах, столбах электропередач, колокольнях, под крышами домов. Желательно, чтобы оно находилось на высоте не менее трех метров над землей. Гнездо строят вместе, принося в клювах обрывки шерсти, ветки, траву. Бывает, что вороны даже нападают на собак, чтобы выдернуть у них клочок шерсти и сделать гнездо более теплым и уютным.

Если строительный материал пара носит вместе, то строительством занимается только самка. Максимальный диаметр гнезда бывает до 150 сантиметров, а высота - до 60 сантиметров. Уж кто-то, а вороны точно знают, что нельзя хранить все яйца в одной корзине. Птенцы появляются на свет, покрытые густым пухом. Две недели самка не покидает гнезда, поэтому обеспечением кормом занимается самец. Спустя неделю к нему присоединяется самка. Через

месяц птенцы встают на крыло, но еще несколько месяцев держатся вблизи родительского дома. Дети окончательно покидают родителей только с наступлением зимы. Вороны не только хорошо летают, но и прекрасно передвигаются по земле, совершая большие прыжки. Из-за приличного веса птица не может сразу взмыть в небо, ей нужно разбежаться [5].

Самый старый ворон, живший в дикой природе, умер в возрасте 30 лет. В неволе одна ворона дожила до преклонных 59 лет. Орнитологи считают, что теоретически максимальный возраст может достигать 75 лет. Вороны обыкновенные на воле доживают до 23 лет. Это максимальный официально зарегистрированный возраст.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Абдусаломов И.А. Птицы горного Зеравшана. – Душанбе: Изд-во АН ТаджССР, 1964.
2. Абдусаломов И.А. Семейство вороновых Corvidae. В кн.: Фауна Таджикской ССР, т.19, ч.2. Птицы. – Душанбе, 1973.
3. Зорина З.А. Некоторые механизмы адаптивности поведения птиц семейства Corvidae. / Тезисы докл. и стендов, сообщ. 18-го Международ. орнит. конгресса. – М., 1982. – С. 253.
4. Иванов А.И. Птицы Таджикистана. – М.-Л., 1940. – 300 с.
5. Google/ ru , <https://cyberleninka.ru>

МУҲИТИ ЗИСТ ВА РАҒТОРИ ЗОҒШАКЛОН

Дар мақола қайд шудааст, ки бисёр намудҳои парандагон аз як минтақаи Замин ба минтақаи дигари он мунтазам муҳоҷирати дарозмуддат мекунанд. Шумораи бештари онҳо тарзи ҳаёти бодиянишиниро пеш мебаранд ва пайваста ба масофаҳои кӯтоҳ дар ҳудуди ареали худ ҳаракат мекунанд. Тағйирёбии иқлим тағйироти назаррасро дар орнитофауна ва экологияи парандагон ҳам дар вақт ва ҳам дар фазо ба амал меорад. Зоғҳо бо хусусиятҳои назарраси экологӣ аз дигар парандагон фарқ мекунанд ва ба шароити гуногуни зиндагӣ ба хубӣ мутобиқ мегарданд. Онҳо дар биёбонҳо, мавзёҳои кӯҳӣ зиндагӣ мекунанд.

КАЛИДВОЖАҲО: орнитофауна, экология, экосистема, муҳоҷират, иқлим, антропоген, ландшафт, зоғҳо.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ: Хусенхоҷаева Муқаддас Мираюбовна, докторанти PhD-и курси 3-юми ихтисоси биологияи Донишгоҳи давлатии Хучанд ба номи академик Б. Гафуров. Тел.: (+992) 927-18-87-38.

СРЕДА ОБИТАНИЕ И ПОВЕДЕНИЕ ВОРОНА ОБЫКНОВЕННАЯ

А статье отмечается, что многие виды птиц совершают регулярные длительные миграции из одного региона Земли в другой. Ещё большее количество ведёт кочевой образ жизни, постоянно перемещаясь на небольшие расстояния в пределах своих ареалов. В связи с изменением климата наблюдаются заметные изменения в орнитофауне и экологии птиц как во времени, так и в пространстве. Вороновые отличаются значительной экологической пластичностью и весьма приспособлены к различным условиям существования. Они населяют пустыни, горный и культурный ландшафты.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: орнитофауна, экология, экосистема, миграция, климат, антропоген, ландшафт, вороновые.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ: Хусенходжаева Муқаддас Мираюбовна, докторант PhD 3-ого курса по специальности биология Худжандского государственного университета имени академика Б. Гафурова. Тел.: (+992) 927-18-87-38.

ECOLOGY AND BEHAVIOR CORVIDAE

Many bird species make regular long migrations from one region of the Earth to another. An even larger number lead a nomadic lifestyle, constantly moving to small distances within their ranges. Due to climate change there has been a marked change in ornithofauna and bird ecology in both time and space. Corvidae are distinguished by significant ecological plasticity and are highly adapted to various living conditions. They inhabit deserts, mountainous and cultural landscapes.

KEY WORDS: ornithofauna, ecology, ecosystem, migration, climate, anthropogen, landscape, corvidae.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR: Husenkhojaeva Muqaddas Mirayubovna, 3rd year PhD student in biology at Khujand State University named after Academician B. Gafurov. Phone: (+992) 927-18-87-38.

ТДУ: 94(091.8)+004+91.31

ТАЪРИБАИ ҶАҶОНИИ ТАЪРИХИ ТАШАККУЛИ НИЗОМИ ҲУКУМАТИ ЭЛЕКТРОНӢ ВА ТАТБИҚИ ОН ДАР СОҶАИ САӢӢӢӢ

Шарипова М.С., Ализода Б.П., Файзализода Б.Ф.

Академияи идоракунии давлатии назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон

«Ҷиҳати вуҷуд бахшидан ба равандҳои инноватсионӣ ва истифодаи ҳамҷонибаи имкониятҳои технологияҳои рақамӣ дар иқтисодиёт пешниҳод менамоем, ки солҳои 2025-2030 «Солҳои рушди иқтисоди рақамӣ ва инноватсия» эълон карда шавад».

Эмомалӣ Раҳмон

Дар масири ҳастии ҳеш инсоният ҳамчун мавҷудоти соҳибтафаккур ва офарандаи тамаддун, ҳамеша дар пайи офариниш ва рушди ақлҳо буда, ба воситаи омӯзиш, таҳқиқ ва татбиқи илм дар истеҳсолот тавонист дар баробари олами воқеӣ олами дигаре бо ном фазои маҷозӣ «*virtual environment*» офарад.

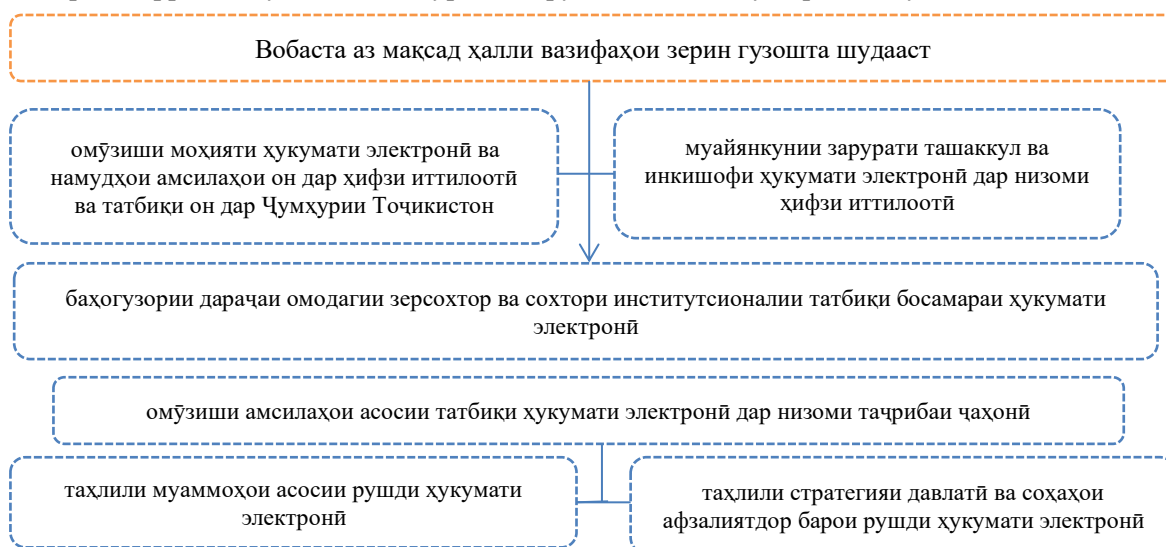
Кашфи интернет падидаи ҷолибу ғайриҷашмдоште мебошад, ки тавонист тамоми оламро фаро гирифта, дар ҳама самти ҳаёти инсоният таъсиррасон гардад. Аз ҷумла, дар ташаккули ҳукумати электронӣ ва иқтисоди рақамӣ, ки ба пайдошавии хизматрасониҳои электронӣ мусоидат намуда, дар дастрасии одамон ба иттилоот имкониятҳои беназирро фароҳам овард.

Имрӯз мафҳуми «*ҳукумати электронӣ*», ҳамчун «...*истифодаи ТИК, махсусан Интернет ҳамчун фишанги баланд бардоштани судмандии идоракунии*» доништа мешавад. Натиҷаи татбиқи ҳукумати электронӣ идораи самаранок фаҳмида мешавад [9, с. 305-313]. Ҳукумати электронӣ дар радиои иҷроии сиёсати давлат, баҳри пешниҳоди хизматрасонии самарабахш ва афзоиши ҳамкориҳои давлат бо аҳолии мусоидат менамояд.

Барои ин сиёсати махсуси давлатӣ, ки масъалаҳои ташкил ва инкишофи ҳукумати электронӣ, ташкили зерсохторҳои он, тақвияти рушди иқтисодӣ, ҳамчунин ба вуҷуд овардани робитаи хуби мақомоти давлатӣ, аҳолии ва бахши хусусӣ (бизнес-сохторҳо), бояд амалӣ гардад.

Маҷмуи масъалаҳои дар боло зикргашта, муҳимияти интиҳоби мавзӯро исбот менамояд, ва омӯзиши дараҷаи ташкил ва инкишофи амсилаҳои ҳукумати электронӣ ва хадамоти навоаронаи он дар низоми идоракунии давлатӣ ва маҳаллӣ муҳим мебошад.

Мақсади таҳқиқи масъалаи мазкур, омӯзиши ҳолати воқеии таърихи ташаккул ва инкишофи хизматрасонии давлатӣ тавассути ҳукумати электронӣ дар рушди соҳаи сайёҳии кишвар ва баррасии мушқилот ва дурнамои рушди он тавассути рақамикунонии мебошад.



Расми 1. Амсилаи ҳолати воқеии таърихи ташаккул ва инкишофи хизматрасонии ҳукумати электронӣ дар рушди соҳаи сайёҳӣ.

Мафҳуми асосии ҳукумати электронӣ. Концепсияи ба роҳ мондашудаи идоракунии давлатӣ буда, ба ҷамъияти иттилоотӣ хос мебошад, ба имкониятҳои ТИК ва арзишҳои муайяни ҷомеаи шаҳрвандӣ таъя менамояд, ба талаботи шаҳрвандон, самаранокии иқтисодӣ, барои

назорати чамъиятӣ ҷавобгӯ будан равона шудааст [12, с. 142]. Усули нави пешниҳоди иттилоот ва расонидани маҷмуи хизматрасонии давлатӣ ба шаҳрвандон, балки соҳибкорӣ, дигар шохаҳои ҳокимияти давлатӣ ва мақомот мебошад. Ҳамкориҳои шахсии байни давлат ва муроҷиаткунанда ба воситаи технологияи иттилоотӣ ин системаи гардиши электронии ҳуҷҷатҳои идоракунии давлатӣ мебошад, ба автоматикунони тамоми ҷараёни идоракунии давлатӣ дар миқёси кишвар асос ёфтааст, бо мақсади баланд бардоштани самаранокии идоракунии давлатӣ ва паст кардани хароҷоти коммуникатсияҳои иҷтимоии ҳар як аъзои ҷомеа вобастагӣ дорад [7, с. 480].

