

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY TA’LIM,
FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI
QARSHI DAVLAT UNIVERSITETI**

TAHRIRIYAT HAY’ATI

Bosh muharrir: prof. Nabiyev D.H.
Bosh muharrir o‘rinbosari:
f.-m.f.d. Bekpulatov I.R.
Mas’ul kotib: dots. Ne’matova Y.O.
Tahririyat hay’ati a’zolari:
prof. Bahriddinova B.M.
prof. Yoziyev L.Y.
prof. Jabborov A.M.
prof. Jabborov X.J.
f.-m.f.d. Imomov A.A.
prof. Kamolov L.S.
prof. Normurodov M.T.
prof. Nurillayeva Sh.N.
p.f.d. Oripova N.X.
prof. Korotkov A.S.
prof. Ochilov A.O.
prof. Tojiyeva G.N.
prof. To‘rayev D.T.
prof. Umirzakov B.YE.
prof. Xayriddinov B.X.
prof. Xolmurodov A.E.
prof. Choriyev S.A.
prof. Shodiyev R.D.
prof. Shodmonov N.N.
prof. Erkeyev A.P.
prof. Ernazarova G.X.
prof. Eshov B.J.
prof. Qo‘yliyev B.T.
prof. Bekmurodova G.H.
prof. Imanova G.T.
prof. Bobonazarov G‘.Y.
prof. Shukurov O.M.
prof. Yusupova A.SH.
f.f.d. Imomova G.M.
dots. Ro‘ziyev B.X.
dots. Eshqorayeva N.G‘.
dots. Hamrayeva Y.N.
dots. Rizayev B.X.
dots. Nashirova Sh.B.
f.f.f.d. Musayeva D.T.
prof. Tashatov A.K.
prof. Nabiyev G‘.A.
t.f.d. Qurbonov M.
prof. Diyorova M.
prof. Xurramov J.
dots. Rahmatullayev Y.
dots. Jabborov O.

**Jurnal 2009-yilda
tashkil etilgan.**

MUROJAAT UCHUN MANZIL:
Pochta manzili: 180003, Qarshi,
Ko‘chabog‘, 17. Qarshi davlat universiteti,
Filologiya fakulteti binosi, 107-xona.
Telefon: 97-222-10-80
TelegramID:
https://t.me/Qardu_Xabarlari2024
Elektron pochta: qardu_xabarlari@mail.ru
Veb-sayt:
<https://qarshidu.uz/oz/page/ilmij-jurnal-NEW>

2026
1(2)

QarDU xabarlari
Ilmij-nazariy, uslubiy jurnal

Muassis: Qarshi davlat universiteti
Jurnal Qashqadaryo viloyati
Matbuot va axborot boshqarmasi
tomonidan 2010.17.09 da
№ 14–061 raqamli guvohnoma
bilan qayta ro‘yxatdan o‘tgan.

Musahhihlar:

Shodmonova D.E.
Tursunboyev B.N.
Pardayeva D.R.

Sahifalovchi:

Yuldoshev D.N.

Texnik muharrir:

Raxmatov M.

Jurnal O‘zbekiston Respublikasi
Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Oliy
attestatsiya komissiyasi Rayosatining
qarorlari bilan fizika-matematika,
kimyo, biologiya, tarix, falsafa,
siyosatshunoslik, filologiya,
pedagogika-psixologiya va iqtisod
fanlari bo‘yicha doktorlik
dissertatsiyalari asosiy ilmiy
natijalarini chop etish tavsiya etilgan
ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.



**Yiliga 4 marta
chop etiladi.**

Aniq fanlar

Jurnaldan olingan materiallarga “QarDU
xabarlari” jurnalidan olindi”, degan havola
berilishi shart. Mualliflardan kelgan
materiallar egalariga qaytarilmaydi.

MUNDARIJA

FIZIKA-MATEMATIKA

Akhmedzhanov F.R., Toshpulatov I.Sh., Avdiyevich V.N Temperature dependence of attenuation and velocity of acoustic waves in si crystal.....	4
Urolov Sh.Z., Sobirova B. K., Shaymardanov Z.Sh., Jalolov R.R., Rustamova B.N. Hidrotermal usulda sintez qilingan titan dioksidi nanokristallarining optik xossalarini tadqiq qilish.....	9
G'offorov O.Sh., Husanov Z.J., Xashimova F.S. Zaryadli zarracha tezlatkichlarining umumiy tasnifi va ishlash prinsplari hamda ularning qo'llanilish shartlari va chegaralari.....	13
Ro'ziyev R.T. Akril sopolimerlari asosidagi VAMJ-1 markali polimer kompozit qoplamalarning issiqlik sig'imi va issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentini haroratga bog'liq holda tadqiq etish.....	20
Urolov Sh.Z., Sobirova B.K., Shaymardanov Z.Sh., Jalolov R.R., Rustamova B.N. Hidrotermal usulda sintez qilingan titan dioksidi nanokristallarining optik xossalarini tadqiq qilish.....	24
Umarova S.U., Xayriddinov B.E. Geliotepitsa-parrandachilik kompleksining issiqlik rejimini mo'tadillashtirish.....	29
Samandarova Sh.M., Abdiraxmonova S.Sh. Learn how to work with one-dimensional arrays, copying arrays, sorting, and multidimensional arrays in dart.....	34
Sirojev S.N., Khaydarov T.Z. Analysis of the architecture of information systems, the domain approach, and modern modeling methods.....	39
Ovlaeva M.Kh. Dinamik chegaraviy shartga ega chiziqli giperbolik sistema uchun tuzilgan ayirmali sxema yordamida sonli hisoblashlar.....	44
Абдурахимов Ж.Т., Бекпулатов И.Р., Игамов Б.Д., Камардин А.И. XRD-анализ микроструктурных и тетрагонально-моноклинных фазовых трансформаций тонких пленок ZrO ₂	50
Xamrayev A., Najimov O. Volterra tipidagi kubik stoxastik operator kanonik ko'rinishining trayektoriya holati.....	57
To'ymuradov Z.X., O'roqov K.X. Shovqin tushunchasini yoritish aspektlari.....	61

KIMYO

Исмаилова Х.Дж. Процессы и значение получения поливинилхлорида на основе мономера	66
Эшдавлатова Г.Э., Сафарова Г.Э. исследование пенообразующих свойств реагента EG1951e в растворах ДЭА.....	70
Abdushukurov A.K., Choriyev A.U., Shamsiddinova Z.R., Nuriddinova E.B. 4-metoksifenol hosilalarining sintezi va pass online dasturida biologik faolliklarini hisoblash.....	75
To'xtayev F.S., Nurnazarova G.U., Mamatova M.H. Yog'och xomashyolar asosida kompozitsion sorbentlar olish va ularning g'ovaklik darajasini aniqlash.....	78
Qarshiyev N.X., Khusenov A.Sh., Kee Hyun Kuen, Eshqurbonov F.B., Ashurova A.A., Abdullayeva R.I. Planetar-valikli ekstruderning takomillashtirilgan texnologiyasi asosida bir yillik o'simlik selluloza tolalarining yaxlitligini va dispersligini saqlab dispergirlash samaradorligi.....	85
Imomova D.A., Normatov B.R. Oqava suvlar tarkibidan organik reagent asosida qo'rg'oshin ionini miqdorni aniqlashning spektrofotometrik usulini ishlab chiqish.....	90

BIOLOGIYA

Hazratova H.N., Haydarov Z.T. Qishloq aholisining ayrim mikronutrientlarga bo'lgan fiziologik talabi.....	96
Ikromova M.A., Yo'ldoshev B.G., Ergashev N.A., Komilov E.J., Ergashev Sh. Sh. Ayrim biofaol moddalarning jigar mitoxondriyalari megaporasiga ta'siri.....	100
Umedova Sh., Meyliyeva Ch. Qishloq va shahar aholisi o'rtasida ortiqcha tana vazni va semirishning fiziologik tahlili.....	105
Bobonazarov G.Ya., Xidirova A.T. Qashqadaryo viloyatida yirik shoxli qoramollar teriosti bo'kasi <i>Hypoderma bovis</i> (diptera) bilan zararlanishi va mavsumiy dinamikasi	109
Toshov O'J., Umarova M.Yo. O'zbekiston janubida uchraydigan reptiliyalarning gelmintlari faunasi.....	113
Ibragimov A.J. Janubi-g'arbiy hisor florasida (Surxondaryo qismi) o'simliklarining areal tiplari bo'yicha taqsimlanishi.....	117
Baysunov B.X., Axmedova G.A., G'aybullayeva M.Sh. Kitob davlat o'rmon xo'jaligi dendroflorasi.....	123
Xo'jayev D.T., Yoziyev L.H., Samatova Sh.A. Sharqiy Osiyo floristik viloyatidan Qashqadaryo vohasi sharoitiga daraxt va butalar introduksiyasi natijalari.....	128
Ibragimov A.J., Turginov O.T., Tajetdinova D.M., Karimov B.Q., Jo'ramurodov I.J., Tojibayev K.Sh. Surxondaryo viloyati florasidagi yuksak o'simliklarning taksonomik xilma-xilligi.....	134
Omonov O.E., Yoziyev L.H., Movlonov Z.Q. Katta va kichik O'radaryolar havzasi florasining areologik tahliliga doir.....	143
Qayumova M.Q., Turdiyeva G.I., Shaxriddinova M.Z. <i>CAMELLIA JAPONICA</i> L.ning Qarshi vohasi sharoitida ko'paytirishning samarali usullari.....	150
Samatova Sh.A., Sharipov A.E., Egamberdiyeva S.U. Yakkabog' tumani adirlarida tarqalgan dorivor o'simliklarning biomorfologik tahlili.....	155
Atajanov T.S. Cho'l zonasidagi turli xil usulda sug'orilgan g'oz dalalarida yerosti tuzoqlariga tushgan hasharotlar sonining ilmiy tahlili.....	160
Aliyev Sh.T., Amirov O.O. Janubiy O'zbekiston amfibiyalari trematodalarining (<i>Trematoda Rudolphi</i> , 1808) tur tarkibi va ekologik xususiyatlari.....	166
Jabborova T.X. Qashqadaryo havzasi baliqchilik xo'jaliklarida Unionidae va Corbiculidae oilasi ikki pallali mollyuskalarning tarqalishi va ekologik guruhlari.....	172

EKOLOGIK MUAMMOLAR VA YECHIMLAR

Shokirova M.B. Ekologik ta'lim-tarbiya barqaror rivojlanish ta'limining asosi ekanligi.....	177
Doschanova M.B. Ro'zmetov R.S., Abdullayev I.I., G'aniyeva M.J., Babajanov K.X. Ksilofag hasharotlar indikator sifatida: yog'och holatini baholash.....	182
Abdinazarov X.X., Kuchkarova D.X., Xujamshukurov N.A. Yerosti sizot suvlariga bog'liq holda sun'iy suv havzalari gidrokimyoviy rejimining shakllanishi va ionlararo korrelyatsion bog'liqliklar.....	186

TEMPERATURE DEPENDENCE OF ATTENUATION AND VELOCITY OF ACOUSTIC WAVES IN SI CRYSTAL

Akhmedzhanov F.R., Toshpulatov I.Sh., Avdiyevich V.N

Institute of Ion-Plasma and Laser Technologies

ibrat.toshpulatov96@gmail.com

ORCID 0009-0008-5570-2946

UDK 534.2: 58.4: 548.9.

Annotation. The silicon crystal was investigated in the temperature range of 300–410 K. The velocity and attenuation coefficients of acoustic waves were measured at a frequency of 30 MHz. The real and imaginary components of the elastic tensor in the crystals were determined. The temperature coefficient of acoustic velocity was also identified. By understanding and controlling the orientation and polarization of these crystals depending on temperature, researchers can optimize the performance and efficiency of devices, which may lead to advancements in various technological fields. In the temperature range of 300–410 K, the acoustic attenuation coefficient in silicon depends on temperature, while the elastic constant remains nearly unchanged. The application conditions were examined, and the components and elastic tensors were analyzed. A specific direction of acoustic wave propagation was identified, demonstrating that these crystals are anisotropic in practice.

Keywords: effective elastic constants, acoustic waves, attenuation, silicon, temperature dependence, velocity.

SI KRISTALIDA AKUSTIK TO‘LQINLARNING TEZLIGI VA SO‘NISH KOEFFITSIYENTINING HARORATGA BOG‘LIQLIGI

Annotatsiya. Kremniy kristali 300-410 K oralig‘ida tekshirildi. 30 MHz chastotada akustik to‘lqinlarning tezligi va so‘nish ko‘effitsiyentlari o‘lchandi. Kristallardagi elastiklik tenzori, haqiqiy va mavhum komponentlari aniqlandi. Akustik tezlikning harorat ko‘effitsiyenti aniqlandi. Haroratga qarab ushbu kristallarning yo‘nalishi va qutblanishini tushunish va nazorat qilish orqali tadqiqotchilar qurilmalarning ishlashi va samaradorligini optimallashtirishi mumkin, bu esa turli texnologik sohalardagi yutuqlarga olib keladi. 300° dan 410° K gacha, kremniydagi akustik so‘nish ko‘effitsiyenti haroratga bog‘liq va elastik doimiy deyarli o‘zgarmasdir. Qo‘llash shartlari tekshiriladi, komponentlar va elastiklik tensorlari ko‘rib chiqiladi. Akustik to‘lqin tarqalishining maxsus yo‘nalishi ochildi va bu kristallarning amalda anizotrop ekanligi ko‘rsatilgan.

Kalit so‘zlar: samarali elastik doimiylar, akustik to‘lqinlar, so‘nish, kremniy, haroratga bog‘liqlik, tezlik.

Introduction. In recent years, there has been increased interest in the linear and nonlinear elastic properties of crystals used in optical signal processing devices such as modulators, deflectors, acousto-optic filters, etc. [1, 2]. This is due to the fact that the efficiency of acousto-optic devices is determined not only by photoelastic properties, but also by the elastic properties of the material, including their anisotropy. Knowledge of the dependence of the acoustic wave velocity and attenuation coefficient on orientation allows one to select the most optimal cross sections of crystals used as working media in acoustic and acousto-optic devices [3,4]. In this paper, pure silicon is investigated. (Si), characterized by a low sound attenuation coefficient. The orientation dependence of the properties was studied. and the acoustic waves in them have not been sufficiently studied.

Materials and methods. A study of pure silicon (Si) was conducted. The sample, corresponding to the length of 0.589 cm, 0.587 cm, and 1.391 cm, respectively, has a parallelepiped shape with a [110] direction of 1° accuracy with directional. The non-parallelism of the ends perpendicular to the direction of acoustic wave propagation was no more than 30 arc seconds. To excite acoustic waves with a frequency of 30 MHz, piezoelectric transducers made of X- or Y -cut quartz with a natural resonant frequency of ~30 MHz were used. Acoustic contact between the transducer and the sample was created using organosilicon oil. Measurements were carried out in the temperature range from 300 to 410 K.

The acoustic wave velocity V was determined either using a delay generator, which allows the time intervals between elastic pulses to be measured with an accuracy of 0.01 μ s, or using the Williams-Lamb pulse-interference method with an accuracy of 0.1% [5].

The Williams-Lamb method uses a superposition of two acoustic pulse signals, which are excited by two probing radio pulses shifted in time.

The amplitude of the total echo pulses, which is the result of the interference of acoustic signals, depends on the phase difference between the oscillations filling these pulses and the length of the sample L_0 . By changing the frequency of these oscillations ν within small limits, it is possible to fix the frequency values at which the amplitude of the total pulses reaches a minimum or maximum, and determine the velocity of the acoustic wave with an accuracy of $\sim 0.1\%$ from the relation [6]:

$$V = 2L_0\Delta v \quad (1)$$

where $\Delta\nu$ is the difference between two adjacent frequencies at which the minimum of the total interference pulse is achieved. The accuracy of determining the acoustic wave velocity is limited by the limits of the sample length measurement and is ~0.1% [10]. The linear operating mode of the measuring system was ensured by an attenuator at the input of the measuring receiver, with the help of which its gain was smoothly varied.

We used a modified Williams-Lamb method, which allows us to determine not only the velocity but also the attenuation coefficient of acoustic waves with an accuracy of $\sim 10\%$ [9]. For this purpose, an amplitude selector was used, which allows us to isolate a specific pulse in a series of pulses (coming from the receiver) and measure its amplitude with a digital millivoltmeter. To determine the velocity and attenuation coefficient of acoustic waves, a modified Williams-Lamb phase-pulse method was used [7, 8]. This method uses the superposition of two acoustic pulse signals excited by two probing radio pulses shifted in time. The block diagram of the experimental setup is shown in Figure 1. The amplitude of the total echo pulses at the receiver output is the result of the interference of the acoustic signals and depends on the phase difference between the oscillations filling these pulses.

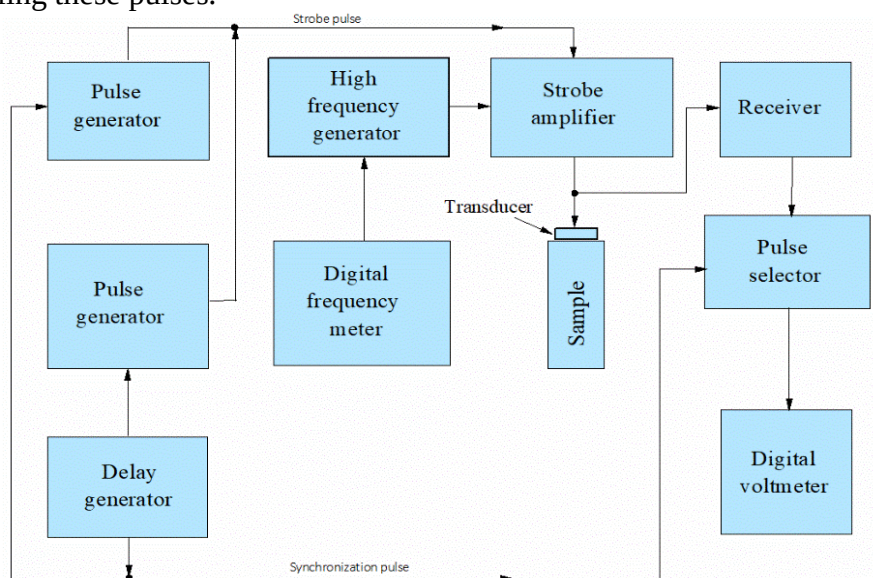


Fig.1. Block diagram of a measuring system for determining the characteristics of acoustic waves.

The attenuation coefficient of acoustic waves was determined from the measured values of the amplitudes of adjacent pulses A_1 and A_2 and the length of the sample L_0 [7]:

$$\alpha = \frac{20lg\left(\frac{A_1}{A_2}\right)}{2l_0} \quad (2)$$

When determining the acoustic wave attenuation coefficient, various types of acoustic energy loss, caused by so-called geometric factors, were taken into account. In general, the true attenuation α (in dB /cm units), taking these factors into account, is written as:

$$\alpha = \alpha_{exp} - \alpha_d - \alpha_n \quad (3)$$

Here α_{exp} is the experimentally determined attenuation from relation (2), α_d –diffraction losses, the contribution of which is large at low frequencies, and α_n –apparent attenuation caused by the non-parallelism of the reflecting faces. The values of α_d and α_n are determined by the expressions [6]:

$$\alpha_d = 1.7 \frac{V}{a^2 v} \quad (4)$$

$$\alpha_n = \frac{8.68\pi^2 v^2 a^2 \theta^2 n}{V^2 L} \quad (5)$$

where a is the diameter of the piezoelectric transducer, θ is the angle between the reflecting faces, and n is the number of reflections.

Scattering mechanisms of acoustic waves weaken the absorption of energy. A) thermal conductivity occurs in regions less than the absorption of energy in the surrounding region. B) acoustic waves interact with each other and act as thermal phonons. C) scattering occurs at grain boundaries in polycrystalline materials. D) vibrating domain walls in iron-hard materials. E) ring dislocation. F) point defects.

Results and discussions. The characteristic surfaces of velocity and attenuation of acoustic waves can be constructed if all independent real (c'_{ijkl}) and imaginary (c''_{ijkl}) components of the complex elasticity tensor c_{ijkl} [13]:

$$c_{ijkl} = c'_{ijkl} + i c''_{ijkl} \quad (6)$$

Si crystals have their own internal symmetry, resulting from the cube's elasticity tensor, and the three independent components of the real and imaginary parts must be known. Effectively, the elastic constants c'_{eff} of the directions along the longitudinal and transverse acoustic waves in [110] direction are the acoustic wave velocity and attenuation coefficient, and the measurement results are based on the definition. The obtained values are presented in Table 1, where the following characters are assumed: $\mathbf{q}$ is the acoustic wave vector, and $\mathbf{\eta}$ is the polarization vector.

Table 1: Velocity and attenuation of acoustic waves, real and imaginary effective elastic constants in Si crystal ($v=30$ MHz, $T=300$ K).

$\mathbf{q}$	$\mathbf{\eta}$	V , $10^3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$	C'_{eff} , 10^{10} N m^{-2}	α , dB cm^{-1}	C''_{eff} , 10^7 N m^{-2}
[110]	[110]	9.16	19.55	0.13	2.69

Listed in Table 1 is the attenuation coefficient, real and imaginary elastic constant values to frequency attenuation quadratic dependence hypothesis below 30 MHz to frequency extrapolation to do the method with this is assumed in the field correctly comes $\ll 1$ (where ω is the frequency of the acoustic wave, τ is the relaxation time of thermal phonons), if the main attenuation mechanism is the Akhiezer mechanism [14, 15]. The accuracy of determining the real and imaginary components of the elasticity tensor was 3% and 6%, respectively.

The Si crystal elasticity tensor taken from the present components of the values in [6, 17] cites literature that provides a good fit. In crystals, each has an optional direction along the acoustic wave propagation velocity and attenuation coefficient [9] expressions using the effective elastic constant, with calculations possible.

$$c'_{eff} = \rho V^2 \quad (7)$$

The real and imaginary effective elastic constants corresponding to the elasticity tensor are determined by [9]:

Direction [110] of longitudinal acoustic wave propagation for acoustic waves to temperature The relationship is shown in Figure 2.

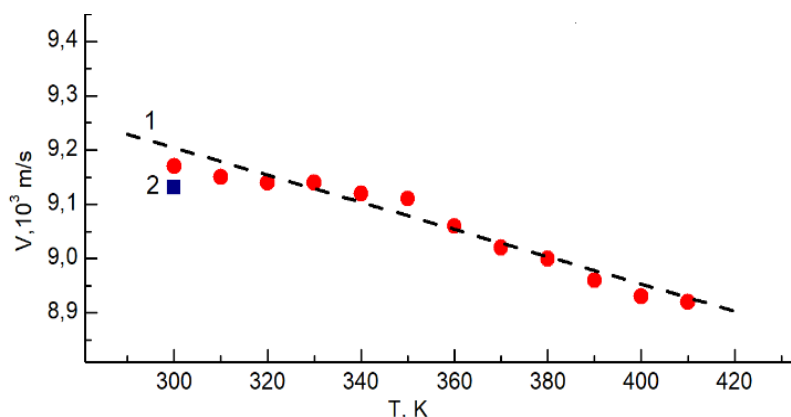


Fig. 2. Dependence of the acoustic wave velocity along [110] on temperature (1) in Si crystal, (2) data from [4].

It is evident that in the [110] direction of the Si crystal, the propagation of acoustic waves speed slightly decreases with increasing temperature, the temperature from 300 K to 410 K increases in the [110] direction of the Si crystal, the propagation of acoustic sounds speed decreases by 0.3%. The experimental results obtained at room temperature are consistent with the results obtained from literature sources [17].

Si crystal in the [110] direction in accordance with the acoustic wave attenuation coefficient versus temperature dependence is shown in Figure 3. Graph 1 is at low temperatures at a frequency of 72 MHz. The sound wave attenuation coefficient is shown, and this value is taken from the literature [17]. Graph 2 was obtained experimentally at a frequency of 30 MHz. The acoustic wave attenuation coefficient versus temperature dependence was between them from room temperature to 410 K. The graph shows a decimal fraction on a logarithmic scale. The result obtained in the literature is taken from the graph, and the result is suitable for the temperature. The room temperature is high at both high and low temperatures, giving legitimacy. In semiconductors, the attenuation mechanism is the attenuation coefficient ω^2 related not to be possible. Semiconductors and metals are more lossy due to their high heat conductivity property [18].

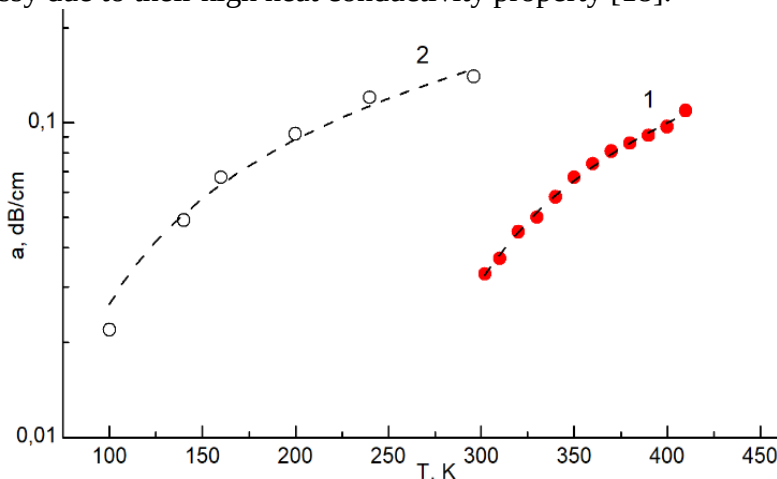


Fig. 3. Temperature dependence of the attenuation coefficient of acoustic waves propagating along [110] at frequencies of 30 MHz (1) and 72 MHz (2) in Si crystals.

Figure 4 shows XRD pattern of silicon exhibits sharp and well-defined diffraction peaks, indicating high crystallinity and good structural order. The XRD pattern of silicon shows sharp and intense diffraction peaks characteristic of a high crystalline material. The observed reflections at approximately $2\theta \approx 28.4^\circ$, 47.3° , 56.1° , 69.1° , 76.4° , and 88.0° correspond to the (111), (220), (311), (400), (331), and (422) planes, respectively. The presence of only allowed reflections for the diamond cubic structure confirms that the sample possesses a face-centered cubic lattice with a two-atom basis. No additional diffraction peaks are detected.

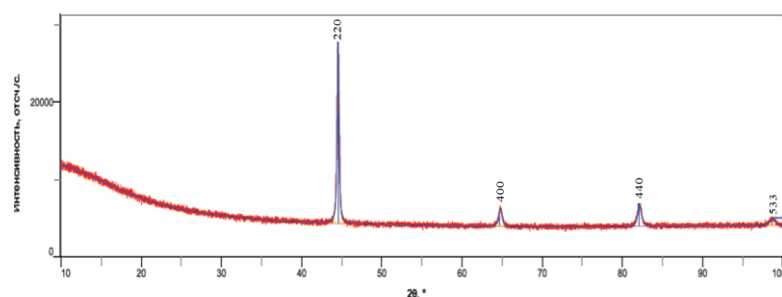


Fig. 4. X-ray diffraction pattern of Silocon

Figure 5 presents the dominant sharp peak at $\sim 516 \text{ cm}^{-1}$ corresponds to the **first-order optical phonon mode** of crystalline Si. For stress-free, high-quality single-crystal silicon, this peak is typically at $520.0\text{--}520.5 \text{ cm}^{-1}$. Your peak is **downshifted** ($\sim 4 \text{ cm}^{-1}$)

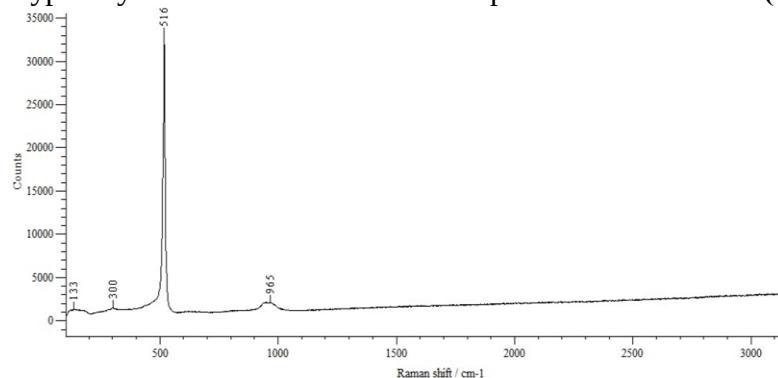


Fig. 5. Raman spectra of Silocon

Conclusion. The study simultaneously determined the temperature dependence of the attenuation coefficient and the propagation velocity of acoustic waves in a Si crystal. The obtained values of the real components of the elasticity tensor allow us to analyze the spatial distribution of these acoustic wave properties. It was shown that the attenuation coefficient of acoustic waves increases linearly not only at low temperatures but also at temperatures above room temperature. With an increase in temperature to 410 K, thermal expansion of the crystal and increased vibrations of atoms cause a decrease in the speed of sound waves by 0.3%. The temperature coefficient of the speed of acoustic waves is $\alpha = -2.46 \cdot 10 \text{ K}^{-1}$.

References

1. Y.V Gulyayev., V. Proklo., GN Shkerdin. Hard in telax sveta zvuk s Difraksiya. Zrelishe Fizicheskiy Nauka, 1978, 21(1): p 29-57.
2. V. V. Lyamov. In crystals, acoustic waves polarization effect and mutual influence anisotropy. Moscow: MSU named after M. V. Lomonosov University Publishing House, 1983. p 224.
3. W. H. Fon Olok. Microwave ferrite materials according to the manual (Academic, New York, 1965). p 518.
4. I. D. Royer., E. Dieulesaint. Elastic waves in solids-Springer., 1996. p 177-199.
5. M. P. Shaskolskaya, zam. (ed .) Acoustics of Crystals. Manual. Acoustic. Crystals. Handbook.Moscow: Nauka, 1982. p 632.
6. R. Truell., Ch. Elbaum., B. Bryus. Chik. Hard bodies according to the physics of the ultrasonic method. Academic Conference, New York and London, 1969. p 469.
7. F. R. Axmedjanov, J. O. Kurbanov, A. F. Boltabayev, Single and polydomain acoustic wave attenuation in LiTaO3 crystals, Sensors and Converters 246, no. 7, 2020. p. 43-47.
8. F. R. Axmedjanov., S. Z. Mirzayev., UA Saidvaliyev. Vismut. silikat v kristallax elastichniy anisotropiya parametri. Segnetoelektriki, 2020, 556(1). p 23-28.
9. R.E Nyunxem. Materiali Svoistva / Anisotropiya / Symmetry / Structure. (New York, Oxford University Press, 2005), p 378.
10. F. R. Axmedjanov., J. O. Kurbanov., N. M. Maksarov. Lithium fluoride cubic crystal acoustic wave attenuation. Uzbekistan Republic of Science Academy Lexii. Issue 5.2021. p 11-15.
11. F. R. Axmedjanov, J. O. Kurbanov, A. F. Boltabayev, Single and polydomain acoustic wave attenuation in LiTaO3 crystals, Sensors and Converters 246, no. 7, 2020. p 43-47.

12. F. R. Axmedjanov., V. I.N. Lemanov., A. N Nasirov. V crystallax. acoustically attenuator poverxnosti. JTF Pisma, 1980, 6(10). p 589-592.
13. I.L Badjak, K.D Wilkinson, A. Macnab, D. Rixter. Lithium and acoustic wave attenuation. J. Acoustics. Soc. Am., 1981, 69(3). p 689-695.
14. A. Axiyezer. Tverdiy v telax zvuka pogloshenie o. Physika jurnal (USSR), 1939, 1(4). p 277-287.
15. S. N. Ivanov, I. M. Kotelyansky, V. V. Medved. Phonon-primers relaxation and yttrium-aluminum garnet in crystals of acoustic wave mixture with absorption // Solid State Physics. 1984. Vol. 26. No. 3. p 641-647.
16. S. D. Lambade, G. G. Sahasrabudhe, S. Rajagopalan Temperature dependence of acoustic attenuation in silicon. The American Physical Society, 1995. p 61-66.
17. R. E. Nyunxem, "Properties of Materials." (Oxford University Press Inc., New York, 2005). p 390.

GIDROTERMAL USULDA SINTEZ QILINGAN TITAN DIOKSIDI NANOKRISTALLARINING OPTIK XOSSALARINI TADQIQ QILISH

Sh.Z. Urolov^{1,2}, B. K. Sobirova¹, Z.Sh. Shaymardanov^{1,3}

R.R. Jalolov^{1,3}, B.N. Rustamova¹

¹ Ion- plazma va lazer texnologiyalari instituti

² "TIQXMMI" Milliy tadqiqot universiteti

³ O'zbekiston Milliy universiteti

shz.urolov@gmail.com

ORCID 0000-0001-7209-3267

UDK 535.332

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot ishida titan (IV) butoksid ($\text{Ti}(\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3)_4$) ni xlorid kislota va diionlashtirilgan suv muhitida gidrolizlash orqali gidrotermal usulda FTO (Fluorine-doped Tin Oxide) shisha tagliklar yuzasida titan dioksidi nanokristallarini sintez qilish jarayoni, sintez qilingan nanokristallarning kristallografik fazasi, optik xususiyatlari bayon qilingan. Tadqiqotlar ko'rsatdiki, mazkur reaksiya muhiti va sharoitida tagliklar yuzasida tekis taqsimlangan, anataz kristallografik fazada shakllangan, taqiqlangan zona energiyasi 2,97 eV, o'lchamlari 40-50 nm, deyarli sferik shaklga ega bo'lgan titan dioksidi nanokristallarini sintez qilish mumkin. Aniqlandiki, sintez qilingan nanokristallarning fotoluminessensiya spektrida zonalar yaqinidagi optik o'tishlar bilan bog'liq nurlanish polosasi kuzatilmagan, spektrning ko'zga ko'rinishi sohasi (450-600nm) da titan dioksidining xususiy nuqsonlari hisoblangan kislorod vakansiyalari bilan bog'liq nurlanish polosalari dominantlik qiladi.

Kalit so'zlar: titan dioksidi, nanokristallar, absorbsiya spektri, FL spektri, kislorod vakansiyalari.

STUDY OF THE OPTICAL PROPERTIES OF TITANIUM DIOXIDE NANOCRYSTALS SYNTHESIZED BY THE HYDROTHERMAL METHOD

Abstract. This research work describes the process of hydrothermal synthesis of titanium dioxide nanocrystals on the surface of FTO (Fluorine-doped Tin Oxide) glass substrates by hydrolysis of titanium (IV) butoxide ($\text{Ti}(\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3)_4$) in hydrochloric acid and deionized water, the crystallographic phase, and optical properties of the synthesized nanocrystals. Studies have shown that under this reaction environment and conditions, it is possible to synthesize titanium dioxide nanocrystals with an anatase crystallographic phase, a band gap energy of 2.97 eV, dimensions of 40-50 nm, and an almost spherical shape, evenly distributed on the surface of the substrates. It was found that in the photoluminescence spectrum of the synthesized nanocrystals, no emission bands associated with optical transitions near the bands are observed, and in the visible region of the spectrum (450-600 nm), emission bands associated with oxygen vacancies, which are considered intrinsic defects of titanium dioxide, dominate.

Keywords: titanium dioxide, nanocrystals, absorption spectrum, FL spectrum, oxygen vacancies.

Kirish. Titan dioksidi (TiO_2) taqiqlangan zonasi keng ekanligi (kristallografik fazaga bog'liq holda (3-3,5 eV) [1, 2], spektrning ko'zga ko'rinishi sohasida nur sindirish ko'rsatkichining yuqoriligi [1], dielektrik singdiruvchanligi katta ekanligi [2] va sirt faolligining yuqoriligi sabab turli zamonaviy qurilmalar uchun istiqbolli material sifatida baholanmoqda. O'zining barqaror fotokimyoviy xossalari sabab TiO_2 suvni vodorod va kislorod atomlariga parchalash orqali vodorod ajratib olishda, suvni organik birikmalardan tozalashda hamda optoelektronikada fotokatalizator sifatida ham keng qo'llanilmoqda [3]. Ma'lumki, TiO_2 anataz (trigonal), rutil (tetragonal), brukit

(ortorombik) va amorf fazalarda uchrashi mumkin [4]. Har bir kristallografik fazadagi TiO_2 o'ziga xos fizik xususiyatlarni namoyon qiladi. Bugungi kunda TiO_2 ning nanoo'lchamli strukturalarini sintez qilishda, zol-gel, gidrotermal, solvotermal, gaz fazadan kimyoviy cho'ktirish, atom qatlamlab o'stirish kabi usullaridan keng foydalanilmoqda [5]. Sintez shartlari (o'stirish harorati, tagliklarning turi va reaksiya muhitiga o'zgartirish kiritish) ga turlicha kristallografik faza va morfologiyaga ega nanoo'lchamli materiallarni sintez qilish mumkin. TiO_2 ning nanostrukturalari orasida anataz kristallografik fazadagi nanostrukturalari o'zining optik va fotokatalitik xususiyatlari sabab katta qiziqish uyg'otadi. Bugungi kunda anataz fazadagi TiO_2 nanokristal strukturalarini sintez qilishda gidrotermal usuldan keng foydalanilmoqda. Boshqa sintez usullari bilan taqqoslanganda gidrotermal usul bir qator afzalliklarga ega. Birinchidan, TiO_2 mono yoki polikristal strukturalarini bevosita pastroq reaksiya harorati ($150\text{--}250^\circ\text{C}$) da olish mumkin. Ikkinchidan, sintez parametrlari (harorat, pH, reaktiv konsentratsiyasi va molyar nisbati) ni o'zgartirish orqali turli morfologiya va kristallografik xususiyatlarga ega nanostrukturalarni olish mumkin. Uchinchidan, gidrotermal sintez uchun talab qilinadigan asbob-uskunalar va ishlov berish shartlari oddiyroq va reaksiya jarayonlarini boshqarish qulay hisoblanadi [6-11].

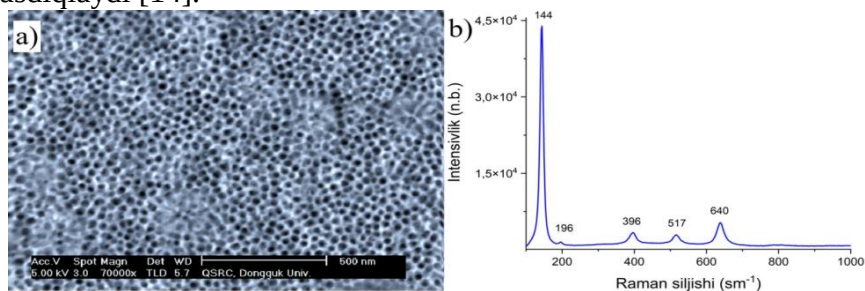
Ushbu ishda titan (IV) butoksid ($\text{Ti}(\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3)_4$) ning HCl kislota (diionlashtirilgan suvdagi 37% eritmasi) va diionlashtirilgan suvdagi eritmasida gidrotermal usulda FTO (FSnO_2) plyonkasi qoplangan shisha plastinkalarda sintez qilingan TiO_2 nanokristallarining optik xossalari tadqiq qilingan. Tadqiqotlar ko'rsatdiki, 175°C o'zgarish haroratda titan (IV) butoksidni gidrolizlash orqali o'lchami 40-50 nm bo'lgan anataz fazadagi TiO_2 nanokristallarini sintez qilish mumkin.

Tadqiqot metodologiyasi. Tadqiqotlarda gidrotermal usuldan foydalanib TiO_2 nanokristallarini sintez qilishda tagliklar sifatida ftor atomlari kiritilgan qalay oksidi (FSnO_2) plyonkasi qoplangan shisha plastinkalar ($10\times 10\times 1$ mm) dan foydalanildi. Dastlab, tagliklar ultratovushli vannada etil spirti, atseton va diionlashtirilgan suv yordamida navbat bilan tozalanib, azot gazida quritildi. Keyin 20 ml diionlashtirilgan suvga 20 ml HCl kislota (diionlashtirilgan suvdagi 37% eritmasi) qo'shib, magnetik mishalka yordamida 10 minut intensiv aralashtirildi. So'ngra unga 0,8 ml titan (IV) butoksid ($\text{Ti}(\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3)_4$) qo'shib, yana 10 minut intensiv aralashtirildi. Yakuniy eritma germetik avtoklavning teflon slindriga quyildi. Avvaldan tozalangan tagliklar teflondan tayyorlangan maxsus tutqichga plyonka qoplangan tomoni pastga qaragan holda o'rnatilib, avtoklav slindriga joylashtirildi. Shundan so'ng, avtoklav yopilib 175°C doimiy haroratda 12 soat davomida nanokristallar sintez qilindi. Sintezdan keyin avtoklav xona haroratigacha sovutilib, undan nanokristallar o'sgan tagliklar olinib, ochiq havoda quritildi.

Sintez qilingan TiO_2 nanokristallarining morfologik xossalari XL-30 PHILIPS Skanlovchi Elektron Mikroskopi (SEM) yordamida o'rganildi. Raman spektroskopiya tahlillari Renishaw InVia Raman Mikroskopida Nd:YAG lazerining ikkinchi garmonikasi (532 nm) da amalga oshirildi. Nanokristallarning absorbsiya spektrlari UV/Vis 5100 spektrofotometri yordamida o'lchandi. Qayd qilingan absorbsiya spektrlari maxsus dastur (Meta Spec Pro) va Origin 2024 dasturlarida qayta ishlandi. Fotoluminessensiya spektrlari qayd qilishda uyg'otuvchi nur manbai sifatida azot lazeri impulslari ($\lambda = 337,1$ nm, $\tau \sim 6$ ns, $P \sim 15$ kVt) foydalanildi. Fotoluminessensiya impulslari yuqori sezgirlikka ega MDR-23 monoxromatori va impulsli elektr signallarini stroblab integrallovchi BCI-280 bokskarintegratoridan foydalanib qayd qilindi. Olingan natijalar Origin 2024 dasturlarida qayta ishlandi. Barcha o'lchovlar xona haroratida amalga oshirildi.

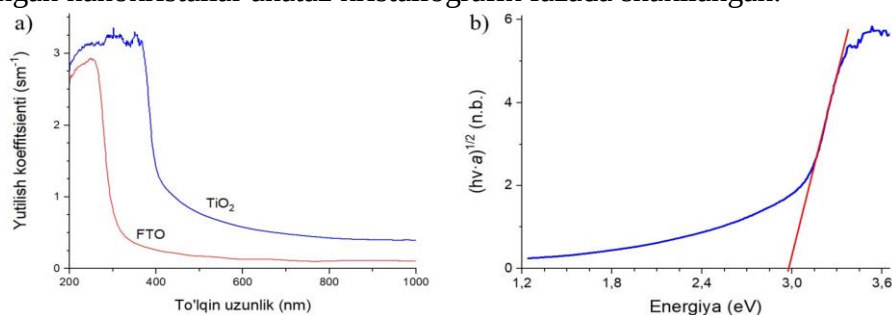
Tahlil va natijalar. Gidrotermal usulda FTO tagliklar yuzasida sintez qilingan TiO_2 nanokristallarining SEM da olingan tasviri 1a- rasmda keltirilgan. Tasvirdan ko'rinadiki, nanokristallar qariyb sferik shaklda bo'lib, ularning o'chamlari 40-50 nm

atrofida. Nanokristallar taglik yuzasida tekis taqsimlangan. Raman sochilish spektrlari materiallarning mikroskopik strukturaviy xarakteristikalarini o'rganishning eng samarali usuli hisoblanadi. Shu bilan birga, bu usul yuqori darajada sezgirliги sabab molekulyar bog'lanishlar haqida ma'lumot berishi mumkin. Quyidagi 1b- rasmda sintez qilingan nanokristallarning raman sochilish spektri keltirilgan. Raman sochilish spektrida 144 cm^{-1} , 196 cm^{-1} , 396 cm^{-1} , 517 cm^{-1} va 640 cm^{-1} da E_g , B_{1g} , A_{1g} va E_g Raman- faol modalarni xarakterlovchi maksimumlar kuzatildi [12]. Adabiyotlar tahlili ko'rsatadiki, E_g , B_{1g} va A_{1g} modalar mos ravishda simmetrik kengayish tebranishiga, simmetrik egilish tebranishiga va O-Ti-O ning assimetrik egilish tebranishiga mos keladi [13]. Raman sochilish spektrida kuzatilgan faol moddalar sintez qilingan TiO_2 nanokristallari anataz kristallografik fazada ekanligini tasdiqlaydi [14].



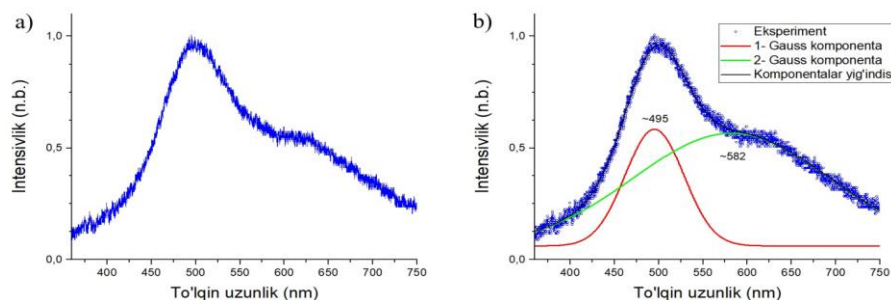
1- rasm: a) TiO_2 nanokristallarining SEM da olingan tasviri, b) nanokristallarning Raman sochilish spektri.

Gidrotermal usulda FTO tagliklar sirtida sintez qilingan TiO_2 nanokristallarining 200-1000 nm diapazondagi optik yutilish spektri 2a- rasmda keltirilgan. Grafikda solishtirish uchun FTO taglikning shu diapazondagi optik yutilish spektri ham keltirilgan. Grafikdan ko'rinadiki, TiO_2 nanokristallari 200-390 nm diapazonda kuchli nur yutish qobiliyatini namoyon etadi. Fundamental yutilish polosasining elektron zonalaro o'tish oralig'i 395-405 nm diapazonda kuzatildi. Yutilish polosasining 400-600 nm oralig'ida kristallografik nuqsonlar bilan bog'liq yutilish ham kuzatildi. Spektrning qizil va yaqin infraqizil sohalari (600-1000 nm) da nanokristallar shaffof ekanligini ko'rish mumkin. Nanokristallarning optik yutilish spektridan ularning taqiqlangan zona energiyasining qiymatini Tauch usulidan foydalanib aniqlash mumkin. Ma'lumki, TiO_2 nanostrukturallari noto'g'ri zonali yarimo'tkazgich material hisoblanadi [1]. Shuni e'tiborga olgan holda, Tauch usulida taqiqlangan zona energiyasini hisoblashlarda $(\alpha \cdot hv)^n$ hadda $n=1/2$ qiymatdan foydalanildi (2b- rasm). 2b- rasmdan ko'rinadiki, sintez qilingan TiO_2 nanokristallarining taqiqlangan zona energiyasining qiymati 2,97 eV ga mos keladi. Nanokristallarning Raman sochilish spektri va optik yutilish spektrlari tahlili ko'rsatadiki, sintez qilingan nanokristallar anataz kristallografik fazada shakllangan.



2- rasm: a) TiO_2 nanokristallari va FTO shisha plastinkaning yutilish spektrlari va ularning Tauch usulida hisoblangan taqiqlangan zona kengligi.

Ma'lumki, notog'ri zonali yarimo'tkazgich materiallarning lyuminescent xususiyatlari yuqori bo'lmaydi. Ularning FL spektridagi nurlanish polosalarining intensivligi to'g'ri zonali yarimo'tkazgich materiallarga nisbatan keskin past bo'ladi. Quyidagi 3a- rasmda sintez qilingan TiO_2 nanokristallarining xona haroratidagi FL spektri keltirilgan.



3- rasm: a) TiO₂ nanokristallarining FL spektri, b) FL spektrining Gauss tashkil etuvchilarga ajralishi.

3a- rasmdan ko'rinadiki, TiO₂ nanokristallarining FL spektrining binafsha sohasida zonalar yaqinidagi optik o'tishlar bilan bog'liq nurlanish polosasi kuzatilmadi. FL spektrining maksimumi spektrning ko'zga ko'rinuvchi sohasida ~500 nm da kuzatildi. FL spektri nisbatan murakkab spektr bo'lganligi uchun uni Gauss tashkil etuvchilarga ajratgan holda tahlil qilish maqsadga muvofiq. 3b- rasmda FL spektrining Gauss tashkil etuvchilari keltirilgan. Grafikdan ko'rinadiki, FL spektri maksimumi ~495 nm va ~582 nm to'lqin uzunligida joylashgan ikkita Gauss tashkil etuvchidan iborat.

Adabiyotlar tahlili ko'rsatadiki, anataz kristallografik fazadagi TiO₂ nanostrukturalarining FL spektrining ko'zga ko'rinuvchi sohasida kuzatilgan nurlanish polosalari xususiy nuqtaviy nuqsonlar yoki ularning turli zaryadlangan holatlari bilan bog'liq. Xususan, kislorod vakansiyalari [15, 16] sirtiy nuqsonlar [17] ga tegishli sathlarga elektronlarning uyg'ongan holatdan o'tishi natijasida yuzaga keladi. Bizning holatda maksimumi ~485 nm to'lqin uzunligida joylashgan nurlanish polosasi (3b- rasm) sintez jarayonida nanokristallarda hosil bo'lgan kislorod vakansiyalari bilan bog'liq [18]. Maksimumi ~582 nm to'lqin uzunligida joylashgan ikkinchi nurlanish polosasi esa kislorod vakansiyalarining zaryadlangan holatlari bilan bog'liq bo'lishi mumkin.

Xulosa va takliflar. Titan (IV) butoksidni xlorid kislota va diionlashtirilgan suv muhitida gidrolizlash orqali gidrotermal usulda FTO tagliklar yuzasida tekis taqsimlangan, o'lchamlari 40-50 nm bo'lgan sferik shaklga yaqin TiO₂ nanokristallari sintez qilindi. Namunalarning Raman sochilish, absorbsiya spektrlari va ular asosida hisoblangan taqiqlangan zona energiyasi (2,97 eV) ning qiymati sintez qilingan nanokristallar yuqori darajada anataz kristallografik fazada shakllanganligini tasdiqladi. Sintez qilingan nanokristallarning lyuminessent xususiyatlari past ekanligi FL spektrida faqatgina xususiy nuqtaviy nuqsonlar (kislorod vakansiyalari) va ularning zaryadlangan holatlari bilan bog'liq nurlanish polosalari mavjudligi orqali tasdiqlandi. Albatta, ushbu tadqiqotlar qo'shimcha izlanishlarni talab etadi, xususan sintez jarayonlariga o'zgartirishlar kiritish orqali nanokristallarning morfologiyasi va kristallografik xarakteristikalarining o'zgarishini, shuningdek, optik xususiyatlarda bu o'zgarishlarning namoyon bo'lishini o'rganish dolzarb masalalardan hisoblanadi.

Ushbu ish O'R FA Ion-plazma va lazer texnologiyalari institutida bajarilayotgan "Bo'yoqlar va nanozarrachalar bilan faollashtirilgan metalloorganik komplekslarning strukturaviy, optik va generatsion xarakteristikalarini tadqiq qilish" mavzusidagi FL-8824063381- sonli fundamental loyiha doirasida amalga oshirildi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Ch. Dette, M.A. P. Osorio, Ch.S. Kley, P. Punke, C.E. Patrick, P. Jacobson, F. Giustino, S.J. Jung and K. Kern. TiO₂ anatase with bandgap in the visible region. ACS Nano Lett. 14, 6533–6538 (2014). <https://doi.org/10.1021/nl503131s>
2. H. Saleem and A. Habib. Study of bandgap reduction of TiO₂ thin films with variation in GO contents and use of TiO₂ Graphene composite in hybrid solar cell. J. Alloys Comp. 679, 177–183 (2016). <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2016.03.240>
3. X. Jiang, A. Shi, Y. Wang, Y. Li, C. Pan. Characterization of Oxygen Vacancy Associates within Hydrogenated TiO₂: A Positron Annihilation Study. Nanoscale 2011, 3, 3573–3577. <https://doi.org/10.1021/jp307573c>
4. H. Tang, K. Prasad, R. Sanjines, P.E. Schmid and F. Levy. Cr-doped TiO₂ thin films prepared by

means of a magnetron co-sputtering process: photocatalytic application. *Am. J. Anal. Chem.* 5, 473–482 (2014). <http://dx.doi.org/10.4236/ajac.2014.58056>

5. J. Qin, Z. Zhang, W. Shi, Y. Liu, H. Gao and Y. Mao. The optimum titanium precursor of fabricating TiO₂ compact layer for perovskite solar cells. *Nanoscale Research Letters* (2017) 12:640. <https://doi.org/10.1186/s11671-017-2418-9>

6. Zou Y, Li D, Sheng X, Wang L, Yang D. Fabrication of TiO₂ nanorod array/semiconductor nanocrystal hybrid structure for photovoltaic applications. *Sol Energy* 2012; 86:1359. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2012.01.028>

7. Xie Z, Zhang Y, Liu X, Wang W, Zhan P, Li Z, et al. Visible light photoelectrochemical properties of N- doped TiO₂ nanorod arrays from TiN. *J Nanomater* 2013:1. <https://doi.org/10.1155/2013/930950>

8. Shin K, Yoo J.B, Park J.H. Photoelectrochemical cell/dyesensitized solar cell tandem water splitting systems with transparent and vertically aligned quantum dot sensitized TiO₂ nanorod arrays. *J Power Sources* 2013;225:263. <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2012.10.036>

9. Shapovalov V, Stefanovich EV, Truong TN. Nature of the excited states of the rutile TiO₂ (110) surface with adsorbed water. *Surf Sci* 2002;498:L103. [https://doi.org/10.1016/S0039-6028\(01\)01595-3](https://doi.org/10.1016/S0039-6028(01)01595-3)

10. Grimes CA, Varghese OK, Ranjan S. Light, water, hydrogen: the solar generation of hydrogen by water photoelectrolysis. New York: Springer; 2008. p. 257. <https://doi.org/10.5860/choice.45-6194>

11. Cheng H, Ma J, Zhao Z, Qi L. Hydrothermal preparation of uniform nanosize rutile and anatase particles. *Chem Mater* 1995;7:663. <https://doi.org/10.1021/cm00052a010>

12. F. Tian, Y. Zhang, J. Zhang and C. Pan. Raman Spectroscopy: A New Approach to Measure the Percentage of Anatase TiO₂ Exposed (001) Facets. *J. Phys. Chem. C*, 2012, 116, 7515–7519. <https://doi.org/10.1021/jp301256h>

13. P. Yang, M. Douthwaite, J. Pan, L. Zheng, S. Hong, D. J. Morgan, M. Gao, D. Li, J. Feng and G. J. Hutchings. Coordinately unsaturated O_{2c}-Ti_{5c}-O_{2c} sites promote the reactivity of Pt/TiO₂ catalysts in the solvent-free oxidation of n-octanol. *Catalysis Science and Technology*. 2021, 11, 4898. <https://doi.org/10.1039/d1cy00686j>

14. W.K. Wang, J.J. Chen, X. Zhang, Y.X. Huang, W.W. Li and H.Q. Yu. Self-induced synthesis of phase junction TiO₂ with a tailored rutile to anatase ratio below phase transition temperature. *Scientific Reports*. 2016. 6:20491. <https://doi.org/10.1038/srep20491>

15. L.V. Saraf, S.I. Patil, S.B. Ogale, S.R. Sainker, S.T. Kshirsager. Synthesis of nanophase TiO₂ by ion beam sputtering and cold condensation technique. *Int. J. Modern Phys. B* 12 (1998) 2635. <https://doi.org/10.1142/S0217979298001538>

16. N. Serpone D. Lawless R. Khairutdinov. Size Effects on the Photophysical Properties of Colloidal Anatase TiO₂ Particles: Size Quantization versus Direct Transitions in This Indirect Semiconductor? *J. Phys. Chem.* 99 (1995) 16646. <https://doi.org/10.1021/j100045a026>

17. L. Forss, M. Schubnell. Temperature dependence of the luminescence of TiO₂ powder. *Appl. Phys. B* 56 (1993) 363. <https://doi.org/10.1007/BF00324533>

18. M.Ch. Mathpal, A.K. Tripathi, M.K. Singh, S.P. Gairola, S.N. Pandey, A. Agarwal. Effect of annealing temperature on Raman spectra of TiO₂ nanoparticles. *Chemical Physics Letters* 555 (2013) 182–186. <https://doi.org/10.1016/j.cplett.2012.10.082>

ZARYADLI ZARRACHA TEZLATKICHLARINING UMUMIY TASNIFI VA ISHLASH PRINSPLARI HAMDA ULARNING QO‘LLANILISH SHARTLARI VA CHEGARALARI

G‘offorov Obid Shuhrat o‘g‘li

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti assistenti.

gofforovbid8@gmail.com

ORCID 0009-0005-6684-6011

Husanov Zafar Jo‘raqulovich

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti dotsenti

husanovzafarjon69@gmail.com

Xashimova Feruza Saydovna

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti katta o‘qituvchisi

feruza_x71@mail.ru

UDK 539.124:621.384

Annotatsiya. Ushbu maqolada zaryadlangan zarracha tezlatkichlarining asosiy turlari, ularning ishlash prinsiplari va energiya chegaralari fizik nuqtayi nazardan tahlil qilinadi. Elektrostatik, chiziqli va

siklik tezlatkichlarning konstruktiv va funksional farqlari solishtirilib, elektr va magnit maydonlarning zarracha harakatiga ta'siri asoslab beriladi. Tadqiqotda tezlatkichlarning samaradorligi nafaqat energiya ko'rsatkichlari, balki nisbiylik effektlari va nurlanish hosil bo'lishi bilan bog'liq radiatsiyaviy xavfsizlik omillari orqali baholanadi. O'tkazilgan tahlillar asosida turli energiya diapazonlarida qaysi tezlatkich turidan foydalanish maqsadga muvofiq ekanligi aniqlanadi. Natijalar tibbiy radioterapiya, sanoat va fundamental tadqiqotlarda elektron tezlatkichlarni aniqlash va loyihalash uchun ilmiy va amaliy ahamiyatga ega. Shuningdek, tezlatkichlarni tanlashda energiya samaradorligi va radiatsiyaviy xavfsizlik o'rtasidagi muvozanatni hisobga olish zarurligi ilmiy jihatdan asoslanadi. Tadqiqot natijalari elektron tezlatkichlarni loyihalash va ularni muayyan amaliy vazifalarga moslashtirishda metodi asos bo'lib xizmat qilishi mumkin.

Kalit so'zlar: zarracha tezlatkichlari, siklotron, sinxrotron, mikrotron, elektron tezlatkichlar, nisbiylik effektlari, radiatsiyaviy xavfsizlik.

GENERAL CLASSIFICATION AND OPERATING PRINCIPLES OF CHARGED PARTICLE ACCELERATORS, AS WELL AS THEIR APPLICATION CONDITIONS AND LIMITATIONS

Abstract. This article analyzes the main types of charged particle accelerators, their operating principles, and energy limits from a physical perspective. The constructive and functional features of electrostatic, linear, and cyclic accelerators are compared, and the influence of electric and magnetic fields on particle motion is scientifically substantiated. The efficiency of accelerators is evaluated not only in terms of energy performance but also considering relativistic effects and radiation-related safety factors. Based on the conducted analysis, recommendations are provided on the appropriate selection of accelerator types for different energy ranges. The results are of scientific and practical significance for medical radiotherapy, industrial applications, and fundamental research involving electron accelerators. In addition, the necessity of balancing energy efficiency and radiation safety in accelerator selection is scientifically justified. The obtained results may serve as a methodological basis for the design and optimization of electron accelerators tailored to specific practical applications.

Key words: particle accelerators, cyclotron, synchrotron, microtron, electron accelerator, relativistic effects, radiation safety.

Kirish. Zaryadlangan zarrachalar tezlatkichlari zamonaviy fizika va texnologiyaning muhim tarkibiy qismlaridan biri bo'lib [1], ular fundamental yadro va zarrachalar fizikasi tadqiqotlarida, shuningdek, tibbiyot, sanoat va materialshunoslik sohalarida keng qo'llanilmoqda. Elektr va magnit maydonlar yordamida zarrachalarga yuqori kinetik energiya berish imkoniyati ilmiy tajribalar aniqligi va energiya diapazonini sezilarli darajada kengaytirishga xizmat qiladi. Tezlatkich texnologiyalarining rivojlanishi zarrachalarning energiyasini oshirish bilan bir qatorda, nisbiylik effektlari, nurlanish hosil bo'lishi va radiatsiyaviy xavfsizlik kabi muhim fizik cheklovlarni ham yuzaga keltirdi. Ayniqsa, yuqori energiyali elektron tezlatkichlarda energiya samaradorligi va nurlanish bilan bog'liq yo'qotishlar tezlatkich turini tanlashda hal qiluvchi omilga aylanmoqda. Mazkur maqolaning asosiy maqsadi zaryadlangan zarracha tezlatkichlarining asosiy turlarini – elektrostatik, chiziqli va siklik tezlatkichlarni yagona fizik yondashuv asosida tahlil qilish, ularning ishlash prinsiplari va energiya chegaralarini solishtirish hamda turli energiya diapazonlarida qaysi tezlatkich turidan foydalanish maqsadga muvofiq ekanligini ilmiy asoslashdan iborat. Ushbu tahlil tezlatkichlarni tanlash va loyihalashda ilmiy va amaliy ahamiyatga ega bo'lgan xulosalar chiqarish imkonini beradi

$$\frac{mv^2}{2} = e(\varphi_2 - \varphi_1) \quad (1)$$

Yuqoridagi 1-formulaga asosan elektrostatik tezlatkichlar potentsiallar farqi tomonidan yaratilgan doimiy elektrostatik maydon yordamida ishlaydi, bu tezlashtirilgan zarracha erisha oladigan yakuniy kinetik energiyani ifodalaydi.

Adabiyotlar tahlili. Zaryadlangan zarrachalar tezlatkichlari bo'yicha ilmiy tadqiqotlar XX asr boshlaridan boshlab jadal rivojlanib kelmoqda [12]. Dastlabki ishlarda elektrostatik tezlatkichlar, xususan, Cockcroft–Walton va Van de Graaff generatorlari yordamida past va o'rta energiyali zarrachalarni tezlashtirish masalalari ko'rib chiqilgan. Ushbu qurilmalar konstruktiv jihatdan sodda bo'lsa-da, yuqori kuchlanish bilan bog'liq texnik cheklovlar sababli energiya diapazoni chegaralanganligi aniqlangan. Keyingi tadqiqotlarda energiyani oshirish muammosini hal etish maqsadida siklik tezlatkichlar –

siklotron va betatronlar ishlab chiqildi. Siklotronlarda zarrachalarni ko'p martalik tezlashtirish orqali energiyani oshirish g'oyasi taklif etilgan bo'lsa, betatronlarda induksion tezlashtirish mexanizmi asosiy rol o'ynaydi. Biroq ushbu qurilmalarda nisbiylik effektlarining kuchayishi yuqori energiyalarda sinxronlash muammolarini keltirib chiqargan. Zamonaviy ilmiy adabiyotlarda mikrotron va sinxrotronlar yuqori energiyali elektron tezlatkichlarning eng samarali turlaridan biri sifatida ko'riladi. Sinxrotronlarda magnit va elektr maydonlarni energiyaga mos ravishda o'zgartirish orqali zarrachalarning barqaror harakatini ta'minlash mumkinligi ko'rsatib berilgan. So'nggi yillardagi tadqiqotlarda tezlatkichlarni tahlil qilishda faqat energiya ko'rsatkichlari emas, balki radiatsiyaviy xavfsizlik, nurlanish intensivligi va qurilmaning amaliy qo'llanish shartlari ham muhim mezon sifatida qaralmoqda. Bu yondashuv tezlatkichlarni tibbiy radioterapiya, sanoat nurlantirish va fundamental ilmiy tadqiqotlar uchun tanlashda kompleks baholash zarurligini ko'rsatadi. Mazkur maqolada mavjud ilmiy ishlardagi ushbu yondashuvlar umumlashtirilib, tezlatkich turlarining afzalliklari va cheklovlari yagona fizik mantiq asosida qayta ko'rib chiqiladi.

Tadqiqot metodologiyasi. Mazkur tadqiqotda zaryadlangan zarracha tezlatkichlarining fizik xususiyatlarini o'rganishda nazariy-analitik va solishtirma tahlil metodlaridan foydalanildi. Tadqiqot jarayonida elektrostatik, chiziqli va siklik tezlatkichlarning ishlash prinsiplari klassik elektrodinamika va nisbiylik nazariyasi qonunlari asosida tahlil qilindi. Tezlatkichlarning energiya imkoniyatlari, elektr va magnit maydonlar bilan bog'liq cheklovlari hamda nurlanish hosil bo'lish jarayonlari mavjud ilmiy adabiyotlarda keltirilgan nazariy bog'lanishlar asosida baholandi. Xususan, siklik tezlatkichlarda zarracha energiyasining oshishi bilan yuzaga keladigan nisbiylik effektlari va sinxrotron nurlanishi kabi omillar alohida e'tiborga olindi. Shuningdek, tadqiqotda tezlatkichlarning amaliy qo'llanilish shartlarini baholash uchun solishtirma metod qo'llanilib, turli energiya diapazonlarida tezlatkich turlarining samaradorligi tahlil qilindi. Ushbu metodologik yondashuv tezlatkichlarni tanlashda energiya ko'rsatkichlari bilan bir qatorda radiatsiyaviy xavfsizlik va konstruktiv imkoniyatlarni ham hisobga olish imkonini beradi.

Tezlatkichlarning umumiy tasnifi. Siklik tezlatkichlar o'z navbatida zarrachalar to'g'ri chiziqli bo'ylab harakatlanadigan chiziqli tezlatkichlarga va zarrachalar aylana yo'li bo'ylab harakatlanadigan aylana tezlatkichlarga bo'linadi. Chiziqli tezlatkichlar siklik toifadagi istisno tezlatkichlar hisoblanadi, qolgan barcha shakllar aylanma(doiraviy) tezlatkichlardir

1-jadval . Asosiy zarracha tezlatkichlari

Sinf	Tezlatkich turi	Energiyasi	Cheklovchi omil
Elektrostatik	Cockcroft–Walton	0.1–5 MeV	Dielektrik buzilish
Elektrostatik	Van de Graaff	1–25 MeV	Kuchlanish barqarorligi
Chiziqli	RF Linac	10–200 MeV	RF gradient
Siklik	Siklotron	10–100 MeV	Relativistik sinxronlash
Siklik	Betatron	20–300 MeV	Relativistik sinxronlash
Siklik	Mikrotron	50–1000 MeV	RF faza sharti
Siklik	Sinxrotron	GeV–TeV	Sinxrotron nurlanishi

Elektrostatik tezlatkichlar. Cockcroft-Walton tezlatkichi va Van de Graaff tezlatkichi kabi elektrostatik tezlatkichlar elektrostatik maydondan foydalanadi. Elektrostatik maydonlardan foydalanishning asosiy kamchiligi shundaki, zarrachalarni eksperimental foydali energiyaga tezlashtirish uchun juda katta elektr maydonlarini yaratish kerak, buni esa ushlab turish qiyin va xavfli hisoblanadi. Bu kamchilik ikkinchi turdagi tezlatkichlar: o'zgaruvchan elektr maydon (magnit maydon) tezlatkichining rivojlanishiga olib keldi. [2, 3]

$$m \frac{v^2}{2} = \frac{\mu_0 H^2}{2} V \quad (2)$$

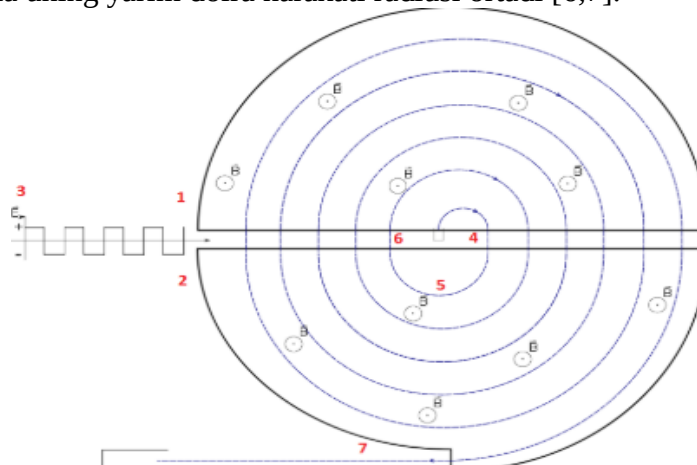
“Ushbu bog‘lanishdan ko‘rinadiki, magnit maydon doimiy bo‘lganda energiya oshishi orbital radiusning chiziqli emas, balki nisbiylik effektlari bilan cheklanishiga olib keladi.” 2-formulaga asosan, ushbu turdagi tezlatkichlar vaqt o‘tishi bilan o‘zgarib turadigan elektr madonlarini talab qiladi. Ushbu o‘zgaruvchan elektr maydonidan oqilona foydalanish yuqori energiyalar fizikasiga zarralarni o‘ta yuqori energiyagacha tezlashtirishga imkon berdi va bu koinot haqidagi qarashimizni shakllantiradigan ko‘plab muhim kashfiyotlarga olib keldi.

Siklik tezlatkichlar. Chiziqli tezlatkichlar bo‘yicha birinchi ishlanma 1927-yilda o‘zgaruvchan tok kuchlanish (O‘TK) va bir qator o‘tish quvurlari yordamida chiziqli tezlatkichni qurgan Rolf -Videroe tomonidan amalga oshirildi. O‘zgaruvchan tok kuchlanishi ta’sir qilgan zaryadlangan zarracha cho‘qqi paytida X nuqtadan Y nuqtaga tezlashadi, so‘ngra teskari bo‘lganda Y nuqtadan X nuqtaga tezlashadi [5].

Siklotron. 1928-yilda Ernest Lourens tomonidan taklif etilgan siklotron konsepsiyasi o‘sha davr elektrostatik tezlatkichlar energiya chegarasini yengib o‘tish zaruratidan kelib chiqqan bo‘lib, bu yechim zarralarni aylana traektoriya bo‘ylab ko‘p martalik tezlashtirish imkonini berdi. Tezlashtirilgan zarrachaning harakat tekisligiga perpendikulyar bo‘lgan magnit maydon zarracha harakat yo‘nalishining o‘zgarishiga olib keladi. Zarrachaga ta’sir etuvchi kuchlar o‘rtasidagi oddiy bog‘lanishni o‘rganib, quyidagicha xulosa kelishdi.

$$R = \frac{mv \sin \alpha}{qB} \rightarrow v = RqB / m \sin \alpha \quad (3) [1,6]$$

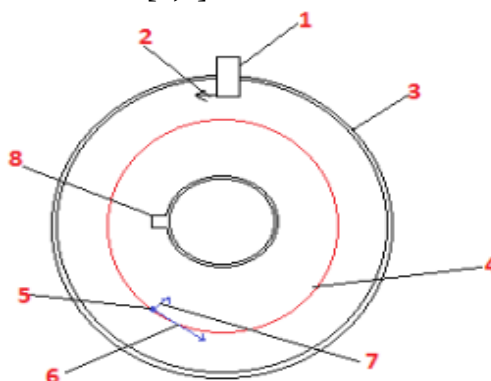
Ushbu bog‘lanishdan ko‘rinadiki, magnit maydon doimiy bo‘lganda [11] zarrachaning energiyasi ortishi orbital radiusning oshishi bilan kechadi. Buni yodda tutgan holda, u Siklotron deb nomlanuvchi qurilmani qurildi. U ikkita ichi bo‘sh D shaklidagi elektrodlardan (1 va 2) iborat bo‘lib, muqobil ravishda osilator (3) tomonidan kuchlanish bilan zaryadlangan. Elektrodlar kichik bo‘shliq bilan ajratilgan. Elektrodlardan biri zaryadlanganda, zarracha bo‘shliq bo‘ylab ikkinchisiga (4) tezlashadi, bu erda magnit maydon ta’sirida yarim doira shaklida elektrod yuzasiga (5) qaytadi. Xuddi kuchlanish boshqa elektrodni zaryad qilganidek, zarracha bo‘shliq (6) bo‘ylab yana tezlashadi. Zarracha tezligi oshgani sari, zarrachalar siklotrondan yuqori energiyali nur (7) sifatida fokuslanmaguncha uning yarim doira harakati radiusi ortadi [6,7].



1-rasm. Siklotronning sxematik ko‘rinishi

Betatron. Betatronni boshqaradigan umumiy tamoyil va chizmalar birinchi marta Videroe tomonidan 1928-yildagi maqolada tasvirlangan va ilk betatron 1940-yilda Donald Kerst tomonidan ishlab chiqilgan. Betatronning rivojlanishi tibbiy va tadqiqot maqsadlarida foydalanish uchun yuqori energiyali rentgen va gamma nurlariga bo‘lgan talab bilan bog‘liq. Betatron asosiy halqadan iborat bo‘lib, donut kamerasi (3) deb nomlanuvchi vakuum kamerasi bo‘lib, unda kamera ichidagi elektron manbaa (1) tomonidan ishlab chiqarilgan elektronlar (2 va 5) tezlashadi. Kamera doimiy o‘zgaruvchan

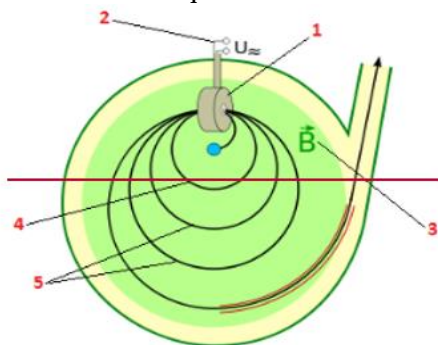
magnit maydonga olib keladigan o'zgaruvchan tok bilan boshqariladigan elektromagnitning ikkita qutbi orasiga o'rnatiladi. Betatronda zarrachalarni tezlashtirish jarayoni elektromagnit induksiya hodisasiga asoslanadi, ya'ni magnit oqimining vaqt bo'yicha o'zgarishi vakuum kamerasi bo'ylab elektromotor kuch hosil qilib, elektronlarning energiyasini oshiradi[2,8].



2-rasm. Betatronning sxematik ko'rinishi

Mikrotron. Mikrotron siklotronga o'xshash zarracha tezlatkichidir. Biroq, Siklotron dizaynini boshqaradigan fizika klassik mexanikaga (yorug'lik tezligiga nisbatan kichik tezliklarni tavsiflovchi fizik qonunlar) asoslangan. Bu zarrachalarning 25 MeV ga tezlashishi mumkin bo'lgan energiyaning yuqori chegarasini qo'ydi, chunki nisbiylik nazariyasi (Albert Eynshteyn ta'riflaganidek) tufayli yorug'lik tezligiga yaqinlashayotgan zarrachalar massasi o'zgaradi. 1945-yilda Vladimir Veksler tezlatkichni ixtiro qildi, bu massaning o'zgarishini hisobga olgan holda, elektronlar kabi yorug'lik zarralarini mikrotron deb nomlanuvchi ushbu yuqori chegaradan tashqariga tezlashtirishi mumkin edi [7,9].

Mikrotronda elektronlar kuchlanish (2) tomonidan boshqariladigan tezlatkich bo'shlig'ida TB (1) tinch holatdan tezlashadi. Tezlatkich bo'shlig'idan chiqqandan so'ng, elektronlar magnit maydon (3) ta'sirida aylana bo'ylab tezlatkich bo'shlig'iga qaytib, ular yana tezlashadi (4). Tezlatkich bo'shlig'idan har bir o'tishda elektronlar tobora ko'proq energiya oladi va shuning uchun elektron energiyasining ortishi bilan ularning nisbiy massasi ham oshadi, bu holat Eynshteyn tomonidan kiritilgan maxsus nisbiylik nazariyasiga muvofiq $E = mc^2$ munosabati bilan izohlanadi. Mazkur effekt mikrotron konstruksiyasida hisobga olinadi (5). Klistronlar tezlatkich bo'shliqlarida elektronlarni tezlashtirish uchun ishlatiladigan RCh (radio chastota) quvvatini ta'minlaydi [2,10]. RCh to'lqinlari klistron bo'shlig'ida elektron to'dalarining o'tishi bilan qo'zg'atiladi. Bu elektronlar bir necha yuz keV energiyagacha tezlashadi va klistron kollektorida o'z yo'lini tugatib, ko'p miqdorda rentgen nurlarini hosil qiladi.

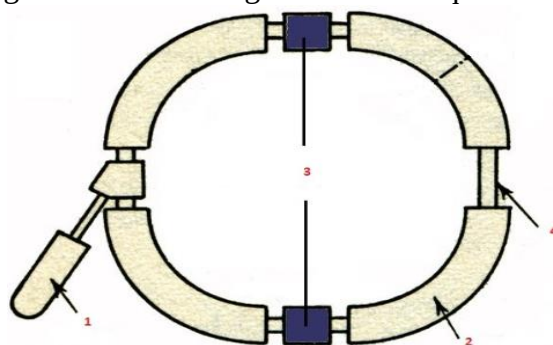


3-rasm. Mikrotronning sxematik ko'rinishi

Elektron qurol elektronlarning dastlabki manbayidir. Termionik qurollar elektron emissiyaning ish funksiyasini kamaytirish uchun qizdirilgan katoddan foydalanadi. Elektronlar doimiy yuqori kuchlanish RCh quvvati (RCh qurollari) orqali chiqariladi.

Ikkinchisi ancha yuqori maydon gradientlariga va natijada elektron energiyaga imkon beradi. Shuning uchun qurol maydoni kam energiyaga ega bo'lsa-da, kuchli nurlanish manbai bo'lishi mumkin. Masalan, termionli RCh avtomatida impuls tuzilishi RCh strukturasi bilan belgilanadi va nur katta energiya tarqalishiga ega (2). Nurlanish energiya tarqalishini kamaytirish uchun odatda alfa magnit talab qilinadi va qabul qilinadigan vaqtga ega bo'lgan dastalarni tanlash uchun maydalagichdan foydalanish mumkin. Bu ikkala qurilma ham nurlanish manbalari bo'ladi.

Sinxrotron. Sinxrotronning asosiy prinsipi tezlashtirilgan zarralarni doimiy orbital radiusda ushlab turishdir. Bunga magnit maydon kuchini tezlashtirilgan zarrachalar energiyasi bilan sinxronlashtirish orqali erishiladi [2,6]. Shunday qilib, zarralar tezlashgani va energiya olgani sababli, magnit maydon kuchayadi va zarralar orbitasini doimiy ravishda ushlab turadi [11]. Dastlabgi qurilgan Sinxrotron o'zgartirilgan Betatron bo'lib, ikki ingliz fizigi Frenk Govard va D. Barns tomonidan yaratilgan. Shundan so'ng, 1954-yilga kelib ko'plab Sinxrotronlar qurildi. Fillip Di boshchiligida Glazgo universitetida elektronlarni 350 MeV ga tezlashtira oladigan Sinxrotron qurildi.



4-rasm. Sinxrotronning sxematik ko'rinishi

1-injektor – protonlarni boshlang'ich tezlik bilan sinxrotronga yuboradigan qurilma. 2-eguvchi magnitlar – protonlarning yo'lini egri shaklda aylantirib, ularni halqa bo'ylab harakatlantiradi. 3-tezlashtiruvchi bo'shliq (RF bo'shliq) – protonlarga qo'shimcha energiya berib, ularni yanada tezlashtiradi. 4-to'g'ri uchastka – protonlar magnitlardan chiqib.

Natijalar va muhokama. O'tkazilgan tahlillar shuni ko'rsatadiki, elektrostatik tezlatkichlar konstruktiv jihatdan sodda bo'lib, past energiyali zarrachalarni tezlashtirish uchun qulay hisoblanadi. Biroq yuqori kuchlanish bilan bog'liq texnik cheklovlar ularning energiya diapazonini sezilarli darajada cheklaydi. Shu sababli bunday tezlatkichlar asosan laboratoriya tajribalari va kalibrlash ishlari uchun maqsadga muvofiqdir. Siklik tezlatkichlar, xususan, siklotron va betatronlarda zarrachalarni ko'p martalik tezlashtirish orqali energiyani oshirish imkoniyati mavjud. Biroq zarracha energiyasi ortishi bilan nisbiylik effektlari kuchayib, sinxronlash shartlarining buzilishi kuzatiladi. Mikrotron va sinxrotronlar yuqori energiyali elektron tezlatkichlar sifatida nisbatan ustunlikka ega. Sinxrotronlarda magnit va elektr maydonlarning energiyaga mos ravishda boshqarilishi zarrachalarning barqaror harakatini ta'minlaydi. Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, tezlatkichlarni tanlashda faqat maksimal energiya ko'rsatkichlari emas, balki nurlanish intensivligi, radiatsiyaviy xavfsizlik va qurilmaning amaliy qo'llanilish shartlari ham muhim mezon hisoblanadi. Ushbu yondashuv tezlatkichlarni tibbiy radioterapiya, sanoat nurlantirish va fundamental tadqiqotlar uchun tanlashda ilmiy asoslangan qarorlar qabul qilish imkonini beradi.

Xulosa va takliflar. Mazkur tadqiqotda zaryadlangan zarracha tezlatkichlari yagona fizik mezon zarrachaning erishiladigan maksimal energiyasi

$$E_{\max} \sim Qel \quad (4)$$

hamda siklik tizimlar uchun

$$p = qBR \quad (5)$$

munosabatlari asosida tizimli ravishda taqqoslandi.

Tahlillar shuni ko'rsatadiki:

- Elektrostatik tezlatkichlar (0.1–10 MeV diapazon) yuqori kuchlanish bilan cheklangan bo'lib, energiya chegarasi elektr maydonning dielektrik buzilish sharti bilan belgilanadi.

- Siklotron va betatronlar (10–200 MeV) ko'p martalik tezlashtirish orqali energiyani oshiradi, biroq nisbiylik effektlari sababli faza sinxronlash sharti buziladi.

- Mikrotron va sinxrotronlar (>200 MeV – GeV diapazon) magnit maydonni energiya bilan sinxron boshqarish orqali barqaror orbital harakatni ta'minlaydi va yuqori energiyalarda ustunlikka ega.

Ko'rsatildiki, yuqori energiyali elektron tezlatkichlarda sinxrotron nurlanishi tufayli energiya yo'qotishlari

$$P \propto E^4 / R \quad (6)$$

qonuniga muvofiq tez ortadi va bu halqa radiusini tanlashni fundamental cheklovchi omilga aylantiradi.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi shundan iboratki, tezlatkichlarni tanlash mezonini sifatida faqat maksimal energiya emas, balki:

- ▶ nisbiylik chegarasi;
- ▶ radiatsiyaviy energiya yo'qotishlari;
- ▶ faza barqarorligi;
- ▶ radiatsiyaviy xavfsizlik;

birgalikda kompleks fizik parametr sifatida baholandi.

Natijalar shuni ko'rsatadiki, tezlatkich turini tanlash energiya diapazoni, nurlanish intensivligi va konstruktiv chegaralarning o'zaro bog'liqligini hisobga olgan holda amalga oshirilishi lozim. Mazkur tadqiqotning ilmiy yangiligi shundan iboratki, tezlatkichlarni tanlash va qo'llash masalasi faqat erishiladigan maksimal energiya ko'rsatkichlari asosida emas, balki nisbiylik effektlari va radiatsiyaviy xavfsizlik omillarini birgalikda hisobga olgan holda ilmiy asoslandi. Tezlatkich texnologiyalarining evolyutsiyasi energiya chegaralarini yengish bilan bog'liq bo'lib, bu jarayon yangi fizik va texnologik yechimlarga olib keldi [12]. Kelgusida yuqori gradientli RCh strukturalar, magnit maydon optimizatsiyasi va energiya yo'qotishlarini kamaytirishga qaratilgan yangi texnologiyalar tezlatkich samaradorligini oshirishning asosiy yo'nalishi bo'lib qoladi. Kelgusida tezlatkich texnologiyalarini rivojlantirishda energiya yo'qotishlarini kamaytirish, magnit maydonlarni optimallashtirish hamda radiatsiyaviy xavfsizlikni kuchaytirish masalalariga alohida e'tibor qaratish zarur.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Wiedemann H. Particle Accelerator Physics. Springer, 2015 12-66betlar
2. Wilson E.J.N. An Introduction to Particle Accelerators. Oxford University Press, 2001. 21-89-betlar
3. Livingston M.S., Blewett J.P. Particle Accelerators. McGraw-Hill, 1962 124-189 betlar
4. Cockcroft J.D., Walton E.T.S. Experiments with High Velocity Protons. Proc. Royal Society A, 1932. Vol. 136, pp 619-630
5. Widerøe R. Über ein neues Prinzip zur Herstellung hoher Spannungen. Archiv für Elektrotechnik, 1928. Bd. 21, S. 390-408
6. Jackson J.D. Classical Electrodynamics. Wiley, 1999. 550-580-betlar
7. Einstein A. Relativity: The Special and the General Theory. 1916. 38-55-betlar
8. Kerst D.W. The Acceleration of Electrons by Induction. Physical Review, 1941.-Vol. 60, No. 1, pp.47-53
9. Veksler V.I. A New Method of Acceleration of Relativistic Particles. J. Phys. USSR, 1945. Vol. 9, pp. 153-158
10. Humphries S. Principles of Charged Particle Acceleration. Wiley, 1986. 25-97-betlar
11. Lee S.Y. Accelerator Physics. World Scientific, 2012. 3-74-betlar
12. Panofsky WK. Evolution of particle accelerators[J]. SLAC Beam Line, 1997, 27(1):36–44. 19-46-betlar

**AKRIL SOPOLIMERLARI ASOSIDAGI VAMJ-1 MARKALI POLIMER
KOMPOZIT QOPLAMALARNING ISSIQLIK SIG'IMI VA ISSIQLIK
O'TKAZUVCHANLIK KOEFFITSIYENTINI HARORATGA BOG'LIQ HOLDA
TADQIQ ETISH**

Ro'ziyev Rufat Toshboyevich

Qarshi davlat texnika universiteti

Tabiiy fanlar kafedrası dotsenti

rufat2022@bk.ru

ORCID 0000-0002-5628-4482

UDK 678.746:536.2:536.63

Annotatsiya. Mazkur maqolada akril sopolimerlari asosidagi VAMJ-1 markali issiqlikdan himoyalovchi polimer kompozit qoplamalarning termofizik xususiyatlari eksperimental va nazariy jihatdan tadqiq etildi. Polimer kompozit tarkibida vermikulet to'ldiruvchisi miqdorining 0–60% oralig'ida o'zgarishi sharoitida solishtirma issiqlik sig'imi (C_p) va issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsiyenti (λ) qiymatlari aniqlandi. Tajribalar IT- λ -400 uskunasi yordamida 10–150°C harorat diapazonida amalga oshirildi, o'lchash xatoligi 5% dan oshmadi. Natijalar tahlili shuni ko'rsatdiki, kompozit tarkibida to'ldiruvchi miqdori ortishi bilan issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsiyenti sezilarli darajada kamayadi, ayni paytda solishtirma issiqlik sig'imi ortadi. 145°C haroratda 55–60% to'ldiruvchi saqlagan namunalarda λ qiymati 42–44 W/(m·K) atrofida qayd etildi. Kompyuter modellashtirish asosida bir o'lchovli isitish jarayoni tahlil qilinib, polimer kompozit materiallarda issiqlik tarqalish mexanizmi baholandi. Olingan natijalar akril sopolimerli kompozit qoplamalarning termobarqarorligi va issiqlikdan himoyalovchi samaradorligini oshirish imkoniyatini ko'rsatadi hamda ularni sanoat konstruksiyalarida qo'llashning ilmiy asoslarini shakllantiradi.

Kalit so'zlar: Akril sopolimer, polimer kompozit qoplama, issiqlik sig'imi, issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsiyenti, vermikulet to'ldiruvchi, termofizik xususiyatlar, termobarqarorlik, matematik modellashtirish, issiqlik tarqalishi, VAMJ-1.

**STUDY OF THE TEMPERATURE DEPENDENCE OF THE HEAT
CAPACITY AND THERMAL CONDUCTIVITY COEFFICIENT OF VAMJ-1
BRAND POLYMER COMPOSITE COATINGS BASED ON ACRYLIC
COPOLYMERS**

Abstract. This article experimentally and theoretically investigated the thermophysical properties of VAMJ-1 heat-shielding polymer composite coatings based on acrylic copolymers. The values of specific heat capacity and thermal conductivity coefficient (λ) were determined when the amount of vermiculite filler in the polymer composite varied within the range of 0–60%. The experiments were carried out using the IT- λ -400 device in the temperature range of 10–150°C, the measurement error did not exceed 5%. Analysis of the results showed that with an increase in the amount of filler in the composite, the thermal conductivity coefficient significantly decreases, while the specific heat capacity increases. At a temperature of 145°C, the value of λ was recorded in the range of 42–44 W/(m·K) for samples containing 55–60% filler. Based on computer modeling, the one-dimensional heating process was analyzed and the mechanism of heat dissipation in polymer composite materials was evaluated. The results obtained indicate the possibility of increasing the thermal stability and heat-shielding efficiency of acrylic copolymer composite coatings and form the scientific basis for their application in industrial structures.

Keywords: Acrylic copolymer, polymer composite coating, heat capacity, thermal conductivity coefficient, vermiculite filler, thermophysical properties, thermal stability, mathematical modeling, heat dissipation, VAMJ-1.

Kirish. Zamonaviy sanoat, energetika, neft-gaz, metallurgiya va qurilish sohalarida yuqori harorat sharoitida ishlaydigan konstruksiya va inshootlarni ishonchli himoya qilish dolzarb vazifalardan biri hisoblanadi. Yuqori harorat ta'siri materiallarning mexanik mustahkamligi pasayishiga, strukturasi o'zgarishiga va xizmat muddati qisqarishiga olib keladi. Shu nuqtayi nazardan, termobarqaror va issiqlikdan himoyalovchi polimer kompozit qoplamalarni ishlab chiqish va ularning termofizik xususiyatlarini chuqur tadqiq etish muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi [1,2].

Polimer materiallarning issiqlik sig'imi (C_p) va issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsiyenti (λ) ularning ekspluatatsion xususiyatlarini belgilab beruvchi asosiy

termofizik parametrlardan hisoblanadi. Ayniqsa, kompozit tarkibiga turli mineral va strukturalovchi to'ldiruvchilarni kiritish orqali polimerlarning issiqlik o'tkazuvchanligini kamaytirish va issiqlik barqarorligini oshirish imkoniyati mavjud. Kristall va amorf tuzilishli polimerlarda haroratga bog'liq holda issiqlik sig'imi va issiqlik o'tkazuvchanlik xususiyatlari turlicha o'zgarishi kuzatiladi, bu esa ularning fazaviy va strukturali holati bilan izohlanadi [2].

So'nggi yillarda akrilstirol sopolimerlari asosidagi kompozit materiallar yuqori adgeziya, mexanik mustahkamlik va kimyoviy barqarorlik xususiyatlari tufayli keng qo'llanilmoqda. Biroq ularning issiqlikdan himoyalovchi samaradorligini oshirish maqsadida to'ldiruvchilar bilan modifikatsiya qilish va termofizik ko'rsatkichlarini haroratga bog'liq holda kompleks tahlil qilish yetarli darajada o'rganilmagan [3].

Ushbu tadqiqot ishida akril sopolimerlari asosidagi VAMJ-1 markali polimer kompozit qoplamalarning issiqlik sig'imi va issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti 10–150°C harorat diapazonida eksperimental usulda tadqiq etildi. Kompozit tarkibida vermikulet to'ldiruvchisi miqdorining o'zgarishi natijasida termofizik parametrlarning dinamikasi aniqlandi. Shuningdek, bir o'lchovli isitish jarayonining matematik modeli asosida issiqlik tarqalish mexanizmi baholandi [3,4].

Tadqiqotning maqsadi akril sopolimerli polimer kompozit qoplamalarning termofizik xususiyatlarini aniqlash, to'ldiruvchi miqdorining issiqlik o'tkazuvchanlik va issiqlik sig'imiga ta'sirini baholash hamda ularning sanoat sharoitida qo'llanish samaradorligini ilmiy jihatdan asoslashdan iborat [5].

Tadqiqot metodologiyasi. Tadqiqot obyekti sifatida akril sopolimerlari asosidagi VAMJ-1 markali issiqlikdan himoyalovchi polimer kompozit qoplamalar tanlab olindi. Kompozit tarkibiga mineral to'ldiruvchi sifatida vermikulet turli miqdorlarda (0; 10; 20; 40; 60%) kiritildi. Namunalar laboratoriya sharoitida tayyorlanib, 24–26°C haroratda 26 soat davomida qotirish rejimida saqlandi [6,7].

Eksperimental tadqiqot usullarida polimer kompozit namunalarning termofizik xususiyatlari solishtirma issiqlik sig'imi (C_p) va issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti (λ) – eksperimental usulda aniqlandi.

Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti IT- λ -400 qurilmasi yordamida GOST 23630.1-79 talablariga muvofiq o'lchandi. Tadqiqot 10–150°C harorat diapazonida amalga oshirildi. O'lchash xatoligi $\pm 5\%$ dan oshmadi [8,9].

Solishtirma issiqlik sig'imi quyidagi tenglama asosida hisoblandi:

$$C_p = \frac{Q}{m \cdot \Delta T}$$

bu yerda:

Q — berilayotgan issiqlik miqdori, J;

m — namuna massasi, kg;

ΔT — harorat o'zgarishi, K.

Issiqlik o'tkazuvchanlikni hisoblash usulida bir o'lchovli statsionar issiqlik o'tkazuvchanlik sharoitida λ qiymati Furrye qonuniga asosan aniqlandi:

$$\lambda = \frac{q \cdot \delta}{\Delta T}$$

bu yerda:

q — issiqlik oqimi zichligi, Wt/m²;

δ — namuna qalinligi, m;

ΔT — namuna yuzalarining haroratlar farqi, K.

Matematik modellashirishda polimer kompozit namunalarda issiqlik tarqalish jarayonini tahlil qilish maqsadida bir o'lovli nostatsionar issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasi qo'llanildi:

$$\rho C_p \frac{\partial T}{\partial t} = \lambda \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}$$

bu yerda:

ρ — material zichligi, kg/m³;

C_p — solishtirma issiqlik sig'imi, J/(kg·K);

T — harorat, K;

t — vaqt, s;

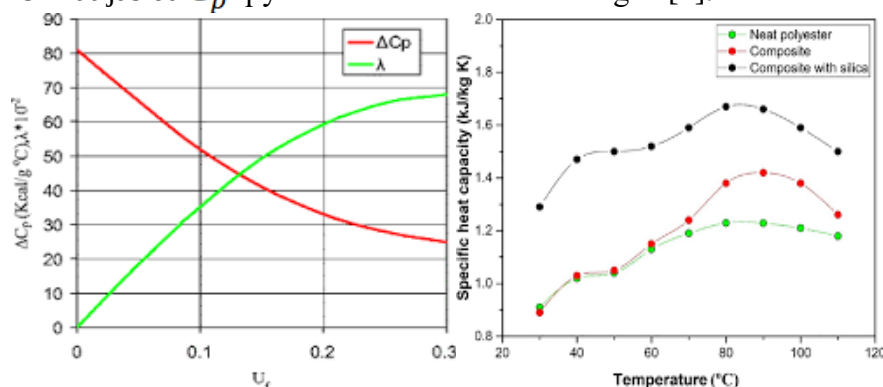
x — koordinata.

Modellashtirishda namuna yuzasi bir tomonlama isitiladi, yon tomonlardan issiqlik o'tkazilmaydi (adiabat sharoit), boshlang'ich harorat bir xil, material izotrop va gomogen deb qabul qilindi [10,11].

Tajriba rejimi va tahlilda har bir tarkib uchun issiqlik o'tkazuvchanlik va issiqlik sig'imi qiymatlari har 30 daqiqada qayd etildi. Natijalar Microsoft Excel va matematik hisoblash dasturlari yordamida qayta ishlendi. Termofizik parametrlarning harorat va to'ldiruvchi miqdoriga bog'liqlik grafiklari qurildi va korrelyatsion tahlil amalga oshirildi.

Natija va muhokama. Olingan natijalar kamida uch marta takroriy tajribalar asosida olindi. O'lchash xatoligi 5% dan oshmagan holda statistik qayta ishlash orqali o'rtacha qiymatlar aniqlandi. Natijalar normativ hujjatlar (GOST) talablariga muvofiq baholandi.

Vermikulet miqdorining issiqlik sig'imiga ta'siri eksperimental natijalarga ko'ra, akril sopolimer asosidagi VAMJ-1 polimer kompozit tarkibida vermikulet miqdori oshishi bilan solishtirma issiqlik sig'imi (C_p) sezilarli darajada ortadi. 0% to'ldiruvchidan 60% gacha oshirish natijasida C_p qiymati bir necha barobar o'sgan [7].



1-rasm. Vermikulet miqdorining issiqlik sig'imiga ta'siri

Vermikulet qatlamli mineral tuzilishga ega bo'lib, mikroporali strukturasi tufayli issiqlikni akkumulyatsiya qilish qobiliyati yuqori.

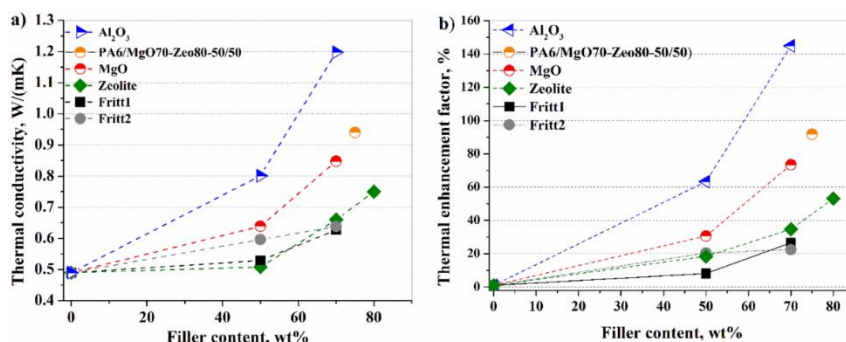
Kompozit tarkibidagi geterogen muhit issiqlik energiyasining tarqalishini sekinlashtiradi.

C_p ning ortishi kompozitning termoinersiyasini oshiradi, ya'ni material tashqi harorat ta'siriga nisbatan barqarorroq bo'ladi.

Bu holat issiqlikdan himoyalovchi qoplamalar samaradorligini oshirish nuqtayi nazaridan ijobiy omil hisoblanadi.

2. Vermikulet miqdorining issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentiga ta'siri

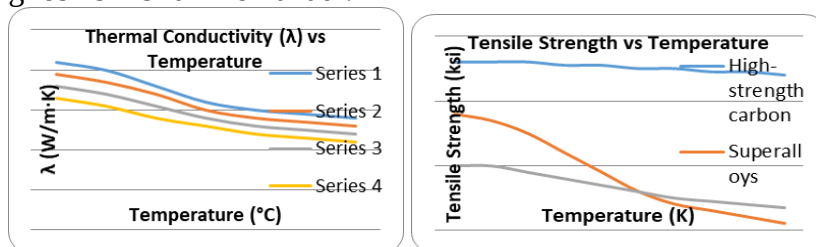
Tajriba natijalari λ qiymatining to'ldiruvchi miqdori ortishi bilan kamayishini ko'rsatdi. 0% dan 60% gacha oshirilganda issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti sezilarli darajada pasaydi.



2-rasm. Vermikulet miqdorining issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentiga ta'siri

Vermikulet past issiqlik o'tkazuvchanlikka ega mineral hisoblanadi, kompozitda "issiqlik to'siq zonalari" hosil bo'ladi hamda polimer matritsa va mineral zarrachalar o'rtasidagi interfeyslarda issiqlik oqimi tarqalishi cheklanadi. Bu holat kompozit materialning izolyatsion xususiyatini oshiradi [1,2].

Haroratga bog'liqlik tahlili (20–145°C) harorat oshishi bilan barcha namunalarda λ qiymati ma'lum darajada ortishi kuzatildi. Bu holat polimer zanjirlarining molekulyar harakatchanligi oshishi bilan izohlanadi.



3-rasm. Haroratga bog'liqlik tahlili

20–70°C oralig'ida λ ning o'sishi nisbatan past, 95°C dan yuqorida molekulyar harakat kuchayishi natijasida issiqlik o'tkazuvchanlik ortadi, biroq yuqori to'ldiruvchi miqdori saqlangan namunalarda λ o'sishi nisbatan cheklangan. Bu esa yuqori harorat sharoitida ham kompozitning termoizolyatsion xususiyati saqlanib qolishini ko'rsatadi.

Kompleks baholashga kelsak, 145°C haroratda 55–60% vermikulet saqlagan namunalarda λ qiymati 42–44 W/(m·K) atrofida qayd etildi, bu esa boshlang'ich namunalarga nisbatan sezilarli pasayishdir. Issiqlik sig'imining 30% dan ortiq oshishi va λ ning 20% gacha kamayishi kompozit qoplamalarning issiqlikdan himoyalovchi samaradorligini oshirishini tasdiqlaydi.

Umuman olganda, vermikulet miqdorining ortishi issiqlik sig'imini oshiradi va kompozitning termoinersiyasini kuchaytirish, issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti pasayishi materialning izolyatsion xususiyatini yaxshilash, harorat oshishi λ ning ortishiga olib keladi, ammo yuqori to'ldiruvchi konsentratsiyasi bu jarayonni cheklash, kabi natijalarga erishish mumkin. Bir o'lchovli isitish modeli eksperimental natijalar bilan muvofiq keldi. Shunday qilib, akril sopolimer asosidagi vermikuletli kompozit qoplamalar yuqori harorat sharoitida samarali termohimoya vositasi sifatida tavsiya etilishi mumkin.

Xulosa. Akril sopolimerlari asosidagi VAMJ-1 markali polimer kompozit qoplamalarning termofizik xususiyatlari eksperimental tadqiq etildi va vermikulet to'ldiruvchisining miqdoriy tarkibiga bog'liq ravishda issiqlik sig'imi (C_p) hamda issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti (λ) qonuniyatlari aniqlandi.

Kompozit tarkibida vermikulet miqdorining 0–60% gacha oshirilishi natijasida solishtirma issiqlik sig'imi sezilarli darajada ortdi, issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti barqaror ravishda kamaydi va materialning termoinersiya xususiyati yaxshilandi.

Harorat diapazoni 20–145°C oralig'ida tadqiq etilganda, λ qiymatining haroratga bog'liq ravishda ortishi kuzatildi, ammo yuqori to'ldiruvchi konsentratsiyasi sharoitida ushbu o'sish nisbatan cheklangani aniqlandi.

Bir o'lchovli nostatsionar issiqlik o'tkazuvchanlik modeli eksperimental natijalar

bilan muvofiqlik ko'rsatdi va polimer kompozitlarda issiqlik tarqalish mexanizmini adekvat tavsiflab berdi.

55–60% vermikulet saqlagan namunalar yuqori harorat sharoitida eng samarali termoizolyatsion ko'rsatkichlarni namoyon qildi, bu esa taklif etilayotgan kompozit qoplamalarning amaliyotda qo'llash imkoniyatini asoslaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Рўзиев Р.Т., Рахмонкулов А.А., Нуркулов Ф. Н., Джалилов А., Т. Исследование термических свойств высоконаполненных акриловых композиций // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2023. 1(103). 17-19 с.
2. Khaydarov T.Z., Rahmankulov A.A., Karimov M.U., Djalilov A.T. Research of thermal analysis of polyethylene composites based on carbon nanotubes // American Journal of Engineering, Mechanics and Architecture Volume 01, Issue 08, 2023. P 69-72
3. Rufat Ruziev, Fayzulla Nurkulov, Alikul Rakhmankulov, Abdulahat Djalilov., Investigation of the properties of a coating based on an acrylic monomer //international scientific journal science and innovation, Series A Volume 2 Issue5 May 2023. 216-219 p.
4. Р.Т. Рузиев., А.А. Рахмонкулов., Ф.Н. Нуркулов., А.Т. Джалилов., Акрил-стирол таркибли копламани иссиқликка чидамли сополимерни термик хусусиятларини тадқиқ этиш // Узбекский Научно-технический и производственный журнал. Композиционные материалы. №2/2023.48-51 с.
5. Haydarov T.Z., Rahmonqulov A.A., Karimov M.U., Djalilov A.T. "Uglerod nanomodifikatorlari bilan modifikatsiyalangan polipropilen asosidagi kompozitlarning yuqori va past haroratlarda ta'siriga barqarorligini derivatografik tahlili" // Jurnal kompozitsion materiallar., №3. 2023 g. B. 95-98.
6. Rufat Ruziev, Fayzulla Nurkulov, Alikul Rakhmankulov, Abdulahat Djalilov Investigation of physico-chemical properties of heat-protective polymer materials //international scientific journal science and innovation, Series A Volume 2 Issue 9 September 2023. 176-179 6.
7. Allahdini, A.; Jafari, R.; Momen, G. Transparent Non-Fluorinated Superhydrophobic Coating with Enhanced Anti-Icing Performance. Prog. Org. Coat. 2022, 165, 106758.
8. Shaykulov B.K., Nurkulov F.N., Jalilov A.T., Analysis of derivatographic results of acrylic copolymers, Universum magazine, issue 9(99) 2022, pp. 59-63.
9. Tarasevich B.N., "IR spectra of the main classes of organic compounds", Moscow 2012, pp.18-42
10. Shaykulov B.K., Nurkulov F.N., Jalilov A.T., Research of the acrylic-styrene-urethane copolymer, Universum magazine, issue 8(98) 2022, pp. 33-37.

GIDROTHERMAL USULDA SINTEZ QILINGAN TITAN DIOKSIDI NANOKRISTALLARINING OPTIK XOSSALARINI TADQIQ QILISH

Sh.Z.Urolov^{1,2}, B. K.Sobirova¹, Z.Sh.Shaymardanov^{1,3}
R.R.Jalolov^{1,3}, B.N.Rustamova¹

¹ Ion- plazma va lazer texnologiyalari instituti

² "TIQXMMI" Milliy Tadqiqot Universiteti

³ O'zbekiston Milliy Universiteti

shz.urolov@gmail.com

ORCID 0000-0001-7209-3267

UDK 535.332

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot ishida titan (IV) butoksid ($\text{Ti}(\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3)_4$) ni xlorid kislota va diionlashtirilgan suv muhitida gidrolizlash orqali gidrotermal usulda FTO (Fluorine-doped Tin Oxide) shisha tagliklar yuzasida titan dioksidi nanokristallarini sintez qilish jarayoni, sintez qilingan nanokristallarning kristallografik fazasi, optik xususiyatlari bayon qilingan. Tadqiqotlar ko'rsatdiki, mazkur reaksiya muhiti va sharoitida tagliklar yuzasida tekis taqsimlangan, anataz kristallografik fazada shakllangan, taqiqlangan zona energiyasi 2,97 eV, o'lchamlari 40-50 nm, deyarli sferik shaklga ega bo'lgan titan dioksidi nanokristallarini sintez qilish mumkin. Aniqlandiki, sintez qilingan nanokristallarning fotoluminessensiya spektrida zonalar yaqinidagi optik o'tishlar bilan bog'liq nurlanish polosasi kuzatilmasdan, spektrning ko'zga ko'rinuvchi sohasi (450-600nm) da titan dioksidining xususiy nuqsonlari hisoblangan kislorod vakansiyalari bilan bog'liq nurlanish polosalari dominantlik qiladi.

Kalit so'zlar: titan dioksidi, nanokristallar, absorbsiya spektri, FL spektri, kislorod vakansiyalari.

STUDY OF THE OPTICAL PROPERTIES OF TITANIUM DIOXIDE NANOCRYSTALS SYNTHESIZED BY THE HYDROTHERMAL METHOD

Abstract. This research work describes the process of hydrothermal synthesis of titanium dioxide

nanocrystals on the surface of FTO (Fluorine-doped Tin Oxide) glass substrates by hydrolysis of titanium (IV) butoxide ($\text{Ti}(\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3)_4$) in hydrochloric acid and deionized water, the crystallographic phase, and optical properties of the synthesized nanocrystals. Studies have shown that under this reaction environment and conditions, it is possible to synthesize titanium dioxide nanocrystals with an anatase crystallographic phase, a band gap energy of 2.97 eV, dimensions of 40-50 nm, and an almost spherical shape, evenly distributed on the surface of the substrates. It was found that in the photoluminescence spectrum of the synthesized nanocrystals, no emission bands associated with optical transitions near the bands are observed, and in the visible region of the spectrum (450-600 nm), emission bands associated with oxygen vacancies, which are considered intrinsic defects of titanium dioxide, dominate.

Keywords: titanium dioxide, nanocrystals, absorption spectrum, FL spectrum, oxygen vacancies.

Kirish. Titan dioksidi (TiO_2) taqiqlangan zonasi keng ekanligi (kristallografik fazaga bog'liq holda (3-3,5 eV) [1, 2], spektrning ko'zga ko'rinuvchi sohasida nur sindirish ko'rsatkichining yuqoriligi [1], dielektrik singdiruvchanligi katta ekanligi [2] va sirt faolligining yuqoriligi sabab turli zamonaviy qurilmalar uchun istiqbolli material sifatida baholanmoqda. O'zining barqaror fotokimyoviy xossalari sabab TiO_2 suvni vodorod va kislorod atomlariga parchalash orqali vodorod ajratib olishda, suvni organik birikmalardan tozalashda hamda optoelektronikada fotokatalizator sifatida ham keng qo'llanilmoqda [3]. Ma'lumki, TiO_2 anataz (trigonal), rutil (tetragonal), brukit (ortorombik) va amorf fazalarda uchrashi mumkin [4]. Har bir kristallografik fazadagi TiO_2 o'ziga xos fizik xususiyatlarni namoyon qiladi. Bugungi kunda TiO_2 ning nanoo'lchamli strukturalarini sintez qilishda, zol-gel, gidrotermal, solvotermal, gaz fazadan kimyoviy cho'ktirish, atom qatlamlab o'stirish kabi usullaridan keng foydalanilmoqda [5]. Sintez shartlari (o'stirish harorati, tagliklarning turi va reaksiya muhitiga o'zgartirish kiritish) ga turlicha kristallografik faza va morfologiyaga ega nanoo'lchamli materiallarni sintez qilish mumkin. TiO_2 ning nanostrukturalari orasida anataz kristallografik fazadagi nanostrukturalari o'zining optik va fotokatalitik xususiyatlari sabab katta qiziqish uyg'otadi. Bugungi kunda anataz fazadagi TiO_2 nanokristal strukturalarini sintez qilishda gidrotermal usuldan keng foydalanilmoqda. Boshqa sintez usullari bilan taqqoslanganda gidrotermal usul bir qator afzalliklarga ega. Birinchidan, TiO_2 mono yoki polikristal strukturalarini bevosita pastroq reaksiya harorati (150-250°C) da olish mumkin. Ikkinchidan, sintez parametrlari (harorat, pH, reaktiv konsentratsiyasi va molyar nisbati) ni o'zgartirish orqali turli morfologiya va kristallografik xususiyatlarga ega nanostrukturalarni olish mumkin. Uchinchidan, gidrotermal sintez uchun talab qilinadigan asbob-uskunalar va ishlov berish shartlari oddiyroq va reaksiya jarayonlarini boshqarish qulay hisoblanadi [6-11].

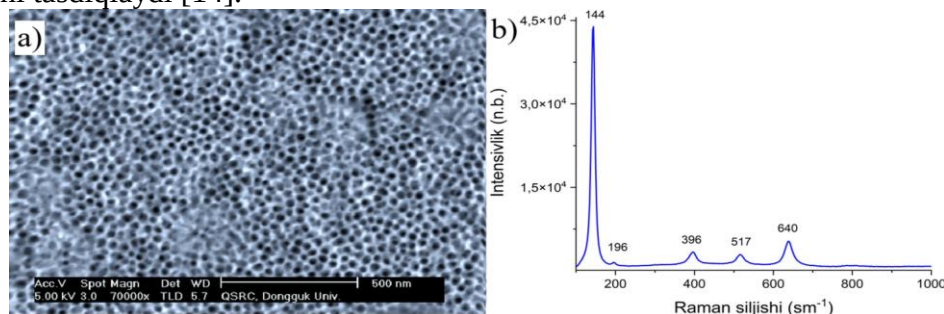
Ushbu ishda titan (IV) butoksid ($\text{Ti}(\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3)_4$) ning HCl kislota (diionlashtirilgan suvdagi 37% eritmasi) va diionlashtirilgan suvdagi eritmasida gidrotermal usulda FTO (FSnO_2) plyonkasi qoplangan shisha plastinkalarda sintez qilingan TiO_2 nanokristallarining optik xossalari tadqiq qilingan. Tadqiqotlar ko'rsatdiki, 175°C o'zgarish haroratda titan (IV) butoksidni gidrolizlash orqali o'lchami 40-50 nm bo'lgan anataz fazadagi TiO_2 nanokristallarini sintez qilish mumkin.

