ISSN 2663-6417

ПАЁМИ

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

ВЕСТНИК

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

BULLETIN

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

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

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

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

2/3 (102)

БОХТАР-2022

ПАЁМИ ДОНИШГОҲИ ДАВЛАТИИ БОХТАР БА НОМИ НОСИРИ ХУСРАВ

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

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

САРМУҲАРРИР:

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

МУОВИНИ САРМУҲАРРИР:

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

МУОВИНИ САРМУҲАРРИР:

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

КОТИБИ МАСЪУЛ:

Болтаев Малик Аҷикович — номзади илмҳои химия, дотсент

ҲАЙАТИ ТАҲРИРИЯ:

01.00.00 – Илмҳои физикӣ-математикӣ

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

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

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

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

02.00.00 – Химия

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

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

Эшов Бахтиёр Бадалович — доктори илмҳои техникӣ, профессор.

Ғафуров Бобомурод Абуқаҳорович — доктори илмҳои химия, дотсент.

03.00.00 – Биология

Абдуллоев Абдуманнон Абдуллоевич — доктори илмҳои биология, профессор.

Бердиев Ҷумъа Бердиевич — номзади илмҳои биология, дотсент.

07.00.10 – Таърихи илм ва техника

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

Қурбонов Баҳром Раҳмонович — доктори илмҳои таърих, профессор.

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

Дар маҷалла мақолаҳои илмии соҳаҳои илмҳои физика-математика, химия, биология, таърихи илм ва техника барои чоп қабул карда мешаванд. Маҷалла мақолаҳои илмии муаллифонро аз рӯи ихтисосҳои зерин ба чоп қабул менамояд:

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

Химия: *02.00.01, 02.00.02, 02.00.04, 02.00.05*

Биология: *03.02.01, 03.02.04, 03.02.14*

Таърихи илм ва техника: *07.00.10*

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

Маҷалла ба забонҳои тоҷикӣ ва русӣ нашр мешавад.

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

Паёми Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав.

Бохтар-2022. №2/3(102). ISSN 2663-6417

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

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

Нишонии Марказ: 735140, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Бохтар, кӯчаи Айнӣ, 67.

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

E-mail: payomiddq@mail.ru

Тел.: (832 22) 2-44-61.

ВЕСТНИК БОХТАРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
ИМЕНИ НОСИРА ХУСРАВА

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

Журнал основан в 2016 году и переименован в 2018 г.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

Давлатзода Сайфиддин Хайриддин — доктор биологических наук, профессор, член-корр. НАНТ, ректор ГОУ «Бохтарский государственный университет имени Носира Хусрава»

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

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

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

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

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

Бердиев Джума Бердиевич — кандидат биологических наук, доцент

07.00.10 – История науки и техники

Шерматов Дустназар Саидович — доктор физико-математических наук, профессор

Курбонов Бахром Рахмонович — доктор исторических наук, профессор

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 отрасям науки и научным специальностям:

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

Химия: *02.00.01, 02.00.02, 02.00.04, 02.00.05*

Биология: *03.02.01, 03.02.14, 03.02.08, 03.02.14*

История науки и техники: *07.00.10*

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

Журнал печатается на таджикском и русском языках.

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

Вестник Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Бохтар-2022. №2/3(102). ISSN 2663-6417

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

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

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

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:

Davlatzoda Sayfiddin Khayriddin — doctor of biological sciences, professor, member-correspondent of the NAST, rector of SEI «Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav»

DEPUTY CHIEF EDITOR:

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

DEPUTY CHIEF EDITOR:

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

EXECUTIVE SECRETARY:

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

MEMBERS OF THE EDITORIAL BOARD:

01.00.00 – Physical and mathematical sciences

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

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

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

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

02.00.00 – Chemical sciences

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

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

Eshov Bakhtiyor Badalovich — doctor of technical sciences, professor.

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

03.00.00 – Biological sciences

Abdulloev Abdumannon Abdulloevich — doctor of biological sciences, professor.

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

07.00.10 – History of science and technique

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

Qurbonov Bahrom Rahmonovich — doctor of historical sciences, professor.

The journal 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-2022. №2/3(102). ISSN 2663-5534

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

Certificate №142/MJ-97, dated 10.12.2019.

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.

УДК: 517.946

ДВОЯКОПЕРИОДИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЯ ОБОБЩЕННЫХ АНАЛИТИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ С НАГРУЖЕННЫМ ЧЛЕНОМ

Сафаров Д.С.
Бохтарский государственный университет имени Носира Хусрава
Кулобиев М.А.
Кулябский государственный университет имени Абуабдуллаха Рудаки

На комплексной плоскости $\mathbb{C}$ рассмотрим уравнение вида [1] [2]

$$w_{\bar{z}} + aw(z) + bw(z_1) = f(z), \tag{1}$$

где $a, b -$ постоянные, $f(z) -$ заданная двоякопериодическая функция с периодами h_1, h_2, $Im(h_2/h_1) > 0$, $z_1 -$ фиксированная точка, $w(z) -$ искомая двоякопериодическая функция с периодами h_1, h_2.

Обозначим через $\Omega_0 = mes\ \Omega -$ площадь основного параллелограмма периодов, с вершинами $0, h_1, h_1 + h_2, h_2$.

В работе [3] показано, что если $b = 0$, $a \overline{\in} \Gamma_1$ где $\Gamma_1 -$ решетка вида $\Gamma_1 = \frac{\pi}{\Omega_0}\{m_1, h_1 + m_2, h_2;\ m_1, m_2 -$ целые$\}$, то уравнение (1) при любой непрерывной по Гёльдеру, двоякопериодической функции $f(z)$, то есть $f(z) \in H_*^{\alpha}, 0 < \alpha \leq 1$ имеет одно единственное решение из класса C_*^1, причём при $f(z) = 0, w(z) \equiv 0$. Это означает, что уравнение (1) при $b = 0$, однозначно разрешимо, в классе C_*^1, если $a \overline{\in} \Gamma_1$. Оказывается, что если $b \neq 0$, то однозначная разрешимость уравнения нарушается. Так как, при $a = -b$ однородное уравнение имеет нетривиальное решение, $w(z) = c, c -$ произвольная постоянная.

Поэтому, возникает вопрос нахождения условия однозначной разрешимости уравнения (1) при $a \overline{\in} \Gamma_1, b \neq 0$ в классе $C_*^1 -$ регулярных двоякопериодических функций (без полюсов).

Приступая к решению поставленной задачи, будем считать, что значение $w(z_1) -$ известно, затем, после интегрирования уравнения (1) находим точное её значение.

Согласно результатам работы [2], при $a \overline{\in} \Gamma_1$ решение уравнения (1) можно представить в виде

$$w(z) = -\frac{b}{a}w(z_1) + exp(-a\bar{z} - dz)T_{\sigma}[f_1(z)], \tag{2}$$

где $T_{\sigma}\rho(z)$ имеет вид

$$T_{\sigma}\rho(z) = -\frac{1}{\pi}\iint\limits_{\Omega} \rho(z)\frac{\sigma(t - z - \Delta_0)}{\sigma(-\Delta_0)\sigma(t - z)}d_t\Omega,$$

$$f_1(z) = f(z)\, exp(a\bar{z} + dz),$$

$\sigma(z) -$ сигма-функция Вейерштрасса [2], постоянные d и $\Delta_0 -$ решение системы уравнений

$$\begin{cases} dh_1 + \Delta_0\eta_1 = a\bar{h}_1 + 2\pi im, \\ dh_2 + \Delta_0\eta_2 = a\bar{h}_2 + 2\pi in, \end{cases}$$

здесь m, n –некоторые целые числа.

Эта система в силу соотношение Лежандра $h_1\eta_2 - h_2\eta_1 = 2\pi i$ [2], имеет единственное решение

$$d = \frac{a}{2\pi i}\left(\bar{h}_1\eta_2 - \bar{h}_2\eta_1\right)(mod\ \Gamma),\ \ \Delta_0 = -\frac{a\Omega_0}{\pi}(mod\ \Gamma).$$

Подставляя в (2) $z = z_1$ находим $w(z_1)$. Обозначая через $F(z)$ выражение

$$F(z) = exp(-a\bar{z} - dz)T_{\sigma}[f(z)exp(a\bar{z} + dz)]$$

получим

Теорема 1. *Пусть в уравнении (1)* $a \overline{\in} \Gamma_1$. *Тогда для его однозначной разрешимости необходимо и достаточно, чтобы* $a + b \neq 0$. *При этом единственное его решение представимо в виде*

$$w(z) = \frac{a}{a + b}F(z_1) + F(z).$$

Теперь разберем случай $a \in \Gamma_1$. Так как, $0 \in \Gamma_1$, то при $a = 0$ для уравнения (1), согласно формуле Коши – Грина результатов работы [3] получим.

Теорема 2. *Пусть в уравнении (1)* $a = 0,\ b \neq 0$. *Тогда для его однозначной разрешимости в классе* C_*^1 *необходимо и достаточно, чтобы в точке* z_1 *решение* $w(z)$ *принимало значение:*

$$w(z_1) = \frac{\pi f_0}{b\Omega_0}, \quad f_0 = \frac{1}{\pi}\iint\limits_{\Omega} f(z)\, d\Omega. \tag{3}$$

При этом единственное его решение имеет вид

$$w(z) = \mathrm{c} - \frac{\pi}{b\Omega_0} f_0 \bar{z} + \frac{f_0}{2i\Omega_0}\left(\eta_2 \bar{h}_1 - \eta_1 \bar{h}_2\right) z + T_\zeta f(z),$$

где постоянное c вычисляется формулой

$$c = \frac{\pi f_0}{b\Omega_0}(1 + b\bar{z}_1) - \frac{f_0}{2i\Omega_0}\left(\eta_2 \bar{h}_1 - \eta_1 \bar{h}_2\right) z_1 - T_\zeta f(z_1),$$

здесь $\mathrm{T}_\zeta \rho(\mathrm{z})$ интегральный оператор вида

$$T_\zeta \rho(z) = -\frac{1}{\pi}\int\limits_{\Omega} \rho\,(t)\zeta(t - z) d_t\Omega,$$

$\zeta(z) -$ дзета-функция Вейерштрасса $[3 - 4]$.

Доказательство. Необходимость условия (3) следует из формулы Грина [1]. Действительно, если $w(z) \in C_*^1 -$ решение уравнения, то интегрируя обе части этого уравнения имеем

$$\iint\limits_{\Omega} \frac{\partial w}{\partial \bar{z}} d\Omega + bw(z_1) \iint\limits_{\Omega} d\Omega = \iint\limits_{\Omega} f(z)\, d\Omega. \tag{4}$$

В силу формулы Грина [1]

$$\iint\limits_{\Omega} \frac{\partial w}{\partial \bar{z}} d\Omega = \int\limits_0^{h_1} (w(z + h_2) - w(z))\, dz - \int\limits_0^{h_2} \left(w(z + h_1) - w(z)\right) dz = 0.$$

Так как, по свойству двойного интеграла и формулы Грина

$$\iint\limits_{\Omega} d\Omega = mes\Omega = |h_1|^2 Im(h_2/h_1) = \Omega_0,$$

то при обозначении

$$f_0 = \frac{1}{\pi}\iint\limits_{\Omega} f(z)\, d\Omega$$

из равенства (4) получим

$$\frac{1}{\pi} bw(z_1)\Omega_0 = f_0,$$

это есть необходимое условие разрешимости, то есть (3).

Таким образом показано, что если уравнение (1) разрешимо, то необходимо, чтобы решение $w(z)$ в точке z_1 имело значение (3).

Теперь покажем, что если в точке z_1 для решения уравнения (1) имеет место равенство (3), то его можно интегрировать в классе C_*^1.

Согласно результатам работ $[3 - 6]$, при выполнении условия (3), интегрируя (1) при $a = 0$, получим

$$w(z) = \Phi(z) - bw(z_1)\bar{z} + T_\zeta f(z), \tag{5}$$

где $g(z) = T_\zeta f(z) -$ решение неоднородного уравнения Коши-Римана [3],

$$T_\zeta f(z) = -\frac{1}{\pi}\iint\limits_{\Omega} f(t)\, \zeta(t - z) d_t\Omega, \quad \left(T_\zeta f(z)\right)_{\bar{z}} = f(z),$$

а $\Phi(z) -$ аналитическая функция, удовлетворяющая условию

$$\begin{aligned} \Phi(z + h_1) &= \Phi(z) - bw(z_1)\bar{h}_1 + \eta_1 f_0, \\ \Phi(z + h_2) &= \Phi(z) - bw(z_1)\bar{h}_2 + \eta_2 f_0. \end{aligned} \tag{6}$$

Таким образом, надо найти квазидвоякопериодическую аналитическую функцию $\Phi(z)$ удовлетворяющую условии (6).

Как в работе [3], представляем эту функцию в виде

$$\Phi(z) = \varphi(z) + dz,$$

для искомой аналитической функции $\varphi(z)$ и постоянное d получим условий

$$\varphi(z+h_1)=\varphi(z)-bw(z_1)\bar{h}_1+\eta_1 f_0+dh_1,$$
$$\varphi(z+h_2)=\varphi(z)-bw(z_1)\bar{h}_2+\eta_2 f_0+dh_2. \quad (7)$$

Теперь, воспользуясь соотношение Лежандра $\eta_1 h_2-\eta_2 h_1=2\pi i$ и условии $Im(h_2/h_1)\neq 0$ в равенств (7) берем постоянное d таким, чтобы вместе с $w(z_1)$ удовлетворяли систему уравнений

$$\begin{cases}-bw(z_1)\bar{h}_1+\eta_1 f_0+dh_1=0,\\ -bw(z_1)\bar{h}_2+\eta_2 f_0+dh_2=0.\end{cases} \quad (8)$$

Решая эту систему относительно $w(z_1)$ и d, получим

$$w(z_1)=\frac{\pi f_0}{b\Omega_0},\quad d=\frac{1}{2i\Omega_0}\left(\eta_1\bar{h}_2-\eta_2\bar{h}_1\right)f_0. \quad (9)$$

Таким образом, постоянное d вычисленное по формуле (9) вместе с $bw(z_1)\Omega_0$ удовлетворяют систему уравнений (8). Тогда, из системы уравнений (7) находим, что $\varphi(z)-$ двоякопериодическая аналитическая функция, без полюсов, то есть эллиптическая функция нулевого порядка. По теореме из теории эллиптических функций (теорема Лиувиляя) получим, что $\varphi(z)\equiv c,\ c-$ постоянная.

Таким образом, всякое двоякопериодическое решение уравнения (1) при $a=0$ представимо в виде

$$w(z)=c+dz-bw(z_1)\bar{z}+T_\zeta f(z), \quad (10)$$

где постоянные d и $w(z_1)$ имеют вид (9), а $c-$ произвольная постоянная.

Теперь, подставляя здесь $z=z_1$, находим постоянное c, что завершает доказательство теоремы.

Заметим, что доказанная теорема при $a\neq 0$ и $a\in\Gamma_1$ не верно. Так как однородное уравнение, соответствующее уравнению (1), имеет нетривиальное решение

$$w(z)=ce^{a\bar{z}+\bar{a}z}-\frac{b}{a}w(z_1),$$

$c-$ произвольная постоянная.

В этом случае нарушается единственность решения, и мы теряем однозначность функции $w(z)$ в точке $z=z_1$.

Чтобы получить единственность решения, нужно налагать дополнительное условие, либо, $w(z_0)=e_1,\ e_1-$ некоторое число, или интегральное условие

$$\iint_\Omega \varphi(z)\,w(z)d\Omega=c_1$$

где $\varphi(z)\in C_*^1-$ заданная функция, а c_1- некоторая постоянная, и чтобы

$$\iint_\Omega \varphi(z)\,e^{-a\bar{z}+\bar{a}z}d\Omega\neq 0.$$

ЛИТЕРАТУРА:

1. Векуа И.Н. Обобщенные аналитические функции. – М.: Физматгиз, 1959. – С. 628.
2. Нахушев А.М. Нагруженные уравнения и их применение. – М.: Наука, 2012. – С. 232.
3. Сафаров Д.С. Двоякопериодические обобщенные аналитические функции и их приложения. – Душанбе: Дониш, 2012. – С. 190.
4. Ахиезер И.И. Элементы теории эллиптических функций. – М.: Наука. 1970. – С. 304.
5. Гурвиц А., Курат Р. Теория функций. – М.: Наука, 1968. – С. 628.
6. Сафаров Д.С. Двоякопериодические решеная нагруженного уравнения обобщенных аналитических функций // Вестник Курган-Тюбинского государственного университета имени Носира Хусрава (научный журнал). – 2016. – №2/2(38). – С. 5-11.

ҲАЛҲОИ ДУДАВРДОШТАИ МУОДИЛАИ ФУНКСИЯҲОИ АНАЛИТИКИИ УМУМИКАРДАШУДА БО САРБОРИИ ИЛОВАГӢ

Дар мақола шартҳои яккимата ҳалшавандагии муодилаи функсияҳои аналитикии умумикардашуда бо коэффитсиентҳои доимӣ ва сарбории иловагӣ дар синфи функсияҳои дорои дудаврдошта ёфта шудааст.

КАЛИДВОЖАҲО: функсияҳои дудаврдошта, муодилаи якчинса, ҳалли ягона, функсияи аналитикӣ.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Сафаров Ҷумабой Сафарович, 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@mai.ru

Кӯлобиев Мирзо Ашурмадович, ассистенти кафедраи таҳлили математикӣ ва назарияи функсияҳои Донишгоҳи давлатии Кӯлоб ба номи Абуабдуллоҳи Рӯдакӣ. Тел.: (+992) 985-58-39-58; e-mail: kulobimirzo@mail.ru

ДВОЯКОПЕРИОДИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЯ ОБОБЩЕННЫХ АНАЛИТИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ С НАГРУЖЕННЫМ ЧЛЕНОМ

В работе найдены условия однозначной разрешимости уравнения обобщенных аналитических функций с постоянными коэффициентами и нагруженного члена в классе двоякопериодических функций.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: двоякопериодические функции, однородное уравнение, единственное решение, аналитическая функция.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Сафаров Джумабой Сафарович, 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@mai.ru

Кулобиев Мирзо Ашурмадович, ассистент кафедры математического анализа и теории функций Кулябского государственного университета имени Абуабдуллаха Рудаки. Тел.: (+992) 985-58-39-58; e-mail: kulobimirzo@mail.ru

DOUBLY PERIODIC SOLUTIONS OF THE EQUATION OF GENERALIZED ANALYTIC FUNCTIONS WITH A LOADED TERM

Conditions for the unique solvability of an equation of generalized analytic functions with constant coefficients and a loaded term in the class of doubly periodic functions are found.

KEY WORDS: doubly periodic functions, homogeneous equation, unique solution, analytic function.

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

Kulobiev Mirzo Ashurmadovich, Assistant of the Department of Mathematical Analysis and Theory of Functions of Kulob State University named after Abuabdulloh Rudaki. Phone: (+992) 985-58-39-58; e-mail: kulobimirzo@mail.ru

АРИФМЕТИЧЕСКИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ СУММА ХАРАКТЕРОВ ДИРИХЛЕ ПО МОДУЛЮ, СВОБОДНОМУ ОТ КУБОВ, В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ СДВИНУТЫХ ПРОСТЫХ ЧИСЕЛ

Мирзорахимов Ш.Х.
Бохтарский государственный университет имени Носира Хусрава

Число n называется квадратичным вычетом по модулю q если $(n,q)=1$ и сравнение $x^2 \equiv n \pmod q$ разрешимо. Гаусс доказал, что если q-нечетное простое число, то в приведенной системе вычетов по модулю q, то есть среди чисел $1,2,\cdots,q-1$ количество квадратичных вычетов $V(q)$ равно количеству квадратичных невычетов $N(q)$ и $V(q)=N(q)=\frac{q-1}{2}$, другими словами, если n пробегает приведенную систему вычетов по модулю q, то $\left(\frac{n}{q}\right)$-символ Лежандр $\frac{q-1}{2}$ раз принимает значение $+1$ и $\frac{q-1}{2}$ раз принимает значение -1. И.М. Виноградов [1] в 1918 г., изучая поведение функций $V(q)$ и $N(q)$ на коротких по сравнения с q промежутках изменения n, $0<M<n<M+N<q$, для простого q доказал асимптотическую формулу $V(q)=N(q)=\frac{N}{2}+O(q\ln q)$. Эта асимптотическая формула является следствием его более общего результата, а именно следующей оценки суммы характеров

$$\left|\sum_{n=M+1}^{M+N}\chi(n)\right|<\sqrt{q}\ln q,$$

где q–примитивный характер по модулю q, q–произвольное натуральное число. Позднее Д. Морделл, Г. Хассе, А. Вейль начали изучать поведения количества квадратичных вычетов и количеству квадратичных невычетов в последовательности значений целозначного многочлена $f(n)$ при условии, что его аргумент n пробегает полную систему вычетов по модулю q, и связанной с этой задачей оценку полную сумму характеров вида $S(f,q)=\sum_{n=1}^{q}\chi\big(f(n)\big)$, итогом которой является известная теорема Хассе-Вейля [2]. В 1937 г. И.М. Виноградов создал метод оценок тригонометрических сумм с простыми числами, что позволил ему решить ряд арифметических проблем с простыми числами. Одним из них является распределение значений неглавного характера χ по модулю q на последовательностях сдвинутых простых чисел, то есть вывод новой нетривиальной оценки суммы вида

$$T(\chi)=\sum_{p\le x}\chi(p-l)\qquad (l,q)=1.$$

В 1938 г. он впервые получил нетривиальную оценку модуля суммы $T(\chi)$ при $x > q^{3+\varepsilon}$, q - простое нечётное. И.М. Виноградов в 1943 г. доказал следующее утверждение: если -простое нечётное, $(l, q) = 1$, chi (a) - неглавный характер по модулю q, тогда

$$|T(\chi)| \ll x^{1+\varepsilon}\left(\sqrt{\frac{1}{q}+\frac{q}{x}}+x^{-\frac{1}{6}}\right).$$

При $x > q^{1+\varepsilon}$ эта оценка нетривиальна, и из неё следует асимптотическая формула для числа квадратичных вычетов (невычетов) $\bmod q$ вида $p - l$, $p < x$. Затем И.М. Виноградов получил нетривиальную оценку $T(\chi)$ при $x > q^{0.75+\varepsilon}$, где q - простое число. Этот результат был неожиданным. Дело в том, что $T(\chi)$ можно записать в виде суммы, по нулям соответствующей функции Дирихле. Тогда, в предположении справедливости расширенной гипотезы Римана для $T(\chi)$, получится нетривиальная оценка, но только при $x > q^{1+\varepsilon}$. А. Карацуба в 1968 [3] г. разработал метод, который позволил ему получить нетривиальную оценку коротких сумм характеров в конечных полях фиксированной степени. В 1970 году с помощью развития этого метода в соединении с методом И.М. Виноградова он доказал следующие утверждение [4]: если q – простое, $\chi(a)$ - неглавный характер по модулю q, $x > q^{\frac{1}{2}+\varepsilon}$ тогда

$$T(\chi) \ll xq^{-\frac{1}{1024}\varepsilon^2}.$$

З.Х. Рахмонов обобщил оценку И.М. Виноградова на случай составного модуля и доказал следующее утверждение [4]: пусть T – достаточно большое натуральное число, χ -неглавный характер по модулю D, $\chi(q)$ - примитивный характер, порождённый характером χ тогда

$$T(\chi) \le x\ln^5 x\left(\sqrt{\frac{1}{q}+\frac{q}{x}+\frac{q}{x}\tau^2(q_1)}+x^{-\frac{1}{6}}\tau(q_1)\right), q_1 = \prod_{p\backslash D, q\not\equiv 0(\bmod p)} p.$$

Применяя эту оценку, он доказал распределение значений символов Якоби в последовательностях сдвинутых простых чисел.

Дж.Б. Фридландер, К. Гонг, И.Е. Шпарлинский [7] для составного q получили нетривиальную оценку модуля суммы $T(\chi_q)$ при $x > q^{\frac{8}{9}+\varepsilon}$. З.Х. Рахмонов в 2014 году доказал [9]: если T – достаточно большое натуральное число, χ_q - примитивный характер по модулю q, $(l, q) = 1$, $x > q^{\frac{5}{6}+\varepsilon}$ тогда $T(\chi) \le x\exp(\sqrt{\ln q})$.

В работе [8] доказана теорема: *Пусть $q -$ достаточно большое натуральное число свободное от кубов, χ_q - примитивный характер по модулю q, $(l, q) = 1$, ε - положительное сколь угодно малое постоянное число, тогда при $x > q^{\frac{1}{2}+\varepsilon}$, имеем*

$$T(\chi_q) \le x\exp(-\sqrt{\ln q}).$$

В этой работе, воспользовавшись основными результатами работы [8], получена теорема о асимптотических формулах для количества квадратичных вычетов и невычетов вида $p + k$ и количества индексов вида

$$p \le x, \qquad \mathrm{ind}(p - l) \equiv s(\bmod n), \qquad n|\varphi(q), \qquad 0 \le s \le n - 1.$$

Теорема. *Пусть $n|(q-1)$, $2 \le n \le q-2$, $0 \le s \le n-1$ и q – число свободное от квадратов. Тогда для числа T_s числа $p + a$, которые удовлетворяют условиям*

$$p < N, \qquad ind(p + a) \equiv s(mod\ n), \ (a, q) = 1. (\varphi(q), q) = 1.$$

Справедлива асимптотическая формула

$$T_s = \frac{1}{n}\pi(N) + O\left(N\exp(-\sqrt{\ln q})\right).$$

Доказательство. Воспользуемся свойством полной линейной тригонометрической суммы, находим:

$$J_s = \frac{1}{n}\sum_{\substack{t=0\\a=2t}}^{2(n-1)}\sum_{p\le x} e^{\frac{2\pi i(a(\mathrm{ind}(p-l)-s))}{n}},$$

выделяя слагаемое с $a = 0$, имеем,

$$J_s=\frac{1}{n}\sum_{p\le x}1+\frac{1}{n}\sum_{\substack{t=1\\a=2t}}^{2(n-1)}\sum_{p\le x}e^{\frac{2\pi i\left(a(\mathrm{ind}(p-l)-s)\right)}{n}}=\frac{1}{n}\pi(x)+\frac{1}{n}\sum_{\substack{t=1\\a=2t}}^{2(n-1)}\sum_{p\le x}e^{\frac{2\pi i\left(a(\mathrm{ind}(p-l)-s)\right)}{n}}=$$

$$=\frac{1}{n}\pi(x)+\frac{1}{n}\sum_{\substack{t=1\\a=2t}}^{2(n-1)}e^{-\frac{2\pi is}{n}}\sum_{p\le x}e^{\frac{2\pi ia\mathrm{ind}(p-l)}{n}}=\frac{1}{n}\pi(x)+\frac{1}{n}\sum_{\substack{t=1\\a=2t}}^{2(n-1)}e^{-\frac{2\pi is}{n}}\sum_{p\le x}e^{\frac{\frac{2\pi ia\varphi(q)\mathrm{ind}(p-l)}{n}}{\varphi(q)}}$$

переходя к оценкам, получим

$$|J_s|=\left|\frac{1}{n}\pi(x)+\frac{1}{n}\sum_{\substack{t=1\\a=2t}}^{2(n-1)}e^{-\frac{2\pi is}{n}}\sum_{p\le x}e^{\frac{\frac{2\pi ia\varphi(q)\mathrm{ind}(p-l)}{n}}{\varphi(q)}}\right|\le$$

$$\le\frac{1}{n}\pi(x)+\frac{1}{n}\left|\sum_{\substack{t=1\\a=2t}}^{2(n-1)}e^{-\frac{2\pi is}{n}}\sum_{p\le x}e^{\frac{\frac{2\pi ia\varphi(q)\mathrm{ind}(p-l)}{n}}{\varphi(q)}}\right|\le\frac{1}{n}\pi(x)+O\left(\max_{\substack{2\le t\le 2(n-1)\\a=2t}}\sum_{p\le x}e^{\frac{\frac{2\pi ia\varphi(q)\mathrm{ind}(p-l)}{n}}{\varphi(q)}}\right)$$

но под знаком модулю стоит сумма значений неглавного характера $\mathrm{mod}\,q$, для которой по основным результатам работы [8] справедлива оценка

$$\ll x\exp\left(-\sqrt{\ln q}\right).$$

Теорема доказана.

Теорема. *Число квадратичных вычетов и число квадратичных не вычетов по модулю q и q - число свободное от квадратов вида $p-l$, $p\le N$, при $(\varphi(q),q)=1$, $x>q^{\frac{1}{2}+\varepsilon}$ равно*

$$\frac{1}{2}\pi(N)+O(N\exp\left(-1{,}5\sqrt{\ln q}\right).$$

Доказательство. Число $p-l,(p-l,q)=1$, является квадратичным вычетом по модулю q, если

$$p-l\equiv x^2\ (\mathrm{mod}\ q).$$

Отсюда следует, что

$$\mathrm{ind}(p-l)\equiv\ 2\mathrm{ind}x\ (\mathrm{mod}\ \varphi(q)),$$

и так как $2\,|\varphi(q)$, то

$$\mathrm{ind}(p-l)\equiv 0\ (\mathrm{mod}\ 2). \qquad (1)$$

Соотношение (1) является необходимым и достаточным условием для того, чтобы $p-l$ было квадратичным вычетом по модулю q. Пусть $p-l\in\ A\,V(A)$– количество тех $p-l$, которые являются квадратичными вычетами по модулю q. Тогда, пользуясь (1) и свойством полной линейной тригонометрической суммы, находим:

$$V(A)=\sum_{p<N}\frac{1}{2}\sum_{k=0}^{1}e^{2\pi ik\cdot\frac{\mathrm{ind}(p-l)}{2}}=\frac{1}{2}\sum_{p<N}1+\sum_{p<N}e^{2\pi i\frac{\mathrm{ind}(p-l)}{2}}=\frac{1}{2}\pi(N)+\sum_{p<N}e^{2\pi i\cdot\frac{\frac{\varphi(q)\mathrm{ind}(p-l)}{2}}{\varphi(q)}},$$

переходя к оценкам, получим

$$|V(A)|\le\frac{1}{2}\pi(N)+\left|\sum_{p<N}e^{2\pi i\cdot\frac{\frac{\varphi(q)\mathrm{ind}(p-l)}{2}}{\varphi(q)}}\right|=\frac{1}{2}\pi(N)+\left|\sum_{p<N}e^{2\pi i\cdot\frac{\frac{\varphi(q)\mathrm{ind}(p-l)}{2}}{\varphi(q)}}\right|=\frac{1}{2}\pi(N)+$$

$$\left|\sum_{p<N}\chi_q(p-l)\right|,$$

но под знаком модуля стоит сумма значений неглавного характера $\mathrm{mod}\,q$, для которой по леммы основных результатов работы [8] справедлива оценка

$$\ll x\exp\left(-\sqrt{\ln q}\right).$$

Теорема доказана.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Виноградов И.М. Избранные труды. – М.: Изд-во АН СССР, 1952.
2. Weil A. On some exponential sums // Proc. Nat. Acad. Sci. USA, 1948, v.34. – PP. 204-207.
3. Карацуба А.А. Суммы характеров и первообразные корни в конечных полях // ДАН СССР. – 1968, т. 180. – №6. – С. 1287-1289.
4. Карацуба А.А. Суммы характеров с простыми числами // Известия АН СССР. Сер. матем. – 1970, т. 34. – С. 299-321.

5. Рахмонов З.Х. О распределении значений характеров Дирихле // УМН. – 1986, т. 41. – №1. – С. 201-202.
6. Рахмонов З.Х. О распределении значений характеров Дирихле и их приложения // Тр. МИАН. – 1994. т. 207. – С. 286-296.
7. Фридландера Дж.Б., Гонг К., Шпарлинский И.Е. Суммы значений характеров на сдвинутых простых числах // Матем. заметки. – 2010, т. 88, в. 4. – С. 605-619.
8. Рахмонов З.Х., Мирзорахимов Ш.Х. О распределении значений характеров Дирихле по модулю свободному от кубов в последовательности сдвинутых простых чисел // Чебышевский сборник. – 2016. т. 16. – №.4(56). – С. 201-216.
9. Рахмонов З.Х. Суммы характеров с простыми числами // Чебышевский сборник. – 2014, т. 15. – №.2(50). – С. 73-100.
10. Виноградов А.И. О плотностной теореме для L-рядов Дирихле // Известия АН СССР. Серия математическая. – 1965, т. 29, в. 4. – С. 903-934.

ТАТБИҚИ АРИФМЕТИКИИ СУММАИ ХАРАКТЕРҲОИ ДИРИХЛЕ АЗ РӮИ МОДУЛИ АЗ КУБ ОЗОД, ДАР ПАЙДАРПАЙИҲОИ ЛАҒЖОНИДАШУДАИ АДАДҲОИ СОДА

Дар мақола теоремаҳо оид ба формулаҳои асимпитотикӣ барои миқдори тафриқаҳои квадратӣ ва ғайриквадратии намуди $p + k$ ва барои миқдори индексҳои намуди

$$p \leq x, \qquad ind(p - l) \equiv s(mod\, n), \qquad n|\varphi(q), \qquad 0 \leq s \leq n - 1$$

ёфта шудааст

КАЛИДВОЖАҲО: адади соддаи лағжонидашуда, рамзи Якоби, суммаҳои характерҳо, тафриқаҳои квадратӣ ва ғайриквадратӣ, индексҳо.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ: Мирзораҳимов Шерали Ҳусейнбоевич, номзади илмҳои физика - математика, дотсенти кафедраи таҳлили математикии Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав. Тел.: (+992) 988-55-73-80; e-mail: smirzorakhimov@mail.ru.

АРИФМЕТИЧЕСКИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ СУММА ХАРАКТЕРОВ ДИРИХЛЕ ПО МОДУЛЮ, СВОБОДНОМУ ОТ КУБОВ, В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ СДВИНУТЫХ ПРОСТЫХ ЧИСЕЛ

В работе получены теоремы о асимптотических формулах для количества квадратичных вычетов и невычетов вида $\mathrm{p} + \mathrm{k}$ и количества индексов вида

$$\mathrm{p} \leq \mathrm{x}, \qquad \mathrm{ind}(\mathrm{p} - \mathrm{l}) \equiv \mathrm{s}(\mathrm{mod}\, \mathrm{n}), \qquad \mathrm{n}|\varphi(\mathrm{q}), \qquad 0 \leq \mathrm{s} \leq \mathrm{n} - 1.$$

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: сдвинутые простые числа, символ Якоби, суммы характеров, вычеты и невычеты, индексы.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ: Мирзорахимов Шерали Хусейнбоевич, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математического анализа Бохтарского государственного университета имена Носира Хусрава. Тел.: (+992) 988-55-73-80; e-mail: smirzorakhimov@mail.ru.

ARITHMETIC APPLICATIONS OF THE SUM OF CHARACTERS DIRICHLET MODULO FREE OF CUBES IN A SEQUENCE OF SHIFTED PRIMES

The paper obtains theorems on asymptotic formulas for the number of quadratic deductions and non-deductions of the form $p + k$ and the number of indices of the form

$$p \leq x, \qquad ind(p - l) \equiv s(mod\, n), \qquad n|\varphi(q), \qquad 0 \leq s \leq n - 1.$$

KEY WORDS: shifted primes, Jacobi symbol, sums of characters, deductions and non-deductions, indices.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR: Mirzorahimov Sherali Huseynboevich, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Mathematical Anaiysis of Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav. Phone: (+992) 988-55-73-80; e-mail: smirzorakhimov@mail.ru

УДК: 511.325

О ПРОБЛЕМЕ ВАРИНГА ДЛЯ ПОЧТИ ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫХ КУБОВ

Азамов А.З.
Институт математики имен А. Джураева Национальной академии наук Таджикистана

Аддитивные задачи с почти пропорциональными слагаемыми сформулировал и впервые изучил английский математик Мейтленд Райт в тридцатые годы прошлого века. К аддитивным задачам, которые он исследовал с почти пропорциональными слагаемыми, относятся теорема Лагранжа о представлении натуральных чисел суммой не более четырёх квадратов натуральных чисел и её обобщение, предложенное Варингом [1] в 1770 г., которое утверждает, что последовательность, образованная фиксированной степенью n чисел натурального ряда, образует в нём базис конечного порядка G(n), то есть каждое достаточно большое натуральное число N может быть представлено в виде

$$\mathrm{x}_1^{\mathrm{n}} + \mathrm{x}_2^{\mathrm{n}} + \cdots + \mathrm{x}_{\mathrm{r}}^{\mathrm{n}} = \mathrm{N}, \qquad (1)$$

где $x_1, x_2, \dots, x_r$ – натуральные числа и количество слагаемых r не превосходит фиксированную величину G(n), называемую порядком базиса последовательности $\{x^n\}$, или функцией Харди. Мейтленд Райт [2-4], исследуя проблему Варинга с почти пропорциональными слагаемыми, в частности доказал:

Если γ, μ_1, μ_2, μ_3, μ_4 - произвольные положительные числа, $\mu_1 + \mu_2 + \mu_3 + \mu_4 = 1$, $N = 2^{\xi}N_1$, N_1 - нечётное целое число, $N_1 > N_0 = N_0(\gamma, \mu_1, \dots, \mu_4)$ и выполняется условие

$$\left|x_i^2 - \mu_i N\right| \le \gamma\mu_i N, \qquad i = 1, 2, 3, 4,$$

тогда число N представимо в виде

$$N = x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + x_4^2;$$

пусть $\mu_1, \dots, \mu_r$ – фиксированные положительные числа, $\mu_1 + \dots + \mu_r = 1$, $r \ge r_0$,

$$0 < \beta < \alpha = \min\left(\frac{r-4}{4(r-3)}, \qquad \frac{r-2}{2(r-1)}\right), \qquad \gamma = \frac{r}{k} - 1 - (r-1)\beta,$$

I(N) - число решений уравнения (1) относительно $x_1, \dots, x_r$ с условием $|x_i^n - \mu_i N| \le A_i N^{1-\beta}$, тогда справедлива асимптотическая формула

$$I(N) = \frac{c(\prod \mu_i)^{\alpha-1}}{n^r \Gamma(r)} \mathfrak{S}(N) N^{\gamma} + O\left(N^{\gamma-d}\right),$$

где $c = c(A_1, \dots, A_s)$ - абсолютная постоянная, $d = d(r, \beta) > 0$.

Аддитивные задачи с почти равными слагаемыми являются частным случаем аддитивных задач с почти пропорциональными слагаемыми, так как при $\mu_1 = \dots = \mu_r$ аддитивная задача с почти пропорциональными слагаемыми превращается в задачу с почти равными слагаемыми.

Согласно теореме Дирихле о приближении действительных чисел к рациональным числам, каждое α из промежутка [−æ, 1 − æ], æτ = 1 представимо в виде

$$\alpha = \frac{a}{q} + \lambda, \quad (a, q) = 1, \qquad 1 \le q \le \tau, \qquad |\lambda| \le \frac{1}{q\tau}.$$

Через $\mathfrak{M}(P)$ обозначим те числа α, для которых $q \le P$, $P < Q$, а через $\mathfrak{m}(P)$ обозначим оставшиеся α. $\mathfrak{M}(P)$ и $\mathfrak{m}(P)$, соответственно, называются большими и малыми дугами.

Для произвольного фиксированного n поведения коротких тригонометрических сумм Г. Вейля вида

$$T_n(\alpha; x, y) = \sum_{x-y<m\le x} e(\alpha m^n),$$

в больших дугах было исследовано З.Х. Рахмоновым и его учениками в работах [5-8]. Воспользовавшись результатами этих работ, были решены следующие аддитивные задачи с почти равными слагаемыми:

Проблема Варинга с почти равными слагаемыми в случаях n = 3, 4, 5, точнее были найдены [8-9], асимптотические формулы для количества решений диофантова уравнения (5), с условиями

$$\left|x_i - \left(\frac{N}{2^n+1}\right)^{\frac{1}{n}}\right| \le H, \qquad i = 1, \dots, 2^n + 1, \qquad H \ge N^{\frac{1}{n} - \theta(n) + \varepsilon},$$

где

$$\theta(3) = \frac{1}{30}, \qquad \theta(4) = \frac{1}{108}, \qquad \theta(5) = \frac{1}{340}.$$

обобщение [5-6;10] тернарной проблемы Эстермана с почти равными слагаемыми о представлении достаточно большого натурального числа в виде

$$p_1 + p_2 + m^n = N,$$

при n = 2, 3, 4, в простых числах p_1, p_2 и натурального m, с условиями

$$\left|p_i - \frac{N}{3}\right| \le H, \quad i = 1,2, \qquad \left|m^n - \frac{N}{3}\right| \le H, \qquad H \ge N^{1-\theta(n)} \mathcal{L}^{c_n},$$

соответственно при

$$\theta(2) = \frac{1}{4}, \quad c_2 = 2; \qquad \theta(3) = \frac{1}{6}, \quad c_3 = 3; \qquad \theta(4) = \frac{1}{12}, \quad c_4 = \frac{40}{3}.$$

В этой работе доказывается асимптотическая формула в проблеме Варинга для девяти почти пропорциональных кубов.

Теорема 1. *Пусть N - достаточно большое натуральное число,* $\mu_1, \dots, \mu_9$ *- положительные фиксированные числа, удовлетворяющие условию*

$$\mu_1 + \dots + \mu_9 = 1,$$

$I(N,H)$ *- число представлений N суммою девяти кубов чисел* x_i, $i = \overline{1,9}$ *с условиями*

$$|x_i - (\mu_i N)^{\frac{1}{3}}| \le H, \qquad i = \overline{1,9}.$$

Тогда при $H \ge N^{\frac{3}{10}+\varepsilon}$ *справедлива асимптотическая формула:*

$$I(N,H) = \mathfrak{B}(N)\mathfrak{S}(N)\frac{H^8}{N^{\frac{2}{3}}} + O\left(\frac{H^8}{N^{\frac{2}{3}}\mathcal{L}^8}\right),$$

где $\mathfrak{B}(N)$ *- абсолютная постоянная являющиеся значением особого интеграла,* $\mathfrak{S}(N)$ *- особый ряд, сумма которого превосходить некоторое число c(N) > 0.*

Далее воспользуемся следующими обозначениями:

$$\gamma_n(\lambda; x, y) = \int_{-0,5}^{0,5} e\left(\lambda\left(x - \frac{y}{2} + yu\right)^n\right) du, S_n(a,q) = \sum_{m=1}^{q} e\left(\frac{am^n}{q}\right).$$

Теорема 1 доказывается круговым методом Харди, Литтлвуда, Рамануджана в форме тригонометрических сумм И.М. Виноградова, используя асимптотическую формулу для коротких тригонометрических сумм Г. Вейля $T_3(\alpha; x, y)$ в малой окрестности центра больших дуг (следствие 1.1 леммы 1); нетривиальную оценку для коротких тригонометрических сумм Г. Вейля $T_3(\alpha; x, y)$ в больших дугах за исключением малой окрестности их центров (следствие 1.2 леммы 1); обобщение теорема Хуа Ло-Кена для коротких тригонометрических сумм Г. Вейля $T_3(\alpha; x, y)$, а именно правильные по порядку оценки интегралов по периоду от восьмой степени модуля этих сумм (лемма 2); нетривиальную оценку для коротких тригонометрических сумм Г. Вейля $T_3(\alpha; x, y)$ в малых дугах (лемма 3);

Лемма 1. [5]. Пусть $\tau \ge 2n(n-1)x^{n-2}y$ и $\lambda \ge 0$,, тогда при $\{n\lambda x^{n-1}\} \le \frac{1}{2q}$, имеет место формула

$$T_n(\alpha, x, y) = \frac{S_n(a,q)}{q} T_n(\lambda; x, y) + O\left(q^{\frac{1}{2}+\varepsilon}\right),$$

а при $\{n\lambda x^{n-1}\} > \frac{1}{2q}$ имеет место оценка

$$|T_n(\alpha, x, y)| \ll q^{1-\frac{1}{n}} \ln q + \min_{2 \le k \le n}\left(yq^{-\frac{1}{n}}, \lambda^{-\frac{1}{k}} x^{1-\frac{n}{k}} q^{-\frac{1}{n}}\right).$$

Следствие 1.1. Пусть $\tau \ge 2n(n-1)x^{n-2}y$, $|\lambda| \le \frac{1}{2nqx^{n-1}}$, тогда имеет место соотношение

$$T_n(\alpha, x, y) = \frac{y}{q} S_n(a,q)\gamma_n(\lambda; x, y) + O\left(q^{\frac{1}{2}+\varepsilon}\right).$$

Следствие 1.2. Пусть $\ge 2n(n-1)x^{n-2}y$, $\frac{1}{2nqx^{n-1}} < |\lambda| \le \frac{1}{q\tau}$, тогда имеет место оценка

$$T_n(\alpha; x, y) \ll q^{1-\frac{1}{n}} \ln q + \min_{2 \le k \le n}\left(yq^{-\frac{1}{n}}, x^{1-\frac{1}{k}} q^{\frac{1}{k}-\frac{1}{n}}\right).$$

Лемма 2. При $x \ge x_0 > 0$, $\sqrt{x} < y \le 0{,}01x$ имеет место оценка

$$\int_0^1 |T_3(\alpha; x, y)|^8 d\alpha \ll y^{5+\varepsilon}.$$

Лемма 3. Пусть $x \ge x_0 > 0$, α - вещественное число, $\left|\alpha - \frac{a}{q}\right| \le \frac{1}{q^2}$, $(a,q) = 1$, тогда при $\sqrt{x} < y \le 0{,}01x$ имеет место оценка

$$T_3(\alpha; x, y) \le 6y^{1+\varepsilon}\left(\frac{1}{y} + \frac{1}{q} + \frac{q}{y^3}\right)^{\frac{1}{4}}.$$

ЛИТЕРАТУРА:

1. Waring E.M. Meditationes algebraicae. – Cambridge, 1770.
1. Wright E.M. The representation of a number as a sum of four ’almost proportional’ squares // The Quarterly

Journal of Mathematics. – 1936, v. os-7, Is. 1. – PP. 230-240.
2. Wright E.M. Proportionality conditions in Waring's 7problem // Mathematische Zeitschrift. – 1934, v. 38. – PP. 730-746.
3. Wright E.M. An extension of Waring's problem. – Philos. Trans. R. Soc. Lond. Ser. A 232 1-26 (1933), Zbl 0006.39602
4. Рахмонов З.Х. Тернарная задача Эстермана с почти равными слагаемыми // Математические заметки. – 2003, т. 74, вып. 4. – С. 564-572.
5. Рахмонов З.Х. Кубическая задача Эстермана с почти равными слагаемыми // Математические заметки. – 2014, т. 95. вып. 3. – С. 445-456.
6. Рахмонов З.Х. Короткие тригонометрические суммы Г. Вейля // Ученые записки Орловского университета, серия естественные, технические и медицинские науки. – 2012. – №6. Часть 2. – С. 194-203.
7. Рахмонов З.Х., Н.Н. Назрублоев, Рахимов А.О. Короткие суммы Г. Вейля и их приложения // Чебышевский сборник. – 2015, т. 16. – №1(53). – С. 232-247.
8. Азамов А.З., Рахмонов З.Х. Асимптотическая формула в проблеме Варинга для четвертых степеней с почти равными слагаемыми // ДАН РТ. – 2011, т. 54. – №3. – С. 165-172.
9. Рахимов А.О., Рахмонов Ф.З. Об одной аддитивной задаче с почти равными слагаемыми // Исследования по алгебре, теории чисел, функциональному анализу и смежным вопросам. – Саратов: Изд. Саратовский НИГУ им. Н.Г. Чернышевского, 2016. – №8. – С. 87-89. ISSN: 1810-4134

РОҶЕЪ БА МУАММОИ ВАРИНГ БАРОИ КУБҲОИ ҚАРИБ МУТАНОСИБ

Ҳангоми $H \geq N^{\frac{3}{10}+\varepsilon}$, N – ададӣ кифояи калони натуралӣ барои миқдори тасвирҳои N дар намуди

$$x_1^3 + \cdots + x_9^3 = N, \qquad |x_i - (\mu_i N)^{\frac{1}{3}}| \leq H, \qquad i = \overline{1,9},$$

$\mu_1, \dots, \mu_9$ – ададӣ мусбати қайдкардашуда ва $\mu_1 + \cdots + \mu_9 = 1$, формулаи асимптотӣ исбот карда шудааст.

КАЛИДВОЖАҲО: муаммои Варинг, ҷамъшавандаҳои қариб мутаносиб, суммаи кӯтоҳи тригонометрӣ.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ: Азамов Аслиддин Замонович, номзади илмҳои физика-математика, дотсент, ходими калони илмии Институти математикаи ба номи А. Ҷураеви Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон. E-mail: asliddinkhon@mail.ru

О ПРОБЛЕМА ВАРИНГА ДЛЯ ПОЧТИ ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫХ КУБОВ

При $H \geq N^{\frac{3}{10}+\varepsilon}$, N - достаточно большое натуральное число доказана асимптотическая формула для количества представления N в виде

$$x_1^3 + \cdots + x_9^3 = N, \qquad |x_i - (\mu_i N)^{\frac{1}{3}}| \leq H, \qquad i = \overline{1,9},$$

где $\mu_1, \dots, \mu_9$ - положительные фиксированные числа, и $\mu_1 + \cdots + \mu_9 = 1$.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: проблема Варинга, почти пропорциональные слагаемые, короткая тригонометрическая сумма.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ: Азамов Аслиддин Замонович, доцент, ст. научный сотрудник Института математики имени А. Джураева Национальной академии наук Таджикистана. E-mail: asliddinkhon@mail.ru

WARING'S PROBLEM FOR ALMOST PROPORTIONAL CUBES

For $H \geq N^{\frac{3}{10}+\varepsilon}$, N a sufficiently large natural number, we prove an asymptotic formula for the number of representation N in the form

$$x_1^3 + \cdots + x_9^3 = N, \qquad |x_i - (\mu_i N)^{\frac{1}{3}}| \leq H, \qquad i = \overline{1,9},$$

where $\mu_1, \dots, \mu_9$ — positive fixed numbers, and $\mu_1 + \cdots + \mu_9 = 1$.

KEY WORDS: Waring's problem, almost proportional terms, short exponential sums.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR: Azamov Asliddin Zamonovich, Ass. Professor, Institute of Mathematics named after A. Juraev of National Academy of Sciences of Tajikistan. E-mail: asliddinkhon@mail.ru

РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА НА ЯЗЫКЕ ПРОГРАМИРОВАНИЯ VISUAL BASIC ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ

Исозода А.З.
Дангаринский государственный университет
Юнуси Ф.М., Шарифов Б.Л.
Таджикский национальный университет

Построение модели. Требуется определить численность трудовых ресурсов [1-9] или численность биологических популяций при предположении существования конкуренций между видами. Математически в общем случае эту задачу можно сформулировать в виде модели [10-13]:

$$\begin{cases} \frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial N}{\partial a} + \sum_{j}^{\Sigma} \vartheta_j \frac{\partial N}{\partial x_j} = (F_0(a) - \omega N)N + \sum_{j}^{\Sigma} D_j \frac{\partial^2 N}{\partial x_j^2}, 0 < x_j < L_j, 0 < a \le ak_{max} \\ N(x,a,0) = N_0(x,a), 0 \le x \le L_j, 0 \le a \le a_{max} \\ N(x,0,t) = \int_0^{a_{max}\int} B_0(\xi) N(x,\xi,t) d\xi, 0 \le x_j \le L_j, 0 \le t \le t_k \\ \frac{\partial N}{\partial x} - \alpha_j N|_{x_j=(0,L_j)} = 0, \{ \end{cases}$$

Здесь *N*, *t*, *a*, *F*, *D*, *V*, *B* являются параметрами рассмотренного процесса. Для простоты предполагаем, что величина трудовых ресурсов или соответствующие численности биологических популяции зависят только от времени. Для простоты задачу сведем к точечной модели. Пусть популяция достигает своего максимума пространственным координатам, тогда вместо вышенаписанной задачи имеем [14-17]:

$$M(a,t)=max\ \ N(x,a,t),$$

$$\frac{\partial^2 N}{\partial x_i^2} \le 0\ ,\ \frac{\partial N}{\partial x_i} = 0, \sum_{i=1}^{m} D_i \frac{\partial^2 N}{\partial x_i^2} \le 0\ , \frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial N}{\partial a} - F(a,t)\ N \le 0,$$

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial a} - F(a,t)M = -\delta M \qquad \sum_{i=1}^{m} D_i \frac{\partial^2 N}{\partial x_i^2} \sim -\ \delta M,$$

и, следовательно, получим задачу определения численности трудовых ресурсов в виде

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial N}{\partial a} + \sum_{j} = (F_0(a) - \delta - \omega N)N\ ,$$

$$N(a,0) = N_0(a), 0 \le a \le a_{max}$$

$$N(0,t) = \int_0^{a_{max}\int} B_0(\xi) N(\xi,t) d\xi, 0 \le t \le t_{k.}.$$

Полагая $t=a+\tau$, при постоянной $F_0(a)$ получим следующую точечную задачу логистического типа

$$\frac{dN}{dt} = \delta N - \epsilon N^2,\ N|_{t=0} = N_0\ \ ,$$

и алгоритм решения поставленной задачи в случае, когда численность зависит только от времени. Тогда данный алгоритм можно интерпретировать в виде следующих действий: количественный состав некоторого биологического или экономического (трудовые ресурсы) вида отмечаем как, $N(t), t \in [0, t_k]$ в момент времени t. Темп роста процесса отмечаем как $\delta = b_0 - d_0$, а конкуренцию (самоограничение) отмечаем, как ε, и тогда получаем уравнение логистика, в это уравнение подставляем начальные условия:

$$\frac{dN}{dt} = \delta N - \epsilon N^2,\ N|_{t=0} = N_0,$$

и следовательно

$$\boxed{N(t) = \frac{N_0 \epsilon^{\delta t}}{1 - N_0 \frac{\epsilon}{\delta} + N_0 \frac{\epsilon}{\delta} e^{\delta t}}}.$$

Основные технические данные модели:

Вот как построить компьютерную программу:

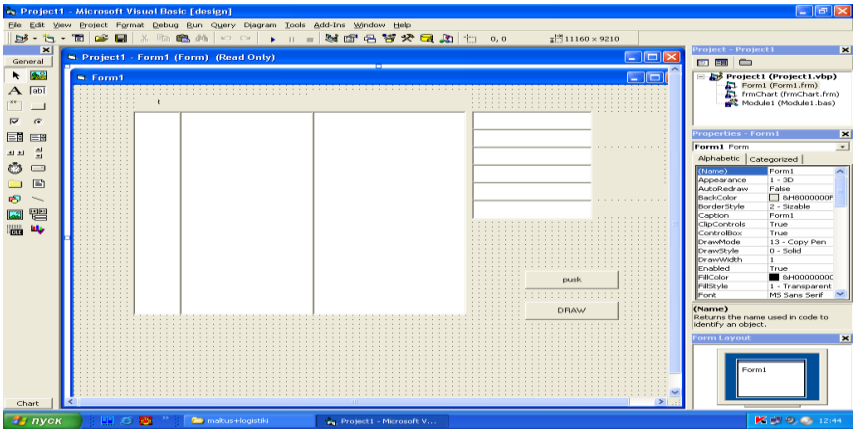


Рисунок 1.

```
Option Base 1
Private Sub cmdDraw_Click()
   frmChart.chrt.ChartData = ar
   frmChart.chrt.Column = 1
   frmChart.chrt.ColumnLabel = "Maltus"
   frmChart.chrt.Column = 2
   frmChart.chrt.ColumnLabel = "Logistiki"
   frmChart.Show
End Sub
Private Sub Command1_Click()
   Dim tk As Double, n As Double, h As Double, m As Double, eps As Double
   Dim max  As Integer, i As Integer, j As Integer, n0 As Double, d As Double
   List1.Clear
   List2.Clear
   List3.Clear
   tk = CDbl(InputBox("  tk - ro dokhil kuned"))
   t0 = CDbl(InputBox("  t0 - ro dokhil kuned"))
   n0 = CDbl(InputBox(" n0 - dokhil kuned"))
   h = CDbl(InputBox(" h - dokhil kuned"))
   eps = CDbl(InputBox(" eps - dokhil kuned"))
   d = CDbl(InputBox(" delta - dokhil kuned"))
   Text1.Text = CStr(tk)
   Text2.Text = CStr(t0)
   Text3.Text = CStr(n0)
   Text4.Text = CStr(h)
   Text5.Text = CStr(eps)
   Text6.Text = CStr(d)
   Label4.Caption = "tk"
   Label5.Caption = "t0"
   Label6.Caption = "n0"
   Label7.Caption = "h"
   Label8.Caption = "epsilon"
   Label9.Caption = "delta"
   Label2.Caption = "maltus"
   Label3.Caption = "logistiki"
```

```
    max = Int((tk - t0) / h)
    ReDim ar(0 To max, 0 To 2)
    For t = t0 To tk Step h
    n = n0 * Exp(d * t)
    m = n0 * Exp(d * t) / (1 + n0 * (Exp(d * t) - 1) * eps / d)
        List1.AddItem (t)
        List2.AddItem (n)
        List3.AddItem (m)
        Next t
    For j = 0 To List1.ListCount - 1
          ar(j, 0) = """ + CStr(j) + """
        ar(j, 1) = List2.List(j)
        ar(j, 2) = List3.List(j)
    Next j
End Sub
Private Sub List1_Click()
    List2.ListIndex = List1.ListIndex
    List3.ListIndex = List1.ListIndex
End Sub
Private Sub List1_Scroll()
    List2.TopIndex = List1.TopIndex
    List3.TopIndex = List1.TopIndex
End Sub
Private Sub List2_Click()
    List1.ListIndex = List2.ListIndex
    List3.ListIndex = List2.ListIndex
End Sub
Private Sub List2_Scroll()
    List1.TopIndex = List2.TopIndex
    List3.TopIndex = List2.TopIndex
End Sub
Private Sub List3_Click()
    List2.ListIndex = List3.ListIndex
    List1.ListIndex = List3.ListIndex
End Sub
Private Sub List3_Scroll()
    List2.TopIndex = List3.TopIndex
    List1.TopIndex = List3.TopIndex
End Sub
Option Explicit
Private Sub Form_Load()
 chrt.Title = "The Number of population: Maltus va Logistiki"
End Sub
Private Sub Form_Resize()
Me.WindowState = 2
chrt.Left = 0
chrt.Top = 0
chrt.Height = Me.Height - 2000
chrt.Width = Me.Width
Dim i As Long
Option1(0).Top = Me.Height - 1500
Option1(0).Left = Me.Left
For i = 1 To 9
  Option1(i).Visible = True
  Option1(i).Top = Option1(0).Top
  Option1(i).Left = Option1(i - 1).Left + Option1(0).Width + 150
Next
End Sub
```

```
Private Sub Option1_Click(index As Integer)
  chrt.chartType = index
  'MSCh.ChartData = ar
 ' MS.Legend.Location.LocationType = VtChLocationTypeTop
End Sub
Option Explicit
Private Sub Form_Load()
 chrt.Title = "The Number of population: Maltus va Logistiki"
End Sub
Private Sub Form_Resize()
Me.WindowState = 2
chrt.Left = 0
chrt.Top = 0
chrt.Height = Me.Height - 2000
chrt.Width = Me.Width
Dim i As Long
Option1(0).Top = Me.Height - 1500
Option1(0).Left = Me.Left
For i = 1 To 9
  Option1(i).Visible = True
  Option1(i).Top = Option1(0).Top
  Option1(i).Left = Option1(i - 1).Left + Option1(0).Width + 150
Next
End Sub
Private Sub Option1_Click(index As Integer)
  chrt.chartType = index
  'MSCh.ChartData = ar
 ' MS.Legend.Location.LocationType = VtChLocationTypeTop
End Sub
```

Вычислительные эксперименты:

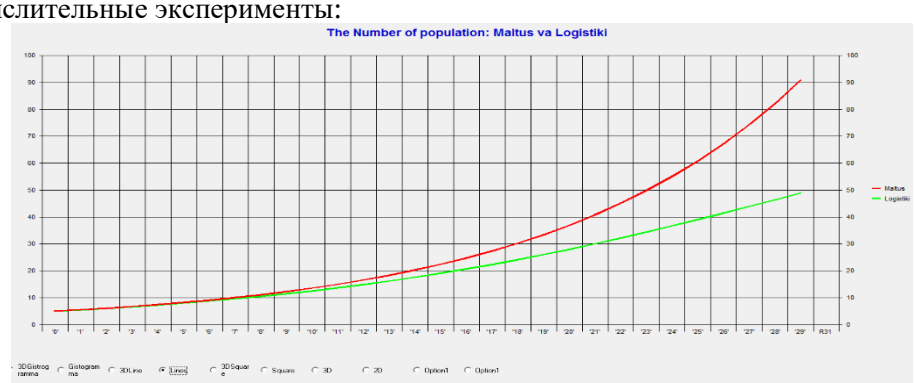


Рисунок 2.

