



# FAN VA JAMIYAT ILIM HÁM JÁMIYET



2026/1-1



ISSN 2010-720X

2004-jildin mart ayman baslap shuga basladi

**ÓZBEKSTAN RESPUBLIKASI MEKTEPKE  
SHEKEMGI HAM MEKTEP BILIMLENDIRIWI  
MINISTRILIGI**



**Ájiniyaz atındađı Nókis mámleketlik  
pedagogikalıq institutı**



**ILIM hám JÁMIYET**

**Ilmiy-metodikalıq jurnal**

Seriya: Tábiyy hám texnikalıq ilimler

**Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat  
pedagogika instituti**

**FAN va JAMIYAT**

**Ilmiy-uslubiy jurnal**

Seriya: Tabiiy va texnika fanlari

**Нукусский государственный педагогический  
институт имени Ажинияза**

**НАУКА и ОБЩЕСТВО**

**Научно-методический журнал**

Серия: Естественно-технические науки

**Nukus State Pedagogical Institute  
named after Ajiniyaz**

**SCIENCE and SOCIETY**

**Scientific-methodical journal**

Series: Natural-technical sciences

**№ 1/1**

**Shólkemlestiriwshi: Ájiniyaz atındaǵı Nókis mámleketlik pedagogikalıq instituti  
hám jurnal redakciyası jámaáti  
Shólkemlestiriw komiteti bashlıǵı, NMPI rektori – A.T.UBBIYEV  
Bas redaktor – A.K.PAZÍLOV**

**REDKOLLEGIYA AǴZALARÍ**

tex.i.f.d. **Abro Abdul Ahad** (Pakistan);  
b.i.d. (DSc), prof. **Ajiev A.** (Nókis);  
b.i.f.d. (PhD), doc. **Begjanov M.** (Nókis);  
tex.i.d., doc. **Dawletmuratov B.** (Nókis);  
e.i.f.d. (PhD), doc. **Eshimbetov U.** (Nókis);  
b.i.d., prof. **Ferah Sayim** (Turkiya);  
f-m.i.k., doc. **Ibragimov M.** (Nókis);  
f-m.i.d., prof. **Ismaylov Q.** (Nókis);  
tex.i.d., prof. **Jephias Gwamuri** (Zimbabve);  
a/x.i.d., prof. **Jumamuratov A.** (Nókis);  
b.i.d. (DSc), prof. **Jumamuratov M.** (Nókis);  
f-m.i.d., prof. **Kamalov A.** (Nókis);  
f-m.i.d., prof. **Karajanov S.** (Norvegiya);  
f-m.i.d., prof. **Khalilov R.** (Azerbayjan);  
x.i.f.d., Ph.D **Kumar Deepak** (Hindstan);

f-m.i.d., prof. **Qudaybergenov K.** (Qıtay);  
b.i.d., prof. **Markov M.** (Moskva);  
x.i.d., prof. **Mustafayev I.** (Azerbayjan);  
x.i.d., doc. **Nawbeyev T.** (Nókis);  
f-m.i.d. (DSc), prof. **Otemuratov B.** (Nókis);  
f-m.i.d. (DSc), prof. **Prenov B.** (Nókis);  
b.i.d. (DSc), doc. **Saparov A.** (Nókis);  
f-m.i.d., prof. **Sasirekha V.** (Hindstan);  
tex.i.d. (DSc), prof. **Seytnazarov Q.** (Nókis);  
x.i.d., prof. **Toremuratov Sh.** (Nókis);  
g.i.d., prof. **Turdimambetov I.** (Nókis);  
e.i.d., doc. **Tajibaeva K.** (Tashkent);  
f-m.i.k., doc. **Tanirbergenov S.** (Nókis);  
f-m.i.d., prof. **Uteuliev N.** (Nókis);  
f-m.i.d., prof. **Yavidov B.** (Nókis).

**Q.Biysenbaev – juwaplı xatker**  
**Z.Xodjekeeva – korrektor**  
**N.Allamuratova – operator**

**Juwaplı redaktorlar:**  
**f.i.d. (DSc), doc. S.Matyakupov – ózbek tili boyınsha**  
**f.i.d. (DSc), prof. G.Kdirbaeva – rus hám inglis tilleri boyınsha**  
**p.i.d. (DSc), prof. D.Seytkasimov – qaraqalpaq tili boyınsha**

**Jurnal 1992-jıldan**  
**«Qaraqalpaqstan muǵallimi»**  
**atamasında shıǵarıla baslaǵan.**  
**2004-jilda «Ilim hám jámiyet»**  
**atamasına ózgerilip, 01-022-**  
**sanlı gúwalıq penen**  
**Qaraqalpaqstan Respublikası**  
**Baspasóz hám xabar agentligi**  
**tárepinen dizimge alınǵan.**  
**2020-jılı 7-avgustta**  
**Ózbekstan Respublikası**  
**Prezidenti Administracyası**  
**janındaǵı xabar hám ǵalaba**  
**kommunikaciýalar agentligi**  
**tárepinen qayta dizimge alınıp,**  
**1098-sanlı gúwalıq berilgen.**

**«Ilim hám jámiyet» jurnalı Ózbekstan**  
**Respublikası Ministrler Kabineti janındaǵı Joqarı**  
**Attestaciya Komissiyası kollegiyasınıń qararı**  
**menen tómende kórsetilgen ilimler boyınsha ilim**  
**doktori dárejesin alıw ushın maqalalar**  
**járiyalanıwı tiyis bolǵan ilimiy basılımlar dizimine**  
**kirgizilgen:**

- 01.00.00 – fizika-matematika ilimleri;
- 02.00.00 – ximiya ilimleri;
- 03.00.00 – biologiya ilimleri;
- 05.00.00 – texnika ilimleri;
- 07.00.00 – tariyx ilimleri;
- 10.00.00 – filologiya ilimleri;
- 11.00.00 – geografiya ilimleri;
- 13.00.00 – pedagogika ilimleri;
- 19.00.00 – psixologiya ilimleri.

## TÁBIYIY HÁM TEXNIKALÍQ ILIMLER

Fizika-matematika. Texnika. Informatika

### JOYBARDÍN TARMAQ GRAFIGIN JARATÍW ALGORITMI

A.Abdullaev – docent

U.D.Srajova – talaba

Ajiniyaz atındaǵı Nókis mámleketlik pedagogikalıq instituti

### АЛГОРИТМ СОЗДАНИЯ СЕТЕВОГО ГРАФИКИ ПРОЕКТА

А.Абдуллаев – доцент

У.Д.Сражова – студентка

Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза

### ALGORITHM FOR CREATING A NETWORK GRAPH OF THE PROJECT

A.Abdullaev – associate professor

U.D.Srazhova – student

Nukus State Pedagogical Institute named after Ajiniyaz

**Tayanch soʻzlar:** tepa, hodisalar, raqamlash, vaqt, yuz bergan sana, zaxira, loyiha, zarurli yoʻl, uzunlik.

**Rezyume.** Ushbu maqolada murakkab ishlarni loyihalashtirish uchun tarmoq grafigini ishlab chiqish algoritmi keltirilgan. Tarmoq grafigida ishning asosiy koʻrsatkichlari, zarurli ish yoʻllari va yakunlash vaqti oʻrgatiladi.

**Ключевые слова:** вверху, события, нумерация, время, дата события, резерв, проект, необходимый путь, длина.

**Резюме.** В данной статье представлен алгоритм построения сетевого графа для проектирования сложных задач. Сетевой граф отображает основные показатели задачи, необходимые пути выполнения и время завершения.

**Key words:** top, events, numbering, time, date of occurrence, reserve, project, required path, length.

**Summary.** This article presents an algorithm for developing a network graph for designing complex tasks. The network graph teaches the main indicators of the task, the necessary work paths, and the completion time.

**Máseleniń qoyılıwı.** Belgili bir joybar (programma, jumislar kompleksi) ol bir qatar operaciyalardan ibarat bolıp, hár bir operaciyanıń dawam etiw waqtı hám olardı orınlaw tártibi belgili bolıp, ádetde hár bir operaciyadan aldınǵı barlıq operaciyalar dizimi menen belgilenedi. Joybardıń tarmaq grafigin dúziw, pútkil operaciyalar kompleksin orınlaw ushın zárúr bolǵan waqtın esaplaw hám hár bir operaciyanıń waqt qorların esaplaw kerek.

**Mashqalalardı sheshiw algoritmi.** Joybardıń tarmaq grafigi – bul operaciyalar arasındaǵı óz ara baylanıs hám olardı ámelge asırıw izbe-izligin grafik (tarmaq) kórinisinde orınlaw.

Tarmaq grafiginiń tiykarǵı elementleri haqıyqıy hám jasalma operaciyalar hám hádiyseler. Operaciyanı ańlatıw ushın ayqulaq (baǵdarlanǵan) isletiledi, onıń baǵdarı joybardı waqtında ámelge asırıw procesine sáykes keledi.

Operaciyalardı orınlaw tártibi (aldınǵı qatnas) waqıyalar (tóbelikler) menen ańlatıladı. Hádiyse ayırım operaciyalar tawsılǵannan keyin hám basqa operaciyalar baslanıwı múmkin bolǵan waqt moment retinde ańqlanadı.

Bir qatar waqıyadan kelip shıqqan operaciyalar bul waqıyaǵa kiritilgen barlıq operaciyalar orınlanbastan baslanıwı múmkin emes. Tarmaq grafigin dúziwde

kiritiliwi múmkin bolǵan jasalma operaciyalar ayırım hádiyseler arasındaǵı logikalıq baylanıstı sáwlelendiriw ushın isletiledi.

Olar waqt hám qanday da bir resurslar sarplanıwın talap etpeydi, tek belgili bir waqıya (operaciyalar toparı) basqa bir waqıyanı (operaciyalar toparı) ámelge asırmay turıp, logikalıq jaqtan baslanıwı múmkin emesligin kórsetedi.

Tarmaq grafigin dúziwde gúzetiliwi kerek bolǵan bir qatar qaǵıydalar hám usınıslar:

1) anıq operaciya bir ayqulaq penen ańlatılıwı kerek;

2) hesh bir jup operaciya birdey baslanǵısh hám juwmaqlawshı hádiyseler menen ańqlanbawı kerek;

3) hár bir jup tóbeshikti birden artıq bolmaǵan ayqulaq penen biriktiriw múmkin;

4) tarmaq grafikiginde hesh qanday ayqulaq kirmeytuǵın bir baslanǵıshdan tısqarı tóbelikler bolmawı kerek;

5) hesh qanday sońǵı bir tóbeden basqa tóbeshikke shıqpaytuǵın ayqulaq bolmawı kerek;

6) tarmaq grafigi konturlardı óz ishine almaydı;

7) Ámellerdi kórsetiwshı ayqulaqtı ulıwma baǵıtı shepten ońǵa qarap bolıwı kerek (hár bir doǵanıń baslanǵısh tóbesi grafikte onıń aqırǵı tóbesinen shepte jaylasıwı kerek).

Tarmaq grafigin dúziwden keyin, onıń barlıq tóbeleri qayta nomerleniwı kerek. Waqıyalar dı nomerlew sonday bolıwı kerek, sanlardıń kóbeyiwı joybardıń dawamlılıǵına sáykes keledi, yaǵnıy tarmaq grafiginiń hár bir doǵası  $(i, j)$  ushın tóbeliklerdi qayta nomerlewden keyin tómendegi shárt orınlanıwı kerek:  $i < j$  [1].

**Hádiyselerdi nomerlew algoritmi.**

1. Dáslepki waqıyaǵa nomer 1 sanın berin.

2. Aldıńǵı barlıq waqıyalar qayta nomerlengen, hár qanday nomerlenbegen waqıyaǵa keyingi sanın berin.

Barlıq waqıyalar qayta nomerlengenshe 2-shi qádemdi tákirarlań. Juwmaqlawshı waqıya mudamı aqırǵı (eń úlken) nomer sanı boladı. n arqalı juwmaqlawshı waqıya sanın belgileń. Bunnan tısqari, X-qurılǵan tarmaq grafiginiń tóbeleri kompleksi bolsın  $(X = \{1, 2, \dots, n\})$ , hám A-onıń doǵalar kompleksi. Operaciyanı orınlaw ushın zárúr bolǵan waqıt  $t(i, j)$  menen belgilenedi

Tarmaq grafigtiń tiykarǵı kórsetkishlerine tómendegiler kiredi:

1) j waqıyanıń júz beriwiniń eń erte múddeti – dáslepki waqıyadan berilgen waqıyaǵa shekemgi eń uzaq jol menen anıqlanadı:

$$E(1) = 0,$$

$$E(j) = \max \{E(i) + t(i, j)\}, i: (i, j) \in A, j = 2, 3, \dots, n; \quad (1)$$

2) joybardıń barlıq operaciyalardı kompleksin juwmaqlaw ushın zárúr bolǵan minimal waqıt – joybardıń baslańǵısh tóbesinen aqırǵı tóbesine shekem bolǵan eń uzaq jol menen anıqlanadı:

$$T^* = E(n); \quad (2)$$

3) hádiyseniń júz beriwiniń eń kesh múddeti – L den asıp ketiwı pútkil joybardıń orınlanıwın keshiktiriwge alıp keledi:

$$L(n) = T^*.$$

$$L(i) = \min \{L(j) - t(i, j)\}, j: (i, j) \in A; \quad (3)$$

Teńsizlikte este saqlaw paydalı:

$$E(j) \leq L(j) \text{ barlıq } j = 1, 2, \dots, n; \quad (4)$$

Júz beriw múddetinde hesh qanday keshigiwge jol qoymaushı waqıyalar kritikalıq waqıyalar dep ataladı. Hár bir kritikalıq waqıya  $j^*$  ushın onıń júz beriwiniń eń erte múddeti onıń eń kesh múddeti menen sáykes keledi:

$$E(j^*) = L(j^*) \text{ barlıq } j^* \in X^* \text{ lar ushın.}$$

Bul jerde  $X^*$ -barlıq kritikalıq toplamlar kópligi; (5)

4) waqıttıń tolıq rezervi  $(i, j)$  operaciyası – a'mellerdi (operaciyalardı) orınlawda maksimal keshigiw joybardıń tolıq orınlanıwına kesent etpeydi, jasamaydı.

$$M(i, j) = L(j) - E(i) - t(i, j) \text{ barlıq } (i, j) \in A \text{ lar ushın.} \quad (6)$$

Orınlanıwındaǵı hár qanday keshigiw pútkil joybar juwmaǵınıń keshigiwine alıp keletuǵın operaciya kritikalıq operaciya dep ataladı. Hár bir kritikalıq operaciya  $(i^*, j^*)$  ushın tolıq waqıt zapası nolge teń:

$$M(i^*, j^*) = 0 \text{ hámme } (i^*, j^*) \in A^*. \quad (7)$$

Bul jerde  $A^*$  - barlıq kritikalıq operaciyalardı kópligi.

Tek kritikalıq operaciyalardan ibarat baslańǵısh tóbeden aqırǵı tóbege shekem bolǵan jol kritikalıq jol dep ataladı. Kritikalıq jol uzınlıǵı pútkil joybardı ámelge asırıw waqıtı  $T^*$  ǵa teń.

5) operaciya waqıtınıń bos rezervi  $(i, j)$  - keyingi operaciyalardıń orınlanıwına tásir etpeytuǵın operaciyalardıń orınlanıwınıń maksimal keshigiwi:

$$N(i, j) = E(j) - E(i) - t(i, j) \text{ barlıq } (i, j) \in A \text{ lar ushın.} \quad (8)$$

(1) qatnastan bos waqıt rezervi barlıq waqıtta teris emes ekenligi kelip shıǵadı:

$$N(i, j) \geq 0 \text{ barlıq } (i, j) \in A; \quad (9)$$

6) operaciya waqıtınıń ǵárezsiz rezervi  $(i, j)$  - joybardıń basqa operaciyalardan birewin orınlawda qosımsha sheklewler kirgizbesten jol qoyıw múmkin bolǵan operaciya orınlanıwındaǵı maksimal keshigiw:

$$P(i, j) = \max \{0; E(j) - L(i) - t(i, j)\}; \quad (10)$$

Qatnaslardı yadta saqlaw paydalı

$$M(i, j) \geq N(i, j) \geq P(i, j) \geq 0 \text{ barlıq } (i, j) \in A; \quad (11)$$

hár bir operaciya ushın waqıt rezervleriniń barlıq úsh túrińiń mánislerin óz ara baylanıstırıwshı [2].

**Mısal.** Bazi bir jumıslar kompleksi berilgen bolsın, olar haqqında maǵlıwmat 1-kestede keltirilgen, onda barlıq jumıslardıń dizimi, olardı toltırıw ushın zárúr bolǵan waqıt hám hár bir jumıs aldın orınlanatuǵın jumıslar dizimi bar.

Keste 1.

Jumıs	Orınlaw waqıtı	Aldıńǵı jumıslar	Jumıs	Orınlaw waqıtı	Aldıńǵı jumıslar
a	20	-	e	14	b, c
b	12	-	f	13	d
c	27	-	g	15	e, f
d	7	a, b	h	11	e

Jumıslar kompleksiniń tarmaq grafigin dúziw kerek. Sheshim.

Keste 2.

Esletpe	Kritikalıq operaciya					Kritikalıq kperaciya				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ǵárezsiz rezerv $P(i, j)$	0	0	0	0	6	0	0	0	0	4
Bos rezerv $N(i, j)$	0	0	0	8	15	0	0	1	0	4
Tolıq rezerv $M(i, j)$	9	1	0	9	15	1	0	1	0	4
Kesh tamamlaw $L(j)$	21	21	27	21	27	28	41	41	41	56
Erte baslanıw $E(i)$	0	0	0	12	12	20	27	27	41	41
Dawamlı $t(i, j)$	12	20	27	0	0	7	14	13	0	15
Operatsiya $(i, j)$	(1.2)	(1.3)	(1.4)	(2.3)	(2.4)	(3.5)	(4.6)	(5.7)	(6.7)	(7.8)

Jumıstıń waqıt zapasları (2-kestede) hám kritikalı jollar (1, 4), (4, 5), (5, 7), (7, 8) ibarat, onıń uzınlıǵı  $T^* = 56$ .

**Juwmaq.** Islep shıǵılǵan algoritm járdeminde biz tarmaq grafiginiń tiykarǵı kórsetkishlerin anıqladıq: waqıya júz beriwiniń eń erte dáwiri; joybardıń barlıq operaciýaların orınlaw ushın zárúr bolǵan waqıt; waqıya júz beriwiniń eń kesh dáwiri; operaciya

waqıttıń tolıq rezervi; operaciya waqıttıń bos rezervi; operaciya waqıttıń ǵárezsiz rezervi. Islep shıǵılǵan algoritm kóp dárejeli sanaat óndirisiniń ekonomikalıq, social hám ekologiyalıq processleriniń matematikalıq modellerin jaratıwǵa múmkinshilik beredi.

#### **Ádebiyatlar**

1. Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest. Introduction to Algorithms, 3rd Edition. – USA: «MIT Press», 2009.
2. Колдаев В.Д. Основы алгоритмизации и программирования: Учебное пособие. Под ред. проф. Л.Г.Гагариной. - Москва: ИД «Форум»: ИНФА-М, 2006.

УДК 519.854:004.421

**TOG‘ ECHKISINING MOSLASHUVCHAN MUVOZANAT, XAVFNI BAHOLASH VA HARAKAT  
TRAEKTORIYALARIGA ASOSLANGAN OPTIMALLASH TIRISH YONDASHUVI**

**J.R.Abdurazzoqov** – *texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori*  
*Toshkent xalqaro universiteti*

**ОПТИМИЗАЦИОННЫЙ ПОДХОД, ОСНОВАННЫЙ НА АДАПТИВНОМ БАЛАНСЕ,  
ОЦЕНКЕ РИСКА И ТРАЕКТОРИЯХ ДВИЖЕНИЯ ГОРНОЙ КОЗЫ**

**Дж.Р.Абдураззоков** – *доктор философии по техническим наукам*  
*Ташкентский международный университет*

**AN OPTIMIZATION APPROACH BASED ON THE MOUNTAIN GOAT’S ADAPTIVE BALANCE,  
RISK ASSESSMENT, AND MOVEMENT TRAJECTORIES**

**J.R.Abdurazzoqov** – *Doctor of Philosophy in Technical Sciences*  
*Tashkent International University*

**Tayanch so‘zlar:** biologik optimallashtirish, metaevristika, evolyutsion algoritmi, xavf mexanizmi, energiya modeli, konvergensiya.

**Rezyume.** Tog‘ echkilarining xavf baholash va energiya boshqarish xatti-harakatlariga asoslangan yangi bionik optimizatsiya algoritmi taqdim etiladi. Model maxsus xavfdan qochish koeffitsienti va energiya dinamikasi orqali global qidiruv hamda lokal izlanishning muvozanatini yaratadi. Algoritm Shar, Rozenbrok, Rastrigin va Ekli funksiyalarida sinovdan o‘tkazilib, PSO va DE bilan taqqoslandi. Eksperimental natijalar silliq funksiyalarda tez va barqaror konvergensiyaning, murakkab ko‘p ekstremalli landshaftlarda esa raqobatbardosh ishlashni ko‘rsatdi. Ushbu yondashuv yuqori o‘lchamli optimallashtirish masalalari uchun samaradorlik va ishonchlilikni namoyon etdi.

**Ключевые слова:** биологическая оптимизация, метаэвристика, эволюционный алгоритм, механизм риска, энергетическая модель, сходимость.

**Резюме.** Представлен новый бионический алгоритм оптимизации, основанный на естественных механизмах оценки риска и управления энергией у горных козлов. Модель использует специальный коэффициент избегания риска и адаптивную энергетическую динамику для поддержания баланса между глобальным поиском и локальной оптимизацией. Метод протестирован на функциях Шара, Розенброка, Расстригина и Экли и сопоставлен с PSO и DE. Эксперименты показывают быструю и устойчивую сходимость на гладких функциях и конкурентные результаты на сложных мультимодальных ландшафтах. В целом подход демонстрирует эффективность и надёжность для задач высокомерной оптимизации.

**Key words:** biological optimization, metaheuristics, evolutionary algorithm, risk mechanism, energy model, convergence.

**Summary.** A novel bionic optimization algorithm inspired by mountain goats’ natural strategies of risk assessment and energy management is presented. The model employs a dedicated risk-avoidance coefficient and adaptive energy dynamics to balance global exploration with focused local search. The method was evaluated on the Sphere, Rosenbrock, Rastrigin and Ackley functions and compared against PSO and DE. Experimental results demonstrate fast and stable convergence on smooth landscapes and competitive performance on complex multimodal problems. Overall, the approach proves effective and reliable for high-dimensional optimization tasks.

**Kirish.** So‘nggi yillarda sun‘iy intellekt va hisoblash tizimlarining tezkor taraqqiyoti murakkab optimizatsiya masalalariga yangicha yondashuvlarni ishlab chiqishni talab qilmoqda. Klassik gradientga asoslangan yoki deterministik optimizatsiya usullari ko‘plab noaniq va ko‘p ekstremalli muammolarda lokal minimumlar muammosiga duch kelmoqda. Shu bois tabiiy jarayonlardan ilhomlangan evolyutsion algoritmlar global optimallashtirish uchun kuchli alternativ sifatida keng qo‘llanilmoqda.

**O‘rganilgan adabiyotlar tahlili.** Evolyutsion algoritmlar (EA) tabiiy tanlanish, meros olish va moslashuv mexanizmlaridan ilhom olib yaratilgan bo‘lib, ular murakkab, yirik o‘lchamli va noxiziq

muammolarni samarali yechish qobiliyatiga ega [1]. Ularning an‘anaviy turlari – genetika algoritmi (GA), differensial evolyutsiya (DE), evolyutsion strategiyalar (ES) va genetika dasturlash (GP) – populyatsiya asosida bir nechta yechimlarni parallel ravishda qidirish va generatsiyalar orqali optimallashtirish tamoyiliga tayanadi [2]. Oxirgi yillarda olib borilayotgan tadqiqotlar EA-larning tadbiriq etilayotgan sohasi an‘anaviy matematik optimizatsiyadan ancha kengayib, mashinani o‘rgatish [3], chuqur neyron tarmoq arxitekturasini qurish optimizatsiyasi [4], kriptografik strukturalar qurish masalalari bo‘lgan S-blokni shakllantirish [5] kabi sohalarda muvaffaqiyatli qo‘llanilmoqda. Olib bori-

layotgan tadqiqotlar evolyutsion algoritmlarining moslashuvchan operatorlaridan foydalanish, alternativ modellar yordamida hisoblash samaradorligini oshirish, hamda mustahkam o'qitish tizimlari bilan integratsiyalash kabi yo'nalishlarga qaratilmoqda [6,7]. Evolyutsion algoritmlar tabiatan global yechimlarni topishga qodir, biroq ular ko'pincha lokal minimumlarda to'xtab qolish va yuqori hisoblash murakkabligiga duch keladi. Shu sababli, so'nggi tadqiqotlarda evolyutsion yondashuvlar adaptiv boshqaruv va o'z-o'zidan moslashuv mexanizmlariga ega tizimlar sifatida ko'rib chiqilmoqda. Bu esa algoritmnining muhitga moslashish qobiliyatini kuchaytirib, yechim izlash samaradorligini yaxshilaydi [8].

**Taklif etilayotgan optimallashtirish metodi.** O'zbekistonning baland tog'li hududlari xususan Toshkent, Surxondaryo va Navoiy viloyatlaridagi Ugam-Chotqol, Hisor va Zarafshon tog' tizmalari noyob ekotizimlariga ega bo'lib, bu yerda yashovchi hayvon turlari orasida Sibir tog' echkisi (*Capra sibirica*) alohida o'rin tutadi [9]. Sibir echkisining balandlikka chiqish, xavfdan qochish, energiyani tejamkor sarflash va tajriba orqali o'rganish kabi xatti-harakatlari tabiiy optimizatsiya jarayonining muvozanatli va adaptiv tabiatini aks ettiradi. Shu bois ushbu biologik mexanizmlar **TEMOA** uchun evolyutsion metafora sifatida asos qilib olindi.

Ushbu ishda agent deganda qidiruv fazosida mustaqil harakatlanuvchi va tog' echkisining biologik xatti-harakatlarini matematik jihatdan modellashtiruvchi individual optimallashtirish elementi tushuniladi.

**Optimallashtirish masalasining qo'yilishi.** Quyidagi optimallashtirish masalasi berilgan bo'lsin:

$$\min_{\mathbf{x} \in \Omega} F(\mathbf{x}),$$

bu yerda  $\Omega \subseteq \mathbb{R}^n$  – qidiruv fazosi va  $F(\mathbf{x})$  – minimallashtirilishi lozim bo'lgan maqsad funksiyasi.

**Xavfni baholash.** Algoritmda agentning qaysi darajada xavfli hududda harakatlanayotganini baholash uchun xavf ko'rsatkichi kiritiladi. U quyidagicha aniqlanadi (1).

$$R_i^t = \alpha_1 \text{Tarq}(F(\mathbf{x}_i^t + \epsilon_j))_{j=1}^k + \alpha_2 \|\mathbf{x}_i^t - \mathbf{x}_b^t\|. \quad (1)$$

Bu yerda birinchi had agent joylashgan nuqta atrofida kiritilgan kichik tasodifiy o'zgarishlar natijasida maqsad funksiyasi qiymatlarining qanchalik tarqoqligini o'lchaydi.

Agentning aniqlangan xavfga qanday munosabat bildirishini **xavfdan saqlanish koeffitsienti** orqali ifodalaymiz.

$$\delta_i^t = \delta_{\max} \left(1 - \frac{t}{T}\right)^n \frac{R_i^t}{1 + |F(\mathbf{x}_i^t)|} + \delta_{\text{loc}} \frac{R_i^t}{1 + R_i^t}. \quad (2)$$

Bu yerda  $\delta_{\max}$  – algoritm boshida agent uchun belgilangan eng yuqori ehtiyotkorlik darajasini bil-

diradi. Vaqt o'tishi bilan bu ehtiyotkorlik  $\left(1 - \frac{t}{T}\right)^n$  funksiyasi orqali bosqichma-bosqich kamayadi, ya'ni algoritm dastlab ehtiyotkor, keyinchalik esa dadilroq harakat qiladi.

Risk qiymati agentning joriy moslashuv darajasiga nisbatan normallashtiriladi, bu esa turli miqyosdagi masalalarda barqaror ishlashni ta'minlaydi. Qo'shimcha  $\delta_{\text{loc}}$  hadi esa xavf kichik bo'lsa ham, agentning mutlaqo beparvo bo'lib qolmasligini, ya'ni minimal ehtiyotkorlik doim saqlanishini kafolatlaydi. Natijada, ushbu mexanizm agentga xavfli hududlarda sekin va ehtiyotkor, barqaror va ishonchli hududlarda esa faol va dadil harakat qilish imkonini beradi.

**Harakat va yangilanish tenglamalari.** Algoritmda har bir agentning harakati tasodifiy emas, balki bir nechta mantiqiy kuchlarning yig'indisi sifatida shakllanadi. Avvalo, agent qayerga intilishi kerakligini ifodalovchi ekspluatatsiya yo'nalishi aniqlanadi. Bu yo'nalish agentni joriy eng yaxshi yechim tomonga vektor bo'lib quyidagicha ifodalanadi:

$$\mathbf{d}_i^t = \frac{\mathbf{x}_b^t - \mathbf{x}_i^t}{\|\mathbf{x}_b^t - \mathbf{x}_i^t\| + \epsilon}. \quad (3)$$

Mazkur ifoda masofa nolga yaqinlashganda ham barqarorlikni saqlash uchun kichik  $\epsilon$  – stabilizatorini o'z ichiga oladi. Biroq agent faqat eng yaxshi yechim tomon shoshilavermaydi. Agar u xavfli yoki noturg'un hududda bo'lsa, unda **xavfdan saqlanish kuchi** ishga tushadi. Ushbu kuch agentni haddan tashqari keskin harakatlardan tiyadi va ehtiyotkorlik bilan harakatlanishga majbur qiladi va u quyidagicha aniqlanadi:

$$\mathbf{r}_i^t = -\delta_i^t \frac{\mathbf{x}_i^t - \mathbf{x}_b^t}{\|\mathbf{x}_i^t - \mathbf{x}_b^t\| + \epsilon}. \quad (4)$$

Bu vektor mohiyatan agentni xavf sezilgan tomondan "orqaga tortuvchi" mexanizm vazifasini bajaradi.

Keyingi bosqichda agent **sinov va xatolik** asosida bir nechta nomzod qadamlarni hosil qiladi, mazkur jarayonni shunday ifodalash mumkin:

$$\mathbf{x}_i^{t,(j)} = \mathbf{x}_i^t + \epsilon_j, \quad j = 1, \dots, k,$$

Bu qadamlar agentga atrof-muhitni tekshirib ko'rish, ya'ni yaqin hududlarda qanday imkoniyatlar borligini baholash imkonini beradi. Bunda har bir nomzod uchun foyda va xavfni birlashtiruvchi yagona baho qiymati quyidagicha hisoblanadi:

$$S(\mathbf{x}_i^{t,(j)}) = F(\mathbf{x}_i^{t,(j)}) + \lambda_p \delta_i^t R(\mathbf{x}_i^{t,(j)}). \quad (5)$$

Bu yerda maqsad funksiyasi qiymati va xavf o'lchovi birgalikda qaraladi. Natijada, faqat yaxshi ko'rinadigan emas, balki nisbatan xavfsiz nomzod yani eng kichik  $S$  – ustunlikka ega bo'lib u nomzod sifatida tanlanadi.

Tanlangan nomzod asosida agentning haqiqiy siljish sinov qadami aniqlanadi:

$$\mathbf{s}_i^t = \alpha_i (\mathbf{x}_i^{t,(j^*)} - \mathbf{x}_i^t), \quad (6)$$

bu yerda  $\alpha_i$  – agentning qanchalik dadil harakat qilishini belgilovchi koeffitsient bo‘lib, u adaptiv tarzda  $(0,1]$  oraliqda o‘zgarishi mumkin.

Algoritm haddan tashqari deterministik bo‘lib qolmasligi uchun har bir qadamga **shovqin** qo‘shiladi:

$$\xi_i^t \sim \mathcal{N}(0, \sigma_0^2 (1 - \frac{t}{T})^2 I). \quad (7)$$

Bu shovqin dastlab kuchli bo‘lib, vaqt o‘tishi bilan asta-sekin so‘nadi, ya‘ni algoritim boshida keng o‘lchamli qidiruv, oxiriga kelib esa barqaror yaqinlashuv bo‘lishi ta‘minlanadi.

Natijada agentning keyingi holati quyidagi yagona yangilanish tenglamasi orqali aniqlanadi:

$$\mathbf{x}_i^{t+1} = \mathbf{x}_i^t + \mu_i^t A_i^t \mathbf{d}_i^t + \mathbf{r}_i^t + \mathbf{c}_i^t + \mathbf{s}_i^t + \xi_i^t. \quad (8)$$

Bu tenglama agentning qanday harakat qilishini bir butun jarayon sifatida tasvirlaydi

**Global yetakchi komponenti.** Populyatsiya ichida umumiy tortishish sifatida PSO algoritmidagi *gbest*–effekti tasodifiy  $\mathbf{r}_i^t$ –bilan yangilangan holda yumshoq va stoxastik shaklda kiritildi:

$$\mathbf{c}_i^t = c_g \mathbf{r}_i^t (\mathbf{x}_b^t - \mathbf{x}_i^t), \quad \mathbf{r}_i^t \sim \mathcal{U}(0,1).$$

Bu yerda  $c_g$  – global tortishish kuchi,  $\mathbf{r}_i^t \in [0,1]$  oralig‘idan olingan tasodifiy koeffitsient. Natijada har bir agent global yetakchi tomon yo‘naltiriladi, lekin butun populyatsiya bir xil qat‘iy yo‘nalishga tushmaydi – har bir agent uchun tortish kuchi biroz turlicha bo‘ladi. Bu esa algoritimni gomogenlik ya‘ni ergashuvdan saqlaydi va xilma-xillikni saqlab qoladi.

**Parametrlar adaptatsiyasi va energiya yangilanishi.** *Eksploratsiya koeffitsienti* ( $\mu$ ) *yangilanishi*. Bu jarayonda agent mavjud eng yaxshi yechimga yopishib qolmasdan, boshqa ehtimoliy yo‘llarni ham sinab ko‘radi. Mazkur jarayon quyidagicha ifodalandi:

$$\mu_i^{t+1} = \mu_i^t + \beta_1 \max(0, \bar{F}^t - F(\mathbf{x}_i^t)) - \beta_2 \mu_i^t. \quad (9)$$

Ushbu ifoda quyidagicha monolarga ega:

Bu tenglama uch elementdan iborat: mavjud  $\mu$ , populyatsiya o‘rtacha moslashuviga nisbatan agentning holatiga bog‘liq qo‘shimcha energiyani so‘ndiruvchi element. Agar agent populyatsiya o‘rtachasidan yaxshi ishlayotgan bo‘lsa (ya‘ni  $\bar{F}^t - F(\mathbf{x}_i^t) > 0$ ), birinchi qo‘shimcha orqali  $\mu$  – qiymati ortadi, aks holda kamayadi.  $\mu$  – populyatsiya kontekstida adaptiv tarzda o‘zgaradi – yaxshi ishlayotgan agentga kerak bo‘lsa kengroq yoki faolroq izlashga ruxsat berilishi mumkin. Mazkur jarayon algoritim maqsadiga ko‘ra o‘zgartirilishi va sozlanishi mumkin.

**O‘rganish darajasi A – ning yangilanishi.** O‘rganish darajasi quyidagicha formula yordamida yangilanadi:

$$A_i^{t+1} = \text{clip}(A_i^t + \eta(F(\mathbf{x}_i^t) - \bar{F}^t), A_{\min}, A_{\max}). \quad (10)$$

Bu yerda  $A$  – agentning bir qadamda qancha harakat qilishi mumkinligini belgilaydi. Agar agentning moslashuv qiymati populyatsiya o‘rtachasidan yomonroq bo‘lsa (ya‘ni  $F(\mathbf{x}_i^t) - \bar{F}^t > 0$ )  $A$  – oshishi mumkin.

**Energiya yangilanishi holati.** Har bir agentning ichki holati energiya orqali ifodalanadi.

$$E_i^{t+1} = E_i^t + \gamma(F(\mathbf{x}_i^t) - F(\mathbf{x}_b^t)) - \kappa \|\mu_i^t A_i^t \mathbf{d}_i^t\|^2 - \kappa (\delta_i^t)^2. \quad (11)$$

Ushbu tenglamada birinchi had agentning joriy holati bilan eng yaxshi yechim o‘rtasidagi farqni hisobga oladi. Agar energiya qiymati nolga teng yoki manfiy bo‘lib qolsa, agent tiklanadi: u joriy eng yaxshi yechimga qaytariladi va energiyasi dastlabki musbat qiymatga tenglashtirilib quyidagi shart asosida bajariladi:

$$(\mathbf{x}_i^{t+1}, E_i^{t+1}) = \begin{cases} (\mathbf{x}_b^t, E_0), & \text{agar } E_i^{t+1} \leq 0, \\ (\mathbf{x}_i^{t+1}, E_i^{t+1}), & \text{aks holda.} \end{cases}$$

Mazkur mexanizm agentning charchashi yoki foydasiz harakatlarda uzoq vaqt qolib ketishini oldini oladi. Natijada mazkur modelda agentlar faqat eng yaxshi yechimga ergashmaydi, balki o‘z holatini, xavf darajasini va energiya resursini hisobga olib harakat qiladi

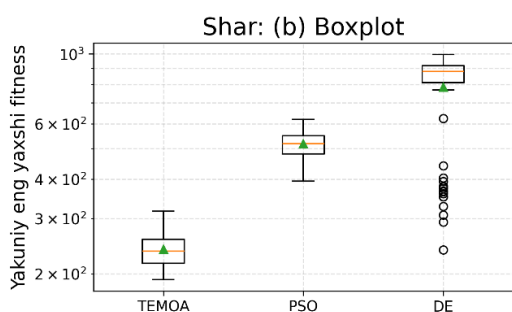
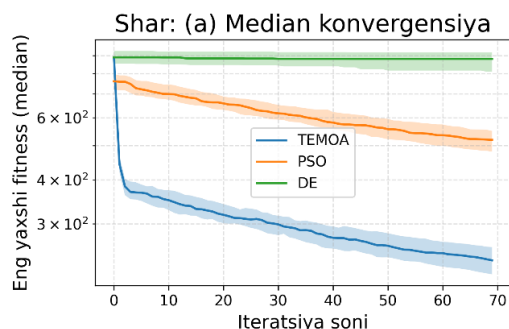
**Eksperimental natijalar va ularning tahlili.**

Algoritmilar o‘rtasidagi taqqoslash natijalari esa 1-4-rasmlarda berilgan. Har bir funksiyaning (a) qismida iteratsiyalar bo‘yicha 75 ta mustaqil ishga tushirish asosida hisoblangan median konvergensiya egri chiziqlari tasvirlangan. Median va IQR qiymatlarining qo‘llanilishi algoritmlarning shovqinli holatlarda, turli boshlang‘ich populyatsiyalar bo‘yicha umumiy xatti-harakatini adolatli baholash imkonini beradi. Grafiklardan ko‘rinadiki, TEMOA bir qancha funksiyalarda PSO va DE ga nisbatan tezroq pasayish, yaqinroq tarqalish va barqaror konvergensiya xususiyatini namoyish etgan. (b) qismda esa 75 ta ishga tushirish natijasida olingan yakuniy eng yaxshi fitness qiymatlarining boxplot ko‘rinishi keltirilgan. Bu tasvirlar algoritmlarning barqarorligi, yechim sifatidagi tarqalish va ekstremal qiymatlarga sezgirlik kabi mezonlar bo‘yicha to‘liq taqqoslash imkonini beradi. Tajriba asosida olingan asosiy statistik ko‘rsatkichlar - o‘rtacha qiymat, standart og‘ish, mediana, 10% konvergensiya iteratsiyasi va AUC bo‘yicha natijalar 1-jadvalda jamlab berilgan.

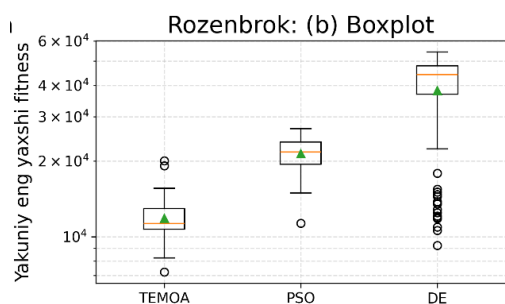
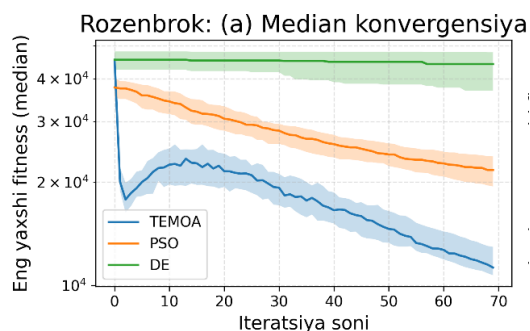
**1-jadval.** Taklif etilgan TEMOA ning PSO va DE algoritmlari bilan tanlangan funksiyalaridagi statistik taqqoslanishi.

Funksiya	Algoritm	O'rtacha Arifmetik qiymat	Standart og'ish	Mediana	10% konvergensiya iteratsiya	AUC
Shar	TEMOA	239.05	27.62	236.26	60.06	20752.42
	PSO	518.44	48.82	518.84	59.67	42611.84
	DE	783.74	221.96	880.86	43.00	57542.77
Rozenbrok	TEMOA	11842.30	2089.05	11272.37	60.00	1242425.02
	PSO	21391.66	3135.08	21698.61	55.00	1916240.54
	DE	38152.54	14076.07	44175.70	61.00	2896519.20
Rastrigin	TEMOA	1278.65	82.49	1258.34	62.89	102757.82
	PSO	1598.93	95.24	1600.24	56.00	119759.09
	DE	1420.06	89.98	1425.33	57.82	110136.07
Ekli	TEMOA	19.22	0.23	19.19	1.00	1344.84
	PSO	20.64	0.14	20.63	0.00	1432.99
	DE	19.63	0.41	19.61	17.49	1390.33

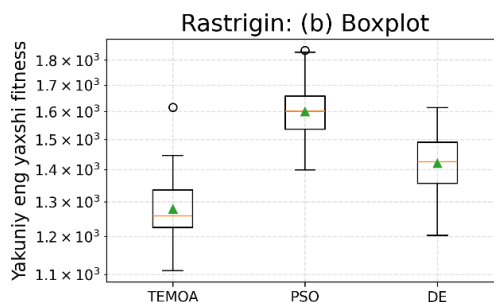
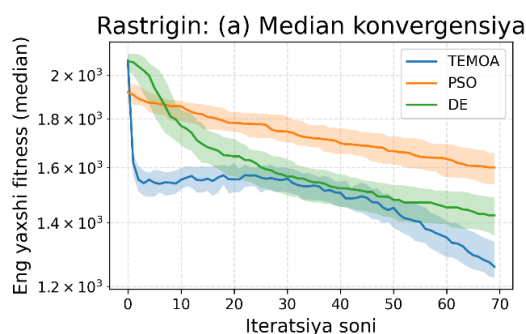
Jadvaldagi barcha ko'rsatkichlar minimallashtirish mezoniga asoslangan bo'lib, kichik qiymatlar yaxshiroq natijani anglatadi.



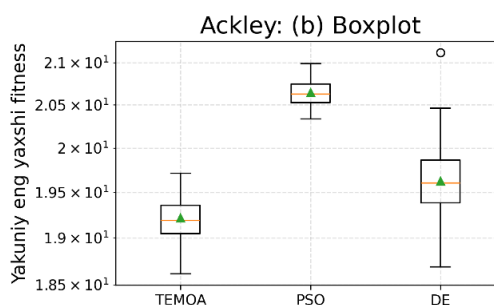
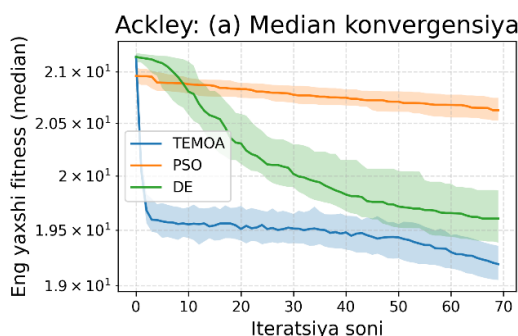
1-rasm. Shar funksiyasi uchun algoritmlar taqqoslanishi



2-rasm. Rozenbrok funksiyasi uchun algoritmlar taqqoslanishi



3-rasm. Rastrigin funksiyasi uchun algoritmlar taqqoslanishi



4-rasm. Ekli funksiyasi uchun algoritmlar taqqoslanishi

**Xulosa.** Ushbu tadqiqotda biologik moslashuvchanlik tamoyillariga asoslangan TEMOA algoritmi taklif etilib, uning samaradorligi klassik PSO va DE algoritmlari asosida Shar, Rozenbrok, Rastrigin va Ekli funksiyalarida baholandi. Eksperimental natijalar TEMOA algoritmining yuqori aniqlik, barqarorlik va tez konvergensiya bo'yicha raqobatchilardan ustunligini ko'rsatdi. AUC, mediana va standart og'ish kabi metrikalar bo'yicha TEMOA ko'plab holatlarda eng past qiymatlarni qayd etib, turli murakkablikdagi optimallashtirish landshaftlarida samarali ishladi.

Algoritmning eksploratsiya va ekspluatatsiya o'rtasidagi moslashuvchan muvozanatni saqlash qobiliyati uni nafaqat matematik test funksiyalari, balki real amaliy vazifalar uchun ham istiqbolli qiladi. Xususan, kriptografik S-box dizayni kabi noxiziqli, multimodal optimallashtirish masalalarida TEMOA ning barqaror konvergentsiyasi va global izlanish qobiliyati juda muhim ahamiyat kasb etadi.

Shu sababli, algoritmni S-box generatsiyasi va boshqa kriptografik qurilishlarda qo'llash kelgusidagi eng muhim tadqiqot yo'nalishlaridan biri bo'lishi mumkin. Kelgusida algoritmni yuqori o'lchovli masalalar, real amaliy ilovalar va boshqa zamonaviy metaevristik usullar bilan kengroq taqqoslash ushbu tadqiqotning mantiqiy davomi sifatida qaraladi.

#### **Adabiyotlar**

1. Suganthan P. N. Differential Evolution Algorithm: Recent Advances. // Theory and Practice of Natural Computing / под ред. Dediu Adrian-Horia and Martin-Vide C. and T. B. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2012. – P. 30-46.
2. Bäck T. Evolutionary Algorithms in Theory and Practice: Evolution Strategies, Evolutionary Programming, Genetic Algorithms. – Oxford University Press, 1996.
3. Liang J. и др. A survey of surrogate-assisted evolutionary algorithms for expensive optimization. // Journal of Membrane Computing. 2025. Т. 7, № 2. – P. 108-127.
4. Khan S. и др. Optimizing deep neural network architectures for renewable energy forecasting. // Discover Sustainability. 2024. Т. 5.
5. Yang M. и др. Evolutionary Design of S-Box with Cryptographic Properties. 2011. – P. 12-15.
6. Citterio B., Tangherloni A. EvoGrad: Metaheuristics in a Differentiable Wonderland. 2025.
7. Zheng B., Cheng R., Tan K. C. EvoRL: A GPU-accelerated Framework for Evolutionary Reinforcement Learning. // ACM Trans. Evol. Learn. Optim. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2025.
8. Huang C. и др. Operator-Adapted Evolutionary Large-Scale Multiobjective Optimization for Voltage Transformer Ratio Error Estimation. // Evolutionary Multi-Criterion Optimization / под ред. Ishibuchi H. и др. Cham: Springer International Publishing, 2021. – P. 672-683.
9. Ahmad S. и др. Recent advances in ecological research on Asiatic ibex (*Capra sibirica*): A critical ungulate species of highland landscapes. // Glob. Ecol. Conserv. 2022. Т. 35. – P. e02105.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В КРЕМНИЕВЫХ  
ГЕТЕРОСТРУКТУРАХ ПРИ БЫСТРОЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ

Д.Ж.Асанов – ассистент преподаватель

Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза

ТЕЗКОР ТЕРМИК ИШЛОВ БЕРИШ ЖАРАЁНИДА КРЕМНИЙ ГЕТЕРОТУЗИЛМАЛАРИДА  
ИССИҚЛИК ЖАРАЁНЛАРИНИ МОДЕЛЛАШТИРИШ ВА ТАҲЛИЛ ҚИЛИШ

Д.Ж.Асанов – ассистент ўқитувчи

Ажиниёз номидаги Нукус давлат педагогика институти

MODELING AND ANALYSIS OF HEAT PROCESSES IN SILICON  
GETEROSTRUCTURES DURING QUICK THERMAL PROCESSING

D.J.Asanov – assistant teacher

Nukus State Pedagogical Institute named after Ajiniyaz

**Таянч сўзлар:** кремний гетероструктуралари, тезкор иссиқлик билан ишлов бериш, импульсли фотон ишлови, иссиқлик баланси, никел цилиндрлари, моделлаштириш.

**Резюме.** Мақолада Ni (5 ат. % Pt)/Si кремний гетеротузималарида импусли фотонли ишлов бериш жараёнида юз берадиган иссиқлик жараёнлари моделлаштирилган ва тажрибавий ўрганилган. Адиабатик, иссиқлик оқими ва иссиқлик мувозанати режимлари таҳлил қилинади.  $255 \text{ J/cm}^2$  энергия зичлиги ва 1,8 s давомийликда иссиқлик мувозанати режими ҳосил бўлиши, бу эса Ni<sub>2</sub>Si фазасининг шаклланишига олиб келиши аниқланган. Ni қатламининг Pt билан легирланиши структуранинг термобарқарорлигини ошириши ва субстрат деформациясини камайтиришини кўрсатилди.

**Ключевые слова:** кремниевые гетероструктуры, быстрая термическая обработка, импульсная фотонная обработка, тепловой баланс, силициды никеля, моделирование.

**Резюме.** В статье проведено моделирование и экспериментальное исследование тепловых процессов в кремниевых гетероструктурах Ni (5 ат. % Pt)/Si при импульсной фотонной обработке. Рассмотрены режимы адиабатического нагрева, теплового потока и теплового баланса. На основе анализа температурных зависимостей установлено, что при плотности энергии  $255 \text{ Дж/см}^2$  и длительности 1,8 с реализуется режим теплового баланса, обеспечивающий равномерный нагрев и образование фазы Ni<sub>2</sub>Si. Показано, что легирование Ni платиной повышает стабильность силицидного слоя и снижает деформацию подложки.

**Key words:** silicon heterostructures, rapid thermal processing, pulsed photon annealing, thermal balance, nickel silicides, modeling.

**Summary.** The paper presents modeling and experimental study of thermal processes in silicon-based Ni (5 ат. % Pt)/Si heterostructures under rapid photon annealing. Three heat transfer regimes are analyzed: adiabatic, heat-flow, and thermal-balance. Temperature profiles show that at an energy density of  $255 \text{ J/cm}^2$  and a pulse duration of 1.8 s, the system reaches a thermal balance mode enabling uniform heating and the formation of the Ni<sub>2</sub>Si phase. Pt-doping improves thermal stability and reduces substrate deformation.

**Введение.** Современные технологии микро и нанoeлектроники требуют высокоточного контроля температурных параметров при термической обработке кремниевых структур. Ключевым этапом формирования функциональных элементов интегральных схем является создание устойчивых омических контактов и барьерных слоёв на основе силицидов переходных металлов [1-3]. Быстрая термическая обработка (БТО), основанная на воздействии импульсного фотонного излучения, обеспечивает кратковременный нагрев до температур 800-1000°C и быстрое охлаждение, что минимизирует диффузионные процессы и сохраняет кристаллическое качество подложки. Исследование тепловых процессов в кремниевых гетероструктурах металл-полупроводник, в частности Ni (5 ат. % Pt)/Si, при БТО

необходимо для оптимизации фазовых превращений и предотвращения механических деформаций подложки.

**Материалы и методы исследования.** Объектом исследования являлись кремниевые структуры с нанесёнными тонкими металлическими плёнками состава Ni (5 ат. % Pt)/Si толщиной 50-80 нм. Образцы подвергались импульсной фотонной обработке с длительностью воздействия 1-2 с и плотностью энергии от 140 до  $285 \text{ Дж/см}^2$ . Температурный отклик структуры регистрировался пирометрическим методом с временным разрешением до  $10^{-3}$  с. Для уточнения данных использовались измерения с помощью термпары W-Re, контактирующей с обратной стороной пластины. Поверхностная морфология и фазовый состав исследовались методами растровой

электронной микроскопии (РЭМ, JEOL JSM-6610) и рентгенофазового анализа (XRD, CuK  $\alpha$ -излучение, шаг 0,02°). Для моделирования тепловых процессов использовалось уравнение нестационарного теплопереноса, дополненное радиационными потерями и коэффициентом отражения поверхности [4-6]:

$$\rho c h \frac{dT}{dt} = (1 - R)E - 2 \varepsilon \sigma (T^4 - T_0^4)$$

где  $\rho$  - плотность материала,  $c$  - теплоёмкость,  $h$  - толщина структуры,  $E$  - плотность мощности светового потока, падающего на структуру,  $R$  - отражательная способность,  $T_0$  - температура окружающей среды,  $t$  - время,  $\varepsilon$  - степень черноты,  $\sigma$  - постоянная Стефана-Больцмана,  $T$  - температура.

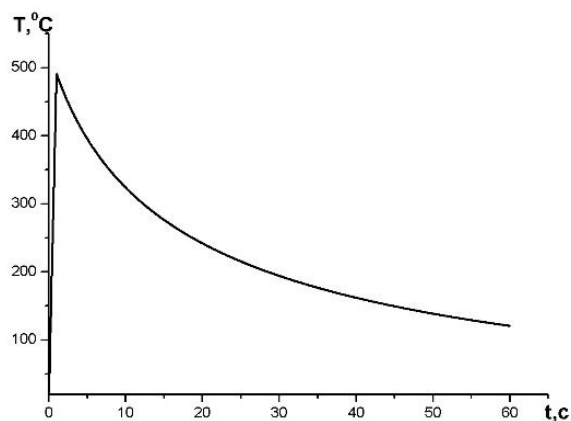
Расчёты проводились с использованием MATLAB и COMSOL Multiphysics с шагом по времени  $10^{-5}$  с. Граничные условия соответствовали отсутствию теплопередачи через подложкодержатель (адиабатическая нижняя граница). Верификация результатов осуществлялась сравнением моделируемых температурных кривых с экспериментальными данными. Расхождение не превышало 5-7 %, что подтверждает корректность принятых допущений.

**Результаты и обсуждение.** На основе численного и экспериментального анализа установлено, что в кремниевых гетероструктурах Ni (5 ат. % Pt)/Si при импульсной обработке реализуются три характерных режима теплопереноса - адиабатический, теплового потока и теплового баланса. В адиабатическом режиме ( $\tau \leq 10^{-6}$  с) энергия поглощается тонким поверхностным слоем, и температура возрастает без теплообмена с подложкой. Такой режим реализуется при лазерных воздействиях пикосекундного диапазона [1-4]. В режиме теплового потока ( $10^{-6} \leq \tau \leq 10^{-2}$  с) наблюдается распространение тепловой волны на глубину, сравнимую с толщиной металлического слоя, при этом формируется температурный градиент в подложке. В режиме теплового баланса ( $\tau \geq 10^{-2}$  с), реализуемом при БТО длительностью 1-2 с, температура выравнивается по толщине пластины. Экспериментальные данные (табл. 1) показывают, что при плотности энергии 255 Дж/см<sup>2</sup> температура достигает 820°C, что соответствует началу образования фазы Ni<sub>2</sub>Si.

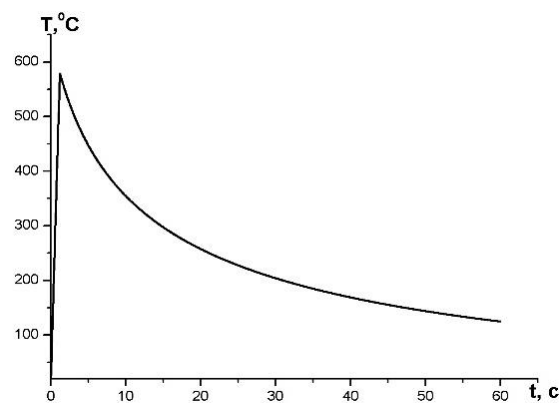
Таблица 1. Режимы быстрой термической обработки (БТО)

Плотность энергии (Дж/см <sup>2</sup> )	Время обработки (с)	Температура отжига (С <sup>0</sup> )
142	1	480
190	1.3	620
230	1.6	745
255	1.8	815
285	2	890

При достижении температур 800-850°C на поверхности образцов в РЭМ наблюдаются зернистые образования, соответствующие фазе Ni<sub>2</sub>Si. При дальнейшем повышении температуры (выше 880°C) происходит образование NiSi, что подтверждено по пику ( $2\theta = 47,8^\circ$ ) на рентгенограммах. Дополнительно было установлено, что введение 5 ат. % Pt в никелевый слой способствует стабилизации фазы Ni<sub>2</sub>Si и снижению температурного порога перехода в NiSi, что согласуется с данными [7-8].

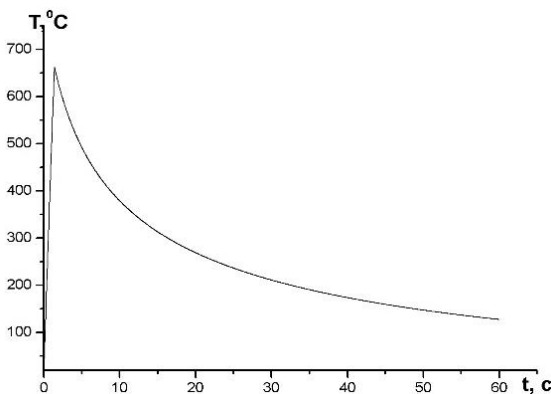


а



б

Рисунок 1.- Зависимость изменения температуры от времени при длительности импульса БТО 1,0 с и плотности энергии 142 Дж/см<sup>2</sup> (а), а также при длительности импульса БТО 1,2 с и плотности энергии 170 Дж/см<sup>2</sup> (б)



в

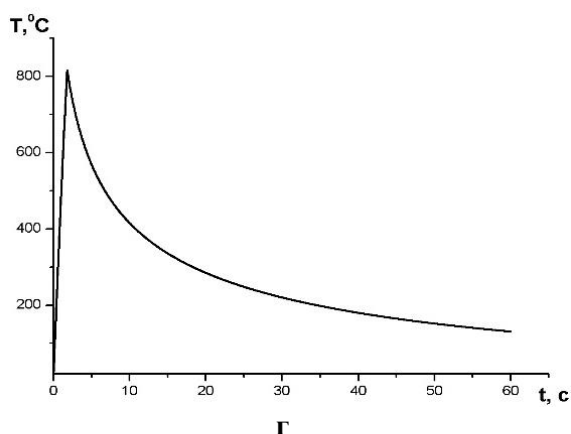


Рисунок 2. Зависимость температуры от времени при длительности импульса БТО 1,4 с и плотности энергии 200 Дж/см<sup>2</sup> (в), и 1,8 с при 255 Дж/см<sup>2</sup> (г).

Это объясняется уменьшением диффузионной подвижности атомов кремния и изменением поверхностной энергии границы раздела. Моделирование температурного распределения по толщине структуры показало, что при длительности импульса более 1 с разность температур между поверхностями подложки не превышает 0,5°С, что исключает механические деформации.

#### Литература

1. Борисенко В.Е. Твердофазные процессы в полупроводниках при импульсном нагреве. – Минск: «Наука и техника», 1992.
2. Вейко В.П., Метев С.М. Лазерные технологии в микроэлектронике. – София: «БАН», 1991.
3. Пилипенко В.А. Быстрые термообработки в технологии СБИС. – Минск: Издательский центр БГУ, 2004.
4. Кулагин Н.А. Теплофизика тонких плёнок и микроэлектронных структур. – Москва: «Радио и связь», 1998.
5. Voutsas A. T. et al. Modeling of rapid thermal processes in Si-based systems. // J. Appl. Phys. 85(10), 1999, – P. 7441-7448.
6. Soref R., Liu S. Silicon photonics and thermal effects in microelectronics. // IEEE Trans. Electron Devices, 2007, 54(6), – P. 1201-1210.
7. Маркевич М.И., Камалов А.Б., Асанов Д.Ж., Нажепова С.Р. Исследование элементного состава и фазовых превращений в системе Ni-V-Pt при стационарном отжиге. // Science and World, 2023, № 6(118), – С. 8-10.
8. Асанов Д.Ж., Маркевич М.И., Щербакова Е.Н. Импульсная фотонная обработка тонкоплёночных систем Si/Mg/Si/ситалл. Материалы XVI МНТК молодых учёных и студентов. БНТУ, – Минск: 2023, – С. 128-129.

Таким образом, режим теплового баланса является оптимальным для равномерного нагрева без трещинообразования.

**Заключение.** Результаты моделирования и экспериментов показали, что при импульсной фотонной обработке кремниевых гетероструктур Ni (5 ат. % Pt)/Si реализуются три режима теплопереноса. Наиболее технологически эффективным является режим теплового баланса, обеспечивающий равномерный нагрев подложки и стабильность температурного профиля. При плотности энергии 255 Дж/см<sup>2</sup> и длительности 1,8 с температура достигает 820 °С, что создаёт условия для формирования фазы Ni<sub>2</sub>Si. Легирование никелевого слоя платиной способствует улучшению термостабильности системы и качеству силицидного слоя.

Таким образом, импульсная фотонная обработка в режиме теплового баланса представляет собой эффективный метод формирования омических контактов и интерфейсных соединений в кремниевых структурах микро- и наноэлектроники, обеспечивающий высокую однородность, минимальные термомеханические напряжения и надёжность создаваемых слоёв.

**SALÍSTIRMALARDIŃ BAZI BIR QOLLANIWLARI**

**M.Asqarov** – fizika-matematika ilimleriniń kandidati, docent  
Ajiniyaz atındaǵı Nókis mámleketlik pedagogikalıq instituti

**НЕКОТОРЫЕ ПРИМЕНЕНИЯ СРАВНЕНИЙ**

**M.Асқаров** – кандидат физико-математических наук, доцент  
Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза

**SOME APPLICATIONS OF COMPARISONS**

**M.Asqarov** – candidate of Physical and Mathematical sciences, associate professor  
Nukus State Pedagogical Institute named after Ajiniyaz

**Tayanch so‘zlar:** sonlarning bo‘linish alomati, taqqoslama, yechimlarni soddalashtirish.

**Rezyume.** Bu maqolada taqqoslamalarning bazi bir tadbirlari qaralgan. Bazi bir sonlarning bo‘linish alomatlari isbotlangan va misollar keltirilgan.

**Ключевые слова:** признак делимости чисел, сравнение, упрощение решений.

**Резюме.** В статье рассматриваются некоторые применения сравнений. Доказаны признаки делимости некоторых чисел и приведены примеры.

**Key words:** divisibility test of numbers, comparison, simplification of solutions.

**Summary.** This article examines some applications of comparisons. The divisibility of some numbers is proven and examples are given.

**Kirisiw.** Ulıwma orta bilim beriw mekteplerinde sanlardıń bóliniw belgisine baylanıslı ápiwayı túsinikler berilgen. Al, ayırım orta arnawlı oqıw orınları matematika kursında sanlardıń bóliniw belgisi hám salıstırmalardı baylanıslı túsinikler kiritilgen bolıp, biraq olarda tiykarınan ápiwayı misallardı itibar qaratılǵan. Bul materiallar joqarı oqıw orınlarında tereńlestiriledi. Oqıwshı hám studentlerde máselelerdiń sheshiliw procesin ańsatlastırwshı teoriyalıq materiallardan paydalanıp biliw eń áhmiyetli kónlikpelerdiń biri bolıp esaplanadı. Bul maqalada salıstırma túsiniginen paydalanıp bazi bir máselelerdiń sheshiliwin kórip shıǵamız [1-3].

Dáslep salıstırma haqqında qısqasha túsinik berip ótemiz.

Qaldıqlı bóliw haqqındaǵı teoremaǵa tiykarlanıp hár qanday eki  $a, m > 0$  pútin san ushin tómendegi teńliklerdi jazıwǵa boladı:

$$a = mq_1 + r, \tag{1}$$

$$b = mq_2 + r, \tag{2}$$

bunda  $0 \leq r < m$ . (1) hám (2) teńlikler  $a$  hám  $b$  sanların  $m$  ge bólgende birdey qaldıq qalıwin bildiredi.

**Анıqlama.** Eger eki pútin  $a$  hám  $b$  sandı  $m$  natural sanǵa bólgende payda bolǵan qaldıqlar óz ara teń bolsa, onda  $a$  hám  $b$  sanlar  $m$  modul boyınsha teń qaldıqlı sanlar yamasa  $m$  modul boyınsha salıstırılwshı sanlar delinedi.