Tadqiqot metodologiyasi. Tadqiqotlarda gidrotermal usuldan foydalanib TiO_2 nanokristallarini sintez qilishda tagliklar sifatida ftor atomlari kiritilgan qalay oksidi (FSnO_2) plyonkasi qoplangan shisha plastinkalar (10×10×1 mm) dan foydalanildi. Dastlab, tagliklar ultratovushli vannada etil spirti, atseton va diionlashtirilgan suv yordamida navbat bilan tozalanib, azot gazida quritildi. Keyin 20 ml diionlashtirilgan suvga 20 ml HCl kislota (diionlashtirilgan suvdagi 37% eritmasi) qo'shib, magnetik mishalka yordamida 10 minut intensiv aralashtirildi. So'ngra unga 0,8 ml titan (IV) butoksid ($\text{Ti}(\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3)_4$) qo'shib, yana 10 minut intensiv aralashtirildi. Yakuniy eritma germetik avtoklavning teflon slindriga quyildi. Avvaldan tozalangan tagliklar teflondan tayyorlangan maxsus tutqichga plyonka qoplangan tomoni pastga qaragan holda o'rnatilib, avtoklav slindriga joylashtirildi. Shundan so'ng, avtoklav yopilib 175°C doimiy haroratda 12 soat davomida nanokristallar sintez qilindi. Sintezdan keyin

avtoklav xona haroratigacha sovutilib, undan nanokristallar o'sgan tagliklar olinib, ochiq havoda quritildi.

Sintez qilingan TiO_2 nanokristallarining morfologik xossalari XL-30 PHILIPS Skanlovchi Elektron Mikroskopi (SEM) yordamida o'rganildi. Raman spektroskopiya tahlillari Renishaw InVia Raman Mikroskopida Nd:YAG lazerining ikkinchi garmonikasi (532 nm) da amalga oshirildi. Nanokristallarning absorbsiya spektrlari UV/Vis 5100 spektrofotometri yordamida o'lchandi. Qayd qilingan absorbsiya spektrlari maxsus dastur (Meta Spec Pro) va Origin 2024 dasturlarida qayta ishlendi. Fotolyuminessensiya spektrlari qayd qilishda uyg'otuvchi nur manbai sifatida azot lazeri impulslari ($\lambda = 337,1$ nm, $\tau \sim 6$ ns, $P \sim 15$ kVt) foydalanildi. Fotolyuminessensiya impulslari yuqori sezgirlikka ega MDR-23 monoxromatori va impulsli elektr signallarini stroblab integrallovchi BCI-280 bokskarintegratoridan foydalanib qayd qilindi. Olingan natijalar Origin 2024 dasturlarida qayta ishlendi. Barcha o'lchovlar xona haroratida amalga oshirildi.

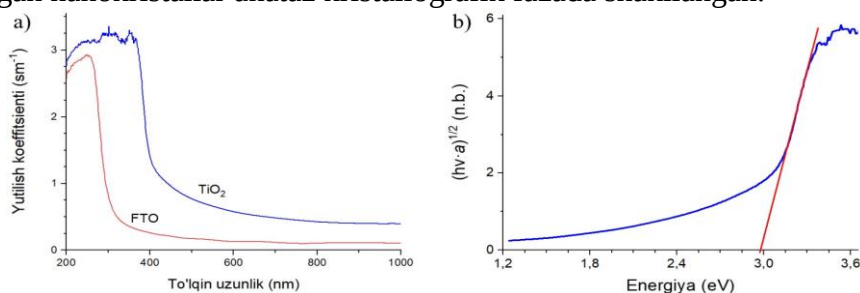
Tahlil va natijalar. Gidrotermal usulda FTO tagliklar yuzasida sintez qilingan TiO_2 nanokristallarining SEM da olingan tasviri 1a- rasmda keltirilgan. Tasvirdan ko'rinadiki, nanokristallar qariyb sferik shaklda bo'lib, ularning o'chamlari 40-50 nm atrofida. Nanokristallar taglik yuzasida tekis taqsimlangan. Raman sochilish spektrlari materiallarning mikroskopik strukturaviy xarakteristikalarini o'rganishning eng samarali usuli hisoblanadi. Shu bilan birga, bu usul yuqori darajada sezgirliги sabab molekulyar bog'lanishlar haqida ma'lumot berishi mumkin. Quyidagi 1b- rasmda sintez qilingan nanokristallarning raman sochilish spektri keltirilgan. Raman sochilish spektrida 144 cm^{-1} , 196 cm^{-1} , 396 cm^{-1} , 517 cm^{-1} va 640 cm^{-1} da E_g , B_{1g} , A_{1g} va E_g Raman- faol modalarni xarakterlovchi maksimumlar kuzatildi [12]. Adabiyotlar tahlili ko'rsatadiki, E_g , B_{1g} va A_{1g} modalar mos ravishda simmetrik kengayish tebranishiga, simmetrik egilish tebranishiga va O-Ti-O ning assimetrik egilish tebranishiga mos keladi [13]. Raman sochilish spektrida kuzatilgan faol modalar sintez qilingan TiO_2 nanokristallari anataz kristallografik fazada ekanligini tasdiqlaydi [14].



1- rasm: a) TiO_2 nanokristallarining SEM da olingan tasviri, b) nanokristallarning Raman sochilish spektri.

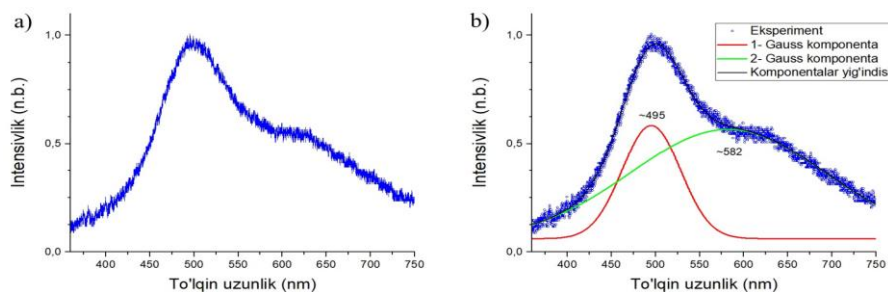
Gidrotermal usulda FTO tagliklar sirtida sintez qilingan TiO_2 nanokristallarining 200-1000 nm diapazondagi optik yutilish spektri 2a- rasmda keltirilgan. Grafikda solishtirish uchun FTO taglikning shu diapazondagi optik yutilish spektri ham keltirilgan. Grafikdan ko'rinadiki, TiO_2 nanokristallari 200-390 nm diapazonda kuchli nur yutish qobiliyatini namoyon etadi. Fundamental yutilish polosasining elektron zonalararo o'tish oralig'i 395-405 nm diapazonda kuzatildi. Yutilish polosasining 400-600 nm oralig'ida kristallografik nuqsonlar bilan bog'liq yutilish ham kuzatildi. Spektrning qizil va yaqin infraqizil sohalari (600-1000 nm) da nanokristallar shaffof ekanligini ko'rish mumkin. Nanokristallarning optik yutilish spektridan ularning taqiqlangan zona energiyasining qiymatini Tauch usulidan foydalanib aniqlash mumkin. Ma'lumki, TiO_2 nanostrukturalari noto'g'ri zonali yarimo'tkazgich material hisoblanadi [1]. Shuni e'tiborga olgan holda, Tauch usulida taqiqlangan zona energiyasini hisoblashlarda $(\alpha \cdot h\nu)^n$ hadda $n=1/2$ qiymatdan foydalanildi (2b- rasm). 2b- rasmdan ko'rinadiki, sintez qilingan TiO_2 nanokristallarining taqiqlangan zona energiyasining qiymati 2,97 eV ga mos keladi.

Nanokristallarning Raman sochilish spektri va optik yutilish spektrlari tahlili ko'rsatadiki, sintez qilingan nanokristallar anataz kristallografik fazada shakllangan.



2- rasm: a) TiO_2 nanokristallari va FTO shisha plastinkaning yutilish spektrlari va ularning Tauch usulida hisoblangan taqiqlangan zona kengligi.

Ma'lumki, notog'ri zonali yarimo'tkazgich materiallarning lyuminescent xususiyatlari yuqori bo'lmaydi. Ularning FL spektridagi nurlanish polosalarining intensivligi to'g'ri zonali yarimo'tkazgich materiallarga nisbatan keskin past bo'ladi. Quyidagi 3a- rasmda sintez qilingan TiO_2 nanokristallarining xona haroratidagi FL spektri keltirilgan.



3- rasm: a) TiO_2 nanokristallarining FL spektri, b) FL spektrining Gauss tashkil etuvchilarga ajralishi.

3a- rasmdan ko'rinadiki, TiO_2 nanokristallarining FL spektrining binafsha sohasida zonalar yaqinidagi optik o'tishlar bilan bog'liq nurlanish polosasi kuzatilmadi. FL spektrining maksimumi spektrning ko'zga ko'rinuvchi sohasida ~500 nm da kuzatildi. FL spektri nisbatan murakkab spektr bo'lganligi uchun uni Gauss tashkil etuvchilarga ajratgan holda tahlil qilish maqsadga muvofiq. 3b- rasmda FL spektrining Gauss tashkil etuvchilari keltirilgan. Grafikdan ko'rinadiki, FL spektri maksimumi ~495 nm va ~582 nm to'lqin uzunligida joylashgan ikkita Gauss tashkil etuvchidan iborat.

Adabiyotlar tahlili ko'rsatadiki, anataz kristallografik fazadagi TiO_2 nanostrukturalarining FL spektrining ko'zga ko'rinuvchi sohasida kuzatilgan nurlanish polosalari xususiy nuqtaviy nuqsonlar yoki ularning turli zaryadlangan holatlari bilan bog'liq. Xususan, kislorod vakansiyalari [15, 16] sirtiy nuqsonlar [17] ga tegishli sathlarga elektronlarning uyg'ongan holatdan o'tishi natijasida yuzaga keladi. Bizning holatda maksimumi ~485 nm to'lqin uzunligida joylashgan nurlanish polosasi (3b- rasm) sintez jarayonida nanokristallarda hosil bo'lgan kislorod vakansiyalari bilan bog'liq [18]. Maksimumi ~582 nm to'lqin uzunligida joylashgan ikkinchi nurlanish polosasi esa kislorod vakansiyalarining zaryadlangan holatlari bilan bog'liq bo'lishi mumkin.

Xulosa va takliflar. Titan (IV) butoksidni xlorid kislota va diionlashtirilgan suv muhitida gidrolizlash orqali gidrotermal usulda FTO tagliklar yuzasida tekis taqsimlangan, o'lchamlari 40-50 nm bo'lgan sferik shaklga yaqin TiO_2 nanokristallari sintez qilindi. Namunalarning Raman sochilish, absorbsiya spektrlari va ular asosida hisoblangan taqiqlangan zona energiyasi (2,97 eV) ning qiymati sintez qilingan nanokristallar yuqori darajada anataz kristallografik fazada shakllanganligini tasdiqladi. Sintez qilingan nanokristallarning lyuminescent xususiyatlari past ekanligi FL spektrida faqatgina xususiy nuqtaviy nuqsonlar (kislorod vakansiyalari) va ularning zaryadlangan holatlari bilan bog'liq nurlanish polosalari mavjudligi orqali tasdiqlandi. Albatta, ushbu tadqiqotlar qo'shimcha izlanishlarni talab etadi, xususan sintez jarayonlariga o'zgartirishlar kiritish

orqali nanokristallarning morfologiyasi va kristallografik xarakteristikalarini o'zgarishini, shuningdek, optik xususiyatlarda bu o'zgarishlarning namoyon bo'lishini o'rganish dolzarb masalalardan hisoblanadi.

Ushbu ish O'R FA Ion-plazma va lazer texnologiyalari institutida bajarilayotgan "Bo'yoqlar va nanozarrachalar bilan faollashtirilgan metalloorganik komplekslarning strukturaviy, optik va generatsion xarakteristikalarini tadqiq qilish" mavzusidagi FL-8824063381- sonli fundamental loyiha doirasida amalga oshirildi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Ch. Dette, M.A. P. Osorio, Ch.S. Kley, P. Punke, C.E. Patrick, P. Jacobson, F. Giustino, S.J. Jung and K. Kern. TiO₂ anatase with bandgap in the visible region. ACS Nano Lett. 14, 6533–6538 (2014). <https://doi.org/10.1021/nl503131s>
2. H. Saleem and A. Habib. Study of bandgap reduction of TiO₂ thin films with variation in GO contents and use of TiO₂ Graphene composite in hybrid solar cell. J. Alloys Comp. 679, 177–183 (2016). <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2016.03.240>
3. X. Jiang, A. Shi, Y. Wang, Y. Li, C. Pan. Characterization of Oxygen Vacancy Associates within Hydrogenated TiO₂: A Positron Annihilation Study. Nanoscale 2011, 3, 3573–3577. <https://doi.org/10.1021/jp307573c>
4. H. Tang, K. Prasad, R. Sanjines, P.E. Schmid and F. Levy. Cr-doped TiO₂ thin films prepared by means of a magnetron co-sputtering process: photocatalytic application. Am. J. Anal. Chem. 5, 473–482 (2014). <http://dx.doi.org/10.4236/ajac.2014.58056>
5. J. Qin, Z. Zhang, W. Shi, Y. Liu, H. Gao and Y. Mao. The optimum titanium precursor of fabricating TiO₂ compact layer for perovskite solar cells. Nanoscale Research Letters (2017) 12:640. <https://doi.org/10.1186/s11671-017-2418-9>
6. Zou Y, Li D, Sheng X, Wang L, Yang D. Fabrication of TiO₂ nanorod array/semiconductor nanocrystal hybrid structure for photovoltaic applications. Sol Energy 2012; 86:1359. <https://doi.org/10.1016/J.SOLENER.2012.01.028>
7. Xie Z, Zhang Y, Liu X, Wang W, Zhan P, Li Z, et al. Visible light photoelectrochemical properties of N- doped TiO₂ nanorod arrays from TiN. J Nanomater 2013:1. <https://doi.org/10.1155/2013/930950>
8. Shin K, Yoo J.B, Park J.H. Photoelectrochemical cell/dyesensitized solar cell tandem water splitting systems with transparent and vertically aligned quantum dot sensitized TiO₂ nanorod arrays. J Power Sources 2013;225:263. <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2012.10.036>
9. Shapovalov V, Stefanovich EV, Truong TN. Nature of the excited states of the rutile TiO₂ (110) surface with adsorbed water. Surf Sci 2002;498:L103. [https://doi.org/10.1016/S0039-6028\(01\)01595-3](https://doi.org/10.1016/S0039-6028(01)01595-3)
10. Grimes CA, Varghese OK, Ranjan S. Light, water, hydrogen: the solar generation of hydrogen by water photoelectrolysis. New York: Springer; 2008. p. 257. <https://doi.org/10.5860/choice.45-6194>
11. Cheng H, Ma J, Zhao Z, Qi L. Hydrothermal preparation of uniform nanosize rutile and anatase particles. Chem Mater 1995;7:663. <https://doi.org/10.1021/cm00052a010>
12. F. Tian, Y. Zhang, J. Zhang and C. Pan. Raman Spectroscopy: A New Approach to Measure the Percentage of Anatase TiO₂ Exposed (001) Facets. J. Phys. Chem. C, 2012, 116, 7515–7519. <https://doi.org/10.1021/jp301256h>
13. P. Yang, M. Douthwaite, J. Pan, L. Zheng, S. Hong, D. J. Morgan, M. Gao, D. Li, J. Feng and G. J. Hutchings. Coordinately unsaturated O_{2c}-Ti_{5c}-O_{2c} sites promote the reactivity of Pt/TiO₂ catalysts in the solvent-free oxidation of n-octanol. Catalysis Science and Technology. 2021, 11, 4898. <https://doi.org/10.1039/d1cy00686j>
14. W.K. Wang, J.J. Chen, X. Zhang, Y.X. Huang, W.W. Li and H.Q. Yu. Self-induced synthesis of phase junction TiO₂ with a tailored rutile to anatase ratio below phase transition temperature. Scientific Reports. 2016. 6:20491. <https://doi.org/10.1038/srep20491>
15. L.V. Saraf, S.I. Patil, S.B. Ogale, S.R. Sainker, S.T. Kshirsager. Synthesis of nanophase TiO₂ by ion beam sputtering and cold condensation technique. Int. J. Modern Phys. B 12 (1998) 2635. <https://doi.org/10.1142/S0217979298001538>
16. N. Serpone D. Lawless R. Khairutdinov. Size Effects on the Photophysical Properties of Colloidal Anatase TiO₂ Particles: Size Quantization versus Direct Transitions in This Indirect Semiconductor? J. Phys. Chem. 99 (1995) 16646. <https://doi.org/10.1021/j100045a026>
17. L. Forss, M. Schubnell. Temperature dependence of the luminescence of TiO₂ powder. Appl. Phys. B 56 (1993) 363. <https://doi.org/10.1007/BF00324533>
18. M.Ch. Mathpal, A.K. Tripathi, M.K. Singh, S.P. Gairola, S.N. Pandey, A. Agarwal. Effect of annealing temperature on Raman spectra of TiO₂ nanoparticles. Chemical Physics Letters 555 (2013) 182–186. <https://doi.org/10.1016/j.cplett.2012.10.082>

GELIOTEPLITSA-PARRANDACHILIK KOMPLEKSINING ISSIQLIK REJIMINI MO'TADILLASHTIRISH

S.U.Umarova

Qarshi davlat universiteti k.o'qituvchisi

B.E.Xayriddinov

Qarshi davlat universiteti professori

umarovasaida077@gmail.com

ORCID 0000-0002-1266-7553

UDK 662.997.631.344

Annotatsiya. Parrandachilik binolaridagi havoni mo'tadilligini ta'minlash o'z navbatida harorat, namlik va havoning harakat tezligi kabi muhim issiqlik fizikasi omillariga bog'liq bo'ladi. Parrandachilik sohasini rivojlantirishda zamonaviy ilmiy texnologiyalar asosida ishlab chiqilgan energoresurs tejamkor noan'anaviy energiya manbalaridan foydalanib mikroiklim shakllantirishga mo'ljallangan qurilmalarni ishlab chiqish dolzarb masalalardandir. O'zbekistonning janubiy mintaqalarida yassi devor suvli va tuproqosti issiqlik-akkumulyatorli geliioissiqxona-parrandachilik kompleksi ichidagi havo haroratining o'zgarishi yassi devor suvli va tuproqosti issiqlik-akkumulyator orqali uzatiladigan issiqlik ta'sirida parrandalar parvarish qilinadigan kompleksli tashqi harorati esa qish faslining sovuq kunlarida $-5 \div 10^{\circ}\text{C}$ ni tashkil etgani holda ichki havoning nisbiy namligi $60 \div 65\%$ oralig'ida o'zgarishi mo'tadil iqlim rejimidan saqlashdan iborat bo'ladi.

Tayanch iboralar: Harorat, namlik, energoresurs, issiqlik-akkumulyator, yassi devor suvli mo'tadil iqlim, geliioissiqxona-parrandachilik, mo'tadil iqlim.

MODERATION OF THE HEAT REGIME OF THE HELIOTHERMAL POULTRY COMPLEX

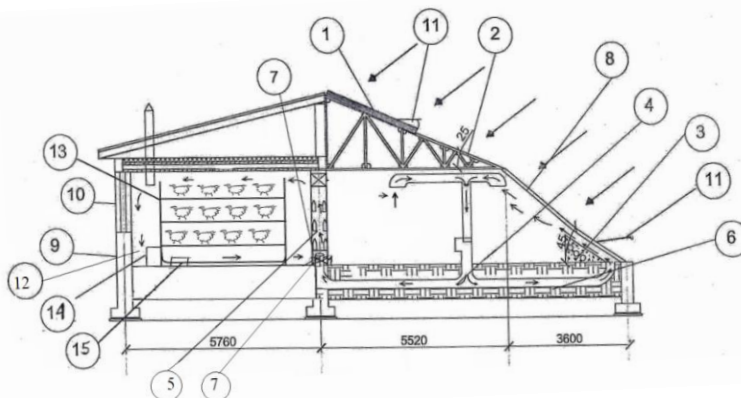
Abstract. Ensuring moderate air conditions in poultry buildings, in turn, depends on important factors of thermal physics, such as temperature, humidity, and air movement speed. In the development of the poultry industry, one of the pressing tasks is the development of devices to create a microclimate using energy-saving unconventional energy sources based on modern scientific technologies. In the southern regions of Uzbekistan, changes in the air temperature inside a solar-heated greenhouse complex with a horizontal water wall and an underground heat accumulator depend on the heat transferred through the horizontal water wall and the underground heat accumulator; at the same time, the outside temperature of the complex where the birds are kept on cold winter days ranges from -5 to 10°C , and the relative humidity of the indoor air fluctuates within $60\text{--}65\%$, ensuring the maintenance of a moderate climatic regime.

Keywords: temperature, humidity, energy resources, thermal storage, flat wall, moderately humid climate, solar greenhouse-poultry farming, temperate climate.

Kirish. Maqolada tadbirkorlarga mo'ljallangan parrandalar parvarish qilish kompleksi: Yassi devor suvli va tuproqosti issiqlik akkumulyatorli gelioteplitsa-parrandachilik binosida optimal issiqlik namlik va havoni harakatlanganligiga doir nazariy va eksperimental tadqiqotlar olib borildi. XXI asrning birinchi yillaridan insoniyatning energiyaga ehtiyoji keskin ortib, bu jarayon hamon susaygani yo'q. Chunki aholi soni ortib, ishlab chiqarish ko'lamining kengayishi bilan sarflanishi, energiya tarmoqlarining quvvatlariga bog'liq, bu esa proporsional ravishda organik zaxiralar (neft, gaz, toshko'mir) bilan belgilanadi. Hozirda yer yuzida turli maqsadlarda foydalanilgan yoqilg'i energiya resurslari qayta tiklanmaydigan uglevodorod energiya resurslariga to'g'ri kelmoqda.

O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Sh.M. Mirziyoyev tomonidan 2017-yil 26-maydagi 2017–2021, 2019–2030- yillarda qayta tiklanuvchi energiyani yanada rivojlantirish, iqtisodiyot tarmoqlari va ijtimoiy sohada energiya samaradorligini oshirish chora-tadbirlari dasturi to'g'risida qabul qilingan qarori qayta tiklanadigan energetikadan foydalanishni yanada rivojlantirishda mahalliy ishlanmalar va amaliy tadqiqotlarni takomillashtirish bo'yicha chora-tadbirlari rejasini ishlab chiqish to'g'risida fikr-mulohazalar bildirilib, bu sohasida erishilgan yutuqlar va kelajakda qayta tiklanadigan energiyalardan innovatsion texnologiyalar va vositalardan samarali foydalanib zamonaviy parrandachilik kompleks qurilmalarini ishlab chiqish va joriy etishga erishish energiya tejamkorligidagi asosiy omillardan biri ekanligi belgilab berildi[1].

Hajmiy havo isitish kollektorli parrandalar parvarish qilinadigan kompleksning issiqlik akkumulyatorlarini geometrik o'lchamlari issiqlik fizikaviy jarayonlari bilan bog'liq samaradorlik kriteriyalari mukammal tadqiq etilmagan. Shu muammalarni tadqiq etish maqsadida Muborakneftgaz MChJ (ma'suliyati cheklangan jamiyat) yordamchi xo'jaligida kombinatsiyalashtirilgan hajmiy havo isitish kollektor tuproqosti va yassi devor suvli issiqlik akkumulyatoridan parrandalar parvarish qilinadigan binoning foydali ishchi maydoni 90 m² bo'lgan kompleksda tajribalar olib borildi(1-rasm). Qurilma qish faslida (tashqi havo temperaturasi surunkali -5, -10 °C bo'lgan va havo bulutli kunlari) qo'shimcha biogaz qurilmasidan olinadigan metan gazi qozonxonada qizdirilgan suv bilan isitiladi(1- rasm).



1-rasm. Yassi devor suvli va tuproqosti issiqlik akkumulyatorli kombinatsiyalashtirilgan gelioteplitsa parrandachilik kompleksini ko'ndalang kesim sxemasi

1. Quyosh foto batareyasi; 2. Quyosh nuri o'tadigan qo'shimcha tiniq yuzasi; 3. Bioenergiya qurilmasidan keladigan qo'shimcha issiq suv bilan qizdirishga mo'ljallangan innovatsion texnologiya vositasi sifatida ishlab chiqilgan almashtirish qurilmasi; 4. Tuproq issiqlik akkumulyator; 5. Suv to'ldirilgan idishli yassi devor issiqlik akkumulyatori; 6. Tuproqosti kompozitsion materialdan tayyorlangan diametrik 0,2 m li silindrsimon quvur; 7. Havo sirkulyatsiyalanishini na'minlovchi ventilyator; 8. Quyosh nuri o'tadigan asosiy tiniq yuza; 9. Issiqlik saqlovchi (qamish qoplamali) kompozitsion materialdan tayyovlangan yassi devor; 10 va 11 - Shamollatish darchalari; 12. Gelioparrandaxonasi; 13. Gelioparrandaxonada parrandalar parvarish qilinadigan stelajlar; 14. Parrandalar chiqindisini yuvish qurilmasi.

Tadqiqotning metodologiyasi. Yassi devor suvli bak va tuproqosti issiqlik akkumulyatorli gelioteplitsa parrandachilik kompleksida issiqlik-akkumulyator sifatida foydalanish uchun esa 4 qator 2 tomonlama 16 dona jami 0,8 m³ suv to'ldirilgan idishlar terib joylashtirildi. Yassi devor quvurning balandligi 2,4 m, kengligi 0,35 m bo'lib uning issiq havo oqimiga nisbatan aerodinamik qarshiligi 0,8-1,2 Pa ga va issiq havo quvur orqali harakatlanganda esa 1 Pa ga teng bo'lganda, issiq havoning suv to'ldirilgan idishlariga issiqlik berish koeffitsiyenti $\alpha=0,55-0,8 \text{ V/m}^2\text{C}$ ga teng bo'lishi aniqlandi. Shuningdek, quyosh issiq havo kollektorining o'rtacha yuzasi $A(\text{m}^2)$ ni suv to'ldirilgan idishlar joylashgan yassi devor issiqlik akkumulyatorining hajmi $B(\text{m}^3)$ ni, hamda, parrandachilik binosining qish oylari (dekabr, yanvar, fevral) da isitish uchun qo'shimcha bioenergiya sarfini e'tiborga olib, hajmiy quyosh –havo isitish kollektoridan beriladigan issiqlik miqdori quyidagi formuladan aniqlanadi[2].

$$Q_k = A[I_k \cdot \eta_0 - K(T_{is1} - T_{is2})] = GC_p(T_{is1} - T_{is2}) \quad (1)$$

Bu yerda I_k - hajmiy quyosh-havo isitish kollektorining tiniq yuzasiga tushuvchi quyosh energiyasi oqimining zichligi, V/m^2 ; η_0 - hajmiy quyosh-havo isitish kollektorining issiq havo berish F.I.K.; K - issiq havo beruvchi hajmiy quyosh kollektorining umumiy issiqligini yo'qotish koeffitsiyenti, $\text{V/m}^2\cdot\text{K}$; T_{is1} va T_{is2} - kollektor akkumulyator devor

orqali quyosh hajmiy kollektoriga kiruvchi va undan chiquvchi havo temperaturasi, K ; G -Quyosh hajmiy havo isitish kollektoridagi issiqlik akkumulyatoriga yo'naltirilgan issiq havo oqimining massali sarfi, kg/s ; C_p -issiqlik tashuvchi havoning bosim o'zgarishidagi solishtirma issiqlik sig'imi. $J/kg K$.

Quyosh issiq havo hajmiy kollektorining bir oylik kunduzgi solishtirma issiqlik berish miqdori quyidagi munosabat asosida aniqlandi[3].

$$q_k = Q_T \cdot \eta_0 (1 - \alpha \rho + b \rho^2) \quad (2)$$

bu yerda Q_T – kunduz kunlari quyosh hajmiy kollektorining $1 m^2$ yuzasiga tushadigan o'rtacha oylik quyosh energiyasining miqdori, J/m^2 ;

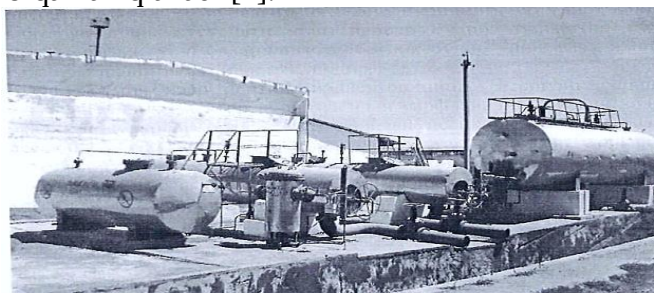
$$Q_{ot} = R Q_T \quad (3)$$

R - kattalik tiniq yuzaning nur o'tkazish koeffitsiyenti bo'lib quyidagi nisbat orqali aniqlanadi[4].

$$R = (1 - \frac{Q_c}{Q}) R_{yut} + \frac{Q_c}{Q} \cdot \frac{1 + \cos \beta}{2} + \rho \frac{1 - \cos \beta}{2} \quad (4)$$

Bu yerda Q_c -gorizontal yuzaga quyosh radiatsiyasining sochilib tushgan miqdori, $J/m^2 \cdot kun$; Q_c/Q – nisbat quyosh havo isitish kollektoriga kun davomida sochilib tushgan quyosh radiatsiyasini umumiy (yig'indi) tushadigan radiatsiya miqdoriga nisbati; R_{yut} – Quyosh hajmiy havo isitish kollektorining tiniq yuzasiga to'g'ri tushadigan quyosh radiatsiyasini miqdori; β -quyosh hajmiy havo isitish kollektorining gorizontga nisbatan qiyalik burchagi; ρ – quyosh nurining yer sirtining qaytaruvchanlik xususiyati ya'ni albedo bo'lib, tushayotgan nur miqdoriga va quyosh balandligiga bog'liq bo'lib yil fasllariga qarab o'zgaradigan fizik kattalikdir.

Quyosh hajmiy havo isitish kollektorining issiqlik berish quvvati, geliokollektor qurilmasidan sarflanadigan issiq havo oqadigan quvurlar orqali uzatiladigan issiqlik miqdoriga va issiqlik miqdorlariga birlashtirilgan quvurlar orqali uzatiladigan issiqlik miqdorlariga bog'liq bo'ladi. Bu issiqlik miqdorlari issiqlik uzatish va atrofga issiqlik berish koeffitsiyentlari orqali aniqlanadi [4].



2-rasm. Muborakneftgaz MChJ yordamchi xo'jaligida qurilgan gelioteplitsa parrandalar parvarish qilinadigan kompleksda mo'tadil iqlim rejimi yaratishga mo'ljallangan innovatsion texnologiyalar bilan jihozlangan, qo'shimcha biogaz energiya ta'minoti qurilmasi

Natijalar va muhokama. Tajribalar asosida hajmiy havo isitish kollektor-issiqlik akkumulyatorli qurilma uch variantda sinovdan o'tkazildi. Birinchi variantda hajmiy havo isitish kollektor-tuproqosti va yassi devor suvli issiqlik akkumulyator va qo'shimcha biogaz qurilmasi ishlab turganda(19-22 yanvar 2025 yil).

Ikkinchi variantda hajmiy havo isitish kollektorining yassi devor suvli bak va tuproqosti issiqlik akkumulyatori ishlatilgan, ammo qo'shimcha biogaz qurilmasi ishlatilmagan (16-29 yanvar 2021 yil).

Uchunchi variantda hajmiy havo isitish kollektorining issiqlik akkumulyatori va biogaz qurilmasi ishlatilmagan (6-11 fevral 2021)

Birinchi va ikkinchi variantlarda, tuproqosti va yassi devor suvli bak issiqlik akkumulyatorni gidrodinamik, teplofizik va energetik tizimlarning xarakteristikasi taqqoslash metodi bilan o'rganildi va tadqiqot natijalari asosida qurilmaning samaradorlik kriteriyasi quyidagicha aniqlandi.

$$F = \frac{N}{\sum Q_{to'g'}} \quad (5)$$

Bu yerda $\sum Q_{to'g'}$ - uyosh hajmiy havo isitish kollektorining ikki qavatli polietelin plyonka bilan qoplangan tiniq yuzasidan o'tadigan quyosh energiyasi, Vt ; N - quyosh hajmiy havo isitish kollektoridan issiqlik akkumulyatoriga beriladigan issiq havo energiyasi, Vt ; $Q_{to'g'}$ - quyosh hajmiy havo isitish kollektorining ichiga o'tadigan quyosh energiyasi quyidagi formula bilan hisoblanadi;

$$Q_{o't} = L'_k F'_k (t'_1 - t_h) \tau + L''_k F''_k (t''_1 - \bar{t}_h) \tau \quad (6)$$

Bu yerda L'_k, L''_k - quyosh hajmiy havo isitish kollektorini ichki havo qatlamiga va tiniq yuzasidan atrof-muhitga issiqlik berish koeffitsiyentlari, V/m^2K ; F'_k, F''_k - quyosh hajmiy havo isitish kollektorining foydali ishchi maydoni, m^2 ; $t'_1, t'_1, \bar{t}_h$ - quyosh hajmiy havo isitish kollektori ichidagi, tuproqosti va yassi devor suvli bak issiqlik akkumulyatoriga kiradigan undan chiqadigan havoning temperaturallari, ^0C ;

Qish faslida parrandalar parvarish qilinadigan kompleks havosini isitish, ya'ni mikroiqlim yaratishda foydalaniladigan quyosh hajmiy havo isitish kollektorining solishtirma energetik samaradorlik koeffitsiyenti

$$E = \frac{L'_k F'_k (t'_1 - t_h) \tau + L''_k F''_k (t''_1 - \bar{t}_h) \tau}{\xi \frac{l}{d} \cdot \frac{\rho g^2}{2}} \quad (7)$$

$$\text{Bu yerda } E = \frac{L'_k F'_k (t'_1 - t_h) \tau + L''_k (t''_1 - \bar{t}_h) \tau}{\xi \frac{l}{d} \cdot \frac{\rho g^2}{2}} \cdot \frac{F'_k}{F''_k} \quad (8)$$

tenglik o'rinli bo'ladi. (8) tenglikni analiz qiladigan bo'lsak, quyosh havo isitish kollektoridan $\frac{F'_k}{F''_k} \rightarrow 1$ bo'lsa, $L'_k > L''_k$ bo'ladi. Bu holda quyosh hajmiy havo isitish kollektorining samaradorlik kriteriyasi

$$E = \frac{L'_k (t'_1 - t_h) \tau + L''_k (t''_1 - \bar{t}_h) \tau}{\xi \frac{l}{d} \cdot \frac{\rho g^2}{2}} \quad (9)$$

formula bilan hisoblanadi. Hajmiy havo isitish kollektor tuproqosti va yassi devor suvli bak issiqlik akkumulyatorli birinchi variantda issiqlik almashinuvi[5];

$$NU_1 = 3,38 \cdot Re^{0,34}, \quad \xi = 175 Re^{-196} \quad (11)$$

Parrandalar tenglamalar bilan hisoblashlar olib borildi. Demak I va II qurilmalarni samaradorlik kriteriyasi (10), (11) formulalarga asosan quyidagicha ifodalanadi.

$$F_{01} = \frac{NU_1 \lambda}{\xi_1 \frac{e}{d} \cdot \frac{\rho g^2}{2}} = \frac{3,38 Re^{-0,34} \cdot 0,25 \cdot 10^{-2}}{100 Re^{-196} \cdot \frac{e}{d} \cdot \frac{\rho g^2}{2}} = 0,668$$

$$F_{01} = \frac{NU_{11} \lambda}{\xi_1 \frac{e}{d} \cdot \frac{\rho g^2}{2}} = \frac{3,38 Re^{-0,36} \cdot 0,25 \cdot 10^{-2}}{100 Re^{-215} \cdot \frac{e}{d} \cdot \frac{\rho g^2}{2}} = 0,261$$

Demak quyosh hajmiy havo isitish kollektoridagi issiq havo oqimining tuproqosti va yassi devor suvli bak issiqlik akkumulyator quvurlari orqali o'tadigan havo oqimi tezligini hisoblashdan olingan natijalar tajriba qiymatlariga addkvatlik asosuda mos keladi.

Parrandalar parvarish qilinadigan binoda mo'tadil iqlim yaratish borasida o'tkazilgan tajribalar shuni ko'rsatadiki, 120 ta parranda saqlanadigan bino ichida mo'tadil iqlimni ta'minlash uchun 29 kVt soat energiya yoki bir sutkada 63 kg shartli yoqilg'i talab etiladi. Mavsum davomida katta energiya-yoqilg'i sarflanishi bilan bir qatorda atrof-muhitni sofliqini asrashga salbiy ta'sir etadi. Shuningdek, parrandalar parvarish

qilinadigan kompleksning yanada kengaytirilishi zamonaviy innovatsion texnologiyalar asosida takomillashtirishi bilan sarflanadigan yoqilg'i energiya resurslari sarfini iqtisod qilish va atrof-muhit sofliqini ta'minlash uchun quyosh bioenergiyasidan foydalanib kompleksda mo'tadil iqlim yaratish bo'yicha tadqiqotlar o'tkazilib, olingan natijalarga muvofiq tavsiyalar ishlab chiqildi.

Parrandalar parvarish qilinadigan binoning yassi devor suvli bak va tuproqosti issiqlik akkumulyatorlari orqali issiq havoni sirkulyatsiyalanishini ta'minlaydigan ventilyator va biogumusni avtomatik aralashtirgich nasos, kompleksni yoritish, yoz-kuz oylari majburiy shamollatish, sug'orish va suv chiqarish, parrandalar joylari ostini yuvishda foydalaniladigan elektr energiyasi quyosh panellaridan olinadi. Tuproqosti va yassi devor suvli bak issiqlik akkumulyator ishlatilgan va issiqlik akkumulyator ishlatilmagan kunlardagi hajmiy havo isitish kollektori ichki havo temperaturasi va namlik o'zgarishini tiniq yuza orqali o'tadigan nur energiyasiga va akkumulyatsiyalanadigan issiqlik miqdoriga hamda qurilmaning atrof to'siqlari orqali sarf bo'ladigan issiqlik miqdoriga bog'liq o'zgarishi 3-rasmda keltirildi.

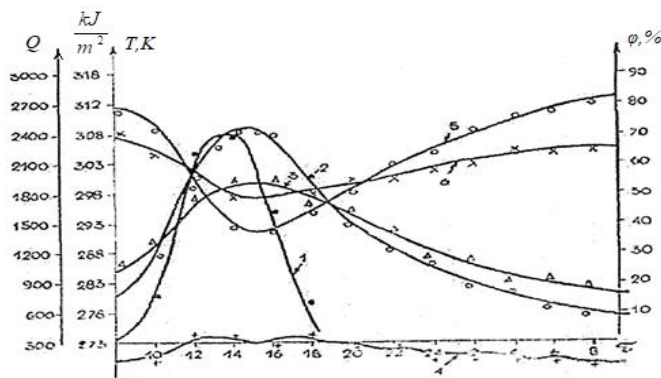
Shuningdek quyosh energiyasini yassi devor suvli bak va tuproqosti issiqlik akkumulyatorda to'planadigan issiqlik [6,7].

$$Q_{\alpha} = C \gamma \mathcal{N}_{nc} \Delta \bar{t}_1 \quad (12)$$

Eksperimental tadqiqotlar natijalariga muvofiq (13) formuladan foydalanib hisoblanib o'rtacha 2660 kJ/kun tengligi aniqlandi. Tashqi va binoni ichidagi temperaturalar farqi:

$$t_1 - t_i = \frac{1000 \cdot \varepsilon_n \cdot \Delta E_i}{C \gamma \mathcal{N}} \quad (13)$$

formula bilan hisoblanadi. Bu yerda ΔE_i - bioenergiyaning ekvivalent miqdori (kVt coat/m²). Tadqiqot analizlar 0,8 m³ qayta ishlanadigan chiqindi miqdori 12 kunda 1 t. teng bo'lib, natijasida bioenergiya hisobidan 158 m³ biogaz olindi. Quyosh panelidan olingan elektr energiyaning miqdori 36 kVt soatga teng bo'ladi, bu esa 120 ta parrandalar saqlanadigan binoning haroratini mo'tadil saqlashga yetarli bo'lib, qo'shimcha yoqilg'i-energiya resurslar sarflamasdan foydalanish mumkinligini bildiradi.



3-rasm. Tuproqosti va yassi devor suvli issiqlik akkumulyator ishlatilgan va issiqlik akkumulyator ishlatilmagan kunlardagi ichki havo temperaturasi (K) va namlik o'zgarishini tiniq yuza orqali o'tadigan nur energiyasiga va akkumulyatsiyalanadigan issiqlik miqdoriga bog'liqligi keltirilgan.

Bu yerda 1-tiniq yuza o'tadigan quyosh energiyasi $Q_{o,t}[kJ/m^2soat]$; 2-5 –issiqlik akkumulyator ishlatilmagan kunlarda hajmiy havo isitish kollektorining ichidagi havo temperaturasi (K) va namlik o'zgarishi (φ %); 3-6-issiqlik akkumulyator ishlatilgan kunlarda gelioteplitsa ichidagi havo temperaturasi(K) va namligini o'zgarishi (φ %); 4-tashqi havo temperaturasi o'zgarishi (K); (2025 yil 19-23 fevral).

Xulosa. Hajmiy havo isitish kollektor-tuproqosti va yassi devor suvli bak issiqlik akkumulyatorli, qo'shimcha biogaz bilan isitiladigan parrandalar parvarish qilinadigan kompleksning ichki havo temperaturasi va namligining mo'tadilligi rejim normalariga muvofiqligi nazariy va eksperimentlar asosida tadqiq etiladi. Shuningdek, gelioteplitsa-

parrandachilik kompleksida qish faslida mo'tadil iqlim rejimini yaratish maqsadida biogaz qozon qurilmasidan olinadigan issiq suv sirkulyatsiyalanadigan issiqlik almashtirish sistemasidan foydalaniladi va iqtisodiy ko'rsatkichlar aniqlandi.

Hajmiy havo isitish kollektor tuproqosti va yassi devor suvli bak issiqlik akkumulyatorli kombinatsiyalashtirilgan avtonom boshqariladigan zamonaviy innovatsion texnologiyalar vositali sistemadan foydalanish jarayonida yoqilg'i energiya resurslari to'liq iqtisod qilinadi va ishchi, transport xarajatlari ikki barobar kamayadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Mirziyoyev Sh.M. "2017–2021-yillarda qayta tiklanuvchi energetikani yanada rivojlantirish, iqtisodiyot tarmoqlari va ijtimoiy sohada energiya samadorligini oshirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi PF-60-son "2022-2026 yillarga mo'ljallangan yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida"gi Farmoni
2. Xayriddinov B.E., Xalimov G.G., Xolmirzayev N.S. Птицеводческая ферма с гелиобиоэнергетической отопительной системой" Вклад молодых ученых в аграрную науку «материалы международный научно-практической конференции 13-14 апреля 2016 г. Кинель 2016.с. 296-298
3. Степанова В.С. Возобновляемые источники энергии на сельскохозяйственных предприятиях. М.: Во-Агропромиздат 1989. - 112 с.
4. Писарев Ю. Система микроклимата от фирмы «Big Dach-men»// Птицеводство, 2003. № 2. - С. 29-30.
5. Михеев М.А., Михеева. Основы теплопередачи. - Москва: Энергия, 1977. - 313 с.
6. Лукьянов В.А. Энергоэкономные системы обогрева птицы / Лукьянов В.А. // Птицеводство, 1997. №6. - С.22-24.
7. Bell. D. The effect of cage chape housing and strain of chickens on various performance parameters [Bell D.]. Panly Adviser. 1988. T.21. -№9. -P. 29-44.
8. Lavan Z., Thomson I. Ekperimental study of thermally stratified not water storage tanks // solar Energy. 2009 PP: 519-524.
9. Xayriddinov B.E., Xolmirzayev N.S., Umarova S.U. Energiya resurslar fizikasi. – T.: Ilm va texnologiya, 2022. –252 bet.
10. Sodiqov J.J. Xayriddinov B.E. "Quyosh isitish va shamollatish tizimi" Patent №JDP 04710 B 2000 y.

LEARN HOW TO WORK WITH ONE-DIMENSIONAL ARRAYS, COPYING ARRAYS, SORTING, AND MULTIDIMENSIONAL ARRAYS IN DART

Samandarova Shaxnoza Mirjamilovna

Assistant , Department of Software and
Technical Support of Computer Systems,
Faculty of Digital Technologies and Artificial Intelligence,
Karshi State Technical University
samandarovashaxnozabonu@gmail.com
ORCID 0009-0008-4619-3211 004.04

Abdiraxmonova Sevinch Sharofjon qizi

Karshi State Technical University
Faculty of Digital Technologies and Artificial Intelligence
4th year student of Software Engineering
abdurahmonovasevinch717@gmail.com

Abstract. This article covers the theoretical and practical aspects of the array data structure, which is widely used in dart. It analyzes the structure of one-dimensional, multidimensional and dynamic arrays, their location in memory and mechanisms of operation. The article provides a scientific explanation of concepts such as addressing array elements, indexing, cache mechanism, locality of reference. It also shows the advantages of arrays over other data structures, their compactness and efficiency using practical examples. Methods of using arrays in programming languages, their hardware-level optimization capabilities, and the specific features of dynamic arrays in working with memory are covered.

Keywords: Array, data structure, index, memory, element, matrix, vector, dynamic array, optimization, programming.

DARTDA BIR O'LCHAMLI MASSIVLAR, MASSIVLARNI NUSXALASH, SARATLASH VA KO'P O'LCHAMLI MASSIVLAR BILAN ISHLASHNI O'RGANISH

Annotatsiya. Ushbu maqolada dart fanida keng qo'llaniladigan massiv ma'lumotlar strukturasi nazar va amaliy jihatlar ko'rib chiqiladi. Unda bir o'lchovli, ko'p o'lchovli va dinamik massivlarning strukturasi, ularning xotira joylashuvi va ishlash mexanizmlari tahlil qilinadi. Unda massiv elementlarini manzillash, indekslash, keshlash mexanizmlari va havolalar joylashuvi kabi tushunchalarning ilmiy izohi keltirilgan. Amaliy misollar massivlarning boshqa ma'lumotlar strukturalariga nisbatan afzalliklarini, jumladan, ularning ixchamligi va samaradorligini namoyish etadi. Shuningdek, unda dasturlash tillarida massivlardan foydalanish usullari, apparat optimallashtirish imkoniyatlari va xotira bilan o'zaro ta'sir qiluvchi dinamik massivlarning o'ziga xos xususiyatlari muhokama qilinadi.

Kalit so'zlar: Massiv, ma'lumotlar strukturasi, indeks, xotira, element, matritsa, vektor, dinamik massiv, optimallashtirish, dasturlash.

Introduction. In computer science, an array is a collection of elements of the same type, each identified by at least one index or key. Each element occupies the same amount of memory. The elements of an array are accessed through a sequence of indices, that is, an index tuple. In general, an array is a linear and variable collection of elements of the same data type.

Research Methodology. An array is stored in memory in such a way that the address of each element is determined by a mathematical formula using an index tuple. The simplest type of data structure is a linear or one-dimensional array. Since the mathematical concept of a matrix is expressed in the form of a two-dimensional lattice, two-dimensional arrays are often also called "matrices". In some cases, the term "vector" is used to refer to an array in computational processes, but from a mathematical point of view, vectors are more accurately equivalent to arrays. In practice, tables are also often organized on the basis of arrays, in particular in the form of lookup tables. For this reason, the term "table" is sometimes used as a synonym for the word "array". Arrays are one of the oldest and most important data structures in computer science and programming, used by almost all programs. They are the basis for creating lists, strings, and many other data structures. Arrays allow you to effectively use the addressing logic of computers. The memory of modern computers is often organized as an array of one-dimensional words, the indices of which correspond to memory addresses. In particular, vector processors are specially optimized for performing operations on arrays.

One advantage of arrays is that their element indices can be computed at runtime. This feature allows for fast processing of multiple elements using a single iterative statement. Therefore, the elements of an array must have the same size and be represented by a single data type. Valid index tuples and the memory addresses of the elements are usually determined at runtime, although this may not always be fixed. The term "array" also refers to the array data type. This type of data is available in most high-level programming languages, and consists of a collection of values or variables that are selected by one or more indices computed at runtime. Array types in programming languages are usually implemented using array structures, but in some cases they can also be organized using hash tables, linked lists, search trees, or other data structures.

A multidimensional array is a collection of data organized along multiple dimensions (axis). Such arrays are usually represented as matrices, cubes, or higher-dimensional structures. For example, a two-dimensional array is a table (matrix), and a three-dimensional array is represented as a cube.

In a multidimensional array, each element is identified by its index. For example, the memory address of an element with index i, j is found using the following formula:

$$\text{Address} = B + c \cdot i + d \cdot j$$

where:

B is the starting address of the array (the address of the first element in memory); c and d are the growth coefficients for the row and column, respectively.

In general, the address of an element for a k-dimensional array is defined as follows:

$$\text{Address} = B + c_1 \cdot i_1 + c_2 \cdot i_2 + \dots + c_k \cdot i_k$$

In this formula, $i_1, i_2, \dots, i_k$ are indices, and $c_1, c_2, \dots, c_k$ are the size coefficients.

For example, consider the following two-dimensional array:

This array has 2 rows and 3 columns and can store a total of 6 integers. It is stored in linear order in memory, that is, the elements in the first row are followed by the elements in the second row. The elements are stored in the following order:

$a_{11}, a_{12}, a_{13}, a_{21}, a_{22}, a_{23}$ $a_{\{11\}}, a_{\{12\}}, a_{\{13\}}, a_{\{21\}}, a_{\{22\}}, a_{\{23\}}$

When working with multidimensional arrays, only k multiplications and k additions are required to calculate memory addresses. In addition, if one of the coefficients is a power of 2, the multiplication operation is accelerated by bit shifting.

The coefficients $c_1, c_2, \dots, c_k$ are chosen so that each unique combination of indices corresponds to a unique element address in memory. This ensures the accuracy of the memory structure and fast access.

In an array with an element size of k bytes and a machine with a cache line size of B bytes, a minimum (nk/B) cache miss occurs during sequential access to an array of n elements. This is because the array elements are located consecutively in memory.

Results and Discussions: Example 1. One-dimensional Array in Dart

```
void main() {
  List<int> numbers = [10, 20, 30, 40, 50];
  print('Boshlang'ich massiv: $numbers');
  print('Uchinchi element: ${numbers[2]}');
  for (var n in numbers) {
    print(n);
  }
}
```

Arrays are one of the oldest and most important data structures in programming, used by almost all programs. They allow efficient memory addressing and organized data storage.

Copying Arrays **Arrays can be copied in two ways — shallow copy (address reference) and deep copy (data duplication).**

Example 2. Copying Arrays in Dart

```
void main() {
  List<List<int>> matrix = [
    [1, 2],
    [3, 4]
  ];
  List<List<int>> shallow = List.from(matrix);
  List<List<int>> deep = matrix.map((r) => List<int>.from(r)).toList();
  shallow[0][0] = 999;
  print('Asl: $matrix');
  print('Shallow: $shallow');
  print('Deep: $deep');
}
```

Sorting Arrays **Sorting helps organize data in ascending or descending order.**

Example 3. Sorting in Dart

```
void main() {
  List<int> nums = [42, 7, 19, -3, 100, 0];
```

```

nums.sort(); // o'sish tartibida
print('O'sish tartibida: $nums');
nums.sort((a, b) => b.compareTo(a)); // kamayish tartibida
print('Kamayish tartibida: $nums');
}

```

Working with Multi-Dimensional Arrays **A multidimensional array is an array of arrays (for example, matrices).**

Example 4. Two-Dimensional Array (Matrix)

```

void main() {
    List<List<int>> mat = [
        [1, 2, 3],
        [4, 5, 6],
        [7, 8, 9]
    ];
    print('mat[1][2] = ${mat[1][2]}');
    for (var row in mat) {
        print(row);
    }
}

```

Each element's memory address can be computed by a formula:

$$\text{Address} = B + c_1 \cdot i_1 + c_2 \cdot i_2 + \dots + c_k \cdot i_k$$

Where:

B — base address,

c₁, c₂, ... — size coefficients,

i₁, i₂, ... — indices.

Example 5. Address Calculation (Simulated)

```

void main() {
    int base = 1000;
    int elementSize = 4;
    int rows = 3, cols = 4;
    int c1 = elementSize * cols;
    int c2 = elementSize;
    int i = 1, j = 2;
    int address = base + c1 * i + c2 * j;
    print('mat[$i][$j] manzili = $address');
}

```

Locality of Reference **Sequential access to array elements is faster due to the cache mechanism.**

Example 7. Locality Simulation

```

import 'dart:math';
void main() {
    final n = 1000000;
    List<int> big = List.generate(n, (i) => i);
    int sum = 0;
    for (int i = 0; i < n; i++) sum += big[i];
    Random rnd = Random(123);
    int sum2 = 0;
    for (int k = 0; k < n; k++) sum2 += big[rnd.nextInt(n)];
    print('Sequential sum: $sum');
}

```

```
print('Random sum: $sum2');}
```

This value is approximately B/k times less than the number of cache passes required to access n elements at random memory locations. As a result, successive iterations over an array are in practice much faster than for many other data structures. This phenomenon is called locality of reference. However, this property does not guarantee constant time ($O(1)$) when processed using an ideal (perfect) hash or trivial hash function. The efficiency of the cache mechanism is closely related to the memory addresses, the size of the elements, and their location. Modern programming libraries, such as memcpy, provide low-level optimized operations for copying memory ranges. Such functions allow you to copy blocks of consecutive elements much faster than processing them one by one. The effectiveness of these optimizations varies depending on the size of the array elements, the processor architecture, and the level of execution of the application software. Therefore, the correct use of arrays not only increases logical but also hardware efficiency.

Arrays are memory-efficient data structures because they do not have any overhead for each element. However, some programming languages may allocate a certain amount of overhead for the array to maintain index boundaries or length. This overhead depends on the language and compiler. Elements stored in an array can take up less memory than similar data stored in separate variables. This is because multiple array elements can fit into a single memory word. Such structures are often called packed arrays.

Conclusion. Arrays are a fundamental data structure in computer science and programming that allows for organized storage and quick access to data. They allow for efficient use of memory, optimization of computational processes, and systematic storage of multidimensional data. There are static and dynamic types of arrays, which are used in the programming process according to different needs. Thus, the correct use of arrays increases the efficiency of the program and simplifies working with data.

References

1. Sanjib Sinha. Beginning Flutter with Dart . Lean Publishing. OceanofPDF.com 2020-years 254 page.
2. Rap Payne. Beginning App Development with Flutter. Dallas, TX, USA. ISBN-13 (pbk): 978-1-4842-5180-5. 2019 years. 322 page.
3. Richard Rose Foreword by Majid Hajian . ISBN: 978-1-098-11951-5. Printed in the United States of America. Published by O'Reilly Media, Inc., 1005 Gravenstein Highway North, Sebastopol, CA 95472. 2023 years . 310 page.
4. Harry Hariom Choudhary, Bjarne M Stroustrup. C++ Programming Professional.: Sixth Best Selling Edition for Beginner's & Expert's 2014.320 page.
5. Farxodovna, A. N., Mirjamilovna, S. S., & Farxodovna, M. D. (2023). YECHIMNI AVTO-TESTLOVCHI TIZIMLARDAGI ASOSIY TERMINLAR. REYTINGLASH JARAYONING MATEMATIK MODEL. O'zbekistonda Fanlararo Innovatsiyalar Va Ilmiy Tadqiqotlar Jurnali, 2(24), 151-155.
6. М.Самандарова, А.З.Каримова “Биосигналларга Лагранж Интерполяциялаш Усули Асосида Ишлов Бериш Алгоритми” Muhammad Al-Xorazmiy Nomidagi Toshkent Axborot Texnologiyalari Universiteti Qarshi Filiali Sun'iy intellekt va raqamli texnologiyalarning jamiyatdagi o'rni mavzusida respublika ilmiy-amaliy anjumani ma'ruzalar to'plami 2023 yil 4-5-may.
7. Samandarova Shaxnoza Mirjamilovna, Abdiraxmonova Sevinch Sharofjon qizi, Marqayeva Sabrina Bekmurot qizi, “Dart Dasturlash Tilida Ma'lumotlar Tuzilmalari Bilan Ishlash Ya'ni Lists, Sets, Maps, Tuples Tuzilmalari.” Ta'limda istiqbolli izlanishlar - xalqaro ilmiy-metodik jurnal № 11 (3) 2025 ISSN: 3060-527X . № 11-Son, 3-Qism, 2025-yil 32-37 betlar.
8. Samandarova Shaxnoza Mirjamilovna, Abdiraxmonova Sevinch Sharofjon qizi. “Dart Va Flutter Yordamida “Yolg'iz Keksalar Uchun Yordam Va Kuzatuv Mobil Ilovasi” Tizimini Yaratish Afzalliklari” . ILM-FAN VA INNOVATSIYA ILMIY-AMALIY KONFERENSIYASI. in-academy.uz/index.php/si. 64-67 betlar.

ANALYSIS OF THE ARCHITECTURE OF INFORMATION SYSTEMS, THE DOMAIN APPROACH, AND MODERN MODELING METHODS

Sirojev Salohiddin Negmatovich

Associate Professor of the Department of Information Systems and Technologies,
Karshi State Technical University, Karshi.

goldsaif@gmail.com

ORCID 0009-0000-5912-7194

Khaydarov Tuymurod Zoirovich

Associate Professor of the Department of Natural Sciences of Karshi State
Technical University, Karshi

tuymurodxaydarov228@gmail.com

ORCID 0000-0003-2459-9815

UDK 378.147:004(021)

Abstract. The article describes the characteristics of an information system as an architectural object, its components, and structural types. Information systems were examined in an integrated manner through business architecture, information technology architecture, data architecture, and software architecture. Based on the domain approach, the classification of information systems and their areas of application were analyzed. Additionally, methods for implementing modules, mechanisms for their integration into the system, and approaches to differentiating them by levels of technical architecture were outlined. The research results contribute to a deeper understanding of the effective design of information systems and their role in supporting management decisions.

Keywords: Information system, architecture, business architecture, data architecture, software architecture, technical architecture, domain approach, automation, information technology.

AXBOROT TIZIMLARI ARXITEKTURASI, DOMENA YONDASHUVI VA ZAMONAVIY MODELLASHTIRISH USULLARINI TAHLIL QILISH

Annotatsiya. Maqolada axborot tizimining arxitektura obyekti sifatidagi xususiyatlari, uning tarkibiy qismlari va strukturaviy turlari tasvirlangan. Axborot tizimlari biznes arxitekturasini, axborot texnologiyalari arxitekturasini, ma'lumotlar arxitekturasini va dasturiy ta'minot arxitekturasini orqali integratsiyalashgan holda o'rganildi. Domen yondashuviga asoslanib, axborot tizimlarining tasnifi va ularni qo'llash sohalari tahlil qilindi. Bundan tashqari, modullarni amalga oshirish usullari, ularni tizimga integratsiya qilish mexanizmlari va ularni texnik arxitektura darajalari bo'yicha farqlash yondashuvlari bayon qilindi. Tadqiqot natijalari axborot tizimlarining samarali dizaynini va ularning boshqaruv qarorlarini qo'llab-quvvatlashdagi rolini chuqurroq tushunishga yordam beradi.

Kalit so'zlar: Axborot tizimi, arxitektura, biznes arxitekturasini, ma'lumotlar arxitekturasini, dasturiy ta'minot arxitekturasini, texnik arxitektura, domen yondashuvi, avtomatlashtirish, axborot texnologiyalari.

Introduction. Today, the development of information technologies has accelerated to such an extent that information systems have become an integral part of management across all sectors. An information system is a complex hardware and software infrastructure that enables the collection, storage, processing, and efficient utilization of data. This article provides a comprehensive analysis of information system architecture, including its main components, types, and application areas. Additionally, it examines the interrelationships between business architecture, data architecture, software architecture, and hardware architecture, as well as classifications based on the domain approach. The relevance of the research lies in the fact that, under current conditions, making effective management decisions and optimizing organizational activities directly depend on the appropriate selection and design of information systems [1-4].

Information systems often have a complex structure, and a complete description of them is only possible when utilizing multiple perspectives. An information system is a combination of information stored in databases, along with the information technologies and technical means that ensure its processing. It is noteworthy that the concept of a database occupies a central place in this system. [5,6].

Other well-known definitions of the concept of an information system often have a more general nature. Information systems are hardware and software systems that support data-intensive applications (Data-Intensive Applications).

An information system is a complex that encompasses computing and communication devices, software, linguistic tools, and information resources, as well as system personnel who support a dynamic information model of a specific part of the real world, with the aim of satisfying the information needs of users. [1,7].

The latter definition deserves special attention, as it encompasses almost all possible viewpoints on IT. However, this does not mean that it is necessary to utilize all the listed perspectives for a particular IT application. [8].

Research methodology. In the field of IT, the term "architecture" is widely used. This term can be applied to an organization, a software and hardware complex, a software system, or a central processor.

The concept of corporate architecture is usually applied to an organization. The following types of architecture are distinguished: business architecture (Business Architecture), IT architecture (Information Technology Architecture), data architecture (Data Architecture), application architecture (Application Architecture) or software architecture (Software Architecture), and hardware architecture (Hardware Architecture).

Business architecture, or the architecture of the level of business processes, determines business strategies, management, organization, and core business processes at the enterprise level. In this case, not all business processes are carried out using IT technologies. Business architecture is reflected in IT architecture. (Fig. 1).

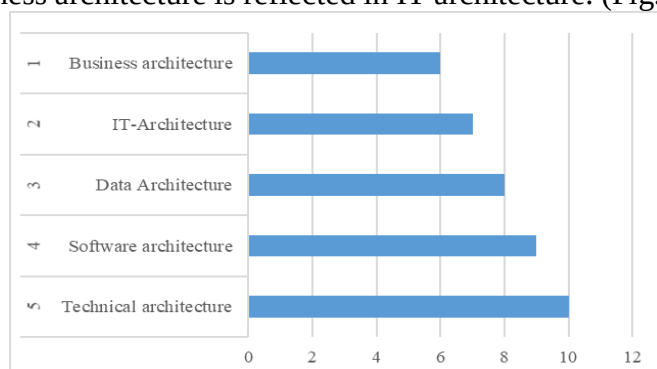


Fig. 1. Information System Architecture

IT architecture is considered in three aspects:

1. ensures the achievement of business goals through the use of software infrastructure aimed at implementing the most important business applications;
2. environment that ensures the implementation of business applications;
3. a set of software and hardware tools that make up the organization's information system, including databases and intermediate software.

The organization's data architecture includes logical and physical data warehouses and data management tools. The data architecture should be supported by the IT architecture. In modern IT systems focused on working with knowledge, a separate type of architecture is sometimes distinguished as knowledge architecture (Knowledge Architecture).

Software architecture represents a set of software applications. A software application is a computer program designed to solve end-user tasks. Program architecture is a description of an individual application operating within the IT system, which also includes its software interfaces. Application architecture is based on IT architecture and utilizes the services provided by the IT architecture.

Technical architecture describes hardware and encompasses processors, memory, hard drives, external devices, their connection elements, and network tools.

Often, it is impossible to draw a clear line between an IT architecture and a separate software architecture. In particular, if a function needs to be implemented in several programs, it can be transferred to the IT architecture level. Usually, programs are integrated using IT architecture tools. Data architecture elements are often added to programs. Due to the diversity of information systems, we will focus on their classification. In recent years, the domain approach to describing IT architectures has become increasingly popular. Domain architecture is understood as a model that describes many systems that implement similar structures, functionalities, and behaviors [5-8].

Domain architecture can be considered as a metamodel describing multiple solutions. Schemes for classifying IT architectures based on the domain approach are presented in Figures 2 and 3. At the highest level, two types of domains are distinguished: problem domains (Problem domains) (see Figure 2) and solution domains (Solution Domains) (see Figure 3).

The following main characteristics of the task domain can be highlighted: The nature of the tasks to be solved, domain type, subject area, degree of automation, scope of application.

Information systems, depending on the nature of data processing, are subdivided into:

- systems designed mainly for solving large-scale computational problems;
- information-reference (information-search) IS, which does not have complex data processing algorithms, but is aimed at searching for and presenting information in a user-friendly form;
- decision support systems;
- communication systems;

IT, designed to provide Internet access, data storage services, access to computing resources, access to data, and similar services (services).

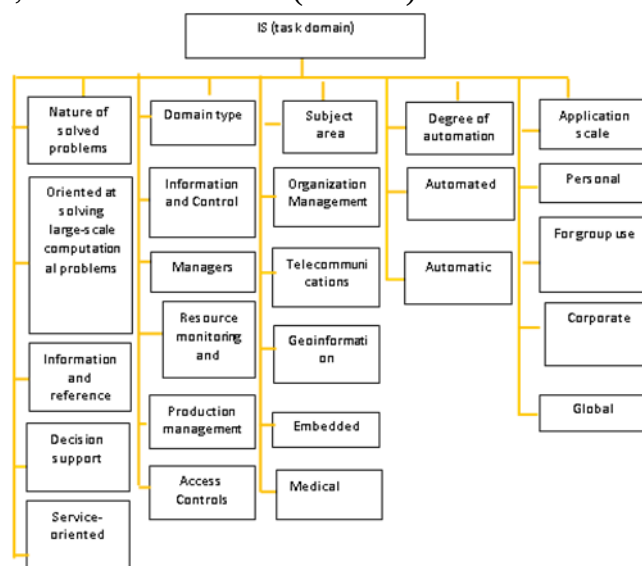


Fig. 2. Tasks-based classification of IT architectures

Based on their relevance to the main area, the following main task areas can be distinguished: Information and management systems - ABT (Management Information Systems), process control systems - JBT (Process Control Systems), resource allocation

and distribution systems - RKT (Resource Allocation and Tracking Systems), production management systems - ICHBT (Manufacturing Systems), access control systems - FNQT (Access Control Systems).

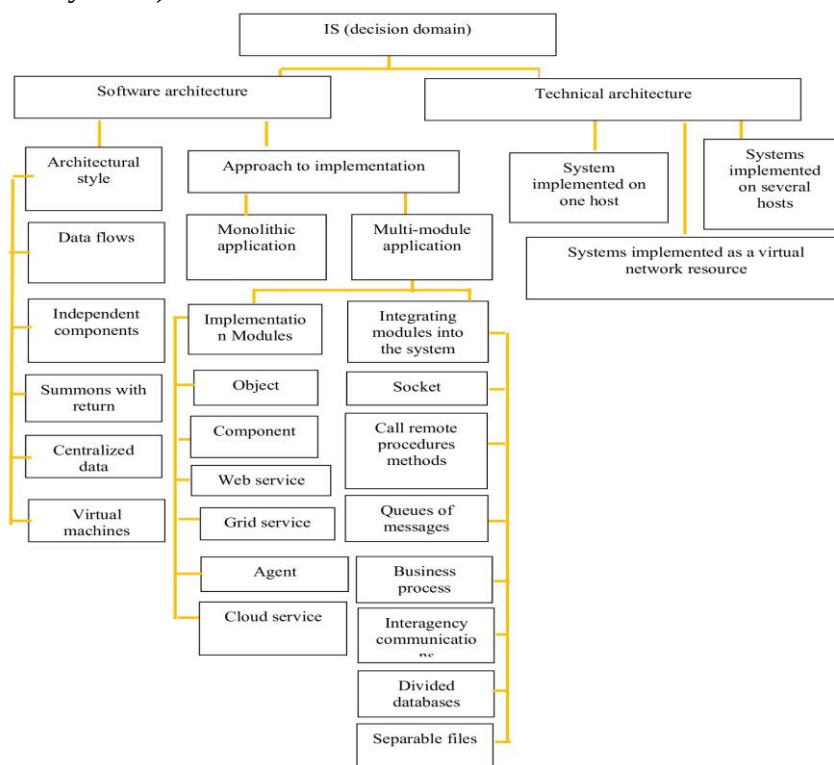


Fig. 3. Classification of IT architectures based on the area of solutions

In terms of subject area relevance, IT is typically geared towards meeting and utilizing information needs within a specific field. Currently, IT is applied in almost all sectors, making it impossible to enumerate all the areas where IT is used. As examples, the following fields can be highlighted where IT is actively employed:

1. organizational management systems - IT designed to perform organizational management functions;
2. telecommunication systems - information systems designed to perform functions related to data transmission;
3. geoinformation systems - information systems that ensure the collection, storage, processing, use, display, and dissemination of spatial data;
4. trade information systems;
5. systems installed for controlling complex objects, such as aircraft and ships;
6. medical information system - information systems intended for use in medical institutions.

According to the level of automation, automated information systems and automatic information systems are distinguished. According to the scope of application, information systems are subdivided into:

1. personal - information systems intended for use by one person;
2. group - information systems intended for joint use by a group of people, for example, employees of one department;
3. corporate - information systems covering the information processes of a separate organization;
4. global - information systems covering the information processes of many organizations.

Results and Discussions. The main features of the solution domain consist of software and hardware architectures. There are five groups of architectural styles: data flow, independent components, call with return, centralized data, and virtual machines.

There are two alternative ways to implement software architecture: a monolithic program and a multi-modular program. The main features of multi-module programs are the methods of implementing modules and the method of their integration into the system [9].

The main approaches to implementing modules are: presenting the module as an object, representing the module as a component, implementing the module as a web service, implementing the module as a grid service, implementing the module as an agent, and implementing the module as a cloud service. The primary approaches to module integration include sockets, remote procedure (method) calls, message queues, business processes, inter-agent communications, shared databases, and shared files.

According to the level of technical architecture, information systems can be divided into:

1. systems implemented on one host;
2. systems implemented on multiple hosts;
3. systems implemented in the form of virtual network resources.

Let's examine in detail the information systems allocated based on the domain approach. ICT includes IT systems that provide aggregated information and reports which can be used to support decision-making based on data obtained from various independent sources. BT includes IT systems that enable monitoring and control of system parameters. SMUR includes IT systems that allow processing of requests from other subsystems within the system. IJ includes IT systems aimed at supporting the processes of obtaining finished products from raw materials. KBT includes IT systems that provide control over access to passive objects by active subsystems. These are essentially security subsystems [10, 11].

1-jadval. Requirements for different types of IT

Feature	ABT	BT	SMUR	IJ	KBT
Functionality	High	Low	Average	Average	High
Reliability	Average	High	Low	Average	Low
Efficiency	Average	High	Average	High	Average
Ease of use	High	Average	Average	Low	Average
Ease of maintenance	Average	Average	Average	Average	Average
Portability	Average	High	Average	Average	Average

This type of IT is distinguished by the architectural solutions employed and the requirements imposed on various types of IT.

Table 1 presents the requirements for the individual characteristics of the types of IT under consideration.

In addition to the five main types of ATs mentioned above, other types of ATs can also be identified. Undoubtedly, real ATs are much more complex and represent a combination of the AT types previously listed.

Conclusion

The theoretical foundations studied above demonstrate that information systems are crucial tools for effectively organizing an organization's management activities. A well-designed architecture of an information system not only enables efficient data management but also facilitates the optimization of business processes, rational use of resources, and support for decision-making. Classifying information systems based on the domain approach helps to clearly define their area of application and properly design the system. Therefore, an in-depth study of information system architectures and their scientifically grounded development will ensure the effectiveness of future digital transformation processes.

List of References

1. Laudon, K. C., & Laudon, J. P. *Management Information Systems: Managing the Digital Firm*. 16th Edition. Pearson, 2020. pp.173-178.

2. Sommerville, I. *Software Engineering*. 10th Edition. Pearson Education Limited. 2016. pp.143-151.
3. Zachman, J. A. "A Framework for Information Systems Architecture." *IBM Systems Journal*, 26(3), 1987. 276–292 pp.
4. Pressman, R. S., & Maxim, B. R. *Software Engineering: A Practitioner's Approach*. 9th Edition. Mc Graw-Hill 2020. 80-84 pp.
5. Bass, L., Clements, P., & Kazman, R. *Software Architecture in Practice*. 4th Edition. Addison-Wesley 2022. 378-401 pp.
6. Greefhorst, D., & Proper, H. A. *Architecture Principles: The Cornerstones of Enterprise Architecture*. Springer 2011. pp.21-26
7. ISO/IEC/IEEE 42010:2011. *Systems and software engineering — Architecture description*. International Organization for Standardization.
8. Fowler, M. *Patterns of Enterprise Application Architecture*. Addison-Wesley 2012. 2-8 pp.
9. Garlan, D., & Shaw, M. "An Introduction to Software Architecture." *Advances in Software Engineering and Knowledge Engineering*, Vol. 2, World Scientific 1994. 36 pp.
10. Ross, J. W., Weill, P., & Robertson, D. *Enterprise Architecture as Strategy: Creating a Foundation for Business Execution*. Harvard Business Review Press 2019. 101-106 pp.
11. Сираджев С.Н., Муминов Б.Б., Хайдаров Т.З. Инновационные подходы и технологические возможности в управлении высшим образованием // *Universum: технические науки: электрон. научн. журн.* 2025. 9(138). Url: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/20804> (дата обращения: 29.09.2025).

DINAMIK CHEGARAVIY SHARTGA EGA CHIZIQLI GIPERBOLIK SISTEMA UCHUN TUZILGAN AYIRMALI SXEMA YORDAMIDA SONLI HISOBLASHLAR

Ovlaeva Mohinur Kholmirza kizi

National University of Uzbekistan named after

Mirzo Ulugbek, PhD student,

mohinur1009@gmail.com

ORCID 0009-0005-5819-0497,

UDK 519.633

Annotatsiya. Mazkur maqola dinamik chegaraviy shartlarga ega bo'lgan giperbolik sistemalarga bag'ishlangan. Ushbu sistemalarning sonli yechimini topish uchun ayirmali sxema taklif etiladi va sonli yechimning eksponensial turg'unligi tadqiq qilinadi. Ayirmali sxemaning turg'unligi ishda keltirilgan Lyapunov funksiyasi yordamida tahlil qilinadi, shuningdek, Lyapunov turg'unlik shartlariga asoslangan nazariya orqali eksponensial turg'unlikning yetarli shartlari aniqlanadi. Misol orqali ayirmali sxema yordamida sonli yechim hisoblanadi va bu yechim aniq yechim bilan taqqoslanadi, natijada sonli yechimning aniqligi va turg'unligi tasdiqlanadi. Bundan tashqari, hisoblash eksperimentlari Python dasturlash tili yordamida yaratilgan D-GipTS dasturi orqali amalga oshiriladi, bu esa hisoblash jarayonlarini sezilarli darajada osonlashtiradi va tezlashtiradi hamda turli parametrlar ostida sonli yechimlarni samarali tahlil qilish imkonini beradi. Shu bilan maqola nafaqat nazariy, balki amaliy jihatlarni ham o'z ichiga oladi.

Kalit so'zlar: Lyapunov funksiyasi, Riman koordinatalari, chiziqli giperbolik sistema, dinamik chegaraviy shartlar, boshlang'ich shart.

NUMERICAL CALCULATIONS USING A DIFFERENCE SCHEME FOR A LINEAR HYPERBOLIC SYSTEM WITH DYNAMIC BOUNDARY CONDITIONS

Abstract. This paper is devoted to hyperbolic systems with dynamic boundary conditions. To obtain a numerical solution of these systems, a finite difference scheme is proposed, and the exponential stability of the numerical solution is investigated. The stability of the difference scheme is analyzed using a Lyapunov function constructed in the paper. Moreover, sufficient conditions for exponential stability are derived based on Lyapunov stability theory.

As an illustrative example, the numerical solution is computed using the proposed difference scheme and compared with the exact solution, confirming the accuracy and stability of the numerical results. In addition, computational experiments are carried out using the D-GipTS software developed in the Python programming language, which significantly simplifies and accelerates the computational process and enables efficient analysis of numerical solutions under various parameter settings. Thus, the paper addresses both theoretical and practical aspects of the problem.

Keywords: Lyapunov function, Riemann coordinates, linear hyperbolic system, dynamic boundary conditions, initial condition.

Kirish. [1]-ishda chegaralangan oraliqda aniqlangan bir o'ldhamli nochiziqli giperbolik sistemalarning eksponensial turg'unligi uchun yetarli shart keltirilgan bo'lib, u chegaraviy shartlar parametrlariga bog'liqdir. Tadqiqot Lyapunov funksiyasini qurishga asoslangan hamda olingan turg'unlik sharti boshqa mualliflar natijalari bilan solishtirilgan. [2]-ishda no-gomogen hadlar bilan buzilgan saqlanish qonunlari sistemalarining turg'unligi masalasi o'rganilgan. Bunda no-gomogen hadlarning normasi kichik deb faraz qilinadi. Riman koordinatalaridan foydalangan holda chegaraviy shartlar orqali ifodalangan yetarli turg'unlik mezoni olinadi va ushbu natija ochiq kanalda suv sathi hamda oqim tezligini boshqarish masalasiga tatbiq etiladi. Kanal ichidagi oqim ishqalanish va tashqi suv kirimi yoki chiqimini hisobga oluvchi kichik no-gomogen hadlar bilan buzilgan Sen-Venan tenglamalari orqali tavsiflanadi.

[3]-ishda dinamik chegaraviy shartlarga ega giperbolik sistemalar uchun chegaraviy boshqaruv masalasi ko'rib chiqilgan bo'lib, Lyapunov usuli yordamida cheksiz o'ldhamli sistemalarning eksponensial turg'unligi uchun yetarli shartlar keltirib chiqarilgan. [4]-ishda haroratni boshqarish masalasi tadqiq etilib, avval tajriba jarayoni tavsifi va sxemasi beriladi, so'ngra ular xususiy hosilali tenglamalar asosida modellashtiriladi. Olingan natijalar ishlab chiqilgan kuzatuvchi va regulyatorning samaradorligini tasdiqlaydi. [5]-ishda dinamik chegaraviy shartlarga ega giperbolik sistemalar ko'rib chiqilib, Lyapunov nazariyasi asosida ularning eksponensial turg'unligi uchun yetarli shartlar aniqlangan.

[6]–[12]-ishlar giperbolik sistemalar uchun aralash masalalarning sonli yechimlari eksponensial turg'unligini qurish va tadqiq etishga bag'ishlangan. Ushbu ishlarda simmetrik t-giperbolik sistemalar uchun qo'yilgan dissipativ chegaraviy masalalarning hisoblash modellarini qurish va ularning mosligini tekshirishga doir tizimli yondashuv taklif etilgan. Bir va ikki o'ldhamli, o'zgaruvchan koeffitsiyentli hamda past tartibli hadlarga ega giperbolik sistemalar uchun ayirmali sxemalar tuzilgan. Sonli yechimlarning turg'unligini tekshirish maqsadida Lyapunov funksiyasining diskret analoglari qurilgan va ular uchun aprior baholar olingan. Ushbu baholar sonli yechimning eksponensial turg'unligini asoslash imkonini beradi hamda Sobolev fazolarida ayirmali sxemalarning turg'unligi va yaqinlashuvini isbotlashga xizmat qiladi. Ta'kidlash joizki, [1]–[3]-ishlarda uzluksiz (differensial) masalalar qaralgan, [6]–[12]-ishlarda esa dinamik chegaraviy shartlar hisobga olinmagan. Ushbu maqolada mazkur tadqiqotlar natijalari dinamik chegaraviy shartlarga ega diskret masala holiga umumshtiriladi.

Tadqiqot metodologiyasi:

Riman koordinatalarida quyidagi chiziqli giperbolik tenglamalar sistemasini ko'rib chiqamiz:

$$\frac{\partial V(x,t)}{\partial t} + \Lambda \frac{\partial V(x,t)}{\partial x} = 0 \quad \forall x \in [0,1], \quad 0 \leq t \quad (1)$$

bu yerda Λ diagonal va teskari $n \times n$ o'ldhovli matritsasi shunday

$\Lambda = \text{diag}(\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n)$ bu yerda

$$\lambda_1 < \lambda_2 < \dots < \lambda_{m-1} < \lambda_m < 0 < \lambda_{m+1} < \lambda_{m+2} < \dots < \lambda_n. \quad (2)$$

Noma'lum vektor funksiyani V shaklda ifodalaymiz

$$V(x,t) = \begin{bmatrix} V^I(x,t) \\ V^{II}(x,t) \end{bmatrix}, V^I = (v_1, v_2, \dots, v_m)^T, V^{II} = (v_{m+1}, v_{m+2}, \dots, v_n)^T$$

Keling, quyidagicha belgilash kiritamiz

$$|\Lambda| = \text{diag}(|\lambda_1|, |\lambda_2|, \dots, |\lambda_n|) \quad (3)$$

Chiziqli giperbolik sistemalarning turg'unligi muammosi, xususan, [1], [2], [3] da quyidagicha aniqlangan statik chegaraviy shartlaridan foydalangan holda ko'rib chiqilgan:

$$\begin{bmatrix} V^I(1,t) \\ V^{II}(0,t) \end{bmatrix} = S \begin{bmatrix} V^I(0,t) \\ V^{II}(1,t) \end{bmatrix} \quad (4)$$

$n \times n$ o'ldhovli berilgan S matritsa uchun.

Dinamik chegaraviy shartlarga ega bo'lgan giperbolik sistemalar adabiyotlarda kam o'rganilgan. Shunga qaramay, bunday sistemalarni muvaffaqiyatli turg'unlashtirish uchun [4] kabi chekli o'lchovli yaqinlashuvlardan foydalanish usullari mavjud. Chegaraviy shartlar uchun quyidagi dinamik chegaraviy shartni ko'rib chiqamiz:

$$\frac{dV}{dt} \begin{bmatrix} V^I(1, t) \\ V^{II}(0, t) \end{bmatrix} = A \begin{bmatrix} V^I(1, t) \\ V^{II}(0, t) \end{bmatrix} + B \begin{bmatrix} V^I(1, t) \\ V^{II}(0, t) \end{bmatrix} \quad (5)$$

Boshlang'ich va chegaraviy shartlarning mos kelish shartlarini

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} V^{0,I}(1) \\ V^{0,II}(0) \end{bmatrix} = A \begin{bmatrix} V^{0,I}(1) \\ V^{0,II}(0) \end{bmatrix} + B \begin{bmatrix} V^{0,I}(0) \\ V^{0,II}(1) \end{bmatrix},$$

(funksiyaning o'zi ham, uning birinchi tartibli hosilasi ham) qanoatlantiradigan uzluksiz differensiallanuvchi funksiya berilsin, u holda boshlang'ich shartni quyidagicha aniqlash mumkin:

Boshlang'ich va chegaraviy shartlarning mos kelish shartlarini

$$V(x, 0) = V^0(x), \quad \forall x \in [0, 1],$$

$$V^0(x) = \left(v_1^0(x), v_2^0(x), \dots, v_n^0(x) \right)^T. \quad (6)$$

[5]-ishda (1), (5) va (6) bilan ifodalangan masalalarning turg'unligi Lyapunov funksiyalari asosida chuqur tahlil qilingan. Ushbu tadqiqotda mazkur masalalar uchun eksponensial turg'unlikni kafolatlovchi yetarli shartlar aniq formulatsiya qilingan.

Oqimga qarshi oshkormas ayirmali sxemani qurish

(1), (5), va (6) aralash masalaga ayirmali sxema quramiz.

$G = \{(t, x) : 0 \leq t \leq T, 0 \leq x \leq 1\}$ -sohada biz t yo'nalishda Δt -qadam va x yo'nalishda Δx qadamlar bilan ayirmali sxema quramiz. Ayirmali sxemaning tugun nuqtalari ($t = t^k \triangleq \kappa \Delta t$ va $x = x_j \triangleq j \Delta x$ to'g'ri chiziqlarning kesishishini anglatadi) (x_j, t^k) bilan belgilanadi. Sxemaning tugun nuqtalari to'plami G_h bilan belgilanadi, bu yerda

$$G_h \equiv \{(x_j, t^k) : k = 0, \dots, N; j = 0, \dots, J\},$$

va tugun nuqtalarida sonli yechimning qiymatlari V_j^k bilan belgilanadi

$$V_j^k = V(x_j, t^k), k = 0, \dots, N; j = 0, \dots, J$$

Ayirmali sxemaning Δt , Δx qadamlarini shunday tanlaymizki, $N \Delta t = T$ va $J \Delta x = L$ tengliklar bajarilsin.

(1), (5), va (6) aralash masalaning sonli yechimini G_h to'ring tugun nuqtalarida qurish uchun quyidagi ayirmali sxemani taklif qilamiz:

$$(v_i)_j^{k+1} = (v_i)_j^k - \lambda_i \frac{\Delta t}{\Delta x} [(v_i)_j^{k+1} - (v_i)_{j-1}^{k+1}], \quad j = \overline{1, J}; k = \overline{0, N-1}; i = \overline{1, n}; \quad (7)$$

yoki vektor shaklida berilishi

$$V_j^{k+1} = V_j^k - \Lambda \frac{\Delta t}{\Delta x} [V_j^{k+1} - V_{j-1}^{k+1}], \quad j = \overline{1, J}; k = \overline{0, N-1}. \quad (8)$$

(5) boshlang'ich sharti quyidagicha approksimatsiya qilinadi:

$$(v_i)_j^0 = v_i^0(x_j), j = \overline{0, J}; i = \overline{1, n}; \quad (9)$$

yoki vektor shaklida quyidagicha yoziladi:

$$V_j^0 = V^0(x_j), j = \overline{0, J}. \quad (10)$$

Chegaraviy shartlar quyidagi tarzda approksimatsiya qilinadi:

$$\frac{V_0^{k+1} - V_0^k}{\Delta t} = AV_0^{k+1} + BV_f^{k+1}, k = \overline{1, N-1}. \quad (11)$$

Endi (8), (10) va (11) ayirmali masalalar uchun sonli yechimning eksponensial turg'unligi masalasini ko'rib chiqamiz. Avvalo, ayirmali masala uchun sonli yechimning eksponensial turg'unligi tushunchasiga ta'rif beramiz.

Ta'rif 1. (8), (10) ayirmali sxemalarning (11) chegaraviy shartlarni qanoatlantiruvchi yechimi **eksponensial turg'un** deb ataladi, agar shunday musbat doimiylar $\varsigma > 0$ va $c_{1,2} > 0$ mavjud bo'lsinki, ixtiyoriy boshlang'ich shart $V^0(x_j)$ uchun

$$(V^0(0), V^0(0)) + \Delta x \sum_{j=1}^J (V^0(x_j), V^0(x_j)) \leq c_1, \quad (12)$$

shart bajarilganda, (8), (10), (11) boshlang'ich–chegaraviy ayirmali masalaning yechimi quyidagi tengsizlikni qanoatlantirsin:

$$(V_0^k, V_0^k) + \Delta x \sum_{j=1}^J (V_j^k, V_j^k) \leq c_2 (1 - \Delta t \varsigma)^k \left\{ (V^0(0), V^0(0)) + \Delta x \sum_{j=1}^J (V^0(x_j), V^0(x_j)) \right\}, k = \overline{1, N} \quad (13)$$

Endi (8), (10), (11) boshlang'ich–chegaraviy ayirmali masalaning eksponensial turg'unligini tahlil qilish masalasini ko'rib chiqamiz. Ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi diskret Lyapunov funksiyasini qurish orqali (8), (10), (11) ayirmali masalaning eksponensial turg'unligi uchun yetarli shartlarni formulalashdan iborat. Mazkur boshlang'ich–chegaraviy ayirmali masala uchun olingan asosiy natijalar quyidagi teorema ko'rinishida keltiriladi.

Teorema. (8), (10), (11) boshlang'ich–chegaraviy ayirmali masalani qaraymiz. Faraz qilaylik, o'lchami $n \times n$ bo'lgan shunday diagonal, musbat aniqlangan P matritsa mavjud bo'lsinki, quyidagi chiziqli matritsali tengsizlik bajarilsin:

$$\begin{bmatrix} A^T P + P A + P \Lambda & P B \\ B^T P & -P \Lambda \end{bmatrix} < 0. \quad (14)$$

U holda shunday musbat doimiylar $\varsigma > 0$ va $c_{1,2} > 0$ mavjud bo'ladiki, (12)

shartni qanoatlantiruvchi ixtiyoriy boshlang'ich shart $V^0(x_j)$ uchun (8), (10), (11)

boshlang'ich–chegaraviy ayirmali masalaning yechimi (13) tengsizlikni qanoatlantiradi, ya'ni (11) chegaraviy shartlarni qanoatlantiruvchi (8), (10) ayirmali sxema yechimi eksponensial turg'unidir.

Teoremaning isboti [13]-ishda keltirilgan.

Natijalar va muhokama

Misolning berilishi:

Misol sifatida quyidagi giperbolik tenglamani qaraymiz va u uchun aralash masalani qo'yamiz:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + 4 \frac{\partial u}{\partial x} = 0 \quad x \in [0, 1], \quad 0 \leq t \leq T$$

(15)

Boshlang'ich shart berilgan bo'lsin:

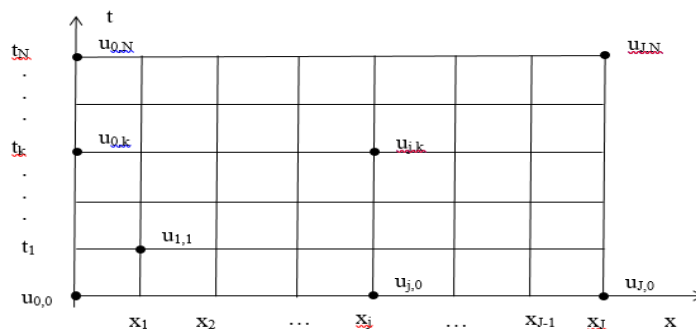
$$u(x, 0) = e^x \quad x \in [0, 1]. \quad (16)$$

Chegaraviy shart berilgan bo'lsin:

$$\frac{\partial u(0,t)}{\partial t} = -3u(0,t) - e^{-1}u(1,t) \quad 0 \leq t \leq T. \quad (17)$$

Ushbu shartlarni qanoatlantiruvchi aniq yechim mavjud bo'lib, biz sonli yechimimizni aynan shu yechim bilan taqqoslaymiz: $U(x,t) = e^{x-4t}$

Bizga berilgan (1), (4) va (5) aralash masalani yechish uchun (8), (10) va (11) ayirmali sxemalardan foydalanamiz. (8), (10) va (11) ayirmali sxemalarni qurish jarayonida quyidagi **to'r sxemasida** tugun nuqtalarning qiymatlarini aniqlash talab etiladi.



1-rasm. $u_{j,k}$ ($j = \overline{0, J}, k = \overline{0, N}$) tugunlardan tashkil topgan to'r sxemasi.

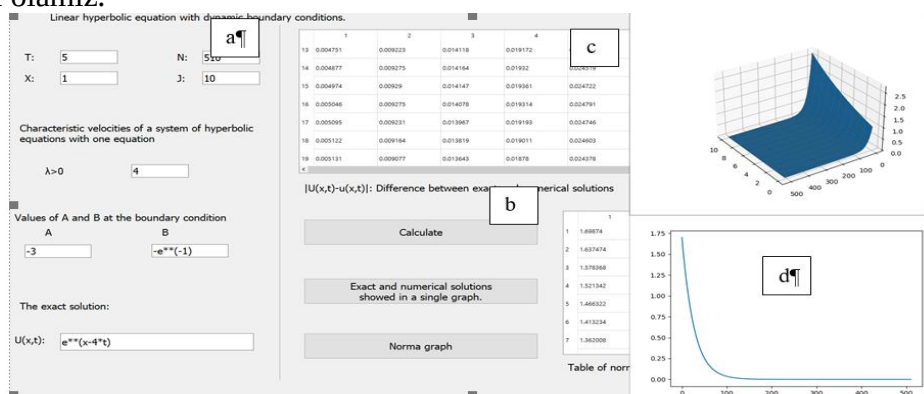
Bu yerda $k = 0$ bosqichda u_j^0 tugun qiymatlari boshlang'ich shartning (10) ifodasini (4) formulaga muvofiq approksimatsiya orqali aniqlanadi. (8) va (11) formulalardan foydalanib, $k = 0$ hol uchun u_j^1 tugun qiymatlarini ham topish mumkin. Bunda (8) va (11) ayirmali sxemalarni yoyish natijasida hosil bo'ladigan chiziqli algebraik tenglamalar sistemasini yechish orqali u_j^1 qiymatlari aniqlanadi.

$$u_j^1 = u_j^0 - \frac{\Delta t}{\Delta x} \Lambda[u_j^1 - u_{j-1}^1], \quad j = \overline{1, J};$$

$$\frac{u_0^1 - u_0^0}{\Delta t} = Au_0^1 + Bu_j^1. \quad (18)$$

$k = 1, 2, \dots, N-1$ uchun (18) ga o'xshash tenglamalar sistemasini tuziladi va hosil bo'lgan chiziqli algebraik tenglamalar sistemasini yechish orqali u_j^{k+1} tugun qiymatlari aniqlanadi. Hosil qilingan oshkormas ayirmali sxema (15)–(17) aralash masalaga tatbiq etilib, yuqorida keltirilgan algoritm asosida barcha tugunlardagi yechim qiymatlari topiladi.

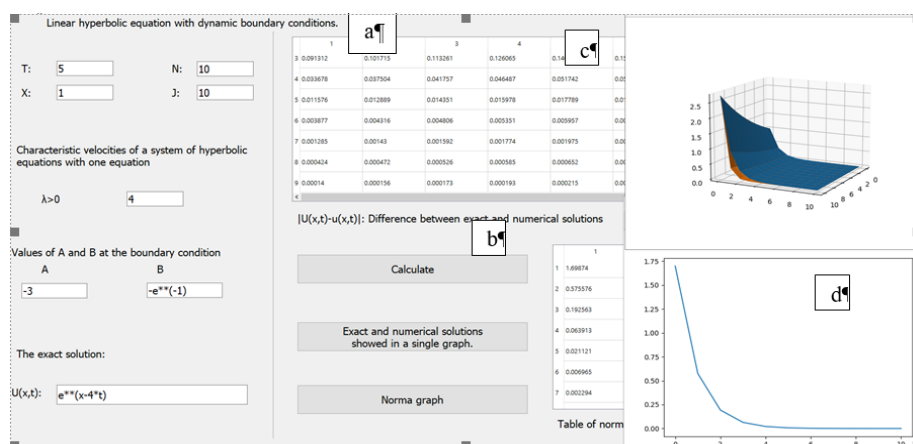
Har bir $k = \overline{1, N-1}$ lar uchun ham shu hisoblashlarni amalga oshirib 1-rasmdagi barcha tugun nuqtalar uchun taqribiy yechimlarni olamiz. Hosil qilingan algoritmdan foydalanib Python dasturlash tilida DGipTS dasturini tuzamiz va hisoblash natijalari olamiz.



2-rasm. DgipTS dasturini ishlash interfeysi. a) Aniq yechim va taqribiy yechim orasidagi farq; b) olingan taqribiy yechimni L^2 -norma qiymatlari; c) aniq yechim(ko'k rangda) va taqaribiy yechim(sariq rangda) grafgi; d) taqribiy yechimning L^2 -norma grafgi

2-rasmdan biz aniq yechim va hisoblagan taqribiy yechim ustma-ust tushganini ko'rishimiz mumkin. Bu berilgan misol uchun eksponensial turg'unligi isbotlangan

ayirmali sxemamizdan olingan yechimlar aniq yechim sifatida ishlatilishi mukinligini bildiradi.



3-rasm. DgipTS dasturini $N = 10, J = 10$ dagi yechimi. a) Aniq yechim va taqribiy yechim orasidagi farq; b) olingan taqribiy yechimni L^2 -norma qiymatlari; c) aniq yechim(ko'k rangda) va taqarbiy yechim(sariq rangda) grafqi; d) taqribiy yechimning L^2 -norma grafqi

3-rasmda biz olgan taqribiy yechim N qadamning kamligi hisobidan aniq yechimdan farqlanishi ko'ra olamiz.

Xulosa va takliflar:

Ushbu ishda dinamik chegaraviy shartlarga ega chiziqli giperbolik sistema ko'rib chiqildi. Bu sistemalar uchun sonli yechimni topish maqsadida ayirmali sxema qurildi va so'ngra sonli yechimning eksponensial turg'unligi tadqiq qilindi. Ayirmali sxemaning turg'unligini Lyapunov funksiyasi yordamida tahlil qilish amalga oshirildi. Shuningdek, tadqiqotda nazariy natijalarni tasdiqlash uchun misol ishlanib, sonli yechim aniq yechim bilan taqqoslandi. Olingan natijalar ayirmali sxemaning samarali ishlashini va sonli yechimning eksponensial turg'unligini tasdiqladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. J.-M. Coron, G. Bastin, and B. d'Andréa Novel, "Dissipative boundary conditions for one-dimensional nonlinear hyperbolic systems," SIAM J. Control Optim, Vol 47, No 3, pp.1460-1498, 2008.
2. C. Prieur, J. Winkin, and G. Bastin, "Robust boundary control of systems of conservation laws," Mathematics of Control, Signals, and Systems, vol. 20, no. 2, pp. 173–197, 2008.
3. G. Bastin, J.-M. Coron, and B. d'Andréa Novel, "On Lyapunov stability of linearized Saint-Venant equations for a sloping channel," Networks and Heterogeneous Media. Vol. 4(2), pp. 177–187, 2009.
4. F. Castillo, E. Witrant, and L. Dugard, "Contrôle de température dans un flux de Poiseuille," IEEE Conférence Internationale Francophone d'Automatique, Grenoble, 4-6 Juillet, 2012.
5. Felipe Castillo, Emmanuel Witrant, Christophe Prieur and Luc Dugard. Dynamic Boundary Stabilization of Hyperbolic Systems. 51th IEEE Conference on Decision and Control (CDC 2012), Maui, Hawaii : United States (2012).
6. Alov R., Berdyshev A., Bliyeva D., Dadabayev S., Baishemirov Z. Stability Analysis of an Upwind Difference Splitting Scheme for Two-Dimensional Saint–Venant Equations. Symmetry, 2022-09, journal-article DOI: 10.3390/sym14101986. Source: Multidisciplinary Digital Publishing Institute.
7. Alov R.D., Dadabaev S.U. Stability of the upwind difference splitting scheme for symmetric t-hyperbolic systems with constant coefficients. Results in Applied Mathematics. 2022 | journal-article. DOI: 10.1016/j.rinam.2022.100298. EID: 2-s2.0-85131461551. Part of ISSN: 25900374. Source: Rakhmatillo Alov via Scopus – Elsevier.
8. Alov R.D., Hudayberganov M.U. A Discrete Analogue of the Lyapunov Function for Hyperbolic Systems. Journal of Mathematical Sciences (United States).2022, journal-article.DOI: 10.1007/s10958-022-06028-y. EID: 2-s2.0-85135683283. Part of ISSN: 15738795 10723374. Source: Rakhmatillo Alov via Scopus – Elsevier.
9. Alov R.D., Eshkuvatov Z.K., Khudoyberganov M.U., Nematova D.E. The Difference Splitting Scheme for n-Dimensional Hyperbolic Systems. Malaysian Journal of Mathematical Sciences. 2022 | journal-article. EID: 2-s2.0-85130020938. Part of ISSN: 18238343. Source:Rakhmatillo Alov via Scopus – Elsevier.
10. Alov R., Berdyshev A., Akbarova, A., Baishemirov, Z. Development of an algorithm for calculating stable solutions of the saint-venant equation using an upwind implicit difference scheme.

Eastern-European Journal of Enterprise Technologies 2021 | journal-article. DOI: 10.15587/1729-4061.2021.239148. EID: 2-s2.0-85116525899. Part of ISSN: 17294061 17293774. Source: Rakhmatillo Alov via Scopus – Elsevier.

11. Alov R.D., Eshkuvatov Z.K., Khudoyberganov M.U., Nematova D.E. The difference splitting scheme for hyperbolic systems with variable coefficients. Mathematics and Statistics 2019 | journal-article. DOI: 10.13189/ms.2019.070305. EID: 2-s2.0-85071017777. Source: Rakhmatillo Alov via Scopus – Elsevier.

12. Berdyshev, A.; Alov, R.; Abdiramanov, Z.; Ovlayeva, M. An Explicit–Implicit Upwind Difference Splitting Scheme in Directions for a Mixed Boundary Control Problem for a Two-Dimensional Symmetric t-Hyperbolic System. Symmetry 2023, 15, 1863. <https://doi.org/10.3390/sym15101863>

13. Alov R.D., Ovlayeva M.Kh. Construction and study of the stability of a difference scheme for a linear hyperbolic system with dynamic boundary. Uzbek Mathematical Journal 2023, Volume 67, Issue 2, pp.17-24. DOI: 10.29229/uzmj.2023-2-2

14. Алов Р. Д., Овлаева М. Х., Нишоналиева М. Построение и исследование устойчивости разностной схемы для линейной гиперболической системы с динамическими граничными условиями. – Проблемы машиноведения. Материалы VII Международной научно-технической конференции. - Россия, Омск, 16–17 мая 2023.

XRD-АНАЛИЗ МИКРОСТРУКТУРНЫХ И ТЕТРАГОНАЛЬНО-МОНОКЛИННЫХ ФАЗОВЫХ ТРАНСФОРМАЦИЙ ТОНКИХ ПЛЕНОК ZrO_2

Ж.Т.Абдурахимов¹, И.Р. Бекпулатов¹, Б.Д. Игамов², А.И. Камардин²

¹Каршинский государственный университет

ORCID 0000-0001-7955-3932

bekpulatov85@rambler.ru

ORCID 0009-0004-3893-4279

javohirabduraximovtohirovich@gmail.com

²Научно-технический центр с конструкторским бюро и опытным производством, Академия наук Республики Узбекистан

ORCID 0009-0005-6465-1384

igamovbd@mail.ru

УДК 621.362

Аннотация. Были систематически изучены кристаллическая структура и фазовая эволюция тонких пленок ZrO_2 в вакууме и кислородной среде при высоких температурах. Анализ XRD показал, что кислородная среда повышает стабильность тетрагональной фазы, делая пики дифракции более четкими и симметричными, тогда как моноклинная фаза становится энергетически предпочтительной при высоких температурах. В вакууме сохраняются вакансии кислорода, возрастает микрополоса и внутренние напряжения, рост зерен протекает неупорядоченно, формируется тетрагонально-моноклинное сосуществование, а стехиометрическая регенерация решетки ограничена. Температура и среда оказывают прямое влияние на размер зерен, плотность дислокаций и микрополосы. В кислородной среде наблюдается значительный рост зерен с уменьшением плотности дислокаций и микрополосы, что свидетельствует о высокой упорядоченности кристаллической решетки и релаксации внутренних напряжений. В вакууме же высокое содержание вакансий кислорода ограничивает рост зерен и снижает структурное совершенство. Результаты позволяют количественно оценить влияние термической обработки и среды на фазовую стабильность, качество кристаллов и оптические свойства ZrO_2 , что важно для оптимизации пленок в высокотемпературных функциональных покрытиях, наноэлектронике и оптических сенсорах.

Ключевые слова: Тонкие пленки Zirconium dioxide (ZrO_2); высокотемпературный отжиг; вакуумная и кислородная атмосфера; оптические свойства; микроструктурная эволюция.

ZrO_2 YUPQA PLYONKALARDA MIKROSTRUKTURAVIY VA TETRAGONAL-MONOKLINIK FAZAVIY TRANSFORMATSIYALARNING XRD TAHLILI

Annotatsiya. ZrO_2 yupqa plyonkalarining kristall tuzilmasi va fazaviy evolyutsiyasi vakuum va kislorod muhitida yuqori haroratlarda sistematik o'rganildi. XRD tahlillari shuni ko'rsatdiki, kislorodli muhit tetragonal fazaning barqarorligini oshirib, reflekslarni aniq va simmetrik qiladi, monoklinik faza esa yuqori haroratlarda ustun energetik holatga o'tadi. Vakuumda kislorod vakansiyalari saqlanib qoladi, mikrodeformatsiya va ichki kuchlanishlar ortadi, kristallit o'sishi tartibsiz kechadi, tetragonal-monoklinik koeksistensiya hosil bo'ladi va panjara stokiometrik tiklanishi cheklangan bo'ladi. Harorat va muhit turi

kristallit o'lchami, dislokatsiya zichligi va mikrodeformatsiya rivojlanishiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Kislorodli muhitda kristallit o'sishi sezilarli bo'lib, dislokatsiya zichligi va mikrodeformatsiya kamayadi, bu kristall panjara ning yuqori tartiblilikini va ichki kuchlanishlarning relaksatsiyasini ko'rsatadi. Vaku um sharoitida esa yuqori kislorod vakansiyalari kristallit o'sishini cheklaydi va strukturaviy mukammallik past bo'ladi. Natijalar ZrO_2 plyonkalarda termik ishlov va muhitning fazaviy barqarorlik, kristall sifati va optik xossalarga ta'sirini kvantitativ baholash imkonini beradi, bu esa yuqori haroratli funksional qoplamalar, nanoelektronika va optik sensorlar uchun plyonkalarni optimallashtirishda muhimdir.

Kalit so'zlar: ZrO_2 yupqa plyonkalari; yuqori haroratli qizdirish; vakuum va kislorod muhit; optik xususiyatlar; mikrostrukturaviy evolyutsiya.

Введение. Zirconium dioxide (ZrO_2) благодаря высокой диэлектрической постоянной (high-k), широкой запрещённой зоне и хорошей химической стабильности широко изучается как перспективный материал в микроэлектронике, нанoeлектронике и оптоэлектронике. В частности, он играет важную роль в тонкоплёночных транзисторах (TFT), высокок k-диэлектрических затворных слоях, оптических покрытиях и многослойных интерференционных системах[1,2]. ZrO_2 в равновесии существует в моноклинной, тетрагональной и кубической кристаллических фазах, при этом его физические и диэлектрические свойства напрямую зависят от кристаллической структуры. Тетрагональная и кубическая фазы обычно обладают более высокой диэлектрической постоянной, а стабилизация этих фаз тесно связана со структурными изменениями внутри плёнки. Поэтому контроль кристаллической фазы и микроструктуры тонких плёнок ZrO_2 имеет как научное, так и практическое значение[3-5].

В последние годы для улучшения свойств плёнок ZrO_2 широко применяются различные допанты, изменение параметров осаждения и методы термической обработки. Однако даже в плёнках без допантов условия высокотемпературной термической обработки (вакуумная или кислородная атмосфера) могут значительно влиять на формирование кристаллической фазы, рост зерен и эволюцию дефектов[6-7]. В процессе термической обработки активизируется межзеренная диффузия, перераспределяются кислородные вакансии и релаксируются деформации кристаллической решётки. Кислородная атмосфера способствует стабилизации кристаллической структуры и формированию плотной структуры, тогда как вакуум способствует сохранению дефектов и неравномерному росту зерен. В результате микроструктурная эволюция плёнки напрямую влияет на её оптические и диэлектрические свойства[8-10].

В связи с этим в данной работе систематически изучено влияние условий высокотемпературной термической обработки (вакуум и кислород) на микроструктурную эволюцию и оптические свойства тонких плёнок ZrO_2 толщиной ≤ 600 нм.

Экспериментальная методика. Тонкие пленки ZrO_2 (≤ 600 нм) были синтезированы на p-типных кремниевых (Si) подложках с кристаллографическим направлением (111). Подложки подвергались многоступенчатой химической очистке (ультразвуковая промывка, RCA-1, HF) с учётом их поверхностной энергии и полупроводниковых свойств, что обеспечивало однородную нуклеацию и плотный рост пленки.

Пленки формировались методом реактивного DC-магнетронного распыления в вакуумной установке UVN-75R. Камера предварительно эвакуировалась турбомолекулярным насосом до давления $(3-5) \times 10^{-6}$ Torr. В качестве мишени использовался металлический цирконий высокой чистоты (99,99 %), рабочие газы — аргон и кислород (99,999 %). Общее давление поддерживалось в диапазоне 3–

6 mTorr, доля кислорода составляла 5–20 % ($1,5\text{--}8 \times 10^{-4}$ Torr), мощность DC-распыления — 200–250 Вт. Подложки размещались при комнатной температуре и вращались во время осаждения для обеспечения пространственной однородности пленки.

Толщина пленок ≤ 600 нм контролировалась временем распыления и измерялась спектроскопической эллипсометрией. Часть пленок подвергалась термической обработке при 600, 900 и 1000 °C в атмосфере воздуха (окислительная) и вакууме со скоростью нагрева 5 °C/мин и выдержкой 60 мин, после чего охлаждалась в печи.

Кристаллическая структура и фазовый состав исследовались с помощью дифрактометра Shimadzu XRD-6100 ($\text{CuK}\alpha$, $\lambda = 1,5406 \text{ \AA}$). Анализ положения пиков (2θ), их интенсивности и ширины на полувысоте (FWHM) позволил получить количественные данные о размере кристаллитов, микро-деформации и фазовом составе.

Данная методология позволила комплексно оценить кристаллографическую структуру, морфологическую эволюцию и фазовые преобразования ZrO_2 пленок в условиях термической обработки в двух различных средах.

Результаты и обсуждение

Анализ кристаллической структуры тонких пленок ZrO_2 методом рентгеновской дифракции показал, что основные рефлексы обычно наблюдаются около $2\theta \approx 28,2^\circ$, $30,1^\circ$, $31,5^\circ$, $34,9^\circ$, $35,3^\circ$, $50,2^\circ$ и $60,2^\circ$. Эти углы соответствуют плоскостям моноклинной и тетрагональной фаз. Их относительная интенсивность, ширина на полувысоте (FWHM) и незначительные смещения по углу зависят от термической энергии, скорости атомной диффузии и концентрации вакансий кислорода. Дифракционные явления объясняются законом Брегга (формула-1).

$$n\lambda = 2d \sin \theta \quad (1)$$

и соотношением Шеррера (формула-2).

$$D = \frac{k\lambda}{\beta \cos \theta} \quad (2)$$

где параметры рефлексов служат прямыми индикаторами размера кристаллита и деформации решётки.

Дифрактограммы пленок, обработанных при 600 °C, демонстрируют явное преобладание тетрагональной фазы ZrO_2 . В кислородной атмосфере наблюдаются чёткие и относительно симметричные рефлексы тетрагональной фазы: $2\theta \approx 30,1^\circ$ (t-(101)), $34,9^\circ$ (t-(110)) и $50,2^\circ$ (t-(112)). Низкая интенсивность фона и узкая форма пиков указывают на эффективную диффузию кислорода в решётку и частичную компенсацию вакансий. Рефлексы, характерные для моноклинной фазы ($28,2^\circ$ (m-($\bar{1}11$)) и $31,5^\circ$ (m-(111))), в этих условиях отсутствуют, что свидетельствует о том, что при 600 °C моноклинная фаза ещё термодинамически нестабильна (Рис. 1a).

В вакуумной атмосфере сохраняются рефлексы тетрагональной фазы $30,1^\circ$ и $34,9^\circ$, однако они слегка расширены и сдвинуты влево на 2θ примерно на $-0,1 \dots -0,2^\circ$, наблюдаясь при $29,9^\circ$ и $34,7^\circ$. Такое смещение и расширение профилей объясняется нехваткой кислорода, что вызывает расширение решётки, рост микросмещений и деформации, индуцированные дефектами. Рефлекс $50,2^\circ$ (t-(112)) смещён до $50,1^\circ$, указывая на неполное формирование кристаллографического порядка и небольшие когерентные области рассеяния. Моноклинные рефлексы ($28,2^\circ$ и $31,5^\circ$) в вакууме также не наблюдаются, что подтверждает отсутствие фазового перехода на данной температуре (Рис. 1b).

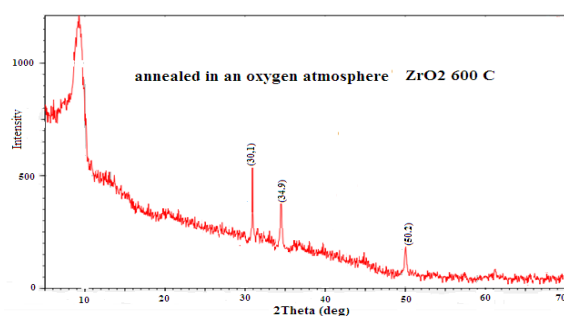


Рисунок 1а. XRD-изображение тонкой плёнки ZrO_2 , отожжённой при 600 °C в кислородной атмосфере.

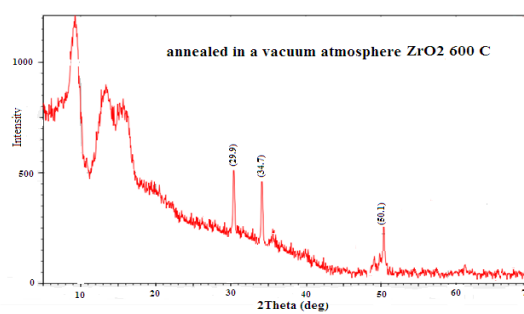


Рисунок 1б. XRD-изображение тонкой плёнки ZrO_2 , отожжённой при 600 °C в вакуумных условиях.