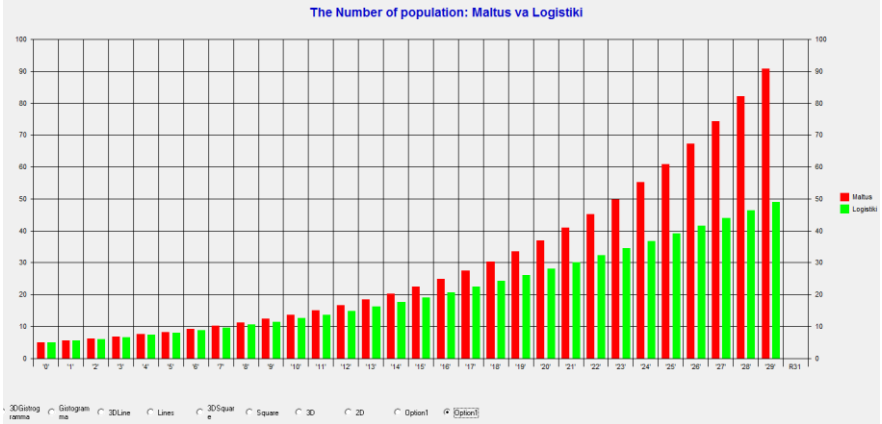


Рисунок 3.

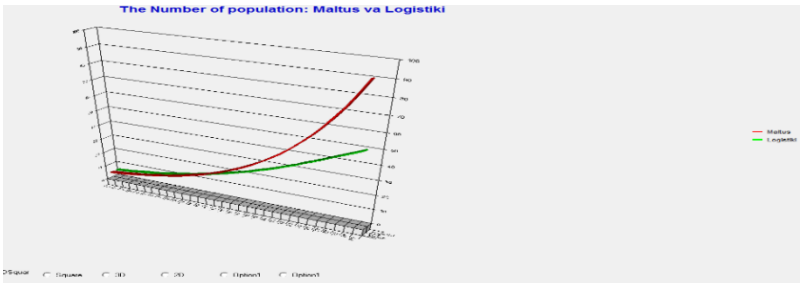


Рисунок 4.

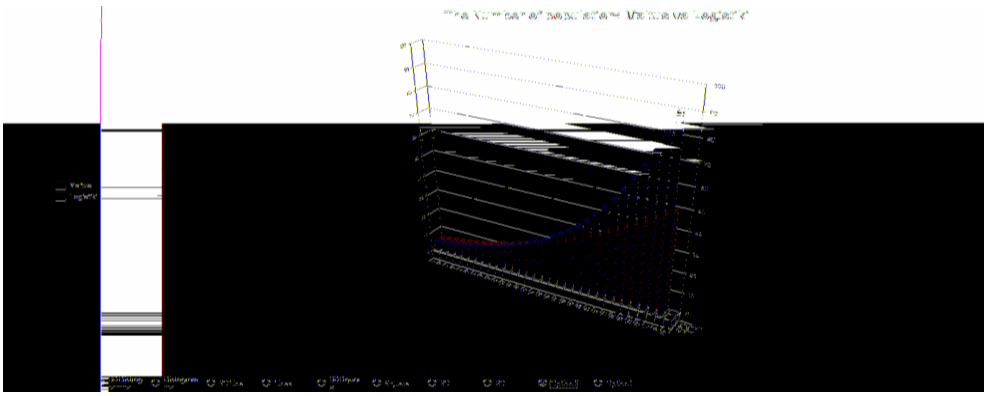
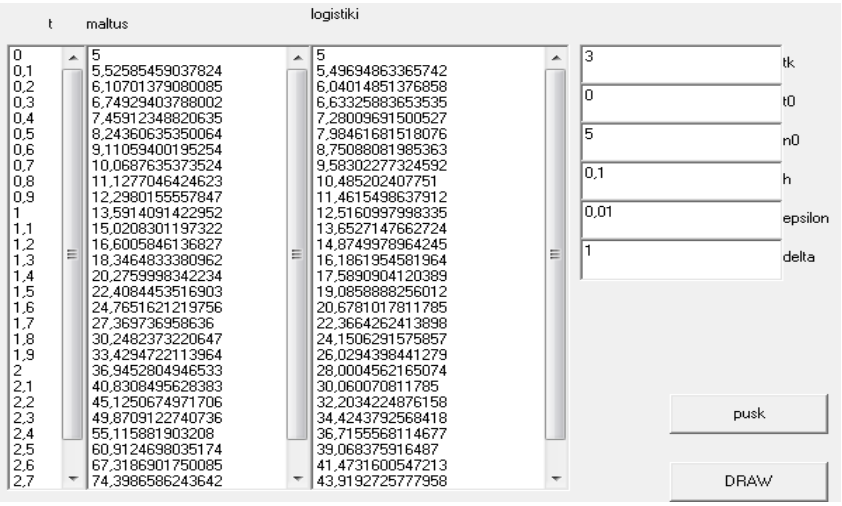


Рисунок 5.



t	maltus	logistiki
0	5	5
0,1	5,52585459037824	5,49694863365742
0,2	6,10701379080085	6,04014851376858
0,3	6,74929403788002	6,63325883653535
0,4	7,45912348820635	7,28009691500527
0,5	8,24360635350064	7,98461681518076
0,6	9,11059400195254	8,75088081985363
0,7	10,0687635373524	9,58302277324592
0,8	11,1277046424623	10,485202407751
0,9	12,2980155557847	11,4615498637912
1	13,5914091422952	12,5160997998335
1,1	15,0208301197322	13,6527147662724
1,2	16,6005846136827	14,8749978964245
1,3	18,3464833380962	16,1861954581964
1,4	20,2759998342234	17,5890904120389
1,5	22,4084453516903	19,0858888256012
1,6	24,7651621219756	20,6781017811785
1,7	27,369736958636	22,3664262413898
1,8	30,2482373220647	24,1506291575857
1,9	33,4294722113964	26,0294398441279
2	36,9452804946533	28,0004562165074
2,1	40,8308495628383	30,060070811785
2,2	45,1250674971706	32,2034224876158
2,3	49,8709122740736	34,4243792568418
2,4	55,115881903208	36,7155568114677
2,5	60,9124698035174	39,068375916487
2,6	67,3186901750085	41,4731600547213
2,7	74,3986586243642	43,9192725777958

Рисунок 6.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Барро Р.Д., Сала-и-Мартин Х. Экономический рост / Пер. с англ. – М.: Бином. // Лаборатория знаний, 2010. – 824 с. ISBN: 978-5-94774-790-4.
2. Бланшар О.Ж., Фишер С. Лекции по макроэкономике = Lectures on macro-economics. – М.: Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2014. – 680 с. ISBN: 978-5-7749-0829-5.
3. Джонс Ч.И., Воллрат Д. Введение в теорию экономического роста = Introduction to Economic Growth. – М.: Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2018. – 296 с. ISBN: 978-5-7749-1299-5.
4. Нуреев Р.М. Экономика развития: модели становления рыночной экономики. – М.: НОРМА, 2008. – 367 с. ISBN: 978-5-468-00159-2.
5. Ромер Д. Высшая макроэкономика = Advanced Macroeconomics. – М.: Изд. дом ВШЭ, 2014. – 855 с. ISBN: 978-5-7568-0406-2.
6. Туманова Е.А., Шагас Н.Л. Макроэкономика. Элементы продвинутого подхода. – М.: ИНФРА-М, 2004. – 400 с. ISBN: 5-1600-1864-6.
7. De Long J.B. Productivity Growth, Convergence, and Welfare: Comment // The American Economic Review (англ.) рус. – 1988. – Vol. 78. – №5. – P. 1138-1154.
8. Hall R.E., Jones C.I. The Productivity of Nations // NBER Working Paper. – 1996. – №5812. DOI:10.3386/w5812.
9. Solow R.M. Technical Change and the Aggregate Production Function // The Review of Economics and Statistics (англ.) рус. – 1957. – Август, vol. 39. – №3. – P. 312-320.
10. Yunusi M.K. Tajikistan by 2000 and some Integration Questions Modeling of Global Economy. The book: Globalization of the Economy. The Effects on Politics Society and Family. The 8-th Inter. Congress of

PWPA. – Seoul, Korea, February, 10-14, 2000. – P. 136-139. See also: Preprint, the same title. – Seoul, Korea, February 10-14, 2000. – 15 p.
11. Yunusi M.K. Introduction to the model economy. – Dushanbe: TNU, 2001. – 37 p.
12. Yunusi M.K. General model production with corresponding economical systems and its applications. ICM 2002. – Beijing, Chine 2002. – P. 385. (See also: The same name, Preprint. TNU. – Dushanbe, 2002. – 22 p.).
13. Yunusi M.K. The model functional and its application's. The Book. Modern problems and applications of algebra, number theory and mathematical analysis. – Dushanbe, 2019. – PP. 292-297.
14. Yunusi M.K. The Producing functional and its applications. International journal of pure mathematics, doi: 10.46300/91019.2020.7.1, Volume 7, 2020. ISSN: 2313-0571.
15. Muhamadyusuf Yunusi. Generating spaces with weights and their application in solving modern problems of science and technology // J. University Bulletin. – No.3, 2021. – PP. 92-102.
16. Юнуси Ф.М. Общие модели экономики и анализ их параметров // Вестник Таджикского национального университета (научный журнал). – 2011. – №1(65). – PP. 33-43.
17. Юнуси Б.М. Дерево чисел в уменьшении размерности массивов // Вестник Таджикского национального университета, 2021. – №4. – С. 151-161.

КОРКАРДИ ОЗМОИШИ КОМПЮТЕРӢ ДАР ЗАБОНИ БАРНОМАСОЗИИ VISUAL BASIC БАРОИ ПЕШГӮИИ ШУМОРАИ ЗАХИРАҲОИ МЕҲНАТӢ

Мақола ба таҳияи як воситаи ҳисоббарорӣ дар шакли маҷмуи барномаҳо дар забони барномасозии VB бо мақсади пешгӯии шумораи захираҳои меҳнатӣ бо дарназардошти вақт, синну сол ва мавқеи фазоӣ дар доираи амсилаҳои логистикии нуқтагӣ бахшида шудааст. Намунаи сохтани амсилаҳои оддитарини компютерии захираҳои меҳнатӣ, инчунин гузаронидани таҷрибаҳои ҳисоббарорӣ бо маълумоти амсилавӣ нишон дода шудааст. Методологияи таҳияшуда дар амсилаи маъруфи рушди логистикӣ, ки дар экология ва иқтисодиёт татбиқи сершумор дорад, тафсир шудааст.

КАЛИДВОЖАҲО: воситаи ҳисоббарорӣ, техника, барнома, амсилаҳои компютерӣ, таҷрибаҳои ҳисоббарорӣ, амсилаи логистикӣ, захираҳои меҳнатӣ.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Исозода Афзалшо Зиёдулло, омӯзгори кафедраи информатика ва ҳифзи иттилооти Донишгоҳи давлатии Данғара.

Юнуси Фирдавс Маҳмадюсуф, унвонҷӯи кафедраи амсиласозии математикии компютерии Донишгоҳи миллии Тоҷикистон.

Шарифов Бахтиёр Латифович, омӯзгори кафедраи информатикаи Донишгоҳи миллии Тоҷикистон.

РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА НА ЯЗЫКЕ ПРОГРАМИРОВАНИЯ VISUAL BASIC ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ

Статья посвящена разработке вычислительного инструмента в виде комплекса программ на языке VB с целью прогнозирования численности трудовых ресурсов с учетом временных возрастных - пространственных распределений в случае точечных логистических моделей. Показан пример создания простейших компьютерных моделей трудовых ресурсов, а также проведению вычислительных экспериментов с модельными данными. Разработанная методика интерпретируется на хорошо известной модели логистического роста, имеющего многочисленных применений в экологии и экономике.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: вычислительный инструмент, методика, программа, компьютерные модели, вычислительные эксперименты, логистическая модель, трудовые ресурсы.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Исозода Афзаошо Зиёдулло, преподаватель кафедры информатики и защиты информации Дангаринского государственного университета.

Юнуси Фирдавс Махмадюсуф, соискатель кафедры математического компьютерного моделирования Таджикского национального университета.

Шарифов Бахтиёр Латифович, преподаватель кафедры информатики Таджикского национального университета.

РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА НА ЯЗЫКЕ ПРОГРАМИРОВАНИЯ VISUAL BASIC ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ

The article is devoted to the development of a computing tool in the form of a set of applications in the VB language in order to predict the number of labour resources, taking into account time, age and spatial location within the point logistics models. An example of creating the simplest computer models of labour resources, as well as conducting computational experiments with model data is shown. The developed methodology is interpreted on a well-known model of logistic growth, which has numerous applications in ecology and economics.

KEY WORDS. computational tool, technique, program, computer models, computational experiments, logistic model, labour resources.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Isozoda Afzaosho Ziyodullo, Lecturer at the Department of Informatics and Information Security of the Dangara State University.

Yunusi Firdavs Mahmadyusuf, PhD student at the Department of Mathematical Computer Modeling of the Tajik National University.

Sharifov Bakhtiyor Latifovich, Lecturer at the Department of Informatics of the Tajik National University.

УСУЛИ ТАНЗИМИ СОХТОРҲОИ БИОЛОГИИ НОУСТУВОРИ МАМНУЪГОҲИ «БЕШАИ ПАЛАНГОН»

Гулов С.Х.
Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав
Мирзоев С.Ҳ., Одиназода С.А.
Донишгоҳи миллии Тоҷикистон

Муқаддима. Ҳифзи захираҳои табиӣ, хусусан нигоҳдории намудҳои нодир ва қиматбаҳои биологӣ, аз ҷумлаи муҳимтарин вазифаҳои инсонӣ ба шумор меравад, ки он дар ҳолатҳои мухталифи ангезаҳои антропогенӣ ба пешгӯӣ ва арзёбии динамикаи популятсияҳо, ҳамҷамъиятҳои биологӣ ва системаҳои экологӣ (экосистемаҳо) ниёз дорад. Гузаронидани озмоишу таҷрибаҳои бевоситаи илмӣ барои экосистемаҳо бағоят гарон ва тулонӣ ба даст меоянд ва дар баъзе мавридҳо ба даст овардани онҳо ғайриимкон мебошад. Бинобар ин, зарурати банақшагирӣ ва гузаронидани намудҳои гуногуни чорабиниҳои муҳофизатӣ ба миён меояд, ки онҳо ба натиҷаҳои пешдиди қарорҳои қабулшаванда вобаста мебошанд. Ҳамаи ин далелҳо актуалӣ будани мавзуи матраҳшударо ифода мекунад.

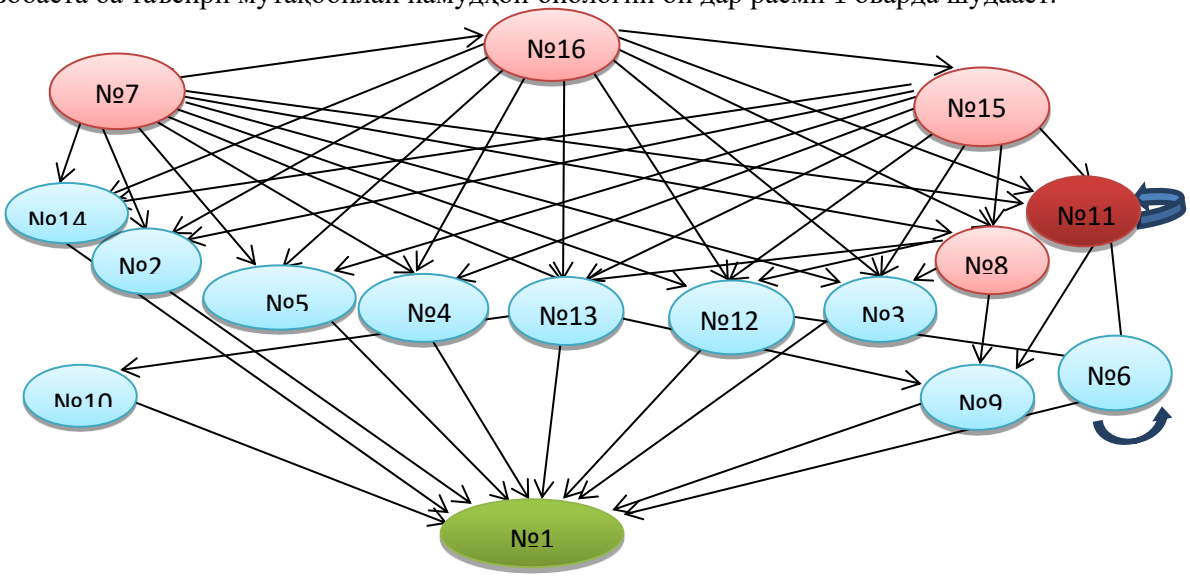
Омӯзиши масъалаи мазкур дар корҳои илмии олимон ва муҳаққиқони машҳури хориҷию ватанӣ Малтус Т., Ферхюлст П., Лотки А., Одум Ю., Мей Р., Ҷеффрис К., Jorgensen S.E., Chen C.W., Orlob G.T., Straskraba A., Di Toro D.M., Ikushima I., Park R.A., Steele J.H., Vollenweider R.A., Volterra V., WebbClenn F., Моисеев Н.Н., Свирежев Ю.М., Воинов А.А., Логофет Д.О., Тарко А.М., Алексеев В.В., Лукянов Н.К., Горстко А.Б., Домбровский Л.В., Меншуткин В.В., Винберг Г.Г., Анисимов С.И., Леонов А.В., Юнусӣ М.К., Комилиён Ф.С. ва дигарон ба мушоҳида мерасад [3].

Амсиласозии математикии динамикаи миқдори популятсияи биологӣ таърихи нисбатан тулонӣ дошта, дар ин ҷода мавқеи пешоҳангиро амсилаи Т. Малтус, ки барои баҳисобгирии афзоиши экспоненсиалии аҳолии кураи Замин бахшида шудааст, ишғол менамояд. Амсилаи Малтусро П. Ферхюлст бо дарназардошти маҳдудияти афзоиши популятсия такмил дода, муодилаи логистикии ӯ боиси пайдо шудани амсилаи классикии «даранда-сайд»-и Лотка-Волтерра гардид.

Самти махсусро дар таҳқиқи таҳаввулоти системаҳои экологӣ – масъалаи устуворӣ ва сифатан устувории мамнуъгоҳҳо ташкил медиҳад. Пас аз пайдо шудани меъёрҳои Р. Мей ва К. Ҷеффрис, устуворӣ ва сифатан устувории мамнуъгоҳҳо омӯхта шуда, дар таҳқиқоти муаллифони гуногун истифода шуданд.

Мафҳуми потенсиали биологӣ бошад аз тарафи А. Лотка барои амсилаҳои нуқтагии популятсияҳои алоҳида нигоҳдошташаванда ворид карда шуда, барои амсилаҳои умумии системаҳои экологӣ, бо дарназардошти синну сол ва тақсимоти фазоӣ, аз тарафи олими тоҷик профессор М. Юнусӣ ҷорӣ ва асоснок карда шудааст [1].

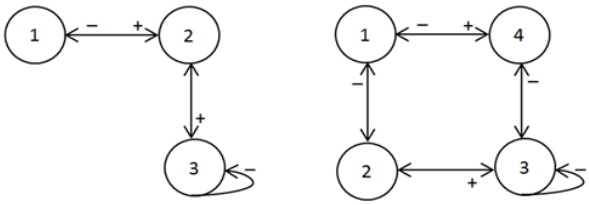
Масъалаҳои устуворӣ ва сифатан устувории мамнуъгоҳ. Масъалаи устуворӣ ва сифатан устувори экосистемаи мамнуъгоҳи «Бешаи палангон» (барои қисмати қамишию биёбонӣ) вобаста ба таъсири мутақобилаи намудҳои биологии он дар расми 1 оварда шудааст.



Расми 1. Амсилаи консептуалии системаи экологии мамнӯъгоҳи «Бешаи палангон» (барои қисмати қамишию биёбонӣ).

Дар асоси амсилаи консептуалии сохташуда (расми 1) ва меъёрҳои устувории сифатии Р. Мей ва К. Джеффрис сифатан устувор ва ноустувор будани мамнуъгоҳи «Бешаи палангон» (барои қисмати қамишию биёбонӣ)-ро муайян менамоем [2; 7].

Дар асоси матритсаи ҳамҷамъият барои сохторҳои биологии сифатан устувор ва ноустувори мамнуъгоҳи «Бешаи палангон» дар мисоли сохторҳои биологии таъсири мутақобилаи қисматҳои қамишию биёбонӣ системаи биологии мамнуъгоҳ мавриди таҳқиқ қарор гирифтаанд.

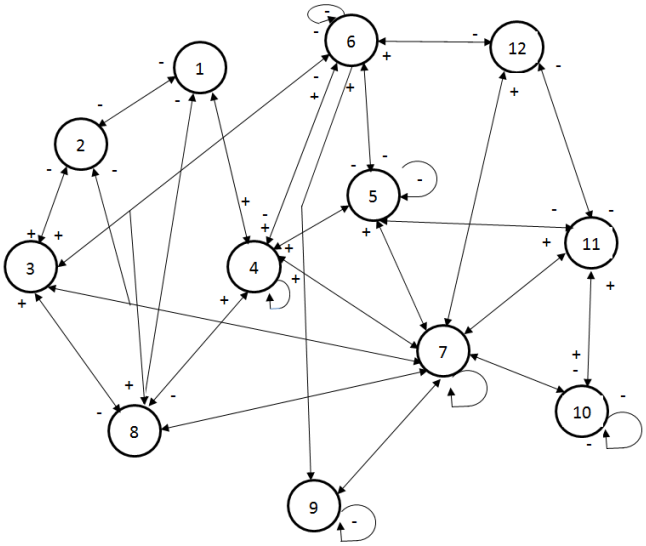


а) б)

Расми 2. а) ГАТ-и системаи сесатҳа; б) ГАТ-и системаи чорсатҳа.

Собит шудааст, ки системаи муттаҳидаи чорсатҳаи «ҳамҷамъияти растаниҳо-ҳайвоноти гиёҳхӯр-дарандаҳо-хояндаҳо» бо ГАТ-и таъсири мутақобил, ки дар расми 2 б оварда шудааст, сифатан устувор намебошад.

Барои экосистемаи бисёрсатҳаи «ҳамҷамъияти растаниҳо (1), ҳайвоноти гиёҳхӯр (2), дарандаҳо (3), парандаҳо (4), моҳиҳо (5), хазандаҳо (6), ҳашарот (7), хояндаҳо (8), ҳашаротхӯрҳо (9), тортанакшаклҳо (10), обхокиҳо (11), дастболҳо (12)», граф бо алоқаҳои трофикии (ГАТ) дар расми 3 тасвиршуда низ шартҳои устувории сифатӣ иҷро намегардад, то он замоне, ки алоқаҳои «рах-рах»-и миёни популятсияҳо ба назар гирифта нашавад, он гоҳ системаи муоинашаванда ба системаи сифатан устувор мубаддал мегардад. Аз ин рӯ, барои ба даст овардани сохтори устувори ҳамҷамъияти мамнуъгоҳ бояд ба таври сунъӣ шумораи популятсияҳои мувофиқ тавре тағйир дода шаванд, ки алоқаҳои «рах-рах»-и ГАТ аз байн раванд [6].



Расми 3. ГАТ-и экосистемаи бисёрсатҳа.

Усули муназзамсозии сохтори биологии мамнуъгоҳ. Акнун усули муназзамсозии сохторҳои биологии ноустувори «Бешаи палангон» (барои қисмати қамишию биёбонӣ)-ро дида мебароем. Моҳияти усул аз он иборат аст, ки дар ҳамҷамъияти экологии додашуда ё таносуби байни шумораи намудҳои он тағйир дода мешавад, ё ба он намудҳои нав илова мегарданд («васеъшавӣ»-и ҳамҷамъият), ё аз он баъзе аз намудҳо нест карда мешаванд («тангшавӣ»-и ҳамҷамъият), то ки ҳамҷамъияти нави ташаккулёфта устувор гардад. Усули муназзамсозӣ маънои математикии онро дорад, ки аз маҷмуи U зермаҷмуи U^* ҷудо карда мешавад, то ҳолати системаи экологии асимптотӣ устувор гардад.

Бигузор матритсаи ҳамҷамъияти мамнуъгоҳ [1-2]:

$$\dot{N} = f(N,t) + Bu, 0 < t \leq t_k,$$

дар намуди зерин

$$A = \frac{\partial f}{\partial N}\Big|_N$$

ва амсилаҳо бо дарназардошти синну сол ва тақсимоти фазоӣ чунин муайян карда шаванд [2-3]:

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial N}{\partial a} = f(N,t) + Bu, N(0,t) = \int_0^\infty \mathrm{B}_0(\xi)N(\xi,t)d\xi \qquad 0 < t \le t_k, a > 0, \qquad (1)$$

ки дар ин ҷо N – вектори массаи биологии m намуди системаи экологӣ, $f = f(N, t)$ – вектор-функсияи m-ченакаи суръати тағйирёбии N, B – матритсаи андозааш mxr, ки самти таъсирро ба системаи экологӣ тавсиф мекунад ва $u=u(t)$ – вектор-функсияи r-ченакаи таъсиррасонӣ ба системаи экологӣ тавассути тағйир додани (иловакунӣ ва камкунӣ)-и шумораи ин ё он намудҳои биологӣ мебошанд.

Матритсаи ҳамҷамъият бо дарназардошти синну солу ҳайат ва тақсимоти маконӣ (фазоӣ) ба мо чунин муайян карда мешавад [2; 5]:

$$A = (a_{ij}), \quad A = B_0(0) + \int_0^\infty e^{-\delta\xi} d\overline{B}(\xi),$$

ки $\overline{B}(a)$ – матритсаи зиндамонӣ, $B_0(0)$ - матритсаи таваллуд, a_{ij} - таъсири намуди j-юм ба намуди i-юм мебошад.

Фарз мекунем, ки дар экосистемаи экологӣ m намудҳои биологӣ умр ба сар мебаранд ва агар як миқдор навъҳои гуногун ва якхелаи экосистема байни худ ба рақобат пайваст бошанд, он гоҳ ин муносибат ба нестшавии матритсаи A бурда мерасонад. Аз ин лиҳоз, бояд устуворӣ ва сифатан устувории системаи экологӣ дар дилхоҳ маврид вобаста ба элементҳои нишонии матритсаи a_{ij} нигоҳ дошта шавад. Зеро дар амсилаи (1) синну сол ба эътибор гирифта шуда, $a = t + \tau, \phi_i(t,\tau) = N(t+\tau, t)$, ба тағйирёбандаи зерин иваз карда шудааст:

$$\frac{\partial \phi}{\partial t} = f(\phi, t) + Bu, \qquad 0 < t \le t_k.$$

Таъриф. *Вектор-функсияи $u=u(\phi,t)$, ки ба ҳар як вектори мувофиқи $N=N(t)$ дар вақти t қимати $u=u(\phi\ (N0,t),t)$, $N0=N(0)$ дошта бошад, қонуни усули сифатан муназзамсозии амсилаи экологии (1) номида мешавад, агар экосистемаи ба ин вектори мувофиқ сифатан устувор бошад.*

$$\begin{cases} \frac{\partial v}{\partial t} + (f, \frac{\partial v}{\partial \phi}) < 0, \\ v(\phi, 0) = \phi(\phi), \quad \phi > 0 \\ \phi(0) = 0, \qquad \phi(\phi) > 0, \quad \phi > 0 \end{cases} \qquad (2)$$

Он гоҳ қонуни сифатан муназзамсозии экосистема бо формулаи зерин муайян карда мешавад:

$$u = -\frac{1}{2}B^T \frac{\partial v}{\partial \phi}. \qquad (3)$$

Дар ин ҷо B^T - матритсаи транспоронидашуда ба матритсаи B мебошад. Агар, ба ҷои нобаробарии дифференсиалӣ (2) муодилаи дифференсиалии $\frac{\partial v}{\partial t} + \left(f, \frac{\partial v}{\partial \phi}\right) = f^0(\phi, t)$ гирем, ки дар ин ҷо $f^0 = f^0(\phi,t)$ мебошад, он гоҳ мо масъалаи муназзамсозии оптималии амсилаи экосистемаи нигоҳдории популятсияро ҳосил мекунем.

Акнун мисолҳоро доир ба татбиқи амсилаи мазкур дида мебароем:

Мисоли 1. Бо осонӣ дида мешавад, ки амсилаи экологии зерин

$$\dot{N}_1 = -aN_1 + bN_2 + cN_3,$$
$$\dot{N}_2 = -dN_3,$$
$$\dot{N}_3 = eN_2,$$

ки дар он $a,в,c,d,e$ – доимиҳои мусбат мебошанд, сифатан ноустувор мебошад. Акнун ба воситаи усули сохташуда амсилаи овардашударо муназзам месозем:

$$\dot{N}_1 = -aN_1 + bN_2 + cN_3 + \alpha u_1,$$
$$\dot{N}_2 = -dN_3 + \beta u_2,$$
$$\dot{N}_3 = eN_2 + \gamma u_3,$$

дар ин ҷо α, β, γ – ададҳои мусбат мебошанд. Барои амсилаи додашуда функсияи Ляпуновро $v=v(N,t)$ дар намуди зерин месозем:

$$v=\sum_{l=1}^{3} a_l N_l^2,$$

ки дар ин ҷо a_l, $l=\overline{1,3}$ доимии мусбати ихтиёрӣ мебошанд, зимнан $0\le a_2\le 1$. Функсияи $u_l=u_l(N,t)$, $l=\overline{1,3}$-ро вобаста ба (3) интихоб менамоем, ки шартҳои (1.3) иҷро шаванд. Пас

$$\frac{dv}{dt}=2a_1N_1\dot{N}_1+2a_2N_2\dot{N}_2+2a_3N_3\dot{N}_3=-2a_1aN_1^2+2a_1bN_1N_2+2a_1cN_1N_3-$$
$$-2a_2dN_2N_3+2a_3eN_2N_3+2a_1\alpha u_1N_1+2a_2\beta u_2N_2+2a_3\gamma u_3N_3,$$

буда, қиматҳои $u_1=-\frac{b}{\alpha}N_2$, $u_2=-\frac{a_3e-a_2d}{a_2\beta}N_3$, $u_3=-\frac{a_1c}{a_3\gamma}N_1$, гузошта ҳосил мекунем $\frac{dv}{dt}<0$, он гоҳ $\frac{dv}{dt}=-2a_1aN_1^2$ мешавад.

Аз ин рӯ, амсилаи муназзамшуда

$$\dot{N}_1=-aN_1+cN_3,$$
$$\dot{N}_2=-(d+a_3e-a_2d)N_3,$$
$$\dot{N}_3=eN_2-a_1cN_1$$

сифатан устувор мегардад. Дар ҳақиқат матритсаи мутақобилаи охир намуди зеринро мегирад

$$A=\begin{pmatrix} -a & 0 & c \\ 0 & 0 & -[a_3e+(1-a_2)d] \\ -a_1c & e & 0 \end{pmatrix}$$

ва он ҳамаи шартҳои сифатан устувориро қаноат мекунонад.

Мисоли 2. Системаи ноустуворро дида мебароем:

$$\dot{N}_1=-N_2,$$
$$\dot{N}_2=-N_3+N_1,$$
$$\dot{N}_3=N_2-N_3-N_4,$$
$$\dot{N}_4=N_3-N_5,$$
$$\dot{N}_5=N_4.$$

ва усули мунназамсозиро истифода мебарем

$$\dot{N}_1=-N_2+\alpha_1u_1,$$
$$\dot{N}_2=-N_3+N_1+\alpha_2u_2,$$
$$\dot{N}_3=N_2-N_3-N_4+\alpha_3u_3,$$
$$\dot{N}_4=N_3-N_5+\alpha_4u_4,$$
$$\dot{N}_5=N_4+\alpha_5u_5$$

ва барои он функсияи Ляпуновро месозем:

$$v=\sum_{l=1}^{5} a_l N_l^2,$$

дар ин ҷо a_l – адади мусбат буда, $l=\overline{1,5}$.

Ҳамин тариқ,

$$\frac{dv}{dt}=2a_1N_1(-N_2+\alpha_1u_1)+2a_2N_2(N_1-N_3+\alpha_2u_2)+2a_3N_3(N_2-N_3-N_4+\alpha_3u_3)+\ +2a_4N_4(N_3-$$
$$N_5+\alpha_4u_4)+2a_5N_5(N_4+\alpha_5u_5)=2(a_2-a_1)N_1N_2+2(a_4-a_3)N_3N_4+2(a_5-$$
$$-a_4)N_4N_5-2a_3N_3^2+2\alpha_1u_1N_1+2\alpha_2a_2u_2N_2+2a_3\alpha_3N_3+2\alpha_4a_4u_4N_4+2\alpha_5a_5u_5N_5$$ -ро

ҳосил намуда, қиматҳои

$$u_1=-\frac{a_2-a_1}{\alpha_1a_1}N_2,\ u_2=-\frac{a_3-a_2}{\alpha_2a_2}N_3,$$
$$u_3=-\frac{a_4-a_3}{\alpha_3a_3}N_4,\ u_4=-\frac{a_5-a_4}{\alpha_4a_4}N_5,\ u_5=N_5,$$

гузошта ҳосил мекунем:

$$\frac{dv}{dt}<0,$$

дар натиҷа системаи муназзамшудаи зеринро ҳосил мегардад:

$$\dot{N}_1=-\frac{a_2}{a_1}N_2,$$
$$\dot{N}_2=N_1-\frac{a_3}{a_2}N_3,$$
$$\dot{N}_3=N_2-N_3-\frac{a_4}{a_3}N_4,$$

$$\dot{N}_4 = N_3 - \frac{a_5}{a_4} N_5,$$

$$\dot{N}_5 = N_4 - \alpha_5 N_5,$$

ки он ҳамаи шартҳои сифатан устворирo қаноатманд мекунонад. Дар ҳақиқат матиритсаи мутақобилаи

$$A = \begin{pmatrix} 0 & -\frac{a_2}{a_1} & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & -\frac{a_3}{a_2} & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -\frac{a_4}{a_3} & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & -\frac{a_5}{a_4} \\ 0 & 0 & 0 & 1 & -\alpha_5 \end{pmatrix}$$

ҳамаи шартҳои сифатан устворирo қаноатманд мекунонад.

АДАБИЁТ:

1. Логофет Д.О., Юнуси М.К. Вопросы качественной устойчивости и регуляризации в динамических моделях агробиоценоза хлопчатника // Вопросы кибернетики, вып. 52. – Москва, 1979. – С. 69-70.
2. Мирзоев, С.Х. Способ регуляризации неустойчивых структур сообществ экосистем региональных заповедников республики Таджикистан / С.Х. Мирзоев // Вестник технологического университета. Т. 20. – Казань, 2017. – №7. – С. 12-24.
3. Мирзоев С.Х. Математическое моделирование динамики экосистемы заповедника «Дашти-Джум» / С.Х. Мирзоев. – Душанбе: Эр-граф, 2018. – 148 с.
4. Мирзоев, С.Х. Математическое моделирование экосистем заповедника «Дашти-Джум» с учетом возрастных структур / С.Х. Мирзоев // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. – Душанбе: Сино, 2018. – №2. – С. 16-21.
5. Одинаева, С.А., Юнуси М.К. О регуляризации неустойчивых структур экосистем региональных заповедников с учетом возрастного состава. / Одинаева С.А. // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. – 2016. – №1-2(196). – С. 71-77.
6. Одинаев, А.Х., Одиназода С.А. Анализ качественной устойчивости экологической системы заповедника «Рамит» под воздействием внешних факторов / Одинаев А.Х., Одиназода С.А. // Вестник Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Серия естественных наук. – 2022. – №2-2(99). – С. 16-21.
7. Одиназода, С.А., Давлатов, Д.М. Концептуальная и математическая модель состояния одной пятиуровневой экологической системы / Одиназода С.А., Давлатов Д.М. // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. – 2022. – №2. – С. 141-152.

УСУЛИ ТАНЗИМИ СОХТОРҲОИ БИОЛОГИИ НОУСТУВОРИ МАМНУЪГОҲИ «БЕШАИ ПАЛАНГОН»

Дар мақола баъзе масъалаҳои танзими амсилаҳои ноустувори сохторҳои биологии замонӣ-синнусолӣ ва фазоӣ-тақсимотӣ, ки бо муодилаҳои ғайримаҳдуди ҳудудӣ тасвир ёфтаанд, баррасӣ гардидаанд. Натиҷаҳои ҳосилшуда зимни банақшагирии чорабиниҳо оид ба муборизаи биологӣ бо зараррасонҳои системаҳои экологӣ ва ҳифзи намудҳои нодир ва камшаванда аҳамияти методологӣ доранд.

КАЛИДВОЖАҲО: танзимкунӣ, устуворӣ, муодила, амсилаи ноустувор, сохторҳои биологӣ, экосистема.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Гулов Самандар Ҳасанович, омӯзгори кафедраи системаи автоматии коркарди ахборот ва шабакаҳои алоқаи Донишгоҳи давлати Бохтар ба номи Носири Хусрав. Тел.: (+992) 98-552-05-44; e-mail: sgulov_88@mail.ru

Мирзоев Саъйло Ҳабибулоевич, доктори илмҳои техникӣ, дотсенти кафедраи информатикаи Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. Тел.: (+992) 98-507-27-87; e-mail: saidalo.mirzoev.1967@mail.ru

Одиназода Сафаргул Отабек, номзади илмҳои физика-математика, декани факултети муштараки Донишгоҳи миллии Тоҷикистон ва муассисаҳои таҳсилоти олии Белоруссия. Тел.: (+992) 918-85-70-83; e-mail: safargulodinazoda@gmail.com

МЕТОД РЕГУЛИРОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ НЕУСТОЙЧИВЫХ СТРУКТУР ЗАПОВЕДНИКА «ТИГРОВАЯ БАЛКА»

В работе рассмотрены некоторые вопросы регуляризации неустойчивых моделей временно-возрастных и пространственно-распределенных биологических структур, которые описаны уравнениями в частных производных параболического типа с нелокальными граничными условиями. Полученные

результаты имеют методологическое значение при планировании мероприятия биологической борьбы с вредителями экосистем и охраны редких и исчезающих видов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: регуляризация, устойчивость, уравнение, неустойчивые модели, биологические структуры, экосистема.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Гулов Самандар Хасанович, преподаватель кафедры автоматической системы обработки информации и сетей связи Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Тел.: (+992) 98-552-05-44; e-mail: sgulov_88@mail.ru

Мирзоев Саъйло Хабибулоевич, доктор технических наук, доцент кафедры информатики Таджикского национального университета. Тел.: (+992) 98-507-27-87; e-mail**:** saidalo.mirzoev.1967@mail.ru

Одиназода Сафаргул Атабек, кандидат физико-математических наук, декан совместного факультета Таджикского национального университета с высшими учебными заведениями Белоруссии. Тел.: (+992) 918-85-70-83; e-mail: safargulodinazoda@gmail.com

METHOD OF REGULATION OF BIOLOGICAL UNSTABLE STRUCTURES OF THE RESERVE «TIGER'S BALK»

The paper provides a method of regularization of unsustainable patterns of temporal and age-spatially distributed biological structures, which are described by partial differential equations of parabolic type with nonlocal boundary conditions. The results are of importance in the methodological planning activities biological pest control garden ecosystems and protect rare species and agricultures.

KEY WORDS: regularization, the stability of the equation, unsustainable, biological structures, ecosystem.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Gulov Samandar Hasanovich, Lecturer at the Department of Automatic Information Processing System and Communication Networks of the Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav. Phone: (+992) 98-552-05-44; e-mail: sgulov_88@mail.ru

Mirzoev Saylo Habibuloevich, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Informatics of the Tajik National University. Phone: (+992) 98-507-27-87; e-mail: saidalo.mirzoev.1967@mail.ru

Odinazoda Safargul Atabek, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Dean of the Joint Faculty of Tajik Natsional University with the Belarusian University. Phone: (+992) 918-85-70-83; e-mail: safargulodinazoda@gmail.com

АМСИЛАИ МАТЕМАТИКӢ ВА КОМПЮТЕРИИ АВТОМАТИКУНОНИИ ВОСИТАҲОИ ҚАРЗӢ ДАР БОНК

Афзалшоҳи Сафархон
Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав

Бо рушди иқтисоди бозорӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон дар системаи иқтисодӣ, иҷтимию сиёсӣ ва такмили муносибатҳои иҷтимоӣ тағйироти куллӣ ба амал меоянд. Дар ин шароит муайян кардани масъалаҳои назариявӣ ва амалии музд дар соҳаҳо ва бахшҳои гуногуни иқтисодиёт, аз ҷумла муассисаҳои бонкӣ муҳим дониста мешавад. Дар замони муосир як қатор пойгоҳҳо барои тайёр кардани системаи бонкӣ мавҷуд мебошад, ки вазифаи асосии онҳо автоматикунонии хизматрасониҳои бонкӣ, интихоби ҳалли оптималӣ ва дастгирии фаъолнокии системаи интихобшуда мебошад. Дар ҷуҳурии мо вазъияти автоматикунонии системаи бонкӣ ба дараҷаи на он қадар хуб ба роҳ монда шудааст. Чунки дар аввал ба автоматикунонии системаи бонкӣ таваҷҷуҳи Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон ба дараҷаи даркорӣ набуда, бонкҳои ҷумҳурӣ бо он барномаҳое фаъолият мекарданд, ки ба ҳамдигар дар якҷоягӣ амал карда наметавонистанд.

Яке аз вазифаи асосии бонк ин ташкили институтҳои пулию қарзӣ мебошад. «Ташкил намудан» ин тақсими дурусти меҳнат ва низоми батартибандозии фаъолияти бонк аст. Самаранокии фаъолияти бонкҳо аз муносибат ба фоида ва хароҷотҳо муайян карда мешавад, зеро чи миқдоре унсурҳои хароҷот паст гарданд, ҳамон қадар натиҷаи ниҳоии ташкилотҳои қарзӣ мусбат эҳсос мегардад. Муқаррар шудааст, ки мукаммалгардонии раванди қарздиҳӣ, технологияи пешниҳоди қарз ва рӯйпӯшкунии қарз омили гирифтани натиҷаи мусбат мебошад.

Асосан дар амалияи ду намуди пардохти воситаҳои қарзӣ зиёдтар истифода мешавад: пардохти аннуитетӣ ва пардохти дифференсиалӣ.

Пардохти аннуитетӣ як варианти пардохти ҳармоҳа аз рӯи қарз, вақте ки ҳаҷми пардохти моҳона дар тамоми давраи қарздиҳӣ бетағйир боқӣ мемонад.

Пардохти моҳона барои нақшаи пардохти қарзи аннуитетӣ аз ду қисм иборат аст. Қисми якуми пардохт барои пардохти фоизи қарз истифода мешавад. Қисми дуюм барои пардохти қарз меравад. Нақшаи пардохти аннуитетӣ аз усули дифференсиалӣ бо он фарқ мекунад, ки дар аввали давраи қарз фоизҳо қисми зиёди пардохтро ташкил медиҳанд. Ҳамин тариқ, ҳаҷми қарзи асосӣ

оҳиста кам мегардад, барзиёд супоридани фоизҳо бо чунин нақшаи пардохти қарз бештар мешавад.

Бо нақшаи аннуитетӣ пардохти қарз, пардохти ҳармоҳа ҳамчун маблағи фоизи ҳисобшуда дар давраи ҷорӣ ва маблағи қарзи пардохтшаванда ҳисоб карда мешавад. Пардохти ҳармоҳаи аннуитетиро бо истифодаи формулаи зерин ҳисоб кардан мумкин аст:

$$x = S * \left(P + \frac{P}{(1+P)^N - 1} \right),$$

ки дар ин ҷо x - пардохти ҳармоҳа, S - маблағи ибтидоии қарз, P - (1/12) фоиз, N- шумораи моҳҳо.

Формулаи муайян кардани он ки кадом қисми пардохт, ки барои пардохти қарз рафт ва кадом қисми фоизро пардохт кардан зарур аст, хеле мураккаб буда, бидуни дониши махсуси математикӣ, барои як шахси оддӣ истифодаи он душвор хоҳад буд. Аз ин рӯ, мо ин қиматҳоро ба тариқи содда ҳисоб мекунем, ки натиҷаи якхела медиҳад.

Барои ҳисоб кардани фоизи пардохти аннуитетӣ ба мо лозим аст, ки бақияи қарзро барои давраи муайян ба фоизи солона зарб занем ва ҳамаи инро ба 12 (шумораи моҳҳои сол) тақсим кунем:

$$p_n = S_n . P/12,$$

дар ин ҷо p_n - фоизҳои ҳисобкардашуда, S_n- боқимондаи қарздорӣ дар ин давра, P - фоизи солонаи маош аз рӯи қарз мебошад.

Барои муайян кардани қисме, ки барои пардохти қарз меравад, ба мо лозим аст, ки фоизи ҳисобкардашударо аз пардохти ҳармоҳа нигоҳ дорем:

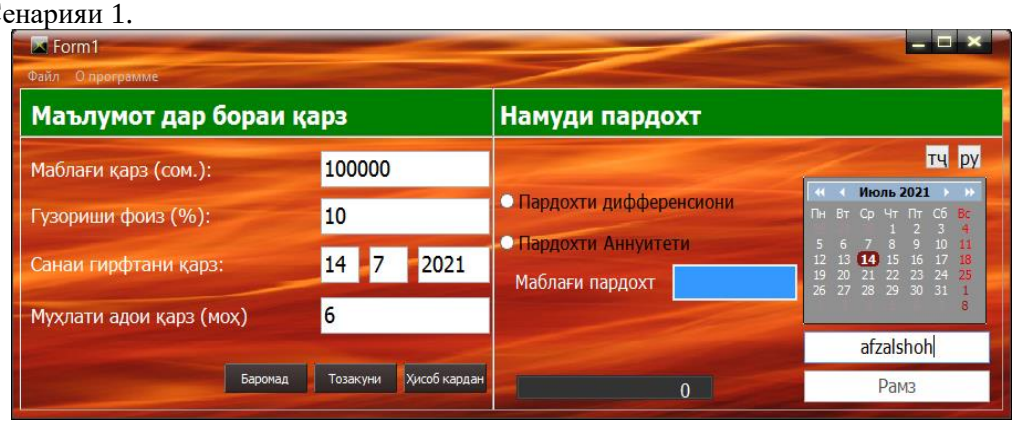
$$S = X - p_n,$$

ки дар ин ҷо S - қисми пардохти барои қарз сарфшуда, X – пардохти ҳармоҳа, p_n- фоизҳои ҳисобкардашуда дар лаҳзаи пардохти пурра.

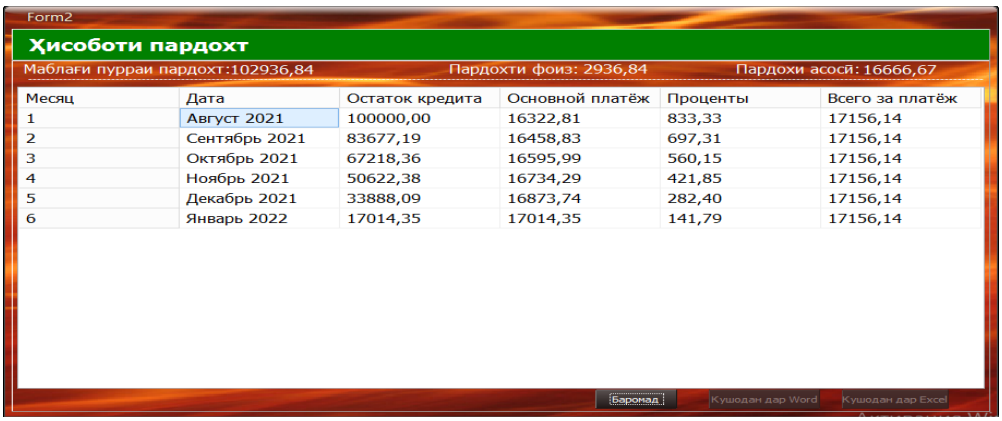
Азбаски қисме, ки барои пардохти қарзи асосӣ меравад, аз пардохтҳои қаблӣ вобастагӣ дорад, бинобар ин, ҳисобкунии ҷадвал, мувофиқи ин усул, бояд аз пардохти аввал сар карда, пай дар пай ҳисоб карда шавад.

Барои ҳисоб кардани маблағи пардохти ҳармоҳа мо метавонем аз барномаи ҳисобкунии қарз истифода барем. Бо истифода аз барномаи ҳисобкунии қарз, мо метавонем андозаи фоизҳои ҳисобкардашуда, инчунин маблағеро, ки барои пардохти қарз равона карда мешавад, муайян кунем. Ғайр аз ин, мо метавонем ҷадвали пардохтро тартиб диҳем.

Сенарияи 1.



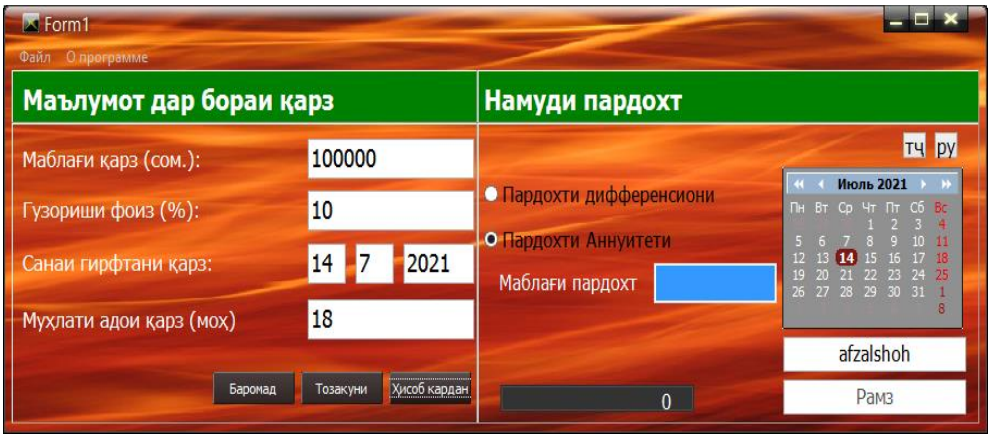
Расми 1. Равзанаи барномаи ҳисобкунии воситаҳои қарзӣ.



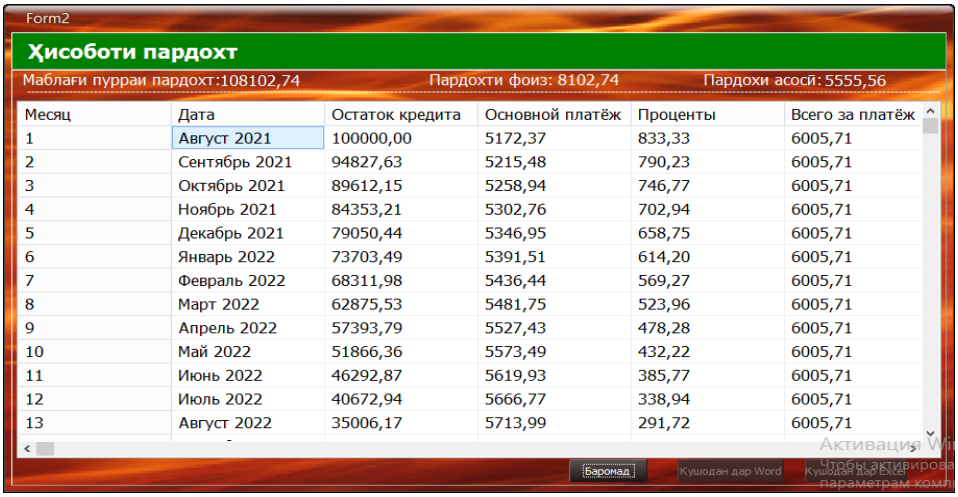
Месяц	Дата	Остаток кредита	Основной платёж	Проценты	Всего за платёж
1	Август 2021	100000,00	16322,81	833,33	17156,14
2	Сентябрь 2021	83677,19	16458,83	697,31	17156,14
3	Октябрь 2021	67218,36	16595,99	560,15	17156,14
4	Ноябрь 2021	50622,38	16734,29	421,85	17156,14
5	Декабрь 2021	33888,09	16873,74	282,40	17156,14
6	Январь 2022	17014,35	17014,35	141,79	17156,14

Расми 2. Натиҷаи ҳисобкунии пардохти аннуитетӣ дар намуди ҷадвалӣ.

Сенарияи 2.



Расми 3. Равзанаи барномаи ҳисобкунии воситаҳои қарзӣ.



Месяц	Дата	Остаток кредита	Основной платёж	Проценты	Всего за платёж
1	Август 2021	100000,00	5172,37	833,33	6005,71
2	Сентябрь 2021	94827,63	5215,48	790,23	6005,71
3	Октябрь 2021	89612,15	5258,94	746,77	6005,71
4	Ноябрь 2021	84353,21	5302,76	702,94	6005,71
5	Декабрь 2021	79050,44	5346,95	658,75	6005,71
6	Январь 2022	73703,49	5391,51	614,20	6005,71
7	Февраль 2022	68311,98	5436,44	569,27	6005,71
8	Март 2022	62875,53	5481,75	523,96	6005,71
9	Апрель 2022	57393,79	5527,43	478,28	6005,71
10	Май 2022	51866,36	5573,49	432,22	6005,71
11	Июнь 2022	46292,87	5619,93	385,77	6005,71
12	Июль 2022	40672,94	5666,77	338,94	6005,71
13	Август 2022	35006,17	5713,99	291,72	6005,71

Расми 4. Натиҷаи ҳисобкунии пардохти аннуитетӣ дар намуди ҷадвалӣ.

Пардохти дифференсиронӣ як варианти пардохти ҳармоҳа аз рӯи қарз мебошад, ки дар рафти он андозаи пардохти ҳармоҳа барои пардохти қарз дар охири давраи қарз тадричан кам мешавад.

Пардохти моҳонаи қарз бо нақшаи дифференсиронӣ аз ду ҷузъ иборат аст. Қисми аввал пардохти асосӣ номида мешавад, ки ҳаҷми он дар тамоми давраи қарз тағйир намеёбад. Пардохти асосӣ барои пардохти қарзи асосӣ меравад. Қисми дуюм дар охири давраи қарз кам мешавад. Ин қисми пардохт барои пардохти фоизи қарз истифода мегардад.

Ҳангоми нақшаи дифференсиронӣ пардохти қарз, пардохти ҳармоҳа ҳамчун маблағи пардохти асосӣ ва фоизҳо барои маблағи боқимондаи қарз ҳисоб карда мешавад. Табиист, ки миқдори боқимондаи қарз то охири давраи қарз кам мегардад ва аз ин рӯ, андозаи пардохти моҳона кам мешавад.

Маблағи пардохти асосӣ ба тариқи зайл ҳисоб карда мешавад: маблағи қарзро ба миқдори моҳҳое, ки мо қарзро пардохт кардан мехоҳем, тақсим мекунем, натиҷаи ҳосилшуда пардохти асосӣ хоҳад буд:

$$b = S/N,$$

ки дар ин ҷо b – пардохти асосӣ, S – андозаи қарз, N– миқдори моҳҳо.

Барои муайян кардани фоизи ҳисобшуда, ба мо лозим аст, ки бақияи қарзро барои давраи муайян ба фоизи солона зарб занем ва ҳамаи инро ба 12 (шумораи моҳҳои сол) тақсим кунем:

$$P = Sn \cdot P/12,$$

дар ин ҷо P– пардохти фоизҳо, Sn– тавозуни қарз дар давра, P– фоизи солонаи қарз.

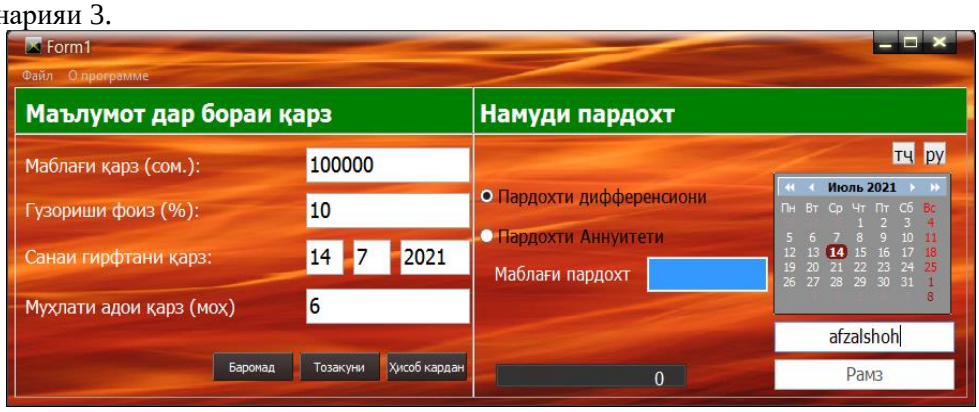
Барои ҳисоб кардани тавозуни пардохтнашуда дар ин давра, яъне арзишро аз формулаи дар боло овардашуда муайян мекунем. Барои ин, ба мо лозим меояд, ки андозаи пардохти асосиро ба миқдори давраҳое, ки гузаштаанд, зарб кунем ва ҳамаи инро аз маблағи умумии пардохт тарҳ намоем.

$$Sn = S - (b \cdot n),$$

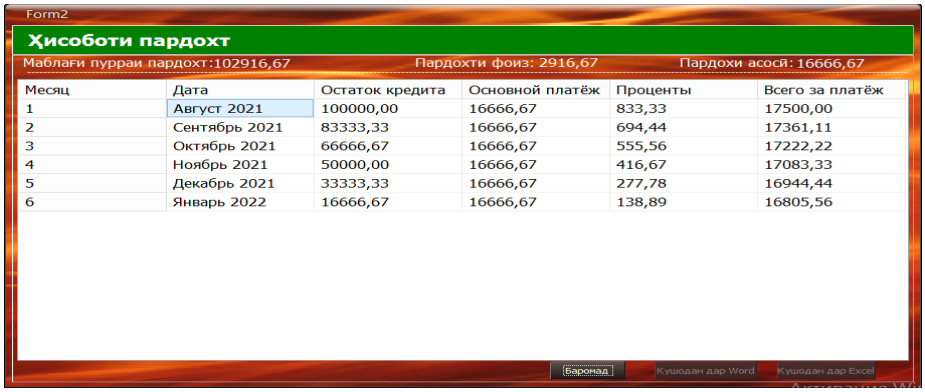
ки дар ин ҷо n – шумораи давраҳои гузашта мебошад.

Акнун натиҷаи барномаро дида мебароем:

Сенарияи 3.



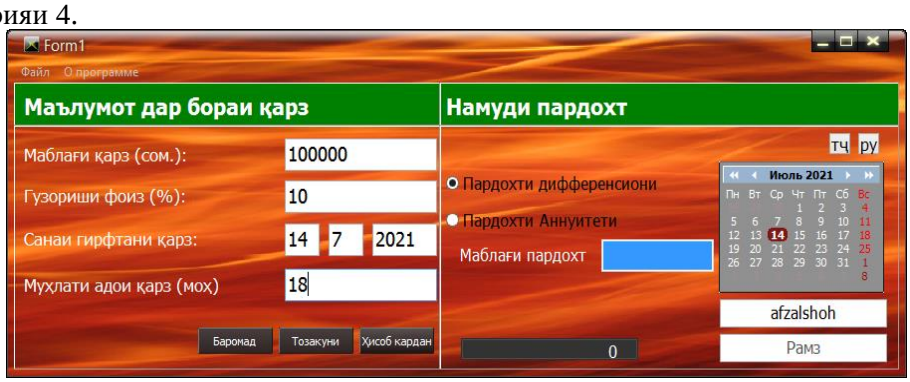
Расми 5. Равзанаи барномаи ҳисобкунии воситаҳои қарзӣ.



