

ISSN 2410-4221

# ПАЁМИ

ДОНИШГОҲИ ДАВЛАТИИ ДАНҒАРА

Бахши илмҳои табиӣ

2023. № 1 (23)

# ВЕСТНИК

ДАНГАРИНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО

УНИВЕРСИТЕТА

Серия естественных наук

2023. № 1 (23)

# BULLETIN

OF DANGARA STATE UNIVERSITY

Series of natural science

2023. No 1 (23)

[www.vestnik.dsu.tj](http://www.vestnik.dsu.tj)

**№ 1 (23)**

Данғара – 2023

**ПАЁМИ ДОНИШГОҲИ ДАВЛАТИИ ДАНҒАРА  
БАХШИ ИЛМҲОИ ТАБИЙ**

**Сармуҳаррири маҷалла:**

**Хайрзода Ш.Қ.** – доктори илмҳои иқтисодӣ, профессор,  
ректори МДТ Донишгоҳи давлатии Данғара.

**Муовини сармуҳаррир:**

**Қодирзода Х.Қ.** – номзади илмҳои иқтисодӣ, дотсент, муовини ректор  
оид ба илми Донишгоҳи давлатии Данғара.

**Мухаррири техникӣ:**

**Олимов Р.А.** номзади илмҳои химия, дотсент.

**Муассиси маҷалла:**

*МДТ Донишгоҳи  
давлатии Данғара*

*Маҷалла соли 2015 таъсис ёфта,  
дар як сол 4 шумора  
ба нашр расонда мешавад.*

**ISSN 2410-4221**

*Маҷалла дар шохиси иқтибосҳои  
илми Русия (РИНЦ)  
таҳти рақами №221-07/2021  
ворид карда шудааст.*

*Маҷалла дар Вазорати фарҳанги  
Ҷумҳурии Тоҷикистон № 215/МҶ-97  
аз 20 августи соли 2021 ба қайд  
гирифта шудааст*

*Маҷалла бо забонҳои тоҷикӣ, русӣ  
ва англисӣ нашр мегардад.*

*Матни нурраи маводи ҷопшуда дар  
сомонаи расмӣ маҷалла  
([www.vestnik.dsu.tj](http://www.vestnik.dsu.tj)) ҷойгир карда  
шудааст.*

*Дар маҷалла мақолаҳои илми соҳаҳои  
илмҳои зерин нашр карда мешаванд:*

**01.01.00 – Математика,**

**01.04.00 – Физика,**

**02.00.00 – Химия.**

*Сомонаи маҷалла: [www.vestnik.dsu.tj](http://www.vestnik.dsu.tj)*

**E-mail: [vestnik@dsu.tj](mailto:vestnik@dsu.tj)**

**Тел: (833 12)22802**

*Паёми Донишгоҳи давлатии  
Данғара – 2023. № 1 (23).*

**Ҳайати таҳририя:**

**01.01.00 – Математика**

**Раҷабова Лутфия** – доктори илмҳои физика –  
математика, профессор (ДМТ);

**Одинаев Раим Назарович** – доктори илмҳои физика –  
математика, профессор (ДМТ);

**Мирзоев Сайяло Ҳабибуллоевич** – доктори илмҳои  
техникӣ, профессор (ДМТ);

**Пиров Ҳайдарҷон Ҳокимҷонович** – номзади илҳои  
физика-математика (ДДД).

**01.04.00 – Физика**

**Солихзода Давлат Қуват** – доктори илмҳои физика-  
математика, профессор (ДМТ);

**Махсудов Барот Исломович** – доктори илмҳои физика-  
математика, профессор (ДМТ);

**Ҷўраев Ҳайрулло Шарофович** – доктори илмҳои  
физика-математика (ДМТ);

**Ақдодов Донаёр Мавлобахшович** – доктори илмҳои  
физика-математика, профессор (ДМТ);

**Ҳочазода Тохир Абдулло** – доктори илмҳои физика-  
математика (ДМТ);

**Олимӣ Ашурали Рамазон** – номзади илмҳои физика-  
математика (ДДД);

**02.00.00 – Химия**

**Злотский Семён Соломонович** – доктори илмҳои  
химия, профессор, узви вобастаи АИР (ДДТНУ, Уфа,  
Россия);

**Атрощенко Юрий Михайлович** – доктори илмҳои  
химия, профессор (ДДПТ ба номи Л.Н. Толстой,  
Тула, Россия);

**Шахкельдян Ирина Владимировна** – доктори илмҳои  
химия, профессор (ДДПТ ба номи Л.Н. Толстой,  
Тула, Россия);

**Каримзода Маҳмадқул Бобо** – доктори илмҳои химия,  
профессор (ДМТ);

**Бандаев Сирочиддин Гадович** – доктори илмҳои  
химия, профессор (ДДОТ ба номи С. Айни);

**Ғафуров Бобомурод Абдуқаҳорович** – доктори илмҳои  
химия, профессор (ДДБ ба номи Н. Хусрав, Бохтар);

**Раҷабзода Сирочиддин Икром** – доктори илмҳои  
химия, профессор (ДМТ);

**Исозода Диловар Тариқ** – номзади илмҳои химия,  
дотсент (ДЭТ, Бохтар);

**Мухторов Лоик Гургович** – номзади илмҳои  
химия, дотсент (ДДПТ ба номи Л.Н. Толстой,  
Тула, Россия);

**Раҷабов Сайдалӣ** – номзади илмҳои химия (ДДД).

**ВЕСТНИК ДАНГАРИНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА  
СЕРИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**Главный редактор**

**Хайрзода Ш.К.** – доктор экономических наук, профессор,  
ректор ГОУ Дангаринского государственного университета.

**Зам.глав. редактора**

**Кодирзода Х.К.** – кандидат экономических наук, доцент, проректор по науке  
Дангаринского государственного университета.

**Технический редактор:**

**Олимов А.Р.** – кандидат химических наук, доцент.

*Учредитель журнала:*

*ГОУ Дангаринский  
государственный университет*

*Журнал основан в 2015 году,  
выпускается 4 номера в год.*

**ISSN 2410-4221**

*Журнал включен в базу данных  
Российского индекса научных  
цитирований (РИНЦ)  
(№221-07/2021)*

*Журнал зарегистрирован в  
Министерстве культуры  
Республики Таджикистан  
Свидетельство № 215/МЧ-97  
от 20 августа 2021 года*

*Журнал издается на таджикском,  
русском и английском языках.*

*Полный текст опубликованного  
материала доступен на официальном  
сайте журнала ([www.vestnik.dsu.tj](http://www.vestnik.dsu.tj))*

*В журнале печатаются научные  
статьи по следующим отраслям:*

**01.01.00 – Математика,**

**01.04.00 – Физика,**

**02.00.00 – Химия.**

*Сайт журнала: [www.vestnik.dsu.tj](http://www.vestnik.dsu.tj)*

*E-mail: [vestnik@dsu.tj](mailto:vestnik@dsu.tj)*

*Тел: (833 12) 22802*

*Вестник Дангаринского  
государственного  
университета – 2023. № 1 (23).*

**Члены редколлегии:**

**01.01.00 – Математика**

**Раджабова Лутфия** – доктор физико-математических наук, профессор, (ТНУ);

**Одинаев Раим Назарович** – доктор физико-математических наук, профессор, (ТНУ);

**Мирзоев Саягло Хабибуллоевич** – доктор технических наук, профессор, (ТНУ);

**Пиров Хайдаржон Хокимжонович** – кандидат физико-математических наук, (ДГУ).

**01.04.00 – Физика**

**Солихзода Давлат Куват** – доктор физико-математических наук, профессор (ТНУ);

**Махсудов Барот Исламович** – доктор физико-математических наук, профессор (ТНУ);

**Джураев Хайрулло Шарофович** – доктор физико-математических наук (ТНУ);

**Акдодов Донаёр Мавлобахшович** – доктор физико-математических наук, профессор (ТНУ);

**Ходжазода Тахир Абдулла** – доктор физико-математических наук (ТНУ);

**Олими Ашурали Рамазан** – кандидат физико-математических наук (ДГУ);

**02.00.00 – Химия**

**Злотский Семён Соломонович** – доктор химических наук, профессор, член-корреспондент РАН (УГНТУ, Уфа, Россия);

**Атрошенко Юрий Михайлович** – доктор химических наук, профессор (ТГПУ им. Л.Н. Толстого, Тула, Россия);

**Шаккельдян Ирина Владимировна** – доктор химических наук, профессор (ТГПУ им. Л.Н. Толстого, Тула, Россия);

**Каримзода Махмадкул Бобо** – доктор химических наук, профессор (ТНУ);

**Бандаев Сироджиддин Гадоевич** – доктор химических наук, профессор (ТГПУ им. С. Айни);

**Гафуров Бобомурод Абдукахорович** – доктор химических наук, профессор (БГУ им. Н. Хусрава, г. Бохтар);

**Раджабова Сироджиддин Икром** – доктор химических наук, профессор (ТНУ);

**Исозода Диловар Тарик** – кандидат химических наук, доцент (ТЭИ, Бохтар);

**Мухторов Лоик Гургович**, кандидат химических наук, доцент (ТГПУ им. Л.Н. Толстого, Тула, Россия);

**Раджабов Саидали** – кандидат химических наук (ДГУ).

**BULLETIN OF DANGARA STATE UNIVERSITY  
SERIES OF NATURAL SCIENCES**

**Chief Editor:**

**Khayrzoda Sh.K.** – Doctor of Economic Sciences, Professor, rector of SEI Dangara State University.

**Deputy Head editor:**

**Tagozoda S.E.** – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor Vice-Rector for Science of Dangara State University

**Technical editor:**

**Olimov A.** Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor.

*Journal founder:*

*SEI Dangara State University*

*The magazine was founded  
in 2015 and issues 4 number in year.*

**ISSN 2410-4221**

*The journal is included in the  
Database of the Russian Science Citation  
Index (RSCI) № 221-07/2021*

*The magazine is registered  
with the Ministry of Culture  
of the Republic of Tajikistan  
Certificate No. 215/MJB-97  
dated August 20, 2021.*

*The magazine is printed in Tajik,  
Russian and English languages*

*The full text of the published materials  
are available on the official website of  
the journal ([www.vestnik.dsu.tj](http://www.vestnik.dsu.tj)).*

*The magazine publishes scientific articles  
in the following areas:*

**01.01.00 – Mathematical,**

**01.04.00 – Physical,**

**02.00.00 – Chemistry.**

*Journal website: [www.vestnik.dsu.tj](http://www.vestnik.dsu.tj)*

*Email: [vestnik@dsu.tj](mailto:vestnik@dsu.tj)*

*Tel: (833 12) 22802*

*Bulletin of Dangara State University  
- 2023. No. 1. (23).*

**Member of the Editorial Board:**

**01.01.00 - Mathematics**

**Rajabova Lutfiya** – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, (TNU);

**Odinaev Raim Nazarovich** – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, (TNU);

**Mirzoev Sayalo Habibulloevich** – Doctor of Technical Sciences, Professor, (TNU);

**Pirov Haydarjon Hokimjonovich** – Candidate of physical and mathematical sciences, (DSU).

**01.04.00 - Physics**

**Solihzoda Davlat Kuvat** – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor (TNU);

**Makhsudov Barot Islomovich** – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor (TNU);

**Juraev Khairullo Sharofovich** – Doctor of Physical and Mathematical Sciences (TNU);

**Akdodov Donayor Mavlobakhshovich** – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor (TNU);

**Khodzoda Tohir Abdullo** – Doctor of Physical and Mathematical Sciences (TNU);

**Olimi Ashurali Ramazon** – Candidate of physical and mathematical sciences (DSU);

**02.00.00 – Chemistry**

**Zlotsky Semyon Solomonovich** – Doctor of Chemical Sciences, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences (USPTU, Ufa, Russia);

**Atroshchenko Yuri Mikhailovich** – Doctor of Chemical Sciences, Professor (TSPU, Tula, Russia);

**Irina Vladimirovna Shakkeldyan** – Doctor of Chemical Sciences, Professor (TSPU, Tula, Russia);

**Karimzoda Mahmadvul Bobo** – Doctor of Chemical Sciences, Professor (TNU);

**Bandaev Sirojiddin Gadoevich** – Doctor of Chemical Sciences, Professor (TSPU named after S. Aini);

**Gafurov Bobomurod Abdulkakhovich** – Doctor of Chemical Sciences, Professor (BSU named after N. Khusrav, Bokhtar);

**Rajabzoda Sirojiddin Ikrom** – Doctor of Chemical Sciences, Professor (TNU);

**Isozoda Dilovar Tariq** – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor (TEI, Bokhtar);

**Mukhtorov Loik Gurgovich** – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor (TSPU, Tula, Russia);

**Rajabov Saydali** – Candidate of Chemical Sciences (DSU).

УДК 517.9

**ОБ АНАЛИТИЧЕСКОМ РЕШЕНИИ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ ДЛЯ  
СИНГУЛЯРНО-ВОЗМУЩЕННОГО УРАВНЕНИЯ СТАЦИОНАРНОЙ  
ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ**

**Джураева Г.Х.**

**Таджикский государственный педагогический университет им. С. Айни**

Рассмотрим уравнение с частными производными:

$$\frac{\varepsilon^2}{x^\mu} \cdot \frac{d}{dx} \left( x^\mu \frac{du}{dx} \right) - q(x)u = f(x), \quad (1)$$

которое соответствует сингулярно-возмущённым дифференциальными уравнениям второго порядка, и учитывается, как стационарная теплопроводности в конденсированных средах и модельном процессе диффузионно-реактивного переноса. Здесь  $\mu$  и  $\varepsilon$  параметры, удовлетворяющие условиям:  $\mu \geq 0$ ,  $0 < \varepsilon \leq 1$ . Если  $\mu = 0$ , то уравнение (1) является математическим моделированием процесса диффузионно-разностного переноса в декартовой системе координат, если  $\mu = 1$ ,  $\varepsilon = \frac{1}{r}$ , то уравнение (1) рассматривается в цилиндре с радиусом  $r$ , а при  $\mu = 2$ ,  $\varepsilon = \frac{1}{r}$ , уравнение (1) будет сферическим. Считая, что функции  $q(x)$  и  $f(x)$  заданы и, по крайней мере, непрерывны на отрезке  $[0,1]$ , причем  $q(x) \geq 0$ , будем искать решение уравнения (1) при предельных условиях

$$\left( \gamma_1 \frac{du}{dx} + \gamma_2 u \right) \Big|_r = \begin{cases} |u(0)| < +\infty & \text{при } x=0, \\ \psi & \text{при } x=1. \end{cases} \quad (2)$$

Здесь  $\gamma_1, \gamma_2$  – числа, а  $\psi$  – заданно число. Если  $\gamma_1 = 0$ , то имеем первую краевую задачу, если  $\gamma_2 = 0$  – вторую, а при  $\gamma_1 \neq 0$  и  $\gamma_2 \neq 0$  третью.

Для уточнения решения, полученного из модели, а также для выяснения погрешности этого решения применяются различные варианты метода возмущения и им посвящена обширная литература [1-3]. Удачный выбор модели для невозмущенного и возмущенного решения позволяет во многих обстоятельствах, даже с содействия начального приближения, получить

решение с допустимой точностью, при относительно незначительной себестоимости исследования.

Пусть нас интересуют колебания, описываемые уравнением (1), при заданных краевых условиях (2).

Может показаться, что надо просто выбросить первый член в уравнении (1), то есть перейти к уравнению

$$q(x)u'(x) + f(x) = 0. \quad (3)$$

Но ведь произвольно заданные условия (2) могут не удовлетворять уравнение (3) при  $x=0$  или  $x=l$ .

Если невозмущенное уравнение (3) при  $x=0$  или  $x=l$  противоречит условиям (2), то это означает, что сила инерции в этот момент отлична от нуля, то есть в так называемом релаксационном этапе движения пренебрегать первым членом в уравнении (1) нельзя.

Задачи, при решении которых применяется прием малого аргумента, бывают двух типов. В задачах начального типа малый аргумент включается в самую их постановку, и цель исследования состоит в выяснении влияния этого параметра на решение; метод приводит к асимптотическим формулам, из которых видно это влияние [4-8].

Задачи второго типа, в которых применяется метод малого параметра, в своей постановке такого параметра не содержат и его приходится ввести, чтобы можно было применить данный метод. Для этого надо сначала «организовать» нулевое приближение, то есть постараться так видоизменить задачу, по возможности мало, чтобы ее решение можно было найти легко или сравнительно легко. После этого в видоизмененную задачу так ввести параметр, например  $\varepsilon$ , чтобы при  $\varepsilon=0$  получилась видоизмененная задача, а при некотором значении  $\varepsilon = \varepsilon_0$  - исходная. Затем надо решение задачи, включающей  $\varepsilon$ , разложить по степеням этого параметра, после чего в полученном решении положить  $\varepsilon = \varepsilon_0$ . Если эту программу удастся осуществить, то при благоприятном стечении обстоятельств мы получаем в итоге решение исходной задачи [9-13].

Для дифференциального уравнения, включающего некоторый параметр при старшей производной, вырождением обычно называют понижение порядка этого уравнения. Пример такого вырождения, это уравнение (3), полученное из уравнения (1), при  $\varepsilon=0$ . Видно, что для сингулярно-возмущенного уравнения, возникает кратковременный этап релаксации, на протяжении которого значение  $u(x, \varepsilon)$  существенно изменяется. Продолжительность этого этапа пропорциональна  $\varepsilon$ , а изменение  $u(x, \varepsilon)$  на нем идет по некоторому закону, «крутизна» которого обратно пропорциональна значению  $\varepsilon$ . При построении

такой зависимости (во всяком случае, ее главной части), в мало меняющей на релаксационном этапе правой части уравнения, решение  $u(x, \varepsilon)$  можно «заморозить», заменив их соответствующими значениями при  $x=0$ .

Если в уравнение входит малый параметр  $\varepsilon$  и при  $\varepsilon=0$  он вырождается, понижая порядок на единицу, но при  $\varepsilon \rightarrow 0$  решение сингулярно-возмущенной задачи остается конечным в некотором интервале  $(c, d)$ , то вблизи точек  $a$  и  $b$  могут возникнуть зоны, ширина которых имеет порядок  $\varepsilon$  и на которых решение или его производные изменяются по описанному выше «крутому» закону: вне этих зон решение возмущенной задачи близко к решению вырожденного уравнения. Поэтому, представляет интерес нахождение приближенно аналитического решения граничных задач сингулярно-возмущенного дифференциального уравнения как в зонах пограничного слоя, так и вне этих зон, а также методы выяснения того, что действительно ли решение возмущенной задачи остаётся конечным, когда  $\varepsilon \rightarrow 0$ , если это не ясно из физических соображений.

Теперь, рассмотрим обыкновенное дифференциальное уравнение второго порядка (1) с предельными условиями

$$u(0, \varepsilon) = |u(0)|, \quad u(l, \varepsilon) = \psi. \quad (4)$$

Если положить  $\varepsilon=0$ , то есть отбросить возмущение, то получим уравнение (3) с условиями

$$v(0) = \frac{f(0)}{q(0)}, (q(0) \neq 0); \quad v(l) = \frac{f(l)}{q(l)}, (q(l) \neq 0) \quad (5)$$

Видно, что порядок невозмущенного уравнения на единицу меньше, чем порядок возмущенного дифференциального уравнения. Это означает, что любое дифференциальное уравнение лишь приближенно описывает процесс развития. Поэтому учет каких-то факторов, влияние которых на исследуемый процесс подразумевается «малым», сводится к анализу зависимости решений сингулярно-возмущенных дифференциальных уравнений от малых параметров. В модельной постановке прикладных задач всегда возникает проблема действия решения  $u(x, \varepsilon)$  задачи (1)-(2), при значениях коэффициентов, характеризуемых «малыми» параметрами. Изучение решения задачи с малым параметром, в силу ее прикладной важности (приложение теории этих уравнений в гидро- и аэродинамике, нелинейной механике, химической и биологической кинетике, экологии, теории оболочек и многих других областях), стало одним из важных направлений в области дифференциальных уравнений и математической физики (см. [1, 2, 6, 14]).

В [15, 16] анализировался вопрос нахождения доверенных аналитических решений начальных задач сингулярно-возмущённых дифференциальных уравнений, которые близки к решению задачи Коши для невозмущённого уравнения. Поэтому, согласно с этим представляет интерес нахождение приближенного аналитического решения задачи (1) - (2), которое близко к решению задачи (3) - (2) и доказано близости этих задач.

В заключение отметим, что предложенное модельное исследование схемы решения сингулярно-возмущённых уравнений стационарной теплопроводности, которое близко к решению задачи для невозмущённого уравнения, позволило исследовать изменение потока тепла и температуры в широком интервале температур, и является более общим методом по сравнению с другими методами.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Васильева А.Б., Бутузов В.Ф. Сингулярно-возмущённые уравнения в критических случаях. –М.: Изд-во МГУ, 1978, -108 с.
2. Боголюбов Н.Н., Митропольский Ю.А. Асимптотические методы в теории нелинейных колебаний. –М.: Наука. - 1974. - 410 с.
3. Мищенко Е.Ф., Розов Н.Х. Дифференциальные уравнения с малым параметром и релаксационные колебания. –М.: Наука, 1975, -227 с.
4. Бутузов В.Ф. Сингулярные возмущения. // Математика, кибернетика, 1988, №1, -50 с.
5. Джакалья Г.Е. Методы теории возмущений для нелинейных систем. –М.: Наука, 1979, -455 с.
6. Ломов С.А. Введение в общую теорию сингулярных возмущений. –М.: Наука, 1981, -400 с.
7. Кононюк А.Е. Обобщенная теория моделирования. Начала. К.1. Ч. 1. –Киев: Освіта України. -2012. -602 с.
8. Пененко В. В., Алоян А.Е. Модели и методы для задач охраны окружающей среды. Новосибирск: Наука, 1985, -209 с.
9. Алиев Б., Джураев Х.Ш. О корнях сингулярно-возмущённых алгебраических уравнений /Б. Алиев, Х.Ш. Джураев // Доклады Академии наук Республики Таджикистан. – 2004. - Т. 47, №4. - С.92-98.
10. Крутов Ю.М. Моделирование горения пылевидной коксовой частицы в присутствии водяного пара / Ю.М. Крутов, Д.В. Решетняк, И.И.Токарев // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. -2013. -№5(111). -с.47-57.
11. Тихонов А.Н., Кальнер В.Д., Гласко В.Б. Математическое моделирование технологических процессов и метод обратных задач в машиностроении. – М.: Машиностроение. -1990. - 264 с.



12. Латтес Р. Лионс Ж.Л. Метод квазиобращения и его приложения. – М.: Мир. - 1970. -507 с.
13. Тихонов А.Н., Арсенин В.Я. Методы решения некорректных задач. – М.: Наука. -1986. - 288 с.
14. Джураева Г.Х. Исследование математических моделей и соответствующих краевых задач с сингулярными коэффициентами /Г.Х.Джураева //-Душанбе: автореферат на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. -2019. -26 с.
15. Джураев Х.Ш. О решениях задачи Коши для сингулярно-возмущенных обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка с постоянными коэффициентами / Х.Ш. Джураев // Матер. I I между. науч. конф. «Перспективы развития науки и образования в XXI веке» часть 2. Душанбе: ГТУ им. акад. М.С. Осими. 2006 г. с.21-23.
16. Джураев, Х.Ш. О приближенно-аналитическом решении краевых задач для сингулярно-возмущенного уравнения стационарной теплопроводности. /Х.Ш. Джураев, Г.Х. Джураева // Проблемы автоматизации и управления. -2021. -№1 (40). –С.31-38.

## **ДАР БОРАИ ШАКЛИ ПЕШНИҲОДИ ТАҲЛИЛӢ ҲАЛЛИ МАСЪАЛАИ КАНОРИ БАРОИ МУОДИЛАИ СТАТСИОНАРИИ СИНГУЛЯРӢ- ОШУБИИ ГАРМИГУЗАРОНӢ**

**Фишурда.** Дар мақола модели омӯзиши тарҳи ҳалли муодилаи статсионарии сингулярӣ-ошубии гармигузаронӣ пешниҳод гардидааст, ки вай ба ҳалли масъала барои муодилаи ғайри ошубӣ наздик аст. Тибқи ин натиҷаҳои пешниҳодшуда тағйирёбии сели гармӣ ва ҳарорат дар доираи васеи ҳарорати омӯхта мешавад ва дар муқоиса нисбати дигар усулҳои таҳқиқи бештар хусусияти умумиро дорад.

**Калидвожаҳо:** ҳарорат, тарҳ, сели гармӣ, сингулярӣ-ошубӣ, модел.

## **ОБ АНАЛИТИЧЕСКОМ РЕШЕНИИ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ ДЛЯ СИНГУЛЯРНО-ВОЗМУЩЕННОГО УРАВНЕНИЯ СТАЦИОНАРНОЙ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ**

**Аннотация.** В статье предлагается модельное исследование схемы решения сингулярно-возмущенного уравнения стационарной теплопроводности, которое близко к решению задач для невозмущенного уравнения. В соответствии с этим представленный результат позволил изучать изменение теплового потока и температуры в широком диапазоне температур и является более общим методом по сравнению с другими методами.

**Ключевые слова:** температура, схема, теплового потока, сингулярно-возмущенное уравнение, модель.

## **ON THE ANALYTICAL SOLUTION OF BOUNDARY VALUE PROBLEMS FOR A SINGULARLY PERTURBED EQUATION OF STATIONARY THERMAL CONDUCTIVITY**

**Annotation.** The paper proposes a model study of the scheme for solving the singularly perturbed equation of stationary thermal conductivity, which is close to solving the problem for the undisturbed equation. In accordance with this, the presented result made it possible to study the change in heat flow and temperature over a wide temperature range and is a more general method compared to other methods.

**Keywords:** temperature, scheme, heat flow, singularly perturbed, model.

**Маълумот дар бораи муаллиф:**

**Чӯраева Гулшан Хайруллоевна** – номзади илмҳои физика ва математика, дотсенти кафедраи геометрия ва математикаи олии Донишгоҳи давлатии омӯзгории Тоҷикистон ба номи Садриддин Айнӣ. Суроға: 734025, Ҷумҳурии Тоҷикистон, Душанбе, хиёбони Рӯдакӣ, 121. **Почтаи электронӣ:** [hayrullo\\_58@mail.ru](mailto:hayrullo_58@mail.ru)

**Сведения об авторе:**

**Джӯраева Гулшан Хайруллоевна** – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры геометрии и высшей математики Таджикского государственного педагогического университета им. Садриддина Аини. Адрес: 734025, Республика Таджикистан, г. Душанбе, проспект Рудаки, 121. **Электронная почта:** [hayrullo\\_58@mail.ru](mailto:hayrullo_58@mail.ru)

**Information about the author:**

**Juraeva Gulshan Khairulloevna** – candidates of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Geometry and Higher Mathematics, Sadriddin Aini Tajik State Pedagogical University. Address: 121 Rudaki Avenue, Dushanbe, 734025, Republic of Tajikistan. **E-mail:** [hayrullo\\_58@mail.ru](mailto:hayrullo_58@mail.ru)

**Рецензент** Акдодов Д.М. –  
д.ф.-м н., профессор (ТНУ)

УДК 574.6:477.63/64

**АМСИЛАИ КОНСЕПТУАЛИИ ТАЪСИРИ БЕМОРИҶО ВА  
ЗАРАРРАСОНҶО БА ФАЪОЛИЯТИ ОИЛАИ ЗАНБҮРИ АСАЛ**

**Комилиён Ф.С., Саидзода И.М.**

**Донишгоҳи миллии Тоҷикистон**

**Масъалагузорӣ.** Бо пешрафт ва рушди илми муосири компютерӣ рӯз то рӯз имконияти коркарди усулҳо ва равишҳои нави амсиласозӣ барои тасвир ва таҳқиқи равандҳои гуногуни табиӣ, техникӣ, иқтисодӣ ва иҷтимоӣ бештар гашта, ҳамзамон, талабот нисбат ба татбиқи онҳо дар истеҳсолот ва дигар ҷабҳаҳои ҳаёт зиёд гашта истодааст. Бо истифода аз амсилаҳои компютерӣ, ки дар замина ва бар пояи технологияҳои иттилоотӣ сохта мешаванд, равандҳои ҳам истеҳсолӣ ва ҳам ғайри истеҳсолиро тарҳрезӣ, барномасозӣ, таҳқиқ ва таҳлил кардан ва дурнамои вазъи ояндаи онҳоро аз нуқтаи назари комилан илмӣ арзёбӣ кардан имрӯз имконпазир гаштааст.

Қисми зиёди истеҳсолкунандагони муваффақ ва пешоҳанги ҷомеаи муосир муҳимияти ин масъаларо дуруст дарк намудаанд. Онҳо муътамадона боварӣ ҳосил кардаанд, ки истифодаи ин усулу равишҳо дар пешбурди фаъолияти хоҷагидорӣ, истеҳсолӣ ва касбии онҳо як амри зарурӣ мебошад. Инчунин, онҳо фаҳмидаанд, ки аз татбиқи роҳу воситаҳои мазкур самаранокӣ ва маҳсулнокии заҳмати онҳо ҳатман боло хоҳад рафт ва бо ин васила соҳаи истеҳсолии онҳо низ рушд хоҳад кард.

Маҳз бо ҳамин сабаб имрӯз истифодаи васеи усулҳои амсиласозии компютерӣ ва татбиқи технологияҳои иттилоотиро қариб дар тамоми соҳаҳои фаъолияти инсон ба таври возеҳ мушоҳида кардан мумкин аст.

Азбаски дар баробари дигар соҳаҳо соҳаи занбӯриасалпарварӣ низ, ки дар шароити иқлимии Тоҷикистон хеле хуб рушд ёфта истода, имконияти боз ҳам зиёдтар ривоҷ ёфтандор дорад, имрӯз метавонад дар ҳамгирӣ бо усулҳои амсиласозии компютерӣ ҳалли қисми зиёди масъалаҳои истеҳсолии илман ҳалношудаи худро ба осонӣ пайдо кунад. Дар мавриди татбиқи ҳамаҷонибаи технологияҳои амсиласозӣ маҳсули фаъолияти меҳнати занбӯриасалпарварон метавонад самараи бештар диҳад, равандҳои баҳисобгирӣ ва арзёбии сифату миқдори тухми занбӯр ва индивидҳои ҳар як оилаи занбӯриасал, инчунин, тарзи бақайдгирии дараҷаи солимии онҳо ва амалигардонии чорабиниҳои пешгирикунандаю профилактикӣ худкор гардонидани шаванд.

Масалан, барои хоҷагиҳои занбӯрасалпарварию бузург ва миёна, ки дар онҳо зиёда аз 200 оилаи занбӯри асал парвариш карда мешаванд, зарурати ҳисобкунии хароҷотҳои молиявӣ ва ғоидаи иқтисодии бадастоянда, ки зимни амалигардонии равандҳои ташкил ва таъмини ғизои занбӯри асал, ҷамъоварию ҳосили асал ва дигар хароҷотҳои хоҷагидорӣ ба миён меоянд, кори чандон саҳл нест. Аз ин лиҳоз, худкорсозии равандҳои мазкур ба набзи замон комилан мувофиқ аст. Дар натиҷаи амалишавии ғояи мазкур заҳмати занбӯриасалпарваронро осон, маҳсулнокию оилаҳои занбӯри асалро зиёд ва беҳдошти вазъи молиявии хоҷагиҳои занбӯриасалпарвариро таъмин кардан имконпазир мегардад.

**Равишҳои ҳалли мушкилот.** Татбиқи амсилаҳои компютерӣ дар арзёбии марҳилаҳои рушди популятсияи оилаҳои занбӯри асал, муайянсозии дурнамои вазъи оилаҳо ва ба даст овардани ҳосили басандаю фаровони асал бисёр муҳим ва созгор доништа мешавад. Мақсад аз таҳияи амсилаҳои компютерӣ на танҳо аз худкоргардонии бақайдгирии миқдори популятсияи оилаҳои занбӯри асал, балки дар баҳисобгирии омилҳои таъсиррасони биотикӣ, абиотикӣ ва антропогенӣ низ муҳим арзёбӣ карда мешавад, ки онҳо метавонанд ба натиҷаҳои ҷашмдошти ҳосил мустақиман таъсир расонанд.

Боиси қаноатмандист, ки ба масъалаи амсиласозии математикӣ ва компютерии рафтор ва динамикаи тағйирёбии популятсияи ҳашаротҳои ғоидарасон ва зараррасон, аз ҷумла занбӯри асал, олимон ва муҳаққиқони соҳаҳои гуногуни ҳам ватанӣ ва ҳам хориҷӣ таҳқиқотҳои илмии зиёде анҷом дода, ҳалли бисёр мушкилиҳои мавҷударо аз диди худ пешниҳод кардаанд: Брагазин А.А. [1], Комилиён Ф.С., Саидзода И.М. [6; 8;14-17], Кудряков А.В. [9], Петровец В.Р., Хроменкова Т.Л., Шершнёва Л.А., Шершнёв А.Н. [12], Рибочкин А.Ф. [13], Чудинов В.В., Морозкин Н.Д., Бикунина Н.И. [18].

Мо дар раванди иҷрои корҳои илмию таҳқиқотии қаблии хеш [6; 8;14-17] марҳилаҳои ҳаёти популятсияи оилаи занбӯри асалро ҳам бе баҳисобгирӣ ва ҳам бо баҳисобгирии хусусиятҳои ҷинсии занбӯр мавриди омӯзиш, таҳқиқ ва амсиласозӣ қарор дода, дар ин замина амсилаҳои концептуалӣ, математикӣ ва компютерии ин марҳилаҳоро таҳия намуда, бо истифода аз онҳо ба натиҷаҳои муайяни илмӣ ноил гашта будем.

Дар таҳқиқоти мазкур мо тасмим гирифтём, ки бо баҳисобгирии хусусиятҳои ҷинсии занбӯри асал амсилаи концептуалии марҳилаҳои асосии ҳаёти популятсияи оилаи онро, ки фаъолияти индивидҳои алоҳидааш

мунтазам (доимо) ё тасодуфан зери таъсири бемориҳо ва зараррасонҳои гуногун қарор мегиранд, кор карда бароем.

Ба ин тасмим рӯ овардани мо зимни омӯзиш ва таҳлили сарчашмаҳои мувофиқи илмӣ ба вучуд омадааст. Маъмулан, омилҳои таъсиррасони популятсияи оилаи занбӯри асалро ба бемориҳо (вирусҳо, микробҳо, паразитҳо, микроорганизмҳои сирояткунанда ва ғайра) ва зараррасонҳои бузургандоза (парандаҳо, хазандаҳо, хояндаҳо, обхокиҳо ва ғайра) тақсим мекунамд [1-5;11].

Дар интиҳоби омилҳои таъсиррасони берунию дохилӣ, параметрҳо, тағйирёбандаҳои амсилавӣ ва инчунин дар коркарди ҳуди амсилаи концептуалии таъсири бемориҳо ва зараррасонҳо ба фаъолияти оилаи занбӯри асал мо аз таҷрибаи амсиласозӣ ва методикаи таҳияи амсилаҳои концептуалӣ барои индивидҳои оилаҳои занбӯри асал ва организмҳои экосистемаҳои обӣ [6;7;8;14-17] истифода бурдем, ки зимни таҳқиқотҳои қабламон ҳосил шуда буданд. Азбаски организмҳои зараррасон ва бемориҳои занбӯр бояд ҳамчун тағйирёбандаҳои асосӣ ба амсила ворид карда шаванд, бинобар он мо зарур донистем, ки дар бораи онҳо мухтасар маълумот пешкаш намоем.

Занбӯри асал низ ба мисли дигар организмҳои зинда дар марҳилаҳои гуногуни ҳаёташ метавонад гирифтори ҳар гуна бемориҳо гардад ва ба профилактикаю пешгирии беморӣ ва муолиҷа эҳтиёҷ дорад. Бо дарназардошти мушкilotи мазкур аз ҷониби олимон ва муҳаққиқони соҳа роҷеъ ба бемориҳои занбӯри асал ва роҳҳои пешгирии онҳо корҳои зиёди илмию таҳқиқотӣ ва методӣ анҷом дода шуда, ба нашр расонида шудааст. Масалан, мутахассисони варзидаи соҳаи занбӯриасалпарварӣ В.Ф. Галата, А.И. Ятусевич як «Дастури методӣ оид ба паразитологияи байторӣ» [2] навиштаанд, ки фарогири ҳамин масъала мебошад.

Муҳаққиқон О.Ф. Гробов, А.М. Смирнов, Е.Т. Попов бошанд, дар мавзӯи «Бемориҳо ва зараррасонҳои занбӯри асал» [3] таҳқиқоте анҷом додаанд, ки асосҳои биологии таҳқиқоти мазкури моро ташкил додааст.

Дар ҳамин радиф, мутахассисони соҳаи биология М.Н. Мукминов дар мавзӯи «Микозҳои занбӯри асал» [11], Ф.А. Лаврехин, С.В. Панкова дар мавзӯи «Биологияи занбӯри асал» [10] ва дигарон низ корҳои илмӣ ба сомон расонидаанд, ки дар онҳо номгуӣ бемориҳо ва зараррасонҳои занбӯри асал бо усулҳои хосса таснифбандӣ шудаанд ва дар амсилаи таҳиякардаи мо мавриди истифода қарор гирифтаанд.

Дар кулли таҳқиқотҳои илмии зикршуда бемориҳои занбӯри асал аз рӯи хосиятҳо ва нишондиҳандаҳои гуногун арзёбӣ ва таснифбандӣ шудаанд. То ҳанӯз дар ин самт таснифбандии ягона вучуд надорад. Бинобар он, мо дар намуди умумӣ ҳамаи бемориҳои занбӯри асалро ба ду гурӯҳ ҷудо кардем: сироятӣ ва ғайрисироятӣ.

Ба бемориҳои сироятии занбӯри асал дохил мешаванд:

- бактериозҳо (навъҳои амриқоӣ ва аврупоӣ, колибактерияҳо);
- паразитҳо (нозематос, амебиоз, грегариноз, критидоз);
- микозҳо (аскозфероз, меланоз, аспергилез, кандидомикоз);
- варроратоз (эуварроз, пиёмотоз, акарапидоз);
- вироза (навъи халта, фалачи шадиди занбӯри асал, фалачи музмини вирусӣ);

-энтомозҳо (мелеоз, браулес, сенотаниоз, фориноз) ва ғайра.

Ба бемориҳои ғайрисироятии занбӯри асал дохил мешаванд:

-бемориҳое, ки бо сабаби истеъмоли ғизои пастсифат сар задаанд (таназзули карбогидратҳо, дарунравӣ, захролудшавӣ аз ҳисоби партовҳои саноатӣ ва ғайра);

-бемориҳое, ки бо сабаби вайрон шудани талабот ва меъёрҳои нигоҳубини занбӯр сар задаанд (хушкшавии тухм, таъсири майдонҳои электромагнитӣ, таъсири радиоактивӣ ва ғайра);

-бемориҳое, ки бо сабаби парвариши нодуруст сар задаанд (бемориҳои ирсӣ, бемориҳои модарзанбӯр, тағйирёбии шакли бадани занбӯр) ва ғайра.

**Амсиласозии концептуалӣ.** Омӯзиш ва таҳлили адабиёти илмӣ рӯшан сохт, ки бемориҳои номбурда метавонанд ба тамоми марҳилаҳои ҳаёти занбӯри асал (аз тухм сар карда, то занбӯри болиғ) таъсир расонанд. Аз ин рӯ, ҳангоми амсиласозӣ мо таъсири кулли бемориҳоро ба оилаи занбӯри асал бо ёрии як тағйирёбандаи умумии  $Bz(t), t \in [t_0; t_n], n \in N$  ишорат намуда, коэффитсиентҳои мувофиқи ҷавти индивидҳои занбӯри асалро аз ҳисоби таъсири ин бемориҳо барои ҳар як марҳилаи ҳаёти онҳо ба воситаи  $b_{ij}$  ( $i = 1,2; j = 1,2,3,4,5$ ) ишорат кардем.

Мутахассисони соҳаи занбӯрпарварӣ зараррасонҳои занбӯри асалро ба якҷанд гурӯҳҳо ҷудо кардаанд: хояндаҳо, хазандаҳо, парандаҳо ва дигар намудҳои организмҳои сутунмуҳрадор ва бесутунмуҳра. Дарачаи зарароварии ҳар кадоми ин гурӯҳҳо ҳар хел аст. Масалан, агар муш тасодуфан ба дохили қуттии занбӯри асал ворид шавад, тамоми манбаи

ғизои занбӯр ва индивидҳои оилаи онро хароб менамояд ва бо ин рафтори худ ба оилаи занбӯр талафоти калони ҷонию ғизоӣ мерасонад.

Хояндаҳо, ки яке аз зараррасонҳои занбӯри асал ба ҳисоб мераванд, ба оилаи ширхӯрон дохил мешаванд. Дар табиат садҳо намуд хояндаҳоро вохӯрдан мумкин аст: муш, сағур, ҷайра ва ғайра.

Хояндаҳо ба оилаи занбӯри асал танҳо ба таври тасодуфӣ зарар расонида метавонанд. Онҳо дар ҳолате метавонанд ба занбӯр ҳамла кунанд, ки агар ба дохили қуттии занбӯр роҳ ёбанд.

Дар амсилаи концептуалӣ миқдори умумии хояндаҳо бо ёрии тағйирёбандаи  $Hoz(t), t \in [t_0; t_n], n \in N$  ва коэффитсиентҳои мувофиқи зарари онҳо (ё ҳиссаи талафоти оилаи занбӯр аз ҳисоби зараррасонии хояндаҳо) барои ҳар як марҳилаи ҳаёти занбӯри асал ба воситаи  $m_{ij}$  ( $i = 1, 2; j = 1, 2, 3, 4, 5$ ) ишорат шудааст.

Таҷрибаи мутахассисони хоҷагиҳои занбӯрпарварӣ ва таҳқиқотҳои илмӣ собит сохтаанд, ки оилаҳои хазандаҳо ва обхокиҳо низ ба зараррасонҳои занбӯри асал дохил мешаванд. Ин намуди зараррасонҳо низ танҳо ба таври эҳтимоли метавонанд ба оилаи занбӯр зарар расонанд.

Ба гурӯҳи хазандаҳо, ки то имрӯз зиёда аз 7 ҳазор намуди онҳо маълум аст, морҳо, калтакалосҳо, сангпуштҳо ва ғайра дохил карда шудаанд. Ба гурӯҳи обхокиҳо бошад, асосан намудҳои қурбоққаҳоро дохил мекунанд [4].

Хазандаҳо ва обхокиҳо бештар занбӯрҳои болиғи оиларо дар аснои чамъоварии шахд, гарди гул, оббиёри ва ғайра сайд мекунанд. Хазандаҳо, инчунин, дар баромадгоҳи қуттиҳои оилаҳо камин гирифта, занбӯрҳоеро, ки барои чамъоварии шахд ба берун баромадани мешаванд, туъмаи худ мегардонанд.

Дар амсилаи концептуалӣ миқдори умумии хазандаҳо ва обхокиҳо дар якҷоягӣ бо ёрии тағйирёбандаи  $Haz(t), t \in [t_0; t_n], n \in N$  ва мувофиқан коэффитсиентҳои ғавти ҳарду ҷинси занбӯрҳои болиғ зимни истеъмоли онҳо аз тарафи зараррасонҳои мазкур ба воситаи  $c_1$  ва  $c_2$  ишорат шудаанд.

Занбӯри асал бо сабаби ҳашароти хурди парвозӣ буданаш дар бисёр мавридҳо туъмаи паррандаҳои бузургтари муҳити атроф мегардад, ки боиси расонидани зарари ҷиддӣ ба хоҷагиҳои занбӯрпарвар ва ба миқдори популятсияи занбӯр мегардад. Яке аз паррандаҳои маъмули зараррасон ин занбӯрхӯрак ба ҳисоб меравад. Таҳқиқотҳои илмӣ собит сохтаанд, ки агар як занбӯрхӯрак танҳо аз шикори занбӯр сер шавад, дар як шабонарӯз метавонад аз 700 то 1000 занбӯрро ба ҳалокат расонад. Дар 2-3 моҳи

тобистон бошад, як занбӯрхӯрак ба ҳисоби миёна то 20000 занбӯри асалро нобуд месозад [5].

Дар амсилаи концептуалӣ миқдори умумии парандаҳо бо ёрии тағйирёбандаи  $Pz(t), t \in [t_0; t_n], n \in N$  ва мувофиқан коэффитсиентҳои фавти ҳарду ҷинси занбӯрҳои болиғ зимни истеъмоли онҳо аз тарафи ин парандаҳо ба воситаи  $p_1$  ва  $p_2$  ишорат шудаанд.

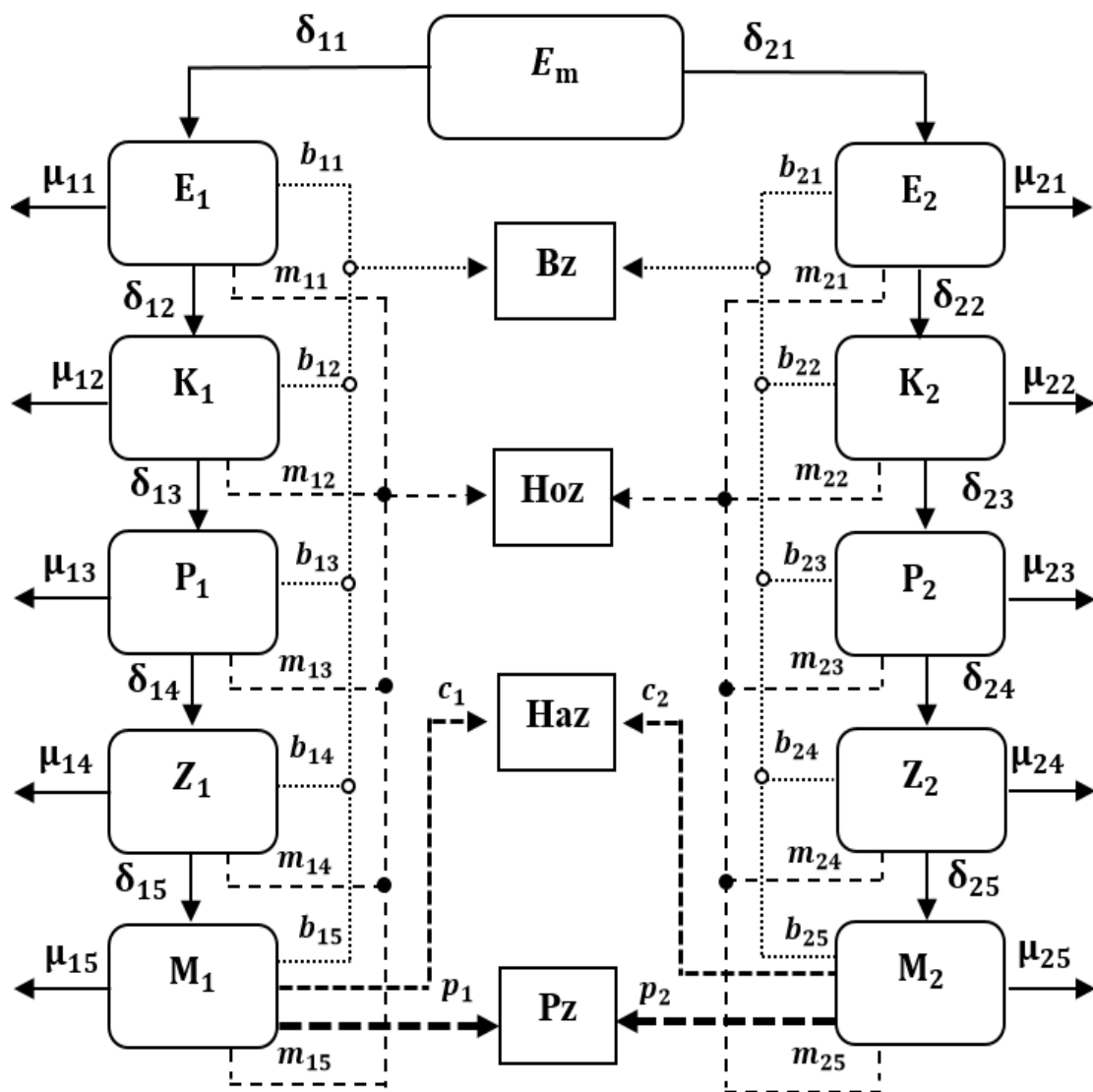
Ҳамчунин, бо истифода аз ишораҳои дар корҳои илмию таҳқиқотии [6; 7; 8; 14-17] овардашуда, бо ёрии  $E_m(t)$  миқдори умумии тухмҳои дар як шабонарӯз баборовардаи модарзанбӯрро ишорат карда, ҳолати гузариши вазъи индивидҳои оилаи занбӯри асалро аз як марҳилаи ҳаёт ба марҳилаи дигари он дар лаҳзаи вақти додасудаи  $t \in [t_0; t_n], n \in N$  ба воситаи 10 тағйирёбандаи зерин тасвир мекунем:  $E_1(t)$  – миқдори тухмҳои, ки аз онҳо занбӯрони корӣ ба дунё меоянд,  $E_2(t)$  – миқдори тухмҳои, ки аз онҳо нарзанбӯрҳо ба дунё меоянд,  $K_1(t)$  – миқдори кирминаҳои занбӯри корӣ,  $K_2(t)$  – миқдори кирминаҳои нарзанбӯр,  $P_1(t)$  – миқдори индивидҳои пешаззочавии занбӯри корӣ,  $P_2(t)$  – миқдори индивидҳои пешаззочавии нарзанбӯр,  $Z_1(t)$  – миқдори зочаҳои занбӯри корӣ,  $Z_2(t)$  – миқдори зочаҳои нарзанбӯр,  $M_1(t)$  – миқдори занбӯрҳои болиғи корӣ ва  $M_2(t)$  – миқдори нарзанбӯрҳои болиғ.

Айнан бо ҳамин тарз [8], бо ёрии  $\mu_{ij} (i = 1,2; j = 1,2,3,4,5)$  – коэффитсиентҳои фавти табиӣ индивидҳои гурӯҳҳои ҷинсии  $i$ -юми популятсияи оилаи занбӯри асалро дар марҳилаҳои додасудаи  $j$ -юми ҳаётшон ва бо ёрии  $\delta_{ij} (i = 1,2; j = 1,2,3,4,5)$  – ҳиссаҳои (коэффитсиентҳои) аз як марҳила ба дигар марҳилаи ҳаётӣ гузаштани ин индивидҳоро ишорат мекунем.

Бо дарназардошти андешаҳои болоӣ амсилаи концептуалии таъсири бемориҳо ва зараррасонҳоро ба фаъолияти оилаи занбӯри асал дар намуди нақшай дар расми 1 овардашуда ҳосил намудем.

Амсилаи концептуалии дар расми 1 тасвирёфта ба қадри кофӣ омилҳои таъсиррасони оилаи занбӯри асал ва раванди гузариши миқдори индивидҳои онро аз як марҳилаи ҳаёт ба марҳилаҳои дигар тасвир карда, бар пояи он сохтани амсилаҳои математикӣ ва компютериӣ популятсияи оилаи занбӯри асал дар алоқамандӣ бо таъсири бемориҳо ва зараррасонҳо имконпазир гаштааст.





**Расми 1. Амсилаи концептуалии марҳилаҳои ҳаёти оилаи занбӯри асали зери таъсири бемориҳо ва зараррасонҳо фаъолиятдошта**

**Хулосаҳо:**

1. Омӯзиш, таҳқиқ ва таҳлили адабиёти илмии ба соҳаи занбӯриасалпарварӣ бахшидашуда собит сохт, ки ҳангоми пешбурди фаъолияти меҳнати оилаи занбӯри асал индивидҳои оилаи он дар дилхоҳ марҳилаи ҳаёташон (аз тухм сар карда, то занбӯри болиғ) метавонанд гирифтори бемориҳо ва ҳамлаи зараррасонҳои гуногун қарор гиранд.

2. Агар сари вақт чораҳои зидди беморӣ ва корҳои профилактикии зидди зараррасонҳо гузаронида нашаванд, популятсияи занбӯри асал талаф ёфта, хоҷагиҳои занбӯриасалпарварӣ зарари калони молиявӣ ва иқтисодӣ мебинанд.

3. Амсилаи концептуалии марҳилаҳои ҳаёти индивидҳои оилаи занбӯри асал кор карда баромада шудааст, ки он хусусиятҳои ҷинсии

занбӯр ва таъсири бемориву зараррасонҳоро ба фаъолияти меҳнати оилаи занбӯр ба ҳисоб мегирад.

4. Бар пояи амсилаи концептуалӣ коркарди амсилаҳои математикӣ ва компютери марҳилаҳои ҳаёти популятсияи оилаи занбӯри асал дар ҳамбастагӣ бо таъсири бемориҳо ва зараррасонҳо имконпазир гаштааст, ки онҳо ба худкоргардонии фаъолияти хоҷагидорӣ занбӯриасалпарварон равона мегарданд.

5. Дар натиҷаи худкоргардонии фаъолияти хоҷагиҳои занбӯрпарварӣ заҳмати занбӯриасалпарварон осон, маҳсулнокии оилаҳои занбӯри асал зиёд ва вазъи молиявии хоҷагиҳо беҳтар хоҳад шуд.

### АДАБИЁТ

1. Брагазин, А. А. Обоснование использования экстерьерных признаков пород медоносной пчелы *Apis mellifera* в процедуре биомониторинга: дисс ... канд. наук [Текст] / А.А. Брагазин. – Нижний Новгород, 2014. – 115 с.
2. Галата, В.Ф. Дастур оид ба паразитологияи байторӣ [Матн] / В.Ф. Галата, А.И. Ятусевич // Минск: Маркази иттилоотии Вазорати молия, 2015. – 496 с.
3. Гробов, О. Ф. Болезни и вредители медоносных пчел: справочник [Текст] / О.Ф. Гробов, А.М. Смирнов, Е.Т. Попов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 335 с.
4. Гурӯҳҳои асосии хазандаҳои муосир. Синфи обхокиҳо [Захираи электронӣ] // <https://allinweb.ru/zoologiya/6998/> (Санаи мурочиат: 17.11.22).
5. Золотистая шурка [Электронный ресурс] // <https://bdjola.com/zolotistaya-shhurka/> (Дата обращения: 24.09.22).
6. 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.
7. Комилиён, Ф. С. Тарҳрезии концептуалии популятсияи моҳиҳои экосистемаи обанбори пастоб [Матн] / Ф.С. Комилиён, И.М. Саидов // Паёми Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. Бахши илмҳои табиӣ. – 2017. – № 1/3. – С. 99-104. – EDN YNQPAPZ.
8. 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. 20-35.

9. Кудряков, А. В. Простая модель функционально-возрастного состава пчелиных семей и некоторые её приложения [Текст] / Кудряков, А.В. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2006. – Т. 8. – № 2. – С. 556-563.
10. Лаврехин, Ф. А. Биология медоносной пчелы [Текст] / Ф.А. Лаврехин, С.В. Панкова. – М.: «Колос», 1983. – 303 с.
11. Мукминов, М. Н. Микозы медоносных пчел. Лечение и профилактика: учебное пособие [Текст] / М.Н. Мукминов. – Казань: Казанский университет, 2018. – 103 с.
12. Петровец, В. Р. Экономико-математическая модель содержания двух пчелиных семей в инновационном двухблочном улье с комбинированной технологической перегородкой [Текст] / В.Р. Петровец, Т.Л. Хроменкова, Л.А. Шершнёва, А.Н. Шершнёв // Известия Национальной академии наук Беларуси. Аграрная серия. – 2021. – Т. 59. – № 1. – С. 103-110.
13. Рыбочкин, А. Ф. Контроль и управление жизнедеятельностью пчелиных семей: дисс ... док. наук [Текст] / А.Ф. Рыбочкин. – Москва, 2004. – 644 с.
14. Саидзода, И. М. Компьютерное моделирование популяции медоносной пчелиной семьи методом Рунге-Кутта [Текст] / И.М. Саидзода, Ф.С. Комилийён // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. – 2022. – № 2. – С. 26-42. – EDN QFYLA1.
15. Саидзода, И. М. Таҳияи амсилаи риёзӣ барои таҳқиқи динамикаи популятсияи мохиҳо дар экосистемаи обанбори «Баҳри Тоҷик» [Матн] / И.М. Саидзода, М.Р. Ёров, И.Ш. Мамадназаров // Паёми Академияи таҳсилоти Тоҷикистон. – 2021. – № 1 (38). – С. 173-180. – EDN PBOFLW.
16. Саидзода, И. М. Амсиласозии математикии популятсияи оилаи занбӯри асал [Матн] / И.М. Саидзода // Паёми Донишгоҳи давлатии тичорати Тоҷикистон. – 2022. – № 2 (41). – С. 215-220.
17. Саидов, И. Таҳқиқи компютери динамикаи популятсияи занбӯри асал [Матн] / И. Саидов, М. Ёров, А. Қосимӣ // Паёми Донишгоҳи давлатии омӯзгории Тоҷикистон ба номи Садриддин Айни. Баҳши илмҳои физика ва математика. – 2021. – № 1-2(9-10). – С. 81-85.
18. Чудинов, В. В. Математическая модель динамики развития колонии клеща Варроа [Текст] / В.В. Чудинов, Н.Д. Морозкин, Н.И. Бикунина // Вестник Башкирского университета. – 2012. – Т. 17. – №1 (1). – С. 428-435.

## АМСИЛАИ КОНСЕПТУАЛИИ ТАЪСИРИ БЕМОРИҶО ВА ЗАРАРРАСОНҶО БА ФАЪОЛИЯТИ ОИЛАИ ЗАНБЌРИ АСАЛ

**Фишурда.** Мақола ба амсиласозии концептуалии марҳилаҳои ҳаёти индивидҳои оилаи занбўри асал бахшида шудааст, ки он хусусиятҳои ҷинсии занбўр ва таъсири беморию зараррасонҳоро ба фаъолияти меҳнати оилаи занбўр ба ҳисоб мегирад. Таҳқиқоти мазкур дар таълиқи адабиёти илмӣ ба соҳаи занбўриасалпарварӣ бахшидашуда рӯи кор омадааст.

Хулосабардорӣ шудааст, ки агар сари вақт чораҳои зидди беморӣ ва корҳои профилактикии зидди зараррасонҳо гузаронида нашаванд, популятсияи оилаҳои занбўри асал талаф ёфта, хоҷагиҳои занбўриасалпарварӣ зарари калони молиявӣ ва иқтисодӣ мебинанд.

Бар пояи амсилаи концептуалии эҷодшуда имконияти сохтани амсилаҳои математикӣ ва компютери марҳилаҳои ҳаёти популятсияи оилаи занбўри асал дар ҳамбастагӣ бо таъсири беморию ва зараррасонҳо пайдо шудааст, ки онҳо ба худкоргардонии фаъолияти хоҷагидорӣ занбўриасалпарварон равона хоҳанд шуд.

**Калидвожаҳо:** амсилаи концептуалӣ, оилаи занбўри асал, марҳилаи ҳаёт, беморӣ, зараррасон, чораи зидди беморӣ, профилактика, хоҷагии занбўрпарварӣ, зарари иқтисодӣ.

## КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ВЛИЯНИЯ БОЛЕЗНЕЙ И ВРЕДИТЕЛЕЙ НА ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ МЕДОНОСНОЙ ПЧЕЛИНОЙ СЕМЬИ

**Аннотация.** Статья посвящена концептуальному моделированию этапов жизни пчелиной семьи, учитывающему половые особенности пчел и влияние болезней и вредителей на трудовую деятельность пчелиной семьи. Данное исследование основано на анализе научной литературы, посвященной области пчеловодства. Сделан вывод, что если не проводить своевременные меры против болезней и профилактические меры против вредителей, поголовье пчелиных семей будет потеряно, а пчеловодческие хозяйства понесут большие финансово-экономические убытки. На основе созданной концептуальной модели возможно создание математических и компьютерных моделей жизненных стадий популяции пчелиной семьи во взаимосвязи с воздействием болезней и вредителей, что будет направлено на автоматизацию хозяйственной деятельности пчеловодов.

**Ключевые слова:** концептуальная модель, пчелиная семья, жизненный этап, болезнь, вредитель, борьба с болезнями, профилактика, пчеловодство, экономический ущерб.

## CONCEPTUAL MODEL OF THE IMPACT OF DISEASES AND PESTS ON THE ACTIVITY OF THE HONEY BEE FAMILY

**Annotation.** The article is devoted to the conceptual modeling of the life stages of a bee colony, taking into account the sexual characteristics of bees and the influence of diseases and pests on the labor activity of the bee colony. This study is based on the analysis of scientific literature on the field of beekeeping. It is concluded that if timely measures against diseases and preventive measures against pests are not carried out, the number of bee colonies will be lost, and beekeeping farms will suffer large financial and economic losses. Based on the created conceptual model, it is possible to create mathematical and computer models of the life stages of the bee colony population in relation to the impact of diseases and pests, which will be aimed at automating the economic activities of beekeepers.

**Keywords:** concept model, bee family, stage of life, disease, pest, disease control, prevention, beekeeping, economic damage.

### **Маълумот оид ба муаллифон:**

**Комилиён Файзалӣ Саъдулло** – доктори илмҳои физикаю математика, профессори кафедраи информатикаи Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. Тел.: (+992) 988685014, E-mail: [komfaiz@mail.ru](mailto:komfaiz@mail.ru);

**Саидзода Исроил Маҳмад** – номзоди илмҳои техникаӣ, дотсент, мудири кафедраи информатикаи Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. Тел.: (+992) 904485555, E-mail: [isroil-84@list.ru](mailto:isroil-84@list.ru).

### **Сведения об авторах:**

**Комилиён Файзали Садулло** – доктор физико-математических наук, профессор кафедры информатики Таджикского национального университета. Тел.: (+992) 988685014, E-mail: [komfaiz@mail.ru](mailto:komfaiz@mail.ru);

**Саидзода Исроил Махмад** – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой информатики Таджикского национального университета, Тел.: (+992) 904485555, E-mail: [isroil-84@list.ru](mailto:isroil-84@list.ru).

### **Information about the authors:**

**Komiliyon Fayzali Sa'dullo** – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor of the Informatics Department of the Tajik National University, Tel.: (+992) 988685014, E-mail: [komfaiz@mail.ru](mailto:komfaiz@mail.ru);

**Saidzoda Isroil Mahmud** – Candidate of Technical Sciences, docent, Head of the Informatics Department of the Tajik National University, Tel.: (+992) 904485555, E-mail: [isroil-84@list.ru](mailto:isroil-84@list.ru).

**ДАР БОРАИ САМАРАНОКИИ ТАЪЛИМИ ҲАМГИРОИИ ФАНИИ  
МАТЕМАТИКА ВА ИНФОРМАТИКА ДАР МИСОЛИ ТЕОРЕМАИ  
КОШИ**

**Каримов А.Ғ., Талбаков Ҳ.Ҳ., Пиров Ҳ.Ҳ.**

**Донишгоҳи давлатии Данғара**

Мусаллам аст, ки илми математика асоси тадқиқоти фундаменталӣ дар илмҳои табиатшиносӣ ва гуманитарӣ мебошад ва аз ҳамин сабаб аҳамияти он дар системаи умумии донишҳои инсонӣ мунтазам меафзояд. Ғояҳои усулҳои математикӣ ба идоракунии системаҳои хеле мураккаб ва калони дорои характери гуногун: парвозҳои киштиҳои кайҳонӣ, саноат, қори системаҳои васеи нақлиёт ва дигар фаъолиятҳо татбиқ мешаванд. Дар математика назарияҳои нав дар ҷавоби талаботи амалия ва инкишофи дохилии ҳуди математика ба вучуд меоянд. Татбиқи соҳаҳои гуногуни математика як қисми ҷудонашавандаи илм гардидаанд, аз ҷумла: физика, химия, геология, биология, тиб, забоншиносӣ, иқтисод, ҷомеашиносӣ ва ғайра. Математика дар таҳқиқоти табиатшиносӣ, муҳандисӣ ва гуманитарӣ нақши муҳим дорад. Вай барои аксар соҳаҳои дониш на танҳо воситаи ҳисобу китоби миқдорӣ, балки усули таҳқиқоти дақиқ ва воситаи ниҳоят аниқ тартиб додани мафҳум ва проблемаҳо гардидааст, яъне, бе математикаи ҳозиразамон, бо дастгоҳи мукаммали мантиқӣ ва ҳисоббарории он пешравӣ дар соҳаҳои гуногуни фаъолияти инсон имконнопазир мебошад.

Математика на танҳо воситаи тавоноии ҳалли масъалаҳои амалӣ ва забони универсалии илм, балки унсури маданияти умумӣ мебошад. Аз ин рӯ, таълими риёзиро бояд ҷузъи муҳимтарини системаи таълими бунёдии мутахассиси муосири илмҳои гуманитарӣ ҳисоб кард. Аз тарафи дигар, дар ҷомеаи муосир қори мутахассиси ҳама гуна касбҳоро бе истифодаи технологияҳои компютерӣ тасаввур кардан мумкин нест. Истифодаи технологияҳои иттилоотӣ имкон медиҳад, ки самаранокии бисёр қарорҳо тавассути сари вақт ба даст овардани иттилооти зарурӣ зиёд карда шавад. Информатика нақши пайвандкунандаи илмҳои табиатшиносӣ ва гуманитариро мебозад [1, с.3-9].

Барномаи Visual Basic-ро бо силсилафармони “Пуск → Программы → Visual Basic 6.0” омодаи кор гардонидан мумкин аст. Visual Basic 6.0 версияи маъмули муҳити ҳамгирошудаи рушд бо забони барномасозии

классикии Visual Basic, ки аз ҷониби MicroSoft таҳия шудааст, бо компилятори мукамал ва функцияҳои васеъ барои коркарди сатрҳо ва массивҳо мебошад. Мақсади асосии Visual Basic эҷоди барномаҳои бо рӯйдодҳо асосёфтаи Windows бо дастгирии интерфейси графикӣ ва пойгоҳи додаҳо мебошад, дар ҳоле ки сарфи назар аз парадигма ва синтаксиси аслии BASIC, сохтори он ба Паскал хеле наздик аст.

Содда будани забони BASIC, ки бо қобилияти истифодабарии интерфейси графикии Windows, инчунин остонаи хеле пасти дохилшавӣ мукамал шудааст, зуд Visual Basic-ро ба яке аз маъмултарин IDE барои таҳияи босуръати барномаҳои барномавӣ табдил дод. Нақши охирин дар афзоиши маъруфият интегратсияи Visual Basic бо интерфейси графикии корбар буд. Барномасозон қобилияти истифода бурдани унсурҳои интерфейси пешакӣ муайяншудаи Windows (тугмаҳо, равшанаҳои он ва ғайра) пайдо кардаанд ва онҳоро бо мушак ҷойгир карда, аз тавсифи дилгиронаи равшанаи мушаххас халос шуда, бевосита ба коди дар ҷавоб иҷрошаванда тамаркуз мекунанд [2, с.258].

Математика ҳамчун илм дар бораи муносибатҳои миқдорӣ ва шаклҳои фазоии ҷаҳони воқеӣ мебошад. Дар робитаи зич бо талаботи илму техника фонди муносибатҳои миқдорӣ ва шаклҳои фазоӣ, ки онро математика меомӯзад, мунтазам васеъ мешавад, то ки таърифи дар боло овардашуда бояд ба маънои умумитарин дарк карда шавад.

Садаи гузаштаро “Асри иттилоот” ё ҳатто “Айёми таркиши информатсионӣ” ном дода буданд, ки бесабаб набуд. Дар оғози қарни бисту якум бошад, дарёфтанд, ки ҳаҷми умумии иттилоот дар ҷаҳон дар арзи ҳар ду сол ду баробар меафзояд. Иттилоот як унсури зарури инфраструктураи илму технологияи имрӯза буда, ба ингунаи маълумот, дастур, хабару мақола ва китоб, инчунин мукотибаи расмию хусусӣ муассисаҳои таҳқиқотию таҳсилотиро бо ғизои маънавӣ таъмин менамояд. Хусусан, иттилооти илмӣ ба шарофати инкишофи технологияи ҳозиразамони компютерӣ ба шасту суръати гӯшношунид сартосари рубъи маскун паҳн мешавад.

Масъалаи асосие, ки мо дар инҷо таҳлил намуданием, ин татбиқи технологияи ҳисоббарории замонавӣ дар исботи як теоремаи Коши мебошад. Дар таърихи илми риёзӣ О.Л. Коши (1789-1857) шинохта буда [3, с.63] аввалин шуда ба мафҳумҳои асосии таҳлили риёзӣ — ҳадд, давомнокӣ, ҳосила, дифференциал, интеграл, конвергенсияи қаторҳо ва ғайра таърифи мушаххас дод. Мафҳуми давомнокӣ ба мафҳуми беохирӣ хурд асос ёфтааст, ки маънои нав барои Коши беохир як тағирёбанда буда,

ба сифр майл дорад. Мафҳуми радиуси конвергенсияи силсиларо ҷорӣ кард.

Теоремаи Коши. Миёнаи геометрии якчанд миқдори ғайриманфӣ ҳамеша аз миёнаи гармоникӣ онҳо кам ва аз миёнаи арифметикӣ онҳо зиёд нест. Ибтидои теоремаро дар шакли математикӣ ва барномаи компютерӣ меорем. Дар аввал миёнаи арифметикиро бо формулаи бузургҳои миёнаи арифметикӣ, гармоникӣ ва геометриро бо мисолҳо оварда нишон медиҳем. Акнун барномаи компютери онро дар Visual Basic 6.0 сохта дурустии ҳалли онро нишон медиҳем.

Мисоли 1.

Ҳангоми  $n=4$ :

$$x_1=3; x_2=4; x_3=9; x_4=12.$$

$$A = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \text{ - миёнаи арифметикӣ}$$

$$A = \frac{3+4+9+12}{4} = 7$$

Мисоли 2.

$$H = \frac{n}{\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} + \dots + \frac{1}{x_n}} \text{ - миёнаи гиберболи}$$

$$H = \frac{4}{\frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{9} + \frac{1}{12}} = 4 \cdot \frac{28}{36} = \frac{4 \cdot 36}{28} = \frac{36}{7} = 5\frac{1}{7}$$

Мисоли 3.

$$G = \sqrt[n]{x_1 x_2 \dots x_n} \text{ - миёнаи геометрӣ}$$

$$G = \sqrt[4]{3 * 4 * 9 * 12} = 6$$

Решаи дараҷаи чор аст.

Мисоли 3.

Дар расмҳои поёни натиҷаи кори барномаи сохташуда оиди дурустии ҳалли теоремаи Коши аст. Барнома ибтидои теоремаи Коширо татбиқ меномояд. Оиди ин масъала мо  $n$ -ро баробари рақамҳои гуногун гирифта ба натиҷа муясар мегардем [4.с.30-31].



