

ISSN 2410-4221

# ПАЁМИ

ДОНИШГОҲИ ДАВЛАТИИ ДАНҒАРА

Бахши илмҳои табиӣ

2024. № 3 (29)

# ВЕСТНИК

ДАНГАРИНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО

УНИВЕРСИТЕТА

Серия естественных наук

2024. № 3 (29)

# BULLETIN

OF DANGARA STATE UNIVERSITY

Series of natural science

2024. No 3 (29)

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

**№ 3 (29)**

Данғара – 2024

**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  
илмии Русия (РИНЦ)  
таҳти рақами №221-07/2021  
ворид карда шудааст.*

*Маҷалла дар Вазорати фарҳанги  
Ҷумҳурии Тоҷикистон № 215/МҚ-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  
([vestnik.dsu.tj](http://vestnik.dsu.tj)) ҷойгир карда  
шудааст.*

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

**01.01.00 – Математика,**

**01.04.00 – Физика,**

**02.00.00 – Химия.**

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

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

**Тел: (833 12)22802**

*Паёми Донишгоҳи давлатии  
Данғара – 2024. № 3 (29).*

**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);

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

**Хочазода Тоҳир Абдулло** – доктори илмҳои физика-  
математика (ДМТ);

**Олимӣ Ашуралӣ 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. Айнӣ);

**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 Р.А.** – 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 ([vestnik.dsu.tj](http://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: [vestnik.dsu.tj](http://vestnik.dsu.tj)*

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

*Тел: (833 12) 22802*

*Вестник Дангаринского  
государственного  
университета – 2024. № 3 (29).*

**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);

**Акдонов 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:**

**Kodirzoda H.K.** – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor Vice-Rector for Science of Dangara State University

**Technical editor:**

**Olimov R.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/MҚ-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 ([vestnik.dsu.tj](http://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: [vestnik.dsu.tj](http://vestnik.dsu.tj)*

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

*Tel: (833 12) 22802*

*Bulletin of Dangara State University  
- 2024. No. 3. (29).*

**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);

**Khojzoda 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 Abdukakhorovich** – 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).

## ТАҲҚИҚИ МОДЕЛИ МАТЕМАТИКИИ ҲОЛАТИ ПИРЯХҲОИ МАВЗЕИ ДАРАИ КАМАРОБ

*Назарзода М.Т.*

*Донишгоҳи миллии Тоҷикистон*

Тоҷикистон шурӯъ аз соли 2003, замоне, ки аввалин маротиба Президенти Тоҷикистон дар мавриди эълони «Соли байналмилалӣ оби тоза» ташаббус нишон доданд, то ба имрӯз доири ин масъала ҳамчун як давлати пешоҳанг қарор доранд. Пас аз эълони «Соли байналмилалӣ оби тоза», Пешвои миллат ҷиҳати 10-солаи «Об манбаи ҳаёт» (солҳои 2005-2015) ва 10-солаи амал «Об барои рушди устувор» барои солҳои 2018-2028 -ро пешниҳод намуданд, ки аз ҷониби аксари давлатҳо дастгирӣ ёфтаанд. Ин пешниҳодот аз ташаббусҳои инсондӯстонаи Сарвари давлати тоҷикон шаҳодат медиҳад.

Роҳбари давлати тоҷикон дар мулоқоти махсуси сатҳи олий дар мавзӯи «Об ва беҳдошти санитарӣ барои ҳамагон», ки дар таърихи 25 сентябри соли 2008 дар ИМА баргузор гардида буд, суханронӣ намуда, чунин ибрози андеша намудаанд: “Об барои инсон аҳамияти ҳаётан муҳим дорад ва тамоми рӯйдодҳои ҷаҳон ба он вобастаанд, ки шартҳои асосии зиндагии мӯътадили тамоми мавҷудоти зинда, пеш аз ҳама инсон мебошад. Бинобар ин ҳуқуқи баҳрабардорӣ аз обро, ки Созмони Милали Муттаҳид эълон кардааст, ҳамчун «ҷузъи ҳаётан муҳими таъминкунандаи шаъну эътибори инсонӣ» ва ҳамчун «заминаи таъмини ҳуқуқҳои дигари инсон» баррасӣ кардан зарур аст”. Аз андешаҳои зикргардида маълум мегардад, ки Сарвари давлати тоҷикон пайваста дар сатҳи байналмилалӣ нисбат ба ҳастии ояндаи башарият ғамхорӣ изҳор менамоянд.

Аз соли 2009 то 2020 дар ҷаласаҳои сатҳи баланд дар Копенгаген, Франция, Швейцария, Амрико масъалаи тағйирёбии иқлим мавриди баррасӣ қарор дода шуд. Дар ин замина баъдан моҳи март соли 2021 зимни нахустин ҷаласаи пешвоёни Эътилофи обу иқлим Пешвои миллат, Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон муҳтарам Эмомалӣ Раҳмон ибрози назар намуданд, ки “обшавии босуръати пиряхҳо дар баробари зиёдшавии истеъмоли об, ки аз афзоиши аҳоли ва рушди иқтисодӣ вобастагӣ дорад, метавонад ба оқибатҳои манфӣ оварда расонад. Аз ҷумла таъсири гармшавии глобалӣ боиси коҳиши пиряхҳо ва қабати барф дар сатҳи ҷаҳонӣ махсусан дар минтақаи куҳсор мебошад”. Ин ибрози назари Пешвои миллат низ таваҷҷуҳи ҷомеаи ҷаҳониро ҷалб намуда, Созмони Милали Муттаҳид, ҷиҳати андешидани чораҳои зарурӣ гардид.

Хушбахтона 14 декабри соли 2022 таклифи чониби Тоҷикистон зери роҳбарии муҳтарам Эмомалӣ Раҳмон самара ба бор овард. Доири ин таклиф Маҷмаи Умумии Созмони Милали Муттаҳид зимни иҷлосияи 77-уми худ қатъномаи «Соли 2025- Соли байналмилалӣ ҳифзи пиряхҳо»-ро қабул ва тасдиқ намуд. Иқдоми навбатии Асосгузори сулҳу ваҳдати миллӣ- Пешвои миллат, Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон муҳтарам Эмомалӣ Раҳмон бо пуштибонии беш аз 150 кишвари узви СММ яқдилона пазируфта шуд. Дар асоси ин қатънома пешниҳодҳои ироашудаи Президенти кишвар, оид ба 21-март ҳамчун Рӯзи байналмилалӣ ҳифзи пиряхҳо; соли 2025 - ҳамчун Соли байналмилалӣ ҳифзи пиряхҳо; дар назди СММ таъсис додани Фонди боварии байналмилалӣ барои саҳмгузори ба ҳифзи пиряхҳо; дар соли 2025 доир намудани Конфронси байналмилалӣ оид ба ҳифзи пиряхҳо дар ш. Душанбе аз чониби кишварҳои узви СММ пурра дастгирӣ ёфтанд.

Ҳамин тариқ, дар асоси далелҳои овардашуда ҳулоса намудан мумкин аст, ки ташаббуси байналмиллии Тоҷикистон ҷиҳати ҳифзи пиряхҳо бо дар назардошти ташаббусҳои байнамилалӣ қаблӣ оид ба масъали об комилан моҳияти инсондӯстӣ дошта, аз дорой сатҳи баланди маърифати башардӯстонаи Пешвои миллат гувоҳӣ медиҳанд [1].

Барои таҳияи модели математикӣ барои ҳолати пиряхҳои мавзеи дараи Камароб, мо метавонем аз системаи муодилаҳои дифференциалӣ истифода барем, ки динамикаи яхбандӣ ва таъсири муҳити атрофро модел мекунад. Ин модель бояд ба унсурҳои асосии муҳити экологии ин минтақа ва раванди яхбандӣ мувофиқат кунад.

Модели математикӣ барои пиряхҳои дараи Камароб бояд имконият диҳад, ки динамикаи яхбандӣ ва таъсири муҳити атроф таҳлил карда шаванд. Барои ин, мо моделро бо истифодаи муодилаҳои дифференциалӣ созем, ки динамикаи ях ва таъсири омилҳои муҳити атрофро нишон диҳад.

Дар зер модел барои ҳолати пиряхҳои дараи Камароб бо истифодаи муодилаҳои дифференциалӣ пешниҳод мешавад:

- $x(t)$ : Масоҳати ях дар вақти  $t$ .
- $T(t)$ : Ҳарорати миёнаи ҳарорат дар вақти  $t$ .
- $P(t)$ : Ҳарорати боришот (барф) дар вақти  $t$ .

Мо моделро бо истифодаи муодилаҳои дифференциалӣ, ки динамикаи пиряхҳоро таҳлил мекунад, такмил медиҳем.

#### **а) Модели Ҳарорат**

Ҳарорати миёнаи ҳаво, ки ба яхбандӣ ва ё таназзул таъсир мерасонад, метавонанд бо муодилаи дифференциалӣ модел шавад:

$$\frac{dT(t)}{dt} = -\alpha T(t) + \beta P(t) - \gamma$$

## б) Модели Боришот

Модели боришот (барф) ва таъсири он ба масоҳати ях:

$$\frac{dP(t)}{dt} = \delta - \epsilon P(t)$$

## с) Модели Масоҳат

Масоҳати ях метавонад бо муодилаи дифференсиалии зерин модел карда шавад:

$$\frac{dx(t)}{dt} = \tau P(t) - \theta T(t)$$

ки дар ин ҷо  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  - параметрҳои вобаста ба таъсири ҳарорат ва боришот ба динамикаи ҳарорати ҳаво,  $\delta$ ,  $\epsilon$  - параметрҳои боришот ва таъсири он,  $\tau$ ,  $\theta$  - параметрҳо барои таъсири боришот ва ҳарорат ба масоҳати ях мебошад.

Ҳарсеи ин муодилаҳоро якҷоя намуда модели математикии ҳолати пиряхҳои мавзеи дараи Камаробро бо истифода аз системаи муодилаҳои дифференсиалӣ менависем.

$$\begin{cases} \frac{dT(t)}{dt} = -\alpha T(t) + \beta P(t) - \gamma \\ \frac{dP(t)}{dt} = \delta - \epsilon P(t) \\ \frac{dx(t)}{dt} = \tau P(t) - \theta T(t) \end{cases} \quad (1)$$

Ҳар як параметри моделро бо истифодаи маълумоти таҷрибавӣ ва мониторинг дар айни замон муайян кардан мумкин аст. Барои муқаррар кардани динамикаи пиряхҳо ва бо истифодаи маълумоти мавҷуда моделро татбиқ намудан мумкин аст.

Модели мазкур имконият медиҳад, ки динамикаи пиряхҳо ва таъсири омилҳои муҳити атроф таҳлил ва пешгӯӣ карда шавад, ки барои таҳияи стратегияҳои муҳофизати экосистемаи дараи Камароб муфид аст.

Акнун ҳалли системаи (1) – ро дида мебароем. Ба таври умумӣ, ҳал кардани ин системаи муодилаҳои дифференсиалӣ ба маънои пайдо кардани функсияҳои  $T(t)$ ,  $P(t)$ , ва  $x(t)$  мебошад. Барои осон кардани ҳал, мо метавонем ҳар як муодиларо дар алоҳидагӣ ҳал кунем.

Ҳалли муодилаи ҳарорат  $T(t)$  -ро дида мебароем.

$$\text{Муодилаи } \frac{dT(t)}{dt} = -\alpha T(t) + \beta P(t) - \gamma$$

**Ҳал:** Ҳалли умумии муодила чунин аст:

$$T(t) = Ce^{-\alpha t} + \frac{\beta}{\alpha} P(t) - \frac{\gamma}{\alpha}$$

Дар ин ҷо

$C$  - доимии интегралӣ, ки бо шартҳои ибтидоӣ муайян карда мешавад;

$\frac{\beta}{\alpha} P(t)$  - таъсири боришот (барф) ба ҳарорат;

$\frac{\gamma}{\alpha}$  - доимии таъсири хати асосӣ.

Акнун ҳалли муодилаи боришот  $P(t)$  -ро дида мебароем.

Муодилаи  $\frac{dP(t)}{dt} = \delta - \epsilon P(t)$

Ҳалли умумии муодила чунин аст:

$$P(t) = \frac{\delta}{\epsilon} + Ce^{-\epsilon t}$$

Дар ин ҷо

$\frac{\delta}{\epsilon}$  - қисми устувори боришот;

$Ce^{-\epsilon t}$  - қисмати муваққатии боришот, ки бо шартҳои ибтидоӣ муайян карда мешавад.

Қимати  $T(t)$  ва  $P(t)$  -ро ба муодилаи сеюм гузошта ҳосил мекунем:

$$\frac{dx(t)}{dt} = \tau \left( \frac{\delta}{\epsilon} + Ce^{-\epsilon t} \right) - \theta \left( Ce^{-\alpha t} + \frac{\beta}{\alpha} \left( \frac{\delta}{\epsilon} + Ce^{-\epsilon t} \right) - \frac{\gamma}{\alpha} \right)$$

аз ин ҷо

$$\frac{dx(t)}{dt} = \tau \frac{\delta}{\epsilon} + \tau Ce^{-\epsilon t} - \theta Ce^{-\alpha t} + \frac{\theta\beta}{\alpha} \left( \frac{\delta}{\epsilon} + Ce^{-\epsilon t} \right) + \frac{\theta\gamma}{\alpha}$$

Ҳосил мекунем:

$$x(t) = \int \left( \tau \frac{\delta}{\epsilon} + \tau Ce^{-\epsilon t} - \theta Ce^{-\alpha t} + \frac{\theta\beta}{\alpha} \left( \frac{\delta}{\epsilon} + Ce^{-\epsilon t} \right) + \frac{\theta\gamma}{\alpha} \right) dt$$

Ҳамин тариқ баъди ҳал намудани ин системаи муодилаҳои дифференциалӣ, яъне ёфтани параметрҳои ҳарорат, боришот ва масоҳати ях ба чунин хулоса омадан мумкин аст:

- Модели ҳарорат бо таъсири боришот ва хати асосӣ ба даст меояд;
- Ҳарорат ба воситаи муҳити атропо ва боришот (барф) тағйир меёбад;
- Модели боришот бо қисми устувор ва қисмати муваққатӣ таъмин аст;
- Боришот ба воситаи таъсири асли ва тасвирҳои муваққатӣ муайян мешавад;
- Модели динамикаи ях бо таъсири боришот ва ҳарорат, ва муҳити атропо таҳлил мешавад;
- Масоҳати ях бо таъсири боришот ва ҳарорат тағйир меёбад, ки барои моделсозии экосистеми пирахҳо муҳим аст.



Ҳалли муодилаҳои дифференсиалӣ имконият медиҳад, ки динамикаи ҳарорат, боришот ва масоҳати яхро дар минтакаи дараи Камароб таҳлил ва пешгӯӣ карда шавад.

Барои баррасии устувории системаи муодилаҳои дифференсиалии пешниҳодшуда, ки ҳолати пиряхҳои мавзеи дараи Камаробро тасвир мекунад, бояд нуқтаҳои устуворӣ ва таъсири хурдтарин тағйиротро дар атрофи ин нуқтаҳо таҳлил кунем.

Системаи муодилаҳо чунин аст:

$$\begin{cases} \frac{dT(t)}{dt} = -\alpha T(t) + \beta P(t) - \gamma \\ \frac{dP(t)}{dt} = \delta - \epsilon P(t) \\ \frac{dx(t)}{dt} = \tau P(t) - \theta T(t) \end{cases}$$

Барои ёфтани нуқтаҳои устуворӣ, мо муодилаҳоро ҳангоми баробар будани ҳосилаҳо ба сифр ҳисоб мекунем:

$$\begin{cases} -\alpha T(t) + \beta P(t) - \gamma = 0 \\ \delta - \epsilon P(t) = 0 \\ \tau P(t) - \theta T(t) = 0 \end{cases}$$

Аз муодилаи дуюм:

$$P = \frac{\delta}{\epsilon}$$

Ин қимати P-ро дар муодилаи сеюм мегузорем:

$$\tau \frac{\delta}{\epsilon} - \theta T = 0 \Rightarrow T = \frac{\tau \delta}{\theta \epsilon}$$

Қиматҳои T ва P-ро дар муодилаи аввал мегузорем:

$$-\alpha \frac{\tau \delta}{\theta \epsilon} + \beta \frac{\delta}{\epsilon} - \gamma = 0$$

$$-\frac{\alpha \tau \delta}{\theta \epsilon} + \beta \frac{\delta}{\epsilon} - \gamma = 0$$

$$\delta \left( \frac{\beta}{\epsilon} - \frac{\alpha \tau}{\theta \epsilon} \right) = \gamma$$

$$\delta \left( \frac{\theta \beta - \alpha \tau}{\theta \epsilon} \right) = \gamma$$

$$\delta = \frac{\gamma \theta \epsilon}{\beta \theta - \alpha \tau}$$

Агар  $\beta \theta \neq \alpha \tau$ , мо метавонем нуқтаҳои устувориро ҳамчун

$$(T^*, P^*) = \left( \frac{\tau \delta}{\theta \epsilon}, \frac{\delta}{\epsilon} \right)$$

қабул намоем.

Барои санҷиши устуворӣ, мо системаро дар атрофи нуқтаҳои устуворӣ линеаризатсия мекунем ва матрисаи якобиро таҳлил мекунем.

Матрисаи якобӣ:

$$J = \begin{pmatrix} -\alpha & \beta & 0 \\ 0 & -\epsilon & 0 \\ -\theta & \tau & 0 \end{pmatrix}$$

Мо бояд қиматҳои хосро барои  $J$  ҳисоб кунем, ки ҳалҳо мебошанд:

$$\det(J - \lambda I) = 0$$

Яъне:

$$\begin{vmatrix} -\alpha - \lambda & \beta & 0 \\ 0 & -\epsilon - \lambda & 0 \\ -\theta & \tau & -\lambda \end{vmatrix}$$

$$\begin{vmatrix} -\alpha - \lambda & \beta \\ -\theta & \tau \end{vmatrix} |x| - \lambda| = 0$$

$$(-\alpha - \lambda)(-\lambda) + \beta \theta = 0$$

$$\lambda(\alpha + \lambda) - \beta \theta = 0$$

$$\lambda^2 + \alpha\lambda - \beta\theta = 0$$

$$\lambda = \frac{-\alpha \pm \sqrt{\alpha^2 + 4\beta\theta}}{2}$$

Агар  $\alpha^2 + 4\beta\theta > 0$ , он гоҳ  $\lambda$ -ҳо ду решаи ҳақиқӣ доранд. Агар  $\alpha$  ва  $\beta$  мусбат бошад ва  $\alpha > \sqrt{\beta\theta}$ , ҳар ду қимати хос манфӣ мешавад, ки ба устувории нуқтаҳои устуворӣ ишора мекунад. Агар  $\alpha < \sqrt{\beta\theta}$ , системаи муодилаҳо ноустувор мешавад.

### Хулоса

- Нуқтаҳои устуворӣ: Модели дорои нуқтаҳои устувории  $(\frac{\tau\delta}{\theta\epsilon}, \frac{\delta}{\epsilon})$  мебошад.
- Шартҳои устуворӣ: Модел устувор аст, агар  $\alpha$  ва  $\beta$  мусбат бошанд ва  $\alpha > \sqrt{\beta\theta}$ .
- Таҳлили устуворӣ: Матрисаи якобӣ ва қиматҳои хоси он нишон медиҳад, ки системаи моделҳо дар атрофи нуқтаҳои устуворӣ устувор аст, агар қиматҳои хос манфӣ бошанд.

Модели математикӣ барои ҳолати пиряхҳои мавзеи дараи Камароб устувории худро нигоҳ медорад, агар шартҳои дар боло зикршуда иҷро шавад. Ин

модел барои таҳлили динамикаи пиряхҳо ва пешгӯии тағйиротҳои оянда кӯмак мерасонад, ки барои таҳияи стратегияи устувори ҳифзи муҳити зист ва экосистемаҳо муҳим аст.

### Адабиёт

1. Сомонаи интернетии <https://ifppanrt.tj/tj/>.
2. Юнуси М.К. Математический способ определения критических значений экосистем трех трофических уровней. / Юнуси М.К. //Журнал общей биологии. – 1982. –Т.43 - № 6. – с. 836-841.
3. Юнуси (ов) М.К. математические модели борьбы с вредителями агроценозов. – Душанбе: Дониш 1991 - 141с.
4. Юнуси М.К., Одинаев А.Х. О качественной устойчивости некоторых структур экосистем заповедника «Рамит». /Юнуси М.К., Одинаев А.Х. // Вестник Таджикского национального Университета (1/2(106)), Душанбе - Сино, 2013, с. 53-59.
5. Юнуси М.К. Оптимальное управление в задачах защиты планируемого урожая, охраняемыми биологическими популяциями и их приложения. Душанбе: ТНУ, 2018 - 287с.
6. Yunusi M.K. Some Lectures in Information technology. 2019, TNU - 330p.
7. Одинаев А., Одинаева С., Юнуси М.К., Самариддинова З. О задачах моделирования региональных заповедников РТ. Вестник таджикского национального университета Серия естественных наук, 2017. №1/5 с.191-196.
8. Одинаева С.А. Задача охраны редких видов экосистемы заповедника Дашти Джум с учетом переменной скорости ресурса. //Вестник Таджикского национального университета (Спецвыпуск посвященный году образования и техническихзнаний), Душанбе – Сино, 2010 стр. 45-50.
9. Одинаева С.А., Юнуси М.К. О регуляризации неустойчивых структур экосистем региональных заповедников с учетом возрастного состава Вестник таджикского национального университета,1/2(196) стр. 73-79 Душанбе, 2016.
10. Юнуси М.К. Оценки численности трудовых ресурсов с учетом временных - возрастных - пространственных факторов на основе принципа максимума. Вестник таджикского национального университета. Серия естественных наук, 2017. №1/3, с .108 - 111.
11. Юнуси М.К. О регуляризации неустойчивых моделей временной-возрастной-пространственной распределенных биологических

структуру. Вестник таджикского национального университета Серия естественных наук, 2017. №1/4, с.60-67.

12. Одинаев А.Х., Математическое моделирование экосистем заповедника «Рамит» с учетом возрастных структур. /Юнуси М.К., Давлатов Д.М./ Вестник таджикского национального университета Серия естественных наук 2018. № 1. с.21-30.
13. Юнуси М.К. Оптимальное управление в некоторых задачах управления агроценозами и охраняемых биологических видов<sup>1</sup>. Вестник таджикского национального университета Серия естественных наук 2018. № 2. с 38 - 48.
14. Юнуси М.К. Оптимальное управление в некоторых задачах управления агроценозами и охраняемых биологических видов<sup>2</sup>. Вестник таджикского национального университета Серия естественных наук - 2018. - № 2. с. 63 - 72.
15. Сангов М. Т., Амсилахои математикии системаҳои экологии “Парваришгоҳи биологии Камароб” ва агросенозҳои атрофаш бо назардошти вақт ва синну сол. //Юнусӣ М. Қ., Назаров И., Давлатов Д. М. Паёми Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. Бахши илмҳои табиӣ - 2020. № 2.с. 39-50.

## **ТАҲҚИҚИ МОДЕЛИ МАТЕМАТИКИИ ҲОЛАТИ ПИРЯХҲОИ МАВЗЕИ ДАРАИ КАМАРОБ**

**Фиишурда.** Асосгузори сулҳу Ваҳдати миллӣ, Пешвои миллат, Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон мӯҳтарам Эмомалӣ Раҳмон на танҳо ба ҳалли мушкилотҳои ҷомеаи Тоҷикистон балки ба ҳалли мушкилотҳои ҷомеаи башарӣ ғамхориҳо зоҳир намуда, баҳри пешгирӣ ва бартараф намудани онҳо ташаббусҳои хирадмандонаву созандае пешниҳод намудааст ва дар арсаи ҷаҳон ҳамчун роҳбари ташаббускор ва нақшгузор дар ҳалли мушкилоти глобалӣ эътироф шудаанд.

Айни замон, ки тағйирёбии иқлим ва бо суръати баланд об шудани пиряхҳои бузург идома дорад, Президенти кишвари мо аз даҳҳои аввали асри ХХ пешбинӣ ва таҳлил намуданд, ки ин падида ба талафоти зиёди ҳайвоноту наботот ва маҳдудияти дастрасӣ ба оби ошомиданӣ оварда мерасонад. Иқдоми навбатии Асосгузори сулҳу ваҳдати миллӣ - Пешвои миллат, Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон мӯҳтарам Эмомалӣ Раҳмон, ки ҷиҳати пешниҳод ба масъалаи ҳифзи пиряхҳо дар сатҳи байналмилалӣ, соли 2025 ҳамчун Соли байналмилалии ҳифзи пиряхҳо ва Рӯзи байналмилалии ҳифзи пиряхҳо муайян гардида, бунёди махсуси байналмилалии ҳифзи пиряхҳо пешниҳод шуда буд,

14 декабри соли 2022 Маҷмаи Умумии Созмони Милали Муттаҳид зимни иҷлосияи 77-уми худ қатъномаи “2025 соли байналмилалии ҳифзи пирияхҳо”, қабул кард.

Ин ташаббуси хирадмандона бо пуштибонии 153 кишвари узви СММ пазируфта шуд, аз ин рӯ модели математикӣ барои таҳқиқи ҳолати пирияхҳо дар мавзеи дараи Камароб нақши муҳими таҳлили динамикаи пирияхҳо дар ин минтақа мебозад. Ин модел ба муваффақияти таҳлил ва пешгӯии тағйиротҳо ва динамикаи пирияхҳо бо истифодаи усулҳои математикӣ ва экология кӯмак мерасонад. Дар мақолаи мазкур модели математикӣ барои таҳқиқи ҳолати пирияхҳо дар мавзеи дараи Камароб бо истифода аз системаи муодилаҳои дифференциалӣ сохта шуда, ҳал гардида, хулосаҳои муфид баррасӣ гардидааст. Инчунин муодила нишон медиҳад, ки масоҳати ях дар минтақаи дараи Камароб ба тағйироти муҳити атроф ва иқлим вобаста аст.

***Калидвожаҳо:** модели математикӣ, пириях, ҳарорат, боришот, муодилаи дифференциалӣ, Камароб, қисми устувор, динамикаи боришот, масоҳати ях.*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СОСТОЯНИЯ ЛЕДНИКОВ В УЩЕЛЬЕ КАМАРОБ**

***Аннотация.*** Основатель мира и национального единства, Лидер нации, Президент Республики Таджикистан уважаемый Эмомали Рахмон проявил заботу не только о решении проблем таджикского общества, но и о решении проблем человеческого общества, выступил с мудрыми и конструктивными инициативами по их предотвращению и устранению, признан на мировой арене как инициативный лидер и игрок в решении глобальных проблем.

В настоящее время, когда продолжается изменение климата и стремительное таяние великих ледников, Президент нашей страны с первого десятилетия XX века предвидел и проанализировал, что это явление приведет к массовым потерям животных и растений и ограничению доступа к питьевой воде. Очередной шаг Основателя мира и национального единства - Лидера нации, Президента Республики Таджикистан уважаемого Эмомали Рахмона, который для представления вопроса защиты ледников на международном уровне определил 2025 год как Международный год защиты ледников и Международный День защиты ледников и был предложен специальным международным фондом защиты ледников, 14 декабря 2022 года Генеральная Ассамблея Организации Объединенных Наций в ходе своей 77-й сессии приняла резолюцию “2025 Международный год защиты ледников”.

Эта мудрая инициатива была принята при поддержке 153 государств-членов ООН, поэтому математическая модель для исследования состояния ледников в районе ущелья Камароб играет важную роль в анализе динамики

ледников в этом регионе. Данная модель способствует успешному анализу и прогнозированию изменений и динамики ледников с использованием математических и экологических методов. В данной статье была разработана математическая модель для исследования состояния ледников в районе ущелья Камароб с использованием системы дифференциальных уравнений, решены и обсуждены полезные выводы. Также уравнение показывает, что площадь льда в районе ущелья Камароб зависит от изменений окружающей среды и климата.

***Ключевые слова:** математическая модель, ледник, температура, осадки, дифференциальное уравнение, пояс, стабильная часть, динамика осадков, площадь льда.*

## **THE STUDY OF A MATHEMATICAL MODEL OF THE STATE OF GLACIERS IN THE KAMAROB GORGE**

***Annotation.*** The founder of peace and national unity, the Leader of the Nation, the President of the Republic of Tajikistan, dear Emomali Rahmon, took care not only of solving the problems of Tajik society, but also of solving the problems of human society, made wise and constructive initiatives to prevent and eliminate them, recognized on the world stage as an initiative leader and player in solving global problems.

At present, when climate change continues and the rapid melting of the great glaciers, the President of our country has foreseen and analyzed since the first decade of the 20th century that this phenomenon will lead to massive losses of animals and plants and limited access to drinking water. The next step of the Founder of Peace and National unity, the Leader of the Nation, the President of the Republic of Tajikistan, dear Emomali Rahmon, who, in order to present the issue of glacier protection at the international level, defined 2025 as the International Year of Glacier Protection and International Glacier Protection Day and was proposed by the special International Glacier Protection Fund, on December 14, 2022, the United Nations General Assembly during At its 77th session, it adopted the resolution "2025 International Year of Glacier Protection".

This wise initiative was adopted with the support of 153 UN member states, therefore, a mathematical model for studying the state of glaciers in the Kamarob Gorge area plays an important role in analyzing the dynamics of glaciers in this region. This model contributes to the successful analysis and prediction of changes and dynamics of glaciers using mathematical and ecological methods. In this article, a mathematical model was developed to study the state of glaciers in the Kamarob Gorge area using a system of differential equations, useful conclusions were solved and discussed. The equation also shows that the area of ice in the Kamarob Gorge area depends on environmental and climate changes.

**Keywords:** *mathematical model, glacier, temperature, precipitation, differential equation, belt, stable part, precipitation dynamics, ice area.*

**Маълумот дар бораи муаллиф:**

**Назарзода Манучеҳр Талбӣ** – докторанти Ph.D, кафедраи моделсозии математикӣ ва компютери Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. **Суроға:** 734025, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Душанбе, хиёбони Рӯдакӣ, 17. **Телефон:** (+992) 988-99-98-19. **E-mail:** [manuchehr\\_92tj@mail.ru](mailto:manuchehr_92tj@mail.ru).

**Информация об авторе:**

**Назарзода Манучеҳр Талби** – докторант Ph.D, кафедраи математического и компьютерного моделирования Таджикского национального университета. **Адрес:** 734025, Республика Таджикистан, г. Душанбе, пр. Рудаки, 17. **Телефон:** (+992) 988-999-819. **E-mail:** [manuchehr\\_92tj@mail.ru](mailto:manuchehr_92tj@mail.ru).

**Information about the author:**

**Nazarzoda Manuchehr Talbi** – Doctoral candidate of Ph.D, Department of mathematical and computer modeling of the Tajik National University. **Address:** 734025, Republic of Tajikistan, Dushanbe, Rudaki Avenue, 17. **Phone:** (+992) 988-99-98-19. **E-mail:** [manuchehr\\_92tj@mail.ru](mailto:manuchehr_92tj@mail.ru).

**Муқарриз:** Ғаффоров А. Н. – и.ф.-м., кафедраи моделсозии математикӣ ва компютерӣ, Донишгоҳи миллии Тоҷикистон

УДК 519.67

## ИСТИФОДАИ ТЕХНОЛОГИЯИ КОМПЮТЕРӢ ДАР ТАЪЛИМИ МАТЕМАТИКАИ ОЛӢ

**Идиев Ғ.А., Туманова Ш.С., Давлатова Ш.Ш.**  
Донишгоҳи миллии Тоҷикистон

Дар шароити муосир фаъолияти ҳар як инсонро бе техникаи компютерӣ тасаввур кардан душвор аст. Воқеан, компютер ҳамчун воситаи муҳим дар асри иттилоотӣ дар тамоми соҳаҳои ҳаёти ҷомеа нақши муҳим дорад. Имкониятҳои ташкилӣ, техникӣ, функционалӣ ва барномавии техникаи компютерӣ имкон медиҳад, ки он дар тамоми соҳаҳои ҳаёти ҷамъиятӣ васеъ ва фаъолона истифода бурда шавад.

Технологияҳои таълими компютерӣ шаклҳо, усулҳо ва воситаҳои таълим дар асоси технологияи компютерӣ, телекоммуникатсия ва барномаҳо мебошанд. Аз ҷумла ҳамчун намунаи маҷмӯаи интиқоли иттилоот аз ҷониби омӯзгор дар идоракунии фаъолияти таълимӣ, ҷараёни

дарс ва худтанзимкунӣ ба шумор меравад[1]. Мисоли чунин усулҳо технологияҳое, ки ба донишҷӯён малакаҳои иттилоотӣ, рушди қобилиятҳои зеҳнии онҳо, фароҳам овардани шароит барои омӯзиши корҳои мустақилона, таҳия ва баҳодиҳии фаъолияти тадқиқотӣ шуда метавонанд.

Истифодабарии компютер дар ҷараёни таълим ба хонандагон имкон медиҳад, ки дониши худро мустақилона баҳо диҳанд. Дар раванди баҳодиҳӣ на танҳо тестҳо ва супоришҳои назоратӣ, балки иштироки бевоситаи омӯзгор низ истифода бурда мешавад. Муошират бо муаллимон одатан тавассути почтаи электронӣ сурат мегирад. Дар замони ҳозира маҷмӯи бузурги технологияҳои коммуникатсионӣ дар ташкили омӯзиши компютерӣ ҳамчун васоити ахбори омма истифода мешаванд[2].

Технологияи компютерӣ воситаи маъмултарини технологияи иттилоотӣ мебошад. Аини замон дар системаи таълими технологияҳои компютерӣ:

- объекти тадқиқот;
- воситаҳои техникаи таълим;
- технологияи идоракунии маориф ҳамчун воситаи ташкили тадқиқоти илмӣ-педагогӣ истифода мешавад.

Муоширати амалии омӯзгорон ва донишҷӯён ҳангоми истифодаи технологияҳои компютерӣ дар раванди таълими компютерӣ дорои хусусиятҳои зерин мебошанд:

- ҳисобкунаки оддии компютерӣ (муоширати суст);
- интеллект, ки назорати дониши компютериро ташкил мекунад (муоширати зуд);
- зеҳни сунъӣ (муоширати интерактивӣ), ки робитаи мутақобилаи технологияи компютериро бо донишҷӯён муқаррар мекунад.

Ҳамин тариқ, дар замони ҳозира системаи таълими компютерӣ ва бозори рақобатпазирӣ хизматрасониҳои таълимӣ ташаккул ёфтааст. Инкишофи ин намуди таълим бо прогресси техникӣ зич алоқаманд аст. Воқеан, дурнамои таълими компютериро истифодаи самараноки технологияҳо ва воситаҳои инноватсионӣ дар таълим муайян мекунад.

Омӯзиши компютерӣ аз рӯи табиати худ ба таълими фосолавӣ наздик аст. Ин курс асосҳои омӯзиши компютерро фаро мегирад. Ҳоло дар ҷумҳурӣ як қатор барномаҳои таълимии компютерӣ истифода мешаванд. Ба ин истифодабарии системаи компютерии математикии Maple дар рафти дарсҳои математикаи олий мисол шуда метавонад[11]. Истифодаи ин барнома имкон медиҳад, ки хатҳои рост, хатҳои қавӣ тартиби дуюм ва



ғайраҳоро бо тамоми хусусиятҳои он тасвир карда шавад, ки боиси афзоиши тасаввуроти донишҷӯён мегардад.

Таҷрибаи муосир собит мекунад, ки дар дарсҳои геометрия истифодаи ашъи классикӣ аз қабилӣ тахтаи синф, бур, қоғаз ва қалам кофӣ нест. Системаҳои иттилоотӣ имкон медиҳанд, ки дарсҳо бе кӯшиши зиёд сифатан баланд ва ҷолибтар шаванд. Аз ин лиҳоз, дар таълими математикаи оӣ аз технологияҳои иттилоотӣ (ТИК) истифода бурдан бамаврид аст.

Дар ҷамъбаст бояд гуфт, ки дар ҷаҳони зудтағйирёбандаи имрӯза, баланд бардоштани қобилияти фикрронии мустақилонаи ҷавонон, ҷалби онҳо ба худшиносии бештар, истифодаи технологияи таълими компютерӣ дар раванди таълим натиҷаҳои хуб медиҳад. Инчунин қайд мекунем, ки таҷрибаи амалӣ нишон медиҳад, ки истифодаи технологияҳои нави педагогии дар [3 - 6] зикршуда ҳангоми таълими фанҳои махсус натиҷаҳои хуби мусбат дод.

Барои тасдиқи мулоҳизаҳои пештар овардашуда якчанд мисолҳоро дар системаи компютери математикӣ Maple ҳал мекунем[7].

Дар як ҳамворӣ тасвир намудани графикаи ду функсия

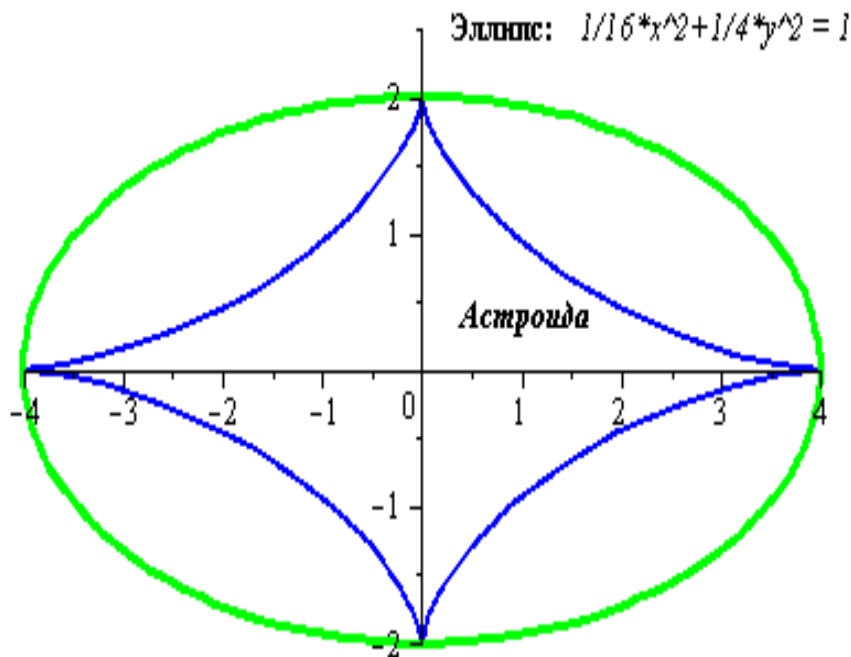
**Мисоли 1.** Дар як расм графикаи астроидаи  $x = 4\cos^3 t, y = 2\sin^3 t, 0 \leq t \leq 2\pi$ , ки дарункашидашудаи эллипси

$$\frac{x^2}{16} - \frac{y^2}{4} = 1$$

мебошад, созед. Номҳои хатҳоро *Астроида* ва *Эллипс* бо муодилаҳояшон дар шакли курсив нависед.

**Ҳал.** Барномаи тасвир намудани графикҳоро менависем:

```
with(plots) :
eq := x^2/16 + y^2/4 = 1 :
el := implicitplot(eq, x = -4 .. 4, y = -2 .. 2,
scaling = CONSTRAINED, color = green, thickness = 3) :
as := plot([4*cos(t)^3, 2*sin(t)^3, t = 0 .. 2*Pi],
color = blue, scaling = CONSTRAINED, thickness = 2) :
eq1 := convert(eq, string) :
t1 := textplot([1.5, 2.5, eq1], font = [TIMES, ITALIC, 10], align
= RIGHT) :
t2 := textplot([0.2, 2.5, "Эллипс:"], font = [TIMES, BOLD, 10], align
= RIGHT) :
t3 := textplot([1.8, 0.4, Астроида], font = [TIMES,
BOLD, 10], align = LEFT) :
display([as, el, t1, t2, t3]);
```



Расми 1.

**Мисоли 2.** Дар як расм графики астроидаи  $x = 4\cos^3 t, x = 2\sin^3 t, 0 \leq t \leq 2\pi$ , ки дарункашидашудаи эллипси

$$\frac{x^2}{16} - \frac{y^2}{9} = 1$$

мебошад, созад. Номҳои хатҳоро *Astroida* ва *Ellips* бо муодилаҳояшон дар шакли курсив нависед.

**Ҳал.** Барномаи тасвир намудани графикҳоро менависем:

*with(plots) :*

*eq := x^2/16 + y^2/9 = 1 :*

*el := implicitplot(eq, x = -4..4, y = -2..2,*

*scaling = CONSTRAINED, color = green, thickness = 3) :*

*as := plot([4\*cos(t)^3, 2\*sin(t)^3, t = 0..2\*Pi],*

*color = blue, scaling = CONSTRAINED, thickness = 2) :*

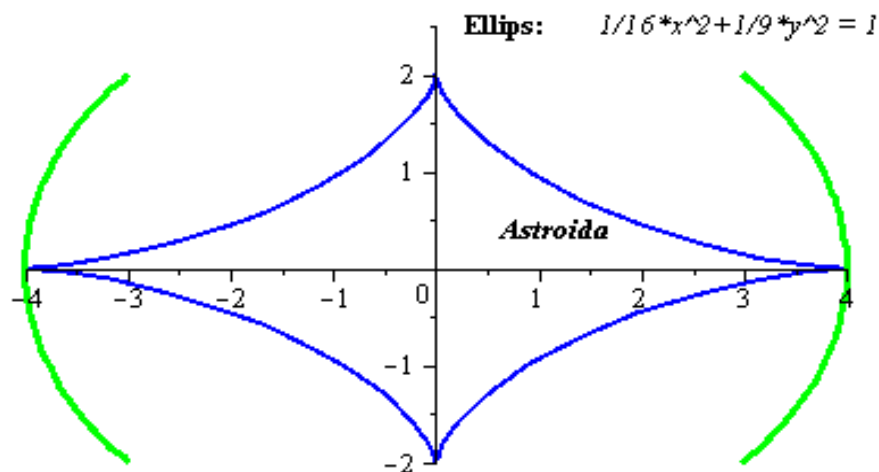
*eq1 := convert(eq, string) :*

*t1 := textplot([1.5, 2.5, eq1], font = [TIMES, ITALIC, 10], align = RIGHT) :*

*t2 := textplot([0.2, 2.5, "Ellips:"], font = [TIMES, BOLD, 10], align = RIGHT) :*

*t3 := textplot([1.8, 0.4, Astroida], font = [TIMES, BOLD, 10], align = LEFT) :*

*display([as, el, t1, t2, t3]);*



**Расми 2.**

### Адабиёт

1. Латипов С.О., Идиев Ғ. А., Наимов Н. М. Усулҳои ҳалли масъалаҳои математикӣ дар системаи компютери математикии Maple, Душанбе 2019. ШТН – и ДДОТ ба номи Садриддин Айни.
2. Латипов С.О., Идиев Ғ.А. Тадқиқи табдилдиҳии айнияти ифодаҳо дар системаи компютери математикии Maple. //Донишгоҳи давлатии омӯзгории Тоҷикистон ба номи Садриддин Айни. Маҷмаи конференсияи ҷумҳуриявии илмю амалӣ ва методӣ, Душанбе-2020 саҳ. 7-11.
3. Идиев Ғ.А., Туманова Ш.С. Методикаи омӯзиши масъалаҳои изопериметрӣ. //Паёми Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. 2019с.
4. Рауфов И.Ш., Идиев Ғ.А. Муодилаҳои дифференсиалӣ ва ҳисобкунҳои вариатсионӣ. Душанбе 2014. ШТН-и ДМТ.
5. Идиев Ғ.А., Саидов И.М. Тадқиқи методҳои вариатсионӣ барои ҳисоб намудани масофаи байни хатҳои суфта. //Паёми Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. Бахши илмҳои табиӣ. 2019. №1. С. 84-89. ISSN 2413-452X.
6. Шевченко А.С. Применение математического пакета Maple к решению вариационных задач // Молодой ученый. - 2015. -№22. - С. 33-37.
7. Идиев Ғ.А., Саидов И.М. Тадқиқи методҳои вариатсионӣ барои ҳисоб намудани масофаи байни хатҳои суфта / Ғ.А Идиев, И.М. Саидов // Паёми Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. Бахши илмҳои табиӣ. 2019. №1. С. 84-89. ISSN 2413-452X.
8. Рауфов И.Ш. Масофаи байни хатҳои суфта дар ҳамворӣ / И.Ш. Рауфов, Ғ.А. Идиев. – Душанбе, 2004.

9. Рауфов И.Ш. Муодилаҳои дифференциалӣ ва ҳисобкуниҳои вариатсионӣ / И.Ш. Рауфов, Ғ.А. Идиев. – Душанбе, 2004.
10. Юнусӣ М. Ю., Идиев Ғ. А. Корҳои лабораторӣ аз фанни информатика ва технологияи информатсионӣ. М. ЧДММ “Баҳодуриён-2004”. Душанбе 2004. 33саҳ.
11. Идиев Ғ.А., Одиназода С.О., Неъматов Ғ.Н. Тадбиқи ҳалли системаи муодилаҳо дар системаи компютери математикӣ *Maple* // Таҳлили компютери масъалаҳои илм ва технология. Маводҳои конференсияи байналмиллалӣ илмӣ—Душанбе, 2023, Саҳ. 235-239.

## ИСТИФОДАИ ТЕХНОЛОГИЯИ КОМПЮТЕРӢ ДАР ТАЪЛИМИ МАТЕМАТИКАИ ОЛӢ

**Физиурда.** Дар мақолаи мазкур нақши баъзе хусусиятҳои фанни геометрия, робитаи байни геометрия бо бахшҳои фанҳои дигар, ки ба усулҳои нави таълим таъсир мерасонанд муҳокима карда мешаванд. Илова бар ин истифодаи усулҳои нав дар таълими фанни геометрия, инчунин пешрафти технологияҳои иттилоотӣ дахлдор баррасӣ мешавад.

**Калидвожаҳо:** шаклҳои геометрӣ, технологияи иттилоотӣ дар геометрияи аналитикӣ, ТИК, математикаи олӣ, эллипс, астроида.

## ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ВЫСШЕМ МАТЕМАТИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ

**Аннотация.** В данной статье рассматривается роль некоторых особенностей геометрии, взаимосвязь геометрии с другими дисциплинами, влияющая на новые методы обучения. Кроме того, обсуждается использование новых методов в преподавании геометрии, а также развитие соответствующих информационных технологий.

**Ключевые слова:** геометрические фигуры, информационные технологии в аналитической геометрии, ИКТ, высшая математика, эллипс, астероид.