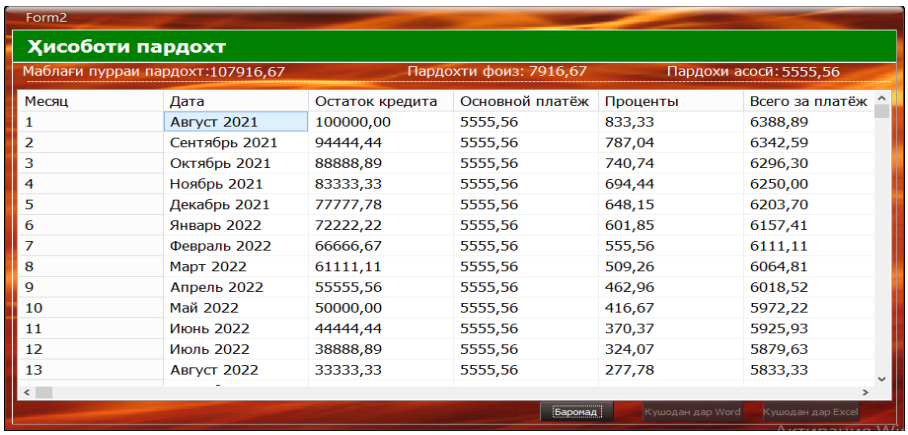
Месяц	Дата	Остаток кредита	Основной платёж	Проценты	Всего за платёж
1	Август 2021	100000,00	16666,67	833,33	17500,00
2	Сентябрь 2021	83333,33	16666,67	694,44	17361,11
3	Октябрь 2021	66666,67	16666,67	555,56	17222,22
4	Ноябрь 2021	50000,00	16666,67	416,67	17083,33
5	Декабрь 2021	33333,33	16666,67	277,78	16944,44
6	Январь 2022	16666,67	16666,67	138,89	16805,56

Расми 6. Натиҷаи ҳисобкунии пардохти дифференсиронӣ дар намуди ҷадвалӣ.

Сенарияи 4.



Расми 7. Равзанаи барномаи ҳисобкунии воситаҳои қарзӣ.



Месяц	Дата	Остаток кредита	Основной платёж	Проценты	Всего за платёж
1	Август 2021	100000,00	5555,56	833,33	6388,89
2	Сентябрь 2021	94444,44	5555,56	787,04	6342,59
3	Октябрь 2021	88888,89	5555,56	740,74	6296,30
4	Ноябрь 2021	83333,33	5555,56	694,44	6250,00
5	Декабрь 2021	77777,78	5555,56	648,15	6203,70
6	Январь 2022	72222,22	5555,56	601,85	6157,41
7	Февраль 2022	66666,67	5555,56	555,56	6111,11
8	Март 2022	61111,11	5555,56	509,26	6064,81
9	Апрель 2022	55555,56	5555,56	462,96	6018,52
10	Май 2022	50000,00	5555,56	416,67	5972,22
11	Июнь 2022	44444,44	5555,56	370,37	5925,93
12	Июль 2022	38888,89	5555,56	324,07	5879,63
13	Август 2022	33333,33	5555,56	277,78	5833,33

Расми 8. Натиҷаи ҳисобкунии пардохти дифференсиронӣ дар намуди ҷадвалӣ.

Натиҷаҳои таҳлилҳои компютерӣ, ҳалли нави масъалаи оптимизатсионии системаҳои бонкӣ ва раванди автоматикунонии он, инчунин барномасозии масъалаҳои воситаҳои қарзиро

дар худ таҷассум мекунад. Натиҷаҳои таҳқиқотро барои ҳалли масъалаи пешгӯикунӣ ва банақшагирӣ, гузаронидани таҷрибаҳои ҳақиқӣ барои мизоҷон, системаҳои бонкӣ ва системаҳои автоматикунонӣ истифода бурдан мумкин аст.

АДАБИЁТ:

1. Юнуси Ф.М. Об одном методе решения экономических задач сводящие к задачам линейного программирования. – Душанбе ТГНУ: Central Asia Journal of Information Technology. – САЛТ, 2009. – PP. 140-142 (совместно с Юнуси М.К).
2. Юнуси Ф. О моделях экономических кризисов. Proceedings of 9th Inter. Conf. of the computer analysis of problems of a Sci. and technology. 30.12.2013 – 31.12.2013, (with M.K. Yunusi). – Dushanbe, 2013 – PP. 52-54.
3. Юнуси Ф. Об одном способе определения вычислительной сети. Proceedings of 9th Inter. Conf. of the computer analysis of problems of a Sci. and technology. 30.12.2013 – 31.12.2013 (совместно с М. Юнуси, Б. Юнуси). – Dushanbe, 2013. – С. 39-40.
4. Yunusi F. Modeling of Data Security Network Characteristic. The 8-th International Conference on the computer Analysis of problems of a Science and Technology. To Celebrate the 20-th Anniversary of the Republic of the Tajikistan. – PP. 30-31 (with S. Afsar). – Dushanbe, 2011. – PP. 30-32.
5. Yunusi F. About modeling economic crises. To Celebrate the 20-th Anniversary of the Republic of the Tajikistan (with M.K. Yunusi, M.M. Yunusi). – Dushanbe, 2011. – PP. 45-64.
6. Юнуси Ф. Наилучшие модели многосекториальной экономики. To Celebrate the 20-th Anniversary of the Republic of the Tajikistan (совместно с Юнуси М.К). – Dushanbe, 2011. – PP. 80-85.
7. Юнуси Ф. О моделях многосеториальной экономики. To Celebrate the 20-th Anniversary of the Republic of the Tajikistan (совместно М.М. Юнуси, М.К. Юнуси). – Dushanbe, 2011. – С. 49-53.

АМСИЛАИ МАТЕМАТИКӢ ВА КОМПЮТЕРИИ АВТОМАТИКУНОНИИ ВОСИТАҲОИ ҚАРЗӢ ДАР БОНК

Бо рушди иқтисоди бозорӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон дар системаи шароити иқтисодӣ, иҷтимоӣ ва сиёсӣ ва такмили муносибатҳои иҷтимоӣ тағйироти куллӣ ба амал меоянд. Дар ин шароит муайян кардани масъалаҳои назариявӣ ва амалии музд дар соҳаҳо ва бахшҳои гуногуни иқтисодиёт, аз ҷумла муассисаҳои бонкӣ муҳим дониста мешавад. Дар замони муосир як қатор пойгоҳҳо барои тайёр кардани системаи бонкӣ мавҷуд мебошад, ки вазифаи асосии онҳо автоматикунонии хизматрасониҳои бонкӣ, интихоби ҳалли оптималӣ ва дастгирии фаъолнокии системаи интихобшуда мебошад. Бонк корхонаи маҳсулотистеҳсолкунанда набошад ҳам, барои гирифтани даромад маҳсулоти худро дорад, ки ин амалиётҳо ва хизматрасониҳои бонкӣ мебошад, аз ин рӯ, автоматикунонии ин масъала яке аз масъалаҳои мубрам ба ҳисоб меравад.

Дар ин мақола амсилаи математикӣ ва компютерии раванди автоматикунонии пардохти воситаҳои қарзӣ оварда шудааст. Барномаи сохташуда дар забони барномасозии C++ коркард гардидааст. Ин барнома имконияти медиҳад, ки маблағи қарзи гирифташуда ҳам дар шакли ануитетӣ ва ҳам дар шакли дифференсиронӣ ҳисоб карда шавад.

КАЛИДВОЖАҲО*:* амсилаи математикӣ, амсилаи компютерӣ, воситаҳои қарзӣ, пардохти аннуитетӣ, пардохти дифференсиронӣ, автоматикунонӣ, бонк, забони барномасозӣ, иқтисодиёт, пул.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ: Афзалшоҳи Сафархон, ассистенти кафедраи информатикаи Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав. Тел.: (+992) 988-06-64-46; e-mail: sobirov.afzflsho@mail.ru

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ АВТОМАТИЗАЦИИ КРЕДИТНЫХ СРЕДСТВ В БАНКЕ

С развитием рыночной экономики в Республике Таджикистан происходят корреные изменения в системе экономической, социально-политической условий и совершенствования социальных отношений. В этих условиях важным считается определение теоретических и практических проблем платы за труд в различных отраслях экономики, в частности в банковских учреждениях. В настоящее время существует ряд баз для подготовки банковской системы, основная задача которой является автоматизация банковской службы, выбор оптимального решения и поддержка активности выбранной системы. Хотя банк не является производительным предприятием, но для получения дохода свою продукцию в виде банковских операции и служб. Поэтому автоматизация этой проблемы считается одной из актуальной в экономике.

В этой статье приведена математическая и компьютерная модель автоматизации оплаты банковских средств. Созданная программа разработана на языке программирования C++. Эта программа дает возможность подсчитать сумму полученного кредита как в ануитетной, так и в дифференцированной формах.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА*:* математическая модель, комьютерная модель, кредитные средства, ануитетная оплата, дифференцированная оплата, автоматизация, банк, язык программирования, экономика, деньги.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ: Афзалшохи Сафархон, ассистент кафедры информатики Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Тел.: (+992) 988-06-64-46; e-mail: sobirov.afzflsho@mail.ru

MATHEMATICAL AND COMPUTER MODEL OF AUTOMATION OF CREDIT FACILITIES IN A BANK

With the development of a market economy in the Republic of Tajikistan, fundamental changes are taking place in the system of economic, socio-political conditions and the improvement of social relations. Under these conditions, it is important to determine the theoretical and practical problems of wages in various sectors of the economy, in particular in banking institutions. Currently, there are a number of bases for preparing the banking system, the main task of which is to automate the banking service, select the optimal solution and support the activity of the selected system. Although the bank is not a productive enterprise, but to generate income for its products in the form of banking operations and services. Therefore, the automation of this problem is considered one of the most urgent in the economy.

This article presents a mathematical and computer model for automating the payment of bank funds. The created program was developed in the C++ programming language. This program makes it possible to calculate the amount of the loan received in both annuity and differentiated forms.

KEY WORDS: mathematical model, computer model, credit funds, annuity payment, differentiated payment, automation, bank, programming language, economics, money.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR: Afzalshohi Safarhon, Assistant of the Department of Informatics of Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav. Phone: (+992) 988-06-64-46; e-mail: sobirov.afzflsho@mail.ru

УДК: 621.382:669.782

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА ОСНОВЕ ГРАНУЛИРОВАННОГО КРЕМНИЯ

Кадыров А.Л., Касымов Д.А.
Худжандский государственный университет имени академика Бободжана Гафурова
Абдурахманов Б.М.
Институт ионно-плазменных и лазерных технологий Академии наук Республики Узбекистан

Внедрение оборотных технологий в производстве кремния-сырца привело наряду со снижением остроты экологических проблем этого производства к десятикратному снижению стоимости «солнечного электричества» и, соответственно, к росту объемов использования солнечных элементов (СЭ) [1]. Однако, с их помощью можно преобразовать в электричество только ~ 1/3 солнечного излучения, достигающего поверхности Земли. Поэтому использование для получения электричества оставшейся, нефотоактивной составляющей солнечного излучения является актуальной задачей и решается с помощью термоэлементов. Однако широкому их применению для преобразования, как теплового излучения Солнца, так и техногенного тепла препятствуют чрезвычайно высокая стоимость традиционных термоэлектрических материалов, применяемых в рабочем теле преобразователей тепловой энергии (ПТЭ) и не высокая эффективность самих ПТЭ.

Одно из перспективных решений задачи повышения термоэлектрической добротности (Z) ПТЭ базируется на создании системы «электронный кристалл-фононное стекло» (ЭК-ФС). Это решение достигается применением дорогостоящих нанотехнологий. Другая, также имеющая место в этой области техники, проблема, касающаяся поиска более дешевых материалов для ПТЭ взамен дорогостоящих существующих, вообще, далека от своего решения.

Нами предлагается попытка решить обе эти задачи применением в качестве термоэлектрического материала различных модификаций немонокристаллического кремния, монокристаллы, которого в силу малого значения коэффициента Зеебека (α) и, наоборот, высоких значений теплопроводности (γ), в этом качестве не пригодны. А вот применение немонокристаллических модификаций Si представляется нам перспективным в силу следующих обстоятельств. В [2] был описан экспериментально обнаруженный при нагреве вторичного литого поликристаллического кремния, так называемый, тепловольтаический эффект, теоретически предсказываемый рядом ученых. Его физическая сущность заключается в том, что генерация носителей заряда в немонокристаллических модификациях кремния идёт с участием глубоких энергетических уровней, обусловленных в этих материалах нарушениями кристаллической структуры на границах зёрен или глубокими примесями, если ПТЭ изготавливаются из Si сырья технической чистоты или совместным влиянием вышеуказанных факторов, а также дефектами, созданными, например, радиационным воздействием на монокристаллический кремний. Этот вывод был экспериментально подтверждён результатами измерений электрофизических свойств нагреваемых кремниевых структур, изготовленных из подвергнутого зонной плавке технического кремния и даже на структурах, изготовленных из монокристаллического кремния, но подвергнутых ионной имплантации щелочными металлами или облучению потоком быстрых электронов с E ~1 Мэв без отжига наведённых дефектов. Генерация носителей заряда при нагреве Si материалов с наличием глубоких уровней в концентрации ~10^{18}см$^{-3}$ не зависимо от их природы сопровождается увеличением коэффициента Зеебека, в ~2÷3 раза по сравнению с монокристаллическим кремнием, причём наблюдается некоторый рост этого параметра с увеличением плотности дефектов. Предельный случай – это выполнение рабочего тела ПТЭ из гранулированного кремния (ГК), представляющего собой, полученный размолом на воздухе Si - порошок заданной зернистости, в котором кремниевые частицы намеренно не спечены и не сплавлены друг с другом, а просто приведены в механическое соприкосновение без разрушения, возникшей на операции размола сырья нанотолщинной пленки двуокиси кремния на поверхности каждой частицы при её контакте с атмосферным кислородом.

Не трудно заметить, что ГК, как материал представляет собой двухкомпонентную систему, подобную искомой ЭК-ФС, для которой, как это было показано нами [3], выражение для термоэлектрической добротности Z имеет вид:

$$Z\ эф=\alpha Si_2\ sSiO_2/\gamma SiO_2,$$

где αSi – коэффициент Зеебека самой кремниевой частицы, который можно регулировать размером частиц, дефектностью их поверхности, а также легированием глубокими примесями, в том числе, просто выбором кремниевого сырья, в котором имеются подобные примеси, например, технического кремния; γSiO_2 – теплопроводность двуокиси кремния, величина которой, как известно, намного меньше таковой у кремния; $sSiO_2$ – проводимость окисла, то есть параметр, который для увеличения Z нужно максимально увеличить.

В экспериментах, поставленных на ПТЭ, выполненных из ГК с размером частиц ~30 мкм, при ~500 К величина α составила ~500 мкВ/град, а теплопроводность оказалась в 7÷9 раз ниже по сравнению с монокристаллическим кремнием. Единственным препятствием для получения высоких значений Z является низкая проводимость ГК, идущая за счёт туннелирования носителей заряда через наноразмерную пленку двуокиси кремния, покрывающую каждую кремниевую частицу, причём в месте контакта Si - частиц друг с другом носители заряда должны преодолевать две соприкасающиеся пленки SiO_2. Модель этого процесса в типичной системе ЭК-ФС с применением стандартных термоэлектрических материалов достаточно известна. Отличие состоит в том, что в нашем случае вместо диэлектрического компаунда, используемого в качестве связующего для частиц известного термоэлектрического материала, фигурирует, упомянутая выше, наноразмерная пленка двуокиси кремния.

Для увеличения проводимости нами опробовано несколько путей. Например, показано, что это возможно достичь созданием на внешней поверхности нанотолщинных плёнок SiO_2 локальных нанотолщинных островков из проводящего материала, например, из SnO_2, которые могут служить своеобразным «плацдармом» для туннелирующих носителей заряда [4].

Другой путь – это создание в запрещенной зоне самой двуокиси кремния энергетических уровней, примыкающих к дну зоны проводимости и отвечающих ряду условий, через которые предлагается организовать не Гамовское, а резонансное туннелирование носителей заряда, при котором резко увеличивается вероятность их туннелирования, что сопровождается увеличением проводимости пленки SiO_2 [5]. Поиск технологического решения этой достаточно сложной инженерной задачи вёлся нами в направлениях, предусматривающих:

- создание искомых резонансных уровней радиационным облучением ГК и разработку соответствующих методик;
- разработку технологии легирования наноразмерных пленок SiO_2 примесями, дающими центры окраски в двуокиси кремния, типа кобальта, молибдена и т.д.
- разработку методик легирования пленок двуокиси кремния примесями переходных и щелочных металлов, в том числе, таких технологий, которые предусматривают легирование не самого ГК, то есть конечного продукта, а сырья для его получения.

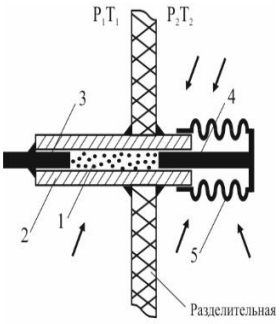


Рисунок 1. Новый тип ПТЭ с рабочим телом из гранулированного кремния, работающий на границе двух сред с T2>T1 и P2>P1 разделенных теплоизолирующей стенкой. 1 - рабочее тело из ГК; 2 - корпус, 3 - неподвижный электрод; 4 - подвижный электрод, соединенный с сильфоном 5, размещенным в среде с более высоким давлением P2 и передающий усилие сжатия рабочему телу 1. Стрелками показан неравномерный подвод тепла к ПТЭ.

Отметим, что все указанные выше варианты воздействия на проводимость ГК привели к её повышению, но в разной степени. Так при радиационном облучении Si порошков оказалось, что снижение сопротивления пленки двуокиси кремния почти полностью вуалируется повышением сопротивления материала самой кремниевой частицы за счёт наведения радиационных дефектов. Нагрев в процессе эксплуатации ПТЭ, изготовленного из облученного порошка, приводит к отжигу радиационных дефектов, как в пленке двуокиси кремния, так и в самом кремнии и полезный эффект исчезает. Легирование примесями, дающими центры окраски в SiO_2 требует создания новых нетривиальных технологий легирования, при которых использование этих примесей минимально влияло бы на проводимость самой кремниевой частицы. Наиболее перспективным оказалось легирование самого сырья для получения ГК

щелочными и переходными металлами, включая использование для получения Si порошка кремниевых материалов, содержащих в больших количествах примеси железа, никеля и ряда других металлов. С использованием гранулированного кремния разработан новый тип ПТЭ (рисунок 1), включая модулей, работоспособных в условиях высоких температур, давления и уровня радиации, в конструкции которых использовано, обнаруженное нами, влияние не только температуры и величины её градиента, но и давления на $I_{кз}$ и мощность преобразователя тепловой энергии.

ПТЭ на рисунке работает на разности температур и давлений на границе двух сред с $T_2 > T_1$ и $P_2 > P_1$. На схеме ПТЭ внизу показан газовый канал, соединяющий полость сильфона со средой с меньшим давлением. Этот вариант ПТЭ целесообразно применять в случаях, когда давления $P_2 > P_1$.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Наумов А.В. Еще раз о развитии солнечной энергетики и рынке кремниевого сырья в 2007-2010 г.г. // Изв. вузов. материалы электрон. техники. – 2007. – №1. – С. 15-20.
2. Саидов М.С., Абдурахманов Б.М., Олимов Л.О. Примесный тепловольтаический эффект границ зерен поликристаллического кремниевого солнечного элемента // Гелиотехника. – 2007. – №4. – С. 8-13.
3. Абдурахманов Б.М., Адилов М.М., Ашуров М.Х., Ашуров Х.Б., Максимов С.Е., Оксенгендлер Б.Л. Некоторые особенности термоэлектрического преобразования энергии в гранулированных полупроводниках // Гелиотехника. – 2012. – №2. – С. 17-23.
4. Абдурахманов Т.Б., Адилов М.М., Ашуров М.Х., Ашуров Р.Х., Ашуров Х.Б., Максимов С.Е., Морозов О.Б., Оксенгендлер Б.Л. Способ изготовления полупроводниковых заготовок для преобразователей энергии. Патент РУз №1АР05288. Приоритет от 13.07.2012.
5. Адилов М.М., Ашуров М.Х., Ашуров Х.Б. Максимов С.Е., Оксенгедлер Б.Л., Аладьина З.Н., Кучканов Ш.К. Термоэлектрический материал и способ его изготовления. Патент РУз №IАР05615. 04.05.2018

КОНВЕРТОРИ ЭНЕРГИЯИ ГАРМӢ ДАР АСОСИ СИЛИТСИЙИ ГРАНУЛАШУДА

Дар мақола натиҷаҳои табдилдиҳии энергияи гармӣ дар асоси силитсийи гранулӣ баррасӣ карда шудааст. Хулоса карда мешавад, ки дар табдили энергияи гармӣ ба ҷои масолеҳи анъанавии термоэлектрикӣ усулҳо ва масолеҳи арзон пайдо кардан лозим аст ва навъи нави табдилдиҳандаи энергияи гармӣ, аз ҷумла модулҳое, ки дар ҳарорати баланд, фишор ва радиатсия кор мекунанд, таҳия карда шудаанд. Дар тарҳи он таъсири на танҳо ҳарорат ва бузургии градиенти он, балки фишор ба $I_{кз}$ ва қудрати табдилдиҳандаи энергияи гармӣ, ки аз ҷониби муаллифон ошкор карда шуд, истифода мешавад.

КАЛИДВОЖАҲО: табдилдиҳии энергияи гармӣ, силитсийи гранулӣ, силитсийи техникӣ, эффекти термоволтаикӣ.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Қодиров Абдулаҳат Лакимович, доктори илмҳои физикаю математика, профессори кафедраи электроникаи Донишгоҳи давлатии Хуҷанд ба номи академик Бобоҷон Ғафуров. E-mail: addulakhatkadirov@gmail.com

Абдураҳмонов Борис Маликович, ходими калони илмии озмоишгоҳи конвертерҳои фотоэлектрикии Институти технологияи ион-плазма ва лазерии Академияи илмҳои Ӯзбекистон. E-mail: bogarab@mail.ru

Қосимов Далер Абдуқодирович, унвонҷӯи кафедраи электроникаи Донишгоҳи давлатии Хуҷанд ба номи академик Бобоҷон Ғафуров. E-mail: kosimov.ygt@gmail.com

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА ОСНОВЕ ГРАНУЛИРОВАННОГО КРЕМНИЯ

В работе рассматриваются результаты преобразования тепловой энергии на основе гранулированного кремния. Делается вывод о том, что в преобразовании тепловой энергии необходима найти дешевые методы и материалы вместо традиционных термоэлектрических материалов, а также разработан новый тип преобразователей тепловой энергии, включая модулей, работоспособных в условиях высоких температур, давления и уровня радиации, в конструкции которых использовано, обнаруженное нами, влияние не только температуры и величины её градиента, но и давления на $I_{кз}$ и мощность преобразователя тепловой энергии.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: преобразование тепловой энергии, гранулированный кремний, технический кремний, тепловольтаический эффект.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Кадыров Абдулахат Лакимович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры электроники Худжандского государственного университета имени академика Бободжона Гафурова. E-mail: addulakhatkadirov@gmail.com

Абдурахманов Борис Маликович, главный научный сотрудник лаборатории фотоэлектрических преобразователей Института ионно-плазменных и лазерных технологий Академии наук Республики Узбекистан. E-mail: bogarab@mail.ru

Касымов Далер Абдукадырович, соискатель кафедры электроники Худжандского государственного университета имени академика Бободжона Гафурова. E-mail: kosimov.ygt@gmail.com

THERMAL ENERGY CONVERTER BASED ON GRANULATED SILICON

The paper considers the results of the conversion of thermal energy based on granular silicon. It is concluded that in the conversion of thermal energy it is necessary to find cheap methods and materials instead of traditional thermoelectric materials, and a new type of thermal energy converters has been developed, including modules that are operable at high temperatures, pressure and radiation levels, in the design of which the discovered us, the influence of not only the temperature and the magnitude of its gradient, but also the pressure on I_{kz} and the power of the thermal energy converter.

KEY WORDS: thermal energy conversion, granular silicon, technical silicon, thermo voltaic effect.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Kadirov Abdulahat Lakimovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor of the Department Electronics of the Khujand State University named after academician Bobojon Gafurov. E-mail: addulakhatkadirov@gmail.com

Abdurakhmanov Boris Malikovich, Chief Researcher of the laboratories of Photoelectric Converters Institute of Ion-Plasma and Laser Technologies of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan. E-mail: bogarab@mail.ru

Qosimov Daler Abdukadirovich, Applicant of the Department Electronics of the Khujand State University named after academician Bobojon Gafurov. E-mail: kosimov.ygt@gmail.com

УДК: 536.212

ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СИСТЕМ CDSB-NISB$_2$ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ

Ёдалиева З.Н.
Таджикский технический университет имени академика М.С. Осимӣ

Введение. Нынешний уровень жизни стал возможным благодаря энергии, доступной в виде тепла из различных источников, таких как топливо. Процесс преобразования этой энергии для повседневного использования изучается в рамках термодинамики, не учитывая скорость передачи энергии. Во всех приложениях важную роль играет скорость, с которой энергия передается в виде тепла. Проектирование всего оборудования, связанного с теплопередачей, требует оценки скорости теплопередачи.

Нет необходимости перечислять различные виды оборудования, на работу которых влияет скорость теплопередачи. Движущий потенциал или сила, вызывающая передачу энергии в виде тепла, представляет собой разницу температур между системами. Другими такими транспортными процессами являются передача импульса, массы и электрической энергии. В дополнение к перепаду температур на скорость теплопередачи также влияют физические параметры, такие как геометрия, свойства материала, проводимость, параметры потока, скорость потока.

Как известно, все тела проводят теплоту. Это явление носит название теплопроводности. Это константа пропорциональности в уравнении Фурье, играющая важную роль в передаче тепла. Её значение выше для хороших электрических проводников и монокристаллов, таких как алмаз. Далее по порядку сплавы металлов и неметаллов. Жидкости имеют проводимость меньше, чем эти твердые материалы. Газы имеют наименьшее значение теплопроводности.

В твердых телах тепло проводится двумя способами: поток термически активированных электронов и решетчатые волны, генерируемые термически индуцированной атомной активностью. В проводниках преобладает режим электронного потока. В сплавах она одинакова. В диэлектриках основной модой является решеточная волна. В жидкостях проводимость осуществляется за счет атомной или молекулярной диффузии.

В газах проводимость осуществляется путем диффузии молекул с более высокого энергетического уровня на более низкий уровень. Теплопроводность формируется с изменением температуры. В хороших проводниках теплопроводность уменьшается с температурой из-за сопротивления потока электронов с более высокой плотностью электронов. В изоляторах с повышением температуры также увеличивается тепловая активность атомов и, следовательно, теплопроводность увеличивается с температурой. В случае газов теплопроводность увеличивается с температурой из-за увеличения случайной активности атомов и молекул. В том случае, если в веществе нет тепловых процессов, приводящих к появлению тока, J=0, то имеющийся в веществе градиент температуры вызовет поток энергии в направлении, противоположном

$$W = -\aleph \nabla T,$$

здесь $\aleph$ – коэффициент теплопроводности.

Теплопроводность, обусловленную движением носителей заряда, называют электронной теплопроводностью. Она характеризуется коэффициентом теплопроводности, который в сильной степени зависит от свойств полупроводника и температуры. Теплопроводность, обусловленную колебанием решетки, называют решеточной теплопроводностью. Таким образом, полная теплопроводность твердого тела складывается из решеточной и электронной теплопроводности.

Допустим, что в полупроводнике ток переносится электронами и дырками, концентрации и подвижности которых соответственно равны. Определение коэффициента Холла проведем для случая слабого магнитного поля. Когда полупроводник однородный то эквипотенциальные поверхности расположены перпендикулярно направлению электрического поля, соответственно вектору плотности тока.

В настоящее время наблюдается недостаточно исследований даже для элементов рассматриваемых материалов, а имеющиеся данные носят разрозненный и часто противоречивый характер. Так, практически нет систематизированных данных, необходимых для увязывания между собой в термодинамическое тождество удельную теплоёмкость, плотность и коэффициент температуропроводности. К теплофизическим свойствам веществ можно отнести широкий класс характеристик, изменения которых связаны с изменениями температуры веществ. Одним из недостатков существующих литературных данных, кроме неполноты и недостаточной достоверности многих из них, является несвязность теплофизических свойств между собой.

Материалы и методы исследования. Основной задачей современного материаловедения является получение полупроводниковых материалов различного целевого назначения, также возможно изменение свойств в необходимом направлений. Для того, чтобы прийти к решению этой задачи, в частности для получения эвтектических материалов, нужно провести исследование термических свойств некоторых соединений.

Работа посвящена исследованию теплофизических и термодинамических свойств эвтектической полупроводниковой системы *CdSb - $NiSb_2$*, в диапазоне температур от 100 до 673К.

Анизотропные термоэлементы изготовляются из монокристаллов полупроводниковых соединений со значительной анизотропией термо-э.д.с и используется в ряде полупроводниковых приборов. Выбор таких полупроводников и оптимизация их свойств (теплопроводность, теплоёмкость и температуропроводность) ограничены. Так, для повышения быстродействия и чувствительности анизотропных термоэлементов нужны материалы, сочетающие значительную анизотропию термо-э.д.с с высокой электропроводностью и хорошей теплопроводностью. Такое сочетание можно получить из композиционных материалов, например, на эвтектических композициях, состоящих из полупроводниковой матрицы с хорошими термоэлектрическими, теплофизическими свойствами и металлической фазой, повышающей общую электропроводность и теплопроводность.

Беспримесный антимонид кадмия (CdSb) обладает дырочной проводимости с подвыжности дырок up=300см^2/сек, плотность вещества 7 г/см^3, температура плавления 456^{0}С. CdSb получается путем сплавления компонентов высокой степени частоты в пирексовой ампуле. Этот материал используется для изготовления термоэлементов.

Для создания полупроводников с нужными физическими свойствами необходимо подобрать такую пару с соответствующими параметрами, обеспечивающими совместимость их механических, кристаллохимических, термических и иных свойств. Таким требованиям соответствует пара CdSb-NiSb.

Теплофизические и термодинамические свойства, теплопроводность кристаллических полупроводниковых систем CdSb - $NiSb_2$ (96% CdSb – 4% $NiSb_2$); (95% CdSb - 5%$NiSb_2$); (93%CdSb - 7%$NiSb_2$); (85% CdSb - 15%$NiSb_2$); (10% CdSb+90%$NiSb_2$) измеряли в интервале температур 100 - 673К на установках, разработанных Е.С. Платуновым и его учениками (ИТλ - 400 и ИТC_p-400).

Зная плотность, теплопроводность и удельную изобарную теплоёмкость, нами рассчитаны температуропроводность исследуемых образцов по следующему выражению:

$$a = \lambda / C_p \rho , \quad м^2/с \qquad (1)$$

где, λ – коэффициент теплопроводности Вт/(м К); ρ - плотность, кг/м^3; C_p - удельная изобарная теплоёмкость Дж/(кг· К).

Таблица 1

Теплопроводность (λ, Вт/(м ·К)) CdSb в зависимости от температуры

Т, К	100	150	200	250	300	323	348
λ	4.92[x]	3.03[x]	2.50[x]	2.11[x]	1.90[x]	1.80	1.68
Т, К	373	398	423	448	473	498	523
λ	1.62	1.60	1.52	1.45	1.40	1.36	1.25
Т, К	548	573	598	623	648	673	
λ	1.20	1.16	1.08	1.02	0.92	0.82	

Таблица 2

Расчётные данные по температуропроводности ($a \cdot 10^7$, $м^2/с$) монолитов полупроводниковых материалов системы CdSb-$NiSb_2$ в зависимости от температуры.

Объекты / Т,К	CdSb	№1	№2	№3	№4	№5	$NiSb_2$
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*
298	9,65	12,4	12,3	11,98	11,93	9,87	12,7
323	9,23	11,2	10,4	10,1	9,85	9,64	11,8
348	8,85	10,1	9,83	9,72	9,33	9,04	10,8
373	8,29	9,8	9,21	8,86	8,74	8,53	10,1
398	7,90	9,5	9,1	8,7	8,4	8,1	9,83
423	7,49	8,9	8,6	8,2	7,85	7,64	9,12
448	6,99	8,18	7,84	7,72	7,58	7,38	8,36
473	6,58	7,79	7,66	7,54	7,37	6,68	7,96
498	6,14	7,24	7,05	6,94	6,71	6,34	7,49
523	5,33	6,46	6,16	5,83	5,64	5,49	6,67
548	5,23	5,91	5,67	5,55	5,45	5,36	6,20
573	4,90	5,38	5,26	5,09	4,99	4,95	5,77
598	4,46	4,98	4,86	4,75	4,63	4,51	5,12
623	4,11	4,56	4,48	4,32	4,24	4,19	4,76
648	3,80	4,02	3,95	3,90	3,86	3,84	4,16
673	3,25	3,45	3,34	3,32	3,30	3,28	3,56

№1-96%CdSb+4%$NiSb_2$: №2-95% CdSb+5% $NiSb_2$; №3-93% CdSb+7% $NiSb_2$;№4-85% CdSb+15% $NiSb_2$; №5-10% CdSb+90% $NiSb_2$.

Анализ таблицы показывает, что теплопроводность и плотность исследуемых полупроводниковых образцов уменьшается с ростом температуры, но при этом температуропроводность увеличивается.

Также рост концентрации второго компонента $NiSb_2$ способствует увеличению теплопроводности и плотности во всех интервалах температур. Результаты экспериментальных исследований были обработаны с применением закона соответствующего состояния и эмпирического уравнения:

$$\lambda = \left[1{,}25\left[\left(\frac{T}{T_1}\right)^2 - 3{,}55\left(\frac{T}{T_1}\right) + 3{,}2\right]\right] 5{,}75\cdot 10^{-3} n_{N;Sb2} + 1{,}61), Вт/м \cdot K \qquad (2)$$

С помощью данного уравнения можно рассчитать теплопроводность неисследованных полупроводниковых систем с погрешностью до 6%

Заключение. На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1) теплопроводность и плотность исследуемых полупроводниковых образцов уменьшается с ростом температуры, но при этом температуропроводность увеличивается;

2) с увеличением роста концентраций второго компонента ($NiSb_2$) увеличению теплопроводности и плотности во всех интервалах температур.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Ащеулов А.А. Выращивание, электрические и термоэлектрические свойства эвтектической композиции CdSb-NiSb. Тезисы докладов у всесоюзного координационного совещания по полупроводниковым соединениям. – Душанбе, 1982. – С. 37.
2. Абулхаев В.Дж. Синтез физико-химические свойства сплавов и соединений редкоземельных элементов с сурьмой и висмутом: Автореферат диссертации на соискании ученой степени доктора химических наук. – Душанбе, 1996. – 48 с.
3. Сомов А.И., Тихоновский М.А. Эвтектические композиции. – М.: Металлургиздат, 1975. – 83 с.

4. Лазарев В.Б., Шевченко В.Я., Гринберг Я.Х., Соболев В.В. Полупроводниковые соединения $A^{II}B^{V}$. – М.: Наука 1978. – 40 с.
5. Сайдуллаева М., Сафаров М.М. Теплопроводность, электропроводность и теплоёмкость полупроводниковых систем ($CdSb-NiSb_2$) / Материалы республиканской научно-практической конференции «Инновация - эффективный фактор связи наукаи с производством». – Душанбе, 2008. – С. 118-124.
6. Сафаров М.М., Зарипова М.А., Доброхотов С.Б. Автоматизированный теплофизический комплекс для измерения теплопроводности жидкостей при высоких параметрах состояния // Метрология, 1994. – №8. – С. 13-19.
7. Кариева РА., Сайдуллаева М.С. Влияние концентрации $NiSb_2$ на изменение свойства полупроводниковой системы $CdSb-NiSb_2$. Депонирована в НПИЦентре под №18(1849) от 28 октября 2010.
8. Сайдуллаева М., Кариева Р.А. Физико-химические и электрические свойства полупроводниковых соединений группы $A^{II}B^{V}$. / Материалы 7-международной научно-практической конференции. «Перспективы развития науки и образования» 23-24 октября 2014, посвященной 20-летию Конституции Республики Таджикистан и 90-летию г. – Душанбе, 2014. – С. 164-166.
9. Лазарев В.Б., Шевченко В.Я. и др. Полупроводниковые соединения группы $A^{n}B^{v}$. – М.: Наука, 1978. – 40 с.
10. Платунов Е.С., Буравой С.Е., Курепин З.В. Теплофизические измерения и приборы. – Л.: Машиностроение, 1986. – 256 с.

ОМӮЗИШИ ХУСУСИЯТҲОИ ТЕРМОФИЗИКИИ СИСТЕМАИ CDSB-$NiSb_2$ ВОБАСТА АЗ ҲАРОРАТ

Дар ин мақола таҳқиқоти физикӣ - химиявии назариявӣ ва эксперименталии таъсири ҳамдигарии системаи $CdSb–NiSb_2$ ва композитҳои эвтектикӣ дар асоси нимноқилҳои ҚЭҲ-и термикӣ ва фазаи металлии зиёддоштаи гармигузаронии хуб ва ноқилияташ баланд оварда шудааст. Омӯзиши хосиятҳои термофизикӣ ва диаграммаҳои фазавии маҳлулҳои обӣ аз нуқтаи назари таҳқиқоти фундаменталӣ оид ба изоморфизми ҳодисаҳои муҳим ҳангоми татбиқи омехтаҳои мураккаб, ки ҷузъҳои онҳо моддаҳои аз молекулаҳои қутбӣ ва ғайриқутбӣ иборатанд, таваҷҷуҳ доранд.

Барои умумӣ гардонидани натиҷаҳои таҷрибаҳо оид ба хосиятҳои физикии маҳлулҳои обии дукомпонента қонуни ҳолатҳои мувофиқ ва шабоҳатҳои термодинамикӣ татбиқ карда мешавад. Дар асоси маълумоти таҷрибавӣ барои ҳисоб кардани хосиятҳои термофизикии системаҳои $CdSb-NiSb_2$ вобаста ба ҳарорат як қатор муодилаҳои эмпирикӣ ба даст оварда шудааст.

КАЛИДВОЖАҲО: антимониди кадмий, антимониди никел, гармигузаронӣ, ноқилият, термо-ҚЭҲ.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ: Ёдалиева Зулфия Нуралиевна, номзади илмҳои техникӣ, дотсенти Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ. E-mail: edalieva71@mail.ru

ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СИСТЕМЫ CdSB-$NiSb_2$ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ

В данной статье рассмотрено теоретическое и экспериментальное исследование физики-химического взаимодействия в системе CdSb-NiSb и эвтектической композиции на основе полупроводника со значительной термо-э.д.с и металлической фазой, обладающей высокой электропроводностью и хорошей теплопроводностью. Изучение теплофизических свойств и фазовых диаграмм водных растворов вызывает интерес с позиций фундаментальных исследований изоморфизма критических явлений в применение к сложным смесям, компонентами которых являются вещества, состоящие из полярных и неполярных молекул.

Для обобщения результатов экспериментов по физическим свойствам двухкомпонентных водных растворов применен закон соответственных состояний и термодинамических подобий. На основе экспериментальных данных для расчёта теплофизических свойств систем $CdSb-NiSb_2$ в зависимости от температуры получен ряд эмпирических уравнений.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: антимонид кадмия, антимонид никелья, теплопроводность, термо-э.д.с, резисторов, тензорезисторов

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ: Ёдалиева Зулфия Нуралиевна, кандидат технических наук, доцент Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими. E-mail: edalieva71@mail.ru

STUDY OF THE THERMOPHYSICAL PROPERTIES OF THE SYSTEM CdSb-$NiSb_2$

In this article, a theoretical and experimental study of the physicochemical interaction in the system and a eutectic composition based on a semiconductor with a significant thermal emf and a metallic phase possessing high electrical conductivity and good thermal conductivity is examined.

This article discusses a theoretical and experimental study of physics - chemical interaction in the CdSb - NiSb system and a eutectic composition based on a semiconductor with a significant thermal emf and a metal phase with high electrical conductivity and good thermal conductivity.

The study of thermophysical properties and phase diagrams of aqueous solutions is of interest from the standpoint of fundamental research on the isomorphism of critical phenomena in application to complex mixtures, the components of which are substances consisting of polar and nonpolar molecules.

To generalize the results of experiments on the physical properties of two-component aqueous solutions, the law of corresponding states and thermodynamic similarities is applied. Based on experimental data for calculating the thermophysical properties of $CdSb$-$NiSb_2$ systems depending on temperature, we have obtained a number of empirical equations.

KEY WORDS: cadmium antimonide, nickel antimonide thermal conductivity, electrical conductivity, thermalem, differential thermal analysis, eutectic.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR: Yodalieva Zulfiya Nuralievna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Tajik Tekhnical University named after academician M.S. Osimi

УДК: 536.12

ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ СИСТЕМЫ «ЖИДКИЙ МЕТИЛБУТИЛКЕТОН + ОДНОСТЕННЫЕ, МНОГОСТЕННЫЕ УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ» ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ И ДАВЛЕНИЯХ

Шарипов С.М., Ойматова Х.Х., Сафаров Ш.Р.
Бохтарский государственный университет имени Носира Хусрава
Сафаров М.М.
Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

Введение. Метилбутилкетон применяется как растворитель поливинилхлоридных, нитроцеллюлозных, полиакриловых лакокрасочных материалов и клеев, типографских красок, депарафинизации смазочных масел и обезмасливания парафинов (удаление смеси масла и низкоплавкого парафина); промежуточный продукт в производстве пероксида метилэтилкетона (отвердитель полиэфирных смол), вторбутиламина и др. Также применяется для производства чернил и разбавителя в каплеструйной технологии печати при использовании каплеструйных принтеров для маркировки продукции (сведения о дате производства, срока годности, партии и т. д.).

Целью данного исследования является изучение теплопроводности жидкого метилбутилкетона как в чистом виде и с добавкой 0,5-2% ОСУНТ и 70% - углеродных нанотрубок в интервале температур от 298К до 640К и давлений (0,101-45) МПа.

Объект исследования. Жидкий метилбутилкетон, 70% углеродные нанотрубки ОСУНТ и МСУНТ добавкой от 0,5-2%.

Экспериментальная установка. Принципиальная схема устройства приведена на рис 1, устройство состоит из емкости 1, выполненной из нержавеющей стали и содержащая исследуемый объект 2 – наножидкость. Емкость 1 посредством трубки 3 через краники $К_1$ и $К_2$ присоединена к полиэтиленовому мешочку 4, размещенного в прижимном сосуде 5, содержащем глицерин 6. Прижимной сосуд 5 при помощи трубки присоединен к грузопоршневому манометру 7 (МП - 600). К трубке, соединяющей ёмкость 1 и прижимной сосуде 5, через краники $К_3$ и $К_4$ посредством трубки присоединены вакуумный насос 8 и манометр М, который также присоединен и к внутреннему сосуду 9 измерительной трубки, содержащей внешний сосуд 10, служащий в качестве рубашки и внутри которого содержится термостатирующая среда 11 (воздух, вода или масло). По оси внутреннего сосуда 8 установлен нагревательный элемент 12 – натянута проволока из никеля, которая замыкает электрическую цеп: присоединена к последовательно соединенным источнику постоянного питания 13, постоянному резистору 14, амперметру А и вольтметру V, параллельно присоединенному к источнику питания 13 и резистору 14.

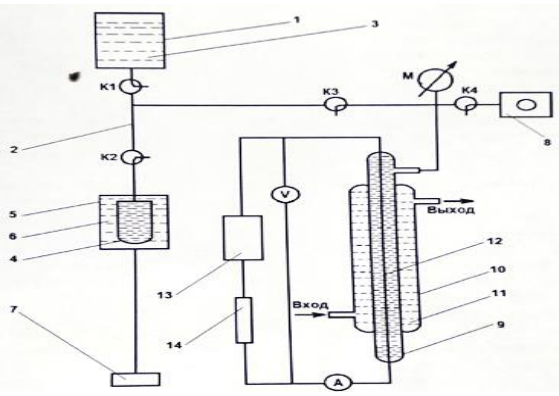


Рисунок 1. Экспериментальная установка для определения коэффициента теплопроводности наножидкостей (метод нагретой нити). Малый патент РТ №TJ 923,2017г., 5с. [3]

На экспериментальной установке (рис. 1) была измерена теплопроводность жидкого метилбутилкетона как в чистом виде, так и с добавкой различных наночастиц углерода (ОСУНТ, МСУНТ, в зависимости от температуры Т = (293 – 673) К при Р = (0,101 – 49,01) МПа с добавкой от 0,1 до 0,5 % (с интервалом 0,05 %) наночастиц [1]. Теплопроводность жидкого метилбутикетона как в чистом виде, так и с содержанием ОСУНТ измерена при различных температурах (293 – 673) К и давлениях (0,101 – 49,01) МПа приведены на рисунке 1-6 [44,88,89].

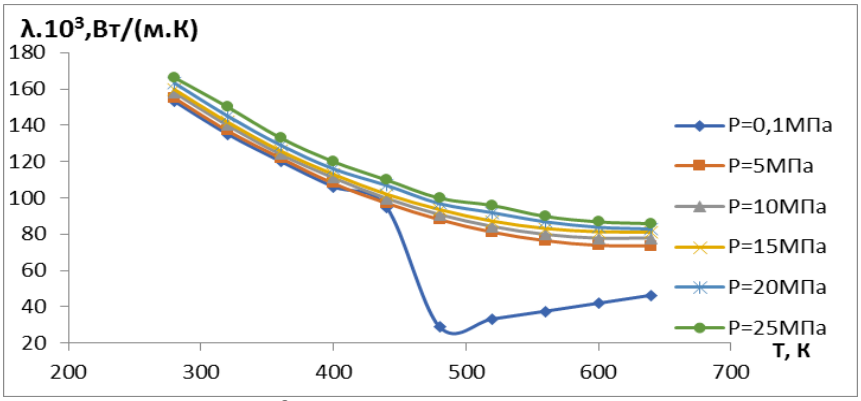


Рисунок 1. Теплопроводность (λ.10³,Вт/(м.К) жидкого и газообразного метилбутилкетона при различных температурах, давлениях: ряд 1 - 0,1; ряд 2 - 5,0; ряд 3 -10,0; ряд 4 - 15,0; ряд 5 - 20,0; ряд 6 - 25,0 МПа.

Как видно из рис. 1, теплопроводность жидкого и гаообразного метилбутилкетона в чистом виде в зависимости от температуры уменьшается и повышение давления приводит к росту теплопроводности метибутилкетона. Результаты исследования показали, что теплопроводность исследуемых образцов в чистом виде с ростом температуры от 200К до 640К уменьшается, а с увеличением давления от 0,1МПа до 25МПа растет. Например, при увеличении температуры от 200К до 640К теплопроводность уменьшается 61% [1-11].

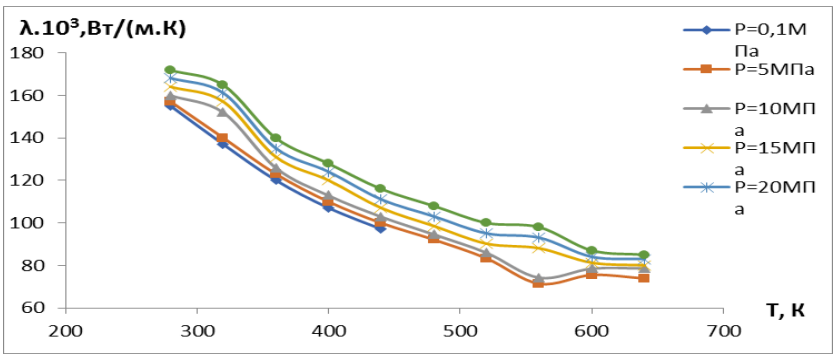


Рисунок 2. Теплопроводность (λ.10³,Вт/(м.К) системы метилбутилкетона +0,5 % ОСУНТ при различных температурах, давлениях: ряд 1 - 0,1; ряд 2 - 5,0; ряд 3 -10,0; ряд 4 - 15,0; ряд 5 - 20,0; ряд 6 - 25,0 МПа.

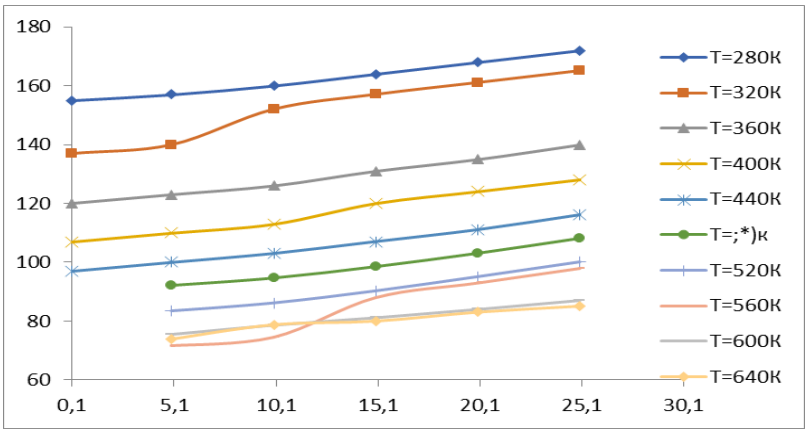


Рисунок 3. Теплопроводность (λ.10³,Вт/(м.К) системы метилбутилкетона + 0,5 % ОСУНТ при различных температурах, давлениях (р=0,101МПа): ряд 1 - 280,0; ряд 2 - 320,0; ряд 3 -360,0; ряд 4 - 400,0; ряд 5 - 480,0; ряд 6 - 520,0; ряд 7-560, ряд 8-600, Ряд 9-640К.

Как видно из рис. 2-3, теплопроводность жидкого и гаообразного метилбутилкетона с добавкой 0,5 % ОСУНТ в зависимости от температуры, давления убивается по линейному закону. Результаты исследования показали, что теплопроводность исследуемых образцов с добавкой 0,5 % ОСУНТ с ростом температуры от 200К до 640К уменьшается, а с увеличением давления от 0,1Мпа до 25 МПа растет. Например, для образца «жидкий метилбутилкетона+0,4%ОСУНТ» при комнатной температуре 298 К и изменении давления до 49,01 МПа, теплопроводность растет на 14,6 %, а для данного образца при температуре 672 К это изменение доходит до 16,5 %. Добавка 0,5 % ОСУНТ приводит к увеличению теплопроводности жидкого метилбутилкетона P = 0,101 МПа и T = 293К на 19,9 % а при P = 14,01 МПа и T = 293К теплопроводность растет на 18,4 %.

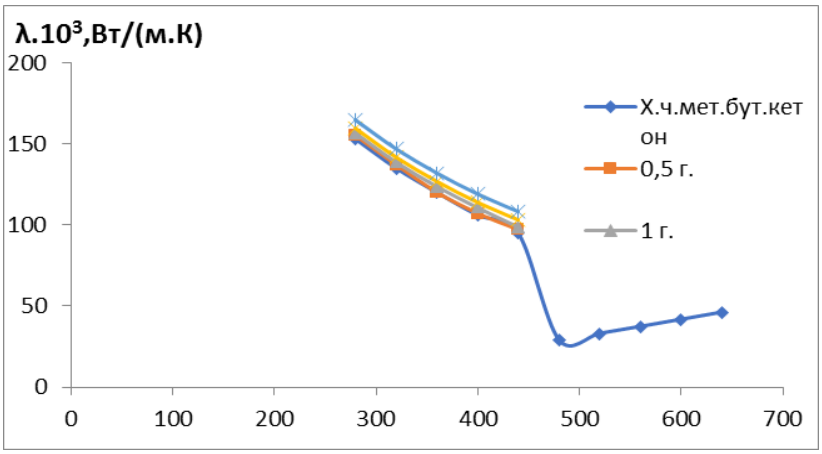


Рисунок 4. Теплопроводность (λ.10³,Вт/(м.К) системы х.ч. метилбутилкетона при различных массового нанонапольнителя при атмосферном давлении: Ряд 1 – х.ч. метилбутилкетона; Ряд 2 - 0,5г.; Ряд 3 -1,0 г.; Ряд 4 - 1,5 г.; Ряд 5 - 2,0г [1-11].

Как видно из рис. 4, теплопроводность жидкого и гаообразного метилбутилкетона в зависимости от температуры и концентрации ОСУНТ тоже уменьшается. Результаты исследования показали, что теплопроводность исследуемых образцов с добавкой 0,5% ОСУНТ в зависимости от температуры изменяется скачкообразно.

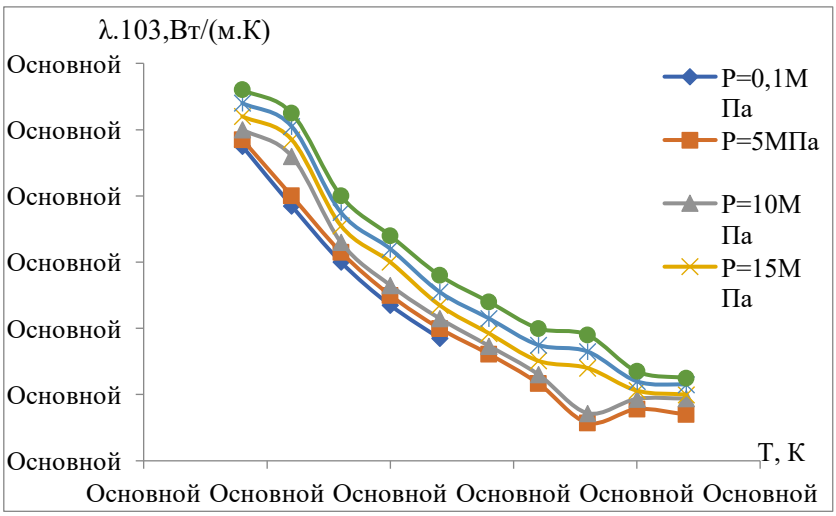


Рисунок 5. Теплопроводность (λ.10³,Вт/(м.К)) х.ч. жидкого метилбутилкетона с добавкой 1г. массового концентрации (70% ОСУНТ) при различных давлениях (наши данные): ряд 1 - 0,1; ряд 2 – 5,0; ряд 3 -10,0; ряд 4 - 15,0; ряд 5 - 20,0; ряд 6 - 25,0 МПа [1-11].

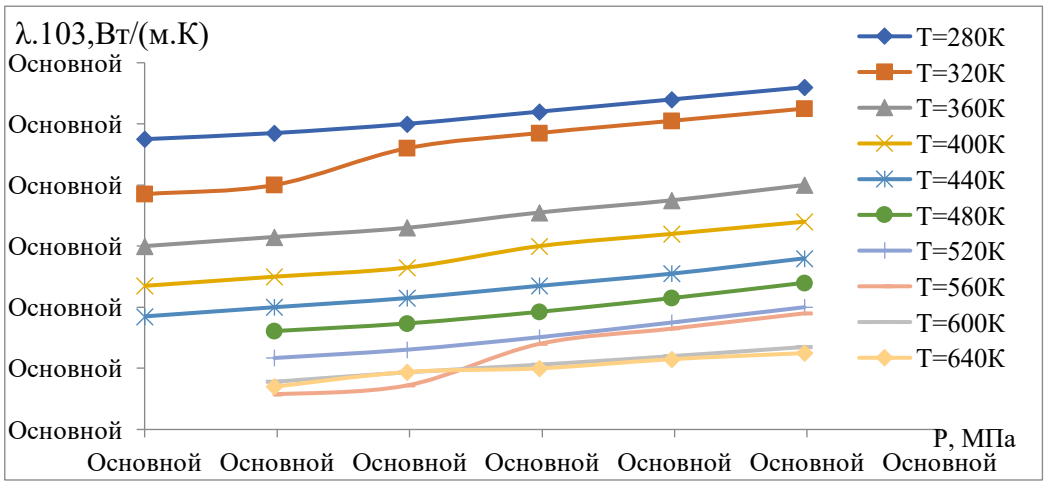


Рисунок 6. Теплопроводность (λ.10³,Вт/(м.К)) системы метилбутилкетона +70 % ОСУНТ при различных температурах, давлениях: ряд 1 - 280,0; ряд 2 - 320,0; ряд 3 -360,0; ряд 4 - 400,0; ряд 5 - 480,0; ряд 6 - 520,0; ряд 7-560, ряд 8-600, ряд 9-640К [1-11].

Из рис. 5-6, видно, что теплопроводность системы «жидкий метилбутилкетона 70% ОСУНТ» с ростом температуры уменьшается, а повышение давления приводит к росту теплопроводности коллоидных наножидкостей системы «жидкий метилбутилкетона + ОСУНТ». Например, при температуре 298К для системы «жидкий метилбутилкетона + 70 ОСУНТ» повышение давления от (0,101– 49,01) МПа приводит к росту теплопроводности исследуемых коллоидных растворов на 11,2 %, при увеличении давления от (4,91 – 49,01) МПа при температуре 500 К теплопроводность возрастет на 12,2 %.

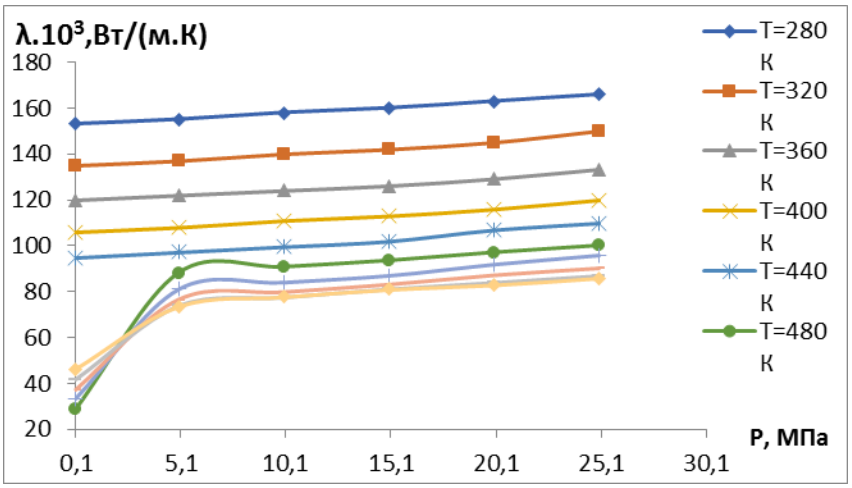


Рисунок 7 – Теплопроводность (λ.10³, Вт/(м.К)) системы метилбутилкетона + 0,1 % МСУНТ при различных давлениях и температурах: ряд 1 - 280,0; ряд 2 - 320,0; ряд 3 -360,0; ряд 4 - 400,0; ряд 5 - 480,0; ряд 6 - 520,0; ряд 7-560, ряд 8-600, ряд 9-640К [1-11].

Как видно, из рис. 7, теплопроводность системы «жидкий метилбутилкетона (0,1-0,5) % МСУНТ» с ростом температуры уменьшается, а повышение давления приводит к росту теплопроводности коллоидных наножидкостей системы «жидкий метилбутилкетона + МСУНТ». Например, при температуре 300К для системы «жидкий метилбутилкетона + 0,5 % МСУНТ» повышение давления от (0,101– 49,01) МПа приводит к росту теплопроводности исследуемых коллоидных растворов на 15,2 %, при увеличении давления от (4,91 – 49,01) МПа при температуре 500 К теплопроводность возрастет на 70,3 %.