Form1

X1 3 H<=G<=A

X2 4

X3 9

X4 12

h 5.1428571428571

G 6

A 7

Пахш

Расми 1. Натиҷаи кори барнома ҳангоми  $x_1=3$ ;  $x_2=4$ ;  $x_3=9$ ;  $x_4=12$ .

Исботи теоремаи Коши

X1 10000 H<=G<=A

X2 10000 n 4

X3 200

X4 300

H 468.75

G 1565.084580073

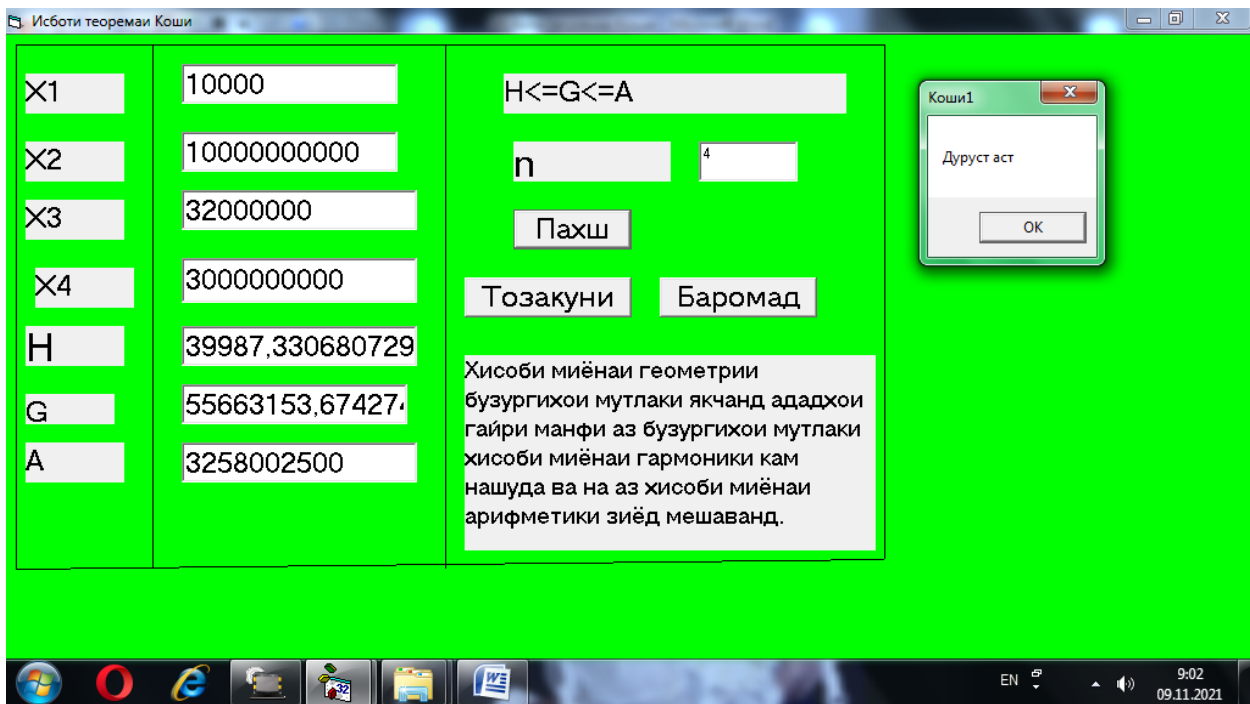
A 5125

Пахш

Тозакуни Баромад

Хисоби миёнаи геометрии бузургихои мутлаки якчанд ададҳои гайри манфи аз бузургихои мутлаки хисоби миёнаи гармоникӣ кам нашуда ва на аз хисоби миёнаи арифметикӣ зиёд мешаванд.

Расми 2. Натиҷаи кори барнома ҳангоми  $x_1=3$ ;  $x_2=4$ ;  $x_3=9$ ;  $x_4=12$ .  
(Шакли дигари барнома)



**Расми 3. Рақамҳои  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$ ,  $x_4$  иваз карда шудааст ва шакли барнома дигар аст.**

Ҳамин тариқ, таҷрибаҳои амалие, ки анҷом дода шуд, дар расми 3. рақамҳои  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$ ,  $x_4$  иваз карда шудааст ва шакли барнома дигар аст.

### АДАБИЁТ

1. Колин К. Информационная глобализация общества и гуманитарная революция. // Alma Mater. –2002, № 8, с. 3 – 9.
2. Комилов Ф.С. Информатика ва технологияи информатсионӣ. Душанб 2016.-258с.
3. Сатторов А.Э., Муродов Б.Н. Ситораҳои олами математика. Бохтар, ҚДММ «Матбаа», 2022. – 166 с.
4. Справочник по математике. А.А.Рывкин, А.З.Рывкин, Л.С.Хренов. - Москва, Высшая школа -1975,- 30-31с.

### ДАР БОРАИ САМАРАНОКИИ ТАЪЛИМИ ҲАМГИРОИИ ФАНИИ МАТЕМАТИКА ВА ИНФОРМАТИКА ДАР МИСОЛИ ТЕОРЕМАИ КОШИ

**Фишурда.** Дар мақолаи мазкур маълумотҳои умумӣ дар бораи ҳамгироии илмҳои табиӣ ва риёзӣ инчунин усулҳои татбиқи математика ва информатика дар мавзӯи “бузургиҳои миёна ва тасдиқи теоремаи Коши дар яке аз барномаи компютери сохташуда”, ҷиҳати илмии масъалаҳои математикӣ ва татбиқи он дар технологияи иттилоотии навини компютерӣ

мавриди ҳал қарор гирифтанд ва тартиб додани модели ҳалли он аз истифодаи барномаи компютерӣ нишон дода шудааст. Дар ин мавзӯ се масъалаи асосии миёнаи арифметикиро бо формулаи бузургҳои миёнаи арифметикӣ, гармоникӣ ва геометрикӣ бо мисолҳо оварда нишон додем. Акнун барномаи компютери онро дар Visual Basic 6.0 сохта дурустии ҳалли онро нишон медиҳад, оварда шудааст.

**Калидвожаҳо:** технология, модел, математика, теоремаи Коши, Visual Basic 6.0, давомнокӣ, ҳосила, дифференциал, интеграл, конвергенсияи қаторҳо.

## **ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОВМЕСТНОГО ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКЕ НА ПРИМЕРЕ ТЕОРЕМЫ КОШИ**

**Аннотация.** В данной статье приведены общие сведения об интеграции естественных наук и математики, а также о методах применения математики и информатики по теме «Средние величины и подтверждение теоремы Коши в одной из встроенных компьютерных программ», научный аспект математических задач и его применение в современных компьютерных информационных технологиях, получение и составление модели решения рассмотрен с помощью указанной компьютерной программы. В этой теме мы представили три основные задачи с формулой среднего арифметического, гармонического и среднего геометрического значения с примерами. Теперь компьютерная программа, созданная в Visual Basic 6.0, показывает правильность решения.

**Ключевые слова:** технология, модель, математика, теорема Коши, Visual Basic 6.0, непрерывность, производная, дифференциал, интеграл, сходимость рядов.

## **ON THE EFFECTIVENESS OF JOINT EDUCATION OF MATHEMATICS AND INFORMATICS AS AN EXAMPLE OF KOSI'S THEOREM**

**Annotation.** In this article, general information about the integration of natural science and mathematics, as well as about the methods of applying mathematics and computer science on the topic "Averages and confirmation of the Kosi's theorem in one of the built-in computer programs", the scientific aspect of mathematical problems and its application in modern computer information technologies, obtaining and compiling a solution model using the specified computer program. In this topic, we have presented three basic problems with the formula of arithmetic, harmonic and geometric mean with examples. Now the computer program created in Visual Basic 6.0 shows the correctness of the solution.

**Keywords:** technology, **model**, mathematics, Cauchy's theorem, Visual Basic 6.0, continuity, derivative, differential, integral, series convergence.

**Маълумот дар бораи муаллифон:**

**Каримов Алишер Гашович** - номзади илмҳои физика-математика, и.в., дотсенти кафедраи математикаи олии ва технологияҳои иттилоотӣ. Тел.: (992) 901-55-33-67

**Талбаков Хусейн Хоркашович** - саромӯзгори кафедраи системаи компютерӣ ва ҳифзи иттилоотии ДДД. Тел.: (+992) 933441700; Email: [husei8\\_7@bk.ru](mailto:husei8_7@bk.ru)

**Пиров Хайдарҷон Ҳокимҷонович** - номзади илмҳои физика-математика, и.в., дотсенти кафедраи математикаи олии ва технологияҳои иттилоотӣ. Тел.: (992) 985-41-60-90; ; Email: [Pirov\\_1963@mail.ru](mailto:Pirov_1963@mail.ru)

**Сведения об авторах:**

**Каримов Алишер Гашович** - доцент кафедры высшей математики и образовательных технологий ДГУ, к.ф.м.н., тел.: (+992)901553367; Эл. адрес: [Alisher\\_1967@mail.ru](mailto:Alisher_1967@mail.ru)

**Талбаков Хусейн Хоркашович** - старший преподаватель кафедры компьютерных систем и защиты информации ДГУ. Тел.: (+992) 933441700; Email: [husei8\\_7@bk.ru](mailto:husei8_7@bk.ru)

**Пиров Хайдарҷон Ҳокимҷонович** - доцент кафедры высшей математики и образовательных технологий ДГУ, к.ф.м.н., Тел.: (992) 985-41-60-90; Email: [Pirov\\_1963@mail.ru](mailto:Pirov_1963@mail.ru)

**Information about the authors:**

**Karimov A.G.** – Associate Professor of the Department of Higher Mathematics and Educational Technologies Ph.D., tel.: (+992)901553367; Email address: [Alisher\\_1967@mail.ru](mailto:Alisher_1967@mail.ru)

**Talbakov Hussein Khorkashovich** - Senior Lecturer, department of computer systems and information security, DGU. **Tel:** (+992) 933441700; Email: [husei8\\_7@bk.ru](mailto:husei8_7@bk.ru)

**Pirov Haydarjon Hokimjonovich** - Associate Professor of the Department of Higher Mathematics and Educational Technologies Ph. D., Tel.: (992) 985-41-60-90; Email: [Pirov\\_1963@mail.ru](mailto:Pirov_1963@mail.ru)

**Муқарриз: Шамсиддинов Ф.М.** –  
д.и.ф.-м., профессор (ДДБ ба н. Н. Хусрав)

## ДВОЯКОПЕРИОДИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ОДНОГО КЛАССА НЕЛИНЕЙНЫХ ЭЛЛИПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ УРАВНЕНИЙ ВТОРОГО ПОРЯДКА

**Пиров Х.Х.,**  
Дангаринский государственный университет

На комплексной плоскости  $C$  рассмотрим систему уравнений в частных производных второго порядка, записанную в комплексной форме [1]

$$ew \frac{\partial^2 w}{\partial \bar{z}^2} + g \left( \frac{\partial w}{\partial \bar{z}} \right)^2 + aw \frac{\partial w}{\partial \bar{z}} + bw^2 = 0, \quad (1)$$

где  $z = x + iy$ ,  $\bar{z} = x - iy$ ,  $w = u + iv$  – искомая функция,  $2\partial_{\bar{z}} = \partial_x + i\partial_y$  – дифференциальный оператор Коши–Римана,  $4\partial_{\bar{z}\bar{z}} = \partial_{xx} - \partial_{yy} + 2\partial_{xy}$  – дифференциальный оператор Бицадзе,  $e(z)$ ,  $g(z)$ ,  $a(z)$ ,  $b(z)$  – заданные двоякопериодические функции с заданными основными периодами  $\omega_1, \omega_2, \text{Im}(\omega_2/\omega_1) \neq 0$ .

Будем исследовать вопросы существования и нахождения двоякопериодических решений уравнения (1) с периодами  $\omega_1, \omega_2$  как в регулярном, так и в обобщённом смысле Векуа [2].

Под регулярным решением понимается двоякопериодические решения из класса  $C^2(\Omega) \cap C'(\bar{\Omega})$ , где  $\Omega$  – один из параллелограммов периодов решётки  $\Gamma$

$$\Gamma = \{m_1\omega_1 + m_2\omega_2, \quad m_1, \quad m_2 \text{ – целые числа}\}.$$

Обобщённые решения допускают полюсы внутри  $\Omega$  и принадлежат классу  $C^2(\Omega_0)$ , где  $\Omega_0$  – подмножество  $\Omega$ , которое не содержит полюсов решения. Класс таких решений уравнения (1) обозначим через  $\tilde{C}_*^2$ , а когда множество полюсов пустое, то через  $C_*^2$ .

Задачи существования и нахождения двоякопериодических решений (1) в случае постоянных коэффициентов, при  $e + g = 0$  исследовано в работе [3].

**Л е м м а.** Пусть  $w(z) \neq 0$  - решение (1) из класса  $C^2(\Omega)$ , тогда функция

$$\vartheta(z) = \frac{\frac{\partial w}{\partial \bar{z}}}{w}, \quad (2)$$

удовлетворяет нелинейному уравнению первого порядка вида

$$e\vartheta_{\bar{z}} + (e + g)\vartheta^2 + a\vartheta + b = 0 \quad (3)$$

и обратно.

В самом деле, если  $w(z) \neq 0$  решение (1) из класса  $C^2(\Omega)$ , то дифференцируя (2) по  $\bar{z}$  получим

$$\vartheta_{\bar{z}} = \frac{1}{w} \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial \bar{z}^2} - \vartheta^2. \quad (4)$$

С другой стороны поделив обе части (1) на  $w^2$  и умножая обе части (4) на  $e$  и подставляя (1) в (4), получим, что  $\vartheta$  - решение (3).

Обратно, если  $\vartheta(z)$  - решение (3), то решение (1) можно получить из уравнения вида

$$w_{\bar{z}} = \vartheta(z)w. \quad (5)$$

Дифференцируя это уравнение по  $\bar{z}$  и учитывая, что  $\vartheta(z)$  удовлетворяет уравнению (3) получим

$$\begin{aligned} w_{\bar{z}\bar{z}} &= w_{\bar{z}}\vartheta + \vartheta(z)w_{\bar{z}} = (\vartheta_{\bar{z}} + \vartheta^2)w \\ eww_{\bar{z}\bar{z}} &= (e\vartheta_{\bar{z}} + e\vartheta^2)w^2 = -\left(g\left(\frac{w_{\bar{z}}}{w}\right)^2 - a\frac{w_{\bar{z}}}{w} - b\right)w^2 \end{aligned}$$

Отсюда следует, что  $w$  – решение уравнения (1).

Таким образом, для нахождения решения (1) надо найти решений двух уравнений вида (2) и (3).

Уравнение (3) относится и нелинейному уравнению типа Риккати и в общем случае оно не интегрируется, если  $e + g \neq 0$ . Все двоякопериодические решения (5) найдены в [4] с помощью интегралов

типа потенциала с ядрами эллиптические функции Вейерштрасса [5]  $\zeta(z)$  и  $\sigma(z)$ , построенные на периодах  $\omega_1, \omega_2$ .

Если в уравнении (3),  $e + g = 0, e \neq 0$ , то уравнение (3) есть линейное уравнение вида

$$\vartheta_{\bar{z}} + a_1 \vartheta + b_1 = 0, \quad (6)$$

где

$$a_1 = \frac{e + g}{e}, \quad b_1 = \frac{b}{e}.$$

При таком предположении достаточно найти решение (6) и подставляя в (5) и интегрируя находим решение (1).

Пусть  $e, g, a, b$  – двойкопериодические и непрерывные по Гёльдеру функции в любом параллелограмме  $\Omega$  решётки  $\Gamma$ . Достаточно найти решения (5), (6) в основном параллелограмме  $\Omega$  решётки  $\Gamma$  с вершинами  $0, \omega_1, \omega_1 + \omega_2, \omega_2$  и этому соответствует  $Im\left(\frac{\omega_2}{\omega_1}\right) > 0$ .

Если найдено решение (6)  $\vartheta(z) \in C'_*$ , то всё решения (1) находятся по формуле [4]

$$w(z) = \Phi(z)e^{T_\zeta \vartheta}, \quad (7)$$

где  $T_\zeta \vartheta$  - интеграл вида

$$T_\zeta \vartheta = -\frac{1}{\pi} \iint_{\Omega} \vartheta(t) \zeta(t - z) d\Omega,$$

$$\vartheta_0 = \frac{1}{\pi} \iint_{\Omega} \vartheta(t) d\Omega,$$

$\zeta(z)$  – дзета-функция Вейерштрасса, построенная на периодах  $\omega_1, \omega_2$ .

При этом  $\Phi(z)$  – эллиптическая функция второго рода, удовлетворяющая условию

$$\Phi(z + \omega_j) = e^{\eta_j \vartheta_0} \Phi(z), \quad j = 1, 2, \dots \quad (8)$$

а  $\eta_j = 2\zeta\left(\frac{\omega_j}{2}\right)$  - циклические постоянные  $j = 1, 2$ , и вместе с периодами  $\omega_1, \omega_2$  связаны соотношением Лежандра [5]

$$\eta_1 \omega_2 - \eta_2 \omega_1 = \omega_i. \quad (8')$$

Согласно основным теоремам теории эллиптических функций [5] условия существования и формулы представления эллиптической функций второго рода  $\Phi(z)$  зависят от значения  $\vartheta_0$ : 1)  $\vartheta_0 \in \Gamma$ ; 2)  $\vartheta_0 \notin \Gamma$ .

Так для регулярных решений уравнения (1) класса  $C_*^2$  из (8) находим [4]

$$\Phi(z) = \begin{cases} ce^{dz}, & \text{если } \vartheta_0 \in \Gamma, \\ 0, & \text{если } \vartheta_0 \notin \Gamma, \end{cases} \quad (9)$$

где  $c$  - произвольная постоянная, а постоянное  $d$  определяется из системы уравнений

$$\begin{cases} dh_1 + \eta_1 \vartheta_0 = 2\pi in, \\ dh_2 + \eta_2 \vartheta_0 = 2\pi im, \end{cases} \quad (9')$$

$n, m$  - некоторые целые числа. Система уравнений (9') благодаря соотношению Лежандра (8') имеет единственное решение.

Поэтому согласно лемме из формулы (9) получим

**Т е о р е м а 1.** Пусть в уравнении (1)  $e + g = 0, e \neq 0$  и  $e, g, a, b \in H_*^\alpha, 0 < \alpha \leq 1$ . Тогда для существования ненулевого решения (1) из класса  $C_*^2$  необходимо и достаточно, чтобы  $\vartheta_0 \in \Gamma$ . При этом все решение (1) представимы в виде

$$w(z) = ce^{T_\zeta \vartheta + dz}, \quad (10)$$

где  $c \neq 0$ , постоянная,  $\vartheta(z) \in C_*^1$  - решение уравнения (6).

Постоянное  $c$  в формуле (10) можно найти, например, из условия  $w(z_0) = 1, z_0 \in \Omega$ , а

$$c = e^{-T_\zeta \vartheta(z_0) - d z_0}$$

и

$$w(z) = e^{T_\zeta \vartheta(z) - T_\zeta \vartheta(z_0) + d(z - z_0)}.$$

Решение вида (10) для ненулевого решения (1), как в [2], можно называть обобщённой постоянной.

Если теперь искать решение (1) с заданными полюсами  $b_1, b_2, \dots, b_r$ , лежащие внутри параллелограмма  $\Omega$ , то справедлива следующая



**Т е о р е м а 2.** Пусть выполнены условия теоремы 1 и  $\vartheta_0 \in \Gamma$ . Тогда, для существования решения (2) с заданными полюсам  $b_1, b_2, \dots, b_r$  необходимо и достаточно, чтобы существовала эллиптическая функция  $\varphi(z)$  с периодами  $\omega_1, \omega_2$ , полюсами  $b_1, b_2, \dots, b_r$  и

$$\sum_{k=0}^r \operatorname{Res}_{z=b_k} \varphi(z) = 0.$$

При этом все решения (1) представимы в виде

$$w(z) = \left( c + \sum_{k=1}^r \left( A_k^j \zeta^{j-1} (z - b_k) \right) \right) \cdot e^{T_\zeta v + dz},$$

где  $c, A_k^j$  постоянные причём

$$\sum_{k=1}^r A_k^1 = 0, \quad A_k^1 = \operatorname{Res}_{z=b_k} \varphi(z).$$

Теперь для проверки условия  $\vartheta_0 \in \Gamma$  или  $\vartheta_0 \notin \Gamma$ , надо найти решение уравнения (6) в классе  $S_*^1$  [3]. Введём число

$$a_0 = \frac{1}{\pi} \iint_{\Omega} \frac{e(z) + g(z)}{e(z)} d\Omega = \frac{1}{\pi} \iint_{\Omega} a_1(z) d\Omega.$$

Тогда возможны два случая:  $a_0 \in \Gamma_1$  или  $a_0 \notin \Gamma_1$ , где  $\Gamma_1$  - решётка вида

$$\Gamma_1 = \frac{\pi}{\Omega_0} \Gamma, \quad \Omega_0 = \operatorname{mes} \Omega = |h_1|^2 J m \left( \frac{h_2}{h_1} \right).$$

1. Пусть сперва  $a_0 \in \Gamma_1$ . Тогда как показано в [4] для разрешимости уравнения (6) необходимо и достаточно, чтобы

$$\iint_{\Omega} \frac{b(z)}{e(z)} e^{T_\zeta a_1} d\Omega = 0.$$

При этом все решения (6), представимы в виде

$$\vartheta(t) = e^{-T_\zeta a_1} \left[ c - e^{T_\zeta a_1} T_\zeta \left( \frac{b(z)}{e(z)} e^{T_\zeta a_1} \right) \right], \quad (11)$$

где  $c$  произвольная постоянная.

В этой формуле постоянное  $c$  можно найти из условия  $\vartheta_0 \in \Gamma$ , то есть из равенство

$$c \iint_{\Omega} e^{-T_{\zeta} a_1} d\Omega = \iint_{\Omega} \left[ e^{-T_{\zeta} a_1} T_{\zeta} \left( \frac{b(z)}{e(z)} e^{T_{\zeta} a_1} \right) \right] d\Omega + \omega, \quad (12)$$

где  $\omega = m_1 \omega_1 + m_2 \omega_2$ ,  $m_1, m_2$  - некоторые целые числа.

Следовательно, если

$$\iint_{\Omega} \exp(-T_{\zeta} a_1) d\Omega = 0,$$

то условие  $\vartheta_0 \in \Gamma$  всегда выполнимо и справедлива теорема 1, [3].

Аналогично, если

$$\iint_{\Omega} \exp(-T_{\zeta} a_1) d\Omega \neq 0,$$

то условие  $\vartheta_0 \notin \Gamma$ , также выполняется в силу равенство

$$c \iint_{\Omega} e^{-T_{\zeta} a_1} d\Omega = \iint_{\Omega} \left[ e^{-T_{\zeta} a_1} T_{\zeta} \left( \frac{b(z)}{e(z)} e^{T_{\zeta} a_1} \right) \right] d\Omega + \omega', \quad (12')$$

где  $\omega' \neq m_1 \omega_1 + m_2 \omega_2$  ни при каких целых числах  $m_1, m_2, \dots$ . Поэтому в силу результатов работы [4] имеет место

Теорема 3. Пусть выполнены условия теоремы 1 и  $\vartheta_0 \notin \Gamma$ , тогда уравнение (1) всегда допускает решение с заданными полюсами в виде

$$w(z) = \omega_0(z) \left[ c + d\zeta(z - z_0) + \sum_{k=1}^r \sum_{j=1}^{\lambda_k} c_{jk} \zeta^{(j-1)}(z - b_k) \right],$$

где

$$\omega_0(z) = \frac{\sigma(z - z_0)}{\sigma(z - z_1)} e^{T_{\zeta} v}, \quad z_0 - z_1 \equiv v_0 \pmod{\Gamma},$$

если произвольные постоянные  $c, d, c_{jk}$  связать условиями

$$d + \sum_{k=1}^r c_k = 0,$$

$$c + d\zeta(z_1 - z_0) + \sum_{k=1}^r \sum_{j=1}^{\lambda_k} c_{jk} \zeta^{(j-1)}(z_1 - b_k) = 0,$$

и точки  $z_1 - b_k \in \Gamma, k = 1, 2, \dots, r$ .

Аналогичным образом можно доказать распространение теоремы Абеля для решения уравнения (1) с заданными нулями и полюсами [6].

Теорема 4. 1). Пусть  $N$  - суммарное число нулей и  $P$  - суммарное число полюсов решения, тогда необходимо чтобы  $N = P$ .

2). Если  $a_1, a_2, \dots, a_r$  - нули и  $b_1, b_2, \dots, b_r$  - полюсы решения (1), лежащие внутри параллелограмма  $\Omega$ , тогда для существования решения (1) необходимо и достаточно, чтобы

$$\sum_{k=1}^r (b_k - a_k) \equiv \vartheta_0 \pmod{\Gamma},$$

причём при  $\vartheta_0 \in \Gamma, r \geq 2$ , а при  $\vartheta_0 \in \Gamma, r \geq 1$ .

#### Литература

- [1]. Бицадзе А.В. Некоторые классы уравнений в частных производных. – М.; Наука, 1977, 448с.
- [2]. Векуа И.Н. Обобщённые аналитические функции. – М.; Гостехиздат. 1959, 629 с.
- [3]. Сафаров Д.С. Труды Математического центра имени Н.И.Лобачевского. т.51. //Материалы Двенадцатой международной Казанской летней научной школы-конференции. Казань, 27 июня - 4 июля 2015 г. Стр. 390-393.
- [4]. Сафаров Д.С. Двоякопериодические обобщенные аналитические функции и их приложения. – Душанбе, Дониш. 2012 г. 190 с.
- [5]. Ахиезер Н.И. Элементы теории эллиптических функций. – М.; Наука, 1970, 304 с.
- [6]. Фостер О. Римановы поверхности. – М.; Мир, 248 с.

## **Ҳалли даврии дукаратаи як синфи системаҳои эллиптикии ғайрихаттии муодилаҳои тартиби дуюм**

Дар мақола усули омӯзиши як системаи эллиптикии ғайрихаттии тартиби дуюм дар ҳамвор бо истифода аз усули Векуаи функцияҳои таҳлилии умумӣ ва назарияи Вейерштрасс дар бораи дастгоҳи функцияҳои эллиптикӣ пешниҳод карда мешавад.

**Калидвожаҳо:** маҳдудҳои даврии дукарата, эллиптикӣ, торҳо, қутбҳо.

## **Двойкопериодические решения одного класса нелинейных эллиптических систем уравнений второго порядка**

В работе предложен метод исследования одной нелинейной эллиптической системы второго порядка на плоскости, методом обобщённых аналитических функций Векуа и аппаратом теории эллиптических функций Вейерштрасса.

**Ключевые слова:** двойкопериодические решения, эллиптическая, решётки, полюсы.

### **Doubly periodic solution of a class of nonlinear elliptic second-order equations**

The paper presents a method of investigation of a nonlinear second-order elliptic systems on the plane by the method of generalized analytic functions Vekua and machine theory of elliptic functions Weierstrass.

Key words: doubly periodic solutions, elliptical, lattice, pole.

### **Маълумот дар бораи муаллиф:**

**Пиров Ҳайдарҷон Ҳокимҷонович** – номзади илмҳои физика – математика, мудири кафедраи математикаи олии Донишгоҳи давлатии Данғара. **Суроға:** н.Данғара, кӯчаи Марказӣ 25. **Тел:** (+992) 985416090; **Почтаи электронӣ:** [pirov\\_1963@mail.ru](mailto:pirov_1963@mail.ru)

### **Свидение об авторе:**

**Пиров Хайдарҷон Ҳокимҷонович** – кандидат физико-математических наук, заведующий кафедрой высшей математики Дангаринского государственного университета. **Адрес:** р. Дангара, улица Маркази, 25. **Тел:** (+992) 985416090; **Электронная почта:** [pirov\\_1963@mail.ru](mailto:pirov_1963@mail.ru)

### **Information about the author:**

**Pirov Haydarjon Hokimjonovich** – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Head of the Department of Higher Mathematics at Dangara State University. **Address:** Dangara, Markazi Street, 25. **Phone:** (+992) 985416090; **E-mail:** [pirov\\_1963@mail.ru](mailto:pirov_1963@mail.ru)

**Рецензент Шамсиддинов Ф.М.** – д.ф.-м.н., профессор (БГУ им. Н. Хусрав)

УДК 53:004.94 (076.5)

### МОДЕЛИ ТАЪСИРИ МУТАҚОБИЛАИ ЗАРЯДҲОИ ЭЛЕКТРИКӢ (БАРҚӢ) (МОДЕЛСОЗИИ КОМПЮТЕРӢ)

Олимӣ А.Р.

Донишгоҳи давлатии Данғара

Мақсади кор - ба таври таҷрибавӣ муайян кардани таъсири мутақобилаи зарядҳои электрикӣ (барқӣ) ба тариқи моделронии компютерӣ. Моделсозии компютерӣ яке аз усулҳои муосири омӯзиши системаҳои физикӣ мебошад. Моделҳои компютерӣ имкон медиҳанд, ки таҷрибаҳо гузаронида, натиҷаҳои дуруст ба даст оварда шавад. Моделҳои компютериӣ сода ба мо имконият медиҳад, ки омилҳои асосиро, ки хосиятҳои объектҳои омӯзиш ва омӯхтани вобастагии системаи физикиро ба тағйир ёфтани параметрҳо ва шароити ибтидоии онҳо тавсиф медиҳад, муайян намоем.

Дар кори озмоишии мазкур диққати хонанда ба истифодаи технологияҳои муосири итилоотӣ-компютерӣ дар раванди таълим ҷалб карда мешавад ва инчунин ба хонандагон ва донишҷӯён донишҳои таъсири зарядҳои электрикӣ (барқӣ) ва шарҳ додани ҳодисаҳои электрикӣ (барқӣ) зарур мебошад. Дар кори мазкур таъсири мутақобилаи зарядҳои электрикӣ дар асоси қонуни Кулон тариқи моделронии компютерӣ дида баромада мешавад.

Муҳити атрофе, ки моро иҳота кардааст, мураккаб ва гуногун мебошад. Одамият дар рафти омӯзиши худ бояд хусусиятҳои муҳимтарини объектҳои таҳқиқшаванда ва ҳодисаҳои рухдодаро, ки дар алоқамандӣ ифода мешаванд, муайян намояд. Барои нишон додани алоқаҳои умумӣ, муҳаққиқ ихтироот ва дастгоҳҳои хеле мураккабро эҷод мекунад. Ҳамаи ин ба ӯ имкон медиҳад, ки тамоми қонунҳои ҳодисаҳоеро, ки таҳти назорати ӯ қарор гирифтаанд, бубинад ва дарк намояд. Муҳимтарини онҳо мазмуни қонунҳои табиат мебошад.

Аммо ҳангоми пайдо шудани қонунҳои асосӣ ё омӯхтани хосиятҳои физикию химиявии объектҳо ба тадқиқотчӣ лозим меояд, ки таҷрибаҳои ҳаҷман калонро анҷом диҳад. Фарз мекунем, ки барои тасаввур кардани қонуни ҷозибаи умумичаҳонӣ қувваи кашишӣ якҷанд ҷисмро чен кардан лозим аст, ки дар нақши онҳо объектҳои астрономӣ ё кураҳои азимро гирифтани мумкин аст. Барои ошкор намудани қонуни Кулон таъсири мутақобилаи ҷисмҳои заряднокро дар тарозуи чархзананда таҳқиқ кардан

лозим аст. Барои чен кардани часпакии моеъ ин моеъро ба вискозиметр рехта, натиҷаҳоро қайд кардан лозим аст.

Бори дигар таъкид кардан лозим аст, ки барои гузарондани якчанд таҷриба донишҷӯ мачбур мешавад моделҳоро созад, ки аз ҷиҳати фаҳмиши техникӣ хеле мураккаб бошанд. Тасвири конуниятҳо, аз нуқтаи назари мо, дар сурати эҳтимолӣ, бояд дар таҷрибаи васеъ тасвир карда шавад. Фақат дар таҷрибаи ҳақиқӣ ба дурустии ин ё он қонун боварӣ ҳосил кардан мумкин аст. Моделҳо инчунин метавонанд барои такмил додани малака ва омӯзиш истифода шаванд. Моделсозӣ ба қобилияти нав кардани ҳодисаҳои ба ҳамдигар монанд така мекунад. Модел, албатта, бояд аз ҷиҳати геометрӣ ба объект монанд бошад. Илова бар ин, зарур аст, ки монандӣ дар параметрҳои физикӣ анҷом дода шавад. Шароити гузариши равандҳои физикӣ набояд аз таърифи воҳиди ченаки бузургҳои физикӣ вобаста набошад ва аз рӯи параметрҳои беандоза, яъне қиматҳои нисбӣ интиҳоб карда мешаванд. Агар монандии ҳодисаҳо ва ҳамаи параметрҳои миқдории онҳо, ки дар шакли нисбӣ тавсиф шудаанд, мувофиқат кунанд, он гоҳ фарқ кунонидани хусусиятҳои нисбии модел ва асл як шакли ифодаи мувофиқати байни асл ва модел шуда метавонад. Илова бар ин, пешниҳоди натиҷаи таҷрибаҳо бо модел дар тағирёбандаҳои нисбӣ имкон медиҳад, ки як ҳодисаи муайян тавассути омӯзиши як гурӯҳи тамоми ҳодисаҳои монанд омӯхта шавад. Ҳангоми моделсозӣ дар физика, объект ва модели физикии якхела, андозаи геометрии онҳо ва хусусиятҳои физикии онҳо дар назар дошта мешавад.

Марҳилаҳои асосии моделсозии компютерӣ иборатанд аз: гузоштани масъала, муайян кардани объекти моделсозӣ; дарёфти унсурҳои асосии система ва соддатарин амалҳои мутақобила; гузаштан ба модели математикӣ; сохтани дастурҳо оид ба тартиби иҷро ва навиштани барномаи компютерӣ; тарҳрезӣ ва иҷрои таҷрибаҳо дар компютер; дарёфти натиҷаҳо.

Моделсозӣ дар асоси ҷисмҳо ва иншоотҳои тадқиқшаванда амалӣ карда мешавад. Дар марҳилаи аввал сарҳади санҷишро танзим мекунанд, ки маълумот аз ҷисми воқеӣ ҷудо карда мешавад, яъне маълумоти дақиқ ва муҳим эҷод карда мешавад, маълумоти нодаркор бурида мешавад ва марҳилаи ибтидоии абстраксия (алоқамандии ҷисмҳо ва ҳодисаҳо) ба вуҷуд меояд. Тағйир додани маълумот мушкилотест, ки ҳалшаванда мебошад.

Маълумоте, ки барои масъалаи яқум муҳим аст, метавонад барои дуоҷиб нолозим бошад. Аз байн рафтани маълумоти асосӣ натиҷаи дақиқро намедиҳад ва ё умуман имкон намедиҳад, ки ба хулосае оянд.

Назорати маълумоти дуюмдараҷа душвориҳо эҷод мекунад ва баъзан ҳолатҳо дар роҳи ҳалли мушкилот монеъа эҷод мекунад. Роҳ аз ҷисми воқеӣ то маълумот дар бораи ҳуди ҷисм, танҳо дар лаҳзаи муайян кардани мақсади умумӣ омӯхта мешавад. Дар баробари ин гузориши масъала ҳангоми омӯхтани мавзӯӣ аниқ мегардад. Инчунин, дар ин маврид табдил додани маълумот дар бораи мавзӯӣ бо компютер сурат мегирад.

– Модели тахминии ҳодиса сохта мешавад, ки инҳоро дар бар мегирад: Маҷмӯи параметрҳои асосӣ, доимӣ (константаҳо), ки тамоми объекти офаридашаванда ва қисмҳои алоҳидаи онро тавсиф мекунад; бо таври статистикӣ ё доимии муайян кардани модел;

– Маҷмӯи тағйирёбандаҳо, ки бо роҳи тағйир додани қимати онҳо сохти моделро идора карда ва инчунин аз рӯи он хусусиятҳои тағйирёбанда ё идорашавандагии он муайян карда мешавад;

– Формулаҳо ва алгоритмҳо, ки бузургиҳоро дар ҳар як ҳолати объекти сохташуда мепайвандад;

– Формулаҳо ва алгоритмҳо, ки раванди иваз кардани ҳолати объекти моделшавандаро тавсиф мекунад.

Натиҷаи таҳқиқоти компютерӣ, модели иттилоотии ҳодиса дар шакли графикҳо, вобастагии баъзе хусусиятҳо аз дигарҳо, диаграммаҳо, ҷадвалҳо, намоиши ҳодиса дар вақти воқеӣ ё виртуалӣ ва ғайра мебошад.

Шартҳои марҳилаҳои моделсозии компютерӣ.

Моделсозии компютерӣ яке аз усулҳои самараноки омӯзиши системаҳои физикӣ мебошад. Содда ва аниқ будани моделҳои компютерӣ ба мо имкон медиҳад, омилҳои асосиро, ки хосиятҳои объектҳои омӯзишро муайян мекунад, пайдо кунем ва вобастагии системаи физикиро аз тағйирёбии параметрҳо ва шароити ибтидоии он омӯзем.

Шартҳои моделсозӣ инҳоянд:

1. Шартҳои кифояи иттилоот. Вақте ки маълумот дар бораи объекти таҳқиқшаванда комилан мавҷуд нест, модел сохтан ғайриимкон аст, аммо вақте ки мо маълумоти кофӣ дорем, моделсозӣ маъно надорад. Модели системаро танҳо дар сурате сохтан мумкин аст, ки агар мо дар бораи объекти таҳқиқшаванда маълумоти муайян дошта бошем.

2. Шартҳои имконпазир будан. Модели иҷрошуда бояд ҳадафи тадқиқотро дар як муддати маҳдуд кафолат диҳад.

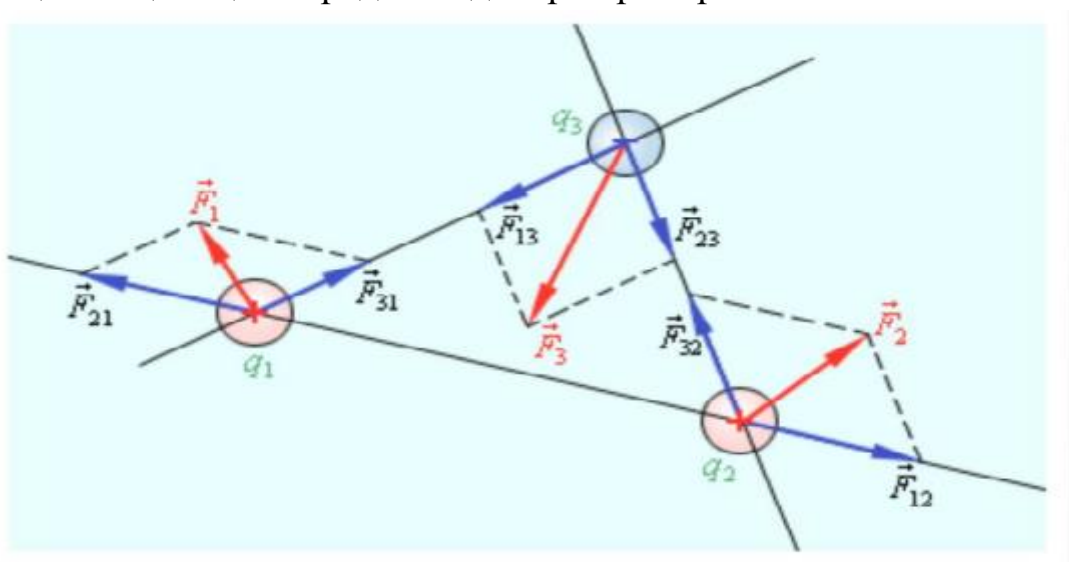
3. Шартҳои пайваستاгӣ. Системае, ки мо меомӯзем, ҳамчун ҷамъи зерсистемаҳо муаррифӣ мешавад, ки бо ҳамдигар амал мекунад ва бо усулҳои стандартии математикӣ модел карда шудаанд. Дар баробари ин, хосиятҳои система, ҷамъи хосиятҳои унсурҳои таркибии он нестанд.

4. Шартҳои якчанд моделҳо. Ҳар як модели мушаххас метавонад танҳо қисмиҳои системаи воқеиро нопурра инъикос кунад. Барои омӯзиши мукаммал якчанд модели раванди таҳқиқшаванда бунёд кардан лозим аст ва зарур аст, ки ҳар як модели минбаъда модели пешинаро такмил диҳад.

5. Шартҳои параметризацсия. Зерсистемаҳои моделронии системаҳои алоҳида бо як параметр тавсиф карда мешаванд: вектор, матритса, график, муодила.

Яке аз намунаҳои моделсозии компютери равандҳои физикӣ дар мисоли модели «таъсири мутақобилаи зарядҳои барқӣ(электрикӣ)» дида мебароем.

Тавре ки аллакай маълум гардид, моделсозии компютерӣ дар омӯзиши ҳодисаҳо ва равандҳои физикӣ ёрии калон мерасонад. Дар ин мақола як мисоли истифодаи симулятсияи компютерӣ дар дарсҳои физика оварда мешаванд. Мо чунин мисолро аз диски «Физикаи кушод «Версияи 2.5. Қисми 2», дида мебароем. Дар ин ҷо метавонем татбиқи модели компютериро дар гузариши бахши электродинамика «Майдони электрикӣ» таъсири мутақобилаи зарядҳои барқӣ(электрикӣ) баррасӣ кунем. Пас аз гузаштани мавзӯи «Қонуни Кулон» ба донишҷӯён фаҳмондан лозим аст, ки қувваҳои таъсири мутақобилаи Кулон ба принципи суперпозицияи майдонҳо иттиҳод мекунанд. Агар қисми заряднок дар як вақт бо якчанд қисмиҳои заряднок таъсир кунад, он гоҳ қувваи натиҷаи ба ин қисм таъсиркунанда ба ҷамъи вектории қувваҳои ба ин қисм таъсиркунанда аз тарафи ҳамаи қисмиҳои зарядноки дигар баробар аст.



**Расми 1. Принципи суперпозицияи қувваҳои электростатикӣ**

$$\vec{F}_1 = \vec{F}_{21} + \vec{F}_{31}; \vec{F}_2 = \vec{F}_{12} + \vec{F}_{32}; \vec{F}_3 = \vec{F}_{13} + \vec{F}_{23}.$$



Ин расм принсипи суперпозицияро бо мисоли таъсири мутақобилаи электростатикии се қисми заряднок тавсиф мекунад. Дар системаи иборат аз се зарядҳои элементарӣ ҳар яке аз ду заряд байни ҳам бидуни така ба заряди сеюм таъсири мутақобила мекунад. Дар модели компютерӣ мумкин аст, ки андоза ва аломатҳои ҳар як аз се зарядро тағир диҳед. Барои тағир додани мавқеи зарядҳо, шумо бояд курсорро дар компютер истифода бурда заряди интиҳобшударо бо тугмаи чапи муш пахш кунед. Дар экран қиматҳои қувваҳои таъсири мутақобила нишон дода мешаванд. Агар қиматҳои қувваҳо мусбат бошанд, зарядҳо ҳамдигарро тела медиҳанд ва агар манфӣ бошанд, зарядҳо ҳамдигарро ҷазб мекунад. Ин модели компютери «Таъсири мутақобилаи зарядҳои нуқтавӣ» ба таври аёнӣ ва хеле содда принсипи суперпозицияро нишон медиҳад. Агар хонандагон аз суҳанони муаллим мавзӯи омӯхташавандаро чандон дарк накунад, ин модел ба онҳо кумак мекунад, ки мавзӯро хубтар фаҳманд ва омӯзанд. Инчунин, баҳри мустақкам намудани дониш саволҳои иловагӣ тартиб додан лозим аст, ки барои бехтар аз худ кардани маводи пешниҳодшуда кумак мекунад.

Бо ёрии моделҳои компютерӣ метавон таҷрибаеро бо амалӣ намудани ҳодисаи ғайривоқеии табиат ташкил кард. Дар таҷрибаи табиӣ муқаррарӣ ин имконнопазир аст.

### Адабиёт

1. Педагогические нововведения в высшей школе. Материалы IV Всероссийской научно-методической конференции. КубГТУ. Часть VI. Инновации в методиках преподавания учебных дисциплин. Краснодар. 1998. С. 14-16.
2. Современный физический практикум. Сборник тезисов докладов V учебно-методической конференции стран СНГ. Под ред. В./И. Николаева /и М.Б. Шапочкина. Москва. 1998. С.212.
3. ЭВМ в курсе общей физики. Под ред. А.Н. Матвеева. Изд-во Московского университета. 1982. С.15-18.
4. Любарский Г.Я., Слабочинский Р.П. Математическое моделирование и эксперимент. - Киев: Наукова думка. 1987. - С.5-7.
5. А. Ф. Кавтрев. Компьютерные программы по физике в средней школе. Журнал "Компьютерные инструменты в образовании", Санкт-Петербург: "Информатизация образования", №1, с. 42-47, 1998.

6. Е.И.Бутиков. Лаборатория компьютерного моделирования. Журнал "Компьютерные инструменты в образовании", Санкт-Петербург: "Информатизация образования", с.26, 1999.
7. А. С. Чирцов. Информационные технологии в обучении физике. Журнал "Компьютерные инструменты в образовании", Санкт-Петербург: "Информатизация образования", с.3, 1999.
8. Е. И. Бутиков. Основы классической динамики и компьютерное моделирование. Материалы 7 научно-методической конференции, Академическая Гимназия, Санкт-Петербург - Старый Петергоф, с. 47, 1998.
9. А. Ф. Кавтрев. "Компьютерные модели в школьном курсе физики". Журнал "Компьютерные инструменты в образовании", Санкт-Петербург: "Информатизация образования", с. 41-47, 1998. 45
10. М. И. Башмаков, С. Н. Поздняков, Н. А Резник "Информационная среда обучения", Санкт-Петербург: "Свет", с.121, 1997.
11. А. Ф. Кавтрев. "Методика использования компьютерных моделей на уроках физики". Пятая международная конференция "Физика в системе современного образования" (ФССО-99), тезисы докладов, том 3, Санкт-Петербург: "Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена", с. 98-99, 1999.
12. А.Ф. Кавтрев. "Опыт использования компьютерных моделей на уроках физики в школе "Дипломат", Сборник РГПУ им. А. И. Герцена "Физика в школе и вузе", Санкт-Петербург: "Образование". 1998. – С. 102-105.
13. П.И. Белостоцкий, Г.Ю. Максимова, Н.Н. Гомулина "Компьютерные технологии: современный урок физики и астрономии". Газета "Физика" 20, с. 3, 1999.
14. В.А. Буров «Демонстрационный эксперимент по физике в средней школе». Москва Просвещение 1979г
15. Могилев А.В., Пак Н.И., Хеннер Е.К. «Информатика» Москва «Академа» 2001 г.
16. Тошбой Бобоев, Фарҳод Раҳимӣ, Хоҷазода Тоҳир, Давлат Солиҳов, Фарҳод Истамов. Физика Душанбе 2020 с.222-243.
17. Пирмаҳмад Нуров. Фарҳанги мухтасари русӣ ба тоҷикии истилоҳоти илмҳои дақиқ ва техникӣ. Душанбе 2013. 611саҳ.

**МОДЕЛИ ТАЪСИРИ МУТАҚОБИЛАИ ЗАРЯДҲОИ  
ЭЛЕКТРИКӢ(БАРҚӢ)  
(моделсозии компютерӣ)**

**Фишурда.** Дар кори мазкур ба таври таҷрибавӣ муайян кардани таъсири мутақобилаи зарядҳои электрикӣ(барқӣ) ба тариқи моделронии

компютерӣ дида баромада шуд. Моделсозии компютерӣ яке аз усулҳои муосири омӯзиши системаҳои физикӣ мебошад. Моделҳои компютерӣ аксар имкон медиҳанд, ки таҷрибаҳо гузаронида, натиҷаҳои дуруст ба даст оварда шавад. Моделҳои компютери сода ба мо имконият медиҳад, омилҳои асосиро, ки хосиятҳои объектҳои омӯзиши ва омӯхтани вобастагии системаи физикиро ба тағйир ёфтани параметрҳо ва шароити ибтидоии онҳо тавсиф медиҳад, муайян намоем. Дар қори озмоиши мазкур диқати хонанда ба истифодаи технологияҳои муосири итилооти-компютерӣ дар раванди таълим ҷалб карда мешавад ва инчунин ба хонандагон ва донишҷӯён донишҳои таъсири зарядҳои электрикӣ(барқӣ) ва шарҳ додани ҳодисаҳои электрикӣ(барқӣ) зарур мебошад. Дар қори мазкур таъсири мутақобилаи зарядҳои электрикӣ дар асоси қонуни Кулон тариқи моделронии компютерӣ дида баромада мешавад.

**Калидвожаҳо:** компютер, озмоишгоҳ, виртуалӣ, моделсозӣ, физика, техника, барнома, элекрик.

## **МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЗАРЯДОВ (компьютерное моделирование)**

**Аннотация.** В данной работе рассмотрено экспериментальное определение взаимодействия электрических зарядов с помощью компьютерного моделирования. Компьютерное моделирование является одним из современных методов изучения физических систем. Компьютерные модели часто позволяют проводить эксперименты и получать правильные результаты. Простые компьютерные модели позволяют определить основные факторы, описывающие свойства объектов исследования, и изучить зависимость физической системы от изменения их параметров и начальных условий. В данной экспериментальной работе внимание читателя обращено на использование современных компьютерных технологий в учебном процессе, а также необходимо, чтобы читатели и студенты знали действие электрических зарядов и объясняли электрические заряды. В данной работе взаимодействие электрических зарядов на основе закона Кулона рассматривается посредством компьютерного моделирования.

**Ключевые слова:** компьютер, лаборатория, виртуальный, моделирование, физика, методика, программа, электротехника.

## **MODEL INTERACTION OF ELECTRIC CHARGES (computer modelling)**

**Annotation.** This paper considers the experimental determination of the interaction of electric charges using computer simulation. Computer simulation is one

of the modern methods for studying physical systems. Computer models often allow you to experiment and get correct results. Simple computer models make it possible to determine the main factors that describe the properties of objects of study and to study the dependence of a physical system on changes in their parameters and initial conditions. In this experimental work, the reader's attention is drawn to the use of modern computer technologies in the educational process, and it is also necessary that readers and students know the effect of electric charges and explain electric charges. In this paper, the interaction of electric charges on the basis of Coulomb's law is considered by means of computer simulation.

**Keywords:** computer, laboratory, virtual, simulation, physics, methodology, program, electrical engineering.

**Маълумот дар бораи муаллиф:**

**Олимӣ Ашуралӣ Рамазон** – Донишгоҳи давлатии Данғара, номзоди илмҳои физикаю математика, дотсенти кафедраи физика. **Суроға:** 734065, Ҷумҳурии Тоҷикистон, н. Данғара, кӯчаи Марказӣ, 25. **Телефон:** (+992) 555-05-09-24. **E-mail:** olimov\_19641@mail.ru

**Сведения об авторе:**

**Олими Ашурали Рамазан** – Дангаринский государственный университет, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики. **Адрес:** 734065, Республика Таджикистан, р. Дангара, ул. Маркази, д. 25. **Телефон:** (+992) 555-05-09-24. **E-mail:** olimov\_19641@mail.ru

**Information about the author:**

**Olimi Ashurali Ramazan** – Dangara state University, candidate of physical and mathematical sciences, associate professor of the department of physics. **Address:** 734065, Republic of Tajikistan, r. Dangara, st. Central, 25. **Phone:** (+992) 555-05-09-24. **E-mail:** olimov\_19641@mail.ru.

**Муқарриз:** Ҷӯраев Х. Ш. –  
доктори илмҳои  
физика-математика (ДМТ)

УДК 536.12.33 (621.315.1)

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Джахонгири А., Шарипов С.К., Махмадалиев У.М., Холов Ё.Дж., Улфатов С.Э.

Институт энергетики Таджикистана  
Дангаринский государственный университет

Соединение сети линий передачи постоянного электрического тока между Таджикистаном, Кыргызстаном для транспортировки в Афганистан и Пакистан простирается на 750 км. Предлагается установить конвертеры на ветке транспорта электроэнергии от Таджикистана до Пакистана, пропускная способность которых составляет 1300 МВт, а в соседнем Афганистане пропускной способностью 1300 МВт. Схема прокладки однолинейной ЛЭП постоянного электрического тока, разработанной и предложенной на основании проекта CASA-1000 изображена на рисунке 1.

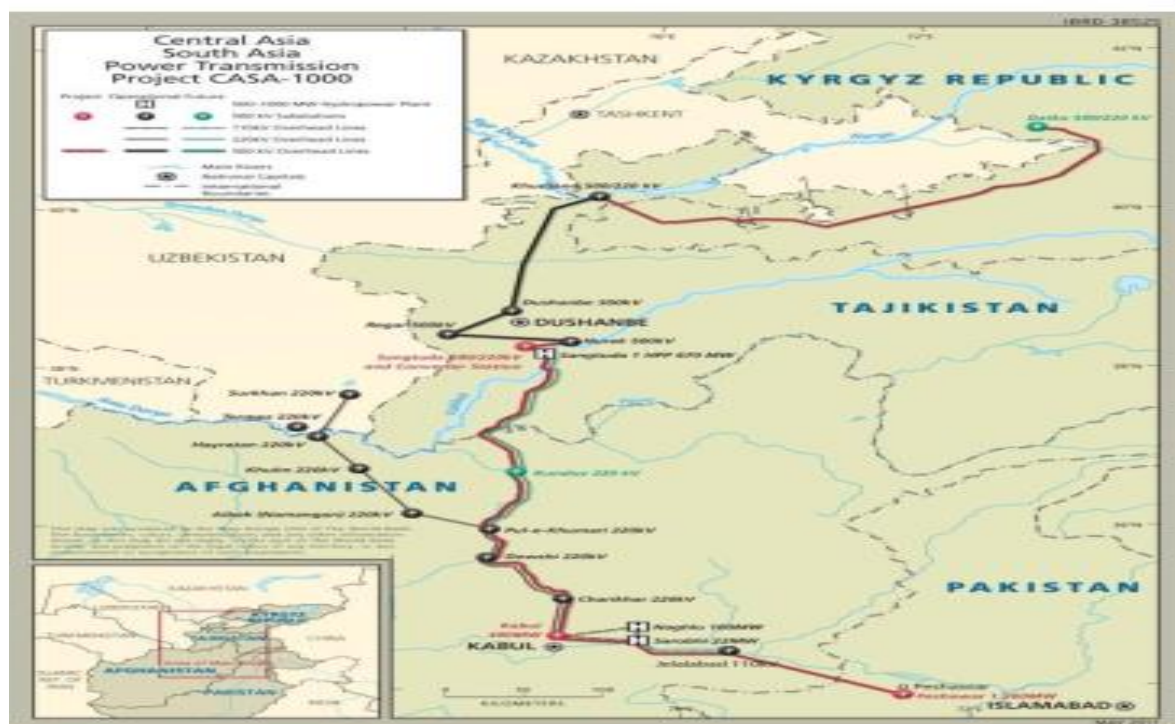


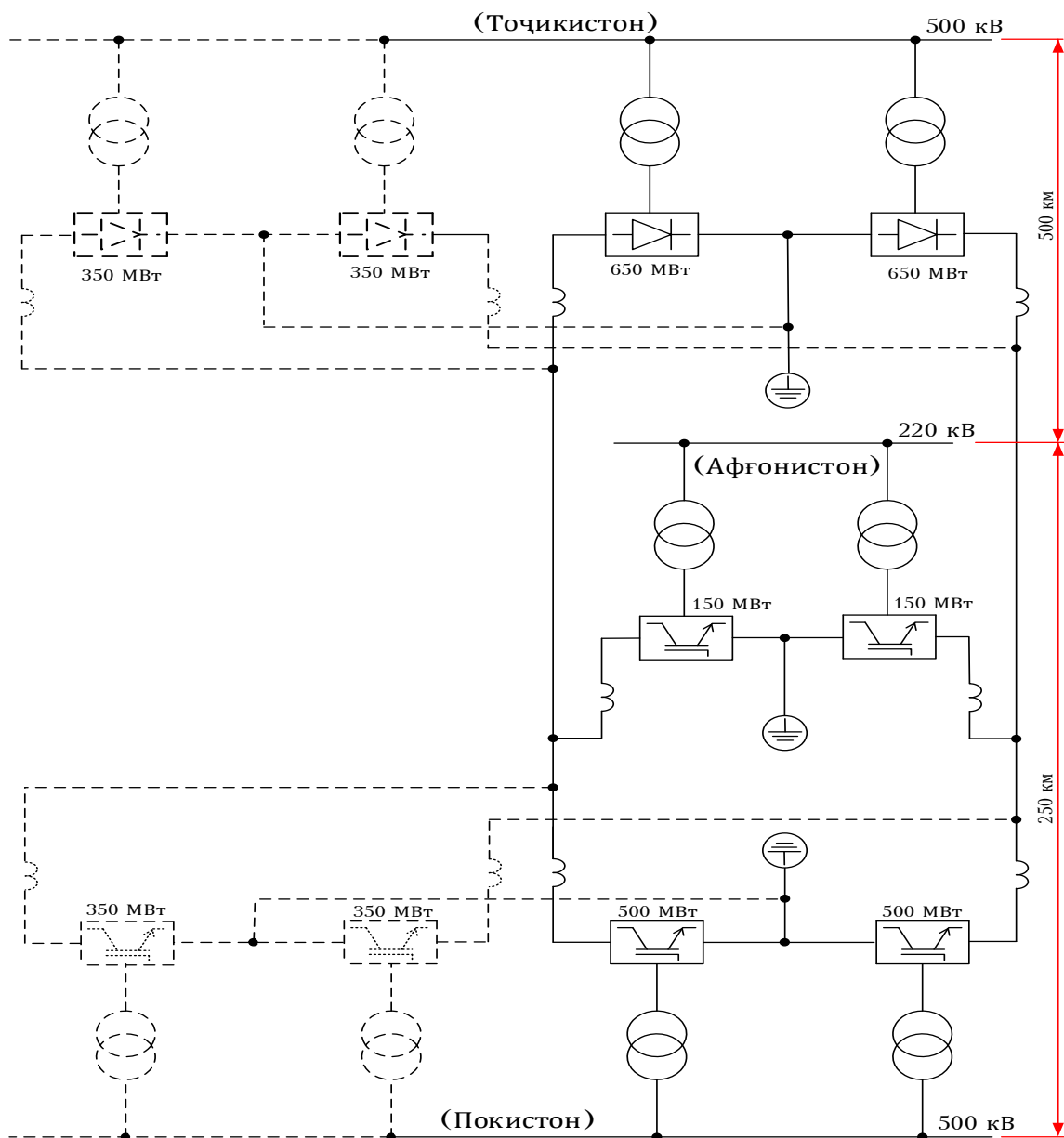
Рисунок 1. Карта-схема электропередачи Таджикистан-Пакистан

Объединенным проектом CASA-1000 выполнение установки высоковольтных линий электропередач постоянного тока предусмотрено среди подстанций Таджикистана (Сангтуда), Афганистана (Кабул) и Пакистана (Пешавара), а ЛЭП переменного тока на участке от Кыргызстана (Детка) до Таджикистана (Худжанд) [2, с. 20-23].

При проведении анализов было выявлено, что передача энергии по ЛЭП постоянного тока эффективнее, чем ЛЭП переменного тока, так как падение напряжения в линии переменного тока выше.

В системе плотность проводника в плоскость тока на переменном токе происходит неравномерное распределение. Такое распределение произошло за счет эффекта поверхностного слоя (*skin effect*) и эффекта близости (*proximity effect*). Отсюда вытекает, что сопротивление проводов относительно постоянного электрического тока при всех вероятных ситуациях оказывается меньше сопротивления проводов, оказываемого переменному электрическому току. Главная причина увеличения пропускной способности ЛЭП переменного тока относительно напряжения вследствие смены рода тока является полное падение сопротивления за счет реактивной составляющей [2, с. 20-23]. Периодичность смены направления электрического тока становится причиной возникновения переменной электродвижущей силы, т.е. падение напряжения за счет реактивного сопротивления, предшественниками которой являются амплитуда и частота тока, а также индуктивность ЛЭП. Если говорить о физическом осмыслении данного явления, то оно представляется как поочередное накопление и последующая отдача накопленной энергии посредством магнитного поля ЛЭП [2, с. 20-23; 3, 714 с.].

Энергия на постоянном токе, которая представляется магнитным полем, при данном режиме не отдается, поэтому и не наблюдается появление опережающей ЭДС. Очевидно, что данный процесс приводит к спаду напряжения вдоль линии и росту ее пропускной способности. Это происходит оттого, что линии постоянного тока в распределительной сети обладают значительными плюсами. Основное превосходство состоит в наименьшем сопротивлении проводников. Однако обратный ток протекает через значительно большее сечение, потери по его пути, вызванные переходным сопротивлением электрод-земля, весьма незначительны, соответственно и зависят они от протяженности ЛЭП [2, с. 20-23; 3, 714 с.; 4, 283 с.].



**Рисунок 2. Однолинейная схема ЛЭП постоянного тока проекта CASA–1000**

Поэтому представляет интерес исследовать показатели эффективности ЛЭП постоянного тока сравнительно к переменному току, при разных расстояниях линии. В дальнейшем для исследования рассматривается один из показателей эффективности, как падение напряжения в линии электропередачи [1].

### **Выводы**

В целях обеспечения Объединенным проектом CASA-1000 выполнения установки высоковольтных линий электропередач постоянного тока предусмотрено среди подстанций Таджикистана (Сангтуда), Афганистана (Кабул) и Пакистана (Пешавара), а ЛЭП переменного тока на участке от Кыргызстана (Детка) до Таджикистана (Худжанд).

## Литература

1. Электрические сети сверх- и ультравысокого напряжения ЕЭС России. Теоретические и практические вопросы [Текст]: в 3 т. / А.Ф. Дьякова, О.М. Бударин, Л.Л. Балыбердин [и др.]; под общ. ред. А.Ф. Дьякова. – Москва: НТФ «Энергопрогресс» Корпорация «ЕЭЭК», 2012.
2. Электрические станции. М., Энергия, 1979, №12, с. 20-23
3. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов. ГОСТ 12.1.038-82. - М.: Энергия, 2014. - 714 с.
4. Электробезопасность. Расстояния безопасности в охранной зоне линий электропередач напряжением свыше 1000 В. - М.: Энергия, 2013. - 283 с.

### САМАРАНОКИИ ХАТИ ИНТИҚОЛИ ҶАРАЁНИ ДОИМӢ

**Фишурда.** Шабақаҳои пайвастаи ХИБ ҷараёни доимӣ байни Тоҷикистон, Қирғизистон, Афғонистон, ва Покистон 750 км дарозӣ дорад, пешниҳод мегардад, ки барои ин қураи бароранда бо иқтидори 1300 МВт байни Тоҷикистону Покистон насб карда шаванду қураи барорандаи дигаре бо иқтидори 1300 МВт аз Қазоқистон гирифта шуда ва 1300 МВт ба Афғонистону Покистон бошад. Ҳангоми гузаронидани таҳлилҳо дақиқ гардид, ки интиқоли барқ тариқи ХИБ ҷараёни доимӣ аз ХИБ ҷараёни тағйирёбанда дошта, самараноктар мебошад. Зеро афтиши шиддат дар хати ҷараёни тағйирёбанда зиёдтар аст.

**Калидвожаҳо:** Ҷараёни доимӣ, хати интиқоли барқ, хатти ҳавойӣ, ҷараёни тағйирёбанда, хати баландшиддат, зеристгоҳи табдилдиҳанда, ҷойивазкунии, мутаносибсозии, беҳатарии электрикӣ, интиқоли неруи барқ, шиддат.

### ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ ПОСТОЯННОГО ТОКА

**Аннотация.** Соединение сети линий передачи постоянного электрического тока между Таджикистаном, Кыргызстаном для транспортировки в Афганистан и Пакистан простирается на 750 км. Предлагается установить конвертеры на ветке транспорта электроэнергии от Таджикистана до Пакистана, пропускная способность которых составляет 1300 МВт, а в соседнем Афганистане - пропускной способностью 1300 МВт. При проведении анализов было выявлено, что передача энергии по ЛЭП постоянного тока эффективнее, чем ЛЭП переменного тока, так как падения напряжения в линии переменного тока выше.

**Ключевые слова:** постоянный ток, линии электропередач, воздушная линия, переменный ток, высоковольтные линии, преобразовательные подстанции, транспозиция, симметрирование, электробезопасность, передача электроэнергии, напряжение.



## EFFICIENCY OF DC POWER LINES

**Annotation.** The direct current PTL network between Tajikistan, Kyrgyzstan, Afghanistan and Pakistan is 750 km long. It is proposed to install a 1300 MW generator between Tajikistan and Pakistan, and another generator with a capacity of 1300 MW will be taken from Kazakhstan and 1300 MW. During the analysis, it became clear that the transmission of electricity through the PTL has a constant current and the PTL has a variable current and is more efficient. Because the voltage drops in the alternating current, line is greater.

**Keywords:** Direct current, power transmission line, overhead line, alternating current, high-voltage line, transformer substation, displacement, proportionality, electrical safety, power transmission, voltage.

### **Маълумотнома дар бораи муаллифон:**

**Чаҳонгири Абдулвоҳид** – н.и.т., кафедраи автоматикунонӣ ва ҳаракатовари барқӣ. **Суроға:** Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Бохтар, кӯчаи Мирзоқодирова 18. **Тел:** (+992) 777076539.

**Шарифов Соатулло Қосимович** – сармутахассиси шуъбаи ташхиси давлатии ихтироот ва намунаҳои саноатии Маркази патенту иттилооти Ҷумҳурии Тоҷикистон. **Суроға:** Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Душанбе, кӯчаи Нахимова 64/6, кв. 13. **Тел:** (+992) 918 24 72 94.

**Маҳмадалиев Умедҷон Муродалиевич** – ассистенти кафедраи электротехника ва таъмини соҳавии барқ, Донишгоҳи давлатии Данғара. **Суроға:** Суроға: Ҷумҳурии Тоҷикистон, н. Данғара, деҳаи Маликова. **Тел:** (+992) 900 44 60 87;

**Холов Ёрмаҳмад Ҷонмаҳмадович** – саромӯзгори кафедраи электротехника ва таъмини соҳавии барқ, Донишгоҳи давлатии Данғара. **Суроға:** Ҷумҳурии Тоҷикистон, н. Данғара деҳаи Талхоб. **Тел:** (+992) 905107028.

**Улфатов Сухробҷон Эмомалиевич** – ассистенти кафедраи электротехника ва таъмини соҳавии барқ, Донишгоҳи давлатии Данғара. **Суроға:** Ҷумҳурии Тоҷикистон, н. Данғара, кӯчаи Советӣ / 30. **Тел:** (+992) 987381264.

### **Сведения об авторах:**

**Джахонгири Адулвоҳид** – к.т.н., кафедра автоматизированных электропривод Таджикского энергетического института. **Адрес:** Республика Таджикистан, г.Бохтар, ул. Мирзокадилова 18. **Тел:** (+992) 777076539;

**Шарифов Соатулло Касымович** – главный эксперт Управления государственной экспертизы изобретений и промышленных образцов Национального патентно информационного центра Республики Таржикистан. **Адрес:** г.Душанбе, ул. Нахимова 64/6, кв. 13. **Тел:** (+992) 918 24 72 94.

**Махмадалиев Умеджон Муродалиевич** – ассистент кафедры электротехники и электроснабжения Дангаринского государственного университета. **Адрес:** Республика Таджикистан р. Дангара ул. Маркази 25. **Тел:** (+992) 900 44 60 87;

**Холов Ёрмахмад Джонмахмадович** – старший преподаватель кафедры электротехники и электроснабжения Дангаринского государственного университета. **Адрес:** Республика Таджикистан р. Дангара ул. Маркази 25. **Тел:** (+992) 905107028.

**Улфатов Сухробжон Эмомалиевич** – ассистент кафедры электротехники и электроснабжения Дангаринский государственного университета. **Адрес:** Республика Таджикистан, р. Дангара ул. Маркази 25, **Тел:**(+992) 987381264.

**Information about the authors:**

**Jahongiri Adulvohid** – Candidate of Technical Sciences, department of automated electric drive of the Tajik Energy Institute. **Address:** Republic of Tajikistan, Bokhtar, st. Mirzokadirova 18. **Phone:** (+992) 777076539.

**Sharifov Soatullo Qosimovich** – Chief Expert of the Department of State Examination of Inventions and Industrial Designs of the National Patent Information Center of the Republic of Tajikistan. **Address:** Dushanbe, st. Nakhimova 64/6, apt. 13. **Phone:** (+992) 918 24 72 94.

**Mahmadaliev Umedjon Murodalievich** – Assistant of the Department of Electrical Engineering and Power Supply, Dangara State University. **Address:** Republic of Tajikistan, v. Malikova. d. Dangara. **Phone:** (+992) 900 44 60 87.

**Kholov Yormahmad Dzhonmahmadovich** – Senior Lecturer of the Department of Electrical Engineering and Power Supply, Dangara State University. **Address:** Republic of Tajikistan, v. Talhob, d. Dangara. **Phone:** (+992) 905107028.

**Ulfatov Suhrobjon Emomalievich** – Assistant of the Department of Electrical Engineering and Power Supply, Dangara State University. **Address:** Republic of Tajikistan d. Dangara Central Street/30. **Phone:** (+992) 987381264.

**Муқарриз:** Ҷӯраев Х. Ш. –  
доктори илмҳои физика-математика (ДМТ)

## ҲАРАКАТИ ҚИСМИ НИСБАТ БА УФУҚ ТАҲТИ КУНҶ ПАРТОФТАШУДА (МОДЕЛСОЗИИ КОМПЮТЕРӢ)

Олимӣ А.Р.

Донишгоҳи давлатии Данғара

Мақсади кор: омӯхтани хусусиятҳо ва усулҳои моделсозии компютери равандро ва ҳодисаҳои физикӣ, бо истифода аз моделсозии компютерӣ дар раванди таълим.

Барои расидан ба ин мақсад омӯхтан ва ҳал кардани супоришҳои зерин лозим аст:

- Асосҳои назариявии моделсозии компютерӣ;
- Хусусиятҳо ва ҷанбаҳои методологӣ;
- Нақшаҳо ва ҷойи моделсозии компютерӣ дар раванди таълим;
- Марҳилаҳо ва ҳадафҳои моделсозии компютерӣ;
- Таҳлили баъзе китобҳои электронии дарсӣ аз физика.