## THE USE OF COMPUTER TECHNOLOGY IN HIGHER MATHEMATICAL EDUCATION

**Annotation.** This article discusses the role of some features of geometry, the relationship between geometry and other disciplines that affect new teaching methods. In addition, the use of new methods in the teaching of geometry, as well as the development of relevant information technologies, are discussed.

**Keywords:** geometric shapes, information technology in analytical geometry, ICT, higher mathematics, ellipse, asteroid.

***Маълумот оиди муаллифон:***

**Идиев Ғуфрон Аҳмадович** – муаллими калони кафедраи моделсозии математикӣ ва компютери ДМТ. **Суроға:** 734025, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Душанбе, х. Рӯдакӣ 17, ДМТ. **Тел.:** (+992) 985296939. **E-mail:** [g.idiev-66@mail.ru](mailto:g.idiev-66@mail.ru).

**Туманова Шарифамо Саторовна** – муаллимаи калони кафедраи моделсозии математикӣ ва компютери Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. **Суроға:** 734025 Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Душанбе, хиёбони Рудаки 17, ДМТ, **Тел.:** (+992) 985-81-56-47, **E-mail:** [tsharifamo-75@mail.ru](mailto:tsharifamo-75@mail.ru),

**Давлатова Шаҳрбону Шамсуллоевна** - ассистенти кафедраи моделсозии математикӣ ва компютери Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. **Суроға:** 734055, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Душанбе, хиёбони Рӯдакӣ 17. **Телефон:** (+992) 934-72-54-86; **E-mail:** [dsh-sh86@mail.ru](mailto:dsh-sh86@mail.ru)

***Сведения об авторах:***

**Идиев Ғуфрон Аҳмадович** – Старший преподаватель кафедры математическое и компьютерное моделирования ТНУ. **Адрес:** 734025 Республика Таджикистан, г. Душанбе, пр. Рудаки 17, ТНУ. **Тел.:** (+992) 985296939. **E-mail:** [g.idiev-66@mail.ru](mailto:g.idiev-66@mail.ru).

**Туманова Шарифамо Саторовна** – старший преподаватель кафедры “Математическое и компьютерное моделирование”, “Таджикского национального Университета”. **Адрес:** 734025 Республика Таджикистан, г. Душанбе, пр. Рудаки 17, ТНУ, **Тел.:** (+992) Тел.: 985815647, **E-mail:** [tsharifamo-75@mail.ru](mailto:tsharifamo-75@mail.ru),

**Давлатова Шаҳрбону Шамсуллоевна** - ассистент кафедры математического и компьютерного моделирования Таджикского национального университета. **Адрес:** 734055, Республика Таджикистан, г. Душанбе, проспект Рудаки 17. **Телефон:** (+992)934-72-54-86; **E-mail:** [dsh-sh86@mail.ru](mailto:dsh-sh86@mail.ru)

***Information about the authors:***

**Idiev Ghufron Ahmadovich** – senior lecturer of the Department of Mathematical and computer modeling of TNU. **Address:** 734025 Republic of Tajikistan, Dushanbe, Rudaki ave. 17. **Phone:** (+992) 985296939. **E-mail:** [g.idiev-66@mail.ru](mailto:g.idiev-66@mail.ru).

**Tumanova Sharifamo Satorovna** – is an aging lecturer at the Department of Mathematical modeling and computer Science at Tajik National University. **Address:** 734025 Republic of Tajikistan, Dushanbe, Rudaki ave. 17. **Tel:** 985815647, **E-mail:** [tsharifamo-75@mail.ru](mailto:tsharifamo-75@mail.ru),

**Davlatova Shahrbonu Shamsulloевна** - Assistant of the Department of Mathematical and Computer Modeling, Tajik National University. **Address:** 734055, Republic of Tajikistan, c. Dushanbe, Rudaki avenue, 17. **Phone:** (+992) 934-72-54-86; **E-mail:** [dsh-sh86@mail.ru](mailto:dsh-sh86@mail.ru)

**Муқарриз:** Саидзода И.И. – н.и.ф.м.-, дотсент,  
мудири кафедраи информатикаи Донишгоҳи  
миллии Тоҷикистон

**ПЕШНИХОДИ МОДЕЛИИ ТАБДИЛДИХИИ СИНФИ  
ИНТЕГРАЛҲОИ ДОРОИ РЕШАИ МУРАББАЪ БО ГУЗОРИШИҲОИ  
ФУНКСИЯҲОИ ТРИГОНОМЕТРӢ**

**Чӯраева Г.Х.**

**Донишгоҳи давлати омӯзгории Тоҷикистон ба номи Садриддин Айни**

**Муқаддима.** Дар стандарт, барнома ва нақшаи кории фанни таълимии математикаи олий (ё таҳлили математикӣ)-и муассисаҳои таълимии таҳсилоти олии касбӣ ҳисоби интегралҳои номуайян яке аз мавзуҳои муҳим ба шумор меравад. Усулҳои ҳисоби интегралҳои номуайян дар адабиёти таълимӣ оварда шулааст [1-6]. Масалан, гузориши Эйлер дар [1, сах. 56-58] барои интегрониҳои функсияҳои дробӣ, эллиптикӣ, рационалӣ ва иррационалӣ пешниҳод гардидааст. Дар чараёни таълим муҳим аст, ки донишҷӯ сохтори ҳамачонибаи фаъолияти таълимиро оид ба ҳисоби интегралӣ номуайян бо ҳамаи ҷузъҳои таркибӣ ва усулҳои ҳисоби он ташаккул диҳад. Тақвияти бунёдии таълими мавзӯ дар таҳсилоти олии касбӣ ва диққати касбӣ ба ихтисоси мушаххас аён мегардад. Бинобар ин мавзӯи фан махсуси техникӣ, назариявӣ, тарроҳӣ, технологӣ ва амалӣ истифода гардад, ки системаҳои воқеии ҳисоб бошанд. Раванди таълим ба донишҳои назариявӣ аз фани математикӣ гирифташуда, инчунин таҷрибаи амалӣ барои таълими фан корӣ асос бошанд. Мураккабии омӯзиш дар асоси назариявии қаблан омӯхташуда, аз зарурати фаҳмидани моҳияти равандҳои руҳ дода вобаста аст, зеро он бевосита бо азхудкунии асосҳои тарроҳӣ, усулҳо ва истифодаи тамоми ин унсурҳо дар ҳисоби интегралҳо алоқаманд аст. Аз ҷумла, бояд қайд кард, ки ҳар як мавзӯ дар чорроҳаи ду самт назария ва амалия (нақша ва усулҳои гуногун) сурат мегирад. Ба ҳалли ин масъала захираҳои таълимии фан, ки дар доираи стандартҳои таълимӣ сохта шудаанд, кӯмак мерасонанд.

Барои амалӣ намудани таълими мавзӯи мазкур ба донишҷӯён зарур аст, ки имкониятҳои истифодаи ин комплексро дар ҳар як намуди машғулиятҳои таълимӣ баррасӣ намоянд. Вобаста ба ин масъала мақола бахшида шудааст, яъне пешниҳоди моделии табдилдиҳии синфи интегралҳои дорои решаи мураббаъ бо гузоришиҳои функсияҳои тригонометрӣ.

**Пешниҳоди моделии табдилдиҳӣ.** Дар ҳисоби интегралҳои номуайян мисолҳои мавҷуданд, ки бо якчанд тарз ҳисоб карда мешаванд. Яке аз ин тарзҳо табдилдиҳии функсияи зерини интегралӣ аст, ки функсияи мураккабро ба функсияи одди ҳисобшаванда табдил медиҳад.

Интегралҳои намуди

$$\int R(x, \sqrt{ax^2 + bx + c}) dx \quad (1)$$

-ро дида мебароем. Маълум аст [1-6], ки функсияи зери интегралӣ (1) -ро бо ёрии се гузориш, ки номи гузориши Эйлерро дорад, ба функсияи рационалӣ зери интегралӣ табдил додан мумкин аст. Гузоришҳои Эйлерро хотиррасон мекунем:

а) агар  $a > 0$  бошад, он гоҳ гузориши якуми Эйлер

$$\sqrt{ax^2 + bx + c} = t \pm \sqrt{ax}$$

истифода мешавад. Ин баробариҳо ба квадрат бардошта, ҳосил мекунем:

$$x = \frac{t^2 - c}{\pm 2t\sqrt{a} + b}, \quad dx = 2 \frac{\pm t^2 \sqrt{a} + tb + c\sqrt{a}}{(2t\sqrt{a} + b)^2} dt.$$

Маънаи ифодаҳои ҳосилшударо ба (1) гузошта, ба масъалаи интегралӣ функсияи рационалӣ аз параметри  $t$  меорем. Натиҷаро бо гузориши  $t = \sqrt{ax^2 + bx + c} \pm \sqrt{ax}$  ба параметри  $x$  баргардон менамоем.

б) агар  $c > 0$  бошад, он гоҳ гузориши дуюми Эйлер

$$\sqrt{ax^2 + bx + c} = xt \pm \sqrt{c}$$

истифода мешавад. Барои табдилдиҳии функсияи зери интегралӣ (1), усули дар банди а) овардари такрор менамоем.

в) агар сеъзогии квадрати  $ax^2 + bx + c$  дорои ду решаи ҳақиқии  $\lambda$  ва  $\mu$  бошад, он гоҳ онро ба ду зарбшавандаи хатти ҷудо кардан мумкин аст, яъне

$$ax^2 + bx + c = a(x - \lambda)(x - \mu).$$

Дар ин ҷо, мувофиқи корҳои [6,7],  $\lambda = \frac{2c}{b + \sqrt{b^2 - 4ac}}$  ва  $\mu = \frac{2c}{b - \sqrt{b^2 - 4ac}}$

мебошад. Гузориши сеюми Эйлер, дар ин маврид чунин истифода мешавад:

$$\sqrt{ax^2 + bx + c} = t(x - \lambda).$$

Амалиёти дар банди а) ва б) овардари такрор намуда, муайян менамоем:

$$x = \frac{-a\mu + \lambda t^2}{t^2 - a}, \quad dx = \frac{2a(\mu - \lambda)t}{(t^2 - a)^2} dt.$$

Ин гузориш имконият медиҳад, ки функсияи зери интегралӣ (1) ба функсияи рационалӣ намуди  $R_1(x, \sqrt{a \frac{x - \mu}{x - \lambda}})$  табдил дода шавад. Дар ин маврид бо истифодаи параметри  $t = \sqrt{a \frac{x - \mu}{x - \lambda}}$  интегралӣ (1) оддӣ ҳисоб карда мешавад.

Акнун, мо пешниҳоди модели табдилдиҳии функсияи зери интегралӣ (1)-ро бо истифодаи функсияҳои тригонометрӣ ба намуди функсияи зери интегралӣ  $R(\sin z, \cos z)$ -ро дида мебароем, яъне оварда ба интегралӣ намуди

$$\int R(\sin z, \cos z) dz \quad (2)$$

Маълум аст [7,8], ки сеъзогии квадрати дар тахти реша  $\zeta$  ойгирбуда намуди

$$ax^2 + bx + c = a \left( x + \frac{2c}{b + \sqrt{b^2 - 4ac}} \right) \left( x + \frac{2c}{b - \sqrt{b^2 - 4ac}} \right) \quad (3)$$

-ро дорад. Барои табдилдиҳии модели  $t = x + \frac{2c}{b + \sqrt{b^2 - 4ac}}$  -ро иҷро менамоем, ки

дар зери интеграл  $dx$  ба  $dt$  табдил меёбад. Агар ин модели табдилдиҳиро барои функсияи зери интегралӣ (1) татбиқ намоем, он гоҳ  $\sqrt{ax^2 + bx + c} = \sqrt{at^2 + t\sqrt{b^2 - 4ac}}$  ё  $ax^2 + bx + c = at^2 + t\sqrt{b^2 - 4ac}$  мешавад, ки барои татбиқ ҳолатҳои гуногун имконпазир мебошад. Ин ҳолатҳоро дида мебароем:

1) агар  $a > 0$  ва  $b^2 - 4ac > 0$  бошад, он гоҳ  $\int R\left(t, \sqrt{at^2 + t\sqrt{b^2 - 4ac}}\right) dt$

мешавад, ки аз гузоришҳои Эйлер а)-в) истифода намуда ҳисобкардан мумкин аст;

2) агар  $a > 0$  ва  $b^2 - 4ac = 0$  бошад, он гоҳ  $\int R(t, t\sqrt{a}) dt$  аст, ки аз интергониҳои функсияҳои эллиптики истифода кардан мумкин аст (ниг. ба [1] сах. 84);

3) агар  $a > 0$  ва  $b^2 - 4ac < 0$  бошад, он гоҳ  $\int R\left(t, \sqrt{at^2 + t\sqrt{b^2 - 4ac}}\right) dt$  аз

функсияи комплекси вобаста мешавад, ки барои интегрони аз гузоришҳои функсияи тригонометри истифода кардан мумкин аст.

Акнун аз гузориши  $t = x + \frac{b}{2a}$  ( $a \neq 0$ ) истифода менамоем, Дар ин

маврид  $\sqrt{ax^2 + bx + c} = \sqrt{at^2 + \left(c - \frac{b^2}{4a}\right)}$  мешавад, ки барои функсияи зери

интегралӣ ҳолатҳои гуногуни имконпазирӣ интегрони  $\zeta$  ой дорад. Ҳамаи ҳолатҳои имконпазирро дида мебароем:

1. Агар  $a > 0$ ,  $c = \frac{b^2}{4a}$  бошад, он гоҳ банди 2) татбиқ мешавад;



2. Агар  $a > 0$ ,  $c - \frac{b^2}{4a} > 0$  бошад, он гоҳ гузориши  $a = m^2$ ,  $c - \frac{b^2}{4a} = n^2$  -ро

истифода менамоем. Дар ин ҳолат  $\int R\left(t, \sqrt{m^2 t^2 + n^2}\right) dt$  -ро бо гузориши функцияҳои тригонометри интегронидан мумкин аст. Масалан, бо ёрии гузориши  $t = \frac{n}{m} \operatorname{tg} z$ .

3. Агар  $a > 0$ ,  $c - \frac{b^2}{4a} < 0$  бошад, он гоҳ гузориши  $a = m^2$ ,  $c - \frac{b^2}{4a} = -n^2$

ичро мекунем. Дар ин ҳолат  $\int R\left(t, \sqrt{m^2 t^2 - n^2}\right) dt$  -ро бо гузориши функцияҳои тригонометри интегронидан мумкин аст. Масалан, бо ёрии гузориши  $t = \frac{n}{m} \operatorname{sec} z$ .

4. Агар  $a < 0$ ,  $c - \frac{b^2}{4a} > 0$  бошад, он гоҳ гузориши  $a = m^2$ ,  $c - \frac{b^2}{4a} = n^2$

ичро мекунем. Дар ин ҳолат  $\int R\left(t, \sqrt{n^2 - m^2 t^2}\right) dt$  -ро бо гузориши функцияҳои тригонометри интегронидан мумкин аст. Масалан, бо ёрии гузориши  $t = \frac{n}{m} \operatorname{sin} z$ .

5. Агар  $a < 0$ ,  $c - \frac{b^2}{4a} < 0$  бошад, он гоҳ гузориши  $a = m^2$ ,  $c - \frac{b^2}{4a} = -n^2$

ичро мекунем. Дар ин ҳолат интегронии функцияи комплекси иҷро карда мешавад, яъне  $\int R\left(t, \sqrt{i(m^2 t^2 + n^2)}\right) dt$  -ро бо гузориши функцияҳои тригонометри интегронидан мумкин аст. Масалан, бо ёрии гузориши  $t = \frac{n}{m} \operatorname{sec} z$ .

Барои татбиқи натиҷаҳои назариявии дар боло оварда, якчанд мисолҳоро дида мебароем.

**Мисоли 1.** Интегралро ҳисоб кунед:  $\int \frac{dx}{\sqrt{(a^2 - x^2)^3}}$ .

**Ҳал.** Гузориши  $x = a \operatorname{sin} z$  -ро иҷро мекунем, он гоҳ  $dx = a \operatorname{cos} z dz$  ва

$$\int \frac{dx}{\sqrt{(a^2 - x^2)^3}} = \int \frac{a \cos z}{x \sqrt{(a^2 - 22a^2 \sin^2 z)^3}} dz = \int \frac{a \cos z}{a^3 \cos^3 z} dz =$$

$$= \int \frac{dz}{a^2 \cos^2 z} = \frac{1}{a^2} \int \frac{dz}{\cos^2 z} = \frac{1}{a^2} \cdot \operatorname{tg} z + c = \frac{1}{a^2} \cdot \frac{\sin z}{\cos z} + c =$$

$$= \frac{1}{a^2} \cdot \frac{\sin z}{\sqrt{1 - \sin^2 z}} + c = \frac{1}{a^2} \cdot \frac{\frac{x}{a}}{\sqrt{1 - \left(\frac{x}{a}\right)^2}} + c = \frac{1}{a^2} \cdot \frac{x}{\sqrt{a^2 - x^2}} + c.$$

**Мисоли 2.** Интегралҳои зеринро бо тарзҳои гуногуни гузоришҳо ҳисоб

намоед:  $\int \frac{dx}{\sqrt{x^2 + 2x + 3}}$ .

**ал. Тарзи 1.** Гузориши Эйлер банди а)-ро истифода менамоем:

$$\int \frac{dx}{\sqrt{x^2 + 2x + 3}} = \left| \begin{array}{l} \sqrt{x^2 + 2x + 3} = x + t, x^2 + 2x + 3 = x^2 + 2xt + t^2, \\ 2x(1-t) = t^2 - 3, x = \frac{t^2 - 3}{2(1-t)}, dx = \frac{1}{2} \cdot \frac{2t(1-t) + (t^2 - 3)}{(1-t)^2} dt = \\ = \frac{1}{2} \cdot \frac{2t - t^2 - 3}{(1-t)^2} dt, \sqrt{x^2 + 2x + 3} = \frac{t^2 - 3}{2(1-t)} + t = \frac{2t - t^2 - 3}{2(1-t)} \end{array} \right| =$$

$$= \int \frac{\frac{1}{2} \cdot \frac{2t - t^2 - 3}{(1-t)^2}}{\frac{2t - t^2 - 3}{2(1-t)}} dt = \int \frac{1}{1-t} dt = -\int \frac{dt}{t-1} = -\ln|t-1| + c = -\ln|\sqrt{x^2 + 2x + 3} - x - 1| + c.$$

**Тарзи 2.** Гузориши банди 1)-ро истифода менамоем:

$$\int \frac{dx}{\sqrt{x^2 + 2x + 3}} = \left| \begin{array}{l} x^2 + 2x + 3 = (x+1)^2 + 2, \\ x+1 = t, dx = dt \end{array} \right| = \int \frac{dt}{\sqrt{t^2 + 2}} = \ln|t + \sqrt{t^2 + 2}| + c =$$

$$= \ln|x+1 + \sqrt{x^2 + 2x + 3}| + c.$$

**Тарзи 3.** Гузориши банди 2 бо истифодаи функсияи тригонометрӣ:

$$\int \frac{dx}{\sqrt{x^2 + 2x + 3}} = \left| x^2 + 2x + 3 = (x+1)^2 + 2, \right. \left. \begin{array}{l} x+1=t, dx=dt \end{array} \right| = \int \frac{dt}{\sqrt{t^2 + 2}} = \int \frac{dt}{\sqrt{2} \sqrt{\frac{t^2}{2} + 1}} =$$

$$= \frac{1}{\sqrt{2}} \int \frac{dt}{\sqrt{1 + \left(\frac{t}{\sqrt{2}}\right)^2}} = \left| \begin{array}{l} t = \sqrt{2} \operatorname{tg} z, \\ dt = \frac{\sqrt{2} dz}{\cos^2 z} \end{array} \right| = \frac{1}{\sqrt{2}} \int \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 z}} \cdot \frac{\sqrt{2}}{\cos^2 z} dz = \int \frac{dz}{\cos z} = \int \frac{d\left(z + \frac{\pi}{2}\right)}{\sin\left(z + \frac{\pi}{2}\right)} =$$

$$= \ln \left| \operatorname{tg} \left( \frac{z}{2} + \frac{\pi}{4} \right) \right| + c =$$

$$= \ln \left| t + \sqrt{t^2 + 2} \right| + c =$$

$$= \ln \left| x + 1 + \sqrt{x^2 + 2x + 3} \right| + c.$$

### Адабиёт

1. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. Том II. изд. 5. /Г.М. Фихтенгольц// -М.: Физ-мат. литературы. -1962. -807 с.
2. Фихтенгольц Г.М. Основы математического анализа: учебник / Г.М. Фихтенгольц// - СПб.: Лань, 2020.- Часть 1. - 444 с.
3. Тер-Крикоров А.М. Курс математического анализа. / А.М. Тер-Крикоров, М.И. Шабунин // -М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. -2017. -672 с.
4. Кудрявцев Л.Д. Краткий курс математического анализа. Т.1 / Л.Д. Кудрявцев// -М.: Физматлит, 2015.— 444 с.
5. Ильин В.А. Основы математического анализа. Ч.1 / В.А. Ильин, Э.Г. Позняк// -М.: Физматлит. -2005. - 648 с.
6. Демидович Б.П. Сборник задач и упражнений по математическому анализу. / Б.П. Демидович // -М.: Лань, 2020. – 624 с.
7. Алиев Б. О корнях сингулярное возмущенных алгебраических уравнений /Б. Алиев. Х.Ш. Джураев // Доклады Академии наук Республики Таджикистан, 2004, Т.47, №4.-С.92-98.
8. Алиев Б. Оиди ҳалли муодилаҳои ошӯбӣ / Б.Алиев. Х.Ш. Ҷӯраев // Ж. Мърифат, 2005. №7-8. –С.33-36.

### ИНТЕГРОНИИ БАЪЗЕ ФУНКСИЯҶОИ ИРРАТСИОНАЛӢ БО ГУЗОРИШҶОИ ТРИГОНОМЕТРӢ

**Фиишурда.** Дар мақолаи мазкур доир ба интегронии баъзе функсияҳои иррационалӣ бо гузоришҳои тригонометрӣ оварда шудааст.

Дар математика мисолхое мавҷуданд, ки бо якчанд тарз ҳал карда мешаванд. Дар ин гузориш тарзҳои гуногуни интегронидани баъзе функсияҳои иррационалиро бо гузоришҳои тригонометрӣ нишон дода шудааст.

**Калидвожаҳо:** функсия, иррационалӣ, гузориш, тригонометрӣ.

## **МЕТОД ИНТЕГРИРОВАНИЯ НЕКОТОРЫХ ИРРАЦИОНАЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ С ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКИМИ ПОСТАНОВКАМИ**

**Аннотация.** В статье рассматривается интеграция некоторых иррациональных функций с тригонометрическими постановками.

В математике есть примеры, которые можно решить несколькими способами. В этой статье показаны различные способы интегрирования некоторых иррациональных функций с тригонометрическими постановками.

**Ключевые слова:** функция, иррациональный, отчет, тригонометрический.

## **INTEGRATION OF SOME IRRATIONAL FUNCTIONS WITH TRIGONOMETRIC REPORTS**

**Annotation.** The article discusses the integration of some irrational functions with trigonometric reports. There are examples in mathematics that can be solved in several ways. This report shows various ways to integrate some irrational functions with trigonometric reports.

**Keywords:** function, irrational, report, trigonometric function.

### ***Малумот дар бораи муаллиф:***

**Ҷӯраева Гулшан Хайруллоевна** - н.и.ф.м., дотсенти кафедраи геометрия ва математикаи олии Донишгоҳи давлати омӯзгории Тоҷикистон ба номи Садриддин Айнӣ. **Суроға:** 734063, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Душанбе, кӯчаи Рӯдакӣ, 21. **Тел.:** (+992) 911110431.

### ***Информатсия об авторе:***

**Джураева Гулшан Хайруллоевна** - к.ф.м.н., доцент кафедры геометрии и высшей математики Таджикского государственного педагогического университета имени Садриддина Аини. **Адрес:** 734063, Республика Таджикистан, г. Душанбе, ул. Рудакӣ, 21. **Тел.:** (+992) 911110431.

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

**Juraeva Gulshan Khayrulloevna** - candidate of physical sciences, mathematics docent Department of Geometry and Higher Mathematics, Tajik State Pedagogical University named after Sadriddin Aini. **Address:** 734063, Republic of Tajikistan, Dushanbe, Rudaki str., 21. **Telegram:** (+992) 911110431.

**Муқарриз:** Олимӣ А.Р., н.и.ф.-м., дотсенти кафедраи физика ва географияи ДДД

Даминов Ш.Р., Аvezов З.И., Бехбудов В.Т.

Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ

### Муқаддима

Дар бисёр минтақаҳои ҷаҳон барои пешниҳоди хизматрасониҳои алоқаи мобилӣ бо сабаби мураккабии релефи минтақа таъмин кардан душвор аст. Мисоли чунин шароитҳои системаҳои алоқаи радио Ҷумҳурии Тоҷикистон мебошад, ки 93 фоизи онро релефи кӯҳӣ ташкил мекунад.

Аз сабаби бартарият доштани минтақаҳои кӯҳӣ, шароити мавҷудаи сохтмонҳои бисёршӯнаи наздишаҳрӣ ва ноҳамворӣ дар ҷараёни ташаккули каналҳои алоқаи мобилӣ боиси ба вучуд омадани шароити пуршиддати бисёршӯӣ мегардад, ки барои таъмини сифати алоқа ва шароити интиқоли ретранслясионӣ мушкилот пайдо мекунад. Дар ҳақиқат ҳама гуна хати радиоиро дар ҳолати паҳншавии бисёршӯӣ метавон ҳамчун омезиши якҷанд роҳҳои асосӣ дидан, ки дар он сигнал аз ретранслятор ё стансияи базавӣ ба антеннаи стансияи мобилӣ ва баръакс мерасад.

Ҳар яке аз ин роҳҳо дорои объектҳои гуногун мебошанд, ки ба онҳо паҳншавии мавҷҳои электромагнитӣ таъсир мерасонанд.

Дар шароити шаҳрӣ ва беруназшаҳрӣ, унсурҳои асосии зеринро метавон фарқ кард:

- Сохторҳои самтдиҳанда (ҳиёбонҳо, кӯчаҳо, қитъаҳои дарё, хатҳои нақлиёти электрикии шаҳрӣ ва ғайра);
- Биноҳои баландшӯна ё гурӯҳи биноҳо;
- Сатҳи замин ва монсаҳо дар он (ноҳамвор будани сатҳ, автомобилҳо, сутунҳо, деворҳо ва ғ.);
- Майдонҳои наботот (чангалҳо, боғҳо, майдонҳо ва ғ.).

Моделсозии таъсири объектҳо ва роҳҳои номбаршуда ба паҳншавии мавҷҳои электромагнитиро метавон бо ду роҳи асосӣ анҷом додан [6,7]:

- Муайянкунанда;
- Оморӣ ва комбинатсиякардашуда.

Ба якум асосан усулҳои оптикаи геометрӣ, назарияҳои дифраксияи физикӣ ва геометрӣ, усули муодилаҳои параболӣ, инчунин усулҳои адабии электродинамика дохил мешаванд. Онҳо имкон медиҳанд, ки шиддатнокии майдон бо дақиқии баланд ҳисоб карда шавад, аммо нисбат ба дақиқии мушаххасоти миёнаи модел талаботи баланд мегузорад.

Усулҳои статистику таҳлил ва ҳисобҳо характери тасодуфии тақсимои гуногунҷисмии муҳити атрофро ба назар мегиранд, ки ин ба раванди паҳншавии мавҷҳои электромагнитӣ таъсир мерасонад. Онҳо имкон медиҳанд, ки хусусиятҳои миёнаи сигналҳоро пешгӯӣ карда шаванд.

Истифодаи усулҳои муосири ҳисобкунии минтақаҳои фарогирии системаҳои алоқаи мобилӣ сифати баланди алоқа ва самараи назарраси иқтисодиро таъмин менамояд ва барои истеҳсоли таҷҳизоти алоқа бо сарбории мунтазам сарфа карданро имкон медиҳад.

Ҳангоми таҳлили паҳншавии мавҷҳои электромагнитӣ дар канали радио, системаҳои интиқоли иттилоот ё алоқаи радио аксар вақт модели фазои озодро истифода мекунанд. Дар доираи ин модел тахмин карда мешавад, ки дар канал равандҳои инъикос, рефраксия, фурубарӣ, парокандашавӣ ва дифраксияи мавҷҳои электромагнитӣ ба амал намеоянд. Агар паҳншавии мавҷҳои электромагнитиро дар атмосфераи Замин ба назар гирем, тахмин карда мешавад, ки он нисбат ба паҳншавии мавҷҳои радио мунтазам мебошад ва шартҳои дар боло зикршударо қонеъ мегардонад.

Тахмин карда мешавад, ки сатҳи Замин аз трассаи радиои ба қадри кофӣ дур аст, ки таъсири онро ба назар нагирифтани мумкин аст. Модели фазои озод як модели истинод барои таҳлили паҳншавии мавҷҳои электромагнитӣ дар роҳҳои гуногун мебошад.

Дар доираи ин модел энергияи сигнал танҳо аз масофаи байни онҳо вобаста аст. Эътимодноки ва саҳеҳии интиқоли иттилооти аналогӣ ё рақамӣ бо якчанд омилҳо муайян карда мешаванд аз ҷумла, мушкилии афзоюндаи системаҳои алоқаи радио ва таҷҳизоти алоқаи дорои таҳрифи ғайрихаттии пасти сигналҳо ҳангоми паҳншавии бисёрсамта, аз ҷумла системаҳои алоқаи радио, ки дар трассаҳои мураккаби кишвар ва минтақаҳои кӯҳӣ истифода мешаванд, инчунин ба хурд кардани андозаҳои таҷҳизот. Мушкилии хурд кардани андозаи антеннаҳо, чун дар бисёр мавридҳо, мушкилии хурд кардани андозаи дастгоҳҳои интиқолдиҳанда мебошад [1]. Мушкилии дигар ҳангоми ташкили системаҳои радиоалоқа кам кардани сарфаи энергия мебошад, ки бо масофаҳои зиёд барои таъмини алоқаи радио дар хатсайрҳо алоқаманд аст. Дар ин самт тараққиқунандаи антеннаҳои мутобиқшавандаи идорашаванда мебошанд, ки бо номи «антеннаҳои интеллектуалӣ» машҳуранд системаҳои алоқаи мобилӣ ва антеннаҳои панҷарагии фаъоли фазавӣ бо тақвиятдиҳандаҳои хурди интегралӣ бо модулҳои ғайриқул баландбасомад мебошанд [2]. Онҳо дар радиолокаторсия, системаҳои алоқаи моҳвораӣ, навигаторсия, системаҳои идоракунии радиои моҳвораӣ, ҳавопаймоӣ ва ғайра истифода мешаванд [3].

Технологияҳои системаҳои муосири радио ва дастгоҳҳои алоқа бо нақшаҳои дарунсохти ғайриқул баланд басомад ва таҳрифи пасти сигнал ҳангоми

пахн кардани мавҷҳои радио дар заминҳои гузаштанашаванда ва маҳаллҳои кӯҳӣ, дар роҳҳои деҳот такмил дода мешаванд [4].

Дар роҳҳои душвори деҳот ва ноҳияҳои кӯҳӣ яке аз мушкилиҳои ҷиддӣ ва маъмул ин гум шудан ё тамоман набудани алоқаи радиои мебошад. Чунин ҳодисаҳо қомилан табиӣ ва қобили қабул мебошанд, зеро дар ин гуна ҷойҳо ретрансляторҳо, дурусттараш стансияҳои базавӣ нисбат ба шаҳр хеле кам ҷойгир мешаванд. Аммо масъаларо бо роҳҳои зерин ҳал кардан мумкин аст [5,6].

Якум ин аст, ки дар наздикӣ стансияи иловагӣ ё ретранслятор насб карда шавад.

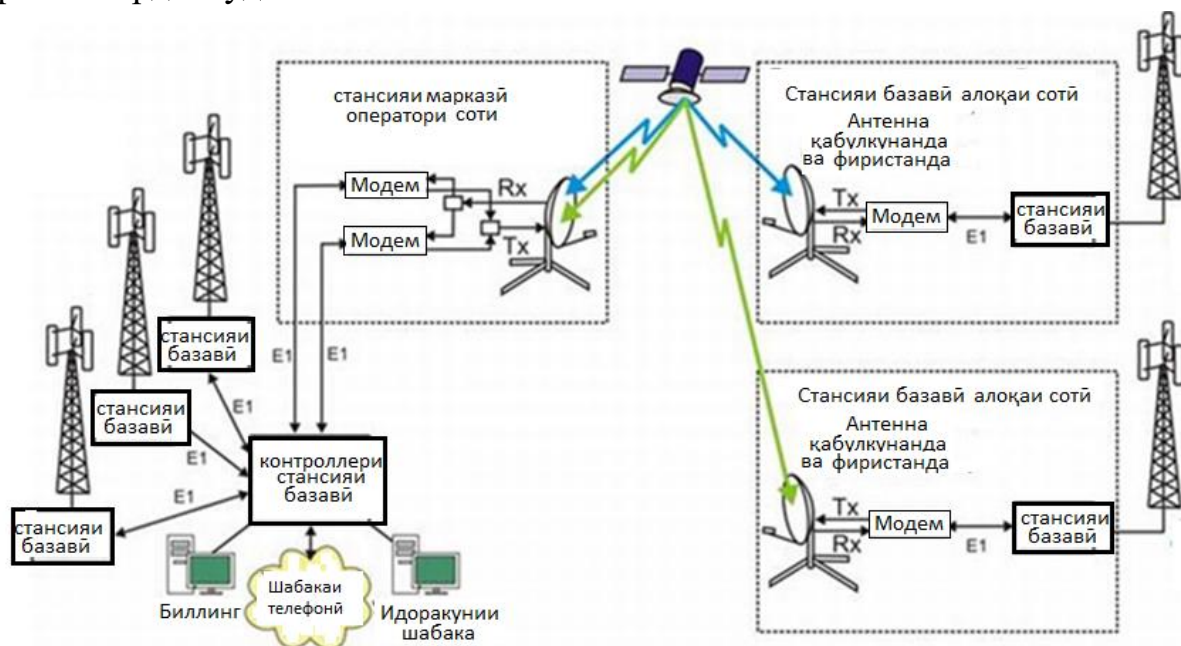
Дуюм, баланд бардоштани самараноки ва тавоноии баромадӣ тавассути коҳиш додани сатҳи таҳрифи ғайрихаттӣ системаи дохилӣ мебошад.

Сеюм, такмил додани сохтори таҷҳизоти антеннаӣ ва оптимизатсияи моделҳои мавҷудаи равандҳои паҳншавии мавҷҳои радио дар хатсайрҳои наздишаҳрӣ ва минтақаҳои кӯҳӣ.

Усули якуми зикрфтаи беҳтар намудани алоқа дар роҳҳои деҳоту кӯҳсори бо релефи душвор на ҳама вақт имконпазир аст. Усули дуюм гарчанде, ки антеннаҳои интеллектуалӣ ва антеннаҳои панҷаравии самтӣ истифодаи каналҳои радиоро беҳтар мекунад, аммо онҳо аз ду камбудии асосӣ дар системаҳои бисёрканала маҳрум нестанд - таҳрифҳои байниканалӣ, байниаломатӣ ва мавҷудияти таҳрифҳои ғайрихаттӣ [6]. Аз сабаби он, ки антеннаҳои стандартӣ ҷойгиршавии муштариро пайгирӣ карда наметавонанд ва аз ин рӯ, бояд сигнали пурқувватро паҳн кунанд. Ин метавонад боиси интермодулятсия байни сигналҳои худ ё байни сигналҳои ячейкаҳои ҳамсоя гардад. Барои ба даст овардани тавоноии баланд, усули муқовимати магнитии хос дар ҳолати сершавӣ қор мекунад ва аз ин рӯ дорои хусусиятҳои интиқоли ғайрихаттӣ мебошад. Ин ба пайдоиши ташкилкунандаҳои интермодулятсионӣ оварда мерасонад, ки дар ҷузъҳои пурқувваткунандаи интиқолдиҳандаҳо ба вучуд меоянд ва боиси паст шудани устуворнокӣ ба ҳалалҳо дар системаҳои интиқоли иттилооти радиои, паст шудани қобилияти гузаронандагии канали алоқа, пастшавии тавоноӣ ва самаранокии радио фиристанда, инчунин афзоиши таҳрифи фазавӣ ва ғайра меоварад [2,3]. Ҳалли ин масъалаҳо бо таъмин намудани хаттинокии модулҳои интиқолкунандаи таҷҳизоти радиои системаҳои алоқа бевосита алоқаманд аст.

Усули сеюм. Сатҳи воқеии Замин қариб дар ҳама ҷо дорои сохти мураккаб ва қабатнок мебошад, зеро он аз ҷинсҳои дорои хосиятҳои электрикии гуногундошта иборат аст, релефи мураккаб дошта, аксар вақт бо растаниҳо фаро гирифта шудааст. Аз ҳамин лиҳоз, масъалаи пешгӯии майдони электромагнитии сатҳи руизаминӣ ба миён меояд, ки мавҷҳо дар сатҳи воқеии

Замин, бо назардошти нобаробарии электрикии минтақа, ва муҳити зист ҳоло ҳалношуда боқӣ мондааст. Дар расми 1 сохтори системаи алоқаи мобилӣ ва моҳворавӣ оварда шудааст.



**Расми 1.** Сохтори системаи алоқаи мобилӣ ва моҳворавӣ.

Ба бузургҳои асосие, ки антеннаҳоро ҳамчун афкананда тавсиф мекунад, параметрҳои зерин таалук доранд:

*Коэффисиенти самтнокии антенна.* Коэффисиенти самтнокии антенна ин таносуби зичии тавонҳои афканиш мебошад, ки аз ҷониби антенна генератсия мешавад дар нуқтаи мушоҳидавӣ, ки дар минтақаи дури афканишот ҷойгир аст, ба зичии тавонҳои афканиш ба ҳисоби миёна дар ҳама самтҳо дар масофаи якхела аз антенна аниқ карда мешавад.

$$D = \frac{P(\theta, \varphi, r)}{P_{\text{MN}}(r)} = \frac{4\pi r^2}{P_{\text{афк}}} P(\theta, \varphi, r) \quad (1)$$

дар ин ҷо  $P(\theta, \varphi, r)$  – зичии сели тавонҳои дар нуқтаи бо координатаи  $(\theta, \varphi, r)$ ;

$P_{\text{афк}}$  – тавонҳои афканиши антенна,  $P_{\text{MN}}(r)$  – зичии миёнаи тавонҳои афканиш бо самти доиравӣ.

Коэффисиенти самтнокии антенна вобаста бо тавсифномаи меърии самтӣ бо формулаи зерин алоқаманд аст

$$D = \frac{4\pi F^2(\theta, \varphi)}{\int_0^{2\pi} \int_0^\pi F^2(\theta, \varphi) \sin \theta d\theta d\varphi} \quad (2)$$

*Коэффисиенти кори фойданок:*

$$\eta = \frac{P_{\text{афк}}}{P_0} \quad (3)$$

дар ин ҷо  $P_0$  – тавонҳои, ки ба антенна дода мешавад;



$P_{afk}$  – тавоноӣ, ки аз антенна афканиш меёбад.

Кoeffисиенти тақвиятдиҳии антенна:

$$G = \eta D \quad (4)$$

Дар радиосистемаҳои интиқоли иттилоот, хусусан дар системаҳои алоқаи ҳозиразамон басомадҳое, ки истифода мешаванд дар ҷадвали 1 оварда шудаанд.

**Ҷадвали 1.** Басомадҳо, ки системаҳои дар алоқаи бесим истифода мешаванд

Номи диапазон	Диапазон, ГҲТс	Намуди алоқа
L	1-2	Алоқаи моҳворавӣ, радиоалоқаи заминӣ, телекоммуникатсияи мобилӣ, алоқаи ҳаракаткунанда
S	2-4	Алоқаи моҳворавӣ, радиои рақамӣ, телекоммуникатсияи мобилӣ, алоқаи радиорелегӣ, алоқаи ҳаракаткунанда.
C	3.4-8	Телевизиони моҳворавӣ
X	7-12	Алоқаи моҳворавии муқаррарӣ барои ҳарбиён, ҳукумат, радиолокатсия, радионавигатсия
Ku	10.7-18	Телевизиони моҳворавӣ, системаи барномаҳои радио
K	18-31.5	Моҳворавӣ, алоқаи ҳарбӣ, радиолокатсия, системаи барномаҳои радио
Ka	26.5-40	Алоқаи моҳворавӣ, радиолокатсия, алоқаи байни моҳворавӣ

Дар ҳатти алоқаи байни дехотӣ ва релефи кӯҳсор барои ба амал овардани алоқаи радио дар системаҳои бисёрканалаи интиқоли иттилоот ва аз ҷумла ҳангоми системаҳои радиорелегӣ, системаҳои интиқоли иттилооти моҳворавӣ ва системаҳои алоқаи мобилӣ стансияҳои интиқоли базавӣ дар манораҳое, ки дар онҳо антеннаҳои алоқа насб карда шудаанд, ҷойгир карда мешаванд. Ҳамчун як ҷузъи ҳатти радиой дар речаҳои "интиқол" ва "қабул" амал мекунад. Антеннаҳои барои алоқа бо муштариён дорои шакли васеи диаграммаи самтии азимуталӣ мебошанд, ки алоқаи барқиро дар сектори бо кунҷи  $65^\circ$ - $360^\circ$  таъмин мекунад ва шакли танги амудии диаграммаи самтии барои паст кардани

парокандашавӣ энергия дар фазо, зиёд кардани андозаи антеннаҳои стансияҳои базавӣ ва барои кам кардани зарар ба муҳити зист аз афканишҳои радиой мебошад. Чунин антеннаҳо одатан дар шакли панчараҳо сохта мешаванд, ки аз антеннаҳои диполӣ ё тарқишӣ иборатанд. Дар расми 2 вибратори коллениарӣ ҳаматарафа нишон дода шудааст.



*Расми 2* – Вибратори коллениарӣ

Ҳангоме, ки диаграммаи самтнокии максималии антенна дар нуқтаи дуртарин муштарӣ чамъ карда шудааст, нисфи қувваи афканиш дар фазо пароканда мешавад ва коэффиенти фойданоки воқеии антеннаҳоро паст менамояд ва ин ҳолат камбудии онҳоро ифода мекунад.

### **Хулоса**

1. Таҳлили паҳншавии афканиши электромагнитӣ дар ҳатти алоқаи гуногунӣ бо релефи мураккаб дар муҳити табиӣ ва таъсири онҳо ба тавсифи антеннаҳои интиқолкунанда гузаронида шуд.

2. Таҳлили сохти майдони электромагнитӣ дар наздикии ҷойгиршавии антенна, системаҳои интиқоли иттилоот барои ҳатти алоқаи деҳотӣ ва кӯҳии дорои релефи мураккаб аз рӯи хусусиятҳои худ аз монандиҳои маъруф бартарӣ доранд.

3. Таъсири паҳншавии лапшиҳои электромагнитӣ дар ҳатсайрҳои гуногун бо релефи душвор дар шароити табиӣ тақвияти воқеии антенна камбудии онҳо мебошанд.

## Адабиёт

1. Скляр Б. Цифровая связь. /Теоретические основы и практическое применение/. Издание 2-е, исправленное. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004 г. 104 с.
2. Ehsan Johari, Haleh Karkhaneh, Ayaz Ghorbani. Theoretical Approach to Estimate Intermodulations in Wideband Active Transmit Phase-Array Antennas. Electromagnetics, 32:50–59, 2012.
3. Муад Х.М., Халимов С.С., Трефилов Н.А. Применение пассивных ретрансляторов в системах сотовой связи на границах зон обслуживания// Антенны. 2014. №9 (208). С36-39.
4. Связь с подвижными объектами в спектре СВЧ. / под ред. У. К. Джейкса. М.: Связь. 1979. – 520 с.
5. Слюсар В.И. Цифровое формирование луча в системах связи: будущее рождается сегодня. Электроника: Наука, Технология, Бизнес. 2001. №1. С.6-12.
6. Бардин Н.И., Дымович Н.Д. Распространение ультракоротких волн в критериях большого городка / Н.И. Бардин, Н.Д. Дымович //Электросвязь, 1964, №7 с. 15-18.
7. Ли У.К. Техника подвижной связи. / У.К. Ли – М.: Радио и связь, 1998. 360 с.

## ТАҲЛИЛИ АНТЕННАҲО ДАР СИСТЕМАҲОИ АЛОҚАИ БЕСИМ

*Аннотатсия:* Дар ин мақола масъалаҳои паҳншавии мавҷҳои радио дар ҳатти алоқаи байнидеҳотӣ ва ноҳияҳои кӯҳӣ баррасӣ мешаванд. Аз ин рӯ, яке аз мушкилоти ҷиддӣ ва маъмул ин суҳб шудан ё тамоман гумшавии мавҷҳои радио дар антеннаи қабулкунанда мебошад. Усулҳои беҳтар намудани қабули мавҷҳои радио дар маҳалҳои атрофи шаҳр ва ҳатти алоқаи кӯҳӣ бо истифода аз антеннаҳои махсус дода шудаанд.

*Калидвожаҳо:* мавҷҳои радиой, паҳншавии бисёршӯро, шиддатнокии майдон, ретрансляторҳо, стансияҳои қабулкунанда ва интиқолдиҳанда, системаҳои антеннаӣ.

## АНАЛИЗ АНТЕНН В СИСТЕМЕ ПРОВОДНОЙ СВЯЗИ

*Аннотация.* В данной статье рассматриваются вопросы распространения радиоволн на дорогах за пределами города и в горных районах. Поэтому одной из самых серьезных и распространенных проблем является ослабление или полная потеря радиочастоты. Приведены методы улучшения распространения радиоволн в пригородных и горных районах с помощью специальных антенн.

*Ключевые слова:* радиоволны, передача волн, напряженность полей, ретрансляторы, принимающие и передающие станции, антенная система.

## ANALYSIS OF ANTENNAS OF WIRELESS COMMUNICATION SYSTEMS

**Annotation:** This article discusses the issues of radio wave propagation on country roads and in mountainous areas. Therefore, one of the most serious and common problems is the loss or complete absence of radio communication. Methods are given to improve the propagation of radio waves in suburban areas and in mountain roads using special antennas.

**Keywords:** Radio waves, multipath propagation, field strength, repeaters, base reception transmitting stations, antenna systems.