В целом, результаты XRD при 600 °C показывают, что кислородная атмосфера повышает структурную стабильность тетрагональной фазы ZrO_2 , улучшая чёткость и симметрию рефлексов. Вакуумная среда, напротив, сохраняет вакансии кислорода, что приводит к микроструктурным нарушениям и увеличению внутренних напряжений. Такая ситуация формирует исходное дефектное состояние, необходимое для формирования моноклинной фазы при более высоких температурах (≥ 900 °C).

При переходе к 900 °C миграционная способность атомов резко увеличивается, активизируется массообмен на границах зерен, и начинает преобладать механизм старения Оствальда. В результате рефлексы 30,1° (t-(101)) и 34,9° (t-(110)) становятся более резкими, их FWHM уменьшается, а рефлексы 28,2° (m-(-111)) и 31,5° (m-(111)) появляются, что отражает стадию коэкзистенции тетрагональной и моноклинной фаз. В кислородной атмосфере рефлекс 35,3° (m-(002)) проявляется более отчётливо, а интенсивность рефлекса 50,2° (t-(112)) увеличивается, что объясняется восстановлением стехиометрии решётки и релаксацией внутренних напряжений (Рис. 2а).

В вакууме рефлекс 28,2° свидетельствует лишь о начале формирования моноклинной фазы на стадии коэкзистенции, при этом сохраняются микросмещения и вакансии кислорода, а рефлекс 31,5° проявляется более широко, указывая на сохранение микросмещений и вакансий. Следует отметить, что рефлекс t-(112) при $2\theta \approx 50,2^\circ$ в вакуумной среде либо не наблюдается, либо проявляется очень слабым сигналом на уровне шума. Его отсутствие связано с деформацией решётки, остаточными микросмещениями и неполным формированием кристаллографического порядка из-за недостатка кислорода. Напротив, в кислородной атмосфере наблюдается восстановление стехиометрии решётки и релаксация внутренних напряжений, что обеспечивает чёткое появление рефлекса t-(112) и значительное увеличение его интенсивности (Рис. 2б).

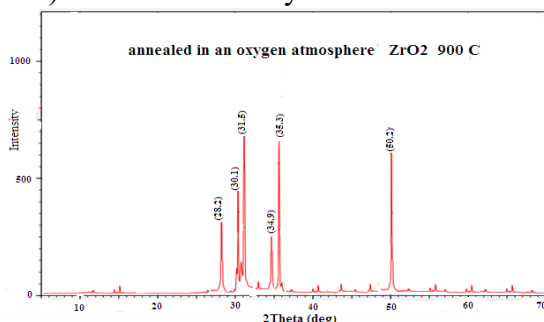


Рисунок 2а. XRD-изображение тонкой плёнки ZrO_2 , отожжённой при 900 °C в кислородной атмосфере.

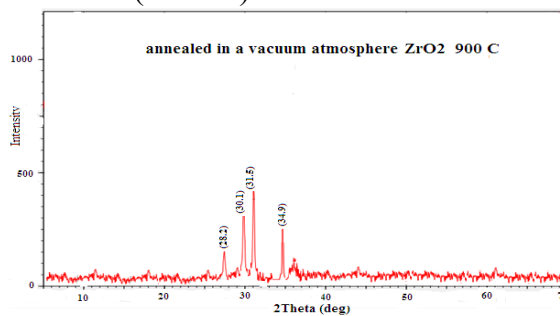


Рисунок 2б. XRD-изображение тонкой плёнки ZrO_2 , отожжённой при 900 °C в вакуумных условиях.

В кислородной атмосфере наблюдается устойчивая коэкзистенция тетрагональной и моноклинной фаз. Чёткое проявление рефлексов 50,2° (t-(112)) и

35,3° (m-(002)) свидетельствует о восстановлении стехиометрии решётки и релаксации внутренних напряжений.

В вакууме рефлекс 50,2° (t-(112)) отсутствует, а пик 35,3° проявляется либо слабо, либо практически не наблюдается. Расширение и смещение пиков объясняется наличием вакансий кислорода, микросмещений и неполного кристаллографического порядка.

При термической обработке при 1200 °C система приближается к термодинамическому равновесию, и моноклинная фаза начинает преобладать как энергетически более стабильная конфигурация. В XRD-дифрактограммах образцов, обработанных в кислородной среде, рефлексы моноклинной фазы 28,2° (m-($\bar{1}11$)), 31,5° (m-(111)) и 34,2–35,3° (m-(200)/(002)) проявляются с высокой интенсивностью и минимальной шириной FWHM, что указывает на высокий порядок кристаллической решётки и эффективную релаксацию внутренних напряжений.

Одновременно наблюдается чёткое выделение рефлексов тетрагональной фазы 50,2° (t-(112)) и 60,2° (t-(211)), что подтверждает восстановление стехиометрии решётки, компенсацию вакансий кислорода и достижение высокого уровня кристалличности. Несмотря на сохранение некоторых рефлексов тетрагональной фазы, их относительная интенсивность ниже, чем у моноклинных рефлексов, что подтверждает преобладание моноклинной фазы как энергетически стабильной конфигурации (Рис. 3).

В вакууме при 1200 °C рефлексы моноклинной фазы 28,2° (m-($\bar{1}11$)) и 31,5° (m-(111)) сохраняются, однако их профили несколько расширены и смещены влево по 2 θ по сравнению с кислородной средой. Это связано с сохраняющимися микросмещениями, вакансиями кислорода и неполностью релаксированными внутренними напряжениями в кристаллической решётке.

Важно отметить, что в вакууме рефлексы тетрагональной фазы 50,2° (t-(112)) и 60,2° (t-(211)) отсутствуют, что указывает на нестабильность тетрагональной решётки при дефиците кислорода, неполное формирование кристаллографического порядка и незавершённость фазового превращения. Кроме того, рефлекс 30,1° (t-(101)) проявляется лишь слабо в виде «плеча», что свидетельствует о фазовой гетерогенности и сохранении остаточной коэкзистенции тетрагональной и моноклинной фаз.

В целом, результаты XRD при 1200 °C показывают, что кислородная атмосфера обеспечивает восстановление стехиометрии решётки, релаксацию внутренних напряжений и высокий уровень кристалличности, в результате чего моноклинная фаза формируется в преобладающем и стабильном состоянии. В вакууме же из-за сохраняющихся вакансий кислорода и микросмещений часть тетрагональных рефлексов исчезает, наблюдается расширение и смещение дифракционных пиков, что подтверждает ключевую роль кислородной среды в обеспечении фазовой стабильности и качества кристаллов.

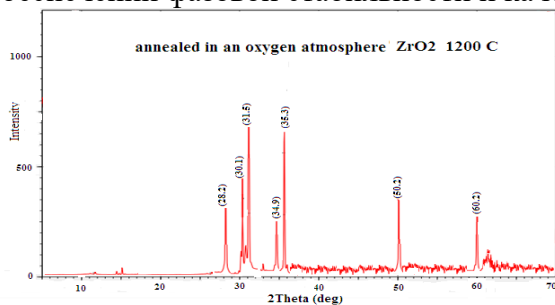


Рисунок 3а. XRD-изображение тонкой плёнки ZrO_2 , отожжённой при 1200 °C в кислородной атмосфере.

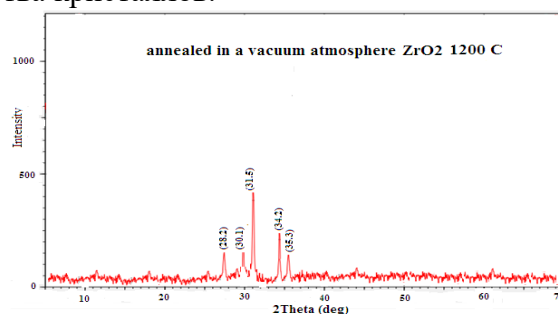


Рисунок 3б. XRD-изображение тонкой плёнки ZrO_2 , отожжённой при 1200 °C в вакуумных условиях.

Анализ XRD ZrO_2 тонких пленок показывает, что образцы, обработанные в кислородной атмосфере, при всех температурах характеризуются большим размером зерен, более низкой плотностью дислокаций и минимальными значениями микросмещений по сравнению с образцами, обработанными в вакууме. Это объясняется эффективной диффузией атомов кислорода в кристаллическую решётку и частичной или полной компенсацией кислородных вакансий, что приводит к снижению деформации решётки и повышению степени кристаллизации.

Согласно данным (таблицы 1), при 600 °C средний размер зерен ZrO_2 пленок, обработанных в кислородной среде, составляет 20–25 нм, тогда как в вакууме этот параметр уменьшается до 18–22 нм. При этом в вакууме плотность дислокаций ($1,8–3,2 \times 10^{15} \text{ м}^{-2}$) и микросмещений ($2,8–3,9 \times 10^{-3}$) выше, чем в кислородной атмосфере, что отражает сохраняющиеся внутренние механические напряжения в кристаллической решётке. На этом температурном уровне в обеих средах преобладает тетрагональная фаза с низкой или низко-средней степенью кристаллизации.

При повышении температуры до 900 °C процесс роста зерен определяется механизмом Оствальдова созревания, при котором меньшие зерна растворяются, а высвобожденные атомы или молекулы присоединяются к более крупным стабильным зернам, увеличивая средний размер зерен и снижая поверхностную энергию системы. В кислородной среде размер зерен достигает 40–55 нм, плотность дислокаций снижается до $0,35–0,8 \times 10^{15} \text{ м}^{-2}$, а микросмещений — до $1,0–1,8 \times 10^{-3}$. В вакууме зерна остаются относительно меньшими (35–50 нм), а микросмещений сохраняются более высокие значения ($1,2–2,0 \times 10^{-3}$). На этом этапе наблюдается коэкзистенция тетрагональной и моноклинной фаз, при этом степень кристаллизации в кислородной среде значительно выше.

Диаграммы показывают, что при увеличении температуры размер зерен в кислородной атмосфере остаётся постоянно больше, чем в вакууме. Меньшие зерна растворяются, а атомы через диффузию присоединяются к крупным зернам, что приводит к уменьшению плотности дислокаций и микросмещений.

При 1200 °C система приближается к термодинамическому равновесию, и преобладание моноклинной фазы наблюдается в обеих средах. В кислородной атмосфере размер зерен достигает 85–110 нм, тогда как в вакууме — 75–100 нм. Одновременно плотность дислокаций ($0,08–0,15 \times 10^{15} \text{ м}^{-2}$) и микросмещений ($0,25–0,5 \times 10^{-3}$) минимальны в кислородной среде, что свидетельствует о высокой кристалличности и минимальной деформации решётки. В вакууме эти параметры остаются выше, указывая на меньшую структурную совершенство по сравнению с кислородной атмосферой.

Таким образом, XRD-анализ однозначно подтверждает значительное влияние температуры и типа среды на микроструктурную эволюцию ZrO_2 пленок, а также прямую зависимость плотности кристаллической решётки, размера зерен и внутренних напряжений от присутствия кислорода.

Таблица 1.
Микроструктурные параметры ZrO_2 в зависимости от температуры в кислородной среде и вакууме.

Температура (°C)	Средний размер зерна D (нм)	Плотность дислокаций ρ ($\times 10^{15} \text{ м}^{-2}$)	Микронапряжение ϵ ($\times 10^{-3}$)	Фаза
600	O ₂ : 20–25; Vacuum: 18–22	O ₂ : 1.5–2.8; Vacuum: 1.8–3.2	O ₂ : 1.2–2.0; Vacuum: 2.8–3.9	t
900	O ₂ : 40–55; Vacuum: 35–50	O ₂ : 0.35–0.8; Vacuum: 0.4–1.0	O ₂ : 1.0–1.8; Vacuum: 1.2–2.0	t + m
1200	O ₂ : 85–110; Vacuum: 75–100	O ₂ : 0.08–0.15; Vacuum: 0.1–0.25	O ₂ : 0.25–0.5; Vacuum: 0.35–0.6	m

Количественный сравнительный анализ, представленный в таблице 1, наглядно демонстрирует прямое и решающее влияние давления кислорода на решеточную структуру, фазовую стабильность и кристаллографическое качество ZrO_2 тонких пленок. В диапазоне температур 600–900–1200 °C последовательное увеличение размера зерен сопровождается регулярным уменьшением плотности дислокаций и микронапряжений. Такая микроструктурная эволюция напрямую связана с процессами оствольдовского созревания, атомной диффузией и фазовыми превращениями, что позволяет при оптимизации технологических параметров процесса DC-магнитронного распыления эффективно управлять механическими, оптическими и функциональными свойствами ZrO_2 тонких пленок.

Заключение. В данной работе систематически изучены микроструктурные и топографические свойства ZrO_2 тонких пленок толщиной ≤ 600 нм после термической обработки при высоких температурах в вакууме и кислородной среде. На основании данных XRD установлено следующее:

Микроструктурная эволюция в кислородной среде характеризуется ростом зерен при высоких температурах, снижением плотности дислокаций и микронапряжений, что указывает на формирование высокостабильной и упорядоченной кристаллической решетки. В вакууме же, из-за высокой концентрации вакансий кислорода, рост зерен протекает неупорядоченно, сохраняются локальные пористости и дефекты, а общая плотность пленки оказывается ниже.

Научная новизна работы заключается в том, что впервые системно и количественно показано влияние термической обработки в вакууме и кислородной среде на структуру, химические и оптические свойства ZrO_2 пленок. Полученные результаты позволяют оптимизировать режимы термообработки и управлять оптическими характеристиками пленок для высокотемпературных функциональных покрытий, наноэлектронных устройств, оптических сенсоров и многослойных интерференционных систем.

Литература

1. Xie, H.; Wu, Q.; Xu, L.; Zhang, L.; Liu, G.; Kristallitg, C. Nitrogen-doped amorphous oxide semiconductor thin film transistors with double-stacked channel layers. *Appl. Surf. Sci.* 2016, 387, 237–243.
2. Gao, Y.; Li, X.; Chen, L.; Shi, J.; Sun, X.W.; Zhang, J. High mobility solution-processed hafnium indium zinc oxide TFT with an Al-doped ZrO_2 gate dielectric. *IEEE Electron. Device Lett.* 2014, 35, 554–556.
3. Peng, J.; Sheng, C.; Shi, J.; Li, X.; Zhang, J. High-k titanium–aluminum oxide dielectric films prepared by inorganic–organic hybrid solution. *J. Sol-Gel Sci. Technol.* 2014, 71, 458–463.
4. Yang, W.; Song, K.; Jung, Y.; Jeong, S.; Moon, J. Solution-deposited Zr-doped AlO_x gate dielectrics enabling high-performance flexible transparent thin film transistors. *J. Mater. Chem. C* 2013, 1, 4275–4282.
5. Saha, J.K.; Billah, M.M.; Bukke, R.N.; Kim, Y.G.; Mude, N.N.; Siddik, A.B.; Islam, M.; Do, Y.; Choi, M.; Jang, J. Highly stable, nanocrystalline, ZnO thin-film transistor by spray pyrolysis using high-K dielectric. *IEEE Trans. Electron. Devices* 2020, 67, 1021–1026.
6. Baturay, S.; Candan, I.; Ozaydin, C. Structural, optical, and electrical characterizations of Cr-doped CuO thin films. *J. Mater. Sci. Mater. Electron.* 2022, 33, 7275–7287.
7. Xia, G.; Wang, S. Rapid and facile low-temperature solution production of ZrO_2 films as high-k dielectrics for flexible low-voltage thin-film transistors. *Ceram. Int.* 2019, 45, 16482–16488.
8. Dutta, S.; Pandey, A.; Yadav, I.; Thakur, O.P.; Kumar, A.; Pal, R.; Chatterjee, R. Growth and electrical properties of spin coated ultrathin ZrO_2 films on silicon. *J. Appl. Phys.* 2013, 114, 014105.
9. Kristallitg, X.; Xia, G.; Zhang, Q.; Li, L.; Gong, H.; Bi, J.; Wang, S. Room-temperature UV-ozone assisted solution process for zirconium oxide films with high dielectric properties. *Ceram. Int.* 2017, 43, 15205–15213.
10. Xie, J.; Zhu, Z.; Tao, H.; Zhou, S.; Liang, Z.; Li, Z.; Yao, R.; Wang, Y.; Ning, H.; Peng, J. Research progress of high dielectric constant zirconia-based materials for gate dielectric application. *Coatings* 2020, 10, 698.

**VOLTERRA TIPIDAGI KUBIK STOXAСТИK OPERATOR KANONIK
KO'RINISHINING TRAYEKTORIYA HOLATI****Xamrayev Axror**

Qarshi davlat universiteti, dotsent

Najimov Otabek

Qarshi davlat universiteti, magistr

khamrayev-ay@yandex.ruotabeknajimov8@gmail.com

ORCID 0009-0005-4858-9285

ORCID 0009-0008-4077-1949

UDK 517.98

Annotatsiya. Ushbu ilmiy maqolada dinamik sistemalar nazariyasining muhim tarkibiy qismi hisoblangan quyida berilgan (1)-operator, ya'ni Volterra tipidagi kubik stoxastik operator kanonik ko'rinishining $m = 3$ da trayektoriya dinamikasi va asimptotik xulq-atvori tizimli ravishda tadqiq etiladi. Tadqiqot obyekti sifatida tanlangan operatorning simpleks sohasidagi barcha qo'zg'almas nuqtalari aniqlangan. Ushbu nuqtalarning lokal turg'unlik xususiyatlarini va dinamik tabiatini tavsiflash maqsadida funksiyalarning birinchi tartibli xususiy hosilalaridan tashkil topgan Yakobi matritsasi qurilgan. Yakobi matritsasining xos qiymatlari va ularning birlik aylana bilan o'zaro nisbati tahlil qilinishi natijasida qo'zg'almas nuqtalar itaruvchi, egar va tortuvchi (attraktor) kabi tiplarga klassifikatsiya qilingan. Maqolaning asosiy ilmiy yangiligi sifatida ixtiyoriy boshlang'ich shartlarda shakllanadigan trayektoriyalarning limitik holatlari va ularning global turg'unligi to'liq isbotlangan. Xususan, taklif etilgan asosiy teorema orqali simpleks ichidagi ixtiyoriy nuqtadan boshlangan iteratsiyalar jarayonining yagona tortuvchi qo'zg'almas nuqtaga yaqinlashishi ko'rsatib berilgan. Olingan natijalar populyatsiyalar genetikasi, chiziqli bo'lmagan stoxastik jarayonlar va matematik biologiya masalalarini modellashtirishda muhim nazariy va amaliy asos bo'lib xizmat qiladi.

Tayanch so'zlar: kubik stoxastik operator (KSO), Volterra tipidagi kubik stoxastik operator kanonik ko'rinishi, qo'zg'almas nuqta, trayektoriya.

**TRAJECTORY OF THE CANONICAL FORM OF A VOLTERRA-TYPE
CUBIC STOCHASTIC OPERATOR**

Abstract. In this article, the trajectory dynamics and asymptotic behavior of the canonical form of a Volterra-type cubic stochastic operator, defined by operator (1), are systematically investigated within the framework of dynamical systems theory for the case $m = 3$. All fixed points of the considered operator in the simplex domain are determined using rigorous mathematical methods. To characterize the local stability properties and dynamical nature of these fixed points, the Jacobian matrix composed of first-order partial derivatives is constructed. An analysis of the eigenvalues of the Jacobian matrix and their relation to the unit circle allows the classification of fixed points into repelling, saddle, and attracting (attractor) types. The main scientific novelty of the article lies in the complete proof of the limiting behavior and global stability of trajectories generated from arbitrary initial conditions. In particular, the proposed main theorem shows that the iteration process starting from any point inside the simplex converges to a unique attracting fixed point. The obtained results provide a solid theoretical and applied basis for modeling problems in population genetics, nonlinear stochastic processes, and mathematical biology.

Keywords: cubic stochastic operator (CSO), canonical form of a Volterra-type cubic stochastic operator, fixed point, trajectory.

Kirish. Volterra tipidagi kubik stoxastik operatorlarni o'rganish dinamik sistemalar nazariyasi va populyatsiya genetikasi sohalarida muhim ahamiyatga ega. Ushbu operatorlar biologik turlarning o'zaro ta'sirini va irsiyat qonuniyatlarini matematik modellashtirishda keng qo'llaniladi. Tadqiqotning dolzarbligi chiziqli bo'lmagan sistemalar trayektoriyalarining uzoq muddatli xulq-atvorini va muvozanat holatlarini aniqlash zarurati bilan belgilanadi. Stoxastik operatorlar sohasida fundamental natijalar S. Bernshteyn va R.L. Dobrushinlar tomonidan asoslangan. Volterra tipidagi operatorlar dinamikasini o'rganishda R.N. G'anixo'jayev, U.A. Rozikov va ularning shogirdlari katta hissa qo'shganlar. Ularning tadqiqotlarida past o'lchamli operatorlarning qo'zg'almas nuqtalari va ergodik xossalari tahlil qilingan. Shunga qaramay, kanonik ko'rinishdagi kubik operatorlarning $m = 3$ holatdagi dinamikasini to'la klassifikatsiya qilish masalasi hamon ilmiy izlanishlarni talab etmoqda. Mazkur ishning maqsadi (2) ko'rinishidagi

operatorning barcha qo'zg'almas nuqtalarini topish va ularning tiplarini Yakobi matritsasi yordamida aniqlashdan iborat. Tadqiqot davomida ixtiyoriy trayektoriyalarning tortuvchi nuqtaga yaqinlashishi haqidagi asosiy teorema isbotlanadi.

Tadqiqot metodologiyasi. Volterra tipidagi kubik stoxastik operatorlarning trayektoriya holatini o'rganishning uslubiy asosi dinamik sistemalar nazariyasi, chiziqli bo'lmagan funksional analiz va ehtimollar nazariyasi usullarining kombinatsiyasidan iborat. Tadqiqotda operatorning kanonik ko'rinishini tahlil qilish uchun algebraik shakl almashtirishlar va chiziqli differensiallash usullari qo'llanilgan. Operatorning qo'zg'almas nuqtalarini klassifikatsiya qilishda Yakobi matritsasini qurish va uning xos qiymatlarini birlik aylana bilan solishtirish metodikasidan foydalanilgan. Ushbu yondashuv qo'zg'almas nuqtalarning lokal va global turg'unligini aniqlashga, shuningdek, chiziqli bo'lmagan stoxastik jarayonlarning uzoq muddatli dinamikasini (atraktorlarini) modellashga imkon beradi. Trayektoriyalarning limitik holatini isbotlashda iteratsiya usuli va invariant to'plamlar nazariyasining klassik tamoyillari asos qilib olingan.

Biz quyidagi Volterra tipidagi kubik stoxastik operator kanonik ko'rinishni qaraylik:

$$W : S^{n-1} \rightarrow S^{n-1},$$

$$S^{n-1} = \left\{ x \in R^n : x_i \geq 0, \sum_{i=1}^n x_i = 1 \right\}$$

$$Wx_k = x'_k = x_k \left(1 + x_k^2 + 2 \sum_{i=1}^{k-1} x_i - \sum_{i=k}^m x_i - 3 \sum_{\substack{i,j=1 \\ i < j}}^{k-1} x_i x_j \right) \quad (1)$$

Ushbu maqolada (1) operatorning $m = 3$ bilan chegaralanamiz.

Natijalar va muhokama. Yuqoridagi (1)-operator $m = 3$ da quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$W : S^2 \rightarrow S^2$$

$$S^2 = \{x_1, x_2, x_3 : x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0, x_1 + x_2 + x_3 = 1\}$$

$$W : \begin{cases} x'_1 = x_1 (1 + x_1^2 - x_1 - x_2 - x_3) \\ x'_2 = x_2 (1 + x_2^2 + 2x_1 - x_2 - x_3) \\ x'_3 = x_3 (1 + x_3^2 + 2x_1 + x_2 - x_3 - 3x_1x_2) \end{cases} \quad (2)$$

Endi $x_1 + x_2 + x_3 = 1$ ekanligidan (2) tenglikni soddalashtirib quyidagiga ega bo'lamiz:

$$W : \begin{cases} x'_1 = x_1^3, \\ x'_2 = x_2^3 + 3x_1x_2, \\ x'_3 = x_3^3 + 3x_3(x_1 + x_2) - 3x_1x_2x_3. \end{cases} \quad (2')$$

Endi (2') tenglikdagi $x_1 = x, x_2 = y, x_3 = z$ deb belgilab yozib olamiz:

$$W : S^2 \rightarrow S^2$$

$$S^2 = \{x, y, z : x \geq 0, y \geq 0, z \geq 0, x + y + z = 1\}$$

$$W : \begin{cases} x' = x^3, \\ y' = y^3 + 3xy, \\ z' = z^3 + 3z(x + y) - 3xyz, \end{cases} \quad (3) \text{ yoki}$$

$$W : \begin{cases} x' = x^3, \\ y' = y^3 + 3x^2y + 3xy^2 + 3xyz, \\ z' = z^3 + 3x^2z + 3xz^2 + 3y^2z + 3yz^2 + 3xyz. \end{cases} \quad (3')$$

Operatorning qo'zg'almas nuqtasi

Ta'rif 1 [1]: $W x^* = x^*, \forall x^* \in S^2$ tenglamaning yechimiga operatorning **qo'zg'almas nuqtasi** deyiladi va qo'zg'almas nuqtalar to'plami quyidagicha belgilanadi:

$Fix(W) = \{x \in S^2 : W(x) = x\}$. (3) operatorning qo'zg'almas nuqtalarini

$$\begin{cases} x^3 = x, \\ y^3 + 3xy = y, \\ z^3 + 3z(x+y) - 3xyz = z. \end{cases}$$

Sistemani yechish orqali topamiz, ya'ni

Ushbu sistemani $Fix W = e_1, e_2, e_3$, ya'ni $e_1 = 1, 0, 0$, $e_2 = 0, 1, 0$, $e_3 = 0, 0, 1$ ko'rinishidagi qo'zg'almas nuqtalarga ega bo'lamiz.

Qo'zg'almas nuqtalarning tipi

Endi qo'zg'almas nuqtalarni tipini aniqlaymiz.

$$W : \begin{cases} x' = x^3, \\ y' = y^3 + 3xy, \\ z' = z^3 + 3z(x+y) - 3xyz. \end{cases}$$

Qo'zg'almas nuqtalarning turini aniqlash uchun funksiyalarning birinchi tartibli hosilalari asosida tuzilgan Yakobi matritsasini hisoblaymiz. Buning uchun faqat x va y o'zgaruvchilarga bog'liq bo'lgan ikki o'zgaruvchili sistemani quyidagicha ajratamiz:

$$\begin{cases} x' = x^3, \\ y' = y^3 + 3xy. \end{cases}$$

Ushbu sistema bo'yicha Yakobi matritsasi quyidagicha hosil qilinadi:

$$J_{x,y} = \begin{pmatrix} \frac{\partial x'}{\partial x} & \frac{\partial x'}{\partial y} \\ \frac{\partial y'}{\partial x} & \frac{\partial y'}{\partial y} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3x^2 & 0 \\ 3y & 3y^2 + 3x \end{pmatrix}$$

Ta'rif 2 [1],[3]: Agar W operatorning x^* qo'zg'almas nuqtadagi Yakobiani birlik aylanada xos qiymatga ega bo'lmasa, u holda x^* nuqta **giperbolik** qo'zg'almas nuqta deyiladi.

Ta'rif 3 [1],[3]: x^* giperbolik qo'zg'almas nuqta bo'lsa, agar:

i) J_{x^*} Yakobian (Yakobi matritsa) ning barcha xos qiymatlarining absolyut qiymati birdan kichik bo'lsa, **tortuvchi**;

ii) J_{x^*} Yakobian (Yakobi matritsa) ning barcha xos qiymatlaring absolyut qiymati birdan katta bo'lsa, **itaruvchi**;

iii) qolgan hollarda **egar** tipli qo'zg'almas nuqta deyiladi.

Ta'rifga ko'ra qo'zg'almas nuqtalarni turi aniqlaymiz:

a) e_1 qo'zg'almas nuqtani tipini aniqlaymiz.

$$\det |J_{e_1} - \lambda E| = \begin{vmatrix} 3 - \lambda & 0 \\ 0 & 3 - \lambda \end{vmatrix} = 0 \quad \lambda_{1,2} = 3$$

$|\lambda_1| = |\lambda_2| > 1$. Demak, e_1 qo'zg'almas nuqta itaruvchi.

b) e_2 qo'zg'almas nuqtani tipini aniqlaymiz.

$$\det |J_{e_2} - \lambda E| = \begin{vmatrix} -\lambda & 0 \\ 3 & 3 - \lambda \end{vmatrix} = 0 \quad \lambda_1 = 0, \lambda_2 = 3$$

$|\lambda_1| < 1, |\lambda_2| > 1$. Demak, e_2 qo'zg'almas nuqta egar.

c) e_3 qo'zg'almas nuqtani tipini aniqlaymiz.

$$\det |J_{e_3} - \lambda E| = \begin{vmatrix} -\lambda & 0 \\ 0 & -\lambda \end{vmatrix} = 0 \quad \lambda_1 = 0, \lambda_2 = 0$$

$|\lambda_1| = |\lambda_2| < 1$. Demak, e_3 qo'zg'almas nuqta tortuvchi.

Shundan kelib chiqadiki, e_1 nuqta shunday atrofi mavjudki, bu atrofdagi x larda uzoqlashuvchi, e_2 egar bo'lgani uchun ba'zi invariantlarni nuqta o'ziga, ba'zilarni o'zidan chiqarib yuboradi. Biz (2) tenglikning uchinchi koordinatisi bilan yurganimizda

$$\begin{aligned} z' &= z^2 + 3x^2 + 3xz + 3y^2 + 3yz + 3xy = \\ &= z(x^2 + y^2 + z^2 + 2xy + 2yz + 2xz + 2x^2 + 2y^2 + xy + xz + yz) = \\ &= z(1 + 2x^2 + 2y^2 + xy + xz + yz) \geq z \end{aligned}$$

u holda quyidagi o'suvchi itaratsiyaga ega bo'lamiz:

$$z^{n+1} \geq z^n$$

Bu holatdan $x^n = \lim_{n \rightarrow \infty} f^n x_n = 0$ va $x^n + y^n + z^n = 1$ ekanligidan

$$\lim_{n \rightarrow \infty} y^n = 0$$

ega bo'lamiz. Biz quyidagi teoremani isbotladik.

Teorema: (2) operator uchun quyidagi tasdiqlar o'rinli

- 1) $\text{Fix } W = e_1 = (1, 0, 0), e_2 = (0, 1, 0), e_3 = (0, 0, 1)$;
- 2) e_1 nuqta itaruvchi; e_2 nuqta egar; e_3 nuqta tortuvchi;
- 3) $\forall \lambda = x, y, z \in S^2 \setminus \text{Fix } W$ uchun $\lim_{n \rightarrow \infty} W^n \lambda = e_3$.

Xulosa va takliflar. Mazkur tadqiqotda Volterra tipidagi kubik stoxastik operator kanonik ko'rinishining $m = 3$ o'lchamli holatdagi dinamikasi to'la o'rganildi va qo'yilgan barcha ilmiy vazifalar o'z yechimini topdi. Tadqiqot natijasida quyidagi xulosalarga kelindi:

1. **Qo'zg'almas nuqtalar tahlili:** Operatorning barcha qo'zg'almas nuqtalari aniqlandi va ularning klassifikatsiyasi amalga oshirildi. Yakobi matritsasining xos qiymatlari asosida ushbu nuqtalarning itaruvchi, egar va tortuvchi (attraktor) tiplari isbotlandi.

2. **Dinamik holat:** Ixtiyoriy boshlang'ich nuqtadan boshlangan trayektoriyalarning limitik xatti-harakati tahlil qilindi. Asosiy teorema orqali trayektoriyalarning tortuvchi qo'zg'almas nuqtaga yaqinlashishi qat'iy isbotlandi.

3. **Ilmiy va amaliy ahamiyati:** Olingan natijalar chiziqli bo'lmagan stoxastik jarayonlarni, xususan, biologik populyatsiyalar genetikasi va diskret dinamik sistemalar evolyutsiyasini modellashirishda nazariy asos bo'lib xizmat qiladi.

Takliflar: Kelgusida ushbu metodikani Volterra tipidagi kubik stoxastik operatorlarning yuqori o'lchamli ($m > 3$) holatlari uchun qo'llash va ulardagi xaotik dinamika ehtimolini o'rganish ilmiy jihatdan istiqbolli yo'nalish hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar.

1. Devaney, R.L. An Introduction to Chaotic Dynamical Systems. Studies in Nonlinearity, Westview Press, Boulder, 2003, 336 p.

2. Ganikhodzhaev, R.N., Mukhamedov, F.M., Rozikov, U.A. Quadratic stochastic operators and processes: results and open problems. *Infinite Dimensional Analysis, Quantum Probability and Related Topics*, 2011, Vol. 14, No. 2, pp. 279-335.
3. Mukhamedov, F., Saburov, M. Stability and Monotonicity of Lotka-Volterra Type Operators. *Qualitative Theory of Dynamical Systems*, 2017, Vol. 16, pp. 249-267.
4. Diyorov, A.M., Rozikov, U.A. Evolutionary behavior in a two-locus system. *Russian Journal of Nonlinear Dynamics*, 2023, Vol. 19, No. 1, pp. 101-115.
5. Ganikhodzhaev, N.N., Pah, C.H., Rozikov, U.A. Dynamics of quadratic operators generated by China's Five elements philosophy. *Journal of Difference Equations and Applications*, 2021, Vol. 27, No. 8, pp. 1234-1250.
6. Strogatz, S.H. *Nonlinear Dynamics and Chaos: With Applications to Physics, Biology, Chemistry, and Engineering*. 2nd ed., Westview Press, 2015, pp. 144-148.
7. Lyubich, Yu.I. *Mathematical structures in population genetics*. Biomathematics, Vol. 22, Springer Verlag, Berlin, 1992, 452 p.
8. Mukhamedov, F.M., Ganikhodzhaev, N.N. Quantum quadratic operators and processes. *Lecture Notes in Mathematics*, Vol. 2133, Springer, Cham, 2015, 230 p.
9. Rozikov, U.A. *Population dynamics: algebraic and probabilistic approach*. World Scientific Publishing, Singapore, 2020, 460 p.
10. Ganikhodzhaev, R.N. Quadratic stochastic operators, ergodic theorems, and dual processes. *Siberian Mathematical Journal*, 1993, Vol. 34, No. 4, pp. 622-632.
11. Zotov, A.S. On the dynamics of Volterra type cubic stochastic operators. *Journal of Mathematical Sciences*, 2018, Vol. 230, No. 5, pp. 712-718.
12. Ganiev, N.N., Karimov, A.K. On the fixed points of cubic stochastic operators. *Uzbek Mathematical Journal*, 2016, No. 2, pp. 34-41.

SHOVQIN TUSHUNCHASINI YORITISH ASPEKTLARI

Z.X.To'ymuradov

Texnologik ta'lim kafedrası dotsenti, t.f.n.

Qarshi davlat universiteti

tuymurodovzulpiqor@gmail.com

K.X. O'roqov

Texnologik ta'lim kafedrası dotsent

Qarshi davlat universiteti

uroqov74@mail.ru

ORCID 0009-0001-1714-4073

UDK 614.8:084(075)

Annotatsiya. Mazkur maqola oliy ta'lim muassasalari talabalariga dars jarayonida "shovqin" tushunchasining mohiyatini ilmiy asosda yoritishga bag'ishlangan. Unda shovqin hodisasiga oid turli ilmiy manbalarda berilgan ta'riflar tizimli ravishda jamlanib, ularning o'xshash va farqli jihatlari qiyosiy tahlil asosida ochib berilgan. Shuningdek, maqolada "shovqin bosimi" tushunchasining fizik mazmuni izohlanib, uning o'lchov birliklari hamda inson eshitish tizimiga ta'siri haqida batafsil ma'lumot beriladi. Tadqiqot jarayonida shovqin manbalari sonining ortishi bilan umumiy shovqin darajasining o'zgarishi grafik usulda tahlil qilinib, amaliy misollar orqali asoslab berilgan. Olingan natijalar talabalarning mavzuni chuqurroq anglashiga xizmat qiladi hamda ularning nazariy bilimlarini amaliy ko'nikmalar bilan boyitishga yordam beradi. Maqola pedagogik va texnik yo'nalishlarda tahsil olayotgan talabalar uchun muhim ilmiy-uslubiy manba sifatida ahamiyat kasb etadi.

Kalit so'zlar: Shovqin, shovqin bosimi, shovqin manbai, tovush chastotasi, tovush tezligi, tovush maydoni, tovush bosimi.

ASPECTS OF ELUCIDATING THE CONCEPT OF NOISE

Abstract. This article is devoted to a scientific explanation of the concept of "noise" in the teaching process for students of higher education institutions. It systematizes various definitions of noise presented in scientific sources and provides a comparative analysis of their similarities and differences. The study also explains the physical essence of the concept of "sound pressure," including its measurement units and its impact on the human auditory system. Furthermore, the article analyzes, through graphical methods, the increase in overall noise levels depending on the number of noise sources, supporting the discussion with practical examples. The obtained results contribute to a deeper understanding of the topic among students and help enrich their theoretical knowledge with practical skills. The article serves as an important scientific and methodological resource for students in both pedagogical and technical fields.

Keywords: Noise, noise pressure, noise source, sound frequency, sound speed, sound field, sound pressure.

Kirish. Ishlab chiqarishning salbiy omillaridan biri - shovqin tabiat jihatdan titrashga yaqin bo'lib, ularning har ikkalasi qattiq, suyuq, gazsimon va boshqa xil jismlar mexanik tebranishlarining hosilasidir. Suyuq, gazsimon va qattiq jismlarning tebranishi, bir-biriga ishqalanishi shovqinni hosil qiladi, titrash esa faqat qattiq jismlarning tebranishidan hosil bo'ladi. Shovqin va titrash paydo bo'lish tabiatlarining farqi shundadir.

Kuchli, keskin va uzoq davom etadigan shovqin salbiy ta'sir ko'rsatib insonni tez charchatadi, ish unumdorligini pasaytiradi. Me'yordan yuqori hamda uzoq ta'sir etgan shovqin inson organizmini zararlantirib, keyinchalik og'ir kasbiy kasalliklarga olib kelishi mumkin. Shovqin insonga asosan eshitish organlari orqali ta'sir etadi. Inson doimiy ravishda o'zini shovqinlardan himoyalab yurishi zarur. Shovqinning uzoq muddatli ta'siri insonning eshitish organida kasallik hosil qiladi. Shuningdek, asab tizimini izdan chiqarib qon bosimi, ko'rish a'zolarida kasalliklarni yuzaga keltiradi.

Shunday ekan, shovqinning kelib chiqish tabiatini, ishlovchilarga salbiy ta'sirlarini chuqurroq o'rganish va ishlab chiqarishning turli sohalari uchun oliy ta'lim muassasalarida tayyorlanayotgan mutaxassislariga yoritib berishning ahamiyati kattadir.

Tadqiqot usullari. Tadqiqot jarayonida shovqin va uning ishlovchilarga salbiy ta'sirlariga doir ma'lumotlarni shu soha bo'yicha nashr qilinib kelinayotgan mavjud adabiyotlar, oquv qo'llanmalar, darsliklar, davriy nashrlardagi ilmiy maqolalar va boshqa internet materiallardagi ma'lumotlar o'rganib borildi.

Shovqin tushunchasi va uning kelib chiqish tabiatini, ishlovchilarga salbiy ta'sirlari chuqurroq o'rganildi. Ishlab chiqarishning turli sohalari uchun oliy ta'lim muassasalarida tayyorlanayotgan mutaxassislariga yoritib berishda analitik, sxematik va grafik tahlil usullaridan foydalanildi. Olingan natijalar amaliyotda qo'llanib, tegishli xulosalar qilindi.

Natijalar. Ishlab chiqarishning salbiy omillaridan biri - shovqin bo'lib, uning doimiy va me'yordan ortiq ta'siri ishlovchining sog'ligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Yuqori darajadagi shovqinning salbiy ta'siri ham yuqori bo'ladi. Shovqin ta'sirida organizmdagi salbiy o'zgarishlar oxir-oqibat shovqin kasalliklarini yuzaga keltiradi.

Shovqinga berilgan ta'riflar ko'p bo'lib ulardan birnechtasini keltiramiz:

- odam uchun yoqimsiz har qanday tovushlar shovqin deb ataladi [1-97 b.; 2-87 b.];
- shovqin turli chastota va tezlikdagi tovushlarning tartibsiz birikmasidir [3-44 b.];
- shovqin elastik muhit zarralarining to'liqsimon tarqaladigan tebranma harakatidir [4 - 94 .];

- shovqin turli intensivlik va chastotadagi aperiodik tovushlar to'plami sifatida ta'riflanadi [5 - 175 b.];

- turli balandlikdagi tovushlarning tartibsiz ravishda qo'shib eshitilishi shovqin deb ataladi [6];

- sukunatni buzadigan hamda foydali tovushni eshitishga halaqit beradigan tovushlar shovqin deb ataladi [7 - 89 b.].

Shovqinga berilgan ta'riflarning turiligi, ushbu masala bilan turli soha vakillari shug'ullanganligidan dalolat beradi. Darhaqiqat, ishlab chiqarishning turli sohalarida mehnat muhofazasi bo'yicha faoliyat yurituvchi mutahassislarning muhim masalalaridan biri shovqin va uning ishlovchi sog'ligiga zararli ta'sirining oldini olish bo'lib qolmoqda.

Shovqin ham tovush to'liqlaridan iborat bo'lib, uning tarqalishini energiyaning bir nuqtadan ikkinchisiga ko'chishi deb qarash mumkin. Tovush to'liqlari energiya oqimining ko'chish yo'nalishiga tik bo'lgan yuza birligiga nisbati tovushning nuqtaviy intensivligi deb ataladi. Tovush intensivligining o'lchov birligi telefon yaratilishining asoschisi Aleksandr Geyama Bel (1847-1922) sharafiga "Bel" deb atalgan [6]. Bunda tovushning eshitish mumkin bo'lgan minimal logarifmik intensivligi $Bel(B)$ deb, uning $1/10$ qismi esa detsiBel (dB) deb qabul qilingan. Bu birlik tovush va shovqinning asosiy o'lchov birligi hisoblanadi. Odam qulog'i B birlikdagi tovushning o'ndan birini ham

yaxshi farqlaydi. Shuning uchun sanoat korxonalarida shovqinni o'lchashning birligi sifatida dB ommalashgan [2 - 89 b.].

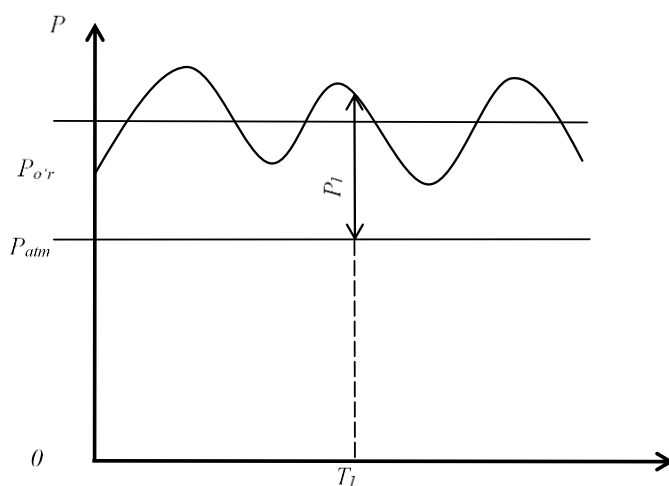
Shovqinning inson organizmiga zararli ta'siriga qarab uning mehnat jarayonlaridagi me'yoriy qiymatlari belgilanadi. Ish zonalaridagi doimiy ish o'rinlarida shovqinning yo'l qo'yilishi mumkin bo'lgan maksimal miqdorlari quyidagicha:

- past chastotali (250 Gs va undan past) shovqin uchun 91...103 dB ;
- o'rtacha chastotali (250...1000 Gs) shovqin uchun 85...91 dB ;
- yuqori chastotali (1000 Gs dan yuqori) shovqin uchun 80...85 dB .

Tovush tezligi muayyan tashqi sharoitda mazkur modda uchun o'zgarmas bo'lib, to'lqinning chastotasi va amplitudasiga bog'liq emas. Gazlarda temperatura va bosim ortishi bilan tovush tezligi ortadi. Gaz va suyuqlik aralashmalarida tovush tezligi undagi komponentlarning konsentratsiyasiga bog'liq. Manbalarda tabiiy sharoitlarda havodagi tovush tezligi o'rtacha 331 m/s ga teng ekanligi haqidagi ma'lumotlar uchraydi [8]. Me'yoriy atmosfera sharoitida esa (harorat 293 $^{\circ}K$ va bosim 760 mm simob ustuni = 1,01325105 Pa [9]) tovush tezligi havoda 344 m/s ga teng [1 - 97 b.; 2 - 88 b.]. Shuningdek, tovush tezligi muhitning zichligiga bog'liq bo'lib, zichlik ortishi bilan tovush tezligi ham ortib boradi. Masalan: suvda 1450 m/s , betonda 4000 m/s , po'latda 5000 m/s ni tashkil qiladi.

Insonga zararli ta'siri tovush to'lqinining chastotasiga va tarqalish tezligi (bosimi)ga bog'liq. Tovush to'lqinlari ma'lum chegaragacha tarqalishi mumkin. Ana shu chegara hududi **tovush maydoni** deb ataladi. Tovush maydonidagi har bir nuqtada havo zarralarining harakat tezligi vaqtga bog'liqlikda o'zgarib turadi. Anashu maydonning har bir nuqtasida, har bir lahzada(onda) sodir bo'layotgan atmosfera bosimidan ortiqcha bosim **tovush bosimi** deb ataladi (1-rasm). Tovush bosimi ham fizik bosim kabi paskal (Pa) birligida o'lchanadi.

Tovush darajasini intensivligi bo'yicha aniqlash, asosan, akustik hisoblash ishlarida qo'llaniladi, bosim bo'yicha aniqlash esa shovqinni o'lchash va uning inson organizmiga ta'siri darajasini belgilaganda qo'llaniladi. Chunki inson organizmi shovqinning intensivligini emas, bosimning o'rta geometrik miqdorini sezadi [1-99 b.2 - 89 b.;].



1-rasm. Tovush bosimining mohiyati

Odam qulog'iga tovush bosimining o'rta kvadrat miqdori - P_{or} ta'sir qiladi.

$$P_{or}^2 = \frac{1}{T_0} \int_0^{T_0} P^2(t) dt. \quad (1)$$

Ushbu bog'lanishdan ko'rinib turibdiki, tovush bosimining o'rta kvadrat miqdori (P_{or}) bosimning ta'sir qilish vaqti (T_0) va vaqt birligi ichida tovush bosimining o'zgarishi - $P(t)$ ga bog'liq.

Shovqin tashkilotlar va ularning atrof hududlarida sodir bo'lib, ishlovchilar uchun

qulay mehnat sharoitlarini yaratishda shovqin me'yorlariga ham e'tibor berish muhimdir. Ish o'rinlaridagi sharoitlarining shovqin va titrash bo'yicha xavfliligini aniqlash va baholash masalalari 2004 yil 25 noyabrda tasdiqlanib amaliyotda qo'llanib kelinayotgan saniratiya va qurilish me'yorlarida yoritilgan [10].

Mehnat muhofazasida shovqinni me'yorlashning 2 usuli qo'llanadi Ular:

- 1) Chegara spektri asosida me'yorlash;
- 2) Tovush darajasi (dB) orqali me'yorlash.

Bu usullarning birinchisi ish zonalaridagi doimiy shovqinlar uchun asosiy me'yorlash usuli hisoblanadi. Bunda shovqin darajalari dastlab 8 oktava [2 - 93 b.], hozir esa yanada aniqlashtirilib, 9 oktava [11] oraliqlarining o'rta geometrik chastotalari 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Gs larda me'yorlanadi.

Ish zonalaridagi shovqin O'zbekiston Respublikasining huquqiy-me'yoriy hujjatlarida ruxsat etilgan me'yoriy miqdordan oshib ketmasligi kerak.

1-jadval. Turli ish joylari uchun shovqinning me'yorlangan qiymatlari
(01.02.16 da tasdiqlangan SanQvaM №0325-16 ga asosan)

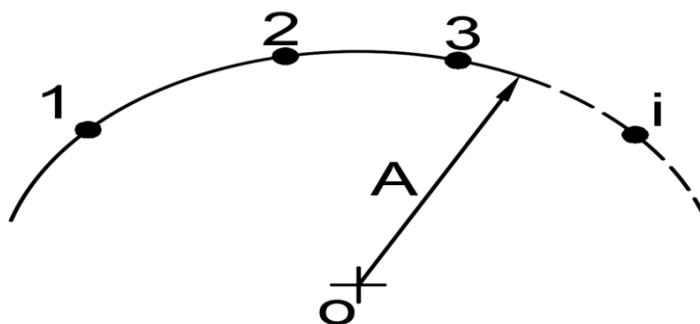
Ish joylari	Oktava oraliqlarining o'rta geometrik chastotalari(Gs)dagi shovqin darajalari, dB								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Ijodiy va ilmiy faoliyat, rahbarlik qilish, dizayn va muhandislik, o'qituvchilik, tibbiy amaliyot	86	71	61	54	49	45	42	40	38
Yuqori malakali ish, boshqaruv faoliyati, laboratoriyalardagi o'lchash va tahlil qilish ishlari	93	79	70	63	58	55	52	50	49
Ko'rsatmalar va akustik signallar bilan ishlash, tovushlar nazorati talab qilinadigan ishlar, operatorlik va dispetcherlik xizmati	96	83	74	68	63	60	58	56	54
Ishlab chiqarish sikllarini kuzatib borish va masofadan boshqarish	103	91	83	77	73	70	68	66	64
Korxonalar hududidagi ish joylarida barcha turdagi ishlarni bajarish (yuqoridagi bandlarda ko'rsatilganlardan tashqari)	107	95	87	82	78	75	73	71	69

Talabalarga ishlab chiqarishdagi shovqin ko'rsatkichlarini aniqlashni yoritishni quyidagi holat misolida ko'rib chiqaylik. Birnecha bir xil - L_m kattalikdagi shovqin tarqatuvchi manbalarning birgalikdagi shovqin darajasi, ulardan bir xil A masofadagi nuqta(0)da aniqlash talab qilinsin (2-rasm). Bu holat uchun:

$$L_0 = L_m + 10 \lg n, \quad (2)$$

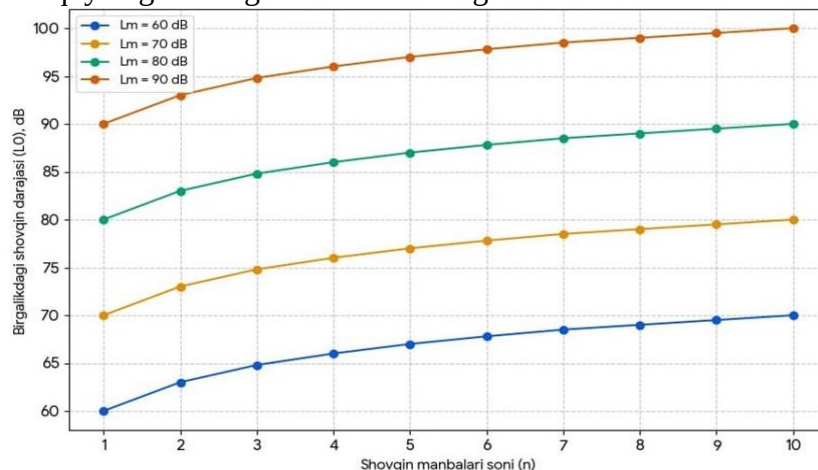
bunda L_m - manbadan chiqayotgan shovqin darajasi, dB ;

n - shovqin manbalari soni, $n = 1$ dan kam emas [2 - 90 b.].



2-rasm. Shovqin tarqatuvchi manbalarning birgalikdagi shovqin darajasini aniqlashga doir

Yuqorida keltirilgan (2) formula va 2- rasmdagi sxemadan foydalanib amaliy mashg'ulot darslarida shovqinning ishlab chiqarishdagi real sharoitlardagi qiymatlari haqida talabalarda tasavvur hosil qilish mumkin. Manbadan chiqayotgan shovqin darajasining $L_m = 60 \text{ dB}$ dan 90 dB gacha va shovqin manbalari sonining $n = 1$ dan 10 gacha bo'lgan qiymatlarida manbalarning birgalikdagi shovqin darajasi aniqlanganda olingan natijalar quyidagi nomogrammda keltirilgan.



Olingan nomogramma tahlili shuni ko'rsatmoqdaki, manbadan taralayotgan shovqin darajasi (L_m) va manbalar soni (n) ortishi manbalar birgalikda hosil qilayotgan shovqin darajasi (L_0)ning ortishiga olib keladi. Manbalarning birgalikdagi shovqin darajasi bitta manba taralayotgan shovqin darajasi bilan proporsional bog'lanishda bo'lsa, manbalar soni ortishi bilan birgalikdagi shovqinning ortish susayib bormoqda. Demak, birgalikda hosil qilinayotgan shovqin darajasini kamaytirishda har bir manbadan taralayotgan shovqinni kamaytirishning ahamiyati kattaroq ekanligi to'g'risida xulosa qilish mumkin. Shu singari taxlillar natijasida real xulosalar chiqarib borish bo'lajak mutaxassislarining shovqin va unga qarshi kurash haqida tasavvurlarini kengaytirishga xizmat qiladi.

Xulosa. Ishlab chiqarishda shovqin va unga qarshi kurash masalalarini yoritishga qaratilgan darslarni soha bo'yicha eng so'nggi manbalar asosida tashkil qilish, shovqinning inson eshitish a'zolariga ta'sir jarayonlarni hamda amaliy mashg'ulotlarni shu manbalarda keltirilgan formulalarni analitik, sxematik va grafik tahlil usullarida tahlil qilish asosida o'tkazish bo'lajak mutaxassislarining shovqin haqidagi tasavvurlarini kengaytiradi. Ularning shovqin darajasining me'yoriy qiymatlardan ortiq bo'lishining oldini olishga qaratilgan qarorlar qabul qilishlariga yordam beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Qudratov O. va boshq. Hayotiy faoliyat xavfsizligi (Darslik). T.: "Aloqachi", 2005 - 356 b.
2. Yormatov G.Yo. va boshq. Hayot faoliyati xavfsizligi (Darslik). - T.: "Aloqachi", 2009 - 348 b.
3. Yuldashev O.R. Mehnat muhofazasi maxsus kursi. Darslik. - T.: «Tafakkur qanoti». 2015-338 b.
4. Parmonov A.E. va boshq. Hayot faoliyati xavfsizligi. (O'quv qo'llanma). - T.: "IQTISOD-MOLIYA", 2007 - 196 b.
5. Белов С.В. и др. Безопасность жизнедеятельности (Учебник). - М.: «Высшая школа», 2007 - 618 b.
6. Zamonaviy ilm-fan va ta'lim istiqbollari. Ilmiy amaliy konferehsiya. Ishlab chiqarishda shovqinning yuzaga kelish sabablari va manbalari. Muradov S. va b. Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti. Qarshi, O'zbekiston. Dekabr, 2024 yil.
7. To'ymuradov Z.X. Hayotiy faoliyat xavfsizligi (Darslik). Qarshi. "Fan va ta'lim" 2023 - 196 b.
8. https://uz.wikipedia.org/wiki/Tovush_tezligi.
9. <https://uz.wikipedia.org/wiki/Atmosfera>.
10. ПЕРЕЧЕНЬ утвержденных санитарных норм, правил и гигиенических нормативов Республики Узбекистан: СанПиН №0175-04
11. САНИТАРНЫЕ НОРМЫ допустимых уровней шума на рабочих местах СанПиН РУз № 0325-16.

ПРОЦЕССЫ И ЗНАЧЕНИЕ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА НА ОСНОВЕ МОНОМЕРА

Исмаилова Халават Джабаровна

Каршинский государственный технический университет, профессор

eshdavlatovagulrux@gmail.com

ORCID 0009-0006-4133-2767

УДК 66.691.32

Аннотация. В статье исследуется процесс полимеризации, являющийся одним из основных методов получения высокомолекулярных соединений, то есть полимеров, путем многократного присоединения молекул мономера к растущей цепи. Особое внимание уделяется полимеризации винилхлорида и производству поливинилхлорида (ПВХ). Описывается реакция полимеризации винилхлорида, представлена структурная формула полимерного вещества, а также изучены основные физико-химические свойства поливинилхлорида, включая молекулярную массу и плотность. Изучаются различия между типами поливинилхлорида, а также свойства винилового пластика, характеризующегося высокой механической и химической стабильностью и низкой плотностью. Особое внимание уделяется свойствам поливинилхлорида, характеризующегося устойчивостью к кислотам и щелочам. В статье подчеркивается важность поливинилхлорида как одного из наиболее широко используемых промышленных полимеров. Результаты исследования подтверждают важность оптимизации условий эмульсионной полимеризации для производства поливинилхлорида с требуемыми свойствами и высокой промышленной ценностью.

Ключевые слова: мономер, полимер, полимеризация, хлористый винил, поливинилхлорид, дихлорэтан, термопластичность, изоляционные материалы, искусственная кожа, ацетон, этиловый спирт.

MONOMER ASOSIDA POLIVINILXLORID ISHLAB CHIQRISH JARAYONLARI VA AHAMIYATI

Annotatsiya. Maqolada o'sayotgan zanjirga monomer molekularini qayta-qayta qo'shish natijasida yuqori molekulyar og'irlikdagi birikmalar, ya'ni polimerlarni ishlab chiqarishning asosiy usullaridan biri bo'lgan polimerlanish jarayoni o'rganildi. Vinilxloridning polimerlanishi va polivinilxlorid (PVX) ishlab chiqarishga alohida e'tibor qaratildi. Bunda vinilxlorid polimerlanish reaksiyasi tavsiflangan, polimer moddaning struktur formulasi keltirilgan va polivinilxloridning asosiy fizik-kimyoviy xossalari, shu jumladan, molekulyar og'irlik hamda zichligi o'rganildi. Polivinilxlorid turlari orasidagi farqlar, shu bilan birga, yuqori mexanik va kimyoviy barqarorligi va quyi zichligi bilan ajralib turadigan vinil plastmassaning xususiyatlari ham o'rganildi. Polivinilxlorid xususiyatlariga alohida e'tibor qaratilgan bo'lib, u kislotalar va ishqorlarga chidamligi izohlandi. Ushbu maqolada polivinilxloridning eng keng qo'llaniladigan sanoat polimerlaridan biri sifatidagi ahamiyati ta'kidlangan. Tadqiqot natijalari shuni tasdiqlaydiki, kerakli xususiyatlarga va yuqori sanoat qiymatiga ega polivinilxlorid ishlab chiqarish uchun emulsiya polimerizatsiyasi sharoitlarini optimallashtirish juda muhimdir.

Kalit so'zlar: monomer, polimer, polimerizatsiya, vinilxlorid, polivinilxlorid, dikloreтан, termoplastiklik, izolyatsiya materiallari, sun'iy charm, atseton, etil spirti.

Введение. Полимеризация (др.-греч. πολυμερής состоящий из многих частей) процесс образования высокомолекулярного вещества (полимера) путём многократного присоединения молекул низкомолекулярного вещества (мономера, олигомера) к активным центрам в растущей молекуле полимера. Молекула мономера, входящая в состав полимера, образует так называемое мономерное (структурное) звено. Элементный состав (молекулярные формулы) мономера и полимера приблизительно одинаков. Обычно мономерами являются соединения, содержащие кратные связи либо циклические фрагменты, способные раскрываться и образовывать новые связи с другими молекулами, обеспечивая рост цепей [1].

Поливинилхлорид (ПВХ) термопластичный стабильный материал, получают путем полимеризации винилхлорида. Во всем мире поливинилхлорид занимает важнейшее место среди полимерных изделий. Из этого полимера изготавливается более 3100 наименований продукции. В 1913 году был выдан патент на промышленное производство винилгалогенидных полимеров. В 1934 году химик Регно получил винилхлорид путем обработки дихлорэтана спиртовым раствором щелочи. Поливинилхлорид доступен в качестве коммерческого продукта с 1934

года. При хранении он подвергается воздействию тепла, света, влаги, кислорода, озона, агрессивных веществ и механических сил [2-3].

Методология. Как нам известно, полимеризация это такой процесс, при котором одни и те же мономеры соединяются при высокой температуре и давлении, образуя высокомолекулярное соединение без образования промежуточных соединений [4].

Методы определения смесей изомеров в поливинилхлориде. Поливинилхлорид один из наиболее важных полимеров, широко используемых в промышленности, получаемый в результате полимеризации мономера винилхлорида. В процессе производства ПВХ различные условия, такие как температура, давление, катализаторы и добавки, могут приводить к образованию различных структурных форм полимерной цепи. В результате в составе полимера появляются смеси изомеров. Эти изомеры оказывают существенное влияние на физические, химические и механические свойства полимера. Поэтому определение смесей изомеров, образующихся в составе ПВХ, имеет большое научное и практическое значение.

Одним из широко используемых методов определения изомеров ПВХ является инфракрасная спектроскопия. Этот метод основан на определении частот колебаний функциональных групп в полимере. Изомеры с различными структурными формами образуют различные линии поглощения в инфракрасном спектре. Этот метод определяет тип связей в полимерной цепи, степень кристалличности и структурные изменения. Инфракрасная спектроскопия отличается своей скоростью и простотой.

Спектроскопия ядерного магнитного резонанса также важна для идентификации изомеров ПВХ. Этот метод основан на изучении поведения атомных ядер в магнитном поле и позволяет определить местоположение и химическое окружение атомов в полимерной цепи. С помощью этого метода можно получить точную информацию о структурных изомерах, порядке связей и расположении мономерных звеньев в полимерной цепи.

Хроматографические методы также используются для идентификации смесей изомеров. В частности, гель-проникающая хроматография помогает определить распределение молекулярной массы полимера. Этот метод позволяет идентифицировать полимерные фракции с различными структурами. Газовая хроматография, с другой стороны, предоставляет информацию об изменениях в составе полимера путем определения остаточных мономеров и низкомолекулярных побочных продуктов.

Методы термического анализа также важны для идентификации изомеров ПВХ. Температура стеклования и термические свойства полимера изучаются с помощью дифференциальной сканирующей калориметрии. Наличие различных изомеров влияет на термическую стабильность полимера. Термогравиметрический анализ, с другой стороны, позволяет определить структурные различия в полимере путем изучения процесса его разложения.

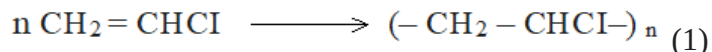
Кроме того, кристаллическая и аморфная структуры полимера определяются методом рентгеновской дифракции. Поскольку структурные изомеры влияют на степень кристаллизации полимера, этот метод позволяет определить наличие изомерных смесей.

В заключение, наиболее эффективные результаты получаются при комбинированном использовании спектроскопических, хроматографических и термических методов анализа при определении изомерных смесей в поливинилхлориде. Эти методы позволяют оценить структуру, свойства и качество

полимера и имеют большое значение в производстве высококачественных полимерных материалов.

Из поливинилхлорида получают изоляционные материалы для кабелей и электропроводов, оберточные материалы, линолеум, искусственную кожу, шланги. Также поливинилхлорид применяется для защиты цистерн, резервуаров, химического оборудования, трубопроводов от воздействия хлора, хлорида и серной кислоты.

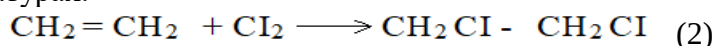
Поливинилхлорид полимеризуется в присутствии индикатора при температуре 20-50 °С и давлении 2-6 атмосфер:



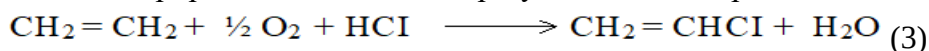
Молекулярная масса поливинилхлорида имеет 30000-400000, а плотность 1,4 г/см³. В промышленности поливинилхлориду добавлением и без добавления пластификатора получают различные вещества. Поливинилхлорид который получен без добавления пластификатора называется винипласт [6]. Винипласт механически также и химически устойчив, 5 раз от чугуна и 8 раз легче от свинца. Из хлорированного поливинилхлорида получают хлорное волокно. Это вещество не горит, не подвержен воздействию кислот и щелочей.

Для производства основным сырьем поливинилхлорида является винилхлорид (ВХХ). Он занимает второе место после этилена. При комнатной температуре это бесцветный газ с эфирным запахом, температура кипения - 14 °С, плотность 972 кг/м³. Винилхлорид растворим в ацетоне, этиловом спирте, нерастворяется в воде. При смешивании с воздухом горюч и взрывоопасен. При горении выделяются едкие вещества и токсичный фосген. Винилхлорид оказывает сильное негативное воздействие на организм человека [8]. Он поражает центральную нервную систему, костную систему, соединительную ткань, мозг и сердце. Вызывает иммунные изменения в опухолях. Это повреждает печень. Наблюдения показывают, что он вызывает рак различных тканей и органов, включая печень, мозг и легкие.

Результаты и обсуждение. Хлорвинил получают различными способами. Его получают гидрохлорированием этилена в присутствии катализатора, дегидрохлорированием спиртовым раствором щелочи и хлорированием этилена при высоких температурах.



Полученный дихлорэтан подвергается пиролизу, при этом сначала образуются хлорвинил и хлористый водород. Выделяющийся хлористый водород направляется на хлорирование этилена и образуется винилхлорид:



Если кислород и инициатор не используются, термическая полимеризация винилхлорида не происходит, она быстро идет в присутствии кислорода. В результате наблюдений было установлено, что кислород соединяется с винилхлоридом и образует перекись, а затем распадается на радикалы и потом вызывает полимеризацию. Эксперименты показывают, что даже при температуре 20–112 °С в течение 50–110 часов если нет кислорода полимер не образуется. Процесс полимеризации в присутствии пероксидов происходит очень быстро.

Реакция полимеризации очень чувствительна к различным примесям. При добавлении ацетилена, метилового и этилового спирта, соляной кислоты полимеризация протекает очень медленно, а при добавлении стирола, гидрохинона, анилина, фенола, брома или перманганата калия процесс полимеризации прекращается. Небольшое количество стирола также замедляет реакцию и снижает молекулярную массу полимера. При добавлении 1,2 % стирола реакция полностью

прекращается.

Винилхлорид необходимо хранить вдали от источников тепла и пламени, поэтому его хранят в течение 15 часов при температуре 220 градусов в специальных контейнерах, закопанных глубоко в землю, и с добавлением стабилизатора. Оснащен устройством контроля давления и искрогасителем. Тару с веществами хранят в условиях воздухообмена с внешней средой, при температуре не выше 50 °С. Не допускается контакт с медью, пламенем, теплом, окислителями, едким натром и активными металлами. Медь не следует подвергать воздействию огня, тепла, окислителей, едкого натра или активных металлов. Стабилизированный винилхлорид транспортируют в жидком виде в стальных цистернах, снабженных охлаждающей жидкостью. Также стальной резервуар должен быть хорошо высушен и заполнен азотом [10].

В промышленности поливинилхлорид получают следующими способами: Суспензионной полимеризацией по периодической схеме. Водный раствор, содержащий 0,03 - 0,05 % защитного коллоида, смешивают с водным раствором винилхлорида в присутствии 0,03 - 0,05 % инициатора диазосоединения. Смесь нагревают при температуре 44– 64 °С. Выдерживают до тех пор, пока она не станет однородной. Образуются частицы поливинилхлорида размером 110-300 мкм. При снижении давления в реакторе непрореагировавший мономер удаляется, поливинилхлорид фильтруется и высушивается под воздействием горячего воздуха. А потом просеянный поливинилхлорид будет упакован. Полимеризация осуществляется в реакторе объемом 200 м³.

Во втором методе полимеризация осуществляется в двух этапах:

На первом этапе винилхлорид с содержанием инициатора по массе 0,03-0,05 % полимеризуется до образования 12 %. В результате полимеризации образуются очень мелкие, тонкие частицы поливинилхлорида, его пропускают через реактор и снова добавляют мономер и инициатор и медленно перемешивают до образования 80 % поливинилхлорида. После выдержки при необходимой температуре на втором этапе происходит рост частиц поливинилхлорида и образование пористых гранул поливинилхлорида размером 110-300 мкм. Винилхлорид, не принявший участия в реакции, удаляется и возвращается обратно. Полихлорированный винил опрыскивают азотом и потом фильтруют. Полученный полимер диспергируется и легко перерабатывается.

Полимеризация по второму методу предпочтительнее первого, поскольку снижается потребление энергии, плата за обслуживание и капитальные затраты. При втором способе термостойкость поливинилхлорида, неравномерно распределенного по стенкам аппарата в процессе производства поливинилхлорида, существенно ниже, чем при первом способе полимеризации.

В третьем методе полимеризация осуществляется путем эмульгирования. Процесс осуществляется с участием водорастворимого инициатора (H₂O₂) эмульгатора ПАВ. Процесс в водном растворе происходит 0,5-0,6 % по массе водной фазы и винилхлорида. Полимеризация продолжается при температуре 47-60 °С при слабом перемешивании. 42-50 % размер частиц латекса, поливинилхлорид размером 0,4-0,5 мкм со дна реактора удаляется. 92–95 % винилхлорида полученного в результате реакции превращается в поливинилхлорид. После того, как непрореагировавший винилхлорид возвращается в реактор, поливинилхлорид сушат и потом фильтруют в пылевой камере.

Заключение. Исследование процесса получения поливинилхлорида методом эмульсионной полимеризации показало, что этот метод является одним из наиболее эффективных и технологически значимых методов промышленного производства ПВХ. Несмотря на наличие вторичных примесей, эмульсионный ПВХ обладает

высокой дисперсией и хорошей технологичностью, что делает его особенно подходящим для производства паст, пластизоль и покрытий.

Показано, что физико-химические свойства поливинилхлорида существенно зависят от условий его синтеза. Правильный выбор инициатора, температуры, давления и эмульгаторов позволяет регулировать скорость полимеризации, молекулярную массу и структуру полимера, что, в свою очередь, определяет эксплуатационные свойства конечного материала. Оптимизация этих параметров является ключом к получению ПВХ с желаемыми свойствами и высокой стабильностью.

Также установлено, что рециркуляция непрореагировавшего винилхлорида в реактор может значительно повысить эффективность использования сырья, снизить потери мономера и минимизировать негативное воздействие на окружающую среду. Это повышает экономическую и экологическую эффективность производства. Таким образом, совершенствование технологии эмульсионной полимеризации винилхлорида является важным направлением развития химической промышленности и позволяет получать высококачественный поливинилхлорид, отвечающий современным требованиям различных отраслей.

Список использованной литературы

1. AlHassan M.K. Production of high-performance concrete through the addition of new generation of superplasticizers: a comprehensive review on the electrokinetics and rheological behaviors //Emergent Materials. – 2024. – Т. 7. – №. 2. – С. 403-441.
2. Эшдавлатова Г.Э., Камалов Л.С., Достижение высокой селективности при аминной очистке природных газов // QarDU xabarları. Ilmiy-nazariy, uslubiy jurnal. 2024 1/2. 95-100 с.
3. Баранов Б.А. Технология пластических масс. — Москва: Химия, 1990. - С. 212-218.
4. Берштейн В.И., Егоров В.М. Дифференциальная сканирующая калориметрия полимеров. — СПб.: Химия, 1990. - С. 88-89.
5. Эшдавлатова Г.Э., Камалов Л.С. Определение количества углекислого газа в различных единицах в аминных растворах. — Москва: Universum: Технические науки. Выпуск: 10(127). Октябрь 2024. Часть 4. — С. 55-58.
6. Тагер М.А. Физикохимия полимеров. — Москва: Химия, 1978. — С. 25-29.
7. Г.Э. Эшдавлатова. Определение количества сероводорода в алканоламине при очистке природного газа от кислых компонентов. Universum: технические науки. Выпуск: 10(139). Октябрь 2025. Часть 8. 30-27 с. Москва
8. Сперанский О.А. Химия и технология поливинилхлорида. — Москва: Химия, 1985. — С. 71-75.
9. Коршак Г.В., Виноградова С.В. Химия и технология полимеров. — Москва: Химия, 1988. — С. 98-104.
10. Музафаров Л.М., Кузнецов А.А., Зеленецкий А.Н. Введение в химию высокомолекулярных соединений. — Москва: МГУ, 2001. — С. 116-119.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕНООБРАЗУЮЩИХ СВОЙСТВ РЕАГЕНТА EG1951E В РАСТВОРАХ ДЭА

Эшдавлатова Гулрух Эшмаматовна

Каршинский государственный технический университет, PhD, доцент

eshdavlatovagulrux@gmail.com

ORCID 0009-0006-4133-2767

Сафарова Гулжахон Эштемировна

Каршинский государственный технический университет, PhD, доцент

gulixolmatova23@gmail.com

ORCID 0009-0000-0293-3478

УДК 665.632.074

Аннотация. В работе представлено научное обоснование эффективности блок-сополимера на основе этиленоксида (ЭО), пропиленоксида (ПО) и полидиметилсилоксана (ПДМС) в качестве пеногасителя нового поколения для аминных абсорбентов, применяемых в процессах очистки природного газа. Исследованы композиции различного соотношения компонентов марки EG1951E и

определены их физико-химические характеристики, включая поверхностное натяжение, термическую стабильность и диспергирующую способность. В экспериментальных условиях проведена оценка параметров пенообразования в очищенных и насыщенных растворах диэтаноламина (ДЭА), включая высоту пены, время её гашения и степень устойчивости пенного слоя. Установлено, что оптимальное соотношение компонентов обеспечивает выраженный синергетический эффект, обусловленный сочетанием гидрофильно-гидрофобных сегментов ЭО-ПО и высокоактивной силиконовой фазы ПДМС. Сегменты ЭО-ПО способствуют равномерному распределению ПДМС в объёме раствора, тогда как ПДМС снижает поверхностное натяжение и нарушает вязкоупругое равновесие межфазной пленки, ускоряя разрушение пузырьков пены. Полученные результаты подтверждают перспективность использования данной композиции в технологических процессах газоочистки, обеспечивая повышение эффективности абсорбции, снижение энергозатрат и устойчивость работы оборудования. Разработанный состав может быть рекомендован для промышленного внедрения в установках аминной очистки природного газа.

Ключевые слова: ЭО-ПО-ПДМС, блок-сополимер, пеногаситель, диэтаноламин, аминные растворы, очистка природного газа, поверхностное натяжение, пенообразование, термическая стабильность.

DEA ERITMALARIDA EG1951E REAGENTINING KO'PIKLANISH XUSUSIYATLARINI O'RGANISH

Annotatsiya. Ushbu maqolada etilen oksidi (EO), propilen oksidi (PO) va polidimetilsiloksan (PDMS) asosidagi blok sopolimerining tabiiy gazni tozalash jarayonlarida ishlatiladigan aminli absorbentlar uchun yangi avlod ko'piko'ndirgichi samaradorligining ilmiy asoslari keltirilgan. Turli komponent nisbatlariga ega EG1951E markali kompozitsiyaning tarkibi o'rganildi va ularning sirt tarangligi, termik barqarorligi va fizik-kimyoviy xususiyatlari aniqlandi. Tozalangan va to'yingan dietanolamin (DEA) eritmalaridagi ko'piklanish parametrlari eksperimental sharoitlarda, jumladan, ko'pik balandligi, ko'pikni so'ndirish vaqti va ko'pikning barqarorligi baholandi. Optimal komponent nisbati EO-PO ning gidrofil-gidrofob segmentlari va PDMS ning yuqori faol silikon fazasining kombinatsiyasi tufayli aniq sinergetik ta'sir ko'rsatishi aniqlandi. EO-PO segmentlari PDMS ning eritma bo'ylab bir tekis taqsimlanishiga yordam beradi, PDMS esa sirt tarangligini kamaytiradi va uning plyonkasining elastik muvozanatini buzadi, ko'pik pufakchalarining qulashini tezlashtiradi. Olingan natijalar ushbu kompozitsiyaning gazni tozalash jarayonlarida foydalanish imkoniyatini tasdiqlaydi, bu esa yutilish samaradorligini oshirish, energiya sarfini kamaytirish va uskunalarning barqaror ishlashini ta'minlaydi. Ishlab chiqilgan kompozitsiyani tabiiy gazni aminli tozalash qurilmalarida sanoat miqyosida qo'llash uchun tavsiya qilish mumkin.

Kalit so'zlar: EO-PO-PDMS, blokli sopolimer, ko'piko'ndirgich, dietanolamin, amin eritmali, tabiiy gazni tozalash, sirt tarangligi, ko'piklanish, termik barqarorlik.

Введение. В последние годы блок-сополимеры, в частности композиции на основе алкиленоксидов (ЭО-ПО), привлекают внимание как перспективные реагенты для снижения пенообразования. Блоки ЭО-ПО обеспечивают гидрофильно-гидрофобный баланс, улучшая перемешивание в абсорбирующей среде [1]. При включении в состав полидиметилсилоксана (ПДМС) его сегменты проявляют высокую поверхностную активность, способствуя быстрому разрыву пузырьков пены и резкому снижению поверхностного натяжения. В результате сбалансированного сочетания этих трех компонентов наблюдается комбинированный усиливающий эффект, и пенообразование в аминном растворе значительно снижается [2-3].

Особое место среди пеногасителей занимают силиконовые соединения, в частности полидиметилсилоксан (ПДМС), обладающий чрезвычайно низким поверхностным натяжением (20-22 мН/м) и высокой химической инертностью. Благодаря выраженной гидрофобности ПДМС быстро адсорбируется на границе раздела фаз газ/жидкость, нарушая целостность пузырьковой пленки и вызывая её разрыв. Однако его недостатком является слабая диспергируемость в водных и аминных средах, что ограничивает равномерность распределения активной фазы.

Обзор литературы по теме. Для решения данной проблемы в последние годы активно исследуются блок-сополимеры на основе алкиленоксидов — этиленоксида (ЭО) и пропиленоксида (ПО). Сегменты ЭО обеспечивают гидрофильность и хорошую растворимость в водной фазе, тогда как ПО выполняет функцию промежуточного амфифильного звена, регулируя гидрофильно-

гидрофобный баланс системы [5]. Такие блок-сополимеры способны стабилизировать дисперсию гидрофобных компонентов и улучшать их распределение в объеме раствора. Таким образом, разработка и научное обоснование применения блок-сополимера на основе ЭО-ПО-ПДМС в качестве высокоэффективного пеногасителя для процессов очистки газа является актуальной научно-технической задачей. Исследование закономерностей влияния компонентного состава на параметры пенообразования позволит определить оптимальные условия использования реагента и повысить стабильность технологических процессов газоочистки [6].

Методология исследования. Несмотря на наличие исследований в области силикон-полиэфирных систем, вопрос применения композиций ЭО-ПО-ПДМС именно в аминных абсорбционных средах остается недостаточно изученным, особенно в условиях повышенной температуры и насыщения кислыми газами. Недостаточно данных о влиянии соотношения блоков на кинетику разрушения пены, устойчивость эмульсии и совместимость с растворами ДЭА [11-12].

Предварительные испытания, проведенные в лабораторных условиях, подтвердили, что реагент EG1951E обладает хорошей пеногасящей эффективностью, а его термическая стабильность соответствует рабочим параметрам циркулирующего аминного раствора в газоочистительных устройствах (ШГХК). Основой этого реагента является блок-сополимер, содержащий алкиленоксид, и полидиметилсилоксан.

Подробная информация о составе и физико-химических свойствах этих реагентов представлена в таблицах 1-2.

Таблица 1

Состав пеногасителя EG1951E

№	Компонент	Количество, %	Функция	Влияние на пенообразование
1	ЭО (этиленоксид)	25,2	Гидрофильный сегмент; хорошо смешивается с водой; ускоряет растекание по поверхности.	Снижает эластичность пенообразной пленки, активизирует растекание ПДМС
2	ПО (пропиленоксид)	37,8	Полугидрофильный сегмент; служит «мостом» между ЭО и ПДМС	Способствует снижению стабильности пены; обеспечивает баланс между этиленоксидом и полидиметилсилоксаном
3	ПДМС (полидиметилсилоксан)	37	Обладает сильными гидрофобными свойствами и очень низким поверхностным натяжением	Быстро ломает пузырьки пены, дестабилизирует поверхность и обладает преимущественно пеногасящими свойствами

Таблица 2

Физико-химические свойства пеногасителя EG1951E

№	Показатели	Значения показателя	Примечания
1	Поверхностное натяжение при 20 °С	21 мН/м	Очень низкая прочность из-за ПДМС, быстро вызывает коррозию пенопласта
2	Температура плавления	Нерастворим в воде, но диспергируется в ЭО/ПО	Оптимальное распределение зависит от соотношения ЭО-ПО
3	Термическая стабильность	Высокий	Растворы ДЭА стабильны до 120 °С
4	Способность к дисперсии	Высокий	Блоки ЭО-ПО обеспечивают равномерное распределение ПДМС в растворе
5	Химическая совместимость	Высокий	Не вступает в реакцию с ДЭА, не вызывает коррозии

В ходе исследования были протестированы композиции различного соотношения компонентов на основе ЭО-ПО-ПДМС марки EG1951E, изучены высота пены, время гашения пены и общая пеногасящая эффективность.

Результаты и обсуждение. Целью данного исследования является научное обоснование возможностей использования блок-сополимера на основе ЭО-ПО-ПДМС в качестве пеногасителя нового поколения для аминных абсорбентов, определение его оптимального соотношения компонентов и разработка практических рекомендаций по применению в технологическом процессе. Полученные результаты позволяют получить экологически безопасный, высокоэффективный и экономически целесообразный пеногаситель, пригодный для практического применения. Показатели исследования представлены в таблицах 3-4.

Таблица 3

Параметры пенообразования ЭО-ПО-ПДМС в различных пропорциях в очищенном растворе ДЭА

№	EG1951A (ЭО-ПО-ПДМС, %)	Высота пены, (мм)	Время гашения пены (мин.)	Степень пенообразова ния	Примечания
1	30-25,5-44,5	28	24	Средний	Полидиметилсилоксан хорошо работает, но распределяется неравномерно
2	33,5-31,5-35	24	18	Хороший	Стабильность пены незначительно снижается
3	25,2-37,8-37	16	10	Высший	ЭО-ПО очень хорошо диспер-гирует ПДМС
4	33,5-25-41,5	32	28	Низкий	Пена сохраняет стабильность при высоком содержании ПО
5	40-31,5-28,5	35	30	Очень низкий	Уровень ЭО высокий, межфазная активность слабая

В таблице 3 показано, что пеногаситель с составом ЭО-ПО-ПДМС (25,2-37,8-37 %) явно демонстрирует высокую активность в снижении пенообразования в регенерированных (очищенных) растворах ДЭА. Согласно экспериментальным результатам, раствор ДЭА, взятый в качестве контрольного образца, обладал значительными пенообразующими свойствами под воздействием потока азота со скоростью 4 м³/мин, высота пены составляла в среднем 28-35 мм, а время исчезновения пены около 24-30 минут. Тот факт, что высота пены после добавления состава составляла 16 мм, а время исчезновения пены сократилось до 10 минут, указывает на снижение механической прочности пузырьковой пленки, то есть поверхностное натяжение в процессе пенообразования значительно снижалось. Фаза ПДМС в составе ЭО-ПО-ПДМС снижает поверхностное натяжение, в то время как блок-сополимер на основе ЭО-ПО способствует равномерному распределению этой фазы по всему раствору. Взаимодействие этих двух компонентов препятствует образованию стабильной пленки на поверхности пузырьков, что приводит к очень быстрому разрыву пены. Это снижение стабильности повышает стабильность процесса сорбции, что приводит к уменьшению колебаний давления в колонне. Это, в свою очередь, повышает эффективность абсорбера и снижает энергозатраты процесса. Таким образом, состав 25,2-37,8-37 % ЭО-ПО-ПДМС можно рекомендовать в качестве наиболее оптимального пеногасителя для очищенных растворов ДЭА.

Таблица 4

Параметры пенообразования ЭО-ПО-ПДМС в различных пропорциях в насыщенном растворе ДЭА

№	EG1951A (ЭО-ПО-ПДМС, %)	Высота пены, (мм)	Время гашения пены (мин.)	Степень пенообразо вания	Примечания
1	30-25,5-44,5	42	32	Средний	ПДМС широко распространен, но имеет

					низкую степень диспергируемости
2	33,5-31,5-35	34	26	Хороший	Улучшенный баланс ЭО/ПДМС
3	25,2-37,8-37	24	16	Высший	Быстрое гашение, стабильная низкая пена
4	33,5-25-41,5	45	38	Низкий	Чем больше РО, тем выше стабильность пены.
5	40-31,5-28,5	55	42	Очень низкий	высокое содержание ЭО, чрезвычайно высокая растворимость в воде

Данные в таблице 4 подтверждают, что композит ЭО-ПО-ПДМС обладает высокой функциональной эффективностью даже для растворов ДЭА, насыщенных кислыми газами (H_2S и CO_2). В насыщенном растворе ДЭА, взятом в качестве контрольного образца, высота пены составляла 42-55 мм, а время затухания пены около 32-42 минут.

Снижение высоты пены до 24 мм и времени затухания пены до 16 минут после использования пеногасителя указывает на то, что высокая способность композита разрушать пузырьковую пленку обусловлена его высокой способностью к этому. Фаза ПДМС быстро накапливается на границах пузырьков, нарушая вязкоупругое равновесие пленки. С другой стороны, сегменты ЭО-ПО ослабляют дополнительную диффузионную стабильность в водной фазе между пузырьками, создавая условия для быстрого гашения пены.

Снижение стабильности пены имеет большое практическое значение, поскольку именно насыщенные растворы ДЭА часто вызывают проблему чрезмерного пенообразования в процессе абсорбции (особенно в условиях ШГХК). Использование данной композиции обеспечивает гидродинамический разгрузочный эффект на поверхности пузырьков, гарантируя бесперебойную работу процесса на практике. Также исключаются переливы колонны, нарушение зон газожидкостного разделения в аппарате и нежелательные явления в теплообмене. Результаты показывают, что композиция обладает оптимальной эффективностью ровно 25,2-37,8-37 %. В других вариантах испытаний наблюдалось, что пена оседала значительно медленнее или что нестабильность эмульсии возрастала из-за увеличения количества ПДМС.

Заключение. Согласно результатам, вариант ЭО-ПО-ПДМС с соотношением 25,2-37,8-37 % был определен как наиболее оптимальный состав, показавший наивысшую эффективность в растворах ДЭА, при этом уровень пенообразования снизился в 2,5 раза. Эти показатели подтверждают, что данный состав очень перспективен для практического применения в процессах очистки газов с использованием аминов.

Список использованной литературы

1. Рябова Т.С., Чемодуров П.А. Очистка природного газа от сероводорода. - Москва: ВНИИГазпром, 1975. - 40 с.
2. Эшдавлатова Г.Э. Определение количества сероводорода в алканоламине при очистке природного газа от кислых компонентов. – Москва: Universum: Технические науки. Выпуск: 10(139). Октябрь 2025. Часть 8. – С. 30-27.
3. Калимуллин И.Р., Латыпов Д.Д., Дмитриев А.В. Применение аппаратов с интенсивными гидродинамическими режимами для снижения выбросов двуокиси углерода // Вестник Казан. технол. ун-та. – 2009. - №3. – Ч.1. – С. 15-19.
4. Ильина Е.Н., Клямер С.Д. Извлечение сероводорода и угольной кислоты из природного газа и производство элементарной серы. Москва: БНИИЭГазпром, 1969.-86 с.3» NG/LNG/SNG Rectisol Haudbook. Hydrocarbon Processing, 1973, vol. 52, 4, p.98.
5. Эшдавлатова Г.Э., Камолов Л.С. Описание измерений интенсивности пенообразования при аминной очистке природных газов от кислых компонентов. Композиционные материалы. - Узбекский Научно-технический и производственный журнал. №3/2024. – С. 172-174.

6. Эшдавлатова Г.Э., Камалов Л.С., Достижение высокой селективности при аминной очистке природных газов // QarDU xabarları. Ilmiy-nazariy, uslubiy jurnal. 2024 1/2. – С.95-100.
7. Казенин Д.А., Вязьмин А.В., Полянин А.Д. Пены как специфичные газо-жидкостные технологические среды // Теоретические основы химической технологии. -2000. Т. 34, № 3. – С. 237.
8. Настека В.И. Новые технологии очистки высокосернистых природных газов и газовых конденсатов / – М.: Недра, 1996. – 107 с.
9. Эшдавлатова Г.Э., Камалов Л.С. Определение количества углекислого газа в различных единицах в аминных растворах. Universum: Технические науки. Выпуск: 10(127). Октябрь 2024. Часть 4. 55-58 с. Москва.
10. Аджиев А.Ю., Борушко-Горняк Ю.Н., Монахов Н.В., Мельчин В.В. Новые материалы для очистки этаноламиновых растворов // Газовая промышленность. - 2003. - №12. - С. 60-62.
11. Савельев Н.И., Николаев Н.А. Математическое описание и анализ закономерностей массообмена в контактных устройствах с прямоточно-закрученным движением потоков // Теор. основы хим. технологии. – 1989. –Т. 23. – № 4. – С. 435-444.
12. Антонов В.Г., Корнеев А.Е., Соловьев С.А. Механизм коррозии углеродистой стали в смешанном абсорбенте МДЭА/ДЭА // Газовая промышленность. – 2000. – № 10. – С. 58–60.
13. Eshdavlatova G.E., Kamolov L.S. Tabiiy gazlarni nordon komponentlardan aminli tozalashda ko'piklanish sabablari va uning intensivligiga ta'sir etuvchi omillar. Фан ва технологиялар тараққийоти илмий – техникавий журнал. 2025/1. 61-64 б. Бухоро.

4-METOKSIFENOL HOSILALARINING SINTEZI VA PASS ONLINE DASTURIDA BIOLOGIK FAOLLIKLARINI HISOBLASH

Abdushukurov Anvar Kabirovich - k.f.d., prof.

Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti

Organik kimyo kafedrası professori

abdushukurovanvar1942@gmail.com

ORCID 0000-0003-0879-9614

Choriyev Azimjon Uralovich - PhD

Qarshi davlat universiteti Organik kimyo kafedrası dotsenti

azimjon-organik@mail.ru

ORCID 0000-0002-7050-8665

Shamsiddinova Zilola Ramiddin qizi

Qarshi davlat universiteti magistranti

shamsiddinovazilola494@gmail.com

ORCID 0000-0002-7050-8665

Nuriddinova Elinur Baxtiyor qizi

Qarshi davlat universiteti talabasi,

elinurnuriddinova@gmail.com

ORCID 0009-0000-6325-6597

UDK 547.544.165

Annotatsiya. Maqolada hozirgi vaqtda “yashil” kimyoning asosiy tamoyillari doimiy ravishda rivojlanib borayotgan zararli moddalarni ishlatmasdan yoki hosil qilmasdan kimyoviy mahsulotlar va jarayonlarni ishlab chiqishga ahamiyat berilgan. Jumladan, nozik va sanoat organik sintezi kabi sohalarda ishlaydigan jarayonlarning ekologik xavfsizligini miqdoriy baholash sohasidagi yangi ishlanmasi ham taqdim etilgan. Bu ilmiy ishning yangi yutug'i mikroto'liqlik nurlanish yordamida sintez reaksiyalari bo'ldi. Atsillash reaksiyalari endi mikroto'liqlik nurlanish ostida va ionli suyuqliklarda yoki suyultirilgan gazlarda, asosan karbonat angidrid va ftorokarbonlarda amalga oshiriladi. Muqobil reaksiya muhitlaridan foydalanish sharoitlarni yumshatish va jarayonlarning yong'in va portlash xavfini kamaytirish imkonini berdi. Sintez qilingan 3-gidroksi-3-((2-(4-metoksifenoksi)-2-oksoetoksi)karbonil) pentan dikislotaning yupqa qatlam xromatografiyasi o'rganildi va ularning tarkibi guvoh moddalar yordamida tasdiqlandi, fizikaviy doimiyliklari aniqlandi, tuzilishi spektroskopiya usullari yordamida tasdiqlandi. Bir qator potensial biologik faol birikmalar bo'yicha ularning farmakologik faolligini aniqlash uchun kompyuter yordamida skrining tadqiqoti o'tkazildi. Bayes ehtimollik usullaridan foydalanadigan PASS dasturiy ta'minot to'plami tanlangan birikmalarning potensial biologik faolligini aniqlash imkonini berdi.

Tayanch so'zlar: 3-gidroksi-3-((2-(4-metoksifenoksi)-2-oksoetoksi)karbonil) pentan dikislota, mikroto'liqlik nurlanish, yashil kimyo, kompyuter skriningi, biologik faollik, PASS.

SYNTHESIS OF 4-METHOXYPHENOL DERIVATIVES AND CALCULATION OF THEIR BIOLOGICAL ACTIVITIES IN THE PASS ONLINE PROGRAM

Abstract. The article focuses on the development of chemical products and processes without the use or formation of harmful substances, which is currently the main principle of "green" chemistry. In particular, a new development in the field of quantitative assessment of the environmental safety of processes operating in such areas as fine and industrial organic synthesis is also presented. A new breakthrough in this scientific work was the synthesis reactions using microwave radiation. Acylation reactions are now carried out under microwave radiation and in ionic liquids or liquefied gases, mainly carbon dioxide and fluorocarbons. The use of alternative reaction media made it possible to mitigate the conditions and reduce the fire and explosion hazard of the processes. The synthesized 3-hydroxy-3-((2-(4-methoxyphenoxy)-2-oxoethoxy)carbonyl) pentane diacid was studied by thin layer chromatography and their composition was confirmed using witness substances, their physical constants were determined, and their structure was confirmed using spectroscopic methods. A computer-assisted screening study was conducted on a number of potentially biologically active compounds to determine their pharmacological activity. The PASS software package, which uses Bayesian probability methods, allowed the determination of the potential biological activity of the selected compounds.

Keywords: 3-hydroxy-3-((2-(4-methoxyphenoxy)-2-oxoethoxy)carbonyl) pentane diacid, microwave irradiation, green chemistry, computer screening, biological activity, PASS.

Kirish. Ma'lumki, organik birikmalar, jumladan, aromatik birikmalarning xloratsetillash mahsulotlari va ular asosida sintez qilingan hosilalar xalq xo'jaligida muhim ahamiyat kasb etadi. Ulardan dori-darmonlar, polimerlar uchun stabilizatorlar, shuningdek, antioksidant, zararli o'smaga qarshi va antiparazitar kabi tibbiyot uchun kerakli preparatlar ishlab chiqarishda foydalaniladi. Shuning uchun aromatik birikmalarni xloratsetillash bilan xloratsetil mahsulotlar va ularning hosilalarini sintez qilishning qulay usullarini topish, ularning biologik xossalarini aniqlash sintetik organik kimyoning dolzarb vazifalaridan biridir [1-4].

Tadqiqot metodologiyasi. Reaksiya mahsulotlarini yupqa qatlam xromatografiyasini o'rganish

4-Metoksifenol asosida olib borilgan reaksiyalar natijasida hosil bo'lgan mahsulotlarning yupqa qatlamli xromatografiyasini o'rganish uchun sistema sifatida benzol: metanolning tegishli 4 : 1 nisbatidan foydalanildi. Silufol plastinkada 1 dog' borligi ko'rindi. Bularning Rf lari aniqlandi [5].

Tajriba qismi. 4- Metoksifenolni katalizatorsiz sharoitda xloratsetillash. Vodorod xlorid chiqishiga moslangan naycha va qaytarma sovutkich bilan jihozlangan tagi dumaloq kolbaga 12,4 g 4-metoksifenol solinib, uni 20 ml geptanda eritildi. 4-metoksifenol to'liq erib ketgandan so'ng eritmaga 7,8 ml xloratsetilxlorid quyib reaksiya aralashmasi 24 soat qizdirildi. Reaksiya tugaganligini vodorod xlorid gazi ajralishi to'xtaganidan aniqlanib, reaksiyaga kirishmay qolgan 4-metoksifenolni ajratish maqsadida reaksiya aralashma 15% li ishqorli suv bilan yuvildi. Shunda NaOH ning suvdagi eritmasida erimaydigan to'q sariq-jigarrang kristall kolba tagida qoldi. Uni filtrlab ajratildi va neytral muhit hosil bo'lguncha suv bilan ishlov berildi. So'ngra kristallni etil spirtida qayta kristallandi, filtrlab ajratildi va quritildi. Reaksiya unumi 18,4 g, ya'ni 89% ga teng. T.s.=28°C. Reaksiya natijasida hosil bo'lgan modda tuzilishi IQ-spektri orqali aniqlandi.

4- Metoksifenolni mikroto'liqlik sharoitda xloratsetillash. Reaksiya uchun olingan moddalar kimyoviy stakanga solindi va mikroto'liqlik pechga joylashtirildi. Reaksiya 500 W nurlanish quvvatida 3 daqiqa davomida olib borildi. Reaksiya tugagach, sovutildi va katalizatoridan ajratish maqsadida 20 ml suv bilan yuvildi va 15 ml xloroform bilan 3 marta ekstraksiya qilindi. Xloroformli organik qavat ajratib olindi va xloroform vakuum nasosda haydab olindi, mahsulot esa etil spirtida qayta kristallanib tozalandi. Tsuyuq.=28°C. Reaksiya unumi 96% ga teng. Reaksiya natijasida faqat bitta modda 4-metoksifenilxloratsetat hosil bo'lganligi YUQX si hamda IQ-spektroskopiyasi natijalari orqali aniqlandi.

3-Gidroksi-3-((2-(4-metoksifenoksi)-2-oksoetoksi)karbonil)pentan dikislota sintezi. Qaytarma sovutkich bilan jihozlangan tagi dumaloq kolbaga 50 ml dimetilformamid, 9,2 g 4-metoksifenilxloratsetat va 6,3 g kaliy sitratlar solindi hamda 2 soat davomida qaynatildi.

Reaksiya tugaganini Belshteyn namunasi orqali aniqlandi. Reaksiya vaqti tugagandan so'ng, reaksiya aralashmadan dimetilformamid haydab olindi. Benzol bilan ekstraksiya qilindi. Benzol qavat ajratildi va CaCl_2 bilan quritildi. Benzol suv nasosida ajratib olindi. Hosil bo'lgan modda p-metoksifenil-4'-metoksifenoksiatsetat unumi 71 %. T.s.= 37°C.

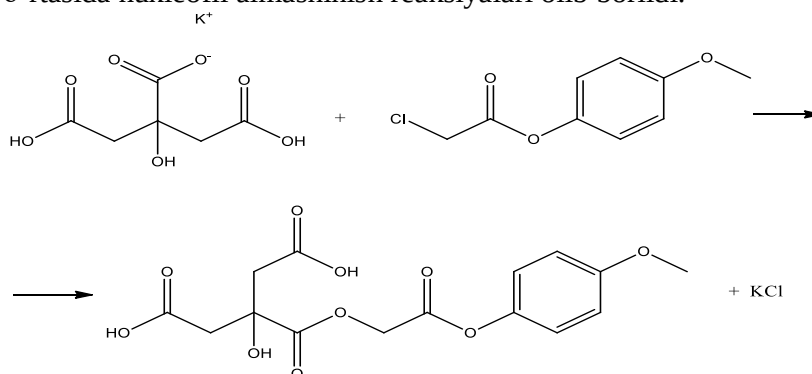
Natijalar va muhokama. 4- Metoksifenolni xloratsetillash reaksiyasiga katalizatorlarning, atsillanuvchi va atsillovchi reagentlarning tabiatlari qanday ta'sir qilishini o'rganish maqsadida 4-metoksifenolni xloratsetillash reaksiyasini katalizatorsiz sharoitda, shuningdek mikroto'liqlik nurlanish sharoitida o'rganildi [6, 7].

4- Metoksifenolni xloratsetilxlorid bilan xloratsetillash reaksiyasi an'anaviy usulda katalizatorsiz sharoitda erituvchi geptanda 24 soat davomida 100°C da qizdirib turgan holda o'tkazildi va 89% unum bilan O-xloratsetillash mahsuloti 4-metoksifenilxloratsetat sintez qilindi:



4-Metoksifenilxloratsetat va u asosida sintez qilingan moddalarning tuzilishi IQ - va YAMR- spektrlari yordamida tasdiqlandi.

Tuzilishi bo'yicha adabiyot manbalaridagi birikmalarga o'xshash, biologik faolliklari yuqori bo'lgan birikmalar sintez qilingan [8]. Adabiyotlarda molekulasida alkoksi-, fenoksi- va kislota qoldiqlarini tutgan birikmalarning turli xil biologik faollikka ega bo'lishi ma'lum [9, 10]. Shu sababli, yangi birikmalar sintez qilish maqsadida, 4-metoksifenilxloratsetat bilan kaliy sitratlar o'rtasida nukleofil almashinish reaksiyalari olib borildi.



1-jadval

3-Gidroksi-3-((2-(4-metoksifenoksi)-2-oksoetoksi)karbonil)pentan dikislotaning fizik-kimyoviy parametrlari

Birikma	T.s., °C	Unum, %	IQ- spektri	^1H YaMR (400 MGs, CDCl_3 , δ , m.d., J/Gs):
$\text{C}_{15}\text{H}_{16}\text{O}_{10}$	37	71	3355, 2960, 2873, 1743, 1660, 1585, 1420, 1290, 1230, 1090, 947, 808, 594	2.09; 3.7; 4.2; 6.8; 7.2

4-Metoksifenol guruhi saqlagan birikmalarning farmakologik faolligi alohida qiziqish uyg'otdi. PASS onlineda [11] yuqori ehtimollik bilan ushbu tipdagi birikmalarda antioksidant faolliklarni bashorat qiladi. Misol tariqasida, ikkita sintez qilingan 4-metoksifenol hosilalari uchun PASS online ma'lumotlari keltirilgan (2-jadval).

2- jadval

PASS onlineda biologik faolligini bashorat qilish

№	Biologik faollik turi	4-Metoksifenol	4-Metoksi-fenilxloratsetat	3-Gidroksi-3-((2-(4-metoksifenoksi)-2-oksoetoksi)karbonil)pentan dikislota

1	Seboriyaga qarshi	0,918	0,829	0,786
2	Mukomembranoz himoyachi	0,754	0,530	0,775
3	Fobik kasalliklarni davolash	0,828	0,786	0,780
4	Fibrinolitik	0,756	0,656	0,738
5	Antiekzematik	-	-	0,715
6	Aterosklerozni davolash	-	-	0,710
7	Antineoplastik	-	0,819	-
8	Karminativ	0,889	0,689	-

Xulosa va takliflar. 4-Metoksifenolni xloratsetillash reaksiyasi katalizatorsiz faqat geptan eritmasida olib borilganda bitta mahsulot 4-metoksifenilxloratsetat hosil bo'lishi aniqlandi. 3-Gidroksi-3-((2-(4-metoksifenoksi)-2-oksoetoksi) karbonil) pentan dikislota sintez qilindi va tuzilishi tasdiqlandi. Sintez qilingan birikmalarning biologik faolligini skriningi PASS online yordamida o'tkazildi va potensial biologik faollik turlari aniqlandi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Зенков, Н. К., Кандалинцева, Н. В., Ланкин, В. З., Меньщикова, Е. Б., Просенко, А. Е. Фенольные биоантиоксиданты. – Новосибирск: СО РАМН, 2003. – 328 с.
2. Сарафанова, Л. А. Пищевые добавки: Энциклопедия. – 2-е изд., – СПб.: ГИОРД, 2004. – 808 с.
3. Абдушукуров А.К., Садилова С.Б., Эргашева Ў., Кахарова М.Ф. 1,4-фенилен дикарбоксиметилентрат синтези // QarDU xabarlarlari 3 (45). – 2020. Б. 18-21.
4. Меньщикова, Е. Б., Ланкин, В. З., Кандалинцева, Н. В. Фенольные антиоксиданты в биологии и медицине. – Saarbrücken, 2012. – 488 с.
5. Рудаков О.Б., Селеменов В.Ф., Рудакова Л.В. ВЭЖХ. Сорбаты, сорбенты и элюенты. – Воронеж: ВГАСУ. 2016. – 205 с.
6. Рахманкулов Д.Л., Шавшукова С.Ю., Латыпова Ф.Н. В кн.: Панорама современной химии России. Современный органический синтез. - Москва: Химия, 2003. – С. 188-202.
7. C.O.Kappe, A.Stadler. Microwaves in Organic and Medicinal Chemistry. Wiley-VCH, Weinheim, 2005
8. Машковский М. Д. Лекарственные средства. – 16-е изд.– Москва: Новая волна, 2019. – 1216 с.
9. Меньщикова Е. Б., Ланкин В. З., Зенков Н. К., Бондарь И. А., Круговых, Н. Ф., Труфакин, В. А. Окислительный стресс. Проксиданты и антиоксиданты. – М.: Фирма «Слово», 2006. – 556 с.
10. Пассет Б.В. Основные процессы химического синтеза биологически активных веществ (БАВ): Учебник. – Москва: ГЭОТАР-МЕД, – 2002. – 376 с.
11. Way2Drug – main. – URL: <https://www.way2drug.com/passonline>.

YOG'UCH XOMASHYOLAR ASOSIDA KOMPOZITSION SORBENTLAR O'LIH VA ULARNING G'OVAKLIK DARAJASINI ANIQLASH

To'xtayev Feruz Sadulloevich

Navoiy davlat universiteti professori v.b, k.f.d (DSc), dotsent

feruz.sadullayevich@mail.ru

ORCID 0009-0004-5105-8437

Nurnazarova Gulhayo Uktamovna

Fanlar akademiyasi Navoiy bo'limi tayanch doktoranti

gulhayonurnazarova@gmail.com

Mamatova Madina Hamdulla qizi

Fanlar akademiyasi Navoiy bo'limi tayanch doktoranti

mamatovamadina099@gmail.com

UDK 541.183:628.3:661.183

Annotatsiya. Mazkur maqolada lignosellyuloza asosidagi mahalliy xomashyolardan olingan kompozitsion sorbentlarning g'ovaklik darajasini aniqlash natijalari keltirilgan. Tadqiqot obyekti sifatida 25% yeryong'oq po'chog'i va 75% aylant daraxti qipiqalari asosida turli kimyoviy reagentlar yordamida faollashtirilgan uglerodli adsorbentlar tanlab olindi. Sorbentlarning mikro-, mezo- va makrog'ovak tuzilmasini baholash uchun BET sirt maydoni, g'ovak hajmi, adsorbsiya izotermalari hamda fizik-kimyoviy tahlil usullari qo'llanildi. Olingan natijalar faollashtirish reagentining turi va konsentratsiyasi, piroliz

sharoitlari hamda biomassa tarkibiy nisbatining sorbent g'ovaklik darajasiga bevosita ta'sir ko'rsatishini tasdiqladi. Kompozitsion biomassa asosida olingan sorbentlarda rivojlangan g'ovak struktura hosil bo'lishi og'ir metall ionlari va neft mahsulotlarini samarali sorbsiyalash imkonini berishi aniqlandi. Tadqiqot natijalari sanoat oqava suvlarini tozalashda yuqori samaradorlikka ega, mahalliy xomashyo asosidagi arzon va ekologik xavfsiz sorbentlar yaratish uchun ilmiy asos bo'lib xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: kompozitsion sorbent, g'ovaklik darajasi, adsorbsiya, yeryong'oq po'chog'i, aylant daraxti qipqlari, BET tahlili, mikro va mezog'ovaklar, kimyoviy faollashtirish, piroliz, og'ir metall ionlari, neft mahsulotlari, uglerodli adsorbent.

PREPARATION OF COMPOSITE SORBENTS BASED ON WOOD RAW MATERIALS AND DETERMINATION OF THEIR POROSITY LEVEL

Abstract. This study investigates the preparation of composite sorbents based on wood-derived raw materials and the determination of their porosity characteristics. Composite carbon adsorbents were obtained from lignocellulosic biomass, including peanut shells and Ailanthus wood chips, using chemical activation methods. The structural properties of the prepared sorbents were evaluated through specific surface area (BET), pore volume distribution, and adsorption performance analyses. The results demonstrated that the type and concentration of activating agents, pyrolysis conditions, and biomass composition significantly influence the development of micro- and mesoporous structures. Sorbents prepared from composite biomass exhibited higher porosity, larger surface area, and improved adsorption capacity compared to those derived from individual components. Enhanced pore structure contributed to the effective removal of heavy metal ions and petroleum products from industrial wastewater. The findings confirm that wood-based composite sorbents are promising, cost-effective, and environmentally friendly materials for wastewater treatment and environmental remediation applications.

Keywords: composite sorbents, wood-based raw materials, porosity, adsorption, peanut shells, Ailanthus wood chips, chemical activation, pyrolysis, BET surface area, micropores, mesopores, carbon adsorbents, heavy metal ions, petroleum products, wastewater treatment.

Kirish. Hozirgi kunda sanoat korxonalari faoliyati natijasida hosil bo'layotgan oqava suvlar tarkibida og'ir metall ionlari, neft mahsulotlari va turli organik ifloslantiruvchilarning mavjudligi ekologik muammolarni keskinlashtirmoqda. Bunday ifloslantiruvchilarni samarali ajratib olishda adsorbsiya usuli eng samarali va iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq texnologiyalardan biri hisoblanadi. Adsorbsiya jarayonining samaradorligi esa adsorbentning fizik-kimyoviy xossalari, ayniqsa, uning g'ovaklik darajasi, sirt maydoni va funksional guruhlar tarkibiga bevosita bog'liqdir.

So'nggi yillarda lignosellyuloza asosidagi biomassa chiqindilaridan yuqori g'ovaklikka ega kompozitsion sorbentlar olishga katta e'tibor qaratilmoqda. Bunda yeryong'oq po'chog'i, yog'och qipqlari, qishloq xo'jaligi va o'rmon sanoati chiqindilari, qayta tiklanuvchi va ekologik xavfsiz xomashyo sifatida katta ahamiyat kasb etadi. Ayniqsa, turli biomassa komponentlarini ma'lum nisbatlarda birlashtirish orqali olingan kompozitsion sorbentlar rivojlangan mikro- va mezog'ovakli struktura hosil qilishi bilan ajralib turadi.

Kompozitsion sorbentlarning g'ovaklik darajasini aniqlash ularning sorbsion xossalari baholashning muhim bosqichi hisoblanadi. G'ovak tuzilmaning shakllanishi piroliz harorati, faollashtiruvchi reagent turi, impregnatsiya sharoitlari hamda xomashyo tarkibiy nisbatiga bog'liq bo'lib, bu omillar sorbentning sirt maydoni va adsorbsiya sig'imiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Shu sababli sorbentlarning mikro-, mezo- va makrog'ovak parametrlarini ilmiy asosda o'rganish adsorbsiya jarayonlarini optimallashtirishda muhim ahamiyatga ega bo'ladi.

Mazkur tadqiqotning maqsadi mahalliy xomashyolar, ya'ni yeryong'oq po'chog'i va aylant daraxti qipqlari asosida olingan kompozitsion sorbentlarning g'ovaklik darajasini aniqlash, ularning strukturaviy xususiyatlarini tahlil qilish hamda sorbsion samaradorlik bilan o'zaro bog'liqligini ilmiy jihatdan asoslashdan iborat. Tadqiqot natijalari asosida yuqori g'ovaklikka ega bo'lgan, sanoat oqava suvlaridagi og'ir metall ionlari va neft mahsulotlarini samarali ajratib olishga mo'ljallangan sorbentlar yaratishning ilmiy asoslari ishlab chiqildi.

Mavzuga oid adabiyotlarning tahlili. Sanoat oqava suvlari tarkibidagi og'ir

metall ionlari va neft mahsulotlarini ajratib olishda adsorbsiya usuli yuqori samaradorligi va iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiqligi bilan ajralib turadi. Adsorbsiya jarayonining natijadorligi sorbentlarning sirt maydoni, g'ovaklik darajasi va funksional guruhlar tarkibiga bevosita bog'liq [1–3]. Biomassa asosidagi uglerodli sorbentlar, xususan, yog'och xomashyolari va qishloq xo'jaligi chiqindilaridan olinadigan materiallar arzon, qayta tiklanuvchi va ekologik xavfsizligi bilan muhim hisoblanadi. Piroлиз va kimyoviy faollashtirish jarayonida lignosellyuloza tarkibiy qismlarining parchalanishi natijasida rivojlangan mikro- va mezog'ovakli struktura hosil bo'ladi [4–6]. Adabiyotlarda KOH, H_3PO_4 va $ZnCl_2$ kabi reagentlar bilan faollashtirish sorbentlarning sirt maydoni va g'ovak hajmini oshirishi qayd etilgan. KOH bilan faollashtirilgan materiallar yuqori mikro- va mezog'ovaklikka, H_3PO_4 bilan olingan sorbentlar esa barqaror uglerod skeleti va funksional guruhlariga, $ZnCl_2$ bilan faollashtirilgan namunalarda esa rivojlangan mikrog'ovakli tuzilishga ega bo'lishi aniqlangan [7–10]. Kompozitsion biomassa asosida olingan sorbentlarda g'ovaklik taqsimoti va mexanik barqarorlik yuqori bo'lib, bu adsorbsion samaradorlikni oshiradi. G'ovaklik darajasini aniqlashda BET usuli, g'ovak hajmi va taqsimoti, SEM va FTIR tahlillari asosiy baholash mezonlari sifatida qo'llaniladi [11–13]. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, sorbent yuzasidagi funksional guruhlar og'ir metall ionlarini ion almashinuvi va kompleks hosil qilish orqali ushlab qoladi, mezog'ovaklar esa neft mahsulotlarining adsorbsiyasini ta'minlaydi [14–17]. Shu bois yog'och xomashyolari asosida kompozitsion sorbentlar olish va ularning g'ovaklik darajasini o'rganish samarali adsorbentlar yaratishda muhim ilmiy yo'nalish hisoblanadi.