Муҳимияти ҳукумати электронӣ дар он аст, ки хизматрасониҳои давлатиро барои мардум содатар менамояд, яъне тавассути кам кардани вақт ва кӯшиш барои гирифтани маълумот ё анҷом додани расмиёти маъмурӣ, ҳаргуна хизматрасонҳои давлатиро барои шаҳрвандон дастрастар мекунад. Маълумоти кушод ва дастрас дар бораи фаъолияти мақомоти давлатӣ ба баланд шудани сатҳи эътимоди мардум ба ҳукумат ва коҳиши сатҳи коррупсия мусоидат намояд. Дар баробари ин, ҳамкориҳои мутақобилаи шаҳрвандон ва давлат ба вучуд омада, барои тамоси байни шаҳрвандон ва мақомоти давлатӣ дар раҳи самараноктар ба назар гирифтани фикру андеша ва ниёзҳои аҳоли мусоидат мекунад [13, с. 289-293]. Ҳамин тариқ, ҳукумати электронӣ дар таҷдиди идораи давлатӣ ва баланд бардоштани сифати зиндагии шаҳрвандон нақши калидӣ пайдо намуда, таъмини шаффофияти сохторҳои расмиро танзим менамояд.

Ҳукумати электронӣ ин на танҳо воқеияти ягона дар тури кӯтоҳи вақт, балки раванди дарозмуддати тақомули тағйири ҳифзи иттилоот ва татбиқи он дар Ҷумҳурии Тоҷикистон чиҳати тамаркузи хизматрасонӣ ба шаҳрвандон мебошад. Ҳамин тавр, таъсиси «*харитаи роҳ*» дар сатҳи баланди (тарҳрезӣ аз самти боло ба поён) ҳукумати электронӣ бо нақшаи муфассали иҷро аз самти поён ба боло зарур аст. Дар модули 2-и Академияи асосҳои ТИК барои роҳбарони ҳокимияти давлатӣ консепсия ва стратегияи эҷод намудани «*харитаи роҳ*»-и ҳукумати электронӣ муҳокима карда мешавад. Дар модули мазкур нақшаи амалисозӣ аз самти поён ба боло муҳокима мегардад [3, с. 19].

Яке аз унсурҳои асосии бунёди ҷомеаи муосир ва идоракунии давлатӣ дар мамлакатҳои мутараққӣ системаи ҳукумати электронӣ ба ҳисоб меравад. Системаи мазкур имконияти гирифтани ҷавобҷоро ба саволҳои муҳими иҷтимоӣ бидуни ташвишдиҳии хизматчиёни давлатӣ пешниҳод карда, ҳамаи монетаҳои имконпазири хусусияти маъмуридоштаро ҳангоми бадастории хизматрасониҳои лозима бартараф сохта, ҳамчунин, дастрасии шаҳрвандонро ба иттилооти расмӣ осон мегардонад.

Дар миёнаи солҳои 90-уми асри сипаригардида бисёре аз мамлакатҳои ҷаҳон бо мушкилии аз нав дидабароии амсилаҳои анъанавии идоракунии давлатӣ рӯ ба рӯ гаштанд, ки барои шароити муосир қабулнашаванда ба ҳисоб мерафтанд. Бо рушди технологияҳои иттилоотӣ имконияти ташкили қори нисбатан самараноки сохторҳои давлатӣ пайдо гашт, хусусан дар навбати аввал дар соҳаи хизматрасонӣ ба аҳоли [5, с. 220]. Ҳамин тариқ, мафҳуми «*ҳукумати электронӣ*» мавқеи иҷтимоии худро пайдо кард.

Имрӯзҳо, дар баъзе мамлакатҳои пешрафтаи демократӣ ва мутараққӣ шаҳрвандон сохтори анъанавии мақомоти идоракунии давлатиро сунъӣ, гаронарзиш, ба манфиатҳои шахсӣ нигаронидашуда ва ба эҳтиҷот ва талаботи иҷтимоии халқ бепарво маънидод мекунанд. Ба институтҳои умумии ҳокимияти давлатӣ ва сохторҳои давлатӣ намояндагони соҳибкории хурд ва миёна эътирозҳои зиёд доранд, ки тадриҷан бо монетаҳои бюрократӣ аз тарафи хизматчиён ҳангоми ҳалли масъалаҳои ҳаётан муҳими чамъиятӣ рӯ ба рӯ мешаванд [8, с. 136].

Дар натиҷаи норасоҳои ба ин монанд дар фаъолияти мақомоти давлатӣ ақидаи функционалии ҳукумати электронӣ (e-government) мавқеи худро ишғол кардааст, ки одатан дар зери мафҳуми он ташкили ҳокимияти давлатии ягона, иҷтимоӣ, масъул, аз чиҳати иттилоотӣ кушода ва дорои робитаи баръакси тарафайн фаҳмида мешавад.

Асосҳои конститусионӣ – ҳуқуқии ҳукумати электронӣ ба шаҳрвандон ҳуқуқи «*иштирок дар идоракунии қорҳои давлат бевосита тавассути намояндаҳои худ, муроҷиати шахсӣ, ҳамчунин, равонагардонии муроҷиатҳои шахсӣ ва дастаҷамъиро ба мақомоти давлатӣ ва мақомотҳои худидоракунии маҳаллӣ*»-ро пешкаш мекунад ва дар ин асос имкониятҳои муайяни таъсирро ба ҳаёти сиёсӣ ва иқтисодии давлат тавассути интернет, тақвиятдиҳии фаъолияти сиёсии шаҳрвандон, таъсир ба ҳокимияти давлатӣ тавассути сомонҳои порталҳо аз ҷанбаи сиёсӣ нигаронидашуда пешбинӣ менамояд [6, с. 272].

Дар шароити муосир Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон барои татбиқи рушди стратегияи милли аз соли 2011-ум «Консепсияи ташаққули ҳукумати электронӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон»-

ро ба тавсиб расонид, ки амалигардонии он дар ду марҳала, яъне марҳалаи аввал ибтидоӣ-омодасозӣ (солҳои 2011-2014) ва дар марҳалаи дуюм бошад (2015-2018) зина ба зина воридшавии мақомоти давлатӣ ба шабакаи ягонаи хизматрасониҳои давлатӣ ба нақша гирифта шудабуд. Қайд кардан ба маврид аст, ки имрӯзҳо қисми зиёди мақомоти давлатӣ зинаи аввали татбиқи Концепсияи ташаккули ҳукумати электрониро бомуваффақият ба итмом расонида, барои ба таври системавӣ ба аҳоли хизматрасониҳои давлатиро оғоз намудаанд. Аз чумла, мақомоти давлатии бахши гумруку андозситонӣ, маориф, тандурустӣ ва ҳифзи иҷтимоии аҳоли тамоюлҳои назарраси пешравӣ доранд [6, с. 272].

Мусаллам аст, ки ҳукумати электронӣ чӯзӣ муҳимми рушди иқтисодиёти миллий, бахусус механизми асосии мукамалгардонии хизматрасониҳои давлатӣ ва инчунин, баландбардории сатҳи сифати зиндагии аҳолии кишвар маҳсуб меёбад, ки дорои чунин вазифаҳои асосӣ мебошад:

1. Мувофиқ намудани пешниҳоди хизматрасонӣ ба аҳоли ва соҳибкорон;
2. Дастгирӣ ва васеъ намудани имкониятҳои хизматрасонии шаҳрвандон;
3. Баланд бурдани донишҳои технологӣ ва тахассусии шаҳрвандон;

4. Фаъолсозии иштироқи интихобкунандагон дар раванди чорабиниҳои сиёсӣ, аз чумла, дар интихоботҳо ва қавигардонии робитаи ҷомеа бо мақомоти давлатӣ;

5. Паст намудани сатҳи ҳолатҳои коррупсионии фаъолияти хизматчиёни давлатии соҳавӣ бо шаҳрвандон, инчунин, нест кардани омилҳои ғаразнок;

6. Аз байн бурдани омилҳои дурии ҷойгиршавии ҷуғрофии шаҳрвандон дар саривақт гирифтани хизматҳои давлатӣ.

Ташаккули ҳукумати электронӣ ба мақсади сабуки овардан дар гардиши иттилооти идоракунии давлатӣ ва гирифтани хизматҳои саривақтии давлатиро дар назар дорад. Нишондиҳандаҳои сатҳи рушди ТИК-ро аз рӯи 53 хусусият баҳо медиҳанд, ки онҳо дар се гурӯҳи асосӣ муттаҳид карда шудаанд:

1. Мавҷудияти шароит барои рушди ТИК;
2. Тайёрии шаҳрвандон, соҳаҳои корӣ ва мақомоти давлатӣ барои истифодабарии ТИК;
3. Сатҳи истифодабарии ТИК дар бахшҳои ҷамъиятӣ, соҳибкорӣ ва давлатӣ.

Технологияҳои иттилоотӣ имрӯзҳо воситаи муҳимми баландбардории самаранокии фаъолияти дастгоҳи мақомоти ҳокимияти иҷроияи давлатӣ, пастгардонии хароҷоти ғайриистеҳсоли ва тақвияти самарабахши ҳокимият дар ҳисоби таъмини шафофият ба ҳисоб мераванд. Маҳз барои ҳамин, аксарияти давлатҳои муосир амсилаи нави идоракунии давлатиро ба роҳ мондаанд, ки ба принципҳои натиҷанокӣ ва ҳисоботдиҳии ҷамъиятӣ асос ёфтааст [4, с. 68-79].

Ҳамин тариқ, фаъолияти ҳукумати электронӣ дар бисёр давлатҳои ҷаҳон аз он шаҳодат медиҳад, ки рушди технологияҳои иттилоотӣ ҳамчун омилҳои таъминоти самараноки идоракунии давлат ва ба халқ пешкашкунии хизматрасониҳои самараноки иҷтимоӣ муҳим аст, чунки ҳукумати электронӣ ба таъминкунии шаҳрвандон ва ташкили босуръат ва дастрасии самаранок ба хизматрасониҳои давлатӣ, ба баландбардории самаранокии вазифагузории мақомотҳои давлатӣ тавассути истифодабарии ҳамҷонобаи технологияҳои муосири иттилоотӣ-коммуникатсионӣ равона мебошад.

Ҷамъияти иттилоотии муосир бо ҳукумати электронӣ (e-Government) зич алоқаманд аст, ки вазифаҳои муҳимми танзими муносибатҳои иттилоотиро байни давлат, шаҳрвандон ва соҳибкорӣ иҷро менамояд. Дар шароитҳои ташаккулёбандаи ҷамъияти иттилоотӣ вазифаҳои муҳимтарини ҳукумати электрониро, ба монанди таъмини ҳуқуқи баробар ва дастрасӣ ба захираҳои миллии иттилоотӣ ва хизматрасони электронӣ ба шаҳрвандон, амалигардонии вазифаҳои фосилавии фискалӣ ва назорати андоз, таъмини бехатарии иттилоотӣ ва ғайраро ҷудо мекунанд [6, с. 272].