### *Маълумот дар бораи муаллифон:*

**Даминов Шамшод Рашидович** - Муаллими калони кафедраи Шабақаҳои алоқа ва системаҳои коммутисионӣ ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ. **Суроға:** Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Душанбе. **E-mail:** [d\\_shamshod@mail.ru](mailto:d_shamshod@mail.ru);

**Авезов Зубайдулло Имомович** - и.в дотсент, мудири кафедраи Шабақаҳои алоқа ва системаҳои коммутисионӣ ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ. **Суроға:** Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Душанбе. **E-mail:** [zubaid85@mail.ru](mailto:zubaid85@mail.ru);

**Бехбудов Вафочон Тағоймуродович** - Ассистенти кафедраи Шабақаҳои алоқа ва системаҳои коммутисионӣ ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ. **Суроға:** Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Душанбе. **E-mail:** [behbudovvafo@yandex.ru](mailto:behbudovvafo@yandex.ru).

### *Сведения об авторах:*

**Даминов Шамшод Рашидович** – старший преподаватель кафедры Сетей связи и систем коммутации ТТУ имени академика М.С. Осими. **Адрес:** Республика Таджикистан, г. Душанбе. **E-mail:** [d\\_shamshod@mail.ru](mailto:d_shamshod@mail.ru);

**Авезов Зубайдулло Имомович** – и.о. д-ра, зав. кафедрой Сетей связи и систем коммутации ТТУ имени академика М.С. Осими. **Адрес:** Республика Таджикистан, г. Душанбе. **E-mail:** [zubaid85@mail.ru](mailto:zubaid85@mail.ru);

**Бехбудов Вафоджон Тағоймуродович** – ассистент кафедры Сетей связи и систем коммутации ТТУ имени академика М.С. Осими. **Адрес:** Республика Таджикистан, г. Душанбе. **E-mail:** [behbudovvafo@yandex.ru](mailto:behbudovvafo@yandex.ru).

### *Information about the authors:*

**Daminov Shamshod Rashidovich** - Senior Lecturer of the Department of Communication Networks and Switching Systems TTU named after Academician M.S. Osimi. **Address:** Republic of Tajikistan, Dushanbe. **E-mail:** [d\\_shamshod@mail.ru](mailto:d_shamshod@mail.ru);

**Avezov Zubaydullo Imomovich** - Acting Associate Professor, Head of the Department of Communication Networks and Switching Systems TTU named after Academician M.S. Osimi. **Address:** Republic of Tajikistan, Dushanbe. **E-mail:** [zubaid85@mail.ru](mailto:zubaid85@mail.ru);

**Behbudov Vafojon Tagojmurodovich** - Assistant of the Department of Communication Networks and Switching Systems TTU named after Academician M.S. Osimi. **Address:** Republic of Tajikistan, Dushanbe. **E-mail:** [behbudovvafo@yandex.ru](mailto:behbudovvafo@yandex.ru).

**Муқарриз:** Саидов Б.Б. – н.и.т., ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ

**ИСТИФОДАИ ОЗМОИШГОҲИ ВИРТУАЛӢ ДАР ОМУӢЗИШИ  
ФИЗИКА. АМСИЛАСОЗИИ КОМПЮТЕРИИ “ЧЕНКУНИИ КОР ВА  
ТАВОНОИИ ЧАРАӢНИ ЭЛЕКТРИКӢ” (ОЗМОИШГОҲИ ВИРТУАЛӢ)**

**ОлимӢ А. Р.**

**Донишгоҳи давлатии Данғара**

Қайд кардан бамаврид аст, ки тартиби истифодаи кори озмоишии виртуалӣ барои донишҷӯёни муассисаҳои таҳсилоти олӣ ва муассисаҳои таҳсилоти миёнаи умумӣ ба мақсад мувофиқ мебошад. Мавзӯҳои содаро барои омӯхтан метавонем ба хонандагон ва донишҷӯён ҳамчун вазифаи беруназсинфӣ, мустақилона ба роҳ монем. Донишҷӯ ва хонанда дар аввал маводи назариявиро меомӯзанд, баъд бо иҷрои кори озмоишии виртуалӣ донишҳои худро мукаммал мекунанд.

Тавассути озмоишгоҳи виртуалӣ донишҷӯён ва хонандагон тамоми мавзӯро меомӯзанд. Мо инчунин метавонем дар давоми дарс вақтеро ҷудо кунем, ки донишҷӯён, хонандагон ва омӯзгор маводи дарсиро мухтасар муҳокима кунанд. Ин усулро зеро шубҳа гузоштан мумкин аст, зеро ба назар гирифтани қобилияти донишҷӯён ва хонандагон дар дастрасӣ ба Интернет ва истифодаи компютер хеле муҳим аст.

Донишҷӯён ва хонандагон бояд ба корҳои тадқиқоти лоиҳавӣ ва таълимӣ, гузаронидани мушоҳидаҳо ва таҷрибаҳо аз рӯи фанни физика ва дигар фанҳои табиатшиносӣ бо истифода аз таҷҳизоти озмоишии таълимӣ, захираҳои таълимии рақамӣ, озмоишгоҳҳои виртуалӣ, моделҳои воқеӣ ва амалан визуалӣ ва маҷмуи объектҳо ва ҳодисаҳои асосии рӯзӣ ва табиатшиносӣ кор кунанд. Ин усулро дар шакли одди дар муассисаҳои таҳсилоти миёнаи умумӣ дар шакли мураккаб дар муассисаҳои таҳсилоти олӣ ва муассисаҳои таҳсилоти миёнаи умумӣ (махсусан дар синфҳои болоӣ) истифода бурдан мумкин аст[2].

Дар ҳамин асос гуфтан лозим аст, ки озмоишгоҳҳои виртуалӣ метавонанд барои тадқиқоти донишҷӯён ва хонандагон мавзӯи хело хубе бошанд. Донишҷӯён ва хонандагон метавонанд аз корҳои анҷомдодашудаи зерин истифода баранд:

- тадқиқоти равандҳои физикӣ;
- муқоисаи корҳои озмоишии виртуалӣ дар сатҳҳои гуногун;
- омӯзиши яке аз сатҳҳои таълимӣ.

Новобаста аз он ки донишҷӯ ё хонанда вобаста ба корҳои озмоишии виртуалӣ кадом мавзӯро интихоб мекунад, барои омӯзгор муҳим аст, ки барои донишҷӯ ва хонанда муҳити мусоид фароҳам оварад. Дар ин ҳолат донишҷӯён ва хонандагон метавонанд дар ташкил ва гузаронидани корҳои озмоишии виртуалӣ дониши худро санҷанд. Омӯзгор бояд истифодаи ва эҷод кардани корҳои озмоишии виртуалиро хуб донад.

Дар муассисаҳои таҳсилоти олий ва муассисаҳои таҳсилоти миёнаи умумӣ бештар ба мутахассисони ҳамин соҳа ниёз доранд, ки дар эҷоди барномаҳои компютерӣ кӯмак мекунанд. Кӯмак ва машварати доимӣ барои донишҷӯ ҳангоми таҳияи лоиҳа, нақши бузург мебозад. Омӯзгор бояд фаҳмад, ки мавзӯ хеле ҷиддӣ аст ва вақти зиёди ҳолӣ талаб мекунад, аз ин рӯ, дастгирии донишҷӯ хеле муҳим аст.

Мо дар ин мақола кори озмоишии виртуалиро дар мавзӯи “Ченкунии қор ва тавоноии ҷараёни электрикӣ” дида мебароем.

Назариyaи кори озмоишӣ чунин аст:

Қор, ки манбаи ҷараён ба рафти занҷири сарбаст заряди  $dq$ -ро кӯчонда иҷро менамояд, мувофиқи таърифи ҚЭХ ва қувваи ҷараён:

$$dA = \varepsilon dq = \varepsilon Idt \quad (1)$$

мебошад. Ин қорро ба вақти  $dt$ , ки дар тӯли он иҷро мешавад, тақсим карда, *тавоноии пурраи* вусъат додаи манбаъро дарёфта метавонем:

$$P_0 = \frac{dA}{dt} = \frac{dq}{dt} \varepsilon = I \varepsilon. \quad (2)$$

Бо дарназардошти  $I = \frac{\varepsilon}{R+r}$  тавоноии пурраро ба намуди

$$P_0 = \frac{\varepsilon^2}{R+r} \quad (3)$$

пешниҳод қардан мумкин аст. Дар истемолгарони энергия (борбастҳо) танҳо ҳиссае аз ин тавоноии вусъат меёбад:

$$P = I^2 R = \frac{\varepsilon^2}{(R+r)^2} R, \quad (4)$$

ки *тавоноии фойданок* мебошад. Қисми дигараш асосан барои гарм қардани манбаъ, инчунин симҳои васлсозӣ сарф мегардад, бефоида аст.

Нисбати тавоноии фойданок ба тавоноии пурра *коэффитсиенти кори фойданок* (ККФ) мебошад:

$$\eta = \frac{P}{P_0} = \frac{U}{\varepsilon} = \frac{R}{R+r}. \quad (5)$$

Маҳз аз ҳисоби тавоноии фойданок ҳангоми аз ноқили муқовиматаш  $R$  гузаштани ҷараёни қуввааш  $I$  ин ноқил гарм мешавад ва миқдори гармиеро, ки дар тӯли вақти гузаштани ҷараён ( $t$ ) хориҷ мегардад, мувофиқи қонуни *Ҷоулу Ленс* муайян қарда метавонем:

$$Q = I^2 R t = I U t = \frac{U^2}{R} t. \quad (6)$$

Иқтидори ҷараён:

$$P = \frac{Q}{t} = I^2 R = IU = \frac{U^2}{R} \quad (7)$$

мебошад. Тавассути ин формула қувваи ҷараён ва муқовимати ҷароғҳои электриро муайян кардан мумкин аст, ки дар онҳо ҳиссаи ночизи он (анқариб 5%) ба рӯшноӣ табдил меёбад. Назарияи дар боло овардашуда ба қонуни Ҷоул Ленс алоқаманд аст.

Аз тарафи дигар назарияи кори озмоишии виртуалии овардашуда чунин шарҳ дода мешавад.

Ҳангоми гузариши ҷараёни электрикӣ аз ноқилҳо, ҷараён кор иҷро мекунад ва энергияи ҷараёни электриро ба энергияи дигар: гармӣ, рӯшноӣ, механикӣ, химиявӣ ва ғайра табдил медиҳад.

Агар ба истеъмолкунандаи ҷараёни электрикӣ шиддати як вольт дода шавад, ин чунин маъно дорад, ки манбаи ҷараёни электрикӣ, ки як кулон қувваи ҷараёнро ба воситаи истеъмолкунанда мегузаронад, як ҷоул ҷараёни электриро сарф мекунад.

Ҷараёни электрикӣ ин энергияро ба ягон намуди дигари энергия табдил медиҳад ва аз ин рӯ, мегӯянд, ки ҷараёни электрикӣ, ки аз истеъмолкунанда мегузарад, кор иҷро мекунад. Бузургии ин кор ба бузургии энергияи электрикии аз манбаъ сарфшуда баробар аст.

Дар манбаи ҚЭҲ дар зери таъсири қувваҳои химиявӣ (дар унсурҳои ибтидоӣ ва батареяҳо) ё қувваҳои электромагнитӣ дар генераторҳои электрикӣ, ҷудошавии заряд ба амал меояд.

Коре, ки қувваҳои беруна дар манбаъ, ҳангоми ҳаракати заряди  $Q$  анҷом медиҳанд ё чунон ки мегӯянд, ҷараёни электрикии дар манбаъ ҳосилшударо бо муодилаи зерин ифода мекунад:

$$A = QE$$

Агар манбаъ ба занҷири беруна пайваस्त бошад, дар он пайваста ҷудошавии зарядҳо ба амал меояд ва қувваҳои беруна низ кори зеринро иҷро мекунад

$$A = QE,$$

ё бо назардошти он, ки

$$Q = It, A = EIt$$

мебошад.

Тибқи қонуни бақои энергия, ҷараёни электрике, ки дар манбаи ҚЭҲ ҷудо(тавлид) мешавад, дар айни замон дар қисмҳои занҷири электрикӣ ба дигар намудҳои энергия табдил дода мешавад.

Як қисми энергия дар қитъаи беруна сарф мешавад:

$A_1 = UQ = UIt$ , ки дар он  $U$  ин шиддат дар ҷои пайвасти манбаъ аст, ки ҳангоми пайваस्त шудани занҷири берунаи дигар ба ҚЭҲ баробар нест.

Қисми дигари энергия дар дохили манбаъ сарф мешавад (ба гармӣ табдил меёбад):

$$A_2 = A - A_1 = (E - U)It = U_0 It$$

Дар муодилаи охирин,  $U_0$  фарқи байни ҚЭҲ ва шиддат дар ҷойҳои пайвасти манбаъ мебошад, ки онро пастшавии шиддати дохилӣ меноманд. Ҳамин тариқ,

$$U_0 = E - U,$$

аз ин ҷо

$$E = U + U_0$$

яъне, манбаи ҚЭҲ ба ҷамъи шиддати ҷои пайвастшавӣ ва пастшавии шиддати дохилӣ баробар аст[8].

Мисол. Чойники электрикӣ ба манбаи дорой шиддати 220 вольт пайваст карда шудааст. Агар қувваи ҷараён дар элементи гармидиҳандаи чойник 2,5 А бошад, энергияи дар муддати 12 дақиқа сарфшударо муайян кардан лозим аст.

$$A = 220 \cdot 2,5 \cdot 60 = 396000 \text{ Ҷ.}$$

Бузургие, ки суръати табдили энергия ё суръати иҷрои корро тавсиф мекунад, тавоноӣ номида мешавад (ишораташ P):

$$P = A / t$$

Тавоноии ҷараёни электрикӣ ба кори иҷрокарда дар як воҳиди вақт баробар аст.

Бузургие, ки суръати ба энергияи электрикӣ табдил ёфтани энергияи механикӣ ё дигар намуди энергияи манбаро тавсиф мекунад, тавоноии генератор номида мешавад:

$$P_r = A / t = EIt / t = EI$$

Бузургие, ки суръати табдили энергияи электрикиро дар қисмҳои берунии занҷир ба дигар намудҳои энергия тавсиф мекунад, тавоноии истеъмолкунанда номида мешавад:

$$P_1 = A_1 / t = UIt / t = UI.$$

Қуввае, ки истеъмоли бефоидаи энергияи электрикиро тавсиф мекунад, масалан, барои талафоти гармӣ дар дохили генератор, талафоти барқ номида мешавад:

$$P_0 = (A - A_1) / t = U_0 It / t = U_0 I.$$

Тибқи қонуни бақои энергия тавоноии генератор ба ҷамъи тавоноии зерин баробар аст; истеъмолкунандагон ва талафот:

$$P_r = P_1 + P_0.$$

Бузургие, ки суръати табдили энергияи электрикиро дар қисмҳои берунии занҷир ба дигар намудҳои энергия тавсиф мекунад, тавоноии истеъмолкунанда номида мешавад:

$$P_1 = A_1 / t = UIt / t = UI.$$

Тавоноие, ки истеъмоли бефоидаи энергияи электрикиро тавсиф мекунад, масалан, барои талафоти гармӣ дар дохили генератор, талафоти тавоноӣ номида мешавад:

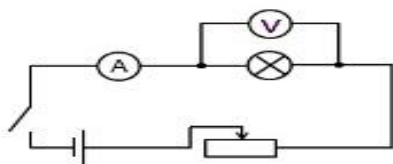
$$P_0 = (A - A_1) / t = U_0 It / t = U_0 I.$$

Тибқи қонуни бақои энергия тавоноии генератор ба ҷамъи тавоноии зерин баробар аст; истеъмолкунандагон ва талафот:

$$P_r = P_1 + P_0.$$



Мақсади кор: омӯзиши тавоноии ва кори ҷараёнро дар ҷароғи электрикӣ бо ёрии амперметр, вольтметр ва соат муайян намоед. Барои муайян кардани тавоноии ҷароғ шумо бояд схемаи дар расм нишон додашударо ҷамъ кунед[9].



**Расми 1.** Тасвири занҷири муайян кардани тавоноии ҷароғ(лампа)

Бо чен кардани ҷараёни  $I$  дар ҷароғ ва шиддати  $U$  дар он, тавоноии  $P$ -ро бо муодилаи зерин ҳисоб кардан мумкин аст:

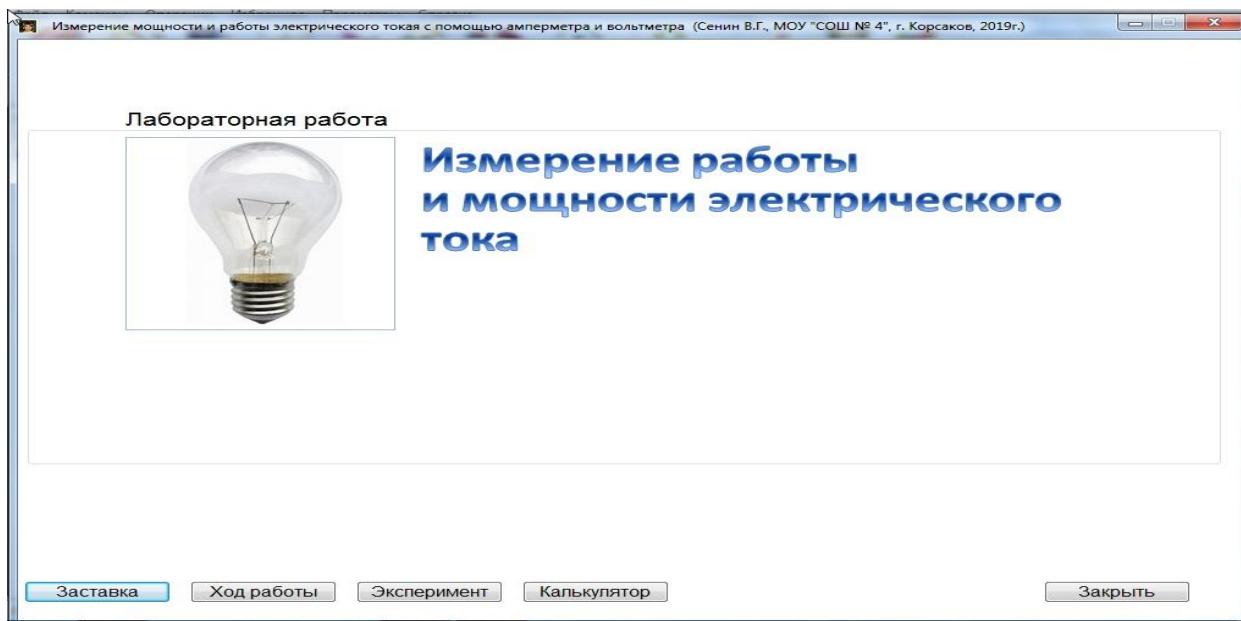
$$P = UI.$$

Барои ҳисоб кардани кори ҷараён дар ҷароғ вақтеро чен кардан лозим аст, ки дар давоми он ҷароғ даргирон аст. Кори иҷрокардаи ҷараён бо муодилаи зерин ҳисоб карда мешавад:

$$A = Pt$$

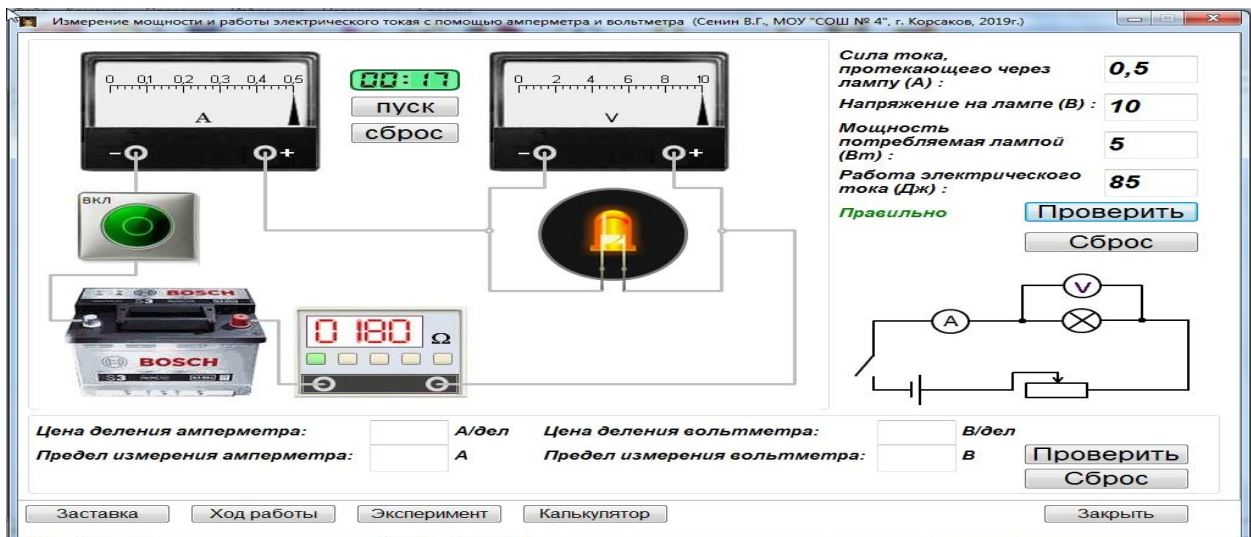
Ҳисоб кардани тавоноии ҷароғ:  $U=3V$ ;  $I=0,2A$ :  $P=UI$ :  $P=3V \times 0,2A = 0,6W$ .

Ҳисоби кори ҷараён дар ҷароғ:  $I=1 \text{ дақ.} = 60 \text{ с}$ :  $A=Pt$ :  $A=0,6W \times 60 \text{ с} = 36 \text{ Ҷ}$



**Расми 2.** Равзанаи кори озмоишии “Ченкунии кор ва тавоноии ҷараёни электрикӣ.

Дар равзанаи расми 3 тартиби иҷрои кори озмоишии виртуалӣ бо модели компютерӣ оварда шудааст. Аз равзана дида мешавад, ки ҳангоми қимати қувваи ҷараён ба  $0.5A$  ва шиддат ба  $10 V$  баробар будан, тавоноии сарфшудаи ҷароғ(лампа) ба  $5W$  ва кори ҷараёни электрикӣ ба  $85 \text{ Ҷ}$  баробар мешавад.



**Расми 3.** Равзанаи кори озмоишии “Ченкунии кор ва тавоноии ҷараёни электрикӣ”

Кор ва тавоноии ҷараён тавассути модели компютерӣ дар расми 3 оварда шудааст.

Ҳисоб кардани тавоноии ҷароғ:  $U=10V$ ;  $I=0,5A$ ;  $P=UI$ ;  $P=10V \times 0,5A=5W$ .

Барои муайян кардани меъёри тақсимои амперметр ва вольтметр, шумо бояд ба рақамҳои дар шкалаи асбобҳо нишондодашуда назар кунед. Масалан, агар миқёс чунин бошад: 0 1 1 1 5 1 1 1 10, пас шумо бояд қимати хурдтарро аз қимати калонтар тарҳ кунед ва ба шумораи фосилаҳоро (хатчаҳо) байни рақамҳо тақсим кунед. Мо мефаҳмед, ки меъёри тақсим ба як баробар аст.



**Расми 4.** Равзанаи кори озмоишии “Ченкунии кор ва тавоноии ҷараёни электрикӣ”

Аз равзанаи дар расми 4 овардашуда тартиби иҷрои кори озмоишии виртуалӣ бо модели компютерӣ нишон дода шудааст. Аз равзана дида мешавад, ки ҳангоми қимати қувваи ҷараён ба  $0.4A$  ва шиддат ба  $8V$

баробар будан, тавоноии сарфшудаи чароғ (лампа) ба 3,2Вт ва кори ҷараёни электрикӣ ба 112Ҷ баробар мешавад.

Дар расми 4 модели компютерӣ дар мавзуи қор ва тавоноии ҷараён оварда шудааст.

Ҳисоб кардани тавоноии чароғ:  $U=8В$ :  $I=0,4А$ :  $P=UI$ :  $P=8В \times 0,4А = 3.2Вт$ .



**Расми 5.** Равзанаи кори озмоишии “Ҷенкунии қор ва тавоноии ҷараёни электрикӣ”

Бо тағйир додан қиматҳои қувваи ҷараён ва шиддат дар равзана, тавоноии чароғ ва кори ҷараёни электрикиро муайян мекунем.

Аз равзанаи дар расми 5 овардашуда тартиби иҷрои кори озмоишии виртуалӣ бо модели компютерӣ нишон дода шудааст. Аз равзана дида мешавад, ки ҳангоми қимати қувваи ҷараён ба 0.3А ва шиддат ба 6 В баробар будан, тавоноии сарфшудаи чароғ (лампа) ба 1,8Вт ва кори ҷараёни электрикӣ ба 63Ҷ баробар мешавад.

Қор ва тавоноии ҷараён тавассути модели компютерӣ дар расми 3 оварда шудааст.

Ҳисоб кардани тавоноии чароғ:  $U=6В$ :  $I=0,3А$ :  $P=UI$ :  $P=6В \times 0,3А = 1.8Вт$ .



**Расми 6.** Равзанаи кори озмоишии “Ченкунии кор ва тавоноии ҷараёни электрикӣ”

Аз равзанаи дар расми 5 овардашуда тартиби иҷрои кори озмоишии виртуалӣ бо модели компютерӣ нишон дода шудааст. Аз равзана дида мешавад, ки ҳангоми ҷимати қувваи ҷараён ба 0,2А ва шиддат ба 4 В баробар будан, тавоноии сарфшудаи ҷароғ (лампа) ба 0,8Вт ва кори ҷараёни электрикӣ ба 28Ҷ баробар мешавад.

Кор ва тавоноии ҷараён тавассути модели компютерӣ дар расми 3 оварда шудааст.

Ҳисоб кардани тавоноии ҷароғ:  $U=10В$ :  $I=0,5А$ :  $P=UI$ :  $P=4В \times 0,2А = 0.8Вт$ .

Хулоса мақолаи мазкур модели компютери корҳои озмоишии виртуалӣ, технологияи барпо намудани таҷрибаи компютери ҳисоббарорро дар сатҳи баланд барасии хонанда ва донишҷӯ мекунад. Дар ин мақола ба масъалаҳои тадқиқоти илмӣ бо истифода аз озмоишгоҳи виртуалӣ диққати асосӣ дода мешавад.

Дар таълими физика, озмоишгоҳи виртуалӣ ва таҷрибаҳои виртуалӣ ва моделсозии компютерӣ имконият медиҳад, ки кори озмоиширо шавқовар ва равшан гузаронем, ва шавқу ҳаваси донишҷӯён ва хонандагонро ба мавзӯи омӯхташаванда зиёд намоем.

## Адабиёт

1. Антипов О.Е., Белов М.А. Принципы проектирования виртуальной компьютерной лаборатории на основе технологии облачных вычислений: Сб. научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции «Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании 2010». Т. 4. Технические науки. Одесса: Черноморье, 2010.
2. Черемисина Е.Н., Крейдер О.А. Инновационная практика подготовки IT-специалистов в университете «Дубна»: Сб. научных трудов / Под ред. Е.Н. Черемисиной. Вып 2. М.: ООО «Центр информационных технологий в природопользовании», 2008.
3. Антипов О.Е., Белов М.А. Разработка и внедрение программно-аппаратной платформы виртуальной компьютерной лаборатории в образовательный процесс высшей школы // Наука и современность – 2010: Сб. материалов VII Международной научно-практической конференции. Ч. 2 / Под общ. ред. С.С. Чернова. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2010.
4. Сила Лоренса / В. С. Булыгин // Большая российская энциклопедия : [в 35 т.] / гл. ред. Ю. С. Осипов. — М.: Большая российская энциклопедия, 2004—2017.
5. Миллер М. А., Е. В. Суворов. Лоренса сила // Физическая энциклопедия : [в 5 т.] / Гл. ред. А. М. Прохоров. — М.: Советская энциклопедия (т. 1—2); Большая Российская энциклопедия (т. 3—5), 1988—1999. — ISBN 5-85270-034-7.
6. Paul J. Nahin, Oliver Heaviside Архивная копия от 3 апреля 2021 на Wayback Machine, JHU Press, 2002.
7. Болотовский Б. М. Оливер Хевисайд. — Москва: Наука, 1985. — С. 43—44. — 260 с. Архивная копия от 14 марта 2022 на Wayback Machine.
8. Саъдуллозода Ҳ., Ақдолов Д.М. Электр ва магнетизм. - Душанбе: Нашриёти ДМТ, 2011, 261 саҳ.
9. Чамолов М., С.Н.Каримов С.Н., Раҳимов Ф.Қ. Курси физикаи умумӣ. Ҳодисаҳои электромагнитӣ. - Душанбе: Нашриёти ДДМТ, 2003, 348 саҳ.
10. Маҷидов Ҳ. Асосҳои электродинамика. Оптика ва физикаи атом. «Эр-граф», Душанбе, 2007, 425 саҳ.
11. Трофимова Т. И. Физика: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / Т. И. Трофимова. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательский центр «Академия», 2013. — 352 с. — (Сер. Бакалавриат). ISBN 978-5-7695-9820-3.
12. Гергова И. Ж. Виртуальные лабораторные работы как форма самостоятельной работы студентов / И. Ж. Гергова, М. А. Коцева, А. Х. Ципинова и др. // Современные наукоемкие технологии. — 2017. — №1. — С. 94-98.

13. Матлин А.О., Фоменков С.А. Методика построения виртуальной лабораторной работы с помощью автоматизированной системы создания интерактивных тренажеров // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2012. № 12. С. 142–144.

**ИСТИФОДАИ ОЗМОИШГОҶИ ВИРТУАЛӢ ДАР ОМУӢЗИШИ ФИЗИКА.  
АМСИЛАСОЗИИ КОМПЮТЕРИИ “ЧЕНКУНИИ КОР ВА ТАВОНОИИ ЧАРАӢНИ  
ЭЛЕКТРИКӢ” (ОЗМОИШГОҶИ ВИРТУАЛӢ)**

*Фшуурда.* Мақолаи мазкур роҳҳои омодагии донишҷӯ ва хонандаро барои аз худ намудани воситаи моделсозии математикӣ ва физикӣ мавриди баррасӣ қарор додааст. Бо ёрии озмоишгоҳи виртуалӣ донишҷӯён ва хонандагон тамоми мавзӯро меомӯзанд. Рушд ёфтани ҷомеа бо миқдори зиёди иттилоот хос буда, ба сохтор ва низомсозии муфассал ниёз дорад. Донишҷӯён ва мактаббачагон бояд мустақилона коркарди маълумот, хулосабарорӣ ва дар асоси маълумоти гирифташуда, муқоисаи онро бо дигар равандҳои ҳаётӣ ёд гиранд.

Дар мақола дар бораи истифодаи кори озмоишии виртуалӣ ҳамчун замимаи семинари озмоишӣ дар раванди таълими физика дар мавзӯи “Ченкунии кор ва тавоноии ҷараёни электрикӣ” сухан меравад. Ҳангоми иҷрои ин кори озмоишии виртуалӣ, донишҷӯ ва хонанда ба кор ва тавоноии ҷараёни электрикӣ шиносӣ пайдо мекунад.

*Калидвожаҳо:* Физика, равзана, электрик, ҷараёни электрикт, тавоноӣ, ҚЭҲ, моделсозии компютерӣ, донишҷӯ, занҷири электрикӣ, озмоишгоҳи виртуалӣ, ва ғайра.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИРТУАЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ В ОБУЧЕНИИ  
ФИЗИКИ. КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ «ИЗМЕРЕНИЕ РАБОТЫ И  
МОЩНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА » (ВИРТУАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ)**

*Аннотация.* В данной статье рассматриваются пути подготовки студентов и учащихся к освоению методов математического и физического моделирования. С помощью виртуальной лаборатории студенты и учащиеся изучают весь предмет. Развитие общества, характеризующегося большим объемом информации, требует детальной структуры и организации. Студенты и учащиеся должны научиться самостоятельно обрабатывать информацию, и на основе полученной информации сделать правильные выводы сравнивая ее с другими жизненными процессами.

В статье говорится об использовании виртуальной экспериментальной работы как дополнения к испытательному семинару по теме «Измерение работы и мощности электрического тока». Выполняя этот

виртуальный эксперимент, студенты и учащиеся знакомятся с мощностью и силой электрического тока.

**Ключевые слова:** Физика, окно, электричество, электрический ток, мощность, НЭК, компьютерное моделирование, студент, электрическая схема, виртуальная лаборатория и т.д.

**THE USE OF A VIRTUAL LABORATORY IN TEACHING PHYSICS.  
COMPUTER SIMULATION "MEASURING THE OPERATION AND POWER OF  
ELECTRIC CURRENT " (VIRTUAL LABORATORY)**

**Annotation.** This article discusses ways to prepare students and pupils to master the methods of mathematical and physical modeling. With the help of a virtual laboratory, students and pupils study the entire subject. The development of a society characterized by a large amount of information requires a detailed structure and organization. Students and pupils must learn to independently process information, draw conclusions and, based on the information received, compare it with other life processes.

The article talks about the use of virtual experimental work as a supplement to the test seminar on the topic "Measuring the work and power of electric current". By performing this virtual experiment, the student and pupil will become familiar with the power and strength of electric current.

**Keywords:** Physics, window, electricity, electric current, power, NEC, computer modeling, student, electrical circuit, virtual laboratory, etc.

**Маълумот дар бораи муаллиф:**

**Олимий Ашуралӣ Рамазон** – Донишгоҳи давлатии Данғара, номзади илмҳои физикаю математика, дотсенти кафедраи физика. **Суроға:** 735320, 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:** 735320, 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:** 735320, 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:** Набиев Ҷ.Ғ. – н.и.п., дотсенти кафедраи физика ва географияи Донишгоҳи давлатии Данғара

**НАНОТЕХНОЛОГИЯ ВА ИМКОНИЯТҲОИ ОН ДАР ЗАМОНИ  
МУОСИР**

**Сафаров Д.А., Раҳмонов Б.Қ.**  
*Донишгоҳи давлатии Дангара*

Аксарияти мактаббачагони имрӯза бо истилоҳи "нанотехнология" ошно ҳастанд, аммо онҳо наметонанд, ки дар паси ин калима чист? Дар беҳтарин ҳол, префикси "нано" ҳамчун воҳиди касрии физика ифшо карда мешавад. Имрӯзҳо ба кӯдакон додани маълумоти ибтидоӣ дар бораи нанотехнология, таърихи рушди онҳо, дастовардҳои муосир дар ин соҳа ва навоариҳои эҳтимолии оянда муҳим аст.

Маъноии префикси "нано" чист? Нанотехнология калимаи маъмулан истифодашаванда аст. Ин ба соҳаҳои илмӣ бештар ба химия, физика, электроника, механика, тиб, саноати кайҳонӣ ва ҳарбӣ дахл дорад. Ин мафҳум аз калимаи юнонии "nanos" баромадааст, ки маънояш "гнон" аст. Тахмин кардан мумкин аст, ки ин соҳаи босуръат рушдбандаи илм бо объектҳои хурд алоқаманд аст. Танҳо ин ибораҳо "кам" ва "хурд" дар ин ҳолат то ҳол комилан кофӣ нестанд, зеро зарраҳои андозаи 1-100 нанометрӣ барои нанопарчаҳо гирифта мешаванд, ки ин 1-100 миллиард метрро ташкил медиҳад [7].

Истилоҳи "нанотехнология" - ро бори аввал олими ҷопонӣ Норио Танигучи (Донишгоҳи илмӣ Токио) соли 1974 дар Конфронси Ҷамъияти муҳандисии дақиқ дар Ҷопон дар маърӯзаҳои худ "Дар бораи консепсияи асосии нанотехнология" истифода кардааст. Аммо, тибқи андешаи умум, идеяи аввалин ба физики машҳури амрикоӣ, офарандаи электродинамикаи квантӣ, дорандаи лауреати ҷоизаи Нобел Ричард Фейнман дода мешавад, ки онро ҳанӯз дар соли 1959 дар як маърӯзаи машҳур бо унвони аллегорикӣ "Дар поён ҷой хеле фаровон аст" гуфта буд. Вай пешниҳод кард, ки муҳандисон 24 ҷилди энциклопедияи Британикаро дар охири як сими муқаррарӣ мувофиқат кунанд. Фейнман ба ҳозирин дар бораи дурнамои афсонавӣ, ки истехсоли мавод ва дастгоҳҳоро дар сатҳи атомӣ ё молекулавӣ дар бар мегиранд, нақл кард ва даъват кард, ки як қатор принсипҳои "аз боло ба поён" миниатюрӣ карда шаванд [2,3,6].

Тадқиқоти падидаҳои ин соҳа имрӯз ба диққати баланд на танҳо дар физикаю химия, балки дар дигар илмҳои табиӣ низ бахшида шудаанд. Бо назардошти ин, бояд таъкид кард, ки организми мо як қатор мисолҳои равандҳои "нанотехнологӣ" - ро пешниҳод мекунад, ба монанди нафаскашӣ ё ҳозима. Биёед тасаввур кунем, ки мо онро дар ҳӯроки шом бо завқ хӯрдём. Барои мисол котлетро мегирем. Котлет ҷӣ гуна ба чигар ва гурда ворид



мешавад? Он ба атомҳо ва молекулаҳои алоҳида тақсим мешавад ва маҳз дар сатҳи молекулавӣ ғизо аз ҷониби организм аз худ карда мешавад. Нанотехнологҳо дар сатҳи атомҳо ва молекулаҳои инфиродӣ ба кор машғуланд. Лауреати Мукофоти Нобелӣ оид ба таҳқиқот дар электродинамикаи квантӣ Р.П. Фейнман гуфт: "Агар табиат миллионҳо сол дар сатҳи атомҳо ва молекулаҳо кор мекард, чаро мо наметавонем?" Чизи аз ҳама ҷолибтарин ва мушқилтарин дар олами нано ин олами ҳайвонот мебошад. Бисёр мисолҳо мавҷуданд, ки ҷи гуна инсон ба пайдо кардани падидаҳо ва хусусиятҳои олами нано, ки олами вуҳуш кайҳо аз худ кардааст, оғоз мекунад.

Бисёре аз маводҳои, ки инсоният муддати тӯлонӣ истифода мебаранд, маҳз «нано-объектҳо» мебошанд. Яке аз намунаҳои қадимии чунин системаҳо шишаи ранга аст (бо нано - зарраҳои металлӣ ранг гирифта шудааст), ки технологияи истеҳсоли он дар Мисри Қадим маълум буд. Ин технология то ба имрӯз боқӣ монда, ба заминаи рангинии ситораҳои Кремл ворид шудааст. Кам одамон медонанд, ки шишаи ёқут ба маънои аслӣ тилло аст, зеро он аз нано зарраҳои тиллоии дар шишаҳои баландсифат «ғудохташуда» иборат аст. Дар "Purple Cassian" доираи васеи рангҳо - аз зард то зард мушоҳида карда мешавад, ки нано зарраи тилло мебошад, ки дар гели кислотаи тунука баробар тақсим шудааст ва ба номи шишагари Гамбург Андреас Кассиус (асри 17) гузошта шудааст. Осорхонаи нодири сафолҳои бадеӣ, ки дар шаҳраки хурди Фаензаи Итолиё ҷойгир аст, меҳмонон метавонанд намоишгоҳҳои бо глазори ранга оро додашуда, технологияеро, ки кулолгарони Умбрия дар асри XV таҳия кардаанд ва бо истифода аз қувваи инъикоскунандаи зарраҳои металли нозук ба сафолҳо тобиши ғайриоддӣ диҳанд.

Тибқи тавсияи Конфронси 7-уми байналмилалӣ оид ба нанотехнология (Висбаден, 2004), намудҳои зерини наноматериалҳо фарқ карда мешаванд:

- иншоотҳои нанопоравӣ;
- нано зарраҳо;
- нанотрубаҳо ва нанолифҳо;
- нанодисперсияҳо (коллоидҳо);
- сатҳҳо ва филмҳои наноструктурӣ;
- нанокристаллҳо ва нанокластерҳо.

Нанотехнология - ин роҳи сохтани сохторҳои наноандозагӣ мебошад, ки ба мавод ва дастгоҳҳо хусусиятҳои муфид медиҳанд, ки аксар вақт барои мо ғайриоддӣ мебошанд. Нанотехнология ба шумо имкон медиҳад, ки зарраи доруро дар нанокапсула ҷойгир кунед ва ҳучайраеро, ки ба ягон беморӣ гирифтور шудааст, дақиқ нишон бидиҳед, ба ҳучайраҳои дигар зарар нарасонед. Филтр, ки бо каналҳои бешумори нанометрӣ ғарқ шудааст, ки обро мегузаронанд, аммо барои наҷосат ва микробҳо саҳт аст, инчунин маҳсули

нанотехнология мебошад. Суперматериалҳо аллакай дар лабораторияҳои нанотехнологӣ санҷида мешаванд - нахҳои карбон, аз пӯлод ҳазорҳо маротиба қавитар, пӯшишхое, ки ашӯро ноаён мекунанд. Эҷоди мавод бо чунин хосиятҳои аҷиб ба туфайли он, ки нанотехнологҳо бо моддаҳо дар сатҳи атом ва молекула кор мекунанд, имконпазир гардид.

*Марҳилаҳои рушди нанотехнология.* Аввалин ёдоварӣ дар бораи усулҳо, ки баъдтар нанотехнология номида мешавад, яке аз бузургтарин физикҳои замони мо Ричард Фейнман соли 1959 дар лексияи машҳури худ "Дар поён чой хеле фаровон аст." Вай гуфта буд, ки ба қарибӣ одамон идоракунии атомҳои инфиродиро меомӯзанд ва ин ба онҳо имкон медиҳад, ки сохтори моддаҳо ро нозорат кунанд. Соли 1981 микроскопи нақбсозӣ пайдо шуд, ки он на танҳо дидани атомҳои инфиродиро, балки афзоиш ва ҳаракат кардани онҳоро низ фароҳам меорад. Ҳамин тариқ, имконияти асосии ҷамъовариҳои ҳама гуна ашӯ, моддаҳо аз атомҳои инфиродӣ исбот шудааст. Дар айни замон, анъанавӣ аст, ки нанотехнологияро ба се самт тақсим кардан мумкин аст: истеҳсоли схемаҳои электронӣ то якҷанд атом; монтаж аз атомҳои алоҳидаи ҳама гуна моддаҳо ва ашӯ; эҷоди наномашинаҳо (механизмҳои якҷанд атом).

Қадами муҳимтарин дар рушди нанотехнология ихтирои микроскопи сканеркунии нақбкунӣ аз ҷониби Герд Бинниг ва Генрих Рорер аз Лабораторияи IBM Zurich (Швейтсария) дар соли 1981 буд, ки барои ин онҳо соли 1986 ҷоизаи Нобел дар соҳаи физика дода шуданд. Бе тафсилот, амалиёти микроскопи нақбкунии сканершавандаро ба тариқи зерин тавсиф кардан мумкин аст. Сӯзани тезе, ки ба он шиддати хурд дода мешавад, дар сатҳи мавод дар масофаи тақрибан 1 нм ҳаракат мекунад. Туннелҳои электронҳо аз нӯги сӯзан ба рӯи замин нақб мекунанд ва ҷараёни хурд ба амал меояд, ки бузургии он ба андозаи зиёд аз масофаи байни нӯг ва сатҳ вобаста аст: тағйирёбии ин масофа ба андозаи камтар аз андозаи як атом як тағйироти ҷиддиро ба амал меорад - бо тартиби бузургӣ. Ҳамин тариқ, имкон дорад, ки атомҳои алоҳида дар сатҳи маводро «фарқ кунанд». Гайр аз он, микроскопи нақб дар муқоиса бо пешгузаштагони худ хосиятҳои нав дорад - бо ёрии он шумо метавонед на танҳо атомҳои инфиродиро бубинед, балки бо истифодаи шиддати мушаххас ба онҳо таъсир расонед ё онҳоро дар фазо ҳаракат диҳед.

Дар соли 1991 Сумио Лидҷима (Ширкати NEC, пештара — ширкати электрикии «Ниппон») кашфиёти на камтар аз аҳамиятнок - нанотрубаҳои карбониро ба амал овард. Дар соли 1996 Майк Рокко барои муайян кардани стратегияи миллии нанотехнологияҳо маркази академикҳо, саноатчиён ва олимони лабораторияҳои гуногуни Амрико ро ташкил кард. Дар моҳи март соли 1999 Рокко имкони суҳбат бо мушовирони Президентро дошт ва ӯ барои ин тарҳ 490 миллион доллар гирифт (танҳо 10 миллион доллар камтар аз он ки

худии Рокко умедвор буд). Ба таври расмӣ, лоихаи "Ташаббуси миллии нанотехнологӣ" -ро президенти ИМА моҳи январӣ соли 2000 эълон кард. Харочоти ИМА барои нанотехнология аз соли 2006 то 2008. 3,7 миллиард долларро ташкил дод, дар Чопон бошад, дар ҳамин давра - тақрибан 3 миллиард доллар. Дар доираи барномаи шашуми таҳқиқоти илмӣ ва технология дар солҳои 2002-2006 Комиссияи Аврупо 1,7 миллиард доллар ҷудо карда буд ва зоҳиран ин маблағ барои солҳои 2007-2013 ба 7,5 миллиард доллар расонида шуд. Ҳукумати Чин солҳои 2003-2007 сармоягузори кардааст, ки тақрибан 600 миллион долларро ташкил медиҳад. Тибқи ҳисобҳои Бунёди Миллии Иёлоти Муттаҳида, то охири соли 2010, арзиши нанотехнология дар ИМА дар бозори ҷаҳонӣ як триллион долларро ташкил хоҳад дод [1-4, 6].

*Дурнамои нанотехнология.* Ба гуфтаи коршиносон, то соли 2020 бисёр ғояҳои, ки ҳоло дар марҳилаи таҳқиқ қарор доранд, амалӣ хоҳанд шуд. Биёед каме таваққуф карда, дунёи ояндаи наздикро тасаввур кунем. Қувваи барқ тавассути панелҳои офтобии дар деворҳо ва сақфҳои хонаҳо сохташуда таъмин карда мешавад, инчунин телевизорҳо, компютерҳо ва стикерҳои фишурда хоҳанд буд. Ҳама ашӯҳои атрофи мо бо мақсади нигоҳ доштани ҳарорат, фишор, намӣ, назорат кардани таркиби ҳаво, бо протсессори миниётура таъмин карда мешаванд. Микро ва нанодатчиқҳо метавонанд дар ошкор кардани ҳама гуна хатар аз оташ то ҳамлаҳои номатлуб кумак кунанд. Ҳатто либос худ аз худ тоза хоҳад шуд ва қобилияти идоракунии ҳолати эҳсосоти онро хоҳад дошт. Наноматериалҳо дар технология ва саноат васеъ истифода мешаванд; онҳо аз ифлосшавӣ, зангзанӣ ва зарари гуногун муҳофизат мекунанд. Аммо, чизи аз ҳама ҷолиб ва муҳим он аст, ки рушди нанотехнология чи гуна ба ҳаёти хусусии инсон, ба тамоми ҳаёти ҷомеа таъсир мерасонад. Аллақай маълум аст, ки ин технологияҳо ҷаҳонро ба кулӣ тағйир медиҳанд. Аммо ин тағйиротро ҳанӯз касе наметавонад ба таври муфассал пешбинӣ кунад.