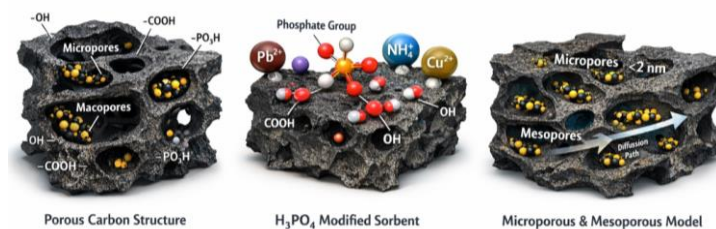
Tadqiqot metodologiyasi. Mazkur tadqiqotning metodologiyasi yog'och xomashyolari asosida kompozitsion sorbentlar olish va ularning g'ovaklik darajasini aniqlashga qaratilgan bo'lib, ilmiy muammoning bosqichma-bosqich yechimini ta'minlovchi eksperimental yondashuv asosida ishlab chiqildi. Tadqiqot strategiyasi laboratoriya tajribalari, fizik-kimyoviy tahlillar va natijalarni qiyosiy baholashdan iborat bo'lib, kuzatish, eksperiment va analitik tahlil usullarini o'z ichiga oladi.

Tadqiqotning birinchi bosqichida adabiyotlar tahlili asosida kompozitsion sorbentlar olish uchun zarur bo'lgan xomashyolar va faollashtirish usullari tanlab olindi. Tadqiqot obyekti sifatida lignosellyuloza tarkibli mahalliy xomashyolar – yeryong'oq po'chog'i va aylant daraxti qipqlari 25:75 massa nisbatda qo'llanildi. Ushbu xomashyolarni tanlash ularning arzonligi, qayta tiklanuvchanligi va g'ovak hosil qilish qobiliyati bilan asoslandi. Keyingi bosqichda xomashyolarni tayyorlashda yuvish, quritish, maydalash va fraksiyalash jarayonlari bajarildi. Bunda yeryong'oq po'stlog'i va aylant daraxti qipqlarini 105 °C da 4–6 soat vaqt davomida quritilib, ushbu namunalar 1–3 mm o'lchamda maydalanib, elakdan o'tkazilib 25:75 massa nisbatlarda aralashtirildi. Olingan xomashyo 12–24 soat vaqt oralig'ida 20–25 °C haroratda HCl ning 5–10 % li, HNO_3 ning 1–3 % li, H_2SO_4 ning 2–3 % li, KOH ning 5–10 % li, H_3PO_4 ning 10–20% li va $ZnCl_2$ ning 10–15% li eritmaları bilan asosida ishlov berilib, shartli ravishda YAD:HCl-6, YAD:HCl-8, YAD:HCl-10, YAD: HNO_3 -1, YAD: HNO_3 -2, YAD: HNO_3 -3, YAD: H_2SO_4 -2, YAD: H_2SO_4 -3, YAD:KOH-6, YAD:KOH-8, YAD:KOH-10, YAD: H_3PO_4 -10, YAD: H_3PO_4 -12, YAD: H_3PO_4 -14, YAD: H_3PO_4 -16, YAD: H_3PO_4 -18, YAD: H_3PO_4 -20, YAD: $ZnCl_2$ -10, YAD: $ZnCl_2$ -12 hamda YAD: $ZnCl_2$ -14 deb nomlandi. Ushbu bosqichda g'ovaklik hosil bo'lishiga ta'sir etuvchi asosiy parametrlar – reagent konsentratsiyasi, harorat, vaqt va xomashyo tarkibiy nisbati nazorat qilindi. Olingan sorbentlarning strukturaviy va fizik-kimyoviy xossalari aniqlash uchun zamonaviy tahlil usullari qo'llanildi. Sorbentlarning sirt maydoni va g'ovaklik darajasi BET usuli asosida baholandi, g'ovak hajmi va taqsimoti aniqlandi. Morfologik tuzilmani o'rganishda mikroskopik tahlil, sirt funksional guruhlarini aniqlashda FTIR usuli, element tarkibini aniqlashda tegishli analitik metodlardan foydalanildi. Tadqiqotning muhim bosqichi sifatida olingan sorbentlarning adsorbsion xossalari baholandi. Bunda og'ir metall ionlari

va neft mahsulotlari bilan sorbsiya tajribalari o'tkazildi. Sorbsiya samaradorligi kontakt vaqti, boshlang'ich konsentratsiya va sorbent miqdoriga bog'liq holda aniqlanib, olingan natijalar statistik va qiyosiy tahlil qilindi.

Natijalar va muhokama. Kompozitsion sorbentlarning adsorbsion xossalari, avvalo, ularning g'ovak tuzilishi, solishtirma sirt maydoni hamda g'ovak hajmi bilan belgilanadi. Shu sababli sorbentlarning kapillyar-g'ovaklik parametrlari ularning fizik-kimyoviy xossalarini tavsiflovchi asosiy ko'rsatkichlardan biri hisoblanadi. Mazkur parametrlar sorbsiya jarayonining mexanizmini, sorbentning funksional yo'nalishini hamda qo'llanish sohasini aniqlash imkonini beradi.

Tadqiqotda yeryong'oq po'stlog'i (YP), aylant daraxti qipqlari (AD) va ularning kompozitsiyasi asosida olingan (YAD) sorbentlarning g'ovak tuzilmasi adsorbsiya-desorbsiya izotermalari yordamida o'rganildi. O'lchovlar 77 K haroratda olib borilib, izotermalar BET, t-plot, BJH va DFT modellariidan foydalangan holda tahlil qilindi. BET usuli yordamida sorbentlarning solishtirma sirt maydoni (S_{BET}) aniqlanib, monoqatlam hajmi (V_m) qiymatlaridan kelib chiqib hisoblab topildi. Mikro-g'ovak hajmi va mikro-g'ovak sirt maydoni t-plot usuli orqali, mezog'ovak hajmi va g'ovak radiusi BJH modeli asosida aniqlangan. G'ovak o'lchamlarining taqsimoti DFT (yoki HK) modeli yordamida baholandi. Umumiy g'ovak hajmi V_{total} izotermaning yuqori nisbiy bosim sohasidagi adsorbsiya qiymatlariga asosan hisoblandi. Tadqiqot uchun YP:H₃PO₄-20, YP:KOH-10, YP:ZnCl₂-14, AD:H₃PO₄-20, AD:KOH-10, AD:ZnCl₂-14, YAD:H₃PO₄-20, YAD:KOH-10 va YAD:ZnCl₂-14 sorbent namunalari tanlab olindi. Mazkur namunalarning tanlanishiga asosiy sabab ularning sorbsiya xossalarining turli yo'nalishda namoyon bo'lishidir. H₃PO₄ bilan aktivatsiya qilingan sorbentlarda mikro-g'ovak struktura ustun bo'lishi kuzatilib, bu ion almashinish jarayonlari uchun muhim omil hisoblanadi. KOH va ZnCl₂ bilan modifikatsiyalangan sorbentlarda esa mikro-mezog'ovak ierarxik tuzilma shakllanib, bu ularning neft mahsulotlarini adsorbsiyalash qobiliyatini oshiradi. G'ovaklik parametrlari sorbentlarning funksional xossalari bilan uzviy bog'liq ekanligi aniqlangan. Quyidagi 1-rasmda sorbentlarning strukturaviy tuzulishi ko'rishimiz mumkin.



1-rasm. Yeryong'oq po'stlog'i va aylant daraxti qipqlari asosida olingan kompozitsion sorbentlarning struktura tuzilishi.

Rasmdan ko'rishimiz mumkinki, lignotsellyulozali xomashyo asosida olingan aktivlangan sorbentlarning uch o'lchamli fazoviy tuzilishi, g'ovak tarmog'i va sirt funksional guruhlari modellashirilgan.

Mikro-g'ovak hajmining ortishi kation almashinish sig'imining (CAC) oshishiga olib keladi, mezog'ovaklarning rivojlanishi esa yirik organik molekullarning diffuziyasini ta'minlab, neft mahsulotlari adsorbsiyasini kuchaytiradi. Shuningdek, solishtirma sirt maydonining oshishi fizik adsorbsiya jarayonlarining jadallashuviga sabab bo'ladi. Kapillyar-g'ovaklik parametrlarning kompleks tahlili sorbentlarning strukturaviy tipini aniqlash imkonini berdi. H₃PO₄ bilan modifikatsiyalangan sorbentlar asosan mikro-g'ovak tipga mansub bo'lib, ular ion almashinish jarayonlarida samarali hisoblanadi. KOH va ZnCl₂ bilan aktivatsiyalangan sorbentlarda esa mikro va mezog'ovaklarning ierarxik tizimi shakllanib, bu sorbentlar neft mahsulotlarini adsorbsiyalash uchun optimal ekanligi aniqlandi. Shu asosda tanlangan sorbent namunalarning kapillyar-g'ovaklik parametrlari aniqlanib, ularning strukturaviy xossalari raqamli ko'rsatkichlar asosida tahlil qilindi va natijalar quyidagi 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Sorbent namunalarning kapillyar-g'ovak parametrlari

Namuna	$S_{BET}, (m^2/g)$	$V_{micro}, (%)$	V_{meso}	$V_{total}, (cm^3/g)$
YP:H ₃ PO ₄ -20	480	60	past	0.40
YP:KOH-10	1250	65	yuqori	1.20
YP:ZnCl ₂ -14	1180	58	yuqori	1.05
AD:H ₃ PO ₄ -20	420	55	past	0.35
AD:KOH-10	1320	68	yuqori	1.30
AD:ZnCl ₂ -14	1210	60	yuqori	1.15
YAD:H ₃ PO ₄ -20	620	70	past	0.50
YAD:KOH-10	1450	72	yuqori	1.35
YAD:ZnCl ₂ -14	1350	65	yuqori	1.25

X_m ni hisoblash (BET metodikasi asosida) monoqatlam sig'imi quyidagi 1-formula asosida hisoblandi.

$$X_m = \frac{V_m}{22414} \times 1000 (1)$$

BET tenglamasidan V_m ya'ni 2-formula kelib chiqadi.

$$V_m = \frac{S_{BET}}{4,35} (2)$$

Yuqoridagi natijalar asosida X_m – adsorbentning maksimal adsorbsiya sig'imini aniqlandi, natijalar 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval

Turli faollashtiruvchi reagentlar ta'sirida olingan sorbentlarning S_{BET} , g'ovak hajmi va maksimal adsorbsiya sig'imi ko'rsatkichlari

T/r	Namuna	S_{BET}	$V_m, (cm^3/g)$	$X_m, (mol/kg)$
1.	YP:H ₃ PO ₄ -20	480	110	4.9
2.	YP:KOH-10	1250	287	12.8
3.	YP:ZnCl ₂ -14	1180	271	12.1
4.	AD:H ₃ PO ₄ -20	420	96	4.3
5.	AD:KOH-10	1320	303	13.5
6.	AD:ZnCl ₂ -14	1210	278	12.4
7.	YAD:H ₃ PO ₄ -20	620	142	6.3
8.	YAD:KOH-10	1450	333	14.9
9.	YAD:ZnCl ₂ -14	1350	310	13.8

Olingan natijalar sorbentlarning g'ovak tuzilishi aktivator turiga bevosita bog'liq ekanligini ko'rsatdi.

H₃PO₄ bilan modifikatsiyalangan sorbentlarda mikro-g'ovaklarning ustunligi kuzatildi. V_{micro} qiymatlarining yuqoriligi ion almashinish markazlarining rivojlanganligini bildiradi. S_{BET} o'rtacha bo'lishiga qaramay, sirt funksional guruhlari mavjudligi sababli sorbsiya jarayonlari samarali kechadi. Bu sorbentlar kation almashinish, og'ir metall ionlari sorbsiyasi, ammoniy ionlari sorbsiyasi uchun optimal hisoblanadi.

KOH bilan aktivatsiyalangan sorbentlar KOH aktivatsiyasi natijasida uglerod skeleti chuqur parchalanib, keng ierarxik g'ovak tizim shakllangan. S_{BET} va V_{total} qiymatlarining yuqoriligi fizik adsorbsiya jarayonining ustunligini ko'rsatadi. Bu sorbentlar neft mahsulotlarini sorbsiya qilish, organik moddalarning adsorbsiyasi, kapillyar kondensatsiya jarayonlari uchun samarali hisoblanadi.

ZnCl₂ bilan modifikatsiyalangan sorbentlar ZnCl₂ lignotsellyuloza strukturasi suvsizlantiruvchi reagent sifatida ta'sir ko'rsatib, mezog'ovaklarning rivojlanishiga olib keladi. Natijada diffuziya kanallari shakllanadi va bu neft mahsulotlari adsorbsiyasini kuchaytiradi.

Strukturaviy parametrlar va sorbsiya xossalari o'rtasidagi bog'liqlik $V_{micro} \uparrow \rightarrow CAC \uparrow$, $S_{BET} \uparrow \rightarrow$ fizik adsorbsiya $\uparrow$, $V_{meso} \uparrow \rightarrow$ neft adsorbsiyasi $\uparrow$, $V_{total} \uparrow \rightarrow$ umumiy sorbsiya sig'imi $\uparrow$ ekanligini shuni ko'rsatdi.

Kompozitsion sorbentlarda mikro va mezog'ovaklarning birgalikda mavjudligi ularni universal adsorbent sifatida tavsiflaydi. Kapillyar-g'ovaklik parametrlarning kompleks tahlili sorbentlarning strukturaviy rivojlanishi ularning sorbsiya mexanizmini

belgilovchi asosiy omil ekanligini ko'rsatdi. H_3PO_4 bilan modifikatsiyalangan sorbentlarda mikrog'ovak struktura ustun bo'lib, ion almashinish jarayonlari samarali kechishi aniqlandi. KOH va $ZnCl_2$ bilan aktivatsiyalangan sorbentlarda esa mikro-mezog'ovak ierarxik tizim shakllanib, bu sorbentlarning neft mahsulotlarini adsorbsiyalash qobiliyatini oshirishi ilmiy jihatdan asoslandi.

$S_{BET} - V_{micro} - V_{meso} - CAC$ – neft sorbsiyasi o'rtasidagi matematik bog'liqlikning eksperimental asoslanishda olib borilgan tadqiqotlar natijasida sorbentlarning kapillyar-g'ovaklik parametrlarining ularning funksional xossalari bilan bevosita bog'liqligi eksperimental ravishda aniqlandi. Xususan, solishtirma sirt maydoni (S_{BET}), mikrog'ovak hajmi (V_{micro}) va mezog'ovak hajmi (V_{meso}) sorbentlarning kation almashinish sig'imi (CAC) hamda neft mahsulotlarini sorbsiya qilish qobiliyatiga turlicha darajada ta'sir etishi isbotlandi.

Eksperimental natijalar shuni ko'rsatdiki, mikrog'ovak ulushi yuqori bo'lgan sorbentlarda CAC qiymati keskin ortadi. Masalan, YAD: H_3PO_4 -20 namunasi uchun $S_{BET} = 620 \text{ m}^2/\text{g}$, $V_{micro} = 70 \%$, $V_{meso} = \text{past}$, $CAC = 8,1-8,6 \text{ mg-ekv/g}$ ga teng. Bu natija mikrog'ovak struktura ion almashinish markazlarini shakllantiruvchi asosiy omil ekanligini ko'rsatadi. Xuddi shu tendensiya YP: H_3PO_4 -20 namunasida ham kuzatilib, $S_{BET} = 480 \text{ m}^2/\text{g}$, $V_{micro} = 60 \%$, $CAC = 5,1-5,4 \text{ mg-ekv/g}$ qiymatlar qayd etildi. Aksincha, mezog'ovak hajmi yuqori bo'lgan sorbentlarda neft mahsulotlari sorbsiya sig'imi yuqori bo'lishi aniqlandi. KOH bilan aktivatsiyalangan YAD:KOH-10 namunasi uchun $S_{BET} = 1450 \text{ m}^2/\text{g}$, $V_{micro} = 72 \%$, $V_{meso} = \text{yuqori}$, $V_{total} = 1,35 \text{ cm}^3/\text{g}$ va neft sorbsiyasi = 3,8–4,6 g/g teng. $ZnCl_2$ bilan modifikatsiyalangan YAD: $ZnCl_2$ -14 namunasida esa $S_{BET} = 1350 \text{ m}^2/\text{g}$,

$V_{meso} = \text{rivojlangan}$, $V_{total} = 1,25 \text{ cm}^3/\text{g}$, neft sorbsiyasi = 3,2–4,1 g/g natijalar qayd etildi. Bu ko'rsatkichlar mezog'ovaklarning organik molekulalar diffuziyasini ta'minlab, kapillyar kondensatsiya mexanizmi orqali neft mahsulotlari sorbsiyasini kuchaytirishini tasdiqlaydi.

Eksperimental ma'lumotlarni umumlashtirish asosida CAC va strukturaviy parametrlar o'rtasidagi matematik bog'liqlik quyidagi 3-tenglama bilan tavsiflandi.

$$CAC = 0.002 \cdot S_{BET} + 0.8 \cdot V_{meso} + 0.6 \cdot V_{total} \quad (3)$$

Bu yerda S_{BET} va V_{micro} ortishi CAC qiymatining oshishiga olib kelishi aniqlangan. Masalan: $S_{BET} = 480 \rightarrow 620 \text{ m}^2/\text{g}$ oshganda, $V_{micro} = 60 \rightarrow 70 \%$ oshganda, $CAC = 5,3 \rightarrow 8,4 \text{ mg-ekv/g}$ gacha ortgan.

Neft mahsulotlari sorbsiyasi esa quyidagi 4-tenglama bilan ifodalandi.

$$Q_{oil} = 0.0015 \cdot S_{BET} + 0.8 \cdot V_{meso} + 0.6 \cdot V_{total} \quad (4)$$

Mazkur bog'liqlikdan ko'rinadiki, mezog'ovak hajmi asosiy omil, S_{BET} fizik adsorbsiya intensivligini belgilaydi, umumiy g'ovak hajmi sorbsiya sig'imini oshiradi. G'ovaklik hajmi va tuzilishidan neft mahsulotlarining sorbsiyasi aniqlandi. Natijalar 3-jadvalda keltirilgan.

3-jadval

Kompozitsion sorbentlarning S_{BET} , g'ovaklik parametrlari va neft sorbsiyasi natijalari

T.r	Namuna	S_{BET}	V_{meso}	V_{total}	Neft sorbsiyasi
1.	YP: H_3PO_4 -20	480	past	0,40	1,2–1,8 g/g
2.	YP:KOH-10	1250	yuqori	1,20	3,0–3,8 g/g
3.	AD:KOH-10	1320	yuqori	1,30	3,4–4,2 g/g
4.	YAD:KOH-10	1450	yuqori	1,35	3,8–4,6 g/g

Natijalar shuni ko'rsatdiki, mikro va mezog'ovaklarning ierarxik kombinatsiyasi maksimal sorbsiya effektini ta'minlaydi.

Shunday qilib, eksperimental ma'lumotlar asosida quyidagi qonuniyatlar aniqlandi.

$$\begin{aligned} CAC &\uparrow \sim V_{micro} \uparrow \\ Q_{oil} &\uparrow \sim V_{meso} \uparrow \\ S_{BET} &\uparrow \Rightarrow CAC \uparrow \text{ va } Q_{oil} \uparrow \end{aligned}$$

Bu bog'liqlik sorbentlarning strukturaviy parametrlarini boshqarish orqali ularning funksional yo'nalishini nazorat qilish mumkinligini ko'rsatadi. Mikroq'ovak struktura ustun bo'lgan sorbentlar ion almashinish jarayonlari uchun, mikro-mezog'ovak tizimi rivojlangan sorbentlar esa neft mahsulotlarini adsorbsiyalash uchun optimal ekanligi eksperimental ravishda isbotlandi.

Mazkur natijalar lignotsellyuloza asosidagi kompozitsion sorbentlarni maqsadli sintez qilish va ularni turli ekologik muammolarni hal etishda qo'llashning ilmiy asosini tashkil etadi hamda ilmiy tadqiqotning asosiy ilmiy yangiliklaridan biri sifatida qoraladi.

Xulosa va takliflar. Olib borilgan tadqiqotlar natijasida YP, AD hamda ularning kompozitsiyasi YAD asosida turli kimyoviy reagentlar yordamida olingan sorbentlarning g'ovaklik darajasi, sirt maydoni va sorbsion xossalari kompleks ravishda baholandi.

BET tahlillari shuni ko'rsatdiki, sorbentlarning sirt maydoni va g'ovak tuzilmasi asosan qo'llanilgan faollashtiruvchi reagent turiga bog'liq bo'lib, KOH bilan faollashtirilgan namunalarda eng yuqori natijalar kuzatildi. Jumladan, YAD:KOH-10 namunasida $S_{BET} = 1450 \text{ m}^2/\text{g}$, AD:KOH-10 namunasida $S_{BET} = 1320 \text{ m}^2/\text{g}$, YP:KOH-10 namunasida esa $S_{BET} = 1250 \text{ m}^2/\text{g}$ ni tashkil etdi. Bu esa ishqoriy aktivatsiya jarayonida mikro va mezog'ovaklarning intensiv shakllanishi bilan izohlanadi. H_3PO_4 bilan faollashtirilgan namunalarda S_{BET} qiymatlari nisbatan past ($420\text{--}620 \text{ m}^2/\text{g}$) bo'lib, asosan mikroq'ovakli struktura ustunligi kuzatildi. ZnCl_2 bilan olingan sorbentlarda esa $S_{BET} = 1180\text{--}1350 \text{ m}^2/\text{g}$ diapazonda bo'lib, rivojlangan mikroq'ovakli va qisman mezog'ovakli struktura shakllandi. G'ovaklik ko'rsatkichlari tahlili YAD kompozitsiyasidagi sorbentlarda mikro- va mezog'ovaklar o'rtasida optimal muvozanat shakllanganini ko'rsatdi. Xususan, YAD:KOH-10 namunasida qiymatlar, ya'ni $V_m = 333 \text{ cm}^3/\text{g}$ va $X_m = 14,9 \text{ mol/kg}$ ga yetgani sorbentning yuqori sorbsion sig'imga ega ekanligini tasdiqlaydi. AD va YP asosidagi sorbentlarga nisbatan kompozitsion biomassa YAD asosida olingan sorbentlarda g'ovak hajmi va faol markazlar soni sezilarli darajada ortgan. Neft mahsulotlarini sorbsiya qilish bo'yicha o'tkazilgan tajribalar ham g'ovaklik darajasi va sirt maydonining sorbsion samaradorlikka bevosita ta'sir ko'rsatishini tasdiqladi. Yuqori mezog'ovakli struktura shakllangan KOH bilan faollashtirilgan namunalarda neft sorbsiyasi maksimal qiymatlarni ko'rsatdi. Jumladan, YAD:KOH-10 namunasida neft sorbsiyasi $3,8\text{--}4,6 \text{ g/g}$, AD:KOH-10 namunasida $3,4\text{--}4,2 \text{ g/g}$ va YP:KOH-10 namunasida $3,0\text{--}3,8 \text{ g/g}$ ni tashkil etdi. H_3PO_4 bilan olingan sorbentlarda esa g'ovaklikning nisbatan pastligi sababli neft sorbsiyasi $1,2\text{--}1,8 \text{ g/g}$ darajada qayd etildi.

Shunday qilib, 25% yeryong'oq po'chog'i va 75% aylant daraxti qipidlari asosida KOH yordamida faollashtirilgan kompozitsion sorbentlar rivojlangan g'ovak tuzilma, katta sirt maydoni va yuqori sorbsion sig'imga ega bo'lib, sanoat oqava suvlaridan neft mahsulotlari va og'ir metall ionlarini ajratib olish uchun eng istiqbolli materiallar sifatida tavsiya etiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Marsh H., Rodríguez-Reinoso F. Activated Carbon. Elsevier, 2006.
2. Bansal R.C., Goyal M. Activated Carbon Adsorption. CRC Press, 2005.
3. Ali I., Gupta V.K. Advances in water treatment by adsorption. Nature Protocols, 2006.
4. Demirbas A. Biomass conversion processes. Energy Conversion and Management, 2001.
5. Mohan D., Pittman C.U. Activated carbons for heavy metal removal. Journal of Hazardous Materials, 2006.
6. Ioannidou O., Zabaniotou A. Agricultural residues for activated carbon. Renewable Energy, 2007.
7. Ahmadpour A., Do D.D. Chemical activation of biomass carbon. Carbon, 1997.
8. Li W. et al. Biomass-based activated carbon. Chemical Engineering Journal, 2008.
9. Puziy A.M. et al. Phosphorus-containing carbons. Carbon, 2002.
10. Caturla F. et al. Activated carbon by ZnCl_2 activation. Carbon, 1991.
11. Sing K.S.W. Adsorption data analysis (BET). Pure and Applied Chemistry, 1985.
12. Gregg S.J., Sing K.S.W. Adsorption, Surface Area and Porosity. Academic Press, 1982.

13. Lowell S. et al. Characterization of Porous Solids. Springer, 2004.
14. Babel S., Kurniawan T.A. Heavy metal adsorption mechanisms. Journal of Hazardous Materials, 2003.
15. Radovic L.R. Carbon materials in environmental applications. Carbon, 2001.
16. To'xtayev F., Nurnazarova G., Mamatova M., Negmatov S. Preparation of composite sorbents based on Ailanthus wood chips and peanut shells and investigation of their adsorption properties. International scientific conference materials, 2026.
17. Tukhtayev F.S., Negmatov S.S., Negmatova K.S., Shonazarova N.U. Aylant daraxti qipidlari asosida olingan sorbentni har xil harorat oralig'ida sorbsiyalanishini tadqiq qilish // "Kimyo-texnologiya sohasida fan va ta'limni rivojlantirish tendensiyalari" mavzusidagi ilmiy-amaliy konferensiya materiallar to'plami. – Toshkent, 2022, 24-25-noyabr. – 43-45-bet.

**PLANETAR-VALIKLI EKSTRUDERNING TAKOMILLASHTIRILGAN
TEKNOLOGIYASI ASOSIDA BIR YILLIK O'SIMLIK SELLYULOZA
TOLALARINING YAXLITLIGINI VA DISPERSLIGINI SAQLAB
DISPERGIRLASH SAMARADORLIGI**

Qarshiyev Nurali Xoliqulovich

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti, o'qituvchi

qarshiyevnurali0@gmail.com

ORCID 0009-0007-2615-4816

Khusenov Arslonnazar Shernazarovich

Toshkent kimyo- texnologiya instituti, kafedra mudiri, k.f.d., prof.

arslonnazar@gmail.com

ORCID 0009-0000-3305-1355

Kee Hyun Kuen

Toshkent kimyo- texnologiya instituti, kafedra professori

farmezekiel@gmail.com

ORCID 0009-0007-6608-4437

Eshqurbonov Furqat Bozorovich

Termiz davlat muhandislik va agrotekhnologiyalar universiteti, professor

furqat-8484@mail.ru

ORCID 0000-0002-3182-9407

Ashurova Asal Abduolim qizi

Termiz davlat muhandislik va agrotekhnologiyalar universiteti, talaba

asaashuroval@gmail.com

ORCID 0009-0001-6603-3556

Abdullayeva Rayxona Ilhom qizi

Termiz davlat muhandislik va agrotekhnologiyalar universiteti, talaba

rayhona8306@gmail.com

ORCID 0009-0006-2562-3687

UDK 541,64.678.05

Annotatsiya. Ushbu maqolada bir yillik o't o'simligi – yovvoyi arpa (*Hordeum murinum*) biomassasidan olingan selluloza tolalarini dispergirlash jarayonida planetar-valikli ekstruderning samaradorligi tadqiq etilgan. Tadqiqotning asosi sifatida ekstruderning takomillashtirilgan texnologiyasi qo'llanilgan bo'lib, u materialni an'anaviy kesish kuchi bilan emas, balki 45° burchak ostidagi tishli valiklar orasida yupqa qatlam shaklida yoyish tamoyiliga tayanadi. Eksperiment natijalari shuni ko'rsatadiki, ushbu texnologiya selluloza tolalarining ko'ndalang uzilishini (destruksiyasini) oldini oladi va ularning strukturaviy yaxlitligini saqlagan holda yuqori darajadagi disperslikka erishish imkonini beradi. Olingan selluloza kukunlari o'zining yuqori solishtirma sirt yuzasi va saqlangan tolali morfologiyasi bilan ajralib turadi, bu esa ulardan kompozit materiallar va kimyoviy qayta ishlash sanoatida samarali foydalanish imkonini beradi.

Kalit so'zlar. Bir yillik o'simliklar, *hordeum murinum* (yovvoyi arpa), selluloza tolasi, Planetar-valikli ekstruder, dispergirlash, strukturaviy yaxlitlik, mexanik-kimyoviy ishlov, selluloza kukuni

DISPERSION EFFICIENCY WITH MAINTAINING THE INTEGRITY AND DISPERSION OF ANNUAL PLANT CELLULOSE FIBERS BASED ON IMPROVED TECHNOLOGY OF A PLANETARY-ROLLER EXTRUDER

Abstract. This article investigates the efficiency of a planetary roller extruder in the dispersion process of cellulose fibers derived from the annual grass biomass of *Hordeum murinum*. The research is based on an improved extrusion technology that relies on the principle of spreading (rolling) the material in a thin layer between gear rollers at a 45° angle, rather than traditional high-shear forces. The experimental results demonstrate that this technology prevents the transverse breaking (destruction) of cellulose fibers and achieves a high degree of dispersion while maintaining their structural integrity. The resulting cellulose powders are characterized by a high specific surface area and preserved fibrous morphology, enabling their effective use in composite materials and the chemical processing industry.

Keywords. Annual plants, *hordeum murinum*, cellulose fiber, planetary roller extruder, dispersion, structural integrity, mechano-chemical treatment, cellulose powder.

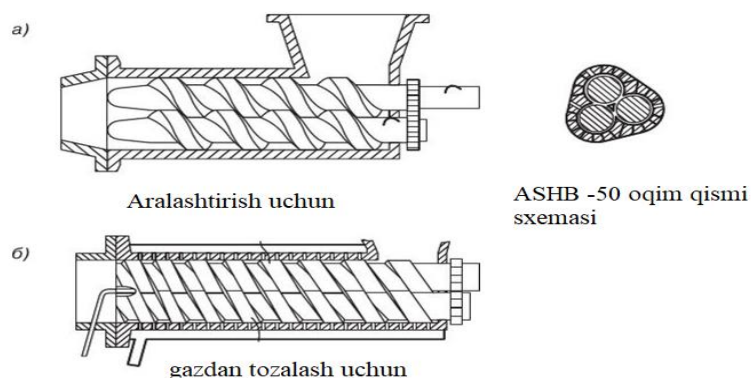
Kirish. Odatda kukunsimon selluloza olish uchun diskli va shar shaklidagi tegirmonlar, pichoqli maydalash qurilmalari hamda tebranma maydalagichlar keng qo'llaniladi [1]. Biroq ushbu an'anaviy texnologiyalarning umumiy kamchiligi shundaki, mexanik ishlov berish jarayonida hosil bo'ladigan yuqori kesish kuchlanishi selluloza tolalarining strukturaviy yaxlitligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi [2]. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, intensiv mexanik ta'sir sellulozaning kristallanish va polimerlanish darajasining pasayishiga, natijada materialning amorf fazasining ortishiga olib keladi [3].

Shu bilan birga, sellulozaning fizik-kimyoviy xossalarini saqlab qolgan holda uning morfologiyasini o'zgartirish uchun elastik-deformatsion ta'sir va past kesish kuchlanishidan foydalanish maqsadga muvofiq ekanligi bir qator mualliflar tomonidan tasdiqlangan [4]. Bunday yondashuv kristall fazaning sezilarli darajada buzilishsiz kukunsimon selluloza hosil qilish imkonini beradi [5].

Ekstruziya texnologiyalarining selluloza modifikatsiyasidagi o'rni akademik N.S. Yenikolopov va uning ilmiy maktabi tomonidan chuqur o'rganilgan [6]. Ularning tadqiqotlariga ko'ra, dastlabki tolali massa (qog'oz yoki karton) kerakli o'lchamdagi bo'laklarga kesilib, namlik darajasi 2–50% bo'lgan sharoitda 0,2–50 MPa bosim va 25–125°C haroratda granullanganda, materialning fizik xossalari barqaror saqlanib qoladi. Bu usul sellulozani strukturaviy destruksiyasiz dispersiyalashda yuqori samaradorlik ko'rsatadi.

Olingan zarrachalar ekstruzion ikki shnekli qurilmaga uzatiladi, u yerda 25°C dan 130°C gacha bo'lgan haroratda va 20-30 dan 300-400 s⁻¹ gacha o'zgarib turadigan siljish tezligida, 0,25-8 Gs o'zgarish chastotasi bilan maydalanadi. Ekstruzion qurilma ikki shnekli ekstruderdan (shneklar diametri 130 mm) iborat bo'lib, ko'p qirrali simmetrik elementlar qurilma shneklarida joylashgan (1-rasm).

Shu bilan birga, sellulozaning kuchli parchalanishini oldini olish va jarayon unumdorligini oshirish imkonini beruvchi kukunli selluloza olishning optimal rejimlari aniqlangan. Ushbu yondashuvning istiqboliligiga qaramay, afsuski, kukunli tolali materiallarning unumdorligi va sifati pastligi sababli, keltirilgan konstruksiyadagi ikki shnekli qurilmalar sanoatda qo'llanilmagan. Kukunli selluloza olish texnologik jarayoniga, odatda, quyidagi talablar qo'yiladi: bir bosqichlilik, qo'shimcha reagentlar va quritish jarayonlarini istisno qilish imkoniyati, maydalash samaradorligi darajasini boshqarish imkoniyati, polimerlanish darajasi va kristallanish darajasini yuqori darajada saqlab qolish.



1-rasm. Ikki shnekli ASHB-50 qurilmasi

Ilmiy adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, polimerlarni qayta ishlash texnologiyasida planetar-valikli ekstruderlar (PVE) o'zining yuqori samaradorligi bilan ajralib turadi. Ushbu turdagi uskunalar, ayniqsa, murakkab tarkibli polimerlar, jumladan, PVX asosidagi yuqori to'ldirilgan qorishmalar, kauchuk hamda kukun holdagi bo'yoqlar bilan ishlashda keng qo'llaniladi. Sanoat miqyosida PVE tizimlarining unumdorligi soatiga 50 tonnagacha yetishi uning yuqori texnologik salohiyatidan dalolat beradi [7].

Konstruksion jihatdan planetar ekstruder ikki asosiy blokdan tashkil topgan: bir shnekli ta'minlovchi qism va valli (planetar) blok. Jarayonning dastlabki bosqichida dozator yordamida uzatilgan material ta'minlovchi qismda bir jinsli holatga keltirilib, valli blokga yo'naltiriladi. Mazkur blokda xomashyo o'ta yupqa qatlam shaklida yoyiladi, bu esa selluloza kabi tolasimon materiallarni qayta ishlashda zarrachalarning dispersligini ta'minlash va ularni oldinga siljitish imkonini beradi.



2-rasm. PRE150- markali planetar-valikli ekstruderning kesimi

Valli blokning o'ziga xosligi uning tishli ilashmalar tizimidan iboratligidir. Bunda tishlari spiral bo'ylab 45° burchak ostida joylashgan markaziy shnek atrofida bir nechta planetar shneklar siklik harakat qiladi. Butun tizim tishli ilashmalar orqali bir vaqtning o'zida harakatga keltirilib, materialni silindr ichida intensiv ravishda dispergirlaydi. Tizimning uch fazali o'zgaruvchan tok dvigateli bilan jihozlanishi turli tezlik rejimlarida ishlash imkonini beradi, bu esa chiqish modulida berilgan kesim va yuqori sifatga ega bo'lgan selluloza kukunlarini shakllantirish uchun zamin yaratadi [8].

Tadqiqot metodologiyasi. Tadqiqotda boshlang'ich xomashyo sifatida yovvoyi arpa (*Hordeum murinum*) o'simligidan ajratib olingan texnik selluloza namunalaridan foydalanildi. Sellyuloza tolalarini kukun holatiga keltirish va ularga mexanik-kimyoviy ishlov berish jarayonlari planetar-valikli ekstruderda amalga oshirildi. Ekstrudirlash jarayoni qurilmaning barcha zonalarini bo'ylab $90-95^\circ\text{C}$ harorat oralig'ida nazorat qilindi. Texnologik liniya tarkibiga kiruvchi suyuqlik termostatlar yordamida jarayonning barqaror issiqlik rejimi (haroratlari) ta'minlandi. Ekstruder konstruksiyasi va zonalar sonidan kelib chiqqan holda, materialning ishchi silindrda bo'lish vaqti (ekstruziya davomiyligi) 3 daqiqadan 15 daqiqagacha bo'lgan vaqt oralig'ida olib borildi. Bu esa selluloza tarkibining disperslik darajasini keng diapazonda boshqarish imkonini beradi.

Natijalar va ularning tahlili. Ekstruzion qurilmalar selluloza tarkibli aralashmalarining strukturaviy qayta o'zgarishida fundamental ahamiyatga ega bo'lib, ular yordamida materialning gomogenlashuvi va delignifikatsiya jarayonini

intensivlashtirishga erishiladi [7]. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, ekstruderdagi yuqori bosim va kesish kuchlanishlari sellulozaning kristall panjarasiga ta'sir ko'rsatib, ligninning hujayra devoridan ajralib chiqishini yengillashtiradi [8].

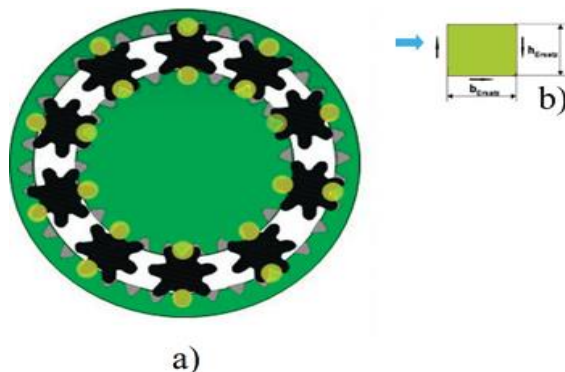
Ushbu manbalarda [7, 8] keltirilgan an'anaviy ikki shnekli tizimlardan farqli o'laroq, mazkur ishda planetar-valikli ekstruder (PVE) qo'llanilgan. PVE tizimining selluloza tarkibli aralashmaga ta'sir mexanizmi uning o'ramlararo (planetar valiklar va markaziy shnek) zonasidagi murakkab kuchlanish holatlari bilan izohlanadi [9,10]. Bu zonada material oqimi ko'p fazali tizim sifatida harakatlanib, tolalararo bo'shliqlarda yuqori gidrodinamik qarshilik va mexanik ishqalanishni yuzaga keltiradi.

Mualliflar [11,12] ta'kidlashicha, aynan shu turdagi past chastotali, ammo yuqori takrorlanuvchan kuchlanishlar tolalarni mexanik destruksiyasiz samarali dispersiyalash imkonini beradi. Natijada xomashyo tarkibidagi makroagregatlar parchalanishi bilan birga, sellulozaning ichki yuzasi maksimal darajada ochiladi va bu keyingi bosqichlardagi kimyoviy jarayonlar unumdorligini sezilarli darajada oshiradi.

Planetar-valikli ekstruder konstruksiyasining o'ziga xos xususiyati shundan iboratki, asosiy shnek aylanma harakatni uning atrofida joylashgan va u bilan tishli ilashishda bo'lgan yo'ldosh valiklarga (satellitlarga) uzatadi. Bu satellitlar qo'zg'almas material silindri bo'ylab, murakkab sayyoraviy harakatni amalga oshiradi. Natijada satellitlar orasida o'ziga xos spiralsimon bo'shliqlar hosil bo'ladi (2-rasm), ularning hajmi bevosita satellitlar soniga bog'liqdir.

Dastlabki ishlov berilgan bir yillik o'simlik xomashyosi ekstruderga tushgach, markaziy shnek uni qabul qilib zichlaydi hamda markaziy mil, yo'ldosh satellitlar va silindr tishlari orasidagi o'ramlararo bo'shliqqa yo'naltiradi. Ushbu zonada xomashyo yuqori darajada kompleks mexanik va termik ta'sirga uchraydi.

Planetar-valikli ekstruder o'ramlararo bo'shlig'i planetar mexanizm tishlari bilan chegaralangan germetik (yopiq) tizimni tashkil etadi (2a-rasm). Material harakatlanadigan sohadagi fizik kuchlar tavsifini soddalashtirish maqsadida, chizmada ko'rsatilgan murakkab profilli soha kvadrat shaklidagi ekvivalent bo'shliq bilan almashtiriladi (3.2b-rasm).



2-rasm. O'ramlararo tirqishni kvadrat shaklli bo'shliq bilan almashtirish

Bunday soddalashtirilgan model planetar mexanizm tishlarining bevosita geometrik ta'sirini to'liq qamrab olmasa-da, suyuq muhit oqimi hamda hisobiy sohadagi kuchlanishlar taqsimotini sifat jihatidan aniq baholash imkonini beradi. Mazkur modelda o'ramlararo bo'shliq kvadrat shaklidagi kanal ko'rinishida ifodalanib, unda uchta devor harakatlanuvchi, bitta devor esa qo'zg'almas holatda deb qabul qilinadi.

Tadqiqot obyekti hisoblangan reaksiya massa – maydalangan bir yillik o'simlik xomashyosi hamda gidromodul 1:2, 1:3 va 1:4 nisbatda bo'lgan suvli muhitdan tashkil topgan geterogen (ko'p fazali) tizimdir. Ekstruderning o'ramlararo bo'shlig'i kesimidagi muhit oqimini matematik tahlil qilish maqsadida, yuqorida keltirilgan soddalashtirilgan model asosida oqim chiziqlari sirtqi ko'rinishi (vizualizatsiyasi) shakllantirildi. Bunda o'ramlararo kanal bo'ylab muhitning harakatlanishi konstruksiyaning harakatlanuvchi devorlari (ishchi organlari) ta'sirida amalga oshishi inobatga olindi.

Mazkur hodisa oqim yo'nalishining keskin o'zgarishi natijasida fazoning muayyan hududlarida ekstremal yuqori kuchlanishlar vujudga kelishi bilan izohlanadi. Oqim trayektoriyasining egrilik darajasini baholash orqali, konstruksiyaning burchakli hududlarida lokal bosim gradientlarining to'planishini (konsentratsiyasini) oldindan bashorat qilish imkoniyati mavjud.

Yuqori bosimli zonalarga tushgan reaksiya massaning qattiq zarrachalari, o'ramlararo bo'shliqda yuzaga kelgan murakkab kuchlanishlar ta'sirida deformatsiyaga uchraydi va destruksiyanadi (parchalanadi). Shubhasiz, zarrachalarning muayyan qismi tishli elementlararo bo'shliqlarga ham o'tadi, biroq bu hajm umumiy hajmdagiga nisbatan sezilsiz bo'lib, o'ramlararo bo'shliqning parchalash (disperslash) qobiliyatini belgilovchi asosiy omil hisoblanmaydi.

O'ramlararo bo'shliqning spiralsimon shaklda buralganligi va material silindri har bir zonasining cheklangan hajmi oqim chiziqlarining uzluksiz o'zgarib turishini ta'minlaydi. Bu esa bir yillik o'simlik xomashyosining samarali maydalanish jarayonini planetar-valikli ekstruderning bitta modulidayoq amalga oshirish imkonini beradi.

Planetar-valikli ekstruder konstruktiv va texnologik parametrlarining olingan selluloza xususiyatlariga ta'sirini aniqlash maqsadida, zonalar va satellitlar soni hamda markaziy shnekning aylanish tezligi kabi o'zgaruvchan omillar tadqiq etildi.

Sellyulozaga ishlov berish jarayonidagi mexanik ta'sir intensivligini baholashda asosiy mezon sifatida zarrachalarning disperslik darajasi (o'lchami) tanlab olindi. Ma'lumki, markaziy shnekning aylanish tezligi ekstruder unumdorligini belgilovchi asosiy texnologik omillardan biridir. Shu sababli, tadqiqotda shnekning 25–100 ayl/min diapazonidagi aylanishlar sonining qurilma unumdorligi va zarrachalar dispersligiga ta'siri o'rganildi.

Bunda nazorat namunasi sifatida yovvoyi arpa (*Hordeum murinum*) o'simligidan ajratib olingan texnik sellulozasidan foydalanilib, ekstruderning doimiy parametrlari sifatida 4 ta ishchi zona va har bir zonada 7 tadan satellitlar mavjudligi qabul qilindi.

Xulosa. Shunday qilib, o'tkazilgan tadqiqotlar natijasida eng yuqori disperslikdagi zarrachalarni olish uchun maksimal miqdordagi satellitlar va ishchi zonalarga ega konstruktiv yechimdan foydalanish zarurligi isbotlandi. Bunday konfiguratsiya selluloza saqlovchi xomashyolarga maksimal darajada mexanik ta'sir ko'rsatishni ta'minlaydi. Bunda shnekning minimal aylanish tezligi eng yuqori sifatli (mayda) kukun olishni ta'minlansa-da, jarayonning unumdorligi va sifati o'rtasidagi optimal muvozanatni saqlash talab etiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Давранов, Б.К. Упруго-деформационное измельчение хлопковой целлюлозы и влияние способа воздействия на структуру и свойства порошков: автореф. дис. канд. техн. наук – Ташкент: НУУз, 2011. — 26 с.
2. Файзуллаев, Б.Х. Сравнительные физико-механические свойства измельченных и не измельченных образцов целлюлозы / Б.Х. Файзуллаев, Х.И. Акбаров // Проблемы науки. - 2017. - № 22. - С. 8-12.
3. А.с. №1730297 СССР, D 21 В 1/06, D 21 С 9/00. Способ получения порошковой целлюлозы / Н.С. Ениколопов, Г.Н. Марченко, В.Ю. Левин и др; Заявитель и патентообладатель: Институт синтетических полимерных материалов АН СССР и Научно-исследовательский институт химических продуктов - 4747634/12. Заявлено 11.10.89; Опубл. 30.04.92; Бюл. №16. – 4 С.
4. Klemm, D., Heublein, B., Fink, H. P., & Bohn, A. Nanocellulose: A new family of nature-based materials. *Angewandte Chemie International Edition*, - 2005.- 44(22), pp. 3358-3393.
5. Turbak, A. F., Snyder, F. W., & Sandberg, K. R. Microfibrillated cellulose, a new cellulose product. *Journal of Applied Polymer Science: Applied Polymer Symposium* 1983. 37, pp. 815-827.
6. Abdul Khalil, H. P. S., Davoudpour, Y., Islam, M. N., Mustapha, A., Sudesh, K., Dungani, R., & Jawaid, M. Production and modification of nanocellulose using various methods: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2014. 39, pp. 649-665.
7. Chen, X., Lawoko, M., & van Heiningen, A. Kinetics of the extraction of hemicellulose and lignin from lignocellulosic biomass by pressurized hot water. *Industrial & Engineering Chemistry Research*.

2017. 56(1), pp.126-134.

8. Karimi, K., & Taherzadeh, M. J. A critical review of analytical methods in pretreatment of lignocelluloses. *Bioresource Technology*. 2016. 218, pp.1318-1335.

9. Марченко Г.Н., Нугманов О.К., Шакиров Р.И., Дебердеев Р.Я. Структурно-химические свойства целлюлозы и её аналогов. Новые источники сырья, методы их переработки / Казань: Печать-Сервис-XXI век., 2017. –293 с.

10. Pivovarov, A. A., et al. Mechanical disintegration of cellulose fibers in planetary roller extruders. *Journal of Materials Processing Technology*, - 2020 -. 277, 116480.

11. Krzysztof Formela, Barış Eyigöz. Planetary roller extruders in the sustainable development of polymer blends and composites – Past, present and future // *Express Polymer Letters* Vol.18, No.4 (2024) P. 441–458 Available online at www.expresspolymlett.com <https://doi.org/10.3144/expresspolymlett.2024.32>

12. Konovalova, O. (n.d.). Vidy i printsip raboty ekstrudirov. OK-Stanok. Retrieved February 23, 2026, from <https://ok-stanok.ru/article/kstrudery--ustroystvo-primenenie-komplektaciya>

QO'AVA SUVLAR TARKIBIDAN ORGANIK REAGENT ASOSIDA QO'RG'OSHIN IONINI MIQDORNI ANIQLASHNING SPEKTROFOTOMETRIK USULINI ISHLAB CHIQISH

D.A. Imomova

Qarshi davlat universiteti magistranti

Boboyorovboboyorov8@gmail.com

B.R. Normatov

Qarshi davlat universiteti

Noorganik kimyo kafedrasi v.b dotsenti., k.f.f.d PhD

normatov44301@gmail.com

ORCID 0009000028820463

UDK 543.243:546.817

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot Pb(II) ionlarini aniqlash uchun analitik reagent sifatida organik modda arsenazo III asosida ishlab chiqilgan, arzon, tezkor va optimallashtirilgan metodikani taqdim etadi. Arsenazo III reaktivi yuqori tozalik darajasi (99,8%) va gidroksil hamda sulfonat kabi funksional guruhlar bilan tavsiflanadi. Kompleks tuzilish uchun optimal sharoitlar asetat bufer eritmasi bilan barqarorlashtirilgan pH=6 muhitda reaktivlarning 1:1 nisbatida aniqlangan. Qo'rg'oshin (II) ionni organik reagent arsenazo III bilan hosil qilgan kompleks birikmasi zaryadi ionitlar yordamida aniqlandi. Pb (II) ionini aniqlashda arsenazo III tanlab tasir etuvchan analitik reagent sifatida tavsiya etildi. Spektrofotometrik tahlil yordamida arsenazo III reagenti va uning qo'rg'oshin kompleksi uchun mos ravishda 540 nm va 610 nm da yaqqol signallarni ko'rsatdi, bu esa kompleks hosil bo'lganini tasdiqlaydi. Pb (II) ionlarini spektrofotometrik aniqlashning Ber qonuniga bo'ysunishi Pb (II) ionni uchun 0,12-1,7 mkg/25 ml, oralig'ida, olingan natijalarni aniqligi korrelyatsiya koeffisienti Pb (II) ionni 0,9945 ga tengligi bilan izohlangan. Ushbu ilmiy yondashuv spektrofotometrik tahlil uchun ishonchli va samarali vosita bo'lib, oqava suvlar va tuproq tarkibidagi qo'rg'oshin ionlarini miqdorini aniqlashda hamda atrof-muhit monitoringi sohalariga sezilarli hissa qo'shadi.

Kalit so'zlar: Arsenazo III; Qo'rg'oshin Pb(II)ni aniqlash; Ion almashinuvchi ionitlar; Spektrofotometrik tahlil; Oqava suvlar monitoring; Buger-Lambert-Ber qonuni.

DEVELOPMENT OF A SPECTROPHOTOMETRIC METHOD FOR THE DETERMINATION OF LEAD IONS IN WASTEWATER USING AN ORGANIC REAGENT.

Abstract: This study presents a low-cost, rapid, and optimized method developed on the basis of the organic compound arsenazo III as an analytical reagent for the determination of Pb(II) ions. The arsenazo III reagent is characterized by a high degree of purity (99.8%) and the presence of functional groups such as hydroxyl and sulfonate groups. Optimal conditions for complex formation were established at pH 6, stabilized with an acetate buffer solution, with a reagent-to-metal ion ratio of 1:1. The charge of the complex formed between lead(II) ions and the organic reagent arsenazo III was determined using ion exchangers. Arsenazo III is recommended as a selective analytical reagent for the determination of Pb(II) ions. Spectrophotometric analysis revealed distinct absorption maxima at 540 nm for arsenazo III and at 610 nm for its lead complex, confirming the formation of the complex. The spectrophotometric determination of Pb(II) ions obeys the Beer–Lambert law in the concentration range of 0.12–1.7 µg/25 mL for Pb(II) ions, with the accuracy of the obtained results confirmed by a correlation coefficient of 0.9945. This scientific approach represents a reliable and efficient tool for spectrophotometric analysis and makes a significant

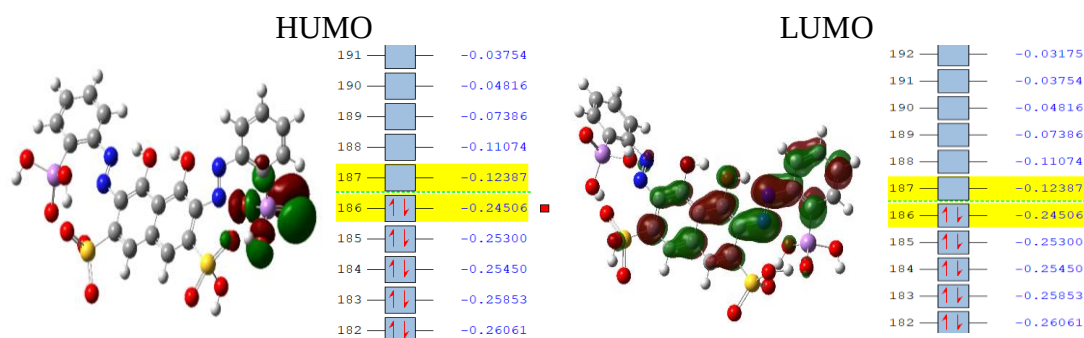
contribution to the determination of lead ions in wastewater and soil samples, as well as to environmental monitoring applications.

Keywords: Arsenazo III; determination of lead Pb(II); ion-exchange resins; spectrophotometric analysis; wastewater monitoring; Beer–Lambert–Bouguer law.

Kirish. Hozirgi kunda sanoatning rivojlanishi hamda transport vositalarining ko'payishi atrof muhitning og'ir va zaharli metallar bilan ifloslanishiga sabab bo'lmoqda. Bu esa inson va tirik organizmlarda turli xil og'ir kassalliklar rivojlanishiga olib kelmoqda. Og'ir metallar suv, tuproq va havo kabi atrof-muhitning turli elementlari bilan aralashganda juda zaharli bo'lishi mumkin va odamlar va boshqa tirik organizmlar oziq-ovqat zanjiri orqali ularga ta'sir qilishi mumkin. Masalan, suvni og'ir metallar bilan ifloslanishi ko'plab antropogen sabablarga ega, jumladan, qazib olinadigan yoqilg'ilarning yonishi, transport vositalarining chiqindisi, tog'-kon sanoati, qishloq xo'jaligi, qattiq va suyuq chiqindilarni yoqishi kabilarni misol keltirishimiz mumkin. Shuning uchun tabiiy suvlarning ifloslanish darajasini kamaytirish uchun ushbu ifloslantiruvchi moddalarni yo'q qilishning samarali usullarini topish muhimdir [1-2]. Metall ionlari bilan komplekslar hosil qiluvchi organik reagentlar analitik kimyoning turli sohalarida ko'plab muammolarni yechishda qo'llanilishi mumkin. Organik reagentlar tahlilning kimyoviy, fizikaviy va fizik-kimyoviy usullarida keng ko'lamda qo'llanilmoqda, spektrofotometriya va kolorimetrik analiz, polyarografiya va xromatografiyada va boshqa tahlil usullarida keng qo'llaniladi. [3-4]. Funktsional analitik guruhlar tushunchasi barcha a'zo birikmalarni funktsional guruhlarining tabiati (tabiati) bo'yicha aniq tasniflash imkonini bergan. Quyidagilar ko'pincha reaktivlarni tasniflash uchun asos bo'lgan guruhlardir: -OH, -COOH, -SO₃H, -AsO₃H₂, -PO₃H₂, -CH₂N(CH₂COOH)₂, -CH₂N(CH₂COOH) CH₂ CH₂N(CH₂ COOH)₂, -OR va boshqalar Metallarni aniqlashda ishlatiladi [5-6-7]. Maqbul sharoitda qo'rg'oshin kriptati ionining hosil bo'lishi va uning xlorbenzolga eozin bilan ion-juft sifatida olinishi qo'rg'oshin ionlarini spektrofotometrik aniqlash mumkin. Ion-juft kompleksining yuqori molyar yutilish koeffitsiyenti ($\epsilon = 1,1 \cdot 10^5 \text{ l/mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$) va kalibrlash egri chizig'ining $0\text{--}10^{-5} \text{ M}$ oralig'ida chiziqliligi hatto $0,1 \text{ mkg}$ qo'rg'oshinni aniqlashga imkon bergan [8]. Pb²⁺ ni ksilenol zarg'aldog'i va setiltrimetilammoniy bromidning (CTAB) uch ionli assotsiatsiyasiga asoslangan flotatsion spektrofotometrik aniqlangan. Ion assotsiatsiyasining ko'rinish molyar yutilish koeffitsiyenti (ϵ) $6,13 \cdot 10^4 \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ ekanligi aniqlangan. Kalibrlash egri chizig'i $0,9996$ korrelyatsiya koeffitsiyenti bilan $0,2\text{--}5,0 \text{ mkg/ml}^{-1}$ Pb²⁺ konsentratsiyasi oralig'ida chiziqli bo'lib, aniqlanish chegarasi $0,0427 \text{ mkg/ml}^{-1}$ ni tashkil qilgan [9]. Suvni tarkibini monitoring qilish uchun qo'rg'oshin (II) ionlarini optik usulda aniqlash uchun ligand asosidagi kompozit sensorli material muvaffaqiyatli ishlab chiqilgan. DMTD organik ligand bilan Pb (II) ionlarining kompleks hosil bo'lishi va signalni aniqlash natijasida λ_{max} 410 nm da aks ettiruvchi spektrlar kuzatilgan. Pb (II) ionlarini aniqlash chegarasi optimal sharoitlarda $0,24 \text{ mkg/l}$ deb aniqlangan [10]. Oqava suv tarkibidan Lyuminescent nanoprob aptamer-funktsional yuqoriga aylantiruvchi nanozarrachalar va magnit Fe₃O₄-modifikatsiyalangan oltin nanozarrachalar yordamida Pb (II) ionini aniqlash usuli ishlab chiqilgan. Signalni aniqlash natijasida λ_{max} 547 nm (980 nm qo'zg'alishda) yuqoriga ko'tarilish bilan yashil fluoressensiyaning pasayishiga olib kelgan [11].

Organik reagentni reaksiya qobiliyatini aniqlash: HOMO-LUMO energiya farqi: HOMO va LUMO o'rtasidagi energiya farqi molekulaning reaksiya qobiliyati va barqarorligini belgilashda muhimdir. Ushbu farq energetik bo'shliq deb ham ataladi va u molekulaning elektronik xususiyatlariga, masalan, optik so'ruvchanlik va elektr o'tkazuvchanlik kabi xususiyatlariga ta'sir qiladi. Kichik HOMO-LUMO farqi molekulani kimyoviy reaksiyalarga nisbatan faol qiladi, katta farq esa barqarorlikni oshiradi.

Misol uchun, organik yarim o'tkazgichlar va fotokimyoviy materiallarni o'rganishda HOMO va LUMO tushunchalari muhim o'rin tutadi.



1-rasm. Arsenazo III eagentlarining HOMO hamda LUMO natijalari

$$\Delta E = E_L - E_H$$

1. Reaktivlik:

- 0-2 ekv orasida bo'lsa reaksiya kirishishi oson va tez
- 2-4 ekv orasida bo'lsa reaksiya kirishishi ma'lum bir sharoitlarda
- 4 ekvdan katta bo'lsa inert

2. Yumshoq 1 ekvdan kichik bo'lsa

Qattiq 1 ekvdan katta bo'lsa

1. $E_L = -0.12387$ ekv $E_H = -0.24506$ ekv

$$\Delta E = E_L - E_H = -0.12387 - (-0.24506) = 0.12119 \text{ ekv}$$

Xulosa: moddaning reaksiyaga kirishishi oson va modda yumshoq

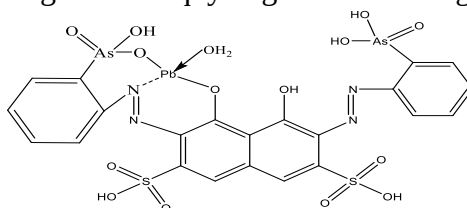
Tadqiqotda foydalanilgan reaktivlar, usullar va jihozlar. Analitik reaktivlarning standart eritmasini tayyorlash. “Ximreaktivinvest MChJ” (Toshkent, O'zbekiston) kompaniyasidan xarid qilindi 2,2'-(1,8-digidroksi-3,6-disulfonaftilen-2,7-bisazo) bisbenzenarsen kislota, 2,7-Bis (2-arsenofenilazo) xromotrop kislota (arsenazo III) ($C_{22}H_{16}As_2N_4Na_2O_{14}S_2$) (tozaligi 99,8%). 0,001 M li ishchi eritmasini tayyorlash uchun 0,0776 gramm arsenazo III dan analitik tarozida tortib olib, 100 ml o'lchov kolbasiga solib, kolbaning belgisigacha bidistillangan suv bilan keltirildi. Tayyor bo'lgan eritmani suyultirib keyingi ishlarda foydalanildi. Qo'rg'oshin (II) ionining standart eritmasini tayyorlash. 0,001 M li qo'rg'oshin (II) ionining standart eritmasini tayyorlash uchun “Ximreaktivinvest” MChJ, Toshkent, O'zbekiston (Tozalik darajasi – 99,8%). $Pb(NO_3)_2$ dan 0,3312 gramm analitik tarozida tortib olinib, 1000 ml o'lchov kolbasiga solinib eritildi va o'lchov kolbaning belgisigacha bidistillangan suv bilan suyultirildi. Keyingi ishlarda shu eritmani suyultirib foydalanildi.

Eritmalar pH qiymati Shveytsariyada ishlab chiqarilgan pH/Mv/TEMP m FiveEasy F20 pH-o'lchagichi hamda Mettler-Toledo AG kompaniyasining pH-o'lchagichi yordamida aniqlandi. Yutilish spektrlari “EMC-30PC-UV-Spectrophotometer”, “EMC-30PC-UV” va “UV-5100 UV VIS” spektrofotometrlari yordamida, aks ettirish (refleksiya) spektrlari esa Shveytsariyada ishlab chiqarilgan “Eye One Pro” spektrofotometri yordamida o'lchandi. **Analitik tarozilar** sifatida **ANALYTICAL BALANCE – FA2204N** va **ACZET PVT LTD CY 224C** modellari ishlatildi.

Tadqiqot metodologiyasi. Arsenazo III Pb(II) kompleksini sintez qilish sharoitlarini optimallashtirish: Arsenazo III reagentining Pb(II) bilan kompleks hosil qilishi uchun optimal sharoitlarni aniqlash maqsadida, Pb(II) ionlarini hamda arsenazo III reagentini o'z ichiga olgan eritmalar tayyorlandi. Xususan, pH=5.2 bo'lgan 0.001 M **arsenazo III** eritmasi va pH=3.2 bo'lgan 0.001 M **$Pb(NO_3)_2$** eritmasi ishlatildi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, **arsenazo III–Pb(II)** kompleksini hosil qilish uchun eng maqbul sharoit bu – reagent va metall tuzi eritmalarini **1:1 nisbatda**, **pH=6** bo'lgan muhitda, **atsetat bufer eritmasi** ishtirokida reaksiyaga kiritish hisoblanadi. Hosil bo'lgan kompleks birikma **pH=5.16** bo'lgan muhitda barqarorlik ko'rsatdi.

Olingan natijalar va ularning muhokamasi: Arsenazo III reagent bilan hosil bo'lgan Pb(II) kompleksining mexanizmi Pb(II) ionlari va arsenazo III reagent o'rtasida kompleks hosil bo'lishi bir nechta o'zaro ta'sirlar orqali amalga oshadi va bu ta'sirlar

kompleksning barqarorligi hamda selektivligini ta'minlaydi. Arsenazo III kimyoviy jihatdan 2,2'-(1,8-digidroksi-3,6-disulfonaftilen-2,7-bisazo) bisbenzenarsen kislota, 2,7-Bis (2-arsenofenilazo) xromotrop kislota bo'lib, uning tarkibida gidroksil (-OH) va sulfonat (-SO₃H) kabi faol funksional guruhlar mavjud bo'lib, ular xelyatsiya jarayonida muhim rol o'ynaydi Arsenazo III molekulasidagi gidroksil guruhlari (-OH) kislotali muhitda oson protonlanadi, bu esa ularning metall ionlari bilan o'zaro ta'sirini kuchaytiradi. Protonlangan gidroksil guruhlari Pb(II) ionlari bilan mustahkam koordinatsion bog'lar hosil qilib, kompleks shakllanishini osonlashtiradi. Bundan tashqari, sulfonat guruhlari (-SO₃H) ham Pb(II) ionlari uchun qo'shimcha bog'lanish joylarini taqdim etadi va bu esa kompleksning barqarorligini oshiradi. Arsenazo III ligandining Pb(II) ionlari bilan bog'lanishi elektrostatik ta'sirlar va vodorodli bog'lar bilan yanada mustahkamlanadi. Sulfonat va gidroksil guruhlaridagi kislorod atomlari muhitdagi vodorod atomlari bilan vodorod bog'lari hosil qilishi mumkin, elektrostatik o'zaro ta'sir esa qo'shimcha barqarorlik beradi. Arsenazo III reagentining Pb(II) ionlari bilan hosil qilgan kompleks birikmasining tuzilishi quyidagicha ko'rinishga ega bo'ladi. (2-rasm).

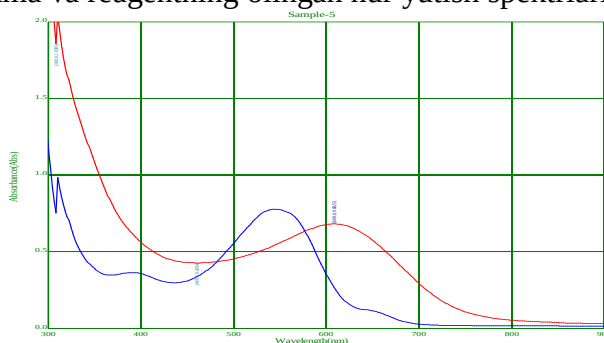


2-rasm. Pb va arsenazo III reagent 2,2'-(1,8-digidroksi-3,6-disulfonaftilen-2,7-bisazo) bisbenzenarsen kislota, 2,7-Bis (2-arsenofenilazo) xromotrop kislota o'rtasidagi molekulyar o'zaro ta'sirlar.

Spektrofotometrik tahlil Arsenazo III reagenti Pb(II) kompleksining maksimal optik zichlik qiymati nur yutish sohasining $\lambda_{\text{komp}}=610$ nm da joylashgan, Arsenazo III reagentining maksimal optik zichligi nur yutish sohasining pastroq to'liq uzunligida ya'ni $\lambda_R=540$ nm da kuzatildi ($\Delta\lambda=70$ nm). Hosil bo'lgan kompleks birikmaning yuqori optik zichligi qiymatidan foydalanib ($\lambda=610$ nm to'liq uzunlikda) ϵ_k molyar so'ndirish ko'effitsiyentini (ϵ) topildi.

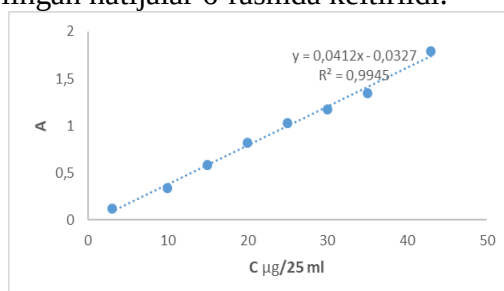
$$\epsilon_k = A/C \cdot \ell = 22055$$

Kompleks birikma va reagentning olingan nur yutish spektrlari 3-rasmga keltirilgan.



3-rasm. Arsenazo III ($\lambda_p=540$ nm) va uning eritmadagi qo'rg'oshin (II) ioni bilan kompleksi ($\lambda_k=610$) yutilish spektrlari

Arsenazo III bilan Pb (II) ioni kompleks hosil qilishining Buger-Lambert-Ber qonuniga bo'ysunishi o'rganildi. Olingan natijalar 6-rasmga keltirildi.



4-rasm. Kompleks birikmani Buger-Lambert-Ber qonuniga bo'ysunish grafigi.

Olingan natijadan ko'rinadiki, Buger-Lambert-Ber qonuniga bo'ysunish sohasi 0,12-1,7 mkg/ml oralig'ida kuzatildi, bundan yuqori konsentratsiyada to'g'ri chiziqdan chetlanish yuzaga keladi.

Tabiiy obyektlar tarkibidan Pb^{2+} ionini bo'lganda aniqlash uchun analiz qilinadigan obyektga uning standart eritmasidan qo'shiladi va nur yutilish spektrofotometrida qayd etiladi. Optik zichlikni ortishiga qarab Pb^{2+} ning konsentratsiyasi hisoblab topiladi.

1-jadval

Oqava suvdan Pb (II) ionini ishlab chiqilgan spektrofotometrik aniqlash natijalari (n=5; P=0,95)

№	Kiritildi Pb^{2+} , mkg/ml	Topildi Pb^{2+} , mkg/ml ($\bar{x} \pm \Delta X$)	S	S _r
1	0	0,00±0,0015	0,0	0,0
2	1,0	1,03±0,013	0,04	0,031
3	2,0	2,07±0,0142	0,072	0,056

2- jadval

Oqava suvdan Pb (II) ionini ishlab chiqilgan spektrofotometrik aniqlash natijalari (n=4; P=0,95)

№	Kiritildi Pb^{2+} , mkg/ml	Topildi Pb^{2+} , mkg/ml ($\bar{x} \pm \Delta X$)	S	S _r
1	0	0,021±0,03	0,081	0,086
2	1,0	1,044±0,081	0,06	0,052
3	2,0	2,019±0,097	0,093	0,098

Olingan ma'lumotlardan ko'rinadiki, turli tabiiy suvlar tarkibidan Pb^{2+} ionini aniqlashda ishlab chiqilgan spektrofotometrik usulni qo'llash mumkin. Bunda S_r qiymat 0,098 dan oshmaydi bu esa ishlab chiqilgan usulning ishonchliligidan dalolat beradi.

Xulosa. Natijalarga ko'ra, quyidagi asosiy xulosalar aniqlandi:

1. Arsenazo III reagent eritmasi 99,8% tozalikka ega holda tayyorlandi, bu uning metallar bilan kompleks hosil qilishdagi samaradorligini ta'minladi.
2. Arsenazo III–Pb(II) kompleksini hosil qilish uchun optimal sharoit 1:1 nisbatda, pH=6 bo'lgan muhitda va atsetat bufer eritmasi ishtirokida amalga oshdi.
3. Metallarning o'zaro ta'siri ularning xususiyati va nisbiy miqdoriga bog'liq bo'lib, qo'rg'oshinni aniqlashda Cu, Cd, Zn, Mn, Fe uchun maksimal ruxsat etilgan konsentratsiyalar aniqlandi.
4. Arsenazo III–Pb(II) kompleksi o'rta pH=5.16 da yuqori barqarorlik ko'rsatdi, bu esa tahlilning doimiyligi uchun muhimdir.
5. Oqava suvlar tarkibidan qo'rg'oshin miqdorini aniqlanishnig nisbiy standart og'ish 0,098 dan oshmadi.
6. Arsenazo III reagent bilan Pb (II) ionin aniqlashning aniqligi, sezuvchanligi va selektivligi uni atrof-muhit va sanoatdagi qo'rg'oshin tahlillari uchun amaliy jihatdan qo'llashga yaroqli ekanligini ko'rsatdi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Mitra S. et al. Impact of heavy metals on the environment and human health: Novel therapeutic insights to counter the toxicity //Journal of King Saud University-Science. – 2022. – T. 34. – №. 3. – C. 101865.
2. Sall M. L. et al. Toxic heavy metals: impact on the environment and human health, and treatment with conducting organic polymers, a review //Environmental Science and Pollution Research. – 2020. – T. 27. – C. 29927-29942.
3. Водяницкий Ю. Н. Тяжелые металлы и металлоиды в почвах. – 2008. –С. 4-10.
4. Полонейчик Н.М., Гарабурда Д.В., Метелица К.И. Technological processes used for production of dental prostheses of metal alloys. // –Минск: БГМУ, 2018. – С. 40.
5. Chebotarev A. N., Snigur D. V., Dubovyy V. P. Особенности комплексообразования ксиленолового оранжевого с Bi (III) и его спектрофотометрическое определение в фармацевтических препаратах //Аналитика и контроль. – 2016. – Т. 20. – №. 3. – С. 218-224.
6. Саввин С.Б. Органические реагенты группы Арсенazo III// Москва: Атомиздат, 1971. – С. 5-105.
7. Szczepaniak W., Juskowiak B. Spectrophotometric determination of trace amounts of lead (II) by ion-pair extraction with cryptand (2.2. 2) and eosin //Analytica Chimica Acta. – 1982. – T. 140. – №. 1. – C.

261-269.

8. Nekouei F., Parham H. Flotation-spectrophotometric determination of traces of lead Ion //Asian Journal of Chemistry. – 2010. – T. 22. – №. 1. – C. 319.

9. Salman M. S. et al. Optimization of innovative composite sensor for Pb (II) detection and capturing from water samples // Microchemical Journal. – 2021. – T. 160. – C. 105765.

10. Chen M. et al. Fluorometric determination of lead (II) by using aptamer-functionalized upconversion nanoparticles and magnetite-modified gold nanoparticles //Microchimica Acta. – 2020. – T. 187. – C. 1-9.

11. Awual M. R. et al. Naked-eye lead (II) capturing from contaminated water using innovative large-pore facial composite materials //Microchemical Journal. – 2020. – T. 154. – C. 104585.

QISHLOQ AHOLISINING AYRIM MIKRONUTRIYENTLARGA BO'LGAN FIZIOLOGIK TALABI

Hazratova Hulkar Normurodovna

Qarshi davlat universiteti Fiziologiya kafedrası, b.f.f.d (PhD)

Haydarov Zayniddin Turaxon o'g'li

Qarshi davlat universiteti Biologiya ta'lim yo'nalishi talabasi

hazratovahulkar2@gmail.com

ORCID 0000-0002-3898-2535

UDK 574/577+572.79+613.2

Annotatsiya. Ushbu ilmiy maqolada qishloq aholisining 30–39 yosh oralig'idagi erkaklar va ayollarida ayrim muhim mikronutrientlar, xususan, kalsiy va fosforning ratsiondagi miqdori hamda ularning fiziologik ehtiyojlarga mosligi baholangan. Tadqiqot davomida olingan natijalar shuni ko'rsatdiki, tekshirilgan guruh vakillarining kundalik ovqatlanish ratsionida kalsiy miqdori amaldagi fiziologik me'yorlardan sezilarli darajada past bo'lgan. Jumladan, erkaklarda kalsiy iste'moli o'rtacha 689,2 mg ni tashkil etib, bu tavsiya etilgan 1000 mg me'yorning 68,9 % ini, ayollarda esa 597,4 mg bo'lib, 59,7 % ini qamrab olgan. Fosfor iste'moli ko'rsatkichlari nisbatan qoniqarli bo'lsa-da, to'liq me'yoriy darajaga yetmagan: erkaklarda o'rtacha 493 mg (82,1 %), ayollarda 476 mg (79,3%) aniqlangan. Tadqiqot natijalari qishloq aholisi orasida mineral moddalar yetishmovchiligi mavjudligini ko'rsatib, ovqatlanishni ratsionallashtirish va mikronutrientlar bilan boyitilgan oziq-ovqat mahsulotlarini joriy etish muhimligini bilan asoslanadi.

Kalit so'zlar: qishloq aholisi, mikronutrientlar, fiziologik talab, ovqatlanish ratsioni, ma'danli moddalar, vitaminlar, kalsiy, fosfor, sog'lom ovqatlanish.

PHYSIOLOGICAL REQUIREMENTS OF THE RURAL POPULATION FOR CERTAIN MICRONUTRIENTS

Abstract. This scientific article evaluates the intake of certain important micronutrients, in particular calcium and phosphorus, in the diets of men and women aged 30–39 years living in rural areas, as well as their compliance with physiological requirements. The results of the study showed that the calcium content in the daily diet of the examined group was significantly lower than the established physiological norms. Specifically, the average calcium intake among men was 689.2 mg, which corresponds to 68.9% of the recommended norm of 1000 mg, while among women this indicator was 597.4 mg (59.7%). Although phosphorus intake indicators were relatively satisfactory, they also did not fully reach the recommended levels: the average intake among men was 493 mg (82.1%), and among women 476 mg (79.3%). The obtained results indicate the presence of mineral deficiencies among the rural population and substantiate the necessity of dietary rationalization and the introduction of micronutrient-fortified food products.

Keywords: rural population, micronutrients, physiological requirements, dietary intake, minerals, vitamins, calcium, phosphorus, healthy nutrition.

Kirish. Bugungi kunda aholining sog'lig'ini mustahkamlash, kasalliklarning oldini olish hamda aqliy va jismoniy mehnat salohiyatini oshirishda ratsional ovqatlanishni ta'minlash ustuvor yo'nalishlardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, mikronutrientlar – vitaminlar va ma'danli moddalarning organizm faoliyatidagi ahamiyati ularning modda almashinuvi, immun tizimi, suyak-mineral almashinuvi hamda fiziologik jarayonlardagi muhim roli bilan belgilanadi. Mikronutrientlar yetishmovchiligi aholi salomatligiga salbiy ta'sir ko'rsatib, surunkali kasalliklar rivojlanishi va mehnat qobiliyatining pasayishiga olib kelishi mumkin [5-7].

O'zbekiston Respublikasida aholining sog'lom ovqatlanishini ta'minlash davlat siyosatining ustuvor yo'nalishlaridan biri sifatida belgilangan bo'lib, bu masala bevosita millat salomatligi, mehnat unumdorligi va kelajak avlodning barkamol rivojlanishi bilan chambarchas bog'liqdir. Sog'lom ovqatlanish nafaqat insonning kundalik energiya ehtiyojini qondirish, balki organizmning to'laqonli o'sishi, rivojlanishi hamda kasalliklarga qarshi immun himoyasini mustahkamlashda muhim omil hisoblanadi. Shu bois so'nggi yillarda mamlakatimizda oziq-ovqat xavfsizligi, mahsulotlar sifati va ratsionning muvozanatlanganligini ta'minlash masalalariga alohida e'tibor qaratilmoqda.

O'zbekiston Respublikasi Prezidenti tomonidan 2020-yil 10-noyabrda PQ-4887-sonli "Aholining sog'lom ovqatlanishini ta'minlash bo'yicha qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida" qarori qabul qilindi. Mazkur qarorda aholining ovqatlanish tuzilmasini ilmiy

asosda takomillashtirish, oziq-ovqat mahsulotlarining biologik qiymatini oshirish, ularni vitamin va mineral moddalar bilan boyitish (fortifikatsiya qilish) hamda muhim mikro- va makronutrientlar tanqisligining oldini olish vazifalari belgilab berilgan.

Mikronutrientlar – bu organizm uchun juda kam miqdorda zarur bo‘lsa-da, hayotiy muhim ahamiyatga ega bo‘lgan vitamin va minerallar (masalan, temir, yod, rux, A va D vitaminlari)dir. Ularning yetishmovchiligi kamqonlik, qalqonsimon bez kasalliklari, immunitet pasayishi va bolalarda jismoniy hamda aqliy rivojlanishning sustlashuviga olib kelishi mumkin. Qarorda aynan shunday muammolarning oldini olish maqsadida un va boshqa asosiy oziq-ovqat mahsulotlarini boyitish, aholining ovqatlanish madaniyatini oshirish, sog‘lom ratsion bo‘yicha tavsiyalar ishlab chiqish kabi chora-tadbirlar ko‘zda tutilgan.

Shuningdek, hujjatda sog‘lom ovqatlanish tamoyillarini keng joriy etish, ayniqsa, ijtimoiy himoyaga muhtoj qatlamlar, bolalar, homilador va emizikli ayollar hamda qishloq aholisining to‘laqonli ovqatlanishini ta‘minlash ustuvor vazifa sifatida belgilangan. Chunki hududlar o‘rtasidagi iqtisodiy va ijtimoiy tafovutlar ayrim oziq-ovqat mahsulotlariga bo‘lgan imkoniyat va kirish darajasiga ta‘sir ko‘rsatishi mumkin. Shu bois davlat tomonidan tizimli ravishda monitoring va nazorat mexanizmlari joriy etilishi aholi salomatligini mustahkamlashga xizmat qiladi.

2020-yil 30-oktabrda qabul qilingan “Sog‘lom turmush tarzini keng tadbiq etish va ommaviy sportni yanada rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida” gi farmonda sog‘lom turmush tarzini shakllantirish masalasi belgilab berilgan bo‘lib, unda to‘g‘ri va muvozanatli ovqatlanish, muntazam jismoniy faollik hamda kasalliklarning erta profilaktikasi o‘zaro uzviy bog‘liq jarayonlar sifatida talqin etiladi. Sog‘lom ovqatlanish jismoniy faollik bilan uyg‘unlashgandagina yuqori samaradorlik beradi. Ushbu farmonda, ayniqsa, aholi salomatligini mustahkamlashda ovqatlanish sifati, mahsulotlarning xavfsizligi va mikronutrientlar bilan ta‘minlanganlik darajasi muhim omil sifatida e‘tirof etilgan. Bu esa oziq-ovqat sanoatini modernizatsiya qilish, sifat nazoratini kuchaytirish hamda sog‘lom turmush tarzini targ‘ib etish orqali aholi o‘rtasida ongli ovqatlanish madaniyatini shakllantirishni talab etadi.

Umuman olganda, mazkur normativ-huquqiy hujjatlar mamlakatda sog‘lom avlodni tarbiyalash, umr ko‘rish davomiyligini oshirish va surunkali kasalliklar darajasini kamaytirishga qaratilgan kompleks davlat siyosatining huquqiy asosini tashkil etadi. Ularning izchil amalga oshirilishi aholining hayot sifati va farovonligini yuksaltirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

[1,2,5].

Qishloq aholisi uchun mikronutrientlarga bo‘lgan fiziologik talab masalasi alohida ahamiyat kasb etadi. Bu holat qishloq joylarda yashovchi aholining ovqatlanish ratsionining bir xil va mavsumiy xususiyatga ega bo‘lishi hamda ayrim oziq-ovqat mahsulotlariga cheklangan imkoniyatlar mavjudligi bilan izohlanadi. Natijada kalsiy, temir, fosfor, rux kabi minerallarga bo‘lgan ehtiyoj yetarlicha qondirilmasligi mumkin [6,7,10].

Shu munosabat bilan qishloq aholisining mikronutrientlarga bo‘lgan fiziologik talabini ilmiy asosda baholash, ratsion tarkibining amaldagi me‘yoriy hujjatlarga muvofiqligini aniqlash hamda aniqlangan kamchiliklarni bartaraf etish muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega. Ushbu maqolaning maqsadi qishloq aholisining ayrim mikronutrientlarga bo‘lgan fiziologik ehtiyojini tahlil qilish va ularni mavjud me‘yorlarga nisbatan taqqoslab o‘rganishdan iborat [7,8,11].

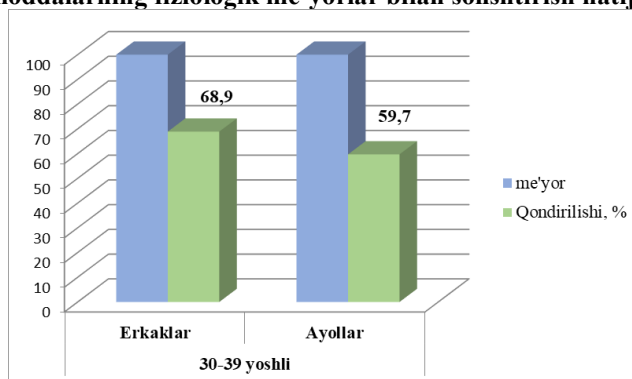
Material va metodika. Tadqiqotlarimizda Qashqadaryo viloyati G‘uzor tumanidagi ayrim qishloqlarida istiqomat qiladigan, aqliy mehnat bilan shug‘ullanuvchilar qatnashishdi. Bunda 62 nafar respondentlarning amaldagi ovqatlanish holati anketa-so‘rov hamda so‘rov usullari yordamida o‘rganildi. Tadqiqotlar 2025-yilda o‘tkazildi. Tekshiriluvchilar 30-39 yoshda bo‘lib, ularning 41 nafarini ayollar, 21 nafarini erkaklar tashkil etadi. Anketa-so‘rov usuliga binoan respondentlar bir hafta mobaynida (yakshanba kuni ham) iste‘mol qilgan barcha oziq-ovqat mahsulotlarini maxsus anketada qayd qilib borishdi. Anketalarda keltirilgan mahsulotlar tarkibidagi ayrim mikronutrientlar miqdori aniqlandi. Bunda oziq-ovqat mahsulotlarining kimyoviy tarkibi maxsus jadvallar yordamida hisoblab chiqildi [4].

Anketalardagi ma'lumotlarni matematik hisoblash [9] va statistik qayta ishlashda Windows Microsoft Excel 2010 hamda Windows Origin 6.1 dasturlaridan foydalanildi. Olingan natijalar aholining turli guruhlari uchun belgilangan me'yor ko'rsatkichlari bilan taqqoslab o'rganildi [3] va tegishli xulosalar chiqarildi.

Olingan natijalar va ularning tahlili. Olib borilgan tadqiqotlar qishloq aholisining amaldagi ovqatlanishi, xususan ularning kunlik ovqati tarkibidagi ayrim mikronutriyentlarning miqdori, belgilangan me'yor ko'rsatkichlariga mos kelmasligini ko'rsatadi. Olingan natijalar quyidagi 1-rasmda o'z ifodasini topgan.

Tadqiqot natijalariga ko'ra, 30–39 yoshli erkaklar va ayollar ratsionida kalsiy va fosfor miqdori amaldagi fiziologik me'yorlar bilan solishtirilganda yetarli darajada emasligi aniqlangan. Jumladan, erkaklar ratsionida kalsiy miqdori o'rtacha 689,2 mg ni tashkil etib, bu tavsiya etilgan 1000 mg me'yorning 68,9 % ini qamrab oladi. Ayollarda esa ushbu ko'rsatkich yanada past bo'lib, 597,4 mg (59,7 %) ni tashkil etgan. Mazkur holat kalsiyning ratsionda yetishmasligi kuzatilayotganini ko'rsatadi, bu esa suyak to'qimasi mineralizatsiyasining pasayishi, osteopeniya va kelajakda osteoporoz rivojlanish xavfining ortishiga olib kelishi mumkin.

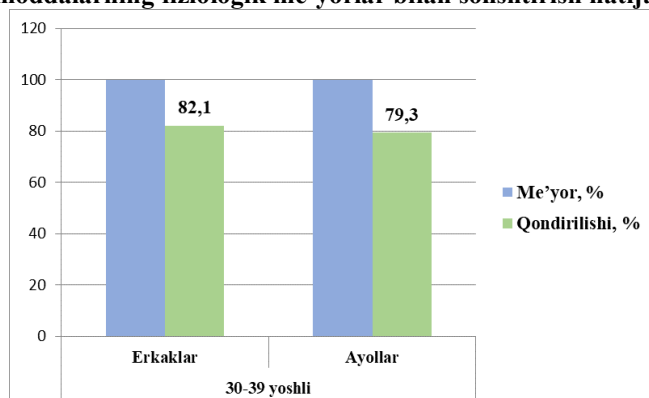
Ma'danli moddalarning fiziologik me'yorlar bilan solishtirish natijalari (n=62).



1-rasm. G'uzor tumanidagi ayrim qishloqlardagi aqliy mehnat bilan shug'ullanuvchilarning ovqat ratsionidagi kalsiy miqdorining foizlarda ifodalanishi

Fosfor bo'yicha olingan natijalar nisbatan qoniqarli bo'lsa-da, me'yoriy darajaga to'liq yetmagan (2-rasm). Erkaklarda fosfor iste'moli o'rtacha 493 mg bo'lib, bu 600 mg me'yorning 82,1 % ini tashkil etgan. Ayollarda esa fosfor miqdori 476 mg (79,3 %) ga teng bo'lgan. Fosforning yetarli darajada iste'mol qilinmasligi energiya almashinuvi, hujayra membranalari va suyak to'qimasining normal funksional holatiga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin. Erkaklar va ayollar o'rtasida kuzatilgan farqlar ratsion tarkibi, ovqatlanish odatlari hamda fiziologik ehtiyojlar bilan izohlanadi. Ayollarda kalsiy va fosfor bilan ta'minlanganlik darajasining pastroq bo'lishi, ayniqsa, reproduktiv yoshda bo'lgan ayollar uchun muhim hisoblanadi, chunki bu holat kelgusida suyak-mineral almashinuvi buzilishlariga zamin yaratishi mumkin.

Ma'danli moddalarning fiziologik me'yorlar bilan solishtirish natijalari (n=62).



2-rasm. G'uzor tumanidagi ayrim qishloqlardagi aqliy mehnat bilan shug'ullanuvchilarning ovqat ratsionidagi fosfor miqdorining foizlarda ifodalanishi

Umuman olganda, olingan natijalar 30–39 yoshli aholining ratsionini kalsiy va fosfor boy oziq-ovqat mahsulotlari (sut va sut mahsulotlari, baliq, dukkaklilar, yongʻoqlar) bilan boyitish zarurligini koʻrsatadi. Bu esa maʼdanli moddalar tanqisligining oldini olish va sogʻliqni mustahkamlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

Xulosa va takliflar. Oʻtkazilgan tadqiqot natijalari shuni koʻrsatdiki, 30–39 yoshli erkaklar va ayollar ratsionida kalsiy va fosfor kabi muhim maʼdanli moddalarning isteʼmol darajasi tavsiya etilgan fiziologik meʼyorlarga toʻliq mos kelmaydi. Jumladan, erkaklar ratsionida kalsiy bilan taʼminlanganlik darajasi 68,9 % ni, ayollarda esa 59,7 % ni tashkil etib, kalsiy tanqisligi yaqqol namoyon boʻldi. Fosfor isteʼmoli nisbatan yuqoriroq boʻlsa-da, erkaklarda 82,1 %, ayollarda esa 79,3 % darajasida boʻlib, meʼyoriy koʻrsatkichdan past ekanligi aniqlandi. Aniqlangan kamchiliklar suyak toʻqimasining mustahkamligi, mineral almashinuvi hamda umumiy metabolik jarayonlarga salbiy taʼsir koʻrsatishi mumkin. Ayniqsa, ayollarda kalsiy va fosfor bilan taʼminlanganlik darajasining pastligi kelgusida suyak-mineral almashinuvi buzilishlari rivojlanish xavfini oshiradi. Erkaklar va ayollar oʻrtasida kuzatilgan farqlar ovqatlanish tuzilmasi, oziq-ovqat tanlovi hamda fiziologik ehtiyojlarning oʻziga xosligi bilan izohlanadi.

Umuman olganda, tadqiqot natijalari 30–39 yoshli aholi ovqatlanish ratsionini kalsiy va fosfor boy oziq-ovqat mahsulotlari bilan boyitish, shuningdek, ratsional ovqatlanish tamoyillarini keng targʻib etish zarurligini koʻrsatadi. Bu choralar maʼdanli moddalar tanqisligining oldini olish, suyak-skelet tizimi kasalliklari xavfini kamaytirish va aholi salomatligini mustahkamlashda muhim ahamiyatga ega.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2020 йил 10 ноябрдаги ПҚ-4887-сон қарори “Аҳолининг соғлом овқатланишини таъминлаш бўйича қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида” ги Қарори. Тошкент. 2020., 10 ноябрь. Янги Ўзбекистон, 2020 йил., № 3.- 1-3 бетлар.
2. О‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 30-oktabrdagi PF-6099-son “Sog‘lom turmush tarzini keng tatbiq etish va ommaviy sportni yanada rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida” gi Qarori. Toshkent. Yangi O‘zbekiston, 2020-yil., № 210 (210), - 1-2 betlar
3. Физиологические нормы потребностей в пищевых веществах и энергии по половозрастным и профессиональным группам населения Республики Узбекистан для поддержания здорового питания. 23 июня 2017 г. СанПиН №0347-17. Тошкент, 2017. – 42 с.
4. Скурихина И.М., Волгарёва М.Н. Химический состав пищевых продуктов: Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов. – Москва: Агропромиздат, 1987. - 350 с.
5. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “Tibbiy profilaktika ishlari samaradorligini oshirish orqali jamoat salomatligini taʼminlashga oid qoʻshimcha chora-tadbirlar toʻgʻrisida”gi Qarori. – 10.05.2022-y. – Toshkent. zhiyanbao.cn
6. Balch A., Cardei M. Towards an Accessible, Noninvasive Micronutrient Status Assessment Method: A Comprehensive Review. 2024. 56 p
7. Hans K.B. Micronutrients in the life cycle: Requirements and sufficient intake // Nutrition Research. 2018. Vol. 42. P. 35–50.
8. Kurbanov A, Kurbanov Sh, Rakhmatullaev Y, Buranova G, and Hazratova H. The effect of protein deficiency on the small intestinal carbodidrase system after the transition to the definitive nutrition in rats. II International Conference on Improving Energy Efficiency, Environmental Safety and Sustainable Development in Agriculture, E3S Web of Conferences 463, 01016 (2023) *EESTE2023* <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202346301016>.
9. Рокицкий П.Ф. Биологическая статистика. - Изд. 2-е, испр. – Минск: Вышэйш. школа, 1967. – 328 с.
10. Roldán D., Abad Cisneros A. An analysis of indifference curves and areas from a human nutrition perspective. 2022. 40 p
11. Hazratova H.N. Provision of some mineral substances to primary school students // Universum: химия и биология Научный журнал Издается ежемесячно с ноября 2013 года Является печатной версией сетевого журнала Universum: химия и биология. 6(120) Июнь, 2024, Част 2 Москва 2024, 64-67 стр.
12. Costlow L., Bai Y., Adams K.P. Nutrient adequacy and diet costs: implications for policy in low- and middle-income countries. 2025. 55 p.

**AYRIM BIOFAOL MODDALARNING JIGAR MITOXONDRIYALARI
MEGAPORASIGA TA'SIRI****Ikromova Muxlisa Akrom qizi**

Qarshi davlat universiteti tayanch doktoranti

muxlisaikromova70@gmail.com

ORCID 0009-0009-7887-5759

Yo'ldoshev Boburbek G'ofur o'g'li

O'zbekiston Milliy universiteti huzuridagi

Biofizika va biokimyo instituti tadqiqotchisi

<mailto:yuldoshevoburbek10@gmail.com>**Ergashev Nurali A'zamovich**

O'zbekiston Milliy universiteti huzuridagi

Biofizika va biokimyo instituti

laboratoriya mudiri, biologiya fanlari doktori

<mailto:nuraliergashev79@gmail.com>**Komilov Esoxon Jo'rayevich**

Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zMU huzuridagi

Biofizika va biokimyo instituti

esohon83@gmail.com**Ergashev Shahzod Shavkat o'g'li**

O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi

O'simlik moddalar kimyosi instituti, tayanch doktoranti

Ergashevshahzod1997@gmail.com

ORCID 0009-0006-8194-1778

UDK 557.153.3

Annotatsiya. Ushbu ishda ayrim biofaol moddalarning jigar mitoxondriyalaridagi megaporalar (mitoxondrial o'tkazuvchanlik o'tish porasi, mPTP) faoliyatiga ta'siri o'rganiladi. Mitoxondriya megaporasining ochilishi hujayra energetik almashinuvining buzilishi, oksidlovchi stress kuchayishi va apoptoz jarayonlarining faollashuvi bilan chambarchas bog'liq. Tadqiqotda biofaol birikmalarning mitoxondriya membranasi o'tkazuvchanligi, membrana potentsiali hamda shishish jarayonlariga ta'siri eksperimental usullar orqali baholanadi. Olingan natijalar ayrim moddalar megaporaning ochilishini susaytirishi, boshqalari esa aksincha uni rag'batlantirishi mumkinligini ko'rsatadi. Bu holat ularning antioksidant yoki prooksidant xususiyatlari bilan izohlanadi. Tadqiqot natijalari jigar hujayralarini shikastlanishdan himoyalash, dori vositalarini ishlab chiqish hamda metabolik kasalliklar patogenezini chuqurroq tushunishda muhim ilmiy asos bo'lib xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: jigar mitoxondriyalari, megapora, kempferol, centaurea iberica.

**EFFECT OF SOME BIOACTIVE SUBSTANCES ON THE MEGAPORALITY OF
LIVER MITOCHONDRIA**

Abstract. This study investigates the effects of certain biologically active compounds on the mitochondrial megapore of liver cells, known as the mitochondrial permeability transition pore (mPTP). Opening of the mPTP is closely associated with disruption of cellular energy metabolism, increased oxidative stress, and activation of apoptotic pathways. The research experimentally evaluates how these compounds influence mitochondrial membrane permeability, membrane potential, and mitochondrial swelling. The findings indicate that some substances inhibit megapore opening, demonstrating antioxidant and cytoprotective properties, while others promote its opening and enhance cellular damage. These effects are linked to the pro-oxidant or antioxidant nature of the compounds. The results contribute to a better understanding of mitochondrial regulation mechanisms and may support the development of hepatoprotective agents, as well as new pharmacological strategies for preventing liver cell injury and metabolic disorders.

Keywords: liver mitochondria, megapore, kaempferol, kaempferol-7-rhamnoside, kaempferitrin, afzelin.

Kirish. Flavonoidlar keng tarqalgan o'simlik biologik faol moddalari bo'lib, ularning ichida kempferol va uning glikozidlari ham muhim o'rinni egallaydi. Kempferol o'simliklar olamida keng tarqalgan flavonoid bo'lib, yuqori antioksidant, yallig'lanishga qarshi, saratonga qarshi modda hisoblanadi [1]. U ko'plab o'tkir va surunkali yallig'lanish kasalliklarini,

umurtqalararo disklar degeneratsiyasini, postmenopauzadan so'ng suyaklarni zararlanishini, o'pkani o'tkir jarohatlanishini davolashi ko'rsatilgan. Bundan tashqari, yana ko'plab kasalliklarni, xususan saratonni, diabetni davolashda qo'llanilishi ta'kidlab o'tilgan [2]. Kempferol turli kasalliklarni – apoptozni induksiyalash orqali, hujayralarning G2/M fazasida hayotchanligini kamaytirish orqali, fosfoinozotid 3-kinaza (PI3K)/proteinkinaza B (AKT) signal yo'lini va T-hujayrali leykoz virusi/odam 1 tip limfomasini susaytirish orqali, epitelial-mezenximal o'tish bilan bog'liq bo'lgan oqsil markerlari ekspressiyasini kamaytirishi orqali, metastaz bilan bog'liq bo'lgan matriks metallopeptidaza 2 faolligini kamaytirishi orqali davolashi mumkinligi keltirilgan [1]. Kempferol flavonoidi anoksiya/reoksigenatsiya orqali rivojlanuvchi jarohatlanishda kardiomitsitlarning hayotchanligini oshirishi, ulardan LDG ajralishini, shu bilan birga mitoxondriyalarda kislorod faol shakllarini (KFSH) generatsiyasini, sitoxrom s ajralishini kamaytirishi, membrana potensialini tiklashi, mitoxondriyalar megaporasini ochiq holatga o'tishini va kaspaza-3 faollashuvini ingibirlashi ko'rsatilgan. Flavonoid SIRT1 (Silent information regulator type 1 – shovqinsiz axborot boshqaruvchi oqsil turi 1) ekspressiya oshirishi va bu kardioproteksiya bilan bog'liqligi taxmin qilingan [3].

Mitoxondriyalar tashqi va ichki membranalari oralig'ida joylashgan megapora, ya'ni Sa^{2+} -bog'liq siklosporin A (SsA) sezgir pora (mitochondrial permeability transition pore (mPTP)) organizmning hujayra va to'qimalari faoliyatida fiziologik va patologik nuqtayinazardan muhim o'rin tutadi. Mitoxondriyalar megaporasini boshqarilishida Sa^{2+} ionlari, KFSH va mitoxondriyalar membrana potentsiali ishtirok etadi [4]. Hujayralar sitozolida ortiqcha Sa^{2+} ionlari to'planishi va ko'p miqdorda KFSH hosil bo'lishi mitoxondriyalar megaporasi patologik ochiq holatga o'tishiga hamda proapoptotik omillarni ajralishiga olib kelgan holda hujayralarning dasturlangan o'limini keltirib chiqarishi ta'kidlangan [5]. Mitoxondriyalarda Sa^{2+} ionlari gomeostazi oksidativ metabolizmni va hujayralar o'limini boshqarishda ishtirok etadi. Mitoxondriyalarga Sa^{2+} ionlarini yig'ilishi Sa^{2+} uniportyor orqali amalga oshib, mitoxondriyalar matriksida patologik haddan tashqari Sa^{2+} ionlarini yig'ilishi mitoxondriyalar megaporasini ochilishiga turtki bo'ladi [6]. Mitoxondriyalar megaporasini ochiq holatga o'tishi ionlar va kichik molekulali birikmalarni mitoxondriyalar matriksiga erkin harakatlanib kirishiga imkon beradi, bu esa mitoxondriyalar membrana potensialini depolyarizatsiyasiga va ATF miqdorini kamayishiga olib kelib, hujayralar o'limini keltirib chiqaradi [7]. Mitoxondriyalarning Sa^{2+} -bog'liq SsA-sezgir porasi hayvonlar va o'simliklar hujayralarining hayotida va nobud bo'lishida muhim o'rinni egallaydi. Kalamushlarning yoshi mitoxondriyalarning Sa^{2+} ni tutib turish qobiliyatiga sezilarli darajada ta'sir qilishi aniqlangan [8]. Mitoxondriyalar megaporasining molekulyar tuzilishi haligacha noma'lum bo'lsada, uning molekulyar tuzilishida ishtirok etuvchi komponentlar ko'rsatib o'tilgan, bularga quyidagilar kiradi: siklofillin D (SfD), adeninnukleotid translokaza (ANT), geksokinaza II (GkII), potentsialga bog'liq anion kanal (PBAK), benzodiazepin-retseptor (BdR), fosfat tutuvchi (FT), kreatinkinaza (KK), F0F1-ATF-sintaza va boshqa komponentlar bo'lishi mumkinligi ko'rsatilgan [4]. Mitoxondriyalar megaporasini klassik ingibitori SsA SfD bilan bog'lanib uni yopiq holatga o'tishiga olib keladi [9]. Shunday qilib, ko'rinib turibdiki, mitoxondriyalar megaporasi hujayralar hayotida muhim o'rin tutadi.

Ishning maqsadi. Yuqorida keltirilgan ma'lumotlarga asoslangan holda Sa^{2+} -bog'liq SsA-sezgir megaporasiga kempferol va *Centaurea iberica* ekstraktining ta'siri o'rganildi.

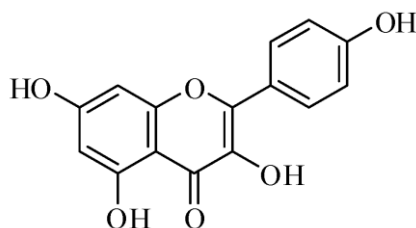
Material va metodlar. Tajribalar Xalqaro Xelsinki Deklaratsiyasi, Xalqaro Tibbiy Ilmiy Tashkilotlar Kengashi (CIOMS; 1985) va Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti huzuridagi Biofizika va biokimyo instituti laboratoriya hayvonlari bilan ishlash bo'yicha bioetika tartib-qoidalariga muvofiq ilmiy tadqiqotlar olib borildi (ruxsatnoma № BEC/IBB-NUU 2024/14-1).

Tajribalar vazni 180-220 g bo'lgan oq zotsiz erkak kalamushlarda olib borildi. Tajriba hayvonlari standart vivariy sharoitida saqlandi (20-24°C, tabiiy kun-tun almashishi, xonaning nisbiy namligi 60-80% ni tashkil etdi, ozuqa va suv bilan ta'minlanish erkin holatda). Tajriba hayvonlari dekapitatsiya usuli bilan jonsizlantirildi. Dekapitatsiyadan so'ng hayvonning qorin bo'shlig'i ochilib, jigar ajratib olindi va muzlatilgan ajratish muhiti 1:6 nisbatda qo'shib, teflonli gomogenizator yordamida jigar gomogenati tayyorlandi. Kalamush jigari

mitoxondriyalari differensial sentrifugalash usuli yordamida ajratildi [10]. Ajratish muhiti tarkibi: 250 mM saxaroza, 10 mM tris-HCl, 1 mM EDTA, pH-7,4. Sentrifugalash RS-6SM sentrifugasida (20s haroratda amalga oshirildi. Dastlab 1500 aylanma/minut tezlikda 5 minut davomida sentrifugalanib, yadro va hujayra fragmentlari cho'ktirildi, so'ng cho'kma usti suyuqligi 6000 aylanma/minut tezlikda 15 minut davomida sentrifugalanib, mitoxondriyalar cho'ktirildi. Mitoxondriyalar muz hammomida EDTAsiz ajratish muhitidan 10:1 nisbatda qo'shib saqlandi. Jigar mitoxondriyalaridagi oqsil miqdori biuret usulidan foydalanib aniqlandi [11] va u 60-80 mg/ml ni tashkil qildi.

Mitoxondriyalarning bo'kish tezligi spektrofotometrik usulda V-5000 spektrofotometrda 540 nm to'lqin uzunligida aniqlandi. Inkubatsiya muhiti tarkibi: 200 mM saxaroza, 20 mkM EGTA, 5 mM suksinat, 2 mkM rotenon, 1 mkg/ml oligomitsin, 20 mM Tris, 20 mM HEPES, 1, 2, 3, 4 va 5 mM KH₂PO₄ pH 7,2 [12]. Inkubatsiya muhitida oqsil miqdori 0,3-0,4 mg/ml ni tashkil qildi. Bunda mitoxondriyalar megaporasining ochiq holatga o'tishi 10 mkM Sa²⁺ ionlari ishtirokida amalga oshirildi. Mitoxondriyalar megaporasini o'rganishda kempferol va Centaurea iberica ekstrakti mikromol konsentratsiyalarda foydalanildi. Kempferol flavonoidining strukturaviy formulasi va Centaurea iberica ekstrakti 1-rasmda keltirilgan.

Olingan natijalar statistik qayta ishlandi va bunda natijalar $R < 0,05$ dan kichik bo'lganda statistik ishonchli deb baholandi.



Kempferol

1-rasm. O'rganilgan biofaol moddalarning tuzilishi.

Tadqiqot metodologiyasi. Mazkur tadqiqot eksperimental laboratoriya sharoitida in vitro usulda amalga oshirildi. Tadqiqot obyekti sifatida sog'lom laboratoriya hayvonlari (odatda oq kalamushlar) jigari to'qimasidan ajratib olingan mitoxondriyalar xizmat qildi. Mitoxondriyalarni ajratish jarayoni sovuq sharoitda (0–4 °C) differensial sentrifugatsiya usuli yordamida bajarildi. Bunda jigar to'qimasi izotonik muhit (saxaroza, Tris-HCl, EDTA saqllovchi bufer)da gomogenizatsiya qilindi va ketma-ket past hamda yuqori tezlikdagi sentrifugatsiya bosqichlari orqali mitoxondrial fraksiya ajratib olindi. Olingan suspenziyaning oqsil miqdori Lowry yoki Bradford usuli yordamida aniqlanib, barcha tajribalar standart konsentratsiyada olib borildi.

Mitoxondrial megaporaning (mPTP) ochilish darajasi mitoxondriyalarning shishish reaksiyasi orqali baholandi. Ushbu jarayon spektrofotometrik usulda 540 nm to'lqin uzunligida optik zichlikning kamayishi asosida qayd etildi. mPTP ochilishini induksiya qilish uchun inkubatsiya muhitiga Ca²⁺ ionlari qo'shildi. Nazorat sifatida mPTP inhibitörü — siklosporin A qo'llanildi, bu usul o'lchovlarning spesifikligini tasdiqlashga xizmat qildi.

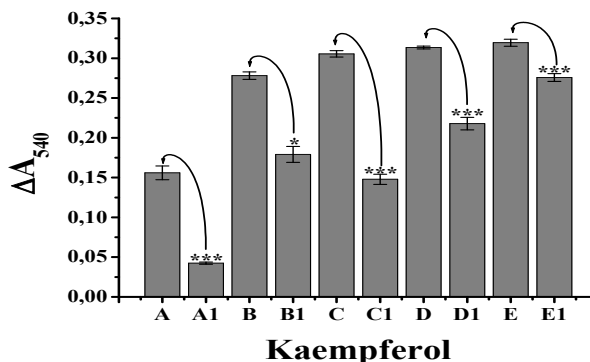
Mitoxondriya ichki membranasining funksional holatini baholash maqsadida membrana potentsiali potensiomertik fluorescent bo'yoqlar (masalan, rhodamine 123 yoki safranin O) yordamida fluorimetrik usulda o'lchandi. Oksidlovchi stress ko'rsatkichlari reaktiv kislorod shakllari (ROS) hosil bo'lishi orqali DCFH-DA probasi yordamida aniqlanib, fluorimetrdan qayd etildi. Bundan tashqari, lipid peroksidlanish darajasi malondialdegid (MDA) miqdorini tiobarbitur kislotasi bilan reaksiya asosida aniqlash orqali baholandi.

Tadqiq qilinayotgan biofaol moddalar turli konsentratsiyalarda (past, o'rta va yuqori dozalarda) mitoxondriya suspenziyasiga qo'shib, ma'lum vaqt davomida inkubatsiya qilindi. Har bir tajriba kamida uch marta takrorlandi. Nazorat guruhida mitoxondriyalar biofaol moddalarsiz, faqat inkubatsion muhitda saqlandi.

Olingan natijalar statistik jihatdan qayta ishlanib, o'rtacha qiymat $\pm$ standart og'ish ($M \pm SD$) ko'rinishida ifodalandi. Guruhlar o'rtasidagi farqlar Student t-testi yoki bir omilli

ANOVA yordamida baholandi. $p < 0,05$ qiymat statistik jihatdan ishonchli deb qabul qilindi.

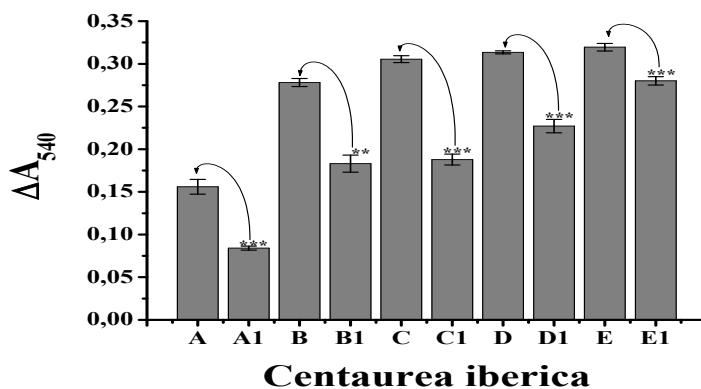
Olingan natijalar va ularning muhokamasi. O'rganilayotgan biofaol moddalarning membranafaol xossalarini o'rganish maqsadida, kalamush jigari mitoxondriyalari suksinatli energiyalangan muhitda mitoxondriyalar megaporasi holatiga kempferol va *Centaurea iberica* ekstraktining ingibirlovchi ta'siri 10 mkM Ca^{2+} ionlari ishtirokida o'rganildi. Ma'lumki, o'simliklardan ajratib olingan biologik faol moddalarning kimyoviy modifikatsiyasi ularning membranafaol xossalarini o'zgarishiga sabab bo'lishi mumkin. Tadqiqotlarda muhit tarkibidagi fosfatning 1, 2, 3, 4 va 5 mM konsentratsiyalardan foydalanilgan holda, kempferolning mitoxondriyalar Sa^{2+} -bog'liq megaporasiga ta'siri o'rganilganda (2-rasm).



2-rasm. Kempferol flavonoidining jigar mitoxondriyalari Sa^{2+} -bog'liq megaporasiga ta'siri.