Eger  $a$  hám  $b$  sanlar  $m$  modul boyınsha salıstırılwshı bolsa, onda tómendegishe belgilenedi:

$$a \equiv b \pmod{m}. \tag{3}$$

Eger (1) den (2) ni ayırсаq, onda  $a - b = m(q_1 - q_2)$  yamasa

$$a - b = mt, \quad (t = q_1 - q_2) \tag{4}$$

teńlik payda boladı.

Joqarıdaǵı pikirlerdi juwmaqlap tómendegi juwmaqlardı shıǵarıw múmkin:

1.  $m$  modul boyınsha salıstırılwshı sanlardıń ayırması  $m$  sanına bólinedi.

2. Eger  $a = b + mt$  bolıp,  $b$  nı  $m$  ge bólgendegi qaldıq  $r$  ǵa teń bolsa,  $a$  nı da  $m$  ge bólgendegi qaldıq  $r$  ǵa teń boladı.

3. Eger  $a = mq + r$  bolsa, ol jaǵdayda onı  $a \equiv r \pmod{m}$  sıyaqlı da jazıw múmkin.

4. Eger  $\frac{a}{m}$  bolsa, ol jaǵdayda  $a \equiv 0 \pmod{m}$  boladı.

**Teorema.** Endi tómendegi salıstırmalar sistemasın qaraymız:

$$\begin{cases} x \equiv b_1 \pmod{m_1}, \\ x \equiv b_2 \pmod{m_2}, \\ \dots\dots\dots \\ x \equiv b_k \pmod{m_k}, \end{cases} \tag{5}$$

bul jerde  $m_1, m_2, \dots, m_n$  sanlar jupları menen óz ara arıwayı sanlar.

Bul sistema bir belgisiz sızıqlı salıstırmalar sisteması delinedi.

Eger (5) sistemada  $m_1, m_2, \dots, m_n$  moduller juw-jubı menen óz ara ápiwayı bolsa,  $i \neq j$  da  $(m_i, m_j) = 1$  bolsa, onda onıń sheshimin tómendegi formula menen tabıw múmkin:

$$x_0 = \frac{M}{m_1} y_1 \alpha_1 + \frac{M}{m_2} y_2 \alpha_2 + \dots + \frac{M}{m_n} y_n \alpha_n, \tag{6}$$

bul jerde  $M = [m_1, m_2, \dots, m_n]$  hám  $y_1, y_2, \dots, y_n$  lar

$\frac{M}{m_i} y_i \equiv 1 \pmod{m_i}, \quad i = \overline{1, n}$  salıstırmalardıń sheshimleriniń ibarat. Sistemaniń sheshimi  $x \equiv x_0 \pmod{M}$  salıstırmadan ibarat boladı.

**Tiykarǵı bólim.** Maqaladaǵı tiykarǵı maqsetimiz ulıwma orta, orta arnawlı oqıw ornlarındaǵı olimpiyadaǵa qızıǵıwshı ziyrek oqıwshılardı sanlar teoriyası bóliminen bazı bir quramalı máselelerdi ápiwayı hám qolaylı usıllar menen sheshiwdi úyretiw bolıp esaplanadı. Sonlıqtan mısallarǵa ótemiz.

**1-mısal.**  $2^{5n} - 1$  dıń 31 ge bóliniwiniń dálilleń ( $n \in \mathbb{N}$ ).

**Dálillew:**  $2^5 - 1 = 31$  bolǵanlıǵı ushın  $2^5 \equiv 1 \pmod{31}$ . Bul salıstırwıdın eki tárepiniń  $n$  dárejege kóterip,  $2^{5n} \equiv 1 \pmod{31}$  di payda etemiz, bul bolsa  $(2^5 - 1)/31$  di ańlatadı.

**2-mısal.** Eger  $n$  - taq san bolsa, ol halda  $n^2 - 1$  ni 8 ge bóliniwiniń dálilleń.

**Dálillew:**  $n$  taq san bolsa, ol halda onı  $n = 2k + 1$ ,  $k = 1, 2, 3, \dots$  kóriniste jazamız. Endi salıstırwıdın anıqlamasınan paydalanıp tómendegishe jazamız, yaǵnıy  $n^2 - 1 \equiv 0 \pmod{8}$ . Endi  $n$  niń ornına  $n = 2k + 1$  di qoyıp, tómendegisi salıstırwıǵa kelemiz, yaǵnıy

$$\begin{aligned} (2k+1)^2 - 1 &\equiv 0 \pmod{8}, \\ 4k^2 + 4k + 1 - 1 &\equiv 0 \pmod{8}, \\ 4k^2 + 4k &\equiv 0 \pmod{8}, \\ 4k(k+1) &\equiv 0 \pmod{8}. \end{aligned}$$

$k+1$  jup ekenliginen  $4k(k+1)$  sanı 8 ge bóliniwini kelip shıǵadı:

**3-Mısal.**  $2^{100}$  sanınıń jazılıwındaǵı aqırǵı eki sanıń tabırın.

**Sheshiliwi:** Berilgen sannıń aqırǵı eki sanı bul sandı 100 ge bólgende payda bolatuǵın qaldıqtan ibarat. Demek, tómendegisi salıstırwıdın qanaatlantıratuǵın  $X$  sanın tabıw talap etiledi:

$$2^{100} \equiv x \pmod{100}.$$

Ekiniń kishi dárejelerinen baslap, 100 ge bólgende payda bolatuǵın qaldıqlardı izbe-iz ajratamız:

$$\begin{aligned} 2^{100} &= (2^{10})^{10} = 1024^{10}; \\ (1024)^{10} &\equiv (24)^{10} \pmod{100}. \\ (24)^{10} &= (576)^5 \equiv 76^5 \equiv (76)^4 \cdot 76 = (5776)^2 \cdot 76 \equiv (76)^2 \cdot 76 = \\ &= 5776 \cdot 76 \equiv 76^2 \equiv 5776 \equiv 76 \pmod{100}. \end{aligned}$$

Solay etip,  $2^{100}$  sanınıń aqırǵı eki sanı 7 hám 6 dan ibarat eken.

**Juwabı:** 76.

**4-mısal.**  $7 \cdot 5^{2n} + 12 \cdot 6^n : 19$  barlıq natural  $n$  sanlarda bólinetuǵınıń dálilleń.

**Dálillew:** Salıstırmalardıń qásiyetlerinen paydalanamız:

$$25 \equiv 6 \pmod{19}$$

bolǵanlıqtan, berilgen ańlatpanı tómendegishe jazıwǵa boladı

$$\begin{aligned} 7 \cdot 5^{2n} + 12 \cdot 6^n &= 7 \cdot 25^n + 12 \cdot 6^n \equiv 7 \cdot 6^n + 12 \cdot 6^n = \\ &= (7 + 12) \cdot 6^n = 19 \cdot 6^n \equiv 0 \pmod{19}. \end{aligned}$$

Aqırǵı ańlatpadan dálileniw kelip shıǵadı.

**5-mısal.** Bóliniwiniń dálilleń  $10^{70} - 19^2 : 27$ .

**Dálillew:** Bunda 10 sanın 27 sanı menen salıstırwıdın paydası joq, sonlıqtan tómendegishe túrlendiremiz:

$$10^{70} = 10^{2 \cdot 35} = (10^2)^{35} = 100^{35}.$$

Salıstırmalardıń qásiyetlerinen paydalanamız

$$100 \equiv 19 \equiv -8 \pmod{27}.$$

Bunı dawam ettirsek

$$10^{70} - 19^2 = 100^{35} - 19^2 \equiv (-8)^{25} - (-8)^2 = -8^2 \cdot (8^{23} + 1) \pmod{27}.$$

Solay etip tómendegige iye bolamız

$$10^{70} - 19^2 = -8^2 \cdot (8^{23} + 1) \equiv -64 \cdot (-1 + 1) = 0 \pmod{27} \Rightarrow 10^{70} - 19^2 : 27.$$

**6-mısal.**  $(75 \cdot 56)^{25} + (58 \cdot 34)^{31}$  ańlatpanı 19 ǵa bóliwdegi qaldıqtı tabırın.

**Sheshiliwi:** Berilgen sanlardan salıstırmanıń anıqlamasınan paydalanıp tómendegilerge iye bolamız:

$$\begin{aligned} 75 &\equiv -1 \pmod{19}; \\ 56 &\equiv -1 \pmod{19}; \\ 58 &\equiv 1 \pmod{19}; \\ 34 &\equiv -4 \pmod{19}. \end{aligned}$$

Keyin salıstırmalardıń qásiyetlerinen paydalanamız:

$$\begin{aligned} (75 \cdot 56)^{25} + (58 \cdot 34)^{31} &\equiv 1^{25} + (-4)^{31} = 1 - 4^{31} \pmod{19}. \\ 4^{31} &= 4 \cdot (4^2)^{15} = 4 \cdot 16^{15} \equiv 4 \cdot (-3)^{15} = -4 \cdot 3^{15} = -4 \cdot 27^5 \equiv -4 \cdot 8^5 = \\ &= -4 \cdot 8 \cdot 64^2 \equiv -32 \cdot 7^2 = -32 \cdot 49 \equiv 6 \cdot 11 = 66 \equiv 9 \pmod{19}. \end{aligned}$$

Nátıyjede tómendegisi salıstırma kelip shıǵadı

$$(75 \cdot 56)^{25} + (58 \cdot 34)^{31} \equiv 1 - 4^{31} \equiv 1 - 9 = -8 \equiv 11 \pmod{19}.$$

**Juwabı:** 11.

**7-mısal.** Eger  $f(x) = 15x^3 - 33x^2 + 7$  bolsa, onda  $f(86)$  nı 11 ge bólgende qaldıqtı tabırın.

**Sheshiliwi:** Máseleni sheshiw ushın kópaǵzalıdaǵı hám basqa da sanlardı 11 ge bólgende qaldıqlar menen almatıramız:

$$\begin{aligned} 86 &\equiv -2 \pmod{11}, \quad 15 \equiv 4 \pmod{11}, \quad 33 \equiv 0 \pmod{11}, \\ 7 &\equiv -4 \pmod{11}. \end{aligned}$$

Bul jaǵdayda  $f(86) \equiv f(-2) \pmod{11}$  boladı hám bizler salıstırmalar shıńjırına iye bolamız:

$$f(-2) \equiv 4(-2)^3 - 0 \cdot (-2)^2 - 4 = -32 - 4 = -36 \equiv -3 \equiv 8 \pmod{11}.$$

**Juwabı:** 8.

**8-mısal.** Tómenđegi teńlemedi pútin sanlarda sheshimlerin tabıń:

$$39x - 22y = 10.$$

**Sheshiliwi:** Teńlemeden tómenđegi salıstırma kelip shıǵadı:

$$39x \equiv 10 \pmod{22}.$$

Bul salıstırmadaǵı koefficientleri 22 modul boyınsha eń kishi oń shegaralarına keltirsek,  $17x \equiv 10 \pmod{22}$  payda etemiz, bul jerden  $x_1 = 20$  di payda etemiz. Bul mánis berilgen teńlemege qoyıp,  $y_1 = 35$  ti tabamız. Demek, berilgen teńlemelerdiń ulıwma sheshimi tómenđegishe boladı:

$$\begin{cases} x = 20 + 22t, \\ y = 35 + 39t. \end{cases}$$

**9-mısal.** 2, 3, 4, 5, 6 hám 7 sanlarına bólingende sáykes túrde 1, 2, 3, 4, 5 hám 0 qaldıq payda bolatuǵın sandı tabıń.

**Sheshiliwi:** Másele tómenđegi salıstırmalar sistemasına keltiriledi:

$$\begin{cases} x \equiv 1 \pmod{2}, \\ x \equiv 2 \pmod{3}, \\ x \equiv 3 \pmod{4}, \\ x \equiv 4 \pmod{5}, \\ x \equiv 5 \pmod{6}, \\ x \equiv 0 \pmod{7}. \end{cases}$$

$x \equiv 1 \pmod{2}$  yamasa  $x \equiv 3 \pmod{2}$  salıstırma  $x \equiv 3 \pmod{4}$  salıstırmanıń nátiyjesi sıpatında taslap jiberiliwi múmkin. Tap sonday  $x \equiv 2 \pmod{3}$  salıstırma da alınbaydı.

Solay etip, tómenđegi sistemanı payda etemiz:

$$\begin{cases} x \equiv 3 \pmod{4}, \\ x \equiv 4 \pmod{5}, \\ x \equiv 5 \pmod{6}, \\ x \equiv 0 \pmod{7}. \end{cases}$$

Bul sistemanı sheship,  $x \equiv 119 \pmod{420}$  nı payda etemiz.

**10-mısal.** 9 ǵa bóliniw qásiyetin dálilleń: Tek cifrlarınıń qosındısı 9 ǵa bólingende ǵana berilgen san 9 ǵa bólinedi.

**Dálillew:** Qálegen sandı tómenđegishe jazıwǵa boladı:

$$x = \overline{x_n x_{n-1} \dots x_2 x_1} = x_1 + x_2 10^1 + x_3 10^2 + \dots + x_n 10^{n-1},$$

bunda  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$  ler  $x$  sanınıń onlıq sistemada jazılıwı.  $10 \equiv 1 \pmod{9}$  bolǵanlıqtan  $10^2 \equiv 1 \pmod{9}$  boladı hám qálegen natural  $k$  ushın  $10^k \equiv 1 \pmod{9}$  orınlı boladı. Bunnan salıstırma qásiyetlerinen paydalansaq

$$\begin{aligned} x_1 + x_2 10 + x_3 10^2 + \dots + x_n 10^{n-1} &\equiv \\ &\equiv x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n \equiv \pmod{9}. \end{aligned}$$

dálillendi.

**11-mısal.** 19 ǵa bóliniw qásiyetin dálilleń: Tek eki eselengen birlikler sanınıń onlıqlar sanına qosındısı 19 ǵa eseli bolǵanda ǵana berilgen san 19 ǵa bólinedi.

**Dálillew:** Qálegen  $x$  natural sanı ushın  $x = x_1 + 10x_2$  teńligi orınlı boladı, bunda  $x_1$  sanınıń jazılıwındaǵı birlikler sanı, al  $x_2$  bolsa onlıqlar sanı.

Meyli  $y = x_2 + 2x_1$  bolsın, onda  $10y - x = 19x_1 \equiv 0 \pmod{19}$  boladı, bunnan  $x \equiv 0 \pmod{19}$  tek  $10y \equiv 0 \pmod{19}$  bolǵanda ǵana, yaǵnıy  $y \equiv 0 \pmod{19}$  bolǵanda orınlı boladı. Qásiyet dálillendi.

**Juwmaq.** Ulıwma orta hám orta arnawlı oqıw orınlarında ziyrek oqıwshılar arasında olimpiada sabaqların ótkende salıstırmalar túsiniǵı kiritilip tiyisli maǵlıwmatlar berilse, salıstırmalar járdeminde sanlar teoriyasına baylanıslı tastıyıqlawlardı dálillewde oqıwshılardıǵa qolaylıqlar alıp kelgen bolar edi.

### Ádebiyatlar

1. Ayupov Sh.A., Omarov B.A., Xudoyberdiev A.X., Haydarov F.H. Algebra va sonlar nazariyasi (o'quv qo'llanma). – Toshkent: «Tafakkur bo'stoni», 2019.
2. Nazarov R.N., Toshpo'latov B.T., Dusumbetov A.D. Algebra va sonlar nazariyasi, II – qism. – Toshkent: «O'qituvchi», 1995.
3. Kurosh A.G. Oliy algebra kursi. – Toshkent: «O'qituvchi», 1976.

**MODELING INFORMATION-RECEIVING SYSTEMS AND PROCESSES  
IN THE TAX CONTROL SYSTEM**

**G.B.Jamalova** – senior lecturer  
*Karshi State Technical University*

**МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ И ПРОЦЕССОВ ПОЛУЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ  
В СИСТЕМЕ НАЛОГОВОГО КОНТРОЛЯ**

**Г.Б.Жамалова** – старший преподаватель  
*Каршинский государственный технический университет*

**SOLIQ NAZORATI TIZIMIDA AXBOROT OLISH TIZIMLARI  
VA JARAYONLARINI MODELLASHTIRISH**

**G.B.Jamalova** – katta o'qituvchi  
*Qarshi davlat texnika universiteti*

**Tayanch soʻzlar:** soliq tekshiruvlari, tavakkalchilikka moyillik, axborotni tarqatish, tarmoqdagi Markov jarayonlari, fikrlar dinamikasi.

**Rezyume.** Ushbu maqolada soliq to'lovchilarning tavakkalchilik holati va soliq to'lashdan bo'yin tovlashning yakuniy taqsimlanishiga ta'sirini Markov jarayoni asosida o'rganildi. Tarmoqlarni va ulardagi axborotni tarqatish jarayonini modellashtirish bo'yicha bir qator tajribalar o'tkazildi. Olingan natijalarning qiyosiy tahlili keltirilgan.

**Ключевые слова:** налоговые проверки, склонность к риску, распространение информации, Марковские процессы в сети, динамика мышления.

**Резюме** В данной статье изучается влияние статуса риска налогоплательщика и уклонения от уплаты налогов на окончательное распределение на основе Марковского процесса. Был проведен ряд экспериментов по моделированию сетей и процесса распространения информации в них. Представлен сравнительный анализ полученных результатов.

**Key words:** tax audits, risk-propensity, information dissemination, Markov processes on the network, dynamics of opinions.

**Summary.** This article studies the impact of the taxpayer's risk status and tax evasion on the final distribution based on the Markov process. A number of experiments were conducted to model networks and the process of information dissemination in them. A comparative analysis of the obtained results is presented.

**Introduction.** Currently, it is impossible to underestimate the influence of information on many areas of human activity – the economy, healthcare, business processes, education, etc., including the tax system, which performs fiscal, social, regulatory, incentive and control functions. All participants in the tax system, both tax authorities and taxpayers, strive to use information about each other's behavior to their advantage. In studies [1-4], game-theoretic and probabilistic approaches to tax modeling were used, which strictly mathematically showed the ineffectiveness of a general tax audit. Based on the previously obtained results, as a tax regulation tool, this paper considers a model that includes the process of disseminating information about future tax audits among the taxable population in order to stimulate tax payments. On the one hand, tax revenues play a very important role in many social institutions and increase the efficiency of the distribution and social functions of the tax system [5], on the other hand, individual economic agents prefer to evade taxes by deliberately understating their declared income.

In this paper, an evolutionary model of tax control is constructed and the behavior of agents is analyzed using the Markov process presented in the De Groot

model. A series of experiments were conducted to illustrate possible economic scenarios.

**Static model.** Applying the results of [4,6], consider a population consisting of  $n$  taxpayers. We will consider an individual as a taxpayer and, accordingly, his income tax as a tax. Each agent of such a population can be characterized by the true level  $\xi$  of his income and at the same time declare it as  $\eta$  in the current tax period,  $\eta \leq \xi$ . To simplify further reasoning, let us assume that both variables - true and declared income levels - can take three values:  $L$ ,  $M$  and  $H$ , where  $0 < L < M < H$  (which is a simplified modification of the models [3,10]). Because of this, the population consists of three groups: agents with a high level of true income  $H$  (number of agents in the group  $n_H$ ), agents with an average level  $M$  (number of the group  $n_M$ ) and a group of agents with a low level  $L$  (number of  $n_L$ ):

$$n_L + n_M + n_H = n.$$

Thus, within the framework of the model under study, the following profiles of tax evasion are possible [3,16], formally represented as follows:

$$1) \eta(\xi) = L(H); 2) \eta(\xi) = L(M); 3) \eta(\xi) = M(H).$$

Tax audits of those who declared  $\eta = L$  are carried out by tax authorities with probability  $PL$  during each

tax period; those who declared  $\eta=M$  are checked with probability  $PM$ . There is no need to check those who declared  $\eta = H$ , since they are a priori not evaders. Let us assume that tax audits are absolutely effective, i.e. identify the existing deviation in all cases under consideration. If the audit reveals existing tax evasion, the evader must pay his tax arrears and a fine proportional to the level of evasion, i.e.  $(\theta + \pi)(\xi - \eta)$ , where the constant coefficients  $\theta$  and  $\pi$  are the tax and penalty rates, respectively. The cost of one tax audit is also constant and amounts to  $c$ .

Here are the payoff functions of taxpayers for various ways of their behavior:

$$\begin{aligned} u(L(L)) &= (1 - \theta) \cdot L, \quad u(M(M)) = (1 - \theta) \cdot M, \quad u(H(H)) = (1 - \theta) \cdot H, \\ u(L(H)) &= H - \theta L - P_L(\theta + \pi)(H - L), \quad u(M(H)) = H - \theta M - P_M(\theta + \pi)(H - M), \quad u(L(M)) = M - \theta L - P_L(\theta + \pi)(M - L). \end{aligned}$$

In [2–4], a “threshold” value  $P^*$  of the probabilities of checking  $P_L$  and  $P_M$  was obtained, which, under conditions of agents being informed about their values, are critical for making a decision to evade (“Threshold Rule”). According to this rule, risk-neutral agents can change their decision to evade:

- 1) from  $H$  to  $M$ , if  $P_M = P^*$ ;
- 2) from  $M$  to  $L$ , if  $P_L = P^*$ ;
- 3) from  $H$  to  $L$ , if  $P_L = P^*$  and  $P_M = P^*$  simultaneously, where

$$P^* = \frac{\theta}{\theta + \pi}. \quad (1)$$

However, since the tax authorities' budget is significantly limited, achieving these audit probability values is practically impossible. Thus, tax authorities need to turn to additional means to encourage taxpayers to pay taxes in accordance with the true level of their income. As such a method of stimulation, we will choose the dissemination of information about future audits, which overestimates the real indicators of the share of taxpayers planned for audit. Due to the model's assumption that three levels of taxpayer income are considered, two types of information can be inserted:  $PL \geq P^*$  and  $PM \geq P^*$ .

Each agent of the system strives to increase personal well-being. At the same time, providing the population with social benefits is one of the functions of the tax system [5]. Because of this, the main quantitative characteristic of the effectiveness of taxation is the net income of the tax system, received as the total tax collected from the population, minus the total expenses aimed at ensuring tax control.

Let us determine the net income of the tax system for two different situations. In the first case,  $TTR_1$  is the net income of the tax authorities in the absence of information, when the only non-evading taxpayers are risk-avoiding agents, whose share among the entire population is  $\nu_a$ :

$$\begin{aligned} TTR_1 &= n_L \theta L + \nu_a \theta (n_M M + n_H H) + \\ &+ (1 - \nu_a)(\theta + \pi)(P_L(n_M(M - L) + \\ &+ n_H(H - L)) + P_M n_H(H - M)) - \\ &- n(P_L + P_M)c. \end{aligned} \quad (2)$$

In the second case,  $TTR_2$  is the net income of the tax authorities in a situation where at the initial point in time an information dump was carried out, then the information received about the audits was disseminated by agents when communicating with each other, after which the entire system stabilized after some time (the dissemination of information was completed):

$$\begin{aligned} TTR_2 &= n_L \theta L + \nu_a \theta (n_M M + n_H H) + \\ &+ \nu_{inf}^T \theta (n_M M + n_H H) + \nu_{ev}^T (\theta (n_M + n_H) L + \\ &+ (\theta + \pi)(P_L(n_M(M - L) + \\ &+ n_H(H - L)) + P_M n_H(H - M))) - \\ &- n((P_L + P_M)c + \nu_{inf}^0 c_{inf}). \end{aligned} \quad (3)$$

Here  $\nu_{inf}^T$ ,  $\nu_{ev}^T$  are, respectively, the shares of those who perceived the information and ignored it and continue to evade at the final moment (in the stationary state of the system),  $\nu_{inf}^0$  is the size of information dumping (the share of those informed at the initial time  $\nu_{inf}^0 = \nu_{inf}^0(t_0)$ ),  $c_{inf}$  is the specific the price of such stuffing. At the same time, one of the main assumptions of the model is that stuffing costs the tax authorities significantly less than a tax audit:  $c_{inf} \ll c$ .

**Network model.** Note that the social connections of each taxpayer can be represented in the form of networks with different topologies [9–10]. Each population agent treats the information received depending on his personal risk appetite and the surrounding social environment.

To model the process of disseminating information about checks in the network taxpayers that occurs following an information leak, we consider an algorithm based on a Markov process similar to that described in [10]. Within the framework of this model, we will explore the possibility of injecting two types of information:  $P_L \geq P^*$  and  $P_M \geq P^*$ . Consequently, we get the following options for information impact:

throw in both types of information alternately, thereby stimulating taxpayers not to evade only one of the groups;

throw in both types of information at the same time, incentivizing everyone to pay taxes in accordance with their true level of income.

**An algorithm based on a Markov process on a network.** We will consider the taxable population as a directed network  $G = (N, P)$ , where  $N$  is a set of economic agents (in the current study this is a finite but large set  $N = \{1, \dots, n\}$ ), and  $P$  is a stochastic matrix of connections : its elements depend on the presence of social connections between agents that are not strictly deterministic. In the case when there is a social connection between taxpayers  $i$  and  $j$ , the element of this matrix is strictly positive:  $p_{ij} > 0$  ( $i, j \in N$ );

Moreover, the value of this parameter is close to 1 if the  $i$ -th agent has reason to assume that the  $j$ -th agent has expert knowledge about the probability of verification, and close to 0 otherwise. Matrix  $P$  can have different modifications, which determine the corresponding options for the network structure. These options can be summarized and classified.

Let us assume that at the initial moment of time each taxpayer from  $N$  has some idea  $f_{L_i}^0$  and  $f_{M_i}^0$  aboity threshold for all taxpayers in the population. In accordance with the “threshold ut the values of the audit probabilities  $P_L$  and  $P_M$  respectively. Such parameters characterize the initial (natural or psychological) propensity of the  $i$ - th agent to take risks. Moreover, we will assume that he makes a decision on tax evasion, comparing  $f_{L_i}^0$  and  $f_{M_i}^0$  with the audit probability value (1), which is the sensitivity threshold for all taxpayers in the population. In accordance with the “threshold rule”, one of the formulations of which was presented in [3] and generalized in paragraph 2, we obtain that the  $i$ -th taxpayer evades paying taxes under the conditions  $f_{L_i}^0 < P^*$  and  $f_{M_i}^0 < P^*$ , and if the threshold  $P^*$  is exceeded, he prefers not to take risks.

The interaction of taxpayers leads to an update of their ideas about the likelihood of an audit at each iteration:

$$f_{L_i}^k = \sum_{j=1}^n p_{ij} f_{L_j}^{k-1}, \quad \text{similarly for } f_{M_i}^k$$

The interaction continues indefinitely or until the moment when, for some  $k$ , the conditions are not met for all  $i$

$$f_{L_i}^k \approx f_{L_i}^{k-1} \tag{4}$$

and

$$f_{M_i}^k \approx f_{M_i}^{k-1}. \tag{5}$$

Changes at each iteration of the values of  $f_{L_i}^k$  and  $f_{M_i}^k$  lead to a revision of the risk status by the  $i$ -th agent: the smaller  $f_{L_i}^k$  and  $f_{M_i}^k$ , the higher the risk appetite of a given taxpayer.

In order to carry out information injection about the possible values of the probability of future audits, the tax authorities need to properly in form at least one agent from the population. Moreover, if there is a taxpayer in good standing on the network whose knowledge of the audit probability value may be considered by others to be an expert opinion, tax authorities can use this to increase their influence over the information dissemination process across the network.

The role of such an information center can be performed by any of the taxpayers  $l \in N$ . Let  $S$  be the set of agents for which the condition  $p_{lj} > 0, l \neq j$  is satisfied. Let us assign the parameter  $\alpha_{\mu l}$  to the information center, expressing the degree of its confidence in the value  $f_{\mu l}^0$ , where  $\mu \in \{L, M\}$ .

Then, after implementing the information center, the updated elements of the  $l$ -th row of matrix  $P$  will have the following form:

$$p_{lj} = \begin{cases} \alpha_{\mu l}, & l = j, \\ \frac{1-\alpha_{\mu l}}{|S|}, & j \in S, \\ 0, & j \notin S, l \neq j, \end{cases}$$

where  $\mu$  takes one of the values from the binary set  $\{L, M\}$  depending on what type of information is distributed by this information center.

Using the described model, one can imagine the desire of tax authorities to inflate the perceptions of the taxpayer population about the values of the probabilities of a future audit. In this case, the parameters of the information center are  $f_{\mu l}^0 = 1, \alpha_{\mu l} \approx 1$ .

**Numerical modeling.** The proposed approach to modeling tax control, taking into account the dissemination of incentive information among taxpayers, provides many different scenarios for analysis. For this purpose, within the current framework, numerical experiments were carried out using specially prepared software product, a detailed description of the operation of which is presented in [10].

Cases of information dissemination over a network without information centers, as well as with one and two information centers distributing various types of information about the probability values of  $P_L$  and  $P_M$  checks were considered.

**Experimental parameters.** The numerical experiment is carried out under the assumption that all taxpayers have different risk appetites. Based on the results of a psychological study devoted to the attitude towards risk of various social groups, we will use the following distribution: the share of risk-prone agents among the entire population of taxpayers reaches 18%, the share of risk-neutral agents is 65%, and risk-avoidants are 17%.

In accordance with the model under consideration, we will combine groups of the taxable population, presented by official statistics, into three groups by income level: low, medium and high ( $L, M$  and  $H$ ). Next, for each of these groups, the average income levels  $L, M$  and  $H$  are calculated as the mathematical expectations of uniform distribution and Pareto distribution and the shares of the total population corresponding to these levels (Table 1).

Table 1. Three Modeled Groups and Average Income

Group	Interval, sum. per month	Average income	Population share, %
$L$	Below 17000	$L=8500$	23.1
$M$	17000 - 50000	$M=33500$	56.0
$H$	Over -50000	$H=100000$	20.9

For all experiments carried out, according to the economic meaning inherent in the model, the following parameters were recorded:

the value of the tax rate  $\theta = 12\%$  is equal to the personal income tax rate in the Republic of Uzbekistan;

the value of the penalty rate  $\pi = 12\%$  is equal to the tax rate (thus, if evasion is detected, the tax arrears double);

with parameters  $\theta = 12\%$  and  $\pi = 12\%$ , the threshold value of the audit probability, calculated according to formula (1), is equal to  $P^* = 0.5$ , which is difficult to achieve from the position of the tax authorities' budget;

the actual values of the probabilities of checking those who declared  $L$  and  $M$  are assumed not to exceed  $P_L = 0.1$  and  $P_M = 0.1$ , respectively;

the specific cost of one inspection  $c = 747.3$  thousand soums was assumed to be equal to the minimum wage in Uzbekistan in 2020.

the specific cost of information dumping does not exceed 10% of the specific cost of verification  $c_{inf} = 10\% c = 74.73$  thousand soums within the framework of the assumption that the dissemination of information is significantly cheaper than carrying out a tax audit.

the specific cost of information dumping does not exceed 10% of the specific cost of verification  $c_{inf} = 10\% c = 74.73$  thousand soums within the framework of the assumption that the dissemination of information is significantly cheaper than carrying out a tax audit.

As conditions for stopping the iterative process (4) and (5), the experiment considered the fulfillment of the inequality.

$$\sqrt{\sum_{i=1}^n (f_{L_i}^k - f_{L_i}^{k-1})^2 + \sum_{i=1}^n (f_{M_i}^k - f_{M_i}^{k-1})^2} \leq 10^{-3}.$$

**Experimental results.** To analyze possible scenarios of behavior of taxpayers in response to information disseminated in their population, a number of renewable experiments were carried out to simulate networks of various configurations and the injection of information of various types. In order to take into account the randomness factor, for any network whose structure was represented by a random graph, a series of experiments were carried out. With each new start of the experiment under the same specified initial conditions, a new network in which the process of information dissemination was simulated. This approach allows us to evaluate the repeatability of agent behavior in a network with a specific structure.

**Conclusion.** The constructed model for the dissemination of information about future tax audits among the taxable population and the numerical modeling carried out on its basis demonstrate that for fixed values of the model parameters, the experimental results obtained depend on the following factors. The final distribution of risk statuses of taxpayers and their tax evasions depends significantly, firstly, on the topology of the network, simulating the population of such agents, secondly, on the presence of risk statuses and tax evasions of information centers in the network under consideration, thirdly, on the types disseminated information.

Thus, using the model constructed in the work and the scenario analysis of a random process on the network carried out on its basis, it was revealed that the dissemination of information about future tax audits among taxpayers is one of the tools to improve the quality of government management of tax processes. In the future, the proposed approach can be adapted to existing tax systems, taking into account the peculiarities of legislation and economic practice.

### References

1. Chander P., Wilde L. L. A general characterization of optimal income tax enforcement . // Rev.of Econ. Studies. 1998. Vol. 65. – P. 165-183.
2. Самуэльсон П. Э., Нордхаус В. Д. Экономика / пер. с англ. О.П.Пелявского и др. 18-е изд. – Москва: «Вильямс», 2007. (Samuelson P. A., Nordhaus W. D. Economics.)
3. Gubar E., Kumacheva S., Zhitkova E., Kurnosykh Z., Skovorodina T. Modelling of information spreading in the population of taxpayers: Evolutionary approach. // Contributions to Game Theory and Management. 2017. Vol. 10. – P. 100-128.
4. Yakubov M.S., Jamalova G.B. Methods for adaptive control of objects with variable parameters. “E3S Web of Conferences” [e3s-conferences.org](https://www.e3s-conferences.org) 2021.
5. Жамалова Г.Б. Информационное моделирование с применением искусственных нейронных сетей. // Scientific Journal “ACADEMIC RESEARCH IN EDUCATIONAL SCIENCES”. VOLUME 1 | ISSUE 3 | 2020. ISSN: 2181-1385. Impact Factor (SJIF) 2020: 4.804. [www.ares.uz](http://www.ares.uz) –С. 730-742

## KONUSLIQ KÓPOBRAZLIQTÍN KÓLEMIN KOMPYUTER BAĞDARLAMALARÍNDÁ ESAPLAW USÍLLARÍ HAQQÍNDÁ

**A.B.Qutbaev** – *fizika-matematika ilimleri boyınsha filosofiya doktori*  
*Ajiniyaz atındaǵı Nókis mámleketlik pedagogikalıq instituti*

## О МЕТОДАХ ВЫЧИСЛЕНИЯ ОБЪЁМА КОНИЧЕСКОГО МНОГОГРАННИКА В КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММАХ

**А.Б.Кутбаев** – *доктор философии физико-математических наук*  
*Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза*

## ABOUT THE METHODS OF CALCULATING THE VOLUME OF A CONIC MULTIFACET IN COMPUTER PROGRAMS

**A.B.Kutbayev** – *Doctor of Philosophy in Physics and Mathematics*  
*Nukus State Pedagogical Institute named after Ajiniyaz*

**Tayanch so‘zlar:** giperbolik geometriya, konussimon ko‘pxillik, orbifold, giperbolik hajm, invariant.

**Rezyume.** Mazkur maqolada konussimon ko‘pxillikning hajmini hisoblashning usullari bayon etilgan bo‘lib, bunda SnapPy va Wolfram Mathematica 13.2 kompyuter dasturlarida hisoblash farqlari keltirilgan.

**Ключевые слова:** гиперболическая геометрия, коническое многообразие, орбифорд, гиперболический объем, инвариант.

**Резюме.** В работе представлены методы вычисления объемов конических многообразий для узлов в гиперболической геометрии, также различия между вычислениями в компьютерных программах SnapPy и Wolfram Mathematica 13.2.

**Key words:** hyperbolic geometry, cone-manifold, orbifold, hyperbolic volume, invariant.

**Summary.** In this work, methods for computing volumes of cone manifolds for knots in hyperbolic geometry are presented, along with differences between computations performed in the computer programs SnapPy and Wolfram Mathematica 13.2.

**Kirisiv.** 1975-jılı Robert Rayli úsh ólshemli sferadaǵı ayırım túyinler hám shunjurlardıń tolıqtırwshısında giperbolalıq strukturaǵa mısallar taptı. Olardıń “ájayıp túyinler” dep atalatuǵın jetewi [6] da qarastırılǵan. Jáne bir júdá áhmiyetli bolǵan “segiz figurası” túyini onıń óz aldına [7,8] monografiyalarında úyrenilgen. Keyinirek, 1977-jıldıń báhárinde W. Tyorston úsh ólshemli kópobrazlıqlarda turaqlı teris iymeklikli Riman metrikasınıń bar bolıwı haqqındaǵı teoremasın járiyaladı. Dara jaǵdayda, torlıq hám satellitlik túyinlerden basqa qálegen ápiwayı túyinniń tolıqtırwshısı tolıq giperbolalıq strukturaǵa iye ekeni belgili boldı. Bul fakt bizge túyinler teoriyasın geometriya hám diskret gruppalar teoriyasınıń bir bólegi sıpatında qaraw múmkinshiligin berdi. Payda bolǵan jańa baǵdar zamanagóy matematikada *geometriyalıq túyinler teoriyası* dep te ayıladı. Geometriyalıq túyinler teoriyasında áhmiyetli geometriyalıq invariantlardıń biri bolǵan konuslıq kópobrazlıqtıń kólemin esaplaw máselesi júdá aktualıq mashqalalardıń qatarında turadı. Ásirese bunday kópobrazlıqlardıń giperbolalıq geometriyadaǵı kólemlerin esaplaw boyınsha bir qatar iri ilimiy nátiyjeler alınǵan. Mısalı, bul tarawda ataqlı alım William Tyorstonnıń shákirti Jeffri Wiks 2001-jılı 3 ólshemli kópobrazlıqlarǵa arnalǵan SnapPea [1] programmasın járiyaladı. Keyin ala Mark Kuller, Natan Danfild hám basqalar bul programmanı jetilistirip SnapPy [2] programmasına tiykar saldı. Bul kompyuter programmasında 3 ólshemli giperbolalıq

orbifoldlardıń kólemlerin sanlı esaplawǵa boladı. Biraq, biz matematikler ushın kólemdi esaplaw ushın anıq analitikalıq formulalar tabıw máselesi kúta áhmiyetli. Bul formulalardan paydalanıp, misalı Wolfram Mathematica programmasında sanlı juwıq mánislerdi alıwımızǵa boladı.

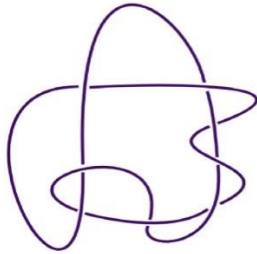
**Ádebiyatlar analizi jáne metodologiya.** Bul jumısta bizler avtor jáne onıń ilimiy basshısı ataqlı rus alımı professor Aleksandr Mednıx tárepinen alınǵan nátiyjeni [3] Wolfram Mathematica 13.2 kompyuter programmasında realizacijalaw hám SnapPy programmasındaǵı sanlı nátiyjeler menen salıstırw máselesin qaraymız. Bunday salıstırwlar nátiyjelerdi tastıyıqlawda xalıqaralıq matematikler tárepinen keńnen qollanıladı.

Turaqlı  $k$  sekciyalı iymeklikli keńisliktegi kesilispeytuǵın úsh ólshemli simpleksleriniń jıynaǵınan, olardıń qırların izometriyalı biriktiriw joli menen alınǵan metrikalıq keńislikke *konuslıq kópobrazlıq* dep aytamız. Sonday-aq, bunday biriktiriwdiń nátiyjesinde payda bolǵan topologiyalıq keńislik (tasıwshı keńislik) kópobrazlıq boladı dep uyǵarıladı.

Bunday kópobrazlıq 2 hám 3 ólshemli kletkalardıń birikpesinde  $k$  ǵa teń bolǵan turaqlı sekciyalıq iymeklikli Riman metrikasına iye boladı.  $k = -1$  bolsa, biz sáykes kópobrazlıqtı giperbolalıq strukturaǵa iye (yamasa jol qoyadı) dep aytamız. Evklid ( $k = 0$ ) hám sferalıq ( $k = 1$ ) strukturalarǵa iye bolǵan konuslıq kópobrazlıqlar da tap usılay anıqlanıadı.

Meyli  $K$  úsh ólshemli  $S^3$  sferadaǵı qanday da bir túyin bolsın. Sáykes konuslıq kópobrazlıqtı  $K(\alpha)$  arqalı belgileyemiz, bul jerde  $\alpha$  – túyinge tuwra keliwshi konuslıq múyesh. Eger  $\alpha = \frac{\pi}{n}, n \in \mathbb{N}$  bolsa, onda  $K(\alpha)$  kópobrazlıq *orbifold* dep aytiladı. SnapPy programmasında giperbolalıq keńislikte modellestiriletuǵın qálegen orbifoldtıń maydanın esaplawǵa boladı. Biraq bizge qálegen  $\alpha$  konuslıq múyesh ushın kólemdi esaplaw múmkinshiligin beriwshi analitikalıq formula tabıw zárúrli. Bul formula arqalı Wolfram Mathematica programmasında esaplaw júrgiziwge boladı.

**Talqılaw.** Anıqlıq ushın Rolfsenniń túyinler kestesinde [4]  $8_1$  tańbası arqalı belgilenetuǵın eki kópirlı túyindi qaraymız [1-súwret]. Bul belgilewdiń sebebi, túyin 8 kesilispege iye jáne 8 kesilispeli túyinler diziminde 1-orında turadı. Ol  $\frac{13}{6}$  qıyalıqlı racionallıq túyin yamasa eki kópirlı túyin boladı.



1-súwret.  $8_1$  túyini.

Endi túyindi úsh ólshemli Evklid keńisliginde qaraymız. Túyinniń jetkilikli kishi dógeregin qaralıp atırǵan keńislikten shıǵarıp taslasaq, onda biz úsh ólshemli kópobrazlıqqa iye bolamız. Túyinge sáykes keliwshi ayrıqshalıqtı konuslıq singulyarlıqqa almastırıp, konuslıq kópobrazlıqtı payda etemiz. Payda bolǵan konuslıq kópobrazlıqtı  $8_1(\alpha)$  arqalı belgileyemiz [3]. Maqalada bul kópobrazlıqtıń  $\alpha$  nıń qanday mánislerinde giperbolalıq bolıwı hám de sáykes kólemni esaplaw ushın analitikalıq formula alındı. Tástıyıqlawdıń keltiremiz.

**Teorema.** Meyli  $8_1(\alpha)$  kópobrazlıq giperbolalıq bolsın, yaǵnıy  $0 < \alpha < \alpha_0 \approx 2.75$ . Onda onıń maydanın tómendegi formula arqalı esaplawǵa boladı:

$$V(8_1(\alpha)) = 2 \int_{A_0}^A f(\xi) d\xi,$$

bul jerde  $A_0 = ctg\alpha_0, A = ctg\alpha$  hám

$$f(\xi) = \begin{cases} \frac{\ln \left| \frac{\xi - i z_2}{\xi + i z_2} \right|}{1 + \xi^2}, & \text{eger } 1.3946 \leq \xi \leq 2.38, \\ \frac{\ln \left| \frac{\xi - i z_4}{\xi + i z_4} \right|}{1 + \xi^2}, & \text{eger } 0.597 \leq \xi \leq 1.3946 \\ & \text{yaki } 2.38 \leq \xi \leq 2.435, \\ \frac{\ln \left| \frac{\xi - i z_6}{\xi + i z_6} \right|}{1 + \xi^2}, & \text{keri jaǵdayda.} \end{cases}$$

Teoremanıń dálilleniwi J. Portidiń eki kópirlı túyinlerdiń turaqlı iyemkikliki úsh ólshemli keńisliklerde modellestiriliwi haqqındaǵı teoreması [5] menen A-polinom dep atalatuǵın túyinlerdiń topologiyalıq invariantınıń qollanıwına tiykarlanǵan.

**Nátiyjeler.** Endi bul kópobrazlıqtıń kólemi esaplawdıń ámeliyatta qalay alıp barılatuǵının kóreyik. Ádep SnapPy programmasınan paydalanıp bir neshe orbifoldtıń maydanın esaplawmız (2-súwret):

```

SnapPy Command Shell
SnapPy File Edit Window Help

Hi. It's SnapPy.
SnapPy is based on the SnapPea kernel, written by Jeff Weeks.
Type "Manifold?" to get started.
**Please upgrade to 3.1 from 3.0.3 via http://snappy.computop.org**

In[1]: M=Manifold("8_1(3,0)")
Out[1]: M.volume()
Out[2]: 1.1343304171

In[3]: M=Manifold("8_1(4,0)")
Out[3]: M.volume()
Out[4]: 2.11140103990

In[5]: M=Manifold("8_1(5,0)")
Out[5]: M.volume()
Out[6]: 2.57280119856

In[7]: M=Manifold("8_1(10,0)")
Out[7]: M.volume()
Out[8]: 3.20751918250
    
```

2-súwret.  $8_1(\alpha)$  orbifoldtıń maydanı.

Súwrette kórinip turǵanıday SnapPy programmasında tek  $\alpha = \frac{2\pi}{n}$  kórinistegi múyeshler ushın ǵana esaplaw imkániyatı bar, yaǵnıy qálegen múyeshi bul kóriniste ańlatıwdıń iláji joq.

Al, endi Wolfram Mathematica 13.2 programmasında esaplaw barısı menen tanısamız (3-súwret). Bul programmada tikkeley teorema keltirilgen formuladan paydalanıp esaplaw júrgiziwge boladı, biraq dáslep ózgeriwshi parametrlerdı kirgizip alıw hám sáykes funkciyalardıń beriliwlerin jazıw gerek.

3-súwret. Wolfram Mathematica 13.2 programmasında kópobrazlıqtıń maydanın esaplaw

Súwretlerdi salıstırıp kórssek, eki programmada da nátiyjeler ústpe-úst túsip tur. Bul bolsa nátiyjelerdiń durılıǵın tástıyıqlaydı. Al, teoremaǵı formula qálegen konuslıq múyesh  $\alpha$  ushın orınlı ekenin kórsetedi.

**Juwmaq.** Solay etip biz giperbolalıq keńisliktegi qanday da bir obyektin, yaǵnıy  $8_1(\alpha)$  konuslıq kópobrazlıqtın kólemin esaplaw máselesi menen tanıstıq. Bul másele ni konuslıq múyeshtin basqa mánislerinde de usıǵan uqsas usıl menen sheshiwge boladı. Anıqlastırıp aytqanda, sáykes konuslıq kópobrazlıqtı sferalıq yamasa Evklid keńisliginde qarastırw múmkin. Biraq, bunda bir qızıq tárepi sonda, Evklid keńisliginde kólemdi esaplaw máselesi

biz oylaǵanımday ańsat júrgizilmeydi. Bul másele boyınsha ele anıq nátiye alınbaǵan bolıp, tiyisli esaplaw jumislari alıp barılmaqta. Ulıwmalastırıp aytqanda, kólem, maydan hám basqa da ólshemlerdi anıqlaw barlıq waqıtta geometriyada, ulıwma, matematikada aktuallıq máselelerdin qatarında jatadı. Al, topologiyada bolsa bul xarakteristikalar áhmiyetli invariantlardan bolıp esaplanadı. Bul baǵdarda elege deyin jıldan-jılǵa jańa nátiyeler alınıp kelinmekte.

#### **Ádebiyatlar**

1. Weeks J., SnapPea: A computer program for creating and studying hyperbolic 3-manifolds, 2001.
2. Culler M., Dunfield N., Goerner M., Jeffrey W. SnapPy, a computer program for studying the geometry and topology of 3-manifolds, Available at <http://snappy.computop.org>
3. Mednykh A.D., Qutbaev A.B. Hyperbolic Volumes of Two Bridge Cone-Manifolds. // The Bulletin of Irkutsk State University. Series Mathematics, 2025, vol. 51. – P. 21-33.
4. Rolfsen D. Knots and Links, AMS, 2003.
5. Porti J. Spherical cone structures on 2-bridge knots and links. // Kobe J. Math., 2004, vol. 21, no. 1-2. – P. 61-70.
6. Riley R. Seven excellent knots. Low-dimensional Topology, 1982, vol. 48. – P. 81-151.
7. Brin M., Jones G., Singerman D. Commentary on Robert Riley's article "A personal account of the discovery of hyperbolic structures on some knot complements". Exp. Math., 2013, vol. 31, no. 2. – P. 99-103.
8. Riley R. A personal account of the discovery of hyperbolic structure on some knot complements. Exp. Math., 2013, vol. 31, no. 2. – P. 104-115.

## PROSTATA SARATONIDA IZOHLANADIGAN, YUQORI ANIQLIKDAGI AI PIPELINE

F.Madolimov – dotsent  
Andijon davlat universitetiИНТЕРПРЕТИРУЕМЫЙ ВЫСОКОТОЧНЫЙ AI-КОНВЕЙЕР  
ПРИ РАКЕ ПРЕДСТАТЕЛЬНОЙ ЖЕЛЕЗЫФ.Мадолимов – доцент  
Андижанский государственный университет

## HIGH-PRECISION AI PIPELINE EXPLAINED IN PROSTATA CANCER

F.Madolimov – Associate Professor  
Andijan State University**Tayanch soʻzlar:** prostata saratoni, mashinaviy oʻrganish, feature engineering, PCA, SHAP, diagnostika.**Rezyume.** Mazkur maqolada prostata saratonini erta aniqlash uchun mashinaviy oʻrganish metodologiyasi asosida chuqur feature engineering jarayoni amalga oshirildi. Maʼlumotlar toʻplami klinik koʻrsatkichlar — PSA darajasi, bemor yoshi, prostata hajmi, Gleason balli va klinik bosqich kabi diagnostik omillardan tashkil topgan boʻlib, ularni qayta ishlash jarayonida ANOVA, Chi-square, PCA, RFE, LASSO va SHAP usullari qoʻllanildi.**Ключевые слова:** рак предстательной железы, машинное обучение, инженерия признаков, PCA, SHAP, диагностика.**Резюме.** В данной работе представлен углублённый процесс feature engineering (инженерии признаков), направленный на раннее выявление рака простаты с использованием методологии машинного обучения. Исходный набор данных включал клинические показатели — уровень PSA, возраст пациента, объём простаты, балл по шкале Глисона и клиническую стадию заболевания. Для их обработки применялись методы ANOVA, Chi-square, PCA, RFE, LASSO и SHAP. Цель исследования заключалась в определении наиболее значимых диагностических признаков, повышающих эффективность модели, и обеспечении её интерпретируемости.**Key words:** prostate cancer, machine learning, feature engineering, PCA, SHAP, diagnostics.**Summary.** This study presents a comprehensive feature engineering process for the early detection of prostate cancer using machine learning methodology. The dataset consisted of key clinical indicators — PSA level, patient age, prostate volume, Gleason score, and clinical stage — which were processed using ANOVA, Chi-square, PCA, RFE, LASSO, and SHAP techniques. The primary objective was to identify the most influential diagnostic features that improve model performance and ensure interpretability.**Kirish.** Prostata saratoni (PS) erkaklar orasida uchraydigan onkologik kasalliklar ichida yuqori uchrashuv chastotasiga ega boʻlib, jahon sogʻliqni saqlash tizimi oldida muhim tashxisiy va davolash muammolarini yuzaga keltirmoqda. Jahon sogʻliqni saqlash tashkiloti (WHO) va Globocan 2023-yilgi statistik maʼlumotlariga koʻra, prostata saratoni erkaklarda oʻpka saratonidan keyin ikkinchi oʻrinda uchraydigan xavfli oʻsma boʻlib, har yili millionlab yangi holatlar qayd etilmoqda. Kasallikning asosiy xavfi uning sekin rivojlanishiga qaramay, dastlabki bosqichlarda klinik belgilar deyarli sezilmasligidir, natijada tashxis kech qoʻyiladi va davolash samaradorligi pasayadi. Shuning uchun erta diagnostika mexanizmlarini takomillashtirish onkourologiya sohasida eng ustuvor vazifalardan biri sifatida qaralmoqda.**Adabiyotlar tahlili va metodologiya.** Ushbu maqola prostata saratonini klinik koʻrsatkichlar asosida erta aniqlash uchun mashinaviy oʻrganish yondashuvlari, xususan Feature Engineering texnikalarining diagnostik samaradorligini oʻrganishga qaratildi. Boʻlimda maʼlumotlar toʻplami,

ularni dastlabki qayta ishlash jarayonlari, belgilarni tanlash va oʻlchamni qisqartirish usullari, modellarni oʻqitish jarayoni hamda baholash mezonlari bosqichma-bosqich bayon qilinadi.

Maʼlumotlar toʻplami (Dataset) [3].

Maqolada ishlatilgan klinik maʼlumotlar quyidagi diagnostik koʻrsatkichlardan tashkil topgan:

Belgilar (Feature)	Taʼrifi	Tip
Age	Bemor yoshi	Raqamli
PSA (Prostate Specific Antigen)	Qondagi PSA kontsentratsiyasi	Raqamli
Prostate Volume	Prostata bezining hajmi (TRUS bilan oʻlchangan)	Raqamli
Gleason Score	Oʻsma hujayralarining tajovuzkorligini baholovchi koʻrsatkich	Kategorik
Clinical Stage (T1–T4)	Saron bosqichi	Kategorik
Diagnosis (Target)	Saron / Sogʻlom holat	Binary

Bu atributlar klinik amaliyotda eng ko'p qo'llaniladigan diagnostik markerlar bo'lib, ular asosida mashinaviy o'rganish modeli prostata saratonini aniqlashga o'rgatiladi.

Ma'lumotlarni dastlabki qayta ishlash (Preprocessing)

Ma'lumotlar real klinik tizimlardan yig'ilgani sababli, ularning tarkibida nomukammalliklar — **bo'sh qiymatlar, chiqishlar (outliers), shovqin, notekis taqsimot** mavjud bo'lishi tabiiydir. Shuning uchun quyidagi preprocessing bosqichlari amalga oshirildi:

1. **Bo'sh qiymatlar** median qiymat bilan to'ldirildi.

2. **Outlier** qiymatlar IQR (Interquartile Range) usuli orqali filtrlash yoki Winsorizing bilan silliqlandi.

3. **Normalizatsiya** raqamli belgilar uchun Min-Max scaler orqali bajarildi:

4. **Kategorik belgilarga** One-Hot Encoding qo'llanildi.

$$\hat{X} = \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}$$

Bunday yondashuv belgilar o'rtasidagi sun'iy og'ishlarni kamaytiradi va barcha atributlarning modelga teng ta'sirini ta'minlaydi.

Feature Engineering jarayoni

Feature Engineering — ushbu maqolaning asosiy metodologik yadrosi bo'lib, u uchta asosiy yo'nalishda amalga oshirildi:

Yondashuv	Maqsad
<b>Feature Selection (Tanlash)</b>	Diagnostik ahamiyati yuqori bo'lgan belgilarni aniqlash
<b>Feature Extraction (Alohida xususiyat ajratish)</b>	Murakkab bog'liqliklarni kompakt o'lchamda ifodalash
<b>Feature Interpretation (Izohlanish)</b>	Model qarorlarini klinik talqin qilish

Qo'llangan usullar:

• **ANOVA (Analysis of Variance):**

Belgilarning target bilan bo'lgan farqlanish darajasini statistik baholadi.

• **Chi-square testi:**

Kategorik atributlar diagnostik natijaga ta'sirini o'lchashda qo'llandi.

• **RFE (Recursive Feature Elimination):**

Eng kam ahamiyatli belgilarni iterativ ravishda chiqarib tashlab, optimal feature to'plamini aniqladi.

• **LASSO (L1-regularizatsiya):**

Keraksiz belgilarni penalizatsiya orqali nol ko'effitsiyentga keltirdi.

• **PCA (Principal Component Analysis):**

O'lchamni qisqartirish uchun ishlatildi. Variansga asoslangan quyidagi matematik model bo'yicha ishlaydi:

$Z = XW$  bu yerda

(X) — normalizatsiya qilingan ma'lumotlar matritsasi,

(W) — kovariatsiya matritsasi asosida olingan egenvektorlar.

Model	Tavsif
<b>Logistic Regression</b>	Bazaviy chiziqli model
<b>SVM (RBF kernel)</b>	Chiziqli bo'lmagan bo'linishni aniqlash
<b>Random Forest</b>	Ansambl qaror daraxtlari
<b>XGBoost</b>	Keng tarqalgan gradient boosting modeli

Har bir model 80/20 nisbatda **train-test split** orqali baholandi. Model optimallashtirish uchun **Grid Search** yordamida gipertunerlash amalga oshirildi.

Baholash mezonlari (Metrics)

**Natijalar.** Ushbu bo'limda turli Feature Engineering usullaridan so'ng olingan diagnostik natijalar, korrelyatsiya tahlillari, o'lchamni qisqartirish jarayonlari, belgilarning ahamiyati va mashinaviy o'rganish modellarining yakuniy samaradorligi yoritiladi. Natijalar ilmiy jihatdan mustaqil talqin qilingan holda, tibbiy va matematik nuqtai nazardan izohlanadi [9].

Korrelyatsiya tahlili (Correlation Analysis)

Dastlab barcha raqamli belgilarning Diagnosis (Target) bilan o'zaro bog'liqligi Pearson ko'effitsienti yordamida o'lchandi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, **PSA, Gleason Score** va **Age** diagnostik natijaga eng kuchli ta'sir ko'rsatadigan klinik atributlar sifatida ajralib chiqdi. Prostata hajmi va klinik bosqich esa nisbatan pastroq bog'liqlikka ega bo'ldi, biroq ular model uchun to'liq ahamiyatsiz deb topilmadi.

PCA o'lchamni qisqartirish jarayonida ma'lumotlarning **91% umumiy dispersiya hissasi** birinchi ikkita asosiy komponent orqali ifodalanganini ko'rsatdi. Bu shuni anglatadiki, klinik belgilar ichida yashirin struktura mavjud va u diagnostik bashorat uchun yaxshi ajraluvchi fazoni ta'minlaydi.

O'rin	Feature	O'rtacha ahamiyat (kombinatsiyalashgan usullar bo'yicha)
1	PSA	Eng yuqori
2	Gleason Score	Yuqori
3	Age	O'rtacha yuqori
4	Prostate Volume	Pastroq
5	Clinical Stage	Eng past

Yakuniy interpretatsiya esa **SHAP** orqali amalga oshirildi.

**Figure 3. [SHAP summary plot shu yerda joylashadi]**

*Izoh:* PSA ko'rsatkichining oshishi saraton ehtimolini eng ko'p oshiruvchi omil sifatida qayd

etildi. SHAP natijasi — model qarorlarini klinik talqin qilish imkonini bergani uchun shifokorlar uchun qulay izohlash vositasidir [8].

Modellar samaradorligini taqqoslash

To'rtta mashinaviy o'rganish modeli o'qitildi va test to'plamida baholandi:

Model	Accuracy	F1-score	ROC AUC
Logistic Regression	0.84	0.82	0.86
SVM (RBF)	0.86	0.85	0.88
Random Forest	0.89	0.88	0.91
<b>XGBoost</b>	<b>0.92</b>	<b>0.91</b>	<b>0.94</b>

Natija shuni ko'rsatadiki, **XGBoost modeli eng yuqori diagnostik aniqlikka erishdi**, ayniqsa ROC AUC qiymatining yuqoriligi modelning sog'lom va kasallangan bemorlarni yaxshi ajrata olishini isbotlaydi.

Confusion Matrix tahlili

**Figure 4. [Confusion Matrix shu yerda joylashadi]**

Ushbu maqola prostata saratonini erta aniqlashda klinik ko'rsatkichlarga asoslangan mashinaviy o'rganish yondashuvlarining samaradorligini keng qamrovda o'rgandi va Feature Engineering jarayonining model natijalariga ta'siri ilmiy hamda amaliy jihatdan chuqur tahlil qilindi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, PSA darajasi, Gleason balli va bemor yoshi prostata saratoni ehtimolini prognoz qilishda eng muhim klinik belgilar hisoblanadi. Bu esa klinik ko'rsatkichlar to'plamining diagnostik qiymati yuqori ekanini tasdiqlaydi. Maqolada qo'llangan ANOVA, Chi-square, LASSO, RFE va PCA kabi Feature Engineering usullari natijasida keraksiz va diagnostik ahamiyati past bo'lgan belgilarni samarali tarzda chiqarib tashlash, ma'lumotlar fazosini ixchamlashtirish va eng informativ xususiyatlarni ajratib olishga erishildi. Natijada, mashinaviy

o'rganish modellarining samaradorligi ortdi va model barqarorligi yaxshilandi.

Taqqosiy tahlil natijalariga ko'ra, ansamblga asoslangan **XGBoost** modeli eng yuqori natijalarni ko'rsatdi — **AUC = 0.94**, bu esa Logistic Regression, SVM va Random Forest kabi klassik modellar ko'rsatkichlaridan ustun bo'ldi. Ushbu natijalar Qu va hamkorlarining (2023) [2] maqolalariga hamohang bo'lib, ular ham gradient boosting yondashuvlari klinik ma'lumotlar kabi murakkab va korrelyatsiyalashgan datasetlar uchun eng samarali ekanini ta'kidlashgan. Shuningdek, ushbu maqola shuni ko'rsatadiki, diagnostika modelining samaradorligini oshirishda faqat algoritmni emas, balki **xususiyat muhandisligi (feature engineering)** bosqichini takomillashtirish ham hal qiluvchi ahamiyatga ega. Bu xulosa Chen va hamkorlari (2023) [3] tomonidan PSA asosidagi modellarda qayd etilgan natijalar bilan mos keladi.

**Xulosa.** Klinik ko'rsatkichlar asosida saraton tashxislash uchun kuchli diagnostik model yaratish mumkinligi isbotlandi;

- Feature Engineering — diagnostika natijalarini sezilarli darajada yaxshilovchi hal qiluvchi bosqich ekanligi tasdiqlandi;

- SHAP kabi izohlanuvchan AI yondashuvlari klinik amaliyot uchun zarur ekanligi ko'rsatildi;

- XGBoost modeli hozircha klinik ko'rsatkichlar asosidagi eng istiqbolli klassifikator sifatida tavsiya etildi [6].

Umuman olganda, ushbu maqola klinik diagnostikada sun'iy intellektdan foydalanish sifati va ishonchliligini oshirish bo'yicha muhim metodologik asos yaratadi. Kelgusida, bunday yondashuvlarni yanada kengroq datasetlar, tasviriy ma'lumotlar va genomik profiling bilan birlashtirish orqali diagnostika aniqligini yanada oshirish mumkin. Klinik qaror qo'llab-quvvatlash tizimlari uchun esa bu maqola amaliy platforma vazifasini o'tay oladi.

#### Adabiyotlar

1. Wong M.C.S., Goggins W., Wang H.H. Global epidemiological trends of prostate cancer. // *Cancer*. 2022. Vol. 128(10). – P. 2104-2118.
2. Qu Y., Lu X., Yin P. Prostate cancer detection via explainable machine learning. // *Computers in Biology and Medicine*. 2023. Vol. 165. – P. 107-121.
3. Chen R., Liu Y., Qi J. PSA-based early diagnosis of prostate cancer using ML models. // *BMC Urology*. 2023. Vol. 23(18). – P. 1-10.
4. Алексеев Б.Я., Каприн А.Д. Рак предстательной железы: диагностика и лечение. – Москва: «Медицина», 2021.
5. Гладышев М.Ю., Лопатин В.Н. Применение машинного обучения в онкоурологии. // *Онкоурология*. 2022. Т. 18(3). – С. 41-48.
6. Трухин Д.А. Анализ факторов риска рака простаты на основе PSA и клинических данных. // *Вестник Урологии*. 2023. №2. – С. 55-62.

**ПРИМЕНЕНИЕ ЧИСЛЕННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО МЕТОДА К КРАЕВЫМ ЗАДАЧАМ  
ДЛЯ ИНТЕГРО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ТИПА ВОЛЬТЕРРА  
С НЕЛИНЕЙНЫМИ КРАЕВЫМИ УСЛОВИЯМИ**

**О.Д.Нуржанов** – кандидат физико-математических наук, доцент  
Каракалпакский государственный университет имени Бердаха

**Б.О.Нуржанов** – доктор философии по физико-математическим наукам, старший научный сотрудник  
Институт математики имени В.И.Романовского АН РУз

**НОЧИЗИҚЛИ ЧЕГАРАВИЙ ШАРТЛАРГА ЭГА ВОЛЬТЕРРА ТИПИДАГИ  
ИНТЕГРО-ДИФФЕРЕНЦИАЛ ТЕНГЛАМАЛАР УЧУН ЧЕГАРАВИЙ МАСАЛАЛАРГА  
СОНЛИ-АНАЛИТИК УСУЛНИНГ ҚЎЛЛАНИЛИШИ**

**О.Д.Нуржанов** – физика-математика фанлари номзоди, доцент  
Бердақ номидаги Қорақалпоқ давлат университети

**Б.О.Нуржанов** – физика-математика фанлари бўйича философия доктори, катта илмий ходим  
В.И.Романовский номидаги Математика институти, Ўзбекистон ФА

**APPLICATION OF A NUMERICAL-ANALYTIC METHOD TO BOUNDARY VALUE PROBLEMS  
FOR INTEGRO-DIFFERENTIAL EQUATIONS OF VOLTERRA  
TYPE WITH NONLINEAR BOUNDARY CONDITIONS**

**O.D.Nurzhanov** – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor  
Karakalpak State University named after Berdakh

**B.O.Nurzhanov** – Doctor of Philosophy in Physics and Mathematics, Senior Researcher  
V.I.Romanovsky Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan

**Таянч сўзлар:** чегаравий масала, сонли-аналитик усул, Вольтерра типигаги интегро-дифференциал тенгламалар, ночизикли чегаравий шарт.