Қарор аст табибони роботҳои молекулавӣ таъсис дода шаванд, то ки дар дохили организми инсон "зиндагӣ" кунанд, аз бемориҳо огоҳӣ диҳанд ё ҳатто онҳоро аз байн баранд. Роботҳои мукамалтари молекулавӣ пиршавии организмро пешгирӣ мекунанд ва беморони ноумедро табобат мекунанд. Дар истеҳсолот, чунин роботҳо ҳама гуна ашӯро аз атомҳо ва молекулаҳо ҷамъ меоранд, ки ин бешубҳа сифати маҳсулотро беҳтар мекунад. Кишоварзӣ ба кулӣ дигаргун шудааст, зеро, масалан, шишаи ширро бо пахш кардани тугмаи оддӣ ба даст овардан мумкин аст. Экология тавассути ҳамшираҳои робот беҳтар карда мешавад, ки онҳо маводи такрориро ба нусхаи асли табдил медиҳанд...

Айни ҳол наноконструксияҳои гибридӣ дар якҷоягӣ бо антибиотикҳо ё антителиҳо бар зидди микроорганизмҳои номатлуб ё ҳуҷайраҳои саратон васеъ

истифода мешаванд. Бо истифода аз векторҳои аденовирусӣ барои воридшавии нанопарчаҳои Au ба варам бо имконияти минбаъдаи дучор омадан ба шуои лазерии инфрасурх натиҷаҳои мусбат ба даст оварда шуданд. Самаранокии баландтари нанопарчаҳои магнитии калонтар ва агрегатҳои онҳо, ки дар vivo ҳамчун интиқолдиҳандаи доруҳои зидди саратон истифода мешаванд, қайд карда шуд. Заҳролудшавӣ, био-мутобиқат ва вайроншавии биологӣ барои наноструктураҳои биотиббӣ муҳиманд, ба истиснои ҳолатҳои ситотоксикии махсуси мушаххас дар шакли доруҳои зидди омос ва микробҳо.

Маълумоти овардашуда истифодаи васеи нано-биотехнологияро барои муайян ва ташҳиси биологӣ, расонидани дору, табобат ва пешгирии бемориҳо нишон медиҳад. Таҳияи наноматериалҳои полимерӣ ва сохторҳои гибридӣ, ки дар асоси онҳо барои истифодаи саноатӣ дар биотехнология асос ёфтаанд, дар рушди электроникаи тиббӣ ва эҷоди эҳтимолии нанороботҳои тиббӣ бо суръат идома доранд [1, 2, 5, 6].

Ҳамин тариқ, нанотехнология ҳамчун як соҳаи илм самтҳои бузурги ояндадорро дар рушди технологияҳои иттилоотӣ ва электроника, усулҳои ба даст овардани мавод ва коркарди онҳо дар соҳаи ҳифзи муҳити зист ва энергетика, биология ва тиб, кишоварзӣ, авиатсия ва саноати кайҳон мекушояд.

#### Адабиёт

1. Всемирный форум татарских ученых // Казанский медицинский журнал. — 2007. — Т. 88, № 5. — С. 524–525.
2. Кобаяси Н. Введение в нанотехнологию; под ред. проф. Л. Н. Патрикеева; пер. с япон. А. В. Хачоян — М.: БИНОМ Лаборатория знаний, 2005. — 134 с.
3. Кто изобрел нанотехнологии? О книге S.Edwards «The nanotech pioneers: Where are they taking us?», Wiley, 2006 // Биомедицинская химия: науч.-практ. журнал. — 2008. — Т. 54, № 1. — С. 13–15.
4. Нанотехнологии в хирургии: современное состояние вопроса и перспективы / В. И. Сороковой [и др.] // Эндоскопическая хирургия. — 2002. — № 1 — С.28–30.
5. Нанотехнологии и перспективы их использования в медицине и биотехнологии / В. М. Лахтин [и др.] // Вестник российской АМН. — 2008. — № 4. — С. 50–55.
6. Нанотехнологии: трезвый взгляд // Мир науки. — Ежеквартальный информационный бюллетень по естественным наукам ЮНЕСКО. — Изд. 5, № 2. — 2007. — Апр.-июнь. — С. 2–7.
7. <http://www.nanometer.ru/> - сайт нанотехнологического общества «Нанометр».

8. <http://nauka.name/category/nano/> - научно-популярный портал о нанотехнологиях, биогенетике и полупроводниках.
9. <http://kbogdanov1.narod.ru/> - «Что могут нанотехнологии?», научно-популярный сайт о нанотехнологиях.

## **НАНОТЕХНОЛОГИЯ ВА ИМКОНИЯТҲОИ ОН ДАР ЗАМОНИ МУОСИР**

*Фишурда.* Дар замони ҳозира нанотехнология дар баробари биотехнология ва технологияи иттилоотӣ яке аз равандҳои ҷадидтарини илми имрӯза ба шумор меравад. Ҳарчанд мафҳуми «нанотехнология» дар сарчашма ва адабиётҳои илмӣ ва таълимӣ борҳо ёдрас шуда бошад ҳам, вале то имрӯз таърифи ягонаю умумии он вучуд надорад. Илми нанотехнологияро ба таври мухтасар чунин шарҳ додан мумкин аст. Нанотехнология - илми муосири фосолавии бунёдӣ, амалӣ ва техникӣ буда, натиҷаҳои ба даст овардаи онро дар равандҳои атомӣ, электронӣ ва молекулавӣ тавассути усулҳои назариявӣ, амалӣ, таҳлил ва синтез, ҷамбасти мекунад ва дар ҳаёт татбиқи менамоянд. Ё бо ибораи дигар, нанотехнология, ин маҷмӯи усулҳои мебошад, ки барои ҳосил, таҳқиқ ва истифодаи маводҳои сохторашон дар сатҳи атомию молекулярӣ қарордошта хобида, истифода мешаванд.

*Калидвожа:* нанотехнология, технология, атом, молекула, нанокнструкция, саноат, наноматериал, роботҳо, биотиббӣ

## **НАНОТЕХНОЛОГИЯ И ИХ ВОЗМОЖНОСТИ В НАШЕ ВРЕМЯ**

*Аннотация.* В наше время нанотехнология, наряду с биотехнологиями и информационными технологиями, являются одним из новейших процессов в современной науке. Хотя понятие «нано-технология» неоднократно упоминалось в научных и учебных источниках и литературе, на сегодняшний день нет единого и общего определения. Науку нанотехнологий можно резюмировать следующим образом. Нанотехнология — это современная фундаментальная, прикладная и техническая дистанционная наука, которая обобщает и применяет результаты, полученные в атомных, электронных и молекулярных процессах, с помощью теоретических, практических, аналитических и синтетических методов. Другими словами, нанотехнология — это набор методов, используемых для производства, изучения и использования материалов, структура которых находится на атомном и молекулярном уровне.

*Ключевые слова:* нанотехнологии, технология, атом, молекула, наноструктура, промышленность, наноматериал, роботы, биомедицина.

## NANOTECHNOLOGY AND ITS POSSIBILITIES IN OUR TIME

**Annotation.** Nowadays, nanotechnology, along with biotechnology and information technology, is one of the newest processes in modern science. Although the concept of "nanotechnology" has been repeatedly mentioned in scientific and educational sources and literature, today there is no single and general definition. The science of nanotechnology can be summarized as follows. Nanotechnology is a modern fundamental, applied and technical distance science that generalizes and applies the results obtained in atomic, electronic and molecular processes using theoretical, practical, analytical and synthetic methods. In other words, nanotechnology is a collection of techniques used to manufacture, study, and use materials that are structured at the atomic and molecular levels.

**Keys:** nanotechnology, technology, atom, molecule, nanostructure, industry, nanomaterial, robots, biomedicine

### *Маълумот дар бораи муаллифон:*

**Сафаров Давлатали Абдурахимович** – ассистенти кафедраи информатика ва телекоммуникатсияи Донишгоҳи давлатии Данғара. **Суроға:** Чумхурии Тоҷикистон. н.Данғара. кўчаи Маркази 25. **Тел.:(+992) 909-95-12-95, E-mail: [safarovdavlatali718@gmail.com](mailto:safarovdavlatali718@gmail.com);**

**Раҳмонов Бахтовар Қурбоналиевич** ассистенти кафедраи информатика ва телекоммуникатсияи Донишгоҳи давлатии Данғара. **Суроға:** Чумхурии Тоҷикистон. н.Данғара, кўчаи Маркази 25. **Тел.:(+992) 939-14-54-54. E-mail: [parviz-rahmonov@mail.ru](mailto:parviz-rahmonov@mail.ru);**

### *Информация об авторах:*

**Сафаров Давлатали Абдурахимович** – ассистент кафедры информатики и телекоммуникации Дангаринского государственного университета. **Адрес:** Республика Таджикистан. р-н. Дангара. ул.Маркази 25. **Тел.:(+992) 909-95-12-95, E-mail: [safarovdavlatali718@gmail.com](mailto:safarovdavlatali718@gmail.com);**

**Раҳмонов Бахтовар Қурбоналиевич** - ассистент кафедры информатики и телекоммуникации Дангаринского государственного университета. **Адрес:** Республика Таджикистан. р-н.Дангара. ул.Маркази 25. **Тел.:(+992) 939-14-54-54, E-mail: [parviz-rahmonov@mail.ru](mailto:parviz-rahmonov@mail.ru);**

### *Information about the authors:*

**Safarov Davlatali Abdurahimovich** – Assistant Professor at the Department of Informatics and Telecommunications of Dangara State University. **Address:** Republic of Tajikistan. Dangara. Markazi street. 25. **Phone:(+992) 909-95-12-95, E-mail: [safarovdavlatali718@gmail.com](mailto:safarovdavlatali718@gmail.com);**

**Rahmonov Bakhtovar Qurbonaliyevich** – Assistant of the Department of Informatics and Telecommunications of the Dangara State University. **Address:** Republic of Tajikistan. Dangara. Markazi street. 25. **Phone:(+992) 939-14-54-54, E-mail: [parviz-rahmonov@mail.ru](mailto:parviz-rahmonov@mail.ru);**

**Муқарриз:** Ризоев С.Ғ. – н.и.т., мудири кафедраи физика ва географияи ДДД

**Ахмедова З.П.**

**Донишкадаи технология ва менеҷменти иноватсионӣ дар шаҳри Кулоб**

Омузиши донишҷӯён дар асоси муносибати босалоҳият ба рушди рақобатпазирии донишҷӯён ба бозори меҳнат нигаронида шудааст. Донишҷӯ бояд касби ояндаи худро нағз донад ва ҳамеша барои рушди касбияти худ кӯшиш намояд. Таҳқиқоти муосир муносибати босалоҳиятро ҳамчун равише, ки ба натиҷаи қобилияти одам баҳри бартараф кардани вазъиятҳои проблемавии гуногун равона карда шудааст, шарҳ медиҳад [1].

Истифодаи назарияҳои гуногун ва муносибати тадқиқотчиён ба муносибати ба салоҳият асосёфта ва хусусиятҳои фаъолияти мутахассисони соҳаҳои гуногуни касбӣ боиси тафсириҳои гуногуни салоҳият гардиданд. Аммо мазмуни асосии онро фаъолият ва натиҷаи он ташкил медиҳанд. Моҳияти муносибати босалоҳият ташкили раванди таълим мебошад, ки ба азхудкунии фаълоне ва мустақилонаи донишҷӯён нигаронида шудааст. Натиҷаи машғулият на танҳо ба азхудкунии дониш , балки ба таҷрибаи ошкоркунӣ ва таҳлили проблема, роҳҳои ҳалли он дар ҳолатҳои гуногун, инчунин иҷрои вазифаҳои касбӣ оварда мерасонад.

Ба ҷамъияти имрӯза на миқдори дониши бадастовардаи донишҷӯ, балки инкишофи қобилияти хатмкунандаи оянда барои мустақилона ҷустуҷӯ ва таҳлил кардани иттилооти нав, ҳаракатнокӣ ва чандирии донишҳои донишҷӯён муҳимтар аст. Мутахассисони оянда бояд қобилияти ба кор бурдани дониши андухтаро дар вазъиятҳои гуногун дошта бошад. Барои ба ин мақсад ноил гардидан, бояд муносибат ба таълим дигар карда шавад. Муносибати босалоҳият дар таълим маҳз ба ташаккули ба истилоҳ «салоҳиятҳои асосӣ»-и донишҷӯён, мусоидат мекунад.

Вазифаи асосии муносибати босалоҳият дар донишҷӯён ташаккул додани салоҳиятҳои касбие мебошад, ки аз ҷониби ҷомеа ва корфармоён талаб карда мешавад. Ҷорӣ намудани чунин салоҳиятҳо ҳавасмандии донишҷӯёнро барои азхудкунии барномаҳои касбӣ афзун намуда, фаъолияти минбаъдаи бомуваффақияти касбиро таъмин менамояд.

Омузиш дар ҷараёни татбиқи муносибати босалоҳият хусусияти фаъолиятӣ пайдо карда, салоҳиятҳо дар фаъолияти амалии донишҷӯён пайдо шуда, ташаккул меёбанд ва онҳоро танҳо дар рафти фаъолияти амалии донишҷӯён арзёбӣ кардан мумкин аст. Дар муносибати босалоҳият

ба мундариҷаи фаъолияти таълимӣ тавачҷӯҳи бештар зоҳир менамоянд. Мундариҷаи таълим ба амалиёти марбут ба мушкилоте, ки бояд ҳал карда шаванд, асос ёфтааст. Бо ин равиш фаъолияти донишҷӯ хусусияти тадқиқотӣ ва амалиро касб мекунад. Донишҷӯ бояд барои ҳалли мушкилоте, ки ҳангоми таҳсил ва инчунин дар фаъолияти касбии ояндаи худ ба миён меоянд, аз манбаъҳои зарурии иттилоот зуд ва дақиқ истифода бурда тавонад [2].

Барои он ки донишҷӯ ҳамчун мутахассиси салоҳиятнок омода гардад, бояд маърифат, дониши гирифтаашро дар амал татбиқ карда тавонад. Аз ин рӯ, вазифаи муаллим дар муассисаҳои таҳсилоти олии на танҳо аз додани дониш ба донишҷӯ, балки ба ӯ мустақилият, фаълоне амал кардан, ба шароити тағйирёбанда мутобиқ шудан, ва қарор қабул карданро низ бояд омӯзонад.

Муносибати босалоҳият дар таълим, аз ҷумла дар таълими физика эътирофи он аст, ки дониши ҳақиқӣ дониши инфиродӣ мебошад, ки дар таҷрибаи фаъолияти шахсии донишҷӯ ба вучуд омадааст. Ташаккули салоҳиятҳо тавассути мундариҷаи таълим сурат мегирад [3].

Принсипҳои асосии омӯзиши босалоҳият шакли интерактивии дарсҳо бо миқдори зиёди машқҳо, мисолҳо ва масъалаҳои гуногун, ҷалби ҳамаи донишҷӯён ба омӯзиш, фароҳам овардани имкони изҳори андеша ва гӯш кардани ҳар як шахс ба шумор меравад. Нақши муҳимтаринро дар ба вучуд овардани «вазъияти муваффақиятнок» дар синф, бо шавқу завқ ба омӯзиш фаро гирифта шудани донишҷӯён ва аз омӯзиш лаззат бурдани онҳо муаллим мебошад. Дар робита ба ин, муаллим бо воситаи усулҳои гуногун, технологияҳои педагогӣ ва иттилоотӣ-коммуникатсионӣ, ба ташаккули маҷмӯи сифатҳои фардии донишҷӯ – салоҳият мусоидат мекунад, ки боиси дар ҳамаи соҳаҳои фаъолият ба муваффақият ноил гардидани он мегардад.

Дар амалияи таълим ҷорӣ намудани муносибати босалоҳият ҷустуҷӯи шаклҳои махсуси ташкилиро талаб мекунад, ки барои ташаккули «салоҳиятҳои асосӣ» мувофиқ бошанд. Дар раванди таълими физика ба ташаккули салоҳиятҳои таълимию маърифатӣ (асосӣ) ва тадқиқотӣ (умумифаннӣ) тавачҷӯҳи зиёд дода мешавад. Аммо, барои иҷтимоии бомуваффақияти донишҷӯ ташаккули ҷунин салоҳиятҳо ба монанди иттилоотӣ ва коммуникативӣ муҳим аст. Ин бо он шарҳ дода мешавад, ки дар ҷомеаи муосир шахсе, ки соҳиби иттилоот аст, боварӣ дорад, метавонад бо одамони дигар дар сатҳҳои гуногун муошират кунад. Ин салоҳиятҳо инчунин барои бомуваффақият аз худ кардани курси хеле мураккаби



физика заруранд, бинобар ин ташаккули онҳо бояд ҳамзамон аз таълими фан (фан) оғоз шавад.

Мушкилот дар он аст, ки ин салоҳиятҳо танҳо дар ҷараёни фаъолияти фаъоли маърифатии донишҷӯ ташаккул меёбанд ва барои иҷрои чунин фаъолият завқе лозим аст, ки зарурати иҷрои онро ба вучуд орад. Дар раванди омӯзиши касбӣ донишҷӯёни соли аввали таҳсилот бояд дорои таҷрибаи салоҳиятнокие гарданд, ки барои омӯзиши фанҳои дигар замина гардад.

Донишҷӯё, ки соҳиби салоҳияти иттилоотӣ аст, қобилияти мустақилона ҷустуҷӯ, таҳлил ва интиҳоб кардани иттилооти зарурӣ, ба низом даровардан, табдил додан, ҳифз кардан ва интиқол додани онро дорад. Агар донишҷӯ дараҷаи баланди малакаҳои иттилоотро дошта бошад, қодир аст барои худ ва дигарон иттилооти нави пурмазмунро дар шаклҳои гуногун дастрас дарк ва эҷод кунад; муфидро аз бефоида, арзишмандро аз камарзиш ҷудо карда аз иттилооти нопурра, беэтимод ва кӯҳна канорагирӣ кунад. Инчунин маълумоти дарёфтшуда ё мустақилона коркардшударо то ҷӣ андоза моҳирона пешкаш карда тавонистани донишҷӯ низ муҳим аст. Илова бар ин, донишҷӯ бояд қобилияти истифода аз дастгоҳҳоеро, ки барои истихроҷи иттилоот (телевизион, магнитофон, телефон, факс, компютер, проектор, модем) ва технологияҳои иттилоотӣ (аудио, видео, почтаи электронӣ, Интернет)- ро дошта бошад.

Татбиқи муносибати босалоҳият дар таълими физика, дар ҳалли вазифаҳои асосии зерин ифода меёбад:

- аз худ намудани сохтори фаъолият аз нуқтаи назари салоҳият;
- яклухткунии мазмуни фан, таъмини инкишофи зинаи асосии таълим;
- таҳия ва интиҳоби воситаҳо, усулҳо, истифодаи технологияҳо, ки муносибати фаъолиятро ба таълим таъмин менамоянд.

Системаи маорифи муосир тадриҷан ба самти фароҳам овардани шароит барои ташаккули маҷмӯи салоҳиятҳои асосии донишҷӯ равон карда шудааст, ки онҳо ҳамчун қобилияти амалӣ намудани ғояҳои худ дар ҷомеаи иттилоотӣ ва коммуникатсионӣ фаҳмида мешаванд. Дар асоси ин, дар раванди таълими физика мо дар назди худ мақсад гузоштем, ки ба донишҷӯён барои азхуд кардани усулҳо, ки боиси мустақилона васеъ намудани дониш, тарзҳои фаврии ҷустуҷӯи маълумот мусоидат менамоянд шароит фароҳам оварем.

Ташаккули салоҳияти коммуникативӣ дар дарсҳои физика тавассути технологияҳои нави самараноки педагогӣ, ки ба рушди қобилиятҳои эҷодии хонандагон, ташаккули малакаҳои худшиносӣ ва худтаълимӣ

нигаронида шудаанд, мусоидат мекунад. Дар ин ҳолат, ин технологияи фаъолияти лоиҳавӣ, технологияи иттилоотӣ ва коммуникатсионӣ, усулҳои фаъоли омузиш мебошанд.

Ҳамин тариқ, технологияи лоиҳа ба мо имкон медиҳад, ки донишҳои гирифташударо барои ҳалли масъалаи муайян истифода барем. Он ба усули тадқиқотӣ асос ёфтааст. Яқоя бо донишҷӯён, мо марҳилаҳои зерини тарроҳиро мегузарем:

- муайян кардани масъала ва вазифаҳои тадқиқотӣ;
- пешниҳоди фарзияҳо ва роҳҳои ҳалли онҳо;
- муҳокимаи усулҳои тадқиқот;
- ҷамъоварӣ, ба низом даровардан ва таҳлили маълумот;
- муҳокимаи роҳҳои тарҳрезии натиҷаҳои ниҳой дар шакли презентатсия;
- ҷамъбасти кардан.

Дар бораи тартиб додани лоиҳа дар мавзӯи «Пешгирии садамаҳои нақлиётӣ дар роҳҳои кишвар» мисол меорем.

Лоиҳа ба омӯхтани сабабҳои асосии ба вучуд омадани садамаҳо ва ба назаргирии суръати ҳаракати нақлиёт ва омилҳои табиӣ бахшида шудааст. Қисми таҷрибавии лоиҳа аз чен кардани роҳи тормозӣ ва муайян кардани суръати ҳаракати нақлиёт дар шароитҳои гуногун иборат буд, ки дар роҳҳои шаҳри Душанбе тартиб дода шудаанд.

Дар натиҷаи таҳқиқ муаллифон ба натиҷаҳо ва хулосаҳои зерин омаданд:

- садамаҳои асосӣ ҳангоми бо суръати баланд ҳаракат кардани нақлиёт ба вучуд меоянд;
- омилҳои табиӣ ба монанди бориши борон, барф боиси афзоиши садамаҳо мегарданд.

Ҳамин тавр дониши назариявии донишҷӯён дар амал татбиқ карда мешавад.

Барои баланд бардоштани салоҳиятҳои касбии донишҷӯён созмон додани вазъиятҳои проблемавӣ аз фанни механика нақши муҳим мебозад. Бинобар ин бо воситаи мисолҳо ба вучуд овардани вазъиятҳои проблемавино аз фанни механика пешкаш менамоем.

Мисоли 1. Ҷисмро ба риштаи нимметра овехта буданд. Вай бевазн ва наёзанда аст. Барои як гардиши пурра кардани ҷисм ба он ба самти уфуқӣ бо кадом суръат таъсир кардан лозим аст?

Мисоли 2. Саққоҳои алюминӣ ва пӯлодӣ массаи якхела доранд.

Кадоме аз онҳоро дар дохили об бардоштан осонтар аст? Ҷавоби худро шарҳ диҳед.

Мисоли 3. Оё қувваҳои архимедии ба як болорчаи чубӣ аввал дар об ва баъд дар керосин шиноқунанда баробаранд?

Мисоли 4. Хиштро ба каф мегузоранд ва бо болға мезананд. Чаро ҳангоми зарбаи болға даст дардро ҳис намекунад?

### Адабиёт

1. Иванов Д. А., Митрофанов К. Г., Соколова О. В. Компетентностный подход в образовании. Проблемы, понятия, инструментарий. М., 2008. С. 13.
2. Вербицкий А. А. Компетентностный подход и теория контекстного обучения. М., 2004.
3. Оконь В. Основы проблемного обучения /В. Оконь.-М.: Просвещения, 1968.-106 с
4. Брушлинский А. В. Психология мышления и проблемное обучение. — М.: Знание, 1983. — 98 с.
5. Матюшкин А. М. Проблемные ситуации в мышлении и обучении. - М.: Педагогика, 1972.-208 с
6. Махмутов М. И. Организация проблемного обучения в школе. Книга для учителей. - М.: Просвещение, 1977.-240 с.

### ТАТБИҚИ МУНОСИБАТИ БОСАЛОҲИЯТ ДАР ДАРСҲОИ ФИЗИКА

**Фшуурда.** Дар мақола доир ба татбиқи муносибати босалоҳият дар дарсҳои физика маълумот дода шудааст. Қайд карда шудааст, ки муносибати босалоҳият дар таълим боиси истифодаи дониши назариявии донишҷӯён дар амал гардида, салоҳиятҳои касбии онҳоро баланд мебардорад. Нақши муҳимтаринро дар ба вучуд овардани «вазъияти муваффақиятнок» дар синф, бо шавқу завқ ба омӯзиш фаро гирифта шудани донишҷӯён ва аз омӯзиш лаззат бурдани онҳо муаллим мебозад.

**Калидвожаҳо:** Салоҳият, муносибати босалоҳият, омӯзиши проблемавӣ, дониш маҳорат, тафаккур, усул.

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ МЕТОДОВ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ

**Аннотация.** В статье представлена информация о реализации компетентностного подхода на уроках физики. Отмечено, что грамотный подход к обучению приводит к использованию теоретических знаний

студентов на практике и повышает их профессиональные компетенции. Учитель играет самую важную роль в создании «атмосферы успеха» в классе, вовлекая учащихся с энтузиазмом к обучению физики и получая удовольствие от процесса.

**Ключевые слова:** компетентность, компетентное отношение, проблемное обучение, знания, навыки, мышление, метод.

## COMPETENCY APPROACH DURING PHYSICS EDUCATION

**Annotation.** The article provides information on the implementation of a competent approach in physics lessons. It was noted that a competent approach to education leads to the use of theoretical knowledge of students in practice and enhances their professional competencies. The teacher plays the most important role in creating a “successful atmosphere” in the classroom, engaging students with enthusiasm and enjoying the learning.

**Keywords:** Competence, competent attitude, bases problems for learning, knowledge skills, thinking, method.

### *Маълумот дар бораи муаллиф:*

**Ахмедова Зебинисо Партововна** – мудири кафедраи физикаи Донишкадаи технология ва менеҷменти иноватсионӣ дар шаҳри Кулоб. **Суроға:** 735140, Ҷумҳурии Тоҷикистон, Вилояти Хатлон, шаҳри Кӯлоб, **E-mail:** [FarhodIstamov@List.ru](mailto:FarhodIstamov@List.ru). **Телефон:** 931828388.

### **Сведение об авторе:**

**Ахмедова Зебинисо Партововна** – Институт технологий и инновационного менеджмента в городе Куляб. **Адрес:** 735140, Республика Таджикистан, Хатлонская область, город Куляб **E-mail:** [FarhodIstamov@List.ru](mailto:FarhodIstamov@List.ru). **Телефон:** 931828388.

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

**AkhmedovaZebinisoPartovovna** – Institute of Technology and Innovative Management in the city of Kulob. **Address:** 735140, Republic of Tajikistan, Khatlon Province, Kulob city. **E-mail:** [FarhodIstamov@List.ru](mailto:FarhodIstamov@List.ru). **Phone:** 931828388.

**Муқарриз:** Исмоилзода М.Б. – д.и.ф.-м., профессорӣ кафедраи физикаи Донишгоҳи миллии Тоҷикистон

**АМСИЛАСОЗИИ КОМПЮТЕРИИ МОДЕЛИ “ОМУЗИШИ  
ПАЙВАСТИ ПАЙ ДАР ПАЙИИ НОҚИЛҲО»**

*Олимӣ А.Р., Умаров А.*  
**Донишгоҳи давлатии Данғара**

Пешрафт ва рушди ҷомеа бо миқдори зиёди иттилооте шарҳ дода мешавад, ки ба сохтор ва низоми муайян ниёз дорад. Дар раванди компютеркунонии ҷомеа хонандагон ва донишҷӯён бояд мустақилона коркарди маълумот, хулосабарорӣ ва дар асоси маълумоти гирифташуда, муқоисаи онро бо дигар манбаъҳо ва таҷрибаи ҳаёти қарор қабул карданро ёд гиранд.

Азхудкунии донишҳои доимӣ ба шахс имкон медиҳад, ки барандаи чунин захираҳои арзишманди ҷомеаи муосир гардад, аз қабилӣ дониш ва малака, азхуд кардани иттилооти нав, табдил додани он ва татбиқи он барои ҳалли масъалаи омӯхташуда ва ғайра.

Аз ин лиҳоз, ба дарси муосир талаботи нав гузошта мешавад: мураттабсозии мақсаду вазифаҳо аз ҷониби худӣ донишҷӯён, банақшагирии корҳои мустақилонаи донишҷӯён роҳҳои расидан ба ҳадаф, татбиқи мустақилона ислоҳи камбудихо.

Ҳамагӣ як-ду сол пештар дар адабиёти илмӣ-методи ба усулҳои истифодабарии корҳои озмоишии виртуалӣ аҳамияти кам дода мешуд, яъне манбаъҳои виртуалӣ кофӣ набуданд, ки истифодаи корҳои озмоишии виртуалиро дар раванди таълим дар ҳама гуна фан, аз ҷумла фанни физика муфассал тавсиф мекунанд.

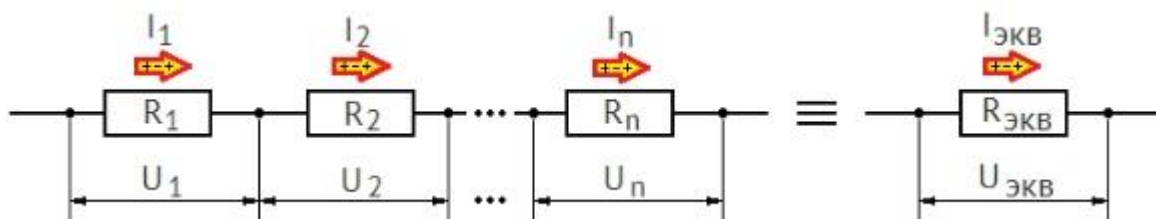
Пеш аз таҳияи методологияи истифодаи озмоишгоҳи виртуалӣ дар таълими физика, бояд тавсифи пурраи ҳар як истифодаи имконпазирӣ корҳои лаборатории виртуалӣ дар мактабҳои муосир мувофиқи талаботи стандарти давлатии таълим пешниҳод карда мешавад: намоишӣ, амалӣ, мустақилона. кор, ҳангоми татбиқи чорабиниҳои лоиҳавӣ ва омӯзиши фосолавӣ [15].

Дар кори озмоишии виртуалӣ такроран ва зуд гузаронидани як қатор таҷрибаҳо бо роҳҳои гуногун бо қиматҳои параметрҳои имконпазир воридшуда ба роҳ монда мешавад. Сарфаи вақт барои ворид кардани натиҷаҳо нақши муҳим дорад. Нуқтаи пасттарини истифодаи озмоишгоҳи воқеӣ ин аст, ки маълумоти гирифташуда ба компютер ворид карда мешавад. Дар озмоишгоҳи виртуалӣ ин ҳолатҳо тариқи автоматӣ (худкор)

ба роҳ монда мешавад, яъне натиҷаҳо тариқи худкор ба система ворид карда мешавад. Дар ин ҳолат фоизи хатогиҳо кам мешавад.

Бартариин корҳои озмоишии виртуалӣ ин қобилияти тақлид кардани равандҳои мебошад, ки пайдоиши онҳоро дар шароити озмоишӣ ташкил кардан ғайриимкон аст. Технологияи хозиразамони ҳисоббарор имкон медиҳад, ки равандҳои ро, ки дар шароити реалӣ бе истифодаи таҷҳизоти махсус фарқ кардан душвор аст, бе ягон монеа таҳлил намоем. Ин ҳолат имконият медиҳад, ки равандҳои физикие, ки дар миқёси дигари вақт ба амал меоянд, татқиқ карда шаванд [10]. Озмоишгоҳи компютерӣ бо моделсозии компютерӣ имкон медиҳад, ки бе таҷҳизоти озмоишӣ кор карда шавад ва ба шумо имкон медиҳад, ки қариб ҳамагуна модели воқеии физикиро аз нав созед. Барои мисол кори озмоишии виртуалиро вобаста ба қисми электрик дар физика, оиди мавзӯи “Омӯзиши пайвасти пай дар пайӣ ноқилҳо” дида мебароем.

Бо ин пайванд ноқилҳо пай дар пай пайваста мешаванд, яъне охири як ноқил ба аввали ноқили дигар пайваст мешавад. Ҳама ноқилҳо ба як сим тааллуқ доранд, ки дар он шохаҳо нестанд. Ин ба он оварда мерасонад, ки ҷараёни якхела аз ҳар як ноқилҳо мегузарад ва шиддати умумии онҳо дар ҳар яки онҳо ба ҷамъи шиддатҳо баробар мешавад.



**Расми 1.** Ноқилҳои пай дар пай пайвастшуда

$n$  ноқилҳои пай дар пай пайвастшударо ҳамеша бо як ноқилҳои эквивалентӣ иваз кардан мумкин аст. Қувваи ҷараён  $I_{эқв}$  тавассути ин ноқил, шиддати  $U_{эқв}$  дар он, инчунин муқовимати  $R_{эқв}$  дар он мувофиқи қоидаҳои дар ҷадвал нишондодашуда муайян карда мешавад [17].

Қувваи ҷараён	Шиддат	Муқовимат
$I_{эқв} = I_1 = I_2 = \dots = I_n$	$U_{эқв} = U_1 = U_2 = \dots = U_n$	$R_{эқв} = R_1 = R_2 = \dots = R_n$

Дар баъзе мисолҳо, бо истифода аз ин қоидаҳо содда кардани пайвастишавӣ қулай аст.

$$\text{Исботи вобастагии } R_{\text{экв}} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

ҳолатеро барои  $n=2$  ноқилҳо дида мебароем. Аз қонуни Ом  $U_1 = I_1 \times R_1$ ,  $U_2 = I_2 \times R_2$  ва  $U_{\text{экв}} = I_{\text{экв}} \times R_{\text{экв}}$ .

Азбаски  $U_{\text{экв}} = U_1 + U_2$ , он гоҳ  $I_{\text{экв}} \times R_{\text{экв}} = I_1 \times R_1 + I_2 \times R_2$ . Мо медонем, ки  $I_{\text{экв}} = I_1 = I_2$  мебошад. Пас  $R_{\text{экв}} = R_1 + R_2$  мебошад. Барои ададҳои ихтиёрии  $n$ -и ноқилҳо исботи аниқ мебошад [17].

Хусусияти асосии пайвасти пай дар пай он аст, ки чараён аз тамоми ноқилҳо як хел мегузарад.

Агар аз як ноқил чараён гузарад, он гоҳ чараён аз тамоми ноқилҳои дигар мегузарад.

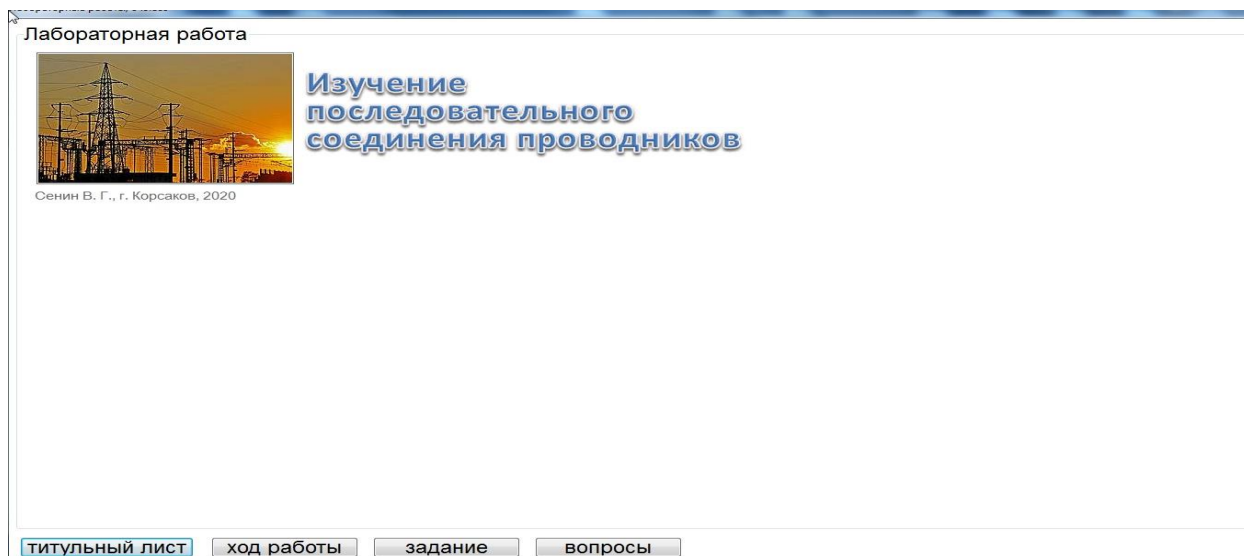
Агар дар як ноқил чараён вучуд надошта бошад, пас дар ҳамаи дигар ноқилҳо низ чараён вучуд надорад.

Масалан, занги электрики бо тугмача пай дар пай пайвасти карда мешавад, бинобар ин занг танҳо ҳангоми пахш кардани тугма занг мезанад. Гузариш, батарея ва чароғи дурахшон пай дар пай пайвасти карда мешавад, бинобар ин чароғ танҳо вақте фурузон мешавад, ки пайвастикунак (калиди) схемаро ба қор медарорад. Калиди барқӣ ҳамеша бо дастгоҳе, ки бояд фурузон ва хомӯш карда шавад, пайвасти карда мешавад. Маҳз аз ҳамин сабаб чароғҳо дар як дастаи арҷаи солинавӣ пай дар пай даргиронда мешаванд.

Пайвасти пай дар пайро дар ҳолатҳои истифода бурдан мумкин нест, ки ба як занҷири барқӣ новобаста аз ҳамдигар дохил кардани якчанд дастгоҳҳо, масалан, барои равшан кардани ҳучраҳои хона зарур аст, зеро аксар вақт дар як вақт фурузон кардани ҳамаи чароғҳо шарт нест. Ҳангоми пайвасти онҳо, як чароғро хомӯш кунем, ҳамаи дигар чароғҳо хомӯш мешаванд.

$$\text{Бояд гуфт, ки } R_{\text{экв}} > R_1, R_{\text{экв}} > R_2, \dots, R_{\text{экв}} > R_n$$

Муқовимати эквивалентӣ бо зиёдшавии шумораи ноқилҳо зиёд мешавад (*расми 1*).



*Расми 2.* Равзанаи кори озмоишии «Омӯзиши пайвасти пай дар пайи ноқилҳо»

### Мақсади кор

Тариқи таҷрибавӣ қонунҳои пайвасти пай дар пайи ноқилҳоро тафтиш мекунем.

### Таҷҳизот

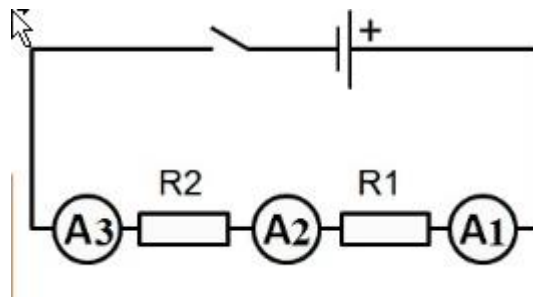
Манбаи ҷараёни электрикӣ (батарея), ду ноқил, амперметр, вольтметр, калид, симҳои пайвастананда.

### Тартиби иҷрои кор

Нақшаи занҷири электриро, ки аз манбаи ҷараёни электрикӣ, калид ва ду ноқил пай дар пай пайваста иборат аст, тасвир мекунем.

Мувофиқи ин нақша занҷири электриро пайваст мекунем.

Амперметрро ба занҷири байни манбаи ҷараёни электрикӣ ва яке аз ноқилҳо пайваст мекунем.



*Расми 3.* Занҷири электрикӣ

Қувваи ҷараёниро  $I_1$ -ро дар қитъаи занҷир чен мекунем.

Амперметрро ба занҷири байни ду ноқил пайваст карда, дар қитъаи занҷир қувваи ҷараёни  $I_2$ -ро чен мекунем.



Амперметрро ба занҷири байни ноқили дуум ва калид пайваст мекунем ва дар қитъаи занҷир қувваи ҷараёни  $I_3$ -ро чен мекунем (равзанаи расми 4).

Лабораторные работы, 8 класс  
Изучение последовательного соединения проводников

задание1 ✓  
задание2

Цена деления амперметра: 0,1  
вольтметра: 0,5  
проверить

$I_1$ A	$I_2$ A	$I_3$ A	$U_1$ B	$U_2$ B	$U_3$ B	$R_1$ Ом	$R_2$ Ом	$R_3$ Ом
1,6	1,6	1,6	4	2	6	2,5	1,25	3,75

Результаты измерений зан  
проверить  
повторить

**Расми 4.** Равзанаи кори озмоишии «Омӯзиши пайвасти пай дар пайи ноқилҳо»

Аз равзанаи кори озмоишии расми 4 дида мешавад, ки ҷараёни яхела аз ҳар як ноқилҳо мегузарад ва шиддати умумии ноқилҳо ба ҷамъи шиддатҳо баробар мешавад.

Шиддати  $U_1$ -ро дар ноқили якум чен мекунем (равзанаи расми 4).

Шиддати  $U_2$ -ро дар ноқили дуум чен мекунем.

Шиддати  $U_3$ -ро дар ҳарду ноқил чен мекунем.

Баробарии  $U_3 = U_1 + U_2$  -ро месанҷем.

$$U_3 = U_1 + U_2 = 4\text{В} + 2\text{В} = 6\text{В}$$

Натиҷаҳои ченкуниро дар ҷадвал сабт карда мешавад.

Изучение последовательного соединения проводников

задание1  
задание2 ✓

Цена деления амперметра: 0,1  
вольтметра: 0,5  
проверить

$I_1$ , A	$I_2$ , A	$I_3$ , A	$U_1$ , B	$U_2$ , B	$U_3$ , B	$R_1$ , Ом	$R_2$ , Ом	$R_3$ , Ом
1,6	1,6	1,6	4	2	6	2,5	1,25	3,75

Результаты изм вычислений за-  
проверить  
повторить

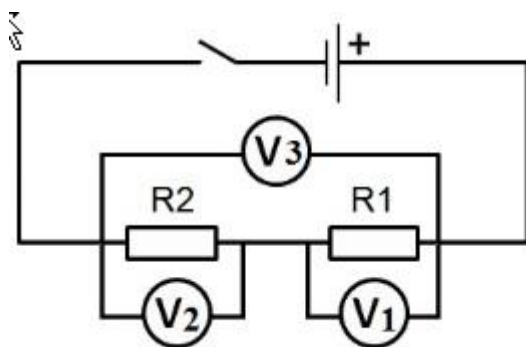
**Расми 5.** Равзанаи кори озмоишии «Омӯзиши пайвасти пай дар пайи ноқилҳо»

Муқовимати  $R_1$ , -и ноқили якум,  $R_2$  - ноқили дуюм ва  $R$  - муқовимати умумии ноқилҳои ба ҳам пайвастшударо ҳисоб мекунем (равзанаи расми 5). Баробарии  $R = R_1 + R_2$ -ро месанҷем.

$$R = R_1 + R_2 = 2.5 \text{ Ом} + 1.25 \text{ Ом} = 3.75 \text{ Ом}$$

Қиматҳои ҳосилшудаи ҷараёно муқоиса мекунем (равзанаи расми 5).

Аз равзанаи кори озмоишии расми 5 дида мешавад, ки бо тағйир ёфтани шидат ва муқовимат, ҷараёни электрики бетағйир мемонад.



**Расми 6.** Занҷири электрикӣ

Муқовимати умумии занҷирро, ки аз ноқилҳои пай дар пай пайваст иборатанд чунин муайян мекунанд.

$$R_1 = \frac{U_1}{I_1} = \frac{4}{1,6} = 2,5, R_2 = \frac{U_2}{I_2} = \frac{2}{1,6} = 1,25, R_3 = \frac{U_3}{I_3} = \frac{6}{1,6} = 3,75$$

Муқовимати  $R_3$  муқовимати умумии ноқилҳои ба ҳам пайваस्तшуда мебошад.

Хулоса қайд кардан бамаврид аст, ки моделсозии компютерӣ тақрибан дар ҳама намудҳои фаъолияти эҷодии одамон мавҷуд аст. Қорӣ кардани донишҳои дақиқ дар ин соҳаҳо дар шакли моделҳои математикӣ ва физикӣ ба маҳдуд кардани дарки интуитивӣ, тахминии объектҳо ва равандҳо кӯмак мекунад. Аз тарафи дигар ин усулҳо майдони татбиқи моделҳои компютериро дар шакли модернии математикӣ ва физикӣ васеъ мекунад.

Дар ҳамин асос дар мақолаи мазкур модели компютерии қорҳои озмоишии виртуалӣ, технологияи барпо намудани таҷрибаи компютерии ҳисоббарорӣ шарҳ дода мешавад. Дар ин мақола ба масъалаҳои методологии намуди тадқиқоти илмӣ диққати асосӣ дода мешавад.

### Адабиёт

1. Антипов О.Е., Белов М.А. Принципы проектирования виртуальной компьютерной лаборатории на основе технологии облачных вычислений: Сб. научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции «Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании 2010». Т. 4. Технические науки. Одесса: Черноморье, 2010.
2. Добрынин В.Н., Мазный Г.Л., Черемисина Е.Н. Концепция опережающего применения информационных систем в учебном процессе: Компьютерные технологии в образовании: научный семинар на IV съезде Российского союза ректоров высших учебных заведений. М.: МГУ, 1996.
3. Черемисина Е.Н., Крейдер О.А. Инновационная практика подготовки IT-специалистов в университете «Дубна»: Сб. научных трудов / Под ред. Е.Н. Черемисиной. Вып 2. М.: ООО «Центр информационных технологий в природопользовании», 2008.
4. Антипов О.Е., Белов М.А. Разработка и внедрение программно-аппаратной платформы виртуальной компьютерной лаборатории в образовательный процесс высшей школы // Наука и современность – 2010: Сб. материалов VII Международной научно-практической конференции. Ч. 2 / Под общ. ред. С.С. Чернова. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2010.