Izoh: Ordinata o'qida - Sa^{2+} ionlari ta'sirida mitoxondriyalar bo'kikishi ko'rsatilgan, abssissa o'qida - A - muhitdagi fosfat 1 mM; A1 - muhitdagi fosfat 1 mM bo'lganda 100 mkM kempferol ta'siri; V - muhitdagi fosfat 2 mM; V1 - muhitdagi fosfat 2 mM bo'lganda 100 mkM kempferol ta'siri; S - muhitdagi fosfat 3 mM; S1 - muhitdagi fosfat 3 mM bo'lganda 100 mkM kempferol ta'siri; D - muhitdagi fosfat 4 mM; D1 - muhitdagi fosfat 4 mM bo'lganda 100 mkM kempferol ta'siri; E - muhitdagi fosfat 5 mM; E1 - muhitdagi fosfat 5 mM bo'lganda 100 mkM kempferol ta'siri; (* - $P < 0,05$, ** - $P < 0,01$, *** - $P < 0,001$; $n=8$).

Tadqiqotlarda flavonoidning 100 mkM konsentratsiyasi ta'sirida Sa^{2+} -bog'liq mitoxondriyalar megaporasi holati nazoratga nisbatan 1 mM fosfat mavjud muhitda $69,525 \pm 3,9\%$ ga ingibirlanishi, 2 mM fosfat mavjud muhitda esa kalsiy ionlari chaqirgan mitoxondriyalar bo'kikishini nazoratga nisbatan $72,25 \pm 2,5\%$ ga ingibirlashi, 3 mM fosfat mavjud muhitda esa mitoxondriyalar Sa^{2+} -sezgir megaporasini Sa^{2+} ionlari ishtirokida yuqori amplitudali ochiq konformatsion holatga o'tishini nazoratga nisbatan $49,12 \pm 2,2\%$ ga ingibirlagan bo'lsa, 4 va 5 mM fosfat mavjud muhitda esa mitoxondriyalar megaporasini mos ravishda nazoratga nisbatan $30,5 \pm 2,4\%$ va $13,66 \pm 1,5\%$ larga ingibirlashi aniqlandi va ushbu flavonoidning yarimmaksimal ingibirlovchi konsentratsiyasi $\text{IC}_{50} = 138,6 \pm 4,9$ mkM ni tashkil etdi.



3-rasm. *Centaurea iberica* ekstraktining jigar mitoxondriyalari Sa^{2+} -bog'liq megaporasiga ta'siri.

Izoh: Ordinata o'qida - Sa^{2+} ionlari ta'sirida mitoxondriyalar bo'kikishi ko'rsatilgan, abssissa o'qida - A - muhitdagi fosfat 1 mM; A1 - muhitdagi fosfat 1 mM bo'lganda 300 mkg ekstrakt ta'siri; V - muhitdagi fosfat 2 mM; V1 - muhitdagi fosfat 2 mM bo'lganda 300 mkg

ekstrakt ta'siri; S – muhitdagi fosfat 3 mM; S1 - muhitdagi fosfat 3 mM bo'lganda 300 mkM ekstrakt ta'siri; D - muhitdagi fosfat 4 mM; D1 - muhitdagi fosfat 4 mM bo'lganda 300 mkM ekstrakt ta'siri; E - muhitdagi fosfat 5 mM; E1 - muhitdagi fosfat 5 mM bo'lganda 300 mkM ekstrakt ta'siri; (* - $P < 0,05$, ** - $P < 0,01$, *** - $P < 0,001$; $n=8$).

Keyingi tadqiqotlarimizda *Centaurea iberica* ekstraktining jigar mitoxondriyalari Ca^{2+} -bog'liq SsA-sezgir nospetsifik megaporasiga muhitdagi fosfatning turli konsentratsiyalarida ta'sir mexanizmlari o'rganildi (3-rasm). Bunda, ekstraktning 300 mkg konsentratsiyasi induktor Ca^{2+} ionlari bilan chaqirilgan megaporani yuqori amplitudali ochiq konformatsion holatga o'tishini 1 mM fosfat mavjud muhitda nazoratga nisbatan $46,1 \pm 1,15\%$ ga, 2 mM fosfat mavjud muhitda esa nazoratga nisbatan $34,21 \pm 1,6\%$ ga, 3 mM fosfat mavjud muhitda $38,52 \pm 2,01\%$ ga va shuningdek, 4 hamda 5 mM fosfat mavjud muhitlarda esa mos ravishda nazoratga nisbatan $27,59 \pm 1,64\%$ va $12,36 \pm 0,61\%$ ga ingibirlashi aniqlandi.

Demak, kempferol va uning glikozidlari kalamush jigari mitoxondriyalari megaporasini o'ziga xos ingibirlanishiga sabab bo'lib, mitoxondriyalarning membranasini stabillovishiga olib kelar ekan. Bunda kempferol flavonoidi yuqori faollikni namoyon qilgan bo'lsa, *Centaurea iberica* ekstrakti kempferolga nisbatan sustroq faollikni namoyon qilishi ko'rsatildi. Bunda kempferol va *Centaurea iberica* ekstraktining mitoxondriyalarning megaporasiga ta'siri mitoxondriyalarda hosil bo'ladigan KFSH generatsiyasini, proapoptotik oqsillar ajralishini oldini olgan holda, membrana potensialini tiklanishiga olib kelgan bo'lishi mumkin [3]. Kempferol va *Centaurea iberica* ekstrakti mitoxondriyalarning megaporasiga sust ingibirllovchi ta'sir ko'rsatgan bo'lsada, lekin ularning antioksidantlik yuqori ekanligi ko'rsatilgan [13].

Xulosa. Olingan natijalardan ko'rinib turibdiki, haqiqatdan ham kempferol flavonoidining 100 mkM konsentratsiyasi 2 mM fosfat mavjud muhitda jigar mitoxondriyalari Ca^{2+} -bog'liq siklosporin A-sezgir megaporasiga kuchli ingibirllovchi ta'sir ko'rsatishi aniqlandi. Mazkur ta'sir mitoxondriya membranasining o'tkazuvchanligini kamaytirish, membrana potensialining barqarorligini saqlash hamda patologik sharoitlarda megapora ochilishining oldini olish bilan izohlanishi mumkin. Natijada mitoxondriyalarda energiya almashinuvi jarayonlari nisbatan barqarorlashib, hujayra hayotchanligini ta'minlovchi mexanizmlar faollashishi ehtimoli yuqori ekanligi ko'rsatildi.

Shuningdek, *Centaurea iberica* o'simligi ekstraktining 300 mkg konsentratsiyasi 1 mM fosfat mavjud muhitda jigar mitoxondriyalari megaporasi holatini nazoratga nisbatan $46,1 \pm 1,15\%$ ga ingibirlashi aniqlanib, ushbu ko'rsatkich fosfatning boshqa konsentratsiyali muhitlariga nisbatan ancha yuqori ekanligi qayd etildi. Bu holat ekstrakt tarkibidagi biologik faol birikmalarning antioksidant xususiyatlari bilan bog'liq bo'lib, ular mitoxondriyalarda kislorodning faol shakllari hosil bo'lishini kamaytirish, lipidlarning peroksidlanish jarayonlarini susaytirish hamda proapoptotik omillarning ajralib chiqishini cheklash orqali himoyalovchi ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Umuman olganda, tadqiqot natijalari kempferol flavonoidi va *Centaurea iberica* ekstrakti jigar mitoxondriyalari membranasini ma'lum darajada stabillovishini, Ca^{2+} -bog'liq megaporaning patologik ochilishini cheklashi hamda hujayralarni oksidativ stressdan himoyalashda muhim ahamiyatga ega ekanligini ko'rsatdi. Olingan ma'lumotlar ushbu biologik faol moddalarning farmakologik imkoniyatlarini chuqurroq o'rganish va ularni mitoxondriya bilan bog'liq patologik jarayonlarda potensial terapevtik vosita sifatida qo'llash istiqbollarini belgilashga ilmiy asos bo'lib xizmat qilishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Imran M, Rauf A, Shah ZA, Saeed F, Imran A, Arshad MU, Ahmad B, Bawazeer S, Atif M, Peters DG, Mubarak MS. Chemo-preventive and therapeutic effect of the dietary flavonoid kaempferol: A comprehensive review // *Phytother Res*. 2019. V. 33(2). P. 263-275. doi: 10.1002/ptr.6227.
2. Ren J, Lu Y, Qian Y, Chen B, Wu T, Ji G. Recent progress regarding kaempferol for the treatment of various diseases // *Exp Ther Med*. 2019. V. 18(4). P. 2759-2776. doi: 10.3892/etm.2019.7886.
3. Guo Z, Liao Z, Huang L, Liu D, Yin D, He M. Kaempferol protects cardiomyocytes against anoxia/reoxygenation injury via mitochondrial pathway mediated by SIRT1 // *Eur J Pharmacol*. 2015. V. 761. P. 245-253. doi: 10.1016/j.ejphar.2015.05.056.

4. Endlicher R, Drahota Z, Štefková K, Červinková Z, Kučera O. The mitochondrial permeability transition pore-current knowledge of its structure, function, and regulation, and optimized methods for evaluating its functional state // *Cells*. 2023. V. 12(9). ID: 1273. doi: 10.3390/cells12091273.
5. Carraro M, Bernardi P. Calcium and reactive oxygen species in regulation of the mitochondrial permeability transition and of programmed cell death in yeast // *Cell Calcium*. 2016. V. 60(2). P. 102-107. doi: 10.1016/j.ceca.2016.03.005.
6. D'Angelo D, Vecellio Reane D, Raffaello A. Neither too much nor too little: mitochondrial calcium concentration as a balance between physiological and pathological conditions // *Front Mol Biosci*. 2023. V. 10. ID: 1336416. doi: 10.3389/fmolb.2023.1336416.
7. Elustondo PA, Nichols M, Negoda A, Thirumaran A, Zakharian E, Robertson GS, Pavlov EV. Mitochondrial permeability transition pore induction is linked to formation of the complex of ATPase C-subunit, polyhydroxybutyrate and inorganic polyphosphate // *Cell Death Discov*. 2016. V. 5(2). ID: 16070. doi: 10.1038/cddiscovery.2016.70.
8. Endlicher R, Drahota Z, Kučera O, Červinková Z. Age-dependent changes in the function of mitochondrial membrane permeability transition pore in rat liver mitochondria // *Physiol Res*. 2021. V. 70(6). P. 905-911. doi: 10.33549/physiolres.934734.
9. Halestrap A.P., Richardson A.P. The mitochondrial permeability transition: a current perspective on its identity and role in ischaemia/reperfusion injury // *J Mol Cell Cardiol*. 2015. V. 78. P. 129-141. doi: 10.1016/j.yjmcc.2014.08.018.
10. Schneider WC, Hogeboom GH. Cytochemical studies of mammalian tissues; the isolation of cell components by differential centrifugation: a review // *Cancer Res*. 1951. V. 11(1). P. 1-22.
11. Watters C. A one-step biuret assay for protein in the presence of detergent // *Anal Biochem*. 1978. V. 88(2). P. 695-698. doi: 10.1016/0003-2697(78)90475-x.
12. He L, Lemasters JJ. Regulated and unregulated mitochondrial permeability transition pores: a new paradigm of pore structure and function? // *FEBS Lett*. 2002. V. 512(1-3). P. 1-7. doi: 10.1016/s0014-5793(01)03314-2.
13. Йўлдошев Б.Ғ., Эргашев Н.А., Комилов Э.Ж., Сиддиқов Д.Р., Рўзібоев Х.С. Кемпферол ва унинг гликозидларининг митохондрияларда липидларнинг перекисли оксидланишига таъсири // *ЎзР ФА маърузалари журналі*. 2022. №5. 78-82 Б.

QISHLOQ VA SHAHAR AHOLISI O'RTASIDA ORTIQCHA TANA VAZNI VA SEMIRISHNING FIZIOLOGIK TAHLILI

Umedova Shohida

Qarshi davlat universiteti, dotsent

Meyliyeva Chinnigul

Qarshi davlat universiteti, magistrant

shohidaxon09@gmail.com

ORCID 0000-0002-0516-9337

UDK 612:616-056.52(045)

Annotatsiya. Maqolada Qashqadaryo viloyatining Qarshi shahri va Koson tumanida istiqomat qilayotgan 30-39 yoshli respondentlardagi ortiqcha tana vazni va semirish holati o'rganilgan. Shahar sharoitida yashovchi 30-39 yoshli erkak tekshiriluvchilarda ortiqcha tana vazni 41,3 % ni 1- va 2-darajali semizlik tegishli holda 32,6 % va 17,4 % ni, 3- darajali semizlik 4,35 % ni, 4-darajali semizlik ham 4,35 % ekanligi qayd qilindi. Qishloqda yashovchi erkak respondentlarda ortiqcha tana vazni 76,7 % ni, 1-darajali semizlik 23,3 % ni tashkil etgan, qishloqda yashovchi erkaklarda shaharda yashovchi erkaklardan farqli ravishda 2-3- va 4-darajali semizlik kuzatilmadi. Shaharda istiqomat qiluvchi xotin-qizlarda ortiqcha tana vazni 16,4 %, 1-darajali semizlik 36,3 %, 2-darajali semizlik 31 %, 3-darajali semizlik 14,5 %, va 4-darajali semizlik esa 1,8 % ni, qishloqda yashovchi xotin-qizlarda esa ortiqcha tana vazni 68,8 % ni 1-darajali semizlik 23 % ni, 2-darajali semizlik 2 % ni, 3-darajali semizlik 4,2 % ni, 4- darajali semizlik esa 2 % ni tashkil etgan.

Kalit so'zlar: Tana massasi indeksi, alimentar omil, distal, kanserogenez, gipodinamiya, simptom, refluyks, gastroezofegalrefluyks, peristaltika, disfagiya, gastrointestinal gormon, endokrin hujayra.

PHYSIOLOGICAL ANALYSIS OF OVERWEIGHT AND OBESITY AMONG RURAL AND URBAN POPULATION

Abstract. The article studies the prevalence of overweight and obesity in 30-39-year-old respondents living in the city of Karshi and the Koson district of the Kashkadarya region. Among male respondents aged 30-39 living in urban areas, it was noted that 41.3% were overweight, 32.6% and 17.4% were obese at grade 1 and 2, respectively, 4.35% were obese at grade 3, and 4.35% were obese at grade 4. Among male respondents living in rural areas, 76.7% were overweight, 23.3% were obese at grade 1, and

unlike urban residents, 2-3- and 4-degree obesity were not observed in rural men. In urban women, the prevalence of overweight was 16.4%, grade 1 obesity was 36.3%, grade 2 obesity was 31%, grade 3 obesity was 14.5%, and grade 4 obesity was 1.8%. In rural women, the prevalence of overweight was 68.8%, grade 1 obesity was 23%, grade 2 obesity was 2%, grade 3 obesity was 4.2%, and grade 4 obesity was 2%.

Keywords: Body mass index, alimentary factor, distal, carcinogenesis, hypodynamia, symptom, reflux, gastroesophageal reflux, peristalsis, dysphagia, gastrointestinal hormone, endocrine cell.

Kirish. Oshiqcha tana vazni yoki semizlik hozirgi vaqtda “davr kasalligi” sifatida butun dunyo miqyosida tan olindi. Semizlikning 4 xil darajasi farqlanadi. Ular quyidagilar:

1-darajali semizlikda kishi vazni me'yorga nisbatan 10-29% ga ko'p bo'ladi.

2-darajali semizlikda kishi vazni me'yorga nisbatan 30-39% dan ziyod bo'ladi.

3- darajali semizlikda kishi vazni me'yorga nisbatan 50-99% dan ortiq bo'ladi.

4-darajali semizlikda kishi vazni me'yorga nisbatan 100 % va undan oshiq bo'ladi. Bu darddan aziyat chekayotganlar, ortiqcha tana vazn hamda semizlik tufayli kelib chiqadigan qator kasalliklar, xususan, ateroskleroz, yurakning ishemik kasalligi, giperxolesterinimiya, qandli diabet, arterial gipertenziya kabilar inson umrini qisqartirishi, mehnatga yaroqsiz holga kelib qolishiga olib keladi.

So'nggi 20 yil ichida semizlik tarqalish ko'rsatkichlari qariyb 3 barobarga oshdi. Jahon sog'liqni saqlash tashkilotining hisobotlariga ko'ra, Yevropa mamlakatlarida katta yoshdagi insonlarning yarmi va bolalarning beshtadan bir nafari ortiqcha tana vazniga ega bo'lib, ularning uchdan bir qismi esa semizlikdan aziyat chekadi.

Hozirgi vaqtda yer yuzi aholisining 39 % i ortiqcha tana vazniga ega bo'lib, ushbu holat shu tariqa davom etsa, 2035-yilga borib, dunyo aholisining qariyb 70% ini ortiqcha tana vazni va semizlik tashkil etadi [6,9,10,12].

Semizlikning kelib chiqishida asosiy omillardan biri alimentar omil bo'lib, semizlikka moyil odamlarning deyarli barchasida ishtahaning kuchli bo'lishi bilan qayd qilinadi. Semirish dastlab iste'mol qilingan oziq-ovqat mahsulotlarining ichki va tashqi a'zolar harakati, aqliy va jismoniy mehnat, tanani ma'lum darajada isitish, hujayra va to'qimalarning yangilanishi uchun sarf bo'lmay qolgan qismi hisobidan yuzaga keladi.

Alimentar omilning sababchi bo'lishiga esa gastrointestinal gormonlar olib kelishi mumkin. Ular me'daning, o'n ikki barmoq ichak va ingichka ichakning boshqa qismlarida mavjud bo'lgan endokrin hujayralar tomonidan ishlab chiqariladi.

Keyingi yillarda olib borilgan kuzatuvlar, tana vaznining oshishi, qizilo'ngach faoliyatidagi har xil xastaliklarning 72 % ni, jigar va o't yo'llari kasalliklarining 64 % ini, yo'g'on ichak kasalliklarining esa 68 % ini tashkil etishini aniqladi.

Semizlik olib borilgan ko'p tadqiqotlar natijasida gastro-ezofegalreflyuks kasallik ekanligini aniqlandi. Uning kelib chiqishidagi asosiy sabab oshqozondan qizilo'ngachga kislotali me'da shirasining, ba'zida o'n ikki barmoq ichak shirasining vaqti-vaqti bilan surilib chiqishi oqibatida (reflyuks) va shu tufayli qizilo'ngach distal qismining jarohatlanishi bo'lib sanaladi. Bunday kasalliklarning simptomlariga jig'ildon qaynashi, disfagiya va boshqa holatlarni misol qilib kiritish mumkin. Bu o'rinda shuni qayd qilish joizki, qizilo'ngachning distal qismidagi yallig'lanishlar faqatgina semiz odamlarda uchramasdan, balki tana vazni me'yorida bo'lgan kishilarda ham uchrashi Isakov tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda aniqlangan. Semizlik tufayli sodir bo'ladigan bunday holatlarni iste'mol qilingan taomning qizilo'ngachga kekirish bilan chiqishi, og'izning achchiq bo'lishi, chanqash hamda vaqti-vaqti bilan hiqichoq tutishi bilan izohlanadi [2,3,4,11,14].

Semiz kishilarning yarmidan ko'pida yuqorida aytib o'tilgan belgilar tufayli qizilo'ngach eroziyasi uchraydi. Shunisi diqqatga sazovorki, ushbu kasallik bilan xastalanganlarning ko'pchiligida tana massasining indeksi (TMI) 30 kg/m² dan ko'p bo'ladi.

Keyingi yillarda olib borilgan ilmiy tadqiqotlar semiz odamlarning hazm a'zolarida saraton kasalligi ham ko'plab uchrashini ko'rsatdi, ularda kuzatiladigan gipodinamiya (kamharakatlik) holati hamda iste'mol qilinadigan oziq-ovqat mahsulotlarining xususiyatlari tanada kanserogeneza (rak kasalligining kelib chiqishi) holatini kuchaytiradi. Aniqlanishicha, saratonning ayrim ko'rinishlari vazn kamayishi bilan kamayib borar ekan. Qizilo'ngach saratoni me'yoriy tana massasiga ega bo'lgan odamlarga qaraganda semiz kishilarda 2 barobar

ko'p uchraydi. O't xaltasi saratoni hamda semizlik orasida bog'liqlik borligi aniqlangan. Ozg'in odamlarga qaraganda semiz odamlarda o't qopida tosh paydo bo'lish holatlari tez-tez uchraydi.

Soha mutaxassislarining qayd qilishicha, semizlik va yo'g'on ichak raki ayollarga nisbatan erkaklarda ko'proq uchraydi. Aniqlanishicha, semiz odamlar ovqati tarkibida o'simliklarda bo'ladigan oziq tolalari va antioksidantlar miqdori kam bo'lsa, yo'g'on ichak raki ko'p uchraydi.

Ma'lumki, oziq tolalari ichakda moddalar almashinuvi natijasida hosil bo'lgan har xil zaharli moddalar, shu jumladan, konserogen moddalarni ham o'zlariga shimib olish xususiyatiga ega. Bundan tashqari oziq tolalari ichak motorikasini tezlashtiruvchi asosiy omil hisoblanadi. Semiz odamlarning yo'g'on ichagida ichak peristaltikasi ancha kuchsiz bo'lganligi uchun ular iste'mol qiladigan taom tarkibida oziq tolalarning ko'p bo'lishi maqsadga muvofiq. Shuning uchun semiz odamlar o'simlik mahsulotlaridan iste'mol qilishi lozim, chunki ularning tarkibida uchraydigan oziq tolalari bir tomondan ichak harakatini tezlashtirsa, ikkinchi tomondan kanserogenez (rak hosil bo'lishi) holatini oldini olib, sihat-salamatlikni mustahkamlashda muhim o'rin tutadi [1,5,6,7,8,12,13,15].

Tadqiqot obyekti va predmeti: Tadqiqotlar 2025- yilning kuz mavsumida Qashqadaryo viloyatining Qarshi shahridagi 6-oilaviy poliklinika hamda Koson tuman tibbiyot birlashmasi tarkibidagi ko'p tarmoqli markaziy poliklinikasidagi 209 nafar 30-39-yoshli erkak va ayol respondentlar ustida olib borildi. Shundan Qarshi shahridagi tershiriluvchilar 101 nafar bo'lib, 46 nafarini erkaklar 55 nafarini ayollar tashkil etgan bo'lsa, Koson tumanidagi respondentlar 108 nafar bo'lib, shundan erkaklar 60 nafarni, ayollar 48 nafarni tashkil etadi.

Tadqiqotning maqsadi: Qishloq va shahar aholisi o'rtasida ortiqcha tana vazni va semirishni fiziologik tahlil qilish.

Olingan natijalar va ularning tahlili: Yuqoridagilardan kelib chiqib, biz shahar va qishloq sharoitida istiqomat qilayotgan 30-39 yoshli erkak va ayol respondentlarning tana vazni indeksini o'rganishni maqsad qilib oldik.

Olingan natijalar tahlili shuni ko'rsatadiki, Qarshi shahrida yashovchi 30-39 yoshli erkaklarda ortiqcha tana vazni 41,3 % ni 1- va 2-darajali semizlik tegishli holda 32,6 % va 17,4 % ni, 3- darajali semizlik 4,35 % ni, 4-darajali semizlik ham 4,35 % ekanligi qayd qilindi (jadvalga qarang).

**30-39 yoshli tekshiriluvchilarning tana massasi va semizlik darajasi
(Kettle indeksi) bo'yicha taqsimlanishi (2025 yil % hisobida)**

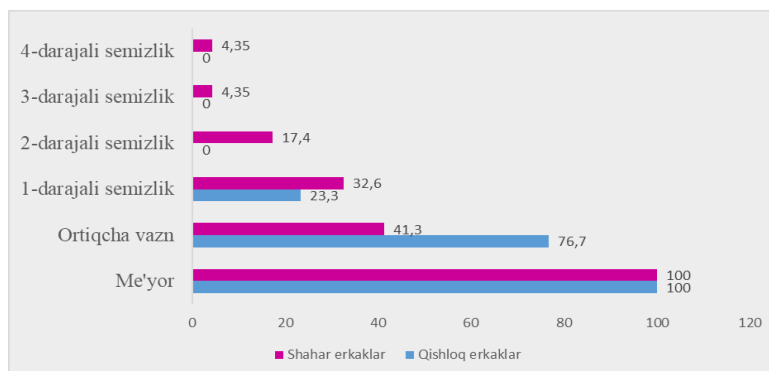
№	Tekshiriluvchi guruh	Soni, nafar	Ortiqcha tana massaga ega bo'lganlar	I darajali semizlik	II darajali semizlik	III darajali semizlik	IV darajali semizlik
1	Jami tekshiriluvchilar soni	209	50,8	28,8	12,6	5,8	2
Erkaklar							
1	30-39 yoshlilar	<u>46</u> 60	<u>41,3</u> 76,7	<u>32,6</u> 23,3	<u>17,4</u> -	<u>4,35</u> -	<u>4,35</u> -
	Jami	106	59	28	8,7	2,1	2,1
Ayollar							
1	30-39 yoshlilar	<u>55</u> 48	<u>16,4</u> 68,8	<u>36,3</u> 23	<u>31</u> 2	<u>14,5</u> 4,2	<u>1,8</u> 2
	Jami	103	42,6	29,6	16,5	9,4	1,9

Izoh: Suratda Qarshi shahar, maxrajda Koson tumanidagi respondentlar berilgan.

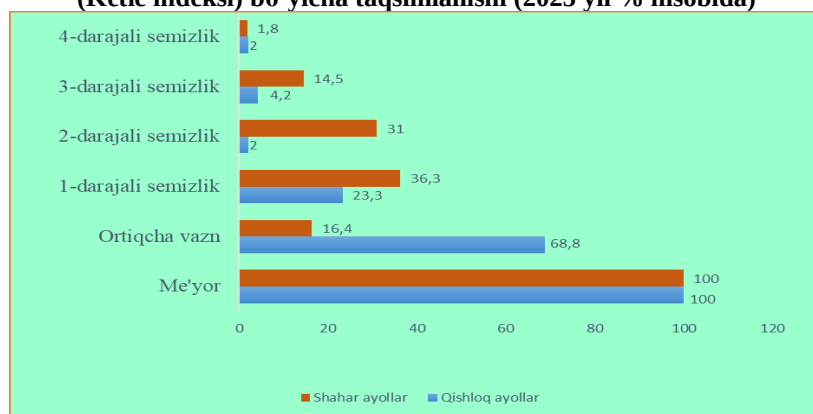
Qishloqda yashovchi erkak respondentlarda ortiqcha tana vazni 76,7 % ni, 1-darajali semizlik 23,3 % ni tashkil etgan, qishloqda yashovchi erkaklarda shaharda yashovchilardan farqli ravishda 2-3- va 4-darajali semizlik kuzatilmadi. Shaharda istiqomat qiluvchi xotin-qizlarda ortiqcha tana vazni 16,4 %, 1-darajali semizlik 36,3 %, 2-darajali semizlik 31 %, 3-darajali semizlik 14,5 %, va 4-darajali semizlik esa 1,8 % ni, qishloqda yashovchi xotin-

qizlarda esa ortiqcha tana vazni 68,8 % ni 1-darajali semizlik 23 % ni, 2-darajali semizlik 2 % ni, 3-darajali semizlik 4,2 % ni, 4- darajali semizlik esa 2 % ni tashkil etgan.

Jadvalda keltirilgan ma'lumotlar quyida keltirilgan 1-2- rasmlarda grafik ravishda keltirilgan.



1-rasm. 30-39 yoshli erkaklarning tana massasi va semizlik darajasi (Kettle indeksi) bo'yicha taqsimlanishi (2025 yil % hisobida)



2-rasm. 30-39 yoshli ayollarning tana massasi va semizlik darajasi (Kettle indeksi) bo'yicha taqsimlanishi (2025 yil % hisobida)

Xulosa. Semirib ketmaslik uchun ovqatlanish rejimiga qat'iy amal qilish kerak. Har kuni 4-5 marta ma'lum belgilangan vaqtda ovqatlanish maqsadga muvofiqdir. Ochlik tuyg'usi saqlanib turganda ovqatlanishni to'xtatish kerak. Uxlashdan kamida 2-3-soat oldin taomlanish kerak. Ovqatlanishdan oldin spirtli ichimliklar iste'mol qilish semirishga olib keladigan muhim omillardan biri hisoblanadi, chunki spirtli ichimliklar tez oksidlanadigan va energiya beradigan modda bo'lganligi uchun u ichilganda tanadagi yog' organizm ehtiyoji uchun sarflanmay zaxira holda to'plana boshlaydi (100 gr aroq tarkibida 1750 kkal energiya mavjud). Doimiy ravishda spirtli ichimliklarni iste'mol qiladigan kishilarda notekis semirish kuzatiladi, xususan, qorinning osilib turishi, yurakni yog' bosishi va hokazo.

Semirib ketishning oldini olishda jismoniy ish bilan ham shug'ullanish muhim omillardan biri hisoblanadi, chunki organizmning harakatdan "to'yishi" tanada ortiqcha yog' to'planmasligiga olib keladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Кондратьева И.И., Абрамова Е.И., Шумилова С.Л и др., К характеристике фактического питания, физического развития и состояния здоровья школьников Москвы // Вопросы питания. – Москва, 1993. №1. – С. 23-26.
2. Камилова Р.Т. Унифицированная методика исследования и оценки физического развития детей и подростков. – Ташкент, 1996. – С. 103.
3. Аметов А.С. Ожирение – эпидемия XXI века // Терапевтический архив 2002. № 10.–С.5-8.
4. Белякова Н.А., Мазуров В.Н. Ожирение. – Санкт-Петербург: СПбМАПО, 2003. – С. 74.
5. Глобальная стратегия по питанию, физической активности и здоровью. ВОЗ. – Женева, 2004. – 18 с.
6. Дедов И.И. Мельниченко Г.А. Ожирение. – Москва: МИА, 2004. – С. 18.
7. Арзикулов Р.У. Соғлом турмуш тарзи асослари //Соғлом турмуш тарзининг амалий асослари, шакллантириш масалалари ва муаммолари –Тошкент: Республика Саломатлик институти. – 2005. -II жилд. -251 б.

8. Дедов И.И. и др. Ожирение и подростков в России // Терапевтический архив, 2007. - №10.-С.28-32.
9. Ш.Қурбонов., А. Қурбонов., Ё. Раҳматуллаев. Ортиқча вазн // Соғлом авлод, 2009.-№ 47.- 6 б.
10. Г.И.Шайхова., Б.Б.Раҳимов. Семизликда овқатланиш рационларини гигиеник асослаш. – Тошкент 2010.- 32 б.
11. Ибрагимов Т. Семизлик ва уни енгиш йўллари // Илм-фан ва инновация. Илмий-амалий конференция материаллари. – Қарши, 2013. – 63 б.
12. Қурбонов Ш.Қ., Дўсчанов Б.О., Қурбонов А.Ш., Каримов О.Р. Соғлом овқатланишнинг физиологик асослари. – Қарши. 2018. - 336 б.
13. Умедова Ш.Н. Физическое развитие учащихся старших классов в южном регионе Республики Узбекистан. // Вестник науки. –Тольятти. 2021. №1.– С. 180-184.
14. Umedova Sh.N. Physiological requirements and its fulfillment for macro and micronutrients of academic lyceum and high school students in southern part of Uzbekistan. Science and innovation. - P. 597-603.
15. Академик лицей ва юкори синф ўқувчиларининг озиқ моддаларга бўлган физиологик талаби ва унинг қондирилиши (Қашқадарё ва Сурхондарё вилоятлари мисолида): Биол. фан. б. фалс. докт. (PhD) дисс. автореф. – Қарши, 2021.- 47 б.

QASHQADARYO VILOYATIDA YIRIK SHOXLI QORAMOLLAR TERIOSTI BO‘KASI *HYPODERMA BOVUS* (DIPTERA) BILAN ZARARLANISHI VA MAVSUMIY DINAMIKASI

Bobonazarov Gappar Yadgarovich

Qarshi davlat universiteti, professor

g.bobonazarov@list.ru

ORCID 0000-0001-5704-0474

Xidirova Aziza To‘lqin qizi

Qarshi davlat universiteti, magistr

xidirova1994@mail.com

ORCID 0009-0005-7165-9739

UDK 619.616

Annotatsiya. Ushbu maqola yirik shoxli qoramollarning gipodermatoz kasalligini teriosti bo‘kasi *Hypoderma bovis* (Diptera) lichinkalari keltirib chiqarish sabablarini va kasallik tabiiy lokal xarakterga ega ekanligi, chorvachilikka juda katta iqtisodiy zarar keltirishini muhokama qiladi. Olingan ma‘lumotlar va adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatdiki, tadqiqot hududida yirik shoxli qoramollar gipodermatozi patogenlarining rivojlanishining bioekologik xususiyatlari, uning tarqalishi va unga qarshi kurash choralarini ishlab chiqish bilan bog‘liq ko‘plab masalalar haligacha yetarli darajada o‘rganilmagan. Ushbu muammolar yechimini topish gipodermatozga qarshi kurash hamda davolash va profilaktika choralarini jarayonini optimallashtirish uchun muhim o‘rin tutadi. Qashqadaryo viloyati sharoitida qoramollarni teriosti bo‘kasi *Hypoderma bovis* bilan zararlanishi va mavsumiy dinamikasi haqida keng malumotlar beradi.

Kalit so‘zlar: Qashqadaryo viloyati, yirik shoxli qoramollar, *Hypoderma bovis*, bioekologik xususiyatlari, gipodermatoz, epizootologiya, uchrash ko‘rsatkichi (UK), mo‘llik ko‘rsatkichi (MK), mavsumiy dinamika.

INFECTION OF THE SUBCUTANEOUS BULL WITH *HYPODERMA BOVUS* (DIPTERA) IN BIGHORN CATTLE IN KASHQADARYO REGION AND SEASONAL DYNAMICS

Abstract. This article discusses the causes of hypodermatosis in cattle caused by the larvae of the subcutaneous warble fly *Hypoderma bovis* (Diptera), the natural focal nature of the disease, and the significant economic damage it causes to livestock production. The analysis of the obtained data and relevant literature shows that many issues related to the bioecological characteristics of the development of hypodermatosis pathogens in cattle, their distribution, and the development of effective control measures in the study area remain insufficiently studied. Addressing these issues is essential for optimizing the processes of control, treatment, and prevention of hypodermatosis. The article provides extensive information on the infestation of cattle with the subcutaneous warble fly *Hypoderma bovis* and its seasonal dynamics under the conditions of the Kashkadarya region.

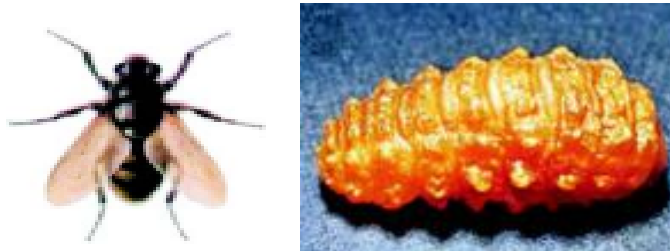
Keywords: Kashkadarya region, cattle, *Hypoderma bovis*, bioecological characteristics, hypodermatosis, epizootology, prevalence rate (PR), intensity of infestation (II), seasonal dynamics.

Kirish. Yirik shoxli qoramollar surunkali gipodermatoz kasalligini - ikki turdagi

(*Hypoderma bovis* De Geer va *Hypoderma lineatum* de Villers) teriosti bo'kalari lichinkalari tomonidan qo'zg'atiladi [2,3]. Mazkur bo'kalar lichinkalari qoramollar terisi ostida rivojlanib, hayvon terisini yallig'lantirib, umumiy tanasini zaharlanishiga va ular sut va go'sht mahsuldorligi, teri sifatining pasayishiga sabab bo'ladi.

Olingan ma'lumotlar va adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatdiki, tadqiqot hududida yirik shoxli qoramollar gipodermatozi patogenlarining rivojlanishining bioekologik xususiyatlari, uning tarqalishi va unga qarshi kurash choralarini ishlab chiqish bilan bog'liq ko'plab masalalar haligacha yetarli darajada o'rganilmagan. Ushbu muammolar yechimini topish gipodermatozga qarshi kurash hamda davolash va profilaktika choralari jarayonini optimallashtirish uchun muhim o'rin tutadi. Bu esa viloyatimiz turli tabiiy-iqlim zonalarida yirik shoxli qoramollarni gipodermatozga qarshi davolash muddatlari va davriyligini aniqlash, ularning sut va go'sht mahsuldorligidagi yo'qotishlarni kamaytirish va teri xomashyosi sifatini oshirishda muhim ahamiyatga ega [1,4,5,6].

Yirik shoxli qoramollar teriosti o'qrasi *H. bovis* – to'liq metamorfoz bilan rivojlanuvchi hasharotlardan hisoblanadi (1-rasm). Ular: tuxum, lichinka, g'umbak va imoga bosqichlarini o'tab rivojlanadi. Voyaga yetgan gumbaklarda juda tez 2-3 soniya ichida imogalar chiqadi va ular 30-60 soniya ichida parvoz qilish va ko'payish qobiliyatiga ega bo'ladi. Juftlashgandan so'ng, urg'ochilari tuxum qo'yish uchun darhol xo'jayinlarini qidira boshlaydi va ular junlari orasiga tuxumlarini tashlaydi. Tuxum ichida lichinkalarning rivojlanishi 3-7 kun davom etadi.



1-rasm. Yirik shoxli qoramollar teriosti bo'kasi *Hypoderma bovis* imago va lichinkasi tuzilishi.

Tuxumdan chiqqan lichinkalar hayvon tanasiga kirib boradi. Keyinchalik, birinchi bosqich lichinkalari katta tomirlar va nervlar bo'ylab umurtqa pog'onasi tomon ko'chib o'tadi va umurtqalararo teshiklar orqali yog' to'qimalariga kiradi va joylashadi. Ikkinchi va uchinchi bosqich lichinkalari orqa va bel sohasiga ko'chib o'tadi va u yerda biriktiruvchi to'qima kapsulalarini hosil qiladi (pastdagi rasm)

Yirik shoxli qoramollar terisidagi gipodermatoz kasalligining klinik belgilari

Keyinchalik rivojlanish uchun ular atmosfera kislorodiga muhtoj, shuning uchun ular terida teshik va oqma (kapsula) hosil qiladi. Kapsula paydo bo'lgandan so'ng, lichinkalar po'st tashlaydi va uchinchi bosqichga o'tadi. Voyaga yetgan uchinchi bosqich lichinkalari teridagi oqma teshiklari orqali kapsuladan chiqib, yerga tushadi va u yerda gumbakka aylanadi. G'umbaklarning rivojlanishi 10-21° S gacha bo'lgan haroratda va 60-80% nisbiy namlikda 1-1,5 kun davom etadi.

Tadqiqot maqsadi. Qashqadaryo viloyatining turli tabiiy-iqlim sharoitlarida yirik shoxli qoramollarni teriosti o'qrasi *H. bovis* bilan zararlanishi, hududiy epizootologiyasini, mavsumiy dinamikasi va sigirlarda gipodermatoz patogenlarining rivojlanishi bioekologik xususiyatlarini o'rganish.

Tadqiqot metodologiyasi. Tadqiqot olib borish jarayonida veterinariya tibbiyotida epidemiologik va epizootologik tekshirish, morfologik, biokimyoviy va eksperimental tadqiqotlar usullarini o'z ichiga olgan kompleks yondashuvlar qo'llanildi.

Gipodermatoz epizootologiyasini o'rganish uchun Qashqadaryo viloyatidagi chorvachilik fermalari va aholi punktlarida dala va statsionar kuzatuvlar o'tkazildi. Tadqiqot hududining tekislik, tog'oldi va tog'li zonalarida joylashgan o'n birta aholi punktida standart usullar yordamida klinik tadqiqotlar o'tkazildi. Tadqiqot davomida har o'n kunda hasharotlar fenologik kuzatilib, kunduzgi soatlarda: ertalab, tushdan keyin va kechqurun uchishi hisobga olinib, qayd etib borildi.

Natijalar va muhokama. Epizootik vaziyatni tahlil qilish va o'z tadqiqotimiz

natijalari shuni ko'rsatadiki, Qashqadaryo viloyatida yirik shoxli qoramollar teriosti bo'kasi *H. bovis* keng tarqalgan.

Tadqiqot 2025-yilning mart-oktyabr oylarida Qashqadaryo viloyatining pasttekislik, tog'oldi va tog'li zonalarida joylashgan o'n bitta MFY hududida joylashgan qishloqlari chorva-fermer xo'jaliklari va xonadonlarida parvarish qilinadigan yirik shoxli qoramollarda o'tkazildi. *H. bovis* bo'kalari bilan qoramollarni zararlanish foizini – uchrash ko'rsatkichini (UK-%) jami ko'rikdan o'tkazilgan hayvonlar orasidan – gipodermatoz klinik belgilari yaqqol ko'zga tashlanib turgan hayvonlar soniga qarab aniqladik. Har bir gipodermatoz bilan kasallangan hayvonda *H. bovis* bo'kasi lichinkalari o'rtacha uchrash sonini, ya'ni mo'llik ko'rsatkichi (MK) parazitlarni yoppasiga uchish va lichinkalarning hayvonning orqa tomoniga ommaviy migratsiya davrlarida terida hosil bo'lgan oqmalarning (kapsulalar) soniga qarab aniqladik. Jami 718 bosh qoramol, jumladan, 496 bosh ikki yoshdan oshgan, 249 bosh ikki yoshgacha bo'lgan mollar ko'rikdan o'tkazildi. Klinik tekshiruvdan o'tkazilgan jami 718 bosh qoramollarning gipodermatoz bilan zararlanishi – 197 bosh, uchrash ko'rsatkichi (UK) – 27,4 %, har bir bosh gipodermatoz bilan kasallangan hayvonda *H. bovis* bo'kasining mo'llik ko'rsatkichigi (MK) o'rtacha - $16,38 \pm 1,39$ tani tashkil qildi (1-jadval).

1-jadval. Qashqadaryo viloyati har xil tabiiy zonalarida yirik shoxli qoramollarni teriosti bo'kasi *H. bovis* bilan zararlanishi

Tabiiy zonalar	Tekshirilgan hayvonlar							
	Ikki yoshgacha				Ikki yoshdan katta			
	Jami	Zararlangan	UK %	MK	Jami	Zararlangan	UK %	MK
Tekislik	112	52	46,4	$28,0 \pm 2,04$	301	82	27,2	$18,6 \pm 1,90$
Tog'oldi	51	17	33,3	$21,5 \pm 1,74$	104	17	16,3	$11,3 \pm 1,14$
Tog'li	86	18	20,9	$11,1 \pm 0,82$	91	11	12,0	$7,8 \pm 0,74$
Jami, o'rtacha	249	87	34,9	$20,2 \pm 1,53$	496	110	22,2	$12,56 \pm 1,26$

Izoh: UK – uchrash ko'rsatkichi;

MK – mo'llik ko'rsatkichi.

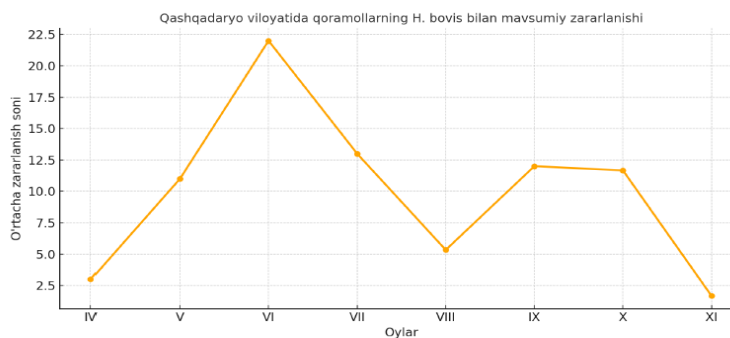
Qashqadaryo viloyatining tekislik zonalarida bahor erta kelganda *H. bovis* imogalarining uchib chiqishi mart oyining uchunchi o'n kunligida boshlanadi. Tog'oldi va tog'li zonalarda aprel oyining birinchi va ikkinchi o'n kunligida uchib chiqish boshlaydi. Tashqi muhitda *H. bovis* imogalari sonining eng ko'p uchishi may oyining uchinchchi o'n kunligida va iyun oyining birinchi, ikkinchi va uchunchi o'n kunligida kuzatiladi. Yozda haroratning o'ta ko'tarilib ketishi iyul va avgust oylarining hamma o'n kunliklarida hashorat imogalari uchrash soni kamayib ketadi. Sentyabr va oktyabr oylarida haroratning biroz mo'tadillashi kuzatiladi. Bu esa shu vaqtlarda *H. bovis* imogalarini tabiatda uchrash sonining yana ortishiga sabab bo'ladi. Teri bo'kalarining uchib chiqishi oktyabr oyining uchunchi va noyabr oyining birinchi o'n kunligida to'xtaydi (2-jadval).

2-jadval. Qashqadaryo viloyati sharoitida yirik shoxli qoramollarni teri osti bo'kasi

H. bovis bilan mavsumiy zararlanishi

Yaylovdan ushlangan imogalar soni	Tadqiqot vaqtlari (oy/dekada)																							
	IV			V			VI			VII			VIII			IX			X			XI		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	2	3	4	6	10	17	20	25	21	17	12	10	8	5	3	9	11	16	17	10	8	4	1	0

Yirik shoxli qoramollar teriosti bo'kasi *H. bovis* populyatsiyasining ko'payishi va rivojlanishi davrlari – o'rganilayotgan turning biotsenozda eng faollik muddatlarini ko'rsatadi. Ushbu tadqiqot natijalari yirik shoxli qoramollar gipodermatoziga qarshi kurashish uchun davolash va profilaktika choralarini rejalashtirish uchun muhim ahamiyatga ega. Bu bo'yicha ko'p yillik olib borilgan tadqiqotlar natijalari tahlili va hasharotlarni tutish va ular sonini hisoblash jarayonida gipodermatoz qo'zg'atuvchilarini tadqiqot hududida mavsumiy dinamikasi aniqlandi (3-rasm).



3-rasm. Qashqadaryo viloyati sharoitida yirik shoxli qoramollarni teriosti bo'kasi *Hypoderma bovis* bilan mavsumiy zararlanishi

Yirik shoxli qoramollar gipodermatozi qanotli patogenlarining mavsumiy dinamikasi asosan ularning yashash muhitidagi meteorologik faollik bilan belgilanadi. Shuning uchun Qashqadaryo viloyati sharoitida bahor erta kelgan yillarda hasharotlar uchib chiqishi mart oyining uchunchi o'n kunligida qayd etiladi.

Kech bahorli yillarda birinchi hasharotlar aprel oyining birinchi o'n kunligida va iyun oyining birinchi, ikkinchi va uchunchi o'n kunligida qayd etilgan. Keyinchalik, iyul oyining ikkinchi va uchunchi o'n kunligi va avgust oyining birinchi ikki o'n kunligida hasharotlar sonining kamayishi kuzatildi, bu bizning fikrimizcha, hasharotlarning tabiiy o'limi bilan bog'liq. Bundan tashqari gipodermatoz patogenlarining populyatsiyalari individlari soni va miqdori antropogen ta'sir bilan ham belgilanadi. Chunki bu davrda qoramollarni ektoparazit qon so'ruvchi-tashuvchi kanalariga qarshi kurashish uchun akaritsidlarning keng qo'llanilishi kuzatiladi. Sentyabr oyining uchunchi o'n kunligida va oktyabr oyining birinchi o'n kunligida hasharotlar sonining yangi cho'qqisi (tekislik zonasida) sodir bo'ladi. Oktyabr oyining uchunchi va noyabr oyining birinchi o'n kunligida hasharotlar sonining asta-sekin kamayishi qayd etildi.

Tog'oldi zonasida gepodermatoz imogalarining uchib chiqishi sonining ikki marta ko'payishi erta bahor va yoz uzoq bo'lgan yillarda kuzatilgan. Tog'li zonada hasharotlar sonining bir marta ko'payishi qayd etilgan.

Bahorning kech va salqin, yomg'irli yozi bo'lgan yillarda, iyun oyining ikkinchi yoki uchunchi o'n kunligida tabiatda ko'plab gipodermatoz imogolari paydo bo'ladi, bu ularning populyatsiyasi soniga, gipodermatoz invaziyasining kengayishi va intensivligiga tartibga soluvchi ta'sir ko'rsatadi.

Xulosa. Yirik shoxli qoramollar teriosti bo'kasi *Hypoderma bovis* tarqalishi va ular bilan qoramollarning zararlanishi, patogenlarining rivojlanish sikli, ekologiyasi hamda morfobiologik, epidemiologik xususiyatlarini o'rganish veterinariya, sanitariyada amaliy ahamiyat kasb etadi. Chunki *H. bovis* populyatsiyasining ko'payishi va rivojlanishi davrlari – unug biotsenozda eng faollik muddatlarini ko'rsatadi. Shuning uchun bu tadqiqot natijalari yirik shoxli qoramollar gipodermatoziga qarshi davolash va profilaktika choralari rejallashtirish hamda unga qarshi zamonaviy kimyoviy va biologik insektitsidlarni qo'llagan holda kompleks-uyg'unlashgan ekologik xavfsiz, samarali agrotexnik, veterinariya-sanitariya chora-tadbirlarini ishlab chiqish imkoniyatini yaratadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Вацаев Ш.В. Гиподерматоз крупного рогатого скота эпизоотология, видовой состав, популяционная экология и разработка мер борьбы с ним в Чеченской Республике. - дис. канд. вет. наук /Ш.В.Вацаев. – СПб, 2008. - 128 с.
2. Вацаев Ш. В. Видовой состав, особенности биологии и распространение возбудителей гиподерматоза крупного рогатого скота в Чеченской Республике // Российский паразитологический журнал. – 2017. – Т. 39. – Вып. 1. – С. 23–27.
3. Грунин К.Я. Определитель по фауне (СССР Зоологический институт АН СССР) личинки оводов домашних животных СССР. - Москва, 1968, вып. 51. – 204 с.
4. Маврин Н. А. Подкожный овод крупного рогатого скота в Западном регионе Российской Федерации: биология, меры борьбы: Автореф. дисс. канд. биол. наук / ВНИИВСГЭ. – Москва: Звенигородское ш. 2008. – 26 с.

5. Непоклонов А.А., Т. Хире, Х. Шлистецер, Ц. Дорж. Болезни животных, вызываемые оводами. - Москва, 1980.
6. Толоконников В. П., Гиподерматоз крупного рогатого скота и меры борьбы с ним: рекомендации для практ. вет. врачей / В. П. Толоконников, С. Н. Луцук: СтГАУ. - Ставрополь, 2010. - 20 с.
7. Крутихина В.И., Андреева А.В. Профилактика гиподерматоза крупного рогатого скота (обзор литературы): обзор литературы по причинам, патогенезу и профилактике гиподерматоза / В.И. Крутихина, А.В. Андреева. – Студенческий научный форум, 2020. – 12 с.
8. Ыбраев Б.К., Лидер Л.А., Жанабаев А.А., Мустафина Р.Х. Гиподерматоз крупного рогатого скота: методические рекомендации по изучению зоонозов и гиподерматоза / Б.К. Ыбраев, Л.А. Лидер, А.А. Жанабаев, Р.Х. Мустафина. – Астана: Казахский агротехнический университет имени С.Сейфуллина, 2018. – 38 с.
9. Bauer C., Kuibagarov M., Lider L.A., Seitkamzina D.M., Suranshiyev Z.A. Гиподерматоз крупного рогатого скота в Казахстане: результаты первого серологического исследования / С. Bauer, М. Kuibagarov, L.A. Lider, D.M. Seitkamzina, Z.A. Suranshiyev. – Veterinary World, 2023. – Vol. 16. – С.
10. Shtakelberg A.V., Kuznetsov N.V. Особенности эпизоотологии и меры борьбы с гиподерматозом крупного рогатого скота в Приволжском федеральном округе / А.В. Штакельберг, Н.В. Кузнецов. – Ветеринарная наука, 2020. – Vol. 58, №4, 45–52. – С.

O'ZBEKISTON JANUBIDA UCHRAYDIGAN REPTILIYALAR GELMINTLARI FAUNASI

Toshov O'tkir Jumayevich

Qarshi davlat universiteti, dotsent

utkirtoshov2020@gmail.com

ORCID 0009-0008-9200-7539

Umarova Mohichehra Yoqub qizi

Qarshi davlat universiteti, magistrant

umarovamohichehra39@gmail.com

UDK 576.895.1.598.1

Annotatsiya. O'zbekistonning janubiy Qashqadaryo va Surxondaryo viloyatlari hududida sudralib yuruvchilardan 27 avlod, 17 oila, 8 turkum, 4 sinf va 3 tipga mansub gelmintlarning 34 turi qayd etilgan. Gelmintlarning 9 turi lichinka bosqichida, 25 tasi kattalar shaklida parazitlik qiladi. Trematoda sinfi – 5 turni birlashtiradi va turlarning umumiy sonining 14,7% ini tashkil qiladi; Cestodalar sinfi – 6 tur va turlar umumiy sonining 17,6% ini tashkil qiladi; Acanthocephala sinfi - 1 tur va turlar umumiy sonining 2,9% ini tashkil qiladi; Nematodalar sinfi - 22 turni birlashtiradi va turlarning umumiy sonining 64,7% ini tashkil qiladi. Tadqiqotlarimiz natijasini adabiyotlardagi gelmintlarni hayot sikllari, definitiv, oraliq va rezervuar xo'jayinlar bilan solishtirib tahlil qilish asosida tekinko'r gelmintlarni sirkulyatsiya yo'llari aniqlandi. Natija esa o'z navbatida turli ekologik sharoitlarda yashovchi umurtqali hayvonlar biotsenotik aloqalarning saqlanishi va shu tariqa gelmint hayot siklini ro'yobga chiqarishini ta'minlaydi.

Kalit so'zlar: sestoda, trematoda, akantotsefala, rezervuar, parazit, individ, hasharot, ekosistema, definitiv, oraliq, rezervuar, skoleks, gelmint, alariosis, mezotsestoidoz.

HELMINTH FAUNA OF REPTILES IN SOUTHERN UZBEKISTAN

Abstract. In the southern regions of Uzbekistan, Kashkadarya and Surkhandarya regions, 34 species of helminths belonging to

27 genera, 17 families, 8 orders, 4 classes and 3 species were recorded from reptiles. 9 species of helminths are parasitic in the larval stage, 25 in the adult form. The Trematoda class - unites 5 species and accounts for 14,7% of the total number of species; The Cestoda class - 6 species and accounts for 17,6% of the total number of species; The Acanthocephala class - 1 species and accounts for

2,9% of the total number of species; The Nematoda class - unites 25 species and accounts for 64,7% of the total number of species. Based on the analysis of the results of our research, comparing

the life cycles of helminths in the literature with definitive, intermediate and reservoir hosts, the circulation routes of the helminths were determined.

The result, in turn, ensures that vertebrates living in different ecological conditions maintain biocenotic relationships and thus complete the helminth life cycle.

Keywords: cestode, trematode, acanthocephala, reservoir, parasite, individual, insect, ecosystem, definitive, intermediate, reservoir, scolex, helminth, alariosis, mesocestoidosis.

Kirish. Jahonda sudralib yuruvchilar gelmintlarini taksonomik tahlili, dominant turlarining morfologik, bioekologik va molekulyar-genetik xususiyatlari, patogen turlari zarar

yetkazishining oldini olish choralari ishlab chiqish bo'yicha ilmiy izlanishlar olib borilmoqda. Bu borada, jumladan, reptiliyalarda uchrovchi gelmintlar faunasini tadqiq etish, biotoplar bo'yicha taqsimlanishini asoslash, bioekologik xususiyatlarini tadqiq etish, sudralib yuruvchilarning gelmintlar bilan zararlanishining yashash sharoitiga xos xususiyatlarini tadqiq etish hamda patogen turlarining epizootologik va epidemiologik ahamiyatini ochib berish, hayvonlar zararlanishining oldini olishda innovatsion texnologiyalarni yaratishga alohida e'tibor berilmoqda. [5,6,7]

O'zbekistonning janubiy viloyatlarida uchrovchi har xil sistematik hamda ekologik guruhlariga oid bo'lgan sudraluvchi hayvonlarda topilgan sestoda, trematoda va akantotsefalalarga mansub parazit chuvalchaglarning taksonomik o'rni, xo'jayinlari (asosiy, rezervuar, oraliq) parazitlarning xo'jayin tanasida o'rnatilgan joyi, topilgan joyi, invaziya ekstsivligi va intensivligi va morfologik tuzilishi haqidagi ma'lumotlar keltirilgan. [4,8]

Qashqadaryo va Surxondaryo viloyatlari hududida sudralib yuruvchilardan 27 avlod, 17 oila, 8 turkum, 4 sinf va 3 tipga mansub gelmintlarning 34 turi qayd etilgan. Ulardan 9 turi lichinka bosqichida, 25 tasi voyaga yetgan shaklida parazitlik qiladi. Trematoda sinfi - 5 turni birlashtiradi va turlarning umumiy sonining 14,7% ni tashkil qiladi; Cestoda sinfi – 6 tur va turlarning umumiy sonining 17,6% ni tashkil qiladi; Acanthocephala sinfi – 1 tur va turlarning umumiy sonining 2,9% ni tashkil qiladi; Nematodalar sinfi – 22 turni birlashtiradi va turlarning umumiy sonining 64,7% ni tashkil qiladi. Ro'yxatga olingan 34 turdagi gelmintlarning hayot aylanish xususiyatiga ko'ra 24 tasi (70,5%) geteroksenik gelmintlarga, 10 tasi (29,5%) esa monoksenik gelmintlarga tegishli.

Ko'p holatlarda bir ekosistemada ham rezervuar yoki asosiy (reptiliyalar) ham oraliq xo'jayinda (hasharotlar) topilgan individlarning solishtirgan holda o'rganildi. Bunda ekotizimning o'ziga xos ekologik xususiyatlariga (tuproq'i, namligi, relyefi, hayvon va o'simliklar dunyosi va boshqalar) ham e'tibor qaratildi. Sudraluvchi hayvonlar tanasida topilgan gelmintlarni ba'zi turlari bioekologik xususiyatlari va rivojlanish sikllari o'rganildi.

O'zbekistonning janubiy hududi sharoitida mavjud bo'lgan tabiiy ekosistemalarida tarqalgan sudraluvchilar va ular gelmintlarining tarqalishi, mavsumiy dinamikasi, biologiyasi, hayot sikllari va boshqalarni tahlil qilish natijasida sudraluvchilar va gelmintlarining ushbu hudud sharoitida mo'tadil hayot kechirishi aniqlandi. Gelmintlarning hayot sikllari, definitiv, oraliq va rezervuar xo'jayinlarining ekologiyasining o'ziga xos xususiyatlarini tahlil qilish natijasida ushbu parazit chuvalchaglarning tabiiy sharoitda sirkulyatsiya yo'llari aniqlandi.

Sudralib yuruvchilarning gelmintlar hayot siklida ishtirok etishi, tegishli ekotizimlarning komponentlari bilan biotsenotik o'zaro aloqalarning namoyon bo'lishining bir ko'rinishi hisoblanadi va gelmintozlar epizootik jarayonida ma'lum bir rol o'ynaydi. Binobarin, sudralib yuruvchilar O'zbekiston biotsenozlarida umurtqali hayvonlar landshaft guruhlaridan biri hisoblanadi. Tarqalish hajmi bo'yicha ular boshqa quruqlik umurtqali hayvonlaridan ustunlik qiladi, ko'p miqdorda hasharot va kemiruvchilarni qiradi hamda ayrim sut emizuvchilar va qushlarning ozuqasi sifatida xizmat qiladi. Rivojlanish davrida har bir parazit bir qator bosqislarni bosib o'tadi, ana shu bosqichlar parazitlar morfologik xususiyatlariga ko'ra bir-biridan farq qiladi.

Sudralib yuruvchilar parazitlarining turli xildagi rivojlanish bosqichlarida o'zlari yashaydigan sharoit ham asosiy rol o'ynaydi. Parazitlarni rivojlanish sikllari ham turli xilda amalga oshadi. Ayrim vaqtlarda parazitlar bitta yoki ikkita oraliq va bitta oxirgi holatdagi xo'jayinlar tanasida yashaydi. Dastlab ular yakuniy holatdagi hayvon tanasida yashaydi, keyin esa parazitning tuxum va lichinkalari tashqi muhitga tushadi va bundan ko'ra ko'proq parazitlar hayot sikli qayd qilinadi.

Olib borilgan tadqiqotlarimiz natijasini adabiyotlardagi gelmintlarni hayot sikllari, definitiv, oraliq va rezervuar xo'jayinlar bilan solishtirib tahlil qilish asosida tekinko'r gelmintlarni sirkulyatsiya yo'llari aniqlandi. [2]

Mesocetoides lineatus. (Goeze, 1782) larvae.

Sestoda lichinkasining tana tuzilish xo'jayin tanasiga va turiga qarab turli ko'rinishda (tuxumsimon, sharsimon, tilsimon, konussimon va boshqalar) bo'ladi. Shuningdek, ularning katta-kichikligi ham turlicha: 0,56-1,36 mm ga bo'lishi mumkin. Tanasining oldingi qismida

skoleks joylashgan tomoni voronka shaklida chuqurcha hosil qiladi. Lichinkaning bo'yin qismi egri-bugri holatda bo'lib, skoleksi yirik so'rg'ichlarga ega. Ular asosan, oval shaklda bo'lib, 0,122 -0,154 mm uzunlikka va 0,068-0,096 mm kenglikka ega. Lichinka tanasining parenximasi skoleks to'qimalaridan qolgan qismi katta-kichik hajmdagi ohak tanachalarining donachalari bilan to'lgan. Ular ayniqsa, lichinka tanasining tashqi qobig'i yonlarida, ayniqsa zich joylashgan. Ekskretor kanalchalari lichinka tanasining ikki tomonida joylashgan bo'lib, 0,019 mm yo'g'onlikka ega. Lichinka tanasining orqaroq qismiga borgach, u ikki kanalcha o'zaro qo'shiladi va bitta teshik bilan tashqariga ochiladi. Lichinka biriktiruvchi to'qimadan tashkil topgan, kapsula ichiga o'rtnashgan. Tadqiqotlarimizdan ma'lum bo'lishicha, mezotsestoidlarning to'rtta guruh populyatsiyasi (tuxum, sistitserkoid, tetradirity hamda voyaga yetgan sestoda) davrini (ontogenez) o'taydi. U uchta sistematik guruh vakillari organizmiga hamda atrof-muhit sharoitiga bioekologik jihatdan yaxshi moslashgan. Bu esa o'z navbatida turli ekologik sharoitlarda yashovchi umurtqali hayvonlar biotsenotik aloqalarning saqlanishi va shu tariqa gelmint hayot siklini ro'yobga chiqarishni ta'minlaydi.

Ushbu gelmintlarning hayot sikllari Sutmizuvchilar (yirtqichlar) - tuxumlari (tashqi muhit)-oribatid kanalar-sudraluvchilardan iborat. [1,2,3]

Oochoristica tuberculata.(Rud., 1819)

Voyaga yetgan sestodaning tanasi har xil uzunlikda bo'lib, ko'pincha 26-34 mm bo'ladi. Lekin ayrim hollarda xo'jayin tanasidan ajratib olinganda 92 va hatto 108 mm gacha uzun individlar uchraydi. Uzun strobilasining har ikki tomoni bo'ylab 0,09-0,024 mm enlikdagi ekskretor yo'llari (tomirchalari) ilon izidek cho'zilib yotadi. Ularning uzunligi 0,75-2,14 mm ni tashkil qiladi. Strobilasi 31-102 bo'g'indan iborat. Tanasining bosh tomonidagi bo'g'inlari eni nisbatan keng bo'lib, 59 x 75 x 100 mm ni tashkil qiladi. Voyaga yetgan sestodalarda yirikroq - uzunasiga bo'g'inlar 0,98-188 mm ga teng. Jinsiy teshiklar noto'g'ri navbat bilan ochiladi (har ikki tomoniga). Urug'doni ko'pincha 18-37 taga teng. Urug'don urg'ochilik sariqligi atrofni yoysimon holatda o'rab turadi. Urug'don asosan sharsimon shaklda bo'lib, diametri 0,019 mm atrofida. Bursasining qobiq devori yupqa bo'lib, shakli tuxumsimon yoki noksimon ko'rinishga ega. Yetilgan bo'g'implarda ular 0,13-0,19 mm uzunlikda bo'ladi. Urg'ochi jinsiy bezlari juda ko'p hollarda bo'g'im o'rtasida joylashgan. Tuxumdon 0,26 – 0,37 mm kattaligida bo'lib, donador tuzilishga ega. Erkak va urg'ochilik jinsiy bezlari ko'pincha 28-39 bo'g'implardan boshlab to'liq rivojlangan bo'ladi. Har ikki jinsiy bezlar odatda bir vaqtda rivojlanadilar. Germofrodit bo'g'implarining rivojlanishi o'rtacha 8-19 atrofida bo'ladi. Oxirgi bo'g'implarda 650 - 750 atrofida tuxumlar yetilgan bo'ladi. Tuxumlar yumaloq shaklda bo'lib, kattaligi diametri 0,03 - 0,04 mm ni tashkil qiladi. Ushbu parazit chuvalchang vakillari hasharotlarda, qattiqqanotli qo'ng'izlarda va kapalaklarda uchraydi sudraluvchi hayvonlar ushbu hasharotlar bilan oziqlanganlarida bu parazitlarni o'zlariga yuqtiradilar. Sudralib yuruvchilar gelmintologik yorib ko'rilganda tanalarida *Oochoristica tuberculata* gelminti borligi aniqlandi.

Macrodera longicollis (Abild., 1788)

Tanasi oldingi tomonga cho'zilib ketgan va kalta oval shaklidagi oldingi qismini tashkil qiladi va unda so'rg'ich, tor "bo'yni" va katta, harakatchan orqa qismiga ega. Voyaga yetgan parazitning 8,3-18,2, tanasining qorin so'rg'ichi qismida kengligi 0,54-1,22 mm, tanasining birinchi qismi ko'plab mayda tikansimon o'simtalar bilan qoplangan. O'simtalar sekin-sekin siyraklashib urug'don va qorin so'rg'ichi orqasiga kelib yo'qoladi. So'rg'ichlari tanadagi birinchi kengaygan qismida joylashgan. Qorin so'rg'ichi og'iz so'rg'ichiga nisbatan deyarli ikki marta katta- 0,52-0,82 mm bo'lgani holda og'iz so'rg'ichi esa 0,30-0,56 mm. Farinks oldi qismi juda qisqa. Qizilo'ngach qisqa - 0,02-0,22 mm.

Urug'donlar deyarlik, yumaloq diametri o'rtacha 0,38-0,72 mm, biri-biri bilan ketma-ket tananing orqa qismida joylashgan. Sirrus bursasi qorin so'rg'ichi qatorida joylashgan va u nisbatan maydaroq -0,30-0,42 x 0,12-0,18 mm. Tashqi urug' pufakchasi ancha uzun 1,6-3,06 mm.

Tuxumdon yumaloq shaklda, diametri 0,28-0,42 mm ga teng. Sariqlik moddalari tana ikki tomoni bo'ylab to'dalar hosil qiladi. Bachadoni yaxshi rivojlangan, bir necha burmalar hosil qilgan holda tananing ikki tomonidan cho'zilib joylashgan. Tuxumlari 0,028-0,037 mm

ga teng. Ekskpetor pufagi «Y» shakliga ega.

Masracanthorhynchus catulinus Kostylev, 1927, larvae.

Akantellasi odatda qorin tomonga ilmoqsimon qayrilgan, xartumchasi to'g'rilangan holda 6,9-10,4 mm uzunlikda bo'ladi. Eng keng joyi tanasining o'rtasi hisoblanadi va 1,38-1,72 mm ga ega. Xartumchasi yumaloq, lampochkasimon shaklda bo'lib, diametri ko'pincha 0,43 mm ni tashkil qiladi. Bo'yin qismi 0,12-0,24 mm ga teng. Xartumchasi ko'pincha 6 ta qatorda spiral bo'lib joylashgan ilmoqchalar bilan qoplangan. Ulardan xartum cho'qqisida joylashgan 2-4 ilmoqcha eng yiriklari bo'lib hisoblanadi va uzunligi 0,19-0,26 mm ni tashkil qiladi. Ilmoqchalar spiral qatorlar bo'ylab, oxirgilari tobora hajmi kichiklashib boradi. Masalan: ikkinchi bo'lib joylashgan ilmoqchalar 0,126-0,154 mm kattalikda bo'lgani holda shu qatordagi va oxirgi maydalashgan ilmoqchalarning uzunligi 0,72-0,96 mm atrofida bo'ladi.

Sudralib yuruvchilarda lichinkalik va voyaga yetgan shaklda parazitlik qiluvchi gelmintlarni o'rganish muhim nazariy va amaliy ahamiyatga ega. Reptiliyalar tabiatda ko'pchilik geteroksen gelmintlarning hayot sikllarida oraliq yoki rezervuar xo'jayin sifatida ishtirok etadi. Bunda sudralib yuruvchilar gelmintlarning ozuqa zanjiri orqali uy va yovvoyi hayvonlar o'rtasida gelmintlarning tarqalishida muhim rol o'ynaydi. Ular parazitlarning invazion elementlarini yutib yuborishi orqali zararlanadi yoki boshqa holatlarda rezervuar xo'jayin vazifasi bajaradi. Qushlar va sutemizuvchilar reptiliyalarni yeyishi natijasida parazitlar bilan zararlanadi. Tadqiqotlarimizdan ma'lum bo'lishicha, mezotsestoidlarning to'rtta guruh populyatsiyasi (tuxum, sistitserkoid, tetradirity hamda voyaga yetgan sestoda) davrini (ontogenez) o'taydi. U uchta – sistematik grupp vakillari organizmiga hamda atrof-muhit sharoitiga bioekologik jihatdan yaxshi moslashgan. Bu esa o'z navbatida turli ekologik sharoitlarda yashovchi umurtqali hayvonlar biotsenotik aloqalarni saqlanishi va shu tariqa gelmint hayot siklini ro'yobga chiqarishini ta'minlaydi.

Tadqiqot metodologiyasi. Tadqiqot olib borish jarayonida zoologik, gelmintologik, parazitologik, gelmintolyarvoskopiya, gelmintovoskopiya usullardan foydalanildi. Sudralib yuruvchilarning ichki organlarini kompressor usul va ketma-ket yuvish usuli bilan tadqiq etildi. Cho'kmalari mikroskop ostida tekshirildi.

Topilgan nematodalar Barbagallo suyuqligida fiksatsiya qilindi.

Qashqadaryo va Surxondaryo viloyatlarida uchrovchi har xil sistematik hamda ekologik guruhlariga oid bo'lgan sudraluvchi hayvonlarda topilgan sestoda, trematoda va akantotsefalalarga mansub parazit chuvalchaglarning taksonomik o'rni, xo'jayinlari (asosiy, rezervuar, oraliq) parazitlarning xo'jayin tanasida o'rnamashgan joyi, topilgan joyi, invaziya ekstensivligi va intensivligi va morfologik tuzilishi haqidagi ma'lumotlar keltirilgan. Sudraluvchi hayvonlarni yorib ko'rish orqali ularda uchrovchi gelmintlar ularning turli organlarida uchirashi aniqlandi.

Natija va muhokama. Olib borgan tadqiqotlarimiz natijasida Qashqadaryo va Surxondaryo viloyatlari hududida sudralib yuruvchilardan 27 avlod, 17 oila, 8 turkum, 4 sinf va 3 tipga mansub gelmintlarning 34 turi qayd etilgan. Gelmintlarning 9 turi lichinka bosqichida, 25 tasi kattalar shaklida parazitlik qiladi. Trematoda sinfi – 5 turni birlashtiradi va turlarning umumiy sonining 14,7% ni tashkil qiladi; Cestoda sinfi – 6 tur va turlarning umumiy sonining 17,6% ni tashkil qiladi; Acanthocephala sinfi – 1 tur va turlarning umumiy sonining 2,9% ni tashkil qiladi; Nematodalar sinfi – 22 turni birlashtiradi va turlarning umumiy sonining 64,7% ni tashkil qiladi. Izlanishlar natijasini adabiyotlardagi gelmintlarni hayot sikllari, definitiv, oraliq va rezervuar xo'jayinlar bilan solishtirib tahlil qilish asosida tekinox'r gelmintlarni taraqqiyot sikllari aniqlandi. Natija esa o'z navbatida turli ekologik sharoitlarda yashovchi umurtqali hayvonlar biotsenotik aloqalarni saqlanishi va shu tariqa gelmint hayot siklini ro'yobga chiqarishini ta'minlaydi. [9,10]

Xulosa va takliflar. Sudralib yuruvchilarda ro'yxatga olingan gelmintlar sonidan (34 tur) 2 tasi shifrlangan toshbaqalar turkumi vakillarida, 19 tasi kaltakesaklar turkumi vakillarida va 11 turi ilonlar turkumi vakillarida topilganligi aniqlandi. Kaltakesak va ilonlarda gelmint turlarining umumiy soni 2 ta. Sudralib yuruvchilar va sutemizuvchilarda gelmintlarning umumiy soni 6 ta, sudralib yuruvchilar va qushlarda esa 4 tani tashkil etishi aniqlandi.

O'rganilayotgan hayvonlarning gelmint faunasini tahlil qilish ma'lum darajada alohida xo'jayin turlar gelmintlarining tur tarkibining xususiyatlarini aniqlashga va hayvonlarning, oilalarning, oilalarning ayrim guruhları gelmintları faunasining miqdoriy va sifat jihatidan o'ziga xosligini tushunishga imkon beradi.

Sudralib yuruvchilar vakillarining gelmintlarning aylanishida ishtirok etishini hisobga olgan holda, dehqon va uy hayvonlarida gelmint infeksiyalariga qarshi chora-tadbirlar ishlab chiqishda sudralib yuruvchilarning gelmintlar bilan yuqish darajasini hisobga olish tavsiya etiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Аннаев Дж. Гельминты пресмыкающихся Туркменистана // Ашхабад: Ёлим, 1992. - 224 с.
2. Бердибаев А.С. Қорақалпоғистон йирткич сут эмизувчилари (Mammalia: Carnivora) гельминтлари: Виол. фанл. фалс. док. (PhD) дисс. автореф. – Нукус, 2022. 45 б.
3. Кучарова И.Ш. Нематоды пресмыкающихся Узбекистана и морфо-функциональные взаимоотношения в системе «паразит-хозяин»: Автореф. дис. канд. биол. наук. Т.: 2007. 23 с.
4. Кучбаев А.Э., Кучарова И.Ш. К гельминтофауне быстрой ящурки - *Eremias velox* // Узбекский биологический журнал. –Ташкент, 2002. № 2. - С.56-60.
5. Тошов У.Ж., Рузиев Б.Х., Шакарбоев Э.Б. Жанубий Ўзбекистонда тарқалган судралиб юрүвчилар нематодаларининг эколого-фаунистик таҳлили // ҚарДУ Хабарлари, Қарши, 2022. 3/1 (53). 144-150 б.
6. Тошов Ў.Ж., Рузиев Б.Х., Шакарбоев Э.Б. Жанубий Ўзбекистон судралиб юрүвчиларининг трематодалари (Rudolphi, 1808) фаунаси // Хоразм маъмун академияси ахборотномаси, 2022. 12/1. 122-125 б.
7. Шакарбоев Э.Б., Кучбоев А.Э., Камилова Ш.И., Азимов Д.А. Гельминты *Natrix tessellata* – водяного ужа фауны Узбекистана // Узбекск. биол. ж. –Ташкент, 1999. №3. - С. 48-51.
8. Шакарбоев Э.Б., Камилова Ш.И., Кучбоев А.Э., Азимов Д.А., Кучарова И.Ш. Биоценотические связи змей и их гельминтов в Центральной Азии // Узбекск. биол. ж. –Ташкент, 2000. №4. с. 61-65.
9. Шакарбоев Э.Б., Акрамова Ф.Д., Азимов Д.А. Трематоды – паразиты позвоночных Узбекистана. - Ташкент: ЧИНОР, 2012. - 192 с.
10. Yangiboyev E.Ch. Qashqadaryo viloyati sudraluvchilarining faunasi, ekologiyasi va ahamiyati: Biol. fan. falc. dok.(PhD) avtoref. – Toshkent, 2024. –10-16 b

JANUBI-G'ARBIY HISOR FLORASI (SURXONDARYO QISMI) O'SIMLIKLARINING AREAL TIPLARI BO'YICHA TAQSIMLANISHI

Ibragimov Akram Javliyevich

Termiz davlat muhandislik va agrotekhnologiyalar universiteti

O'rmonchilik, dorivor o'simliklar va
manzarali bog'dorchilik kafedrası dotsenti.

ibragimovakram1406@gmail.com

ORCID 0009-0000-1202-0795

UDK 581.9:582(575.151)

Annotatsiya. Ushbu maqolada Janubi-g'arbiy Hisor (Surxondaryo qismi) florasidagi 1821 ta yuksak o'simlik turi areal tiplari bo'yicha tahlil qilindi. Turlar 42 ta areal tipiga va 7 ta asosiy areal sinfiga (Qadimiy O'rtayer dengizi, Pomiroloy, O'rta Osiyo, Tog'li O'rta Osiyo, Palearktik, Golarktik, Plyuriregional) ajratildi. Natijalar hudud florasining subtropik va mo'tadil mintaqalarga xos turlardan tashkil topganligini, shuningdek, endem va subendem turlarning yuqori konsentratsiyasini ko'rsatadi. Tahlil hududning geologik tarixi, noyob geografik joylashuvi va iqlim omillari bilan izohlanadi hamda O'rta Osiyo tog' florasining asosiy xususiyatlarini aks ettiradi.

Kalit so'zlar. Janubi-g'arbiy Hisor, Surxondaryo, yuksak o'simliklar, areal tiplari, floristik tarkib, Qadimiy O'rtayer dengizi, Pomiroloy, O'rta Osiyo, endem turlar, subtropik va mo'tadil mintaqalar.

DISTRIBUTION OF PLANTS OF THE SOUTHWESTERN HISSAR FLORA (PART OF SURKHANDARYA) BY AREAL TYPES

Abstract. This article analyzes 1,821 higher plant species of the South-Western Hissar (Surkhandarya part) flora by areal types. The species were categorized into 42 areal types and 7 main areal classes (Ancient Mediterranean, Pamir-Alai, Central Asian, Mountainous Central Asian, Palearctic, Holarctic, Pluriregional). The results indicate that the regional flora comprises species characteristic of subtropical and temperate zones, as well as a high concentration of endemic and subendemic species. The

analysis is explained by the area's geological history, unique geographical location, and climatic factors, and reflects the main features of the Central Asian mountain flora.

Keywords: South-Western Hissar, Surkhondaryo, higher plants, areal types, floristic composition, Ancient Mediterranean, Pamir-Alai, Central Asia, endemic species, subtropical and temperate zones.

Kirish. Areal tipi o'simlik turining tabiiy tarqalish chegarasini belgilovchi muhim biogeografik ko'rsatkichdir. Hozirgi kunda 500 mingdan ortiq yuksak o'simlik turlari ekologik va tarixiy jarayonlarga bog'liq holda turli geografik hududlarni egallaydi. Tog'li O'rta Osiyo lokal florasida turlarni areal tiplari bo'yicha tasniflash keng qo'llanilib, R.V. Kamelin (1973) [7] taklif qilgan yondashuv asosiy metod sifatida ishlatiladi. Janubi-G'arbiy Hissor (Surxondaryo qismi) florasida yuqori xilmaxilligi bilan ajralib turib, 1821 ta yuksak o'simlik turini o'z ichiga oladi, shu sababli uning areal tuzilishi va tarqalishi ilmiy jihatdan katta ahamiyatga ega [1, 3, 5, 14,].

Materiallar va metodlar. Areal tiplari R.V. Kamelin tomonidan taklif etilgan [7] va Tog'li O'rta Osiyo hududlari uchun maqbul deb topilgan tasnif asosida ajratildi. Ushbu yondashuvda tur arealining umumiy geografik konfiguratsiyasi asosiy mezon sifatida qabul qilinib, areal tiplarini ekologik iyerarxik tizim orqali murakkablashtirishdan qochildi. Tadqiqot davomida Janubi-g'arbiy Hissor florasida aniqlangan turlar tarqalish xususiyatlariga ko'ra **42 ta areal tipiga** ajratildi va ular **7 ta areal sinfi** tarkibida guruhlandi.

Natijalar va muhokama. Tadqiqotlar davomida Janubi-g'arbiy Hissor (Surxondaryo qismi) florasida aniqlangan turlar areal tiplari bo'yicha tahlil qilindi. Natijalarga ko'ra, turlar soni jihatidan Pomiroloy (150 tur), Eron-O'rta Osiyo (132), O'rta Osiyo (112), Tog'li O'rta Osiyo (107), Qadimiy O'rtayer dengizi (97), Sharqiy Qadimiy O'rtayer dengizi (95), Palearktik (90), Plyuriregional (81), Golarktik (73) va Turon (53) areal tiplari yetakchi o'rinni egallaydi. Ushbu 10 ta asosiy areal tipida jami 990 tur jamlangan bo'lib, ular hudud florasining 54,36 %ini tashkil etadi.

Jadval-1

Janubi-g'arbiy Hissor (Surxondaryo qismi) florasida areal sinfi va ular tarkibidagi areal tiplari, ulardagi turlarning soni va foizi

№	Areal sinflari va ulardagi areal tiplari	Turlar soni	% hisobida
1	Janubi-g'arbiy Hissor (Surxondaryo qismi)	35	1,92
2	Janubi-g'arbiy-Hissor Surxondaryo) — Nurota dizyunktiv tipi	1	0,05
3	Hissor	8	0,44
4	Hissor-Darvoz	33	1,81
5	Ko'histon-Hissor	14	0,77
6	Janubi-g'arbiy Pomiroloy	39	2,14
7	Janubiypomiroloy	38	2,09
8	G'arbiypomiroloy	49	2,69
9	Pomiroloy	150	8,24
I	Pomiroloy areal sinfi	367	20,15
10	G'arbiyiyonshon-G'arbiypomiroloy	43	2,36
11	G'arbiyiyonshon-Pomiroloy	42	2,31
12	Tog'lio'rtaosiyo	107	5,88
II	Tog'lio'rtaosiyo areal sinfi	192	10,54
13	Sharqiyturon	21	1,15
14	Turon	53	2,91
15	Xorosan-Tog'lio'rtaosiyo	8	0,44
16	Kopetdog'-Pomiroloy	11	0,60
17	Kopetdog'-Tog'lio'rtaosiyo	38	2,09
18	Tarbag'atoy-Tog'lio'rtaosiyo	27	1,48
19	O'rtaosiyo	112	6,15
III	O'rtaosiyo areal sinfi	270	14,83
20	Eron-Tog'lio'rtaosiyo	39	2,14
21	Eron	49	2,69
22	Eron-O'rtaosiyo	132	7,25
23	Eron-Himoloyoldi	35	1,92

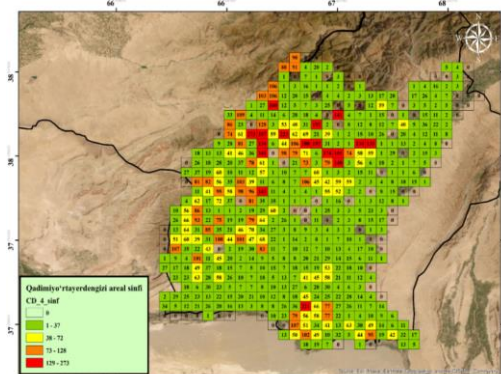
24	Eron-Turon	51	2,80
25	Himoloyoldi	47	2,58
26	Sharqiy-Qadimiyo'rtayerdengizi	95	5,22
27	Qadimiyo'rtayerdengizi	97	5,33
IV	Qadimiyo'rtayerdengizi areal sinfi	545	29,93
28	Oltoy-O'rtaosiyo	15	0,82
29	Sibir-O'rtaosiyo	26	1,43
30	Yevro-Sibir-O'rtaosiyo	13	0,71
31	Pontik-Qadimiyo'rtayerdengizi	23	1,26
32	Pontik-Sharqiyqadimiyo'rtayerdengizi	6	0,33
33	Yevro-Sharqiyqadimiyo'rtayerdengizi	8	0,44
34	Yevro-Qadimiyo'rtayerdengizi	39	2,14
35	Yevro-Sibir-Qadimiyo'rtayerdengizi	19	1,04
36	Janubiy palearktika	16	0,88
37	Umerenniypalearktika	3	0,16
38	Paleartik	90	4,94
V	Paleartik areal sinfi	258	14,17
39	Golarktik	73	4,01
40	Golarktik-Qadimiyo'rtayer	8	0,44
41	Tropik-Subtropik	27	1,48
VI	Golarktik areal sinfi	108	5,93
42	Plyuriregional	81	4,45
VII	Plyuriregional areal sinfi	81	4,45

Qadimiyo'rtayerdengizi areal sinfi Janubiy Yevropa, Shimoliy va Shimoli-sharqiy Afrika, Kichik va Old Osiyo, Janubi-g'arbiy Osiyo, G'arbiy Himoloy, O'rta Osiyo, G'arbiy Mo'g'iliston va G'arbiy Xitoyi qamrab oladi. Ushbu sinfga 545 tur (29,93 %) kiradi. Asosiy areal tiplari: Eron–O'rta Osiyo (132 tur, 7,25 %), Qadimiyo'rtayer dengizi (97 tur, 5,33 %), Sharqiy Qadimiyo'rtayer dengizi (95 tur, 5,22 %), Eron–Turon (51 tur, 2,8 %), Eron (49 tur, 2,69 %), Himoloyoldi (47 tur, 2,58 %), Eron–Tog'li O'rta Osiyo (39 tur, 2,14 %), Eron–Himoloyoldi (35 tur, 1,92 %).

Mazkur areal sinfi keng hududni qamrab oladi va Golarktikaning alohida floristik oblasti sifatida qayd etilgan. Tadqiqotda 7 ta areal sinfi bo'yicha turlar to'r tizimli xaritalar yordamida tahlil qilindi [5]. Eng yuqori qamrov Qadimiyo'rtayer dengizi areal sinfiga to'g'ri kelib, 581 katakdan 535 tasini (92,1 %) egallaydi. Turlar soni 129–273 ta namuna bo'lgan 17 ta katakda eng yuqori ko'rsatkichni qayd etdi. Ushbu areal sinfi hududning kengligi bilan boshqa sinflardan ajralib turadi (1-rasm).

Bu esa o'rganilayotgan floraning Qadimiyo'rtayerdengizi areal sinfiga xos xususiyatlaridan biri ekanligini ko'rsatadi.

1-rasm. Qadimiyo'rtayerdengizi areal sinfi (collection density)

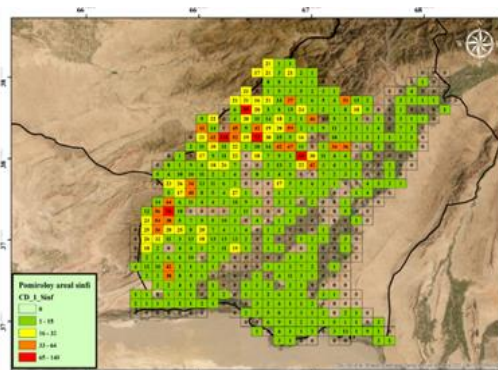


Pomiroloy areal sinfi. Pomir-Oloyning Zarafshon, Hisor, Qorategin, Petr I, Darvoz, Fanlar akademiyasi tizmalari va G'arbiy Pomirning Badaxshon qismini qamrab oladi. Florada 367 tur (20,15 %) ushbu sinfga mansub. Asosiy areal tiplari: Pomiroloy (150 tur, 8,24 %), G'arbiy Pomiroloy (49 tur, 2,69 %), Janubi-g'arbiy Pomiroloy (39 tur, 2,14 %), Janubiy Pomiroloy (38 tur, 2,09 %), Janubi-g'arbiy Hisor (Surxondaryo qismi) (35 tur, 1,92 %), Hisor–Darvoz (33 tur, 1,81 %), Ko'histon–Hisor (14 tur, 0,77 %), Hisor (8 tur, 0,44 %) va

Janubi-g'arbiy Hisor (Surxondaryo qismi)–Nurota dizyunktiv (1 tur, 0,05 %).

Hudud endemlari sifatida *Fritillaria baisunensis*, *Iris petri*, *Allium decoratum*, *Allium nikolai*, *Astragalus juniperetorum* va *Calispepla aegacanthoides* turlari mavjud. Pomiroloy sinfida Fabaceae (73), Asteraceae (59), Lamiaceae (38), Amaryllidaceae (24), Apiaceae (22), Boraginaceae (17) va Brassicaceae (16) oilalari yetakchi o'rinni egallaydi.

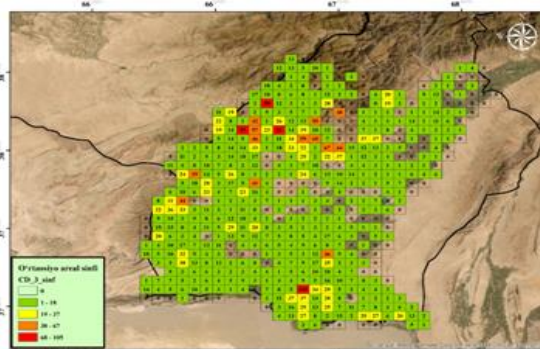
Gerbariy namunalarining tahlilida sinf vakillarining tog' zonasida keng tarqalganligi aniqlandi: 411 katakda qayd etilib, bu umumiy kataklarning 70,7 %ini tashkil qiladi. 1–15 ta namuna 319 katakda, 16–32 ta namuna 45 katakda, 33–64 ta namuna 23 katakda, 65–140 ta namuna esa 5 katakda joylashgan; eng yuqori qiymat bitta katakda 140 namuna bilan kuzatildi (2-rasm)



2-rasm. Pomiroloy areal sinfi (collection density)

O'rtaosiyo areal sinfi. Florada 270 tur (14,83 %) bilan uchinchi o'rinni egallaydi. Ushbu sinfga mansub turlar asosan tekisliklar va tog'oldi mintaqalarida, jumladan, Termiz tumani atroflari hamda Boysun botanika-geografik rayonlarida keng tarqalgan.

Sinf vakillari 453 katakda qayd etilib, umumiy kataklarning 77,96 %ini tashkil qiladi. Gerbariy namunalarining taqsimlanishi: 1–18 ta namuna 391 katakda, 19–37 ta namuna 45 katakda, 38–67 ta namuna 13 katakda, 68–105 ta namuna esa 4 katakda joylashgan. Eng yuqori qiymat bitta katakda 105 namuna (Ye198) bilan kuzatiladi. Keyingi yuqori ko'rsatkichlar Z195 (89), W196 (81) va W193 (95) kataklarida mujassamlangan (3-rasm).



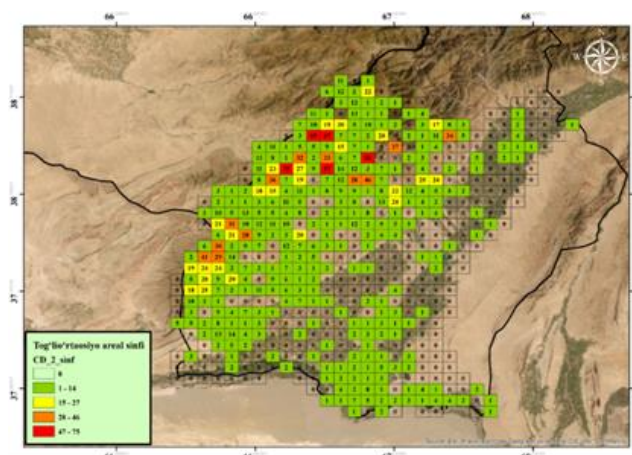
3-rasm. O'rtaosiyo areal sinfi (collection density)

Tog'li O'rtaosiyo areal sinfi. Tog'li O'rta Osiyo provinsiyasi bilan chegaralangan bo'lib, Tiyonshonning g'arbiy qismi hamda Sharqiy Pomirdan tashqari Pomiroloy hududlarini o'z ichiga oladi. Janubi-g'arbiy Hisor (Surxondaryo) florasida ushbu sinfga mansub 192 tur (10,54 %) uchraydi. Asosiy areal tiplari: Tog'li O'rta Osiyo (107 tur, 5,88 %), G'arbiy Tiyonshon–Pomiroloy (42 tur, 2,31 %), G'arbiy Tiyonshon–G'arbiy Pomiroloy (43 tur, 2,36 %).

Mazkur sinfga Amaryllidaceae (*Allium suworowii*, *A. drepanophyllum*, *A. jodanthum*, *A. stipitatum*, *A. verticillatum*), Apiaceae (*Elwendia capussii*, *E. intermedia*, *Elaeosticta hirtula*, *Galagania fragrantissima*, *Prangos fedtschenkoi*, *Oedibasis chaerophylloides*, *Seseli lehmannianum*) va Brassicaceae (*Tetracme bucharica*, *Parrya hispida*) oilalari vakillari kiradi.

Gerbariy tahlilida sinf vakillari 322 katakda qayd etilib, umumiy kataklarning 55,42 %ini tashkil qiladi. 1–14 ta namuna 280 katakda, 15–27 ta namuna 25 katakda, 28–46 ta namuna 12 katakda, 47–75 ta namuna esa 5 katakda tarqalgan. Eng yuqori konsentratsiya

X199, W196, Z196 va Z195 kataklarida, bitta katakda esa 75 namuna (W193) bilan kuzatilgan (4-rasm).

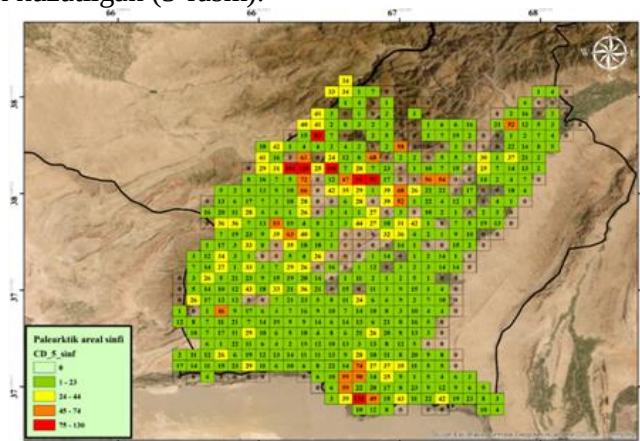


4-rasm. Tog'lior'taoziy areal sinfi (collection density)

Palearktik areal sinfi 11 ta areal tipini qamrab olgan 258 tur (14,17%)ni o'z ichiga oladi. Ushbu sinf turlari asosan tekisliklardan, jumladan, quyi Surxon, Surxon-Sherobod adirlıkları va Boysun botanika-geografik rayonlarida, shuningdek, tog' va yuqori tog' mintaqalarida uchraydi. Terofit turlar ko'pchilikni tashkil qiladi.

Florada *Poaceae* oilasi (37 tur) yetakchi bo'lib, keyingi o'rinlarda *Brassicaceae* (27), *Asteraceae* (23), *Fabaceae* (20), *Boraginaceae* (14), *Cyperaceae* (13) va *Caryophyllaceae* (11) oilalari kuzatiladi.

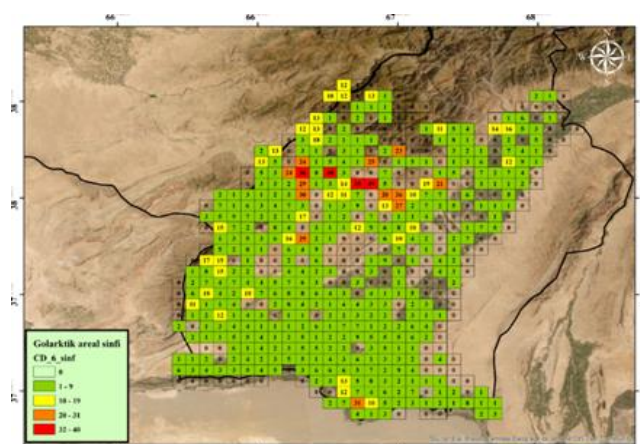
Gerbariy tahlili 456 katakni (78,48%) qamrab olib, 1–23 ta namuna 367 katakda, 24–44 ta namuna 63 katakda, 45–74 ta namuna 19 katakda tarqalgan. Eng yuqori qiymatlar 75–104 ta namuna 6 katakda (Z195, V198, V199, W196, W193, W194), bitta katakda esa 130 namuna (B198) bilan kuzatilgan (5-rasm).



5-rasm. Palearktik areal sinfi (collection density)

Golarktik areal sinfi. florada 108 tur (5,93%)ni o'z ichiga oladi va terofit (53 tur) hamda gemikriptofit (42 tur) turlarning ko'pligi bilan ajralib turadi. Mazkur sinfga *Amaranthaceae* (*Amaranthus blitoides*, *Atriplex tatarica*, *Dysphania botrys*), *Apiaceae* (*Conium maculatum*, *Torilis leptophylla*), *Asteraceae* (*Achillea millefolium*, *Onopordum acanthium*, *Centaurea solstitialis*), *Brassicaceae* (*Brassica rapa*, *Myosotis cespitosa*), *Caryophyllaceae* (*Dichodon cerastoides*, *Stellaria media*), *Euphorbiaceae* (*Euphorbia helioscopia*, *E. virgata*), *Fabaceae* (*Medicago lupulina*), *Plantaginaceae* (*Plantago coronopus*, *P. gentianoides*), *Poaceae* (*Avena barbata*, *Lolium persicum*, *Poa angustifolia*, *P. glauca*, *P. trivialis*), *Primulaceae* (*Lysimachia arvensis*, *L. dubia*) oilalari vakillari kiradi.

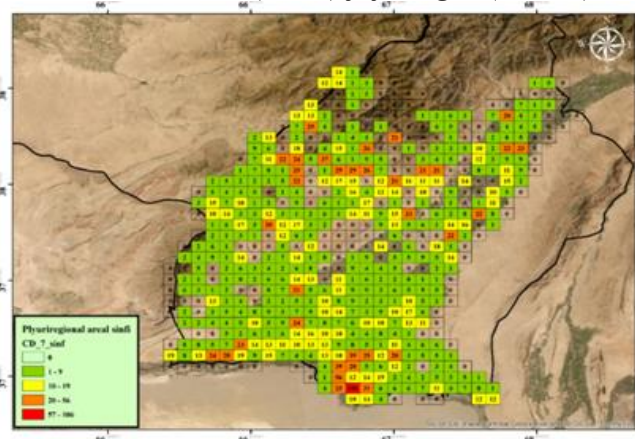
Goloarktik sinfi boshqa sinflarga nisbatan turi jihatdan kam bo'lsa-da, kengroq tarqalgan. Sinf vakillari 397 katakda qayd etilib, umumiy kataklarning 68,33% ni tashkil qiladi. Gerbariy namunalarining taqsimlanishi: 1–9 ta namuna 344 katakda, 10–19 ta namuna 36 katakda, 20–31 ta namuna 12 katakda. Eng yuqori konsentratsiya 32–40 ta namuna bilan 5 katakda kuzatilgan (6-rasm).



6-rasm. Golarctik areal sinfi (collection density)

Plyuriregional areal sinfi. 81 tur (4,45%)ni o'z ichiga oladi va terofit (36) hamda gemikriptofit (32) turlarning ko'pligi bilan ajralib turadi. Ushbu sinfga *Amaranthaceae* (*Oxybasis glauc*), *Asteraceae* (*Erigeron canadensis*, *Sonchus arvensis*, *Taraxacum officinale*), *Convolvulaceae* (*Calystegia sepium*, *C. pseudocantabrica*), *Fabaceae* (*Trifolium fragiferum*, *T. pratense*), *Liliaceae* (*Gagea circumplexa*, *G. lowariensis*, *G. minima*), *Poaceae* (*Agrostis gigantea*, *A. stolonifera*, *Imperata cylindrica*, *Poa annua*, *Taeniatherum caput-medusae*), *Typhaceae* (*Typha angustifolia*) vakillari kiradi.

Sinf vakillari asosan tekislik va tog'oldi zonalarida tarqaladi. Plyuriregional areal sinfi gerbariy namunalarining eng kam tarqalgan sinfi bo'lib, 409 katakni qamrab oladi. Taqsimlanishi: 1–9 ta namuna 281 katakda, 10–19 ta namuna 93 katakda, 20–56 ta namuna 34 katakda, 57–106 ta namuna esa bitta katakda (V198) joylashgan (7-rasm).



7-rasm. Plyuriregional areal sinfi (collection density)

Xulosa. Janubi-g'arbiy Hisor (Surxondaryo qismi) florasida 1821 ta yuksak o'simlik turini o'z ichiga oladi va uning areal tarkibi 7 ta asosiy sinfga bo'linadi. Turlar xilmaxilligiga ko'ra, Qadimiy O'rtayer dengizi (29,93 %) va Pomiroloy (20,15 %) areal sinflari yetakchilik qiladi, O'rta Osiyo (14,83 %) hamda Tog'li O'rta Osiyo (10,54 %) sinflari ham keng tarqalgan. Palearktik, Golarctik va Plyuriregional sinflar floradagi turli geografik elementlarning aralashuvini aks ettiradi.

Umuman, Janubi-g'arbiy Hisor florasida Shimoliy yarim sharning subtropik va mo'tadil mintaqalariga xos turlar ustunlik qiladi, bu holat hududning geologik tarixi, noyob geografik joylashuvi va iqlim sharoitlari bilan izohlanadi. Shu bilan birga, hudud endem va subendem turlarga boyligi bilan O'rta Osiyo tog' florasining asosiy xususiyatlarini namoyon etadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Achilova N.T. Surxon-Sherobod botanika-geografik rayoni florasida: Biol. fan.fals. dokt. (PhD) diss. – Qarshi, 2021.– 45 b.
2. Aromov T.B. Hisor davlat qo'riqxonasi florasida: Biol. fan. dokt. (DSc) diss.– Qarshi, 2023.–42 b.

3. Ibragimov A.J. Surxon davlat qo'riqxonasining florasi (Ko'hitang tizmasi). Biol. fan. fals. dokt. (PhD) diss. –Toshkent, 2010. – 25 b
4. Iragimov A.J., Atoyev, K.O. (2025). Janubi-g'arbiy Hisor (Surxondaryo qismi) florasida ma'lumotlarni davrlar kesimida to'planish dinamikasi. Conservation of Biological Diversity in Central Asia: Problems, Solutions and Prospects. Namangan 2025. (33-36 s)
5. Janubi-g'arbiy Hisor, Hisor-Darvoz va Panj oldi okruglari florasining to'r tizimli xaritalash: Surxondaryo viloyati qismi. Hisobot – 2024-yil. Botanika instituti.
6. Juramurodov, I., Uralov, R., Makhmudjanov, D., et al. (2025). Assessment of plant diversity in the Surkhan-Sherabad Region, Uzbekistan by grid mapping. Journal of Arid Land, 17(3), 394–410.
7. Kamelin, R.V. Florogeneticheskiy analiz estestvennoy flory gornoy Sredney Azii. – M., 1973. – 353 s.
8. Khassanov, F.O. Endemic plant species of south-western branches of Hissar range. Uzbek Biological Journal, 1991. – №2. – pp.41–45.
9. Khassanov, F.O. Kratkiy ocherk rastitel'nosti Kugitanga // Tez. dokl. yub. nauch. konf. molodykh uchenykh i spets.-tov. posv. 60-letiyu LKSM Uzb-na, 1985. (35–55 s)
10. Tajetdinova, D.M., Ibragimov, A.J., & Ortikov, E.A. (2024). Mapping of distribution of the species of Iris in Kuhitang botanical-geographical region (Uzbekistan). Iranian Journal of Botany, 30(2), 145–154.
11. Tojibayev, K.Sh., Yusupov, Z., Sennikov, A., Ibragimov, A., Ortikov, E., Asatulloev, T. (2025). Iris anvarbekii (Iridaceae), a new species of I. subg. Scorpis from the southern Pamir-Alay in Uzbekistan. Nordic Journal of Botany, 2025.
12. Tojibaev, K., Khassanov, F., Turginov, O., Akbarov, F., Pulatov, S., & Turdiboev, O. (2022). Endemic plant species richness of Surkhondaryo province, Uzbekistan. Plant Diversity of Central Asia, №1, pp.71–84.
13. Tojibaev, K.Sh., Beshko, N.Yu., Popov, V.A. (2016). Botaniko-geograficheskoe rayonirovanie Uzbekistana // Botanicheskiy zhurnal, 101(10), 1105–1132.
14. Turginov O.T. Boysun botanika-geografik rayonining florasi: Biol. fan. nomz. diss. avtoref. – Toshkent, 2016. –25 b.
15. Verkhovzina, A.V., Agafonov, V.A., Ageeva, A.M., Beshko, N.Yu., Ibragimov, A.J., et al. (2024). Findings to the flora of Russia and adjacent countries: New national and regional vascular plant records, 5.
16. <https://powo.science.kew.org/>
17. <https://www.gbif.org/ru/>

KITOB DAVLAT O'RMON XO'JALI DENDROFLORASI

Baysunov B.X.

Qarshi davlat universiteti botanika kafedrası mudiri, b.f.n., dotsent

b_baysunov@mail.ru

ORCID 0009-0003-9694-4355

Axmedova G.A.

Qarshi davlat universiteti magistrı

G'aybullayeva M.Sh.

Qarshi davlat universiteti magistri

UDK 630*27:581.9(575.144)

Annotatsiya. Ushbu maqolada global bioxilmaxillik qisqarishi sharoitida O'zbekistonning janubiy hududlari misolida Kitob davlat o'rmon xo'jaligi dendroflorasining taksonomik tarkibi va ekologik holati tahlil qilinadi.

2022–2025-yillar davomida olib borilgan dala tadqiqotlari va gerbariy namunalari asosida hududda 26 oilaga va 40 turkumga mansub bo'lgan 89 turdagi daraxt va butalar aniqlandi. Ishda o'rmonlarning iqlim o'zgarishiga moslashishdagi roli ko'rib chiqilgan, mintaqa dendroflorasining areologik tahlili keltirilgan, shuningdek, uning madaniy mevali va yong'oqli daraxt va butalarning yovvoyi ajdodlari genofondi sifatidagi ahamiyati yoritilgan.

Bundan tashqari, O'zbekiston va Markaziy Osiyo "Qizil kitob"iga kiritilgan noyob va relik turlarning (masalan, *Punica granatum*, *Ficus johannis*) tarqalish xususiyatlari tasvirlangan. Tadqiqot hududining taksonomik boyligi, noyob va endemik turlarning hamda madaniy daraxtlar yovvoyi ajdodlarining saqlanib qolganligi o'rmon xo'jaligining samarali tabiatni muhofaza qilish faoliyati bilan asoslangan.

Kalit so'zlar. Bioxilmaxillik, Kitob davlat o'rmon xo'jaligi, dendroflora, taksonomik tahlil, areologik tahlil, Qizil kitob, yovvoyi ajdodlar, endemik turlar, relik o'simliklar, Pomir-Oloy tog' tizmasi.

DENDROFLORA OF THE KITAB STATE FORESTRY

Abstract. This article analyzes the taxonomic composition and ecological status of the dendroflora of the Kitab State Forest Inventory in the context of the global decline of biodiversity, specifically focusing on the southern regions of Uzbekistan. Based on herbarium specimens and field observations conducted between 2022 and 2025, 89 species of trees and shrubs belonging to 26 families and 40 genera were identified in the area. The paper discusses the role of forests in adapting to climate change, provides an areological analysis of the local dendroflora, and highlights its significance as a gene pool for the wild ancestors of cultivated fruit and nut plants. Furthermore, the distribution characteristics of rare and relict species (e.g., *Punica granatum*, *Ficus johannis*) listed in the Red Data Book of Uzbekistan and Central Asia are described. The taxonomic richness of the study area, along with the preservation of numerous rare, endemic species and wild ancestors of cultivated woody plants, is attributed to the effective conservation activities of the forest inventory.

Keywords. Biodiversity, Kitab State Forest Inventory, dendroflora, taxonomic analysis, areal types, Red Data Book, wild ancestors, endemic species, relict plants, Pamir-Alay mountain range.

Kirish. Bugungi kunda bioxilmaxillikning global tanazzuli insoniyat oldidagi eng keskin ekologik muammo bo'lib turibdi. Yerdan foydalanishning o'zgarishi, biogeokimyoviy sikllarga antropogen ta'sirlar, invaziv turlarning tarqalishi, muvozanatsiz boshqaruv va tabiiy resurslardan nazoratsiz foydalanish tufayli global miqyosda keyingi 100 yil ichida deyarli barcha turlarning yarmi qirilib ketishi prognoz qilinmoqda [5, 6].

Bioxilmaxillikning kamayishi muqarrar ravishda ekotizimlardagi buzilishlarga olib keladi. Tabiatni muhofaza qilish xalqaro ittifoqi (IUCN) ma'lumotlariga ko'ra, quruqlikdagi bioxilmaxillikning taxminan 80% o'rmonlar tarkibida bo'lib, ular o'rmon muhitida ekotizimning murakkab funksiyalarini amalga oshiradi. Bioxilmaxillik o'rmonlarning barqarorligida asosiy rol o'ynaydi va shuning uchun global iqlim va atrof-muhit o'zgarishlariga moslashish strategiyalarining muhim elementiga aylanadi, hamda bir vaqtning o'zida turli ekotizim xizmatlarini taqdim etish kabi boshqaruv maqsadlariga erishish vositasi bo'lishi mumkin. Bu strategiya aralash yoshdagi o'rmonzorlarni yaratishdan boshlab, ekotizim darajasida va turli o'rmon tiplarini ko'p funksiyali boshqarishni rivojlantirish orqali landshaft darajasida amalga oshirilishi kerak. Turli turdagi o'rmonzorlarga ega o'rmon mozaikalari ekotizim xizmatlarini taqdim etishni maksimal darajaga yetkazish salohiyatiga ega [7].

O'rmonlarning qisqarishi ko'plab salbiy oqibatlariga, jumladan, bioxilmaxillikning yo'qolishiga, ekotizimlarning buzilishi natijasida ko'plab hayvonlar va o'simliklarning yashash joyi va oziq-ovqat manbalarining yo'qolishi, natijada populyatsiyasining kamayishiga yoki hatto qirilib ketishiga, shuningdek, u global miqyosda iqlim o'zgarishi, tuproq va suv sifatining buzilishiga olib kelmoqda. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) uchun tayyorlangan milliy hisobotlarga asoslangan "Jahon O'rmon Resurslarini Baholash – 2025" (Global Forest Resources Assessment 2025) ma'lumotlariga ko'ra, har yili dunyoda deyarli 11 million gektar o'rmon maydoni yo'qolmoqda. Jahon yovvoyi tabiat fondi (WWF) tahlillariga ko'ra, 1990-yildan 2016-yilgacha bo'lgan davrda dunyo taxminan 130 million gektardan ortiq o'rmonni yo'qotgan. O'rmonlarning yo'qolishi bioxilmaxillikka jiddiy ta'sir ko'rsatadi [15]. O'zbekistonda davlat o'rmon fondi yerlari 11,2 mln gektarni tashkil etib, shundan 3,26 mln gektarga yaqini o'rmonlar bilan qoplangan bo'lsa-da, bu hududlar mamlakat yovvoyi florasining eng muhim va boy qismini (ayniqsa daraxt, buta va dorivor o'simliklarni) o'z ichiga oladi. O'zbekistonning biologik xilmaxillik ko'rsatkichlari 27 000 dan ortiq turlarni qamrab oladi. O'zbekiston Respublikasi "Qizil kitob"ining oxirgi nashriga yuksak o'simliklarning 4300 dan ortiq yovvoyi turining 313 tasi (7%) kiritilgan [8].

O'rmonlarning bioxilmaxillikni saqlashdagi va iqlim o'zgarishining salbiy oqibatlarini kamaytirishdagi global ahamiyatini e'tiborga olgan holda respublikamiz prezidenti va hukumati tomonidan o'rmon fondini muhofaza qilish, ko'paytirish, undan oqilona foydalanish, uning moddiy-texnika bazasini modernizatsiya qilish, sohaga axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini keng joriy etish, sohasidagi ilmiy-tadqiqot ishlarini kuchaytirish, o'rmon bilan qoplangan hududlarni kengaytirish, cho'llanishga qarshi kurashish choralari takomillashtirish Fanlar akademiyasining ilmiy-tadqiqot institutlari va boshqa ilmiy muassasalar bilan hamkorlikni yo'lga qo'yish va qator vazifalar belgilab berilgan [1,2,3,4].

Shunga ko'ra, Qashqadaryo viloyati o'rmon hududida tabiiy holda o'suvchi daraxt va butalarning taksonomik tarkibi va ularning bugungi holati va ularni kelgusidagi muhofazasi bo'yicha keng qamrovli tadqiqotlar olib borish muhim ilmiy amaliy ahamiyatga ega.

Materiallar va usullar. Kitob o'rmon xo'jaligi hududida tarqalgan daraxt va butalar tarkibini aniqlashda yirik gerbariy fondlarida (TASH, MW, LE) saqlanayotgan namunalar, hamda 2022–2025- yillarda olib borilgan dastlabki dala tadqiqotlari davomida to'plangan ma'lumotlardan foydalanildi.