**Резюме.** Ушбу ишда кетма-кет яқинлашишларнинг сонли-аналитик усулидан фойдаланган ҳолда, ночизикли чегаравий шартларга эга Вольтерра типигаги интегро-дифференциал тенгламалар системалари учун чегаравий масала ўрганилади.

**Ключевые слова:** краевая задача, численно-аналитический метод, интегро-дифференциальные уравнения типа Вольтерра, нелинейное краевое условие.

**Резюме.** В данной работе при помощи численно-аналитического метода последовательных приближений исследуется краевая задача для систем интегро-дифференциальных уравнений типа Вольтерра с нелинейными краевыми условиями.

**Key words:** boundary-value problem, numerical-analytic method, Volterra-type integro-differential equations, nonlinear boundary condition.

**Summary.** In this work, a boundary-value problem for systems of Volterra-type integro-differential equations with nonlinear boundary conditions is investigated using the numerical-analytic method of successive approximations.

Численно-аналитический метод последовательных приближений [1-4] зарекомендовал себя как эффективный инструмент для изучения краевых задач обыкновенных дифференциальных уравнений. Многие исследования, такие как работы [5-7], посвящены адаптации и применению этого метода к различным классам краевых задач для интегро-дифференциальных уравнений.

В настоящей работе данный подход используется для исследования решений нелинейной краевой задачи для систем интегро-дифференциальных уравнений типа Вольтерра с нелинейными граничными условиями.

Рассмотрим систему интегро-дифференциальных уравнений типа Вольтерра вида

$$\frac{dy}{dt} = f \left( t, y, \int_0^t \varphi(t, s, y(s)) ds \right), \quad t \in [0, T] \quad (1)$$

при двухточечных нелинейных краевых условиях

$$g(y(0), y(T)) = 0, \quad (2)$$

где  $f: [0, T] \times G \times G_1 \rightarrow R^n$ ,  $\varphi: [0, T] \times [0, T] \times G \rightarrow R^n$ ,  $g: G \times G \rightarrow R^n$ ,  $G \subset R^n$ ,  $G_1: \|z\| \leq Th_\varphi$  - шар пространства  $R^n$ ,  $h_\varphi = \max_{(t,s) \in [0,T] \times [0,T], y \in G} \|\varphi(t, s, y)\|$ .

Предположим, что правая часть системы уравнений (1) и левая часть краевого условия (2) удовлетворяют следующим условиям:

1) вектор-функции  $f(t, y, z)$  и  $\varphi(t, s, x)$  определены и непрерывны в области

$$(t, s, x, z) \in [0, T] \times [0, T] \times G \times G_1,$$

при этом они ограничены и удовлетворяют условию Липшица для всех  $(t, y, z)$ ,

$$\begin{aligned} (t, \bar{y}, \bar{z}) &\in [0, T] \times G \times G_1, & (t, s, y), \\ (t, s, \bar{y}) &\in [0, T] \times [0, T] \times G: \\ &|f(t, y, z)| \leq M, \\ &|f(t, y, z) - f(t, \bar{y}, \bar{z})| \leq K_1 |y - \bar{y}| + K_2 |z - \bar{z}|, & (3) \\ &|\varphi(t, s, y) - \varphi(t, s, \bar{y})| \leq K_3 |y - \bar{y}|, \end{aligned}$$

где  $M = (M_1, M_2, \dots, M_n)$  -  $n$ -мерный постоянный вектор с положительными компонентами  $M_i > 0, i = 1, 2, \dots, n$ ;  $K_l = \{k_{ij} \geq 0\}, l = 1, 2, 3$ ;  $i, j = 1, 2, \dots, n$  - постоянные матрицы с неотрицательными элементами  $k_{ij}$ ; здесь  $|f| = (|f_1|, |f_2|, \dots, |f_n|)$ .

2) функция  $g(u, v)$  определена и непрерывна в области  $(u, v) \in \Omega = G \times G$ .

Пусть  $A$  и  $B$  - постоянные матрицы, определитель матрицы  $B$  отличен от нуля ( $\det B \neq 0$ ). Тогда с помощью этих матриц краевая задача (1), (2) записывается в виде

$$\frac{dy}{dt} = f\left(t, y(t), \int_0^t \varphi(t, s, y(s)) ds\right), \quad (4)$$

$$Ay(0) + By(T) = \Phi(y(0), y(T)), \quad (5)$$

где функция  $\Phi(u, v)$  задается как

$$\Phi(u, v) = Au + Bv + g(u, v).$$

Для дальнейшего исследования краевой задачи (4), (5) можно воспользоваться общей заменой переменных, предложенной в работах [1, 2]. Однако, следуя подходу из работы [4], сделаем более простую замену

$$y(t) = x(t) + w, \quad (6)$$

где  $w \in \Omega \subset R^n$  - некоторый (неизвестный) параметр. Область  $\Omega$  выбирается так, чтобы выполнялось условие  $D + \Omega \subset G$ , где  $D$  - замкнутая ограниченная подобласть в  $G$ . Тогда новая переменная  $x(t)$  должна иметь область значений в  $D$ .

Замена (6) приводит систему (4), (5) к следующему виду:

$$\frac{dx(t)}{dt} = f\left(t, x(t) + w, \int_0^t \varphi(t, s, x(s) + w) ds\right), \quad (7)$$

$$Ax(0) + Bx(T) = \Phi(x(0) + w, x(T) + w) - (A + B)w, \quad (8)$$

где задача (7), (8) рассматривается в области  $(t, x, z) \in [0, T] \times D \times G_1$ . Параметр  $w$  естественно определить из дополнительного уравнения

$$\Phi(x(0) + w, x(T) + w) - (A + B)w = 0$$

или, что эквивалентно,

$$Ax(0) + Bx(T) + g(x(0) + w, x(T) + w) = 0. \quad (9)$$

Таким образом, исходная нелинейная краевая задача (1), (2) является эквивалентной системе (7), (8), (9).

Систему (7), (8), (9) можно рассматривать как совокупность задач

$$\frac{dx(t)}{dt} = f\left(t, x(t) + w, \int_0^t \varphi(t, s, x(s) + w) ds\right), \quad (10)$$

$$Ax(0) + Bx(T) = 0, \quad (11)$$

параметризованных по  $w$ , принадлежащим некоторому (неизвестному) множеству.

Итак, исследование исходной краевой задачи с нелинейными граничными условиями (2) сводится к исследованию краевой задачи (10), (11) с линейными граничными условиями (11). Это позволяет применить для её изучения численно-аналитический метод [2, 5].

Предположим, что выполняются следующие условия:

а) множество

$$D_\beta := \{x \in R^n \mid B(x, \beta(x)) \subset D\} \quad (12)$$

не пусто, где

$$\beta(x) := \frac{T}{2} M + |(B^{-1}A + E)x_0|;$$

б) наибольшее собственное значение  $\lambda_{\max}(Q)$

матрицы  $Q = \frac{T}{3} \left( K_1 + \frac{9}{8} TK_2 K_3 \right)$  удовлетворяет неравенству:

$$\lambda_{\max}(Q) < 1. \quad (13)$$

При этих предположениях, согласно численно-аналитическому методу, решение краевой задачи (10), (11) ищется как предел равномерно сходящихся последовательности функций  $x_m(t, x_0, w)$ , зависящих от параметров  $x_0$  и  $w$ :

$$\begin{aligned} x_m(t, x_0, w) &= x_0 + \\ &+ \int_0^t f\left(\tau, x_{m-1}(\tau, x_0, w) + w, \int_0^\tau \varphi(\tau, s, x_{m-1}(s, x_0, w) + w) ds\right) - \\ &- \frac{1}{T} \int_0^T f\left(\tau, x_{m-1}(\tau, x_0, w) + w, \int_0^\tau \varphi(\tau, s, x_{m-1}(s, x_0, w) + w) ds\right) d\tau - \\ &- \frac{t}{T} (B^{-1}A + E)x_0, \quad m = 1, 2, \dots, \\ x_0(t, x_0, w) &= x_0, \end{aligned} \quad (14)$$

где  $E$  -  $(n \times n)$ -мерная единичная матрица.

Все члены последовательности (14) удовлетворяют краевым условиям (11) для всех  $x_0 \in D_\beta$  и  $w \in \Omega$ . Более того,  $x_m(0, x_0, w) = x_0$  для всех  $m \in \mathbb{N}$ .

В силу условия (11) решение  $x(t)$  уравнений (10), (11) удовлетворяет условию

$$x(T) = -B^{-1}Ax(0),$$

и, следовательно, уравнение (9) можно переписать в виде

$$g(x(0) + w, -B^{-1}Ax(0) + w) = 0. \quad (15)$$

Таким образом, задача (9), (10), (11) оказывается эквивалентной системе (10), (11), (15). Предлага-

гається решать её поэтапно: сначала найти решение для (10), (11), а затем попытаться выяснить, выполняется ли (15).

Имеет место следующее утверждение.

**Теорема 1.** Предположим, что выполнены условия (3), (12), (13). Тогда

1) последовательность (14) имеет предел  $x^*(t, x_0, w)$ , равномерный по  $(t, x_0) \in [0, T] \times D_\beta$ ;

2) функция  $x^*(t, x_0, w)$  является решением «возмущенной» краевой задачи:

$$\frac{dx(t)}{dt} = f\left(t, x(t) + w, \int_0^t \varphi(\tau, s, x(s) + w) ds\right) + \Delta(x_0, w),$$

$$Ax(0) + Bx(T) = 0,$$

где возмущение  $\Delta(x_0, w)$  определяется как:

$$\Delta(x_0, w) = -\frac{1}{T}(B^{-1}A + E)x_0 - \frac{1}{T} \int_0^T f\left(\tau, x^*(\tau, x_0, w) + w, \int_0^\tau \varphi(\tau, s, x^*(s, x_0, w) + w) ds\right) d\tau, \quad (16)$$

$$\left(\tau, x^*(\tau, x_0, w) + w, \int_0^\tau \varphi(\tau, s, x^*(s, x_0, w) + w) ds\right) d\tau,$$

кроме того,  $x^*(0, x_0, w) = x_0$ .

3) справедлива оценка погрешностей:

$$|x^*(t, x_0, w) - x_m(t, x_0, w)| \leq \alpha_1(t)W(x_0, w),$$

где

$$\alpha_1(t) = 2t\left(1 - \frac{t}{T}\right),$$

$$W(x_0, w) = Q^m(E - Q)^{-1}M + Q^{m-1}(E - Q)^{-1}Q_1\beta(x_0),$$

$$Q_1 = K_1 + \frac{3T}{4}K_2K_3.$$

Доказательство проводится аналогично доказательству теоремы 1 из [5].

Поскольку система (10) эквивалентна системе интегральных уравнений

$$x(t) = x_0 + \int_0^t f\left(\tau, x(\tau) + w, \int_0^\tau \varphi(\tau, s, x(s) + w) ds\right) d\tau,$$

то задача решения краевой задачи (10), (11)

сводится к нахождению такого значения  $x_0$ , при котором вектор-функция  $\Delta(x_0, w)$ , заданная соотношением (16), становится равной нулю.

Таким образом, справедливы следующие утверждения.

**Теорема 2.** Пусть выполнены условия теоремы 1. Тогда функция  $x^*(t, x_0^*, w)$  является решением краевой задачи (10), (11) тогда и только тогда, когда  $x_0 = x_0^*$  удовлетворяет определяющему уравнению

$$\left[B^{-1}A + E\right]x_0 + \int_0^T f\left(\tau, x^*(\tau, x_0, w) + w, \int_0^\tau \varphi(\tau, s, x^*(s, x_0, w) + w) ds\right) d\tau = 0,$$

где  $w$  рассматривается как параметр.

**Теорема 3.** Пусть выполнены условия теоремы 1. Тогда для того, чтобы функция  $x^*(t, x_0^*, w^*) + w^*$  была решением краевой задачи (1), (2), достаточно, чтобы параметры  $x_0 = x_0^*$  и  $w = w^*$  удовлетворяли системе определяющих уравнений:

$$\left[B^{-1}A + E\right]x_0 + \int_0^T f\left(\tau, x^*(\tau, x_0, w), \int_0^\tau \varphi(\tau, s, x^*(s, x_0, w)) ds\right) d\tau = 0, \quad (17)$$

$$\left(\tau, x^*(\tau, x_0, w), \int_0^\tau \varphi(\tau, s, x^*(s, x_0, w)) ds\right) d\tau = 0,$$

$$g(x_0 + w, -B^{-1}Ax_0 + w) = 0. \quad (18)$$

При этом функция

$$y^*(t) = x^*(t, x_0^*, w^*) + w^*$$

является решением краевой задачи (1), (2).

**Доказательство.** Из вида подстановки (6) следует, что уравнения (17) и (18) справедливы, если преобразованная краевая задача (10), (11), (15) эквивалентна исходной краевой задаче (1), (2).

### Литература

1. Самойленко А.М., Ронто Н.И. Численно-аналитические методы в теории краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. – Киев: «Наукова думка», 1992.
2. Самойленко А.М., Ле Лионг Тай. Об одном методе исследования краевых задач с нелинейными граничными условиями. // Укр. мат. журн., 42(7), 1990. – С. 951-957.
3. Ronto M., Samoilenko A. M. Numerical-analytic methods in the theory of boundary-value problems, River Edge, NJ: World Scientific Publishing Co. Inc., 2000.
4. Ronto A., Ronto M. On the investigation of some boundary value problems with non-linear conditions. // Miskolc Mathematical Notes, 1(1), 2000. – P. 43-55.
5. Нуржанов О.Д., Курбанбаев О.О., Баймуратова К.А. Численно-аналитический метод исследования краевых задач для интегро-дифференциальных уравнений типа Вольтерра. // Вестник Каракалпакского государственного университета им. Бердаха, №1-2, 2011. – С. 10 - 16.
6. Nurzhanov O.D. Application of a modification of the numerical-analytic method to the multipoint boundary-value problem for Volterra-type integrodifferential equations. Journal of Mathematical Sciences, 258, 2021. – P. 655-669.
7. Нуржанов Б.О., Омаров Т. О приближенном решении краевой задачи для интегро-дифференциальных уравнений Фредгольма с функциональными краевыми условиями. // Наука и общество, №3, 2020. – С. 13-5.

**ПЕРИОДИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ СИСТЕМ ИНТЕГРО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ  
УРАВНЕНИЙ ТИПА ФРЕДГОЛЬМА**

**А.О.Нуржанова** – стажёр-преподаватель

*Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза*

**ФРЕДГОЛЬМ ТИПИДАГИ ИНТЕГРО-ДИФФЕРЕНЦИАЛ ТЕНГЛАМАЛАР  
СИСТЕМАЛАРИНИНГ ДАВРИЙ ЕЧИМЛАРИ**

**А.О.Нуржанова** – стажёр-ўқитувчи

*Ажиниёз номидаги Нукус давлат педагогика институти*

**PERIODIC SOLUTIONS OF SYSTEMS OF INTEGRO-DIFFERENTIAL EQUATIONS  
OF FREDHOLM TYPE**

**A.O.Nurzhanova** – trainee teacher

*Nukus State Pedagogical Institute named after Ajiniyaz*

**Таянч сўзлар:** даврий ечим, проекцион-итератив усул, Фредгольм типигаги интегро-дифференциал тенгламалар.

**Резюме.** Ушбу мақолада Фредгольм типигаги интегро-дифференциал тенгламаларнинг даврий ечимларини топиш учун проекцион-итератив усул татбиқ этилди.

**Ключевые слова:** периодическое решение, проекционно-итеративный метод, интегро-дифференциальные уравнения типа Фредгольма.

**Резюме.** В данной работе проекционно-итеративный метод применён к отысканию периодических решений интегро-дифференциальных уравнений типа Фредгольма.

**Key words:** periodic solution, projection-iterative method, Fredholm-type integro-differential equations.

**Summary.** In this work, the projection-iterative method is applied to finding periodic solutions of Fredholm-type integro-differential equations.

**Введение.** Проекционно-итеративные методы получили широкое применение при исследовании и построении решений различных классов дифференциальных и интегро-дифференциальных уравнений [1-3 и др.].

В данной работе при помощи проекционно-итеративного метода, сочетающего идеи метода Галеркина [5] и численно-аналитического метода Самойленко [4], изучаются периодические решения нелинейных периодических систем интегро-дифференциальных уравнений типа Фредгольма вида

$$\frac{dx}{dt} = f \left( t, x, \int_0^T \varphi(t, s, x(s)) ds \right), \quad (1)$$

где  $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$  -  $n$ -мерный вектор;  $f(t, x, y) = (f_1, f_2, \dots, f_n)$ ,  $\varphi(t, s, x) = (\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n)$  -  $n$ -мерные вектор-функции,  $T > 0$  - некоторое заданное число; функции  $f(t, x, y)$  и  $\varphi(t, s, x)$  предполагаются периодическими, соответственно, по  $t$  и  $(t, s)$  с периодом  $2\pi$ , определенными и непрерывными в области

$$(t, s) \in R = (-\infty, \infty), x \in D, y \in D_1 \quad (2)$$

где  $D$  и  $D_1$  - ограниченные замкнутые области пространства  $E_n$ .

**Необходимые обозначения и утверждения.**

Обозначим через  $\tilde{C}$  пространство  $2\pi$ -периодических непрерывных  $n$ -мерных вектор-

ных функций  $u(t)$  с нормой  $\|u(t)\|_0 = \max_t \|u(t)\|$ , где  $\|u(t)\|$  - евклидова норма.

Пусть

$$\tilde{C}_D = u(t) \in \tilde{C} : u(t) \in D, t \in [0, 2\pi] .$$

Всякой функции  $u(t) \in \tilde{C}$  можно сопоставить в соответствие ряд Фурье

$$u(t) = a_0 + \sum_{k=1}^{\infty} (a_k \cos kt + b_k \sin kt). \quad (3)$$

Обозначим через  $P_0 u(t)$  нулевой член этого ряда:

$$P_0 u(t) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} u(t) dt.$$

Для любого целого числа  $m \geq 1$  положим

$$P_m u(t) = \sum_{k=1}^m a_k \cos kt + b_k \sin kt ,$$

$$\bar{P}_m u(t) = a_0 + P_m u(t).$$

В дальнейшем мы используем следующую лемму.

**Лемма** [5]. Для функции  $u(t) \in \tilde{C}$  имеет место следующие оценки:

$$\left\| \int_0^t I - \bar{P}_m u(s) ds \right\| \leq 2\sqrt{2}\sigma(m)\|u(t)\|, \quad (4)$$

$$\left\| \int_0^t P_m u(s) ds \right\| \leq \pi \|u(t)\|, \quad (5)$$

где

$$\sigma(m) = \begin{cases} \frac{\pi^2}{8} & \text{при } m = 0 \\ [(m+1)^{-2} + (m+2)^{-2} + \dots] & \text{при } m = 1, 2, \dots \end{cases}$$

**Основная часть.** Предположим, что векторные функции  $f(t, x, y)$  и  $\varphi(t, s, x)$  в области (2) удовлетворяют следующим условиям:

$$\|f(t, x, y)\| \leq M, \quad (6)$$

$$\|f(t, \bar{x}, \bar{y}) - f(t, \bar{x}, \bar{y})\| \leq K_1 \|\bar{x} - \bar{x}\| + K_2 \|\bar{y} - \bar{y}\|, \quad (7)$$

$$\|\varphi(t, s, \bar{x}) - \varphi(t, s, \bar{x})\| \leq K_3 \|\bar{x} - \bar{x}\| \quad (8)$$

$$q_m = \frac{2\sqrt{2}\sigma(m)Q}{1 - \pi Q} < 1, \quad \pi Q < 1,$$

где  $Q = K_1 + TK_2K_3$ .

Следуя работам [1, 3] для нахождения периодических решений системы уравнений (1) рассмотрим алгоритм, согласно которому последовательность приближений  $x_{k+1}(t, x_0)$  определяется из уравнений

$$x_{k+1}(t, x_0) = x_0 + \int_0^t P_m f \left( t, x_{k+1}(t, x_0), \int_0^T \varphi(t, s, x_{k+1}(s, x_0)) ds \right) dt + \int_0^t I - P_0 - P_m f \left( t, x_k(t, x_0), \int_0^T \varphi(t, s, x_k(s, x_0)) ds \right) dt, \quad (10)$$

$x_0 \in D, x_0(t, x_0) = x_0, k = 0, 1, 2, 3, \dots$

где  $I$  - тождественный оператор.

Справедливо следующее утверждение.

**Теорема.** Пусть правая часть периодической системы уравнений (1) удовлетворяет условиям (6) – (9) и система уравнений (1) имеет периодическое решение  $x = \psi(t)$  периода  $2\pi$ , проходящее при  $t=0$  через точку  $\psi(0) = x_0 \in D - a(m)$ ,  $a(m) = M \pi + 2\sqrt{2}\sigma(m)$ .

Тогда справедливо соотношение

$$\psi(t) = \lim_{k \rightarrow \infty} x_k(t, x_0) \quad (11)$$

равномерно относительно  $t, x_0$  и

$$|\psi(t) - x_k(t, x_0)|_0 \leq \frac{q_m^k}{1 - q_m} |x_1(t, x_0) - x_0|_0 \quad (12)$$

для всех  $k = 0, 1, 2, \dots$ , где  $x_k(t, x_0), x_0(t, x_0) = x_0$  - являются периодическими по  $t$  периода  $2\pi$  функциями, определенными соотношениями (10).

**Доказательство.** Покажем, что при любом  $k$  уравнение (8) однозначно разрешимо относительно  $x_{k+1}(t, x_0)$ . Введем оператор  $S$ , определяемый правой частью уравнения (8):

$$S(x(t), z(t)) = x_0 + \int_0^t P_m f \left( t, x(t), \int_0^T \varphi(t, s, x(s)) ds \right) dt + \int_0^t I - P_0 - P_m f \left( t, z(t), \int_0^T \varphi(t, s, z(s)) ds \right) dt. \quad (13)$$

На основании равенства (13) составим разность  $S x(t), z(t) - S \bar{x}(t), z(t)$  и оценим её с учетом неравенства (5):

$$\begin{aligned} & |S x(t), z(t) - S \bar{x}(t), z(t)|_0 = \\ & \left| \int_0^t P_m f \left( t, x(t), \int_0^T \varphi(t, s, x(s)) ds \right) - \right. \\ & \left. - f \left( t, \bar{x}(t), \int_0^T \varphi(t, s, \bar{x}(s)) ds \right) \right| dt \leq \\ & \leq \pi K_1 + TK_2K_3 |x(t) - \bar{x}(t)|_0, \end{aligned}$$

т.е.

$$|S x(t), z(t) - S \bar{x}(t), z(t)|_0 \leq \pi Q |x(t) - \bar{x}(t)|_0, \quad (14)$$

где  $Q = K_1 + TK_2K_3$ .

Из неравенства (14) в силу условия (9) следует, что  $S(x, z)$ - оператор сжатия по  $X$  на множестве  $\tilde{C}_D$ , а поскольку  $S\tilde{C}_D \subset \tilde{C}_D$ , то в силу теоремы Банаха соотношение (10) однозначно разрешимо относительно  $x_{k+1}(t, x_0)$  в  $\tilde{C}_D$ .

Кроме того, для функций последовательности (10) с учетом неравенств (4) и (5) получим оценку

$$|x_{k+1}(t, x_0) - x_0| \leq M \pi + 2\sqrt{2}\sigma(m). \quad (15)$$

Для доказательства сходимости последовательности  $x_{k+1}(t, x_0), k = 0, 1, 2, \dots$  на основании (10) составим разность  $x_2(t, x_0) - x_1(t, x_0)$  и оценим её используя неравенств (4), (5), (7) и (8). Тогда получим следующее неравенство:

$$\begin{aligned} \|x_2(t, x_0) - x_1(t, x_0)\| \leq & \left\| \int_0^t P_m f \left( t, x_2(t, x_0), \int_0^T \varphi(t, s, x_2(s, x_0)) ds \right) - \right. \\ & \left. - f \left( t, x_1(t, x_0), \int_0^T \varphi(t, s, x_1(s, x_0)) ds \right) \right\| dt + \\ & + \left\| \int_0^t I - P_0 - P_m f \left( t, x_1(t, x_0), \int_0^T \varphi(t, s, x_1(s, x_0)) ds \right) - \right. \\ & \left. - f \left( t, x_0, \int_0^T \varphi(t, s, x_0) ds \right) \right\| dt \leq \\ & \leq \pi Q |x_2(t, x_0) - x_1(t, x_0)|_0 + 2\sqrt{2}\sigma(m)Q |x_1(t, x_0) - x_0|_0. \end{aligned} \quad (16)$$

Решая неравенство (16), получим оценку

$$\begin{aligned} |x_2(t, x_0) - x_1(t, x_0)|_0 & \leq \frac{2\sqrt{2}\sigma(m)Q}{1 - \pi Q} |x_1(t, x_0) - x_0| = \\ & = q_m |x_1(t, x_0) - x_0|_0 \end{aligned} \quad (17)$$

По индукции можно заключить, что справедливо следующая оценка

$$|x_{k+1}(t, x_0) - x_k(t, x_0)|_0 \leq q_m^k |x_1(t, x_0) - x_0|_0, \quad (18)$$

и, следовательно, оценка

$$|x_{k+p}(t, x_0) - x_k(t, x_0)|_0 \leq q_m^k \sum_{i=0}^{p-1} q_m^i |x_1(t, x_0) - x_0|_0. \quad (19)$$

Из неравенства (19) в силу выполнения условия (9) следует равномерная относительно  $(t, x_0) \in (-\infty, \infty), D - a(m)$  сходимости последовательности функций  $x_k(t, x_0)$  к некоторой периодической функции  $x^*(t, x_0) \in \tilde{C}_D$ :

$$\lim_{k \rightarrow \infty} x_k(t, x_0) = x^*(t, x_0),$$

причем имеет место неравенство

$$|x^*(t, x_0) - x_k(t, x_0)|_0 \leq \frac{q_m^k}{1 - q_m} |x_1(t, x_0) - x_0|_0. \quad (20)$$

Переходя в соотношении (10) к пределу при  $k \rightarrow \infty$ , убеждаемся, что предельная функция  $x^*(t, x_0)$  является решением интегрального уравнения

$$x^*(t, x_0) = x_0 + \int_0^t \left[ f \left( t, x^*(t, x_0), \int_0^T \varphi(t, s, x^*(s, x_0)) ds \right) - P_0 f \left( t, x^*(t, x_0), \int_0^T \varphi(t, s, x^*(s, x_0)) ds \right) \right] dt. \quad (21)$$

Поскольку  $\psi(t)$  является периодическим решением уравнения (1), она удовлетворяет уравнению

$$x(t) = x_0 + \int_0^t \left[ f \left( t, x(t), \int_0^T \varphi(t, s, x(s)) ds \right) \right] dt$$

и обладает свойством

$$P_0 f \left( t, \psi(t), \int_0^T \varphi(t, s, \psi(s)) ds \right) = 0,$$

то отсюда следует, что  $\psi(t)$  как и  $x^*(t, x_0)$  есть периодическое решение уравнения (21). В силу того, что уравнение (21) имеет единственное решение, то  $\psi(t) = x^*(t, x_0)$ , и, следовательно, справедливо соотношение  $\psi(t) = \lim_{k \rightarrow \infty} x_k(t, x_0)$ .

Теорема доказана.

**Заключение.** В заключение отметим, что применение проекционно-итеративного метода к исследованию периодических систем интегро-дифференциальных уравнений позволяет за счет выбора  $m$  ускорить сходимость процесса приближений к периодическому решению.

### Литература

1. Гречко В.И. Об одном проекционно-итеративном методе определения периодических решений систем обыкновенных дифференциальных уравнений. // Укр. мат. журн., 1974, Т.26, №4. – С. 534-539.
2. Лучко А.Ю. Проекционно-итеративные методы. – Киев: «Наук. думка», 1993.
3. Нуржанов О.Д. О применении одного проективно-итеративного метода к отысканию периодических решений интегро-дифференциальных уравнений с запаздыванием. // Вестник КГУ имени Бердаха. – Нукус: 2016, №3(32). – С. 3-6.
4. Самойленко А.М., Ронто Н.И. Численно-аналитические методы исследования периодических решений. – Киев: «Вища школа», 1976.
5. Урабе М. Метод Галеркина для нелинейных периодических систем. // Механика, 1966, 97, №3. – С. 3-34.

**РАДИАЦИОННОЕ ДЕФЕКТООБРАЗОВАНИЕ В КРИСТАЛЛАХ KCl**

**И.Нуритдинов** – доктор физико-математических наук, профессор  
**М.А.Муссаева** – доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник  
**Д.П.Юлдашов** – стажёр-исследователь

*Институт ядерной физики Академии наук Республики Узбекистан*

**Б.Т.Аташов** – доктор философии по физико-математическим наукам, доцент  
*Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза*

**KCl КРИСТАЛЛАРИДА РАДИАЦИЯ НАТИЖАСИДАГИ ДЕФЕКТЛАР ШАКЛЛАНИШИ**

**И.Нуритдинов** – физика-математика фанлари доктори, профессор  
**М.А.Муссаева** – физика-математика фанлари доктори, катта илмий ходим  
**Д.П.Юлдашов** – стажёр-тадқиқотчи

*Ўзбекистон Республикаси Фанлар академияси Ядро физикаси институти*

**Б.Т.Аташов** – физика-математика фанлари бўйича философия доктори, доцент  
*Ажинийез номидаги Нукус давлат педагогика институти*

**RADIATION DEFECT FORMATION IN KCl CRYSTALS**

**I.Nuritdinov** – Doctor of Physics and Mathematics, Professor  
**M.A.Mussaeva** – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Senior Researcher  
**D.P.Yuldashov** – trainee researcher

*Institute of Nuclear Physics of the Uzbekistan Academy of Sciences*

**B.T.Atashov** – Doctor of Philosophy in Physics and Mathematics, Associate Professor  
*Nukus State Pedagogical Institute named after Ajiniyaz*

**Таянч сўзлар:** калий хлорид (KCl), рентген нурланиши, ютилиш спектрлари, ранг марказлари.

**Резюме.** Ушбу ишда KCl кристалларида рентген ва гамма нурлари таъсирида юзага келадиган радиацион нуқсонларнинг ҳосил бўлиш жараёнлари ўрганилди. Тадқиқот натижалари шуни кўрсатадики, Ф-марказлар нурланишнинг дастлабки босқичларидан бошлаб шаклланади ва тахминан 100 рад атрофида тўйиниш ҳолатига эришади. Юқори дозаларда ( $D\gamma \geq 10^5$  рад) I- ва V-марказларга мос келувчи ютилиш полосалари пайдо бўлади, бу эса кристалл ичида янги структуравий нуқсонларнинг ҳосил бўлаётганини билдиради. Ишда ушбу дефектларнинг ҳосил бўлиши ва барқарорлашув механизми таҳлил қилинган.

**Ключевые слова:** хлорид калия (KCl), рентгеновское облучение, спектры поглощения, центры окраски.

**Резюме.** В работе представлены результаты исследования процессов радиационного дефектообразования в кристаллах KCl, облучённых рентгеновским и гамма-излучением. Показано, что F-центры формируются с первых этапов облучения и достигают насыщения при дозах около 100 рад. При дозах  $D\gamma \geq 10^5$  рад наблюдается появление полос поглощения, соответствующих I- и V-центрам, что свидетельствует о формировании новых структурных дефектов. Обсуждены механизмы их создания и стабилизации.

**Key words:** potassium chloride (KCl), X-ray irradiation, absorption spectra, color centers.

**Summary.** This work presents the results of studying radiation-induced defect formation in KCl crystals exposed to X-ray and gamma irradiation. It is shown that F-centers begin to form from the early stages of irradiation and reach saturation at doses of about 100 rad. At higher doses ( $D\gamma \geq 10^5$  rad), absorption bands corresponding to I- and V-centers appear, indicating the formation of new structural defects. The mechanisms of creation and stabilization of these defects are analyzed.

**Введение.** Интерес к исследованиям процессов радиационного дефектообразования в щелочно-галоидных кристаллах, в том числе и в кристаллах KCl, обусловлен тем, что они, с одной стороны, являются модельными объектами для изучения механизмов радиационно-стимулированных процессов в твердых телах [1], с другой стороны, в связи с разработкой на их основе оптически запоминающих сред и дозиметров радиации [2]. Несмотря на то, что механизмы создания и

стабилизации радиационных дефектов изучаются уже на протяжении длительного времени, по-прежнему остаётся много нерешённых задач, что требует продолжения исследований в этом направлении. Целью настоящей работы является исследование процессов радиационного дефектообразования в кристаллах KCl, облучённых рентгеновскими и гамма лучами.

**Объекты исследования и экспериментальные методы.** Были исследованы кристаллы KCl,

выращенные методом Киропулоса. Кристаллы выращены из соли KCl марки ОСЧ. После выращивания кристаллы отжигались при температуре 600 °С в течение 6 часов и медленно охлаждались до комнатной температуры в течение 84 часов. Плотность дислокации составляет не более  $10^5$  на  $\text{см}^2$ .

Спектральный анализ показал, что содержание неконтролируемых примесей не превышает  $10^{-3}$  моль %. Образцы для измерения спектров поглощения вырезались из слитка кристалла KCl согласно необходимым размерам.

Исследуемые образцы облучались различными дозами рентгеновских и гамма лучей. Рентгеновское облучение производилось в пакетиках из черной бумаги на рентгеновской трубке РУП-200-5 при напряжении 120 кВ и токе 5 мА. Облучаемые образцы располагались на расстоянии не больше 10 см от фокуса трубки. Облучение гамма лучами проведено в алюминиевых фольгах в гамма-облучателе бассейнового типа Института ядерной физики АН РУз. Источниками гамма излучения являлись изотопы  $^{60}\text{Co}$ . Мощность излучения составляла 1200 р/с. Спектры поглощения измерялись на спектрофотометрах "Specord UV-Vis" фирмы Карл-Цейсс (Германия) и "Spectromom 202" (Венгрия) в диапазоне длин волн 200–800 нм сразу после облучения.

**Результаты и обсуждение.** Ниже приведены спектры поглощения кристаллов KCl, облученных различными дозами рентгеновского (рис.1) и гамма излучения (рис.2), а также дозовая зависимость накопления  $F$  – центров в этом процессе (рис.3), откуда видно, что  $F$  – центры с полосой поглощения с максимумом в 550 нм начинают образовываться с самого начала облучения и уже при дозах  $\sim 100$  рад выходит на насыщение (рис.3). Дефекты другого типа не наблюдаются.

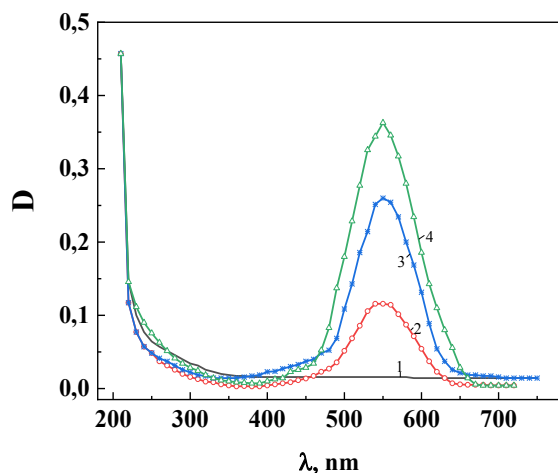


Рис 1. Спектры поглощения необлученного (1) и облученного рентгеновскими лучами дозой 12,564 рад (2), 41,88 рад (3) и 62,82 рад кристаллов KCl

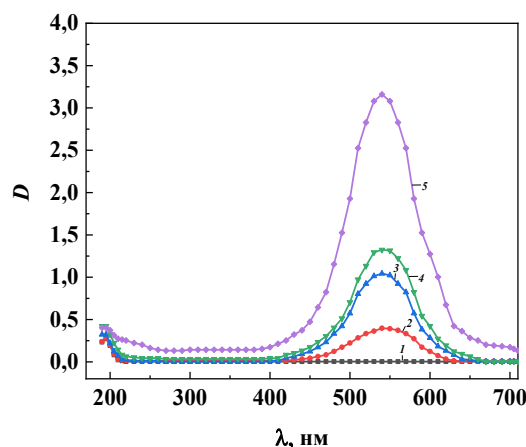


Рис 2. Спектры поглощения исходного (1) и облученного гамма лучами дозой  $10^5$  рад (2),  $10^6$  рад (3),  $10^7$  рад и  $10^8$  рад кристаллов KCl

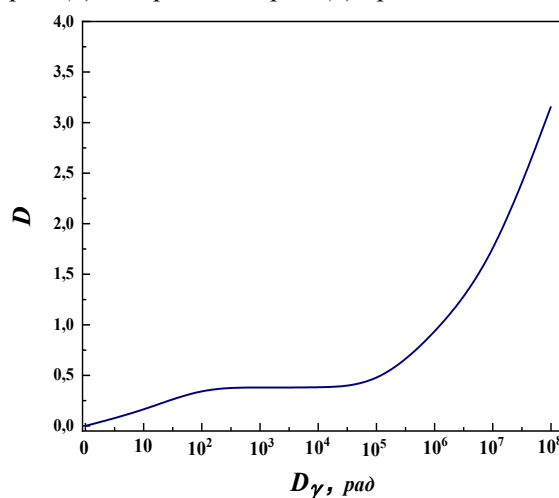


Рис.3. Дозовая зависимость накопления  $F$ - центров в кристаллах KCl

Дальнейший рост дозы облучения до  $10^5$  рад не приводит к изменению спектра, что свидетельствует о накопления  $F$  – центров на ростовых анионных вакансиях кристалла. Этот вывод основывается на том, что если дефекты, наблюдаемые при облучении рентгеновскими лучами до дозы  $10^5$  рад, были бы обусловлены их рождением при безызлучательном распаде, то наряду с  $F$  – центрами должны были бы обнаруживаться комплиментарные им Н- центры. Однако нами кроме  $F$  – центров другие дефектные центры не обнаруживались (рис.1).

Второй этап накопления  $F$ - центров происходит при дозах облучения  $D_\gamma \geq 10^5$  рад. При этом в спектре поглощения появляются полосы поглощения с максимумами в 194 и 235 нм, обусловленных  $I$ - и  $V$ - центрами, что свидетельствует о радиационном создании дефектов структуры при дозах облучения  $D_\gamma \geq 10^5$  рад.

**Заключение.** В результате проведенных исследований установлено, что в кристаллах KCl процессы радиационного дефектообразования протекают в два этапа. На первом этапе, при

сравнительно малых дозах облучения, происходит образование и накопление F-центров, сопровождающееся появлением характерной полосы поглощения с максимумом при 550 нм. Насыщение концентрации F-центров достигается уже при дозах порядка 100 рад, что указывает на ограниченное количества ростовых дефектов по их накоплению.

На втором этапе, при увеличении доз гамма-излучения до  $D\gamma \geq 10^5$  рад, в спектрах поглощения появляются полосы при 194 и 235 нм, соответствующие I- и V-центрам. Это свидетельствует о развитии глубинных структурных изменений и формировании новых типов радиационных дефектов. Таким образом, высокодозовое облучение приводит к перестройке дефектной структуры кристаллов KCl.

Полученные данные показывают, что радиационные дефекты формируются по-разному при различных дозах облучения, и образование F-, V- и I-центров зависит от дозы облучения кристаллов KCl.

Полученные результаты расширяют представления о механизмах образования, эволюции и стабилизации радиационных дефектов в щелочно-галоидных кристаллах и могут быть полезны при разработке оптических запоминающих материалов и радиационных дозиметров на их основе.

**Благодарности.** Исследование выполнено при поддержке базового финансирования, выделенного Институту ядерной физики Академии наук Республики Узбекистан постановлением ПП-4526.

#### Литература

1. Алукер Э.Д., Лусис Д.Ю., Чернов С.А. Электронные возбуждения и радиолюминесценция щелочно-галоидных кристаллов. Зинатне: – Рига: 1979.
2. Кудрявцева И.А., Василченко Е.А., Лущик А.Ч., Лущик Ч.Б. Образование и стабилизация F- центров после прямого создания автолокализованных экситонов в кристаллах KCl. // ФТТ, 1999, Т. 41, вып.3. – С. 433-447.
3. Лущик Ч.Б., Лущик А.Ч., Лущик Ч.Б. Распад электронных возбуждений с образованием дефектов в твердых телах. – Москва: «Наука», 1989.

**ОБРАБОТКА СПЕКТРАЛЬНОГО ИНДЕКСОВ GNDVI И CVI  
НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ**

**К.К.Сейтназаров** – доктор технических наук, профессор  
*Нукусский государственный технический университет*

**С.М.Мадиримова** – соискатель  
*Ташкентский университет информационных технологий*

**Б.К.Туремуратова** – магистрант

**Б.Б.Айтмуратов** – студент  
*Нукусский государственный технический университет*

**GNDVI VA CVI СПЕКТРАЛ ИНДЕКСЛАРИНИ МАСОФАВИЙ ЗОНДЛАШ  
МАЪЛУМОТЛАРИ АСОСИДА ИШЛАБ ЧИҚИШ**

**К.К.Сейтназаров** – техника фанлар доктори, профессор  
*Нукус давлат техника университети*

**С.М.Мадиримова** – тадқиқотчи  
*Тошкент ахборот технологиялари университети*

**Б.К.Туремуратова** – магистрант

**Б.Б.Айтмуратов** – студент  
*Нукус давлат техника университети*

**PROCESSING GNDVI AND CVI SPECTRAL INDICES BASED ON DISTANCE SCOMING DATA**

**K.K.Seitnazarov** – Doctor of Technical Sciences, Professor  
*Nukus State Technical University*

**S.M.Madirimova** – applicant  
*Tashkent University of Information Technologies*

**B.K.Turemuratova** – master's student

**B.B. Aitmuratov** – student  
*Nukus State Technical University*

**Таянч сўзлар:** ернинг масофадан зондланиши, мультиспектрал тасвирлар, маълумотларни даслабки қайта ишлаш, вегетацион индекслар, GNDVI, CVI, атмосфера коррекцияси, эксперт тизимлари, геоинформацион технологиялар.

**Резюме.** Мазкур мақолада ўсимлик қопламнинг ҳолатига, айниқса хлорофилл микдорига юқори сезгирликка эга бўлган GNDVI ва CVI вегетацион индексларини ҳисоблаш масалалари кўриб чиқилади. Шунингдек, модуль архитектураси конвейер (pipeline) ёндашуви асосида ишлаб чиқилган бўлиб, бу катта ҳажмдаги сунъий йўлдош тасвирларини қайта ишлаш жараёнида модуллилик, масштабланувчанлик ва барқарорликни таъминлайди. Амалга ошириш жараёнида ҳисоблашларни опти-маллаштириш, шунингдек PostgreSQL/PostGIS геофазовий маълумотлар базаси билан интеграция масалаларига алоҳида эътибор қаратилган.

**Ключевые слова:** дистанционное зондирование Земли, мультиспектральные изображения, предварительная обработка данных, вегетационные индексы, GNDVI, CVI, атмосферная коррекция, экспертные системы, геоинформационные технологии.

**Резюме.** В данной статье проводится вычислению индексов GNDVI, CVI, которые обладают высокой чувствительностью к состоянию растительного покрова, в особенности содержанию хлорофилла. Также стоит отметить, что архитектура модуля построена на основе конвейерного подхода, которая обеспечивает модульность, масштабируемость и устойчивость обработки больших объёмов спутниковых изображений. Реализация включает оптимизацию вычислений, а также интеграцию с геопространственной базой данных PostgreSQL/PostGIS.

**Key words:** earth remote sensing, multispectral imagery, data preprocessing, vegetation indices, GNDVI, CVI, atmospheric correction, expert systems, geoinformation technologies

**Summary.** This article focuses on the computation of the GNDVI and CVI vegetation indices, which exhibit high sensitivity to vegetation condition, particularly to chlorophyll content. It is also noted that the module architecture is based on a pipeline approach, which ensures modularity, scalability, and robustness in the processing of large volumes of satellite imagery. The implementation includes computational optimization as well as integration with a geospatial PostgreSQL/PostGIS database.

**Введение.** В этой связи особую актуальность приобретает разработка специализированных программных модулей, обеспечивающих преобразование «сырых» спутниковых данных в калиброванные и нормализованные показатели, пригодные для применения механизмов логического вывода и экспертных систем. Вегетационные индексы, такие как GNDVI, CVI, широко используются для оценки состояния растительности, продуктивности биомассы и уровня хлорофилла, однако точность их расчёта напрямую зависит от корректности предшествующих этапов обработки.

Метаданные сцены, включающие дату съёмки, углы наблюдения Солнца, параметры сенсора и коэффициенты радиометрической калибровки, извлекаются из сопутствующих файлов и сохраняются в объекте SceneMetadata. Эта информация используется на последующих этапах обработки для применения корректных преобразований.

**Методы.** Класс RadiometricCalibrator выполняет преобразование значений цифровых чисел, хранящихся в исходных файлах, в физически значимые величины отражательной способности. Для данных Landsat применяется двухэтапное преобразование: сначала DN конвертируются в значения радиации на уровне сенсора с использованием коэффициентов масштабирования и смещения, специфичных для каждого спектрального канала [1, 2]:

$$L_{\lambda} = M_L \times DN + A_L$$

где  $L_{\lambda}$  – спектральная радиация,  $M_L$  – мультипликативный коэффициент масштабирования,  $A_L$  – аддитивный коэффициент смещения. Затем радиация преобразуется в отражательную способность на уровне сенсора (TOA reflectance):

$$\rho_L = \frac{\pi \times L_{\lambda} \times d^2}{ESUN_{\lambda} \times \cos(\theta_s)}$$

где  $d$  – расстояние Земля-Солнце в астрономических единицах,  $ESUN_{\lambda}$  – среднее значение солнечной экзосферной освещенности для канала  $\lambda$ ,  $\theta_s$  – зенитный угол Солнца. Для Sentinel-2 используются предоставляемые в метаданных коэффициенты QUANTIFICATION\_VALUE для прямого преобразования DN в отражательную способность.

Класс CloudMaskGenerator формирует бинарные маски облачности и теней облаков, необходимые для исключения недостоверных пикселей из анализа. Для данных Landsat-8/9 используется алгоритм Quality Assessment band, основанный на анализе битовых флагов в специальном канале качества BQA, поставляемом вместе с данными. Алгоритм извлекает

информацию о высокой и средней уверенности наличия облаков, облачных теней, снега и насыщения сенсора, формируя комплексную маску качества.

Для сцен без готовых масок качества или для их уточнения применяется алгоритм на основе анализа спектральных характеристик. Облака идентифицируются по высоким значениям отражательной способности в видимом диапазоне и низкой температуре яркости в тепловых каналах. Используется пороговый классификатор с адаптивными порогами, вычисляемыми на основе статистики распределения значений в сцене:

$$mask_{cloud} = (p_{blue} > \varphi_{blue} + 2 \sigma_{blue}) \wedge (p_{green} > \varphi_{green} + 2 \sigma_{green}) \wedge (p_{blue} > \varphi_{blue} + 2 \sigma_{blue})$$

где  $\mu$  и  $\sigma$  – среднее значение и стандартное отклонение соответствующих каналов. Тени облаков выявляются по аномально низким значениям в ближнем инфракрасном диапазоне в сочетании с нормальными значениями в видимом диапазоне. Для уточнения границ облаков и теней применяются морфологические операции расширения, что гарантирует исключение переходных зон с частичной облачностью.

Особое внимание уделяется обработке граничных случаев: деление на ноль, недопустимые значения, выход за допустимый диапазон. Использование контекстного менеджера np.errstate предотвращает генерацию предупреждений при делении на ноль, а функция np.where обеспечивает замену недопустимых результатов нулевыми значениями. Функция np.clip ограничивает итоговые значения диапазоном [-1, 1], что соответствует теоретически возможному диапазону индекса [3, 4].

Расчёт индекса GNDVI (с англ., Green Normalized Difference Vegetation Index) выполняется классом GNDVICALculator по формуле:

$$GNDVI = (NIR - GREEN) / (NIR + GREEN)$$

На рис.1. показан расчёт индекса GNDVI на примере мультиспектральных данных Нукусского района. Реализация аналогична расчёту NDVI, но использует зеленый канал вместо красного, что обеспечивает более высокую чувствительность к содержанию хлорофилла:

```
def calculate_gndvi(nir, green):
    numerator = nir - green
    denominator = nir + green
    with np.errstate(divide='ignore', invalid='ignore'):
        gndvi = np.where(denominator != 0, numerator / denominator, 0)
    gndvi = np.clip(gndvi, -1.0, 1.0)
    return gndvi
```

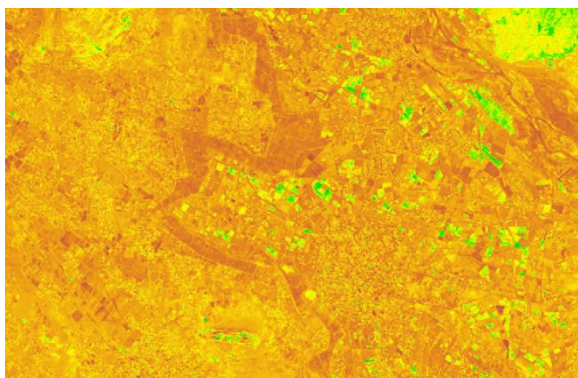


Рис.1. показан расчёт индекса GNDVI на примере мультиспектральных данных Нукусского района

Индекс CVI (с англ., Chlorophyll Vegetation Index) вычисляется классом CVICalculator согласно формуле:

$$CVI = (NIR \times RED) / (GREEN^2)$$

На рис.2. показан расчёт индекса CVI на примере мультиспектральных данных Нукусского района. Этот индекс особенно чувствителен к концентрации хлорофилла благодаря использованию произведения NIR и RED в числителе и квадрата GREEN в знаменателе:

```
def calculate_cvi(nir, red, green):
    numerator = nir * red
    denominator = green ** 2
    with np.errstate(divide='ignore', invalid='ignore'):
        cvi = np.where(denominator != 0, numerator / denominator, 0)
    # CVI не имеет фиксированного верхнего предела,
    # но значения выше 10 обычно нереалистичны
    cvi = np.clip(cvi, 0.0, 10.0)
    return cvi
```

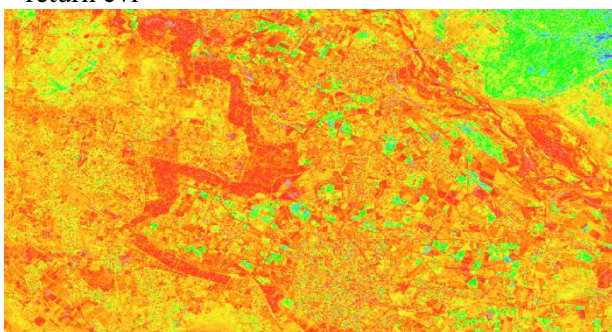


Рис.2. показан расчёт индекса CVI на примере мультиспектральных данных Нукусского района

Для CVI применяется иной диапазон ограничения (0-10), поскольку этот индекс не является нормализованным и теоретически может принимать любые положительные значения, хотя практически значимые значения редко превышают 3-5 [5, 6].

Класс IndexStatisticsCalculator вычисляет статистические характеристики рассчитанных индексов, необходимые для контроля качества и последующего анализа. Для каждого индекса

определяются: минимальное и максимальное значения, среднее арифметическое, медиана, стандартное отклонение, процентиля (5%, 25%, 75%, 95%) и гистограмма распределения значений. Статистика вычисляется только для валидных пикселей, исключая области, замаскированные как облака, тени или NoData, на рис.3. показана блок-схема принципа работы класса.

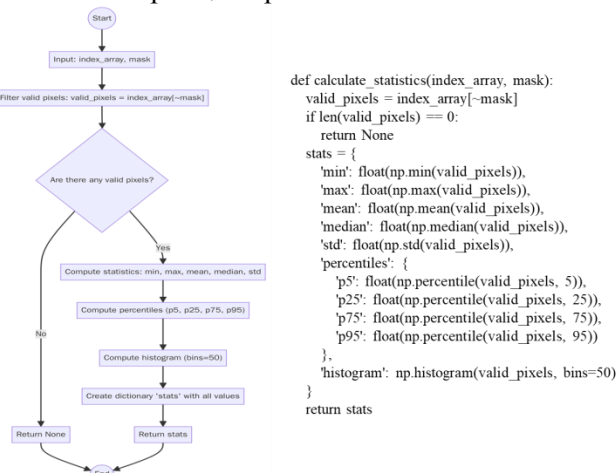


Рис.3. Процесс работы классификатора индексов

Обработка больших сцен и оптимизация производительности. При работе с полноразмерными спутниковыми сценами загрузка всех данных в память может быть неэффективной или невозможной на машинах с ограниченными ресурсами. Для решения этой проблемы реализована блочная обработка через класс TiledProcessor.

Сцена разбивается на регулярную сетку блоков размером 1024×1024 пикселя с перекрытием по 32 пикселя на каждой стороне для корректной обработки граничных областей. Каждый блок загружается, обрабатывается и сохраняется независимо, что позволяет поддерживать постоянное потребление памяти независимо от размера сцены:

```
def process_scene_tiled(scene_path,
    tile_size=1024, overlap=32):
    with rasterio.open(scene_path) as src:
        width, height = src.width, src.height
        for row_start in range(0, height, tile_size - overlap):
            for col_start in range(0, width, tile_size - overlap):
                # Определение границ текущего тайла
                window = Window(col_start, row_start,
                    min(tile_size, width - col_start),
                    min(tile_size, height - row_start))
                # Загрузка данных тайла
                tile_data = src.read(window=window)
                # Обработка тайла
                processed_tile = process_tile(tile_data)
                # Сохранение результата
                save_tile(processed_tile, row_start, col_start)
```

Для дополнительного ускорения обработки применяется параллелизм на уровне тайлов: независимые блоки обрабатываются параллельно в нескольких процессах с использованием multiprocessing.Pool. Количество параллельных процессов адаптивно выбирается на основе доступных процессорных ядер и оперативной памяти.

Класс MemoryManager контролирует использование памяти в процессе обработки. При приближении к заданному лимиту потребления памяти менеджер инициирует освобождение кэшированных данных и принудительную сборку мусора. Это предотвращает исчерпание памяти и связанные с ним сбои при обработке больших объемов данных [7, 8].

Интеграция с базой данных и экспорт результатов. После завершения расчёта индексов результаты сохраняются в базе данных PostgreSQL/PostGIS через класс IndexRepository. Сохранение выполняется в два этапа: сначала создаются записи метаданных в таблице vegetation\_indices с информацией о сцене, территории, типе индекса и статистических характеристиках, затем загружаются растровые данные [11, 12].

Для эффективной загрузки растров используется подход с промежуточными GeoTIFF файлами: рассчитанные NumPy массивы сохраняются во временные GeoTIFF файлы с корректными геопространственными метаданными, которые затем импортируются в PostGIS с

использованием функции raster2pgsql или напрямую через ST\_FromGDALRaster. После успешной загрузки в базу данных временные файлы удаляются.

Класс IndexExporter обеспечивает экспорт рассчитанных индексов в стандартные форматы для использования в внешних ГИС-приложениях или программах обработки изображений. Поддерживаются форматы GeoTIFF, GeoJSON и Cloud Optimized GeoTIFF для эффективного веб-доступа к данным. При экспорте сохраняются все пространственные метаданные, цветовые палитры для визуализации и дополнительные атрибуты в тегах файлов.

**Заключение.** Модульная архитектура, использование оптимизированных вычислительных методов и поддержка обработки больших сцен гарантируют масштабируемость и устойчивость программного комплекса. Полученные результаты подтверждают, что рассчитанные индексы GNDVI и CVI обладают высокой стабильностью и пригодны для последующего применения в механизмах логического вывода экспертных систем.

Разработанный модуль может быть использован для задач экологического мониторинга, анализа агроландшафтов и оценки состояния растительного покрова, а также служит основой для дальнейшего развития интеллектуальных геоинформационных систем и баз знаний в области дистанционного зондирования Земли.

#### Литература

1. Мельников А.В. Обработка многозональных изображений. – Москва: «Наука», 202
2. Seitnazarov K. et al. Hydrogeological-Mathematical Model of Formation and Management of Resources and Quality of Fresh Underground Water of the Karakalpak Artesian Basin. // International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT). – IEEE, 2021. – P. 01-05.
3. Ткаченко В.Н. Основы дистанционного зондирования Земли. – Санкт-Петербург: «Политехника», 2020.
4. Seitnazarov K., Turdışov D., Dosimbetov A. Knowledge base of algorithmic software complex for providing agricultural fields with water resources. //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing, 2024. Т. 3147. № 1.
5. Гектин Ю. М. и др. Температура и методы ее определения с помощью оптико-электронной аппаратуры космических систем ДЗЗ. // Журнал Ракетно-космическое приборостроение и информационные системы. 2024. Т.11. № 2. – С. 11-21.
6. Seitnazarov K.K., Turemuratova B.K., Aytanov A.K. Stages and Methods of Data Collection for Developing an Artificial Intelligence Model for Recognizing Letters of the Karakalpak Sign Language. // IEEE 25th International Conference of Young Professionals in Electron Devices and Materials (EDM). IEEE, 2024. – С. 2530-2534.
7. Murphy Kevin P. Machine learning: a probabilistic perspective. – MIT press, 2012.
8. Kenesbaevich S.K., Muxambetmustapayevich D.A., Arzubaevich N.A. Development of software for calculating the forecast of groundwater regime based on probabilistic and statistical methods. // ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal 10 (7). – P. 526-530.

**THE SOLUTION TO A SYSTEM OF EQUATIONS OF THE HOPF TYPE IN THE FORM OF  
A TRAVELING WAVE**

**U.Q.Turdiyev** – *Doctor of Philosophy in Physics and Mathematics, Associate Professor*

**M.Axmedova** – *master's student*

*University of Information Technologies and Management*

**A.Juraqobilov** – *student*

*National Pedagogical University of Uzbekistan named after Nizami*

**РЕШЕНИЕ СИСТЕМЫ ПОЛУТИПНЫХ УРАВНЕНИЙ В ВИДЕ БЛУЖДАЮЩЕЙ ВОЛНЫ**

**У.К.Турдиев** – *доктор философии по физико-математическим наукам, доцент*

*Университет информационных технологий и менеджмента*

**М.Ахмедова** – *магистрант*

*Университет информационных технологий и менеджмента*

**А.Журақобиллов** – *студент*

*Национальный педагогический университет Узбекистана имени Низами*

**YARIM TIPLI TENGLAMALAR TIZIMINING KO‘CHMA TO‘LQIN KO‘RINISHDAGI YECHIMI**

**U.Q.Turdiyev** – *fizika-matematika fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent*

**M.Axmedova** – *magistrant*

*Axborot texnologiyalari va menejment universiteti*

**A.Jo‘raqobilov** – *talaba*

*Nizomiy nomidagi O‘zbekiston Milliy pedagogika universiteti*

**Tayanch so‘zlar:** konvektiv had, nochiziqlik, Byurgers va Hopfa turidagi tenglamalar tizimlari, nochiziqli oddiy differensial tenglamalar.

**Rezyume.** Ikki tezlikli gidrodinamikaning nostatsionar tenglamalar tizimidan Byurgers va Hopf turidagi tenglamalar tizimi hosil qilindi. Energiya dissipatsiyasi subsistemalar viskozligi va komponentlararo ishqalanish koeffitsienti hisobiga yuzaga kelishi e‘tiborga olinishi kerak. Hopf turidagi model uchun differensial tenglamalar tizimining sayohat qiluvchi to‘lqinlar ko‘rinishidagi tahlili tizimni nochiziqli oddiy differensial tenglamalar sistemasini yechishga keltiradi.

**Ключевые слова:** конвективный член, нелинейность, системы уравнений типа Бюргерса и Хопфа, нелинейные обыкновенные дифференциальные уравнения.

**Резюме.** Из системы нестационарных уравнений двухскоростной гидродинамики нами получены системы уравнений типа Бюргерса и Хопфа. Следует учитывать, что рассеяние энергии происходит за счёт вязкостей подсистем и коэффициента межкомпонентного трения. Для модели типа Хопфа анализ системы дифференциальных уравнений в виде бегущих волн сводится к решению системы нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений.

**Key words:** convective term, nonlinearity, systems of equations of Burgers and Hopf type, nonlinear ordinary differential equations.

**Summary.** From the system of non-stationary equations of two-velocity hydrodynamics, a system of equations of the Burgers and Hopf type was obtained. It should be taken into account that energy dissipation occurs due to the viscosity of the subsystems and the coefficient of friction between the components. Analysis of the system of differential equations in the form of traveling waves for the Hopf-type model reduces the system to solving a system of nonlinear ordinary differential equations.

**Introduction.** Nonlinear wave processes frequently appear in physics and engineering, including liquid and gas turbulence, plasma motion, ocean waves, and acoustic fluctuations. Such systems exhibit complex behavior, making their analytical study difficult. Simplified mathematical models such as the Burgers and Hopf-type equations are used to describe essential nonlinear dynamics.

Weak turbulence occurs in weakly interacting dispersive systems, whereas strong turbulence forms through coherent wave interactions. To better understand nonlinear wave mechanisms, solvable model systems are required.

The Nature gives us many examples of nonlinear random fields and waves. A demand for studying them does not need any comments and has become clear from a brief listing. These are liquid and gas turbulence, chaotic plasma motions, intense acoustic noise, random sea surface waves, etc. One of the trends in the development of the theory of nonlinear random waves is the selection of a small number of concepts and ideas that allow, on the one hand, to unify the behavior of nonlinear random waves of different physical nature, and on the other hand, I am pleased to clearly classify nonlinear accidental waves according to the nature of their interactions. These

primarily include the concepts of weak and strong turbulence. The weak turbulence regime is characteristic of weakly linear waves in media with strong dispersion, when the interaction energy of spatial harmonics is small as compared to their total energy. The chaotic phase approximation, assuming that the interaction among harmonics is incoherent, allows one in this case to turn to a closed static description of the turbulent regime [1, 2]. If the dispersion of the waves is small or absent, the properties turbulence are determined by strong interaction of a large number of coherent wave harmonics. In such cases, it is customary to speak about strong turbulence. A well-known most example of strong turbulence is the vortex turbulence of a liquid with low viscosity [3].

An extreme difficulty of analyzing nonlinear waves, especially, waves of strong turbulence, has led to another development trend in their theory - the transition from complex equations of nonlinear accidental waves to simpler model equations [4]. One of such model equations of turbulence is the Burgers equation. Modern theories of continuum mechanics [5] - [7] suggest that a medium possesses its prehistory and in the general case a material can have an arbitrarily long "memory". However, a long memory generates significant difficulties, which can be overcome in the two ways: first, by considering special classes of motions in which "memory" whatever it may be cannot significantly manifest itself (for example, viscometric flows of viscous fluids [5, Ch. V]), second, by distinguishing classes of media or materials in which stresses at any point are affected only by the background of motion in an arbitrarily small time interval. Materials of this type are called materials with infinitesimal memory. The most important materials with infinitesimal memory are those in which stresses at the point  $x$  at the time instant  $t^*$  are determined by the first  $n$  derivatives of the deformation gradient  $F(x)$  with respect to time  $t$  at the same time  $t^*$ . Such materials are called materials of the differential type of complexity  $n = 1, 2, \dots$ . The theory of isotropic liquids of the differential type of complexity  $n$  was constructed by Rivlin and Eringen (see [5], [6]), and based on this theory a simpler asymptotic theory of slow motions of liquids of order  $n = 0, 1, 2, \dots$  was constructed by Coleman and Noll (see [5]). In the case of incompressible fluids, a zero-order fluid is an elastic fluid whose motion is described by the Euler equations.

$$\frac{\partial v}{\partial t} + v_k \frac{\partial v}{\partial x_k} + \frac{1}{\rho} \nabla p = \mathbf{F}, \quad \text{div } \mathbf{v} = 0, \quad (1)$$

first order fluid is a Newtonian linearly viscous fluid whose motion is described by the Navier-Stokes equations

$$\frac{\partial v}{\partial t} + v_k \frac{\partial v}{\partial x_k} - \nu \nabla^2 v + \frac{1}{\rho} \nabla p = \mathbf{F}, \quad \text{div } \mathbf{v} = 0, \quad (2)$$

moreover,  $\rho > 0$  and  $\nu > 0$ .

**A system of equations of the two-velocity hydrodynamics.** The equations of motion of a two-velocity medium in the dissipative case with one pressure in the system in the isothermal case have the form [8-10]

$$\frac{\partial \rho_1}{\partial t} + \text{div} (\rho_1 \mathbf{v}_1) = 0, \quad (3)$$

$$\frac{\partial \rho_2}{\partial t} + \text{div} (\rho_2 \mathbf{v}_2) = 0, \quad (4)$$

$$\frac{\partial \mathbf{v}_1}{\partial t} + (\mathbf{v}_1, \nabla) \mathbf{v}_1 = -\frac{1}{\rho} \nabla p + \frac{v_1}{\rho} \Delta v_1 \frac{v_1 + 3\mu_1}{3\rho} \nabla \text{div } \mathbf{v}_1 + \frac{\rho_2}{2\rho} \nabla (\mathbf{v}_1 - \mathbf{v}_2)^2 + \mathbf{F}, \quad (5)$$

$$\frac{\partial \mathbf{v}_2}{\partial t} + (\mathbf{v}_2, \nabla) \mathbf{v}_2 = -\frac{1}{\rho} \nabla p + \frac{v_2}{\rho} \Delta v_2 \frac{v_2 + 3\mu_2}{3\rho} \nabla \text{div } \mathbf{v}_2 + \frac{\rho_1}{2\rho} \nabla (\mathbf{v}_1 - \mathbf{v}_2)^2 + \mathbf{F}, \quad (6)$$

where  $\mathbf{v}_1$  and  $\mathbf{v}_2$  are the velocity vectors of the subsystems that make up a two-velocity continuum with the corresponding partial densities  $\rho_1$  and  $\rho_2$ ,  $v_1(\mu_1)$  and  $v_2(\mu_2)$  are the respective shear (bulk) viscosities,  $\rho = \rho_1 + \rho_2$  is the total density of the two-velocity continuum;  $\mathbf{F}$  is the mass vector force referred to as a unit of mass. The system of equations (3) - (6) is closed by the equation of state of the two-velocity continuum  $p = p(\rho, (\mathbf{v}_1 - \mathbf{v}_2)^2)$ .