Яке аз мафҳумҳои асосии ҳукумати электронӣ ин World Wide Web мебошад. World Wide Web ба забони русӣ «Всемирная Паутина» тарҷума шуда, ба тоҷикӣ «Торҳои умумиҷаҳонӣ»-ро ифода менамояд. WWW дастгоҳи муктадир барои корбарӣ дар шабакаи глобалии Internet (Интернет) мебошад. Ин ҳадамот дар солҳои наздик ба вучуд омада, бо суръати баланд ривочу раванқ ёфта истодааст.

Имрӯз татбиқи амалии WWW хеле васеъ буда, он қариб тамоми фаъолияти одамонро фаро гирифтааст. Фарқияти асосии WWW аз дигар дастгоҳи интернетӣ дар он аст, ки тавассути он ҳама гуна ҳуҷҷатро дар шакли электронӣ коркард кардан мумкин аст [11, с. 194].

WWW – *чист?* Ин хадамот тамоми иттилоотро дар Интернет ташкил намуда, бар замми ин, метавонад ҳар гуна ахбори локалиро аз рӯи дархости муштариён таҳия намояд [11, с. 194].

Почтаи электронӣ. Почтаи электронӣ (англ. *email, e-mail*, аз калимаи англ. *electronic mail*) – технология ва хизматрасониҳо оид ба расонидан ва гирифтани хабарҳои электронӣ (мактубҳо ё мактубҳои электронӣ) тариқи шабакаи компютерӣ (аз он ҷумла глобалӣ) мебошад [11, с. 194].

Почтаи электронӣ принсипи кори почтаи анъанавӣ (яъне қоғазӣ)-ро тақрор менамояд ва истилоҳҳои маъмулӣ (почта, мактуб, конверт, (лифофа), куттӣ, расонидани хабар ва ғайра)-ро тақрор намуда, хусусиятҳои характерноки он – осон будани амалиётҳои дастрасӣ, сари вақт расонидан ё нарасонидани хабарҳо, инчунин, надодани кафолат оид ба расидани ин ё он хабарро мефаҳмонад. Ҳар як истифодабаранда почтаи электронии худро тариқи бақайдгирӣ дар яке аз Интернет-порталҳо кушода метавонад. Таърихи ба вучуд омадани почтаи электронӣ ба соли 1965 рост меояд [8, с. 136].

Нақши технологияҳои иттилоотӣ дар соҳаи сайёҳӣ. *Технологияи иттилоотии худкорсозии ширкатҳои сайёҳӣ.* Технологияҳои иттилоотии худкор ба синфи системаҳои иттилоотии мураккаб мансубанд. Мураккабии системаҳо ба ҳаҷми воқеан калони система вобаста набуда, аз сохтори бисёрмаксада ва муносибатҳои байни ҳамдигарии объектҳои дохилии система вобастагӣ дорад. Дар доираи таҳлили технологияи системавии системаҳои мураккаб омӯзиши он, қисм ба қисм анҷом дода мешавад [10]. Дар назар дошта мешавад, ки системаҳои мураккаб ягонаанд ва қисмҳои таркибии он дар раванди системаҳои иттилоотӣ вазифаи ёрирасонро иҷро менамоянд. Бинобар ин, ҳам пеш аз омӯзиши бевоситаи технологияи иттилоотии худкор, мафҳумҳои асосии худкор ва роҳҳои таснифдиҳии технологияи иттилоотиро дар умум дида мебароем.

Аз рӯи дараҷаи худкорсозии равандҳои иттилоотӣ дар системаи идоракунии ширкатҳо, технологияи иттилоотиро ба ду гурӯҳ ҷудо менамоянд: дастӣ ва худкор.

Технологияи иттилоотии дастӣ ба дастрас набудани воситаҳои муосири коркарди иттилоот асос ёфта, кулли фаъолияти ширкат тавассути меҳнати дастии ҳайати кормандон амалӣ мегардад.

Технологияҳои иттилоотии худкор технологияҳои мебошанд, ки дар раванди коркарди иттилоот иштироки бевоситаи инсон ва воситаҳои техникӣ дар назар дошта шуда, вазифаи одам дар ин равандҳо танҳо аз назорат иборат мебошад.

Расми 2. Равзанаи сомонавии ширкатҳои сайёҳӣ.

Худкорсозии ширкатҳои сайёҳӣ бо мақсадҳои зерин иҷро мегардад:

- талаботи замон;
- қабул қардан ва коркарди иттилооти ширкатҳои операторҳои гуногуни сайёҳӣ;

– худкорсозии ҳуҷжатгузориҳо ва муҳосиботи дохили ширкат мувофиқи талаботи байналмилалӣ;

– барқарорсозии муносибатҳои корӣ бо операторҳои сайёҳии дохилӣ ва хориҷӣ;

– таҳлил ва коркарди иттилоот дар таҳияи ҳисоботҳои оморӣ.

Дараҷа ва сатҳи худкорсозии раванди иттилоотии ширкатҳои сайёҳӣ аз омилҳои зерин вобастаанд:

– мавҷудияти техникаи муосири компютерӣ дар ташкили кор (телефон, факс, ксерокс ва ғайра);

– компютерҳо бо таъминоти барномавӣ (Microsoft Office, Open Office org ва ғайра);

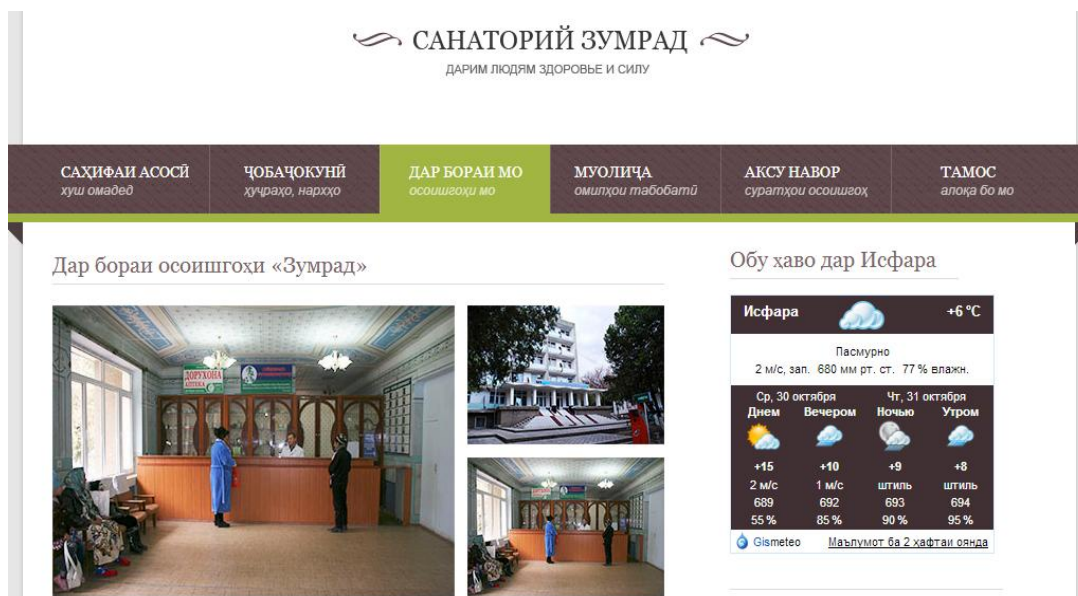
– таъминоти махсуси барномавие, ки иртибот ва алоқамандии барномаҳои идоравиро бо системаҳои саросарии ҷойбандкунӣ ташкил карда метавонанд;

– сохтан ва истифода намудани интернет-мағозаҳои хусусии ширкат барои пешниҳодкунии сабади сайёҳӣ (маҳсулоти сайёҳӣ).

Сатҳи зарурии худкорсозии ширкатҳои сайёҳӣ, пеш аз ҳама, аз миқдори муштариёни ширкат вобастагии зиҷ дорад. Барои ширкатҳои бо ҳаҷми хеле ками хизматрасониҳо ва муштариён фаъолиятдошта истифодабарии муҳити барномавии Microsoft Office (Excel, Word, E-mail ва ғайра) басанда аст [7, с. 480].

Зарурати истифодабарии таъминоти барномавии махсус барои худкорсозии кулли амалиётҳои дохилии идоравӣ аз ҳаҷм ва намудҳои фаъолияти ширкатҳои сайёҳӣ вобастагӣ дорад. Зеро таъминоти барномавии ширкатҳои сайёҳӣ (турагент) ва операторҳои сайёҳӣ (туроператор) вобаста аз сатҳи фаъолиятшон аз ҳамдигар фарқ мекунанд.

Худкорсозии мутлақи ширкати сайёҳӣ дар баробари худкорсозии дохилии идоравӣ, инчунин коргузори, муҳосибот, мавҷудияти хатҳои Интернет ва низоми ҷойбандкуниҳоро дар хизматрасониҳои сайёҳӣ дар бар мегирад.



Расми 3. Равзанаи сомонавии ширкатҳои сайёҳӣ дар мисоли озмоҳишгоҳи «Зумрад».

Имконияти таъминоти барномавӣ дар тиҷорати сайёҳӣ аз иҷрои амалҳои зерин иборат мебошанд:

– бақайдгирии дархостҳои муштариён дар пойгоҳи додаҳои махсуси ширкат;

– ҷопи санадҳои ба муштариён ва шарикони бозори тиҷорати сайёҳӣ ирсолшаванда;

– баҳисобгирӣ ва назорати квотаи (ҳиссаи) ҷойҳои ҳолӣ;

– ҷоп ва паҳнкунии нархномаҳо;

– ҷойбандкуниҳои on-line;

– ташкилкунӣ пойгоҳи додаҳои хизматрасониҳои сайёҳӣ дар ширкатҳои операторҳои сайёҳӣ;

– пешниҳодкунии интихоби муносиб (оптималӣ) барои муштариён аз байни пешниҳодҳои зиёди сайёҳӣ;

- чойгиркунии бевоситаи фармоишот дар пойгоҳи додаҳои операторҳои сайёҳӣ;
- баҳодихӣ ба натиҷаи хароҷотҳо, самаранокӣ, фоида дар сатҳи гуногуни тичорати сайёҳӣ.

Ғояҳои асосии рушди технологияи интернетии муосир дар соҳаи сайёҳӣ, инҳо мебошанд:

- таҳияи сомонаҳои махсус ва шабакаҳои мустақили ширкати сайёҳӣ;
- пешниҳодкунии хизматрасониҳои технологияи муосир ба ширкатҳои сайёҳӣ;
- васеъшавии ҳаҷми хизматрасониҳои ширкатҳои сайёҳии мустақил ва худкорсозии онҳо;
- коркарди стандарти ягонаи иртиботи иттилоот дар байни иштирокчиёни бозори сайёҳӣ.

Як қатор масоили муҳимро, ки бо роҳи худкорсозии фаъолияти идоракунии ширкатҳои сайёҳӣ ҳал мешаванд, дида мебароем:

1. *Санҷиш ва муайянсозии вазъи бозор.* Ширкатҳои навташкили сайёҳӣ дар фаъолияти кории худ аз *системаҳои ҷустуҷӯӣ ва ҷойбандкунииҳои ҷаҳонгардӣ* истифода мебаранд ва аз ин ҷо муайян месозанд, ки бо кадом операторҳои сайёҳӣ ва бо кадом шарту шароит рӯ ба рӯ мешаванд. Онҳо аз байни пешниҳодҳои хеле ҳам зиёд интихоби муносибро ҷудо менамоянд.