Daraxt va butalarni nomlashda powo.science.kew.org (Plants of the World Online, POWO 2024), www.ipni.org (International Plant Names Index), www.plantarium.ru kabi xalqaro elektron platformalardan foydalanildi [16, 17]. Daraxt va butalarning geografik tahlili L.S. Krasovskaya, I.G. Levichev (1986) va K.Sh. Tojibayev (2010) metodlari bo'yicha amalga osirildi [9,10]. Turlarning areal tiplarini aniqlashda O'zbekiston florasida, O'rta Osiyo o'simliklari aniqlagichi va boshqa bir qator ilmiy manbalardan foydalanildi [11, 12, 13].

Olingan natijalar va muhokama. Kitob o'rmon xo'jaligi Zarafshon tizmasining janubi-g'arbiy qismidagi tog'li mintaqalardagi bioxilmaxillikni saqlashga xizmat qiluvchi markazlaridan biridir. Uning umumiy maydoni 64450.4 ga. bo'lib shundan tabiiy o'rmon bilan qoplangan hududi 20627.8 ga. ni tashkil etadi.

O'rmon xo'jaligi hududi asosan tog'li va tog'oldi mintaqalardan iborat bo'lib, viloyat o'rmon xo'jaliklari orasida hududi jihatdan Dehqonobod o'rmon xo'jaligidan keyingi ikkinchi o'rinda turadi. Shuningdek, uning o'ziga xos geografik joylashuvi kamyob va reлект turlarni saqlanib qolishiga sabab bo'lgan. Bu turlarning ko'pchiligi O'zbekiston "Qizil kitob"iga kiritilgan bo'lib, o'z navbatida ularning muhofazasida o'rmonchilik faoliyatining samarali o'rni bor. Hududida ko'plab dorivor va ozuqabop o'simlik turlari saqlanadi. Ularning aksariyati faqat tog'-o'rmon hududlarida, inson ta'siri kam bo'lgan joylarda o'sadi.

Kitob o'rmonlari tog' yon bag'irlarida shakllangan o'ziga xos ekotizimlar bo'lib, ularning yashash muhiti faqat shu hududga xos turlarning rivojlanishiga imkon bergan. O'simliklarining tarqalishi hududdagi ekologik sharoitlarning o'ziga xosligi va mikroiqlimning xilmaxilligi bilan bog'liq. Aynan mana shunday murakkab sharoitlar noyob turlarning saqlanib qolishi uchun zamin yaratgan.

Dala tadqiqotlari mobaynida to'plangan ma'lumotlar, ilmiy manbalar hamda mavjud gerbariylar (TASH, MW, LE) fondidan foydalangan holda Kitob o'rmon xo'jaligi hududida tarqalgan daraxt va butalar taksonomik tarkibi 26 oila, 40 turkum va 89 turdan iborat ekanligi qayd qilindi. Xususan,

- Cupressaceae Gray. (1/2): *Juniperus* L. (2).
- Ephedraceae Dumort. (1/5): *Ephedra* Tourn. ex L. (5).
- Berberidaceae Juss. (1/2): *Berberis* L. (2).
- Ranunculaceae Juss. (1/1): *Clematis* L. (1).
- Zygophyllaceae R.Br. (1/1): *Zygophyllum* L. (1).
- Fabaceae Lindl. (2/8): *Astragalus* L. (7); *Colutea* L. (1).
- Rosaceae Juss. (10/33): *Argentina* Hill (1); *Cotoneaster* Medik. (4); *Crataegus* L. (4); *Hedlundia* Sennikov & Kurtto (2); *Malus* Mill. (1); *Prunus* L. (7); *Pyrus* L. (4); *Rosa* L. (7); *Rubus* L. (2); *Spiraea* L. (1).
- Elaeagnaceae Juss. (2/2): *Elaeagnus* Tourn. ex L. (1); *Hippophae* L. (1).
- Rhamnaceae Juss. (1/4): *Rhamnus* L. (2); *Sageretia* Brongn. (1); *Zizyphus* Mill. (1).
- Platanaceae T. Lestib. (1/1): *Platanus* L. (1).
- Ulmaceae Mirb. (1/2): *Ulmus* L. (2).
- Cannabaceae Martinov (1/1): *Celtis* L. (1).
- Juglandaceae DC. ex Perleb (1/1): *Juglans* L. (1).
- Celastraceae R.Br. (1/1): *Euonymus* L. (1).
- Salicaceae Mirb. (2/7): *Populus* L. (3); *Salix* L. (4).
- Anacardiaceae R.Br. (1/1): *Pistacia* L. (1).
- Sapindaceae Juss. (1/3): *Acer* L. (3).
- Tamaricaceae Link (2/3). *Myricaria* Desv. (1); *Tamarix* L. (2).
- Polygonaceae Juss. (1/2): *Atraphaxis* L. (2);

Asteraceae Bercht. & J.Presl (1/1): *Lepidolopha* C.Winkl. (1).

Caprifoliaceae Juss. (1/3): *Lonicera* L. (3).

Oleaceae Hoffmanns. & Link (1/1): *Fraxinus* Tourn. ex L. (1).

Moraceae Gaudich (2/2): *Morus* L (1); *Ficus* L (1)..

Vitaceae Juss. (1/1): *Vitis* L (1).

Lythraceae (1/1): *Punica granatum* L. (1).

Grossulariaceae (1/1) *Ribes* L. (1).

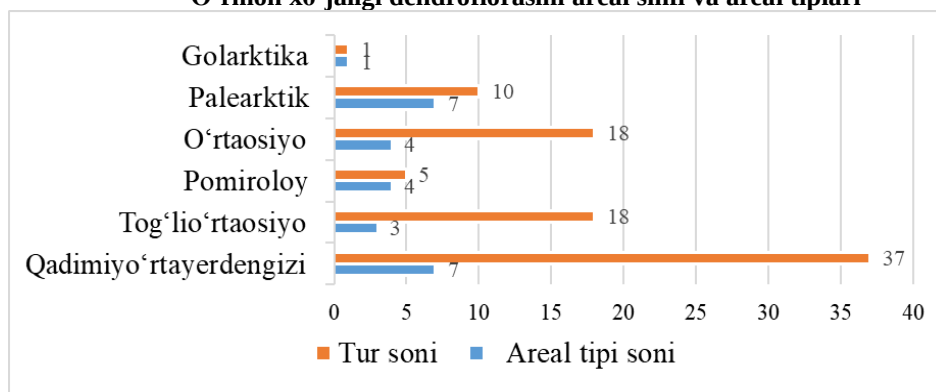
O'zbekiston Qizil kitobga kirgan *Vitis vinifera* L., *Ziziphus jujuba* Mill., *Punica granatum* L., *Platanus orientalis* L. hamda *Pistacia vera* L., *Amygdalus bucharica* Korsh., *Armeniaca vulgaris* Lam., *Malus sieversii* (Ledeb.), *Pyrus korshinskyi* Litv., *Fraxinus sogdiana* Bunge., *Juglans regia* L., *Juniperus seravshanica* Kom., *Celtis caucasica* Willd., *Sorbus persica* Hedl., *Tamarix androssowii* Litv. *Ribes janczewskii* Pojark. kabi O'rta Osiyo Qizil kitobiga kirgan daraxt va butalarni mavjudligi hudud dendroflorasining noyob, endemik va relikt turlarga boy ekanligini, ekologik xilmaxillik markazi sifatida alohida muhofaza va ilmiy tadqiqot ahamiyatiga ega ekanligidan dalolat beradi.

O'rmon xo'jaligi dendroflorasi tarkibida mavjud *Ficus johannis* subsp. *Afghanistanica*, *Punica granatum* L. *Vitis vinifera* L. kabi relikt turlar o'zining asosiy tarqalish hududida yuqori haroratni talab qiluvchi subtropik o'simliklar hisoblanadi. Ushbu turlar tog'larning janubiy ekspozitsiyasidagi yon bag'irlarda sovuqdan zararlanishi kam bo'lgan va yozda juda issiq, alohida mikroiklimga ega bo'lgan sharoitlarda saqlanib qolgan. Bu esa Kitob hududi florasi Janubiy va Janubi-g'arbiy Osiyo (Afg'oniston, Eron, O'rta Yer dengizi) floristik elementlarining kirib kelishi ta'sirida shakllanganligini ko'rsatadi.

Tadqiqot hududi dendroflorasi 6 ta areal sinfi va 26 areal tipiga mansub bo'lib, areal sinflari bo'yicha tahlil qilganimizda aksariyat turlar Qadimiyo'rtayerdengizi (37 tur), keyingi o'rinlarda esa Tog'lio'rtaosiyo (18 tur) va O'rtaosiyo (18 tur) areal sinfiga xosligini ko'rsatdi. Shuningdek, Qadimiyo'rtayerdengizi va Palearktik areal sinflariga xos turlar 7 ta dan areal tipiga mansubligi qayd qilindi.

1-jadval

O'rmon xo'jaligi dendroflorasini areal sinfi va areal tiplari



Mazkur hudud faqat baland tog' o'simliklaridan emas, balki issiqsevar adir-pastki tog' poyasi florasidan ham iboratligini hamda bu turlarning nafaqat qadimiy qishloq xo'jaligi ekinlarining yovvoyi ajdodlari sifatida noyob genetik rezerv sifatida, balki noyob va endemik o'simlik turlarining saqlanib qolishida muhim ahamiyatga ega ekanligini ko'rsatadi.

O'zbekistonda 102 avlod va 24 oilaga mansub madaniy o'simliklarning 202 ta yovvoyi ajdodlari aniqlangan. Bu esa Markaziy Osiyo hududi madaniy mevali (o'rik, gilos, olma, nok) va yong'oqli (pista, bodom, yong'oq) daraxtlarning dunyodagi kelib chiqish markazi ekanligidan dalolat beradi. Shuningdek, Markaziy Osiyo mintaqasida madaniy o'simliklarning yovvoyi ajdodlari sifatida aniqlangan turlarning 65% dan ortig'i respublikamiz florasiga mansubdir [14].

Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, Kitob o'rmon xo'jaligi hududida mevali va yong'oqli madaniy daraxt va butalar yovvoyi ajdodlarining 10 oila, 16 turkumga mansub 30 dan ortiq turi o'sishi qayd qilindi. Unga ko'ra Rosaceae Juss. oilasi vakillari 8 turkum, 19 ta tur bilan yetakchilik qiladi (jadval)

**Kitob o‘rmon xo‘jaligi hududida yovvoyi holda o‘sovchi
mevali daraxt va butalar**

№	Тип номн	Тип номн
1.	<i>Crataegus pontica</i> C. Koch	<i>Rosa canina</i> L.
2.	<i>Cr. turkestanica</i> Pojark.	<i>Rubus caesius</i> L.
3.	<i>Cr. songarica</i> C. Koch	<i>R. idaeus</i> L.
4.	<i>Cr. chlorocarpa</i> Lenné & K.Koch	<i>Berberis nummularia</i> Bunge
5.	<i>Malus domestica</i> (Suckow) Borkh.	<i>B. integerrima</i> Bunge
6.	<i>Prunus armeniaca</i> L.	<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.
7.	<i>Pr. bucharica</i> (Korsh.) Hand.-Mazz.	<i>Rhamnus cathartica</i> L.
8.	<i>Pr. cerasifera</i> Ehrh.	<i>Rh. songorica</i> Gontsch.
9.	<i>Pr. spinosissima</i> (Bunge) Franch.	<i>Zizyphus jujuba</i> Mill.
10.	<i>Pr. erythrocarpa</i> (Nevski) Richter	<i>Pistacia vera</i> L.
11.	<i>Pr. verrucosa</i> Franch.	<i>Juglans regia</i> L.
12.	<i>Pr. mahaleb</i> L.	<i>Vitis vinifera</i> L.
13.	<i>Pyrus communis</i> L.	<i>Ficus johannis</i> subsp. <i>afghanistanica</i> (Warb.) Browicz
14.	<i>P. korshinskyi</i> Litv	<i>Punica granatum</i> L.
15.	<i>P. regelii</i> Rehd	<i>Ribes janczewskii</i> Pojark
16.	<i>P. turkomanica</i> Maleev	

O‘rmon xo‘jaligi hududidida *Juniperus seravschanica* asosiy o‘rmon hosil qiluvchi tur hisoblanadi, ushbu tur tog‘ o‘rmonlarining asosiy qismini (qariyb 70%) tashkil etadi. Qolgan dominant turlar *Prunus* L. (asosan *Prunus bucharica*), *Acer* L., *Platanus* L., *Lonicera* L., *Crataegus* L., *Cotoneaster* Medik., *Rosa* L. turkumi vakillariga to‘g‘ri keladi

Xulosa. Kitob o‘rmon xo‘jaligi dendroflorasi 26 oilaga va 40 turkumga mansub bo‘lgan 89 turdagi daraxt va butalardan tarkib topganligi, dendroflora tarkibini areologik tahlili hududning uzoq vaqt davomida shakllangan o‘ziga xos tabiiy-geografik sharoitga ega ekanligini ko‘rsatadi. Shuningdek, dendroflora tarkibidagi kamyob, endem turlar hamda mevali va yong‘oqli madaniy daraxt va butalarning yovvoyi ajdodlarini ko‘plab vakillarini saqlanib qolganligi O‘rmon xo‘jaligining muhofaza faoliyati bilan izohlanadi.

Kitob o‘rmon xo‘jaligi hududidagi tabiiy o‘rmon hosil qiluvchi dominant turlar va floristik tarkib Pomir-Oloy tog‘ tizimiga xos bo‘lib, ekologik jihatdan issiq va quruq iqlimga moslashgan. Bu esa dendrofloraning aksariyat vakillari Qadimiyo‘rtayerdengizi tipidagi floraga xosligi asosan iqlim va tarixiy geologik jarayon bilan bog‘liqligini ko‘rsatadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2019-yil 11-iyundagi “2019–2028-yillar davrida O‘zbekiston Respublikasida biologik xilmaxillikni saqlash strategiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi 484-sonli qarori // Qonun hujjatlari ma’lumotlari milliy bazasi, 12.06.2019-y., 09/19/484/3269-son.
2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 23-avgustdagi “Respublikada o‘rmonlardan foydalanish samaradorligini oshirishga doir qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi PQ-4424-sonli qarori // Qonun hujjatlari ma’lumotlari milliy bazasi, 24.08.2019-y., 07/19/4424/3631-son.
3. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 6-oktyabrda “O‘zbekiston Respublikasida o‘rmon xo‘jaligi tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi PQ-4850-sonli qarori // Qonun hujjatlari ma’lumotlari milliy bazasi, 07.10.2020-y., 07/20/4850/1352-son.
4. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2025-yil 30-maydagi “O‘rmon va yashil hududlarni ko‘paytirish, cho‘llanishga qarshi kurashish agentligi faoliyatini tashkil etish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PQ-197-son qarori // Qonun hujjatlari ma’lumotlari milliy bazasi, 2025-y.
5. Louman B., Cifuentes M., Chacón M., REDD+, RFM, Development, and Carbon Markets, Forests, 2011, Vol. 2, No 1, pp. 357-372.
6. Rampino M.R., Shen S.Z., The end-Guadalupean (259.8 Ma) biodiversity crisis: the sixth major mass extinction, Historical Biology, 2019, pp. 1-7.
7. Korotkov V.N., Osnovnye koncepcii i metody vosstanovleniya prirodnih lesov Vostochnoj Evropy (Basic concepts and methods of restoration of natural forests in Eastern Europe), Russian Journal of Ecosystem Ecology, 2017, Vol. 2, No 1, DOI:10.21685/2500-0578-2017-1-1.
8. Nowak et al.. Red List of vascular plants of Tajikistan – the core area of the Mountains of central Asia global biodiversity hotspot. Scientific RepoRtS 2020. 10 p. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-63333-9>.

9. Красовская Л.С., Левичев И.Г. Флора Чаткальского заповедника.–Ташкент: Фан, 1986. – 173 с.
10. Тожибаев К.Ш. Флора Юго-Западного Тянь-Шаня (в пределах республики Узбекистан): Дисс. ... докт. биол. наук. – Ташкент, 2010. – 271 с.
11. Определитель растений Средней Азии. В 11 т. –Ташкент: Фан, 1963-2015.
12. Сенников А.Н. (ред.) 2019. Флора Узбекистана, т. 3. Ташкент: Маънавият, 201 с.
13. Камелин Р.В. Флорогенетический анализ естественной флоры горной Средней Азии. – Л.: Наука, 1973. – 356 с.
14. Abduraimov et al. Floristic diversity and economic importance of cultivated plants in Uzbekistan. BIODIVERSITAS. 2023. 24, 3: 1668–1675.
15. <https://www.globallandscapesforum.org/publication/global-forest-resources-assessment-2025/>
16. International Plant Names Index. Retrieved Jul. 6, 2021, available from <https://www.ipni.org>.

SHARQIY OSIYO FLORISTIK VILOYATIDAN QASHQADARYO VOHASI SHAROITIGA DARAXT VA BUTALAR INTRODUKSIYASI NATIJALARI

D.T. Xo‘jayev

Qarshi davlat universiteti tayanch doktoranti

²Turon universiteti o‘qituvchisi

xujayevdilshod75@gmail.com

L.H. Yoziyev

Turon universiteti rektori

yoziyevl@mail.ru

Sh.A. Samatova

Qarshi davlat universiteti professori

canna_luiza@mail.ru

Annotatsiya. Maqolada Sharqiy Osiyo floristik viloyatidan Qashqadaryo vohasi (Qarshi va Shahrisabz shaharlari) sharoitiga introduksiya qilingan daraxt va butalarning introduksion baholash natijalari keltirilgan. Tadqiqotda introdutsentlarning istiqbolliligini baholashda Janubiy O‘zbekiston sharoiti uchun L.H. Yoziyev (2020) tomonidan taklif etilgan 100 ballik metodikadan foydalanilgan. Ilk bor o‘simliklarning yangi sharoitga moslashish imkoniyatlari floristik provinsiylar kesimida tahlil qilindi. Sharqiy Osiyo floristik viloyatidan Qarshi shahriga 32 tur va navdagi daraxt hamda butalar introduksiya qilingan bo‘lib, bu daraxt va butalardan 31 foizi o‘ta istiqbolli, 34 foizi istiqbolli, 22 foizi kam istiqbolli, 12 foizi istiqbolsiz turlar ekanligi aniqlandi. Shahrisabz shahriga esa 27 tur va navdagi daraxt hamda butalar introduksiya qilingan bo‘lib, 30 foizi o‘ta istiqbolli, 55 foizi istiqbolli, 15 foizi kam istiqbolli turlar guruhiga kiradi. Istiqbolsiz turlar mavjud emasligi sababli, o‘rganilgan barcha tur va navlarni Shahrisabz shahri bo‘ylab keng ko‘lamda ko‘kalamzorlashtirish uchun tavsiya etish mumkin.

Tayanch so‘zlar: introduksiya, Sharqiy Osiyo, Qashqadaryo vohasi, floristik viloyat, floristik provinsiya, o‘ta istiqbolli, istiqbolsiz, daraxtlar, butalar.

RESULTS OF THE INTRODUCTION OF TREES AND SHRUBS FROM THE EAST ASIAN FLORISTIC REGION TO THE CONDITIONS OF THE KASHQADARYO OASIS

Abstract. This article presents the findings of an introduction assessment conducted on tree and shrub species introduced from the East Asian floristic province to the specific environmental conditions of the Kashkadarya oasis, namely the cities of Karshi and Shakhrisabz. The research utilized a 100-point evaluation methodology developed by L.H. Yoziyev (2020) specifically for the climate of Southern Uzbekistan. For the first time, the adaptive capacity of these plants was analyzed through the lens of their floristic provincial origins. In Karshi, out of 32 introduced species and varieties, 31% were identified as highly promising, 34% as promising, 22% as less promising, and 12% as unpromising. Conversely, in Shakhrisabz, among the 27 introduced species and varieties, 30% were classified as highly promising, 55% as promising, and 15% as less promising. Given the complete absence of unpromising species in Shakhrisabz, all evaluated taxa are recommended for extensive use in the city’s urban landscaping and greening initiatives.

Keywords: Introduction, East Asia, Kashkadarya oasis, floristic region, floristic province, highly promising, unpromising, trees, shrubs.

Kirish. Sharqiy Osiyo floristik viloyati – Golarctica floristik qirolligining eng boy va

endemizm darajasi yuqori bo'lgan markazlaridan biri bo'lib, u shimolda Primore va Janubiy Saxalindan boshlanib, janubda Tayvan oroli, Shimoliy Vyetnam va Shimoliy Birmaning tog'li hududlarigacha, sharqda Shikotan orolidan g'arbda Katta Xingan va Sharqiy Himolay tog'larigacha cho'zilgan ulkan hududni qamrab oladi. Y.V. Vulf (1944) ta'rifiga ko'ra, turlar xilmaxilligi bo'yicha dunyoda yetakchi o'rinlardan birini egallovchi ushbu o'lka mo'tadil flora kelib chiqishi va tarqalishining asosiy markazi sanaladi[1]. Viloyat florasini kontinental va Tinch okeani musson iqlimlarining o'zaro murakkab ta'siri ostida shakllangan[2].

Sharqiy Osiyo iqlimi kaynozoy davri davomida sezilarli va keskin o'zgarishlarga uchramagan, shuning uchun organik dunyoning shakllanish sharoitlari ham o'zgarmasdan qolgan. Shu munosabat bilan, Sharqiy Osiyo florasini va faunasi uchun qadimiy ildizlar, turlarning boyligi hamda butun hudud bo'ylab mo'tadil, subtropik va hatto tropik elementlarning aralashuvi xosdir[3].

Ko'p yillar davomida Xitoy yopiq mamlakat bo'lgan. Dastlab u yerga faqat missionerlar kelishgan bo'lib, ular ma'rifatparvarlik faoliyati bilan bir qatorda o'simliklar dunyosini (florasini) o'rganish bilan ham shug'ullanganlar[4,5].

16–18-asrlar davomida ko'plab yirik yevropalik tadqiqotchilar, tabiatshunoslar va o'simliklar dunyosiga qiziqqan botaniklarni Sharqiy Osiyo o'ziga rom etgan. Xitoy bog'lariga hamda Sharqiy Osiyo o'simliklariga bo'lgan qiziqish Xitoy va Yaponiya o'simliklarining Angliya bog' va parklariga kirib kelishiga xizmat qildi. Tabiatshunos Robert Forchun 15 yil davomida Angliya bog'lari uchun Xitoy o'simliklarining urug'larini yuborib turgan[6,7].

So'nggi bir necha yil ichida Qarshi shahrining madaniy florasini 38 taga, Shahrisabz shahrida esa 41 turga ko'paygan[8]. Yangi sharoitda ushbu daraxt va butalarning istiqbolliligini aniqlash maqsadida tabiiy floristik viloyatlari va floristik provinsiyalarini o'rganish dolzarb ahamiyat kasb etmoqda. Introdutsentlar orasida Sharqiy Osiyo floristik viloyatidan keltirilgan o'simliklar salmog'i katta bo'lib, Qarshi shahrida 32 ta, Shahrisabz shahrida esa 27 ta tur va navdagi daraxt hamda butani o'z ichiga oladi.

Sharqiy Osiyo bir necha iqlim zonalarini (mo'tadil, subtropik va tropik) o'z ichiga oladi. O'simlikni shunchaki "Sharqiy Osiyodan keltirilgan" deb emas, balki aynan qaysi provinsiya (masalan, Yapon-Koreya, Shimoliy Xitoy yoki Markaziy Xitoy provinsiyasi) sharoitidan olinganini tahlil qilish, uning yangi sharoitga moslashish imkoniyatlarini bashorat qilish imkonini beradi.

Provinsiyalar miqyosidagi baholash natijasida qaysi provinsiya bizning iqlimimiz uchun "introduksion manba" bo'la olishini aniqlaymiz. Bu esa kelajakda muhim manzarali o'simliklarni qidirib topishda vaqt va mablag'ni tejash, seleksiya ishlarini maqsadli yo'naltirish hamda biologik va ekologik moslashuv qonuniyatlarini chuqur o'rganishning kalitidir. Shu sababdan Sharqiy Osiyo floristik viloyatidan keltirilgan o'simliklarni yangi sharoitda istiqbolliligini provinsiya bo'yicha baholash muhim amaliy ahamiyatga ega.

Tadqiqot metodologiyasi. Tadqiqot 2022–2025-yillar davomida Qashqadaryo vohasining Qarshi va Shahrisabz shaharlarida olib borildi. Tajriba maydonlari sifatida urbanizatsiyalashgan hududlar: parklar, xiyobonlar, yo'l yoqalari va obodonlashtirish ishlari olib borilgan yangi yashash massivlari tanlab olindi.

O'simliklarning floristik tahlili A.L. Taxtadjyanning (1973) floristik klassifikatsiyasiga ko'ra amalga oshirildi[2]. Qarshi va Shahrisabz sharoitida introduksiya qilingan daraxt va butalarni, introduksion baholashda Janubiy O'zbekiston sharoiti uchun L.H. Yoziyev tomonidan taklif etilgan metodikadan foydalanildi. 100 ballik shkala asosida introdutsentlarning issiqqa bardoshi, reproduktiv qobiliyati, sovuqqa bardoshi, o'sish ko'rsatkichlari, umrboqiyliigi, tabiiy shaklini saqlab qolishi va zararkunandalarga bardoshi aniqlanib, o'ta istiqbolli (86-100 ball), istiqbolli (71-85 ball), kam istiqbolli (56-70 ball), istiqbolsiz (41-55 ball) guruhlariga ajratildi[9].

Introdutsentlarning yozgi jazirama va atmosfera havosining o'ta quruqligiga hamda qishki sovuq haroratga bo'lgan bardoshliligi vizual tahlillar asosida o'rganildi. Bunda yirik urug'larning to'qligi ularning tashqi morfologik belgilari – po'stlog'ining rangi, hajmi va qattiqligini qo'l bilan paypaslash usulda tekshirish orqali, mayda urug'larning sifati esa suvga cho'ktirish (gidrostatik usul) yordamida baholandi[10].

O'simliklarning gabitusi (tashqi qiyofasi) barqarorligini baholash uchun ularning bo'yi, shox-shabbasining diametri va barg morfologiyasi kabi xususiyatlari tabiiy populyatsiyalardagi namunalarga taqqoslandi. Mazkur ko'rsatkichlarda sezilarli farqlar kuzatilgan holatlarda, turning tabiiy o'sish shakli o'zgargan, deb xulosa qilindi[11].

Natijalar va muhokama. Qashqadaryo vohasi O'zbekiston Respublikasining janubiy qismida joylashgan bo'lib, o'zining murakkab tabiiy-geografik tuzilishi, kontinental iqlimi va boy bioxilmaxilligi bilan ajralib turadi. Viloyat hududi, asosan, Qashqadaryo botig'ini o'z ichiga olgan bo'lib, shimol, sharq va janubi-sharqdan Zarafshon hamda Hisor tizma tog'lari bilan o'ralgan. Tog'lar bilan tekisliklar orasida adirlar joylashgan bo'lsa, g'arbiy qismi Qarshi cho'li bilan tutashgan. Iqlimi keskin kontinental bo'lib, yozi uzoq va quruq, qish esa nisbatan yumshoq (ba'zi yillari anomal sovuq). Yillik yog'in miqdori tekisliklarda 290–300 mm, adirlarda 520–550 mm, tog'larda esa 550–650 mm ni tashkil qiladi[8]. Ushbu xilma-xil tabiiy sharoitlar voha hududida turli manzarali o'simlik turlarini introduksiya qilish, ularning ekologik sharoitlarga moslashuvchanligini o'rganish uchun qulay imkoniyat yaratadi.

Sharqiy Osiyo floristik viloyati turlarining aksariyati issiqsevar (termofit) xarakterga ega bo'lganligi sababli, Qashqadaryo vohasining issiq iqlimiga yaxshi moslashadi. Biroq ularning mezofit tabiatini inobatga olgan holda, introduksiya jarayonida ayrim turlarni muntazam sug'orish va yarim soya joylarga ekish muvaffaqiyatli iqlimlashuvning asosiy omili sanaladi.

Sharqiy Osiyo floristik viloyati o'zining tur va endemizmga boyligi bilan ajralib turuvchi 13 ta alohida provinsiyani (*Manchjuriya, Saxalin-Xokkaydo, Yapon-Koreya, Volcano-Bonin, Ryukyu, Tayvan, Shimoliy Xitoy, Markaziy Xitoy, Janubiy-Sharqiy Xitoy, Sikano–Yunnan, Shimoliy Birma, Sharqiy Himalay va Kxasi–Manipur*) o'z ichiga oladi[2]. Ushbu ulkan hududiy xilmaxillik orasidan Qashqadaryo vohasi sharoitida introduksiya qilingan daraxt va butalarning asosiy qismi quyidagi beshta provinsiya hissasiga to'g'ri keladi: *Shimoliy Xitoy, Markaziy Xitoy, Yapon-Koreya, Sikano–Yunnan va Manchjuriya*.

Shimoliy Xitoy floristik provinsiyasi – g'arbda Lyossli platoni, markazda Buyuk Xitoy tekisligining unumdor vodiylarini hamda shimolda Shandun tog'larini qamrab oladi. Vegetatsiyasi odatda barg to'kuvchi o'rmonlar, aralash butazorlar va dasht elementlari bilan tavsiflanadi. Iqlimi kontinental – qishda sovuq, yozda esa issiq va quruq. Ushbu provinsiyadan Qarshi shahriga 10 tur va navdagi daraxt hamda butalar introduksiya qilingan bo'lib, o'rtacha istiqbollilik darajasi 89 ballni tashkil qiladi. Ularning 7 tasi o'ta istiqbolli, 2 tasi istiqbolli, 1 tasi esa kam istiqbolli turlar guruhiga kiradi (1-jadval). Shahrisabz shahriga esa 7 tur va navdagi daraxt hamda butalar introduksiya qilingan bo'lib, o'rtacha istiqbollilik darajasi 93,5 ballni tashkil qiladi. Shundan 6 tasi o'ta istiqbolli, 1 tasi istiqbolli turlar guruhiga kiradi (2-jadval).

Yapon-Koreya provinsiyasi – Sharqiy Osiyo viloyatining okeanik hududlarini o'zida jamlab, u Yaponiya arxipelagining markaziy va janubiy orollarini, butun Koreya yarimorolini hamda Xitoyning okeanga tutash shimoli-sharqiy qirg'oqbo'yi hududlarini (Shandun va Lyaodun yarimorollari) qamrab oladi. Bu hudud o'simliklarining umumiy genetik tomiri ularning uzoq vaqt davomida nam musson iqlimi sharoitida shakllanganligi bilan izohlanadi. Bu yerda o'rmonlar doimiy yashil va barg to'kuvchi turlar aralashmasidan iborat. Ushbu provinsiyadan Qarshi shahriga 16 tur va navdagi daraxt hamda butalar keltirilgan. O'rtacha istiqbolliligi 79,7 ballni tashkil qildi. Bu o'simliklardan 5 tasi o'ta istiqbolli, 6 tasi istiqbolli, 5

tasi kam istiqbolli turlar guruhiga kiradi (1-jadval).

Koelreuteria paniculata, *Sophora japonica*, *Broussonetia papyrifera* kabi o'ta istiqbolli turlar Qarshi shahrining qurg'oqchil va issiq iqlimidan zararlanish holatlari kuzatilmadi. *Weigela florida* 'Styriaca', *W. florida* 'Rosea', *Berberis thunbergii* 'Atropurpurea', *Chaenomeles japonica* navlari yozgi jazirama hamda atmosfera qurg'oqchiligi ta'sirida novdalari o'sishdan to'xtab, barglarida kuyish va turgorlik yo'qolishi kuzatildi. Shu sababli kam istiqbolli turlar guruhiga kiritildi.

Shahrisabz shahriga bu provinsiyadan 12 ta tur va navdagi daraxt hamda butalar keltirilgan. O'rtacha istiqbolliligi 85 ballni tashkil qildi. Bu introdutsentlardan 4 tasi o'ta istiqbolli, 8 tasi istiqbolli turlar guruhiga kiradi (2-jadval). Kam istiqbolli va istiqbolsiz turlar kuzatilmadi. *Magnolia stellata*, *Berberis thunbergii*, *Chaenomeles japonica*, kabi turlar Shahrisabz shahri sharoitiga juda tez moslashdi hozirda barq urib o'sib, gullab, meva va urug' hosil qilmoqda.

Markaziy Xitoy provinsiyasi — o'zining o'rta balandlikdagi tog' tizmalari va keng daryo vodiylari bilan tavsiflanadi. Bu hudud subtropik musson iqlimi, yuqori harorat balansi va yog'ingarchilikning mo'lligi bilan ajralib turadi. Bu esa uchlamchi davr relikt (masalan, *Metasequoia glyptostroboides* Hu yet Cheng) florasining bugungi kungacha saqlanib qolishiga imkon bergan[2]. Qarshi shahriga bu provinsiyadan 16 tur va navdagi daraxt va butalar introduksiya qilingan bo'lib, o'rtacha istiqbolliligi 69,8 ballni tashkil qildi. Shundan 3 tasi o'ta istiqbolli, 4 tasi istiqbolli, 5 tasi kam istiqbolli, 4 tasi istiqbolsiz turlar guruhiga kiradi (1-jadval). *Pyracantha crenulata*, *Pyrus calleryana* 'chanticleer' tur va navlari ilk bor 2016-yilda Qashqadaryo vohasiga introduksiya qilinishiga qaramasdan qisqa vaqt ichida voqa sharoitiga juda yaxshi moslashdi. Hozirda ushbu o'simliklar bo'liq gullab, meva va sifatli urug' hosil qilmoqda. *Buddleja davidii* turining 'Border Beauty', 'Empire Blue', 'Pink Delight' va 'White Profusion' navlari Qarshi shahri sharoitida yozgi jazirama tas'iriga chidamsiz ekanligini ko'rsatdi. Issiq harorat natijasida o'simlik barglari va uchki novdalarida turgor bosimi pasayishi, barg chetlarining kuyishi hamda to'kilishi kuzatildi. Shu bilan birga, ushbu navlar o'ziga xos davomli va qiyg'os gullash xususiyatini namoyon eta olmadi. Shu sababli, ular mazkur hudud uchun istiqbolsiz turlar guruhiga kiritildi.

Ushbu provinsiyadan Shahrisabz shahriga 14 ta tur va navdagi daraxt hamda butalar keltirilgan. O'rtacha istiqbolliligi 78 ballni tashkil qildi. Bu introdutsentlardan 2 tasi o'ta istiqbolli, 8 tasi istiqbolli, 4 tasi kam istiqbolli turlar guruhiga kiradi (2-jadval). *Rosaceae* oilasiga mansub *Chaenomeles japonica* va *Chaenomeles speciosa* 'Nivalis' tur va navlari 2014-2016-yillarda Shahrisabz shahri sharoitiga introduksiya qilinganligiga qaramasdan, yuqori darajadagi moslashuvchanlik xususiyatini namoyon etdi. Hozirgi kunda mazkur turlarning to'liq iqlimlashgani kuzatilib, ular barqaror gullash, meva tugish hamda unuvchan urug' hosil qilish bosqichiga o'tdi. Landshaft dizaynida alohida o'rin tutadigan turlardan biri bo'lgan *Magnolia liliiflora* 'Nigra' navi ham aynan shu provinsiyadan introduksiya qilingan, hozirda gullab meva hosil qilishni boshladi, lekin urug'larining sifati past.

Sikano-Yunnan provinsiyasi – asosan G'arbiy Sichuan va Yunnan tog'li hududlarini qamrab oladi. Ushbu hudud o'zining nam subtropik musson iqlimi hamda balandlik mintaqalari bo'ylab o'simliklar olamining boy xilmaxilligi bilan xarakterlanadi. Ushbu provinsiyadan Qarshi shahriga 9 tur va navdagi daraxt hamda butalar introduksiya qilingan. O'rtacha istiqbolliligi 80,3 ballni tashkil qildi. Ularning 2 tasi o'ta istiqbolli, 7 tasi istiqbolli turlar guruhiga kirdi (1-jadval). Kam istiqbolli va istiqbolsiz turlar kuzatilmadi. *Hibiscus syriacus* turi Qarshi shahri sharoitiga ancha avval introduksiya qilinganligi sababli, hozirda to'liq iqlimlashgan hisoblanadi. Mazkur turning 'Ardens', 'Red Heart', 'Reverend W. Smith' va 'Woodbridge' navlari yaqin yillarda introduksiya qilingan bo'lib, ularda adaptatsiya jarayonlari hali davom etmoqda. Buni ushbu navlarning urug' unuvchanligi pastligi bilan

izohlash mumkin. Shahrisabz shahriga bu provinsiyadan 6 ta tur va navdagi daraxt hamda butalar keltirilgan. Oʻrtacha istiqbolliligi 82,1 ballni tashkil qildi. Bu introdutsentlardan 1 tasi oʻta istiqbolli, 5 tasi istiqbolli turlar guruhiga kiradi (2-jadval).

1-jadval

Sharqiy-Osiyo floristik viloyatidan introduksiya qilingan daraxt va butalarning Qarshi shahri sharoitida istiqbollilik darajasi. (Ball)

Manchjuriya	Shimoliy Xitoy	Yapon-Koreya	Markaziy Xitoy	Sikano-Yunnan
	<i>Sophora japonica</i> (100)		<i>Ailanthus altissima</i> (95)	<i>Hibiscus syriacus</i> (85)
	<i>Platycladus orientalis</i> (90)	<i>Melia toosendan</i> (83)	<i>Buddleja davidii</i> 'Border-beauty' (53)	<i>Hibiscus syriacus</i> 'Ardens' (75)
	<i>Platycladus orientalis</i> 'compacta' (90)	<i>Berberis thunbergii</i> 'Atropurpurea' (70)	<i>B. davidii</i> 'Empire-blue' (53)	<i>H. syriacus</i> 'Red-Heart' (75)
	<i>Ailanthus altissima</i> (95)	<i>Broussonetia papyrifera</i> (90)	<i>B. davidii</i> 'Pink-Delight' (53)	<i>H. syriacus</i> 'Reverend-W. Smith' (75)
	<i>Koeleruteria paniculata</i> (90)		<i>B. davidii</i> 'White-Profusion' (53)	<i>H. syriacus</i> 'Woodbridge' (75)
		<i>Chaenomeles japonica</i> (70)		
	<i>Morus alba</i> (100)		<i>Trachycarpus fortunei</i> (65)	
	<i>Morus alba</i> 'Pendula' (95)		<i>Pyracantha crenulata</i> (88)	
	<i>Euonymus japonica</i> (75)		<i>Pyrus calleryana</i> 'chanticleer' (95)	
	<i>Euonymus japonicus</i> 'Bravo' (70)		<i>Eriobotrya japonica</i> (60)	
		<i>Ligustrum lucidum</i> (73)		
		<i>Weigela florida</i> 'Sivriaca' (60)		
		<i>Weigela florida</i> 'Rosea' (60)		
		<i>Lagerstroemia indica</i> (75)		
		<i>Elaeagnus pungens</i> 'Fruitlandii' (80)		
		<i>Paulownia tomentosa</i> (85)		
1 ta oʻsimlik 100 ball	10 ta oʻsimlik oʻrt. 89 ball	16 ta oʻsimlik oʻrt. 79,7 ball	16 ta oʻsimlik oʻrt. 69,8 ball	9 ta oʻsimlik oʻrt. 80,3 ball

Активация
Чтобы активировать раздел "Па"

2-jadval

Sharqiy-Osiyo floristik viloyatidan introduksiya qilingan daraxt va butalarning Shahrisabz shahri sharoitida istiqbollilik darajasi. (Ball)

Manchjuriya	Shimoliy Xitoy	Yapon-Koreya	Markaziy Xitoy	Sikano-Yunnan
	<i>Sophora japonica</i> (100)		<i>Magnolia liliiflora</i> 'Nigra' (75)	<i>Hibiscus syriacus</i> 'Ardens' (80)
	<i>Platycladus orientalis</i> (90)	<i>Magnolia stellata</i> (75)	<i>Buddleja davidii</i> 'Border-beauty' (70)	<i>H. syriacus</i> 'Red-Heart' (80)
	<i>Platycladus orientalis</i> 'compacta' (90)	<i>Spiraea nipponica</i> 'June-Bride' (80)	<i>B. davidii</i> 'Empire-blue' (70)	<i>H. syriacus</i> 'Reverend-W. Smith' (80)
	<i>Ailanthus altissima</i> (95)	<i>S. nipponica</i> 'Snowmound' (80)	<i>B. davidii</i> 'Pink-Delight' (70)	<i>H. syriacus</i> 'Woodbridge' (80)
	<i>Morus alba</i> (100)		<i>B. davidii</i> 'White-Profusion' (70)	
	<i>Morus alba</i> 'Pendula' (95)		<i>Chaenomeles speciosa</i> 'Nivalis' (80)	
		<i>Chaenomeles japonica</i> (80)		
		<i>Berberis thunbergii</i> 'Atropurpurea' (90)	<i>Ailanthus altissima</i> (95)	
			<i>Lagerstroemia indica</i> (85)	
		<i>Paulownia tomentosa</i> (85)		
		<i>Weigela florida</i> 'Sivriaca' (75)		
		<i>Weigela florida</i> 'Rosea' (75)		
			<i>Jasminum nudiflorum</i> (75)	
			<i>Pyracantha crenulata</i> (88)	
1 ta oʻsimlik 100 ball	7 ta oʻsimlik oʻrt. 93,5 ball	12 ta oʻsimlik oʻrt. 85 ball	14 ta oʻsimlik oʻrt. 78 ball	6 ta oʻsimlik oʻrt. 82,1 ball

Manchjuriya floristik provinsiyasi – Xitoyning shimoli-sharqiy qismi, Koreya bilan chegaradosh va Rossiyaning Primorye hududlari bu provinsiyaga kiradi. Iqlimi keskin kontinental xususiyatga ega. Bu hududda sovuqqa chidamli oʻrmon turlari, ignabargli va barg toʻkuvchi daraxtlar ustunlik qiladi. *Sophora japonica* ushbu provinsiya hududida ham tabiiy holda oʻsadi. Qashqadaryo vohasida (Qarshi va Shahrisabz shaharlarida) ushbu tur oʻta istiqbolli tur hisoblanadi.

Xulosa. Tadqiqotlar shuni koʻrsatdiki, Sharqiy Osiyo floristik viloyati turlarining

aksariyati Qashqadaryo vohasining issiq va quruq iqlim sharoitiga nisbatan yetarli darajada moslashuvchan bo'lib, ayniqsa, sug'oriladigan va yarim soya sharoitida ularning rivojlanish ko'rsatkichlari sezilarli darajada yaxshilanadi. Tadqiqotlar olib borilgan har ikkala hududda ham introduksiyaning dastlabki bosqichida o'simliklarning tabiiy saralanishi kuzatildi. Xususan, 2014–2016–yillarda keltirilgan ayrim tur va navlar mahalliy iqlimning ekstremal omillariga (ayniqsa, Qarshi shahrining keskin jazirama issig'i va past namligiga) moslasha olmay, dastlabki vegetatsiya yilidayoq nobud bo'ldi. Shu sababli, keyingi ilmiy kuzatuvlar faqat introduksion sinov davridan muvaffaqiyatli o'tgan va barqaror adaptatsiya holatidagi o'simliklar ustida olib borildi. Natijada, Qarshi shahrida introduksiya qilingan 32 tur va navning 65 foizi, Shahrisabz shahrida esa 27 tur va navning 85 foizi istiqbolli va o'ta istiqbolli ekanligi namoyon bo'ldi. Bu ko'rsatkichlar Sharqiy Osiyo floristik viloyatiga mansub o'simliklarni mazkur hududlar manzarali bog'dorchiligida qo'llash yuqori ilmiy-amaliy ahamiyatga ega ekanligini tasdiqlaydi.

Floristik provinsiyalar kesimida tahlil qilinganda, Shimoliy Xitoy va Manchjuriya provinsiyalaridan keltirilgan turlar eng yuqori moslashuvchanlik va barqarorlikni namoyon etdi. Yapon–Koreya hamda Sikano–Yunnan provinsiyalariga mansub o'simliklar o'rtacha istiqbollilik ko'rsatkichlariga ega bo'lib, asosan mezofit xususiyati tufayli muntazam agroteknik parvarishni talab qiladi. Markaziy Xitoy provinsiyasidan introduksiya qilingan turlarning ayrimlari yozgi issiqqa sezgirligi bilan ajralib tursa-da, ularning yuqori manzaraviyligi sababli landshaft dizaynida muhim ahamiyat kasb etadi. Shu bois, ushbu provinsiyaga mansub o'simliklarni iqlimi nisbatan mo'tadil bo'lgan Shahrisabz kabi tog'oldi mintaqalarida yetishtirish va ko'kalamzorlashtirishda keng foydalanish tavsiya etiladi.

Umuman olganda, Sharqiy Osiyo floristik viloyatidan keltirilgan manzarali daraxt va butalarni Qashqadaryo vohasida keng joriy etish, shahar muhitini ekologik jihatdan yaxshilash, biologik xilmaxillikni boyitish va barqaror yashil hududlarni shakllantirishda muhim ahamiyatga ega. Olingan natijalar ushbu turlarni kelgusida shaharsozlik va landshaftsozlik amaliyotiga ilmiy asoslangan holda tavsiya etish imkonini beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Вульф Е.В. Историческая география растений. История флор земного шара. -М.Л.: Изд-во АН СССР, 1944. - 545 с.
2. Тахтаджян А.Л. Флористические области Земли. - Ленинград: Наука, 1973. - 248 с.
3. Власова Т.В. Физическая география материков (с прилегающими частями океанов): В 2ч. Ч. 1. Евразия, Северная Америка: Учеб. Для студентов пед. ин-тов по спец. №2107 «География». – 4-е изд., перераб. – Москва: Просвещение, 1986. – 417 с.
4. Успенская М.С. Древовидные пионы. Коллекция ботанического сада МГУ имени М.В. Ломоносова. - Москва: Пента, 2017. – 144 с.
5. Шиманович Е.И. Бересклет. – М.: Агропромиздат, 1987. – 64 с.
6. Голосова Е.В. Ландшафтное искусство Китая. – Москва: Наталис, 2008. – 328 с.
7. Усенко Н. В. Деревья, кустарники и лианы Дальнего Востока: Справ. кн. – 2-е изд., перераб. и доп. – Хабаровск, 1984. – 145 с.
8. Ёзиев Л. Х., Омонов О. Э., Бухаров Г. Х. Новые древесные растения для озеленения на юге Узбекистана //Научные труды Чебоксарского филиала Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН. – 2020. – №. 15. – С. 143-146.
9. Ёзиев Л.Х., Кудратов Г.Д. Методика оценки результатов нтродукции древесных растений (на примере Южного Узбекистана). Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии, 2020. - Т. 19, №1. - С. 218-222.
10. ГОСТ 13056.1—67—13056.11 68. Семена деревьев и кустарников. Правила отбора образцов и методы определения посевных качеств семян. Текст. - Введ. 1990-02-01. - Москва: Изд-во стандартов, 1998.- 195 с.
11. Древесные растения в природе и культуре: [Сборник статей] // АН СССР, Гл. ботан. сад ; [отв. ред. П. И. Лапин]. - Москва: Наука, 1983. - 222 с.

**SURXONDARYO VILOYATI FLORASIDAGI YUKSAK O'SIMLIKLARNING
TAKSONOMIK XILMAXILLIGI****Ibragimov Akram Javliyevich**

b.f.n., dotsent, Termiz davlat muhandislik va agrotekhnologiyalari universiteti

O'quv uslubiy boshqarma boshlig'i

ORCID 0009-0000-1202-0795

akram_i@bk.ru**Turginov Orzimat Turdimatovich**

b.f.d., dotsent, Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy Universiteti

Biologiya va Ekologiya fakulteti

ORCID 0000-0001-7120-1895

orzimat@mail.ru**Tajetdinova Dilorom Mnajitdinovna**

b.f.d., katta ilmiy xodim Botanika instituti O'zbekiston florasida laboratoriyasi

ORCID 0000-0002-1711-7104

dilarom.tajetdinova@yahoo.com**Karimov Baxtiyor Qurbon o'g'li**

kichik ilmiy xodim, Botanika instituti O'zbekiston florasida laboratoriyasi

bakhtiyor.karimov.94@mail.ru

ORCID 0009-0007-8150-5367

Jo'ramurodov Inom Jalilovich

DSc doktorant, Botanika instituti O'zbekiston florasida laboratoriyasi

ORCID 0000-0003-4972-89196

ijuramurodov@mail.ru**Tojibayev Komil Sharobitdinovich**

b.f.d., akademik, Botanika instituti direktori

ktojibaev@mail.ru

ORCID 0000-0003-2846-57777

UDK 581.9, 582.477, 582.49, 582.5

Annotatsiya. Surxondaryo viloyatida 98 oilaga mansub, 614 ta turkumning 2191 tur tarqalgan. Floristik ro'yxat yirik gerbariy fondlari va online ma'lumotlar bazalari hamda dastur doirasida maqsadli olib borilgan dala tadqiqotlari davomida to'plangan gerbariy materiallari, shuningdek, dala qaydnomalar asosida shakllantirildi. Viloyat hududi florasida geterogen xususiyatga ega ekanligi aniqlandi. Botanik-geografik rayonlar kesimida dastur doirasida turlar soni o'sishi kuzatildi. Polimorf oilalar ketmaketligi Tog'li O'rta Osiyo hududlari uchun xos bo'lgan ketmaketlik bilan bir xil ekanligi aniqlandi. Surxondaryo florasida qayd etilgan turlarning 40 foizi (853 tur) faqat bir botanik-geografik rayon hududida uchraydi. Barcha botanik-geografik rayonlarda tarqalgan turlar 349 tani (16 %) tashkil qiladi. Chao² metodi yordamida viloyat hududida 88,14 % o'rganilganligi aniqlandi.

Kalit so'zlar: botanik-geografik rayon, flora, Boysun, Ko'hitang, Surxon-Sherobod, Sangardak-To'palang, Bobotog', polimorf oila.

**TAXONOMIC DIVERSITY OF VASCULAR PLANTS IN THE FLORA OF
SURKHANDARYA REGION**

Abstract. In the Surkhandarya region, 2191 species belonging to 98 families and 614 genera are distributed. The floristic list was compiled based on extensive herbarium collections, online databases, herbarium materials collected during targeted field research within the program, and field notes. It was determined that the flora of the region has a heterogeneous character. An increase in the number of species was observed across botanical-geographical regions within the framework of the program. The sequence of polymorphic families was found to be identical to the sequence characteristic of the mountainous regions of Central Asia. Of the species recorded in the Surkhandarya flora, 40% (853 species) are found in the territory of only one botanical-geographical region. Species distributed across all botanical-geographical regions account for 349 (16%) of the total. Using the Chao² method, it was determined that 88.14% of the region's flora has been studied.

Keywords: botanical-geographical region, flora, Boysun, Kuhitang, Surkhan-Sherabad, Sangardak-Tupalang, Babatag, polymorphic family.

Kirish. Floristik tadqiqotlarda to'rt tizimli xaritalash usuli muayyan hudud florasini o'rganishda muhim va yuqori samaradorlikka ega metod hisoblanadi [1]. Ushbu metod

o'simliklar xilma-xilligi aks etgan tarqoq materiallarni to'plash, mintqa bo'ylab o'simliklar tarqalish geografiyasini o'rganish, taksonomik tarkibni aniqlash va muhofaza choralari ishlab chiqishda juda muhim sanaladi [2]. Mazkur metod bioxilma-xillikni tadqiq etish uchun bugungi kundagi zamonaviy muammolarni hal etishdagi ustuvor yo'nalishlardan biriga aylandi [3].

Global darajada olib borilgan turli tahlil natijalariga ko'ra, Markaziy Osiyo hududi floristik jihatdan kam o'rganilgan hududlardan biri sifatida e'tirof etilmoqda [4, 5, 6]. Yer yuzidagi bioxilma xillikning 36 global qaynoq markazlaridan biri hisoblangan Markaziy Osiyo, aniqrog'i uning tog'li qismi [7] Linney bo'shlig'i (*The Linnean shortfall*) va Uollis bo'shlig'i (*The Wallacean shortfall*) asosidagi tahlillarga ko'ra global darajadagi 33 "global diversity darkspots" qatoriga kiritilgan [6]. Bu hududdagi biologik turlarning katta qismi hali kashf etilmaganligi, mahalliy flora konspektlari chop etilmaganligi, mavjudlarini eskirganligi (*The Linnean shortfall*) hamda turlarning fazo va makonda geografik tarqalishi borasidagi ma'lumotlar to'liq emasligi, geobog'langan ma'lumotlar massivi shakllanmaganligi va gerbariy fondlari raqamlashtirilmaganligi (*The Wallacean shortfall*) bilan asoslangan.

Yuqorida keltirilgan bo'shliqlarni bartaraf etish Surxondaryo viloyati tanlab olindi. Mazkur hudud O'zbekistonning yuksak o'simliklar turlari xilmaxilligi jihatidan eng boy hududlaridan hisoblanadi. Mazkur hudud o'z ichida Hisor–Darvoz okrugi Sangardak-To'palang BGR, G'arbiy Hisor okrugi Boysun BGR, Surxon-Sherobod BGR, Ko'hitang BGR va Panjoldi okrugi Bobotog' BGR rayonlarini o'z ichiga oladi [8]. Tadqiqot hududi 5*5 km o'lchamdagi 884 ta indeksdan iborat [9].

Tadqiqot hududida turli davrlarda ko'plab geobotanik va floristik tadqiqotlar olib borildi [2, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16]. Mazkur tadqiqotlar hudud florasini taksonomik tarkibini shakllantirishda muhim asos bo'lib xizmat qildi. Ammo to'plangan gerbariy materiallari va olib borilgan maqsadli dala tadqiqotlari o'simliklar taksonomik tarkibini shakllantirishda to'laqonli xizmat qila olmadi. Shu sababdan, 2021–2024-yillarda "Janubi-G'arbiy Hisor, Hisor-Darvoz va Panjoldi okruglari florasining to'r tizimli xaritalash (Surxondaryo viloyati qismi)" davlat dasturi doirasida juda ko'plab floristik va yirik turkumlar ustida olib borilgan taksonomik tadqiqotlar olib borildi.

Ushbu davr mobaynida O'zbekiston va flora uchun bir qancha yangi turlar kashf etildi [17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24]. Shu bilan birga, hudud endemizm xususiyatlari [9, 25] va Surxon-Sherobod BGR florasini to'r tizimli xaritalash natijalari yoritildi [2].

Mazkur maqolada tadqiqot hududni taksonomik xilmaxilligi va O'zbekiston ayrim viloyatlari bilan qiyosiy solishtirildi (a) hamda BGR kesimida o'xshashlik va farqli jihatlarni ochib berildi (b).

Material va metodlar. Taksonomik identifikatsiya qilishda bir nechta asosiy ma'lumotlar manbaalariga, jumladan, "Флора Узбекистана" [26, 27, 28, 29, 30, 31], "Определитель растения Средней Азии" [32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42], "Флора Узбекистана" ning yangi nashriga [43, 44, 45, 46, 47, 48] murojaat qilindi. Muayyan o'simliklar guruhlari bo'yicha so'nggi nashrlar ham ko'rib chiqildi [49, 50, 51, 52, 53, 54]. Tadqiqot hududining ro'yxatini tuzish APG IV [2016] tizimi [55] bo'yicha amalga oshirildi. Har bir taksonning nomlarini yozishda Plants of World Online (POWO) (<http://www.plantsoftheworldonline.org>) va International Plant Name Index (IPNI) (www.ipni.org) ga asoslanildi.

Inventarlarning to'liqligini baholash. Hudud florasini o'rganishda flora tur tarkibini taxminiy aniqlash mumkin bo'lgan metodlar mavjud bo'lib, ular sirasiga Chao² metodini misol qilib keltirish mumkin [56]. Bunda flora tarkibidagi turlarning taxminiy necha foiz qismi terilganligini aniqlash mumkin.

$$S_{Chao2} = S_{obs} + \frac{q_1^2}{2q_2}$$

q_1 -hudud florasida keltirilgan yakka gerbariylari mavjud turlar soni.

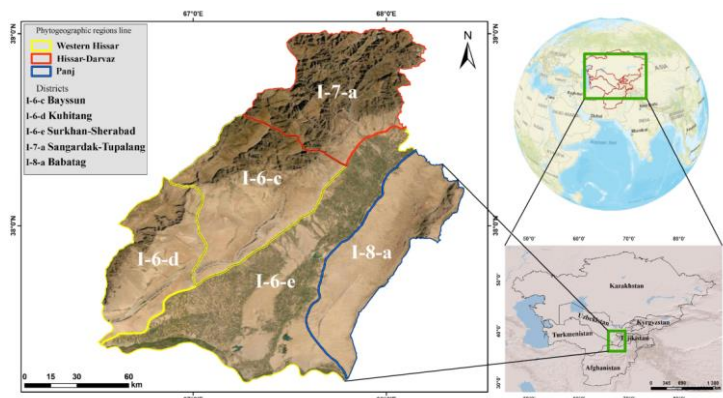
q_2 - hudud florasida keltirilgan ikkitadan gerbariy namunasi bor turlar gerbariylar soni.

S_{obs} -hudud florasidan terilgan turlar soni.

S_{Chao2}-hudud florasida uchrash ehtimoli mavjud bo'lgan turlar soni.

Tadqiqot hududi

Tog'li O'rta Osiyo provinsiyasining Janubi-G'arbiy Hisor, Hisor-Darvoz va Panjoldi botanik-geografik okruglarining O'zbekiston Respublikasidagi qismi asosan Surxondaryo viloyati hududiga to'g'ri keladi. Surxondaryo viloyati O'zbekiston Respublikasining ma'muriy birligi bo'lib, mamlakatning janubiy-sharqida joylashgan (1-rasm). Ichki chegaralari bo'yicha O'zbekistonning Qashqadaryo viloyati, tashqi tomondan Turkmaniston, Afg'oniston va Tojikiston bilan chegaradosh. Hududi 20100 km² maydonni egallaydi. Balandlik oralig'i janubida 270 m dan shimolda 4000 ga yaqin (3920 m, Piryax cho'qqisi) [57] va 8777 km² (43%) tabiiy landshaftlarni rang-barang cho'qqilar va 1581,8 km² ni qumlar egallagan.



1-rasm Surxondaryo viloyatining geografik joylashuvi va uning fitogeografik bo'linmalari

Natija va muhokamalar. Taksonomik xilma xillik. Dastur davomida to'plangan ma'lumotlar bazasi Surxondaryo tabiiy florasida tarqalgan 4 ta bo'lim, 98 ta oila, 614 ta turkum va 2191 ta turni o'z ichiga oladi (1-jadval). Taksonomik tahlil davomida subturlar alohida takson sifatida ko'rilgan, shuningdek, mahalliy flora (aborogen) adventiv-ruderal o'simliklar bilan birgalikda tahlil qilingan, chunki oxirgi guruhdagi turlar soni juda kam (120 tur; floraning umumiy tarkibining 5,48 %) va flora tuzilmasiga sezilarli ta'sir ko'rsatmaydi.

1-jadval. Oilalar, turkumlar va turlarning yuqori taksonlar bo'yicha taqsimlanishi

Sistematik guruh nomi	Oila soni	%	Turkum soni	%	Tur soni	%
Equisetophyta bo'limi	1	1,02	1	0,17	2	0,091
Polypodiophyta bo'limi	4	4,08	4	0,65	4	0,182
Pinophyta bo'limi	2	2,04	2	0,33	7	0,32
Magnoliophyta bo'limi	91	92,85	607	98,85	2178	99,4
Magnoliopsida sinfi	74	75,51	490	79,8	1728	78,87
Liliopsida sinfi	17	17,34	117	19,05	450	20,54

Sporali yuksak o'simliklarning florasida 6 ta tur bilan ifodalanadi va umumiy floraning 0,273 foizini tashkil etadi. Ochiq urug'li o'simliklar 7 tur bilan 0,32 % ni tashkil etadi va viloyatda o'simlik qoplamasi uchun muhim senozofomator hisoblanadi.

Tadqiqot hududida ko'pchilik turlar yopiq urug'li o'simliklar bo'lib, ular floraning 99,4 foizini tashkil etadi. Bir va ikki urug'pallali o'simliklar nisbati 1:3,84 ni tashkil qiladi.

Florada turlar boyligi yuqoriroq ko'rsatgichlarga ega 15 ta oila mavjud bo'lib, ularga 1629 tur (74,3 %) to'g'ri keladi (2-jadval). Magnoliopsida sinfiga mansub mazkur oilalar bo'yicha turlar taqsimotida polimorf oilalar spektri O'rta Osiyo tabiiy florasida uchun xos bo'lgan ketma-ketlik bilan bir xil (**Asteraceae, Fabaceae, Poaceae, Brassicaceae va boshqa oilalardan iborat**) ekanligi aniqlandi [58, 59].

2-jadval. Tadqiqot hududida polimorf oila va turkumlarni tutgan ulushi.

№	Oila nomi	Turku m soni	%	Tur soni	%	Turkum nomi	Tur soni	%
1	Asteraceae	78	12,7	285	13,01	<i>Astragalus</i> L.	142	6,48
2	Fabaceae	25	4,07	259	11,8	<i>Allium</i> L.	61	2,78

3	Poaceae	68	11,0 7	172	7,85	<i>Cousinia</i> Cass.	50	2,28
4	Brassicaceae	56	9,12	129	5,88	<i>Gagea</i> Salisb.	39	1,78
5	Lamiaceae	25	4,07	123	5,61	<i>Ranunculus</i> L.	28	1,27
6	Apiaceae	48	7,81	99	4,51	<i>Artemisia</i> L.	25	1,14
7	Caryophyllaceae	20	3,25	83	3,78	<i>Carex</i> L.	21	0,95
8	Amaranthaceae	36	5,86	77	3,51	<i>Oxytropis</i> DC.	21	0,95
9	Boraginaceae	22	3,58	73	3,33	<i>Phlomoides</i> Moench	20	0,91
10	Ranunculaceae	14	2,28	70	3,19	<i>Scutellaria</i> L.	20	0,91
11	Amaryllidaceae	3	0,48	65	2,96	<i>Lappula</i> Moench	19	0,86
12	Liliaceae	3	0,48	57	2,60	<i>Ferula</i> L.	17	0,77
13	Rosaceae	14	2,28	47	2,14	<i>Veronica</i> L.	17	0,77
14	Polygonaceae	9	1,46	46	2,09	<i>Salvia</i> L.	15	0,68
15	Cyperaceae	9	1,46	44	2,00	<i>Nepeta</i> L.	14	0,63
	Jami	430	70,0 2	1629	74,3	Jami	509	23,2

Tadqiq etilayotgan hudud florasi geterogen xususiyatga ega bo'lib, bu kam sonli turlarga ega oilalarni ko'pligi bilan izohlanadi. 25 ta oila bittadan tur bilan, 9 ta oila ikkitadan tur bilan, 12 ta oila uchtdan tur bilan, 6 ta oila to'rttdan tur bilan ishtirok etadi. Umumiy hisobda, 52 ta oilaga jamlangan 103 ta tur umumiy florani 4,7 foizini tashkil qiladi.

Polimorf oilalar orasida turlar xilma-xilligi bo'yicha ham 285 tur bilan Asteraceae peshqadamlik qiladi. Yetakchi oilalarning birinchi to'rtligiga umumiy turlarning 38,5 foizi kiradi. Yetakchi oilalar ketma-ketligi Boysun, Bobotog', Ko'hitang va Surxon-Sherabod botanik-geografik rayonlarida umumiy qonuniyatga mos tarzda Asteraceae, Fabaceae, Poaceae va Brassicaceae ko'rinishida, faqat Sangardak-To'palang rayonida Fabaceae, Asteraceae, Poaceae va Brassicaceae shaklida namoyon bo'lishi aniqlandi. Botanik-geografik rayonlar orasida yetakchi oilalar birinchi to'rtligiga to'g'ri keluvchi turlar xilma-xilligiga ko'ra 774 ta tur bilan Boysun peshqadamlik qiladi, keyingi natijalar Ko'hitang (461 tur), Surxon-Sherabod (453 tur), Bobotog' (399 tur) va Sangardak-To'palang (394) rayonlariga tegishli.

Ko'p turkumli oilalar soni (10 tadan ortiq turkumga ega) 11 ta tashkil etadi: Asteraceae 78 turkum, Poaceae 68 turkum, Brassicaceae 56 turkum, Apiaceae 48 turkum, Amaranthaceae 36 turkum, Fabaceae 25 turkum, Lamiaceae 25 turkum, Boraginaceae 22 turkum, Caryophyllaceae 20 turkum, Ranunculaceae 14 turkum, Rosaceae 14 turkum. Ko'p turkumga mansub oilalarga tegishli turkumlar (406 turkum) va turlar (1417 tur) mos holda florani 66,12 % va 64,67 % tashkil etadi.

Yetakchi oilalar qatorida ikkinchi o'rinda qayd etilgan Fabaceae oilasini ko'p turkumga ega oilalar qatorida oltinchi o'rinda qayd etilishiga, oila vakillaridan *Astragalus* L. va *Oxytropis* DC. turkumlari ko'plab turlarini qamrab olishligi bilan izohlash mumkin. Shuningdek Poaceae oilasida evribiont turkumlar ko'pligi sababli ko'p turkumga ega oilalar qatorida ikkinchi o'rinda qayd etildi.

Bittadan turkumga ega oilalar soni 44 tani tashkil etadi va ularni 19 tasi ikkitadan ortiq turlarga ega (83 tur; 3,78 %). Ikkitadan turkumga ega oilalar soni 18 tani tashkil etadi va ularda 133 ta tur (6,07 %) jamlangan. 3-4 tadan turkumga ega oilalar soni 12 tani tashkil etadi. Ularga 43 turkumga (7 %) mansub 238 tur (10,86 %) jamlangan. 5-7 tadan turkumga ega oilalar soni 9 tani tashkil etadi. Ularga 51 turkumga (8,3 %) mansub 145 tur (6,61 %) jamlangan. 8-9 tadan turkumga ega oilalar soni 4 tani tashkil etadi. Ularga 34 turkumga (5,53 %) mansub 150 tur (6,85 %) jamlangan. Florada eng keng tarqalgan turkum *Astragalus* bo'lib, 142 ta turi qayd etildi. Florada polimorf turkumlar qatorini *Astragalus* dan tashqari, *Allium*, *Cousinia*, *Gagea*, *Ranunculus*, *Artemisia*, *Carex* va boshqalar tashkil etadi.

Karimov, Ibragimov (2025) ma'lumotlariga ko'ra, Surxondaryo viloyatini bioxilma-xillik ko'rsatgichlari Shannon indeksi bo'yicha Asteraceae, Apiaceae, Rosaceae,

Polygonaceae oilalarida va Simpson indeksi bo'yicha Asteraceae, Fabaceae, Poaceae, Brassicaceae, Apiaceae, Rosaceae oilalarida boshqa administrativ viloyatlarga qaraganda xilma-xilligi yuqori ekanligi kuzatilgan [60].

Botanik-geografik rayonlarning o'ziga xos turlari va floralari tarkibining o'xshashligi. Boysun BGR turlarga boyligi bilan boshqa BGR lardan ajralib turadi. Bu hududni xilma-xil ekologik mintaqalari mavjudligi bilan izohlanadi. Nisbatan sug'orma va cho'l mintaqalaridan tashkil topgan Surxon-Sherobod BGR turlar boyligini (1091 tur) shakllanishida qariyb barcha yondosh BGR larni o'z hissalari bor. Sangardak-To'palang botanik-geografik rayoni florasida hozirgi kunga qadar 1385 tur aniqlangan bo'lib, turlar boyligining hudud maydoniga nisbatan past ko'rsatkichga ega bo'lishi qisman hududning floristik jihatdan yetarlicha o'rganilmaganligi bilan izohlanadi.

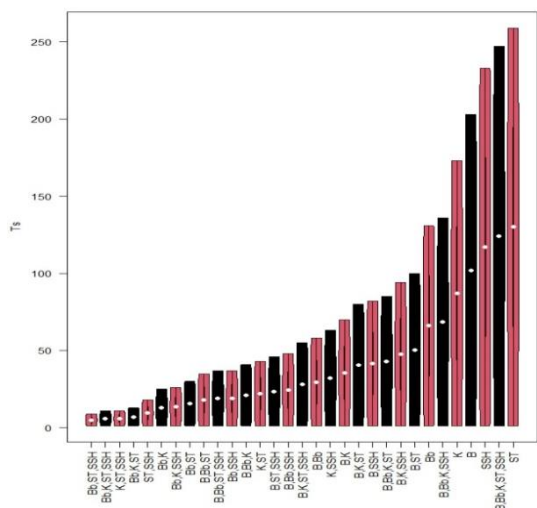
Surxondaryo viloyatining botanik-geografik rayonlari bo'yicha 2021-yilgacha, 2021–2024 yillar va yakuniy holatdagi flora tarkibi oila/turkum/tur tartibida solishtirilgan. O'zgarishlar asosan dala tadqiqotlarining kengayishi, taksonomik qayta ko'rib chiqishlar, sinonimlarning aniqlashtirilishi va yangi qaydlar bilan bog'liq. Boysun BGR hamda Ko'hitang BGR floralarini turlarga boyligi faol floristik tadqiqotlar olib borilganligi va yangi turlarni aniqlanganligi bilan bog'liq. Sangardak-To'palang BGR yetarli darajada to'liq o'rganilmagan bo'lsada, floristik boyligi yuqori hududlardan sanaladi. Surxon Sherobod BGR cho'l va yarim cho'l elementlari ustun, tog'li rayonlarga qaraganda turlar xilma-xilligi past b'lsada hududiy o'rganilganlik qamrovi kengayganligi sababli yaxshi ko'rsatkichlarga ega. O'z tarkibida yirik oqar daryo havzalari mavjud bo'lmagan, botanik jihatdan lokal Bobotog' BGR da sezilarli o'sish mavjud. Bu holat maqsadli dala tadqiqotlari samarasidir.

Jadval ma'lumotlari shuni ko'rsatadiki, 2021–2024 yillarda olib borilgan tizimli floristik tadqiqotlari natijasida Surxondaryo viloyati va uning botanik-geografik rayonlari florasining taksonomik tarkibi sezilarli darajada boyidi hamda aniqlashtirildi (**3-jadval**). Ayrim hududlarda kuzatilgan vaqtinchalik kamayishlar taksonomik reviziya bilan izohlanadi. Yuqorida qayd etilgan ma'lumotlardan shu aytish mumkinki, Surxondaryo viloyati O'zbekiston janubidagi eng boy floristik hududlardan bir va Markaziy Osiyo tog'li hududlari bilan kuchli bog'liqlikda rivojlangan.

3-jadval. Surxondaryo viloyatining botanik-geografik rayonlari bo'yicha 2021-yilgacha, 2021–2024 yillar va yakuniy holatdagi flora tarkibi (oila / turkum / tur) BGR lar kesimida turlarni to'planish dinamikasi

Botanik-geografik rayon nomlari	2021-yilgacha oila/turkum/tur	2021-2024 yillarda oila/turkum/tur	Yakuniy holat oila/turkum/tur
Boysun	47/293/788	78/416/971	79/530/1591
Sangardak-To'palang	78/399/1034	79/341/728	86/468/1385
Ko'hitang	71/364/906	67/311/728	82/464/1326
Surxon Sherobod	64/302/593	61/317/641	78/446/1091
Bobotog'	61/258/536	68/314/669	71/404/996
Surxondaryo viloyati	92/586/2010	93/544/1663	98/614/2191

O'ziga xos turlarga ega va floradagi o'simliklar tarkibi bir-biriga o'xshash botanik-geografik rayonlarni aniqlash maqsadida **Frequencies (Binominal Test, Contingency tables)** tahlillarni amalga oshirildi. Unga ko'ra Surxondaryo florasida qayd etilgan turlarning 40 foizi (853 tur) faqat bitta botanik-geografik rayon hududida uchraydi. Bu ko'rsatkich bo'yicha Sangardak-To'palang botanik-geografik rayoni yetakchilik qiladi. Rayon florasida tarqalgan turlarning 19 foizi (209 tur) faqat Sangardak-To'palang uchun xos o'simliklardan iborat. Keyingi natija Surxon-Sherobod rayoniga tegishli, unda mavjud turlarning 18 foizi (193 tur) Surxondaryo viloyati hududida faqat shu botanik-geografik rayonda qayd qilingan. Ma'lumotlari ikkita botanik-geografik rayon florasida qayd etilgan turlar soni 404 tani (18 %) tashkil etadi. Viloyat florasida tarqalgan 294 turdagi (13 %) o'simliklar uchtdan botanik-geografik rayon florasida uchraydi. Gerbariy namunalari to'rtta rayonda qayd qilingan turlar 284 ta (13 %), tadqiqot hududida tarkib topgan barcha (beshta) botanik-geografik rayonlarda tarqalgan turlar 349 tani (16 %) tashkil qiladi (2-rasm).



2-rasm. Botanik-geografik rayonlarning o'ziga xos turlari va flora tarkibining o'xshashligi (B – Boysun, Bb – Bobotog', K – Ko'hitang, ST – Sangardak-To'palang, SSh – Surxon-Sherobod).

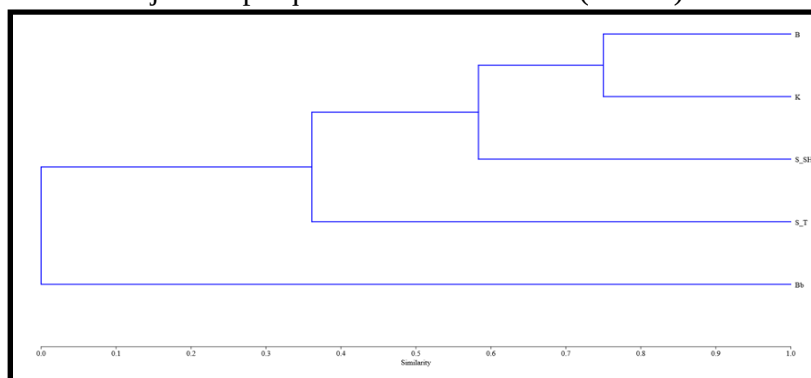
Botanik-geografik rayonlar flora tarkibining o'xshashligi darajasi 33 % dan yuqori emas, bu natija botanik-geografik rayonlar florasini bir-biridan farq qilishini ko'rsatadi va 2016 yilda K.Sh. Tojibayev va boshqalar tomonidan taklif etilgan O'zbekiston florasini botanik-geografik rayonlashtirish sxemasida rayonlarning chegarasini belgilash yuqori aniqlikda amalga oshirilganligini isbotlaydi. Sangardak-To'palang BGR hisobga olmaganda, qolgan BGR larni bir-biriga nisbatan turlar tarkibiga

ko'ra o'xshashlik foizi 28,42-31,45 foiz atrofida bo'lmoqda, ammo Sangardak-To'palang BGR qolgan BGR lar bilan o'xshashlik darajasi 17,84-25,04 foizi atrofida bo'lishligi, ushbu holatni hududning baland tog'li va nam sharoitlari, orografik izolyatsiyasi, ekologik spektrining torligi, faqat bitta BGR da uchraydigan turlar sonini ko'pligi hamda endemik va relik turlar ulushining yuqoriligi bilan izohlanadi (4-jadval).

4- jadval. Surxondaryo viloyatining botanik-geografik rayonlari o'rtasida uchraydigan umumiy turlar soni (sariq diagonal chiziqdan pastda) hamda ikki botanik-geografik rayon floralarining umumiy turlariga nisbatan o'xshashlik darajasi, % (sariq diagonal chiziqdan yuqorida).

	Boysun	Ko'hitang	Surxon-Sherobod	Sangardak-To'palang	Bobotog'
Boysun	0	31,45%	31,08%	25,04 %	29,85%
Ko'hitang	698	0	29,66%	21,24%	28,42%
Surxon-Sherobod	636	553	0	17,84%	30%
Sangardak-To'palang	596	475	375	0	21,23%
Bobotog'	597	514	481	417	0

BGR floralarini turlar tarkibini o'xshashlik darajasini UPGMA dasturida olingan natijalariga ko'ra, Boysun va Ko'hitang BGR o'zaro yaqinligi hamda turlar tarkibining o'xshashligiga muvofiq bitta guruh hosil qildi. Surxon-Sherobod BGR florasini shuningdek suv rejimini shakllanishida g'arbiy tomondan Boysun va Ko'hitang BGR muhim o'rin tutadi. Ushbu 3 ta BGR shu asosda bitta umumiy guruh hosil qilgan. Sangardak-To'palang, Surxon-Sherobod, Boysun va Ko'hitang BGR umumiy bitta guruh hosil qilishligi yagona bitta Hisor tizmada joylashganligi bilan izohlanadi. Arid va baland bo'lmagan tog' tizmalariga, doimiy oqar suv havzalariga ega bo'lmagan Bobotog' BGR qolgan BGR lardan geografik jihatdan Surxondaryo daryosi orqali ajralib turadi. Natijada ushbu BGR alohida guruh hosil qilib, flora shakllanishida adir va olajinsli tuproqlar muhim o'rin tutadi (3-rasm).



3-rasm. Botanik-geografik rayonlar floralarini turlar o'xshashligi bo'yicha UPGMA dasturida Jaccard koeffitsiyenti bo'yicha dendrogramma holati (B – Boysun, Bb – Bobotog', K – Ko'hitang, S_T – Sangardak-To'palang, S_Sh – Surxon-Sherobod).

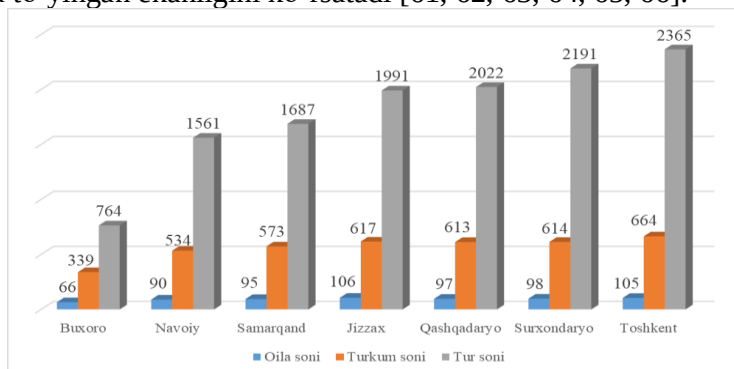
Inventarlarning to'liqligini baholash. TASH ma'lumotlari, dala tadqiqotlari hamda yirik gerbariy bazalari ma'lumotlaridan foydalanib, Surxondaryo hududida 2191 turning uchrashi aniqlandi. Shuningdek, 354 turning bittadan namunadagi gerbariysi va 228 ta turning ikkitadan gerbariy namunasi mavjud ekanligi qayd etildi.

$$S_{Chao2} = 2191 + \frac{354^2}{2 * 228} = 2191 + 275 = 2466$$

$$C_{\%} = \frac{S_{obs}}{S_{Chao2}} * 100\% = \frac{2191}{2466} * 100 = 88,84 \%$$

2466 tur Surxondaryo viloyati hududida uchrash nazariy hisoblarga ko'ra aniqlandi. 2191 turni nazariy hisoblangan 2466 turga nisbatan foizini hisobga olsak, 88,84 % ni tashkil etdi.

Diagrammadan ko'rinib turibdiki, viloyatlar bo'yicha floristik boylik keskin farqlanadi (5-rasm). Eng yuqori ko'rsatkichlar Toshkent va Surxondaryo viloyatlarida qayd etilgan bo'lib, bu hududlarning tog'li relyefi, balandlik jihatdan mintaqalanishi va ekologik sharoitlar xilma-xilligi bilan izohlanadi. Eng past floristik boylik esa cho'l landshaftlari ustun bo'lgan Turon provinsiyasi Buxoro va Navoiy viloyatlariga to'g'ri keladi. Barcha viloyatlarda oila sonini sekin, turkum sonini o'rtacha va tur sonini keskin ortib borishi florani taksonomik jihatdan yetuk va to'yingan ekanligini ko'rsatadi [61, 62, 63, 64, 65, 66].



4-rasm. O'zbekiston viloyatlari kesimida yuksak o'simliklar florasining taksonomik tuzilishi

Xulosa. Surxondaryo viloyati floristik jihatdan eng boy hududlardan sanaladi. Chao² metodi yordamida olingan natijalar hududni 88,84 fozi o'rganilganligini ko'rsatdi. Tadqiqot hududining floristik yadro markazlaridan biri – Sangardak–To'palang BGR ning To'palang, Obizarang, Tamarkut va Kshtut daryo havzalari florasini davlat chegaralari va transport infrastrukturasini bog'liq holatlarga ko'ra yaxshi o'rganilmasdan qolib ketmoqda. Viloyat hududini transport-logistik aloqalarini rivojlanishi florani adventivlashish jarayonini kuchayayotganligini ko'rsatdi. Markaziy Osiyo davlatlari kesimida ilk bor O'zbekistonning janubiy qismida 5x5 km maydonlarda to'r tizimli xaritalash asosida olib borilgan tahlillar dunyo florasini uchun ko'plab yangi turlarni kashf etilishiga, endem va Qizil Kitobga kiritilgan turlarni yangi o'sish maydonlarini topilishiga, uzoq yillardan beri tip namunalari yoki oz namunadagi gerbariylari mavjud turlarni gerbariy materiallarini to'planishiga sabab bo'ldi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Seregin A P. 2013. Floristic grid mapping: Global experience and current trends. Bulletin of Tver State University, 32: 210–24
2. Juramurodov I., Uralov R., Makhmudov D., Lu Ch., Akbarov F., Pulatov S., Karimov B., Turginov O., Tojibaev K. 2025. Assessment of plant diversity the Surkhan-Sherabad Region, Uzbekistan by grid mapping // J Arid Land. 17(3): 394–410.
3. Tojibayev K.SH., Batoshov A.R., Qodirov U.H., Akbarov F.I. O'zbekistonda flora tarkibini to'r tizimli xaritalash: dastlabki natijalar va rivojlanish istiqbollari // NamDU ilmiy axborotnomasi. Maxsus son, 2020. – B. 111-116.
4. Manafzadeh, S., Staedler, Y. M., & Conti, E. (2017). Visions of the past and dreams of the future in the Orient: the Irano-Turanian region from Reviews of the Cambridge Philosophical Society, 92(3), 1365–1388. <https://doi.org/10.1111/brv.12228>
5. Ma, S.; Li, W.; Tojibaev, K.S.; Turginov, O.; Yang, W.; Ma, K. Regionwide and Nationwide Floristic Richness Reveal Vascular Plant Diversity in Central Asia. Plants 2024, 13, 2275. <https://doi.org/10.3390/plants13162275>

6. Ondo I., Dhanjal-Adams, K. L., Pironon, S., Silvestro, D., Colli-Silva, M., Deklerck, V., ... & Antonelli, A. (2024). Plant diversity darkspots for global collection priorities. *New Phytologist*, 244(2), 719–733.
7. Myers, Norman, et al. "Biodiversity hotspots for conservation priorities." *Nature* 403.6772 (2000): 853–858.
8. Тожибаев К.Ш., Бешко Н.Ю., Попов В.А. 2016. Ботанико-географическое районирование Узбекистана // Ботанический журнал. Т. 101. №10. - С. 1105–1132.
9. Tojibaev K., Khassanov F., Turginov O. et al. 2022. Endemic plant species richness of Surkhondaryo province, Uzbekistan // *Plant Diversity of Central Asia*. 1: 71–84.
10. Хасанов Ф.О. 1987. Ксерофильная древесно-кустарниковая растительность Кугитанг-тау. Автореф. дисс. канд. биол. наук. - Ташкент. - 20 с.
11. Мальцев И.И. Лекарственные растения бассейна р. Тупаланг (Сурхандарынская обл. УзССР). - Ташкент, 1989.
12. Холмуродов М.А. 2005. «Бойсун–Чўлбаир тоғларининг ўсимликлар қоплами». Ташкент.
13. Ibragimov A. 2010. Flora of the Surkhan Reserve (Kuhitang ridge). PhD thesis. Tashkent: Institute of Botany of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan. Pp. 12–18.
14. Turginov O.T. 2017. Flora of Baysun botanical-geographical region. PhD thesis. Tashkent: Institute of Botany of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan. Pp. 6–28.
15. Achilova N.T. 2021. Flora of the Surkhan-Sherabad botanical-geografic region. PhD thesis. Karshi: Karshi State University. Pp. 3–26.
16. Uralov R.A. 2024. Quyi Surxon floras. PhD avtoreferat. Tashkent: O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Botanika instituti. Pp. 22–26.
17. Juramurodov I., Tojibaev K., Nikitina E., Makhmudjanov D., Yusupov Z., Deng T., Dehkanov D. 2021. *Hedysarum sunhangii* (Fabaceae, Hedysareae), a new species from Pamir-Alay (Babatag Ridge, Uzbekistan) // *Phytotaxa*. 524(1): 1–13.
18. Shchegoleva N.V., Nikitina E.V., Juramurodov I.J., Zverev A.A., Turginov O.T., Jabborov A.M., Yusupov Z., Dekhkonov D.B., Deng T., Sun H. 2022. A new species of *Ranunculus* (Ranunculaceae) from Western Pamir-Alay, Uzbekistan // *PhytoKeys*. 193: 125–139.
19. Sennikov A.N., Khassanov F.O., Pulatov S.O. 2022. *Iris bucharica* (Iridaceae): A century of confusion is resolved with the description of *I. chrysopetala*, a new species from southern Central Asia // *Memoranda Soc. Fauna Flora Fennica*. 98: 9–20.
20. Khassanov F.O., Pulatov S., Asatulloev T., Ergashov I., Tojibaev K.Sh., Yusupov Z. 2023. *Allium sunhangii* – a new species from section *Brevidentia* F.O. Khass. & Iengal. (Amaryllidaceae) from Southern Pamir-Alay, Uzbekistan // *PhytoKeys*. 219: 35–48. <https://doi.org/10.3897/phytokeys.219>
21. Zhao Y., Turginov O.T., Turdiboev O.A., Pulatov S.O., Chen Y.P., Xiang C.L. 2023. New records of Lamiaceae from China and Uzbekistan // *Adansonia*.
22. Левичев И.Г., Бешко Н.Ю., Курбаниязова Г.Т., Тургинов О.Т., Тажетдинова Д.М. 2023. Новые находки видов рода *Gagea* в Узбекистане // *Turczaninowia*. 26(3): 184–193.
23. Тажетдинова Д.М., Ибрагимов А.Ж., Каримов Б.К., Газиев А.Д. 2025. Новые находки сосудистых растений в Республике Узбекистан // *Turczaninowia*. 28(2): 193–201. <https://doi.org/10.14258/turczaninowia>
24. Tojibaev K.Sh., Yusupov Z., Sennikov A.V., Ibragimov A., Ortikov E., Asatulloev T. 2025. *Iris anvarbekii* (Iridaceae), a new species of *I. subg. Scorpis* from the southern Pamir-Alay in Uzbekistan // *Nordic Journal of Botany*. doi:10.1002/njb.04860.
25. Turginov O.T. 2023. O'zbekiston endemlarining biomorfologik tahlili // *NamDU ilmiy axborotnomasi*. №10: 76–83.
26. Кудряшев С.Н. Флора Узбекистана. - Ташкент: Издательство Академии наук Узбекской ССР. Т. 1, 1941.
27. Введенский А.И. Флора Узбекистана. - Ташкент: Издательство Академии наук Узбекской ССР. Т. 2, 1953.
28. Введенский А.И. Флора Узбекистана. - Ташкент: Издательство Академии наук Узбекской ССР. Т. 3, 1955.
29. Введенский А.И. Флора Узбекистана. - Ташкент: Издательство Академии наук Узбекской ССР. Т. 4, 1959.
30. Введенский А.И. Флора Узбекистана. - Ташкент: Издательство Академии наук Узбекской ССР. Т. 5, 1961.
31. Введенский А.И. Флора Узбекистана. - Ташкент: Издательство Академии наук Узбекской ССР. Т. 6, 1962.
32. Ковалевская С.С. Определитель растений Средней Азии. - Ташкент: Издательство «ФАН» Узбекской ССР. Т. 1, 1968.
33. Ковалевская С.С. Определитель растений Средней Азии. -Ташкент: Издательство «ФАН» Узбекской ССР. Т. 2, 1971.

34. Введенский А.И. Определитель растений Средней Азии. -Ташкент: Издательство «ФАН» Узбекской ССР. Т. 3, 1972.
35. Пахомова М.Г. 1974. Определитель растений Средней Азии. -Ташкент: Издательство «ФАН» Узбекской ССР. Т. 4.
36. Пахомова М.Г. Определитель растений Средней Азии. - Ташкент: Издательство «ФАН» Узбекской ССР. Т. 5, 1976.
37. Камелин Р.В., Ковалевская С.С., Набиев М.М. Определитель растений Средней Азии. - Ташкент: Издательство «ФАН» Узбекской ССР. Т. 6, 1981.
38. Адылов Т.А. Определитель растений Средней Азии. - Ташкент: Издательство «ФАН» Узбекской ССР. Т. 7, 1981.
39. Набиев М.М. Определитель растений Средней Азии. - Ташкент: Издательство «ФАН» Узбекской ССР. Т. 8, 1986.
40. Адылов Т.А. Определитель растений Средней Азии. - Ташкент: Издательство «ФАН» Узбекской ССР. Т. 9, 1987.
41. Адылов Т.А., Цукерваник Т.И. Определитель растений Средней Азии. - Ташкент: Издательство «ФАН» Узбекской ССР. Т. 10, 1993.
42. Хасанов Ф.О. Определитель растений Средней Азии. - Ташкент: Издательство «ФАН». Т. 11, 2015.
43. Хасанов Ф.О. Флора Узбекистана. - Ташкент: Издательство «Навруз». Т. 1, 2017.
44. Сенников А.Н. Флора Узбекистана. - Ташкент: Издательство «Навруз». Т. 2, 2017.
45. Сенников А.Н. Флора Узбекистана. - Ташкент: Издательство «Маънавият». Т. 3, 2019.
46. Сенников А.Н. Флора Узбекистана. - Ташкент: Издательство «ФАН». Т. 4, 2022.
47. Сенников А.Н. Флора Узбекистана. - Ташкент: Издательство «ФАН». Т. 5, 2023.
48. Сенников А.Н. Флора Узбекистана. - Ташкент: Издательство «Маънавият». Т. 6, 2023.
49. Tojibaev K., Beshko N. 2015. Reassessment of diversity and analysis of distribution in Tulipa (Liliaceae) in Uzbekistan // Nordic Journal of Botany. 33(3): 224–234.
50. Kljuykov E.V., Tojibaev K.Sh., Lyskov D.F. 2018. The genus Elwendia Boiss. (Apiaceae) in the flora of Uzbekistan // Turczaninowia. 21(2): 210–220.
51. Tojibaev K.S., Beshko N.Y., Turginov O.T., Lyskov D.F., Ukrainskaja U.A., Kljuykov E.V. 2020. An annotated checklist of the endemic Apiaceae of Uzbekistan // Phytotaxa. 455(2): 70–94.
52. Makhmudjanov D., Juramurodov I., Kurbonaliyeva M. et al. 2022. Genus Eremurus (Asphodelaceae) in the flora of Uzbekistan // Plant Diversity of Central Asia. 2: 82–127.
53. Sennikov A., Khassanov F., Ortikov E. et al. 2023. The genus Iris L. s.l. (Iridaceae) in the Mountains of Central Asia biodiversity hotspot // Plant Diversity of Central Asia. 2(1): 1–104.
54. Juramurodov I.J., Tojibaev K.Sh., Sennikov A. et al. 2024. The genus Hedysarum (Fabaceae; Hedysareae) in Uzbekistan // Plant Diversity of Central Asia. 3(1): 1–90.
55. The Angiosperm Phylogeny Group. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV // Botanical Journal of the Linnean Society. 181(1): 1–20.
56. Salvator Ntore, Franck Theeten, Jacques Nkengurutse, Joël Ndayishimiye, Marc S. M. Sosef "The vascular plant diversity of Burundi" Plant Ecology and Evolution 155 (3): 404–416, 2022 <https://doi.org/10.5091/plecevo.85017>
57. Эргашев Ш.Э. 1974. Ландшафты Сурхандарьинской области. -Ташкент: ФАН. - 155 с.
58. Камелин Р.В. 1973. Флорогенетический анализ естественной флоры горной Средней Азии. - Ленинград: Наука. - 353 с.
59. Khokhryakov A.P. 2000. Taxonomic spectra and their role in comparative floristics // Botanicheskii zhurnal. 85(5): 1–11.
60. Karimov B.Q., Ibragimov A.J. 2025. Assessment of polymorphic family diversity in mountainous Central Asia and Turan provinces within selected administrative regions of the Republic of Uzbekistan // Markaziy Osiyoda biologik xilma-xillikni saqlash: muammolar, yechimlar va istiqbollari mavzusidagi II xalqaro ilmiy-amaliy anjuman materiallari. Namangan. B. 260–264.
61. Тожибаев К.Т., Бешко Н.Ю., Кодиров У.Х., Батошев А.Р., Мирзалиева Д.У. Кадастр флоры Узбекистана: Самаркандская область. - Ташкент: Издательство «Фан», 2018.
62. Тожибаев К.Т., Бешко Н.Ю., Шомуродов Х.Ф., Кодиров У.Х., Тургинов О.Т., Шарипова В.К. Кадастр флоры Узбекистана: Кашкадарьинская область. - Ташкент: Издательство «Фан», 2019.
63. Бешко Н.Ю., Герман Д.А., Газиев А.Д., Мальцев И.И., Ходжиматов О.К., Кодиров У.Х., Косимов З.З., Мадаминов Ф.М., Даминова Н.Э. Кадастр флоры Узбекистана: Ташкентская область. – Ташкент, 2024.
64. Тожибаев К.Ш., Бешко Н.Ю., Шомуродов Х.Ф. и др. Кадастр флоры Узбекистана: Навоийская область. - Ташкент: Издательство «Фан», 2019.
65. Тожибаев К.Ш., Бешко Н.Ю., Эсанкулов А.С., Батошов А.Р., Азимова Д.Э. Кадастр флоры Узбекистана: Джизакская область. - Ташкент, 2021.

**KATTA VA KICHIK O'RADARYOLAR HAVZASI FLORASINING AREOLOGIK
TAHLILIGA DOIR****Omonov Oybek Eshmirzayevich**

Turon universiteti o'qituvchisi

Qarshi davlat universiteti tadqiqotchisi

omonovoybek1985@mail.ru

ORCID 0009-0000-7145-3419

Yoziyev Lutfulla Habibullayevich

Turon universiteti rektori,

yoziyevl@mail.ru

ORCID 0000-0001-8209-3535

Movlonov Zufar Qahramon o'g'lizufarmavlonov768@gmail.com

UDK 581.93

Annotatsiya. Katta va Kichik O'radaryolar havzasi florasini o'rganish bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar, shuningdek, O'zbekiston Milliy gerbariysi (TASH) hamda xalqaro gerbariy fondlari — Moscow University Herbarium (MW) va Komarov Botanical Institute Herbarium (LE) da saqlanayotgan materiallar hamda dala tadqiqotlarimiz davomida to'plangan gerbariy namunalari tahliliga asoslanib quyidagi natijalar aniqlandi.

Tahlillar natijasiga ko'ra, mazkur havzalar florasida 82 oila va 475 turkumga mansub jami 1454 tur o'simlik mavjudligi qayd etildi. Aniqlangan turlar 7 ta areal sinfiga mansub bo'lib, ular 68 ta flora elementini tashkil etadi.

Jumladan, Qadimiy-O'rtayerdengizi areal sinfi 16 ta flora elementini (444 tur), Pomiroloy areal sinfi 15 ta flora elementini (281 tur), Polearktik areal sinfi 15 ta flora elementini (216 tur), Tog'li-O'rta Osiyo areal sinfi 9 ta flora elementini (206 tur), O'rta Osiyo areal sinfi 9 ta flora elementini (182 tur), Golarktik areal sinfi 3 ta flora elementini (77 tur) hamda Plyuriregional areal sinfi 1 ta flora elementini (48 tur) o'z ichiga oladi.

Tahlillar shuni ko'rsatadiki, hudud florasining asosiy qismini Qadimiy-O'rtayerdengizi areal sinfiga mansub turlar tashkil etadi. Aksincha, Golarktik hamda Plyuriregional areal sinfiga mansub turlar hudud florasida nisbatan kam uchraydi.

Kalit so'zlar: Katta O'radaryo, Kichik O'radaryo, hudud, flora, ekologik, areologik, areal sinfi, areal tipi (flora elementi) oila, turkum, tur, gerbariy namuna.

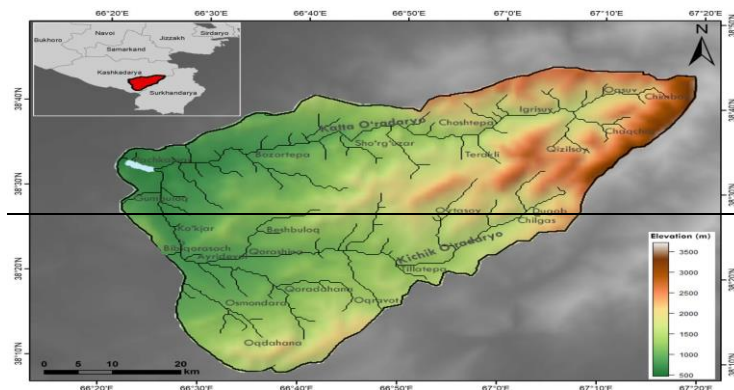
**ON THE AREOLOGICAL ANALYSIS OF THE FLORA OF THE GREAT AND
SMALL ORADARYA BASINS.**

Abstract. The article presents the data of scientists conducting research in the Katta and Kichik O'radarya basins, based on the analysis of herbarium specimens stored in the National Herbarium of Uzbekistan (TASH) and international funds (MW, LE) and collected during our field research, and it is stated that there are 1,454 species belonging to 82 families and 475 orders distributed in the flora of these basins, and these species belong to 7 areal classes and 68 flora elements. In this, the Ancient-Mediterranean areal class belongs to 16 flora elements (444 species), the Pomiroloy areal class to 15 flora elements (281 species), the Polearctic areal class to 15 flora elements (216 species), the Mountainous-Central Asian areal class to 9 flora elements (206 species), the Central Asian areal class to 9 flora elements (182 species), the Holarctic areal class to 3 flora elements (77 species) and the Pluriregional areal class to 1 flora element (48 species). It is clear from the analysis that the main species of the flora of the region belong to the Ancient-Mediterranean, and the least numerous species are species characteristic of the Holarctic and Pluriregional areal classes.

Keywords: Great O'radarya, Small O'radarya, area, flora, ecological, areological, areal class, areal type (flora element), family, genus, species, herbarium specimen.

Kirish. Areal tipi (bundan keyingi matnlarda Flora elementi so'zi bilan almashtiriladi) turning tabiiy tarqalish chegarasi hisoblanadi. Yer yuzida har qaysi o'simlik turining egallagan maydoni, o'sha o'simlik turining areali deyiladi. Hozirgi kunda yer sharidagi ma'lum bo'lgan 500 mingdan ortiq yuksak o'simlik turlarining barchasi bir xil maydonni egallamagani kabi, barcha turlar yer yuzining hamma qismida ham uchramaydi [1; 73-99-6.].

Hozirgi kungacha olib borilgan botanik tadqiqotlar natijalari shuni ko'rsatadiki, nafaqat turlar, balki turkum va oilalar ham alohida areallarga ega [2; 95-99-6.]. Tabiatda bir tur ikki xil flora elementiga mansub bo'lmaydi. Mazkur qonuniyat asosida, o'zaro yaqin bo'lgan flora elementlari ma'lum bir sinflar negizida birlashtiriladi.



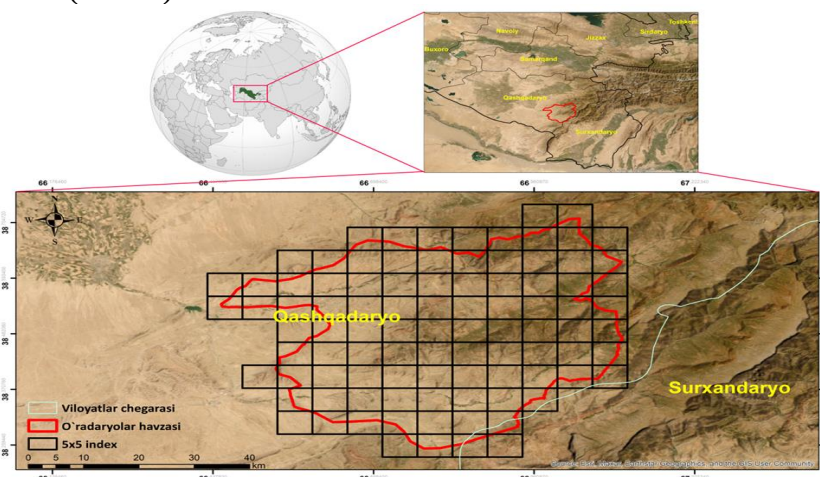
1-rasm. Tadqiqot hududining xaritasi

Tadqiqot hududida tarqalgan mazkur turlarni nafaqat hududda balki, Qashqadaryo botanik-geografik rayonida geografik jihatdan tarqalishi shu vaqtga qadar biror-bir adabiyot yoki manbalarda keltirilmagan, shu sababli, bu ishning dolzarbligini belgilab beradi.

Tadqiqotning maqsadi Katta va Kichik O'radaryolar havzasi florasida tarqalgan turlarning geografik jihatdan Areal sinflari kesimidagi Areal tiplari bo'yicha tahlillarini keltirishdan iborat.

Tadqiqot hududi. Katta va Kichik O'radaryolar havzasi Qashqadaryo botanik-geografik rayoni tarkibiga kiradi [3;146]. Bu areal sinflariga mansub turlar dengiz sathida 654-2875 metrgacha bo'lgan balandlik, ya'ni 4 ta mintaqada ham tarqalganligini ko'rishimiz mumkin (1-rasm).

Hududning umumiy maydoni 17,265 km². ga teng. Uning maydoni sharqdan-g'arbga 63,32 km. shimoldan-janubga tomon 52,63 km. ga sho'zilgan. Eng past nuqtasi Dehqonobod tumanining Bozortepa qishlog'i (dengiz sathidan 654 m.) ga to'g'ri kelsa, umumiy radiusi esa 213 kmni tashkil etadi. Eng baland nuqtasi esa Qamashi tumanining Qiziltom qishlog'i va Maydanak observatoriyasi, Xontaxti hududi (dengiz sathidan 2875 m.) ni qamrab oladi. Maydonining asosiy qismi Dehqonobod tumaniga to'g'ri keladi. Mazkur havzalar ma'muriy jihatdan Yakkabog', Qamashi va G'uzor tumanlari bilan chegaradosh va shu tumanlar hududiga ham kiradi. Shimolda Hisor davlat qo'riqxonasi, Vori va Toshqo'rg'on qishloqlari, Shimoli-g'arbda Yakkabog' tumani (Guldara, Abdi, Qayrog'och, Toshbuloq, Xonaqa, Cho'yanli, Tutak ota, Ishkent qishloqlari), Shimoli-sharqda Surxondaryo viloyatining Sangardak-To'palang BGR (Baxcha q-q.), shimoli-sharqiy va janubi-sharqiy tomonlardan Boysun botanik-geografik rayoni (Urug'lisoy, Kentala, Qizil Naur, Machay, Darband, Shurob qishloqlari) va Janubiy va janubiy-g'arbiy qismlarida Torqapchig'ay botanik-geografik rayoni (Qo'rgontosh, Oqdahana, Tog'aytemir, Xo'jamahmud, To'laqo'ton), janubi-g'arbda shu BGR ga tegishli Quyuqdara, Ko'kjar, Karail, Janubi-g'arbda G'uzor tumani (Qorakamar, O'tari, Qo'shquduq qishloqlari) hamda g'arbda Qamashi tumani (Yangi qishloq, Qizil qishloqlari) bilan chegaradosh (2-rasm).



2-rasm. Tadqiqot hududining to'r tizimli xaritasi

Adabiyotlar tahlili. Floraning areologik tahlili borasida qator olimlar o'z tadqiqot ishlarini olib borishgan [4, 5, 6].

Y.P. Korovin areallar borasida so'z yuritganda, ularni ekologik va geografik jihatdan tahlil qilishga alohida urg'u bergan. Ya'ni, geografik areal-tur, turkum va oila vakillarining ma'lum o'simliklar jamoasida tarqalishi hisobi amalga oshsa, ekologik areal ular o'sadigan muhit bilan bog'liqligi ta'kidlangan [7; 1-24-b.]. Mavjud adabiyot ma'lumotlari shuni ko'rsatadiki, bir qator olimlar o'rganilayotgan floralarning joylashgan o'ri, tadqiqot ishining maqsadi va vazifalari, turlarning tarkibiga ko'ra flora elementlarini taqsimlashda ayrim o'zgartirishlar kiritishgan.

Har bir mahalliy floraning keng ko'lamli tahlillari orasida floradagi turlarni geografik tarqalishi yoki umumiy flora elementlari bo'yicha tahlil qilish, floradagi turlarning asosini qaysi geografik elementlarga mansub bo'lgan turlardan iborat ekanligi bilish uchun xizmat qiladi. Olib borilgan tadqiqotlarda hudud florasining uchraydigan turlarning to'liq ro'yxati shakllantirildi. Shakllantirilgan mazkur ro'yxatdagi turlarni flora elementlarini belgilashda, hozirga qadar olib borilgan R.V. Kamelin [8], L.S. Krasovskaya, I.G. Levichev [9; 56-74-b.] floristik tadqiqotlardan foydalanilgan holda amalga oshirildi.

Shuni ta'kidlash kerakki, hozirga qadar O'rta Osiyodagi lokal floralarda olib borilgan barcha floristik tadqiqotlar mazkur adabiyotlardan foydalanilgan holda amalga oshirilib kelinadi. So'nggi yillarda Tog'li-O'rta Osiyo, jumladan, O'zbekistonda olib borilgan floristik tadqiqotlardagi [10; 3-113-b., 11; 22-b., 12; 45-49-b., 13; 271-b., 14; 160-b., 15; 258. b., 16; 120-b., 17; 101-b., 18; 230-b., 19; 279-b., 20; 266-b., 22; 315-b. 23; 63-71-b. 24; 54-62-b.] floradagi turlarning xorologik tahlili R.V. Kamelin (1973) tomonidan taklif etilgan tasnif asosida amalga oshirilgan [8; 82-b.]. Unga ko'ra, turning areali tor arealdan kengayib borish tartibida amalga oshiriladi.

Mashhur botanik olim R. V. Kamelin fikriga ko'ra, areal tiplari ajratilishida tur arealining umumiy konfiguratsiyasidan kelib chiqish maqsadga muvofiqdir. Shuningdek, mavjud tasniflarni turlarning ekologik xususiyatlari yoki ularning o'zaro bo'ysunish tizimlarini kiritish orqali ortiqcha murakkablashtirmaslik lozim [8; 356-b., 24; 146-b.].

Har qanday flora tarkibini o'rganishda turlarning geografik tarqalishini tahlil qilish umumiy floristik tahlilning muhim va ajralmas qismi hisoblanadi. Bunday tahlil hudud florasining qaysi geografik guruhlariga mansub ekanligini aniqlash imkonini beradi. Bu haqda N. N. Portenier o'zining "Флора и ботаническая география Северного Кавказа" asarida batafsil ma'lumot bergan [25].

Shuningdek, B. A. Yurtsev va R. V. Kamelin tadqiqotlarida har bir florada ma'lum flora elementlarining ulushi yetakchi o'rin tutishi ta'kidlanadi [26; 80-b.]. Masalan, o'rmon florasida aynan o'rmon sharoitiga moslashgan turlar ustunlik qiladi. Bu holat I. N. Gusayeva tadqiqotlarida ham qayd etilgan [27].

Mahalliy flora turlarini kompleks o'rganishda turlarning geografik tarqalishi, ya'ni areal tiplari bo'yicha tahlil qilish muhim ilmiy ahamiyatga ega. Bunday tahlillar orqali floradagi turlarning qaysi geografik elementlarga mansubligini aniqlash mumkin. Odatda, har bir tur faqat bitta flora elementiga mansub hisoblanadi.

Tadqiqot hududida bizgacha olib borilgan botanik tadqiqotlar aniq bir hudud sifatida yetarlicha o'rganilmaganligi hamda biz tomonimizdan olib borilgan tadqiqotlarimiz davomida mazkur hudud florasiga oid bir qancha ma'lumotlar ilmiy manbalarda [28; 154-160-b., 29; 185-195-b., 30; 1099-1109-b., 31; 25-33-b., 32; 154-160-b., 33; 198-208-b.] keltirib o'tilgan va bu esa hudud florasini kengroq o'rganishni taqozo etadi.

Tadqiqot materiallari va metodi. Tadqiqot hududi florasini konspektini shakllantirishda va ularning tahlillarini amalga oshirishda, qariyb 130 yil davomida kollektorlar tomonidan yig'ilgan turlarning gerbariy namunalari tahlil qilindi. Milliy gerbariy fondida saqlanib kelayotgan gerbariy materiallari tahlili shuni ko'rsatdiki, o'tgan vaqt mobaynida Katta va Kichik O'radaryolar havzasida bir qancha botanik tadqiqotlar olib borilgan [3; 146-149-b.]. Tadqiqot ishlari 2022–2025-yillar davomida Qashqadaryo viloyati Dehqonobod tumani hududiga kiruvchi Katta va Kichik O'radaryo havzalarida olib borildi. Tadqiqot ishida floristik tadqiqotlar uchun marshrutli, yarim statsionar, sistematik, areologik,

geografik va biomorfologik usullardan foydalanildi. Mazkur tadqiqot ishini amalga oshirishda floristikada keng qo'llanilib kelinayotgan klassik hamda zamonaviy usullarning uyg'unligida olib borildi.

Maqolada keltirilgan materiallar tadqiqot hududi va unga yondosh hududlarda olib borilgan tadqiqotlar natijalari, bajarilgan dissertatsiyalar hamda ilmiy maqolalarga tayanib olindi. Shu bilan birga 11 jildli "Определитель растений Средней Азии" (1968-2016) [34], 6 jildli "Флора Узбекистана" (1941-1962) (2016-2019) [35] va 30 jildli "Флора СССР" (1934-1960) [36] asarlaridan, hamda www.catalogueoflife.org, www.efloras.org, www.gbif.org internet saytlaridan foydalanilgan. materiallaridan foydalanib yozildi. Mazkur maqola O'zbekiston Milliy gerbariysi (TASH) fondida saqlanib kelayotgan gerbariy va dala tadqiqotlarimizda terilgan gerbariy namunalari asoslanib tayyorlandi.

Maqolada keltirilgan materiallar tadqiqot hududi hamda unga yondosh hududlarda olib borilgan ilmiy izlanishlar natijalari, himoya qilingan dissertatsiyalar va e'lon qilingan ilmiy maqolalar asosida umimlashtirildi. Shu bilan birga, 11 jildli "Определитель растений Средней Азии" (1968-2016) [34], 6 jildli "Флора Узбекистана" (1941-1962; 2016-2019) [35] hamda 30 jildli "Флора СССР" (1934-1960) [36] fundamental nashrlaridan keng foydalanildi.

Bundan tashqari, www.catalogueoflife.org, www.efloras.org va www.gbif.org elektron ma'lumotlar bazalaridagi zamonaviy taksonomik va nomenklatural ma'lumotlar tahlil qilindi.

Mazkur maqola O'zbekiston Milliy gerbariysi (TASH) fondida saqlanayotgan gerbariy namunalari hamda dala tadqiqotlarimiz davomida to'plangan materiallar asosida tayyorlandi.

Natijalar va muhokama. Katta va Kichik O'radaryolar havzasi florasidagi turlarning tabiiy tarqalish chegarasi 7 ta areal sinfiga kiruvchi 68 ta flora elementlariga xos ekanligi qayd etildi.

Tadqiqotlar davomida turlarning flora elementlari bo'yicha taqsimlanishi hamda ularning floradagi ulushi tahlil qilindi. Flora elementlari bo'yicha tahlil natijalari shuni ko'rsatadiki, Katta va Kichik O'radaryolar havzasi florasida turlar soni bo'yicha birinchi o'rinni Eron-O'rta Osiyo (131), Sharqiy Qadimiy O'rtayerdengizi (99), Qadimiy O'rtayerdengizi (95), Pomiroloy (93), Tog'li O'rta Osiyo (77), G'arbiy-Tyanshan-g'arbiy-Pomiroloy (74), Golarктиk (65), G'arbiy-Pomiroloy (60), O'rta Osiyo (56), Polearktik (49), Kopetdog'-Tog'li O'rta Osiyo (49), Plyuriregional (48), Janubi-g'arbiy-Hisor (39), G'arbiy Tyanshan Pomiroloy (39), Yevro-Qadimiy O'rtayerdengizi (36), Tarbag'atoy-Tog'li O'rta Osiyo (31) flora elementlari egallaydi. Yuqorida keltirilgan dastlabki 30 tadan ko'p bo'lgan turga ega bo'lgan 16 ta flora elementlarida 1041 ta tur jamlangan bo'lib, ular hudud florasining 71,6 % ni tashkil etadi (1-jadval).