5. Rittinghouse J., Ransome J. Cloud Computing: Implementation, Management, and Security. CRC Press, 2010.
6. Антипов О.Е., Белов М.А. Опыт использования открытого программного обеспечения в виртуальной компьютерной лаборатории на основе технологии облачных вычислений // Проблемы и перспективы развития образования в России: сборник материалов VI Международной научно-практической конференции / Под общ. ред. С.С. Чернова. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2010.
7. Антипов О.Е., Белов М.А., Бугров А.Н. Создание и опыт эксплуатации виртуального компьютерного класса как компонента виртуальной компьютерной лаборатории, основанной на ЦОД с применением серверов лезвийной архитектуры // Наука в современном мире: Сб. материалов IV Международной научно-практической конференции. М.: Спутник, 2011.
8. Вишнякова С. М. Профессиональное образование: словарь. Ключевые понятия, термины, актуальная лексика. М.: НМЦ СПО, 1999. С. 42–43.
9. Дистанционное образование // Проблемы информатизации высшей школы. 1995. № 3. -С. 44–45.
10. Дозоров В.А., Дозоров Е.В. Виртуальный лабораторный практикум как одна из эффективных форм урока в инновационной школе: сборник материалов III Международной научно-практической конференции «Организация довузовской подготовки в условиях проведения Единого государственного экзамена». Омск, 2012. С. 27-31.
11. Кечиев Л. Н., Алешин А. В. Дистанционное обучение в сети Интернет // Внешкольник, 2001. № 11. С. 19–21.
12. Матлин А.О., Фоменков С.А. Методика построения виртуальной лабораторной работы с помощью автоматизированной системы создания интерактивных тренажеров // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2012. № 12. С. 142–144.
13. Кавтрев А. Ф. "Компьютерные модели в школьном курсе физики". Журнал "Компьютерные инструменты в образовании", Санкт Петербург: "Информатизация образования", с. 41-47, 1998. 45
14. Башмаков М. И., Поздняков С. Н., Резник Н. А "Информационная среда обучения", Санкт-Петербург: "Свет", с.121, 1997.

15. Кавтрев А. Ф. "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.
16. Кавтрев А. Ф. "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.
17. Тошбой Бобоев, Фарход Рахимӣ, Хочазода Тохир, Давлат Солихов, Фарход Истамов. Физика Душанбе 2020 с.222-243.
18. Пирмахмад Нуров. Фарҳанги мухтасари русӣ ба тоҷикии истилоҳоти илмҳои дақиқ ва техникӣ. Душанбе 2013. 611саҳ.

### **АМСИЛАСОЗИИ КОМПЮТЕРИИ МОДЕЛИ “ОМУҶИШИ ПАЙВАСТИ ПАЙ ДАР ПАЙИИ НОҚИЛҶО»**

**Физиурда.** Дар мақола натиҷаҳои озмоишгоҳи виртуалӣ баррасӣ карда шудааст, ки ба омӯзиши истифодаи амсиласозии компютерӣ дар дарсҳои физика нигаронида шудааст. Дар вақтҳои охир аҳамияти таҷрибаи намоиши физикӣ дар раванди таълим дар муассисаҳои олӣ ва муассисаҳои таҳсилоти миёнаи умумӣ боз ҳам баланд шуда аз нав дида баромадани раванди таълими қонунҳои физикӣ такмили ҷиддиро талаб мекунад.

Хулоса, қайд кардан бамаврид аст, ки моделсозии компютерӣ тақрибан дар ҳама намудҳои фаъолияти эҷодии одамон мавҷуд аст. Ҷорӣ кардани донишҳои дақиқ дар ин соҳаҳо дар шакли моделҳои математикӣ ва физикӣ ба маҳдуд кардани дарки интуитивӣ, тахминии объектҳо ва равандҳо кӯмак мекунад. Аз тарафи дигар ин усулҳо майдони татбиқи моделҳои компютериро дар шакли моделронии математикӣ ва физикӣ васеъ менамояд.

**Калидвожаҳо:** моделсозии компютерӣ, ноқилҳо, озмоиши виртуалӣ, занҷири электрикӣ, равзана, муқовимат, ампреметр.

### **КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МОДЕЛИ «ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛЫ ТОКА С ПОМОЩЬЮ АМПЕРМЕТРА»**

**Аннотация:** В статье рассматриваются результаты работы виртуальной лаборатории, направленной на изучение использования

компьютерного моделирования на уроках физики. В последнее время возросло значение опыта физической демонстрации в учебном процессе в высших и средних учебных заведениях, а пересмотр процесса преподавания физических законов требует серьезного совершенствования.

В заключение стоит отметить, что компьютерное моделирование присутствует практически во всех видах творческой деятельности человека. Внедрение точных знаний в этих областях в виде математических и физических моделей помогает ограничить интуитивное, умозрительное понимание объектов и процессов. С другой стороны, эти методы расширяют область применения компьютерных математических и физических моделей.

**Ключевые слова:** компьютерное моделирование, проводка, виртуальный тестер, электрическая цепь, окно, сопротивление, амперметр.

### **COMPUTER SIMULATION OF THE MODEL “DETERMINATION OF CURRENT STRENGTH USING AN AMMETER”**

**Annotation:** The article discusses the results of a virtual laboratory aimed at studying the use of computer modeling in physics lessons. Recently, the importance of the experience of physical demonstration in the educational process in higher and secondary educational institutions has increased, and a revision of the process of teaching physical laws requires serious improvement.

In conclusion, it is worth noting that computer modeling is present in almost all types of human creative activity. The introduction of precise knowledge in these areas in the form of mathematical and physical models helps limit the intuitive, speculative understanding of objects and processes. On the other hand, these methods expand the scope of application of computer mathematical and physical models.

**Keywords:** computer simulation, wiring, virtual tester, electrical circuit, window, resistance, ammeter.

#### ***Маълумот дар бораи муаллифон:***

**Олимй Ашуралӣ Рамазон** – Донишгоҳи давлатии Данғара, номзади илмҳои физикаю математика, дотсенти кафедраи физика ва география. **Суроға:** 735320, Ҷумҳурии Тоҷикистон, н. Данғара, кӯчаи Марказӣ, 25. **Телефон:** (+992) 555-05-09-24. **E-mail:** [olimov\\_19641@mail.ru](mailto:olimov_19641@mail.ru).

**Умаров Анварҷон Нуралиевич** – Донишгоҳи давлатии Данғара, номзади илмҳои техника, дотсенти кафедраи информатика ва телекоммуникация **Суроға:** 735320, Ҷумҳурии Тоҷикистон, н. Данғара, кӯчаи Марказӣ, 25. **Телефон:** (+992)887777716. **E-mail:** [anvarrr1994@gmail.com](mailto:anvarrr1994@gmail.com).

#### ***Сведения об авторах:***

**Олими Ашурали Рамазан** – Дангаринский государственный университет, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики. **Адрес:** 735320, 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).

**Умаров Анварджон Нуралиевич** – к.т.н., заведующий кафедрой компьютерных систем и защиты информации Дангаринского государственного университета. **Адрес:** 735320, Республика Таджикистан, р. Дангара, улица Маркази, 25. **Тел:** (+992)887777716; **E-mail:** [anvarrr1994@gmail.com](mailto:anvarrr1994@gmail.com).

*Information about the authors:*

**Olimi Ashurali Ramazan** – Dangara state University, candidate of physical and mathematical sciences, associate professor of the department of physics. **Address:** 735320, 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).

**Umarov Anvarjon Nuralievich** – Candidate of Technical sciences, Head of the Department of Computer Systems and Information Security, Dangara State University. **Address:** 735320, Republic of Tajikistan, Dangara, Markazi Street, 25. **Phone:** (+992) 887777716; **Email:** [anvarrr1994@gmail.com](mailto:anvarrr1994@gmail.com).

**Муқарриз:** Чӯраев Х. Ш. – д.и.ф.-м., профессори кафедраи мошинҳои ҳисоббарор, системаҳо ва шабакаҳои Донишгоҳи миллии Тоҷикистон

УДК. 547.426.251+547.426.21

### МОДИФИКАТСИЯИ ДИХЛОРОСИКЛОПРОПАНҲО ВА ДИГЛИТСЕРОЛ

Шарипов Ф.Н., Икромов М.С., \*Олимзода Р.А., Раҷабзода С.И.  
Институти илмию таҳқиқотии Донишгоҳи миллии Тоҷикистон  
\*Донишгоҳи давлатии Данғара

Сис-1,4-бутендиол ва ҳосилаҳои он дар замони муосир диқати синтетиконро ба худ ҷалб намудааст, чунки дар даҳсолаи охир, маҳсуле, ки аз платформаи биотехнологии моддаҳои таркиби молекулашон аз сис-1,4-бутендиол синтез ё модификатсия карда шудаанд, тавачҷӯҳи зиёдро ҷалб карда, роҳ ба сӯи дорусозӣ мекушояд [1-5].

Маҳсусан, зина ба зина ҳосилкунии 1,3-диоксепин аз 1,4-бутендиол-2 ва параформ, дихлоросиклопропани бисиклӣ ва дар асоси он сис-2,3-диоксиметилдихлоросиклопропан, ки ҳамчун реактиви химиявӣ дар синтези маҳини органикӣ муҳим аст, метавонад дар баробари моддаи аввала буданаш, инчунин имконияти истифодабарии он дар синтези доруҳои таъсирбахш ба манфиати соҳаи дорусозӣ бошад [6-10].

Бо дар назардошти гуфтаҳои боло мо модификатсияи зинаи якуми 1,3-диоксепин аз 1,4-бутендиол-2, параформ, дихлоросиклопропан, сис-2,3-диоксиметилдихлоросиклопропанро бо иваз кардани  $\text{CH}_2\text{O}$  бо  $i\text{-C}_3\text{H}_7\text{CHO}$  ё  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$  амалӣ намудем, ки ин ба мо имкон дод, ки давомнокии вақти атсетализатсия то 2,5-3 соат кам карда шавад ва баромади маҳсули реаксия сиклоатсеталҳо то 92-98% боло бардошта шавад. Бо мақсади табдил додан ва ба даст овардани реагент ё лиганди органикӣ мо дихлорокарбениронии диоксепинҳои 2 - ро бо дихлоросиклопропанҳои бисиклӣ дар шароити оптималӣ модификатсия намуда ва маҳсули ҳамшабеҳ дар кор сурат гирифт.

Ҳамин тариқ мо аз 1,4-бутендиол-2 ва диолҳо эфирҳои сода ва мураккаб-ро синтез карда ҳосиятҳои физикӣ-химиявии онҳоро омӯхтем. Дар давоми кор мо дихлорокарбонизатсияи моддаи синтезшудаи сис-2,3-дихлорметилдихлоросиклопропанро бо аминҳои якума, ки ба ҳосилшавии терт-аминҳои бисиклӣ оварда мерасонад бо баромади 54-89% ба даст овардем.

Сипас бо таъсири *N*-аминҳои сеюма, аминоспиртҳо ва аминокислотаҳо намакҳои мувофиқи онҳоро синтез кардем, ки метавонанд



моддаҳои аз ҷиҳати биологӣ фаъол бошанд ва қобилияти баланди реаксионӣ дошта бошанд, инчунин метавонанд ба сифати катализаторҳо таъсир расонанд.

Ҳосилаҳои *cis*-2,3-дигидроксиэтил- ва 2,3-дихлорэтил-дихлорциклопропанҳо, ки аслан эфирҳо ва N-гетеросиклҳо мебошанд, устувор буда дар равшани ва торикӣ тоб оварда ҳастанд ва *cis*-конфигурацияро нигоҳ медоранд. Ин гуфтаҳо маълумоти резонанси магнитии ядро тасдиқ менамояд. Ҳамин тариқ аз натиҷаҳои РМЯ бар меояд, ки сигналҳои протонҳои C<sup>2</sup>H ва C<sup>3</sup>H -и ҳалқаи циклопропан дар ҳудуди 1,94-2,91 х.м. бо боҳамтаъсиркуни константҳои спин-спинӣ аз 4,3 - 10,2 Ҳерс триплет мебошанд, бинобар ин ин протонҳо аз ҷиҳати магнитӣ эквивалентанд.

Спектри <sup>1</sup>H резонанси магнитии ядро эфирҳо нишон дод, ки хусусияти умумӣ дар мавҷудияти сигналҳо аз будани протонҳои гурӯҳҳои эфирии C<sub>4</sub>H<sub>2</sub> ва C<sub>5</sub>H<sub>2</sub> дарак медиҳад. Ҳамин тариқ, барои молекулаҳо протонҳо дар ҳудуди 3,21 ва 3,52 х.м. ҳамчун дар намуди триплет пайдо мешаванд бо истифода аз боҳамтаъсиркуни константҳои спин-спинӣ 10,0 ва 7,0 Ҳерс, дар ҳудуди 3,51 х.м. бошад бо истифода аз боҳамтаъсиркуни константҳои спин-спинӣ дар 5,7 Ҳерс. Протонҳои C<sub>4</sub>H<sub>2</sub> ва C<sub>5</sub>H<sub>2</sub> дар намуди дублет дар ҳудуди 4,30 х.м. барои эфирҳо ошкор мешаванд бо истифода аз боҳамтаъсиркуни константҳои спин-спинӣ 10,0 Ҳерс ва дар ҳудуди 4,41 х.м. бо боҳамтаъсиркуни константҳои спин-спинӣ 9,8 Ҳерс дар намуди триплет мутаносибан пайдо мешавад.

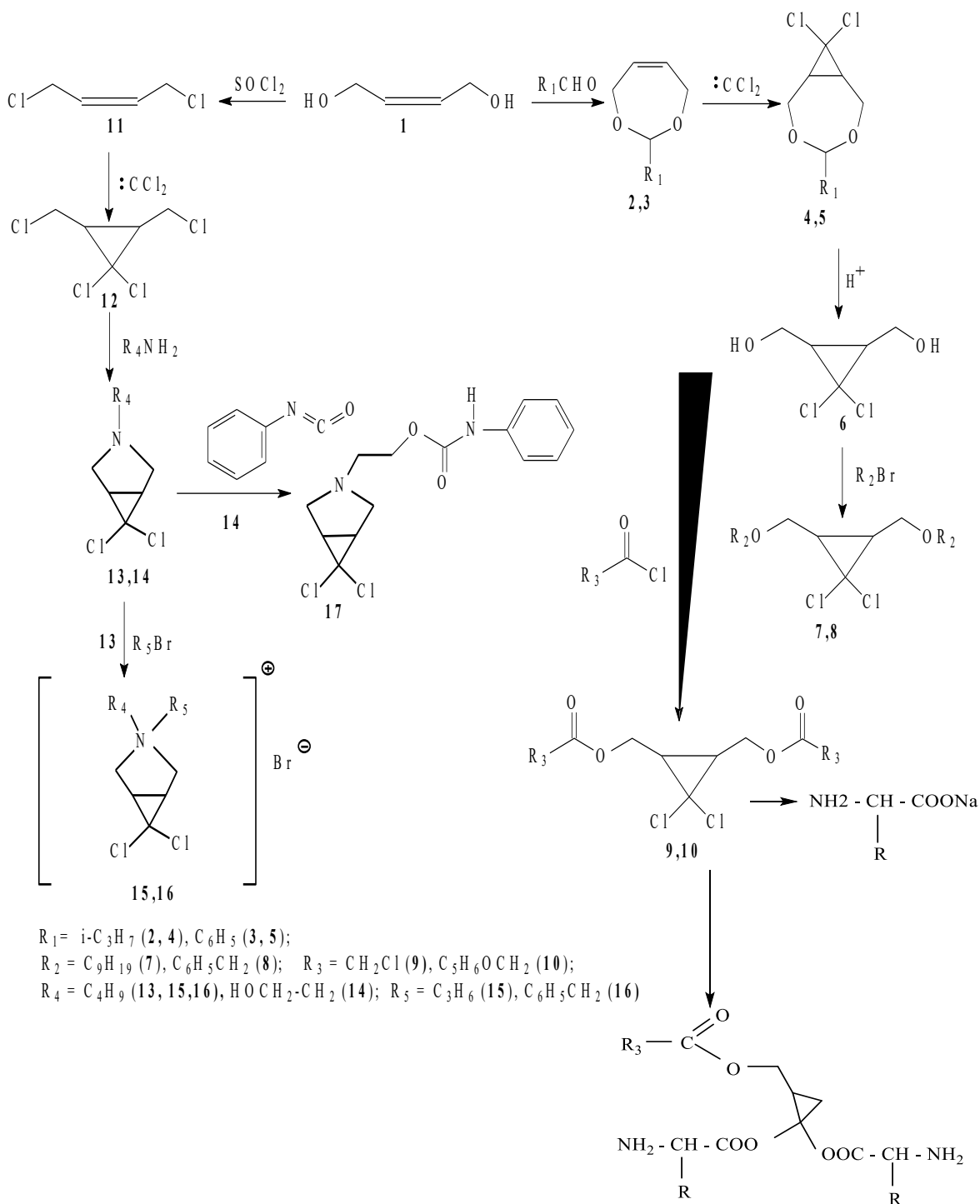
Барои C<sub>4</sub>H<sub>2</sub> ва C<sub>5</sub>H<sub>2</sub> сигналҳои протонҳои онҳо дар шафати гетероатоми N дар намуди дублет дар ҳудуди 2,46 х.м. бо истифода аз боҳамтаъсиркуни константҳои спин-спинӣ 9,1 Ҳерс ва сигнали триплет бошад дар 3,11 х.м. пайдо мешаванд бо истифода аз боҳамтаъсиркуни константҳои спин-спинӣ дар 9,0 Ҳерс. Сигналҳои протонҳои шабех ҳамчун дар намуди дублет дар 2,54 х.м. барои амин, аминосиртҳо ва аминокислотаҳо ошкор шуданд, бо истифода аз боҳамтаъсиркуни константҳои спин-спинӣ 5,6 Ҳерс ва барои сигнали триплет бошад дар 3,16 х.м. Ҳамин тариқ спектрҳои РМЯ ва РМП-и пайвастаҳо нишон доданд, ки сигналҳои протонҳо дар гурӯҳҳои C<sub>4</sub>H<sub>2</sub> ва C<sub>5</sub>H<sub>2</sub> дар намуди дублет дар ҳудуди 3,16 ва 3,29 х.м. ва триплет дар ҳудуди 3,29 ва 3,51 х.м. пайдо мешавад.

Дар спектрҳои резонанси магнитии ядро <sup>13</sup>C-и молекулаҳо ва N-гетеросиклҳо атомҳои C(2) ва C(3) дар 30,49-37,29 х.м. пайдо мешаванд, ки барои циклопропанҳои *cis*-2,3-дивазшаванда хос аст.

Спектрҳои моддаҳо дорой сигналҳои карбонҳои C(4) ва C(5) дар ҳудуди 61,98–66,13 х.м. мебошанд, ин ба ҳосилшавии банди эфирӣ шабоҳат

дорад. Пайдоиши сигналҳои атомҳои карбон C(4) ва C(5) дар моддаҳои синтезшуда дар 54,20-66,66 ҳ.м. бо мавҷудияти банди C-N шарҳ дода мешавад, ки аз ҳосил шудани ҳосилаҳои нитрогендор (N) шаҳодат медиҳад.

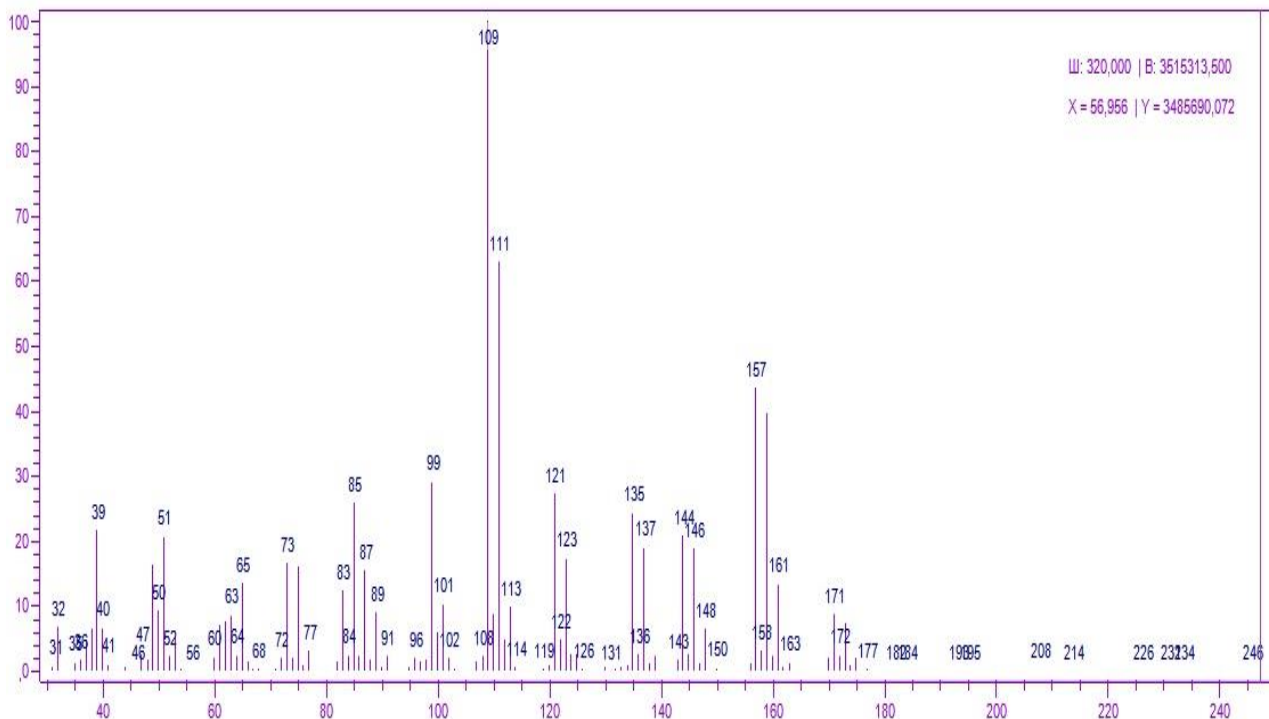
### Нақшаи реаксияи 1





ионии онҳоро муайян созем ClC1(Cl)CC1C#O  $m = 136/138/140$ , c1ccccc1  $m = 92$   $Cl-CH_2C \equiv O^+$   $m = 78/80$  –  $C_6H_5^+$   $m = 78$ .

Чи тавре, ки аз расми спектри массавии аминоспирт (расми 5) дида мешавад интензивнокии молекулярнокии иони-радикал  $m = 197/199/201$  ба ҳосилшавии иони  $[M^+ \cdot - HCl]^+$   $m = 161/163/165$   $z = 91/56/11$  оварда мерасонад.



**Расми 3.** Спектри массавии ҳосилаи дихлоросиклопропанҳо

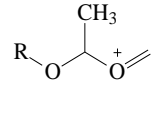
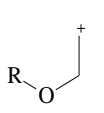
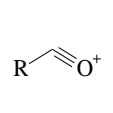
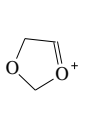

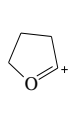
Муқаррар карда шуд, ки қобилияти реаксиони хлоридҳои 2,3 самарабахш буда, ин дар реаксияи байни 2,2-диметил-4-оксиметил-1,3-диоксоланом 1 амалӣ карда шуд. Хлоридҳои 2, 3 дар реаксияи байни 2,2-диметил-4-оксиметил-1,3-диоксолан 1 бо реаксияи мутақобила аз рӯи суръати ҷамъшавии маҳсули 4 ва 5, муайян карда шуд, ки хлориди 2 қобилияти реаксиони он нисбат ба *cis*-1,4-дихлорбутен-2 ду маротиба фаъолтар аст, бо назардошти шумораи марказҳои реаксиони гурӯҳи  $CH_2Cl$ . Дар олефини 2 нисбат ба гурӯҳи монанд дар пайвастаи 3 чор маротиба фаъолтар аст, ин эҳтимол меравад, ки атомҳои хлор дар мавқеи 1,4 наздикшавии алкоголиятро ба гурӯҳи  $CH_2-Cl$  душвор мегардонанд. Ин тахмин бо он тасдиқ карда мешавад, ки ҳангоми рақобати *O*-алкилизатсияи 2,2-диметил-4-оксиметил-1,3-диоксолан 1 бо бензилхлориди 13 ва 1,2-дихлорметилбензол 14, аз рӯи ҷамъшавии эфирҳои 15 ва 16,

монохлориди 13 низ нисбат ба дихлориди 14 якуним маротиба фаъолтар афзуд.

Барои пайвастаҳои 4-7 ва 11, 12 намудҳои асосии ионҳо ва шиддатнокии нисбии онҳо (е, % аз ҳадди максималӣ) дар ҷадвали 6 оварда шудаанд.

### Ҷадвали 1

Намудҳои асосии ионҳо ва шиддатнокии нисбии пайвастаҳои 4-7 ва 11, 12

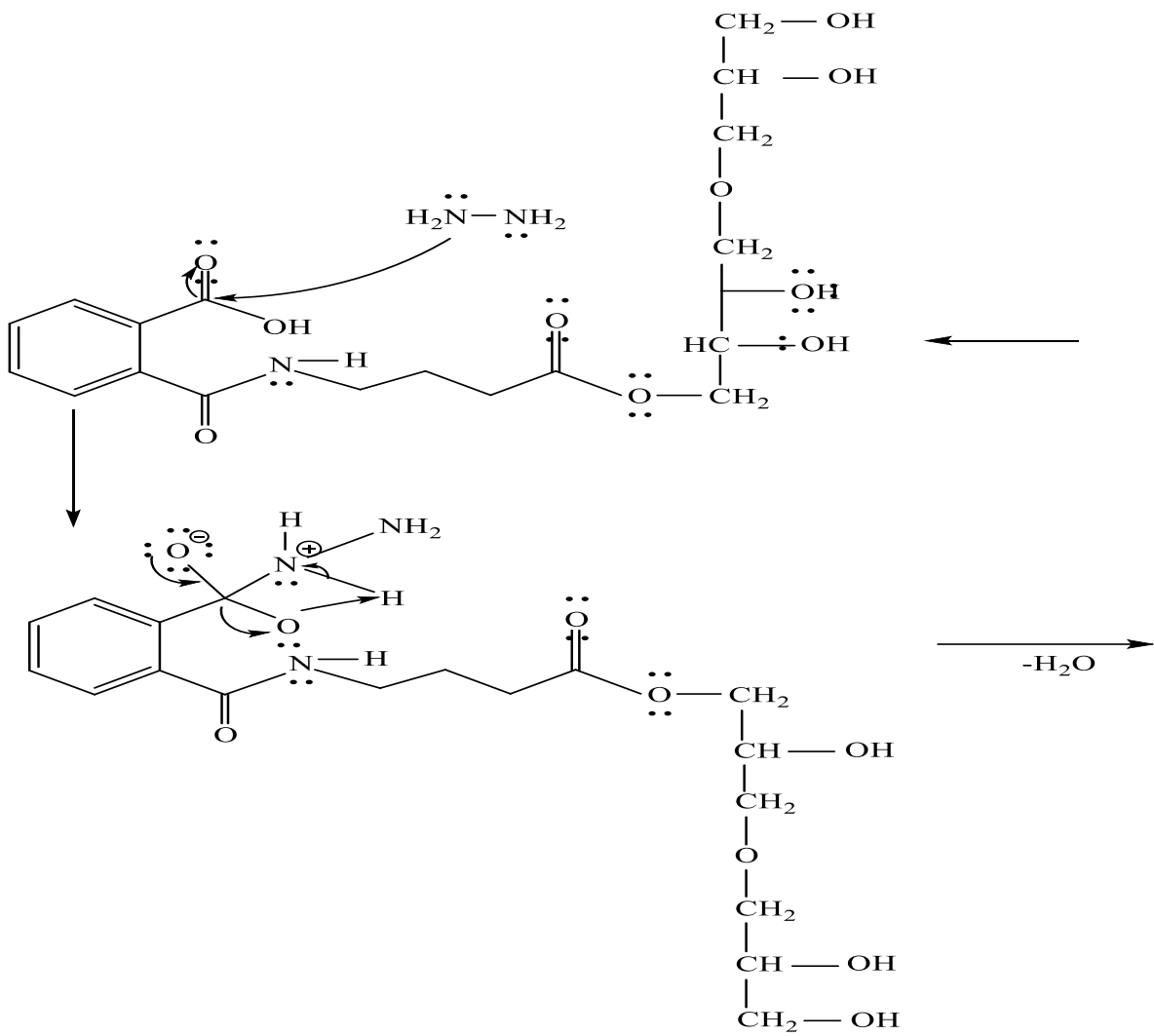
Моддаҳо	Намуди ион, е (%)						
	$[M^{+\bullet}]$						
4	1	6	19	11	-	-	100
5	4	6	-	14	100	-	-
6	1	31	69	44	-	-	100
7	6	54	-	59	100	-	-
11	14	81/64/27	-	100/60/34	-	59/19	69
12	6	89/59/34	-	100/59/24	34	39/14	-

Дар идомаи кор мо ба омӯзиши реаксияи 1-моно - ва 1,2-диатсили глитсерол ва диглитсерол бо  $\gamma$ -аминобутанат машғул шудем [11-15].

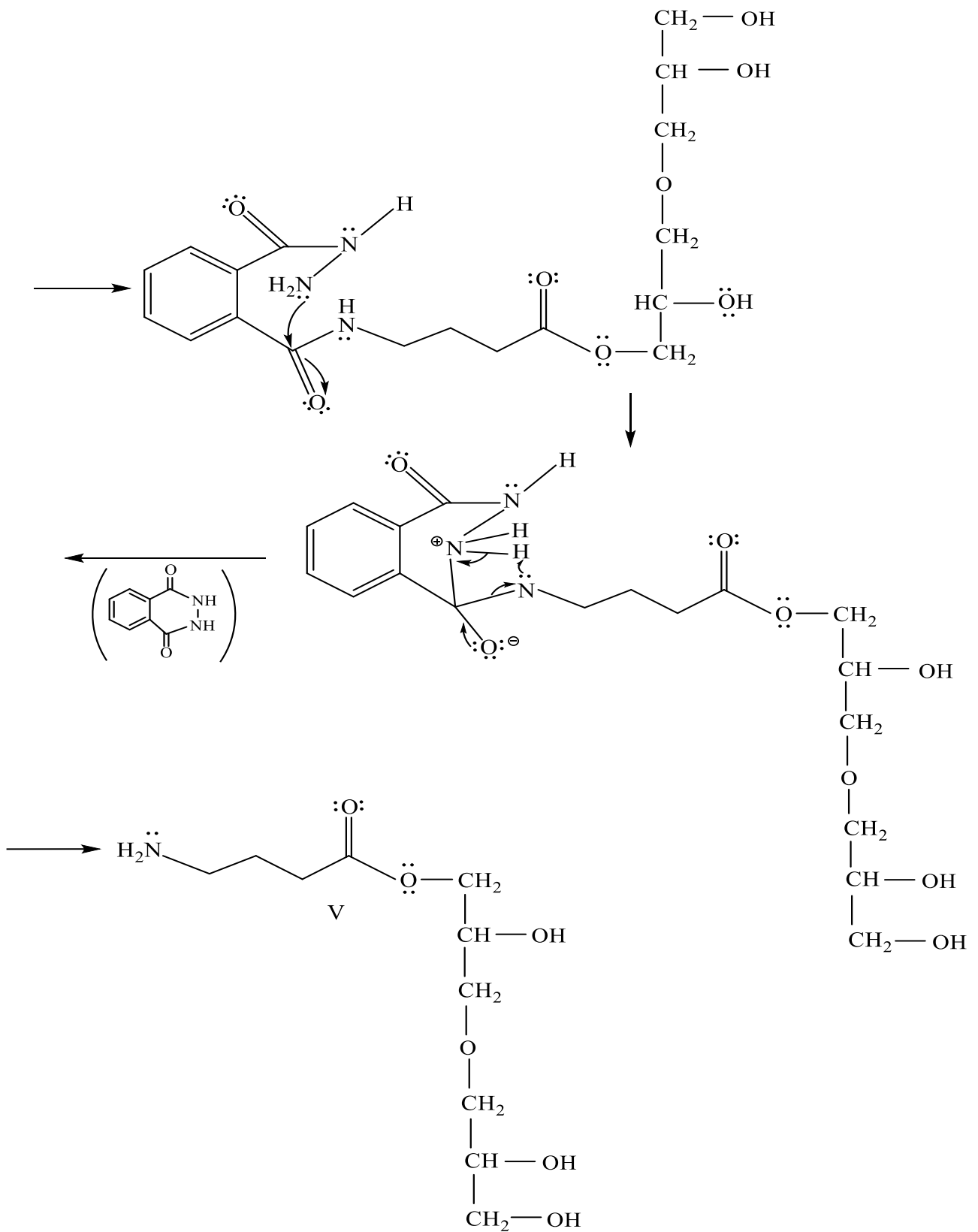
Синтез ва модификатсияи 1-моно - ва 1,2-диатсили глитсерол ва диглитсерол бо  $\gamma$ -аминобутанат дар ҳалқунандаҳои пиридин, хлороформ ва бензол гузаронида шуд. Дар зинаи аввал гурӯҳи  $NH_2$   $\gamma$ -аминобутанат Ҳимоя карда шуда ба сифати Ҳимояи гурӯҳи  $NH_2$   $\gamma$ -аминобутанат гурӯҳи Ҳимоякунандаи ангидриди фталат истифода карда шуд, ки ин гурӯҳи Ҳимоякунандаи ангидриди фталат сипас дар мавриди ба охир расидани реаксия ба осонӣ озод карда шуд.

Омӯзиши реаксияи боҳамтаърискунии N-фталил- $\gamma$ -аминобутанат бо 1-моно - ва 1,2-диатсили глитсерол ва диглитсерол дар ҳалқунандаи хлороформ амалӣ карда шуд (нақшаи 2).

*Нақшаи реаксияи 2*



Давоми нақшаи реаксияи 8



### Адабиёт:

1. Раскильдина Г.З., Борисова Ю.Г., Кузьмина У.Ш., Злотский С.С. *Биологическая активность некоторых гетероциклических соединений на основе ацеталей полиолов и их производных. Химико-фармацевтический журнал.* Т.54. № 9. 2020.
2. Раскильдина Г.З., Джумаев Ш.Ш., Борисова Ю.Г., Спирихин Л.В., Злотский С.С. Синтез и реакции формалей полиолов // *Журнал общей химии.* - 2020. - Т. 90, № 1. - С. 3-9. DOI: 10.31857/S0044460X20010011
3. Джумаев Ш.Ш., Борисова Ю.Г., Шавшукова С.Ю., Раскильдина Г.З. Синтез сложных эфиров на основе ацеталей глицерина и формалей этриола. *Башкирский химический журнал.* 2019. Т. 26. № 2. С. 25-29.
4. Kuznetsova T.S., Yashin N.V. Chemistry of cyclopropane compounds. *Overview. Ufa. Publishing house «Gilem»;* 2012; p. 31-71.
5. Kolesov S.V., Vorob'Eva A.I., Muslukhov R.R., Spirikhin L.V., Zlotskii S.S., Khamidullina A.R. *The structure of homopolymers of vinyl-gem-dichlorocyclopropanes.* Doklady Chemistry. 2008; Т. 418. № 1; p. 15-16. DOI: 10.1134/S0012500808010059.
6. Amrutha P. Thankachan, K. S. Sindhu, K. Keerthi Krishnan and Gopinathan Anilkumar. *Recent advances in the syntheses, transformations and applications of 1,1-dihalocyclopropanes.* Org. Biomol. Chem. 2015; V. 13; p. 8780. DOI: [10.1039/C5OB01088H](https://doi.org/10.1039/C5OB01088H).
7. Arbuzova T.V., Khamidullina A.R., Zlotsky S.S. *Syntheses based on vinyl-gem. -dichlorocyclopropanes.* Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Seriya: khimiya i khimicheskaya tekhnologiya. 2007; Т. 50; № 6; С. 15.
8. Raskil'dina G.Z., Borisova Yu.G., Zlotskii S.S. *Dichlorocarbenation of conjugated diene hydrocarbons.* Pet. Chem. 2017; 57; p. 278–283. DOI: 10.1134/S0965544117020219.
9. Brusentsova E.A., Zlotskii S.S., Kutepov B.I., Khazipova A.N. *Relative activity of alkenyl-gem-dichlorocyclopropanes in the reactions of hydrogenation and alkylation.* Russian Journal of Applied Chemistry. 2009; 82(6); P. 1029–1032. DOI:10.1134/s1070427209060196.
10. Raskil'dina G.Z., Borisova Y.G., Davletshin A.R. et al. *Catalytic Isomerization of substituted vinylcyclopropanes.* Doklady Chemistry. 2019; 487; p. 192–194. DOI: 10.1134/S0012500819070115.



11. Behr A., Eilting J., Irawadi K., Leschinski J., Lindner F. (2008). Improved utilisation of renewable resources: New important derivatives of glycerol. *Green Chem.*, 10, 13-30.
12. Yakovenko Eu.A., Raskil'dina G.Z., Mryasova L.M., Zlotsky S.S. (2019). Synthesis and herbicidal activity of some esters and amides that include saturated oxygen-containing heterocycles. *Chemistry and Technology of Organic Substances*, 3(11), 4-11.
13. Sakhabutdinova G.N., Raskil'dina G.Z., Meshcheryakova S.A., Shumadalova A.V., Bortsova Yu.L., Kuzmina U.Sh., Zlotsky S.S., Sultanova R.M. (2020). Antioxidant and cytotoxic activity of a series of O- and S-containing macrocycles. *Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.*, 63(3), 82-88.
14. Nguyen-Ba N., Lee N., Chan L., Zacharie B. (2000). Synthesis and antiviral activities of N-9-oxypurine 1,3-dioxolane and 1,3-oxathiolane nucleosides. *Bioorg. Med. Chem. Lett.*, 10, 2223-2226, DOI: 10.1016/S0960-894X(00)00452-2.
15. Raskil'dina G.Z., Sakhabutdinova G.N., Purygin P.P., Bondareva N.A., Borisova Yu.G., Zlotsky S.S. (2021). Anticoagulant and antiaggregatory activities of a series of substituted 1,3-dioxacycloalkanes and O-, S-containing macrocycles. *Бутлеровские сообщения*, 65(1), 53-58, ROI: jbc-01/21-65-1-53.

## МОДИФИКАТСИЯИ ДИХЛОРОСИКЛОПРОПАНҲО ВА ДИГЛИТСЕРОЛ

**Фиишурда.** Солҳои охир диққати муҳақиқони химияи органикӣ ба моддаҳои сиклии алифатӣ, ки дар асоси онҳо реагентҳои карбо- ва гетеросиклӣ ба даст оварда мешавад то рафт зиёд шуда истодааст. Ин ба он алоқаманд аст, ки имконияти зиёди реагентҳои аввала аз қабилҳои пропантриолҳо ва диглитсеролҳо, хлоргидринҳо, дихлораренҳо, аминокислотаҳо, карбогидрогенҳои диенӣ ва аналогҳои он, лигандҳои органикӣ, катализаторҳо,  $\alpha$ -оксидҳо, моддаҳои кетонӣ, алдегидҳои алифатӣ ва ғайра ҳосил карда шаванд. Моддаҳои, ки дар асоси ин синфи органикӣ ҳосил карда шудаанд, ба сифати пайваستاҳои аз ҷиҳати биологӣ фаъол, пешгири аз коррозия ва ҳамчун иловакунандаҳо дар равшанҳои муҳарриқӣ истифодаи амалии худро ёфтаанд.

Аз ин рӯ, таҳқиқотҳои, ки ба ҳосилкунии атсеталҳои моно-, ди-, ва бисёр ивазшаванда, аз ҷумла гем-дихлоросиклопропанҳои глитсерол, ҳосилаҳои нитрогендори глитсерол, диглитсерол ва аналогҳои онҳо

нигаронида шудаанд, аз нуктаи назари илмӣ мубрам буда, ба самтҳои афзалиятноки илм дар Ҷумҳурии Тоҷикистон ба ҳисоб меравад.

**Каливожаҳо:** глитсерол, эпихлоргидрин, монохлоргидрини глитсерол, дихлоргидрини глитсерол,  $\alpha$  и  $\gamma$ -аминокислотаи бутанат, диглитсерол, гем-дихлорсиклопропанҳои глитсерол.

## МОДИФИКАЦИЯ ДИХЛОРОЦИКЛОПРОПАНОВ И ДИГЛИЦЕРОЛА

**Аннотация.** В последние годы возрастает внимание исследователей органической химии к алифатическим циклическим веществам, на основе которых получают карбо- и гетероциклические реагенты. Это связано с тем, что большое количество первичных реагентов, таких как пропантриолы и диглицерины, хлоргидрины, дихлорарены, аминокислоты, диеновые углеводороды и их аналоги, органические лиганды, катализаторы,  $\alpha$ -оксиды, кетоновые вещества, алифатические альдегиды и др., может быть произведено. Вещества, полученные на основе этого класса органических соединений, нашли практическое применение в качестве биологически активных соединений, ингибиторов коррозии, присадок к моторным маслам.

Поэтому исследования, направленные на получение моно-, ди- и мультизамещенных ацеталей, в том числе гем-дихлорциклопропанов глицерола, азотистых производных глицерола, диглицерола и их аналогов, важны с научной точки зрения и относятся к числу наиболее перспективных, и рассмотрены приоритетные направления науки в Республике Таджикистан.

**Ключевые слова:** глицерол, эпихлоргидрин, монохлоргидрини глицерола, дихлоргидрин глицерол,  $\alpha$  и  $\gamma$ -аминобутанат, диглицерол, гем-дихлорциклопропаны глицерола.

## MODIFICATION OF DICHLOROCYCLOPROPANS AND DIGLYCEROL

**Annotation.** Relevance of the work. In recent years, the attention of organic chemistry researchers to aliphatic cyclic substances, on the basis of which carbo- and heterocyclic reagents are obtained, has been increasing. This is due to the fact that a large number of primary reagents, such as propanetriols and diglycerols, chlorohydrins, dichloroarenes, amino acids, diene hydrocarbons and their analogs, organic ligands, catalysts,  $\alpha$ -oxides, ketone substances, aliphatic aldehydes, etc., can be produced. Substances obtained from this class of organic compounds have found practical application as biologically active compounds, corrosion inhibitors, and additives for motor oils.

Therefore, research aimed at obtaining mono-, di- and multi-substituted acetals, including gem-dichlorocyclopropanes of glycerol, nitrogenous

derivatives of glycerol, diglycerol and their analogues, is important from a scientific point of view and is among the most promising. The priority areas of science in the Republic of Tajikistan are considered.

**Key words:** glycerol, epichlorohydrin, monochlorohydrin glycerol, dichlorohydrin glycerol,  $\alpha$  and  $\gamma$ -aminobutanate, diglycerol, heme-dichlorocyclopropane glycerol.

**Маълумот дар бораи муаллиф:**

**Шарипов Фирдавс Нураллиевич** – ходими пешбари илмии Институти илмию таҳқиқотии Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. **Суроға:** 734025, Тоҷикистон, ш. Душанбе, хиёбони Рӯдакӣ, 17. **Тел:** (+992) 900-54-05-36, **e-mail:** [firdavsi\\_19\\_10\\_1994@mail.ru](mailto:firdavsi_19_10_1994@mail.ru)

**Икромов Меҳриддин** – ходими илмии Институти илмию таҳқиқотии Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. **Суроға:** 734025, Тоҷикистон, ш. Душанбе, хиёбони Рӯдакӣ, 17.

**Олимзода Рахмонали Амонали** – номзади илмҳои химия, дотсент, декани факултети муҳандисӣ ва технологияҳои муосири истеҳсолии Донишгоҳи давлатии Данғара. **Суроға:** 735320, Ҷумҳурии Тоҷикистон ноҳияи Данғара, кӯчаи Марказӣ 25. **Тел.:** (+992) 900231573. **E-mail:** [olimovr1976@mail.ru](mailto:olimovr1976@mail.ru)

**Раҷабзода Сирочиддин Икром** – доктори илмҳои химия, профессор, сарҳодими илмии Институти илмию таҳқиқотии Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. **Суроға:** 734025, Тоҷикистон, ш. Душанбе, хиёбони Рӯдакӣ, 17. **Тел.:** (+992) 904-60-04-60, **E-mail:** [ikromovich80@mail.ru](mailto:ikromovich80@mail.ru)

**Сведения об авторе:**

**Шарипов Фирдавс Нураллиевич** – научный сотрудник Научно-исследовательского института Таджикского национального университета. **Адрес:** 734025, Таджикистан, г. Душанбе, пр. Рудаки, 17. **Тел.:** (+992) 900-54-05-36, **E-mail:** [firdavsi\\_19\\_10\\_1994@mail.ru](mailto:firdavsi_19_10_1994@mail.ru)

**Икромов Меҳриддин** – младший научный сотрудник Научно-исследовательского института Таджикского национального университета. **Адрес:** 734025, Таджикистан, г. Душанбе, пр. Рудаки, 17.

**Олимзода Рахмонали Амонали** – кандидат химических наук, доцент, декан факультета инженерии и современных производственных технологий Дангаринского государственного университета. **Адрес:** 735320, Республика Таджикистан Дангаринский район, ул. Маркази 25. **Тел.:** (+992) 900231573. **E-mail:** [olimovr1976@mail.ru](mailto:olimovr1976@mail.ru)

**Раджабзода Сироджиддин Икром** – доктор химических наук, профессор, главный научный сотрудник НИЛ «Химия глицерина» НИИ ТНУ. **Адрес:** 734025, Таджикистан, г. Душанбе, пр. Рудаки 17. **Тел.:** (+992) 904-60-04-60, **E-mail:** [ikromovich80@mail.ru](mailto:ikromovich80@mail.ru)

**Information about the author:**

**Sharipov Firdavs Nuralievich** – Research Institute of the Tajik National University, laboratory. **Address:** 17, Rudaki Pr., 734025, Dushanbe, Tajik Republic. **Phone:** (+992) 900-54-05-36, **E-mail:** [firdavsi\\_19\\_10\\_1994@mail.ru](mailto:firdavsi_19_10_1994@mail.ru)

**Ikromov Mehriddin** – Junior Researcher at the Research Institute of the Tajik National University. **Address:** 734025, Tajikistan, Dushanbe, Rudaki Ave., 17.