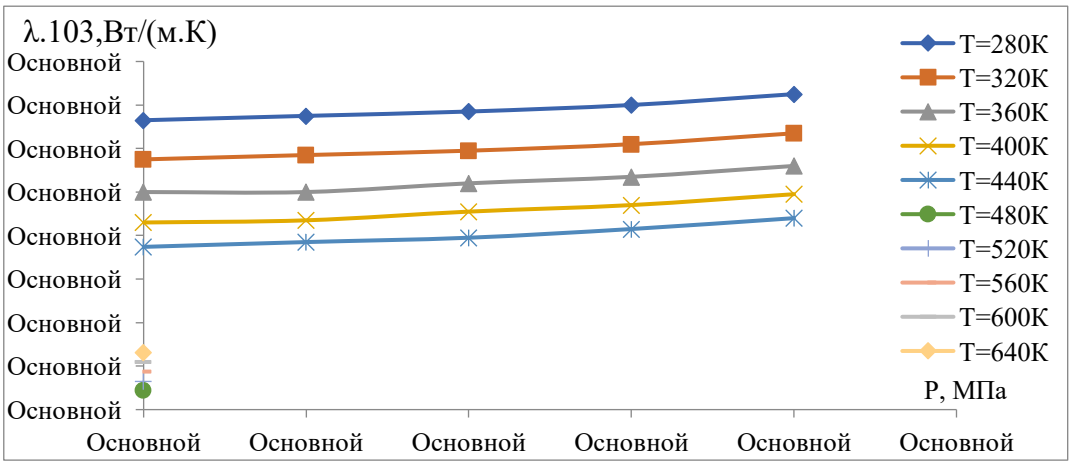


Рисунок 8. Теплопроводность ($\lambda.10^3$, Вт/(м.К)) системы метилбутилкетона + 0,1 % МСУНТ при различных давлениях и температурах: ряд 1 - 280,0; ряд 2 - 320,0; ряд 3 -360,0; ряд 4 - 400,0; ряд 5 - 480,0; ряд 6 - 520,0; ряд 7-560, ряд 8-600, ряд 9-640К [1-11].

Как видно из рис. 8, теплопроводность системы «метилбутилкетона+ 0,1% МСУНТ» с ростом температуры и давления увеличивается. При росте концентрации наполнителя, наблюдается повышение теплопроводность исследуемых коллоидных растворов во всем диапазоне температуры и давления.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Гуломов, М.М. Влияние углеродных нанотрубок и нанопорошков кремниевой кислоты на изменение теплофизических, термодинамических и седиментационных свойств некоторых жидких углеводородов и их смесей / Масрур Мирзохонович Гуломов/ т.1 и т. 2, специальность 1.3.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника. Дисс. на соискание учёной степени доктора технических наук. – Душанбе, 2021 (т. 1-274 с, т. 2-163 с.).
2. Дмитриев, А.С. В ведение в нанотеплофизику / А.С. Дмитриев. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 790 с.
3. Сафаров, М.М., Давлатшоев С.К., Махмадиев М.С. и др. Устройства для кондуктометрических измерений, Патент Республики Таджикистан. №TJ88, МПК (2006)[8], C21D 1/70; H05B 6.08, №0700102, от 4.04.2007 г., 5 с.
4. Шарипов, С.М., Экспериментальное исследование теплопроводности, температуропроводности водных растворов аэрозина, диметилгидразина / С.М. Шарипов, З.К. Хусайнов / Материалы международной научной конференции «Молодые исследователи-регионам». – Вологда, 16-20 апреля 2018. – С. 367-369.
5. Шарипов, С.М. Взаимосвязь между теплопроводностью и плотности водных растворов в зависимости от температуры и давления / М.М. Сафаров, С.М. Шарипов, М.А. Зарипова, З.К. Хусайнов, Ш.Р. Сафаров, К. Мухамадали / Материалы международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы преподавания математики и естественных наук в кредитные системы обучения. КТГУ имени Носира Хусрава. – Бохтар-29-30 июня 2018. – С. 475-479.
6. Safarov, M.M. Relationship between thermal conductivity and density of water solution dependence on temperature and pressure / Safarov, M.M., Zaripova M.A., Gulomov M.M., Khusainov Z.R. Safarov Sh.R., Muhamadali K, Sharipov Sh.M. – Ekaterinburg, 2018.
7. Шарипов, С.М., Сафаров М.М., Тургунбоев М.Т. Ойматова Х.Х., Мухамадалии К., Хусейнов З.К., Сафаров Ш.Р. Влияние температуры и давления на теплопроводность, температуропроводность и вязкость водных растворов аэрозина и диметилгидразина. / М.М. Сафаров, С.М. Шарипов, М.Т. Тургунбоев, Х.Х. Ойматова, К. Мухамадалии, З.К. Хусейнов, Ш.Р. Сафаров. / Материалы 8 Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Современная техника и технологии: проблемы, состояние и перспективы». Часть 2. – Рубцовск, 22-23 ноября 2018, – С. 897-901.
8. Шарипов, С.М. Влияние наночастиц (сажи и 70% углеродных нанотрубок) на поведение теплопроводности метилбутилкетона при атмосферном давлении. / М.М. Сафаров, С.М. Шарипов, Х.Х. Ойматова. / Материалы международной научно-практической конференции «Энергетика: Состояния и перспективы развития», 20 декабря 2021. – Душанбе, ЦИ и П, ТТУ имени акад. М.С. Осими. – С. 174-177
9. Sharipov, S.M. Correction between thermal conductivity and specific heat capacity of ternary systems (CA, MWCN and N_2H_4) / S.M. Sharipov, M.M. Safarov, H.H. Oimatova. / Proceedings of the Journal of International University Scien-tific Forum (Practice Oriented Science), UAE-Russia-India, Dubai-17 June 2022., Dubai-17 Iune 2022. – Pp.121-128. doi:10.34660/INF 2022.16.28.046

10. Шарипов, С.М. Корреляция между коэффициента теплоотдачи и удельной теплоёмкости тернарных систем кремниевой кислоты, многослойной углеродной нанотрубки и нанопорошка гидразина. / Х.Х. Ойматова, Ш.Р. Сафаров, С.М. Шарипов, М.М. Сафаров // МТФШ-13. – Тамбов-Душанбе, 2022. – С. 69-71.

ГАРМГУЗАРОНИИ СИСТЕМАИ «МЕТИЛБУТИЛКЕТОНИ МОЕЪИ + НАНОНАЙЧАҲОИ ЯККҚАБАТА ВА БИСЁРҚАБАТАИ КАРБОНӢ» ДАР ХАРАРАТ ВА ФИШОРИ ГУНОГУН.

Дар мақола натиҷаҳои омӯзиши таҷрибавии гармигузаронии метилбутилкетони моеъ, ки ҳам дар шакли танҳо ва ҳам бо омехтаи як миқдори муайяни ННК дар диапазони ҳарорат (аз 293К то 640К) ва фишори атмосфера аз 0,101-45 МПа ҷойгир карда шудаанд, баррасӣ гардидааст. Барои чен кардани қобилияти гармидиҳии маҳлулҳои метилбутилкетон ва (ННК) усули филаменти тафсонда истифода шуд. Хатоии умумии нисбӣ дар ченкунии гармии самараноки наномоеъҳо дар сатҳи эътимоднокии α=0,95 2,6% аст. Дар асоси натиҷаҳои таҳқиқоти таҷрибавии коэффитсиенти гармигузаронии наномоеъҳои таҳқиқшуда (метилбутилкетон+ННК), графики вобастагии коэффитсиенти гармигузаронӣ аз ҳарорат, фишор ва консентратсияи нанонайчаи карбонии якқабата ва нанонайчаи карбонии бисёрқабата тартиб дода шудааст.

КАЛИДВОЖАҲО: гармигузаронӣ, ҳарорат, фишор, консентратсия, усули филаменти тафсон, SWCNT ва MWCNT, метилбутилкетони моеъ.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ: Шарипов Сафарбой Муродалиевич, унвонҷӯи кафедраи физикаи умумии Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав. Тел.: (+992) 904-06-22-22.

Сафаров Маҳмадалӣ Маҳмадиевич, доктори илмҳои техникӣ, профессор, Арбоби шоистаи илм ва техникаи Тоҷикистон, Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осими. E- mail: mahmad1@list.ru

Ойматова Ҳоҷармо Холмуродовна, дотсенти кафедраи физикаи умумии Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав. Тел.: (+992) 93-591-23-61.

Сафаров Шоҳин Рустамович, омӯзгори кафедраи физикаи умумии Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав. Тел.: (+992) 884-44-04-01; e-mail: safarov88-88@mail.ru

ТЕПЛОПРОВОДНОТЬ СИСТЕМЫ «ЖИДКИЙ МЕТИЛБУТИЛКЕТОН + ОДНОСТЕННЫЕ, МНОГОСТЕННЫЕ УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ» ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ И ДАВЛЕНИЯХ

В работе приводятся результаты экспериментального исследования коэффициента теплопроводности жидкого метилбутилкетона как в чистом виде, так и внедренных в некотором количестве УНТ в интервале температуры (от 293К до 640К) при атмосферном давлении от 0,101-45МПа. Для измерения коэффициента теплопроводности растворов метилбутилкетона и (УНТ) применен метод нагретой нити. Общая относительная погрешность измерения коэффициента эффективной теплопроводности наножидкостей при доверительной вероятности α=0,95 равна 2,6%. По результатам экспериментальных исследований коэффициент теплопроводности изучаемых наножидкостей (метилбутилкетон+УНТ) были построен график зависимости коэффициент теплопроводности от температуры, давления и концентрации однослойной углеродной нанотрубки и многослойной углеродной нанотрубки.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: теплопроводность, тепрература, давления, концентрация, метод нагретой нити, ОСУНТ и МСУНТ, жидкий метилбутилкетон.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Шарипов Сафарбой Муродалиевич, соискатель кафедры общей физики Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Тел.: (+992) 904-06-22-22.

Сафаров Махмадали Махмадиевич, доктор технических наук, профессор, Заслуженный деятель науки и техники Таджикистана, Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими. E-mail: mahmad1@list.ru

Ойматова Ходжармо Холмуродовна, доцент кафедры общей физики Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Тел.: (+992) 93-591-23-61.

Сафаров Шохин Рустамович. преподаватель кафедры общей физики Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Тел.: (+992) 884-44-04-01; e-mail: safarov88-88@mail.ru

THERMAL CONDUCTIVITY OF THE SYSTEM «LIQUID METHYL BUTYL KETONE+SINGLE-WALL, MULTI-WALL CARBON NANOTUBES» AT DIFFERENT TEMPERATURES AND PRESSURES

The paper presents the results of an experimental study of the thermal conductivity of liquid methylbutyl ketone both in pure form and embedded in a certain amount of CNT in the temperature range (from 293K to 640K) at atmospheric pressure from 0,101-45MPa. To measure the thermal conductivity of methyl butyl ketone and (CNT) solutions, the heated filament method was used. The total relative error in measuring the effective thermal conductivity of nanofluids at a confidence level α=0.95 is 2.6%. Based on the results of experimental studies of the thermal conductivity coefficient of the studied nanofluids (methylbutyl ketone + CNT), a graph of the

dependence of the thermal conductivity coefficient on temperature, pressure and concentration of a single-walled carbon nanotube and a multilayer carbon nanotube was plotted.

KEY WORDS: thermal conductivity, temperature, pressure, concentration, heated filament method, SWCNT and MWCNT, liquid methyl butyl ketone.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Sharipov Safarboy Murodalievich, Applicant of the Department of General Physics of Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav. Phone: (+992) 904-06-22-22.

Safarov Mahmadali Mahmadievich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Worker of Science and Technology of Tajikistan of Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi. E-mail: mahmad1@list.ru

Oimatova Hojarmo Kholmurodovna, Associate Professor of the Department of General Physics of Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav. Phone: (+992) 93-591-23-61.

Safarov Shohin Rustamovich. Lecturer in the Department of General Physics of Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav. Phone: (+992) 884-44-04-01; e-mail: safarov88-88@mail.ru

УДК 621.31(575.3)

СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГЕТИКА В ТАДЖИКИСТАНЕ

Абдурахманов А.Я.
Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

Наряду с МГЭС Таджикистан имеет прекрасные перспективы для использования солнечной энергии в целях производства электроэнергии и тепловой энергии [1]. В республике имеются технологические разработки по изготовлению солнечных водонагревательных установок производительностью от 0,1 до 1 т горячей воды (50-70 С) за световой день. Так, ОАО «Системавтоматика» и Ассоциация ВИЭ наладили выпуск одноконтурных солнечных коллекторов и имеются достаточно примеров его использования [1,4]. В свободной экономической зоне «Сугд» организована сборка солнечных коллекторов. Кроме того, Государственное унитарное производственное предприятие «Таджиктекстильмаш», ГУП «Востокредмет» и ЗАО «Таджикэнергоремонт» сегодня выпускают некоторые турбины для МГЭС и имеют возможности для организации технологического процесса по выпуску солнечных коллекторов. Также, имеются разработки Академии наук Республики Таджикистан о различных солнечных кухнях на основе несложной технологии, который позволяет достигнуть температуры 150°С [1].

Достоверная информация об использовании энергии ВИЭ в целях отопления и приготовления пищи отсутствуют. Для оценки использования ВИЭ в домохозяйствах необходимо проведение обследования как объектов ВИЭ, так и домохозяйств [1, с. 2].

Как было сказано, для Таджикистана использование солнечной энергии имеет большие перспективы. В республике 280-330 дней в году - солнечные. Суммарная солнечная радиация при ясном небе достигает 7500-8000 МДж на 1 кв.м. Для оценки эффективности использования солнечных энергоустановок большое значение имеет продолжительность солнечного сияния в данной местности [1].

Общая продолжительность солнечного сияния колеблется от 2100 до 3170 часов в год. Наименьшая общая продолжительность солнечного сияния отмечена в горных районах, характеризующихся значительной облачностью в течение года и закрытым рельефом (Дехавз – 2097 часов, ледник Федченко – 2116 часов). Наибольшая продолжительность солнечного сияния (более 3000 часов в год) наблюдается на юге республики (Пяндж – 3029 часов) и на Восточном Памире (оз. Каракуль – 3166 часов), где облачность минимальна и преобладает открытое пространство. Эти территории являются наиболее подходящими для использования энергии солнца [2, с. 7].

В годовом ходе минимальная продолжительность солнечного сияния от 61 (Дехавз) до 172 часов (Каракуль) наблюдается в декабре. Летом, в июле, продолжительность солнечного сияния возрастает и достигает максимума 270 часов в верховьях Зеравшан и 390 часов в районе г. Худжанда.

Указанный потенциал энергии солнца можно использовать, как для производства электрической энергии с помощью фотоэлементов, так и для получения тепловой энергии с помощью гелиоколлекторов и эффективного применения потенциала солнечной радиации в архитектурной композиции зданий (пассивная солнечная планировка) для целей обогрева и др.

Для внедрения этой технологии в Таджикистане имеется необходимая сырьевая,

производственная (Завод машиностроительный) и научная (Физико-технический институт АН РТ) и база. Также имеется собственный опыт в конструировании таких устройств. Однако требуется повышение квалификации специалистов, доступ к современным технологиям, развитие инфраструктуры и проведение научных исследований [3, с. 6].

Технология преобразования солнечной энергии в тепловую (нагрев воды или воздуха) является более доступной. Изготовление таких устройств возможно из местных материалов (алюминий) с привлечением местных промышленных предприятий (ТадАЗ, машиностроительные заводы) и инфраструктуры (строительные фирмы). Широкое применение могут иметь солнечные водонагревательные устройства для получения горячей воды и тепла (горячее водоснабжение в жилых домах, гостиницах, домах отдыха, душевые на летних дачах, в сельской местности, тепличные хозяйства). Перспективным представляется создание солнечных кухонь и сушилок для производства сухофруктов, табака, лекарственных растений [4, с. 7].

В условиях Таджикистана, как показывают расчеты, 1 кв.м гелиоколлектора позволяет сэкономить 0,15-0,2 т у.т. в год (т.е. 150-200 кг угля или около 100 кг нефтепродуктов). Таким образом, гелиоустановка площадью 10 кв.м, может за год обеспечить энергию, которую дает сжигание 2 тонн угля. Пассивные солнечные дома представляют собой теплоизолированные архитектурные конструкции со специальной планировкой и ориентацией на солнце и позволяют сократить потребление энергии на 25% [1, с. 4].

В настоящее время используется менее 5,6% имеющегося потенциала от технических возможных и экономически эффективных запасов гидроресурсов Таджикистана и менее 1% от других видов возобновляемых источников энергии.

Исходя из реальных возможностей, сложившихся для Таджикистана в энергетике, получаемой из различных источников энергии, Правительство Республики Таджикистан считает развитие гидроэлектроэнергетики приоритетным направлением в секторе энергетики. Поэтому страна приняло решение о строительстве самой большой гидроэнергетической станции - Рогунской ГЭС мощностью 3600 МВТ. На рис. 1 показаны варианты использования возобновляемой энергии солнца, малых рек и биоресурсов в сельской месности.

Рис. 1. Варианты использования ВИЭ в сельской местности.

Однако, доступ к электроэнергии большей части населения, особенно в суровое зимнее время, остается одной из важнейших проблем развития, с которой сталкивается Таджикистан [4, с. 6]. Как было отмечено рост населения Таджикистана достаточно высокое чем рост

электроэнергетических источников. Почти каждую зиму страна сталкивается с энергетическим кризисом. Доступ к электроэнергии в сельской местности составляет несколько часов в сутки, наноситься огромный ущерб социальной сфере и зарождающемуся предпринимательству, население вынуждено вырубать леса и кустарники в высокогорных районах страны, разрушая хрупкую экологию высокогорья, места, где сосредоточены основные запасы воды замкнутого региона Центральной Азии. Конечно, все это зависит от суровости зимы, зима 2015/2016 было относительно теплой, поэтому потребление электроэнергии населением относительно было небольшое.

Мощность энергосистемы Таджикистана составляет примерно 7000 МВт, причем на долю гидроэлектростанций приходится 93,9% всей установленной мощности. На долю тепловых станций - 318 МВт, то есть всего около 6,1%. В этом направлении Правительством Республики Таджикистан приняло решение о строительстве ТЭЦ-2 с тепловой мощностью 500 Гкал/час, который был запущен в 2016 году.

Среднемноголетняя выработка электроэнергии в таджикской энергосистеме, состоящей в основном из гидроэлектростанций, составляет 20 млрд.кВт.ч. в год. Следует отметить, что более 90% электроэнергии, вырабатываемой в Таджикистане, получают на гидроэлектростанциях.

В 2018 году Министерство энергетики и водных ресурсов Таджикистана на призыв ООН об использовании возобновляемых источников энергии выступил с предложением о достижении 10% выработки электроэнергии от ВИЭ и довести потери тепловой энергии на 20 процентов [8]. Действительно мы не ценим своё преимущество по использованию энергии солнца в то время, как солнце светит ежедневно от 9 до 13 часов в сутки и это неиссякаемая возобновляемая энергия, которую необходимо шире использовать в народном хозяйстве.

Что же касается бесплатности большинства видов ВИЭ, то этот фактор нивелируется знаменательными расходами на приобретение соответствующего оборудования. В результате возникает некоторый парадокс, состоящий в том, что бесплатной энергии много, а для его использования нужны большие средства. В то же время наиболее заинтересованы в эксплуатации ВИЭ развивающие страны, не имеющие современной энергетической инфраструктуры, то есть развитой сети централизованного энергоснабжения. Для них создание автономного энергообеспечения путем применения нетрадиционных источников могло бы стать решением проблемы, особенно в условиях Таджикистана, где имеются отдаленные горные районы [4].

Названные технические и экономические трудности при использовании ВИЭ показывают, насколько сложно организовать крупномасштабное применение возобновляемых источников энергии, Эта проблема требует системного подхода, который и проявляется во многих странах, и в значительной мере через законодательную базу.

В неудовлетворительном состоянии и в незначительном количестве выполняются научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по ВИЭ, медленно идет организация производства оборудования, даже для МГЭС, вопросы автоматизации производства энергии от ВИЭ желает лучшего.

Таким образом, используя современные разработки в области нетрадиционных и возобновляемых источников энергии, можно не только полностью удовлетворить потребности потребителей, но и организовать производство электрической энергии, не нарушая экологического баланса региона. Кроме того, выполнение приведенных выше рекомендаций, позволит создать модельный район, где можно провести точные производственные испытания с дальнейшей выработкой научно-методических рекомендаций по широкому внедрению энергосберегающих и экологически чистых технологий.

Около трех четвертей энергии, потребляемой в домашних хозяйствах, расходуется на отопление и горячую воду. При этом энергия добывается главным образом посредством сжигания ископаемых энергоносителей. Все больше повышаются значение экономного обращения с природными ресурсами, а связанные с этим экономические и экологические преимущества все чаще становятся решающими критериями при выборе подходящей отопительной системы.

В связи с этим учитывая неуклонно растущие цены на энергоресурсы и обеспеченности последствиями глобального потепления климата, становится все более необходимым использование нетрадиционных энергоресурсов: солнечной, ветровой, биомассы, энергии малых рек и геотермальной энергии. Наиболее мощным, доступным, экологически чистым и распространенным из всех видов возобновляемых нетрадиционных источников энергии, наравне с МГЭС, является энергия Солнца и энергия земли. Их энергия постоянно возобновляется и

может обеспечить бурно растущие потребности в тепло и электроэнергии в течение многих сотен лет [1-6].

Перспективы для использования солнечной энергии в Таджикистане великолепные. Географическая широта и климат, главные факторы, определяющие возможности использования солнечной энергии. Таджикистан расположен между 36°40′ и 41°05′ северной широты, в зоне так называемого «золотого пояса» солнечного сияния. Континентальный климат характеризуется значительными суточными и сезонными колебаниями воздуха, малой облачностью и продолжительностью солнечного сияния 2100-3166 часов в год, с количеством солнечных дней в году от 260 до 310 [4, с. 7].

Гелиоустановки для получения электрической энергии от солнца построены в г Душанбе в больнице Каряи боло мощностью более 100 кВт, в Республиканском родильном доме мощностью 100 кВт, в Институте энергетики Таджикистана мощностью более 40 кВт и в Таджикском техническом университете мощностью более 1 кВт [1-4]. В Горно-бадахшанской автономной республике установлены гелиоустановки для резервирования электрической энергии и много преобразователей солнечной энергии в электрическую и в тепло установлены в жилых домах района Айни для обеспечения электрической и тепловой энергией населения [3].

Интенсивность солнечной радиации в большинстве районов республики достигает 1000 Вт/м^2, а годовые суммы радиации достигают 2000 кВт/км^2.

Эффективное использование только солнечной энергии даст возможность получать горячую воду с температурой свыше +70°С, как минимум, 7 месяцев в году – с апреля по октябрь с вероятностью 65%, в марте и ноябре температура воды, полученной от солнечных коллекторов, составит порядка +50°С. Даже в декабре-феврале температура воды в солнечные дни в коллекторе может составить примерно +40, в пасмурные, не морозные дни температура горячей воды, полученной благодаря одноконтурной гелиосистеме, составляют +25…+30 °С, что позволяет экономить до 60% электроэнергии при догреве воды до необходимой температуры. На сегодня в Таджикистане, в сельской местности используются порядка 2000 гелиоколлекторов для получения горячей волы и порядка 500 солнечных преобразователей в электрическую энергию [7-9].

В части использования солнечной энергии для отопления и горячего водоснабжения наиболее приемлем тепловой насос. Принцип работы теплового насоса является простым и понятен благодаря обычному холодильнику. Процесс происходит приблизительно так: солнце нагревает поверхность земли (или воздух, или воду) из недр земли к поверхности также поступает тепло. Тепловой насос отбирает это тепло и передает в контур отопления и/или приготовления горячей воды. Для получения 100% энергии, идущей на отопление, затрачивается около 25% электрической энергии, на привод насосных агрегатов. Тепло через теплообменник передается на хладагент теплового насоса. При сжатии хладагента компрессором температура повышается, благодаря чему в контур отопления через теплообменник теплового насоса подается теплоноситель с температурой до +50÷60°С. Для получения земного тепла в качестве надежного и зрелого решения утвердилось использование грунтовых зондов. В условиях Таджикистана на глубине от 8 метров температура земли положительная (до +10°С) и постоянна в течение года. Тепловой насос для отопления интерната установлен в Вахдатском районе и вот уже несколько лет как он работает [5-7].

Тепловой насос также установлен в г. Кулябе для отопления Центрального банка Республики Таджикистан и уже второй год успешно работает.

Выводы:

1. Для сохранности экологической обстановки и обеспечения населения отдаленных горных районов Таджикистана необходимым количеством энергии надо шире использовать возобновляемые источники энергии, прежде всего энергию солнца, земли и малых водотоков.

2. Проводить исследование природных энергетических ресурсов для составления кадастров (водных, ветровых, солнечных, энергию земли и др.) ВИЭ.

3. С целью более эффективного использования природных энергоресурсов и капитальных вложений, а также наиболее качественного удовлетворения энергетических потребностей горных районов необходимо комплексное применение ВИЭ, т.е., для получения непосредственно тепловой энергии использовать солнечную энергию, для механической работы и для потребителей не особо требовательных к качеству электрической энергии – энергию земли, а для получения энергии высокого качества (стабильность частоты и напряжения) рекомендуется применять малые ГЭС.

4. Солнечную энергию рекомендуется использовать для организации систем солнечного отопления и горячего водоснабжения для отдаленных потребителей, что позволит не только широко внедрять энергосберегающие технологии, но и полностью удовлетворять потребности населения в тепловой энергии и горячей воде.

5. Обратимся к известной истине, которая гласит, что все новое – это хорошо забытое старое. Вспомним, что каких-нибуть 200-300 лет назад человечество использовало исключительно ВИЭ: растительное топливо, энергию ветра (ветряные мельницы), энергию водных потоков (водяные колеса), тепло солнца для обогрева воды в сосудах и мускульную силу животных. Вспомним также, насколько благополучной была в то время экологическая обстановка. Теперь мы в определенном смысле возвращаемся к истокам, но на новом витке, вооруженные принципиально новой и во много раз более мощной и эффективной техникой.

6. Разработаны и изготовлены солнечные кухни, предназначенные для приготовления пищи с использованием солнечной энергии. Устройство позволяют приготовить пищу два раза в день для семьи. Температура внутри устройства достигает 120-130 градусов. За последние 10 лет сотрудниками ФТИ им. С.У.Умарова, выполнены несколько проектов по малым грантам АЙСАР: мини ГЭС (4,5 кВт, в Шымкенте), солнечная кухня (демонстрационная, в ФТИ АН РТ), реализован проект по изготовлению биогазофикационной установки для одной семьи (Вахдат) и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдурахманов А.Я. Возобновляемые ресурсы в Таджикистане // Вестник Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Серия естественных наук. – №2-3(66). – Бохтар, 2019. – С. 34-35.
2. *Абдурахманов, А.Я.* Солнечная энергия в Таджикистане / А.Я. *Абдурахмонов, Б.Т. Абдуллоев. / Материалы международной научной практической конференции «Вода для устойчивого развития 2018-2028 годы». – Бохтар: ИЭТ, 2017. – С. 12-16.*
3. *Абдурахмонов А.Я.* Солнечная энергия в институте энергетики Таджикистана / А.Я. Абдурахмонов, Б.Т. Абдуллоев, Н.Х. Одинаев / *Материалы международного* форума юных изобретателей РТ «25-летие образования национальной системы интелектуальной собственности». – Душанбе, 2018. – С. 14-18.
4. Абдурахмонов, А.Я. Обзор и оценка возобновляемых источников энергии Республики Таджикистана [Текст] / А.Я. Абдурахмонов, М.Т. Абдурахмонова, Б.Т. Абдуллоев, Н.Х. Одинаев / Материалы международной научно-практической конференции: Электроэнергетика: Проблемы и перспективы развития энергетика региона. – Душанбе: ТТУ, 2018. – С. 306-312.
5. Абдурахмонов, А.Я. Определение солнечного потенциала с применением солнечного трекера для г. Бохтара Республики Таджикистан / Д.С. Ахьеев, И.Н. Одинаев, М.Х. Сафаралиев [и др.] // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. – 2019. – №3(47). – С. 14-20. – EDN YJHBPC.
6. Германович В., Турилин А. Альтернативные источники энергии. Практические конструкции по использованию энергии ветра, солнца, воды, земли, биомассы. –СПб., 2011. – 302 с.
7. Кабутов К. Таджикистан, энергетика и возобновляемые источники энергии / Электронный ресурс http://www.rcre.tj.
8. Электронный ресурс: content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy-economics /statistical-review-2017/bp-statistical-review-of-world-energy-2017-full-report.pdf2017.
9. Абдурахмонов, А.Я. Эффективность выработки электроэнергии посредством преобразования солнечной энергии в условиях Южного Таджикистана / А.Я. Абдурахмонов, Н.Х. Одинаев, Б.Т. Абдуллоев, Р.Т. Абдуллозода // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. – 2019. – №3(47). – С. 10-14. – EDN JBJFDJ.

ЭНЕРГИЯИ ОФТОБ ДАР ТОЧИКИСТОН

Дар мақола маълумоти асосӣ дар бораи манбаъҳои барқароршавандаи энергия (МБЭ), аз ҷумла энергияи офтобӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон оварда шудааст, инчунин усули ҳисобкунии интихоби нерӯгоҳҳои барқӣ бо назардошти параметрҳои номиналии зарурии минтақаҳои алоҳида гузаронида шудааст.

КАЛИДВОЖАҲО: энергияи офтобӣ, энергияи барқароршаванда, ҳарорат, нерӯгоҳҳои офтобӣ, насосҳои гармӣ, раванди тавлид, манбаъҳои энергия.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ: Абдураҳмонов Абдукарим Якубович, номзади илмҳои техникӣ, дотсенти кафедраи автоматикунонии ҳаракатовараҳои барқӣ ва мошинаҳои электрикии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ. Тел.: (+992) 93-190-06-64; e-mail: up_energy@mail.ru

СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГЕТИКА В ТАДЖИКИСТАНЕ

В статье приведена основная информация о возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в частности солнечная энергия в Республике Таджикистан, также проведен методика расчета для выбора электроэнергетических установок при соблюдении номинальных требуемых параметров отдельных местностей.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: солнечная энергетика, возобновляемая энергетика, температура, гелиоустановки, тепловые насосы, процесс выработки, источники энергии.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ: Абдурахмонов Абдукарим Якубович, кандидат технических наук, доцент кафедры автоматизации электродвигателей и электрических машин Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими. Тел.: (+992) 93-190-06-64; e-mail: up_energy@mail.ru

SOLAR ENERGY IN TAJIKISTAN

The article provides basic information about renewable energy sources (RE), in particular solar energy in the Republic of Tajikistan, also carried out a calculation method for the selection of power plants, subject to the nominal required parameters of individual areas.

KEY WORDS: solar energy, renewable energy, temperature, solar plants, heat pumps, production process, source of energy.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR: Abdurahmonov Abdukarim Yaqubovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Automation of Electric Motors and Electric Machines of Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi. Phone: (+992) 93-190-06-64; e-mail: up_energy@mail.ru

УДК: 532.783 + 544.257

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛИМЕРНО-ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ КОМПОЗИТОВ

Каримов С.К.
Худжандский научный центр НАНТ

Хорошо известно, что нематические жидкие кристаллы (НЖК) и композиты на их основе уже давно находят применение в разнообразных устройствах отображения информации. Тем не менее, в настоящее время интенсивно исследуются возможности применения НЖК в качестве активных элементов в конструкциях управляемых устройств микроэлектроники сверх высоких частот (СВЧ). Авторами [1, с. 1749-1757, 2 с. 2023] разработаны конструкции электрически перестраиваемых фазовращателей на жидких кристаллах (ЖК), которые имеют хорошие физические характеристики в сантиметровом и миллиметровом диапазоне длины волн (λ). Следует подчеркнуть, что такие устройства успешно выдерживают конкуренцию как с полупроводниковыми изделиями, так и с конструкциями из ферромагнетиков, для управления которыми требуются максимальные энергии поля.

Способность молекул ЖК ориентироваться при контакте с поверхностью подложки – общеизвестный факт. Также известно, что природа ориентации молекул ЖК сильно зависит не только от структуры и состава ЖК и материала подложки, но и в достаточной степени от качества обработки поверхности контактирующей среды, наличия шероховатостей, канавок или царапин. Под действием внешних сил (электрических, механических, магнитных полей) молекулы ЖК способны легко переориентироваться, а при прекращении действия поля вновь восстанавливаться в первоначальное состояние. На поляризацию молекул ЖК наибольшее влияние оказывает объем и форма полости, которая заполнена жидким кристаллом.

Учитывая, что в оптоэлектронных устройствах ЖК обычно помещается в кювете, изготовленном из прозрачного материала, и имеет минимальный объем, определение первоначальной ориентации молекул в ячейке, а также изучение их поляризации под действием внешних факторов считается актуальной задачей современной физики. Одна из подобных сложных задач, привлекающая вниманию исследователей, связана с выявлением механизмов поляризации ЖК, находящиеся в связующие полимерные матрицы. Объектами исследования таких задач являются пористые стеклообразные материалы на основе стекла [3, с. 4203], цеолиты [4, с. 3591-3610], а также капсулированные в полимере капли ЖК [5, с. 72-132].

Изучение таких композиционных сред, содержащих ЖК, показали, что степени поляризации имеют наименьшие значения, связанные с сильным зацеплением молекул при контакте со стенками, а также минимального объема ЖК в капле и в поре. Необходимо подчеркнуть, что важной проблемой в исследованиях таких комбинированных сред считается

определение равновесной конфигурации директора молекул ЖК в полостях (порах), а также фиксация характера его передвижения под действием внешних полей. Данную задачу трудно решить с привлечением оптических методов исследования, однако они легко и достаточно надежно решаются методами диэлектрических измерений при любых частотах (низких, высоких, даже сверхвысоких).

К сожалению, возможности практического использования таких систем для создания управляемых СВЧ - устройств ограничены, поскольку в микрополостях с минимальным объемом ЖК существенно затруднены выполнение эффекта Фредерикса [6, с. 62-68]. Поэтому наибольший интерес вызывает исследование диэлектрических свойств ЖК, диспергированных в связующих полимерных матрицах. Этим исследованиям и посвящена данная работа, главная задача которой состоит в выявлении равновесной конфигурации директора ЖК и изучения процессов дипольной переориентации молекул ЖК.

Для изготовления композитных пленок нами были использованы нематический жидкий кристалл (НЖК) 4-н-гептил-4'-цианобифенил (7СВ), находящийся в нематической фазе в диапазоне температур 28-42°С. Показатели преломления исследуемого 7СВ: $n_{\parallel} = n_{e,max} = 1{,}725$ и $n_{\perp} = n_0 = 1{,}534$при температуре Т=25°С и длина волны λ=0,633 мкм. Полимерным связующим материалом был поливинилбутираль (ПВБ) с $n_p = 1{,}492$. Данный полимер обеспечивает тангенциальное сцепление с молекулами производных алкилцианобифенилов (ЦБ). НЖК 7СВ диспергировали в полимерной матрице по растворной технологии [5, с 132] при испарении общего растворителя – этанола. Была изготовлена серия образцов с содержанием НЖК 7 СВ и варьируемыми в пределах 20-25% по весу концентрациями ПВБ, соответственно. Подготовленный смесь наносили на поверхности стеклянной подложки и в режиме термостатирования испарили растворитель при поддержке температуры с точностью ~ 0,3°С.

Микроскопические изображения полимерно-жидкокристаллических пленок (ПЖКП), а также их морфологические характеристики размеры, форма и взаимное расположение изучались с помощью поляризационного оптического микроскопа ПОЛАР-2. Измерения проводились в геометрии скрещенных поляризаторов, с выключенным анализатором (рис. 1).

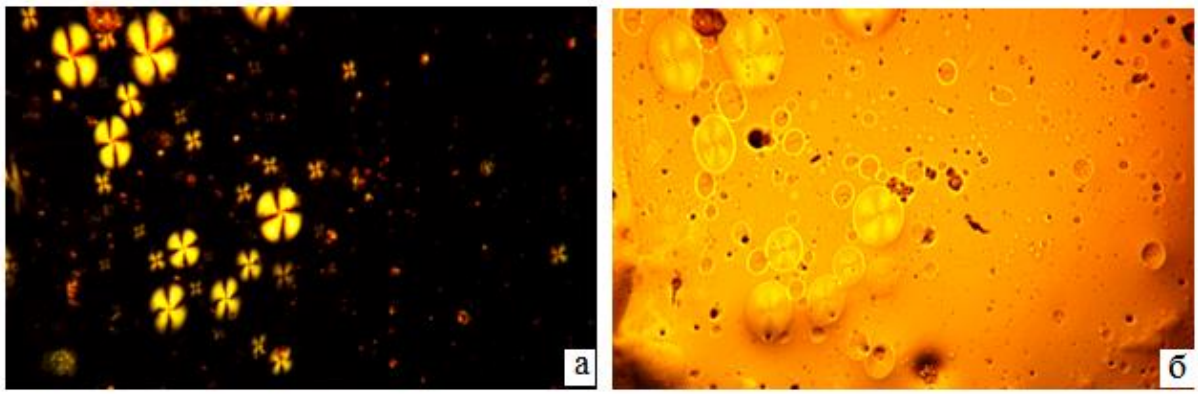


Рис. 1. Фрагменты микроскопического изображения ПЖКП в геометрии скрещенных поляризаторов (а), с выключенным анализатором (б).

В текстурной картине, показанной на рис 1 а средний диаметр капель составлял около 25 мкм. Было обнаружено, что капли жидких кристаллов становятся однородными, если стеклянные пластины были покрыты какой-либо промежуточной пленкой, такой как ПВБ, перед формированием ПЖКП. В экспериментах также было замечено, что интенсивность и время перемешивания сильно влияют на размер и форму капель. Для наших образцов время перемешивания почти 25 мин. Очень короткое время перемешивания привело к неполной полимеризации; для сравнения, длительное перемешивание привело к минимальным размерам капель. В случае выключенного анализатора наблюдаются только линии дисклинации вокруг капли, которые располагаются на границе раздела полимер-ЖК (рис. 1б).

Диэлектрические измерения проводили на постоянной частоте 1 кГц на специальной ячейке при помощи моста переменного тока Р-5079. В опытах ячейка с исследуемым образцом подключалась по четырехзажимной схеме, исключающей влияния соединительных проводов на результаты измерения. Исследовались температурные зависимости величины диэлектрической проницаемости (ε).

Методика определения равновесной переориентации директора НЖК 7СВ, находящегося в микрополостях связующего полимера (ПВБ), заключается в сравнении характера наблюдаемых температурных изменений ε в области фазового перехода из изотропного в нематическое состояние 7СВ. Подобное сопоставление позволяет оценить равномерное направление ориентации молекул НЖК относительно границы раздела и выявить степень переориентации молекул нематика под действием электрического поля.

Основное внимание в данной работе сосредоточено температурным измерениям и анализу зависимостей ε, которые отражают поведение действительного компонента комплексной диэлектрической проницаемости исследуемых образцов. Необходимо отметить, что направление поляризации высокочастотного электрического поля в исследуемых нами образцах совпадает с направлением директора молекул нематика. Поэтому при ориентации директора молекул ЖК вдоль матрицы емкость измеряемого образца будет максимальная, а при ортогональном расположении директора – минимальная, что соответствуют с величинами диэлектрических проницаемостей $\varepsilon_{//}$и$\varepsilon_{\perp}$.

На рис. 2 приведена температурная зависимость диэлектрической проницаемости КПЖК плёнок состава ПВБ и НЖК 7СВ. Видно, что с увеличением температуры наблюдается монотонное увеличение εисследуемых образцов как до температуры перехода нематик - изотропное состояние, так и после нее. Обнаруженный факт можно объяснить температурной зависимостью энергии сцепления на границах раздела связующего ПВБ и молекул НЖК 7СВ, длинные оси которых ориентируются преимущественно перпендикулярно плоскости пленки, т.е. упорядочиваются либо радиально, либо планарно [7, с. 5-12].

Для образцов с концентрациями 20% 7СВ состояние молекул ЖК при наложении электрического поля изменяются незначительно в любом направлении (кривая 1).

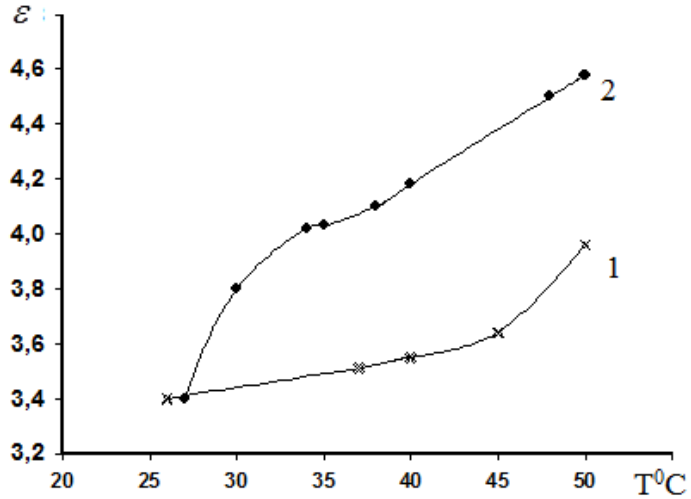


Рис. 2. Температурная зависимость диэлектрической проницаемости ПЖК пленок для состава ПВБ+7СВ:1) 20%, 2) 25%.

Это свидетельствует о том, что напряженности электрического поля, недостаточно для преодоления энергии сцепления молекул с полимерной матрицей. Для полимерных пленок с концентрации капель НЖК 7СВ в объеме 25% (кривая 2) наблюдается быстрое увеличениеε% в поле с ростом температуры, который, вероятно, обусловлен переориентацией осей молекул ЖК вдоль напряженности электрического поля. Наблюдаемый эффект переориентации молекул ЖК с увеличением температуры аналогичен переходом Фредерикса, наблюдаемым в электрических или магнитных полях [6, с. 62-68].

Вероятно, что для образцов, содержащих 25% НЖК 7СВ, объем молекул ЖК, находящихся в приповерхностном слое пленки, увеличивается по отношению к тем каплям ЖК, находящемся в объеме пленки. В результате почти пропорционально увеличивается доля энергии, обусловливающей закрепление молекул на поверхностных слоях. Поэтому в образцах с концентрациями 25 % ЖК 7СВ процесс переориентации молекул начинается при температуре 26^0С, т.е. вблизи температуры фазового перехода ЖК в нематическую фазу.

Следовательно, на основании экспериментальных результатов, полученных в настоящей работе, можно сделать соответствующие выводы. Таким образом, из температурных измерений величины εполимерных пленок ПВБ, содержащие капли 7СВ, показано, что характер

молекулярного упорядочения зависит не только от размеров и формы микрополости, но и от молекулярной структуры исследуемого ЖК. Установлено, что мезофазы ЖК из серии ЦБ упорядочиваются преимущественно гомеотропно. На наш взгляд, выявленные процессы переориентации молекул жидких кристаллов 7СВ в полимерной матрице ПВБ связаны с конкуренцией молекулярных и электростатических взаимодействий алкильных цепей и дипольных моментов на границе раздела двух сред.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Mueller S., Goelden F., Scheele P., Yoshida Masahiro. Permeability control in electro-sensitive microcapsules with immobilized ferroelectric liquid crystalline segments // J. Polym. Sei. A. – 2008. 48. – №5. – PP. 1749-1757.
2. Колесников В.А., Тедорадзе М.Г., Тамеев А.Р., Ванников А.В. Эффект переключения проводимости в тонких полимерных слоях // Высокомолек. соед., – 2008. 50. – №11. – С. 2023-2028.
3. Chen Tien Jung, Wu Jin-Jei, Sun Chia-Hsing. Electro-optical characteristics of liquid crystal π-cells sustained by aligned polymers. //Jap. J. appl. Phys. Pt. 1. – 2007. 46. – №7A. – PP. 4203-4208.
4. Suda Kiyoshi, Akadi Kazuo. Electro-optical behavior of ferroelectric liquid crystalline polyphenylene derivatives. // J. Polym. Sei. A. – 2009. 48. – №11. – PP. 3591-3610.
5. Жаркова Г.М., Сонин А.С. Жидкокристаллические композиты. – Новосибирск: Наука. – 1994. – 214 с.
6. Паршин А.М., Гуняков В.А., Шабанов В.Ф. Формирования полимерного ориентирующего покрытия в жидкокристаллических ячейках с использованием магнитного поля // Письма в ЖТФ. – 2008, 34. – №13. – С. 62-68.
7. Кирсанов Е.А., Матвеенко В.Н., Талюшин Ю.Н., Ориентационная упорядоченность в изотропной фазе нематогена на поверхности твердой подложки // Жидкие кристаллы и их практич. исп. – 2009. – №2. – С. 5-12.

ТАЪСИРИ ҲАРОРАТ БА ТАВСИФИ ЭЛЕКТРОФИЗИКИИ КОМПОЗИТҲОИ ПОЛИМЕРИИ КРИСТАЛЛИ МОЕЪДОШТА

Дар мақола натиҷаҳои омӯхташуда оид ба хосиятҳои диэлектрикии плёнкаҳои полимерии кристалли моеъдошта шарҳ дода шудаанд. Муайян шудаст, ки майдони электрикӣ ба конфигуратсияи мувозинатии директори кристалли моеъ таъсир мерасонад. Мувозинати гомеотропии муқарраршуда ба механизми электростатикӣ ва молекулавии таъсири мутақобилаи байни фрагменти интиҳоии молекулаи кристалли моеи нематикӣ ва макромалекулаҳои поливинилбутирал дар ҳудуди тақсимот вобаста аст.

КАЛИДВОЖАҲО: полимер, кристалли моеъ, самтгирӣ, нуфузпазирии диэлектрикӣ, ҳарорат.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ: Каримов Сорбон Каримович корманди илмии лабораторияи физикаи Маркази илмии Хуҷанди Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон. Тел.: (+992)93-458-77-71; e-mail: sorbon_25@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛИМЕРНО-ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ КОМПОЗИТОВ

В статье изложены результаты исследования диэлектрических свойств полимерно-жидкокристаллических пленок. Выявлено влияние электрического поля на равновесной конфигурации директора молекулы жидкого кристалла. Установлено гомеотропное выравнивание поля директора, обусловленное электростатическим и молекулярным механизмом взаимодействия концевого фрагмента молекул НЖК с макромолекулами ПВБ на границе раздела.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: полимер, жидкий кристалл, ориентация, диэлектрическая проницаемость, температура.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ: Каримов Сорбон Каримович, научный сотрудник лаборатории физики Худжандского научного центра Национальной академии наук Таджикистана. Тел.: (+992)93-458-77-71; e-mail: sorbon_25@mail.ru

EFFECT OF TEMPERATURE ON THE ELECTROPHYSICAL CHARACTERISTICS OF POLYMER-LIQUID-CRYSTAL COMPOSITES

The article presents the results of a study of the dielectric properties of polymer-liquid-crystal films. It reveals the influence of electric field on equilibrium configuration of the director of liquid crystal molecule. The homeotropic alignment of the director's field is set due to the electrostatic and molecular interaction mechanism of the terminal fragment of NLC molecules with PVB macromolecules at the interface.

KEY WORDS: polymer, liquid crystal, orientation, dielectric permittivity, temperature.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR: Karimov Sorbon Karimovich, Researcher of the Physics Laboratory of the Khujand Scientific Center of the National Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan. Phone.: (+992) 93-458-77-71; e-mail: sorbon_25@mail.ru

ЭНЕРГИЯ СОЛНЦА ДЛЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ УЧЕБНОГО КОРПУСА

Одинаев Н.Х.
Институт энергетики Таджикистана

Потребности населения и промышленности Республики Таджикистан в электроэнергии с пуском первого агрегата Рагунской ГЭС полностью удовлетворены и все ограничения по использованию электрической энергии с 2018 года сняты. Таджикистан считается горной страной и 93% территории страны составляют горы и горные районы, поэтому в некоторых отдаленных районах от центра могут возникать ограничения в использовании электрической энергии. На сегодняшний день одним из основных задач для населенных пунктов, наиболее удаленных от центра, является задача использования возобновляемых источников энергии, в частности, электрической энергии [1].

Из 527 млрд. кВт часов гидроэнергетических ресурсов порядка 184,4 млрд. кВт часов это возобновляемые источники электрической энергии, что на сегодня освоено очень мало, всего построено порядка 287 малых ГЭС, но приняты решения о строительстве малых ГЭС до 2030 года в количестве 900 шт. Солнечная энергетика в республике на сегодняшний день считается развивающейся ветвью энергетической отрасли страны. Целю данной статьи является, показать, как можно обеспечить тепловой энергией одного здания Института энергетики Таджикистана (ИЭТ) в Кушониёнском районе от солнечной энергии [2].

Электромеханический корпус ИЭТ-а состоит из 14 лабораторий, 5 лекционных аудиторий, спортивного и актового зала общей площадью 1204 м^2. При использовании электрических индивидуальных отопительных приборов, для каждого помещения и других приемников (освещения и лабораторные стенды) общая нагрузка корпуса будет приблизительно равна 105000 Вт=105 кВт. Если учесть, что для отопления 1м^2 по нормативным требованиям и природным условиям Кушониёнского района полагается 30 Вт/м^2, то

$$Q_{общ} = S * P_{удельн} = 1204*30 = 36120 \text{ Вт.} \quad (1)$$

где: S - общая площадь корпуса в м^2, $P_{удельн}$ - удельная мощность отопления, Вт/м^2.

Тогда мощность корпуса без учета осветительных приборов и лабораторных установок будет равна 36120 Вт. Стоимость 1 кВт/ч электроэнергий для коммерческих потребителей равна 0,22 сомони на февраль 2019 года. Потребляемая энергия за одну смену, при использовании индивидуальных отопительных (электрических) приборов определяется по выражению:

$$Q_{смена} = t_{смена} * P_{max} = 8 * 36120 = 288960 \text{ Вт. час} \quad (2)$$

где: $t_{смена}$ - время продолжения одной учебной смены, P_{max} - максимальная нагрузка индивидуальных отопительных приборов в Вт.

Определяем стоимость электроэнергии в электромеханическом корпусе ИЭТ, используемую за одну смену по выражению:

$$Q_{ээ} = t_{см} * N_{тариф} = 288{,}96 * 0{,}22 = 63{,}58 \text{ сомони} \quad (3)$$

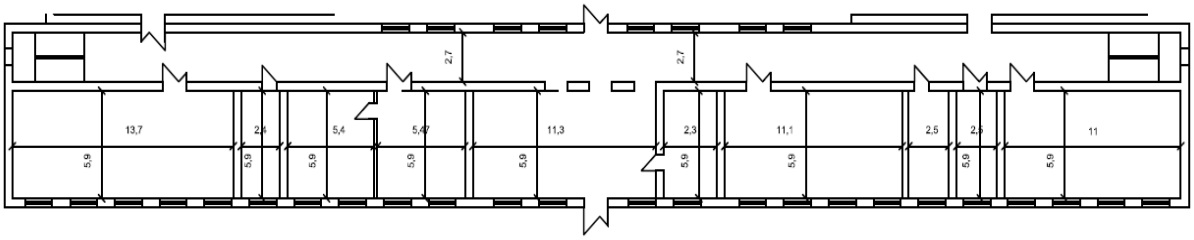
где: $t_{см}$ - время продолжительности учебной смены, $N_{тариф}$ - льготная стоимость электроэнергии за кВт/ч для коммерческих (бюджетных) потребителей равный 0,22 сомони на февраль 2019 года.

При централизованном отоплении всего корпуса с учетом вышеупомянутых требований, если учесть, что для одного квадратного метра нужна минимум 30 Вт электроэнергии, что позволит установить электрический котел мощностью 36 кВт и запитать все помещении от данного источника тепловой энергии [3].

Подключения электрического котла к источнику питания предлагается в двух вариантах: 1. От источника автономного питания - солнечной электрической станции (СЭС). 2. От двух источников, централизованного электроснабжения и СЭС по схеме промежуточной подпитки.

Схема размещения помещений первого и второго этажа корпуса приведены на рис 1а и б, соответственно, а поперечный разрез здания приведен на рис. 2.

а) План первого этажа.



в) План второго этажа.

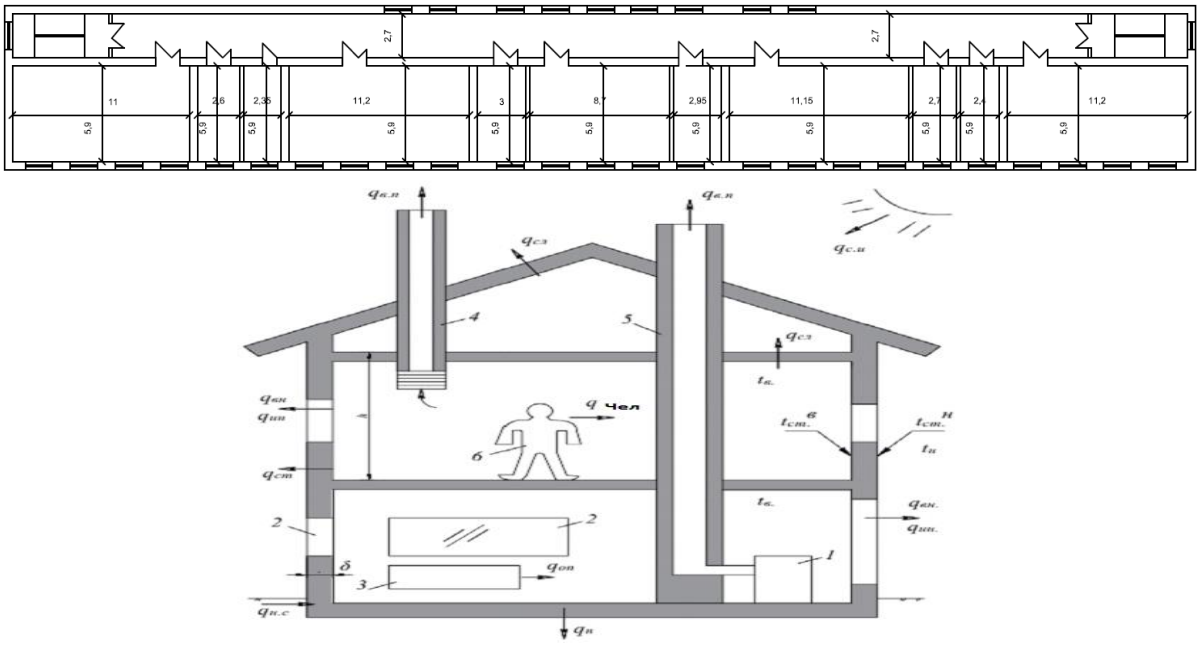


Рис. 2. Поперечный разрез здания электромеханического корпуса.

Как упоминалась выше, общая площадь корпуса в двух этажах составляет 1204 м^2. В качестве эксперимента для размещения котельной выбирается одно из помещений -1 (рис. 2) первого этажа площадью 14,75 м^2. Котел устанавливается в этом помещении и в этом же месте снимаются показания, при включении котла напрямую к солнечным панелям.

Первая схема подключения котла осуществляется только от СЭС и в случае пасмурной погоды, что характерно в зимний период мощность такой схемы будет намного меньше и ее КПД будет отставать от расчетного [4].

Второй вариант подключения котла, осуществляется с использованием промежуточного трубчатого электронагревателя (ТЭН), подключенным к сети централизованного электроснабжения.

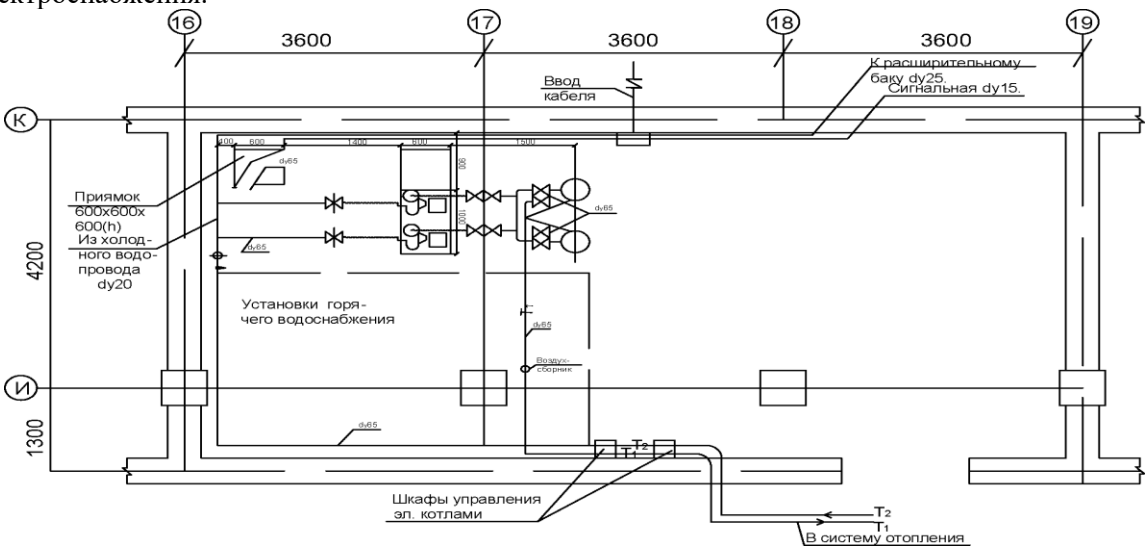


Рис 3. План расположения электрокотельной.

Схемы вариантов подключения котла к источнику питания приведены на рис. 3. Из приведенных рисунков видно, что для электроотопления электромеханического корпуса, достаточно установить два электрических котла с мощностью одиночных трубчатых электронагревателей 3 кВт и общей мощностью одного котла 6x3=18 кВт.

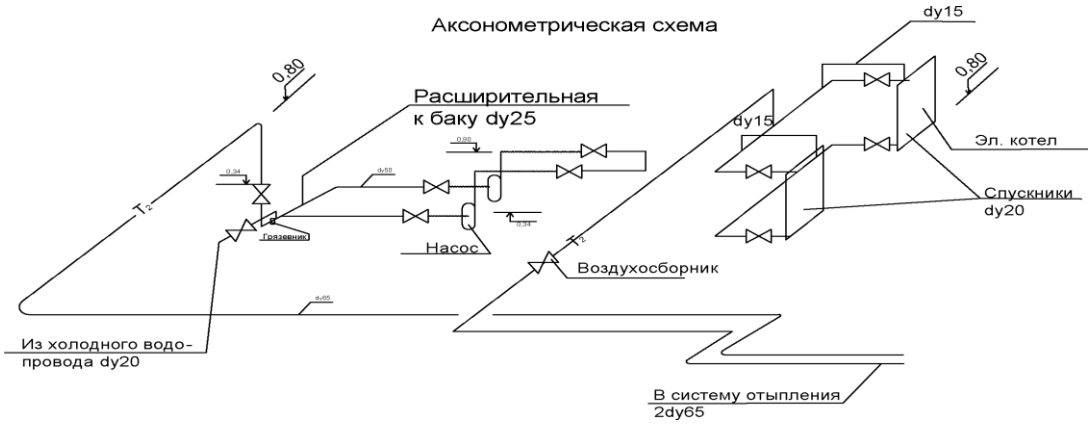


Рис 4. Аксонометрическая схема электрокотельной.

Таким образом, устанавливается два электрических котла: один из которых подключен к электрической энергии солнечного преобразователя, а другой к источнику городской электрической энергии. При этом в пасмурные дни котел будет питаться от городского электрического питания, а в хорошие солнечные дни второй котел будет питаться от солнечных преобразователей. Надо отметить, что в пасмурные дни температура воды для отопления может составить не более 45 градусов, а в солнечные дни 55-60 градусов [5-6].

Выводы

1. В условиях Таджикистана, где в году более 300 солнечных дней, в наиболее удаленных от центра горных районах, в школах и высших учебных заведениях, а также в медицинских учреждениях для отопления лучше всего использовать солнечную энергию в комплексе с электрической энергией.

2. После тепловой изоляции здания электромеханического факультета Института энергетики Таджикистана для теплоснабжения можно использовать преобразователь солнечной энергии в электрическую мощностью 15,5 кВт, взамен 18 кВт что имеется в расположение этого института.