We rewrite equations (5) and (6) in the equivalent form

$$\begin{aligned} \rho \left( \frac{\partial \mathbf{v}_1}{\partial t} + \frac{1}{2} \nabla (v_1^2) - \mathbf{v}_1 \times \text{rot } \mathbf{v}_1 \right) = \\ = -\nabla p + v_1 \Delta v_1 + \left( \frac{v_1}{3} + \mu_1 \right) \nabla \text{div } \mathbf{v}_1 + \\ + \frac{\rho_2}{2} \nabla (\mathbf{v}_1 - \mathbf{v}_2)^2 + \rho \mathbf{F}, \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \rho \left( \frac{\partial \mathbf{v}_2}{\partial t} + \frac{1}{2} \nabla (v_2^2) - \mathbf{v}_2 \times \text{rot } \mathbf{v}_2 \right) = \\ = -\nabla p + v_2 \Delta v_2 + \left( \frac{v_2}{3} + \mu_2 \right) \nabla \text{div } \mathbf{v}_2 + \frac{\rho_1}{2} \nabla (\mathbf{v}_2 - \\ - \mathbf{v}_1)^2 + \rho \mathbf{F}, \end{aligned} \quad (8)$$

From these equations, we can derive other ones that would determine a change in vortices in the course of time. To this end, we apply the operator  $\text{rot}$  to both sides of equations (7), (8). As a result, we obtain

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Omega_1}{\partial t} - \text{rot} (\mathbf{v}_1 \times \Omega_1) = -\text{rot} \left( \frac{\nabla p}{\rho} \right) + v_1 \Delta \Omega_1 + \\ + \text{rot} \left( \frac{v_1}{3} + \mu_1 \nabla \text{div } \mathbf{v}_1 \right) + \text{rot} \left( \frac{\rho_2}{2\rho} \nabla (\mathbf{v}_1 - \mathbf{v}_2)^2 \right) \\ + \text{rot } \mathbf{F}, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Omega_2}{\partial t} - \text{rot} (\mathbf{v}_2 \times \Omega_2) = -\text{rot} \left( \frac{\nabla p}{\rho} \right) + v_2 \Delta \Omega_2 + \\ + \text{rot} \left( \frac{v_2}{3} + \mu_2 \nabla \text{div } \mathbf{v}_2 \right) + \text{rot} \left( \frac{\rho_1}{2\rho} \nabla (\mathbf{v}_2 - \mathbf{v}_1)^2 \right) \\ + \text{rot } \mathbf{F}, \end{aligned}$$

A system of equations for the two-velocity hydrodynamics of a compressible medium in the case of constant saturation in the reversible hydrodynamic case has the form

$$\operatorname{div} v_1 = 0, \operatorname{div} v_2 = 0, \quad (9)$$

$$\frac{\partial v_1}{\partial t} + v_{1k} \frac{\partial v_1}{\partial x_k} = -\frac{1}{\rho} \nabla p + \frac{\rho_2}{\rho} \nabla (v_1 - v_2)^2 + \mathbf{F}, \quad (10)$$

$$\frac{\partial v_2}{\partial t} + v_{2k} \frac{\partial v_2}{\partial x_k} = -\frac{1}{\rho} \nabla p + \frac{\rho_1}{\rho} \nabla (v_1 - v_2)^2 + \mathbf{F}, \quad (11)$$

while in the dissipative case, it has the form

$$\operatorname{div} v_1 = 0, \operatorname{div} v_2 = 0, \quad (12)$$

$$\frac{\partial v_1}{\partial t} + v_{1k} \frac{\partial v_1}{\partial x_k} = -\frac{1}{\rho} \nabla p + \eta_1 \Delta v_1 + \frac{\rho_2}{\rho} \nabla (v_1 - v_2)^2 + \mathbf{F}, \quad (13)$$

$$\frac{\partial v_2}{\partial t} + v_{2k} \frac{\partial v_2}{\partial x_k} = -\frac{1}{\rho} \nabla p + \eta_2 \Delta v_2 + \frac{\rho_1}{\rho} \nabla (v_1 - v_2)^2 + \mathbf{F}, \quad (14)$$

In formulas (13) and (14), the kinematic viscosities of subsystems are denoted by

$$\eta_k, (k = 1, 2).$$

**The Burgers-type system of equations.** The systems of equations (9) - (11) and (12) - (14) are a generalization of systems (1) and (2) for a multiphase medium, respectively. A subclass of system (12) - (14) are the Burgers-type systems of equations. In the one-dimensional case, this system has the form

$$\frac{\partial v_1}{\partial t} + v_1 \frac{\partial v_1}{\partial x} = \eta_1 \frac{\partial^2 v_1}{\partial x^2} - \tilde{b} (v_1 - v_2) + \mathbf{F}, \quad (15)$$

$$\frac{\partial v_2}{\partial t} + v_2 \frac{\partial v_2}{\partial x} = \eta_2 \frac{\partial^2 v_2}{\partial x^2} - b (v_1 - v_2) + \mathbf{F}, \quad (16)$$

In formulas (15) and (16)  $\tilde{b} = b \frac{\rho_2}{\rho_1}$  is the interfacial friction coefficient, which is an analog of the Darcy coefficient for porous media.

**The Hopf-type system of equations.** System (15), (16) differs from the system of the two-velocity hydrodynamics in the dissipative case due to the presence of the friction coefficient, the absence of pressure and the incompressibility condition. For this reason, problems associated with the Burgers type system are sometimes referred to as two-velocity, non pressure hydrodynamics. The case  $\eta_1 = 0, \eta_2 = 0$  will be called an inviscid system of the Burgers type or a system of the Hopf type, or a system of the Riemann type, which gives a simple quasilinear system of equations

$$\frac{\partial v_1}{\partial t} + v_1 \frac{\partial v_1}{\partial x} + \tilde{b} (v_1 - v_2) + \mathbf{F}, \quad (17)$$

$$\frac{\partial v_2}{\partial t} + v_2 \frac{\partial v_2}{\partial x} + b (v_1 - v_2) + \mathbf{F}, \quad (18)$$

Zeldovich has proposed considering an inviscid free system in the one velocity case in the absence of mass forces ( $F = 0$ ) as an equation describing the evolution of a rarefied gas of non-interacting particles [10]. According to the idea, proposed the pure kinematics of the underlying particles can lead to features in the distribution of mass and become responsible for the heterogeneity of matter in the universe [8].

**The solution to a system of equations of the Hopf type in the form of a traveling wave.**

We seek a solution to system (17), (18) ( $F = 0$ ) in the form of a traveling wave. We introduce a new variable  $\xi = x - ct$  and

$$v_1(x, t) = U_1(\xi), v_2(x, t) = U_2(\xi), \quad (19)$$

where  $c$  is the velocity of a unidirectional traveling wave along the axis  $Ox$  at the time instant  $t$ . Thus, the functions  $U_1(\xi), U_2(\xi)$  satisfy a system of ordinary differential equations of the form

$$-cU_1' + U_1U_1' = -b(U_1 - U_2), \quad -cU_2' + U_2U_2' = \varepsilon b(U_1 - U_2).$$

Hence, after carrying out simple transformations with respect to the  $\tilde{U}_1 = (U_1 - c)^2, \tilde{U}_2 = (U_2 - c)^2$  we come to a system of ordinary differential equations:

$$\tilde{U}_1' = -2b(\sqrt{\tilde{U}_1} - \sqrt{\tilde{U}_2}), \quad (20)$$

$$\tilde{U}_2' = 2\varepsilon b(\sqrt{\tilde{U}_1} - \sqrt{\tilde{U}_2}), \quad (21)$$

Multiplying both sides of equation (20) by " and adding the resulting equation to equation (21), we obtain

$$(\varepsilon \tilde{U}_1 + \tilde{U}_2)' = 0.$$

From here, after conducting integration, we obtain the relationship between the functions  $\tilde{U}_1$  and  $\tilde{U}_2$ :

$$\varepsilon \tilde{U}_1 + \tilde{U}_2 = C_1 \quad (22)$$

where  $C_1$  is the positive integration constant.[9].

From (20), after exclusion of  $\tilde{U}_2$  and taking into account (22), with respect to  $\tilde{U}_1$  we obtain the ordinary differential equation of the first order

$$\tilde{U}_1' = 2b \left( \sqrt{C_1 - \varepsilon \tilde{U}_1} - \sqrt{\tilde{U}_1} \right).$$

The solution, which has the form

$$\frac{1}{(1+\varepsilon)^{\frac{3}{2}}} \left( -2\sqrt{1+\varepsilon} (\sqrt{\tilde{U}_1} + \sqrt{C_1 - \varepsilon \tilde{U}_1}) + \sqrt{C_1} \left( 2\operatorname{ArcTanh} \left[ \frac{\sqrt{\tilde{U}_1} \sqrt{1+\varepsilon}}{\sqrt{C_1}} \right] - \ln \left[ C_1 \left( \left( \sqrt{C_1 \sqrt{1+\varepsilon} + \sqrt{C_1 - \tilde{U}_1 \varepsilon}} \right)^2 - \tilde{U}_1 \varepsilon_2 \right) \right] \right) \right) = 2b\xi + C_2, \quad (23)$$

where  $C_2$  is the integration constant.[10].

After some transformations relations (23) takes the form:

$$\sqrt{\tilde{U}_1} + \sqrt{C_1 - \varepsilon \tilde{U}_1} - \frac{\sqrt{C_1}}{2\sqrt{1+\varepsilon}} \left( 2\operatorname{ArcTanh} \left[ \frac{\sqrt{\tilde{U}_1} \sqrt{1+\varepsilon}}{\sqrt{C_1}} \right] - \ln \left[ C_1 \left( \left( \sqrt{C_1 \sqrt{1+\varepsilon} + \sqrt{C_1 - \tilde{U}_1 \varepsilon}} \right)^2 - \tilde{U}_1 \varepsilon_2 \right) \right] \right) = -b(1+\varepsilon)\xi + C_2.$$

This work was supported in part by the Russian Foundation for Basic Research (grant No. 18-51-41002).

**Conclusion.** A traveling-wave analytical solution for a Hopf-type nonlinear hydrodynamic system was

obtained. The derived equation characterizes nonlinear wave propagation, showing how kinetic parameters determine wave speed, smoothness, and structure.

#### References

1. Имомназаров Х., Турдиев У.К. Исследование задачи Коши для одномерной системы уравнений типа Бюргерса методом слабой аппроксимации. // Проблемы информатики. 2019. №. 3 (44). – С. 20-30.
2. Imomnazarov B.K., Turdiev U., Erkinova D. Weak approximation method for the Cauchy problem for a one-dimensional system of Hopf-type equations. // Mathematical notes of NEFU. 2022. Т. 29. №. 4. – Р. 11-20.
3. Имомназаров Б.Х., Турдиев У.К., Имомназаров Х.Х. Задача Коши для одномерной системы типа Бюргерса. // Дифференциальные уравнения и математическое моделирование. 2019. – С. 30-30.
4. Имомназаров Б.Х., Турдиев У.К., Коробов П.В. Задача Коши для системы уравнений типа Бюргерса. // Математическое и компьютерное моделирование естественно-научных и социальных проблем. 2019. – С. 9-14.
5. Имомназаров Х.Х., Турдиев У.К. Об одной системе уравнений типа Бюргерса, возникающей в двухжидкостной среде. // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2018. Т. 2. №. 4. – С. 95-103.
6. Имомназаров Х.Х., Турдиев У. К. Об одной начально-краевой задачи для одномерной системы пороупругости. // Министерство высшего и среднего специального образования республики Узбекистан национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека. 2012. Т. 204. – С. 48.
7. Турдиев У.К., Коробов П.В. Задача Коши для системы уравнений типа Бюргерса1. // Математическое и компьютерное моделирование естественно-научных и социальных проблем: материалы XIII Меж. – С. 9.
8. Турдиев У.К. Система уравнений типа Римана, возникающая в двухжидкостной среде: Система уравнений типа Римана, возникающая в двухжидкостной среде. // modern problems and prospects of applied mathematics. 2024. Т. 1. №. 01.
9. Турдиев У.К., Коробов П.В. Задача Коши для системы уравнений типа Бюргерса1. // Математическое и компьютерное моделирование естественно-научных и социальных проблем: материалы XIII Меж. – С. 9.
10. Турдиев У.К., Имомназаров Х.Х. Численное решение некоторых задач для системы типа Хопфа. Каршинский государственный университет. 1989. №. 9. – С. 187.

**Biologiya. Zoologiya. Ximiya. Ekologiya**

**КЛОПЫ - МИРИДЫ (HETEROPTERA: MIRIDAE) ЮЖНОГО ПРИАРАЛЬЯ**

**Д.К.Абдуллаева** – доктор философии биологических наук

*Нукусский государственный технический университет*

**А.Д.Сапаров** – доктор биологических наук (DSc)

*Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза*

**ЖАНУБИЙ ОРОЛБЎЙИДАГИ КЛОПЛАР – МИРИДАЛАР (HETEROPTERA: MIRIDAE)**

**Д.К.Абдуллаева** – биологик фанлар бўйича философия докторанти

*Нукус давлат техник университети*

**А.Д.Сапаров** – биология фанлари доктори (DSc)

*Ажинийез номидаги Нукус давлат педагогика институти*

**TIGERS - MIRIDES (HETEROPTERA: MIRIDAE) OF THE SOUTH ARAL REGION**

**D.K.Abdullaeva** – Doctor of Philosophy in Biological Sciences

*Nukus State Technical University*

**A.D.Saparov** – Doctor of Biological Sciences (DSc)

*Nukus State Pedagogical Institute after named Ajiniyaz*

**Таянч сўзлар:** Hemiptera, Miridae, фауна, Жанубий Орол бўйи.

**Резюме.** Ушбу мақолада Орол бўйи минтақасидаги Miridae оиласининг (gemipteranlar) фаунистик тадқиқи ҳақида умумий маълумот берилган. 22 туркумдан жами 45 тур тўпланган ва аниқланган. Муаллиф Қорақалпоғистоннинг hemiptera ҳашаротларининг Miridae туркуми каталогини тузган бўлса, Miridae оиласи учун эса ҳозирда каталог тайёрланмоқта. Шунинг учун ушбу мақоланинг мақсади Қорақалпоғистондаги Miridae ҳақида фаунистик нуқтайи назарни тақдим этишдир.

**Ключевые слова:** полужесткокрылые, Miridae, фауна, Южное Приаралье.

**Резюме.** В статье предлагается общий обзор фаунистическому исследованию семейства Miridae (полужесткокрылые) в Южном Приаралье. Всего 45 видов из 22 родов были собраны и идентифицированы. Автором был составлен каталог семейств Miridae полужесткокрылых насекомых Каракалпакстана, а что касается семейства Miridae, то каталог находится в стадии завершения. Таким образом, целью данной статьи является фаунистический обзор Miridae в Каракалпакстане.

**Key words:** Hemiptera, Miridae, fauna, Southern Aral Sea region.

**Summary.** This article provides a general overview of the faunistic study of the Miridae family (hemipterans) in the southern Aral Sea region. A total of 45 species from 22 genera were collected and identified. The author has compiled a catalog of the Miridae families of hemipteran insects in Karakalpakstan, and for the Miridae family, the catalog is currently being completed. Therefore, the aim of this article is to provide a faunistic overview of Miridae in Karakalpakstan.

**Введение.** Растительные клопы (Hemiptera: Heteroptera: Miridae) - одно из самых важных и разнообразных семейств насекомых, насчитывающее более 11 000 видов по всему миру (Cassis & Schuh, 2012). Miridae включают 8 подсемейств: Isometopinae, Psalloripinae, Cyrtopinae, Orthotylinae, Bryocorinae, Deraeocorinae, Mirinae и Phyllinae (Schuh 1995; Henry 2009). Мириды Узбекистана были довольно хорошо изучены в ряде разрозненных работ (например, Кержнер, 1996; Линнавуори и Хоссейни, 1998, 1999, 2000; Линнавуори, 1997, 1998, 1999, 2000, 2006, 2007, 2009, 2010;).

В 2022 году Л.А.149 видов были идентифицированы Ганджаевой из Хорезмской области и КУИ Амударьи [1]. В Хорезмской области в ходе исследований, проведенных А. Ш. Хамроевым в 2003 году, было выявлено 128 видов клопов. В 2002 году Д.Г.Нурлатский горный массив

Центрально-Самаркандской и Навоийской областей нашей страны был включен в состав Нурлатского горного округа. В исследованиях Даминовой выявили 73 вида клопов из 15 семейств. А.С.Балтабаев в 1995 г. выявил в районах Южного Приаралья 27 видов клопов, относящихся к 17 родам семейства Miridae [2]. Д.М.Мусаевым за период 2017-2020 гг. было выявлено 57 видов слепней Южного Узбекистана и объяснены их экологические особенности [3]. Автором был составлен каталог почти всех семейств полужесткокрылых насекомых Каракалпакстана, а что касается семейства Miridae, то каталог находится в стадии завершения. Таким образом, целью данной статьи является фаунистический обзор мирид в Каракалпакстане.

**Материалы и методы.** В исследовательских работе были также исследованы Плато Устюрт и

северная часть пустыни Кызылкум. Из-за невозможности сбора проб из соседней Ташаузской области были использованы данные, представленные в научных источниках. Поэтому по климатическим условиям исследуемой территории были приведены образцы, относящиеся к республике Каракалпакстан и Хорезмской области. Сведения о Каракалпакстане включали также описание территории Устюрта и пустыни Кызылкум, административно относящейся к этой республике.

**Результаты.** Всего в Южном Приаралье было собрано 45 видов Miridae из 22 родов, список видов которых приведен ниже в алфавитном порядке с данными о распространении:

Семья Miridae Hahn, 1833

Подсемейство – Bryocorinae (Baerensprung, 1860)

Triba – Dicyphini (Reuter, 1883)

Род - *Dicyphus* Fieber, 1858

11. *Dicyphus orientalis orientalis* (Reuter, 1879)

Под *Nesidiocoris* Kirkaldy, 1902

12. *Nesidiocoris tenuis* (Reuter, 1895)

Род *Macrolophus* (Fieber, 1858)

13. *Macrolophus pygmaeus* (Rambur, 1839)

Подсемейство Deraeocorinae (Douglas & Scott, 1865)

Triba Deraeocorini (Douglas & Scott, 1865)

Род *Deraeocoris* (Kirschbaum, 1856)

14. *Deraeocoris punctulatus* (Fallen, 1807)

15. *Deraeocoris serenus* (Douglas & Scott, 1868)

Подсемейство Mirinae (Hahn, 1831)

Triba Mirini (Hahn, 1831)

Род *Adelphocoris* (Reuter, 1896)

16. *Adelphocoris lineolatus* (Goeze, 1778)

Род *Agnocoris* (Reuter, 1875).

17. *Agnocoris rubicundus* (Fallén, 1807)

Род *Lygus* (Hahn, 1833).

18. *Lygus pratensis* (Linnaeus, 1758)

19. *Lygus gemellatus gemellatus* (Herrich-Schaeffer, 1835)

20. *Lygus punctatus* (Zetterstedt, 1838)

Род *Orthops* (Fieber, 1858).

21. *Orthops basalis* (Costa, 1853)

22. *Orthops kalmi* (Linnaeus, 1758)

Род *Polymerus* Hahn, 1831

23. *Polymerus cognatus* (Fieber, 1858)

24. *Polymerus brevicornis* (Reuter, 1879)

25. *Polymers vulneratus* (Panzer, 1806)

Avlod Род *Phytocoris* (Fallen, 1814)

26. *Phytocoris kyzylkumi* (Muminov, 1989)

27. *Phytocoris kirilschenkoi* (Poppius, 1912)

28. *Phytocoris turkestanicus* (Poppius, 1912)

29. *Phytocoris undulates* (Reuter, 1877)

Triba Stenodemini (China, 1943)

Род *Notostira* (Fieber, 1858).

30. *Notostira elongata* (Geoffroy, 1785)

Род *Stenodema* (Laporte, 1832)

31. *Stenodema calcarata* (Fallen, 1807)

32. *Stenodema laevigata* (Linnaeus, 1758)

Род *Trigonotylus* (Fieber, 1858).

33. *Trigonotylus ruficornis* (Geoffroy, 1785)

Подсемейство Orthotylinae (Van Duzee, 1916)

Triba *Halticini* (A. Costa, 1853)

Род *Myrmecophyes* (Fieber, 1870)

34. *Myrmecophyes alboornatus* (Stal, 1858).

Triba Orthotylini (Van Duzee, 1916)

Род *Malacocoris* (Fieber, 1858)

35. *Malacocoris chlorizans* (Panzer, 1794)

Род *Orthotylus* (Fieber, 1858).

36. *Orthotylus flavosparsus* (Sahlberg, 1841)

Подсемейство Phylinae (Douglas & Scott, 1865)

Triba *Phylini* (Douglas and Scott, 1865)

Род *Atomoscelis* (Reuter, 1875)

37. *Atomoscelis onusta* (Fieber, 1861)

Род *Auchenocrepis* Fieber, 1858.

38. *Auchenocrepis reuteri* Jakovlev, 1876

Род *Plagiognathus* (Fieber, 1858)

39. *Plagiognathus chrysantemi* (Wolff, 1804)

Род *Camptotylus* (Fieber, 1860)

40. *Camptotylus bipunctatus* (Reuter, 1879)

Род *Campylomma* (Reuter, 1878)

41. *Campylomma verbasci* (Meyer-Dur, 1843)

42. *Campylomma diversicorne* (Reuter, 1878)

Род *Psallopsis* Reuter, 1901

43. *Psallopsis haloxyli* (Putshkov, 1976).

Род *Tuponia* (Reuter, 1875)

44. *Tuponia elegans* (Jakovlev, 1867)

45. *Tuponia turanica* Drapolyuk, 1980.

**Заключение.** На территории Южного Приаралья были проведены обширные исследования, в результате которых не было никакой защиты, необходимой для точной идентификации видов. В основном экологи считают, что они играют важную роль, но изменение климата, антропогенная деятельность и природная среда в результате ухудшения условий окружающей среды представляют серьезную опасность. Результаты исследования послужили базой данных для изучения биоразнообразия горного энтомофауны. Это первое фаунистическое исследование мирид в Южном Приаралье, в ходе которого было собрано всего 45 экземпляров. Пробы в рамках этой работы были взяты в нескольких районах парка и агроценоза. Учитывая большое разнообразие флоры и фауны этого региона несомненно, есть еще несколько видов мирид, которые будут обнаружены благодаря впечатляющим пробам. Почти все виды Miridae являются мощными хищниками сельскохозяйственных и лесных вредителей, которые могут играть эффективную роль в биологическом контроле (Dolling 1991; Henry 2009).

### Литература

1. Ганджаева Л.А. Фауна, морфология и экологические особенности полужесткокрылых (Heteroptera) нижней Амударьи. Дисс. – Хива: 2021. – С. 195.
2. Балтабаев А. С. Клопы-мириды (Hemiptera-Heteroptera: Miridae) Южного Приаралья: Автореф... канд. биол. наук. – Ташкент: 1995. – С. 23.
3. Мусаев Д.М. Жанубий Ўзбекистон (Hemiptera: miridae) сўқир кандалалари (фаунаси, экологияси, хўжалик аҳамияти). Автореф...дисс. – Ташкент: 2020.
4. Musayev D., Sattorov N., Abdullaeva J., Musaeva M., Saparov A., Kholmatov B., Yusupova A., Medetov M. Plant bugs (Heteroptera: Miridae) development and damage to cotton crop in Uzbekistan. // Wseas Transactions on Environment and Development. – Greece, 2023. Volume №.19. – P. 329-340.
5. Schuh R.T., The Orthotylinae and Phylinae (Hemiptera: Miridae) of South Africa with a phylogenetic analysis of the ant-mimetic tribes of the two subfamilies for the world. – Entomologica Americana 1974.47: – P. 1-332.
6. Wagner E., 2. Beitrag zur Heteropteren-Fauna Macedoniens (Hem. Het.). – Fragmenta Balcanica 1962. –P. 115-122.
7. Ribes J., Ribes E. Miridos del Principado de Andorra no citados en el "Catalogue of Palaearctic Heteroptera". – Boletín de la Sociedad Entomología Aragonesa 2002. – P.113-114..

QUYI AMUDARYO QUMLI CHO'LLARINING  
EVKSEROFIT (PSAMMOTHAMNA) BUTASIMON O'SIMLIKLARI

N.B.Allamberganova – assistent o'qituvchi

A.B.Ajiev – biologiya fanlari doktori (DSc)

Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat pedagogika instituti

ПЕСЧАНЫЕ ПУСТЫНИ НИЖНЕЙ АМУДАРЬИ  
ЭВКСЕРОФИТЫ (ПСАММОТАМНЫ) КУСТАРНЫЕ РАСТЕНИЯ

Н.Б.Алламбергенова – ассистент преподаватель

А.Б.Ажиев – доктор биологических наук (DSc)

Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза

LOWER AMU DARYA SANDY DESERTS EUCEROPHYTIC (PSAMMOTHAMNA) SHRUBS

N.B.Allamberganova – assistant teacher

A.B.Azhiev – Doctor of Biological Sciences (DSc)

Nukus State Pedagogical Institute named after Ajiniyaz

**Tayanch so'zlar:** o'simlik formatsiyalari, assotsiatsiyalari, evkserofit o'simliklar, Amudaryoning quyi oqimi, oqimning qisqarishi, delta to'qaylari va boshqalar.

**Rezyume.** Maqolada Amudaryo quyi oqimi o'simlik qoplaminin hozirgi holati, Amudaryo oqimining kamayishi bilan bog'liq holda ularning suksessiyaviy o'zgarishlari, to'qay va formatsiyalarning bir necha variantlariga ajratilgan evkserofit o'simliklar haqida ma'lumotlar berilgan. Asosiy evkserofit formatsiya 5 ta assotsiatsiyadan iborat bo'lib, ularning asosiy komponenti juzg'un - *Calligonum caput-medusae* va cherkez - *Xylosalsola richteri* (Moq.) Akhani & Roalson.

**Ключевые слова:** растительные формации, ассоциации, эвксерофитная растительность, низовья Амударьи, сокращение стока, дельтовые тугаи и др.

**Резюме.** В статье дается информация о современном состоянии растительности низовьев Амударьи, их сукцессионные изменения в связи с сокращением стока реки Амударьи, эвксерофитная растительность, которая выделяется на несколько вариантов тугаев и формации. Основная эвксерофитная формация состоит из 5 ассоциаций, основным компонентом которых является джужгун - *Calligonum caput-medusae* и черкез- *Xylosalsola richteri* (Moq.) Akhani & Roalson.

**Key words:** plant formations, associations, euxerophytic vegetation, lower reaches of the Amu Darya, flow reduction, delta tugai forests, etc.

**Summary.** The article provides information on the current state of vegetation in the lower reaches of the Amu Darya, its successional changes due to the reduction in the Amu Darya River's flow, and the euxerophytic vegetation, which is divided into several variants of tugai forests and formations. The main euxerophytic formation consists of 5 associations, the primary components of which are the juzgun - *Calligonum caput-medusae* and the cherkez - *Xylosalsola richteri* (Moq.) Akhani & Roalson.

**Kirish.** So'nggi 40-50-yil ichida (1980-2020-yillar) Amudaryoning quyi oqimidagi to'qaylar sezilarli darajada o'zgardi. Daraxtsimon o'simliklar (turanga, jiyda, tol) massivlarining juda kamayib ketishi va ularning tanazzulga uchrashi yuz berdi. Bunga sabab Amudaryo oqimining keskin kamayishi, o'rmon boyliklaridan foydalanishning kuchayishi, to'qay yerlarining ekinlar uchun o'zlashtirilishi bo'ldi.

Ko'pgina mualliflarning [1; 2; 3] ma'lumotlariga ko'ra, Amudaryoning quyi oqimida 50-yillarda sof to'qayzorlar 100 ming gektardan ortiq maydonni egallagan bo'lsa, 70-yillarga kelib 52 ming gektardan ortiq bo'lmagan, ya'ni yarmidan ko'proqqa qisqargan. И.Я.Зактрагер [5], Ф.Н.Русанов [6], Л.Е.Родин [7], А.А.Аширова [8] tomonidan tavsiflangan Shabbas, Quyunchiq, Oqqamish, Qulatog', Yumalak, Samanbay, Qo'ybak, Sho'rtanbay, Xater, Sho'qay, Bekbay to'qay massivlari nobud bo'lgan.

Turanga (*Populus pruinosa* Schrenk, *P.euphratica* Olivier) turlarining yashash davomiyligi 50-70-yil.

Amudaryo qayirida suv sathining keskin pasayishi sharoitida to'qaylarning yashash davri sezilarli darajada qisqaradi. Amudaryoning quyi oqimida, deltaning chap qirg'oq qismida bo'lgani kabi, butun boshli massivlarning qurishi kuzatilmogda. Hozirgi vaqtda mavjud to'qaylar juda siyrak, qurib qolgan, galofil turlar (*Tamarix hispida* Willd., *Halostachys caspica* (M.Bieb.) C.A.Mey.)

**Materiallar va metodlar.** Amudaryoning quyi oqimidagi daraxtzorlarning umumiy maydoni hozirgi vaqtda 15-20 ming gektardan oshmaydi.

Amudaryoning quyi oqimida bir qancha daraxt, daraxt-but, buta formatsiyalari va o'tli to'qaylar ajratiladi.

Biz psammofit o'simliklar, aniqrog'i qumli cho'llarning evkserofit buta o'simliklari – **Psammothamna** haqida to'xtalib o'tmoqchimiz.

Psammofit o'simliklar qumli va ko'pincha beqaror tuproqlarda yashaydigan o'simliklardir. Odatda ular plyajlarda, cho'llarda va qum barxanlarida o'sadi.

Psammofitlar daraxtlardan tortib bir yillik o'tlar, ko'p yillik piyozlilar va ildiz parazitlarigacha bo'lgan har xil turlardan iborat. Ular harakatchan tuproqlar, kuchli shamollar, quyosh nurining kuchli ta'siri yoki sho'r suv sharoitida ham yashay oladi. Psammofitlarning ildizlari qumning uchishi natijasida ochilib qolganda qo'shimcha kurtaklar hosil qilish qobiliyatiga ega, poyalari esa qum bilan ko'milganda tezda qo'shimcha ildizlar hosil qiladi. Masalan, daraxt va butalarda o'sadigan psammofitlar tanasining qumga botgan joyida baquvvat qo'shimcha ildizlar hosil qiladi, o't o'simliklarda esa yer osti novdalari hosil bo'lib, qum qatlamini yorib chiqadi. Psammofitlarning tipik vakillari saksovul, juzg'un, efedra, astragal, qum akatsiyasi, tollarning ba'zi turlari va boshqalardir.

**Natijalar.** Juzg'un formatsiyasi - *Calligoneta capit-medusae*

Juzg'un (*Calligonum caput-medusae* Schrenk) ning yashash joylari juda xilma-xil. Bu tur mayda do'ngli qumlarda va qumli qirg'oq ko'tarmalarida yaxshi o'sadi. Uning asosiy jamoalari Amudaryoning quyi oqimida qoldiq tepaliklardagi delta chekkasidagi tub qum massivlari va tarqalgan bazis qumlari bilan bog'liq.

Juzg'un formatsiyasining floristik tarkibi 23 turni, jumladan, daraxt va butalar - 30%, yarimbuta va yarimbutalar - 22%, ko'p yillik o'tlar - 26% va bir yillik o'simliklar - 22% ni tashkil etadi.

Juzg'un formatsiyasida 3 ta asosiy assotsiatsiyani ajratamiz.

Quyansuyek-juzgun assotsiatsiyasi. Barxan va ko'chma qumlar bilan bog'liq. Qoldiq tepaliklar qumlarida, Amudaryo deltasining voha ichidagi qumlarida va Orol dengizining janubiy qirg'oqbo'yi qismidagi orol qumlarida uchraydi.

Assotsiatsiya uch yarusli. Birinchi yarusni balandligi 170-230 sm bo'lgan daraxt shakllari tashkil etib, ular orasida juzg'un va oq saksovul (*Haloxylon persicum* Bunge), ikkinchi yarusni quyonsuyak (*Sophora conollyi* (Bunge ex Boiss.) M.Liao & Bo Xu), cherkez, qum astragali (*Astragalus arenarius* L.) 80-140 sm balandlikda, uchinchi - qolgan barcha komponentlar 12-30 sm balandlikda.

O'simlik qoplami qalin, proyeksion qoplam 70-80%.

Turlar tarkibi rang-barang bo'lishiga qaramay, jamoalarda doimiy yadroni ajratish mumkin: daraxt-butalar yarusida - juzg'un, quyonsuyak turlari, aksariyat maydonlarda - cherkez, oq saksovul, ko'p yillik o't o'simliklardan yantoq (*Alhagi pseudalhagi* (M.Bieb.) Desv. ex Wangerin) va argusiyli geliotrop (*Heliotropium arguzioides* Kar. & Kir.).

Bir yillik o'simliklar kam, ular ko'p emas. Boshqalarga qaraganda mustahkamlanmagan qumlarga xos bo'lgan qanbaq (*Salsola paulsenii* Litv.) ko'proq uchraydi.

Qiziljing'il-juzg'un assotsiatsiyasi. Biz tomonimizdan Qoraboyli arxipelagining g'arbiy qismidagi dengiz bo'yi tepalikli orol qumlarida tasvirlangan. Xarakterli yashash joylari - qum tepaliklari tizmalari, orol qumlarining yonbag'irlari va qirg'oq ko'tarmalari.

Birinchi yarusni 80-150 sm balandlikdagi daraxt-butalar o'simliklari, ikkinchi yarusni ikki boshqoqli efedra (*Ephedra distachya* L.), patsimon aristida (*Stipagrostis pennata* (Trin.) De Winter) va boshqa o'simliklarning bo'yi 15-30 sm.

Turlar tarkibi kamligiga qaramay (9 tur), o'simlik qoplami juda qalin - tuproqning taxminiy qoplami 90% gacha. Aspekt to'q yashil.

Juzg'un uyushmasi. Monodominant, Janubiy Orolbo'yining dengiz bo'yi dyunalarida uchraydi. Qumtepalar harakatchan, tepaliklar balandligi 19 sm gacha, proyeksion qoplamasi 70% gacha, asosan quyonsuyak, juzg'un, yermanijingil (*Tamarix hispida* Willd.), qum astragali, argusiyli geliotrop ishtirok etadi. Assotsiatsiyaning tur tarkibi 16 ta o'simlik.

Cherkez formatsiyasi - *Xylosalsola richteri* (Moq.) Akhani & Roalson.

Cherkez yoki Rixter sho'ragi balandligi 1-2 m bo'lgan psammofil buta bo'lib, katta ekologik amplitudaga ega. Amudaryoning quyi oqimida ko'p joylarda alohida butalar, ba'zan kichik chakalakzorlar bo'lib o'sadi, Qo'sqanatov, Beltov, Qiziljar qoldiq tepaliklarining qumli qismlarida, To'qmaqotaning yarim quruqlik qismida va Amudaryo deltasining voha qumlarida uchraydi. Uning sof qumli massivlarda tarqalishi bir tekis emas. Asosiy chakalakzorlar mayda do'ngli, kamdan-kam hollarda baland do'ngli qumlarda joylashgan.

Amudaryoning quyi oqimidagi formatsiya jamoalarining xarakterli va eng qulay yashash joylari - eol kelib chiqishiga ega bo'lgan "yosh" qumlar, taqirsimon tekisliklardagi kuchsiz o'sgan barxanlar, yirik qum tizmalarining yonbag'irlari va kuchsiz mustahkamlangan qumlardir.

Cherkez ham sho'rga juda chidamli, taqirlardagi juda siyrak chakalakzorlar qumli mintaqalardagi chakalakzorlar bilan almashinib turadi.

Ko'pgina botaniklar [1; 2; 3; 4; 6; 9] cherkez chakalakzorlari asosan antropogen kelib chiqishga ega deb hisoblaydilar, chunki bu o'simlik qumni mustahkamlash vositasi sifatida keng qo'llaniladi.

Tadqiqotlarimizga ko'ra, cherkez formatsiyasini 42 turdagi yuksak o'simliklar tashkil etadi. Shundan daraxtsimon butalar 9,5%, butalar - 26%, yarim butalar - 21,5%, ko'p yillik o'tlar - 17%, bir yillik o'tlar - 26%. Bu ma'lumotlarni Baxiev [2], Treshkin [4] va boshqalar ham tasdiqlaydi. turlar tarkibining ko'pligini biz butalar yarusining zich emasligi va qum barxanlarining yuqori gorizontlarining harakatsizligi bilan izohlaymiz.

Bizning ma'lumotlarimizga ko'ra, cherkez formatsiyasi 5 ta assotsiatsiya bilan ifodalanadi: cherkez, jantaq-cherkez, quyonsuyak-cherkez, juzg'un-cherkez, belosaksovul-cherkez.

Juzg'un-cherkez assotsiatsiyasi. Eng ko'p tarqalgan. Asosiy yashash joylari shimoldan janubga meridional cho'zilgan uncha baland bo'lmagan do'ng-tepalik qumlar, Beltov balandligining shimoliy yonbag'irlari, alohida kichik qum do'ngliklari yonbag'irlari. Botiqlarda va tizmalar orasidagi botiqlarda kamroq uchraydi.

Birinchi yarusni 14-250 sm balandlikdagi dominant va subdominant tashkil qiladi, qolgan komponentlar esa 15-40 sm balandlikdagi yarusni tashkil qiladi.

Proyektiv qoplash darajasi 25-40% dan oshmaydi.

Assotsiatsiyaning tur tarkibi kambag'al, 13 turdan iborat (1-jadval). Dominant va subdominantlardan tashqari, patsimon aristida, baland bo'yi tikanbarg (*Acanthophyllum elatius* Bunge), iloq (*Carex physodes* M.Bieb.), geliotrop (*Heliotropium dasycarpum* Ledeb.) ko'p uchraydi.

Oqsaksovul-cherkes assotsiatsiyasi. Qoldiq tepaliklar qumlarida, shuningdek, Amudaryo qayirining madaniy yerlari va Shimoli-G'arbiy Qizilqum qumlari o'rtasidagi chegara zonasidagi mayda tepalikli voha qumlarida tasvirlangan. O'simlik qoplaminin asosini cherkez, oq saksovul tashkil etadi. Bu yerdagi qumlar, odatda, buta va yarim butalarning ildiz sistemalari, shuningdek, ba'zi o'tlar: ilono't va qo'ypechak (*Bromus inermis* Leyss.)

Tuzilishi ikki yarusli. Birinchi yarus 100-200 sm balandlikdagi buta va yarim butalardan, ikkinchi yarus 20 sm balandlikdagi ko'p yillik va bir yillik o'tlardan tashkil topgan.

Assotsiatsiyaning 20 turdagi o'simliklar tashkil etadi. Ko'pligi bo'yicha dominant va subdominantdan tashqari bargsiz juzg'un, baland tikanbargli juzg'un, iloq, mortuk (*Bromus tectorum* L.) ustunlik qiladi.

Turlar soni ancha ko'p bo'lishiga qaramay, proyektiv qamrov atigi 30-35% ni tashkil etadi.

Quyansuyek-cherkez assotsiatsiyasi. Keng tarqalgan. Qoldiq tepaliklarning kuchsiz mustahkamlangan qumlari va voha ichidagi qumlar uchun xosdir. Ushbu uyushma uchastkalari Ellikqal'a tumanidagi qadimgi sug'oriladigan yerlar hududidagi barxanlarda katta maydonni egallaydi. Qumoq taqirsimon yotqiziqlar bilan qoplangan barxan qumlarida ham uchraydi.

Floristik tarkibi - 19 tur. Efemerlar va efemeroidlar ko'p bo'lib, ularning hammasi ko'chma qumlarda yashashga moslashgan yaqqol psammofitlardir.

Assotsiatsiya ikki yarusli. Birinchi yarusda bo'yi 180 sm gacha bo'lgan buta va yarim butalar, ikkinchi yarus esa bo'yi 10-40 sm gacha bo'lgan ko'p yillik va bir yillik o'tlardan tashkil topgan.

Proyektiv qoplash 25-70%.

Cherkez assotsiatsiyasi. Avvalgisi kabi, qoldiq tepaliklarning ko'chma qumlari va voha ichidagi do'ng qumlar bilan chegaralangan.

Assotsiatsiya tarkibida 15 turi uchraydi. Ulardan 2 turi juzg'un (*Calligonum aphyllum* (Pall.) Gürke, *C.caput-medusae* Schrenk ex Fisch. & C.A.Mey.), oq saksovul, quyonsuyak, cho'l chirmovug'i (*Convolvulus hamadae* (Vved.) Petrov) boshqa komponentlarga nisbatan ko'proq uchraydi va dominant bilan birgalikda 80-100 sm balandlikdagi birinchi yarusni hosil qiladi. O't o'simliklardan dominantning boshqa xarakterli komponentlari – ilono't, *Bromus tectorum*, patsimon aristida, yantoq, geliotrop 10-50 sm balandlikdagi ikkinchi yarusni tashkil qiladi.

**Muhokama.** O'rtacha o'simlik qoplami siyrak, tuproqning proyektiv qoplami 35-50%, psammofit dog'larda 10-15 foizgacha kamayadi. O'simlik qoplaminin asosini mezofil o'simliklar tashkil etadi.

Gorizontal mozaika kuzatiladi: psammofitlar bo'shroq va ochiq qum ustida guruhlanadi, mezofitlar qum mahkamlangan va tekislangan joylarda ixcham guruhlarni hosil qiladi. Ushbu assotsiatsiyada delta o'simlik qoplami elementlari va Qizilqum cho'lidan kirib kelgan elementlar o'ziga xos tarzda uyg'unlashgan. Deltada yashovchilardan chingil, oqbo'sh, jantaq, sharq dodartsiyasi (*Dodartia orientalis*), karamiq va ayrim bir yillik sho'ralar (*Salsola mutica*) uchraydi. Psammofitlar quyonsuyak, Kaspiy orti astragali (*Astragalus trans-caspicus*), selin (*Aristida pennata*), tirik jonivor (*Delphinium songaricum*), kanbak (*Salsola paulsenii*) kabilardan iborat. Juzguilar (*Calligonum aphyllum*, *C. caput-medusae*) butalari kamdan-kam uchraydi. Ehtimol, bu yashash joylarida chorva mollarinin ko'plab boqilishi natijasida yarim begona o'tlar guruhi ajralib chiqadi.

**Xulosa.** Shunday qilib, Amudaryo quyi oqimining zamonaviy o'simlik qoplami, unga kiruvchi fitotsenozlar va ular hosil qilgan ekologik-genetik qatorlar, umuman olganda, landshaftlar evolyutsiyasining ko'rsatkichlari va, birinchi navbatda, sho'rlanish indikatorlari sifatida qo'llanilishi mumkin. Ular butun deltaning tobora sho'rlanib borayotganini ko'rsatadi, sho'rxok cho'lga aylanish xavfi bor maydonlarni va sho'rlanishi sekinlashgan, hali halokatli tus olmagan maydonlarni ajratishga yordam beradi. Hozirning o'zidayoq limanli sug'orish usullaridan foydalangan holda meliorativ tadbirlarni o'tkazish zudlik bilan talab etilmoqda, hududni o'zlashtirish asosan sug'orish va oqova suvlardan oqilona foydalanishga yo'naltirilishi lozim. Sibir daryolarining bir qismini Urta Osiyo va Qozog'istonga oqizish amalga oshirilgandan keyin bu masala uzil-kesil hal qilinishi mumkin.

**Adabiyotlar**

1. Бахиев А.Б. Экология и смена растительных сообществ низовьев Амударьи. – Ташкент: «Фан», 1989.
2. Бахиев А., Трешкин С.Е., Кузьмина Ж.В. Современное состояние тугаев Каракалпакстана и их охрана. – Нукус: «Каракалпакстан», 1994.
3. Трешкин С.Е. Деграция тугаев Средней Азии и возможности их восстановления Автореферат дис. доктора с/х наук. Волгоград. Всероссийский НИИ агролесомелиорации. 2011. – С. 45.
4. Трешкин С.Е., Бахиев А. Б. Развитие процессов опустынивания в дельте и низовьях Амударьи и проблемы рационального природопользования. // Вестник ККО АН РУз. № 6. 2001. – С. 9-11.
5. Закрегер И.Я. Тугайные леса нижнего течения реки Амударья. – Москва: Изд-во АН СССР, 1927.
6. Русанов Ф.Н. Растительность дельты Амударьи и ее хозяйственное значение. Каракалпакия. Труды 1-конференции по изучению производительных сил ККАССР. Т.2. – М.; Л.: Изд-ва АН СССР, 1934. –С. 50-59.
7. Родин Л.Е. Растительность пустынь западной Туркмении. – М.; Л.: «Наука», 1963.
8. Аширова А.А. Растительность долины и дельты и ее хозяйственное использование. Книга вторая. – Ашхабад: «Ылым», 1976.
9. Allambergenova N., Ajiev A.B. Biodiversity of the lower Amu darya. // Science and Education in Karakalpakstan, №2/2 (49). 2025. – P. 21-24.

## ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БИОПАВ

**А.Асаматдинов** – кандидат химических наук  
*Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза*  
**А.Курбанбаева** – доктор химических наук  
*Институт общей и неорганической химии АН РУз*

## БИОПАВЛАРНИНГ ФИЗИК-КИМЁВИЙ ХОССАЛАРИНИ ЎРГАНИШ

**А.Асаматдинов** – кимё фанлари номзоди  
*Ажиниёз номидаги Нукус давлат педагогика институти*  
**А.Курбанбаева** – кимё фанлари доктори  
*ЎзР ФА Умумий ва ноорганик кимё институти*

## STUDYING THE PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF BIOSAS

**A.Asamatdinov** – Candidate of Chemical Sciences  
*Nukus State Pedagogical Institute after named Ajiniyaz*  
**A.Kurbanbayeva** – Doctor of sciences in chemistry  
*Institute of General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences of Uzbekistan*

**Таянч сўзлар:** биосурфактантлар, микроорганизмлар, *Bacillus* сп., ковшоқлик, электр ўтказувчанлик.

**Резюме.** Гидрофил ва гидрофоб субстратларда ўстириш орқали олинган самарали биопрепаратлар продуценти бўлган *Bacillus* сп. микроорганизмининг физик-кимёвий хусусиятлари ўрганилди. Глюкозада *Bacillus* сп. ўсганда хужайра мембранаси бактериялари билан боғлиқ эндо-биоПАВлар ҳосил бўлиши кўрсатилган. Шунингдек, олинган культураларнинг электр ўтказувчанлиги ва ковшоқлиги бўйича тадқиқотлар ўтказилди.

**Ключевые слова:** биосурфактанты, микроорганизмы, *Bacillus* sp., вязкость, электропроводность.

**Резюме.** Были изучены физико-химические свойства выявленного микроорганизма *Bacillus* sp., являющийся эффективным продуцентом биоПАВ, полученными при росте как на гидрофильных и на гидрофобных субстратах. Показано что при росте на глюкозе *Bacillus* sp. образуются эндо-биоПАВ, связанные с клеточной мембранной бактерией. А также проведены исследования по электропроводности и вязкости полученных культур.

**Key words:** biosurfactants, microorganisms, *Bacillus* sp., viscosity, electrical conductivity.

**Summary.** The physicochemical properties of the identified microorganism *Bacillus* sp., which is an effective producer of biologically active substances, obtained during growth on both hydrophilic and hydrophobic substrates, were studied. It has been shown that when *Bacillus* sp. grows on glucose, endo-bioSASs associated with cell membrane bacteria are formed. Studies have also been conducted on the electrical conductivity and viscosity of the obtained cultures.

**Введение.** Биосурфактанты (БиоПАВ) являются одним из многообещающих структур, которые относятся к классу амфифильных соединений, молекулы которых содержат гидрофильные и гидрофобные группы. Дифильность биосурфактантов обеспечивает высокие характеристики эмульгирующей способности, пенообразования и диспергируемости.

Они обладают многими уникальными свойствами, такими как низкая токсичность, высокая биоразлагаемость, хорошая экологичность, высокая пенообразование и высокая селективность. Эти преимущества позволяют биосурфактантам заменить химически синтезированные поверхностно-активные вещества (ПАВ), и они широко используются в пищевых продуктах, косметике, фармацевтике, в сельском хозяйстве и нефтехимической промышленности [1-3].

Микроорганизмы способны синтезировать и выделять в культуральную жидкость вещества, обладающие высокой биологической активностью. Поиск продуцентов новых эффективных биосурфактантов, изучение коллоидно-химических свойств этих соединений представляется актуальным.

Биоинженерия для пустынь — это междисциплинарный подход, сочетающий биологию, инженерию и экологию для борьбы с опустыниванием, стабилизации песков и восстановления экосистем в аридных зонах. В Узбекистане (особенно в Приаралье, Кызылкуме и Аралкуме) это особенно актуально: ежегодно поднимается до 150 млн тонн токсичной пыли, что приводит к деградации почв, проблемам со здоровьем и экономическим потерям. Биоинженерия предлагает устойчивые, экологичные альтернативы традиционным методам (механическим барьерам или

химическим полимерам), используя живые организмы, биоматериалы и генную инженерию для создания саморегулирующихся систем.

Для исследования были выбраны местные штаммы азотфиксирующих и фосфоромобилизующих бактерий, выделенные из ризосферы озимой пшеницы, хлопчатника, сахарной свеклы, люцерны [4].

Многие микроорганизмы, такие как бактерии, грибы и дрожжи, имеют способность производить биосурфактанты [4-7]. Биосурфактанты вырабатываемые микроорганизмами имеют широкое структурное разнообразие, включая гликолипиды, липопептиды, липопротеины, жирные кислоты, нейтральные липиды, фосфолипиды, полимерные и твердые частицы биосурфактанты [8].

ПАВ биологического происхождения – биосурфактант, имеет целый ряд преимуществ над синтетическими аналогами: низкие показатели токсичности и себестоимости, повышенную биологическую разрушаемость, высокую совместимость с природными соединениями, повышенное пенообразование, высокую селективность при экстремальных температурах, рН и повышенных концентрациях солей в почве, способность синтезироваться из пищевых отходов, высокую поверхностную активность, низкую ККМ [9].

**Сырье для производства биосурфактантов.** Объектом наших исследований выбран штамм *Bacillus sp.*, который характеризовался наиболее высокими показателями синтеза биоПАВ. Способность к синтезу биоПАВ оценивали по следующим показателям: поверхностное натяжение ( $\sigma$ ) свободной от клеток культуральной жидкости, условная концентрация ПАВ, которую определяли для экспресс оценки количественного содержания биосурфактантов в культуральной жидкости. Липиды экстрагировали из культуральной жидкости этилацетатом.

Таким образом, штамм *Bacillus sp.*, проявлял сильную поверхностную активность, которая свойственна для биосурфактантов микробного происхождения. Кроме того, следует отметить, что способность к продукции биоПАВ характеризовалась стабильностью. Исследования физико-химических свойств, структуры и биологической активности биоПАВ, выделенных из *Bacillus sp.*, свидетельствуют о том, что он, в основном, содержит сурфактины.

#### Материалы и методы.

**Культуральная среда и условия.** Микроорганизмы *Bacillus sp* являющиеся эффективными

продуцентами биоПАВ, полученными при росте на гидрофильных (глюкоза) и на гидрофобных (подсолнечное масло) субстратах.

**Вязкость сурфактантов.** Вязкость биосурфактантов — это один из ключевых реологических параметров, который определяет их поведение в растворах, эмульсиях и применении (например, в нефтедобыче для снижения вязкости нефти, в стабилизации песков, косметике, очистке). Биосурфактанты (rhamnolipids, sophorolipids, surfactin, lipopeptides и др.) обычно имеют низкую вязкость в водных растворах по сравнению с синтетическими ПАВ, но она сильно зависит от концентрации, рН-среды, температуры, солёности и типа (мономерный/димерный, кислотная/лактонная форма).

**Изучение электропроводности.** Измерение электропроводности проводили на приборе Кондуктометр типа -104. Термостатирование ячейки в водном термостате. Удельная электропроводность равна  $\kappa=10^{-8} \text{ ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ . С начала биосурфактант нейтрализовали с NaOH (0,1н.) 0,02 мл +2 капли HCl рН=8,0. Приготовили растворы по 0,01% до 1,0%.

**Химическая идентификация.** Биосурфактанты были отделены и очищены по методике (Купер и др., 1981). ИК-спектроскопия с Фурье-преобразованием биосурфактантов регистрировали на спектрометре 113В, Bruker, Германия, методом гранул KBr. Около 2 мг высушенный сырой биосурфактант измельчали с 200 мг KBr до образуют очень тонкий порошок. Этот порошок был затем сжат в тонкий шарик, который был проанализирован с помощью ИК-спектроскопии в диапазоне 4000-400  $\text{см}^{-1}$ .

#### Результаты и обсуждение.

**Электропроводность водных растворов биоПАВ.** Критическая концентрация мицеллообразования ККМ характеризует одно из важнейших свойств поверхностно-активных веществ образование мицеллярных растворов. Значение ККМ характеризует равновесия ассоциации молекул ПАВ в растворе. Поэтому исследование ККМ важно как для технологических целей так и коллоидно-химического изучения структуры раствора. ККМ измеряли кондуктометрическим методом, результаты приведены в таблице №1.

Изучение поверхностно-активных свойств, а именно ККМ, липидных биоПАВ дало возможность установить следующие значения ККМ: 20, 100 и 100мг/л для биоПАВ и сурфактина соответственно. В то же время значение  $\sigma$  составили 31,5; 32,0 мН/м соответственно.

**Таблица 1. Зависимость электропроводности (æ) биоПАВ от температуры**

№ п/п	Концентрация, %	298 <sup>0</sup> К, æ, ом <sup>-1</sup> ·см <sup>-1</sup>	303 <sup>0</sup> К, æ, ом <sup>-1</sup> ·см <sup>-1</sup>	313 <sup>0</sup> К, æ, ом <sup>-1</sup> ·см <sup>-1</sup>	323 <sup>0</sup> К, æ, ом <sup>-1</sup> ·см <sup>-1</sup>	pH-среды растворов
1	0,01	4,10·10 <sup>-5</sup>	4,90·10 <sup>-5</sup>	6,00·10 <sup>-5</sup>	7,00·10 <sup>-5</sup>	5,00
2	0,025	9,10·10 <sup>-5</sup>	10,90·10 <sup>-5</sup>	13,00·10 <sup>-4</sup>	14,50·10 <sup>-4</sup>	6,00
3	0,05	17,10·10 <sup>-4</sup>	19,20·10 <sup>-4</sup>	21,20·10 <sup>-4</sup>	25,10·10 <sup>-4</sup>	6,50
4	0,1	3,59·10 <sup>-4</sup>	4,19·10 <sup>-4</sup>	4,80·10 <sup>-4</sup>	5,39·10 <sup>-4</sup>	6,75
5	0,25	7,86·10 <sup>-3</sup>	8,99·10 <sup>-3</sup>	10,99·10 <sup>-3</sup>	12,99·10 <sup>-3</sup>	7,00
6	0,5	14,99·10 <sup>-3</sup>	19,50·10 <sup>-3</sup>	19,99·10 <sup>-3</sup>	21,00·10 <sup>-3</sup>	7,50
7	1,0	29,40·10 <sup>-3</sup>	68,98·10 <sup>-3</sup>	70,50·10 <sup>-3</sup>	75,00·10 <sup>-3</sup>	8,00

**Влияние биоПАВ на вязкость.** Мы определили вязкость водных растворов биоПАВ при различных концентрациях раствора (0,010, 0,025, 0,5, 0,1, 0,25, 0,5, 1,0). При изучении вязкости как видно из таблицы удельная вязкость показывает отрицательные результаты. Активно и согласованно двигающиеся бактерии могут придать жидкости невозможную в других случаях отрицательную вязкость. К такому выводу пришли французские ученые физики, которые теоретически изучили свойства жидкости в присутствии таких бактерий. В ходе работы ученые также смогли описать уже наблюдавшийся случай падения вязкости до нуля – как у сверхтекучих жидкостей [16].

**Таблица 2. Вязкость водных растворов биоПАВ при температуре 298<sup>0</sup>К**

№ п/п	Концентрация, %	η <sub>отн.</sub>	η <sub>уд.</sub>	pH-среды растворов
1	0,01	0,9169	-0,0831	5,00
2	0,025	0,9211	-0,0789	6,00
3	0,05	0,8811	-0,1189	6,50
4	0,1	0,8559	-0,1441	6,75
5	0,25	0,8549	-0,1451	7,00
6	0,5	0,8612	-0,1388	7,50
7	1,0	1,0242	0,0242	8,00

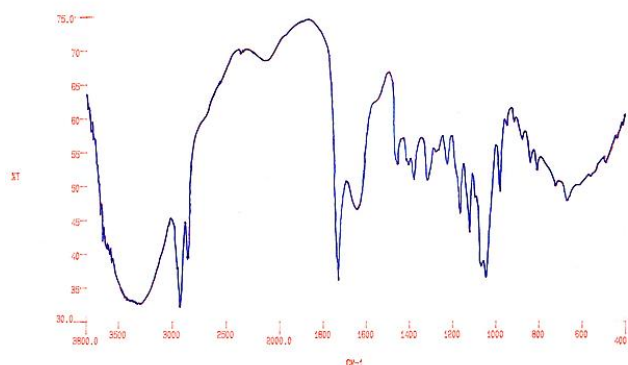
**Таблица 3. Зависимости æ, σ, η и pH-среды растворов биоПАВ**

№ п/п	Концентрация, %	η <sub>отн.</sub>	æ, ом <sup>-1</sup> ·см <sup>-1</sup> 298 <sup>0</sup> К	σ, мН/м	pH-среды растворов
1	0,01	0,9169	4,10·10 <sup>-5</sup>	37,97	5,00
2	0,025	0,9211	9,10·10 <sup>-5</sup>	38,15	6,00
3	0,05	0,8811	17,10·10 <sup>-4</sup>	40,63	6,50
4	0,1	0,8559	3,59·10 <sup>-4</sup>	43,10	6,75
5	0,25	0,8549	7,86·10 <sup>-3</sup>	38,14	7,00
6	0,5	0,8612	14,99·10 <sup>-3</sup>	36,17	7,50
7	1,0	1,0242	29,40·10 <sup>-3</sup>	34,18	8,00

**Химическая характеристика биоПАВ.** На рис. №1 представлен ИК-спектр биосурфактанта производства JA-1 в КВг. Видно, что характеристика полосы 3310 см<sup>-1</sup> (режим растяжения NH) и 1657 см<sup>-1</sup> (режим растяжения связи CO-N) относятся к пептидам. Полосы в 2,958-2,927 см<sup>-1</sup>, 2,871-2,850 см<sup>-1</sup> и в 1,467 см<sup>-1</sup>, 1402 см<sup>-1</sup> относятся к алифатическим цепям (-CH<sub>3</sub>, -CH<sub>2</sub>), и полоса, наблюдаемая при 1737 см<sup>-1</sup>, соответствует карбонильная группа. Эти результаты предполагают, что биосурфактант содержит алифатические углеводороды и карбонильные фрагменты.

Из литературных источников известно, что выбранные штаммы способны продуцировать биосурфактанты – гликолипиды [17]. Поэтому полученные БиоПАВ были идентифицированы методик ИК-спектрокопии.

На ИК-спектрах обнаружены следующие полосы поглощения колебаний амидной группы причастоте 1565 и 1673 см<sup>-1</sup>, эфирной связи при 1780 см<sup>-1</sup>. Полосы поглощения в области 2850–400 см<sup>-1</sup> отнесены к колебанием -CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-, а также ассоциированной жирнокислотной OH-группы. Полосы поглощения при 1115–1200 см<sup>-1</sup> соответствуют колебанием группы —CH<sub>2</sub>OH.



*Рис.1. ИК-спектры полученного биоПАВ*

**Выводы.** Полученные биоПАВы являются хорошими поверхностно-активными веществами, обладают привлекательными свойствами в качестве эмульгирующего соединения. БиоПАВы имеют несколько свойств и не зависят от температуры, pH-среды и концентрации хлорида натрия. Предварительный биохимический состав предполагает, что молекула является новым полимерным биоПАВ, включающим липиды (40%), углеводы (35,2%) и белки (20,3%). Эти характеристики являются желательными для промышленных процессов, поскольку они обладают рядом свойств, которые могут быть привлекательными, и являются сильнодействующим эмульгатором и поверхностно-активным соединением, которые полезны во многих областях промышленности. Они представляет собой многообещающий, простой и экономически

эффективный инструмент для обработки маслянистого шлама, образующегося при периодической очистке резервуаров для хранения нефти и в других отраслях народного хозяйства, и имеет другие области применения, когда необходимо увеличение вязкости.

**Основные направления биоинженерии для пустынь.** На основе последних исследований, биоинженерия фокусируется на микробах, растениях, биополимерах и интегративных технологиях. Вот ключевые методы:

**Микробная стабилизация.** Бактерии индуцируют образование карбоната кальция ( $\text{CaCO}_3$ ), цементируя песчинки в прочную корку.

**Механизм:** Бактерии гидролизуют мочевины ( $\text{urea}$ ), производя  $\text{CO}_3^{2-}$ , который реагирует с  $\text{Ca}^{2+}$ , заполняя поры (>90%) и создавая корку толщиной до 20 мм.

**Эффективность:** Снижает ветровую эрозию на 95%, повышает несущую способность до 300–350 кПа. В пустыне Такла-Макане (аналог Кызылкума) после 8 циклов обработки корка выдерживает сухо-влажные циклы с потерей <3%.

**Применение в Узбекистане:** Тестирование для Аралкума — экологичнее химических полимеров, совместимо с солончаками. Биоаугментация (введение бактерий) + биостимуляция (питательные добавки) оптимальны для масштаба.

**Перспективы:** Комбинация с ферментами (EICP — Enzyme-Induced Carbonate Precipitation) для ускорения. Проблемы: высокая стоимость, зависимость от влаги.

**Биополимеры и биоматериалы** Натуральные полимеры (ксантан, гуар, хитозан, альгинат) или из отходов (целлюлоза, лигнин) смешивают с песком для создания водоудерживающей матрицы.

**Механизм:** Биополимеры образуют плёнки/нити между зёрнами, повышая адгезию и снижая эрозию. Например, карбоксиметилцеллюлоза (СМС) превращает песок в "искусственную почву" с реологическими свойствами (мягкая при влаге, твёрдая в сухости).

**Эффективность:** Снижает потерю песка ветром на 80–95%, удерживает воду (до 300–500× своего веса), улучшает приживаемость растений. В экспериментах на 1,6 га песка в Китае (аналогично Аралкуму) выросли томаты и рис.

**Применение:** В Туркменистане тестируют биомассу + добавки для фиксации дюн с посадкой засухоустойчивых растений. В Узбекистане — комбинация с бентонитом для солончаковых песков.

**Перспективы:** Биоразлагаемые варианты (из макулатуры/агроотходов) — дешевы и устойчивы. Минусы: разложение за 2–5 лет, требует повторного нанесения.

**Биокрусты и интегративные системы.** Биологические корки (биокрусты) из цианобактерий, мхов, лишайников фиксируют поверхность.

**Механизм:** Микроорганизмы производят полисахариды, связывающие частицы. Интеграция с растениями и микробами создаёт саморегулирующиеся экосистемы.

**Эффективность:** Снижает эрозию на 70–90%, улучшает микроклимат. В пустынях Средней Азии (Каракумы) биокрусты + посадки — долговечны (10–30+ лет).

**Применение:** В Аралкуме — для солончаковых равнин. Комбинация с нанотехнологиями (жидкая наноглина LNC) превращает песок в плодородный субстрат.

**Перспективы:** Нанофлюидика для точного орошения, минимизируя солонизацию.

#### **Преимущества и вызовы.**

**Плюсы:** Экологичность (биоразлагаемый, низкий углеродный след), устойчивость (самовосстановление), экономия (дешевле бетона/полимеров в долгосрочной перспективе). В Аралкуме снижает токсичную пыль, улучшает здоровье (снижение респираторных заболеваний). **Минусы:** Зависимость от климата (нужна минимальная влага), высокая начальная стоимость, медленный эффект (годы на полное восстановление). В солончаках Аралкума соли подавляют микробы/растения — нужны солестойкие штаммы.