Менечерони касбии ширкатҳо вазъи бозорро хуб омӯхта, талаботу дархостҳоро ба назар гирифта, бо чандин операторҳои сайёҳӣ ҳамкорӣ намуда, хизматрасониҳоро дар речаи *on-line* дархост менамоянд [8, с. 136]. Ин имконият медиҳад, ки захираҳои оператори сайёҳӣ ҳангоми дархост равон қардан муайн қарда шавад, масалан, миқдори ҷойҳои маҳдудро дар меҳмонхонаҳо ё хатсайрҳои ҳавоиро ҳангоми қабули дархост доништан хеле ҳам муҳим аст. Инчунин ҳангоми *on-line* ҷойбандкунӣ, ширкат имконият пайдо мекунад, ки дар речаи вақти ҳақиқӣ вазъи иҷрошавии дархостҳои худро дар оператори сайёҳӣ мушоҳида намояд (тасдиқкунӣ, пардохт шуд, пардохт нашуд, дар сафҳаи интизорӣ ва ғайра).

2. *Худкорсозии санадгузориҳои дохилӣ.* Ширкатҳои сайёҳӣ дар фаъолияти худ аз рӯйхати муайяни санадҳои меъериву ҳуқуқӣ ва кории сайёҳиро (роҳхатҳо, шартномаҳо, варақаҳои пардохт ва ғайра) истифода мекунад, ки дар асоси дархостҳои мунтазами муштариён давра ба давра ин санадҳо такрор мешаванд. Барои худкорсозии чунин равандҳо низоми ҷустуҷӯ ва ҷойбандкунии сайёҳӣ ё комплекси махсуси барномавӣ сохта мешавад.

3. *Худкорсозии муносибати байниҳамдигарии операторҳои сайёҳӣ.* Худкорсозии муносибати байниҳамдигарии операторҳои сайёҳӣ аз амалҳои таҳия, ҷопи дархост ва назорати худкори равандҳои қабули дархост иборат буда, аз лаҳзаи ирсолшавӣ то бойгониварии охири онро дар бар мегирад. Барои ин, дар речаи ҷойбандкунии *on-line*-и операторҳои сайёҳии низоми дохилидоравӣ, низоми ҷустуҷӯ ва ҷойбандкунии ҷаҳонгардӣ ва ғайра, ба кор бурда мешаванд.

4. *Худкорсозии муҳосибот.* Худкорсозии муҳосибот гуфта, дар раванди фаъолияти ширкатҳои сайёҳӣ истифодабарии барномаҳои махсуси муҳосиботиро меноманд. Дар бисёр ҳолатҳо ширкатҳои сайёҳӣ, ки дар зери низоми одии андозгузорӣ қарор доранд ва аз хизматрасониҳои ширкатҳои аудиторӣ баҳрабардорӣ менамоянд, ки ин дар шафофияти фаъолиятшон равшанӣ меандозад. Дар ин ҳолат вазифаҳои барномаҳои дохилидоравӣ, ки ба ҳисоботи молия мансубанд, кифоя мебошанд.

5. *Худкорсозии таҳлили додаҳо ва омори расмӣ.* Барои қабули қарорҳои дуруст ва ояндасозӣ ширкат таъминоти барномавии истифодашавандаи ширкати сайёҳӣ, ки ҳисоботҳои омории хеле калонро ташкил мекунанд, коркард намояд ва дар фосилаҳои кӯтоҳтарини вақт манфиатнокии ширкатро давра ба давра нишон дода тавонад. Даромаднокии миёнаи фаъолияти кории ширкатро муайян сохта, самтҳои афзалиятнокии фаъолиятро дар оянда пешниҳод намояд.

Ин қоидаҳо ба ширкатҳои сайёҳӣ дар интихоби самти дурусти фаъолиятшон ва рақобати бозор мусоидат намуда, интихоби дурусти операторҳои сайёҳиро дар давраи муайян паҳш намудани реклама ва натиҷагирии онро мусоидат менамояд [4, с. 68-79].

Рақамикунонӣ дар соҳаи сайёҳӣ, барои сайёҳон тамоми ташвишҳои пешинаро аз байн бурд. Барои мисол:

1. *Содасозии раванди бронкунӣ:* Платформаҳои рақамӣ ба сайёҳон имкон медиҳанд, ки зуд ва ба осонӣ меҳмонхонаҳо, парвозҳо ва экскурсияҳоро пайдо намуда мувофиқи табъу завқи хеш пеш аз сафар фармоиш диҳанд. Тавассути сомонаҳои гуногун сайёҳон метавонанд ба гунаи *on-line* хизматрасониҳои ширкатҳои гуногунро муқоиса намуда, тибқи хоҳиши хеш интихоб намоанд.

2. *Мавҷудияти иттилоот*: Рақамисозӣ ба сайёҳон имкон медиҳад, ки дар бораи маконҳо, фарҳанг, хусусиятҳо ва қоидаҳои сафар ба кишваре, ки тасмими сафар доранд, дар вақти дилхоҳ ва дар ҳама ҷо маълумот гиранд, ки ин сафарро бароҳат ва бехатартар мекунад.

3. *Технологияҳои интерактивӣ*: Дар кишварҳои пешрафтаи олам барои сайёҳон хизматрасонии махсусе пешниҳод намудаанд, ки пеш аз сафар сайёҳ метавонад ба кишваре, ки рафтани мехоҳад, сафарҳои виртуалӣ, дошта бошад. Сафарҳои виртуалӣ тариқи технологияҳои муосир ба сайёҳон имкон медиҳанд, ки бо ҷойҳои зарурӣ пешакӣ шинос шаванд ва хатсайрҳои худро ба нақша гиранд.

4. *Рушди устувор дар баҳши сайёҳӣ*: Истифодаи технологияҳои рақамӣ барои назорат ва идоракунии захираҳо ба рушди устувори сайёҳӣ мусоидат мекунад. Масалан, системаҳои идоракунии ҷараёни сайёҳон кумак мекунанд, ки аз ҳад зиёд дар самтҳои маъмул пешгирии карда шаванд [6, с. 272]. Бо ёрии таҳлили маълумот, ширкатҳои сайёҳӣ метавонанд тавсияҳои фардӣ ва бастаҳои хизматрасонию дар асоси афзалиятҳои муштариён пешниҳод карда, қаноатмандӣ ва садоқати сайёҳонро зиёд намуда, ҳолати ухдадорихои молиявии сайёҳонро самаранок идора намуда, равандҳои хизматрасониҳои сайёҳиро беҳтар кунанд ва вақти ҳучатгузориҳои зиёдро кам намоянд.

Ҳамин тариқ, дар ҳоли ҳозир, ҷорӣ гардидани ҳукумати электронӣ ва рақамикунонӣ омилҳои асосии мусоидат ба рушди соҳаи сайёҳӣ, таъмин намудани роҳат, бехатарӣ ва навоарӣ мебошад, ки дар навбати худ сайёҳони бештарро ҷалб намуда, ба рушди устувори соҳа ва даромади бучети давлат мусоидат менамояд.

АДАБИЁТ:

1. Барномаи рушди сайёҳӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон барои солҳои 2015-2017. – Душанбе, 2014. – 15с.
2. Барномаи рушди сайёҳӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон барои солҳои 2018-2020. – Душанбе, 2017. – 19с.
3. Дурович, А. П. Организация туризма [Текст] / А.П. Дурович, Н.И. Кабушкин Т.М. Сергеева; под. общ. ред. Н.И. Кабушкина. – М.: Новое знание, 2003. – 632 с.
4. Комилиён, Ф.С. Амсиласозии компютери системаи хизматрасонии шабакавии дар вақти дискретӣ бо тартиби инверсионӣ ва афзалияти тасодуфӣ амалкунандаи ПД КОА [Матн] / Ф. С. Комилиён, М.Р. Ёров // Паёми Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. – 2020. – №2. – С. 68-79.
5. Комилиён, Ф.С. Кибернетика ва ҷомеаи иттилоотӣ [Матн] / Ф.С. Комилиён, Д.С. Шарапов, Б.Ф. Раҷабов. – Душанбе: Ирфон 2018. – 220 с.
6. Комилиён, Ф.С. Технологияи иттилоотӣ дар сайёҳӣ [Матн] / Ф.С. Комилиён, Д.С. Шарапов, А.Ф. Гадоев. – Душанбе: Бобек, 2018. – 272 с.
7. Комилов, Ф.С. Информатика ва технологияи иттилоотӣ [Матн] / Ф.С. Комилов (Комилиён). – Душанбе, 2016. – 480 с.
8. Комилов, Ф.С. Компютер ва иттилоот [Матн] / Ф.С. Комилов (Комилиён), З.Ф. Раҳмонов (Раҳмонзода), Р.Ҷ. Давлатов (Давлатзода), Б.Ф. Раҷабов (Файзализода). – Душанбе: Истеъдод, 2015. – 136 с.
9. Сафарзода, Д.Ҷ. Методҳои салоҳиятҳои рақамӣ ва ҳукумати электронӣ дар сохтори идоракунии мақомоти худидоракунии шаҳрак ва дехоти Ҷумҳурии Тоҷикистон [Матн] / Д.Ҷ. Сафарзода, Б.Ф. Файзализода // Паёми Идоракунии давлатӣ. – 2024. – №2(67). – С. 305-313. – ISSN: 2664-0651 / ISSN: 2709-8567.
10. Стратегияи рушди сайёҳӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон барои то давраи то солҳои 2030. – Душанбе, 2018. – 23 с.
11. Файзализода, Б.Ф. Роҳҳои ташкил ва амалигардонии шакли таҳсили фосилавӣ: васоити таълимӣ. [Матн] / Б.Ф. Файзализода. – Бохтар: Матбаа, 2022. – 194 с.
12. Файзализода, Б.Ф. Ҳукумати электронӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон: ташаккул ва рушд. Китоби дарсӣ [Матн] / Б.Ф. Файзализода, Д.Ҷ. Сафарзода. – Душанбе: АИДНПҶТ, 2024. – 142 с.
13. Шарапов, Д.С. Изучение Интернет – технологий в развитии сферы туризма в Республике Таджикистан [Текст] / Д.С. Шарапов // Вестник Таджикского национального университета. – 2017. – №15. – С. 289-293.

ТАҶРИБАИ ҶАҲОНИИ ТАЪРИХИ ТАШАККУЛИ НИЗОМИ ҲУКУМАТИ ЭЛЕКТРОНӢ ВА ТАТБИҚИ ОН ДАР СОҲАИ САЙӢӢ

Дар мақола сухан дар бораи ҳукумати электронӣ ва аҳамияти рақамикунонӣ дар рушди соҳаи сайёҳии Тоҷикистон меравад. Дар асоси мақолаҳои таҳлилий ва сарчашмаҳо, муҳимияти ҷорӣ гардидани низоми рақамикунонӣ дар соҳаи сайёҳӣ баррасӣ гардида, роҳҳои ташаккул ва рушди ҳукумати электронӣ ва рақамисозӣ дар соҳаи сайёҳӣ дар Тоҷикистон мавриди омӯзиш ва баррасӣ қарор дода шудаанд.

КАЛИДВОЖАҲО: Internet, ҳукумати электронӣ, хизматрасонии электронӣ, хизматрасониҳои сайёҳӣ, рақамикунонӣ.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Шарипова Манзура Саидчоевна, докторанти PhD-и кафедраи технологияи иттилоотӣ ва амнияти иттилоотии Академияи идоракунии давлатии назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон. Тел.: (+992) 900-08-41-62.