ЛИТЕРАТУРА:

1. http://renen.ru/the-share-of-solar-energy-in-the-world-generation-by-2050-will-reach-30-50
2. Болотов А.В. Технология возобновляемой энергии. Потенциал перспективы освоения неисчерпаемых энергий и возобновляемых энергетических ресурсов. Энергетика, телекоммуникации и высшее образование в современных условиях // Труды 5-й МНТК. – Алматы, 2006. – С. 153-156.
3. Друзь Н., Борисова Н., Асанкулова А., Раджабов И., Захидов Р., Таджиев У. Положение дел по использованию возобновляемых источников энергии в Центральной Азии. Перспективы их использования и потребности в подготовке кадров. – ЮНЕСКО. – Алмата, 2010. – 144 с.
4. Динесенко Г.И. Возобновляемые источники энергии. – Киев, 1984.
5. Иванов-Холодный Г.С. Проблемы солнечно-земной физики и исследования ионосферы // Успехи физических наук. – 1988. Т. 155, вып. 1. – С. 162.
6. Абдурахмонов А.Я., Зувайдуллоев Ф.З., Одинаев Н.Х. Использование солнечной энергии в Таджикистане / Материалы 8 НПК «Молодеж в поисках дружбы». – Бохтар, 2017. – С. 178-182.

ҚУВВАИ ОФТОБ БАРОИ ГАРМИДИҲИИ БИНОИ ТАЪЛИМӢ

Дар мақола масъалаҳои иқтисодии истифодаи қувваи офтоб барои гармкунии яке аз биноҳои таълимии Донишкадаи энергетикии Тоҷикистон мавриди баррасӣ қарор ёфтаанд. Ҳоло барои ғизодиҳии асбобҳои гармидиҳии инфиродӣ дар бинои электромеханикӣ тақрибан 289 кВт.с харҷ мегардад. Муодилҳои гармидиҳии мутамарказонидашудаи бино бо ёрии асбобҳои барқӣ пешниҳод карда шудааст. Муодилҳои нақшаҳои бакорандозии асбобҳо ба ду намуд пешниҳод гардидааст: якум, бакорандозии ТЭН-ҳо ба панелҳои офтобӣ (ба манбаи ҷараёни доимӣ, ки назар ба манбаи ҷараёни тағйирёбанда самараноктар аст) ва дуюм, ин истифодаи қувваи барқ аз шабакаи барқии мутамарказонидашуда. Дар ин мақола барои гузаронидани корҳои озмоишӣ-шиносоӣ оид ба системаҳои гармидиҳии офтобӣ ҳалли тайёр пешниҳод карда шудааст. Ба сифати озмоиши бинои масоҳаташ 17,45м^2, ки ба манбаи қувваи гармидиҳӣ наздик ҷойгир аст, интихоб гардид.

КАЛИДВОЖАҲО: манбаи ғизодиҳии худмухтор, қувваи офтобӣ, гармидиҳӣ, асбоби барқӣ, қувваи барқ, ТЭН, сарфаи барқ.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Одинаев Неккадам Хушқадамович, номзади илмҳои техникӣ, саромӯзгори кафедраи автоматонии ҳаракатовараҳои барқии Донишкадаи энергетикии Тоҷикистон. Тел.: (+992) 777-07-65-35; e-mail: onk.tj@mail.ru

ЭНЕРГИЯ СОЛНЦА ДЛЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ УЧЕБНОГО КОРПУСА

В статье рассматриваются экономические вопросы использования солнечной энергии для отопления одного из учебных корпусов Института энергетики Таджикистана. В данный момент, для питаний индивидуальных отопительных приборов в электромеханическом корпусе расходуется примерно 289 кВт.ч. Предложены варианты централизованного отопления корпуса с помощью электрического котла. Варианты схем подключения котла представлены в двух видах: первый с подключением ТЭН-ов котла к солнечным панелям (к источнику постоянного тока, что эффективнее, чем источник переменного тока) и второй вариант использования электрической энергии от централизованной электросети. В данной статье также представлены готовые решения для проведения лабораторно-ознакомительных работ по солнечным системам отопления. В качестве эксперимента было выбрано помещение площадью 17,45 м^2, находящееся ближе к котлу (к источнику тепловой энергии).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Источник автономного питания, солнечная энергия, отопление, электрический котел, электроэнергия, ТЭН, экономия энергии.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ. Одинаев Неккадам Хушкадамович, кандидат технических наук, ст. преподаватель кафедры автоматизированных электроприводов Института энергетики Таджикистана. Тел.: (+992) 777-07-65-35; e-mail: onk.tj@mail.ru

SOLAR ENERGY FOR HEAT SUPPLY OF THE EDUCATIONAL BUILDING

In the article are considering the economic issues of using solar energy for heating one of the educational buildings of Institute of energy of Tajikistan. At the moment, for consuming of individual heating devices in the electromechanical building expends about 289kVt/h in one of education building. Offered of variants of the centralized heating building by means of an electric boiler. Variants of the boiler connection diagrams presented in two types: firs with connection of the boiler Tubular electric heater (TEH) to the solar panels (to the source of permanent current, that is more effective then alternating current source) and the second variant of use of electric energy from the centralized electro network. At the present article also presented the ready decisions for conducting of laboratory-study works on solar systems of heating. As an experimental, was chosen the premises of 17,45 M2 located closer to a boiler (to a source of thermal energy).

KEY WORDS: source of autonomous power, solar energy, heating, electric boiler, electric power, kW / h, heating elements, energy saving

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR: Odinayev Nekkadam Khushkadamovich, Candidat of Technical Sciences, Senior Lecturer of the Department Automated Electric Drive Institute Energy of Tajikistan. Phone: (+992) 777-07-65-35; e-mail: onk.tj@mail.ru

ВОДОНАПОРНАЯ БАШНЯ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ИНСТИТУТА ЭНЕРГЕТИКИ ТАДЖИКИСТАНА

Абдуллоев Б.Т.
Институт энергетики Таджикистана
Абдурахмонов А.Я.
Таджикский технический университет смени академика М.С. Осими
Одинаев Н.Х., Рашидов А.Р.
Институт энергетики Таджикистана

Водонапорная башня Института энергетики Таджикистана была построена в 2018 году с целью водоснабжения 1, 2, 3, 4 и 5-го учебных корпусов, а также общежития №1 – 5, находящихся вблизи учебных корпусов. Высота башни, на которой размешен цилиндрический металлический резервуар объемом 25 м^3 составляет 15 м. Резервуар водонапорной башни располагается горизонтально над верхней частью башни, которая изолирована от воздействия коррозии и температуры окружающей среды, т.е. имеет теплоизоляцию. Внешний вид водонапорной башни изображен на рисунке 1.

Рис. 1. Внешний вид водонапорной башни ИЭТ.

Наполнение водой резервуара осуществляется тремя насосными установками через трубопровод диаметром 120 мм^2. Две насосные установки относятся к центробежным насосам, которые прямо подключены в систему водоснабжения Института. Такая схема подключения необходима для поддержки необходимого давления воды в системе. Мощность центробежных насосов составляет 2x3=6 кВт. Все электрические параметры центробежных насосов приведены в (табл. 1). Откачка воды осуществляется с помощью трубопровода сечением 100 мм^2. На рис. 2 изображен внешний вид центробежных насосов [1].

Также система водоснабжения ИЭТ имеет один глубинный насос, который находится в скважине, глубина которой достигается до 50 м. Этот насос является основным для подачи воды в водонапорную башню. Мощность глубинного насоса составляет 8,5 кВт. Все основные электрические характеристики глубинного насоса приведены в табл. 1.

Таблица 1

Электрические параметры центробежных насосов

Тип	*$P_{ном}$, кВт*	*$U_{ном}$, В*	*cosφ*	*Скорость вращения, Об/мин*	*IP*
Y2 100L-2	*3*	*380*	*0,81*	*2860*	*55*

Таблица 2

Электрические параметры глубинного насоса

№	*Наименование параметра*	*Характеристика*
1.	*Тип*	*ГМС(Ciris) -8500*
2.	*Мощность агрегата*	*8,5 кВт*
3.	*Диапазон подачи воды*	*2-45 м^3*
4.	*Напор*	*до 320 мПа*
5.	*Номинальное напряжения*	*3x380 В*
6.	*Частота сети*	*50Гц*
7.	*Номинальный ток*	*16А*
8.	*Коэффициент мощности, cosφ*	*0,87*
9.	*КПД*	*0.91*
10.	*Класс защиты*	*IP68*
11.	*Материал корпуса*	*нержавеющая сталь марки 12Х18Н10Т*
12.	*Максимальная температура жидкости*	*30°С*

Рис. 2. Внешний вид центробежных насосов.

Электроснабжение насосных агрегатов системы водоснабжения института осуществляется за счет солнечных фотоэлектрических станций и городской электрической сети. Мощность солнечных станций достаточна для обеспечения электроснабжения насосных агрегатов [2].

Управление насосных станций системой водоснабжения осуществляется с помощью магнитных пускателей типа ПМЕ.

Схема управления привода магнитных пускателей и контакторов зависит от их номинального напряжения, если номинальное напряжение 220 В, то она подключается к фазному напряжению, если 380 В – то к линейному.

Схема управления насосных станций приведена на рисунке 3.

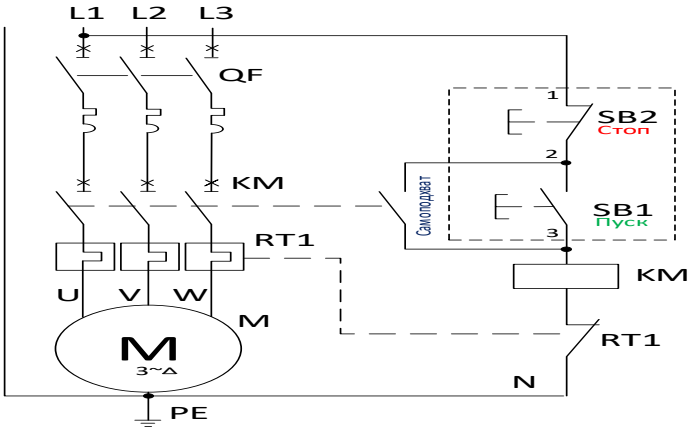


Рис. 3. Принципиальная электрическая схема управления центробежных насосов.

Рис. 4. Общий вид щита управления центробежных насосов.

Также выпускаются различные виды катушки по напряжению (12, 24, 36, 42, 110 В), поэтому при разработке схемы управления магнитных пускателей и контакторов их номинальное напряжение всегда учитывается. При этом замыкается силовая цепь, напряжение которой подаётся электродвигателю насосного агрегата. Двигатель приходит в действие. При отпускании кнопки «Пуск» двигатель не отключается, т.к. цепь управления магнитного пускателя блокируется при помощи блокировочного контакта. Если в схеме управления магнитных пускателей не используется блокировочный контакт, то при отпускании кнопки «Пуск» двигатель отключается, т.к. эта кнопка не имеет фиксации. Таким образом, блокировка схем управления считается обязательной.

Отключение электрических двигателей осуществляется с помощью кнопки «Стоп»: происходит размыкание электрической цепи и напряжение перестанет поступать на катушку магнитного пускателя. При этом при помощи возвратного механизма (пружина) якорь поднимается наверх, действие которой приводит к разрыву силовых и вспомогательных контактов. Таким образом, происходит отключение трехфазных электродвигателей насосных агрегатов.

Для снижения количества проводников в цепи управления в большинстве случаев используют перемычку, с помощью которой подключают провода магнитных пускателей с ее катушкой. При этом сокращается количество проводников вторичных цепей [3].

Коммутация электродвигателей также осуществляется с помощью автоматических выключателей. Она защищает электродвигателя от токов длительного перегрузка и от токов КЗ. В сетях напряжением 380В применяют трехполюсные автоматические выключатели. К основным параметрам автоматических выключателей относятся его номинальное напряжение, номинальный ток, ток срабатывания расцепителя и т.д.

Это означает, что трехполюсный вид автомата должен быть установлен на силовой цепи. Однако электродвигатель имеет пусковой ток, который в зависимости от вида и назначения электродвигателя возрастает до 7-8 раз от номинального значения. На такие токи автоматический выключатель не должен реагировать. Для этого необходимо выбрать характеристику теплового расцепителя так, что при пуске автоматический выключатель не срабатывал. Также, можно эксперимент проводить и с помощью измерительных клещей замерить пусковой и рабочий ток

конкретного двигателя. Например, для двигателя мощностью до 4 кВт (напряжением 380 В), можно устанавливать автоматический выключатель с номинальным током на 10 А. Защита от перегрузки электродвигателя осуществляется с помощью расцепителя автоматического выключателя и при длительной перегрузке размыкаются все силовые контакты. Также, для защиты электрических двигателей от токов перегрузки применяют тепловые элементы (тепловое реле). Оно устанавливается на двух крайних фазах (фаза А и В) двигателя. Вспомогательные, нормально замкнутые контакты тепловых реле подключаются последовательно в цепи магнитного пускателя или контактора. Силовые контакты тепловых реле подключаются в цепи электродвигателя насосных агрегатов. Таким образом, обеспечивают защиту электродвигателей от токов перегрузки [4].

Выводы: В данной работе видно стремление обеспечить хорошей питьевой водой учебные корпуса и общежития института. Из статьи можно сделать выводы, что при правильном подключении всех электрических установок, а именно насосных станций, водонапорной башни и в целом системы водоснабжения можно получить хорошие результаты, что показано в данной статье.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Франчия Ж. Механизм вращения зеркал для установки, использующей солнечную энергию // Вопросы теплоэнергетики и гелиоэнергетики. – 1968, реф. 4 ГЮ2 П, фр. пат. кл. 24, 02.
2. Нурмахмадов Д.Н. Гидроэнергетика Таджикистана: современное состояние и перспективы развития / Доклад министра энергетики РТ. – Душанбе, 2005. – 8 с.
3. Королькова, В.И. Электробезопасность на промышленных предприятиях: учебник / Королькова, В.И. – М: Машиностроение, 1970. – 522 с.
4. Абдрахманов, Р.Р. Энергоснабжение сельскохозяйственных потребителей с использованием возобновляемых источников в условиях Республики Башкортостан: дисс. канд. техн. наук: 05.20.02 / Абдрахманов Ренат Рафилович. – Уфа, 2005. – 203 с.: ил.

МАНОРАИ ОБПАРТОИ СИСТЕМАИ ОБТАЪМИНКУНИИ ДОНИШКАДАИ ЭНЕРГЕТИКИИ ТОҶИКИСТОН

Дар ин мавод системаи обтаъминкунии Донишкадаи энергетикии Тоҷикистон баррасӣ шудааст. Камбудиҳои дар бобати бо оби тозаи нӯшокӣ таъмин намудани биноҳои таълимӣ ва хобгоҳи донишкада таҳлил шуда, рафъи амалии ин мушкилот, яъне кори қисми электрикии таҷҳизоти истифодашаванда ва манораи обгузар нишон дода шудааст. Дар асоси натиҷаҳои кор сифати оби нӯшокиро хеле беҳтар кардан мумкин аст, ҳамчунин дар кори мазкур азхудкунии таҷҳизоти электрикӣ тавсиф гардидааст.

КАЛИДВОЖАҲО: манораи обпарто, насос, об, зарф, нақшаи барқӣ, низом.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Абдуллоев Бахтиёр Толибҷонович, номзади илмҳои техникӣ, саромӯзгори кафедраи ҳимояи релеӣ ва автоматикаи Донишкадаи энергетикии Тоҷикистон. Тел.: (+992) 77-707-65-55; e-mail: bahtier.abdulloev.86@mail.ru

Абдураҳмонов Абдукарим Якубович, номзади илмҳои техникӣ, дотсенти кафедраи автоматикунонии ҳаракатовараҳои барқӣ ва мошинаҳои электрикии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ. Тел.: (+992) 93-190-06 64; e-mail: up_energy@mail.ru

Одинаев Некқадам Хушқадамович, номзади илмҳои техникӣ, саромӯзгори кафедраи автоматонии ҳаракатовараҳои барқии Донишкадаи энергетикии Тоҷикистон. Тел.: (+992) 77-707-65-35; e-mail: onk.tj@mail.ru

Рашидов Акрам Рачабович, номзади илмҳои техникӣ, саромӯзгори кафедраи автоматонии ҳаракатовараҳои барқии Донишкадаи энергетикии Тоҷикистон. Тел.: (+992) 981-09-09-24; e-mail: rashidov0909@mail.ru

ВОДОНАПОРНАЯ БАШНЯ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ИНСТИТУТА ЭНЕРГЕТИКИ ТАДЖИКИСТАНА

В работе исследована система водоснабжения Института энергетики Таджикистана. Изучены проблемы обеспечением чистой питьевой водой учебные корпуса и общежития института и в практическом применении показано устранение данной проблемы, а именно работа электрической части используемых оборудований и водонапорной башни. Исходя из результатов работы, можно существенно повысить качество питьевой воды и изучить работу электрооборудований.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: водонапорная башня, насос, вода, резервуар, электрическая схема, система.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Абдуллоев Бахтиёр Толибджонович, кандидат технических наук, ст. преподаватель кафедры релейной защиты и автоматики Института энергетики Таджикистана. Тел.: (+992) 77-707-65-55; e-mail: bahtier.abdulloev.86@mail.ru

Абдурахмонов Абдукарим Якубович, кандидат технических наук, доцент кафедры автоматизации электродвигателей и электрических машин Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими. Тел.: (+992) 93-190-06 64; e-mail: up_energy@mail.ru

Одинаев Неккадам Хушкадамович, кандидат технических наук, ст. преподаватель кафедры автоматизированных электроприводов Института энергетики Таджикистана. Тел.: (+992) 77-707-65-35; e-mail: onk.tj@mail.ru

Рашидов Акрам Раджабович, кандидат технических наук, ст. преподаватель кафедры автоматизированных электроприводов Института энергетики Таджикистана. Тел.: (+992) 981-09-09-24; e-mail: rashidov0909@mail.ru

WATER TOWER OF THE WATER SUPPLY SYSTEM OF THE INSTITUTE OF ENERGY OF TAJIKISTAN

In the work, the water supply system of the Institute of Energy of Tajikistan was studied. The problems of providing clean drinking water to the educational buildings and dormitories of the institute were studied, and in practical application the elimination of this problem was shown, namely the operation of the electrical part of the equipment used and the water tower. Based on the results of the work, it is possible to significantly improve the quality of drinking water and study the operation of electrical equipment.

KEY WORDS: Water tower, pump, water, tank, electrical circuit, system.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Abdulloev Bakhtiyor Tolibjonovich, Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer at the Department of Relay Protection and Automation of the of Institute Energy of Tajikistan. Phone: (+992) 77-707-65-55; e-mail: bahtier.abdulloev.86@mail.ru

Abdurahmonov Abdukarim Yaqubovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Automation of Electric Motors and Electric Machines of Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi. Phone: (+992) 93-190-06 64; e-mail: up_energy@mail.ru

Odinaev Nekqadam Khushqadamovich, Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer at the Department of Automated Electric Drives of the Institute of Energy of Tajikistan. Phone: (+992) 77-707-65-35; e-mail: onk.tj@mail.ru

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

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВА МАЛЫХ ГЭС (МГЭС) В РЕСПУБЛИКЕ ТАЖИКИСТАН

Холмирзоев Д.Н.
Институт энергетики Таджикистана

На территории Республики Таджикистан к концу 50-х годов действовало около 100 малых гидроэлектростанций, которые вырабатывали до 40 млн. кВт.ч электроэнергии в год и играли большую роль в становлении и развитии народного хозяйства республики в последний период. В дальнейшем в связи с переводом электроснабжения народного хозяйства на централизованные государственные энергосистемы и ввода Нурекской ГЭС, подавляющее большинство малых ГЭС были выведены из эксплуатации

К концу прошлого века была разработана «Программа развития малой энергетики в Таджикистане», в которой было предусмотрено реанимация существующих ранее малых ГЭС и строительство новых малых ГЭС. «Программой развития малой гидроэнергетики» предложено к новому строительству как наиболее перспективных 27 станций общей мощностью 69 МВт с среднегодовой выработкой 350 млн. кВт.ч.

Для современного обеспечения проектами строительства столь значительного количества станций необходимо разработать единую систему однотипных проектов, оборудования и сооружения малых ГЭС, обладающую новыми качествами по технологичности, мобильности, автоматизации, возможности модернизации и другими свойствами.

Единая система однотипных проектов позволит целенаправленно ориентировать усилия действующих проектных организаций, работавших по тематике малых ГЭС, на реализацию программы строительства малых ГЭС, сократив затраты и время разработки проектов.

Целевой подход при проектировании малых ГЭС требует ориентации на поиск конструктивных и объёмно-планировочных решений, основанных на принципах комплексной однотипно малых ГЭС: «проектирование – строительство – эксплуатация». Доведение в проекте до максимального уровня однотипного оборудования, прогрессивных строительных конструкций, деталей и узлов (агрегатов) заводского изготовления обеспечивает гибкость при привязке проектов на конкретных площадках строительства малых ГЭС.

Независимо от основных параметров, высоты падения и количества воды (H, Q), число гидроагрегатов малых ГЭС при условии компоновки набирается из унифицированных узлов.

Дополнительному проектированию подлежат только новые узлы, связанные, в основном, с местными природными условиями.

Унифицированные проекты малых ГЭС, выполненные на основе исходных положений предлагаемой единой системы унификации, имеют широкую перспективу в горных условиях. Основной положительный эффект таких унифицированных проектов малых ГЭС - сокращение объёма и сроков изысканий, проектных работ и, что ещё важнее, сроков строительства МГЭС.

Гидрологическая изученность в Таджикистане позволяет достаточно надежно определять расходы воды водотока с площадями водосборов в основном около 100 кв. км в створах на выходе рек из гор, а изученность высокогорной зоны формирования стока значительно хуже, что определяет сложность его оценки.

Гидрологический режим горных рек определяется характером их питания, ледниково-снеговым - летом и родниковым - зимой. Поэтому зимние расходы малых рек Таджикистан отличаются большой стабильностью и относительно небольшой абсолютной величиной, в то время как среднегодовые расходы превышают зимние обычно в 3-5 раз. Кратковременные паводковые пики, связанные с весенним и летним периодом таяния горных снегов и ледников, в десятки раз превосходят расходы зимнего периода.

Важной предпосылкой для развития малой гидроэнергетики в республике является также развитое водное хозяйство и проектируемые ирригационные водохранилища, не имеющих в своем составе гидротехнических установок с энергетическим потенциалом.

Технико-экономические показатели малых ГЭС значительно лучше при их строительстве на существующих водохранилищах, то есть при комплексном использовании гидротехнического сооружения (на 30-50%).

Большое значение в деле широкого строительства малых ГЭС имеет также наличие в республике Таджикистане местных строительных материалов и возможности ряда заводов наладить выпуск необходимых гидротехнических конструкций и оборудования.

Чтобы судить о возможностях и пределах развития малой гидроэнергетики в республике, в Таджикистане проводилась оценка энергетического потенциала малых рек. Определены их общий (валовой) потенциал и так называемый технический потенциал.

Приведем некоторые технические и экономические проблемы развития малой гидроэнергетики в Таджикистане. Поточное строительство малых ГЭС специализированными организациями является одним из лучших вариантов проектирования и строительства. Для поточного строительства МГЭС нужно изучать гидрологические характеристики реки, определить мощности ГЭС, выбрать унифицированные варианты сооружений и использовать унифицированное гидросиловое оборудование.

На сегодняшний день в мире малая гидроэнергетика – это один из динамично развивающихся видов ВИЭ, расширение использования которого поддерживается как организационными мерами, так и материальным стимулированием поставщиков вырабатываемой энергии. В различных источниках приводятся разноречивые данные, связанные с отнесением гидроэлектростанций к малым.

Малая гидроэнергетика является одним из возможных способов снижения отрицательного воздействия человечества на окружающую среду в условиях постоянного возрастания энергопотребления. Совершенно очевидно, что она не может стать альтернативой крупной энергетике, но является её естественным дополнением.

Необходимость развития этой отрасли обусловлено рядом факторов:

- ужесточением экологических требований;
- сокращением строительства крупных энергетических объектов;
- постоянным повышением цен на органическое топливо;
- стремлением улучшить энергоснабжение удаленных районов.

Заинтересованными субъектами в развитии малой энергетики могут выступать организации с различными формами собственности: государственные, кооперативные и частные.

Для государственного строительства желательны МГЭС с установленной мощностью более 1 МВт. МГЭС меньшей мощности лучше подходят для акционерного или частного капитала.

Основными факторами, препятствующими широкому внедрению малой гидроэнергетики в нашей стране, можно считать:

- отсутствие нормативно-правовой базы, стимулирующей разработку и внедрения новых

технологий, а также регулирующей взаимоотношения между производителями и потребителями энергии малой энергетики с «уведомительной» системой подключения к энергосистемам;

- отсутствие у выпускающих предприятий оборотных средств для подготовки производства и выпуска новой продукции, а у потенциальных потребителей, свободных средств для авансирования выпуска необходимого для них оборудования;

- отсутствие необходимых материально-технических и финансовых ресурсов для строительства новых ГЭС.

- все более увеличивающаяся неплатежеспособность энергопотребителей, особенно, в высокогорных и сельских районах;

- резкий рост цен на материалы и оборудование.

- практическое отсутствие в Таджикистане цивилизованного рынка энергетического оборудования.

В процесс создания МГЭС вовлечены несколько участников с различными целями:

- инвестор, целью которого является получение конечного результата с минимальными затратами и в кратчайшие сроки;

- проектировщик, который не заинтересован в снижении цены и сроков проектирования, тем более что опыт проектирования подобных объектов у него обычно мал, а квалификация персонала невысока;

- генподрядчик - строительно-монтажная организация обычно без опыта выполнения таких работ в условиях весьма ограниченных средств;

- поставщик оборудования, который стремится продать имеющиеся у него агрегаты, может быть, даже не вполне соответствующие техническим условиям, за максимальную цену;

- местная администрация, которая стремится увеличить отчисления в бюджет, создать новые рабочие места, более рационально использовать собственные ресурсы.

Кроме того, имеется целый ряд разрешающих и контрольных органов, которые всегда стремятся расширить сферу контролируемых предприятий. Не следует забывать и о возможном конфликте интересов с поставщиками топлива.

Задачу создания МГЭС можно разложить на три части.

1. Гидротехнические сооружения: оценка расчетных параметров станций - напор, расход, установленная мощность.

2. Основное оборудование: выбор типа, размера и частоты вращения гидротурбины, числа агрегатов, выбор типа электрической машины.

3. Система управления и защиты: назначение параметров регулирования - мощность, частота тока, напряжение; номенклатура контролируемых параметров.

Подход к оценке каждой из этих составляющих существенно отличается от проектирования крупных ГЭС, поскольку МГЭС не является уменьшенной копией обычной станции, а представляет собой принципиально отличающееся сооружение. В ее состав не входят многие системы, необходимые для обеспечения жизнедеятельности крупных объектов. Задача осложняется тем, что в настоящее время ни одно учебное заведение не готовит специалистов – проектировщиков МГЭС.

Выводы:

Развитие строительства малых ГЭС в Республике Таджикистан неуклонно растет и в настоящее время выработка электрической энергии на них может составить более 25,5 МВт.

Оценке каждой из составляющих затрат при строительстве малых ГЭС существенно отличается от проектирования крупных ГЭС, поскольку МГЭС не является уменьшенной копией обычной станции, а представляет собой принципиально новое, отличающееся сооружение. В ее состав не входят многие системы, необходимые для обеспечения жизнедеятельности крупных объектов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Абдурахманов А.Я., Холмирзоев Д. Неругоҳи хурди обии «Октябрская» дар Ҷумҳурии Тоҷикистон // Паёми политехникӣ. – Душанбе, 2020. – №4(52). – С. 17-21.
2. Абдуллаева Ф.С., Баканин Г.В. Гидроэнергетические ресурсы Таджикской ССР. – Л.: Метеоиздат, 1965. – 658 с.
3. Архивные данные Главтаджикгидромета о наблюдениях за поверхностными водными ресурсами Таджикистана за 1936-2001 гг.

БАЛОИҲАГИРӢ ВА СОХТМОНИ НБО-и ХУРД (НБОХ) ДАР ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

Ҷумҳурии Тоҷикистон захираҳои бои гидроэнергетикӣ дорад. Барои пешрафти манбаҳои барқароршавандаи энергия ва инчунин неругоҳҳои барқии хурд аз захираҳои гидроэнергетикӣ истифода бурда мешавад.

Роҳбарияти Ҷумҳурии Тоҷикистон диққати худро ба он равона кардааст, ки барои пешрафти манбаҳои барқароршавандаи ғайриананавии энергия ва алалхусус манбаи барқароршавандаи энергияи обӣ - неругоҳҳои барқии обии хурд яке аз онҳо ба шумор меравад.

КАЛИДВОЖАҲО: манбаъҳои барқароршавандаи энергия, тавоноӣ, азнавсозӣ, барқароркунӣ, НБОХ Октябский.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ: Холмирзоев Дустмаҳмад Нурмаҳмадович, саромӯзгори кафедраи автоматонии ҳаракатовараҳои барқии Донишкадаи энергетикии Тоҷикистон. Тел.: (+992) 93-713-13-02; e-mail: vholmirzoev1989@mail.ru

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО МАЛЫХ ГЭС (МГЭС) В РЕСПУБЛИКЕ ТАДЖИКИСТАН

Развитие строительства малых ГЭС в Республике Таджикистан неуклонно растет и в настоящее время выработка электрической энергии на них может составить более 25,5 МВт.

Оценке каждой из составляющих затрат при строительстве малых ГЭС существенно отличается от проектирования крупных ГЭС, поскольку МГЭС не является уменьшенной копией обычной станции, а представляет собой принципиально новое, отличающееся сооружение. В ее состав не входят многие системы, необходимые для обеспечения жизнедеятельности крупных объектов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: возобновляемый источник энергии, мощность, реконструкция, восстановление, Октябрьский МГЭС.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ: Холмирзоев Дустмахмад Нурмахмадович, ст. преподаватель кафедры автоматизированных электроприводов Института энергетики Таджикистана. Тел.: (+992) 93-713-13-02; e-mail: kholmirzoyev1989@mail.ru.

DESIGN AND CONSTRUCTION OF SMALL HPPs (SHPP) IN THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN

The development of the construction of small hydropower plants in the Republic of Tajikistan is steadily growing and at present, the generation of electric energy on them can be more than 25,5 MW.

The assessment of each of the cost components in the construction of small HPPs differs significantly from the design of large HPPs, since the SHPP is not a reduced copy of a conventional plant, but is a fundamentally new, different structure. It does not include many of the systems necessary to ensure the life of large objects.

KEY WORDS: renewable energy source, capacity, reconstruction, restoration, Oktyabrsky SHPP.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR: Kholmirzoev Dustmahmad Nurmahmadovich, Senior Lecturer at the Department of Automated Electric Drives of the Energy Institute of Tajikistan. Phone: (+992) 93-713-13-02; e-mail: kholmirzoyev1989@mail.ru.

ТАҲЛИЛИ ҲОЛАТҲОИ ТЕХНИКИИ НАҚБИ ГИДРОТЕХНИКИИ ДАНҒАРА

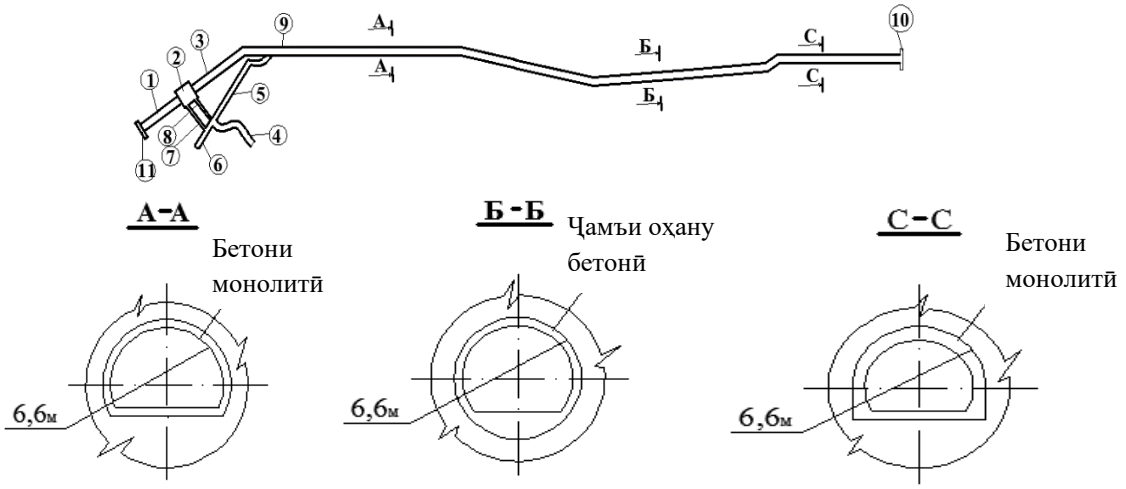
Зувайдов М.М.
Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав

Калонтарин ва беҳамтотарин сохтмон дар Осиёи Миёна комплекси территориявии истеҳсолии Тоҷикистони Ҷанубӣ (КТИҶТ) мебошад, ки дар тараққиёти пуравҷи қувваҳои пурсамари ин минтақа нақши калон мебозад. Ташкил ва инкишофи комплекси территориявии истеҳсолии Тоҷикистони Ҷанубӣ дар қатори дигар объектҳои алоҳида ба ташаккул ва афзоиши комплекси томи соҳаҳои хоҷагии халқи Тоҷикистон ибтидо гузошт [1; 2].

Нақби гидротехникии Данғара як қисми лоиҳаи комплексии обёрӣ кардани заминҳои кӯҳии Данғара дар асоси обанбори неругоҳи барқи обии Норак дар дарёи Вахш мебошад. Нақби гидротехникии Данғара бо дарозии 13813 м барои гузаронидани об аз обанбори Норак ҷиҳати обёрии заминҳои лалмии кӯҳҳои Данғара пешбинӣ шудааст. Ба воситаи нақб об босуръат ба канали магистралӣ, мувофиқи ҷадвали масрафи об дар доираи 60-90 м^{3}с ҳангоми тағйир ёфтани сатҳи оби обанбор аз НГП (910 м) то УМО (857м) дода мешавад. Имконияти суръатнокии максималии масрафи об дар сурати азхудкунии пурраи обёрии массив ба 100 м^{3}с мерасад. Ин объекти беҳамтои иҷтимоию иқтисодӣ барои тараққиёти Тоҷикистон аҳамияти махсуси хоҷагӣ дорад. Дар соҳаи сохтмони хоҷагии об, ба объектҳои класси 1 дохил мешавад.

Ҳамаи иншооти нақби гидротехникии Данғара шартан ба сохторҳои иншоотҳои сарлавҳаю охирӣ, инчунин нақби ёрирасон тақсим карда мешаванд. Қитъаи сарлавҳа бевосита қад-қади меҳвари роҳи асосӣ бо дарозии 695 м аз обанбори Норак воқеъ буда, дар РК6+70 ба охир мерасад. Ба сохторҳои қисмати иншооти қитъаи сарлавҳа обгирандаи чуқур; нақби таъминоти фишор;

минтақаи гузариш; камераи (ҳуҷраи) кор ва таъмир, дарвозаҳои фавқулодда; чоҳи мавҷгардони обӣ; қисми бе фишори нақб; чоҳи аэратсия; нақби №1; нақби №2; нақби №3; нақби №4 дохил мешаванд. Ба сохторҳои қисмати охирӣ нақби бефишор бо РК6 +70 ; роҳи калони аэратсионӣ дар ҷои кони №1; баромадан аз пештоқ (арка); пӯкҳои бетонӣ дохил мешаванд.



Расми 1. Нақшаи нақби гидротехникии Данғара.

Тавсифи иншоот (биноҳо)

т//р	*Номгӯй*	*Эзоҳ*
1	*Нақби гидротехникии фишор*	
2	*Камераи (ҳуҷраи) КК ва ТФД*	
3	*Чоҳи мавҷгардони об*	
4	*Нақби истифодабарандаи №4*	
5	*Нақби сохтмонии №2*	
6	*Нақби сохтмонии №3*	
7	*Нақби сохтмонии № 1*	
8	*Кони (шахтаи) аэратсионӣ*	
9	*Нақби бефишори гидравликӣ*	
10	*Баромадан аз даромадгоҳи асосӣ (пештоқ)*	
11	*Гирифтани оби чуқур*	

Барои гирифтани об аз обанбори Норак, обгирандаи чуқури уфуқӣ пешбинӣ шудааст. Ҳади истеъмоли об 855,0 аст. Диаметри обгиранда 4,58 м аст. Қисми дарунии обгиранда аз рӯйпӯши металлӣ сохта шудааст. Дар сатҳи берунии уфуқии обкаш чор қисми дарунсохташуда пешбинӣ шудаанд, ки барои онҳо дастурҳои чандир барои дарвозаи таъмири худпешбаранда насб карда шудаанд. Дар қисми пеши деворахои самти ҷараёни об дастгоҳи эҳтиётӣ сохта шудааст, ки он ба нақби фишор тавассути рӯйпӯши металлӣ баромад дорад. Деворахои самти ҷараёни об дар якҷоягӣ бо обгирандаи чуқур аз бетони монолитии гидравликии М300 (В25) аз сементи ба сулфат тобовар сохта шудааст.

Нақби обгирандаи фишоровар бо дарозии 376 м (ПК-23,0-ПК3+53) обро аз обанбор ба ҳуҷраи (камера)-и дарвоза таъмин мекунад. Он қисмати дохилии мудаввар дорад, ки диаметраш 4,58 м мебошад. Нақби фишоровари аз оҳану бетон сохта шуда, барои қабул кардани фишори дохилии 6 кгс/см^2 пешбинӣ гардидааст. Тамғаи бетони М300 (В25) аз сементи ба сульфат тобовар тайёр карда шуда, арматураи он аз пӯлоди синфҳои А- II ва А- I сохта шудааст.

Пайвасткунии арматура дар самти корӣ кафшер карда мешавад. Диаметри нақби таъминоти фишор дар асоси ҳисобҳо ва амсиласозӣ дар Институти муҳандисию сохтмонии Маскав (ИМСМ) аз шарти таъмини гузариши ҳадди масрафи 100 м^3/с дар сатҳи ҳадди ақали об дар обанбор (УМО-857) муайян карда шудааст.

Қитъаи гузариш пайвасти ҳамвори ҷараёни обро аз нақби даврии фишор ба се сӯрохии камераи дарвоза таъмин мекунад. Дарозии қитъаи гузариш 26 м, сохтори он дар нақша пайвасти корҳоро бо паҳнои 4,58 м то 9,8 м ва тангшавии баландиро аз 4,58 м то 2,4 м таъмин менамояд. Сохтори қитъаи гузариш аз бетони монолитии оҳану бетони гидравликии навъи М 300 (В25) аз сементи ба сулфат тобовар сохта шудааст.

Камераи корӣ, таъмирӣ ва фавқулодавӣ барои ба тартиб андохтани ҷараёни оби аз

обанбори Норак ба воситаи қисми бефишори нақб ба водии Данғара додашуда пешбинӣ шудааст. Камера аз утоқи идоракунии дарвозаҳо иборат аст. Камера (хуҷра) 25,5 м дарозӣ, 19,2 м баландӣ ва 14 м васеъгӣ дорад. Қисми равони нақби камера, ки аз оҳану бетони монолитии ғафсии девораш 1,1 метр ва новаи 1,5 м сохта шудааст, новаро бо ду нуқтаи мобайнӣ ба се қисм тақсим мекунад. Идора ва танзими камераи таъмири корӣ ва фавқулодавӣ тавассути болобардорҳои гидравликӣ амалӣ карда мешавад. Барои азназаргузаронӣ ва таъмири дарвозаҳои таъминкунанда аз қисми оби поёнӣ, дарвозаҳои иловагӣ гузоштан мумкин аст. Дар қисми нақби камера барои додани ҳаво ба дарвозаҳои корӣ қуттии аэратсионӣ гузошта шудааст, ки ба чоҳи аэратсия пайваст мебошад. Хонаи камера бо крани борбардори иқтидораш 35 тонна муҷаҳҳаз шудааст. Қад-қади деворҳои камера барои паст кардани фишори фронти об бо фосилаи 2,0 м ва дарозии чоҳҳои 10 м барои резиши оби дренажӣ дар деворҳо гузаргоҳи зериобӣ пешбинӣ шудааст ва дар сатҳи 856 фарш коллекторе мавҷуд аст, ки тавассути он об ҷорӣ мешавад ва ба қисми бефишори камера холӣ карда мешавад. Қисми нақби камера аз руйпӯши металлӣ сохта шудааст. Сохтори камера аз оҳану бетони гидравликии монолитии класси конструктивӣ барои қувваи фишурдани 200 (B15) аз сементи ба сулфат тобовар сохта шудааст.

Чоҳи мавҷгардони обӣ барои кам кардани энергияи ҷараёни обе, ки аз таги дарвоза ҷорӣ мешавад, пеш аз он ки ба қисми бефишори нақб ҷорӣ шавад, пешбинӣ шудааст. Дарозии чоҳи мавҷгардони обӣ 111 м, паҳнои максималӣ дар PK4+2614,0 м, баландии он 12 м аст. Деворҳои чоҳи мавҷгардони обӣ то сатҳи 852 ва нова аз рӯйпӯшҳои металлӣ сохта шудаанд. Ин аз сабаби суръати баланди ҷараёни об, вақте ки он аз зери дарвозаҳо мебарояд, сохта шудааст. Қабати чоҳи мавҷгардони обӣ аз оҳану бетони монолитии гидротехникии дараҷаи конструктивӣ барои устувории фишурдани M300 (B25) аз сементи ба сулфат тобовар сохта шудааст. Андозаҳои дохилии чоҳи мавҷгардони обӣ мувофиқи натиҷаҳои таҳқиқоти илмӣ гирифта шудаанд.

Қитъаи бефишор (асосӣ)-и нақб дар паси чоҳи мавҷгардони обӣ ҷойгир буда, аз ПК4 + 63,0 то ПК138+12,7 оғоз меёбад. Қабати нақби бефишор аз рӯи дарозӣ бо се намуд муаррифӣ мешавад. Намуди 1 ва 2 бо як сохтори бетонии монолитӣ бо қисмати равшани дохилӣ 6,6 м ва воридкунии уфуқӣ дар новаи 4,0 м муаррифӣ карда мешавад. Ғафсии тайёр намудан дар нова ва ҷӯйбор ба 30 см баробар аст ва аз бетони гидротехникии тамғаи M200 (B15) аз сементи ба сулфат тобовар сохта шудааст. Намуди 3 аз ҷониби як қабати бетонии васлшаванда бо қисмати равшани дохилӣ 6,7 м ва паҳнои ҳамвори 2,9 м таъмин карда мешавад. Блокҳои симоҳану бетонии ғафсиашон 20 см аз бетони гидротехникии M400 ва M300 сохта мешаванд. Ба сатҳи дарунии васлшаванда барои ҳамвор кардан, як қабати 5 см пошандаи бетоннӣ барои ҳамвор кардани ноҳамвориҳо гузошта шудааст.

Нақби №1 барои наздик шудан ба иншооти канори болоии (қисми арка) камераи коргоҳу таъмир ва дарвозаҳои фавқуллодавӣ пешбинӣ шудааст. Дарозии нақб 156,5 м; васеъгиаш 4,0 м, баландӣ 5,2 м мебошад. Дар нишонаи 870,3 м ба девори бари камераи корӣ дарвозаҳои фавқулода пайваст мешаванд. Нақби №1 аз бетони гидротехникии навъи M200 (B15) бо ғафсии 30 см сохта шудааст. Нақби №1-ро дар оянда барои иҷрои тадбирҳои иловагии заҳбурҳо барои паст кардани фишори гидростатикии об истифода бурдан мумкин аст.

Нақби №2 барои наздик шудан ба иншооти нақби гидротехникӣ то пур шудани обанбори Норак пешбинӣ шудааст. Даромадгоҳи асосӣ (пешток) дар сатҳи 877 м ҷойгир аст. То ин вақт нақби № 4 сохта шуда буд, ки он иншооти нақби гидротехникиро таъмин мекард. Нақби № 2 қитъаи охуршакл дорад, ки баландиаш 5,6 м, васеъгиаш 7,8 м ва дарозиаш 346 метрро ташкил медиҳад. Сарпӯши нақб аз бетони гидротехникии дараҷаи конструктории M200 (B15) аз сементи ба сулфат тобовар бо ғафсии 50 см сохта шудааст.

Нақби №3 иншооти камераи кор ва таъмир ва дарвозаҳои фавқулодавиро таъмин намуда, дар давраи истифодабарӣ бо камера ба воситаи нақби №4 алоқаро таъмин мекунад. Дарозии 125 м нақб, васеъгии нақб ва баландии равшанӣ 4,7 м, нишебии нақб ба сӯи камера 0,1 м аст. Ба нақби №3 роҳрав ҳамроҳ карда шудааст, ки онро бо чоҳи аэратсия мепайвандад. Нақб аз бетони гидротехникии навъи 200 аз сементи ба сулфат тобовар сохта шудааст. Тайёр намудан бо ду намуд бо ғафсии 30 см ва бо пайвастан бо камера бо ғафсии 50 см пешниҳод карда мешавад.

Нақби №4 баъди пур кардани обанбори Норак гузаштани иншооти нақби асосии гидротехникиро дар сатҳи 910 м таъмин мекунад. Даромадгоҳи асосӣ (пешток)-и нақб дар сатҳи ғарқнашавандаи 918,0 м пеш аз пайвастшавӣ бо нақби №3 ҷойгир шудааст. Дарозии нақби № 4 567 м буда, бо ду гардиш дар нақша бо радиусҳои каҷи 50 метрро ташкил мекунад. Дар давраи истифодабарӣ нақби №4 алоқаи нақби асосии гидротехникӣ ва рӯизаминиро (ҳамворигиро) таъмин мекунад. Нақб аз бетони монолитии класси 200 (B15) сохта шудааст. Ғафсии он дар

маҷмуъ ва деворҳо 40 см аз рӯи намудҳои 1 ва 2 аст. Аз рӯи намуди 3 дар қисми аз оҳану бетонӣ бо ғафсии 50 см иҷро карда шудааст.

Баромадгоҳ аз даромадгоҳи асосии нақби гидротехникии Данғара аз қисмати пештоқи (аркаи) ғафсии девораш 50 см, бо арматураи дуқатор мустаҳкамшуда ва девори пештоқи аз РК138+12,7 бо баландӣ 11,8 м, васеъгии 21,3 м ва ғафсии 1,5 м иборат аст. Сохторҳои қисмати пештоқ ва девори даромадгоҳи асосӣ аз бетони гидротехникии М200 (В15) аз сементи ба сулфат тобовар сохта шудаанд [5].

Баҳодиҳии шартҳои нақб ва иншоотҳои ёрирасон. Аз рӯзи ба истифода дода шудани нақби гидротехникии Дангара, ки дарозиаш 13813 метр аст, зиёда аз 30 сол гузаштааст. Дар ин солҳо ин иншооти беҳамтои ирригатсионию гидротехникӣ беист кор карда, водии Данғараро бо оби нӯшокӣ ва обёрӣ таъмин намуда истодааст. Ҳарчанд ҳадди имконияти суръати ҷараёни об тавассути нақб ба 100 м^3/с мерасад, аммо аз сабаби мавҷуд набудани майдонҳои обёрӣ, дар айни замон ҳадди он тақрибан 10-15 м^3/ с мебошад (ин ҳам бошад дар мавсими обёрикунӣ).

Табиист, ки дар давоми солҳои кори бефосила дар зери таъсири бори бузурги гидростатикӣ ва гидродинамикии об, инчунин таъсири массиви хоки атроф, иншооти зеризаминӣ метавонанд деформатсия гардида, хароб шавад ва барои кори минбаъда номувофиқ гардад. Мувофиқи нақша ҳар сол комиссияи махсус ин иншооти беҳамтои гидротехникиро аз назар гузаронида, вазъияти ҳозираи техникӣ ва истифодаи қитъаҳои алоҳидаи нақб ва иншооти ёрирасонро баҳо медиҳад ва таҳқиқот мегузаронад.

Натиҷаҳои азназаргузаронӣ ва таҳқиқоти қитъаҳои алоҳида ва иншооти ёрирасони нақби ирригатсионию гидротехникии Данғараро ҷамъбаст ва таҳлил намуда, инҳоро қайд кардан мумкин аст:

- нақби №4 - қисми даромадгоҳи асосии нақби № 4 дар ҳолати вайроншавии рӯйпӯшҳо қарор дорад (расми 1). Ғайр аз ин, таҷҳизоти вентилятсионӣ, ки дар вақти истифодабарии нақб, тоза кардани ҳавои ҳамаи иншоотро бояд таъмин кунад, ҳоло кор намекунад. Ин вазъият, албатта, боиси ғайриқаноатбахш будани нақби №4 мегардад.

Расми. 1. Ҳолати қисми даромадгоҳи асосии (пештоқи) нақби № 4.

- нақби №3 – санҷиш ва муоина нишон дод, ки дар дар ҳамаи дарозии нақби №3 нуқсонҳо ва вайроншавии рӯйпӯшҳои бетонӣ мавҷуданд, ҳатто ошкоркунӣ ва вайроншавии арматураҳо ҷой доранд (расми 2). Чи тавре ки мебинем, чи дар қисми боло ва чи қад-қади деворҳои нақби №3 вайрон шудани рӯйпӯшҳои бетонӣ мушоҳида карда мешаванд. Дар ин ҳолат, сабаби асосии харобшавӣ таъсири шадиди хок ва обҳои зеризаминӣ мебошанд. Таҳлили химиявии хок нишон дод, ки дараҷаи pH=17-20 мебошад, ки ин аз меъёри стандартӣ хеле зиёд аст.

Расми 2. Вайрон шудани қисмҳои бому деворҳои нақби №3.

− нақби №2 − ҳолати қитъаҳои алоҳидаи нақби №2 дар расми 3 нишон дода шудааст. Чи тавре ки аз расм дида мешавад, дар ҳама ҷо харобиҳои ҷиддии деворҳо, бом ва роҳрав ба назар мерасанд.

Расми 3. Ҳолати нақби №2.

- нақби №1 - ҳолатҳои қитъаҳои алоҳидаи нақби №1 дар расми 4 нишон дода шудаанд. Чи тавре ки мебинем, дар нақби №1 дар деворҳо, дар қисмҳои болою поён вайроншавии ҷиддӣ дида мешаванд.

– Чоҳи (шахтаи) аэратсионӣ. Шабакаи аэратсионӣ бо буриши равшани 2,1х2,1м дар канори нақби №3 дар масофаи 7,0 м аз камераи корию таъмир ва дарвозаҳои фавқулодавӣ ҷойгир буда, барои интиқоли ҳаво тавассути қуттии аэратсионӣ зери камераҳои корӣ (КК) ва таъмири даврвозаҳои фавқулодавӣ (ТФД) хизмат мекунад. Бо ёрии як роҳрав, такрибан дар нишони 858,75, чоҳи аэратсионӣ ба нақби №3, ки аз нақб ҷудо аст, бо дари металлӣ баромад дорад.

Расми 4. Шароити қитъаҳои алоҳидаи нақби №1.

Дар дохили чоҳ пас аз 3 м майдончаҳои панҷарадор бо нардбонҳои металлӣ насб карда шудаанд, ки онро ҳамчун баромади фаврӣ аз камераи корӣ ва таъмирӣ ва дарвозаҳои ҳолати фавқулода истифода бурда мешаванд. Дар расми 4 зарар ва нуқсонҳо нишон дода шудаанд.

Расми 5. Вазъияти чоҳи аэратсия.

Хулоса ва тавсияҳо:

- қитъаи нақб аз РК6+00 то ПК64+00 дар ҳолати хуби техникӣ ва истифодабарӣ қарор дорад;

- қитъаи нақб аз ПК64+00 то ПК65+10, ки бо бетони монолитӣ рӯйпӯш карда шудааст, дар натиҷаи фишори об ва фишори ҷинсҳо, бетони қисми рӯйпӯши он қисман вайрон шуда, таъмири асосиро талаб мекунад;

- қитъаи нақб аз ПК65+10 то ПК70+10, ки аз кубурҳои оҳану бетонӣ сохта шудааст, бетони қисми кубурҳои оҳанию бетонӣ вайрон шудааст, ки боиси аз ҷой рафтани деворaҳои нақб гардидааст;

- қитъаи нақб аз ПК70+10 то ПК74+00, ки аз оҳану бетони монолитӣ сохта шуда, қисми болоӣ дар ҳолати хуб буда, қисми деворахои поёниаш қисман вайрон шуда, таъмири асосиро талаб мекунад;

- қисмати нақби аз РК74+00 то охир ва айни замон дар ҳолати хуби техникӣ ва истифодабарӣ қарор дорад;

− участкаи қисмати нақби ёрирасони № 2, ки дарозиаш 196 метр ва бараш 7,8 метр аст, таъмирталаб аст;

− дар камераи корӣ ва таъмири дарвозаҳои фавқулодавӣ, таъмири асосии бинохо ва дарвозаҳо зарур аст [4].

Дар тӯли зиёда аз 30 соли фаъолият ин иншооти гидротехникӣ ба ҳолати ногувори техникӣ омаданаш аз эҳтимол дур нест. Бо дарназардошти ин масъала ҳолати техникии кунунии иншооти муҳандисии нақби обгузаронии Данғара баҳодиҳӣ карда шудааст.

АДАБИЁТ:

1. Бобоев Дж. Дангаринский туннель. – Душанбе, 2014.
2. Курбонова Х.Д. История ирригационного строительства и освоение новых земель в Дангаринской степи. Диссертация канд. наук. – Душанбе, 1999. – 176 с.
3. Хасанов, Н.М. Устойчивость гидротехнической тоннели Нурекской ГЭС при сейсмическом воздействии / Н.М. Хасанов, М.А. Сулаймонова, А.О. Якубов // Вестник ТТУ. – Душанбе: ТТУ, 2018. – №1/41. – С. 275-283.
4. Ятимов, А.Дж. Геологические факторы, влияющие на разрушение устойчивости гидротехнических тоннелей / А.Дж. Ятимов, Н.М. Хасанов // Вестник, КГУСТА. – Бишкек, 2018. – №2(60). – С. 94-98.
5. Хасанов, Н.М. Расчет деформированного состояния водопропускного сооружения / Н.М. Хасанов, А.О. Якубов // МНПК Шымкент, Казахстан, 2019. – С. 20-23

ТАҲЛИЛИ ТЕХНИКИИ НАҚБИ ГИДРОТЕХНИКИИ ДАНҒАРА

Дар мақола маълумот дар бораи нақби обгузаронии Данғара, ҳамчун қисми таркибии комплекси энергетикии Норак оварда шудааст. Инчунин нақш ва аҳамияти ин иншооти азими обёрикунандаи аср навишта шудааст. Дар тӯли зиёда аз 30 соли фаъолият ин иншооти гидротехникӣ ба ҳолати ногувори техникӣ омаданаш аз эҳтимол дур нест. Бо назардошти ин масъала ҳолати техникии кунунии иншооти муҳандисии нақби обгузаронии Данғара баҳодиҳӣ карда шудааст. Қайд карда мешавад, ки ҳолати техникии кунунии ин иншооти азим таъмири асосиро талаб мекунад.

КАЛИДВОЖАҲО: нақби гидротехникӣ, ҳолати техникӣ, обанбор, муҳити агрессивӣ, фишори гидростатикӣ ва гидродинамикӣ, иншооти зеризаминӣ, вайроншавии бетон, лучшавӣ ва коррозияи арматура, нақби ёрирасон.

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

АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДАНГАРИНСКОГО ГИДРОТЕХНИЧЕСКОГО ТОННЕЛЯ

В статье приведено сведения о Дангаринском гидротехническом тоннеле, как составной части Нурекского гидроэнергетического комплекса. Описывается роль, значение и состав инженерных сооружений Дангаринского гидротехнического узла. За более чем 30 летней эксплуатации на отдельных участках вспомогательных тоннелей и в других подземных сооружениях произошли разрушения. Дается оценка эксплуатационного состояния отдельных участков тоннеля и вспомогательных сооружений. Отмечается, что уникальное гидротехническое сооружение нуждается в капитальном ремонте.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: гидротехнический тоннель, эксплуатационное состояние, водохранилище, агрессивная среда, гидростатическое и гидродинамическое давление, подземное сооружение, разрушение бетона, оголение арматуры, вспомогательный тоннель.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ: Зувайдов Махмадулло Махмасолиевич, ассистент кафедры строительства Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава.

ANALYSIS OF TECHNICAL CONDITION OF THE DUNGAREE HYDRAULIC TUNNEL

It is given information about Dangara hydraulic tunnel, as the component part of Nurek hydropower complex. It is described the role, meaning and the composition engineering structures of Dangara hydroraulic unit. More than thirty years of exploitation of separate plots of temporary tunnels and in another underground structure’s ruptures. It is given the estimate of operational state separate plots of tunnel and temporary structures. It is noted that unique hydraulic structure, is needed in rebuilding.

KEY WORDS: hydraulic tunnel, operational state, water storage basin, hostile environment, hydrostatic and hydrodynamic pressure, underground structures, concrete disintegration, exposure of concrete, tunnel.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR: Zuvaydov Mahmadullo Makhmasolievich, Assistant of the Department of Civil Engineering, Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav.

УДК: 546.273÷536.75

ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИКИ ПРОЦЕССА РАЗЛОЖЕНИЯ ИСХОДНОЙ БОРОСИЛИКАТНОЙ РУДЫ ЦАРСКОЙ ВОДКОЙ

Курбонов А.С., Давлатов А.С.
Бохтарский государственный университет имени Носира Хусрава
Тагаев А.П., Пулатов Х.Э., Тагоев М.М.
Институт химии имени В.И. Никитина НАН Таджикистана

Боратные и боросиликатные руды являются источником бора, который извлекается из минерального сырья с помощью неорганических кислот. Кинетика и механизм процессов химической переработки определяются составом и структурой растворяемого минерала, входящего в состав боросиликатного сырья, характером его химических связей в породе, а также свойствами растворителя (кислоты).

Скорость взаимодействия компонентов в гетерогенной системе зависит от многих факторов: химического состава руды, гидродинамического режима, концентрации кислоты, дисперсности частиц, температуры процесса, времени и др. Кинетика кислотного разложения боросиликатных руд различными реагентами [1-7] определяется также различным значением энергии разрушения их кристаллических решёток. Поэтому исследование кинетических закономерностей разложения боросиликатных руд с различными реагентами имеет большое значение при разработке научных основ процесса извлечении борной кислоты из минерального сырья и его реализации в промышленности. Выявление факторов, оказывающих максимальное влияние на кинетику кислотного вскрытия руды, позволяет найти эффективные технологии ее переработки.

Целью настоящей работы является исследование процесса разложения исходной боросиликатной руды, определение механизма протекающих реакций и выявление основных кинетических факторов, влияющих на процесс разложения.

Экспериментальное исследование кинетики реакции состоит в измерении скорости убыли исходных веществ или появлении продуктов реакции при данной температуре и установлении зависимости скорости реакции от концентрации этих веществ.

Следует отметить, что константа скорости зависит от порядка реакции и имеет соответствующую размерность.

Аналитические методы изучения кинетики условно разделяют на химические и физические.

Физические методы анализа основаны на измерении какого-либо физического свойства реакционной смеси, изменяющегося в ходе реакции. Эти методы удобнее химических, поскольку базируются на имеющихся существенных различиях во вкладах в измеряемое свойство реагентов и продуктов.

Химический анализ позволяет определить количественную характеристику, например, концентрацию одного из реагентов или продуктов реакции.

К преимуществам физико-химических методов анализа следует отнести: быстроту, отсутствие необходимости отбора пробы и связанных с ней субъективных ошибок, отсутствие влияния на состояние изучаемой системы и возможности автоматической фиксации этих изменений.

Для глубокого изучения реакции и ее корректного описания следует применять независимые методы. Это имеет особенно важное значение при проверке стехиометрии изучаемой реакции.

Способы определения порядка реакции, разделяются на дифференциальные и интегральные, они рассмотрены в ряде работ, но особенно подробно в работах авторов [8-9].