#### **Литература**

1. Купер Р.В., Шульга А.Н., Елисеев Р.А., Карпенко Е.В. Туровский А.А. Поверхностно-активные пептолипиды культуры *Bacillus sp.* С-146. // Докл.АН РУз. 1990. №9. – С. 40-41
2. Воробьева Л.И. Промышленная микробиология. – Москва: МГУ, 1989. – С. 410.
3. Shulga A.N., Karpenko E.V., Vildanova-Martshishin R., Turovsky A., Soltys M. Biosurfactant – enhanced Remediation of Oil-contaminated Environments. //Adsorption, & Technology. 2000. Vol.18, №2. – P.171-175.
4. Remichkova M., et al. Anti-herpesvirus activities of *Pseudomonas sp.* S-17 rhamnolipid and its complex with alginate. *Z Naturforsch C.* 2008. 63: 75-81.
5. Pruthi V., and Cameotra S.S., Effect of nutrients on optimal production of biosurfactants by *Pseudomonas putida* — A Gujarat oil field isolate. *Journal of Surfactants and Detergents.* 2003. 6(1): 65-68.
6. Abouseoud M., et al. Evaluation of different carbon and nitrogen sources in production of biosurfactant by *Pseudomonas fluorescens*. *Desalination.* 2008. 223(1-3): 143-151.
7. Deshpande M., and Daniels L. Evaluation of sophorolipid biosurfactant production by *Candida bombicola* using animal fat. *Bioresour. Technol.*1995. 54(2): 143-150.

8. Ghojavand H., Vahabzadeh F., Roayaei E. et al. Production and properties of a biosurfactant obtained from a member of the *Bacillus subtilis* group (PTCC 1696). *J Colloid Interface Sci.* 2008. 324(1-2): 172-176.
9. Курбанбаева А.Э. коллоидно-химические свойства водных растворов биосурфактантов. *Вестник Казахского национального университета Аль-Фараби, серия Химия*, 2012, 3(67), С.185-189.
10. Banat I.M., Satpute S.K., Cameotra S.S., Patil R., Nyayanit N. Cost effective technologies and renewable substrates for biosurfactants' production. *Front. Microbiol.* 2014;5.
11. Makkar R.S., Cameotra S.S. An update on the use of uncoventional substrates for biosurfactant production and their new applications. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 2002;58:428–434.
12. Barros F.F.C., Quadros C.P., Maróstica M.R., Pastore G.M. Surfactina: Propriedades químicas, tecnológicas e funcionais para aplicações em alimentos. *Quím. Nova.* 2007; 30:1–14.
13. AuroreLoisy, Jens Eggers, and Tanniemola B. Active Suspensions have Nonmonotonic Flow Curves and Multiple Mechanical Equilibria. *Liverpool Phys. Rev. Lett.* **121**, 2018.
14. Самсонова А., Макаревич А. Микробиологические методы повышения вторичной добычи нефти. // *Нефтехим. комплекс.* – 2009. – №1. – С. 56-64.

## STRUCTURE AND STRENGTH OF MAGNESIA CEMENT FROM DOLOMITE

*M.Ayimbetov – Candidate of Technical Sciences, Professor*

*G.Z.Yo‘ldosheva – master's student*

*Karakalpak State University after named Berdakh*

## СТРУКТУРА И ПРОЧНОСТЬ МАГНЕЗИТОВОГО ЦЕМЕНТА ИЗ ДОЛОМИТА

*М.Айимбетов – кандидат технических наук, профессор*

*Г.З.Юлдашева – магистрант*

*Каракалпакский государственный университет имени Бердаха*

## DOLOMITDAN OLINGAN MAGNEZIYLI SEMENTNING TUZILISHI VA MUSTAHKAMLIGI

*M.Ayimbetov – texnika fanlari nomzodi, professor*

*G.Z.Yo‘ldosheva – magistrant*

*Berdaq nomidagi Qoraqalpoq davlat universiteti*

**Tayanch so‘zlar:** magniyali portlandtsement, dolomit, gidratatsiya, M-S-H fazalar, siqilish mustahkamligi, g‘ovaklik.

**Rezyume.** Maqola Qoraqalpog‘iston dolomitiga asoslangan magniyali portlandtsement (MPC)ni tadqiq etishga bag‘ishlangan. Xomashyoning kimyoviy tarkibi tahlil qilindi, sement toshining mikrostrukturasi va gidratatsiya dinamikasi o‘rganildi. Namunalarning siqilish mustahkamligi va g‘ovakligi bo‘yicha ma‘lumotlar keltirilgan, agressiv muhitlarda magniyali portlandtsement qo‘llashning afzalliklari hamda texnologiyani mintaqaviy darajada joriy etish istiqbollari muhokama qilinadi.

**Ключевые слова:** магнезиальный портландцемент, доломит, гидратация, M-S-H фазы, прочность на сжатие, пористость.

**Резюме.** Статья посвящена исследованию магнезиального портландцемента (МПЦ), изготовленного на основе доломита Каракалпакстана. Проведен анализ химического состава сырья, изучена микроструктура цементного камня и динамика гидратации. Приведены данные о прочности на сжатие и пористости образцов, обсуждены преимущества применения магнезиального портландцемента в агрессивных средах и перспективы внедрения технологии на региональном уровне.

**Key words:** magnesium Portland cement, dolomite, hydration, M-S-H phases, compressive strength, porosity.

**Summary.** The article is assigned to the study of magnesium Portland cement (MPC) produced from dolomite of Karakalpakstan. The chemical composition of the raw material was analyzed, while the microstructure of the cement stone and hydration dynamics were examined. Data on compressive strength and porosity of the samples are provided; the advantages of using MPC in aggressive environments and prospects for implementing this technology at the regional level are discussed.

**Introduction.** Magnesium Portland cement is a type of cement in which part of the calcium is replaced by magnesium. Such modification increases chemical resistance, accelerates strength development, and improves the durability of structures. Karakalpakstan possesses abundant deposits of high-quality dolomite, which makes the region promising for local production of magnesium Portland cement.

Magnesite has traditionally been used for obtaining magnesia binders, and therefore, for a long time the literature held the view that other magnesium-containing raw materials, including dolomite, due to their low magnesium oxide content, could not provide high-grade magnesia cement. It was claimed that while caustic magnesite yields compressive strengths of 60-80 MPa, caustic dolomite yields only 10-30 MPa.

Recent studies indicate that, contrary to earlier beliefs, binders comparable in their physical and

mechanical properties to those based on caustic magnesite can indeed be produced from dolomite [1-5].

Literature data concerning dolomites from different deposits vary significantly in their conclusions. These differences concern both the mechanism of thermal dissociation and the process of phase formation during the mixing of caustic dolomite with magnesium salt solutions. The diversity of views on the thermal dissociation of dolomite and the composition of the hydration products of magnesium cement is primarily due to the fact that researchers worked with dolomites from different deposits containing varying impurities, which are known to influence decomposition processes. According to modern understanding, three stable solid phases may form in magnesium cement in various proportions: magnesium hydroxide, magnesium oxychloride ( $5\text{MgO}\cdot\text{MgCl}_2\cdot 13\text{H}_2\text{O}$ ), and magnesium oxychloride ( $3\text{MgO}\cdot\text{MgCl}_2\cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ).

Magnesium cements have been actively studied in recent years. According to Holt (2018) and Liu et al. (2020), the use of MgO increases cement resistance to sulfates and chlorides. Mechanical and chemical activation of dolomite promotes the formation of magnesium–silicate hydrate (M-S-H), which is analogous to the C-S-H phases of ordinary Portland cement but has a denser structure and lower porosity [1, 2].

Magnesium Portland cement (MPC) is a modified type of cement in which part of calcium is replaced by magnesium. This substitution provides improved operational properties, including faster strength development, enhanced chemical resistance, and long-term durability. The use of magnesite or dolomite as magnesium sources enables the formation of M-S-H hydrates, which create a dense and durable cement stone microstructure.

The Karakalpakstan region has significant reserves of high-quality dolomite, offering prospects for local production of magnesium cement and reducing dependence on imported raw materials. In particular, the Jamansai deposit is characterized by high CaO and MgO contents, making it a potentially valuable resource for MPC production [6].

The aim of this work is to study the chemical composition of dolomites from the Jamansai deposit (Karakalpakstan), to investigate the microstructure of the cement stone and hydration dynamics, and to determine the features of the hardening process of magnesium Portland cement produced from this material.

**Materials and methods.** A sample of dolomite from the Jamansai deposit (Karakalpakstan) was selected for study. The chemical composition of the raw material is presented in Table 1. The contents of main oxides are, wt.%: CaO-31%, MgO-21%, SiO<sub>2</sub>-4%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-<1%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-<1%, loss on ignition – 46,5%.

Quartz sand and gypsum (as a setting regulator) were used as additives. These additives allow adjustment of clinker structure and hydration processes, ensuring optimal physical and mechanical properties of magnesium cement.

Table 1. Chemical composition of dolomite from the Jamansai deposit

Component	Content, wt.%
CaO	31
MgO	21
SiO <sub>2</sub>	4
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	<1
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	<1
LOI	46,5

Chemical analysis was performed to determine the oxide composition of the dolomite. The microstructure of the cement stone was studied using

scanning electron microscopy (SEM), allowing for assessment of the form and distribution of hydration phases, density, and porosity. Hydrate phase identification – including M-S-H formation – was carried out by X-ray diffraction (XRD). Compressive strength testing was performed on 4×4×16 mm samples at 1, 3, 7, and 28 days. Measurements were conducted using a universal testing machine with ±1 MPa accuracy.

✓ The cement production process included the following stages:

✓ Crushing and grinding dolomite to particle sizes below 100 μm.

✓ Calcination at 950°C to achieve decarbonization and produce CaO and MgO.

✓ Mixing with quartz sand and gypsum to form clinker and regulate setting.

✓ Fine grinding of clinker to the required fineness.

✓ Hydration under standard conditions (20°C, 95% relative humidity) to study hardening dynamics.

**Results.** Analysis showed that the dolomite from the Jamansai deposit contains significant amounts of CaO (31%) and MgO (21%). The contents of silica, alumina, and iron oxides were relatively low (<5%), confirming the suitability of this raw material for MPC production. The loss on ignition was 46,5%, corresponding to a high carbonate content.

Microscopic examination revealed a dense and homogeneous structure with small pores. The images showed crystalline hydration phases uniformly distributed throughout the material. This structure contributes to increased strength and durability.

XRD analysis identified the formation of magnesium–silicate hydrates (M-S-H), along with small amounts of magnesium hydroxide and calcium hydroxide. Formation of M-S-H phases was observed early in hydration and continued to develop with age, creating a dense crystalline network responsible for strength development.

XRD revealed the following phases (relative intensity):

M-S-H – high

Mg(OH)<sub>2</sub> – medium

Ca(OH)<sub>2</sub> – low

The diffractogram shows broad amorphous or semi-crystalline peaks at 2θ≈12-25°, characteristic of hydrated magnesium–silicate phases, indicating gradual formation of a strong gel structure. A peak at 2θ≈18° corresponds to crystalline Mg(OH)<sub>2</sub> (brucite), formed during magnesium hydration. A peak at 2θ≈30° corresponds to Ca(OH)<sub>2</sub>, indicating hydration of calcium-bearing phases.

Thus, the main hydration product is M-S-H gel, forming a dense cement stone structure. The presence of Mg(OH)<sub>2</sub> and Ca(OH)<sub>2</sub> reflects accompanying crystallization processes. The amorphous nature of

M-S-H is typical for magnesium cements and confirms the gradual development of a strong matrix.

Strength development showed:

20 MPa after 1 day,

50 MPa after 3 days,

80 MPa after 7 days,

~100 MPa after 28 days.

These results indicate rapid hydration and formation of a dense structure.

Table 2. Physical and mechanical properties of magnesium Portlandcement

Age, days	Density, g/cm <sup>3</sup>	Normal consistency, g/cm <sup>3</sup>	Setting time (start-end), min	Compressive strength, MPa
1	2,10	1,45	35-60	20
3	2,15	1,48	35-60	50
7	2,18	1,50	35-60	80
28	2,20	1,52	35-60	100

**Discussion.** The experimental results showed that the rapid strength development of MPC is due to the high reactivity of MgO and the formation of a dense M-S-H matrix. This structure ensures minimal porosity, which in turn increases resistance to aggressive chemical environments.

Using dolomite from the Jamansai deposit reduces cement production costs through reliance on local raw materials and decreased dependence on imports. The results indicate that MPC produced from this dolomite can be effectively used in hydraulic structures, marine facilities, and industrial constructions where high strength and chemical resistance are required.

Thus, the combination of active MgO, formation of an M-S-H matrix, and low porosity makes this cement promising for industrial applications, while the use of local raw materials offers economic benefits.

**Conclusions.** Magnesium Portland cement based on dolomite from the Jamansai deposit (Karakalpakstan) exhibits high strength and a dense microstructure.

The formation of M-S-H phases ensures durability and high resistance to aggressive chemical environments.

Use of local raw materials increases the economic efficiency of cement production and reduces dependence on imported components.

Further studies are recommended on optimal calcination regimes and mechanochemical activation to improve MgO reactivity and enhance cement performance.

#### References

1. Holt J. Magnesium Cements: Properties and Applications. // Construction Materials Journal, 12(3), 2018. – P. 45-58.
2. Liu Y., Zhang X., Li H. Durability of Magnesium Portland Cement in Aggressive Environments. // Cement and Concrete Research. 2020. 135, – P. 106-115.
3. Sidorova E., Petrov A., Ivanov V. Mechanochemical Activation of Dolomite for Cement Production. Materials Science Forum, 960, 2019. – P. 75-82.
4. Archive of Scientific Publications. Magnesium Cements: Theory and Practice. 2022.
5. Beton.ru. Magnesium Cement: Properties and Applications. 2022.
6. Study of dolomite from the Jamansai deposit. Universum: Technical Sciences. Nurymbetov B.Ch., et al., 12(105). 2022. URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/14727>

**АПАК KOAGULYANT-ADSORBENTINIŃ MINERALOGIYALÍQ QURAMÍN ÚYRENIW**

**L.G.Aymurzaeva** – *texnika ilimleri boyınsha filosofiya doktori, docent*

**H.B.Aytbaeva** – *student*

*Ajiniyaz atındaǵı Nókis mámleketlik pedagogikalıq instituti*

**K.Sh.Zaripbayev** – *tayanish doktorant*

*ÓzR FA Uliwma hám anorganikalıq ximiya instituti*

**ИЗУЧЕНИЕ МИНЕРАЛЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА КАОГУЛЯНТА-АДСОРБЕНТА АПАК**

**Л.Г.Аймурзаева** – *доктор философии по техническим наукам, доцент*

**Г.Б.Айтбаева** – *студентка*

*Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза*

**К.Ш.Зарипбаев** – *базовый докторант*

*Институт общей и неорганической химии АНРУз*

**STUDY OF THE MINERALOGICAL COMPOSITION OF THE COAGULANT-ADSORBENT АПАК**

**L.G.Aymurzaeva** – *Doctor of Philosophy in Technical Sciences, Associate Professor*

**H.B.Aytbaeva** – *student*

*Nukus State Pedagogical Institute named after Ajiniyaz*

**K.Sh.Zaripbayev** – *doctoral student*

*Institute of General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences of Uzbekistan*

**Tayanch soʻzlar:** Angren kaolini, tabiiy mirabilit, kaolinit minerallari, rentgenogramma, koagulyant-adsorbent, termokimyoviy faollashtirish, difraksion maksimum.

**Rezyume.** Ushbu maqolada Angren kaolini va tabiiy mirabilit asosida olingan koagulyant-adsorbentning mineralogik tarkibini oʻrganish boʻyicha maʼlumotlar keltirilgan. Termokimyoviy faollashtirishda haroratning ortishi bilan minerallarning mineralogik tarkibi va tuzilishidagi oʻzgarishlar aniqlangan. Qoraqalpogʻiston Respublikasi Jaslyk koni ola-chipor rangli dastlabki Angren kaolini, mirabilit namunalari va ular asosida 600°C÷650°C haroratda termokimyoviy faollashtirish yoʻli bilan olingan koagulyant-adsorbent rentgenfazali tahlil usulida oʻrganildi.

**Ключевые слова:** Ангренский каолин, природный мирабилит, минералы каолинит, рентгенограмма, коагулянт-адсорбент, термохимическая активация, дифракционный максимум.

**Резюме.** В данной статье представлены данные по изучению минералогического состава коагулянта-адсорбента, полученного на основе Ангренского каолина и природного мирабилита. При термохимической активации выявлены изменения минералогического состава и структуры минералов с повышением температуры. Коагулянт-адсорбент, полученный методом термохимической активации при температуре 600°C÷650°C, был изучен методом рентгенофазового анализа образцов первичного пестрого Ангренского каолина, мирабилита и на их основе из месторождения Жаслык Республики Каракалпакстан.

**Key words:** Angren kaolin, natural mirabilite, kaolinite minerals, radiograph, coagulant-adsorbent, thermochemical activation, diffraction maximum.

**Summary.** This article presents data on the study of the mineralogical composition of the coagulant-adsorbent obtained on the basis of Angren kaolin and natural mirabilite. Thermochemical activation revealed changes in the mineralogical composition and structure of minerals with increasing temperature. The coagulant-adsorbent obtained by thermochemical activation at temperatures of 600°C÷650°C was studied by X-ray phase analysis of samples of primary variegated Angren kaolin, mirabilite, and based on them from the Jaslyk deposit of the Republic of Karakalpakstan.

**Kirisiw.** Házirgi waqıtta dúnyada suw resurs-larınan aqılǵa uǵras paydalanıw insannıń qorshaǵan ortalıqtı qorǵaw tarawındaǵı jumısında áhmiyetli hám tiykarǵı baǵdarlardan biri bolıp esaplanadı. Sanaat kárxanaları, sonıń ishinde, toqımashılıq hám jeńil sanaat kárxanalarınıń jumis islewi ushin suwǵa bolǵan talaptıń barǵan sayın artıp barıwı, olardıń jumısı óndirislik aqaba suwlar kóleminiń artıwına alıp keliwi hár qıylı profildegi óndirislik suwlardı tazalaw dárejesin arttırıw máselesin júdá áhmiyetli etip qoymaqta. Bul bolsa, aqaba suwlardı tazalawdıń jańa, nátiyjeli reagentli hám adsorbciyalıq usılların islep shıǵıwda islep shıǵarılıp atırǵan adsorbentlerdiń assortimentin keńeytiwde, olardı qollanıw arqalı

tazalanǵan aqaba suwlardı óndiris kárxanalarınıń texnologiyalıq cikline qaytarıw boyınsha ilimiy izertlewlerdi keńeytiw zárurlıǵı menen áhmiyetli.

Dúnyada jergilikli shiyki zat hám sintetikalıq zatlar tiykarında toqımashılıq kárxanalarınıń reńli aqaba suwların koagulyaciyalıq usılda tazalawda qollanılatuǵın adsorbent hám reagentlerdi islep shıǵıw boyınsha keń kólemlı ilimiy izertlewler alıp barılmaqta. Bul baǵdarda adsorbent hám reagentlerdiń joqarı nátiyjeligine erisiw maqsetinde ximiyalıq modifikaciyalaw arqalı topıraqlardıń strukturasına tásir etiwdiń fizikalıq-ximiyalıq usıllarına; termik aktivlew arqalı adsorbentlerdiń aktiv oraylarınıń sorbciyalıq qásiyetlerin jaqsılawǵa, toqımashılıq

kárxanasınıń aqaba suwların tazalaw ushın joqarı adsorbciyalıq qásiyetlerge iye bolǵan adsorbentler hám koagulyantlar islep shıǵarıwǵa ayrıqsha itibar qaratılmaqta [1].

Ózbekstan kaolin kánlerine bay bolıp, olardıń sanı búgingi kúnde 70 ten aslam, sonnan 20 dan aslamı Zarafshan alabında jaylasqan. Ásirese, Qarnab, Alyans, Zaxqudıq, Orazali, Altıntaw kánleri respublikamız ushın úlken áhmiyetke iye. Dáslepki maǵlıwmatlarǵa qaraǵanda, mámlekettiń batısında sanaatqa tiyisli bir qatar kaolin kánleri bar. Ózbekstanda kaolinli topıraqlardıń en iri káni Angren bolıp, ol 394 mln. tonnadan artıq kaolin qorına iye hám GMDA mámleketleri arasında ekinshi orındı iyeleydi.

Ózbekistanda Angren kaolin topıraqlarınıń úsh túri keń qollanıladı. Bular tiykarınan aq, kúlreń hám reńli kaolinli sazlar bolıp tabıladı.

Kaolinniń mineral zatları basqa sazlarǵa salıstırǵanda  $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$  quramınıń turaqlılıǵına iye. Mayda dispersli dúzilisi, mezogeweklerdiń bar ekenligi kaolinnen sorbcianıń fizikalıq mexanizmin kórsetedi. Reńli topıraqlar quramalı ximiyalıq quramı sebepli sorbciya qásiyetlerin aq topıraqqa qaraǵanda kóbirek kórsetiwi múmkin [2-3].

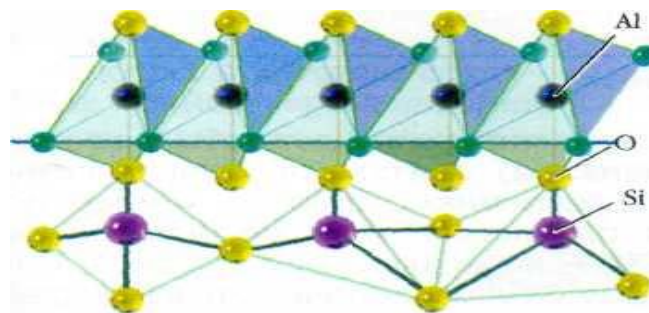
**Usıl hám izertlew.** Kaolinli topıraqlardıń ximiyalıq quramına hám elementar birikpelerdiń muǵdarına qarap, olardan shiyki zat sıpatında qaysı tarawlarda paydalanıw múmkinligi haqqında maǵlıwmatlar qalıpleseı. Kaolinler quramında  $Al_2O_3$  hám  $Fe_2O_3$  lerdiń ximiyalıq muǵdarı joqarı bolǵanlıǵı sebepli olardan koagulyant, adsorbent yamasa koagulyant-adsorbent kórinisindegi sanaat aqaba suwların tazalaw ushın aralas reagentler alıwda shiyki zat sıpatında paydalanıw múmkin.

1-súwrette tiykarınan kaolinit mineralınan quralǵan reńli Angren kaolin sazı keltirilgen. Saz topıraqlı mineral-kaolinit tómendegi formulaǵa iye:  $-Al_2[Si_2O_5](OH)_4$ . Kaolinit strukturası 2-súwrette keltirilgen.

Kaolinit qatlamlı dúziliske iye. Onıń qatlamları vodorod baylanısları járdeminde baylanısqan. Kaolinit suw qosılǵanda plastik massa payda etedi, suw qatlamlar aralıǵına kirip, qatlamlardıń jılıwına járdem beredi.



*1-súwret. Angren reńli kaolin sazınıń sırtqı kórinisi.*



*2-súwret. Kaolinit strukturası*

Súwrette kórinip turǵanıday, kaolinit strukturasındaǵı hár bir qatlam kremniy kislorod tetradrlerinen dúzilgen bolıp, olar kislorod atomlarınan oktaedrik qorshawda jaylasqan alyuminiy ionları menen birikken [6].

1-kestede keltirilgen Angren kánindegi kaolinlerdiń ximiyalıq quramı úyrenilgen.

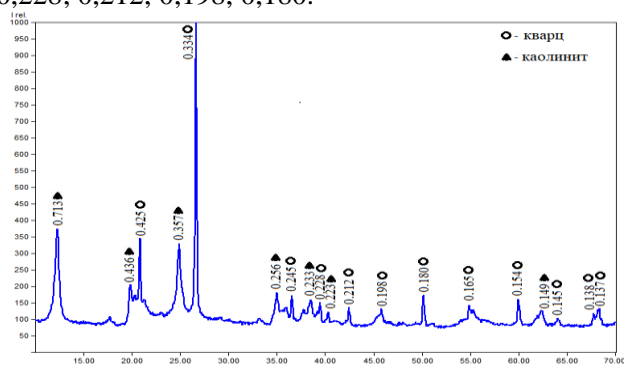
**1-keste. Angren kánindegi kaolinlerdiń ximiyalıq analiz nátiyjeleri, mass. %;**

Kaolin úlgisiniń atı	$SiO_2$	$Al_2O_3$	$Fe_2O_3$	CaO	MgO	$K_2O Na_2O$	P.P.P.	Basqa hám t.b. uglerodlı zatlar
Reńli	53,6-58,75	24,18-25,12	3,79-4,04	0,21-1,35	0,36-1,59	0,84-0,91	9,43-10,13	8,89
Kúl reń	58,37-9,81	22,31-3,03	1,98-2,69	1,62-1,83	1,12-1,31	1,02-1,08	9,73-10,32	9,26
Aq	45,72-46,53	37,28-39,14	0,82-0,99	0,48-0,57	0,52-0,67	0,68-0,72	8,23-9,61	8,12

Sanaat aqaba suwların tazalawda qollanıwdıń tiykarǵı talabı koagulyaciya procesinde qatnasıwshı  $Al_2O_3$  hám  $Fe_2O_3$  oksidleriniń kóp muǵdarda bolıwı, 1-kesteden kórinip turǵanıday, reńli angren kaolin sazlarında bul elementlerdiń muǵdarı kóbirek. Ximiyalıq quramındaǵı  $Fe_2O_3$  tiń joqarı muǵdarı keramika sanaatında qollanıw ushın talaplarǵa juwap bermeydi. Kelesi izertlewlerde koagulyant-adsorbent alıwda maqsetke erisiw ushın reńli Angren kaolinenin paydalanıldı.

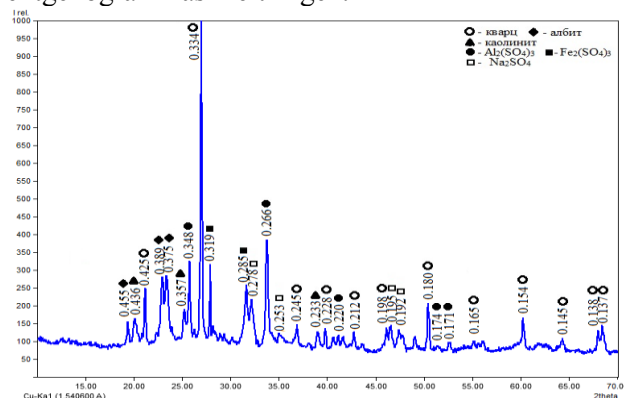
Termoximiyalıq aktivlestiriwde temperatura artıwı menen minerallardıń strukturasınıń ózgeriwi hám minerologiyalıq quramın anıqlaw ushın rentgenfazalıq analiz usılınan paydalanıldı [4-5]. Rentgen fazalıq analizler úlgilerde mineral strukturalarınıń ózgeriwi hám buzılıwı júz beretuǵınlıǵın kórsetti. Dáslepki Angren kaolini rentgenogrammasında (1-súwret)

saздin quraminda tiykarinan kaolinit minerallari barligin koriw mumkin, buni saykes difraktsiyaliq maksimumlar ( $d$ ) = 0,713; 0,436; 0,357; 0,256; 0,233; 0,223; 0,149; ham difraktsiyaliq maksimumlarga saykes keletugin kvarc ( $d$ ) = 0,425; 0,334; 0,245; 0,228; 0,212; 0,198; 0,180.



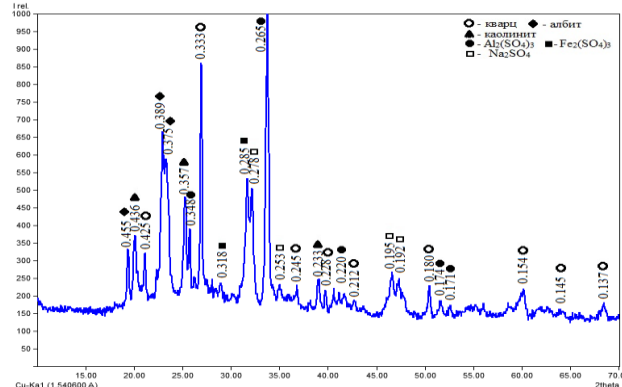
3-súwret. Dáslepki Angren kaolinli ilay rentgenogrammasi

2-súwrette 500°C temperaturada termik aktivlengen kaolin ham mirabilit aralaspasinin rentgenogrammasi keltirilgen.



4-súwret. Kaolin ham mirabilit aralaspasinin 500°C temperaturadagi termik aktivlengen rentgenogrammasi (APAK-2)

Kaolinnin mirabilit penen aralaspasi 500°C temperaturada termik aktivlengende kaolinitin albit birikpelerinin payda bolivi menen tarqalwini baslanivi baqlanadi, bul haqqinda saykes difraktsiyaliq maksimumlardin ( $d$ ) = 0,455; 0,389; 0,375 [6].



5-súwret 600°C÷650°C temperaturada termik aktivlengen koagulyant-adsorbentnin (APAK-3) rentgenogrammasi

**Juwmaq.** Temperatura 600°C÷650°C ga shekem koterilgende (3-súwret), kaolinit aktiv metakaolinit formasina otedi. Bunnan soñ kaolinit penen mirabilitin natriy sulfati arasinda ximiyaliq tasirlesivi juz berip, gilli bolekheler betinde alyuminiy sulfatlarinin birikpeleri payda boladi, bul haqqinda saykes difraktsiyaliq maksimumlardin bar ekenligi ( $d$ ) = 0,348; 0,265; 0,220; 0,174; 0,171 ham temirdin saykes difraktsiyaliq maksimumlari ( $d$ ) = 0,318; 0,285, sonday-aq, albit minerali (difraktsiyaliq maksimumlar ( $d$ ) = 0,455; 0,389; 0,375) ekenligi anqlandi.

### Adebiyatlar

1. Ахмадов А.Ш., Баротов М.А., Ахмедов М.З., Кобулиев З.В. Физико-химические основы получения коагулянтов из цеолитов и изучение их коагулирующей способности. Доклады Академии наук Республики Таджикистан, 2017, Т.60. №10. – С. 329-335.
2. Аймурзаева Л.Г., Жумаева Д.Ж. Технология получение адсорбента-коагулянта на основе Ангренского каолина и мирабилита. // Журнал Universum: Химия и биология: электронный научный журнал. – Москва: 2022. №2 (92).
3. Аймурзаева Л.Г., Жумаева Д.Ж., Эшметов И.Д., Фузайлова Ф.Н., Абдурахимов А.Х., Барноева С.Б. Минералогический состав и физико-химические характеристики каолинов Ангренского месторождения. // Журнал Universum: Химия и биология: электронный научный журнал. – Россия, 2022, выпуск № 9 (99).
4. Аймурзаева Л.Г., Жумаева Д.Ж., Охунжонов З.Н., Эшметов И.Д. Use of waste-based adsorbents in the wastewater treatment of the textile industry. // Наманган Давлат Университети илмий ахборотномаси. – Наманган: 2021. – С. 96-105.
5. Жумаева Д.Ж., Аймурзаева Л.Г., Очиллов Г.М., Агзамходжаев А.А Адсорбенты для осветления сточных вод. // «Химическая промышленность» 2015, №1. – С. 41-44.
6. <https://murzim.ru/nauka/himiya/21284-kaolin.html>

**JER ÚSTI OMÍRTQALÍ HAYWANLARÍNÍN LANDSHAFTLÍQ BÓLISTIRILIWI  
HÁM HAYWANLARDÍ ÚYRENIWDÍN JAÑA WAZÍYPALARÍ**

**E.K.Joldasbaeva – student**

*Ajiniyaz atındaǵı Nókis mámleketlik pedagogikalıq instituti*

**ЛАНДШАФТНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НАЗЕМНЫХ ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ  
И НОВЫЕ ЗАДАЧИ ИХ ИЗУЧЕНИЯ**

**Е.К.Жолдасбаева – студентка**

*Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза*

**LANDSCAPE DISTRIBUTION OF SURFACE VERTEBRATE ANIMALS  
AND NEW TASKS OF ANIMAL STUDY**

**E.K.Joldasbayeva – student**

*Nukus State Pedagogical Institute named after Ajiniyaz*

**Tayanch so‘zlar:** Qoraqalpog‘iston Respublikasi, Qizilqum, Ustyurt, Orol dengizi, Amudaryo deltasi, faunasi, hayvonot dunyosi, ekologiya, landshaft, biologik xilma-xillik, ilmiy tadqiqot, sutemizuvchilar, qushlar, sudralib yuruvchilar.

**Rezyume.** Maqolada Qoraqalpog‘iston Respublikasining tabiiy-geografik o‘rni, landshaft tuzilishi va hayvonot dunyosining hududiy tarqalishi, hayvonot dunyosining turlari, soni va tarqalishiga ta’sir etuvchi omillar, yuzaga kelgan ekologik muammolar, muhitning degradatsiyasi va ularning mintaqa faunasiga ko‘rsatgan ta’siri, biologik xilma-xillikni saqlash, ekologik barqarorlikni ta’minlash va ilmiy tadqiqotlarni rivojlantirish masalalari haqida bayon etilgan.

**Ключевые слова:** Республика Каракалпакстан, Кызылкум, Устюрт, Аральское море, дельта Амударьи, фауна, животный мир, экология, ландшафт, биоразнообразие, научные исследования, млекопитающие, птицы, пресмыкающиеся.

**Резюме.** В статье описываются природно-географическое положение Республики Каракалпакстан, ландшафтная структура и территориальное распространение животного мира, виды фауны, их численность и факторы, влияющие на распространение животного мира, возникшие экологические проблемы, деградация окружающей среды и их влияние на фауну региона, а также вопросы сохранения биологического разнообразия, обеспечения экологической устойчивости и развития научных исследований.

**Key words:** Republic of Karakalpakstan, Kyzylkum, Ustyurt, Aral Sea, Amu Darya delta, fauna, fauna, ecology, landscape, biodiversity, scientific research, mammals, birds, reptiles.

**Summary.** The article describes the natural-geographical location of the Republic of Karakalpakstan, the structure of the landscape and the territorial distribution of the animal world, the factors influencing the species, number, and distribution of the animal world, the emerging ecological problems, environmental degradation and their impact on the fauna of the region, the preservation of biodiversity, ensuring ecological sustainability, and the development of scientific research.

**Kirisiv.** Qaraqalpaqstan Respublikası Orta Aziya hám Qazaqstan Respublikası aralıǵında jaylasqan shólistanlıqtıń orayı bolıp, onıń ulıwma maydanı Ózbekstan Respublikasınıń 37,1 % in, yaǵnıy 166,6 mıń km<sup>2</sup> quraydı. Onıń arqa-batis Ústirt tegisligi menen shıǵıs qublası Qızılqum, arqası Aral teńizi, qublası Xorezm hám Tashawız oblastları menen shegaralanǵan. Respublikamızdıń ulıwma territoriyasına Ústirt tegisliginiń 70 mıń km<sup>2</sup>, Qızılqumniń 32 mıń km<sup>2</sup> den aslam jer maydanı kirip, olardıń arasında jaylasqan toǵaylar hám qamıslar ósken oypatlıq Ámiwdarya deltasi, Sultan Wáyis tawı, Beltaw, Qırantaw, Qusqanataw, Porlitaw hám taǵı usılargá usaǵan biyiklikler jaylasqan. Territoriyanıń hám jer sharayatınıń usınday hár qıylı bolıwı sebebinen, haywanatlar dúnyasınıń jasaw jaǵdaylarınıń, tarqalıwınıń hár qıylı ekosistemalarda,

biotoplarda ózgeshe ekenin kóremiz. Mısalı, Ústirt hám Qızılqumda san muǵdarı azayıp ketken yamasa joq bolıp ketiw qáwpi astında turǵan haywanlardan alaquzen, qum pıshıǵı, qaraqulaq, aqbóken, qaraquryıq kiyik hám taǵı basqalar ushırassa, toǵay hám qamıslıqlarda dońız, qamis pıshıǵı qusaǵan haywanlar jasaydı [2].

Qızılqum, Ústirt, Aral teńizi qorshawında jatqan aralıq territoriya Ámiwdarya deltasi hám oazis zonası óz aldına bir pútin landshaftlıq-geologiyalıq-geografiyalıq region esaplanadı.

Territorialardıń landshaftlıq - geografiyalıq hár qıylılıǵı, ózgesheliginiń sebebinen haywanlardıń jasaw jaǵdaylarınıń, tarqalıwınıń, sanınıń hár turli ekenligin kóriwge boladı. Hár bir landshaftta sol jaǵdayǵa iykemlesken haywan túri jasaydı.

Aral teńiziniń qurıp qalıwına hám onıń suw astınan bosañan hám qurǵap qalǵan úlken territoriyasınıń haywanat dúnyası menen tolısıwın esapqa alǵan halda Qaraqalpaqstan territoriyasınıń 4 regionǵa: Qızılqum, Ústirt, oazıs hám delta, qurǵap qalǵan teńiz ultanı bolıp bolinedi.

Ilimpazlardıń boljawın esapqa ala otırıp barlıǵınıń bir qosılıp ketiwine tiykarlanıp onı bir pútin Aral sahrası- shólistanı dep atasa boladı.

**Metodologiya.** Usı atalǵan regionlar territoriyasında, yaǵnıy Qaraqalpaqstan Respublikası territoriyasında 466 jer ústi omırtqalı haywanları: balıqlardıń 43 túri, jer-suw haywanlarınıń 2 túri, jer bawırlawshılardıń 33 túri, quslardıń 317 túri hám sút emiziwshilerdiń 71 túri dizimge alınǵan [2].

**Dodalaw.** Qızılqum shólistanı Ámiwdarya menen Sırdarya aralıǵında jaylasqan úlken jazıq shólistanı (30-35 mln ga bolıp Oraylıq boliminde Tamdı ataw, Bukantawaten ushinshi dáwir qaldıq biyikliklerinen basqa bolimi biyik órkeshli qum dizbekleri, onıń shuqır qazan shuqanaquǵı tómen bokinisen qum massivinen hám ortasha hám mayda órkeshli qum dizbeginen turatuǵın bekinis qum massivinen turatuǵın tiykarǵı landshaftı menen xarakterlenedi.

Usı eki landshaft Qaraqalpaqstan territoriyasında jaylasqan Arqa batıs Qızılqum boliminde tán. Qum massiviniń 60% iri órkeshli qum dizbegi, 30% orta hám mayda órkeshli qum dizbegi, al 10% mayda dúmpeshik qum etegi quraydı.

Sút emiziwshi haywanlardıń barmaqları uzın hám júnleri ósken bolıp keledi. Oǵan mısál etip jińishke barmaqlı balpaqtı (sharıshunaqtı), jaljun barmaqlı hám jun ayaqlı qosayaqlardı aytıwǵa boladı. Bularǵa qarama-qarsı kishkene hám Sarı balpaqlar qattı topıraqlı dalalarda keńnen tarqalǵan. Bulardan basqa tiplik qumda jasawshılardıń Lixstenshteyin hám Turkmen qosayaǵıda kiredi.

Jaz aylarında Qızılqum shólistanında haywanlardıń jasawı qıyınlasadı. Sonlıqtanda tek iykemlesken haywanlar ǵana jasay aladı. Shólde suw tabıw qıyın bolǵanlıqtan ayırım haywanlar, atap aytqanda kiyikler, quslar, sút emiziwshiler suw izlep alıs-alıslarǵa migraciya etiwge iykemlesken, al kemiriwshiler jeytuǵın ósimlikleriniń quramındaǵı suwǵa jırtqıshlar tutqan haywanıń góshi quramındaǵı suyıqlıqqa qanaatlanadı. Ayırımları jaz ayında uyıǵa ketedi (tasbaqa, Sarı balpaq t.b.) Bul jerde sút emiziwshiler tez juwıradı, in qazıwǵa hám kóbirek túnde awqatlanıwǵa, kúnde kólenkede jatıp, ózlerin ıssıdan saqlawǵa iykemlesken. Omırtqalı haywanlardan Qızılqum shólistanında jer bawırlawshılardıń 19 túri-tasbaqa, taraq barmaqdı genkon, stsink gekkonı, dala agaması, xentaw dóngelek bası, bat-bat, qum dóngelek bası, seriy varan, ortasha yashurka, juwirǵısh yashurka, tarlı yashurka, qum buwması, qádimgi shitomorodnik, kese

jolaq poloz, qum efası hám oq jılan kóp ushırasadı. Quslardan seksewil soykası, kamenka plyasunya, qaraǵarǵa, búlbil, aydarlı torǵay (shımshıq) Qarabawır, aqbawır, Djek, Aqsarı mogilnik, jılanslı, burgit hám t.b. kóplep ushırasadı, máyek qoyıp palapan shıǵaradı.

Ústirt tegisliginde omırtqalı haywanlardan turaqlı jasawshılardıń; jer bawırlawshılardan tasbaqa, cink gekkon, Kaspiy gekkonı, dala agaması, taqır dóngelek bası, juwirǵısh yashurka, shıǵıs buwması, raznotsvetnıy (hár turli reńli) poloz, tórt talaqlı poloz, pallas shitomarnigi h.t.b. Quslardan hákke tárizli julan, kamenka plyasunya, dala shımshıǵı, pleshanka, aydarlı torǵay, Djek, qarabawır, aqbawır, kurgannik, mogilnik, jılanslı, aq baslı sıf, berkut, tazqara, filin, bayıwlı hám taǵı basqalar kóplep ushırasadı [3].

Ámiwdaryanıń tómeni delta qalıń qamıslıq toǵayı menen úlken kishi kól suw basseynlerinen turadı. Deltanıń ulıwma maydanı 600 mın gektardan aslam territoriyanı óz ishine aladı. Búgingi kúni delta suw basseyn áhmiyetin joǵaltıp, keń qurǵaqshılıqqa aylanıp burınǵı ondatra promaozı zamanında jılına bir millionǵa deyin teri óndirilip berilgen territoriya qurǵaqshılıq zonasına aylanıp qalıń qamıslıqlar nabit bolıp haywanat dúnyasınıń túr quramında da ádewir ózgerisler júz bermekte. Suwdıń tartılıwına baylanıslı ondatra joq bolıp, kollektor drenaj hám aqaba suw kanallarında, oazıs zonasında saqlanıp qalmaqta, Kaspiy artı polevkası joq bolıp ketiw qáwpi astında tur.

Kórsetilgen toǵay hám qamıslıqlar jaǵdayında házir 16 túr sút emiziwshi esapqa alınǵan – shaǵal, túlki, laska (suwsar), reńli kúzen, alabas kúzen, porsıq qamıs pıshıǵı, ondatra, jalpaq tisli křısa, úy tıshqanı, grebennik peschankası, Kaspiy artı polevkası (nayza quyırıq), tolay qoyanı, jalǵızaq qasqır hám taǵı basqalar Olardıń eń kóp sandaǵısı úy tıshqanı hám jinǵıl peschankası– ulıwma awlanǵan túrlerdiń 50-60% hám 30% tutadı. 10% ǵana yarım kún peschankasına tiyisli.

Toǵay, oazıs, deltada ulıwma quslardıń 117 túri hám kishi túri, sút emiziwshilerdiń 24 túri, jer bawırlawshılardıń 11 túri esapqa alınǵan [1].

**Izertlew nátiyjesi.** Sút emiziwshilerdiń regionlar boyınsha Ústirt tegisliginde sút emiziwshi haywanlardıń 46 (68,6%) túri, Qızılqum shólistanında 43 túri (64,2%), oazıs hám delta zonasında -45 (67,2%) túri tarqalǵanı esapqa alınǵan.

Sonıń ishinde kóp sanlı hám keń tarqalǵanı Ústirt tegisliginde 9 túr, Qızılqum shólistanında 7 túr al oazıs hám delta sharayatında tarqalǵan mezofiya túrleri 11 in quraydı. Ushırasqan túr sanı boyınsha Ústirt tegisligi menen oazıs hám delta ózleriniń faunaǵa baylıǵı menen ajralıp turadı. Soǵan qaramastan hár bir regionniń ózine tán tipik túrleri bar ekenligi de ayqın korinip tur.

*Haywanlardi úyreniwdiń jańa wazıypaları.* Qaraqalpaqstan Respublikasında biologiya ilim tarawında da kózge túserliktey jetiskenliklerge erisildi hám aytarlıqtay rawajlanıw basqıshına kóterildi. Jergilikli ilimpazlar qatarı ósip jetisildi. Dáslepki faunistikalıq izertlewlerden morfofiziologiyalıq, ekologiyalıq sistematalıq, populyaciyalıq dárejedege úlken problemalıq, teoriyalıq hám praktikalıq máselelerdi sheshiwge arnalǵan izertlewler alıp barılmaqda.

Aral teńiziniń Amıwdarya deltasınıń qurǵap qalıwı nátiyjesinde Aral aymaǵı tábiyiy ortalıǵınıń buzılıwı hawa, suw, topıraqtıń pataslanıwı, qurǵaqshılıqtıń tásirinde shólistanǵa aylanıw procesiniń kúsheyiwı aymaǵımızdıń óli hám tiri tábiyatınıń kóp jıllıq jasaw norma ritmin buzıp jiberedi.

Kórsetilgen qublıs tásirinde haywanlardıń arealları ózgerip, tuwıwshılıǵı, tolliligi tómenlep, osoblardıń padası maydalanıp, san dinamikasınıń ciklik dáwirleri ózgerip, tuwıwshılıq óliwshilikti qaplay almay qaladı. Jer astı suwlarınıń qáddi ózgerip ol ónimdarlıqtıń (mádeniy hám jabayı ósimliklerdiń), zuráatiniń tómenlewine alıp keldi.

**Juwmaqław.** Jer ústi omırtqalı haywanlarınıń házirgi jaǵdayın hám keleshegin obyektiv bahalaw-shólistan toǵay, oazıs hám delta, Aral teńiziniń qurǵap qalǵan ultanı ekosistemaların úyreniw jańa ilimiy jantasıwdı, ekologiyalıq krizis zonası jaǵdayına sáykes fauna kompleksin saqlap qalıw hám qorǵaw programmasını islew wazıypası talap etiledi:

- ózgergen abiotikalıq biotikalıq antropogenlik faktorlar tásirinde hár bir túrdiń arealındaǵı bolıp atırǵan ózgerislerdi úyreniw hám analizlew;

- hár bir regionda faunistikalıq inventarizaciya ótkeriw;

- hár túr boyınsha annotiralıq dizim alıp barıw ushin stacionar shólkemlestiriw;

- Ústirtte aq bókenler padasınıń muǵdarın anıqlawda olardıń kóshiw belsendiligi ústinen baqlaw júrgiziw;

- Aral teńiziniń qurǵap ultanında fauna kompleksiniń payda bolıwı hám qalıplesiwi boyınsha baqlaw alıp barıw;

- Aral teńizi atawlarınıń faunasınıń túr quramın anıqlaw;

- Materikovoy territoriya menen ataw faunalar baylanısın iske asırıw jaǵın anıqlaw;

- Qızılqum hám Ústirt faunasınıń paleogenezisini anıqlaw yaqi olardıń uqsas ayırmashılıqların uyreniw;

- suwdıń qısqarıwına baylanıslı suw az talap etiwshi dán kultura maydanlarınıń úlkeyiwı menen dán jewshi kemiriwshiler menen nátiyjeli gúres jolın islep shıǵıw hám taǵı basqalar.

- tábiyattı, toǵaydı qorǵaw organlarına, Respublikanıń ańshılıq xojalıqlarına brakonerlik menen gúresiwdiń nátiyjeli usılın islep shıǵıw;

- bas sanınıń ósip ketiwine baylanıslı Buxara suwının Tómengi Amıwdarya Biosferalıq rezervat (buringı Baday toǵay qorıqhanası)nan basqa orınlarǵa tarqatıw usınıs etiledi.

#### Ádebiyatlar

1. Асенов Г.А., Сейтназаров С.К., Есимбетов Р.М., Матрасулов Г.Ж., Абдигаппаров Ж.Ж. Проблемы сохранения биоразнообразия тугайной экосистемы низовьев реки Амударьи. «Жанубий Оролбўйи табиий ресурсларини оқилона фойдаланиш» VIII Республика илмий-амалий конференцияси материаллари. – Нукус: 2019. 18-21-б.

2. Asenov G.A., Jumanov M.A., Bekbergenova Z.O., Arepbaev I.M. Qaraqalpaqstannıń omırtqalı haywanatları faunası. – Nókis: «Qaraqalpaqstan», 2013.

3. Jumanov M.A., Asenov G.A., Bekbergenova Z.O., Qoshanov D.E. Qaraqalpaqstannıń haywanat dunyası. – Nókis: «Qaraqalpaqstan», 2020.

4. Qayıpbekov Q. Qaraqalpaqstan faunası. – Nukus: «Qaraqalpaqstan», 2009.

5. <https://bigenc.ru/c/myshinye-0f6563>

6. <https://qomus.info/encyclopedia/cat-a/amudaryo-deltasi-uz/>

**NUKUS SHAHRI ATROFIDAGI MAYDA SUT EMIZUVCHILARNING BIOEKOLOGIYASI**

**E.K.Joldasbaeva** – student

**A.J.Turekeeva** – pedagogika fanlari bo'yicha filozofiya doktori, dotsent  
Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat pedagogika instituti

**БИОЭКОЛОГИЯ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ В ОКРЕСТНОСТЯХ ГОРОДА НУКУСА**

**Е.К.Жолдасбаева** – студентка

**А.Ж.Турекеева** – доктор философских наук по педагогическим наукам, доцент  
Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза

**BIOECOLOGY OF SMALL MAMMALS IN THE VICINITY OF THE CITY OF NUKUS**

**E.K.Zholdasbaeva** – student

**A.J.Turekeeva** – Doctor of Philosophy in Pedagogical Sciences, Associate Professor  
Nukus State Pedagogical Institute named after Ajiniyaz

**Tayanch soʻzlar:** sutemizuvchilarning bioekologiyasi, tarqalishi, quloqli tipratikan, sariq yumronqoziq, kichik qoʻshoyoq, jun oyoqli qoʻshoyoq, kulrang olasichqon, oddiy koʻrsichqon, qizil dumli qum sichqon, uy sichqoni.

**Rezyume.** Maqolada Nukus shahri atrofidagi mayda sutemizuvchilarning yashash tarzi, tarqalish hududi, koʻpayishi, oziqlanishi, tadqiqot qilingan dinamik oʻzgarishlar haqida maʼlumotlar bayon etilgan.

**Ключевые слова:** биоэкология млекопитающих, распространение, ушастый еж, желтый суслик, малый тушканчик, мохноногий тушканчик, серая полевка, обыкновенная слепушонка, краснохвостая песчанка, домовая мышь.

**Резюме.** В данной статье представлена информация об образе жизни, ареале распространения, размножении, питании и исследованных динамических изменениях млекопитающих в окрестностях города Нукус.

**Key words:** bioecology of mammals, distribution, long-eared hedgehog, yellow souslik, lesser jerboa, hairy-footed jerboa, grey hamster, common mole rat, red-tailed sand rat, house mouse.

**Summary.** This article presents information on the lifestyle, distribution range, reproduction, feeding habits, and observed dynamic changes of mammals in the vicinity of Nukus city.

**Kirish.** Respublikamiz hududlari ichida Nukus shahri atrofi ham bir qator jonivorlarning yashashi, koʻpayishi va qishlashi uchun juda qulay makon hisoblanadi. Umurtqali hayvonlarning tarqalishi, ayniqsa fel-atvor xususiyatlariga oid koʻplab manbalarni, fotosuratlar va videotasmalarni internet saytlarida uchratish mumkin. Jumladan, yirtqich qushlar, kaltakesaklar, yirtqich sutemizuvchilarning ov jarayoni, bu holatda ularning uchish, yugurish tezligi haqida qiziqarli maʼlumotlar keltirilgan. Bular ichida ayrim turlari ov, estetik, ilmiy va iqtisodiy ahamiyatga ega boʻlganligi sababli ularni oʻrganish birmuncha keng boʻlishiga qaramay, hozirgi kunda bu boradagi tadqiqotlar davom ettirilmoqda.

Respublikamizda umurtqali hayvonlarni oʻrganish borasida birmuncha keng ishlar olib borilgan. Biroq Nukus shahri hududida mazkur yoʻnalishda rejali tadqiqotlar yetarlicha yoʻlga qoʻyilmagan.

**Metodologiya.** Sutemizuvchilarni oʻrganish boʻyicha tadqiqotlar Nukus shahri atrofining aholi yashaydigan joylaridan va chetki qismi yoki choʻl hududlarida yoz oylarida olib borildi. Tadqiqotlarimiz davomida sutemizuvchilardan 2 ta turkumga mansub 8 tur sutemizuvchilar roʻyxatga olindi.

**Muhokama.** Quyida bu turlarning bioekologiyasi bilan tanishamiz:

Quloqdor tipratikan (*Erinaceus auritus* G., 1770) Koʻp sonda mustahkamlangan va yarim mustahkamlangan shuvoq, efemer oʻsimlikli va boshqa turli biotoplarda uchraydi. Tana ogʻirligi 250-400 g. Ozuqasi hasharotlar, qushlar tuxumi, oʻlaksalar, mayda kaltakesaklar, ilonlar, oʻsimliklar mevasi va urugʻlaridan iborat. Yiliga bir marta bolalaydi. Har yili 4-5 tadan bola tugʻadi. Homiladorlik davri 35-42 kundan iborat. Bolalari yalangʻoch tugʻiladi. Bu vaqtda tikanlari kam va juda yumshoq boʻladi. Besh soatdan keyin esa ignalari 4 marta uzayadi. Bir haftadan keyin esa koʻzi ochiladi. Ikkinchi haftaga qaraganda tanasi toʻliq ignalar bilan qoplanadi. Uch haftadan soʻng bolalari voyaga yetganlari kabi ovqatlanadi. Tipratikanlar uzunligi 45 sm keladigan bir tarmoqli in qazishadi. Boshqa hayvonlar inlaridan foydalanishlari mumkin. Yakka holda hayot kechiradi. Koʻpayish davridan boshqa paytlari uyquga ketadi. Oʻz inida dumalangan holda uxlaydi. Tipratikanlar koʻpincha tungi paytlari faol harakatda boʻlib, ovqat izlab 9 km masofani bosib oʻtadi. Baʼzan yozda ham, qishda ham uyquga ketadi.

Qoraqalpogʻistonda Ustyurt, Qizilqum, Amudaryo deltasida va ekin maydonlarida uchraydi [3:286].

Sariq yumronqoziq (*Citellus fulvus* L., 1823) Bizning faunamizdagi eng yirik yumronqoziq. Tanasining

uzunligi 232-380 mm, dumi 64-120 mm. Cho'l va yarim cho'l hayvoni. Cho'l o'simliklarining poyasi, bargi, tuxumi, piyozchalari va lolalar bilan oziqlanadi. Ovqatining asosini 38 xil o'simlik tashkil etadi. Ularga yulg'un, yantoq, rang, saksovol, sho'ra, jo'xori, beda, sabzi va boshqa o'simliklar ham kiradi. Chuqurligi 3 m, uzunligi 7-8 m oddiy tuzilishga ega in qaziydi. Doimiy inidan tashqari vaqtinchalik uncha chuqur bo'lmagan himoya ini ham bo'ladi. Uyasi quruq shox va poya bilan to'shalgan. Juftlashishi qishki uyqudan uyg'ongandan keyin, fevralning oxiri martning boshida bo'ladi. Homiladorlik davri bir oyga yaqin. Bir mavsum davomida urg'ochilari bir marta 4-13 tadan bola tug'adi. Bolalari ko'zi yumuq, yalang'och, uzunligi 60 mm, vazni 15 g miqdorida nimjon tug'iladi.

Ular inidan aprelning oxiri mayning boshlarida chiqadi. Mayning oxiri-iyunda voyagaetgan yumron-qoziqlar, undan keyingi yoshlari qishki uyquga ketadi. Sariq yumronqoziq vabo kasalligini qo'zg'atuvchi mikroblarni saqlovchi vazifasini ham bajaradi.

Qoraqalpog'istonda Qizilqumning sozli-qumli joylarida, Ustyurt tekisligida va Amudaryo deltasida uchraydi.

Kichik qo'shoyoq (*Allactaga elater* L., 1825) Tanasining uzunligi 13 sm, dumi uzun 20 sm gacha bo'ladi. U o'simlik tuganaklari, piyozchalari, vegetativ organlari va tuxumlari, kamdan-kam hasharotlar bilan oziqlanadi.

Barchasi bo'lib 35 xil o'simlik turi bilan oziqlanadi. Tungi payt faol holatda bo'lib, kunduz kunlari inida dam oladi. Juftlashishi uyqudan uyg'ongandan keyin boshlanadi va aprel oyining boshigacha davom etadi. 1-7 bola tug'adi. To'ng'ich bolalari inidan om-maviy tarzda chiqishi va tarqalishi iyun-iyul oylariga to'g'ri keladi. Qishda uyquga ketadi. Qoraqalpog'istonda Ustyurtda, Qizilqumda va Amudaryo deltasida uchraydi [1:18].

Jun oyoqli qo'shoyoq (*Dipus sagitta* P., 1773) O'rtacha kattalikdagi qo'shoyoq. Tanasining uzunligi 105-140 mm, orqa tirsagi 60-65 mm. Cho'l hayvoni bo'lib, mustahkamlanmagan va past mustahkamlangan yirik o'rkachli qumlarda yashaydi. Ovqatini cho'l o'simliklarining tuganagi, piyozchasi, guli, urug'i va butalarning shoxchasi, mevasi tashkil etadi. Hasharotlardan chigirtka, qo'ng'izlarni yeydi. Qoraqalpog'istonda 41 tur o'simlik bilan oziqlanadi. Doimiy ini murakkab, chuqurligi 2-3 m bo'lib, og'zini tuproq tiqini bilan berkitib qo'yadi. Vaqtinchalik ini biroz sayoz bo'lib, xavf tug'ilganda yashirinish, himoyalaniish vazifasini bajaradi. Shomdan boshlab tuni bilan harakat qiladi. Inidan qorong'i tushishi bilan chiqib, tun bo'yi kezib yuradi.

Juftlashishi martda boshlanib, yozning birinchi yarmigacha davom etadi. Homiladorligi 25-30 kun. 4-6 ta, kamdan-kam 1-8 tagacha bola tug'adi. Yozda bir, kam hollarda ikki marta tug'adi. Yosh bolalari iyunning o'rtalarida paydo bo'ladi. Ikkinchi sikl ko'payishi, qishlab chiqqanlari orasida iyul, avgustda o'tadi. Vabo epizootiyasida ishtirok etadi. Qoraqalpog'istonda Qizilqumda va Amudaryo deltasida uchraydi [3:260].

Kulrang olaqo'rjin (*Cricetulus migratorius* P., 1773) Tanasining uzunligi 96-128 mm. Dumi 20-35 mm. To'qayzorlarda, cho'l, yarim cho'l, yarim mustahkamlangan qumlarda, qishloq xo'jalik ekinlari maydonlarida (bog'larda, ekin dalalarida) yashaydi. Yovvoyi o'simliklardan shuvoq, astragal o'simliklarining urug'i, madaniy o'simliklardan olcha danagi, kungaboqar, qovoq, tarvuzlarning urug'i bilan oziqlanadi. Hayvonlardan qo'ng'iz, chigirtka, chumoli, kapalak lichinkalariniyeydi. Harakati shom tushishi bilan boshlanib, tuni bilan davom etadi. Ini oddiy tuzilishda, ikkita kirish teshigi, bitta uya kamerasi va bo'shliqlardan iborat. Mart-aprel oylarida ko'payib, mavsumda 2-3 marta bolalaydi. Har tug'ganda 3-10 (o'rtacha 7-8) ta bola tug'adi. Homiladorlik davri 19 kun. Birinchi tug'ganlari shu yili ko'payishda qatnashadi. Qoraqalpog'istonda Ustyurtda, Qizilqumda, Amudaryo deltasida va ekin maydonlarida uchraydi.

Oddiy ko'rsichqon (*Ellobius talpinus* P.) Kichik hayvon. Tanasining uzunligi 100-120 mm. Doimo va butunlay yer ostida yashaydi. Yer ustiga qisqa vaqtga va tunda chiqadi. Inlari juda uzun va murakkab tuzilishga ega. Ular 100 m keladigan katta magistral yo'ldan iborat va 10-40 sm chuqurlikda joylashgan. Undan 20-50 m yon tomonda in yo'llari bo'ladi. Urg'ochilari yil davomida 3-4 marta tug'adi. Har tug'ganda 2-4 tadan bola tug'adi.

Bog'larga, bedaga zarar keltiradi va tuproqni organik moddalar bilan boyitish orqali foyda keltiradi. Qoraqalpog'istonda Ustyurtda, Qizilqumda va Amudaryo deltasida ekin maydonlarida uchraydi [2:106].

Qizil dumli qumsichqon (*Meriones erythrourus* G., 1823) Tanasining uzunligi 135-170 mm. Cho'l, yarim cho'l hayvoni. Asosiy ozuqasi o'simliklarning urug'i. Bahorda yangi unib chiqqan yosh o'simliklar novdasi, ildizi va piyozchalari bilan oziqlanadi. Qishga tayyorlagan ozuqasi o'simliklarning mevasi, urug'i, madaniy o'simliklarning donidan iborat bo'ladi. Ustyurtning gipsli dashtida bu tur 55 tur o'simlik bilan oziqlanadi.

Kunduzi va tunda faol. Yozda kechasi va kunduzi, qishda kunduzi faol bo'ladi. Ini uncha ko'p bo'lmagan

10-15 uya kamerasidan, zaxira ozuqa to'plash va chiqarib tashlash bo'limlaridan iborat. Yil davomida ko'payadi, ko'proq mart-may oylarida. Homiladorligi 24-26 kun, mavsumda bir necha marta nasl qoldiradi. Har tug'ganda 6 tadan bola tug'adi. Yoshlari 4-5 oyda jinsiyetiladi. Ekinlarni yeb zarar keltiradi. Ayniqsa, g'o'zani ozuqa maqsadida iniga yig'adi. Vabo kasalligini tarqatishda katta o'rin tutadi. Qoraqalpog'istonda Ustyurtda, Qizilqumning qattiq, toshloqlarida, o'rkachli qum barxanlari chetlarida, Amudaryo deltasida, kam hollarda ekin maydonlarida uchraydi. Orol dengizida Vozrojdeniye orolida uchraydi [1:15].

Uy sichqoni (*Mus musculus* L., 1758) juda kichik, keng tarqalgan dominant tur. Janubiy Orol hududida sinantropik va tabiiy jihatdan yil davomida barcha fasllarda harakatlanuvchi tur hisoblanadi. Ekin maydonlarida, daryo bo'ylarida, qalin to'qaylarda, yulg'unzorlarda, qamishzorlarda, saksovulzorlarda, tik jar va past jarliklarda, aholi turar joylarida ko'plab uchraydi. Uy sichqoni kichik uzun dumli hayvon. Tana uzunligi 110 mm gaetadi. Ularning ozuqasi ham har xil. Tabiatda urug' va don bilan oziqlansa, uylarda va uy atrofidagi tomorqalarda barcha ozuqa turlari bilan oziqlanadi. Ini juda oddiy, 2-3 ta kirish yo'lagi bor, chuqurligi 25-30 sm. Uy sichqoni juda ko'payuvchan va ko'p nasl beradi. Harakatchanligi uchun qulay sharoitiga qarab uylarda yil davomida ko'payadi. Homiladorligi 20 kun. Har tuqqanda 13-14 tagacha bola tug'adi. Bu tur don mahsulotlariga juda katta zararetkazadi. Qoraqalpog'istonda Qizilqumda, Ustyurtda va Amudaryo deltasidagi ekin maydonlarida, aholi turar joylarida uchraydi [4:230].

**Tadqiqot natijasi.** Tadqiqotlar davomida sutemizuvchilar sinfiga mansub hasharotxo'rlar turkumiga kiruvchi turlar 1, kemiruvchilar turkumiga kiruvchi turlar 7, yirtqich sutemizuvchilar turkumiga kiruvchi turlar esa 1 turni tashkil etdi (1-jadval). Ro'yxatga olingan barcha turlarning bioekologiyasi adabiy ma'lumotlarga asoslangan holda ochib berildi.

#### Adabiyotlar

1. Asenov G.A., Turekeeva A.J. Qoraqalpog'istonda tarqalgan kemiruvchilarning aniqlagich kaliti. – Nukus: NDPI nashriyoti, 2015.
2. Asenov G.A., Jumanov M.A., Bekbergenova Z.O., Arepbaev I.M. Qaraqalpaqstanin omirtqali haywanatlari faunasi. – Nókis: «Qaraqalpaqstan», 2013.
3. Асенов Г.А. Значение большой песчанки (*Rhombomys opimus* Licht.) в природной очаговости чумы на территории Республики Каракалпакстан. Автореф. дисс. докт. биол. наук. – Ташкент: 1999. – С. 51.
4. Jumanov M.A., Asenov G.A., Bekbergenova Z.O., Qoshanov D.E. Qaraqalpaqstanin haywanat dunyasi. – Nókis: «Qaraqalpaqstan», 2020.
5. Лобачев В.С. Пространственная структура и организация популяционных группировок *Rhombomys opimus* Licht. (Rodentia). // Первый Межд. териологический конгресс. – Москва: 1974. Т. I. – С. 370-371.