**Olimzoda Rakhmonali Amonali** – candidate of chemical sciences, associate professor, dean of the faculty of engineering and modern manufacturing technologies, Dangara State University. **Address:** 735320, Republic of Tajikistan, Dangara district, st. Markazi 25. **Phone:** (+992) 900231573. **E-mail:** [olimovr1976@mail.ru](mailto:olimovr1976@mail.ru)

**Radjabzoda Sirodzhiddin Ikrom** - Doctor of Chemical Sciences. chief researcher of the research laboratory "Chemistry and glycerin" of the scientific research Institute of the Tajik National University, **Address:** 17 Prospekt Rudaki, Dushanbe, 734025 Tajikistan. **Phone:** (+992) 904-60-04-60, **E-mail:** [ikromovich80@mail.ru](mailto:ikromovich80@mail.ru).

**УДК 547.412.62**

## **СИНТЕЗ ВА ОМУЗИШИ СОХТОРИ КИСЛОТАИ ХОЛАН БО ЭФИРҲОИ АМИНОКИСЛОТАҲОИ АРОМАТИ**

**Олимова Ш.Э., \*Самандарзода Н.Ю.**

**Институти илми-таҳқиқоти ДМТ**

**\*Маркази ҷумҳуриявӣ илми-клиникӣ урологи, ПТБ ДДТТ ба номи  
Абуали ибни Сино**

**Муҳимияти кор.** Дар марҳалаи ҳозираи таракқиёти илм дар тамоми ҷаҳон роҳи усулҳои синтези доруҳои нави самарабахш ҷустуҷӯ карда мешаванд. Дар кори дисертатсионии мазкур мо пайвасти намудани ду синфи калони пайвастаҳои органикиро мавриди омӯзиш қарор хоҷем дод, ин стероидҳо ва аминокислотаҳои ароматӣ. Аз сабаби мураккабии синтези онҳо, дар адабиёт шумораи маҳдуди тадқиқотҳо мавҷуданд, ки ба дарёфти пайвастагиҳои муфид дар асоси аминокислотаҳои полифункционалӣ ва ҳосилаҳои стероидҳо нигаронида шудаанд [1,2,3,4,5].

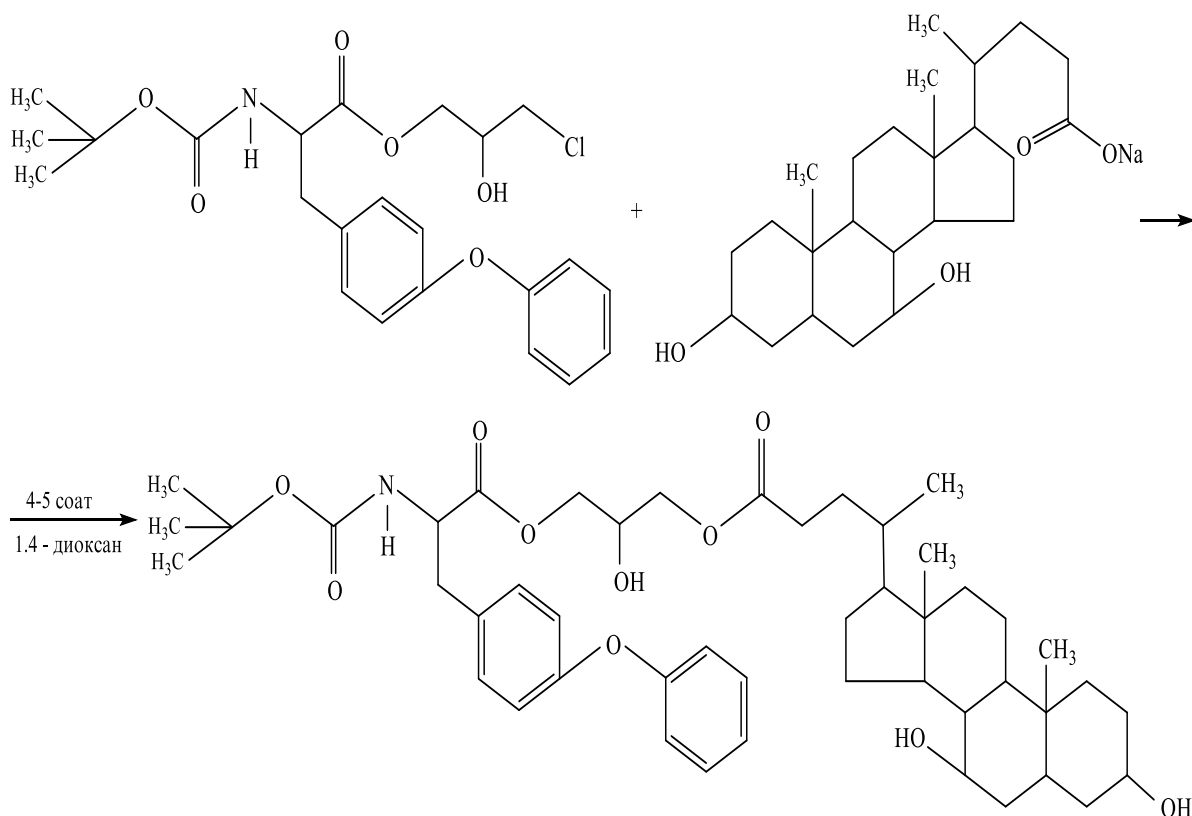
Бояд гуфт, ки солҳои охир дар байни стероидҳо таваҷҷӯҳи аксар донишмандонро махсусан ҳосиятҳои биологӣи кислотаҳои ҳолан ба худ ҷалб кардааст. Кислотаҳои ҳолан пайвастаҳои хеле ғаёли биологӣ ба ҳисоб рафта, дар таркиби молекулашон гурӯҳҳои гуногуни функционалӣ доранд, ки ин барои гузаронидани чанде аз реаксияҳо дар занҷири стероид фароҳам меоранд [6,7]. Бо дарназардошти дастрасии хуби кислотаҳои ҳолан ва имкониятҳои гузарондани реаксияҳои химиявӣ солҳои охир як қатор шаклҳои навсохти онҳо ба вуҷуд оварда шуданд, ки дорои на танҳо аҳамияти назариявӣ, балки амалӣ мебошанд [8,9,10].

Таҳлили адабиёти илмӣ нишон медиҳад, ки таҳқиқот аз рӯи синтези ҳосилаҳои глицерин, ки дар молекулаҳояшон боқимондаи эфирҳои аминокислотаҳо ё дипептидҳо доранд, зиёд нестанд. Аммо, маълумот оид ба синтези ҳосилаҳои ин синфи дорои боқимондаи баъзе эфирҳои аминокислотаҳои қатори алифатӣ, ароматӣ ва гетероҳалқагӣ мавҷуд нест.

Майл ба синтез ва таҳқиқи ҳосилаҳои нави эпихлоргидрин, ки дар молекулаи худ боқимондаи эфирҳои аминокислотаҳо ва дипептидҳо доранд,

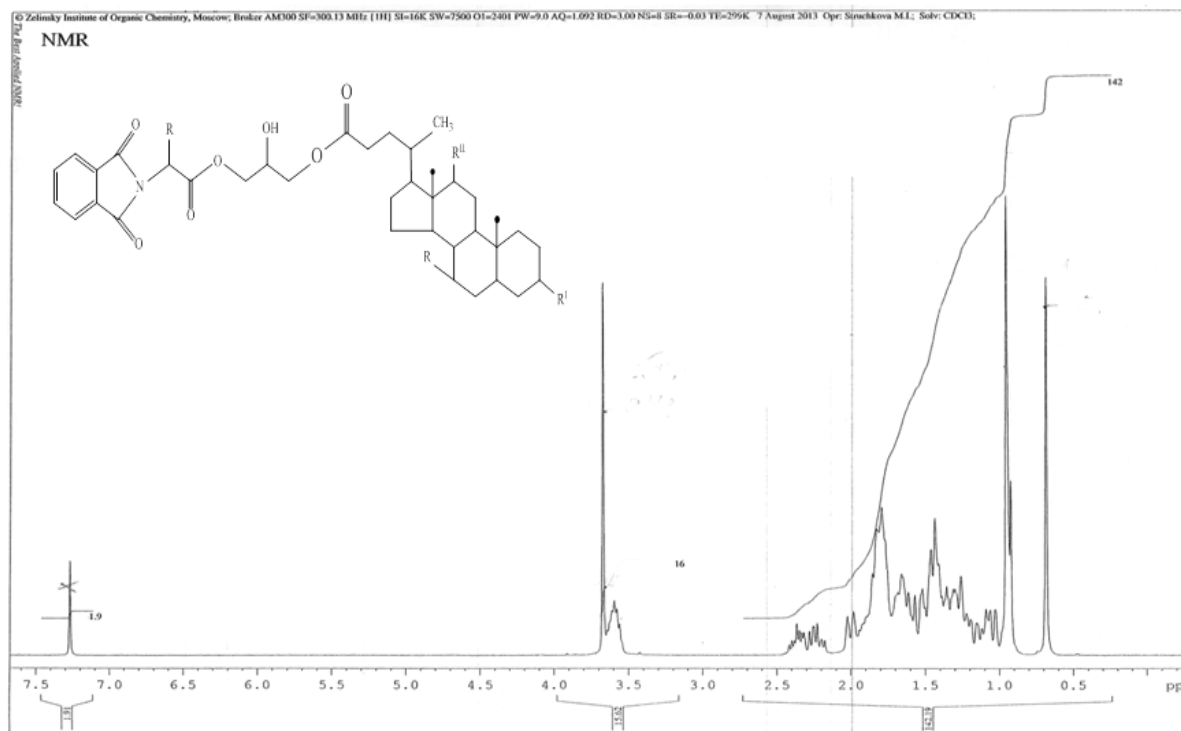
солҳои охир пайваста меафзояд. Ин, пеш аз ҳама, ба он алоқаманд аст, ки ҳам ҳосилаҳои глицерин ва ҳам аминокислотаҳо пайвастиҳои аз ҷиҳати биологӣ фаъол ба ҳисоб мераванд. Мувофиқати ин синфиҳои муҳими моддаҳои органикӣ барои ҳосил кардани препаратҳои нав, дар бораи хосиятҳои онҳо, ки то ҳол дар адабиёт доир ба онҳо маълумот нест, имконият медиҳад.

**Мавод ва усули таҳқиқот.** Барои ҳосил кардани пайвастиҳои нави фаъоли биологии кислотаҳои холиан бо 1-хлор-3-трет-бутилокси-О-бензил-L-тирозилпропан-2-ол ва дар доираи ин пайвастиҳо ба даст овардани моддаи нави, ки хосиятҳои баланди табобатӣ дорад, мо синтези мақсаднокро ба роҳ мондем. Реаксияҳои ҷойивазкунӣ дар пайвастиҳои хлори моддаи мазкур, бешубҳа, тавачҷӯхи тадқиқотчиёро ба худҷалб менамояд, аммо бояд ба назар гирифт, ки ҳангоми гузаштан аз 3-трет-бутилокси-О-бензил-L-тирозилпропан-2-ол онҳо хусусияти тақсимои зичии электронҳо ба кулӣ тағйир меёбад, шаклҳои нави ба вуҷуд меоянд.



Рафтори намакҳои кислотаи холиан дар пайвастиҳои бо 1-хлор-3-трет-бутилокси-О-бензил-L-тирозилпропан-2-ол омӯхта шуд. Реаксияҳои бо кислотаи холиан дар ҳарорати 110-115<sup>0</sup>С дар муддати 3-3,5 соат бо истифода аз 1,4-диоксан ҳамчун ҳалкунанда гузаронида шуданд ва ин боиси пайдоиши силсилаи пайвастиҳои зерин гардид. Механизми гузариши реаксияи мазкур пайвастишавӣ буда, аз ҳисоби гуруҳҳои фаъоли пайвастиҳои аз ҳисоби атоми

хлор мегузарад. Таввасути реаксияи мазкур мо 12-то аз ин пайвастагихоро синтез намудем.



**Расми РМН -третбути-локси- О-бензилтирозилпропан-2-ол-3 $\alpha$ ,7 $\beta$ -дигидрокси-5 $\beta$ -кислотаи холан.**

Спектри РМН-и 3-третбути-локси- О-бензилтирозилпропан-2-ол-3 $\alpha$ ,7 $\beta$ -дигидрокси-5 $\beta$ -кислотаи холан нишон дода шудааст. 3-третбути-локси-О-бензилтирозилпропан-2-ол-3 $\alpha$ ,7 $\beta$ -дигидрокси-5 $\beta$ -кислотаи холан дар майдонҳои 7,0-7,5 ҳ.м. дида мешавад, дар сахҳаҳои 3,3-3,7 ҳ.м., гуруҳҳои синглҳои боқимондаи пропан мушоҳида карда мешаванд.

Дар расм. спектри РМН  $^{13}\text{C}$  аз 3-третбути-локси- О-бензилтирозилпропан-2-ол-3 $\alpha$ ,7 $\beta$ -дигидрокси-5 $\beta$ -кислотаи холан кислотаи нишон дода шудааст, сигналҳои зерин пайдо мешаванд: 1,22 ҳ.м. . (t, 6H, 2CH<sub>3</sub>), 2,27 ҳ.м. (d, 3H, CH<sub>3</sub>), 3,45 ҳ.м. . (C, 4H, 2CH<sub>2</sub>),  $^{13}\text{C}$ NMR (CDCl<sub>3</sub>): 12,86 (CH<sub>3</sub>), 17,66 (CH<sub>3</sub>), 45,91 (CH<sub>2</sub>), 135,86 (C-7), 143,65, (C-6), 147,63 (C-2), 155.46.

### Пайвастрҳои синтезкардашуда ва собитҳои муҳими онҳо

Номи пайвастрҳо	Тавлид %	X, гуд. °C	C % Ёфт., Ҳис.	H % Ёфт., Ҳис.	N % Ёфт., Ҳис.	Брутто-формула
О-бензил-L-тирозин-3 $\alpha$ ,7 $\beta$ -дигидрокси-5 $\beta$ -кислотаи холан	77.01	210-214	<u>72.20</u> 72.25	<u>8.66</u> 8.72	<u>2.88</u> <u>2.93</u>	C <sub>41</sub> H <sub>59</sub> NO <sub>7</sub>
3-метил эфири о-Bzl-тирозилпропан-2-ол-3 $\alpha$ ,7 $\beta$ -дигидрокси-5 $\beta$ -кислотаи холан	73.09	177-179	<u>69.70</u> 69.75	<u>9.12</u> 9.18	<u>1.96</u> 1.99	C <sub>45</sub> H <sub>64</sub> O <sub>9</sub> N
3-третбутилокси-О-бензилтирозилпропан-2-ол-3 $\alpha$ ,7 $\beta$ -дигидрокси-5 $\beta$ -кислотаи холан	75.01	130-133	<u>70.32</u> 70.38	<u>8.42</u> 8.48	<u>1.76</u> 1.79	C <sub>48</sub> H <sub>69</sub> O <sub>10</sub> N
3-эфири этилии-О-бензилтирозилпропан-2-ол-3 $\alpha$ ,7 $\beta$ -дигидрокси-5 $\beta$ -кислотаи холан,	79.8	182-183	<u>72.38</u> 72.44	<u>8.57</u> 8.62	<u>1.87</u> 1.92	C <sub>45</sub> H <sub>64</sub> O <sub>8</sub> N
О-бензил-L-тирозин-3 $\alpha$ ,12 $\alpha$ -дигидрокси-5 $\beta$ -кислотаи холан	87.01	203-204	<u>72.20</u> 72.25	<u>8.66</u> 8.72	<u>2.88</u> <u>2.93</u>	C <sub>41</sub> H <sub>59</sub> NO <sub>7</sub>
3-метил эфири о-Bzl-тирозилпропан-2-ол-3 $\alpha$ ,12 $\alpha$ -дигидрокси-5 $\beta$ -кислотаи холан	81.09	177-179	<u>69.70</u> 69.75	<u>9.12</u> 9.18	<u>1.96</u> 1.99	C <sub>45</sub> H <sub>64</sub> O <sub>9</sub> N
3-третбутилокси-О-бензилтирозилпропан-2-ол-3 $\alpha$ ,12 $\alpha$ -	86.01	130-133	<u>70.32</u> 70.38	<u>8.42</u> 8.48	<u>1.76</u> 1.79	C <sub>48</sub> H <sub>69</sub> O <sub>10</sub> N

дигидрокси-5β-кислотаи холан						
3- эфири этилии-О-бензилтирозил пропан- 2-ол-3α,12α - дигидрокси-5β-кислотаи холан,	77.8	182-183	<u>72.38</u> 72.44	<u>8.57</u> 8.62	<u>1.87</u> 1.92	C <sub>45</sub> H <sub>64</sub> O <sub>8</sub> N
О-бензил-L-тирозин-3α, 7 α -дигидрокси-5β-кислотаи холан	87.01	203-204	<u>72.20</u> 72.25	<u>8.66</u> 8.72	<u>2.88</u> <u>2.93</u>	C <sub>41</sub> H <sub>59</sub> NO <sub>7</sub>
3-метил эфири о-Bzl-тирозилпропан-2-ол-3α,7 α - дигидрокси-5β-кислотаи холан	81.09	177-179	<u>69.70</u> 69.75	<u>9.12</u> 9.18	<u>1.96</u> 1.99	C <sub>42</sub> H <sub>61</sub> O <sub>9</sub> N
3-третбути-локси- О-бензилтирозил пропан-2-ол-3α,7 α - дигидрокси-5β-кислотаи холан	86.01	130-133	<u>70.32</u> 70.38	<u>8.42</u> 8.48	<u>1.76</u> 1.79	C <sub>45</sub> H <sub>66</sub> O <sub>10</sub> N
3- эфири этилии-О-бензилтирозил пропан- 2-ол-3α,7 α - дигидрокси-5β-кислотаи холан,	77.8	182-183	<u>72.38</u> 72.44	<u>8.57</u> 8.62	<u>1.87</u> 1.92	C <sub>45</sub> H <sub>64</sub> O <sub>8</sub> N

Аз таҳқиқоти гузаронидашуда дида мешавад, ки ҳангоми омӯзиши хосиятҳои химиявии 3α, 7β -дигидрокси 5β-кислотаи холан ва баъзе аналогҳои он, мо рафтори онҳоро дар реаксияҳо тавассути гурӯҳҳои ОН ва СООН баррасӣ кардем. Метаболизми кислотаҳои рағнаӣ робитаи наздики онро бо мубодилаи холестерин пешакӣ муайян мекунад. Аммо омӯзиши таъсир ба ретсепторҳои фарнесоидҳои X имкон дод, ки механизмҳои таъсири кислотаҳои рағнаӣ на танҳо ба гардиши энтерогепатикӣ ва фаъолияти функционалии гепатоситҳо, балки ба мубодилаи карбогидратҳо ва липидҳо низ муқаррар карда шаванд. Кашфи ретсепторҳои ядрӣ ва мембранаи кислотаҳои холан имкон дод, ки



имконнопазирии физиологии гардиши энтерогепатикӣ ҳамчун яке аз механизмҳои танзими мубодилаи моддаҳо барои истеъмоли ғизо ё гуруснагӣ дубора арзёбӣ карда шавад. Механизмҳои таъсири патогенетикӣ ба системаи гепатобилиарӣ дар шароити диабети қанд, фарбеҳӣ, дислипидемия муқаррар карда мешаванд. Аксар вақт ин таъсир, инчунин таъсири воқеӣ ба синтези ГА-ҳои ибтидоӣ, Р мақсади муттаҳидсозии минбаъдаи онҳо ба амалияи клиникӣ талаб мекунад.

### Адабиёт

1. Самандаров Н.Ю. Синтез и биологическая активность ряда производных холановых кислот. / Н.Ю.Самандаров., А.Х. Кадыров, С.И. Раджабов / Изд. «ЭрГраф», 2016 (Монография на 116 стр.)
2. Самандаров Н.Ю. Синтез и исследование производных глицерина с эфирами аминокислот и дипептидами/С.И. Раджабов, С.Х. Одинаев, Н.Ю. Самандаров, Р.А. Мустафокулова, М.Б. Каримов.-Душанбе: ООО «Эр-граф», 2018.-104 с. Монография.
3. Самандаров Н.Ю. Синтез новых триэфиров глицерина и изучение их биологических свойств / Раджабов С.И., Обидов Ч.М., Абдуллоев С.М., Каримзода М.Б., Самандаров Н.Ю., // Душанбе: «Сино». Типография ТГМУ им Абуали ибн Сено. 2019. 105с.
4. Самандаров Н.Ю. Получение некоторых сложных эфиров 3 $\alpha$ ,7 $\beta$ -дигидрокси холановой кислоты. / Н.Ю. Самандаров, А.Х. Кадыров, С.И. Раджабов // Вестник ТНУ, 2013, 1/1 (102)-С. 142-144.
5. Самандаров Н.Ю. Синтез ацилпроизводных сложных эфиров 3 $\alpha$ ,7 $\beta$ -дигидроксихолановой кислоты. / А.Х. Кадыров, С.И. Раджабов, Н.Ю. Самандаров // Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов. Курск, 2012, №11,-с 118-120.
6. Самандаров Н.Ю. Некоторые реакции глицидного эфира 3 $\alpha$ ,7 $\alpha$ , 12 $\alpha$  - тригидрокси -5 $\beta$ - холановой кислоты. / А.Х. Кадыров, Н.Ю. Самандаров, С.И. Раджабов // Вестник ТНУ, 2012, 1/3 (85), -С.208-210.
7. Самандаров, Н.Ю. Синтез тозилоксиэфиров некоторых производных холановых кислот. / А.Х. Кадыров, Б.Х. Махкамова, Н.Ю. Самандаров // Вестник ТНУ .2013 № 1/3 (140) стр 145-147. С. 166-169.
8. Самандаров Н.Ю. Синтез пропан-1,2-диолевых эфиров холановых кислот. / А.Х. Кодиров, И.В. Заварзин, Н.Ю.Самандаров, Ш.А. Кодиров // Вестник ТНУ. Научный журнал (216), 2016,-С.231-234.
9. Самандаров Н.Ю. Синтез на основе 3 $\alpha$ ,7 $\alpha$ -дигидрокси-5 $\beta$ -холановой кислоты / Н.Ю.Самандаров, Х.С. Рахимова, А.Х. Кодиров, И.В Заварзин,

Б.Х. Махкамова // Colloquium –journal 5 (29), 2019, С.83-85 (ПОЛША – Варшава).

10. Samandarov N. Investigation obtains reaction of n-(5-alkil-1.3.4-tiadiazolsubsninuted) 3-clorbenzo /b/tiophen-2-carboximides and their oxidation. /N. Samandarov, A. Kh. Kadyrov, Kh.S. Rakhimova, B.Kh. Makhamova // Colloquium-Journal. ISSN 2520-6990 № 8. (32), 2019, -С.58-62. Warsawa. Poland.

## СИНТЕЗ ВА ОМУЗИШИ СОХТОРИ КИСЛОТАИ ХОЛАН БО ЭФИРҲОИ АМИНОКИСЛОТАҲОИ АРОМАТИ

**Физиурда.** Кислотаҳои холон дар бисёр равандҳои физиологӣ иштирок мекунанд, ки тағирёбии таркиби онҳо ба ташаккули доираи васеи патологияҳои гуногуни чигар ва рӯдаҳо мусоидат мекунад. Стероидҳо ба монанди кислотаҳои холан сохтори кимиёвии якхела доранд, онҳо хосиятҳои физикӣ-химиявии гуногун доранд, аммо хосиятҳои муҳимтарини физиологиро нишон медиҳанд. Истифодаи пайвастагиҳои табиӣ ба андозаи зиёд бо пешрафтҳои минбаъда дар химияи пайвастагиҳои стероид алоқаманд хоҳад буд.

Хусусияти таъсири биологии ҳосилаҳои кислотаҳои холиникӣ бо мавҷудияти гурӯҳҳои гуногуни функционалӣ дар молекулаҳои онҳо алоқаманд аст, ки барои ба даст овардани моддаҳои дорои хосиятҳои ғоиданок синтези мақсадноки модификация имкон медиҳанд.

**Калид вожаҳо:** Синтез, 3 $\alpha$ , 7 $\beta$ -дигидрокси-5 $\beta$ -кислотаҳои холан, хосиятҳои физикӣ-химиявии, литолитикӣ, гепатопротекторӣ, зидди вирусӣ.

## СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ ХОЛАНОВОЙ КИСЛОТЫ СЛОЖНЫЕ ЭФИРЫ АРОМАТИЧЕСКИХ АМИНОКИСЛОТ

**Аннотация.** Холановые кислоты участвуют во многих физиологических процессах, изменения в их составе способствуют формированию широкого спектра различных патологий печени и кишечника. Стероиды, как и холановые кислоты, имеют одинаковую химическую структуру, обладают разными физико-химическими свойствами, но проявляют важнейшие физиологические свойства. Использование природных соединений будет во многом связано с дальнейшим развитием химии стероидных соединений.

Специфика биологического действия производных холиновой кислоты связана с наличием в их молекулах различных функциональных групп, позволяющих

целенаправленно синтезировать модификации для получения веществ с полезными свойствами.

**Ключевые слова:** Синтез,  $3\alpha$ ,  $7\beta$ -дигидрокси- $5\beta$ -холановые кислоты, физико-химические свойства, литолитические, гепатопротекторные, противовирусные.

## SYNTHESIS AND STUDY OF THE STRUCTURE OF CHOLANIC ACID ESTERS OF AROMATIC AMINO ACIDS

**Annotation.** Conclusion. Choline acids are involved in many physiological processes, changes in their composition contribute to the formation of a wide range of different pathologies of the liver and intestines. Steroids, like cholan acids, have the same chemical structure, they have different physicochemical properties, but show the most important physiological properties. The use of natural compounds will be largely linked to further developments in the chemistry of steroid compounds.

The specificity of the biological effect of cholinic acid derivatives is related to the presence of various functional groups in their molecules, which allow targeted synthesis of modifications to obtain substances with useful properties.

**Key words:** Synthesis,  $3\alpha$ ,  $7\beta$ -dihydroxy- $5\beta$ -cholan acids, physicochemical properties, litholytic, hepatoprotective, antiviral.

### *Маълумот дар бораи муаллифон:*

**Олимова Шафоат Эргашбоевна** – унвонҷӯи Институти илми тадқиқоти Донишгоҳи миллии Тоҷикистон, **Суроға:** 734025, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Душанбе, хиёбони Рӯдакӣ 17. **E-mail:** [nasrullo.samandarov@mail.ru](mailto:nasrullo.samandarov@mail.ru). **Телефон:** (+992) 937-30-33-50;

**Самандарзода Насрулло Юсуф** – н.и.х., дотсент, Маркази ҷумҳуриявӣ илмию клиникӣ урологӣ, Пажӯҳишгоҳи тибби бунёди ва кафедраи ТКО ДДТТ ба номи Абуали ибни Сино. **Суроға:** 734025, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Душанбе, хиёбони Рӯдакӣ, 139. **E-mail:** [nasrullo.samandarov@mail.ru](mailto:nasrullo.samandarov@mail.ru). **Телефон:** (+992) 937-30-33-50.

### *Сведения об авторах:*

**Олимова Шафоат Эргашбоевна** – соискатель Научно-исследовательского института Таджикского национального университета. **Адрес:** 734025, Республика Таджикистан, г. Душанбе, проспект Рудаки 17. **E-mail:** [nasrullo.samandarov@mail.ru](mailto:nasrullo.samandarov@mail.ru). **Телефон:** (+992) 937-30-33-50;

**Самандарзода Насрулло Юсуф** – к.х.н., доцент, Республиканский научно-клинический центр урологии, Институт фундаментальной медицины и кафедры КЛД ТГМУ имени Абуали ибн Сино. **Адрес:** 734025, Республика Таджикистан, г. Душанбе, пр. Рудаки 139. **E-mail:** [nasrullo.samandarov@mail.ru](mailto:nasrullo.samandarov@mail.ru). **Телефон:** (+992) 937-30-33-50.

### *Information about the authors:*

**Olimova Shafokat Ergashboevna** – applicant Research Institute of the Tajik National University, **Address:** 734025, Republic of Tajikistan, Dushanbe, Rudaki Avenue 17. **E-mail:** [nasrullo.samandarov@mail.ru](mailto:nasrullo.samandarov@mail.ru). **Phone:** (+992) 937-30-33-50;

**Samandarzoda Nasrullo Yusuf** – Republican Scientific and Clinical Center of Urology, Institute of Fundamental Medicine and Department of TKO DDTT named after Abuali ibn Sino, Candidate of Chemical Sciences. **Address:** 734025, Republic of Tajikistan, Dushanbe, Rudaki Ave. 139. **E-mail:** [nasrullo.samandarov@mail.ru](mailto:nasrullo.samandarov@mail.ru). **Phone:** (+992) 937-30-33-50.

**Мукарриз:** Рачабзода С.И. д.и.х., профессор, ИИТ  
Донишгоҳи миллии Тоҷикистон

**УДК 669.2:669.715**

**ВЛИЯНИЕ КАЛЬЦИЯ, СТРОНЦИЯ И БАРИЯ НА ТЕМПЕРАТУРНУЮ  
ЗАВИСИМОСТЬ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И ИЗМЕНЕНИЙ  
ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА  
АК12М2**

**Зокиров Ф.Ш.**

**Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими**

**Введение**

Непрерывный технический прогресс в автомобилестроении, тракторостроении и других отраслях народного хозяйства требует значительного увеличения объема производства различных сплавов цветных металлов и повышения их качества. Алюминию и сплавам на его основе принадлежит особое место в выполнении этой задачи. Сравнительно небольшая плотность в сочетании с высокими механическими характеристиками, а также значительные сырьевые ресурсы способствуют широкому внедрению алюминия и его сплавов в различные отрасли промышленности. Алюминиевые сплавы применяют в машиностроении вместо стали, чугуна и других материалов с целью обеспечения снижения удельной металлоемкости конструкций, т.е. отношения массы машины к ее мощности. Как следует из литературных данных, такое развитие сохранится и в будущем [1-3].

Основное преимущество сплава АК12М2 по сравнению с другими сплавами это малый интервал кристаллизации, поэтому в отливках не образуется усадочной пористости. Сплав рекомендуется для изготовления герметичных деталей. Однако в литературе практически отсутствуют экспериментальные данные по теплоемкости этого сплава.

Цель работы заключается в исследовании влияния добавки кальция, стронция и бария на температурные зависимости удельной теплоемкости и изменений термодинамических функций алюминиевого сплава АК12М2.

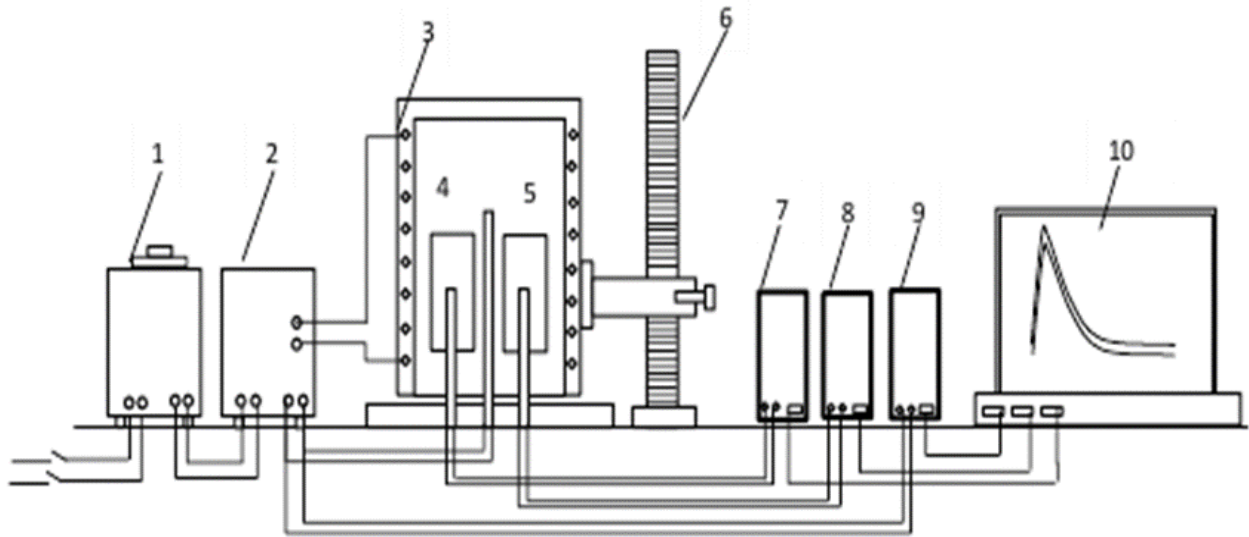
## Схема установки и методика измерения теплоёмкости твёрдых тел

Теплоёмкость — это характеристика процесса перехода между двумя состояниями термодинамической системы, которая зависит и от пути процесса (например, от проведения его при постоянном объёме или постоянном давлении), и от способа нагревания или охлаждения (квазистатического или нестатического). Неоднозначность в определении теплоёмкости на практике устраняют тем, что выбирают и фиксируют путь квазистатического процесса (обычно оговаривается, что процесс происходит при постоянном давлении, равным атмосферному). При однозначном выборе процесса теплоёмкость становится параметром состояния и теплофизическим свойством вещества, образующего термодинамическую систему.

Теплоёмкость гетерогенных систем представляет наиболее сложный случай для термодинамического анализа. На диаграмме состояния перемещение вдоль кривой равновесия фаз сопровождается изменением  $p$ , и  $T$ . Если в процессе нагрева происходит смещение точки фазового равновесия, то это даёт дополнительный вклад в теплоёмкость, поэтому теплоёмкость гетерогенной системы не равна сумме теплоёмкостей составляющих её фаз, но превосходит её. На фазовой диаграмме, при переходе от гомогенного состояния к области существования гетерогенной системы, теплоёмкость испытывает скачок.

Практическое значение исследований теплоёмкости важно для расчётов энергетических балансов процессов в химических реакторах и других аппаратах химического производства, а также для выбора оптимальных теплоносителей. Экспериментальное измерение теплоёмкости для разных интервалов температур - от предельно низких до высоких - является основным методом определения термодинамических свойств веществ.

Нами исследование теплоёмкости металлов проводилось на установке, схема которой представлена на рис. 1. Данный прибор основан на применении динамического С-калориметра с адиабатической оболочкой и тепломером [4]. Установка состоит из следующих узлов: электропечь (3) смонтирована на стойке (6), по которой она может перемещаться вверх и вниз (стрелкой показано направление перемещения). Образец (4) и эталон (5) (тоже могут перемещаться) представляют собой цилиндр длиной 30 мм и диаметром 16 мм с высверленными каналами с одного конца, в которые вставлены термопар (4 и 5). Концы термопар подведены к цифровым многоканальным термометрам (7,8,9), которые подсоединены к компьютеру (10).



**Рис.1.** Схема установка для определения теплоёмкости твёрдых тел в режиме «охлаждения».

Включаем электропечь (3) через автотрансформатор (1), установив нужную температуру с помощью терморегулятора (2). По показаниям цифровых многоканальных термометров (8,9) отмечаем значение начальной температуры. Вдвигаем измеряемый образец (4) и эталон (5) в электропечь (3) и нагреваем до нужной температуры, контролируя температуру по показаниям цифрового многоканального термометра на компьютере (10). Далее измеряемый образец (4) и эталон (5) одновременно выдвигаем из электропечи (3). С этого момента фиксируем снижение температуры. Записываем показания цифровых термометров (7,8,9) на компьютере (10) через фиксированное время 10 с. Охлаждаем образец и эталон ниже 30°C.

Одним из методов, позволяющий корректно установить температурную зависимость теплоёмкости металлов и сплавов в области высоких температур является метод сравнения скоростей охлаждения двух образцов, исследуемого и эталонного, по закону охлаждения Ньютона – Рихмана.

Как известно [5-9], теплоемкость твердых тел в режиме «охлаждения» определяется по уравнению

$$C_{P_2}^0 = C_{P_1}^0 \frac{m_1}{m_2} \frac{\left(\frac{dT}{d\tau}\right)_1}{\left(\frac{dT}{d\tau}\right)_2}, \quad (1)$$

где  $m_1 = \rho_1 V_1$  – масса эталона,  $m_2 = \rho_2 V_2$  – масса исследуемого образца;  $(dT/d\tau)_1$ ,  $(dT/d\tau)_2$  – скорости охлаждения образцов из эталона и исследуемых

сплавов при данной температуре. Для определения скорости охлаждения строят кривые охлаждения образцов.

Теплоёмкость алюминиевого сплава AlTi0,1 с кальцием, стронцием и барием измеряли в режиме «охлаждения» по методикам, описанным в работах [10-15]. Обработка результатов измерений и построение графиков производилось с помощью программ MS Excel и Sigma Plot. Значения коэффициента корреляции составлял величину  $R_{\text{корр.}} > 0.999$ , подтверждая правильность выбора аппроксимирующей функции. Относительная ошибка измерения теплоёмкости в интервале от 40<sup>0</sup>С до 400<sup>0</sup>С составляла  $\pm 1\%$ , а в интервале более 400<sup>0</sup>С  $\pm 2,5\%$  [16,17]. Погрешность измерения теплоёмкости по предлагаемой методике в нашем случае составил 1,2%.

### Экспериментальные результаты и их обсуждение

Сплавы для исследования синтезировались в шахтной лабораторной печи сопротивления типа СШОЛ (сопротивление шахтное опытное лабораторное) в интервале температур 750–850<sup>0</sup>С из алюминия марки А5 (ГОСТ 110669-01), кремний кристаллический (ГОСТ 25347-82); медь марки МО9995 (ГОСТ 859-2001), кальция металлического марки КаМ–1 (ТУ48-40-215-72), стронция металлического марки СтМ – 1 (ТУ48-4-173-72) и бария металлического марки БаМ–1 (ТУ48-4-465-85). Полученные сплавы выборочно контролировались взвешиванием образцов до и после сплавления, а также химическим анализом. Затем проводилась выборка сплавов и исследовались сплавы, у которых до и после сплавления разница в массе не превышала 1% (отн.). Из полученных в печи СШОЛ сплавов отливались цилиндрические образцы длиной 30 мм и диаметром 16мм.

Результаты исследования температуры охлаждения изучаемых сплавов представлены на рис. 2. В общем случае полученные графики температуры (Т) от времени охлаждения (τ) для образцов из алюминиевого сплава АК12М2 с кальцием, стронцием и барием показывают непрерывное уменьшение температуры образцов и эталона по мере их охлаждения. На кривых охлаждения термических эффектов, связанных с фазовым превращением или переходом, не обнаружено.

Полученные кривые охлаждения образцов из сплавов описываются уравнением вида

$$T = T_0 + \frac{1}{2} \left[ (T_1 - T_0) e^{-\tau/\tau_1} + (T_2 - T_0) e^{-\tau/\tau_2} \right], \quad (2)$$

τ – время охлаждения.

Дифференцируя уравнение (2) по  $\tau$ , получаем уравнение для определения скорости охлаждения образцов

$$\frac{dT}{d\tau} = \frac{1}{2} \left[ -\left(\frac{T_1 - T_0}{\tau_1}\right)e^{-\tau/\tau_1} - \left(\frac{T_2 - T_0}{\tau_2}\right)e^{-\tau/\tau_2} \right]. \quad (3)$$

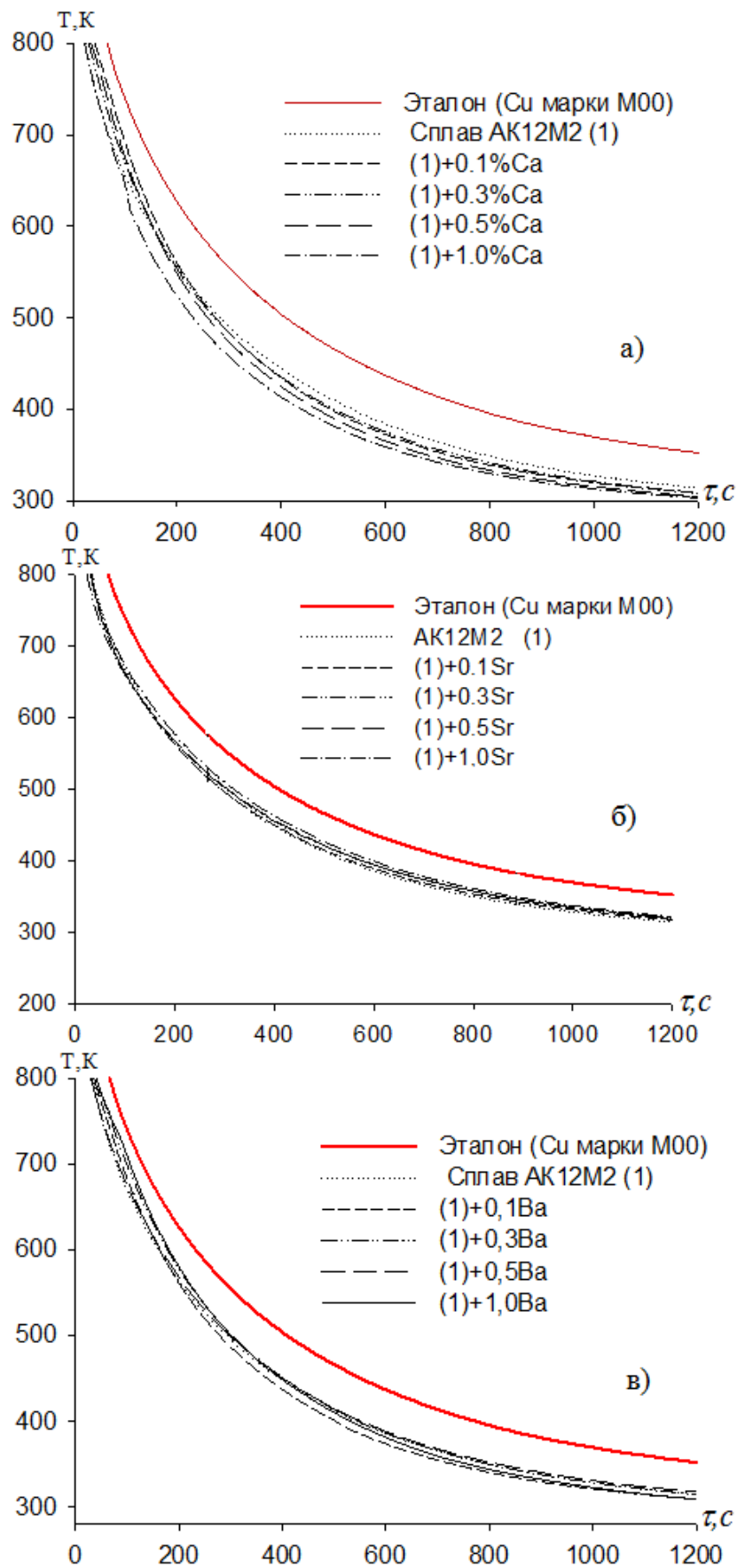
Значения коэффициентов в уравнении (3) для исследованных сплавов приведены в таблице 1. По этому уравнению были вычислены скорости охлаждения образцов, алюминиевого сплава АК12М2 с кальцием, стронцием и барием, графический вид которых представлен на рис. 3.

**Таблица 1**

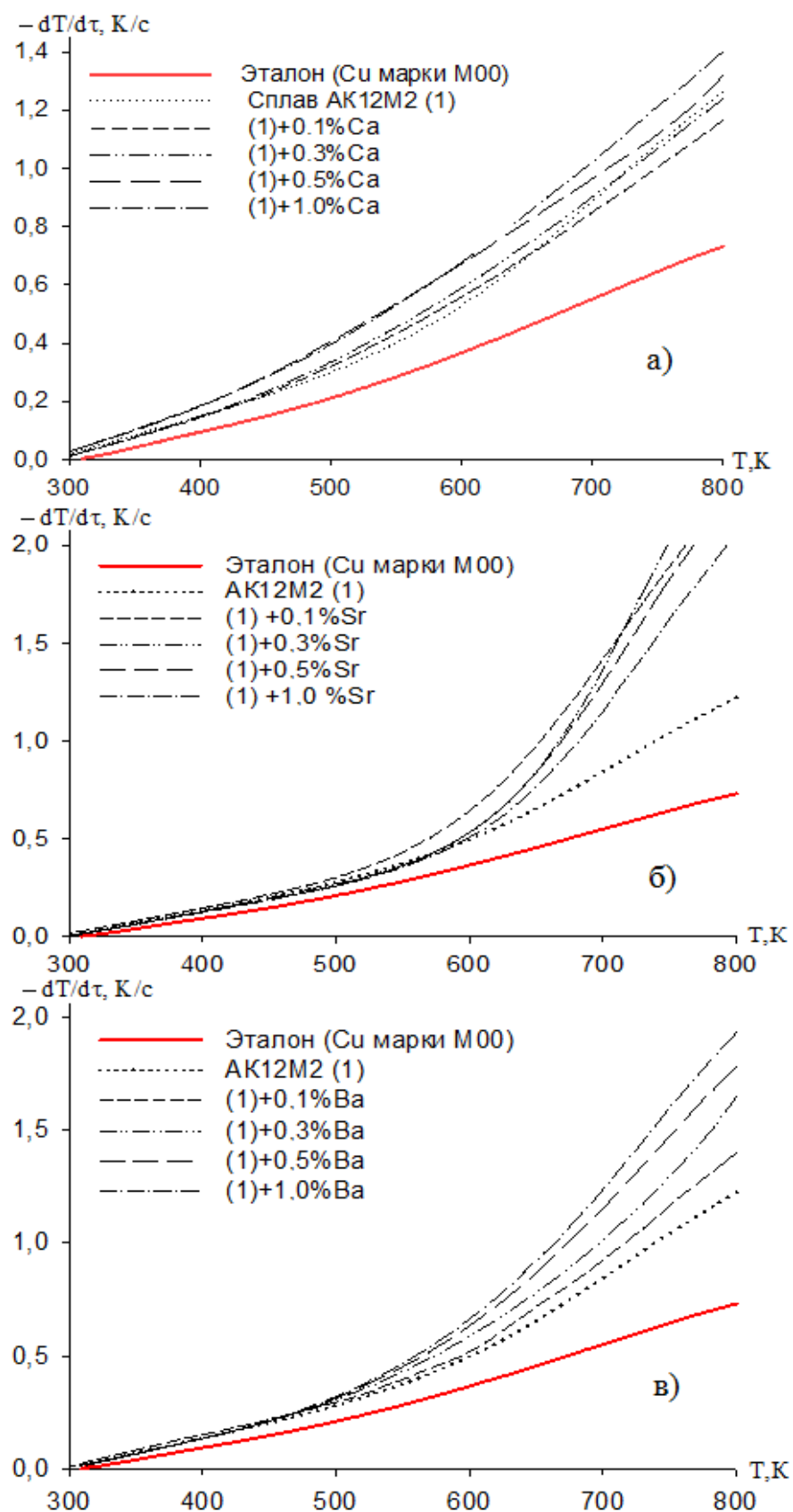
Значения коэффициентов в уравнении (3) для алюминиевого сплава АК12М2 с кальцием, стронцием и барием и эталона (М00)

Содержание кальция, стронция и бария в сплаве, мас. %	$T_1 - T_0$ , К	$\tau_1$ , с	$T_2 - T_0$ , К	$\tau_2$ , с	$(T_1 - T_0)/\tau_1$ , К/с	$(T_2 - T_0)/\tau_2$ , К/с	$T_0$ , К
0.0	174.73	76.92	424.43	394.99	2.27	1.07	293.76
0.1 Ca	329.54	157.45	282.53	467.51	2.09	0.60	286.42
0.3 Ca	232.72	110.44	387.24	402.33	2.11	0.96	289.49
0.5 Ca	284.03	125.62	356.43	391.05	2.26	0.91	288.21
1.0 Ca	207.44	98.04	391.20	354.77	2.12	1.10	290.65
0.1 Sr	178.27	62.11	426.66	394.52	2.87	1.08	296.42
0.3 Sr	177.24	52.36	446.48	401.24	3.39	1.11	296.96
0.5 Sr	179.85	55.56	431.70	409.67	3.24	1.05	295.63
1.0 Sr	162.31	61.73	439.12	416.81	2.63	1.05	295.92
0.1 Ba	220.22	133.70	369.66	388.85	1.65	0.95	292.71
0.3 Ba	271.41	164.44	320.55	460.98	1.65	0.70	291.57
0.5 Ba	163.22	89.29	419.59	395.05	1.83	1.06	296.85
1.0 Ba	166.21	84.75	407.43	389.67	1.96	1.05	297.74
Эталон	277.41	109.73	390.83	543.51	2.53	0.72	308.35





**Рис. 2.** График изменения температуры от времени охлаждения для образцов из алюминиевого сплава АК12М2 (1) с кальцием (а), стронцием (б) и барием (в), мас. %: 0.1% (2); 0.3% (3); 0.5% (4); 1.0% (5) и эталона (М00).