Кинетические кривые зависимости извлечения оксида бора из состава боросиликатной руды от температуры и продолжительности процесса при кислотном разложении удовлетворительно описываются уравнением первого порядка. Кинетическое уравнение элементарной необратимой реакции первого порядка в дифференциальной, интегральной и экспоненциальной формах, соответственно, имеет вид:

$$kc = d\alpha / d\tau = K (1-\alpha),$$

где: α - степень извлечения; τ - время в минутах; K - константа скорости разложения, в минутах.

Традиционно глубину протекания процесса разложения боросиликатного сырья оценивают по коэффициенту разложения, который определяется как степень перехода целевого компонента в пересчёте на борный ангидрид (B_2O_3) из общей формы в усвояемую:

$$К_р = B_2O_{3\,усв} / B_2O_{3общ} \cdot 100\%.$$

Под действием разлагающего агента разрушается кристаллическая решетка боросиликатного сырья, и оксид бора экстрагируется из твёрдой фазы в жидкую и связывается с ионом водорода экстрагента в борную кислоту (H_3BO_3). Исходя из этого, кинетику протекания процесса кислотного разложения борного сырья возможно изучать непосредственно по образованию борной кислоты.

Полученные при проведении экспериментов зависимости извлечения B_2O_3 из исходной боросиликатной руды с применением царской водки в интервале температур 10–70°С и продолжительностью процесса от 15 до 90 мин представлены на рис. 1а.

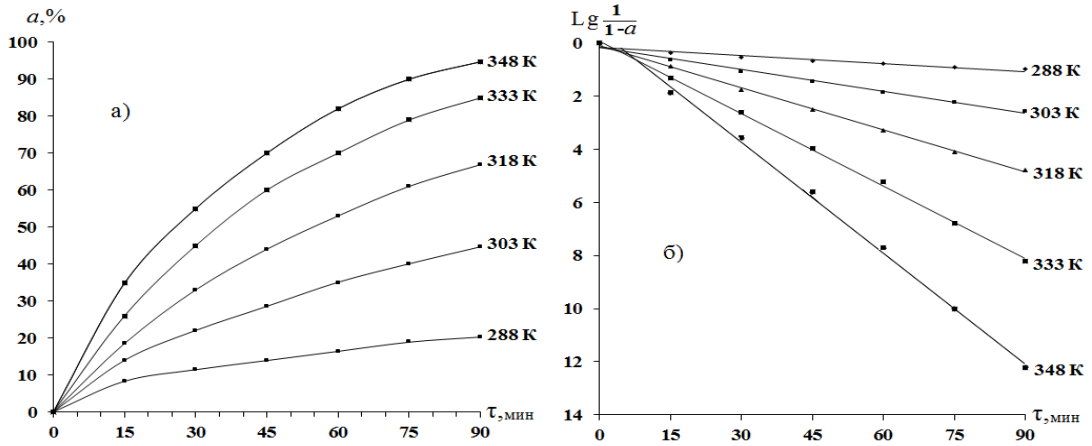


Рис. 1. Зависимость степени извлечения оксида бора от времени (а) и $lg\frac{1}{1-\alpha}$ от времени (б) при разложении исходной боросиликатной руды царской водкой.

Как видно из рисунков, с увеличением длительности процесса до 90 мин в изученном интервале температур извлечение B_2O_3 в раствор возрастает с 20,39% до 94,71 %.

При дальнейшем увеличении продолжительности процесса извлечение B_2O_3 изменяется незначительно. Для максимального извлечения B_2O_3 из раствора достаточно обработки в течение 90 мин.

Следует отметить, что кинетические кривые до значения продолжительности растворения в 90 мин имеют приближенный к параболическому характеру. Эти кинетические кривые можно описать уравнением Ерофеева–Колмогорова:

$$d\alpha/d\tau = K(1–\alpha),$$

где α – степень извлечения; τ – время в минутах; K – константа скорости разложения, в минутах.

Между энергией активации (E), температурой (T) и константой скорости реакции (K) существует зависимость, выражаемая уравнением:

$$K = K_0 \cdot e^{-\frac{E}{RT}} = K_0/e^{E/RT}$$

или:

$$LnK = LnK_0 - E/RT,$$

где e – основание натуральных логарифмов.

Проведя математические преобразования, получим:

$$Lg\ (1-\alpha) = K/2{,}303.$$

Кажущуюся энергию активации (Е) и предэкспоненциальный множитель K_0 определяли графическим методом с использованием уравнения Аррениуса

$$K = K_0 \cdot e^{-E/RT}$$

или:

$$Lg = -lgK_0 - E/2{,}303RT,$$

где R – универсальная газовая постоянная, кДж/моль, град; T – абсолютная температура, К.

При построении графика зависимости lg1/(1-α) от времени (рис.1б) экспериментальные точки при различных температурах удовлетворительно укладываются на прямую линию и имеют отрицательный наклон.

Исходя из зависимости логарифма константы скорости сернокислотного выделения B_2O_3 из состава исходной боросиликатной руды Ак-Архарского месторождения от величины

обратной абсолютной температуры для определения энергии активации построен график зависимости $LgK_{ср.}$ от $1/T$ (рис. 2).

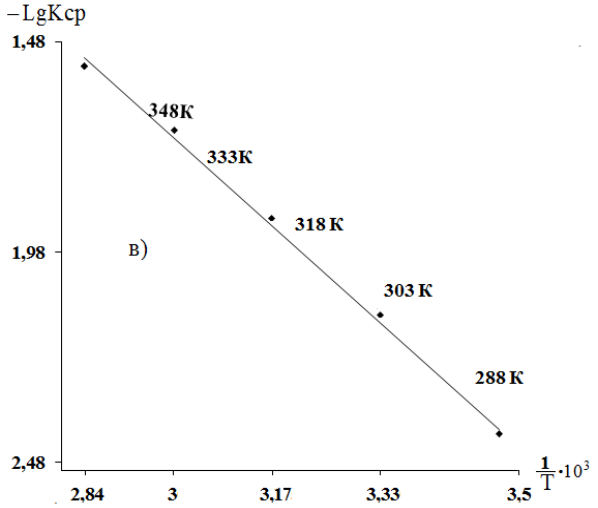


Рис. 2. Зависимость LgK от обратной абсолютной температуры при переработке исходного боросиликатного сырья Ак-Архарского месторождения Таджикистана царской водкой.

Как видно из рис. 2, точки укладываются на прямую линию Аррениуса, по наклону которой вычисляется величина кажущейся энергии активации, равная 22,75 кДж/моль. Численное значение энергии активации свидетельствует о протекании процесса в диффузионной области.

Теоретические расчеты энергии активации Е показали, что ее численные значения совпадают со значениями, определенными графическим методом. При этом наблюдается достаточно выраженная сходимость экспериментальных и расчётных значений, что обеспечивает достоверность полученных результатов.

Таким образом, проведенные исследования в области кинетики переработки исходной боросиликатной руды царской водкой с целью извлечения B_2O_3 раскрывают механизм происходящих при этом процессов. Полученные результаты подтверждают тот факт, что механизм и кинетика процессов химической переработки боросиликатного сырья в большей степени определяются структурой и составом растворяемых в кислоте минералов, входящих в состав боросиликатных руд, а также характером химических связей их в породе и свойствами растворителя. В этой связи большое значение приобретает изучение химической устойчивости данбурита и других минералов, входящих в состав боросиликатных руд, которое позволяет определять рациональные параметры химической переработки и разрабатывать эффективные технологические схемы для ее осуществления.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Kurbonov, A.S. Study of kinetics of the process of hydrochloric acid decomposition of the sinter of borosilicate ora concentrate with calcium chloride / A.S. Kurbonov, A.M. Barotov, J.D. Juraev, U.M. Mirsaidov // Applied Solid State chemistry. – 2018. – №3(4). – PP. 9-11.
2. Mirsaidov, U.M. Kinetics of acid decomposition of borosilicate ores of Tajikistan / U.M Mirsaidov, A.S. Kurbonov, A.M. Barotov // Applied Solid State chemistry. – 2018. – №3(4). – PP. 17-18.
3. Курбонов, А.С. Изучение кинетики процесса солянокислотного разложения спёка исходной боросиликатной руды с хлоридом кальция / А.С. Курбонов, А.М. Баротов, Дж.Д. Джураев, Ш.Б. Назаров, У.М. Мирсаидов // Доклады АН Республики Таджикистан. – 2018. – Т. 61. – №7-8. – С. 665-668.
4. Изучение кинетики процесса разложения обожжённого концентрата боросиликатной руды со смесью азотной и ортофосфорной кислот / Джураев Дж.Д., Курбонов А.С., Неъматов А.М., Тагоев М.М., Мирсаидов У.М. // Доклады АН Республики Таджикистан. – 2020. – Т. 63. – №7-8. – С. 500-504
5. Курбонов, А.С. Кинетика процесса спекания обожжённого боросиликатного концентрата с NaOH / А.С. Курбонов, Ф.А. Назаров, З.Т. Якубов, Ш.Б. Назаров, У.М. Мирсаидов // Доклады АН Республики Таджикистан. – 2017. – Т. 60. – №9. – С. 443-446.
6. Маматов, Э.Д. Кинетика щелочной обработки обожжённого данбуритового концентрата / Э.Д. Маматов, Д.Н. Худоёров, А.С. Курбонов, М.С. Пулатов, У.М. Мирсаидов // Доклады АН Республики Таджикистан. – 2013. – Т.56. – №11. – С. 889 - 893.

7. Курбонов, А.С. Кинетика уксуснокислотного разложения обожжённого данбуритового концентрата / А.С. Курбонов, А.М. Баротов, З.Т. Якубов, Ф.А. Назаров, У.М. Мирсаидов / Известия АН Республики Таджикистан. – 2014. – №4(157). – С. 73-75.
8. Павленко, Ю.В. Прогнозные ресурсы и состояние работ на цеолитсодержащие породы в Читинской области / Ю.В. Павленко // Теоретические и прикладные проблемы внедрения природных цеолитов в народном хозяйстве РСФСР: Тез. респуб. конф. КемНИИСХ. – Кемерово: Изд-во КемНИИСХ, 1988. – С. 24–26.
9. Павленко, Ю.В. Промышленная цеолитоносность Забайкалья / Ю. В. Павленко // Месторождения Забайкалья. Т. 1. Кн. 2. РАН. – Чита-Москва: Изд-во ЧитГУ, 1995. – С. 211 – 213.

ОМӮЗИШИ КИНЕТИКАИ РАВАНДИ ТАҶЗИЯИ МАЪДАНИ БОРОСИЛИКАТИИ ИБТИДОӢ БО ШАРОБИ ШОҲ

Дар мақола натиҷаи омӯзиши кинетикаи раванди таҷзияи маъдани боросиликатии ибтидоии кони Ак-Архари Тоҷикистон бо шароби шоҳ оварда шудааст. Механизми реаксияҳои баамалоянда ва омилҳои кинетикие, ки ба раванди таҷзия таъсир мерасонанд, муайян карда шудаанд.

КАЛИДВОЖАҲО: маъдани боросиликатӣ, коркард, шароби шоҳ, таҷзия, ҷудошавӣ, кинетика, энергияи фаъолшавӣ.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Қурбонов Амиршо Соҳибназарович, доктори илмҳои химия, дотсенти кафедраи химияи органикӣ ва биологии Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав. E-mail: amirsho_77@mail.ru

Тағоев Муродбек Маҳмадалиевич, номзади илмҳои химия, мудири лабораторияи коркарди комплексии ашёи хоми маъданӣ ва партовҳои саноатии Институти химияи ба номи В.И. Никитини Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон.

Тағоев Алиакбар Пулатович, ходими калони илмии лабораторияи коркарди комплексии ашёи хоми маъданӣ ва партовҳои саноатии Институти химияи ба номи В.И. Никитини Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон.

Давлатов Абдураҳмон Саймуминович, омӯзгори кафедраи химияи органикӣ ва биологии Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав.

Пулатов Ҳасан Элмуродович, ходими хурди илмии лабораторияи коркарди комплексии ашёи хоми маъданӣ ва партовҳои саноатии Институти химияи ба номи В.И. Никитини Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон.

ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИКИ ПРОЦЕССА РАЗЛОЖЕНИЯ ИСХОДНОЙ БОРОСИЛИКАТНОЙ РУДЫ ЦАРСКОЙ ВОДКОЙ

В работе приведены результаты исследований кинетики процесса разложения исходного боросиликатного сырья месторождения Ак-Архар Таджикистана царской водкой. Определены механизмы протекающих реакций и кинетические факторы, влияющие на процесс разложения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: боросиликатная руда, переработка, царская водка, разложение, извлечение, кинетика, энергия активации.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРОВ: Курбанов Амиршо Сохибназарович, доктор химических наук, доцент кафедры органической и биологической химии Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. E-mail: amirsho_77@mail.ru

Тагоев Муродбек Махмадалиевич, кандидат химических наук, заведующий лаборатории комплексной переработки минерального сырья и промышленных отходов Института химии имени В.И. Никитина Национальной академии наук Таджикистана.

Тагаев Алиакбар Пулатович, старший научный сотрудник лаборатории комплексная переработка минерального сырья и промышленных отходов Института химии имени В.И. Никитина Национальной академии наук Таджикистана.

Давлатов Абдурахмон Саймуминович, преподаватель кафедры общей и неорганической химии Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава.

Пулатов Хасан Элмуродович, младший научный сотрудник лаборатории комплексная переработка минерального сырья и промышленных отходов Института химии имени В.И. Никитина Национальной академии наук Таджикистана.

STUDY OF THE KINETICS OF THE DECOMPOSITION PROCESS OF THE INITIAL BOROSILICATE ORE WITH ARGIA VODKA

The paper presents the results of studies of the kinetics of the decomposition of the initial borosilicate raw materials from the Ak-Arkhar deposit in Tajikistan with aqua regia. The mechanisms of the occurring reactions and the kinetic factors influencing the decomposition process were determined.

KEY WORDS: borosilicate ore, processing, aqua regia, decomposition, extraction, kinetics, activation energy.

INFORMATION ABOUT AUTHORS: Qurbanov Amirsho Sohibnazarovich, Doctor of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of Organic and Biological Chemistry of Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav. E-mail: amirsho_77@mail.ru

Tagoev Murodbek Mahmadalievich, Candidate of Chemical Sciences, Head of the Laboratory for the Complex Processing of Mineral Raw Materials and Industrial Waste of Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin of the National Academy of Sciences of Tajikistan.

Tagaev Aliakbar Pulatovich, Senior Researcher, Laboratory for Complex Processing of Mineral Raw Materials and Industrial Wastes of Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin of the National Academy of Sciences of Tajikistan.

Davlatov Abdurahmon Saymuminovich, lecturer at the Department of General and Inorganic Chemistry of Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav.

Pulatov Hasan Elmurodovich, Junior Researcher, Laboratory for Complex Processing of Mineral Raw Materials and Industrial Wastes, Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin of the National Academy of Sciences of Tajikistan.

ИЗМЕНЕНИЯ ЭНЕРГИЯ КРИСТАЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКИ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ АЛЮМОГИДРИДОВ ЩЕЛОЧНЫХ И ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ ОТ РАДИУСА КАТИОНА

Исозода Д.Т.
Институт энергетики Таджикистана

Комплексные алюмогидридные соединения s – элементов по характеру связи относятся к типично ионным соединениям и состоят из катиона металла и гидрид-анионов, AlH_4^- и AlH_6^{3-} типов.

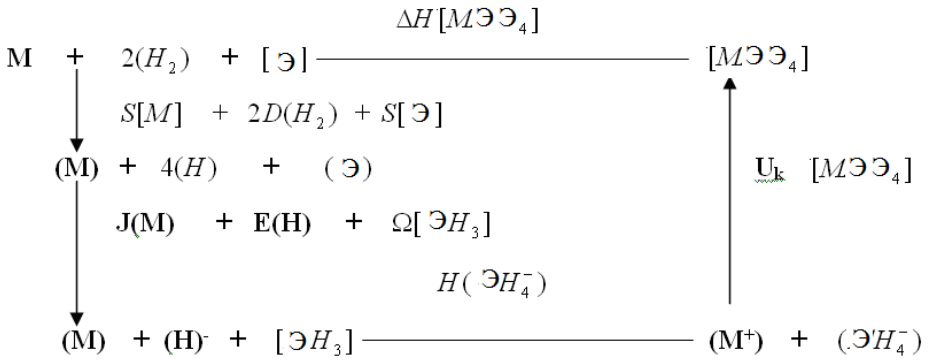
Основную реакцию получения алюмогидридов металлов в среде сольватирующего растворителя, можно выразить по схеме:

$$4M^nH_n + nAlCl_3 \rightarrow Mn(AlH_4) + 3M^nCl_n \qquad (1)$$

Так, в среде тетрагидрофурана получены (ТГФ) $NaAlH_4$ и $Ca(AlH_4)_2$ [13-14].

Термодинамические свойства и U_K - энергия кристаллической решетки алюмогидридов щелочных и щелочноземельных металлов изучены в работах [1-3]. Согласно этим работам, термодинамические значения и U_K - энергия кристаллической решетки алюмогидридов изменяются в зависимости от типа и химических связей, от ковалентного до ионного для алюмогидридов щелочных и щелочноземельных металлов.

Термодинамические значения алюмогидридов щелочных и щелочноземельных металлов, изученные в работах [1-2] сильно отличаются от прежних, поэтому мы поставили задачу определить U_K-энергия кристаллической решетки алюмогидридов щелочных и щелочноземельных металлов по значениям энтальпий образования и термохимическому радиусу этих соединений.



Для расчета определения U_K-энергия кристаллической решетки алюмогидридов щелочных и щелочноземельных металлов по термохимическому циклу мы использовали изученные термодинамические характеристики соединения, которые приведены в (таблице 1-3). Энергия решетки U_K - алюмогидридов щелочных и щелочноземельных металлов (таблицы 2-3), определены из термохимического цикла Борна-Габера с использованием величин $\Delta_f H°_{298}(AlH_4^-)$ = - 165,0±15 кДж/моль$^{-1}$ [7-8].

U_K равна энтальпии образования одного моля твердого алюмогидрида металлов, которая состоит из газообразных ионов металла и алюмогидрида [11-12].

В литературе неизвестно значение термохимического радиуса иона AlH_4^-, данное значение было найдено из проведенных нами исследований по разности энергий сходных кристаллических решеток. r_{AlH4-} =2,9 Å = 0,29 нм, является близким к нужной величине, которая определяется по графическому методу К.Б. Яцимирского [5; 12; 14].

На основании литературных данных и проведенных нами исследований был рассчитан термохимический радиус аниона AlH_6^{3-}, равный 3,09Å. А в дальнейшем на основе полученных новых значений, по уравнению Капустинского нами была рассчитана энергия решетки гексагидроалюминатов щелочноземельных металлов (таблица 3).

Уравнение Капустинского для расчета ЭКР (U_k) (кДж/моль) имеет вид:

$$U_k = 1200.5\ \frac{V * Z_k * Z_A}{r_k * r_A}\left[1 - \frac{0.345}{r_k + r_A} + 0.00435\ (r_k + r_A)\right] \quad , \qquad (2)$$

где: V - число ионов в одной формульной единице; Z - заряд катиона и аниона, а, r - их радиусы.

Энергия решетки гексагидроалюминатов щелочных металлов и щелочноземельных металлов были рассчитаны с помощью значения $\Delta_f H°_{298,\ ионa}$ (AlH_6^{3-}), равное - 808,8±5 кДж/моль$^{-1}$ (таблицы 3) [7-8].

Таблица 1

Термодинамические и энергетические свойства тетрагидроалюминатов IA группы [7-8].

$MAlH_4$	*Радиус ион, [Me^+], Å*	*$\Delta_f H°_{298}$, кДж/моль$^{-1}$*				*Энергия кристаллической решетки, кДж/моль$^{-1}$*			
		[AlH_4^-]	*(Me^+)*	*Литературные*	*Наши Данные*	*По урав. Капустинского*	*По циклу*	*По урав. Капустинского*	*По циклу*
$LiAlH_4$	*0,78*	*164,84*	*-687,3*	*119,2*	*120,3*	*587*	*641,8*	*591,9*	*642,6*
$NaAlH_4$	*0,98*	*180.75*	*-610,5*	*112,9*	*114,4*	*543*	*558,6*	*564,3*	*560*
$KAlH_4$	*1,33*	*159,41*	*-514,5*	*166,5*	*164,4*	*521,7*	*516,3*	*521,9*	*543,5*
$RbAlH_4$	*1,49*	*164,8*	*-491,3*	*178,2*	*170*	*504,6*	*506,3*	*496,4*	*464,9*
$CsAlH_4$	*1,65*	*155,2*	*-460*	*165,1*	*179,2*	*469,8*	*460,2*	*472,5*	*455,2*
Ср=165,0±15									

Таблица 2

Термодинамические и энергетические свойства тетрагидроалюминатов IIA группы [7-9].

$M(AlH_4)_2$	*Радиус ион, [Me^+], Å*	*$\Delta_f H°_{298}$, кДж/моль$^{-1}$*			*Энергия кристаллической решетки, кДж/моль$^{-1}$*			
					По Дымовой [3]		*[5]*	
		(Me^+)	*Литературные*	*Наши данные*	*По урав. Капустинского*	*По циклу*	*По урав. Капустинского*	*По циклу*
$Be(AlH_4)_2$	*0,314*	*-*	*-*	*107,9*	*1995,8*	*-*	*2001,6*	*-*
$Mg(AlH_4)_2$	*0,780*	*2329,29*	*44,4*	*234,3*	*1828,4*	*2050,2*	*1775,3*	*2237,1*
$Ca(AlH_4)_2$	*1,051*	*1912.9*	*184,1*	*303,2*	*1715,4*	*1774 **	*1664,8*	*1990,2*
$Sr(AlH_4)_2$	*1,175*	*1761.9*	*196,6*	*309,8*	*1635,9*	*1648,5*	*1619,5*	*1858*
$Ba(AlH_4)_2$	*1.395*	*1649.3*	*313,8*	*315,0*	*1560,6*	*1631,7*	*1543,6*	*Г 99.7*

Таблица 3

Термодинамические и энергетические свойства гексагидроалюминатов IIA группы [7-9].

Мз(А1Нб)2	*Радиус ион, [Me2+]A*	*Темохимичес. радиус [А1Н3"6] rT= A*	*-А{ff298 кДж'МОЛЬ"*			*Энергия кристаллической решетки, кДж'моль"*	
			Me3(A1 H6)2	*(Me2+) [105]*	*[А1Н6Ч*	*По урав. Капустинского*	*По циклу*
Be3(A1H6)2	*0,314*	*3,09*	*-*	*-*	*808,8*	*1906,4*	*-*
Mg3(AlH6)2	*0,780*		*552,3*	*2329,1*		*1696,9*	*5922,3*
Са3(А1Нб)2	*1,051*		*816*	*1912,9*		*1596,4*	*4937,1*
Sr3(AlH6)2	*1,176*		*843*	*1774,4*		*1553,7*	*4548,6*
Ва3(А1Н6)2	*1,395*		*868*	*1649,3*		*1483,9*	*4198,3*

В ходе исследования выявлено, что энергия кристаллической решетки гидрид-анионов - AlH_4^- и AlH_6^{3-} оказывают решающее влияние на общий энергетический баланс термодинамических свойств исследованных соединений. Период изменения соотношения исследуемых величин и контрполяризационных способностей внешнесферных катионов зависит от термодинамической стабильности исходных гидридных соединений в пределах естественных групп. Это хорошо видно из рисунка 1 и 2. В элементах IA и IIA групп с возрастанием радиуса катионов уменьшается энергия кристаллической решетки алюмогидридных соединений. Разность значений U_k, рассчитанных по формуле Капустинского и по термохимическому циклу, указывает что, при доминирующем характере ионной связи, имеет определённую долю ковалентная природа химической связи в алюмогидридах.

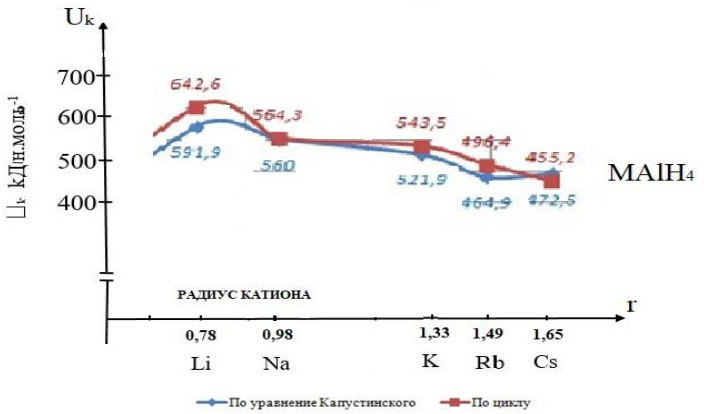


Рисунок 1. Изменение $U_к$ комплексных алюмогидридов щелочных металлов от радиуса катиона.

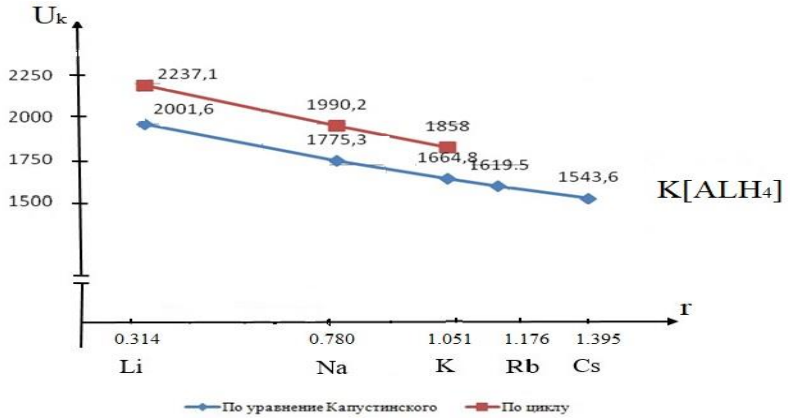


Рисунок 2. Изменение $U_к$ комплексных алюмогидридов щелочноземелных металлов от радиуса катиона.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Мирсаидов, У.М. Термическая устойчивость и термодинамические характеристики борогидридов металлов / У.М. Мирсаидов, Б.А. Гафуров, А. Бадалов. – Душанбе: Дониш, 2014. – 107 с.
2. Бадалов, А. Физико-химические свойства простых и комплексных гидридов элементов IA, IIA групп и редкоземельных металлов / А. Бадалов, М. Икрамов, У. Мирсаидов. – Душанбе: Дониш, 1994. – 195 с.
3. Дымова, Т.Н. Энергия кристаллической решетки алюмо- и борогидридов металлов IA и IIA групп // Известия АН СССР. Серия химия. – 1973. – №12. – С. 2661-2668.
4. Кузнецов, В.А. Оценка стандартных энтальпий и изобарных потенциалов образования некоторых комплексных гидридов / В.А. Кузнецов, Т.Н. Дымова // Известия АН СССР. Серия химия. – 1979. – №2. – С. 260-264.
5. Яцимирский, К.Б. Константы стойкости комплексных соединений / К.Б. Яцимирский, В.П. Васильев. – М.: Известия АН СССР. Серия химия, 1959. – 80 с.
6. Карапетьянц, М.Х. Основы и термодинамические константы неорганических и органических веществ / М.Х. Карапетьянц, М.Л. Карапетьянц. – М.: Химия, 1968. – 470 с.
7. Исоев, Д.Т. Термодинамические и энергетические характеристики комплексных боро- и алюмогидридов элементов IA и IIA групп: автореф. дисс. канд. хим. наук / Д.Т. Исоев. – Душанбе, 2000.
8. Энергия кристаллической решетки и природа химической связи тетрагидроалюминатов щелочных металлов / Д.Т. Исоев, У.М. Мирсаидов, А.Б. Бадалов, З.В. Кобулиев // Международная научная конференция «Химия и проблемы экологии»: Тезисы докладов. – Душанбе, 1998. – С. 74-79.
9. Термодинамические свойства координационных боро- и алюмогидридных соединений элементов IA и IIA групп Периодической системы / М. Икромов, М.С. Исломова, А.Б. Бадалов [и др.] / Межвузовский сборник научных трудов «Координационные соединения и аспекты их применения. – Душанбе, 1999. – Вып. 3. – С. 17-19.
10. Анализ термодинамической устойчивости комплексных алюмогидридов IA и IIA групп / М.С. Исломова, Д.Т. Исоев, А.Б. Бадалов [и др.] / Юбилейная научно-практическая конференция, посвященная 40-летию химического факультета. – Душанбе, 1999. – С. 49-50.
11. Насруллоева, Д.Х. Модельный синтез и термодинамические характеристики боро- и алюмогидридов металлов: автореф. дисс. канд. техн. наук / Д.Х. Насруллоева. – Душанбе, 2015 / http://dlib.rsl.ru/rsl01008000000/rsl01008069000/rsl01008069044/rsl01008069044.pdf.

12. Гафуров, Б.А. Синтез, термическая устойчивость и термодинамические характеристики боро- и алюмогидридов щелочных, щелочноземельных и редкоземельных металлов: дисс. д-ра хим. наук / Б.А. Гафуров. – Душанбе, 2018.
13. Sodium Aluminum Hydride / J. Vit, F. Petru, S. Landa [et al.] // Cs Pat. 89103. -1959; C.A. 54, 16763 (1960).
14. Мирсаидов, У.М. Синтез, свойства и химические превращения боро- и алюмогидридов элементов I-III групп: дис. д-ра хим. наук / У.М. Мирсаидов. – М., 1985.

ҚОНУНИЯТҲОИ ТАҒЙИРЁБИИ ЭНЕРГИЯИ ПАНҶАРАИ КРИСТАЛИИ АЛЮМОҲИДРИДҲОИ МЕТАЛЛҲОИ ИШҚОРӢ ВА ИШҚОРЗАМИНӢ АЗ РАДИУСИ КАТИОНҲО

Дар мақола қонуниятҳои тағйирёбии хосиятҳои термодинамикӣ ва энергетикии алюмоҳидридҳои металлҳои ишқорӣ ва ишқорзаминӣ оварда шудаанд. Қиматҳои маълуми хосиятҳои термодинамикӣ ва энергетикии алюмоҳидридҳои металлҳои ишқорӣ ва ишқорзаминӣ умумӣ карда мешаванд. Муқаррар карда шудааст, ки энергияи панҷараи алюмоҳидридҳои металлҳои ишқорӣ ва ишқорзаминӣ ба радиуси катионҳо вобаста аст. Вобастагии энергияи панҷара энергияи панҷараи кристалии U_K - алюмоҳидридҳои металлҳои ишқорӣ ва ишқорзаминӣ аз радиуси катиони элементҳо оварда шудаанд. Дар асоси натичаҳои бадастомада, ҳисобҳои вобастагии графикии тағйирёбии ва U_K алюмоҳидридҳои металлҳои ишқорӣ ва ишқорзаминӣ аз радиуси катиони элементҳо дар ҷадвалҳо нишон дода шудаанд.

КАЛИДВОЖАҲО: энергияи панҷараи кристаллӣ, алюмоҳидридҳо, металлҳои ишқорӣ ва ишқорзаминӣ, тензиметрия, радиус, катион, қонуният.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Исозода Диловаршоҳ Тариқ, номзади илмҳои химия, дотсенти кафедраи илмҳои табиӣ-риёзии Донишкадаи энергетикии Тоҷикистон.

ИЗМЕНЕНИЯ ЭНЕРГИИ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКИ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ АЛЮМОГИДОИДОВ ЩЕЛОЧНЫХ И ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ ОТ РАДИУСА КАТИОНА

В статье приведены закономерности изменения энергии кристаллической решетки комплексных соединений алюмогидридов щелочных и ЩЗМ металлов от радиуса катиона. Обобщены известные или уточнённые величины термодинамических и энергетических свойств алюмогидридов щелочных и ЩЗМ металлов. Установлено, что и энергия кристаллический решетки алюмогидридов щелочных и ЩЗМ металлов зависят от радиуса катиона в комплексных гидридных соединениях. Приведены зависимости UK алюмогидридов щелочных и ЩЗМ металлов от радиуса катионов. На основании полученных результатов, расчеты графической зависимости, изменения U_K алюмогидридов щелочных и ЩЗМ металлов от радиуса катиона показаны в таблицах.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: энергия кристаллической решетки, алюмогидриды, щелочные металлы, ЩЗМ, тензометрия, энтальпия образования, радиус катиона, закономерность.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ: Исозода Диловаршох Тарик, кандидат химических наук, дотсент кафедры естественно-математических наук Института энергетики Таджикистана

CHANGES IN THE ENERGY OF THE CRYSTAL LATTICE OF COMPLEX COMPOUNDS OF ALUMOHYDOIDS OF ALKALINE AND ALKALINE EARTH METALS FROM THE CATION RADIUS

The article presents the patterns of change in the energy of the crystal lattice of complex compounds of aluminum hydrides of alkali and SHM metals from the radius of the cation. The known or refined values of the thermodynamic and energy properties of aluminum hydrides of alkali and SHM metals are summarized. It has been established that the energy of the crystal lattice of aluminum hydrides of alkali and SHM metals depends on the radius of the cation in complex hydride compounds. Dependences of UK aluminum hydrides of alkali and SHM metals on the radius of cations are given. Based on the results obtained, the calculations of the graphical dependence of the change in UK aluminum hydrides of alkali and alkaline earth metals on the radius of the cation are shown in the tables.

KEY WORDS: crystal lattice energy, aluminum hydrides, alkali metals, SHM, tensometry, enthalpy of formation, cation radius, regularity.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR: Isozoda Dilovarshoh Tarik, candidate of chemical sciences, associate professor of the department of natural and mathematical sciences of the Institute of Energy of Tajikistan.

ОМИЛҲОИ ТАЪСИРРАСОН БА ИНКИШОФИ ОИЛАИ ЗАНБӮРИ АСАЛ

Саидзода И.М.
Донишгоҳи миллии Тоҷикистон

Парвариши занбӯри асал ва роҳҳои рушд додани хоҷагиҳои занбӯриасалпарварӣ яке аз масъалаҳое мебошад, ки имрӯз ҳам аз ҷиҳати иқтисодӣ ва ҳам аз ҷиҳати экологӣ барои Ҷумҳурии Тоҷикистон муҳим аст.

Занбӯрпарварӣ як соҳаи муҳимми кишоварзӣ буда, он барои истеҳсоли асал, мум, заҳри занбӯр ва гардолудкунии растаниҳои муҳити атроф нақши муҳим мебозад. Аз ин лиҳоз, ба роҳ мондани соҳаи занбӯрпарварӣ яке аз самтҳои афзалиятноки хоҷагии халқ ба ҳисоб меравад. Бояд қайд намуд, ки арзиши он маҳсулоти иловагие, ки истеҳсолашон дар натиҷаи гардолудкунии растаниҳо аз ҷониби занбӯри асал ба даст меоянд, аз даромади фурӯши маҳсулоти худи занбӯри асал 10-12 маротиба бештар мебошанд.

Барои таҳқиқи математикӣ ва компютерии оилаҳои занбӯри асал, дар таҳқиқоти илмии қаблӣ, амсилаҳои консептуалӣ, математикӣ ва компютерӣ таҳия намуда шуд. Дар таҳқиқоти пешин, оилаи занбӯри асал танҳо аз ҷиҳати биологӣ аз марҳалаи тухм то ба занбӯри болиғ табдил ёфтан ва хусусиятҳои ҷинсӣ мавриди амсиласозӣ қарор дода шуд.

Дар раванди таҳқиқоти қаблан гузаронидашуда, манбаи ғизоӣ, зараррасонҳои оила ва беморихо ба эътибор гирифта нашуд. Таҷрибаҳо нишон медиҳанд, ки манбаи ғизоӣ яке аз омилҳои асоситарин дар рушди оилаи занбӯри асал ба ҳисоб меравад. Аз ин лиҳоз, зарурати омӯзиши манбаи ғизоии оилаи занбӯри асал дар ин таҳқиқот пеш омадааст.

Занбӯри асал ҳашароти пардаболе мебошад, ки омӯзиши хусусиятҳои физиологӣ, биологӣ, таъсири он ба муҳити экологии атроф, фоиданокии он аз ҷиҳати иқтисодӣ яке аз масъалаҳои муҳим ба ҳисоб меравад. Гуфтаҳои болоӣ баёнгари онанд, ки мақсади парвариши занбӯри асал на танҳо гирифтани фоида аз ҳисоби фурӯши асал аст, балки аз ҷиҳати экологӣ ҳам фоидаи зиёде барои табиат мерасонад.

Нақши занбӯри асал дар гардолудкунии растаниҳои хоҷагии халқ хеле назаррас аст. Занбӯр имконияти тақрибан гардолудсозии то 200 растаниҳои гуногунро дорад. Масалан, ба гулҳои як намуди растанӣ ташриф оварда, гардолудкуниро аз як гул ба гули дигари растанӣ интиқол медиҳад, ки дар натиҷа маҳсулнокии растаниҳо зиёд мешавад [14].

Таҷрибаҳо нишон медиҳанд, ки дар байни тамоми маҳсулоти истеҳсолшаванда, асал яке аз маводи ғизоии фоиданок муаррифӣ шудааст. Аз сабаби он, ки асал дар натиҷаи коркарди шаҳд ва гарди гул аз ҷониби занбӯр истеҳсол мешавад ва он аз моддаҳои фоиданок хеле бой аст. Хусусиятҳои асали истеҳсолшуда, вобаста ба намуди занбӯр ва навъҳои растаниҳои шаҳддиҳанда фарққунанда аст. Аммо қайд намудан лозим аст, ки асали табиӣ, ҳамеша фоиданок буда, яке аз маҳсулоти пурарзиши ғизоӣ, барои давои бисёр беморихо ба ҳисоб меравад. Хусусиятҳои шифобахшии асали табииро бевосита мушоҳида намудан мумкин аст. Ҳанӯз тақрибан 1000 сол муқаддам олим, табиби машҳури олам Абуалӣ ибни Сино дар асари худ «Қонуни тиб» дар бораи манфиатҳои асал ва заҳри занбӯри асал ба саломатии инсон қайдҳои зиёд кардааст [3].

Хусусиятҳои фоиданоки асал инҳоянд:

- таъмини организм бо витамин ва минералҳо;
- бар зидди беморихои сироятии бактериологӣ;
- ба эътидол овардани системаи ҳозима ва фаъолияти узвҳои дарунӣ;
- шифобахшии захмҳо ва барқарорсозии онҳо;
- беҳтар намудани фаъолияти майнаи сар (рафъи асабоният);
- баланд бардоштани иммунитет ва ғайра [14].

Масъалаи гардолудкунии растаниҳо дар табиат, яке аз мухимтарин масъалаҳое мебошад, ки аз ҷониби занбӯри асал амалӣ карда мешавад. Занбӯрҳои асал ҳангоми ғизогирӣ аз як гул ба гули дигар парвоз намуда, дар пайи ҷустуҷӯи шаҳд ва гарди гул ҳастанд. Аз ин ҳисоб, занбӯри асал яке аз гардолудкунандагони асосии растаниҳо ба ҳисоб мераванд. Занбӯри асал муҳимтарин ҳашароти гардолудкунандаи сайёра ба ҳисоб меравад.

Мувофиқи таҳқиқоти илмӣ занбӯри асал то 80-90 фоизи растаниҳоро гардолуд намуда, 10-20 фоизи боқимонда, аз ҷониби шабпаракҳо, гамбӯсакҳо ва дигар ҳашарот гардолуд карда

мешавад. Як занбӯри асал, дар як шабонарӯз, қобилияти аз 2000 то 3000 гул шаҳд гирифтанро дошта, оилаи занбӯри асал бошад, дар як рӯз аз 40 то 50 миллион гул шаҳд ва ғизо мегирад, ки ин гуфтаҳо далели аз моддаҳои фаъол бой будани асалро тасдиқ мекунад [12].

Дар раванди таҳқиқоти илмӣ исбот шудааст, ки гардолудкунии растаниҳо аз тарафи занбӯрҳои асал ҳосили зироатҳоро зиёд намуда, аз ҷиҳати экологӣ муҳити атрофро тоза месозанд. Аз ҳамин ҷиҳат, дар тамоми давлатҳои тараққикардаи олам хоҷагиҳои занбӯрпаварӣ аз андоз озод буда, ба онҳо имтиёзҳои гуногуни зиёде барои рушди соҳа дода мешаванд.

Аз мушоҳидаҳо бармеояд, ки маҳсулнокии оилаи занбӯр аз масофаи ҷойгиршавии қуттӣ то растаниҳои шаҳддиҳанда вобастагӣ дорад. Бинобар ин, қуттиҳои оилаи занбӯри асалро ба мавқеи ҷойгиршавии растаниҳои шаҳддиҳанда наздик ҷойгир намудан лозим аст. Чунки ҳангоми дур будани растаниҳои шаҳддиҳанда аз қуттӣ, бо парвозҳои дуру дароз занбӯр қувва ва вақти иловагӣ сарф мекунад. Инчунин, агар майдони растаниҳои шаҳддор калон бошад, тавсия дода мешавад, ки масофаи байни қуттиҳо аз ҳамдигар дар масофаи дур ҷойгир карда шаванд, то онҳо аз тамоми растаниҳои муҳити атроф якхела истифода намуда, маҳсулнокиашонро зиёд намоянд.

Барои аз гули растаниҳои шаҳддиҳанда баҳравар гардидан, тавсия дода мешавад, ки қуттиҳои оилаи занбӯри асалро 2-3 рӯз пеш аз мавсими гулкунии растанӣ дар мавзеъҳои муайяншуда ҷойгир намоем. Оилаи занбӯри асал чи қадар қавитар бошад (пурқувват аз ҳисоби миқдори занбӯри дохили оила), гардолудкунии босифати растаниҳо ҳамон қадар хуб мешавад.

Аз таҳқиқоти илмӣ бармеояд, ки дар давоми миллионҳо сол, раванди эволютсияи табиат тағйирёбанда боқӣ мемонад. Аз ин лиҳоз, ба раванди инкишофёбии растаниҳо таъсири ҳашарот хеле назаррас аст. Махсусан таъсири занбӯри асал. Яке аз чунин омилҳо таъсири мутақобилаи гардолудкунии байни растаниҳо ва ҳашарот мебошад [8].

Масъалаи истеҳсоли асали хушсифат ва рушди соҳаи занбӯрпарварӣ аз растаниҳои шаҳддиҳанда вобастагии зиёд дорад. Чунки, растаниҳои шаҳддиҳанда яке аз пойгоҳҳои ғизоӣ барои занбӯри асал ба ҳисоб меравад.

Ба ақидаи муҳаққиқон Копелкиевский Г.В. ва Бурмистров А.Н. [5], ихрочи шаҳд аз растаниҳо як раванди мураккаби биологӣ буда, аз иқлим ва корҳои агротехникӣ вобастагии зич дорад [8].

Аз сабаби он ки Ҷумҳурии Тоҷикистон кӯҳсор аст ва растаниҳои шаҳддиҳандаи зиёде дар кӯҳу теппаҳо меруянд, имконияти то 75% таъмин намудани манбаи ғизоии оилаҳои занбӯри асал дар ин шароит ҷой дорад. Бояд қайд намуд, ки раванди шаҳдҷудокунии растаниҳо аз ҳарорат ва минтақаҳои кӯҳӣ вобастагии калон дорад. Масалан, агар дар водиҳо шаҳдҷудокунии баъзе аз растаниҳо (бойчечак, қоқу, зардгулак) моҳҳои феврал-мартро дар бар гирад, дар баъзе минтақаҳои кӯҳӣ, шаҳдҷудокунии ҳамин растаниҳо ба моҳҳои апрел-май рост меояд. Ин гуфтаҳо далелгари онанд, ки раванди шаҳдҷудокунии растаниҳо аз ҳарорат ва иқлим вобастагии калон дорад.

Дар раванди таҳқиқоти илмии худ Шарипов А.Р қайд менамояд, ки дар шароити иқлимии Тоҷикистион барои шаҳдҷудокунии растаниҳои барвақт гулкунанда, ҳарорати мувофиқ, яъне оптималӣ 16-25°С буда, ҳангоми ҳарорат аз 25°С зиёд шудан сатҳи шаҳдҷудокунии растаниҳо паст ва дар ҳолати ҳарорат аз 35°С боло рафтан шаҳдҷудокунии растаниҳо пурра қатъ мегардад [22].

Масъалаи растаниҳои шаҳддиҳанда ва фосилаи ҷойгиршавии онҳо аз назди оилаи занбӯри асал яке аз муҳимтарин масъалаҳо дар раванди истеҳсоли асал ба ҳисоб меравад. Зеро, дар давоми рӯз, як занбӯр то 10-12 маротиба парвоз анҷом медиҳад, ки он ба ҳисоби миёна 400-500 мг шаҳд меорад. Дар давоми фаъолияти худ бошад, ба ҳисоби миёна 6-8 грамм шаҳд меорад, ки баъди коркарди он 3-4 грамм асал ҳосил мешавад [8].

Муҳаққиқ Мегес Р.К. [8], дар рисолаи илмии худ «Захираҳои асал ва инкишофи оилаи занбӯрҳо дар минтақаҳои гуногуни манзараҳои вилояти Краснодар» ва Нестеров П.И. [11] таркиби шаҳдро дар гарди растаниҳои гуногуни минтақаҳои кӯҳӣ, теппа ва ҳамвориҳо мавриди омӯзиш қарор додаанд. Ҳангоми таҳқиқоти илмӣ ва мушоҳидаҳо муайян намудаанд, ки пайдоиши гулҳои аввал, яъне оғози гулкунӣ 25%, гулкунии оммавӣ 50% ва охири гулкунӣ 25% барои гирифтани шаҳд аз гули растаниҳо мувофиқ аст [8; 11].

Барои муайян намудани динамикаи таркиби шаҳд дар растаниҳо бошад, якчанд давараҳои гуногуни гулкунии растаниҳоро ба эътибор гирифтан мумкин аст. Масалан, Мегес Р.К. [8], даврaҳои гуногуни гулкунии растаниҳоро ба таври шабонарӯзӣ вобаста аз шаҳдҷудокунӣ ва гарди гул дар мудати аз 8 то 20 соат мавриди таҳқиқ қарор додааст.

Барои муайян намудани шаҳд ва ҳосилнокии асал дар дар расатаниҳои шаҳддиҳанда қитъаҳои гуногуни озмойиширо ҷудо намуда, маврди таҳлил қарор додаанд. Масалан, қитъаҳо бо андозаи 5×5 м, дар ҳар 40 м, ки дар он ҷо растаниҳои шаҳддиҳанда мавҷуданд мавриди таҳқиқ қарор гирифтаанд. Бо ҳамин роҳ, дар соли 1986 аз ҷониби Пономарева Е.Г. [13], муайян карда шуд, ки чанд фоизи растанаҳо шаҳд дода метавонанд [8].

Ҳамин тавр, дар раванди таҳқиқоти илмӣ вобаста ба майдонҳои таҷрибагузаронидашуда аз таркиби растаниҳои шаҳддиҳанда, ҳосилнокии асал муайян карда шудааст. Барои осон намудани ҳисобкуниҳо, дар вобастагӣ аз андозаи қитъаҳо, маҳсулнокии асалро дар вобастагӣ аз растаниҳои шаҳддиҳанда бо ёрии формулаи зерин ҳисоб намудан мумкин аст [8; 19]:

$$M = m\frac{L}{10},$$

ки дар ин ҷо: m – маҳсулнокии асал дар 1га, L - таносуби растаниҳои шаҳддиҳанда [13].

Муҳаққиқон Саидмуродов Х.И. ва Станюкович К.В. [19] дар раванди гузаронидани таҳқиқоти илмӣ муайян намудаанд, ки дар Ҷумҳурии Тоҷикистон зиёда аз 173 навъи растаниҳои шаҳддиҳанда мерӯяд [22].

Барои самаранок ба роҳ мондани парвариши занбӯри асал, иқлими мувофиқ ва растаниҳои шаҳддиҳанда нақши муҳим мебозанд. Бинобар ин, ба хоҷагиҳои занбӯрпарвар тавсия дода мешавад, ки дар қитъаҳои наздик ба қуттиҳои занбӯри асал гиёҳҳои шаҳддиҳандаро парвариш намоянд. Ба шаҳддиҳандаҳои занбӯр: дарахтон, буттаҳо, гиёҳҳо ва гулҳо дохил мешаванд.

Дар табиат растаниҳои шаҳддиҳанда хеле зиёданд ва онҳоро ба якчанд гурӯҳ тасниф намудан мумкин аст. Растаниҳои шаҳддиҳанда ҳам, вобаста аз иқлим, ба таври гуногун рушд менамоянд. Барои рушду нумуи растаниҳо, пеш аз ҳама, боду ҳаво, сохтори хок, хокбориш ва намнокӣ нақши муҳим мебозад. Омилҳои қайдшудаҳам ба оилаи занбӯри асал таъсиррасонанд.

Якчанд гурӯҳи дарахтони шаҳддиҳанда мавҷуданд, ки аз ҳамдигар вобаста аз мавқеи ҷойгиршавиашон фарқкунандаанд, масалан:

– *дар шароити ҷангал*: бодом, арғувон, бед, олуча, себ, арча, мурут, дулона ва ғайра;
– *дар шароити боғ*: себ, гелос, нок, шафтолу ва дигар дарахтони мевадиҳанда;
– *боғҳои ботаникӣ*: шоҳбулут, сафедор, саван, санавбар ва ғайра.

Ҳар як намуди дарахт вобаста аз мавсими сол ва иқлим раванди шаҳдҷудокунии гуногун дорад. Инчунин, як гурӯҳи дарахтоне мавҷуданд, ки онҳо вобаста аз шаҳдҷудукуниашон ба истеҳсоли асал таъсири мусбат мерасонанд. Дар поён оид ба баъзе аз онҳо маълумот медиҳем.

Шоҳбулут (Каштан, Castánea). Яке аз дарахтони ороишие мебошад, ки дар фасли тобистон гул мекунад (расми 1). Таҷрибаҳо нишон медиҳанд, ки таркиби асали аз шаҳди шоҳбулут омодашуда дорои миқдори зиёди фруктоза мебошад.

Маҳсулнокии дарахти шоҳбулут хеле зиёд буда, аз масоҳати 1 гектари он тақрибан то 25 кг асал истеҳсол намудан мумкин аст. Як гули шоҳбулут тақрибан 1,7 мг шаҳд ва фоизи хеле зиёди сахароза, яъне қанд дорад. Асали аз гули шоҳбулут омодашуда беранги шаффоф ва моеъ буда, дорои таъми каме талх мебошад ва барои бартараф намудани талхӣ, онро дар дохили оби гарм гузоштан лозим аст [6].

Расми 1. Шоҳбулут.

Нок (Груша, Pýrus). Ба гурӯҳи дарахтони мевадиҳанда дохил шуда, онро ҳамчун дарахти ороишӣ ҳам истифода мебаранд. Нок яке аз дарахтони сершаҳд ҳисобида шуда, дар истеҳсоли асал нақши муҳим мебозад. Аз ин дарахт ба ҳисоби миёна аз 8 то 12 килограмм асал аз 1 гектар гирифтан мумкин аст. Дарахти нок дар вақти нашъунамои гул занбӯри асалро бо гарди гул ва шаҳд таъмин менамояд. Бояд қайд намуд, ки маҳсулнокии нок нисбат ба дарахти себ камтар мебошад.

Себ (яблоко, apple). Себ дарахти мевадиҳанда буда, дар шароити кӯҳистон хуб парвариш меёбад. Шароити иқлимии Тоҷикистон барои парвариши себ хеле мувофиқ аст. Маҳсулнокии асал аз дарахти себ ба ҳисоби миёна аз 1 гектар ба 20 кг рост меояд. Асале, ки аз себ омода мешавад, ба охирҳои моҳи май рост омада, яке аз пурарзиштарин асл дар тибби халқӣ, вобаста ба хусусиятҳои табобатӣ, ҳисобида мешавад.

Гелос (Вишня, Cérasus). Гелос яке аз муҳимтарин дарахти мевадиҳандаи хоҷагии халқ ба ҳисоб меравад. Яке аз хусусиятҳои асосии гелос дар он аст, ки он барвақт ба гулкунӣ оғоз мекунад. Инчунин, ин дарахт нигоҳубини зиёдро талаб намекунад. Дарахти гелос тақрибан дар 1 гектар киштзори сахт 30-40 кг шаҳд медиҳад ва ҳосилнокии асал аз 1 гектар тақрибан ба 35 кг асал рост меояд [1].

Расми 2. Гелос.

Олӯ (Слива, Prunus). Дарахти олӯ ҳам ба оилаи дарахтон (бутта) дохил шуда, дар шароити гуногун парвариш карда мешавад. Зиёда аз 250 намуди олӯ дар табиат мавҷуд аст. Дарахти олуи оддӣ то 2-7 м баланд мешавад. Маҳсулнокии олӯ аз 1 гектар аз 20 кг то 40 кг асал рост меояд [9].

Тамашк (малина, aspberry). Тамашк яке аз буттамеваҳои шаҳддиҳандаи занбӯри асал ба ҳисоб меравад. Ин буттамева асосан дар атрофи кӯлҳо, бешазорҳо ва соҳилҳои дарёҳо меруяд (расми 3). Тамашк ба якчанд намудҳо ҷудо шуда, аксар вақт дар боғҳо ҳам парвариши онро ба роҳ мемонанд.

Расми 3. Тамашк.

Тамашк нисбат ба дигар растаниҳо барои занбӯри асал яке аз шаҳддиҳандаҳои асосӣ ба ҳисоб меравад. Зеро ин растанӣ мавсими гулкунии давомнок дорад.

Растании тамашк хусусияти хоси худро дошта, дар иқлими мувофиқ имконияти якчанд маротиба гул карданро дорад. Ин растанӣ дар тамоми қитъаи Авруосиё ба истиснои минтақаи сард меруяд. Яке аз афзалиятҳои хуби ин растанӣ аз дигар растаниҳо дар он аст, ки ҳангоми боридани борон ҳам, имкони паноҳбарии занбӯрҳо ва шаҳдҷаъмкунии онҳо ҷой дорад.

Гулҳои шукуфтаи тамашк шаҳд ва гарди фаровон ҷудо мекунанд, ки ба занбӯри асал имкон медиҳад, то дар як парвоз тақрибан аз 5 гул ба қадри кофӣ шаҳд гирад. Таҷрибаҳо нишон медиҳанд, ки занбӯрҳо аз тамашки ҷангалӣ нисбат ба тамашки боғӣ барои истеҳсоли асал бештар

шаҳд мегиранд, ки ҳосилнокии он тақрибан аз як гектар ба 100 кг рост меояд. Ин нишондод нисбат ба тамашки боғӣ ба ҳисоби миёна 2 маротиба кам аст [7].

Беда (Донник, Melilótus). Беда ҳам яке аз шаҳддиҳандаҳои муҳим барои занбӯри асал ба ҳисоб рафта, ба якчанд намудҳо чудо мешавад, ки аз ҳама маъмултарин ин бедаи сафед ва зард аст (расми 4). Беда асосан дар канори роҳ, соҳили дарёчаҳо ва мавзеъҳои намнок мерӯяд. Дар сарчашмаҳои илмӣ маҳсулнокии асали аз бедаҳои сафед ва зард истеҳсолшударо гуногунранг арзёбӣ мекунанд. Яъне, нуқтаи назари ягона ҷиҳати ҳосилнокии беда вуҷуд надорад. Масалан, бедаи худрӯй имконияти аз 1 гектар то 150-200 кг истеҳсоли асалро дошта, аз бедаи парваришӣ бошад, то 600 кг асал ҷамъоварӣ намудан имконпазир аст [2].

Расми 4. Беда.

Спарсет (эспарцет, sainfoin). Спарсет яке аз оилаи растаниҳои лубиёгӣ буда, то имрӯз тақрибан 150 намуди онро маълум намудаанд (расми 5). Ин растанӣ ҳам бо таври худрӯи ва ҳам парваришӣ месабзад. Спарсет яке аз растаниҳои шаҳддиҳандаи занбӯри асл ба ҳисоб меравад, чунки ба ҳисоби миёна аз 1 гектари он тақрибан то 400 килограмм асалро ҷамъоварӣ намудан имконпазир аст [9].

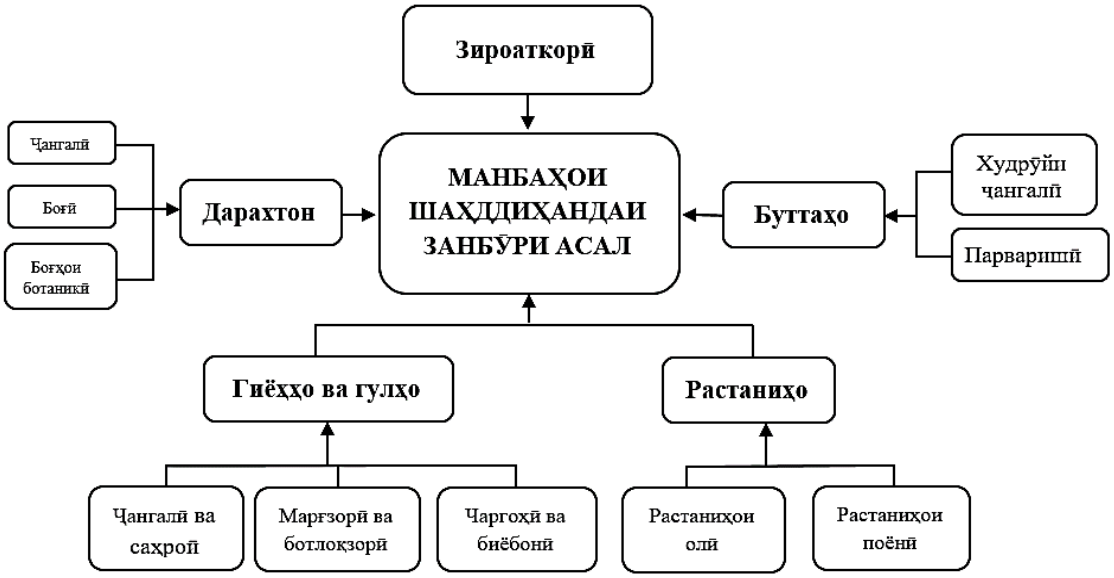
Расми 5. Спарсет.

Зирк (барбарис, berberis). Зирк буттаи сершохи хордор буда, дар моҳҳои май - апрел мавсими гулкунии он оғоз мешавад (расми 6). Зирк ҳам монанди дигар буттаҳо ба якчанд намуд ҷудо мешавад ва занбӯри асал аз ҳамаи навъҳои он шаҳд мегирад. Маҳсулнокии зирки оддӣ дар 1 гектар ба 60-80 килограмм асал рост меояд. Аз зирки намуди тунберг бошад, то 200-230 кг асалро гирифтан мумкин аст. Бояд қайд намоем, ки ин нишондодҳо аз миқдори зичии зирки дар минтақаҳо ҷойгирбуда вобаста аст [21].

Расми 6. Зирк.

Таҷрибаҳо нишон медиҳанд, ки на ҳамаи он растанӣ ва дарахтони шаҳддиҳандаи табиат ба пуррагӣ аз ҷонибзанбӯр истифода мешавад. Масалан, дар рӯзҳои серборишӣ, вазиши шамол ва дигар омилҳои табиӣ занбӯрҳо аз дохили оила баромада наметавонанд, ки боиси аз ҷониби дигар организмҳои зиндаи табиат, шаҳд ва гарди гулҳо истеъмол мешаванд.

Аз сабаби он, ки миқдори шаҳддиҳандаҳои оилаи занбӯри асал хеле зиёданд, имконияти омӯзиши ҳамаи онҳо ғайриимкон аст. Аз ин лиҳоз, дар маҷмуъ ҳамаи онҳоро дар намуди блок-нақшаи расми 6 гурӯҳбандӣ менамоем.



Расми 7. Манбаи дарахтон ва растаниҳои шаҳддиҳандаи занбӯри асал.