Моделсозии компютерӣ яке аз усулҳои муосири омӯзиши системаҳои физикӣ мебошад. Моделҳои компютерӣ аксар вақт имкон медиҳанд, ки таҷрибаҳо ва ҳисобкуниҳо гузаронида шуда натиҷаҳои дуруст ба даст оварда шаванд. Мувофиқати содаи моделҳои компютерӣ ба мо имконият медиҳад, ки хосиятҳои объектҳои омӯзишӣ, омӯхтани вобастагии системаи физикиро ба тағйир ёфтани параметрҳо ва шартҳои ибтидоии онҳоро муайян кунем.

Натиҷаи таҳқиқоти компютерӣ, маълумот дар бораи модели ҳодиса, вобастагии хусусияти ҳодисаҳо, шакли графикаи онҳо, диаграмаҳо, ҷадвалҳо, намоиши ҳодисаи ҳозира ё вақти виртуалӣ ва ғайра мебошад.

Бо рушди технологияҳои информатсионӣ дар раванди таълим ҳама технологияҳои компютерӣ истифода мешаванд. Бисёр омӯзгорон бо чунин савол рӯ ба рӯ шуданд: "Оё дар дарсҳои физика ба ман компютер лозим аст?" "Оё моделсозии компютерӣ таҷрибаҳои саҳроиро иваз мекунад?" Аммо ба ҳар ҳол, аксари омӯзгорон истифодаи компютерро асоснок медонанд, зеро онҳо як қатор бартариҳо доранд.

Муайян кардан лозим аст, ки моделсозии компютерӣ чӣ бартарият дорад. Мо аллақай медонем, ки моделсозии компютерӣ ба мо барои дида баромадани қисмҳои нозуки таҷрибаҳо ва ҳодисаҳои анҷомдодашуда кӯмак мекунад, ҳангоме ки дар таҷрибаи табиӣ бисёр ҷузъиётҳои таҷриба ноҳуда мемонанд. Мо инчунин метавонем пайваста омилҳои иловагиро

дохил кунем, ки дар навбати худ моделро тадричан душвортар карда, онро ба ҳодисаи воқеӣ наздик мекунам.

Муаллим дар дарс бо истифода аз моделҳои гуногуни компютерӣ имконият пайдо мекунад, ки маводро васеътар ва осонтар баён кунад, ки ин шавқу рағбати хонандагонро ба ҳодисаи омӯхташаванда зиёд намуда, барои амиқ омӯختани мавод мусоидат мекунад. Шумораи асосии моделҳои компютерӣ дар диски маъруфи лазерии “Физика дар тасвирҳо” ҷойгир аст. Таҷрибаи истифодаи ин диск дар дарсҳои физика нишон медиҳад, ки агар донишҷӯён ин маводро мустақилона омӯзанд, он гоҳ ин чандон муассир нест, зеро онҳо ҳама чизро рӯякӣ фаро мегиранд ва ба моҳияти раванд ё раванди моделсозӣ намерасанд ва сипас комилан шавқу рағбат ба ин модел гум мешавад. Барои ҳамин зарур аст, ки мо корҳои озмоишии виртуалиро дар якҷояги гузаронем ва шавқу ҳаваси хонандаро ба моделсозии дар компютер бедор намоем. Вобаста ба ин мо кори озмоишии виртуалиро тариқи моделронии компютерӣ дар мавзӯи “Ҳаракати ҷисми нисбат ба уфуқ таҳти кунҷ партофташуда” дида мебароем.

Ба ҷисме, ки нисбат ба уфуқ таҳти кунҷ партофта шудааст, ҳангоми парвоз ду қувва: қувваи вазнинӣ ва қувваи муқовимати ҳаво таъсир мекунад. Ҳангоми ба назар нагирифтани қувваи муқовимати ҳаво танҳо як қувва боқӣ мемонад, қувваи вазнинӣ. Ин ҳаракат дар ҳамворӣ аст, бинобар ин барои тавсифи ҳаракат аз системаи координати Декартӣ истифода мебаранд.

Ҷисме, ки таҳти кунҷи уфуқи  $\alpha$  бо суръати ибтидоии  $V_0$  партофта шудааст, муқовимати ҳаворо ба назар нагирифта, аз руи парабола парвоз мекунад, ва баъд ба замин меафтад. Зарур аст, ки суръати ибтидоии  $V_0$  ба ҷузъҳои уфуқӣ ва амудӣ тақсим карда шавад:

$$V_x^{(0)} = V_0 \cos \alpha, V_y^{(0)} = V_0 \sin \alpha. (1)$$

Ҳаракати уфуқӣ мунтазам аст, аммо ҳаракати амудӣ пеш аз расидан ба нуқтаи болоии масир(траектория) мунтазам суст ва баъд аз он мунтазам суръат мегирад. Барои ҷузъи амудӣ

$$V_y = V_y^{(0)} - gt;$$

Мо бояд вақти расидан ба нуқтаи баландтарини масирро(траекторияро) донем. Дар ин ҷо мо медонем, ки дар нуқтаи балантарин  $V_y = 0$  аст. Бинобар ин

$$\{V_y = V_y^{(0)} - gt\}, V_y^{(0)} = gt.$$

Дар ин чо мо метавонем вақти расидан ба нуқтаи болоиро ба назар гирем:

$$\tilde{t} = \frac{V_y^{(0)}}{g} = \frac{V_0 \sin \alpha}{g} \quad (2)$$

Баландии нуқтаи додашуда  $h$ :

$$h = V_y^{(0)} \tilde{t} - \frac{g \tilde{t}^2}{2} = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{g} - \frac{g V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g^2} = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} \quad (3)$$

Вақти умумии пеш аз ба замин афтодан  $2\tilde{t}$ ; мунтазам қад-қад тирӣ  $x$  бо суръати  $V_x^{(0)}$  ҳаракат мекунад, дар ин муддати вақт, роҳро тай мекунад:

$$l = V_x^{(0)} \times 2\tilde{t} = V_0 \cos \alpha \times 2 \frac{V_0 \sin \alpha}{g} = \frac{V_0^2 \sin \alpha}{g} \quad (4)$$

Барои ёфтани масир(траектория) аз қиматҳои  $x$  ва  $y$  зарур аст, ки  $t$ -ро хориҷ кунед:

$$x = V_x^{(0)} t, y = V_y^{(0)} t - \frac{gt^2}{2}; \quad (5)$$

Дар натиҷа:

$$y = V_y^{(0)} \frac{x}{V_x^{(0)}} - \frac{g}{2} \times \frac{x^2}{V_x^{(0)2}} = \tan \alpha \times x - \frac{g}{2V_0^2 \cos^2 \alpha} x^2 \quad (6)$$

Муодилаи (6) муодилаи парабола мебошад.

Дар мисоли масъалаи овардашуда мо сохти модели компютериро таҳлил мекунем.

Вазифаи 1. Хусусиятҳои ҷисми таҳти кунҷи  $\alpha$  ба уфуқ бо суръати ибтидоии  $V_0$  партофташударо доништан лозим аст, ҷисм парвоз мекунад ва пас аз чанд муддат ба замин меафтад. Вобастагии масофаи дурии парвоз  $l$ , вақти расидан ба нуқтаи болоӣ, баландии нуқтаи болоии масир(траектория)  $h$ -ро аз кунҷи партофташуда  $\alpha$  ҳисоб кардан лозим аст.

Ҳал. Аввалан, аз рӯи формулаҳои (2) - (4) параметрҳои  $l$ ,  $\tilde{t}$ ,  $h$ ро ҳисоб кардан лозим аст. Дар барномаи Excel шумо бояд нишон диҳед, ки кунҷи партофташуда бояд бо радиан навишта шавад:

C9				fx = (\$B\$9^2*SIN(2*A9*3,14/180))/9,81			
A		B		C			
1	Масъала оиди парвози қисме, ки тахти кунҷи уфуқӣ партофта шудааст						
2	Маълумотҳои овардашуда						
3	суръати аввала		60				
4	Кунҷи партофташаванда		15				
5	Қадами васеъшавии		15				
6	ҳисобот						
7	Лаҳзаҳои ҳисобот				натиҷа		
8	Кунҷи партофташуда	суръати аввала		дурии парвоз			
9		0	60			0	

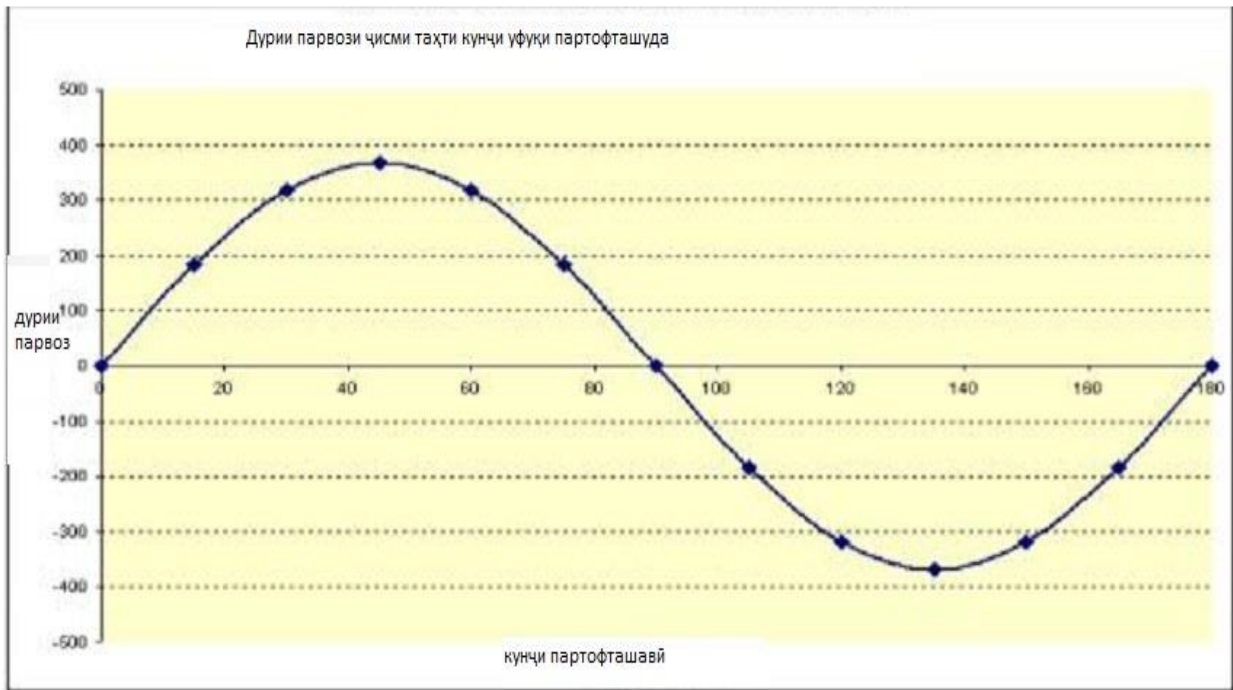
**Расми 1. Ҷадвали дохилкунии маълумотҳо.**

Аз ин ҷо ҳосил мекунем:

A10				fx = A9+\$B\$5			
Ном		A	B	C			
4	кунҷи партофташавӣ		15				
5	қадами васеъшавии кунҷ		15				
6	ҳисобот						
7	фосилаи ҳисобот				натиҷа		
8	кунҷи партофташавӣ	суръати аввала		дурии парвоз			
9		0	60		0		
10		15	60		183,4018725		
11		30	60		317,7100328		
12		45	60		366,9723607		
13		60	60		318,0021285		

**Расми 2. Ёфтани параметрҳои  $u$ ,  $\tilde{t}$ ,  $h$**

Натиҷаро графикӣ месозем:



Расми 3. Графики дурии парвози қисм.

Мо инчунин  $\tilde{t}$ ,  $h$  -ро ҳам меёбем. Вақти расидан ба нуқтаи болоии траектория  $\tilde{t}$

	A	B	C
1	масъала оиди парвози қисме, ки таҳти кунҷи уфуқи партофта шудааст		
2	маълумоти пешина		
3	суръати аввала	60	
4	кунҷи партофташуда	15	
5	қадами васеъшавии кунҷ	15	
6	ҳисобот		
7	ҳисоботи пешаки		натиҷаҳо
8	кунҷи партофтан	суръати аввала	вақти дастрасии нуқтаи болои
9	0	60	0
10	15	60	1,582206997
11	30	60	3,056697875
12	45	60	4,323089793
13	60	60	5,295167214
14	75	60	5,906751436
15	90	60	6,116206012
16	105	60	5,909271344
17	120	60	5,300035474
18	135	60	4,329974976
19	150	60	3,065131242
20	165	60	1,591614405
21	180	60	0,009740996

Расми 4. Қадвали ёфтани вақти расидан ба нуқтаи болоии масири(траектория)  $\tilde{t}$

Натиҷаро графикӣ тасвир мекунем:

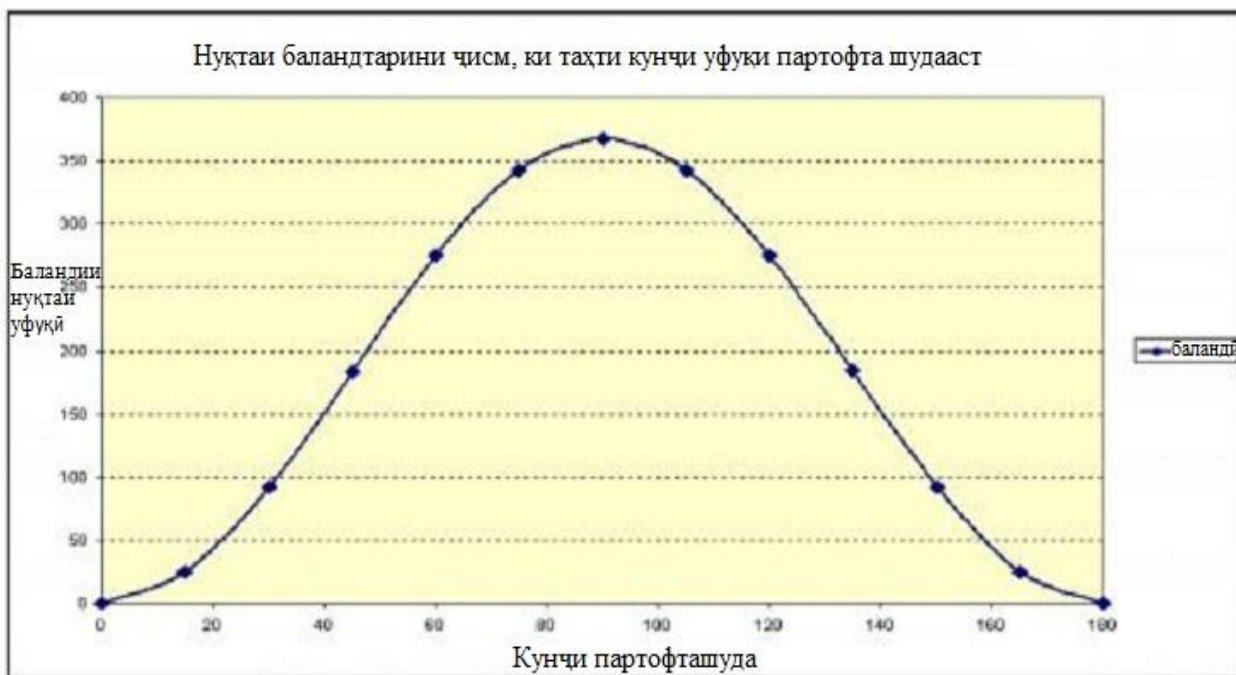


Расми 5. Графикҳои вақти расидани ҷисм ба нуқтаи болоии масир(траектория)  $t$

	A	B	C
1	масъала оиди ыисме, ки таҳти кунҷи уфуқи партофта шудааст		
2	маълумоти пешаки		
3	суръати аввала	60	
4	кунҷи партофташуда	15	
5	қадами васеъшавии кунҷ	15	
6	ҳисобот		
7	лаҳзаҳои ҳисобот		натиҷа
8	кунҷи партофтан	суръати аввала	бандии нуқтаи болои
9	0	60	0
10	15	60	24,55814782
11	30	60	91,65877266
12	45	60	183,3401235
13	60	60	275,060587
14	75	60	342,2680799
15	90	60	366,9722444
16	105	60	342,5601754
17	120	60	275,5665888
18	135	60	183,9245831
19	150	60	92,16523968
20	165	60	24,85104923
21	180	60	0,000930842

Расми 6. Ҷадвали ёфтани баландии нуқтаи болоии масир (траектория)  $h$





**Расми 7. Графики ёфтани баландии нуқтаи болоии масир (траектория) h**

Вазифаи 2. Дар график роҳи парвози ҷисми аз баландӣ партофташударо тасвир кардан лозим аст. Масири тӯбро созад, агар он аз баландӣ бо суръати аввала тариқи уфуқӣ партофта шуда бошад.

$$V_x^{(0)} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Ҳал:

Суръати аввалаи уфуқиро нависед:

$$V_x^{(0)} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}},$$

инчунин суръати аввалаи амудӣ:

$$V_y^{(0)} = 0.$$

Пас ҷобаҷогузори уфуқӣ

$$x = V_x^{(0)} t,$$

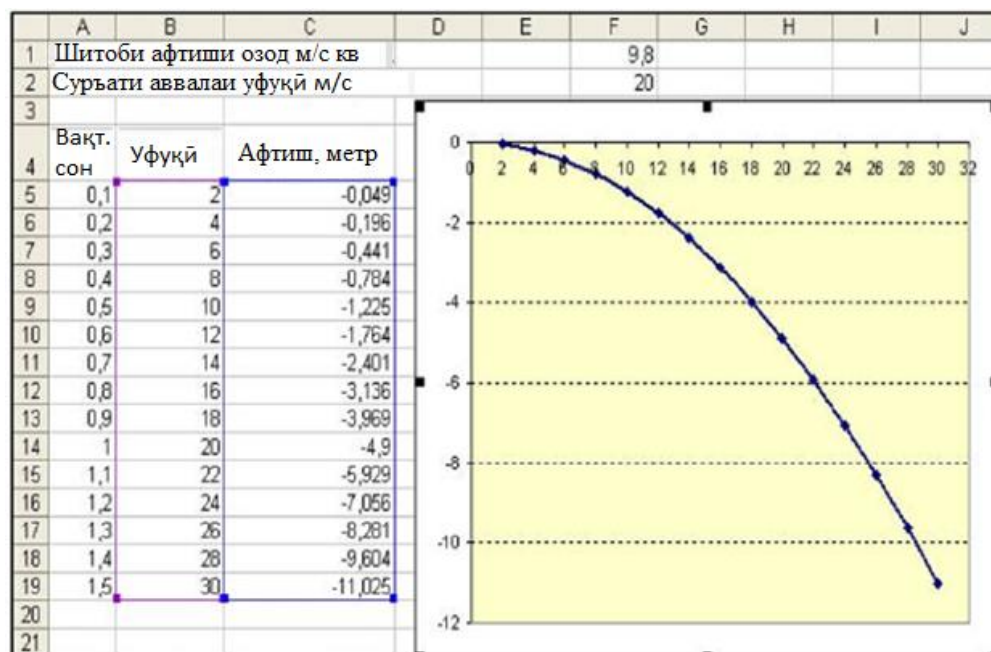
ва афтиш (ҷойнишинии амудӣ) аз рӯи муодилаи зерин ҳисоб карда мешавад

$$y = V_y^{(0)} t - \frac{gt^2}{2} = \frac{gt^2}{0};$$

Ҳангоми сохтани масир, вобастагии афтишро аз ҷойивазкунии амудӣ ба назар гирифтани зарур аст.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Шитоби афтиши озод м/с кв						9,8
2	Суръати аввалии уфуқи м/с						20
3							
4	Вақт, с	Уфуқӣ	Афтиш, м.				
5	0,1	=F\$2*A5	=-1*F\$1*(A5^2)/2				
6	0,2	=F\$2*A6	=-1*F\$1*(A6^2)/3				
7	0,3	=F\$2*A7	=-1*F\$1*(A7^2)/4				
8	0,4	=F\$2*A8	=-1*F\$1*(A8^2)/5				
9	0,5	=F\$2*A9	=-1*F\$1*(A9^2)/6				
10	0,6	=F\$2*A10	=-1*F\$1*(A10^2)/7				
11	0,7	=F\$2*A11	=-1*F\$1*(A11^2)/8				
12	0,8	=F\$2*A12	=-1*F\$1*(A12^2)/9				
13	0,9	=F\$2*A13	=-1*F\$1*(A13^2)/10				
14	1	=F\$2*A14	=-1*F\$1*(A14^2)/11				
15	1,1	=F\$2*A15	=-1*F\$1*(A15^2)/12				
16	1,2	=F\$2*A16	=-1*F\$1*(A16^2)/13				
17	1,3	=F\$2*A17	=-1*F\$1*(A17^2)/14				
18	1,4	=F\$2*A18	=-1*F\$1*(A18^2)/15				
19	1,5	=F\$2*A19	=-1*F\$1*(A19^2)/16				
20							

Расми 8. Ҷадвали ёфтани вобастагии афтиш аз ҷойивазкунии уфуқӣ.



Расми 9. Графики шитоби афтиши озод.

Ҳамин тариқ, гуфтан мумкин аст, ки мундариҷаи корҳои озмоишӣ гуногун буда метавонад: иҷрои корҳои озмоишии виртуалӣ, ҳалли намудҳои гуногуни масъалаҳои физикӣ вобаста ба корҳои озмоишӣ, тайёр намудани асбобҳои содаи физикӣ дар шакли виртуалӣ тариқи компютер, кор бо адабиёти иловагӣ, тайёр намудани гузоришҳо, ҷалб шудан ба гузаронидани таҷрибаҳои шавқовар ва ғайраҳо.

### Адабиёт

1. Мастропас З.П., Синдеев Ю.Г. Физика: методика и практика преподавания/ Серия «Книга для учителя». - Ростов н/Д: Феникс, 2002. - 288с.
2. Усова А.В., Бобров А.А. Формирование учебных навыков на уроках физики. - М.: Просвещение, 1988. - 112: ил.- (Б-ка учителя физики).
3. Рекомендации научно - методического симпозиума «Компьютерное моделирование в обучении точным наукам» // Педагогическая информатика 2004, №1.
4. Бутиков Е.И. Интерактивные компьютерные модели в преподавании физики// «Компьютерное моделирование 2003»: Труды 4-й Международной научно- технической конференции. СПб: Нестор, 2003.
5. Педагогические нововведения в высшей школе. Материалы IV Всероссийской научно-методической конференции. КубГТУ. Часть VI. Инновации в методиках преподавания учебных дисциплин. Краснодар, 1998. С. 14-16.
6. Современный физический практикум. Сборник тезисов докладов V учебно-методической конференции стран СНГ. Под ред. В.И. Николаева и М.Б. Шапочкина. Москва. 1998. С.212.
7. Бутиков Е.И. Лаборатория компьютерного моделирования. Журнал «Компьютерные инструменты в образовании», Санкт-Петербург: «Информатизация образования», с.26, 1999.
8. Чирцов А.С. Информационные технологии в обучении физике. Журнал «Компьютерные инструменты в образовании», Санкт Петербург: «Информатизация образования», с.3, 1999.
9. Бутиков Е.И. Основы классической динамики и компьютерное моделирование. Материалы 7-й научно-методической конференции, Академическая гимназия, Санкт-Петербург - Старый - Петергоф, с. 47, 1998.
10. Кавтрев А. Ф. «Опыт использования компьютерных моделей на уроках физики в школе «Дипломат»-й. Сборник РГПУ им. А. И. Герцена «Физика в школе, и вузе», Санкт-Петербург: «Образование» с. 102-105, 1998.
11. Белостоцкий П.И., Максимова Г.Ю., Гомулина Н.Н. «Компьютерные технологии: современный урок физики и астрономии». Газета «Физика» 20, с. 3, 1999.
12. Буров В.А. «Демонстрационный эксперимент по физике в средней школе». М.: Просвещение 1979.
13. Могилев А.В., Пак Н.И., Хеннер Е.К. Информатика М.: «Академа», 2001 г.

14. Акулич И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах. - М.: Высшая школа, 1993.
15. Араманович И.Г., Левин В.И. Уравнения математической физики. М.: Наука, 1969.
16. Математическое моделирование. Пер. с англ. / Под ред. Дж. Эндрюса, Р. Мак-Лоуна. - М.: Мир, 1979.
17. Лабораторный практикум по теории и методике обучения физике в школе. Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений/С.Е. Каменецкий, С.В. Степанов, Е.Б. Петрова и др.; Под ред. С.Е. Каменецкого и С.В.Степанова. - М.: Издательский центр «Академия», 2002. - 304с.

### **ҲАРАКАТИ ҚИСМИ НИСБАТ БА УҒУҚ ТАҲТИ КУНҶ ПАРТОҒТАШУДА (МОДЕЛСОЗИИ КОМПЮТЕРӢ)**

**Фишурда.** Дар кори мазкур омӯхтани хусусиятҳо ва усулҳои моделсозии компютери равандро ва ҳодисаҳои физикӣ, бо истифода аз моделсозии компютерӣ дар раванди таълим дида баромада мешавад. Моделсозии компютерӣ яке аз усулҳои муосири омӯзиши системаҳои физикӣ мебошад. Моделҳои компютерӣ аксар вақт имкон медиҳанд, ки таҷрибаҳо ва ҳисобкуниҳо гузаронида шаванд ва натиҷаҳои дуруст ба даст оранд. Мувофиқати содаи моделҳои компютерӣ ба мо имконият медиҳад, ки хосиятҳои объектҳои омӯзишӣ, омӯхтани вобастагии системаи физикро ба тағйир ёфтани параметрҳо ва шартҳои ибтидоии онҳоро муайян кунем. Бо рушди технологияҳои информатсионӣ дар раванди таълим ҳама технологияҳои компютерӣ истифода мешаванд. Аксари омӯзгорон истифодаи компютерро асоснок медонанд, зеро онҳо як қатор бартариҳо доранд. Барои ҳамин зарур аст, ки мо корҳои озмоишии виртуалиро дар якҷояги гузаронем ва шавқу ҳаваси хонандаро ба моделсозӣ дар компютер бедор намоем. Вобаста ба ин мо кори озмоишии виртуалиро тариқи моделронии компютерӣ дар мавзӯи “Ҳаракати қисми нисбат ба уғуқ таҳти кунҷ партофташуда” дида баромадем. Маълум гардид, ба қисме, ки нисбат ба уғуқ таҳти кунҷ партофта шудааст, ҳангоми парвоз ду қувва: қувваи вазнинӣ ва қувваи муқовимати ҳаво таъсир мекунад. Ҳангоми ба назар нагирифтани қувваи муқовимати ҳаво танҳо як қувва боқӣ мемонад, қувваи вазнинӣ. Ин ҳаракат дар ҳамворӣ аст, бинобар ин барои тавсифи ҳаракат аз системаи координати Декартӣ истифода мебаранд.

**Калидвожаҳо:** компютер, озмоишгоҳ, виртуалӣ, моделсозӣ, физика, техника, барнома, график, диаграмма.

## **ДВИЖЕНИЕ ТЕЛА, БРОШЕННОГО ПОД УГЛОМ К ГОРИЗОНТУ (КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ)**

**Аннотация.** В данной работе рассматривается изучение особенностей и методов компьютерного моделирования физических процессов и явлений, использование компьютерного моделирования в учебном процессе. Компьютерное моделирование является одним из современных методов изучения физических систем. Компьютерные модели часто позволяют проводить эксперименты и расчеты и получать точные результаты. Простая совместимость компьютерных моделей позволяет определять свойства объектов исследования, изучать зависимость физической системы от изменения их параметров и начальных условий. С развитием информационных технологий в образовательном процессе используются все компьютерные технологии. Большинство учителей считают использование компьютеров оправданным, поскольку они имеют ряд преимуществ. Поэтому необходимо вместе проводить виртуальные эксперименты и пробуждать у читателя интерес к компьютерному моделированию. В связи с этим нами была рассмотрена работа виртуального эксперимента посредством компьютерного моделирования на тему «Движение тела, брошенного под углом относительно горизонта». Оказалось, что на тело, брошенное под углом к горизонту, во время полета действуют две силы: сила тяжести и сопротивление воздуха. Если пренебречь силой сопротивления воздуха, остается только одна сила – сила тяжести. Это движение происходит в плоскости, поэтому для описания движения используется декартова система координат.

**Ключевые слова:** компьютер, физика, техника, графика, диаграмма, алюминий, кремний, силумины, легирование, теплофизические свойства, теплопроводность, теплоёмкость, удельная электропроводность.

## **MOVEMENT OF A BODY THROWN AT AN ANGLE TO THE HORIZON (COMPUTER MODELLING)**

**Annotation.** This paper discusses the study of the features and methods of computer simulation of physical processes and phenomena, the use of computer simulation in the educational process. Computer simulation is one of the modern methods for studying physical systems. Computer models often make it possible to carry out experiments and calculations and obtain accurate results. The simple compatibility of computer models makes it possible to determine the properties of objects of study, to study the dependence of a physical system on changes in their parameters and initial conditions. With the development of information technology, all computer technologies are used in the educational process. Most teachers consider the use of computers justified because they have a number of advantages. Therefore,

it is necessary to conduct virtual experiments together and awaken the reader's interest in computer simulation. In this regard, we considered the work of a virtual experiment through computer simulation on the topic "Movement of a body thrown at an angle relative to the horizon." It turned out that two forces act on a body thrown at an angle to the horizon during the flight: gravity and air resistance. If we neglect the force of air resistance, only one force remains - the force of gravity. This movement occurs in a plane, so a Cartesian coordinate system is used to describe the movement. Thus, we can say that the content of experimental work can be different: performing virtual experimental work, solving various physical problems associated with experimental work, preparing simple physical instruments in a virtual form on a computer, working with additional literature, preparing reports, engaging in conducting interesting experiments, etc.

**Keywords:** computer, laboratory, virtual, simulation, physics, methodology, program, graph, diagram.

**Маълумот дар бораи муаллиф:**

**Олимӣ Ашуралӣ Рамазон** – Донишгоҳи давлатии Данғара, номзади илмҳои физикаю математика, дотсенти кафедраи физика. **Суроға:** 734065, Ҷумҳурии Тоҷикистон, н. Данғара, кӯчаи Марказӣ, 25. **Телефон:** (+992) 555-05-09-24. **E-mail:** olimov\_19641@mail.ru.

**Сведения об авторе:**

**Олими Ашурали Рамазан** – Дангаринский государственный университет, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики. **Адрес:** 734065, Республика Таджикистан, р. Данғара, ул. Маркази, д. 25. **Телефон:** (+992) 555-05-09-24. **E-mail:** olimov\_19641@mail.ru.

**Information about the author:**

**Olimi Ashurali Ramazan** – Dangara State University, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Physics. **Address:** 734065, Republic of Tajikistan, r. Dangara, st. Markazi, 25. **Phone:** (+992) 555-05-09-24. **E-mail:** [olimov\\_19641@mail.ru](mailto:olimov_19641@mail.ru).

**Муқарриз:** Сатторов А.Э. - д.и.п., профессор, ДДБ ба н. Н. Хусрав

**ТАҶРИБА ВА СУПОРИШҶОИ МУСТАҚИЛОНА АЗ ФИЗИКА,  
ҲАМЧУН ОМИЛИ МУСТАҚИЛИЯТ ВА ДОНИШАЗХУДКУНИИ  
ДОНИШЧЎЁНИ РАВИЯИ ОМЎЗГОРИИ МУАССИСАҶОИ  
ТАҲСИЛОТИ ОЛИИ КАСБИИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН**

**Бубиев М.Ч.**

**Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав**

Азхудкунии донишро бидуни ба назар гирифтани хусусиятҳои инфиродӣ ва шахсии донишчӯён ғайриимкон аст, зеро он ҳуқуқи интиҳоби роҳҳо ва усулҳои таълимро фароҳам меорад. Дар айни замон, талабот ба сифатҳои шахсии донишчӯи муосир-қобилияти мустақилона ҷустуҷӯи маводи зарурӣ, пурра ва нав кардани донишҳо, муносибати эҷодӣ ба ҳалли вазифаҳои гузошташуда аҳамияти рӯзафзун пайдо намуда истодааст. Ҳадафи муосири раванди таълим ин тарбияи шахси салоҳиятдор мебошад, ки қобилияти ҳалли мушкилот ва вазифаҳои маъмулиро дар асоси таҷрибаи андӯхтаи омӯзишӣ ва баҳои муносиби вазъият мушаххас месозад.

Бешубҳа кори мустақилона марҳилаи ҷамъбаस्तкунандаи ҳамаи намудҳои дигари кори таълим дар мактаби олий ба ҳисоб рафта, ба инкишофи тафаккури эҷодии донишчӯ асоси боъэтимод мегузорад. Дар ҷараёни кори мустақилона маводҳои таълимӣ ҳамаҷониба ҳазм гардида, донишазхудкунии донишчӯён дар хотира мустаҳкам нигоҳ дошта мешавад. Кори мустақилона амалиёти фикрии донишчӯро инкишоф дода, ўро ба кори илмию таҳқиқотӣ ва касбӣ ҳидоят менамояд [12, с. 5].

Хусусиятҳои системаи муосири таҳсилот, баҳри фароҳам овардани шароит барои рушди мустақилияти инфиродӣ дар фазои таълимӣ маҳсуб меёбад. Яъне қобилияти донишчӯ барои мустақилона идора кардани раванди омӯзиш ва масъулият барои банақшагири, раванд ва натиҷаи фаъолияти ӯ мебошад.

Омили асосии рушди бомуваффақияти мустақилияти таълимии донишчӯён ва ба даст овардани сатҳи зарурии таҳияи ин ҳадафҳо кори мустақили донишчӯён, дастрасии мустақилона ба захираҳои таълимию илмӣ ва технологияҳои худидоракунӣ мебошад.

Бо назардошти тамоюлҳои охиринаи ҷаҳонӣ дар соҳаи таҳсилоти олий, самти возеҳи тамоми раванди таълим барои баланд бардоштани нақши кори мустақилонаи донишчӯён ва ҷорӣ намудани технологияҳои нави иттилоотӣ ба раванди таълим ошкор карда шудааст [7].

Кори ҷудонашавандаи раванди таълим дар тайёр кардани мутахассисони баландхтисос кори мустақилона буда, он ҳамчун як намуди фаъолияти таълимӣ, ки ба тағйирёбии бошуурокаи худ, инкишоф ва аз худ кардани сифатҳо ва донишҳои нав равона карда шудааст, пешниҳод карда мешавад. Инчунин фаъолияти мустақили таълимӣ, восита ва ҷузъи ҳатмии фаъолнокии маърифати эҷодӣ мебошад, ки ба ташаккули маҳорат ва малакаи меҳнати зеҳнӣ, амиқгардонии дониши касбӣ ва таҳияи усулҳои фаъолияти илмӣ равона карда шудааст.

Дар раванди таълимии муассисаҳои таҳсилоти олии касбии равияи омӯзгорӣ ба ду намуди кори мустақилона ҷудо карда мешаванд: синфӣ ва берунасинфӣ. Кори мустақили синфӣ дар синф бо супориши омӯзгор, бо ҳузури ӯ ва иштироки бевоситаи ӯ иҷро карда мешавад. Кори мустақили берунасинфиро донишҷӯ низ бо супориши омӯзгор, вале бидуни назорати бевоситаи ӯ иҷро мекунад. Маҳз ташкили корҳои мустақилонаи берунасинфӣ аз омӯзгор диққати махсусро талаб мекунад.

Нақши пешбарандаи омӯзгорро дар ташкили кори мустақилонаи донишҷӯён қайд кардан лозим аст, ки шавқи маърифатиро равона карда, кори мустақилро таҳлил менамояд, маҳорат ва малақаҳои фаъолияти мустақили маърифатиро ташаккул медиҳад. Омӯзгор бояд донишҷӯро аз "истеъмомкунандаи ғайрифаволи дониш ба созандаи фаъл" гузаронида, масъалаеро таҳия ва роҳҳои ҳалли онро таҳлил намояд, натиҷаи муносиб ҷуста, дурустии онро исбот кунад [14].

Шарти самаранокии кори мустақилонаи донишҷӯён ин таҳияи маҷмӯи таъминоти методии раванди таълим (матнҳои маърузаҳои аз фан, воситаҳои таълими техникаӣ, дастурҳои методӣ оид ба иҷрои корҳои озмоишӣ, мавзӯҳои корҳои конструксионӣ, реферат, саволҳо барои худназоратӣ) мебошанд. Натиҷаи кори мустақилонаи донишҷӯ бояд аз тарафи омӯзгор ҳамеша назорат карда шавад. Дар баробари ин таносуби фаъолияти якҷояи омӯзгор ва донишҷӯ бояд тадриҷан тағйир ёбад. Мавриди машғулиятҳои озмоишӣ омӯзгор кӯшиш намояд, ки донишҷӯёнро ба кори мустақилона водор намояд. Чунин машғулиятҳои озмоишӣ имкон медиҳад, ки раванди худтакмилдиҳии омӯзгор ва донишҷӯ пайваста инкишоф ёбад. Салоҳияти касбии омӯзгор бо иштироки фаълнонаи донишҷӯ дар худомӯзӣ ташаккул ва тақвият ёфта, донишҷӯёнро ба таҳқиқотҳои минбаъдаи ҳодисаҳои физикӣ водор менамояд.

Пряхина Е. Н. дар рисолаи номзадии худ кори мустақилонаи донишҷӯёнро «ҳамчун чараёни идорашавандае медонад, ки асосан ба мақсадҳои омӯзиш (азхудкунӣ, мустаҳкам намудан, такмили дониш дар



ҳачми барномаҳои донишгоҳӣ) ва аз худ намудани малакаю маҳоратҳои мувофиқ, ки мазмуни омодагии мутахассисро ташкил медиҳад, хизмат мекунад [11].

Ҳамин тариқ, дар бораи шаклҳои ташкили кори мустақилона фикр карда, омӯзгор бояд як қатор меъёрҳоро ба назар гирад:

- дониш, маҳорат ва малакаҳои зарурӣ, ки донишчӯ бояд дар раванди иҷрои корҳои мустақилона нишон диҳад;
- ташаккули салоҳиятҳои касбӣ;
- рушди нерӯи эҷодии донишчӯ ва қобилияти тафаккури зеҳнӣ;
- ташаккули мавқеи фаъолияти илмии донишчӯ;
- тарбияи масъулиятшиносӣ барои иҷрои саривақтии супориш.

Барои самараноктар кардани кори мустақилона, омӯзгор бояд ҳачми кори мустақилона ва дар синф анҷомдодаи донишчӯёнро босалоҳият муттаҳид созад, фаъолияти таълимиро дуруст ба роҳ монад, донишчӯро бо маводи таълимии зарурӣ таъмин намояд, то раванди кори мустақилона ба эҷодӣ табдил ёбад, назоратро аз болои ташкил ва пешрафти кори мустақилона таъмин намоянд [13].

Кори мустақилонае, ки гуруҳӣ ташкил карда шудааст ва ё дар он се нафар иштирок мекунанд, метавонанд самараноктар бошанд. Кори гуруҳӣ ҳавасмандӣ ва фаъолияти зеҳниро баланд мебардорад. Омили муҳим, ин ташвиқи донишчӯён ба мустақилона ҷустуҷӯ ва коркарди иттилоот, сохтани алгоритми ҳалли масъала, пешниҳоди нуқтаи назари худ ва моҳирона овардани далелҳо мебошад.

Ташкили кори мустақилонаи донишчӯён яке аз самтҳои умедбахши таълим ба шумор меравад. Дуруст ташкил намудани фаъолияти мустақилонаи донишчӯён метавонад барои баланд бардоштани сифати таълим ва барои ташаккули хислатҳои касбӣ, қобилиятҳои эҷодӣ, мустақилият ва фаъолият шароит фароҳам оварда, дар ташаккул ва рушди салоҳияти касбӣ саҳм гузорад [1, с.229-241].

Яке аз шартҳои муҳими самаранокии кори мустақилона, назорати он мебошад. Иҷрои мустақили намудҳои гуногуни вазифаҳо аҳамияти тарбиявӣ низ дорад. Ҳамчун як намуди махсуси фаъолият, кори мустақилона мушоҳидакориро инкишоф медиҳад, диққатро тақвият дода, тавачҷӯхро меафзояд. Донишчӯён ба қобилиятҳои худ эътимод пайдо намуда, ирода, хислат, меҳнатдӯстӣ ва расидан ба ҳадафҳои худ роҳнамой мекунад.

Яке аз воситаҳои баланд бардоштани самаранокии кори мустақилона истифодаи супоришҳои эҷодӣ мебошад, ки ҳадафи онҳо фаро гирифтани

раванди таълим дар шакли нав мебошад. Дар шароити гузариш ба стандартҳои давлатӣ, барои донишҷӯёне, ки ба системаи бакалаврӣ дохил шудаанд, кор кардан дар хондани матнҳо, бевосита ба фаъолияти касбии мутахассиси оянда алоқаманд, иҷрои намудҳои гуногуни машқҳо ва супоришҳо аҳамияти калон дорад. Ин ба рушди малакаҳои зеҳнӣ ва маърифатии донишҷӯён ба монанди: ҷустуҷӯ намудан, дониستاني забонҳо, таҳлили иттилоотҳо, эҷодкорӣ мусоидат мекунад.

Бояд қайд кард, ки супоришҳо ва вазифаҳои дуруст интихобшуда барои онҳо имкон медиҳанд, ки ин намуди фаъолият ба раванди воқеии эҷодӣ табдил дода шуда, дониш, маҳорат ва малакаи донишҷӯён зоҳир карда шавад.

Марҳилаи ниҳоии кори мустақилона бояд рушди малакаҳои эҷодӣ барои мутахассиси оянда бошад:

- амалисозии ҷустуҷӯи мустақили иттилоот барои таҳқиқоти илмӣ;
- интихоби мавод барои навиштани маърузаҳо, корҳои курсӣ, рисолаҳои хатм;
- баланд бардоштани савияи дониш ва маҳорати эҷодӣ;
- баромад дар конфронсҳои илмии донишҷӯён ва мизи мудаввар;
- пайваста мутолиа намудани маҷаллаҳои илмӣ, дастрасӣ ба шабакаҳои интернетӣ ва ғайра.

Дар асри XVIII масъалаи рушди мустақилият ва фаъолияти донишҷӯён дар маркази таваҷҷуҳи мушвирони педагогӣ чунин арзёбӣ мегардид. Толибилм бояд “агар имкон бошад, мустақилона кор кунад ва омӯзгор бояд ин кори мустақилро роҳбарӣ карда, барои ӯ мавод пешниҳод намояд”. Ин аз бисёр ҷиҳат ба қобилияти омӯзгор барои фароҳам овардани шароити педагогӣ барои ташаккули мустақилияти донишҷӯён дар фаъолияти таълимӣ вобаста аст. Азбаски намуди маъмултарини кори мустақилона кор бо китоби дарсӣ мебошад. Ин шиносӣ ва татбиқи амалии алгоритми кор бо зербоби китоби дарсӣ ҳамчун якпорчагӣ, ба ҳам пайвастании ҳамаи қисматҳои он ба қобилият ва мустақилияти донишҷӯён мусоидат хоҳад кард.

Донишҷӯёни имруза омӯзгорро ҳамчун манбаи ягонаи иттилоот дарк намеkunанд, аз ин рӯ аксар вақт ба ҳикояҳо ва тавсияҳои ӯ диққат намедиҳанд. Омӯзгор кӯшиш намояд, ки фаъолияти мустақилонаи донишҷӯён ба синфхона бештар таваҷҷуҳ зоҳир намуда, аз нерӯ ва имконияти онҳо истифода бурдан лозим аст.

Мустақилияти донишҷӯ ин маънои қобилияти ӯро барои гузоштани ҳадафҳо, амал кардан, эҷод намудан ва бе кӯмаки беруна аз ӯҳдаи кор

баромадан мебошад. Мустақилона амал намудан, яке аз хислатҳои пешбарандаи шахс мебошад. Он ба инсон роҳи мустақилиятро мекушояд, ба қобилияти ӯ эътимодноки мебахшад.

Курси физика дар муассисаҳои таҳсилоти олии касбӣ, сайқал додани дониш, ташаккули миқдори муайяни дониш, қобилият ва малакаҳои дар назар дорад, ки ин бе истифодаи кори мустақилона ғайриимкон аст. Вазифаҳои асосии омӯзгор дар синф бедор намудани завқи мустақилона меҳнат кардан ва кориҷрокунии донишҷӯён мансуб меёбад. Фаъолияти мунтазами мустақилона амал намудани донишҷӯ, сатҳи саводнокиро таҷричан беҳтар мекунад.

Қор бо китобҳои дарсӣ, таҷҳизотҳо ва маводҳои ёрирасон қисми ҷудонашавандаи дарси физика буда, яке аз усулҳои муҳими таълим мебошад. Кори мустақилонаи донишҷӯ бо китоби дарсӣ ба азхудкунии маълумоти тайёр равона мекунад [15].

Ҳангоми сохтани системаи корҳои мустақилона ба сифати талаботи асосии дидактикӣ амалҳои қабул намудан ба мақсад мувофиқ аст:

1. Раванди иҷрои корҳои мустақилона бояд ба ҳалли масъалаҳои асосии дидактикӣ, азхудкунии донишҳо, инкишофи қобилиятҳои маърифатӣ, ташаккули маҳорати мустақилона омӯхтан, амиқ сохтани донишҳо ва тадбиқ намудани онҳо дар амалия мувофиқат намояд;
2. Кори мустақилона бояд, принципҳои асосии дидактикӣ, қабл аз ҳама принципи системанокӣ ва дастрасӣ, алоқаи назария бо амалия, фаъолияти бошуурона ва эҷодкорона, принципи таълимро дар дараҷаи баланди илмӣ қаноат намояд;
3. Кори мустақилона бояд, аз рӯи мақсад ва мундариҷаи таълим гуногуншакл буда, дар толибилмон маҳорат ва малакаи гуногунро ташаккул диҳад;
4. Пайдарҳамии иҷрои корҳои мустақилона бояд мантиқан маводи гузаштаро дар бар гирифта, ба иҷрои супоришҳои оянда замина гузорад [9, с.144].

Ҳадафи асосӣ ва вазифаи омӯзгори физика аз он иборат аст, ки иҷрои кори мустақилонаро тавре ба роҳ монад, ки ба рушди зеҳнии донишҷӯён мусоидат намуда, дуруст фикр кардан, мустақилона омӯхтан, таҳқиқот бурданро бедор намояд.

Дар раванди таълими физика намудҳои гуногуни корҳои мустақилонаи толибилмон, ки тавассути он дониш, шавқи илмомӯзӣ, маҳорат ва малакаи заруриро ҳосил мекунанд, истифода бурда мешавад. Тамоми шаклҳои корҳои мустақилона дар раванди ҷараёни таълим

корбаст шуда, аз рӯи аломатҳои гуногун: мақсадҳои дидактикӣ, хусусиятҳои фаъолияти таълим, мундариҷа, дараҷаи мустақилият, эҷодкорӣ ва ғайра тасниф карда мешаванд [5, с.115].

Машғулиятҳои озмоишӣ яке аз шаклҳои кори амалии донишҷӯён буда, дар он ба воситаи таҷриба ҷамъбаст ва мустаҳкам намудани донишҳои назариявӣ, ташаккули маҳорат ва малака барои манфиати омодагии касбӣ ба амал тадбиқ карда мешавад. Таҷрибаҳо дар ҷараёни машғулиятҳои физикӣ тасаввуроти қаблан ҷамъшудаи толибилмонро дар бораи ҳодисаҳо ва равандҳои физикӣ ташаккул медиҳад, ҷаҳонбиниро пурра ва васеъ менамояд. Донишҷӯён ҳангоми иҷрои корҳои озмоишӣ қонунҳо ва ҳодисаҳои физикиро омӯхта, бо усулҳои таҳқиқоти худ шинос мешаванд, кор карданро бо асбобу таҷҳизотҳои физикӣ меомӯзанд.

Вазифаҳои асосии машғулиятҳои озмоишӣ аз ҷанни физика аз инҳо иборатанд:

- санҷиши таҷрибавии қонунҳои физикӣ;
- азхуд кардани усул ва техникаи ченкунӣ, ба даст овардани малакаи таҷрибагузаронӣ;
- омӯхтани амал ва сохти кори дастгоҳҳои физикӣ;
- қобилияти коркарди натиҷаҳои таҷриба.

Пеш аз оғоз намудани таҷриба донишҷӯ бояд тавсифи методии кори озмоиширо бодикқат шинос шавад. Тавсифи методӣ аз он иборат аст:

- номи кори озмоишӣ, мақсади он;
- номгӯи дастгоҳҳо ва лавозимот;
- қисми умумӣ (маълумоти умумӣ дар бораи моҳияти ҳодиса);
- усули иҷрои кор;
- тавсифи ченакҳо;
- коркарди натиҷаҳои ченак;
- саволҳои назоратӣ.

Вақти зиёд барои машғулиятҳои озмоишӣ ҷудо кардашуда ба омодагии мустақилона сарф мешавад. Донишҷӯ бояд фаҳмад, ки тавсифи методӣ танҳо асоси иҷрои кор аст, маҳорати таҷриба на ба сифати тавсиф, балки ба муносибати донишҷӯ ба кор вобаста буда, ченакҳои ба таври расмӣ ва беандеша гирифташуда вақтро беҳуда сарф мекунад.

Мавриди гузарондани машғулиятҳои озмоишӣ аз ҷанни физика кори мустақилонаи донишҷӯён ба таври зерин ташкил карда мешавад:

- Пурсиши шифоҳӣ аз рӯи маводҳо назариявӣ;
- Санҷиши нақшаи иҷрои машғулияти озмоишӣ, ки донишҷӯ дар хона тартиб додааст;

- Кори донишчӯ дар озмоишгоҳ, маълумотҳои ченкунӣ, коркард ва муайян намудани натиҷаи бадастомада;
- Санҷиши ҳисоботи кори озмоишӣ. Баҳогузори намудан.

Ҳар як машғулиятҳои озмоишӣ бояд аз ҷониби донишчӯён мустақилона иҷро гардида, маводҳои назариявӣ, омӯхтани усулҳо ва техникаи гузарондан, ба нақша гирифтани таҷриба, азхуд кардани асбобҳои ченкунӣ, кор карда баромадан ва шарҳ додани маълумотҳои таҷрибавиро дар бар гирад.

Муваффақияти машғулиятҳои озмоишӣ аз бисёр ҷузъҳо вобаста аст: аз таҳассуси илмӣ, маҳорати касбӣ ва педагогии омӯзгор, омодагии (банақшагирӣ ва ташкил) синфхонаи физикӣ, ҳолати базавии озмоишгоҳ ва таъминоти методӣ, инчунин сатҳи дониш ва фаъолияти маърифатии донишчӯён дар назар дорад.

Доир намудани таҷрибаҳои намоишӣ дар раванди машғулиятҳои физикӣ, барои тамоми толибилмон хеле фоидаовар буда, бо як нусхаи таҷҳизот гузаронидан мувофиқи матлаб аст. Ғайр аз ин намоиши таҷрибаҳо барои бо суръати тез ва аёни ҷамъбаст намудани маводи таълимӣ имконият фароҳам меорад. Чунин хулоса бароварда мешавад, ки он барои мустақилона гузаронидани таҷриба аҳамият дошта, мустақилиятро тақвият медиҳад. Аз ҷумла, дар ҷараёни гузаронидани корҳои озмоишӣ маҳорати ибтидоии амалӣ боз ҳам мустаҳкам ва мукамал карда мешаванд [4, с. 8-13].

Таҷриба ва супоришҳои мустақилона дар ҷараёни машғулиятҳо.

1. Дар маркази силиндри газдор, поршени ҳаракаткунандаи П мавҷуд аст. Агар поршени маркази цилиндр беҳаракат бошад, фишор дар тарафи рост ва чап чӣ гуна мебошад?



**Расми 1. Силиндри газдор**

- А. Фишор дар тарафи рост зиёд аст;
- Б. Фишор дар тарафи чап зиёд аст;
- В. Фишор дар тарафи рост ва чап баробар аст.**

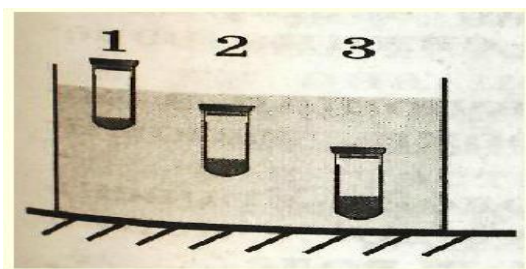
2. Фишори гази дохили поршен, дар кадом ҳолат зиёдтар аст. (Массаи газ ва ҳарорат баробар мебошад).



**Расми 2. Поршени газдор**

Чавоб: Фишор дар расми 2-юм бештар мебошад. Зеро ҳаҷми ишғол намуда нисбатан хурд мебошад.

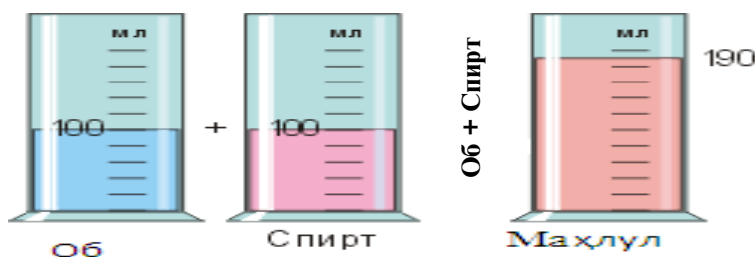
3. Дар зарфи об, 3 найчашиша гузошта шудааст. Ба кадом найчашиша бештар қувваи болобурд (Архимед) таъсир мекунад.



**Расми 3. Найчашишаҳо дар дохили зарфи обдор**

Чавоб: Ба найчашишаҳои 2 ва 3-юм қувваи болобурд зиёдтар таъсир мекунад.

4. Ҳангоми омехта намудани 100 мл об ва 100 мл спирт маҳлул дар ҳаҷми 190 мл ҳосил гардид. Чаро дар ин омехташавӣ 10 мл кам моеъ ҳосил гардид?

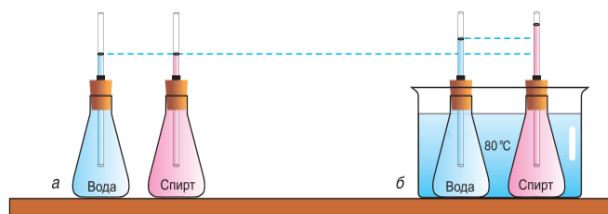


**Расми 4. Моеъҳо дар дохили зарф**

Чавоб: Сабаб дар он аст, ки ҳангоми омехтавиҳои ду моеъ, маҳлули спирт ҳосил мешавад. Дар маҳлул масофаи миёнаи молекулаҳои спирт ва об назар ба масофаи байни молекулаҳои спирт кам аст. Ҳаҷми маҳлули ҳосилшуда, нисбат ба суммаи ҳаҷмҳои моеъҳои алоҳида кам мешавад. Ин боис мегардад, ки мавриди омехташавӣ 10 мл кам мешавад [2, с.104].

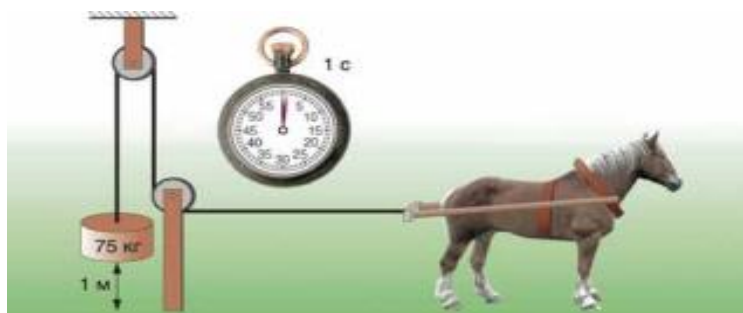
5. Дар моеъҳо ҳодисаи аз гармӣ васеъшавӣ мушоҳида мегардад? Ҳодисаи аз гармӣ васеъшавии моеъҳоро дар таҷриба исбот намудан

мумкин аст. Ба яке зарфҳои якхела об ва спирт гирифта шудааст. Зарфҳоро бо пука маҳкам намуда, сатҳи онҳоро бо ҳалқаи резинӣ ишорат мекунем. (Расми 5 а) Зарфҳоро ба оби гармӣ мегузorem. Сатҳи об ва спирт дар зарф баланд мешавад. (Расми 5 б) Вале сатҳи спирт нисбат ба об бештар мушоҳида мегардад. Яъне аз гармӣ васеъшавӣ дар моеъҳо гуногун мебошанд [6, с.44].



**Расми 5. Зарфи об ва спирт**

6. Дар соҳаи автомобилсозӣ чун анъана бузургии қадимаи тавоноӣ-қувваи аспро истифода мебаранд [6, с.42]. Аз рӯи расм тавоноии қувваи як аспро мустақилона ҳисоб намоед?



**Расми 6. Муайян намудани тавоноии асп.**

Ҷавоб: маълум гардид, ки як қувваи асп, тавоноии 736Вт дорад.

Яке аз воситаҳои самаранок истифода бурдани фаъолияти амалии толибилмон дар машғулиятҳои физикӣ, ин мустақилона иҷрои вазифаҳои таҷрибавӣ мебошад. Яъне ҳалли масъала бевосита бо гузаронидани таҷрибаҳо ба монандӣ: ченкуниҳои гуногун, бавучудоварии ҳодисаҳои физикӣ, мушоҳидаи равандҳои физикӣ, васлкунии таҷҳизотҳо, пайвасти занҷирҳои электрикӣ ва ғайра мансуб меёбад [8, с.76].

Кори мустақилона ин роҳ ба сӯи мартабаи баланд ва мустақилияти касбиест, ки зудҳаракатии донишҷӯёнро ташаккул медиҳад. Аммо дуруст ташкил намудани ин амалҳо ба души омӯзгор вобаста мебошад. Кори мустақилона ҳамчун системаи фаъолияти якҷояи омӯзгор ва донишҷӯ мебошад. Яъне «Ин корест, ки бе иштироки бевоситаи омӯзгор, вале бо супориши ӯ дар вақт ва мавқеи алоҳида кор иҷро карда мешавад, дар навбати худ донишҷӯён бошуурона ноил шудан ба мақсади гузошташуда талош мекунанд».

Дар рушди ҷаҳонишавии таҳсилоти донишгоҳӣ тамоюл ва афзоиши ҳиссаи кори мустақилонаи донишҷӯён, таваҷҷӯҳ ба таълим ва омӯзиш мушоҳида мешавад. Вобаста ба ин, маълум мегардад, ки бо гузаштан ба муносибати салоҳиятноки дар таълим системаи маҳорату малакаи кори мустақилонаро ташаккул дода, фарҳанги фаъолияти мустақилонаи донишҷӯёнро тарбия намудан зарур аст.

Кори мустақилона дар раванди таълими физикаи муосир ҳамчун як воситаи ташкили омӯзиш ба ҳисоб рафта, қодир аст ҷустуҷӯи мустақилонаи маълумотҳои зарурӣ, дарки эҷодӣ мавриди омӯзиши маводи таълимӣ, ҳангоми машғулиятҳои синфӣ, беруназсинфӣ, шаклҳои гуногуни фаъолияти маърифатии донишҷӯён дар синф, инкишоф додани малакаи таҳлилӣ, маҳорати назорат ва ба нақша гирифтани вақти дарс, ташкили оқилонаи кори таълиму тарбия ба ҳисоб меравад.

Кори мустақилона як шакли ташкили ҷараёни таълим мебошад, ки фаъолият, мустақилият ва шавқу завқи маърифатии донишҷӯёнро дар самти илм ва таълим ба фаъолияти хеш тақвият хоҳад бахшид [10, с.6].

Омодагӣ ба машғулиятҳои амалӣ методҳои зерини фаъолияти мустақилонаро дар бар мегирад: дуруст дарк намудани ҳадаф ва вазифаҳои амалисозии он; нишон додани малакаҳои фикрӣ, фаъолияти илмӣ, таҳлилӣ, ки натиҷаи онро дар кори минбаъда истифода намудан мумкин аст. Дар машғулияти амалӣ донишҷӯён аввал роҳро, ки барои таҳия ва мубрамияти таҳқиқотиро баён менамоянд, интихоб намуда, онҳоро муҳокима ва ақидаи худро бо беҳтарин усул асоснок мекунанд [3, с.12-13].

Кунун ба он аҳамият медиҳанд, ки омӯзгор ҳамаи шогирдонро ба фаъолияти фаъолонаи дарс ҷалб намояд. Барои ноил шудан ба ин ҳадаф, омӯзгор бояд шогирдони худро хуб донад, диққатгалаб буда, хусусиятҳои инфиродии онҳоро ба назар гирад, роҳбарӣ, роҳнамоӣ ва муоширатро муайян карда тавонад. Риояи ин шартҳо барои омӯзгорони физика хеле муҳим аст, зеро фанни физика аз ҷумлаи фанҳои душвори азхудшаванда мебошад. Омӯзгор донишҷӯёнро бовар кунонад, ки ҳар кадоми онҳо мустақилона аз ӯҳдаи иҷрои кор мебароянд.

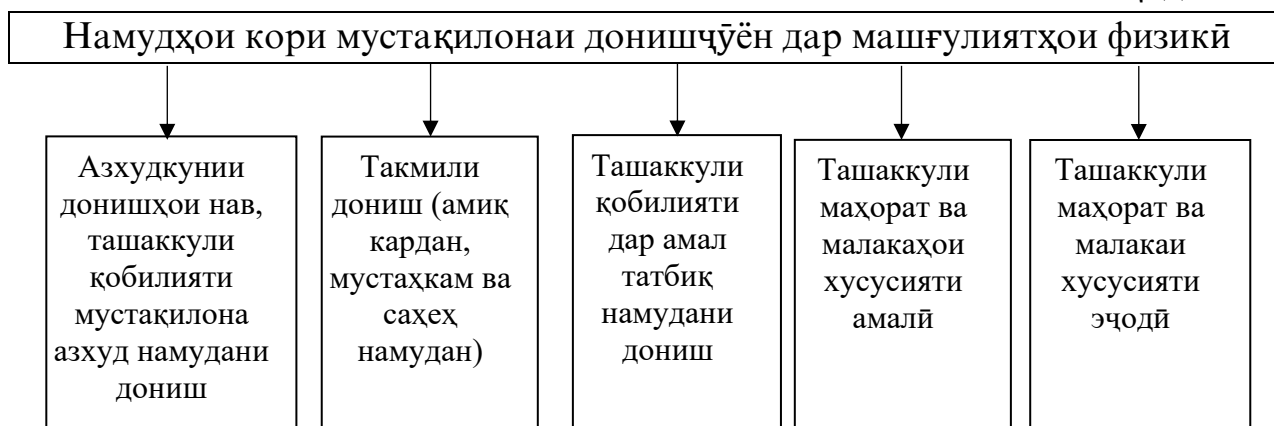
Имрӯзҳо дар муассисаҳои таҳсилоти олии касбӣ вазъияте ба амал омадааст, ки ба фанҳои табиатшиносӣ ҳангоми нигоҳ доштани ҷузъи иттилоотии барнома, соатҳои дарсӣ хел кам дода мешавад. Аз ҷумла, дар ҳама санадҳои меъёрӣ ва ҷузъи стандарти давлатии таҳсилот асоситарин шароити ташаккули шахсияти муосир сифатҳои мебошанд, ба монанди ташаббускорӣ, қобилият ба таври эҷодӣ фикр карда, қарорҳои ғайристандартиро пайдо кунанд. Яке аз самтҳои асосии раванди таълими



физика, ин рушди малака ва қобилияти таҳқиқотии донишчӯён ба фаъолияти илмӣ мебошад. Аз ин рӯ, ташаккули малакаҳои амалии таҳқиқотии донишчӯён яке аз вазифаҳои муҳимтарини муассисаҳои таҳсилоти олии касбии муосир ба ҳисоб меравад.

Вобастагии байни корҳои мустақилона дар машғулиятҳои физикӣ.

**Ҷадвали 1.**



Ҳамин тариқ, кори мустақилона ба ташаккули сифатҳои касбӣ, худшиносӣ, ҳудогоҳӣ ва худидоракунии мусоидат менамояд. Бояд таъкид кард, ки нақши кори мустақилона дар шароити муосири таҳсилоти олии касбӣ афзуда истодааст. Ҷамъияти имрӯза ҳатто ба як мутахассиси эҷодкор ниёз дорад, ки дар соҳаи касбинтиҳобкунии на танҳо дониши устувор ва маҳорату малакаҳои касбӣ дошта бошад, балки дар ҳалли масъалаҳои нав таҷрибаи технологӣ, эҷодӣ ва илмӣ дошта бошад.

Кори мустақилона аз он ҷиҳат ҷолиб аст, ки ҳам ба омӯзгор ва ҳам ба донишчӯ имкон медиҳад, худро пайваста такмил диҳанд. Аз ин рӯ, дар раванди таълим бояд ба рушди малакаҳои худомӯзии донишчӯён, истифодаи эҷодкоронаи донишҳои бадастомада ва қобилияти мутобиқшудан ба фаъолияти касбӣ дар ҷаҳони муосир диққати махсус дода шавад.

### Адабиёт

1. Алтайцев А. М. Учебно-методический комплекс как модель организации учебных материалов и средств дистанционного обучения. В кн.: Университетское образование: от эффективного преподавания к эффективному учению (Минск, 1-3 марта 2001 г.) / А. М. Алтайцев, В. В. Наумов // Белорусский государственный университет. Центр проблем развития образования. – Минск: Пропилеи, 2002. – С. 229-241.
2. Бубиев М.Ч., Ойматова Ҳ. Истифодаи маводи дидактикӣ дар таҷрибаҳои намоиш аз физика. Дастури таълимӣ-методӣ. Бохтар – 2019с. 200 саҳ.
3. Гречухиной Т. И., Меренкова А. В. Самостоятельная работа студентов: виды, формы, критерии оценки: учебно-методическое пособие, под

общей редакцией Т. И. Гречухиной А. В. Меренкова. Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого президента России Б.Н. Ельцина. Издательство Уральского университета. Екатеринбург: 2016г., 80 с.

4. Давлатов А., Кучакшоев Д. Китоби намоиш ва таҷрибаҳо аз физика.— (синфҳои 7-9). Нашриёти “Сифат”, ДУШАНБЕ – 2013, 198 саҳ.
5. Зякина Л.И. Обоснования комплексной системы организации самостоятельной работы студентов–первокурсников вуза: Дисс. канд. пед. наук.–Одесса: 1979г.
6. Исаченко Л.А., Лещинский Ю.Д. Физика 7. Издательство “Народная асвета”. Минск: 2017. 167стр.
7. Козырев В. Л. Высшее образование России в зеркале Болонского процесса / В. Л. Козырев, Н. Л. Шубина. – СПб.: РГПУ им. А. И. Герцена, 2005 – 434 с.
8. Кудинов В. В. Экспериментальные задачи и задания: понятия и классификация [Текст] / М. Д. Даммер, В. В. Кудинов // Вестник Южно-Уральского гос. ун-та. Серия «Образование. Педагогические науки». – 2010. – Вып. 9. –№ 23(199). – С. 75-81.
9. Лутфияи Чурахон. Кори мустақилона–ҳамчун шарти самарабахши азхудкунии донишҳои нав. Пайёми ДДБ ба номи Носири Хусрав. №1/2 (86). Бохтар 2021, 144 саҳ.
10. Меренков А. В., Куньшиков С. В., Гречухина Т. И., Усачева А. В., Вороткова И. Ю. Самостоятельная работа студентов: виды, формы, критерии оценки: [учеб.-метод. пособие] / [ под общ. ред. Т. И. Гречухиной, А. В. Меренкова]; Министерство образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. Университет. —Издательство «Уральский университет», Екатеринбург: 2016. — 80 с.
11. Прякина Е. Н. Возможности информационных технологий в организации и совершенствовании самостоятельной работы студентов. Дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01 Тюмень, 2006 171 с. РГБ ОД, 61:06-13/1384
12. Чумъа Шарифов. Асосҳои дидактикии ташаккули малакаҳои кори мустақилонаи донишҷӯён дар ҷараёни таълим. Нашриёти “Ирфон”, Душанбе: 2014, 241 саҳ.

#### **Сарчашмаҳо аз сомонаҳои интернет**

13. Исаева А. В. Самостоятельная работа, как средство развития творческого потенциала личности студента. [Электронный ресурс] //URL:<http://www.allbest.ru/>. (дата обращения: 10.02.2022).
14. Черноусова А. М. О проблемах организации самостоятельной работы студентов [Электронный ресурс] //URL: <http://www>

conference.osu.ru/assets/files/conf\_info/conf7/S20.pdf] // (дата обращения: 10.02.2022). - С. 1678-1681.

15. Развитие самостоятельности и познавательной активности учащихся на уроках физики как средство формирования образовательной компетентности учащихся. [Электронный ресурс] //URL: <https://www.prodlenka.org/metodicheskie-razrabotki/265181-razvitie-samostojatelnosti-i-poznavatelnoj-ak>. (дата обращения: 10.02.2022).

### **Таҷриба ва супоришҳои мустақилона аз физика, ҳамчун омили мустақилият ва донишхӯдкунӣ донишҷӯёни равияи омӯзгории муассисаҳои таҳсилоти олии касбии Ҷумҳурии Тоҷикистон**

**Фишурда.** Дар мақола оиди имкониятҳои рушди фаъолияти эҷодии донишҷӯён дар раванди машғулиятҳо тариқи корҳои мустақилонаи физикӣ маълумотҳои муфасал дода шудааст. Аз ҷумла, оиди усулҳои кор бо асбобҳои физикӣ, намоиши таҷрибаҳои доир ба мавзӯҳои гуногун нишон дода шудаанд, ки барои ташаккули фаъолияти мустақилияти донишҷӯён хизмат мекунанд. Бо мақсади такмил додани донишҳо, ташаккули маҳорат ва малакаҳо барои омодагии касбии донишҷӯён дар шароити имрузаи таълими муассисаҳои олии касбӣ равона гардидааст.

**Калидвожаҳо:** методика, мустақилият, омӯзиш, супоришҳои мустақилона, намоиши таҷриба, қобилиятҳои эҷодӣ, фаъолият, омилҳо, кор бо асбобҳо, тавсияҳо.

### **Опыт и самостоятельные задания по физике как фактор самостоятельности и приобретения знаний студентов во время учебного процесса высших профессиональных учебных заведений Республики Таджикистан**

**Аннотация.** В статье представлена подробная информация о возможностях развития творческой активности студентов в процессе обучения через самостоятельную работу по физике. В частности, показаны приемы работы с физическими приборами, демонстрация опытов на различные темы, которые служат для развитию самостоятельной деятельности учащихся. В целях совершенствования знаний, развития навыков и умений профессиональной подготовки студентов в современных образовательных условиях высших профессиональных учебных заведений.