**1-jadval. Nukus shahri atrofidagi sut emizuvchilar**

№	Lotincha nomi	O'zbekcha nomi	Soni
1	<i>Erinaceus auritus</i> G., 1770	Quloqdor tipratikan	6
2	<i>Citellus fulvus</i> L., 1823	Sariq yumronqoziq	2
3	<i>Allactaga elater</i> L., 1825	Kichik qo'shoyoq	3
4	<i>Dipus sagitta</i> P., 1773	Jun oyoqli qo'shoyoq	1
5	<i>Cricetulus migratorius</i> P., 1773	Kulrang olaxurjun	2
6	<i>Ellobius talpinus</i> P.	Oddiy ko'rsichqon	2
7	<i>Meriones erythrorus</i> G., 1823	Qizil dumli qumsichqon	7
8	<i>Mus musculus</i> L., 1758	Uy sichqoni	21
<b>Jami:</b>			<b>44</b>

**Xulosa.** Tadqiqot natijalariga ko'ra 2024-yil may-iyul oylarida Nukus shahri atrofidan sut emizuvchilarning 8 turga mansub jami 44 osobi kuzatildi. Ulardan, Quloqdor tipratikanni (6 osob) Nukus shahri aholi yashaydigan uy atroflaridan iyun oyida kechki soot 20<sup>00</sup> dan o'tgan paytlari uchratdik. Sariq yumronqoziq (2 osob), kichik qo'shoyoq (3 osob), jun oyoqli qo'shoyoq (1 osob), kulrang olaxurjun (2 osob), oddiy ko'rsichqon (2 osob), qizil dumli qumsichqon (7 osob), uy sichqoni (21) turlarini esa aholi yashaydigan joylardan uzoqiroqda cho'l hududlaridan uchratdik.

Xulosa qilib aytganda, biologiya darsida umurtqali hayvonlar vakillarini o'qitish orqali ta'lim-tarbiya berish natijasida umumiy o'rta ta'lim muassasalarida o'quvchilarni o'qitish orqali o'zini qamrab olgan ona tabiatining qadr-qimmatini tushunishga, undan tejamli foydalanishni to'g'ri uyg'unlashtirishga, biologik xilma-xillikni saqlash muammosini qonun doirasida hal etishga imkon beradi.

**НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ  
НА ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ КАРАКАЛПАКСТАНА**

**М.А.Жумамуратов** – профессор

*Инновационно-технологический университет*

**Г.Ж.Кудиярова** – соискатель

*Каракалпакский научно-исследовательский институт естественных наук*

**ҚОРАҚАЛПОҒИСТОН АҲОЛИСИ КАСАЛЛАНИШИГА ЭКОЛОГИК ОМИЛЛАР  
ТАЪСИРИНИ БАҲОЛАШНИНГ БАЪЗИ ЖИҲАТЛАРИ**

**М.А.Жумамуратов** – профессор

*Инновацион-технологиялар университети*

**Г.Ж.Кудиярова** – тадқиқотчи

*Қорақалпоғистон табиий фанлар илмий-тадқиқот институти*

**SOME ASPECTS OF EVALUATING THE IMPACT OF ECOLOGICAL FACTORS  
ON THE ILLNESS OF THE POPULATION OF KARAKALPAKSTAN**

**M.A.Zhumamuratov** – Professor

*Innovation and Technology University*

**G.Zh.Kudiyarova** – applicant

*Karakalpak Scientific Research Institute of Natural Sciences*

**Таянч сўзлар:** аҳоли саломатлиги, атроф муҳит, антропоген таъсир, ифласланиш, касалланиш.

**Резюме.** Мақолада Қорақалпоғистон аҳолиси саломатлиги кўрсаткичларининг атроф-муҳит билан ўзаро боғлиқлигини таҳлил қилиш натижалари кўриб чиқилган. Аҳоли орасида нафас олиш аъзолари касалликлари динимикасининг қиёсий таҳлили шуни кўрсатадики, нафас олиш аъзолари касалликлари даражасининг сезиларни ўсиши кузатилмоқда. Жанубий Оролбўйи минтақасида табиий муҳитнинг экологик мувозанатининг бузилиши аҳолининг касалланиш ҳолатини сезиларли даражада белгилаши аниқланди.

**Ключевые слова:** здоровье населения, окружающая среда, антропогенное воздействие, загрязнение, заболеваемость.

**Резюме.** В статье рассматриваются результаты анализа взаимосвязи показателей здоровья населения Каракалпакстана с окружающей средой. Сравнительный анализ динамики заболеваемости органов дыхания среди населения показал, что наблюдается значительный рост уровня заболеваемости органов дыхания. Установлено, что нарушение экологического баланса природной среды в регионе Южного Приаралья в значительной степени определяет заболеваемость населения.

**Key words:** public health, environment, anthropogenic impact, pollution, morbidity.

**Summary.** The article examines the results of the analysis of the relationship between the health indicators of the population of Karakalpakstan and the environment. Comparative analysis of respiratory morbidity dynamics among the population showed that there is a marked increase in respiratory morbidity. It has been established that disruptions in the ecological balance of the natural environment in the South Aral Sea region largely determine the state of the population's morbidity.

**Введение.** Проблема взаимоотношений человеческого общества с окружающей средой требуют неотложных решений, успешность которых напрямую зависит от понимания сути сложных взаимосвязей экологических и социально-экономических систем. Наблюдаемое нарастающее техногенное воздействие на природу и человека, отрицательная динамика демографических показателей, объективно фиксируемый рост заболеваемости населения, в первую очередь, индустриальных различных регионов мира, обуславливает актуальность объективной научно обоснованной оценки воздействия комплекса факторов среды и здоровья человека на региональном уровне [5, 6].

В последние годы внимание ученых всех стран мира все больше привлекают изменения погодных условий и нередко связанные с ними загрязнения атмосферного воздуха, представляющие значительный риск для здоровья населения. Так, при повышенной температуре воздуха отмечается заметный рост концентрации химических веществ, типичных для загрязнения атмосферного воздуха крупных городов [2, 4, 7, 8].

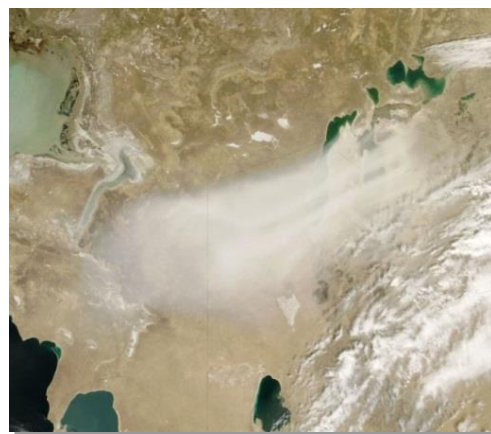
В ходе рассмотрения проблемы «человек – окружающая среда» мы вплотную подошли к вопросу о вероятности возникновения заболеваний под воздействием факторов окружающей среды, к проблеме оценки и интерпретации риска. В связи с

этим необходимо напомнить, что фундаментальной проблемой оценки воздействия является то, что хотя негативное влияние того или иного фактора окружающей среды испытывает большое количество людей, только часть из них чувствительны к данному воздействию (группы риска) [2, 5]. Представление об адапционном резерве необходимо рассматривать во времени. Это означает применение онтогенетического подхода, позволяющего представить биологическую жизнь индивида как цепь событий, понижающих или повышающих его адапционные возможности к воздействию настоящих и будущих факторов [4, 6]. При этом считается, что уровень воздействия таких событий на адапционный резерв обратно пропорционален времени между упомянутым эпизодом индивидуального развития субъекта и моментом воздействия изучаемого фактора.

Экологический кризис Аральского региона, в том числе проблемы загрязнения окружающей среды является одной из самых сложных проблем глобального характера. Исследования ученых последних лет показывают, что качество питьевой воды оказывает значительное влияние на здоровье населения. Анализ санитарно-эпидемиологической ситуации в республике показал, что в последнее десятилетие отдельные показатели, характеризующие состояние здоровья и окружающей среды, оставались неблагоприятными и не имели тенденции к улучшению [9, 10].

Высохшее дно Арала является одним из мощных поставщиков аэрозолей в атмосферу Земли. Дальность переноса этих дисперсных частиц беспредельна. Доказано, что ежегодно в атмосферу ветрами поднимается от 15 до 75 млн. тонн пыли. За последние десятилетия количество пыльных дней в году на территории Каракалпакстана увеличилось со 100 до 180 [10]. Основное количество пылевых бурь и пылевых дней приходится на период с мая по октябрь (рис.1).

Усыхание Аральского моря изменило климатическую обстановку региона. Первоначально Арал являлся своего рода регулятором температуры и влажности воздуха [11]. Испаряющийся с его акватории столб водяного пара служил щитом на пути проникновения в низовья Амударьи северных ветров. Смягчающее дыхание моря уменьшало сухость климата, умеряло жару и зимнюю стужу. Ветровой вынос солей с постаквальной суши (ПС) Аральского моря, способствует засолению почв и является фактором изменения климатических характеристик южного Приаралья [10].



*Рис. 1. Ветровой вынос солей – синтезированное изображение (1-3 каналы) со Спутника TERRA (2018) (www.aralsea.com)*

Примером опустынивания за счет нарушения водного баланса является осушенное дно Аральского моря, образованного под влиянием недостаточного поступления объема поверхностного стока по рекам Сырдарьи и Амударьи. Из-за дефицита водных ресурсов в пределах бассейна Аральского моря было осушено более 200-250 мелких и средних озер и водоемов. Аральское море в результате усиленной ирригации питающих его рек потеряло 85% своей водной поверхности, в результате этого на месте бывшего морского дна образовалась пустыня Аралкум. Также изменился микроклимат региона в сторону усиления континентальности, что ускорило эрозию прибрежных земель. Выявление причин и последствий изменения климата и оценка соответствующих им эффектов является сложной задачей, решаемой в настоящее время с помощью климатических моделей. Аэрозольный форсинг климата в Приаралье с генезисом обоих типов не доступен прямым измерениям и может быть количественно оценен только методами математического моделирования [11].

**Материал и методы исследований.** В качестве объектов исследования были выбраны все 15 районов Республики Каракалпакстан (Муйнакский, Кунградский, Канлыкульский, Шуманайский, Ходжелыйский, Нукусский, Кегейлийский, Чимбайский, Бозатауский, Караузьякский, Тахтакупырский, Амударьинский, Берунийский, Турткульский, Элликкалинский).

Предметом исследования являлись параметры качества факторов среды обитания (атмосферный воздух, почва, вода) и показатели здоровья взрослого населения в динамике за пять лет. При выполнении работы использован комплекс современных социально-экологических, физико-химических, гигиенических, статистических методов исследования.

Анализ заболеваемости проводился в соответствии с «Руководством по международной

статистической классификации болезней, травм и причин смертности» [12]. Статистическую обработку и анализ данных проводили с использованием прикладной программы Microsoft Excel Statistical 6.0 в среде Windows. Для каждой выборки рассчитывали среднюю арифметическую (M), стандартную ошибку (m). Оценку достоверности различий между изучаемыми величинами проводили по t-критерию Стьюдента. Анализ взаимосвязи между изучаемыми показателями проводился с использованием коэффициента ранговой корреляции Спирмена.

**Результаты и их обсуждение.** В последние годы особую актуальность приобретают вопросы влияния изменения климатических факторов на состояние здоровье населения. Реакции и состояния человека, обусловленные действием погодных факторов, могут рассматриваться как расстройство физиологических механизмов адаптации, следствие острого метеорологического стресса, причем неблагоприятное влияние погоды связано не столько с абсолютными значениями метеопараметров, сколько с их резкими изменениями, предъявляющими повышенные требования к системам, поддерживающим гомеостаз [9].

Нами проанализированы показатели заболеваемости населения болезнями органов дыхания в северных, центральных и южных районах Республики Каракалпакстан (рис.2- 4).

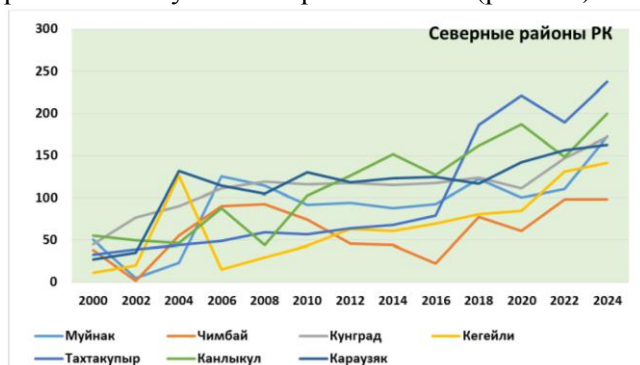


Рис. 2. Динамика заболеваемости органов дыхания среди населения северных районов Республики Каракалпакстан

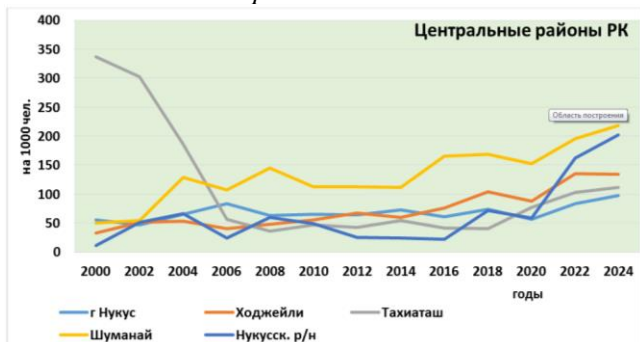


Рис. 3. Динамика заболеваемости органов дыхания среди населения центральных районов Республики Каракалпакстан

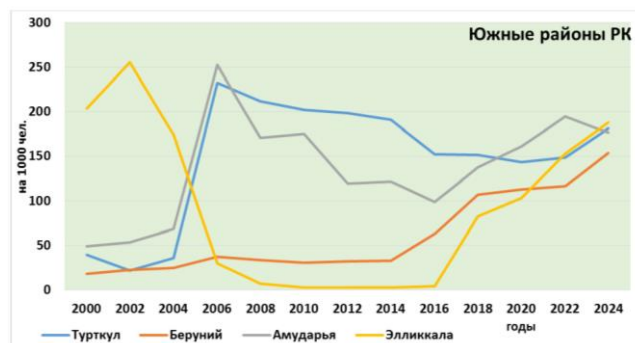


Рис. 4. Динамика заболеваемости органов ыхания среди населения южных районов Республики Каракалпакстан

Сравнительный анализ динамики заболеваемости органов дыхания среди населения северных районов показал, что с 2018 года наблюдается выраженный подъем уровня заболеваемости органов дыхания. Основная доля жителей, подверженных данной группе заболеваний приходится на Тахтакупырский, Канлыккульский и Кунградский районы Каракалпакстана.

Проведенный анализ показал, что для жителей центральных районов Каракалпакстана в основном подвержены болезням органов дыхания жители Шуманайского и Нукусского районов Республики Каракалпакстан (рис.4.8).

Рассматривая динамику заболеваемости органов дыхания среди населения южных районов Республики Каракалпакстан можно отметить, что основная доля заболевших приходится на Элликкалинский и Турткульский районы Каракалпакстана (рис.4.9).

Таким образом, учитывая вышеизложенное, можно констатировать, что нарушения экологического равновесия природной среды в регионе Южного Приаралья определяют в значительной степени состояние заболеваемости населения. В таких условиях особую важность приобретают комплексные исследования типа медико-экологического, цитогенетического, геохимического, экологического мониторинга, которые бы позволили расшифровать механизмы мобилизации функциональных резервов человека [1, 2, 5].

Отрицательные экологические факторы антропогенных воздействий являются губительными не только для нынешнего поколения, но и способствуют снижению резервов здоровья на индивидуальном уровне, что определило высокую степень психофизиологического и генетического напряжения, стимулируя рост специфической патологии, и способствуют появлению новых форм экологических болезней [4].

### Литература

1. Акимов В.А., Дерендяева О.А., Иванова Е.О. Оценка климатических рисков и ранжирование адаптационных мероприятий по степени их приоритетности в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. // Управление риском. 2021. № 4 (100). – С. 64-72.
2. Киреева И.С., Черниченко И.А., Литвиненко О.Н. Гигиеническая оценка риска загрязнения атмосферного воздуха промышленных городов Украины для здоровья населения. // Гигиена и санитария. 2007. № 1. – С. 17-21.
3. Мамбетуллаева С.М., Глеумуратов Т. Некоторые вопросы изучения взаимосвязи состояния здоровья населения с качеством окружающей среды. // Вестник ККО АН РУз. 2005. № 3. – С. 10-11.
4. Мамбетуллаева С.М. Анализ факторов, влияющих на состояние здоровья населения в условиях экологического кризиса в Южном Приаралье // Журн. International journal on Immunorehabilitation. – Москва: «Медицина –Здоровье», февраль, 2004. Т. 6. №1. – С.169.
5. Новиков С.М., Рахманин Ю.А., Скворцова Н.С. и др. Современные проблемы оценки рисков и ущербов здоровью от воздействия факторов окружающей среды. // Гигиена и санитария. 2007. № 5. – С. 18-20.
6. Прусаков В.М., Прусакова А.В. Оценка риска воздействия факторов окружающей среды на здоровье человека. // Сборник научных трудов. – Ангарск: Изд-во Ангарской государственной технической академии, 2006. – С. 143-156.
7. Рахманов Р.С., Тарасов А.В. Адаптационные реакции организма при влиянии морского климата на здоровье населения в регионах России: монография. – Н. Новгород: ООО «Стимул-СТ», 2018. –С. 100.
8. Ревич Б.А. Климатические изменения как новый фактор риска для здоровья населения российского Севера. // Экология человека. 2009. № 6. – С. 11-16.
9. Глеумуратова Б.С., Мамбетуллаева С.М., Кудайбергенова У.К. Исследование связи между загрязнением атмосферы и ростом заболеваемости в Южном Приаралье. // Вестник ККО АН РУ. 2014. №3. – С.45-49.
10. Глеумуратова Б.С., Арушанов М.С. Динамика экологических процессов Южного Приаралья. Монография. –Гамбург. Palmarium. 2012. – С.183.
11. Глеумуратова Б.С., Нарымбетов Б.Ж., Султашов Р.Г. Пылевые явления в Южном Приаралье: специфика и типичность. // Вестник ККО АН РУ. 2025. №2. – С.52-58.
12. Международная статистическая классификация болезней и проблем, связанных со здоровьем (10-й пересмотр) (МКБ-10) (версия 2.23 от 19.07.2023).

**ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ БИОТЫ ЮЖНОГО ПРИАРАЛЬЯ  
В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

**Г.Н.Таумуратова** – доктор философии биологических наук, доцент  
*Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза*

**ЗАМОНАВИЙ ШАРОИТДА ЖАНУБИЙ ОРОЛБЎЙИ БИОТАСИНИНГ  
ФАОЛИЯТИ**

**Г.Н.Таумуратова** – биология фанлари бўйича фалсафа доктори, доцент  
*Ажиниёз номидаги Нукус давлат педагогика институти*

**FUNCTIONING OF THE BIOTA IN THE SOUTHERN ARAL SEA REGION  
UNDER MODERN CONDITIONS**

**G.N.Taumuratova** – Associate Professor  
*Nukus State Pedagogical Institute named after Ajiniyaz*

**Таянч сўзлар:** Орол инкирози, деградация, жанубий Оролбўйи минтақаси, экологик, биологик хилма-хиллик, экотизим, биота.

**Резюме.** Мақола ҳозирги шароитда жанубий Орол денгизи биотасининг ишлашини ўрганади. Унда табиий ва антропоген омилларнинг минтақа экотизимларининг ҳолати ва тузилишига таъсири таҳлил қилинади. Олинган маълумотлар атроф-мухит мониторинги ва биотанинг барқарорлигини баҳолаш учун ишлатилиши мумкин.

**Ключевые слова:** Аральский кризис, деградации, южное Приаралье, экологический, биоразнообразие, экосистема, биота.

**Резюме.** В статье рассматривается функционирование биоты Южного Приаралья в современных условиях. Анализируется влияние природных и антропогенных факторов на состояние и структуру экосистем региона. Полученные данные могут быть использованы для экологического мониторинга и оценки устойчивости биоты.

**Key words:** Aral crisis, degradation, Southern Aral Sea region, ecological, biodiversity, ecosystem, biota.

**Summary.** This paper examines the functioning of the biota in the Southern Aral Sea region under current conditions. The influence of natural and anthropogenic factors on the state and structure of the region's ecosystems is analyzed. The data obtained can be used for environmental monitoring and assessment of the biota's sustainability.

**Актуальность исследования.** Аральский кризис является одним из крупнейших экологических катастроф современности и привёл к глубокому нарушению динамического равновесия экосистем Южного Приаралья. Усыхание Аральского моря, сокращение речного стока, засоление почв, усиление процессов опустынивания и вынос солей с постаквальной суши обусловили деградацию природных комплексов, снижение биоразнообразия и изменение климатических характеристик региона. Эти процессы оказывают как локальное, так и системное влияние на почвенно-климатические условия и состояние биоты [7].

Особую тревогу вызывает утрата генетического и видового разнообразия животных, что ведёт к снижению устойчивости экосистем, нарушению эволюционных процессов и угрозе выживания отдельных видов. В условиях возрастающего антропогенного давления и дефицита водных ресурсов возникает необходимость комплексного изучения трансформаций природных экосистем Южного Приаралья и оценки эффективности природоохранных мероприятий.

**Введение.** Южное Приаралье в прошлом представляло собой высокопродуктивную дельтовую зону с богатым видовым разнообразием флоры и фауны. Однако в результате масштабных гидрологических и климатических изменений экосистемы региона подверглись значительным структурно-функциональным преобразованиям. Современное состояние природных комплексов характеризуется деградацией водно-болотных угодий, сокращением численности и ареалов многих видов животных, а также нарушением трофических связей.

В этой связи особый научный и практический интерес представляет исследование воздействия антропогенных факторов на пустынные ландшафты и закономерностей изменения фауны, в том числе сообществ мелких млекопитающих. Сообщества грызунов, как одна из наиболее многочисленных и чувствительных к изменениям среды таксономических групп, могут служить индикаторами устойчивости экосистем и степени антропогенного воздействия [4,8].

Экосистемы Южного Приаралья рассматриваются как экологические диссипативные

структуры, в которых пространственно-временная и структурная динамика биоты определяется сложными взаимодействиями между популяциями и абиотическими компонентами среды. Анализ структурно-функциональных параметров сообществ позволяет оценить видовое богатство, структуру доминирования и устойчивость экосистем к природным и антропогенным нарушениям [8].

**Материалы и методы.** Исследование носит аналитико-обзорный характер и основано на обобщении результатов многолетних экологических и мониторинговых исследований, выполненных в экосистемах Южного Приаралья и на плато Устюрт. Использовались данные по состоянию почвенно-климатических условий, биоразнообразию флоры и фауны, а также сведения о трансформациях природных ландшафтов под воздействием антропогенных факторов.

Особое внимание уделялось анализу состояния водно-болотных угодий, пустынных экосистем и сообществ мелких млекопитающих, а также оценке роли аборигенных и редких видов как индикаторов устойчивости природных сообществ. В работе также использованы материалы национальных и международных программ по восстановлению экосистем Приаралья.

**Результаты.** Результаты анализа показывают, что наиболее уязвимыми экосистемами Южного Приаралья в условиях дефицита водных ресурсов являются водно-болотные угодья. К основным угрозам для ветландов относятся маловодие, засухи, выжигание тростниковых зарослей, браконьерство, нелегальная охота, рыболовство и интенсивное скотоводство. Несмотря на это, реализуемые с начала 2000-х годов меры по восстановлению гидрологического режима способствовали частичной стабилизации природных комплексов и возобновлению рыбохозяйственной деятельности.

На осушенном дне Аральского моря активно проводятся лесомелиоративные мероприятия с использованием соле- и засухоустойчивых видов растений, что способствует закреплению песков и снижению пыле-соляных переносов. К

настоящему времени лесные насаждения созданы на площади нескольких десятков тысяч гектаров.

Плато Устюрт, характеризующееся древним происхождением и высоким уровнем эндемизма, в последние десятилетия подвергается усиленному антропогенному воздействию, связанному с добычей полезных ископаемых и развитием инфраструктуры. Это приводит к трансформации ландшафтов, изменению растительных сообществ и снижению биопродуктивности фауны [11, 12, 13].

Показано, что в слабонарушенных экосистемах высокая нативность биоразнообразия обеспечивает устойчивость природных сообществ и препятствует внедрению адвентивных видов. Редкие аборигенные виды выполняют «подстраховывающую» функцию, однако именно они первыми исчезают при усилении антропогенного давления, что позволяет использовать их в качестве индикаторов состояния экосистем.

**Заключение.** Экологический кризис Южного Приаралья обусловил глубокие структурно-функциональные изменения природных экосистем, выразившиеся в деградации ландшафтов, сокращении биоразнообразия и снижении устойчивости биологических сообществ. Проведённый анализ свидетельствует о высокой уязвимости водно-болотных и пустынных экосистем региона к природным и антропогенным воздействиям.

В то же время реализация национальных и международных программ по восстановлению экосистем, лесомелиорации и рациональному водопользованию способствует частичной стабилизации экологической ситуации. Сохранение нативного биоразнообразия, особенно редких и эндемичных видов, должно рассматриваться как приоритетное направление природоохранной деятельности.

Полученные выводы подчёркивают необходимость дальнейшего экологического мониторинга, комплексных научных исследований и разработки устойчивых стратегий управления природными ресурсами Южного Приаралья, включая использование потенциала экотуризма как дополнительного фактора устойчивого развития региона.

#### **Литература**

1. Арушанов М.Л., Тлеумуратова Б.С. Динамика экологических процессов Южного Приаралья. – Гамбург: Palmarium, 2012.
2. Ешимбаев Д. Гидрохимическое состояние водоемов Каракалпакии в условиях водохозяйственных мероприятий в бассейне Амударьи. – Ташкент: «Фан», 1975.
3. Палваниязов М. Млекопитающие Южного Приаралья в условиях антропогенного изменения ландшафта. – Ташкент: «Фан», 1990.
4. Плохинский Н.А. Дисперсионный анализ силы влияния. // Новое в биометрии. – Москва: 1970. – С. 31-67.

5. Пляцук Л. Д., Черныш Е.Ю. Синергетика: нелинейные процессы в экологии. – Сумы: Изд-во СГУ, 2016. – С. 237.
6. Реймов Р. О состоянии и задачах охраны животного мира. // Вестник ККО АН РУз. 2000. № 1-2.
7. Глеумуратова Б.С., Мустафаева Р. Синергетические закономерности динамики экосистемы Южного Приаралья. // Вестник ККО АН РУз. 2019. № 4. – С.10-13.
8. Magarran E. Ecological diversity and its measurement. – Москва: «Mir», 1992.
9. Шварц С.С. Экологические закономерности эволюции. – Москва: «Наука», 1980.
10. Шакин В.В. Биосистемы в экстремальных условиях. // Журнал общей биологии, 1991. Т. 52. № 6. – С. 784-792.
11. Аймуратов Р., Пиржанова Р. Состояние биоразнообразия экосистем южного подрайона плато Устюрт в условиях техногенного и антропогенного пресса. // Вестник ККО АНРУз. 2009. № 3. – С. 48-51.
12. Аймуратов Р., Матекова Г., Пиржанова Р. Современное состояние растительного и животного мира Каракалпакской части Устюрта. // Проблемы рационального использования и охрана биологических ресурсов южного Приаралья. Тез.докл. Междун. научн.-прак. конф. (22-23 июня 2012 г.) – Нукус: 2012. – С. 12.
- 13.Тажимуратов П.А. Современный флористический состав Каракалпакской части Устюрта. // Вестник ККО АН РУз. 2001. №6. – С. 20-21.

**MADANIY LANDSHAFT KONSEPSIYASINING MOHIYATI**

**S.I.Abdullayev** – *geografiya fanlari nomzodi, dotsent*

**I.B.Safarov** – *mustaqil tadqiqotchi*

*Qarshi davlat universiteti*

**СУЩНОСТЬ КОНЦЕПЦИИ КУЛЬТУРНОГО ЛАНДШАФТА**

**С.И.Абдуллаев** – *кандидат географических наук, доцент*

**И.Б.Сафаров** – *самостоятельный соискатель*

*Кариинский государственный университет*

**THE ESSENCE OF THE CULTURAL LANDSCAPE CONCEPT**

**S.I.Abdullayev** – *Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor*

**I.B.Safarov** – *Independent Researcher*

*Karshi State University*

**Tayanch soʻzlar:** tabiiy landshadt, madaniy landshaft, madaniy landshaftning antropogen landshaft bilan nisbati, madaniy landshaft konsepsiyasi, madaniy landshaftning xususiyatlari.

**Rezyume.** Maqolada madaniy landshaft haqidagi ilmiy tasavvurlarning shakllanishi va rivojlanishi, uning zamonaviy landshaftlar tizimidagi oʻrni, madaniy landshaft konsepsiyasining mohiyati va oʻziga xos jihatlari, shuningdek uni oʻrganishning nazariy va amaliy ahamiyati yoritib beriladi.

**Ключевые слова:** природный ландшафт, культурный ландшафт, соотношение культурного ландшафта и антропогенного ландшафта, концепция культурного ландшафта, особенности культурного ландшафта.

**Резюме.** В статье описывается формирование и развитие научных представлений о культурном ландшафте, его место в системе современных ландшафтов, сущность и особенности концепции культурного ландшафта, а также теоретическое и практическое значение его изучения.

**Key words:** natural landscape, cultural landscape, relationship between cultural landscape and anthropogenic landscape, concept of the cultural landscape, characteristics of the cultural landscape.

**Summary.** The article describes the formation and development of scholarly concepts of the cultural landscape, its place within the system of modern landscapes, the essence and specific features of the cultural landscape concept, as well as the theoretical and practical significance of its study.

**Kirish:** Sayyoramiz quruqlik qismining katta qismida inson taʼsiri natijasida tabiiy landshaftlar oʻzgartirilgan va ularning oʻrnida turli qonunlar asosida rivojlanadigan, bir-biridan sifat jihatidan farq qiladigan, birgalikda mavjud boʻlgan va oʻzaro taʼsirdagi tabiiy va sotsial-iqtisodiy geosistemalar yoki madaniy landshaftlar shakllangan. Madaniy landshaftlardagi tabiiy va sotsial-iqtisodiy geosistemalar orasidagi oʻzaro munosabatlarning murakkablashib borishi tufayli madaniy landshaftlarni oʻrganish eng qiyin muammoarga mansub. Shu sababli madaniy landshaftni kompleks oʻrganish atrof muhit prognozi uchun muhim amaliy ahamiyatga ega ekanligieʼtiborga olingan holda ularni oʻrganishga qiziqiqish ortib bormoda, tadqiqot metodikasi ishlab ciqilmoqda va terminlalar bir xil shaklga keltirilmoqda.

**Adabiyotlar tahlili va metodologiya:** XX asrning birinchi yarmida Gʻarbiy Yevropada inson faoliyati taʼsiri ostida oʻzgargan landshaftlarni oʻrganishga eʼtibor kuchaydi va landshaftning tabiiy hodisadan “madaniy-geografik” hodisalar tomon oʻtishi sodir boʻldi. Bunday lanshaftlar uchun “madaniy landshaft” termini keng qoʻllanila boshladi ularni oʻrganishga

doir tadqiqotlar natijasida “madaniy landshaft” maktabi shakllandi. Uning asoschilaridan biri boʻlgan nemis geografi O.Shlyuter inson faoliyati tufayli sodir boʻlgan katta oʻzgarishlarga qadar mavjud boʻlgan landshaftni (*Urlandshaft*) hamda inson madaniyati tomonidan yaratilgan landshaftni esa u *madaniy landshaft* deb ataydi. O.Shlyutter landshaftga uning komponentlaridan biri sifatida insonni ham kiritgan.

Madaniy landshaftni tadqiq qilishda va uning turli konsepsiyalarning yaratilishida L.S.Berg, K.Zauer, R.Hartshon, Yu.G.Saushkin, A.G.Isachenko, A.M.Rybchikov, N.A.Gvozdetskiy, F.N.Milkov, A.A.Abdulqosimov va koʻpgina olimlarning xizmatlari katta boʻldi. Oʻzbekistonda madaniy landshaftlarning turli jihatlari S.I.Abdullayev, H.A.Abdualiyev, K.M.Boymirzayev, R.Holiqov, M.Nazarov, U.Vahobov kabi geograf olimlar tomonidan oʻrganilgan va tadqiq qilinmoqda.

**Natija va muhokama:** Turni bildiruvchi “madaniy landshaft” termini negizida lotincha “cultūra” (ekish, tuproqlarni, qishloq xoʻjalik yerlarini parvarishlash) soʻzi turadi. Bu termin “tabiiy landshaft” terminiga qarama-qarshi mazmunda qoʻllaniladi. Uning turli

ko'rinishlari inson tarixidagi tabiiy landshaftlar, shuningdek tabiiy-antropogen va antropogen-texnogen landshaftlar orqali namoyon bo'ladi. Asrlar davomida kishilar landshaftni imkoni bor joylarda ehtiyojlariga moslashtirganlar, bunday qilolmagan joylarda esa unda yashash sharoitlariga o'zlari moslashganlar. Shunday yo'l bilan madaniy landshaftlarning turli xillari shakllangan. Hozirgi vaqtda insonning asosiy hayoti va faoliyati aynan shunday landshaftlar doirasida amalga oshadi. Shu sababli landshaft (geosistema) konsepsiyasi keyingi 40-50 yil davomida sezilarli darajada o'zgardi. Uzoq vaqt davomida landshaft yopiq o'z-o'zini boshqaradigan sistema sifatida qaraldi. Endilikda madaniy landshaft ochiq dinamik makon-zamon sistemasi, "inson va tabiat hamkorligi" sistemasi sifatida qaraladi.

Ikkinchi jahon urushdan keyingi yillarda madaniy landshaftlarni ilmiy-amaliy jihatdan o'rganishga doir qator ilmiy ishlar paydo bo'ldi (Saushkin, 1946, 1947, 1951; Kotelnikov, 1950; Bogdanov, 1951; I.M.Zabelin, 1959; Neef, 1974; Stamp, 1976; A.G.Isachenko, 1991 va b.) bo'ldi.

Madaniy landshaftlarni o'rganish doirasida ko'plab masalalar hanuz to'liq hal etilmagan bo'lishiga qaramay, so'nggi o'n yilliklarda nazariy xarakterdagi ko'plab ishlar, amaliy tadqiqotlar hamda mintaqaviy izlanishlar paydo bo'ldi.

Hozirgi paytda madaniy landshaftlar to'g'risidagi tasavvurlar ham o'zgarimoqda va ular umumgeografik tushuncha, umumilmiy kategoriya sifatida qaralmoqda. "Madaniy landshaft" termini insonning atrof tabiiy muhit bilan o'zaro ta'sirining ko'plab ko'rinishlarini qamrab oladi. Madaniy landshaftlarni o'rganishga doir tadqiqotlar doirasida ko'plab masalalar hanuz to'liq hal etilmagan bo'lishiga qaramay, so'nggi o'n yilliklarda nazariy sajiyadagi ko'plab ishlar, amaliy tadqiqotlar hamda mintaqaviy izlanishlar paydo bo'ldi. So'nggi yillarda madaniy landshaftni o'rganishga qiziqish ortib bormoqda, tadqiqot metodikasi va predmet sohasi ishlab chiqilmoqda, terminologiya unifikatsiya qilinmoqda [10].

Madaniy landshaft tushunchasi ko'p ma'noli bo'lib, uning izohlari turli fan sohalari va ilmiy maktablarda sezilarli darajada farq qiladi. Ko'p hollarda (L.S. Bergdan tortib Yu.G. Saushkingacha) "madaniy landshaft" termini deyarli antropogen landshaftning sinonimi sifatida qo'llanilgan. XX asrning 60-70 yillarida inson tomonidan vujudga kelgan landshaftlarni antropogen landshaftlar (terminini rossiyalik geograf A.D.Gojev 1930-yilda birinchi bor qo'llagan) deb atash rusumga kirdi. Shu sababli hozirgi landshaftlarni tasnif qilishda madaniy landshaftlar antropogen landshaftlar guruhiga kiritiladi yoki uning asosiy sinfi sifatida qaraladi. Bunday konsepsiyada madaniy landshaft antropogen

landshaftdan farq qilmaydi, ular strukturaviy aloqalar doimiy ravishda inson tomonidan melioratsiya, kultivatsiya, kimyolashtirish va boshqa tadbirlar orqali boshqarilib turiladigan landshaftlar (ekinzorlar, bog'lar va plantatsiyalar, madaniy yoki ekilgan yaylovlar va b.) sifatida qaraladi va antropogen landshaftlarning tom ma'noda madaniy guruhi deb hisoblanadi. Antropogen landshaft ta'sir darajasiga ko'ra *madaniy* (dala, o'tloq) va *buzilgan (nomadaniy)*, ya'ni sog'lom muhitni qayta tiklash funksiyasini bajarish qobiliyatini yo'qotgan landshaftlar ajratiladi [1; 2].

Nazariy-geografik yondashuv madaniy landshaftni tabiiy landshaft bilan to'liq tenglashtirib bo'lmaydigan, biroq tabiiy va madaniy komponentlar o'zaro bog'langan va teng huquqli tarzda namoyon bo'ladigan hodisa sifatida talqin etadi. Boshqa ko'plab yondashuvlardan farqli ravishda, bu yerda madaniy komponentlar tor ma'noda ("yuqori madaniyat" sifatida) emas, balki inson faoliyatining kvazisinonimi (ya'ni, keng ma'noda inson tomonidan amalga oshiriladigan har qanday madaniy-amaliy faoliyat) sifatida tushuniladi. Shunday talqin qilingan madaniy landshaftdan hech narsa chiqarib tashlanmaydi [4; 5].

Ko'pgina tadqiqotchilar madaniy landshaft inson va tabiatning hamkorligi natijasida shakllanadi deb hisoblagan holda antropogen va madaniy landshaftni ajratadilar. Madaniy landshaftlarda tabiiy va madaniy komponentlar tutashib ketgan va ularni ajratish hamma vaqt ham maqsadga muvofiq emas. Bu ikki asosning landshaftdagi nisbati uning xususiyatlarini belgilaydi, biroq bu hodisa negizida ulardan qaysi birining turishi doimo ham aniq emas. Chunki shunday geosistemalar mavjudki, ular inson faoliyati ta'sirida vujudga keladi, so'ngra ularning rivojlanishi tabiiy yo'l bilan boradi; boshqa tizimlar esa insoning aniq bir ehtiyojlarini qondirish uchun shakllanadi, davriy ta'sirda bo'ladi.

"Madaniy landshaft" termini insonning atrof tabiiy muhit bilan o'zaro ta'sirining ko'plab ko'rinishlarini qamrab oladi. Ko'pgina hollarda madaniy landshaftlar tabiiy muhitning sajiyasi va imkoniyatlari bilan bog'liq bo'lgan tabiatdan barqaror foydalanichning o'ziga xos texnologiyalarini aks ettiradi. Madaniy landshaft tabiiy landshaftlar va ekosistemalarning xususiyatlarini meros qilib oladi hamda ularni boyitadi.

Ayrim hollarda madaniy landshaft tabiat asosidagi madaniyat elementlari sifatida qaraladi. Bunday konsepsiyada madaniy landshaft tabiiy asosini saqlab qoladi va meros qilib oladi. Madaniy elementlar tabiiy asosni to'ldirib turadi va tabiiy elementlarning qonuniyatlariga bo'ysunadi. An'anaviy qishloq landshafti aynan shunday xususiyatga ega.

Madaniy landshaftni tabiiy landshaftning bevosita davomi sifatida tushunishdan voz kechish, aslida, tabiiy landshaft tushunchasini inkor etishni

anglatmaydi. Aksincha, bu yondashuv uning mazmunini kengaytiradi, rivojlantiradi va chuqurlashtiradi. Boshqacharoq qilib aytganda, madaniy landshaft yana bir tabiiy omil – inson omili ta’sir ko’rsatgan landshaftdir. U inson va uning madaniy faoliyati mahsulotlarini o’z ichiga oladi.

Olimlarning ko’pchiligi tuzilmasi inson tomonidan muayyan maqsad bilan jamiyat manfaatlarini ko’zlagan va ilmiy asoslangan holda (biologik mahsuldorlikni oshirish, rekreasiya, aholi manzilgohlarini bunyod etish va b.) oqilona o’zgartirilgan landshaftlarni madaniy landshaftlar deb atashadi. Shunday qilib, madaniy landshaftlar sifati yaxshilangan, unumdorligi oshirilgan, insonning mehnat qilishi, dam olishi, estetik zavqlanish uchun qulay o’zgartirilgan landshaftlardir.

Madaniy landshaftda tabiiy va sotsial-iqtisodiy geosistemalar ochiq chatishgan (hybrid) sistemani hosil qiladi; bu sistemada asosiy funksiyalar inson tomonidan nazorat qilinadi. Shu sababga ko’ra bu sistemaning maqsadlari jamiyatning e’tiboriga bog’liq holda har xil. Madaniy landshaftlarni boshqarishda insonning sog’lom rivojlanishi uchun sharoitlarni saqlab qolgan holda kishilik jamiyatining optimal ehtiyojlarini qondirishni, ya’ni tabiiy geosistemalarning to’g’ri faoliyat ko’rsatishini ta’minlashdan iborat.

Madaniy landshaftning bunday konsepsiyasida antropogen landshaft madaniy landshaftning bir turini hosil qiladi. Barcha tabiiy va antropogen komponentlarni o’z ichiga oladigan madaniy landshaft insonning o’zini muayyan amaliy ehtiyojlarini qondirish uchun ongli, maqsadli faoliyati natijasida shakllanadi va madaniy meros obyektlarining o’ziga xos toifasini hosil qiladi. Madaniy landshaftning bunday tushunchasida uch xil ta’rifga ega:

- madaniy landshaft inson tomonidan aniq bir dastur asosida o’zgartirilgan va yuqori darajadagi estetik va funksional sifatlarga ega bo’lgan “yaxshi” antropogen landshaft;

- madaniy landshaft – uzoq tarixiy davr davomida kishilarning muayyan guruhi yashagan joy;

- ko’pgina hollarda madaniy landshaftlar tabiiy muhitning sajiyasi va imkoniyatlari bilan bog’liq bo’lgan yerdan barqaror foydalanishning o’ziga xos texnologiyalarini aks ettiradi. Madaniy landshaftlarni saqlash yerdan foydalanishning hozirgi metodlarining rivojlanishiga, shuningdek landshaftning tabiiy afzalliklarini (qiymatini) saqlash yoki kuchaytirishga imkon berishi mumkin. Yerdan foydalanishning hozirgi an’anaviy metodlari sayyoramizning ko’pgina rayonlarida bioxilma-xillikni asrashga imkon beradi.

Madaniy landshaft konsepsiyasining gumanitar jihatlariga yaqinroq yondashuv B. B.Rodoman tomonidan ilgari surilgan bo’lib, u ilmiy va loyihaviy amaliyotga qator yangi kategoriyalarni, jumladan, “qutblashgan madaniy landshaft” tushunchasini

kiritdi. Madaniy landshaftning xususiyatlari — bu qutblashgan landshaftning xususiyatlari bo’lib, unda, bir tomondan, tabiiy landshaftning funksiyalari (muhitni qayta shakllantirish, resurslarni tiklash, biosfera genofondini saqlash va boshqalar) saqlanishi kerak; ikkinchi tomondan esa, inson hayotining moddiy va ma’naviy jihatdan qulay sharoitlarini yaratish maqsadida «joylar» va «rayonlar»ni obodonlashtirish funksiyalari bajarilishi kerak. Qutblangan madaniy landshaft inson tomonidan oqilona «loyihalashtirilgan» holda kelajakdagi noosferaning asosi bo’lishi lozim.

Madaniy landshaft konsepsiyasi zamonaviy geografik qobiq gorizontal tuzilmasining shakllanish jarayonlari bilan bog’liq. Madaniy landshaft — bu fraktallik prinsipi asosida shakllanuvchi mahalliy hududiy tuzilma bo’lib, u o’z tarkibiga geografik qobiqning barcha tabiiy va sotsial iqtisodiy komponentlarini — abiotik, biotik, biokos, ijtimoiy va ma’naviy unsurlarni — qamrab oladi. Bunday landshaftning vertikal tuzilmasi “qatlamlilik” orqali namoyon bo’ladi va u tabiiy qatlam, moddiy madaniyat qatlami hamda madaniy qatlamni (madaniy meros, an’anaviy va yangicha madaniyatlar) ajratish bilan bog’liq.

Madaniy landshaftning gorizontal tuzilmasi esa turli landshaft guruhlarining birikmasi, ularning zonal-provinsial va azonall-provinsial areallarini ma’lum hududlar doirasida shakllanishini anglatadi.

To’liq shakllangan madaniy landshaft o’z ichiga madaniy va tabiiy komponentlarni oladi, ular qo’shimcha “joylar” va o’zaro kirishib ketgan tarmoqlar sifatida namoyon bo’ladi. Uni “uzluksizlik va uzilish (kontinuallik va diskretlik)”ning dialektik uyg’unligi, turli shakl va o’lchamdagi obyektlarning uyg’unlashuvi, “joylar”ning samarali qo’shniligi, ko’pincha “chegaraviy o’tish zonalar (ekotonlar)”ning ijobiy xarakteri, mo’tadil politsentrizm, komponentlarning nisbatan mustaqilligi, darajalar o’rtasidagi ko’p pog’onali tuzilma, keng ko’lamli funksional-pragmatik, semantik va ramziy uyg’unlik, mazmun va faoliyat uchun katta sig’im, turli aholi guruhlarining birgalikda mavjudligi, shuningdek, makon va vaqt, evolyutsiya va tarix, o’z-o’zidanlik va ongli yaratuvchanlikning murakkab uyg’unligi bilan ajralib turadi.

Universal xossaga ega bo’lgan madaniy landshaft geografik (mahalliy ekologik sharoitlarga moslashuv), tarixiy (tabiatdan foydalanish sajiyasining tarixiy o’zgarishlari) va madaniy (insonning tabiatga ma’naviy munosabatining namoyon bo’lishi) kontekstda bo’ladi. Bir butunlik, ya’ni uning moddiy obyektlari, mental xossalari va tabiatdan foydalanishning an’alarining tugallanganligi, birligi, uyg’unligi va saqlanganligi madaniy landshaftning ikkinchi muhim xossasidir. Madaniy landshaftning autentikligi deb uning bir butunlik

xossalari bilan bog'langan haqiqiyliги, ishonchligi tushuniladi [7; 9].

Madaniyat xiliga, shuningdek sotsial-madaniy va xo'jalik faoliyatining sajiyasiga bog'liq holda joyning madaniy o'zlashtirilishning va monand holda, madaniy landshaftlarning turli xillari shakllanadi [10]. Barcha tabiiy va antropogen komponentlarni o'z ichiga oladigan madaniy landshaft madaniy meros obyektlarining o'ziga xos toifasini hosil qiladi. Madaniy landshaftning meros obyektі sifatidagi maqomi YUNESKOning xujjatlarida 1992-yilda qayd qilingan. Predmetlar yoki axborotlar ko'rinishida saqlanadigan madaniy meros madaniy landshaftning muhim qismidir. U asosiy omil sifatida muayyan joydagi aholining turmush tarzini belgilaydi, o'ziga xos me'morchilik, arxeologiya, etnologiya, toponomika, folklor va umuman madaniy turmushning barcha jihatlarini shakllanishining sharoiti bo'ladi; bunday holda madaniy landshaftning o'zi meros obyektі bo'lib qoladi. Uning ayrim turlari tarix va madaniyatning harakatsiz yodgorliklarining ayrim turlariga (muzey-qo'riqxonalar, saroy-bog'ansablari) to'g'ri kelishi mumkin.

Madaniy meros obyektlari umumiy tarmog'idagi madaniy landshaftni ochish (topish), tipologiya, tavsiflash va taqdimoti madaniyat yodgorliklari bo'yicha axborot tizimlarini yaratish bo'yicha an'anaviy yondashuvlar doirasidan tashqariga chiqadi va maxsus ilmiy-metodik ishlanmalarni taqoza etadi. Tabiiy va madaniy meroslarni asrab qolishda landshaftlar, birinchi navbatda madaniy landshaftlar bilan ish olib borishni taqoza etadi [4; 7; 8].

**Xulosa.** Shunday qilib, madaniy landshaft Yer yuzasining tabiiy va sotsial-iqtisodiy (antropogen) geosistemalari birgalikda mavjud bo'lgan hududlardir. Madaniy landshaft tabiat va insonning tadrijiy o'zaro ta'siri, uning sotsial-madaniy va xo'jalik faoliyati natijasida shakllangan hamda barqaror o'zaro aloqa va o'zaro taqozadagi tabiiy, madaniy va sotsial-iqtisodiy komponentlarning o'ziga xos barqaror birikmalaridan iborat bo'lgan tabiiy-madaniy hududiy kompleksdir. Madaniy landshaft hududning jamiyat tomonidan o'zgartirilgan hozirgi holatini va barcha sotsial-iqtisodiy tadbirlar ta'siri ostida bo'lgan hududning doimiy ravishda foydalanilishi bilan bog'liq holda o'zgarayotgan tabiiy komplekslarini anglatadi.

Landshaftlarni o'rganish bilan tabiiy geografiya muhim tarkibiy qismi bo'lgan landshaftshunoslik shug'ullanib keldi. Landshaftshunoslik tabiiy geografiya va biologiya tutashgan sohaga kiradi, madaniy landshaftlar holatida esa u ba'zi ijtimoiy fanlar bilan ham kesishadi.

Geografik sistemani hosil qiladigan madaniy landshaft ijtimoiy-iqtisodiy geografiya tomonidan ham o'rganilmoqda. U iqtisodiy va ijtimoiy jarayonlar hamda hodisalarni hududiy, geografik nuqtai nazardan tadqiq etadi. Iqtisodiy va ijtimoiy geografiya, bir tomondan jamiyat rivojlanishining qonunlariga, ikkinchi tomondan esa tabiat qonunlariga tayanib, "tabiat – aholi - xo'jalik" tizimidagi hududiy o'zaro ta'sirlarni tahlil qilish va bashorat qilish bilan shug'ullanadi.

Shuningdek, madaniy landshaftni kisilarning ehtiyojlarini optimal qondirish nuqtai nazaridan uni yaratish va rivojlantirish nazariyasiga fanlararo hamkorlikda ham e'tiborni kuchaytirish zarur.

#### **Adabiyotlar**

1. Абдуллаев С.И., Усманов И. Маданий ландшафт – умумгеографик тадқиқотлар предмети. // Антропоген ландшафтшunoslik. Илмий мақолалар тўплами. – Самарқанд: 2014.
2. Абдувалиев Ҳ.А. Маданий ландшафт: тушунчаси ва таснифи. // Орол минтақаси ва қўшни худудларда комплекс географик тадқиқотларнинг муаммо ва истиқболлари. Халқаро илмий-амалий конференцияси материаллари. Нукус шаҳри, 15-16 май 2018 йил.
3. Берг Л.С. Предмет и задачи географии. // Изв. РГО. 1915. Т. 51. Вып. 9.
4. Веденин Ю.А., Кулешова М.Е. Культурный ландшафт как объект культурного и природного наследия. // Известия РАН. Серия географическая, 2001, № 1. – С.7-17.
5. Демек Я. Теория культурного ландшафта. // Международная география. 76. Общая физическая география. 5. - М.: 1976. – С. 9-12.
6. Джеймс П., Мартин Дж. Все возможные миры. История географических идей. - Москва: Прогресс, 1988.
7. Исаченко А.Г. О двух трактовках понятия "культурный ландшафт". // Известия РГО. 2003. 135. № 1. – С. 5-16.
8. Каганский В.П. Культурный ландшафт: основные концепции в российской географии. // Обсерватория культуры. 2009. №1. – С.62-70.
9. Калущков В.Н. Представления о культурном ландшафте: от профессионального до мировоззренческого. // Вестник Моск. ун-та. Серия 5. География. 2000. №4. – С. 3-6.
10. Культурный ландшафт. // Культурный ландшафт Русского Севера: Пинежье, Поморье. -М.: 1998.

**JOY NOMLARI YORDAMIDA QADIMIY KARVON YO‘LLARINI  
ANIQLASH IMKONIYATLARI HAQIDA**

(Jizzax viloyati misolida)

**K.M.Xakimov** – *geografiya fanlari nomzodi, dotsent*

**M.R.Usmonov** – *geografiya fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent*  
*Jizzax davlat pedagogika universiteti*

**J.B.Abdiramanov** – *katta o‘qituvchi*

*Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat pedagogika instituti*

**О ВОЗМОЖНОСТЯХ ВЫЯВЛЕНИЯ ДРЕВНИХ КАРАВАННЫХ ПУТЕЙ  
С ПОМОЩЬЮ НАЗВАНИЙ МЕСТ**

(на примере Джизакской области)

**К.М.Хакимов** – *кандидат географических наук, доцент*

**M.P.Усманов** – *доктор философии географических наук, доцент*  
*Джизакский государственный педагогический университет*

**Ж.Б.Абдираманов** – *старший преподаватель*

*Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза*

**ANCIENT CARAVAN ROUTES WITH THE HELP OF PLACE NAMES  
ABOUT DETECTION CAPABILITIES**

(using the example of Jizzakh region)

**K.M.Khakimov** – *Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor*

**M.R.Usmanov** – *Doctor of Philosophy in Geographical Sciences, Associate Professor*  
*Jizzakh State Pedagogical University*

**J.B.Abdiramanov** – *senior lecturer*

*Nukus State Pedagogical Institute named after Ajiniyaz*

**Tayanch so‘zlar:** geografik nom, toponimiya, toponimika, karvon yo‘llari, hudud, hududiylik, milliy qadriyat.

**Rezyume.** Maqolada mamlakatimiz hududida qadimiy karvon yo‘llari bilan bog‘liq holda paydo bo‘lgan va o‘sha davr tarixiy voqea-hodisalarini o‘zida aks etgan toponimlar aniq misollar yordamida tahlil qilingan. O‘zbekiston “Buyuk ipak yo‘li”ning chorrahasida joylashganligi, uning toponimiyasi tarkibida karvon yo‘llari bilan bog‘liq joy nomlari alohida o‘rin tutadi. Albatta, Jizzax viloyati toponimiyasi ham bundan mustasno emas. Qadimiy karvon yo‘llari atrofida paydo bo‘lgan geografik nomlar yordamida nafaqat o‘z davrida mintaqa rivojlanishiga ijobiy ta‘sir ko‘rsatgan tarixiy karvon yo‘llari, balki o‘sha hududda yashovchi yoki qachonlardir yashagan xalqlarning tili, urf-odatlari, milliy qadriyatlari va etnomadaniy belgilari haqida ham qimmatli ma‘lumotlarni aniqlash mumkin. Shuning uchun, qadimiy karvon yo‘llari bilan bog‘liq joy nomlarini o‘rganish va toponimik tadqiqotlar yordamida ularni ilmiy etimologiyasini aniqlash muhim ahamiyat kasb etadi.

**Ключевые слова:** топонимика, топонимия, географическое названия, этимология, караванные пути, территориальность, исторические пласты, национальные ценности.

**Резюме.** В статье на конкретных примерах анализируются топонимы, связанные с древними караванными путями и отражающие исторические события того периода на примере Джизакской области. В связи с тем, что территория нынешнего Узбекистана расположена на перекрестке “Великого Шёлкового пути”, топонимы, связанные с караванными путями, занимают особое место в топонимии региона. В этом смысле объект исследования данной статьи топонимия Джизакской области не является исключением. Кроме того, с помощью географических названий которые появились на древних караванных путях, можно выявить не только маршрут движения караванов, оказавшие в своё время положительное влияние на развитие региона, но и получить ценную информацию о языке, обычаях, национальных ценностях и этнокультурных особенностях народов, проживающих или проживавших на этой территории. Поэтому важно изучать топонимы, связанные с древними караванными путями, и определять их научную этимологию посредством топонимических исследований.

**Key words:** toponymy, geographical names, etymology, caravan routes, territoriality, historical layers, national values.

**Summary.** The article analyzes toponyms associated with ancient caravan routes and reflecting historical events of that period using specific examples from the Jizzakh region. Due to the fact that the territory of present-day Uzbekistan is located at the crossroads of the “Great Silk Road”, toponyms associated with caravan routes occupy a special place in the toponymy of the region. In this sense, the object of study of this article, the toponymy of the Jizzakh region, is no exception. In addition, with the help of geographical names that appeared on ancient caravan routes, it is possible to identify not only the route of caravans that had a positive impact on the development of the region at the time, but also to obtain valuable information about the language, customs, national values and ethnocultural characteristics of the peoples living or who lived in this territory. It is therefore important to study toponyms associated with ancient caravan routes and determine their scientific etymology through toponymic research.

**Kirish.** Tarixiylik maqomiga ega bo‘lgan joy nomlarida geografik obyektning ixcham tarixi mujassam. Ko‘pincha, joy nomlarining shakllanishi jamiyatni siyosiy, iqtisodiy, ijtimoiy hayoti bilan bevosita bog‘liq va ular yaratgan xalq milliy qadriyatlarning ajralmas tarkibiy qismi hisoblanadi. Qadimiy tarixga ega mamlakatimizning toponimiyasi tarkibida karvon yo‘llari bilan bog‘liq bo‘lgan joy nomlari ko‘p uchraydi. Albatta, savdo-sotiq bilan bog‘liq joy nomlari va ularning etimologiyasi Jizzax viloyati toponimiyasi ham bundan mustasno emas. Geografik nomlar yordamida qadimiy karvon yo‘llarini, o‘sha hududda yashovchi yoki qachonlardir yashagan xalqlarning tili, urf-odatlarini, milliy qadriyatlari va etnomadaniy belgilari kabi qimmatli ma‘lumotlarni aniqlash mumkin. Binobarin, qadimiy karvon yo‘llari bilan bog‘liq joy nomlarini o‘rganish va toponimik tadqiqotlar yordamida ularni ilmiy etimologiyasini aniqlash muhim ahamiyatga ega.

**Mavzuning o‘rganilganligi.** Qadimiy karvon yo‘llari bilan bog‘liq toponimlar uzoq tarixiy davrlar davomida shakllangan va turli tillarga mansub. Shuning uchun, ular hozirgi lingvistik chegaralarni tan olmaydi. Bundan tashqari, bu tur joy nomlarining paydo bo‘lishida turli omillar (siyosiy, lisoniy, ijtimoiy, iqtisodiy, tarixiy, etnik) asos bo‘lgan. Iqtisodiy-ijtimoiy omillar, jumladan, savdo-sotiq bilan bog‘liq joy nomlari va ularning etimologiyasi kabi muammolar hozirgacha nisbatan kam o‘rganilgan va bu holat tadqiqot mavzusining dolzarbligini belgilaydi. Mazkur tadqiqot ishida nomshunos olimlar E.Murzayev, H.Hasanov, S.Qoraev, M.Mirakmalov, K.Xakimov, K.Seyitniyozov ilmiy ishlaridan foydalanildi.

**Ishning maqsadi va vazifalari.** Mazkur tadqiqot ishining asosiy maqsadi Jizzax viloyati hududagi qadimiy karvon yo‘llari bilan bog‘liq geografik nomlarni aniqlash va ularni shakllanishiga asos bo‘lgan motivlarni toponimik tadqiqotlar yordamida tahlil qilishdan iborat. Qo‘yilgan maqsadga erishish uchun, quyidagi vazifalarni bajarish nazarda tutilgan: 1) toponimik tadqiqotlar yordamida mintaqadagi qadimiy karvon yo‘llari negizida shakllangan joy nomlarini aniqlash. 2) milliy qadriyatlarimizning ajralmas tarkibiy qismi bo‘lgan bu tur joy nomlarini paydo bo‘lishida asos bo‘lgan turli omillar (siyosiy, lisoniy, ijtimoiy, iqtisodiy, tarixiy, etnik) o‘sha davr voqealigi bilan qiyosiy tahlil qilish. 3) mintaqadagi qadimiy karvon yo‘llari bilan bog‘liq joy nomlarini ilmiy etimologiyasini aniqlash va ular yordamida Jizzax viloyat hududidan o‘tgan karvon yo‘llari karta-sxemasini yaratish.

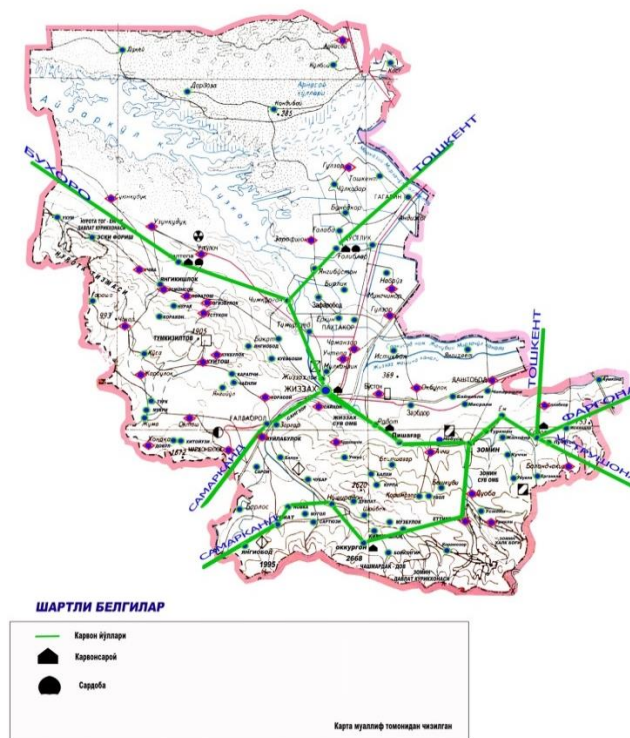
**Asosiy natijalar va ularning muhokamasi.** Qadimgi yunon faylasufi Platonning ta‘biri bilan aytganda, “kim nom ma‘nosini yaxshi anglasa, u joyni ham yaxshi biladi” [1]. Darhaqiqat, har bir geografik nomning o‘ziga xos “yuk”i bor, zero unda aniq

ma‘noga ega bo‘lgan turlicha tarixiy, lisoniy, geografik ma‘lumotlar mujassam, shu sababdan toponimga tarixiylik nuqtaiy nazardan to‘g‘ri yondashib, uning hamma tarkibiy qismlari to‘g‘ri tahlil qilinsagina izoh ishonarli bo‘ladi.

Taniqli geograf-nomshunos olim H.Hasanov, “joy nomlariga qarab qadimiy savdo yo‘llari, etnik guruhlarining tarqalish areali, qal‘a va manzillarning o‘rinlari, suv va dovonlarning xosiyatlari, foydali qazilmalar, cho‘llarda quduqlar bor-yo‘qligi, joyning iqlimiy xususiyatlari, kasb-hunar turlari, tarixiy voqealar va boshqa xil ma‘lumotlarni bilib olish mumkin, ularning hammasi xalq xo‘jaligi, madaniyatimiz tarixi uchun juda muhimdir” deb ta‘kidlagan [5].

Binobarin, geografik nomlarning ko‘pgina fazilatlariga qatoriga ular yordamida qadimiy karvon yo‘llarini aniqlash imkoni borligini ham kiritish mumkin. Mazkur tadqiqot ishida Jizzax viloyati toponimiyasi tarkibidagi hozirgacha aniqlangan va qadimiy karvon yo‘llari bilan bevosita bog‘liq bo‘lgan ayrim joy nomlari tarixiylik nuqtaiy nazardan tahlil qilib, ular yordamida viloyat hududidan o‘tgan qadimiy karvon yo‘llarini xarita-chizmada ko‘rsatib berishga harakat qilindi.

Жиззах вилояти карвон йўлларида акс этган жой номлари.



Mutaxassislarning ta‘kidlashicha, Jizzaxning qulay geografik o‘rni o‘rta asrlarda Mo‘g‘uliston, Xitoy va Sharqiy Turkistonni Bag‘dod, Hamadon, Nishopur, Marv, Buxoro, Samarqand, Shosh, Taroz bilan bog‘laydigan karvon yo‘llarining bir tarmog‘i ushbu hududdan o‘tishida muhim ahamiyat kasb etgan [4]. Shu sababdan, viloyat toponimiyasi tarkibida bevosita qadimiy karvon yo‘llari bilan bog‘liq joy nomlari ko‘p

uchraydi, ular qatoriga Xayrobod, Ravot, Yom, Bekat, Sardoba, Savot, Sarbozor, Ko‘hnabozor, Bozorjoy, Chimqo‘rg‘on, Qarovultepa, Qaliya, Jo‘langar kabi aholi punktlari nomlarini kiritish mumkin.

Qadimiy karvon yo‘llaridan darak beruvchi bunday toponimlar hozirgacha asl holida yoki qisman o‘zgarishlar bilan saqlanib qolgan. Masalaga oydinlik kiritish maqsadida viloyat hududidagi qadimiy karvon yo‘llarida joylashgan ayrim oykonimlarni sharhlash lozim deb hisobladik. Ma‘lumki, oykonimlar barcha toponimlar orasida tarixiy va lisoniy jihatdan eng qimmatli yodgorliklar bo‘lganligi sababli, tarixiy manbalarda ular ko‘proq qayd etilgan. Masalan, ana shunday nomi bevosita karvon yo‘llari bilan bog‘liq aholi punktlaridan biri viloyatning Yangiobod tumanidagi Savot qishlog‘idir.