Дар блок-нақшаи расми 7 тамоми манбаи дарахтон, буттаҳо, растаниҳо ва гиёҳҳои шаҳддиҳандаи занбӯри асал дар намуди умумӣ таснифбандӣ шудаанд. Дар адабиёти илмии хориҷӣ, махсусан дар корҳои илмӣ-таҳқиқотии Мегес Р.К. [8], 505 намуди шаҳддиҳандаҳои занбӯри асал муайян карда шудааст. Аммо, мутаассифона, қисми зиёди онҳо барои шароити иқлими Ҷумҳурии Тоҷикистон номувофиқ мебошанд.

Дар таҳқиқоти илмии худ Шарипов А.Р. [22], миқдори дарахтон ва растаниҳои шаҳддиҳандаи Тоҷикистони шимолиро 85 номгӯй пешниҳод намудааст.

Манбаи ғизоӣ ва шаҳдҷудокунии растаниҳо ба маҳсулнокии оилаҳои занбӯри асал замина фароҳам меорад. Таҷрибаҳо нишон медиҳанд, ки фаъолияти оилаҳои пурқувват вобаста аз масофаи наздик байни растаниҳои шаҳддиҳанда то қуттӣ назар ба оилаҳои заиф 3 маротиба дар истеҳсоли асал фарқ мекунад.

Дар ҷадвали 1 номгӯйи дарахтон ва растаниҳои шаҳддиҳандаи ба шароити иқлимии Ҷумҳурии Тоҷикистон мувофиқ ва маҳсулнокии онҳоро ба ҳисоби миёна дар як гектар пешниҳод намудем.

Ҷадвали 1

Номгӯи шаҳддиҳандаҳои занбӯри асал ва ҳосилнокии онҳо аз 1 гектар

№	Номгӯй	Ҳосилнокӣ аз 1 гектар	№	Номгӯй	Ҳосилнокӣ аз 1 гектар
1.	Зардолу	25	13.	Кунҷит	40
2.	Райҳон	100	14.	Юнучқаи обӣ	270-380
3.	Гулҳои маъмулӣ	6-10	15.	Юнучқаи лалмӣ	25-50
4.	Гелос	30-40	16.	Бодиринг	30
5.	Беда	150-200	17.	Шафтолу	200-250
6.	Бедаи дусола	200-300	18.	Офтобпараст	50
7.	Марминҷон	20	19.	Олуболу	20
8.	Каду	30	20.	Шоҳбулут	20-30
9.	Пахта	100-300	21.	Нок	8-10
10.	Себ	20-30	22.	Тамашк	50-100
11.	Спарсет	300-400	23.	Зирк	60-80
12.	Тарбуз	15-20	24.	Харбуза	18-30

Манбаъ: *таҳқиқоти илмии муаллиф ва сарчашмаи [21].*

Хулоса. Шароити иқлимии Ҷумҳурии Тоҷикистон барои парвариш ва рушд додани соҳаи занбӯриасалпарварӣ хеле мувофиқ мебошад. Дар раванди таҳқиқоти илмӣ муайян карда шуд, ки барои рушди ин соҳа, манбаи ғизоӣ, аз ҷумла, растаниҳои шаҳддиҳанда яке аз вазифаҳои аввалиндараҷа ба ҳисоб меравад. Дар таҳқиқоти илмӣ дарахтон, растаниҳо ва гиёҳҳои шаҳддиҳанда дар намуди умумӣ мавриди омӯзиш қарор гирифта, оид ба растанӣ ва дарахтоне, ки барои шароити иқлимии Тоҷикистон мувофиқан маълумоти бештар дода шуд.

АДАБИЁТ:

1. Виды медоносных растений: классификация с описанием [Захираи электронӣ] https://dzen.ru/media/id/5a48c09f1410c30878537726/vidy-medon osnyh-rastenii-klassifikaciia-s-opisaniem-5c488dcb387c1d00ae4a8d54 (Санаи мурочиат: 13.10.22).
2. Донник (медонос): Виды. Описание. медопродуктивность. Выращивание [Захираи электронӣ] https://vse-promyod.ru/donnik-medonos-vidy-opisanie-medoproduktivnost-vyrashhivanie (Санаи мурочиат: 15.10.22).
3. Комилиён, Ф.С. Амсиласозии математикии марҳилаҳои ҳаёти популятсияи оилаи занбӯри асал [Матн] / Ф.С. Комилиён, И.М. Саидзода // Паёми Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав. – 2022. – №2-1(96). – С. 17-21.
4. Комилиён, Ф.С. Таҳлили математикии амсилаи марҳилаҳои ҳаёти оилаи занбӯри асал аз рӯи хусусиятҳои ҷинсӣ [Матн] / Ф.С. Комилиён, И.М. Саидзода // Паёми Донишгоҳи миллии Тоҷикистон, Бахши илмҳои табиӣ. – 2022. – №3. – С. 99-104.
5. Копелькиевский, Г.В. Улучшение кормовой базы пчеловодства / Г.В. Копелькиевский, А.Н. Бурмистров – М.: Россельхозиздат, 1965. – 166 с.
6. Лучшие деревья-медоносы: особенности и средняя продуктивность [Захираи электронӣ] https://moremeda.com/pchelovodam/luchshie-derevya-medonosy (Санаи мурочиат: 15.10.22).
7. Лучшие медоносные деревья и кустарники в средней полосе Евразийского континента и их основные характеристики [Захираи электронӣ] https://catalog-777.com/stati/2017-08/luchshie-medonosnie-derevya-i-kusta rniki-v-srednei-polose-evraziiskogo-kontinenta-i-ih-osnovnie-harakteristiki. html (Санаи мурочиат: 12.10.22).
8. Мегес Р. К. Медоносные ресурсы и развитие пчелиных семей в различных ландшафтных зонах Краснодарского края/ Мегес Р.К. // Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальность 03.02.14. – Москва, 2016. – 159 с.
9. Медоносные травы и цветы с характеристиками, описанием и фото [Захираи электронӣ] https://dobryypasechnik.ru/produkty-pchelovo dstva / medonosnye-travy-i-tsvety-s-harakteristikami-opisaniem-i-foto (Санаи мурочиат: 14.10.22).
10. Медоносы [Захираи электронӣ] https://medonosi.blogspot. com/2012/08 /sliva- medonos.html (Санаи мурочиат: 14.10.22).
11. Нестеров, П.И. Медоносные ресурсы Молдавии / П.И. Нестеров, Л.М. Пинчук, Г.М. // Леонтяк. – Кишинев: Кишин. кн. изд-во, 1988. – 378 с.
12. Перекрестное опыление растений пчелами [Захираи электронӣ] https://www.kupi-uley.ru/articles/perekrestnoe-opylenie-rasteniy-pchelami. html (Санаи мурочиат: 12.10.22).
13. Пономарева, Е.Г. Медоносные ресурсы и опыление сельскохозяйственных растений / Е.Г. Пономарева, Н. Б. Детерлеева. – М.: Агропромиздат, 1986. – 224 с.
14. Пчеловодство и медоносные растения [Захираи электронӣ] https://itexn.com/244_pchelovodstvo-i-medonosnye-rastenija.html (Санаи мурочиат: 12.10.22).
15. Саидзода, И. М. Компьютерное моделирование популяции медоносной пчелиной семьи методом Рунге-Кутта [Текст] / И.М. Саидзода, Ф.С. Комилиён // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. – 2022. – №2. – С. 26-42. EDN: QFYLAI.
16. Саидзода, И.М. Амсиласозии математикии популятсияи оилаи занбӯри асал/ Саидзода И.М.// Паёми Донишгоҳи давлатии тиҷорати Тоҷикистон. – 2022. – №2(41). – С. 215-220.
17. Саидов, И. Тадқиқи компютерии динамикаи популятсияи занбӯри асал [Матн] / И. Саидов, А., М. Ёров, А. Қосимӣ // Паёми Донишгоҳи давлатии омӯзгории Тоҷикистон ба номи Садриддин Айнӣ. Бахши илмҳои физика ва метематика. – №1-2(9-10). – Душанбе, 2021. – С. 81-85. ISSN 2707-9996.
18. Саидмурадов, Х.И. Таджикистан (Природа и природные ресурсы) / Х.И.Саидмурадов, К.В. Станюкович. – Душанбе,1982. – 429 с.
19. Смарагдова, Н.П. О нектаро- и сахаропродуктивности медоносных растений / Н.П. Смарагдова // Пчеловодство. – 1954. – №11. – С. 40-43.
20. Таблица мёдопродуктивности медоносных растений [Захираи электронӣ] https://www.grand.expert/ru/handbook/tablica-myodoproduktivnosti-medono snyh-rasteniy (Санаи мурочиат: 15.10.22).
21. Ценость барбариса как медоносного растения [Захираи электронӣ] https://vseopaseke.ru/medonosy/barbaris (Санаи мурочиат: 10.10.22).
22. Шарипов, А.Р. Хусусиятҳои биологию хоҷагидории зотҳои занбӯрони асал дар шароити Тоҷикистони шимолӣ: дисс. номз. илмҳои кишов. / А.Р. Шарипов. – Душанбе, 2019. – 150 с.

ОМИЛҲОИ ТАЪСИРРАСОН БА ИНКИШОФИ ОИЛАИ ЗАНБӮРИ АСАЛ

Дар ин мақола омилҳои таъсиррасони рушди оилаи занбӯри асал мавриди омӯзиш қарор гирифтааст. Таҳлилҳо нишон медиҳанд, ки омилҳои муҳимтарин дар раванди парвариши оилаҳои занбӯри асал, ин дарахтон, буттаҳо, растаниҳо ва гиёҳҳои шаҳддиҳанда ба ҳисоб мераванд.

Масъалаи истеҳсоли асали хушсифат ва рушди соҳаи занбӯрпарварӣ аз растаниҳои шаҳддиҳанда вобастагии зиёд дорад. Чунки растаниҳои шаҳддиҳанда яке аз пойгоҳҳои ғизоӣ барои занбӯри асал буда, маҳсулнокии оилаи занбӯр аз шаҳддиҳандаҳо вобастааст.

Дар раванди таҳқиқоти гузаронидашуда манбаи ғизоӣ, зараррасонҳои оила ва беморихо ба эътибор гирифта шудаанд.

Шароити иқлимии Ҷумҳурии Тоҷикистон барои парвариш ва рушд додани соҳаи занбӯриасалпарварӣ хеле мувофиқ мебошад. Дар таҳқиқоти илмӣ дарахтон, растаниҳо ва гиёҳҳои шаҳддиҳанда дар намуди умумӣ мавриди омӯзиш қарор гирифта, оид ба он растанӣ ва дарахтоне, ки барои шароити иқлимии Ҷумҳурии Тоҷикистон мувофиқанд маълумоти бештар дода шудааст. Инчунин, тамоми шаҳддиҳандаҳои занбӯри асал дар намуди блок-нақша гурӯҳбандӣ шуда, мавриди омӯзиш қарор гирифтаанд.

КАЛИДВОЖАҲО: дарахт, растанӣ, гиёҳ, маҳсулнокӣ, манбаи ғизоӣ, занбӯрпарвар, гардолудшавӣ, таҳқиқот, таҷриба.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ: Саидзода Исроил Маҳмад, номзади илмҳои техникӣ, мудири кафедраи информатикаи Донишгоҳи миллии Тоҷикистон Тел.: (+992) 904-48-55-55; e-mail: isroil-84@list.ru

ВЛИЯЮЩИЕ ФАКТОРЫ НА РАЗВИТИЕ ПЧЕЛИНОЙ СЕМЬИ

В данной статье были изучены факторы, влияющие на развитие пчелиной семьи. Анализы показывают, что наиболее важными факторами в процессе размножения пчелиных семей являются деревья, кустарники, растения и травы.

Производство высококачественного меда и развитие пчеловодческой отрасли зависит от нектаропродуктивных растений. Потому что растения-опылители являются одной из кормовых баз для пчел и продуктивность пчелиной семьи зависит от них.

В процессе исследования учитывались источники пищи, семейные вредители и болезни.

Климатические условия Республики Таджикистан подходят для выращивания и развития пчеловодческой отрасли. В научных исследованиях были изучены нектарность деревья, растения и травы в целом и дополнительная информация о тех растениях и деревьях, которые подходят для климатических условий Республики Таджикистан. Также все опылители пчелы были изучены и сгруппированы по блочно-плановому типу.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: дерево, растение, трава, урожайность, источник питания, пчеловод, опыление, исследования, опыт.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРА: Саидзода Исроил Махмад, кандидат технических наук, заведующий кафедрой информатики Таджикского национального университета. Тел.: (+992) 904-48-55-55; e-mail: isroil-84@list.ru

INFLUENCING FACTORS ON THE DEVELOPMENT OF A BEE COLONY

In this article, the influencing factors for the development of a bee colony were studied. The analyzes show that the most important factors in the breeding process of bee colonies are trees, shrubs, plants and grasses.

The production of high-quality honey and the development of the beekeeping industry depend on nectar-producing plants. Because pollinating plants are one of the food bases for bees and the productivity of the bee colony depends on them.

The previous research process did not take into account food sources, family pests and diseases. Therefore, in this study, it becomes necessary to study the food source of the bee colony.

The climatic conditions of the Republic of Tajikistan are suitable for the cultivation and development of the beekeeping industry. In scientific studies, the nectar content of trees, plants and herbs in general and additional information about those plants and trees that are suitable for the climatic conditions of the Republic of Tajikistan were studied. Also, all bee pollinators were studied and grouped according to the block-planned type.

KEY WORDS: tree, plant, grass, productivity, food source, beekeeper, pollination, research, experience.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Saidzoda Isroil Mahmad, Candidate of Technical Sciences, Head of the Informatics Department of the Tajik National University. Phone: (+992) 904-48-55-55; e-mail: isroil-84@list.ru

УДК: 57.045

КЛИМАТИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ ДРЕВЕСНО-КОЛЬЦЕВОЙ ХРОНОЛОГИИ ИЗ РАЙОНА ИСКАНДАРКУЛЬСКОГО ОЗЕРА

Бахтиёров З.Б.
Худжандский научный центр национальной Академии наук Таджикистана, Институт международных рек и экологической безопасности, Юньнаньский университет, Китайская Народная Республика, Центр инновационного развития науки и новых технологий Национальной академии наук Таджикистана

Таджикистан является одним из самых сухих регионов в Азии и переживает быстрый рост населения с 2010 по 2020 год. Однако отсутствие долгосрочных записей о речных стоках по-прежнему ограничивает нашу способность точно оценивать колебания стока и вероятность экстремальных засух [1-3]. Хронология древесных колец обычно используется для обозначения высокочастотных и низкочастотных колебаний климата и гидрологии от сотен до тысяч [4-6], а гидрологические знания в кольцах деревьев могут быть проанализированы сами по себе, чтобы

дать представление о том, каким был поток в прошлом и что, вероятно, ожидается в прогнозе [7-9].

В результате многовековой хозяйственной деятельности человека – порубки лесов, распашки склонов – древесно-кустарниковая растительность в горах бассейна в значительной степени изрежена, а местами сведена к нулю [10-12]. Только вдали от населенных пунктов, на крутых, не пригодных под распашку склонах сохранились участки широколиственных и арчовых лесов. Основными древесными породами, образующими арчовые леса, являются можжевельники.

Область исследования находится в Центральном Таджикистане в горной местности с системой широтно вытянутых хребтов Туркестанского, Зерафшанского, Гиссарского и Каратегинского, на высоте 2500 м над у.м. рядом с Искандаркульским озером. В этой статье исследованы связи древесной хронологии с климатическими параметрами и выявлены какие факторы в какой период влияют наиболее сильнее. На рис. 1 показана область исследования с наиболее важнейшими показателями.

Рисунок 1. Область исследования с местами сбора образцов, метеорологической и гидрологической станциями.

Метеорологические данные представляли собой ежемесячные параметры, такие как температура (°С), количество осадков (мм). Данные речного стока ($м^3/с$), получены из Агентства по гидрометеорологии Комитета охраны окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан. Чтобы измерить силу и направление линейных отношений, мы использовали двумерную корреляцию Пирсона, которая дает выборочный коэффициент корреляции между климатическими данными и кольцевой хронологией. Для этого мы использовали программу IBM SPSS Statistics 21. Чтобы показать в районе исследования основную реку с ее притоками (река Зерафшан), использовали программу ArcSWAT (2012.10.19) последнюю версию полуфизической, полураспределенной модели в масштабе бассейна, а также инструмент оценки почв и вод (SWAT) [13], чтобы представить доступность гидрологического моделирования вдоль пробных участков, которое интегрировано с помощью программного обеспечения ArcGIS 10.4.1.

Территория исследуемой области относится к резко континентальному и засушливому типу, где водный бассейн не может оказать существенного влияния на смягчение засушливости и континентальности климата. Выпадение осадков в этой части, как известно, связано с холодными вторжениями. Усиление циклонической деятельности в зимние и особенно в весенние месяцы вызывает и усиление осадков в эти периоды. Максимум осадков приходится на весну [14].

Основная масса атмосферных осадок приходит сюда из запада. В этой плоходоступной части района сумма годовых осадок незначительна (250-300 мм). Большая часть из них приходится на холодный период (октябрь-май).

Появление снежного покрова на высоте 2500-3000 м наблюдается в последней декаде октября и выше 3000 м – в первой декаде октября [15]. Снежный покров, одним словом, тоже плохо держится в среднем около 50 дней в году. Кратковременные ледяные образования (шуга) на притоках реки Зерафшан происходит, как правило, в декабре-январе, которая длится от 5 до 10 дней на высотах до 1,5 км.

Внутригодовое распределение атмосферных осадков характеризуется максимумом в весенние месяцы (март-май). В это время выпадает около 50% годового количества осадков (145 мм). Минимум осадков наблюдается в июле-сентябре (20 мм) (рис. 2а).

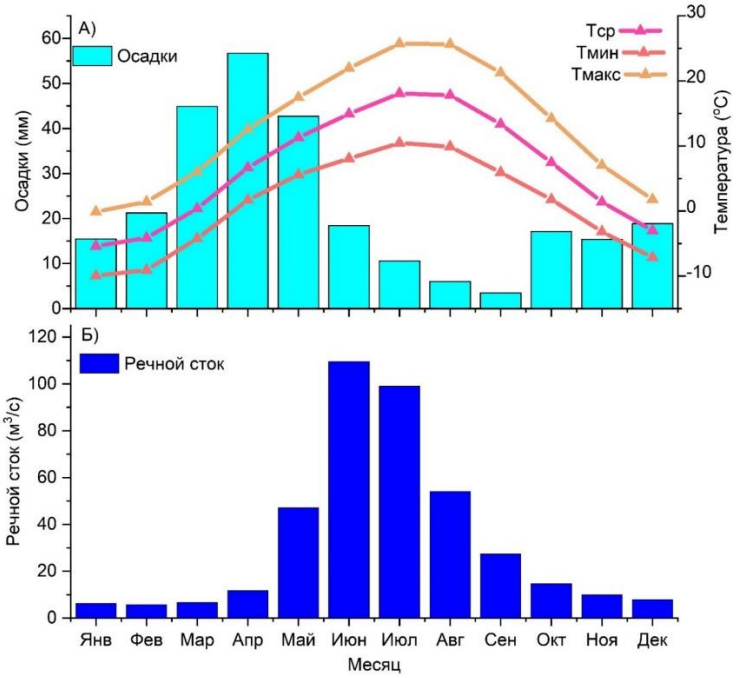


Рисунок 2. Инструментальные данные: А) Метеорологические данные из станции Искандаркуль, Б) Гидрологические данные из гидропоста Такфон с реки Ягноб.

Горные системы создают большое разнообразие в распределении климатических элементов. На формирование климата существенное влияние оказывают атмосферные процессы, проходящие над Средней Азией и также горные хребты. Немалую роль климат образования принадлежит и местной циркуляции [16].

В некоторых частях горных районах наблюдается избыточное атмосферное увлажнение. Это – так называемая область формирования стока, как поверхностного, так и подземного [17].

На крупнейших притоках р. Зерафшан водораздельные хребты представляют собой узкие горные цепи с многочисленными ледниками и фирновыми полями вершинами, достигающими до 5000 м. Левые притоки бассейна реки Зерафшана – Фон, Ягноб, Магиян протекают в узких глубоко врезанных долинах [12].

Ягноб-реке как ледниково-снегового питания свойственно позднее начало половодья и поздняя концентрация стока. В реке Ягноб половодье начинается во второй декаде апреля, интенсивное нарастание расходов продолжается до июня включительно, когда проходит гребень половодья. Спад расходов начинается с июля и продолжается до марта включительно, когда наблюдаются годовые минимумы расходов воды. Сток за июнь-август составляет 65%, а за сентябрь-март 35%, т.е. в течение трех месяцев проходит более половины годового объема воды (рис. 2б).

Мы провели анализ парной корреляции и нашли связи между древесной хронологией [18] и климатическими данными (рис. 3). Обнаружили очень хорошие связи между осадками и речным стоком, так как в данной области исследования влажность играет очень важную роль в росте и развитии растений. Не менее важна также и температура, которая помогает сохранять влагу. И так мы рассмотрели корреляцию в 12 месячный период с прошлого сентября и по настоящий август.

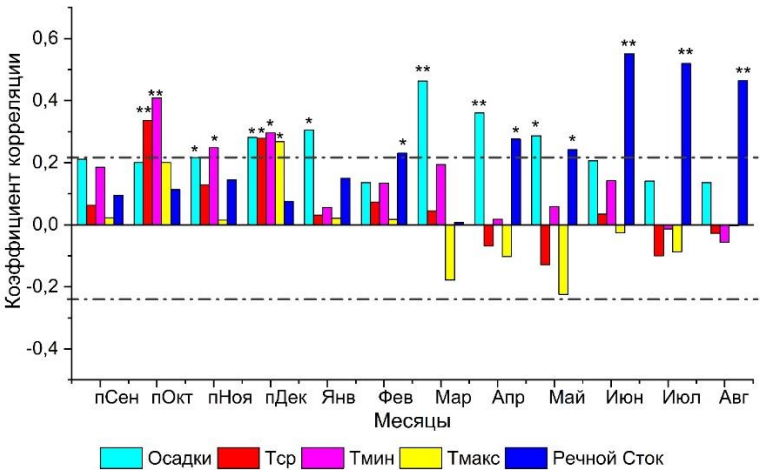


Рисунок 3. Коэффициенты корреляции между древесно-кольцевой хронологией и климатическими данными. Пунктирные линии и одна звездочка указывают на уровень значимости 0,05, а 2 звездочки на p<0,001.

С минимальной температурой мы нашли связи в прошлом октябре (p<0,001, 0,409), ноябре (p<0,05, 0,248) и декабре, (p<0,05, 0,296) когда со средней температурой корреляция показала себя только в октябре (p<0,05, 0,336) и декабре (p<0,05, 0,279), в этом же месяце также сильный коэффициент проявился и у максимальной температуры (p<0,05, 0,268).

С осадками связи были обнаружены в период с прошлого ноября и по настоящий декабрь (p<0,001, 0,401), а также в периоде март-май (p<0,001, 0,37).

Речной сток был самым эффективным и со значительными корреляциями. В феврале текущего года значения показали (p<0,05, 0,231), а в апреле-августе (p<0,001, 0,41). После нескольких манипуляций мы нашли высокую связь в периоде с прошлого сентября и по текущий август (p<0,001, 0,644).

В предыдущей нашей работе была успешно проведена перекрестная датировка и построение дендрохронологической кривой [18], а в этой статье мы провели дендрохронологический анализ и изучали различное проявление роста и развития этих деревьев, в котором учитывались индивидуальные показатели влияния внешних климатических и гидрологических воздействий.

Сильная положительная корреляция была обнаружена в конце позднего вегетационного периода предшествующего года, с ноября по декабрь с осадками, что позволяет сохранить влагу в почве до начала вегетационного периода и обеспечить большое количество влаги в самый ранний период фотосинтеза. Положительная связь с октября по декабрь с температурой, показывает, что с минимальной температурой связь сильнее нежели со средней и максимальной температурой, что говорит о том, что возможно, чем температура выше, тем выше увеличивается испарение и будет дефицит влаги. С января месяца и далее корреляция с температурой не дало показаний, кроме как в марте только с минимальной температурой положительную и наоборот с максимальной температурой отрицательную, что говорит о начале вегетационного периода и необходимости деревьев во влаге. И это подтвердило наличие положительного влияния осадков в марте, т.е. минимальная температура в этот месяц благоприятно воздействует на начало деление камбия. С апреля месяца дерево полностью начала рост и нуждается в большом количестве влаги, которое она набирает из осадков и также из речного стока. В мае-июне выпадают последние осадки и далее идет внимание только на речной сток, который и поддерживает нормальный рост дерева и прирост колец. Аналогичная связь между количеством осадков в межвегетационный год и гидрологическими осадками была отмечена ранее для хронологий можжевельника в местах с повышенной влажностью во многих районах вокруг Тибетского нагорья и его окрестностей [19-22]. Естественно, повышение температуры в весенне-летние периоды положительно сказывается на увеличение уровня воды, но отрицательно в отношении таяния ледников и на испарении влажности почвы, что плохо влияет на рост дерева.

Вывод. Исследование прояснила какие климатические показатели в какой период наиболее важны и как они влияют на рост дерева и прирост годичных колец.

Температура и осадки оказывают положительное влияние на начало невегетационного периода с предшествующего октября и по настоящий май, что может способствовать сохранению и поддержанию на самом раннем этапе формирования и фотосинтетической

продукции ширины колец. Мы полагаем, что коэффициенты корреляции с уменьшением почвенной влаги поверхностных слоев связаны со средней и максимальной температурой, так как она увеличивает испарение почвенной влаги, что подтверждает низкую и даже в некоторых случаях отрицательную корреляцию в весенне-летние периоды. Высокие температуры в этой области приводят к увеличению речного стока, что в последствии может быть опасным для близлежащих деревень и населения, мы обнаружили связь годичного кольца с расходом воды, чем выше расход, тем сильнее корреляция. Обеспечение влагой является ключевым фактором, определяющим рост деревьев, поэтому район исследований получает большую часть влаги за счет осадков в межвегетационный период, чтобы начать фотосинтез и продолжить формирование ширины кольца, получая воду из речного стока.

Хотя это связь не объясняет всей картины происходящего, но уже проливает свет на ход роста и развития и характер поведения дерева и климата в этой области и может служить в дальнейшей работе на реконструкцию изменения движения реки на столетия назад.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Tree rings and climate,. Academic, London, New-York, San-Francisco / Fritts H., 1976. Academic, London, New-York, San-Francisco. – 567 с.
2. Petit R.J., Aguinagalde I., de Beaulieu J.-L., Bittkau C., Brewer S., Cheddadi R., Ennos R., Fineschi S., Grivet D., Lascoux M. Glacial refugia: hotspots but not melting pots of genetic diversity // Science. – 2003. Т. 300. – №5625. – С. 1563-1565.
3. Esper J., Krusic P.J., Ljungqvist F.C., Luterbacher J., Carrer M., Cook E., Davi N.K., Hartl-Meier C., Kirdyanov A., Konter O. Ranking of tree-ring based temperature reconstructions of the past millennium // Quaternary Science Reviews. – 2016. – Т. 145. – С. 134-151.
4. Zulfiyor B., Ruide Y., Akylai M., Javhar A., Gulkaiyr O., Merim P.K. Tree-Ring-Based Early-Summer Precipitation Reconstruction For Shahristan, Sogd Province, Tajikistan, Since AD 1760-2015 // East European Scientific Journal. – 2017. Т. 28. – №12. – С. 4-9.
5. Zulfiyor B., Ruide Y., Meilin Y., Akylai M., Javhar A. Reconstructed Precipitation for the Eastern Tian Shan (China), based on Picea Shrenkiana Tree-Ring Width // Journal of Earth Science & Climatic Change. – 2017. Т. 8. – №12. – С. 1-6.
6. Chen F., Yu S., He Q., Zhang R., Kobuliev Z.V., Mamadjonov Y.M. Comparison of drought signals in tree-ring width records of juniper trees from Central and West Asia during the last four centuries // Arabian Journal of Geosciences. – 2016. Т. 9. – №4. – С. 1-10.
7. Chen F., Opała-Owczarek M., Owczarek P., Chen Y. Summer Monsoon Season Streamflow Variations in the Middle Yellow River since 1570 CE Inferred from Tree Rings of Pinus tabulaeformis // Atmosphere. – 2020. Т. 11. – № 7. – С. 717.
8. Akkemik Ü., D'Arrigo R., Cherubini P., Köse N., Jacoby G.C. Tree-ring reconstructions of precipitation and streamflow for north-western Turkey // International Journal of Climatology. – 2008. Т. 28. – №2. – С. 173-183.
9. Gou X., Chen F., Cook E., Jacoby G., Yang M., Li J. Streamflow variations of the Yellow River over the past 593 years in western China reconstructed from tree rings // Water Resources Research. – 2007. Т. 43. – №6. – С. 1-9.
10. Squires V. R., Safarov N. Diversity of Plants and Animals in Mountain Ecosystems in Tajikistan // Journal of Rangeland Science. – 2013. Т. 4. – №1. – С. 43-61.
11. Makhmadaliev B., Kayumov A., Novikov V., Mustaeva N., Rajabov I. The second national communication of the Republic of Tajikistan under the United Nations framework convention on climate change // State Agency for Hydrometeorology, Dushanbe. – 2008. – С. 92.
12. Ресурсы поверхностных вод СССР. Бассейн р. Амударьи. / Иванов Ю.Н. – Ленинград: Гидрометеорологическое Издательство, 1971. – Т. 3: Бассейн р. Амударьи. – 471 с.
13. Arnold J.G., Srinivasan R., Muttiah R.S., Williams J.R. Large area hydrologic modeling and assessment part I: model development // JAWRA Journal of the American Water Resources Association. – 1998. Т. 34. – №1. – С. 73-89.
14. Курс климатологии. / Алисов Б.П., Дроздов, О.А., Рубинштейн, Е.С. – Ленинград: Гидрометеорологическое издательство, 1952. – 487 с.
15. Каталог Ледников СССР. Ресурсы Поверхностных Вод СССР. / Коновалова Г.И., Насыров М.А., Шурупов А.Г., Щетинников А.С. – 3 изд. – Ленинград: Гидрометеорологическое Издательство, 1982. – Т. 14 В. 3: Ресурсы Поверхностных Вод СССР. – 120 с.
16. Климатическое описание республик Средней Азии. / Балашова Е.Н., Житомирская О.М., Семенова О.А. – Ленинград: Гидрометеорологическое издательство, 1960. – 242 с.
17. Реки Средней Азии / Шульц В.Л. – Ленинград: Гидрометеорологическое Издат., 1965. – 689 с.
18. Зулфиёр Б., Юлдош Ю., Анвар К., Фенг Ч. Древесно-кольцевая хронология для местности «Искандаркуль», Согдийская область, Таджикистан // Ученые записки Худжандского государственного университета имени академика Б. Гафурова. Серия: Естественные и экономические науки. – 2021. Т. 2. – №57. – С. 63-69.

19. Opała M., Niedźwiedź T., Rahmonov O., Owczarek P., Małarzewski Ł. Towards improving the Central Asian dendrochronological network – New data from Tajikistan, Pamir-Alay // Dendrochronologia. – 2017. – Т. 41. – С. 10-23.
20. Gou X., Zhou F., Zhang Y., Chen Q., Zhang J. Forward modeling analysis of regional scale tree-ring patterns around the northeastern Tibetan Plateau, Northwest China // Biogeosciences Discussions. – 2013. Т. 10. – №6. – С. 9969-9988.
21. Pederson N., Jacoby G.C., D'Arrigo R.D., Cook E.R., Buckley B.M., Dugarjav C., Mijiddorj R. Hydrometeorological reconstructions for northeastern Mongolia derived from tree rings: 1651-1995 // Journal of Climate. – 2001. Т. 14. – №5. – С. 872-881.
22. Qin C., Yang B., Melvin T.M., Fan Z., Zhao Y., Briffa K.R. Radial growth of Qilian juniper on the northeast Tibetan Plateau and potential climate associations // PLoS One. – 2013. Т. 8. – №11. – С. e79362.

МУНОСИБАТИ ИҚЛИМИИ ХРОНОЛОГИЯИ ҲАЛҚАИ ДАРАХТ АЗ РАЙОНИ ИСКАНДАРКУЛ

Таҳлили дендроклиматологӣ ба мо имкон медиҳад, ки кадоме аз параметрҳои иқлимӣ ва гидрологӣ муҳиманд ва дар як давраи муайян ҳам мусбат ва ҳам манфӣ буда метавонанд. Нашъунамои ҳалқаҳои солона бо баландии 2500-2700 м аз сатҳи баҳр аз кӯли Искандаркӯл бо роҳи такмили дендрохронологӣ таҳлил карда шуданд, ки кадом омилҳои беруна ба афзоиши он дар асоси коэффисиентҳои коррелятсияи Пирсон таъсир мерасонанд. Дар рафти тахлил маълумотхо аз наздиктарин стансияи обухавосанчию гидрологӣ, ба монанди ин параметрҳо (ҳарорати миёна/минимум/максимум, боришот ва ҷараёни дарё) истифода шуданд. Намӣ дар ин минтақаи омӯзишӣ як параметри муҳими афзоиши муътадил аст ва аз ин рӯ, дарахт дар давраи наботот намӣ гирифта, онро нигоҳ медорад, то раванди фотосинтезро оғоз кунад ва сипас аз ҷараёни дарё об гирифта, нашъунамои ҳалқаҳои солонаро ба вуҷуд орад.

КАЛИДВОЖАҲО: хронологияи ҳалқаи дарахт, дендроклиматология, омили иқлимӣ, Ягноб, Искандаркул.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ: Бахтиёров Зулфиёр Бахтиёрович, магистранти Маркази илмии Хуҷанди Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон, корманди Институти дарёҳои байналмилалӣ ва ҳифзи экологии Донишгоҳи Юннани Ҷумҳурии Мардумии Чин, ходими калони илмии Маркази рушди инноватсионии илм ва технологияҳои нави Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон. Тел.: (+992) 907-76-88-67; e-mail: zulfiyor@mail.ru

КЛИМАТИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ ДРЕВЕСНО-КОЛЬЦЕВОЙ ХРОНОЛОГИИ ИЗ РАЙОНА ИСКАНДАРКУЛЬСКОГО ОЗЕРА

Дендроклиматологический анализ дает возможность понять какие климатические и гидрологические параметры имеют связь и могут влиять как положительно, так и отрицательно в тот или иной промежуток времени. Прирост годичных колец с высоты 2500-2700 м над у.м. из Искандаркульского озера были проанализированы по дендрохронологическим стандартам и описаны какие внешние факторы воздействуют на его рост на основе коэффициентов корреляции Пирсона. В анализе были использованы данные из ближайшей метеорологической и гидрологической станции, такие параметры, как температура средняя/минимальная/максимальная, осадки и речной сток. Влажность для этого района исследования является важным параметром для нормального роста и поэтому дерево получает и сохраняет влагу в межвегатационный период, для того чтобы начать процесс фотосинтеза. Далее для формирования прироста годичных колец получает воду из речного стока.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: древесно-кольцевая хронология, дендроклиматология, климатический фактор, Ягноб, Искандаркульское озеро.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ: Бахтиёров Зулфиёр Бахтиёрович, магистрант Худжандского научного Центра Национальной академии наук Таджикистана, сотрудник Института международных рек и экологической безопасности, Юньнаньского университета Китайской Народной Республики, старший научный сотрудник Центра инновационного развития науки и новых технологий Национальной академии наук Таджикистана. Тел.: (+992) 907-76-88-67; e-mail: zulfiyor@mail.ru

CLIMATIC RELATIONSHIP OF THE TREE-RING CHRONOLOGY FROM THE ISKANDARKUL LAKE REGION

Dendroclimatological analysis makes possible to understand which climatic and hydrological parameters are important and can be how positive and also negative in a given period of time. Growth of annual rings with a height of 2500-2700 m above sea level from Iskandarkul lake were analyzed by dendrochronological enhancement and what external factors affect its growth based on Pearson's correlation coefficients. The analysis used data from the nearest meteorological and hydrological station, such parameters as (average/minimum/maximum temperature, precipitation and river flow). Humidity for this study area is an important parameter for normal growth, and therefore the tree receives and retains moisture during the non-vegetation period in order to start the process of photosynthesis and then receives water from the river runoff to form growth of annual rings.

KEY WORDS: Tree-ring chronology, dendroclimatology, climatic factor, Yagnob, Iskandarkul lake.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR: Bakhtiyorov Zulfiyor Bakhtiyorovich, master student of the Khujand Scientific Center of the National Academy of Sciences of Tajikistan, employee of the Institute of International Rivers and Ecological Safety, Yunnan University of the People's Republic of China, Senior Researcher of the Center for Innovative Development of Science and New Technologies of the National Academy of Sciences of Tajikistan. Phone: (+992) 907-76-88-67; e-mail: zulfiyor@mail.ru

АНДАР МАРҲИЛАҲОИ АСОСИИ РУШДИ ФИКРУ АНДЕША ДАР БОРАИ ФАЗО ВА ВАҚТ

Қурбонов Д.М.
Донишгоҳи давлатии Кӯлоб ба номи Абуабдуллоҳ Рӯдакӣ

Яке аз вазифаҳои идроки донишҳои физикӣ ибтидо аз муассисаҳои таҳсилоти миёнаи умумӣ (МТМУ) ва хусусан муассисаҳои таҳсилоти олии касбӣ (МТОК)-и равияи табиатшиносию риёзӣ ва техникӣ, омӯзиш, дарк ва фаҳмиши таърихӣ-илмии мафҳумҳои фазо, вақт, ҳайуло (материя) ва ҳаракат ба шумор меравад, ки дар ташаккули ҷаҳонбинии хонандагону донишҷӯён нақши муҳим мебозад ва гуфтан мумкин аст, ки бидуни дарки чунин мафҳумҳо бунёди донишҳои ояндаи онҳо ба шумор меравад.

Дар ташаккули ҷаҳонбинии таърихӣ-илмӣ ва махсусан донишҳои физикӣ, омӯзиши хосиятҳои фазо ва вақт мавқеи хосаеро ишғол мекунад.

Чӣ тавре ки аз таърихи физика маълум аст, ғояҳои куҳани физикаи классикӣ оиди фазо ва вақт барои маънидоди масъалаҳои муосири физикӣ кофӣ набуданд. Яке аз масъалаҳои муҳими физикаи муосир дарк ва маънидоди ягонагии фазо, вақт ва ҳайуло (материя) бо ҳаракат ба шумор мерафту ба шумор меравад, ки барои ҳалли он донишҳои физикаи классикӣ ноқис буд.

Консепсияи фазо ва вақт нафақат асоси физикаи муосир, балки мақулаҳои асосии фалсафа ва тасвири илмии ҷаҳонӣ ба шумор мераванд, зеро дарки воқеии ҷаҳони муосир бо рушди мафҳумҳои фазо ва вақт иртиботи ногусастанӣ дорад.

Аз ин рӯ, дар таърихи физика мафҳумҳои “фазоӣ-вақтӣ”-и механикаи классикӣ, ба истилоҳ механикаи Нютонӣ, ба таҷдиди нави шарҳу тафсири он ниёзманд гардид. Рушди электродинамика дар бораи мафҳумҳои фазо ва вақт бо назарияи нисбияти хос (ННХ) ифода ёфт, таҳқиқи ҷозиба (гравитатсия) ба мафҳумҳои фазоӣ-вақтӣ (маконӣ-замонӣ) дар назарияи нисбияти умумӣ (ННУ) оварда расонд, ки барои омӯзишу пажӯҳиш ва тавсифи қонуниятҳои олами сағир (ОС, микромир) ва олами кабир (ОК, макромир) ҷавобгӯ гардид.

Андар дарку фаҳмиши мафҳумҳои фазо ва вақт таърихан ду нуктаи назар вуҷуд дорад: асосӣ ва иртиботӣ. Асосгузори нуктаи назари аввалӣ дар таърихи илм донишманди Юнони Қадим, ба истилоҳ, аввалин донишманди қомусдониш (энсиклопедист)-и Юнон Зимиқротис (Демокрит, 460-370 п.а.м.) эътироф гардидааст. Ва ҳамчунин дар таърихи физика эҳёкунандаи нуктаи назари Зимиқротис, физикдон ва риёзидони овозадори Англия – Исаак Нютон (1642-1727) шинохта шудааст. Дар ин маврид бояд гуфт, ки нуктаи назари донишмандони бузурги форс-тоҷик – Абулаббоси Эроншаҳрӣ (асри IX), Абубакр Муҳаммад Закариёи Розӣ (865-925), Абунаср Муҳаммади Форобӣ (872-951), Шайхурраис ва Шарафулмулк Абуалии Сино (980-1037) [6] ва дигарон дар таърихи физикаи ҷаҳонӣ умуман собит нашудааст, ки дар ин бора поёнтар ибрози ақида хоҳем кард.

Ҳоло барои идомаи нуктаи назари донишмандони аврупоигаро чунин бояд гуфт, ки дар таърихи физика нуктаи назари Исаак Нютонро ақидаҳои умумикардаи донишманди лаҳистонӣ Николай Коперник (1473-1543), шоир ва файласуфи-пантеисти итолиёӣ Ҷордано Бруно (1548-600), физикдони итолиёӣ Галилео Галилей (1564-1642) ва ситорашиноси олмонӣ Иоҳанн Кеплер (1571-1630) меҳисобанд. Исаак Нютон фазоро ҳамчун ҷойгоҳи холии ҷисмҳо, сечанака, беҳаракат, мутлақ ва беохир мешуморид. Бинобар ақидаи ӯ фазо дар нисбати ҳайуло (материя) бетафовут аст ва ҳаракати ҷисмҳои моддӣ дар он рух медиҳанд [11, с. 31]. Ба ақидаи ӯ фазо як навъ фони ғайрифаъол «майдони ҳаракати аҷсом» ва «дарозои холис» мебошад [11, с. 31].

Барои Нютон «вақт» низ комилан мутлақ «ҷойгоҳи ҳодисот» аст. Яъне «вақт» бинобар ақидаи ӯ «мутлақ ва комилан риёзӣ ба худии худ ва дар зоти худ, бидуни ҳеҷ иртиботе бо ҳеч чизи хориҷӣ, ба таври якнавохт ҷараён дорад ва дар ғайри ин сурат муддат номида мешавад» [11, с. 31]. Ва ҳарчанд вақти нисбӣ ҳамчун «ченаки давомнокии дар ҳаёти ҳаррӯза истифодашаванда» вуҷуд дорад [11, с. 32].

Дар физикаи Исаак Нютон фазо ва вақт мақула (категория)-ҳои мутлақ буда, новобаста аз якдигар вуҷуд доранд ва бо ҳам алоқамандӣ надоранд. Ин даъвӣ бар он зоҳир мегардад, ки масофаи байни ду нуқта ва ҳодисоди дар он баамалоянда аз якдигар вобаста нестанд. Мутлақияти вақт бо консепсияи дуртаъсркунӣ ифода гардида, тибқи он интиқоли ҳаракат аз ҷисме ба ҷисме бидуни муҳити гирду атроф амалӣ мегардад. Чунин нуктаи назар ҷаҳонро «як низоми моддӣ ва воҳид бо як замони ҷаҳонии воҳид» месозад [17, с. 19].

Ақидаи Исаак Нютон дар бораи мафҳумҳои фазо ва вақт дар давоми ду аср мавриди эътирофи умум гардида буд. Онҳо имконият медоданд, ки масъалаҳои мушаххаси механикӣ ва физикӣ ҳал карда шаванд ва бинобар суханони Алберт Эйнштейн, дар он замон имконияти имконпазирӣ ва муҳимаш пурсамари инкишофи илм буд [4, с. 34].

Асосгузори нуктаи назари «иртиботӣ»-и мақулаҳои фазо ва вақт, донишманди маъруфи Юнони Қадим - Арасту (384-322 п.а.м) шинохта шудааст. Ақидаҳои Арасту дар корҳои риёзидон, физикдон ва файласуфи олмонӣ Готфрид Вилгелм Лейбнитс (1646-1716) ва файласуфи ирландӣ Ҷон Толанд (1670-1722) инишоф ва такмил ёфтаанд. Барои Лейбнитс фазо – ҷавҳар набуда, балки «тартиби ҳамзистӣ» ва вақт – «тартиби пайдарпайӣ» буда, ҳарду мақула нисбианд ва бидуни ҷисмҳо вуҷуд надоранд [12, с. 47]. Онҳо берун аз ҷисмҳои моддӣ ва равандҳо вуҷуд надоранд. Муносибатҳои фазоӣ бо мавҷудияти ҷисмҳои моддӣ асоснок карда шудаанд. Вақт ҳамчун шарти вобастагии сабабӣ баррасӣ карда мешавад. Бо вуҷуди ин, аз мавқеи моддӣ, ин мафҳум бештар ба таври равшан аз ҷониби Ҷ. Толанд пешкаш карда мешавад. Толанд мавҷудияти фазои мутлақ ва вақти мутлакро инкор мекунад. Ба ақидаи ӯ «мафҳуми холигӣ яке аз паёмадҳои нодурусти бешумор барои хатои муайян кардани материя мебошад аз он ҷиҳат, ки материя аз рӯи табиаташ ғайрифаъол аст ва ақидаи ба қисмҳои ҳақиқӣ тақсим шудани он, аз ҳамдигар комилан новобаста аст» [14, с. 100]. Аз ин ҷо хулоса кардан мумкин аст, ки ҳаракат сабаби асосии дарки ҳайуло аст ва фазову вақт мақулаҳои асосии ҳастии ҳайулоанд.

Таҳлили мухтасари ин ду нуктаи назар нишон медиҳад, ки онҳо бо якдигар дар мавриди дарки фазо ва вақт то кадом андоза мухолифат доранд. Алберт Эйнштейн ҳам маҳз муъҳақиди чунин ақида буд, ки ҷаҳони модӣ то кадом андоза бо фазо ва вақт алоқаманданд [18, с. 346]. Яъне фазо ва вақт як шарти зарурии мавҷудияти моддаҳои ҷисмӣ (ва на баръакс) аст. Чунин ақидаро аз ҷиҳати методологӣ низ баъзе файласуфон дар таҳқиқоти худ бахшида ба масъалаҳои фалсафии фазо ва вақт нишон додаанд [5, с. 9]. Бино ба мафҳуми муносибатӣ, фазо ва вақт як таҳкурсии мутлақи мавҷудият нест. Онҳо бо вуҷуд доштани объектҳои моддӣ асоснок карда шудаанд ва бе онҳо ҳеҷ маъние надоранд. Материя як шарти муҳимми мавҷудияти фазо ва вақт мебошад.

Мувофиқи консепсияҳои муосири физикӣ «фазо» ва «вақт» шаклҳои умумии координатаи объектҳои моддӣ ва ҳолати онҳо мебошанд. Фазо – ин маҷмӯуи муносибатҳо, ки координатаи объектҳо ва ҷойгиршавии онҳоро бо якдигар ва инчунин арзиши нисбии онҳоро изҳор мекунад. Вақт – маҷмуи муносибатҳое, ки координатаи ҳолатҳои якдигарро ивазкунандаро, яъне пайдарпайӣ ва давомнокии воқеаҳоро ифода мекунад [16, с. 227].

Фаҳмиши фалсафии фазо ва вақт аз дарки физикии он чунин тафовут дорад, ки файласуфон одатан мавҷудият, ҳастӣ ва хосияти мақулаҳои «фазо» ва «вақт»-ро одатан бо шарҳи материалистию идеалистӣ, яъне новобаста аз шуури инсон будан ё набудани онҳо тавсиф медиҳанд. Физикдонон бошанд, хосияти онҳоро дар якҷоягӣ бо ҳаракт ва ҳайуло (материя) таҳқиқ мекунанд, ки тавсифи ПН, ННХ ва ННУ бидуни дарку фаҳмиши илмии онҳо имконнопазир аст.

Аз назари методологияи муосири донишҳои илмӣ бошад, фазо ва вақт меъёрҳои хоси воқеияти ҷаҳони ҳастӣ мебошанд. Онҳо барои ҳалли масъалаи воқеияти объектҳо, ки дур аз таҷрибаанд, ба монанди объектҳои назариявӣ, зарурӣ ҳастанд. Ин меъёрҳо, одатан ҳолати асосии мушоҳида, санҷиши амалӣ, инвариантӣ ва низомро дар бар мегиранд [10, с. 42]. Вақтҳои охир дар баробари физикдонон, файласуфон низ дар бораи воқеияти объективии объектҳои чорченакагии дар ННХ андешаронӣ доранд, ки ин аз мазмуни фазо ва вақт дар ҷаҳонбинии умумиинсонӣ дарак медиҳад.

Нуктаи назаре низ ҳаст, ки мувофиқи он чорченакаи гуногунранги ННХ як навъи нави воқеияти ҷаҳони модӣ буда фазо ва вақт танҳо паҳлуҳо ва пешбиниҳои ин шакли ҳастии материя мебошанд [9, с. 48]. Ин нуктаи назар дар натиҷаи аз таъбири начандон дурусти Г. Минковский бармеояд: «Аз ин ба баъд фазо худ аз худ ва вақт худ ба худ бояд ба мавҳуме табдил ёбанд ва танҳо як навъ ҳамгироии онҳо бояд мустақилиятро нигоҳ дорад» [8, с. 167]. Ба назари мо ақидаи он муҳаққиқонро дуруст шуморидан ҷоиз аст, ки қайд мекунанд, ки фазо-вақти ННХ мафҳуми назариявӣ буда, инъикоси муносибати фазо ва вақт мебошад, вале воқеияти объективӣ надорад [2, 38; 3, с. 99].

Рушди минбаъдаи физика мавҷудияти муносибатҳои амиқи байни хосиятҳои фазо ва вақт ва материяи ҳаракаткунандаро тавзеҳ дод, ки хилофи консепсияи қаблӣ буд. Соли 1918 Э. Нетер қазияе (теоремае)-ро пешниҳод кард, ки тибқи он робита байни хосиятҳои симметрияи фазо ва вақт ва қонуни бақо вуҷуд дорад. Теоремаи Нетер дар таҳияи соддакардашуда мегӯяд, ки агар хосиятҳои система ягон табдилдиҳиҳои тағйирёбандаҳо дигаргун нашавад, пас ба ин қонуни бақо мувофиқ аст. Ҳамин тавр, якрангии вақт (симметрия нисбат ба ивазшавии вақт) марбут ба

қонуни бақои энергия мебошад. Якрангии фазо (симметрия нисбат ба ивазшавии фазо) – бо қонуни бақои импулс алоқаманд аст. Изотропнокии фазо (симметрия нисбат ба гардиш дар фазо) бо қонуни бақои импулси лаҳзавӣ вобаста аст.

Дар адабиёти муосир оид ба масъалаҳои фазо ва вақт баҳсҳо дар бораи он, ки аз чӣ пайравӣ шудаанд, - қонуни бақо аз хосиятҳои фазо ва вақт (чунин як изҳороти умумӣ дар адабиёти физикӣ аст) ва ё баръакс, хосияти фазо ва вақт аз қонуни бақо вуҷуд доранд [1, с. 78; 13, с. 82]. Ҳамин тавр, иртиботи амиқ байни қонуни бақо ва хосиятҳои фазо ва вақт тавсифи фалсафӣ ва физикии худро пайдо мекунанд ва қадами муҳим дар рушди консепсияи муносибати таъсиси ННХ ва ННУ башумор меравад. Бояд гуфт, ки марҳалаи муҳим дар инкишофи консепсияи иртиботии фазо ва вақт кашфи ННХ ва ННУ ба шумор меравад ва дар адабиёти илмӣ ННХ, ҳамчун амсилаи фазо-вақти ОС фаҳмида мешавад.

Дар консепсияи фазо-вақти ННХ гуногунрангӣ ва ноқисии ҳандасаи уқлидусӣ (евклидӣ) дида мешавад ва метрикаи чорченака (x, y, z, t) амал мекунад. Дар ин ҳолат хосияти асосӣ дар тағйирнопазирӣ (инвариантнокӣ) ҳангоми гузариш аз як системаи сарҳисоб ба системаи дигар мебошад. Ин далел дар натиҷаи гуфтаҳои бевоситаи Эйнштейн пайдо шудаанд [7, с. 22; 15, с. 60]. Ҳамин тариқ, аз тағйирнопазирии фосила ва якҷинсагии фазо ва вақт инвариантии фосила ва якрангии фазо ва вақт табдилдиҳиҳои Лорентс ҳосил мегардад:

$$x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \quad y' = y, \quad z' = z, \quad t' = \frac{t - \frac{v^2}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}.$$

Аз сабаби ин дигаргуниҳо, дар навбати худ, бевосита таъсири фазоӣ ва вақтии ННХ бармеоянд: нисбияти яквақтӣ, давомнокӣ ва дарозӣ. Инчунин хулоса метавон кард, ки арзиши методологии ННХ дар он аст, ки вай вобастагии воқеии байни фазо ва вақтро ифода мекунад. Чунин хулоса, аз ҷумла, вобаста ба нуқтаҳои фазоӣ аз замон ва вақтӣ аз фазо дар табаддулоти Лорентс инъикос карда мешавад.

Дар гузариш ба миқёсҳои бузург фаҳмишҳои фазоӣ-вақтии пешниҳоди ННУ истифода бурда мешаванд.

АДАБИЁТ:

1. Аронов Р.А. Соотношение феноменологических и динамических симметрий в физике элементарных частиц // Вопросы философии. – 1969. – №1. – С. 78-86.
2. Аронов Р.А. Взаимоотношение пространство и времени и пространство-времени // Философские науки. – 1972. – №4. – С. 35-43.
3. Аскин Я.Ф. Проблема времени. Ее философское истолкование. – М.: Мысль, 1966. – 200 с.
4. Готт В.С. Философские вопросы современной физики. – М.: Высшая школа, 1972. – 415 с.
5. Жог В.И. О взаимоотношении свойств пространства и движения материи: автореф. дисс. канд. филос. наук. – М., 1974. – 21 с.
6. Комили Абдулхай. Физика ар-Рази и Ибн Сины. – М., 1962. – 160 с.
7. Ландау Л.Д., Ливщиц Е.М. Теория поля. 6-е изд. – М.: Наука, 1973. – 504 с.
8. Минковский Г. Пространство и время / В книге: Принцип относительности. – М., 1973. – С. 167-180.
9. Мостепаненко А.М. Пространство и время в макро-, мега и микромире. – М.: Политиздат, 1974. – 240 с.
10. Мостепаненко А.М. Пространство-время и физическое познание. – М.: Атомиздат, 1975. – 215 с.
11. Ньютон И. Математические начала натуральной философии. Пер. А.Н. Крылова. Изд. Николаевской морской академии. Вып. IV, 1915. – 276 с.
12. Полемика Г.Лейбница и С.Кларка. – Л.: Изд. ЛГУ, 1960. – 136 с.
13. Румер Ю.Б., Овчинников Н.Ф. Пространство-время, энергия-импульс в структуре физической теории // Вопросы философии. – 1968. – №4. – С. 82-92.
14. Толанд, Дж. Письма к Серене / Дж. Толанд. Избранные сочинения. – М.-Л.: Госиздат, 1927. – 192 с.
15. Угаров В.А. Специальная теория относительности. 2-е изд. – М.: Наука, 1977. – 383 с.
16. Физический энциклопедический словарь. Т. 4. – М., 1965. – 624 с.
17. Штейнман Р.Я. Пространство и время. – М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1962. – 240 с.
18. Эллиот Л., Уилкокс У. Физика. – М.: Физматгиз, 1963. – 807 с.

АНДАР МАРҲАЛАҲОИ АСОСИИ РУШДИ ФИКРУ АНДЕША ДАР БОРАИ ФАЗО ВА ВАҚТ

Мақола ба марҳалаҳои инкишофи фикру андеша дар бораи фазо ва вақт аз замонҳои қадим (даврони антиқа) то замони муосир бахшида шудааст. Дар он шуруъ аз андешаи донишмандони Юнони Қадим – Зимиқротису Арасту ва бо ёдоварии баъзе аз донишмандони асримиёнагии форс-тоҷик Закариёи Розӣ ва Ибни Сино, диққати асосӣ ба андешаи донишмандони аврупоии замони нав, аз қабили И. Нютон, Н. Коперник, Ҷ. Бруно, Г. Галилей, И. Кеплер, Х. Лорентс, Г. Минковский ва дигарон дар бораи фазо ва вақт

ва дарку фаҳмиши он дар назарияи нисбият ба таври мухтасар сухан рафтааст. Ҳадаф аз он иборат аст то маълум гардад, ки бидуни дарку фаҳмиши дурусти мафҳумҳои фазо ва вақт фаҳмиши назарияи нисбият имконнопазир аст. Мақола дар ҳамгироии донишҳои физикӣ ва таърихӣ навишта шуда, ба мутахассисони таърихи физика бахшида шудааст.

КАЛИДВОЖАҲО: физика, таърих, фазо, вақт, назарияи нисбият,

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ: Қурбонов Диловаршо Мирзоевич, саромӯзгори кафедраи физикаи назариявӣ ва умумии Донишгоҳи давлатии Кӯлоб ба номи Абуабдуллоҳи Рӯдакӣ. Тел.: (+992) 985-61-33-75; e-mail: dqurbonm@mail.ru

ОБ ОСНОВНЫХ ЭТАПАХ РАЗВИТИЯ МЫСЛИ О ПРОСТРАНСТВЕ И ВРЕМЕНИ

Статья посвящена этапам развития представлений о пространстве и времени от древнейших времен (эпоха античности) до современности. Начинается она с мысли древнегреческих ученых – Демокрита и Аристотеля, где с упоминания некоторых персидско-таджикских средневековых ученых Закария ар-Рази и Ибн Сино, где основное внимание уделяется мысли современных европейских ученых, таких как И. Ньютон, Н. Коперник, Дж. Бруно, Г. Галилей, И. Кеплер, Х. Лоренц, Г. Минковский и другие, которые кратко обсудили пространство и время и их понимание в теории относительности. Цель состоит в том, чтобы разъяснить, что без правильного понимания понятий пространства и времени невозможно понимание теории относительности. Статья написана на стыке физических и исторических знаний и адресована специалистам в области истории физики.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: физика, история, пространство, время, теория относительности.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ: Курбонов Диловаршо Мирзоевич, ст. преподаватель кафедры теоретической и общей физики Кулябского государственного университета имени Абдуабдуллаха Рудаки. Тел.: (+992) 985-61-33-75; e-mail: dqurbonm@mail.ru

ON THE MAIN STAGES IN THE DEVELOPMENT OF THE THOUGHT ABOUT SPACE AND TIME

The article is devoted to the stages of development of ideas about space and time from ancient times (the era of antiquity) to the present. It begins with the thoughts of the ancient Greek scientists - Democritus and Aristotle, and with the mention of some Persian-Tajik medieval scientists Zakaria al-Razi and Ibn Sino, focuses on the thoughts of modern European scientists, such as I. Newton, N. Copernicus, J. Bruno, G. Galileo, I. Kepler, H. Lorentz, G. Minkowski and others, who briefly discussed space and time and their understanding in the theory of relativity. The purpose is to clarify that without a correct understanding of the concepts of space and time, it is impossible to understand the theory of relativity. The article is written at the intersection of physical and historical knowledge and is addressed to specialists in the field of the history of physics.

KEY WORDS: physics, history, space, time, theory of relativity.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR: Qurbonov Dilovarsho Mirzoevich, Senior Lecturerat the Department of Theoretical and General Physics of Kulob State University named after Abdulloh Rudaki. Phone: (+992) 985-61-33-75; e-mail: dqurbonm@mail.ru

АЗ ТАЪРИХИ ТАВЛИДИ МУОДИЛАИ ШРЕДИНГЕР

Шарипов Б.С., Каримова Р.А.
Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав

Чи хеле ки дар замини барои сабзиш номусоид гиёҳ намерӯяд, илм ҳам дар ҷойи барои пайдоишаш номусоид пайдо намешавад.

Барои он ки дар бораи ягон ҳодисаи табиат донишҳои нав пайдо гардад аввалан донишгирандаро бо асосҳо ва заминаҳои дар бораи он ҳодисаи табиат мавҷудбуда шинос намудан лозим, то ин ки ӯ мушоҳидаашро бо истифода аз донишҳои азхудкардааш маънидод карда тавонад, сипас барои мушоҳидаи нав шароити мусоиди озмоиши ҳодисаро барпо кардан лозим аст.