**Рис. 3.** График изменения скорости охлаждения от температуры для образцов из алюминиевого проводникового сплава АК12М2 (1) с кальцием (а), стронцием (б) и барием (в), мас. %: 0.1% (2); 0.3% (3); 0.5% (4); 1.0% (5) и эталона (M00).

С использованием установленных скоростей охлаждения образцов по уравнению (1) вычислялось удельная теплоемкость алюминиевого сплава АК12М2 с кальцием, стронцием и барием и эталона. Результаты измерения через 100 К представлены в табл. 2. Теплоемкость алюминиевого сплава АК12М2 с ростом температуры увеличивается, а от концентрации кальция, стронция и бария уменьшается. При переходе от сплавов с кальцием к сплавам со стронцием и барием теплоёмкость сплавов уменьшается, что коррелирует с изменениями теплоёмкости чистых щелочноземельных металлов в пределах подгруппы.

**Таблица 2**

Температурная зависимость удельной теплоёмкости (Дж/(кг·К)) алюминиевого сплава АК12М2 с кальцием, стронцием и барием и эталона (М00)

Содержание кальция, стронция и бария в сплаве, мас. %	Т.К					
	300	400	500	600	700	800
0.0	1059.11	1148.04	1232.37	1316.30	1404.03	1499.76
0.1 Ca	1046.72	1142.18	1220.09	1293.68	1376.17	1470.79
0.3 Ca	1033.74	1125.44	1205.92	1280.15	1353.08	1429.65
0.5 Ca	1018.76	1114.14	1189.82	1262.06	1345.11	1415.24
1.0 Ca	995.94	1096.11	1176.54	1248.28	1320.41	1400.99
0.1 Sr	1059.41	1148.57	1233.18	1317.45	1405.58	1501.75
0.3 Sr	1027.84	1149.44	1237.73	1304.58	1361.85	1421.41
0.5 Sr	1025.46	1130.93	1209.88	1271.52	1325.08	1379.81
1.0 Sr	1000.25	1096.05	1178.48	1250.29	1314.17	1372.87
0.1 Ba	1058.197	1147.02	1231.219	1314.988	1402.521	1498.012
0.3 Ba	1085.624	1171.171	1253.242	1335.083	1419.941	1511.059
0.5 Ba	1053.185	1136.514	1216.931	1297.238	1380.237	1468.732
1.0 Ba	998.095	1096.08	1177.51	1249.285	1317.290	1386.931
Эталон	384.99	397.66	408.00	416.87	425.10	433.56

После проведения полиномиальной регрессии получено следующее общее уравнение, описывающее температурную зависимость удельной теплоемкости алюминиевого сплава АК12М2 с кальцием, стронцием и барием

$$C_p^0 = a + bT + cT^2 + dT^3. \quad (4)$$

При расчетах температурной зависимости изменений энтальпии, энтропии и энергии Гиббса по (5)-(7) использовали уравнение (4):

$$[H^0(T) - H^0(T_0)] = a(T - T_0) + \frac{b}{2}(T^2 - T_0^2) + \frac{c}{3}(T^3 - T_0^3) + \frac{d}{4}(T^4 - T_0^4), \quad (5)$$

$$[S^0(T) - S^0(T_0)] = a \ln \frac{T}{T_0} + b(T - T_0) + \frac{c}{2}(T^2 - T_0^2) + \frac{d}{3}(T^3 - T_0^3), \quad (6)$$

$$[G^0(T) - G^0(T_0)] = [H^0(T) - H^0(T_0)] - T[S^0(T) - S^0(T_0)] \quad (7)$$

где  $T_0 = 298.15$  К.

Результаты расчета температурных зависимостей изменений энтальпии, энтропии и энергии Гиббса по (5)-(7) для алюминиевого сплава АК12М2 с кальцием, стронцием и барием представлены в табл. 4-6.

**Таблица 4**

Температурная зависимость изменений энтальпии для алюминиевого проводникового сплава АК12М2 с кальцием, стронцием, барием и эталона (М00)

Содержание кальция, стронцием и барием в сплаве, мас. %	$[H^0(T) - H^0(T_0^*)]$ , кДж/кг для сплавов					
	Т.К					
	300	400	500	600	700	800
0.0	2.550	113.01	232.111	359.635	495.736	641.014
0.1 Ca	1.921	110.56	227.080	350.254	480.124	618.092
0.3 Ca	1.911	109.99	226.622	350.966	482.615	621.693
0.5 Ca	1.881	108.76	224.053	346.621	476.892	617.010
1.0 Ca	1.842	106.68	220.404	342.044	472.804	615.972
0.1 Sr	2.4112	112.727	234.659	366.194	506.604	656.532
0.3 Sr	15.6508	124.322	242.508	368.122	499.997	637.874
0.5 Sr	1.8403	106.783	220.609	342.134	470.402	604.791
1.0 Sr	2,5601	103,606	213,469	330,983	455,176	585,255
0.1 Ba	1.9226	112.1947	231.0556	358.2475	493.9323	638.6922
0.3 Ba	1.95836	111.8488	230.0957	356.5142	491.2414	634.7397
0.5 Ba	2.04629	111.5838	229.2984	355.0432	488.9528	631.4426
1.0 Ba	1.84467	106.7047	220.4966	341.9267	470.3084	605.5605
Эталон	0.710	39.860	80.160	121.420	163.520	206.440

Таблица 5

Температурная зависимость изменений энтропии для алюминиевого проводникового сплава АК12М2 с кальцием, стронцием, барием и эталона (М00)

Содержание кальция, стронцием и барием в сплаве, мас. %	$[S^0(T) - S^0(T_0)], \text{кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ для сплавов					
	Т.К					
	300	400	500	600	700	800
0.0	0.0065	0.3236	0.5891	0.8213	1.0310	1.2248
0.1 Ca	0.0064	0.3183	0.5780	0.8024	1.0025	1.1865
0.3 Ca	0.0063	0.3166	0.5766	0.8030	1.0058	1.1915
0.5 Ca	0.0063	0.3131	0.5700	0.7933	0.9939	1.1809
1.0 Ca	0.0061	0.3071	0.5605	0.7820	0.9834	1.1743
0.1 Sr	0.00652	0.17318	0.32358	0.46138	0.58908	0.70859
0.3 Sr	0.00623	0.16967	0.31957	0.45757	0.58579	0.70535
0.5 Sr	0.00582	0.16819	0.31579	0.45129	0.57668	0.69339
1.0 Sr	0.00601	0.16407	0.30738	0.43877	0.56087	0.67510
0.1 Ba	0.0063	0.3224	0.5868	0.8179	1.0264	1.2190
0.3 Ba	0.0065	0.3221	0.5856	0.8158	1.0234	1.2148
0.5 Ba	0.0065	0.3210	0.5833	0.8123	1.0184	1.2085
1.0 Ba	0.0062	0,3072	0.5607	0.7819	0.9797	1.1602
Эталон	0.0024	0.1149	0.2048	0.2800	0.3449	0.4022

Таблица 6

Температурная зависимость изменений энергии Гиббса для алюминиевого проводникового сплава АК12М2 с кальцием, стронцием, барием и эталона (М00)

Содержание кальция, стронцием и барием в сплаве, мас. %	$[G^0(T) - G^0(T_0^*)], \text{кДж}/\text{кг}$ для сплавов					
	Т.К					
	300	400	500	600	700	800
0.0	-0.5867	-16.471	-62.448	-133.198	-225.973	-338.876
0.1 Ca	-0.0061	-16.775	-61.946	-131.215	-221.630	-331.192
0.3 Ca	-0.0059	-16.682	-61.679	-130.895	-221.511	-331.501
0.5 Ca	-0.0072	-16.485	-60.984	-129.387	-218.906	-327.738
1.0 Ca	-0.0057	-16.149	-59.853	-127.195	-215.596	-323.536
0.1 Sr	-0.3089	-17.1721	-62.9014	-133.473	-225.858	-337.762
0.3 Sr	-0.0403	-16.5678	-61.5874	-130.879	-221.406	-330.889

0.5 Sr	-0.0230	-16.1390	-59.8720	-127.265	-215.551	-322.650
1.0 Sr	-0.0553	-15.3991	-57.2561	-121.798	-206.385	-309.013
0.1 Ba	-0.923	-6.626	-51.953	-122.472	-215.348	-328.621
0.3 Ba	-2.897	-21.903	-69.956	-142.832	-237.734	-352.719
0.5 Ba	-0.157	-17.157	-62.771	-132.825	-224.553	-336.028
1.0 Ba	-0.0057	-16.158	-59.872	-127.232	-215.480	-322.598
Эталон	-0.0022	-6.1072	-22.243	-46.585	-77.902	-115.311

### Выводы

1. Исследованием температурной зависимости теплоёмкости алюминиевого проводникового сплава АК12М2 с кальцием, стронцием и барием в режиме «охлаждения» установлено, что с ростом температуры теплоёмкость, энтальпия и энтропия сплавов растут, а по мере увеличения концентрации щелочноземельных металлов в сплаве – уменьшаются. Энергия Гиббса с ростом температуры уменьшается, а от концентрации ЩЗМ – увеличивается.

2. При переходе от сплавов с кальцием к сплавам со стронцием и барием теплоёмкость, энтальпия и энтропия сплавов уменьшаются, величина энергии Гиббса растёт.

### Литература

1. Луц А.Р., Суслина А.А. Алюминий и его сплавы. Самара: СГТУ. 2013. 81с.
2. Алюминиевые сплавы (Состав, свойства, технология, применение.) Справочник // под общей редакцией И.Н. Фридляндера. Киев: Коминтех. 2005. 365с.
3. Золоторевский В.С., Белов Н.А. Металловедение литейных алюминиевых сплавов. М.: МИСиС. 2005. 376. с.
4. Яценко С.П., Сабирзянов А.Н. Повышение качества алюминиевых сплавов путем легирования "Мастер-сплавом" // Вестник Курганского государственного университета. Серия: Технические науки. 2006. № 5. С. 174-176.
5. Куцова В.З., Погребна Н.Е., Хохлова Т.С. Алюміній та сплави на його основі: навч. Посібник. Д.: Пороги. 2004. 135 с.
6. Оно А. Затвердевание металлов. М.: Металлургия, 1980. 147 с.
7. Калишевич Г.И., Гельд П.В., Кренцис Р.П. Стандартные теплоемкости, энтропии и энтальпии кремния, хрома и его силицидов // ЖФХ. 1965. Т.39. №12. С. 2999.

8. Wu Z.L., Pope D.P. L12 Al<sub>3</sub>Ti-based alloys with Al<sub>2</sub>Ti precipitates – I. Structure and stability of the precipitates // Acta Metallurgica et Materialia. 1994. Vol. 42. No. 2. P. 509–518. [https://doi.org/10.1016/0956-7151\(94\)90505-3](https://doi.org/10.1016/0956-7151(94)90505-3).
9. Wu Z.L., Pope D.P. L12 Al<sub>3</sub>Ti-based alloys with Al<sub>2</sub>Ti precipitates – II. Deformation behavior of single crystals // Acta Metallurgica et Materialia. 1994. Vol. 42. No. 2. P. 519–526. [https://doi.org/10.1016/0956-7151\(94\)90506-1](https://doi.org/10.1016/0956-7151(94)90506-1).
10. Ганиев И.Н., Ходжаназаров Х.М., Ходжаев Ф.К., Эшов Б.Б. Температурная зависимость теплоемкости и изменений термодинамических функций свинцового баббита БЛи (PbSb15Sn10Li), легированного литием // Журнал Metallург. №2. 2023. С.101-106.
11. Ganiev I.N., Zokirov F.Sh., Sangov M.M., Ibrokhimov N.F. Effect of Calcium on the Temperature Dependence of the Heat Capacity and Thermodynamic Function Variability of the AK12M2 Alloy // High Temperature. 2018. Vol. 56. No. 6. P. 867-872. <https://doi.org/10.1134/S0018151X18060093>.
12. Ганиев И.Н., Файзуллоев Р.Дж., Зокиров Ф.Ш., Сафаров А.Г. Влияние кальция на удельную теплоемкость и изменений термодинамических функций алюминиевого проводникового сплава AlTi<sub>0.1</sub> // Известия вузов. Материалы электронной техники. 2023. Т. 26, № 1. С. 76-84. <https://doi.org/10.17073/1609-3577-2023-1-76-84>.
13. Ганиев И.Н., Файзуллоев Р.Дж., Зокиров Ф.Ш., Ганиева Н.И. Температурная зависимость теплоёмкости и термодинамических функций алюминиевого проводникового сплава AlTi<sub>0.1</sub> со стронцием // Теплофизика высоких температур. 2023.Т.61, №3, С. 378-381. <https://doi.org/10.31857/S0040364423030110>.
14. Зокиров Ф.Ш., Ганиев И.Н., Сангов М.М., Иброхимов Н.Ф. Влияние кальция на температурную зависимость теплоемкости и изменение термодинамических функций сплава АК12М2// Теплофизика высоких температур. 2018. Т.56. №6. С. 891-896. <https://doi.org/10.31857/S004036440003566-6>.
15. *Зиновьев В.Е.* Теплофизические свойства металлов при высоких температурах / Справ. изд. М.: Металлургия, 1984. 384 с.
16. *Герашенко Ю.А., Гордов А.Н., Лах Р.И., Ярышев Н.Я.* Температурные измерения // Справочник. Киев: Наукова думка. 1984. 495 с.

17. Гортышов Ю.Ф., Дресвянников Ф.Н., Иднатулин Н.С. Теория и техника теплофизического эксперимента // М.: Энергоатомиздат. 1993. 448 с.

**ВЛИЯНИЕ КАЛЬЦИЯ, СТРОНЦИЯ И БАРИЯ НА ТЕМПЕРАТУРНУЮ ЗАВИСИМОСТЬ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И ИЗМЕНЕНИЙ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА АК12М2**

**Аннотация.** Термодинамические и теплофизические свойства алюминия и его сплавов являются предметом многочисленных экспериментальных и теоретических исследований. Имеющиеся экспериментальные данные включают измерения теплоемкости, энтальпии, энтропии и энергии Гиббса при нормальном давлении в диапазоне температуры 298,15–800 К. В работе представлены результаты экспериментального определения теплоемкости алюминиевого сплава АК12М2 с кальцием, стронцием и барием и расчет температурной зависимости изменений термодинамических функций данных сплавов. Исследования температурной зависимости теплоемкости алюминиевого сплава АК12М2 с кальцием, стронцием и барием проводились в режиме «охлаждения» с применением компьютерной техники и программы Sigma Plot 10.0. Установлены полиномы температурной зависимости теплоемкости и изменений термодинамических функций (энтальпия, энтропия и энергии Гиббса) алюминиевого сплава АК12М2 с кальцием, стронцием и барием и эталона (Cu марки М00), которые с коэффициентом корреляции  $R_{\text{корр.}}=0,999$  описывают эти изменения. Показано, что с ростом температуры теплоёмкость, энтальпия, энтропия сплавов растут, а по мере увеличения концентрации кальцием, стронцием и барием в сплаве – уменьшаются. Энергия Гиббса с ростом температуры уменьшается, а от концентрации кальцием, стронцием и барием – увеличивается.

**Ключевые слова:** алюминиевый сплав АК12М2, кальций, стронций, барий, режим «охлаждения», теплоёмкость, энтальпия, энтропия, энергия Гиббса, температурная зависимость.

**ТАЪСИРИ КАЛСИЙ, СТРОНСИЙ ВА БАРИЙ БА ВОБАСТАГИИ ҲАРОРАТИИ ХУСУСИЯТҲОИ ТЕПЛОФИЗИКӢ ВА ТАҒЙИРӢБИИ ФУНКЦИЯҲОИ ТЕРМОДИНАМИКИИ ХӮЛАИ АЛЮМИНИИИ АК12М2**

**Фишурда.** Хусусиятҳои термодинамики ва термофизикии алюминий ва хӯлаҳои он бисёр мавзӯи тадқиқотҳои таҷрибавӣ ва назариявӣ мебошанд. Маълумоти дастраси таҷрибавӣ ченкунии гармиғунҷоиш, энталпия, энтропия ва энергияи Гиббсро дар фишори муқаррарӣ дар диапазони ҳарорати 298,15–800



К. Дар кор натиҷаҳои таҷрибавӣ муайян кардани гармиғунҷоиши хӯлаи алюминийи АК12М2 бо калсий, стронсий, барий ва ҳисоб кардани вобастагии ҳарорат аз тағйироти функсияҳои термодинамикии ин хӯлаҳо оварда шудааст. Тадқиқотҳои вобастагии ҳарорат аз гармиғунҷоиши хӯлаи алюминийи АК12М2 бо калсий, стронсий ва барий дар режими «сардшавӣ» бо истифода аз технологияи компютерӣ ва барномаи Sigma Plot 10.0 гузаронида шуданд. Полиномҳои вобастагии ҳарорат аз гармиғунҷоиш ва тағйироти функсияҳои термодинамики (энталпия, энтропия ва энергияи Гиббс)-и хӯлаи алюминийи АК12М2 бо калсий, стронсий, барий ва стандарт (дараҷаи Cu M00) муқаррар карда шудаанд, ки бо коэффисиенти коррелятсияи  $R_{\text{корр.}}=0,999$  ин тағйиротҳоро тавсиф мекунад. Нишон дода шудааст, ки бо баланд шудани ҳарорат гармиғунҷоиш, энталпия ва энтропияи хӯлаҳо зиёд шуда, баробари зиёд шудани концентратсияҳои калсий, стронсий ва барий дар хӯла онҳо кам мешаванд. Энергияи Гиббс бо афзоиши ҳарорат кам мешавад ва бо концентратсияҳои калсий, стронсий ва барий зиёд мешавад.

**Вожаҳои калидӣ:** хӯлаи алюминийи АК12М2, калсий, стронсий, барий, режими «сардшавӣ», гармиғунҷоиш, энталпия, энтропия, энергияи Гиббс, вобастагии ҳарорат.

#### INFLUENCE OF CALCIUM, STRONTIUM AND BARIUM ON THE TEMPERATURE DEPENDENCE OF THE THERMOPHYSICAL PROPERTIES AND CHANGES IN THE THERMODYNAMIC FUNCTIONS OF ALUMINUM ALLOY AK12M2

**Annotation.** Thermodynamic and thermophysical properties of aluminum and its alloys are the subject of numerous experimental and theoretical studies. Available experimental data include measurements of heat capacity, enthalpy, entropy and Gibbs energy at normal pressure in the temperature range of 298.15–800 K. The paper presents the results of the experimental determination of the heat capacity of the aluminum alloy AK12M2 with calcium, strontium and barium and the calculation of the temperature dependence of changes in the thermodynamic functions of the data alloys. Studies of the temperature dependence of the heat capacity of the aluminum alloy AK12M2 with calcium, strontium and barium were carried out in the “cooling” mode using computer technology and the Sigma Plot 10.0 program. Polynomials of the temperature dependence of the heat capacity and changes in thermodynamic functions (enthalpy, entropy and Gibbs energy) of the aluminum alloy AK12M2 with calcium, strontium and barium and the standard (Cu grade M00) have been established, which describe these changes with a correlation coefficient  $R_{\text{corr.}}=0.999$ . It is shown that with increasing temperature the heat capacity, enthalpy, and entropy of alloys increase, and as the concentration of calcium, strontium and barium in the alloy increases, they decrease. The Gibbs energy decreases with increasing temperature, and increases with the concentration of calcium, strontium and barium.

**Key words:** aluminum alloy AK12M2, calcium, strontium, barium, “cooling” mode, heat capacity, enthalpy, entropy, Gibbs energy, temperature dependence.

**Сведения об авторе:**

**Зокиров Фуркатшоҳ Шахриерович** – к.т.н., доцент кафедры физики Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими. **Адрес:** Республика Таджикистан, г. Душанбе, 734042, проспект академиков Раджабовых, 10. **E-mail:** [Zokirov090514@mail.ru](mailto:Zokirov090514@mail.ru).

**Маълумот дар бораи муаллиф:**

**Зокиров Фурқатшоҳ Шаҳриёровиҷ** – н.и.т., дотсенти кафедраи физикаи Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ. **Суроға:** Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Душанбе, 734042, хиёбони Академик Раҷабов, 10, **E-mail:** [Zokirov090514@mail.ru](mailto:Zokirov090514@mail.ru).

**Information about the author:**

**Zokirov Furkatshoh Shakhrirovich** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Physics, Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi. **Address:** The Republic of Tajikistan, Dushanbe, 734042, Academician Radjabov Avenue, 10. **E-mail:** [Zokirov090514@mail.ru](mailto:Zokirov090514@mail.ru).

**Рецензент:** Олимзода Р.А. – к.х.н., декан факультета инженерии и строительства ДДД

УДК:669.9.015.224+669.71

**ТЕХНОЛОГИЯИ ҲОСИЛ КАРДАНИ КЛИНКЕР АЗ ҚИСМИ САХТИ  
БАЪДИ ИШҚОРОНИИ ГУДОХТАИ АЛЮМИНАТДОР**

**Маҳмадраҳимов Р.Қ., Тураев С.С., \*Рузиев Ҷ.Р.**

**Донишгоҳи давлатии Данғара**

**\*Донишгоҳи миллии Тоҷикистон**

Дар замони муосир ҷиҳати ба даст овардани гилхок, намакҳои алюминий, сода, поташ, сульфати калий, шлам барои истехсоли семент, металлҳои камёб ва ғайра ба ташкили технологияи коркарди комплекси ашёи хоми силитсидор, ба монанди нефелинҳо, алунитҳо, гилҳо ва каолинҳо, кианитҳо, қисми минералии ангиштҳо ва ғайра таваҷҷуҳи хос зоҳир карда мешавад [1-3]. Дар ин мақола тасмим гирифтм, ки дар заминаи таҳқиқоти анҷомдодаи муҳаққиқони соҳа бо усули физикӣ-химиявӣ тарзи ҳосил кардани клинкер аз қисмати саҳти ишқоронидани гудохтаи маъданҳои алюминатдор баъзе мулоҳизаҳои худро изҳор намоем.

Маъданҳои нефелинӣ аз рӯйи дороии гилхок нисбат ба боксит пастсифат бошанд ҳам, аз дигар компонентҳои асосии  $\text{Na}_2\text{O}$ , ки аз таркиби он сода, металлҳои нодир, поташ, инчунин шлами сафед, ки дар истеҳсоли семент васеъ истифода бурда мешаванд, ғайр мебошанд. Унсурҳои мазкур метавонанд самаранокии иқтисодии коркарди маъданҳои нефелиниро баланд бардоранд.

Ставролитҳои ғанигардонидашуда дар дохили кварси слюдадори слансии метаморфии<sup>1</sup> эраи протерозоидии<sup>2</sup> поёни дар Помири Ғарбӣ дар наздикии деҳаи Курговат мавҷуд аст. Слансҳои метаморфии бисёр гилхокдор дар шоҳроҳи мошингарди Душанбе-Хоруғ (330-334 км) мушоҳида карда шудаанд. Маъдани ставролит дар шакли горизонтҳои алоҳида дар слансҳои кварс – слюдавии бисёргилхокдор ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ -20-35%) вомехӯрад [4]. Иқтидори минтақаҳои маъданнокиаш ченшаванда дар минтақаи таҳқиқшаванда аз 3 то 60 метрро ташкил дода, дар масофаи 0,5-1,5 км пас аз ҳамдигар ҷойгир шудаанд. Аз рӯйи маълумоти мутахассисони соҳа дар ду қисмати иқтишофшуда баҳодиҳии пешакии миқдори  $\text{Al}_2\text{O}_3$  аз рӯйи категорияи  $P_2$  тақрибан ба 100 миллион тонна баробар аст<sup>3</sup>.

Бояд зикр намуд, ки дар айни замон коркарди маъданҳои мавҷудаи гилхокдор аз лиҳози экологӣ ва иқтисодӣ манфиатбахш нест, зеро коркарди маъданҳо ба технологияҳои муосири истеҳсоли ниёз дорад. Аз ин рӯ, раванди коркарди маҷмуии маъданҳои гилхокдори пастсифат бо усули гудозиш бо истифодаи оҳаксанг, маводи фтордор ва партовҳои саноатӣ барои Ҷумҳурии Тоҷикистон мувофиқи мақсад мебошад. Таҷриба нишон медиҳад, ки истеҳсоли маҳсулоти саноатӣ бо истифода аз таҷҳизоти нави технологӣ боиси олудашавии зиёди муҳити зист ва ивазшавии иқлим намегардад. Сарфи назар аз мавҷудияти зиёди ашёи хоми гилхокдор ва карбонати калсий дар мамлакат бо назардошти набудани таҷҳизоти нави технологӣ истихроҷи гилхок то ҳадди зарурӣ ғайриимкон аст.

Аз ин рӯ, моро зарур аст, ки бо технологияи пухтани маъданҳо истеҳсоли гилхокро дар асоси концентрати гилхок, ки дар истеҳсоли алюминий истифода мешавад, ба роҳ монем. Тасмими мазкур имконият медиҳад, ки ҳангоми коркарди гудохта бо ишқор 50-60%-ро таҳшини саҳт ташкил медиҳад, ки онро ашёи хоми ибтидоӣ ҳамчун клинкер дар истеҳсоли семент истифода бурдан мумкин аст [5-6].

---

1. Метаморф – тағйири сохт ва таркиби маъдан аз таъсири ҳодисаҳои химиявӣ ва физикӣ;

2. Эраи протерозоидӣ – давр, замон, калонтарин тақсимооти Замин.

3 Ҳисоботи Саридораи геологияи назди Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон аз соли 2006

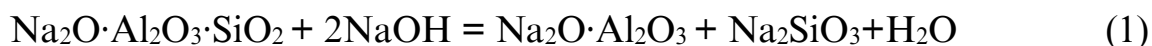
Бо мақсади ҳосил кардани клинкер ҳамчун маводди ибтидоӣ маъдани ставролити слюдадор, содаи калсиронидашуда ва оҳаксанг истифода гардид, ки таркиби химиявии онҳо дар ҷадвали 1 оварда шудааст.

Ҷадвали 1

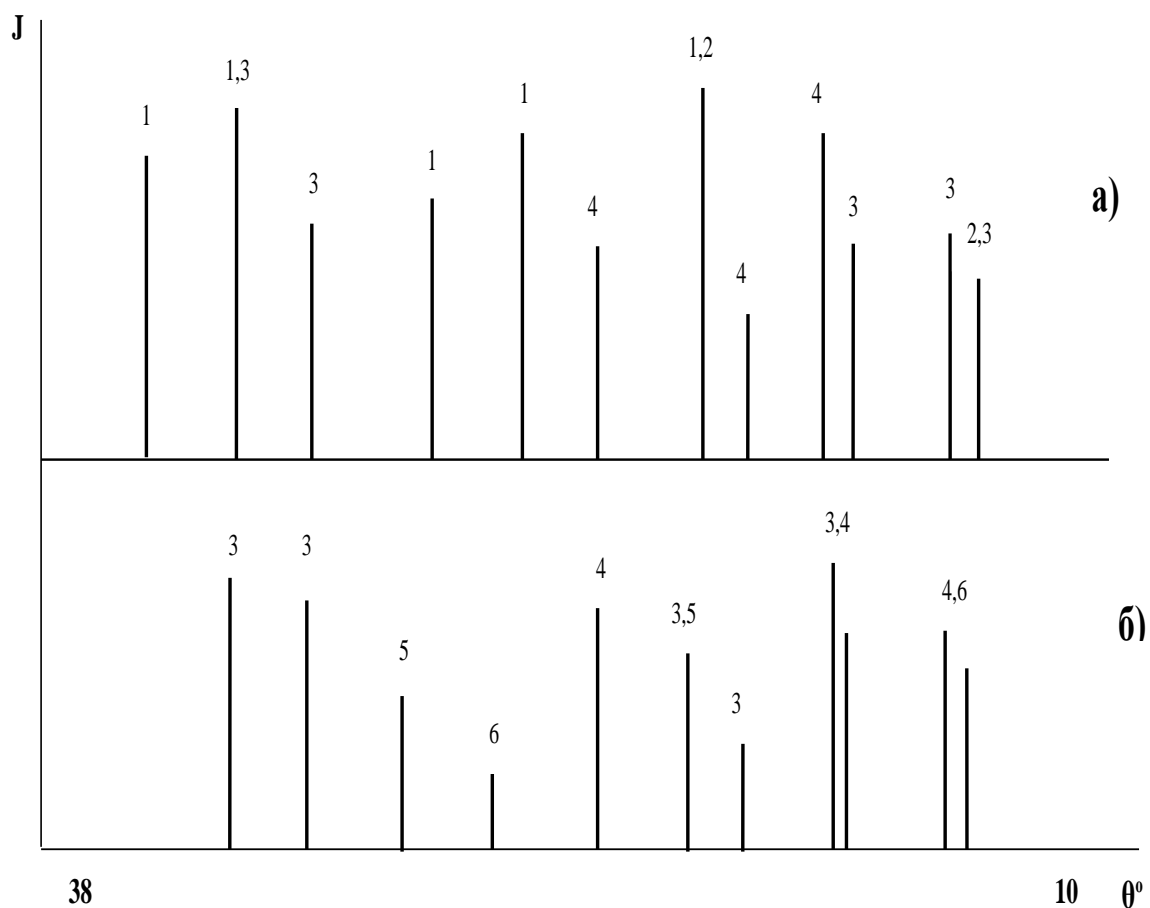
Таркиби химиявии маводди истифодашуда, мас%

Компонентҳо	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	П.П.П
Ставролит	56,3	21,5	7,7	1,68	1,64	1,52	4,6	1,45	-	1,35
Оҳаксанг	3,6	0,88	0,62	50,5	2,65	-	-	-	-	41,14
Содаи калсиниронидашуда	-	-	0,003	-	-	0,05	-	-	98,0	1,5

Ҳангоми ишқоронии гудохта таҷзияҳои химиявии зерин метавонанд ба амал оянд:



Бо мақсади муайян кардани тағйирот дар таркиби гудохта ҳангоми коркард таҳлили рентгенофазаи моддаҳои ибтидоӣ ва маҳсулоти ниҳой гузаронида шуд. Дар расми 1 штрихрентгенограммаҳои гудохта ва қисмати саҳти ҳосилшуда дар шароити беҳтарин пешниҳод карда мешаванд. Аз штрихрентгенограммаи гудохта (рас. 1а) хатҳои  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ ;  $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ ;  $\text{CaO} \cdot \text{FeO} \cdot 2\text{SiO}_2$  ва  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  рӯшан зоҳир мешаванд. Набудани хатҳои алюминати натрий дар штрихрентгенограммаи боқимондаи ҳалнашаванда (рас. 1б) аз гузариши қариб пурраи алюминати натрий дар маҳлул шаҳодат медиҳад, ки мувофиқи таҷзияҳои (2) ва (3) дар маъданҳои саҳти  $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$  ва  $\text{CaO} \cdot \text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$  боқӣ мемонанд.



**Расми 1.** Штрихрентгенограммаҳо: а) гудохтаи аз гудозаи чоркомпонента дар шароити муътадил ҳосилшуда; б) таъшини сахт баъди ишқоронидан: 1 –  $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ ; 2 –  $\text{Na}_2\text{F}$ ; 3 –  $\text{CaO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3\cdot 2\text{SiO}_2$ ; 4 –  $\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 2\text{SiO}_2$ ; 5 –  $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 3\text{SiO}_2$ ; 6 –  $\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 3\text{SiO}_2$ .

Ин пайвастаҳо метавонанд ҳамчун маҳсулоти нимтайёр дар саноати истеҳсоли семент васеи истифода шаванд. Аз ин рӯ, омӯзиши таркиби ин пайвастаҳо дар қадвали 2 оварда шудаанд.

**Қадвали 2**

Таркиби химиявии қисми саhti пас аз ишқорони ҳосилшуда, бо %.

CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
62,7	22,87	4,46	3,097

Дар қадвали 3 тавсифи муқоисавии таркиби химиявии клинкери портландсемент, ки аз рӯйи натиҷаҳои он корхонаҳои сементбарорӣ фаъолиятшонро ба роҳ мемонанд, дар заминаи муқоисаи намунаи ҳосилшуда бо ГОСТ нишон дода шудааст.

Таркиби химиявии клинкери портландсемент тибқи ГОСТ

№	Номгӯии компонентҳо	Миқдори зарурии компонентҳо, мас%
1	SiO <sub>2</sub> (оксиди силитсий)	18-22
2	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (оксиди алюминий)	4-8
3	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (оксиди оҳан)	2-5
4	CaO (оксиди калтсий)	58-67
5	MgO (оксиди магний)	1-5

Чӣ тавре ки аз ҷадвали 3 бармеояд, оксидҳои мазкурро барои таҳияи клинкери дукомпонента истифода бурдан мумкин аст. Схекаи технологияи гирифтани сементи дукомпонентаро бо усули хушк тибқи параметрҳои асосии технологияи зерин аз рӯи миқдори оксидҳо, таркиби минералогӣ, модулҳо ва коэффитсиенти пуршавии клинкер ҳисоб намудем.

Муқоисаи натиҷаҳои таҳлили химиявии портландсемент муайян кард, ки байни фоизи оксиди калсий ва оксиди силитсий, аз як тараф, оксидҳои алюминий ва оҳан, аз тарафи дигар, робитаи зич мавҷуд аст. Ин муносибати оксидҳо бо модули гидравликӣ муайян карда мешавад. Модулҳои гидравликӣ (ГМ) аз рӯи формулаи зерин муайян карда мешавад:

$$ГМ = CaO / SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3 = 62,7 / 22,87 + 4,46 + 3,097 = 2,06.$$

ГМ тибқи нишондоди ГОСТ ба 1,7 ÷ 2,3 баробар аст.

Модули гидравликӣ дар таркиби сементҳои хушсифат тақрибан ба 2 баробар аст. Сементҳое, ки ГМ-и онҳо < 1.7 мебошанд, саҳтии нокифоядоранд, баръакси ин сементҳое, ки ГМ-и онҳо ба 2.4 баробар аст, устувории ҳаҷмӣ надоранд.

**Модули силикатӣ (SM)** таносуби массаи SiO<sub>2</sub> ба ҷамъи Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ва Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> мебошад:

$$SM = SiO_2 / Al_2O_3 + Fe_2O_3 = 22,87 / 3,097 + 4,46 = 3,029.$$

Модули силикатӣ мувофиқи ГОСТ одатан дар доираи қиматҳои 1,9 ÷ 3,2 ҷойгир аст. Бо зиёд шудани модули силикатӣ қобилияти паст шудани хосияти клинкер дар вақти гудозиш ба вучуд омада, бо пастшавии ҳолати моеъ эҳтимолияти ташаккули он дар дохили кӯра паст мешавад. Илова бар ин, афзоиши модули силикатӣ сабаби сустчаспоишӣ ва саҳтшавии семент мегардад. Бо паст шудани модули силикатӣ ҳолати маҳлулии он зиёд мегардад, ки боиси беҳтар шудани гудозиши клинкер дар дохили кӯраи чархзананда мебошад.

**Модули гилхокӣ** (МГ) ин тавсифи семент бо истифода аз таносуби вазни оксиди алюминий бар оксиди оҳан мебошад:

$$\text{МГ} = \text{Al}_2\text{O}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3 = 4,46/3,097 = 1,44.$$

Одатан қиматҳое, ки модули гилхокӣ мегирад, дар доираи  $1,5 \div 2,5$  ҷойгир мебошанд. Сементҳои бо миқдори зиёд гилхокдор ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) дорои 2,5 ва зиёда аз он МГ мебошад. Модули гилхокӣ дар муайян намудани миқдори ҳолати маҳлулӣ дар клинкер муҳим мебошад. Агар  $\text{МГ} = 0,637$  бошад, пас таносуби молекулавӣ байни ду оксид ва клинкер мумкин аст чоркалсийи алюмоферит ( $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ ) ҳосил гардад. Дар ин ҳолат шакли ҳисоби клинкер наметавонад дар таркиби худ се калсийи алюминат ( $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ) дошта бошад. Дар ин маврид сементи «Феррари» ҳосил мегардад, ки хосияти гармшавӣ, маҳин, суствастшаванда ва часпакии пастро дорад.

Модули гилхокии баланд дар ҳолати паст будани модули силикатӣ сементро ба тез саҳтшавӣ оварда мерасонад. Дар ин ҳолат ба семент ба таври фаврӣ миқдори муайян гаҷ илова бояд кард, ки вақти саҳтшавии сементро ба танзим мебарорад.

Таркиби клинкери портландсемент аз маъданҳои сунъӣ иборат аст. Муҳаққиқон чунин мешуморанд, ки усулҳои таҳлили муосир дар таркиби клинкери портландсемент (рентгенӣ, таҳлилҳои муосири химиявӣ) имконият медиҳад, ки маъданҳои таркиби клинкерро дақиқ муайян намуд. Аз ин рӯ, арзёбии таркиби минералии клинкер барои истифодаи клинкери портландсемент дар асоси таҳлили химиявии маълумоти аввала ҳисоб карда мешавад.

Таркиби маъданҳои сунъии дар клинкери портландсемент ҳосилшуда дар ҳудудҳои зерин бо фоизи муайян мегузарад:  $\text{C}_3\text{S} = 40-60$ ;  $\text{C}_2\text{S} = 15-35$ ;  $\text{C}_3\text{A} = 4-14$ ;  $\text{C}_4\text{AF} = 10-18$ .

Ҳамин тариқ, натиҷа тадқиқоти озмоишии гузаронида нишон медиҳад, ки боқимондаи саҳт пас аз коркарди маъданҳои гилхокдори ҳосилшуда метавонанд ҳамчун ашёи хоми ибтидоии клинкер барои истеҳсоли семент мавриди корбурд қарор гирад. Технологияи коркардшуда имкон медиҳад, ки ашёи хоми минералии маҳаллӣ дар шакли маҷмӯӣ барои ба даст овардани гилхок, намакҳои фтористӣ ва клинкер истифода гардад.

## Адабиёт

1. Лайнер Ю.А. Комплексная переработка алюминий содержащего сырья кислотными способами. – М.: Наука, 1982. – 208 с.
2. Пономарев В.Д., Сажин В.С., Ни Л.П. Гидрохимический щелочной способ переработки алюмосиликатов. – М.: Металлургия, 1964. – 112 с.
3. Манвелян М.Г. Химия и технология глинозема. Тр. Всесоюз. Совещ. – Ереван: НТИ СНХ АрмССР, 1964. – С.31-43.
4. Мирзоев Б.М., Валиев Ю. Технология выделения тяжелой фракции ставролитового концентрата и исследование ее минералогического состава // Материалы VI Нумановских чтений. – Душанбе, 2009. – С.205-207.
5. Мирзоев Б., Тураев С.С. Исследования по получению технического глинозема и побочных продуктов из ставролита // Материалы научно-теоретической конференции профессорско-преподавательского состава и студентов, посвященной 800-летию поэта, великого мыслителя Мавлоно Джалолуддина Балхи и 16-й годовщине Независимости Республики Таджикистан. – Душанбе, 2007. – С.105-107.
6. Сафиев Х.С., Мирзоев Б., Тураев С.С. Исследование процесса получения технического глинозема и побочных продуктов способом спекания из минерала ставролита // Вестник ТГНУ. – Душанбе, 2009. -№ 1(49). –С.165-172.

## ТЕХНОЛОГИЯИ ҲОСИЛ КАРДАНИ КЛИНКЕР АЗ ҚИСМИ САХТИ БАЪДИ ИШҚОРОНИИ ГУДОХТАИ АЛЮМИНАТДОР

**Фишуурда.** Дар мақолаи мазкур натиҷаҳои таҳлилҳои физико-химиявии қисми саҳти баъди ишқоронии ғуҳтаи алюминатдори овардашуда, маълум гардид, ки қисми саҳти он таркиби муракаби химияви дошта, қисми асосии пайвастаги аз ҷунин компонентҳо иборат будааст:  $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$  ва  $\text{CaO} \cdot \text{FeO} \cdot 2\text{SiO}_2$  онро ҳамчун маҳсулоти аввала (клинкер) дар истеҳсолоти семент истифода бурдан мумкин аст. Инчунин дар пайвастагиҳо оксидҳои клинкер, таркиби минералогии он, модули ва коэффисентҳои дахлдор дар таркиби клинкери ҳосилшуда муайян карда шудааст.

**Калидвожаҳо:** гилҳок, ставролит, клинкер, ғуҳхта, модули силикатӣ, модули гилҳокӣ, семент.



## ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ КЛИНКЕРА ИЗ ТВЕРДОГО ОСАДКА ПОСЛЕ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ АЛЮМИНАТНОГО СПЕКА

**Аннотация.** В данной статье приведены результаты физико-химических анализов твердого осадка после выщелачивания алюминатного спека, выявлено, что твердый осадок имеет сложный химический и фазовый состав. Основными составляющими соединениями являются:  $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$  и  $\text{CaO} \cdot \text{FeO} \cdot 2\text{SiO}_2$  его можно использовать как полупродукт в цементной промышленности, также определено содержание оксидов, минералогический состав, модули и коэффициент насыщенности в составе образуемого клинкера.

**Ключевые слова:** глинозем, ставролит, клинкер, спек, силикатный модуль, глиноземный модуль, цемент.

## TECHNOLOGIES FOR OBTAINING CLINKER FROM SOLID SEDIMENT AFTER LEACHING OF ALUMINATE SINTER

**Annotation.** This article presents the results of physico-chemical analyses of solid sediment after leaching of aluminate sinter, it is revealed that the solid sediment has a complex chemical and phase composition. The main constituent compounds are:  $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$  and  $\text{CaO} \cdot \text{FeO} \cdot 2\text{SiO}_2$  it can be used as a semi-product in the cement industry, the content of oxides, mineralogical composition, modules and saturation coefficient in the composition of the formed clinker are also determined.

**Keywords:** alumina, staurolite, clinker, sinter, silicate module, alumina module, cement.

### *Маълумот дар бораи муаллифон:*

**Махмадраҳимов Раҷабалӣ Қурбоналиевич** – муаллими калони кафедраи сохтмон ва меъморӣ, Донишгоҳи давлатии Данғара. **Суроға:** Чумхурии Тоҷикистон, н. Данғара. **Телефон:** (+992) 206-70-06-06. **E-mail:** [mahmadrahimovrajabali@mail.ru](mailto:mahmadrahimovrajabali@mail.ru);

**Тураев Сабурҷон Садриддинович** – номзади илмҳои техникаӣ, дотсенти кафедраи сохтмон ва меъморӣ, Донишгоҳи давлатии Данғара. **Суроға:** Чумхурии Тоҷикистон, н. Данғара. **Телефон:** (+992) 93-544-10-70. **E-mail:** [Turaev-S@mail.ru](mailto:Turaev-S@mail.ru);

**Рузиев Джура Раҳимназарович** – доктори илмҳои техникаӣ, профессори кафедраи химияи татбиқӣ, факултети химия, Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. **Суроға:** Чумхурии Тоҷикистон, ш. Душанбе. **Телефон:** (+992) 206-85-71-71. **E-mail:** [Ruzievgura71@mail.ru](mailto:Ruzievgura71@mail.ru).

### *Свидения об авторах:*

**Махмадраҳимов Раҷабали Қурбоналиевич** – старший преподаватель кафедры строительства и архитектуры Дангаринского государственного университета. **Адрес:** Республика Таджикистан, р-н. Дангара. **Телефон:** (+992) 206-70-06-06. **E-mail:** [mahmadrahimovrajabali@mail.ru](mailto:mahmadrahimovrajabali@mail.ru);

**Тураев Сабурджон Садриддинович** – к.т.н., доцент, кафедры строительства и архитектуры Дангаринского государственного университета. **Телефон:** (+992) 93-544-10-70. **E-mail:** [Turaev-S@mail.ru](mailto:Turaev-S@mail.ru);

**Рузиев Джура Рахимназарович** – д.т.н., профессор кафедры прикладной химии Таджикского национального университета. **Адрес:** Республика Таджикистан, Душанбе. **Телефон:** (+992) 206-85-71-71. **E-mail:** [Ruzievgura71@mail.ru](mailto:Ruzievgura71@mail.ru).