Karvon yo‘lida joylashgan Sovot tarixiy qishloq haqidagi ilk ma‘lumotlar arab geograflari Istaxriy, Muqaddasiy, Ibn Xurdodbeh asarlarida uchraydi. Akademik A.R.Muhammadjonov qishloqning geografik o‘rni haqida shunday yozadi, shu joydan, ya‘ni Ustrushonaning Sebat rustoqidan Buyuk Ipak yo‘li uch tarmoqqa (Shosh, Farg‘ona, Ustrushona) bo‘linib ketgan. Ushbu yo‘nalishlarning har birida bittadan rabot-karvonsaroylar mavjud bo‘lgan va Sebat (se - uch, bat - rabotning qisqargan shakli) uch rabot ma‘nosini ifodalaydi. O‘rta asr arab geograflari Muqaddasiy, Ibn Havqal, Istaxriy asarlarida ham qishloq to‘g‘risida ma‘lumotlar bor va uni katta karvon yo‘li ustida joylashganligi ta‘kidlangan. Qulay geografik o‘rniga ega bo‘lgan Sebatda o‘rta asrlarda Ustrushonadagi yagona mashhur yopiq bozor (tim) ham bo‘lgan [3].

Jizzax viloyatidagi qadimiy karvon yo‘llarida joylashgan aholi punktlari nomlarining tahlilidan ma‘lum bo‘ladiki, viloyat hududi “Buyuk Ipak yo‘li” ni muhim chorrahalardan birida joylashgan. Karvon yo‘llari Jizzax vohasini boshqa Buxoro, Samarqand, Toshkent, Farg‘ona Ustrushona kabi savdo-sotiq rivojlangan markazlar bilan bog‘lab turgan. Shuning uchun, karvonlarga qulaylik yaratish maqsadida ushbu hududda ko‘plab karvonsaroy, ravotlar, sardoba, bozor (tim), masjidlar qurilgan.

Masalan, keyingi yillarda olib borilgan arxeologik izlanishlar tufayli Nurota tizmasining shimoliy etagidan Mirzacho‘l orqali karvon yo‘llari o‘tganligi va ularning atrofidagi aholi manzilgohlarida ravot-karvonsaroylar, sardobalar qurilganligi isbot qilingan. Xorazm va Buxorodan kelib Shosh va Farg‘onaga tomon boradigan karvonlar uchun eng qisqa yo‘l Qizilqumning janubiy sarhadlari bilan Nurota tog‘larining shimoliy etagi oralig‘ida, ya‘ni hozirgi Forish tumani hududidan o‘tadigan karvon yo‘li bo‘lgan. Mirzacho‘l orqali o‘tadigan bu karvon yo‘li nihoyatda quruq, suvsiz bo‘lishiga qaramay, yo‘li qisqa bo‘lganligi tufayli o‘rta asrlarda serqatnov hisoblangan.

Mutaxassislarning aniqlashicha, hozirgi Forish tumanining Kaltepa degan joyida karvonsaroy va sardoba bo‘lgan. Ular Mirzacho‘l orqali harakat qiladigan karvonlar uchun dam olib suv va oziq-ovqat g‘amlash imkonini bergan. Karvon yo‘li Chimqo‘rg‘onda ikkiga bo‘lingan, biri Sangzor (Qli) daryosi yoqalab janubi-sharqqa Jizzaxga, ikkinchisi shimoli-sharqqa qarab Toshkentga borgan. Mirzacho‘l orqali Toshkentga boradigan bu karvon yo‘lida bir necha sardobalar qurilgan. Ayrim sardobalar buzilib ketgan, xarobasi qolgan. Ulardan faqat bittasi hozirgi Sirdaryo viloyatning Sardoba tumani hududida saqlangan.

Sardoba - suvi kam joylarda suvning ko‘p bug‘lanib ketishiga va ifloslanishiga yo‘l qo‘ymaslik uchun g‘ishtdan maxsus qurilgan gidrotexnik inshoot. Sardobalar ko‘pincha qadimiy karvon yo‘llarida qurilgan. Usti gumbazsimon qilib yopilgan, tagiga tosh terilgan, o‘rtasida suv yerga shimilib ketasligi uchun ba‘zilarini tagiga g‘isht yotqizilgan hovuzi bo‘lgan. Sardoba gumbazida uch tomondan ventilyatsiya darchasi, yomg‘ir suvini to‘plash uchun ustida mo‘risi va suvdan foydalanish uchun odam kirib chiqadigan eshigi bo‘lgan. Sardobalarning suvi tiniq va chuchuk bo‘lib, uzoq muddat ichishga yaroqli bo‘lgan. Akademik M.E.Masson ba‘zi bir sardobalarning suvi uch yilgacha ichishga yaroqli bo‘lganligini aytadi [1]. Sardoba so‘zi tojik tilida sard -“sovuq, muzdek”, ob -“suv” ma‘nosini bildiradi.

Viloyat toponimiyasi tarkibidagi Sarbozor, Bozorjoy, Ko‘hnabozor kabi aholi punktlari nomlari ham bevosita karvon yo‘llarida tashkil etilgan karvon savdosi, bozorlar bilan bog‘liq. Masalan, Forish tumanida Ko‘hnabozor nomli oykonim mavjud. Mutaxassislarning fikricha, o‘rta asrlarda hozirgi qishloq hududida katta bozor bo‘lgan, unda chorva va boshqa qishloq xo‘jaligi mahsulotlari, hunarmandchilik buyumlari ko‘tarasiga sotilgan hamda qo‘shni mamlakatlardagi narx-navoni bilish mumkin bo‘lgan. Bozorga qo‘shni mamlakatlardan ham (Afg‘oniston, Xitoy, Eron) savdogarlar kelib turgan [8].

Hozirda viloyatning Zarbdor, Forish, G‘allaorol va Sharof Rashidov tumanlari hududida Ravot degan qishloqlar bor. Bu geografik termin O‘rta Osiyo, Eron va Afg‘oniston hududida ham keng tarqalgan, chunki o‘rta asrlarda karvon yo‘llari yoqasida qurilgan va karvon to‘xtab o‘tadigan joy, mehmonxona ravot deb atalgan. Ayrim tarixiy manbalarda Ravot – o‘rta asrlarda arablarning mustahkamlangan qarorgohi, dastlab (islom dini tarqala boshlagan davrda) g‘oziyilarga mo‘ljallab qurilgan maxsus bino bo‘lgan degan fikr ham mavjud.

Aslida mutaxassislarda orasida Movarounnahrda ravotlar aynan arablar tamonidan barpo etilganligi to‘g‘risida yagona fikr yo‘q. Bizningcha, ravotlar arablar istilosidan oldin ham karvon yo‘llari yoqasida

qurilgan va karvon to‘xtab, tunab o‘tadigan joy sifatida xizmat qilgan, keyinchalik islom dini tarqala boshlagan davrda arablar undan qarorgoh sifatida foydalangan bo‘lishi mumkin.

**Xulosa.** Qadimiy karvon yo‘llari bilan bog‘liq bo‘lgan geografik nomlarining paydo bo‘lishi va geografik obyektning nomlashga asos bo‘lgan motivlar, nomshunos olimlarning asarlari hamda ayrim tarixiy manbalar yordamida tahlil qilindi va quyidagi xulosalarni bayon qilishga asos bo‘ldi:

- milliy qadriyatlarimizning ajralmas tarkibiy qismi bo‘lgan joy nomlari, bebaho ma‘naviy meros sifatida yoshlarni yetuk, barkamol va vatanparvarlik ruhida tarbiyalashda muhim tarixiy manba bo‘lib xizmat qiladi.

- o‘tmishning ma‘noli guvohlari bo‘lgan joy nomlariga hududiylik va tarixiylik xos. Joy nomlari

madaniy, ma‘naviy va tarixiy yodgorliklar orasida alohida davrlarning tirik sadosi sifatida bebaho xazinadir.

- har bir tarixiy davr ishlab chiqarish tarzi, xo‘jalik faoliyati va boshqa siyosiy, iqtisodiy-ijtimoiy omillarga tayanib joy nomlari majmuini yaratgan va ularda jamiyati taraqqiyotidagi zamon ruhi, xalqning turmushi va madaniyati bilan bog‘liq turli xil tarixiy voqea-hodisalar muhrlangan bo‘ladi.

- qadimiy karvon yo‘llari bilan bog‘liq joy nomlarining ilmiy etimologiyasini aniqlash, nom yaratilgan tarixiy davrni, jamiyatni siyosiy, iqtisodiy, ijtimoiy hayoti bilan bevosita bog‘liq.

- joy nomlari yordamida qadimiy karvon yo‘llarini aniqlash, turizm turlarini rivojlantirish va yangi turistik marshrutlarni ishlab chiqish uchun xizmat qiladi.

#### **Adabiyotlar**

1. Массон М.Е. Проблема изучения цистерн-сардоба. – Ташкент: издание Камитета наук при СНК УзССР, 1935.
2. Муҳаммаджонов А.Р. Робот атамаси этимологияси. // Ўзбек тили ва адабиёти, 1995. № 2, 43-45-б.
3. Миракмалов М.Т. Географияда топонимика. – Ташкент: 2011.
4. Мурзаев Э.М. География в названиях. – Москва: «Наука», 1982.
5. Мурзаев Э.М. Очерки топонимики. – Москва: «Мысль», 1974.
6. Оға Бургутли. Жиззах вилояти зиёратгоҳлари. – Ташкент: «Фан», 2006.
7. Қораев С. Ўзбекистон вилоятлари топонимлари. – Ташкент: Ўзбекистон миллий энциклопедияси давлат илмий нашриёти, 2005.
8. Ҳайдаров Ҳ. Жиззах вилояти тарихи. – Ташкент: «Меҳнат», 1997.
9. Ҳакимов Қ.М. Жиззах вилояти топонимлари. – Жиззах: «Сангзор», 2014.
10. Ҳасанов Ҳ. Танланган асарлар. – Ташкент: «VNESHINVESTPROM», 2019.
11. Hakimov Q.M., Mirakmalov M.T. Toponimika. Darslik. – Toshkent: «Tafakkur avlodi», 2020.
12. Hakimov Q.M. Toponimika. Darslik. – Toshkent: «Mumtoz so‘z», 2016.

**АҲОЛИ ТУРМУШ ТАРЗИНИ ГЕОГРАФИЯДА ЎРГАНИШНИНГ ЖАҲОН ТАЖРИБАСИ**

**Ҳ.А.Облакулов** – география фанлари бўйича фалсафа доктори, доцент  
Навоий давлат университети

**МИРОВОЙ ОПЫТ ИЗУЧЕНИЯ ОБРАЗА ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ В ГЕОГРАФИИ**

**Х.А.Облакулов** – доктор философии в области географии, доцент  
Навоийский государственный университет

**WORLD EXPERIENCE IN THE STUDY OF POPULATION LIFESTYLE IN GEOGRAPHY**

**Kh.A.Oblakulov** – Doctor of Philosophy in Geographical Sciences, Associate Professor  
Navoi State University

**Таянч сўзлар:** аҳоли, турмуш тарзи, турмуш сифати, турмуш даражаси, турмуш шароити, хулқ-атвор, урф-одатлар.

**Резюме.** Ушбу мақолада аҳоли турмуш тарзини географияда ўрганишга қаратилган бўлиб, антик даврдан то ҳозирги кунга қадар, аҳоли турмуш тарзининг баъзи бир жиҳатлари хорижий олимлар томонидан тадқиқот қилинганлиги баён қилинган. Шунингдек, 1980-йилдан ҳозирги кунга қадар аҳоли турмуш тарзи географиясига бағишланган олимларнинг ишларига алоҳида эътибор қаратилган ҳамда турмуш тарзи географияси ижтимоий географиянинг йўналиши сифатида шаклланиб келаётганлиги изоҳланган.

**Ключевые слова:** население, образ жизни, качество жизни, уровень жизни, условия жизни, поведение, обычаи, традиции.

**Резюме.** В этой статье основное внимание уделяется изучению образа жизни населения в географии, с древности и до наших дней, некоторые аспекты образа жизни населения исследуются иностранными учеными. Особое внимание уделяется работам ученых, посвященным географии образа жизни населения с 1980 года по настоящее время, и объясняется, что география образа жизни формируется как направление социальной географии.

**Key words:** population, lifestyle, quality of life, standard of living, living conditions, behavior, traditions.

**Summary.** This article focuses on the study of the way of life of the population in geography, from antiquity to the present day, some aspects of the way of life of the population are described by foreign scientists in which research has come. It is also explained that from the 1980s to the present, special attention is paid to the work of scientists dedicated to the geography of the lifestyle of the population, and the geography of the lifestyle is being formed as the direction of social geography.

**Кириш.** Аҳоли турмуш тарзини ўрганиш ҳар доим география соҳасига тегишли бўлган бўлса-да, жамиятнинг эҳтиёжларига, ривожланиш хусусиятларига, тўпланган билимлар даражасига ҳамда географлар олдида турган аниқ вазибаларига қараб янада кучайиб борди. Чунки география фани ривож билан боғлиқ ижобий силжишлар туфайли дунёнинг турли мамлакат ва минтақаларида аҳоли мавзусидаги тадқиқотларда янада устуворлик ҳолати сақланди. Бу эса аҳолининг турмуш тарзи билан боғлиқ илмий изланишлар борасида ҳам бир қадам олдинга қўйилган қадам эди.

**Мавзуга оид адабиётлар таҳлили.** Аҳоли турмуш тарзини ўрганиш мураккаб масала бўлиб, у турли хил фан вакиллари: демографлар, иқтисодий географлар, социологлар ва бошқа соҳа мутахассислари томонидан ўрганилган. Аҳоли турмуш тарзи географиясига оид махсус назарий-услубий ва амалий тадқиқотларни узоқ хориж мамлакатларидаги олимларидан А.И.Алексеев, В.М.Булаев, Г.Е.Глезерман, Ю.Н.Дмитриева, Л.Капустин, И.Н.Кодина, И.Г.Мальганова,

В.Толстых, С.В.Федулов, А.Д.Чебеткова, И.В.Шаркова, Н.А.Щитова ва бошқалар бажарган. Бу олимларнинг ишларида турмуш тарзи географияси ижтимоий географиянинг алоҳида йўналиши сифатида илмий-услубий жиҳатдан асосланган.

**Натижа ва муҳокамалар.** Аҳоли турмуш тарзи тўғрисидаги дастлабки географик тушунчалар қадимги Грецияда шаклланиган. Шунингдек, қадимий даврни ўрганишдаги тадқиқотларда табиат ва иқтисодиётнинг таснифи билан бир қаторда аҳолининг турмуш тарзи, ахлоқи, урф-одатлари, анъаналари, хулқ-атвори ва машғулоти тўғрисида маълумотлар тўпланди. Ўз даврининг машҳур тарихшуносларидан бири Милетлик Гекатей (эрамиздан аввалги V-IV асрларда яшаган) ушбу даврда мавжуд бўлган барча мамлакатшуносликка оид матнларни тўплаб, улар ҳақда қисқача шарҳлар ёзиб қолдирган [6].

Эрамиздан аввалги V асрда Геродот ўзининг “Тарих” асарида Оссурия, Миср, ҳозирги Россиянинг жанубий ҳудудлари, Кавказ, Украина ва бошқа ҳудудларда истиқомат қилган

халқларнинг ҳаёти ва урф-одатлари тўғрисида кизиқарли маълумотларни берди [2].

Милоддан аввалги 460-377 йилларда яшаган Гиппократ эса инсон ва табиат ўртасидаги муносабатларни биринчилардан бўлиб аниқлади ва географик детерминизмнинг шаклланишига ҳисса қўшди. У скиф ва сармат қабилаларининг кундалик ҳаёти ва маросимларига оид кизиқарли маълумотлар қолдирди. Л.Д.Синицкий ўз тадқиқотларида Гиппократни биринчи «антрополограф» деб, алоҳида таъкидлаб ўтган [12].

Бундай муҳим маълумотлар қадимги Рим географи Страбон (эрамиздан аввалги I - эрамизнинг I асри) асарларида ҳам кўзга ташланади. Унинг машҳур “География” асарида мамлакатларнинг табиий шароитларини ўрганиш зарурлиги, шунингдек, “...географиянинг асосий қисми сиёсий ҳаёт субъектлари билан боғлиқ” эканлигини алоҳида таъкидлаб ўтган [2]. Страбон мавжуд инсон қатламларига эътибор беради ва инсониятни икки қисмга, яъни юнонлар ҳамда варварларга ажратган олимларни қаттиқ қоралайди, Ҳиндистон халқининг етти тоифага бўлиниши ҳақида ҳикоя қилади. Унинг асарларида турмуш тарзининг географик омиллари, турли халқларнинг алоқалари, этник гуруҳларнинг ажралиши, яшаш жойларининг хусусиятлари келтирилган.

Аҳолининг турмуш тарзи ҳақида тасаввурга эга бўлган биринчи К.Тацитнинг “Германия” асари бўлиб, унинг таркиби уч қисмга бўлинади: Германиянинг чегаралари ва унинг аҳолисининг келиб чиқиши; мамлакат ва аҳолининг ахлоқий ҳолати ҳамда давлат ва фуқаролик тузилмалари; немисларнинг алоҳида қабилаларини тавсифлаш [2].

Буюк географик кашфиётлар даври инсониятнинг Ер ҳақидаги ғояларини ўзгартирди ва бутун географик илм-фаннинг жадал ривожланишига олиб келди. Бу эса ўз ўрнида ижтимоий-географик билимларнинг ривожланишига ҳам бевосита таъсир қилмасдан қолмади. В.К.Яцунский таъкидлашича, бу даврда географияда, мамлакатшуносликка доир адабиётларда аҳоли мавзуси: устунлик қилди [18]. Мазкур даврда кўпгина жойларда аҳолини таҳлил қилишга бағишланган камерал статистика ва тижорат географияси кенг қулоч ёзди. В.К.Яцунский иқтисодий географ сифатида Л. Гвиччардинининг “Нидерландлар битиклари” асарини энг йирик иқтисодий ва сиёсий географик иш сифатида баҳолайди. Шунингдек, Гвиччардинининг замондоши француз олими Ж.Боден эса инсонлар хулқи, характер хусусиятига табиатнинг таъсиринигина эмас,

қолаверса инсоннинг табиатга таъсирини кўрсатишга ҳаракат қилади.

Машҳур фламанд картографи Авраам Ортелий дунёда биринчи бўлиб аҳолининг ҳаёти ва урф-одатларини акс эттирувчи тарихий атласни нашр этади [13; 18].

Инсон турмуш тарзи билан боғлиқ назарий масалалар Бернхард Варений ишларида ҳам яққол намоён бўлди [7]. Олим томонидан таъкидлаб ўтилган “инсоний” фазилатлар тез-тез географларни ўзига қаратиб, ижтимоий-тарихий жараёнда инсонга кўпроқ эътибор қаратилди.

Илк ижтимоий географик тадқиқотлар Россия, Германия, Францияда пайдо бўлиб, улар орасида турмуш тарзи географияси билан боғлиқ ишлар ҳам учрайди. Шунингдек, бир қанча олимлар аҳоли турмуш тарзи билан боғлиқ тадқиқотлар олиб борди. Жумладан, С. Вобан инсонларнинг яшаш шароитига эътибор қаратди ва уларни яхшилаш бўйича тавсиялар берди [12].

АҚШда Ж.П.Марш, Россияда А.И.Воейков ва уларнинг издошлари ўз фаолияти давомида инсон томонидан табиатни ўзгартариши ҳақидаги фикрларни ривожлантириб, биринчи марта инсонларни табиатга таъсирининг экологик оқибатларига эътибор бердилар. Францияда А.Гумбольдт ва К.Риттернинг издошлари А.Гюйо ва айниқса Э.Реклю географик муҳит ва унда инсоннинг Ер юзидаги роли ҳақида ғоялари ривожлантирди [11]. Шунингдек, турмуш тарзи географияси нуқтаи назаридан табиат, инсон ва унинг хусусиятлари ҳақидаги маълумотларни таҳлил қилган Э.Реклюнинг минтақавий географик қарашлари ҳам таҳсинга лойиқ.

Россияда XIX аср ўрталари географик тадқиқотлар жадаллик билан ривожланган давр бўлди. Рус География жамиятининг статистика ва этнография бўлимлари фаолияти асосида этнография тадқиқотлар ривожланди. Жумладан, иқтисодий география бўйича биринчи атласнинг чоп этилиши муҳим воқеа бўлди. Унинг таркибида эса жиноят географияси, аҳолининг ижтимоий тузилиши карталари ҳам муҳим ўрин эгаллади.

Россияда аҳоли географиясининг шаклланиши П.Семенов-Тян-Шанский номи билан боғлиқ. У география нафақат Ер юзаси табиатини, балки инсон фаолиятини ҳам ўрганиши керак, деган фикрни таъкидлаган. У дунёда биринчи бўлиб Рязань губернияси Данков уезди Мураевен волости материаллари бўйича комплекс ижтимоий географик тадқиқотни амалга оширди. П.Семенов-Тян-Шанский кичик ҳудуд мисолида Россияда қишлоқ аҳолисининг ижтимоий табақаланишини ўрганган. Унинг бошчилигидаги Рус География жамияти турли илмий нашрларида аҳолининг маданий хусусиятлари, маиший ва иқтисодий фаолияти ҳақида кенг қамровли эмпирик материалларни чоп

этиб, бутун дунё бўйлаб комплекс географик-этнографик экспедициялар ўтказди [11].

Немис географы Ф.Рихтгофен географик фанлар тизими таркибида антропогеографик хусусиятни кучайтириш мақсадида инсон географиясини алоҳида йўналиш сифатида киритди. Таниқли немис олими Ф.Ратцел томонидан эса антропогеографияга асос солинади ва бу олим социал географиянинг муҳим тарихий шаклларида бири бўлган концепцияни илгари сурди. Унинг фикрига кўра, антропогеография аҳолининг жойлашув жараёнлари ва ҳудудий харакатини ўрганади, унинг асосий вазифаси эса турмуш тарзини ўрганиш ҳисобланади. Ф.Ратцел турмуш тарзи ва унинг таркибий қисмларининг географик муҳит билан боғлиқлигини кўрсатди [13].

Россияда XIX асрнинг охирида Д.Н.Анучин ва Э.Ю.Петри асарларида ҳам антропогеографик карашлар ривожланди. Улар антропогеографияни инсон ҳамда унинг моддий ва номоддий маданияти тўғрисидаги фан сифатида тушунган [14]. XX аср бошида В.П.Семенов-Тянь-Шанский раҳбарлигида Россия ҳудудларининг кўп қиррали фундаментал тавсифи нашр этилди, унда аҳоли ҳаёти, маданияти ва турмуш тарзидаги географик фарқлар кўриб чиқилди.

1960 йилларда инглиз-америка географиясида ижтимоий соҳалар мавқеи янада ошди, бу илм-фаннинг ижтимоийлашуви, тадқиқотчиларнинг социологик тадқиқот усулларга эътиборини алоҳида бағишлашига, хулқ-атвор тенденциялари таъсирини янада кучайишига олиб келди.

Географлар объектив ва субъектив сабабларни ҳисобга олган ҳолда, инсонларнинг маълум бир макондаги ўзаро муносабатларини тушунишга ҳаракат қилди. Натижада географияда хулқ-атвор ёндашуви шаклланди. Ушбу ёндашув тарафдорлари орасида географлар Г.Уайт, Д.Уолперт, Р.У.Кейтслар ўз мавқеига эга. Хулқ-атвор географияси реал ҳаётни шахслар нуктаи назаридан тадқиқ этади, инсонларнинг якка, гуруҳ ёки оммавий хатти-ҳаракатларини ўрганиб, уларнинг фарқланишини аниқлайди [5; 6]. Ушбу тадқиқотлар аҳоли турмуш тарзининг турли жиҳатларини ўрганиш билан шуғулланадиган мутахассислар учун катта қизиқиш уйғотди. Хулқ-атвор географиясида энг кучли назарий ютуқ сифатида Лунд илмий мактаби асосчиси шведиялик географ Т.Хегерstrand томонидан ишлаб чиқилган янгиликлар диффузияси назарияси эътироф этилди.

XX асрнинг 70-йиллари собиқ Иттифокда ижтимоий фанларнинг бутун мажмуасини, шу жумладан ижтимоий географияни фаол ривожлантириш даври бўлди. Бу даврда В.В.Покшишевский, А.А.Минц ва О.А.Константинов сингари олимлар ўз илмий асарларида аҳолининг турмуш тарзини географик асосда ўрганиш зарурлигини таъкидладилар. Аммо турмуш тарзи муаммоларининг географик жиҳатлари ушбу муаллифларнинг баъзи асарларида мавжуд бўлса ҳам, мавзули тадқиқотлар, асосан, фалсафа, социология, психология фанлари доирасида ривожланди [3; 9; 10].

Т.В.Райтвийр янги фанлараро йўналишни – социологик географияни аниқлайди ва уни назарий ва услубий жиҳатдан ўрганишга ҳаракат қилди. У аҳолининг турмуш тарзини социогеография тадқиқотининг асосий объекти сифатида кўриб чиқишни таклиф қилди [9]. Шундай қилиб, у Эстония географиясида турмуш тарзини ижтимоий ўрганиш асосчисига айланди.

1980-йилларда эса А.И.Алексеевнинг ишларида [1], С.В.Федулов [14] ва И.В.Шаркова [16] диссертация тадқиқотларида аҳоли турмуш тарзини географик ўрганишнинг турли назарий ёндашувларини шаклланди.

Н.А.Щитова МДХ мамлакатларида биринчи бўлиб, турмуш тарзи географиясига бағишланган мавзу бўйича докторлик диссертацияни яратди ва уни муваффақиятли ҳимоя қилди. Унинг тадқиқотида турмуш тарзи географияси ижтимоий география йўналиши сифатида ҳозирги босқичида аҳолининг кундалик турмуш тарзини ҳудудлараро фарқларини ўрганади, деб тавсифланган [17]. А.Д.Чебеткованинг номзодлик диссертацияси Перм ўлкаси таркибидаги Коми-Перм мухтор округи аҳолисининг турмуш тарзи ва сифатига бағишланган бўлиб, асосан унинг этник жиҳатларига кўпроқ эътибор қаратилган [15].

**Хулоса.** Аҳоли турмуш тарзи география фанида қадимдан ўрганилиб келинган. Бироқ социал географиянинг алоҳида йўналиши сифатида турмуш тарзи географияси Фарб давлатларида ўтган асрнинг ўрталарида, собиқ Иттифокда, хусусан Россия, Эстония, Грузияда эса 1980 йилларга келиб шаклланган. Шунингдек, республикамизда ҳам турмуш тарзига оид бир қанча тадқиқотлар олиб борилган. Аҳолининг меҳнат ва ҳаёт фаолияти, албатта, маълум бир табиий ва ижтимоий муҳит доирасида кечади. Бу эса ҳар қандай жамият социал-иқтисодий тузилмасининг ўзагини, асосини ташкил этади.

#### Адабиётлар

1. Алексеев А.И. Многоликая деревня: (население и территория). – Москва: «Мысль», 1990.
2. Анучин Д.Н. Избранные географические работы. – Москва: «Юрайт», 2019.

3. Бестужев-Лада И.В. Образ жизни как философско-социологическая категория. // Слово лектора. 1975. №3. – С. 14-19.
4. Джеймс П., Мартин Дж.Д. Все возможные миры: пер. с англ. / Под ред. и с послесл. А.Г. Исаченко. – Москва: «Прогресс», 1988.
5. Джонстон Р.Дж. География и географы. Очерк развития англо-американской социальной географии после 1945 года. – Москва: «Прогресс», 1997.
6. Исаченко А.Г. Развитие географических идей. – Москва: «Мысль», 1971.
7. Илизаров С.С., Снытко В.А. Триста лет первой публикации в России книги “всеобщая география” Бернхарда Варениуса. Известия РАН. Серия географическая. 2018, № 6. – С. 110-114.
8. Историческая география северного причерноморья по данным античной письменной традиции. – Москва: Языки славянской культуры, 2005.
9. Рывкина Р.В. Образ жизни сельского населения. – Новосибирск: «Наука», 1979.
10. Рывкина Р.В. Переходное экономическое сознание в российском обществе // Вопросы экономики. 1997. №5. – С. 71-83.
11. Саушкин Ю.Г. Географическая наука в прошлом, настоящем и будущем. – Москва: «Просвещение», 1980.
12. Синицкий Л. Д. Очерк истории антропогеографических идей. – Москва: 1990.
13. Синицкий Л.Д. Очерки землеведения (антропогеография). – Москва: «Петроград: Книга», 1983.
14. Федулов С.В. Географическое изучение образа жизни (методологические и методические аспекты). Дис. ... канд. геогр. наук. – Москва: МГУ, 1988.
15. Чеботкова А.Д. Качество и образ жизни населения Коми-Пермяцкого округа. Дис. ... канд. геогр. наук. – Пермь: 2007.
16. Шаркова И.В. Дифференциация образа жизни в системах расселения. Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – Москва: 1990.
17. Щитова Н.А. География образа жизни: теория и практика регионального исследования. Дис. док. геогр. наук. – Москва: 2005.
18. Яцунский В.К. Историческая география. – Москва: «Наука», 1975.

## ÓZBEKSTANDA TOĠAY RESURLARÍ HÁM OLARDÍ QORĠAW MÁSELELERI

**M.Y.Radjapov** – *úlken oqıtıwshı*

*Ajiniyaz atındaǵı Nókis mámleketlik pedagogikalıq institutu*

## ЛЕСНЫЕ РЕСУРСЫ И ИХ ЗАЩИТА В УЗБЕКИСТАНЕ

**М.Ю.Раджапов** – *стариший преподаватель*

*Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза*

## FOREST RESOURCES AND THEIR PROTECTION IN UZBEKISTAN

**M.Y.Radjapov** – *senior Lecturer*

*Nukus State Pedagogical Institute named after Ajiniyaz*

**Tayanch soʻzlar:** oʻrmon, fitonsidlar, umumiy oʻrmon maydoni, togʻ, choʻl, toʻqay oʻrmonlari, oʻrmon degradatsiyasi, antropogen taʼsir, Zarafshon havzasi, oʻrmonlarni saqlash, Orol boʻyi genofondi.

**Rezyume.** Maqolada oʻrmon tabiatning eng ulugʻ neʼmati ekanligi, oʻrmonlar sayyoradagi ekologik muvozanatda muhim rolni bajarishi, ular atmosferadagi kislorod muvozanatini tartibga solishi tahlil qilingan.

**Ключевые слова:** лес, фитонциды, общая площадь лесов, гора, пустыня, деградация лесов, антропогенное воздействие, бассейн Зарафшана, генофонд Аральского моря.

**Резюме.** В статье анализируется, что лес-величайшее благо природы, леса играют важную роль в экологическом балансе на планете, они регулируют баланс кислорода в атмосфере.

**Key words:** forest, phytoncides, total forest area, mountain, deserts, forests, forest degradation, anthropogenic impact, Zarafshan basin, forest conservation, gene pool of the Aral Sea.

**Summary.** The article analyzes that forests are the greatest natural resource, and they play an important role in maintaining the ecological balance on our planet by regulating the oxygen levels in the atmosphere.

**Kirisiw.** BMSHnıń 1992-jılı Rio-de-Janeyroda bolıp ótken xalıqaralıq konferenciyasında toǵaylardan aqılǵa muwapiq paydalanıw boyınsha bayanlama qabıl etilgen. Onda toǵaylardıń planetadaǵı ekologiyalıq teń salmaqılıǵın jáne mámleketlerdiń turmısındaǵı ornı, qádirin esapqa alǵan halda, olardı saqlaw hám qorǵawǵa baylanıslı milliy baǵdarlama qabıl etiw zárúrliǵı ayrıqsha kórsetip ótilgen.

Toǵay tábiyattıń eń ullı baylıǵı esaplanadı. Toǵaylar planetadaǵı ekologiyalıq teńsalmaqılıqta áhmiyetli rol oynaydı: olar atmosferadaǵı kislorod teńsalmaqılıǵın tártipke saladı, jer astı suwları rejimin saqlaydı, suwları qorǵaydı, hawanı tazalaydı, egin maydanların qorǵaydı, klimatqa tásir etedi, qorshaǵan geosistemalardı hár túrli qolaysız tábiyiy proceslerden saqlaydı, shawqımdı jutadı. Toǵaylar tek atmosfera quramındaǵı kislorod teńsalmaqılıǵın emes, al: uglerod hám azot teńsalmaqılıǵın da támiyinleydi. 1 gektar maydandaǵı toǵay jılına 5-10 tonna uglerod eki oksidin jutıp, 10-20 tonna kislorod ajratatıwın qánigeler esaplap shıqqan. 1 gektar maydandaǵı toǵay 1 saatta 200 adam dem alǵanda shıǵatıwın SO<sub>2</sub>ni jutıwı (8 kg) belgili. Sol sebepli de toǵaylar Jer planetasınıń "jasıl ókpesi" esaplanadı [3].

**Adebiyatlar analizi hám metodologiya.** Toǵaylar kóplegen xosh iyisli zatlar, efir mayları, ásirese iyne japıraqları ózinen hawadaǵı kesellik tarqatıwshı mikroblardı óltiriwshı, hawanı tazalawshı fitoncit zatların shıǵarıp, sheksiz muǵdardaǵı sanitariyalıq-gigienalıq hám emlew qásiyetlerin de kórsetedi. Toǵaydıń estetikalıq áhmiyeti de biybaha. Bunnan tisqari toǵaylar bahalı aǵash hám kóplegen hár qıylı

qımbat bahalı shiyki zat dereǵı (azıq-awqat, dári-dármaq, texnikalıq, texnikalıq, mineral shiyki zat hám t.b.) esaplanadı.

Aǵashtan 30 mıńnan aslam túrdeǵı buyım hám ónimler tayarlanadı. Haqıyqatında da toǵaydıń áhmiyeti sheksiz. Sol sebepli belgili rus jazıwshısı L.M.Leonov oni: "úlken háriptegi Dos" dep ataǵan. Ormanshılardıń Xalıqaralıq kongressi (Hindstan) shaqırılıǵında toǵaydıń ekologiyalıq roli haqqında tómendegi sóz keltirilgen: "Toǵay-bul suw, suw-zúraát, zúraát-ómir". Házirgi waqıtta dúnyadaǵı uliwma toǵay maydanı 40,1 mln. km<sup>2</sup>ǵa bahalanbaqta. Sonıń 25-28 mln km<sup>2</sup> bólegi paydalanıwǵa jaramlı (A.Bulatov, 1999). Dúnya mámleketleri ishinde toǵay resursları qorlarınń úlkenliǵı boyınsha: Rossiya (8,1 mln. km<sup>2</sup>), Braziliya (3,2 mln. km<sup>2</sup>), Kanada (2,6 mln. km<sup>2</sup>), AQSH (2,0 mln. km<sup>2</sup>) mámleketleri aldınǵı orınlardı iyeleydi. Toǵay menen qaplanıw dárejesi boyınsha bolsa, olardan basqa, tiykarınan, tómendegi rawajlanıp atırǵan mámleketler: Gviana (95%), Surinam (91%), Gayana (85%), Mozambik (84%), Gabon (81%); rawajlangan mámleketlerden: Yaponiya (68%), Finlyandiya (59%), Shveciya (54%), Kanada (50%) aldında.

B.Baburin hám Yu.Mazurovlardıń izertlewlerine kore, jáhanniń uliwma aǵash qorı 340-370 mlrd. m<sup>3</sup> quraydı. Rossiya bul kórsetkish boyınsha dúnyada birinshi orındı iyeleydi (23% dúnya rezervleri).

Dúnya boyınsha maydan hám aǵash zapasları jaǵınan derlik teńdey eki tiykarǵı toǵay poyası ajratıladı: 1) arqa (ortasha hám biraz subtropikalıq

klimat-Rossiya, Skandinaviya mámleketleri, Kanada, AQSH) hám 2) qubla (tiykarınan Qubla Amerika Amazoniyası, tropikalıq Afrika-Kongo dárya basseyni, sonday-aq, Qubla hám Qubla-Shigis Aziya-Hindstan, Indoneziya, Malayziyada jámlengen ekvatorial hám tropikalıq toǵaylar) [4].

Óziniń áhmiyeti, jaylasıwı hám atqaratuǵın wazıypasına qarap barlıq toǵaylar 3 toparǵa bólinedi:

Birinshi topar – ekologiyalıq qorǵaw wazıypasın (suwdı, atızdı qorǵawshı, sanitariyalıq-gigienalıq, rekreaciyalıq) atqarıwshı toǵaylar. Bunday toǵaylar qatań qorǵaladı. Olarda kútım hám sanitariyalıq maqsetlerdegi kesiwlerge ruxsat beriledi.

Ekinshi topar – qorǵaw hám sheklengen paydalanıw áhmiyetine iye toǵaylar. Olar xalıq tıǵız jaylasqan hám transport tarmaqları rawajlangan ayaqlarǵa tuwra keledi. Bul topardaǵı toǵaylarda shiyki zat resursları jeterli emes, sol sebepli qorǵaw hám paydalanıw wazıypaların saqlaw ushın toǵaydan paydalanıwda qatań tártip talap etiledi.

Úshinshi topar – paydalanılatuǵın toǵaylar. Olar toǵayǵa bay ayaqlarda jaylasqan bolıp, agashtıń tiykarǵı derekleri esaplanadı. Bul regionlarda da agash tayarlaw tábiyiy biotoplardıń ózgeriwine jol qoymagan hám tábiyiy ekologiyalıq teńsalmaqlılıqtı buzbagan halda ámelge asırılıwı kerek. Toǵaylardıń qaysı toparınan paydalanıw bolmasın, eń dáslep ilimiy tiykarda ámelge asırılıwı, tábiyiy ekosistemalardı saqlaw hám toǵay resurslarınan aqılǵa uǵras paydalanıw principlerine sáykes bolıwı shárt.

Ózbekstannıń toǵay fondınıń ulıwma maydanı 8,2 mln hektardı quraydı. Sonnan toǵay menen qaplangan maydan 2,8 mln hektar, tábiyiy toǵaylar 2,1 mln hektar, mádeniy toǵaylar bolsa 600 mın hektarga jaqın. Toǵay fondınıń ulıwma maydanı respublika ulıwma maydanınıń 18,4%in quraǵan halda toǵay menen qaplanganlıq dárejesi ádewir tómén – 6,4% átirapında [2].

Ózbekstanda toǵaylar geografiyalıq jaylasıwına qaray úsh kategoriyaga bólinedi: taw, shól hám toǵay toǵayları. Taw toǵaylarına onıń siyrekligi, jeke ósip atırgan terekler, olar arasındaǵı boslıqlardıń kópiligi tán. Taw toǵaylarınıń tiykarın arsha toǵayları, piste hám miyweli (kópshilik jagdayda jabayı haldaǵı) terekzarlıqlar quraǵan.

Shırsha toǵayları úsh túrdegi yaǵnıy: yarım shar tárizli, Zarafshan hám Túrktan shırsha túrлерinen ibarat. Zarafshan shırshası (qara shırsha) keń tarqalgan bolıp, 1500-2300 m biyiklikte ushıraydı. Yarım shar tárizli (sawır) shırsha 2000-2700 m biyiklikte tarqalgan. Túrktan arshası tiykarınan Túrktan dizbeginde 2200-3100 m biyiklikte ushırasadı.

Taw toǵayları arasında piste toǵayları maydanı jaǵınan ekinshi orındı iyeleydi. Piste qurǵaqshılıqqa shıdamlı hám qımbat bahalı miyweli terek. Pistezarlar qurǵaq taw eteklerinde hám pás tawlardıń

janbawırlarında tarqalgan. Pistezarlardıń tiykarǵı bólimi Babataw dizbeginde (Surxandárya, maydanı 50 min hektar), biraz Samarqand átirapı hám basqa da tawlı ayaqlarda ushıraydı. Shırshazarlar menen pistezarlar arasında, badamzar, ǵoza, taw shiye, alma, erik, dolana, shipovnik, qara qád hám basqa terekler hám putazarlar jaylasqan. Olar kóplep miywe beriw menen birge, janbawırlardı jılıw hám eroziyadan qorǵaydı. Taw toǵayları respublikanıń toǵay menen qaplangan maydanınıń 900 mın hektarın iyeleydi. Bul toǵaylardıń tiykarǵı hám ústinlik etiwshi teregi arsha bolıp tabıladı.

Taw toǵaylarınıń áhmiyeti sheksiz, biraq xalıq janılıǵı hám qurılıs materialları menen barlıq orınlarda jeterli támiyinlenbegenligi ushın toǵaylardı kesiw jagdayları ushırasıp turadı. Bazar ekonomikası sharayatında, ásirese, qurılıs materiallarınıń qımbat bahası xalıqtı janbawırlardaǵı tereklerdi kesiwge iytermelemekte [3].

Shól zonası toǵayları 7 mln hektardı quraydı. Eń úlken maydandı shól zonası toǵayları iyeleydi, bul zonaǵa seksewil toǵayları hám basqa putalı psammofitler tán.

Shól zonasında toǵaylardıń áhmiyeti júdá ullı. Qumlı shólde qumlardıń koshiwin toqtatsa, suwǵarılauıw jerlerde topıraqtıń ushıp ketiwine tosqınlıq etedi, jaylawlarda puta hám tereklerdiń bolıwı, qarakól qoyları jeytuǵın hár qıylı ot-shóplerdiń ósiwine imkaniyat beredi. Aq hám qara seksewil, cherkez, shoǵan, qandım toǵay payda etiwshi terek hám putalar bolıp esaplanadı. Olardıń tıǵız ósken jerlerinde jaylawlardıń ónimdarlıǵı hektarına 2 centnerden kem bolmaydı, geyde 4-5 centnerge shekem kóteriledi.

Orman toǵayları maydanı 100 mın hektardan aslamıraq. Burın endemik torańǵıl terekлерinen ótip bolmaytuǵın orman toǵaylıqların quraǵan qayır toǵayları kúshli antropogen tásir sebepli házir 1% ǵana saqlanıp qalǵan. Toǵaylar ishinde eń kóp antropogen tásir zıyanına ushıraǵan orman toǵayları bolıp esaplanadı.

Tábiyiy resurslardıń kámbaǵallıǵı hám qorshaǵan ortalıqtıń buzılıwı menen baylanıslı túrde óndiristiń rawajlanıwı aqıbetinde keyingi dáwirlerde dúnya toǵay resursları maydanı keskin qısqardı.

- toǵaylardıń jalpı túrde kesiliwi;
- toǵay órtleri;
- ekonomikalıq-xojalıq infrastrukuralardı qurıw, toǵaylardıń joq etiliwi;
- janılıǵı-otın sıpatında kesiliwi;
- turizmniń jedel rawajlanıwı;
- cement, hák hám kremniy islep shıǵaratuǵın zavodlardan shıǵatuǵın shańlar;
- "siltili" jawınlar;
- hádden tis artıq mallardı, ásirese iri qaramallardı baǵıw;
- ulıwma hawa, suwlardıń pesticidler hám mineral

tóginler menen pataslanıwı sebepli ortalıq sharayatınıń antropogen pataslanıwı sıyaqlılarda ayqın kórinbekte.

Mámleketimiz áyyemnen civilizaciya oraylarınan biri bolǵanlıǵı, onıń taw hám taw aldı ayaqlarındaǵı toǵay resurslarınan maqsetli paydalanıw menen únles barganlıǵın biykarlap bolmaydı. Bul bolsa taw hám taw aldı, toǵay landshaftlarınń kórinisinde kúshli antropogen ózgerislerge alıp keldi. Házir de máselen, Zarafshan basseynindegi tawlarda jaqın waqıtlarǵa shekem qalın arsha toǵayları óskeninen derek beriwshi "izler" - qaldıq túbirler, óz aldına ósiwshi áyyemgi terekler, jer atları túrinde saqlanıp qalǵan. Usıǵan saykes toǵaylardıń joq etiliwi nátiyjesinde, Túrkestan hám Nurata (derlik basqa tawlarda da) tawlarınń arqa janbawındaǵı dáryalardıń suw sarıp keyingi jüz jil ishinde 40% ke azayıp ketti [3].

Toǵaylardı saqlawǵa tiyisli tómendegi tábiyattı qorǵaw ilajların ámelge asırıw maqsetke muwapıq:

- toǵay órtlerine qarsı gúresiw;
- toǵaylardı hár qıylı ziyankeslerden hám keselliklerden saqlaw;
- toǵay resurslarınan nátiyjeli paydalanıw;
- qorǵawǵa alınǵan toǵaylar maydanın keńeytiw;

#### **Ádebiyatlar**

1. O‘zbekiston Respublikasida atrof-muhit holati va tabiiy resurslardan foydalanish to‘g‘risida Milliy ma’ruza. – Toshkent: «Chinor ENK», 2002, 2006, 2008, 2012.
2. O‘zbekiston ekologik harakati dasturi. – Toshkent: 2009.
3. Xodjimatrov A.N., Alimqulov N.R., Xolmurodov Sh.A., Djurayev M.E. Ekologiya va tabiatni muhofaza qilish. – Toshkent: «Innovatsion rivojlanish nashriyot-matbaa uyi», 2020.
4. Rafiqov A.A., Abirqulov Q.N., Xojimatov A.N. Ekologiya. – Toshkent: Узбекистон ёзувчилар уюшмаси Адабиёт жамғармаси нашриёти, 2004.

- Ózbekstan Respublikası Ministrler Kabinetiniń 1994-jıl 8-fevraldaǵı "Mámlekette hár jılı sanaat terekzarlarnı jaratıw haqqında"ǵı qararı boyınsha Jańa baǵdarlamanı islep shıǵıw hám onı rawajlandırıwdı jetilistiriw;

- qorǵalatuǵın tábiyǵıy ayaqlar maydanın keńeytiw;

- jańa toǵaylıqlar payda etiw.

**Juwmag.** Tarawǵa baylanıslı Ózbekstan Respublikası Ministrler Kabinetiniń qararları hám BMSH rawajlanıw baǵdarlaması menen "Ámiwdáryanıń tómengi bólimi Qaraqalpaqstan Respublikasında orman toǵayların saqlap qalıw hám qorǵalatuǵın ayaqlar sistemasın bekkemlew" boyınsha orta kólemdegi joybarlaw jumslarınıń baslanǵanı áyne maqsetke muwapıq bolıp tabıladı. Mine usınday ilajlar Aral teńiziniń qurıp qalǵan bóliminde seksewil toǵayların jaratıwǵa túrtki boldı hám úlken maydandaǵı seksewil toǵaylarınń jaratılıwı támiyinlendi. Demek, bul maydandan duz-qum bóleksheleriniń samal járdeminde átirapqa tarqalıwınıń aldı alınıp, tábiyiy jol menen jer bekkemlenip, ekosistemalardıń turaqlılıǵı artıp barmaqta.

UDK 311.312 (575.1)

**ÓZBEKSTAN RESPUBLIKASÍNDÁ XALÍQTÍ HÁM AWÍL XOJALÍGÍN  
DIZIMGE ALÍWDÍN ÁHMIYETI**

**G.B.Utepova** – *geografiya ilimleriniń kandidati, docent*

**B.A.Eshiniyazov** – *student*

*Ajiniyaz atındaǵı Nókis mámleketlik pedagogikalıq instituti*

**ЗНАЧЕНИЕ ПЕРЕПИСИ НАСЕЛЕНИЯ И СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
В РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН**

**Г.Б.Утепова** – *кандидат географических наук, доцент*

**Б.А.Ешиниязов** – *студент*

*Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза*

**THE IMPORTANCE OF POPULATION AND AGRICULTURAL CENSUS IN THE  
REPUBLIC OF UZBEKISTAN**

**G.B.Utepova** – *Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor*

**B.A.Eshiniyazov** – *student*

*Nukus State Pedagogical Institute named after Ajiniyaz*

**Tayanch soʻzlar:** iqtisodiyot, aholini roʻyxatga olish, qishloq xoʻjaligi, rejalashtirish, raqamli statistika, hududiy rivojlanish, davlat boshqaruvi.

**Rezyume.** Ushbu maqolada aholi va qishloq xoʻjaligini roʻyxatga olishning davlat boshqaruvidagi ahamiyati haqida soʻz boradi. Tadqiqotning asosiy maqsadi ushbu roʻyxatga olish jarayonlarining ijtimoiy-iqtisodiy rejalashtirishdagi oʻrnini asoslash hisoblanadi. Tadqiqot jarayonida statistik va qiyosiy tahlil usullari qoʻllaniladi. Natijada aholi va qishloq xoʻjaligini roʻyxatga olish mamlakatning hududiy rivojlanishi, resurslardan samarali foydalanish va davlat siyosatini shakllantirishda muhim ahamiyatga ega ekanligi aniqlanadi.

**Ключевые слова:** экономика, перепись населения, сельское хозяйство, планирование, цифровая статистика, региональное развитие, государственное управление.

**Резюме.** В данной статье рассматривается важность переписи населения и сельского хозяйства в государственном управлении. Основной целью исследования является обоснование роли этих процессов регистрации в социально-экономическом планировании. В ходе исследования были использованы методы статистического и сравнительного анализа. В результате становится ясно, что перепись населения и сельского хозяйства играет важную роль в региональном развитии страны, эффективном использовании ресурсов и формировании государственной политики.

**Key words:** economics, population census, agriculture, planning, digital statistics, regional development, public administration.

**Summary.** This article discusses the importance of population and agricultural census in public administration. The main goal of the research is to substantiate the role of these registration processes in socio-economic planning. Statistical and comparative analysis methods were used in the research process. As a result, it is determined that the census of the population and agriculture plays an important role in the territorial development of the country, the effective use of resources, and the formation of state policy.

**Kirisiw.** Búgingi zamanagóy sharayatta mámleketniń socialıq-ekonomikalıq rawajlanıwı nátiyjeli basqarıw hám puqta rejlestiriw menen tıǵız baylanıslı bolıp, bul processte mámleket isenimli hám sistemalı statistikalıq maǵlıwmatlarǵa tayanadı. Xalıq hám awıl xojalıǵı haqqında anıq maǵlıwmatlardıń bolıwı birinshi gezekte, mámleketlik siyasattı qalıplestiriwge járdem berse, ekinshiden ayaqlardıń turaqlı rawajlanıwın támiyinlew hám resurslardan aqılǵa muwapıq paydalanıwda zárúr rol atqaradı.

Xalıqtıń sanı, quramı (etnikalıq, diniy, jınıslıq) hám jaylasıwı, sonday-aq, awıl xojalıǵı subiektleri, jer resursları hám óndirislik múmkinshilikler haqqında anıq hám tolıq maǵlıwmatlardıń bolıwı social-

ekonomikalıq tarawlardı jobalastırıwdıń nátiyjeliligini arttıradı. Sonlıqtan, xalıq hám awıl xojalıǵı tarawların dizimge alıw processleri házirgi jaǵdaydı bahalaw, ayaqlıq ayırmashılıqlardı anıqlaw hám keleshektegi rawajlanıw baǵdarların belgilew ushın zárúr statistikalıq derek bolıp xızmet etedi.

Ózbekstan Respublikası Prezidentiniń 2025-jil 19-sentyabrdegi PP-173-sanlı "Ózbekstan Respublikasında xalıq hám awıl xojalıǵın dizimge alıw ilajın ótkeriw haqqında"ǵı pármanı qabil etilip, usı pármanda xalıq hám awıl xojalıǵın dizimge alıw processlerin jetilistiriw hám statistikalıq maǵlıwmatlardıń isenimliliǵın arttırıw zárúr wazıypa sıpatında belgilengen.

Pármında tómenдеgi maqset hám wazıypalar belgilenen: [2]

a) mámleketti social-ekonomikalıq rawajlandırıw boyınsha mámleketlik siyasatın tiykarǵı baǵdarların belgilew ushın 38 mln. xalıqtın quramı hám migraciyası, shańaraqlıq jaǵdayı, iskerlik túri, dáramat derekleri haqqında Evropa statistika konferenciyasınıń 2020-jılдаǵı usınısları tiykarında birden-bir maǵlıwmatlar bazasın qalıplestiriw;

b) 26 mln gektar awıl xojalıǵı jerlerinen paydalanıw jaǵdayın úyreniw, sharwa malları hám quslardın sanın anıqlaw arqalı awıl xojalıǵına baǵdarlanıp atırǵan jıllıq 25,6 trillion som, usınnan 2,2 trillion som byudjet qarjılarınıń nátiyjeli jumsalıwın, tarawdaǵı xızmetler kólemin hám azıq-awqat qawıpsızlıǵın támiyinlew ushın zárúr maǵlıwmatlar toplamın jaratıw;

v) xalıq hám awıl xojalıǵınıń ósiw tendenciýaların aymaqlar kesiminde anıq esap-sanaqlar tiykarında sociallıq taraw obyektlerin keńeytiwge baǵdarlanıp atırǵan jıllıq 25,2 trillion sum qarjınıń mánzilli jumsalıwın támiyinlew;

g) respublikanıń hár bir hákimshilik-aymaqlıq birligi hám máhálleler kesiminde xalıqtın hár qıylı ózine tán ózgesheliklerin statistikalıq metodologiya tiykarında xalıqaralıq dárejesindegi maǵlıwmatlardı qalıplestiriw hám usınıń tiykarında mámlekettiń investiciyalıq tartımlılıǵın hám xalıqaralıq reytinglerdegi ornın kóteriw [2].

**Ádebiyatlardıǵa sholıw.** Xalıqtı dizimge alıwdıń teoriyalıq-metodologiyalıq tiykarları hám onıń jámiyettiń rawajlanıwındaǵı ornı uzaq jıllardan berli kóplegen jergilikli hám xalıqaralıq ilimpazlardıń dıqqat orayında bolıp kelmekte. Atap aytqanda, demografiya pániniń qalıplesiwinde Jon Graunt hám Tomas Maltus sıyaqlı xalıqaralıq kólemdegi ilimpazlardıń xızmetleri esapsız. ĞMDA mámleketleri alımlarınan D.I.Valentey hám A.G.Vishnevskiy xalıqtı dizimge alıwdı mámlekettiń strategiyalıq sociallıq siyasatı dep bahalagan. Ózbekstanda xalıqtanıw hám statistika tarawın rawajlandırıwǵa akademik Q.X.Abduraxmanov, basqa ilimpazlardan R.A.Ubaydullaeva hám M.R.Bóriyivalar sonday-aq, g.i.k., doc. G.B.Utepovanıń [7] ilimiy jumıslarında da xalıqtanıw máseleleri boyınsha izertlewler alıp barılǵan.

**Tiykarǵı bólim.** Xalıqtı dizimge alıwdıń tariyxıy basıp ótken jolına názer taslaytuǵın bolsaq, áyemgi Egipt, Mesopotamiya hám Vavilonda biziń eramızǵa shekemgi 3000-jıllarda xalıqtın dizimge alınıwı haqqında tariyxıy derekler bar. Áyyemgi Rimde b.e.sh. 435-jıldan baslap úziksiz túrde hár 5 jilda xalıq esap-sanaq jumısları ótkizilgen. 510-jilda imperator Servi Tull dáwirinde bolsa, puqaralar hám olardıń mal-múlki hár bes jilda arnawlı qadaǵalawshılar (senzorlar) tárepinen turaqlı túrde dizimge alınǵan [5].

Tariyxıy dáwirlerde xalıqtı dizimge alıw tiykarǵı eki maqsette alıp barılǵan, olar tómenдеgishe:

1. Salıq sistemasın payda etiw maqsetinde:

Bul dáwirlerde xalıqtı dizimge alıw, birinshi gezekte, salıq sistemasın qalıplestiriw, ekinshiden xojalıqlardıń múlki, jer maydanları hám basqa da materiallıq baylıqları esapqa alınǵan hám usı derekler tiykarında salıq muǵdarı belgilenip, mámleketlik byudjetin turaqlılıǵı támiyinlengen.

2. Áskeriy maqsette:

Xalıqtı dizimge alıw áskeriy xızmetti rejelestiriwde de áhmiyetli orın tutqan. Alınǵan maǵlıwmatlar arqalı áskeriy xızmetke jaramlı er adamlardıń sanı anıqlanıp, olarǵa júkleniletuǵın minnetlemeler belgilenip, mámlekettiń qorǵanıw potencialı bekkemlengen.

Sol dáwirdegi xalıqtı dizimge alıwdaǵı jáne bir itibarlı tárepi, maǵlıwmatlar alınǵanda tek er adamlar qatnasqan, sebebi sol dáwirlerde er adamlardıń ekonomikalıq ornı joqarı bolǵan, salıq tólewde er adamlar, yaǵnıy shańaraq basshıları qatnasqan [6].

Xalıqtın eń birinshi rásmiy keń kólemlı dizimge alınıwı 1790-jılı AQShta, 1800-jılı Shveciya hám Finlyandiyada, 1801-jılı Angliya, Daniya, Norvegiya hám Franciyada ótkerilgen [8].



Amerika Qurama Shtatları Federalı xalıqtı dizimge alıw procesi.

Biraq bul xalıq dizimleri júdá ápiwayı formada bolıp, uzaq múddetke sozılǵan. AQShta bolıp ótken xalıqtı dizimge alıw jumısları 18 ay dawam etkenligi haqqında maǵlıwmatlar bar. Bul dizimniń nátiyjeleri tómenдеgishe bolǵan: [10]

- AQShtalardıń xalıqı: 3 929 214 adam.

- Rásmiy shtatlar sanı: 13.

- Xalıqtın ortasha jası: usı jıl ushın bul haqqında maǵlıwmat joq.

- Nızamlı rezident statusın alıp atırǵan immigrantlar: usı jıl ushın bul haqqında maǵlıwmat joq.

- Eń iri qalalar: Nyu-York, NY (Xalıq sanı: 33131), Filadelfiya, Pensilvaniya (28522), Boston (18320).

1890-jılı AQShtalardıń xalıqtı dizimge alıwda birinshi elektr tabulyator mashinaları engizildi, bul bolsa xalıqtı dizimge alıwdıń texnologiyalıq rawajlanıwın alǵa súrdi.



*Alınğan maǵlıwmatlardı elektr mashinası arqalı esaplaw*

"Gollerit tabulyatorı" shama menen jazıw stolınıń ólshemindey bolıp, shkafta tórt qatar hám 10 baǵanaǵa dizilgen 40 cifr sáwlelengen. Hár bir cifrda 10 bólim hám saatqa uqsas eki qol bar edi, olar birgelikte 10 000 ǵa shekem sanay alatuǵın edi. Bul dáwirde xalıqtı dizimge alıw basqarıwdıń ápiwayı esap-sanaq formasınan ilimiy-statistikalıq sistema dárejesine kóterildi. Dizimge alıw nátiyjeleri tiykarında sociallıq siyasat, qala qurılısı hám miynet bazarın jobalastırıw múmkinshiligi payda boldı.

XIX ásir aqır hám XX ásir baslarında xalıqtı dizimge alıw mámleketti basqarıwdıń áhmiyetli quramına aylandı. Bul dáwirde xalıqtı dizimge alıw nátiyjeleri tiykarında tarawlardı social-ekonomikalıq jobalastırıw, miynet resurslarınan paydalanıw, urbanizaciya processlerin basqarıw hámde demografiyalıq izertlewlerdi ámelge asırıw múmkinshiligine jol ashıldı. Nátiyjede xalıqtı dizimge alıw ilimiy dálillerge tiykarlangan mámleketlik siyasattı qalıplestiriwde tiykarǵı informaciya derejine aylandı.

Xalıqtı dizimge alıw boyınsha zamanagóy basqısh XX ásirdeń ortalarınan baslandı hám usı dáwirde bir qatar Aziya mámleketlerinde de xalıqlar dizimge alınğan. XX ásirdeń aqırına kelip xalıqtı dizimge alıw dúnyanıń derlik barlıq aymqların qamtıp aldı [8]. Házirgi waqıtqa kelip dúnyanıń kóplegen rawajlangan mámleketlerinde hár 10 jıldı keminde bir ret xalıqtı dizimnen ótkeriwdi xalıqaralıq ámeliyat usınıs tepkte.

Ózbekstan Respublikasında xalıqtı dizimnen ótkeriw: keshe hám búgin-Ózbekstan aymaǵında dáslepki xalıqtı dizimge alıw 1897-jılı ótkerilgen, bul dizimge alıw háreketi maǵlıwmatları XIX ásir aqırında Ózbekstandaǵı xalıqtıń sanı, tuwılıw hám ólimshilik jaǵdayları, xalıqtıń jas hám jınıs quramı, etnikalıq quramı, shańaraqları sıyaqlı demografiyalıq hádiyseler haqqında pikir júrgiziwge járdem bergen.

1897-jıldıǵı Túrktan úlkesinin wálayatları kesiminde ótkerilgen xalıqtı dizimge alıw ilajında anıqlanǵan maǵlıwmatlar [4]

Aymaqlar atı	Xojalıqlar sanı	Jámi xalıq sanı	Erkekler	Hayallar
Fergana wálayatı	309855	1572214	852919	719295
Samarqand wálayatı	147534	860021	472443	387578
Sırdárya wálayatı	110417	642966	351100	291866
Ámiwdárya wálayatı	33172	194473	101185	93288
Buxara ámirliği	426675	2134240	1114960	1019280
Xiywa xanlıǵı	91415	488967	259097	229888
<b>Jámi</b>	1 119 068	5 892 881	3 151 686	2 741 195

Keste maǵlıwmatları - G'ulomov, I. (2023). Turkistonda o'tkazilgan aholini ro'yxatga olish tadbiri (1897-yilda o'tkazilgan dastlabki tadbir misolida)atlı maqalasınan alındı.

1897-jılı Túrktan aymaǵında ótkerilgen xalıqtı dizimge alıw ilajlarında aymaқтаǵı xalıqtıń sanı, jası, jınısı hám etnikalıq quramı boyınsha dáslepki ilimiy-statistikalıq maǵlıwmatlardı qalıplestiriwde úlken áhmiyetke iye boldı. Bul dizim mámleketlik basqarıw, salıq sisteması hám sociallıq-ekonomikalıq jobalastırıw ushın zárúr bolǵan tiykarǵı demografiyalıq kórsetkishlerdi anıqlaw múmkinshiligin berdi. Sonıń menen birge, dizimge alıw procesinde bir qatar kemshiliklerde orın alıp, ayırım aymaqlardaǵı xalıq tolıq qamtıp alınbaǵan hám maǵlıwmatlardıń anıqlıǵı jeterli dárejede bolmaǵan. Usıǵan qaramastan, 1897-jılǵı xalıqtı dizimge alıw ilajları keyingi demografiyalıq izertlewler hám statistika sistemasınıń rawajlanıwı ushın áhmiyetli tiykar bolıp xızmet etti.

Bul ilajdan keyin Ózbekstan aymaǵında 1926, 1939, 1959, 1970, 1979, 1989 jıllarda da xalıq esap-sanaq alıp barılǵan.

1920-jılı burınǵı SSSRde xalıqtı hám xalıq xojalıǵın dizimge alıwǵa, oraylıq statistika basqarması demografiyalıq statistika bóliminiń baslıǵı Vasiliy Grigorovich Mixailovskiy basshilıq etti. Biraq mámlekettegi ayırım aymaqlarda óz-ara kelispewshilikler sebepli Belorussiya, Qırım, Uzaq Shıǵıs, sonday-aq Xiywa, Buxara hám Túrktanda xalıqtı dizimge alıw ilajı ótkerilmeydi. Keyinirek ishki kelispewshilikler saplastırılǵannan keyin xalıq xojalıǵın tiklew baslanadı, mámlekette ólimshilik dárejesi azayıp, tuwılıw dárejesi artadı, sanaat rawajlanadı, usınıń nátiyjesinde xalıqtıń jaylasıwı hám quramında ózgerisler júzege keledi, nátiyjede 10 jıllıq múddetti kútip otırmay 1926-jılı xalıqtı qayta dizimge alıw jumısları alıp barıladı. Esap-sanaq nátiyjesine bola burınǵı SSSRdeń jámi xalıq 148 mln bolıp, usınan derlik 4,6 mln adam Ózbekstan úlesine tuwra kelgen. Eń keyingi ret xalıqtı dizimge alıw burınǵı

awqam dáwirinde 1989-jılı ótkerilip, usı waqıtta respublikamız xalqı 19,7 mln adamdı qurağan [8].