Ализода Бахриддин Пирмуҳаммад, доктори илмҳои таърих, дотсент, директори Пажӯҳишгоҳи идоракунии давлатӣ ва хизмати давлатии Академияи идоракунии давлатии назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон. Тел.: (+992) 918-18-97-26; e-mail: b.p.alizoda63@mail.ru

Файзализода Баҳрулло Файзалӣ, доктори илмҳои педагогӣ, дотсент, мудири кафедраи технологияи иттилоотӣ ва амнияти иттилоотии Академияи идоракунии давлатии назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон. Тел.: (+992) 988-22-00-33; 005-22-00-22; e-mail: faizalizoda.bakhrullo@mail.ru

МИРОВОЙ ОПЫТ ИСТОРИИ СТАНОВЛЕНИЯ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ПРАВИТЕЛЬСТВА И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЯ В СФЕРЕ ТУРИЗМА

В статье рассматриваются вопросы электронного правительства и значения цифровизации в развитии туризма в Таджикистане. На основе аналитических статей и источников обсуждается важность внедрения системы цифровизации в сфере туризма, а также изучаются и обсуждаются пути формирования и развития электронного правительства и цифровизации в сфере туризма в Таджикистане.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Интернет, электронное правительство, электронные услуги, туристические услуги, цифровизация.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Шарипова Манзура Саидчоевна, докторант PhD кафедры информационных технологий и информационной безопасности Академии государственного управления при Президенте Республики Таджикистан. Тел.: (+992) 900-08-41-62.

Ализода Бахриддин Пирмухаммад, доктор исторических наук, доцент, директор Института государственного управления и государственной службы Академии государственного управления при Президенте Республики Таджикистан. Тел.: (+992) 918-18-97-26; e-mail: b.p.alizoda63@mail.ru

Файзализода Баҳрулло Файзали, доктор педагогических наук, доцент, заведующий кафедрой информационных технологий и информационной безопасности Академии государственного управления при Президенте Республики Таджикистан. Тел.: (+992) 988-22-00-33; 005-22-00-22; e-mail: faizalizoda.bakhrullo@mail.ru

WORLD EXPERIENCE IN THE HISTORY OF THE FORMATION OF THE E-GOVERNMENT SYSTEM AND ITS APPLICATION IN THE FIELD OF TOURISM

The article talks about e-government and the importance of digitalization in the development of tourism in Tajikistan. Based on analytical articles and sources, the importance of introducing a digitalization system in the tourism sector is discussed, and ways of forming and developing e-government and digitalization in the tourism sector in Tajikistan are studied and discussed.

KEY WORDS: Internet, e-government, e-services, tourist services, digitalization.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Sharipova Manzura Saidchoevna, Doctoral student of the Department of Technology and Innovation Administration under the President of the Republic of Tajikistan. Phone: (+992) 900-08-41-62.

Alizoda Bahriddin Pirmukhammad, Doctor of Historical Sciences, Associate Professor, Director of the Institute of Public administration and public service of the Academy of Public Administration under the President of the Republic of Tajikistan. Phone: (+992) 918-18-97-26; e-mail: b.p.alizoda63@mail.ru

Fayzalizoda Bahrullo Faizali, Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Information technologies and information security of the Academy of Public Administration under the President of the Republic of Tajikistan. Phone: (+992) 988-22-00-33; 005-22-00-22; e-mail: faizalizoda.bakhrullo@mail.ru

ТДУ: 001.991+510+530 (0.75.8)

ФАЪОЛИЯТИ ИЛМИИ АБУРАЙҲОНИ БЕРУНИ

Ҳусайнзода Р. С., Аъзамзода Қ.Ҳ.
Донишгоҳи давлатии Кулоб ба номи А. Рӯдакӣ

Мероси илмии Абурайҳони Берунӣ зиёда аз 150 асарро, ки ба илмҳои математика, астрономия, география, минерология, таърих, этнография, филология, фалсафа ва ғайраҳо бахшида шудаанд, ташкил медиҳанд. Олим - муҳаққиқи табиатшинос саҳми худро дар тавсеаи мафҳуми адад, назарияи муодилаҳои кубӣ, тригонометрияи сферикӣ гузошта, қадвалҳои тригонометриро мураттаб сохтааст. Омӯзиши солшумориҳои халқҳои гуногунро ба роҳ монда, принципҳои умумии тартиб додани тақвимҳо, минҷумла, тақвимҳои хоҷагидориро нишон додааст. Забонҳои арабӣ, форсӣ, юнонӣ, суриёғӣ, санскритӣ ва дигарҳоро аз худ намуда, дар тарҷумаи асарҳои олимони бузург аз як забон ба забони дигар қорҳои назаррасро анҷом додааст. Соли 1030 асари «Китоб андар таҳрири таълимоти хиндувон...»-ро ба анҷом расонида, дар он

ҳаёт, маданият, илм ва системаи фалсафии ин халқияти муттамадинро тасниф намудааст. Ӯ дар таълифи ин асар методи қиёсро истифода намуда, дар ин бора чунин менависад. «Ман назариёти ҳиндувонро омӯхта, ҳамзамон бо он назариёти юнониёнро дар муқобала қарор додам, то бад-ин васила умумият ва фарқиятҳои онҳоро нишон диҳам». Ба осори олимони Юнони қадим Ҳоллер, Афлотун, Арасту, Гален рӯ оварда, бо онҳо андешаҳои мутафаккирони ҳинд ва олами ислом, ба хусус фалсафаи тасаввуф ва сингҳо ва йогҳо дар муқоиса қарор меод. Ҳангоми қиёси анъанаҳои халқиятҳои гуногун махсусиятҳои зиндагии мардуми славян, тибетиҳо, ҳазораҳо ва туркҳо нишон меод [1, с. 73].

Дар асоси хати арабӣ системаи баргардониши истилоҳоти ҳиндуҳо ба забони урду мурабтаб намуд. Дар баробари машғул гардидан бо таълифи осори илмиаш ӯ ба тарҷумаи асарҳои олимони Ҳинди Қадим бо забони арабӣ ва баргардониши осори олимони Юнони Қадим бо забони санскрит машғул мегардид. Ҳамчун муҳаққиқ донишҳои назариявиро дар амал татбиқ месохт: иштиботи дар рафти таҳқиқот ҷойдоштаро тавассути такроран гузаронидани мушоҳидаҳо ва озмоишҳо рафъ месохт. Олим ҳамеша олим назарияро дар муқобили амалия қарор меод. Бо ёрии ин амал ӯ тавонист системаи сохтаи Арастуро доир ба коинот рад намояд. Дар овони пири ӯ биноияшро аз даст дода буд, аммо то охири ҳаёташ улғуи зиндагиаш руҳи ошуфтаро меҳисобид. Соли 1048 ӯ дар Ғазна аз ҳаёт дар мегузарад ва дар ҳамон ҷо дафн мегардад [1, с. 146].

Абурайҳони Берунӣ маълумоти аввалини худро дар зодгоҳаш шаҳри Кот гирифтааст ва фаъолияти минбаъдаи худро дар ҳамин замина идома додааст. Ӯ осори классикони Шарқ ва Ғарбро бо майли тамом аз худ намуда, дар омӯختани забонҳо, фалсафа, астрономия, математика, ботаника, минерология ва дигарро ба саъйи тамом талош намудааст. Дар айёми ҷавонияш нисбат ба олимони баркамол афзалияти худро нишон меод. Ба ақидаи И.Ю. Крачковский номбар намудани соҳаҳо, ки Берунӣ шуғл наварзидааст, осонтар аст аз соҳаҳо, ки ба он даст задааст. Шахсияти олим дар заминаи таълим ва тарбияи анъанавии Хоразми бостонӣ ташаккул меёфт. Худи Берунӣ нисбат ба хизматҳои, ки устодаш Ибни Ироқӣ адо намудааст бо ифтихор ёдоварӣ намудааст. Нисбати ӯ то замони мо хеле маълумоти кам омада расидааст. Муайян шудааст, ки ӯ ба шачараи хоразмшӯҳиҳо мансуб буда, боқӣ заволи ин сулола (995) бесарнавиштӣ мутаваҷҷеҳ гардидааст. Ироқӣ соли 960 дар шаҳри Кот ба дунё омада, нахустин таҳқиқоти илмиашро дар ҳамин ҷо ба итмом расонидааст. Ӯ муаллифи зиёда аз 20 асарҳои математикӣ ва астрономӣ мебошад, ки ба олимони замонаш таъсири бориз гузошта, барои пешравии илм дар оянда мусоидат кардааст. Соли 1035 аз дунё рехлат намудааст. Берунӣ менависад, ки ӯ баҷагии худро дар хонаи Ибни Ироқӣ гузаронида аз ӯ маълумоти аввалинро гирифтааст. Ибни Ироқӣ дар инкишоф додани қобилиятҳои модарзодии Берунӣ таъсири амиқ гузошта, дар шахсияти ӯ олим ва инсонии баркамолро мегардонид. Дар осори А. Берунӣ маълумоти зиёде ёддошти нисбат ба устодаш хеле зиёд дида мешавад. Дар аксар баҳсҳои олимон, ки Берунӣ ҳамчун шохид иштирок дошт бевосита мегардонид, ки устодаш бо далелҳои илмӣ фикрҳои дигаронро рад менамуд ва боқатъият дар мавқеи худ, ки ба ҳақиқат пайвастагӣ дошт, истодагарӣ менамуд. Ибни Ироқӣ дорои дониши васеи илмӣ, хотираи устувор ва тафаккури мантикӣ буд.

Сарнавишти Берунӣ дар оянда низ ба Ибни Ироқӣ вобаста буд. Дар солҳои, ки дур аз ҳамдигар қорӯ фаъолият менамуданд, тавассути мактубот дар тамос буданд ва таҳқиқоти худро дар онҳо ифода менамуданд. Дар овони ҷавонӣ Берунӣ дар илми астрономия ба қомебиҳои беназир муваффақ гашт. Дар 16-солагиаш мустақилона мушоҳидаҳои астрономӣ гузаронида, натиҷаҳои хеле саҳеҳро ба даст овард. Баъдтар дар синни 21-солагӣ бузургии майли эклиптикаро ба экватор бо ёрии асбоби сохтаи хеш ҳисоб намуд. Соли 995 Халифа Маъмун шаҳри Котро зери тасарруфи хеш даровард. Ҳукумати мавҷуда дар Гурганҷ сарнагун гардид ва Абурайҳони Берунӣ маҷбур шуд, ки Ватани худро тарк намояд. Ӯ ба шаҳри Рай сарпаноҳ гирифт ва баъдан ба Гургон, ки дар наздикии баҳри Хазар воқеъ буд, сафар мекунад. Дар он айём ҳокими Гургон Кобус ибни Вушмагир буд, ки ӯ Беруниро ҳамчун як олими намоён мешинохт. Аз рӯи навиштаҳои Берунӣ Ибни Вушмагир ӯро ба дарбор барои қор даъват менамояд, аммо ӯ ба хоҳири ҷудо нашудан аз таҳқиқоти илмӣ хеш ин даъватро рад менамояд. Дар ин ҷо Берунӣ осори машҳури хеш «Ёдгориҳои бозмонда аз асарҳои гузашта»-ро навишт, ки он аз олими баркамол ва донишманди беҳамто буданиаш гувоҳӣ медиҳад. Дар ин асар системаи тақвимҳои халқҳои гуногун - юнониҳо, форсҳо, арабҳо, суғдиҳо, хоразмиҳо қамҷоварӣ шуда дар бораи онҳо таҳқиқоти ҷиддӣ анҷом дода шудааст. Дар ин таълифот доир ба математика ва астрономия маълумоти ҷолиб оварда шуда, роҷеъ ба таърих ва таърихи тамаддуни Осиёи Миёна маълумоти нотақрор ва беназир баён ёфтаанд. Наздикиҳои соли 1004 Абурайҳони Берунӣ ба Ватаниаш бармегардад. Дар пойтахти нави

Хоразм Гурганч зери химояи Халифа Маъмуни II олимони зиёд, аз ҷумла Абуали ибни Сино, устоди Берунӣ - ибни Ироқӣ, Абусаҳли Масеҳӣ, файласуф ва табиб Ибни Ҳаммор ва дигарон чамъ омада ба илм ва адабиёт шуғл меварзиданд. Берунӣ низ вориди ин ҳалқаи илмӣ мегардад ва фаъолияти пуршиддати худро то соли 1017 идома медиҳад [4, с. 32].