**Ключевые слова:** методика, самостоятельность, обучение, самостоятельные задания, демонстрация опыт, творческие способности, активность, факторы, работа с приборами, рекомендации.

## **Experience and independent tasks in physics as a factor of independence and acquisition of knowledge by students of the educational process with a pedagogical bias of higher professional educational institutions of the Republic of Tajikistan**

**Annotation.** The article provides detailed information about the possibilities of developing the creative activity of students in the learning process through independent physical work. In particular, it shows how to work with physical devices, demonstration of experiments on various topics that serve to develop students' independent activities. In order to improve knowledge, develop skills and abilities of professional training of students in modern educational conditions of higher professional educational institutions.

**Key words:** methodology, independence, learning, independent tasks, demonstration of experience, creativity, activity, factors, work with devices, recommendations.

### **Маълумот дар бораи муаллиф:**

**Бубиев Мумин Чоршанбиевич** – номзади илмҳои педагогӣ, саромӯзгори кафедраи методикаи таълими физикаи Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав, Суроға: 735140, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Бохтар, кӯчаи С.Айнӣ, 67. E-mail: [fakultet.fizika@bk.ru](mailto:fakultet.fizika@bk.ru); Тел.: (+992) 000-10-23-10

### **Сведения об авторе:**

**Бубиев Мумин Чоршанбиевич** – кандидат педагогических наук, заведующий кафедрой методики преподавания физики. Бохтарский государственный университет им. Носири Хусрава, Адрес: 735140, Республика Таджикистан, г. Бохтар, улица С. Айнӣ, 67. E-mail: [fakultet.fizika@bk.ru](mailto:fakultet.fizika@bk.ru) ; Тел.: (+992) 000-10-23-10

### **Information about the author:**

**Bubiev Mumin Chorshanbievich** – Candidate of Pedagogical Sciences, Head of the Department of Methods of Teaching Physics. Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav, Address: 735140, Republic of Tajikistan, Bokhtar, S. Ayni street, 67. E-mail: [fakultet.fizika@bk.ru](mailto:fakultet.fizika@bk.ru); Phone.: (+992) 000-10-23-10.

**Муқарриз:** Сатторов А.Э. - д.и.п., профессор, ДДБ ба н. Н. Хусрав

**ВЗАИМОСВЯЗЬ ЭЛЕКТРО- И ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ  
СВОЙСТВ АЛЮМИНИЕВО-МЕДНО-СУРЬМЯНЫХ СПЛАВОВ,  
ЛЕГИРОВАННЫХ КРЕМНИЕМ**

**Эмомов Б.Ф., Ризоев С.Г.**

**Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии Национальной  
академии наук Таджикистана,  
Дангаринский государственный университет**

При воздействии на твёрдое тело электрических и магнитных полей или разности температур, в нем возникают потоки заряженных частиц и энергии. При этом, обычно, имеют в виду воздействие стационарных, т.е. неизменных во времени полей, на неподвижные проводники. В этом случае, ток (поток) пропорционален разности потенциалов или разности температур, а коэффициент пропорциональности целиком определяется геометрическими размерами проводника и физическими свойствами его материала. При единичных геометрических размерах коэффициент пропорциональности зависит только от свойств данного материала и является его фундаментальной, физической характеристикой. Эти физические характеристики называются кинетическими коэффициентами. При переменных полях, возникающие в проводнике тока зависят, помимо геометрических размеров и соответствующего кинетического коэффициента, также и от частоты поля, формы проводника и взаимного расположения элементов цепи. Например, сопротивление проводника переменному электрическому току очень сильно зависит от частоты благодаря скинэффекту (вытеснение тока из центральной части сечения проводника на периферию). Из возможных кинетических явлений для техники два наиболее известных и важных это: электропроводность (свойство вещества проводить под действием не изменяющегося во времени электрического поля неизменяющийся электрический ток) и теплопроводность (аналогичное определение по отношению к разности температур и тепловому потоку).

Количественно эти явления описываются законами Ома и Фурье, соответственно:

$$j = \sigma E \quad (1)$$

$$q = \lambda \Delta T, \quad (2)$$

где  $j$  - плотность электрического тока;  $E$  - напряженность электрического поля;  $q$  - плотность теплового потока;  $\Delta T$  - разность температуры на единичном участке длины проводника.

Кинетические коэффициенты  $\sigma$  и  $\lambda$  называются, соответственно, коэффициентом электрической проводимости (удельной электрической проводимостью) и коэффициентом теплопроводности.

Металлы обычно определяют, как вещества пластичные, с характерным блеском, хорошо проводящие электрический ток и теплоту. Для электропроводности металлов типичны: а) низкое значение удельного сопротивления при комнатной температуре (от сотых долей до единиц микроОм·метр); б) значительный рост сопротивления при повышении температуры, близкий к прямой пропорциональной зависимости; в) при понижении температуры до температуры, близкой к абсолютному нулю, сопротивление уменьшается до очень малого значения, составляющего для наиболее чистых металлов  $10^{-5}$  или даже меньшую долю сопротивления при комнатной температуре.

Для металлических проводников характерна также связь между удельной электрической проводимостью и удельной теплопроводностью, описываемая эмпирическим законом Видемана-Франца [1-3]: отношение  $\lambda/\sigma$  приблизительно одинаково для различных металлов при одинаковой температуре. Частное деление этого отношения на абсолютную температуру  $T$  ( $L_0 = \lambda/\sigma T$ ), называемое числом Лоренца, является величиной, значения которой мало отличаются для всех металлов при всех температурах.

Экспериментальные значения числа Лоренца для исследуемых сплавов приведены в табл. 1.

**Таблица 1.** - Значения числа Лоренца ( $L_0 \cdot 10^8$ ,  $V^2/K^2$ ) для исследуемых сплавов алюминия в зависимости от температуры

№	T, К	293	373	473	573	673
	Сплавы алюминия					
1.	0,885Al+0,015Cu+0,1Sb	1,85	2,15	2,42	2,84	3,18
2.	0,88Al+0,015Cu+0,005Si+0,1Sb	1,88	2,16	2,43	2,85	3,19
3.	0,875Al+0,015Cu+0,01Si+0,1Sb	1,92	2,19	2,44	2,93	3,37
4.	0,870Al+0,015Cu+0,015Si+0,1Sb	1,98	2,22	2,49	2,96	3,64
5.	0,865Al+0,015Cu+0,02Si+0,1Sb	2,05	2,24	2,56	3,33	3,77
6.	0,835Al+0,015Cu+0,05Si+0,1Sb	2,41	2,59	3,09	3,64	4,12
7.	0,785Al+0,015Cu+0,1Si+0,1Sb	2,68	2,79	3,33	3,83	4,18

Как видно из табл. 1, число Лоренца с увеличением температуры и концентрации кремния увеличивается.

Задачей теории кинетических явлений в металлах является объяснение формы зависимостей кинетических коэффициентов от температуры, давления и других факторов, а также вычисление их

значений. Для этого необходимо иметь представление о внутреннем строении металлов.

Атомы, из которых состоит металл, ионизированы, а отделившиеся от них валентные электроны свободны, т.е. делокализованы и принадлежат всему кристаллу. Ионы расположены строго упорядочено, образуя правильную кристаллическую решетку. Взаимодействие этого положительно заряженного кристаллического остова и отрицательно заряженного облака свободных электронов таково, что делает кристалл весьма стабильным, устойчивым образованием. Наличие свободных электронов объясняет хорошую электрическую проводимость металлов, а их делокализация, “размазанность” по всему кристаллу обеспечивает высокую пластичность, так как связь между ионами тоже оказывается в значительной мере делокализованной. Таким образом, наиболее характерной особенностью внутреннего строения металлов является наличие коллективизированных электронов, что дает основание говорить об их электронном строении.

В простейшей модели электронного строения совокупность коллективизированных электронов кристалла трактуют как электронный газ, частицы которого находятся в хаотическом тепловом движении. Равновесие устанавливается благодаря столкновениям между электронами. Несмотря на заряженность электронов, никакого макроскопического тока нет, из-за полной беспорядочности теплового движения. Если к проводящему кристаллу приложить внешнее электрическое поле, свободные электроны будут им ускоряться, и в их движении появится упорядоченная (вдоль поля) составляющая. Поскольку ионы остаются неподвижными в узлах решетки, упорядоченность в движении отрицательных ионов проявляется макроскопически как электрический ток. Нарастание его значения ограничивается столкновениями электронов с ионами, при которых прерывается движение электрона вдоль поля. Средняя длина свободного пробега электрона (между столкновениями) в ускоряющем поле напряженностью  $E$  есть  $l = eE\tau^2/2m_0$ , где  $m_0$  - масса свободного электрона;  $\tau$  - время между двумя столкновениями. Плотность тока  $j$  численно равна заряду внутри трубки тока с единичной площадью поперечного сечения и длиной, равной среднему пути  $l/\tau$ , пройденному электроном за единицу времени. При концентрации электронов  $n$  получается  $j = nel/\tau = ne^2\tau E/2m_0$ . Коэффициент при  $E$  есть постоянная, определяемая только свойствами материала проводника.

Следовательно, это соотношение аналогично закону Ома и позволяет определить величину  $\sigma$ :

$$\sigma = \frac{ne^{2\tau}}{2m_0} \quad (3)$$

При наличии разности температур электронный газ, подобно обычному молекулярному, должен переносить теплоту. Применение кинетической теории газов к электронному газу дает следующее выражение для удельной теплопроводности металла ( $k$  - постоянная Больцмана):

$$\lambda = \frac{3nk^2\tau T}{2m_0} \quad (4)$$

Из сравнения нижеследующего выражения [1-3] следует

$$L_0 = 3\left(\frac{k}{e}\right)^2 = 2,23 \cdot 10^{-8} B^2 K^{-2} \quad (5)$$

Более точное значение числа Лоренца:

$$L_0 = \frac{\pi^2}{3}\left(\frac{k}{e}\right)^2 = 2,45 \cdot 10^{-8} B^2 K^{-2} \quad (6)$$

Это значение довольно близко к экспериментальным его значениям. Таким образом, простейшая теория электронного газа способна объяснить некоторые основные свойства металлов. Однако имеются и принципиальные противоречия такой теории с опытом. Так, явления, знак которых зависит от знака носителей заряда (например, эффект Холла и термодвижущая сила), должны были бы согласно теории, всегда обнаруживать присущий электронам знак “минус”. Но существуют металлы, для которых знак этих эффектов таков, как будто ток переносят положительно заряженные носители. Формула (3) не позволяет получить правильного порядка значения проводимости и наблюдаемого характера температурной зависимости. Если электроны участвуют в теплопроводности как обычные газовые молекулы, то они должны участвовать и в теплоемкости, которая поэтому должна была бы у металлов быть значительно больше, чем у диэлектриков, не имеющих свободных электронов. На самом деле значения удельной теплоемкости металлов и диэлектриков почти одинаковы.

В твердых телах экспериментально измеряется теплоемкость при постоянном давлении ( $C_p$ ). Разница между ней и теплоемкостью при постоянном объеме ( $C_v$ ), обусловлена сжимаемостью и термическим расширением [1-3]

$$C_p - C_v = -T \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P^2 / \left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T \quad (7)$$

и связь между ними и другими термодинамическими характеристиками дается выражением



$$C_p - C_v = \frac{\beta^2}{X_{из}} VT \quad (8)$$

где  $\beta=3\alpha$  - коэффициент объемного расширения;  $X_{из}$  - изотермическая сжимаемость.

Уравнение (8) приближенно может быть записано в виде соотношения Нернста-Линдемана

$$C_p - C_v = 0,0214C_p \frac{T}{T_n} \quad (9)$$

В общем случае теплоемкость кристаллического вещества может быть представлена в виде суммы [2-6]:

$$C_p = C_{vg} + (C_p - C_v) + C_e + C_m + C_t + C_{vac} + C_f + C_n, \quad (10)$$

где  $C_{vg}$  - решетчатая составляющая;  $(C_p - C_v)$  - составляющая, обусловленная термическим расширением;  $C_e$  - электронный вклад;  $C_m$  - магнитный вклад;  $C_t$  - составляющая, связанная с процессами упорядочения;  $C_{vac}$  - вклад в теплоемкость от равновесных вакансий;  $C_f$  - составляющая, обусловленная эффектами расщепления кристаллического поля (эффект Шоттки);  $C_n$  - ядерная составляющая.

Решетчатая составляющая теплоемкости при постоянном объеме - находится в сложной зависимости от температуры и характера сил связи. Для фоновой модели колебаний кристаллической решетки решетчатая теплоемкость [2, 3]:

$$C_{vg} = \frac{\partial E}{\partial T}; \quad E = \sum_{gq} \left( e^{\frac{h\omega_g}{k_B T}} + \frac{1}{2} \right) h\omega_g(q), \quad (11)$$

где  $E$  - полная энергия колебаний;  $h\omega_j$  - энергия колебаний фононов с волновым вектором  $\vec{q}$ ;  $j$  - возможные ветви колебаний (акустические и оптические, продольные и поперечные).

При высоких температурах  $k_B T$  велико по сравнению с  $h\omega_j$  и при  $j_{max} = rE = 3rN_A k_B T$ , где  $rN_A$  - число осцилляторов для киломоля. Если для одной ветви  $r=1$ , то  $rN_A$  равно числу Авогадро, что приводит к классическому закону Дюлонга-Пти при  $T \rightarrow \infty$ .

$$C_v = 3N_A k_B = 3R = 24,943 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К}).$$

Аналогичный вклад в теплоемкость при постоянном давлении определяется выражением (9). При комнатной температуре отношение  $C_p/C_v$ , согласно [4], составляет для алюминия  $C_p/C_v = 1,04$ .

$$C_p - C_v = 1,04C_v - C_v = 0,04C_v = 0,04 \cdot 24,943 = 0,96 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К}).$$

Электронный вклад в теплоемкость определяется известным выражением

$$C_e = \gamma_e T, \quad (12)$$

где  $\gamma \nu_e = \frac{\pi^2}{3} N(\varepsilon_F)$  - коэффициент электронной теплоемкости [2-4, 7],

$N(\varepsilon_F)$  - плотность электронных состояний вблизи энергии Ферми.

Линейная зависимость теплоемкости от температуры дает основу для определения  $N(\varepsilon_F)$  при низких температурах, где  $C_v > C_g$ . При высоких температурах классическая электронная теория металлов дает для отношения  $C_v/C_p$  величину 1-5%.

Для наших объектов магнитный вклад теплоемкости не учитывается,  $C_m = 0$ .

Вклад, связанный с упорядочением,  $C_t$ , если упорядочение носит флуктуационный характер, может иметь  $\lambda$  - образный характер.

При приближении к точке плавления в температурной зависимости теплоемкости могут появляться экспоненциальные вклады, связанные с влиянием термически равновесных вакансий

$$C_{vac} = \frac{A}{k_B T^2} \exp(-E/k_B T), \quad (13)$$

где  $E$  - энергия образования вакансий;  $A$  - константа.

Вопросу влияния термических вакансий на теплоемкость и другие свойства металлов посвящены многочисленные работы [8, 9], но до настоящего времени значения вакансионного вклада и концентрации вакансий являются предметом дискуссий.

Теперь переходим к расчёту значения энергии активации алюмининево-медно-сурьмяных сплавов, легированных кремнием. Зависимость удельного электрического сопротивления сплавов алюминия от температуры имеет вид:

$$\rho = (1/A) \exp[E_a/(2kT)], \quad (14)$$

где  $A$  - постоянная, характерная для данного сплава, Ом·м;  $E_a$  - энергия, которую необходимо затратить на освобождение заряда от связей в кристаллической решетке (энергия активации), Дж;  $k$  - постоянная Больцмана;  $T$  - температура, К.

Логарифмируя выражение (14), получим:

$$\ln \rho = -\ln A + E_a/(2kT). \quad (15)$$

Уравнение (15) представляет собой прямую линию. Для чистого алюминия и его сплавов графическое решение (15) приведено на рис. 1.

Дифференцируя выражение (15) по  $1/T$ , получим:

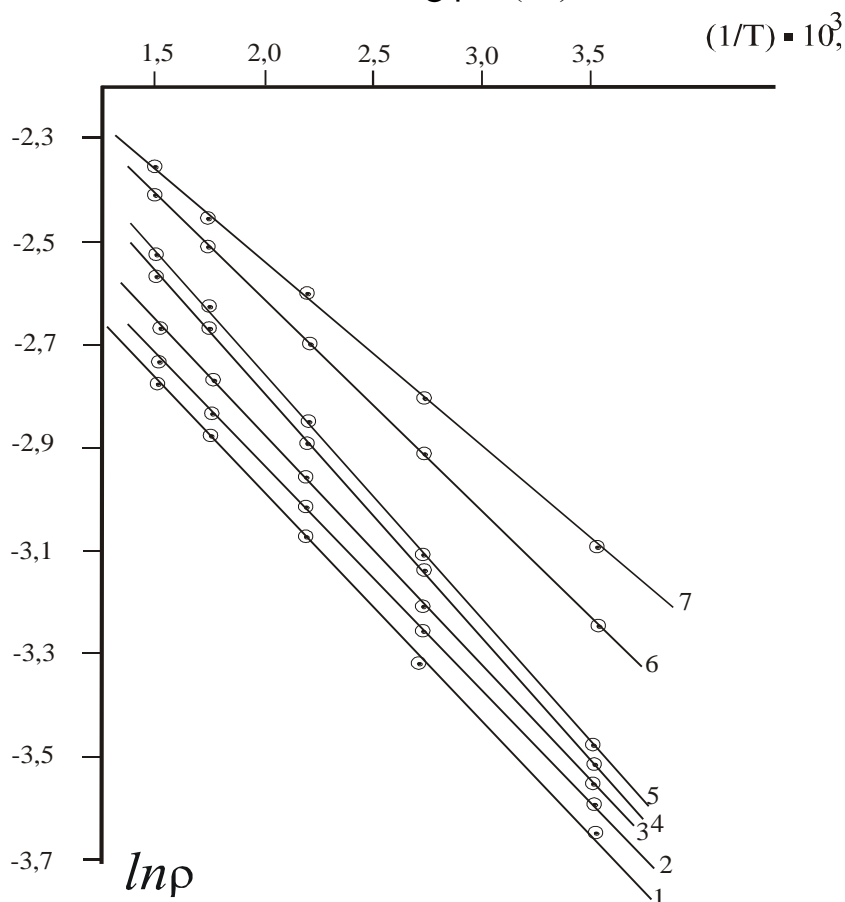
$$\frac{d \ln \rho}{d(1/T)} = \frac{E_a}{2k}. \quad (16)$$

Левая часть выражения (16) применительно, например, к графику, представленному на рис. 1, равна  $\operatorname{tg} \varphi$ .

Следовательно, :  $\text{tg}\varphi = \frac{E_a}{2k}$ ,

откуда:

$$E_a = 2k\text{tg}\varphi. \quad (17)$$



**Рис. 1. Зависимость логарифма удельного электрического сопротивления  $\ln\rho$  от величины  $1/T$  для сплавов алюминия  $[xAl+0,015Cu+(0,885-x)Si+0,1Sb]$ : 1-0,885; 2-0,88; 3-0,875; 4-0,87; 5-0,865; 6-0,835; 7-0,785**

Таким образом, зная зависимость  $\ln\rho$  от  $1/T$  для сплавов алюминия на основании формулы (17), можно определить энергию активации. Постоянная  $A$  может быть определена из выражения (15) при условии, что  $1/T=0$ . В этом случае  $\ln\rho=-\ln A$ , т.е.  $A$  - это сопротивление сплавов алюминия при  $T\rightarrow\infty$ . Графически  $\ln A$  - это отрезок отсекаемой прямой  $\ln\rho=\varphi(1/T)$  на оси  $\ln\rho$ .

Значения постоянной  $A$  и величины  $E_a$  для сплавов алюминия приведены в таблицы 2.

С повышением температуры удельное сопротивление сплавов алюминия увеличивается вплоть до температуры плавления. При температуре плавления удельное сопротивление сплавов алюминия скачкообразно уменьшается.

**Таблица 2.** - Значение  $A$  и величины  $E_a$  для исследуемых сплавов алюминия

№	Сплавы алюминия	$A \cdot 10^{-8}$ , Ом·м	$E_a$ , Дж·10 <sup>19</sup>	
			при T=293K	При T=673K
1.	0,885Al+0,015Cu+0,1Sb	6,70	1,24	2,84
2.	0,88Al+0,015Cu+0,005Si+0,1Sb	6,75	1,23	2,82
3.	0,875Al+0,015Cu+0,01Si+0,1Sb	7,22	1,23	2,82
4.	0,870Al+0,015Cu+0,015Si+0,1Sb	7,91	1,21	2,79
5.	0,865Al+0,015Cu+0,02Si+0,1Sb	8,20	1,20	2,77
6.	0,835Al+0,015Cu+0,05Si+0,1Sb	9,30	1,21	2,78
7.	0,785Al+0,015Cu+0,1Si+0,1Sb	8,95	1,25	2,87

### Литература

1. Термодинамические свойства индивидуальных веществ: Справочник / Под ред. Глушкова В.П. -М.: Наука, 1982. -559с.
2. Маделунг О. Теория твердого тела. -М.: Наука, 1980. -416 с.
3. Займан Дж. Электроны и фононы. -М.: ИЛ, 1962. -488 с.
4. Стенли Г. Фазовые переходы и критические явления. -М.: Мир, 1973. -298 с.
5. Ма Ш. Современная теория критических явлений. -М.: Мир, 1980. -298 с.
6. Ноздрев В.Ф., Федорищенко Н.В. Молекулярная акустика. -М.: ВШ, 1974. -288 с.
7. Лифшиц И.М., Азбель М.Я., Каганов М.И. Электронная теория металлов. -М.: Наука, 1971. -415 с.
8. Kraftmakher Ia. Equilibrium concentration of point defects in me-tals // I. Sei.Ind.Res. -1973. -V.E3z. -P.626-632.
9. Перваков В.А. Об определении термодинамически равновесных концентраций вакансий в металлах // Металлофизика. -Киев: Наукова Думка. -1970. -Вып.30. -С.5-16.

### АЛОҚАМАНИИ ХОСИЯТҲОИ ЭЛЕКТРИКӢ ВА ГАРМОФИЗИКИИ ХӢЛАҲОИ АЛЮМИНИЙ-СУРБ-СУРМАВИИ БО СИЛИТСИЙ ЧАВАРОНИДАШУДА

**Фишурда.** Дар мақола алоқамандии байни хосиятҳои электрогузаронӣ ва хусусиятҳои гармофизикии хӯлаҳои алюминий-сурб-сурмавӣ, ки бо силитсий чавхаронида шудаанд, мавриди назар қарор гирифтааст. Муайян карда шудааст, ки ин алоқамандӣ ба намуди қонуниятҳои Ом ва Фуре мебошанд. Ошкор гардид, ки алоқамандии байни электрогузаронӣ ва гармигузаронии хоси объектҳои таҳқиқотӣ, ба муодилаи эмпирикии Видеман-Франс шабоҳат дорад. Дар ин ҳангом,

тақсими коэффисиенти гармигузаронӣ  $\lambda$  ва коэффисиенти электрогузаронӣ  $\sigma$  ва ҳарорати мутлақ  $T$  ( $L_0 = \lambda / \sigma T$ ), ки адади Лоренс ном дорад, бо афзудани адади Лоренс, тақрибан якхела барои тамоми объектҳои тадқиқшуда дар ҳарорати доимӣ мемонанд ва бо афзудани ҳарорат ва концентратсияи силитсий  $\bar{u}$  меафзояд. Муайян карда шудааст, ки ҳангоми зиёд шудани ҳарорат муқовимати ҳоси хулаҳои алюминий то ҳадди ҳарорати сӯзиш меафзояд, аммо ҳангоми ҳарорати сӯзиш муқовимати ҳоси хулаҳои алюминий ба таври ҷаҳиш коҳиш меёбад.

**Калидвожаҳо:** алюминий, силитсий, силуминҳо, ҷавҳаронидан, хулаҳои алюминий-мис-сурмавӣ, ҳосиятҳои гармофизикӣ, ҳосиятҳои гармигузаронӣ, гармиғунҷоиш, электрогузаронии ҳос.

### ВЗАИМОСВЯЗЬ ЭЛЕКТРО- И ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АЛЮМИНИЕВО-МЕДНО-СУРЬМЯНЫХ СПЛАВОВ, ЛЕГИРОВАННЫХ КРЕМНИЕМ

**Аннотация.** В статье рассматривается взаимосвязь между свойствами электропроводности и теплофизических характеристик алюминиво-медно-сурьмяных сплавов, которые легированы кремнием. Определено, что данная взаимосвязь имеет характер, описываемый законами Ома и Фурье. Установлено, что для объектов исследования характерна взаимосвязь между удельной электрической проводимостью и удельной теплопроводностью, описываемый эмпирическим законом Видемана-Франца. При этом, частное деление коэффициента теплопроводности и коэффициента электрической проводимости  $\sigma$  и абсолютной температуры  $T$  ( $L_0 = \lambda / \sigma T$ ), называемое числом Лоренца, приблизительно одинаково для этих объектов при одинаковой температуре, а с увеличением температуры и концентрации кремния оно увеличивается. Определено, что с повышением температуры удельное сопротивление сплавов алюминия увеличивается вплоть до температуры плавления, но при температуре плавления удельное сопротивление сплавов алюминия уменьшается скачкообразно.

**Ключевые слова:** алюминий, кремний, силумины, легирование, алюминиво-медно-сурьмяные сплавы, теплофизические свойства, теплопроводность, теплоёмкость, удельная электропроводность.

### THE PROBLEM OF COST-EFFECTIVE AND ENVIRONMENTALLY SOUND WATER USE AND CONSUMPTION IN WATERSHEDS

**Annotation.** The problems of cost-effective and environmentally sound water use and consumption in the upper watersheds in order to preserve natural resources in meeting the needs of social and economic development in view of long-term interests of society and the protection of human health.

**Keywords:** water management, river basin, agriculture, irrigation, rational water distribution, showering, the irrigation, melioration, water saving technologies, water consumers.

**Маълумот дар бораи муаллифон:**

**Эмомов Баҳром Файзулоевич** - унвонҷӯи Институти проблемаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон (АМИТ), саромӯзгори кафедраи автоматикунонии электрики Донишкадаи энергетикаи Тоҷикистон. E-mail: [bakhrom.e.f.1989@mail.ru](mailto:bakhrom.e.f.1989@mail.ru)

**Ризоев Сирочудин Гуломович** — мудири кафедраи «Физикаи умумӣ ва электроника» н.и.т, дотсент, Донишгоҳи давлатии Данғара. Тел.: (+992) 988055788; Почтаи электронӣ: [rizoev1966@mail.ru](mailto:rizoev1966@mail.ru)

**Сведение об авторах**

**Эмомов Баҳром Файзулоевич** – соискатель Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии (ИВП,ГЭиЭ) Национальной академии наук Таджикистана (НАНТ), старший преподаватель кафедры «Автоматизированный электропривод» Института энергетики Таджикистана. E-mail: [bakhrom.e.f.1989@mail.ru](mailto:bakhrom.e.f.1989@mail.ru)

**Ризоев Сирожудин Гуломович** – зав. кафедрой «Общей физики и электроники» к.т.н., доцент, Дангаринского государственного университета. Тел.: 988055788; E-mail: [rizoev1966@mail.ru](mailto:rizoev1966@mail.ru)

**Information about the authors:**

**Emomov Bahrom Faizuloevich** – a researcher at the Institute of Water Problems, Hydropower and Ecology (IVP, GEiE) of the National Academy of Sciences of Tajikistan (NAST), Senior Lecturer at Department of "Automated electric drive" of the Institute of Energy of Tajikistan. E-mail: [bakhrom.e.f.1989@mail.ru](mailto:bakhrom.e.f.1989@mail.ru)

**Rizoev Sirojudin Gulomovich** – head. Department of "General Physics and Electronics", Candidate of technical Sciences, Assistant Professor, Dangara State University. Phone.: (+992) 988055788; E-mail: [rizoev1966@mail.ru](mailto:rizoev1966@mail.ru)

УДК: 536.12.33.

Муқарриз: Ҷӯраев Х. Ш. –  
доктори илмҳои  
физика-математика (ДМТ)

**ЛИНИЯ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ  
CASA-1000**

**Джахонгири А., Зувайдуллозода Ф.З., Махмадалиев У.М.,  
Одинаев Н.Х., Рашидов А.Р.**

**Институт энергетики Таджикистана,  
Дангаринский государственный университет**

Таджикистан намерен экспортировать электрическую энергию нашим соседям: в Афганистан, Пакистан, Китай, Индию, а также в Узбекистан. При существующей ситуации ежегодно с Нурека сбрасывается вода в

режиме холостого хода в эквивалентном количестве более 6 млрд кВт.час электроэнергии. С 2.04.2018 года ЛЭП-500 кВ Таджикистан-Узбекистан возобновил свою деятельность и подстанция Регар-500 до подстанции Гульча в Узбекистане соединена на передачу электрической энергии. Далее, Таджикистан принял решение о строительстве ЛЭП из Таджикистана в Афганистан и Пакистан. Следовательно, Таджикистан, Кыргызстан, Афганистан и Пакистан подписали соглашение о торговле электроэнергией и создании рынка Региональной электроэнергии в Южной и Центральной Азии (проект - CASA), организующего экспорт электроэнергии из Таджикистана, Кыргызстана в Афганистан и Пакистан [1, с.2].

В начале зимы 2017 года Президент Республики Таджикистан, уважаемый Эмомали Рахмон объявил о снятии всех ограничений на использование электрической энергии. Это подтверждает то, что существующих мощностей хватает для потребителей Таджикистана, конечно, этому помог и ввод ТЭЦ-2 г. Душанбе мощностью 400,0 МВт.

В Таджикистане состоялась официальная церемония начала реализации Проекта передачи и торговли электроэнергией - Центральная Азия — Южная Азия CASA-1000 с участием высокопоставленных лиц всех четырех стран-участников проекта, представителей Международных финансовых институтов, Секретариата CASA-1000, донорских организаций и партнеров [5].

В официальной церемонии принимали участие Президент Республики Таджикистан Эмомали Рахмон, глава исполнительной власти Исламской Республики Афганистан Абдулла Абдулла, премьер-министр Кыргызской Республики Сооронбай Жээнбеков и премьер-министр Исламской Республики Пакистан Наваз Шариф.

По данным Всемирного банка, проект планирует построить линии электропередачи общей протяженностью более 1200 километров, подстанции для передачи избыточного объема электроэнергии в Пакистан и Афганистан, которые вырабатываются в летний период имеющимися гидроэлектростанциями в Республиках Таджикистан и Кыргызстан.

Подчеркнём, что уже функционируют электростанции, которые производят электроэнергию, предопределенную для экспорта через систему CASA-1000. Это такие станции, как Токтогульская ГЭС в Кыргызстане и Нурекская ГЭС в Таджикистане. Однако в Таджикистане во время летнего периода происходит холостой сброс воды, в результате чего энергоресурсы переводятся напрасно.

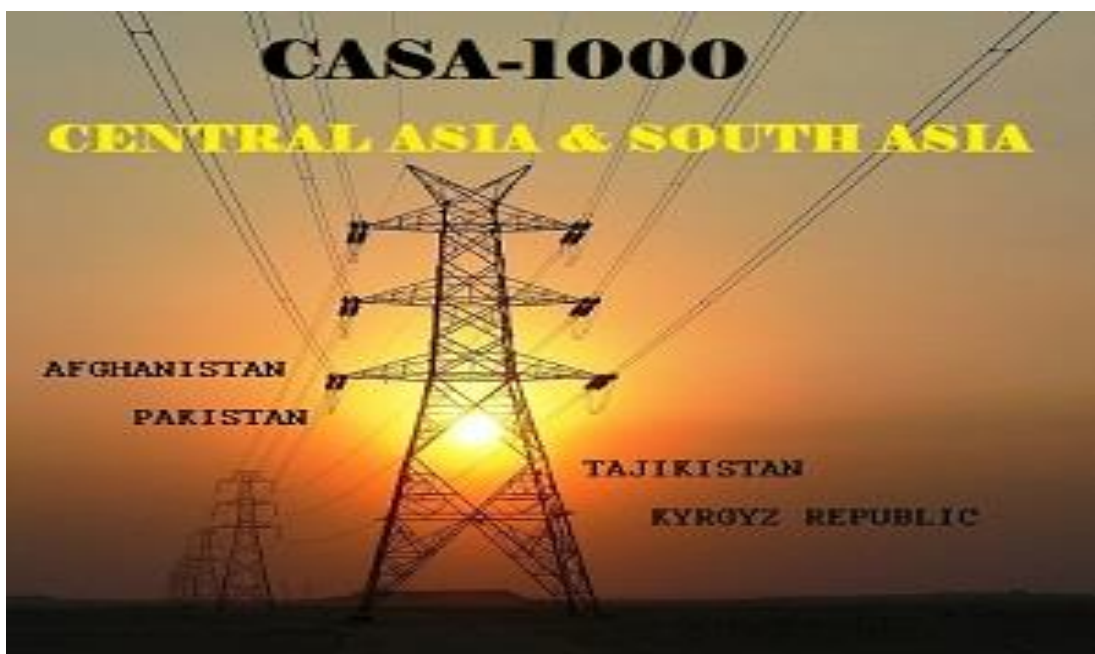
Представленный проект строительства линии электропередачи создал план организации коммерческих и институциональных механизмов, а также инфраструктуру, которые необходимы для стабильной торговли

электроэнергией в объеме 1300 МВт. Ввоз наиболее чистой и недорогой электроэнергии из Центральной Азии предоставит возможность улучшить снабжение энергии, сократить недостачу электричества в напряженные зимние месяцы и снизить финансовые затруднения, которые определены необходимостью ввоза горючего. Как отмечалось ранее, Таджикистан и Кыргызстан богаты гидроэнергетическими ресурсами, и в летний период объемы производимой электроэнергии превосходят их внутренние потребности. Экспорт избыточной электроэнергии, которая вырабатывается данными государствами за летний период, поспособствует правительствам обоих государств получать прибыль, необходимой для реализации приоритетных инвестиций в энергетический сектор, в частности, для удовлетворения потребностей в электроэнергии в зимнее время. Для рационального сезонного распределения потоков воды и выработки электроэнергии в зимний период CASA-1000 планирует реализацию только избыточного объема электроэнергии, которая производится в весенне-осенний период. Торговые операции CASA-1000 базируются на принцип открытого доступа, который предоставит возможность странам, вырабатывающим дополнительные объемы электроэнергии, подключиться к региональным передающим сетям. CASA-1000, символика показана на рисунке 1., организует развитие Регионального электроэнергетического рынка Южной и Центральной Азии (CASAREM) долгосрочного плана региональной торговли электроэнергией [3,4,6].

Таджикистан, Кыргызстан, Афганистан и Пакистан начали осуществление реализации соглашения о торговле в Южной и Центральной Азии. Начальный план заключался в организации экспорта электроэнергии из Таджикистана и Кыргызстана в Афганистан и Пакистан в объеме от 1000 МВт до 1300 МВт. Предварительно было запланировано, что значительный получаемый объем электрической энергии будет в распоряжении Пакистана, и всего 300 МВт будет в распоряжении Афганистана.

Следует отметить, что Пакистан изъявил большое желание в перспективе повысить объемы поставок электрической энергии, отличающиеся от начальные предполагаемых 1000 МВ [7,9].





**Рисунок 1. Символика CASA-1000**

Компания «SNC-Lavalin» была привлечена, чтобы выполнить технико-экономическое обоснование (далее ТЭО) для создания и разработки региональной объединенной линии электропередачи в два этапа. Заключительный отчет по Фазе 1 был представлен в конце 2007 года, а по Фазе 2 в январе 2009 года.

Это повлекло за собой стремительный рост требуемого оборудования и материала на рынке, что не могло не отразиться на общей стоимости реализуемого проекта.

В дополнении ко всему, консультантами других стран был выполнен ряд исследовательских работ, которые предоставляют собой дополнительный банк данных, что способствует более глубокому анализу существующих возможностей реализации данного проекта.

В 2010 г. компания «SNC-Lavalin» была приглашена для возобновления подготовительных работ относительно технико-экономических показателей проекта CASA REM.

Основными задачами данного исследования являлись:

- выполнение оценочных мероприятий для установления возможностей и затрат для экспортных целей электрической энергии из Таджикистана и Кыргызстана;
- выполнение оценочных мероприятий относительно импортного потенциала Пакистана и Афганистана и оценка затрат на развитие других проектов в качестве альтернативы импорту;
- выполнение оценочных мероприятий по установлению оптимального размера и конфигураций объединенной сети линий электропередач;

- проведение оценочных мероприятий в отношении спроса на передачу электроэнергии в существующей сети высоковольтных линий электропередач в странах рассматриваемого региона;
- обновление данных по трассе прокладки высоковольтных линий, графику мероприятий, контрольной схеме прокладки ЛЭП, технических спецификаций, операционному плану, инструкциям и плану мероприятий, а также основным возможным рискам;
- выполнение анализа экономических показателей [7,8,9].

Проект запланирован ввиду достаточного объёма энергии для экспорта в северные государства, которые имеют возможность проявить себя в качестве обладателя большого запаса для экспорта электроэнергии в южные страны. Таким образом, путем значительного уменьшения затрат электро-энергии странами-экспортерами, вместо продолжительных электроэнергетических затрат стран-импортеров, наиболее выгодным вложением средств будет объединение сети линии электропередач. Оценка импортных и экспортных возможностей Афганистана демонстрирует наличие потенциала как для удовлетворения внутренней энергопотребности, так и образование избытка энергии для экспорта в определенные периоды. Особенность данной системы состоит в мощности конвертора на электростанции в Пакистане (Пешавар), которая равна мощности конвектора в Таджикистане (Сангтуда). Данная система предоставляет возможность обеспечения рационального планирования мероприятий, проводимых энергосектором Пакистана при поглощении до 1300 МВт электроэнергии, и сокращения доли импорта Афганистана. Заметим, что всем действующим конверторным станциям присущ принцип двух терминалов, т.е. они также в состоянии реализовать и обратную подачу электроэнергии. Например, Кабульская энергосистема имеет избыток энергии, а энергосистема Таджикистана и Кыргызстана не способны обеспечить поставку 1300 МВт, следовательно, Кабул может экспортировать электроэнергию в Пакистан через свою двухцепную преобразовательную подстанцию. Эффективность проекта для Таджикистана заключается в том, что у него как и у Кыргызстана существует большое количество ГЭС, за счет которых выработанная избыточная энергия может поставляться в Пакистан, который в свою очередь страдает недостатком электроэнергии. Исследование реализуется по плану энергосистем за время проведения исследований в Таджикистане и Кыргызстане. Проект будет признан экономически жизнедеятельным тогда, когда он будет жизнедеятельным и для иных проектов генерации электроэнергии в энергосистемах [1,2,3,8].

ТЭО основан на установлении спроса на электроэнергию и возможностей стран в ее выработке. По итогам оценочных мероприятий были установлены объемы избыточно вырабатываемой энергии, с учетом ожидаемых мощностей, а также сроков сдачи в эксплуатацию ГЭС. Также была выполнена оценка спроса и соответственного предложения на электроэнергию, а также установлены обязательства перед странами потребителями стран поставщиков. Оценка проводится на основе исторически сложившихся данных о поставке избытка электроэнергии. Оценка возможностей Афганистана и Пакистана в производстве избытка электроэнергии, которая считается потенциально импортируемой выполнялась по результатам предоставленной информации ответственными ведомствами энергетической сферы этих стран. Проект был предложен на основе подлежащих к экспорту избыточной энергии и ее доступности для надлежащих целей. В соответствии со сказанным была выполнена разработка линии проводки передачи электроэнергии, а связанные с ней затраты были рассчитаны исходя из установленных на данный момент цен на рынке. Также было выполнено комплексное обновление технических спецификаций, графиков сдачи в эксплуатацию объектов и т.д. [8].

В силу того, что данные предоставленные за 2010 год были не достаточно информативными, поэтому для более полного анализа в подготовке отчета также были использованы данные, полученные до 2009 года и за этот год включительно.

Методы, которые в своих исследованиях использовала компания «SNC-Lavalin» в предыдущем исследовании по проекту CASA (Фаза1), предусматривал применение таких параметров анализа, как потребность базового года (ГВт/час), эластичность спроса и дохода, недопоставленная электроэнергия, программа сокращения потерь и уровня сбора средств.

По предварительным прогнозам рост спроса в Кыргызстане в ближайшие 20 лет составляет 2,6%, а в Таджикистане 1,6%. На другие временные промежутки рост спроса показан далее.

**Таблица 1. - Средний уровень роста прогнозируемого спроса**

Период	2010-2015	2015-2025	2015-2030	2010-2030
Кыргызстан	2,5%	2,1%	2,6%	2,6%
Таджикистан	0,4%	1,4%	2,1%	1,6%

В настоящем исследовании были приняты во внимание отложение осадков и изменение климата. Имеются основания считать, что объем

Нурекского водохранилища сократился на 15-20%, при полезном объеме 3300 гектометров.

Чтобы данные соответствовали реальным условиям, были учтены и климатические особенности региона, оказывающие влияние на объемы притока воды. Общегодовой избыток вырабатываемой энергии в обеих странах этого региона по средним подсчетам доходит до 6000 ГВт, который, в основном, приходится на летний период.

Из-за отсутствия роста выработки наряду с повышением потребности выработка экспортируемой электроэнергии в Кыргызстане необходимо снизить с 2150 ГВт в 2010 г. до менее 300 ГВт годового избытка энергии к 2035 году [8,9].

Подобным образом, годовой избыток энергии для экспорта в Таджикистане должен падать с 3500 ГВт в начале процесса исследования до более 500 ГВт электроэнергии в год к 2035 году.

### Литература

1. Джахонгири А. CASA-1000-омили ноил шудан ба ҳадафҳои энергетикӣ [Текст] / А.Я. Абдурахмонов, А. Джахонгири, Р.А. Кахоров. // Материалы международной научно-практической конференции “Научные труды инженерной академии Республики Таджикистан” – Душанбе: ТТУ им М.С Осими, 2019. – С.38 – 40.
2. Джахонгири А. Передача электрической энергии в Афганистан и Пакистан [Текст] / А. Джахонгири, А.Я. Абдурахмонов, А. Акрамов. // Материалы международной научно-практической конференции. «Устойчивое развитие водно-энергетического консорциума Средней Азии - главный путь достижения энергетической независимости республики Таджикистан». – Бохтар, -2018. –С.279-282.
3. Джахонгири А. Тарҳи CASA-1000 [Текст] / А. Джахонгири. // Материалы международной научно-практической конференции «Независимость-основа развития энергетики страны». – Бохтар: ЭИТ, 2017. – С. 442–446.
4. Джахонгири А. Хати ҳавои сефазаи интиқоли барқи ҷараёни тағирёбандаи аз болои дарагузаранда [Текст] / А. Джахонгири, А.Я. Абдурахмонов, Ф.Ш. Бобохонов, Р.Ф. Джураев, Н.Х. Одинаев, М.Б. Холназаров, О.Ш. Кувватзода. // Нахустпатент. Ҷумҳурии Тоҷикистон, 2019, №ТJ 1027.
5. Джахонгири А. Сохтор барои хизматрасонии хатҳои интиқоли барқии баландшидат [Текст] / А. Джахонгири, А.Я. Абдурахмонов, Х.Х. Назарзода. // Нахустпатент. Ҷумҳурии Тоҷикистон-2020-№ТJ 1062.
6. Электробезопасность. Расстояния безопасности в охранной зоне линий электропередачи напряжением свыше 1000 В. - М.: Энергия, 2013. - 283 с.

7. World Bank Group Invests in Energy Trade between Central Asia and South Asia [Electronic resource] //URL: [https:// www. Vsemirnyjbank .org /ru / news/ press –release /2014/03/27 /world-bank-group-invests-energy-trade-between-central-asia-south-asia](https://www.Vsemirnyjbank.org/ru/news/press-release/2014/03/27/world-bank-group-invests-energy-trade-between-central-asia-south-asia). (date of appeal: 12.10.22).
8. В Таджикистане стартует реализация проекта CASA-1000 [Электронная ресурс] //URL: <http://Sogdiana.tj/main/3819-v-tadzhikistane-startuet-realizaciya-proekta-casa-1000.html>. (дата обращения: 12.10.22).
9. Электрификация в США, Электроснабжение пригородов. [Электронная ресурс]//URL:[https://pikabu.ru/story/yelektifikatsiya\\_v\\_ssha\\_yelektrosnabzhenie\\_prigorodov\\_3083761](https://pikabu.ru/story/yelektifikatsiya_v_ssha_yelektrosnabzhenie_prigorodov_3083761). (дата обращения: 12.10.22).

## **ЛИНИЯ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ CASA-1000**

**Аннотация.** Таджикистан намерен экспортировать электрическую энергию нашим соседям: в Афганистан, Пакистан, Китай, Индию, а также в Узбекистан. При существующей ситуации ежегодно с Нурека сбрасывается вода в режиме холостого хода в эквивалентном количестве более 6 млрд кВт, час электроэнергии. С 2.04.2018 года ЛЭП-500 кВ Таджикистан-Узбекистан возобновил свою деятельность и подстанция Регар-500 до подстанции Гульча в Узбекистане соединена на передачу электрической энергии.

Далее, Таджикистан принял решение о строительстве ЛЭП из Таджикистана в Афганистан и Пакистан. Следовательно, Таджикистан, Кыргызстан, Афганистан и Пакистан подписали соглашение о торговле электроэнергией и создании рынка Региональной электроэнергии в Южной и Центральной Азии (проект - CASA), организующего экспорт электроэнергии из Таджикистана, Кыргызстана в Афганистан и Пакистан.

CASA-1000, символика которой показана на рисунок. 1 организует развитие Регионального электроэнергетического рынка Южной и Центральной Азии (CASAREM) долгосрочного плана региональной торговли электроэнергией.

**Ключевые слова:** электрическую энергию, экспортировать, строительстве, проекта, передачи, торговли.

## **ХАТИ ИНТИҚОЛИ БАЛАНДШИДДАТИ CASA-1000**

**Фишурда.** Тоҷикистон ҳадаф дорад, ки ба кишварҳои ҳамсоя нерӯи барқ содир кунад: аз Тоҷикистон ба Афғонистон ва Покистон, инчунин имкониятҳои интиқоли он ба Чин, Ҳиндустон ва Узбекистон муҳокима шудаанд. Дар ҳолатҳои имрӯзаи мавҷуда аз НБО-и Норақ ҳамасола ба тариқи речаи гашти холӣ ба миқдори эквиваленти 6 млрд кВт.соат

энергияи электрикӣ об партов карда мешавад. Аз 2.04.2018 хатти интиқоли барқӣ (ХИБ)-500 кВ Тоҷикистон Ҷумҳурии Тоҷикистон аз нав ба фаъолият оғоз намуд, ки барои интиқоли барқ аз зеристгоҳи Регар-500 то зеристгоҳи Гулҷаи Ҷумҳурии Тоҷикистон пешбинӣ шудааст.

Ба ғайр аз ин, Тоҷикистон ба чунин қарор омад ки ХИБ (Хатти Интиқоли Барқӣ)-ро аз Тоҷикистон ба ҷониби Афғонистон ва Покистон ба роҳ монад. Бо ин мақсад ҷонибҳои Тоҷикистон, Қирғизистон, Афғонистон ва Покистон дар бораи савдои энергияи электрикӣ ва барпо намудани бозори минтақавии энергияи электрикӣ дар Осиёи Ҷанубӣ ва Марказӣ қарордод ба имзо расонидаанд (лоиҳаи- CASA).

Аҳамияти лоиҳаи мазкур дар он аст, ки содироти энергияи электрикиро аз Тоҷикистон ва Қирғизистон ба Афғонистон ва Покистон ба роҳ монад.

CASA-1000, ки рамзаш дар расми 1 нишон дода шудааст, барои рушди бозори электротрансэнергетикии Осиёи Ҷанубӣ ва Марказӣ (CASAREM), шароит фароҳам месозад, ки ин ба рушди нақшаи дарозмуддати тиҷорати энергияи электрикии минтақавӣ таконе хоҳад бахшид.

**Калидвожаҳо:** энергияи электрикӣ, содирот, сохтмон, лоиҳа, интиқол, савдо.

## **HIGH VOLTAGE POWER LINE CASA-1000**

**Annotation.** Tajikistan intends to export electrical energy to our neighbors: to Afghanistan, Pakistan, China, India, and to Uzbekistan. In the current situation, water is discharged from Nurek annually in idle mode in the equivalent amount of more than 6 billion kW. hour of electricity. On April 2, 2018, the 500 kV transmission line Tajikistan-Uzbekistan resumed its operation and the Regar-500 substation to the Gulcha substation in Uzbekistan was connected to the transmission of electricity. Further, Tajikistan decided to build power lines from Tajikistan to Afghanistan and Pakistan. Consequently, Tajikistan, Kyrgyzstan, Afghanistan and Pakistan signed an agreement on electricity trade and the creation of a regional electricity market in South and Central Asia (project - CASA), organizing the export of electricity from Tajikistan, Kyrgyzstan to Afghanistan and Pakistan. CASA-1000, the symbols of which are shown in the figure. 1 organizes the development of the South and Central Asia Regional Electricity Market (CASAREM), a long-term plan for regional electricity trading.

**Keywords:** electrical energy, export, construction, project, transmission, trade.

**Маълумот дар бораи муаллифон:**

**Чаҳонгири Абдулвоҳид** – н.и.т., кафедраи автоматикунонӣ ва ҳаракатовари барқии Донишкадаи энергетикаи Тоҷикистон. **Суроға:** Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Бохтар, кӯчаи Мирзоқодирова 18. **Тел:** (+992) 777076539.

**Зувайдуллозода Файзулло Зикир** – н.и.п., кафедраи автоматикунонӣ ва ҳаракатовари барқии Донишкадаи энергетикаи Тоҷикистон. **Суроға:** Ҷумҳурии Тоҷикистон, н. Кушониён. **Тел:** (+992) 777076502.

**Маҳмадалиев Умедҷон Муродалиевич** – асситенти кафедраи электротехника ва таъмини соҳавии барқ, Донишгоҳи давлатии Данғара. **Суроға:** Ҷумҳурии Тоҷикистон, н. Данғара, деҳаи Маликова. **Тел:** (+992) 900 44 60 87.

**Одинаев Некқадам Хушкадамович** – н.и.т., саромӯзгори кафедраи автоматикунонӣ ва ҳаракатовари барқии Донишкадаи энергетикаи Тоҷикистон. **Суроға:** Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Бохтар, кӯч. Б. Гафуров **Тел:** (+992) 77-707-6535; **Почтаи электронӣ:** [onk.tj@mail.ru](mailto:onk.tj@mail.ru)

**Рашидов Акрам Раҷабович** – н.и.т., мудири кафедраи автоматикунонӣ ва ҳаракатовари барқии Донишкадаи энергетикаи Тоҷикистон. **Суроға:** Ҷумҳурии Тоҷикистон, н. Кушониён **Тел:** (+992) 77-707-6545.

**Сведения об авторах:**

**Джахонгири Адулвоҳид** – к.т.н., преподаватель кафедры автоматизированный электропривод Института энергетика Таджикистана. **Адрес:** Республика Таджикистан, г. Бохтар, ул. Мирзоқодирова 18. **Тел:** (+992) 777076539;

**Зувайдуллозоде Файзулло Зикир** – к.п.н., преподаватель кафедры автоматизированный электропривод Института энергетика Таджикистана. **Адрес:** Республика Таджикистан, р. Кушониён. **Тел:** (+992) 777076502;

**Маҳмадалиев Умедҷон Муродалиевич** – ассистент кафедры электротехники и электроснабжения Дангаринского государственного университета. **Адрес:** Республика Таджикистан р. Дангара к. Маркази. **Тел:** (+992) 900446087.

**Одинаев Некқадам Хушкадамович** – к.т.н., ст. преподаватель кафедры автоматизированные электроприводы Института энергетика Таджикистана. **Адрес:** Республика Таджикистан, г. Бохтар, ул. Б. Гафуров. **Тел:** (+992) 77-707-6535; **E-mail:** [onk.tj@mail.ru](mailto:onk.tj@mail.ru)

**Рашидов Акрам Раҷабович** – к.т.н., зав кафедрой автоматизированные электроприводы Института энергетика Таджикистана. **Адрес:** Республика Таджикистан р. Кушониён. **Тел:** (+992) 777076545.

### **Information about the authors:**

**Jahongiri Adulvohid** – Candidate of Technical Sciences, Department of automated electric drive of the Institute of Energy of Tajikistan. **Address:** Republic of Tajikistan, Bokhtar city, Street Mirzokadirova 18. **Phone:** (+992) 777076539.

**Zuvaydulozoda Fayzullo Zikir** – Candidate of Pedagogical Sciences, Department of automated electric drive of the Institute of Energy of Tajikistan. **Address:** Republic of Tajikistan, Kushoniyon dist. **Phone:** (+992) 777076502;

**Mahmadaliev Umedjon Murodalievich** – Assistant of the Department of Electrical Engineering and Power Supply, Dangara State University. **Address:** Republic of Tajikistan, v. Malikova, Dangara dist. **Phone:** (+992) 900446087.

**Odinaev Nekkadam Khushkadamovich** - Candidate of Technical Sciences, Department of automated electric drive of the Institute of Energy of Tajikistan. **Address:** Republic of Tajikistan, Bokhtar city, Street B. Gafurov. **Phone:** (+992) 77-707-6535; **E-mail:** [onk.tj@mail.ru](mailto:onk.tj@mail.ru)

**Rashidov Akram Rajabovich** – Candidate of Technical Sciences, Department of automated electric drive of the Institute of Energy of Tajikistan. **Address:** Republic of Tajikistan, Kushoniyon dist. **Phone:** (+992) 77-707-6545.

**Муқарриз:** к.т.н. Абдулақов А.П.. –  
мудири кфаедрай

таъмини барқ ДДД

УДК 544.45/.554

## **ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ЗАВИСИМОСТИ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ХАЛЬКОГЕНИДОВ СЕРЕБРА**

**Гафоров С., Баротов Н.И.**

**Кулябский государственный университет им. Абуабдуллоха Рудаки  
Дангаринский Государственный Университет**

Известно, что химическое соединения  $A_2B^{VI}$  имеют уникальные свойства, которые представляют большой интерес для их применения в качестве активных элементов в детекторах инфракрасного излучения оптических приборов, в датчиках магнитного поля, в термоэлектрические генераторы, в полупроводниковые и современные электронные установки. В связи с активное и расширения областей их применения исследование температурных и концентрационных зависимостей кинетических параметров представляет большой интерес. Температурные и концентрационные зависимости коэффициентов Холла, термо-эдс, электропроводность, подвижность, концентрации и др. позволяют оценить высокоэффективности материала как активный элемент термоэлектрогенераторов, а также датчиков магнитных



полей [1, 23 с., 2, 287 с.]. Халькогениды серебра являются перспективными материалами электронной, микроэлектронной, нанотехнологической техники.

В связи с этим электрофизические и теплофизические свойства халькогенидов серебра исследовались в ряде работ [1, 23с, 2, 287с, 3, с.1487-1488, 4, с. 767-771]. Анализ результатов литературных данных показывают, что сульфид и селенид серебра после плавления металлизуются, а теллурид серебра сохраняет полупроводниковый характер проводимости. Отметим, что полупроводниковые материалы при высоких температурах изучены недостаточно. Это связано, с одной стороны в создании высокотемпературных электрических печей, которые выдерживали бы температуру выше 1300К и с другой стороны, вещества при высоких температурах становятся химически более активными. Видимо, поэтому рассчитанные физические параметры расплавов, в частности энергия активации халькогенидов серебра при высоких температурах весьма противоречивы. В связи с этим, необходимо одновременное исследование электропроводности, коэффициентов термо-эдс и Холла вблизи и после плавления с дальнейшим нагреве расплава, вплоть до температуры 1300К. Электропроводность и термо-эдс являются интегральной чувствительности структуры, поэтому поскольку метод эффекта Холла является более чувствительным параметром к изменению структуры и химической связи материалов, была поставлена задача получение новых данных с использованием метода Холла, который дает дополнительные информации о механизме проводимости.

Для реализации поставленной задачи нами сначала был применен метод однотемпературный синтез халькогенидов серебра. При синтезе соединений халькогенидов серебра нами были использованы серебро, чистотой 99,9998%, сера марки А-2, селен марки В-3, с содержанием примесей не более  $4 \cdot 10^{-3} \%$  и спектрально чистый теллур, полученный двукратной перегонкой в вакууме материала ТА-1. Синтез проводился прямым сплавлением компонентов в вакуумированных запаянных кварцевых ампулах. Ампулы откачивались до  $1,3 \cdot 10^{-7}$  Па. Были использованы кварцевые ампулы, которые перед синтезом хорошо промывались смесью кислот  $\text{HNO}_3 + 3\text{HCl}$ , а затем тщательно промывались дистиллированной водой, после чего высушивались. Учитывая экзотермичность реакций образования халькогенидов серебра, нагрев ампул в печи производился ступенчато. Сначала температура печи поднималась до температуры плавления соответствующего халькогена, проводилась часовая выдержка, после чего температуры доводили до уровня 50-60 градусов выше температуры плавления соответствующего соединения. При этой температуры расплав выдерживался в течение трех часов, после чего сплав охлаждался сначала до температур кристаллизации, а потом охлаждение вместе с

включенной печи. Синтез проводился в печах марки СШОЛ-1-1,6/12 [5, с. 557-567].

Для измерения коэффициентов электропроводность и термо-эдс применили традиционные методы: четырехзондовый метод для электропроводности и дифференциальный метод для термо-эдс [6, с. 59-60]. Коэффициент Холла измеряли методом переменного тока и переменного магнитного поля [7, 294 с., 8, 256 с.]. Результаты наших исследований представлены в таблице 1 и рисунки 1-3. Наблюдается соответствие в поведении электропроводности и термо-эдс в пределах экспериментальной ошибки с литературными результатами. Измерение коэффициента Холла в данных расплавов проводились впервые. Исследование сульфида серебра проводилось выше  $T_{\text{ФП}}$  температуры высокотемпературного фазового перехода  $\beta \rightarrow Ag_2S \rightarrow \gamma \rightarrow Ag_2S$ . Для кристаллического  $\gamma \rightarrow Ag_2S$  вплоть до температуры плавления наблюдается монотонный характер температурной зависимости электропроводности и эффекта Холла, свидетельствующий о том, что сульфид серебра в области предплавления ведет себя как вырожденный полупроводник. Для всех исследованных характеристик характерно скачкообразное уменьшение в точке фазового перехода (см.рис.1-3), причем коэффициенты термо-эдс и Холла сохраняют отрицательный знак. Наиболее существенно уменьшается электропроводность сульфида серебра.

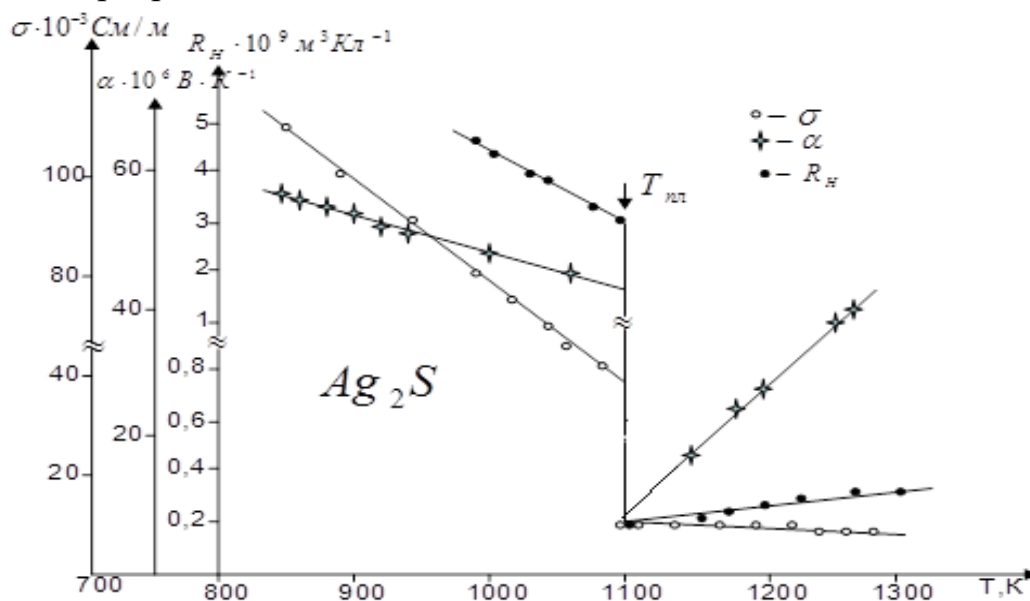
Это обстоятельство, как видно из таблицы 1, обусловлено очень резким уменьшением подвижности электронов ( $\mu_n$ ) при одновременном росте концентрации свободных носителей. Расчеты указанных параметров проводились в обычном однозонном приближении [5, с. 557-567]. В отличие от работы [3, стр. 1487-1488] нами наблюдалось при плавлении уменьшение по абсолютной величине коэффициента термо-эдс. Указанное несоответствие послужило причиной многократных экспериментов с переходом через точку плавления. Во всех случаях воспроизводилось приведенных в таблице данных. Заметим, что такой характер изменение константы Холла в сульфиде серебра можно связать с отклонением от стехиометрического состава. Из особенностей температурной зависимости термо-эдс ( $\alpha$ ) и электропроводность ( $\sigma$ ) в кристаллическом селениде серебра отметим наличие перегибов вблизи температуры высокотемпературного электрического превращения ( $T=1113\text{K}$ ).

Электропроводность селенида серебра в точке плавления резко уменьшается, а для термо-эдс и константы Холла наблюдается положительный скачок при сохранении отрицательного знака этих параметров. Таким образом, все три измеренных параметра и характер их изменения в точке фазового перехода оказываются внутренне увязанными и подчиняющимся общей закономерности, связанной с изменением концентрации носителей заряда и их

подвижности при плавлении селенида серебра. Оценки в рамках однозонной модели показали, что селенид серебра ведет себя весьма своеобразно при переходе в жидкую фазу: концентрация свободных носителей уменьшается, а их подвижность увеличивается. В дальнейшем за счет частичной деструкции расплава концентрация электронов увеличивается при одновременном интенсивном уменьшении подвижности ( при  $T = 300 \text{ K}$ ,  $n = 0,6 \cdot 10^{22} \text{ см}^{-3}$ ,  $\mu = 0,4 \text{ см}^2 (\text{В} \cdot \text{с})^{-1}$ ).

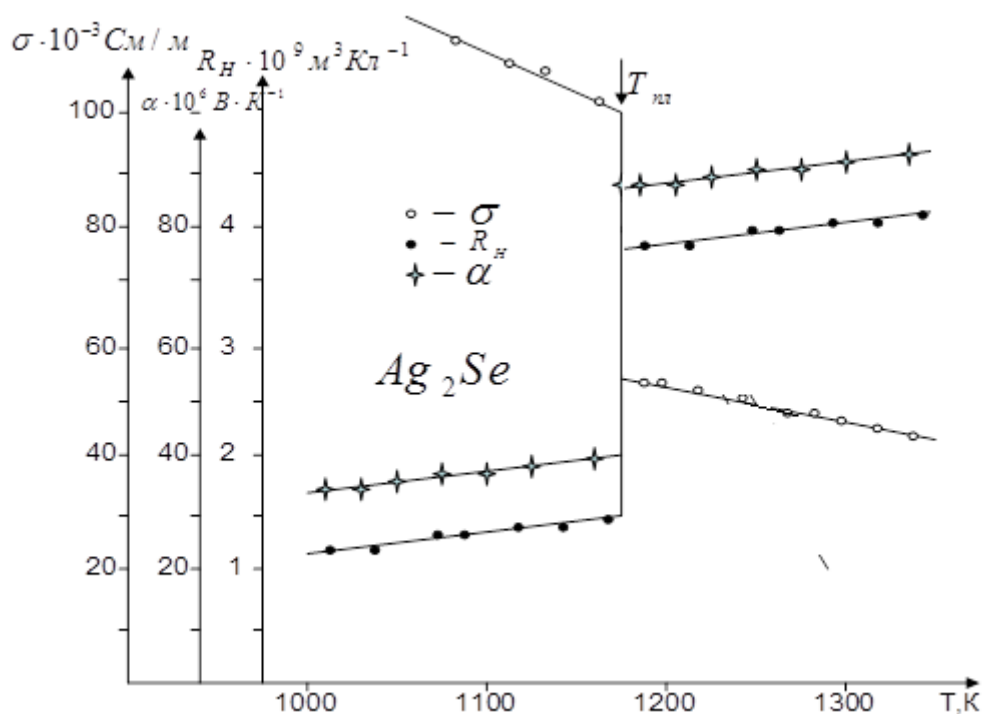
По нашему мнению, столь своеобразное поведение селенида серебра при плавлении обусловлено природой халькогена. Если исходит из общих представлений о природе проводимости в халькогенидах элементов первой группы в соответствии с которым **p**-тип проводимости обусловлен наличием равновесных вакансий в подрешетках катиона, а **n**-тип межузельными атомами металла, то на основании изменений термо-эдс и эффекта Холла в теллуриде серебра при высокотемпературными фазовыми переходами можно предположить, что в процессе перестройки структуры ответственными за проводимость оказываются уровни, создаваемые межузельными атомами серебра [2, 287стр., 3, стр.1487-1488].

Таким образом, при перестройке структуры от ГЦК к ОЦК решетки вакантные, заряженные узлы уже перестают играть роль вакансий в новой решетке и атомы серебра, прежде занимающие позиции в центре граней решетки ГЦК, уже оказываются межузельными в решетки ОЦК и определяют **n**-тип проводимости высокотемпературной модификации теллурида серебра.



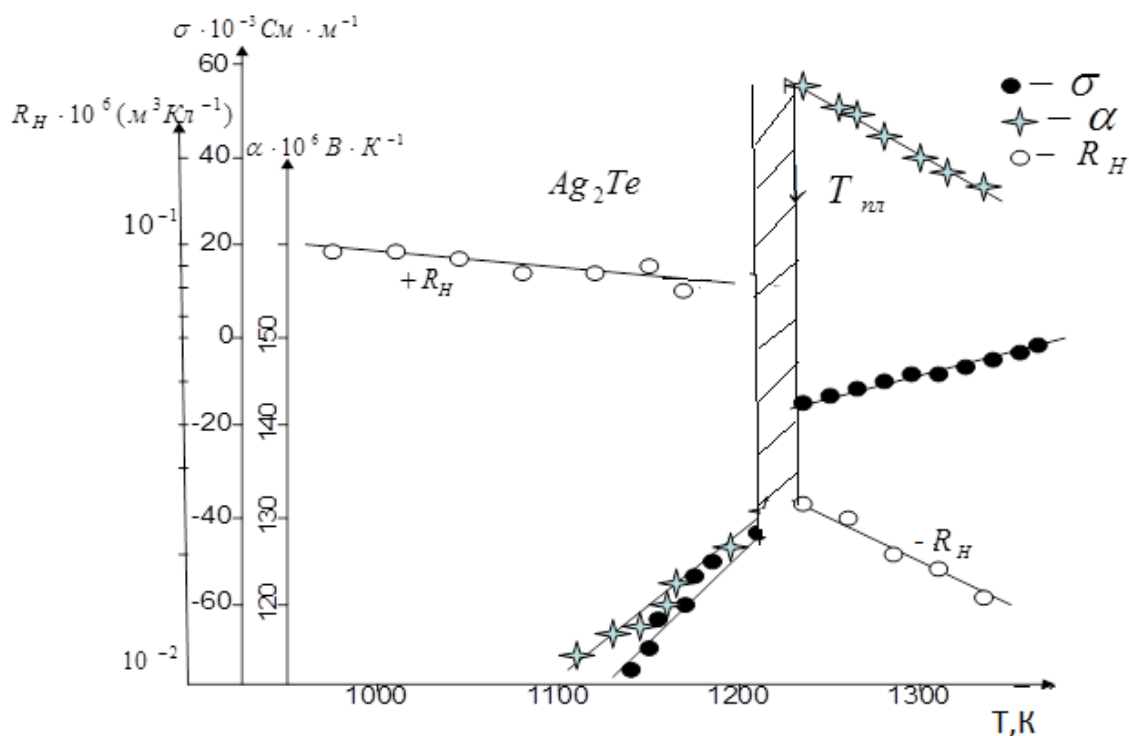
**Рис. 1. Температурные зависимости электропроводности термо-эдс и коэффициента Холла**

Электропроводность и термо-эдс теллурида серебра в области высоких температур коррелирует с результатами известных работ [2, 287стр.,4, стр767-771, 5, стр. 557-567]. На температурных зависимостях этих свойств резко, в виде скачков, проявляется высокотемпературное фазовое превращение  $\beta \rightarrow Ag_2Te \rightarrow \gamma \rightarrow Ag_2Te$  (963-1075K), которые характеризует переход от структуры ГЦК к структуре ОЦК. Если исходит из общих представлений о природе проводимости в халькогенидах элементов первой группы в соответствии с которым **p**-тип проводимости обусловлен наличием равновесных вакансий в подрешетках катиона, а **n**-тип межузельными атомами металла, то на основании изменений термо-эдс и эффекта Холла в теллуриде серебра при высокотемпературными фазовыми переходами можно предположить, что в процессе перестройки структуры ответственными за проводимость оказываются уровни, создаваемые межузельными атомами серебра [5, стр. 557-567, 6, стр 59-60, 7, 294с., 8, 256с., 9, 23с.]. Таким образом, при перестройке структуры от ГЦК к ОЦК решетки вакантные, заряженные узлы уже перестают играть роль вакансий в новой решетке и атомы серебра, прежде занимающие позиции в центре граней решетки ГЦК, уже оказываются межузельными в решетки ОЦК и определяют **n**-тип проводимости высокотемпературной модификации теллурида серебра.



**Рис. 2. Температурные зависимости электропроводности, термо-эдс и коэффициента Холла селенида серебра**

Важно отметить, что высокотемпературный фазовый переход в теллуриде серебра характеризуется как переход типа порядок–беспорядок. Очевидно, что разупорядочение, вносимое этим переходом, настолько велико, что с точки зрения изменения ближнего порядка, оно оказывается более кардинальным, чем то, которое происходит при плавлении этого вещества. На это, в частности, указывают температурные зависимости исследованных нами свойств. Как оказалось, при переходе  $\beta \rightarrow Ag_2Te \rightarrow \gamma \rightarrow Ag_2Te$  изменяется по знаку коэффициенты термо-эдс и Холла. В то же время, плавление фактически не изменяет характер температурной зависимости коэффициентов термо-эдс и Холла.