Муваффақ шудан дар роҳи ҷустуҷӯи навгонии илмӣ ва кашфи чизи нав ба касе муяссар мешавад, ки тайёрии хуби касбӣ ва илмӣ-таҳқиқотӣ дошта бошаду дар фазои мусоидаткунандаи илмӣ-эҷодӣ кор кунад ё ба он алоқаманд бошад, то ин ки аз корҳои навтарини илмии ҳамон соҳа хабардор бошад. Шинос шудан ба таърихи илмҳо ҳаминро собит мекунад, ки дар бисёр мавридҳо бомуваффақият анҷом додани ҳар гуна кори эҷодӣ дар соҳаи илмҳои табиатшиносӣ ё илмҳои дигар ҳама вақт ичрокунандаи боистеъдодро талаб мекунад.

Аз таърихи илми физикаи то асри XVII маълум мешавад, ки барои рушди минбаъдаи босуръати илми физика замина ва шароити зарурӣ фароҳам гардида буд. Заминаи тайёркардашуда, дар он зоҳир мешуд, ки олимон ҳақиқатеро дарк карда буданд, ки физикаи он солҳо дар донишгоҳҳо таълим додашаванда, дар ҳолате буд, ки сабаби ҳодисаҳои нави дар натиҷаи кашфиёти техникӣ мушоҳидашавандаро тавсиф дода наметавонист. Ин мухолифати аз байн рафтаистодаи физикаи ба тарзи схоластӣ таълим додашаванда ва физикаи нав буд.

Шахсе, ки мухолифат кардани илми кӯҳнаро ба кашфиёти нав дарк кард файласуфи англис, амалдори давлатӣ Фрэнсис Бекон буд. Ӯ чунин аҳволи танги илмро дар он медид, ки натиҷаи ба ин ҳолат расидани илм мақсади нодуруст ва методи нодурусти ташкили таълими илм буд, ки аз муқобилияти схоластҳо ба пешравии илм ба миён омада буд.

Дар асри XVII илм қувваи эътирофшудаи ҷамъиятӣ гардид, ки метавонист ба тараққиёти истеҳсолоти ҷамъиятӣ ёрӣ диҳад. Ҳамин тариқ, дар асри XVII инқилоби илмӣ ба амал омада, дар натиҷаи он физикаи классикӣ дар ҳамон шакл ва бо ҳамон усулҳои дарккунии ҳодисаҳо, ки мо онро медонем, ба вуҷуд омад. Илми физика дорои методҳои таҷрибавӣ ва методҳои математикии таҳқиқотӣ гардид.

Дар нимаи дуюми асри XIX дар раванди тайёр кардани физикҳо тағйироти муҳим ба амал омад. Аввал дар Аврупо ва баъд дар ИМА озмоишгоҳҳои таълими физика ташкил шуданд, ки дар баъзеи ин озмоишгоҳҳо мактабҳои илмӣ пайдо гардид.

Дар гузашта физик танҳо худаш кор мекард. Асбобҳоро одатан бо маблағи худашон харидорӣ мекарданд ё ин ки олимон худашон месохтанд. Таҷрибаҳоро бошад дар ҳуҷраҳои худ мегузаронидaнд. Чунончи, таҷрибаи ба таркибҳо ҷудо кардани равшании сафедро Нютон дар ҳуҷраи худ дар Кембриҷ гузаронидааст.

Аввалин озмоишгоҳи физика дар донишгоҳи Геттингем, соли 1831, аз тарафи В. Вебер бунёд карда шуд. Вебер донишҷӯёнро ба омода кардани таҷрибаҳои маърӯзавӣ ҷалб мекард. Ба донишҷӯёни қобилиятнок таҳқиқоти физикии хурдеро пешниҳод менамуд [7, с. 45].

Яъне барои ҳамчун физик ва математики касбӣ тайёр кардани донишҷӯён дар донишгоҳҳои онвақтаи Аврупо шароити зарурӣ таълим пайдо шуда, он рӯз то рӯз ба самти некшавӣ рушд кардан гирифт.

Тавлиди механикаи квантӣ ё муодилаи асосии он - муодилаи Шредингер фосилаи солҳои 1925-1930-ро дар бар мегирад. Вале барои бунёди он донишҳое лозим шуданд, ки онҳоро якчанд насли олимони физика дар давоми солҳои 1850-1926 ба вуҷуд овардаанд. Ҳоло мо онҳоро барои омӯхтани механикаи квантӣ истифода мебарем. Ин муодила ҳолати энергетикии микрообъектро дар дилхоҳ нуқтаи фазо ва дар дилхоҳ фосилаи вақт тавсиф менамояд. Микрообъектҳо ҳам хосияти мавҷ ва ҳам хосияти заррараро зоҳир мекунанд. Азбаски онҳоро дар маҷмуъ таҳқиқ кардан осон аст, пас барои ифода кардани ҳаракати онҳо донишҳои назарияи эҳтимолиятҳо, физикаи статистикӣ, нурафканӣ, сохти атом, табиати рӯшноӣ ва табиати мавҷии заррараро донистан лозим буд [5, с. 86].

Барои равшанӣ андохтан ба зарурати тайёрии касбии муҳаққиқон дар кори эҷодӣ-илмӣ ва кашфиётҳо, мо аввал ба раванди маълумотгирӣ ва таҳсили касбии кашшофи муодилаи механикаи мавҷӣ - Эрвин Шредингер шинос мешавем.

Баъди солҳои 1800 дар бисёр донишгоҳҳои Аврупо навигариҳои таълимӣ ба амал омада, аз фанни физика дарсҳои лексионӣ ва озмоишӣ гузаронида мешуданд. Шредингер соли 1906 ба донишгоҳи Вена дохил шуда, барои омӯзиш курси математика ва физикаро интихоб кард. Дарси курси физикаро Франс Экснер мебурд ва ӯ барои ҳамчун олим ташаккул ёфтани Шредингер таъсири муҳим расонидааст. Вале хоҳиши Шредингер барои донистани проблемаҳои назариявии физика баъди шинос шуданаш бо Фридрих Хазенёрл оғоз мешавад. Хазенёрл шогирди Людвиг Болтсман ба ҳисоб мерафт. Шредингер маҳз аз Хазенёрл дар бораи проблемаҳои мубрами илмии физикаи классикӣ ва мушкилиҳо ҳангоми ҳалли онҳо маълумот пайдо кард. Ҳангоми таҳсил дар донишгоҳ Шредингер методҳои математикии физикаро комилан аз бар кард, ки барои тайёрии касбии ӯ аҳамияти ҳалкунанда дошт [2, с. 127].

Акнун заминаҳои илмиеро ёдовар мешавем, ки онҳоро надониста, бинои механикаи мавҷиро бунёд кардан ғайриимкон буд, лекин Шредингер ҳамаи донишҳои заруриро комилан медонист. Аз соли 1850 сар карда, дар физикаи классикӣ масъалаҳое пайдо гардиданд, ки барои ҳалли онҳо методҳои назарияи эҳтимолиятро истифода бурдан зарур буд. Истифодаи назарияи эҳтимолият ба бунёдшавии физикаи статистикӣ пойдевор шуд. Физикаи статистикӣ дар бисёр қисмҳои физика, ки истифодааш мумкин буд, ба кор бурда мешуд. Масалан, он дар термодинамика, дар таҳқиқи нурафкании ҳароратии ҷисми мутлақ сиёҳ дар пароканиши молекулавии рӯшноӣ, барои тақсимоти фазоии молекулаҳо аз рӯи суръат, импулс энергия ва дигарҳо истифода мешуд [4, с. 107].

Соли 1859 дар физика корҳои олими англис Д.К. Максвелл дар бораи қонуни тақсимоти молекулаҳои газ аз рӯи суръаташон пайдо шуд, ки дар ифодаи он функсияи нишондиҳандагӣ истифода мешуд:

$$dN = (n/(2\pi m_0 KT))^{\frac{3}{2}} * \exp[-p^2/(2m_0 KT)]\, dT,$$

яъне, он нишон медод, ки тақсимшавии молекулаҳо аз рӯи суръат ба қонуни экспонентӣ $\sim e^{\frac{-p^2}{T}}$ итоат мекунанд. Дар ҳамаи натиҷаҳои аз ҳалли масъалаҳои физикаи статистикӣ ҳосилкардаи олимон зарбшавандаи exp[-$p^2/(2m_0 KT)$] вомехӯрд, ки истифода шудани назарияи эҳтимолиятро тасдиқ мекард.

Планк назарияи статистикиро истифода бурда, маънои эҳтимолияти энтропияро муайян кард, S=kℓnW.

Солҳои 1888-1889 Г. Гертс ва Л.Г. Столетов ҳодисаи фотоэффектро кашф карданд, вале механизми онро бо истифодабарии методҳои физикаи классикӣ ва тасаввуроти мавҷии рӯшноӣ маънидод карда натавонистанд.

М. Планк соли 1897 ба омӯзиши масъалаи нурафкании ҷисмҳои мутлақ сиёҳ сар кард. То ба ин вақт дар ҳалли ин масъала В. Вин хеле муваффақ шуда, соли 1896 барои зичии ҳаҷми нурафкании диданашанда формулаи ρ(ω, T)=$a\ \omega^3 e^{\frac{B\omega}{T}}$ -ро ҳосил намуд.

Соли 1900 Рэлей навишт, ки ин формула дар соҳаи зудиҳои баланд хуб иҷро мешавад, вале дар соҳаи нурҳои инфрасурх, ки аз тарафи Рубенс ва Курлбаум санҷида шудааст, рафтори аз қонуни Вин тамоман фарққунандаро нишон медиҳад.

Аз нуқтаи назари физикаи классикӣ формулаи ҳосилкардаи Вин бенуқсон буд, барои ҳамин ба қиматҳои таҷрибавӣ мувофиқ наомадани ҳисобкунӣ бо ин формула ба мавҷуд будани ким-чӣ хел қонуниятҳои ба тасаввуроти физикаи классикӣ мувофиқнаоянда ишора мекард.

Соли 1900 ба М. Планк муяссар гашт, ки шакли нави формулаи нурафканиро ёбад. Барои ҳосил кардани ин формула М. Планк аз алоқамандии энтропия ва энергия истифода бурд.

Формулаи Планк чунин шакл дошт:

$$\rho(\upsilon, T)=\frac{C_1 \upsilon^2}{e^{\frac{C_1 \upsilon}{T}}-1}.$$

Баъди ин формуларо ба ҷамъияти физикҳои Берлин шинос кардани Планк ҷамъият 19 октябри соли 1900 ба олими физик Рубенс супориш медиҳад, ки ин формуларо бо қиматҳои ченкардааш муқоиса намояд. Рубенс супоришро иҷро карда натиҷаашро ба Планк чунин баён кард: дар ҳамаи фосилаи қиматҳои гирифташуда ба ҳам мувофиқойии таҷриба ва формула мушоҳида шуд. Барои он ки ба назарияи нурафканӣ эҳтимолият дохил намояд ба Планк лозим шуд чунин гипотеза пешниҳод кунад, ки нурафканӣ раванди бефосилаи нурпошӣ набуда, ҳар як акти фурӯ бурдан ва афкандани энергия дар оссилятор бо ҳиссаҳои муайяни энергия ба амал меояд. Чунин ҳиссаҳои энергияро Планк бо E=hυ ишора карда, h-ро «кванти элементарии таъсир» номид. Ин муваффақияти бузурги Планк буд, ки дар илми физика як инқилоби илмиро ба вуҷуд овард. Барои кашфи кванти таъсир соли 1918 ба Макс Планк мукофоти Нобелӣ доданд. Гипотезаи квантҳо соҳаҳои нав ба навро фатҳ карда «маликаи» физикаи ҳозиразамон шуд.

Тарзи бо ҳиссаҳои алоҳидаи энергия ба амал омадани нурафкании мувозинатии ҳароратӣ ва мавҷуд будани сарҳади мавҷҳои кӯтоҳ дар нурафкании тормозии рентгенӣ ҳам тасдиқ мешавад.

Ғояи квантҳо ки аввалин бор аз тарафи Планк барои тавсифи нурафкании ҳароратӣ соли 1900 истифода шуда, соли 1905 аз тарафи А. Эйнштейн барои баён кардани механизми фотоэффект истифода гардид. Ба ақидаи Эйнштейн пайдоиш ва табдилёбии рӯшноӣ дар фотоэффект «хуб шарҳ меёбад, агар гӯем, ки энергияи рӯшноӣ дар фазо дискретӣ тақсим мешавад». Кванти энергияи рӯшноӣ - hυ, аз тарафи электрон фурӯ бурда мешавад ва ба электрон энергияи кинетикии hυ-A мебахшад. A-кори баромади электрон буда, ифодаи hυ - A = $\frac{m\upsilon^2}{2}$ ҳосил мешавад.

Ин баёни оддӣ ва фаҳмои назарияи фотоэффект аст, ки барои назарияи мавҷӣ мавҳум буд, вале бо истифода бурдани мафҳуми квантҳо хеле сода шуд.

Соли 1911 дорандаи мукофоти Нобелӣ Э. Резерфорд фикре пешниҳод намуд, ки мувофиқи таҷрибаҳои дар озмоишгоҳ гузаронидашуда, сабаби майли калони α -заррахо тавассути дар дохили атом мавҷуд будани майдони электрикии мусбати калони дар ҳаҷми хурд ҷойгиршуда мебошад. Ин ҳодисаро ба асос гирифта, ӯ соли 1911 амсилаи ядроии атомро пешниҳод кард. Мувофиқи пешниҳоди Резерфорд атом системаи зарядҳои манфию мусбат мебошад, ки дар маркази он ядро (ҳаста)-и мусбати вазнин ҷойгир шудааст. Вале амсилаи ядрои атом тасаввуроти механикаи классикӣ ва электродинамикаро қаноат намекард ва ба он муқобил буд. Чунки

системаи заряд (барқа)-ҳои беҳаракат дар мувозинати устувор буда наметавонад. Резерфорд маҷбур шуд, ки аз амсилаи статистикӣ даст кашад ва пешниҳод кард, ки электронҳо дар атрофи ядро аз рӯи масирҳои каҷбуда ҳаракат менамоянд. Вале дар чунин маврид онҳо бо шитоб ҳаракат менамоянд ва мувофиқи электродинамикаи классикӣ доимо мавҷи электромагнитӣ меафкананд [3, с. 29].

Раванди нурафканӣ боиси кам шудани энергия мегардад ва аз ин рӯ, электрон пас аз нурафкании маълум бояд ба болои ядро афтад. Ҳамин тариқ, амсилаи ядроии атом аз рӯи қонунҳои механикаи классикӣ ва электродинамика устувории атом ва сохтори спектрии онро фаҳмонда натавонист.

Роҳи аз ин вазъият баромаданро соли 1913 физики даниягӣ Нилс Бор ёфт. Барои ин вай тасдиқотеро пешниҳод кард, ки ба тасаввуроти классикӣ муқобил буд. Ин пешниҳоди Бор дар ду постулат ифода ёфта буд: электрони бошитоб ҳаракаткунанда дар атом нур намеафканад ва нурафкании атомҳо бо ҳиссаҳои алоҳидаи энергия ба амал меояд.

Баъдтар, соли 1914 бешубҳа дар атомҳо мавҷуд будани савияҳои энергетикии дискретӣ аз тарафи Франк ва Ҳертс дар таҷриба ошкор карда шуданд. Назарияи Бор дар шакли равшан нишон дод, ки физикаи классикиро дар ҳамон шакли мавҷудааш барои ҳодисаҳои дохилиатомӣ истифода бурдан ба хатоиҳо меорад, зеро нурафкании микрообъектҳо аз рӯи қонунҳои квантӣ ба амал меоянд ва онҳоро бо қонунҳои физикаи классикӣ фаҳмондан ғайриимкон аст.

Соли 1923 А. Комптон дар таҷриба пароканиши нурҳои рентгениро таҳқиқ карда, ба хулосае омад, ки рӯшной (мавҷи электромагнитӣ) ҳам хосияти заррагӣ ва ҳамкорпускулярӣ зоҳир мекунад. Вале нокифоягии назарияи Бор ба он ишора мекард, ки зарурати аз нав дида баромадани асосҳои назарияи квантӣ ва тасаввурот дар бораи табиати микрозарраҳо пеш омадааст.

Дар натиҷаи амиқ таҳқиқ кардани тасаввуроти табиати рӯшной маълум гардид, ки дар ҳодисаҳои оптикӣ ким-чи хел дуализм (дуназариягӣ) мушоҳида мешавад. Дар қатори интерференсия, дифраксия, ки табиати мавҷии рӯшноиро нишон медиҳад, хосиятҳои дигаре ҳам, ба монанди фотоэффект, ҳодисаи Комптон ошкор мешаванд, ки табиати заррагӣ-корпускулии рӯшноиро ифода мекунанд.

Соли 1921 де Бройл физики машҳури фаронсавӣ алоқамандии байни хосиятҳои корпускулӣ ва мавҷии микрозарраҳоро бо ёрии ифодаҳои $E=\hbar\omega$ ва $P=\hbar k$, тасвир кард. Дар оптика маълум буд, ки мавҷи ҳамвори басомадаш ω ва адади мавҷаш k дар шакли $\psi(r\ t) = A \exp(-i(\omega t)$ тасвир карда мешавад.

Пас аз ин соли 1924 Луи де Бройл бо боварӣ фарзияеро пешниҳод кард, ки дуализм танҳо ба ҳодисаҳои оптикӣ хос нест, балки ҳодисаи универсалӣ (умумитабиӣ) аст. Вай навишт, ки «дар оптика дар давоми садсола шакли корпускулавӣ паҳншавии рӯшной назар ба шакли мавҷӣ паҳншавии рӯшной онқадар ба назар гирифта нашуд: оё дар назарияи моддаҳо хатоии баръакс накардаанд?» [6, с. 45].

Аз таассуроте, ки Э. Шредингер аз фарзияи Луи де Бройл дар бораи мавҷҳои моддӣ гирифт ӯро ба фикре овард, ки ҳолатҳои статсионарии системаи атомиро ҳамҷун лаппишҳои хусусии майдони мавҷии ба системаи атомии додашуда мувофиқоянда қабул кардан мумкин аст.

Дар авҷи инкишофи ғояи де Бройл дар бораи хосияти мавҷии моддаҳо соли 1926 Э. Шредингер муодилаи машҳури худро навишт, вай дар муодилаи худ ба ҳаракати микрозарраҳо функсияи комплексии координатии вақтро дар мувофиқат гузошт ва онро бо ψ (пси) ишора кард. Пас, ин функсия ҳолати микрозарраҳоро тавсиф медиҳад. Шакли функсия аз ҳалли муодилаи Шредингер ёфта мешавад, ки он чунин шакл аст:

$$-\frac{\hbar^2}{2m}\nabla^2\psi + U\psi = \hbar\frac{\partial\psi}{\partial t}. \quad (1)$$

Пеш аз пайдоиши муодилаи Шредингер, барои мавҷҳои ҳамвор муодилаи Гелмголтс истифода мешуд [1, с. 100].

Муодилаи Гелмголс мавҷҳои табиати гуногундоштаро тавсиф медод, ки дар муҳитҳои гуногуни якҷинса бо басомади ω паҳн мешаванд. Дар он доимӣ мондани дарозии мавҷ ба назар гиирифта нашудааст. Аз ин ҷо, онро хаёлӣ барои тасвири мавҷҳои де Бройл, ки хосиятҳои мавҷи корпускулаҳоро тавсиф медиҳад, татбиқ намудан лозим буд.

Ҳамин тариқ, муодилаи Гелмголсро барои мавҷҳои де Бройл ҷиҳати тасвири ҳаракати корпускулаҳои майдони потенсиалӣ вақте истифода бурдан мумкин аст, ки энергияи пурраи онҳо доимӣ аст. Бо истифодаи он муодилаи

$$\nabla^2\psi(r) + (2m/\hbar^2)(E-U)\psi(r) = 0 \quad (2)$$

ҳосил мешавад, ки он муодилаи ҳолати статсионарии Шредингер аст.

Муодилаи (2) муодилаи ҳосилаҳои хусуси буда, тарзи ҳалли он дар назарияи ҳалли муодилаҳои дифференсиалӣ маълум аст. Ҳалли он барои функсияи бефосила, якқимата ва охирноки ψ (r) барои ҳамаи нуқтаҳои он, вале на дар ҳамаи қиматҳои E ҳалшаванда аст.

Шредингер баъди ҳосил кардани ин муодила ҳамон лаҳза онро барои атоми ҳидроген истифода бурд ва барои қиматҳои хусусии энергияи атом спектри қиматҳоро ҳосил кард, ки онҳо ба қиматҳои спектри атоми ҳидрогени аз рӯи назарияи Бор ҳосилшуда пурра мувофиқат мекарданд ва ба саҳеҳии аниқ тамоми дастоварди таҷрибаро тасдиқ кард. Спектри қиматҳои хусусии энергияи атоми ҳидроген, ки бо муодилаи ҳолати статсионарии Шредингер ёфта шудааст, бо саҳеҳии баланд бо маълумоти аз таҷриба ҳосилгардида мувофиқат мекард. Ҳамин тариқ, нишон дода шуд, ки муодилаи ҳолати статсионарии Шредингер дар ҳақиқат ҳам ҳаракати электронро дар майдони потенсиалии электрикӣ хеле аниқ тасвир мекунад.

Шредингер муодилаи худро аз аналогияи оптикӣ-механикӣ ҳосил кардааст. Ин аналогия дар он ифода меёбад, ки муодилаҳои роҳи нурҳои рӯшноиро тавсифкунанда ва ба муодилаҳои масири ҳаракати зарраҳоро дар механикаи аналитикӣ муайянкунанда монанд мебошад. Дар оптика роҳи нурҳо принсипи Фермаро қаноат мекунонаду дар механика шакли масир принсипи таъсири хурдтаринро қаноат мекунонад. Шредингер барои кашфи муодилаи (1) соли 1933 ба гирифтани ҷоизаи Нобелӣ сазовор гардидааст. Роҳи тайкардаи Шредингер дар таҳсил ва илм тасдиқгари он аст, ки ӯ:

1) аз ҷиҳати молиявӣ таъмин буд;

2) дар оилае ба воя расид, ки волидайнаш маълумоти олӣ доштанд ва онҳо дар вай шавқу рағбати гуногунро ба вуҷуд оварданд;

3) қобилияти хуби илмазхудкунӣ дошт, дарсазхудкунӣ барои вай бисёр осон буд;

4) аз аввали дохилшавӣ ба донишгоҳ вай омӯхтани математика ва физикаро интихоб кард;

5) дар донишгоҳ дар иҳотаи шахсоне буд, ки барои рушди илмӣ ва касбии он маслиҳатҳои заруриро дода метавонистанд;

6) дар даврони донишҷӯиаш ба проблемаҳои мубрами физикаи назариявӣ шинос шуд, ҳол он ки вай физикаи таҷрибавиро бисёр хуб балад буд.

Аз шинос шудан ба шароити таҳсил, шакли таълим ва сохтори омӯзиш дар донишгоҳҳои асрҳои XVIII-XIX-и Аврупо пешрав гардидани илмҳои табиатшиносӣ, махсусан физика ва математика равшан мешавад:

1) дарсҳо ҳатман аз рӯи барномаи давлатии тасдиқшуда не, балки аз рӯи он, ки кадом масъалаи физикӣ дар озмоишгоҳ таҳқиқ мешуд ё аз он лексия мегузашт, ба он бахшида мешуд;

2) дарсҳои таҷрибавиро омӯзгори мутасаддӣ метавонист тамоман дар мавзуи дигар гузарад, вале ҳамон хел таҷрибаҳо гузаронида мешуданд ки барои таҳқиқ асбобҳо мавҷуд буданд ва масъалаҳои то охир ҳалнашударо дар бар мегирифтанд;

3) шумораи донишҷӯён дар як дарс он қадар зиёд набуд, ки ҳангоми дарси озмоишӣ бекор монанд;

4) донишҷӯёни донишгоҳҳои мамлакатҳои дигар ҳам имконият доштанд, ки дар донишгоҳҳои машҳури Аврупо таҳсил намоянд, шаҳрҳои бузурги Аврупо, ки назар ба шаҳрҳои Осиё наздиктар ҷойгир шудаанд, ба ин мусоидат мекард;

5) аслан ҳамон толибилме, ки дар ягон соҳа: адабиёт, мусиқӣ, математика, физика, физиология ва илмҳои дигар дарсҳоро бо осонӣ азхуд карданд, таҳсилро дар донишгоҳ давом медоданд;

6) ба донишҷӯёни лаёқатманд дар аввали омӯзиши физика омӯзгорон таҳқиқоти илмии мавзуеро вобаста мекарданд;

7) ҷиҳати манфиатовари омӯхтан дар он солҳо аз худ кардани дониш дар донишгоҳ буд.

Дар замоне, ки мо зиндагӣ дорем қариб ҳар рӯз техника ва технологияҳои нави дониши ҳаҷман бисёр ва васеъ талабкунанда ба вуҷуд меоянд. Барои чунин техника ва технологияҳоро аз худ намудан, онро дар истеҳсолот ҷорӣ кардан ва аз онҳо дида беҳтарашро кашф намудан, насли ояндаи муҳаққиқон ва олимонро тарбия намудан ва онҳоро раҳнамоӣ кардан лозим аст. Ба хислати эҷодӣ доштани кор дар мошину хатҳои технологии навтарини дониши ҳаматарафаи васеъ талабкунанда олимон, педагогҳои машҳур: Б.Г. Ананев, З.Л. Загвязинская, Ф.Н. Ганоболин, Н.З. Кузмина, З.В. Краевский, Ю.Н. Куляткина, И.Л. Раченко, З.А. Сластенин, Г.С. Сухобская ва дигар олимони ватанӣ А. Комилӣ, Ҷ.Ш. Шарипов, С. Холназаров, С.К. Табарӣ диққат додаанд. Ин масъалаи мубрами илм буда, аз тарафи муҳаққиқони зиёди методикаи

таълими физика, ба монанди Л.А. Иванова, В.П. Орехов, Н.Н. Тулкибоева, А.З. Усова, С.А. Хорошавин, Т.Н. Шомало, А.А. Мотков, И.А. Илдяев ва дигарон таҳқиқ шудааст.

Талаботе, ки дар боло барои иҷро кардани таҳқиқоти илмӣ оварда шуданд ба ду самт: ба дастгоҳҳои таҳқиқотӣ ва ба худи таҳқиқгар равона гардидаанд. Талаботи ба таҳқиқгар мансуб ба хосияти фардии шахс вобаста буда, дар мактаб ва донишгоҳ бо дараҷаи омӯхтани донишҳо рушд менамоянд [9]. Ин аз таҳқиқгар истеъдод, малака ва маҳорати баланди илмазхудкунӣ ва доштани қобилияти баланди дарккунии сабаби пайдоиши механизми ҳодисаҳоро талаб мекунад, ки инҳоянд:

1) мавҷуд будани озмоишгоҳи илмӣ-таҳқиқотии бо асбобҳои ченкунии барои замони муосир дақиқтарин муҷаҳҳазшуда;

2) тайёрии касбии ба сатҳи баланди донишҳои назариявирасида;

3) истеъдоди баланди дарк карда тавонистани механизми рафти ҳодисаҳои банақшагирифташуда;

4) қобилияти баҳо дода тавонистан ба механизми ҳодисаҳои нави дар раванди таҳқиқот пешояндаро соҳиб будан;

5) аз сабаби он ки муҳаққиқони илмҳои дақиқи замони ҳозира дар шакли дастаҷамъона кор мекунанд, барои муҳаққиқ малакаи бо дигарон дастаҷамъона кор карданро доштан лозим мебошад;

6) ба тарзи кори асбобҳои компютерӣ-иттилоотии баландсуръат шиносонидан.

Хулоса, дар давоми ду аср омӯзонидани илми физика дар донишгоҳҳо он қадар тағйир наёфтааст. Барҳам додани ин фарқият ва дар муҳлати кӯтоҳтарин омӯзонидани техникаи компютерӣ ва воситаҳои иттилоотӣ ба корманди илмӣ, илмӣ-муҳандисӣ ва хизматчиёни идораву корхонаҳо яке аз масъалаҳои мубрамтарини рӯз аст. Ҳалли ҳарчӣ зудтари он рушди илмро таъмин намуда, ба ҷамъияти инсонӣ нафъи калон мерасонад.

АДАБИЁТ:

1. Савельев И.В. Сборник вопросов и задач по общей физике. – Изд. Лань, 2018.
2. Адамар Ж. Иследование психологии процесса изобретения в области математики. – М.: Сов. Радио, 1970.
3. Матвеев А.Н. Атомная физика. Учебное пособие для студентов вузов. – М.: Высшая школа, 1989. – 439 с.
4. Савельев И.В. Курс общей физики. Т. 3. – М.: Наука, 2000. – 46 стр.
5. Детлаф А.А. Яворский Б.М. Курс физики. Т. 3. – М.: Высшая школа, 1976.
6. Савельев И.В. Курс общей физики. Т. 3. – М.: Наука, 1970, 1982. – 62 стр.
7. Лексияҳои Фейнманӣ аз физика, нашри 9, боби 37. – М.: Мир, 1965.
8. Краткий словарь по философии / Под. ред. И.В. Блауберг, П.В. Коннина, И.К. Пантина. – М., 1970.
9. Табаров С.К. Формирование технологии подготовки студентов физико-математических факультетов к научно исследовательской работе: дисс. канд. пед. наук: 13.00.02. – Курган-Тюбе, 2009. – 200 с.

АЗ ТАЪРИХИ ТАВЛИДИ МУОДИЛАИ ШРЕДИНГЕР

Дар мақола, бо мақсади боз ҳам беҳтар ташкил кардани таълиму тарбияи кормандони илмӣ тайёрии касбӣ ва заминаҳои илмии ба пешрафти кори илмӣ мусоидаткунандаи солҳои 1850-1930 дар мисоли пайдоиши муодилаи мавҷии Шредингер таҳлил карда шудааст. Шароити таҳсил ва тайёршавии мутахассисони солҳои 1850-1930 аз шароити ҳозираи таҳсил бисёр кам фарқ мекунад. Аз ҳамин сабаб шинос шудан ба шароити омӯзиш ва иҷрои корҳои илмии он замон ба пешравии кори мо дар ин соҳаҳо кумак карда метавонад.

КАЛИДВОЖАҲО: муодилаи Шредингер, донишгоҳ, озмоишгоҳ, заминаҳои илмӣ, физикаи статистикӣ, эҳтимолиятҳо, нурафкании ҷисми мутлақ сиёҳ, квант, фотоэффект, ҳастаи атом, дискретӣ, бефосила, воситаҳои иттилоотӣ

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Шарипов Бахтовар Саймаҳмадович ассистенти кафедраи методикаи таълими физикаи Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав. Тел.: (+992) 900-75-76-78; e-mail: bakhtovar.sharipov.18@mail.ru

Каримова Раъно, ассистенти кафедраи физикаи умумии Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав. Тел.: (+992) 988-04-12-41.

ИЗ ИСТОРИИ ОТКРЫТИЯ УРАВНЕНИЯ ШРЕДИНГЕРА

В статье анализируется появление волнового уравнения Шрёдингера в 1850-1930-е годы с целью более эффективной организации подготовки исследователей в области физики, профессиональной подготовки и научных основ, способствующих прогрессу научной работы. Условия воспитания и подготовки специалистов в 1850-1930-е годы мало чем отличаются от нынешних условий образования. По

этой причине знакомство с условиями обучения и выполнением научной работы того времени может помочь нам продвинуть нашу работу в этих областях.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: уравнение Шредингера, вуз, лаборатория, научные основы, статистическая физика, вероятность, излучение абсолютно черной материи, квант, фотоэффект, атомное ядро, дискретная, непрерывная.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Шарипов Бахтовар Саймахмадович ассистент кафедры методики преподавания физики Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Тел.: (+992) 900-75-76-78; e-mail: bakhtovar.sharipov.18@mail.ru

Каримова Раъно, ассистент кафедры общей физики Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Тел.: (+992) 988-04-12-41.

FROM THE HISTORY OF THE DISCOVERY OF THE SCHROEDINGER EQUATION

The article analyzes the emergence of the Schrödinger wave equation in the 1850-1930 in order to more effectively organize the training of researchers in the field of physics, professional training and scientific foundations that contribute to the progress of scientific work. The conditions for the education and training of specialists in the 1850-1930 did not differ much from the current conditions of education. For this reason, familiarity with the conditions of study and scientific work at that time can help us advance our work in these areas.

KEY WORDS: Schredinger equation, university, laboratory, scientific foundations, statistical physics, probabilities, black matter radiation, quantum, photoelectric effect, atomic nucleus, discrete, continuous, medium

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Sharipov Bakhtovar Saimahmadovich, Assistant at the Department of Methods of Teaching Physics of Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav. Phone: (+992) 900-75-76-78; e-mail: bakhtovar.sharipov.18@mail.ru

Karimova Rano, Assistant at the Department of General Physics of Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav. Phone: (+992) 988-04-12-41.

АЛГЕБРАИЧЕСКИЕ, ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ И АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ В РУКОПИСИ МАДЖМА-АЛ-АРКАМ МИРЗЫ БАДИ ДИВАНА

Гулматов М.Д.
Кулябский государственный университет имени Абуабдаллаха Рудаки

«Маджмаʿ ал-аркам» Мирзы Бади Дивана имеет большую ценность для истории точных и математических наук, в том числе истории математики Бухарского эмирата XIX - начала XX веков, так как помогает внести ясность в вопросе о состоянии истории математической науки.

Рукопись «Маджмаʿ ал-аркам» Мирзы Бади Дивана хранится под номером №649 в Национальной библиотеке Республики Таджикистан и состоит из 196 листов (1б-98а), написанных насталиком в 13 строках, в котором 2 листа (4аб) потеряны. Рукопись была закончена 27 Зилкада 1212 года по хиджри (13 мая 1798), о котором сказано в листе 86б. В листе 1б автор называет себя Мирзы Бадиʿ-Диваном и на полях листа 5б приводит полную родословную: «Ахунд мулла Бадиʿ-Диван бин мулла Шихаб ад-Дин-Диван бин Мирза Улуг-Диван бин мулла Риза-Диван бин Мирза Мухаммад-Рахим кутвал бин Мирза Тахур-Диван». Присутствие слова «диван» (ديوان) («двор», «министерство») в родословной автора и его предков означает то, что они были чиновниками госаппарата и работали в каком-либо министерстве или правительстве. В последующем, автором были внесены изменения и дополнения в тексте.

По словам А.Б. Вильданова: «данный труд являлся официальным руководством для чиновников канцелярии по ведению финансового и поземельно-податного учета. Так как чиновникам Бухарского эмирата, занимавшимися финансовыми вопросами, было необходимо знание истории математики и некоторых точных наук, так как в нем автор рукописи собрал сведения по арифметике, алгебре, геометрии и астрономии.

Рукопись «Маджмаʿ ал-аркам» подтверждает, что в Бухарском эмирате рассматриваемого периода математика носила в основном прикладной характер. Она применялась в экономической жизни общества и развивалась в тесной связи с другими практическими науками, о чем будет показано ниже.

В сочинении «Маджмаʿ ал-аркам» Мирзы Бадиʿ-Дивана алгебре посвящена глава 4: «Определение площади. Дроби. Первоначальные сведения о получении неизвестных искомых арифметическим способом, а также законы алгебры и прочее. Задачи на деление наследства, сводящиеся к уравнениям 1-ой степени, составляют важный раздел средневековой восточной алгебры».

По мнению А.П. Юшкевич по поводу алгебраических терминов, используемых ал-Хорезми в своем труде, говорит следующее: «О происхождении алгебраических терминов ал-

Хорезми имеются различные предположения. В отделе о завещаниях и наследствах «*мал*» значит имущество и служит неизвестным в линейных задачах. Видимо, позднее «*мал*» стал обозначать квадрат в отличие от корня, «*джизр*». Слово «*шайъ*» естественно могло быть взято для обозначения искомой величины, искомой вещи. «*Джизр*», наверное, есть перевод санскритского «*мула*», корень; возможна связь между словом «дирхем» и санскритским «*рупа*», тоже обозначающим монету. Во всяком случае, математический смысл терминов ясен, и мы можем называть здесь «*джизр*» и «*шайъ*» неизвестной или корнем, «*мал*» – квадратом».

В начале раздела об алгебре, автор приводит основные правила алгебраических действий, а также теорию пропорций, которых объединяет в 21 доводе: «Что касается первоначальных основ, от которых непосредственно зависит нахождение неизвестных, то их имеется двадцать один довод («*асос*»), один раздел («*ташъиб*»), в котором имеется шесть взаимосвязанных положений («*муддао*»)» и три замечания («*кавл*»).

Как известно, средневековые алгебраические труды на Востоке составлялись в стихотворном или словесном виде. В «Маджма‘ ал-аркам» Мирзы Бади Дивана этот стиль тоже присутствует и алгебраические задачи написаны прозаически. Рассмотрим некоторые задачи и методы их решения.

Алгебраические задачи:

Пример № 1. Некий сказал: я должен Зайду тысячу без трех пятых того, что Амру, а Амру я должен тысячу без трех пятых того, что должен Зайду. Какое сумма долгов Некийва от каждого человека?

Этот пример в данной момент в математике решается таким способом.

Решение:

x –Зайд

y –Амр

Так и построем систему и его будем решать

$$\begin{cases} x = 1000 - \frac{3}{5}y \\ y = 1000 - \frac{3}{5}x \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 5x = 5000 - 3y \\ 5y = 5000 - 3x \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 5x + 3y = 5000 \\ 5y + 3x = 5000 \end{cases} \Rightarrow 5x + 3y = 5y + 3x$$

$2x = 2y$

$x = y$

$5x + 3x = 5000$

$8x = 5000$

$x = 5000 : 8$

$x = 625$

$y = 625$

Пример № 2. Некий сказал: я должен Зайду тысячу семьсот без четверти и одной шестой того, что Амру, а тому я должен тысячу семьсот без четверти и одной шестой того, что Зайду. Какая сумма долгов Некийва от каждого человека?

Следующие примеры в данный момент в математике решается таким способом.

Решение:

x –Зайд

$\boldsymbol{y}$ –Амр

Так и построем систему и его будем решить

$$\begin{cases} x = 1700 - \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{6} \cdot y \\ y = 1700 - \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{6} \cdot x \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 24x = 40800 - y \\ 24y = 40800 - x \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 24x + y = 40800 \\ 24y + x = 40800 \end{cases} \Rightarrow 24x + y = 24y + x$$

$23x = 23y$

$x = y$

$24x + x = 40800$

$25x = 40800$

$x = 40800 : 25$

$x = 1632$

$y = 1632$

В рукописи «Маджма-ал-аркам» Мирзы Бади Дивана, приводятся задачи по нахождению площади треугольника, которые решают разными способами.

Современные формулы вычисления площади треугольника упрощают такие громоздкие и сплетенные вычисления: площадь треугольника вычисляется по формуле: $S = \frac{1}{2}\ ab$. Для разносторонних треугольников используется формула Герона:

$$S=\sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)} = \sqrt{(a+b+c)(b+c-a)(a+c-b)(a+b-c)}$$

или теорема Пифагора: $c^2= a^2 + b^2$.

Из других геометрических фигур далее приводятся правила и задачи по определению площади шара: «Площадь поверхности шара определяется произведением диаметра шара на большую окружность шара.

Геометрические задачи. Например, если окружность шара - 88, диаметр - 28, то площадь поверхности шара равна их произведению. А если это холм, который можно принять за половину шара, то половина названного числа, то есть 1232, будет являться площадью холма». Современная формула нахождения площади шара такова: $S=4\pi r^2=\pi d^2$. В данной задаче площадь шара автор выводить равной 2464, а по современной формуле: $S=\pi d^2= 3{,}14\times(28)^2= 2461{,}76$. Как видно, и в этой задаче имеется расхождение в ответе.

Астрономические задачи: Так как астрономы и астрологи работают с вычислениями движения планет и пребывания их в знаках Зодиака, далее расматриваем о делении небесного круга на двенадцать созвездий, градусах, минутах, секундах и терциях: «Имеется двенадцать созвездий (*бурудж*). Каждые тридцать градусов (*дараджа*) составляют одно созвездие. Каждые шестьдесят минут (*дакика*) составляют один градус. Каждые шестьдесят секунд (*сония*) составляют одну минуту. Каждые шестьдесят терций (*солиса*) составляют одну секунду. В такой последовательности [соотносятся величины] до десятого деления и дальше».

Далее в «Маджма' ал-аркам» приведены примеры, когда математические действия (удвоение, раздвоение, сложение, вычитание, умножение, деление) применяются к астрономическим задачам. Первым приводится задача на удвоении: «Мы хотим удвоить число 4 созвездия 26 градусов 32 минуты 0 секунд 50 терций. Начертим такую таблицу:

Созвездие	*Градусы*	*Минуты*	*Секунды*	*Терции*
4	*26*	*32*	*0*	*50*
8	*22*			
9	*23*	*4*	*1*	*40*

Данное число занесли в таблицу. Затем начинаем действия справа со стороны градусов; удвоенное число записываем под данным числам через черту. Если созвездий получится двенадцать или больше, то двенадцать отбрасываем. Если получится тридцать градусов или больше, прибавляем единицу, составляющую тридцать градусов, к созвездиям. Итак, прибавленное и увеличенное числа записали за чертой под созвездиями. Если получится шестьдесят минут или больше, то единицу прибавим к градусам и запишем под градусами, и так будем поступать до конца, как было показано на примере».

Приводится также задача по раздвоению, которая аналогична задаче удвоения, но решается в обратном порядке и начинается с левой стороны таблицы: «Разделив 40, получили 20, представляющее собой терции. Разделив 1 минуту, получили 30. Поскольку единиц нет, чтобы можно было записать, то под чертой написали нуль. А 30 прибавили к 20; получилось число 50, которое написали под чертой. Разделив 4, записали под чертой 2. Разделив 23, записали под чертой 11. Разделив 9, написали 4. Половина единицы представляет пятнадцать градусов и обозначается знаком «يه». Прибавив ее к 11, записали под 11 число 26. Таков порядок действия».

Созвездие	*Градусы*	*Минуты*	*Секунды*	*Терции*
9	*23*	*4*	*1*	*40*
	11	*2*		*20*
4	*26*	*32*	*0*	*50*

При сложении составляют такую же таблицу, наверху соответственно степени каждой клетки записывают прибавляемое число; под ним пишут число, к которому прибавляют. Затем, складывая и записывая под чертой числа, поступают так же, как и при удвоении. «…Прибавив 7 созвездий 19 градусов 20 минут 34 терции к числу 55 минут 50 секунд [квартов], получили записанное [в таблице] число»:

Созвездие	*Градусы*	*Минуты*	*Секунды*	*Терции*	*Кварты*
7	*19*	*20*		*34*	
		55	*50*		*40*
7	*20*	*15*	*50*	*34*	*40*

При вычитании составляют также таблицу по числу необходимых клеток, записывают вычитаемое знаками таблицы, начиная с созвездий, и над ними напишут уменьшаемое. Пример: «Дано 2 созвездия 13 градусов 20 минут 37 секунд. Требуется вычитать 7 созвездий 18 градусов 20 минут 0 секунд 45 терций».

Созвездие	*Градусы*	*Минуты*	*Секунды*	*Терции*
2	*13*	*20*	*37*	
7	*18*	*20*	*0*	*45*
6	*25*	*0*	*36*	*15*

Эти задачи в «Маджма-ал-аркам» Мирзы Бади Дивана уточняют что в Среднем Азии тоже учили и развивали точные и математические, астрономические и геометрические задачи. Данный труд является один из ценнейшей энциклопедии для таджикского народа Средней Азии. Из этих трудов наше подрастающее поколение может узнать, что наши предки были в своих временах великие учёные познавшые точные науки мира.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Гулматов М.Д. Международный научный журнал «Научные Горизонты» в теме «Математика на ближнем и среднем востоке». – 2021. – №9(49). – С. 28-36.
2. Гулматов М.Д. Международный научный журнал «Научные горизонты» «Развитие логического мышления при обучении математике в рукописе «маджма-ал-аркам» Мирза Бадии Диван». – 2022. – №9(61). – С. 23-32.
3. Мирзо Бадеи Девон. Маљмаъ ул-арқом. – Душанбе: Дониш, 2015. – 416 с.
4. Юшкевич А.П. История математики в средние века. – М., 1961. – 448 с.
5. Булынин В. Применение графических методов при решении текстовых задач // Математика в шуоле, 2005. – №14.
6. Канашева Н.А. О решении задач на проценты // Математика в школе, 1995. – №5.
7. Абу Рейхан Бируни. Индия / Бируни Абу Рейхан. – М.: Ладомир, 1995. – 727 с.
8. Ал-Каши Джемшид Гияс ад-Дин. Ключ арифметики. Трактат об окружности / Джемшид Гияс ад-Дин Ал-Каши. – М.: Гостехиздат, 1956. – 566 с.
9. Аль-Фараби. Математические трактаты / Фараби А. – Алма-Ата: Наука, 1972. – 324 с.
10. Аль-Хорезми Мухаммад. Математические трактаты / Аль-Хорезми М. – Ташкент, 1964. – 130 с.

МАСЪАЛАҲОИ АЛГЕБРАВӢ, ШЕОМЕТРӢ ВА НУҶУМӢ ДАР ДАСТХАТИ «МАҶМАЪ-АЛ-АРҚОМ»- МИРЗО БАДИ ДИВАН

Дар мақола масъалаҳои алгебравӣ, гелметрӣ ва нуҷумӣ, ки тавассути усулҳои муосир дар дастхати «Маҷмаъ-ал арқом»-и Мирзо Бади Диван ҳалли худро ёфтаанд, баррасӣ мегарданд.

Ҳалли масъалаҳои матнӣ бо усули муосир дар дастхати «Маҷмаъ-ал арқом»-и Мирзо Бади Диван дар илм, аз ҷумла дар илми дақиқ диққати калонро талаб мекунад. Барои насли наврас, барои мактаббачагони боистеъдод ба ҳалли масъалаҳои матнӣ муаллиф бо усулҳои муосири математикӣ масъалаҳои матниро ҳал кардааст.

Масъалаҳои алгебравӣ, геометрӣ ва нуҷумӣ дар дастхати «Маҷмаъ-ал арқом»-и Мирзо Бади Диван чун назм дода шудаанд ва муаллиф ҳалли ин масъалаҳоро бо усулҳои муосири математикӣ нишон додааст. Ин усулҳои ҳал усулҳои умумии кор бо масъала, таҳлили мустақилонаи масъала, муқаррарсозии алоқаҳо, тартиб додани нақшаи ҳал, иҷрои ҳал, санҷидани дурустии ҳалли масъалаҳои матниро омӯзонидан муҳим аст.

КАЛИДВОЖАҲО: «Маҷмаъ-ал арқом», Мирзо Бади Диван, ақл, илмҳои дақиқ, Некий, Зайд, Амр, масъалаҳои алгебравӣ, масъалаҳои геометрӣ, масъалаҳои нуҷумӣ.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ: Гулматов Маҳмадалӣ Давлаталиевич, саромӯзгори кафедраи илмҳои табиӣ ва математикӣ ва методикаи таълими илмҳои табиӣ ва математикии Донишгоҳи давлатии Кӯлоб ба номи Абуабдуллоҳи Рӯдакӣ.

АЛГЕБРАИЧЕСКИЕ, ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ И АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ В РУКОПИСИ МАДЖМА-АЛ-АРКАМ МИРЗЫ БАДИ ДИВАНА

В статье рассматривается алгебраические, геометрические и астрономические задачи, которые решены современыми методами в рукописи «Маджма-ал-аркам» Мирзы Бади Дивана.

Решение текстовых задач современным методом в рукописи «Маджма-ал-аркам» Мирзы Бади Дивана требует большого внимания в науке, в том числе точных наук. Для подрастаюшего поколения мы решили текстовые задачи современными математическими методам для школьников хорошо развитой способностью к решению текстовых задач.

Алгебраические, геометрические и астрономические задачи в рукописи «Маджма-ал-аркам» Мирзы Бадии Дивана дана как поэзия и мы рещили эти задачи современными математическими методами. Этим методам решения важно научить учащихся общим приемам работы над задачей, научить самостоятельно

анализировать задачу, устанавливать связи, составлять план решения, выполнять решение, проверять правильность решения текстовых задач.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Маджма-ал-аркам, Мирзы Бадии Дивана, ума, точных наук, Некий, Зайд, Амр, алгебраические задачи, геометрические задачи, астрономические задачи.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ: Гулматов Махмадали Давлаталиевич, ст. преподаватель кафедры естественных наук и математики и методика преподавания естественных наук и математики Кулябского государственного университета имени Абуабдуллаха Рудаки.

ALGEBRAIC, GEOMETRIC AND ASTRONOMICAL PROBLEMS IN THE MANUSCRIPT OF THE MAJMA-AL-ARQAM OF MIRZA BADI DIVAN

The article deals with algebraic, geometric and astronomical problems that are solved by modern methods in the manuscript «Majma-al-arkam» by Mirza Badi Divan.

The solution of text problems with a modern method in the manuscript «Majma-al-arkam» by Mirza Badi Divan requires great attention in science, including the exact sciences. For the younger generation, we have solved text problems with modern mathematical methods for schoolchildren with a well-developed ability to solve text problems.

Algebraic, geometric and astronomical problems in the manuscript «Majma-al-arkam» by Mirza Badiya Divan are given as poetry and we solved these problems with modern mathematical methods and it is important to teach students the general methods of working on a problem, to teach them to independently analyze the problem, establish connections, draw up a solution plan, implement a solution, check the correctness of the solution of text problems.

KEY WORDS: Majma-al-arkam, Mirza Badii Divana, mind, exact sciences, Some, Zayd, Amr, Algebraic problems, Geometric problems, Astronomical problems.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR: Gulmatov Mahmadali Davlatalievich, Senior Lecturer in the Department of Natural Sciences and Mathematics and Methods of Teaching Natural Sciences and Mathematics of the Kulyab State University named after Abuabdullohi Rudaki.

БА ТАВАҶҶУҲИ МУАЛЛИФОН

Маҷаллаи «Паёми Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав» (силсилаи илмҳои табиӣ) нашрияи Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав ба ҳисоб меравад.

Маҷалла тибқи «Қонун дар бораи матбуот ва воситаҳои ахбори умум» интишор мегардад.

Дар силсилаи илмҳои табиии маҷалла натиҷаи корҳои илмӣ-таҳқиқотии профессорону омӯзгорони донишгоҳ ва уламои ватаниву хориҷӣ оид ба риёзиёт, физикаю технология, химия ва биология, таърихи илм ва техника нашр карда мешавад.

Ҳайати таҳририя, ки ба он мутахассисони соҳаҳои илм шомиланд, бо фармони ректори Донишгоҳ тасдиқ шудааст.

Маҷалла мақолаҳои илмию назариявиро вобаста ба нусхаи асл ба забонҳои тоҷикӣ, русӣ ва англисӣ ба табъ расонида, соле 4 маротиба нашр мешавад. Маҷалла мақолаҳои илмиро тибқи қарори кафедра қабул менамояд.

Мақолаҳое, ки ба суроғаи маҷаллаи «Паёми Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав» (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 саҳ.) набояд аз 15 саҳифаи чопӣ зиёд бошад.

Мақолаҳо бояд дар компютер тибқи барномаи Microsoft Word бо шрифти Times New Roman 14, андозаи А4 ҳуруфчинӣ ва дар диск сабт карда шаванд.

Фосилаи байни сатрҳо 1 см, ҳошия аз тарафи чап 3 см, аз тарафи рост 2 см, аз боло 3 см ва поёни саҳифа 2,5 см-ро ташкил намуда, матни мақола аз тарафи рост саҳифабандӣ карда шавад.

Дар саҳифаи аввал номи мақола, дар сатри дуюм ному насаби муаллиф ва муассисаи корӣ навишта мешавад.

Дар дохили матни асосӣ адабиёти истифодашуда тибқи муқаррарот, бо қавсайни квадратӣ, масалан [1, с. 10] ишора мегардад. Дар поёни матн рӯйхати адабиёт бо тартиби дар матн нишондодашуда таҳти унвони «Адабиёт» оварда мешавад. Пас аз рӯйхати адабиёт мазмуни мухтасари мақола ба забонҳои тоҷикӣ, русӣ ва англисӣ, ҳамчунин калидвожаҳо (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, дараҷаву унвони илмӣ, суроғa, рақами телефон, e-mail ва имзои муаллиф ҷой дода мешаванд.

Ҳайати таҳририя ҳуқуқ дорад, ки мақолаҳои илмиро ихтисору ислоҳ намояд ва ё мустақилона барои тақризи иловагӣ фиристонад.

Мақолаҳое, ки сатҳи илмии онҳо ҷавобгӯи талабот нест, ба нашр расонида намешаванд.

Дастхати мақолаҳо баргардонида намешаванд.

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

В серии естественных наук научного журнала «Вестник Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава» печатаются статьи, содержаўие результаты научных исследований по математическим, физическим, технологическим, химическим и биологическим наукам, истории науки и техники.

При отправке статьи в редакцию авторам необходимо соблюдать следуюўие 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 (авторов) на таджиском, русском и английском языках.

Научные статьи, представленные в редакцию журнала, должны иметь экспертное заключение, авторскую справку и отзыв специалистов о возможности опубликования.

В конце статьи приводятся сведения об авторе (авторах) с указанием ученой степени, ученого звания, должности, названия организации, адреса, телефона, e-mail.

Редколлегия оставляет за собой право производить сокращения и редакционные изменения статьи.

Статьи, не отвечающие настоящим требованиям, редколлегией не принимаются.

Рукописи не возвращаются.

МУНДАРИҶА

МАТЕМАТИКА *МАТЕМАТИКА*

Сафаров Д.С., Кулобиев М.А.
ДВОЯКОПЕРИОДИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЯ ОБОБЩЕННЫХ АНАЛИТИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ С НАГРУЖЕННЫМ ЧЛЕНОМ……5

Мирзорахимов Ш.Х.
АРИФМЕТИЧЕСКИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ СУММА ХАРАКТЕРОВ ДИРИХЛЕ ПО МОДУЛЮ, СВОБОДНОМУ ОТ КУБОВ, В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ СДВИНУТЫХ ПРОСТЫХ ЧИСЕЛ …… 8

Азамов А.З.
О ПРОБЛЕМА ВАРИНГА ДЛЯ ПОЧТИ ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫХ КУБОВ……...11

Исозода А.З., Юнуси Ф.М., Шарифов Б.Л.
РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА НА ЯЗЫКЕ ПРОГРАМИРОВАНИЯ VISUAL BASIC ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ ……. 15

Гулов С.Х., Мирзоев С.Ҳ., Одиназода С.А.
УСУЛИ МУНАЗЗАМСОЗИИ СОХТОРҲОИ БИОЛОГИИ НОУСТУВОРИ МАМНӮЪГОҲИ «БЕШАИ ПАЛАНГОН» (БАРОИ ҚИСМАТИ ҚАМИШИЮ БИЁБОНӢ) ВОБАСТА БО ДАРНАЗАРДОШТИ ВАҚТ, СИННУ СОЛИ ҲАЙАТ ВА ТАҚСИМОТИ ФАЗОӢ.....21

Афзалшоҳи Сафархон
АМСИЛАИ МАТЕМАТИКӢ ВА КОМПЮТЕРИИ АВТОМАТИКУНОНИИ ВОСИТАҲОИ ҚАРЗӢ ДАР БОНК.....26

ФИЗИКА *ФИЗИКА*

Кадыров А.Л., Касымов Д.А., Абдурахманов Б.М.
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА ОСНОВЕ ГРАНУЛИРОВАННОГО КРЕМНИЯ……32

Ёдалиева З.Н.
ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЙ СВОЙСТВ СИСТЕМ CDSB- $NISB_2$ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ…… 35

Шарипов С.М., Ойматова Х.Х., Сафаров Ш.Р., Сафаров М.М.
ТЕПЛОПРОВОДНОТЬ СИСТЕМЫ «ЖИДКИЙ МЕТИЛБУТИЛКЕТОН + ОДНОСТЕННЫЕ, МНОГОСТЕННЫЕ УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ» ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ И ДАВЛЕНИЯХ……39

Абдурахманов А.Я.
СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГЕТИКА В ТАДЖИКИСТАНЕ.....45

Каримов С.К.
ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛИМЕРНО-ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ КОМПОЗИТОВ……. 50

Одинаев Н.Х.
ЭНЕРГИЯ СОЛНЦА ДЛЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ УЧЕБНОГО КОРПУСА……. 54

Абдуллоев Б.Т., Абдурахмонов А.Я., Одинаев Н.Х., Рашидов А.Р.
ВОДОНАПОРНАЯ БАШНЯ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ИНСТИТУТА ЭНЕРГЕТИКИ ТАДЖИКИСТАНА……...57

Холмирзоев Д.Н.
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВА МАЛЫХ ГЭС (МГЭС) В РЕСПУБЛИКЕ ТАЖИКИСТАН……61

Зувайдов М.М.
ТАҲЛИЛИ ҲОЛАТҲОИ ТЕХНИКИИ НАҚБИ ГИДРОТЕХНИКИИ ДАНГАРА.....64

ХИМИЯ *ХИМИЯ*

Курбонов А.С., Давлатов А.С., Тагаев А.П., Пулатов Х.Э., Тагоев М.М.
ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИКИ ПРОЦЕССА РАЗЛОЖЕНИЯ ИСХОДНОЙ БОРОСИЛИКАТНОЙ РУДЫ ЦАРСКОЙ ВОДКОЙ……70

Исозода Д.Т.
ИЗМЕНЕНИЯ ЭНЕРГИЯ КРИСТАЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКИ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЕ АЛЮМОГИДОИДОВ ЩЕЛОЧНЫХ И ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ ОТ РАДИУСА КАТИОНА……74

БИОЛОГИЯ *БИОЛОГИЯ*

Саидзода И.М.
ОМИЛҲОИ ТАЪСИРРАСОН БА ИНКИШОФИ ОИЛАИ ЗАНБӮРИ АСАЛ.....78

Бахтиёров З.Б.
КЛИМАТИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ ДРЕВЕСНО-КОЛЬЦЕВОЙ ХРОНОЛОГИИ ИЗ РАЙОНА ИСКАНДАРКУЛЬСКОГО ОЗЕРА……. 85

ТАЪРИХИ ИЛМ ВА ТЕХНИКА *ИСТОРИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ*

Қурбонов Д.М.
АНДАР МАРҲАЛАҲОИ АСОСИИ РУШДИ ФИКРУ АНДЕША ДАР БОРАИ ФАЗО ВА ВАҚТ.....91

Шарипов Б.С., Каримова Р.А.
АЗ ТАЪРИХИ ТАВЛИДИ МУОДИЛАИ ШРЕДИНГЕР……..94

Гулматов М.Д.
АЛГЕБРАИЧЕСКИЕ, ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ И АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ В РУКОПИСИ МАДЖМА-АЛ-АРКАМ МИРЗЫ БАДИ ДИВАНА…….100

БА ТАВАҶҶУҲИ МУАЛЛИФОН.....105

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ.....105

МУАССИСИ МАҶАЛЛА:

МДТ «Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав»
Суроғa: 735140, вилояти Хатлон, ш. Бохтар, кӯчаи Айнӣ, 67, бинои асосии донишгоҳ.

НОШИР:

Маркази табъу нашр, баргардон ва тарҷумаи МДТ «Донишгоҳи давлати Бохтар ба номи Носири Хусрав»
Суроғa: 735140, вилояти Хатлон, ш. Бохтар, кӯчаи Айнӣ, 67, бинои асосии донишгоҳ, ошёнаи дуюм.

Маҷалла дар Маркази табъу нашр, баргардон ва тарҷумаи МДТ «Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав» тарҳрезии компютерӣ ва саҳифабандӣ шуда, дар ҶДММ «Матбаа», бо суроғаи ш. Бохтар, кӯчаи Осимӣ, 22А, нашр мегардад.

Ба чоп 30.09.2022 таҳвил шуд. Чопи офсетӣ.

Андозаи 60х84/8. Ҷузъи чопӣ 12,75.

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.