Ба хангоме, ки давлатдорӣ ба Маҳмуди Ғазнавӣ интиқол меёбад, ӯ Ибни Ироқӣ, Берунӣ ва чанде дигаронро ҳамроҳи худ ба Ғазна мебарад. Султон Маҳмуди Ғазнавӣ ҳамчун ҳокими феодал олимон, шоирон ва дигар ҳунармандонро бо худ бурд, аммо ӯ иззати онҳоро ба ҷо наоварда, ба қадру манзалати онҳо намерасид. Берунӣ дар яке аз ёддоштҳои худ нисбат ба ин масъала чунин менависад: «Дар ин айём касе ба қадри илм ва олим нарасид». Новобаста бо ҳама қадрношиносҳои подшоҳ Берунӣ бо корҳои илмӣ машғул гардида, пайваста дастовардҳои муҳими илмиро ба даст меовард. Дар натиҷаи тохтутозҳои бераҳмонаи худ Маҳмуди Ғазнавӣ Шимоли Ҳиндустонро зери тасарруфи худ медарорад ва бо аҳолии он бедодгарии ваҳшиёнаро раво медорад. Берунӣ дар ҳама кишваркушоииҳои шоҳ мачбуран иштирок дошт. Ба хангоми дар ин сарзамин иқомат доштаниш ба омӯзиши таърих, маданият ва илми онҳо машғул гардид. Ӯ забони ҳиндуҳои Қадим-санскритиро омӯхта, асарҳои олимони Юнони Қадим, аз ҷумла «Ибтидо»-и Евклид, «Алмачасти»-и Птоломей ва дигар осори юнониҳоро бо ин забон тарҷума намуд. Рисолаи худро, ки бо астрономия бахшида буд, ба ин забон баргардонид. Якчанд асарҳои машҳури ҳиндуҳо ва юнониҳоро бо забони арабӣ тарҷума кард.

Мушоҳидаҳои дақиқназаронаи муҳити зист ва омӯзиши муттасили адабиёти илмии мардуми ҳинд ба Берунӣ имкон дод, ки бойгариҳои маданӣ, фарҳангӣ ва илмии ин сарзамини қадимиро аз худ намояд ва дар мачмуъ таълифоте бо номи «Китоб андар рошикоти ҳиндӣ» ба ёдгор боқӣ гузорад. Дар ин китоб доир ба фалсафа, таърих, илм, география, таркиби этникии мардуми ҳинд, ҳамзамон ахлоқ, анъанаҳо, маросимҳои динӣ ва ғайраҳо маълумоти боарзиш оварда шудаанд. Дар асар ӯ на танҳо ҳамчун олим-муаррих, географ, инсонгаро, астроном, лингвист (забоншинос), файласуф, балки ҳамчун муборизи роҳи ҳақиқат, рақиби оштинопазири ҳаргуна хурофотҳои динӣ ба назар мерасид [2, с. 33].

Новобаста ба ҳама он тобеоте, ки бо Султон Маҳмуд дошт, ӯро бо таассуби динӣ ва бераҳмиёе, ки нисбат ба халқияти ҳинду ва сарватҳои маънавӣ ва фарҳангии онҳо маҳкум месохт. Ӯ ҷасурона алайҳи Султон навиштааст: «Маҳмуд ободкорҳои мардуми ҳиндро сарнагун кард ва кишварро ба харобазор табдил дод, осори моддӣ ва маънавии онҳоро ба нестӣ расонид». Берунӣ он шохонеро, ки нисбат ба халқ ё мардуме (алалхусус ҳиндуҳо) суханҳои дурӯғ ва иғвоангез гуфтааст, муҳокима намуда, онҳоро бо ин рафтори ғайриинсонияшон сарзаниш намудааст. Сабаби зуҳури чунин таълифотро ӯ дар гуногун будани манфиатҳояшон мебинад. Яъне гурӯҳи золим ҳамеша барои манфиатҳои хеш ба дигарон тамоми зӯрварию истибдод ва беадолатиҳоро таҳмил месозад. Ба андешаи Берунӣ агар қисмате аз пастфитратии хеш даст мезаданд, дигарон аз тарс ва оқибатҳои нохуше, ки ба сарашон меояд андеша менамояд [2, с. 57].

Берунӣ бар асари ҳақиқатҷӯию ҳақиқатталабӣ ба мушкилоти зиёд рӯ ба рӯ мешуд, ки оид ба онҳо дар асари худ «Китоб андар рошикоти ҳиндӣ» ва дигар асарҳои худ ёдовар шудааст. Ӯ ҳеҷ гоҳ аз гуфтани сухани ҳақ наметарсид ва ҳамчун олим ба муваффақиятҳои ҳиндуҳо дар соҳаҳои гуногуни илм ва фарҳанг баҳои объективӣ медод. Дар айни ҳол, нисбат ба онҳое, ки ба урфу одат ва маданияти дигар халқҳо эҳтиром намегузоштанд, нафрат дошт. Соли 1025 ӯ асари машҳури худ «Муайян намудани мавқеъҳои сарҳадӣ барои аниқ муайян намудани маҳаллаҳои аҳолинишин», ки ҳоло бо номи мухтасари «Геодезия» маълум аст, таълиф намуд. Ин рисола, ки маълумоти хеле пурарзишро доир ба астрономия, геодезия, геофизика, география дар асоси мушоҳидаҳои хусусии Берунӣ ва манбаъҳои қадимию замонаш аз нуқтаи назари интиқодӣ дар бар мегирад, обрӯ ва эътибори олимро хеле зиёд намуд ва ин асар дар замони муосир низ ҳамчун адабиёти бонуфуз қобили истифода аст.

Ӯ дар хусуси асараш менависад: «Ман маводи парокандаро чамъ овардам, маълумоти шубҳанокро берун намудам, маълумоти номукамалро пурра намудам ва донишҳои мавҷударо дар ин соҳа бо системаи ягона даровардам». Ман корро аз аниқсозии масофаҳо ва номи маҳаллаҳою шаҳрҳо оғоз намудам. Маълумотро аз онҳое шунидам, ки нисбат ба соҳа таҳқиқот мебуданд ва аз онҳое гирифтаам, ки ҷаҳондида буданд. Ҳар як маводро дар асоси муқоиса ва муқобалаи маълумоти ҷойдошта омода намуда, дар натиҷа онҳоро дар мушоҳидаҳои хеш қиёс намуда, баъдан рӯи қор овардам. Методҳои муайян намудани арзу тули географии маҳаллоро, ки бо мушоҳидаҳои астрономӣ асоснок мешуданд, татбиқ намуда, як қатор маълумотеро ҳал намудам, ки ҳамчун соҳаи ин илм хизмат мекунанд. Баъди марги Султон Маҳмуди Ғазнавӣ (соли 1030) салтанат ба писари ӯ Масъуд гузашт, ки он то соли 1041 идома ёфт. Дар ин замон Берунӣ

асари калонҳаҷми энциклопедии худ «Қонуни масъудӣ»-ро таълиф намуд, ки ба астрономия ва ситораҳо бахшида шудааст [5, с. 46].

Ин асарро ба шоҳ Масъуди Ғазнавӣ, ки нисбат ба илм тавачҷуҳ дошт, мебахшад. Ин асар ба Берунӣ шухрати зиёд бахшид. Ӯ бо ин асараш дар таърихи илмҳои астрономия, математика ва географияи математикӣ саҳифаи навро барои ҷаҳониён кушод. Дар асоси ривоятҳои мавҷуда шоҳ ба Берунӣ барои ин асараш мукофоти хеле калон пешниҳод менамояд, аммо ӯ онро рад менамояд. Ба ақидаи олим бойигарӣ ба эҷодиёти илмӣ таъсири манфӣ мерасонад. Ӯ дар ин хусус навиштааст: «Ман он чизро, ки барои асрҳои зиёд таълиф менамоям, ба хотири партови кӯтоҳмуддате ба бод намедихам». Дар солҳои охири салтанати Ғазнавиҳо (Маҳмуд - писари Масъуд солҳои 1041-1048) ӯ шоҳиди заволи ин сулола буд. Аз он давлати муқтадири Ғазнавиҳо, ки сарзаминҳои хеле зиёдро дар бар мегирифт, танҳо хонигарҳои алоҳида боқӣ монда буд. Баъд аз ин зиндагиномаи олим норавшан монда аст. Ду асари калонҳаҷми дар солҳои охири ҳаёт навиштааст, ки ба минерология ва дорушиносӣ (он нотаомон мондааст) мансубанд, далели он аст, ки олим то охири ҳаёташ аз эҷод боз намондааст [4, с. 75].

Абурайҳони Берунӣ дар шаҳри Рай бо Абумуҳаммади Хуҷандӣ, ки нучумшиноси барҷастае будааст, вохӯрда, аз ӯ асосҳои илмро ба пуррагӣ аз худ менамояд. Ҳамзамон ӯ дар ин ҷо имконияти шиносӣ пайдо намудан бо асарҳои Абубақри Розиро пайдо менамояд. Дар баробари пурра омӯхтани осори ин донишманди оламшумул, ӯ рӯйхати мукаммали асарҳои эҷоднамудаи ӯ ва маълумоти заруриро навиштааст. Бар асари суҳбатҳояш бо энциклопедисти давр Абуалӣ ибни Сино дар масъалаи асарҳои фалсафии Арасту якҷанд асари фалсафӣ, аз ҷумла «Таърихи сафедҷомагон ва қарматҳо» ва «Осор-ул-боқия»-ро менависад. Амири Гургон Қобуси Хашмгин ба ӯ вазифаи вазириро пешниҳод менамояд, аммо ба хотири машғул будан ба илм ин пешниҳодҳоро рад менамояд. Дар ин айём ӯ аз ҷиҳати назариявӣ собит намуда буд, ки ҳанӯз китъаи номакшуфе мавҷуд аст. Баъдан сайёҳон ин китъа (Америка)-ро кашф намудаанд. Соли 1004 Абурайҳони Берунӣ ба Хоразм бармегардад ва дар дарбори Хоразмшоҳ Ибни Маҳмуд ба ҳайси мушовир фаъолият менамояд. Дар ин айёми зиндагиаш олим назарияи ҳаракати Офтобро ворид мекунад ва маълум менамояд, ки Замин дар атрофи Офтоб давр мезанад. Ин назарияи олим дертар аз тарафи Николай Коперник асоснок карда мешавад. Баъди рӯи кор омадани Ғазнавиён олим иҷборан ба хизмати онҳо ҷалб мешавад ва то охири умр ба ин сулола ҳамроҳ мемонд. Дар ин муддат зери сарпарастии шоҳони Ғазнавӣ асарҳои зиёде эҷод мекунад ва таҳқиқоти муҳимро ба анҷом мерасонад. Назарияи кашиши Заминро пешниҳод мекунад, ки баъдтар аз ҷониби Нютон кашф мегардад [7, с. 42].