1-jadval. Katta va Kichik O'radaryolar havzasi florasida areal sinflaridagi flora elementlarining turlari va gerbariyalar soni hamda ulushi bo'yicha tahlili

№	Areal sinflari va ulardagi flora elementlari	Tur soni	% da	Gerbariy soni	% da	Indeks soni
I	Pomiroloy areal sinfi	281	100	1746	100	94
1	Bobotog'	3	1	18	1	11
2	Boysun	4	1,4	39	2,23	24
3	Nurota	1	0,35	1	0,05	1
4	Qizilqum qoldig'i	1	0,35	1	0,05	1
5	Janubi-g'arbiy Hisor	39	14	237	13,57	58
6	Hisor	16	5,7	37	2,12	15
7	Hisor-Darvoz	12	4,27	77	4,4	15
8	Ko'histon-Hisor	16	5,7	83	4,75	35
9	Zarafshon	1	0,35	1	0,05	1
10	Janubi-g'arbiy Pomiroloy	20	7,1	214	12,25	45
11	Janubiy Pomiroloy	10	3,56	52	3	22
12	Janubiy Tyanshan-Pomiroloy	3	1	3	0,17	3
13	G'arbiy Pomiroloy	60	21,3	381	21,8	94
14	Pomiroloy	93	33,1	600	34,3	88
15	G'arbiy Zarafshon	2	0,7	2	0,11	2

II	Tog'li O'rta Osiyo areal sinfi	206	100	1148	100	76
16	Tyanshan-Pomiroloy	5	2,4	42	3,6	17
17	G'arbiy Hisor	2	0,97	6	0,5	1
18	Janubi-g'arbiy Tyanshan	2	0,97	2	0,17	2
19	G'arbiy-Tyanshan	5	2,4	6	0,5	5
20	G'arbiy-Chotqol	1	0,48	1	0,1	1
21	G'arbiy-Tiyanshan-G'arbiy-Pomiroloy	74	36	414	36	75
22	G'arbiy Tyanshan-Pomiroloy	39	18,9	199	17,3	54
23	G'arbiy Tyanshan-Shimoli Pomiroloy	1	0,48	13	1,13	3
24	Tog'li O'rta Osiyo	77	37,4	465	40,5	76
III	O'rta Osiyo areal sinfi	182	100	1373	100	94
25	Turon	27	14,8	252	18,3	61
26	Xoroson-Tog'li O'rta Osiyo	4	2,2	60	4,37	36
27	Kopedtog'-Pomiroloy	6	3,3	28	2	13
28	Kopedtog'-Tog'li O'rta Osiyo	49	26,9	490	35,68	94
29	Kopedtog'-Zarafshon	2	1,1	6	0,43	4
30	Tarbag'atoy-Tog'li O'rta Osiyo	31	17	227	16,5	72
31	Jung'or-tog'li-O'rta Osiyo	6	3,3	21	1,53	12
32	O'rta Osiyo	56	30,77	270	19,66	72
33	Subtropik Osiyo	1	0,55	19	1,4	2
IV	Qadimiy-O'rtayerdengizi areal sinfi	444	100	3447	100	94
34	Kavkaz-O'rta Osiyo	1	0,22	1	0,03	1
35	Eron-Tog'li O'rta Osiyo	25	5,6	179	5,2	54
36	Eron	11	2,47	30	0,87	19
37	Eron-O'rta Osiyo	131	29,5	1043	30,26	94
38	Kavkaz-Eron-O'rta Osiyo	3	0,67	37	1,07	23
39	Eron-Himolayoldi	20	4,5	130	3,77	53
40	Eron-Turon	5	1,12	6	0,17	5
41	Himoloy-oldi	25	5,6	329	9,5	89
42	Eron-Pomiroloy	6	1,35	27	0,78	13
43	Himoloy	2	0,45	2	0,05	2
44	Yevro-Himoloy-oldi	4	0,9	9	0,26	6
45	Himoloy-oldi-O'rta Osiyo	14	3,15	98	2,8	41
46	Himoloy-O'rta Osiyo	1	0,22	3	0,08	2
47	Sharqiy-Qadimiy O'rtayerdengizi	99	22,3	836	24,2	94
48	Sharqiy-O'rtayerdengizi	2	0,45	3	0,08	3
49	Qadimiy O'rtayerdengizi	95	21,4	714	20,7	92
V	Polearktik areal sinfi	216	100	1918	100	90
50	Oltoy-O'rta Osiyo	8	3,7	130	6,78	48
51	Oltoy-O'rta Osiyo-Eron	3	1,4	18	0,94	13
52	Sibir-O'rta Osiyo	14	6,5	136	7,1	59
53	Sibir-Oltoy-O'rta Osiyo	2	0,9	3	0,15	2
54	Yevro-Kavkaz-O'rta Osiyo	5	2,3	16	0,83	7
55	Yevro-Sibir-O'rta Osiyo	24	11,1	142	7,4	69
56	Pontik-Qadimiy O'rtayerdengizi	18	8,3	132	6,9	52
57	Pontik-Sharqiy-Qadimiy-O'rtayerdengizi	10	4,63	111	5,78	55
58	Yevro-Sharqiy-Qadimiy O'rtayerdengizi	16	7,4	63	3,28	30
59	Yevro-Sibir-Qadimiy O'rtayerdengizi	3	1,4	94	4,9	42
60	Yevro-Qadimiy O'rtayerdengizi	36	16,6	271	14,13	80
61	Pontik-Janubiy-Sibir-Qadimiy-O'rtayerdengizi	18	8,3	223	11,6	76
62	Janubiy-Polearktik	8	3,7	29	1,5	15
63	Mo'tadil-Polarktika	2	0,9	63	3,3	28
64	Polearktik	49	22,7	487	25,4	90

VI	Golarktik areal sinfi	77	100	662	100	94
65	Golarktik	65	84,4	642	96,9	94
66	Subtropik-Tropik	9	11,7	17	2,56	11
67	Tropik	3	3,88	3	0,45	3
VII	Plyuriregional areal sinfi	48	100	625	100	94
68	Plyuriregional	48	100	625	100	94
	Aniqlanmagan turlar	sp.	-	203	100	48
	Jami:	1454	100	11122	100	94

Ushbu jadvaldan ko‘rinib turibdiki, Katta va Kichik O‘radaryolar havzasi florasida 7 ta areal sinfiga tegishli, 68 ta flora elementlarida 1454 ta turning 11122 ta gerbariy namunasi barcha indekslarda borligini ko‘rishimiz mumkin. Bunda;

Qadimiy O‘rtayerdengizi areal sinfi 16 ta flora elementiga ega bo‘lib, bu sinfda 62 oila 239 turkumga mansub 444 ta tur borligi, bu esa umumiy floraning 30,5% ni, bu turlarning 3447 ta gerbariy namunasi esa umumiy gerbariy namunalarining 31% ni tashkil etib, 94 ta indeksda uchrashi bilan birinchi o‘rinni;

Pomir-Oloy areal sinfiga mansub turlar soni bo‘yicha ikkinchi o‘rinni egalladi. Mazkur sinf 15 ta flora elementiga ega bo‘lib, bu sinfda 37 oila 109 turkumga mansub 281 ta turning 1746 ta gerbariy namunasi borligi, bu esa turlar bo‘yicha umumiy floraning 19,3% ni, bu turlarning 1746 ta gerbariy namunasi esa umumiy gerbariy namunalarining 15,7% ni tashkil etib, 94 ta indeksda;

Polearktik areal sinfi 15 ta flora elementiga ega bo‘lib, bu sinfda 48 oila 150 turkumga mansub 216 ta tur borligi, bu esa umumiy floraning 14,85% ni, bu turlarning 1918 ta gerbariy namunasi esa umumiy gerbariy namunalarining 17,2% ni tashkil etmoqda. Sinfga mansub turlar 90 ta indeksda uchrashi bilan uchunchi o‘rinni;

Tog‘li-O‘rta Osiyo areal sinfi 9 ta flora elementiga ega bo‘lib, bu sinfda 35 oila 110 turkumga mansub 206 ta tur borligi, bu esa umumiy floraning 14,16% ni, bu turlarning 1148 ta gerbariy namunasi esa umumiy gerbariy namunalarining 10,32% ni tashkil etib, 76 ta indeksda uchrashi bilan to‘rtinchi o‘rinni;

O‘rta Osiyo areal sinfi 9 ta flora elementiga ega bo‘lib, bu sinfda 43 oila 122 turkumga mansub 182 ta tur borligi, bu esa umumiy floraning 12,5% ni, bu turlarning 1373 ta gerbariy namunasi esa umumiy gerbariy namunalarining 12,3% ni tashkil etib, 94 ta indeksda uchrashi bilan beshinchi o‘rinni;

Golarktik areal sinfi 3 ta flora elementiga ega bo‘lib, bu sinfda 28 oila 62 turkumga mansub 77 ta tur borligi, bu esa umumiy floraning 5,3% ni, bu turlarning 662 ta gerbariy namunasi esa umumiy gerbariy namunalarining 6% ni tashkil etib, 94 ta indeksda uchrashi bilan oltinchi o‘rinni;

Plyuriregional areal sinfi faqat bitta Plyuriregional flora elementiga ega bo‘lib, bu sinfda 20 oila 39 turkumga mansub 48 ta tur borligi, bu esa umumiy floraning 3,44% ni, bu turlarning 625 ta gerbariy namunasi esa umumiy gerbariy namunalarining 5,62% ni tashkil etmoqda. Bu areal sinfiga mansub turlar soni bo‘yicha yettinchi o‘rinni egallab, 94 ta indeksda uchrashi aniqlandi.

Biz tomonimizdan yuqoridagi jadvalda keltirilgan tahlillarni batafsil, kengroq qilib dissertatsiya ishida yoritib o‘tdik.

Xulosa. Olib borilgan tadqiqotlar natijasi bo‘yicha areologik tahlillar natijalari shuni ko‘rsatdiki, Katta va Kichik O‘radaryolar havzasi florasida 82 oila 475 turkumga mansub 1454 ta tur 7 ta areal sinfiga tegishli, 68 ta flora elementiga tegishliligi aniqlandi.

Bunda Qadimiy-O‘rtayerdengizi areal sinfi 16 ta flora elementiga (444 tur), Pomiroloy areal sinfi 15 ta flora elementiga (281 tur), Polearktik areal sinfi 15 ta flora elementiga (216 tur), Tog‘li-O‘rta Osiyo areal sinfi 9 ta flora elementiga (206 tur), O‘rta Osiyo areal sinfi 9 ta flora elementiga (182 tur), Golarktik areal sinfi 3 ta flora elementiga (77 tur) va Plyuriregional

areal sinfi esa 1 ta flora elementiga (48 tur) tegishli ekan. Bundan ko‘rinib turibdiki, hudud florasining asosiy turlari Qadimiy-O‘rtayerdengiziga, eng kam sonli turlarni esa Golarktik hamda Plyuriregional areal sinfiga xos turlar ekan.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Akhani, H., Deil, U., 2012. First observations of the flora and vegetation of three islands in the NW Persian Gulf (Iran). *Phyton* 52, 73–99.
2. Скользнев Л.Н. Географический анализ флоры заповедника “Галичья гора”. Вестник ву, серия: химия. биология. фармация, 2007, № 2. С 95–99.
3. Omonov O.E., Yoziyev L.H., Baysunov B.X. “KATTA VA KICHIK O‘RADARYOLAR HAVZASI FANEROFITLARI”. *QarDU xabarları ilmiy-nazariy, uslubiy jurnal*, №3/2, 145–150-betlar.
4. Дудов С.В., Дудова К.В. Высокогорная флора восточной части хребта тукурингра. *Растительный мир Азиатской России*, 2017, № 2(26). - С. 50–62.
5. Костромина О.А. Анализ флористического состава заливов Братского водохранилища (на примере заливов Ия и Долоновский). *Анализ флористического ...* 2015 № 4 (28) - С. 149–158.
6. Memariani, F., Joharchi, M.R., Akhani, H., 2016c. Plant diversity of Ghorkhod Protected Area, NE Iran. *Phytotaxa* 249, 118–158.
7. Ghazanfar, S.A., McDaniel, T., 2016. Floras of the Middle East: a quantitative analysis and biogeography of the flora of Iraq. *Edinb. J. Bot.* 73, 1–24.
8. Камелин Р.В. Флорогенетический анализ естественной флоры горной Средней Азии. – Ленинград: Наука, 1973. – 356 с.
9. Красовская Л.С., Левичев И.Г. Флора Чаткальского заповедника. – Ташкент: Фан, 1986. – С. 56–74.
10. Ашуров Э. Растительность и растительные ресурсы западной части Зарафшанского хребта: Дис. ... канд. биол. наук. – Ташкент, 1988. – С. 3–113.
11. Гаффаров Г. Флора и растительность бассейна реки Ходжа-бакирган (Туркестанский хр.). Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Ташкент, 1991. – 22 с.
12. Бешко Н.Ю. Флора Нуратинского заповедника: дисс. канд. биол. наук. – Ташкент, 2000. – С. 45–49.
13. Тожибаев К.Ш. Флора Юго-Западного Тянь-Шаня (в пределах республики Узбекистан). Дисс.... докт. биолог. наук. – Ташкент, 2010. 271 с.
14. Ибрагимов А.Ж. Сурхон давлат қўриқхонасининг флораси (Кўхитанг тизмаси): Дисс. канд. биол. наук. – Ташкент: 2010. – 160 б.
15. Батошов А.Р. Флора станцов Юго-Восточного Кызылкума: Дисс докт. биолог. наук. - Ташкент, 2016. - 258 с.
16. Тургинов О.Т. Бойсун ботаник-географик райони флораси: Дис канд биол наук.– Ташкент, 2017. – 120 б.
17. Esanov N.Q. Buxoro vohasi florasi tahlili *Biol.fan.fals.dok.(PhD) diss.*– Toshkent, 2017.–178 b.
18. Азимова Д.Э. Молгузар тизмаси флораси: *Biol.fan.fals.dok.(PhD) diss.* –Ташкент, 2018. – 230 б.
19. Кодиров У.Х. Ургут ботаник-географик райони флораси: *Biol.fan..dok. diss. avtoref.*– Ташкент, 2021. – 279 б.
20. Ачилова. Н.Т. Сурхон-Шеробод ботаник-географик райони флораси: *Biol.fan.fals.dok.(PhD) diss.*– Ташкент, 2021. –266 б.
21. Абдураимов А.С. Торқопчиғай ботаник-географик райони флораси *Biol.fan.fals.dok.(PhD) diss.*– Ташкент, 2021. – 315 б.
22. Аромов Т.Б. Ҳисор давлат қўриқхонаси флораси: Биол.ф.ф.д. дисс. – Қарши, 2023.–271. б.
23. Uralov R.A. Quyı Surxon florasi: *Biol.fan.fals.dok.(PhD) diss.*– Toshkent, 2025. – 246.
24. Камелин Р.В. Флора Сырдарьинского Каратау. – Ленинград: Наука, 1990.–146 с.
25. Портениер Н. Флора и ботаническая география Северного Кавказа. - Литрес. 2012.
26. Юрсеv, Б. А. и Камелин, Р. В. Основные понятия и термины флористики. - Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1991. - 135 с.
27. Гусева И.Н. Эколого-ценотический анализ лесной флоры Центрального Предкавказья. Биоразнообразие, биоресурсы, биотехнологии и здоровье населения Северо-Кавказского региона. – Материалы конференции, связанные с диссертацией: «Флора лесов Центрального Предкавказья и её анализ» - Ставрополь, 2015. - С.207–212.
28. Омонов О.Э. Катта ва Кичик Ўрадарё хавзаси флора ва ўсимликлар қопламининг ўрганилиш тарихи // *QarDU xabarları*. 2024, 2/2. – С. 154–160.
29. Омонов О.Э. O‘radaryo havzasi florasining dastlabki ro‘yxati (O‘zbekiston Milliy gerbariy fondi gerbariysi asosida) // *QarDU xabarları*. 2024, 2/4. 185–195-b.
30. Omonov O.E., Aromov T., Begaliyev B., Badirov V., A.Abdusalomov A., Yoqubov S.

“Analysis of endemic plant species listed in the Red book of Southwestern Gissar (Case study: Katta and Kichik Uradarya basins and Gissar state nature reserve)” Scientific Research Publishing. American Journal of Plant Sciences, 2025, 16(10), Amerika. 2025. 1099-1109. Doi: 10.4236/ajps.2025.1610071. ISSN Online: 2158-2750.

31. Omonov O.E., Aromov T.B., Begaliyev B.T., Badirov V.N., Yoqubov S.T. “SOME ENDEMIC PLANT SPECIES OF THE KASHKADARYA BOTANICAL-GEOGRAPHICAL REGION: A CASE STUDY OF THE BASINS OF THE KATTA URADARYO AND KICHIK URADARYO RIVERS AND THE GISSAR STATE NATURE RESERVE”. International Journal of Recent Engineering Research and Development (IJRERD). ISSN: 2455-8761. Volume 10 – Issue 04. Jul – Aug 2025. India, 2025. PP. 25-33.

32. Omonov O.E., Aromov T.B. “KATTA VA KICHIK O‘RADARYO HAVZALARI FLORASINING ENDEM TURLARI BO‘YICHA TAHLILIGA DOIR”. “FarDU. ILMIY XABARLAR”. TABIIY FANLAR. Ilmiy jurnal, №3/2025, 154-160-betlar.

33. Omonov O.E., Aromov T.B., Bukhorov J., Safarova D.A., Ziyodullayeva O.O. “REPRESENTATIVES OF THE FAMILY AMARYLLIDACEAE J.ST.-HIL. DISTRIBUTED IN THE KATTA AND KICHIK URADARYA BASINS” // “FORMATION OF PSYCHOLOGY AND PEDAGOGY AS INTERDISCIPLINARY SCIENCES”, INTERNATIONAL SCIENTIFIC-ONLINE CONFERENCE.198-208-бетлар. Italiya, 2025.

34. Определитель растений Средней Азии. Критический конспект флоры. В I-X. Т. - Ташкент: Фан, 1968-2016.

35. Флора Узбекистана. В 6 т. – Ташкент: изд. АН УзССР, 1941-1963.

36. Флора СССР. В 30 т. – Москва-Ленинград: изд. АН СССР, 1934-1960.

CAMELLIA JAPONICA L.NING QARSHI VOHASI SHAROITIDA KO‘PAYTIRISHNING SAMARALI USULLARI

Qayumova Maxliyo Qobul qizi

Qarshi davlat universiteti, Fiziologiya kafedrası o‘qituvchisi

qayumovamahliyo22@gmail.com

ORCID 0009-0005-5254-1970

Turdiyeva Gavhar Inotullayevna

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti

ORCID 0009-0003-9859-5566

gturdiyeva@dpi.uz

Shaxriddinova Madina Zafar qizi

Turon universiteti magistranti,

madinashaxriddinova08@gmail.com

UDK 635.9:582.823:631.53(575.144)

Annotatsiya. Maqolada *Camellia japonica* ning mikroklonal va vegetativ ko‘paytirish usullarining samaradorligi tahlil qilindi. Seglie va boshqalar (2012) hamda Malyarovskaya tomonidan o‘tkazilgan in vitro tadqiqotlar natijalari mikroklonal ko‘paytirish jarayonida kallusning ortiqcha rivojlanishi, to‘qimalarning nekrozalanishi, novdalarning nobud bo‘lishi va ildiz olishning pastligi kabi muammolar mavjudligini ko‘rsatgan. Shuningdek, gormonlar nisbati va genotiplarning reaksiyasi katta farq qilishi aniqlangan. Vegetativ ko‘paytirish bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlar (Ukraina, Shri-Lanka) navga xos sezilarli farqlar, yarim yog‘ochlashgan qalamchalarning afzalligi va substrat hamda stimulyatorlarning ildizlanishga ta‘sirini tasdiqlagan. Qarshi vohasida Marlow va Harkess (2025) metodikasidan foydalanilgan holda yashil, yarim yashil va yog‘ochlashgan qalamchalardan olingan 68 ta namunada tajribalar o‘tkazilgan. Natijalar yarim yashil qalamchalarning eng yuqori ildiz olish ko‘rsatkichiga (83 %) ega ekanini, yashil (72 %) va yog‘ochlashgan (66 %) qalamchalarga nisbatan ustunligini ko‘rsatgan. Ildiz hosil bo‘lish muddati 10–16 haftani tashkil etgan. Olingan ilmiy natijalar *C. japonica* ning Qarshi sharoitida vegetativ ko‘paytirish imkoniyatlari yuqori ekanini va ekish materiali olishda yarim yashil qalamchalar eng maqbul variant hisoblanishini tasdiqlaydi.

Kalit so‘zlar: *Camellia japonica*, vegetativ ko‘paytirish, mikroklonal ko‘paytirish, qalamcha, yarim yashil qalamcha, gormonlar, IBA, kallus, ildiz olish, Qarshi vohasi.

EFFECTIVE METHODS OF PROPAGATION OF CAMELLIA JAPONICA L. IN KARSHI CONDITIONS

Abstract. The article analyzes the efficiency of microclonal and vegetative propagation of *Camellia japonica*. In vitro studies conducted by Seglie et al. (2012) and Malyarovskaya revealed several issues in the microclonal propagation process, such as excessive callus formation, tissue necrosis, shoot death, and low rooting ability. Furthermore, it was found that the ratio of phytohormones and the genotype response vary

significantly. Studies on vegetative propagation (Ukraine, Sri Lanka) confirmed significant cultivar differences, the advantages of semi-hardwood cuttings, and the influence of substrate and rooting stimulators on the rooting process. Experiments were conducted on 68 samples of green, semi-hardwood, and woody cuttings under the conditions of the Karshi oasis using the methods of Marlow and Harkess (2025). The results showed that semi-hardwood cuttings had the highest rooting percentage (83%), surpassing green (72%) and woody (66%) cuttings. The root formation period ranged from 10 to 16 weeks. The obtained scientific data confirm that *C. japonica* has high potential for vegetative propagation under the conditions of Karshi, and semi-hardwood cuttings are the most optimal option for obtaining planting material.

Keywords: *Camellia japonica*, vegetative propagation, microclonal propagation, cutting, semi-hardwood cutting, phytohormones, IBA, callus, rooting, Karshi oasis.

Kirish. Yapon kameliyasi (*Camellia japonica* L.) so'nggi yillarda interyer va oranjereya sharoitida keng qo'llaniladigan gullaydigan subtropik o'simlik bo'lib, tabiiy holda Yaponiya, Janubiy Koreya va Xitoyning ba'zi hududlarida daraxt yoki katta buta shaklida o'sadi. Bu o'simlik yorug'lik va namlikning o'zgarishiga nisbatan moslashuvchanligi, shuningdek, sharoit yaxshilanganida tez tiklanish xususiyati tufayli fitodizaynda keng qo'llaniladi. Gullari qavat-qavat, turli ranglarda bo'lib, manzaralilik qiymati yuqori [1, 2]. Barglari va gullaridan olingan ekstraktlar yuqori antibakterial, antioksidant va antifungal faollikka ega bo'lib, erkin radikallarni neytrallash va zamburug' patogenlarining o'sishini to'xtatish, oziq-ovqat mahsulotlarida uchraydigan patogen mikroorganizmlarni yo'qotish qobiliyati bilan ajralib turadi [3, 4, 5].

*C. japonica*ning ko'paytirilishi manzarali bog'dorchilik, o'simliklarni yetishtirish uchun katta ahamiyatga ega. Biroq ushbu tur o'sish sharoitlariga yuqori darajada sezgirli, morfogenez jarayonining sekinligi va navlar o'rtasidagi keskin farqlar bilan tavsiflanadi. Shu sababli uni vegetativ usulda ko'paytirish har doim ham ijobiy natija beravermaydi.

Seglie va boshqalar tomonidan (2012) *in vitro* sharoitida *C. japonica*ning 19 genotipida apikal va aksilyar eksplantlardan foydalanilgan holda poya hosil bo'lishi va ildizlanish jarayonlari o'rganilgan. Mualliflarning aniqlashicha, aksilyar kurtaklar yuqori darajada morfogenez qobiliyatiga ega (poya hosil bo'lishi 100% gacha); biroq bunday poyalar uchun nihoyatda yuqori nobud bo'lish darajasi 94,8% gacha kuzatilgan, apikal kurtaklarda esa bu ko'rsatkich taxminan 54% atrofida bo'lgan. Bundan tashqari, kallusning intensiv hosil bo'lishi, uning keyinchalik qorayishi va to'qimalarning nekrotizatsiyalanishi qayd etilgan bo'lib, bu mikronovdalarning yashovchanligini keskin pasaytirgan. *In vitro* sharoitida ildiz olish esa mikroklonal ko'paytirish siklining eng muammoli bosqichi sifatida tavsiflangan, u past samaradorlik va jarayonning juda uzoq davom etishi bilan kechgan [6].

Shunga o'xshash xulosalar V. Malyarovskayaning Bulgarian Journal of Crop Science jurnalida chop etilgan tadqiqotda ham keltirilgan bo'lib, unda *C. japonica*ning mikroklonal ko'payishiga ta'sir etuvchi omillar o'rganilgan. Tadqiqot natijalariga ko'ra, sitokininlarning yuqori konsentratsiyalari, xususan, 6-benziladenin (2,5–3,0 mg/L), kuchli kallus hosil bo'lishiga sabab bo'ladi, biroq poya hosil bo'lishini cheklaydi. Auksinlar (IAA yoki NAA)ning past dozalari bilan birga qo'llanilgan 6-BAPning past konsentratsiyalari (0,5–2,0 mg/L) esa mikronovdachalarning faolroq rivojlanishiga yordam beradi. Muallif har bir nav uchun gormonlar kombinatsiyasini alohida tanlash zarurligini ta'kidlaydi, chunki genotiplarning javob reaksiyasi sezilarli darajada farqlanadi [7].

Shunday qilib, mavjud ilmiy tadqiqot natijalari tahlili *C. japonica*ning mikroklonal ko'paytirish mumkinligini ko'rsatdi. Biroq jarayon bir qator qiyinchiliklar bilan kechishi: hosil bo'lgan novdachalarning yuqori darajada nobud bo'lishi, o'sishning sekinligi va ildiz olish ko'rsatkichining past darajasi namoyon bo'lgan. Bu jarayonda sitokinin-auksin nisbatini optimallashtirish hamda javob reaksiyasi yuqori bo'lgan genotiplarni tanlash muhim ahamiyat kasb etishi ta'kidlanga.

*C. japonica*ning vegetativ ko'paytirilishi mikroklonal usullarga qaraganda ancha ishonchli deb hisoblanadi, biroq bu usul ham navga xos xususiyatlar mavjudligini namoyon

etadi. Ukraina Fanlar akademiyasining M.M. Grishko nomidagi Milliy Botanika bog'i bazasida o'tkazilgan tadqiqotda vegetativ ko'paytirilgan turli navlarda ildiz olish samaradorligi sezilarli darajada farq qilishi aniqlangan, shuningdek, ildiz hosil bo'lishini rag'batlantiruvchi moddalar (xususan, DG-482 va 2,4-D) qo'llanilganda ushbu ko'rsatkich keskin oshishi ko'rsatib berilgan. Mualliflar, shuningdek, mexanik mustahkamlik va fiziologik faollikni birlashtirgan yarim yog'ochlashgan qalamchalar eng maqbul variant ekanini ta'kidlaganlar. Ildiz tizimining shakllanish muddati 2,5–3 oydan tortib, noqulay sharoitlarda 9 oygacha cho'zilgan, bu esa mazkur turda o'sish jarayonlarining sekin kechishini yana bir bor tasdiqlaydi [8].

Shri-Lankadagi Uva Vellassa universitetida olib borilgan tadqiqot ham *C. japonica*ning qalamcha orqali ko'paytirilishida navga xos sezilarli farqlar mavjudligini tasdiqlaydi. Aniqlanishicha, pushti gulga ega navlar oq gulli navlarga nisbatan yuqoriroq ildiz olish ko'rsatkichini namoyon etgan. Eng samarali natijalar yuqori qatlamdan olingan tuproqning kokos tolasi va ildiz hosil bo'lishini rag'batlantiruvchi moddalar bilan kombinatsiyalangan substratlarida qayd etilgan. Tajriba variantlari orasida 85 kun o'tganidan so'ng ildizlar soni va uzunligi bo'yicha sezilarli farqlar kuzatilgan. Urug' orqali ko'payish samaradorligi nihoyatda pastligi, chang donachalari hayotchanligining pastligi va urug'larning juda kam hosil bo'lishi sababli muallif mazkur o'simlikni vegetativ ko'paytirish samarali bo'lishini ta'kidlaydi [9].

Ushbu mavzu bo'yicha eng dolzarb tadqiqot Marlow va Harkess (2025)larga tegishli bo'lib, unda *C. japonica* qalamchalarni indol kislotasi (indole-3-butyric acid (IBA)) eritmalariga to'liq botirib qo'yishga asoslangan usulni qo'llash natijalari keltirilgan. Mualliflar ushbu usulni an'anaviy "basal dip" usuli bilan solishtirishgan. "Basal dip" – bu qalamchalarning ildiz olishini rag'batlantirishning an'anaviy usuli bo'lib, unda qalamchaning pastki qismi qisqa muddatga (odatda bir necha soniyaga) yuqori konsentratsiyali ildiz hosil qiluvchi gormon eritmasiga (ko'pincha indol kislotasiga) botiriladi. Tadqiqot natijasida 200–600 mg/l konsentratsiyadagi indol kislotasi eritmasiga qalamchalarni 5 daqiqa davomida yarmigacha botirib qo'yilganda hosil bo'lgan ildiz olish samaradorligi an'anaviy usuldagi (qalamchani faqatgina bazal qismini 3000 mg/l eritmaga 15 soniya botirish) natijalar bilan teng bo'lganligi aniqlangan. Shu bilan birga, navlarga xos farqlar sezilarli bo'lib qolgan, bu boshqa tadqiqotlar natijalari bilan mos keladi. To'liq botirish texnologiyasi *C. japonica*ning professional ko'paytirilishida istiqbolli, texnologik jihatdan sodda usul hisoblanadi [10].

Material va metodika. Yuqoridagi tadqiqotlarda qalamchalarni novdaning qaysi qismidan tayyorlash kerak degan savolga javob berilmaydi. Shundan kelib chiqib, 2025-yil fevral oyida *C. japonica* novdalarining turli joylaridan tayyorlangan yashil, yarimyashil va yog'ochlangan qalamchalari Marlow va Harkess (2025)lar tomonidan tavsiya etilgan metoddan foydalangan holda ko'paytirib ko'rildi. Tavsiya etilgan metodga ko'ra qalamchalar auksin (indole-3-butyric acid (IBA))ga botirib qo'yildi. Auksin – tabiiy yoki sintetik usulda olingan gormon bo'lib, o'simlikni o'sishini va hujayralarni bo'linishini stimullaydi. Ushbu gormon qalamchalarni ildiz olishiga ijobiy ta'sir ko'rsatib, hujayralarni va novdalarni o'stiradi. Morfogenez va hujayralarni ixtisoslashini boshqaradi. IBA (indole-3-butyric acid) sintetik auksin hisoblanadi va keng qo'llaniladi.

C. japonica ning yashil, yarim yashil va yog'ochlashgan qismidan olingan 7-8 sm uzunlikdagi 68 ta qalamcha tayyorlandi. Shundan 18 ta qalamcha novdaning yashil, 20 tasi yarim yashil, 30 tasi yog'ochlangan qismidan olindi. Qalamchalardan pastki barglar to'liq olib tashlandi, yuqori 1-2 barg saqlandi va transpiratsiyani kamaytirish maqsadida barg plastinkasi 30-50 % ga qisqartirildi. Qalamchalar kesilgandan so'ng +5...+10 °C haroratdagi nam sharoitli konteynerda 6-12 soat saqlandi. Shundan so'ng, qalamchalar Marlow T.R. va Harkess R.L. (2025) metodikasi asosida 400 ml/l konsentratsiyadagi auksin eritmasiga

qalamchalar yarmigacha 5 daqiqa davomida eritmaga to'liq botirildi va konteynerda tayyorlangan substratga 2-3 sm chuqurlikda vertikal holda o'tqazildi, qalamchani auzsinga botirilgan qismini to'liq substrat ichida qolishi ta'minlandi. Atrofiga havo kirmasligi uchun substrat zichlanda. Konteynerdagi qalamchalar issiqxona ichidagi mini-teplitsada, 18-24°C haroratda, havoning nisbiy namligi 85–95 % bo'lgan sharoitda parvarish qilindi. Yorug'likdan himoya maqsadida 50–60 %lik oq soya setkasi ishlatildi. Qora setka qo'llanilmadi, chunki u yuqori issiqlik yuzaga keltiradi. Kunning issiq vaqtlarida teplicha qisman ochib qo'yilib, ventilyatsiya ta'minlandi. Ildizlar soni 3-5 ta, bo'yi 2-3 sm bo'lganda qalamchalar ildiz olgan deb hisoblandi.

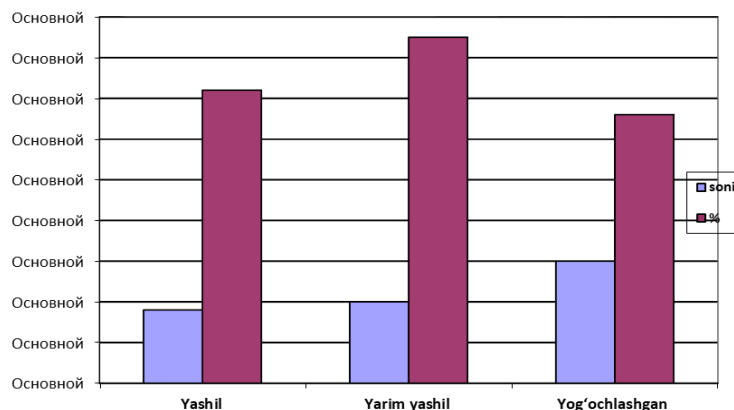
Natija va muhokama. Issiqxona sharoitida o'tkazilgan tajribalar yashil va yarim yashil qalamchalardan olingan novdalar yuqori ildiz olish samaradorligiga ega ekanligini ko'rsatdi (1-jadval).

1-jadval. *Camellia japonica* ning vegetativ ko'paytirish samaradorligi

Qalamcha turi	Qalamchalar soni	Ildiz olish ko'rsatkichi (%)	Ildiz hosil bo'lish muddati, hafta	Izoh
Yashil	18	72	14	Barqaror, sifatli ko'chat beradi
Yarim yashil	20	85	10	Eng yaxshi natija, oson ildiz oladi
Yog'ochlashgan	30	66	16	Ildiz olish sekin

C. japonica ning 18 dona yashil qalamchalaridan 13 tasi (72 %) ildiz oldi, ildiz olish uchun o'rtacha 90 kun talab etildi. 2–3 bo'g'inli 20 dona yarim yashil qalamchalarning 17 donasi (83%) ildiz hosil qildi va buning uchun 70 kun talab qilindi (rasm). Yog'ochlangan 30 dona qalamchalarning 20 tasi (66 %) ildiz oldi va bu jarayon nisbatan uzoqroq – 117 kun davom etdi.

Shunday qilib, *Camellia japonica* ni vegetativ usul bilan ko'paytirishda yosh, yashil va yarim yashil qalamchalardan foydalanish eng samarali bo'lib, bu usulda ko'paytirish o'simlikning saqlangan holda ko'p miqdorda ekish materiali olish imkonini beradi. Qarshi vohasi sharoitida ildiz olish jarayoni 10-16 haftagacha davom etadi.



Rasm. Qarshi vohasi sharoitida *Camellia japonica* ni har xil turdagi qalamchalardan ko'paytirish samaradorligi

Yosh o'simlikda gullar 3-5 sm diametrda bo'lib, o'simlik o'sgan sari gullarning o'lchami va soni ortadi. Bo'yi 150 sm gacha, shox-shabbalari esa 80-100 sm gacha yetadi. O'simlik yorug' joylarda yaxshi rivojlanadi, ammo yarim soyali joylarda ham bimalol o'sadi. Qishda optimal harorat 12-15 °C atrofida bo'lishi kerak, yozda esa +20...+25°C optimal hisoblanadi. Sug'orish qishda haftada 1-2 marta, yozda esa 3-4 marta amalga oshiriladi. Barglarni namlik bilan muntazam ta'minlash – haftada 2-3 marta suv purkash tavsiya etiladi.

C. japonica boshqa subtropik o'simliklarga nisbatan yelvizak va changga nisbatan sezgirroq bo'lib, tuproq tarkibiga talabchan. U organik moddalar bilan boyitilgan, biroz kislotali, drenajli tuproqda yaxshi o'sadi. O'simlik tez-tez ko'chirishni yoqtirmaydi, faqat

tuproq ustki qatlamini almashtirish kifoya qiladi, zarurat tugʻilganda ikki yilda bir marta koʻchirish tavsiya etiladi. Shox-shabbalarining uchini chilpish orqali yangi novdalar hosil qilinadi va oʻsimlik ixcham shaklga ega boʻladi. Shu jarayonda olingan qalamchalar vegetativ koʻpaytirish uchun ishlatilishi mumkin.

Oranjereya sharoitida *C. japonica* har yili yoki har ikki yilda gullashi mumkin. Gullash davrida urugʻ hosil qilmaydi, shuning uchun vegetativ usul –qalamcha bilan koʻpaytirish eng samarali hisoblanadi.

2-jadvalda Qarshi sharoitida oʻsimlikni bioekologiyasi va parvarishlash talablari tavsifi keltirilgan.

2-jadval. *Camellia japonica*ning Qashqadaryo sharoitida oʻsimlikni bioekologiyasi va parvarishlash talablari

Koʻrsatkich	Tavsif
Tabiiy tarqalishi	Yaponiya, Janubiy Koreya, Xitoy subtropik oʻrmonlari
Oʻsimlik shakli	Katta buta yoki 1,5–3,0 m gacha boʻlgan daraxtcha
Barglari	Qalin, yaltiroq, toʻq-yashil, doimiy yashil
Gullari	Qizil, yirik (5-10 sm)
Gullash davri	Yanvar-aprel (oranjereyada); tabiatda fevral-may
Yoritilish talabi	Yarim soya, tarqoq nur, toʻgʻri quyosh nuridan saqlash kerak
Harorat talabi	Qishda: 12–15 °C; yozda: 20–25 °C
Namlik talabi	Yuqori havo namligi (60–80 %), barglarga suv purkash zarur
Sugʻorish	Qishda haftasiga 1–2 marta; yozda 3–4 marta
Tuproq	Drenajli, yumshoq, organik moddalarga boy, biroz kislotali (pH 5,0–6,0)
Koʻchirib ekish	2 yilda 1 marta; oʻsimlik tez-tez koʻchirilishni yoqtirmaydi
Moslashuvchanligi	Sovuqqa sezgir; yelvizakka chidamsiz; changdan tez zarar koʻradi

Xulosa. Shunday qilib, *Camellia japonica* subtropik kelib chiqishga ega, yuqori manzarali qimmatga ega koʻp yillik oʻsimlik boʻlib, Oʻzbekistonning oranjereya sharoitida muvaffaqiyatli oʻstiriladi. Uning bioekologik talablarini toʻgʻri taʼminlash, ayniqsa, yorugʻlik, namlik va haroratni barqaror ushlab turish oʻsimlikning sogʻlom rivojlanishi uchun zarur. Vegetativ koʻpaytirish usullaridan yashil va yarim yashil qalamchalarning samaradorligi yuqori boʻlib, toʻgʻri parvarishlangan *Camellia japonica* interyer dizaynida uzoq yillar davomida yuqori estetik qiymatga ega boʻlgan manzarali oʻsimlik sifatida xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Vijayan K, Zhang W-J, Tsou C-H. 2009. Molecular taxonomy of *Camellia* (Theaceae) inferred from nrITS sequences. *Am J Bot.* 96:1348–1360.
2. Mondal T.K. *Camellia* //Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources: Plantation and Ornamental Crops. – Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2011. – C. 15-39.
3. Lee S. Y. et al. Antifungal and Antioxidant Activities of Extracts from Leaves and Flowers of *Camellia japonica* L //Korean Journal of Medicinal Crop Science. – 2005. – T. 13. – №. 3. – C. 93-100.
4. Kim K. Y., Davidson P. M., Chung H. J. Antibacterial activity in extracts of *Camellia japonica* L. petals and its application to a model food system //Journal of Food Protection. – 2001. – T. 64. – №. 8. – C. 1255-1260.
5. Onodera K., Hanashiro K., Yasumoto T. Camellianoside, a novel antioxidant glycoside from the leaves of *Camellia japonica* //Bioscience, biotechnology, and biochemistry. – 2006. – T. 70. – №. 8. – C. 1995-1998.
6. Seglie L. et al. Investigations on in vitro multiplication and rooting in *Camellia japonica* L //VII International Symposium on In Vitro Culture and Horticultural Breeding 961. – 2011. – C. 599-605.
7. Malyarovskaya V. Factors affecting *Camellia japonica* L. clonal micropropagation //Bulgarian Journal of Crop Science. – 2014. – T. 51. – №. 6. –C. 52-54.
8. Kharchenko I.I. Vegetative reproduction of *Camellia japonica* L.(Theaceae D. Don.) in a protected ground of MM Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine //Plant Introduction. – 2014. – T. 64. – C. 85-92.
9. Fernando J. *Camellia japonica* L.(TEA ROSE) in Sri lanka: дис. – Uva Wellassa University of Sri Lanka, 2013. -18p.
10. Marlow T.R., Harkess R. L. Using Cutting Immersion to Apply Rooting Hormone for Propagation of *Camellia japonica*. 2025. -32p.

**YAKKABOG' TUMANI ADIRLARIDA TARQALGAN DORIVOR
O'SIMLIK LARNING BIOMORFOLOGIK TAHLILI****Samatova Shoxista Azamatovna**

Qarshi davlat universiteti, Botanika kafedrası dotsenti

canna_luiza@mail.ru

ORCID 0009-0001-6828-8130

Sharipov Abdunazar Eshqobil o'g'li

Termiz davlat universiteti katta o'qituvchisi

iqtidor1990@mail.ru

ORCID 0000-0001-9602-0855

Egamberdiyeva Sitora Usarovna

Turon universiteti magistri

YDK 581.5:582.661.51(575.1)

Annotatsiya. Mazkur maqolada Qashqadaryo viloyati Yakkabog' tumani adir hududlari florasida uchraydigan dorivor o'simlik turlarining hayotiy shakllari biomorfologik jihatdan tahlil qilindi. Tadqiqot S. Raunkiyer tomonidan taklif etilgan tasnif asosida olib borilib, o'simliklar fanerofit, xamefit, gemikriptofit, kriptofit va terofit guruhlariga ajratildi. Natijalar florda gemikriptofit hayotiy shaklga mansub turlar ustunligini ko'rsatdi, ularning ulushi umumiy dorivor turlarning 46,45 %ini tashkil etdi. Terofitlar ham sezilarli ulushga ega bo'lib, 34,7 %ni tashkil etdi. Bunday taqsimot hududning qurg'oqchil iqlimi, tog'oldi va tekislik zonalarining o'zaro tutashganligi hamda antropogen omillar ta'siri bilan izohlanadi. Olingan natijalar Yakkabog' adirlari florasining Tog'li O'rta Osiyo hududlariga xos biomorfologik tuzilishga ega ekanligini tasdiqlaydi va mintaqaviy floristik tadqiqotlar uchun muhim ilmiy ahamiyatga ega.

Kalit so'zlar: Yakkabog' adirlari, dorivor o'simliklar, hayotiy shakllar, Raunkiyer tasnifi, gemikriptofitlar, terofitlar, biomorfologiya.

**BIOMORPHOLOGICAL ANALYSIS OF MEDICINAL PLANTS DISTRIBUTED IN
THE FOOTHILL AREAS OF YAKKABOG DISTRICT**

Abstract. This article presents a biomorphological analysis of the life forms of medicinal plant species distributed in the foothill (adir) flora of Yakkabog District, Kashkadarya Region. The study was conducted using Raunkiaer's life-form classification, distinguishing phanerophytes, chamaephytes, hemicryptophytes, cryptophytes, and therophytes. The results showed a clear dominance of hemicryptophytes, which accounted for 46.45% of the total number of medicinal species. Therophytes also constituted a substantial proportion (34.7%), reflecting the arid climatic conditions of the area and its transitional position between mountainous and plain landscapes. Such a distribution indicates strong ecological adaptation of the flora to regional environmental factors. The findings confirm that the biomorphological structure of the Yakkabog foothill flora is characteristic of the Mountainous Central Asian region and provide valuable baseline data for further floristic, ecological, and conservation-oriented studies.

Keywords: Yakkabog foothills, medicinal plants, life forms, Raunkiaer classification, hemicryptophytes, therophytes, biomorphology.

Kirish. O'simliklar evolyutsiyasi davomida muhit omillariga moslashish natijasida turli biomorfologik xususiyatlar shakllangan. O'simliklarning hayotiy shakllari ularning yashash muhitiga moslashuv darajasini aks ettirib, o'xshash adaptiv belgilariga ega turlar guruhini ifodalovchi muhim tasnif birligi hisoblanadi. Hayotiy shakllar ma'lum hudud ekologik sharoitlarining uzoq muddatli evolyutsion o'zgarishlari natijasida vujudga kelgan umumlashtirilgan ko'rsatkichdir [1].

Flora tarkibini hayotiy shakllar bo'yicha tahlil qilish uning kelib chiqishi, tuzilishi va ekologik xususiyatlarini ochib berish imkonini beradi [2]. Bunday tahlil orqali florda qaysi hayotiy shakllar ustun ekanligi, shuningdek, uning elementar asosini tashkil etuvchi turlar tarkibi aniqlanadi. Shu bois mintaqaviy floralarni o'rganishda hayotiy shakllar tahlili nazariy va amaliy jihatdan muhim ahamiyat kasb etadi [3].

Adabiyotlar tahlili. Flora tarkibidagi yuksak o'simlik turlarini hayotiy shakllari tahlilini amalga oshirish borasida keng ko'lamlı tadqiqotlar olib borilgan. Bu borada MDH mamlakatlaridagi olib borilgan tadqiqotlarni e'tirof etishimiz mumkin. Xususan, Qozog'istonning Aktobe floristik okrugida Aypeisova [4], Markaziy Pomir-Oloyda Safarov [5]. Qoraqum cho'lida Nechayeva va boshqalar [6], Shimoliy Qozog'istonda Sviridenko [7], Qrim florasini Korjenevskiy va boshqalar [3], Shimoliy Kavkaz va Gruziyaning Grozniy

shahrida Taysumov, Omarxadjiyeva [8] va boshqalar flora tarkibidagi turlarning hayotiy shakllarini o'rganish borasida o'z tadqiqotlarini olib borishgan.

Oxirgi yillarda olib borilgan mazkur xildagi tadqiqotlarni tahlil qilganimizda N.M. Safarov (2013) tomonidan olib borilgan tadqiqotlarni alohida ta'kidlashimiz mumkin. Muallif Markaziy Pomir-Oloyda tarqalgan o'simliklar hayotiy shakllarini 8 tipga bo'lib o'rgangan. Natijalarga ko'ra hududda daraxtlar – 79 ta, butalar – 175 ta, butachalar – 19 ta, yarim butachalar – 83 ta, ko'p yillik o'tlar – 1397 ta, ikki yilliklar – 104 ta, bir yilliklar – 770 ta, efemerlar-514 ta hamda efemeroidlar – 56 tani tashkil etishini qayd etib o'tgan [1].

Mintaqaviy florani va uning floristik majmuasini o'rganish hayot shakllarini tahlil qilmasdan to'liq bo'lishi mumkin emas, chunki bu nazariy va amaliy masalalarni hal qilish muhimdir [2].

Bu borada mamlakatimiz olimlari tomonidan ham qator tadqiqotlar olib borilgan. Jumladan, N.S. Sulaymonov tomonidan Oqsuv daryosi havzasi florasini [9], A.J. Ibragimov tomonidan Surxon qo'riqxonasi florasini [10], K.Sh. Tojibayev tomonidan janubi-g'arbiy Tyan-Shanning O'zbekiston hududiga tegishli florasini [11], A.R. Batashov tomonidan janubi-sharqiy Qizilqum qoldiq tog'larining florasini [12] va boshqaning tadqiqotlarida floralarning hayotiy shakllar bo'yicha tahlillar mavjud.

Tadqiqot materiallari va metodlari. Tadqiqot ishlari 2024–2025-yillar davomida Qashqadaryo viloyati Yakkabog' tumani adir hududlarida olib borildi. Tadqiqot obyekti sifatida mazkur hudud florasida tarqalgan dorivor o'simlik turlari tanlab olindi. Hududning relyefi, balandlik darajasi, tuproq sharoiti hamda iqlim xususiyatlari inobatga olinib, dala tadqiqotlari marshrut-ekspeditsion usul asosida amalga oshirildi. Kuzatuvlar davomida dorivor o'simliklarning tabiiy o'sish joylari aniqlanib, ularning floristik tarkibi qayd etildi.

Yakkabog' tumani adirlari florasining hayotiy shakllar bo'yicha tahlili S. Raunkiye tomonidan taklif etilgan klassifikatsiya asosida bajarildi [13]. Ushbu tasnif o'simliklarning noqulay mavsumlarda (qurg'oqchilik yoki sovuq davrida) saqlanib qoluvchi yangilanish organlarining joylashish xususiyatlariga asoslanadi. Mazkur yondashuvga muvofiq o'simliklar fanerofit, xamefit, gemikriptofit, kriptofit va terofit hayotiy shakl guruhlariga ajratildi.

Dala tadqiqotlari jarayonida aniqlangan dorivor o'simlik turlari hayotiy shakllar bo'yicha guruhlanib, har bir hayotiy shakl doirasida oilalar, turkumlar va turlar kesimidagi miqdoriy ko'rsatkichlar aniqlandi. Har bir turning hayotiy shakli uning morfologik belgilari, vegetativ va generativ organlarining joylashuvi hamda vegetatsiya davomiyligi asosida belgilandi.

Har bir hayotiy shakl guruhining floradagi o'rni va nisbiy ustunligi aniqlanib, natijalar jadval ma'klida umumlashtirildi. Jadval materiallari Yakkabog' tumani adirlari florasining biomorfologik tuzilishini baholash hamda uni boshqa mintaqalar florasini bilan qiyosiy tahlil qilish imkonini berdi.

Natijalar va muhokama. Tahlil natijalariga ko'ra, Yakkabog' tumani adirlari florasini turlarining hayotiy shakllari spektrida turlar soni bo'yicha gemikriptofitlar ustunlik qilishi aniqlandi. Gemikriptofitlar guruhi 35 oila 88 turkumga mansub bo'lgan 131 turdan iborat bo'lib, ularning soni 1-jadvalda keltirilgan.

Hududda tarqalgan gemikriptofit turlarning asosiy qismi polimorf Asteraceae (42/16 yoki 38,09%), Fabaceae (21/13 yoki 62 %), Lamiaceae (22/11 yoki 50%), Poaceae (13/10 yoki 77 %), Apiaceae (15/10 yoki 66,6 %), Malvaceae (11/8 yoki 72,7 %), Polygonaceae (13/6 yoki 46,1%) oilalar vakillarini tashkil etdi.

1-jadval. Yakkabog' tumani adirlari florasini oilalaridagi gemikriptofitlar turkum va turlari soni

Oila	Turkum soni	Tur soni	Oila	Turkum soni	Tur soni
Cyperaceae Juss. – Hiloldoshlar–	2	4	Brassicaceae Burnett – Karamdoshlar	2	2
Poaceae Barnhart– Boshqodoshlar	10	10	Polygonaceae Juss. – Torondoshlar	3	6
Ranunculaceae Juss. – Ayiqtovondoshlar	3	4	Caryophyllaceae Juss. – Chinniguldoshlar	2	2

Haloragaceae R. Br. – Yuzbargdoshlar	1	1	Rubiaceae Juss.– Marenoviye	1	1
Zygophyllaceae R. Br. – Tuyatovondoshlar	1	1	Gentianaceae Juss. – Gazako‘tdoshlar	1	1
Fabaceae Lindl.– Burchogdoshlar	6	13	Apocynaceae Juss. – Kendirdoshlar	1	1
Rosaceae Juss. – Ra‘nodoshlar	2	4	Boraginaceae Juss. – Govzabonguldoshlar	4	5
Urticaceae Juss. – Gazandadoshlar	1	1	Convolvulaceae Juss. – Vyunkoviye	1	3
Hypericaceae Juss. – Dalachoydoshlar	1	2	Plantaginaceae Juss. – Podorojnikoviye	4	5
Euphorbiaceae Juss. – Sutlamadoshlar	1	2	Scrophulariaceae Juss.– Sigirquyruqdoshlar	2	3
Geraniaceae Juss. – Yoronguldoshlar	1	1	Verbenaceae J. St. Hil. – Tizimguldoshlar	1	1
Lythraceae J. St.-Hil. – Naykosadoshlar	1	1	Lamiaceae Martinov– Yalpizdoshlar	9	11
Onagraceae Juss. – Qizilbargdoshlar	1	1	Mazaceae Reveal – So‘rg‘ichguldoshlar	1	1
Biebersteiniaceae Schnizl. – Qontepardoshlar	1	1	Orobanchaceae Vent. – Shumgiyohdoshlar	1	1
Nitrariaceae Lindl. – Isiriqdoshlar	1	1	Asteraceae Bercht. & J. Presl –Qoqio‘tdoshlar	10	16
Rutaceae Juss. – Toshbaqatoldoshlar	1	4	Caprifoliaceae Juss. – Shilvidoshlar	1	2
Malvaceae Juss. – Gulxayridoshlar	3	8	Apiaceae Lindl.– Ziradoshlar	6	10
Capparaceae Juss. – Kovuldoshlar	1	1	Jami	88	131

Bunga ko‘ra, florada turlar soni bo‘yicha ko‘p bo‘lgan Asteraceae oilasining 16 turi gemikriptofit. Navbatda turlar soni bo‘yicha Fabaceae oilasi vakillari turadi. Qizildaryo florasida mazkur oilaning 21ta dorivor turi tarqalgan bo‘lsa, shulardan, 13 tur gemikriptofitlarga to‘g‘ri keldi. Lamiaceae oilasidan 11 ta dorivor tur gemikriptofit hayotiy shaklga ega. Poaceae va Apiaceae oilasining 10 tadan dorivor vakili ham gemikriptofit hisoblanadi. Malvaceae va Polygonaceae oilalarining mos ravishda 8 ta va 6 ta dorivor turi gemikriptofit sanaladi. Yakkabog‘ tumani adirlarida o‘suvi dorivor turlarning deyarli yarmi (46,45% i) gemikriptofit hayotiy shaklga ega bo‘lib, bu R.V. Kamelinning (1973) O‘rta Osiyoning Tog‘li qismidagi mahalliy floralarning barchasida gemikriptofit turlarning ustunlik qilishi to‘g‘risidagi ma‘lumotini tasdiqlaydi [2]. Demak, flora tarkibida gemikriptofit turlarning ustunlik qilishi Tog‘li O‘rta Osiyoga xos bo‘lgan belgilardan biri sanaladi.

Turlar soni bo‘yicha navbatdagi o‘rinni terofitlar egallaydi. Bular 26 oila 67 turkumga mansub bo‘lgan 98 dorivor turdan iborat. Bu turlar floradagi dorivor o‘simlik turlarining 34,7 %ini tashkil etadi. Oilalardagi turkum va turlar soni 2-jadvalda keltirilgan.

Floradagi dorivor terofitlar polimorf sanalgan Asteraceae (42/21 yoki 50 %), Amaranthaceae (14/10 yoki 71,4 %), Fabaceae (21/7 yoki 33,3 %), Polygonaceae (13/7 yoki 53,8%) singari oilalarga to‘g‘ri kelishi ma‘lum bo‘ldi. Ushbu oilalardan terofit turlarning ustunlik qilishida Asteraceae oilasidan *Artemisia* (3), *Filago* (3), *Centaurea* (2), *Xanthium* (2), Amaranthaceae oilasidan *Chenopodium* (6) *Atriplex* (3), Fabaceae oilasidan *Melilotus* (4), *Medicago* (2), Polygonaceae oilasidan *Persicaria* (4), *Polygonum* (2) turkumlari hisobiga to‘g‘ri keldi. Terofit turlar individ jihatdan ham florada keng tarqalgan. Buni hududdagi ekologik muhit hamda mintaqaning tekislik bilan o‘zaro tutashib ketganligi bilan izohlash mumkin.

Floradagi kriptofitlar 13 oila 14 turkum va 19 turdan iborat bo‘lib, unga Potamogetonaceae oilasining 3 ta, Equisetaceae, Asphodelaceae va Juncaceae oilalarining 2 tadan, qolgan oilalarning 1 tadan vakillari kiradi. Oilalar tarkibidagi turkum va turlar soni 3-

jadvalda keltirilgan.

Polimorf oilalarga Fabaceae oilasining bitta turi (*Medicago lupulina*) kriptofit hisoblanadi. Qolgan polimorf oilalarning kriptofit vakili mavjud emas. Florada *Potamogeton* turkumining 3 ta dorivor turi o'sadi va ularning barchasi kriptofitlarga kiradi.

2-jadval. Yakkabog' tumani adirlari florasida oilalaridagi terofitlar turkum va turlari soni

Oila	Turkum soni	Tur soni	Oila	Turkum soni	Tur soni
Juncaceae Juss. – Yakandoshlar	1	1	Polygonaceae Juss. – Torondoshlar	3	7
Poaceae Barnhart – Boshogdoshlar	3	3	Caryophyllaceae Juss. – Chinniguldoshlar	2	2
Papaveraceae Juss. – Ko'knordoshlar	4	4	Amaranthaceae Juss. – Gultojixo'rozdoshlar	3	10
Ranunculaceae Juss. – Ayiqtovondoshlar	1	1	Rubiaceae Juss. – Ro'yandoshlar	1	1
Zygophyllaceae R. Br. – Tuyatovondoshlar	1	2	Gentianaceae Juss. – Gazako'tdoshlar	1	3
Fabaceae Lindl. – Burchoqdoshlar	3	7	Boraginaceae Juss. – Govzabonguldoshlar	1	1
Cucurbitaceae Juss. – Qovoqdoshlar	1	1	Convolvulaceae Juss. – Pechakdoshlar	1	4
Euphorbiaceae Juss. – Sutlamadoshlar	1	1	Plantaginaceae Juss. – Podorojnikoviye – Zubturumdoshlar	3	3
Linaceae DC. ex Perleb – Zig'irdoshlar	1	1	Scrophulariaceae Juss. – Sigirquyruqdoshlar	1	3
Geraniaceae Juss. – Yoronguldoshlar	2	2	Lamiaceae Martinov – Yalpizdoshlar	3	4
Lythraceae J. St.-Hil. – Naykosadoshlar	1	1	Asteraceae Bercht. & J. Presl – Qoqio'tdoshlar	15	21
Malvaceae Juss. – Gulxayridoshlar	2	3	Caprifoliaceae Juss. – Shilvidoshlar	2	2
Brassicaceae Burnett – Karamdoshlar	5	5	Apiaceae Lindl. – Ziradoshlar	5	5
Jami:				67	98

Yakkabog' tumani adirlari florasida xamefitlar 4 oila, 9 turkumga mansub 17 turdan iborat. Floradagi xamefitlar bo'yicha yetakchilik qilishida Lamiaceae (22/7 yoki 31,8%), Asteraceae (21/5 yoki 23,8%) va Amaranthaceae (14/4 yoki 28,57%) oilalari vakillari ishtirok etadi. Euphorbiaceae oilasining 4 ta dorivor turi orasidan faqatgina *Andrachne telephioides* xamefit hayotiy shakliga ega. Xamefit turkum va turlar soni 4-jadvalda keltirilgan.

3-jadval. Yakkabog' tumani adirlari florasidagi kriptofit dorivor turlar soni

Oila	Turkum soni	Tur soni	Oila	Turkum soni	Tur soni
Equisetaceae Michx. ex DC. – Qirqbo'g'imdoshlar	1	2	Asphodelaceae Juss. – Shirachdoshlar	1	2
Alismataceae Vent. – Bulduruqo'tdoshlar	2	2	Amaryllidaceae J. St.-Hil. – Nargizdoshlar	1	1
Butomaceae Mirb. – Suvpiyozdoshlar	1	1	Asparagaceae Juss. – Sarsabildoshlar	1	1
Potamogetonaceae Bercht. & J. Presl. – G'ijjakdoshlar	1	3	Juncaceae Juss. – Yakandoshlar	1	2
Colchicaceae DC. – Savrinjondoshlar	1	1	Papaveraceae Juss. – Ko'knordoshlar	1	1
Orchidaceae Juss. – Solabdoshlar	1	1	Fabaceae Lindl. – Burchoqdoshlar	1	1
Ixioliriaceae Nakai – Chuchmomadoshlar	1	1	Jami:	14	19

4-jadval. Yakkabog' tumani adirlari florasidagi xamefit turkum va turlar soni

Oila	Turkum soni	Tur soni
Euphorbiaceae Juss. – Sutlamadoshlar	1	1
Amaranthaceae Juss. – Gultojixo'rozdoshlar	3	4
Lamiaceae Martinov (Labiatae Juss.) – Yalpizdoshlar(Labguldoshlar)	4	7
Asteraceae Bercht. & J. Presl (Compositae Giseke) – Qoqio'tdoshlar (Murakkabguldoshlar)	1	5
Jami:	9	17

Florada tarqalgan fanerofitlar 8 oila 10 turkumga mansub 17 turdan iborat. Shundan Rosaceae oilasining 5 ta, Elaeagnaceae oilasining 2 ta dorivor vakillari o'sadi. Ephedraceae, Berberidaceae, Zygophyllaceae, Elaeagnaceae va Solanaceae oilalarining 2 tadan, Anacaridaceae va Caprifoliaceae oilasining 1 tadan fanerofit vakili uchraydi. Shuni alohida ta'kidlash lozimki, Yakkabog' tumanining adir mintaqasida o'sib turgan ushbu turlarning asosiy qismi aholi tomonidan tog' va tog'oldi mintaqasidan keltirib ekilganligi ma'lum bo'ldi. Oilalardagi fanerofit turkum va turlar soni 5-jadvalda keltirilgan.

5-jadval. Yakkabog' tumani adirlari florasidagi fanerofit turkum va turlar soni

Oila	Turkum soni	Tur soni	Oila	Turkum soni	Tur soni
Ephedraceae Dumort. – Qizilchadoshlar	1	2	Elaeagnaceae Juss. – Jiydadoshlar	2	2
Berberidaceae Juss. – Zirkdoshlar	1	2	Anacaridaceae R.Br. – Pistadoshlar	1	1
Zygophyllaceae R. Br. – Tuyatovondoshlar	1	2	Solanaceae Juss. – Ituzumdoshlar	1	2
Rosaceae Juss. – Ra'nodoshlar	2	5	Caprifoliaceae Juss. – Shilvidoshlar	1	1
Jami:			10	17	

Shunday qilib, Yakkabog' tumani adirlari florasida tarqalgan dorivor turlarning hayotiy shakllari bo'yicha tahlil natijalari jami dorivor o'simliklarning 46,45%ini gemikriptofitlar, 34,7% ini terofitlar, 6,73% ini kriptofitlar, 6,02% ini fanerofitlar va 6,02 % ini xamefitlar tashkil etishini ko'rsatdi. Ushbu natija R.V. Kamelinning (1973) O'rta Osiyoning Tog'li qismidagi mahalliy floralarning barchasida gemikriptofit turlarning ustunlik qilishi to'g'risidagi ma'lumotini tasdiqladi. Terofitlar sonining ham ko'pligi (34,7%) va ularning individ jihatdan florada keng tarqalganligini hududdagi ekologik muhit hamda mintaqaning tekislik bilan o'zaro tutashib ketganligi bilan izohlash mumkin.

Xulosa. Olingan natijalar Yakkabog' tumani adirlari florasida gemikriptofit va terofit hayotiy shakllarining ustunligi ekologik sharoitlar, ya'ni tog'oldi va tekislik zonalarining o'zaro tutashganligi hamda qurg'oqchilik omillari bilan bog'liq ekanligini ko'rsatadi. Gemikriptofitlarning yuqori ulushi Tog'li O'rta Osiyo floralariga xos qonuniyat sifatida baholanadi. Terofitlar ulushining katta bo'lishi esa mavsumiy namlanish, ochiq yer maydonlarining mavjudligi va inson faoliyati ta'siri bilan izohlanadi. Kriptofit, xamefit va fanerofitlarning nisbatan kam ulushi hududning iqlim va tuproq sharoiti bilan bog'liq bo'lib, ular flora tuzilishida qo'shimcha komponent sifatida ishtirok etadi. Umuman olganda, hayotiy shakllar tahlili Yakkabog' tumani adirlari florasining Tog'li O'rta Osiyo floristik mintaqasiga xos ekologo-biomorfologik xususiyatlarini yaqqol namoyon qildi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Сафаров Н.М. Анализ жизненных форм флоры центрального Памиро-алая. - Доклады академии наук республики Таджикистан, 2013. Том 56, №8. –С.643-648.
2. Камелин Р.В. Флорогенетический анализ естественной флоры горной Средней Азии. – Ленинград: Наука, 1973. – 356 с.
3. Корженевский В.В., Рыф Л.Э., Литвинюк Н.А. Анализ флоры высших сосудистых растений Казантипского природного заповедника // Труды Никитского ботанического сада – Национального научного центра. 2006. Том 126. –С.165-189.

4. Айпеисова С.А. Анализ жизненных форм растений флористических комплексов Актюбинского флористического округа Акта Biologica Sibirica, 2017, 3(1), –С. 46-51.
5. Сафаров Н.М. Флора и растительность Южного Памиро-Алая (ботанико-географический анализ). – Душанбе: Дониш, 2017. – 384 с.
6. Нечаева Н.Т., Василевская В.К., Антонова К.Г. Жизненные формы пустыни Каракумы. – Москва: Наука, 1973. – 243 с.
7. Свириденко Б.Ф. Жизненные формы цветковых гидрофитов Северного Казахстана // Ботанический журнал. – Т. 76, №5. – 1991. – С. 687-698.
8. Тайсумов М.А., Омархаджиева Ф.С. Анализ флоры Чеченской Республики. – Грозный, 2012. – 318 с.
9. Сулайманов Н.О. Флора бассейна реки Аксу (Туркестанский хребет): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Ташкент, 2008. – 21 с.
10. Ибрагимов А.Ж. Флора Сурханского заповедника (хребет Кугитанг): Дисс ...канд. биол. наук. – Ташкент, 2009. – 156 с.
11. Тожибаев К.Ш. Флора юго-западного Тянь-Шаня (в пределах республики Узбекистан): Автореф. дис. ... док. биол. наук. – Ташкент, 2010. – 35 с.
12. Батошов А.Р. Флора останцов Юго-Восточного Кызылкума – электронная база данных (по материалам докторской диссертации). – Ташкент, 2016. MicrosoftAccess 2013. – 42 с.
13. Raunkiaer C. The life form of plants and statisticae plant geography. – Oxford, 1934. – 632 p.

CHO'L ZONASIDAGI TURLI XIL USULDA SUG'ORILGAN G'O'ZA DALALARIDA YEROSTI TUZOQLARIGA TUSHGAN HASHAROTLAR SONINING ILMIY TAHLILI

Atajanov Temur Samandarovich

Xorazm Ma'mun akademiyasi tayanch doktoranti

temuratajanov.92@mail.ru

ORCID 0009-0008-0814-7601

UDK 631.5:631.8

Annotasiya. O'zbekistonning cho'l zonasidagi g'o'za dalalarida tuproqdagi hasharotlar populyatsiyasi va tur tarkibi yerosti tuzoqlari yordamida o'rganildi. Tadqiqotda uch xil sug'orish usullari – plyonka ostida tomchilatib, oddiy tomchilatib va egatlab sug'orish – solishtirildi. Oylar kesimida kuzatilgan natijalar tuproq namligi, mikroiklim va sug'orish usulining hasharotlar faolligiga bevosita ta'sir qilishini ko'rsatdi. Plyonka ostida tomchilatib sug'orish eng yuqori populyatsiyani ta'minladi, oddiy tomchilatib sug'orish o'rta ko'rsatkichni berdi, egatlab sug'orish esa eng past ko'rsatkichni namoyon etdi. Bahor oylarida faollik past bo'lib, yoz oylariga kelib sug'orish tadbirlari ta'sirida maksimal ko'rsatkichga yetadi. Tuproq namligi va mikroiklimning o'zgarishi hasharotlar faolligini sezilarli darajada belgilaydi. Ushbu natijalar agroentomologik monitoring, zararkunandalarga qarshi strategiyalarni ishlab chiqish, sug'orish tizimini optimallashtirish va ekologik barqarorlikni ta'minlashda muhim ahamiyatga ega. Shu bilan birga, olingan ma'lumotlar g'o'za yetishtirish samaradorligini oshirish, resurslarni tejash va barqaror qishloq xo'jaligi texnologiyalarini ishlab chiqish uchun ilmiy asos yaratadi.

Kalit so'zlar. g'o'za, yerosti tuzoqlari, hasharotlar, qora qo'ng'izlar, sug'orish usuli, plyonka ostida tomchilatib, egatlab sug'orish.

SCIENTIFIC ANALYSIS OF THE NUMBER OF INSECTS CAUGHT IN UNDERGROUND TRAPS IN COTTON FIELDS IRRIGATED USING VARIOUS METHODS IN A DESERT ZONE.

Abstract. In cotton fields of Uzbekistan's desert zones, soil insect populations and species composition were studied using pitfall traps. Three irrigation methods were tested: drip irrigation under plastic film, conventional drip irrigation, and furrow irrigation. Observations throughout the growing season showed that soil moisture, microclimate, and irrigation method strongly influence insect activity. Drip irrigation under plastic film maintained the highest insect abundance, conventional drip irrigation produced moderate levels, and furrow irrigation resulted in the lowest. In spring, insect activity was minimal, while summer irrigation increased populations to peak levels. Seasonal changes, soil conditions, and irrigation regimes significantly affected insect behavior. These findings provide important data for agroentomological monitoring, pest management planning, and optimizing irrigation strategies. The results support sustainable cotton production, ecological balance, and integrated pest management in desert agroecosystems.

Keywords: cotton, underground traps, insects, darkling beetles, irrigation method, drip under plastic, furrow irrigation.

Kirish. O'zbekiston hududining katta qismi cho'l va qurg'oqchil mintaqalarga to'g'ri keladi. Ayniqsa, Qoraqalpog'iston Respublikasi, Xorazm viloyati, Buxoro va Navoiy viloyatlarining katta qismi cho'l zonasiga mansub bo'lib, bu hududlarda g'o'za yetishtirish asosiy qishloq xo'jaligi tarmoqlaridan biri hisoblanadi [1]. Cho'l zonasining iqlimiy sharoiti yuqori harorat, past nisbiy namlik, keskin bug'lanish va tuproqdagi organik moddaning kamligi bilan tavsiflanadi. Bunday sharoitlar g'o'za agroekotizimida tuproq hasharotlarining soni va faolligiga bevosita ta'sir ko'rsatadi.

Yerosti tuzoqlari yordamida hasharotlar sonini aniqlash g'o'za dalalarida agroentomologik monitoringning muhim va samarali usullaridan biri hisoblanadi. Ushbu usul hasharotlarning real faolligini, tuproq yuzasi va uning yuqori qatlamlaridagi harakatini baholash imkonini beradi [4]. Cho'l zonasida an'anaviy vizual kuzatuvlar yoki o'simlik usti hisoblari ko'pincha to'liq va ishonchli ma'lumot bera olmaydi, chunki ko'plab zararli hasharotlar hayotining asosiy qismini tuproq ichida o'tkazadi. Shu sababli yerosti tuzoqlari orqali olingan ma'lumotlar agroekotizim holatini chuqurroq tahlil qilish uchun muhim ahamiyat kasb etadi[2].

Ilmiy adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, cho'l zonasida tuproq hasharotlari soni nisbatan past bo'lsa-da, ularning mavsumiy dinamikasi aniq ifodalangan bo'ladi. Bahor oylarida hasharotlar faolligi past bo'lib, yoz oylariga kelib sug'orish tadbirlari ta'sirida ularning soni va harakati kuchayadi[5]. Vegetatsiya oxirida esa haroratning pasayishi va sug'orish rejimining o'zgarishi sababli hasharotlar faolligi kamayadi. Ushbu mavsumiy o'zgarishlarni ilmiy asosda o'rganish zararkunandalar tarqalishini oldindan bashorat qilish va himoya choralarini o'z vaqtida rejalashtirish imkonini beradi[3].

Cho'l zonasida g'o'za dalalarida yerosti tuzoqlariga tushgan hasharotlar sonini ilmiy tahlil qilishning dolzarbligi, avvalo, integratsiyalashgan zararkunandalarga qarshi kurash tizimini takomillashtirish bilan bog'liq. Tuproq hasharotlarining faolligi va zichligi haqidagi aniq ma'lumotlar kimyoviy himoya vositalarini me'yorida ortiq qo'llashni cheklashga, biologik va agroteknik usullarni uyg'unlashtirishga yordam beradi. Bu esa ekologik xavfsizlikni ta'minlash va barqaror qishloq xo'jaligini rivojlantirish uchun muhim hisoblanadi [6;7;8].

Bundan tashqari, yerosti tuzoqlari orqali olingan ma'lumotlar sug'orish texnologiyalarining agroekotizimga ta'sirini baholashda ham katta ahamiyatga ega. Cho'l zonasida tomchilatib sug'orish, plyonka ostida sug'orish va egatlab sug'orish kabi usullar tuproq namligi va mikroiklimni turlicha shakllantiradi. Hasharotlar sonining ushbu usullarga bog'liq holda o'zgarishini ilmiy asosda tahlil qilish resurslarni tejovchi va ekologik jihatdan maqbul texnologiyalarni tanlashga xizmat qiladi.

Umuman olganda, O'zbekistonning cho'l zonasidagi g'o'za dalalarida yerosti tuzoqlariga tushgan hasharotlar sonini ilmiy tahlil qilish nafaqat zararkunandalar monitoringi, balki butun agroekotizim barqarorligini baholash uchun dolzarb ilmiy masala hisoblanadi. Ushbu yo'nalishdagi tadqiqotlar g'o'za yetishtirish samaradorligini oshirish, ekologik muvozanatni saqlash va qishloq xo'jaligida ilmiy asoslangan qarorlar qabul qilishga xizmat qiladi.

Materiallar va uslublar. Tadqiqotlat 2025-yilda PSUYEAITI Xorazm ITS tajriba dalalarida olib borildi. Bunda pleyonka ostida tomchilatib sog'orilgan, oddiy tomchilatib sug'orilgan, egatlab sug'orilgan jami: 12 gektar dalalarda tuproqda yashovchi hasharotlar soni o'rganildi. Har bir variantda 4 gektardan dala olindi.

Tadqiqot obyekti sifatida g'o'za dalalaridagi tuproq entomofaunasi (geobiont hasharotlar) olindi.

Tajriba 3 xil sug'orish usulida tashkil etildi: egatlab sug'orish, tomchilatib sug'orish, plyonka ostida tomchilatib sug'orish. Har bir variant 3 martalik takror (replikatsiya) asosida joylashtirildi. Tajriba maydonlari tasodifiy blok usulida joylashtirildi.

Tuproq entomofaunasini aniqlash uchun yerosti tuzoqlari (Barber tipidagi chuqurcha tuzoqlar) qo'llanildi. Har bir variantda 10 tadan tuzoq o'rnatildi. Tuzoqlar tuproq yuzasiga teng qilib ko'mildi. Ichiga 4% formalin yoki sovunli eritma quyildi. Tuzoqlar 5–7 kun davomida dala sharoitida qoldirildi. Namuna olish har oyda bir marta, vegetatsiya davri

davomida (aprel–sentabr) amalga oshirildi. Yig'ilgan hasharotlar 70% li spirt eritmasida saqlandi. Turlar aniqlash binokulyar lupa va aniqlagichlar yordamida olib borildi. Hasharotlar oila, turkum va imkon qadar tur darajasigacha aniqlashtirildi.

Olingan ma'lumotlar variatsion statistika usullari yordamida qayta ishlanib, o'rtacha qiymat $\pm$ xatolik ($M \pm m$) ko'rinishida ifodalandi.

Natijalari va munozara. Cho'l zonasida joylashgan g'o'za agrotsenozlari ekstremal ekologik sharoitlar bilan tavsiflanadi. Yuqori harorat, past nisbiy namlik, keskin bug'lanish, tuproq sho'rlanishi va organik moddaning kamligi tuproq entomofaunasining umumiy soni va faolligini keskin cheklaydi. Xorijiy ilmiy adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, bunday sharoitlarda yerosti tuzoqlariga tushadigan hasharotlar soni nam va mo'tadil zonalariga nisbatan bir necha baravar kam bo'lib, ularning faolligi asosan sug'orish rejimi va mikroiklim bilan belgilanadi[2;3;4;].

AQShning janubi-g'arbiy hududlari, Isroilning Negev cho'li, Avstraliyaning qurg'oqchil paxtachilik rayonlari hamda Xitoyning Shinjon mintaqasida olib borilgan tadqiqotlarda yerosti tuzoqlariga tushgan hasharotlar soni odatda 1 ta tuzoq/hafta hisobida 5–30 dona oralig'ida bo'lishi qayd etilgan. Bu ko'rsatkich mavsum, tuproq namligi va agrotexnik tadbirlarga qarab o'zgarib turadi. Tadqiqotchilar ushbu past ko'rsatkichlarni cho'l zonalarida tuproqdagi biologik faollikning cheklanganligi bilan izohlaydilar [9.10.11].

G'o'za dalalarida sug'orish usuli tuproq mikroiklimi, namlik darajasi, o'simlik qoplami va shu orqali tuproq va yer yuzasi hasharotlarining faolligiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Keltirilgan jadvalda uchta sug'orish usuli bo'yicha yerosti tuzoqlariga tushgan hasharotlar sonining oylar kesimida o'zgarishi ko'rsatilgan. Bu ma'lumotlar mavsumiy dinamikani va agrotexnik omillarning hasharotlar populyatsiyasiga ta'sirini baholashda muhim ilmiy manba sifatida qaraladi.

April oyida plyonka ostida tomchilatib sug'orilgan maydonda yerosti tuzoqlariga tushgan hasharotlar soni 10–14 dona bo'lib (1- jadvalga qarang), oddiy tomchilatib sug'orilgan maydonda 6–9, oddiy egatlab sug'orilgan maydonda esa 3–5 donani tashkil qiladi. Bu davr vegetatsiyaning boshlanishi bilan bog'liq bo'lib, tuproq namligi hali maksimal darajada emas, lekin plyonka ostida sug'orish tuproq yuzasida namlikni tez saqlab qoladi va shu bilan birga o'simlik ostidagi mikroiklimni yumshatadi. Shu sababli, plyonka ostida sug'orilgan maydonlarda hasharotlar faoliyati nisbatan yuqori bo'ladi. Oddiy tomchilatib sug'orishda tuproq yuzasiga namlik etib boradi, biroq tez bug'lanish tufayli mikroiklim plyonkaga qaraganda kamroq qulay bo'ladi. Egatlab sug'orish esa suvning bir qismi tuproq yuzasiga etmay, sug'orilgan maydon yuzasi qisman quruq qoladi, natijada hasharotlar faolligi pastroq bo'ladi.

May oyiga kelib har uch sug'orish usulida yerosti tuzoqlariga tushgan hasharotlar soni sezilarli darajada oshdi: plyonka ostida tomchilatib 16–20, oddiy tomchilatib 10–14 va oddiy egatlab 5–8 dona /hafta. Bu davrda tuproq harorati va namligi o'simliklarning faol o'sishi bilan uyg'unlashadi. Plyonka ostida sug'orilgan maydonlarda tuproq namligi barqaror saqlanishi sababli hasharotlar populyatsiyasi eng yuqori ko'rsatkichlarga yetdi. Oddiy tomchilatib sug'orishda ham namlik sezilarli bo'lib, tuproq yuzasida va uning yuqori qatlamlarida hasharotlar harakati ko'paydi. Egatlab sug'orishda tuproq namligi pastroq bo'ladi va hasharotlarning yerosti harakati cheklangan bo'ladi. Shu bilan birga, haroratning pasayishi va tuproq qatlami quruq qolishi ularning faolligini sezilarli darajada kamaytirdi.

Iyun oyida yerosti tuzoqlariga tushgan hasharotlar soni eng yuqori darajaga etadi: plyonka ostida tomchilatib 22, oddiy tomchilatib 15 va oddiy egatlab 8 dona/hafta. Bu davrda o'simliklar faol o'sadi, tuproq organik qoldiqlarga boy bo'ladi va sug'orish bilan yaratilgan barqaror namlik mikroiklim hasharotlar uchun qulay bo'ladi. Xorijiy tadqiqotlarda qayd etilishicha, tuproq hasharotlarining populyatsiyasi aynan o'simliklar faol o'sish davrida maksimal faollikka erishadi. Plyonka ostida sug'orish, shuningdek, bug'lanishni kamaytiradi va tuproq yuzasi ostidagi qatlamlarni nam va qulay mikroiklim bilan ta'minlaydi. Shu sababli, plyonka ostida tomchilatib sug'orilgan maydonda yerosti tuzoqlariga tushgan hasharotlar soni boshqa usullarga nisbatan yuqori bo'ladi.

Iyul oyida plyonka ostida tomchilatib sug'orish bo'yicha yerosti tuzoqlariga tushgan

hasharotlar soni 25, oddiy tomchilatib 17, oddiy egatlab 9 dona bo'ladi. Bu davr yozning o'rtasi bo'lib, yuqori harorat va intensiv sug'orish natijasida tuproq namligi optimal darajada saqlanadi. Plyonka ostida sug'orish tuproq yuzasi va uning yuqori qatlamlarida optimal mikroiklim yaratib, hasharotlar populyatsiyasining eng yuqori ko'rsatkichlarini hosil qiladi. Oddiy tomchilatib sug'orishda ham faollik yuqori, biroq plyonkaga qaraganda nisbatan pastroq. Egatlab sug'orish esa yerosti harakatini cheklash bilan birga, tuproqning yuqori qatlamlarida namlik past bo'lgani sababli hasharotlar soni eng past ko'rsatkichlarni ko'rsatadi.

Avgust oyida plyonka ostida tomchilatib sug'orishda yerosti tuzoqlariga tushgan hasharotlar soni biroz kamayib, 22, oddiy tomchilatib 15 va oddiy egatlab 8 donaga tushadi. Bu davrda tuproq harorati yuqori va bug'lanish intensivligi oshadi, shuning uchun tuproq yuzasidagi namlik biroz kamayadi. Shu bilan birga, o'simliklarning vegetativ faoliyati kamayadi va o'simlik qoplami zichligi pasayadi, bu esa hasharotlar harakatini kamaytiradi. Plyonka ostida sug'orish biroz barqarorlikni saqlab qolsa-da, boshqa usullarda yerosti tuzoqlariga tushgan hasharotlar soni pasayadi.

Sentyabr oyida yerosti tuzoqlariga tushgan hasharotlar soni barcha sug'orish usullarida yanada pasayadi: plyonka ostida tomchilatib 14, oddiy tomchilatib 9 va egatlab 5 dona. Vegetatsiya oxiri va tuproq haroratining pasayishi faollikning kamayishiga olib keladi. Shu bilan birga, tuproqdagi namlik kamayadi va mikroiklim quruqlashadi. Plyonka ostida sug'orish biroz barqaror namlikni ta'minlab, yerosti tuzoqlariga tushgan hasharotlar sonini boshqa usullarga qaraganda yuqori ushlab turadi. Umuman olganda, jadval shuni ko'rsatadiki, plyonka ostida tomchilatib sug'orish har doim boshqa usullarga nisbatan hasharotlar populyatsiyasini yuqoriroq ushlab turadi. Bu tuproq namligi barqarorligini saqlash, mikroiklimni yumshatish va o'simlik qoplami orqali himoya qatlamini yaratish bilan izohlanadi. Oddiy tomchilatib sug'orish ham samarali, ammo tuproq bug'lanishi va qisman namlik yo'qolishi sababli biroz pastroq ko'rsatkich byyeradi. Egatlab sug'orish eng kam samarali bo'lib, tuproqning yuzaki namligi etarli bo'lmagani sababli yerosti tuzoqlariga tushgan hasharotlar soni minimal bo'ladi.

Shu bilan birga, xorijiy ilmiy adabiyotlarda (Holland et al., 2007; Andyyersen, 1995; Ward et al., 2001) tuproq namligi va mikroiklimning yerosti va tuproq yuzasi hasharotlar populyatsiyasiga sezilarli ta'siri qayd etilgan. Plyonka ostida sug'orish tizimlari aynan shu muammolarni bartaraf etib, tuproq faolligini maksimal darajada saqlash imkonini byyeradi. Shu sababli, mazkur jadval asosida yerosti hasharotlarining mavsumiy dinamikasi, sug'orish usuli va tuproq mikroiklimi o'rtasidagi bog'liqlik aniq ilmiy asos bilan izohlanadi va g'o'za dalalarida agroentomologik monitoring uchun dolzarb natijalar beradi.

O'zbekistonning cho'l zonasida g'o'za dalalarida yerosti hasharotlarining populyatsiyasi va tur tarkibini o'rganish agroekologik jihatdan dolzarb masala hisoblanadi. Tuproqdagi hasharotlar nafaqat o'simliklar rivojlanishiga ta'sir qiladi, balki ular orqali yerosti ekotizimi va sug'orish samaradorligi ham baholanadi. Keltirilgan jadvalda sim qurtlar (Elatyyeridae), sovka lichinkalari (Noctuidae), qora qo'ng'izlar (Tenebrionidae), chumolilar (Formicidae) va jami hasharotlar soni oylar kesimida ko'rsatilgan bo'lib, ular mavsumiy dinamikani aniq aks ettiradi.

1-jadval. Turli xil usulda sug'orilgan g'o'za dalalarida yerosti tuzoqlariga tushgan umumiy hasharotlar soni (bitta tuzoqda o'rtacha /dona).

Oy	Plyonka ostida tomchilatib	Oddiy tomchilatib	Oddiy egatlab
Aprel	10	6	3
May	16	10	5
Iyun	22	15	8
Iyul	25	17	9
Avgust	22	15	8
Sentabr	14	9	5

Aprel oyida yerosti tuzoqlariga tushgan hasharotlar soni jami 6 donani tashkil qiladi (2-jdvalga qarang). Shu davrda chumolilar eng ko'p – 3 dona bilan kuzatilgan, qora qo'ng'izlar esa 2 dona bilan ikkinchi o'rinda turadi. Sim qurtlar va sovka lichinkalari esa 1 yoki 0 dona bilan kam sonli populyatsiyani ifodalaydi. Bu holat bahor oylarida tuproq harorati

va namligi past bo'lgan sharoitlarda faollik cheklanganligini ko'rsatadi. Ayniqsa, sovka lichinkalari tuproq va o'simlik qatlamlarida harakatni boshlash uchun ma'lum haroratga muhtoj bo'ladi, shuning uchun aprelda ularning soni minimal bo'ladi. Chumolilar esa harorati past bo'lishiga qaramay faol bo'lib, yerosti qatlamlarida ozuqa va himoya qidirish bilan band bo'ladi.

May oyida jami hasharotlar soni sezilarli oshib, 11 donaga yetadi. Sim qurtlar soni 2, sovka lichinkalari 1, qora qo'ng'izlar 3, chumolilar 5 dona bo'lgani bilan o'sadi. Bu davr tuproq harorati va namligi optimal darajaga yetadi, o'simliklar faol o'sadi, shu sababli tuproq qatlamlari va o'simlik ildizlariga yaqin hududlarda hasharotlar faolligi oshadi. Ayniqsa, chumolilar va qora qo'ng'izlar tuproqda faol harakatlanib, ozuqa izlaydi. Sim qurtlar populyatsiyasining ko'payishi esa ularning lichinka va pupal davridan chiqishi bilan bog'liq. May oyidagi faollik kelgusi oylar uchun bazaviy qiymat sifatida xizmat qiladi va mavsumiy dinamikani bashorat qilishda muhim rol o'ynaydi.

2-jadval. Bitta yerosti tuzoqlariga tushgan hasharotlarning barcha variantlar bo'yicha turlarining o'rtacha soni (bitta tuzoqda o'rtacha/dona).

Oy	Sim qurtlar (Elatyteridae)	Sovka lichinkalari (Noctuidae)	Qora qo'ng'izlar (Tenebrionidae)	Chumolilar (Formicidae)	Jami hasharotlar
Aprel	1	0	2	3	6
May	2	1	3	5	11
Iyun	3	2	4	6	15
Iyul	3	2	5	7	17
Avgust	2	1	4	6	13

Iyun oyida jami hasharotlar soni 15 donaga yetadi, ularning tarkibida sim qurtlar 3, sovka lichinkalari 2, qora qo'ng'izlar 4 va chumolilar 6 donani tashkil qiladi. Bu davr g'o'za o'sishi eng faol bo'lgan davrga to'g'ri keladi. Tuproq namligi sug'orish tizimi bilan barqaror saqlanadi va o'simlik qoplami zichligi oshadi, natijada yerosti tuzoqlariga tushgan hasharotlar soni oshadi. Ayniqsa, chumolilar va qora qo'ng'izlar populyatsiyasi maksimal faollikka erishadi, chunki ular tuproqda ozuqa qidirish va yashash faoliyatini kuchaytiradi. Sim qurtlar sonining oshishi ham ularning lichinkalari tuproq qatlamlarida yetilayotganligini ko'rsatadi. Sovka lichinkalari ham tuproqdagi ozuqa manbalariga bog'liq holda faollikni oshiradi.

Iyul oyida jami hasharotlar soni 17 donaga yetib, mavsumiy maksimal ko'rsatkichga erishadi. Sim qurtlar 3 dona, sovka lichinkalari 2 dona, qora qo'ng'izlar 5 dona va chumolilar 7 dona bilan o'sadi. Bu davrda yuqori harorat va tuproq namligi hasharotlar faolligini oshiradi. Ayniqsa, chumolilar va qora qo'ng'izlar populyatsiyasi faol ozuqa qidirish bilan bog'liq bo'lib, tuproq qatlamlarida intensiv harakat qiladi. Bu davrda sim qurtlar ham faol bo'lib, tuproq va o'simlik ildizlariga zarar yetkazish xavfi yuqori bo'ladi. Iyuldagi maksimal faollik agroekotizim monitoringi va zararkunandalarni boshqarish choralarini belgilash uchun muhimdir.

Avgust oyida jami hasharotlar soni biroz kamayib, 13 donaga yetadi. Sim qurtlar 2 dona, sovka lichinkalari 1 dona, qora qo'ng'izlar 4 dona va chumolilar 6 dona bilan kuzatiladi. Bu davrda tuproq harorati yuqori bo'lib, tuproq yuzasi qisman quruqlashadi va o'simliklarning vegetativ faoliyati pasayadi. Natijada hasharotlar faolligi biroz kamayadi. Ayniqsa, sovka lichinkalari sonining kamayishi tuproq va o'simlik qatlamlaridagi ozuqa resurslarining qisqarishi bilan bog'liq. Chumolilar va qora qo'ng'izlar faolligi hali yuqori bo'lsa-da, iyul oyiga nisbatan pasayadi. Bu holat mavsumiy dinamika va agroekotizimning ekologik sharoitlari o'rtasidagi bog'liqlikni aks ettiradi.

2-jadvaldagi ma'lumotlar tahlilidan shuni ko'rish mumkinki, mavsumiy o'zgarishlar yerosti hasharotlar populyatsiyasining asosiy omilidir. Tuproq harorati, namlik, o'simlik qoplami zichligi va sug'orish tizimi hasharotlar sonini bevosita belgilaydi. Sim qurtlar va sovka lichinkalari tuproq qatlamlarida yashashga moslashgan bo'lsa, qora qo'ng'izlar va chumolilar tuproq yuzasi va yuqori qatlamlarda faollikni namoyon qiladi. Mavsumiy maksimal faollik iyul oyida kuzatiladi, bahor va avgust oylarida esa nisbatan pastroq faollik

mavjud.

Mazkur tahlil yerosti tuzoqlari yordamida g'oz dalalarida hasharotlar sonini va tur tarkibini aniqlashning ilmiy ahamiyatini ko'rsatadi. Olingan natijalar agroekotizim monitoringi, zararkunandalarni boshqarish, sug'orish rejimlarini optimallashtirish va ekologik barqarorlikni ta'minlashda asosiy ilmiy ma'lumot sifatida ishlatilishi mumkin. Shu bilan birga, bu ma'lumotlar cho'l sharoitidagi g'oz dalalarida integratsiyalashgan zararkunandaga qarshi kurash strategiyalarini ishlab chiqish uchun muhim bazani tashkil qiladi.

Xulosa qilib aytganda, cho'l zonasida turli sug'orish usullarida yetishtirilgan g'oz dalalarida yerosti tuzoqlari yordamida olib borilgan tadqiqotlar tuproq entomofaunasining soni va mavsumiy dinamikasi sug'orish rejimi hamda mikroiklim omillariga bevosita bog'liqligini ko'rsatdi. Olingan natijalarga ko'ra, plyonka ostida tomchilatib sug'orish tuproq namligini barqaror saqlashi va qulay mikroiklim shakllantirishi sababli hasharotlar populyatsiyasining eng yuqori ko'rsatkichlarini ta'minladi. Oddiy tomchilatib sug'orish o'rtacha natijani, egatlab sug'orish esa minimal ko'rsatkichni namoyon etdi.

Mavsumiy tahlil shuni ko'rsatdiki, bahor oylarida hasharotlar faolligi past bo'lib, vegetatsiya davrining o'rtalariga, ayniqsa iyul oyiga kelib maksimal darajaga yetadi. Tuproq harorati, namligi va o'simlik qoplami zichligi populyatsiya o'zgarishining asosiy ekologik omillari sifatida namoyon bo'ldi. Turlar kesimida chumolilar va qora qo'ng'izlar nisbatan yuqori faollik ko'rsatgan bo'lsa, sim qurtlar va sovka lichinkalari mavsumiy o'zgarishlarga sezgirliги bilan ajralib turdi.

Shunday qilib, yerosti tuzoqlari orqali olingan ma'lumotlar cho'l agroekotizimlarida tuproq biologik faolligini baholash, zararkunandalar monitoringini takomillashtirish hamda sug'orish tizimlarini ekologik va iqtisodiy jihatdan optimallashtirish uchun muhim ilmiy asos bo'lib xizmat qiladi. Tadqiqot natijalari barqaror g'oz yetishtirish, resurslardan oqilona foydalanish va integratsiyalashgan himoya choralarini ishlab chiqishda amaliy ahamiyat kasb etadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Cheli, G. H., & Corley, J. C. *Efficient sampling of ground-dwelling arthropods using pitfall traps in arid steppes*. *Neotropical Entomology*, 2010. 39(6), 912–917ss.
2. Sial, M. U., Nawaz, M. S., Abbas, M., & Hussain, M. *Diffyferential efficacy of edaphic traps for monitoring arthropods divvyersity in subtropical regions*. *Journal of King Saud Univvyersity – Science*, 2021. 34(1), 101-686ss.
3. Saji, A., Al Rashdi, Z. S., Ahmed, S., Soorae, P. S., & Al Dhahyyeri, S. *Divvyersity and composition of epigeal arthropods using pitfall trapping method in diffyferent habitat types of Abu Dhabi Emirate, UAE*. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 2021. 28(7), 3751–3758.
4. Andyyersen, A. N.. *Measuring more of biodiversity: Genus richness as a surrogate for species richness in Australian ant faunas*. *Biological Consyervation*, 1995 73(1), 39–43.
5. Holland, J. M., Smith, S., & Birkett, T. *The influence of habitat management on ground beetles in arable systems*. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 2007. 122(2), 253–260.
6. Ward, D. F., New, T. R., & Yen, A. L. (2001). *Effects of pitfall trap spacing on the abundance, richness and composition of invyertebrate catches*. *Journal of Insect Consyervation*, 2001. 5(1), 47–53.
7. Yoqubov, A., & Samijonov, A.. *Phenology and monitoring of lepidoptyyeran pests in cotton agroecosystems of Beshariq district, Fyyergana Valley*. *Multidisciplinary Journal of Science and Technology*, (2025) 5(5), 751–756.
8. Rahimova, G. Y.. *G'oz zararkunandalarining tur tarkibi va bioekologiyasi*. *Mastyyers Scientific Journal*, (2024). 6, 27.
9. Ernazarova, K. E., Toshmatova, S. R., & Ernazarov, Z. M. *Pests of fruit orchards and measures for their control*. *Journal of Multidisciplinary Sciences and Innovations*, . (2025)v 4(5). 38-40
10. Obidzhanov, D., & Yyerkinov, K. *Potato pests in Uzbekistan*. *The Amyyyerican Journal of Agriculture and Biomedical Engineyyering*, (2021) (July), 11–20.
11. Nawaz Shareef, M., et al.. *Diffyferential efficacy of edaphic traps for monitoring arthropods divvyersity in subtropical regions*. *Journal of King Saud Univvyersity – Science*, 2021 34(1), Article 101686.
12. Conway, C. J., & Hohbein, R. R.. *Pitfall traps: A review of methods for estimating arthropod abundance*. *Wildlife Society Bulletin*. 2018. 5(5), 454–456
13. Axmachyyer, J. C., Zou, Y., et al. *A comparison of tyyerrestrial arthropod sampling methods*. *Journal of Resources and Ecology*, 2012.3(2), 174–182.

**JANUBIY O‘ZBEKISTON AMFIBIYALARI TREMATODALARINING
(TREMATODA RUDOLPHI, 1808) TUR TARKIBI VA EKOLOGIK
XUSUSIYATLARI**

Aliyev Shohjahon Tuxtamurodovich

O‘zR FA Zoologiya instituti, tayanch doktoranti

biocandidatlotus@gmail.com

ORCID 0009-0007-4379-7741

Amirov Oybek Olimjonovich

O‘zR FA Zoologiya instituti, Molekulyar zoologiya

laboratoriyasi mudiri, katta ilmiy xodim

amirovoybek@rambler.ru

ORCID 0000-0002-6840-2036

UDK. 597.595.122

Annotatsiya. Janubiy O‘zbekiston amfibiylarining trematodalarining (Trematoda Rudolphi, 1808) gelmintofaunasi va ularning ekologik xususiyatlarini tahlil qilish maqsadida 2024–2025-yillar davomida Qashqadaryo va Surxondaryo viloyatlari hududlarida joylashgan suv havzalari, ko‘l, daryo sohillari va suv omborlarida tadqiqot ishlari olib borildi. Bunda respublikamiz janubiy hududlaridagi turli geografik mintaqalarida tarqalgan amfibiylarida parazitlik qiluvchi Trematoda (Trematoda Rudolphi, 1808) sinfi vakillarining tur tarkibi, gelmintlar bilan zararlanishining yoshga bog‘liq xususiyatlari va vertikal mintaqalar bo‘yicha taqsimlanishi o‘rganildi.

Janubiy O‘zbekiston amfibiylari gelmintologik va taksonomik tahlil qilinishi natijasida Trematodalar (Trematoda Rudolphi, 1808) sinfiga mansub 2 turkum, 9 oila, 12 avlod, 17 tur gelmintlar parazitlik qilishi aniqlandi. Gelmintlar bilan zararlanishining yoshga bog‘liq xususiyatlariga ko‘ra, *P. ridibundus*da trematodalar bilan o‘rtacha zararlanish 82,35% ni, *B. pewzowida* 52,93% va *B. turanensis*da esa 11,76% ni tashkil etdi va yosh guruhlari bo‘yicha zararlanish ko‘rsatkichlari (EI, II) voyaga yetmaganlar yoshlariga qaraganda kattalarida ikki barobar yuqori ekanligi qayd etildi.

Janubiy O‘zbekiston amfibiylarining trematodalar (Trematoda Rudolphi, 1808) bilan zararlanishning vertikal mintaqalarda taqsimlanishi bo‘yicha esa, harorat va namlik muhim rol o‘ynadi va tekislik mintaqasida 13 tur, adir mintaqasida 8 tur, tog‘oldi hududlarida 9 tur va tog‘ mintaqasida 6 turga mansub trematodalar qayd etildi.

Kalit so‘zlar: amfibiylar, gelmintofauna, trematoda, taksonomiya, ekologik xususiyat, yoshga bog‘liq xususiyatlar, vertikal mintaqalar bo‘yicha taqsimlanish, Janubiy O‘zbekiston.

**SPECIES COMPOSITION AND ECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF
TREMATODES (TREMATODA RUDOLPHI, 1808) OF SOUTHERN UZBEKISTAN
AMPHIBIANS**

Abstract. To analyze the helminth fauna of trematodes (Trematoda Rudolphi, 1808) in amphibians from Southern Uzbekistan and their ecological characteristics, research was conducted during 2024–2025 in the territories of Kashkadarya and Surkhandarya regions, including water reservoirs, lakes, riverbanks, and water storage facilities. The study focused on the species composition of representatives of the Trematoda (Trematoda Rudolphi, 1808) class parasitizing amphibians distributed across various geographical regions in the southern areas of the country, as well as the age-related characteristics of helminth infestations and their distribution across vertical zones.

As a result of helminthological and taxonomic analysis of amphibians in Southern Uzbekistan, it was determined that 17 species of helminths belonging to 2 orders, 9 families, and 12 genera within the Trematoda (Trematoda Rudolphi, 1808) class parasitize these amphibians. Regarding age-related characteristics of helminth infestations, the average infestation rate of trematodes was found to be 82.35% in *P. ridibundus*, 52.93% in *B. pewzowi*, and 11.76% in *B. turanensis*. It was noted that infestation rates (EI, II) among adult age groups were twice as high as compared of juvenile groups.

The distribution of amphibians in Southern Uzbekistan infected with trematodes (Trematoda Rudolphi, 1808) across vertical zones was significantly influenced by temperature and humidity. In the plain region, 13 species of trematodes were recorded, 8 species in the foothill region, 9 species in the pre-mountain areas, and 6 species in the mountainous region.

Keywords: amphibians, helminthofauna, trematoda, taxonomy, ecological characteristics, age-related features, vertical zone distribution, Southern Uzbekistan.

Kirish. Trematodalar (Trematoda Rudolphi, 1808) umurtqali hayvonlarning deyarli barcha sinflarida, xususan, odamlarda ham o‘tkir trematodozlarni keltirib chiqaradi. Ular hayvonlarning ovqat hazm qilish, nafas olish, ayirish tizimi, ichki organlari tashqi yuzasi va

muskulida yashab, xo‘jayin organizmidagi fiziologik va klinik o‘zgarishlarga olib kelishi bilan dolzarb hisoblanadi [2].

Trematodalarining (Trematoda Rudolphi, 1808) ba‘zi turlari biogelmintlar bo‘lib, bunda umurtqali hayvonlar asosiy xo‘jayin, umurtqasiz hayvonlar (molluskalar, qisqichbaqasimonlar, hasharotlar) esa oraliq va ba‘zan rezervuar xo‘jayin sifatida gelmintning rivojlanish siklida muhim o‘rin tutadi. Ba‘zi turlari esa geogelmintlar, ularning rivojlanish sikli amfibiyalar organizmining o‘zida kechadi [1].

Hozirgi kunda dunyo miqyosida amfibiya trematodalar bo‘yicha ko‘plab tadqiqotlar olib borilgan va olib borilmoqda. Katta ahamiyatga molik ishlar sifatida quyidagi olimlarni ko‘rsatish mumkin. Dunyo miqyosida bu borada, Chixlyayev tomonidan Rossiyaning Samara viloyatida *Bufo viridis* (Laurenti, 1768) qurbaqasida *Pneumonoeces variegatus* uchun yangi xo‘jayin sifatida qayd qilingan. Shu bilan birga, Volga daryosi havzasidan tekshirilgan *Pelophylax esculentus* (Linnaeus, 1758) da 14 tur trematodalar aniqlab, ular ichida *Skrjabinoeces similis* keng tarqalganligi isbotlangan [19, 22].

Jigileva va Kirina tomonidan G‘arbiy Sibirda tarqalgan *Rana arvalis* (Nilsson, 1842) va *Rana amurensis* (Boulenger, 1886) da 5 turga mansub trematodalar qayd etilgan [9].

Zaripova va Fayzulin tomonidan Janubiy Ural mintaqasida 2008–2010 va 2012–yillarda *Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771) gelmintologik tahlil natijasiga ko‘ra, 12 tur trematodalar aniqlangan. 2008–2010–yillar davomida *Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771) ni *Gorgoderia cygnoides*, *Gorgoderina vitelliloba*, *Pneumonoeces variegatus*, *Pleurogenes claviger* va *Pleurogenoides medians* trematodalar bilan muntazam ravishda zararlanishi isbotlangan [10].

Kuzmin va boshqalar tomonidan esa, Shimoliy Ukrainada *Pelophylax ridibundus* dan 20 tur va *P. esculentus* dan 24 tur gelmintni qayd etib, amfibiyalar gelmintofaunasining o‘ziga xos xususiyatlari isbotlab berilgan [3].

Holland va boshqalar, AQSh ning Konnektikut shtati Yale Mers (Yale Myers Forest) o‘rmonidagi baqalar itbaliqlarini laboratoriya sharoitida tekshirib, ularni exinostomalar bilan zararlanganda rivojlanishiga salbiy ta‘sir ko‘rsatishini, hattoki o‘limiga sabab bo‘lishini keltirib o‘tganlar [2].

Tepe va Yılan tomonidan Turkiyaning Erzurum viloyatida tarqalgan *Rana macrocnemis* va *P. ridibundus* baqalaridan 9 tur trematoda ilk bor qayd qilingan [5].

Velikanov tomonidan qo‘shni Turkmaniston amfibiya va reptiliyalaridan 6 turga mansub trematodalar aniqlangan. Amfibiyalar oraliq va rezervuar xo‘jayin sifatida izohlangan [8].

O‘zbekistonda esa, Vashetko va Siddiqov tomonidan Toshkent, Navoiy, Jizzax viloyatlari, shuningdek, Toshkent va Qarshi shahrida uchraydigan *Bufo viridis* (Laurenti, 1768) dan *Diplodiscus subclavatus* Goeze, 1782 trematodasi aniqlangan [6].

Belyakova va boshqalar Toshkent shahri atrofida *Rana ridibunda* dan *Gorgoderia cygnoides*, *Gorgoderina vitelliloba*, *Diplodiscus subclavatus*, *Opisthioglyphe ranae* va *Pneumonoeces variegatus* gelmint turlarini aniqlagan [7].

Ikromov va Azimov Farg‘ona vodiysi amfibiyalari gelmintlarining turlar xilmaxilligi va ekologik xususiyatlarini o‘rganib, 5 sinf, 12 oila, 26 avlodga tegishli 32 turni ta‘riflaganlar [11].

Ikromov va boshqalar tomonidan Farg‘ona vodiysining amfibiyalaridan 24 tur gelmint va gelmint lichinkalari qayd qilinib, *Alaria alata* trematodasining tabiiy o‘choqlari aniqlangan [12].

E.F. Ikromov va E.E. Ikromovlar tomonidan O‘zbekistonning turli geografik mintaqalarida 2000–2018–yillar davomida gelmintologik tekshirilgan amfibiyalarida 5 sinf, 12 turkum, 24 oila, 39 avlodga mansub 66 tur gelmintlarning parazitlik qilishi aniqlangan. Amfibiyalarning voyaga yetgan shakllarida 80,4 %, voyaga yetmagan shakllarida esa 19,6 % gelmintlar bilan zararlanish qayd qilingan [13].

Ushbu tadqiqot ishimizning maqsadi respublikamiz janubiy hududlaridagi turli geografik mintaqalarida tarqalgan amfibiyalarda parazitlik qiluvchi Trematoda (Trematoda Rudolphi, 1808) sinfi vakillarining tur tarkibi, gelmintlar bilan zararlanishining yoshga bog‘liq

xususiyatlari va vertikal mintaqalar bo'yicha taqsimlanishini o'rganishdan iborat.

Material metodologiyasi. Tadqiqot ishlari 2024–2025-yillar davomida Qashqadaryo va Surxondaryo viloyatlari hududlarida joylashgan suv havzalari, ko'l, daryo sohillari va suv omborlarida olib borildi, 564 nusxa amfibiyadan gelmintologik namunalar marshrutli va statsionar usullari orqali yig'ildi. Shundan, *Pelophylax ridibundus* 229 nusxa (Qashqadaryodan - 153 nusxa, Surxondaryodan - 76 nusxa), *Bufotes turanensis* 48 nusxa (Qashqadaryodan - 25 nusxa, Surxondaryodan - 23 nusxa) va *Bufotes pewzowi* 287 nusxa (Qashqadaryodan - 149 nusxa, Surxondaryodan - 138 nusxa) amfibiyalar gelmintologik tekshirildi. Yig'ilgan amfibiyalarning ichki organlari to'liq va to'liq bo'lmagan gelmintologik usullar bilan tekshirildi [17]. Tadqiqot davomida 140 dan ortiq doimiy va vaqtinchalik preparatlar tayyorlandi. Trematodalar markerlangan flakonlarda morfologik va molekulyar-genetik tadqiqotlar uchun 70% li etanol eritmasida fiksasiya qilindi. Gelmint turlarini aniqlashda "Гельминты амфибий фауны СССР" [16], "Метацеркарии трематод-паразиты пресноводных гидробионтов Центральной России" [18], "Трематоды (Trematoda) земноводных (Amphibia) Среднего Поволжья. Сообщение 1. Отряды Fasciolida, Hemiurida, Paramphistomida и Strigeida" "Трематоды (Trematoda) земноводных (Amphibia) Среднего Поволжья. Сообщение 2. Отряд Plagiorchiida" [20, 21] aniqlagichlaridan foydalanildi. Parazitlarni taksonomik tizimlashda Global biologik xilmaxillik ma'lumotlar bazasidan foydalanildi (<https://www.gbif.org/>).

Amfibiyalarini gelmintlar bilan zararlanish darajasini tavsiflashda invaziya ekstensivligi (IE) va invaziya intensivligi (II) ko'rsatkichidan foydalanildi. Bunda:

$$\text{Invaziya ekstensivligini aniqlash uchun: } P = \frac{N_p}{n} \cdot 100\%$$

Bunda, N_p – zararlangan xo'jayinlar soni; n – tekshirilgan xo'jayinlar soni.

$$\text{Invaziya intensivligini aniqlash uchun: } II = \frac{P_{ar}}{N_p}$$

Bunda, P_{ar} – aniqlangan gelmintlar soni; N_p – zararlangan xo'jayinlar soni (shu gelmint bilan).

Olingan ma'lumotlarni statistik qayta ishlash "Statisticams Excel 2003" va "BioStat" dasturiy ta'minoti yordamida amalga oshirildi [4].

Natijalar va muhokama. Janubiy O'zbekiston amfibiyalarida parazitlik qiluvchi trematodalar sinfi ustida yetarlicha tadqiqotlar olib borilmagan.

Kuchboyev va boshqalar tomonidan Xorazm, Surxondaryo, Jizzax va Toshkent viloyatlarida tarqalgan *Rana ridibunda* va *Bufo viridis* (Laurenti, 1768) dan 3 turga mansub trematodalarni aniqlaganlar va *N. brevicaudatum* trematodasi O'zbekiston hududida ilk bor qayd etilgan [15].

2024-2025 yillar davomida Qashqadaryo va Surxondaryo viloyatlari hududlarida olib borilgan ilmiy tadqiqotlarimiz natijasida, amfibiyalar organizmida Trematoda (Trematoda Rudolphi, 1808) sinfining 2 turkum, 9 oila, 12 avlod, 17 turi parazitlik qilishi aniqlandi. Bu taksonomiya amfibiyalarning yashash sharoiti va iqlim omillariga bog'liq ekanligini ko'rsatdi.