**Рис. 3. Температурные зависимости электропроводность, термо-эдс и коэффициента Холла теллурида серебра**

Следует отметить, что в области предплавления термо-эдс теллурида серебра вторично изменяет знак и вновь оказывается положительной, в то время константа Холла имеет отрицательный знак как в области предплавления, так и в жидкой фазе. На основании температурной зависимости исследованных характеристик в расплавленном теллуриде серебра можно сделать вывод о том, что данное вещество ведет себя в расплаве как жидкий полупроводник [10, 376 стр., 11, 307 стр.]. Интересно, что это единственный из халькогенидов серебра, который в расплаве имеет некоторый добавочный вклад сверхэлектронного и молекулярного, который характеризуется как биполярный теплоперенос [12, 272с., 13, 288с., 14, 512с.].

Заметим, что расплав теллурида серебра имеет аномально большие значения подвижности носителей заряда для жидкой фазы, что скорее обусловлено некорректностью однозонного подхода к расчёту подвижности ( $\mu_n$ ), чем фактическими особенностями переноса заряда в теллуриде серебра [15, 392с.]. Судя по представленным в таблице данным (см.табл.1) концентрация свободных носителей заряда уменьшается в ряду расплавленных халькогенидов серебра от сульфида к теллуриду принимая в случае теллурида серебра значения, соответствующие уровню сильнолегированных полупроводников. Наряду с этим, анализ экспериментальных данных, по эффекту Холла в ряду  $Ag_2S$ -  $Ag_2Se$  –  $Ag_2Te$  подтверждает предположение об устойчивости теллурида серебра в жидкой фазе электрофизических параметров, так и их температурные зависимости.

**Таблица 1. Изменение различных характеристик халькогенидов серебра при плавлении продолжение**

Соединение	$T_{пл}, K$	$n^s / n^l$	$\mu^s \cdot 10^{-4},$ $m^2/V \cdot c$	$\mu^l \cdot 10^{-4}$ $m^2/V \cdot c$	$\mu^s / \mu^l$
$Ag_2S$	1110	3,0	0,6	0,05	12,0
$Ag_2Se$	1170	2,0	1,8	2,3	0,8
$Ag_2Te$	1230	1,0	0,175	0,188	0,9

**Таблица 1. Продолжение**

Соединение	$T_{пл}, K$	$R^s \cdot 10^9$ $m^3/Kл$	$R^l \cdot 10^9$ $m^3/Kл$	$R^s / R^l$	$n^s \cdot 10^{-28},$ $m^{-3}$	$n^l \cdot 10^{-28},$ $m^{-3}$
$Ag_2S$	1110	-0,7	-0,2	3,5	0,9	3,0
$Ag_2Se$	1170	-1,6	-0,4	4,0	0,4	0,2
$Ag_2Te$	1230	-2,3	-1,3	1,76	0,48	0,48

**Таблица 1. Продолжение**

Соединение	$T_{пл}, K$	$\sigma^s \cdot 10^{-2}$ $Cm / m$	$\sigma^l \cdot 10^{-2}$ $Cm / m$	$\sigma^s / \sigma^l$	$\alpha^s \cdot 10^6$ $B / K$	$\alpha^l \cdot 10^6$ $B / K$	$\alpha^s / \alpha^l$
$Ag_2S$	1110	850	250	3,4	-45	-28	1,6
$Ag_2Se$	1170	1150	570	2,0	-64	-75	0,85
$Ag_2Te$	1230	135	145	0,9	+55	+55	1,0

Таким образом, степень металлизации оказывается максимальной в случае сульфида серебра, о чем свидетельствуют как экспериментальные значения измеренных параметров, так и расчетные величины концентрации свободных носителей. Очевидно, что металлизация расплава в данном случае связано с частичной диссоциацией соединения. При этом, появление ионов в расплаве обуславливает сильное рассеяние электронов и резкое снижение подвижности носителей.

В заключении заметим, что в отличие от халькогенидов меди в случае халькогенидов серебра температура плавления растёт в ряду  $Ag_2S \rightarrow Ag_2Se \rightarrow Ag_2Te$ . Этот факт, свидетельствует, вообще говоря, об увеличении прочности химической связи и возможно, об усилении полупроводникового характера рассматриваемых веществ.

И действительно, вопреки распространённому мнению, в ряде соединений аналогов–халькогенидов серебра степень металлизации связей в жидкой фазе уменьшается по мере увеличения атомного веса, характерно, что этим представлениям соответствует как абсолютные значения электрофизических параметров, так и их температурные зависимости.

Таким образом, в итоге можно сделать выводы, о том, что полученные нами результаты и их комплексный анализ с привлечением коэффициентов электропроводности, термо-эдс и Холла ( $\alpha$ ,  $\sigma$ ,  $R_H$ ) раскрывают механизм проводимости, образования и рассеяния носителей заряда, которые коррелирует с данными по исследованию электропереноса.

#### Литература

1. Сергеев Г. С. «Моделирование кинетических и термоэлектрических свойств антимонида индия», автореф. дисс. на соиск. уч. степ. канд. физ-мат. наук, М.-2014. 23с.
2. Гафоров С. Исследование эффекта Холла в расплавах полупроводников с различным характером межчастичного взаимодействия / Гафоров С. // Дисс. на соиск. уч. степ. канд. Физмат наук. - М.: МИЭТ, 1982, 287 с.
3. Великанов А. А., Эйчис Б. А. Электропроводность расплавленного сульфида серебра. Изв. АН СССР, Неорг. мат., 1972, т. 8, № 8, стр.1487-1488.
4. Глазов В. М., Грабчак Н. М. Об изменении электропроводности и термо-эдс при плавлении халькогенидов серебра, ФТП, 1978, т.12, №4, стр.767-771.
5. Dong N. V., Tung P. N. Transport properties of silver telluride in the Solid and liquid states. Phis. Stat. Solidi., 1968, v. 30., №2, p. 557-567.
6. Гафоров С. Исследование эффекта Холла в расплавах халькогенидов серебра. В сб. Матер. научно-технической конфер. молодых ученых и специалистов по проблемам микроэлектроники, посвященной XXVI съезду КПСС, 1980, стр. 59-60, М., МИЭТ.
7. Регель А. Р., Глазов В. М., Физические свойства электронных расплавов. М. Наука 1980, 294с.
8. Катлер М. Жидкие полупроводники, М.,Мир, (1980)., 256с.
9. Каблукова Н.С. Гальваномагнитные и термоэлектрические явления в монокристаллических пленках системы висмут-сурьма. Автореферат дисс. на соиск.уч.степ.канд. физ-мат. наук., Санкт-Петербург, (2015)., 23с.
10. Слущинская И.А. Основы материаловедения и технологии полупроводников, М., 2002, 376с.

11. Регель А. Р., Глазов В. М., Периодический закон и физические свойства электронных расплавов. М. Наука 1978, 307с.
12. Марков В. Ф., Материалы современной электроники: [учеб. пособие], Х.Н.Мухамезьянов, Л.Н.Маскаева; [под общ.ред.В.Ф. Маркова]; в образования и науки Рос. Федерации, Урал. Федер. Университет, Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 272 с.
13. Миловзоров О. В., Панков И. Г. Электроника. — М.: Высшая школа, 2006, 288 с.
14. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника. — М.: Мир, 1983, 512 с.
15. Тотхейм Р. Основы цифровой электроники. — М.: Мир, 1988, 392с.

## **ВОБАСТАГИИ ҲАРОРАТИИ ҲОСИЯТҲОИ ЭЛЕКТРОФИЗИКИИ ХАЛКОГЕНИДҲОИ НУҚРА**

**Фишурда.** Дар мақола муаллифон дар заминаи маълумоти баварибахш оид ба коэффитсиентҳои электрикгузаронӣ, қэҳ-и гармоӣ ва Холл барои пайвастагиҳои халкогенидҳои нуқра дар намунаҳои сулфид, селенид ва теллуриди нуқра таҳқиқотро ба роҳ мондаанд. Дар ҳалли масъалаи гузошташуда бо истифода аз усулҳои муосири таҷрибавӣ маълумот оид ба коэффитсиенти Холл аввалин маротиба пешниҳод мегардад. Коэффитсиентҳои электрикгузаронӣ ва Холл аз нимноқили таназзулӯфта будани ин пайвастагиҳо шаҳодат медиҳад. Нишон дода шудааст, ки пайвастагиҳои мазкур дар нуқтаи гузариши фазагии чинси якум ба таври ҷаҳишмонанд тағйир меёбанд. Дар мақола концентратсия ( $n$ ) ва ҳаракатнокии ҳомилони заряд ( $\mu$ ) ҳисоб карда шуда, тавсифи вобастагии ҳароратии онҳо нишон дода шудааст. Дар ҳолати моеъгӣ коэффитсиентҳои қэҳ- и гармоӣ ( $\alpha$ ) ва Холл ( $R_H$ ) нишон доданд, ки дар пайвастагиҳои мазкур аломати манфии ҳомилони заряд нигоҳ дошта мешавад. Тавсифи паст шудани электрикгузаронӣ ( $\sigma$ ) бо зиёдшавии ҳарорат дар ҳолати моеъӣ, бо камшавии ҳаракатнокӣ ( $\mu$ ) ва зиёдшавии концентратсияи ( $n$ ) ҳомилони заряд фаҳмонида шудааст. Ҳисобкунии бузургӣҳо дар асоси назарияи яқзонагӣ таҳлил шудаанд.

Таҳлили натиҷаҳои таҷрибавӣ дар қатори  $AgS - AgSe - AgTe$  аз рӯи коэффитсиенти Холл ( $R_H$ ) нишон медиҳанд, ки бузургӣҳои электрофизикӣ ва вобастагии ҳароратии онҳо дар ҳолати моеъӣ устувор мебошанд. Далелҳои ҳосилшуда аз таҳқиқот дар таблитсаҳо ва графикҳо оварда шудаанд. Барои намунаҳои мазкур дар ҳудудҳои ҳароратҳои баланд аз ҳарорати гудозиш қиматҳо ҳисоб карда шудаанд. Дарачаи металлшавии максималӣ дар сулфиди нуқра мушоҳида мешавад, ки оид ба қимати бузургӣҳои ченкардашуда ва ҳисобкардашудаи концентратсия ( $n$ ) ва ҳаракатнокии ҳомилони заряд ( $\mu$ ) шаҳодат медиҳанд. Дар асоси қиматҳои



таҷрибавии коэффитсиентҳои электрригузаронӣ ( $\sigma$ ), қэҗ-и гармоӣ ( $\alpha$ ) ва Холл ( $R_H$ ), консентратсия ( $n$ ), ҳаракатнокии ҳомилони заряд ( $\mu$ ) васеъгии зонаи ғайб ва ғайаҳо ҳисоб карда шудаанд.

**Калидвожаҳо:** халкогенидҳои нуқра, гузариши фазагӣ, сульфиди нуқра, селениди нуқра, телуриди нуқра, таркиби стехиометрӣ, қаҳишмонанд ҳангоми гудозиш, энергияи ғайб, электрригузаронӣ, қэҗ-и гармоӣ, коэффитсиенти Холл, вобастагии ҳароратӣ, вобастагии ҳароратӣ.

## ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ЗАВИСИМОСТИ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВА ХАЛЬКОГЕНИДОВ СЕРЕБРА

**Аннотация.** В статье авторы приводят достоверные исследования электропроводности, термо-эдс и Холла соединений халькогенидов серебра в образцах сульфида, селенида и теллурида серебра в жидком состоянии. Впервые при решении поставленной задачи современными экспериментальными методами представлены информации о коэффициенте Холла. Электропроводность и численные значение коэффициента Холла указывают на то, что эти соединения представляют собой вырожденные полупроводники. Показано, что эти соединения в точке перехода из твердой фазы к жидкому, имеют скачкообразные изменения исследованных параметров. На основе экспериментальных данных по  $\sigma = f(T)$ ,  $\alpha = f(T)$  и  $R = f(T)$  рассчитаны концентрация ( $n$ ) и подвижность носителей заряда ( $\mu$ ), энергия активации и представлены графики их температурной зависимости. В жидком состоянии коэффициенты термо-эдс ( $\alpha$ ) и Холла ( $R_H$ ) показали, что эти соединения сохраняют отрицательный знак носителей заряда. Уменьшения электропроводности ( $\sigma$ ) с повышением температуры в жидком состоянии объясняется уменьшением подвижности ( $\mu$ ) и увеличением концентрации ( $n$ ) носителей заряда. Расчеты величин анализируются на основе однозонной теории современной электронных расплавов.

Анализ экспериментальных результатов в ряде  $Ag_2S \rightarrow Ag_2Se \rightarrow Ag_2Te$  по коэффициенту Холла ( $R_H$ ) показывают, что электрофизические величины и их температурная зависимость стабильны и в жидком состоянии. Данные исследования представлены в таблицах и графиках. В результате максимальная степень металлизации наблюдается в сульфиде серебра, о чем свидетельствуют значения электропроводности ( $\sigma$ ), термо-эдс ( $\alpha$ ) и Холла ( $R_H$ ).

**Ключевые слова:** халькогениды серебра, фазовый переход, сульфид, селенид и теллурид серебра, стехиометрический состав, скачок при плавлении, энергия активации, электропроводность, термо-эдс, коэффициент Холла, температурная зависимость.

## TEMPERATURE DEPENDENCES AND ELECTROPHYSICAL PROPERTIES OF SILVER CHALCOGENIDES

**Annotation.** In the article, the authors present reliable studies of the electrical conductivity, thermo-emf and Hall of silver chalcogenide compounds in samples of silver sulfide, selenide and telluride in the liquid state. For the first time, when solving the problem posed by modern experimental methods, information on the Hall coefficient is presented. The electrical conductivity and numerical values of the Hall coefficient indicate that these compounds are degenerate semiconductors. It is shown that these compounds at the point of transition from the solid to the liquid phase have abrupt changes in the studied parameters. On the basis of experimental data on  $\sigma=f(T)$ ,  $\alpha=f(T)$  and  $R=f(T)$ , concentration ( $n$ ) and mobility of charge carriers ( $\mu$ ), energy and activation are calculated and graphs of their temperature dependence are presented. In the liquid state, the thermo-emf ( $\alpha$ ) and Hall ( $R_H$ ) coefficients showed that these compounds retain the negative sign of the charge carriers. The decrease in electrical conductivity ( $\sigma$ ) with increasing temperature in the liquid state is explained by a decrease in mobility ( $\mu$ ) and an increase in the concentration ( $n$ ) of charge carriers. The calculations of the quantities are analyzed based on the single-zone theory of modern electron melts.

An analysis of the experimental results in the series  $Ag_2S \rightarrow Ag_2Se \rightarrow Ag_2Te$  by the Hall coefficient ( $R_H$ ) shows that the electrophysical quantities and their temperature dependence are also stable in the liquid state. These studies are presented in tables and graphs. As a result, the maximum degree of metallization is observed in silver sulfide, as evidenced by the values of electrical conductivity ( $\sigma$ ), thermoelectric power ( $\alpha$ ) and Hall ( $R_H$ ).

**Keywords:** silver chalcogenides, phase transition, silver sulfide, selenide and telluride, stoichiometric composition, melting jump, activation energy, electrical conductivity, thermoelectric power, Hall coefficient, temperature dependence.

### Маълумот дар бораи муаллифон:

**Гафоров С.** – номзади илмҳои физика-математика, дотсенти кафедраи физикаи умумӣ ва назариявии Донишгоҳи давлатии Кӯлоб ба номи Абуабдуллоҳи Рӯдакӣ. **Суроға:** ш. Кулоб, кӯчаи. С. Сафаров 16. **Тел:** (+992) 987221149.

**Баротов Н.И.** – муаллими калони кафедраи физикаи умумӣ ва технологияи таҳсилоти Донишгоҳи давлатии Данғара. **Суроға:** ш-ки. Данғара, кӯчаи И. Шарифов, 37. **Тел:** (+992) 918512040, (+992) 938256969.

### Сведения об авторах:

**Гафоров С.** – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры общей и теоретической физики Кулябского государственного университета имени Абуабдулло Рудаки. **Адрес:** г. Куляб, ул. С. Сафарова 16. **Тел:** (+992) 987221149.

**Баротов Н.И.** – старший преподаватель кафедры общей физики технологии образовательной технологии Дангаринского государственного университета. **Адрес:** Дангара, улица И. Шарипова, 37. **Тел:** (+992) 918512040, (+992) 938256969.

### Information about the authors:

**Gaforov S.** – Candidate of Physical and Mathematical sciences, Associate Professor of the Department of General and Theoretical Physics of the Kulob State

University named after Abuabduhlo Rudaki. **Address:** Kulob, st. S. Safarov 16.  
**Phone:** (+992) 987221149.

**Barotov N.I.** – Senior Lecturer, Department of General Physics, Teaching Technology, Dangara State University. **Address:** Dangara, st. I. Sharipova, 37. **Phone:** (+992) 918512040, (+992) 938256969.

**Мукарриз:** Ҷӯраев Х. Ш. –  
доктори илмҳои  
физика-математика (ДМТ)

**УДК 53:004.94(076.5)**

## **КОРҲОИ ОЗМОИШИИ ВИРТУАЛӢ АЗ ФАНИИ ФИЗИКА БАРОИ ДОНИШҶУӢНИ ТАҲСИЛОТИ ФОСИЛАВӢ**

**Олимӣ А.Р.**

**Донишгоҳи давлатии Данғара**

Дар ин мақола, барои мисол якчанд корҳои озмоишии компютерӣ оварда шудааст, ки ба курси электронии таълими фанни «Физика» алоқаманди дорад. Кор аз маводҳои назариявӣ, дастурҳо оид ба тарзи иҷрои кор, гузаронидани таҷрибаҳои виртуалӣ ва ба қайд гирифтани натиҷаҳо дар шакли ҳисобот иборат аст. Истифодаи чунин корҳои озмоишӣ имконият медиҳад, ки таълими донишҷӯёни таҳсилоти ғоибона бо истифода аз дастрасии дурдаст бе истифодаи таҷҳизоти махсуси озмоишӣ ба роҳ монда шавад.

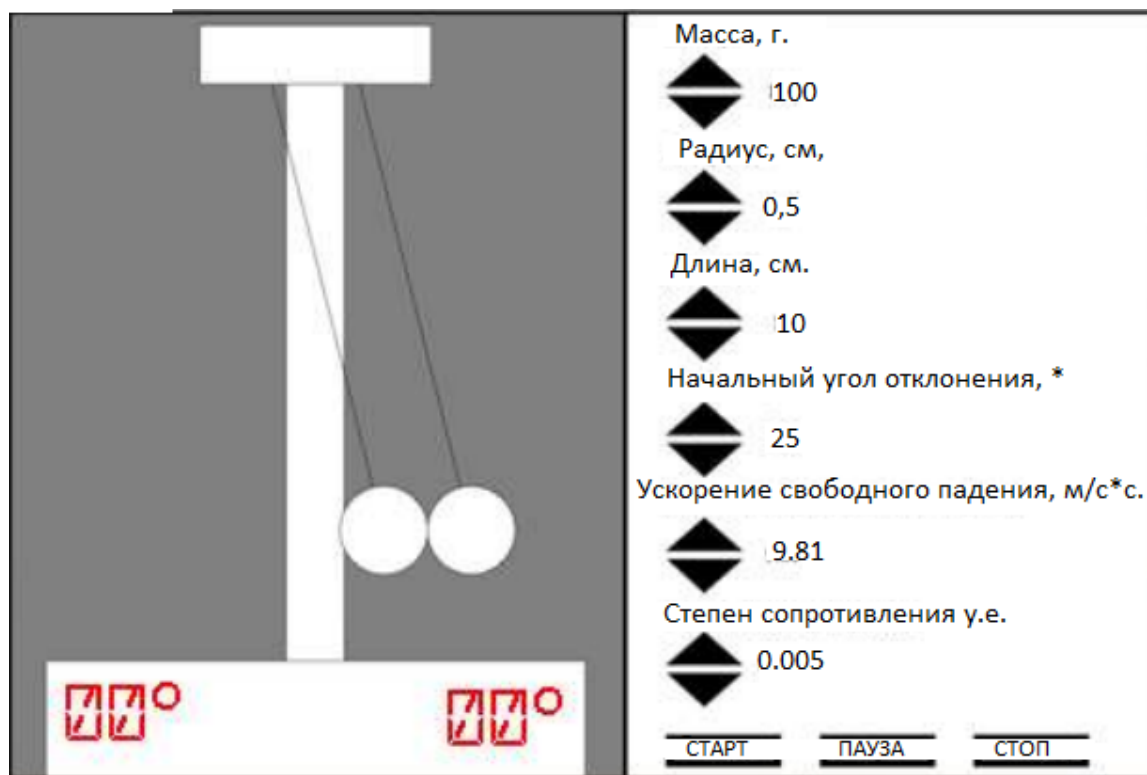
Дар раванди муносири таълим истифодаи технологияҳои иттилоотӣ ба роҳ монда мешавад, ки барои дастрас кардани раванди таълим дар таҳсилоти фосилавӣ истифода мешаванд. Дарачаи инкишофи онҳо имкон медиҳад, ки моделҳои математикии ҳама гуна раванду ҳодисаҳои реалӣ эҷод карда шавад. Дар асоси ин моделҳо ҳоло системаҳои таълими фосилавӣ барои донишҷӯён бе истифода аз таҷҳизоти махсуси озмоишӣ фаъолона бунёд карда мешавад. Дар айни замон, корҳои виртуалиро дар озмоишгоҳҳо наметавонанд пурра бо дастгоҳҳои ҳақиқӣ таълимӣ иваз намоянд. Истифодаи онҳо барои омӯзиши фосилавӣ асоснок карда мешавад дар ҳолате, ки донишҷӯ дур аз базаи озмоишгоҳ қарор дорад. Дар қорӣ мазкур афзалиятҳо ва норасиҳои қорӣ намудани корҳои озмоишии виртуалӣ дар раванди таълими ихтисосҳои муҳандисӣ нишон дода шудааст. Муаллиф қайд мекунад, ки «дар амал қорӣ намудани корҳои озмоишии виртуалӣ на барои иваз кардани корҳои воқеӣ, балки барои пурра кардани онҳо истифода мешавад. [1, с.6-16]. Муаррифии технологияҳои информатсионӣ дар раванди таълим асоснок карда

шудаанд, агар имтиёзҳои иловагӣ нисбат ба шаклҳои анъанавии таълим мавҷуд бошанд.

Бояд гуфт, ки як нуқтаи муҳим дар раванди таълим, самаранокии робитаи байни донишҷӯ ва омӯзгор мебошад. Дар дастури озмоишӣ ин алоқаманди дар шакли тартиб додан ва ҳимоя кардани кори озмоишии донишҷӯён нишон дода шудааст. Дар асоси шакли фосилавии таълим ин гуна роҳ на ҳамеша ба амал бароварда мешавад. Барои рафъи ин камбудӣ баъзе донишгоҳҳо аз системаи супоришҳои фарди барои тафтиши дараҷаи азхудкунии дониш ва фаҳмиши маводҳои таълимӣ истифода мекунанд. Дар раванди амалисозии кори озмоишии виртуалӣ масъалаи интихоби асбоб барои сохтани модели математикӣ, масъалаи таъхирнопазир мебошад. Барои ҳалли масъалаи гузошташуда барои ташкил кардани озмоишгоҳи виртуалӣ аз фанни механика муҳит интихоб карда мешавад. Дар ҳамин асос мо якҷанд корҳои озмоишии виртуалиро таҳия кардем, ки ба раванди таълимии соҳаҳои техникаи таълими фосилавӣ ворид карда шудаанд. Ин корҳо ба баҳши «Механика» дар фанни «Физика» алоқаманди дорад: омӯзиши афтиши озоди ҳисмҳо дар мисоли тӯб, муайян кардани қувваи кашиши сатҳӣ бо истифода аз раққосаки математикӣ, муайян кардани коэффисиентҳои соиши статикӣ ва лағжиш, раққосаки Максвелл, бархӯрди чандирии саққоҳо, бархӯрди ғайричандирии саққоҳо, ғелиши ҳисми саҳт аз ҳамвории моил. Дар поён мо мухтасар дар бораи ин корҳо маълумот медиҳем [3]. Иҷрои корҳои озмоишии виртуалӣ мувофиқи тартиби асли ба ҷо оварда мешаванд. Донишҷӯён маводи назариявӣ, усулҳои андозагириро меомӯзанд, таҷриба мегузаронанд ва баъд дар бораи рафти иҷрои кор ҳисобот пешниҳод мекунанд.

Кори озмоишии «Раққосаки Максвелл». Мақсади кор омӯзиши қонуни бақои энергияи механикӣ ва сарҳади татбиқи он дар асоси истифодаи раққосаки Максвелл мебошад. Равзанаи кори озмоишӣ ба ду қисм тақсим мешавад (расми 1): қисми идоракунии параметрҳои барнома (модел) ва майдони намоиши визуалии модели раққосак. Алгоритм ба шумо имкон медиҳад, ки чунин параметрҳои системаро ба мисли массаҳои диск ва милла, радиусҳои диск ва милла, дарозии ресмон, шитоби афтиши озодро пешниҳод намоед. Модел ба воситаи тугмаҳои "Start", "Pause" ва "Stop" идора карда мешавад. Элементи идоракунандаи "Оғоз" барномаро бо параметрҳои додашуда оғоз мекунад, "Таваққуф" таваққуф мекунад/давом кор мекунад, "Исто" модели физикиро ба ҳолати аввалаи худ бармегардонад. Пас аз оғоз, тугмаҳои идоракунии параметрҳои системаҳо дастнорас мешаванд. Пешниҳод ба шумо имкон медиҳад, ки

графики тағирёбии баландии болоравии маркази дискро вобаста ба вақт нишон диҳед [4]. Электронний ресурс № 44 (2020).Р1.с.6]

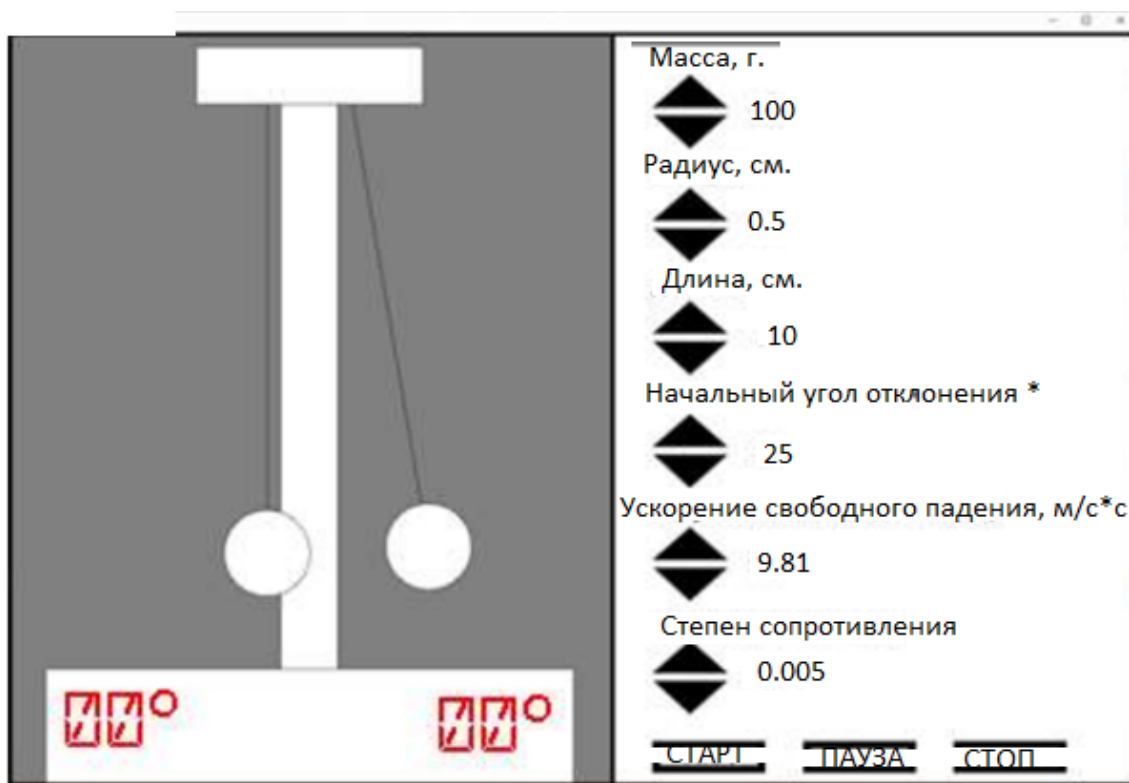


**Рас. 1. Равзанаи кори озмоиши виртуалии «Раққосаки Максвелл»**

Дар асоси натиҷаҳои кори озмоишии виртуалӣ донишҷӯён имконият пайдо мекунанд, ки моменти инерцияи раққосакро бо назардошти тағйироти масса ва радиуси диск муайян намуда, онҳоро бо қиматҳои ҳисобшуда муқоиса кунанд ва дар бораи имконпазирии қонуни бақои энергияи механики ҳулоса бароранд. Маълумоти ибтидоӣ дар бораи массаҳои диск ва милла, радиусҳои диск ва милла, дарозии ресмонҳо, шитоби афтиши озод ба донишҷӯ мувофиқи дастурамал барои кори озмоишӣ бо вариантҳо дода мешавад. Кори ба ин монанд дар асоси асбоби воқеӣ муддати тӯлонӣ барои омӯхтан дар дастурамали озмоишӣ барои ихтисосҳои муҳандисии рӯзона ва ғоибона истифода шудааст [4.с.9-23.].

Кори озмоишии «Бархӯрди чандирии сакқоҳо». Мақсади ин кор омӯзиши қонунҳои бақои импульс ва энергия дар асоси санҷиши таҷрибавии қонуни бақои импульс барои бархӯрди чандирии сакқоҳо иборат аст. Равзанаи озмоишгоҳ ҳамон тавре аст, ки дар қорҳои қаблӣ ба ду соҳа тақсим карда шудааст (расми 2). Равзана параметрҳои системаро барои масса ва радиуси сакқоҳо, дарозии ресмон, кунҷи майлқунии ибтидоӣ (бо дараҷа), шитоби афтидан озодро дар бар мегирад. Инчунин модел ба шумо имкон медиҳад, ки мавҷудияти муқовимати ҳаворо дар воқидҳои

муқаррарӣ муайян кунед. Модел ба воситаи тугмаҳои "Оғоз" "Таваққуф" ва "Исто" идора карда мешавад. Кори идоракунии ин элементҳо ба кори озмоишии «Маятник Максвелл» монанд аст. Кори барнома ба ҳалли математикии муодилаи Лагранж барои системаи ду сакқо асос ёфтааст, ки аз онҳо координатҳо ва суръати ҳарду сакқо ёфта мешавад. [4]. Электронний ресурс № 44(2020). P1.c.4]

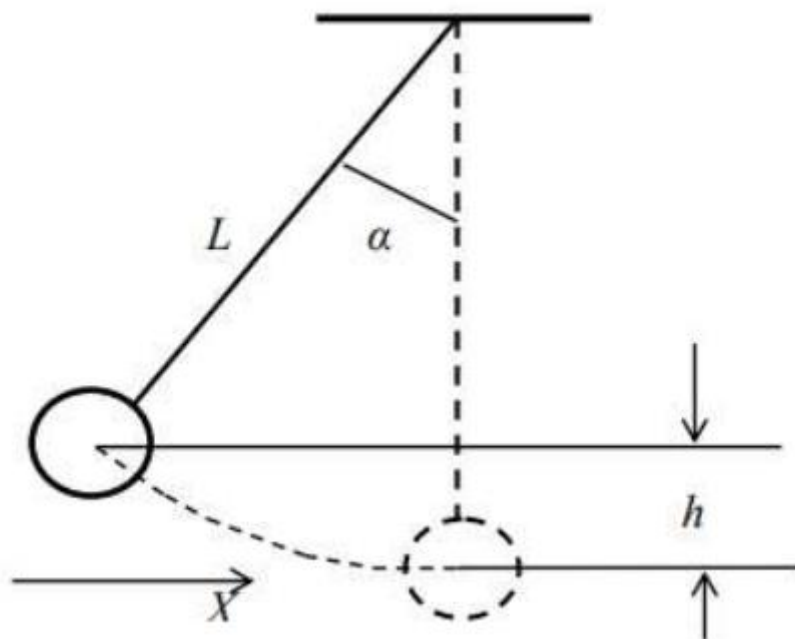


**Рас.2. Равзанаи кори озмоиши виртуалии «Бархӯрди чандирии сакқоҳо»**

Дар асоси натиҷаҳои кори озмоишии виртуалӣ донишҷӯён барои муайян кардан кунҷҳои қачшавии сакқоҳо дар натиҷаи бархурди чандирӣ бо назардошти тағйир ёфтани массаи сакқоҳо ва кунҷи аввалии қачшавии яке аз сакқоҳо ва пас проекцияи импульси системаро дар тири  $X$  (расми 3) пеш аз таъсир  $p$  ва ҳамон проексия пас аз таъсир  $p'$ , инчунин иҷрои қонуни бақои импульсро дар шакли зерин муайян кунанд:

$$p = p'.$$

Раванди таъсир кӯтоҳмуддат аст. Ин ба мо имкон медиҳад, ки системаи баррасишудаи сакқоҳоро дар лаҳзаи зарба ба самти меҳвари  $X$  сарбаст ҳисоб кунем, зеро дар ин маврид қувваи кашиш ва кашиши риштаҳо ба ин меҳвар перпендикуляр равна шудааст. [4]. Электронний ресурс № 44(2020).P1.c.5]

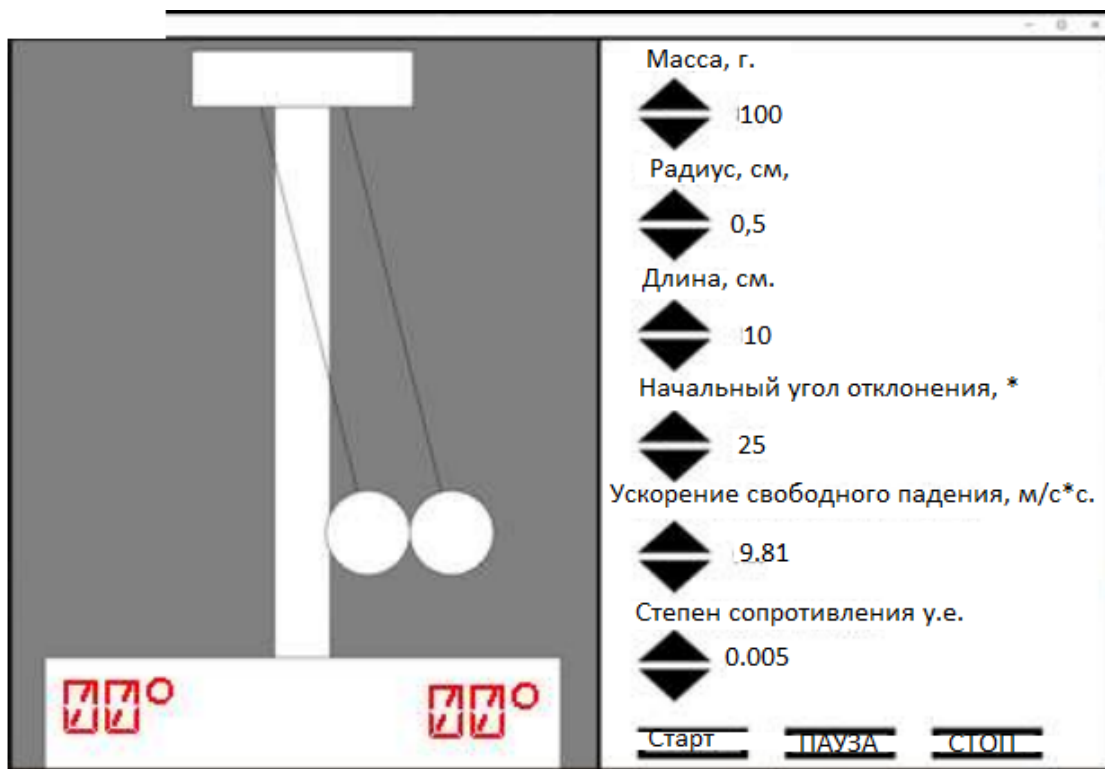


**Расми 3. Бархурди саққо пеш аз саршавии ҳаракат**

Маълумоти аввала барои иҷрои корҳои озмоишӣ ба донишҷӯ мувофиқи интихоби  $\bar{y}$  дода мешавад, ки дар дастури методи корҳои озмоишӣ оварда шудааст. Кори монанд дар асоси асбоби ҳақиқӣ дар дастури озмоишӣ дар ихтисосҳои рузона ва ғоибонаи муҳандисӣ муддати дароз истифода бурда мешавад [5].

Кори озмоишӣ «Бархӯрди ғайриҷандири саққоҳо». Мақсади кор омӯзиши қонунҳои бақои импульс ва энергия барои бархӯрди мутлақи ғайриҷандирӣ саққоҳо мебошад. Равзанаи озмоишгоҳ ва элементҳои идоракунии монанд ба кори озмоишӣ «Бархӯрди ҷандирии саққоҳо» (расми 4) мебошад.

Аз донишҷӯ талаб карда мешавад, ки кунҷи максималии қачшавии саққоҳои ба ҳам часпидашударо муайян кунад ва бо истифода аз натиҷаҳои бадастомада проексияи  $p$ -и импульси системаро дар меҳвари  $X$  пеш аз зарба ва ҳамон проексияи  $p'$  пас аз зарба муайян кунад. Барои тафтиши иҷроӣ қонуни бақои импульс барои бархӯрди ғайриҷандири саққоҳо маълумоти аввала ба донишҷӯ дода мешавад ва дар дастурҳои методӣ оид ба корҳои озмоишӣ ҷойгир карда мешавад.[4]. Электронний ресурс № 44(2020).P1.c.6]



**Рас. 4. Равзанаи кори озмоишии виртуалии «Бархӯрди чандирии саққоҳо»**

Дар айни замон гайр аз гуфтаҳои болои оиди кори озмоишии виртуалӣ дар раванди таълим, дигар корҳо низ истифода бурда мешаванд», «Омӯзиши афтидани озоди ҷисмҳо дар мисоли саққо», «Ғелиши ҷисми сахт аз ҳамвории моил», «Муайян кардани коэффисиентҳои соиши статикӣ ва лағжиш» ва ғайра. Ҳама корҳои виртуалӣ дар асоси таҷҳизотҳои воқеии таълими озмоишӣ монанди доранд. Дар он ҷо дастурҳои методи тартиби иҷроиши ягонро доранд, ки танҳо аз рӯи баъзе хусусиятҳо фарқ мекунад. Айни замон татбиқи корҳои озмоишии виртуалӣ дар бисёр кафедраҳои донишгоҳҳо ба роҳ монда шудааст. Озмоишгоҳи виртуалиро ҳамчун кори озмоишии монанд ба таҷрибаи ҳақиқӣ эътироф кардан мумкин нест. Танҳо аз корҳои таҷрибавӣ пурра, аз тамоми имкониятҳо, ки равиши фаъолият дар педагогика фароҳам овардааст, кам истифода мебаранд. Дар баробари ин, дар ҳолати таълими фосилавӣ, кори виртуалӣ воситаи хеле муассир барои расидан ба ҳадафҳои таълимии гузошташуда мебошад. Корҳои тавсияшударо дар раванди таълими шакли ғоибона хангоми омӯхтани қисми «Механика» -и курси физика истифода бурдан мумкин аст.

#### Адабиёт

1. А.Ф. Кавтрев. «Компьютерные модели в школьном курсе физики». Журнал «Компьютерные инструменты в образовании», Санкт Петербург: «Информатизация образования», с. 41-47, 1998.



2. А.Ф. Кавтрев. «Методика использования компьютерных моделей на уроках физики». Пятая международная конференция «Физика в системе современного образования» (ФССО-99), тезисы докладов, том.
3. А. Ф. Кавтрев. «Опыт использования компьютерных моделей на уроках физики в школе «Дипломат», Сборник РГПУ им. А. И. Герцена «Физика в школе и вузе», Санкт-Петербург: «Образование», с. 102-105, 1998.
4. Введение в физический практикум. Обработка результатов измерений: учебное пособие для заочного отделения/ Б.Б. Болотов, В.В. Благовещенский, В.В. Кашмет, Н.Г.Москвин; СПбГТИ(ТУ). Каф. общей физики. - СПб., 2009. - 15 с.
5. Гергова И.Ж. Виртуальные лабораторные работы как форма самостоятельной работы студентов / И.Ж. Гергова, М.А. Коцева, А.Х. Ципинова, Э.Х. Шериева, И.К. Азизов // Современные науко-емкие технологии. – №1. – 2017. – С. 94-98.
6. Губин С.В. Внедрение виртуальной лабораторной работы по теме «Колебания и волны» // Сборник статей Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы современной науки и образования». – 2020. – С. 13-15.
7. Квантовая физика. Э. Вихман. Перевод с англ., Главная редакция физико-математической литературы изд-ва “Наука”, 1974.
8. Лабораторная работы №108 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: [http://pnu.edu.ru/media/filer\\_public/2013/04/03/lab10\\_8.pdf](http://pnu.edu.ru/media/filer_public/2013/04/03/lab10_8.pdf). (22.02.2020).
9. Ландсберг, Г.С. Оптика. / Г.С. Ландсберг. - М: Физматлит, 2010. - 848 с.
10. М. И. Башмаков, С. Н. Поздняков, Н. А Резник "Информационная среда обучения", Санкт-Петербург: "Свет", с.121, 1997.
11. Пирмахмад Нуров. Фарҳанги мухтасари русӣ ба тоҷикии истилоҳоти илмҳои дақиқ ва техникаӣ. Душанбе 2013. 611саҳ.
12. Санкт-Петербург: "Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена", с. 98-99, 1999.
13. Тошбой Бобоев, Фарход Раҳимӣ, Хочазода Тохир, Давлат Солихов, Фарход Истамов. Физика Душанбе 2020 с.222-243.
14. Трофимова, Т.И. Курс физики: учебное пособие для вузов / Т.И. Трофимова. – 11-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 560 с.
15. Фронтальные экспериментальные задания по физике: 10 класс: Дидактический материал: Пособие для учителя / В. А. Буров, А. И. Иванов, В. И. Свиридов; Под ред. В. А. Букова. М.: Просвещение, 1987.

16. Элементы физической механики: учеб. пособие / А.В. Кирюшин, Т.Н. Брюханова, М.Б. Добромыслов, С.А. Зайцев, А.В. Михеенко. – Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2015. – 111 с.
17. Simple and Fast Multimedia Library [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://www.sfml-dev.org/> (20.02.2020).

## **КОРҶОИ ОЗМОИШИИ ВИРТУАЛӢ АЗ ФАНИИ ФИЗИКА БАРОИ ДОНИШЧӢӢНИ ТАҲСИЛОТИ ҶОСИЛАВӢ**

**Фишурда.** Дар ин мақола, барои мисол якчанд корҳои озмоишии компютерӣ оварда шудааст, ки ба курси электронии таълими фанни «Физика» алоқаманди дорад. Кор аз маводҳои назариявӣ, дастурҳо оид ба тарзи иҷрои кор, гузаронидани таҷрибаҳои виртуалӣ ва ба қайд гирифтани натиҷаҳо дар шакли ҳисобот иборат аст. Истифодаи чунин корҳои озмоишӣ имконият медиҳад, ки таълими донишҷӯёни таҳсилоти ғоибона бо истифода аз дастрасии дурдаст бе истифодаи таҷҳизоти махсуси озмоишӣ ба роҳ монда шавад.

Дар раванди муносири таълим истифодаи технологияҳои иттилоотӣ ба роҳ монда мешавад, ки барои дастрас кардани раванди таълим дар таҳсилоти фосилавӣ истифода мешаванд. Дараҷаи инкишофи онҳо имкон медиҳад, ки моделҳои математикии ҳама гуна раванду ҳодисаҳои реалӣ эҷод карда шавад. Дар асоси ин моделҳо ҳоло системаҳои таълими фосилавӣ барои донишҷӯён бе истифода аз таҷҳизоти махсуси озмоишӣ ҷаълона бунёд карда мешавад. Дар айни замон, корҳои виртуалиро дар озмоишгоҳҳо наметавонанд пурра бо дастгоҳҳои ҳақиқӣ таълимӣ иваз намоянд. Истифодаи онҳо барои омӯзиши фосилавӣ асоснок карда мешавад, дар ҳолате ки донишҷӯ дур аз базаи озмоишгоҳ қарор дорад. Дар кор афзалиятҳо ва норасиҳои ҷорӣ намудани корҳои озмоишии виртуалӣ дар раванди таълими ихтисосҳои муҳандисӣ нишон дода шудааст. Муаллифон қайд мекунанд, ки «дар амал ҷорӣ намудани корҳои озмоишии виртуалӣ на барои иваз кардани корҳои воқеӣ, балки барои пурра кардани онҳо истифода мешавад. Муаррифии технологияҳои информатсионӣ дар раванди таълим асоснок карда шудаанд, агар имтиёзҳои иловагӣ нисбат ба шаклҳои анъанавии таълим мавҷуд бошанд.

**Калидвожаҳо:** компютер; озмоишгоҳ; виртуалӣ; моделсозӣ; физика; техника; барнома; элекрик.

## **ВИРТУАЛЬНЫЕ ЭЛЕСПЕРИМЕНТЫ ПО ФИЗИКЕ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ**

**Аннотация.** В данной статье в качестве примера представлены несколько компьютерных экспериментов, связанных с электронным курсом обучения «Физика». Работа состоит из теоретических материалов, инструкции по выполнению работы, проведения виртуальных экспериментов и фиксации результатов в виде отчета. Использование таких экспериментальных работ позволяет проводить обучение студентов-заочников с использованием удаленного доступа без применения специального экспериментального оборудования.

В современном образовательном процессе налажено использование информационных технологий, которые используются для того, чтобы сделать образовательный процесс доступным в дистанционном обучении. Уровень их развития позволяет создавать математические модели любых реальных процессов и явлений. На основе этих моделей активно разрабатываются системы дистанционного обучения студентов без использования специального контрольно-измерительного оборудования. В настоящее время виртуальную работу в лабораториях нельзя полностью заменить реальными учебными устройствами. Их использование оправдано при дистанционном обучении, когда студент находится далеко от лабораторной базы. В работе показаны преимущества и недостатки внедрения виртуальных экспериментальных работ в процесс обучения инженерных специальностей. Авторы отмечают, что «на практике внедрение виртуальной экспериментальной работы используется не для замены реальной работы, а для ее дополнения. Внедрение информационных технологий в образовательный процесс оправдано при наличии дополнительных преимуществ по сравнению с традиционными формами обучения.

**Ключевые слова:** компьютер, лаборатория, виртуальный, моделирование, физика, методика, программа, электротехника.

## **VIRTUAL LABORATORIES IN PHYSICS FOR DISTANCE EDUCATION STUDENTS**

**Annotation.** In this article, as an example, several computer experiments related to the electronic course "Physics" are presented. The work consists of theoretical materials, instructions for performing the work, conducting virtual experiments and fixing the results in the form of a report. The use of such experimental work makes it possible to train part-time students using remote access without the use of special experimental equipment.

In the modern educational process, the use of information technologies has been established, which are used to make the educational process available in distance learning. The level of their development allows creating mathematical models of any real processes and phenomena. Based on these models, distance learning systems for students are being actively developed without the use of special control and measuring equipment. Currently, virtual work in laboratories cannot be completely replaced by real learning devices. Their use is justified in distance learning, when the student is far from the laboratory base. The work shows the advantages and disadvantages of introducing virtual experimental work into the process of teaching engineering specialties. The authors note that “in practice, the introduction of virtual experimental work is used not to replace real work, but to supplement it. The introduction of information technologies into the educational process is justified if there are additional advantages compared to traditional forms of education.

**Keywords:** computer, laboratory, virtual, simulation, physics, methodology, program, electrical engineering.

**Маълумот дар бораи муаллиф:**

**Олимӣ Ашуралӣ Рамазон** – Донишгоҳи давлатии Данғара, номзоди илмҳои физикаю математика, дотсенти кафедраи физика. **Суроға:** 734065, Ҷумҳурии Тоҷикистон, н. Данғара, кӯчаи Марказӣ, 25. **Телефон:** (+992) 555-05-09-24. **E-mail:** [olimov\\_19641@mail.ru](mailto:olimov_19641@mail.ru)

**Сведения об авторе:**

**Олими Ашурали Рамазан** – Дангаринский государственный университет, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики. **Адрес:** 734065, Республика Таджикистан, р. Дангара, ул. Маркази, д. 25. **Телефон:** (+992) 555-05-09-24. **E-mail:** [olimov\\_19641@mail.ru](mailto:olimov_19641@mail.ru)

**Information about the author:**

**Olimi Ashurali Ramazan** – Dangara state University, Candidate of Physical and Mathematical sciences, associate professor of the department of physics. **Address:** 734065, Republic of Tajikistan, r. Dangara, st. Central, 25. **Phone:** (+992) 555-05-09-24. **E-mail:** [olimov\\_19641@mail.ru](mailto:olimov_19641@mail.ru)

**Муқарриз:** Ҷӯраев Х. Ш. –  
доктори илмҳои физика-математика (ДМТ)

**ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК КАЛИЯ НА КОРРОЗИОННО-  
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА  
AlCu4.5Mg1, В СРЕДЕ ЭЛЕКТРОЛИТЕ NaCl**

**Ганиев И.Н., Элмурод А., Шоназаров Р.С., Файзуллоев У.Н.  
Института химии им. В.И. Никитина Национальной академии наук  
Таджикистана,  
Дангаринский государственный университет  
Бохтарский государственный университет им. Н. Хусрава,  
Филиал Национального исследовательского технологического  
университета «МИСиС» в г. Душанбе**

**Введение.** Развитие машиностроения стимулирует поиски новых конструкционных материалов, обладающих высокими показателями удельной прочности. Интерес обусловлен экономической целесообразностью создания еще более прочных и легких конструкций. Поэтому повышение прочности сплавов является актуальной задачей как с научной, так и с практической точки зрения [1].

Благодаря высокому пределу текучести в сочетании с отличной пластичностью сплавы системы Al–Cu–Mg получили широкое распространение. Как правило, свойства достигаются после обработки, которая включает закалку и старение. Иногда для ускорения и усиления эффекта старения в промежутке между закалкой и старением проводят холодную пластическую деформацию. Такая обработка обеспечивает прирост прочности за счет выделения большего количества дисперсных промежуточных фаз, которые могут зарождаться как гомогенно в теле зерен, так и на дефектах кристаллической решетки (дислокациях, малоугловых границах и т. д.) [1, с.2].

Трудность предотвращения коррозии в том, что разрушение металлов под влиянием факторов среды – естественный термодинамический выгодный процесс, направленный на сохранение равновесия в природе. Проблема коррозии металлов по количеству факторов, которые нужно принимать во внимание, относят к глобальным [4-6].

Так как процессы коррозии, связанные с влиянием факторов среды, необратимы и часто приводят к отказам, их необходимо обнаруживать на ранних стадиях, классифицировать, давать количественную оценку эффекта повреждения и прогноз опасности развития в случае непринятия мер по

усилению защиты. Только установление причин коррозионного процесса позволяет правильно выбрать метод совершенствования защиты [7-9].

О развитии коррозионных процессов при эксплуатации техники можно судить, выполняя непосредственные измерения коррозионных эффектов (глубины, площади повреждения, массы продуктов коррозии и т.п.) или фиксируя изменения в результате коррозии некоторых характеристик металла (механической прочности, электропроводности и т.п.), или осуществляя дистанционно-периодические проверки эксплуатационных факторов (температурно-влажностного режима, концентрации загрязнений в воздухе и т.п.) и работоспособности узлов и агрегатов (приборов) машин [10, с.11].

При исследовании коррозии условия эксплуатации можно моделировать на образцах металлов с учетом значимых факторов (лабораторные испытания), деталях и узлах на коррозионно-климатических станциях или микологических площадках на опытных образцах техники (испытания в природных условиях). Испытания могут быть длительными и ускоренными [12, с.13]. К ускоренным методам коррозионных исследований относится потенциостатический метод [14, с.15].

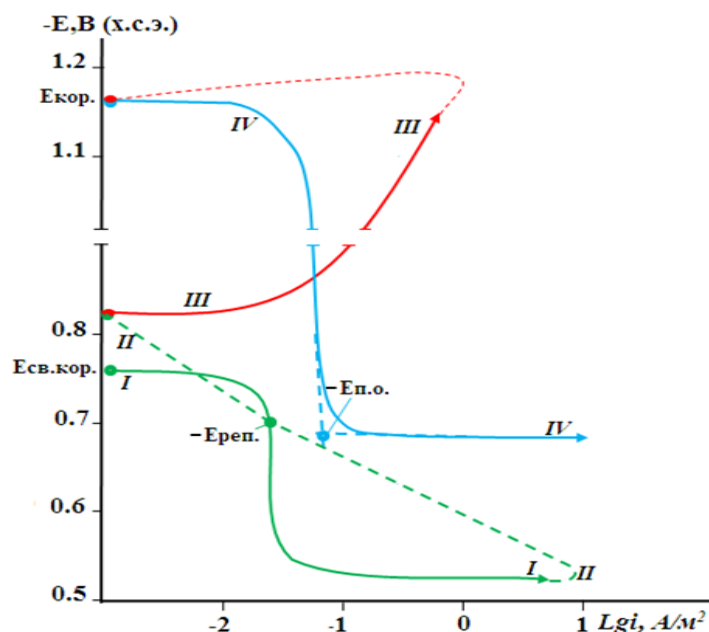
Целью настоящей работы является потенциостатическое исследование анодного поведения алюминиевого сплава  $AlCu4.5Mg1$  с калием, в среде электролита  $NaCl$  различной концентрации. В литературе нет сведений о влиянии добавки калия на коррозионные свойства алюминиевого сплава  $AlCu4.5Mg1$ .

**Материалы и методы исследования.** Сплав алюминия  $AlCu4.5Mg1$  с калием получали в шахтной лабораторной печи сопротивления типа СШОЛ при температуре 750—800 °С путем добавления в расплав алюминия расчетного количества ингредиентов и калием марки ЛЭ-1. Полученные сплавы, подвергались химическому анализу в Центральной заводской лаборатории Таджикской алюминиевой компании ОАО «ТалКо» (г. Турсунзаде, Респ. Таджикистан). Взвешиванием контролировали массу шихты и полученных сплавов. В случае отклонения массы сплавов более чем на 2% отн. синтез сплавов проводился заново. Содержание калия в исходном сплаве составило от 0,05 до 1,0 мас. %. Далее из расплава в металлический кокиль отливались цилиндрические образцы диаметром 8 мм и длиной 120 мм. Торцевая часть образцов служила рабочим электродом для исследования электрохимических свойств. Состав сплавов контролировался взвешиванием шихты и полученных сплавов.

Коррозионные испытания проводились на импульсном потенциостате ПИ-50-1.1 с программатором ПР-8 и самозаписью на ЛКД-4 в среде электролита  $NaCl$ . Электродом сравнения служил хлоридсеребряный,

стандартный – платиновый. Скорость развертки потенциала составляла 2 мВ/с. Исследования проводили по методике, описанный в работах [16-19].

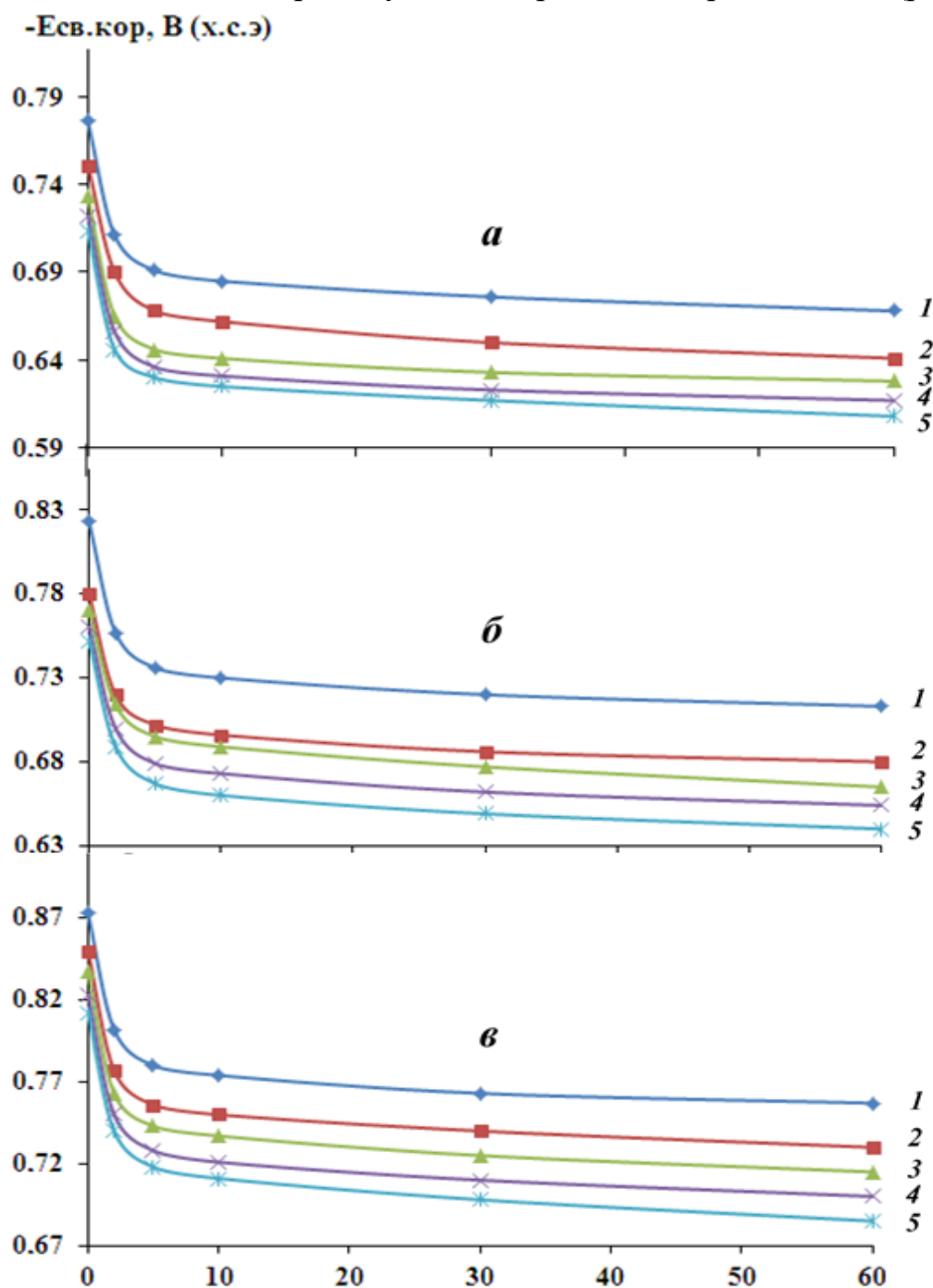
Результаты исследования представлены в таблице и на рисунке 1-5. В качестве примера на рисунке 1 представлена полная поляризационная кривая алюминиевого сплава AlCu4.5Mg1, где показана последовательность снятия поляризационных кривых. При электрохимических исследованиях образцы поляризовали в положительном направлении от потенциала, установившегося при погружении в исследуемый раствор ( $E_{\text{св.кор.}}$  – потенциал свободной коррозии, или стационарный), до значения потенциала, при котором происходит резкое возрастание тока растворения (рис. 1, кривая I). Затем образцы поляризовали в обратном направлении до потенциала -0.825В, из которого по пересечению кривых I и II определяли величину потенциала репассивации ( $E_{\text{реп.}}$ ). Далее шли в катодную область (рис. 1, кривая III) в результате чего происходило подщелачивание при электродного слоя поверхности образца и удаление оксидного слоя. Наконец, образец повторно поляризовали в положительном направлении (рис. 1, кривая IV), при этом определялись потенциалы коррозии ( $E_{\text{кор.}}$ ) и питтингообразования ( $E_{\text{п.о.}}$ ) после катодной поляризации. Все четыре потенциодинамические кривые алюминиевого сплава AlCu4.5Mg1, снятые в среде электролита 3,0 %-ного NaCl, приведены на рис. 1. Кривые обратного хода на поляризационной кривой отмечены пунктиром.



**Рис. 1. Полная поляризационная (2 мВ/с) кривая алюминиевого сплава AlCu4.5Mg1, в среде электролита 3,0 %-ного NaCl  
Экспериментальные результаты и их обсуждение**

Исследование коррозионно - электрохимического поведения алюминиевого сплава AlCu4.5Mg1 с калием проводилось в соответствии с

рекомендациями ГОСТ 9.017-74, в среде электролита NaCl как заменителя морской среды. Легирование калием способствует смещению потенциала свободной коррозии алюминиевого сплава AlCu4.5Mg1 в положительную область значений во всех трёх изученных средах электролита NaCl (рис. 2).



**Рис. 2. Потенциал свободной коррозии алюминиевого сплава AlCu4.5Mg1 (1) с калием, мас. %: 0,05 (2); 0,1 (3); 0,5 (4); 1,0 (5), в зависимости от времени, в среде электролита 0,03 % (а), 0,3 % (б) и 3,0 %-ного (в) NaCl**

Результаты коррозионно-электрохимических исследований алюминиевого сплава AlCu4.5Mg1 с калием в среде электролита NaCl с концентрацией 0,03; 0,3 и 3,0 мас. %, обобщены в таблице. Как видно, с увеличением содержания калия в сплаве AlCu4.5Mg1 потенциалы коррозии,

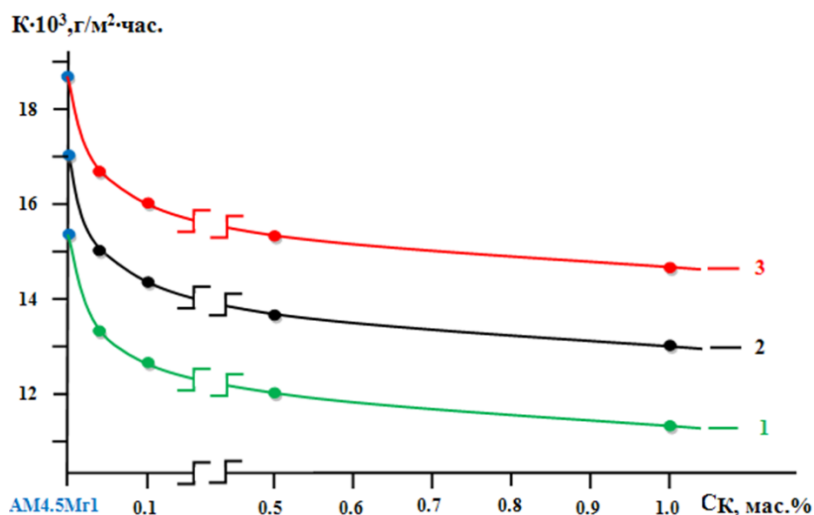


питтингообразования и репассивации смещаются в положительную область значений. Легирование калием алюминиевого сплава AlCu4.5Mg1 снижает скорость его коррозии на 15-20%.

**Таблица 1. Коррозионно-электрохимические характеристики алюминиевого сплава AlCu4.5Mg1 с калием, в среде электролита NaCl**

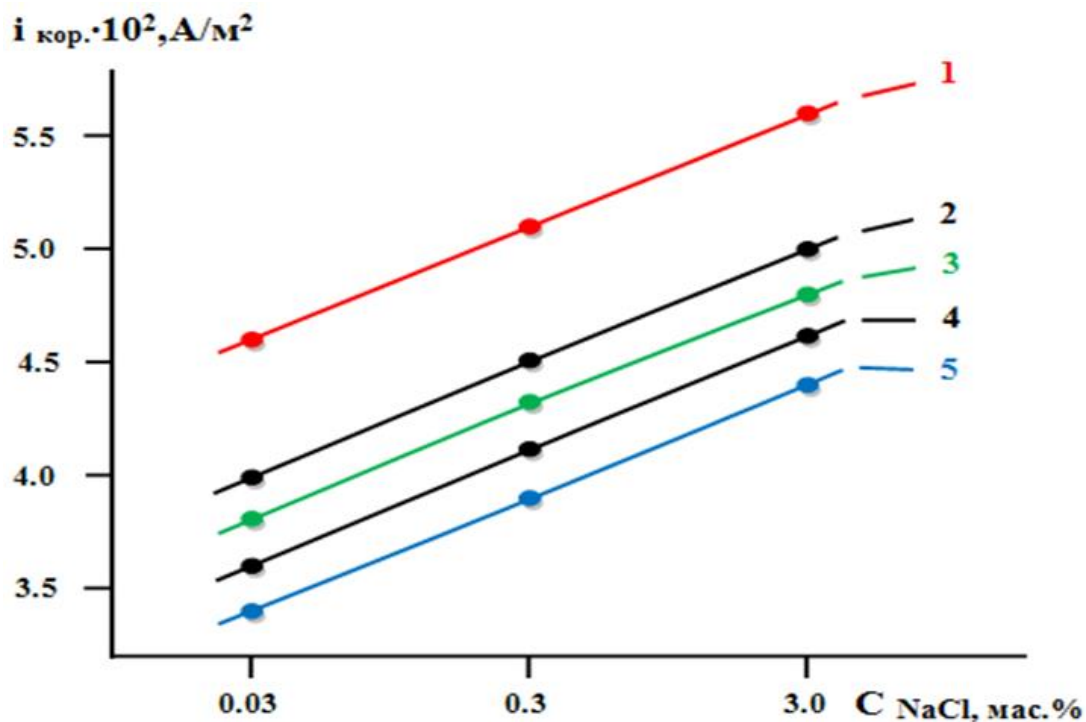
Среда NaCl, мас. %	Содержание калия в сплаве, мас. %	Электрохимические потенциалы, В (х.с.э.)				Скорость коррозии сплавов	
		- E <sub>св.кор.</sub>	- E <sub>кор.</sub>	- E <sub>п.о.</sub>	- E <sub>рп.</sub>	i <sub>кор.</sub> · 10 <sup>2</sup> А/м <sup>2</sup>	K · 10 <sup>3</sup> гр/м <sup>2</sup> ·ч
0,03	0.0	0.668	1.090	0.602	0.680	4.61	15.41
	0.05	0.627	1.061	0.569	0.652	3.99	13.40
	0.1	0.613	1.052	0.560	0.641	3.81	12.73
	0.5	0.600	1.041	0.551	0.630	3.60	12.06
	1.0	0.588	1.030	0.542	0.621	3.42	11.39
0,3	0.0	0.713	1.121	0.640	0.711	5.10	17.08
	0.05	0.672	1.080	0.609	0.680	4.51	15.07
	0.1	0.659	1.070	0.600	0.670	4.32	14.40
	0.5	0.645	1.060	0.591	0.661	4.10	13.73
	1.0	0.632	1.050	0.581	0.650	3.91	13.06
3,0	0.0	0.757	1.165	0.685	0.730	5.60	18.76
	0.05	0.720	1.130	0.657	0.700	4,99	16.75
	0.1	0.706	1.120	0.648	0.690	4.81	16.08
	0.5	0.691	1.110	0.639	0.680	4.62	15.41
	1.0	0.677	1.101	0.630	0.671	4.41	14.74

На рис.3 представлен графическая зависимость скорости коррозии алюминиевого сплава AlCu4.5Mg1 от содержания калия в нём, в среде электролита NaCl различной концентрации. Добавки калия во всех изученных средах способствует снижению скорости коррозии исходного алюминиевого сплава.



**Рис. 3. Зависимость скорости коррозии алюминиевого сплава AlCu4.5Mg1 с калием, мас. %: 0,03 (1); 0,3 (2); 3,0 (3), в среде электролита NaCl**

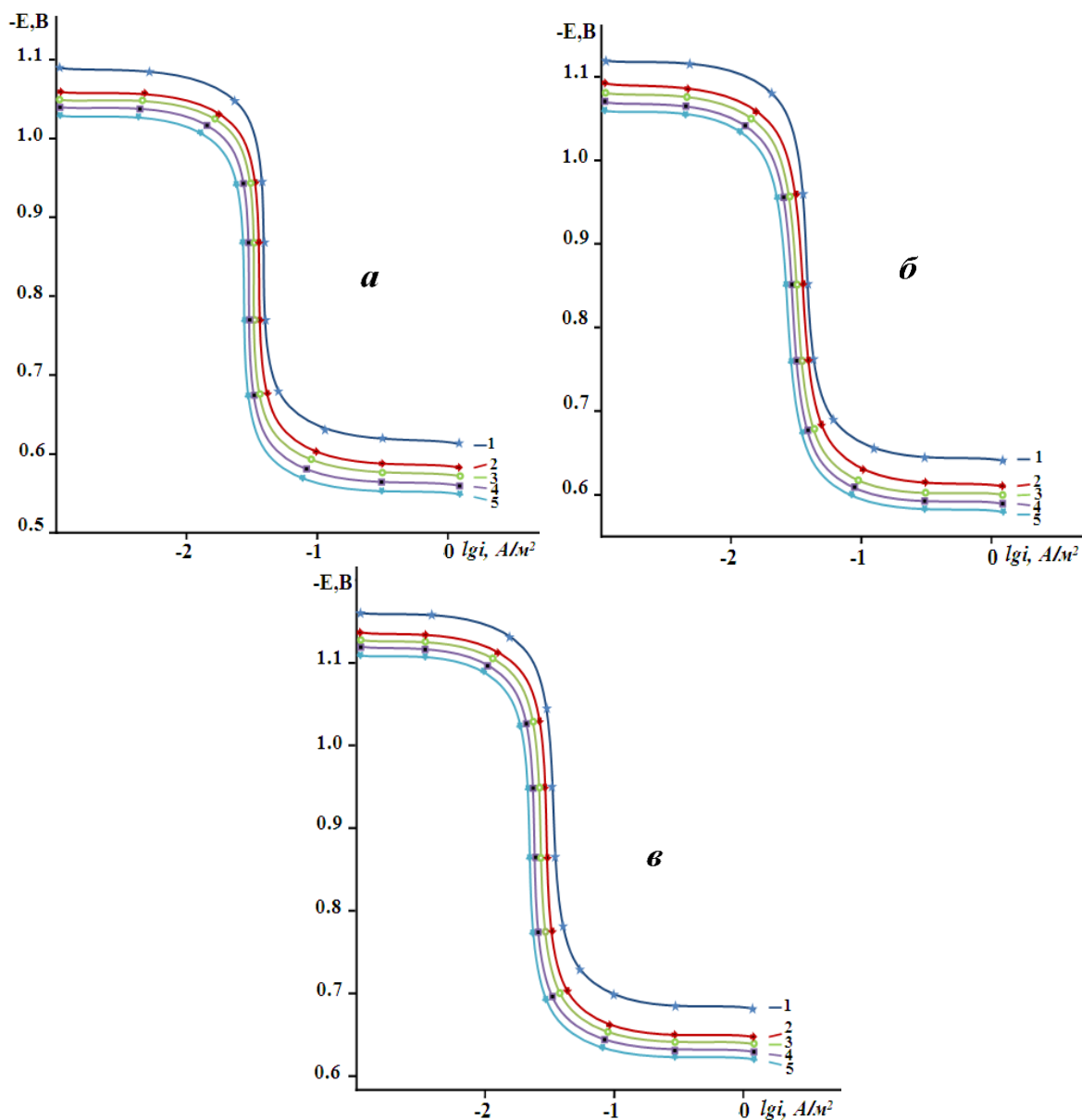
Зависимость плотности тока коррозии алюминиевого сплава AlCu4.5Mg1 с калием показан на рис. 4. Легирование калием снижает величину плотности тока коррозии исходного алюминиевого сплава AlCu4.5Mg1. С ростом концентрации хлорид – иона в электролит NaCl наблюдается рост плотности тока коррозии сплавов не зависимо от содержания калия в них.