Ózbekstan Respublikası Prezidentiniń 2019-jıl 5-fevraldaǵı "Ózbekstan Respublikasında 2022-jılı xalıqtı dizimge alıwdı ótkeriw koncepciyasın tastıyqlaw haqqında"ǵı PP-5655-sanlı Pármanı qabil etildi. Usı páрман tiykarında xalıqtı dizimge alıw ilajın ótkeriw koncepciyası tastıyqlandı hám sol koncepciya tiykarında Ózbekstan Respublikasınıń "Xalıqtı dizimge alıw haqqında"ǵı nızam joybarı islep shıǵılıp, 2020-jıl 16-martta ÓRQ-611-sanlı nızam qabil etiledi, keyin, Ózbekstan Respublikası Ministrler Kabinetiniń 2020-jıl 11-noyabrdegi "Ózbekstan Respublikasında 2023-jılı xalıqtı dizimge alıwǵa tayarlıq kóriw hám onı ótkeriw ilajları haqqında"ǵı 710-sanlı Qararı járiyalandı. Ministrler Kabinetiniń 710-sanlı Qararı menen 2021-jıl 1-25-noyabr kúnleri Respublikamızdın Ándijan wálayatı, Xojaabad rayonında, Tashkent wálayatı, Joqarı Shırshıq rayonında, Xorezm wálayatı, Xiywa qalasında hám Tashkent qalası, Yashnabad rayonında xalıqtı tájiriye túrinde dizimge alıw belgilenip, joqarıda atap ótilgen aymaqlarda xalıq tájiriye túrinde dizimge alındı [1, 3, 8]

Xalıqtı tolıq tárizde dizimge alıw Ózbekstan Respublikası Prezidentiniń 2025-jıl 19-sentyabrdegi PP-173-sanlı Pármanına muwapıq 2026-jıl 15-yanvardan 28-fevralǵa shekem ótkeriliwi belgilengen. Pármanǵa muwapıq Respublikalıq komissiya dúzilip, oǵan tómendegi wazıypalar júkletilgen: [2]

a) dizimge alıw ilajına tayarlıq kóriw hám onı ótkeriw menen baylanıslı ilajlardın óz waqtında hám sapalı ámelge asırılıwın támiyinlew;

b) dizimge alıw ilajına tayarlıq kóriw hám onı ótkeriwdi qarjılandırıw, dizimge alıw materialların qayta islewdi shólkemlestiriw hám onıń juwmaqlawshı nátiyjelerin járiyalaw máselelerine baylanıslı usınıslardı kórip shıǵıw;

v) dizimge alıw ilajında qatnasıw ushın fizikalıq hám yuridikalıq shaxslardı olardıń miynetine haqı tólew máselelerin qarap shıqqan halda tartıw jumısların shólkemlestiriw;

g) dizimge alıw ilajı sheńberinde xalıqaralıq shólkemler menen birge islesiw.

Pármannıń eń áhmiyetli sociallıq tárepi – jeke maǵlıwmatlardın kepillengenligi. Xalıqtan alınǵan maǵlıwmatlar tek ǵana statistikalıq maqsetlerde paydalanılıwı hám basqa hesh bir mámleketlik uyım bul maǵlıwmatlardan fizikalıq shaxsqa qarsı paydalana almaytuǵını qatań belgilengen. Bul xalıqtın processke isenim menen qatnasıwına tiykar jaratadı.

**Juwmaq.** Xalıq hám awıl xojalıǵın bir waqıtta sinxron dizimge alıwdın tiykarǵı sebebi – mámleketiń demografiyalıq kórsetkishleri hám azıq-awqat resursların bir-birine mánzilli baylanıstırıw, sonday-aq mámleket byudjetin únemlew bolıp esaplanadı. Bir shańaraqqa barǵan registrar hám xalıqtın sanın, hám sol shańaraqtaǵı qıytaq jer, sharwa hám awıl xojalıǵı resursları tuwralı maǵlıwmat aladı. Bul waqıt hám qarjını keminde 50% ke únemleydi. Ózbekstan xalqı sanı da 38 millionnan astı. Olardı sapalı azıq-awqat penen támiyinlew ushın qansha ónim kerek ekenligin biliw ushın tek adam sanın ǵana emes, al jer hám sharwa resursların da anıq biliw zárúr. Xalıqtı dizimge alǵanda, olardıń qıytaq jeri imkaniyatları da esapqa alınsa, mámleket qay jerde ıssixana qurıw, qay jerde sharwashılıqtı rawajlandırıw boyınsha anıq rejege iye boladı. FAO (Azıq-awqat hám awıl xojalıǵı shólkemi) dizimge alıw jumısların bir waqıtta ótkeriwdi usınıs etedi. Sebebi, xalıqtın jasaw ornı onıń xojalıǵı menen tıǵız baylanıslı.

2026-jılǵı dizimge alıw joqarıda atap ótilgen dáwirlerden ózgeshe túrde, sanlı texnologiyalar járdeminde ámelge asırıladı: maǵlıwmatlar bazaların jaratıw, GIS kartaları, biometrikalıq identifikaciya hám elektron monitoring sistemalarınan paydalanıladı. Usıǵan baylanıslı, bul sistema tekǵana statistika deregi bolıp qalmastan, ol mámleketlik basqarıw infrastrukturasın rawajlandırıw hám qarar qabil etiw processlerin jedellestiriw quralına aylanadı. Bul innovaciyalıq kózqaras dizimge alıwdın zárúrligin jáne de arttıradı hám onı keleshekтеgi basqarıw strategiyalarınń ajıralmas bólegine aylandıradı.

### **Ádebiyatlar**

1. Ózbekiston Respublikasında Prezidentining 2019-yıl 5-fevraldagi «Ózbekiston Respublikasında 2022-yilda aholini ro'yxatga olishni o'tkazish konsepsiyasini tasdiqlash to'g'risida»gi PF-5655 Farmoni.
2. Ózbekiston Respublikasi Prezidentining 2025-yıl 19-sentyabrdagi «Ózbekiston respublikasında aholi va qishloq xo'jaligini ro'yxatga olish tadbirini o'tkazish to'g'risida»gi PF-173-son Farmoni
3. Ózbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2020-yıl 11-noyabrdagi «Ózbekiston Respublikasında 2023-yilda aholini ro'yxatga olishga tayyorgarlik ko'rish va uni o'tkazish chora-tadbirlari to'g'risida»gi 710-son Qarori.
4. G'ulomov I. (2023). Turkistonda o'tkazilgan aholini ro'yxatga olish tadbiri (1897-yilda o'tkazilgan dastlabki tadbir misolida). Ijtimoiy gumanitar fanlar — Tarix, 292-300. Farg'ona davlat universiteti.
5. Tojiev Z.N. Aholi geografiyasi/darslik/. – Toshkent: «Innovatsiya-Ziyo», 2020.
6. Utepova G.B. "Xalıqlar geografiyası hám demografiya" (oqıw qollanba). – Nókis: NMPI, 2025.
7. Утепова Г.Б., Узакбаев К.К. Рост населения Республики Каракалпакстан и его географические свойства территориальной организации. // Экономика и социум. 2021. №. 10 (89). – С. 1121-1130.
8. Ózbekiston Respublikasi davlat statistika boshqarmasi ma'lumotlari.
9. Science Direct. (n.d.). Population Census.
10. <https://stacker.com/stories/history/how-america-has-changed-first-census>

UDK 631.4:330.1:528.93

**GEOAXBOROT TIZIMLARINING YER RESURSLARINI SAMARALI BOSHQARISHDAGI O'RNI**

**D.Sh.Ziyadullayev** – dotsent

*"TIQXMMI" Milliy tadqiqot universiteti*

**D.E.Abduraimov** – katta o'qituvchi

*Guliston davlat universiteti*

**D.D.Mirzaakbarov** – o'qituvchi

*Farg'ona davlat universiteti*

**РОЛЬ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ЭФФЕКТИВНОМ  
УПРАВЛЕНИИ ЗЕМЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ**

**Д.Ш.Зиядуллаев** – доцент

*Национальный исследовательский университет «ТИИИМЭ»*

**Д.Э.Абдураимов** – старший преподаватель

*Гулистанский государственный университет*

**Д.Д.Мирзаакбаров** – преподаватель

*Ферганский государственный университет*

**THE ROLE OF GEOINFORMATION SYSTEMS IN EFFECTIVE LAND  
RESOURCE MANAGEMENT**

**D.Sh.Ziyadullaev** – Associate Professor

*National Research University "TIAME"*

**D.E.Abduraimov** – senior lecturer

*Gulistan State University*

**D.D.Mirzaakbarov** – teacher

*Fergana State University*

**Tayanch so'zlar:** GAT, tuproqshunoslik, yer resurslari, ekologiya, innovatsiya, ma'lumotlarni tahlil qilish, monitoring, axborot texnologiyalari.

**Rezyume.** Ayni vaqtda "Geografik axborot tizimlari (GAT)" yer resurslarini samarali boshqarishda muhim vosita bo'lib, makon bo'yicha ma'lumotlarni yig'ish, tahlil qilish va modellashtirish imkonini beradi. GAT yordamida tadqiqotchilar yer resurslarini samarali boshqarishda sifatli nazorat qilish, ekologik muammolarni hal etish va innovatsion yondashuvlarni amalga oshirishda yangi imkoniyatlarga ega bo'ladilar. Tizimning rivoji tubdan zamonaviy ekologik iqtisodiyot asoslarini shakllantiradi.

**Ключевые слова:** ГИС, почвоведение, земельные ресурсы, экология, инновации, анализ данных, мониторинг, устойчивое развитие, информационные технологии.

**Резюме.** В то же время географические информационные системы (ГИС) являются важным инструментом эффективного управления земельными ресурсами, позволяя собирать, анализировать и моделировать пространственные данные. С помощью ГИС исследователи получают новые возможности для контроля качества, решения экологических проблем и внедрения инновационных подходов к эффективному управлению земельными ресурсами. Развитие этой системы коренным образом формирует основы современной экологической экономики.

**Key words:** GIS, soil science, land resources, ecology, innovation, data analysis, monitoring, sustainable development, information technology.

**Summary.** At the same time, geographic information systems (GIS) are an essential tool for effective land management, enabling the collection, analysis, and modeling of spatial data. GIS provides researchers with new opportunities for quality control, addressing environmental issues, and implementing innovative approaches to effective land management. The development of this system fundamentally shapes the foundations of modern ecological economics.

**Kirish.** Bugungi kunda butun dunyoda axborot texnologiyalari va elektron raqamli ma'lumotlar bilan ishlashning kengayishi sezilarli ahamiyatga ega. Biroq, antropogen omillar natijasida tuproq xususiyatlarida yuz berayotgan o'zgarishlar, yer resurslarining samarali boshqarilishini talab qilishga majbur qilmoqda. Yer resurslari quyosh energiyasi va

boshqa tabiiy manbalar orqali avlodlarga taqdim etiladigan beqiyos ne'matlar hisoblanadi, shuning uchun ulardan oqilona foydalanish hamda taqsimlash zarurati har qachongidan ham ahamiyatli bo'lib qolmoqda.

Unumdor tuproqlarni tahlil qilish va monitoring qilish jarayoni, ayniqsa, zamonaviy geoaxborot

tizimlari (GAT) orqali samarali amalga oshiriladi. Geoaxborot tizimlari va texnologiyalari buxgalteriyaning yangi paradigmalarni taqdim etadi, xususan tuproqning yashash muhitini baholashda va resurslardan foydalanishni rejalashtirishda muhim vosita sifatida xizmat qiladi. Rivojlangan mamlakatlar, shuningdek, iqtisodiy jihatdan kuchli davlatlar sifatida tanilgan, mahsulotlar ishlab chiqarishga qaratilgan, balki ilmiy yutuqlar va innovatsion boshqaruv usullariga asoslangan iqtisodiyotni shakllantirishga harakat qilmoqdalar.

Ushbu jarayon, tabiiy resurslarni oqilona sarflashdan ko'ra, innovatsion mahsulotlar yaratishga qaratilgan strategiyalarga mo'ljallangan. GAT-lar yordamida tuproqdagi o'zgarishlarni, resurslarni monitoring qilish va ilmiy tadqiqotlar orqali aniqlik kiritish imkoniyati yuzaga keladi. Masalan, tuproq unumdorligini yanada oshirish uchun ilmiy-tadqiqot yutuqlaridan foydalanish zarurdir.

Yer resurslaridan samarali foydalanish bo'yicha kompleks chora-tadbirlarni amalga oshirish, shuning bilan birga, innovatsion yondashuvlarni joriy etish, nafaqat iqtisodiy barqarorlikni ta'minlaydi, balki ekosistema muvozanatini saqlashda muhim ahamiyatga ega. Bunday yondashuv xalqaro hamjamiyatning barqaror rivojlanishiga hissa qo'shadi va tabiat bilan uyg'unlikda yuksak sifatli innovatsion tizimlarni yaratish imkoniyatini taqdim etadi. Geoaxborot tizimlarining yer resurslarini boshqarishda o'rnini tushunish va bu qulayliklardan foydalanish, kelajak avlodlar uchun barqaror va ekologik jihatdan to'g'ri yechimlar keltirishda muhim ahamiyatga ega [1].

Axborot-kommunikatsion texnologiyalar tuproqshunoslik sohasida faoliyat yuritayotgan mutaxassislarining tadqiqot faoliyatini sifat jihatidan yangi bosqichga ko'tarmoqda. Ushbu texnologiyalar an'anaviy tadqiqot usullarini takomillashtirish bilan birga, kartografik ma'lumotlarni yaratish va tahlil qilishda yangi imkoniyatlar taqdim etadi. An'anaviy qog'oz formatdagi xaritalar, albatta, ma'lum hududlar haqida asosiy ma'lumot manbai sifatida qimmatli saqlanayotgan bo'lsada, hozirgi kunda raqamli formatga o'tish jarayonida ikkilamchi ahamiyatga ega bo'lmoqda.

Raqamli xaritalar, yuqori texnologiyalarni va ma'lumotlar bazalarini samarali foydalanish imkoniyatini hosil qilib, ma'lumotlarni tez va kiritilishga yaroqli tarzda saqlashga imkon yaratadi. Masalan, haqiqiy vaqt rejimida geografik obyektlarning joylashish koordinatalarini aniqlashda sun'iy yo'ldosh tizimlarining roli beqiyosdir. Ushbu tizimlar obyektlarning aniq joylashuvi va tanishini ta'minlaydi va yuqori ruxsat etilish qiymatiga ega bo'lgan kosmik tasvirlar orqali ma'lumotlarni taqdim etadi.

Katta aniqlik bilan o'lchovlarni amalga oshirib beruvchi lazer nurlanishi asosidagi texnologiyalar esa

dalada o'lchov ishlarida qo'llanilib, natijalarni tekshirishda muhim omil hisoblanadi. Shunday qilib, axborot-kompyuter texnologiyalarining rivojlanishi tuproqshunoslik sohasidagi an'anaviy tadqiqotlarni yangilash, mukammallashtirish va samaradorligini oshirishga olib kelmoqda.

Natijada, tuproq resurslarining holatini tahlil qilish va saqlashda yangi yondashuvlar, metodologiyalar va innovatsion strategiyalarni kiritish imkoniyatlari paydo bo'lmoqda. Bularning barchasi tabiiy resurslardan oqilona va barqaror foydalanishni ta'minlashga ko'maklashadi va ekosistemada muvozanatni saqlashda muhim rol o'ynaydi. Shu sababli, geoaxborot tizimlarining tuproqshunoslikda o'rni, samarali boshqaruv strategiyalarini ishlab chiqish va amalga oshirish orqali barqaror rivojlanishni ta'minlashda ahamiyatli hisoblanadi [2, 3].

**Adabiyotlar tahlili.** Axborot-kommunikatsion texnologiyalar tuproqshunoslik sohasidagi tadqiqotlarni sifat jihatidan yangi bosqichga ko'tarmoqda. Ushbu texnologiyalarning muhim xususiyatlaridan biri, kartografik ma'lumotlarni yaratish va tahlil qilishda an'anaviy usullarni takomillashtirishdir. Raqamli xaritalar, ma'lumotlarni tez va samarali saqlash imkoniyatini taqdim etadi, bu esa tuproqshunoslik sohasida samarali ishlashga yordam beradi. Shu bilan birga, sun'iy yo'ldosh tizimlari haqiqiy vaqt rejimida geografik obyektlarni joylashishda muhim rol o'ynaydi (Olimova, 2022).

Rodger Tomlinson tomonidan yaratilgan GAT texnologiyalari, geografik ma'lumotlarni yig'ish va tahlil qilishda yangi yondashuvlarni olib kelgan (Mansurov, 2021). Ushbu tizimlar, tuproqshunoslik, ekologiya, shahar rejalashtirish kabi sohalarda foydalanuvchilarga ma'lumotlarga tezkor kirish imkoniyatini yaratadi (Sultonov, 2023). Tuproq va o'simliklar qoplamasini tahlil qilish jarayonlari reliefning morfometrik tavsiflari kabi omillarni o'rganishga asoslanadi. Ushbu tadqiqotlar isbotlaydiki, yoritilish darajasi va namlik tuproq hosil bo'lishida muhim ahamiyatga ega (Abdullayev, 2022). Dala sharoitida tadqiqot olib borishda takroriy chiqishlar va topografik xaritalar tahlili asosiy mohiyatni ifodalaydi (Xudoyberdiyev, 2021). Shunday qilib, innovatsion strategiyalarni qo'llash orqali tuproq resurslarining holatini baholashda yangi yondashuvlar paydo bo'ldi. Bularning barchasi tabiat va resurslardan barqaror va oqilona foydalanishni ta'minlashga hissa qo'shadi (Sadikov, 2023). Geoinformatika va GAT (geografik axborot tizimlari) fanlari tashkil topishda Kanada geografik axborot tizimining (CGIS) ishlab chiqilishi muhim birlamchi muvaffaqiyat hisoblanadi. 1960-yillarda amalga oshirilgan ushbu yirik ko'lamdagi GAT, bugungi kunga qadar o'zining funksiyalarini bajarishda va takomillashtirilishda davom etmoqda.

GAT texnologiyalarining asoschisi Rodger Tomlinson bo‘lib, u ushbu sohada ko‘plab konseptual va texnologik masalalarni ishlab chiqdi va amaliyotga joriy etdi. Tomlinson rahbarligida GAT texnologiyalarining imkoniyatlari kengaytirildi, bu esa geografik ma‘lumotlarni yig‘ish, saqlash, tahlil qilish va vizualizatsiya qilishda yangi yondashuvlarni yaratdi. GATning yaratilishi geografik ma‘lumotlarning o‘zaro aloqasi va analizini amalga oshirishga imkon beruvchi integratsion tizim sifatida xizmat etdi. Ushbu tizim yordamida foydalanuvchilar ma‘lumotlarga tez va osonlik bilan kirish imkoniyatiga ega bo‘lib, tuproqshunoslik, ekologiya, shahar rejalashtirish kabi sohalarda amaliy tadqiqotlar olib borishlari mumkin. Shunday qilib, Kanada geografik axborotlar tizimi geoinformatika va GAT sohalarning rivojlanishida yangi bir bosqichni boshlab berdi va bugungi kunda ham yuqori texnologiyalar va innovatsion yechimlarni joriy etishda asosiy omillardan biri sifatida e‘tirof etiladi. Bu texnologiyalarning rivoji, shuningdek, geografik ma‘lumotlarning o‘zaro aloqasi va utilizatsiyasini yanada samarali qilishga yordam beradi [3, 4].

**Metodologiya.** Tadqiqotchilar o‘rganish kerak bo‘lgan hududga chiqib, kuzatishlar o‘tkazadilar va belgilangan qazish joylarining to‘g‘riligini baholaydi. Zarur holatlarda, bu joylarga alohida tuzatishlar kiritilishi mumkin. Ushbu jarayon o‘z vaqtida yetarlicha uzoq va resurs sarfini talab qiladi. Shuning uchun, o‘rganishga oid hududda ilmiy asoslangan tanlovlarni amalga oshirish uchun kuchli tayyorgarlik va aniqlik zarur, bu tuproqshunoslik tadqiqotlarining muvaffaqiyatli amalga oshirilishi uchun muhim ahamiyatga ega. Geoaxborot tizimlari tuproqshunoslik tadqiqotlarida yangi metodologiyalarni taqdim etadi va tuproq resurslarining holatini, sifatini va unumdorligini tahlil qilishda samarali boshqaruv strategiyalarini yaratishga hissa qo‘shadi. Bu esa, o‘z navbatida, tabiiy resurslardan oqilona foydalanishni nazarda tutadi va barqaror rivojlanishni ta‘minlashga imkon beradi.

GAT texnologiyalarining rivojlanishi va tatbiqi, zamonaviy tadqiqotlarda muhim rol o‘ynaydi. Ushbu texnologiyalar, tuproqshunoslikda amalga oshirilayotgan tadqiqotlarni yanada samarali va tezkor qilish imkonini beradi. GAT, ma‘lumotlarni bir joydan boshqasiga o‘tkazmasdan, kassa oldidan ketmay turib hisoblab chiqishga imkon beradi, bu esa o‘z-o‘zidan ko‘plab amaliyotlarni soddalashtiradi va tezlashtiradi. GATdan foydalanish, tadqiqot jarayonida dala va xona sharoitida amalga oshiriladigan ishlarni yanada osonlashtiradi. O‘rganilayotgan hududni aniq modellashtirish imkoniyatlari texnologiyalarning foydasini yanada oshiradi. Tahlil qilinayotgan hududning zamonaviy GIS orqali modellashtirilishi, belgilangan ishlarning muddatlari va hajmini juda sezilarli darajada

qisqartirishga imkon beradi. Bu, o‘z navbatida, moddiy sarf harajatlarini kamaytirishga hissa qo‘shadi.

Shu bilan birga, GATdan foydalanish orqali yig‘ilgan ma‘lumotlar vizual ko‘rinishda taqdim etilishi, tadqiqot natijalarini tushunishni osonlashtiradi hamda keng jamoatchilikka yetkazilishida muhim ahamiyat kasb etadi. Bu esa tuproqshunoslik sohasida innovatsion yondashuvlarni joriy etish va tadqiqotlarni yanada kengaytirishda yordam beradi [4, 5].

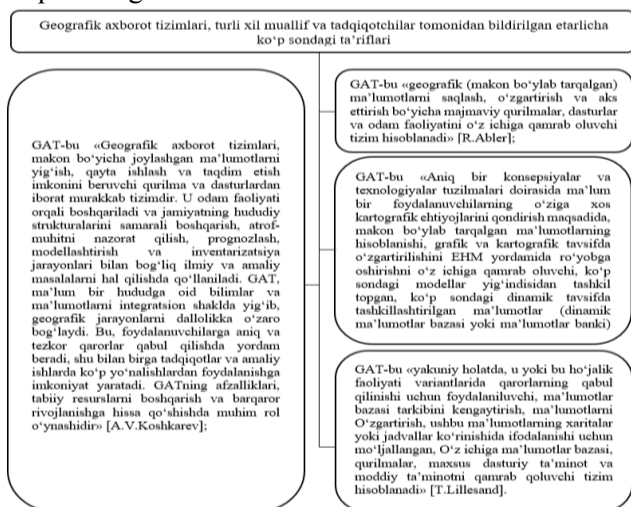
GAT, ma‘lumotlarni yig‘ish, tahlil qilish, modellashtirish va ko‘rgazmali tavsiflarda qo‘llanilishi natijasida, tuproqshunoslikda ilg‘or metodologiyalarni joriy etishga yordam beradi. Biroq, shuni ta‘kidlash kerakki, GATning imkoniyatlari ma‘lumotlar ustida ishlashning boshqa uslublarini rad etmaydi. Aksincha, bu texnologiya mavjud uslublarni yaxshilash va yangi yondashuvlarni sinab ko‘rish imkonini beradi. To‘plangan ma‘lumotlar, xaritalar va modellar yordamida tadqiqotlar jarayonida har bir o‘simlik yoki tuproq qatlamining joylashish holati va tegishli ekosistemalar to‘g‘risida muhim ma‘lumotlar olish mumkin. GAT yordamida olingan natijalar, tadqiqotchilarga ma‘lumotlarga asoslangan qarorlar qabul qilishda yordam beradi.

Barcha ushbu afzalliklar, geoaxborot texnologiyalarining tuproqshunoslik tadqiqotlarida statistik va analitik jihatdan qanday kuchli asbob bo‘lib xizmat qilishini ko‘rsatadi. Bu imkoniyatlar orqali olingan yagona ma‘lumotlar, keyingi tadqiqotlar uchun asos bo‘lib xizmat qiladi. GAT, o‘zining tezkorligi va samaradorligi bilan tuproqshunoslikda o‘z o‘rnini mustahkamlamoqda. GATdan foydalanish tuproqshunoslik tadqiqotlarida samaradorlikni oshirishda muhim ahamiyatga ega. Bu texnologiyalar yordamida olingan ma‘lumotlar, yuqori aniqlik bilan to‘plangan bo‘lib, tuproq resurslarining kelajagini aniqlash va ularni boshqarish jarayonlarida qo‘llanilishi mumkin. GAT yordamida tuproqshunoslik falsafasi va yondashuvlari yanada takomillashadi va bu yangi tadqiqotga tayyor bo‘lgan ilmiy jamoatchilikka nafaqat ilmiy, balki amaliy jihatdan ham hissa qo‘shadi.

Bu holat, nafaqat tuproq resurslarining muhofazasi va unumdorligini saqlashga, balki ijtimoiy-iqtisodiy rivojlanishga ham yordam beradi. GAT texnologiyalarining rivojlanishi, kelajakda ham tuproqshunoslik sohasida yangi yutuqlarga erishishga yordam beradi va tadqiqotlarni yangi darajaga olib chiqadi [5].

**Natija va takliflar.** Geoaxborot tizimlari – zamonaviy axborot texnologiyalarining jadal rivojlanayotgan yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Shu sababli, ushbu texnologiya va dasturlar to‘g‘risidagi bilimlar sohasida umumiy qabul qilingan atamalarining mavjudligi haqida hali yakuniy fikr bildirilmagan. Nisbatan hali yosh bo‘lgan ushbu

faoliyat sohasini tushunib olish uchun, turli xil muallif va tadqiqotchilar tomonidan bildirilgan yetarlicha ko'p sondagi ta'riflarni keltirish mumkin.



Geoaxborot tizimlari (GAT) zamonaviy axborot texnologiyalarining jadal rivojlanayotgan yo'nalishlaridan biri bo'lib, ularning asosiy vazifasi makon bo'yicha ma'lumotlarni yig'ish, qayta ishlash va taqdim etishdir. Ushbu sistemalar odam faoliyati orqali boshqarilib, jamiyatning hududiy strukturalarini samarali boshqarish, atrof-muhitni nazorat qilish, prognozlash va modellashtirish jarayonlarida keng qo'llaniladi. GAT, foydalanuvchilarga aniq va tezkor qarorlar qabul qilish imkoniyatini yaratadi, shuningdek, tadqiqot dorilari uchun ko'p yo'nalishlardan foydalanish imkoniyatlarini taqdim etadi.

GAT zamonaviy tuproqshunoslik va yer resurslarini boshqarishda muhim vosita hisoblanadi. Bu tizimlar yordamida tadqiqotchilar tuproqning biologik, fizik va kimyoviy xususiyatlarini yaxshiroq tushunishi, hududlar o'rtasidagi o'zaro bog'lanishlarni aniqlashi mumkin. Shu bilan birga, GAT texnologiyalari an'anaviy metodlardan ustunlik ko'rsatib, tadqiqot jarayonlarini yanada soddalashtiradi va tezlashtiradi. Ma'lumotlar to'plami va ularni tahlil qilish jarayoni oddiylashadi, bu natijada tadqiqot natijalarini tezkor olish imkoniyatini beradi.

Bundan tashqari, GAT yordamida topografik xaritalar va tuproq qoplamasi bilan bog'liq ma'lumotlar tez va batafsil yangilanadi, bu esa kosmik tasvirlarni tahlil qilish orqali amalga oshiriladi. GAT orqali olingan natijalarni vizualizatsiya qilish, tadqiqot

ishtirokchilariga ma'lumotlarni aniq tushunishni osonlashtiradi va uni keng auditoriyaga yetkazishda muhim ahamiyatga ega.

GATning ekologik boshqaruvdagi roli ham muhim ahamiyatga ega. Tabiiy resurslarning monitoringi va boshqarilishini osonlashtiradi, bu esa ekosistemalarning muvozanatini saqlashga va tabiiy muhitni muhofaza qilishga yordam beradi. GATni tuproq va yer resurslarini boshqarishda joriy etish ilmiy tadqiqotlar sifatini oshiradi va jamiyatimizning barqaror rivojlanishiga hissa qo'shadi.

Shu sababli, ilmiy tadqiqotlar o'rtasida muvozanatni ta'minlash va GAT orqali tuproq resurslarining holatini baholash hamda saqlashda yangi yondashuvlar kiritishga taklif qilinadi. GAT dan foydalanish, resurslardan oqilona foydalanish va ularning chiqindilarini kamaytirishda yangi imkoniyatlarni yaratishga yordam beradi. Bularning barchasi jamiyatimizning barqaror rivojlanishi va tabiiy resurslardan oqilona foydalanishga hissa qo'shishi kutilmoqda.

**Xulosa.** Xulosa qilib aytganda, Geografik axborot tizimlari (GAT) tuproqshunoslik va yer resurslarini boshqarish sohasida muhim ahamiyatga ega. Ushbu tizimlar orqali to'plangan ma'lumotlar tuproqning biologik, fizik va kimyoviy xususiyatlarini chuqur tahlil qilish imkonini beradi. GAT texnologiyalari resurslardan samarali foydalanish va ularning unumdorligini saqlashga yordam beruvchi innovatsion yondashuvlarni o'tkazishda o'ziga xos ahamiyatga ega. GAT yordamida olingan ma'lumotlar hududiy holatlarni va ularning o'zaro bog'lanishini tushunish imkonini beradi, bu esa ekologik muvozanatni saqlash va tabiiy resurslarni boshqarish jarayonlarini yangilashda muhim rol o'ynaydi. Bundan tashqari, GAT texnologiyalari vaqtni tejash va tadqiqotlarga asoslangan qaror qabul qilish imkoniyatlarini oshirish orqali samaradorlikni oshiradi.

Shunday qilib, GAT texnologiyalarining rivojlanishi tuproqshunoslik va yer resurslarini boshqarishda ilmiy va tashkilotchilik yondashuvlarni kengaytirishi, ekologik muammolarni yaxshiroq tushunishga yordam beradi. Bu jarayon tuproq resurslarini barqaror ishlatish va ishlab chiqarish samaradorligini oshirish uchun zarurdir. Natijada, GATning yangi imkoniyatlari kelajakda tuproq resurslarini monitoring qilish va ularni muhofaza qilishda muhim ahamiyatga ega bo'ladi.

**Adabiyotlar**

1. Boltayev T.X., Rahmonov Q., Akbarov O.M. Geoinformatsiya tizimining ilmiy asoslari. O'quv qo'llanma. – Toshkent: «IQTISOD-MOLIYA», 2019.
2. Babajanov A.R., Ro'ziboev S.B. Yer resurslarini boshqarishning axborot ta'minoti. O'quv qo'llanma. – Toshkent: «TIQXMMI» MTU, 2022.
3. G'aniyev Y.Y., Madumarov B.B. Tuproqshunoslikda GISning roli va tushunchasi. // Ijodkor o'qituvchi jurnali. 30-iyun, 2022 № 20. 67-72-b.
4. Мадумаров Б.Б., Манопов Х.В. Начало работы с arcgis. Arcmap. // Central asian journal of theoretical applied sciences, 3(6), 2022. – P. 325-333.

5. Qodirov F., Turayeva S. Geografik axborot tizimlari (gis) asosida yer va suv resurslarini monitoring qilish. // *Инновационные исследования в современном мире. теория и практика*, 4(10), 2025. – P. 85-91.
6. G‘aniyev Y.Y. Formation of a Personal Database of Data in the Creation of Soil Science Cards in GIS Programs. // *Central asian journal of theoretical & applied sciences*, 3(6), 2022. – P. 303-311.
7. Shavkat o‘g‘li Y.S., Zuxriddinovna M.S., Qizi, O.D.S. ARC Create an Agricultural Card in GIS and Panorama Applications. // *Central asian journal of theoretical & applied sciences*, 3(6), 2023. – P. 429-434.
8. Application of the neuro-fuzzy approach to solving problems of soil phases evaluation Davron Ziyadullaev, Dilnoz Mukhamedieva, Mukhammadyahyo Teshaboyev, Doniyor Abdurakhimov, Muzrob Bakhodirov, Gulchiroy Ziyodullaeva, Dostonbek Abduraimov *BIO Web Conf.* 67 02009, 2023.

**QARAQALPAQSTAN RESPUBLIKASI SANAATINIŃ  
RAWAJLANIW TENDENCIYALARI**

**U.X.Yeshimbetov** – ekonomika ilimleri boyınsha filosofiya doktori, docent

**J.B.Abdiramanov** – úlken oqıtıwshı

**E.T.Tolepov** – assistent oqıtıwshı

**U.T.Genjemuratova** – magistrant

*Ajiniyaz atındaǵı Nókis mámleketlik pedagogikalıq instituti*

**ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕСПУБЛИКИ КАРАКАЛПАКСТАН**

**У.Х.Ешимбетов** – доктор философии экономических наук, доцент

**Ж.Б.Абдираманов** – старший преподаватель

**Э.Т.Толепов** – ассистент-преподаватель

**У.Т.Генжемуратова** – магистрант

*Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза*

**TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF INDUSTRY  
IN THE REPUBLIC OF KARAKALPAKSTAN**

**U.Kh.Eshimbetov** – Doctor of Philosophy in Economics, Associate Professor

**Zh.B.Abdiramanov** – senior lecturer

**E.T.Tolepov** – assistant teacher

**U.T.Genjemuratova** – master's student

*Nukus State Pedagogical Institute named after Ajiniyaz*

**Tayanch soʻzlar:** sanoat, hududiy rivojlanish, sanoat tarmoqlari, investitsiya, modernizatsiya, iqtisodiyat, ishlab chiqarish, mahsulot, asosiy koʻrsatkichlar.

**Rezyume.** Ushbu maqolada Qoraqalpogʻiston Respublikasi sanoat rivojlanish tendentsiyalarining hududiy oʻziga xos xususiyatlari oʻrganilgan. Maqolada asosiy etibor sanoat ósish dinamikasi, yalpi hududiy mahsulotlarni yaratishda sanoatning ulushi, Oʻzbekistondagi ulushi, sanoat tarmoqlarining oʻsish dinamikasi oʻrganilgan.

**Ключевые слова:** промышленность, региональное развитие, отрасли промышленности, инвестиции, модернизация, экономика, производство, продукция, основные показатели.

**Резюме.** В данной статье изучены региональные особенности тенденций развития промышленности Республики Каракалпакстан. В статье основное внимание уделяется динамике роста промышленности, доле промышленности в создании валового регионального продукта, ее доле в Узбекистане и динамике роста отраслей промышленности.

**Keywords:** industry, regional development, industrial sectors, investment, modernization, economy, production, product, key indicators.

**Summary.** This article examines the regional characteristics of industrial development trends in the Republic of Karakalpakstan. The main focus of the article is on the dynamics of industrial growth, the share of industry in the creation of gross regional product, its share in Uzbekistan, and the growth dynamics of industrial sectors.

**Kirisiw.** Búgingi kúnde Ózbekstan ekonomikasınıń strukturalıq ózgerislerinde sanaat tarmaǵı jetekshi orın iyelemekte. Ásirese, regionallıq sanaattı rawajlandırıw, shiyki zat bazasnan nátiyjeli paydalanıw, jergilikli óndiristi keńeytiw hám eksport potencialın arttırıw máseleleri ayrıqsha áhmiyetke iye bolmaqta. Bul processte Qaraqalpaqstan Respublikası sanaattı ayrıqsha strategiyalıq áhmiyetke iye ayaqlardan biri bolıp esaplanadı.

Prezidentimiz Sh.Mirziyoev 2022-2026-jıllarǵa mólsherlengen Jańa Ózbekstanınıń rawajlanıw strategiyasında Sanaattıń jetekshi tarawları hám ekonomikanı jáne de liberallastırıw jáne

transformaciya processlerin juwmaqlaw boyınsha bir qatar tapsırmalar bergen edi<sup>1</sup>.

**Tiykarǵı bólim.** Ózbekstanda gárezsizlik jıllarında makroekonomikalıq turaqlılıqqa, joqarı ekonomikalıq ósiw pátlerine erisildi, ayaqlarda sanaat hám onıń tarawların rawajlandırıw ushın keń imkaniyatlar hám qolaylı shárayatlar jaratıldı. sanaat potencialın rawajlandırıw boyınsha alıp barılıp atırǵan siyasat

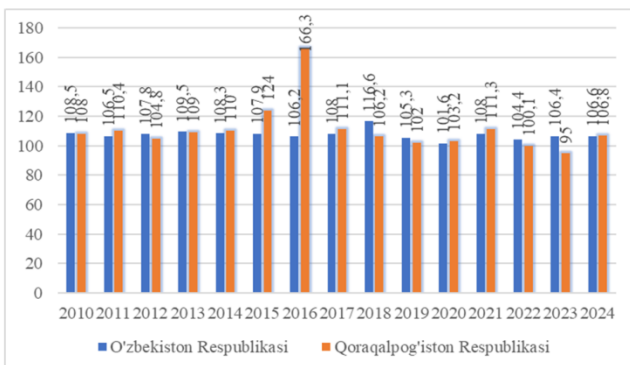
<sup>1</sup> [https://president.uz/oz/pages/view/strategy?menu\\_id=144](https://president.uz/oz/pages/view/strategy?menu_id=144).

22-maqsad: Milliy iqtisodiyot barqarorligini taʼminlash va yalpi ichki mahsulotda sanoat ulushini oshirishga qaratilgan sanoat siyosatini davom ettirib, sanoat mahsulotlarini ishlab chiqarish hajmini 1,4 baravarga oshirish.

Qaraqalpaqstanda da sanaat ónimlerin islep shıǵarıw strukturasında túpkilikli ózgerislerge alıp keldi. Wálayattıń mineral-shiyki zat potencialınan paydalanıw tiykarında Xojeli rayonında shiyshe ıdıslar zavodı, Qońırat soda zavodı, Surgıl tábiyǵıy gaz káni tiykarında polietilen hám polipropilen islep shıǵarıw boyınsha Ústirt gaz-ximiya kompleksi, Qaraózek rayonında cement islep shıǵarıw boyınsha "Titan cement," Beruniy rayonında talk-magnezit islep shıǵarıw boyınsha "Beruniy talk" JShJ, Qaraózek rayonında vermikulit koncentratı islep shıǵarıw boyınsha "Qaraqalpaq vermi" JShJ hám "Bostan talk" JShJlar iske qosıldı. Respublikada sanaattıń 15 ten aslam tarmaǵı bar. 1990-jıllarda sanaat tarmaǵı tiykarınan awıl xojalıǵı ónimlerin biremshı qayta islewge qánigelesken bolsa, sońǵı jıllarda bul baǵdarda túpkilikli ózgerisler júz berdi. Atap aytqanda, ximiya, qurılıs hám taw-kán sanaatı (uglevodorodlar hám basqa paydalı qazılmalar) qazıp alıw) júzege keldi. Bul tarawlar regionallıq áhmiyetke iye bolǵan qánigelesken tarawlarga aylandı.

Nátiyjede sanaat ónimleri kóleminiń ósiwine erisiw menen bir qatarda respublikanıń importtıń ornın basatuǵın óndirislerin rawajlandırıw ushın shárayatlar jaratılmaqta hám belgili strukturalıq ózgerisler júz bermekte. Ishki bazardı básekege shıdamlı ónimler menen toltırıwda sezilerli jetiskenliklerge erisildi. Qaraqalpaqstan sanaatı xalıq xojalıǵınıń sanaat ónimlerine bolǵan talabınıń úlken bólegin qanaatlendiradi.

2010-jıldan 2024-jılǵa shekem sanaattıń ósiw tendenciyası ulıwma respublikalıq ósiw tendenciyası keyingi jılǵa salıstırǵanda biraz joqarı boldı. Biraq ósiw pátleri 2024 jılǵa kelip biraz tómenlegenligi kózge taslanadı. Bunnan tisqari, izertlew jılları dawamında ortasha ósiw pátı mámlekettegi ortasha kórsetkishten joqarı bolǵan. Sanaat ónimi kórsetkishteriniń ósiwine tábiyiy resurslardı ózlestiriw, jańa karerlerdi qazıp alıw, jańa kárxanalar qurıw, islep turǵan óndirislik quwatlıqlardı keńeytiw hám olardı texnikalıq jaqtan qayta úskenelew esabınan erisildi.

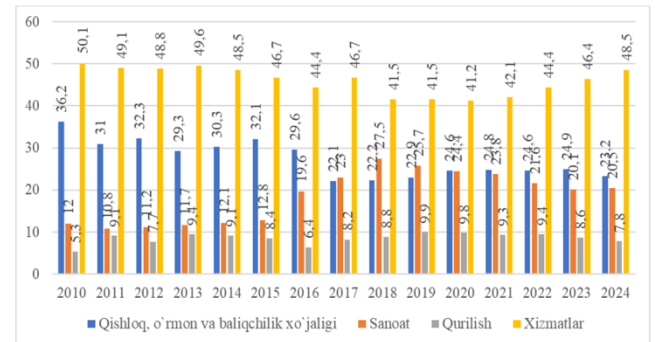


**1-súwret. Ózbekstan Respublikası hám Qaraqalpaqstan Respublikası boyınsha sanaat ónimleriniń ósiw pátleri (ótken jılǵa salıstırǵanda procentlerde)**

*Diagramma Qaraqalpaqstan Respublikası statistika bas basqarması maǵlıwmatları tiykarında dúzilgen.*

Usı maqsette 2023-jılı 6,3 trln. sumlıq investiciya qarjıları ózlestirildi. Tarawlar kesiminde sanaattıń úlesi 48,7 procentti qurap, 2010-jıldıń usı kórsetkishine salıstırǵanda 2,4 esege kóp.

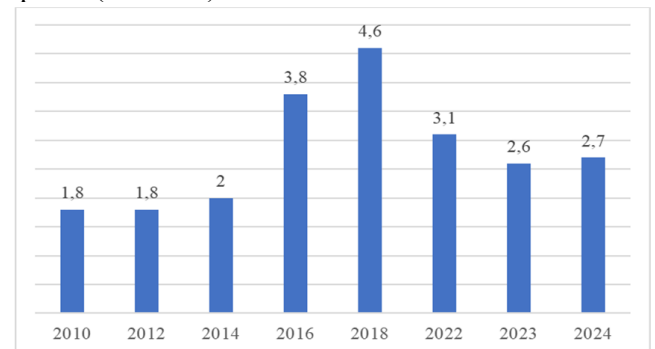
Nátiyjede jalpı aymaqlıq ónim (JAÓ) quramında tarawlardıń jalpı qosımsha qunındaǵı sanaattıń úlesi artqan. 2010-jilda 12,0 procentti quraǵan bolsa, 2024-jilda 20,5 procentke ósken (2-súwret). Sonıń menen birge, sanaat ónimleriniń túrleri hám eksport kólemi de arttı. Sanaat óndirisiniń rawajlanıwı óndirislik-texnikalıq bazasında úlken unamlı ózgerisler menen birge barmaqta. Bunday jaǵday ulıwma Ózbekstan ushın da tán.



**2-súwret. Qaraqalpaqstan Respublikası jalpı aymaqlıq ónimin jaratıwda tarawlardıń jalpı qosımsha qunındaǵı úlesi, procentte**

Sonı ayrıqsha atap ótiw kerek, JAÓ quramında sanaat óniminiń joqarı úlesi Ústirt gaz-ximiya kompleksiniń iske qosılıwı menen baylanıslı bolıp, bul óz gezeginde regionnıń sanaat potencialın arttırıwǵa alıp keldi.

Aymaqta sanaat ónimlerin islep shıǵarıwdıń ósiw kórsetkishleri ulıwma respublikalıq kórsetkishlerden joqarı bolıwı nátiyjesinde onıń sanaat ónimleri úlesiniń ósiwi baqlanbaqta. Atap aytqanda, eger 2010-jılı respublika sanaat óniminiń ulıwma kóleminde úyrenilip atırǵan regionǵa tek ǵana 1,8 procent tuwra kelgen bolsa, bul kórsetkish 2024-jılı 2,7 procentti quradı (3-súwret).



**3-súwret. Ózbekstanda sanaat ónimlerin islep shıǵarıwda aymaqlar úlesiniń ózgeriwi.**

Qaraqalpaqstan Respublikası statistika bas basqarması maǵlıwmatları tiykarında avtor tárepinen esaplangan

2011-2018-jılları xalıqtıń jan basıma sanaat ónimlerin islep shıǵarıw artqan. Biraq bul statistikalıq tallawdan anıq juwmaq shıǵarıw múmkin emes. Sebebi, tovar qunı, yaǵnıy bahası turaqlı emes. Sonday-aq, ayırım tarawlarda ónim islep shıǵarıwdıń natural kórsetkishleri jeterli dárejede arpaǵan.

Sonıń menen birge, sanaattıń ulıwma kórsetkishleri ósip atırǵanına qaramastan, ónimlerdi natural kórsetkishlerde islep shıǵarıw ishki talaptı qanaatlandıra almay atır. Bul, birinshi gezekte, azıq-awqat hám toqımashılıq sanaatı tarawlarına tiyisli.

Ulıwma alǵanda, Qaraqalpaqstan sanaatı ele tómen dárejede, xalıq hám shólkemlerdiń talapların tolıq qanaatlandırmaıdı. Sanaat ónimleriniń kóplegen túrleri sırttan alıp kelingengligi esabınan qanaatlandırıladı.

Sanaattıń tómen rawajlanıwınıń tiykarǵı sebepleri tómendegiler bolıp tabıladı:

- bar tábiyiy resurslardıń kem ózlestiriliwi hám olardan aqılǵa muwapıq paydalanıw;
- geologiyalıq-izlew jumıslarınıń artta qalıwshılıǵı, sonıń ishinde, olardı ótkeriw ushın qarjıların jeterli ajratılmaǵanlıǵı esabınan;
- awıl xojalıǵı ónimlerin jetistiriw kólemlerin azaytıw;
- aymaqtıń ekonomikalıq rawajlanıwı agrar baǵdarda ámelge asırılıp, awıl xojalıǵı ónimlerin biremshiqayta islew sanaatınıń ústinligi;
- sanaattı diversifikaciyalaw dárejesiniń salıstırmalı tómenligi;
- aymaqlıq-óndirislik quwatlarınń joqarı koncentraciyası;
- sanaat kárxanalarında materiallıq eskirgen texnologiyalıq liniyalardan paydalanıw;
- básikeyge shıdamlı bolmaǵan, sonday-aq, tómen qosımsha qunlı ónimler islep shıǵarıwshı kárxanalardıń bar ekenligi;
- sociallıq, óndirislik hám transport infrastrukturasınıń jeterli dárejede rawajlanbaǵanlıǵı;
- ónim islep shıǵarıw processinde qárejetlerdiń kóbeyiwi;
- xalıqtıń satıp alıw dárejesiniń tómen bolıwı.

Aymaqtıń ulıwma respublikalıq sanaat ónimin islep shıǵarıwdaǵı úlesin arttırıw ushın qolaylı imkaniyat bar. Atap aytqanda, awıl xojalıǵı hám mineral shiyki zattan nátiyjeli paydalanıw, kishi hám orta kárxanalardı shólkemlestiriw arqalı aymaqtıń sanaat potencialın jaqsılaw múmkin.

Keleshekte sanaattaǵı strukturalıq ózgerisler shiyki zat hám yarım ónimnen basqıshpa-basqısh tayar, básikeyge shıdamlı, eksportqa baǵdarlanǵan ónimlerdi islep shıǵarıwǵa itibar qarattılıwı kerek. Ózine tán ózgeshelikleri aralıq ónimge (shiyki zat, yarım tayar ónimler) salıstırǵanda tayar ónimniń ósiwiniń sezilerli dárejede artıwı bolıp tabıladı. Endilikte sanaattıń rawajlanıw baǵdarın janılıǵı-energetika, metallurgiya,

qurılıs materialları, azıq-awqat tarawları belgilep beriwı zárúr.

Bazardıń payda bolıwı hám bazar qatnasıqlarınıń háreket etiwı múlkshilik máselesin sheshiw menen tikkeley baylanıslı. Respublika sanaatında mámleketlik kárxanalardı mámleket qaramaǵınan shıǵarıw hám menshiklestiriw procesi dawam etpekte.

Alıp barılǵan analizler sonı kórsetedi, sanaatta bánt bolǵan hár bir qánigege tuwra keletuǵın óndiristiń ósiw tendenciyası ulıwma sanaat xızmetkerleri sanınıń ósiwinen joqarı. Bul miynet ónimdarlıǵınıń óskengliginen derek beredi, biraq sanaattıń ayırım tarawlarında bánt bolǵan bir xızmetkerge tuwra keletuǵın miynet ónimdarlıǵı tómenlegen.

Bunıń tiykarǵı sebepleri, tómendegiler bolıp tabıladı:

- resurs hám energiya sarplanıwınıń joqarı dárejesi;
- sanaat kárxanaları shiyki zat yamasa yarım tayar ónimler islep shıǵarıw, tayar hám básikeyge shıdamlı ónim islep shıǵarıwǵa beyimlespegen;
- kárxananıń finanslıq jaǵdayınıń jamanlasıwı hám basqalar.

Ótken dáwir ishinde respublikada ĞMDA hám uzaq shet eller menen sırtqı ekonomikalıq baylanıslar jáne de rawajlandırılmaqta. Bunday jaǵday qospa kárxanalardıń ashılıwına olardıń islep shıǵarǵan ónimleri jámi region sanaat ónimleri quramında úlesi artıp barıw tendenciyasına iye. Qospa kárxanalardı Qıtay, Qubla Koreya, Rossiya hám Germaniya sıyaqlı mámleketler menen shólkemlestirilgen.

Qaraqalpaqstanıń óndiriwshiqúshlerin bunnan bılay da joqarılatıw sanaat potencialın jedel rawajlandırısız múmkin emes. Bunıń ushın tómendegi tábiyiy, ekonomikalıq hám sociallıq shárayatlar bar:

- bay hám hár qıylı mineral-shiyki zat kánleriniń anıqlanǵanlıǵı, awıl xojalıq jetistiriliwi, miynet resurslarınıń barlıǵı;
- óndirislik, sotsiallıq hám bazar infrastrukturasınıń jeterli dárejede rawajlanǵanlıǵı.

Qaraqalpaqstan Respublikası belgili dárejede rawajlanǵan sanaat potencialına iye. Biraq sanaattıń rawajlanıw dárejesi, dinamikası hám quramı bar imkaniyatlardıń saýkes emes. Sonday-aq, ishki finanslıq resurs dárekleriniń jetispewshiligi joqarıdaǵı imkaniyatlardan sanaatta tolıq paydalanılmawına sebep bolmaqta. Mine usı shárayatlardı ámelge asırıwda azıq-awqat hám sanaat ónimlerin islep shıǵaratuǵın qospa kárxanalardı dúziw imkaniyatlarınan tolıq paydalanıw zárúr.

**Juwmaq.** Joqarıda ótkerilgen analizler tiykarında tómendegi juwmaqlardı shıǵarıwǵa imkan beredi:

- regionda sanaat ónimlerin islep shıǵarıw kóleminiń ósiwi 2011-jılda hám 2014-jıldan 2017-jılǵa shekem respublika áhmiyetinen joqarı bolǵan;

➤ Qaraqalpaqstan Respublikası jalpı aymaqlıq ónimin jaratıwda tarawlardıń jalpı qosımsha qunındaǵı úlesi izertlew jılları dawamında túrlishe kórsetkishlerge iye bolǵan;

➤ 2010-2018 jıllar aralıǵında Ózbekistanda sanaat ónimlerin islep shıǵarıwda aymaqtıń salmaǵı joqarı bolǵan. Biraq 2022-2023-2024 jılları tómenlegen;

➤ sanaat tarawlarınıń rawajlanıw tendenciyasın proporcional emes xarakterge iye.

Sonıń menen birge, ekologiyalıq mashqalalar, texnologiyalıq góneriw, jetik kadrlardıń jetispew-shiligi sanaat tarawlarınıń rawajlanıwın tómenletiwshi faktorlar sıpatında saqlanıp qalmaqta. Bul mashqalalardı sistemalı túrde sheshiw Qaraqalpaqstan Respublikası sanaatınıń uzaq múddetli turaqlı rawajlanıwın támiyinlew ushın zárúr.

### **Ádebiyatlar**

1. Бердинцев К.Н. Проблемы совершенствования территориальной организации промышленного производства в Узбекистане. – Ташкент: «Фан», 1980.

2. Бектемиров К.К. Устойчивое развитие регионов экологического кризиса: методология и инструментарий применения в Приаралье. – Ташкент: «Фан», 2006.

3. Ешимбетов У.Х. Формирование точек производственного роста на базе минерально-сырьевых ресурсов как совершенствование территориальной организации промышленности региона (на примере Республики Каракалпакстан) // Экономика и предпринимательство. – Москва: 2017. № 11. – С. 232-237.

4. Ешимбетов У.Х., Жаббаров К.Й., Умаров О.О. Развитие горнодобывающей промышленности – основа повышения конкурентоспособности экономики регионов. // Вопросы экономики и управления №4 (20), 2019. – С. 37-39.

5. Ешимбетов У.Х. Формирование точек производственного роста на базе минерально-сырьевых ресурсов как фактор повышения конкурентоспособности региона. Конкурентоспособная экономика и направления её реализации: материалы научн. конф. (Ташкент 28.11.2018.). Т.: НУУз, 2018. – С. 354.

M A Z M U N Í

TÁBIYIY HÁM TEXNIKA LÍQ ILIMLER

**Fizika-matematika. Texnika. Informatika**

<b>Abdullaev A., Srajova U.D.</b> Joybardıń tarmaq grafigin jaratıw algoritmi .....	3
<b>Abdurazzoqov J.R.</b> Tog‘ echkisining moslashuvchan muvozanat, xavfni baholash va harakat traektoriyalariga asoslangan optimallashtirish yondashuvi .....	6
<b>Асанов Д.Ж.</b> Моделирование и анализ тепловых процессов в кремниевых гетероструктурах при быстрой термической обработке .....	11
<b>Asqarov M.</b> Salistirmalardıń bazı bir qollanıwları .....	14
<b>Jamalova G.B.</b> Modeling information-receiving systems and processes in the tax control system .....	17
<b>Qutbaev A.B.</b> Konuslıq kópobrazlıqtıń kólemin kompyuter baǵdarlamalarında esaplaw usılları haqqında .....	21
<b>Madolimov F.</b> Prostata saratonida izohlanadigan, yuqori aniqlikdagi AI Pipeline .....	24
<b>Нуржанов О.Д., Нуржанов Б.О.</b> Применение численно-аналитического метода к краевым задачам для интегро-дифференциальных уравнений типа Вольтерра с нелинейными краевыми условиями .....	27
<b>Нуржанова А.О.</b> Периодические решения систем интегро-дифференциальных уравнений типа Фредгольма .....	30
<b>Нуритдинов И., Муссаева М.А., Юлдашов Д.П., Аташов Б.Т.</b> Радиационное дефектообразование в кристаллах KCl .....	33
<b>Сеитназаров К.К., Мадиримова С.М., Туремуратова Б.К., Айтмуратов Б.Б.</b> Обработка спектрального индексов GNDVI и CVI на основе данных дистанционного зондирования .....	36
<b>Turdiiev U.Q., Axmedova M., Juraqobilov A.</b> The solution to a system of equations of the hopftype in the form of a traveling wave .....	40

**Biologiya. Zoologiya. Ximiya. Ekologiya**

<b>Абдуллаева Д.К., Сапаров А.Д.</b> Клопы – Мириды (heteroptera: miridae) южного Приаралья .....	44
<b>Allambergenova N.B., Ajiev A.B.</b> Quyi Amudaryo qumli cho‘llarining evkserofit (psammothamna) butasimon o‘simliklari .....	47
<b>Асаматдинов А., Курбанбаева А.</b> Изучение физико-химических свойств биопава ....	51
<b>Ayimbetov M., Yo‘ldosheva G.Z.</b> Structure and strength of magnesia cement from dolomite .....	56
<b>Aymurzaeva L.G., Aytbaeva H.B., Zaripbayev K.Sh.</b> Apak koagulyant-adsorbentiniń mineralogiyalıq quramın úyreniw .....	59
<b>Joldasbaeva E.K.</b> Jer ústi omirtqalı haywanlarınıń landshaftlıq bólistiriliwi hám haywanlardı úyreniwdiń jańa wazıypaları .....	62
<b>Joldasbaeva E.K., Turekeeva A.J.</b> Nukus shahri atrofıdagi mayda sut emizuvchılarning bioekologiyasi .....	65
<b>Жумамуратов М.А., Кудиярова Г.Ж.</b> Некоторые аспекты оценки влияния экологических факторов на заболеваемость населения Каракалпакстана .....	68
<b>Таумуратова Г.Н.</b> Функционирование биоты южного Приаралья в современных условиях .....	72

**Geografiya**

<b>Abdullayev S.I., Safarov I.B.</b> Madaniy landshaft konsepsiyasining mohiyati .....	75
<b>Xakimov K.M., Usmonov M.R., Abdiramanov J.B.</b> Joy nomlari yordamida qadimiy karvon yo‘llarini aniqlash imkoniyatlari haqida (Jizzax viloyati misolida) .....	79
<b>Облақулов Ҳ.А.</b> Аҳоли турмуш тарзини географияда ўрганишнинг жаҳон тажрибаси .....	83
<b>Radjapov M.Y.</b> Ózbekstanda to‘g‘ay resurslari hám olardi qor‘gaw máseleleri .....	87
<b>Utepova G.B., Eshiniyazov B.A.</b> Ózbekstan Respublikasida xalıqtı hám awıl xojalıgın dizimge alıwdıń áhmiyeti .....	90
<b>Ziyadullayev D.Sh., Abduraimov D.E., Mirzaakbarov D.D.</b> Geoaxborot tizimlarining yer resurslarini samarali boshqarishdagi o‘rni .....	94
<b>Yeshimbetov U.X., Abdiramanov J.B., Tolepov E.T., Genjemuratova U.T.</b> Qaraqalpaqstan Respublikası sanaatınıń rawajlanıw tendenciyaları .....	99

# QUTLIQLAYMIZ !

*80 jilliq yubiley*

## **Belgili ilimpaz-matematik, húrmetli ustaz Xudayberganov Gulmirza 80 jasta!**

Gulmirza Xudayberganov 1946-jil 1-fevralda Xorezm walayatında (házirgi Qaraqalpaqstan Respublikası, Ámiwdarya rayonu, Mańıt qalasında) diyqan shańarağında tuwılğan. Mańıttağı M.V.Lomonosov atındağı orta mektepti pitkerip, 1963-jılı Tashkent mámleketlik universitetiniń (házirgi Ózbekstan Milliy universiteti) mexanika-matematika fakultetine oqıwǵa kirdi. 1966–1969-jılları M.V.Lomonosov atındağı Moskva mámleketlik universitetine (MGU) oqıwǵa jiberilip, belgili alım prof. B.V.Shabattıń bassılıǵında ilim jolına qádem qoydı.

Professor G.Xudayberganovtıń ilimiy potencialı hám miynetleri xalıqaralıq dárejede tán alınğan. Búgingi kúnge shekem ol 150 ge jaqın ilimiy maqalalar hám 18 oqıw ádebiyatların baspadan shıǵardı. Onıń 3 monografiyasınıń biri Xorezm Mamun akademiyasında (2008), al ekewi Rossiyada Sibir federal universiteti tárepinen (2011, 2017) basıp shıǵarıldı. Alımınıń izertlew nátiyjeleri Rossiyanıń Sibir federal universiteti, Ózbekstan Milliy universiteti, Qaraqalpaq mámleketlik universiteti, Urgensh mámleketlik universiteti, Qarshi mámleketlik universiteti hám Nókis mámleketlik pedagogikalıq institutlarında arnawlı kurslarda hám ilimiy seminarlarda keńnen qollanılmaqta.

Alım Ózbekstan hám Rossiyadan tısqarı dúnyanıń kóplegen mámleketlerinde: Germaniya (Galle, Gyottingen), Yugoslaviya (Xerceg-Novi), Túrkiya (Antalya), Malayziya (Kuala-Lumpur) sıyaqlı qalalarda ótken xalıqaralıq konferenciyalarda bayanatlar jasadı. TEMPUS baǵdarlaması sheńberinde Ullı Britaniya (2001) hám Finlyandiya (2002) universitetlerinde boldı. Sonday-aq, AQSh (Kaliforniya universiteti, 2014), Italiya, Izrail hám Rossiyanıń iri ilimiy oraylarında (Moskva, Kazan, Sochi) ótken xalıqaralıq konferenciyalarda Ózbekistan matematika iliminiń abroyın joqarı dárejede qorǵadı.

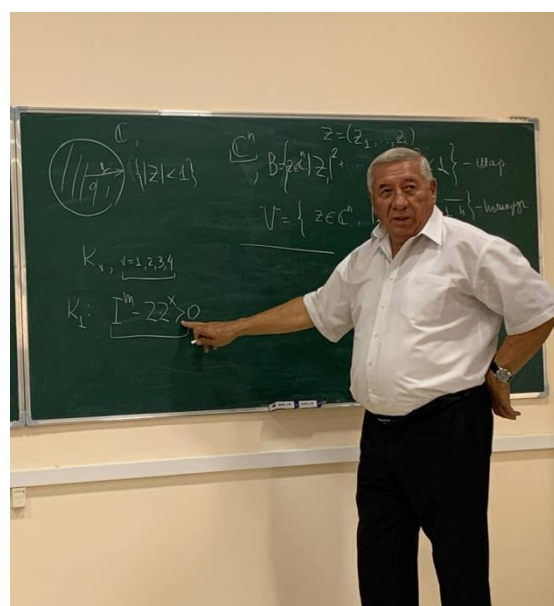
G.Xudayberganovtıń Qaraqalpaqstan matematika ilimin rawajlandırıwdağı xızmetleri ayrıqsha. Ol kóp jıllar dawamında Nókis qalasındağı joqarı oqıw orınları ushın kadrlar tayarlawǵa biybaha úles qostı. Onıń ilimiy bassılıǵında S.Kosbergenov, B.Prenov, D.Djumabaev, B.Otemuratov, B.Kurbanov, A.Xalknazarov, M.Eshimbetov sıyaqlı shákirtleri ilim doktorları hám PhD dárejelerin alıp, búgingi kúnde ilimiy pedagogikalıq xızmetlerin dawam etpekte. Bul pıdayılıǵı ushın ol «Qaraqalpaq mámleketlik universitetiniń húrmetli professorı» ataǵına iye bolǵan.

Búgingi kúnde, Ózbekstan matematikalıq jámiyetiniń vice-prezidenti, Amerika matematikalıq jámiyetiniń aǵzası, Ózbekstan Respublikasına xızmet kórsetken xalıq bilimlendiriw xızmetkeri, fizika-matematika ilimleriniń doktorı, professor Gulmirza Xudayberganovtı 80 jilliq yubileyi menen shın kewilden qutlıqlaymız!

# QUTLIQLAYMIZ!

80 jilhq yubiley

Belgili ilimpaz-matematik, hürmetli ustaz  
Xudayberganov Gulmirza 80 jasta!



## **Dıqqat, jazılıw – 2026!**

Húrmetli, jurnal oqıwshıları! Eger, Siz ilim, tálim-tárbiya hám oqıtıwdıń jańa zamanagóy usılları, jańalıqları menen óz waqtında jaqınnan tanıspaqsı, ózińizdiń usı tarawdağı jetiskenliklerińiz hám oy-pikirlerińiz benen ortaqlaspaqsı bolsańız, «Ilim hám jámiyet» jurnalına 2026-jıl ushın jazılıwǵa mirát etemiz.

Biziń jurnalımızda barlıq tarawlar boyınsha ilimiy, ilimiy-metodikalıq maqalalar járiyalanadı.

«Ilim hám jámiyet» jurnalı Ózbekstan Respublikası Ministirler kabineti janındaǵı Joqarı Attestaciya Komissiyası kollegiyasınıń qararı menen tómende kórsetilgen pánler boyınsha ilim doktorı dárejesin alıw ushın maqalalar járiyalanıwı tiyis bolǵan ilimiy basılımlar dizimine kirgizilgen:

- 01.00.00 – fizika-matematika ilimleri;
- 02.00.00 – ximiya ilimleri;
- 03.00.00 – biologiya ilimleri;
- 05.00.00 – texnika ilimleri;
- 07.00.00 – tariyx ilimleri;
- 10.00.00 – filologiya ilimleri;
- 11.00.00 – geografiya ilimleri;
- 13.00.00 – pedagogika ilimleri;
- 19.00.00 – psixologiya ilimleri.

### **Jazılıw bahası - 420.000 (tórt júz jigirma mın) swm.**

*Redakciya mánzili: Nókis qalası, P.Sevtov kóshesi, n/j.*

*Indeks: 230100, Telefon: +998612294086; +998933652520.*

*JURNALDÍŇ BASÍP SHÍGARILÍWINA*

*JUIWAPKER: Áiniyaz atındaǵı NMPI baspaxanası.*

*«Ilim hám jámiyet» jurnalınıń esap beti:*

*BANK: MB BB XKKM Toshkent shahri*

*Esap beti: 2340 2000 3001 0000 1010*

*MFO: 00014; INN: 201 122 919*

*Ileke esap beti: 4001 1086 0354 0170 9410 0350 005*

<i>Maqalalardıń mazmunına hám dúrisliǵına avtorlar juwapker, olardıń pikirleri redakciyanıń pikirleri bolıp esaplanbaydı</i>	<i>Jurnalǵa jıl dawamında jazılǵan avtorlardıń miynetleri birinshi gezekte járiyalanadı. Maqala kólemi 6 betten kem bolmaıwı, 8 betten aspaıwı kerek.</i>
<i>Jurnal 1992-jıldan shıǵa basladı ISSN 2010-720X Indeksi: Ieke puqaralar ushın – 2101. Mákemeler ushın – 2102.</i>	<i>Basıwǵa ruxsat etildi: 14.02.2026 Buyırtpa: № 0305 Format: 60x84 1/8 Kólemi: 13 b/t. Jurnal jılına 8 márte shıǵadı. Reestr № 089632</i>