Sinf: Trematoda (Trematoda Rudolphi, 1808)

Turkum: Diplostomida

Oila: Diplostomidae

Avlod: *Alaria* SCHRANK, 1788

Tur: *Alaria alata* Goeze, 1782 larvae

Avlod: *Codonocephalus* Diesing, 1850

Tur: *Codonocephalus urnigerus* Rudolphi, 1819, larvae

Oila: Strigeidae

Avlod: *Strigea* Abildgaard, 1790

Tur: *Strigea strigis* (Schrunk, 1788) Abildgaard, 1790 larvae

Turkum: Plagiorchiida

Oila: Diplodiscidae

Avlod: *Diplodiscus* Diesing, 1836

Tur: *Diplodiscus subclavatus* Goeze, 1782

Oila: Encyclometridae

Avlod: *Encyclometra* Baylis & Cannon, 1924

Tur: *Encyclometra colubrimurorum* Rudolphi, 1891, larvae

Oila: Gorgoderidae

Avlod: *Gorgodera* Looss, 1899

Tur: *Gorgodera asiatica* Pigulewski, 1943

Tur: *Gorgodera cygnoides* Zeder, 1800

Tur: *Gorgodera dollfusi* Pigulewsky, 1946

Tur: *Gorgodera media* Strom, 1940

Tur: *Gorgodera pagenstecheri* Sinitzin, 1905

Avlod: *Gorgoderina* Looss, 1902

Tur: *Gorgoderina orientalis* Strom, 1940

Tur: *Gorgoderina vitelliloba* Olsson, 1876

Oila: Haematoloechidae

Avlod: *Haematoloechus* Looss, 1899

Tur: *Haematoloechus (Pneumonoeces) variegatus* Rudolphi, 1819

Oila: Plagiorchiidae

Avlod: *Plagiorchis* Lühe, 1899

Tur: *Plagiorchis elegans* Rudolphi, 1802, larvae

Oila: Pleurogenidae

Avlod: *Pleurogenoides* Travassos, 1921

Tur: *Pleurogenoides medians* Olsson, 1876

Oila: Telorchidae

Avlod: *Opisthioglyphe* Looss, 1899 avlodi

Tur: *Opisthioglyphe ranae* Froelich, 1791

Avlod: *Telorchis* Lühe, 1899

Tur: *Telorchis assula* Dujardin, 1845, larvae

Trematodalarning (Trematoda Rudolphi, 1808) amfibiyalarda taqsimlanishiga ko'ra, *B. pewzowida* 9 tur, *P. ridibundusda* 14 tur va *B. turanensisda* esa 2 tur qayd qilindi.

1-jadval. Trematodalar bilan zararlanishini yoshga oid xususiyatlari

Trematodalar	<i>B. pewzowi</i> (n=287)				<i>B. turanensis</i> (n=48)				<i>P. ridibundus</i> (n=229)			
	Katta yoshdagilar		Kichik yoshdagilar		Katta yoshdagilar		Kichik yoshdagilar		Katta yoshdagilar		Kichik yoshdagilar	
	EI (%)	II (nus.)	EI (%)	II (nus.)	EI (%)	II (nus.)	EI (%)	II (nus.)	EI (%)	II (nus.)	EI (%)	II (nus.)
<i>Alaria alata</i> Goeze, 1782 larvae	40,3	1-14	16,0	2-7	2,2	1-3	8,0	2-7	33,7	1-8	12,0	1-4
<i>Codonocephalus urnigerus</i> Rudolphi, 1819, larvae	5,4	5-12	3,1	3-9	-	-	-	-	8,2	1-12	4,2	1-3
<i>Strigea strigis</i> (Schrunk, 1788) Abildgaard, 1790 larvae	4,3	1-4	1,7	1-3	-	-	-	-	1,2	1-3	2,2	1-3
<i>Diplodiscus subclavatus</i> Goeze, 1782	2,1	2-4	1,0	2-4	-	-	-	-	5,9	1-6	3,4	2-5
<i>Encyclometra colubrimurorum</i> Rudolphi, 1891, larvae	-	-	-	-	-	-	-	-	9,3	1-6	4,4	1-5
<i>Gorgodera asiatica</i> Pigulewski, 1943	-	-	-	-	-	-	-	-	2,1	3-19	1,4	1-11
<i>Gorgodera cygnoides</i> Zeder, 1800	5,9	1-6	3,4	2-5	-	-	-	-	-	-	-	-

<i>Gorgodera dollfusi</i> Pigulewsky, 1946	-	-	-	-	-	-	-	-	1,2	1-4	6,8	2-6
<i>Gorgodera media</i> Strom, 1940	-	-	-	-	-	-	-	-	6,2	2-4	2,4	1-3
<i>Gorgodera pagenstecheri</i> Sinitzin, 1905	4,3	1-9	1,8	1-5	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gorgoderina orientalis</i> Strom, 1940	7,3	1-3	2,8	1-4	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gorgoderina vitelliloba</i> Olsson, 1876	-	-	-	-	-	-	-	-	1,5	1-2	4,6	2-4
<i>Haematoloechus (Pneumonoeces) variegatus</i> Rudolphi, 1819	31,2	1-31	27,9	1-17	10,3	1-6	8,4	1-5	27,1	3-9	17,5	1-3
<i>Plagiorchis elegans</i> Rudolphi, 1802, larvae	-	-	-	-	-	-	-	-	3,5	1-2	4,1	1-4
<i>Pleurogenoides medians</i> Olsson, 1876	-	-	-	-	-	-	-	-	6,6	2-5	2,6	1-4
<i>Opisthioglype ranae</i> Froelich, 1791	16,8	2-6	9,4	1-5	-	-	-	-	22,6	1-13	14,1	2-6
<i>Telorchis assula</i> Dujardin, 1845, larvae	-	-	-	-	-	-	-	-	15,2	1-5	7,4	1-3

Olingan ma'lumotlarning tahlili shuni ko'rsatdiki, *P. ridibundus*da trematodlar bilan o'rtacha zararlanish 82,35% ni, *B. pewzowida* 52,93% va *B. turanensis*da esa 11,76% ni tashkil etdi. Yosh guruhlari bo'yicha zararlanish ko'rsatkichlari (EI, II) esa, voyaga etmaganlar yoshlariga qaraganda kattalarida ikki barobar yuqoriligi aniqlandi (1-jadval).

Olib borilgan tadqiqotlarimiz natijasida, amfibiyalarni trematodalar bilan zararlanishining vertikal mintaqalar bo'yicha bir xilda taqsimlanmaganligi qayd etildi. Bunday taqsimlanish E.F. Ikromov va E.E. Ikromovlarning tadqiqotlarida ham o'z aksini topgan. Ular O'zbekistonning ikki geografik mintaqasi sharqiy va janubiy hududlari amfibiyalarning trematodofaunasini solishtirma tahlil qilib, sharqiy hududda 7 tur, janubiy hududda 3 tur gelmint va gelmint lichinkalarini qayd etganlar [14].

Biz quyidagi jadvalda o'z tadqiqotlarimiz asosida gelmintlarni taqsimlanishi to'g'risidagi ma'lumotlarni keltirib o'tamiz.

2-jadval. Trematodalarining vertikal mintaqalar bo'yicha taqsimlanishi

Trematodalar	Tekislik	Adir	Tog'oldi	Tog'
<i>Alaria alata</i> Goeze, 1782 larvae	+	+	+	+
<i>Codonocephalus urnigerus</i> Rudolphi, 1819, larvae	-	+	+	+
<i>Strigea strigis</i> (Schrank, 1788) Abildgaard, 1790 larvae	+	+	+	-
<i>Diplodiscus subclavatus</i> Goeze, 1782	+	-	+	-
<i>Encyclometra colubrimurorum</i> Rudolphi, 1891, larvae	+	+	-	-
<i>Gorgodera asiatica</i> Pigulewsky, 1943	+	+	-	-
<i>Gorgodera cygnoides</i> Zeder, 1800	-	-	+	+
<i>Gorgodera dollfusi</i> Pigulewsky, 1946	+	+	-	-
<i>Gorgodera media</i> Strom, 1940	+	-	+	-
<i>Gorgodera pagenstecheri</i> Sinitzin, 1905	-	-	+	+
<i>Gorgoderina orientalis</i> Strom, 1940	-	-	+	-
<i>Gorgoderina vitelliloba</i> Olsson, 1876	+	-	-	-
<i>Haematoloechus (Pneumonoeces) variegatus</i> Rudolphi, 1819	+	+	+	+

<i>Plagiorchis elegans</i> Rudolphi, 1802, larvae	+	-	-	-
<i>Pleurogenoides medians</i> Olsson, 1876	+	-	-	-
<i>Opisthoglype ranae</i> Froelich, 1791	+	-	-	+
<i>Telorchis assula</i> Dujardin, 1845, larvae	+	+	-	-
Jami:	13	8	9	6

Jadvaldan ko‘rinib turibdiki, trematodalar ekologik shart-sharoitlardan kelib chiqib, vertikal mintaqalar bo‘yicha bir xil taqsimlanmagan. Xususan, tekislik mintaqasida 13 tur, adir mintaqasida 8 tur, tog‘oldi hududlarida 9 tur va tog‘ mintaqasida 6 turga mansub trematodalar qayd etildi. Bunga sabab, respublikamiz janubiy hududlarining iqlim ekologik omillari va yil fasllaridagi hududlar kesimidagi namlikka bog‘liqligi to‘liq asoslandi. Respublikamiz janubining tekislik mintaqalaridagi haroratning trematodalar oraliq va asosiy xo‘jayinlarining bioekologik xususiyatlarini namoyon qilishi uchun qulay bo‘lganligi ushbu hududdagi amfibiyalarning trematodalar bilan zararlanish darajasi boshqa hududlarga nisbatan ancha yuqori bo‘lib 13 tur trematoda qayd etildi. Eng kam 6 tur trematoda qayd qilinishi tog‘li mintaqalarda bo‘lib, bu hududning amfibiyalar rivojlanishi uchun noqulayligi, haroratning pastligi, ozuqa miqdorining nisbatan kamligi bilan izohlandi.

Xulosa. Janubiy O‘zbekiston amfibiyalarida Trematodalar sinfiga mansub 2 turkum, 9 oila, 12 avlod, 17 tur gelmintlar parazitlik qilishi aniqlandi.

Janubiy O‘zbekiston amfibiyalarining trematodalar bilan zararlanishini yoshga oid xususiyatlariga ko‘ra, *P. ridibundus*da trematodalar bilan o‘rtacha zararlanish 82,35% ni, *B. pewzowida* 52,93% va *B. turanensis*da esa 11,76% ni tashkil etdi. Yosh guruhlari bo‘yicha zararlanish ko‘rsatkichlari (EI, II) esa, voyaga etmaganlar yoshlariga qaraganda kattalarida ikki barobar yuqori ekanligi qayd etildi.

Janubiy O‘zbekiston amfibiyalarining trematodalar bilan zararlanishning vertikal mintaqalar bo‘yicha bir xil taqsimlanishi bo‘yicha o‘tkazilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, harorat va namlik muhim rol o‘ynaydi. Bunga ko‘ra, tekislik mintaqasida 13 tur, adir mintaqasida 8 tur, tog‘oldi hududlarida 9 tur va tog‘ mintaqasida 6 turga mansub trematodalar qayd etildi. Umuman olganda, amfibiyalarda trematodalar bilan zararlanish ko‘rsatkichi biosenozlarning o‘zgarishiga, oraliq va qo‘shimcha xo‘jayinlar sonining o‘zgarishiga ham bog‘liqligi qayd qilindi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Aliyev Sh.T., Amirov O.O. Janubiy O‘zbekiston amfibiyalarining gelmintofaunasi // Qo‘qon DPI. Ilmiy xabarlar. Qo‘qon, 2025. B. 57-70.
2. Holland M.P., Skelly D.K., Kashgarian M., Bolden S.R., Harrison L.M., Cappello M. Echinostome infection in green frogs (*Rana clamitans*) is stage and age dependent // Journal of Zoology, 2006. – P.455-462. DOI:10.1111/j.1469-7998.2006.00229.x.
3. Kuzmin Yu., Dmytrieva I., Marushchak O., Morozov-Leonov S., Oskyrko O., Nekrasova O. Helminth Species and Infracommunities in Frogs *Pelophylax ridibundus* and *P. esculentus* (Amphibia: Ranidae) in Northern Ukraine // Witold Stefański Institute of Parasitology, Polish Academy of Sciences., 2020. – P. 341-353.
4. Cullough Mc., Wilson (2005) On the accuracy of statistical procedures in Microsoft Excel 2003 // Computational Statistics & Data Analysis, 2005, VOL. 49(4), - P. 1244-1252.
5. Tepe Y., Yilan Y. New records of trematode and acanthocephalan species in frogs in Erzurum Province, Turkey // Helminthologia, 2021. – P. 372-384. DOI: 10.2478/helm20210043.
6. Vashetko E.V., Siddikov B.H. The Effect of the Ecology of Toads on the Distribution of Helminths // Tr. J. of Zoology, 1999. – №23 – P.107-110.
7. Белякова К., Ковылкова П., Кобайдова Л. К фауне паразитических червей *Rana ridibunda* Pall. окрестностей Ташкента. – Ташкент: Труды. Средн.-Азиат. ун-та. Сер. 8-а, 1937. – 32 с.
8. Великанов В.П. Роль земноводных и пресмыкающихся как промежуточных и резервуарных хозяев гельминтов в условиях Туркменской ССР // Изв.АН ТССР. Сер. биол. наук. – Ашхабод, 1989. – №6. – С.43-49.
9. Жигилева О.Н., Кирина И.Ю. Заражение гельминтами остромордой лягушки (*Rana arvalis* Nilsson, 1842) и сибирской (*Rana amurensis* Boulenger, 1886) лягушек в Западной Сибири // Сибирский экологический журнал. – Тюмень, 2015. – №2. – С. 287-292.
10. Зарипова Ф.Ф. Файзулин А.И. Характеристика функционирования сообщества гельминтов озёрной лягушки *Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771) (Amphibia, Anura) в следующие друг

за другом году в условиях Зауралья республики Башкортостан // Современная герпетология. – Саратов, 2016. – Т.15. – №1/2. – С.14-19.

11. Икромов Э.Ф., Азимов Д.А. Гельминты амфибий Ферганской долины Узбекистана // Паразитология. – Москва, 2004. – С.81-87.

12. Икромов Э.Ф., Эгамбердиев М., Икромов Э.Э. Гельминтофауна земноводных и пресмыкающихся Ферганской долины // Естественные науки и также некоторые проблемы экологии. – Наманган, 2010. – С. 87-88.

13. Икромов Э.Ф., Икромов Э.Э. Современная таксономическая структура гельминтов амфибий // Биология фани ривожланишининг замонавий тенденциялари. Республика илмий-амалий анжумани. – Тошкент, 2019. – №1. – С. 38-41.

14. Икромов Э.Ф., Икромов Э.Э. Сравнительный анализ трематодофауны амфибий в двух географических районах Узбекистана // Биоразнообразие, роль сохранения и рациональное использование растений и животных Узбекистана. – Жиззах, 2019. – С. 84-85.

15. Кучбоев А.Э., Шакарбоев Э.Б., Кучарова И.Ш. Гельминты амфибий Узбекистана // Узб. биол. ж., – Тошкент, 2002. – №1. – С.39-43.

16. Рыжиков К.М., Шарпило В.П., Шевченко Н.Н. Гельминты амфибий фауны СССР. – Москва: Наука, 1980. – 279 с.

17. Скрябин К.И. Методы полных гельминтологических вскрытий позвоночных, включая и человека. – Ленинград: 1-го МГУ, 1928. – 45 с.

18. Судариов В.Е., Шигин А.А., Курочкин Ю.В., Ломакин В.В., Стенько Р.П., Юрлова Н.И. Метациркулярии трематод-паразиты пресноводных гидробионтов Центральной России // Наука, 2002. Т.1. С. 298.

19. Чихляев И.В. Материалы к гельминтофауне зеленой жабы *Bufo viridis* (Laurenti, 1768) (Amphibia: Anura) в Самарской области // Самарская Лука: Проблемы региональной и глобальной экологии. – Тольятти, 2014. – Т.23. – №2. – С. 185-190.

20. Чихляев И.В., Кириллов А.А., Кириллова Н.Ю. Трематоды (Trematoda) земноводных (Amphibia) Среднего Поволжья. Сообщение 1. Отряды Fasciolida, Hemiurida, Paramphistomida и Strigeida // Паразитология, 2012. №46(3). С. 171-192.

21. Чихляев И.В., Кириллов А.А., Кириллова Н.Ю. Трематоды (Trematoda) земноводных (Amphibia) Среднего Поволжья. Сообщение 2. Отряд Plagiorchiida // Паразитология. 2012. №46(4). - С. 290-313.

22. Чихляев И. В., Файзулин А.И. Материалы к гельминтофауне съедобной лягушки *Pelophylax esculentus* (Linnaeus, 1758) в Волжском бассейне // Вестник СПбГУ. – Санкт-Петербург, 2016. – Сер.3. – Вып.3 – С. 175-180.

QASHQADARYO HAVZASI BALIQCHILIK XO‘JALIKLARIDA UNIONIDAE VA CORBICULIDAE OILASI IKKI PALLALI MOLLYUSKALARNING TARQALISHI VA EKOLOGIK GURUHLARI

Jabborova Tozagul Xujamurodovna

Iqtisodiyot va pedagogika universiteti

Biologiya fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD), dotsent v.b.

tozaguldzabbarova@gmail.com

ORCID 0009-0008-8820-365X

Yo‘ldosheva Gulibonu Mansur qizi

Iqtisodiyot va pedagogika universiteti

Biologiya yo‘nalishi 2-kurs talabasi

UDK 594.591.9.595.895

Annotatsiya. Mazkur maqolada baliqchilik xo‘jaliklari hududida uchraydigan ikki pallali mollyuskalar (Bivalvia) ning tarqalish xususiyatlari, ularning populyatsion zichligi hamda suv ekotizimidagi ekologik ahamiyati kompleks tarzda o‘rganilgan. Tadqiqotlar davomida ushbu mollyuskalar guruhining baliqchilik havzalarida tabiiy ozuqa zanjirining ajralmas va muhim bo‘g‘ini sifatida faol ishtirok etishi aniqlangan. Qashqadaryo viloyatidagi baliqchilik xo‘jaliklari misolida ikki pallali mollyuskalarning turlar tarkibi, ularning ekologik funksiyalari va suv havzalarida modda hamda energiya almashinuv jarayonlaridagi o‘rni batafsil tahlil qilingan. Ayniqsa, mollyuskalarning baliqlar uchun tabiiy ozuqa bazasini shakllantirishdagi ahamiyati, yosh baliqlar rivojlanishida ularning roli va baliqchilik mahsuldorligini oshirishdagi ekologik hissiy ilmiy jihatdan asoslab berilgan. Baliqchilik xo‘jaliklarida biologik resurslardan oqilona va samarali foydalanish, suv havzalarining ekologik holatini yaxshilash hamda sun‘iy va tabiiy ekotizimlarning barqarorligini ta‘minlashda muhim amaliy ahamiyatga ega.

Kalit soʻzlar: baliqchilik xoʻjaliklari, tarqalish qonuniyatlari, populyatsiya zichligi, suv sifati, bioindikatorlar, oziq zanjiri, ekologik monitoring, tabiiy ozuqa bazasi.

DISTRIBUTION AND ECOLOGICAL GROUPS OF BIVALVE MOLLUSKS OF THE FAMILIES UNIONIDAE AND CORBICULIDAE IN FISHERIES OF THE QASHQADARYO BASIN

Abstract. This article presents a comprehensive study of the distribution patterns of bivalve mollusks (*Bivalvia*) occurring within fisheries, their population density, and their ecological significance in aquatic ecosystems. The research findings demonstrate that this group of mollusks actively participates as an integral and essential component of the natural food chain in fishery water bodies. Using fisheries of the Qashqadaryo region as a case study, the species composition of bivalve mollusks, their ecological functions, and their role in matter and energy exchange processes within aquatic ecosystems are analyzed in detail. Particular attention is given to the importance of these mollusks in forming the natural food base for fish, their role in the development of juvenile fish, and their ecological contribution to enhancing fishery productivity, all of which are scientifically substantiated. The study holds significant practical importance for the rational and efficient use of biological resources in fisheries, the improvement of the ecological condition of water bodies, and the maintenance of stability in both artificial and natural ecosystems.

Keywords: fish farms, distribution patterns, population density, water quality, bioindicators, food chain, ecological monitoring, natural food base.

Kirish. Baliqchilik xoʻjaliklari suv-bioresurslardan oqilona foydalanish, oziq-ovqat xavfsizligini taʼminlash va iqtisodiy samaradorlikni oshirishda muhim ahamiyatga ega boʻlgan sunʼiy ekotizimlardir. Bu turdagi xoʻjaliklarda biologik jarayonlarning barqarorligini taʼminlash uchun suv muhitining sifati, ozuqa bazasining boyligi va ekologik muvozanatni saqlash zarur hisoblanadi. Ayniqsa, suv havzalarida yashovchi bentik organizmlar, xususan, ikki pallali mollyuskalar (*Bivalvia*) ekologik barqarorlikni taʼminlovchi asosiy komponentlardan biri sanaladi.

Jahon miqyosida olib borilgan tadqiqotlar ikki pallali mollyuskalarning baliqchilik xoʻjaliklaridagi ekologik funksiyasini chuqur oʻrganishga qaratilgan boʻlsa-da, ayrim mintaqalarda, xususan Oʻzbekiston kabi iqlimiy jihatdan oʻziga xos hududlarda bu boradagi ilmiy izlanishlar yetarli darajada emas. Mazkur maqolada baliqchilik xoʻjaliklarida ikki pallali mollyuskalarning tarqalishi va zichligini aniqlash, ularning ekologik ahamiyatini baholash hamda xoʻjaliklar samaradorligini oshirishdagi jihatini tahlil qilish maqsad qilib olingan.

Mavzuga oid adabiyotlarning tahlili. Mollyuskalar boʻyicha tadqiqotlarni James H.Thorp., Alanp Covich; Aldridge; Bouchet; Huber Markus; Bogan; Annabelle Cuttelod et al, Bogatov, Starobogatov; Bogatov; Andreyev va boshq., Alyoxina, Panov et. al.; Son; Yanovich, Rijnashvili A.L.; Sintyurina A.V., Bigaliyev A.B.; Kuzmenkin D.V. ishlarida koʻrish mumkin. I.Z. Izzatullayev va X.T. Boymurodovlar suv havzalarida uchraydigan ikki pallali mollyuskalarni inventarizatsiya qilish, ularning suv havzalariga bogʻliq tarqalish xususiyatlarini aniqlash, kamyob va endem turlari populyatsiyalarining zamonaviy holatini oʻrganish boʻyicha tadqiqotlar olib borgan.

Tadqiqot metodologiyasi. Mollyuskalar baliqchilik xoʻjaliklaridan 2014–2020-yillar yoz, kuz va bahor mavsumlarida mollyuskalar terildi. Luxlikoʻl, Chimqoʻrgʻon, Qizilsuv va Shoʻrsoy baliqchilik hovuzlaridan 38 ta namunalar oʻrganilib, mollyuskalar 96 donani tashkil etdi. Mazkur mollyuska namunalari yirik sistematik ishlar, aniqlagichlarda Ploxinskiy, 1970; Rijnashvili, 2005; Starobogatov, Izzatullayev, 1984, Izzatullayev, Boymurodov, 2009; keltirilgan uslublar bilan oʻrganildi.

Tahlil va natijalar. Qashqadaryo havzasi sunʼiy suv tiplarida baliqchilik xoʻjaliklarida ikki pallali mollyuskalarning zichligi tadqiqi olib borilgan. Xususan, Luxlikoʻl, Chimqoʻrgʻon, Qizilsuv va Shoʻrsoy baliqchilik hovuzlarida oʻrganishlar oʻtkazilgan.

Luxlikoʻl baliqchilik xoʻjaligi – Qashqadaryo hududining baliqchilik xoʻjaligi ikki pallali mollyuskalari turlari umuman tahlil qilinmagan. Oʻrganishlar shuni koʻrsatdiki, baliqchilik xoʻjaligida ikki pallali mollyuskalar turlar soni boshqalardan kam, bu yerda 6 turning yashashi qayd etildi (1-jadval, 1-rasm).

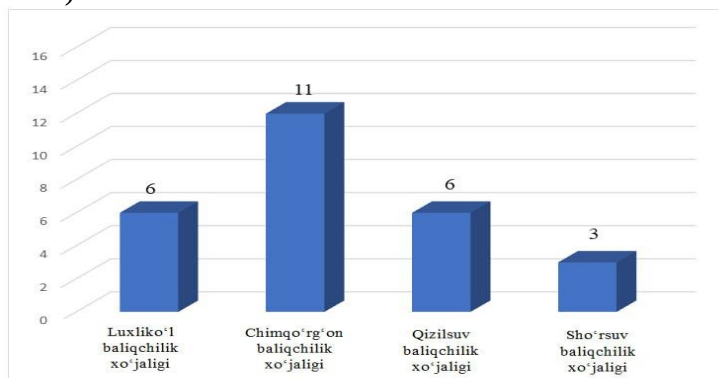
Luxlikoʻl baliqchilik xoʻjaligi va uning atrofidagi hovuzlarda 2005, 2008, 2016, 2019-yillar Xitoy kompleks baliqlari oq amur (*Ctenopharyngodon idella*) va oddiy doʻngpeshonalarni (*Hypophthalmichthys molitrix*) hamda mahalliy baliqlar: zogʻora va oq sla

iqlimlashtirilgan. Xitoy kompleks baliqlarida *Sinanodonta* avlodi turlarining lichinkasi-gloxidiyalari parazitlik qiladi, *S.orbicularis* va *S.gibba*lar ushbu baliqchilik xo'jaligiga baliqlar bilan birgalikda kelib qolgan. Baliq boqishda foydalaniladigan hovuzlar loyli joylarida *Sinanadonta* avlodidan *Corbicularis*, *S.gibba* tarqalgan bo'lib, ularning o'rtacha zichligi 0,6-1,1 ga teng. Hovuzlar qumloq biotoplarida *Corbiculina tibetensis* zichligi 3,0, *C. ferghanensis* zichligi 2,6 ga tengligi o'rganildi. Baliq boqishda foydalanilayotgan hovuzlar o'ng va chap sohili biotoplarida *Corbicula purpurea* va *Corbicula fluminalis* lar tarqalgan, lekin ularning zichligi boshqa turlarga qaraganda kam bo'lib, 1 m² da o'rtacha 0,8-0,9 tani tashkil etadi [1; B.86-87; 2; S.570-579; 3; S.61-69.].

Chimqo'rg'on baliqchilik xo'jaligi – daryoning o'rta qismida joylashgan, bu xo'jalikka bir qism suvlarni “Eski Anhor” kanalidan olinadi. 1955-yildan boshlab Zarafshon daryosi suvining bir qismini Qashqadaryo havzasiga olib berish uchun “Eski Anhor” kanali barpo etilgan. Eski Anhor kanali orqali Zarafshon daryosi sohilida tarqalgan *Sinanodonta*, *Colletopterum*, *Corbicula* va *Corbiculina* avlodlari turlari Qashqadaryo havzasi suv tiplariga tarqalgan. Tabiiy suv havzalarida baliqchilikning rivojlanishi bilan gidrobiontlarning tarqalish areallari kengayishi kuzatiladi [4; B.18-19; 5; B.12-36; 6; B.21-26.].

Hozirgi vaqtda Yevroosiyo hududining shimoliy-sharqiy hududlar uchun invazion tur bo'lgan *Sinanodonta woodianani* populyatsiyasini alohida ko'rsatib o'tish mumkin. Baliqlarning turlari bilan kelish ehtimoli yuqori bo'lgan *Sinanodonta woodiana* ning O'rta Osiyoning janubiy hududlarida, O'zbekistonda mavjudligi yoki tarqalib ketganligi to'g'risida aniq tahlillar mavjud emas [7; B.83-85; 8; B.380-384; 9; B.107-109.].

Bizdan oldingi tadqiqotlarni tahlil qilish va bizning o'rganishlarimiz asosida Chimqo'rg'on baliqchilik xo'jaligi hududida mollyuskalarning 9 turi 2 kenja turi uchrashi tahlil qilindi (1- jadval).



1-rasm. Qashqadaryo havzasi baliqchilik xo'jaliklarida Unionidae va Corbiculidae oilasi ikki pallali mollyuskalarining tarqalishi

Qizilsuv baliqchilik xo'jaligi – Qashqadaryo havzasida barpo etilgan bo'lib, 5 ta hovuzlarda baliq ko'paytirish ishlari olib borilmoqda. Ushbu baliqchilik xo'jaligida 2014, 2016, 2019 yillar davomida do'ngpeshona, oq amur, hamda mahalliy baliqlar zog'ora va oq sla iqlimlashtirilgan. Hovuzlarda 5 turi va 1 kenja tur mavjudligini ko'rsatmoqda (1-jadval).

Hovuzlarda Unionidae oilasi *Sinanadonta* avlodi turlari zichligi jihatidan ko'p uchraydi. Masalan, *Sinanodonta gibba* va *S.orbicularis* ning 1m² hududda 2,6-3,0 mavjud. *Sinanadonta puerorum* turi uchramaydi. *Colletopterum* avlodidan *Colletopterum cyreum sogdianum* turi hovuz loyli joylarida 1m² hududda 1,4 mavjud. *Colletopterum ponderosum volgense* va *C.bactrianum*lar turlari baliqchilik xo'jaligida uchramadi. 1-jadval turlar tarqalish zichligi haqidagi ma'lumotlar keltirilgan. *Corbiculina ferghanensis* evribiont tur ekanligi qolgan turlar stenobiont turlarga mansubligi o'rganildi.

Sho'rsuv baliqchilik xo'jaligi – Baliqchilik xo'jaligi hovuzlarini Qashqadaryo suvlari bilan to'ldiradi. Hovuzlar sathi kuz fasliga kelib pasayadi, hovuzlar faunistik tarkibi o'rganilmagan. Tahlillar 3 tur yashashini ko'rsatdi (1-jadval).

Xo'jalikning 2010-yilda yangidan tashkil etilishi Unionidae va Corbiculidae turlar soni kamligi va uchramasligi bilan ajralib turadi. Hovuzning loyli joylarida *Sinanodonta* avlodining bir vakili *S.orbicularis* tarqalgan bo'lib, uning zichligi 1,0 ni tashkil etadi.

Hovuzning qumloq biotoplarida *Corbiculina tibetensis* zichligi 3,0, *C.ferghansis* zichligi 2,6 ga teng. Xulosalar: Luxliko'lda 6 tur, Chimqo'rg'onda 9 tur va 2 kenja tur, Qizilsuvda 5 tur va 1 kenja tur va Sho'rsoyda 3 tur tarqalganligi, ular peloreofil, reofil va pelolimnofil ekologik guruhlariга mansubligi tahlil qilindi. Kuzatishlar baliqchilik xo'jaligi hovuzlarida *Sinanodonta* avlodi turlari birinchi ko'rsatildi.

1-jadval. Qashqadaryo havzasi baliqchilik xo'jaliklarida Unionidae va Corbiculidae oilasi ikki pallali mollyuskalarning tarqalishi va ekologik guruhlari

№	Oila va turlar	Luxliko'l baliqchilik xo'jaligi	Chimqo'rg'on baliqchilik xo'jaligi	Qizilsuv baliqchilik xo'jaligi	Sho'rsoy baliqchilik xo'jaligi	Ekologik guruhlari
	Unionidae oilasi					
	Sinanodonta avlodi					
1.	<i>Sinanodonta gibba</i>	0,6±0,1	1,4±0,6	1,1±0,46	-	Peloreofil
2.	<i>Sinanodonta orbicularis</i>	1,1±0,4	1,2±0,4	1,2±0,56	1,0±0,1	Peloreofil
3.	<i>Sinanodonta puerorum</i>	-	1,3±0,5	-	-	Peloreofil
	Colletopterum avlodi	-	-	-	-	
4.	<i>Colletopterum bactrianum</i>	-	0,6±0,1	-	-	Reofil
5.	<i>Colletopterum cyreum sogdianum</i>	-	1,4±0,4	1,4±0,2	-	Reofil
6.	<i>Colletopterum ponderosum volgense</i>	-	0,7±0,2	-	-	Pelolimnofil
	Corbiculidae oilasi					
	Corbiculidae avlodi					
7	<i>Corbicula Cor</i>	-	1,8±0,6	1,8±0,2	-	Peloreofil
8	<i>Corbicula fluminalis</i>	0,8±0,3	2,1±0,7	-	-	Peloreofil
9	<i>Corbicula purpurea</i>	0,9±0,2	2,3±0,8	1,9±0,4	-	Peloreofil
	Corbiculina avlodi					
10	<i>Corbiculina tibetensis</i>	3,4±0,4	3,6±0,6	-	3,0±0,7	Peloreofil
11	<i>Corbiculina ferghanensis</i>	2,6±0,5	2,9±0,7	3,0±0,6	2,6±0,4	Peloreofil
	Jami:	6	11	6	3	

Xulosa. Baliqchilik xo'jaliklarida ikki pallali mollyuskalar (*Bivalvia*) faunasini o'rganish, ularning tarqalishi va populyatsion zichligini aniqlash, suv omborlari ekologik holatini baholash hamda xo'jalik samaradorligini oshirishda muhim ahamiyatga ega. Ushbu guruh vakillari nafaqat suvni tabiiy filtrlovchi organizmlar sifatida, balki baliqlar uchun muhim ozuqa manbasi sifatida ham ekotizimda faol rol o'ynaydi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatmoqdaki, mollyuskalar zichligi suv harorati, suvning kimyoviy tarkibi, tubning holati va ozuqa moddalarning mavjudligiga bog'liq holda o'zgaradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Izzatullayev Z.I., Boymurodov X.T. Orololdi mollyuskalarining biologik xilmaxilligi, ekologik xususiyatlari va tarqalishi // Материалы III Международной научно-практической конференции «Проблемы рационального использования и охрана биологических ресурсов Южного Приаралья». – Нукус, 2010. 86 – 87 с.

2. Максимович Н.В., Герасимова А.В. Распределение и ресурсы двустворчатых моллюсков в губе чупа (кандалакшский залив, белое море) //Сб науч трудов госниорх вып 337 исследования по ихтиологии и смежным дисциплинам на внутренних водоемах в начале XXI века – М., 2007. – С. 570–579.
3. Методы обучения биологии. Част 2. Животные // Учебно-методическое пособие. – Москва, МПГУ, 2018. – С. 61-69.\
4. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2018 yil 3 fevraldagi “2018-yilda baliq mahsulotlari yetishtirish hajmini oshirish bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida” gi PQ-3505 sonli Qarori.
5. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2017-yil 7- avgustdagi “Tabiiy suv-havza uchastkalarini baliq ovlash xo‘jaliklariga ijaraga berish va baliqchilikni rivojlantirish jamg‘armasini tashkil etish chora-tadbirlari to‘g‘risida” gi VM-593- sonli Qarori.
6. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2017-yil 18- oktabrdagi “Chorvachilik va baliqchilik tarmoqlarining ozuqa bazasini mustahkamlash chora-tadbirlarida to‘g‘risida” gi VM-845-son Qarori.
7. Пивцаев С.Г., Иззатуллаев З.И., Мирабдуллаев И.М. Запасы беззубок (*Bivalvia Unionidae*) среднего течения реки Сырдары // Материалы научно-практической конференции. – Ташкент, 2001. 83-85 с.
8. Raxmatullayev X.L., Alimuxammedov I.M. Водохранилища и оценка сейсмической опасности // O‘zMU xabarları, Toshkent, 2018. №3/1 – В. 380-384.
9. Рижинашвили А.Л. Определение наибольшей продолжительности жизни двустворчатых моллюсков на примере перловиц (*Bivalvia, Unionidae*) // Доклады Академии наук. – Санкт-Петербург, 2009, – №1. – С. 138-141.
10. Роман Г. Возрастная структура популяций пресноводного двустворчатого моллюска *unio pictorum* (linnaeus, 1758) (*bivalvia: unionidae*) из гидротопов бассейна верхнего днестра // Материалы Международной конференции – Днестра, 2004. 107-109 с.
11. Старобогатов Я.И., Иззатуллаев З.И. Двустворчатые моллюски сем. *Unionidae* Средней Азии // Бюл. МОИП, 1984. 5. – С.74-

EKOLOGIK TA'LIM-TARBIYA BARQAROR RIVOJLANISH TA'LIMINING ASOSI EKANLIGI**Shokirova Manzuraxon Bobirxon qizi**Buxoro davlat universiteti,
pedagogika kafedrası tayanch doktorantimanzura.shokirova.997@gmail.com

ORCID 0009-0003-8377-1707

UDK 502.3

Annotatsiya. Ushbu maqolada ekologik ta'lim-tarbiyaning barqaror rivojlanishdagi o'zni atroficha tahlil qilingan va nazariy qarashlar, xalqaro tajribalar hamda O'zbekiston ta'lim tizimidagi holat ma'lumotlar asosida yoritilgan. Barqaror rivojlanish va barqaror rivojlanish ta'limi tushunchalarining mazmun-mohiyati va ta'limda foydalanishning keng imkoniyatlari ochib berilgan. Bo'lajak o'qituvchilarga barqaror rivojlanishning tamoyillari, maqsad va vazifalarini ta'lim jarayonida tushuntirib borishning afzalliklari haqida bayon qilingan. Talabalarda ekologik ong, ekologik madaniyat va ekologik savodxonlikni shakllantirishda barqaror rivojlanish ta'limining o'zni beqiyos ekanligi pedagogik yondashuvlar asosida tahlil qilinadi.

Respublikamizda barqaror rivojlanishga oid strategik qaror va konsepsiyalarning qabul qilinganligi va amalga oshirilayotgan vazifalar haqida batafsil ma'lumotlar keltirilgan. Xalqaro miqyosda qabul qilingan barqaror rivojlanish konsepsiyasining 17 ta maqsadiga mos ravishda, respublikamizda amalga faoliyat olib borayotgan qaror yurtimizning 2030-yilgacha bo'lgan davrda barqaror rivojlanish sohasidagi milliy maqsad va vazifalarni amalga oshirishni jadallashtirishga qaratilganligi asoslab berilgan. Shuningdek, maqolada mavjud muammolar hamda ularni bartaraf etish bo'yicha ilmiy asoslangan tavsiyalar ilgari suriladi.

Kalit so'zlar: barqaror rivojlanish, barqaror rivojlanish ta'limi, ekologik ta'lim, ekologik madaniyat, ekologik tarbiya, ta'lim tizimi, statistika, pedagogik yondashuv va texnologiyalar, qaror va konsepsiyalar.

ECOLOGICAL EDUCATION IS THE BASIS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT EDUCATION

Abstract. This article provides a comprehensive analysis of the role of environmental education in sustainable development and highlights the current state of the education system in Uzbekistan, drawing on theoretical perspectives, international experience, and information. It explores the concepts of sustainable development and education for sustainable development, as well as their broad application in education. It describes the benefits of explaining the principles, goals, and objectives of sustainable development to future teachers in the educational process. It analyzes the role of education for sustainable development in fostering environmental awareness, environmental culture, and environmental literacy in students based on pedagogical approaches.

Detailed information is provided on the adoption of strategic decisions and sustainable development concepts in our republic, as well as the tasks being accomplished. It is substantiated that the decision in force in our republic, in line with the 17 goals of the internationally adopted sustainable development concept, is aimed at accelerating the implementation of national sustainable development goals and objectives for our country through 2030. The article also offers evidence-based recommendations for addressing existing problems and eliminating them.

Keywords: sustainable development, education for sustainable development, environmental education, environmental culture, environmental education, education system, statistics, pedagogical approaches, and technologies, solutions and concepts.

Kirish. O'zbekiston Respublikasida ekologiya sohasida amalga oshirilayotgan islohotlarning barchasi inson manfaatlari uchun, yurtimizda ekologik barqarorlikni ta'minlash uchun amalga oshirilmoqda. Fuqarolarning axloqiy madaniyatini oshirish, har bir kasb egasining tabiatga oid ekologik kompetensiyalarini shakllantirish, xalqaro miqyosda sodir bo'layotgan ekologik o'zgarishlardan xabardor bo'lishlari bugungi kunning dolzarb vazifasidir.

Mamlakatimizda amalga oshirilayotgan ekologik islohotlar hamda ularning xalqimiz va jamiyatimiz manfaatlari uchun ahamiyat darajasi yuqori ekanligini ko'rishimiz mumkin. Zero, respublikamizdagi ekologik muammolarni hal qilish uchun yosh avlodga ekologik ta'lim-tarbiya berish, aholining ekologik savodxonligini oshirish eng ustuvor vazifalardan hisoblanadi. Zero, har bir yurtdagi ta'lim holati davlat va jamiyat imkoniyati va kelajak istiqbolini ko'rsatuvchi «barometr» bo'lib xizmat qiladi, uning madaniyatini, jahon hamjamiyatidagi o'zini aniqlashtirib berishga xizmat qiladi. Shuning uchun bo'lsa kerak,

o'zini hurmat qiluvchi har bir mamlakat ta'lim sohasiga ustuvor masala sifatida qaraydi [1].

Tadqiqot metodologiyasi. “Ekologik ta'limning dolzarbligi mamlakatimiz tabiati, ekotizimlari, atrof-muhitni beqarorlik va izdan chiqishdan asrash, aholining ekologik madaniyatini oshirish, ushbu o'ta jiddiy, hayotiy masalalarga aholining barcha qatlamlari, ayniqsa, yoshlar hissa qo'shishi zarurligi bilan belgilanadi” [2]. Shu bois, ta'lim tizimining barcha bosqichlarida amalda bo'lgan ta'lim dasturlari global ekologik muammolarni bartaraf etish masalasi qaratilmog'i lozim. Ayniqsa, butun dunyoda tan olingan Birlashgan Millatlar Tashkilotining Barqaror rivojlanish konsepsiyasi doirasida amalga oshirilayotgan ishlar tahsinga sazovor. XXI asr chegarasida yuzaga kelgan vaziyatdan chiqish yo'llarini izlab topish uchun zamonaviy muammolarni hal qilish va kelgusida ularning oldini olishga yo'naltirilgan barqaror taraqqiyot (rivojlanish) konsepsiyasi ishlab chiqildi [3].

“Barqaror rivojlanish” atamasi birinchi marta Norvegiya bosh vaziri Gro Harlem Brundtland boshchiligidagi Atrof-muhit va rivojlanish bo'yicha xalqaro komissiya tomonidan 1987-yilda kiritilgan. Barqaror rivojlanishning eng keng tarqalgan ta'rif quyidagicha: “Hozirgi avlodning hayotiy ehtiyojlarini, kelgusi avlodlar ehtiyojlarini qondirishga zarar yetkazmasdan amalga oshiriladigan rivojlanish tushuniladi” [4]. Yoki, “Barqaror rivojlanish konsepsiyasiga - davlatlar va butun dunyo hamjamiyatining xususiyat, mohiyat va tarkibiy jihatdan bir me'yorda (stabil) rivojlantiruvchi qarashlar tizimi deya ta'rif beriladi [5].

Barqaror rivojlanish g'oyasining maqsadi - kelajak avlod ehtiyojlarini inobatga olgan holda hozirgi zamon kishilik jamiyatining uzviy bog'langan ekologik, iqtisodiy va ijtimoiy taraqqiyotini bir me'yorda ta'minlashdir. Me'yor esa bevosita kishilarning bilimi va ongiga bog'liq. Ularga barqaror rivojlanishga oid bilim berish va ongini rivojlantirish hamda shakllantirish, ta'lim va tarbiya sohasi davlat va jamiyatning alohida e'tiborida turgan O'zbekiston Respublikasi kabi mamlakatlarda to'g'ridan-to'g'ri o'qitish masalasi zamon talabi darajasida qo'yilgan [1].

Barqaror rivojlanish aynan inqirozli jarayonlarning globallasuvi jarayonlarining keskinligi, tezkorligi va mislsizligi tufayli XX asr oxirida xalqaro hamjamiyatda global falokatning oldini olish, inqirozli jarayonlarning chuqurlashuvini sekinlashtirish maqsadida birgalikdagi xalqaro sa'y-harakatlar asosida vaqtini yutish g'oyasi sifatida paydo bo'ldi. Bu esa vaziyatni tubdan o'zgartirishga yordam beradigan, fundamental qarorlar qabul qilish uchun imkon yaratadigan va kelajakda shunga o'xshash global inqirozlarning oldini olishga imkon beradigan konsepsiyaga aylandi.

Mamlakatimiz uchun “Tabiat – jamiyat uyg'unligida barqaror rivojlanish” g'oyasi asosida tegishli konsepsiya, dastur, reja va talablarni ishlab chiqish eng ma'qul yo'l hisoblanadi. Ta'lim va tarbiyani ham bundan mustasno etmagan tarzda “Tabiat - jamiyat uyg'unligida barqaror rivojlanish ta'limi” deyish mumkin [5]. Boshqacha aytganda, “barqaror rivojlanish” deganda, tabiat, jamiyat va ishlab chiqarishning uzluksiz rivojlanishi, yaqin kelajakda biron-bir global falokat (antropogen yoki boshqa sabablar bilan bog'liq) tomonidan to'xtatilmasligi kerak bo'lgan model tushuniladi.

Barqaror rivojlanish uchun ta'lim (BRT) esa – bu insonning butun hayoti davomida amalga oshiriladigan barcha turdagi ta'lim faoliyati orqali hayotga tatbiq etiladigan yangi ta'lim yo'nalishidir. Barqaror rivojlanish ta'limi XXI asrda jahon ta'lim jarayonining tizimli sektoriga aylandi. Barqaror rivojlanish ta'limining asosiy maqsadi - barqaror taraqqiyotning g'oyalari va tamoyillarini ta'limning barcha shakllari va bosqichlari bilan integratsiyalash va mustaqil dunyoqarashga ega, tanqidiy fikrlay oladigan, ijtimoiy, iqtisodiy va ekologik yo'naltirilgan va faol fuqarolik munosabatini bildiradi oladigan shaxslarni tayyorlash (tarbiyalash) hisoblanadi [6].

Natijalar va muhokama. Barqaror rivojlanish uchun ta'limning amalga oshirilishi bevosita har bir insonning xavfsizligi, salomatligi, hayoti, milliy xavfsizlik va mamlakatning raqobatbardoshligi, innovatsion ijtimoiy-iqtisodiy rivojlanishning muvaffaqiyatiga bog'liq. Dunyodagi barcha mamlakatlarning milliy ta'lim tizimlarida barqaror rivojlanish g'oyalari ustuvor bo'lgan sharoitda, O'zbekiston pedagogik jamoatchiligining ta'lim oldidagi strategik vazifalar to'g'risidagi xabardorligi yetarli emasligi ko'zga tashlanadi. Ayniqsa bo'lajak o'qituvchilarni ekologik ta'lim-tarbiya jarayonida barqaror rivojlanish konsepsiyasi

tamoyillaridan, maqsad va vazifalaridan xabardorligini oshirish, barqaror rivojlanish sohasida yurtimizda amalga oshirilayotgan islohotlardan ta'lim jarayonida keng foydalanish asosida ularni yetuk kadr qilib tarbiyalash muhimdir.

Hozirgi kunda barqaror taraqqiyot muammolarida aholining faol ishtirokini ta'minlash uchun barqaror taraqqiyot g'oyasini ta'lim sohasiga bog'lagan holda, mahalliy va milliy darajada keng yoritish, targ'ibot qilish zarur. Mazkur holda Barqaror taraqqiyot uchun ta'lim nafaqat hozirgi, balki kelgusi avlod vakillarining talablarini qondirish maqsadida jamiyatning ijtimoiy-iqtisodiy, ma'naviy-madaniy vazifalari, qulay atrof-muhit va mamlakatning tabiiy resurslari salohiyatini saqlab qolish muammolarini oqilona yechishga yo'naltirilgan bilimlarni o'z ichiga olgan butun ta'lim tizimining bosqichma-bosqich kechadigan islohotlarini ko'zda tutadi [3]. Qolaversa, Barqaror taraqqiyot ta'limi (BTT) talabalarda fanlararo yondashuvi asosida ta'lim olish, o'z-o'zini rivojlantirish va namoyon etish, mustaqil va tanqidiy fikrlash, ma'nan shakllangan, ijtimoiy faol, o'z hatti-harakatlarida axloqiy va ekologik me'yorlarga asoslanadigan, o'zbek xalqi qadriyatlariga mos bo'lgan, ekologik bilimga chanqoq, atrof-muhit holati haqida qayg'uradigan va yangi ijtimoiy, iqtisodiy va ekologik muammolarni oldindan ko'ra olish xususiyatlarini shakllantirishga da'vat etadi [6].

Barqaror rivojlanish uchun ta'limga BMTning jahon sammitlari, YuNESKO konferensiyalarining rezolyutsiyalari, YuNESKO va YuNISEFning o'quv va metodik materiallari, loyihalar, turli darajadagi ilmiy-amaliy forum qarorlari va ilmiy ishlarni ko'plab tavsiya etuvchi hujjatlari bag'ishlangan. Shunga qaramay, mahalliy pedagoglar orasida ushbu yangi ta'limni tushunish darajasi hali ham etarli emasligi ko'zga tashlanadi.

YUNESKO hujjatlarida bir necha marta ta'kidlanganidek, texnologik yechimlar emas, balki aynan ta'lim barqaror rivojlanishga o'tishda hal qiluvchi rol o'ynaydi. "O'zbekiston Respublikasida barqaror rivojlanish uchun ta'lim: muammolar va istiqbollari" nomli ekspert-tahliliy hisobotida mualliflar quyidagicha yozadilar: "Shunday fikr bildirish mumkinki, barqaror rivojlanish uchun ta'lim (BRT) shakllanishi hozirgi asrda jahon ta'limida asosiy jarayon bo'ladi. Bu, aslida, "ta'limiy inqilob" bo'lib, uni ta'limdagi "barqaror inqilob" deb atash mumkin" [7].

Hozirgi kunda davlatimiz tomonidan Barqaror rivojlanish sohasida ko'plab ekologik jihatdan siyosiy-huquqiy ahamiyatga ega hujjatlar qabul qilinib hayotga tatbiq etilmoqda. Barqaror rivojlanish va barqaror rivojlanish uchun ta'limga oid dasturlar, loyiha va konsepsiyalar ishlab chiqilmoqda va ta'lim jarayoniga qo'llash masalalari ko'rib chiqilmoqda. Shunday ekan, Barqaror rivojlanish va barqaror rivojlanish uchun ta'lim – O'zbekiston Respublikasiga yot, begona tushuncha emas." Garchi "barqaror rivojlanish" atamasi, haqiqatdan ham, "g'arbdan" kirib kelgan bo'lsa-da, uning ilmiy-falsafiy ildizlari Rossiyaga borib taqaladi. Tabiat bilan uyg'unlikda sivilizatsiyani rivojlantirish g'oyasi aynan XIX-asrda Rossiya tuprog'ida paydo bo'lgan va XX-asrda faol rivojlangan. Uning asosida turgan buyuk olimlarimiz – V.V.Dokuchayev, K.I.Tsiolkovskiy, S.A.Bogdanov, D.S.Lixachev, V.I.Vernadskiy, N.N.Moiseyev edi. Barqaror rivojlanish konsepsiyasi V.I.Vernadskiyning insoniyatning geologik kuchga aylanishi haqidagi g'oyalarini o'zida mujassam etadi. Bu kuch biosferada global o'zgarishlarga olib kelishi va jamiyat yangi bosqichga – tabiat va jamiyatning o'zaro ta'siri qonunlari bilan boshqariladigan rivojlanishga o'tmasa, inson hayoti asoslarini buzishi mumkin (noosfera). V.I.Vernadskiy [8] nuqtayi nazariga ko'ra, "noosfera" va barqaror rivojlanish jamiyati inson aqlining tabiat bilan uyg'unlikda rivojlanishni boshqarish qonunlarini egallashi bilan xarakterlanadi, va sivilizatsiyani stixiyali emas, balki rejalashtirilgan ravishda boshqarishga asoslanadi. Barqaror rivojlanishni falsafiy va ilmiy asoslashda N.N.Moiseyevning [9] asarlari, uning universal evolyutsionizm ta'limoti va jamiyatni o'z-o'zini tashkil etuvchi, uzluksiz rivojlanayotgan tizim sifatida ko'rish haqidagi g'oyalari muhim rol o'ynadi. Unga ko'ra, ruhiy va moddiy olamlar o'rtasida muntazam nomuvofiqlik yuzaga keladi va bu ziddiyatni hal qilishda ekologik madaniyatning o'zni katta.

Barqaror rivojlanish ta'limi jamiyatning barcha a'zolarini mintaqaviy va global muammolarni hal qilish uchun zarur bilim va ko'nikmalarni rivojlantirishga katta e'tibor qaratadi. Agar ekologik ta'lim ko'proq ekologik mavzularga e'tibor qaratsa, Barqaror rivojlanish ta'limi siyosat, iqtisodiyot, jamiyat va atrof-muhit o'rtasidagi o'zaro aloqadorligi

masalalariga alohida yondashadi [6].

Barqaror rivojlanish ta'limini, ta'limning barcha bosqichlarida qo'llash asosida yoshlarning atrof-muhitga munosabatida ijobiy ko'rsatkichlarga erishiladi. Ilmiy dunyoqarashining kengayishi, insoniylik pozitsiyasini anglab yetishi, global kompetensiyalarning tarkib topishi kabi jihatlarining shakllanishida muhim o'rin tutadi. Odamlarning tafakkuri, ongi va madaniyatining o'sishi barqaror rivojlanish g'oyasini juda ko'p shakl va ko'rinishda namoyon qildi. Endilikda u ijobiy tarafga qarab mukammallashyapti [5].

Bu ta'limning o'z obyekti, predmeti, bilish metodlari, rejalashtirilgan natijalari va tushunchaviy-terminologik apparati mavjud. Bilish obyekti – bu ijtimoiy-tabiiy ekotizimlar hisoblanadi. Barqaror rivojlanish uchun ta'limning bilish predmeti – bu ijtimoiy-tabiiy ekotizimlardagi o'zaro aloqalar va munosabatlar (tabiiy, ijtimoiy, iqtisodiy, demografik, siyosiy va boshqalar). Aslida, bu jamiyat va tabiat, ijtimoiy va biologik o'zaro ta'sirlarning qonuniyatlari haqida.

BRTning bilish metodlari ham o'ziga xos. Bu ekotizim bilish modeli bo'lib, u jamiyat, iqtisodiyot va tabiat o'rtasidagi o'zaro aloqalarni aniqlash, tahlil qilish va bashorat qilish imkonini beradi. Bu jarayonlar global va mahalliy darajada, hozirgi va kelajak avlodlar ehtiyojlari, ularning hozirgi va kelajakdagi qondirilish imkoniyatlari hamda inson hayoti sifatini pasaytirmasdan, atrof-muhit sifatini yomonlashtirmaslik yo'llarini o'z ichiga oladi.

O'rganilayotgan faoliyat turlarining predmeti asosi BRTda YUNESKO tomonidan tavsiya etilgan mavzular va shuningdek, o'z mamlakatlarida barqaror rivojlanish vazifalarining ustuvorligi inobatga olingan milliy ta'lim tizimlari tomonidan belgilangan mavzulardan iboratdir. Bugungi kunda, Mingyillik maqsadlaridan so'ng, dunyoning 193 davlati tomonidan qabul qilingan va 2030 yilgacha davom etuvchi barqaror rivojlanish kun tartibida 17 ta barqaror rivojlanish maqsadlari diqqat markazga tushdi. Ayti-Nagoya deklaratsiyasi (2014), Barqaror rivojlanish bo'yicha global harakat dasturi (2015) va Xanoydagi BRT bo'yicha konferensiya hujjatlarida (2019) aniq belgilanganidek, BRT nafaqat bilim va ko'nikmalar, balki munosabatlarni ham o'z ichiga oladi. Ko'pgina metodik tavsiyalarda aynan munosabatlar, barqaror rivojlanishning qadriyat-muammoli asoslari BRTda tizim hosil qiluvchi omillar sifatida ajratib ko'rsatilgan.

Barqaror rivojlanish manfaatidagi ta'lim inson, jamiyat va tabiatga yaxlit yondashuvga, zamonaviy ilmiy bilimlarning va gumanistik qadriyat-muammoli yondashuvlarning birligiga asoslanib, barqaror rivojlanish madaniyatini shakllantirishga qaratilgan. Agar barqaror rivojlanish mavzulari va ularni bilish vositalari umumiy ta'limning predmet natijalari bo'yicha davlat ta'lim standartlarida (DTS) aks etgan bo'lsa-da, shaxsiy natijalarga bo'lgan talablar hozircha ta'lim oluvchilarning dunyoqarashidagi "bo'shliq"ni bartaraf etishga yo'naltirilmagan. Yoshlarning dunyoni tushunishdagi "patologik xususiyatlar" sababini akademik N.N.Moiseyev zamonaviy ta'limdagi reduksionistik tafakkur va bilimlarning parchalanishida ko'rgan [9]. Garchi turli o'quv fanlarida BRMLarning ayrim jihatlarini ko'rib chiqilsa-da, o'quvchilarga o'rganilayotgan muammolarning tizimli qonuniyatlari noma'lumligicha qolmoqda.

Pedagogik nuqtayi nazardan eng murakkab vazifa – barqaror rivojlanish uchun ta'lim mazmunini yaratish va amalga oshirishdir, shunga qaramasdan, YUNESKO 2030 yilgacha barcha o'quvchilarni barqaror rivojlanish uchun ta'lim bilan qamrab olishni rejalashtirmoqda. Barqaror rivojlanishning 4-maqsadi va 4.7 vazifasida shunday deyiladi:

Umumqamrovli va adolatli sifatli ta'limni ta'minlash hamda barchaga butun umri davomida ta'lim olish imkoniyatini rag'batlantirish.

2030-yilgacha barcha o'quvchilar va talabalarning barqaror rivojlanishiga ko'maklashish uchun ularning zarur bo'lgan bilim va ko'nikmalarni egallashlarini ta'minlash jumladan, barqaror rivojlanish, barqaror turmush tarzi, inson huquqlari, gender tengligi, tinchlik va zo'ravonliksiz madaniyat, global fuqarolik va madaniy xilma-xillikning qadriyatlari hamda madaniyatning barqaror rivojlanishga qo'shgan hissasi bo'yicha ta'lim olish kabilar. Agar barqaror rivojlanish uchun ta'limning mazmuni o'ziga xos bo'lib, faqat predmet doirasida cheklanmasa, uni alohida fan sifatida ajratish maqsadga muvofiqdir.

Xalqaro miqyosdagi barqaror rivojlanish konsepsiyasiga asoslanib, 2022 yil 21 fevralda qabul qilingan “2030-yilgacha bo‘lgan davrda barqaror rivojlanish sohasidagi milliy maqsad va vazifalarni amalga oshirishni jadallashtirish bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining qarorida ham 4-maqsad va 4.1-4.7 vazifalari aynan mos tushadi [10]. Ayniqsa oliy o‘quv yurtlarida ta’limning sifat va samaradorligini oshirishga qaratilgan.

Shuni alohida e’tirof etish kerakki, pedagoglar va ta’lim sohasida faoliyat yuritayotgan mutaxassislar, milliy ta’lim sohasida yetishmayotgan quyidagi masalalarning yechimini topishga qaratmog‘i lozim. Xususan,

- dunyoning bir qator mamlakatlarida tan olingan yangi barqaror rivojlanish ta’limi bilan yaqindan tanishish;

- ekologik ta’lim barqaror rivojlanish ta’limining bir qismi ekanligini anglab yetish;

- ta’limga noan’anaviy ravishda yondashish asosida barqaror rivojlanish ta’limini o‘zlashtirish;

- ta’lim va tarbiyada yangicha dunyoqarashlarni o‘zlashtirib olish [1].

Agar BRTning vazifasi faqat ta’lim oluvchilarni barqaror rivojlanish masalalari bo‘yicha xabardor qilish va ularda barqaror rivojlanish maqsadlari yo‘lida amaliy harakatlar qilish tajribasini shakllantirish bilan cheklanganida, ehtimol, BRTning muammolari allaqachon hal qilingan bo‘lar edi. Ammo hozircha hech bir davlat bunday bayonot bera olmaydi. Chunki barqaror rivojlanish uchun ta’lim umumiy madaniy va dunyoqarashga yo‘naltirilgan bo‘lib, ommaviy ongda ildiz otmagan yangi madaniyat asoslarini faqat bilimlar orqali shakllantirish mumkin emas. Faqatgina ta’lim oldidagi vazifaning ulkanligini (va ta’lim zimmasiga yuklangan barqaror kelajak uchun javobgarlikni) tasavvur qilib ko‘ring.

BMT rahbarlari fikriga ko‘ra, 2015 yil sentyabr oyida bo‘lib o‘tgan Barqaror rivojlanish sammiti doirasida BMTning 70-chi Bosh Assambleyasida “Dunyomizni o‘zgartirish: 2030 yilgacha bo‘lgan barqaror rivojlanish kun tartibi” nomli rasmiy hujjat qabul qilinishi butun jahon hamjamiyatining barqaror rivojlanishga o‘tishida yangi tarixiy bosqichni belgilab berdi [11].

Xulosa va takliflar. Dunyodagi qoashshoqlik, ijtimoiy tengsizlik, iqlim o‘zgarishi va tabiiy boyliklarning haddan ortiq ishlatilishi bizga xavf solayotgan to‘rtta asosiy global muammolar bo‘lib, biz ularni barqaror rivojlanishga to‘g‘ridan-to‘g‘ri o‘tish orqali hal etishimiz mumkin. Ushbu yechimning muvaffaqiyati ta’lim jarayoniga bog‘liqdir [1].

Barqaror rivojlanish uchun ta’lim (BRT) – bu alohida fan emas, balki insonning butun umri davomida unga ta’sir qiluvchi umumiy madaniy ta’lim yo‘nalishi bo‘lib, bu yo‘nalish kelajak avlodlar uchun bizga ajdodlarimizdan meros bo‘lib qolgan tabiiy va madaniy merosni saqlab qolish yo‘lida tafakkur, qadriyatlar va harakatlarni shakllantiradi. Bu yo‘nalish inson ijodiy kuchlarini yangi turdagi munosabatlar va ishlab chiqarishlarni yaratishga yo‘naltiradi.

O‘zbekiston Respublikasida barqaror rivojlanish ta’limi (BRT) bo‘yicha turli ko‘lamdagi o‘nlab yorqin loyihalar amalga oshirib kelinmoqda, ularning har biri ta’lim sohasi vakillarining BRT mazmunini tushunishiga va ta’lim faoliyatini o‘zgartirishiga katta hissa qo‘shadi. Shunga qaramay, ushbu loyihalar va tashabbuslarning shubhasiz yutuqlarini tan olgan holda, afsuski, ularning ko‘pchiligi O‘zbekiston Respublikasi miqyosida tizimli darajada vaziyatni tubdan o‘zgartira olmaydi. Chunki barqaror rivojlanish ta’limiga oid maqsad va vazifalar bo‘lajak o‘qituvchilarga beriladigan fanlar tizimida to‘liq shakllantirilmagan. Umid qilamizki, O‘zbekiston Respublikasi ta’lim rivojlanishining yangi strategiyasi va O‘zbekiston Respublikasi ekologik ta’lim konsepsiyasini qabul qilinishi [12] bilan mamlakatimizda BRT rivoji uchun kadrlar tarbiyasi, ma’naviy-ma’rifiy, axborot-metodik va boshqa shart-sharoitlar yaratilishida muhim qadam tashlanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Negmatov A. Ekologik ta’limdan barqaror rivojlanish ta’limi sari. – T.: Talqin, 2007. – 71 b.
2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti Shavkat Mirziyoyevning O‘zbekiston Respublikasi Oliy Majlisi va xalqiga Murojaatnomasi // “Xalq so‘zi” gazetasi. 2022-yil 30- dekabr.
3. Ergashev A. va boshqalar. Barqaror taraqqiyot va tabiatshunoslik asoslari. - T.: Baktria press. 2016. -296 b.

4. World Commission on Environment and Development. Our common future. Oxford University Press, Oxford, 1987.
5. Nigmatov A. va boshqalar. Barqaror rivojlanish va uning tizimli indikatorlari.- T. Spectrum Media Group, 2015. -120 b.
6. Qulmatov R. va boshqalar. Barqaror rivojlanish asoslari. –T.: Zuxro baraka biznes, 2024. – 136 b.
7. Akbarjonovna J.M. Kichik biznesning barqaror rivojlanish tushunchasi va uning omillari. –T., 2023. -176 b.
8. Грачев В.А. Учение В.И.Вернадского о ноосфере как основа устойчивого развития. - Юг России: экология, развитие. - Том 10, №3, 2015.
9. Глушенкова Е.И. Н.Н.Моисеев: социальная философия и политические идеи. - Век глобализации. 2018, № 3.
10. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2022-yil 21-fevraldagi "2030-yilgacha bo'lgan davrda barqaror rivojlanish sohasidagi milliy maqsad va vazifalarni amalga oshirishni jadallashtirish bo'yicha qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida"gi PQ-83-sonli Qarori. <https://lex.uz/docs/-5870397>
11. United Nations Summit on Sustainable Development, 25-27 September 2015, New York <https://www.un.org/en/conferences/environment/newyork2015>
12. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2019-yil 27-maydagi "O'zbekiston Respublikasida Ekologik ta'limni rivojlantirish Konsepsiyasini tasdiqlash to'g'risida"gi 434-sonli Qarori. O'zbekiston Respublikasi Qonunchilik ma'lumotlari milliy bazasi. <https://lex.uz/ru/docs/4354743>

KSILOFAG HASHAROTLAR INDIKATOR SIFATIDA: YOG'UCH HOLATINI BAHOLASH

Doschanova Manzura Babajanovna

Xorazm Ma'mun akademiyasi katta ilmiy xodimi

manzuradoschanova84@gmail.com

ORCID 0000-0002-9978-9181

Ro'zmetov Rasulbek Sabirovich

Xorazm Ma'mun akademiyasi katta ilmiy xodimi.

rasulruzmetov411@gmail.com

ORCID 0009-0000-4341-8579

Abdullayev.Ikram.Iskandarovich

Xorazm Ma'mun akademiyasi raisi

ikram_a@mail.ru

ORCID 0000-0002-9978-9181

G'aniyeva Muxlisa Jaloladdin qizi

Abu Rayhon Beruniy nomidagi

Urganch davlat Universiteti magistratura talabasi

Babajanov Kamronbek Xushnudovich

Xorazm Ma'mun akademiyasi doktoranti

1234kamronbek@gmail.com

UDK:595.762.14

Annotatsiya. Mazkur maqolada ksilofag hasharotlarning tarixiy yodgorliklarda yog'och konstruksiyalar holatini baholashdagi indikatorlik ahamiyati o'rganildi. Tadqiqot Markaziy Osiyo hududidagi tarixiy obidalarda uchraydigan yog'och elementlarning namligi, atrof-muhit temperaturasi va ksilofag uyalari soni o'rtasidagi bog'liqlikni aniqlashga qaratildi. Dala kuzatuvlari asosida yog'och namligi va temperatura oshishi bilan ksilofaglar faolligi sezilarli darajada kuchayishi aniqlandi. Korrelyatsion tahlil natijalari yog'och namligi va ksilofag uyalari soni o'rtasida yuqori musbat bog'liqlik mavjudligini ($r = 0.91$), shuningdek, ksilofag uyalari soni va yog'och zararlanish darajasi o'rtasida eng yuqori korrelyatsiya kuzatilishini ($r = 0.95$) ko'rsatdi. Olingan natijalar asosida ksilofag uyalari soniga qarab yog'och sifatini baholash shkalasi ishlab chiqildi. Tadqiqot natijalari ksilofag hasharotlarni invaziv bo'lmagan, ekologik xavfsiz va ishonchli biologik indikator sifatida qo'llash mumkinligini ko'rsatadi. Ushbu yondashuv tarixiy yodgorliklarda yog'och konstruksiyalar holatini erta aniqlash, monitoring qilish va restavratsiya ishlarini ilmiy asoslashda muhim amaliy ahamiyatga ega.

Kalit so'zlar: ksilofag hasharotlar, yog'och zararlanishi, yog'och namligi, biologik indikator, tarixiy yodgorliklar, korelyatsion tahlil, biodeterioratsiya, yog'och sifati

XYLOPHAUGIC INSECTS AS INDICATORS: ASSESSING THE CONDITION OF WOOD

Abstract. This article investigates the indicator role of xylophagous insects in assessing the condition of wooden structures in historical monuments. The study focuses on identifying the relationship between wood moisture content, ambient temperature, and the density of xylophagous insect nests. Field observations revealed that increasing moisture and temperature significantly enhance xylophagous insect activity. Correlation analysis demonstrated a strong positive relationship between wood moisture and the number of xylophagous nests ($r = 0.91$), as well as the highest correlation between nest density and the degree of wood deterioration ($r = 0.95$). Based on the obtained results, a classification scale for wood quality assessment according to xylophagous infestation intensity was developed. The findings indicate that xylophagous insects can be effectively used as non-invasive, environmentally safe, and reliable biological indicators. This approach provides practical value for early detection of biodeterioration, long-term monitoring, and scientific justification of conservation and restoration strategies in historical wooden structures.

Keywords: xylophagous insects, wood deterioration, wood moisture content, biological indicator, historical monuments, correlation analysis, biodeterioration, wood quality

Kirish. Tarixiy yodgorliklar milliy va jahon madaniy merosining ajralmas qismi bo'lib, ularni saqlash va kelajak avlodlarga yetkazish zamonaviy ilm-fan oldidagi eng muhim vazifalardan biridir. Ko'plab tarixiy obidalar, ayniqsa, Markaziy Osiyo hududida joylashgan me'moriy majmualar yog'och konstruksiyalar, eshiklar, ustunlar, shiftlar, panjaralar va bezak elementlarini o'z ichiga oladi. Ushbu yog'och elementlar tabiiy qarish jarayoni, mikroiklim sharoitlari va biologik omillar ta'sirida asta-sekin yemiriladi. Shu omillar ichida ksilofag hasharotlar yog'ochning yashirin va tizimli shikastlanishiga sabab bo'luvchi eng xavfli biozararkunandalar hisoblanadi[1,2,3].

Ksilofag hasharotlar faoliyati ko'pincha dastlabki bosqichlarda tashqi tomondan deyarli sezilmaydi. Yog'och ichida lichinkalarning rivojlanishi, oziqlanish yo'llarining hosil bo'lishi va mexanik mustahkamlikning pasayishi konstruksiyaning jiddiy zaiflashuviga olib keladi. Shu sababli an'anaviy vizual tekshiruvlar har doim ham yog'och holatini to'liq baholash imkonini bermaydi. Mazkur holat ksilofag hasharotlarni biologik indikator sifatida o'rganish zaruratini yuzaga keltiradi[6,7].

Tarixiy yodgorliklarda ksilofag hasharotlarning mavjudligi yog'ochning namlik darajasi, chirish jarayonlari, mikroiklim barqarorligi va texnik holati haqida muhim axborot beradi. Ma'lum turlarning uchrashi yog'ochning yangi yoki eski zararlanganini, faol yoki passiv infestatsiya bosqichida ekanini aniqlash imkonini yaratadi. Shu bois ksilofaglar faqat zararkunanda emas, balki yog'och konstruksiyalarning holatini baholovchi tabiiy indikator sifatida qaralmoqda[5,8].

Mavzuning dolzarbligi shundan iboratki, tarixiy obidalarda agressiv kimyoviy ishlov berish usullaridan foydalanish cheklangan. Ksilofag indikatorlariga asoslangan monitoring tizimi esa invaziv bo'lmagan, ekologik xavfsiz va uzoq muddatli kuzatuv imkonini beradi. Bu yondashuv restavratsiya ishlarini ilmiy asoslash, zararlanish xavfini erta bosqichda aniqlash va muhofaza choralari optimallashtirishga xizmat qiladi. Shu bilan birga, mazkur tizim monitoring natijalarini raqamli bazalarda jamlash, zararlanish dinamikasini tahlil qilish, prognoz modellarini ishlab chiqish hamda profilaktik choralarini o'z vaqtida qo'llash imkonini yaratadi, bu esa yodgorliklarning uzoq muddatli saqlanish samaradorligini oshiradi. [10,11].

Shuningdek, iqlim o'zgarishi sharoitida harorat va namlikning tebranishi ksilofag hasharotlar faolligini oshirayotgani kuzatilmoqda. Bu holat tarixiy yodgorliklarda yog'och elementlarining biozararlanish xavfini yanada kuchaytiradi[9]. Shu nuqtayi nazardan, ksilofag hasharotlarni indikator sifatida o'rganish nafaqat ilmiy, balki amaliy va muhofazaviy jihatdan ham dolzarb hisoblanadi.

Tadqiqot uslublari. Tadqiqot ishlari tarixiy yodgorliklarda yog'och konstruksiyalarning biologik zararlanishini baholash maqsadida olib borildi. Tadqiqot obyekti sifatida yog'och konstruksiyalarda uchraydigan ksilofag hasharotlar, xususan Anobiidae oilasi vakillari va ularning uyalarining zichligi tanlandi. Tadqiqot ishlari bahor mavsumida, mart oyining birinchi o'n kunligidan may oyining birinchi o'n kunligigacha bo'lgan davrda amalga oshirildi.

Namuna olish ishlari har bir kuzatuv nuqtasida 1 m² maydonda olib borildi. Har bir maydonda yog'och yuzasi vizual ko'zdan kechirilib, ksilofag hasharotlarning chiqish teshiklari va uyalarining soni qayd etildi. Uylarning soni yog'och yuzasida aniq ko'rinadigan faollik belgilariga asoslanib hisoblandi. Natijalar davriy kesimlarda taqqoslash uchun maxsus kuzatuv varaqalariga kiritildi.

Yog'och namligi portativ namlik o'lchagich yordamida aniqlanib, har bir namunada kamida uch marta o'lchov olib, o'rtacha qiymat hisoblab chiqildi. Temperatura ko'rsatkichlari tadqiqot hududida o'rnatilgan raqamli termometr yordamida o'lchandi va har bir davr uchun minimal va maksimal qiymatlar qayd etildi.

Yog'ochning zararlanish darajasi ksilofag uyalarining zichligi asosida baholanib, besh balli shkalaga ajratildi: juda yaxshi, yaxshi, o'rtacha, past va juda past. Ushbu baholash usuli Florian (1997) va Becker (1979) tomonidan taklif etilgan biodeterioratsiyani vizual va kvantitativ baholash yondashuvlariga asoslandi.

Natijalar va tahlillar. Olingan ma'lumotlar statistik tahlil qilinib, yog'och namligi, temperatura va ksilofag uylar soni o'rtasidagi bog'liqlikni aniqlash uchun korrelyatsion tahlil qo'llanildi. Pearson korrelyatsiya koeffitsiyenti yordamida omillar o'rtasidagi ijobiy yoki salbiy bog'liqlik darajasi baholandi. Statistik hisob-kitoblar Microsoft Excel dasturi yordamida amalga oshirildi.

Tadqiqot natijalari.

1-jadval. Ksilofaglar bilan yog'och ustunlarni zararlanish darjasi

№	Namunalar olingan vaqt	Yog'och namligi (%)	Temperatura (°C)	Ksilofag uyalari soni (1 m ² da)
1	1- 10 mart	8–10	15–18	0–4
2	11-20 mart	10–12	18–20	5–10
3	21-31 mart	12–14	20–22	11–15
4	1 -10 aprel	14–16	22–25	16–20
5	11-20 aprel	16–18	25–28	21–30
6	21-30 aprel	18–20	28–30	31–40
7	1-10 may	>20	>30	>41

Keltirilgan 1-jadval yog'och namligi, atrof-muhit temperaturasi va ksilofag uyalari soni o'rtasidagi bog'liqlikni o'rganish imkonini beradi. Mart oyining birinchi o'n kunligida namlik 8–10 %, temperatura 15–18 °C, ksilofag uyalari soni esa 0–4 m² ni tashkil qilgan. Ushbu davr yog'ochning deyarli zararlanmagan holatiga to'g'ri keladi. Ksilofaglar faolligi past bo'lib, ichki tuzilma barqaror, mexanik mustahkamlik sezilarli darajada saqlanadi. Bu shuni ko'rsatadiki, past namlik va past temperatura ksilofaglar faoliyati uchun noqulay sharoit yaratadi.

1-jadval. Namlik, temperatura va ksilofaglar faolligi o'rtasidagi korrelyatsiya jadvali

Ko'rsatkichlar	Yog'och namligi (%)	Temperatura (°C)	Ksilofag uyalari soni	Yog'och zararlanish darajasi
Yog'och namligi (%)	1.00	0.78	0.91	0.93
Temperatura (°C)	0.78	1.00	0.82	0.80
Ksilofag uyalari soni	0.91	0.82	1.00	0.95
Yog'och zararlanish darajasi	0.93	0.80	0.95	1.00

Mart oyining ikkinchi va uchinchi o'n kunliklarida namlik 10–14 %, temperatura 18–22 °C gacha oshadi, bu esa ksilofag uyalari sonining 5–15 tagacha ko'payishiga olib keladi. Bu bosqichda biozararlanish boshlang'ich darajada bo'lib, passiv infestatsiya yoki kichik tunnel yo'llari paydo bo'ladi. Yog'ochning ichki tuzilmasi asta-sekin zaiflashadi, mexanik mustahkamlik pasayadi. Ushbu o'zgarishlar ksilofaglar faoliyati va uyalari sonining yuqori korrelyatsiyasi ($r \approx 0,91$) bilan izohlanadi.

Aprel oyining birinchi o'n kunligidan boshlab namlik 14–18 %, temperatura esa 22–28 °C ga yetadi. Shu davrda ksilofag uyalari 16–30 tagacha oshadi. Bu faol infestatsiya bosqichi bo'lib, ichki tunnel va yo'llar ko'p miqdorda paydo bo'ladi, yog'ochning ichki tuzilmasi sezilarli darajada zaiflashadi va mexanik mustahkamlik pasayadi. Ushbu bosqichda yog'ochning sifatini baholash ksilofag uyalari soni asosida aniqlanadi, 16–30 uyali zonada sifat "o'rtacha" dan "past" darajaga o'tadi.

Aprél oyining oxiri va may oyining birinchi o'n kunligida namlik 18–20 % dan ortadi, temperatura esa 28–30 °C va undan yuqori bo'ladi. Ksilofag uyalari soni 31–41 va undan ortiq ko'rsatkichlarga yetadi. Bu holat yog'och uchun kritik bosqich bo'lib, biozararlanish yuqori darajada, ichki tuzilma deyarli zaiflashgan va konstruksiya xavf ostida bo'ladi. Shu sababli, ushbu davrda monitoring va restavratsiya choralarini zudlik bilan qo'llash talab etiladi.

Umuman olganda, jadval ma'lumotlari shuni ko'rsatadiki, yog'och namligi va temperatura oshishi ksilofaglar faolligini sezilarli darajada kuchaytiradi, uyalari soni bilan bog'liq holda yog'ochning biozararlanish darajasi oshadi. Ksilofag uyalari soni past bo'lsa, yog'och barqaror va sifatli bo'lib qoladi; ularning soni ortishi bilan sifat pasayadi va yuqori darajada biozararlanish yuzaga keladi. Shu sababli, ksilofaglar monitoringi va uyalari soni hisobga olinishi tarixiy yodgorliklar va muzey obyektlarida yog'och holatini baholashda eng muhim indikator hisoblanadi.

1- jadval natijalari yog'och namligi, temperatura va ksilofag uyalari soni o'rtasida sezilarli musbat bog'liqlik mavjudligini ko'rsatadi. Yog'och namligi va ksilofag uyalari soni o'rtasidagi korrelyatsiya juda yuqori ($r = 0.91$), bu namlik oshishi bilan ksilofag hasharotlar faolligining ortishini va uyalari sonining ko'payishini tasdiqlaydi. Shuningdek, ksilofag uyalari soni va yog'och zararlanish darajasi o'rtasidagi korrelyatsiya eng yuqori bo'lib ($r = 0.95$), ksilofaglarning faoliyati yog'ochning holatini baholashda ishonchli indikator ekanini ko'rsatadi.

Temperatura bilan ksilofag faolligi o'rtasidagi korrelyatsiya o'rtacha-kuchli ($r = 0.82$), namlik kabi muhim, lekin biroz pastroq determinant ekanini bildiradi. Yog'och namligi va zararlanish darajasi o'rtasidagi yuqori korrelyatsiya ($r = 0.93$) esa mikroiklim sharoitining yog'ochning biozararlanishiga bevosita ta'sirini tasdiqlaydi.

Umuman olganda, natijalar shuni ko'rsatadiki, ksilofag uyalari soni va yog'och namligi o'rtasidagi bog'liqlik yog'och zararlanishining erta aniqlanishi va monitoring tizimini yaratishda asosiy biologik indikator sifatida ishlatilishi mumkin. Bu tarixiy yodgorliklarda yog'och holatini baholash va restavratsiya ishlarini rejalashtirishda amaliy ahamiyatga ega.

3-jadval. Ksilofaglar bilan zararlanishiga bog'liq holda yog'ochning zararlanishini baholash

Ksilofag uyalari soni (1 m ² da)	Yog'och sifati	Izoh
0–2	Juda yaxshi	Yog'och deyarli zararlanmagan, struktura barqaror
3–5	Yaxshi	Boshlangan zararlanish, passiv infestatsiya
6–9	O'rtacha	Faol infestatsiya, ichki tuzilma zaiflashgan
10–12	Past	Kuchli zararlanish, mexanik mustahkamlik pasaygan
>12	Juda past	Kritik zararlanish, konstruksiya xavf ostida

3-jadval ksilofag uyalari soni va yog'och sifatini baholash shkalasini aks ettiradi. Jadvaldan ko'rinib turibdiki, ksilofag uyalari soni oshishi bilan yog'ochning sifat darajasi sezilarli pasayadi. 0–2 uyali zonada yog'och deyarli zararlanmagan va struktura barqaror bo'lsa, 3–5 uyali zonada boshlangan biozararlanish, ya'ni passiv infestatsiya kuzatiladi. 6–9 uyali zonada faol infestatsiya bosqichi boshlanadi, ichki tuzilma zaiflashadi va mexanik mustahkamlik pasayadi. 10–12 uyali zonada kuchli zararlanish sodir bo'ladi, 12 dan ortiq uylar mavjud bo'lganda esa yog'och kritik holatga keladi va konstruksiya xavf ostida bo'ladi.

Shuni ta'kidlash kerakki, jadvaldagi korrelyatsiya tahlillari ($r = 0.95$ ksilofag uyalari soni va zararlanish darajasi o'rtasida) ksilofaglar faoliyati yog'och holatini baholashda eng ishonchli biologik indikator ekanini ko'rsatadi. Namlik va temperatura oshishi bilan ksilofaglar faolligi ortadi, bu esa ichki zararlanish darajasini kuchaytiradi. Shu sababli, ksilofaglar monitoringi nafaqat yog'och zararlanishini aniqlash, balki restavratsiya va muhofaza ishlarini rejalashtirishda ham muhim ahamiyatga ega.

Xulosalar. Ksilofag uyalari soni yog'ochning biozararlanish darajasini aniqlashda eng ishonchli indikator hisoblanadi.

Yog'och namligi va temperatura oshishi ksilofaglar faolligini kuchaytiradi va ichki zararlanishni tezlashtiradi.

0–4 uyali zonada yog'och barqaror va sifatli, 16–20 va undan ortiq uyali zonada esa yog'och kritik holatga keladi. Ushbu monitoring tizimi tarixiy yodgorliklar va muzey

obyektlarida erta ogohlantirish va restavratsiya ishlarini. rejalashtirishda muhimdir. Umuman olganda, ksilofaglar asosida baholash invaziv bo'lmagan, ekologik xavfsiz va amaliy samarali yondashuvni ta'minlaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Becker, G. The role of insects in the deterioration of wooden artifacts. London: Butterworths, 1979. – 169–178 b.
2. Florian, M. L. E. Heritage eaters: Insects and fungi in heritage collections. London: James & James Science Publishers, 1997. – 250 b.
3. Hickin, N. E. The insect factor in wood decay. London: Associated Business Press, 1975. – 192 b.
4. Evans, P. D. Biodeterioration of wood and wood-based products. In: Blanchette, R. A., Biggs, A. R. (Eds.) Defense mechanisms of woody plants against fungi. Berlin–Heidelberg: Springer, 2010. – 141–173 b.
5. Singh, J., Singh, A. P. Biodeterioration of wood by insects. In: Singh, B. K. (Ed.) Microorganisms in environmental management. Berlin–Heidelberg: Springer, 2012. – 141–158 b.
6. Becker, G. The role of insects in the deterioration of wooden artifacts. Studies in Conservation, 1979, vol. 24, no. 4. – 169–178 b.
7. Brimblecombe, P., Lankester, P. Long-term damage to timber heritage from insect infestation. Journal of Cultural Heritage, 2013, vol. 14, no. 3. – 244–250 b.
8. Curling, S. F., Clausen, C. A., Winandy, J. E. Relationships between mechanical properties, weight loss, and chemical composition of wood during incipient brown-rot decay. Forest Products Journal, 2002, vol. 52, no. 7–8. – 34–39 b.
9. Howell, C., Cartwright, K. Monitoring insect pests in historic buildings. International Biodeterioration & Biodegradation, 2016, vol. 109. – 148–156 b.
10. Pinniger, D. Integrated pest management and insect pests of cultural heritage. Collection Forum, 2015, vol. 29, no. 1–2. – 1–14 b.
11. Sterflinger, K., Piñar, G. Microbial deterioration of cultural heritage and works of art. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 2013, vol. 97, no. 22. – 9637–9646 b.
12. Viitanen, H., Toratti, T., Makkonen, L., Peuhkuri, R., Ojanen, T., Ruokolainen, L. Towards modelling of decay risk of wooden materials. Wood Material Science & Engineering, 2010, vol. 5, no. 3–4. – 119–129 b.

YEROSTI SIZOT SUVLARIGA BOG'LIQ HOLDA SUN'IY SUV HAVZALARI GIDROKIMYOVIY REJIMINING SHAKLLANISHI VA IONLARARO KORRELYATSION BOG'LIQLIKLAR

Abdinazarov Xasanboy Xoliqnazarovich

Qo'qon davlat universiteti dotsenti, biologiya fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

abdinazarov.xasanboy@mail.ru

ORCID 0000-0002-9363-7072

Kuchkarova Dilafruz Xurramovna

Toshkent kimyo-texnologiya instituti

Dotsent, biologiya fanlari bo'yicha falsafa doktori

dkuchkarova75@bk.ru

ORCID 0000-0003-0777-1126

Xujamshukurov Nortoji Abdixoliqovich

Toshkent kimyo-texnologiya instituti professori, biologiya fanlari doktori

nkhujamshukurov@mail.ru

ORCID 0000-0001-7807-4737

UDK.574.52/583

Annotatsiya. Ushbu maqolada sho'rlangan sizot suvlari hisobiga shakllanuvchi sun'iy ko'llarning gidrokimyoviy rejimi tadqiq etilgan. Korrelyatsion tahlil asosida ionlar transformatsiyasining to'rtta asosiy qonuniyati aniqlandi. Birinchidan, sizot va ko'l suvlari o'rtasida kuchli genetik bog'liqlik mavjudligi isbotlandi ($r=0,92-0,94$ $p<0,01$). Ikkinchidan, selektiv migratsiya qonuniyatiga ko'ra, SO_4 va Ca ionlari boshqa ionlarga nisbatan yuqori harakatchanlikka ($0,32-0,34$) ega ekanligi aniqlandi. Uchinchidan, ishqoriylik rejimining transformatsiyasi natijasida HCO_3 miqdori 11 barobarga kamayib ($7,45$ dan $0,638$ mg/ekv gacha), muhit barqarorlashgani kuzatildi. To'rtinchidan, ionlar antagonizmi indeksining (Ca/Na+K) $3,3$ dan $5,0$ gacha ortishi gidrobiontlarni natriy zaharlanishidan himoya qiluvchi biologik to'siq sifatida qayd etildi. Xulosa qilib aytganda, sun'iy suv havzalarining kimyoviy tarkibi sizot suvidan boshlanib, ionlar

antagonizmi bilan yakunlanuvchi tizimli transformatsiya zanjiri asosida shakllanadi. Aniqlangan qonuniyatlar suv muhitining biokimyoviy barqarorligini basharot qilishda nazariy asos bo'lib xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: sun'iy suv havzalari, sizot suvlari, ionlar transformatsiyasi, selektiv migratsiya, ionlar antagonizmi, ishqoriylik.

FORMATION OF THE HYDROCHEMICAL REGIME OF ARTIFICIAL WATER BODIES DEPENDING ON UNDERGROUND GROUNDWATER AND INTER-IONIC CORRELATION LINKS

Abstract. This article investigates the hydrochemical regime of artificial lakes formed due to saline groundwater. Based on correlation analysis, four main patterns of ion transformation were identified. First, a strong genetic link between groundwater and lake waters was proven ($r=0.92-0.94$, $p<0.01$). Second, according to the law of selective migration, it was found that SO_4 and Ca ions possess higher mobility (0.32-0.34) compared to other ions. Third, as a result of the transformation of the alkaline regime, a huge 11-fold decrease in HCO_3 content (from 7.45 to 0.638 meq/L) was observed, leading to the stabilization of the environment. Fourth, the increase in the ion antagonism index (Ca/Na+K) from 3.3 to 5.0 was recorded as a biological barrier protecting hydrobionts from sodium toxicity. In conclusion, the chemical composition of artificial water bodies is formed on the basis of a systematic transformation chain originating from groundwater and culminating in ion antagonism. The identified patterns serve as a theoretical basis for predicting the biochemical stability of the aquatic environment.

Keywords: artificial water bodies, groundwater, ion transformation, selective migration, ion antagonism, alkalinity.

Kirish. Global iqlim o'zgarishi sharoitida yerosti suvlarining, baliqchilikka ixtisoslashgan sun'iy suv havzalari bilan o'zaro ta'siri kundan kunga hududlar kesimiga bog'liq holda oshib bormoqda. Ammo ushbu bir biri bilan chambarchas bog'liqlikni, ya'ni yerosti sizot suvlarining sun'iy suv havzalarining o'zaro murakkab gidrokimyoviy tizimni shakllantiradi, ammo mazkur yo'nalish juda kam o'rganilgan yo'nalishlardan biri bo'lib qolmoqda [1]. Ayniqsa, qurg'oqchil va dasht mintaqalarda yerosti sizot suvlarining vertikal va lateral migratsiyasi hisobiga shakllanuvchi sun'iy ko'llar, shuningdek, baliqchilikka ixtisoslashtirilgan va vaqtinchalik hosil qilinadigan sun'iy ko'llar, yerosti sizot suvlari hamda sun'iy ko'llardagi suv muhiti bilan chambarchas bog'liq holda gidrokimyoviy xususiyat kasb etadi. Bunday sharoitlarda ionlarning dastlabki tarkibi, bir qancha sharoitlarga va omillarga, jumladan, suvning tezkor bug'lanishi (sun'iy ko'llarning chuqurligi odatda 1-1,5 metr oralig'ida bo'ladi), minerallarning cho'kmaga tushishi (pretsipitatsiya) hamda kationlar almashinishi kabi murakkab jarayonlar ta'sirida keskin transformatsiyalanadi [2].

Ko'plab tadqiqotchilarning fikricha, sho'rlangan yerosti sizot suvlarining sun'iy suv havzalaridagi suvli muhitga sizib chiqishi, sun'iy ko'llardagi suvli muhitning barqaror bo'lmagan minerallashuviga olib keladi [3]. Shunga qaramasdan, sun'iy suv havzalarida suv-tuproq-atmosfera tizimida ionlarning selektiv migratsiyasi natijasida suvli muhitning o'z-o'zini boshqarish mexanizmlari yuzaga kelishi ilmiy jihatdan yetarlicha asoslab berilmagan. Jumladan, ionlarning harakatchanligi asosidagi gidrokimyoviy ko'rsatkichlarning izchilligi va ionlararo korrelyatsion bog'liqliklarning dinamik o'zgarishi suv havzasining biokimyoviy evolyutsiyasini belgilovchi fundamental omil hisoblanadi [4].

Shuningdek, ionlar transformatsiyasining nazariy modellari asosan termodinamik muvozanatga tayansa-da, yerosti sizot suvlari bilan to'yinuvchi, yerusti qismiga chuqurroq shaklda qurilgan sun'iy suv havzalaridagi ionlar antagonizmi hamda karbonatli ya'ni HCO_3 destruksiya asosida) muvozanatning korrelyatsion bog'liqligi juda kam o'rganilgan [5]. Bu esa baliqchilikka ixtisoslashtirilgan, vaqtinchalik sun'iy ko'llarda gidrokarbonatlar uchun qulay muhit shakllanishini basharot qilish imkoniyatini chegaralab qo'ymoqda.

Shu boisdan, sho'rlangan yerosti sizot suvlarining baliqchilikka ixtisoslashtirilgan sun'iy ko'llarga sizib chiquvchi suvlar tarkibidagi ionlar transformatsiyasidagi o'zaro bog'liqlik korrelyatsiyasini tahlil qilishda ilk bora ionlarning differentsial harakatchanligi hamda ionlar antagonizmi o'rtasidagi uzviy bog'liqlik sun'iy suv havzasining ekologik bog'liqligini ta'minlovchi biologik omil-to'siq sifatida talqin etildi [6].

Tadqiqot metodologiyasi. Tadqiqotlarda umumqabul qilingan gidrokimyoviy, fotometrik, titrometrik, potensiommetrik, kolorimetrik, suv rangi va sifati standartlar asosida amalga oshirildi [7,8,9]. Jumladan, o'rganilayotgan sun'iy ko'llardagi suvning qattiqligi, ya'ni

kalsiy miqdori an'anaviy qabul qiligan usulda [7] tirilon b eritmasi yordamida titrlash orqali aniqlanib, baholash qora rang beruvchi xromogen hamda flurekson indikatorlari qo'llanildi hamda baholash qizil binafsha rangdan ko'k rangga o'tishiga qarab baholandi [8,9]. Shuningdek, gidrokarbonatlarni aniqlash umumqabul qilingan gidrokimyoviy usullardan foydalanildi [10]. Jumladan, xlor miqdori kumush nitrati bilan titrlash orqali argenometrik usulda, nitrat ionlari griss eritmasi yordamida, sulfat ionlari aralash moddalar – bariy xlor va glikolning etil spirtidagi eritmasidan iborat reaktiv tayyorlanib, uni aralashmalardan tozalash hamda muhitni neytrallash (gidrokarbonat va karbonat ionlari) maqsadida tuz kislotasi bilan ishlov berildi [9].

Tuproqning mexanik tarkibi (granulometrik) N.A.Kachinskiy tomonidan tavsiya etilgan mexanik elementlar klassifikatsiyasi asosida baholandi [11,12]. Yerosti olingan sizot (grunt) suvlarning minerallashuv darajasi V.A. Priklonskiyning O.K. Komilov va A.U. Axmedovlar tomonidan takomillashtirilgan sizot suvlarining minerallashganlik darajasini aniqlash klassifikatsiyasidan foydalangan holda o'rganildi [13,14]. Tuproqning sho'rlanish darajasi Komilov va Axmedovlar tomonidan tavsiya etilgan klassifikatsiya bo'yicha aniqlandi [14].

Tadqiqotlarda yerosti sizot suvi (GW) va ikkita ko'l guruhlarining tarkibidagi asosiy ionlar (SO_4 , Ca, Mg, Cl, Na+K) qiyosiy o'rganildi. Tadqiqot natijalarini statistik tahlil qilish OriginPro-2024 va Microsoft Excel dasturlari yordamida amalga oshirildi. Shuningdek, olingan natijalarning o'rtacha qiymatlarning farqi studentning t-kriteriyasi yordamida baholandi. Ko'l suvining gidrokimyoviy genezisini aniqlash uchun sizot suvlari va havza suvlari o'rtasidagi o'zaro bog'liqlik Pearson korrelyatsion tahlili asosida aniqlandi.

Natijalar va muhokama. Ilmiy manbalardan ma'lumki, baliqchilik xo'jaliklarini sun'iy ko'llar shaklida tashkil etishda asosiy e'tibor sizot suvlari - tuproq (sun'iy ko'lga ajratilgan yer maydoni) – sun'iy ko'l suvi tizimidagi gidrokimyoviy ionlarning baliqlar va suv muhitidagi asosiy ozuqa bazasining (gidrobiontlarning moslashuvchanligi va yashovchanligi) bo'yicha barqarorligiga baho beriladi. 8-jadvalda keltirilgan ma'lumotlarga ko'ra (ikkita guruhga bo'lingan yer maydonlari tuprog'i hamda yerosti sizot suvlarining o'rtacha qiymatlari) sun'iy ko'llarning minerallashuviga yersoti suvlarining minerallashuv ta'siri ortib bormoqda. ammo, ixtiologiyada suvning umumiy sho'rlanish darajalariga nisbatan ionlarning o'zaro nisbati va mutanosibligi o'ta muhim ko'rsatkich hisoblanadi. Jumladan, olingan natijalar tahlilida Ca^{2+} va Na^+ nisbati birinchi guruhda 3,73ni tashkil etib, sun'iy ko'llardagi biologik mahsuldorlik va ozuqa bazasining yashovchanligini belgilashda muhim o'rin tutadi. Chunki suvli muhitda natriy miqdori oshib ketganda, tuz baliq hujayrasi osmotik bosimini buzib hujayra ichiga kirishga harakat qiladi. Bu esa o'z navbatida baliqlarning yashovchanligini kamaytirib, ularning nobud bo'lishiga olib kelishi mumkin. Ammo o'rganilgan sun'iy ko'llardagi baliqlar va gidrobiontlarning yashovchanligini ta'minlashda kalsiyning o'rni bu yerda yaqqol ko'rinib turibdi. Chunki kalsiy miqdorining mo'tadil darajada bo'lishi, yuqori darajadagi natriy ionlarining gidrobiont hujayrasi ichiga kirishiga to'qsinlik qiladi, ya'ni ular hujayralararo mutanosiblikni mustahkamlab, membraning natriyni o'tkazuvchanlik ko'rsatkichini kamaytiradi. Jumladan, ilmiy manbalarda baliqchilik suv havzalarining kuchli sho'rlanish sharoitida tashkil etilganda baliqlarning metabolizmining mo'tadil bo'lishi uchun kalsiy va natriy mutanosibli 0,5-1,0 nisbatida bo'lishi kerakligi qayd etilgan.

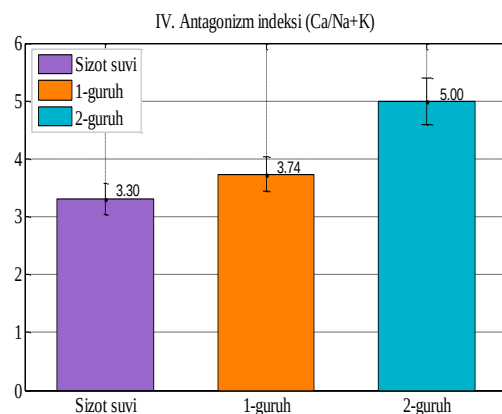
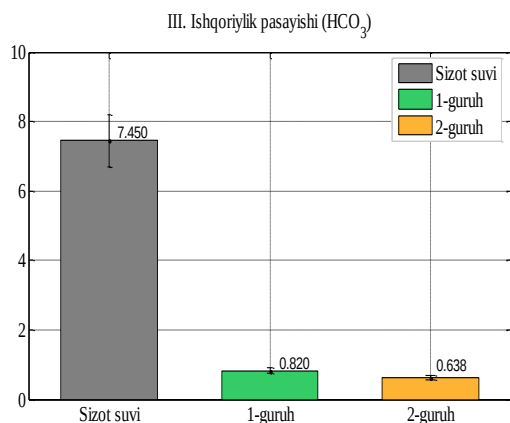
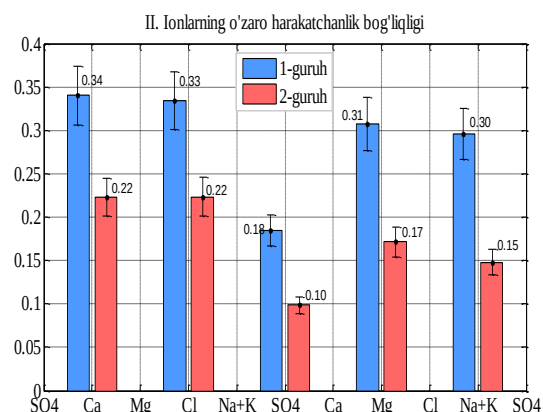
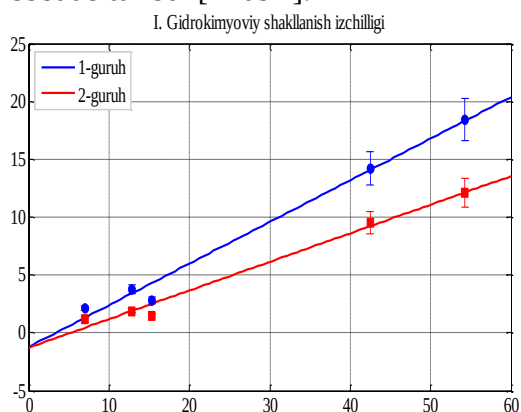
Bizning natijalarimizda esa ushbu nisbatning 3,73 ga tengligi baliqlarning sho'rlanish darajasiga moslashishi va mo'tadil o'sib, rivojlanishida kalsiyning o'rni yuqori bo'layotganligini ko'rsatadi. Bu ko'rsatkich (He et al. 2014) tomonidan ilgari surilgan kalsiyning himoya effekti nazariyasiga mos keladi deb hisoblaymiz. Muallifning ta'kidlashicha, kalsiyning yuqori konsentratsiyasi baliq jabralari membranasining o'tkazuvchanligini nazorat qilib, natriy toksikozini kamaytiradi.

Shuningdek, natriy miqdori yuqori bo'lgan suvlarda dafniyalarning populyatsiyalarining rivojlanishida ham ionlar nisbati muhim rol o'ynashi qayd etilgan [15]. Bundan tashqari kalsiyli ionlashuv yuqori bo'lgan suvli muhitlarda dafniyaning ekdizis jarayoni uchun o'ta muhim bo'lgan metabolitik energiya sarfini mo'tadillashtiradi, bu esa o'z navbatida sho'rlanishning reproduktiv funksiyaga salbiy ta'sirini kuchli yumshatib, baliqchilik

havzalarida barqaror tabiiy ozuqa bazasining mo'tadil o'sib, rivojlanishini ta'minlaydi. Shu boisdan yerosti sizot suvlarining so'rilishini tuproq va sun'iy ko'l suvining ikkilamchi sho'rlanishiga olib keluvchi holat deb qarash lozimligini ko'rsatadi. Bu kabi ikkilamchi sho'rlanish orol dengizi suv havzalaridagi sizot suvlarining tuproq va suvning ikkilamchi sho'rlanishida kuzatilgan [16].

Tadqiqotlarimiz natijalari esa o'rganilgan sun'iy ko'llar suvlarining sulfatli-kalsiyli tipdagi sho'rlanishga moyil havzalar ekanligini ko'rsatmoqda. Bu kabi suv havzalaridagi qonuniyat Appelo va uning hamkasblari tomonidan olingan natijalarni, ya'ni ion almashinuvi jarayonlarini amaliy jihatdan tasdiqlaydi [2]. Olingan natijalar tahlili gidrokimyoviy bog'liqlikning korrelyatsion koeffitsiyentlari ($r=0,91-0,96$) sun'iy ko'llarning minerallashuv jarayoni bevosita yerosti sizot suvlarining tabiiy filtrlanishi ($E_c=4,17\text{msm/sm}$) bilan to'g'ridan to'g'ri bog'liqligini ko'rsatmoqda.

Shuningdek, sulatlar va kalsiy ionlari bo'yicha natijalar, ya'ni juda yuqori bog'liqlik, o'rganilayotgan sun'iy ko'llarda sulfatli-kalsiyli sho'rlanish tipi mavjudligi suvlarning yer ustiga ko'tarilishi natijasida shakllanayotganligini ko'rsatmoqda. Buni o'rganilgan sun'iy ko'llar suvi va sizot suvlari misolida korrelyatsion va ionlar transformatsiyasi tahlili ham isbotlab turibdi [1-rasm].



1-rasm. sun'iy ko'llar suvli muhitida gidrokimyoviy rejimning korrelyatsion va ionlar transformatsiyasi tahlili hamda shakllanish bog'liqliklari

Shuningdek, o'rganilgan sun'iy ko'llar suvidagi kationlar va anionlar yig'indisining o'rtasidagi farqlarni esa suvda karbonatli tizimning mavjudligi bilan izohlash mumkin. Jumladan, 2-guruhda aniqlangan past, ammo barqaror ishqoriy muhit ($0,638\text{ mg/ekv}$) sun'iy suv havzalarining pH ko'rsatkichning keskin o'zgarishining oldini oladi. Kalsiy ionlarining ($9,50-14,20\text{ mg/ekv}$) qayd etilgan boshqa kationlarga nisbatan yuqoriligi esa suv havzasidagi ion antagonizmi samaradorligi yuqori bo'lishi hamda natriy bilan suvdagi gidrobiontlarning, jumladan baliqlarning zararlanishining (hujayra osmotik bosimining bizilishining) oldini olishda muhim rol o'ynaydi (1-jadval).

Shuningdek, xatolik ko'rsatkichlarning ($SE=0,15-1,02$) kichikligi va korrelyatsiyaning statistik ahamiyatliligi ($<0,05$) tadqiqot natijalarining haqiqiylikini va o'rnatilgan talablarga

(standartlar) mosligini isbotlaydi. Kationlarning (11,41) anionlardan (13,30) sezilarli darajada pastligi sun'iy ko'llarning suvlarida mazkur tadqiqotlarda o'rganilmagan, tadqiqot vazifalaridan chetda qolgan ba'zi bir boshqa mikroelementlar, balki organik birikmalarning mavjudligi bilan bog'liq bo'lishi mumkin.

1-jadval. **Sun'iy ko'llarning gidrokimyoviy ko'rsatkichlari va ionlar tarkibining sizot suvlari tarkibi bilan korrelyatsion bog'liqligi**

Ko'rsatkichlar	birlik	1-guruh (o'rtacha±SD)	2-guruh (o'rtacha±SD)	SE (xatolik)	korrelyatsion qiymat (r)	sizot suvi
umumiy tuzlar yig'indisi	g/l/%	2,98±0,28	2,05±0,42	±0,15	0,91*	4,90
anionlar yig'indisi	mg/ekv	20,60±1,55	13,30±3,25	±1,02	0,94*	70,69
kationlar yig'indisi	mg/ekv	18,00±1,30	11,41±2,65	±0,85	0,92*	68,20
elektr o'tkazuvchanlik (Ec)	msm/sm	2,85±0,30	1,95±0,45	±0,17	0,92*	4,17
sulfatlar (SO_4^{2-})	mg/ekv	18,45±1,20	12,10±2,80	±0,69	0,96	54,25
kalsiy (Ca^{2+})	mg/ekv	14,20±0,90	9,50±2,10	±0,52	0,91	42,50
magniy (Mg^{2+})	mg/ekv	2,83±0,15	1,51±0,60	±0,18	0,76	15,33
xloridlar (Cl^-)	mg/ekv	2,15±0,35	1,20±0,45	±0,20	0,78	6,99
natriy+kaliy (Na+K)	mg/ekv	3,80±0,60	1,90±0,55	±0,34	0,72	12,86

Izoh: SD - tanlanmaning o'rtacha arifmetik qiymati va standart og'ish; SE- o'rtacha qiymatning standart xatoligi, tanlanmaning bosh to'plamga mosligini ko'rsatadi; r- piron korrelyatsiya koeffitsiyenti bo'lib, ko'l suvi ionlari va sizot suvi (Ec= 1-guruh uchun 2,85, 2-guruh uchun 1,95, sizot suvlari uchun 4,17) o'rtasidagi bog'liqlikni ifodalaydi; *-korrelyatsiya qiymati, $p < 0,05$, $n=25$;

Xulosa va takliflar. Andijon viloyati, Ulug'nor tumani misolida olib borilgan tadqiqotlar asosida baliqchilikka ixtisoslashgan sun'iy ko'llar suvli muhitining gidrokimyoviy shakllanishini o'rganish natijasida yerosti sizot suvlari hamda sun'iy ko'llar suvlarining o'rtasida kuchli ionlararo korrelyatsion bog'lanish mavjudligi aniqlandi ($r=0,92-0,94$). Bu esa baliqchilikka ixtisoslashgan sun'iy ko'llar suvli muhitining kimyoviy tarkibi faqatgina zovurlardan olinadigan oqava suvlar hisobiga shakllanmasdan, yerosti sizot suvlarining sizib chiqishi hisobiga ham minerallashuv ko'rsatkichlarning keskin o'zgarishlarga uchrashi qayd etildi.

Shuningdek, yerosti sizot suvlarining sun'iy ko'llarga sizib chiqishi, ya'ni yerostidan tuproq orqali filtrlanib, sun'iy ko'llar suviga qo'shilishi oqibatida sun'iy ko'llarning asosiy suv oladigan manbayi bo'lgan zovurlardan keladigan oqava suvlar kimyoviy va gidrokimyoviy tarkibiga bog'liq bo'lmagan holda, bir xil zovurdan oqava suv olayotgan bir necha ko'llarda turli xil minerallashuv holatlari qayd etilishiga sabab bo'lishi mumkinligi aniqlandi.

Shu boisdan, sun'iy suv havzalari suvlarining kimyoviy va gidrokimyoviy ko'rsatkichlarini aniqlash davomida, sun'iy ko'llarning chuqurligini hamda yerosti sizot suvlariga yaqinligini inobatga olish maqsadga muvofiqdir. Bu ko'rsatkichlar, ayniqsa, sizot suvlari zovur suvlariga qo'shilib, kutilmaganda suv havzalaridagi suvli muhitning kimyoviy va gidrokimyoviy tarkibini keskin o'zgartirishi natijasida gidrobiontlar majmuasiga noqulay va stress sharoitlarni vujudga keltirish xavfi oshib ketadi. Tadqiqotlar natijasida aniqlangan ionlarning korrelyatsion bog'liqliklari sun'iy suv havzalaridagi suvli muhitning sifatini basharat va monitoring qilish uchun ilmiy asos bo'lib xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Winter T.C. 1999. Relation of streams, lakes, and wetlands to groundwater systems: A conceptual model. *Hydrogeology Journal*, 7(1), 28-45.
2. Appelo C.A.J., Postma D. 2005. *Geochemistry, Groundwater and Pollution (2nd ed.)*. CRC Press. 649 p.
3. Vengosh A. 2003. Salinization and Groundwater Quality. In: *Treatise on Geochemistry*, Vol. 9: Environmental Geochemistry (Ed. Lollar, B. S.). Oxford: Elsevier-Pergamon, pp. 473-537.
4. Gaillardet J., Dupre B., Louvat P., Allegre C.J. 1999. Global silicate weathering and CO₂ consumption rates deduced from the chemistry of large rivers. *Chemical Geology*, 159(1-4), 3-30.
5. Al-Farraj A.S. 2013. Groundwater quality and its relation to evaporite minerals in an arid area. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 12(1), 1-11.
6. Masuda H. 2019. Geochemical studies on arsenic contamination of groundwater and its dynamics in terrestrial environments. *Geochemical Journal*, 53(1), 1-20.
7. Обиджони Ш.К. Гидрохимические свойства и состав воды Нурекского водохранилища. - Известия ТулГУ. Науки о Земле. 2022. Вып. 3. - С. 54-60.

8. Stokach P.P., Kulsky L.A. Workshop on natural water purification technology: textbook. manual for Universities. Moscow: Higher School, 1980. 316 p.
9. Lurie Yu.Yu. Unified methods of water analysis: textbook. handbook for Universities / Lurie Yu.Y. M: Chemistry, 1989. 376 p.
10. Alekin O.A. Fundamentals of hydrochemistry. L.: Hydrometeoizdat, 1970. 444 p.
11. Качинский, Н.А. Физика почв. – Москва: Высшая школа, 1970. – 358 с.
12. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв // Изд-ва МГУ. – Москва, 1970. - С.5-450.
13. Приклонский В.А., Лаптев Ф.Ф. Физические свойства и химический состав подземных вод. - Москва: Госгеолиздат, 1949. - С. 12-32.
14. Комилов О.К., Ахмедов А.У. Тупроқ шўрланиш даражасини тузлар захираси микдорий кўрсаткичлари бўйича аниқлаш ва баҳолаш классификацияси / Почвы Хорезмской области. Кн:1 и 2. - Ташкент: Изд-во «ИПА АН РУз», 1998. - 107-128 с.
15. Grippo, M. A., & Dunson, W. A. (2000). The influence of calcium and magnesium on the toxicity of sodium adsorption ratio (SAR) to *Daphnia curvirostris*. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 39(4), 450-456.
16. Abuduwalli J., Issanova G., Saparov G. 2015. *Hydrology and Limnology of Central Asia*. Springer Berlin Heidelberg.

QarDU XABARLARI

Ilmiy-nazariy, uslubiy jurnal

Qarshi davlat universiteti kichik bosmaxonasida chop etildi.

Manzil: 180003, Qarshi shahri, Ko 'chabog ' ko 'chasi, 17.

Indeks: 4071

Terishga 2026-yil 25.03.da berildi.

Bosishga 2026-yil 30.03. da ruxsat etildi.

2026-yil 02.04.da bosildi.

Ofset qog ' ozi. Qog ' oz bichimi 60x84, 1/8.

Times New Roman garniturası. Nashriyot hisob tabog ' i 24,25.

Buyurtma raqami: № 15.

Adadi 100 nusxa. Erkin narxda.