**Рис. 4. Зависимость плотности тока коррозии алюминиевого сплава AlCu4.5Mg1 (1), содержащего калий, мас. %: 0,05 (2); 0,1 (3); 0,5 (4); 1,0 (5) от концентрации электролита NaCl**

На рис. 5 представлена анодные ветви потенциодинамических кривых исследованных сплавов. Видно, что плотность тока коррозии исходного сплава

уменьшается с увеличением концентрации калия, а потенциалы свободной коррозии ( $E_{св.кор.}$ ) и питтингообразование ( $E_{п.о.}$ ) смещаются при этом в положительную область значений.



**Рис. 5.** Потенциодинамические анодные поляризационные (2мВ/с) кривые алюминиевого сплава AlCu4.5Mg1 (1), содержащего калий, мас. %: 0,05 (2); 0,1 (3); 0,5 (4); 1,0 (5), в среде электролита 0,03 % (а), 0,3 (б) и 3,0 %-ного (в) NaCl

**Заключение.** Установлено, что с ростом концентрация калия в сплав AlCu4.5Mg1 потенциал коррозии смещается в положительном направлении оси ординат. При переходе от слабого электролита NaCl к сильному наблюдается уменьшение величины потенциала свободной коррозии независимо от

содержания легирующего компонента. Рост концентрации легирующего компонента способствует увеличению величины потенциалов питтингообразования и репассивации во всех средах независимо от концентрации электролита NaCl.

С ростом концентрации электролита NaCl увеличивается плотность тока коррозии и соответственно, скорость коррозии алюминиевого сплава AlCu4.5Mg1 с калием. Таким образом, установлено, что анодная устойчивость алюминиевого сплава AlCu4.5Mg1, повышается на 15-20%, при легировании калием до 1.0 мас. % в среде электролита NaCl.

С повышением концентрация легирующие компонента отмечается изменение в положительном направлении оси ординат потенциалов свободной коррозии, питтингообразования и репассивации. С ростом концентрации Cl<sup>-</sup> иона уменьшаются потенциалы свободной коррозии, питтингообразования и репассивации сплавов, и увеличивается скорость их коррозии.

### Литература

1. Лужникова Л.П. Материалы в машиностроении, Т. 1, Цветные металлы и сплавы. М.: 1967. - 287 с.
2. Белецкий В.М. Кривов Г.А. Алюминиевые сплавы (Состав, свойства, технология, применение) / -К.: Комитех, 2005. -365 с.
3. Дриц М.Е. Алюминиевые сплавы. Свойства, обработка применение / -М.: Металлургия, 1979. -679 с.
4. Фридляндер И.Н. Высокопрочные, жаропрочные и коррозионностойкие алюминиевые и магниевые сплавы, композиционные материалы на их основе // В сборнике: Авиационные материалы. Избранные труды "ВИАМ" 1932-2002. Юбилейный научно-технический сборник. Москва, 2002. С. 198-220.
5. Гололобов А.В., Няфкин А.Н., Жабин А.Н. Аспекты формирования структуры дисперсно-упрочненного металлического композиционного материала, полученного на основе стружки и порошка алюминиевого коррозионностойкого сплава // Руды ВИАМ. 2021. № 12 (106). С. 39-46.
6. Бартенев В.В., Бартенева О.И. Кислотная коррозия алюминия в условиях контактного осаждения висмута. Физикохимия поверхности и защита материалов. 2011. Т. 47. № 1. С. 78-85.
7. Шибков А.А., Кочегаров С.С., Денисов А.А., Золотов А.Е., Гасанов М.Ф., Шуклинов А.В. Исследование механизма влияния коррозии под напряжением на развитие макропластических неустойчивостей алюминий-магниевого сплава // Кристаллография. 2022. Т. 67. № 2. С. 216-226.

8. Гурьев М.А., Бердыченко А.А., Гурьев А.М., Иванов С.Г., Дьяченко А.В., Малыгина Н.С. Исследование коррозии алюминий-цинкового покрытия на стальном листе // Ползуновский вестник. 2021. № 4. С. 146-150.
9. Бартенева О.И., Бартенев В.В., Астахова Л.М. Об эффекте последействия катионов кадмия при коррозии алюминия в хлороводородных растворах // Коррозия: материалы, защита. 2014. № 10. С. 1-9.
10. Григорьева И.О., Дресвянников А.Ф., Ахмади Д.М. Локальная коррозия алюминия в условиях анодной поляризации // Вестник технологического университета (г. Казан). 2014. Т. 17. № 7. С. 279-283.
11. Богданова С.Н., Корчевин Н.А. Электрохимическая защита алюминия от коррозии // Сборник научных трудов Ангарского государственного технического университета. 2007. Т. 1. № 1. С. 3-5.
12. Неверов А.С., Приходько И.В., Воробьев Ю.А. Влияние внешнего электрического потенциала на кинетику контактной коррозии в системе "Алюминий - Медь - Электролит" // Вестник Белорусского государственного университета транспорта: наука и транспорт. 2009. № 1 (18). С. 77-80.
13. Лаптев А.Б., Кравцов В.В. Коррозия алюминия и сплавов на его основе в химических средах // В книге: Коррозия алюминиевых сплавов. Москва, 2021. С. 250-258.
14. Матыс В.Г., Поплавский В.В. Устойчивость алюминия и его сплава к контактной коррозии в гальванопарах со сталями с металлическими покрытиями // Труды БГТУ. Химия и технология неорганических веществ. 2015. № 3 (176). С. 85-92.
15. Самарцев В.М., Караваева А.П., Зарцын И.Д. Гальваническая коррозия алюминия в кислых растворах электролитов. В книге: Теория и практика защиты металлов // Тезисы докладов научно-технической конференции. 1987. С. 42-43.
16. Ганиев И.Н., Зокиров Ф.Ш., Шарипова Х.Я., Иброхимов Н.Ф. Влияние таллия на кинетику окисления алюминиевого сплава АМГ2 в твердом состоянии // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Машиностроение, материаловедение. 2021. Т. 23. № 2. С. 36-42.
17. Ганиев И.Н., Алиев Ф.А., Одиназода Х.О., Сафаров А.М., Усмонов Р. Коррозия алюминиевого проводникового сплава E-AlMgSi («алдрей»), легированного индием // Известия высших учебных заведений. Материалы электронной техники. 2020. Т. 23. № 2. С. 151-161.
18. Ганиев И.Н., Алиев Д.Н., Нарзуллоев З.Ф. Влияние добавок никеля на анодное поведение цинково-алюминиевых сплавов Zn5Al, Zn55Al в среде

электролита NaCl // Журнал прикладной химии. 2019. Т. 92. № 11. С. 1420-1426.

19. Ганиев И.Н., Ходжаназаров Х.М., Ходжаев Ф.К., Одиназода Х.О. Влияние добавок калия на анодную устойчивость свинцового баббита БК (PbSb15Sn10K) // Вестник Пермский национальный исследовательский политехнический университет. 2022. №1. С. 52-63.

### **ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК КАЛИЯ НА КОРРОЗИОННО-ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА AlCu4.5Mg1, В СРЕДЕ ЭЛЕКТРОЛИТЕ NaCl**

**Аннотация.** Установлено, что 10-15% от годового объема производства металлов потратятся на коррозию. Один из способов уменьшить коррозию металлов - найти способы повысить их коррозионную стойкость. Один из таких методов - целевое легирование исходного сплава элементами, комплексно влияющими на их основные коррозионно-электрохимические характеристики.

В статье представлены результаты потенциостатического исследования алюминиевого сплава AlCu4.5Mg1 с калием, в среде электролита NaCl с концентрацией 0,03; 0,3 и 3,0 мас. %, при скорости развёртки потенциала 2 мВ/с. Добавки калия к алюминиевому сплаву AlCu4.5Mg1 составлял 0,05 ÷ 1,0 мас. %. Показано, что легированием калием к сплаву снижает скорость его коррозии на 15 - 20 %, что сопровождается сдвигом в область положительных значений электрохимических потенциалов. Рост концентрации NaCl в электролите способствует увеличению скорости коррозии сплавов не зависимо от их состава, и смещению электрохимических потенциалов в отрицательном направлении оси ординат.

**Ключевые слова:** алюминиевый сплав AlCu4.5Mg1, калий, потенциостатический метод, электрохимическое поведение, электролит NaCl, потенциал свободной коррозии, потенциал питтингообразования, скорость коррозии.

### **ТАЪСИРИ ИЛОВАҲОИ КАЛИЙ БА РАФТОРИ КОРРОЗИОНӢ-ЭЛЕКТРОХИМИЯВИИ ХУЛАИ АЛЮМИНИЙ AlCu4.5Mg1 ДАР МУҲИТИ ЭЛЕКТРОЛИТИ NaCl**

**Фишурда.** Муқаррар карда шудааст, ки 10-15 фоизи истеҳсоли солонаи металл барои коррозия сарф мешавад. Яке аз роҳҳои паст кардани коррозияи металлҳо дарёфти роҳҳои баланд бардоштани тобоварӣ ба зангзании онҳо мебошад. Яке аз ин усулҳо ба мақсад мувофиқ чавҳаронидани хӯлаи ибтидоӣ бо элементҳои мебошад, ки ба хусусиятҳои асосии коррозийно-электрохимиявии онҳо таъсири мураккаб доранд.

Дар мақола натиҷаҳои тадқиқоти потенциостатикӣ ҳӯлаи алюминийи  $\text{AlCu}_{4,5}\text{Mg}_1$  бо калий дар муҳити электролитии  $\text{NaCl}$  бо консентратсияи 0,03; 0,3 ва 3,0% вазнӣ бо суръати потенциалии 2 мВ/с оварда шудааст. Иловаи калий ба ҳӯлаи алюминий  $\text{AlCu}_{4,5}\text{Mg}_1$  0,05 ÷ 1,0% вазн буд. Нишон дода шудааст, илова кардани калий ба ҳӯла суръати коррозсионии онро 15-20% коҳиш медиҳад, ки ин бо гузариш ба нишондиҳандаҳои мусбати потенциалҳои электрохимиявӣ ҳамроҳ мешавад. Баландшавии консентратсияи  $\text{NaCl}$  дар электролит ба баланд шудани суръати зангзании ҳӯлаҳо, сарфи назар аз таркибашон, ва ба самти манфии тири  $Y$  ҳаракат кардани потенциалҳои электрохимиявӣ мусоидат мекунад.

**Калидвожаҳо:** Ҳӯлаи алюминийи  $\text{AlCu}_{4,5}\text{Mg}_1$ , калий, усули потенциостатикӣ, рафтори электрохимиявӣ, электролити  $\text{NaCl}$ , потенциали коррозсионии озод, потенциали нуқтавӣ, суръати коррозсионӣ.

### **INFLUENCE OF POTASSIUM ADDITIONS ON THE CORROSION-ELECTROCHEMICAL BEHAVIOR OF ALUMINUM ALLOY $\text{AlCu}_{4,5}\text{Mg}_1$ , IN A $\text{NaCl}$ ELECTROLYTE MEDIUM**

**Annotation.** It has been established that 10-15% of the annual production of metals will be spent on corrosion. One way to reduce the corrosion of metals is to find ways to improve their corrosion resistance. One of these methods is targeted alloying of the initial alloy with elements that have a complex effect on their main corrosion-electrochemical characteristics.

The article presents the results of a potentiostatic study of aluminum alloy  $\text{AlCu}_{4,5}\text{Mg}_1$  with potassium, in the  $\text{NaCl}$  electrolyte medium with a concentration of 0.03; 0.3 and 3.0 wt. %, at a potential sweep rate of 2 mV/s. The addition of potassium to the aluminum alloy  $\text{AlCu}_{4,5}\text{Mg}_1$  was 0.05 ÷ 1.0 wt. %. It is shown that alloying with potassium to the alloy reduces its corrosion rate by 15 - 20%, which is accompanied by a shift towards positive values of electrochemical potentials. An increase in the concentration of  $\text{NaCl}$  in the electrolyte promotes an increase in the corrosion rate of alloys, regardless of their composition, and a shift in electrochemical potentials in the negative direction of the y-axis.

**Keywords:**  $\text{AlCu}_{4,5}\text{Mg}_1$  aluminum alloy, potassium, potentiostatic method, electrochemical behavior,  $\text{NaCl}$  electrolyte, free corrosion potential, pitting potential, corrosion rate.

### **Сведения об авторах:**

**Ганиев Изатулло Наврузович** – академик НАН Таджикистана, д.х.н., проф., кафедры «Технология химических производств» Таджикского технического университета им. М.С. Осими. **Адрес:** Республика Таджикистан, 734042, г. Душанбе, пр. акад. Раджабовых, 10А. **Телефон:** (+992) 93-572-88-99; **Электронная почта:** [ganiev48@mail.ru](mailto:ganiev48@mail.ru)

**Абуали Элмурод** – зав. кафедрой общей и аналитической химии Дангаринского государственного университета, **Адрес:** Республика Таджикистан, 735140, р. Дангара. **Телефон:** (+992) 778-88-71-85; **Электронная почта:** [abuali54321@inbox.ru](mailto:abuali54321@inbox.ru)

**Шоназаров Раджабали Саидахмадович** – зам. декана по учебной работе Бохтарского государственного университета им. Н. Хусрава. **Адрес:** Республика Таджикистан, 735140, г. Бохтар, ул. Айни 67. **Телефон:** (+992) 93-309-81-09; **Электронная почта:** [shonazarov1991@list.ru](mailto:shonazarov1991@list.ru)

**Файзуллоев Убайдулло Нарзуллоевич** – к.т.н., ст. преподаватель Филиала Национального исследовательского технологического университета (НИТУ) «МИСиС» в г. Душанбе. **Адрес:** Республика Таджикистан, 735790, г. Душанбе, ул. Назаршоев. **Телефон:** (+992) 93-309-81-09.

### **Маълумот дар бораи муаллифон:**

**Ганиев Изатулло Наврузович** — академики Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон, доктори илмҳои химия, профессори кафедраи технологияи истеҳсолоти химиявии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи М.С. Осимӣ. **Суроға:** Ҷумҳурии Тоҷикистон, 734042, Душанбе, акад. Раҷабов, 10А. **Телефон:** (+992) 93-572-88-99; **Почтаи электронӣ:** [ganiev48@mail.ru](mailto:ganiev48@mail.ru)

**Абуалӣ Элмурод** — мудири кафедраи химияи умумӣ ва таҳлилии Донишгоҳи давлатии Данғара. **Суроға:** Ҷумҳурии Тоҷикистон, 735140, н. Данғара. **Телефон:** (+992) 778-88-71-85; **Почтаи электронӣ:** [abuali54321@inbox.ru](mailto:abuali54321@inbox.ru)

**Шоназаров Раҷабалӣ Саидахмадович** — муовини декан оид ба корҳои таълимии Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Н. Хусрава. **Суроға:** 735140, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Бохтар, кӯч. Айни 67. **Телефон:** (+992) 93-309-81-09; **Почтаи электронӣ:** [shonazarov1991@list.ru](mailto:shonazarov1991@list.ru)

**Файзуллоев Убайдулло Нарзуллоевич** — н.и.т., саромӯзгори Филиали Донишгоҳи давлати Технологии Таджикистӣ (МИСИС) «MISiS» дар ш. Душанбе. **Суроға:** 735790, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи Назаршоев. **Телефон:** (+992) 93-309-81-09.

### **Information about the authors:**

**Ganiev Izatullo Navruzovich** – an Academician of the National Academy of Sciences of Tajikistan, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Department of



Technology of Chemical Production, Tajik Technical University named after M.S. Osimi. **Address:** 734042, Republic of Tajikistan, Dushanbe, Street acad. Radjaboviyh, 10A. **Phone:** (+992) 93-572-88-99; **E-mail:** [ganiev48@mail.ru](mailto:ganiev48@mail.ru)

**Abuali Elmurod** – Head of the Department of General and Analytical Chemistry Dangara State University: **Address:** 735140, Republic of Tajikistan, Dangara dist. **Phone:** (+992) 778-88-71-85; **E-mail:** [abuali54321@inbox.ru](mailto:abuali54321@inbox.ru)

**Shonazarov Rajabali Saidakhmadovich** - Deputy. Dean for Academic Affairs of the Bokhtar State University named after N. Khusrav. **Address:** 735140, Republic of Tajikistan, Bokhtar, st. Aini 67. **Phone:** (+992) 93-309-81-09;

**E-mail:** [shonazarov1991@list.ru](mailto:shonazarov1991@list.ru)

**Fayzulloev Ubaidullo Narzulloevich** – Candidate of Technical Sciences, teacher of the Branch of the National Research Technological University (NITU) “MISiS” in Dushanbe. **Address:** 735790, Republic of Tajikistan, Dushanbe, st. Nazarshoev. **Phone:** (+992) 93-309-81-09.

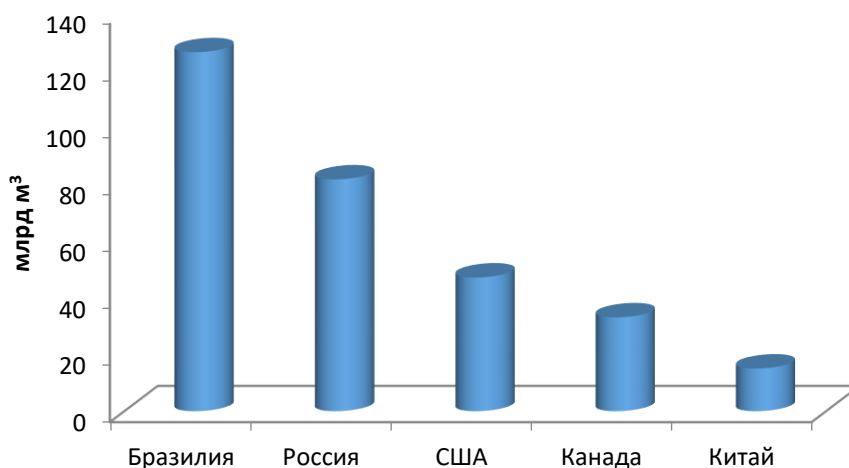
УДК: 630.33

## УТИЛИЗАЦИЯ ДРЕВЕСИНЫ МЕХАНИЧЕСКИМИ И ХИМИЧЕСКИМИ СПОСОБАМИ: НА ПРИМЕРЕ АБЗИЛИЛОВСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Агадуллина А.Х., Короткова Л.Н., Мамлиева А.В.,  
Кимсанова Ф.Б., Тагозода С.Э.

Уфимский государственный нефтяной технический университет  
Министерства промышленности и энергетики Республики Башкортостан  
Дангаринский государственный университет

Одним из наиболее доступных и востребованных природных материалов, которым пользуется человечество, является древесина и продукты ее переработки. Российская Федерация занимает второе место по запасам древесины, уступая лишь Бразилии (рис. 1).



**Рис. 1. Мировые запасы древесины**

По объемам заготовки древесины Российская Федерация занимает пятое место в мире. В результате интенсивной заготовки древесины в XXI веке мировые запасы лесов значительно снизились. Объем вырубки лесов в России превышает объем восстановления лесных ресурсов. Все это сказывается не только в уменьшении использования лесных ресурсов, но и в изменении климата [1].

Ежегодно в Российской Федерации образуется свыше 35 млн. м³ древесных отходов. Низкий уровень технологических процессов деревообработки на деревообрабатывающих предприятиях страны приводит к образованию 30-40 % древесных отходов. Образующиеся древесные отходы практически не перерабатываются, хотя являются ценнейшим сырьем. Наибольшую ценность у древесных отходов

представляют крупнокусковые отходы (длиной более метра) - это стволы малоценной древесины, рейки, горбыли [2]. Крупные предприятия не заинтересованы в развитии технологии по переработке отходов древесины из-за нерентабельности: ограниченный рынок сбыта древесины; высокие издержки на заготовку и вывоз древесины и т. д. Деревообрабатывающим предприятиям намного выгоднее приобретать новую древесину, использовать его в производстве и получать с минимумом технологических действий финансовую прибыль. Поэтому решение вопросов переработки отходов древесины могут решаться на средних и мелких предприятиях, находящихся вблизи от источников образования вторичного древесного материала.

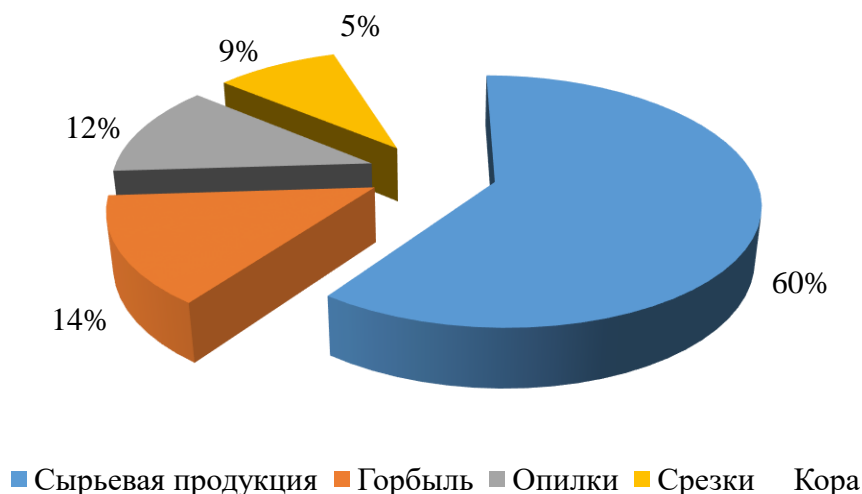
В настоящее время в России не принят закон об обязательной утилизации древесных отходов. В 2018 году на заседании Государственной Думы рассматривался законопроект о внесении поправок в закон об обязательной утилизации древесных отходов, который призван решить два основных вопроса – ликвидацию древесных свалок и увеличение производства энергетических ресурсов. Срок принятия закона об обязательной утилизации древесных отходов был отложен на более позднее время. При этом в 2025 году содержание органических отходов на свалках не должно превышать 50 %, а к 2028 году - 30 %. Закон запретит сжигание отходов на лесопильных предприятиях.

Деревообрабатывающие предприятия, как и любые другие промышленные объекты, связаны с экологическими рисками для природной окружающей среды (подвержены неудачам, авариям, катастрофам и другим явлениям). Особенно значимыми и труднорешаемыми являются биотические (в первую очередь размножение фитовредителей, снижение биопродуктивности и биоразнообразия), а также микроклиматические проблемы.

Объектом исследования явилось Абзелиловское лесничество Министерства лесного хозяйства Республики Башкортостан, расположенное на стыке Европы и Азии и занимает около 180 тыс. га. Леса занимают 37 % общей территории лесничества и подразделяются на эксплуатационные (68 %) и защитные (32 %). Эксплуатационные леса в основном используются для получения высококачественной древесины, продуктов их переработки. Всего за год лесхозом Абзелиловского района заготавливается около 5000 м<sup>3</sup> древесины от рубок деревьев. Из них 3500 м<sup>3</sup> реализуется населению в качестве топлива, 1500 м<sup>3</sup> перерабатывается на пилораме [3]. При переработке древесины на пилораме выход сырьевой продукции составляет не более 60 %. Оставшиеся 40 % - это отходы, они

вмещают в себя 14 % - горбыля, 12 % - опилок, 9 % составляют срезки и мелочи, остальное - это кора или торцевые обрезы (рис. 2).

Пилорама в Абзелиловском районе находится в удаленном месте от централизованных сетей. Отходы лесозаготовки в основном идут на топку помещений, что в свою очередь не совсем экономически выгодно. Кроме того, при процессе горения древесины в атмосферный воздух поступают загрязняющие вещества.



**Рис. 2. Соотношение выхода древесины при переработке на пилораме**

В работе рассмотрены наиболее экономические выгодные способы утилизации древесины для малых предприятий: механический способ - получение брикетов и химический способ - получение генераторного газа за счет пиролиза древесины.

В процессе производства брикетов происходит термическое спекание сырья. Высокая температура процесса уничтожает практически всю бактериальную флору. Получается так называемый «мертвый» продукт для паразитов (жучков, плесени). Брикеты по сравнению с дровами, благодаря температуре, возникающей при прессовании, становятся водонепроницаемыми, поэтому практически не подвержены процессу гниения и могут долго храниться. При сжигании брикеты не оказывают негативного воздействия на окружающую среду и атмосферу отапливаемого помещения. Предлагается производить брикеты с помощью шнекового пресса (рисунок 3).



**Рис. 3. Шнековый пресс**

Отечественные производители шнековых прессов – компании: «Спецтехника» и «Северная столица» (г. Санкт Петербург); ООО «СтанкоЛес-Трейд (г. Киров); АО «Техноприбор» (г. Щекино) и др.

Газогенераторные установки могут успешно применяться, как при организации новых лесных и деревообрабатывающих предприятий, так и для модернизации действующих, в том числе в районах, удаленных от газовых сетей, что характерно для лесопилорамы Абзелиловского района (рис. 4).



**Рис.4. Газогенераторная установка**

Газогенераторная установка позволяет управлять процессом газификации древесного топлива и обеспечить равномерную температуру процесса термического разложения по всему объему камеры газификации независимо от вида и качества древесного топлива. При химико-термическом разложении топлива выделяется горючий генераторный газ, состоящий из окиси углерода ( $\text{CO}$ ), водорода ( $\text{H}_2$ ) и непредельных углеводородов ( $\text{C}_m\text{H}_n$ ). В процессе горения

выделяется относительно немного дыма, пара. Показатели выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух соответствуют эколого-гигиеническим показателям. Генераторный (древесный) газ в дальнейшем можно будет использовать на собственные нужды (отапливать помещения, теплицы). При этом древесный газ не уступает по качеству каменному углю. Кроме того, можно будет получить дополнительную прибыль от реализации топлива.

Таким образом, вовлечение отходов лесозаготовки в хозяйственный оборот может обеспечить регионы страны относительно дешевыми энергетическими ресурсами.

Идеальным решением данного вопроса может стать внедрение в производственный цикл предприятия газогенераторной энергетической установки. Такая установка будет решать сразу несколько важных задач. Позволит предприятию утилизировать нетоварные отходы и получить генераторный газ.

#### Литература

1. Мохирев А.П. Переработка древесных отходов предприятий лесопромышленного комплекса как фактор устойчивого природопользования / А.П. Мохирев, Ю.А. Безруких, С.О. Медведев // Инженерный вестник Дона. - 2015.- № 2. Ч. 2. - С.13-26.
2. Самолдин, А.Н. Проблемы переработки древесно-растительных отходов / А.Н. Самолдин, В.В. Батурина // Лесной вестник. - 2020. - № 2. -С. 88-92.
3. Природные особенности ресурсов Абзелиловского района Республики Башкортостан [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1935044257>.

### УСУЛҶОИ КОРКАРДИ ЧҶҶ БО РОҶҶОИ МЕХАНИКӢ ВА ХИМИЯВӢ: ДАР МИСОЛИ ЧАНГАЛПАРВАРИИ АБЗЕЛИЛИИ ЧУМҶУРИИ БОШҚИРДИСТОН

**Фишурда.** Дар кор ҳаҷми партовҳо дар ҷараёни дарахтбурӣ аз рӯи чангалпарварии Абзелилии ҷумҳурии Бошқирдистон ба вучуд омадаанд. Дар натиҷаи таҳқиқоти гузаронидашуда роҳҳои оптималӣ ва аз ҷиҳати экологӣ тозаии партови ҳезум барои тичорати хурд пешниҳод карда мешаванд.

**Калидвожаҳо:** захираҳои чангал, партовҳои ҷӯб, брикетҳо, генератори газ.

## УТИЛИЗАЦИЯ ДРЕВЕСИНЫ МЕХАНИЧЕСКИМИ И ХИМИЧЕСКИМИ СПОСОБАМИ: НА ПРИМЕРЕ АБЗИЛИЛОВСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

**Аннотация.** В работе представлены объемы отходов, образующиеся в процессе лесозаготовок по Абзелиловскому лесничеству Республики Башкортостан. В результате проведенных исследований предложены наиболее оптимальные и экологически безопасные способы утилизации древесных отходов для малых предприятий.

**Ключевые слова:** лесные ресурсы, отходы лесозаготовки, брикеты, газогенераторная установка

## METHODS OF WOOD UTILIZATION BY MECHANICAL AND CHEMICAL METHODS: ON THE EXAMPLE OF THE ABZELILOVSKY FORESTRY OF THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

**Annotation.** The paper presents the volumes of waste generated in the process of logging in the Abzelilovsky forestry of the Republic of Bashkortostan. As a result of the conducted research, the most optimal and environmentally safe ways of wood waste disposal for small enterprises are proposed.

**Keywords:** forest resources, logging waste, briquettes, gas generator

**Маълумот дар бораи муаллиф:**

**Агадуллина Алина Халимовна** – Донишгоҳи давлатии техникии ш.Уфа, номзади илмҳои техникӣ, дотсенти кафедраи муҳофизати муҳити зист ва истифодаи оқилонаи захираҳои табиӣ. Суроға: Россия, 450106, г. Уфа, Акназарова, 24. E-mail: [agadullina-alina@mail.ru](mailto:agadullina-alina@mail.ru) Телефон: +7(927)089-73-20

**Короткова Людмила Николаевна** – номзади илмҳои химия, дотсенти кафедраи **ООСРИПР УГНТУ**, суроғаи электронӣ: [korotkova-lyuda76@mail.ru](mailto:korotkova-lyuda76@mail.ru), тел.: +79876057808

**Мамлиева А.В.** – Донишгоҳи давлатии техникии ш.Уфа, номзади илмҳои техникӣ, дотсенти кафедраи муҳофизати муҳити зист ва истифодаи оқилонаи захираҳои табиӣ E-mail: [stagoyeva@mail.ru](mailto:stagoyeva@mail.ru)

**Кимсанова Фируза Буриевна** – номзади илмҳои техникӣ, мутахассиси пешбар-эксперти шубаи комплекси сузишворию энергетикаи Вазорати саноат, энергетика ва инноватсияи Ҷумҳурии Бошқирдистон,

Суроға: Россия, 450076, ш. Уфа, к. К. Маркс, 3. E-mail: [burievna@mail.ru](mailto:burievna@mail.ru) Телефон: +7(987)484-60-65

**Тағозода Сурайё Эрка** – н.и.х., дотсенти кафедраи химияи умумӣ, Донишгоҳи давлатии Данғара, E-mail: [stagoyeva@mail.ru](mailto:stagoyeva@mail.ru)

**Информация об авторах:**

**Агадуллина Алина Халимовна** – Государственный технический университет г.Уфы, кандидат технических наук, доцент кафедры охраны окружающей среды и

рационального использования природных ресурсов. **Адрес:** Россия, 450106, г. Уфа, Акназарова, 24. **E-mail:** [agadullina-alina@mail.ru](mailto:agadullina-alina@mail.ru) **Телефон:** +7 (927)089-73-20

**Короткова Людмила Николаевна** – кандидат химических наук, доцент кафедры ООСРИПР УГНТУ, электронный адрес: [korotkova-lyuda76@mail.ru](mailto:korotkova-lyuda76@mail.ru), тел.: +79876057808

**Мамлиева А.С.** – Государственный технический университет г.Уфы, кандидат технических наук, доцент кафедры охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов **E-mail:** [stagoyeva@mail.ru](mailto:stagoyeva@mail.ru)

**Кимсанова Фируза Буриевна** - кандидат технических наук, ведущий специалист-эксперт отдела топливно-энергетического комплекса Министерства промышленности, энергетики и инноваций Республики Башкортостан, **Адрес:** Россия, 450076, г. Уфа, к. К. Маркс, 3. **E-mail:** [burievna@mail.ru](mailto:burievna@mail.ru) **Телефон:** +7 (987)484-60-65

**Тагозода Сурайе Эрка** - к.х.н., доцент кафедры общей и аналитической химии, Дангаринский государственный университет, **E-mail:** [stagoyeva@mail.ru](mailto:stagoyeva@mail.ru)

#### **Information about the authors:**

**Agadullina Alina Halimovna** - State Technical University of Ufa, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Environmental Protection and Rational Use of Natural Resources. Address: Russia, 450106, Ufa, Aknazarova, 24. **E-mail:** [agadullina-alina@mail.ru](mailto:agadullina-alina@mail.ru) **Phone:** +7 (927) 089-73-20.

**Korotkova Lyudmila Nikolaevna** – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of OOSRIPR USNTU, e-mail address: [korotkova-lyuda76@mail.ru](mailto:korotkova-lyuda76@mail.ru) , tel.: +79876057808.

**Mamlieva A.S.** – State Technical University of Ufa, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Environmental Protection and Rational Use of Natural Resources **E-mail:** [stagoyeva@mail.ru](mailto:stagoyeva@mail.ru)

**Kimsanova Firuza Burievna**-Candidate of Technical Sciences, Leading Expert of the Fuel and Energy Complex Department of the Ministry of Industry, Energy and Innovation of the Republic of Bashkirdistan. **Address:** Russia, 450076, Ufa, K. K. Marx, 3. **E-mail:** [burievna@mail.ru](mailto:burievna@mail.ru) **Phone:** +7 (987) 484-60-65.

**Taghozoda Surayo Erka**- Candidate of Chemical Sciences. Associate Professor of the Department of General and Analytical Chemistry, Dangara State University. **E-mail:** [stagoyeva@mail.ru](mailto:stagoyeva@mail.ru)

**Рецензент:** к.т.н., доцент Тураев С.С. -ДГУ



## СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БИНАРНЫХ ГИДРИДОВ S-ЭЛЕМЕНТОВ И ИХ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Исозода Д.Т.

Институт энергетики Таджикистана

Гидриды – соединения водорода с металлами (М) по составу и строению их можно подразделить на следующие классы: - бинарные ( $MH_x$ ), смешанные ( $GeH_3$ ,  $AsH_3$  и т.д.) и комплексные –  $M(\text{Э}H_4)_x$  (Э - В, Al, Ga; М – щелочные (Щ), щелочноземельные (ЩЗМ) и редкоземельные (РЗМ) и  $M_x(\text{Э}H_6)_y$  (Э - Al; М – ЩМ, ЩЗМ). [1-3]

Гидриды s – элементов (за исключением бериллия) по характеру связи относятся к типично ионным соединениям и состоят из катиона металла и гидрид-анионов типов  $H^-$ ,  $[\text{Э}H_4]^-$  и  $[\text{Al}H_6]^{3-}$ . Гидрид-ионы являются высокочувствительным индикатором к малейшим изменениям в структурах и свойствах атомов-партнёров. Это обусловлено высокой разрыхлённостью и лёгкой поляризуемостью их электронных облаков. Гидрид - ион типа  $H^-$  легко поляризуется из-за наличия двух электронов в поле одного протона [4,5]. В этой связи исследование свойств гидридных соединений, в том числе бинарных гидридов s – элементов, получение достоверных сведений и установление закономерности их изменения в зависимости от природы катионов в пределах групп и периодов Таблицы химических элементов (ТХЭ) имеют научно прикладное значение [6,7, 8].

В данной работе приведены обобщённые литературные и определённые нами сведения по термодинамическим свойствам гидридов s – элементов позволяют установить закономерности их изменения в зависимости от природы катионов в пределах IA и IIA групп ТХЭ [6,7, 8].

Бинарные гидриды щелочных металлов – Li, Na и K и щелочноземельных – Mg и Ca получены нами в результате термического разложения комплексных алюмогидридов соответствующих металлов по схеме



Термодинамические характеристики бинарных гидридов отмеченных металлов определены методами тензиметрии с мембранным – нуль манометром и калориметрии [6-10,12].

В таблице 1 приведены обобщённые литературные и полученные нами сведения термодинамических характеристик бинарных гидридов элементов IA, IIA групп ТХЭ [5,15]. Отсутствующие в литературе сведения для бинарных гидридов франция и радия были получены методами

сравнительного расчёта [11,16]. В качестве сравниваемых рядов сходных соединений использованы фториды и хлориды этих металлов. Расчёты произведены по следующим уравнениям:

для гидрида франция

$$\Delta_f H_{\text{MnH}} = -0,017\Delta_f H_{\text{MnCl}} - 61,8; \Delta_f H_{\text{MnH}} = 0,305\Delta_f H_{\text{MnF}} + 115,8$$

$$\Delta_f G_{\text{MnH}} = -0,083\Delta_f G_{\text{MnCl}} - 64,0; \Delta_f G_{\text{MnH}} = 0,535\Delta_f G_{\text{MnCl}} + 253,1$$

для гидрида радия

$$\Delta_f H_{\text{MnH}_2} = 0,218\Delta_f H_{\text{MnCl}_2} - 27 \Delta_f H_{\text{MnH}_2} = 0,452\Delta_f H_{\text{MnF}_2} - 731,7$$

$$\Delta_f G_{\text{MnH}_2} = 0,223\Delta_f G_{\text{MnCl}_2} + 32,8 \Delta_f G_{\text{MnH}_2} = -0,631\Delta_f G_{\text{MnF}_2} - 874,4$$

**Таблица 1**

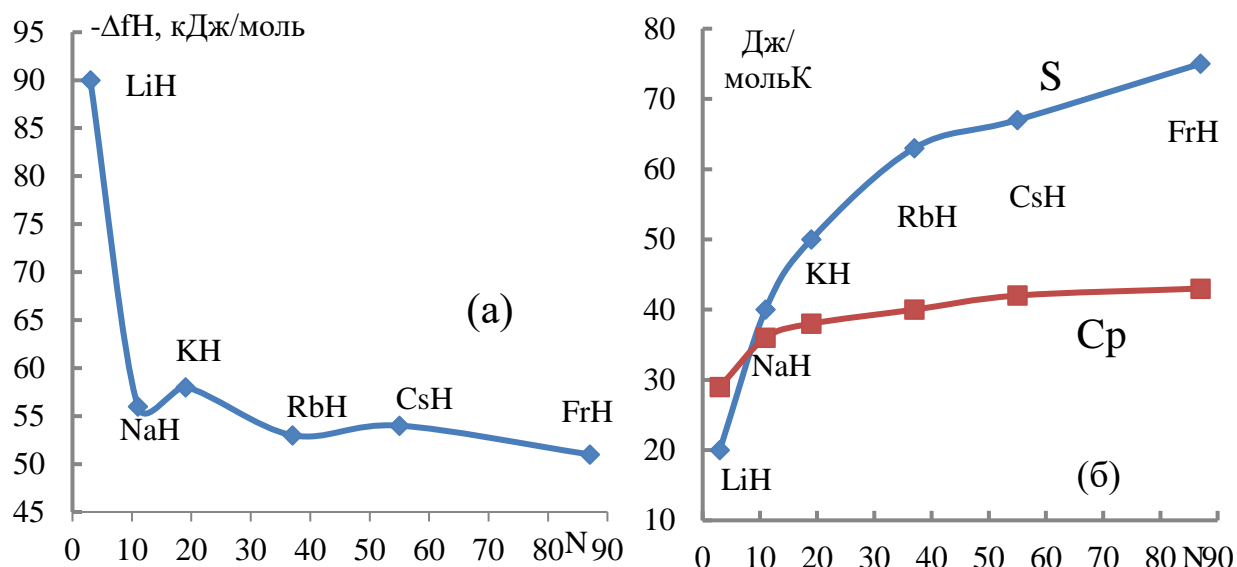
Стандартные термодинамические характеристики бинарных гидридов элементов I A и II A групп ТХЭ (\* - оценённые нами)

MH <sub>x</sub>	N <sub>m</sub>	-Δ <sub>f</sub> H, кДж/моль	-Δ <sub>f</sub> G, кДж/моль	S, Дж/моль*К	C <sub>p</sub> , Дж/моль*К
LiH	3	90,5; 90,67;90,63	68,68	20,63; 20,03	28,95
NaH	11	56,44	33,62	40,00; 40,03	36,40
KH	19	57,82	34,05	50,21; 50,18	38,07
RbH	37	53,30;52,30	27,42; 31,10*	58,58;63,07	39,75; 39,30
CsH	55	54,02; 54,2; 52,0*	29,16; 28,31*	66,94	41,84
FrH	87	50,89*	26,5*	75,34*	43,10*
BeH <sub>2</sub>	4	19,04	15,41	24,48	30,12
MgH <sub>2</sub>	12	75,30; 76,15	35,90	31,10; 31,03	35,42
CaH <sub>2</sub>	20	176,98; 181,51	138,02; 142,53	41,42	41,00
SrH <sub>2</sub>	38	180,32	139,86	51,88	43,93
BaH <sub>2</sub>	56	177,04	138,21	63,01	46,03
RaH <sub>2</sub>	88	193,31*	154,42*	73.80*	48,11*

Выбор обоснован кристаллографическим сходством анионов. В ионных гидридах гидрид-ион H<sup>-</sup> по своим размерам (r<sub>H</sub>= 0,13-0,15 нм) приблизительно равен иону фтора (F<sup>-</sup>) (r<sub>F</sub> = 0,133 нм). Однако, по поляризуемости гидрид-ион близок к иодиду - ионм [13,14].

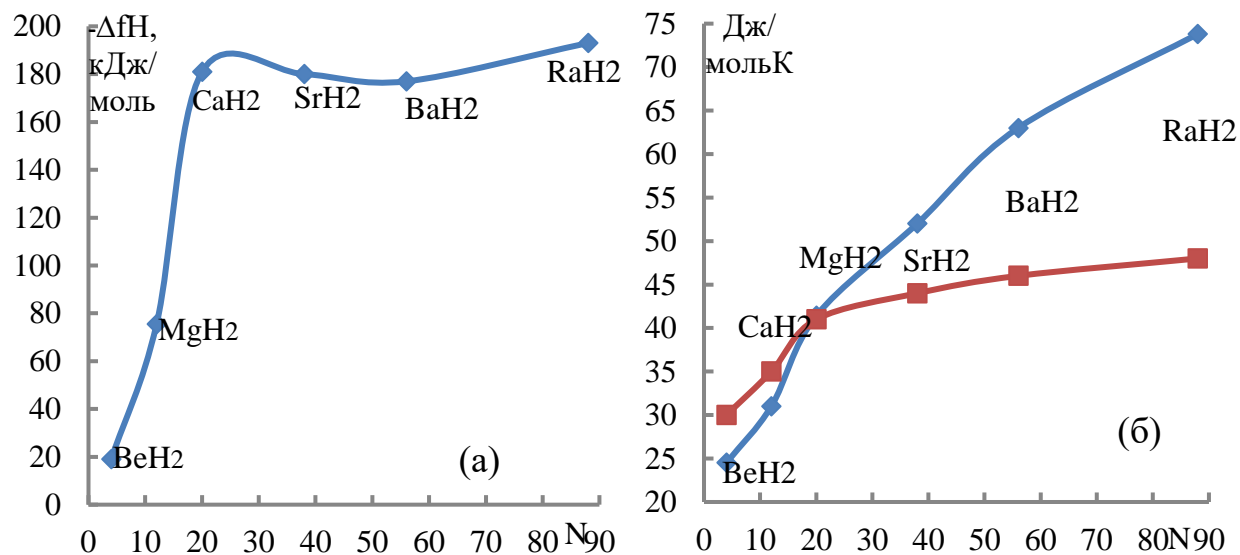
Полученные наиболее полные сведения термодинамических характеристик бинарных гидридов позволили провести системный анализ и установить закономерности их изменения в зависимости от природы катионов в пределах соответствующих групп Таблицы химических элементов.

Особенности закономерности изменения термодинамических характеристик бинарных гидридов ЩМ в зависимости от природы катионов наглядно изображены на рисунках 1(а) и 1(б).



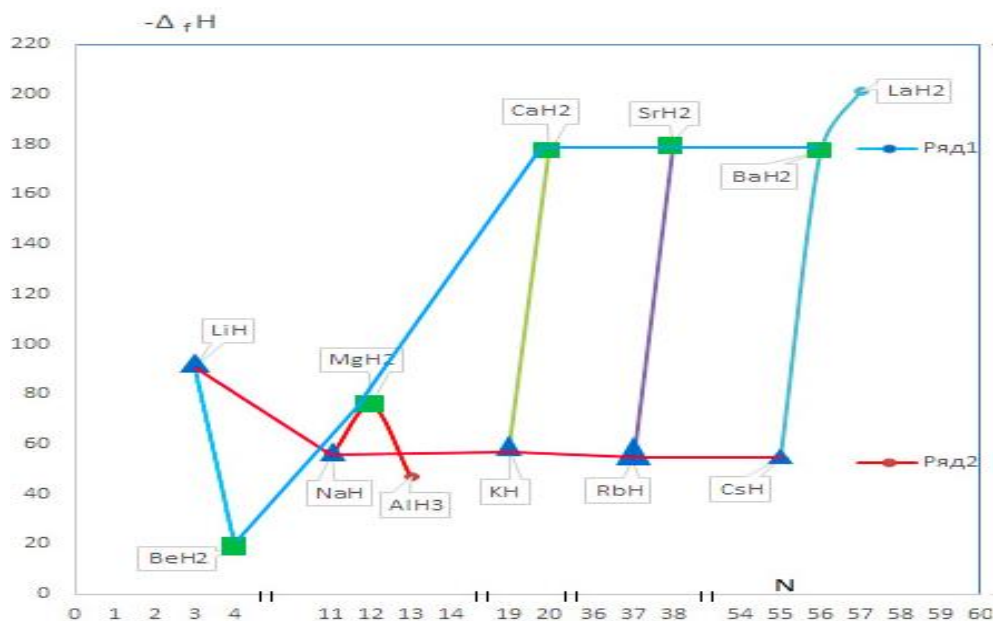
**Рисунок 1. Графики зависимости энтальпии (а), энтропии (б) и теплоёмкости (б) образования бинарных гидридов ЩМ от природы (N) катионов**

Характер закономерности изменения термодинамических характеристик бинарных гидридов ЩЗМ в зависимости от природы катионов наглядно виден из рисунка 2(а) и 2(б).



**Рисунок 1. Графики зависимости энтальпии (а), энтропии (б) и теплоёмкости (б) образования бинарных гидридов ЩЗМ от природы (N) катионов**

Полученные сведения позволили также установить закономерности изменения термодинамических характеристик бинарных гидридов в зависимости от природы катионов и в периодах ( $\text{Na}^{+1} \rightarrow \text{Mg}^{+2}$  и  $\text{Cs}^{+1} \rightarrow \text{Ba}^{+2}$ ).



**Рис.3. Графики изменения энтальпии образования бинарных гидридов в зависимости от природы катионов в периодах**

В целом, среди бинарных гидридов элементов IA группы (таблица 1 и рисунок 1а) с ростом порядкового номера ЦМ наблюдается уменьшение термодинамической устойчивости бинарных гидридов. Среди гидридов типичных металлов при переходе  $\text{LiH} \rightarrow \text{NaH}$  наблюдается резкое, почти двукратное уменьшение термодинамической устойчивости гидридов ( $-\Delta(\Delta H = 46 \text{ кДж/моль})$  и  $-\Delta(\Delta G = 33 \text{ кДж/моль})$ ). При переходе  $\text{NaH} \rightarrow \text{KH}$  наблюдается малое повышение термодинамической устойчивости ( $+\Delta(\Delta H = 1,4 \text{ кДж/моль})$  и  $+\Delta(\Delta G = 0,4 \text{ кДж/моль})$ ). Для подгруппы калия ( $\text{KH} \rightarrow \text{RbH} \rightarrow \text{CsH} \rightarrow \text{FrH}$ ) наблюдается прямолинейный характер уменьшения термодинамической устойчивости гидридов с незначительным отклонением для гидроксида рубидия.

С увеличением порядкового номера (N) элементов IA группы наблюдается резкий рост энтропии (рисунок 1 (б)) при переходе  $\text{LiH} \rightarrow \text{NaH}$  ( $+\Delta S = 20$ ) и замедление тенденции его роста для гидридов подгруппы калия ( $+\Delta S = 8$ ). Наблюдается отклонение от линейности для гидроксида рубидия.

Среди бинарных гидридов IIA группы (рисунок 2(а)) наблюдается противоположная картина по сравнению с бинарными гидроксидами ЦМ. Наибольшую термодинамическую устойчивость имеет  $\text{CaH}_2$  и наименьшую –  $\text{BeH}_2$ . При переходе  $\text{BeH}_2 \rightarrow \text{MgH}_2 \rightarrow \text{CaH}_2$  наблюдается резкое повышение термодинамической устойчивости гидридов ( $+\Delta(\Delta H = 162,5 \text{ кДж/моль})$  и  $+\Delta(\Delta G$

=127,1 кДж/моль)). Для ряда гидридов элементов подгруппы кальция  $\text{CaH}_2 \rightarrow \text{SrH}_2 \rightarrow \text{BaH}_2 \rightarrow \text{RaH}_2$  наблюдается малое уменьшение термодинамической устойчивости гидридов с отклонением от линейности для  $\text{SrH}_2$ .

График закономерности изменения энтропии и теплоёмкости бинарных гидридов ЩЗМ имеет аналогичный характер с гидридами ЩМ (рисунок 2 (б)). Наблюдается постепенное повышение энтропии с шагом  $+\Delta S=6,6$  Дж/моль К (при переходе  $\text{BeH}_2 \rightarrow \text{MgH}_2$ ) и  $+\Delta S=10,8$  Дж/моль К (при переходе  $\text{MgH}_2 \rightarrow \text{CaH}_2 \rightarrow \text{SrH}_2 \rightarrow \text{RaH}_2$ ).

Полученные сведения позволили проводить математическое моделирование установленных закономерностей по стандартной программе MICROSOFT EXCEL. Полученные математические уравнения приведены в таблице 2. При расчётах не учтены значения термодинамических характеристик гидридов Li, Na (для гидридов ЩМ), Be и Mg (для гидридов ЩЗМ), так как они выпадают из общих закономерностей. [5-7]

**Таблица 2**

Уравнения закономерности изменения термодинамических свойств бинарных гидридов ЩМ и ЩЗМ от природы металлов

МНх	Свойства	Вид уравнения	Тренд	R <sup>2</sup>
М - К, Rb, Cs, Fr	$-\Delta_f H$	$y = 0,0112x^2 - 0,9341x + 71,523$	П	1,00
	S	$Y = -0,0197x^2 + 2,064x + 16,395$	П	0,98
М - Ca, Sr, Ba, Ra	$-\Delta_f H$	$Y = -0,0003x^3 + 0,0441x^2 + 1,6299x + 194,3$	П	1,00
	S	$Y = -0,0053x^2 + 0,9914x + 23,255$	П	0,98
Ряд 1	$-\Delta_f H$	$y = -23,64x^2 + 562,58x - 3271,5$	П	1,00
Ряд 2	$-\Delta_f H$	$y = -49,38x^2 + 5604,2x - 158802$	П	1,00

Примечание: у – свойства гидридов; х – порядковый номер М; R<sup>2</sup> – степень достоверности; тип тренда – полиномиальный.

#### Литература

1. Жигач, А.Ф. Химия гидридов / А.Ф. Жигач, Д.С. Станисевич. -Л.: Химия, 1969. - 676 с.

2. Мирсаидов У. Синтез, свойства и химические превращения боро- и алюмогидридов металлов. – Душанбе: Дониш, 2005, 302 с.
3. Мирсаидов У., Дымова Т.Н. Борогидриды металлов. - Душанбе: Дониш, 2004. - 138с.
4. У.М. Мирсаидов, Термическая устойчивость и термодинамические характеристики простых и комплексных гидридов редкоземельных металлов. У.М. Мирсаидов, Б.А. Гафуров, А. Бадалов. – Душанбе: Дониш, 2014. -84 с.
5. Исоев Д.Т. Термодинамические и энергетические характеристики комплексных боро– и алюмогидридов элементов IA и IIA групп. Дисс. кан. хим. наук, Душанбе, 2000, 125с.
6. 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.
7. Мирсаидов У.М., Азизов О.А., Исозода Д.Т., Бадалов А. Моделированный, механохимический синтез гидридных соединений бора и алюминия и их энергетические, термодинамические характеристики. Душанбе: Дониш, 2021, 96с.
8. Икрамов М. Термическая устойчивость и термодинамические характеристики борогидридов щелочных металлов. – Дисс к.х.н. -Душанбе, 1991,
9. Гафуров Б. Термическая устойчивость и термодинамические характеристики борогидридов элементов IIA группы. Дисс... к.х.н, Душанбе, 1997, 104с.
10. Кузнецов В.А., Дымова Т.Н. Оценка стандартных энтальпий и изобарных потенциалов образования комплексных гидридов //Изв. АН СССР. Серия: Химия. -1971. -№2. -с.260-264.
11. Мирсаидов У.М. Термическая устойчивость и термодинамические характеристики борогидридов металлов / У.М. Мирсаидов, Б.А. Гафуров, А. Бадалов. – Душанбе: Дониш, 2014. -107 с.
12. Новиков Г.И., Суворов А.В. Мембранный нуль – манометр для измерения давления пара в широком интервале температур// заводская лаборатория, Металлургиздат, 1959-Т.25. -№6. С. 750-752.
13. Сравнительный расчет теплоемкости борогидридов элементов IIA группы / А. Бадалов, Ш. Нуритдинов, Б. Гафуров, М. Икрамов // Докл. АН Республики Таджикистан. -1996. -Т.39. -№1/2. -С.58-60.
14. Mirsaidov, U.M. Regularities of thermodynamic characteristics changes of binary hydrides of s-elements, aluminium and lanthanides (II and III) and their modeling / U.M. Mirsaidov, M.Yu. Akramov, O.A. Azizov, A. Badalov // Applied solid-state chemistry scientific-practice journal. –2018. -№4(5). -P.112-119.
15. Методологические проблемы химии гидридов бора и алюминия. ДАН РТ, 2005, т.XLVIII, №11-12, с.29-33. Мирсаидов У. Гафуров Б.А., Бадалов А.

16. Киреев, В.А. Методы практических расчётов в термодинамике химических реакций / В.А. Киреев. – М.: Химия, 1975. -536 с.

## ТАҲЛИЛИ СИСТЕМАТИКИИ ХОСИЯТҲОИ ТЕРМОДИНАМИКИИ ГИДРИДҲОИ БИНАРИИ S-ЭЛЕМЕНТҲО ВА МОДЕЛИРОНИИ ОНҲО

**Фишурда.** Дар мақола натиҷаи таҳқиқоти пайвастагиҳои гидроген дар мисоли гидриди бинари s – элементҳо чамъ оварда шудааст. Қиматҳои маълум ё тозашудаи хосиятҳои термодинамикии гидридҳои металлҳои ишқорӣ ва ишқорзаминӣ умумӣ карда шудаанд. Дар натиҷа омузиши таҷзияи термикӣ, қимати бузургҳои термодинамикии гидриди металлҳои гурӯҳҳои IA ва IIA системаи элементҳои химиявӣ муайян карда шудааст.

Дар асоси қиматҳои ҳисоб гардида, графикаи вобастагии энталпияи ҳосилшавӣ, энтропия ва гармиғунҷоиши пайвастагиҳои гидриди MN ва MN<sub>2</sub>, аз рақами тартибии металлҳо дар гурӯҳҳои IA ва IIA системаи элементҳои химиявӣ нишон дода шуд. Дар асоси маълумотҳои ба даст омада, бо барномаи стандартии MICROSOFT EXCEL моделиронии математикӣ, оид ба қонунияти тағирёбии хосияти пайвастагиҳо гузаронида шуд.

**Калидвожаҳо:** Гидридҳо, гидроген, тензометрия, калориметрия, энталпияи ҳосилшавӣ, энтропия, гармиғунҷоиш, моделиронӣ, табиати катион, рақами тартибӣ, қонунӣ, s – элементҳо, таҳлил.

## СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БИНАРНЫХ ГИДРИДОВ S-ЭЛЕМЕНТОВ И ИХ МОДЕЛИРОВАНИЕ

**Аннотация.** В статье приведен системный анализ результатов исследования бинарных гидридов s – элементов. Обобщены известные или уточнённые величины термодинамических свойств гидридов металлов IA и IIA групп таблицы химических элементов ТХЭ.

В результате изучения процесса термического разложения были определены термодинамические характеристики бинарных гидридов отмеченных металлов. На основе полученных результатов показан график зависимости энталпии образования, энтропия и теплоёмкость гидридных соединений MN и MN<sub>2</sub> от порядковых номеров металлов в пределах IA и IIA групп Таблиц химических элементов ТХЭ.

По полученным сведениям, проведено математическое моделирование установленных закономерностей по стандартной программе MICROSOFT EXCEL.

**Ключевые слова:** Гидриды, водород, тензометрия, калориметрия, энталпия образования, энтропия, теплоёмкость, моделирование, порядковый номер, закономерность, s – элементы, анализ.

## SYSTEM ANALYSIS OF THERMODYNAMIC PROPERTIES OF S-ELEMENT BINARY HYDRIDES AND THEIR SIMULATION

**Annotation.** The article presents a systematic analysis of the results of the study of binary hydrides of s-element hydrides. The known or refined values of the thermodynamic properties of metal hydrides of groups IA and IIA are summarized. Table of chemical elements TCE.

As a result of studying the process of thermal decomposition, the thermodynamic characteristics of the binary hydrides of the noted metals were determined. Based on the results obtained, a graph of the dependence of the enthalpy of formation, entropy and heat capacity of hydride combined MN and MN<sub>2</sub> on the serial number of metals within the IA and IIA groups of the table of chemical elements of TCE is shown. Based on the information obtained, mathematical modeling of the established patterns was carried out using the standard MICROSOFT EXCEL program.

**Keywords:** Hydrides, hydrogen, tensometry, calorimetry, enthalpy of formation, entropy, heat capacity, modeling, ordinal number, regularity, s-elements, analysis.

### Маълумот дар бораи муаллиф:

**Исозода Диловар Тарик** - номзади илмҳои химия, дотсенти кафедраи илмҳои табиӣ-риёзии Донишқадаи энергетикӣи Тоҷикистон. **E-mail:** [isoev-d@mail.ru](mailto:isoev-d@mail.ru)

### Сведение об авторе:

**Исозод Диловар Тарик** - кандидат химических наук, доцент кафедры естественных наук Таджикского энергетического института. **E-mail:** [isoev-d@mail.ru](mailto:isoev-d@mail.ru)

### Information about the author:

**Isozoda Dilovar Tarik** - Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of Natural Sciences of the Institute of Energy of Tajikistan. **E-mail:** [isoev-d@mail.ru](mailto:isoev-d@mail.ru)

**Рецензент:** Раджабов С.И. -д.х.н., и.о. профессор кафедры технологии химических производств ТНУ.



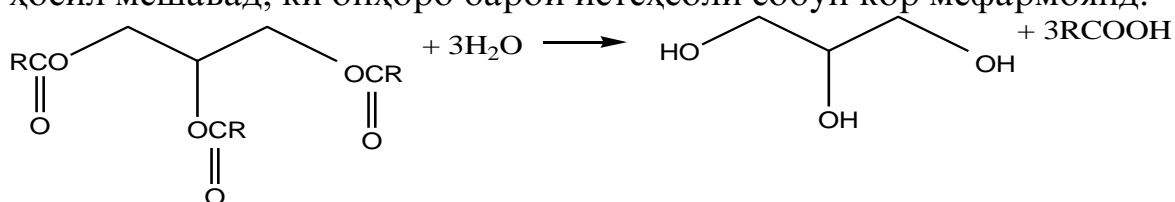
## ТАВЛИФ ДАР АСОСИ ҲОСИЛАҲОИ ГЕТЕРОСИКЛИИ ГЛИТСЕРИН

Олимов Р.А.,

Донишгоҳи давлатии Данғара

Глитсерин ва ҳосилаҳои он кайҳо боз ба одамон маълум буд. Лекин соҳаҳои истифодабарии глицерин дар хоҷагии халқ омӯхта нашуда буд. Дар замони ҳозира истифодабарии глитсерин ва ҳосилаҳои он рӯз ба рӯз афзуда истодааст. Ҳосилаҳои глицеринро дар химияи органикии синтезӣ истифода мебаранд. Соҳаҳои истифодаи глицерин торафт васеъ мешавад. Сарчашмаи асосии синтези ҳосилаҳои глицерин – ин ҳосилаҳои эпихлоргидрин аз он ҷумла 1,3- диоксаланҳо мебошанд. Истифодаи онҳо бо мақсади синтез қулай аст [1].

Дар замони ҳозира усулҳои гуногуни синтези глитсерин мавҷуд аст. То он даме, ки усулҳои синтези глитсерин қорқард нашуда буд, глитсеринро аз маводи хурокворӣ, чарбҳо ва рағванҳо ҳосил мекарданд. Ин триолро аз гидролизи маводи хӯрокворӣ ҳосил менамуданд. Дар натиҷаи ишқоронӣ ба воситаи глитсерин ва кислотаҳои олиии карбонӣ ҳосил мешавад, ки онҳоро барои истеҳсоли собун қор мефармоянд.



Ин гуна таъзия дар зери таъсири буғи гарм кардашуда мегузарад.

Агар ишқорҳои NaOH ва KOH истифода бурда шавад, намакҳои натригӣ ва калигии кислотаҳои олиии карбонӣ ҳосил мешавад. Онҳо дар маҳлули обии глитсерин ҳосил шуданд. Собуни ҳосилшударо бо намак бӯй гардонида, глитсеринро дар натиҷаи такроран кристаллизатсия намудани хлориди натрий ҷудо мекунанд. Глитсерин 80%-и ҳосилшударо бо ангишти ҷафол гардонидашуда тоза менамоянд. Буғронӣ истифода бурда мешавад.

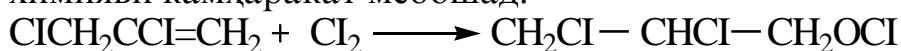
Усули дигари ҳосил кардани глитсерин дар асоси гидролизи ди ё ин ки полисахаридҳо (крахмал, орди ҷӯб қанд-маҳсусан аз найшакар гирифташуда) ба амал оварда мешавад. Дар натиҷа омехтаи глитсерин ва дигар гликолятҳо ҳосил мешавад. Ди ва полисахаридҳо тақсим шуда, гексоз ҳосил мекунад. Гидрогенази дар маҳлули оби 40-50%, дар иштироки никел, фишори 300атм. ва ҳарорати 80-120°C гузаронида мешавад. Баъд аз буғронӣ моддаи глитсероген ҳосил мешавад, ки таркиби он аз 35-40% глитсерин, 25-30% пропиленгликоғол, 5-10% этиленгликоғол, 1-6% об ва гекситҳо иборат аст. Лекин аз таркиби ин омехта ҷудо кардани глитсерин душвор гардид.

Усули дигари ҳосил кардани глитсерин – ферментативӣ мебошад. Вай дар саноат истифода нашуд. Танҳо дар солҳои атсеталалдегидро ҳосил карданд. Барои ин гексозро ба воситаи хамиртуруш турш карданд. Ба

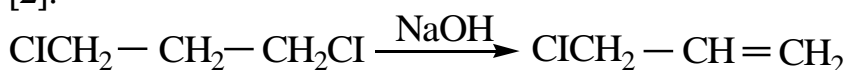
сифати катализатор сулфити натрий кор фармуда шуд. Ин усул дар усулҳои гуногун рақобатро нигоҳ дошта натавонист. Зеро глицеринро аз ашёи хоми арзон меласси ҳосил кардан аз ҷиҳати иқтисодӣ фойданоктар мебошад. Ба сабаби он ки истеҳсоли моддаҳои шӯянда хеле бисёр шудааст, миқдори глицерин дар диаграммаҳои соҳаҳои лозимӣ кам шуд. Аз ин сабаб лозим шуд, ки роҳҳои дигар ҷустуҷӯи глицерини синтези ба роҳ монда шавад. Кушиши аввалини синтези глицерин дар аввали асри XX ба роҳ монда шуд. Онро дар натиҷаи гидролизи 1,2,3-трихлорпропан ба амал оварда шуд, ки моддаҳои 2,3-дихлорпропан ё ин ки спирти 2-хлораллил ҳосил шуданд.



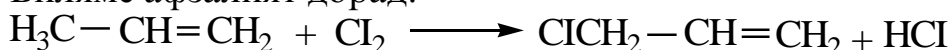
Дар ин пайваستاгӣ атоми хлор ба сабаби шиддатнокии +M(n,p) мезомери доштани орбиталҳои байни элетронҳои тақсимнашудаи хлор C=C банди химиявӣ камҳаракат мебошад.



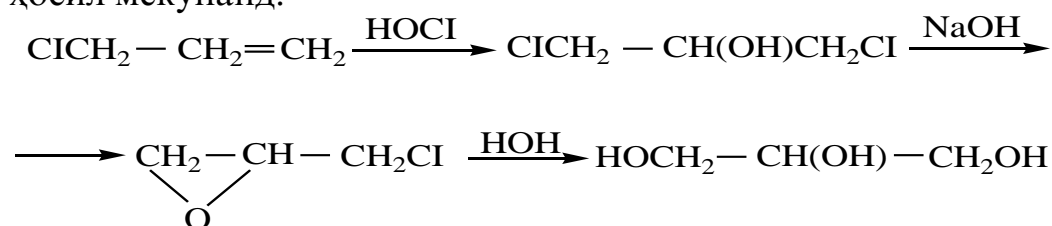
Дар соли 1913 усули дигари ҳосил кардани 1,2,3-трихлорпропан ёфта шуд. Он дар натиҷаи пайвастшавии хлор бо хлориди аллил боз рӯи банди дучанда C=C ҳосил карда шуд. Лекин дар ин усул моддаҳои иловагӣ ҳосил шуд. Мубаддал кардани хлориди аллил бо роҳи дегидрохлоронии дихлорпропан, ба мақсад мувофиқ набуд. Зеро баромади маҳсуло кам буд [2].



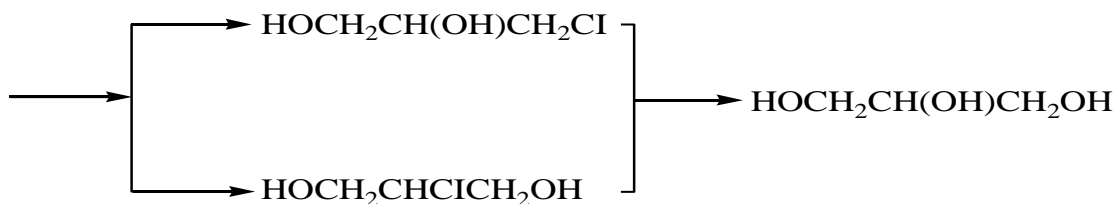
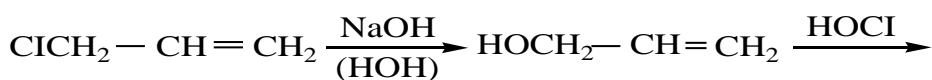
Дар асоси хлоронидани пропилен дар ҳарорати  $-500^\circ\text{C}$  дар соли 1941 олими Амрикои Е.Вилямс усули нави ҳосил кардани хлориди аллилро кор карда баромад. Дар ин шароит ҷойивазкунии атоми металл ба амал меояд, лекин банди дучанда C=C қариб, ки бе тағйирот меистад. Аз ин сабаб коркарди Вилямс афзалият дорад.



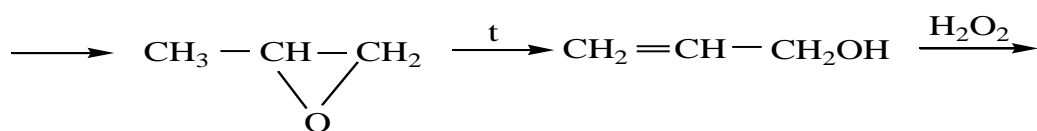
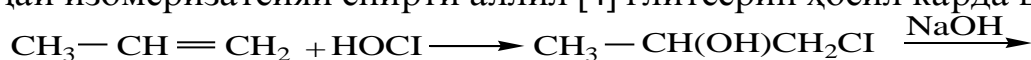
Қушодашавии ин реаксия дар усулҳои ҳосил кардани глицерин лаҳзаи ҳалқунандаро бозид. Дар асоси ин протсесс дар с. 1948 дар фирмаи «Snell chemical Co» дар шаҳри Хюстони ИМА аввалин маротиба (глицерин) истеҳсолоти глицерини синтезиро ҳосил кард. Истеҳсоли он бо ду роҳи мутавозӣ ва бо истифодаи моддаҳои мобайни ба роҳ монда шуд. Якум хлоронидани пропилен ва дуюм дегидрохлоронидани он буд. Эпихлоргидрин ҳосил мешавад ва пас онро гидролиз намуда глицеринро ҳосил мекунанд.



Мувофиқи роҳи дуюм дар натиҷаи гидролизи хлориди аллил спирти аллил ҳосил менамоянд. Онро гипохлоронӣ намуда омехта монохлоргидрини глицеринро ҳосил мекунанд. Ин омехтаро дар иштироки ишқор гидролиз намуда глицеринро [3] ҳосил мекунанд.

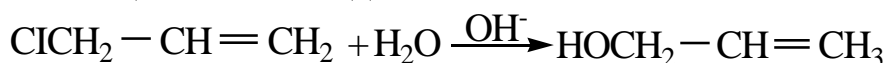


Ин усул аз тарафи олимони шӯравӣ муфассал омӯхта шуд. Ин усул ҳамчун дастур аз тарафи фирмаи «Olin Mathieson chemical Co» -и (ИМА) барқарор карда шуд. Ва дар асоси табдил додани пропилен ба 1-хлорпропан-2-ол, дегидрохлоронидани оксиди пропилен гузаронида шуд. Пас аз он дар натиҷаи изомеризатсияи спирти аллил [4] глицерин ҳосил карда шуд.