Абурайҳони Берунӣ 500 сол пеш аз олими англис Райт солҳои (1560-1616) бо истифодаи усули худ кунҷи поин фуромадани уфуқро ҳисоб намудааст. Ӯ дар таърих аввалин шахсияте мебошад, ки дар синни 22-солагӣ (соли 995) глобусро ихтироъ намуда, дар он нуқтаҳои ҷуғрофӣ мавзӯҳои Хоразмро муайян намудааст. Дар Академияи таъсиснамудаи худ (ҳангоми дар Туранҷ) буданаш дар баробари дигар илмҳо ба илми кимиё машғул гардида, вазни ҳолиси моддаҳои моеъ, металлӣ ва минералҳоро муайян намудааст. Ӯ бо назарияи хеш собит намуда буд, ки дарёи Ому аввал ба баҳри Хазар ҷорӣ мешуд ва баъдан маҷрои худро иваз намуда, ба баҳри Арал мерезад. Илми муосир ин назарияи олимро пурра тасдиқ намудааст [5, с. 31].

Дар тақя ба донишҳои ба илми табиатшиносӣ марбуташ Берунӣ дар он ақида будааст, ки тамоми раванди маърифат ба се қисм тақсим мешавад: ҳис, ақл, қалб. Ба ақидаи ӯ, нақши ҳисҳо дар таҷрибаҳои илмию амалӣ хеле бузурганд. Берунӣ оид ба ин масъала навиштааст: «Инсон бояд ба воситаи қувваи биной барои маърифати олами офаридаи Худованд кӯшиш кунад ва маълумоти ҳисси биной дар тасмимгирии ақлонӣ кумак хоҳад кард. Ҳисси шунавоӣ бошад, барои аз худ кардани суханҳои Аллоҳ мақоми муҳим дорад». Берунӣ чунин мешуморад, ки агар эҳсос барои ақли инсон дар шинохти олам ва барои аз худ кардани суханони Худо мадад кунад, инсон ба ҷузъ онҳо боз эҳтиёҷ ба ақлу қалб низ дорад, то онҳоро ҳифз кунад ва дар мавриди мувофиқ дар маҳали муносиб гуфта тавонад. Олим дар бораи забонҳои гуногун доштани насли башарият чунин ақида баён намудааст: «Сабаби забонҳои гуногун доштани одамон он аст, ки онҳо бо тақозои давр аз ҳам ҷудо шуда, мувофиқи зарурат бо ин ё он калимоте фикри якдигарро фаҳмиданӣ шуданд ва тадриҷан ин гуфтугӯҳо ба забонҳои мутаадид табдил ёфтанд». Абурайҳони Берунӣ, ки илмҳои табиатшиносӣ нучумро хуб аз бар намуда буд, бо далелҳои шайъи муқобили ҳамагуна сеҳру ҷоду, афсуну тилисм буданашро чунин шарҳ медиҳад: Муҳол аст, ки қувваи ирода аз шахси афсунгар таҷовуз кунад ба шахси афсуншаванда бирасад. Дар китоби худ «Осор-ул-боқия» дар фасли «Ингунагии моҳҳо, ки дар солҳои аввал истеъмол шудаанд» ҳисоби румиёноро барҳақ мешуморад, ки ҳамвора якхел меояд ва ба қавли худӣ ӯ ин

солшуморӣ ҳамвора 365 рӯз аст ва чун дар ҳар чаҳор сол рубӣи рӯз мешавад, як рӯзи том ба фебрарилес (феврал) меафзояд, ки ин маънӣ то ба мо омада расидаасту корбарии мо низ аз рӯи он ба роҳ монда шудааст. Ҳамзамон дар ин асараш фасли махсусе оид ба «Иду чашнҳое, ки дар моҳҳои порсиён аст» дорад, ки роҷеъ ба идҳои Наврӯз, Меҳргон ва Сада маълумоти мукамал додааст [6, с. 168].

Тамоми осори то ба замони мо омада расидаи Абурайҳони Берунӣ дар ҳаҷми панҷ ҷилд ба миқдори 1698 саҳифа ба забонҳои русӣ, узбекӣ ва англисӣ тарҷума ва дастраси тамоми ҷаҳониён гардидаанд. Мутаассифона, ин тарҷума бо ин ҳаҷм ба забони тоҷикӣ баргардонида дастрасии миллати тоҷик гардонида нашудааст. «Қонуни Масъудӣ» калонтарин асари олим буда, аз ёздаҳ ҷилд иборат аст ва ба илми ситорашиносӣ бахшида шудааст. Аз номи китоб маълум аст, ки ин осор ҳангоми дар дарбори Султон Масъуд (писари Султон Маҳмуд) буданаш эҷод шудааст. Яке аз маъруфтарин осори олим, ки дар ин давра навишта шудааст «Китоб-ас-сайдан фи-т-тиб» мебошад. Ин асар ба гиёҳшиносӣ ва дорусозӣ марбут буда, дар он растаниҳои гуногуни шифобахш ва ба кадом дард даво будани онҳо маълумоти дақиқ оварда шудаанд [6, с. 93].

АДАБИЁТ:

1. Бируни Абу Райхан. Избранные произведения. Т. 1. Памятники минувших поколений. – Ташкент: Изд-во АН Уз ССР, 1957.
2. Юшкович А.П. История математики в средние века. – Москва: Физматгиз, 1961.
3. Кары-Ниёзов Т.Н. Астрономическая школа Улугбека. – Москва: Изд-во АН СССР, 1950.
4. Олимӣ Ашуралӣ Рамазон. Абурайҳони Берунӣ - алломаи машриқзамин / Хатлон. – №8(3367), аз 1 феврал соли 2022.
5. Давлаталӣ Алимов. Абурайҳони Берунӣ - алломаи тоҷиктабори машриқзамин. / Хатлон, №10(3369).
6. Исматуллои Гули Олим. Берунӣ ва ақидаҳои реалистонаи ӯ / Хатлон. – №20(3379).
7. Маҷидзода А. А. Берунӣ - нобиғаи давру замон / Хатлон. – №30 (3389).
8. Бируни Абу Райхан. Избранные произведения. Т. V. Часть I. «Конон Масъуда». – Ташкент: Фан, 1973.
9. Булгаков П.Г. Жизнь и труды Бируни. – Ташкент, 1972. – 428 с.

ФАЪОЛИЯТИ ИЛМИИ АБУРАЙҲОНИ БЕРУНӢ

Таълиф намудани осори илмӣ яке аз корҳои бениҳоят душвор ва масъулиятноке мебошад, ки ба зиммаи муаллифонаш вогузор аст. Ба ҳангоме, ки асари илмӣ нигошта мешавад, олим бояд ба ҳар як нуқтаи баённамудааш диққати ҷиддӣ диҳад, онро бо забони ба ҳамон илм хос ва бо нишон додани санадҳои бозғитимод асоснок намояд. Дар масири таворих кам донишмандоне ёфт мешаванд, ки таълифоти зиёди илмӣ доранд, зеро навиштани як асари илмӣ кори хеле муҳимро тақозо менамояд. Хушбахтона олимони форс-тоҷик тавонистаанд дар ҳар як давру замон осори илмии гаронбаҳоеро аз хеш боқӣ гузоранд. Яке аз ҳаминагуна олимони Абурайҳони Берунӣ мебошад, ки дар тури ҳаёти босамараш таълифоти хеле зиёди илмӣ дорад. Теъдоди асари ба мерос мондаи олим саҳеҳ муайян нашудааст ва тибқи таҳқиқоти олимони то ба 200 адад мерасад. Бо чунин адади зиёд таълиф намудани осори илмӣ дар тури таърих ба кам қасос муяссар гардидааст. Берунӣро бо асарҳои дар бахшҳои математика, астрономия, география, геодезия, дорушиносӣ, таърих, мантиқ, фалсафа таълиф намудааш мешиносанд. Берунӣ бо чунин дастовардҳои муҳим тавассути донишмандони забонҳои зиёд, аз ҷумла, арабӣ, форсӣ, юнонӣ, суриёгӣ, санскритӣ, ҳиндугӣ мушарраф гардидааст. Муаллифон дар мақола ба осори илмии таълифнамудаи Берунӣ тавачҷуҳ намуда, доир ба асарҳои олим, давраҳо ва зарурати нигоштани онҳо ботафсил маълумоти ҷолиб додаанд. Аён аст, ки илмҳои дақиқро бо мутолғаи мукамали осори олимони Юнони Қадим Пифагор, Арасту, Афлотун, Гален рӯ оварда ба онҳо андешаҳои мутафаккирони ҳинд ва арабро дар муқоиса мегузошт. Натиҷаи чунин омӯзишҳо ва муқоисагӯзориҳо ба Берунӣ даст дод, ки дар ин замина асарҳои мукамали илмӣ эҷод намояд. Муаллифон бахусус ба осори дар Ҳиндустон таълифнамудаи олим тавачҷуҳ зоҳир намуда, бархӯрдории ӯро аз илми ҳиндувони қадим нишон додаанд. Мутобиқи далелҳои таърихӣ Берунӣ як қисми ҳаёти худро дар Ҳиндустон сипарӣ намудааст ва омӯзишу таҳлил, таҳқиқу пажӯҳишҳои илмии безаволи ӯ гардиданд. Муаллифони мақола дар пайгирӣ аз таҳқиқи осори олим баҳрабардорӣ намуда, барои хонанда нуқтаҳои ҷолиби нигоштаҳои олим ва хусусиятҳои эҷодии ӯро пешниҳод намудаанд. Мақола барои алоқамандони ҳаёт ва осори илмии Абурайҳони Берунӣ дорои аҳамияти амалӣ мебошад.

КАЛИДВОЖАҲО: осори илмӣ, доираҳои омӯзишӣ, олимони аҳди Берунӣ, илми ҳиндувони қадим, илми юнон, ташаккули илмҳои табиатшиносӣ, алоқаи илмҳои дақиқ бо ҳаёти мардум, дорушиносӣ, гиёҳшиносӣ.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Ҳусайнзода Рухулло Салоҳиддин, муаллими калони кафедраи математика ва методикаи таълими оми Донишгоҳи давлатии Кӯлоб ба номи Абуабдуллоҳи Рӯдакӣ. Тел.: (+992) 988-88-29-30; e-mail: ruh89@mail.ru

Аъзамзода Қадриддин Ҳочӣ, магистранти курси дуоми ихтисоси математикаи Донишгоҳи давлатии Кӯлоб ба номи Абуабдуллоҳи Рӯдакӣ.

НАУЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ АБУРАЙХАНА БЕРУНИ

Написание научных работ – одна из самых сложных и ответственных задач, выпадающих на долю ее авторов. При написании научной статьи ученый должен уделять пристальное внимание каждому выдвигаемому им тезису, обосновывая его на языке, характерном для данной науки, и ссылаясь на достоверные документы. В истории мало ученых, опубликовавших много научных трудов, поскольку написание научного труда требует большого труда. К счастью, персидско-таджикские ученые смогли оставить после себя ценные научные труды во все эпохи. Одним из таких ученых является Абурайхан Беруни, который за свою плодотворную жизнь написал множество научных трудов. Число трудов, оставленных ученым, точно не установлено, но, по исследованиям ученых, оно достигает 200. Мало кому за всю историю удавалось создать такое большое количество научных трудов. Беруни известен своими трудами в области математики, астрономии, географии, геодезии, медицины, истории, логики и философии. Беруни был удостоен столь важных достижений благодаря своему знанию многих языков, включая арабский, персидский, греческий, сирийский, санскрит и хинди. В статье авторы уделяют особое внимание научным трудам Беруни, предоставляя интересную и подробную информацию о трудах и периодах творчества ученого, а также необходимости их сохранения. Очевидно, что он обратился к точным наукам через тщательное чтение трудов древнегреческих ученых Пифагора, Аристотеля, Платона и Галена и сопоставление их с идеями индийских и арабских мыслителей. Результаты подобных исследований и сопоставлений позволили Беруни создать на этой основе комплексные научные труды. Особое внимание автор уделяет трудам ученого, написанным в Индии, что свидетельствует о его интересе к древнеиндийской науке. Согласно историческим свидетельствам, Беруни провел часть своей жизни в Индии, и его учеба, анализ и научные исследования стали его непревзойденными занятиями. Авторы статьи, продолжая исследование творчества ученого, представили читателю интересные моменты взглядов ученого и особенности его творчества. Статья представляет практическое значение для интересующихся жизнью и научным творчеством Абурайхана аль-Беруни.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: научные труды, образовательные кружки, исследователи Ветхого Завета, древнеиндийская наука, греческая наука, становление естественных наук, связь точных наук с жизнью людей, фармакология, траволечение

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ: Хусайнзода Рухулло Салохиддин ст. преподаватель кафедры математики и методики её преподавания Кулябского государственного университета имени Абуабдуллоха Рудаки. Тел.: (+992) 988-88-29-30; e-mail: ruh89@mail.ru

Аъзамзода Кадриддин Ходжи, магистрант второго курса по специальности математики Кулябского государственного университета имени Абуабдуллоха Рудаки.

SCIENTIFIC ACTIVITIES OF ABURAYHAN BERUNI

Writing a scientific work is one of the most difficult and responsible tasks entrusted to its authors. When writing a scientific work, a scientist must pay close attention to each point he or she makes, justify it in the language specific to that science and by citing reliable documents. There are few scientists in history who have written many scientific works, because writing a scientific work requires a lot of work. Fortunately, Persian-Tajik scientists have managed to leave behind valuable scientific works in every era and time. One such scientist is Aburayhan Beruni, who has written a huge number of scientific works throughout his productive life. The number of works left by the scientist is not accurately determined, and according to research by scientists, it reaches up to 200. Few people throughout history have managed to write such a large number of scientific works. Beruni is known for his works in the fields of mathematics, astronomy, geography, geodesy, medicine, history, logic, and philosophy. Beruni was honored with such important achievements through his knowledge of many languages, including Arabic, Persian, Greek, Syriac, Sanskrit, and Hindi. The author in the article focuses on the scientific works written by Beruni, providing interesting information about the works of the scientist and the periods and the need to preserve them in detail. It is obvious that he turned to the exact sciences with a comprehensive reading of the works of ancient Greek scientists Pythagoras, Aristotle, Plato, and Galen, and compared them with the ideas of Indian and Arab thinkers. The results of such studies and comparisons allowed Beruni to create comprehensive scientific works on this basis. The author paid special attention to the works of the scientist written in India, showing his interest in ancient Indian science. According to historical evidence, Beruni spent part of his life in India, and studies, analysis, research and scientific studies became his mainstay. The author of the article, while continuing to study the works of the scientist, presented interesting points of the scientist's views and the features of his creativity for the reader. The article is of practical importance for those interested in the life and scientific works of Aburayhan Beruni.

KEY WORDS: scientific works, educational circles, scholars of the Old Testament, ancient Indian science, Greek science, the formation of natural sciences, the relationship of exact sciences with people's lives, pharmacology, herbalism.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Husaynzoda Ruhullo Salohiddin, Senior Lecturer of the Department of Mathematics and a Technique of her Teaching at Kulob State University named after Abuabdullohi Rudaki.

Azamzoda Qadriddin Hoji, Second-year master's student in mathematics at Kulob State University named after Abuabdullohi Rudaki.

БА ТАВАЧҶУҶИ МУАЛЛИФОН

Маҷаллаи «Паёми Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав» (силсилаи илмҳои табиӣ) нашрияти 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 табиӣ маҷалла натиҷаи корҳои илмӣ-таҳқиқотии профессорони омӯзгорони донишгоҳ ва уламои ватанӣ 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 шудааст.

Маҷалла мақолаҳои илмию назариявиро вобаста ба нусхаи асл ба забонҳои тоҷикӣ, русӣ ва англисӣ ба таърифи расонида, соҳаи 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» (силсилаи илмҳои табиӣ) 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 сах.) набояд аз 15 саҳифаи ҷопӣ зиёд бошад.

Мақолаҳо бояд дар компютер тибқи барномаи Microsoft Word бо шрифти Times New Roman 14, андозаи А4 хуруфчинӣ ва дар диск сабт карда шаванд.

Ҷосилаи байни сатрҳо 1 см, хошия 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 (то 10 калима) ва маълумот дар бораи муаллиф (муаллифон) бо ин забонҳо 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, дараҷаи унвони илмӣ, суроға, 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.

Дастхати мақолаҳо баргاردонида 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 науки и техники.

При отправке статьи в редакцию авторам необходимо соблюдать следующие правила:

Объем статьи не должен превышать 15 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) и сведения об авторе (авторах) на таджикском, 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, редколлекцией не принимаются.

Рукописи не возвращаются.

МУНДАРИЧА

МАТЕМАТИКА

МАТЕМАТИКА

- Сафаров Д.С., Миратов С.К.**
ТОЧНОЕ ОГРАНИЧЕННОЕ И ПЕРИОДИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ОБОБЩЕННОГО
УРАВНЕНИЯ ХАПНЕНКО С ПОСТОЯННЫМИ ОТКЛОНЯЮЩИМИСЯ АРГУМЕНТАМИ.....5
- Мухаммадали Дж.**
ОГРАНИЧЕННЫЕ МЕТААНАЛИТИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ МНОГИХ КОМПЛЕКСНЫХ
ПЕРЕМЕННЫХ.....9
- Ғафоров А.Б.**
ТАҲҚИҚИ АМСИЛАИ МАТЕМАТИКИИ ТАЪСИРИ ИВАЗШАВИИ ИҚЛИМ БА
МАСЪАЛАИ МУҲОФИЗАТИ РАСТАНӢ.....13
- Афзалшоҳи Сафархон**
ТАҲҚИҚИ НИШОНДИҲАНДАИ NPS БО ИСТИФОДА АЗ МУОДИЛАИ РЕГРЕССИЯ.....19

ФИЗИКА

ФИЗИКА

- Наботов Ш.Д., Ганиев И.Н., Сафаров А.Г., Азимов Х.Х., Одинаев Ф.Р.,
Ботуров К., Кучакшоев Д.С**
КИНЕТИКА ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ОКИСЛЕНИЯ АЛЮМИНИЕВОГО
ПРОВОДНИКОВОГО СПЛАВА $AlZr_{0,1}$ С ЛИТИЕМ, В ТВЕРДОМ СОСТОЯНИИ.....23
- Кахоров Р.А., Исозода Д.Т., Носиров И.С.**
РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДА НАСОСНОГО АГРЕГАТА С
НЕЙРОННЫМ РЕГУЛЯТОРОМ РАБОТАЮЩЕГО НА РАСПРЕДЕЛЁННУЮ МАГИСТРАЛЬ.....29
- Вахобов Р.Р., Абдуллозода С.Ф.**
ТАҒЙИРӢБИИ ХУСУСИЯТҲОИ РАДИАТСИОНИИ АТМОСФЕРА ҲАНГОМИ ВОРИДОТИ
ЧАНГУ ҒУБОР ДАР ШАҲРИ ДУШАНБЕ.....34
- Сайдализода А.С., Саидзода М.Р., Муродов С.Д.**
РАЗВИТИЕ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ВЛИЯНИЕ ЕЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ
СРЕДУ.....41
- Зувайдов М.М., Абдуллоев С.С., Хасанов Н.М.**
ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДЕРИВАЦИОННОГО ТОННЕЛЯ НА ПРИМЕРЕ D1-D2
РОГУНСКОЙ ГЭС.....49
- Сафарова Ф.А.**
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ СИСТЕМЫ
(БЕНЗОЛ+ЧЕТЫРЕХХЛОРИСТЫЙ УГЛЕРОД) В ЖИДКОМ ФАЗЕ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ
КОНЦЕНТРАЦИИ ОТ ТЕМПЕРАТРЫ И ДАВЛЕНИЯ.....55

ХИМИЯ

ХИМИЯ

- Ходжаназаров Х.М., Ганиев И.Н., Шарипов Ф.Б., Джумъева М.Б.**
МИКРОСТРУКТУРА И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СВИНЦОВОГО БАББИТА
 $B(PbSb_{15}Sn_{10})$ С КАДМИЕМ.....61
- Юнусов М.Ю.**
КОМПЛЕКСНЫЕ КАЛЬЦИЕВЫЕ СМАЗКИ НА БАЗЕ ВТОРИЧНЫХ ПРОДУКТОВ
ПРОИЗВОДСТВА РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ.....67
- Рашидов А.Р.**
ТАҲҚИҚОТИ КИНЕТИКАИ ОКСИДШАВИИ ХӮЛАҲОИ АЛЮМИНИЙИ ДАРАЧАИ А7Е
БО НИКЕЛ, МИС ВА РУҲ.....71

Лашкарбекова О.М., Абдуллоев А., Маниязова Н.А. ОЦЕНКА ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ И СТРУКТУРНЫХ ПРИЗНАКОВ КОНСКОГО БОБА В ДВУХ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОНАХ ТАДЖИКИСТАНА.....	76
Сафарова Л.С., Рамазони М., Хамроева М.М. БИОЛОГИЯИ ҚАТРОНИ КОЧӢ (<i>CRAMBE KOTSCHYANA</i>), ПАҲНШАВӢ ВА АҶАМИЯТИ ХОҶАГИИ ОН ДАР ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН.....	82
Хусенхочаева М.М. СРЕДА ОБИТАНИЕ И ПОВЕДЕНИЕ ВОРОНА ОБЫКНОВЕННАЯ.....	85

ТАЪРИХИ ИЛМ ВА ТЕХНИКА

ИСТОРИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ

Шарипова М.С., Ализода Б.П., Файзализода Б.Ф. ТАҶРИБАИ ҶАҶОНИИ ТАЪРИХИ ТАШАККУЛИ НИЗОМИ ҲУКУМАТИ ЭЛЕКТРОНӢ ВА ТАТБИҚИ ОН ДАР СОҶАИ САӢӢӢӢ.....	88
Хусайнов Р. С., Аъзамзода Қ.Х. ФАӢӢӢӢ ИЛМИИ АБУРАӢӢӢӢ БЕРУНӢ.....	95
БА ТАВАҚҚУӢИ МУАЛЛИФОН.....	101
К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ.....	101

МУАССИСИ МАҶАЛЛА:

МДТ «Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав»
Суроға: 735140, вилояти Хатлон, ш. Бохтар, кӯчаи Айнӣ, 67, бинои асосии донишгоҳ.

НОШИР:

Маркази таъбу нашр, баргардон ва тарҷумаи МДТ «Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав»

Суроға: 735140, вилояти Хатлон, ш. Бохтар, кӯчаи Айнӣ, 67, бинои асосии донишгоҳ, ошонаи дуюм.

Маҷалла дар Маркази таъбу нашр, баргардон ва тарҷумаи МДТ «Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав» тарҳрезии компютерӣ ва саҳифабандӣ шуда, дар ҚДММ «Матбаа», бо суроғаи ш. Бохтар, кӯчаи Осимӣ, 22А, нашр мегардад.

Ба чоп 29.09.2024 таҳвил шуд. Чопи офсетӣ.

Андозаи 60x84/8. Қузъи чопӣ 17,5.

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.