*Information about the authors:*

**Makhmadrakhimov Rajabali Kurbonalievich** – senior lecturer at the Department of Construction and Architecture, Dangara State University. **Address:** Republic of Tajikistan. Dangara District. **Phone:** (+992) 206-70-06-06. **E-mail:** [mahmadrakhimovrajabali@mail.ru](mailto:mahmadrakhimovrajabali@mail.ru);

**Turaev Saburjon Sadriddinovich** – Ph.D., Associate Professor, Department of Construction and Architecture, Dangara State University. **Address:** Republic of Tajikistan. Dangara District. **Phone:** (+992) 93-544-10-70. **E-mail:** [Turaev-S@mail.ru](mailto:Turaev-S@mail.ru);

**Ruziev Jura Rakhimnazarovich** – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Applied Chemistry, Tajik National University. **Address:** Republic of Tajikistan. Dushanbe. **Phone:** (+992) 206-85-71-71. **E-mail:** [Ruzievgura71@mail.ru](mailto:Ruzievgura71@mail.ru).

**УДК 691.771**

**МИКРОСТРУКТУРА ВА ХОСИЯТҲОИ МЕХАНИКИИ ХҶЛАИ  
АЛЮМИНИИ  $AlCu_{4.5}Mg_1$  НАВЪИ ДЮРАЛЮМИНӢ БО ЛИТИЙ  
ҶАВҲАРОНИДАШУДА**

**Ғаниев И.Н., \*Абуали Э., Хочаназаров Х.М., Сафаров Б.С.**

**Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ**

**\*Донишгоҳи давлатии Данғара**

Мустаҳками сохтории хӯлаҳои алюминий инчунин аз ғашҳои Fe ва Si вобаста аст. Онҳо дар хӯла ҳалнашуда дар маҳлули саҳт фазаҳои:  $FeAl_3$ ,  $\alpha(Al, Fe, Si)$ ,  $\beta(Al, Fe, Si)$  ва ғайра ҳосил мекунад. Новобаста аз шакл (лавҳашакл, сӯзаншакл ва ғ.), кристаллҳои ин фазаҳо ёзандагӣ, вайроншавии часпакӣ, муковимати пайдошавии тарқишхоро коҳиш медиҳанд. Хӯлаҳои бо марганес ҷавҳаронидашуда таъсири зараровари ғашхоро кам мекунад, зеро он охоро ба марҳилаи чорумини фазаи  $\alpha$  (Al, Fe, Si, Mn) алоқаманд намуда, дар шакли дуруст кристаллизасия мешавад [1, 2].

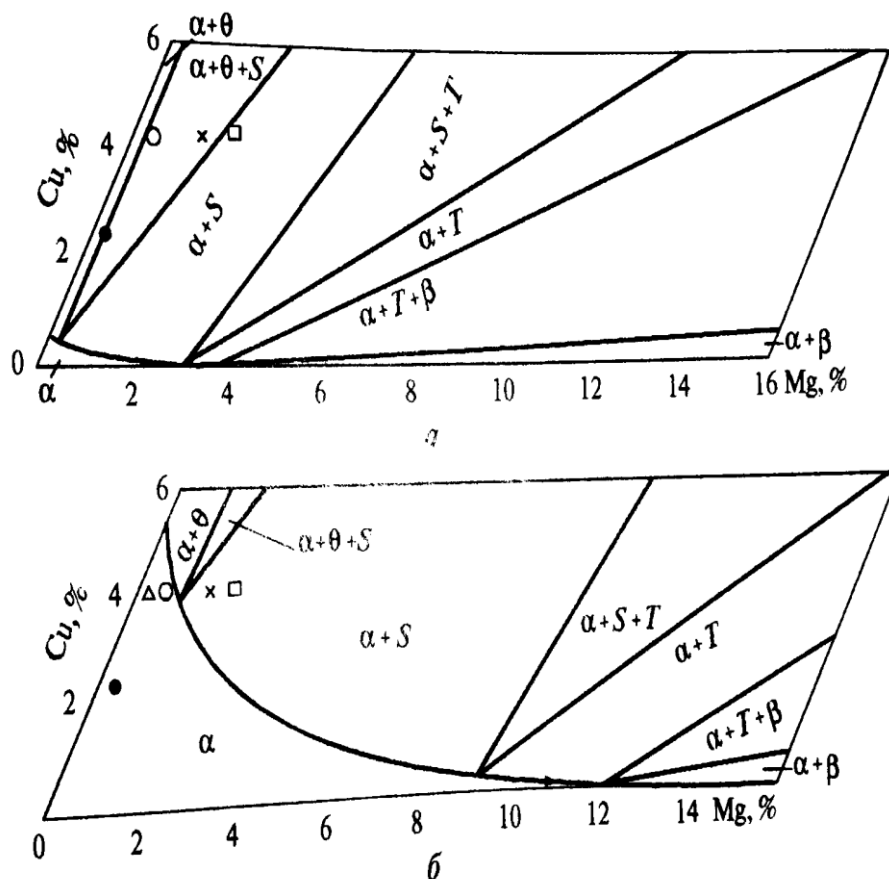
Дар соли 1908 олими немис А.Вилм хӯлаи бо таркиби 4,02% Cu, 0,5% Mg ва 0,5% Mn пешниҳод кард. Баъдтар, ин хӯла номи дюралюминӣ гирифт ва асоси гурӯҳи калони хӯлаҳо гардида, дар рушди ҳавопаймосозӣ нақши бузург бозид.

Дар айни ҳол ҳама дюралюминиҳои дар саноат истифода шавандаро мумкин аст ба чор зергурӯҳ тақсим кард: 1) дюралюминии классикӣ (Д1), ки аз замони А. Вилма таркиби он амалан бетағйир мондааст; 2)

дюралюминии мустаҳкамташ баланд (Д16), ки аз Д1 бо миқдори зиёди магний фарқ мекунад; 3) дюралюминиҳои ба гармӣ тобовар (Д19; ВД1 ва ВД17), ки фарқи асосии онҳо аз Д1 ин зиёдшавии таносуби Mg/Cu мебошад; 4) дюралюминиҳои ёзандагашон баланд (Д18 ва В65), аз Д1 бо миқдори камшавии ҳамаи компонентҳо ё баъз онҳо фарқ мекунад [3, 4].

Дюралюминиҳо ҳамеша ғашҳои ногузирӣ оҳан ва силитсийро дар бар мегиранд (даҳяки ҳисаи фоиз), ҳулаҳои бисёркомпонента бо таркиби фазавии хеле мураккаб мебошанд, барои баҳо додани фазҳои асосие, ки табиати ҳулаҳо ва хосиятҳои онҳоро муайян мекунанд, диаграммаи ҳолати системаи сегонаи Al-Cu-Mg истифода бурда мешавад [5].

Дар расми 1 кунҷи алюминийи буриши изотермии диаграммаи ҳолати Al-Cu-Mg дар ҳарорати 220 °C ва қачхатии нимҳароратии ҳалшавандагии максималии Cu ва Mg дар алюминий нишон дода шудааст. Нуқтаҳои тасвирии дюралюминҳо ба минтақаҳои фазҳои  $\alpha + \theta$  (Al<sub>2</sub>Cu),  $\alpha + \theta$  (Al<sub>2</sub>Cu)+S(Al<sub>2</sub>CuMg),  $\alpha + S$ (Al<sub>2</sub>CuMg) меафтанд [6].



Расми 1. Кунҷи алюминийи диаграммаи ҳолати Al-Cu-Mg

Бо зиёд шудани миқдори магний дар дюралюминҳо ва зиёд шудани таносуби Mg/Cu, таркиби фазавии онҳо аз  $\alpha + \theta$  (В65) ба  $\alpha + S$  (ВД17) тағйир меёбад. Дар ҳарорати баланд, ки ба солидус наздик аст, нуқтаҳои

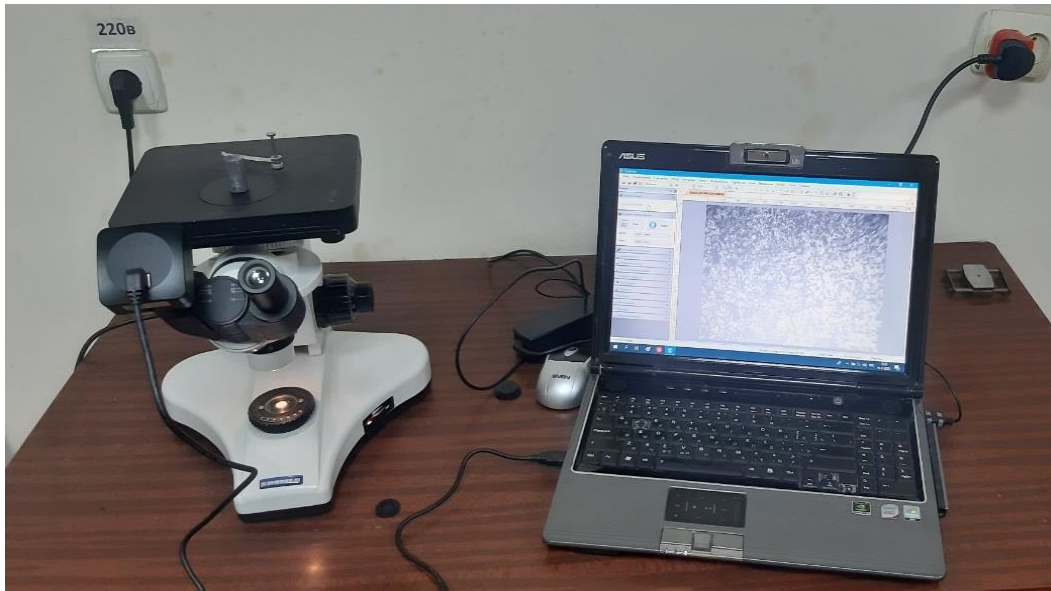
тасвирии хӯлаҳои В65, Д18 ва Д1 ба минтакаи якфазавии ( $\alpha$ ) меафтанд ва хӯлаҳои Д16, Д19, ВД1 дар минтакаи дуфазавии ( $\alpha + S$ ) мемонанд, вале дар ҳуди сарҳад — якфазাগӣ мебошанд. Ин маънои онро дорад, ки ҳалшавандаги фазаҳои  $\theta$  ва  $S$  бо баланд шудани ҳарорат зиёд мешавад ва то ҳарорати  $500^\circ\text{C}$  гарм кардани дюралюминҳо боиси пурра ё қариб пурра ҳал шудани фазаҳои интерметалидӣ дар алюминий мегардад. Дар алоқаманди мавҷудияти марганес дар хӯлаҳо ҳангоми миқдори ками оҳан ва силитсий, фазаи  $T(\text{Al}_{12}\text{Mn}_2\text{Cu})$  - маҳсули таҷзияи маҳлули саҳт ба вучуд меояд [7, 8].

Тараққиёти мошинсозӣ ҷустуҷуи материалҳои нави конструксионии дорои нишондодҳои баланди мустаҳкамии хосро талаб менамояд. Аз ин лиҳоз таваҷҷӯҳи мақсадноки иқтисодӣ ин эҷоди сохторҳои боз ҳам мустаҳкам ва сабуктар мебошад. Аз ин ру, баланд бардоштани мустаҳками хӯлаҳо ҳам аз ҷиҳати илмӣ ва ҳам аз ҷиҳати амалӣ вазифаи мубррамият мебошад [9].

Ба сабаби ҳудуди баланди моеъшавӣ дар пайвастагӣ бо ёзандагии аъло, хӯлаҳои чавҳаронидашудаи системаи  $\text{Al-Cu-Mg}$  васеъ паҳн шудаанд. Чун қоида, ҳосиятҳо баъди коркард ба даст оварда мешаванд, ки саҳтшавӣ ва пиршавиро дар бар мегиранд. Баъзан, барои суръат бахшидан ва баланд бардоштани таъсири пиршавӣ, деформатсияи ёзандагии хунук дар фосилаи байни саҳтшавӣ ва пиршавӣ гузаронида мешавад. Чунин коркард зиёдшавии мустаҳкамшавиро аз ҳисоби баровардани шумораи бештари фазаҳои мобайнии пароканда таъмин мекунад, ки метавонанд ҳам дар бадани дона ва ҳам дар нуқсонҳои торҳои кристаллӣ (дислокатсияҳо, сарҳадҳои кунҷи паст ва ғ.) ядро пайдо шаванд [10, 11]

Ҳосиятҳои маводҳо на танҳо аз ҳосиятҳои атомҳо ва дигар сохторҳои элементҳои калонтаре, ки дар системаи додашуда ҳосил мешаванд, балки аз он, ки ин элементҳо дар фазо чӣ гуна ҷойгиранд, вобастаанд. Ба ибораи дигар, дар ташаккули ҳосиятҳои маводҳо на танҳо таркиби химиявӣ (элемент), балки сохтори (структураи) онҳо низ нақши муҳим мебозад. Аз ин сабаб, дар материалшиносӣ ба таҳқиқотҳои сохтории дар миқёси гуногун гузаронида шуда, аҳамияти махсус дода мешавад.

Омӯзиши микроструктура яке аз воситаҳои асосии тадқиқоти хӯлаҳо мебошад. Ин имкон медиҳад, ки таъсири деформатсияҳои гуногун ва коркарди ҳароратӣ оид ба ҳосиятҳои маснуотҳои тайёри алюминийро муайян карда, сабабҳои нуқсонҳои онҳо таҳлил карда шаванд. Микроструктураи хӯлаи алюминийи  $\text{AlCu}_4.5\text{Mg}_1$  бо литий бо истифода аз микроскопи рӯшноии MODEL HBRV-187.5D омӯхта шуд (расми 2) [12, 13].



**Расми 2.** Микроскопи MODEL HBRV-187.5D (Украина)

Омода кардани микросуфта барои омӯзиши микроструктура одатан аз буридани намуна аз минтақаи муайяни объекти омӯхташаванда оғоз меёбад. Ин минтақа аз рӯи ҳадафи тадқиқот муайян карда мешавад (масалан, наздиктар ба шикастан ё тарқиш дар маҳсулот). Барои тайёр кардани микросуфтаҳо намунаҳои буриши цилиндриӣ ё мураббаъ бо диаметр ё қанори мураббаъ аз 10 то 20 мм ва баландии аз 10 то 30 мм хеле мувофиқ мебошанд.

Яке аз хосиятҳои маъмултарине, ки сифати металлҳо ва ҳулаҳоро муайян мекунад ва имкони истифодаи онҳоро дар сохторҳои гуногун ва дар шароитҳои гуногуни корӣ муайян мекунад, сахтӣ мебошад. Санҷиш оид ба сахтӣ нисбат ба муайян кардани дигар хусусиятҳои механикии металлҳо: мустаҳкамӣ, дарозшавӣ ва ғайра бештар гузаронида мешавад.

Сахтӣ аз рӯи усули Бринелл (ГОСТ 9012 - 59) тавассути паҳш кардани кураи пӯлодии диаметри муайяни  $D$  (2,5; 5; 10 мм) ба намунаи озмоишӣ таҳти таъсири сарбории додашудаи  $F$  дар муддати муайян чен карда мешавад (расми 3).

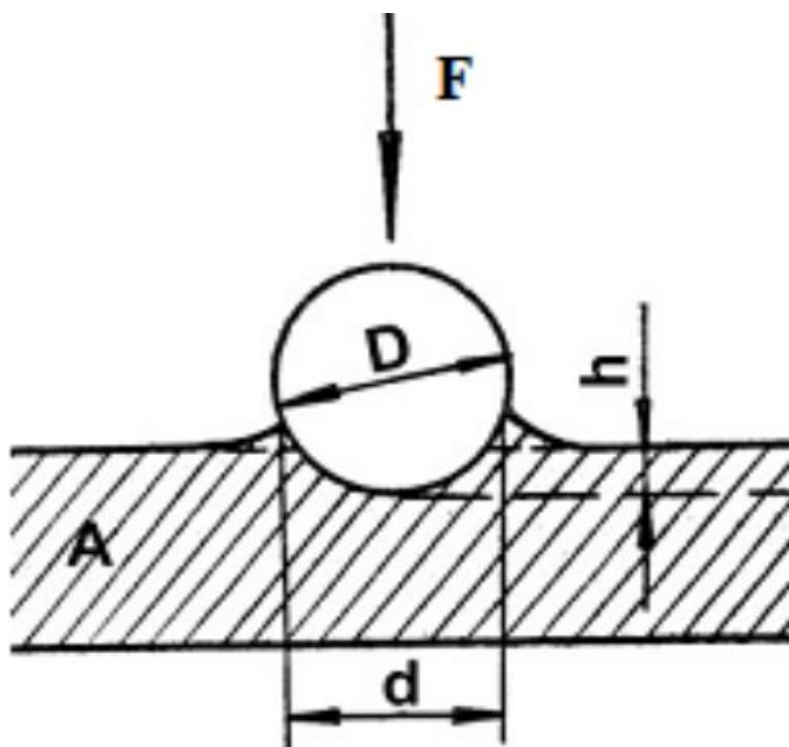
Рақами сахтӣ аз руи Бринелл бо  $HV$  ( $H$  ҳарфи ибтидоии калимаи Hardness-сахтӣ;  $V$  - ҳарфи ибтидоии номи усули муайянкунии сахтӣ Бринелл) таносуби сарбории  $F$  ба майдони сатҳи нишонаи  $S$  кӯра ифода карда шуда ва бо  $\text{кгқ/мм}^2$  ё  $\text{МПа}$  чен карда мешавад:

$$HV = \frac{F}{S}. \quad (1)$$

Сахтӣ бо воситаи диаметри кӯра  $D$  ва диаметри нишона  $d$  ифода гардида аз руи формулаи зерин муайян карда мешавад:

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

Сахтии хӯлаҳо бо Бринел мувофиқи усули стандартӣ дар дастгоҳи ТШ-2 чен карда шуд (расми 4.). Намунаҳо бо ғафсии 10 мм ва диаметри 16 мм озмуда шуданд [14, 15].



*Расми 3.* Нақшаи санчиши намунаҳо ба сахтӣ мувофиқи усул Бринел (ГОСТ 9012 – 59).



*Расми 4.* Сахтиченкунаки намуди ТШ-2

Омӯзиши микроструктура яке аз воситаҳои асосии омӯзиши хосиятҳои алюминий ва хӯлаҳои он мебошад. Ин имкон медиҳад, ки таъсири деформационӣ ва коркарди ҳароратиро ба хосиятҳои маҳсулотҳои тайёри алюминий муайян карда, сабабҳои нуқсонҳои онҳо таҳлил карда шавад. Тадқиқотҳо имконият медиҳанд, ки дараҷаи сарҳади байни минтақаҳои гомогенӣ ва гетерогенро дақиқ муайян карда, тағйирёбии микроструктура дар вобастагӣ аз таркиб ва ҳарорат, инчунин мавҷудияти фазаҳои байниметаллӣ дар система мушоҳида карда шавад.

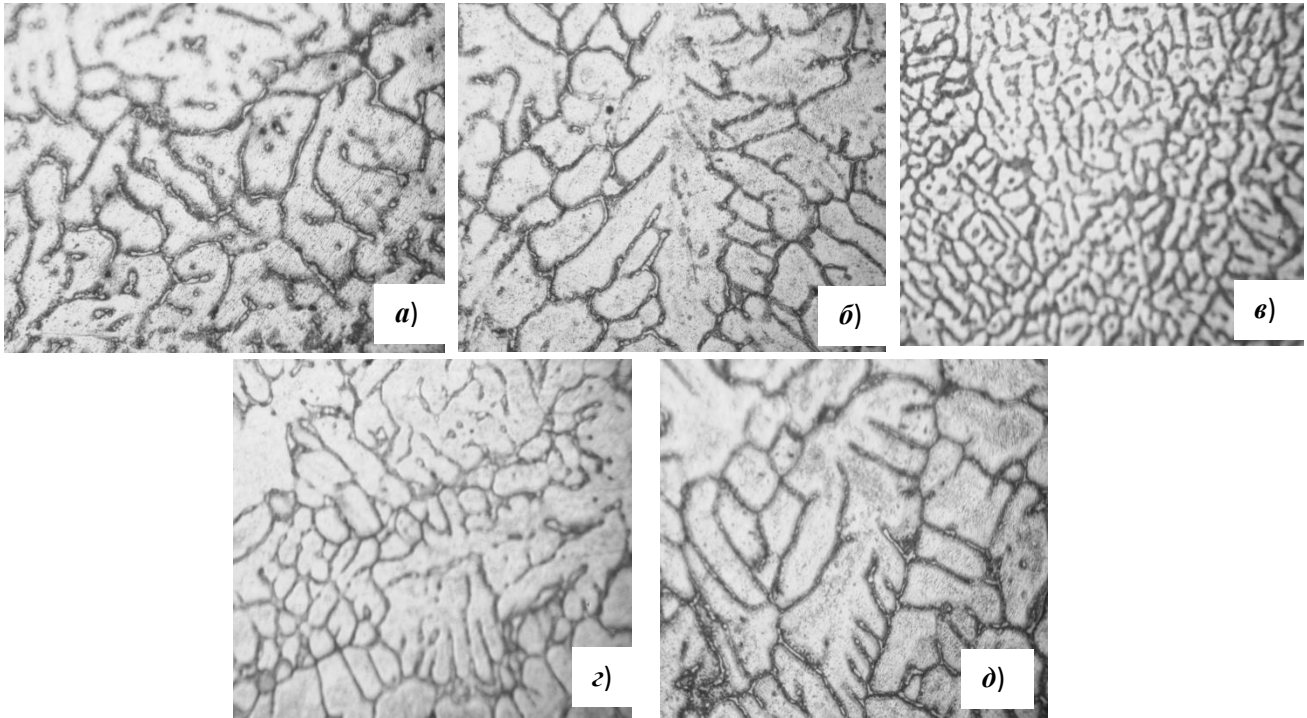
Барои омӯхтани микроструктураи намунаҳои тадқиқшаванда аз гудохтаи ҳосилкарда намунаҳои силиндрии диаметраш 15 мм ва дарозияш 20 мм рехта мешавад. Ҳар як намунаро пешакӣ сайқал дода, бо спирт беравған намуда, дар реагенти таъиноти умумӣ 0,5% маҳлули оби HF аз 30 то 50 сония меғӯтонем.

Маводи тадқиқотӣ хӯлаи алюминийи рехташудаи саноатӣ буда, таркибаш ваз. %: Cu-4,5 ва Mg-1,2; боқимондааш-Al мебошад. Барои омӯхтани таъсири иловаҳои литий ба микроструктураи хӯлаи алюминийи AlCu4,5Mg1 навъи дюралюминий як қатор хӯлаҳо бо литий дар ҳудуди 0,05-1,0 % массавӣ ҳосил карда шуданд.

Пас аз тезобкунӣ, лавҳачаи ниҳоят тунуки суфташударо дар оби равон шуста, бо қоғази филтри бодикқат хушк менамоем.

Микроструктураи хӯлаи алюминийи AlCu4.5Mg1 навъи дюралюминӣ бо литий маҳлули саҳти алюминий бо дохилшавии эвтектикӣ мебошад, ки

миқдор ва андозаи он аз миқдори элементи чавхаронидашуда дар хӯла вобаста аст. Хӯлаҳои бо иловаҳои нисбатан хурди литий бо сохтори нисбатан дағал тавсиф карда мешаванд. Зиёдшавии минбаъдаи миқдори моддаҳои модификатсионӣ микроструктураи хӯлаи алюминийи  $AlCu4.5Mg1$  навъи дюралюминро такмил медиҳанд ва он якхела ва майда дона мешавад (расми 5).



**Расми 5.** Микроструктураи (х500) хӯлаи алюминийи  $AlCu4.5Mg1$  навъи дюралюминӣ (а), миқдори литий, % массаӣ: 0,05(б); 0,1(с); 0,5 (г); 1,0 (д).

Муқаррар карда шуд, ки иловаҳои то 1,0% массаӣ литий ҳамчун тағйирдиҳандаи сохтор микроструктураи хӯлаи ибтидоиро ба таври назаррас такмил медиҳанд ва он якхела ва майда дона мешавад.

Яке аз намудҳои паҳншудаи санчиши механикии металлҳо ин ченкунии сахтӣ мебошад. Азбаски аксари хосиятҳои металлҳо ва хӯлаҳоро сохтори онҳо муайян мекунад, бо қимати сахтӣ баровардани хулосаҳои пешакӣ оид ба дигар хосиятҳои механикии металлҳо (хӯла) мумкин аст. Ченкунии сахтӣ имкон медиҳад, ки оид ба вҷуд доштан ё надоштан дар чузъҳо (деталҳо) сатҳҳои сахтшуда дар натиҷаи коркарди гуногуни ҳароратии хӯлаҳо, ки бо тағйирёбии сохтор дар буриши чузъҳо алоқаманд аст, хулоса баровардан мумкин аст.

Мо тадқиқотро бо ёрии таҷҳизоти ТШ-2 бо бори  $P = 250$  кг ва диаметри кураш  $D = 10$  мм гузарондем. Намунаҳои хӯлаҳои ғафсиашон аз 6 мм калонтар ва диаметрашон 16 мм озмоишӣ гузаронидашуд.



Байни ҳудуди мустаҳками металл ва сахтии Бринелл робитаи тахминӣ вучуд дорад:

$$\sigma_s = k \cdot HB, \text{ МПа.}$$

Қимати  $k$  барои хӯлаҳои алюминий баробари 0,35 аст. Бо назардошти ин қимат  $\sigma_s$  хӯлаҳо аз нав ҳисоб карда мешаванд. Натиҷаҳои ҳисобкуниҳо дар ҷадвал пешниҳод шудаанд. Чи тавре дида мешавад, ҳангоми илова кардани литий то 1,0% массавӣ сахтӣ ва мустаҳкамии хӯлаи аввала кам мешавад.

Чунон ки аз ҷадвал дида мешавад, ҳангоми илова кардани литий то 1,0% массавӣ сахтӣ ва мустаҳкамии хӯлаи аввала кам мешавад.

Ҷадвал. Сахтӣ ва устувории хӯлаи алюминийи AlCu4.5Mg1 навъи дюралюминӣ бо литий чавҳаронидашуда

Миқдори литий, дар хӯла, % массавӣ	*Сахтӣ HB, кгқ/мм <sup>2</sup>	*Сахтӣ HB, МПа	Мустаҳкамии ҳисобӣ, МПа
0,0	22,86	224,18	15,70
0,05	21,87	214,47	15,01
0,1	19,43	190,54	13,33
0,5	17,72	173,77	12,14
1,0	16,29	159,75	11,18

\*-қимати миёнаи HB дар асоси натиҷаҳои 3 ченкунӣ муайян карда шуд.

### Хулоса

Микроанализ имкон медиҳад, ки на танҳо сифатан омехтани сохти металл инчунин барои муайян кардани миқдори чузъҳои сохторӣ, масалан, барои чен кардани андозаи дона, умқи қабат ва ғайра истифода шавад. Андозаи дона хусусияти хеле муҳими хӯлаҳо буда, хосиятҳои механикии онҳо, асосан қувваи зарбаро муайян мекунад: дона ҳар қадар майдатар бошад, тобоварӣ ба шикастани зарбаҳо зиёд мешавад ва аз ин рӯ, мустаҳкамии сохтории хӯлаҳо ҳамон қадар зиёдтар аст.

Андозагирии сахтии металл муҳимтарин тадқиқотест, ки ба шумо имкон медиҳад қобилияти мавод барои муқовимат ба қувваҳои деформатсияшаванда арзёбӣ карда шавад. Нишондиҳандаҳои асосии сифат, устуворӣ ва хусусиятҳои гуногуни кори ин мавод дар шароити кор бевосита аз хусусиятҳои сахтӣ вобастаанд. Дар кор таъсири иловаи литий ба сахтӣ ва мустаҳкамии хӯлаи алюминийи AlCu4.5Mg1 навъи дюралюминӣ омӯхта шудааст. Исбот шудааст, ки сахтӣ ва мустаҳкамии хӯлаи алюминийи AlCu4.5Mg1 навъи дюралюминӣ бо зиёд шудани концентратсияи литий меафзояд. Усули металлография нишон дод, ки иловаи литий то 1,0% массавӣ чузъҳои сохтории хӯлаи авваларо AlCu4.5Mg1 хеле майда дона мекунад.

## Адабиёт

1. Бочвар А.А. //Изв. АН СССР. 1944. №6. С. 358-366.
2. Бочвар А.А. Металловедение. М.: Metallurgizdat. 1956. 495 с.
3. Антипов В.В., Сенаторова О.Г., Ткаченко Е.А., Вахромов Р.О. Алюминиевые деформируемые сплавы /В сб.: Авиационные материалы и технологии: Юбилейный науч.-технич. сб. (приложение к журналу «Авиационные материалы и технологии»). М.: ВИАМ. 2012. С. 167–182.
4. Фридляндер И.Н. Алюминий и его сплавы. М.: Знание. 1965. 61 с.
5. Чирков Е.Ф. О старение сплава М40 /В кн.: Металловедение сплавов легких металлов. М.: Наука. 1970. С. 63-71.
6. Чирков Е.Ф. Жаропрочный сплав М40. Алюминиевые сплавы. Промышленные деформируемые, спеченные и литейные сплавы. М.: Metallurgiya. 1972. С. 123-131.
7. Колобнев И.Ф. Жаропрочность литейных алюминиевых сплавов. М.: Metallurgiya. 1973. 320 с.
8. Фридляндер И.Н. Алюминиевые деформируемые конструкционные сплавы. М.: Metallurgiya. 1979. 208 с.
9. Квасов Ф.И., Фридляндер И.Н. Алюминиевые сплавы типа дуралюмин. М.: Metallurgiya. 1984. 240 с.
10. Phillips H.W.L. Annotated Equilibrium Diagrams of Some Aluminium Alloy Systems. The Inst. of Met. Monograph and Report Series. 1959. №25. 86 p.
11. Чирков Е.Ф. О природе воздействия Cu и Mg на эволюцию структуры и жаропрочность алюминиевых сплавов системы Al-Cu-Mg //ТЛС. 2002. №4. С. 64-70.
12. Ганиев И.Н., Ходжаев Ф.К., Одинаев А.Х. Микроструктура свинцового баббит БСа(PbSb15Sn10Ka) с натрием и фазовый состав продуктов их окислений. Нумановские чтения. «Результаты инновационных исследований в области химических и технических наук в XXI» // ГНУ «Институт химии имени В.И. Никитина НАНТ», 2022. С.112-115
13. Давлатзода Ф.С. Ганиев И.Н., Иброхимов Н.Ф., Раджабалиев С.С., Караев П.Н. Влияние титана, ванадия и ниобия на микроструктуру и механические свойства алюминиевого сплава АМг2 // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. 2019. Т.46. №2. С. 67-71.

14. Холмуродов Ф., Сафаров А.Г., Одинаев Ф.Р., Ботуров К., Ганиев И.Н., Нуоров Н.Р. Микроструктура и механические свойства алюминиевого сплава  $AlFe_5Si_{10}$  с оловом, свинцом и висмутом // Вестник Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Серия естественных наук. 2023. № 2-1 (108). С. 101-107.
15. Исмонов Р.Д., Сафаров А.М., Раджабалиев С.С., Бадурдинов С.Т. Влияние галлия, индия и таллия на микроструктуру и механические свойства алюминиево-бериллиевого сплава  $AlBe_1$  // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. 2024. №1 (65) С. 60-63.

### **МИКРОСТРУКТУРА ВА ХОСИЯТҲОИ МЕХАНИКИИ ХҶЛАИ АЛЮМИНИЙИ $AlCu_{4.5}Mg_1$ НАВЪИ ДЮРАЛЮМИНӢ БО ЛИТИЙ ҶАВҲАРОНИДАШУДА**

*Фитшурда.* Дар мақола натиҷаҳои омӯзиши микроструктура ва хосиятҳои механикии хӯлаи алюминийи  $AlCu_{4.5}Mg_1$  навъи дюралюминӣ, ки бо литий ҷавҳаронида шудааст, оварда шудааст. Муқаррар карда шудааст, ки иловаҳои то 2,0% массавӣ литий ҳамчун тағирдиҳандаи сохтори микроструктураи хӯлаи авваларо  $AlCu_{4.5}Mg_1$  ба таври назаррас тақвир мекунад ва он яқшаклаи майда дона мешавад. Усулҳои стандартии ченкунии сахтии металлҳо (усули Бринелл) нишон дод, ки иловаҳои то 1,0% массавӣ литий сахтӣ ва мустаҳкамӣ хӯлаи алюминийи  $AlCu_{4.5}Mg_1$  навъи дюралюминро кам мекунад.

*Калидвожаҳо:* хӯлаи алюминийи  $AlCu_{4.5}Mg_1$  навъи дюралюминӣ, литий, хосияти механикӣ, усули металлографӣ, микроструктура, усули Бринелл, сахтӣ, мустаҳкамӣ.

### **МИКРОСТРУКТУРА И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА $AlCu_{4,5}Mg_1$ ТИПА ДЮРАЛЮМИН, ЛЕГИРОВАННОГО ЛИТИЕМ**

*Аннотация:* В статье представлены результаты исследования микроструктуры и механических свойств алюминиевого сплава  $AlCu_{4,5}Mg_1$  типа дюралюмин, легированного литием. Установлено, что добавки лития в количестве до 2,0 мас.% как модификатора структуры исходного сплава  $AlCu_{4,5}Mg_1$ , значительно измельчается и она становится мелкозернистой. Стандартные методы измерения твердости металлов (метод Бринелля) показали, что добавки лития до 1,0 мас.% уменьшают твердость и прочность алюминиевого сплава  $AlCu_{4,5}Mg_1$  типа дюралюминия.

**Ключевые слова:** алюминиевый сплав типа дюралюминий AlCu4,5Mg1, литий, механические свойства, металлографический метод, микроструктура, метод Бринелля, твердость, прочность.

## MICROSTRUCTURE AND MECHANICAL PROPERTIES OF ALUMINUM ALLOY AlCu4.5Mg1 OF THE DURALUMINE TYPE, ALLOYED WITH LITHIUM

**Annotation:** The article presents the results of the study of the microstructure and mechanical properties of the aluminum alloy AlCu4.5Mg1 of the duralumin type, alloyed with lithium. It was found that lithium additives in an amount of up to 2.0 wt.% as a modifier of the structure of the original AlCu4.5Mg1 alloy significantly grind and make it fine-grained. Standard methods for measuring the hardness of metals (Brinell method) showed that lithium additives up to 1.0 wt.% reduce the hardness and strength of the aluminum alloy AlCu4.5Mg1 of the duralumin type.

**Key words:** aluminum alloy of the duralumin type AlCu4.5Mg1, lithium, mechanical properties, metallographic method, microstructure, Brinell method, hardness, strength.

### *Маълумот оиди муаллифон:*

**Ганиев Изатулло Наврӯзович** — академики АМИТ, доктори илмҳои химия, профессори кафедраи технологияи истеҳсоли химиявии ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ, Ҷумҳурии Тоҷикистон, 734042 Душанбе, хиёбони академикҳо Рачабов, 10, почтаи электронӣ: [ganievizatullo48@gmail.com](mailto:ganievizatullo48@gmail.com).

**Абуали Элмурод** - иҷроқунандаи вазифаи мудири кафедраи химияи умумии Донишгоҳи давлатии Данғара, Ҷумҳурии Тоҷикистон, 735320, ш. Данғара, кӯчаи марказӣ 25, Тел.: (+992) 900-03-04-64, почтаи электронӣ: E-mail: [abuali54321@inbox.ru](mailto:abuali54321@inbox.ru).

**Хочаназаров Хайрулло Маҳмудхонович** – н.и.т., муаллими калони кафедраи метрология, стандартизатсия ва сертификатсияи ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ, Ҷумҳурии Тоҷикистон, 734042 Душанбе, хиёбони академикҳо Рачабов, 10, Тел.: (+992) 907-60-60-73, почтаи электронӣ E-mail: [khayrullo.khodzhanazarov@bk.ru](mailto:khayrullo.khodzhanazarov@bk.ru).

**Сафаров Бахриддин Саидович** - н.и.т., иҷроқунандаи вазифаи дотсенти кафедраи технологияи мошинсозӣ, дастгоҳҳо ва асбобҳои металлбурии ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ, Ҷумҳурии Тоҷикистон, 734042 Душанбе, хиёбони академикҳо Рачабов, 10, Ҷумҳурии Тоҷикистон, 734042, Душанбе, хиёбони академик Рачабовҳо, 10 А. E-mail: [Baha\\_1985@mail.ru](mailto:Baha_1985@mail.ru);

### *Сведения об авторах:*

**Ганиев Изатулло Наврузович** – академик НАНТ, доктор химических наук, профессор кафедры «Технология химических производств», Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими; Республика Таджикистан, 734042, г. Душанбе, проспект академиков Раджабовых, 10, E-mail: [ganievizatullo48@gmail.com](mailto:ganievizatullo48@gmail.com).

**Абуали Эльмурод** – и.о. заведующего кафедрой общей химии Дангаринского государственного университета, Республика Таджикистан, 735320, г. Дангара, Центральная улица, 25, Тел.: (+992) 900-03-04-64, E-mail: [abuali54321@inbox.ru](mailto:abuali54321@inbox.ru).

**Ходжаназаров Хайрулло Махмудхонович** – к.т.н., старший преподаватель кафедры «Метрология, стандартизация и сертификация», Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими, Республика Таджикистан г. Душанбе; E-mail: khayrullo.khodzhanazarov@bk.ru., тел. моб.: +992 (98) 526-87-37.

**Сафаров Бахриддин Саидович** - к.т.н., и.о. доцент кафедры «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» Таджикского технического университета им. М.С. Осими; Республика Таджикистан, 734042, г. Душанбе, проспект акад. Раджабовых, 10А. E-mail: [Baha\\_1985@mail.ru](mailto:Baha_1985@mail.ru)

*About the authors:*

**Ganiev Izatullo Navruzovich** – Academician of the National Academy of Sciences of the Russian Federation, Doctor of Chemical Sciences, Professor of the Department of Chemical Production Technology, Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi; Republic of Tajikistan, 734042, Dushanbe, Academician Radjabov Avenue, 10, e-mail: [ganiev48@mail.ru](mailto:ganiev48@mail.ru).

**Abuali Elmurod** – Acting Head of the Department of General Chemistry, Dangara State University, Republic of Tajikistan, 735320, Dangara, Central Street, 25, Tel.: (+992) 900-03-04-64, E-mail: [abuali54321@inbox.ru](mailto:abuali54321@inbox.ru).

**Khojanazarov Khayrullo Mahmudkhonovich** – Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer, Department of Metrology, Standardization and Certification, Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi, Republic of Tajikistan, Dushanbe; E-mail: khayrullo.khodzhanazarov@bk.ru., mobile phone: +992 (98) 526-87-37.

**Safarov Bahriddin Saidovich** - Candidate of Technical Sciences, Acting Associate Professor of the Department of Mechanical Engineering, Metal-Cutting Machines and Tools of the Tajik Technical University named after M.S. Osimi; Republic of Tajikistan, 734042, Dushanbe, Academician Radjabov Avenue, 10А. E-mail: [Baha\\_1985@mail.ru](mailto:Baha_1985@mail.ru)

## 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 ҳатмӣ 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.

За предоставленную научную статью со стороны авторов, которые не имеют ученой степени, рецензия от кандидатов или докторов наук обязательна.

## МУНДАРИҶА

### МАТЕМАТИКА

<b>Назарзода М. Т.</b> Таҳқиқи модели математикии ҳолати пирахҳои мавзеи дараи Камароб.....	5
<b>Идиев Ғ.А., Туманова Ш.С., Давлатова Ш.Ш.</b> Истифодаи технологияи компютерӣ дар таълими математикаи олий.....	15

### ФИЗИКА

<b>Ҷўраева Г.Х.</b> Пешниҳоди модели табдилдиҳии синфи интегралҳои дорои решаи мураббаъ бо гузоришҳои функсияҳои тригонометрӣ.....	22
<b>Даминов Ш.Р., Авезов З.И., Бехбудов В.Т.</b> Таҳлили антеннаҳо дар системаҳои алоқаи бесим.....	29
<b>Олимӣ А. Р.,</b> Истифодаи озмоишгоҳи виртуалӣ дар омӯзиши физика. Амсиласозии компютери “Ченкунии қор ва тавоноии ҷараёни электрикӣ” (Озмоишгоҳи виртуалӣ).....	37
<b>Сафаров Д.А., Раҳмонов Б.Қ.</b> Нанотехнология ва имкониятҳои он дар замони муосир .....	48
<b>Аҳмедова З.П.</b> Таъбиқи муносибати босалоҳият ба омӯзиши физика.....	55
<b>Олимӣ А.Р., Умаров А.</b> Амсиласозии компютери модели “Омӯзиши пайвасти пай дар пайи ноқилҳо».....	61

### ХИМИЯ

<b>Шарипов Ф.Н., Икромов М.С., Олимзода Р.А., Раҷабзода С.И.</b> Модификатсияи дихлоросиклопропанҳо ва диглитсерол .....	72
<b>Олимова Ш.Э., Самандарзода Н.Ю.</b> Синтез ва омӯзиши сохтори кислотаи холан бо эфирҳои аминокислотаҳои аромати.....	84
<b>Зокиров Ф.Ш.</b> Таъсири калсий, стронсий ва барий ба вобастагии ҳароратии хусусиятҳои теплофизикӣ_ва тағйирёбии функсияҳои термодинамикии ҳулаи алюминийи $Al_2Mg$ .....	92
<b>Маҳмадраҳимов Р.Қ., Тураев С.С., Рузиев Ҷ.Р.</b> Технологияи ҳосил кардани клинкер аз қисми саҳти баъди ишқоронии ғудохтаи алюминатдор.....	106
<b>Ғаниев И.Н., Абуали Э., Хочаназаров Х.М., Сафаров Б.С.</b> Микроструктура ва хосиятҳои механикии ҳулаи алюминийи $AlCu_4,5Mg_1$ навъи дюралюминӣ бо литий ҷавҳаронидашуда.....	114



## СОДЕРЖАНИЕ

### МАТЕМАТИКА

<b>Назарзода М. Т.</b> Исследование математической модели состояния ледников в ущелье Камароб.....	<b>5</b>
<b>Идиев Г. А., Туманова Ш. С., Давлатова Ш. Ш.</b> Применение компьютерных технологий в высшем математическом образовании.....	<b>15</b>

### ФИЗИКА

<b>Джураева Г. Х.</b> Метод интегрирование некоторых иррациональных функций с тригонометрическими постанковками.....	<b>22</b>
<b>Даминов Ш. Р., Авезов З. И., Бехбудов В. Т.</b> Анализ антенн в системе проводной связи.....	<b>29</b>
<b>Олими А.Р.</b> Использование виртуальной лаборатории в обучении физики. Компьютерное моделирование «Измерение работы и мощности электрического тока » (Виртуальная лаборатория).....	<b>37</b>
<b>Сафаров Д.А., Рахмонов Б.К.</b> Нанотехнологии и их возможности в наше время.....	<b>48</b>
<b>Ахмедова З.П.</b> Компетентностный подход в обучении физике.....	<b>55</b>
<b>Олими А.Р., Умаров А.</b> Компьютерное моделирование модели «Определение силы тока с помощью амперметра».....	<b>61</b>

### ХИМИЯ

<b>Шарипов Ф.Н., Икромов М.С., Олимзода Р.А., Раджабзода С.И.</b> Модификация дихлороциклопропанов диглицерола.....	<b>72</b>
<b>Олимова Ш.Э., Самандарзода Н.Ю.</b> Синтез и изучение структуры холановой кислоты сложные эфиры ароматических аминокислот.....	<b>84</b>
<b>Зокиров Ф.Ш.</b> Влияние кальция, стронция и бария на температурную зависимость теплофизических свойств и изменений термодинамических функций алюминиевого сплава АК12М2.....	<b>92</b>
<b>Махмадрахимов Р.К., Тураев С.С., Рузиев Дж.Р.</b> Технологии получения клинкера из твердого осадка после выщелачивание алюминатного спека.....	<b>106</b>
<b>Ганиев И.Н., Абуали Э., Ходжаназаров Х.М., Сафаров Б.С.</b> Микроструктура и механические свойства алюминиевого сплава AlCu4,5Mg1 типа дуралюмин, легированного литием.....	<b>114</b>

## CONTENTS

---

### MATHEMATICS

<b>Nazarzoda M. T.</b> The study of a mathematical model of the state of glaciers in the Kamarob gorge.....	5
<b>Idiev G. A., Tumanova Sh. S., Davlatova Sh. Sh.</b> The use of computer technology in higher mathematical education.....	15

### PHYSICS

<b>Juraeva G. Kh.</b> Integration of some irrational functions with trigonometric reports.....	22
<b>Daminov Sh. R., Avezov Z. I., Behbudov V. T.</b> Analysis of antennas of wireless communication systems.....	29
<b>Olimi Ash. R.</b> The use of a virtual laboratory in teaching physics. Computer simulation "Measuring the operation and power of electric current " (Virtual laboratory) .....	37
<b>Safarov D. A., Rahmonov B. Q.</b> Nanotechnology and its possibilities in our time.....	48
<b>Akhmedova Z. P.</b> Competency approach during physics education.....	55
<b>Olimi A.R., Umarov A.</b> Computer modeling of the model "Current strength determination using an ammeter".....	61

### CHEMISTRY

<b>Sharipov F. N., Ikromov M., Olimzoda R. A., Radjabzoda S. I.</b> Modification of dichlorocyclopropanes and diglycerol.....	72
<b>Olimova Sh. E., Samandarzoda N. Y.</b> Synthesis and study of the structure of cholanic acid esters of aromatic amino acids.....	84
<b>Zokirov F. Sh.</b> Influence of calcium, strontium and barium on the temperature dependence of the thermophysical properties and changes in the thermodynamic functions of aluminum alloy Al <sub>2</sub> Mg.....	92
<b>Makhmadrakhimov R. K., Turaev S. S., Ruziev J. R.</b> Technologies for obtaining clinker from solid sediment after leaching of aluminate sinter.....	106
<b>Ganiev I. N., Abuali E., Khojanazarov Kh. M., Safarov B. S.</b> Microstructure and mechanical properties of aluminum alloy AlCu <sub>4</sub> Mg <sub>1</sub> of the duralumine type, alloyed with lithium.....	114

# ПАЁМИ

ДОНИШГОҲИ ДАВЛАТИИ ДАНГАРА

Бахши илмҳои табиӣ

2024. № 3 (29)

# ВЕСТНИК

ДАНГАРИНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО

УНИВЕРСИТЕТА

Серия естественных наук

2024. № 3 (29)

# BULLETIN

OF DANGARA STATE UNIVERSITY

Series of natural science

2024. No. 3 (29)

Ба матбаа 21.10.2024 супорида шуд.

Ба чопаш 28.10.2024 имзо шуд.

Қоғаз офсет. Андозаи 60x84 1/16. Қузи чоп. 16,1

Супориши №87. Адади нашр 50 нусха. ҚДММ

“Аршан”