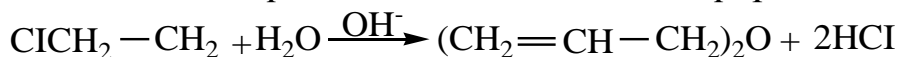


Дар натиҷаи истифодаи усули «хлор»-и партовҳои зиёди хлорорганикӣ ҳосил мешаванд. Инҳо дихлорҳосилаҳои пропилен пропан, трихлорпропан ва ғайраҳо мебошанд, ки то замони ҳозира истифодаи онҳо маҳдуд карда шудааст.

Протсеси мазкур дар зинаҳои сершумор гузашта, ба асбобу таистифодаи моддаҳои зиддикоррозияро талаб мекунад. Ба ғайр аз ин асбобҳо, ки аз ин истеҳсолот ҷудо мешаванд дар таркибашон хлоридҳои гуногунро дорад, яъне об аз хлоридҳо ифлос шудааст. Афзалияти ин усул дар он аст, ки дар он якбора ду мономерҳои муҳимтарин эпихлоргидрин ва спирти аллил ҳосил мешавад. Онҳо аз ҳамдигар бо қобилияти баланди реаксионӣ фарқ мекунанд. Бояд қай кард, ки 95% истеҳсоли ҷаҳонии глицерин ба усули «хлор»-и мувофиқ меояд. Чунки талабот ба маҳсулоти аввалаи он (ниммаҳсулот) эпихлоргидрин рӯз ба рӯз зиёд шуда истодааст. Эпихлоргидринро барои синтези ҳосилаҳои гуногуни глицерин кор мефармоянд. Хлориди аллили ба алкенил-галогенидҳо фаъолтарин дохил шуда, ба реаксияҳои гуногуни ҷойивазкунии нуклеофилии хлор ва дигар гурӯҳҳои функсионалиро дорад. Гидролизи он чунин мегузарад ва спирти алкил ҳосил мешавад:

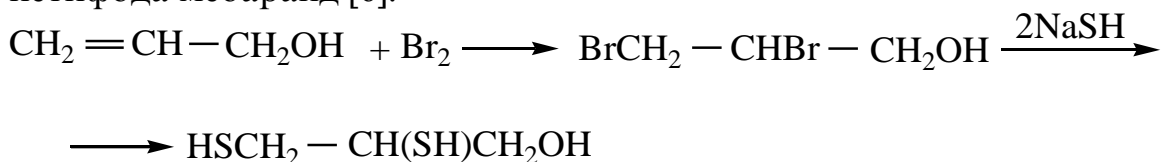


Баромадани спирти аллил аз рӯи ҳисоб хлориди аллил 88% ташкил медиҳад. Ба сифати моддаи иловагӣ 9% эфири диаллил ҳосил мешавад:

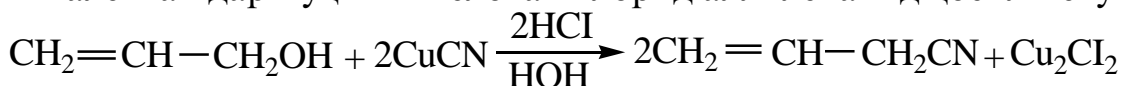


Хлориди аллил ва спирти аллил барои ҳосил кардани эфирҳои аллилии гуногуни глитсерин моддаи аввала мебошанд. Асосан аз онҳо эфирҳои глитсерине ҳосил карда мешаванд, ки хосияти фармакологӣ дошта бошад [5].

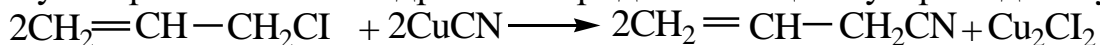
Аз спирти аллил 1,2-дитиолгидрини глитсерин синтез карда мешавад. Ин моддаро дар тиб ҳамчун зидди захр, зидди олуда шудани пайвастагиҳои марги муш истифода бурда мешавад. Инчунин ҳангоми захролуд шудан бо пайвастиҳои сурма, хром ва дигар металлҳои вазнин ин моддахоро истифода мебаранд [6].



Эфирҳои сершумори алкилии глитсеринро дар натиҷаи ишқоронии эфирҳои сеэтилтриметиламмоний бо перманганат дар муҳити  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  дар ҳарорати  $(=200)^\circ\text{C}$  ҳосил меунанд. Спирти аллил бо сианиди миси яквалентаи дар муҳити кислотаи хлорид аллилсианид ҳосил мекунад:



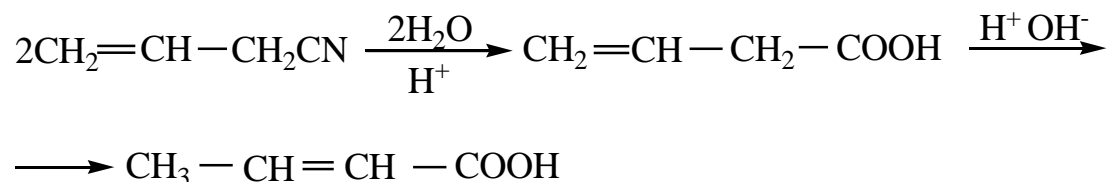
Чунин реаксияи монандро бо хлориди аллил ҳам гузаронидан мумкин аст:



Агар  $\text{CuCN}$ -ро дар табaddулотии зерин бо  $\text{NaCN}$  иваз намоем изомеризатсияи аллилсианид дар нитрили кротоновит ба амл меояд



Ҳангоми гидролиз кислотаи винилуксуси ҳосил мешавад. Пас аз он дар зери таъсири кислота ё ишқор изомеризатсияи шуда, кислотаи кротоновит ҳосил мекунад:

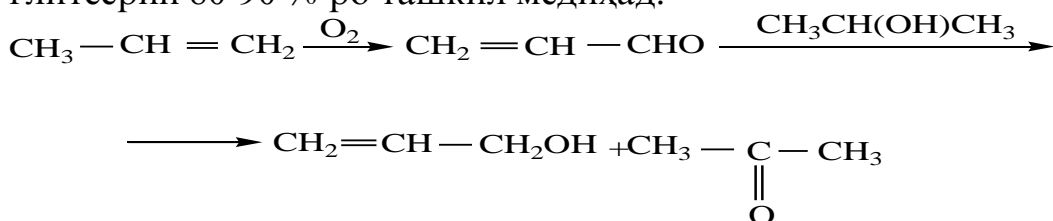


Аллилсианид дар ҳосил намудани каучукҳо истифода бурда мешавад. Дар синтези пластмассаҳо моддаҳои мобайнӣ мебошанд. Барои инкишофи растанӣ истифода бурда мешавад [7].

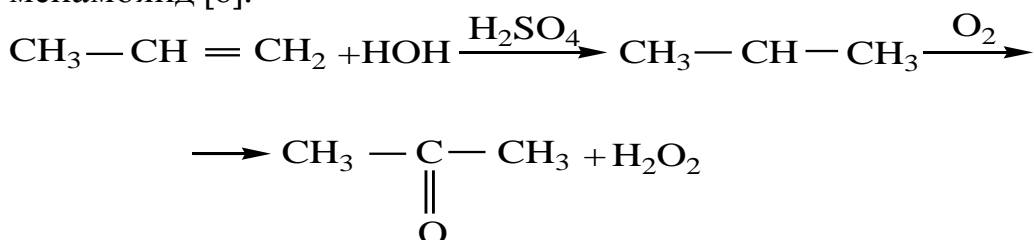
Аз сабаби он ки хлор камёфт аст, якчанд усулҳои дигари синтези глитсерин коркард карда шудааст.

Аз тарафи фирмаи «Shell chemical Co» усули бехлори синтези глитсерин пешниҳод карда шудааст. Фақат дар як асбоби ш.Норкой штати Луизианаи ИМА-глитсерин истеҳсол шуд. Аз он ҷумла пропиленро бо оксигени ҳаво дар ҳарорати  $370-400^\circ\text{C}$ , фишори  $(9,8 \times 10^4 - 9,8 \times 10^5)$  оксид мекунад. Реаксия дар иштироки катализатор мис ва паҳнкунанда мегузарад, дар натиҷаи акролеин ҳосил мешавад. Пас аз ин акролеинро бо спирти изопропил бо нисбатҳои 1:2:6 омехта мекунад. Баъд аз он омехтаро ба реактор дохил мекунад ва дар иштироки катализатор магний рӯҳ то ҳарорати  $300-400^\circ$

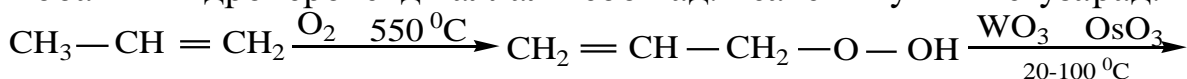
гарм мекунанд. Дар фазаи моеъ акролеин то спирти алил барқарор мешавад якҷоя дар ин лаҳза реаксияи оксидшавии спирти изопропил бо атсетон мегузарад. Спирти алили ҷудошударо бо пероксиди гидроген дар ҳарорати 30-100° дар иштироки волфрам коркард мекунанд. Баромади глицерин 80-90 %-ро ташкил медиҳад.



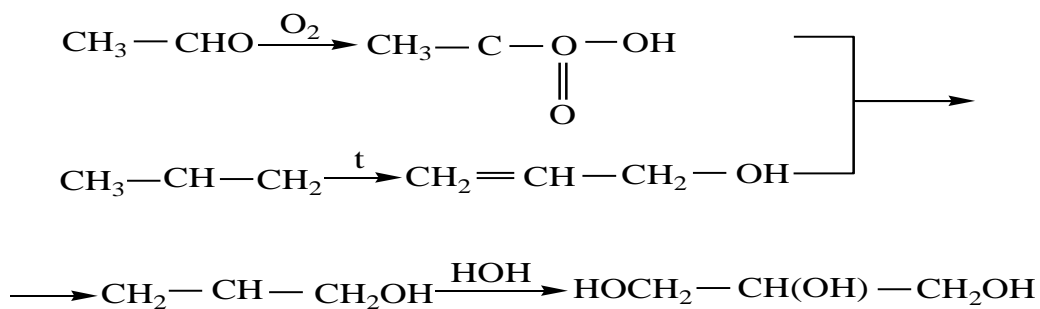
Дар ин табодулотҳо ба сифати катализатор  $\text{WO}_3$ ,  $\text{OsO}_3$ ,  $\text{OsO}_4$ ,  $\text{MoO}_3$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5$  ва ғайраҳо дохил шуда метавонанд. Онҳо дар омехтагӣ бо пероксиди гидроген перкислотаҳо ҳосил мекунанд. Пас онҳо ҳамчун ҳосияти таъсири оксидкунандагиро зоҳир мекунанд. Ин гунна кислотаҳо паҳнкунандагони оксиген (мебошанд). Дар дигар реаксияҳои химиявӣ ҳам мебошад (масалан ҳангоми оксидшавии акролеин то кислотаи акрилат). Бо мақсади ҳосил кардани пероксиди гидроген якҷоя гидрататсияи пропилен гузаронида мешавад. Гидрататсияи пропилен то изопропанол дар иштироки кислотаи сулфат мегузарад. Пас аз бо оксигени ҳаво дар ҳарорати 90-140°C оксид мекунанд ва пироксиди гидрогенро ҳосил менамоянд [8].



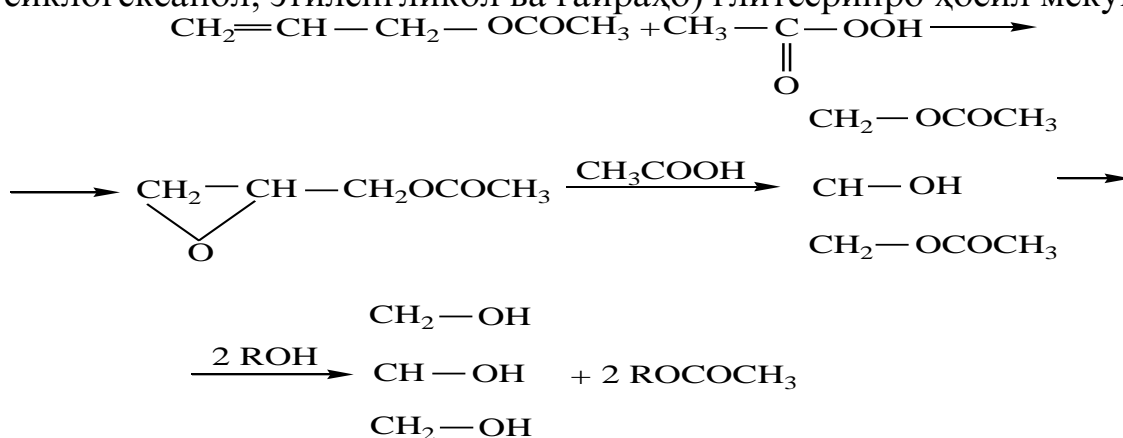
Бартариин ин усул дар он аст, ки дар фақат ду модда пропилен ва оксиген истифода бурда мешавад. Лекин боз дар ин усул моддаи иловагӣ атсетон ҳам ҳосил мешавад (2моли он ба ду моли моддаи мақсадноки ҳосилшуда рост меояд). Аз дигар тараф бартариин ин усул дар он аст, ки метавонад саноатро мувофиқи талаботи онҳо ба атсетон таъмин намояд. Бевосита пропиленро ба глицерин табдил медиҳанд. Дар ин реаксия маҳсулотҳои мобайнӣ гидропероксиди аллал мебошад. Реаксия чунин мегузарад:



Агар маҳсулотҳои хлорӣ истифода бурда шавад, онро дар фирмаи «Food Machinery and Chemical Corp» дар Байпорти (ИМА) аз рӯи ҷадвали зерин ҳосил карда мешавд.



Дар оянда бо ин усул ҳосил кардани глицерин ва тараққӣ додани ин усул дар назар дошта шудааст. Усулҳои бе хлор ҳосил кардани глицерин бартарӣ дорад, чунки дар он хлорро (3т ба 1т глицерин) истифода намебаранд. Албатта обро аз хлор ва намакҳои (он бо ин усули ҳосил кардани глицерин) эмин медорад. Обҳое, ки аз ин соҳаҳои саноат ҷудо мешаванд, бо намакҳои хлор ифлос намешаванд. Инчунин асбобҳои истифодашавандаро аз коррозия ғимоя мекунанд. Ба ғайр аз ин дар усули «Бехлор»-и ҳосил кардани глицерин як қатор моддаҳои иловагӣ ба монанди : атсетон, спирти изобутил, кислотаи сирко, стирол ва ғайраҳо ҳосил мешаванд. Дар натиҷа протсесс душвор гардида, ҳосилшавии моддаи асосиро аз онҳо вобаста мекунад. Агар глицидол истифода бурда шавад, бояд ки ин мода хеле тоза бошад. Дар таркибаш ба миқдори камтарин ғаш дошта бошад, бошиддат реаксияи полимеризатсия ба амал омада, моддаи саҳт ҳосил мешавад. Ҳосил кардани глицерин аз оксидшавии спирти аллил ё ин ки аз оксидшавии атсетати аллил рағбати зиёдро ба худ ҷалб кард. Реаксия дар иштироки катализатор оксиди кобалт ва алюминий мегузарад. Баромади маҳсулот 87%-ро ташкил медиҳад. Усули дигари ҳосил кардани глицеринро фирмаи олмонии «Degussa» пешниҳод кард. Мувофиқи ин усул атсетати аллил дар зери таъсири кислотаи беоби перуксус ва уксус оксид крда мешавад. Дар натиҷа диатсетати глицерин ҳосил мешавад. Маҳсулоти мобайнӣ атсетати глицидил мебошад. Пас аз он ин диэфир як маротибаи дигар этерефиктсия шуда (бо дигар спиртҳо ба метанол, этанол, циклогексанол, этиленгликол ва ғайраҳо) глицеринро ҳосил мекунанд [9].

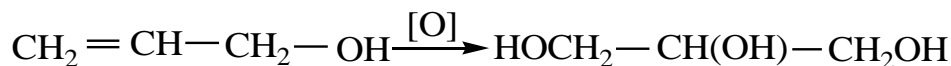


Бевосита ҳосил кардани глицеринро аз  $\text{CO}_2$  ва  $\text{H}_2$  дар иштироки карбонилҳо  $\text{Ru}$ ,  $\text{Rh}$ , низ омӯхта шудааст. Дар ин реаксия катализатори фойданок пайвастиҳои радий мебошад. Дар нисбатҳои  $\text{CO}_2 : \text{H}_2$  ва ҳарорати  $180^\circ\text{-}300^\circ\text{C}$  баромади хуби маҳсулот мушоҳида мешавад [23]. Дигар роҳи

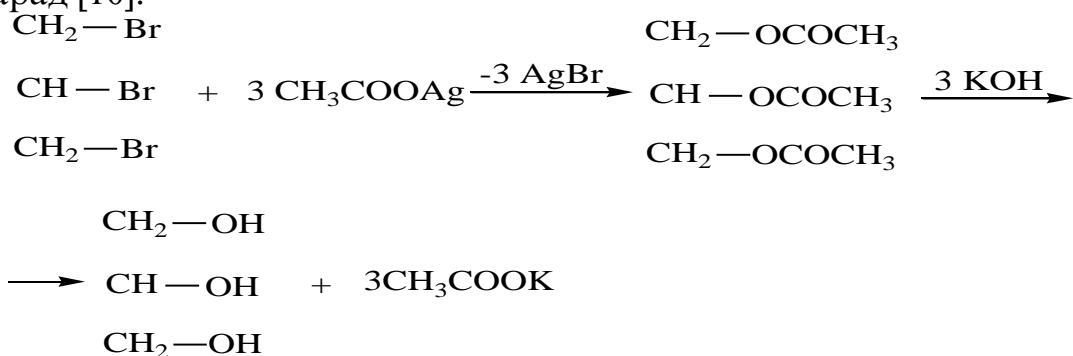
синтези глицерин ин гидрогеноли катализии карбогидратҳои гуногун мебошад. Реаксия бояд аз фишори аз  $9,8 \times 10^7$  ПА- кам нашуда, гузарад.

Ба ғайр аз усулҳои дар боло зикршудаи ҳосилшавии глицерини синтези боз як қатор усулҳои препаратӣ ҳосил кардани глицерин мавҷуд аст. Ба онҳо дохил мешаванд:

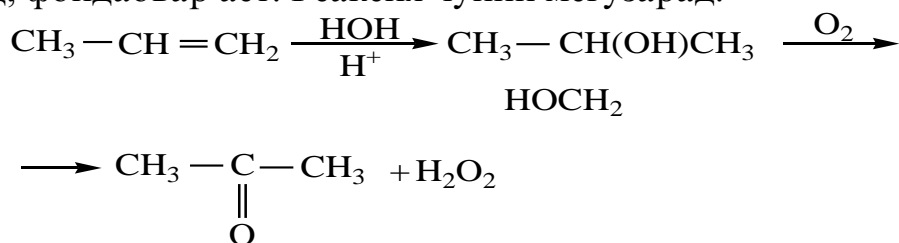
-оксидшавии спирти аллил бо маҳлули перманганати калий



Триатсетати глицерин дар асоси 1,2,3 трибромпропан ва атсетати нукра ҳосил карда шуда, пас аз он маҳсулоти реаксияи собунонӣ дар шакли зайл мегузарад [10]:



Аз ҳама ҳосил кардагони глицерин аз рӯи чадвали зерин: пропилен — акролеин — алдехиди глицерин глицерин ояндаи хуб дорад. Махсусан дар ин протсес ҳосилшавии  $\text{H}_2\text{O}_2$ , ки дар натиҷаи қорқарди пропилен ба амал меояд, фоидаовар аст. Реаксия чунин мегузарад.



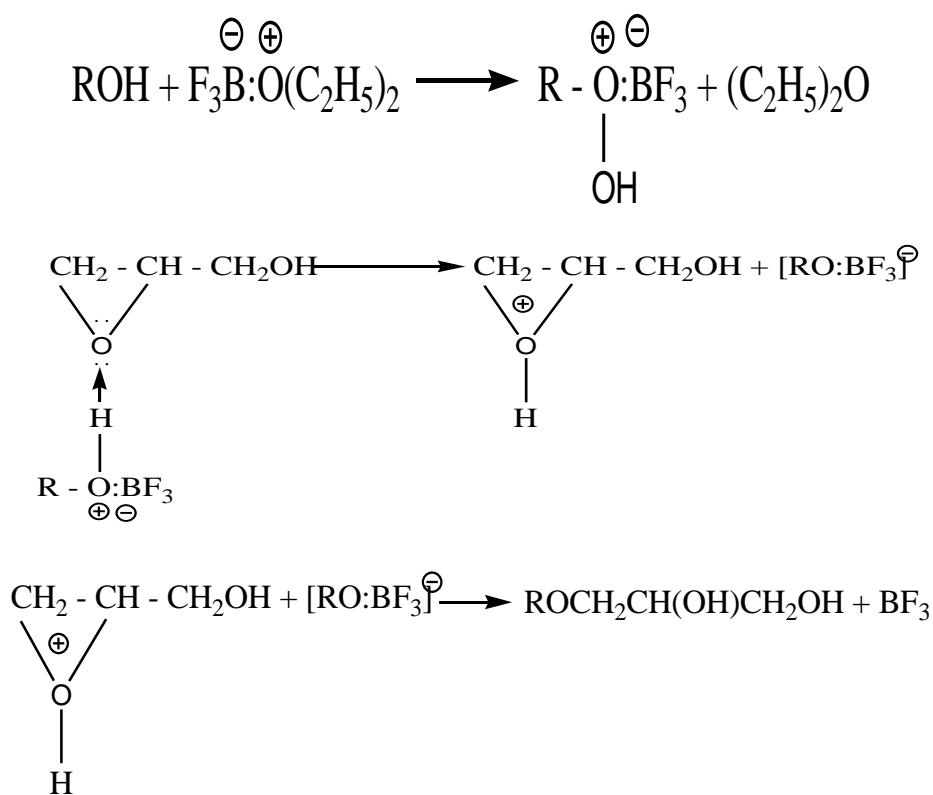
Эфирҳои глицерин дар протсесҳои мубодилаи моддаҳо дар организми зинда нақши калонро бозида, ингибиторҳои системаи ферментҳо мебошанд. Глицеридҳо бошанд дар барқарор намудани пардаи қабулкунандаи овоз, ки ба гузариши моддаҳо ва ионҳо алоқаманд аст, таъсир намуда, ҳуҷайраҳо бо энергия таъмин менамояд. Аз он ҷумла реаксияҳои муҳофизати дар организми зинда мебошанд.

Дар қори [11] роҳҳои гуногуни синтез ва сохти эфирҳои содаи глицерин навишта шудааст. Оид ба ҳосил кардани глицерин усулҳои физико химиявии ва ҳосияти эфирҳои сода ва мураккаби глицерин татқиқотҳои муфассал гузаронида шуд. Ин эфирҳои сода ва мураккаб дар таркибашон гурӯҳҳои алкили, арили, алкени, акрили, метакрили ва сланэтили доранд. Дар асоси  $\alpha$ -моно,  $\alpha$   $\gamma$  ва  $\alpha$   $\beta$  - дихлоргидрин, эпихлоргидрини глицерин, эфирҳои  $\alpha$ -монохлоргидрини глицерин ва ғайраҳо тарзҳои гуногуни синтези эфирҳои глицерин маълум аст. Барои

мақсадҳои натиҷабаш барои синтези  $\alpha$ -моноэфирҳои глицерин усулҳои муҳофизат намудани гурӯҳи гидроксилӣ ба таври васеъ истифода бурда мешавад.

Дар натиҷаи таъсири байниҳамдигрии алкооксидҳои глицерин ва алкил галогенҳо ё ин ки *p*-толуолсулфонатҳо ва метансулфонатҳо эфирҳои  $\alpha$ -моноалкилҳои глицерин ҳосил менамоянд фишор ва ҳарорат ҳалқани оксидан кушода мешавад.

Катализаторҳои кислотаҳо Буда, протсес дар зери таъсири спиртҳо мегузаранд. Дар иштироки фенолҳо сурати реаксия тезтар мегузаранд. Эҳтимол механизми 2-гидрокси метилоксидан дар иштироки катализатор кислотаҳо ва дар зери таъсири спиртҳо ба амал ояд. Ба сифати катализатор фториди этилэфирати бор истифода бурда шуда, [12] чунин тасвир кардан мумкин аст:



Ҳамчунин дар асоси таъсири байниҳамдигрии 3-хлорпропан-1-2-диол ва алкоғолятҳо вуҷуд доранд. Дар ин усул фаъолнокии гидроген кам мешавад, чунки ҳаҷми радикали алкил калон мешавад. Дар натиҷа раванд суст шуда синтези алкағол душвор мегардад. Ҳангоми истифодаи спиртҳои аз  $\text{C}_1$ - $\text{C}_6$ -карбон дошта ин раванд хеле хуб мегузаранд.

Агар консентратсияи алкоғол 9-19% ташкил диҳад ин протсес бозҳам хубтар мегузаранд.

Як қатор эфирҳои  $\alpha$ -монохлоргидрини глицерин ба неш ва сабзидани тухми пахта, гандум, нахӯд ҳамчун ингибиторҳо таъсир менамоянд.

Як қатор эфирҳои  $\alpha$ -моноакилии глицерине, ки аз радикалҳои карбогидрогенҳои носер иборатанд, ҳосияти фаъоли физиологӣ дошта, барои нашъу намои растани истифода бурд мешавад.



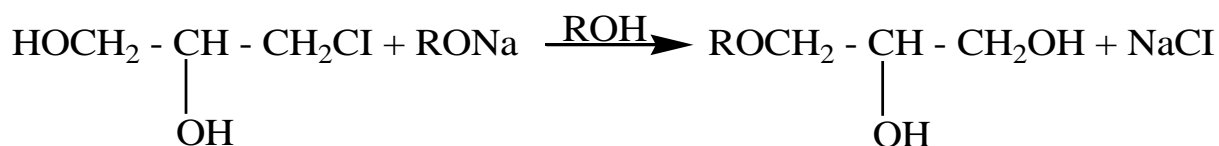
Баъзе эфирҳои глицерин барои инкишофи дарахтони сузанбарг кор фармуда мешавад.

$\alpha$  ё ин ки  $\beta$ -Моноэфирҳои глицерин қобилияти доругии моддаҳои (даунометсин, метотрексат, винбластин ва ғ.) фаъол кардан бавоситаи пардаи ҳуҷайра, инчунин бавоситаи гематоэнстефаликии барьер. Эфирҳои моноалкилии глицерин ҳамчун малҳамҳои зиддимикроби аз он ҷумла дар косметология истифода мебаранд. Омӯзиши эфирҳои мураккаби глицерин хеле шавқовар мебошад. Дар организми онҳо функцияи муҳимро иҷро мекунанд [13].

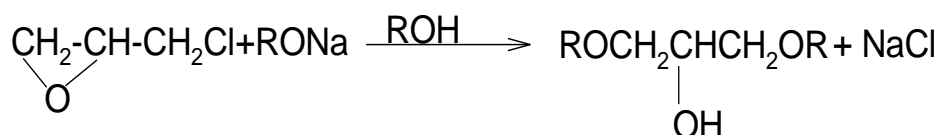
Аз сабаби он ки глицерин се гурӯҳи функционалӣ дорд, дар асоси он моно- ди- ва триэфирҳо ҳосил мекунанд. Ин эфирҳоро ба тарзи васеъ дар агросаноат тиб ва хоҷагии халқ истифода мебаранд. Онҳо ҳимоятгари растаниҳо ва ҳамчун ингибаторҳо истифода бурда мешаванд. Чун ингибаторҳо дар коррозияи металлҳо низ кор мефармоянд.

Аксарияти намояндаи ин моддаҳо беаҳр буда, эфирҳои онҳо дар натиҷаи реаксияҳои биохимиявии мураккаб ҳосил мешаванд.

Пурра гузаштани реаксия дар ИК-спектроскопия таҳлил ва татбиқ шуд хати фурубари C – Cl дар  $700 - 750 \text{ см}^{-1}$  барҳам хурд. Дар ҳудудҳои  $3500 - 5480 \text{ см}^{-1}$  хати фурубари васеъ шуд, ки он ба ду гурӯҳи гидроксил дахл дошта маҳсулоти нав диолҳоро ҳосил кард.



Диэфирҳои соддаи глицерин моддаҳо аз ҷиҳати биологӣ фаъол буда, дар истехсоли доруҳо кор фармуда мешавад. Диэфирҳои соддаи глицеринро барои истехсоли моддаҳои органики синтези, ҳалкунандаҳо барои сӯзандоруро, компонентҳои парфюмерия, рекактивҳо, регуляторҳои инкишофи растанӣ кор мефармоянд. Аз ин сабаб ҳосиятҳои бепоёни ин моддаҳои ҳосиятҳои бепоёни ин моддаҳо диққати олимониро ба худ ҷалб кардааст. Омӯзиши қобилияти реаксионии гурӯҳҳои гидроксилҳои дуҷумини симметрии 1,3-диэфирҳои глицерин мақсади асосии кор аст. Синтези диэфирҳо бо усули муайяни бо роҳи таъсири байни ҳамдигарии эпихлоргирин ва алкоголятҳо аз рӯи реаксияи зерин гузаронидем:



дар ҷои: RO - C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>O, н-C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>O, н-C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>.

Ҳангоми чушонидани омехтаи реаксия ва дар нисбати реагентҳо эпихлоргидрин: натрийи металлӣ: спирт (1:2:20)-реаксия ба осонӣ мегузарад.

Моддаҳои ҳосилшудаи  $\alpha$ -моноэфирҳои глицерин ва 1,3-диэфирҳои глицерин (C<sub>2</sub>,C<sub>4</sub>) моддаҳои беранг буда, моеъи ғафс аст, ҳангоми нигоҳ

доштан моддаи устувор буда вайрон намешавад. Дар ҳалқунандаҳои органикӣ ва об нағз ҳал мешаванд.

Бо усули ТСХ ва ГЖХ тозагии моддаи ҳосилшуда назорат карда мешавад. Аз рӯи нишондоди ИК-спекторскопӣ сохти молекулавии он муайян шуд. Константаи муҳими физика химиявии моддаҳои ҳосилшуда дар ҷадвали 1 ва 2 нишон дода шудааст.

Ҷадвали 1

**Константаи физикию химиявии  
α-моноэфирҳои глицерин  
RO CH<sub>2</sub> – CH(OH) – CH<sub>2</sub> (OH)**

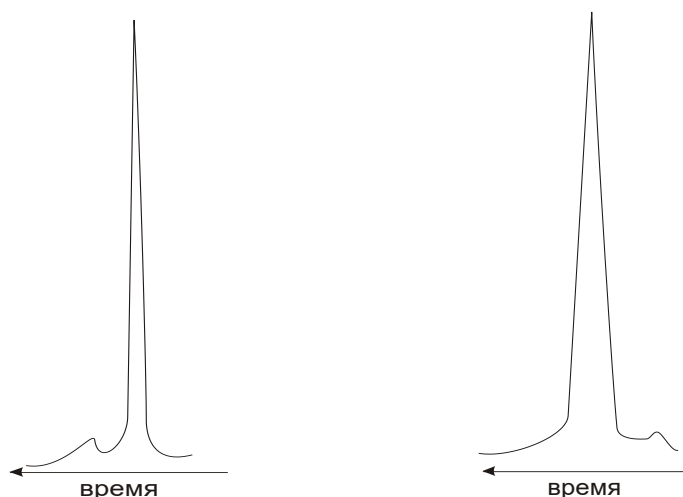
R	Формул. умумӣ	Тавлид %	Ҳ. чӯш. °C	$n_D^{20}$	$d_4^{20}$	MR <sub>D</sub>	
						ҳисоб	ёфт.
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> O <sub>3</sub>	47	97-99	1,4430	1,0628	29,98	29,82
n-C <sub>3</sub> H <sub>7</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> O <sub>3</sub>	49	100-102	1,4428	1,0294	34,60	34,54
n-C <sub>4</sub> H <sub>9</sub>	C <sub>7</sub> H <sub>16</sub> O <sub>3</sub>	50	110-112	1,4422	1,0069	39,21	38,97

Ҷадвали 2

**Константаи физикию химиявии 1,3-диалкокси–пропанолҳо**  
ROCH<sub>2</sub>—CH—CH<sub>2</sub>OR  
|  
OH

№ п/п	R	Общая формула	T <sub>кип</sub> , °C /мм.рт.ст	$d_4^{20}$	$n_D^{20}$	MR <sub>D</sub> найд/выч	Выход, %
2	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	C <sub>7</sub> H <sub>16</sub> O <sub>3</sub>	59 - 61	0,9512	1,4198	$\frac{39,34}{39,40}$	65,5
3	n – C <sub>3</sub> H <sub>7</sub>	C <sub>9</sub> H <sub>20</sub> O <sub>3</sub>	82-84	0,9268	1,4150	$\frac{48,61}{48,57}$	63,5
5	n – C <sub>4</sub> H <sub>9</sub>	C <sub>11</sub> H <sub>24</sub> O <sub>3</sub>	103-104	0,9131	1,4304	$\frac{57,82}{57,81}$	80,3

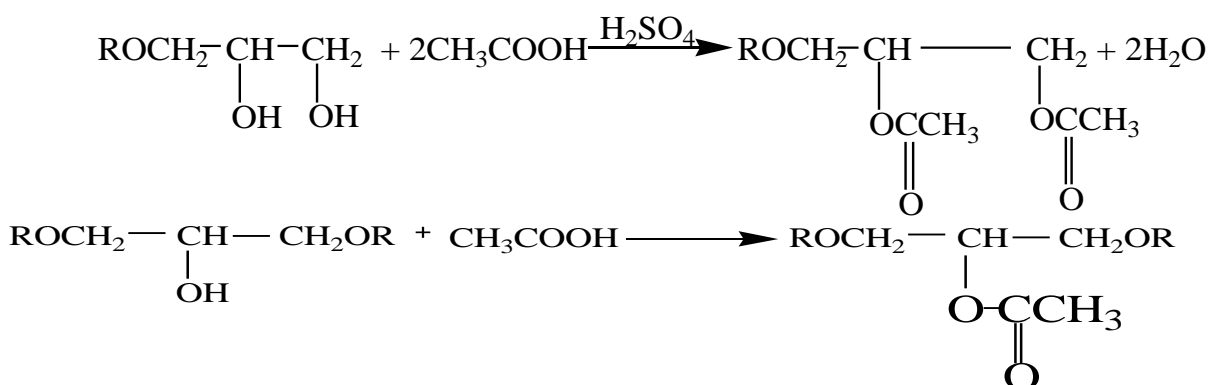
ГЖХ – 3 – алкокси – 1,2 – пропандиол, моддаҳои ғашноки он аз 0,5% зиёд намебошад.



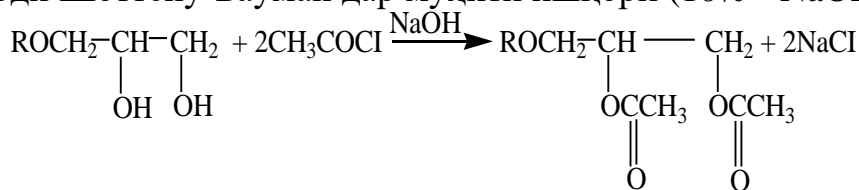
Рас.1. ГЖХ 3-этокси-1,2-пропандиолҳо    Рас.2. ГЖХ 3-бутоксиди-1,2-пропандиолҳо

### 2.1. Боҳам таъсири моно- ва ди-эфирҳои глисерин бо кислотаи сирко

Таомули байни кислотаи сирко (0,1мол), α - моноэфирҳои глисерин (0,2мол) ва катализатор (0,8мол) дар ҳудудҳои ҳароратҳои 60-65°C дар мудати 8 соат (баромад- 67%) аз руи таомули зерин мегузарад:



Бо методи Шоттену-Бауман дар муҳити ишқорӣ (10% - NaOH):



дар ҷои: RO - C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>O, н-С<sub>3</sub>H<sub>7</sub>O, н-С<sub>4</sub>H<sub>9</sub>.

CH<sub>3</sub>COCl > (CH<sub>2</sub>CO)<sub>2</sub>O > CH<sub>3</sub>COOH

Тавсифи муҳими физики-химиявӣ дар ҷадвалҳои 3 ва 4 дода шудааст.

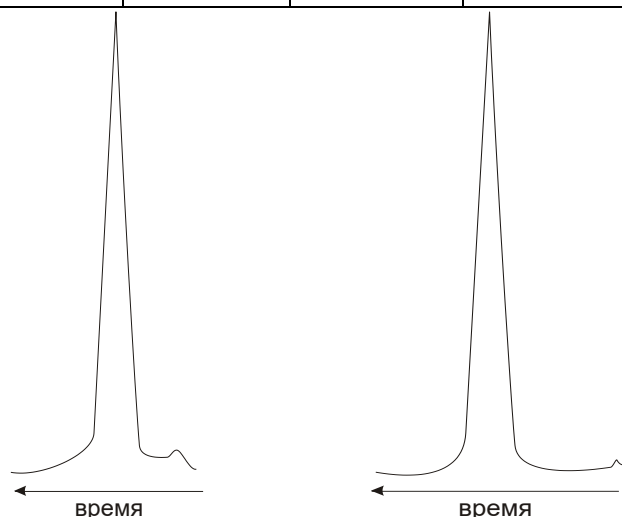
Индивидуалнокии пайваستاҳои ҳосилшуда бо таҳлили элементи,  $n_D^{20}$ ,  $d_4^{20}$ , MR<sub>D</sub> ва ИК - спектроскопия муайян карда шудааст.

Константаи физикуи химияви ва характеристикаи спектралии 1-алкокси-2-- пропанол- 3-атсетат

R	Вых. %	Т. кип.	$n_D^{20}$	$d_4^{20}$	MR <sub>D</sub>		ИК спектр, см <sup>-1</sup>	
					най.	выч.	C=O	CH <sub>3</sub>
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> -	73,2	95	1,4396	1,0575	48,47	48,61	1743	1195
н-С <sub>3</sub> Н <sub>7</sub> -	75,5	107	1,4435	1,0296	53,03	53,21	1740	1190
н-С <sub>4</sub> Н <sub>9</sub> -	77,3	119-120	1,4483	1,0126	57,58	57,71	1740	1185

Константҳои физикуи химияви 1,3-диалкоксипропан- 2-атсетат

R	Вых.%	Т. кип.	$n_D^{20}$	$d_4^{20}$	MR <sub>D</sub>	
					най.	выч.
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> -	63,2	89	0,9890	1,4394	43,59	43,89
н-С <sub>3</sub> Н <sub>7</sub> -	65,6	101	0,9839	1,4496	52,84	53,13
н-С <sub>4</sub> Н <sub>9</sub> -	67,5	109-110	0,9797	1,4589	62,17	62,36



Рас.3 ГЖХ 1-алкокси-2-пропанол-- Рас. 4 ГЖХ 1,3-диалкокси-пропан-2- атсетат

Тозагии мода бо усули ТСК назорат карда шудааст. Ба восити ИК – спектроскопӣ сохт ва таркиби моддаи гирифташуда исбот шуд. Баромади маҳсулот 73-77% - ро ташкил медиҳад.

Константаи муҳими физикӣ-химиявии моддаҳои ҳосилшуда дар чадвалҳои 3 ва 4 нишон дода шудааст.

## АДАБИЁТ

1. Рахманкулов Д.Л. и др. Физические и химические свойства глицерина / М.: Химия, 2003. - 200с.
2. Абдрашитов Я.М., Дмитриев Ю.К., Кимсанов Б.Х. и др. Глицерин. Методы получения, промышленное производство и области применения // - М.: Химия, 2001. - 168 с.
3. Олимов Р.А. Синтез и превращения производных кислородсодержащие гетероциклы на основе  $\alpha$  - моноэфиров глицерина/ Вестник Санкт-Петербургского государственного Университета технологии и дизайна Санкт-Петербург - 2022. С. 132-136.
4. Рахманкулов Д.Л., Кимсанов Б.Х. и др. Глицерин в синтезе регуляторов роста растений // Башк. хим. ж. - 1999.- Т. 6, № 4. - С.43-45.
5. Олимов Р.А., и др. Синтез на основе  $\alpha$ -моноэфиров глицерина и поиск путей их практического применения.-Душанбе, 2015. 113 с.
6. Олимов Р.А., Тагаева С.Э., Каримов М.Б. Органический синтез на основе глицерина. Душанбе, 2021. 119 с.
7. Олимов Р.А. Каримов М.Б., Мухамеджанов М.Б. Синтез новых производных 1,3-диоксолана и изучение их свойств/ Вестник Таджикского национального Университета Душанбе - 2010. С. 71-74.
8. Олимов Р.А. Синтез циклических производных глицерина и изучение их биологических свойств/ Р.А. Олимов// Вестник ТНУ, серия естественных наук №2. Душанбе, 2023. ISSN:2413-452X. С. 166-176.
9. Олимов Р.А. Синтез на основе эфиров глицерина и изучение их физико-химических свойств/Р.А. Олимов, М.Б. Каримов// Международный научно-практический журнал «Endless -Light in Science».10.09.2022, Алматы, Казахстан. С. 232-240.
10. Олимов Р.А. Синтез и физико-химические свойства производных эфиров на основе глицерина /Р.А. Олимов// Вестник Санкт-Петербургского государственного Университета технологии и дизайна, серия естественные и технические науки №4. Санкт-Петербург - 2022. ISSN 2079-8199. С. 127-131.
11. Олимов Р.А. Перспективы развития синтезов на основе глицерина и изучение их физико-химических и биологических свойств/ Р.А. Олимов, А. Гулзад// Международный научно-практический журнал «Endless Light in Science». 28.10.2022, Алматы, Казахстан. С. 414-423.
12. Кимсанов А.Б. Фармако-биохимическое исследование некоторых производных глицерина: Автореф... дисс. к.б.н. – Душанбе, 2006, 21с.
13. Рахмонкулов Д.Л. и др. Химия производных глицерина / Уфа: Башкнигоиздат. 1992.- 144 с.

## ТАВЛИФ ДАР АСОСИ ҲОСИЛАҲОИ ГЕТЕРОСИКЛИИ ГЛИЦЕРИН

Аз сабаби он ки глицерин се гурухи функционалӣ дорад, дар асоси он моно- ди- ва триэфирхоро ҳосил мекунамд. Ин эфирҳо ба сифати маводи

доруворӣ истифода шуда, ҳамчун моддаи химиявӣ аз ҷиҳати экологӣ беҳатар барои Ҳимояи растаниҳо низ истифода бурда мешаванд.

Эфирҳои глицерин дар раванди мубодилаи моддаҳо дар организми зинда нақши калонро бозида, ингибиторҳои системаи ферментҳо мебошанд. Глицеридҳо бошанд дар барқарор намудани пардаи қабулкунандаи овоз, ки ба гузариши моддаҳо ва ионҳо алоқаманданд, таъсир намуда, хучайраҳо бо энергия таъмин менамоянд, аз ҷумла реаксияҳои муҳофизатӣ дар организми зинда мебошанд.

Дар мақолаи мазкур роҳҳои гуногуни синтез ва сохти эфирҳои содаи глицерин хосиятҳои физикию химиявӣ 1,3-диалкокси-2-пропанол бо кислотаи сирко ва фурфурол оварда шудааст.

Роҳҳои ҳосил кардани глицерин аз ашёи хоми гуногун ва васеъ истифода бурдани ин пайвастагиҳо омӯхта шуда, барои татқиқот ба сифати маводи аввалия  $\alpha$ -моноэфирҳои глицерин истифода бурда шудаанд, ки дорои ду гуруҳи ғайри гидрооксидӣ мебошанд. Таваҷҷуҳи калон ба синтези саноатии глицерин ва ҳосилаҳои онҳо дода шудааст, ки дар натиҷа эфирҳои содаи гетеросиклии қатори 1,3-диоксоланҳо, диалкокси-ҳосилаҳои моноэфирҳои глицерин ва 2-фурил-4-алкоксиметил-1,3-диоксоланҳо ҳосил карда шудаанд.

**Калимаҳои калидӣ:** тавлиф, 1,3-диалкокси-2-пропанол, карбаматҳо, глицеридҳо, фурфурол, катализатор, ҳалкунандаҳо.

## СИНТЕЗ НА ОСНОВЕ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДНЫХ ГЛИЦЕРИНА

**Аннотация:** Трехфункциональность глицерина позволяет получать на его основе моно-, ди- и триэфиры. Такие эфиры нашли практическое применение в качестве лекарственных препаратов, экологически безопасных химических средств защиты растений, особо чистых химических реактивов, синтонов, ингибиторов коррозии металлов и т. д.

Эфиры глицерина играют большую роль в процессах обмена веществ в живых организмах и являются эффективными субстратами и ингибиторами ферментных систем. Глицериды принимают участие в образовании структуры биологических мембран и в процессах, связанных с переносом веществ и ионов через мембраны энергообеспечением клетки, а также защитными реакциями организма.

В данной статье изучены методы синтеза новых соединений 1,3- диалкокси-2-пропанола с уксусной кислотой и фурфурола. Состав и строение полученных соединений подтверждены физико-химическими методами. Рассмотрены методы получения глицерина из различных видов сырья. Широкий спектр областей применения этих соединений для проведения исследований в качестве исходных веществ использованы  $\alpha$ -моноэфиры глицерина, имеющие две активные гидроксильные группы. Большое внимание уделено промышленному получению синтетического глицерина и их производных, в результате чего получили простые эфиры, гетероциклические производные ряда 1,3-диоксолана, диалкокси-производных моноэфиров глицерина и 2-фурил-4-алкоксиметил-1,3-диоксоланов.

**Ключевые слова:** Синтез, 1,3-диалкокси-2-пропанол, карбаматов, глицериды, фурфурол, катализатор, растворители.

## SYNTHESIS BASED ON HETEROCYCLIC GLYCEROL DERIVATIVES

**The summary:** The trifunctionality of glycerol allows to obtain mono-, di-, and triesters based on it. Such esters have found practical application as pharmaceuticals, environmentally friendly plant protection chemicals. Glycerol esters play an important role in metabolic processes in living organisms and are effective substrates and inhibitors of enzyme systems. Glycerides take part in the formation of the structure of biological membranes and in the processes associated with the transfer of substances and ions through the membranes of the energy supply of the cell, as well as protective reactions of the body.

In this article, the methods of synthesis of new compounds of 1,3-dialkoxy-2-propanol with acetic acid and furfural are studied. The composition and structure of the compounds obtained are confirmed by physicochemical methods. Methods for obtaining glycerol from various types of raw materials are considered. A wide range of applications of these compounds for research as the starting materials used are  $\alpha$ -monoesters of glycerol, which have two active hydroxyl groups. Much attention is paid to the industrial production of synthetic glycerin and their derivatives, resulting in ethers, heterocyclic derivatives of the 1,3-dioxolane series, diacyloxy derivatives of glycerol monoesters and 2-furyl-4-alkoxymethyl-1,3-dioxolanes.

**Key words:** *Synthesis, 1,3-dialkoxy-2-propanol, carbamates, glycerol, furfural, catalyst, solvents.*

**Маълумот дар бораи муаллиф:** **Олимов Рахмонали Амоналиевич** – номзади илмҳои химия, дотсент, декани факултети муҳандисӣ ва технологияҳои муосири истеҳсолии Донишгоҳи давлатии Данғара. 735320, Ҷумҳурии Тоҷикистон ноҳияи Данғара, кӯчаи Марказӣ 25. Тел. (+992) 900231573. E-mail: [olimovr1976@mail.ru](mailto:olimovr1976@mail.ru)

**Сведения об авторе:** **Олимов Рахмонали Амоналиевич** – кандидат химических наук, доцент, декан факультета инженерии и современных производственных технологий Дангаринского государственного университета. 735320, Республика Таджикистан Дангаринский район, ул. Маркази 25. Тел. (+992) 900231573. E-mail: [olimovr1976@mail.ru](mailto:olimovr1976@mail.ru)

**Information about author:** **Olimov Rakhmonali Amonalievich** – candidate of chemical sciences, associate professor, dean of the faculty of engineering and modern manufacturing technologies, Dangara State University. 735320, Republic of Tajikistan, Dangara district, st. Markazi 25. Phone: (+992) 900231573. E-mail: [olimovr1976@mail.ru](mailto:olimovr1976@mail.ru)

**Муқарриз:** Раҷабов С.И. - д.х.н., профессор кафедраи технологияи химикӣҳои истеҳсолоти ТНУ.

УДК: 550.84 (575.3)

## ТАҲҚИҚОТИ ХИМИЯВИИ МАЪДАНИ СТАВРОЛИТ СЛАНСИ СЛЮДАДОР КОНИ КУРГОВАТ

Тураев С.С., Махмадраҳимов Р.Қ., Саидов А.И.

Донишгоҳи давлатии Данғара

Корхонаи воҳиди давлатии “Ширкати алюминийи Тоҷик” (Талко) – яке аз бузургтарин корхонаҳои истеҳсоли алюминий на танҳо дар Осиёи Миёна, балки дар ҷаҳон аст, ки таъминкунии он бо гилҳои маҳаллӣ масъалаи муҳим буда, барои баланд бардоштани истеҳсолот ва афзоиши нархи интиқоли ашёи хом дар оянда бевосита алоқаманд мебошад.

Бо ин мақсад аз тарафи экспедитсияи геологӣ-тафтишотии Помир ва Институти илмӣ-таҳқиқотии саноат, (назди Вазорати саноат ва технологияҳои нави ҶТ) корҳои кофтуковӣ гузаронида, технологияи коркарди яке аз конҳои ставролити эраи протерозойи поёни гилҳоқдор дар Помири Ғарбӣ (майдони васеъи тақрибан 100 км<sup>2</sup>) ва тавсифоти сарчашмаи бешумори ставролит амалӣ гардонида шудааст.

Майдони маъдани ставролити ғанигардонидашуда дар дохили кварси слюдадори слансии метаморфии<sup>1</sup> эраи протерозоидии<sup>2</sup> поёнӣ дар Помири Ғарбӣ дар наздикии деҳаи Курговат мавҷуд аст, ки слансҳои метаморфии бисёргилҳоқдор дар қад-қади роҳи мошингарди Душанбе-Хоруғ (330-334 км) мушоҳида карда шудаанд. Маъдани ставролит дар ин кон бо намуди горизонтҳои алоҳида дар слансҳои кварс - слюдавии бисёргилҳоқдор (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-20-35%) вомехӯрад. Иқтидори минтақаҳои маъданнокӣ ченшаванда мебошанд ва аз 3 то 60 метрро ташкил медиҳад, ки дар масофаи 0,5-1,5 км пас аз ҳамдигар ҷойгир шудаанд [9]. Аз рӯи маълумотҳои пештараи заминшиносон дар ду қисмҳои перспективӣ баҳодиҳии пешакии миқдори Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> аз рӯи категорияи Р<sub>2</sub> тақрибан 100 миллион тонна пешгӯӣ карда мешавад.

Аз таркиби маъданҳои ставролитии слансҳои Курговат як тонна намунаи технологӣ интиҳоб ва таҳлил карда шуд, ки ин намуна дар намуди порчаҳои алоҳидаи андозаашон аз 20×30 то 50×80 см аз таркиби маъдани слансҳои кварс-слюдагии табиӣ гирифта шудааст.

Бо иштироки намояндаҳои экспедитсияи Помир ва ҳамкорони Институти саноат аз ин намуна 100 кг намунаҳои тақдимшаванда барои ҳосилкунии намунаҳои озмоишӣ -технологӣ ҷудо карда шуд. Ин намуна

<sup>1</sup>Метаморф – тағйири сохт ва таркиби маъдан аз таъсири ҳодисаҳои кимиёӣ ва физикӣ;

<sup>2</sup>Эраи протерозоидӣ – давр, замон, калонтарин тақсироти Замин;



дар майдакунаки паррадор<sup>3</sup> то андозаи 3 мм майда карда, онро баъдан дар ордкунаки лавҳагӣ гард гардонида аз элаки андозааш 0,8 мм то гузариши пурра гузаронида шуд. 10 кг-и хокаи тайёркардашуда баъди омехтакунии мукамал ва квартиронӣ барои таҳлил ба чор намуна тақсим карда баъд аз он барои гузаронидани таҳлили кимиёвӣ намуна гирифта шуд.

**Таҳқиқи таркиби минералии маъдан.** Барои ҷудокунии таҳшинҳои маъданҳо ба фраксияи вазнин ду усул истифода мешавад:

1. Шустани намуна бо даст дар - зарфи қайиқмонанд (лодка), ки маъдан дар он бо об ва бо даст шуста ҷудо карда мешавад;

2. Шустани намуна дар мизи гравитатсионӣ - намуди дастгоҳест, ки дар он маъдан бо иловаи об тавасути ларзиш ҷудо мешавад.

Бо усули шустан дар қайиқ аз 10 кг намунаи гирифташуда фраксияи вазнин 2,2 кг шлихи хокистарранг ба даст оварда шудааст.

Ҳангоми шустани 10 кг намуна дар мизи гравитатсионӣ 1,2 кг фраксияи вазнин ҷудо карда шуд.

Ҳангоми мушоҳидаи массаи умумии фраксияи вазнин таҳти бинокуляр, маълум карда шуд, ки онҳо аз ставролит, биотит, илменит ва бо миқдори кам - дистен, рутил, гранатҳо, пироксен, амфиболҳо ва дигар маъданҳо таркиб ёфтаанд, ки дар ҷадвали 1, оварда шудааст.

Маъданҳои фраксияи сабуки чинҳо нишон дод, ки онҳо бештар аз мусковит ва кварс иборат буда, бо миқдори на он қадар зиёд биотит, минералҳои гилдори дар намуди зарраҳои ягонаи графитӣ мавҷуд буда иборатанд.

Барои омӯзиши таркиби минералӣ ва гирифтани концентрати ставролитӣ массаи таҳшини минералҳои вазнин ба раванди ҷудокунии фраксионӣ дучор карда шуд.

**Ҷадвали 1. Таркиби кимиёӣ ва минералогии маъдани ставролити слюдадор бо %**

Компонентҳо	Маъдани (ставролити сланҳои слюдадор)	Маъданҳо, бо %		
		Концентрати мусковит	Ставролит, дистен, пироксен, амфибол, гранат ва ғ.	Ставролити мономинералӣ
SiO <sub>2</sub>	56,6	50,5	38,9	31,2
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	21,5	34,2	32,7	50,2
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,7	5,7	22,6	14,3
CaO	1,68	1,3	0,5	0,3

<sup>3</sup>Майдакунаки паррадор (щековая дробилька) – тавассути ин дастгоҳ намунаҳои маъдан то андозаҳои лозима майда карда мешавад.

TiO <sub>2</sub>	1,85	0,7	1,6	0,7
K <sub>2</sub> O	4,6	1,3	0,9	0,7
Na <sub>2</sub> O	2,52	0,7	0,4	0,07
MgO	1,84	1,0	1,4	1,6
п.п.п.	1,65	4,5	0,9	0,92

Минералҳо ба фраксияҳои алоҳида: ғайримагнитӣ, магнитӣ ва электромагнитӣ бо массаи хоси на камтар аз 2,9 г/см<sup>3</sup> бо истифодаи моеъи вазнин ҷудо карда шуд. Ҷе хеле дар ҷадвали 2, нишон дода шудааст, массаи асосии таҳшини фраксияи электромагнитӣ (63-89%), ки дар қайиқ ҳосил карда шудааст, айнан ҳамин тавр дар мизи гравитатсионӣ ҳосилкардашударо ташкил медиҳад. Ҷои дуюмро минералҳои бо массаи хоси на камтар аз 2,9 г/см<sup>3</sup> (кварс, слюдаҳо) ташкил медиҳанд. Ҷиссаи фраксияи магнитӣ ва ғайримагнитӣ танҳо аз 1,5-2%- ро ташкил дод.

**Ҷадвали 2. Баромади шлих ва таркиби фраксионии он аз слансҳои ставролит-слюдавӣ**

Массаи намунаҳо, Кг	Баромади шлихи минералҳои вазнин, кг	Усули ҷудо-кунии шлих	Фраксияи магнитӣ, %	Фраксияи ғайримагнитӣ, %	Фраксияи электромагнитӣ, %	Баромади минерал бо вазни хос <2,9, %	Эзоҳ
10	1,2	Мизи гравитатсионӣ	1,13	0,38	88,8	9,65	Минералҳои бо вазни хоси <2,9: кварс, слюда, калсий ва ғ.
10	2,2	қайиқ	1,25	0,45	62,5	35,8	

Минерали ставролит, ки концентратори асосии Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> мебошад, дар фраксияи электромагнитӣ (ҷадвали 3) ҷамъ мешавад ва массаи асосӣ 80%-ро ташкил медиҳад. Боқимонда- минералҳо: илменит-10%, биотит-5%, хлорит-3%, гранатҳо, амфиболҳо ва пироксенҳо то 2% - ро ташкил медиҳад.

### Чадвали 3. Микдори минералҳо дар фраксияи электромагнитии шлих

Баромади фраксияи электромагнитӣ, Г	Баромади минералҳо, бо %					Эзоҳ
	Ставролит	Илменит	Биотит	Хлорит	Амфиболҳо, пироксенҳо ва гранатҳо	
1066	80	10	5	3	2	Аз рӯи нагичаҳои фраксияи мизи гравитатсионӣ

Дар фраксияи магнитӣ таҳти заррабини дучашма<sup>4</sup> магнетит, мартит ва параҳои оҳани металлӣ (дар вақти майдакунии намуна афтидааст) муайян карда шудааст.

Дар таркиби фраксияи ғайримагнитии шлих дар микдори ниҳоят кам минералҳои зерин мавҷуданд: дистен, рутил, сиркон, апатит, пирит ва бо нишонаҳои воҳидӣ анатаз, арсенопирит ва галенит вомехӯранд.

Аз рӯи қиматҳои чадвали 3, баромади тозаи чинсҳои концентрати ставролитӣ ҳисоб карда шудааст. Ҳангоми шустани намуна дар қайиқ концентрати ставролит 11% ва дар мизи гравитатсионӣ - 8,53%-ро ташкил додааст. Аз рӯи ду усул қиммати миёна ба 9,8% (дар маъдани ставролит) баробар аст.

Баромади минералҳои фраксияи сабук, ки аз кварс, мусковит, биотит ва ғайра иборатанд, 85-90%-ро ташкил медиҳад. Муайян карда шудааст, ки асоси минерали фраксияи сабукро слюдаи мусковитӣ ташкил медиҳад ва микдори он ба 60-65% баробар аст, ки ҳиссаи асосии конро ташкил медиҳад.

Дар кори таҳқиқотии мазкур барои омӯзиши минерал-концентратҳои асосӣ ва барандаҳои алюминий ( $Al_2O_3$ ) дар чинс аз усули ҷудокунии донаҳои мономинералҳо таҳти заррабин истифода шуда, диққати асосӣ ба ставролит ва мусковит дода шудааст. Барои гузаронидани таҳлил ва таҷрибаҳои технологӣ микдори зарурии минералҳои мусковит ва ставролит ҷудо гардидааст. Минералҳои дигари ташкилкунандаи фраксияи вазнин: дистен, гранатҳо, пироксенҳо, амфиболҳо, биотит ва ғайра, яққоя бо чинсҳо омӯхта шуда дар чадвали 4 оварда шудааст.

4. Заррабини дучашма – микроскопи бинокулӣ

**Ҷадвали 4. Таҳлили кимиёии слансҳои ставролит – мусковит, ки аз фраксияи вазнин ва сабуки ҷинсҳои концентратҳо ва мономинералҳо ҳосил карда шудааст**

Фраксияҳои маъдани слансҳои ставролит-мусковит	Таркиби кимиёӣ, бо %										
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	П.п.п	Σ
Сланси ставролит-мусковит	49,33	26,4	0,85	9,59	0,05	2,2	0,5	5,5	2,0	2,84	99,26
Фраксияи вазини концентрат	38,62	32,73	1,66	22,63	0,50	1,4	0,05	0,35	0,04	0,09	98,07
Ставролити мономинерал	31,20	50,24	0,65	14,26	0,12	1,6	0,25	0,07	0,07	0,92	99,38
Концентрати мусковит	50,5	34,2	0,72	5,67	0,08	1,0	1,28	1,27	0,71	4,5	99,9
Минералҳои дуҷумин дараҷа: дистен, пироксен, амфибол, гранат ва ғ.	40,22	42,90	-	12,10	-	-	-	-	-	-	-

Бо мақсади омӯзиши таркиби ҷинс, мономинералҳо ва компонентҳои омехта ғайр аз таҳқиқи минералогӣ ба таври илова таҳлилҳои кимиёӣ ва рентгенофазӣ гузаронида шуд.

Дар асоси таҳлили кимиёӣ муқаррар карда шуд, ки таркиби умумии Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> дар кон якҷоя бо дигар минералҳо 26,4 %, дар концентрати ҷудо кардашудаи фраксияи вазнин - 32,43 %, дар ставролити мономинералӣ (тозагиаш 98-99 %) - 50,24 %, дар мусковити мономинералӣ - 34,17 % ва дар таркиби дигар минералҳо– омехтаҳои фраксияҳои вазнин баъди ҷудо намудани ставролит - 42,9 %-ро ташкил медиҳад (ҷадвали 4).

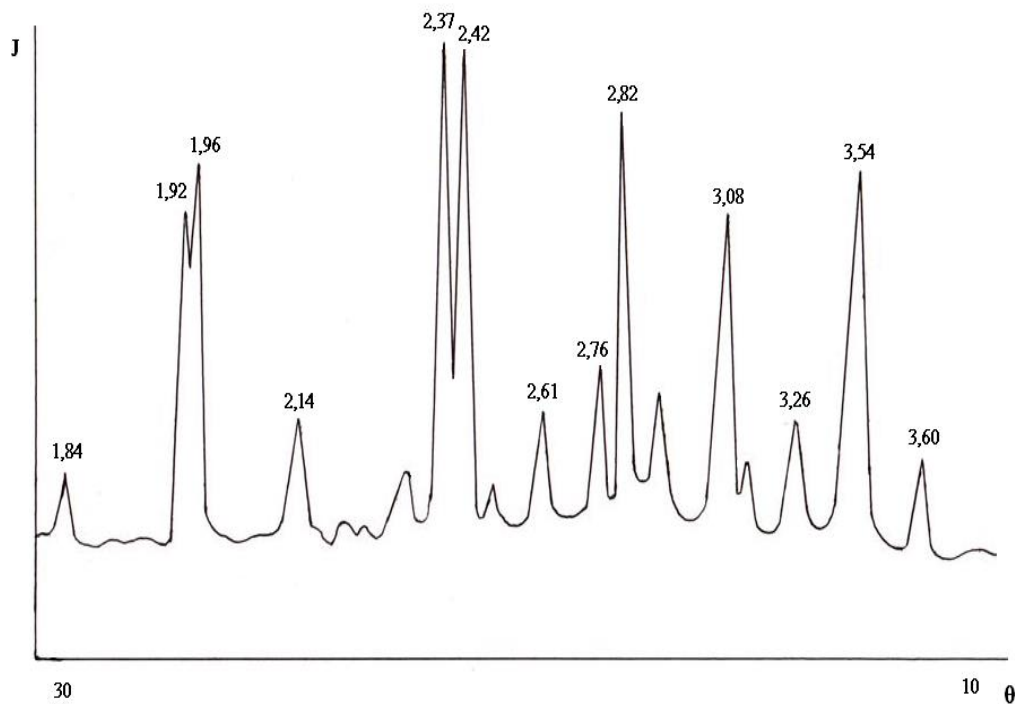
Дар асоси таҳлилҳои комплекси минералогии химиявии гузаронидашуда муқаррар карда шуд, ки аз маъданҳои дар слансҳои ставролит-кварс-слюдавие, ки аз қони Курговат ба даст оварда шудааст, концентратҳои асосии Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> инҳоянд: ставролит, мусковит, дистен, гранатҳо, пироксенҳо, амфиболҳо ва биотитҳо.

**Чадвали 5. Баланси миқдории  $Al_2O_3$  дар минералҳои концентратӣ**

Таркиби минерали	Баромади фраксияҳо %	Миқдори $Al_2O_3$		Ҳиссаи $Al_2O_3$ дар барандаи минерал, $кг/т$	Миқдори муғлақи $Al_2O_3$ дар барандаи минерали, бо %
		%	бо $кг/т$		
Ставролит (тозагиаш- 98%)	9,8	50,24	502,4	49,2	18,6
Концентрат: дистен, пироксенҳо, амфиболҳо, гранатҳо, ва биотитҳо	2,2	42,90	429,0	9,4	3,6
Мусковит	60	34,17	341,7	205	77,8
Кварс	28	0	0	0	0
Сланси ставролити кварс-слюда	100	26,4	264	264	100

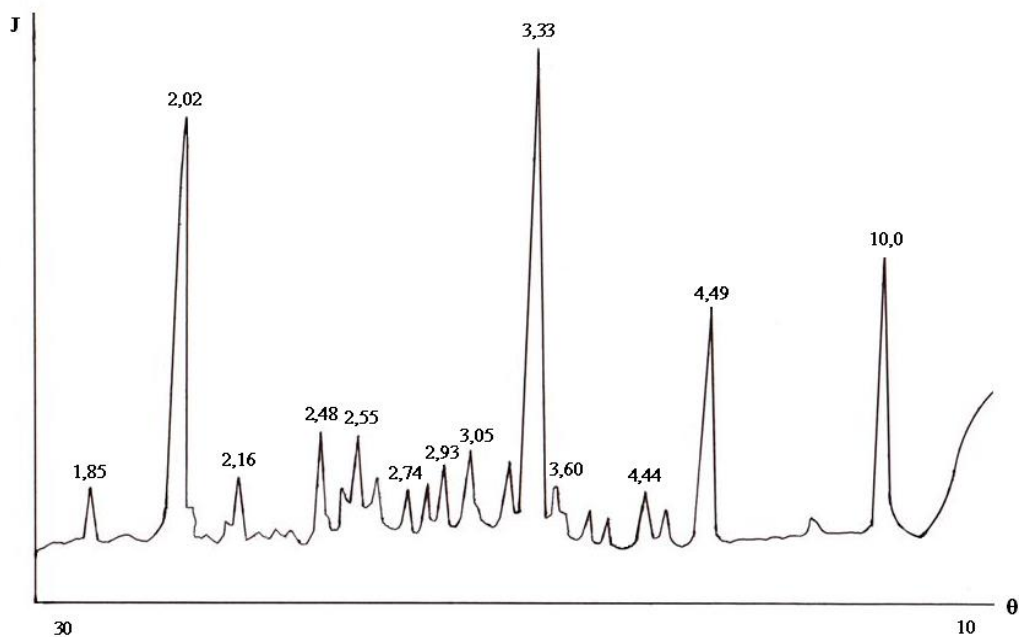
Ҳисобкунии балансии таркиби  $Al_2O_3$  дар маъданҳое, ки дар чадвали 5 оварда шудааст, нишон дод, ки барандаи асосии алюминий дар кони Курговат минерали мусковит мебошад ва ҳиссаи он дар ҷинс ба 77,8%  $Al_2O_3$  рост меояд. Ҳиссаи ставролит бошад, 18,6% ва дар дигар минералҳо ҳамагӣ-3,6%-ро ташкил медиҳад.

Таҳлилҳои рентгенофазавӣ барои ставролит ва мусковит, ки бо дастгоҳи махсуси “заррабини дучашма” тоза карда шуда буд, гузаронида шуд.



**Расми 1. Дифрактограммаи минерали ставролит**

Чи тавре аз расми 1 дида мешавад, маъдани ставролит тозашуда аз фазаҳои инъикосёфтаи асосии 3,54; 3,08; 2,82; 2,42; 1,96 ва маъдани тозакардашудаи мусковит (расми 2), бошад, аз фазаҳои инъикосёфтаи 10,0; 4,49; 3,33; 2,02 иборат мебошад. Дар таҳлил омехта ва ғашҳои дигар маъданҳо ба назар наменамояд.



**Расми 2. Дифрактограммаи минерали мусковит**

Қиматҳои таҳлилҳои рентгенофазавӣ бо таҳлилҳои кимиёии гузаронидашудаи маъдани тозакардашудаи ставролит ва мусковит дар ҷадвали 4, нишон дода шудааст, дурустии онро тасдиқ намудааст. Натиҷаҳои таҳлилҳои гузаронидашуда нишон доданд, ки таркиби асосии компонентҳои маъдани тозаи ставролит ва мусковит аз оксидҳои  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ва  $\text{K}_2\text{O}$  иборат мебошад. Ҳамин тавр слюдаҳои мусковит, ки таркибаш аз 5,71% оксиди оҳан таркиб ёфтааст, бештар ба маъданҳои оҳандори ферримусковит мувофиқ меояд.

#### Адабиёт

1. Салимова П.Т., Валиев Ю.Я., Сафиев А.Х., Рузиев Д.Р. Физико-химические исследования глинозёмсодержащего сырья ставролит-мусковитовых руд Курговадского месторождения // Вестник Таджикского национального университета, серия естественных наук, Душанбе, 2012, №1/1(77), -С.134-138.
2. Тураев С.С., Мирзоев Б. Исследования по получению технического глинозема и побочных продуктов из ставролита. // Материалы научно - теоретической конференции профессорско-преподавательского состава, посвященной 800 - летию поэта, великого мыслителя Мавлоно Джалолодина Балхи и 16-й годовщине независимости РТ. Душанбе - 2007г. -С.105-107.
3. Салимова П.Т., Азизов Б.С., Рузиев Дж.Р., Бобоев Х.Э., Сафиев Х. Исследование и разработка технологии получения глинозёма из мусковитовых руд месторождения Курговад // Докл. АН Республики Таджикистан, 2013, т.56, №2, -С.140-145.
4. Мирзоев П., Тураев С., Мирзоев Б. Получение криолит – глиноземного концентрата из алюмофторсодержащих минералов. // Материалы международной конференции “Наука и современное образование проблемы и перспективы” посвященной 60-летию ТНУ. Душанбе, 2008г. -С.159-160
5. Мирзоев Б., Тураев С.С., Валиев Ю. Технология выделения тяжелой фракции ставролитового концентрата и исследование его минералогического состава // Материалы конф. Нумановских чтений. Душанбе, 2009г. -С.205-207.
6. Мирзоев Б., Тураев С.С., Мирзоев П., Салимова П. Технологические основы переработки ставролит – слюдистых сланцев солянокислотным способом. // Материалы IV международной научно – практической конференции «Перспективы развития науки и образования» ТТУ им. М.С.Осими. Душанбе, 2010г. -С.133-135.
7. Мирзоев Б., Мирзоев П., Каюмов А. Исследование процесса получения технического глинозема и побочных продуктов из минерала мусковита

способом спекания // Материалы международной научной конференция посвященной 20-летию 16-Верховного Совета РТ. ФМГУ им. М.В. Ломоносова в г. Душанбе, 2012 г. -С.44-45.

8. Мирзоев Б., Мирзоев П., Сафиев Х.С. Исследование выщелачивания спека, полученного из минерала мусковита Курговатского месторождения, // Материалы Республиканской научно – практической конференции «Комплексная переработка местного сырья и пром. отходов» НИИ. ТНУ. Душанбе, 2013г. -С.53 – 54.
9. Ҳисоботи Саридораи геологияи назди Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон, соли 2006.

### **ТАҲҚИҚОТИ ХИМИЯВИИ МАЪДАНИ СТАВРОЛИТ СЛАНСИ СЛЮДАДОР КОНИ КУРГОВАТ**

**Фишурда.** Дар мақолаи мазкур натиҷаи таҳқиқотҳои геологӣ, минералогӣ ва химиявии маъдани ставролит сланси слюдадор оварда шудааст. Миқдори маъданҳои дар таркиби ашёҳои гилхокдор пурра омӯхта шуда таркиби химиявии он муайян карда шудааст. Барои пурра ҳосил намудани боварӣ ба маъданҳои ҳосилшуда дифрактограммаи минерали ставролит ва мусковит омӯхта шудааст, ки ин барои коркарди технологияи истеҳсоли гилхок аз маъданҳои маҳаллӣ асос шуда метавонад.

**Калидвожаҳо:** гилхок, ставролит, мусковит, майдакунаки паррадор, фраксия, шлих, шустани намуна, қайик.

### **ХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СЛЮДНЫХ СТАВРОЛИТОВЫХ РУД КУРГОВАТСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

**Аннотация.** В данной статье представлены результаты геолого-минералогических и химических исследований слюдоносных сланцевых ставролитовых руд. Полностью изучено количество минералов в составе глиноземистых объектов и определен их химический состав. Изучена дифрактограмма минералов ставролита и мусковита с целью получения полной уверенности в добываемых минералах, что может стать основой для разработки технологии производства глинозема из местных полезных ископаемых.

**Ключевые слова:** глинозем, ставролит, мусковит, щековая дробилка, фракция, шлак, промывка пробы, лодочка.

### **CHEMICAL RESEARCH SLUDNYKH STAVROLITOVYKH RUD KURGOVATSKOGO MESTOROJ DENIA**

**Annotation.** This article presents the results of geological, mineralogical and chemical studies of mica-bearing shale staurolite ores. The amount of minerals in the composition of aluminous objects has been fully studied and their



chemical composition has been determined. The diffraction pattern of staurolite and muscovite minerals was studied in order to obtain complete confidence in the mined minerals, which can become the basis for the development of alumina production technology from local minerals.

**Keywords:** alumina, staurolite, muscovite, jaw crusher, fraction, slag, sample washing, boat.

**Маълумот дар бораи муаллифон:**

**Тураев Сабурҷон Садриддинович** – номзади илмҳои техники, дотсенти кафедраи геология ва коркарди нафту газ, Донишгоҳи давлатии Данғара. **Суроға:** 734065, Ҷумҳурии Тоҷикистон, н. Данғара, кӯчаи Марказӣ, 25. **Телефон:** (+992) 93-544-10-70. **E-mail:** [Turaev-S@mail.ru](mailto:Turaev-S@mail.ru).

**Маҳмадраҳимов Рачабалӣ Қурбоналиевич** – саромӯзгори кафедраи геология ва коркарди нафту газ, Донишгоҳи давлатии Данғара. **Суроға:** 734065, Ҷумҳурии Тоҷикистон. **Телефон:** (+992) 206-70-06-06. **E-mail:** [mahmadrahimovrajabali@mail.ru](mailto:mahmadrahimovrajabali@mail.ru)

**Саидов Абурайҳон Исоевич** – саромӯзгори кафедраи геология ва коркарди нафту газ, Донишгоҳи давлатии Данғара. **Суроға:** 734065, Ҷумҳурии Тоҷикистон. **Телефон:** (+992) 93-447-03-03. **E-mail:** [saburaihon89@mail.ru](mailto:saburaihon89@mail.ru)

**Сведение об авторах:**

**Тураев Сабурҷон Садриддинович** - кандидат технических наук, доцент кафедры геологии и переработаным нефти и газа Дангаринского государственного университета. **Адрес:** 734065, Республика Таджикистан, р. Дангара, улица Маркази, 25. **Телефон:** (+992) 93-544-10-70. **Электронная почта:** [Turaev-S@mail.ru](mailto:Turaev-S@mail.ru)

**Маҳмадраҳимов Раджабали Қурбоналиевич** - старший преподаватель кафедры геологии и переработки нефти и газа Дангаринского государственного университета. **Адрес:** 734065, Республика Таджикистан. **Телефон:** (+992) 206-70-06-06; **Электронная почта:** [mahmadrahimovrajabali@mail.ru](mailto:mahmadrahimovrajabali@mail.ru)

**Саидов Абурайҳон Исоевич** - старший преподаватель кафедры геологии и переработаным нефти и газа Дангаринского государственного университета. **Адрес:** 734065, Республика Таджикистан. **Телефон:** (+992) 93-447-03-03; **Электронная почта:** [saburaihon89@mail.ru](mailto:saburaihon89@mail.ru)

**Information about the authors:**

**Turaev Saburjon Sadriddinovich** - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Geology and Oil and Gas Processing of Dangara State University. **Address:** 734065, Republic of Tajikistan, n.

Dangara, Markazi street, 25. **Phone:** (+992) 93-544-10-70; **E-mail:** Turaev-S@mail.ru

**Mahmadrakhimov Rajabali Qurbonalievich** - Senior Lecturer, Department of Geology and Oil and Gas Processing, Dangara State University. **Address:** 734065, Republic of Tajikistan. **Phone:** (+992) 206-70-06-06; **E-mail:** mahmadrahimovrajabali@mail.ru

**Saidov Aburaikhon Isoevich** - Senior Lecturer, Department of Geology and Oil and Gas Processing, Dangara State University. **Address:** 734065, Republic of Tajikistan. **Phone:** (+992) 93-447-03-03; **E-mail:** saburaihon89@mail.ru

**Муқарриз:** Рузиев Ҷ.Р. - д.т.н., профессор ТНУ.

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ  
ИЗМЕНЕНИЯ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК  
БИНАРНЫХ ГИДРИДОВ ЛАНТАНОИДОВ (II) И (III)**

Исозода Д.Т.

Институт энергетики Таджикистана

Анализ литературных сведений показывает, что относительно полные сведения по энтальпии и энергии Гиббса образования имеются для гидридов  $\text{LnH}_2$  [1-5]. Значение энтропии более половины  $\text{LnH}_2$  не определены. Для гидридов лантаноидов (III) -  $\text{LnH}_3$  имеются отрывочные сведения по их температуре ( $T_{\text{разл.}}$ , К) и энтальпии ( $\Delta H^0_T$ , кДж/ моль  $\text{H}_2$ ) разложения.

В продолжение серии работ [6-9], посвящённых изучению термодинамических свойств бинарных гидридов, в частности лантаноидов, в данной работе приведены результаты системного анализа термодинамических характеристик бинарных лантаноидов (II) и (III).

Отсутствующие в литературе сведения для базисных бинарных гидридов лантана, гадолиния, иттербия и лютеция получены нами методами сравнительного расчёта и разностей [10, с.11]. В качестве сравниваемых рядов сходных соединений использованы фториды этих металлов. Выбор обоснован кристаллографическим сходством анионов. Гидрид-ион ( $\text{H}^-$ ) в ионных гидридах имеет радиус ( $r_{\text{H}^-} = 0,13-0,15$  нм), который приблизительно соответствует радиусу иона фтора ( $\text{F}^-$ ) ( $r_{\text{F}^-} = 0,133$  нм). Отмечается, что поляризуемость гидрид иона имеет близкое значение с иодид – ионом [5, с.12].

Для уточнения и/или определения термодинамических характеристик гидридов лантаноидов использован полуэмпирический метод, разработанный авторами работ [13,14]. Расчёт произведён по корреляционному уравнению

$$A(\text{LnH}_x) = A(\text{LaH}_x) + \alpha N_f + \beta S + \gamma^I L_{(\text{Ce} - \text{Eu})} \gamma^{II} L_{(\text{Tb} - \text{Yb})} \quad (1)$$

где  $x=2,3$ .

**Таблица 1.** Коэффициенты корреляционного уравнения (1) для характеристики гидридов лантаноидов

Гидрид	Свойство	A	$\beta$	$\gamma^I$	$\gamma^{II}$
$\text{LnH}_2$	$-\Delta_f H^0$	-0.299	4.054	-1.757	-5.661
	$-\Delta_f G^0$	-0.157	0.743	-0.523	-2.173
	$S^0$	1.039	0.657	0.46	0.79
	$C_p^0$	-0.586	-0.143	-0.137	0.077
$\text{LnH}_3$	T разл.	4,93	-0,55	-30,69	-3,63
	$\Delta H$ разл.	3,66	-0,94	-2,37	0,06

Значения коэффициентов учитывают долевое влияние:  $\alpha$  - 4f-электронов,  $\beta$  – спиновых (S) и  $\gamma$  - орбитальных (L) моментов движения атомов лантаноидов, ( $\gamma'$  – для лантаноидов цериевой и  $\gamma''$  – иттриевой подгрупп) на искомую характеристику гидридов. Метод использован нами для определения термодинамических характеристик различных соединений лантаноидов [15-20].

При расчётах не учтены данные для гидридов европия и иттербия, т.к. они по своим электронным строением и характеристикам отличаются от общей закономерности, присущей другим лантаноидам [15-17]. Отличие обусловлено частичным или полным заполнением 4f-орбиталей атомов европия и иттербия электронами.

Имеющиеся литературные и рассчитанные нами сведения о термодинамических свойствах гидридов лантаноидов (II) и процесса термического разложения гидридов лантаноидов (III) приведены в таблицах 2 и 3.

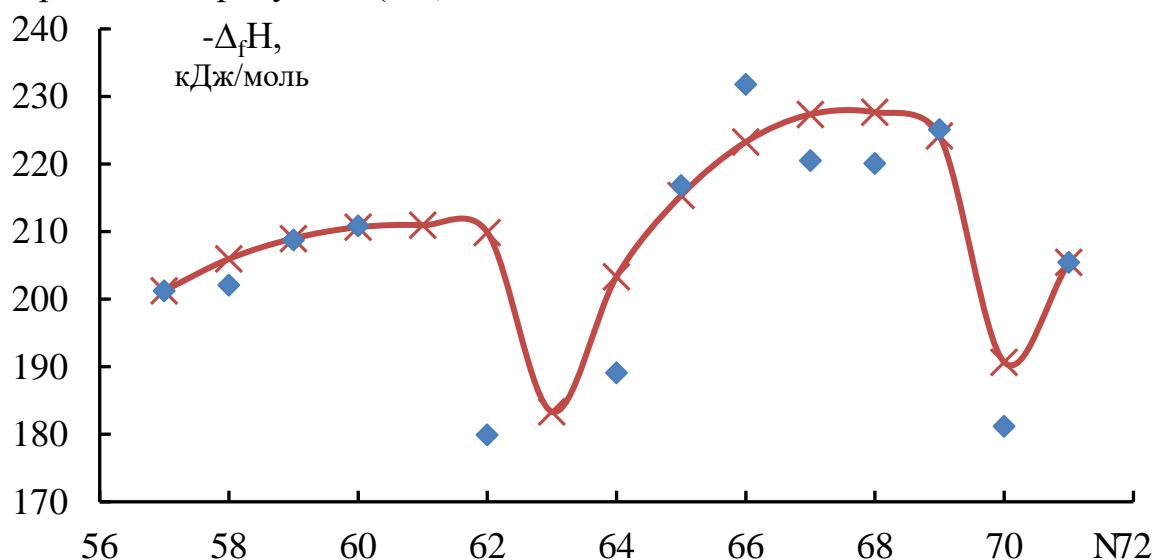
**Таблица 2.** Термодинамические характеристики гидридов лантаноидов (II)

Функция	Источ ник	LnH <sub>2</sub>							
		Ln цериевой подгруппы; (а) - литер.; (б) - расчёт							
		La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	
-ΔH <sup>0</sup> <sub>298</sub> , кДж/моль	(а)	201,3 207,5	202,1 229,7	209,2 208,8	187,4 210,9	-	179,9 223,0	-	
	(б)	201,3	205,9	206,9	206,9	205,0	201,7	183,1	
S <sup>0</sup> <sub>298</sub> , Дж/моль·К	(а)	51,6 51,7	55,7 55,8	56,7 56,8	58,9 58,9	-	-	-	
	(б)	51,6	55,5	57,8	59,6	61,0	61,9	58,1	
C <sub>p</sub> <sup>0</sup> <sub>298</sub> , Дж/моль·К	(а)	43,7 43,8	40,9 40,92	41,1 41,1	43,0 43,1	-	-	-	
	(б)	43,7	42,2	41,2	40,4	39,8	39,3	36,3	
Функция	Источ ник	LnH <sub>2</sub>							
		Ln иттриевой подгруппы; (а) - литер.; (б) - расчёт							
		Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
-ΔH <sup>0</sup> <sub>298</sub> , кДж/моль	(а)	189,1 204,4	209,0 216,7	209,0 231,8	220,3 220,5	226,8 219,9	225,1	181,0 181,2	205,4 201,5
	(б)	199,0	208,8	222,6	230,1	232,6	229,3	213,8	205,4
S <sup>0</sup> <sub>298</sub> , Дж/моль·К	(а)	-	74,2	64,6	55,3	-	-	-	-
	(б)	61,3	65,4	67,7	69,1	69,9	69,8	66,7	66,2
C <sub>p</sub> <sup>0</sup> <sub>298</sub> , Дж/моль·К	(а)	43,7	40,9	41,1	43,0	-	-	-	-
	(б)	43,7	42,2	41,2	40,4	39,8	39,3	36,3	39,2

**Таблица 3. Температура и энтальпия разложения LnH<sub>3</sub>**

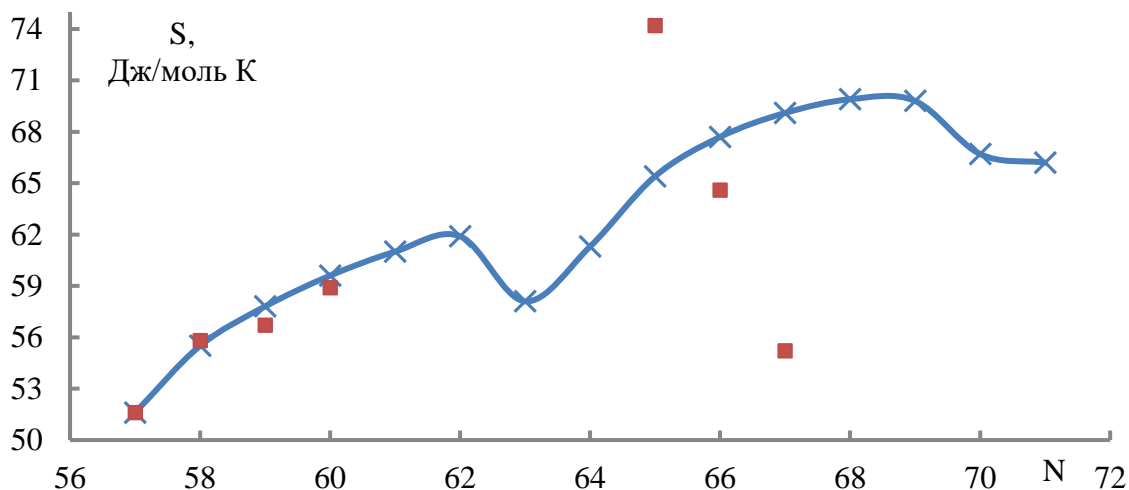
LnH <sub>3</sub>	$\Delta H^0_{\text{разл.}}$ , кДж/моль H <sub>2</sub>		$T_{\text{разл.}}$ , К, ( $P_{\text{H}_2}=10^5$ Па)		LnH <sub>3</sub>	$\Delta H^0_{\text{разл.}}$ , кДж/моль H <sub>2</sub>		$T_{\text{разл.}}$ , К, ( $P_{\text{H}_2}=10^5$ Па)			
	литература		Расчет	Литер.		расчет	литература		Расчет	Литер.	Расчет
	Метод						метод				
	ДТ А	Р-Т- Х					ДТА	Р-Т-Х			
LaH <sub>3</sub>	-	39,7	32,0	620	620	GdH <sub>3</sub>	92	-	62*	623	623
CeH <sub>3</sub>	-	46,4	36,5	430	538	TbH <sub>3</sub>	96	-	70	635	638
PrH <sub>3</sub>	-	37,2	37,9	490	481	DyH <sub>3</sub>	92	-	74,3	648	650
NdH <sub>3</sub>	67	34,3	38,8	518	455	HoH <sub>3</sub>	75	78,2	78,4	668	651
PmH <sub>3</sub>	-	-	41,9	-	460	ErH <sub>3</sub>	84	82,8	82,6	669	657
SmH <sub>3</sub>	75	40,5	47,6	587	435	TmH <sub>3</sub>	109	-	86,6	671	665
EuH <sub>3</sub>	-	-	42,6	-	523	YbH <sub>3</sub>	-	27,6	80,1	570	609
						LuH <sub>3</sub>	105	-	91*	689	689

Определённые и/или уточнённые значения термодинамических свойств бинарных гидридов позволили установить закономерности их изменения в зависимости от природы лантаноидов. Графики этих закономерностей изображены на рисунках (1-4).



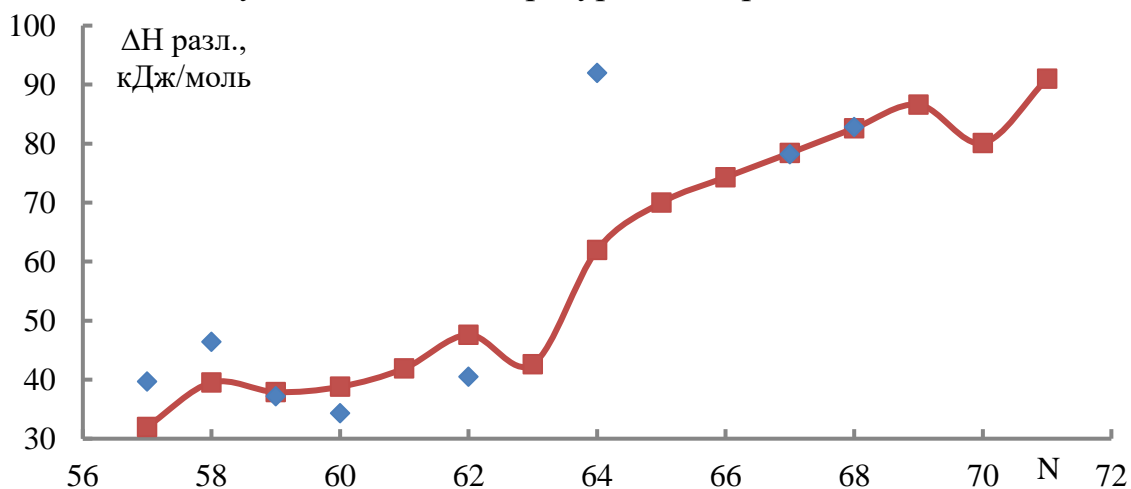
**Рисунок 1. График закономерности изменения энтальпии образования LnH<sub>2</sub> от природы (N) лантаноидов:  $\diamond$  - литература; x – расчёт**

Из рисунка (1) видно хорошее совпадение справочных и расчётных значений энтальпии образования  $\text{LnH}_2$  цериевой подгруппы, за исключением  $\text{SmH}_2$ . Для бинарных гидридов иттриевой подгруппе наблюдается заметное различие между литературными и расчётными значениями энтальпии образования  $\text{LnH}_2$ .



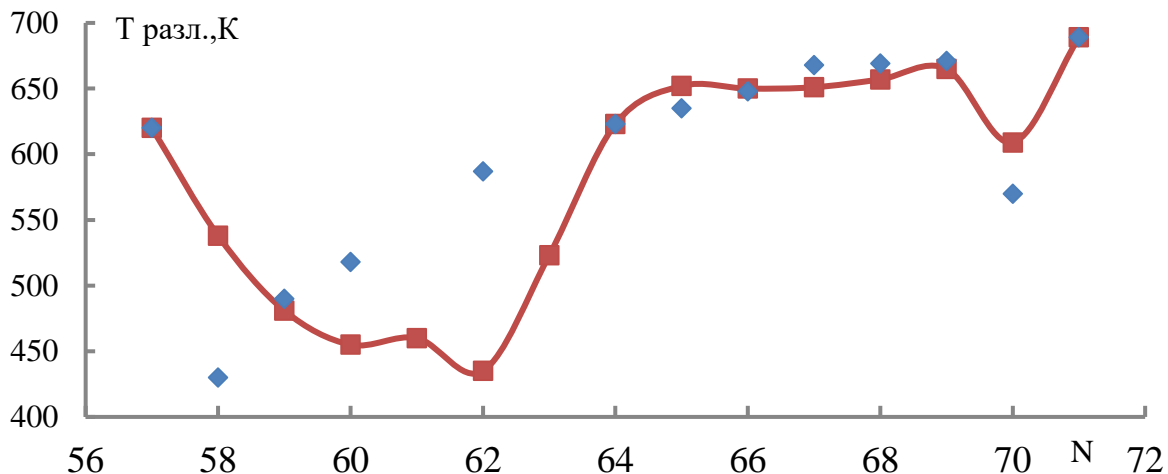
**Рисунок 2. Графики закономерности изменения энтропии  $\text{LnH}_2$  от природы (N) лантаноидов: □ - литература; x – расчёт**

На рисунке (2) приведен график закономерности изменения энтропии гидридов  $\text{LnH}_2$  в зависимости от природы лантаноидов. В целом, наблюдается рост значения энтропии  $\text{LnH}_2$  по мере возрастания порядкового номера лантаноидов. Наблюдается хорошее совпадение литературных и расчётных величин энтропии для гидридов цериевой подгруппы, что свидетельствует об их достоверности. Для гидридов иттриевой подгруппы наблюдается большое расхождение между немногими литературными и расчётными величинами.



**Рисунок 3. График закономерности изменения энтальпии разложения  $\text{LnH}_3$  от природы (N) лантаноидов: ◇ - литература; □ – расчёт**

Из рисунка (3) видно близкие значения расчётных и литературных величин энтальпии процесса разложения  $\text{LnH}_3$  в пределах ошибки эксперимента, за исключением для  $\text{GdH}_3$ . С ростом порядкового номера лантаноидов наблюдается симбатное повышение величины энтальпии разложения гидридов.



**Рисунок 4. График закономерности изменения температуры разложения  $\text{LnH}_3$  от природы (N) лантаноидов:  $\diamond$  - литература;  $\square$  – расчёт**

Из графика (4) видно, что закономерности изменения  $T_{\text{разл.}} \text{LnH}_3$  от природы лантаноидов имеет сложный характер. Сильное расхождение литературных и рассчитанных нами результатов наблюдается для гидридов цериевой подгруппы лантаноидов (Ce, Nd и Sm). Возможно, это связано с недостаточной чистоты исходных веществ и неравновесности условия эксперимента. Для гидридов иттриевой подгруппы наблюдается хорошее совпадение расчётных и литературных данных.

Проведено математическое моделирование установленных закономерностей изменения термодинамических свойств бинарных гидридов лантаноидов (II) и (III) по стандартной программе MICROSOFT EXCEL. Полученные математические уравнения приведены в таблице 4. При расчётах не учитывались величины термодинамических характеристик гидридов европия и иттербия, так как они выпадают из общих закономерностей характерных для всей группы лантаноидов.

**Таблица 4. Математические уравнения закономерности изменения термодинамических свойств бинарных гидридов лантаноидных групп в зависимости от природы металлов**

МНх	Свойства	Вид уравнения	$R^2$
$\text{LnH}_2$ (а)	$-\Delta_f H$	$y = -0,7093x^2 + 86,11x - 2402,7$	1,00
$\text{LnH}_2$ (б)	$-\Delta_f H$	$y = -1,9272x^2 + 260,46x - 8572,4$	1,00
$\text{LnH}_3$ (а)	$\Delta H_{\text{разл.}}$	$y = 0,3389x^3 - 60,263x^2 + 3573,1x - 70597$	1,00

МНх	Свойства	Вид уравнения	R <sup>2</sup>
	T <sub>разл.</sub> , К	Y=9,5179x <sup>2</sup> -1166,5x+36181	0,96
LnH <sub>3</sub> (б)	ΔH <sub>разл.</sub>	y = -0,3436x <sup>2</sup> + 50,417x - 1756,7	1,00
	T <sub>разл.</sub> , К	Y=0,0867x <sup>2</sup> -3,2396x+479,61	0,96
Примечание: у – свойства гидридов; х – порядковый номер М; R <sup>2</sup> – степень достоверности; тип тренда – полиномиальная; (а) – лантаниды цериевой, (б) – иттриевой подгрупп.			

### Заключение

Установленные закономерности в изменениях термодинамических свойствах бинарных гидридов лантаноидов (I) и (II) в пределах их группы имеют следующие характерные особенности:

– общим для гидридов лантаноидов является разделение графика на соответствующие подгруппы лантаноидов, с отклонением характеристик для гидридов европия и иттербия, обусловленным электронным строением этих металлов;

– для гидридов лантанидов состава LnH<sub>2</sub> в цериевой подгруппе наблюдается незначительный рост величины энтальпии образования гидридов с максимумом для гидроксида неодима. В иттриевой подгруппе наблюдается значительный рост величины энтальпии образования гидридов с максимумом для гидроксида гольмия;

– для гидридов лантаноидов состава LnH<sub>3</sub> установлено, что с ростом порядкового номера лантанидов наблюдается почти прямолинейное возрастание значений энтальпии процесса термического разложения гидридов лантаноидов состава LnH<sub>3</sub> с характерным разделением графика по подгруппам металлов.

### Литература

1. Волков, А.И., Жарский И.М. Большой химический справочник. Минск: Современная школа, 2005. 608 с.
2. Термические константы веществ: Справочник. М.: АН СССР, ВИНТИ, ИВТ, 1978. Вып.2. Ч.1. 527 с.
3. Антонова, М.М. Свойства гидридов металлов: Справочник. Киев: Наукова думка, 1975. 175 с.
4. Кост М.Е., Шилов А.Л., Михеева В.И. и др. Соединения редкоземельных элементов. Гидриды, бориды, карбиды, фосфиды, пниктиды, халькогениды, псевгалогениды. М.: Наука, 1983. 272 с.
5. Мюллер В.М. Мюллер В.М., Блекедж И.Р., Либовиц Дж. Дж. Гидриды металлов. М.: Атомиздат, 1973. 431 с.



6. Системный анализ термохимических свойств бинарных гидридов s-элементов, лантанидов (II) и моделирование закономерности их изменения. Известия НАНТ, отд. физико-матем., хим., геол. и техн. наук, №1(186), 2022, ISSN 0002 – 3485, с. 78-87. Хамидов Ф.А., Акрамов М.Ю., Эшов Д.Н., Исозода Д.Т., Бадалов А.
7. Гафуров Б.А. Синтез, термическая устойчивость и термодинамические характеристики боро- и алюмогидридов щелочных, щелочноземельных и редкоземельных металлов. Дисс. .... док. хим. наук, Душанбе, 2018.- 253 с.
8. У.М. Мирсаидов. Термическая устойчивость и термодинамические характеристики простых и комплексных гидридов редкоземельных металлов. У.М. Мирсаидов, Б.А. Гафуров, А. Бадалов. – Душанбе: Дониш, 2014. -84 с.
9. Бадалов, А. Физико-химические свойства простых и комплексных гидридов элементов IA, IIA групп и редкоземельных металлов / А. Бадалов, М. Икромов, У. Мирсаидов. - Душанбе: Дониш, 198. – 196 с.
10. Карапетьянц, М.Х. Методы сравнительного расчёта физико-химических свойств / М.Х. Карапетьянц. - М.: Наука, 1965. – 401 с.
11. Киреев, В.А. Методы практических расчётов в термодинамике химических реакций / В.А. Киреев. - М.: Химия, 1975. – 535 с.
12. Жигач, А.Ф. Химия гидридов / А.Ф. Жигач, Д.С. Стасиневич. – Л.: Химия, 1969. – 676 с.
13. Мешков, З.Б., Полуэктов Н.С., Топилова З.М., и др. Гадолиниевый излом в ряду трёхвалентных лантаноидов // Координационная химия. 1986. Т.12. Вып.4. С.481- 484.
14. Полуэктов Н.С., Мешкова С.Б., Коровин Ю.В. Корреляционный анализ в физикохимии соединений трехвалентных ионов лантаноидов. // Докл. АН СССР. 1982. Т. 266. № 5. С. 1157-1160.
15. Badalov, A.B., Gafurov B.A., Mirsaidov I.U. et al. Thermal stability and thermodynamic properties of tris tetrahydro-furanates lanthanide borohydrides // Inter. J. of Hydrogen Energy. 2011. V.36. P.1217-1219.
16. Гафуров, Б.А., Мирсаидов И.У., Насруллоев Х. и др. Термохимические характеристики борогидридных соединений лантаноидов // Журнал физической химии. 2014. Т.88. №7-8. С.1103-1107.
17. Mirsaidov U.M. , Gafurov B.A. , Mirsaidov I.U. , Badalov A. Energy Change Regularities of Crystal Lattice of Lanthanide Borohydrides. // Universal Journal of Chemistry. 4, 20 - 24. doi: 10.13189/ujc. 2016. 040103.
18. Исмоилов И.Р., Ходжаев Ф.К., Джураев Т.Д., и др. Системный анализ термических характеристик лантаноидов. // Вестник Таджикского технического университета. 2014, №4(28), С. 25-28.

19. Мирсаидов У., Гафуров Б.А., Бадалов А. Борогидриды редкоземельных металлов с тетрад-эффектом: проявление при определённых термодинамических характеристиках. // Известия АН РТ, отд. физ.-матем., хим., геолог. и техн. наук, 2014, №2 (155), С.19-25.
20. Мирсаидов У., Азизов О.А., Исозода Д.Т., Бадалов А. Моделированный, механохимический синтез гидридных соединений бора и алюминия и их энергетические, термодинамические характеристики – Душанбе: “Дониш” - 2021, 96с. С.47-52.

### **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК БИНАРНЫХ ГИДРИДОВ ЛАНТАНОИДОВ (II) И (III)**

**Аннотация.** В статье приведены результаты системного анализа термодинамических характеристик бинарных лантаноидов (II) и (III), На основании полученных результатов, показано графические закономерности изменения энтальпии образования, изменения энтропии  $LnH_2$  и энтальпии разложения  $LnH_3$  от природы (N) лантаноидов.

На основе полученной информации было проведено математическое моделирование установленных закономерностей с использованием стандартной программы MICROSOFT EXCEL.

**Ключевые слова:** Гидриды, энтальпия образования, энтропия, лантаноиды, анализ, моделирование.

### **МОДЕЛСОЗИИ МАТЕМАТИКИИ КОНУНИЯТХОИ ТАҒЙИРИ ТЕРМОДИНАМИИ ГИДРИДҶОИ БИНАРИИ ЛАНТАНОИДҶО (II) ВА (III)**

**Фишурда.** Дар мақола тахлили системавии ҳосиятҳои тармодинамикии пайвастиҳои бинарии лантаноидҳои (II) и (III) овардашудааст. Дар асоси натиҷаҳои ҳосилшуда, ба таври графикӣ қонуниятҳои тағирёбии энталпияи ҳосилшавӣ, тағирёбии энтропии  $LnH_2$  ва энталпияи таҷзияи  $LnH_3$  аз табиати лантаноидҳо нишон дода шудааст.

Дар асоси маълумотҳои гирифташуда, моделиронии математикии қонуниятҳои тағирёбии муаайяншуда, бо барномаи стандартии MICROSOFT EXCEL гузаронида шуд.

**Калидвожаҳо:** Гидридҳо, энтальпия ҳосилшавӣ, энтропия, лантаноидҳо, таҳлил, моделиронӣ.

## MATHEMATICAL MODELING OF THE REGULARITIES OF CHANGING THE THERMODYNAMIC CHARACTERISTICS OF BINARY HYDRIDES OF LANTHANOIDES (II) AND (III)

**Annotation.** The article presents the results of a systematic analysis of the thermodynamic characteristics of binary lanthanides (II) and (III). Based on the results obtained, graphical patterns of the change in the enthalpy of formation, the change in the entropy of LnH<sub>2</sub> and the enthalpy of decomposition of LnH<sub>3</sub> from the nature of (N) lanthanides are shown.

Based on the information obtained, mathematical modeling of the established patterns was carried out using the standard MICROSOFT EXCEL program.

**Key words:** Hydrides, enthalpy of formation, entropy, lanthanides, analysis, modeling.

**Маълумот дар бораи муаллиф:**

**Исозода Диловар Тарик** – номзади илмҳои химия, дотсенти кафедраи илмҳои табиӣ-риёзии Донишқадаи энергетикӣи Тоҷикистон.

**E-mail:** [isoev-d@mail.ru](mailto:isoev-d@mail.ru)

**Сведения об авторе:** Исозод Диловар Тарик – кандидат химических наук, доцент кафедры естественнонаучных наук Таджикского энергетического института. **E-mail:** [isoev-d@mail.ru](mailto:isoev-d@mail.ru)

**Information about the author:** Isozoda Dilovar Tarik – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of Natural Sciences of the Tajik Energy Institute. **E-mail:** [isoev-d@mail.ru](mailto:isoev-d@mail.ru)

**Рецензент:** Раджабов С.Ф. -к.х.н., ДГУ.

УДК 668.58 + 665.3 + 661.188.1 + 661.188.3

## ХОРИЧКУНИИ ОБИ ГЛИСЕРОЛИ ТЕХНИКИИ ПАРТОВҲОИ САНОАТИ СОБУНПАЗӢ

Авазов М.А.

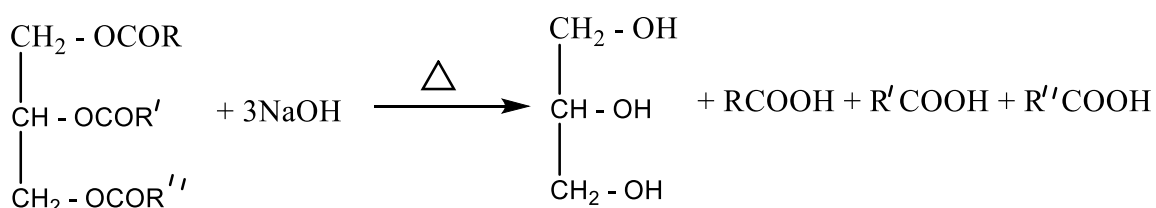
Донишгоҳи миллии Тоҷикистон

Дар ҳаёти рӯзмарраи инсоният маводи шӯянда нақши муҳимро бозид, талабот ба навъҳои гуногуни чунин мавод мефзояд. Бояд тазаккур дод, ки ҳамасола дар тамоми дунё бештар аз 400 миллион тонна маводи шӯянда истеҳсол карда мешавад, ки аз ин тақрибан 50%-ашон чарбҳо ва рағанҳо мебошад. Номгӯи маводи шӯянда низ тайи солҳои охир 167 хеле зиёд гардидааст. Зикр кардан ба маврид аст, ки аз ҷониби муҳаққиқон усулҳои истеҳсоли чунин маводи барои инсоният зарурӣ пайваста тақмил меёбад.

Чи хеле маълум аст, зимнаи ба сифати ашё истифода бурдани чарбу рағанҳои рустанигӣ дар баробари маводи шӯянда (собун, шампун ва ғайра) боз яке аз моддаҳои ҳаётан муҳим глисерол ҳосил мешавад, ки он қариб дар ҳама соҳаҳо ба монанди: хоҷагии халқ, тиб, ҳарбӣ, рӯзгор ва ғайраҳо мавриди истифода қарор дорад. Глисероли дар ин маврид ҳосилшуда пас аз буғронии чандинкарата ҳамеша дар таркибаш як миқдори муайяни об дорад ва беобкунии он яке аз масъалаҳои мубрам маҳсуб меёбад.

Ҳадафи таҳқиқоти мазкур низ аз усулҳои самараноки беобкунии глисероли техникӣ иборат мебошад. Қаблан дар мақолаи [1] усули беобкунии глисероли техникӣ партовҳои саноати собунпазӣ дар пояи рағани пунбадона пешниҳод гардид. Таҳлили адабиёти сершумори ватанию хориҷӣ нишон медиҳад, ки миқдори оби глисероли техникӣ аз истифодаи рағанҳои мухталифи рустанигӣ (пахта, лӯбиё, зағир, сиёҳдона, зайтун ва ғайра) вобастагии зиёд дорад [2-8]. Ҳадафи таҳқиқоти мазкур аз беобкунии глисероли техникӣ дар натиҷаи собунонии рағани зағир ҳосилшуда иборат мебошад.

Усули раванди собунонӣ бо нақшаи зайл сураат мегирад:



Дар ин чо R, R' ва R'' радикалҳои якхела ва гуногун мебошанд ва онҳо бақияи карбохидрогенҳои машбуъ (сер) ва номашбуъ (носер) аз C<sub>13</sub> то C<sub>18</sub> ҳастанд.

Моддаҳои асосӣ дар таркиби рағфани зағир мавҷуда инҳоянд: 312,350 мкг/л магний, 111 – 118 мкг/л натрий, 117-116 мкг/л алюминий, 44-47 мкг/л оҳан, 30,38 мкг/л кремний, 27,28 мкг/л руҳ, 18,19 мкг/л мис. 6,8,8 мкг/л калсий, селен, манган; 2-5 мкг/л хром; 1,2-0,1 мкг/л сурб, кобалт, молибден, арсен; 0,05-0,001 мкг/л кадмий, висмут, калъагӣ, сурма ва ғайра [9-10].

Миқдори боқияи карбохидрогенҳои кислотаҳои рағфани серғизо мебошад.

Номи кислота	Миқдор
Palmitoleic C 16:1 (Омега-7)	0,11 г
Oleic C 18:1 (омега-9)	18.300-20.197 гр
Linoleic C 18: 2 (омега-6)	12.701-14.301 гр
Линоленик C 18:3 (омега-3)	53.304-53.401 гр
Stearidon C 18:4 (Омега-3)	0,1 г
Gadoleic C 20:1 (Омега-11)	0,1 г
Arachidonic C 20:4 (Омега-6)	0,0 г
Eicosapentaenoic C 20:5 (омега-3)	0,0 г
Ерукова C 22:1 (омега-9)	0,0 г
Клупанадон C 22:5 (омега-3)	0,0 г
Docosaheptaenoic C 22:6 (омега-3)	0,0 г
Nervonova C 24:1 (омега-9)	0,0 г

#### Кислотаҳои рағфани серравған

Номи кислота	Миқдор
Capric C 10:0	0,0 г
Лорик C 12:0	0,0 г
Myristic S 14:0	0,11 г
Палмитик C 16:0	5,10-5,31 г
Маргарин C 17:0	0,11 г
Стеарик C 18:0	3,40 – 4,11 г

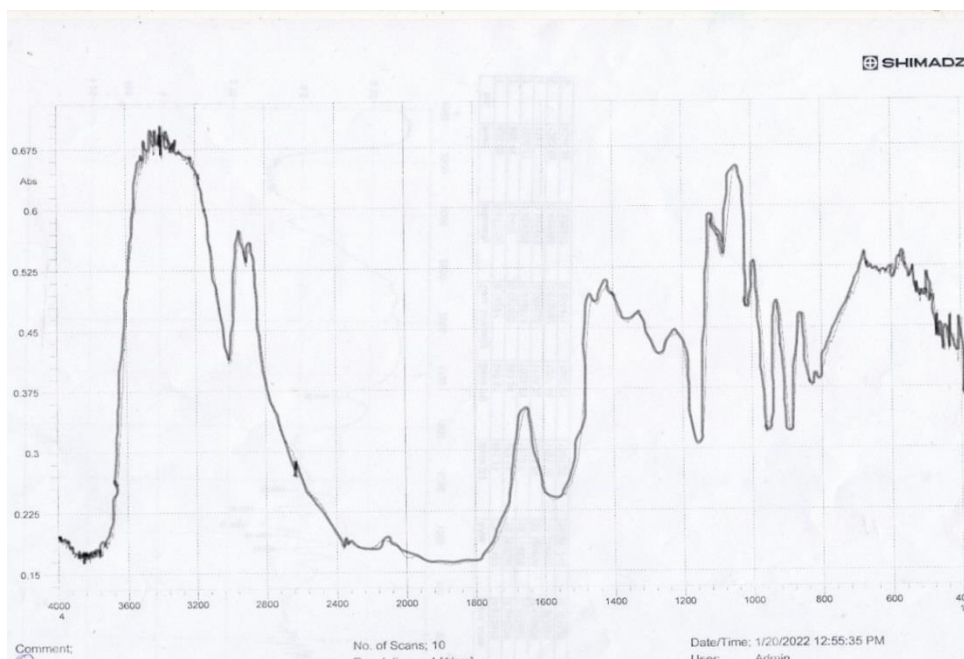
Арачинова С 20:0	0,9 г
Бегенова С 22:0	0,9 г
Лигноцерик С 24:0	0,9 г

Чи хеле аз реаксияи (таомули) зикршуда дида мешавад, дар баробари собун (маводи шўянда), инчунин ҳосилшавии яке аз моддаҳои хеле муҳими кимиёи узвӣ (органи) – глицерол (глицерин) ба вуқӯъ мепайвандад ва он дар намуди маҳлули обӣ мебошад. Гарчанде дар корхонаҳои собунпазӣ солҳои охир бо усули тақтиркунӣ як қисми оби глицеролро ҷудо мекунанд, вале таҳқиқотҳои сершумор нишон доданд, ки пас аз буғронӣ глицероли 72-88 % -а (глицероли техникӣ) (вобаста аз рағани зағири гирифташуда) ҳосил мегардад [11-18]. Ин ба он алоқаманд аст, ки дар байни об ва глицерол 168 робитаҳои ҳидрогении хеле қавии байнимолекулӣ мавҷуданд. Ҳадафи кори таҳқиқотии мо аз пурра беобкунии глицерол иборат мебошад.

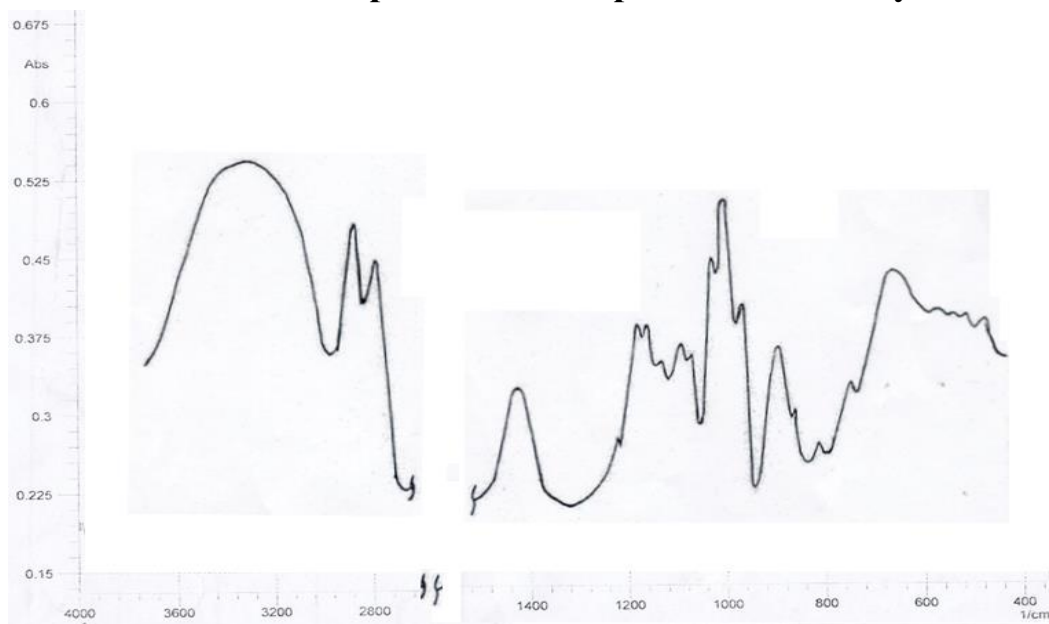
Бо назардошти ин мо доир ба беобкунии глицероли техникӣ (76%-а) дар натиҷаи собунонии рағани зағир ҳосилшуда таҳқиқот гузаронидем. Барои беобкунии глицероли техникӣ мо дар қаръи (колбаи) поёнаш гирд 50г глицероли техникӣ гирифта, сипас ба он 30 мл бензен (бензол) илова намудем. Қаръро (колбаро) бо асбоби Динн – Старк, хунуккунаки баръакс ва найчаи хлориди калсий ҷиҳозонида, пас аз 1,5-1,8 соат 12 г оби дар асбоби Динн-Старк ҷамъ шударо ҷудо намудем. Сипас бо усули буғронӣ бензенро (бензолро) ҷудо карда, глицероли ҳосилшударо хушк намудем. Тавлиди маҳсулот 98% -ро ташкил дод, яъне глицероли ҳосилшуда дорои 2% об мебошад.

$$n_{\text{д}}^{20} = 1,4740; \quad d_4^{20} = 1,2650;$$

Дар спектри ИС чунин соҳаҳои фурӯбариро пайдо намудем ( $\delta$ , см<sup>-1</sup>):  
 $\text{CH}_2\text{-(OH)CH-(OH)CH}_2\text{-(OH)}$ ,



**Расми 1. Спектри ИС–и глицерол пеш аз беобкуни**



**Расми 2. Спектри ИС–и глицерол пас аз беобкуни**

Ба ҳамин монанд, барои беобкунии глицероли техникӣ аз ҳалқунандаҳои мухталиф, ки бо об омехтаи азеотропӣ ҳосил мекунад, истифода намудем.

Дар ҳарорати ҷӯшиши омехтаи азеотропӣ фосилаи вақти беобкуни ва тавлиди глицероли беоб дар ҷадвал оварда шудааст.

**Ҷадвали 1**

<i>№</i>	<i>Ҳалқунанда</i>	<i>Фосилаи вақт/дақ</i>	<i>Тавлиди маҳсулот, %</i>
1	Толуен (толуол)	110 – 120	90
2	о – ксилен (о – ксилол)	62 – 70	100

3	м – ксилен (м – ксилол)	75 – 80	96
4	п – ксилен (п – ксилол)	90 – 97	97
5	Кумол	125 – 135	91

Чи хеле аз чадвал дида мешавад, дар байни ҳалқунандаҳо аз ҳама беҳтар о – ксилен (о – ксилол) мебошад, ки зимни истифодаи он дар фосилаи вақти камтар (62 – 70 дақиқа) тавлиди маҳсулот 100% - ро ташкил медиҳад. Дар иштироки ҳалқунандаҳо толуен (толуол) ва кумол бошад, зимни дурудароз ҷӯшонидан тавлиди маҳсулот аз 90 – 91 % мувофиқан зиёд намешавад.

Ҳамин тариқ, беобкунии глицероли техникӣ бо ин усул нишон медиҳад, ки он аз ҷиҳати иқтисодӣ самаранок мебошад, чунки пас аз гузаронидани раванд мо метавонем ҳалқунандаро бо усули тақтиркунӣ ҷудо карда, дубора барои беобкунии глицероли техникӣ истифода барем.

#### Адабиёт

1. Авазов М.А., Каримов М.Б. Усулҳои беобкунии глицероли техникӣ партовҳои саноати собунпазӣ дар пояи рағани пунбадона: Донишгоҳи Миллии Тоҷикистон, факултети биология – 2022. – С.442-453
2. Акаева, Т.К. Основы химии и технологии получения и переработки жиров. Ч. 1: Технология получения растительных масел: учеб. пособие / Т.К. Акаева, С.Н. Петрова. – Иваново: ГОУ ВПО Иван. гос. хим. -технол. ун-т, 2007. – 124 с. 171
3. Бутовский М.Э., Дзюбо В.В. Флотационные методы очистки сточных вод мясокомбинатов // Мясные технологии. – 2008. – № 12. – С. 16–18.
4. Бутовский М.Е., Дзюбо В.В. Усулҳои флотатсия тоза кардани оби партови комбинатҳои гӯшти // Мясные технологии. – 2008. – № 12. – С. 16 – 18 .
5. Горячева А.Ф., Кузьминский Р.В. Технологии собун. – М.: Саноати хуруқвори , 1983. – 240 с.
6. ГОСТ 30216 – 95. Собуни саҳти хонагӣ. Умумӣ мебошанд шароити техникӣ. – Минск: Нашриёти стандартҳо, 2005. – 11 с.
7. ГОСТ 790 – 89 Собуни саҳти рӯзгор ва собун парвоз. Қоидаҳои қабул ва усулҳои иҷрои андозагирӣ. – М.: Нашриёти стандартҳо, 2002. – 13 с.
8. Горячева А.Ф., Кузьминский Р.В. Технология мыла. – М.: Пищевая промышленность, 1983. – 240 с.
9. ГОСТ 30266–95. Мыло хозяйственное твердое. Общие технические условия. – Минск: Изд-во стандартов, 2005. – 11 с.



10. ГОСТ 790–89. Мыло хозяйственное твердое и мыло туалетное. Правила приемки и методики выполнения измерения. – М.: Изд-во стандартов, 2002. –13 с.
11. Гончаров, Г.И. Технология и оборудование для производства пищевых жиров / Г.И. Гончаров, А.А. Буша. – Киев: Урожай, 1991. – 86 с.
12. Николаев П.В., Козлов Н.А., Петрова С.Н. Основы химии и технологии производства моющих средств. Иваново, 2017. 117 с.
13. Пугонова В.А. Мыло хозяйственное // Коммерч. вестн. – 2000. – № 3. – С. 65– 68.
14. Путонова В.А. Собуни чомашӯй // Коммерч. весн. –2000. –№ 3. –С. 65–68.
15. Стопский, Н.А. Химия жиров и продуктов переработки жирового сырья: учеб. / Н.А. Стопский. – М.: Колос, 1992. – 285 с.
16. Терней, А. Современная органическая химия: учеб. / А. Терней; пер. с англ. Е.И. Карпейская, Л.М. Орлова. – М.: Мир, 1981. –Т. 2.– 678 с.
17. Товбин И.М., Залипо М.Н., Журавлев А.М. Производство мыла. М.: «Пищевая промышленность», 1976. 205 с.
18. Файнберг, Е.Е. Технологическое проектирование жироперерабатывающих предприятий (рафинация и гидрогенизация жиров) / Е.Е. Файеберг, И.М. Товбин, А.В. Луговой. – М.: Лёгкая и пищевая промышленность, 1983. – 416 с.

## **ХОРИЧКУНИИ ОБИ ГЛИСЕРОЛИ ТЕХНИКИИ ПАРТОВҲОИ САНОАТИ СОБУНПАЗӢ**

**Фишурда.** Дар мақолаи мазкур раванди таҷзияи равғани зағир ва усули беобкунии глицероли техникии пас аз собунонӣ ҳосилшуда оварда шудааст.

Нишон дода шудааст, ки дар байни ҳалқунандаҳо аз ҳама беҳтар о – ксилен (о – ксилол) мебошад. Зимни истифодаи он дар фосилаи вақти камтар (62 – 70 дақиқа) тавлиди маҳсулот 100% - ро ташкил медиҳад.

**Калидвожаҳо:** пайвастаҳои глицерол, карбоҳидрогенҳои номашбӯъ (беҳад), карбоҳидрогенҳои машбӯъ (ҳаднок), собун (маводи шӯянда), бензен (бензол), ксиленҳо (ксилолҳо). Обҳои партови саноатии равғандор, комбинати гушт, лой, собун, соддаи каустикӣ.

## УДАЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ГЛИЦЕРИНОВОЙ ВОДЫ ИЗ ОТХОДОВ МЫЛОВАРЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

**Аннотация.** В этой статье проведено исследование процесса разложения жира и способ обезвоживания технического глицерина представлена техника, полученная после намыливания.

Показано, что среди растворителей о – ксилол является лучшим, (о – ксилол). При его использовании в более короткий промежуток времени (62 – 70 минут) производство составляет 100%.

**Ключевые слова:** соединения глицерина, непредельные углеводороды (бехад), насыщенные углеводороды, мыло (моющее средство), бензол (бензол), ксилолы (ксилолы). Нефтедержащие промышленные сточные воды, мясокомбинат, шлам, мыло, каустическая сода.

## WATER COLLECTION OF TECHNOINDUSTRIAL WASTE GLYCERIN SOAP PRODUCTION

**Annotation.** In this article, the process of fat decomposition and the method of dehydration of glycerin the technique obtained after soaping is presented.

It is shown that o – xylene is the best among solvents (o – xylene). At its use in a shorter period (62 – 70 minutes) production is 100%.

**Keywords:** glycerin compounds, unsaturated hydrocarbons (behad), saturated hydrocarbons, soap (detergent), benzene (benzene), xylenes (xylenes). Oily industrial wastewater, meat-processing plant, sludge, soap, caustic soda.

**Маълумот оиди муаллиф:**

**Авазов Муллонадир Авазович** – докторант (Ph.D) кафедраи химияи органикии факултети химияи Донишгоҳи Миллии Тоҷикистон. **Адрес:** Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Душанбе, х. Рӯдакӣ, 17. **Телефон:** (+992) 938-69-55-57; **E-mail:** [mullonodir@mail.ru](mailto:mullonodir@mail.ru)

**Сведения об авторе:**

**Авазов Муллонадир Авазович** – докторант (Ph.D) кафедры органической химии химического факультета Таджикского национального университета. **Адрес:** Республика Таджикистан, г. Душанбе, п. Рудаки, 17. **Тел:** (+992) 938-69-55-57; **E-mail:** [mullonodir@mail.ru](mailto:mullonodir@mail.ru)

**Information about the author:**

**Avazov Mullonadir Avazovich** – Doctoral (Ph.D) Department of Organic Chemistry, Faculty of Chemistry, Tajik National University. **Address:** Republic of Tajikistan, Dushanbe, Rudaki Ave. 17. **Phone:** (+992) 938-69-55-57; **E-mail:** [mullonodir@mail.ru](mailto:mullonodir@mail.ru)

**Муқариз:** н.и.х., дотсент Тағозода С.Э. – ДД

## МАЪЛУМОТ БАРОИ МУАЛЛИФОН

Талабот нисбат ба мақолаҳои илмие, ки ба маҷаллаи илмӣ «Паёми Донишгоҳи давлатии Данғара» пешниҳод мешаванд.

Мақолаҳои илмие, ки ба редаксияи маҷалла пешниҳод мешаванд, бояд ба талаботи зерин ҷавобгӯ бошанд:

- Мақолаҳо бояд бо риояи талаботи муқаррарнамудаи ҳайати таҳририяи маҷалла навишта шаванд;
- Мақолаҳо бояд натиҷаи таҳқиқоти илмиро дар ин ҷо на соҳа фарогиранд;
- Мақолаҳо бояд ба яке аз самтҳои (баҳшҳои) маҷалла мувофиқ бошанд;

Ҳама маводҳое, ки ба ҳайати таҳририяи маҷалла пешниҳод мешаванд, аз барномаи зиддисирқат дар вебсайти **Antiplagiat** тафтиш мешаванд ва пас аз он ҳайати таҳририя муаллифнро (ҳаммуаллифнро) аз натиҷаи баҳодиҳии дастнавис огоҳ мекунад. Сониян, ҳайати таҳририя дар бораи қабули мавод ва коркарди минбаъда ва ё аз радшудани он муаллифнро (ҳаммуаллифнро) хабардор менамояд.

### Талабот оид ба сохтори мақолаҳои илмӣ

Мақола бояд дар формати Microsoft Word, шрифти Times New Roman, андозаи 14, ҳошиязҳаргараф 2,5 см, фосилаи байни сатрҳо 1,5 мм таҳия карда шавад. Ҳаҷми мақола (бо дарбаргирии фишурда ва феҳрасти манобеи истифодашудаи он) бояд аз 6 то 15 саҳифа дар формати А4 фаро гирад.

### Сохтори мақола

- Индекси УДК;
- Унвони мақола бо ҳарфҳои калон;
- насаб ва ҳарфҳои аввали номи муаллиф (масалан, Шарипов Д.М.);
- номи ташкилоте, ки дар он муаллифи мақола кор мекунад;
- матни асосии мақола;
- истинод аз маводи мушаххас дар қавси мураббаъ [4, с.25] оварда мешавад;
- ҷадвалҳо, диаграммаҳо, схемаҳо ва расмҳо бояд ном дошта, рақамгузорӣ карда шаванд;
- номгӯии манобеи истифодашуда (на камтар аз 5 ва на зиёда аз 10 ададро дар бар гирад);
- Феҳрасти манобеи истифодашуда мувофиқи талаботи ГОСТ 7.1-2003 ва ГОСТ 7.0.5-2008 тартиб дода мешавад;
- Манобеи истифодашуда тадқиқоти анҷомдодаи солҳои охири муҳаққиқони соҳаро дарбар гирад;
- Пас аз феҳрасти манобеи истифодашуда бо сезабон (точикӣ, русӣ ва англисӣ) маълумоти зерин оварда мешавад: унвони мақола, фишурдаи он ва калидвожаҳо (фишурда на камтар аз 100 калима, калидвожаҳо аз 7 то 10 калима ё ибораҳо);
- маълумот дар бораи муаллиф (он) ба забонҳои тоҷикӣ, русӣ ва англисӣ (ба чунин тартиб: ному насаби пурраи муаллиф (он), дараҷаи илмӣ, унвони илмӣ (агар бошад), номи ташкилоте, ки муаллиф (он) дар он кор мекунад, вазифаи муаллиф (он) дар ин ташкилот, рақами телефон, суроғаи электроники муаллиф (он);

Тақризи ба мақолаи илмӣ пешниҳодшуда аз ҷониби номзад ё доктори илм барои муаллиф (он)-е, ки дараҷаи илмӣ надорад хатмӣ мебошад.

## ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

Требования к научным статьям, подаваемым в научный журнал «Вестник Дангаринского государственного университета».

Научные статьи, подаваемые в редакцию журнала, должны соответствовать следующим требованиям:

- Статьи должны быть написаны с соблюдением требований, установленных редколлегией журнала;
- Статьи должны включать результаты научных исследований в той или иной области;
- Статьи должны соответствовать одному из направлений (разделов) журнала;

Все материалы, поступившие в редакцию журнала, будут проверены программой антиплагиат на сайте Антиплагиат, после чего редакция уведомит авторов (соавторов) о результатах оценки рукописи. Во-вторых, редакция информирует авторов (соавторов) о принятии материала и дальнейшей обработке или отклонении.

### Требования к структуре научных статей

Статья должна быть написана в формате Microsoft Word, шрифт Times New Roman, размер кегл 14, поля 2,5 см, межстрочный интервал 1,5 мм. Объем статьи (включая аннотацию и список использованных источников) должен занимать от 6 до 15 страниц формата А4.

### Структура статьи

- индекс УДК;
- название статьи заглавными буквами;
- фамилия и инициалы имени автора (например, Шарипов Д.М.);
- название организации, в которой работает автор статьи;
- основной текст статьи;
- ссылка на конкретные материалы дается в квадратных скобках [4, с.25];
- таблицы, схемы, диаграммы и рисунки должны быть названы и пронумерованы;
- список использованных источников (включать не менее 5 и не более 10 наименований);
- Перечень используемых ресурсов составляется в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1-2003 и ГОСТ 7.0.5-2008;
- Используемые источники должны включать исследования, проведенные исследователями за последние годы.
- После списка использованных источников на трех языках (таджикском, русском и английском) указывается следующая информация: название статьи, ее краткое содержание и ключевые слова (резюме не менее 100 слов, ключевые слова от 7 до 10 слов или фраз);
- сведения об авторе(ах) на таджикском, русском и английском языках в следующем порядке: полное имя автора(ов), ученая степень, звание (при наличии), наименование организации, где работает автор(ы), номер телефона, адрес электронной почты.

Рецензия на научную статью, автор (ов) которые не имеют ученой степени представленную кандидатом или доктором наук обязательно.

## МУНДАРИҶА

### МАТЕМАТИКА

<b>Чураева Г.Х.</b> Дар бораи шакли пешниҳоди таҳлилӣ ҳалли масъалаи канори барои муодилаи статсионарии сингулярӣ-ошубии гармигузаронӣ.....	5
<b>Комилиён Ф.С., Саидзода И.М.</b> Амсилаи концептуалии таъсири бемориҳо ва зараррасонҳо ба фаъолияти оилаи занбӯри асал.....	11
<b>Каримов А.Ғ., Талбаков Ҳ.Х., Пиров Ҳ.Х.</b> Дар бораи самаранокии таълими ҳамгироии фанни математика ва информатика дар мисоли теоремаи Коши.....	22
<b>Пиров Ҳ.Х.</b> Ҳалли даврии дукаратаи як синфи системаҳои эллиптикии гайрихаттии муодилаҳои тартиби дуум.....	29

### ФИЗИКА

<b>Олимӣ А.Р.</b> Модели таъсири мутақобилаи зарядҳои электрикӣ (барқӣ) (моделсозии компютерӣ) .....	37
<b>Чаҳонгири А., Шарипов С.К., Маҳмадалиев У.М., Холов Ё. Ҷ., Улфатов С.Э.</b> Самаранокии хати интиқоли чараёни доимӣ.....	45
<b>Олимӣ А.Р.</b> Ҳаракати қисми нисбат ба уфуқ таҳти кунҷ партофташуда (моделсозии компютерӣ) .....	51
<b>Бубиев М.Ч.</b> Таҷриба ва супоришҳои мустақилона аз физика, ҳамчун омилҳои мустақилият ва донишазхудкунии донишҷӯёни равияи омӯзгории муассисаҳои таҳсилоти олии касбии Ҷумҳурии Тоҷикистон.....	63
<b>Эмомов Б.Ф., Ризоев С.Г.</b> Алоқамандии хосиятҳои электрикӣ ва гармофизикии ҳӯлаҳои алюминий-сурб-сурмавии бо силитсий чаваронидашуда.....	77
<b>Джахонгири А., Зувайдуллозода Ф.З., Маҳмадалиев У.М., Одинаев Н.Х., Рашидов А.Р.</b> Хати интиқоли баландшиддати CASA-1000.....	86
<b>Гафоров С., Баротов Н.И.</b> Вобастагии ҳароратии хосиятҳои электрофизикии халкогенидҳои нуқра.....	96
<b>Олимӣ А.Р.</b> Корҳои озмоишии виртуалӣ аз фанни физика барои донишҷӯёни таҳсилоти фосолавӣ.....	107

### ХИМИЯ

<b>Ғаниев И.Н., Элмурод А., Шоназаров Р.С., Файзуллоев У.Н.</b> Таъсири иловаҳои калий ба рафтори коррозионӣ-электрохимиявии ҳулаи алюминий $AlCu4.5Mg1$ дар муҳити электролити $NaCl$ .....	117
<b>Агадуллина А.Х., Короткова Л.Н., Мамлиева А.В., Кимсанова Ф.Б., Тағозода С.Э.</b> Усулҳои коркарди чӯб бо роҳҳои механикӣ ва химиявӣ: дар мисоли чангалпарварии Абзелилии Ҷумҳурии Бошқирдистон.....	130
<b>Исозода Д.Т.</b> Таҳлили систематикӣ хосиятҳои термодинамикии гидридҳои бинарии s-элементҳо ва моделиронии онҳо.....	137
<b>Олимов Р.А.</b> Тавлиф дар асоси ҳосилаҳои гетеросикликии глитсерин.....	145
<b>Тураев С.С., Маҳмадраҳимов Р.Қ., Саидов А.И.</b> Таҳқиқоти химиявии маъдани ставролит сланси слюдадор кони Курговат.....	160
<b>Исозода Д.Т.</b> Моделсозии математикии қонуниятҳои тағйири термодинамикии гидридҳои бинарии лантаноидҳо (II) ва (III).....	171
<b>Авазов М.А.</b> Хориҷкунии оби глисероли техникаи партовҳои саноати собунпазӣ.....	180

## СОДЕРЖАНИЕ

### МАТЕМАТИКА

<b>Джураева Г.Х.</b> Об аналитическом решении краевых задач для сингулярно-возмущенного уравнения стационарной теплопроводности.....	5
<b>Комилиён Ф.С., Саидзода И.М.</b> Концептуальная модель влияния болезней и вредителей на деятельность медоносной пчелиной семьи.....	11
<b>Каримов А.Г., Талбаков Х.Х., Пиров Х.Х.</b> Об эффективности совместного обучения математики и информатики на примере теоремы Коши.....	22
<b>Пиров Х.Х.</b> Двойкопериодические решения одного класса нелинейных эллиптических систем уравнений второго порядка.....	29

### ФИЗИКА

<b>Олими А.Р.</b> Модель взаимодействия электрических зарядов (компьютерное моделирование).....	37
<b>Джахонгири А., Шарипов С.К., Махмадалиев У.М., Холов Ё. Дж., Улфатов С.Э.</b> Эффективность линии электропередачи постоянного тока.....	45
<b>Олими А.Р.</b> Движение тела, брошенного под углом к горизонту (компьютерное моделирование) .....	51
<b>Бубиев М.Ч.</b> Опыт и самостоятельные задания по физике как фактор самостоятельности и приобретения знаний студентов учебного процесса высших профессиональных учебных заведений Республики Таджикистан.....	63
<b>Эмомов Б.Ф., Ризоев С.Г.</b> Взаимосвязь электро- и теплофизических свойств алюминиево-медно-сурьмяных сплавов, легированных кремнием.....	77
<b>Джахонгири А., Зувайдуллозода Ф.З., Махмадалиев У.М., Одинаев Н.Х., Рашидов А.Р.</b> Линия электропередачи высокого напряжения casa-1000.....	86
<b>Гафоров С., Баротов Н.И.</b> Температурные зависимости электрофизических свойств халькогенидов серебра.....	96
<b>Олими А.Р.</b> Виртуальные эксперименты по физике для студентов дистанционного обучения.....	107

### ХИМИЯ

<b>Ганиев И.Н., Элмурод А., Шоназаров Р.С., Файзуллоев У.Н.</b> Влияние добавок калия на коррозионно-электрохимическое поведение алюминиевого сплава AlCu4.5Mg1 в среде электролите NaCl.....	117
<b>Агадуллина А.Х., Короткова Л.Н., Мамлиева А.В., Кимсанова Ф.Б., Тагозода С.Э.</b> Утилизация древесины механическими и химическими способами: на примере Абзилиловского лесничества Республики Башкортостан .....	130
<b>Исозода Д.Т.</b> Системный анализ термодинамических свойств бинарных гидридов s-элементов и их моделирование.....	137
<b>Олимов Р.А.</b> Синтез на основе гетероциклических производных глицерина.....	145
<b>Тураев С.С., Махмадрахимов Р.К., Саидов А.И.</b> Химические исследования слюдных ставролитовых руд курговатского месторождения.....	160
<b>Исозода Д.Т.</b> Математическое моделирование закономерности изменения термодинамических характеристик бинарных гидридов лантаноидов (II) и (III).....	171
<b>Авазов М.А.</b> Удаление технического глицериновой воды из отходов мыловаренного производства.....	180

## CONTENTS

---

### MATHEMATICS

<b>Juraeva G.Kh.</b> On the analytical solution of boundary value problems for a singularly perturbed equation of stationary thermal conductivity.....	5
<b>Komiliyon F.S., Saidzoda I.M.</b> Conceptual model of the impact of diseases and pests on the activity of the honey bee family.....	11
<b>Karimov A.G., Talbakov H.Kh., Pirov H.H.</b> On the effectiveness of joint education of mathematics and informatics as an example of Kosi's theorem.....	22
<b>Pirov Kh.Kh.</b> Doubly periodic solution of a class of nonlinear elliptic second-order equations.....	29

### PHYSICS

<b>Olimi A.R.</b> Model interaction of electric charges (computer modelling) .....	37
<b>Jahongiri A., Sharifov S.Q., Mahmadiyev U.M., Kholov Y.D., Ulfatov S.E.</b> Efficiency of transmission line.....	45
<b>Olimi A.R.</b> Movement of a body thrown at an angle to the horizon (computer modelling) ..	51
<b>Bubiev M.Ch.</b> Experience and independent tasks in physics as a factor of independence and acquisition of knowledge by students of the educational process with a pedagogical bias of higher professional educational institutions of the Republic of Tajikistan .....	63
<b>Imomov B.F., Rizoiev S.G.</b> The problem of cost-effective and environmentally sound water uses and consumption in watersheds.....	77
<b>Jahongirov A., Zuvaydulozoda F.Z., Mahmadiyev U.M., Odinaev N.Kh., Rashidov A.R.</b> High voltage power line CASA-1000.....	86
<b>Gaforov S., Barotov N.I.</b> Temperature dependences and electrophysical properties of silver chalcogenides.....	96
<b>Olimi A.R.</b> Virtual laboratories in physics for distance education students.....	107

### CHEMISTRY

<b>Ganiev I.N., Elmurodov A., Shonazarov R.S., Fayzulloev U.H.</b> Influence of potassium additions on the corrosion-electrochemical behavior of aluminum alloy AlCu4.5Mg1, in a NaCl electrolyte medium AlCu4.5Mg1.....	117
<b>Agadullina A.H., Korotkova L.N., Mamlieva A.S., Kimsanova F.B., Taghozoda S.E.</b> Methods of wood utilization by mechanical and chemical methods: on the example of the Abzelilovsky forestry of the Republic of Bashkortostan.....	130
<b>Isozoda D.T.</b> System analysis of thermodynamic properties of s-element binary hydrides and their simulation.....	137
<b>Olimov R.A.</b> Synthesis based on heterocyclic glycerol derivatives.....	145
<b>Turaev S.S., Mahmadrhimov R.K., Saidov A.I.</b> Chemical research sludnykh stavrolitovykh rud kurgovatskogo mestorojdenia.....	160
<b>Isozoda D.T.</b> Mathematical modeling of the regularities of changing the thermodynamic characteristics of binary hydrides of lanthanoides (II) and (III).....	171
<b>Avazov M.A.</b> Water collection of technoindustrial waste glycerin soap production.....	180

# ПАЁМИ

ДОНИШГОҲИ ДАВЛАТИИ ДАНГАРА

Бахши илмҳои табиӣ

2023. № 1 (23)

# ВЕСТНИК

ДАНГАРИНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО

УНИВЕРСИТЕТА

Серия естественных наук

2023. № 1 (23)

# BULLETIN

OF DANGARA STATE UNIVERSITY

Series of natural science

2023. No. 1 (23)

Ба матбаа 14.11.2023 супорида шуд.

Ба чопаш 21.11.2023 имзо шуд.

Қоғаз офсет. Андозаи 60x84 1/16. Ҷузъи чоп. 12.

Супориши №69. Адади нашр 50 нусха.

ҶДММ «Аршан»